令和元年11月25日発行（毎月1回25日）　Vol.71 No.11 （No.837）　ISSN 2187−851X

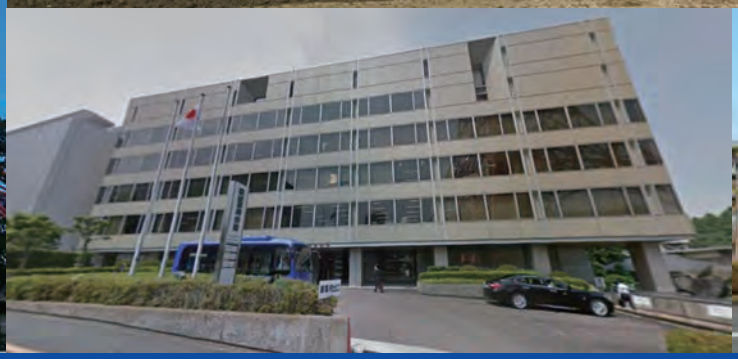
一般社団法人
日本建設機械施工協会誌（Journal of JCMA）

建設機械施工

2019 11

Vol.71 No.11 November 2019（通巻837号）

特集 協会70周年



巻頭言 異分野融合による新たな価値創造へ

特別寄稿 日本建設機械施工協会創立70 周年に寄せて

記念講演会 社会基盤マネジメントの課題と将来展望

記念インタビュー
- 建山和由（立命館大学理工学部教授）
- 大橋徹二（コマツ代表取締役会長）
- 小原好一（前田建設工業㈱相談役）
- 外村圭弘（西尾レントオール㈱専務取締役（兼）東京支店長）

寄　稿 活動を支えて頂いた方からの寄稿

部会活動の歩み 各部会活動の歩みと今後の展開

建設機械施工の変遷 建設機械施工技術の移り変わり

施工技術総合研究所の活動 建設施工技術の研究・開発への取り組み

一般社団法人 日本建設機械施工協会

ダム工事用コンクリート運搬テルハ（クライミング機能付）

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

特 長

●コストパフォーマンスに優れる。
機械重量が比較的軽量で、構造がシンプルな為運搬能力に対して安価である。

●安全性に優れる
コンクリートバケットが堤体上空を横切らないので安全性に優れる。

●環境に優しい。
河床に設置されるので、ダム天端付近の掘削を少なくできる。

●大型機材の運搬も可能
専用吊り具で車両等の大型機材の運搬が可能。

YOSHINAGA

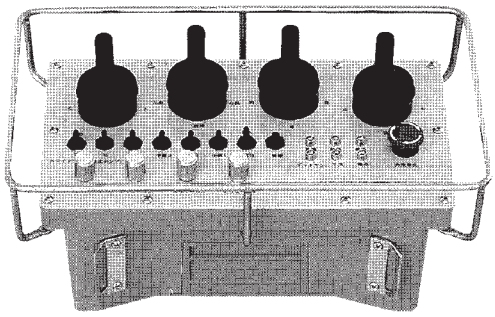
吉永機械株式会社

〒130-0021　東京都墨田区緑4-4-3　TEL. 03-3634-5651
URL http://www.yoshinaga.co.jp

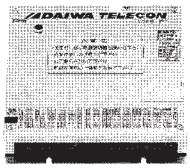
建設機械用 無線操作装置

ダイワテレコン

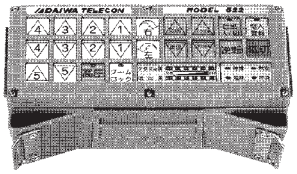
あらゆる仕様に対応 指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン　５７２　※製作例 比例制御４本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン　５２２

《新電波法技術基準適合品》

- スイッチ・ジョイスティック・その他、混在装備で最大操作数驚異の**96**CH。
- コンパクトな指令機に業界最大**36**個の押しボタンスイッチ装着可能。
- 受令機の出力はオープンコレクタ（標準）リレー・電圧（比例制御）又は油圧バルブ用出力仕様も可能。
- 充電は急速充電方式（－△Ｖ検出+ｵｰﾊﾞｰﾀｲﾑﾀｲﾏｰ付き）
- その他、特注品もお受けいたします。お気軽にご相談ください。

DAIWA TELECON

大和機工株式會社

本社工場　〒 474-0071　愛知県大府市梶田町 1-171
TEL　0562-47-2167（直通）　FAX　0562-45-0005
ﾎｰﾑﾍﾟｰｼﾞ　http://www.daiwakiko.co.jp/
e-mail　mgclub@daiwakiko.co.jp
営業所 東京、大阪、他

本協会は，建設事業の機械化を推進し，国土の開発と経済の発展に寄与することを目的として，昭和 24 年 3 月に発足いたしました。

以来，建設機械施工に係わるあらゆる分野において研究，普及，啓発活動を行い，我が国の建設の機械化を精力的に推進し，建設生産性を向上させ今日の隆盛を見る原動力の役目を果たして参りました。

おかげをもちまして本年 3 月をもって創立 70 周年を迎えましたが，これもひとえに会員，関係団体，各省庁など関係者各位の御支援の賜と感謝申し上げます。

http://www.jcmanet.or.jp/

建設機械施工 11

Vol.71　No.11　November　2019（通巻 837 号）

目　　次

特　集　協会 70 周年

グラビア　4　創立 70 周年記念式典

巻頭言　6　異分野融合による新たな価値創造へ
田﨑　忠行　一般社団法人　日本建設機械施工協会　会長

特別寄稿　8　日本建設機械施工協会創立 70 周年に寄せて
山田　邦博　国土交通省　技監

記念式典　11　創立 70 周年記念式典・記念講演会・記念祝賀会の開催

記念講演会　17　社会基盤マネジメントの課題と将来展望
小澤　一雅　東京大学大学院工学系研究科　教授

記念インタビュー　27　異分野技術と若い力が集う場に建設施工の未来が生まれる
建山　和由　立命館大学理工学部教授

33　ICT が建設機械施工を変える― 基本は，安全，生産性，環境
大橋　徹二　コマツ代表取締役会長

39　情報化技術の発展とともに夢を持てる建設業界を目指して
小原　好一　前田建設工業㈱相談役

44　多様な現場に最適なノウハウを提供出来る建設機械レンタル業を目指して
外村　圭弘　西尾レントオール㈱専務取締役（兼）東京支店長

寄　稿　50　ICT 技術が踏み出した一歩
辻　　靖三　（一社）日本建設機械施工協会　前会長

これからの日本建設機械施工協会への期待
松隈　宣明　鉄建建設㈱　専務執行役員，（一社）日本建設機械施工協会　元専務理事

名称の変遷への思い
見波　　潔　村本建設㈱　専務執行役員，現　機関誌「建設機械施工」編集委員長，
（一社）日本建設機械施工協会　前　業務執行理事，前　施工技術総合研究所長

技術開発最前線
今田　　徹　（一社）日本建設機械施工協会　施工技術総合研究所　非常勤顧問

協会活動の思い出と今後への期待
小林　真人　コベルコ建機㈱　OB

そもそも 70 周年
石倉　武久　住友建機㈱　技術本部　技術管理部

協会活動と建設業界での 40 年間の思い出
舘岡　潤仁　㈱安藤・間　建設本部　本部長付

日本建設機械施工協会でのコレクティブ・インパクトの記憶
坪田　　章　一般社団法人日本クレーン協会　技術普及部長

創立 70 周年に寄せて
篠原　慶二　前田建設工業㈱　土木事業本部・機械部　主幹

建設業界の中のレンタル業としての存在と役割
隼　　直毅　㈱レンタルのニッケン　常務執行役員，日本建設機械施工協会　レンタル業部会／本部運営幹事

部会活動の歩み	69	i-Construction（ICT 施工）の推進に向けた情報化施工委員会の取り組み
	77	標準部会の歩みと今後の展望　建機協 50 周年から 70 周年の活動を中心に
	86	施工部会の活動と今後
	89	機械部会活動の歩みと今後の展望
	96	機関誌編集と建設業部会の活動
	100	製造業部会活動の歩みと今後の展望
	102	歴史を継承し（つなぎ），未来を創造する（つくる）
建設機械施工の変遷	103	平成の土工機械
	111	舗装機械の変遷と最近の技術動向
	118	自由断面掘削機の経緯と発展の歴史
	127	コンクリート機械の変遷
	135	基礎工事用機械の変遷と最近の技術動向
	144	除雪機械の変遷と技術動向
	157	建設機械施工技術の移り変わり（情報化施工・ICT 施工）
施工技術総合研究所の活動	164	施工技術総合研究所の研究理念とこれまでの取り組み
	166	トンネル技術分野の取り組み
	173	橋梁技術分野の取り組み
	179	機械施工技術分野の取り組み
統計	186	建設工事受注額・建設機械受注額の推移　機関誌編集委員会
	187	行事一覧（2019 年 9 月）
	192	編集後記（渡辺和弘）

2019 年（令和元年）11 月号 PR 目次

【ア】
朝日音響㈱…… 表紙 3
【カ】
コベルコ建機㈱…… 後付 1
コマツ…… 表紙 4
【タ】
大和機工㈱…… 表紙 2
㈱鶴見製作所…… 後付 3
【マ】
マルマテクニカ㈱…… 後付 2
三笠産業㈱…… 後付 4
【ヤ】
吉永機械㈱…… 表紙 2

一般社団法人日本建設機械施工協会

創立７０周年記念式典

令和元年６月１１日

於 ベイサイドホテルアジュール竹芝

※役職名等は記念式典開催日時点

記念式典

記念式典・式辞（田﨑忠行会長）

記念式典・祝辞（石井啓一国土交通大臣（森昌文国土交通省事務次官代読））

記念式典･祝辞（玉井優子経済産業省製造産業局産業機械課長）

日本建設機械施工大賞　清水建設㈱（会社代表　山中庸彦代表取締役専務執行役員）

日本建設機械施工大賞　鹿島建設㈱（会社代表　三浦孝機械部技術１グループ・ダム・造成・トンネル次長）

永年団体会員表彰　大成建設㈱（会社代表　谷山二朗常務執行役員土木本部副本部長兼土木部長）

記念講演会

記念講演会（小澤一雅東京大学大学院工学系研究科教授）

記念祝賀会・挨拶（田﨑忠行会長）

記念祝賀会・祝辞（森昌文国土交通省事務次官）

記念祝賀会・祝辞（足立敏之参議院議員）

記念祝賀会・乾杯発声（平野耕太郎副会長（日立建機㈱代表執行役執行役社長））

記念祝賀会

巻頭言

異分野融合による新たな価値創造へ

一般社団法人 日本建設機械施工協会 会長 田 﨑 忠 行

協会創立 70 周年に当たり，会員各位を始め，官公庁，関係団体など多くの皆様のご支援に対し，まずお礼を申し上げたいと思います。

当協会は建設事業の機械化を目的として設立されたものですが，平成 11 年に刊行された 50 周年記念誌の巻頭言に当時の長尾満会長が設立の趣旨を述べられているのが，簡にして要を得たものと思われるので，ここに引用させていただきます。

協会の設立の動機は，当協会元会長の加藤三重次氏の発想と指導力によるところ大であり，戦後の荒廃した国土の復興には，建設の機械化は必須の条件であると強く考えた氏は，建設の機械化は機械を製造するメーカーのみではその推進・発展は不充分であり，工事の発注機関である官公庁はもちろんのこと，それを使用する建設業，維持修理を行う整備業，新しい機械を輸入する商社，研究機関など，建設の施工に関わるあらゆる関係者が一堂に集い，研鑽することが最も重要であるとの信念のもと，戦後の我が国の「建設の機械化」を献身的に指導された賜物である。

ここに示されている理念は，建設の機械化のような事業は単一の業界でなし得るものではなく，関係する業界が相集って協力し，知恵を出し合って達成すべき，ということです。単一の業界ではなく，複数の業界の協力によって目的を達成しようという団体の設立は，異業種融合の理念を先取りしたものとして高く評価されるべきものであると考えます。建設の機械化は関係者の努力によって着実にその成果を上げ，現在では機械施工が一般となるまでに至りました。

近年の建設施工における大きな課題の一つが，担い手確保と就業者の高齢化です。これは程度の差こそあれ全産業に共通する課題であり，これを克服するために政府として生産性革命に取り組んでいます。建設分野では 4 年前から i-Construction に取り組んでおり，施工の生産性向上に着実に成果を上げつつあります。当協会でもかねてより情報化施工を調査研究してきており，関係各位のご協力によって生産性向上にも一定の貢献をしてきていると自負しています。情報化施工は施工の効率化による生産性向上だけでなく，品質管理や安全管理にも効果を発揮します。情報化施工の特徴であるデータに基づく施工，現場から得られたデータの保存，フィードバックという特性を生かして，従来の人手に頼った品質管理からデータに基づく品質管理に移行することを可能にします。ものづくりの現場においてデータのねつ造，改ざんの事例が報告され，物作り大国日本の地位を危うくしかねないと危惧されています。建設分野においても，情報化施工に頼り切るのではなく，データの信頼性，確実性を担保する技術も併せて開発する必要があるでしょう。これまでどちらかといえば専門家が抱えていたデータをオープンデータにすることにより，いっそうの信頼性を確保するとともに，データを活用した新技術開発や調査研究の進展も期待できるでしょう。さらに膨大なストックデータに情報化施工で得られる品質や施工，維持管理データが加わることにより，長期間にわたってデータに基づく高度で効率的な維持管理が可能になることでしょう。

安全管理も同様なことがいえます。関係者の努力で建設業の労働災害は減少してきましたが，依然として死亡者数は全産業の 1/3 を占めています。労働災害撲滅に向けた情報化施工の果たす役割は小さくありません。

これらの課題解決には多くの分野の知見が必要です。土木・建築や建設機械関係の技術は当然として，電子，計測，通信，安全などの工学や製造者責任，また建設業，建設機械製造業，レンタル業など産業の実体も知る必要があります。これは単に必要とする複数の分野の知見を集めることによって，目的とする成果が得られるということだけを意味するのではありませ

ん。異分野の知見が融合することによって，異次元の新技術が開発される可能性があります。技術的課題に取り組んでいるとき，異なる分野の人の意見を聞くことにより，新たな知見を得るだけではなく，自らが新しい発想を思いつくということは多くの人が経験するところです。これは自分の考えを異分野という鏡に映してみることによって，自分の中に潜在的に持っていた新しい発想に気づく，という営為と考えられます。すなわち１＋１が３になる，ということです。

現在多くの分野でこの異分野融合が活発に行われています。すでに古典的領域に属しますが，金融工学はかつて古典的経済学と会計学で処理してきた金融という分野に，確率・統計などの数学的手法を導入して，価格を市場が決定するという常識を覆して数学的理論で導かれる，という全く新しい商品を生み出しました。機械工学や熱力学が研究対象だった自動車は，今や電気，通信，情報工学の対象となり，自動運転や渋滞を回避する経路選択などの新しい付加価値を生んでいます。これらに比べると，建設分野は異分野融合の活動が不活発であったように思います。当協会発足時のように社会資本が量的に不足していた時代には，設計，施工の基準化，標準化を図り，整備の量的確保が至上命題で，個々の現場の丁寧な技術的検討はおろそかにされがちでした。そのような時期には時間と手間がかかる異分野融合にまで手が回らなかったことも事実です。また他分野からの参入が少なかったこと，特に公共事業は関係法令等の制約が大きいこと，一般的な商習慣とは異なる取引が多いことなどの理由が考えられますが，このことが建設分野を保守的な習慣が不変である，という印象を他分野に抱かせる一因になっていると考えられます。

筆者は 2019 年 3 月まで内閣府の SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）インフラ維持管理･更新･マネジメント技術でサブプログラムディレクターを務めました。このプログラムはインフラメンテナンスの革新的技術を公募して，採用された技術の研究開発を進め，最終的には社会実装まで持って行くというもので，政府の科学技術イノベーションの一環として重点的な予算措置がなされたものです。公募技術のうち 60 課題が採択され，精力的に研究・開発が実施されました。興味深いのは参加した技術者の専門分野のうち 50％は土木工学以外だったということです。たった半分かと思われるかもしれませんが，従来の建設関係の技術開発は，周辺分野も含めてほとんど土木工学，建築学に関連したものでした。異分野の技術者がインフラに関心を持っていただけたのは画期的だったと思います。研究を進める過程でもいくつかの発見がありました。そもそも建設以外の分野にとって建設分野，特に公共事業に対する違和感は強かったように思います。一般的な民間ビジネスであれば，優秀な技術の提供者と，これを妥当な価格で購入する者が合意すればそれで取引は成立します。しかし公共調達の場合は財源が公的資金であることから，調達の妥当性，公平性，公正性に対する説明責任が強く求められます。そのためには民間取引では通常ない説明資料や説明プロセスが必要になることもあります。これらのことに多くの開発者は当初戸惑っていましたが，順次対応していただきました。また電気，電子，情報，通信といった日頃建設分野との交流のなかった技術者は，そもそも建設分野は特殊で，ビジネスの対象とは考えてこなかったというのです。今回はたまたま SIP という予算措置がされたので，研究を促進するという観点で参加したということでした。これを逆の視点から見れば，建設分野の関係者の知らないところに数多くの新技術のシーズが眠っているといえます。ところが従来は公共調達の仕様は発注者が定めていたので，新技術も発注者の技術基準に登載されてから，採用が検討俎上に上っていました。シーズを持った人がいくら技術の優位性を主張しても，それだけでは採用に至ることはきわめてまれでした。しかし，技術が多様化し，異分野からも多くの有望なシーズが生まれているようなときに，発注者の限られた体制で基準化されたものだけが実装されるという仕組みには限界があるように思います。従来の仕組みをやめる必要は毛頭ありませんが，それに加えてシーズサイドからの技術開発を奨励する仕組みも是非とも必要です。むろんシーズサイドの技術のなかには，そのままで実装するのは無理で，さらなる技術的検討や室内実験，実物への試行的適用が必要なものもあるでしょう。それらも含めて発注者，建設業，機械メーカー等の関係者が共同して取り組むことが大切です。これこそまさしく，関係分野の会員を擁する日本建設機械施工協会に与えられた使命であると考えます。新技術開発に限らず，建設機械と建設という分野を融合する課題について，当協会が 70 年の歴史のうえにさらなる発展を期待されているのではないでしょうか。

加藤三重次元会長の慧眼である「あらゆる関係者が一堂に集い，研鑽することが最も重要である」という方針は，建設機械施工の新たな課題に立ち向かう現在も，依然として重要な視点を我々に指し示していると思います。

特別寄稿

日本建設機械施工協会 創立 70 周年に寄せて

国土交通省　技監　山　田　邦　博

一般社団法人日本建設機械施工協会が創立 70 周年を迎えられましたこと，心よりお祝いを申し上げます。

会員の皆様におかれましては，日頃より国土交通行政の推進に特段の御理解と御協力を賜り，厚く御礼を申し上げます。

貴協会は，官民一丸となり，昭和 24 年 3 月に任意団体である「建設機械化協議会」として発足され，翌 25 年 8 月に，公益法人となり，戦後の国土の復興と経済の再建に大きく貢献されました。

以来 70 年にわたり，昭和の復興期からの高度成長と，平成に入ってのバブル崩壊から続く「失われた 20 年」といわれる長期不況とを経験することとなりましたが，この間，建設機械の各分野においての調査，研究，普及，啓発活動を行い，我が国の建設事業の機械化を推進されました。これらの活動を通じて，建設工事の生産性向上，コスト縮減，施工品質確保等に取り組み，我が国の経済発展の一翼を担われてきました。

さらに，会員の皆様におかれましては，防災・減災など国民の安全・安心の確保を担う「地域の守り手」としてもまた，極めて大きな役割を担っていただいています。

これまでの皆様の並々ならぬ御努力に対し，深く敬意を表します。

建設事業の機械化

我が国の建設工事においては明治の中頃から建設機械が導入されたと言われており，昭和初期より発生した世界大恐慌の余波により一時期停滞したものの，戦後の復興，高度経済成長期の建設工事において，加速度的に活用が進みました。

初期の公共建設工事は，政府が直接工事を施工する「直営」といわれる方式であり，現在の請負方式とは異なり，工事に直接必要な船舶，機械，器具は，各種建設工事費の中に計上された「船舶機械器具費」により，政府が直接購入していました。昭和 23 年には「建設機械整備費」が立てられ，その後，昭和 24 年に「建設機械試作研究費」の創設がなされるなど，建設事業自体を高度化するための予算にも配分が図られました。

これら予算制度の創設に尽力され，後に貴協会の会長にもなられた加藤三重次氏（当時：経済安定本部在籍）は，次のように述べています。

「建設省の直轄事業を採り上げて先ず建設の機械化の第一歩を踏み出し，これを梃子として他の建設事業の機械化を推進するつもりであったし，当時の状況としてはこれ以外に建設機械化を進める途が無かったから，この方法をとったのである。くれぐれも断っておきたいのは，我々は建設事業全般の機械化を目的としたのであって，決して一建設省の建設機械化のみを目的としたものではないことである。」

その後，昭和 30 年代頃には，直営による工事施工から，民間施工業者との請負契約による方式へと移行しはじめ，また，建設大臣が指定する区間内の一般国道の維持管理が府県から建設省へと移行する「指定区間制度」の創設により，「建設機械整備費」の使途は，一般的な建設工事用機械の購入から，民間では保有されない特殊な機械や，社会資本の維持管理用機械（災害対策用機械，維持管理車両等）の購入へと変化しました。

建設機械の普及は，建設事業の高度化に貢献する一方で，騒音・振動・排出ガスによる周辺環境への影響の拡大や，作業員が建設機械に挟まれ死亡する等の労働災害の増加をもたらしました。その対策として，「低騒音型・低振動型建設機械指定制度（昭和 51 年）」の制定，「建設機械施工安全技術指針（平成 6 年）」の策定，「排出ガス対策型建設機械指定制度（平成 3 年）」の制定や「特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律（平成 17 年 法律第 51 号）」の施行，「CO_2 排出

低減に資する低燃費型建設機械の指定に関する規程（平成 19 年）」の創設などに取り組んで参りました。

例えば，排出ガス対策については，国土交通省直轄工事では平成 8 年度より排出ガス対策型建設機械の使用を原則とし，さらに約 9 割の都道府県等においても使用原則化の施策が準用される等，その効果が拡大しております。

「情報化施工」から「i-Construction」へ

平成に入ると，ICT の活用により高効率・高精度な施工を実現する「情報化施工」の開発・導入が始まります。

国土交通省では，「情報化施工」の普及を目的に，産学官による「情報化施工推進会議」を平成 20 年 2 月 25 日に設立，同年 7 月 31 日に「情報化施工推進戦略」を策定し，普及に向けた取り組みを進めてまいりました。

近年，我が国は，人口減少社会を迎えていますが，潜在的な成長力を高めるとともに，新たな需要を掘り起こしていくため，働き手の減少を上回る生産性の向上等が一層求められています。また，我が国の重要な基幹産業である建設産業においても，中長期的な担い手の確保・育成等が喫緊の課題となっています。建設産業がその担い手を確保・育成し，将来にわたって持続的に活躍していくためには，「生産性向上」や「働き方改革」に関する施策は「待ったなし」です。

「生産性向上」については，平成 28 年度より，建設生産プロセスにおいて生産性を抜本的に向上させる「i-Construction」の取り組みを新しく進めることとしました。「i-Construction」には，「ICT 技術の全面的な活用（ICT 土工）」，「全体最適の導入（コンクリート工の規格の標準化等）」，「施工時期の標準化」と 3 つのトップランナー施策があります。

その一つである「ICT 技術の全面的な活用」については，ICT 技術の普及推進を目的に，「情報化施工推進会議」を母体とした，産学官による「ICT 導入協議会」を設置し，関係業界等の意見を聴取し，具体的な課題解決に向けて議論を進めています。例えば，ICT を導入する工種については，ICT 土工を手始めに，舗装工，浚渫工等へと順次拡大し，令和元年中には地盤改良工や付帯構造物設置工等へと広げております。

また，「i-Construction」に取り組んで 4 年目となる本年は，「生産性革命・貫徹の年」として，トータルで生産性を高めていく段階へと進めていくこととしました。そこで，全国 10 のモデル事務所を設定し，測量・調査から維持管理まで 3 次元データの活用や ICT 等の新技術の導入を加速化させるモデル事業を実施しています。さらに，工事の大部分で ICT を活用する「ICT-Full 活用工事」を全国 53 の「i-Construction」サポート事務所で実施するとともに，地方公共団体や地域企業へ普及・拡大しています。

これらの取り組みに加え，国際標準化も見据えて視野を広げるとともに，現場の意見や課題とも真摯に向き合い，規制緩和や基準類の見直しを行うことで，各種施策の実効性を高めていきます。

社会全体の生産性を高め，人々の成長への期待を高めることができれば，企業の設備投資や賃上げ，さらには個人消費の拡大が促されます。これが企業の一時的な需要の喚起にとどまらない持続的な経済成長につながり，さらにその成果が働く人々に分配されることによる好循環が期待されます。

「i-Construction」の推進により，建設現場における一人一人の生産性を向上させ，企業の経営環境の改善を図ることで，建設現場で働く方々の処遇を改善し，「給料が良く，休暇がとれ，希望が持てる」魅力ある建設現場の実現を目指します。

更なるイノベーションの実現に向けて

「経済財政運営と改革の基本方針 2019（令和元年 6 月 21 日閣議決定）」においては，ロボット，AI 等の先端技術の実装を進めるとともに，インフラ整備とあわせて，データを取得・更新・分析することにより，維持管理・更新を効率化する取り組みを推進することとしています。

国土交通省では，施工の自動化やメンテナンスの効率化を実現する人工知能（AI）等の技術開発を促進する取り組みを進めています。

具体には，施工の自動化を可能とする AI 搭載建設機械の実現に向けて，AI 開発に必要な教師データに求められる要件（例えば，データのフォーマットなど）について，施工者，建設機械メーカー，並びに AI ベンチャー企業等とともに，その整備のあり方を検討しています。

また，メンテナンスの効率化については，人の作業を支援し，効率化を図るインフラ点検ロボット等「点検支援技術」の現場実証，性能評価を行うなど，その社会実装に向けた取り組みを進めた結果，現場での活用が進んでいます。さらに，人の判断を支援する AI

の実現に向けて，AI 開発者に対して，土木技術者により正しい判断がなされた教師データを提供するとともに，公物管理者として，開発された AI の性能を評価する仕組みを運用する「AI 開発支援プラットフォーム」の設立に向けて，民間企業，大学関係者，土木研究所らと開設準備ワーキンググループを設置し，教師データを整備するとともに，AI の性能評価手法の確立に向けた取り組みを進めています。

結びに

社会資本整備は未来を切りひらく投資であり，国土交通省は総力を挙げて，集中的に防災・減災対策を進めるとともに，今後とも，ソフト・ハード両面から，重点的かつ戦略的に取り組みを加速してまいります。

貴協会は，我が国の発展基盤となる社会資本を築く上で，建設事業全体を高度化する原動力として，建設工事の機械化，ICT 化による生産性向上等により，極めて大きな役割を担い，その使命を果たしてこられました。

これまでの御尽力に，改めて感謝を申し上げますとともに，今後とも AI，IoT，ビッグデータ等の活用による，さらなる生産性向上に向けて，一層の取り組みをお願いする次第です。

結びに，貴協会の益々の御発展と，会員の皆様の益々の御健勝・御活躍を祈念いたします。

記念式典

一般社団法人日本建設機械施工協会

創立 70 周年記念式典・記念講演会・記念祝賀会の開催

本協会創立 70 周年記念行事として，記念式典，記念講演会および記念祝賀会が，去る 6 月 11 日，都内のホテルにおいて盛大に開催された。以下，その模様について報告する。

創立 70 周年記念式典次第

（会場：ベイサイドホテルアジュール竹芝）

1. 記念式典　（15 時 10 分）
   （1）開式の辞
   （2）会長式辞
   （3）来賓祝辞
   （4）祝電披露
   （5）表彰状贈呈
      ・日本建設機械施工大賞
      ・感謝状，表彰状
   （6）閉式の辞
2. 記念講演会　（16 時 00 分）
   演　題　「社会基盤マネジメントの課題と将来展望」
   講　師　東京大学大学院工学系研究科　小　澤　一　雅　教授
3. 記念祝賀会　（17 時 10 分）
   ○会長挨拶
   ○来賓挨拶
   ○来賓紹介
   ○乾杯
   ○中締め

《記念式典の挙行》

新たに令和の時代がスタートした記念すべき年に開催されることとなった創立 70 周年記念式典は，前日までの雨もあがり好天にも恵まれ，会場のベイサイドホテルアジュール竹芝には早くから関係者が続々とつめかけた。また，同日に開催された第 8 回通常総会に出席された方々，表彰状贈呈式に参列される方々なども加わり，出席者約 250 名が式典の開始を待った。

式典は，正面に演壇が設けられ，向かって左側に森昌文国土交通省事務次官および玉井優子経済産業省製造産業局産業機械課長の来賓席，向かって右側に会長席および業務執行理事席が設けられた。また，客席中央には菊地身智雄国土交通省技監ほか国土交通省，経済産業省，（一社）日本建設業連合会，（一社）全国建設業協会，（一社）日本建設機械工業会，（一社）日本機械土工協会，（一社）日本自動車車体工業会の来賓席が設けられた。

1. 会長式辞

定刻の 15 時 10 分，渡辺和弘業務執行理事の開式の辞があり，田﨑忠行会長が式辞を述べた。

2. 来賓祝辞

石井啓一国土交通大臣の祝辞を森昌文国土交通省事務次官が代読され，また経済産業省を代表して玉井優子経済産業省製造産業局産業機械課長が祝辞を述べられた。

3. 祝電披露

佐藤のぶあき参議院議員，足立敏之参議院議員の祝電が披露された。

4. 表彰状贈呈

田﨑忠行会長から令和元年度日本建設機械施工大賞ならびに永年会員および永年役職員等に対する表彰状が贈呈された。

令和元年度日本建設機械施工大賞，永年会員・永年役職員等表彰者の方々は次のとおり。

（1）日本建設機械施工大賞（7 社）

①大賞部門

・最優秀賞　清水建設㈱，鹿島建設㈱

・優秀賞　　㈱大林組

・選考委員会賞　㈱熊谷組，国土交通省九州地方整備局熊本復興事務所

②地域賞部門

・地域貢献賞　㈱近藤組

・選考委員会賞　鹿島道路㈱

（2）本部団体会員（44 社）

①会員期間 70 年（25 社）

㈱小松製作所，住友建機㈱，㈱安藤・間，いすゞ自動車㈱，㈱大林組，㈱奥村組，鹿島建設㈱，㈱加藤製作所，㈱熊谷組，佐藤工業㈱，清水建設㈱，大成建設㈱，東亜建設工業㈱，飛島建設㈱，西松建設㈱，㈱NIPPO，㈱日立インダストリアルプロダクツ，日野自動車㈱，前田建設工業㈱，ヤンマー建機㈱，UD トラックス㈱，㈱ IHI インフラシステム，大豊建設㈱，㈱建設技術研究所，㈱東亜利根ボーリング

②会員期間 60 年（5 社）

㈱竹中工務店，日本車輌製造㈱，㈱不動テトラ，㈱三井三池製作所，㈱ NICHIJO

③会員期間 50 年（3 社）

㈱アイチコーポレーション，㈱荏原製作所，㈱鶴見製作所

④会員期間 40 年（7 社）

三和産業㈱，㈱豊田自動織機，㈱諸岡，㈱アクティオ，東京レンタル㈱，村岡電器産業㈱，ユナイト㈱

⑤会員期間 30 年（1 社）

日立造船㈱

⑥会員期間 20 年（3 社）

奥村組土木興業㈱，三協機械㈱，㈱トプコン

（3）支部団体会員（33 社）

①会員期間 60 年（5 社）

（北海道支部）岩田地崎建設㈱

（中部支部）ダイハツディ―ゼル㈱名古屋支店，日本車輌製造㈱

（九州支部）㈱ IHI インフラシステム九州営業所，㈱三井三池製作所福岡支店

②会員期間 50 年（2 社）

（中部支部）日本道路㈱中部支店

（中国支部）㈱ IHI インフラシステム中国営業所

③会員期間 40 年（10 社）

（東北支部）㈱酉島製作所仙台支店，日立造船㈱東北支社，小野リース㈱

（北陸支部）㈱ガイアート北陸支店，㈱北越舗道，㈱上越商会

（関西支部）イズミ送風機㈱
（四国支部）㈱アルス製作所，㈱荏原製作所四国支店，喜多機械産業㈱
④会員期間 30 年（9 社）
（北海道支部）㈱川村組土建，北海道建設業信用保証㈱
（東北支部）北日本機械㈱，㈱英明工務店
（北陸支部）㈱金沢舗道，㈱ IHI インフラ建設北陸支店
（中部支部）㈱アクティオ名古屋支店，コベルコ建機日本㈱中部支社
（九州支部）玉石重機㈱
⑤会員期間 20 年（7 社）
（北海道支部）コマツカスタマーサポート㈱北海道カンパニー，HIS ホールディングス㈱
（東北支部）中村鉄工㈱
（北陸支部）コマツ教習所㈱粟津センタ，田中産業㈱
（中部支部）奥村組土木興業㈱名古屋支店
（四国支部）㈱ティーネットジャパン
（4）個人に対する表彰（21 名）
①役　　員（3 名）
内田　芳治，大橋　徹二，光石　正幸
②運営幹事（5 名）
小林　真人，斉藤　　徹，貞谷　武志，隼　　直毅，森木　英光
③支部部会長等（2 名）
（東北支部）佐々木雄也，藤澤　　稔
④支部運営委員長等（9 名）
（北海道支部）千葉　哲男
（東北支部）風間　基樹
（北陸支部）遠藤　聡一
（関西支部）菊岡　良治，鈴木　純也，反田　佳希，西川　孝雄
（中国支部）木寺　勝彦，住居　広良
⑤職　　員（2 名）　勤続 20 年以上
（本　　部）松本　寛子
（施工技術総合研究所）寺戸　秀和

《記念講演会の開催》

記念式典に引き続いて同会場において，小澤一雅東京大学大学院工学系研究科教授による「社会基盤マネジメントの課題と将来展望」と題した記念講演会が開催された。

《記念祝賀会の開催》

記念講演会に引き続いて，記念祝賀会が 17 時 10 分より開催された。会場である飛鳥の間は約 280 名の出席者で埋め尽くされ，協会役員や会員・関連団体のほか，森昌文国土交通省事務次官，足立敏之参議院議員など多数の来賓が出席された。

始めに，田﨑忠行会長が挨拶し，森昌文国土交通省事務次官，足立敏之参議院議員の祝辞が述べられ，来賓が紹介された。

続いて，本協会副会長の日立建機㈱平野耕太郎代表執行役執行役社長が乾杯の発声を行った。協会役員や来賓の方々，また記念講演会から引き続き参加された小澤教授，協会各部会関係者などを中心に沢山の歓談の輪が広がり，和やかな雰囲気のなか記念祝賀会は進行した。

最後に，本協会副会長の前田建設工業㈱小原好一代表取締役相談役が中締めを行い記念祝賀会は盛況のうちに閉会し，18 時 30 分頃 70 周年記念式典は全ての予定を終了した。

式　辞

一般社団法人　日本建設機械施工協会　会長
田﨑　忠行

本日ここに一般社団法人日本建設機械施工協会の創立 70 周年記念式典を挙行するに当たり，謹んで御挨拶を申し上げます。

本協会は戦後間もない昭和 24 年 3 月，荒廃した国土の復興と経済の再建を図るため，我が国の建設事業の機械化が不可欠であり，その推進策として関係する官公庁，学会，民間企業が一丸となって建設機械化協議会が設立されたことを起源と致します。翌 25 年に社団法人建設機械化協会として公益法人化され，昭和 27 年に社団法人日本建設機械化協会と改称されました。平成 24 年には，一般社団法人日本建設機械施工協会へと移行し，本年 3 月をもって，創立 70 周年を迎えることとなりました。

当協会発足の理念は，建設機械を設計・製造する製造業，建設機械を駆使して工事を行う建設業，建設機械の維持管理を行う整備業，機械を調達し提供する商事会社・レンタル業，建設機械や建設施工に関する研究機関が一体となって建設機械化に取り組み，建設工事の起業者である官公庁，民間企業等も含めた，建設の施工に携わる様々な関係者が一堂に集い，研鑽することが国土の資産形成において，可能性を拡大し，効率的に，安全に，環境負荷を少なく実現できることにつながるということであったと伺っており，これは現在も生き続けていると思います。

振り返ってみますと，我が国の建設の機械化は，戦後間もなく，米軍の払い下げ機械の使用に始まり，その後，曲折はありましたが順調に発展を遂げ，すでに昭和 50 年ごろには，国産の建設機械は性能，耐久性とも欧米製品に遜色ないだけでなく，欧米の製品を凌駕する機種も多くなりました。昭和 60 年代には我が国の経済が活況を呈し，国内生産は大幅に増加し，建設機械製造業は輸出産業の花形ともなり，また生産体制もグローバル化しました。

この 70 年間において，防災・エネルギー開発のためのダム，輸送力向上を目指した道路・鉄道をはじめ各種の公共投資により発展基盤を整備し，その中で高速道路，新幹線，ダム等の大型プロジェクトを完成したことは，我が国の建設技術の優秀性を海外に示すものとして誇るに足るものであります。これらのプロジェクトは建設機械なくしては実現が不可能であり，当協会も建設機械化施工を通じて大きく貢献出来たものと自負しております。

近年，我が国を取り巻く環境は大きく変化しており，建設産業の分野においても就業者の高齢化が進み，また人手不足が深刻化しております。当協会は，ICT 技術を組み込んだ情報化施工を活用し，国の進めている i-Construction の施策のもとに，建設産業の生産性向上や施工の安全確保を推進すべく，今後とも技術革新に向かってより一層の先導的な役割を果たし，我が国の発展に寄与する所存であります。

終わりに，当協会は創立以来今日まで順調に発展して参りましたのも，これまで長年に亘り協会に参加された会員各位，協会活動に携われた役員・委員・職員各位のご尽力の賜物であり，創立 70 周年に当たり，感謝の意を表させて頂きます。

また，御来賓として参列頂いた国土交通省・経済産業省のご指導に改めて厚く感謝申し上げ，今後も関係各位の変わらないご指導ご協力をお願いいたしまして挨拶といたします。

祝　辞

国土交通大臣
石井　啓一

一般社団法人日本建設機械施工協会が創立 70 周年を迎えるに当たり，心よりお祝いを申し上げます。

また，本日御列席の皆様には，日頃より国土交通行政に特段の御理解と御協力を賜り，厚く御礼申し上げます。

さて，元号も平成から令和へと改まりました。

貴協会は，昭和 24 年 3 月に任意団体の建設機械化協議会として関係官民一丸となり発足，翌昭和 25 年 8 月に公益法人として設立し，戦後の国土の復興と経済の再建に大きく貢献されました。

以来 70 年にわたり，昭和の復興期から高度成長，平成に入ってのバブル崩壊，そして続く「失われた 20 年」といわれる長期不況を経験することとなりましたが，この間，建設機械の各分野においての調査，研究，普及，啓発活動を行い，我が国の建設機械化を推進し，これらの活動を通じて，建設工事の生産性向上，コスト縮減，施工品質確保等に取組み，我が国の経済発展の一翼を担われてきました。

これまでの関係各位の並々ならぬ御努力に対し，深く敬意を表する次第です。

近年，大きな災害が各地で相次ぎ発生するなど，国民の安全・安心の確保が重要な課題となっています。

一連の災害を踏まえ，政府は重要インフラの緊急点検を行い，3 年間で概ね 7 兆円程度の事業規模となる「防災・減災，国土強靱化のための 3 か年緊急対策」を昨年 12 月に閣議決定し，重要なインフラが，あらゆる災害に対してその機能を維持できるよう，特に緊急に実施すべきソフト・ハード対策を実施しているところです。

また，インフラの老朽化も重要な課題であり，例えば，道路橋では 15 年後には，建設後 50 年以上経過したものが 6 割を超えることなどから，事後保全から予防保全への転換や，新技術の開発・導入など様々な対策を講じる必要があります。

社会資本整備は，未来を切りひらく投資であり，国土交通省としましても，総力を挙げて，集中的に防災・減災対策を進めるとともに，今後とも，ソフト・ハード両面から，安定的・持続的な公共投資を確保しつつ，重点的かつ戦略的に取組みを加速してまいります。

また，我が国の重要な基幹産業である建設産業においても担い手の確保が喫緊の課題となっています。建設産業が将来にわたって持続的に活躍していくうえで，「働き方改革」と「生産性向上」を更に推し進めてまいります。

さらに，生産性向上については，本年を「生産性革命・貫徹の年」とし，3 次元データの活用や ICT 等の新技術の導入を加速化させるモデル事業を実施するとともに，地方公共団体等へのサポートを行う事務所を選定し，i-Construction の着実な取組みを推進してまいります。

貴協会は，我が国の発展基盤となる社会資本を築く上で，建設工事の機械化，ICT 化による生産性向上等において，極めて大きな役割を担い，その使命を果たしてこられました。これまでの御尽力に，改めて感謝を申し上げますとともに，今後とも一層の取組みをお願いする次第です。

結びに，貴協会の益々の御発展と，本日御出席の皆様の御健勝・御活躍を祈念いたしまして，私のお祝いの言葉とさせていただきます。

祝　辞

経済産業省　製造産業局　産業機械課長
玉井　優子

一般社団法人日本建設機械施工協会が創立 70 周年を迎えられたことを，心からお喜び申し上げます。

70 年を振り返りますと，戦後の国土の復興・開発，高度経済成長，前回の東京オリンピックを契機としたインフラ整備により日本経済が大きく成長して人々の生活が豊かになる一方で，2 度のオイルショック，バブル経済の崩壊，リーマンショック，東日本大震災など経済や社会の厳しい環境変化がありました。

日本建設機械施工協会の皆様は，こうした荒波の中でも研究開発や標準化，人材育成といった取組を通じて我が国の建設の機械化を精力的に推進され，建設の生産性の向上に努めてこられました。日本の建設機械施工業の発展に大きく貢献してこられたことに深く敬意を表したいと思います。

現在の日本の製造業は多くの課題に直面しております。

AI や IoT，データの活用，5G といった新しい技術をどう取り込むのか，それに伴って現れてくる新しいプレイヤーとどう対峙していくのか，世界で急速に進む「第四次産業革命」といった新しい波にさらされているというのが大きな 1 つの課題で，また，高齢化に伴う企業の事業承継の問題や深刻な人手不足，足下で申し上げれば米中貿易摩擦の影響といった環境の中で，裾野の広い日本のサプライチェーンをどう維持していくのか大きな課題になっております。

こうした中で経済産業省では，日本の産業競争力の維持・強化のために従来の技術，企業，業種を越えた新しい繋がり，「オープンイノベーション」を通じて，新しい技術や製品，新しいサービス，ソリューションといったものを生み出す「Connected Industries」を掲げており，政策の 1 つの柱として進めているところです。

建設現場におかれましても，IT やドローンといった新しい技術の導入，建設機械を扱うオペレーターの高齢化，人手不足といった様々な課題に直面しておられます。

その中で日本建設機械施工協会では建設機械の製造業，建設業，整備業，商社やレンタル業など色々な分野の方々が集まり，まさに建設をめぐる「Connected Industries」そのものであると考えております。

そのような意味で，建設における省人化，自動化，そして生産性向上を実現していく上で非常に重要な役割を担われており，i-Construction に代表されるような建設にかかわる新しいソリューションを次々と生み出し，日本の経済発展に引き続き貢献していただくことを期待しております。

最後に，創立以来 70 年にわたり建設の機械化，生産性向上に努めてこられた皆様の活動に改めて敬意を表しますとともに，この度の 70 周年という節目の年を新たな起点として，更なる飛躍を果たされることを祈念いたしまして，私からのお祝いの言葉とさせていただきます。

記念講演会

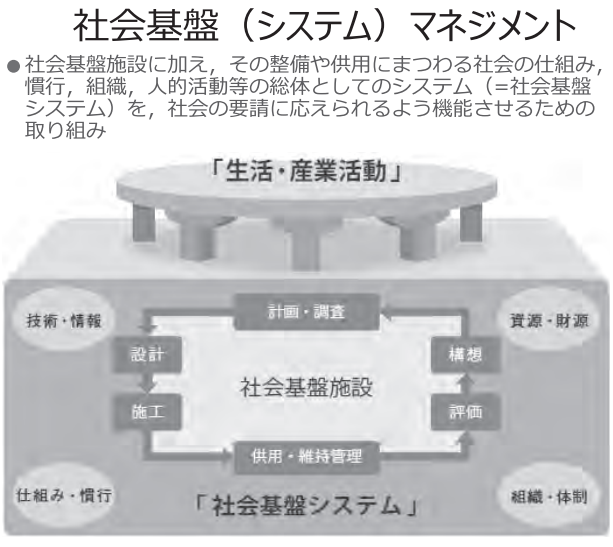
社会基盤マネジメントの課題と将来展望

講師：東京大学大学院工学系研究科　教授　小　澤　一　雅

ただ今ご紹介いただきました東京大学の小澤と申します。本日は一般社団法人日本建設機械施工協会 70 周年ということで，関係の皆さま方に心よりお喜び申し上げます。日本がこれから戦後の復興ならびに発展のために高度経済成長を支えるインフラを整備しなければいけないという時代にいち早くこういう協会を造り，日本のインフラ建設を支えてこられたということで，ここにおられる皆さま方あるいは先輩の皆さま方に心から敬意を表したいと思います。こういう機会にお話をさせて頂くことを大変光栄に存じます。本日は「社会基盤マネジメントの課題と将来展望」ということでお話をさせて頂きたいと思っております。

「社会基盤マネジメントとは」

最初に社会基盤マネジメントについて，お話しさせていただきます。まず，社会基盤システムというのは，インフラ施設をつくる過程，あるいはそこからユーザーに使ってもらうまでの間にいろいろな仕組みや組織，あるいは人の活動が背後で支えているわけで，そういう活動の総体を指しています。このシステム全体を社会の要請に応えて，どうつくるか，それをここでは社会基盤システムのマネジメントと考えています（**図―1**）。



図―1

社会基盤システムのマネジメントを構成する要素として，一つはつくるためにはお金が必要だということで資金をどう調達して，場合によっては借金をして返していくということも必要なわけで，そのための仕組みをどうつくるか。それから，事業を実際に動かすための組織であるとか体制とか，あるいは人材とか，場合によっては人材を育てる必要がある，あるいはそういう人たちをうまく組み合わせる，そういうことを考える必要があります。さらに，そういう組織，あるいはお金の調達も含めて実際に公共事業の仕組みとして動かしていくためには，これを制度としてつくり上げておく必要があります。従って，そのための法体系，あるいはいろいろな基準類，それを動かすための慣行みたいなものをつくっていく必要がある。さらに，インフラ施設を整備する技術も必要なわけで，最近では建設技術だけでなく情報技術も大事な要素であるということで，これらの要素を社会基盤事業を実際に動かしていくためのシステムの構成要素と考えていて，そのマネジメントに関わるお話を今日は聞いていただきたいと思っています。

分かりやすい一つの例ということで，高速道路の整備のお話をさせて頂きます。70 年前には高速道路は日本にはありませんでした。正確に言うと，有料道路ができ始めてきたころだったかと思いますが，戦後わが国に高速道路を整備するために，当時の建設省の技官たちが非常に頑張ってその仕組みをつくり上げました。ここで言う社会基盤システムをつくりました。当時は昭和 20 年代，酷道と険道とか言われて，未舗装道路では雨が降ると非常に苦労する，こういう時代でした。こういう時代に日本に高速道路のネットワークをつくるというわけです。

高速道路のネットワークの絵を描くことは簡単にで

きます。でも，これを実現しようと思うと，そのための仕組み，システムを考える必要があります。1976年には，2000 km供用になりますし，82年になると3000 kmということで，当時は年に100 km，200 kmというオーダーで高速道路が整備されていきました。1987年で4000 kmです。これを実現するためにはシステムが必要だったということで，資金調達については有料道路という仕組みを日本に導入しました。日本が非常に貧しかったころに有料道路制度を導入するためには苦労があったと聞いています。世界銀行からお金を借りてつくるということもやっています。我が国独自の料金プール制度も含めて資金調達の仕組みをシステムの重要な構成要素としてつくり上げました。

組織としては，今はNEXCOになっていますが，日本道路公団という組織をつくり，最初は建設省であるとか，地方自治体，あるいは民間から，もちろん新卒も含めていろいろな人を集めて，人を育てることもやりながら，組織をつくり上げてこられました。最初のころは海外からもコンサルタントに手伝いに来てもらいました。西ドイツやアメリカから技術者が来て支えてくれました。

制度としては，いろいろな法律をこのときにつくっています。有料道路の制度をつくるというだけではなくて，組織や事業化のオーソライズの方法や建設のプロセスなど，実際に高速道路をどのように実現していくかということを，わが国独自のシステムとしてつくってきたわけです。それから技術という意味では，大規模施工技術を導入するということで，主としてアメリカやドイツの技術者からいろいろな技術を導入して，さらに日本独自で施工ができるように技術開発を促進することも積極的に行なわれました。

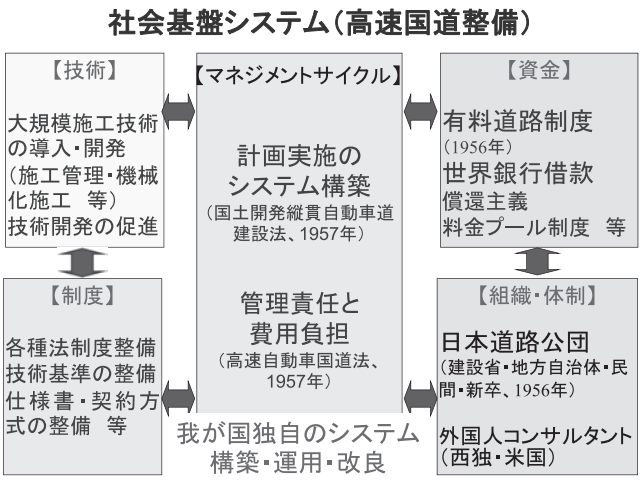
つまり，こういうお金の仕組み，組織，体制，法律も含めた制度，それから技術を導入し，さらに開発を促進する，こういうシステムをつくったおかげで年に何百キロというオーダーで高速道路の整備が実現できたと私は理解しています（**図**―2）。もちろんこれらの制度は使いながら改良し，今では日本道路公団はNEXCOになっていますし，どんどん仕組みは変わっています。これは，社会のニーズが変われば実現するべきシステムは変えるべきだということで，制度にしても，体制にしても，使う技術にしても，社会のニーズあるいは環境が変化するのに応じてシステムも再構築が必要です。われわれは将来どんな社会基盤が必要かということと同時に，それを実現するためのシステムをどういうふうにつくり替えていく必要があるか，そのためのマネジメントをどう考えるべきかを考えなければいけないと思っています（**図**―3）。私が今日申し上げたいメッセージの一番大きなところはそこです。

現在，生産性向上であるとか，IT・IoTの活用であるとか，自動運転の技術であるとか，少子高齢化社会ということで環境がどんどん変化している中で，どういうインフラを，あるいはどういうインフラサービスを提供するべきかということを考え，それと同時に，それを実現するためのシステムをどうつくり上げるべきかというのを考えるのがわれわれの責任かなと思っています。

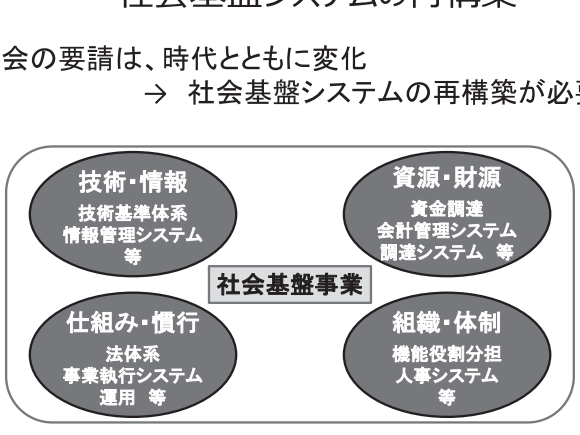
「技術開発とイノベーション」

ちょっと話題を変えまして，それを支える技術という意味では，将来必要な技術をどう開発するか，あるいはイノベーションといわれるような技術をどう実現していくかというのは大事だろうと思っています。

私は学生時代コンクリート研究室に所属していて，



図―2



図―3

たまたま新しいコンクリートを開発するということを経験しました。

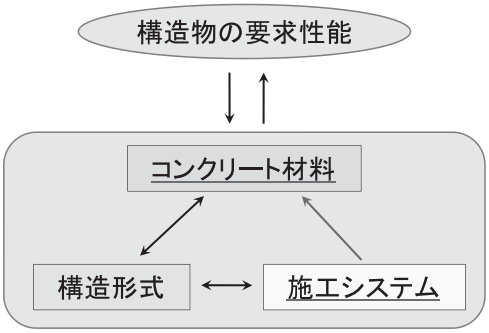
当時の社会的な背景として，コンクリート構造物の早期劣化が注目されていました。コンクリートは，多くの人に「メンテナンスをしなくていい」と思われていました。鉄はさびる前にペンキを塗り替える必要があり，それに対してコンクリートはもともと長持ちするものだと思われていましたが，そうではない，「コンクリートもメンテナンスが必要だ」と言われ，特に期待していたよりも早く劣化してしまうことが社会的に問題になっていたのです。当時の私の指導教員，岡村甫先生から私が博士に入学したときに言われた命題が「自己充塡コンクリート」。通常はコンクリートはバイブレーターをかける必要がありますが，バイブレーターをかけなくてもいいコンクリートを開発するというのが私の博士の研究テーマでした。早期劣化の原因の一つは施工の段階で発生する施工不良であるという認識のもとで，施工の改善に期待するのは難しいのではないかということで，この問題を材料の開発で解決できないかというのが当時の岡村先生の発想でした。

岡村先生はこういうコンクリートを開発するべきだとおっしゃって，当時の博士の学生だった私に「こういうコンクリートを開発できたら博士号をあげる，だから頑張りなさい」と言って，そうですかと。当時は学生ですので，新しいことにチャレンジできるというので非常に面白そうだということで，「分かりました」と言ってチャレンジをさせていただきました。めでたく開発ができたものですから博士号もいただき，こういう仕事もさせていただいて，今の私につながっているというものです。目標を立てて，それによって社会のこういう問題を解決したいということで，当時の先生が立てられた目標というのはすごいなと今でも思いますが，それによって社会の問題が本当に解決したかというのがその後に続くお話です。

ご存じのとおり，コンクリートは，特に型枠の近傍，鉄筋の隙間を抜けて，その先の型枠の隅までちゃんと詰まるということが大事で，そのためにはちゃんとバイブレーターをかけなければいけない。バイブレーターのかけ方が不十分だとジャンカになりますし，かけ過ぎても過剰なブリージング水が発生し分離してしまうということで，適度にバイブレーターをかけるというのは熟練の技が必要です。そういう熟練の技が必要ない，流し込んだだけで耐久的な構造物が実現できるコンクリートの開発を考えたわけです。

構造物の性能は，材料と構造形式あるいは構造詳細も含めてどういう設計にするかということ，それから施工のプロセスで決まります。この三つが要求性能を満足するようにバランスしていれば，求められる性能は実現されます（**図**―4）。このうちのどれかが期待された能力を発揮しないと性能は満足しない。問題を解決するためのソリューションはいろいろあり得るわけですが，施工に期待できないというときに，材料をよくすることで最終的な性能を満足させるというのが当時考えたソリューションということになります。

自己充塡コンクリートを開発するために大学で一体何をやったのかということですが，もちろんいきなりできたわけではありません。このコンクリートを開発するためにやった研究は，極めて基礎的な実験でした。可視化コンクリートの実験，ペーストのせん断実験，モルタルの間隙通過実験など実際のコンクリートを練らない研究というのを２年ぐらいやっています。例えばこれはコンクリートの可視化実験で，コンクリートの中の骨材をモデル化したプラスチックのボールを流して，こういう狭い間隙のところで骨材は一体どういう動き方をするのかというのを見てみようというのでこういうことをやっていました（**図**―5）。この粒子の動きを動画で撮影して，画像解析をして，どういう条件のときに狭い間隙を通る通りやすさは変わるのか



図―4

図―5

を分析していました。

単に柔らかいだけのコンクリートでは，狭い隙間にはコンクリートは入っていきません。適度な粘性が周りにあることが必要で，そこがみそです。それから，周りに適度な粘性を持ったモルタルなりペーストがあったとしても，骨材のボリュームがある量を超えると狭い隙間には入っていきません。その間隙の大きさと粒の大きさの関係がどういうときに閉塞を起こすのかを調べる実験を行っています（**図**―6）。

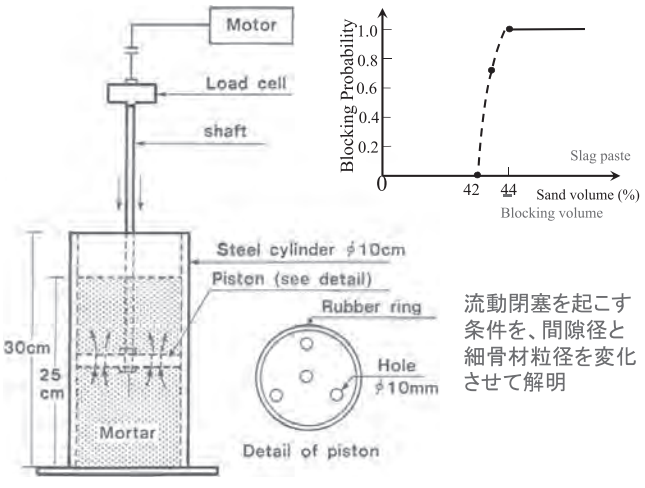
こういう基礎的な実験を２年ぐらいやっていたときに岡村先生から，「そろそろできるのではないか，一回つくってみろ」と言われて，コンクリートで実験をやることになりました。結果として，コンクリートを使った実験を開始して２バッチ目か３バッチ目で実現できました。

研究開発に着手するときには，開発できるかどうかは分かりません。なので，研究開発なわけですが，たまたま私は運がよくて，基礎的な研究の積み重ねで新しいコンクリートを開発することができました。実はその後に実施した応用研究の部分のほうがずっと時間がかかっています。それは，どういう材料を使っても自己充塡コンクリートを実現するためにはどうしたらいいか，そのための配合設計の方法であるとか，それを実際の製造プラントで実現する方法，あるいはそれを実際の現場で活用する方法であるとか，現場で活用するためにどういうことが必要かということで実施したものが数多くあります。ですから，新しい技術，あるいはイノベーションを生み出して，これを実際に現場で実現して広く社会で使っていただくようにするためにはそれなりのプロセスが必要で，この間を諦めずにちゃんと粘り強く，改良も含めて実施できる体制なり，そういうことを粘り強くできるかどうかというのが新技術を実社会で実現するためには必要なのだろうと思います。

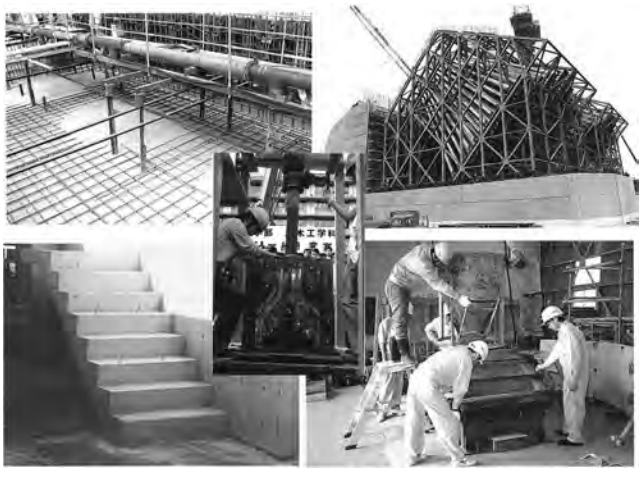
これは，明石海峡大橋のアンカレイジに適用したケースです。また，工場製品で使うコンクリートは非常に硬練りで，強烈なバイブレーターをかけてやっていますが，バイブレーターの音が働いている人にダメージを与えてしまうので，音をなくせないかということで，自己充填コンクリートが採用されました。バイブレーターをかける必要がないということであれば，型枠ももっと軽量なものに替えられますということで，工場製品のほうが普及は早かったと思っています（**図**―7）。

ただ，私自身はこの新しいコンクリートを適用する現場に直面して新たな発見がありました。当時は1990年代です。今のように総合評価という仕組みもありませんので，新しい技術を現場で採用するためには，発注者に施工承諾をもらい，そのために全部持ち出しで実証実験をして，確かに大丈夫だという確認をしてもらって，それを自前でやるのであれば使っていいですよという時代でした。

そういう状況を見ていて，日本のコンクリート構造物をよくするためにこういう新しい材料を開発したけれども，コンクリートの研究をこれ以上続けても日本のコンクリート構造物がよくなると思えない。先ほどの社会基盤システムをよくするためにどうすればいいかということを考えていかないと日本の構造物はよくならない，あるいは新しい技術を現場で使いやすいという状況には決してならないと感じました。1990年代の半ばに，コンクリート研究室にいたのですが，マネジメントの研究が必要だということで，この分野に関わるようになったということです。当時は今のように建設マネジメントという分野が確立されていない状



図―6



図―7

況だったので，当時清水建設から東大にもどって来られた國島先生にもいろいろなことを教えていただいて，マネジメントの研究を始めたということです（**図―8**）。

その後，当時の建設省の土木研究所の中にマネジメントの研究センターができるということで，そちらにも呼んでいただいて，そこでもいろいろな経験をさせていただきました。2004 年からは，社会基盤学科の中のマネジメントグループに所属しているということです。

「新技術の活用と公共調達制度」

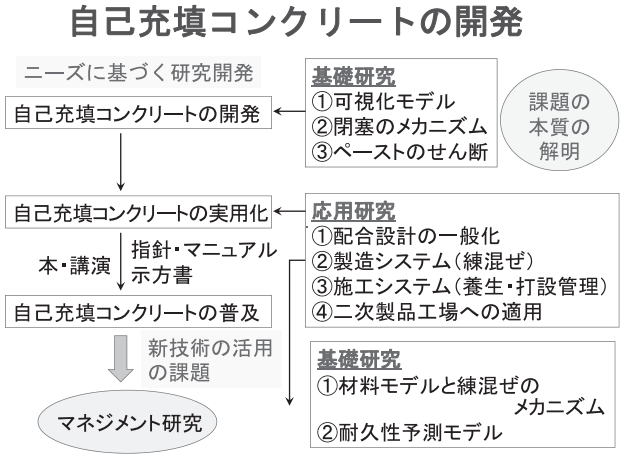
技術の話，それを実際に社会で生かすためには，制度，仕組み，いわゆる社会基盤システムが必要です。特に公共調達といわれる制度をどういうふうに改善していくかということが重要かと思い，最初に，この分野の研究を始めました。日本のやり方というのが海外と比べたときにいかに特殊かということであったり，あるいはこれをよくするためには，どういうふうに制度，仕組みを改善していけばいいのかということを考えたわけです。ただ，90 年代というと，金丸事件の後，談合問題が社会的に大きく取り上げられるという時代で，当時はいやが応でも公共調達制度を社会が変えろという時代でした。

入札契約の基本は，国の場合は会計法，地方の場合は地方自治法に書かれています。許可の仕組みであったり，技術者制度，経審であったり，契約約款，こういうものは建設業法に書かれています。90 年代のいろいろな問題を受けて，2000 年代に入って入札契約適正化法，官製談合防止法。それから 2005 年，2014 年，それからつい最近改正された品確法があります。規模が大きい取引については，政府調達協定にしたがって調達しなければいけません。規模が小さいほうについては，1966 年に制定された官公需法の下で運用されています。公正取引委員会が所管する独占禁止法も適用されます（**図―9**）。

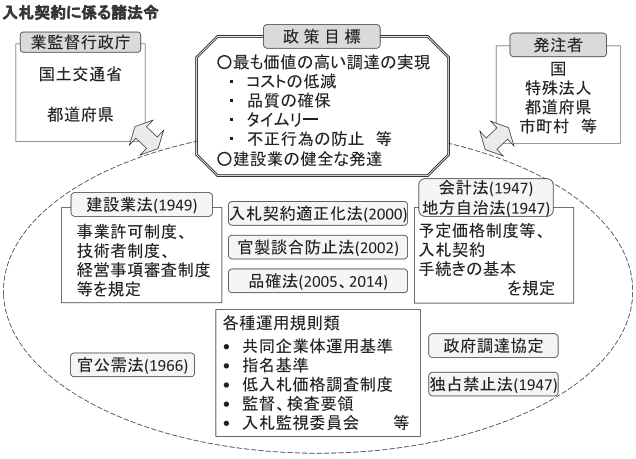
調達の基本である会計法は，今は昭和の会計法が受け継がれていますが，最初は明治にできた会計法です。明治の会計法は，ヨーロッパ諸国の会計法令を参考にしてつくられたといわれていますが，会計法における調達のルールは明治の時代から現在に至るまで，基本的な部分についてはほとんど変わっていないといわれています。大きな変革は，一つは最初にできたときにはなかった指名競争入札が 1900 年に入っています。昭和 36 年に追加された低入札の調査をするという仕組みと，平成になって活用され始めた総合評価の根拠規定以外はほとんど変わっていないという状況です。

これは 1990 年代から日米構造協議以降に日本で入札契約，いわゆる公共調達制度で新しく取り組んできたいろいろな改善の動きをまとめたものですが，当初は中央建設業審議会も含めて社会的に問題になった談合を防止するためにはどういう制度，仕組みが必要かということで，いろいろな制度を入れてきています。それからもう一つは WTO に加盟するということで，一般競争を導入せよという動きが非常に大きかったということがあります（**図― 10，11**）。

主として品質を確保するためにこういう状況の中でどういう仕組みがいいのかということで，実にいろいろなことを試してきていると思います。ですから，1980 年代，1990 年代に比べると，わが国の入札契約制度は，多様になったと言えるのかと思います。会計法という仕組みそのものはそんなに変わっていないかもしれませんが，われわれが取り得る選択肢は間違いなく増えた。こういう時代にわれわれがまずできることは，この増えた選択肢を現場でいかに上手に使える



図―8



図―9

か，ここをもう少しレベルアップする必要があるかと思っています（**図**― 12）。

2014 年の改正品確法の中でもうたわれている，多様な選択肢を上手に現場で実際に実現するにはどうしたらいいかということを考える必要があるかと思います。選択肢を増やすきっかけをつくってきたのは現場です。ニーズは現場にあります。例えば，復興事業の中でも，とにかく早く復興させたい，あるいは早く民間の技術力を入れて街を実現したい，そのためにいろいろな仕組みが活用されてきました。こういう新しい仕組みをこれからの新しい現場で，あるいは全国のほかの現場でどうやって活用していくかということを考える必要があるということです。

ここに紹介しているのは，東北で活用されたコストプラスフィー契約，オープンブック方式と言われる仕組みです（**図**― 13）。原価をこの範囲であれば発注者が払いますと決めたら，それにフィーを乗せてお金を払っていきます。どういう作業がどういうふうに発生するかがまだ確定していないときに契約をして，支払いを確実にしていく。上限を決めて，それ以上は払いませんよということにしておかないと，どこまで払わなければいけないか発注者が心配になるということで，そこはちゃんと最初に決めておくのですが，さらにそういう中で安くなる努力をしたら，そのためのインセンティブも払いましょうという仕組みも実現できます。こういう仕組みを上手に使えば，今でもいろいろな工夫が現場でできるようにはなってきています。

PFI・PPP も含めて，われわれが持つことができるようになった選択肢を現場でいかに上手に活用するか。そのための人の育成，海外ではプログラムマネジャーと言われたりしますが，事業が抱えている課題，あるいはニーズに応じて，どういう体制で，どういう方法で契約をして，どうやってチームをつくりながら事業を進めるのがいいのか，これらを考えて発注者をサポートするのはコンサルタントです。世界には，発注者のためのそういう仕組みを提案してあげましょう，契約の方法も考えてあげましょうという人たちがいます。さらには，そういう人たちが実際に契約を結

公共工事の入札契約制度に関する動向(1)
（1989年～2003年）

1989　日米構造協議
1993～94　ゼネコン汚職
1993「公共工事に関する入札・契約制度の改革について」（建設省・中央建設業審議会）
1994　工事実績情報システム(コリンズ)運用を開始、
1995　業務実績情報システム（テクリス）の運用を開始
　WTO政府調達に関する協定を締結（一般競争入札の導入）
1997　設計VEの試行に関する手続きについて（建設省）
1998　一般競争入札方式における入札時VEの試行について(建設省)
　建設省北陸整備局において設計・施工一括発注方式の施工（白岩砂防堰堤補強工事）
1999　建設省関東地方整備局において総合評価方式の導入（今井1号撤去工事）
「民間資金等の活用による公共施設等の整備等の促進に関する法律（PFI法）」施行
2000「公共工事の入札及び契約の適正化の促進に関する法律」成立
2002　CM方式活用ガイドライン
「入札談合等関与行為の排除及び防止並びに職員による入札等の公正を害すべき行為の処罰に関する法律（官製談合防止法）」成立
2003　指定管理者制度施行

図― 10

公共工事の入札契約制度に関する動向(2)
（2004年～2016年）

2004　鋼製橋梁談合事件
2005「公共工事の品質確保の促進に関する法律」施行
　国土交通省直轄工事における品質確保促進ガイドライン作成
2006「私的独占の禁止及び公正取引の確保に関する法律」(独禁法)改正
　独禁法改正を受けて、大手建設会社等による談合決別宣言
2006　国土交通省において施工体制確認型総合評価方式の試行等、
　緊急公共工事品質確保対策を実施
2007　水門談合事件
2008　調査設計業務における総合評価方式について財務省と包括協議締結
2010　調査設計業務において履行体制確認型総合評価方式を試行（国土交通省）
2012　国土交通省東北地方整備局が、復興道路事業に事業促進PPPを導入
　(独)都市再生機構が、宮城県女川町の復興事業にCM方式を導入
2014「公共工事の品質確保の促進に関する法律の一部を改正する法律」施行
　土木学会建設マネジメント委員会が、公共土木設計施工標準請負契約約款を発刊
2015　土木学会建設マネジメント委員会が、「維持管理等の入札契約方式ガイドライン(案)
　～包括的な契約の考え方～」を発刊
2016　同委員会が、公共土木監理業務委託契約約款・同共通仕様書を発刊

図― 11

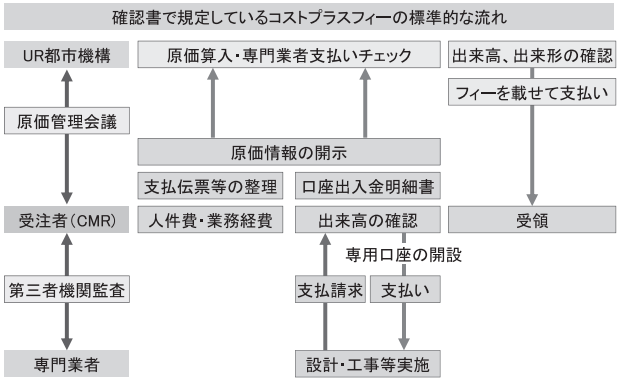
契約方式の選択肢は増加

(1)発注者を支援する方式；
　CM方式、事業促進PPP方式
(2)事業プロセスの対象範囲；
　設計・施工一括発注方式、詳細設計付工事発注方式、
　維持管理付工事発注方式、設計段階から施工者が関
　与する方式（ECI方式）、設計施工分離方式
(3)発注単位；
　包括発注方式、複数年契約方式
(4)仕様書；
　性能発注方式
(5)支払い方法；
　総価契約方式、単価・数量精算契約方式、
　コスト＋フィー契約・オープンブック方式

改正品確法（2014）により、多様な入札契約制度の導入・活用

図― 12

コストプラスフィー契約・オープンブック方式の標準的な流れ



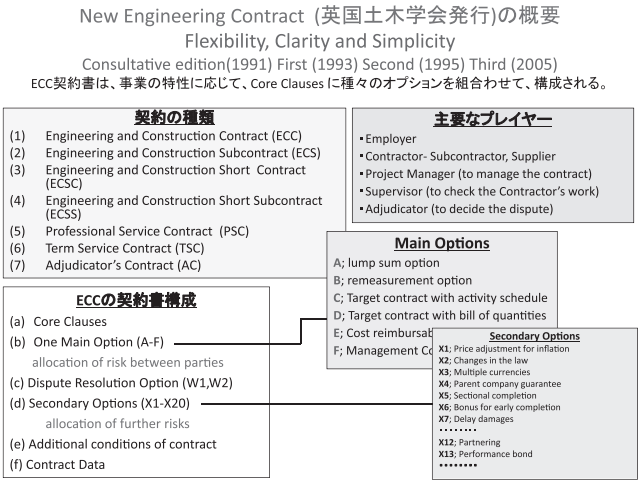
東日本復興ＣＭ方式の検証と今後の活用に向けた研究会報告書（平成29年3月　国土交通省）

図― 13

ぶときに，どういう契約をするか，そのための契約体系をつくるということも，将来のことを考えると必要かなと思っています。

例えば,これはイギリスで開発された「New Engineering Contract」という契約体系で，最初のバージョンは1990年代の初めにつくられていて，今は第4版までできています（**図**―14）。契約の種類と基本的な構成があって，これにいろいろなオプションを組み合わせることによって，事業のニーズに合わせた契約書を実現できるものです。これはイギリスの土木学会で作成され，現在は，イギリス国内だけではなくて，いわゆるイギリス連邦といわれる香港であるとか，オーストラリアであるとか，南アフリカであるとか，そういうところでも積極的に活用されている契約体系です。

そういう選択肢が多様になっている中で，現実の今の契約制度は大丈夫かということで，幾つか心配な点を書いていますが，施工体制確認型の総合評価方式をこのまま放置していいかどうか，今の共通仕様書のつくり方，あるいは積算の方法はこのままでいいかどうか，それから維持管理のところももう少し工夫の余地はないかとか，幾つか気になるところはあります。さらに，技術として，BIMとかCIMとか新しいインフラのつくり方が期待される中で，この辺の仕組みも技術が変われば新しい時代に合ったシステムに変革する必要があるのかなと思っていて，将来の技術に適した新しい時代に合ったシステムとして，この辺を少し考えていきたいなと思っているということです（**図**―15）。



図―14

入札契約制度の多様化が進む一方、基本となる制度・体制の再構築が必要

1. 施工体制確認型総合評価方式＋調査基準価格の上昇
   - 市場で価格が決まらない
   - 建設業の技術力低下
   - →技術力に基づく健全な価格競争
2. 共通仕様書＋標準積算体系（施工パッケージ型）
   - 新技術の活用が進まない
   - 発注者・設計者の技術力低下
   - →性能規定に基づく発注体系（BIM/CIM技術）
3. 維持管理体制の再構築
   - 担い手の確保と継続的契約
   - →包括的契約とインセンティブ付与

図―15

「アセットマネジメントシステムと組織変革」

次に，組織の話をしようと思います。内閣府が主導したSIPというプログラムで，この中でインフラ維持管理・更新・マネジメント技術ということで，5年間の技術開発が実施されました（**図**―16）。横浜国立大学の藤野先生がプログラムディレクターで，非常に大きな予算を使って,多様な研究開発が行われました。点検・モニタリング・診断技術，構造材料の研究開発，情報・通信技術，ロボットの技術，アセットマネジメントの技術，それからそれを現場に実装するチームということで，このプロジェクトに関わっていた方もいらっしゃるかなと思いますが，私自身はこのアセットマネジメント技術ということで，インフラの管理をしている地方公共団体に近いところで研究開発のお手伝いをさせていただきました（**図**―17）。

自治体のアセットマネジメント展開技術とはインフラ資産をいかに維持管理段階で上手にマネジメントするか。そのためのシステムを開発して，それが実際に地方公共団体の中で動かせる，そういうふうにするのをお手伝いするというものです。全国の地方公共団体の中からモデル事業ということで，公募をさせていただいて実施しました。地方公共団体がアセットマネジ

戦略的イノベーション創造プログラム（内閣府）
（Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program）

インフラ維持管理・更新・マネジメント技術
（平成26年度～平成30年度）

プログラムディレクター;
藤野陽三（横浜国立大学先端科学高等研究院上席特別教授）

目標;世界最先端のICRT※等、システム化されたインフラマネジメントを活用し、国内重要インフラの高い維持管理水準での維持、魅力ある継続的な維持管理市場の創造、海外展開の礎を築くこと
※ICRT:ICT(Information and Communication Technology)＋IRT(Information and Robot Technology)

研究開発項目;（1）点検・モニタリング・診断技術の研究開発、（2）構造材料・劣化機構・補修・補強技術の研究開発、（3）情報・通信技術の研究開発、（4）ロボット技術の研究開発、（5）アセットマネジメント技術の研究開発

図―16

メントシステムを実現するためのモデル事業を実施する，そのために土木学会との間で協定を結ばせていただいて，これを支援する。われわれだけでは手に負えないところがあるので，コンサルタントの人に事業支援者ということで入っていただいて，一緒に地方公共団体のモデル事業を支援するということをやらせていただきました（図― 18）。

新潟市，富士市，桑名市，町田市を対象に，対象とするインフラ施設の規模も種類もそれぞれ違うのですが，それぞれお手伝いをさせていただきました。早くから手を付けたのが新潟市です。新潟市は全国でも非常にたくさん橋梁を抱えています。3940 橋ということで，これ全体を一体どうやって維持管理していくかということが問題になります。橋梁を幾つかに分類整理をして，小さいタイプ，中ぐらいのタイプ，それから長寿命化を図りたい比較的長いものに分けて，それぞれモデル事業をセットして，これを動かしていきましょうというお手伝いです（図― 19）。

結果として，小規模の橋梁についてはタブレット型の点検のシステムを開発して，地元の建設会社の人たちに比較的リーズナブルな値段で，ある地域の橋梁をまとめて見てもらうというタイプの契約でやっていただけるという状況になりました。小規模橋梁が比較的たくさんあるので，ここはそういう人たちにお願いすれば，ある程度めどが付くかなというものです。

一方で，補修が必要だというものについては，修繕の設計と工事を組み合わせて発注する。設計と施工のインタラクションの部分が補修の工事の場合はなかなか難しくて，そこを上手に連携を取りながら契約をして進めるというのを始めたところですが，これについては改良しながら進めることである程度めどが付くかなと。比較的大規模な長寿命化のモデル事業については，まだ計画がちゃんとできないという状況なので，個別の橋梁に応じた計画を少しずつ進めようという状況です。次のセカンドステージに向けて，どういう方針で進めるかを現地で議論し，着実に前に進めていける方法を策定したところです。

結局われわれは何をしてきたかというと，各自治体がどういうところに悩んでいて，どういう課題をどういうふうに解決して，そのためにどういう方法，どういう契約方法，どういう道具が必要か，これを一緒に考えて，これを実装するのをそばに寄り添って一緒にやって，場合によっては議会に説明する資料をこうやって作成したらどうですかということをお手伝いさせていただいて前に進めるという作業です。新しいシステムを実装するためには，既にシステムがあるので，これをどうやって変えるということを考える必要があり，ゼロから新しくつくるよりも，大変な部分があります。それをここでは「組織変革」と呼んでいますが，扱ったテーマは自治体ごとに違いますが，組織変革というのを行政の組織の中でいかにちゃんと実現できる

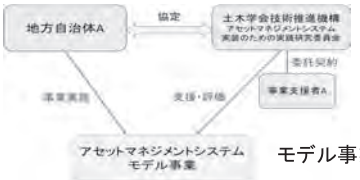
アセットマネジメント技術の研究開発
「道路インフラマネジメントサイクルの展開と国内外への実装を目指した統括的研究」
研究責任者：石田哲也（東京大学工学系研究科教授）

サブプロ3：自治体のアセットマネジメント展開技術
3-4　土木学会
(1)維持管理マネジメントサイクルにおける契約モデルの開発
(2)地方自治体へのアセットマネジメントシステムモデルの実装とその評価
(3)全国展開の推進

アセットマネジメントシステム実装のための実践研究委員会
高木千太郎・木下誠也・松本直也（外部有識者）
小澤・堀田・岩波・大澤・堤・有田・鈴木・岡本・千々和

図― 17

土木学会ユニットの活動
アセットマネジメントシステムモデル事業の実施



モデル事業の実施体制

対象自治体・事業支援者	対象施設・地区
新潟市（H27～） ㈱アイ・エス・エス	全橋梁(約4000橋)
富士市（H28～） 八千代エンジニアリング㈱	土木系インフラ施設全体
桑名市（H28～） 大日本コンサルタント㈱	大山田地区（大都市近郊の住宅団地）の街路樹
町田市（H28～） リテックエンジニアリング㈱	橋梁（239橋）及び幹線・準幹線道路舗装

図― 18

新潟市における
橋梁アセットマネジメントの取組み

1. モデル事業
(1)小規模橋梁点検モデル事業　→本格実施へ
(2)事後保全脱却モデル事業　→改良が必要
(3)長寿命化推進モデル事業　→計画が必要

2. セカンドステージに向けて
(1)全3940橋の維持管理体系（モデル事業以外含む）
(2)予算要求と連動した維持管理計画策定方策
(3)継続的に改善を図る体制の構築
(4)土木部内の他の対象施設への拡大

図― 19

か，これがSIPのプログラムの中でわれわれがやったことかなと思っています。

組織変革を実現するためには，幾つか段階を踏む必要があって，まず組織の中で危機感をどうやって醸成するか，共有するか，トップのリーダーシップをどういうふうに引き出すか，事務局をどう設置して，ほかの組織とどうやって協調しながら進めるかであるとかを考える必要があります。さらに，当時の土木学会のように外の力も上手に使いながら，あるいは産業の人たちと対話をしながらこれを進めていくということも重要で，新潟ではこういう体制で，こういう役割分担で進めてきました（**図**―20）。現場の土木事務所の人たちも巻き込んで，いろいろと対話をさせていただくということもやりながら，最終的には今のところまで来た。SIPは終わりましたが，土木学会として継続してこのフォローアップをやらせていただこうと思っています。

「i-Constructionの推進」

最後にi-Constructionの話で終わりにしたいと思っていますが，ご存じのとおり，建設現場の生産性革命ということで，ロボットあるいは建設機械も大いに貢献が期待されているところかと思います。建設現場を最先端の工場へ，最先端のサプライチェーンマネジメント導入。そしてキセイの打破。これを実施するに当たって産業界あるいは国土交通省の皆さんに応援いただいて，大学の中にも寄付講座を昨年10月に設置させていただきました。計270社の応援をいただいて，寄付者としては団体として建設機械施工協会の皆さんも含めて5団体の寄付を得てスタートしたところです（**図**―21）。

ようやく4月に新しい教員も含めてメンバーがそろってきましたので，活動が今ちょうど本格化してきたという状況ですが，ここでは3次元のデータを使って，かつインフラのデータプラットフォームの下で新しい仕組みでインフラをつくっていく。現場の生産性革命ということなので，インフラをつくるところのプロセスを新しくできるかどうかということにチャレンジしていきたいと思っています。特に，いろいろな技術，知識領域を組み合わせて新しいものをいかに実現できるかということが，われわれに課せられたチャレンジかなと思っています（**図**―22）。

したがって社会基盤だけではなく，精密工学の先生と共同で運営させていただき，さらにもっと幅広い人たちとも一緒に進めたいと思っています。自動化，オートメーションというのは一つのキーワードになっています。あるいは機械学習，AIということで，人間が判断した部分，あるいは人間が作業してきた部分の一部が機械に置き換わっていくということになったときに，人間は何をするんだ，将来技術者はどういう役割

「i-Constructionシステム学」寄付講座

（設置目的）

社会インフラの企画・調査から施工・維持管理までのプロセスにおいて、IT、IoT、空間情報処理技術、ロボット化技術等を活用することで生産性向上を図ることが可能なi-Constructionを実現するための研究開発を行い、そのシステムを実践するプロフェッショナルを育成する学問体系を構築する。

（寄付者）

日本建設業連合会・建設コンサルタンツ協会・全国地質調査業連合会
全国測量設計業協会連合会・日本建設機械施工協会 （計　270社）

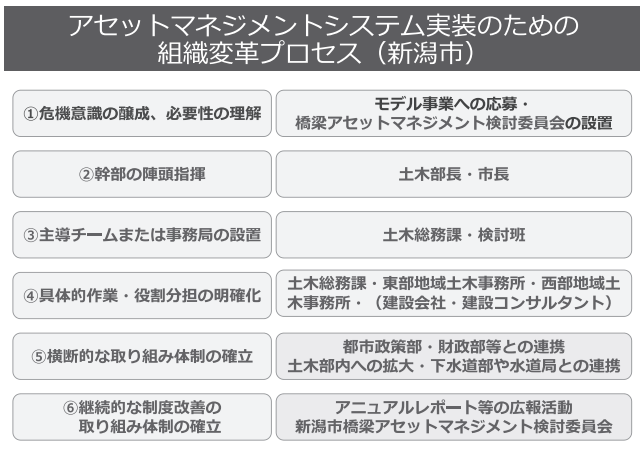
（設置期間）

2018年10月1日～2021年9月30日（3年間）

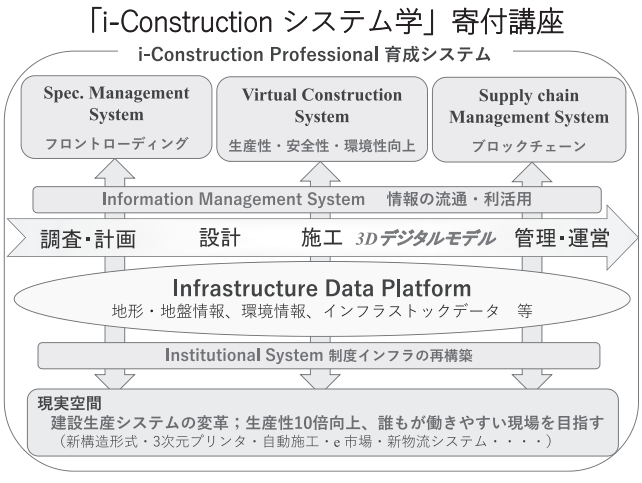
（期待される成果）

現場の生産性向上だけでなく、「超スマート社会」の実現に貢献する。また、地域社会のニーズに応えるインフラサービスが実現され、我が国の地域の競争力強化に繋がるだけでなく、今後、労働力不足が懸念される日本の建設産業の競争力を強化することに繋がる。さらに、育成されたプロフェッショナルが世界のインフラ市場においても指導的役割を果たし、国際貢献を図ることが期待される。

図―21



図―20



図―22

を果たすべきかというところも大事にしたいなと思っていて，新しいシステムを開発した先には，将来の新しいインフラをどういう形で，あるいはどういうサービスをどのように提供していくか。さらに，それを支えるシステムとしてどういうシステムが必要なのかというところで技術者が果たすべき役割は大きいのかなと思っています。

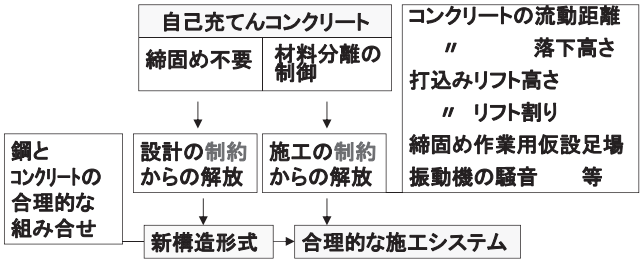
施工性あるいは生産性を改善するというのも，人間がやっていたものを機械に置き換える，新しい施工のやり方を考えるということだけではなくて，構造物が要求されているものというのは施工と材料と構造，この三つを組み合わせて実現するということです。組み合わせ方を変えればつくり方もどんどん変えられるということです。これは先ほどご紹介した自己充填コンクリートを使った場合の施工の合理化，もともとは施工の合理化のために開発したのではないのですが，自己充填コンクリートが持つ締め固めは要らないということと，材料分離がしにくいという特性を生かすと，これまでの施工の制約，これが一つの規制だったわけです。コンクリートにバイブレーターはどういう間隔でどういう深さまで入れなければいけないということが仕様書で規定されていますが，そこから解放されます。人間が近づかなくていいということになれば，足場をつくる必要もなくなります。これは一つの例にすぎませんが，そういうふうに考えれば現場の施工そのものを新しい姿に変えることも可能かなと思っています（**図**―23）。

こういうアイデアをいろいろと集めながら，新しい将来の現場をどのように実現していくのがいいのかということで，オープンイノベーション，われわれだけでできることは限られているので，情報をいかに共有して，外の人の知恵を取り込んで，そういう新しいプラットフォームをどうやって実現するかというのも，われわれの一つの役目かなと思っています。今まで情報はどちらかというと閉じたところで，限られた人たちの中でしか共有されていなかったという部分もあるように聞いていますが，これをもう少し広く，そういう意味ではマーケットを広げることでいろいろな技術を取り込んでいくということもわれわれが提案させていただく役目ではないかと思っています。

最後に，次世代を担う人材育成をこの場を通してぜひ積極的に推進していきたいと考えています。組織，体制というのも社会基盤のシステムを支える重要な要素であるということで，新しい社会基盤システムを実現するために，これからも微力ではありますけれども貢献していきたいと思っております。本日は，「社会基盤マネジメントの課題と将来展望」ということでお話をさせていただきました。ご清聴どうもありがとうございました。

新材料がもたらすイノベーション（例）

自己充てん（高流動）コンクリートを用いた施工の合理化



図―23

記念インタビュー

異分野技術と若い力が集う場に 建設施工の未来が生まれる

建　山　和　由

見波　一般社団法人日本建設機械施工協会 70 周年ということで，副会長の建山先生にお話を伺います。早速ですが，先生と協会との関わりについてお聞かせ下さい。

建山　私は学生のとき，京都大学の土木工学教室の畠先生の研究室に在籍していました。その頃，畠先生は協会の関西支部長をされていました。その関係もあって私は学生のころ，確か昭和 56 ～ 57 年ごろから関西支部の委員会に参加させていただいていました。その後，大学で博士課程の学生，助手になったころから海洋開発委員会や摩耗対策委員会の幹事をさせていただいて，引き続き関西支部に出入りしていました。その後，時代が変わってきたこともあって，インキュベーション委員会という新しい委員会をつくったのですが，そのころから協会本部の情報化施工委員会も担当するようになって，活動が関西支部から徐々に協会本部に移っていったという状況だったと思います。

見波　40 年近く，協会の歴史の半分以上お世話になっているわけですね。最初のころのテーマはどんなものだったのですか。

建山　協会との関わりでは，主に海洋開発委員会と摩耗対策委員会との関わりが多かったと記憶しています。これらは室先生が委員長をされていました。深川先生が幹事長をされていました。畠先生もそこに出ておられて，私も学生のころから一緒にその委員会に出関して文献を報告したりしていたように思います。

建山　和由（たてやま　かずよし）
立命館大学理工学部教授，工学博士。京都大学大学院工学研究科博士後期課程修了。京都大学工学部助手，講師，助教授を経て，平成 16 年より現職。土木工学，建設施工学，地盤工学を専門とし，ICT の建設施工への導入による情報化施工や建設ロボットの研究開発と普及に努めている。

私が関わりだしたころはメカトロニクスがはしりの頃でした。建設機械の開発目標は，掘削機械だったら掘削の効率を上げるとか，摩耗を減らすとか，履帯だったら走行性を向上させるとか，機械の性能を上げるにはどうしたらいいかという議論を積極的に行っていたように思います。私がいっときよくやっていた，機械と土との間のインタラクションみたいな話が研究や技術開発のメインテーマだったと思います。そのうち情報化施工という流れが出てきて，ICT，情報通信技術が取り入れられて，技術開発のテーマがそちらにシフトしていったような印象を持っています。今の ICT 施工も，機械の能力を議論するよりも制御や通信の話が中心になってきています。それだけでいいかというと，必ずしもそうではなく，以前のように機械自身の能力も併せてバランスよく開発・研究していく方がいいだろうと思っています。

見波　施工技術とか施工管理技術もここ 10 年，あるいは数十年の間で大きく変わってきていると思いますが，一番大きいのは ICT が入ったことでしょうか。

建山　やはり建設機械は，GPS が入ってきてから大きく変わったと思います。私は修士課程の学生のころから振動ローラの振動挙動を利用して地盤の締め固め度を評価するという研究に取り組んでいました。振動で地盤が締め固まってくるとローラの振動挙動も変わってきますので，その変化を捉えて地盤の締め固め度を評価する手法は，手法としては十分成り立ちますが，当時は広い現場の中でローラの位置を特定することができませんでした。このため，今測っている地点の加速度がこれだから地盤の締め固め度は何％ということは特定できるのですが，そのポイントが広い現場の中のどこかということが特定できませんでした。ですから計測手法はあったのですが，現場で使える技術にはなっていませんでした。この技術に GPS がうまくコンバインドされて，現場の中の位置と締め固め度を同時に特定できるようになって，現場での適用性が

大きく進展しました。

今使われているマシンコントロールやマシンガイダンスも，トータルステーションもありますが，基本はGPSが出てきて機械の位置特定ができるようになったことによって，性能，用途が大きく広がったと思います。

見波　GPSの貢献が非常に大きいということですね。特に最近のICT施工の進展と課題に関してどんな感想をお持ちですか。

――2次元から3次元へ

建山　ICT施工が入ってきて大きく変わったのはデジタル化です。特に2次元から3次元の議論に変わってきています。測量も3次元で，ドローンを使って上空から写真で測量して，そのデータを使って設計したり施工計画を立てます。施工も，マシンコントロールやマシンガイダンス機能が装備された機械を使って，最後の出来形も3次元で調べるという流れに変わってきています。非常に便利で様々な効率化を図ることができるのですが，一方で2次元から3次元のデータに替えるということは，3次元のデータを扱わなければなりません。けれども，その扱いが結構難しい。そのハードルがなかなか越えられないのが正直なところではないかと思っています。そこのところは学の責任でもあります。大学ではいまだに2次元で授業をしています。設計も2次元で教えていますし，測量も2次元で行っています。いきなり社会に出て「今はもう3次元だよ」と言われても若い人は困ります。だから何とか2次元から3次元の世界に変えていく議論を大学教育でもしていかないといけないと考えています。

そのために今，協会でICT施工の教育・普及のためのテキストをつくっているところです。本当は2～3年前に出来上がっているはずですが，皆さん忙しくて，原稿はほぼ出そろったのですが，最終調整が遅れていてまだ刊行には至っていないという状況です。できるだけ分かりやすく，かつ，うまく3次元のデータが扱えるような教育システムをつくっていく必要があると強く認識しているとともに，それを実現する責任を感じているところです。

インタビュアー
見波　潔（みなみ　きよし）
村本建設㈱専務執行役員。当協会元業務執行理事

――国の施策について

見波　国の施策も急ピッチで展開していると思いますが，先生はどのように見ておられますか？

建山　i-Constructionで画期的だと思うのは，基準やマニュアルが大きく見直されたことです。今まで基準やマニュアルに関して，国はいったん決めたらあまり変えませんでした。それが大きく見直されてきています。驚いたのですが，UAVを使った写真測量の公共マニュアルは，1年間使ってみて皆さんの意見を聞いて，より使いやすいように変えていっています。こういう柔軟な対応は新しい技術を導入していく上では非常に重要なことだと思っています。そういう対応のおかげもあり，技術が大きく変わっていっていると感じています。

それからPRISM（官民研究開発投資拡大プログラム）をはじめ，国が技術を育成することに随分力を入れだしていると感じています。今まで建設分野では，技術開発を公的に助成することはあまり活発でなかったと思いますが，最近，いろいろな助成制度が出てきています。

PRISMで非常に面白いと思うのは，日本の場合，技術開発など新しいことをやろうとすると，まず大きなフレームをしっかりつくってそのフレームの下で統一的な方法を個別の現場に適用するということが多かったと思います。しかし，PRISMはそうではなくて，個別の現場で何か新しい技術開発を試行して，それがうまくいくようであれば広げていこうという発想で技術開発の助成をしています。ある意味アジャイル的な開発のスタイルを取っていて，今の時代に合った実践的な技術開発を支援する仕組みだと思います。

そんな中で，ローカルの企業でユニークな取り組みをするところが結構増えてきています。最近一番注目しているのは，映像や画像を活用して合理化を図っていこうという取り組みです。これは，従業員が 20 ～ 30 名という愛知の中小企業から始まった取り組みで，それがどんどん広がっています。ひょっとすると国の標準になるかもしれないというところまで来ています。i-Construction では，国が標準的な手法を示したのですが，それ以外のところでいろいろな取り組みが生まれだしているというのは非常に面白いことだと思っています。技術開発がどんどん活発化してきて，技術開発の機運が高まることは非常に良い傾向ではないかと思っています。

――システム化について

見波　技術開発の機運が建設生産システム全体の高度化につながる必要があると思うのですが。

建山　建設生産のシステム化については，日本では ICT 施工でも建設ロボットでもそうですが，今までやってきた技術を自動化するとか，ICT を入れて合理化するなど，個別の要素技術を高度化することに力を入れていきます。そこには長けているのですが，例えばビルを丸ごと一つ建てるということを生産プロセスと考えて，そのプロセス全体を合理化することを考え，その中で建設機械やロボットをどう使えばいいのかという議論が本当は必要です。

私の親しい知り合いにドイツのミュンヘン工科大学のトーマス・ボックという先生がいるのですが，彼に講演してもらうと，やはりそういう話をします。彼は建築の先生ですが，ビルを一つ建てるときには，こういうやり方をしたらもっと短時間に少ない人手で合理的に建てることができるという話をします。そこでは機械の自動化だけではなくて，建物を建てる方法や手順まで含めて，機械の働きやすいような施工法や，さらには将来維持管理がしやすいようにメンテナンスの機械が動きやすいような建物の設計まで含めて議論しています。このように建設全体のシステム化ということをこれから考えていく必要があると思います。そこは日本が遅れているところだと思います。

――ローカルへの展開について

見波　発注者には国から地方自治体まで数多くあり，施工者も大手ゼネコンから地元中小企業や専門工事業に至るまで多種多様です。特にローカルの方々への展開についてはどのようにお考えですか？

建山　大手ゼネコンから地元中小企業までの人材確保・育成が大切です。i-Construction で去年ぐらいから強く発信しているのは，i-Construction はローカルの自治体に一番必要な施策だということです。近畿地方整備局が，地方自治体の担当者を集めて i-Construction の普及を促進する会議を開いていますが，自治体の担当者の方の多くは「i-Construction は国がやる大きな工事で使うものであって，われわれには関係ない」と思っておられるようです。でも実はそうではありません。ローカルの自治体ではこれから人口が減っていって，税収がどんどん減ってきます。インフラに掛けられる予算も縮小せざるを得ません。にもかかわらずインフラは一斉に劣化してきます。担当者も減らされていく中で，住民の生活や活動を支える道路，下水・上水道をはじめとするインフラを如何にして維持していくのかということは喫緊の課題になっていくだろうと思います。多分そのうち立ちゆかなくなる自治体もでてくるのではないかと思います。

それにどう対処するのかということを考えると，多少なりとも余裕のある今の間に各自治体で省力化や合理化の足掛かりをつけていかないといけないと思います。小さい工事であっても，自分たちが少しでも楽に工事をやっていくにはどうしたらいいのかということを考える中で，新しい技術なりやり方を取り入れてもらうといいのではと思っています。

――安全施工について

見波　安全に関しても，ICT の技術が役立つと思います。不安全行動に対してアラームを出すとか，異常な応力が掛かったときに警告するとかいうことは得意とするところですから，大いに期待したいと思います。

建山　i-Construction というのはもともと生産性向上を目指した技術で，生産性の画期的な改善からスタートしたのですが，安全や事故防止にも有効な手段だということが分かってきて，それを積極的に推進しようとする動きが出てきています。就労中の死亡者に関して言えば，建設業は全産業の 3 分の 1 という状況ですからすごい数です。建設業というのは，一般製造業と違って変化のある事象に対応して仕事せざるを得ません。日々刻々環境も変わって，仕事の条件も変わって，人も替わる中で仕事をこなしていかないといけないという状況下では事故は起こりがちですが，それをできるだけ減らしていく。そうしていかないと人も来てくれなくなります。そのために ICT を活用して建設工事の安全性を高めようという流れが出てきているのは非常にいいことだと思います。

建設労働災害防止協会が ICT を使って事故を防止

したり，安全性を高めるようなデータベースを今年の4月に開設しました。そのデータベースというのは非常に面白くて，ただ単に技術情報を公開するだけではなくて，新しい安全技術が出たらどんどんアップデートしていくとともに，建設業者がこんな技術が欲しいというニーズを上げたら，それを見て開発業者は新しい技術を開発するなどの機能を持った成長型のデータベースで，事故防止のための前向きな取り組みを励起しようとするものです。ぜひこの機会に，事故件数を全産業の3分の1から10分の1に大幅に減らすなど目標を決めて，業界を挙げて取り組んでいってほしいと思っています。

見波　ところで，建設の分野は発注者，設計者，施工者とその協力会社など，プレーヤーがたくさんいて，大きくかつ複雑な組織でものをつくり上げていくということから，組織をうまくコーディネートしないと先生の先ほどの話がうまくいきませんね。

建山　そうですね。先ほども少しお話ししましたが，大きなしっかりとしたフレームをつくって，そのフレームの下で新しいことをやろうというよりも，個別の事例からスタートしてもいいと思います，小さな工事からスタートして，そこで今言ったような話を考えて，うまくいくようであればそれをどんどん広げていくような，そんな開発のスタイルを取っていくといいのかなと思います。大きな工事だと工種が多岐にわたり，職人もいろいろな人が入ってきてややこしいので，少し小さな工事から考えだす方がいいのではないかと思っています。

見波　発注者と施工者の間は，監督・検査が大きな接点のひとつですが，ICT技術の活用やシステム化により，この接点の改善の余地が相当残されているのではないかと思います。例えば，施工者のICT技術で施工管理された品質管理データをそのまま監督・検査に使うことで品質管理をきちんと行うといったようなことも突破口になるのではないかと思っていますが。

建山　それはおっしゃるとおりだと思います。先ほどお話しした映像を利用した現場管理の話では，最近発注者とも映像を共有するようなことになってきました。発注者は事務所にいて，普段から担当する現場を常に見ることができて，管理することができる。そうすると現場の様子をモニターで見ていて，発注者の担当者が「ここのやり方を直したほうがいいんじゃないか」とか「安全上問題があるんじゃないか」といった指摘を行うことができます。現場のほうは見張られている感はありますが，常にコミュニケーションをよくすることによって，お互いに少しでも改善していこうというプロセスが入ることになります。それにより工事の合理化なり品質の向上が図れるかもしれません。

見波　喫緊の課題の一つである「国土の強靱化」において，建設機械施工の果たすべき役割について何かお考えがあればお願いします。

建山　何をもって国土強靱化と言うのかというのがあると思いますが，一つには人々の生活や活動を支えるインフラがしっかり安定的に提供されていくというのが強靱な国でしょうか。あとは災害に強いということになるのでしょうか。インフラの建設でも維持管理でも，あるいは災害対策でも建設機械はなくてはならないツールになっています。これまでも有効に，かつ効率的に使われているとは思いますが，このままでいいのかというと多分そうではないでしょう。開発の余地はまだまだあるのだろうと思います。

ではどんな開発の余地があるのかというと，この間テレビで見ていて非常に面白いなと感じた話がありました。日本人でアメリカで仕事をしている方の話しです。アメリカでも水道管があちこちで古くなって，水が噴き出しているようなところが多いようです。今まで，水道担当の発注者は，敷設から所定の年数を経た水道管から順に交換していました。でも，掘ってみたら全然傷んでいないものもあれば，年数は経っていないにもかかわらず傷んでいるのもありました。流れる水の量や土の性質など，いろいろな条件によって傷み方は違ってきます。そこで，様々な情報を入力してAIを使って劣化しているだろうと思われるところを特定してくれるようなソフトをつくって支援しているという事例でした。なるほどなと思いました。AIの使い方としては非常にいいなと思います。

これからのインフラの管理には精緻なマネジメントが必要になってくると思います。建設というのはどうしても不確定要因が多いので，無駄と言うと言い過ぎですが，過度にインプットしている部分もあります。そういうところを先ほどお話ししたような方法を使って精緻に管理していくことによって，必要以上のインプットを減らしていく時代になってくるのではないかと思います。このことは，建設機械も同じではないかと思います。仕事のやり方も建設機械の使い方も，すべて一律に扱うのではなくて現場に合わせて精緻にマネジメントすることによって，建設機械の燃料を減らしても所定の仕事ができる，今までのような仕事ができる，そんな仕組みをつくっていくことも必要だと思っています。

見波　自律型の施工機械というのもありますね。

建山　私も昔やっていたのですが，深層混合処理で，

地層が分かれていて固い地層にはそれほど薬液を入れなくてもよいのですが，柔らかい地層にはたくさん入れないといけない。このため，攪拌翼を貫入するときに刃に作用する抵抗から地盤の固さや地層の分布を調べて，回転させながら引き抜いてくるときに，注入する薬液の量を地層に応じて調整していく。一律に入れるのではなくて，地層ごとに入れる薬液量を変えていこうといのはその事例です。また，GPS のところでご紹介した土の締め固め施工の事例もあります。土の締め固め施工において，仕様で転圧回数 8 回と決められていると 8 回必ず踏まなければならないのですが，地盤が十分締め固められて固くなったら別に 8 回踏まなくてもいいので，地盤の締め固め度をリアルタイムで評価して適切な転圧回数で施工を終えようという技術もその事例の一つです。そのような精緻なマネジメントを入れていってもいいのかなと思います。そうすることによって，今までよりも少ないインプットで所定の仕事ができる。ということは結局コストも下げられて，かつ，CO_2 も減らしていくことができるということです。

国土強靱化にどう役に立つのか分かりませんが，これからの建設機械はそういう機能を持っていってもいいのかなと思っています。

見波　先生にはこれまでいろいろなことで協会の事業に携わっていただいていますが，協会への今後の期待をお聞かせ下さい。

建山　日本建設機械施工協会は，日本に建設機械が導入されて以降，建設機械の発展と普及に努め，日本のインフラ整備を支えるという仕事をしっかりしてこられたと思っています。特に最近は，情報化施工，ICT 施工が導入されたときにいち早くその普及に力を入れてこられました。現在の ICT 施工がここまで広がったのも協会の役割が非常に大きかったのではないかと思います。

その次です。ここから何をするのかというところをそろそろ考えていかないといけない時代になってきたのではないかと思います。ICT 施工の次に協会としてどういう役割を果たしていくのかという議論をそろそろ始めてもいいのかなと思っています。ぜひ若い人に参加してもらって，未来の建設施工を議論して，その中でこんな建設機械をつくっていこうというような少し先を見た議論を協会全体でしていただくといいのかなと思っています。

見波　いろいろな業種の会員が集まってできている協会なので，その特殊性がもっと発揮できて，ただ単に機械をつくればいいとか，使えばいいとか，それだけではないさらに国の役に立つような，社会に役立つようなテーマがどんどん発掘できればいいかなと思っています。

建山　協会に，「こういうテーマで誰か紹介して欲しい」と言うとすぐに紹介してくださいますし，ネットワークも広くて会員もたくさんおられることは非常に良いことだと思いますが，次の時代を考えると他分野の人たちもどんどん一緒にやれる体制をつくっていかれたほうがいいだろうと思います。特に ICT 施工がこれだけ進んでくると，異分野の人たち，今まで関係してこられなかった電気，電子，通信，制御，いろいろな分野の人たちにもう少し関わってもらうようにして，次の建設機械発展の役に立つような，そんなパートをつくっていただくと良いと思います。

見波　例えば，電気，機械，AI とかの分野の人たちにも「建設機械施工分野の仕事をするとこんなに面白いことができるぞ」ということを示さないと入ってきてもらえないと思います。

建山　多分彼らは今まで建設という分野は関係ないと思っていたのでしょうが，実はいろいろな発展性というか，いろいろなことができる分野だということに徐々に気付いてこられたようなので，そこをどんどんアピールして一緒にやってもらえるような仕組みをつくっていくといいなと思っています。

JCMA への期待というところでは，次の時代を担う人たちをつくっていくことでしょう。いつまでも協会の色んな役を私がやっているようではいけないと思っています。若い人たちにどんどん活躍してもらって，次の時代の技術なり建設機械なりを考えていってもらわないといけないと思っていますので，協会も意識してそういう場をつくられてもいいのかもしれませんね。

見波　別の分野では，例えば映像解析にしても，すごいプロフェッショナルがすごいことをやっておられる

はずです。そういう人たちに建設の分野にも目を向けていただくだけでも，やれることが大きくと広がると思います。

建山　われわれが知らないだけで，実はすごい技術が周りにはいっぱいあって，建設分野に導入すると「おーっ」というようなことができるかもしれませんね。そのために若い人たちがアンテナを張りながら，異分野の人たちとのネットワークをつくって，新しいことにトライすることができる体制をつくっていくといいなと，是非そうなってほしいと思っています。

見波　ありがとうございました。

記念インタビュー

ICT が建設機械施工を変える
― 基本は，安全，生産性，環境

大　橋　徹　二

渡辺　本日は，日本建設機械施工協会の設立 70 周年を記念する機関誌へのご協力ありがとうございます。まず当協会との関わりに関して，お話を伺いたいと思います。

大橋　70 周年おめでとうございます。70 年ってすごいですよね。日本建設機械工業会は日本産業機械工業会から独立して来年で 30 年です。われわれは建設機械のメーカーという立場で，工業会において物をつくることに関して活動を行っており，日本機械施工協会は建設の機械化を通じて建設施工をどう進めていくかということで活動しています。日本機械施工協会における，機械をどう使うかという観点というのは，よりお客さまに近く，ここでのいろいろな活動はわれわれにとってもいい勉強になります。プロダクトアウトでつくって出せば終わりというようなことにはならないという意味では，大変いい機会が提供されていると思っています。

渡辺　ありがとうございます。次に近年の建設機械技術を取り巻く流れに関する話題についてお願いします。

――建設現場の工場化に向けて

大橋　私が社長に就任した 2013 年以前からずっと気にかけていたことが，建設業は製造業に比べて事故の件数が多いということです。建設機械メーカーとしてできることは限られているかもしれませんが，建設現場の安全について考えてきました。製造の現場である工場においては，戦後から 70 年の間に事故件数は急速に減ってきています。もちろん建設現場においても，建設業者の皆さんの安全活動により事故の件数は減ってきているのですが，そのスピードは製造業の工場での減り方には追いついていません。

大橋　徹二（おおはし　てつじ）
コマツ代表取締役会長。昭和 52 年コマツ入社。コマツアメリカ㈱社長（兼）COO，取締役常務執行役員，取締役専務執行役員，代表取締役社長（兼）CEO を歴任し現在に至る。

それは何故なのかと考えてみると，工場では旋盤やボール盤などの加工機械があって，昔はすべての作業を手動でやっていたわけです。それが，人がワークをセットしてボタンを押したら自動で穴が開く，あるいは表面が削れるように進化しました。さらに今度はワークを載せたり下ろす作業も自動でやることができるようになりもっと安全になりました。以前は人が手で押さえたり，機械のそばに人が付いて作業していたことを離れてできるようになり，人が離れていれば事故は少し減っていきます。それでもまだ工程と工程をつなぐ運搬は人間がやっていて，その作業にて怪我が発生することがありましたが，だんだん機械化・自動化が進み，工程間もつながっていくと，作業に必要な人間の数も減り，いろいろな危険な作業自体が減っていきます。結果として安全性が高まり，生産性も上がりました。建設工事の現場も同じ考えで進んでいるのだと思うのですが，もう少し建設現場の工場化のようなことを前向きに進めていければということを，私たちは 10 年程前から提唱してきており，そこがキーだろうと思います。

工場で言えば，それまで普通の旋盤やボール盤を使って手動で，ペダルを踏んで作業していたのが，NC 旋盤を導入したことによって自動で，かつ NC 制御でできるようになりました。そういうものを工作機械メーカーが提供したことによって，それを購入して使うわれわれの安全性が高まります。さらに工程と工程をつなぐところも工作機械メーカーなどが提供するようになったことでどんどん安全になっていきます。建設機械メーカーも，工事現場に対してそういうもの

を提供していく責務があります。建設現場の安全性の向上のためには建設業者の皆さんだけでなく，われわれ建設機械メーカーも頑張る必要があるのです。われわれのお客さまである建設業者の皆さんは安全性と生産性を求めます。これを実現するには，われわれものづくりの立場から言えば，工場の自動化の推進と同じようなことを建設現場でも可能となるように，どうお手伝いするかというのが基本となります。

――製品開発の基本は，安全，生産性，環境，そしてICT

大橋　ここ30年ほどの間に環境問題に大きな関心が寄せられるようになってきており，特にこの10年，20年は世の中で安全意識も環境意識も高まってきました。生産性については一時建設需要が落ち込んだ時期があったものの，近年は建設投資が回復し，さらに人手不足になってきていることから，生産性向上はますます重要となっています。キーワードは「安全」,「生産性」,「環境」で，この三つをわれわれ建設機械メーカーがどう後押しできるかというのが基本で，その道具として「ICT」が入ってきていると認識しています。われわれが製品を開発するときもこの四つが大事と考えています。

そういう目で過去を見ると，まず環境面では，排ガス規制に対応するための技術開発があげられます。ここ20～30年の間に排ガス規制のレベルが上がってきて,これをクリアするというのが各社とも大変でした。しかし，これは環境面において非常に重要なことでした。

それから，安全性の面では後方小旋回型ショベルがあります。後方部分が小さいショベルで，旋回したときに後ろにいる人にぶつからないので，結果として安全性が高まりました。当社では小旋回型を1988年に提供し，その後，後方小旋回型を90年代に提供を始めたのですが，これがお客さまから受け入れられて日本では特に後方小旋回型が多くなっています。一方，海外新興国では作業現場が広いことやコスト面などから，従来型が好まれています。

それから，ハイブリッド油圧ショベルも当社が2008年に市場導入したのですが，これも明らかに環境対策の視点で開発したものです。CO_2排出削減で，地球環境問題への対応ということで製品化して，今では約4,600台稼働しています。世の中の環境意識，特にCOP12，13，14あたりの盛り上がりもあり，ハイブリッド油圧ショベルを出しました。自動車に関してはトヨタがその10年前の1998年にハイブリッド車を出したので，建設機械でも同じような環境に優しいものをということで開発しました。

ハイブリッド油圧ショベル

渡辺　最近のICT技術の活用もめざましいものがありますね。

――KOMTRAX（コムトラックス）の開発

大橋　当社ではICTを活用して，「KOMTRAX（コムトラックス）」というシステムを世に出しています。建設機械にGPSや通信システム，センサーなどを搭載し，位置情報を把握したり，異常などの警告を出すようなことがあったらそれを通信で送るというものです。これをちょうど20年前，1999年から国内市場へ導入スタートして，今では建設機械の標準装備になっており，生産性にも環境面にも効果をあげています。

建設機械のお客さまはいろいろな場所で機械を使います。お客さまのベースは定位置の事務所にあるけれども，工事現場はどんどん変わっていきます。そうすると，山の奥の工事現場から「ちょっとおかしいから来てくれ」と電話をいただき，「山の中のあの道を上がってあのあたりだ」と言われても正確な場所がよく分からず，お客さまの場所を探し駆け付けるだけで大変でした。やっと駆け付けて，機械を見てから交換用の部品やテンポラリーに修理する資材を持ってくるということで，2日も3日も現場が止まることとなります。

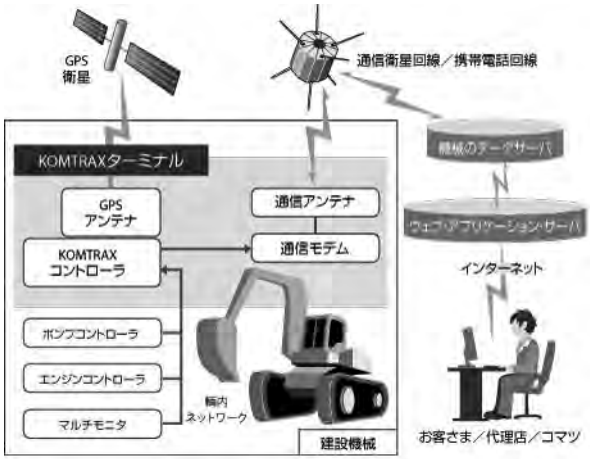
インタビュアー
渡辺　和弘（わたなべ　かずひろ）
当協会業務執行理事

そのダウンタイムはお客さまにとって非常に無駄なものです。それがこのシステムによって，どこに機械があるかがその場でまず分かり，故障の要因となるような，例えばブローバイが出ているとか，エンジンの温度が上がっている，水温が上がっているといった兆候を事前に確認して，故障要因を想定して駆け付けることで早めに直せるという趣旨で提供を始めたのです。

このシステムが広く認知されたきっかけが建設機械の相次ぐ盗難でした。建設機械は大体夜間でも工事現場に置いてあるので，悪い人たちが夜間に建設機械を盗んで，その機械で金融機関の ATM を壊して金庫ごと持っていってしまう。しかし，このシステムを搭載していると，例えばせいぜい時速 5 ～ 6 キロでしか走れない油圧ショベルが真夜中に盗まれて時速 30 キロ，40 キロで走っていることがわかり，すぐに異常に気付くことができます。営業担当から「機械が移動しているけれども大丈夫ですか」とオーナーやオペレーターに連絡を入れ，「あ，盗まれている」とわかれば，即座にエンジンロック機能を使うのです。この KOMTRAX が広く認知されるようになり，盗難に遭わなくなり，盗難保険の金額も落ちてお客さんにも喜んでいただきました。

ただ，今の話しは副次的な効果であって，本来的には建設機械という高価な商品をお客さまがフル活用できるように，機械が土を掘削したり運搬するという能力を最大限に生かせるように，修理のための時間を無駄にしないということで導入しました。このことが建設機械の使われ方に大きな影響を与えたのではと思っています。

このシステムの導入は，機械の稼働計画の改善や実際にどう掘削するかといった作業改善とは別の意味での生産性向上，すなわちダウンタイムをいかに短くするかということを目指して始まったのですが，これに燃費センサーを付けたら燃費も分かるようになりました。そうすると，「軽い負荷の工事なのに重掘削モードにスイッチを入れて作業している，フルスロットルで作業している」とか，「エンジンが掛かってエアコンがついているだけで作業をしていない」などの情報が遠隔で分かるわけです。KOMTRAX を導入したおかげで生産性向上，修復時間の短縮が図られるとともに燃費の改善にも寄与し，現在はさらに KOMTRAX 以外の技術によって，お客さまの作業方法や，1 回の掘削作業で適正な土砂をすくえているのかどうかといった作業量なども把握できるようになってきました。ICT の道具を使うことで生産性，環境，安全についても今後さらにレベルが上がってくると思っています。



KOMTRAX 概念図

――スマートコンストラクションについて

大橋　次に，2015 年 2 月から当社が「スマートコンストラクション」として提供しているものについてお話しします。国土交通省でも 2008 年から「情報化施工」として後付けの情報化機器やレーザーなどを使いながらの施工改善を推進していました。当社では，建設機械にどのような技術を組み込むことでどんなことができるのかということを模索して，2013 年に ICT ブルドーザーを，2014 年に ICT 油圧ショベルを市場導入し，2015 年からはスマートコンストラクションを提案しました。翌年から国土交通省でも「i-Construction」という施策を提唱するようになり，人手不足の課題が深刻化してきた状況とタイミングがマッチしたということもあって，ICT を手段として活用しながら，その根底には少ない人数で現場を動かしていくという，工場での省力化や無人化と同じような流れになってきたと思っています。

ICT 油圧ショベルと ICT ブルドーザー

――建設施工現場の特殊性と機械施工協会の役割

大橋　海外には日本にない大規模鉱山があり，当社ではそのような鉱山向けに 2008 年から無人ダンプトラック運行システムを提供しています。鉱山現場は同じ場所で長い期間作業を行い，深く広く掘り進めていきます。それに対し一般土木工事は，短期間に工事現場の場所が移っていくという複雑な課題があります。例えばダムや道路をつくる場合，一カ所での工事を終えたら別の現場に移る，あるいは都市土木の場合はどこかを掘り返してまた埋めて場所も転々と移ります。工事現場の近くを一般の人が通ったり近隣に住民がいるという環境なので，鉱山の現場とは違った安全性の確保，環境面でも CO_2 だけではなくて騒音や振動への配慮が必要となります。もちろん人手不足の中で生産性をどう上げるかなど様々な課題も抱えています。これらを解決するためにも ICT 技術を駆使する意義があります。

われわれ建設機械メーカーが提案した解決策をまず建設業者の皆さんに実践していただき，これはいけそうだというものについて機械施工協会で取り上げていただくことで，i-Construction 工事のような国の施策につながっているのだと思っています。

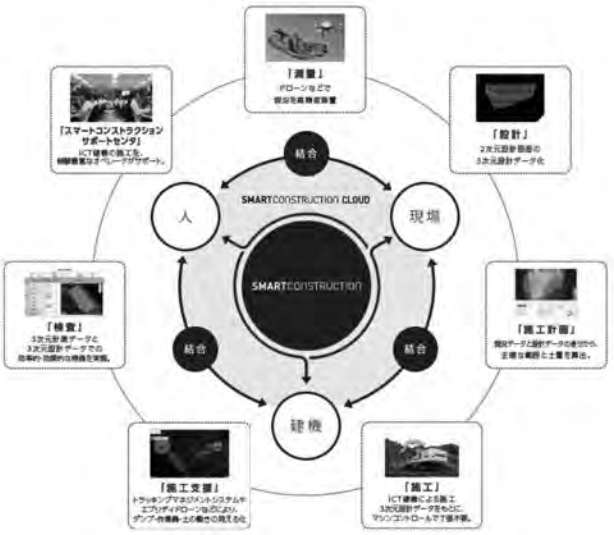
渡辺　工場と建設現場というのはその環境が大きく異なっていますが，建設現場の工場化に際しての隘路とか解決策についてお話を伺えますか。

大橋　製造業の工場はもちろん定置ですし，工程もプロセスも加工方法も全部大体決まっており，非常にコンスタントな条件です。鉱山現場ですと，場所はほとんど一緒で，掘るところが広がっていくとか運ぶ先が違うとか，少しモディフィケーションが加わります。土木工事の現場になるとその変化がさらに大きくなります。ただ，基本はどこも一緒で，土工工事で言えば，最初に地形の現況を正確に把握し，土量をどれくらい削って運べばいいのかを「見える化」して計画の中に織り込まれることが非常に大事な点です。工事の種類や受注の単位によっては工事の受注者だけではなかなかうまくいかないところもあるのですが，最初から工事全体の土や材料の動きも含めてどこまで正確に把握できるか，どのようにうまく施工するのかがある程度見えるようになってきたら，無人でおこなう作業，有人でおこなう作業の切り分けができてくると思います。現状は，最初に工事をプランニングする際の土工量が思ったほど精密に把握できていないことが多く，その結果，計画と実際の土工量に 2 ～ 3 割の差が出てしまうこともあるそうです。そういったところの改善から取り組んでいくのかなと思います。

渡辺　施工計画などの策定を支援するシステムを開発する構想もお持ちでしょうか。

大橋　われわれ建設機械メーカーが全部分かるかといったら，それこそ無理です。やはり建設業の皆さんの持っているノウハウというのは素晴らしいです。ただ，現在スマートコンストラクションが国内 8,500 以上の現場で導入されており，これらの各現場で得てきた，お客さまが直面する課題やデータを蓄積して，最後はそれをお客さまにご提供していければと考えています。お客さまにとって，例えば道路をどのように造ればアクセスが一番便利か，頻繁な出入りがあっても近隣住民に騒音の問題が起きないようにするにはどうしたらいいかなどの課題への対応は大体わかっているのですが，今までわれわれが蓄積してきたデータを利用してお手伝いできる道具として用意することが出来ればと思います。

設計するプロの人たちのノウハウというのは大変高度なものだと思います。ただ，設計のシミュレーションだけではなくて，施工まで合わせたシミュレーションのお手伝いができるならば，それは大いにお役に立てるのではと思っています。



スマコン概念図

渡辺　建設施工システムとして工事現場における品質管理の合理化については。

大橋　製造業の工場においては，自動化が進む中で検査も自動化されてきています。削り終わったワークを搬送している間やチャックで装着している間に自動で精密測定されるわけです。わざわざ検査工程をつくってその度に人間が検査することが不要になってきています。ものづくりの用語でいう内段取りから外段取りという格好になれば，わざわざそこで物が滞留しなく

てよくなり，人もいなくてよくなります。工事現場においても施工した結果がすぐに自動で測量されるようになっていくと，それ自身が検査に近いわけです。その手段は建設機械に付いているツールだったり，レーザーやドローンなど，いろいろなものが使えると思います。そのようなものを活用していかないと労働者不足の中で生産性も上がらない。工場の自動化と同じように，おそらく建設現場もその方向に向かっていくでしょう。

ただし，監督検査上の要件という中では，道路工事における下層の土工部分について，例えば30センチずつ何層にも積み上げるところは先ほどの方法でいいかもしれませんが，最後に砂利を敷いて転圧してアスファルト舗装を仕上げる部分はプラスマイナス何ミリといった基準もあり，どのようにその計測をするのか，やり方を検証する必要があるかとは思います。しかし，それまでの途中段階については，いろいろな人のお話を聞いていると，だいぶ合理化できるようなイメージを持っています。当社もスマートコンストラクションでご提案していますし，いろいろな機器メーカーでも様々なツールを提供しているので，そういったものを使うことが大事ではないでしょうか。

渡辺　安全施工という面から，今後どのような取り組みが必要でしょうか。

大橋　安全については，例えば機械の周りに人がいたら自動で止まるという技術もその一つだと思います。ただ，そのような技術を入れることも大事ですが，そもそも機械の周りに人がいない現場にすることでもっと安全性が高まると考えます。現場で稼働している多数の既存の機械に対して，周りに人がいたら自動で止まる装置を付加することは技術的に可能であっても，ご存じのとおり，突然機械を止めることのほうがかえって危険な場合もあるので，一概には適切かどうか言えません。

機械安全という概念があって，機械側でコーションを出したり安全に停止するという方向に向かっていくとは思いますが，現時点ではエンジンストップと同じ話で，ぴたっと瞬間に止めたときどのようなリスクがあるのか，そのリスクを誰がどう評価するのか，斜面で稼働しているときにはどっち向きで止まったら安全なのか，不安定な向きで止まって反動が出たときにどうするのかといった課題がありますよね。荷崩れも大きな問題です。

スマートコンストラクションを導入いただいている国内の工事現場では，丁張りがほとんど使われていません。以前は高い崖の上まで人が上がって丁張りを設

置しており，掘削するときには丁張りのそばに作業員がいて，機械のオペレーターに指示を出していましたが，スマートコンストラクションによって，丁張りがなくなり，まさに機械の近くに人がいなくなった。これが本質的な点だと思っています。人がいたら機械を止めるというのはもちろんですが，本質的に事故が起きないようにどうするのかというところが一番重要です。

渡辺　現場から人がいなくなるというのが安全への近道なのですね。続いて，建設産業における人手不足についての感想は。

大橋　われわれ製造工場の現場も，日本中で人手不足となっています。4年ほど前に，日本建設業連合会が長期ビジョンの中で「10年以内に国内の建設技能者340万人のうち130万人近くが離職する」というショッキングな内容を公表しました。この国はどうなってしまうのか。

4年前にスマートコンストラクションを発表したときに作ったビデオの中で，建設機械技能講習を受講したばかりの事務の女性社員が，3日間で法面掘削作業を完成させた内容があります。現場に若い人や専業主婦の人たちにも入ってきてほしいがそういう技能がない，汚いところは嫌だといった話しを聞く中で，i-Construction や ICT 建機をゲーム感覚のイメージで使っていただき，多くの若い人に面白いと感じて欲しいという願いを込めています。

渡辺　i-Construction の推進に向けて今後必要なことは。

大橋　関係業界は，i-Construction の推進に向けての国交省の旗振りが素晴らしいなと思って見ています。このようなおこがましいことを言っていいものかと迷いますが，現時点では，普及期ということで国の公共工事の中では必要な経費を見込んでもらって，広く導

入されてきているのだと思います。ただ，都道府県の工事ではこれから，さらに市町村の工事ではまだまだという段階ですので，都道府県・市町村の工事に普及するところまでは国としてもうしばらくプロモートしていただきたい。そうすると一気に普及すると思っています。

以前国交省の幹部の方が高速道路の ETC のお話をされていて，普及率が 3 割ぐらいになるまでがものすごく大変で，国としても様々な普及支援策をとったけれども，それを超えると普及が一気に加速したということでした。i-Construction も今がちょうど普及に向けての真っ只中にあると思います。都道府県と大きい市町村の工事でもう少し使われるようになると，人手不足対策にもつながるのだろうと思います。

最後に，これは鉱山の無人ダンプ運行システムの施工で実証された教訓ですが，いま人のやっている作業をそのまま ICT を活用した新しい技術に置き換えるだけでは，事故は多少減るかもしれませんが，生産性の上がり方は少ないと思います。このような新しい技術が現実になったならば，それに合わせて工事のやり方そのものを変えなければ駄目だと私は思います。

渡辺　工事のやり方だけでなく，監督検査のやり方も新しい技術にあわせて見直す必要がありますね。本日は，長時間にわたり貴重なお話をありがとうございました。

記念インタビュー

情報化技術の発展とともに 夢を持てる建設業界を目指して

小　原　好　一

真下　はじめに，日本建設機械施工協会が設立 70 周年を迎えたということで，当協会との関わりなどについてお話をお聞かせ下さい。

小原　私は今副会長をやらせていただいていますが，いろいろあいさつさせていただく中で，「私の誕生年と一緒ですね」と言わせていただいています。私も昭和 24 年生まれですから，ちょうど 70 周年の御協会と同じ誕生年ということで，非常に親近感を持っているつもりです。私自身は，ダム屋で，30 年間ダムの仕事に携わってきて，土工事が結構多かったので，施工機械の選定には，「建設機械要覧」を，工事の見積もり時には「損料算定表」をよく参考にさせていただきました。そういう印象が強く残っています。更に，御協会から発行している刊行物を通じたお付き合いが多かったという気がします。

又，弊社からも職員を御協会に出向して，雑誌の編集に携わったりさせていただいています。会社としてはそういったところのお付き合いかなと思っています。

真下　続きまして，最近の建設施工技術のキーとなる技術について，何か思い浮かぶものがあればお話をお伺いできればと思います。

小原　これは機械の自動化に尽きるのかなと思います。もちろん一番キーとなる技術は施工機械の自動化。まだ，完全には自動化になっていなく，技術の開発段階でしょうが，自動化が一番大きいと思います。

そのほかに私自身が前田建設などの技術屋の話を最近聞いていますと，センサー技術が随分発展しているようですね。例えば土をベルコンで運ぶときは，昔は土の検査をサンプリングで行っていましたが，今はセンサーを働かせて，ベルコンの下からセンサーを当てて，ベルコンで流れる土の含水比等を測定してしまう。そうすると全量検査になります。今まではサンプリング検査だったのが全量検査になる。又，センサー技術とは別ですが，弊社は，あるメーカーとタイアップしながら行っていますレーザーで鉄板上のさびを落とす技術などもあります。

トンネル用機械あるいは土工事機械については，最近は，機械メーカーと建設会社がタイアップして機械の開発をしていることが多くなってきています。両社のノウハウを出し合ってより良い機械を開発していくことは大変良いことですよね。

もう一つは，最近トンネル工事でも土を搬出するのは，ほとんどダンプを使用しないで，ベルコンで搬出するケースが増えているようですね。急傾斜の搬出などでも土砂をこぼさないようにベルコンが丸状に変形するようなベルコンができているようですね。そういう技術は，私も現場を離れて 15 年も経つので分からないところがあるのですが，話を聞くとそういう感じがあります。

エポックメーキングに関しては，施工機械に関しては素人の私個人の考えですが，建設機械は，大きく分けて二つの要素で構成されていると考えています。それは，「身体の技術」と「頭の技術」です。その二つの技術革新について考えてみます。

私は昭和 47 年に前田建設に入社して，最初に赴任したところが高瀬ダムで，長野県の大町にある東京電力のダムです。盛立数量は，1,160 万立米，高さ 176 メートルで，当時は，東洋一のロックフィルダムと言われていました。勿論，ダムの現場ですからはブルドーザーもバックホーもあります。しかし，当時のブルドーザーのリッパーの上げ下ろしはワイヤーを使用しており，

小原　好一（おばら　こういち）
前田建設工業㈱相談役。昭和 47 年　前田建設工業㈱入社。取締役執行役員調達本部長，取締役常務執行役員経営管理本部長，代表取締役社長，代表取締役会長を歴任し現在に至る。

リッパーに全く力が加わらずリッパー本来の役目は十分に果たせていませんでした。又，当時としては新鋭機械の３立米のバックホーもバケットの上げ下ろしはワイヤーを使用しており，力強い掘り起しはできていませんでした。

この時から比べると，今の建設機械は大きく進歩し，生産効率も高くなってきました。しかし，リッピングやバケット掘削においても，あの当時と現在の機械の根本的な形や機構は変わっていません。特に，ここ20年においては，建設機械の「身体」の技術の部分の進化は改善程度であり，革命的という進化はほとんどないと思います。言い換えれば建設機械の「身体」の技術革新は，ここしばらく停滞期であったと言えると思います。

即ち，ここ20年のエポックメーキングは，建設機械の「頭」の技術開発だったと思います。そして，i-Construction に代表される建設機械の最終の形は，自動施工技術だと思います。今は，その途中段階で，オペレーターの施工支援技術の段階であると思います。

数年前，九州の現場に視察に行った際スマートコンストラクションという名目でコンピューター制御されたバックホーで法面を掘削する作業を行っていました。驚いたことに，オペレーターは法面を見ないで，脇にセットしてあるモニターの画面を見てバケット操作をしている。そのモニターには法面の掘削の最終形状が映しだされ，バケットの稼働状況が映し出されていました。オペレーターはその最終形状に合わせるようにバケットを動かしているわけです。私は，操作盤を見るのであれば，バケットの操作盤とハンドルは市販のゲーム機の操作盤と操作スティックの方が適していると感じました。即ち，今の施工支援技術は，既存の熟練オペレーターが違和感のないように使用できる，要するに，機械の操作方法が従来の延長上にあることを条件に開発しています。これからは，熟練者や経験者でない素人でも高品質の施工ができるような形になっていくのだろうと思います。

インタビュアー
真下　英人（ましも　ひでと）
当協会業務執行理事（施工技術総合研究所長）

しかし，本当の無人化・完全自動化技術に５～10年で移行していくと思います。すさまじいスピードです。そして，この技術開発の際にも，これまでの延長線ではなく，もっと思い切った発想の転換が必要だと考えます。それは，機械が「知能」と「対話能力」を持つことを前提にすべきであります。

要するに，建設機械も，自らが判断する自律化知能，WEB やコンピューターを通して他の機械や設備と対話する能力を持つようになってくるのだと思います。ICT をすべての基盤として，AI は，機械に「知能」を与える技術を生み出し，IoT は，機械に「対話能力」を与える技術を生み出し，AR や VR は，人間がモノや機械，情報と対話する能力を高めさせるものであります。自動化施工技術の開発は，この３つの能力向上の方向で進められていくと思います。

すなわち，「ビッグデータ」と「AI」を組みあわえることで，「機械の知能」を育て（アップし），IoT を通して，機械とセンサー，あるいは，機械同士で情報交換して，機械同士の「対話能力」を構築させ，CIM（BIM）を発展させ，WEB 内の時空間に，建設施工の全ての情報を構築し（WEB 内の時空間に施工現場のすべての状況を構築し），そこで構築された内容と人間の知能が対話できる技術を確立することが大事なのではないでしょうか。現在の AI は過去のデータからしか判断できないため，不測の事態への対応力は人間に大きく劣ります。最終的には人間が AI の判断と瞬時で対話する技術だと思います。

以上を踏まえると，人間の判断が大事ではあるが，一部では主役の交代であります。知能と対話能力を持った機械は，人（ヒト）とほぼ同じと考えられる。すなわち，今後の自動化技術は，施工の主役が「人間」から「機械」に変わるということになります。それに伴い，機械の開発においては，最終的には，「人間の

オペレーターが操作しやすい様に」ではなく
「ロボット＝機械自体が施工しやすいように」という発想の転換が必要になると思います。

すなわち，人が操作しない「頭」を持った機械は，機械自身が最も効率的に働けるように「身体（機械の構造）」を変えてやることが必要だと考えます。この発想では，ブルドーザーやバックホーの姿（形）も大きく変わる可能性があると思います。例えば，バックホーのバケットは，２つ以上あっても良いのではないか。

このように，建設機械の技術は，「身体」の時代から約 20 年前に「頭」の革新の時代へと徐々に移行してきました。そして，これからは，「身体」と「頭」と並行した革新が進められる時代に突入したと言えると思います。あと，20 年後に，施工機械がどの様な「身体」と「頭」を持っているのか，とても楽しみにしています。

真下　AI の活用がいくら進んでも，土木には最後は人間の判断を必要とすることが残るということですね。

小原　やはり人間が大事だと思います。これからの土木エンジニアは，本当の土木の工事の本質というのか，そこを見極める能力を高めていかなければいけないような気がします。私たちの若い時は，測量を行い，その結果を図面に描いて，コンターを回して掘削数量他を算出することが仕事でしたが，今は，全てを機械がやってしまう。即ち，ドローンで測量を行い，その結果をコンピューターで図面化し数量計算まで行ってしまう。

しかし，実際の施工にあたっては，地質があって，山を切っていけばみんな違うわけです。トンネルの施工に関しても，一つ一つの現場の地質が違っています。要するに自然を相手にするわけだから，それが土木の難しいところで，いつかは AI，IoT によって置き換わられるかも知れませんが，まだまだ AI では判断できないところが多々あると思うし，人間の判断が必要なところだと思います。

真下　建設機械の自動化は益々進んでいくことになるのでしょうけれども，自動化を進める上で何か障害はあるのでしょうか。

小原　多分，機械が，機械同士や IoT センサー，コンピューターと密接に対話していくと，そこには，対話の際の「言語障害」が出てきます。現状では，多くの機械において，それぞれの制御ソフトは，公開されていません。このため，データ連動，データ連携が不可能な場合が多いのです。当社が開発している建設資材の自動搬送機においても，垂直搬送の自動化にはエレベーターとの連携が必要ですが，エレベーターの制御ソフトの公開やデータ連携に理解を示す企業は少ない。搬送機とエレベーターの間に言語障害があります。建設関連機械・機器のデータ連携が可能になれば，施工自動化システムは飛躍的に技術革新が進むと思います。このような，データ連携を進めていくこと，連携推進のプラットフォームになれるのは，JCMA さんしかいないと思います。そういう意味から JCMA さんの役割は非常に大きいと思います。ぜひ，積極的に対応をお願いいたします。

真下　建設業は，これまで社会インフラの整備，維持管理，最近では国土強靱化と色々な役割を果たしてきていますが，今後，建設業はどのような役割を担っていくべきでしょうか。

小原　近年の異常気象をみていても，過去とは比べ物にならない程の規模の災害をもたらしています。更に，その災害も過去のハザードマップを超えた領域にまで広がっています。更に，巨大地震の可能性も高まっています。これらの事柄からも，防災・減災において，建設業は，「いかに早く，いかに高い生産性で設備や施設を創るか」という国民の期待に応えなければならないと感じています。更に，防災・減災に加え，災害復旧があります。我が国の建設業の災害復旧力の高さは，東日本大災害の復旧の例を見ても世界に誇れるものだと自負しています。又，復旧災害において二次災害を起こさないためにも機械の自動化技術は，生産性向上だけではなく，災害時の安全施工の大きな目的にもなると思います。

最近，防災力･減災力の向上には，建設業界も計画･設計力と維持管理力が求められています。ECI 方式や設計施工一体型の発注が増えていくなかで，建設会社は，計画・設計力の向上が必須課題です。「巨大災害のシミュレーション技術」や「構造の靭性評価技術」などは勿論ですが，いま最も必要な技術は，「ICT，IoT を活用した情報インフラの計画技術」です。情報

インフラ技術とは，災害の発生を予測して，適切な対応を地域住民に伝達し，様々な構造物の被害状況や安全性を即時評価できるといってシステムです。これは，構造物の施設の設計段階から組み込んでおく必要があると考えています。

近年，建設業の扱うインフラには，構造物だけではなく「情報インフラ」なども含まれるようになっています。この情報インフラを構築する際には，維持管理をいかに効率化するという視点も欠かせません。そのためにも，橋梁や道路，鉄道や管路などの計画・設計時に，災害・維持管理の両面から，どういったICT，IoTシステムを導入するのか，そのシステムをどのネットワークとつなげて都市機能の一部として運用管理するのか，スタンドアロンの機能に落ち込まないためにも，自治体や発注者などと共に十分検討しておく必要があると思います。構造物を建設してから，後付けで情報システムを組み込むことは，初期投資・運用コスト両面で非常に非効率であります。

このように，建設業が担う領域は拡大していくと考えています。又，建設業は，少子高齢化，都市集中，財政再建などの社会や地域の課題解決にも貢献できると考えています。そこで，弊社は「総合インフラサービス企業」をめざすことを中長期方針に掲げました。単に構造物の施工を請け負うだけでなく，総合的なインフラ（交通，医療，電気，上・下水道，農業等）を対象とし，企画から維持管理・運用までを担っていくことで，よい広い社会課題の解決に貢献していけると考えています。

もう一つ防災・減災において大切な視点は，地域の建設会社自体が地域のインフラであるという認識を社会全体が持つことです。地域のインフラを適切に保ち，維持管理・更新を行っていくのは，地域の建設会社であります。それが疲弊していくと，地域の防災力が低下するだけではなく，地域社会自体が活性を失い，疲弊・衰退していくことになります。

真下　建設業界では新3K，これに向けての取り組みも進んできていると思いますが，取り組み状況はいかがでしょうか。

小原　建設業の３Kについての現状は，まだまだ「きつい，汚い，危険」の３Kから完全には抜けきっていないと思いますが，徐々にではありますが改善されてきていると感じています。やはり，若い技能労働者を取り込むためにも，建設業界を挙げて，新３K「給与が良い，休暇が取れる，希望が持てる」を真剣に，かつ地道に取り組んでいる結果だと思っています。

弊社の例としては，協力会社の組織で前友会がありますが，その前友会に「女性部会」「青年部会」を設け，例えば，女性部会の女性技能労働者と弊社の建設小町が定期的に話し合いをもつようなコミュニケーションを図っています。又，前友会の中に「チームZ」というチームを作り前友会が若手をリクルートする際には，弊社の現場を優先的に提供したり，ポスターの作成，プロモーション･ビデオの作成に協力しています。

更に，建設業の環境が改善していること，建設業は魅力的な産業であることを社会に広く認知してもらわなくては意味がありません。弊社が企画している「ファンタジー営業部」は，この社会認知を進める活動として進めています。このファンタジー営業部が来春映画化されます。これから，若者が多用する通信手段，SNSなどを通して斬新な広報活動も必要と考えています。

ところで，新3Kは今の段階で，若者が建設会社従業員として雇われることを前提とした改善目標ですが，先ほどからお話しているように，ICT，IoTによって建設業が大きく変化してきた時，「起業ができる，子どもが憧れる，感動できる」という新新3Kになっても良いのではないでしょうか。

真下　先ほどのエポックメーキングの技術と重なるところもありますが，i-Constructionに対する取り組みについてはどのようにお考えでしょうか。

小原　先ほど述べている内容と重複しますが，建設業においては，先進技術により大きく進歩していく「AI」や「ロボティクス」，「システム工学」など，従来，建設産業が扱ってこなかった技術が，今後のコア技術の一角となってきます。ここでは，オープンイノベーションの実践が鍵となり，これを実践できる企業が生き残ると考えています。

又，自動化技術においては，AIの導入が急速に進展すると思われます。AIが判断して自律的に施工し

ていくことは，革命的に生産性を向上させるでしょう。しかし，現在の AI は過去のデータからしか判断できないため，不測の事態への対応力は人間に大きく劣ります。

又，データから判断までがブラックボックスとなることも多く，その判断が的確なのかを評価しなくてはなりません。要するに，人間が機械を使うのであり，AI は有能なサポーターであることを忘れてはいけません。建設技術者は，施工の内容と目的という本質を常に理解するとともに，サポーターである AI の能力と限界も理解しておく必要があります。

真下　最後に当協会への要望とか期待をお聞かせ下さい。

小原　先ほど，建設関連機械・機器のデータ連携の推進プラットフォームになることをお願いしましたが，その他に，現在，システム開発他には非常に費用がかかっています。しかし，その費用負担も，施工会社の生産性が向上するのでというような理由で負担費用の反映が無視されています。やはり，その費用は，機械や設備の基本価格に反映させるべきだと考えますので，そのあと押しを JCMA さんにしていただきたい。

真下　本日は貴重なお話をありがとうございました。

記念インタビュー

多様な現場に最適なノウハウを提供出来る建設機械レンタル業を目指して

外　村　圭　弘

渡辺　本日は，お時間を頂きありがとうございます。日本建設機械施工協会は設立以来 70 周年を迎えたところですが，はじめに，当協会との関わりなどについてお話をお聞かせください。

外村　私が承知している範囲では，40 年ぐらい前に以前の日本建設機械化協会が建設省（現，国交省）の要請によりリース･レンタル業部会の設置を検討され，アクティオ（昔の新電気）の小沼社長（現在会長），レンタルのニッケンの岸社長，当社の先代の社長の西尾をはじめ 12 社の賛同を得て発足し，初代の部会長が当社の西尾社長だったと言う話を聞いております。

昔の同業は，業界としての認識が薄く，コマーシャルベースでいろいろ競争していた中で共通の問題意識の共有化がほとんど無かったようです。ただ時代の流れで，建設省（現 国交省）や機械化協会とのお付き合いの中で，「レンタル業としての社会的地位を高めていかなければいけない」と各社の意識の機運が盛り上がってきて協会内にレンタル業部会が設置されたというのが経緯だと聞いています。当時から，今の主要なレンタル会社が入っていて，当社もいろんな支部で入らせていただいて，私はこちら本部で担当させてもらって，協会の中のレンタル業としての一つのプラットフォームの中でみんながフリーに議論していました。

当時の思い出としては，オフロード車の排ガス規制の関係で製造規制とか使用規制とかいろいろな論点がありました。建設機械についてはレンタル業が相当数を持っていたので，規制関係で「国交省の考え方としては使用規制にしようと思う，それでどうか」という諮問がレンタル業部会に来て，われわれが初めて国の政策の中で業として車両の問題に共通の問題意識を持って議論して，レンタル業部会として意見を出させていただいた。それが政策にある程度反映されてから，一挙に協会の中の部会としての役割が具体性を帯びてきました。

それまではみんなが集まりやすい場所というだけの位置付けだったのですが，それをきっかけに規制，制度などの共通の問題を協議するとか，行政に対して業界の問題を提言，質疑応答させてもらうという活動が始まったような気がします。それが 18 年前かと思います。ちょうど私がレンタル業部会の幹事長とか部会長をやらせていただいたときです。

今は，私が理事をお引き受けし，会員としてレンタル業部会，i-Construction 施工推進本部，シンポジウム実行委員会，情報化施工委員会などに参画させても

外村　圭弘（とのむら　よしひろ）
西尾レントオール㈱専務取締役（兼）東京支店長。昭和 53 年　西尾レントオール㈱入社。取締役，常務取締役，NISHIO RENT ALL（M）SDN. BHD マネージングディレクター，ニシオレントオール北海道㈱代表取締役を歴任し現在に至る。

西尾オリジナル商品「テラスター®」

らっています。特に i-Construction で相当距離感が縮まっていると感じています。

渡辺　近年，建機レンタル業は大変重要な役割を果たすように変わってきたと思いますが，その点についてお話をお伺いできればと思います。

外村　現状は言わずもがな，道路・土木用の汎用重機とかタワークレーンなど建設現場で活用される機材のレンタルの依存度は相当に上がっています。機械の種類によりさまざまですが，平均すると恐らく 6 割ぐらいにはなっているのではないかと思います。特に i-Construction で用いられる情報機器などはほとんどレンタルではないでしょうか。また，今までは汎用の重機とかが中心だったのですが，安全管理のシステムとか環境維持のシステム，ハードだけではなくてソフト面のレンタルの需要も出てきているところです。

タワークレーンのレンタル

われわれの役目は，レンタル業が機械を汎用機として持つということで稼働率を上げながら，現場ごとにカスタマイズして効率を上げていくことになろうかと思います。最近は情報化機器など多くなっていますが，施工各社が自ら保有して使うところまでいかない。まずレンタル業が保有して，現場が使いやすい環境をつくる，そういうものを供給していくというのが今の一般的なスタイルになっているのではないかと思います。

インタビュアー
渡辺　和弘（わたなべ　かずひろ）
当協会業務執行理事

過去には，ゼネコンも自社で機械を持って，自社の現場だけで稼働させていた。その稼働率を上げるためにどうしていくか。14 ～ 15 年前ですか，ゼネコンの機材センターもレンタルのほうに機能を移して，われわれが機械を供給していく。タワークレーンが最たるものです。経営の効率化という意味で，機械を寝かさないで調達を外部にアウトソーシングして効率化を図るといった大きな流れがありました。そのころからわれわれ自身も現場との距離感が縮まって，現場に関与する機会が多くなったような気がします。

渡辺　建設現場に，効率的に機材を提供していくという役割を担われた。それ自体が建設業の生産性向上に大いに貢献してこられたのではないかと思います。さらなる貢献については。

外村　昨今の働き方改革から始まって生産性向上とか，人手不足対策，高齢化対策になってくると，さらに現場は機械化ということになってくるわけです。その中で，われわれが日本にある機械を組み合わせてコーディネートして現場に提供するかとか，海外からそういった類の機械を調達して日本の現場にカスタマイズして提供するとか，当社はそういう方向でやっているところです。

もう一つは安全面とか環境面で，関連機器をレンタルしていこうというものです。安全にしても環境にしても現場ごとに特性があるものですから，個別に現場の特性を踏まえた機器を出さなければいけない。当社はもともと道路機械からレンタルが始まったものですから，先ずは道路の現場について，その次に建築・土木，そういった現場に安全面・環境面に貢献する機器を提供することが多くなってきました。

最近よく出ているのは，現場のそのときの風力，温

度，湿度，騒音などの計測装置を現場ごとに取り付けて記録する，当社の名称で「みまわり伝書鳩」と言うものです。

「みまわり伝書鳩」

周辺の住民への配慮から，あるゼネコンはそういった機器を各現場に取り入れてもらっています。夏場は作業員に対する熱中症対策としても役立つ。あとは風の対策。最近はタワークレーンの事故とか，気候変動もあって風を無視できない。クラウドの活用でいろんなデータをフィードバックしながら情報を提供するようにしています。

渡辺　国土強靱化ということが重要視されてきていますが，その中で，レンタル業がどのような役割，使命を果たしていくのかお話を聞かせていただければと思います。

外村　近年，豪雨災害とか東日本大震災もありましたが，レンタル会社は各地それぞれ現場に近いところに営業所，ヤードを持って，それぞれがネットワークを持っています。そのネットワークを活用し，何か起こったときに遠方から持ってくるのではなく，その場のヤードからの機材を提供できること。物を持っているだけではなく，物流，運送，メンテナンス，アタッチメントの提供などのノウハウの面からも状況に応じてフレキシブルに対応できるところがレンタル業の強み，役割かなと思います。

一社では全部がそろわない。レンタル業のメンバーが，例えばＡ社は道路機械，Ｂ社はポンプとか水処理の関係，Ｃ社は仮設のトイレとかハウス，Ｄ社は油圧ショベルを大量に持っている。みんながそういう中で災害が発生した時には力を合わせながらお互いに手を組み合わせて提供していくのが理想です。日本建設機械レンタル協会を中心としてそういう取り組みをやられています。自衛隊の方々にも，当社のテクノヤードで最先端の機械を見て乗っていただいて活用してもらっています。

テクノヤードについては，全国各地域で実際に現場のお客さんに乗っていただいて，ICT 重機や測量機器とかを運用してもらう勉強会を CPDS などのポイントも付けてやっています。

渡辺　人材の育成にも力を入れていただいているわけですね。

外村　そうですね。当社では毎年 20 人を超える数の社員をテクノヤードに集めて i-Construction の下地づくり，まず測量の勉強からさせて，今では全国で 200 人ぐらいが，どこの地域でも i-Construction の説明や支援の対応ができるようになっています。大手ゼネコンの場合は自分のところでいろいろやられていますので，特に地元の会社に，地元で気楽に i-Construction 関連機器をハードもソフトも見て実感してもらい，現場の施工に役立てもらいたいと考えています。

i-Construction は，国の政策というよりも，本来，現場の役に立たないといけないという意味で，現場の意見も聞きながら，もっと現場の足元の役に立てるように各地域レベルで意見交換もしながら，当社としての取り組みをブラッシュアップしていきたいと思っています。そうでないと継続しませんので。

渡辺　今後の技術開発やその体制，方向性などについてお話しいただければと思います。

外村　一つは現場のニーズに対応して当社のオリジナルの ICT 関係のシステムを開発しています。ブルドーザ排土板支援システムとか締固めレイヤー管理工法，地盤改良機誘導システム，杭打設ナビゲーションシステムなどです。さらには無人化施工システム，海洋土木向けシステムなどをもう少し掘り下げていこうとしています。特に，無人化施工は当社も情報化施工とともに雲仙普賢岳災害復旧のときからやっていますので，ここら辺を生産性向上の部分で応用ができないか。あとは電動化の機器について，いろんな現場の特性に

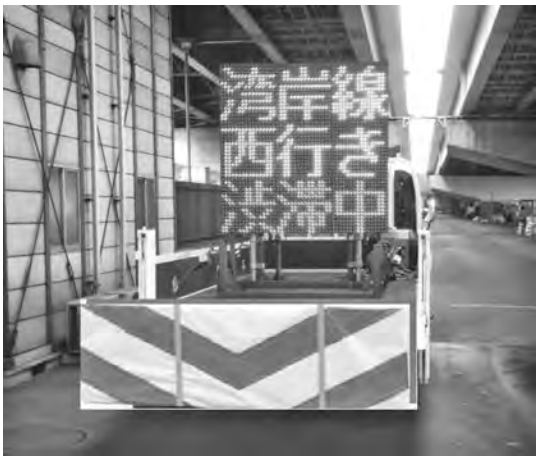
「CPDS Live セミナー」

マッチングさせながら提供していきたいと考えています。

開発体制についてはさまざまですが，ゼネコンとか大手道路建設業の要望に対して当社が保有している機械，市販されている機械をコーディネートして組み合わせて提供するというやり方もあります。当社では，これらの開発を，出来合いのもの，市販されているもの，保有しているものをどのように組み合わせてやれるか。さらに，クラウドを利用してより現場にマッチングさせる，今までのデータを活用しながら機械化施工に応用する，そういったことを目指しています。

安全施工面では，今までの警備員の役割を機械化できないかということで，「LIP」という LED による視認性の高い規制の表示装置，また RFID タグを用いて作業員を重機との接触から守る「ID ガードマン」や「ヒヤリハンター」という製品がありますが，そういった各種センサーで機械施工の安全性を高めていくといった取り組みをやっています。

今，建機メーカーはそれぞれ自分のところでインターフェースや情報化機器などを内製化，ビルトインしています。それはそれでいいのですが，今までの保有機械はどうするのかといった課題が残るので，われわれはそこに後付け，外付けできる機器や装置を開発していこうとしています。建機メーカーとは違った観点から，レンタル業では後付け，外付けできるというポリシーでやっていこうとしています。建機メーカーの ICT 建機は，ハードとソフトが系列化しているきらいがありますが，お客さんは，A 社の機械もあれば，B 社の機械もあれば，いろんなメーカーの機械を持っている。そこで異なるメーカーの機械との組み合わせであっても，ICT 施工が実現できるようにしたいと考えています。レンタルの営業面でお客さんとの密着度が高いので，お客さんのニーズをより細かに聞けます。



LED 情報パネル「LIP」

ICT 活用については，建設の分野はまだまだ遅れていると感じています。当社はたまたまイベント担当の部署と建設機械担当の部署の二つに大きく分かれているのですが，イベントの部署ではオリンピックやパラリンピックの仮設オーバーレイ工事に関して，映像技術をフル活用したパブリックビューイング装置の設営計画とかをやっています。そっちの部署の担当者に聞くと，クラウドにしても通信の 5G にしても何にしても最先端の技術をばんばん取り入れているわけです。ところが建設機械のほうはまだまだ力不足な感じもしています。

渡辺　今後ともレンタル業という強みを生かした取り組みに期待しています。ソリューションビジネスという面からの取り組みは。

外村　インフラ関係で今やっているのは点検・調査業務のソリューションで，例えば，iCloud を利用しながら，点検状況，点検記録という出来型を次の工程の補修に結び付けることができるようにデータ管理をクラウド上でおこなう。まだ構想の段階ですが，位置情報などのデータを橋梁点検車などのハード機械に載せて自律的に機械がそこに行くとか，そういったものができたらいいなと考えています。せっかくのデータをいかに現場で活用できるかということです。

過去には，市販されている機械をわれわれが買ってレンタルしてきただけですが，今では，その機械にいろいろ安全装置を付けたり，測量機器を付けたり，お客さんの要望に合わせてシステムとしてカスタマイズしながら提供していこうとしています。

また，ある業界でよく使われている機械が別の業界では知られていない，しかしその業界でも十分活用できる機械はあるわけです。業界横断的に機械の活用に関する情報の提供も行っているところです。

クラウド計測システム「クラウド 16」の接続イメージ

クラウド計測システム「クラウド 16PLUS」の接続および画面イメージ

渡辺　顧客に合わせて，既に市場にある機械に後付けでグレードアップする，その取り組み自体がソリューションビジネスの先駆者なのかなと思います。ほかに，目新しい取り組みがあれば教えてください。

外村　海外にも展開を図っています。一つの事例ですが，だいぶ前にタイで大洪水がありました。あのとき，当社はタイに事務所を置いていたので，発電機をタイに持ち込みました。当社の現地法人に交渉させて，災害対応のための持ち込みだから非関税として，その対策に使ってまた持って帰ってきました。現地法人があるからできたわけです。

災害は，特殊な例ですが，海外でのプロジェクトの実施に関しても，ゼネコン，専門工事業ともあまり現地で建機などを持たれていないようです。施工管理や技術管理面では日本から行かれますが，現地での機械供給面とかについてはわれわれレンタル業が多くを担っています。ワンウェイで日本である一定レベル使ってから海外に持っていくというやり方は時代遅れです。コスト面とかいろいろな国の制度を利用しながら，逆利用も考える。当社は最初にオーストラリアに機械を入れて日本に持ってきたり，ベトナムで入れて日本に持ってきたり，別に日本が一番最初でなくてもいいわけです。今，中古建機の市場は少なくなって，ミャンマーとかアフガニスタン，中東，アフリカぐらいです。海外もだんだん目が肥えてきて，多くの地域が新車市場になってきています。海外での機械の物流に関する実務面のノウハウを蓄えています。

当社はベトナム，タイ，マレーシア，シンガポール，オーストラリアに事務所を持っており，現地で JICA の ODA とかに関係する仕事にも関係しています。各国のエンジニアリング会社を始め民間企業とも接触しています。レンタル業界として今までの中古機械の処分地という位置付けだけの海外ではなく，海外工事の現場にもユーザーさんが手ぶらで行ってもらえるようにいろんな機械を供給できる体制づくりを目指していきたいと考えています。

渡辺　レンタル業の海外展開については認識を新たにしました。最後に，当協会への要望とか期待，業界としての今後の展開などについてお願いします。

外村　最初に述べさせてもらったように，現在当社は情報化施工委員会ほかのいろいろなところに出させてもらっていて，国交省やつくばの研究所などいろいろな方とのコミュニケーション，意見交換をさせていただいているので，かなり良好な関係にあると思っています。

先ほどもお話ししましたが，以前はわれわれレンタル業の意見が行政に通りにくい状況でしたが，今は i-Construction という取り組みもあって，かなりスムーズに政策面に反映してもらっていると思います。昔に比べレンタル業の社会的な地位は i-Construction の展開とともにかなり認知されてきています。今後は，より一層の知識のレベルアップ，機械にまつわる事故の

西尾の「海外ネットワーク」

防止とともに，コンプライアンスなどの制度的なものも業界に浸透させていかなければいけないと思います。

海外展開の面からは，現地の制度や条件に関する情報の集約が協会の部会で出来ないものか，そういったワーキングをつくれないものかなと思っています。

最後に，先ほどのソリューションの話しではないですが，地域ごと，現場ごとに抱えている課題はいろいろ内容が違うものですから，できるだけ当社の人間が相談に乗れるように，メニューを提供できるように教育しているところです。これからは，量より質を追い求めていきたい。社員各人の質を高めて，現場ごとにコンサルティングできるような人間を育てて，それが総じて会社の力になってくる。そういった会社を目指そうと考えています。

渡辺　本日は貴重なお話をありがとうございました。

寄 稿

ICT 技術が踏み出した一歩

（一社）日本建設機械施工協会 前会長 辻 靖三

（一社）日本建設機械施工協会が設立 70 周年を迎えましたことに，感慨を覚えます。

70 年前の日本は，戦後の荒廃した国土で先行き不透明な状況の中で，国民の生活の基盤を整備するのが最優先であり，当時の土木界に課せられた使命であったでしょう。災害防止事業，水資源・交通・食料基盤・生活基盤等あらゆる事業の整備が眞に国策であり，建設界は官民一体となって，建設機械を中心とした効果的で生産的な技術を現場に駆使する体制を創りだすことにしました。建設機械の開発，現場での建設機械の運用・マネジメント，発注者側での機械化施工の仕様・マネジメントと，建設事業での効果的で生産的な方法を展開していく仕組みの一つとして，当協会が官民一体の機関として誕生したのでした。

爾来，国も全国総合整備計画をもとに国土整備が飛躍的に進展し，昭和 40 年代には先進国の仲間入りをしました。筆者は戦時中生まれで，学生時代ではその進展具合を生活感として受け，国土整備にたずさわることを選択し，行政側から建設界の一員に入りました。計画，調査，地元協議，工事施工，施設管理と一連の業務，北海道から沖縄までの部署での半世紀の体験をしました。その過程では，建設事業には膨大な人々が従事し，その方々の成果が国土となり，人々が人生を過ごす場となっていて，自らもその中で享受しています。

この半世紀の間には世界，日本とも隔絶的に変わり，更に今後も変化が続くでしょう。これまで従事してきた体験では追いつかないほどの変わり様です。建設界も事業の質量とも半世紀前とは隔世の感がします。その建設技術も様々な厳しい条件下でも確実に安全に実施出来る技術も開発され実現してきています。しかし，よく見てみると，建設界もそれぞれの部門毎では，進化してきているのだが，実は，建設のプロセスの枠組みは半世紀前とそう変わってきていないのではないか，今後の変化に対応していけるのかと，懸念しています。

建設界では企画，計画調査，建設現場，建設関連事業，施設管理運営と各段階があります。それぞれが今までの状況を何とか対応してきているが，世の中の状況の今後の更なる変化に対応できるのか，どこかが対応しきれなくなると，全体に影響が生ずるのではないかとも懸念されます。建設事業は公共事業と民間事業がありますが，特に建設界のリード役である公共事業の担い手である国，地方の行政機関の対応が大きな課題であると思います。

変化した最大のことは，人口の減少と高齢化です。若い世代が減り各産業で人手不足，担い手不足です。建設産業も 3K から，新 3K へとの活動が盛んですが厳しい状況です。筆者が懸念するのは公共事業側では，国も地方の職場も少数化・高齢化現象で，業務量とのアンバランスから，企画，調査計画，地元調整等，外部委託への偏重，若手への技術・ノウハウの移転不足をきたしているようで，継続的に人材の育つ環境が厳しい状況となってようです。それが新規志望者の減となり，行政側の各段階での担い手不足の傾向となっており，今後の大きな問題と顕在化するでしょう。

行政側の仕事は，建設プロセスの最上流の企画段階から運用段階の維持管理段階までに亘っており，仕事の場は国土であり，様々な住民で生活している場の中であるので，極めて広範囲であります。企画・計画調査側の弱体化は，新規の事業の構想，具現化のための調査計画，実現に際しての各種調整等と続く一連の仕事のできる人材の弱体となって新規事業の実現という建設事業の最上流の仕事に影響するものです。更に，実施段階では，まず地元との各種の協議調整，必要用地・環境影響の協議と交渉というストレスの多い業務を担当する人員確保，設計・工事段階での技術・工法の判断力ができる人員確保，管理段階では日常管理から経年管理，状況の判断力と対応する現場技術力のある人材の不足は，施設の機能不全を来たすことになります。

各段階において，事業の基になる資金量も制約条件

であり，ともすれば予算不足なのに不完全からの批判をうける場面も伴いやりがいが薄れる局面もある仕事場でもあります。

そのような現況に対し，これまでの行政側の体制，各段階での仕事の手順，外部機関との協働体制は半世紀前の状況下で出来ていたものの延長線上であるのではないか，現在，更に変わる今後の状況下では，対応不全段階になっているのではないかと思います。

一例として，行政側の仕事の構成も，現場情報のIOT 化で事務所・出張所の統合化し人員を集中配置化し，人材の養成・多気の仕事の習熟を図る事，複数年発注・各種仕事の包括発注による発注件数の減少，三陸復興事業に導入した PPP 方式の展開等，担当職員の行う仕事を軽減でき，技術の習得・伝承が続けられる職場に変えていくことが行政側の対応策の一つでもあると思います。当然，民間側にも大きな変更も伴うものなのですが，行政側が縮小していっては元も子もなくなるのですから，官民協働して新しい仕組みを創り出し，現在そして今後に向けて進んでいく時期に来ていると思います。

ICT 技術はその狙いが官民ともに人的生産性の改善が大きな目的になった技術であり，このような視点での新技術導入が図られた時に，筆者はこの協会にいて，これは小さな転機であるけれど，この先に続く大きな転機の必要性を痛感しました。80 周年の日本の建設界の人々が生き生きと活躍している光景を期待しています。

JCMA

これからの日本建設機械施工協会への期待

鉄建建設㈱　専務執行役員
（一社）日本建設機械施工協会　元専務理事　**松　隈　宣　明**

はじめに

21 世紀初頭，中央省庁の再編統合が実施された。省庁再編と相前後し郵政民営化が実施され，郵便貯金が主な原資であった財政投融資資金を事業予算の一部としていた特殊法人の改革へと繋がった。この時期に水資源開発公団で特殊法人改革を経験した。

その三年後，日本建設機械化協会に着任した。ここでも，法人改革に取り組むこととなった。公益法人改革である。時期はちょうど，公務員批判の真最中で，福利厚生のために整備された機器や用具が槍玉に上がり，規則上認められていた勤務時間内レクレーションさえも問題視された。そのしわ寄せは，国の監督下にある公益法人にも及び，正当な契約関係であったにもかかわらず，公益法人が国の調査業務等を受託することすら問題視された。

本稿では，協会創立 70 周年に当たって，10 年余り前に日本建設機械化協会で経験した事や考えたことを振り返り，今後，協会に期待することなどを少々述べてみたいと思う。

1．赴任当時の日本建設機械化協会の課題

平成 17 年夏に着任すると，すぐに「体力（剰余金）の残っているうちに協会の経営を立て直しなさい」と命じられた。協会の活動原資は，会費や試験事業費，出版事業費，官民からの受託費などが，その大宗を占めていた。これらに基づく協会活動の会計収支が赤字続きの時代であった。まず，当時の課題をいくつかピックアップしてみたい。

(1) 受託契約環境の悪化

当時公益法人は，行政の事務や事業を中立公正な立場で補完する役割も担わされていた。そのため，国は，高い守秘義務や営利企業間の公平性等から，一企業に任せることが難しいとされた調査研究に限って，受委

託契約の下，公益法人の協会に実施させていた。それを契約条件で義務を課せば，営利企業であっても守秘義務等公益性は守られるとされ，委託対象の拡大が図られた。協会と民間コンサルタントとがプロポーザルで競う時代に変わろうとしていた。これは協会経営を更に難しくする一因となった。

(2) 主務官庁から要求される課題

これ以外にも，主務官庁からいくつも難題を言ってきた。例えば，定款の定めがあるにもかかわらず，「理事の数を一定人数以下にしろ」「理事のうち官庁経験者の数を一定率以下にしろ」また，根拠も示さず，「年間活動資金の 30％を越える剰余金は，好ましくない。国へ寄付しろ」などである。

この剰余金は，収支が赤字と言う非常事態に陥った時に，安易に会員に迷惑をかけぬよう何年もかけ，経費を切り詰め，こつこつと貯めてきたものである。国からの受託金の一部などと言うものではなく，協会経営のやりくりによって生みだされたものである。

ただ，主務官庁も，「将来の使用計画が決まった基金は剰余金ではない」としていた。そこで，30％を越える剰余金を，今後の当協会の中心的業務に据えようと考えていた情報化施工の普及促進等のための基金として積み立てることとした。

(3) 協会内業務執行体制の改善と仕事量，人的資源の再配分

まず協会職員の処遇改善から始めた。曖昧だった給与体系を，できるだけ客観化し，頑張りに応じて処遇できる形への改善を図った。次に，本部，支部，研究所と別々に行われていた協会の経理の統合を試みた。また，組織内で偏りが見られていた人的資源と仕事量の適正な再配分も試みた。それと共に，外部委託していた業務を極力内生化し人的資源の豊富な部署に分担させ，協会全体の収支改善を図った。ただこれらは成否相半ばの状況であった。

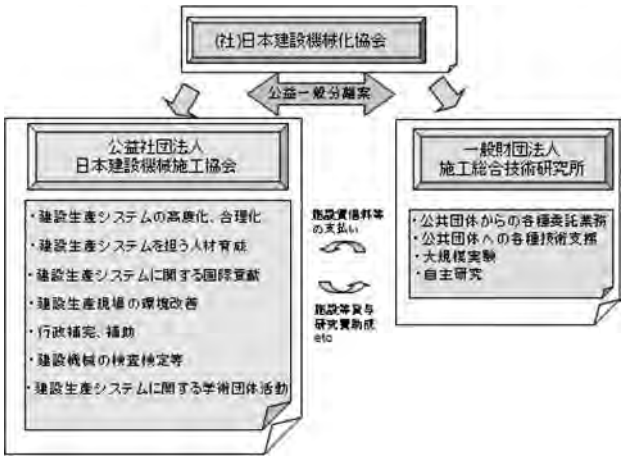
(4) 公益法人改革

最も大きな課題は，間近に迫っていた公益法人改革である。

終戦後まもなく建設工事の機械化を目的に設立された当協会も 50 年以上が経過していた。機械を用いない建設工事などありえない時代になっており，協会発足当時の目的や役割を見直すには，丁度いい機会であったのかもしれない。

公益法人改革に当たっては，主務官庁による公益法人改革説明会が開催された。その場で，ある担当官は，「公益社団法人となるより，一般社団法人として活動の自由度を広げた方が良いのではないか」と言った。しかし，以下の理由で，公益法人化を試みようとした。

公益社団法人にできれば，会費を負担する会員会社は，公益法人活動に参加することそのもので，会社経営上大切な CSR や ESG あるいは SDGs の目標達成活動に関わることになる。また，会費そのものも課税対象外となる。一方，協会自身も，これまでと同様，所有している公益財産を活用しての活動が保証されると共に固定資産税等の納税も免除される。逆に，公益法人となれなかった場合，所有財産はすべて，公益活動で計画的に費消する義務を負うし，これまで免除されていた税の負担も新たに生じる。富士市には，施工技術総合研究所と言う巨大な資産を抱えている。そのため新たな納税義務は，苦しい法人経営を更に圧迫する事が予想された。そのため，会長と相談し，公益社団法人と一般財団法人に分離することを考えた（**図―1** 参照）。しかし，一部の人をどうしても説得できず，この分離案は最終的には断念せざるを得なかった。後日，他の法人で，公益活動と収益活動を分離し，うまく活動されているのを見るたびに，悔やまれてならない。



図―1 当時考えた公益法人，一般法人分離案

2. 新規事業の掘り起こし

1. で述べた，協会に内在する課題の解決のためにまず考えたのは，協会活動の活性化である。その頃考えていたものを以下に二，三紹介する。

(1) 異業種合同部会

当協会が，国交省系の他の公益法人と異なる特徴は，

会員構成が，建設事業に関係した異業種の集合であると言う事である。そのため，協会は，業種ごとに製造業部会や建設業部会，レンタル業部会，商社部会などが，また活動目的ごとにも機械部会や施工部会，標準部会などが構成され，活動していた。

折角，異業種の人が会員として揃っている。これら異なる業種の人が一堂に会し，議論できる場を設置すべきと考え，『異業種合同部会』を新たに結成することとした。

以前より，「公共構造物を企画，構築する上での強みは，施工現場で起こっている問題を計画，設計にフィードバックできること。施設管理で気づく不具合や改善点も調査，計画，設計，施工にフィードバックできること」と考えてきた。

建設機械を用いた施工も同じである。建設機械施工の最前線で起こっている各種の問題や課題を速やかに川上にフィードバックし，改善，改良を加えることが，建設生産システムの合理化，効率化，ひいては生産性の向上のためにきわめて重要である。

しかし，多くの建設工事の場合，建設機械の所有者が必ずしも施工を請け負ったゼネコンとは限らない。むしろ，レンタル業の方々や専門工事業の方々の所有が圧倒的に多い。また，建機オペレータも多くの場合，ゼネコンの職員ではなく専門工事業等，協力業者の方々である。ここに『異業種合同部会』開催の意義がある。

また，建設現場の安全確保や情報化施工への取り組み等の課題についても，機械製造メーカやゼネコン，協力業者，建機オペレータなどで，それぞれその考え方や観点が異なる。その意味でも立場や業種の異なる方々が一堂に会し議論できる『異業種合同部会』には，大きな意義があった。

(2) 情報化（ICT）施工（以下「情報化施工」と言う）

これからの日本建設機械化協会が担うべき役割を考えたとき，進めるべき極めて重要な技術はICTを活用した施工技術だと考え，情報化施工の普及活用に力を入れることとした。この情報化施工については，後程詳述したい。

(3)『インスペクター業務』

情報化施工普及に取り組むに当たって考えたことは，情報化施工が普及，活用されるようになると，施工履歴（トレーサビリティ）が残せるようになる。トレーサビリティが取れれば，本当の意味での責任施工が可能になる。その延長線上には『性能発注』がある。それには，品質や出来型を含め，適正な施工であることの第三者の証明が必要になる。『インスペクター業務』である。これを新たな協会の業務にできないかと考えた。残念ながら構想止まりに終わっている。現在，ビッグデータ解析やAIの活用が大きく展開され始めた。これらも加え，今一度その必要性の検討を試みてはいかがだろうか。

(4) 学術団体活動の活発化と建設機械関係データベースの構築

建設機械施工協会は学術団体（正確には『日本学術会議協力学術研究団体』）としての活動が認知されている。また，JCMASという協会独自の規格を持っている。更にわが国建設機械部門ISOの国際窓口でもある。

協会へ赴任した当初，「会員会社やその社員の人たちの活躍の場を広げる上で，もっと学術団体としての活動を活発化できないか。可能なら『建設機械施工学会』を作ってはどうか」と課題を与えられた。そこで，まず建設機械関係データを整理し残すべくデータベース構築基金を設置した。併せて，各支部の支部長の多くに大学の先生に就任いただいた。また，協会機関紙も査読，論文審査の規定を満たせば，学術論文集にそのまま活用できることも分かり，体制を整備し学術誌として位置づけた。これらを進めながら，「建設機械施工学会（仮称）」設立の議論をしようと考えた。しかし，残念ながら私の在任期間中には，学会設立の具体的議論にまで持ち込むことはできなかった。これが実現できれば，建設機械施工に携わる人たちの論文発表の場など，その活躍の場が更に広がり，その意義は大きいと思う。

これらが，当時の環境下で協会活動の活性化案として考えていたことの一部である。

3. 情報化施工への取り組みについて

ここで，当時，将来の日本建設機械化協会の新事業として位置づけたいと考えた情報化施工について少し触れておきたい。

周知のごとく，情報化（ICT）施工建設機械（以下「ICT建機」と言う）に関わる技術は，わが国で生まれた。

国土交通省（旧建設省）では，早くから建設機械のロボット化や無人化施工が試みられてきた。その開発アプローチには二つの視点があったと思う。一つは，火山災害や砂防，地すべり災害対策のように危険なエ

リア内に人命を曝さないで工事を行うという視点。いま一つは，自動車等の製造現場で普及していた溶接ロボットやNC旋盤，組み立てロボットなどのように，建設機械をコンピュータ制御することで生産性の向上を図るという視点である。

表―1は，国土交通省（旧建設省）が，実施してきた主な無人化施工，情報化施工の取り組みをピックアップしたものである。

表―1　国土交通省（旧建設省）の無人化施工等の開発経緯

1.	1969年　富山県常願寺川での無線遠隔操作水中ブルドーザー
2.	1981年～1985年　エレクトロニクス総プロ
3.	1983年　北陸地方建設局立山砂防工事事務所遠隔操作バックフォー
4.	1985年～1987年　宮が瀬ダムのRCD締め固め機械の自動化
5.	1990年～1993年「建設業における施工合理化技術の開発」総プロ
6.	1991年　雲仙普賢岳大火砕流事故契機に無人化施工の開発
7.	1994年『第11回国際建設ロボットシンポジウム』でICT施工発表
8.	1998年　有珠山噴火における無人化施工
9.	2008年　国交省情報化施工推進戦略公表
10.	2012年　国土交通省のCIM試行プロジェクト開始
11.	2015年　建設生産性向上策の一つとしてi-Constraction推進公表

このうち，将来の協会の取り組みの中心に位置づけたいと考えたのが，5番目の『建設業における施工合理化技術の開発』総合技術開発プロジェクト（以下「総プロ」と言う）で開発された情報化施工技術である。現在普及しているマシンガイダンス建設機械やマシンコントロール建設機械等の原点となった技術である。

この総プロの研究分野の一つ『舗装における施工合理化技術の研究』で，数値制御で建設機械を動かす試みとして『3次元位置自動制御型アスファルトフィニッシャ』が開発された。この研究は，土木研究所舗装研究室を核に，道路舗装業者，建機メーカ，測器メーカ等の共同研究で成し遂げられた。その成果を翌年フランスで開催された『第11回国際建設ロボットシンポジウム』で発表し，世界の建機関係者の間に大センセーショナルを巻き起こした。このときの位置制御にはトータルステーション（TS）が使われていたが，TSで可能ならGPSでも可能であるということで，一挙にGPS等衛星電波の活用に広がっていった。その結果，欧米で急速に普及拡大し，今では日本よりはるかに進んでいる。

建設工事のマネジメントにおいては，品質（Q），コスト（C），工期（D），安全（S），環境（E）のバランスをいかに図るかが重要視される。これらQCDSEは，一般的に二律背反の関係にあるが，情報化施工では，これらを同時にプラスの方向に持って行くことが可能である。また，従来Aを施工した後Bを実施し，Bを実施した後Cを実施するというように直列の関係にあった施工手順を，Aを施工しながら構築中の構造物の品質（B）や出来型の状況（C）を同時並行的に確認し，修正しながら構築する事も可能になる。いわゆるコンカレント技術と言われるもので，建設生産性を飛躍的に向上させることができる技術である。

10年程前，本格的にこの技術を普及させるべく，施工技術総合研究所に，体験用のICT建機を導入し，会員ばかりか官民を問わず多くの方々が，ICT建機に触れ，情報化施工を実地に学ぶことが出来る研修の場を設けた。併せて，そのための基金を設立した。

また，既に情報化施工の導入が積極的に行われていたダム建設事業現場に，技術委員会を設置し，官民で一緒に情報化施工を研究する場も作った。更に，各地の協会支部ごとで，情報化施工の研修会や講習会を実施した。

当協会が情報化施工普及に取り組むに当たって幸いしたのは，国土交通省から優秀な若手の機械技術者が出向して来ていた事，ICT施工総プロで研究開発に直接携わった道路舗装会社の第一線の技術者に参画戴いた事，理論的バックボーンとして立命館大学の教授にアドバイス戴いた事，また，建機メーカや測器メーカ，レンタル業，マスコミの方々の積極的参加があった事等である。また国土交通省の当時の技術審議官や治水課長という良き理解者にも助けられた。それでも，なかなか思ったほどのスピードで普及して行かなかった。その原因は，大きく言って二点あった。

一つは，一部の人を除き，官側に何が何でも情報化施工技術を普及させようと言う意欲が乏しかった事である。言葉を変えれば，官側に，この技術を発注者としてどう使うかの当事者意識が薄く消極的であった。情報化施工の優れた点を説明に行くと，度々「施工業者が儲かる技術だろう。施工業者がやればいいじゃないか」とか「いくら安くなるのか。工期短縮できるのか。発注額が下げられるのか」などの言葉は返ってきても「施工管理や品質管理の合理化，工事の安全確保，官のマンパワー不足への対応などに，情報化施工技術はどのように使えるのか」とか，「建設工事の生産性を上げるためには，情報化施工で何をやらなければならないのか」などの言葉を聞くことはほとんど無かった。挙句の果て「新技術を持ち込まれても，高齢化した工事監督現場には対応出来る人が少ない」と言う言葉をしばしば聴かされた。

いま一つは，多くの民間業者にとって「情報化施工は大きなメリットになる」と実感できる環境に乏しかったことである。一部の官の人たちには，「民間の人は情報化施工の知識が乏しい。強制的に情報化施工を実施させなければ普及できない」と言う考えがあっ

た。我々は「工事の発注に当たっては，何が何でも情報化施工で実施と言う必要は無い。従来工法でも，情報化施工でも，どちらで実施しても良いという発注の仕方でよい。ただ，各種管理基準を情報化施工にあったものに変更して，情報化施工でやれば，施工管理や品質管理，出来型管理，その報告や確認は，得られる電子データ等を駆使し，簡素化や合理化が出来，従来工法に比べはるかに楽でメリットが大きい。それを示してもらえれば，それだけで普及できる」と御願いした。

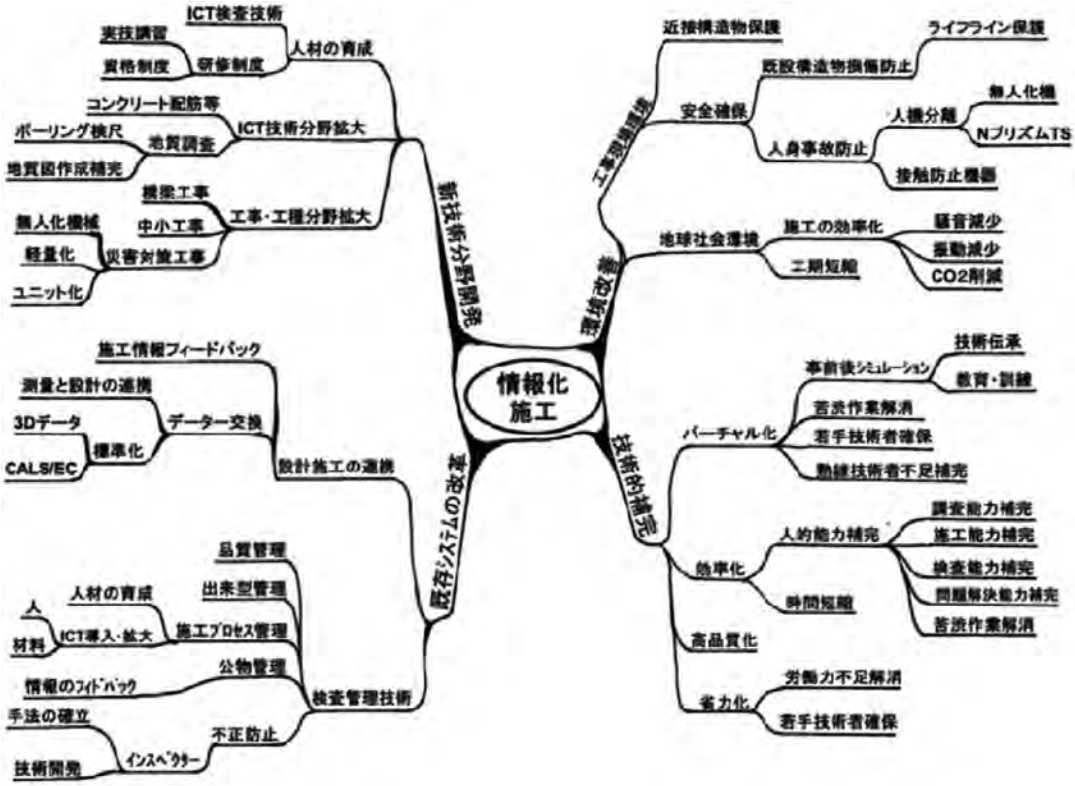
既にスーパーゼネコンの中には，電力会社の揚水発電所のアスファルトフェーシング工事で，情報化施工の際立った有用性に気づき，それ以降受注したダム工事の現場には，全て情報化施工を投入するというところもあった。他のスーパーゼネコンでも，程度の差こそあれ同様の取り組みを始めていたし，道路舗装会社も各種舗装工事で情報化施工を実践していた。空港工事などは既に情報化施工なくしては立ち行かない所まで来ていた。民側では，情報化施工に適した管理，監督基準に変更しさえすれば，利潤を上げる上でも，施工管理や品質管理上も，また発注者への各種報告も，従来工法に比しはるかに楽で，有利になると気づいていた。その環境さえ整えば一挙に普及する状況にあったのである。

当時，ある建機メーカの社長さんから「当社では，日本での生産は，従来の建機を標準タイプとしているが，米国ではICT建機を標準タイプとしている。優れた機械でも，2割程度しか価格は高くないのだが，日本ではなかなか買ってもらえない」とお聞きした。後日，その社長さんに「国土交通省とも連携して，情報化施工の普及に取り組みますよ」と言うと，「あなた方は，ICT建機で施工しても，結局，出来型確認のためにもう一度測量機器で測量しなおすのでしょう。ICT建機では，三次元で位置決めが出きますよ。米国のある地域では，情報化施工機械の位置情報で出来型確認を認めています。やるならそこまでやらなければ」と言われた。

ICT施工普及活動に当たって，まず情報化施工で何がやれるか，何をやるべきかを再整理した（**図―2**参照）。

次に①技術活用部会，②教育・普及部会，③ICT施工にあった基準検討部会の三部会を作ってもらった。このうち，③の部会は，国交省の担当課長が自ら部会長として熱心に議論して戴いた。ただ，残念なことに，課長が交代するにつれ，その活動はいつの間にか立ち消えになった。

従来の各種基準，規定が，現在の社会インフラの品質や安全性，災害に対する耐久性等を，あるレベルで保障していることを否定するものではない。しかし，例えば，曲線の坂道でカントのついた路面の連続性は



図―2　情報化施工の可能性の抽出MM図

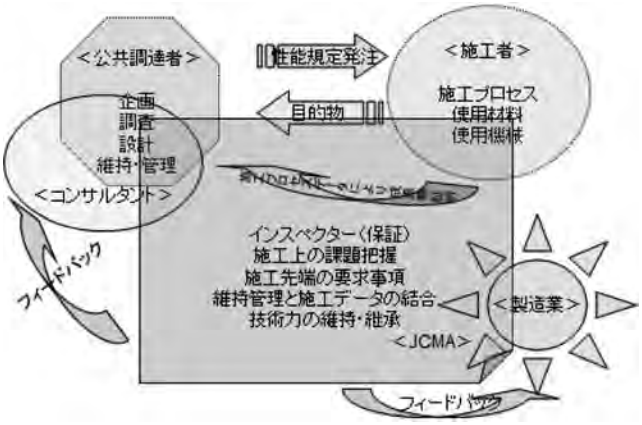
従来施工よりはるかに高い精度で担保できる。つまり，情報化施工を活用することで，これまで『点』や『線』でしか管理できなかったものが『三次元』あるいは時間軸まで含めた『四次元』で管理出来るようになる。従来施工法では出来なかったことが情報化施工では出来ることを考えれば管理基準や規定ももっと合理的に変えるべきではないだろうか。難しい問題ではあるが，それが出来れば情報化施工の有利性は大幅に更新できる。

これら情報化施工普及の延長線上に，建設生産性向上，i-Construction 施策の実施が始まった。i-Construction 施策が実施され始め，考え方も大分変わっては来たが，未だ情報化施工の能力を生かす規格や基準へ変わったとは思えない。この変更こそ工事発注者に最も善処願いたい点の一つである。

おわりに

「あの時こうしておけばよかったのに」「ああしておけば，こんな苦労をしなくて済んだのに」という言葉を，しばしば耳にする。しかし，各種の制度設計や新規計画の立案は，その場その場，その時その時の条件の中で実施される。現状で，それに不満なり，同意できない点があるなら，今の当事者が，今の条件の下で良き方向に改善するしか解決策は無い。そのときに忘れてはならないのは，『鳥の目』，『虫の目』，そして『魚の目』で見て考え，その解決策が，真に社会のため，会員のためになるかという視点を持つことである。

これからの社会を考えるとき，今の地球気候変動の実態を見る限り，当分の間は大規模自然災害が頻発する状況は続くであろう。また，突入した超高齢化時代



図―３ 建設施工システムの将来像と JCMA

では，生産年齢人口の不足する時代も当分続くと考えられる。公共事業も，新規建設の時代から維持補修にウェイトが移る時代，公共施設の長寿命化，既存施設を大切に使う時代へと重点が移るであろう。そういう時代に，当協会が社会貢献を果たすために，己が持つ貴重な特性をいかに生かし，どのような役割を担うのか，いろんな『目』で見て，考えなければならない。

建設機械施工学会の設立もいいだろう。公共調達者など調査計画立案者と施工業者，施工機械製造者，流通に関わる人たちなどを繋ぐプラットフォーム（**図**―3 参照）としての役割を一層強化するのも一つである。そのために公益法人化が必要なら，今からでもそれをやればよい。それにより，建設施工環境の効率化や安全化，ひいては建設生産性の向上，施設の維持管理の合理化，長寿命化，さらには不足するマンパワーの補完など，その実現に努力戴きたい。併せて，国に対し大切な提言をどしどし行うなど，ますますその特性を生かし，頑張って頂くことを期待し筆を置きたい。

JCMA

名称の変遷への思い

村本建設㈱　専務執行役員，現　機関誌「建設機械施工」編集委員長
（一社）日本建設機械施工協会　前　業務執行理事，前　施工技術総合研究所長　**見　波　　潔**

はじめに

70 年という協会の長い歴史の中で，直近の 20 年の間の大きな出来事として組織の名称が変わったことが挙げられる。筆者がその全ての場面に遭遇したわけではないが，名称の変遷に関して個人的な思いを述べてみたい。

「社団法人」から「一般社団法人」へ

平成 10 年代から議論が始まったいわゆる「公益法人制度改革」において，平成 18 年 5 月に公益法人制度改革関連 3 法が成立し，それまでの社団法人は公益社団法人または一般社団法人のいずれかの道に進むことになった。「公益社団法人」となるためには公益目的事業を行うことが主たる目的である必要があり，受託業務の比率の高さや業務内容に鑑みて当協会は「一般社団法人」に移行することになり，平成 24 年 4 月に正式に移行した。一般社団法人は行政庁の一律的な監督を受けることなく自主的・自律的に運営されることから，これまで以上に建設機械施工の分野で協会が様々な役割を果たすことが可能な組織に生まれ変わったものと考えている。

一方，それまでの公益法人制度が抱えていた課題の一つとして，「公益性」を理由に税制上の優遇措置等を受けていたことなどが問題視され，移行時に保有している正味財産額に相当する金額を移行後に計画的に公益の目的のために支出することが義務付けられた。

当協会の正味財産のおよそ半分は静岡県富士市に所在する施工技術総合研究所の用地であり，昭和 39 年に研究所を設立した際に趣旨に賛同いただいた会員等からの寄付金で取得したものである。研究所用地のような試験研究に欠かせない資本まで公益目的で支出しなければならないのか，と個人的には釈然としないものがあったが，いずれにせよ研究所用地を金銭に替えて支出することはできないので，これに相当する分を別途捻出しなければならないことになった。以後，公益目的事業に毎年 2 億円を超える額を支出しつつ収益事業を行って協会を経営するという厳しい道を歩まざるを得なくなった。

一般社団法人への移行は，知恵と工夫次第で事業・活動の展望を大きく開く素地ができた一方で，会員や職員の皆様に協会経営上のご苦労をお掛けすることにもなった。これからの関係各位のご協力・ご支援と奮闘を期待している。

「日本建設機械化協会」から「日本建設機械施工協会」へ

終戦後間もない昭和 24 年 3 月，我が国の復興のためには建設の機械化が不可欠との認識から「建設機械化協議会」が設立された。【戦前，戦中から協議会設立までの建設機械の歴史は参考文献 1）に詳しいので参照されたい。】文献 1）によれば，協議会の名称は設立準備時の「建設機械協議会」に「化」を加えて「建設機械化協議会」とするのは，機械化運動のための「化」にこだわったため，とある。

その後，昭和 25 年 5 月には社団法人に改組して「社

創刊号（S24.7.1 発行）
タブロイド版　4 頁

No.652（H16.6）～
誌名変更「建設の施行企画」へ

No.760（H25.6）～
誌名変更

団法人　建設機械化協会」を設立し，昭和 27 年 4 月には「社団法人　日本建設機械化協会」と改称された。

平成 24 年 4 月に一般社団法人に移行する際に法人の名称をどうするかを関係者で協議した。歴史ある名称を維持することも考えられたが，移行を機会に新時代に相応しい名称を白紙から議論することにした。その過程で，設立当時にこだわったとされる「化」については，戦後の「機械化」の時代を経て建設のあらゆる場面で機械が使用されることから，「化」の時代ではないのではないかという意見が大勢を占めた。同時に，名称に入れるべきワードとして「日本」「建設機械」は欠かせないとされ，さらに今後の協会の活動領域を想定したときに「施工」「技術」「生産システム」「高度化」などのワードの組み合わせが検討された。結局，現在の名称案に落ち着き，総会で新定款とともに決議された。

協会が新たなステージに入って以降，建設機械施工の分野では「ICT の活用」「i-Construction」「生産性向上」といったキーワードで代表されるような動きが活発化し，現在に至っている。その底流にあるのは「建設生産システム全体をもっともっと高度化しよう」という関係者の思いであろう。その思いは協会の名称が変わっても 70 年の歴史の中で一貫しているとも言える。協会活動の重要性はますます増している。

「建設機械化研究所」から「施工技術総合研究所」へ

昭和 39 年 10 月に協会の付属機関として設立された「建設機械化研究所」は，構想段階では「建設機械性能試験所」という名称だった。しかしながら，性能試験に加えて，新機種の開発や新工法の研究も含めた幅広い活動を行うことを重要との考えから「建設機械化**研究所**」と命名された。

さらに，平成 14 年 11 月に「施工技術総合研究所」へと名称変更された。これは協会本体の名称変更の約 10 年前ということになる。当時から研究所の活動領域がかなり広がっており，例えば橋梁部材の耐久性に関する試験研究などは研究所の大きな柱となっていた。建設機械に直接関係するテーマのみならず，施工技術全般に活動領域を広げたいという思いが名称に表されている。そして何よりも重要なことは，将来の建設機械分野の技術を展望したとき，要素技術や周辺技術を組み合わせた技術の総合性が重要になるとの見識から「**総合**研究所」としたことである。

筆者は名称変更の経緯に直接関わっていないので，上述の内容は伝聞からの推測でしかないが，筆者の在籍当時，研究部の名称について議論があった。研究所では「研究第一部」がトンネル・地盤，「研究第二部」が橋梁，「研究第三部」が情報化施工，「研究第四部」が建設機械を担当していたが，それぞれの担当が外部にもわかるような名称にしてはどうかという議論だった。しかしながら，研究の基本スタンスの一つである「総合性」を考えたとき，対象物によって研究部の活動領域を規定するのはいかがなものか，という考えから現在もこの名称を継続している。これも研究所の「思い」の一つと言えよう。

「建設の機械化」「建設の施工企画」から「建設機械施工」へ

協会の機関誌は，昭和 24 年 7 月に「建設の機械化」として創刊され，平成 16 年 6 月の 652 号からは「建設の施工企画」と名称変更された。機関誌としての情報発信の領域を「機械化」にとどまらずに広く捉えようという意図があったものと推測される。協会の指導監督機関であった国土交通省内の組織も「建設機械課」から「施工企画課」に変わったことも影響していよう。

平成 25 年 6 月の 760 号からは「建設機械施工」となり，現在に至っている。機関誌は協会の顔とも言うべきものであり，協会の名称をそのまま使用することで，「建設機械及び建設施工に関する技術等の向上と普及を図り，もって国土の利用，開発及び保全並びに経済及び産業の発展に寄与する」という協会の目的に沿った機関誌を目指すこととなった。我が国には各種団体の機関誌や学会誌が数多くあるが，「建設機械施工」は機械と建築・土木の分野に跨る分野を専門的に扱う極めてユニークな機関誌である。

改めて言うまでもなく，協会は産学官民の様々な組織とそこに属する方々の活動で成り立っている。特筆すべきは，当協会は建設機械施工に関する我が国唯一の学術研究団体に指定[注)]されていることである。そこで学術論文も掲載することとし，査読付き論文の掲載を平成 25 年 10 月号の 764 号から開始し，建設機械施工分野の研究者に論文発表の機会を提供している。

機関誌は本号で 837 号となり，900 号，1000 号も遠い夢ではなくなってきている。毎月これだけの情報を書き溜めること自体に大きな意義があり，過去を振り返ることがあれば貴重なアーカイブとなるであろう。

現在，不肖，筆者が機関誌編集委員長を務めているが，最新の情報や読者の皆さんに役立つ情報をタイムリーに掲載することを心掛けている。また，有識者に大所高所からの論説をお願いしている他，会員各位からの情報発信の場としても活用していただいている。「建設機械施工」がこれからも皆様の役立つ機関誌であり続けるよう，関係各位のご支援・ご協力をお願いする次第である。

JCMA

《参考文献》
1）岡本直樹：機械化への道―建設機械化協会創設の経緯―，建設機械施工 Vol.68,No.10，pp22 ～ 27，2016 年 10 月

注）一般社団法人日本建設機械施工協会は日本学術会議会則第 34 条に基づく「協力学術研究団体」であり，「特許法第 30 条に基づく学術団体」の指定を受けている。

技術開発最前線

（一社）日本建設機械施工協会　施工技術総合研究所　非常勤顧問　**今　田　　徹**

発足 70 年を迎えられたこと真におめでとう御座います。私が初めてお世話になったのは 1960 年代の初めでトンネルの換気の問題に取り組んでいた時です。以来 50 年余になります。終戦からある程度の時間は経っていましたが復興の進捗は遅々たるもので，米国式の施工の機械化，近代化は戦後の復興に欠かせない大きな課題でした。各地建にモータープールが置かれていました。発注者が自分自身の問題として技術開発に取り組むのが普通の時代でした。建設会社も新しい技術を吸収するのに一生懸命でした。こういう中で協会は新しい技術の導入，普及という土木技術の最前線で大きな役割を果たしました。その後我が国は世界一流の技術を手に入れました。しかし，我が国では近年は人口減少の時代に入り，担い手不足を解消するとともに品質，生産性を高めるという観点から更なる土木技術の高度化が求められ，土木技術と機械，それに情報技術との関係は技術開発の最前線となっています。しかし，近年の技術開発の体制は大きく変わって来て

います。それは技術開発を誰が主導し，誰が費用を負担するかという問題です。

土木技術は社会の基盤を整備するための技術であり，人々の利便性，安全性に関わる基幹技術です。その利用者は主として公的な部門です。技術開発によって利益を得るのは公的な機関である発注者です。これはすなわち，国民ということになります。公は国民に代わって必要な技術を維持発展させる責任があります。また，多くの土木構造物は建設される地盤の条件や社会的条件に左右されます。個々に設計され，作られるもので，計画から建設，維持管理の段階までそれぞれのプロジェクトで固有のものです。先端的なプロジェクトでは建設そのものが技術開発であるといえるような場合もあるのではないかと思います。このようなプロジェクトでは必要とする技術を見極め，計画的に技術開発を進めることが必要です。これは発注者にしか出来ません。既存の技術を組み合わせるだけでは，たとえ可能であっても，合理的なものとはならず技術の進歩につながりません。

しかし，我が国でも近年，土木技術も一般物品のように民間から買ってくれれば良いとする考え方が出てきました。もちろん一般化した技術にはこういう考え方もあり得ると思います。しかし，これでは技術の発展を期待することは殆ど出来ないとともに新しい社会の要請に対応することも出来ない可能性があります。アメリカ東海岸のバージニア州にポーツマス，ハンプトンと呼ばれる都市があります。この付近は入り江が複雑に入り込んでおり，軍港があることなどから，1960年代に多くのトンネルが沈埋工法によって建設されました。近年の交通量の増加に対処するため，増設が行われることになりました。ハンプトンとポーツマスを結ぶミッドタウントンネルの増設計画は2000年代の初めに計画が進められましたが，沈埋工法が採用されました。昨年計画が決定されたハンプトンロードトンネル，ティンブルショールトンネルの増設計画ではシールド工法が採用されています。既設の沈埋トンネルの横に新たにトンネルを建設する技術は，東京港トンネルの一般部の建設と同じです。東京港トンネルの一般部のトンネルの建設に関する検討は長い時間を掛けて行われましたが，最終的にはシールド工法が採用され今年6月に全面開通しています。結果的にはアメリカでの決断は約10年以上遅れたといえそうです。問題意識を持って技術に取り組むことが重要であるのではないでしょうか。

土木技術の開発は，発注者と建設会社が共通の認識を持って進めることが重要です。公と民という概念が強調されると互いに接触を避ける傾向になり，必要な情報を得ることが出来ず，技術開発の出発点となる現状と方向の認識を難しくしてしまいます。これは大きな問題で技術開発環境を厳しいものにしています。

このような中で，日本建設機械施工協会は70年の伝統と研究所（施工技術総合研究所）を持つ社団法人です。研究所は多くの試験設備を有し，頭の中での研究のみではなく，実際に検証する実験，試験が行われています。技術を肌で感じることの出来る技術開発の専門集団です。協会の会員から得られる情報も貴重です。

現在の閉塞感のある技術開発を取り巻く環境の中で，協会は技術開発の最前線として日本の土木技術の研究発展に貢献されることを心より願います。

JCMA

協会活動の思い出と今後への期待

コベルコ建機㈱　OB　**小　林　真　人**

令和の始まった年に協会創立 70 周年を迎えられたことについて，これまで協会の運営にご尽力いただいた多数の関係者の方々に敬意を表するとともにお喜び申し上げます。

さて，私は平成時代後半の 10 数年にわたって運営幹事会，機械部会，製造業部会，標準部会，シンポジウム実行委員会，日本建設機械要覧の総論章の執筆等，多岐にわたって協会活動に携わってきました。この期間は，オフロード法への対応等，建設機械メーカにとって大きな課題が山積しており，建設機械メーカの委員のみならず様々の関係者の皆様のご協力を得てそれらの課題に取り組めたことを心より感謝いたします。なかでも強く思い出に残っている活動のひとつが，JCMAS H 020「土工機械―エネルギー消費量試験方法―油圧ショベル」の 2010 年版改定作業への参画です。かつて，油圧ショベルをはじめとする建設機械の燃費に関しては統一的な測定標準がなく，各メーカがそれぞれ独自の方法で燃費を計測していました。そのため，機械を使用するユーザにとっても機械を開発するメーカにとっても燃費を客観的に比較評価する共通の尺度がなかったと言えます。そのようななか，本協会では長年にわたり建設機械の燃費測定標準の策定作業を精力的に行い，現時点では油圧ショベル，ホイールローダ，ブルドーザならびにホイールクレーンの 4 機種について JCMAS が制定されています。JCMAS H 020 の 2010 年版では，内燃機関を動力とする標準型の機械に加え，ハイブリッドタイプや電動タイプなどに対応した「エネルギー消費量試験方法」へと大幅な改定が行われました。これにより，2010 年当時の主要建設機械の燃費を測定することが可能となり，国交省は 2006 年オフロード法適合機（標準型）の JCMAS 燃費をもとに 2020 年燃費基準を定めるとともに，低炭素型建設機械，燃費基準達成建設機械の認定が順次開始されました。その後実施された国による省エネ型建設機械の各種普及促進事業では，低炭素型建設機械の認定あるいは 2020 年燃費基準達成が補助対象機種の要件の一つとなり，ICT 建機を含む省エネ型建設機械の開発や普及を力強く促進することになったと思います。建設機械の燃費測定標準と燃費基準を定めているのは現時点でも我が国だけであり，当時の活動が如何に画期的なものであったかがおわかりいただけると思います。今後，省エネ型建設機械のより一層の普及により，国内のみならず世界中の建設施工現場での CO_2 削減に大きく寄与することを願っております。

また，本協会での活動を通して感じたこととして産官学の関係者の方々の連携の重要性が挙げられます。2006 年，2011 年ならびに 2014 年オフロード法への対応では，機械部会の原動機技術委員会や製造業部会が原動機メーカと建設機械メーカ間での情報共有や意見集約を行い，日本建設機械工業会と連携して関係省庁との折衝に当たるなどして，環境性能に優れた機械を遅滞なく市場に供給することを実現してきました。燃費測定標準の策定に関しては，機械部会の機種別技術委員会を活動主体として燃費測定に関する専門家を交えた検討 WG で JCMAS 案を練り上げ，標準部会の審議を経て JCMAS として制定されました。本 JCMAS では規格本体に加え「解説」の部分で制定・改定の趣旨や制定上の経緯・課題についても詳しく説明されており，JCMAS 制定に関わられた当時の委員の方々のご苦労が偲ばれます。建設施工現場での安全性に関しては，建設業部会から機械部会・製造業部会に対して有益な情報提供と提言が行われるなど，建設機械メーカと建設機械のユーザがともに会員である本協会の特長が最も活かされる課題であると感じました。

思い出は尽きませんが，i-Construction の一層の推進や建設機械施工の安全性の向上についても本協会がこれまで以上に積極的に取り組まれ，グローバルに展開可能な成果をあげられることを祈念して筆を置きます。長年ありがとうございました。

JCMA

そもそも70周年

住友建機㈱ 技術本部 技術管理部 石 倉 武 久

この度，創立70周年を迎えられましたことを心よりお慶び申し上げますとともに今後の貴協会の益々のご発展をお祈り申し上げます。

また今年の6月12日に開催されました70周年記念式典に奇しくも会社代表代理として参加し表彰頂きました上に，今回本執筆の依頼を頂いたことを大変名誉に有難くそして感謝しております。

1. そもそも

住友建機としては，現在の親会社である住友重機械工業の1事業部であったころから協会に加入し昭和61年に住友建機として独立し現在に至っております。ただ建機事業としては昭和43年設立のため70周年？となり，よく調べると住友重機械の他の事業部が協会の設立当初から加入していたことがわかりました。そしてその後，建機事業部も加入し，住友建機となってからは住友重機械を継承した形で引き告いだため，協会の70周年記念を頂いたことがわかりました。

2. 私の関わり

そして肝心の私の関わりは，昭和61年に名古屋から東京に異動となり，その2年後の昭和63年に協会の委員会に参加していたことが紐解くとわかりました。委員会としては「軟弱地盤委員会」ですが，現在は無くなっていて，今ではその活動内容については，私自身の記憶も定かではありません。

3. 活動開始

そして，はっきりと記憶に残っている活動としては，竹中工務店の宮口委員長が平成10年に立ち上げられた「建築生産機械技術委員会」で，その内の「移動式クレーン分科会」に参加したことです。本委員会は「荷役機械技術委員会」と「建築工事用機械技術委員会」が合併し，委員会の立上げと同時に他の分科会「固定式クレーン分科会」「高所作業車分科会」と共に新たに設立されました。委員としては，各メーカの他，各ゼネコンの方，リース業者の方と多種多様の方々が参加され，委員長の尽力もあり，とても活発な活動をされた記憶があります。活動成果としては平成14年発刊の「移動式クレーン　プランニング百科」で，本冊子は，単に各機械の説明だけでなく，建築工法の簡単な説明も掲載し，施工現場の工事の流れに沿って具体的に解説したメーカ・施工側の両者の方が読んで理解しやすい内容となっています。

その他，現場見学で記憶に残っている所は「淡路島の北淡震災記念公園の野島断層保存ゾーン（H11）」，「さいたま新都心の関東地方整備局一号館の屋上ヘリポート（H12）」，「汐留日本テレビ本社中のスタジオ（H15）」など挙げればきりが無いくらい多種多彩な現場に連れて頂きました。通常，ダム等の公共事業の土木現場とは違い，我々が伺った現場は，ほとんどが建築現場であり見学者の対応に慣れておられなかったことを思うと，受け入れて頂いた担当の方も大変だったであろうと大変感謝しております。

4. 本格活動

私としては，本委員会では，初めに「移動式クレーン分科会」の分化会長を平成12年に拝命し，さきほどのプランニング百科の作成を途中から引き継いで発刊まで活動しました。本冊子に関わって頂いた方もメーカ：9社，ゼネコンの方：9社，リース業者の方：4社と活動期間は，3年を要し延べ人数で言えば，31名と大変な大所帯で活動していたことを記憶しております。

また，平成25年からは国土交通省の依頼により，油圧ショベル等で先に施行された「燃費基準達成建設機械認定制度」に新たに「ホイールクレーン（ラフテレーンクレーン）」を追加し「作業燃料消費量試験方

法（JCMASH023)」を策定しました。策定の初めは，本機械の燃費試験方法を検討し，それに基づき各社の実機を測定し本試験法案を施工技術総合研究所ともに策定しました。それと各クラス毎の「作業燃費基準値」を稼働機の実データを基に各作業の割合を推定して時間当たりの燃費基準値を設定しました。その後「地球温暖化分科会」で審議頂き，正式発行の運びとなりました。各社の実機での燃費測定時は，各社の試験場にお邪魔し，立ち会えたことでより本試験方法の認識が深まったことを記憶しております。

5. 新たな活動

平成 15 年よりは，本委員会の委員長を清水建設の方から引き継ぎ，現在に至っておりますが，委員会の活動としては，私の力不足により，最低限の活動となってしまい，前委員長の方々には大変申し訳なく思っております。また他の活動としては，「機関誌編集委員会」に平成 19 年から参加し，今に至っております。

6. その他の活動

上記の委員会活動の他に協会の直接的な活動ではありませんが協会から依頼を受けた事では，TV の特別番組に参画したことです。くわしい番組名はふせますが，建設機械のオペレータの方がその腕を競う内容で，建設機械は 3 種類あり，私はラフテレーンクレーンを担当しました。内容は「電流イライラ棒ゲーム」で，狭いコースに荷をつってコースの柵に荷が触れると減点（時間加算）されるタイムレースです。このコースと障害物を番組ディレクタと考え，試作コースでのテストと見直しを経て本番コースを完成させました。この企画から本番収録撮りまで関わり全期間としては 3 ヶ月くらいありました。本番は 3 日間で 1 日テストと 2 日間の本番撮りで 3 日目本番では，現場にタレントが来て実機の競技を実際に観ながら解説する内容でした。しかし，TV 上映を見てびっくり，放映されたのは 2 日目の本番撮りのみ，3 日目の本番は全カット。ただ，3 日目のタレントの出演部分と 2 日目の本番撮りを上手く編集し，あたかも同時進行しているかのように作成されていたことに大変感心しました。

最後に，こんなに長く協会の活動に参加できたことに感謝し，また沢山の方々にも助けて頂き続けて来れましたことをこの場をお借りして深くお礼を申しあげます。

JCMA

協会活動と建設業界での 40 年間の思い出

㈱安藤・間　建設本部　本部長付　舘　岡　潤　仁

一般社団法人　日本建設機械施工協会が協会加入各社の皆様と共に創立 70 周年を迎えることができ，心より喜ばしく思います。

昭和 24 年の創立となると，戦後の機械化施工の草分けと言われた電源開発：佐久間ダムの着工より 5 年早く，会社の先輩諸氏からは沖縄や横田の駐留米軍の基地整備で重機施工が行われていた頃のように聞きました。

私の入社は昭和 54 年ですから，協会創立から 30 年が過ぎ，発電用ダム建設の時代は峠を超え火力発電所や原子力発電所の建設が盛んになっていたころです。そして，さらに 40 年が過ぎた現在では，国土強靭化がインフラ整備の大きな柱になって来ています。

私の協会活動の最初の印象は，平成 16 年の「新潟県中越地震」の調査団での活動でした。多くの皆さんには平成 7 年の「阪神淡路大震災」が近年の震災記憶として残っていると思いますが，当時，私は海外工事に携わっており，帰国後に報道・通信社まで甚大な被

害を受けると海外には災害情報は殆ど伝わらなくなるものだなと感じた思いがあります。

この新潟県中越地震では，自社が「山古志村芋川河道閉塞」の緊急復旧に携わっていたこともあり，内陸地震での「山ごと滑る」様な地すべり被害の大きさに驚くと共に，河川の上・中流域での閉塞・決壊の危険性に気づかされました。自社の復旧工事では，機電部門は河道閉塞部の排水を受け持ちましたが，初期の頃は毎日の降雨量と水位変動を一喜一憂で見守る状況が続き，発電機・ポンプ・排水経路の確保が完了して排水が順調になるまで「越流・決壊」が頭から離れない日々が続きました。

震災は，その後も中越沖地震，岩手・宮城内陸地震，東日本大震災，熊本地震，北海道胆振東部地震と続きそれぞれの復旧・復興工事に携わってきました。

特に，東日本大震災に伴う放射性物質漏洩事故では試験除染時に現地調査に入り，信号機は普通に点灯しているのに街に歩く人の姿はまったく無く，時々白いタイベックスーツ姿の除染作業者が数人ずつ姿を見せるといった「核戦争後を題材とした映画の風景」を彷彿とさせる様相に衝撃を受けました。

これら以外にも台風や集中豪雨災害の復旧にも携わりましたが，今感じることは「自然の営み」は人間の考える時間スパンやスケールとは桁が違うということです。

一方，人の営みである建設工事においては，土木構造物の大型化は世界的に一段落している様に思えますが，建築の高さ競争はまさに最盛期です。20 世紀は1931 年のエンパイア・ステート・ビルの 381 m 以降，アメリカの超高層建築時代の観がありましたが，最終盤の 1998 年に私も工事に携わったペトロナスツインタワー（マレーシア）の竣工で 452 m となりました。約 70 年間で 70 m の成長でした。21 世紀にはいってからは中国とアラブ地域で首位争いが激化し，現在の世界一は ブルジュ　ハリファ（ドバイ）で 828 m，以下 600 m 級のビルが中国やサウジアラビアで並んでおり，わずか 20 年足らずで 376 m も背が伸び，さらに建設中ビルでは 1000 m を超える規模で工事が進んでいます。

私には現在 20 位となったペトロナスタワーでさえ多くのエレベータのために共用フロア面積が取られ，稼働フロア面積が少ない使い勝手があまり良くないビルに思えたのですが，天を目指した現代の「バベルの塔」の高さ競争に終息の気配はありません。

昔，映画で観たキングコングは完成したばかりのエンパイア・ステート・ビルに登っていました。次の映画では9.11 テロで倒壊したワールドトレードセンタービル（415 m）を制覇しました。今後，協会創立 80 周年までにキングコングは果たしてどこのビルに挑戦するのでしょうか？？　世界一を目指すなら次回は海外遠征することになりそうですが，1000 m を超すビルとなれば今までの 2 倍以上の高さになりますから，しっかり筋トレしておかないとキングコングといえども途中で息切れしてしまうかも知れませんが。

JCMA

日本建設機械施工協会での コレクティブ・インパクトの記憶

一般社団法人日本クレーン協会　技術普及部長　**坪　田　　章**

日本建設機械施工協会が創立 70 周年を迎えられましたことを心よりお慶び申し上げます。

私が貴協会で活動しましたのは，㈱竹中工務店機械電気部門担当として，1999 年から 2014 年頃までの 15 年間でした。今でも記憶に残っている三つの活動について紹介させていただき，創立 70 周年をお祝いする私の寄稿とさせていただきます。

一つ目は，現在も継続している「機電技術者意見交

換会」です。平成 30 年度で 22 回目となり，延べ 594 人の建設会社機電技術者が参加されてきています。私が関与した頃は,「若手機電技術者意見交換会」と称し，参加資格を入社 10 年目までの機電技術者としていました。しかしながら，当時も機電技術者の採用は難しく,「該当する人材がいなくなる。」，あるいは「日常の業務では接することのできない他社の考え方を知ることは有意義である。」, しかし「若手に限定した場合，入社したての人材にとっては，他社が良く見えてしまう。」などの批判を建設業部会各社より受けました。それを受けて今後どのように進めるべきかの分科会を設け, 喧々諤々な討議を行いました。その検討を経て，2002 年に「若手」を外し，2013 年から交流密度を深めるためにグループ編成を 2 本立てにするなどの工夫を行い，部会各社よりある程度の満足が得られるようになりました。

二つ目は，部会に積極的に参加する会社から，業界に役立つ部会活動の要求が強まりました。そこで，貴協会の特長である「建設機械に係る多様な分野の交流」を活かす活動として，国土交通省建設施工企画課（当時）との合同活動として，部会主催による「建設生産システムについての意見交換会」を 2007 年に 3 回開催しました。それぞれのテーマは「施工現場における機械・電気技術者の基本的職務と現状」,「建設機械・施工法等技術開発」及び「官と学と産の建設生産システムでの連携」でした。その結果，官と業の相互理解を深めることができ，建設生産システム高度化に対応できる機電技術者の資格制度や建設生産工学会(仮称)あるいは貴協会の学会的機能の強化などを提案しました。しかしながら，私の能力不足と立場などにより，これ以上の進展は見られませんでした。心残りなこととして記憶に残っています。

最後は，2011 年に最終報告書が発表された「コンクリートポンプ車総合改善委員会」です。

2002 年頃からブーム付きコンクリートポンプ車のブーム折損事故・災害が多発しました。部会では業界として何らかの総合的改善を行うことが喫緊の課題であると危機感を抱き, 本委員会の設置を要請しました。ちょうど, 2003, 04 年に厚生労働省より,「コンクリートポンプ車のブーム破損による労働災害の防止について」の通達が続けて発出されたタイミングでもありました。

委員会は，大学，厚生労働省，国土交通省，独立行政法人の研究機関，労働安全に係る諸団体，全国コンクリート圧送事業団体連合会，建設会社，及び製造会社により構成されました。

初期の議論は，建設会社，専門工事会社と製造会社がそれぞれの立場からの現状（人材・経営・取引）を主張することに終始し，問題の複雑さのみが見える化される状況でした。不毛な主張を繰り返している最中にも 3 件の事故が発生しました。しかしあきらめず，約 2 年間に 11 回の分科会を開催し，それぞれの主張を様々な視点からの一つ一つ事例を分析し処理して行きました。途中で離脱する製造会社もありましたが，2007 年度内に中間報告を取りまとめ,「点検・管理の改善への提案」として「き裂の検査についての推奨事項」を明確にしました。しかしながら, その後も事故・災害が続き，厚生労働省から再び，2008 年に「コンクリートポンプ車による労働災害の防止について」の通達が 2 通発出され，その中で上記の中間報告書が引用されました。この通達によりそれまでの活動が表に出たことに一つの安堵感を持ったことは今でも記憶に残っています。

委員会はその後も継続されました。当時はブームに関する業界設計基準はなく，製造会社独自の設計基準でした。このため施工会社からの要求に対応するためにかなり無理な設計を行っていたのではないかとの問題が意識され，業界としての設計基準を策定することを課題として議論を重ねました。その結果を「ブーム付きコンクリートポンプ車の設計基準」として作成し，かつ低衝撃ポンプ，ブーム制振装置，過振動防止装置の開発促進と, 設計基準を日本建設機械施工協会規格・日本工業規格（当時）にすることを提言し報告書をまとめました。

上記の設計基準では，トラック搭載の機種では最大地上高さ 30 m が限度となったことから，その後，委員会メンバーの製造会社は設計基準を満足しない機種の製造を中止しました。2009 年以降はブーム折損に伴う災害はカウントされていません。更に今日では，トレーラータイプの機種，あるいはブーム制振装置を搭載した機種が開発され，36 m，39 m クラスの機種が販売されるようになりました。この活動から，関連業界が合意する規格は，本質的な安全性向上に寄与するものであり，重要性の高いことであると感じ，現在でもその想いを強く持っています。

ここで紹介させていただいた活動はいずれも近年提唱されているコレクティブ・インパクトそのものであると評価でき，貴協会の存在価値を高く評価するものであると考えます。

現在，私は日本クレーン協会技術普及部で，クレーン・移動式クレーン等に関する調査研究，国際規格・日本産業規格・日本クレーン協会規格の開発，教育他

に関する事業を担当しています。貴協会との関連ではショベル兼用屈曲ジブ式移動式クレーンの規格見直しに取り組んでいます。上記の貴協会での経験は，現在の職務に大いに役立っています。ここに，創立 70 周年を迎えた貴協会にあらためて感謝を申し上げ，私の寄稿を終わらせていただきます。

注）コレクティブ・インパクトとは，個々の組織が個別に課題解決をはかろうとしても，全体最適な方向が生まれない課題に対して，関係する組織が共通の目的のもと，組織間の溝を超えて解決しようとする試みと提唱されています。

JCMA

創立 70 周年に寄せて

前田建設工業㈱　土木事業本部・機械部　主幹　**篠　原　慶　二**

JCMA との出会い

日本建設機械施工協会の創立 70 周年，おめでとうございます。

時間のたつのは早いもので，私が当協会の機械部会トンネル機械技術委員会に参画してから 20 年になります。この間，参画当初は清水建設機械部長が委員長で，次の委員長は大成建設，次も大成建設と同業他社機械部長の委員会での手腕を目の当たりにしてそれぞれの委員長が機電職員の大御所に見えました。

当時のトンネル機械技術委員会の参画会社数は約 60 社で委員会活動に参加する人数もいつも 30 名以上の大所帯でした。

私は 1980 年に前田建設工業に入社し最初は岐阜県トンネル工事から建設マン人生が始まり山岳トンネル，シールドトンネル，ダム，TBM など当社としては看板土木工事に従事してきました。約 20 年間中部東海地域で機電職員として自分では大活躍していたつもりでした。そして東京本店・機械部に転勤になり 1998 年，機械部長から当協会のトンネル機械技術委員会に参画しもっと広い視野で建設機械を勉強しなさいと JCMA とのご縁が始まったわけです。

そこで当時のトンネル機械技術委員長に話を戻しますが，私は現場の機電職員＝いわゆる「機電屋」としてトンネル，シールド，ダム現場で施工機械の計画，維持管理，原価低減，工期短縮の仕事が自分の人生で最も誇りのある事と自負していましたが…。

当協会は国土交通省の外郭機関，建設業部会，機械部会，標準部会，経費部会などの活動を体験して自分の天狗の鼻が折れました。委員会メンバーには錚々たるゼネンコンと大手機械メーカーが連なっていました。年 1 回開催の賀詞交換会では用意してきた自分の名刺が 50 枚以上持参したはずなのに名刺ケースが空になったことを思い出します。

また委員会の現場見学会と大手機械メーカーの工場見学では当社以外のゼネコンのトンネル工事規模に圧倒され，シールドマシンはϕ4 m が最大だった自分の経験が他社ではϕ13 m，その他省力化，自動化設備，統合掘進管理，最新開発工法等々，目の前が異次元でした。

トンネル機械技術委員会の委員長が実施計画立案と見学現場の提供，最新トンネルマシン・システム技術の勉強会など東海地域で小さい機電屋だった私には“目から鱗”“棚から牡丹餅”状態で“猫に小判”状態の我が建設マン人生も改革できましたことは当協会のおかげと大変に感謝しております。

トンネル機械技術委員長を拝命

平成 20 年度にトンネル機械技術委員会の委員長を拝命しました。当初は清水建設の委員長，次が大成建設の委員長，次も大成建設の委員長，“さてそろそろ私

が委員長か？いや鹿島建設がまだだ，大林組もまだだ”と思っていたところに念願の委員長拝命となりました。私は当社に入社してから機電屋は現場では“縁の下の力持ち的”な存在で十分！決して土木屋に技術では敵うものではないと冷静控えめな職員でした…が，本店に転勤になり当協会のトンネル機械技術委員に参画するようになってから人生が変わりました（少なくとも良いほうに）“委員長やってみたい！もっと広く建設機械施工にかかわりたい！”と願っていましたので20年度の委員長就任は自分の機電屋人生再出発の良いきっかけとなりました。

最近は基礎工事機械技術委員会の委員長も経験し2つの委員会活動を楽しく参画させていただいています。

私は当協会が70年周年を迎え100周年までのあと30年。その時まで私はまだ生きているかと思います？

当協会は会員の機械技術向上と所属会社の施工・開発技術の発展に大いに貢献していただけるので今後も協会全体が一丸となり建設施工の機械化が進化し続けることを期待いたします。

JCMA

建設業界の中のレンタル業としての存在と役割

㈱レンタルのニッケン　常務執行役員
日本建設機械施工協会　レンタル業部会／本部運営幹事
隼　直毅

1. はじめに

昭和から平成を駆けぬけ，そして令和という新しい時代の幕が開け，建設業界にとって大きな節目となった50年前のオリンピックが来年再び東京で開催され，官（国・都）民が一枚岩となり，関連施設建設・インフラ整備・インバウンド対策等が大型プロジェクトとして着々と準備が進められている。

これまで国内外では何度も経済環境に大きな変化の波が発生し，その度に苦労をしながらも，それを見事に乗り越えてきた。

最初の波は，1960年代の日本経済の高度成長期から70年代前半のオイルショックと為替の自由化，次に1980年代の日本の土地神話によるバブル経済の台頭と90年代前半のバブルの崩壊，その後1995年の阪神大震災と失われた10年へと続く。

そして2000年代中頃になると，海外での金融バブルと中国の台頭による資源価格の暴騰が発生し，その後のリーマンショックと世界大不況へと連鎖していった。

直近では，2011年の東日本大震災，その後のアベノミクスと東京オリンピック景気を迎え，日本の建設業界は最悪の状況から見事に持ち直した。

これらの経済環境の大きな変化は企業活動に多大な影響を与え，この好不況の変化の度に，世の中のレンタル化は進んで来たとも言えるのではないだろうか。

我々はこの変化の波のうねりをばねにして，将来を見通して常に次の成長の一手を考え実行に移してきた。

昨今，シェアリングエコノミーに対する世の中の理解が進む中，「所有から使用へ」のレンタル化の流れはこれからも更に進み，我々レンタル業にとっての市場も益々広がって行くと予想している。

2. レンタル業とは

そのような環境変化の中で，我々に常に必要なのはお客様のニーズに耳を傾けることで，世の中の変化や進化の兆しを敏感に感じ取り，今ならIoTやAI等の最新のテクノロジーも取り入れて，新たな仕組み・システム，レンタル市場を先取りして開発し，世に問うて，取捨選択してゆく，飽くなき挑戦の繰り返しだと思う。

そして何よりも，お客様の立場にたってレンタル事業を開発，成長させるという「お客様ファーストの精

神」こそが，常に変化する市場において，50年変わらない成長を支える行動の原点であることを痛感している。

お客様が困っている問題を探し出して，我々レンタル業界が一緒になって解決のお手伝いをして，お客様に感謝されることこそ，建設機械のレンタル業の本当にあるべき姿ではないかと実感している。

3. 日本建設機械施工協会との関わり

これまでの主な取り組みとして，建設業部会とレンタル業部会が対等な立場で「レンタル標準契約書」について検討研究会を重ね，平成4年（1992年）6月「建設機械等レンタル標準契約と解説」という形で施行することができた。

しかし建設業界の発展と年月を経ていくとともに，新たな考え方や解釈が生まれてきたことから，レンタル業部会の中でコンプライアンス分科会を発足し，約2年という時間を費やし根本からその見直しを図り，平成26年（2014年）3月「建設機械等レンタル契約に関する手引き（ガイドライン）」を改めて策定・リリースし，運用が開始された。

次に，平成30年（2018年）8月に「建設・測量生産性向上展2018（CSPI-EXPO）」が，続いて令和元年（2019年）5月には，その第2回目が開催された。

これは建設業界で大きな課題となっている人材不足，そして今後も作業者・技術者不足は加速する中での「生産性向上」が急務となっている現状より，国土交通省の後援と日本建設業連合会をはじめ日本建設機械施工協会等の15の業界団体が協力者となり，建設・測量業界の最新かつ最先端の機械・設備・技術・サービスを一堂に集め，関連するメーカーやレンタル会社各社が最新の技術や開発を発信する一大イベントとして開催された。

来場者は，初回で3万人を超え，翌年の第2回には4万人に迫る来場者を数えた。

生産性の向上＝「省人・省力化」に向けた取り組みに対し，我々レンタル業界がパートナーとして強力に支援をしていく姿勢をアピールする場となった。

4. これからの課題

現在活況である建設業の背後には，今後取り組むべき課題もある。

現行の民法は1896年に制定されたものだが，2020年4月1日から新たに改正された民法が施行される。

レンタルビジネスモデルへの直接影響はないと思われるが，改正を契機に顧客意識が変化することが考えられ，「契約」の重要性を再認識していくとともに，「貸出前契約完了」を徹底する必要がある。

契約不適合であれば，顧客の債務不履行等のリスクが潜んでいることを忘れてはならず，その対応についてコンプライアンス分科会を通じ情報共有し具体的な対策を検討している。

5. おわりに

一般社団法人日本建設機械施工協会様においては，本年70周年を迎えられましたこと心よりお喜び申し上げます。

また本年6月に開催された通常総会及び創立70周年記念式典において，運営幹事を拝命し活動してきたことより，感謝状を授与頂き，誠にありがとうございました。

今後も建設業界のため，また建設業にとって当たり前の存在となった建設機械のレンタル業界のため，その発展に尽力していくことが我々の使命と考えます。

JCMA

部会活動の歩み

i-Construction（ICT 施工）の推進に向けた情報化施工委員会の取り組み

i-Construction 生産性向上推進本部　情報化施工委員会

現在，（一社）日本建設機械施工協会（JCMA）では，i-Construction（ICT 施工）の推進を図るべく，各部会の協力を得ながら「i-Construction 施工推進本部（以下，「推進本部」という）」が中心となり取り組んでいる。推進本部は，国土交通省（以下，「国交省」という）の i-Construction（以下，「i-Con」という）の取り組みに対応して 2016 年に設立したものであり，それ以前の JCMA における ICT 施工の推進の取り組みは，推進本部の中核であり当時は施工部会内に設置されていた「情報化施工委員会」が担い，「情報化施工推進戦略」に掲げられた課題を中心に国交省と共に取り組んでいた。その当時から，必要に応じて情報化施工委員会の中には検討課題に対応したワーキンググループ（WG）を設置して集中的に取り組んできた。本稿では，情報化施工推進戦略から i-Con に至った現在までの ICT 施工推進の取り組みについて，施工部会と推進本部を通した 10 数年間の取り組みについて，WG 活動を中心に，その概要を紹介するものである。

キーワード：i-Construction，ICT 施工，情報化施工，ICT 導入協議会，情報化施工推進戦略

1. はじめに

2008 年 7 月に情報化施工推進戦略が策定されてから 10 年強経ったが，当時と同じ課題もあれば，様々な出来事や変化で大きく局面が変わったものもある。

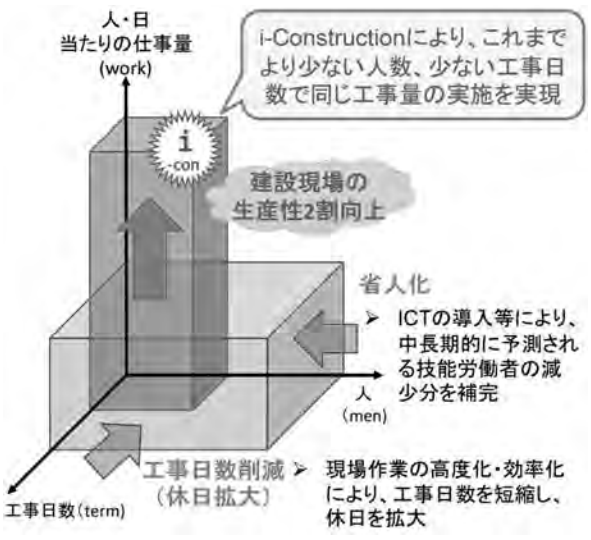
2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震による東日本大震災は，住民や関係者の努力により復旧・復興が進んだとは言え，公共土木工事は未だ完成（整備率 100%）には至っていない。

また，公共事業費の削減を受けて建設投資額はピーク時から約 4 割減となり長らく仕事がなく建設業者が倒産するという問題が，近年，仕事は増える反面，人の確保に困窮し，賃金高騰による赤字や黒字であっても廃業せざるを得ないなど大きく局面は変わった。建設業は他産業と比べ高齢化の進展と共に若年者の就業がなく，一企業にとどまらず産業としての継続性の確保や災害発生時の応急復旧体制の確保が憂慮される状況となっている。

その一方で，我が国では，準天頂衛星みちびきの初号機が 2010 年に打ち上げられ 2018 年 11 月より 4 機体制で運用が開始されるに至った。また，センサや情報通信機器の性能・機能の向上，小型化，低価格化による普及という流れの中，PC の高性能化と共に建設業における CAD ソフトウェアの普及と 3D 化，低価格で従来の UAV より扱いやすいドローンの登場，面的・短時間で 3D 計測できる測量技術の発展と低価格化，ビッグデータや人工知能（AI）技術など 10 年前には建設現場への導入が想像できなかったものまでも，導入・普及を検討する状況になっている。

このような状況の中，2016 年 1 月 4 日の国土交通大臣会見で，社会のあらゆる生産性を向上させることを目指して i-Con を進める旨が示され，また，同年 9 月 12 日の未来投資会議において総理から第 4 次産業革命による建設現場の生産性向上を目指す方針が示された（**図―1**）。

i-Con には様々な取り組みがあるが，その中のトップランナーは，情報化施工委員会が取り組む ICT 施



図―1　i-Con による生産性向上イメージ（国交省 HP より）

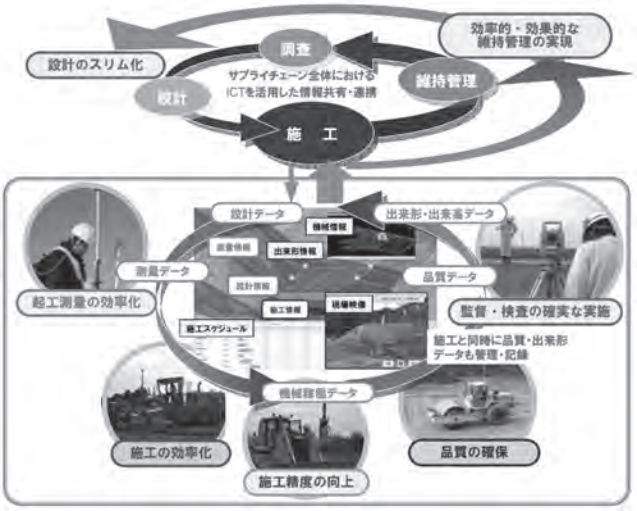
工（情報化施工）である。

2. 情報化施工委員会の歩み（施工部会時代）

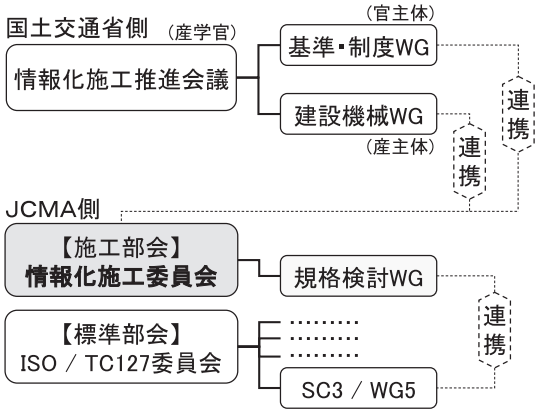
現在の情報化施工委員会は，2007 年度に，施工部会の傘下にあったそれまでの情報化施工委員会と建設工事情報化委員会を統合したものであり，施工部会の中に設置された。

国交省が 2008 年に設置した産学官の委員で構成する「情報化施工推進会議」を，同年の 2 月 25 日（第 1 回），4 月 24 日（第 2 回），6 月 12 日（第 3 回），7 月 24 日（第 4 回）と集中的に開催し，そこでの議論を経て「情報化施工推進戦略」が 2008 年 7 月 31 日に策定（**図―2**）されたが，この時，情報化施工委員会選出メンバーが情報化施工推進会議に参画し，情報化施工推進戦略の策定に協力した（**図―3**）。

その後，様々な課題に取り組むため，内容に沿った WG を設置し検討したので，以下に紹介する。



図―2　情報化施工推進戦略内のイメージ図 [1)]



図―3　2008 年頃の情報化施工に関する検討体制

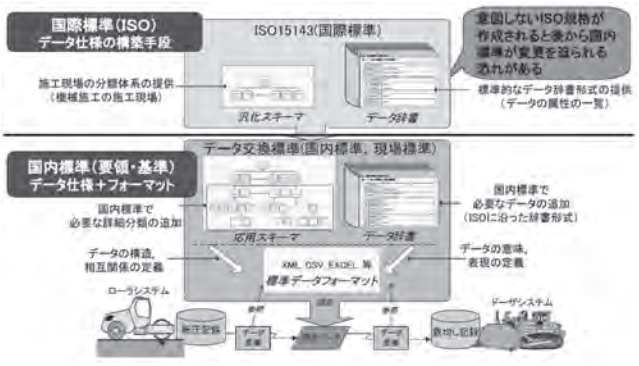
(1) 規格検討 WG

規格検討 WG は当時の情報化施工委員会内に唯一設置された WG であり，情報化施工推進のための基準類の策定など国交省や㈱土木研究所の取り組みを支援していた。

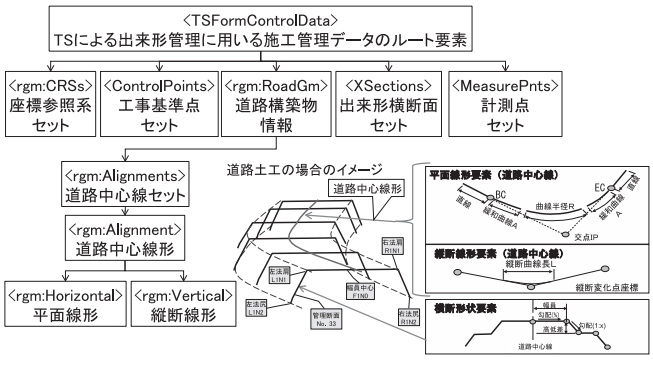
情報化施工の普及・促進に資するべく，施工現場のデータ交換に関して国際標準規格「ISO15143」を標準部会 1SO/TC127 土工機械委員会施工現場情報交換（WG2）分科会と連携して策定した（**図―4**）。この辺りの JCMA の標準化活動については，本誌 2008 年 12 月号などに概要が掲載されており，JCMA HP で公開しているので，そちらを参照頂きたい [2)]。

情報化施工技術は欧米企業が先んじて実用化していたが，情報化施工で扱われるデータの標準化の取り組みが認められ，ISO15143 の議長国は日本となった。

国交省が出来形管理要領と監督検査要領を策定して現場導入した「TS による出来形管理技術」は，この ISO15143 に準拠している。TS を用いた出来形管理は「①設計データ作成，② TS による出来形計測，③出来形管理帳票の作成」と 3 つの段階で 3 次元の設計データと計測データを扱うが，国交省 国土技術政策総合研究所（以下，「国総研」という）が関係機器の機能要求仕様書と共に ISO15143 準拠の「TS による出来形管理に用いる施工管理データ交換標準」（**図―5**）を策定したことにより，多くの企業がデータ交換可能



図―4　データ交換標準の国際標準と国内標準の相互関係例 [2)]



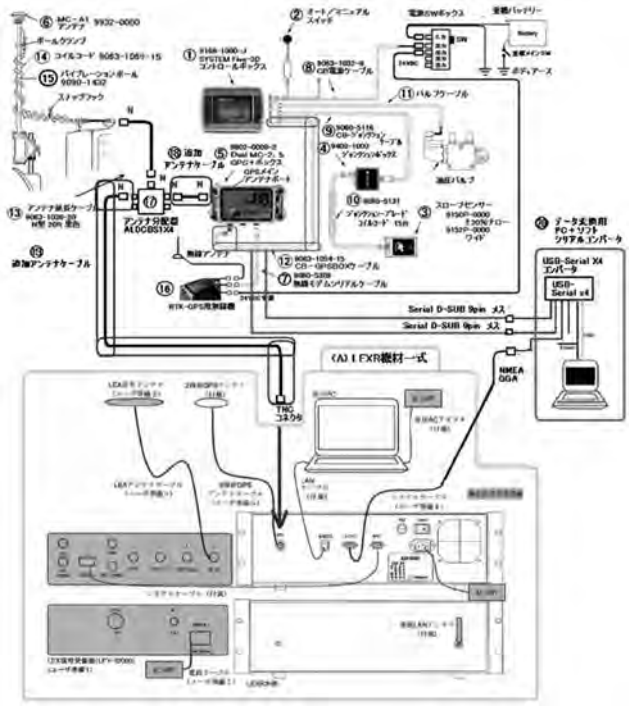
図―5　TS 出来形管理のデータ交換標準 Ver.2 の構成

なソフトウェアを開発・市販し，当技術に取り組む施工者数が国交省の普及施策もあって大きく増加したことから，2013 年 4 月以降の 10,000 m^3 以上の土工を含む直轄工事では，使用原則化されるに至った。

(2) みちびき実証 WG

2010 年 9 月に準天頂衛星みちびきの初号機が打ち上げられたが，補正情報の無償配信や受信衛星の増加による計測精度の向上の効果に関し，GNSS を利用する情報化施工において施工品質向上やコスト削減の効果を期待し大きな関心を持っていた。当時は不正確な情報が展開されていたことから，㈶衛星測位利用推進センター（SPAC）の受信機貸出の募集に応募し，2011 年 2 月に 3D-MC ブルドーザを用いて検証実験を行った（**図―6，7**）。

図―6　準天頂衛星測位システム搭載 3D-MC ドーザ [3)]



図―7　準天頂衛星測位システム 3D-MC ドーザ接続図 [3)]

実証実験は，以下の 2 点について実施した。

①定点において GNSS データとみちびきデータを連続取得し，取得デ―タ（x, y, h）の分布傾向を把握。（特に，みちびきデータの衛星飛来状況による取得データの乱れ等の傾向を把握。）

②GNSS 基準局を用いた MC と，みちびきデータを補正データとした MC で，ブルドーザによる敷均しを行い，MC の過程で取得できる両者の測位データを比較すると共に，TS による敷均し出来形データを測定して，みちびきデータを補正データとした MC の精度を確認。

現在は準天頂衛星が 4 機体制となり，試験・調整を経て 2018 年 11 月からサービスが開始され，検証も様々な機関で行われているので，実務上の参考にされる際には最近の検証結果を報告されたものを参照された方が良いが，当時の検証実験方法等にご興味がある方は，JCMA の HP 上で 2011 年 6 月にとりまとめた報告書を公開しているので，以下より参照頂きたい。
https://jcmanet.or.jp/new/2011/20110610.pdf

(3) 復興支援 WG

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災の復興工事を迅速に進めるために，情報化施工が有効な手段の 1 つと考え，情報化施工を未経験な施工者に対して導入のための支援を行った。

復興事業の施工者向けに，ICT 施工の座学と体験講習会を行うと共に，JCMA の HP 上に支援サイト（**図―8**）を立ち上げて，JCMA の支援があるなら情報化施工を導入してみようという「情報化施工震災復興

図―8　復興事業支援サイト

図―9　チャレンジ業者を募るチラシ[4)]

チャレンジ業者」の募集を行った（**図―9**）。

当時は現在ほどICT施工が普及していなかったことから，現在と比べてICT機器はより高価であり，また，ICT利用に関する知識を有する技術者もより少ない状況であり，かつ，復興工事への対応として自社の本業が増加する中であっても，WGメンバー企業20社弱が本取り組みに賛同・協力して，ICT機器を用いた実演講習会を現場で行い，また，チャレンジ業者への申し込みがあった施工者の工事に対して，ICT機器の経費サポートや技術者による技術サポートといった費用面と人的な支援を行うことで復興工事を支えた（**図―10**）。支援と共に情報化施工の導入効果の検証調査も行っており，その調査結果の報告は，JCMAのHP上で公開しているので，ご興味がある方は以下より参照頂きたい。

https://jcmanet.or.jp/sekou/hukkou/challenge.html

また，ICT施工は注目度が高かったことから，ネットへの投稿がHPより簡単に行え，当時，利用者が爆発的に拡大していたFacebookを利用して，最新の情報を高い頻度で随時提供した。

図―10　チャレンジ業者の復興現場で施工中のICT建機

(4) 研修WG

情報化施工推進会議の中でも人材育成が重要な取組課題として掲げられており，JCMA付属研究機関の施工技術総合研究所（CMI）において基礎的な座学から始まり，実機体験まで行える情報化施工研修会を開始した。研修WGは，この研修運営の支援を行った。

第1日目

時間	講義内容
9:45～9:55	主催者挨拶 ガイダンス
9:55～10:55	基調講演
11:05～12:00	情報化施工概論
13:00～14:30	情報化施工の 適用場面と実施項目
14:40～15:10	情報化施工に 必要な設計データ
15:20～17:20	設計データ作成演習 （路線・TIN）

第2日目

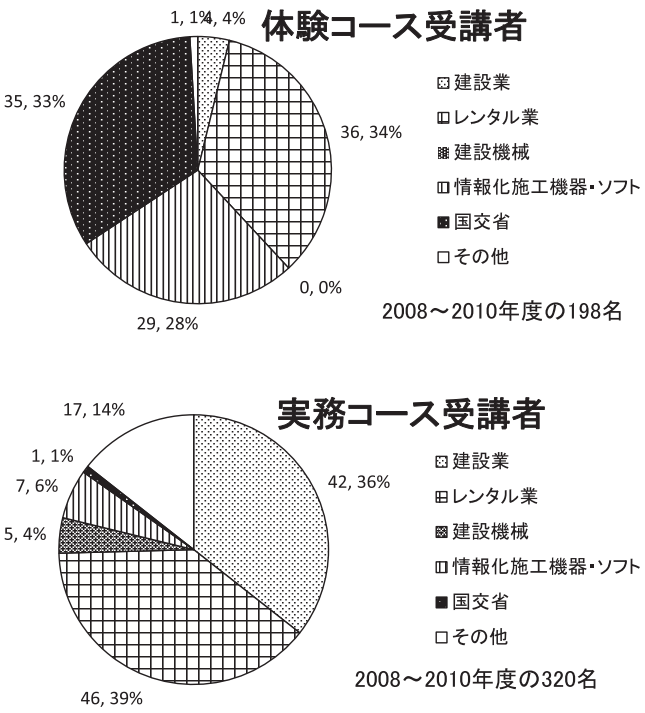
時間	講義内容
8:30～9:50	情報化施工の デモンストレーション
10:10～12:00 13:00～16:00	情報化施工現場実習 ①ブルドーザのMC/ローバー ②モータグレーダのMC ③バックホウのMG/TS ④ローラ回数管理 ⑤TS出来形管理
16:00～16:30	質疑応答

図―11　実務コースの研修カリキュラム

図―12　情報化施工研修会の受講風景（屋内，屋外）

1日間の体験コースと2日間の実務コースがあり，研修を開始した数年間は他に研修できる組織がなかったことから，両コースとも毎年100名程が参加していた（**図―11，12**）。

なお，業種別に両コースの参加割合を見ると，実務コースには実務が必要な建設業が多く，メーカー等（情報化施工機器・ソフト）や国交省は参加しやすい体験コースが多く，レンタル業はどちらも同程度という特徴が伺える（**図―13**）。



図―13　情報化施工研修会の受講者の業種割合

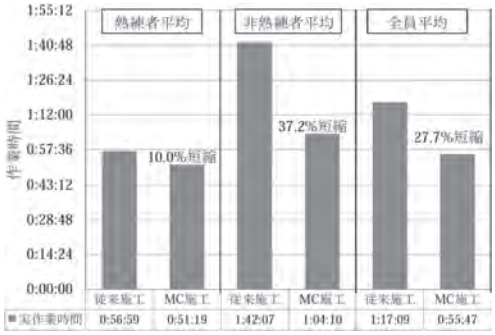
ICT施工が普及する中で，この研修の内容を取り入れた同様のICT施工研修を多くの企業等が始めたこともあり，情報化施工研修会は2015年度の開催をもって，その役目を終えて終了した。

（5）Q&A WG

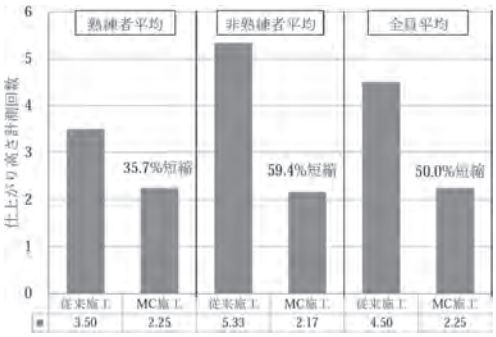
2013年度より，今後の情報化施工の普及・促進や新技術の開発に向け，情報化施工のこれまでの問題・課題を整理し，会員企業間で情報共有を行った。

（6）定量的評価WG

（国研）土木研究所 先端技術チームは，ICT施工や無人化施工の研究を行っている。その研究の一環として，民間企業との共同研究により情報化施工の定量評価を行っており，当WGメンバーとの意見交換を通じ，従来施工とMC施工の比較実験を行い，施工時間短縮効果や施工精度向上効果の熟練度による改善度合い



図―14　情報化施工の効果（作業時間）の定量的評価[4)]

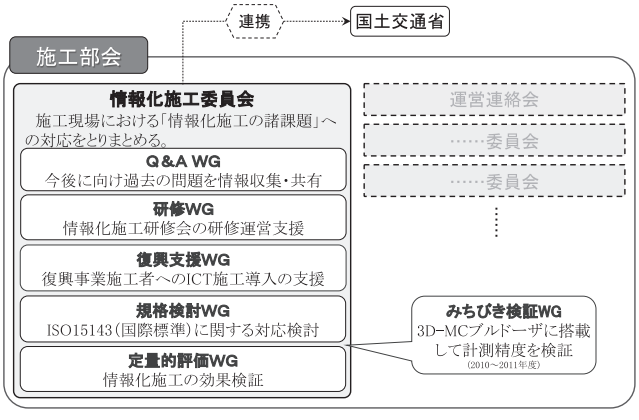


図―15　情報化施工の効果（施工精度）の定量的評価[4)]

の違いといった結果を得ている（**図―14，15**）。

研究成果は，JCMA主催の「建設施工と建設機械シンポジウム」等で発表され，その1つは「平成29年度 建設施工と建設機械シンポジウム 論文集・梗概集」に掲載されており，JCMAのHPで公開しているので，ご興味がある方は以下より参照頂きたい。
http://jcmanet.or.jp/bunken/wp-content/ uploads /ronbun/2017_k-Symposium.pdf

各WGは設置していた時期に差はあるが，2016年5月に推進本部が設置される前のICT施工の推進の取組体制は**図―16**の通りであり，当初の規格検討WGのみであった時から10年ほどの間で，様々な取り組みを進めるため5つのWGが設置された。



図―16　2015年度までのICT施工推進の取組体制

3. 現在の取り組み（推進本部時代）

i-Con（ICT 施工）の推進に向け，2016 年 5 月に「i-Construction 施工による生産性向上推進本部」を立ち上げた（**図―17**）。

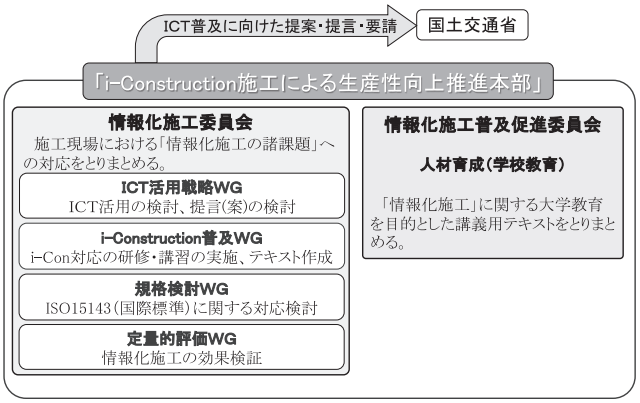
現在，約 3 年半経過したが，その間も重点的に取り組むべく WG の設置（変更含む）を行っており，現在は推進本部内に 6 つの WG を設置している（**図―18**）。

推進本部は，主に国交省（ICT 導入協議会など）に対して，ICT 普及に向けた業団体としての提案･提言･要望を行ってきた。ICT 導入協議会の第 1 回（2016 年 2 月 5 日開催）から始まった当初の内は，委員として出席して意見を述べる形であったが，最近は 7 月の ICT 導入協議会の開催に際して事前に業協会等からの意見を収集しており，第5回（2017年7月31日開催），第 7 回（2018 年 7 月 26 日）と毎年度毎に JCMA も意見・要望を提出してきたところである。

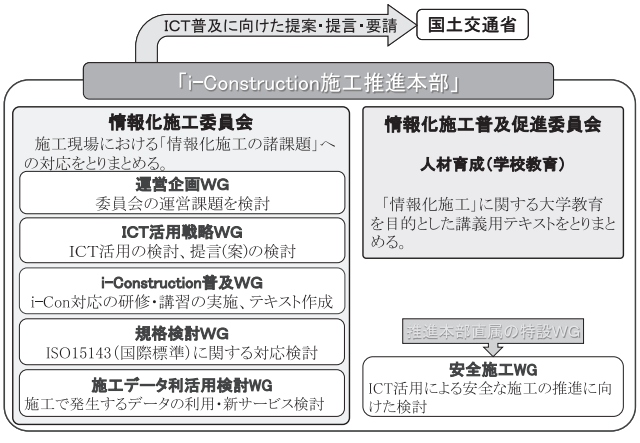
国交省への提案・提言・要望等については，委員会メンバーの意見・要望を受けて ICT 活用戦略 WG で提言（案）をまとめ推進本部にあげていることから，以降の WG の紹介の中で述べることとする。

なお，推進本部等の資料については，JCMA HP 上で公開しているので，ご興味がある方はそちらをご参照頂きたい。

https://jcmanet.or.jp/i-construction/#icon



図―17　2016 年 5 月からの ICT 施工推進の取組体制



図―18　2019 年 8 月からの ICT 施工推進の取組体制

(1) 運営企画 WG

委員会の運営上の課題を検討する WG である。他の WG 活動や，既存 WG 活動に入っていない課題への対応方策の検討といった調整を担う。

(2) ICT 活用戦略 WG

ICT 活用に向けた検討や国交省（ICT 導入協議会）へ推進本部が提言する際の提言（案）を作成している。提言（案）の作成に際しては，情報化施工委員会の全メンバー（2019 年 9 月時点で 44 社の約 100 名）を対象に収集しており，提出されてきた様々な意見・要望

表―1　2018 年 7 月に提出した推進本部の意見・要望

	意見・要望
1	ICT 機器を用いた安全対策 JCMA では「3K →新 3K」に向け，ICT 機器を用いた安全対策の導入事例等の情報収集を行っている。結果を国交省に情報提供するので，良い事例が普及するべく一緒に取り組んで欲しい。 行政対応は「契約上の義務・制約，積算，技術提案の加点，工事点数の加点」が考えられ，また，安全技術も PL 法など考慮すべき課題があるが，可能なものから導入を図って欲（損料基礎価格）しい。
2	ICT 施工に資する監督・検査の合理化 監督職員の立会は調整・準備・一時停止が発生し工事の生産性低下の大きな要因である。ICT 施工は機・材・労の量・時間を省くことで機器費増を上回るコスト減を得ているため，施工中断の影響が大きい。 ICT 河川浚渫工のように ICT 機器の施工管理データを利用することを進め，ICT 機器を活かした施工を止めない監督・検査方法を積極的に進めて欲しい。（構造物は供用後でも瑕疵担保責任がある。）
3	技術者の 3D リテラシー向上に向けた情報提供 スキル不足のため ICT を活かした段取り等のマネジメントが出来ないまま外注し，費用に見合う効果を得られていないとの声を多く聞くことから，小規模な現場からアドバイザー制度等で得られた「現場条件，注意点，段取り，効果」等の詳細・具体で 3D リテラシーの向上意欲をそそる情報提供が望まれる。
4	発注者内の ICT 教育の充実 ICT 施工の導入効果は，発注者の理解度の影響が大きい。今後，自治体を含め広く導入した際，「発注者側から二重管理を求められ受・発注者双方の手間が増えた」等の問題発生が懸念される。これは，発注者メリットや阻害要因の理解不足と想像されるので，監督・検査職員の講習を充実して頂きたい。
5	将来の維持管理で利用する情報の確定 「調査設計→施工→維持管理」で ICT データを流通・活用するにはデータの互換性が望まれるが，維持管理で利用する ICT データが不明確で，データ交換標準策定，機能実装，運用に話が進まないため，ICT 機器の利活用を前提とした「維持管理」に必要な情報を検討頂きたい。

表―2　2019 年 7 月に提出した推進本部の意見・要望

	意見・要望
1	ICT 施工に関わる人材育成について ・直轄工事，地方自治体発注者への ICT 施工に関る教育の充実を要望 ・ICT 施工にかかわるノウハウ蓄積が必要
2	ICT 施工に資する監督・検査の合理化 ・ICT 活用による遠隔地からの監督、施工管理について技術は進んでおり運用する制度・仕組みを要望 ・技術力や信用力の高い企業について，ICT による自動記録・保存による新たな監督検査の検討を要望
3	ICT 安全対策への取組について ・ICT 安全対策について，検討の流れが示され今後に期待。しかしながら検討期間も要することから，早期に取組が広まる施策を要望
4	中小企業，自治体への支援、情報提供 ・中小企業への普及に向けた好事例，失敗事例に関する情報提供の要望
5	積算，経費について ・3D 出来形測量については高額な機器の使用や複数回計測などの場合に負担となるため実態に即した経費計上を要望 ・小規模工事における積算は，現場条件に応じた対応を要望計上ができるように要望
7	ICT 活用効果へのインセンティブ ・TS を用いた出来形管理（断面管理）は，ICT 活用工事において対象外となるが，3D データを用いることから ICT 活用としての扱いを要望
8	3 次元設計データに関する意見 ・発注時の CAD データについて，効率的な提供を要望
9	要領等の「カイゼン」意見（20 件） ・TLS の事前精度確認に関る期間の緩和要望 ・要領の簡素化 等
10	その他 ・現行の検査監督要領を，全面的に ICT を活用した場合に適した方法検討を提案 ・納品 3D データの利活用について 等

（第 9 回 ICT 導入協議会の資料より JCMA の意見・要望箇所を抜粋して作成。昨年度の要望も含む。）

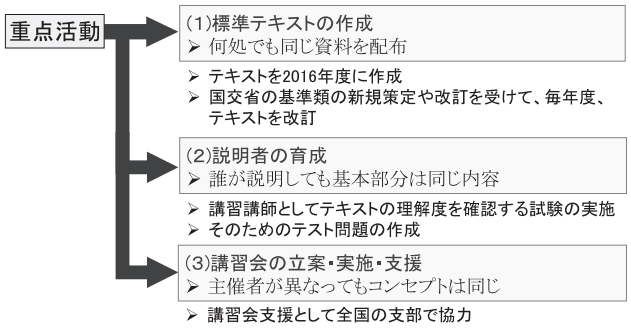
について議論・集約し，推進本部へ提言（案）をあげている。

推進本部の審議を経て最終的に国交省へ提出した直近 2 カ年の意見・要望は**表―1，2** の通りである。

(3) i-Construction 普及 WG

i-Con の普及の一環として人材育成があげられる。そこで，ICT 施工の講習を全国どこでも高い水準で受けられることを目指し，「①全国に向けて統一的な手法で啓発活動を行う。② WG 認定（JCMA 認定）セミナーでは，誰が説明しても同一の説明を行う。」をコンセプトに，**図―19** に示す 3 本柱を中心に取り組んでいる。

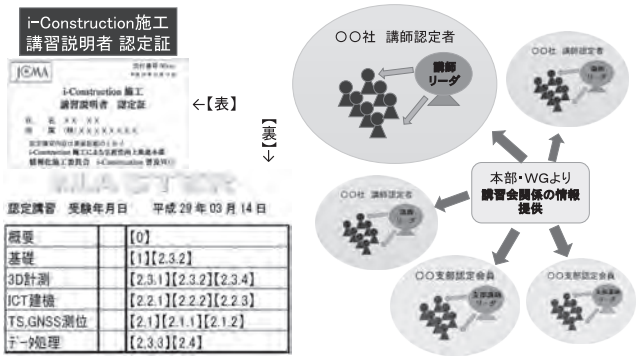
ICT 施工に関する標準テキストは 2016 年度に作成



図―19　WG の活動

したものの，国交省が「ICT の全面的活用」を実施するために策定している技術基準類（要領類）は新規策定や改訂が毎年度行われていることから，その内容を反映するために毎年度の更新を行っている。

また，一定水準以上の説明者の確保を図るため，JCMA 独自の認定試験を行い，合格者に対しては講習説明者の認定証を発行している。認定証を受けた者であっても毎年度の基準類改訂の情報を適確に習得して貰うために，毎年度，基準類の改訂点を中心とした更新講習会を受講して貰って認定証の更新を行っている。なお，現時点，受験・受講は JCMA 会員企業の所属者に限定している（**図―20**）。



図―20　講習会関係情報の展開体制の構築

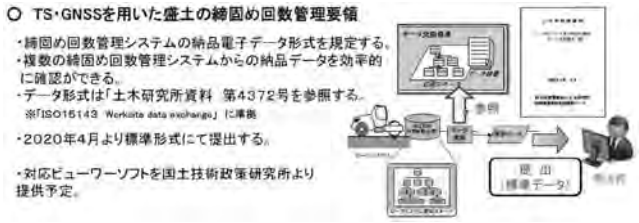
(4) 規格検討 WG

本 WG は情報化施工推進戦略を取り組んでいた施工部会の頃から現在に至るまで活動し続けており，WG の活動概要は前述の通りである。

直近では，TS・GNSS を用いた盛土の締固め回数管理要領の電子納品について，ISO15143 準拠のデータ交換標準を策定すべく，（国研）土研や国総研を中心に検討を行ってきた（**図―21**）。

(5) 施工データ利活用検討 WG

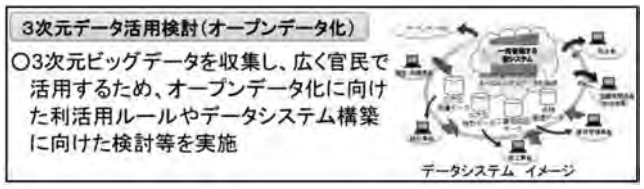
2017 年度末で廃止した定量的評価 WG に代わって 2018 年度に新たに設置した WG であり，i-Con の取り



図―21　ICT 盛土締固め管理用データ交換標準の検討

組み課題として示されている 3 次元データ活用（**図―22**）に向け，施工で発生して ICT で収集できるデータの利用や新サービスの検討を行っている。

施工データの利活用として，国総研で監督・検査への利活用と共に，建設業でも注目され効果が期待される AI についても研究しており，そのためのビッグデータ化について意見交換を行っている。



図―22　3 次元データ活用イメージ（国交省 HP より）

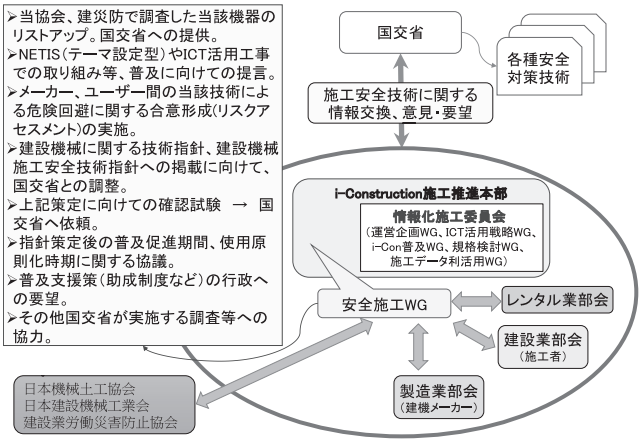
(6) 安全施工 WG

前述の通り推進本部より国交省（ICT 導入協議会）へ ICT 機器を用いた安全対策を進めるよう要望し，国交省より ICT 施工による安全対策に関する検討を行っていくことが示された。それを受け，国交省の検討が進むよう 2019 年 8 月開催の推進本部で，本 WG を設置することを決定した（**図―23**）。

今後，発注者である国交省と共に，供給側のメーカーやレンタル業者，利用側の施工者や発注者といった関係者を交えて検討していくことになる。

4. おわりに

世の中の状況の変化や自然災害等への対応に ICT は大きな効果が期待できるものの，これまでの経験より，ICT の導入・普及に向けた取り組みでは，新たな技術やソフトウェアが開発されるにつれ，また，導入企業が増えるにつれ，受・発注者共に様々な課題が浮かび上がってきた。その際，JCMA では，その課題に応じた WG を設置し取り組んできた。例えば，東日本大震災に際しての復興支援 WG の支援活動は，



図―23　WG の概要（イメージ）

活動に参加した会員企業及びメンバーにとって，大変な時期に多大な労力や費用を注ぐ必要があったものの，その後の ICT 施工の導入・普及に向け大きな意義がある取り組みであったと考える。

JCMA は 1 業種の業団体ではなく，機械施工に関係する様々な業種の企業で構成されていることから，例えば現在の WG 活動で見ると，施工データの利活用や安全に資する ICT 導入に対するリスクアセスメントなどの検討に際し，関係する様々な業種の関係者で取り組む体制を構築可能であり，実効的な検討が行えると自負している。

今後も，ICT 施工推進に際し出て来る検討課題に沿って WG を構築し活動を行っていくことが，持続性が懸念される我が国の建設産業を支える一助になると考え取り組んでいくものである。

《参 考 文 献》

1）情報化施工推進会議：情報化施工推進戦略，2008 年 7 月 31 日
2）山元弘：情報化に関する JCMA の標準化活動，建設の施工企画 No.706，pp.31-36，2008 年 12 月，http://jcmanet.or.jp/bunken/wp-content/uploads/2008/2008-12.pdf
3）準天頂衛星（みちびき）の民間利用実証実験　報告書，平成 23 年 6 月，JCMA 情報化施工委員会　みちびき実証 WG https://jcmanet.or.jp/new/2011/20110610.pdf
4）橋本毅，他 2 名：MC モータグレーダ導入による効果について：平成 29 年度「建設施工と建設機械シンポジウム」論文集・梗概集，pp.31-37,2017 年 11 月，http://jcmanet.or.jp/bunken/wp-content/uploads/ronbun/2017_k-Symposium_m.pdf

[筆者紹介]
植木　睦央（うえき　ちかお）
情報化施工委員長
鹿島建設㈱　機械部長

梶田　洋規（かじた　ひろき）
（一社）日本建設機械施工協会　技師長

部会活動の歩み

標準部会の歩みと今後の展望
建機協 50 周年から 70 周年の活動を中心に

正　田　明　平・西　脇　徹　郎

1. はじめに

一般社団法人日本建設機械施工協会標準部会は，平成 14 年 5 月にそれまでの「ISO 部会」,「標準化会議」,「規格部会」を再編成して発足した。現在の標準部会は，ISO/TC 127（土工機械），ISO/TC 195（建設用機械及び装置），ISO/TC 214（昇降式作業台）の三つの専門委員会での国際規格制定活動に加え，国家規格である日本産業規格 JIS 原案の審議，および当協会団体規格である日本建設機械施工協会規格 JCMAS の審議を積極的に行っている。ここでは，平成 14 年の再編成時から現在に至るまでの標準部会の活動を振り返り，現在の課題と今後の展望について考察する。

平成 14 年 5 月の標準部会発足後，部会長をつとめられた 4 名の先輩方に続き，小職が 5 人目の標準部会長職を拝命してから約 1 年半が経った。まだまだ学ぶべきことばかりの日々であるが，このたび日本建設機械施工協会 70 周年を迎えるにあたり，過去の様々な経緯を振り返り，

・各母体発足から現在の標準部会に至るまでの主な活動内容
・標準化の取り組みの変遷
・標準部会の今後の展望

についてまとめてみたい。

2. 各母体部会の発足から現在の標準部会に至るまでの主な活動内容

現在の「標準部会」は，以下の各部会を母体としている。

最も古い「ISO 部会」は昭和 44 年に，「規格部会」が昭和 46 年に，「標準化会議」が昭和 49 年に発足し，平成 14 年にこれら「ISO 部会」,「規格部会」,「標準化会議」を統合再編して現在の「標準部会」が発足した。

各母体部会の設立から，建機協 50 周年（平成 11 年）までの経緯は，別誌「建設機械化の 50 年」[1] に詳しい記載があるため，以下（1）～（3）ではこの間の主なポイントのみを述べる。

（1）ISO 部会発足（昭和 44 年～）

昭和 44 年 11 月：発足

「ISO 部会」は，ISO/TC 127（土工機械）及び分科委員会 SC 1 ～ SC 4 の P メンバーとしての業務と，SC 3 の幹事国業務を行うことを目的として，昭和 44 年 11 月に発足した。

部会設立時の主な業務は次のとおりである。

・ISO の国際規格案に対する日本としての対応方針（投票方針及び提出意見）の審議検討
・委員会及びその業務

当時の各委員会の業務は以下のとおりである。

第 1 委員会（SC 1 対応）　性能試験方法に関する規格業務　（幹事国：英国）
第 2 委員会（SC 2 対応）　安全性と居住性に関する規格業務　（幹事国：米国）
第 3 委員会（SC 3 対応）　運転と保守に関する規格業務　（幹事国：日本）
第 4 委員会（SC 4 対応）　用語と分類に関する規格業務　（幹事国：イタリア）

平成 6 年：ISO/TC 195，ISO/TC 214 委員会の発足

ISO 部会発足時の ISO/TC 127 に加えて，ISO/TC 195（建築用機械及び装置）（当初 O メンバー）及び ISO/TC 214（昇降式作業台）（P メンバー）の業務が追加された。

事業組織は，部会長のもとに TC 127 の各 SC に対応した業務を行う 4 つの委員会に加えて，TC 195（建築用機械及び装置）に関する規格業務（幹事国：ポーランド），と TC 214（昇降式作業台）に関する規格業務（幹事国：アメリカ）に対応した業務を行う第 5 委員会の合計 5 つの委員会と，全体を統括する運営連絡会の構成となった。

（2）規格部会発足（昭和 46 年～）

傘下の「規格専門部会」,「運営連絡会」,「規格委員

会」で次の事業を行った。

・当協会団体規格「JCMAS」の審議作成，及び工業技術院の委託などによる JIS 原案の審議作成

なお，規格部会発足（昭和 46 年）から平成 10 年末（建機協 50 年誌）までに，計 65 件の JIS 国家規格が制定，改正，または確認されている。

(3) 標準化会議発足（昭和 49 年～）

昭和 49 年 11 月発足。

昭和 49 年 11 月に，当協会団体規格 JCMAS の審議作成及び建設機械化に関する国家及び国際標準化の推進のため発足し，次の業務を実施した。

・規格部会から提出された「社団法人日本建設機械化協会規格（JCMAS)」の原案を審議決定して会長に意見具申。

・なお，標準化会議発足（昭和 49 年）から平成 10 年末（建機協 50 年誌）までに，計 52 件の JCMAS が制定，改正，または確認されている。

(4) 平成 14 年再編後の「標準部会」組織

平成 14 年度の再編を経て，現在の標準部会は以下の任務を持つ組織より構成されている。

・標準化会議：各部会の代表，傘下の委員会の委員長，関係官庁の委員で構成し，国内・国際標準化戦略を検討し，部会の各委員会を指導する。

・国内標準委員会：協会会員会社の機械使用者と生産者委員とを同数とし，中立者として学識経験者・研究者・関係官庁の委員で構成する。

国家規格である日本産業規格 JIS では，日本規格協会を通じて主務大臣に JIS 制定又は改正を申し出するために協会内で JIS 原案の審議作成を行う。

当協会団体規格である日本建設機械施工協会規格 JCMAS では，機械部会の技術委員会などで作成された JCMAS 原案の審議・承認を行う。

・ISO/TC 127 土工機械委員会：ISO/TC 127（土工機械）専門委員会に対応して国際規格を審議検討する。

・ISO/TC 195 建設用機械及び装置委員会：ISO/TC 195（建設用機械及び装置）専門委員会に対応して国際規格を審議検討する。

・ISO/TC 214 昇降式作業台委員会：ISO/TC 214（昇降式作業台）専門委員会に対応して国際規格を審議検討する。

(5) 建機協 50 周年以降の ISO 国際規格制定活動

国際規格は一般的に，作業グループ（Working Group，以後略称「WG」）単位での審議で制定されることが多い。これら ISO のプロジェクトを推進し，国際規格案文の準備・作成するのがプロジェクトリー

表―1 国際規格制定活動で，過去 20 年間の日本担当の案件の推移

番号	規格番号	規格名称	キーパーソン	発行年	所管
1	ISO 18650-1:2004	建設用機械及び装置―コンクリートミキサ―第 1 部：用語及び一般仕様	大村 高慶	H16/11	ISO/TC 195/SC 1
2	ISO 15817:2005	土工機械―遠隔操縦の安全要求事項	政次 知己	H17/7	ISO/TC 127/SC 2
3	ISO 18652:2005	建設用機械及び装置―コンクリート外部振動機	大村 高慶	H18/10	ISO/TC 195/SC 1
4	ISO 21573-2:2008	建設用機械及び装置―コンクリートポンプ―第 2 部：性能試験方法	大村 高慶	H20/6	ISO/TC 195/SC 1
5	ISO 16714:2008	土工機械―熱回収含むリサイクル性―用語及び計算方法	出浦 淑枝 砂村 和弘	H20/9	ISO/TC 127/SC 3
6	ISO 12117-2:2008	土工機械―ショベル系掘削機保護構造の台上試験及び性能要求事項 ―第 2 部：6 トンを超える油圧ショベルの転倒時保護構造（ROPS）	田中 健三	H20/10	ISO/TC 127/SC 2
7	ISO 15143-1:2010	土工機械及び走行式道路工事機械―施工現場情報交換―第 1 部：システム構成	新田 恭士 平木 彦三郎	H22/8	ISO/TC 127/SC 3
8	ISO 15143-2:2010	土工機械及び走行式道路工事機械―施工現場情報交換―第 2 部：データ辞書			
9	ISO 18651-1:2011	建設用機械及び装置―コンクリート内部振動機―第 1 部：用語及び仕様項目	大村 高慶	H23/4	ISO/TC 195/SC 1
10	ISO 6747:2013	土工機械―ドーザ―用語及び仕様項目	砂村 和弘	H25/2	ISO/TC 127/SC 4
11	ISO 21573-1:2014	建設用機械及び装置―コンクリートポンプ―第 1 部：用語及び仕様項目	大村 高慶	H26	ISO/TC 195/SC 1
12	ISO 18650-2:2014	建設用機械及び装置―コンクリートミキサ―第 2 部：混練効率試験手順	大村 高慶	H26	ISO/TC 195/SC 1
13	ISO 10261:2002 /Amd 1:2015	土工機械―製品識別番号（PIN） 追補 1	出浦 淑枝	H27/11	ISO/TC 127/SC 3
14	ISO/TS 15143-3:2016	土工機械及び走行式道路工事機械―施工現場情報交換―第 3 部：テレマティックス	山本 茂	H28/12	ISO/TC 127/SC 3
15	ISO 15818:2017	土工機械―つり上げ及び固縛箇所―性能要求事項	宮崎 育夫, 植田 洋一，他	H29/3	ISO/TC 127/SC 3
16	ISO 16001:2017	土工機械―障害物検知装置及び視覚補助―性能要求事項及び試験	出浦 淑枝 間宮 崇幸	H29/11	ISO/TC 127/SC1
17	ISO 19711-1:2018	建設用機械及び装置―トラックミキサ―第 1 部：用語及び仕様項目	清水 弘之	H30/8	ISO/TC 195/SC 1
18	ISO 7132:2003 /Amd 1:2018	土工機械―ダンパ―用語及び仕様項目 追補 1	高山 剛	H30/12	ISO/TC 127/SC 4
19	ISO 7135:2009 /Amd 1:2019	土工機械―油圧ショベル―用語及び仕様項目 追補 1	高山 剛	H31/3	ISO/TC 127/SC 4

ダー（Project Leader）であり，WG の構成員をまとめるのがコンビナー（Convenor）である。

後述のとおり，建機協標準部会は，これまで ISO/TC 127 や ISO/TC 195 の様々な国際規格制定活動に参加しているが，この中でも日本の標準部会員が，コンビナーやプロジェクトリーダーとして，最近 20 年間の国際規格制定を主導した案件を**表―1** に紹介する（発行済みの案件のみ，現在制定活動中のものは除く）。

(6) 日本建設機械化協会 50 周年以降の JIS 制定活動

最近 20 年間の JIS 制定活動を**表―2** に紹介する。

厚生労働省の通達「機械の包括的な安全基準に関する指針」に対応するため，経済産業省の委託を得て建設機械各機種に関する安全基準の JIS（C 規格と称す）

表―2　JIS 国家規格：1999 年～ 2018 年の間に原案作成した JIS（安全 C 規格含む）

原案作成時期	JIS 番号	規格名称		対応国際規格への対応の程度	JIS 発行年
1999年度	JIS A 8304	土工機械―運転員の座席の振動評価試験	改正	IDT	2001/4/20
	JIS A 8910	同　　―転倒時保護構造―試験及び性能要求事項（追補 1）	追補		2001/4/20
	JIS A 8310	同　　―操縦装置等の識別記号（追補 1）	追補		2001/4/20
	JIS A 8324	同　　―電線及びケーブル―識別及び記号の原則	制定	IDT	2001/4/20
	JIS A 8111	同　　―アワメータ	制定	MOD	2001/4/20
	JIS A 8922	同　　―油圧ショベル―運転員保護ガードの試験及び性能要求事項	制定	IDT	2001/4/20
	JIS A 8325	同　　―クローラ式機械―ブレーキ系の性能要求事項	制定	IDT	2001/4/20
2000年度	JIS A 8313	同　　―製品識別番号（PIN）	改正	IDT	2001/12/20
	JIS A 8420-1	同　　―トラクタドーザ―第 1 部：用語及び仕様項目	改正	IDT	2002/7/20
	JIS A 8507	建設用回転圧縮機の仕様書様式及び性能試験方法	改正		2002/7/20
2001年度	JIS A 8308	土工機械―基本機種―用語	改正	IDT	2003/3/20
	JIS A 8424	同　　―締固め機械―用語及び仕様項目	制定	MOD	2003/3/20
	JIS A 8327	同　　―機械装着前後進警笛―音響試験方法及び性能基準	制定	MOD	2003/3/20
	JIS A 8328	同　　―リフトアーム支持具	制定	IDT	2003/3/20
	JIS A 8326	同　　―運転座席―寸法及び要求事項	制定	IDT	2003/3/20
2002年度	JIS A 8910	同　　―転倒時保護構造―試験及び性能要求事項（追補 2）	追補	MOD	2004/12/10
	JIS A 8610	建設用機械及び装置―コンクリート内部振動機	改正	MOD	2004/3/20
	JIS A 8611	同　　―コンクリート外部振動機	改正	MOD	2004/3/20
	JIS A 8330-1	土工機械―運転室内環境―第 1 部：用語	制定	IDT	2004/1/20
	JIS A 8330-2	同　　―第 2 部：空気ろ過試験	制定	MOD	2004/1/20
	JIS A 8330-3	同　　―第 3 部：運転室加圧試験方法	制定	IDT	2004/1/20
	JIS A 8330-4	同　　―第 4 部：運転室換気，暖房及び／又は空気調和試験 方法	制定	IDT	2004/1/20
	JIS A 8340-1	土工機械―安全―第 1 部：一般要求事項	制定	MOD	2004/3/25
	JIS A 8340-4	―第 4 部：油圧ショベルの要求事項	制定	MOD	2004/3/25
	JIS A 8347	土工機械―劣化防止及び保管	制定	IDT	2004/1/20
	JIS A 8346	同　　―車体屈折フレームの固定装置―性能要求事項	制定	IDT	2004/1/20
	JIS A 8345	同　　―キーロック始動装置	制定	IDT	2004/1/20
2003年度	JIS A 8334	同　　―運転取扱説明書―内容及び様式	制定	IDT	2006/3/25
	JIS A 8330-5	同　　―運転室内環境―第 5 部：前面窓ガラスデフロスタ試験方法	制定	IDT	2006/3/25
	JIS A 8330-6	同　　―第 6 部：日照負荷決定方法	制定	IDT	2006/3/25
	JIS A 8329	同　　―ダンパ及び自走式スクレーパのリターダ―性能試験	制定	MOD	2005/5/20
	JIS A 8331	同　　―機械装着救出装置―性能要求事項	制定	IDT	2005/3/20
	JIS A 8332	同　　―ダンパ荷台及び運転室傾斜支持装置	制定	IDT	2005/3/20
	JIS A 8333-1	同　　―後写鏡及び補助ミラーの視野―第 1 部：試験方法	制定	MOD	2005/3/20
	JIS A 8333-2	同　　―第 2 部：性能基準	制定	IDT	2005/3/20
	JIS A 8340-5	土工機械―安全―第 5 部：ダンパ（重ダンプトラック及び不整地運搬車）の要求事項	制定		2005/3/25
	JIS A 8508-1	道路工事機械―安全―第 1 部：一般要求事項	制定		2006/4/25
	JIS A 8508-4	同　　―第 4 部：締固め機械の要求事項	制定		2006/4/25
	JIS A 8612	コンクリート及びモルタルの圧送ポンプ，吹付け機及びブーム装置―安全要求事項	制定		2006/4/25
2004年度	JIS A 8411-1	土工機械―寸法及びコードの定義―第 1 部：本体	改正	IDT	2006/10/20
	JIS A 8411-2	同　　―第 2 部：作業装置	改正	IDT	2006/10/20
	JIS A 8307	土工機械―ガード―定義及び要求事項	改正	IDT	2006/10/20
	JIS A 8340-2	同　　―安全―第 2 部：ブルドーザの要求事項	制定		2007/3/25
	JIS A 8340-3	同　　―第 3 部：ローダの要求事項	制定		2007/3/25
	JIS A 8509-1	基礎工事機械―安全―第 1 部：くい打機の要求事項	制定		2007/3/25
	JIS A 8202-1	トンネル工事機械―安全―第 1 部：シールド及び推進機の要求事項	制定		2007/3/25
	JIS A 8202-2	同　　―第 2 部：自由断面トンネル掘削機の要求事項	制定		2007/3/25
2005年度	JIS A 8508-2	道路工事機械―安全―第 2 部：路面切削機の要求事項	制定		2008/3/25
	JIS A 8508-3	同　　―第 3 部：ロードスタビライザの要求事項	制定		2008/3/25
	JIS A 8508-5	同　　―第 5 部：コンクリートカッタの要求事項	制定		2008/3/25

2005年度	JIS A 8613	コンクリートミキサ及びコンクリートプラントの安全要求事項	制定		2008/1/25
	JIS A 8310-1	土工機械―操縦装置及び表示用識別記号―第1部：共通識別記号	制定	IDT	2008/11/20
	JIS A 8310-2	同 ―第2部：特定機種，作業装置及び附属品識別記号	制定	MOD	2008/11/20
	JIS A 8911	土工機械―シートベルト及びその取付部―性能要求事項及び試験方法	改正	IDT	2007/3/20
	JIS A 8919	同 ―操縦装置	改正	MOD	2007/3/20
2006年度	JIS A 8340-6	土工機械―安全―第6部：機械式ショベルの要求事項	制定		2010/1/25
	JIS A 8508-6	道路工事機械―安全―第6部：アスファルトフィニッシャの要求事項	制定		2010/1/25
	JIS A 8508-7	同 ―第7部：アスファルトディストリビュータ及びアスファルトスプレーヤの要求事項	制定		2010/1/25
	JIS A 8705	アスファルトプラント類の安全要求事項	制定		2010/1/25
	JIS A 8707	せん孔機械の安全要求事項	制定		2010/1/25
	JIS A 8202-3	トンネル工事機械―安全―第3部：全断面トンネル掘進機（TBM）の要求事項	制定		2010/1/25
	JIS A 8706-1	履帯式建設リサイクル機械―安全―第1部：自走クラッシャの要求事項	制定		2010/1/25
2007年度	JIS A 8340-7	土工機械―安全―第7部：グレーダの要求事項	制定		2010/9/25
	JIS A 8509-2	基礎工事機械―安全―第2部：掘削機の要求事項	制定		2010/9/25
	JIS A 8510	路面清掃機械の安全要求事項	制定		2010/5/25
	JIS A 8614	トラックミキサの安全要求事項	制定		2010/9/25
2006～2007年度	JIS A 8920	土工機械―落下物保護構造―台上試験及び性能要求事項	改正	IDT	2009/3/20
	JIS A 8336	同 ―表示機器	制定	IDT	2009/3/20
	JIS A 8337	同 ―運用及び保全―保全性の指針	制定	IDT	2009/4/20
	JIS A 8335	同 ―非金属製タンクの性能要求事項	制定	IDT	2009/3/20
	JIS A 8704-1	道路工事機械―アスファルトプラント―第1部：用語及び仕様項目	制定	MOD	2009/3/20
	JIS A 8704-2	同 ―第2部：仕様書様式及び性能試験方法	制定	A 8704からの分割	2009/3/20
2007～2008年度	JIS A 8302	土工機械―運転員・整備員の乗降用，移動用設備	改正	IDT	2010/4/20
	JIS A 8311	同 ―運転員の視野―測定方法及び性能基準	改正	IDT	2010/4/20
	JIS A 8316	同 ―電磁両立性（EMC）	改正	IDT	2010/4/20
	JIS A 8403-5	同 ―油圧ショベル―第5部：掘削力測定方法	改正	MOD	2010/4/20
	JIS A 8422-1	同 ―ダンプトラック―第1部：用語及び仕様項目	改正	MOD	2010/4/20
	JIS A 8603-1	建設用機械及び装置―コンクリートミキサ―第1部：用語及び一般仕様	制定	MOD	2010/7/20
	JIS A 8603-2	同 ―第2部：性能試験方法	制定	MOD	2010/7/20
2008年度	JIS A 8511	除雪機械の安全要求事項	制定		2010/9/25
2008～2009年度	JIS A 8315	土工機械―運転員の身体寸法及び運転員周囲の最小空間	改正	IDT	2010/10/20
	JIS A 8317-1	同 ―音響パワーレベルの決定―動的試験条件	改正	MOD	2010/10/20
	JIS A 8317-2	同 ―運転員位置における放射音圧レベルの決定―動的試験条件	改正	MOD	2010/10/20
	JIS A 8325	同 ―履帯式機械―制動装置の性能要求事項及び試験方法	改正	IDT	2010/11/22
	JIS D 0006-1	同 ―機関―第1部：ネット出力試験方法	改正	IDT	2010/10/20
	JIS A 8338	同 ―危険検知装置及び視覚補助装置―性能要求事項及び試験	制定	IDT	2011/2/21
	JIS A 8408	同 ―遠隔操縦の安全要求事項	制定	MOD	2012/6/25
	JIS A 8921-2	同 ―ショベル系掘削機保護構造の台上試験及び性能要求事項―第2部：6トンを超える油圧ショベルの転倒時保護構造（ROPS）	制定	IDT	2011/8/22
	JIS A 8340-1	同 ―安全―第1部：一般要求事項	改正	MOD	2011/9/25
	JIS A 8340-4	同 ―第4部：油圧ショベルの要求事項	改正	MOD	2011/9/25
2009～2010年度	JIS A 8421-2	土工機械及―ローダ―第2部：仕様書様式及び性能試験方法（追補1）	追補		2011/9/20
2010～2011年度	JIS A 8706-2	履帯式建設リサイクル機械―安全―第2部：ドラム式カッタ搭載自走式木材破砕機の要求事項	制定		2013/3/21
	JIS A 8340-2	土工機械―安全―第2部：ブルドーザの要求事項	改正	MOD	2012/12/25
	JIS A 8340-3	同 ―第3部：ローダの要求事項	改正	MOD	2012/12/25
	JIS A 8340-5	同 ―第5部：ダンパの要求事項	改正	MOD	2012/12/25
	JIS A 8314	同 ―ゴムタイヤ式機械―かじ取り装置要求事項	改正	IDT	2013/1/21
	JIS A 8403-4	同 ―油圧ショベル―第4部：バケット定格容量	改正	IDT	2012/11/20
	JIS A 8910	同 ―転倒時保護構造―台上試験及び性能要求事項	改正	IDT	2012/11/20
	JIS A 8909	同 ―保護構造の室内評価試験―たわみ限界領域の仕様	制定	IDT	2012/11/20
2011年度	JIS B 9690	高所作業車―設計，計算，安全要求事項及び試験方法	制定	MOD	2013/12/25
2014～2015年度	JIS A 8302	土工機械―運転員及び整備員の乗降用・移動用設備	改正	IDT	2017/3/21
2015～2016年度	JIS A 8327	同 ―機械装着警報ブザー類及び警音器―試験方法及び性能基準	改正	MOD	2017/1/20
	JIS A 8335	同 ―非金属製燃料タンクの性能要求事項	改正	IDT	2017/1/20
	JIS A 8909	同 ―保護構造の室内評価試験―たわみ限界領域の仕様	改正	IDT	2017/1/20
2016～2018年度	JIS A 8311	同 ―運転員の視野―測定方法及び性能基準	改正	IDT	2018/9/20
	JIS A 8425-1	同 ―電機駆動式機械並びに関連構成部品及び装置の電気安全―第1部：一般要求事項	制定	IDT	2019/3/20
	JIS A 8425-2	同 ―第2部：外部電源機械の特定要求事項	制定	IDT	2019/3/20
	JIS A 8425-3	同 ―第3部：電源内蔵機械の特定要求事項	制定	IDT	2019/3/20
	JIS A 8426	土工機械―つり上げ及び固縛箇所―性能要求事項	制定	IDT	2019/3/20
	JIS A 8310-1	同 ―操縦装置及び表示用図記号―第1部：共通図記号	改正	MOD	2019/6/20
	JIS A 8310-2	同 ―第2部：特定機種，作業装置及び附属品図記号	改正	IDT	2019/6/20

原案を作成している。

ISO 規格に基づく JIS 化については，C 規格を含め日本規格協会の支援を受けて制定又は改正を行っている。

標準化施策上は民間主導の JIS 化を目指しており，協会としての対応が今後の課題である。

(7) 建機協 50 周年以降の JCMAS 制定活動

最近 20 年間の JCMAS 制定活動を**表―3** に紹介する。

3. 標準化の取り組みの変遷

(1) 国内規格の変遷

当協会の標準化への取り組みを振り返ると，建設機械の規格については，昭和 40 年代までは現在の「機械部会」の前身の「技術部会」が管轄していた。戦後しばらくの間は，国（旧建設省）の予算による建設機械整備費で建設機械の大部分が購入されていたこともあり，建設機械の仕様とそれに対応する性能を確認するための，機種ごとの仕様書様式及び性能試験方法の JIS 整備が主体であった。

表―3　JCMAS 団体規格　（平成 11 年～平成 30 年の間に制定・改正された規格）

	番号	JCMAS 番号	規格名称	制定	改訂
平成 11 年	1	H014	建設機械―安全標識	○	
	2	G006-1	建設業務用 IC カード―車載型ターミナル―第 1 部：物理特性	○	
	3	G006-2	建設業務用 IC カード―車載型ターミナル―第 2 部：機械安全管理機能仕様	○	
	4	H015-2	油圧ショベル―安全基準―第 2 部：長尺作業装置付き	○	
	5	H015-3	油圧ショベル―安全基準―第 2 部：マテリアルハンドリング	○	
	6	P033	油圧ショベル―アタッチメント取合部の寸法	○	
	7	H015-1	油圧ショベル―安全基準―第 1 部：一般	○	
平成 12 年	8	P034	除雪機械―カッティングエッジ及びエンドビット―寸法及び形状	○	
	9	G003-3	建設業務用― IC カードデータ記録―第 3 部：資格―技能コード（改正）		○
	10	G003-8	建設業務用 IC カードデータ記録―第 8 部：技能講習―特別教育コード（改正）		○
平成 14 年	11	F002	クライミングクレーン―仕様書様式（改正）		○
	12	F006	タワークレーン用語（改正）		○
	13	H017	土工機械―危険探知システム及び視覚補助装置―性能要求事項及び試験方法	○	
	14	F004	不整地運搬車―用語（改正）		○
	15	F018	履帯形自走式建設リサイクル機械―用語	○	
	16	F019	履帯形自走式建設リサイクル機械―仕様書様式	○	
	17	H018	6 トンを超える油圧ショベル転倒時等保護構造（EOPS）―試験方法及び性能要求項目	○	
平成 15 年	18	H020	土工機械―油圧ショベルの燃料消費量―試験方法	○	
	19	H021	土工機械―ブルドーザの燃料消費量―試験方法	○	
	20	H022	土工機械―ホイールローダの燃料消費量―試験方法	○	
	21	P040	建設機械用グリース	○	
	22	P042	建設機械用生分解性油圧作動油	○	
平成 16 年	23	F020	全回転式オールケーシング掘削機―用語	○	
	24	F021	全回転式オールケーシング掘削機―仕様書様式	○	
	25	F022	油圧式鋼矢板圧入引抜機―用語	○	
	26	F023	油圧式鋼矢板圧入引抜機―仕様書様式	○	
	27	P045	建設機械用油圧作動油―高圧ピストンポンプ試験による寿命評価方法	○	
	28	P047	建設機械用油圧作動油―摩擦特性試験方法	○	
	29	P041	建設機械用油圧作動油	○	
	30	P043	建設機械用油圧作動油―フィルタラビリティ試験方法	○	
	31	P044	建設機械用油圧作動油―高圧ピストンポンプ試験による潤滑性評価方法	○	
平成 17 年	32	P048	建設機械―バッテリリレー	○	
	33	P023	建設機械―スタータ及びオルタネータ―端子記号（改正）		○
平成 18 年	34	G007	建設機械―稼働データ―遠隔配信フォーマット	○	
	35	H020	土工機械―油圧ショベルの燃料消費量―試験方法		○
	36	H021	土工機械―ブルドーザの燃料消費量―試験方法		○
	37	H022	土工機械―ホイールローダの燃料消費量―試験方法		○
平成 22 年	38	H020	土工機械―油圧ショベルの燃料消費量―試験方法		○
	39	H021	土工機械―ブルドーザの燃料消費量―試験方法		○
	40	H022	土工機械―ホイールローダの燃料消費量―試験方法		○
平成 23 年	41	G008	災害時建設機械用遠隔操縦装置使用周波数調査票	○	
平成 24 年	42	T009	コンクリートポンプ―圧送試験方法	○	○
平成 25 年	43	H020	土工機械―油圧ショベルの燃料消費量―試験方法		○
平成 27 年	44	H022	土工機械―ホイールローダの燃料消費量―試験方法		○
平成 28 年	45	T010	ロータリ除雪車―集雪による除雪性能試験方法	○	
	46	H023	ラフテレーンクレーン作業燃料消費量試験方法	○	

その後，国が直接機械を発注する分野は除雪機械などに限られてきているが，除雪機械の購入仕様に関連したJISやJCMASの整備は続いている。また，国の施策である地球温暖化対策の点から，エネルギー資源の効率的使用を通じて地球温暖化ガスの排出の低減を図る基準となるJCMASの制定が行われている。

(2) ISO部会発足の経緯とその後の取り組み

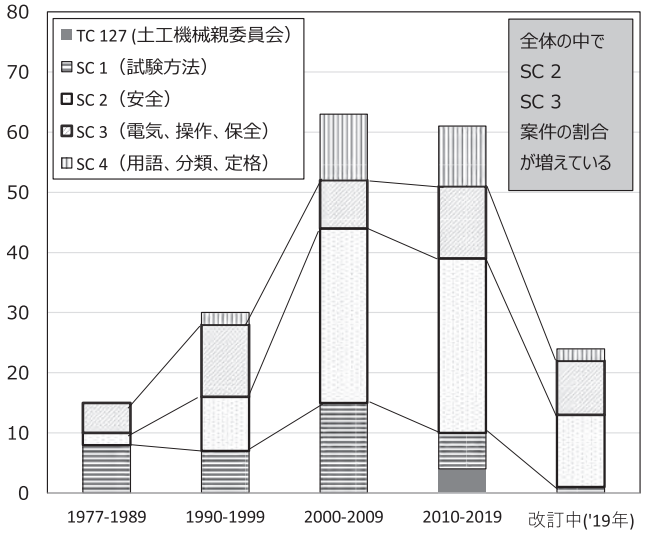
昭和44年9月のISOのTC 127国際専門委員会の発足とともに，日本は，当初よりP（積極参加）メンバーとして参画することになった。ISO部会はSC 3（運用及び保全）分科委員会の幹事国及び国際議長を引き受けて国際分科委員会の運営による国際貢献をはかるなどにより，日本も重要なメンバーとして建設機械産業の国際的な発展の技術基盤を整えた。このことは，今日振り返れば，当時の関係者の大英断によるところが大きいと言える。

(3) 近年の国際規格の傾向について

令和元年9月現在，標準部会傘下の3つのTCで発行済の規格数は以下のとおりである。

ISO/TC 127（土工機械）　　：170規格
ISO/TC 195（建設用機械及び装置）：36規格
ISO/TC 214（昇降式作業台）　　：8規格

ここでは，3つのTCのうち最も多くの規格を扱っているTC 127（土工機械委員会）の近年の傾向について考察する。**図―1**は，ISO/TC 127国際規格の発行件数の10年単位の推移であるが，建機協50周年を迎えた2000年代に入り，案件数が大きく増加していることがわかる。



図―1　ISO/TC 127の国際規格発行数の推移（SC別）

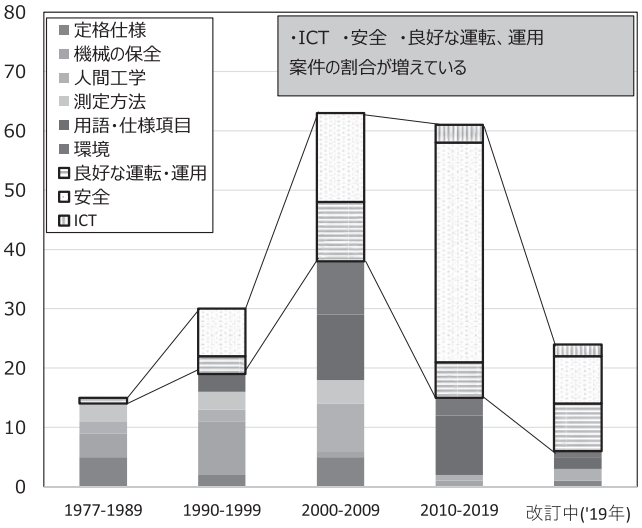
また，分科委員会（SC）別にみると，1990年代以前では「試験方法」のSC 1（幹事国：英国）案件がTC 127の過半数を占めていたのに対し，2000年代以降は「安全」のSC 2（幹事国:アメリカ),「電気関係」のSC 3（幹事国：日本）の割合が大幅に増えており，土工機械の国際規格制定活動の中で，日本の主導するSC 3分科委員会がTC 127の中で大きな役割を担っていることがわかる。

図―2は同じ発行件数を，規格の内容で層別したグラフである。1980年代のTC 127の立ち上げ時には，「定格仕様」,「機械保全」,「用語」といった，機械自体の仕様など,「確立済技術」に関わる案件が多かったのに対し，2000年代に入ってからは

・良好な運転，運用（例：ISO 16001「物体検知視覚補助」，日本人がコンビナー）
・安全関係（例：ISO 20474「安全性」）
・ICT（例：ISO 15143「施工現場の情報交換」，日本がコンビナー）

など，機械の高度な使われ方や，安全・快適性に関わる案件が増えている。

周知のとおり,「ICT」などは日本が世界をリードする分野であり，日本の貢献できる分野が以前より広がっていることがわかる。詳細については4章で考察する。



図―2　ISO/TC 127の国際規格発行数の推移（分野別）

(4) 標準部会とISO国際年次総会への参加

下記**表―4，5**のとおり，標準部会発足後も，ISO/TC 127及びISO/TC 195の委員会において，標準部会は総会に多くの日本代表員を派遣しており，当標準部会はこれらISO国際総会の審議においても欠かせない存在となっている。

表―4　ISO/TC 127 土工機械委員会国際親 TC/SC 総会及び出席者の推移

会議		開催年月日	場所	出席者	機関誌掲載号
TC 127 国際年次総会	第 13 回	1999.5.17 ～ 21	ロシア モスクワ	青木英勝，定免克昌，岡本俊男，小鷹　太，渡辺　正，田中健三，大嶋博人，友金保男，川合雄二，西脇徹郎	'99.8
	第 14 回	2000.10.2 ～ 6	ブラジル リオ・デ・ジャネイロ	青木英勝，小竹延和，定免克昌，田中三郎，斎藤恒雄，綱渕政樹，田中健三，大野俊司，砂村和弘，新田恭士，渡辺　正，川合雄二，西脇徹郎	'01.1
	第 15 回	2002.5.20 ～ 24	ポーランド ワルシャワ	小竹延和，定免克昌，本間　清，斎藤恒雄，砂村和弘，平木彦三郎，吉田　正，田中健三，大野俊司，西脇徹郎	'02.9
	第 16 回	2003.10.13 ～ 17	イタリア ソレント	小竹延和，有光秀雄，本間　清，斎藤恒雄，砂村和弘，田中健三，足立識之，西脇徹郎	'04.4
	第 17 回	2004.5.8 ～ 12	中国 北京	小竹延和，有光秀雄，花本幸雄，山元　弘，田中健三，西脇徹郎，政次　知己，砂村和弘，平木彦三郎，足立識之	'05.9
	第 18 回	2006.11.12 ～ 17	オーストラリア シドニー	小竹延和，田中健三，西脇徹郎，政次　知己，砂村和弘，足立識之，藤本秀樹，山元　弘，宮崎育夫	'06.12
	第 19 回	2008.5.12 ～ 15	英国 エディンバラ	小竹延和，田中健三，西脇徹郎，政次　知己，砂村和弘，足立識之，藤本秀樹，山元　弘，宮崎育夫	'08.9
	第 20 回	2009.10.11 ～ 15	韓国 済州島	小竹延和，田中健三，西脇徹郎，政次　知己，砂村和弘，藤本秀樹，藤野健一，宮崎育夫	なし
	第 21 回	2011.4.3 ～ 7	ドイツ ベルリン	藤本　聡，足立識之，砂村和弘，西脇徹郎（東日本大震災のため少人数）	'12.3
	第 22 回	2012.10.	ブラジル プライア・ド・フォルチ	日本参加者なし（外務省危険指定地のため）	－
	第 23 回	2014.6.1 ～ 5	スウェーデン ロンネビー	岩本祐一，出浦淑枝，下垣内　宏，足立識之，宮崎育夫，高山　剛，原田　和，西脇徹郎	'14.11
	第 24 回	2015.9.13 ～ 17	米国 ラハイナ	出浦淑枝，下垣内　宏，足立識之，宮崎育夫，高山　剛，西脇徹郎	'17.2
	第 25 回	2017.6.11 ～ 15	日本 広島	出浦淑枝，正田明平，下垣内　宏，足立識之，間宮崇幸，高山　剛，西脇徹郎，他	'17.9
	第 26 回	2018.10.21 ～ 26	中国 柳州市	正田明平，下垣内　宏，足立識之，間宮崇幸，塚田祥子，高山　剛，西脇徹郎，他	'18.12

表―5　ISO/TC 195 建設用機械及び装置委員会国際 TC 総会及び出席者の推移

会議		開催年月日	場所	出席者	機関誌掲載号
TC 195 国際年次総会	第 9 回	1999.5.13 ～ 14	ポーランド ワルシャワ	川合雄二	'99.7
	第 10 回	2000.5.11 ～ 12	ポーランド ワルシャワ	宮口正夫，大村高慶，川合雄二	'00.7
	第 11 回	2001.5.17 ～ 18	ポーランド ワルシャワ	大村高慶，田島　修，川合雄二	'01.7
	第 12 回	2002.5.16 ～ 17	ポーランド ワルシャワ	大村高慶，田島　修，川合雄二	'02.7
	第 13 回	2003.5.6 ～ 9	ポーランド ワルシャワ	大村高慶，田島　修，川合雄二，小林幸代	'03.7
	第 14 回	2004.5.11 ～ 14	米国 シカゴ	大村高慶，養安豊彦，川合雄二，阿部　裕，柴田　真理子	'04.7
	第 15 回	2005.5.31 ～ 6.3	ポーランド ワルシャワ	瀬田幸敏，大村高慶，養安豊彦，阿部　裕，川合雄二	'05.8
	第 16 回	2007.5.9 ～ 11	韓国 済州島	大村高慶，養安豊彦，渡辺　充，阿部　裕	'07.7
	第 17 回	2008.4.15 ～ 18	米国 シカゴ	大村高慶，養安豊彦，阿部　裕	'08.7
	第 18 回	2009.5.11 ～ 15	中国	事情によって中止	－
	第 19 回	2010.5.11 ～ 14	ポーランド ワルシャワ	大村高慶，田丸正毅，小野寺三男，小倉公彦	'10.10
	第 20 回	2011.5.10 ～ 13	中国 北京	大村高慶，田丸正毅，渡邊　充，西村敏之，小倉公彦	'11.11
	第 21 回	2012.5.22 ～ 25	オランダ デルフト	大村高慶，田丸正毅，小倉公彦	'12.8
	第 22 回	2013.5.14 ～ 17	米国 シカゴ	大村高慶，小倉公彦	'13.8
	第 23 回	2014.5.13 ～ 16	中国 張家界	大村高慶，清水弘之，小倉公彦	'14.7
	第 24 回	2015.10.19 ～ 22	チリ サンティアゴ	大村高慶，清水弘之，小倉公彦	'16.4
	第 25 回	2016.10.10 ～ 14	フランス パリ	大村高慶，清水弘之，川上晃一，小倉公彦	'17.4
	第 26 回	2017.11.7 ～ 10	米国 オースティン	川上晃一，清水弘之，小倉公彦	'18.3
	第 27 回	2018.9.17 ～ 21	ドイツ ハンブルク	川上晃一，清水弘之，山口達也，小倉公彦	'19.2
	第 28 回	2019.11.18 ～ 22	日本 神戸（予定）		－

4. 標準部会の今後の展望

筆者（正田）の標準部会の中での経験は，ISO/TC 127 の国際 WG 会議・親 TC/SC 総会を通じての活動が多かったため，ここでは特に「国際標準化活動に今後求められるもの」について考察したい。

(1) ISO 専門家の若手シフト

ISO 国際会議では英語で議事が進行し，国際標準化のルールも一朝一夕に習熟できるものではないため，ISO 国際規格を担当する人材には

①当該規格の専門知識
②英語能力（ディベート力）
③国際標準化業務の専門的知識

の三つの要素を兼ね備えた技術者が望ましい。このすべてを兼ね備えた技術者はなかなかいないため，従来は，実地の開発経験のあるベテラン技術者が，過去の経験をもとに①の部分を補い，様々な WG の専門家を兼ねる場合が多かった。

一方，最近標準部会が扱う国際規格では，確立済みの既存技術だけではなく発展途中の先端技術も対象にするケースが増えている。こういった先端技術案件では，専門的知識がなければベテラン技術者といえども各国の専門家との論議に太刀打ちできないため，その道の専門家を選出・派遣することになるが，往々にしてそのような技術者は若く，国際標準化業務に不慣れな場合が多い。

このため，これからますます増える電子及び情報関連の案件では，顔の広いベテランと若手専門家を組み合わせた対応も視野に入れる必要がある。今後は経済産業省主催の「ISO/IEC 国際標準化人材育成講座」（通称「ヤンプロ」）などの活用を促進し，できるだけ多くの若手新技術専門家が世界各国の WG で活躍されることを期待したい。

(2) 国際標準化の「現場」は WG：「現場」の重要性

ISO 国際規格は，各国審議団体が派遣する専門家よりなる WG において審議を尽くし，部会員の合意（コンセンサス）を形成し，最終的には各国 1 票の投票権を行使して制定される。明確な指揮系統のもとで動く一般企業と異なり，フラットな組織である国際 WG 会議では，海外専門家を説得してコンセンサスを得ることは，日本人にとってかなり骨の折れる作業である。また，技術的に優れた規格という理由だけで採用されると限らないことは，家庭用ビデオ録画方式規格を始めとする多くのケーススタディが示している。

国際標準化の会議でコンセンサスを得る方法については，種々の文献（例：2）3)）があるが，小職が過去の WG 会議，親 TC/SC 総会への参加で痛感したことは，「WG でコンセンサス形成の場にいること」の重要性である。

ISO 国際 WG 会議の開催方法には，

①対面のみの会議（Face to face 会議；略称 FTF 会議）
②ウェブ経由のみの会議
③①と②を併用したもの

がある。②のウェブ経由のみの会議は，あまり揉め事のない，予定調和の案件に用いられることが多い。一方，WG 内でコンセンサスが得られにくい事態が生じると，主催者が FTF 会議を企画しその場で決着をつけることになるが，注意が必要なのは③の FTF 会議にウェブ経由で参加する場合である。

自らの考えを他国の専門家に理解してもらいコンセンサスを得るには，他の参加者の思考パターン・発言傾向を理解し，それに呼応した発言をすることにより合意に近づいていくが，ウェブ経由での参加では発言者間の微妙なやり取りや表情（どのように考えているか）が読み取りにくい。また，意見対立が膠着して議論が平行線をたどる場合，審議を一時中断し会議を仕切り直すことが多いが，対立意見を解きほぐす交渉はしばしば審議の間の休憩時間中に当事者間で行われ，こういった場外のやりとりはウェブではアクセスできない。よって③の会議で，ウェブ参加する場合は，コンセンサスの形成に直接関わることは難しい。

WG の対面会議はまさに国際標準作成活動の最前線の「現場」であり，会議メンバーの一員として主体的にコンセンサス形成に参加するには，「現場にいる」メンバーが圧倒的に有利である。

また，様々な対面 WG 会議や，国際年次総会への参加を重ねることで，各国の ISO 担当者の人となりを知ることができ，相手からも理解され人脈を築くことができる。細かいことであるが，こういった地道な積み上げが，重要な WG 会議で自分の発言が取り上げられやすくなることにつながる。

予算や人員の制約もあり，現実的には全ての WG での対面参加はできないが，今後新たに WG 会議に参加される方は，重要な WG 会議のコンセンサス形成の「現場」に積極的に参画し関与することを願ってやまない。

5. おわりに

ISO/TC 127/SC 3 国際議長として ISO 国際 WG や年次総会に参加し，海外 ISO 専門家と意見交換するたびに感じるのは，日本の建機協標準部に対する海外 ISO 専門家からのリスペクトである。ISO 国際規格制定活動は，各団体のボランティア参加で成り立っている。例えば，世界各国で持ち回り開催する WG 会議室の手配は，参加各社の善意に頼っており，毎回 WG 会議を企画する各国コンビナー，PL にとっては，会議室探しが頭痛の種の一つとなっている。この点において日本の建機協標準部は，毎年のように日本が幹事国を務める ISO/TC 127/SC 3 の案件を中心に，要望があった場合は日本での会議を積極的に主催（ホスト）しており，開催のたびに海外からの会議参加者より厚い謝辞を受けている。

また，前述の通り定常的に多くの規格を発行するには，ISO 規格制定フローに習熟し，ISO 中央事務局と密接なやり取りを行える事務局が欠かせない。現在の標準部事務局の各氏は，いずれも ISO 規定に習熟しておられるプロフェッショナルであり，各参加企業の ISO 専門家は，事務局から ISO 業務について都度アドバイスを受けられるので，安心して技術的な議論に特化して審議に参加することができる。この場を借りて，標準部西脇部長，大西部長，小倉次長の日々の献身的なサポートにあらためて厚く御礼を申し上げる。

最後に，標準部会の歴史を振り返るに際しては，ISO 部会長及び初代標準部会長を務められた青木英勝氏に歴代の部会活動を整理した貴重な資料を提供いただいた。この場をお借りし厚く御礼を申し上げたい。（正田）

《参 考 文 献》

1）『建設機械化の 50 年』，社団法人　日本建設機械化協会編，188-196p.（3.4.7 ISO 部会, 3.4.8 標準化会議及び規格部会），1999 年 5 月 15 日発行。
2）藤井俊彦，『競争戦略としてのグローバルルール』，東洋経済新報社，11-12p，2012 年 4 月 12 日発行。
3）原田節雄，『世界市場を制覇する国際標準化戦略―二十一世紀のビジネススタンダード』，東京電機大学出版局，340-343p，2008 年 9 月 30 日発行。

［筆者紹介］

正田　明平（しょうだ　みんぺい）
標準部会長
コマツ　開発本部　業務部　規制標準グループ
主幹技師
ISO/TC 127/SC 3 国際議長

西脇　徹郎（にしわき　てつお）
（一社）日本建設機械施工協会　標準部長
ISO/TC 127/SC 3 国際幹事

部会活動の歩み

施工部会の活動と今後

玉 石 修 介

1. 施工部会の構成と目的

施工部会は6委員会と部会の幹事会にあたる運営連絡会で構成されている。

6委員会は下記の通りであり，それぞれ特化した専門的な活動を行っている。

①建設副産物リサイクル委員会
②除雪技術委員会
③災害復旧技術委員会
④橋梁架設工事委員会
⑤大口径岩盤削孔委員会
⑥機械経費委員会

各委員会活動は後述する。

施工部会の活動方向は，これらの委員会名称からも判るように，一般的な施工ではなく，自然環境や非常時要求，希な施工など特定要件への対応，特殊機材の用い方，それらに関するものも含む機械関係経費の検討などで，施工全体から見ると特殊性のある補完的技術とされるものの体系化と整理にある。

それぞれの委員会活動は専門性の高い施工経験を基として，施工条件の整理や施工リスクの洗い出し，適応機材の特性把握，経費等の算出・整理などを行っている。

2. 施工部会の沿革

施工部会は，協会発足当初からあり，当初は分科会を設け建設機械耐用年数・償却費稼働時間・維持費，機械化施工現場実態調査，土工費構成基礎とスクレーパ歩掛等の機械化施工の基礎的な調査研究を行っていた。その後，昭和35年頃から各種委員会が設けられ多くの調査検討がなされ，平成16年に現在の施工部会となった。委員会はその時代に応じたものが開設されており，直近では「情報化施工委員会」，「大深度地下空間施工技術委員会」も当部会活動に含まれていた。平成28年度より当協会内の委員会等の組織改編が行われ「i-Construction施工による生産性向上推進本部（令和元年よりi-Construction推進本部）」に「情報化施工委員会」は移管された。また，「大深度地下空間施工技術委員会」のように特殊空間の施工技術の検討が進められたが，技術的に一段落し当面の活動を休止しているものもある。

3. 委員会活動

①建設副産物リサイクル委員会

建設副産物とは，施工に伴って発生する捨土と呼ばれる搬出土や解体に伴うコンクリートガラ，伐採に伴う廃棄木材などがあげられる。これらの場外処分は環境負荷を増大させる可能性もあることから，その低減を図る目的で建設副産物の現場内再利用を進め搬出量の削減を図ることを建設副産物リサイクルと称している。

建設機械に建設副産物リサイクル系機械と呼ばれる自走式土質改良機やコンクリートガラ破砕機，粒度調整を行う自走式ふるい機，木質系破砕機などが在り，副産物リサイクルに供されている。しかし施工にこれらの特殊機材を正しく用いるための情報が十分ではなく，過剰な期待や不適切な運用による不十分な結果となるものも見受けられるなど，施工現場における問題点や課題が散見された。

当委員会では，これらの機材が適切に運用されるように使用指針を取りまとめている。使用事例が多い自走式土質改良機や自走式ふるい機の使用に関する技術資料の提供，副産物リサイクルの効果指標として「建設副産物の現場内再利用による場外運搬の低減などによるCO_2削減効果簡易ソフト」の開発などを行い，下記のように協会ホームページにて公開している。

(1)「建設副産物の現場内再利用によるCO_2削減効果簡易ソフトの開発」
https://www.jcmanet.or.jp/sekou/recycle/20120210.pdf

施工部会の変遷

	S24～33	S34～41	S42～43	S44～53	S54～63	H元～10	H11～15	H16～20	H21～25	H26～R1	摘　要
運営委員会（44～運営連絡会）											
分科会		（モータープール、建設機械耐用年数・償却費稼働時間・維持費、機械化施工現場実態調査、土工費構成基礎とスクレーパ歩掛等の調査研究）									
「建設工事の計画と実施」編集委員会											
歩掛り経費（積算）委員会		36～									
新技術研究委員会											
高速道路建設単価委員会		37～									
記録様式作成委員会		40～									
道路除雪委員会（15～除雪技術委員会）		41～					15～				
骨材生産委員会							～11				
アスファルトプラント委員会											
道路維持委員会											
ペーパードレーン工法委員会											
場所打杭委員会											
シールド委員会											
岩石トンネル掘削委員会											
空港建設委員会											
土質試験自動化委員会											
機械施工積算方式研究委員会			43～								
高速道路土工委員会											
軟弱地盤処理委員会（54～軟弱地盤改良委員会）											
トンネル機械化施工委員会											
原位置土質・岩質測定研究委員会											
橋梁工事機械化施工委員会											一時建設環境保全委員会の小委員会
宅地造成土工計画委員会											
建設廃棄物の処理・再利用法委員会（H1～建設副産物リサイクル委員会）											
建設工事排水処理委員会											
小規模ダム施工設備研究委員会											
基礎委員会											
英文施工技術作成委員会											
交通対策委員会											
騒音振動対策委員会（H元～「建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック」改訂委員会）							～11				
安全対策委員会											
舗装再生委員会											
自動化施工委員会											
アベイラビリティ委員会											
機械施工法令研究委員会											
建設工事情報化委員会								～18			
大口径岩盤削孔委員会							～13				
大深度地下空間施工研究委員会										～27	
メカテクノビジョン工法分科会											
大型建設機械分解輸送委員会											
コンソリデーショングラウティング研究会							～11				
機械施工の安全化技術検討委員会							～13				
情報化施工委員会							12～			～27	i-Con本部へ移動
施工技術検討委員会								～18			
機械損料・機械経費検討会											
施工単価方式専門工種検討会								～19	22		
橋梁架設工事委員会											
災害復旧対策委員会								19～			
・水力開発機械化専門部会											
・道路工事機械化専門部会											
・土と基礎機械化専門部会											
・シールド工法調査専門部会		39～									

注1　部会名は、S42～53は施工技術部会、H11～13は技術部会、H14～15は施工技術部会
注2　H10以前は概略

(2)「自走式土質改良機」技術資料
https://www.jcmanet.or.jp/new/2010/pdf/0203zisousikisiryo.pdf

(3) スクリーン法の基礎「自走式ふるい機活用ガイド」(2016)
https://www.jcmanet.or.jp/wp-content/uploads/2017/02/bb2638437f0adbfa0d511abc8fa7c969.pdf

②除雪技術委員会

道路除雪は雪国にとって社会基盤や生活基盤の機能を支える行為であり，地域・季節・機材・運用ともに限定的な条件下となる。当委員会は，道路除雪に関わる技術向上と安全施工に寄与すべく講習会に向けたテキスト内容を検討し，毎年秋期に行われる「道路除雪講習会」の開催に協力している。

道路除雪講習会

③災害復旧技術委員会

日本の災害は他国に比べ種類や発生頻度も格段に多く，その被害は国民の生命・財産・生活環境に大きな

影響を与えることから，災害後の早期復旧は誰しもが切望するものである。建設技術は復旧作業に大いに貢献するものではあるが，一般的な建設施工とは異なる施工条件面や段取り，安全要件なども乖離が多い。このことから復旧支援となるように問題や課題の整理を行い，状況に応じた機材や施工方法などの対応策について示せるよう継続的に検討を重ねている。

④橋梁架設工事委員会

橋梁（鋼橋・PC 橋）の架設作業やメンテナンスに伴う補修や補強作業の積算基準などを調査・検討しこれらをとりまとめるとともに，「橋梁架設工事の積算」ならびに「橋梁補修補強工事積算の手引き」の発刊とこれに関する講習会として行われる「建設機械等損料，橋梁架設，大口径岩盤削孔工法講習会」に講師協力を行っている。

「建設機械等損料，橋梁架設，大口径岩盤削孔工法」講習会

⑤大口径岩盤削孔委員会

大口径岩盤削孔とは，構造物の杭基礎用の掘削や地下空間の構築施工に必要となる地盤や岩盤に対して行われる大口径の削孔であり，当委員会ではこの施工に関する積算基準などの調査･検討を行うとともに，「大口径岩盤削孔工法の積算」として発刊し，これに関する「建設機械等損料，橋梁架設，大口径岩盤削孔工法講習会」に講師協力を行っている。

⑥機械損料・機械経費検討会

建設機械は日進月歩の発展があり，能力向上のみならず排気ガスのクリーン化や騒音低減そして ICT 活用，安全性向上などが進められている。当委員会は新たな機材や ICT 施工の関連機材などの追加や一般に使われなくなった機材等の削除を含め各種建設機械の機械経費の調査及び検討を行い「建設機械損料表」として発刊している。

大口径岩盤削孔工法　講習会テキスト

建設機械等損料　講習会テキスト

4. 施工部会の将来像

平成 28 年より i-Construction が始まり従前の「情報化施工」から大きく状況が変わる中で，施工部会は情報化に縁が薄くなるようにも感じられたが，i-Construction の進展とともに監督・検査要領の変更や工種の拡大など土工事以外も情報化が必要となることが判ってきた。施工部会の各委員会は各々の特性と情報化技術の融合を模索し，施工の近代化や施工履歴データの活用などを図る方針も加え，それぞれの未来形を目指したい。

［筆者紹介］
玉石　修介（たまいし　しゅうすけ）
施工部会　副部会長
玉石重機㈱
代表取締役社長

部会活動の歩み

機械部会活動の歩みと今後の展望

阿　部　里　視・畑　田　　健

1. 機械部会活動の今後の展望

「地球温暖化による想定外な大災害の発生」,「人口減少・少子高齢化による労働力不足」,「インフラの老朽化への対応」 等，現在社会が直面している課題やリスクが，今後益々重大かつ深刻になっていく事は，予言者でなくとも間違いなく言い当てられるものと考える。気が付けば，建設に関わる機械の開発・生産・販売を生業とする企業にとっては，「本業そのものが社会貢献」になってきており，今後益々その傾向が顕著になっていくものと思われる。例えば，豪雨による土砂崩れにより道路が埋まれば，真っ先に活躍する油圧ショベルをニュースで見る機会は多い。

また，i-Construction，情報化施工，その先にある施工の無人化は，労働力不足，インフラの維持管理，災害復旧対応への切り札になると予想され，これも社会貢献という切り口で考えれば，やりがいのある将来が待っていると言える。

さて機械部会は現在 13 の技術委員会から成り立ち，どの部会も上記の今後益々重大かつ深刻化する課題とは深く関係している。

機械部会の事業報告書を見ると，ここ数年でよく目に付く言葉に「情報の共有」がある。この「情報の共有」という言葉は，10 年前にはあまり目にしなかった言葉だと思う。

部会に参画している個々の企業が持つ先端技術情報そのものは，極秘の技術情報であるため共有することは出来ないが，海外の有力企業の技術動向など，先端技術のトレンドは共有できる。また機械部会は，研究・開発側に近い部会から，施工現場に近い部会まで，幅広くその分野の専門家によって構成されている。建設機械施工という共通点がある中で，異分野の情報，例えばショベル技術委員会とトンネル機械技術委員会で安全に関する情報を共有することができ，様々な知見から視点を変えることにより，問題解決のヒントが得られることも考えられる。

今後「情報の共有」をキーワードに部会の活動が益々活発になり，社会に向かって持続的に成果を発信し，「機械部会の活動そのものが間接的な社会貢献」になることを望む。

2. 機械部会活動の歩み（平成 21 ～ 30 年度）

(1) 幹事会

①各技術委員会の活動計画，活動実績報告の審議，承認。（平 21 ～）

(2) 原動機技術委員会

①排ガス 4 次規制の動向調査と規制施行に際しての課題，尿素 SCR 技術指針（案），車載型排気ガス測定装置への対応を討議した。（平 21，22）

②海外の排出ガス規制動向についての情報共有を継続実施中。（平 22 ～）

③油脂技術委員会と連携し，油脂やバイオ燃料等の情報展開を継続実施中。（平 22 ～）

④排ガス 4 次規制最終段階（2014 年基準）に関して，国土交通省，環境省，経済産業省に業界要望を説明した。（平 24）

⑤「In use 排ガス測定試験」に関して（独）土木研究所を見学し，測定装置および試験方法について情報収集した。参加者 20 名。（平 24）

⑥適正な軽油，エンジンオイルの使用啓発活動として，油脂技術委員会と連携して作成した建機業界パンフレットを紹介し，各委員に配布した。（平 25）

⑦排出ガス 4 次規制最終段階（2014 年基準）に関連する情報収集と各種課題に対する意見を集約した。（平 25 ～ 27）

⑧「In Use の実機排出ガス計測方法」について計測器メーカ等から情報収集を行い，意見交換を実施した。（平 29，30）

⑨建設機械搭載原動機の排出ガス規制関連として，次期規制の検討状況について情報共有と意見交換を行った。建機次期燃費基準についても情報展開

を行った。

(3) トラクタ技術委員会

①土工機械 - 燃料消費量試験方法 - ブルドーザ（JCMAS H 021），ホイールローダ（JCMAS H 022）を改訂した。（平 21，22）

②土工機械―安全―第 2 部：ブルドーザの要求事項（JIS A 8340-2），ローダの要求事項（JIS A 8340-3）の改訂案を作成した。（平 22，23）

③ハイブリッドホイールローダの商品化をにらみ，土工機械 - 燃料消費量試験方法 - ホイールローダ（JCMAS H 022）を改訂した。（平 24 ～ 27）

④ 2 名キャブ˝除雪ドーザの取扱いについて議論し，厚生労働省に委員会の見解を提出した。（平 25）

⑤ダンプトラック技術委員会と合同で大型土工用機械の現場見学会として福岡県五ヶ山ダム工事現場を見学した。また㈱ブリヂストン北九州工場を見学し建機用タイヤ技術者と意見交換した。参加者 10 名。（平 26）

⑥「建設車両用タイヤの選定・使用・整備・基準」を改訂した。（平 27，28）

⑦各社持ち回りで新製品を紹介し，最新の技術動向について共有継続中。（平 27 ～）

⑧建設業部会建設機械事故調査 WG から提案された機械の安全対応について，各社でメリット，デメリットを調査した。（平 29）

⑨次期燃費基準の策定に関して基準値設定方法や基準値の妥当性及びクラス分け等について検討継続中。（平 29 ～）

⑩次期排出ガス規制の動向について（一社）日本建設機械工業会（以下建機工）から入手した情報の共有を継続中。（平 30 ～）

(4) ショベル技術委員会

①土工機械―安全―第 2 部：油圧ショベルの要求事項（JIS A 8340-4）の改訂案を作成した。（平 21）

②土工機械 - 燃料消費量試験方法 - 油圧ショベル（JCMAS H 020）を改訂した。（平 21，22）

③低燃費型建設機械認定制度に関して製造業部会作業燃費検討 WG と共同で検討した。（平 21 ～ 25）

④土工機械 - 燃料消費量試験方法 - 油圧ショベル（JCMAS H 020）の国際規格化を推進した。（平 21 ～ 25）

⑤ミニショベルの燃費基準に関して製造業部会作業燃費検討 WG と共同で検討した。（平 23 ～ 26）

⑥燃費測定に関して，ミニショベルのバケットクラスについて，新たに 0.22 m^3 クラス（0.20 ～ 0.25 m^3）を追加するとともに，油圧式ハイブリッドショベルの試験方法も見直し，JCMAS H 020 の改訂に協力した。（平 25）

⑦建設業部会建設機械事故調査 WG から提案された機械の安全対応について，各社の運転支援装置の取組み状況を取りまとめ，平成 31 年 2 月の合同部会で発表した。（平 29，30）

⑧次期燃費基準の策定に関して次期燃費基準の参考となる 2014 年排出ガス規制油圧ショベルの燃費データを共有し，基準値の設定方法等について検討継続中。（平 29 ～）

⑨次期排出ガス規制の動向について建機工から入手した情報の共有を継続中。（平 30 ～）

(5) ダンプトラック技術委員会

①持ち回りで，各社トピックスとして新商品の紹介や最新技術動向を紹介し，意見交換を通じて，知識の向上と情報の共有化を継続中。（平 21 ～）

②大型建機の生産工場であるコマツ茨城工場，日立建機㈱常陸那珂臨港工場の見学会を実施した。参加者 10 名。（平 21）

③クリーンエネルギー建機について，最新の鉱山の技術動向を紹介し，情報交換を実施した。（平 22）

④土工機械―安全―第 2 部：ダンパ（重ダンプトラック及び不整地運搬車）の要求事項（JIS A 8340-5）を改訂した。（平 22，23）

⑤「不整地運搬車・ダンプトラック関係安全作業ガイド」を作成した。（平 24 ～ 26）

⑥ホームページにダンプトラックの稼動状況がわかる動画リンクを掲載した。（平 27，28）

⑦「不整地運搬車・ダンプトラック関係安全作業ガイド」を改訂した。（平 28）

⑧ダンプ関連の事故事例を解析し，対応手段のひとつである周囲監視システムについて各社の取り組み状況の紹介および情報共有を図った。（平 29）

⑨知見の向上と情報の共有化のため，持ち回りでダンプトラック及び他機種，自動車などの安全技術の紹介を継続中。（平 30 ～）

(6) 路盤・舗装機械技術委員会

①「アスファルトフィニシャーの変遷」を作成し，建設の施工企画の平 21.7 月～平 22.4 月まで掲載した。（平 21，22）

②「アスファルトプラントの事故事例集」を作成し

た。（平 21）
③道路用機械での事故を防ぐ技術として，ハンドガイドローラにおけるホールドツ―ラン機構の普及を検討した。（平 21 ～ 24）
④「我が国における締固め機械の変遷」を作成し，建設の施工企画の平 23.9 月～平 24.3 月まで掲載した。（平 22，23）
⑤「アスファルトプラントの変遷」を作成し，建設機械施工の平 28.9 月～平 29.9 月まで掲載した。（平 25 ～ 28）
⑥施工業者，レンタル業者に対して情報化機器保有状況アンケートを実施し，総会で報告した。アンケートは継続実施中。（平 24 ～）
⑦総会を 2 回／年開催し，事業課題 [テーマ] に対する技術発表を行っている。（平 30 年度の例：上期：「4 次排ガス対策建機情報」2 件，「最新建機技術情報」6 件，下期：「建設機械安全対策情報」3 件，「最新情報化施工技術報告」6 件）（平 21 ～）
⑧建機メーカ等の工場の見学会を 7 回開催し，135 名が参加した。（平 22 ～）

(7) コンクリート機械技術委員会

①「コンクリート機械の変遷」を作成し，建設の施工企画の平 26.3 月～平 26.9 月まで掲載した。（平 21 ～ 24）
②コンクリートポンプ―圧送試験方法（JCMAS T 009）作成し制定した。（平 22 ～ 24）
③「トラックミキサー -Part1」の ISO 化について原案を作成し，ISO 国際会議に提案し審議した。本活動は平 29 以降は標準部に移管され，平 30 に ISO 19711-1 にて制定された。（平 24 ～ 28）
④コンクリート内部振動機（ISO 18651-1）の定期見直しを実施した。（平 27，28）
⑤コンクリート機械のトラブル事例や点検状況について意見交換を実施し，取りまとめの検討を行った。また，メンテナンス不良によるトラブルについて取りまとめた。（平 29）
⑥（一社）全国コンクリート圧送事業団体連合会からの要望「コンクリート及びモルタル圧送ポンプ，吹付機並びにブーム装置の安全要求事項（JIS A 8612）に関する要望事項について」の検討を行い，検討結果を JCMA 標準部から回答した。（平 30）
⑦ KYB ㈱熊谷工場（平 24，参加者 10 名），東京外環道路 千葉区間・国分区間 現場見学（平 25，参加者 9 名），日工㈱本社工場（平 28，参加者 10 名）の見学会を開催した。

(8) 基礎工事用機械技術委員会

①平 18 年度に作成した「基礎工事用機械の技術変遷調査報告書」を改訂した。（平 20 ～ 22）
②基礎工事用機械毎に施工時のヒヤリハット事例を収集し，安全教育用資料にまとめた。（平 24）
③基礎工事での情報化施工機器に関する技術情報を収集し，「ICT を活用した施工技術（基礎工事）」の報告書を作成した。（平 24，25）
④ボーリング機械の用途拡大と新技術について調査を行い，技術連絡会で報告した。（平 26）
⑤基礎工事用機械として分類されるアタッチメント装着機械について，その用途と種類の整理を行い，専用機とアタッチメントの区分について討議した。（平 27）
⑥小型立坑・大型立坑について，工法整理及び実績の調査を実施した。（平 28）
⑦各社持ち回りで新製品，新技術，i-Construction 技術，稀有な施工現場等を紹介するようにした。継続実施中。（平 29 ～）
⑧委員会メンバーの技術向上のために専門業者による技術プレゼンを実施。
平 30 年度：4 回実施，令和元年度も継続中。（平 30 ～）
⑨基礎工事現場見学会，建機メーカ等の工場見学会を 13 回開催し，207 名が参加した。（平 25 ～ 30）

(9) 建築生産機械技術委員会

①高所作業車―設計，計算，安全要求事項及び試験方法（JIS B 9690）の原案を作成した。（平 21 ～ 23）
②「建築生産機械の変遷誌」作成のための調査検討を行った。（平 23，24）
③ホイールクレーンの作業燃料消費量試験方法について JCMAS H 023 を策定し制定した。（平 25 ～ 28）
④ホイールクレーンの作業燃費基準値の策定のため，基準のクラス分けと各クラスの基準値案を検討した。（平 25，26）
⑤ホイールクレーンの作業燃費基準値制定について国土交通省と協議した。（平 27）
⑥ホイールクレーンの作業燃費基準値制定について国土交通省地球温暖化検討分科会においてと審議され制定された。（平 28）
⑦ホイールクレーンの次期作業燃費基準に向け，クラス分けの見直しについて検討継続中。（平 29 ～）
⑧次期排ガス規制動向について情報を収集し，情報

の共有化を図った。(平 30 ～)

(10) 除雪機械技術委員会

①「除雪機械のオプション使用法」についてまとめ, HP に公開した。(平 21 ～ 23)
②ロータリ除雪機械性能試験方法について検討を行い, JCMAS T 010 を制定した。(平 22 ～ 28)
③「除雪機械の変遷」を作成し, 建設機械施工の平 26.11 月～平 28.8 月まで掲載した。(平 23 ～ 28)
④除雪グレーダ, ドーザの 1 人乗りについて検討し, 作業時の安全性確保について国土交通省に提言した。(平 25)
⑤ロータリ除雪車の安全性向上に関して検討継続中。(平 28 ～)
⑥除雪機械の未来像について, 各除雪機械毎にアンケートを実施し, 結果をとりまとめて未来像を構築した。(平 29)
⑦除雪の自動化に向け, 3D 道路マップ製作会社と除雪時必要な構造物データにつき意見交換を行った。(平 30)
⑧除雪現場見学会を 2 回開催し (平 28：札幌市, 平 30：青森市), 56 名が参加した。(平 28, 30)
⑨除雪機械メーカの工場見学会を 6 回開催し, 98 名が参加した。(平 23 ～ 27, 29)

(11) トンネル機械技術委員会

①シールド等安全技術調査に関する調査を行い, 報告書を作成した。(平 21)
②「山岳トンネル・シールドトンネル掘削ずりの有効利用について」の調査を行い, 報告書を作成した。(平 21, 22)
③「山岳トンネル施工機械における安全および品質確保技術について」の調査を行い, 報告書を作成した。(平 21, 22)
④「トンネル・シ―ルド掘削時の低騒音・低振動工法に関する施工方法の調査」の調査を行い, 報告書を作成した。(平 23)
⑤「安全・安心・環境に配慮したトンネル・シールド機械の新技術調査」の調査を行い, 報告書を作成した。(平 23)
⑥「100 年後のトンネル機械を考える」の調査を行い, 報告書を作成し, 技術連絡会で報告した。(平 24, 25)
⑦「山岳トンネル・シールド工事機械の技術開発・調査」の調査を行い, 報告書を作成した。(平 25)
⑧「トンネルの補修・補強技術に関する調査研究」の調査を行い, 報告書を作成した。(平 25)
⑨「トンネル掘削土に含まれる汚染土壌の処理方法の調査と検討」の調査を行い, 報告書を作成した。(平 25)
⑩「トンネル・シールドの大断面, 大深度, 長距離技術に関する実績の調査」の調査を行い, 報告書を作成した。(平 27)
⑪トンネル機械の排出ガス規制対応について, 現状の課題を調査し, 今後の対応を検討して報告書を作成した。(平 26,27)
⑫ H27 年度にまとめた「トンネル工事用排出ガス対策型建設機械の現状の課題と今後の対応検討」について国土交通省, 環境省と意見交換を行った。(平 28)
⑬各社のトンネル工事における省エネルギー, 省資源, 地球温暖化の取り組み例を調査して発表した。(19 社から報告) (平 28)
⑭トンネル技術講演会 (技術の伝承) を 1 回／年開催。(平 29 ～)
講演数　H29 年度：5 件, H30 年度：3 件
⑮トンネル分野での ICT 技術の状況把握のためのアンケート実施し, その結果の報告書を作成した。(平 30)
⑯トンネル工事現場見学会, 建機メーカ等の工場見学会を 17 回開催し, 327 名が参加した。(平 21 ～ 30)

(12) 油脂技術委員会

①バイオ燃料の動向調査継続実施中。(平 21 ～)
②作動油オンファイルシステムの届出数拡大のため普及促進活動を継続中。(平 21 ～)
③グリースオンファイルシステムを構築し, 運用を開始した。(平 21 ～ 24)
④グリースオンファイルシステムの届出数拡大のため普及促進活動を継続中。(平 24 ～)
⑤高効率作動油の規格化の活動を継続中。(平 27 ～)
⑥ JCMAS の普及活動の一環として, JAMA エンジンオイルセミナーで建機用作動油, グリースの発表を行った。(平 30：インドネシア, マレーシア, ベトナム, 平 29：フィリピン, インド, 平 28：タイ, インドネシア)
⑦マイクロクラッチ試験標準油 (JCMA-R2) の試験有効性基準値を見直し, 登録の阻害要因の一つを解決した。(平 29)
⑧潤滑油添加剤メーカーのルーブリゾール㈱衣浦事

業所（平 26，参加者 22 名），JCMA 施工技術総合研究所（平 28，20 名），㈱タダノ志度工場（平 29，参加者 20 名）の見学会を開催した。

（13）情報化機器技術委員会

①建設機械の電気系火災の防止のために火災事例をまとめ「火災を防止するためにお客様にお願いしたいこと」として HP に公開した。（平 21 ～ 23）

②災害時建設機械用遠隔操縦装置使用周波数調査票（JCMAS G 008）を制定して発行した。（平 21 ～ 23）

③準天頂衛星について調査し，機械部会技術連絡会で報告，無線など情報機器についてメーカとの意見交換などを実施し，情報化機器に関する最新動向の情報を共有した。（平 24）

④除雪機械について 1 名乗車での安全確保や，除雪 ICT システムとして Eagle　JCMAS 活用について除雪技術委員会と討議し，情報を共有した。（平 26，27）

⑤ i-Construction の動向について最新情報の共有を継続中。（平 27 ～）

⑥建機労働災害防止に有効な電子機器の技術動向調査の一環で，傾斜角検出センサについて調査し，結果を合同部会で報告した。（平 28）

⑦新技術普及のため，ISO の動向，RE 指令変更の最新の状況の共有を継続中。（平 29 ～）

⑧安全の推進として，障害物検知のセンサに関する情報共有を行い，各センサの得失や規制／規格の有無などをまとめ，HP に公開した。（平 29，30）

（14）機械整備技術委員会

①「整備の基本」を作成し，CD 版を委員に配布した。（平 21 ～ 23）

②ハイブリッド，電動建機の安全整備のガイドラインを作成した。（平 21 ～ 26）

③福島原発事故に伴う放射線環境下における建設機械の対応，および各社の原発構内稼動機と持出し機の対応状況について意見交換した。（平 23）

④ 2011 年排ガス規制適合車の DPF 再生のしくみ，フィルタ洗浄など，広くユーザ教宣のため資料作成した。（平 24 ～ 28）

⑤エンジン故障診断機器の統一に向けて，各建機メーカ，レンタル会社，整備専門会社からの要望を取りまとめた。（平 27）

⑥ 2014 年排ガス規制適合車の SCR システムの取扱いとメンテナンスに関する資料を作成中。（平 28 ～）

⑦ DPF 製造メーカーの日本ガイシ㈱名古屋事業所（平 25，参加者 20 名），キャタピラージャパン㈱相模事業所（平 26，参加者 15 名），マルマテクニカ㈱相模原事業所（平 29，参加者 10 名）の見学会を開催した。

（15）共通活動項目

①日本建設機械要覧の発行に際して，各専門委員会において内容の見直しを実施した。（平 22，24，26，28，30）

②定例の ISO，JIS の規格見直しに協力した。

（16）見学会実績

NO	開催日	技術委員会	見学会名称	参加人数
1	H22.1.28（木）	ダンプトラック	コマツ茨城工場，日立建機㈱常陸臨港工場 見学	10
2	H22.10.27（水）	路盤・舗装機械	コマツ茨城工場，日立建機㈱常陸臨港工場，前田道路㈱東海合材工場 見学	21
3	H22.11.1（月）～2（火）	トンネル機械	関西電力 新黒部作業所現場見学会	16
4	H23.6.24（金）	トンネル機械	長崎新幹線俵坂トンネル工事現場見学	18
5	H23.7.12（火）	除雪機械	キャタピラージャパン㈱相模事業所工場見学	18
6	H24.7.9（月）	原動機	（独）土木研究所（つくば）見学	20
7	H24.7.10（火）	トンネル機械	キャタピラージャパン㈱秩父デモセンタ見学	15
8	H24.8.9（木）	コンクリート機械	KYB ㈱熊谷工場見学	10
9	H24.10.2（火）	除雪機械	範多機械㈱本社工場見学	15
10	H25.1.17（木）	路盤・舗装機械	前田道路㈱東京総合合材工場見学会	15
11	H25.5.10（木）	トンネル機械	圏央道，JR 高崎線交差部トンネル工事現場見学	11
12	H25.7.18（木）	トンネル機械	ニシオティーアンドエム㈱長野工場見学	15
13	H25.9.6（金）	トンネル機械	国道 25 号線御堂筋共同溝立坑工事現場見学	19
14	H25.10.29（火）	コンクリート機械	東京外かく環状道路 千葉区間・国分区間 現場見学	9
15	H25.12.5（木）	機械整備 / 原動機	日本ガイシ㈱名古屋事業所 工場見学	20
16	H25.12.19（木）	トンネル機械	相鉄 ·JR 直通 西谷トンネル工事 現場見学	20
17	H26.4.11（金）	油脂	ルーブリゾール㈱衣浦事業所 見学	22
18	H26.5.26（月）	ダンプトラック，トラクタ	五ヶ山ダム建設現場見学	10
19	H26.5.27（火）		㈱ブリヂストン北九州工場見学	10
20	H26.6.20（金）	トンネル機械	中部横断自動車道 宮狩トンネル工事 現場見学	20
21	H26.8.26（火）	除雪機械	コマツ粟津工場見学	21
22	H26.9.5（金）	トンネル機械	新名神高速道路 箕面トンネル東工事 現場見学	16
23	H26.10.6（月）	機械整備	キャタピラージャパン㈱相模事業所 SOS ラボ見学	15
24	H26.10.17（金）	路盤・舗装機械	㈱藤坂 砕石工場見学	16
25	H26.10.17（金）	基礎工事用機械	豊洲駅地下駐輪場工事現場見学	13
26	H26.11.12（水）	基礎工事用機械	浜松篠原海岸津波対策施設等政治事業（海外）工事見学	16
27	H26.12.5（金）	トンネル機械	古河ロックドリル㈱吉井工場の見学	16
28	H27.3.13（金）	基礎工事用機械	㈱前田製作所 本社工場見学	18
29	H27.5.29（金）	トンネル機械	東京都下水道局千代田区再構築工事 永田町 H ＆ V シールド工事現場見学	18
30	H27.9.3（木）	除雪機械	㈱協和製作所 工場見学	14
31	H27.9.4（金）	除雪機械	㈱日本除雪機製作所 工場見学	15
32	H27.11.13（金）	路盤・舗装機械	日立建機㈱土浦工場見学	20
33	H27.12.4（金）	基礎工事用機械	矢上川地下調整池中間立杭工事現場見学	16
34	H28.3.2（水）	基礎工事用機械	東京都下水道局千代田区再構築工事 永田町アーバンリング立坑工事現場見学	12
35	H28.6.9（木）～10（金）	トンネル機械	国道 45 号線新鍬台トンネル工事・宮古盛岡横断道路新区界トンネル工事現場見学	21
36	H28.10.7（金）	油脂	JCMA 施工技術総合研究所（CMI）見学	20
37	H28.10.12（水）	基礎工事用機械	鉱研工業㈱研修センタ（ミュージアム鉱研 地球の宝石箱）見学	16
38	H28.11.16（水）	路盤・舗装機械	コマツ粟津工場見学	17
39	H28.12.8（木）	コンクリート機械	日工㈱本社工場見学	10
40	H29.1/30（月）～2/1（水）	除雪機械	札幌除雪作業現場 見学	29
41	H29.4.14（金）	基礎工事用機械	JCMA 施工技術総合研究所（CMI）見学	20
42	H29.6.14（水）	基礎工事用機械	日立建機㈱ ICT デモサイト・常陸那珂臨港工場見学	22
43	H29.7.19（水）	基礎工事用機械	岩手県・鵜住居川水門工事現場見学	14
44	H29.9.14（木）	除雪機械	㈱ KCM 龍ケ崎工場見学	15
45	H29.11.16（木）	トンネル機械	相鉄・東急直通線 羽沢トンネル工事現場見学	22

NO	開催日	技術委員会	見学会名称	参加人数
46	H29.11.29（水）	路盤・舗装機械	日立建機㈱ ICT デモサイト見学・コマツ茨城工場見学	20
47	H29.12.15（金）	機械整備	マルマテクニカ㈱相模原事業所見学	10
48	H30.2.16（金）	油脂	㈱タダノ志度工場見学	20
49	H30.2.23（金）	トンネル機械	㈱流機エンジニアリング つくばテクノセンタ見学	25
50	H30.5/30（水）	基礎工事用機械	日本車輌製造㈱鳴海製作所 工場見学	16
51	H30.6/13（水）	基礎工事用機械	デンカ㈱青梅工場 見学	13
52	H30.9/28（金）	トンネル機械	カヤバシステムマシナリー㈱三重工場 見学	14
53	H30.11/14（水）	基礎工事用機械	コマツ IOT センタ東京 見学	21
54	H30.12/5（水）	トンネル機械	新東名高速道路高取山トンネル工事 見学	22
55	H30.12/13（水）	基礎工事用機械	九州新幹線そのぎ川橋りょう工事 見学	10
56	H31.1/30(水)～2/1(金)	除雪機械	青森除雪作業現場 見学	27
57	H31.2/19（火）	トンネル機械	東京外かく環状道路本線トンネル工事 見学	39
58	H31.2/21（木）	路盤・舗装機械	住友建機㈱千葉工場，JFE スチール㈱東日本製鉄所 工場見学	26
			参加人数合計	1,009

［筆者紹介］

阿部　里視（あべ　さとし）
機械部会　副部会長
コマツ　商品企画本部

畑田　健（はただ　たけし）
機械部会　事務局
（一社）日本建設機械施工協会　技術部長

部会活動の歩み

機関誌編集と建設業部会の活動

中 村 優 一

1. はじめに

日本建設機械施工協会創立 70 周年に当たりお祝いを述べさせて頂くと共に，「各部会活動の歩みと今後の展開」の中から私が経験した編集委員会と建設業部会において最も印象に残った事をお伝えし，今後の部会活動の展開に多少なりと味付けになれば幸いである。

2008 年から 2018 年迄（途中 1 年の休憩をはさむ）日本建設機械施工協会の編集委員を経験できたことと，たまたま私が弊社の機械部長（東日本支社）であった期間内に建設業部会の副幹事長の役割が回ってきたため，ダブルでよい経験が出来たと感じている。

今思えば，弊社の西日本支社から東日本支社に移動したその年から日本建設機械施工協会の委員を前任者から継承し，協会活動など全くの未経験であり，社内外でどのような動きをすればよいのかも分からない中，“人と同じことはやりたくない”の大それたというよりもひねくれた独自の人生観で向かって行き，結果的に何とか実現出来たことなどを思い出話としてお伝えする。

2. 編集委員会

(1) 投稿実績

編集委員会の経験を語る前に 2008 年迄の当人の機関誌等への投稿実績を紹介すると

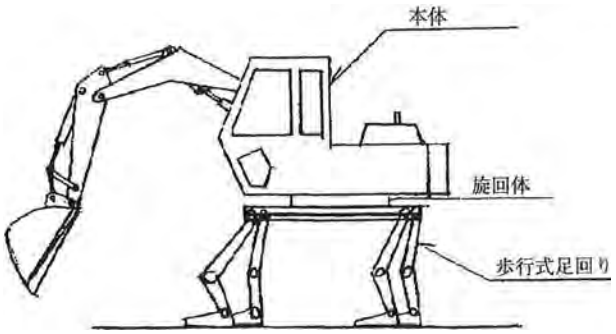
1) 21 世紀，あれば便利，こんな建設機械―若手技術者のアイデア募集への“歩く掘削機”の考案：「建設機械」2000 年 8 月
2) “鈴蘭台汚水幹線工事の TBM による急勾配施工”：「建設の機械化」2001 年 1 月

の 2 件だけであった。

“歩く掘削機”については弊社関西支社に在籍時，こんなアンケートが来ているがお前が代表して提案してみろと言われ，何か極端なものはないかと考えて投稿したものであるが，TBM の急勾配施工については現場担当機械職員に代わって論文を作成しただけのものであった。

2008 年 4 月より東日本支社に転勤となったのであるが，出だしから自分の性格が出てしまったのが編集業務であった。

当時の手書きの投稿図“歩く掘削機を**図―1** に示す。



図―1

(2) 宇宙飛行士へのインタビュー～筆者の思い出～

2008 年 4 月から編集委員となり，まず大きく戸惑ったのが既にその年の 10 月号の担当となっていたことである。次の 5 月の委員会には“編集方針”を発表しなければならない。また，ペアを組むもう一人の経験者の方から「今年は忙しいのでメインでお願いします」と更に追い打ちを掛けられる始末であった。

ところが，そんな急を要する業務を請け負っておきながら，“ずいそう”をこれまでと違った人にお願いしてみたいという悪い癖が出てしまい，編集方針でずいそうを宇宙飛行士にお願いしたいと発表したところ，てっきり未だかってないことで難しそうだから，こちらからも打診してあげましょうという委員長からの言葉を期待していたのであるが差にあらず，委員長からは「よろしくお願いします」の一言で終わりであった。（最近では結構気軽に JAXA 関係者に原稿をお願い出来ているように見受けられる）

当たるだけでも当たってみようという気で丸の内の JAXA へ飛び込みで行ってしまい，何とか部屋には

入れて貰えたのであるが，セキュリティーが非常に厳重な雰囲気の中，完全に諦めの気持ちで来客席でかなりの時間待っていたところ，女性のキャリアのような主任クラスの広報担当の方が対応に出て来られ，機関誌の位置付けや内容･今回の目的など詳しく尋ねられ，その結果宇宙飛行士は毎日の訓練で非常に忙しいため現役は無理である，但し次期候補の古川宇宙飛行士であれば可能かもしれないとの返事を頂き，自分でも驚いたことを覚えている。その後何回かのメールや電話でのやり取りの結果，ソ連で訓練している合間の 30 分だけ電話インタビューという形で実現可能となった。

その後インタビューに関する企画書を提出しろとかクレジットの証明とかこれまで経験したことがない訳の分からないものを要求されたりしたが何とかクリアし，実際のインタビューに漕ぎつけることが出来た。この間編集事務局や印刷会社の協力も得られることになり，インタビューの場にボイスレコーダーを持ち込み，そのレコーダーから印刷会社が所有するソフトによって文字化してくれることとなった。

インタビュー当日丸の内の JAXA に行ってみると約束の時間より少し遅れそうだと言われ不安を抱えながら待っていたのであるが，丁度 30 分遅れで古川飛行士と繋がることが出来た。そこで想定問答集ではないが，こちらで用意し JAXA が検収済みの内容でインタビューを始めたところ予定時刻を経過しても古川氏がまだ答えようとするため JAXA の同席の広報担当主任に目で確認したところ，古川宇宙飛行士は最も優しい人で本日遅れたから申し訳ないので後の方に多少ずれてもよいということらしいと言われ継続することが出来，結局約 40 分のインタビューとなった。古川飛行士は小さい頃ウルトラセブンになりたかったと言っていたため，私が“ずいそう”のタイトル（仮称）を「ウルトラセブンになりたかった」と付けたところ JAXA がチェックして帰ってきたものは「宇宙」となっていた。

インタビューの最後に私が図に乗って「宇宙に行ったら恒例で日本の子供たち等と交信しインタビューを受けてくれる場面が出来ると思うのですが，その時もしよろしかったら“奥村組の中村さん元気ですかと言って貰えますか”」と面白半分に聞いたところ「公の電波を通じてそれは無理です」と真面目に答えられてしまった。広報担当主任さんは笑っていた。

それから 3 年後の 2011 年 6 月古川宇宙飛行士が実現し，滞在する ISS から地球の日本の子供たちとの交信が現実のものとなったが，“奥村組の中村さん元気ですか”は期待すること自体が無謀であった。

その後が実際は大変であった。印刷会社から送られてきたインタビュー録は A4 ― 7 頁で，どんなソフトかは知る由もないが印刷会社も声を正しい文字にするには相当苦労されたようで，このようなやり方は今回限りに願いたいと事務局を通じて達しがあった。最終的には私が短く編集し機関誌に掲載したのは 2 頁であった。

忘れもしないが，その時の丸の内の JAXA の広報担当者の決断の速さと親切な対応に胸を打たれた感があった。

3. 建設業部会

(1) 三役会の活動～筆者の思い出～

建設業部会での思い出は何と言っても 2011 年～2012 年の Y 幹事長（S 建設）との出会いである。

弊社の社内では見たことがない素晴らしい企画力の持ち主であった。現在も存在する“機電技術者交流企画 WG”及び“ドラグショベル吊上げ作業事故防止検討会”を立ち上げたのもこの年からで発案は 2011 年に就任した Y 幹事長である。当時の建設業部会幹事会社は部会長，幹事長を除いて 16 社であったが，その 16 社を 2 つのグループに分け今年度から活動して行こうというものであった。

この年から Y 幹事長の提案で三役会（部会長・幹事長・副幹事長―全部で 5 名 + 事務局 2 名）は月 1 回以上行うこととなり，その席で WG の発足等を決議し，年 2 ～ 3 回の幹事会或いは建設業部会において承認を頂くという形で進めていった。

私は機電技術者交流企画 WG のメンバーとなったが，この WG は Y 幹事長からの事前の課題も多く結構忙しく活動することになり，この会も結局 1 回 / 月で実施したと記憶している。“何のために毎年 2 日間掛けて建設会社の機電職員を募って意見交換会の様な交流会を行うのか”，“毎年テーマは有るが，しっかり検討した上でのテーマとなっているか”，“毎回 1 ～ 2 件講演が恒例となっているが意味のある講演となっているか，また，講演自体有意義であるか”といった具合であった。

(2) 機電技術者交流企画 WG の活動～筆者の思い出～

当時の機電技術者交流企画 WG のメンバーは全員が各社の機電部長で有り，各社の機電職員の将来を考える責任者の集団であった。

各社の部長さんが色々な意見を言うのであるが，それが社風から来ているのか，それとも個人の考え方から来ているのか，本来であれば各社の会社としての意見が要求されるのであろうが，実際には個人的な意見だと思われがちな内容が多かったように見受けられ，自分も同様であったため本来の姿というよりも，どちらでも良いのかなという感じであった。

事例としては，極端な意見を言うあるゼネコンの部長さんがいたが，次の代の人は同じ会社の同じ立場でありながら，全く異なった意見であったりということもあった。

殆どのゼネコンの機電部長さん，また，国土交通省の機械施工部門の方々や弊社の土木部門の諸氏が口を揃えて「現場に配属されたら，機電主任ではなく現場所長を目指しなさい」と言うのであるが，あるゼネコンの機械部長さんが「私の会社の機電職員にはそんな教育はしていない，あくまでも立派な機電主任になることを最終目的とさせている。もし先程の様な現場所長を目指そうという話題が出るような集いであれば，当社からは参加させない」と発言されたのには，異なった考え方があるのだなあと思う以上に唖然としてしまったというのが正直なところであった。

この年の機電技術者意見交換会（第 16 回）は時間を掛けて多くの検討を行った結果，従来より変更した事項が何点かあったので以下に紹介しておく。

・遠方からの参加者に配慮し開始時間を 9 時 00 分から 11 時 00 分に変更
・グループ編成をこれまでの若手＆ベテラン混成から年代別を基本に変更
・但し，2 日目の 1 時間だけ情報交換の目的で混成グループ方式とした。
・この年の 3 月 11 日に東日本で大きな災害が発生したため講演を「首都直下型地震における機械施工協会との災害協定について」と題して国土交通省の施工企画課長にお願いした。
・CPDS ポイント取得の対象とした。
・上記変更を決定するに当たり建設業部会会員各社に事前にアンケートを実施
・第 16 回以降もずっと継続されてきた機電交流企画 WG では，討議テーマの見直しだけでなく討議する班をシャッフルし，平均年齢別の班作成なども行い，参加者同士が漫然なく意見交換を行えるように工夫した。

近年では，AI，ICT，IoT，情報化施工，i-Construction や生産性向上，働き方改革等時代に沿ったキーワードを意識し，参加者がより有意義に討議が行えるテーマ提供や講演会を実施。2019 年度も第 23 回として「機電技術者は AI とどう付き合っていくべきか」をテーマに開催が決まった。

(3) 機電職員への支援

この機電技術者交流企画 WG においても建設業界における機電技術者の地位の向上についてが常に話題として取り上げられた。取り上げられたという事は，我社だけでなく殆どの建設会社，特にゼネコンにおいて機電職員はたとえ総合職であっても主流ではなく支援担当或いは縁の下の力持ちとなっている状況は否めないという事であった。

実際には建設会社に入社してからこの話題に触れることになるのだが，何故機械工学を専攻しながら建設会社を選んだのか，学生時代上位ではなかったため所謂エリートコースを外れた形でも何とか会社員という立場を確保しようという表立っては言い難いがそれに近い理由も結構あるのではないか。

ただ，例外も見受けられる。人格も能力もどう見ても主流よりも上であるが，機電職員として入社したことで，役割と立場が制限されてしまっている。また，制限から飛び出せた人格者においてもそれには主流と比較すれば格段の努力が必要であったことは想像に難くない。

4. おわりに

筆者の経験や記憶，その後の部会の中でも度々上がるこれらの話題は，多分各社が現在でも抱えている『課題』であろうかと思われる。最近では好ましい事例としてシールド工事等，工種によっては機電職員の立場（重要性）を論ずる必要性も減っている場面も見受けられるが，残念な事に大概そこには，「各社それぞれの考え方や異なる方針」が既に横たわっているのが実態である。本建設業部会主導で，『機電職』を通してより建設業界が希望に繋がる何らかの方法を見出すことが出来ればと，OB となった今でも引き続き思案している次第である。

■その他直近 10 年　建設業部会の歩み■

・ドラグショベル吊上げ作業事故防止検討会：『バックホウ（ドラグショベル）の吊上げ作業に関するアンケート調査報告書』。（2014.02 終了）
・建設機械事故調査 WG：『建設機械（クレーン以外）の事故・災害事例分析報告書』完成。

並びに 157 件の「建設機械の事故･災害事例」のデー

タベースを HP に公開。(2017.06)

・機電技術者交流企画 WG：機電技術者意見交換会の他に，人手不足が加速する業界の為に『建設業界（機電職）就職活動用ガイド』を作成，販売開始。(2017.03) 現在 2019 年 12 月に向けて改訂中。

・クレーン安全情報 WG：(一社) 日本クレーン協会，(一社) 全国クレーン建設業協会，(公社) ボイラ・クレーン安全協会が主催する「移動式クレーン運転士安全衛生教育」で使用される事故事例教本『移動式クレーン 災害ゼロに向けて』を本 WG メンバーで改訂。(2014.12)。現在 2020 年 3 月に向けて改訂中。『クレーン・関連事故・災害情報』を HP に公開。(2017.12)

・機電 i-con 現場 WG：i-Construction 及び ICT 施工に関する施工業者の生の声，並びに近年普及している ICT を活用した建設現場の安全技術に関する生の声を収集分析し，部会への提言を目的に活動。『機電 i-Con 現場 WG アンケート結果について』にて成果報告（2019.03 終了）

［筆者紹介］
中村　優一（なかむら　ゆういち）
建設業部会　元副幹事長
元㈱奥村組　機械部

部会活動の歩み

製造業部会活動の歩みと今後の展望

豊 岡 司・畑 田 健

1. 製造業部会活動の今後の展望

建設機械はインフラを整備し，充実させる道具として重要な役割を担っている。また，少子高齢化社会により就業者の高齢化が進み，人手不足が深刻化してきた現在において，生産性向上を図るために建設機械の技術発展は益々重要になって来ている。このような状況の中，製造業部会では「排出ガス規制対応」，「地球温暖化防止」，「機械安全の対応」，「i-Construction 施工の普及・拡大の推進」を重点的に取り組んで来た。また，国土交通省など関係諸機関との連携を図り，行政に対する製造業としての提言を積極的に行い，決定された政策の履行に当たって業界内外への説明，啓発活動等も行って来た。

今後もこれらの活動は継続していくが，国土交通省が提唱している建設現場での「新 3K」の実現に向け，ICT を用いた生産省の向上，安全対策が重要になってくることが推測される。これらの実現のための技術開発の内容については個々の企業の極秘情報であることから直接部会では取り扱えないが，安全対策で求められている自動停止装置の建設機械への導入あたっては，PL 法など考慮すべき課題が多々ある。そこで製造業部会としては，これらの課題を共有し，機械部会等の他部会や(一社)日本建設機械工業会(以下建機工))などと連携して対応したいと考えている。また，このような活動を通じて建設機械の発展に寄与することを望む。

2. 製造業部会活動の歩み（平成 21 年度～ 30 年度）

(1) 排出ガス規制対応の取組

①機械部会，建機工などと連携し，次期排出ガス規制（2011 年規制）の規制開始日，継続生産車猶予期間などの基本的な事項について，国土交通省，環境省，経済産業省と協議し，製造業の要望を相当程度受け容れてもらう形で，平成 22 年 3 月に告示が公布された。(平 21)

②国土交通省の次期排ガス指定制度（3 次基準値）に対して，製造業からの意見・要望を提出して協議した結果，トンネル仕様機の指定制度は要望通り取止められることになった。(平 22)

③特殊自動車の尿素 SCR 技術指針について，機械部会，建機工などと共同で意見・要望を国土交通省に提出して協議した。その結果，製造業からの意見をほぼ反映することができた。(平 22 ～ 25)

④機械部会，建機工などと連携して，次期排出ガス規制（2014 年規制）について，必要生産猶予期間，少数生産の機種数と台数，及び制度に対する製造業の要望事項等を取りまとめた。その結果を持って国土交通省，環境省，経済産業省に働きかけ，規制対象となる出力帯 D3 ～ D5 の継続生産猶予期間については要望の 23 ヶ月にすることができた。(平 22 ～ 25)

⑤排出ガス規制（2014 年規制）関して，環境省から発出される実施要領書を精査し，新しく適用された黒煙計測方法（オパシメータ）の建設機械固有の課題について建機工と連携して，製造業各社の意見照会と調整活動を行い，実施要領の展開を図った。(平 26)

⑥次期排出ガス規制の動向について建機工から入手した情報の共有を継続中。(平 30 ～)

(2) 地球温暖化防止に関する活動

①低燃費型建設機械認定制度について，油圧ショベル，ホイールローダ，ブルドーザの 3 機種に関する制度の内容，技術基準，目標値，燃費測定方法を国土交通省と協議を行なった。「燃費基準達成建設機械の認定に関する規定」は平成 25 年 3 月に制定され，4 月 1 日から施行された。(平 21 ～ 24)

②低燃費型建設機械認定制度について，上記の 3 機種に加えて，ミニショベルまで拡大するためにミニショベル現行機のほぼ全ての機種の燃費測定を

行い，このデータを元に制度案を作成して国土交通省へ提出した。平成 26 年 10 月に「燃費基準達成建設機械の認定に関する規定」が改正され，平成30年4月から認定を開始することになった。(平 23 ～ 26)

③ホイールクレーンの作業燃費基準値制定につい国土交通省と打合せを行い，地球温暖化対策検討分科会に向けた提案を行った。燃費基準の認定が平成 34 年 4 月から開始されることが決定した。(平 27，28)

④次期燃費基準策定のため，国土交通省と協議し，次期燃費基準値の考え方，策定スケジュール，調査内容を明確にし，基準策定のための調査を実施するなど，次期燃費基準策定のために活動中である。(平 29 ～)

⑤ハイブリッド建機に関して

・機械部会で対応したハイブリッド建機（油圧ショベル・ホイールローダ）等の燃費測定方法を盛り込んだ JCMAS の改訂に協力した。(平 21，22，26)

・低炭素型建設機械認定制度およびについて，製造業からの意見・要望を国土交通省に提出して制度発足に協力した。(平 22 ～ 24)

(3) 安全，その他に関する活動

①国土交通省など関係諸機関との連携を図り，行政に対する製造業としての提言を積極的に行うと共に，決定された政策の履行に当たって業界内外への説明，啓発活動等を行って来ている。(平 21 ～)

②平成 26 年 4 月に発出された「機械ユーザから機械メーカ等への災害情報等の提供促進」に対応し，建設業部会の建設機械事故調査ＷＧからの情報と提言に対応して，機械メーカ各社で運転支援装置の装備を進めており，油圧ショベルに装備される市販中の運転支援装置については，各社の対応状況を油圧ショベル技術委員会においてまとめ，平成 30 年度の合同部会で発表した。(平 26 ～ 30)

③マテリアルハンドリング関連

・マグネット仕様機に関しては，運転資格，安全に関わる技術基準，検査基準および検査者教育等について，鉄リサイクル工業会を通じて，使用者への周知徹底を図った。(平 21)

・スクラップ関連の応用機について，その運転資格と必要な検査について，各本体メーカに通知した。また，それ以外の応用機全般についても関係団体及び厚生労働省と意見調整して運転資格・定期検査等に関する統一見解を作成し関連部署に通知した。(平 22)

(4) i-Construction 施工の普及・拡大の推進に関する活動

① i-Construction 施工の普及・拡大の推進状況について，国土交通省および当協会の推進状況に関する情報収集を行い，課題の共有化を行っている。(平 27 ～)

②東京大学の「i-Construction システム学」寄付講座の開設に向け，建機メーカに協力を依頼し，支援を得た。また，研究活動面においても，建機メーカに協力依頼を行い，研究推進に貢献している。(平 29 ～)

[筆者紹介]
豊岡　司（とよおか　つかさ）
製造業部会　部会長
日立建機㈱　パワー・情報制御プラットフォーム事業部　事業部長

畑田　健（はただ　たけし）
製造業部会　事務局
（一社）日本建設機械施工協会　技術部長

部会活動の歩み

歴史を継承し（つなぎ），未来を創造する（つくる）

工 藤 正 人

1. はじめに

この度は貴協会創立70周年を迎えられ，まことにおめでとうございます。

今日ここに70周年をお迎えになられますのも，貴協会の皆様，並びに会員各社様の不断のご努力とたゆまぬご研鑽，ご研究の成果と拝察いたします。

また私自身，大変若輩者にて恐縮ではございますが，今回のこの記念すべき特集号に寄稿させて頂くことに感謝申し上げますとともに，今後とも技術革新の時代に向かって先導的な役割を果たし，国土の発展に寄与され，なお一層のご躍進をとげられますようご祈念いたします。

2. レンタル業部会の活動

私がレンタル業部会に出席させて頂きましたのは2018年からとなります。昨年の活動においては，『建設機械等のレンタル契約に伴う搬入・搬出時における諸問題』を主点とし，それにともなう問題意識の共有化，原因・対策などを議論し今後各社にて改善していく事を進めてまいりました。その他にも，『西日本豪雨・北海道地震における災害復旧対応に関しての情報交換』，『部会員の近況・課題に対する意見交換』，また『今後のレンタル事業の発展についての協議』の場等も設けられ，非常に有意義な会として参加させて頂きました。

レンタル業部会においては，参加各社の業態・規模に関係なく共通命題があり，共に取り組み解決しなければならない課題も多く互いに切磋琢磨し合え，協会全体の発展，夢のある希望のある業界形成の一肩と成り得る活動と存じます。

3. 今後の展望

リーマンショック以降強まったとされる節約志向により，人々がより賢く消費するようになり，昨今の「所有」から「利用」へ価値観の変化が取り沙汰されるかなり以前から，建設業界では，工事で使用する建設機械を購入や保有をせず，工事期間中のみにレンタルする形態が振興しております。建機レンタルのニーズは年々高まり，現在では建設現場で使用される建設機械のほとんどがレンタルといわれるまでに拡大しております。

東京オリンピック・パラリンピック関連特需も間もなく終息をむかえますが，2020年は単なる通過点として捉え，その先の未来を見据え更なるレンタルの可能性と社会的存在意義を追及して参りたいと思います。また，近年の豪雨災害・土砂災害，震災復興は無論のこと，社会資本の整備等，レンタル業界として貢献できる分野は多岐に渡ると存じます。

レンタル業部会の皆様とは，今後も同業者の垣根を超え役職・立場にとらわれず，自由闊達に意見を交わし，共に協力し合い新たなイノベーションを創出して参りたいと考えております。私自身，部会のこれまでの歴史（あゆみ）を継承し（つなぎ），これからの未来を創造（つくる）一助と成れましたら幸甚です。

[筆者紹介]
工藤 正人（くどう まさと）
レンタル業部会
㈱アクティオ
東京支店 営業部
副部長

建設機械施工の変遷

平成の土工機械

岡　本　直　樹

1. はじめに

平成に入って，世紀の大土工と謳われた関西新空港工事の土砂搬出（加太，阪南）工事が元年～4年に実施された。新鋭135tダンプトラック（DT）が初めて導入され，その積込機として大型電気ショベル（マリオン191M，15 m^3：**写真―1**，P&H 2100）を採用，国内土木で最後のケーブル式ショベルとなった。また，77tDT用には新開発の大型油圧ショベルEX1800とPC1600が導入された。工事完了後，主力機械は日本企業が受注した香港新空港工事に転用され，新たな積込機としてDemag H285（300 t，16 m^3，**写真―2**）が追加された。また，平成の始めに無人DTが新CAT三菱により鳥形山鉱山で開発されている。平成6年からは雲仙普賢岳の火砕流災害復旧のために無人化施工が始まり，その後の各地の災害復旧工事に導入された。バブル崩壊後は，民間大型造成工事が急減し，公共事業費も平成10年をピークに半減に向かい，ダム工事の中止等で大規模土工は激減して，重DTやモータスクレーパの稼働現場が姿を消した。需要低減に排ガス規制が重なり，重DTを始め多くの大型重機が退役した。そして，建機メーカの撤退や合弁・買収等の再編が加速した。エミッション低減では，平成3年に排出ガス対策型建設機械の指定制度が始まり，現在の厳しい4次規制に至って，使用する燃料油脂等も変化した。また，油圧ショベルやブルドーザの標準操作方式が普及し，平成7年のPL法（製造物責任法）により手摺やガード等の重機の安全装備が増設された。2000年代に入ると，鉱山開発の需要急拡大で世界的に大型機，ORタイヤの需給が逼迫，大型掘削機や大型DTの注文は数年待ちとなり，ORタイヤ不足も深刻となった。東日本大震災復興の高台移転工事やダム工事の復活で大規模土工が一時的に復活したが，移転が一段落して市場は再び縮小に向かっている。そうした中で，平成28年度よりi-Constructionによる生産性革命が始まり，ICT土工の高度化が加速されている。また，近年の土工機械は電子制御が高度化し，サービスツールもアナライザ利用となり，ユーザによる修理は困難となってきている。以下，平成時代の土工機械を振返るが，グローバル時代の視点を加えて，土工機械と土工技術の変遷を概観する。尚，国内の案件は平成年で記し，海外事案は西暦を示した。

写真―1　Marion 191M

写真―2　Demag H285

2. 平成の土工機械（1989～）

(1) ショベル系掘削機

ショベル系は油圧式となって久しい。ケーブル式はクラムシェルが揚程に使われる程度で，ドラグラインも河川の砂利採取等で見掛けることはあるが，絶滅危惧種である。しかし，海外の露天掘鉱山ではケーブル式の超大型機が活躍している。表土剥ぎ用のストリッピングショベルは生産を止めたが，ウォーキングドラグラインは供給を続けている。ローディングショベルでも，超大型DTの積込ではケーブル式が優勢であるが，油圧式メーカ各社は800 t級を投入してその牙城に迫っている。そして，O&Kを継承したCATは1200 t級も試作している。

さて，世界の建設機械に占める油圧ショベルの割合は，ミニショベルを含めると今世紀に入って40%から60%に増加している。平成期の特徴を列記すると，超小旋回型油圧ショベルの普及と中型機への拡大，後方小旋回型の台頭，電子制御・情報化の進展，レンタル需要への対応，超大型化の進展と需要，環境対応（排出ガス・騒音・EMC障害等の低減，リサイクル），無人化施工，安全性の向上（シートベルト･キャブ防護･周囲監視カメラ等），多機能化・多用途化（アタッチメントや双腕式等）と標準仕様の設定，省エネ／低炭素化（ハイブリッド化・電動式・燃料電池・バイオ燃

料等），グローバル化（世界統一仕様・グローバルアライアンス）等がある。

大型化では，1997 年 /H9 に独 O&K が初の 800 t 級 RH400（現在の CAT6090）を開発，Demag Komatsu も同級 H655S（後の PC8000）を 1999 年 /H11 に発表，その後，Demag Komatsu は Komatsu Germany となった。日立は，平成 10 年に EX5500（515 t，27 m^3）を，800 t 級の EX8000（**写真**― 3）は平成 16 年に開発した。また，平成 20 年にはコマツが初のハイブリッド油圧ショベル（**図**― 1）を発表，旋回減速時の回生エネルギをキャパシタに蓄電して，エンジン加速の電動アシストとする。日立建機とコベルコ建機，住友重機も追従し，CAT は独自の油圧回生を開発している。

写真― 3　EX8000

図― 1　Hybrid ショベル

(2) ローダ

油圧ショベルとの棲み分けが進み，大型機は重ダンプ積込の需要があるが，中・小型機は土木現場では見掛けなくなり，砕石場等の機動性を求められる現場に追いやられている。機構的には，走行ダンパ，オートマチック T/M の普及，油圧駆動 HST が中型機まで進み，オペ環境が向上（大型キャブ，ROPS，エアサスペンションシート），電子制御も進化し，大型機ではジョイスティックステアリング，コマンドコントロールステアリング，T/M 操作のボタンやトグルスイッチを採用して，腕力操縦から手首･指操作となる。また，欧米では小型機のスキッドステア型が普及している。大型化では，1992 年 /H4 に LeTourneau が L-1800（DC モータ駆動，25 m^3）を発表。翌年に CAT が 994（18 m^3）を開発，東谷鉱山に初輸入。コマツは平成 8 年に 13 m^3 級 WA900 を開発，平成 11 年には WA1200（20 m^3：**写真**― 4）を発表した。1997 年 /H9 発表の CAT 992G（12.3 m^3）では，グレートアーム（シングル･リフトアーム）を採用。2000 年 /H12 にはルターナが世界最大のローダ L-2350（40 m^3：**写真**― 5）を発表，P&H ブランドの Joy 傘下を経て現在はコマツの傘下。ハイブリッドローダは，TCM が平成 20 年に L130（11 m^3）を開発したが量産には至らなく，代わって日立建機が WZ220HYB-5B（3.4 m^3）を平成 28 年に市場投入した。

写真― 4　コマツ WA1200

写真― 5　LeT L2350

(3) ブルドーザ

駆動系は，小型機で油圧駆動 HST が一般化，38 t 級では油圧・機械駆動併用 HMT の D155AX があり，海外では 43 t 級の HST ドーザ John Deere 1050K に続いて，70 t 級の Leibherr PR776（**写真**― 6）が出現した。また，電気駆動の D7E や D6XE も登場した。操向系では大型機でディファレンシャルステアリングが採用され，操向レバーはジョイスティクに変化し，電子制御のフィンガーコントロールが現れた。また，ラジエータを後方に配置し前方視認性を向上したスーパースラントノーズの D51PX をコマツが平成 19 年に開発。CAT は，ローリングブッシュ・トラックの採用が始まった。大型化では平成 4 年に最大の D575A（129 t：**写真**― 7）を発表している。

写真― 6　Leibherr PR776

写真― 7　コマツ D575A

(4) スクレーパ系

モータスクレーパ（MS）は，宅地・工業団地・ゴルフ場等の造成工事で活躍したが，丘陵地の開発が進み，造成が急峻な地形に移るに従って，急勾配となり岩掘削が増加した。岩現場での MS による岩積込時は，タイヤカットを起こすので駆動輪を回さず，プッシャの力だけで積込むが，それでも岩の荒れた土取場での走行はタイヤを傷める。高価な MS のタイヤ費の増大も避ける必要があった。そして，バブル崩壊後，スクレーパは MS も牽引式も売れなくなり，国内で MS は姿を消し，牽引式が僅かに動いている。スクレープドーザも同様に日本車輌製造が生産を中止したが，根強い人気があり，昔からのユーザは程度の良い中古機を求め，部品取用の機械を用意して，老骨に鞭打って稼働維持に努めている。日車は製造を止めたが，欧州ではメンク社消滅後，フルティガ社が製造を引継ぎ，大型の SR3000 等を開発し，中国でも中型機のライセンス

生産が行われている。国内では，施工会社のＹ社がSR280をディファレンシャルステアリング車に改造していたが，近年はディーゼル・エレクトリック方式の電気駆動型（**写真―8**）を開発して複数台を稼働させていて，自社用に15台程を揃えるようだ。

さて，海外でもMSの生産メーカは減少し，CATくらいしか残っていない。一方，キャリオールの事情は大きく変化している。牽引式スクレーパは，海外でも主要建機メーカが製造から撤退してから久しいが，米国では近年，農機メーカ等からニッチ市場としての参入が増え，新しい市場を形成している。タイヤ式やおむすび形ゴムクローラ駆動の農耕トラクタが牽引し，スクレーパは先祖帰りして，グースネックやエジクタを廃した転倒式やタイヤを多輪化したものが多く，多連結牽引で運用している（**写真―9**）。

写真―8　電動メンク

写真―9　New スクレーパ

(5) ダンプトラック

関空Ⅰ期工事で135tDTが使われた後，国内土木工事では，回送を考慮して90tDTが限界となっている。しかし，鉱山向けでは，平成8年にコマツが100tDT HD985を開発，大規模鉱山（青梅・秋芳・津久見鉱山）に導入。平成9年に鳥形山鉱山がCAT 789B（177tDT）を初輸入，翌年に秋芳鉱山も導入。平成14年には青梅鉱山にCAT 793C（218tDT）を初輸入。翌年に鳥形山はコマツ186tDT 730E（Haulpak系電気駆動）を初輸入。そして，平成20年頃から日立建機とコマツが，開港した常陸那珂港隣接の新工場でマイニングトラックの国内生産を強化している。日立建機は国産EH3500ACⅡを発表，22年には220ｔ級EH4000ACⅡを投入。コマツはピオリア工場製150ｔ級530Mの生産をHD1500として新工場に移管した。

アーティキュレート型（ADT）では，コマツが平成13年から自社開発のHM400等に変更，CATも740（36.3ｔ）等の新3機種の輸入発売を開始した。一方，日立建機は平成12年からBellからOEM供給を受けていたが撤退した。クローラダンプでは，ゴムシュー不整地運搬車のHST化，運転席・荷台の全旋回型が増えシャトル運転が一般的となる。

海外の大型化では，1995年/H7に初の300米Ton（281ｔ）超のHaulPak 930E（**写真―10**）をKomatsu-Dresserが開発，初のAC電気駆動でもあり，ベストセラーとなる。2008年/H20に米コマツとなって360米TonDT 960Eを，2016年/H28には400米TonDT 980Eを発表した。CATは，1998年/H10に350米TonDTの797を機械駆動で実現。2002年/H14になると，CAT797B（**写真―11**）用の世界最大のタイヤ59/80R63 XDRをミシュランが開発，400米Ton時代を迎えることになる。このように，平成期は2軸リジット型による超大型化が進んだ。

写真―10　930E

写真―11　797B

(6) 締固め機械

大型振動ローラが普及し，単純振動から水平振動や垂直振動，可変振幅型が開発され，ポリゴンドラム（**写真―12**）も生まれ，斜面用にクローラ駆動型（**写真―13**）が造られた。タンピングローラも振動型が一般的となった。そして，締固め法では第二東名工事から厚層締固めが規定化され，近年は情報化施工による締固め回数管理に加えて，加速度応答法を用いた管理規定が活用されている。

写真―12　ポリゴンドラム

写真―13 クローラ駆動振動ローラ

(7) モータグレーダ

グレーダは排ガス規制対応が遅れ，機種・生産量供に減少した。そして，三菱重工が事業をトルコ企業に売却し，国産機はコマツのみとなる。TSやGNSSの情報化施工機器の搭載が進む。また，CATは7.4ｍグレーダ24H（**写真―14**）を1996年/H8にマイニング市場に投入。そして，操向・作業操作を2本のジョイスティックに集約したMシリーズを2006年/H18に発表，その全輪駆動AWD型では前輪を油圧駆動

写真―14 CAT 24H

写真―15 コマツ GD405-7

としている。コマツは HST 駆動の 3.1 m 級 GD405-7 試作機（**写真―15**）を平成 31 年に発表した。

(8) 連続システム

関空埋立工事Ⅰ・Ⅱ期の土取場（加太・阪南・岬）からの搬出に大型ベルコンシステムが設置された。平成元～3年の相馬中核工業団地Ⅱ期整地工事においては，ブルコンシステム（ラインコンベア＋オートシフトコンベア＋スプレッダの組合せ，3600 t/h）により工期 20 ヶ月で盛土を行う。平成 8～11 年の常陸那珂港北埠頭埋立工事では，国産の BWE4 台（3200 m^3/h × 2，2000 m^3/h × 2：**写真―16**）を投入，運搬能力 8000 m^3/h の連続運搬システム（トランスファワゴン，オートシフタブルコンベア，シフタブルコンベア，幹線コンベア，ラインコンベア，ウイングコンベア，スプレッダの総数 29 台，総延長 7.5 km）を導入し，2500 万 m^3 を 3 年間で埋立てた。平成 14 年の谷浜工事では，400 万 m^3 をベルコン搬出。その後は，重工メーカのベルコン事業からの撤退が目立つ。平成 17 年には，昭和 39 年から稼働していた須磨のベルトコンベア（延長 14.5 km）が活動停止した。しかし，東日本大震災復興の陸前高田の高台移転工事では，気仙川を渡河するベルコンシステムを 26 年 3 月から翌年 9 月迄稼働させ，500 万 m^3 を運んだ。一方，垂直コンベアでは，平成 7 年に垂直スライディング･コンベア（**写真―17**）を山崎建設が開発し，今井川地下調整池工事の立坑掘削に投入，立坑の掘下げに伴って，垂直コンベアもスライディング降下するものである。以後の立坑等の開削工事の掘削揚土に活躍した。

写真―16 常陸那珂港 K-700

写真―17 垂直コンベア

(9) 岩破砕

岩掘削では無発破工法の適用が増加し，大型ブレーカ，割岩機，静的破砕剤等が使われていたが，平成初期にガンサイザー（蒸気圧破砕）やサーフェスマイナ，インパクトリッパが登場した。サーフェスマイナは奥村組土木興業が Wirtgen 3500SM（**写真―18**）等を国内で運用した。しかし，生産性に威力を発揮したインパクトリッパは生産を中止してしまった。そして，近年ではエキセントリックリッパ（**写真―19**）が話題となった。クラッシャでは，平成 4 年にコマツが小型自走式のガラパゴス BR60 を開発，人気を博しシリーズ化して他社も追随している。

発破穿孔機では，環境面から大型ブラストホールドリルの採用がなくなり，大型ベンチでは ϕ100 mm，小規模では ϕ70 mm の油圧クローラドリルが主流となる。また，ドリルメーカも世界的再編が進み，海外では自動化の開発が進んでいる。20 世紀最後の超大規模岩掘削土工となる香港新空港工事（1992 年～）では，関西空港工事で使用した主力機械を山崎建設が転用。豪州式の発破を採用し，穿孔は DM-M2 × 3，DMM，T4 × 2 を投入，大口径垂直多列発破，装薬は火薬屋がエマルジョン爆薬を専用ミキサ車で現地混合して装填，エアーバックも利用してノネルで起爆した。また，発破係数（火薬量）を多くして，根切，切崩ブルを必要とせず，機械を消耗させない。

写真―18 Wirtgen 3500SM

写真―19
エキセントリックリッパ

(10) 建機メーカの再編（アライアンス）

平成に入ると国内外メーカのフルライン化政策，日本油圧ショベルメーカの現地化・OEM 供給等のグローバルアライアンスが急速に進む。2000 年代に中国が市場経済に仲間入りし，市場がアジア・北米・西欧の 3 極構造となって，世界統一仕様化，グローバル調達，為替リスク回避，製品の相互供給等により，規模拡大，コスト縮減を目指した新たなアライアンスが始まる。

マイニング部門での大型 M&A では，90 年代に日立建機が VME を買収して Euclid を入手，Terex の O&K 買収やコマツの Dresser と Demag の買収もあっ

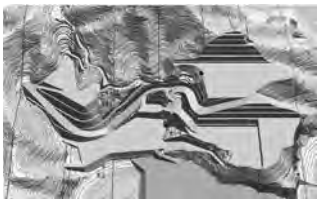
た。今世紀に入ると先の Terex のマイニング部門が Bucyrus に移り，その Bucyrus も CAT が丸ごと吸収した。更にコマツは Joy Global を買収して地下鉱山機器を揃えた。鉱山業界は過半を占める炭鉱開発が温暖化対策で下火になっているが，金属鉱山は坑内掘りが増加している。また，韓国の斗山（Doosan）は，コマツに OEM 供給していた ADT の Moxy とスキッドステア型ローダで有名な米 Bobcat を買収した。国内でも社名変更や業務提携，吸収合弁が進み，油谷重工はコベルコ建機に合弁，IHI 建機を加藤製作所が吸収，TCM や KCM は日立建機が取込んだ。

3. ICT 土工技術

(1) 地形情報処理と CIM

TIN（不正三角網）表示が可能な地形 3D-CAD は，平成初期には WS 上で動く海外製品しかなく，その利用は一部の専門土工業者が工事用道路設計や切盛展開図等に利用し，CG 鳥瞰図を作成していた程度である（**図**―2，3）。その後，国産アプリも登場し，性能向上した PC で動き始めた。各社製品の互換性を確保するために，CALS/EC では CAD 標準フォーマット SXF を用意した。また，平成 17 年に「Google Earth」が公開され，地球規模での衛星写真と 3D マップの利用が一般化し，国土地理院の地形情報も Web 公開が進む。平成 24 年には CIM を国土交通省が提唱して運用が始まった。CIM は，3D-CAD に属性情報を付加し，4D・5D 化してフロントローディング（事前検討）が行える概念である。

図―2　CG 機械配置図



図―3　切盛展開図

(2) UAV による全域測量

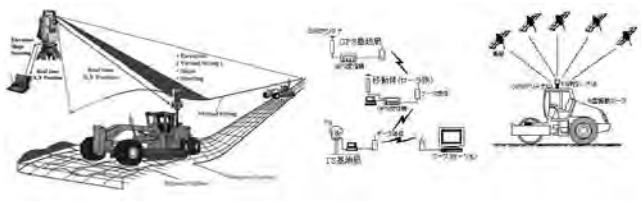
2000 年代から自動測量技術として 3D レーザスキャナや写真測量の利用が進んでいる。そして，2010 年代に UAV（マルチコプタ）と写真測量解析ソフトウェア（**写真**―20）の革命的な性能 UP と価格破壊が進み，迅速な現場全域測量が廉価で可能となった。そのため現場地形測量の最有力な手段となり，i-Construction にも取入れられ普及が加速した。また，高価であるがレーザスキャナ搭載 UAV や浅い水面下を透過するグリーンレーザも登場している。

写真―20　UAV の自律飛行空撮と写真解析ソフト

(3) 情報化施工

情報化施工は，設計図面（3D-CAD）と位置情報（GNSS，TS）を付合せて，排土板やバケット等の作業装置を制御（MC，MG：**図**―4）して施工する技術である。平成 12 年に情報化施工（3D-MC）の実証試験が「小山市 R4 バイパス改良工事」で行われた。その後，MG（マシン・ガイダンス）や MC（マシン・コントロール）の採用工事が増え，レンタル機器も整った。出来形把握も可能で，出来形検査（TS）にも利用されている。また，最近は MC バックホウやシュースリップを検知して高度なブレード操作を行う ICT ドーザが登場している。しかし，情報化施工機器はまだ高価なので，価格低下と簡便性の向上が待たれている。

盛土の締固め管理では，平成 10 年代に GPS を利用した管理要領を道路公団や国交省が規定化して運用を始めた。中部新空港や関空 2 期 2 次揚土工事では，空港島埋立に GPS ドーザ，GPS ローラによる厚層締固めと加速度応答法を用いた情報化施工を行った。また，平成 22 年に準天頂衛星「みちびき」が打上げられ，翌年に同衛星を用いた情報化施工実証試験を実施。平成 25 年には，TS による出来形管理技術（土工）を直轄工事で使用原則化した。

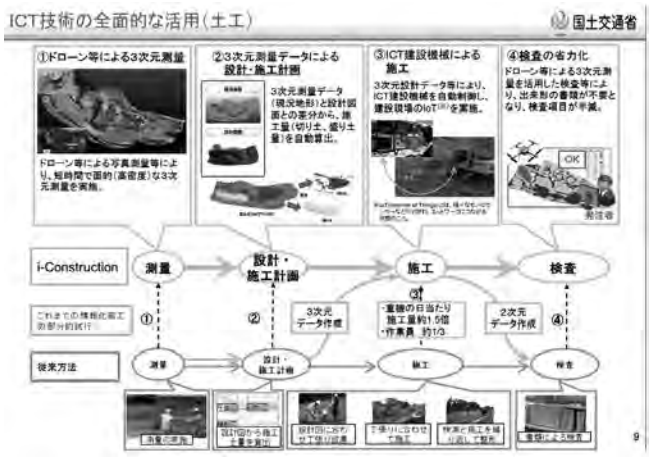


図―4　TS と GNSS 利用の情報化施工

(4) i-Construction

国交省が平成 28 年度から i-Construction（**図**―5）を推進。UAV 写真測量技術を取入れて，出来型管理を断面管理から面管理へ移行させ，新規の基準類や改訂を急速に整備し，情報化施工や CIM 技術を融合して，一気呵成に情報化の加速を図った。

業界の対応としては，コマツは i-Construction に先んじて，スマートコンストラクションを開始し，UAV や 3D レーザスキャナ，車載ステレオカメラ等から 3D 地形測量情報を得て，クラウド（KomConnect）で ICT 建機と連係，施工計画に連動させる構想で始めた。また，オープンイノベーションを進め，Skywatch，ZMP，GE，NVIDIA，OPTiM，カヤック，大学等と提携を進めている。クラウドサービスは，Trimble の VisionLink が先行して CAT と連携していたが，日立建機やコマツも利用を始めた。そして，コマツは自社の KomConnect を LANDLOG に切替えた。その他の測器メーカ等もクラウド処理の提供を始め，建機メーカは機械情報のクラウドサービスを強化している。日立建機は平成 28 年に ConSite（ICT データレポートサービスの HP）を開設。トプコンは平成 29 年に評定点不要のドローン測量，点群データ一元処理 MAGNET College を発売した。そして，コマツは UAV 測量で測量ベンダーと提携してマンパワーの不足を補い，近頃は現場監督経験者の大量中途採用を行った。



図―５　i-Construction

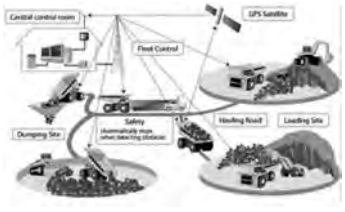
（5）無人化施工（遠隔操作）

無人化施工は，人が立入ると危険な地区で遠隔操作により施工を行う方法である。平成 6 年の雲仙普賢岳における災害復旧の試験施工では，各社が 50 GHz 帯簡易無線 PasoLink を応用・工夫して移動体映像伝送や遠隔制御の方法で争った（**写真―21**）。翌年に水無川 1 号砂防ダムを無人化 RCC 工法で施工。平成 12 の有珠山噴火災害復旧工事や平成 13 年の三宅島噴火災害復旧工事においても活用され，その後も全国各地の災害復旧工事で活躍している。その間，移動体映像伝送や各種通信技術と施工法を発展させ，無人化施工技術を向上させた。無人化施工は目視遠隔操作の第 1 世代からモニタ映像操作の第 2 世代，情報化施工技術を併用した第 3 世代，CAN と LAN を接続したネットワーク型遠隔操作の第 4 世代へと進化し，近年は自律搬送機との組合せが行われている。また，平成 26 年に次世代社会インフラ用ロボット開発・導入の現場検証（応急復旧）が行われ，平成 29 年から 5G による遠隔制御実証実験を各社が開始した。

写真―21　雲仙普賢岳無人化施工と PasoLink

（6）AHS（Autonomous Haulage System）

無人 DT の研究は，1976 年の小松の電磁誘導から始まり，平成の初めに新 CAT 三菱が，内界センサによるデットレコニングとコーナキューブ補正による無人 DT を日鉄鉱業 / 鳥形山鉱山で開発した。平成 5 年にはロボテック研究所がミリ波電波灯台方式の走行試験を行っている。GPS 方式は，RTK-GPS の OnTheFly 化によって GPS 無人 DT の開発が始まる。CAT が 1994 年 /H6 に走行試験（往復 3.7 km，777C）をテキサスの採石場で開始。MINExpo1996 においてデモ走行を中継する。コマツは 1995 年から豪州で 930E-AT 4 台によるテストを開始し，2004 年にチリの鉱山に投入（5 台）した。2008 年には同社の新鉱山で AHS（**図―6**）のみによる操業を開始し，自動化に熱心な Rio Tinto 社も試験導入し，その後，各地の鉱山に投入して 150 台までの増車を計画した。一方，ライバルの BHP-Billion 社も北米や豪州の各鉱山に CAT の AHS（**写真―22**）を導入し，Rio と同じく 150 台までの増車を予定した。今日，Google や自動車メーカ各社が争って開発中の自動運転技術は，DARPA の Grand Challenge 2004・2005，Urban Challenge 2007 で基盤技術が生まれた。CAT はこれらにスポンサ参加しており，CAT の AHS は自動運転車と同様の LiDAR を搭載している。日立建機も 2013 年から試験走行を豪



図―6　コマツの AHS 全体図

写真―22　CAT の AHS

写真―23　コマツと Volvo のキャブレス DT

州の鉱山で始めた。現在，北米・南米・豪州の各地で数百台の AHS が稼働している。そして，コマツがキャブレス無人ダンプを MINExpo2016 で発表し，Volvo は既にフリート走行を試験中である（**写真―23**）。

(7) フリート管理 FMS

運行管理は平成に入って GPS が利用できるようになり，各社で運行モニタシステムが開発されたが，近年はスマートフォンを用いた GNSS 運行管理システムの利用が多い。また，積載量は内部センサ計測が高精度になり，積込機にもオプションが用意されている。そして，土工機械の稼働情報は 2000 年頃から各社が e-Service や KOMTRAX，ProductLink 等でサーバに吸上げ，一部をユーザに提供している。

海外露天掘り鉱山では，FMS（Fleet Management Systems）が利用されている。これは建設機械群の管理システムで，Modular 社（コマツ系），CAT，Wenco（日立建機系），Leica 等が提供していて，配車の最適化や意思決定支援を行う。海外大型鉱山における建設機械は，維持修理費込みの販売契約 FMC（Full Maintenance Contract）を建機メーカが行っているので，保全・稼働管理システムを運用し，配車・フリート管理サービスへと拡張している。日本でも i-Con 絡みのクラウド経由で，類似サービスの一部が受けられるようになった。

(8) その他の自動化・ロボット化

近年の自動運転車の研究では，LiDAR や画像が重要なセンサとなっている。土工機械では，1993/H5 にカーネギメロン大ロボット研究所が自動積込バックホウを発表した。2 基のレーザスキャナレンジファインダを搭載し，掘削材とダンプの形状を認識して自動積込を行っている。国内でも後年，土木研究所が同様なシステムを研究している。また，平成 16 年から中型ローダでの自動積込試験が産総研で行われ，近年はバックホウの自律積込みの研究が各社で始まり，コマツ，大成建設，フジタ，大林組，鹿島建設等が取組んでいる。人の検知，掘削対象・ダンパの形状認識にカメラと LiDAR を利用して，AI に判断させていて，自動運転車開発の技術成果が利用できている。その他には，クローラダンプやブレーカの自動化も行われている。また，米 ASI 社では AHS やバックホウの他に，ブルドーザのリッピングやスロットドージング等の自律化に取組んでいる。組合せシステムとしては，鹿島建設の A^4CSEL が敷均ブルと振動ローラ，DT の組合せの自動化を進めていて，台形 CSG ダムへの本格導入を予定している。また，AI 画像認識により，重機全体の動きと作業の識別と分析を行って施工計画にフィードバックする研究も始まっている。

(9) 今後

ビッグデータ処理と AI が土工機械の自律化研究を加速させている。現在は熟練オペの動作を真似，画像や LiDAR による人・物体検知の精度向上の段階である。次のステップとして，土質・地質の認識や施工計画への取組みが求められる。地質認識の取組みは，平成 28 年から安藤ハザマが TN 切羽の AI 地質自動評価を行っていて，明かり工事への展開が望まれる。

AI の施工計画への活用としては，数理計画手法の応用と利用高度化が求められ，土工計画の各段階（土量配分，経路設定，機種選定，能力算定，機械投入の山積・山崩等）での高度化が求められる。近年，土工計画における数理計画手法の応用研究は低調になっているが，AI ブームで数理が再注目されているので，この方面も活性化が進むだろう。

また，AI に加えて次世代の要素技術 5G と xR 技術が取込まれる。これから 5G の普及が，稼働データ / ビッグデータ収集を加速し，遠隔操縦も高度化でき，高解像画像や制御等を遅延なく利用できるようになる。テレイグジスタンス技術が漸く実用化段階に入りそうである。5G テレワークを利用してオペレータは自宅勤務で建機を操作，仕事も選べ，世界中の現場で活躍できる。パートタイムで運転を入替ることも可能となる。また，神業を持ったベテランオペレータが難しい局面だけ運転操作を肩代わりすることもできる。昔は積込の神様とかブルの神様がいたもので，著者も難しい作業で偶々現場指導に来た神様に助けられたことがある。そして，運転席はレンタルも利用でき，腕は AI が判定して技能登録される。熟練オペの操作（動作分析）をビックデータとして蓄積，メーカがノウハウをどんどん吸上げる。CAT が国際的な競技会“Cat Operater Charenge”を今更のように開くが，最高の熟練オペ操作のデータ化が開催動機であろう。また，海外では Volvo とエリクソンが 5G で組み，三一重工と華為技術が建機のスマート化で戦略提携する等の情

報もある。

次に xR（VR，AR，MR，SR，RR 等）技術である。iPhone が平成 19 年に登場し，スマホや電子タブレットが建設業でも重要なモバイル端末となって活用されているが，xR 端末は 3D 世界に没入できる次世代のデジタルプラットフォームとなる。AR によりスマートグラスやヘルメット装着バイザに情報や指示を表示すると，現地踏査・施工計画作成・施工・維持監理の各段階で，設計図書情報やデータベース上の関連情報を参照できる。また，現場の疑問は，AI が先輩のノウハウや文献データベース等から的確に答えてくれる。コマツは「ホロジオラマ」と「ランドレポート」のコンセプトモデルを試作して試考しているようだ。

そして，Digital Twin における機械土工である。リアルを 3D で複製した Digital Twin の構築が工場や都市において進められていて，国交省は列島の Digital Twin 化に取組み，地球規模でもそれは進むだろう。3D 世界に没入でき，未来や過去に行き来できる 4D 世界でもある。空間と時間を飛び越えた異次元空間での施工が可能となり，鏡の国 Digital Twin は究極の BIM/CIM となる。仮想空間で建設機械を動かせシミュレーションやアセスメントが容易となるが，複合現実 MR ではリアルとの同期・非同期が行え，仮想体験においてサイバー空間とリアルの区別が付かなくなる。また，デジタルツインの世界でも立入制限があり，不正侵入，サイバー攻撃・乗っ取り等へのセキュリティ対策強化も求められる。

4. おわりに

近頃，データ駆動型経済やデータ資本主義が叫ばれていて，データはヒト・モノ・カネに次ぐ第 4 の資本と言われている。AI を毎秒賢くするデータ（data training），このデータが機械学習のアルゴリズムの燃料となる。機械土工もデータ駆動型の Digital Earthmoving が進むことになるだろう。データは施工により生成される。データ収集で先行して，他社に先駆けたデジタル化が優位性を決め，施工データのプラットフォーマが覇者となる。従って，現場内の移動センサ，即ちセンサ搭載建機を運用して，データ収集システムを構築している建機メーカが圧倒的に優位に見えるが，AI ベンダーやゼネコンにも勝機はある。データ駆動型アルゴリズムは，自らの分析結果を基に精度を上げ，更なるデータを生み出す好循環を生む。しかし，施工データの独占は許されないので，施工データのオープン化とその取引所設置が課題となる。土工機械のユーザはお人好しで，稼働データを一方的に吸上げられるままで，メーカは一部データの還元でお茶を濁しているが，Open Prevail な企業にユーザは寄添うようになるだろう。

さて，高齢化・建設労働者の減少で生産性の変革が求められ，ICT 土工への期待は大きいが，土工機械の市場規模は自動車のマーケットより遙かに小さいので，自動化への資本投下が少ない。しかし，自動運転技術の成果がこれからも利用できる利点があり，5G や xR 技術も活用できる。AI は各国で，深層学習以外に TrueNorth 等のニューロチップの研究に取組んでいるが，際立った成果が出ていない。この成果を得られると新しいイノベーションとして自動化にも大きく貢献するだろう。しかし，当面の自動化は遠隔操作と自律機械の組合せとなり，人と機械の協働となる。そして更に自動化が進めば，専門工事業者は不要となり業態は大きく変わることになる。そのパラダイムシフトを見据えた展望を持つことが，業界人の課題となっている。

《参考文献》

1）建設機械化の 50 年，JCMA，’99.5
2）日本建設機械要覧，JCMA，’01 ～
3）岡本：大規模土工の近未来風景，建設の機械化，’03.1
4）岡本：土工機械のあゆみと近況，建設の施工企画，’05.9
5）岡本：土工機械とユーザニーズ，建設の施工企画，’07.1
6）岡本：建設機械の歴史，建設の施工企画，’08.1
7）岡本：デジタルアースムービング，建設の施工企画，’09.3
8）岡本：連載 土工機械の話 1 ～ 6，土木施工，’09.7 ～ 12
9）岡本：海外露天掘鉱山の情報化施工，建設機械，’09.11
10）岡本：専門工事業者による施工計画，建設機械施工，’13.9
11）岡本：4D 土工管理のマルチコプタ運用，建設機械施工，’14.4
12）岡本：建設機械のシンギュラリティ，建設機械施工，’15.12
13）岡本：近頃の土工技術，建設機械施工，’16.11
14）岡部，杉山：油圧ショベル大全，日本工業出版，’17.3
15）岡本：土工の情報化史，建設機械施工，’18.7
16）岡本：重ダンプトラックの変遷史，建設機械施工，’19.1
17）岡本：土工のあゆみ，建設機械施工，’19.3
18）登録機械土工基幹技能者テキスト改訂 5 版，JEMCA，’19.5
19）岡本：C4I にみる ICT 施工の未来，建設機械施工，’19.7
20）Kevin Kelly, Mirror world, Wired，’19.7
21）土工教室／http://hw001.spaaqs.ne.jp/geomover/index.htm

［筆者紹介］
岡本　直樹（おかもと　なおき）
（一社）日本機械土工協会

建設機械施工の変遷

舗装機械の変遷と最近の技術動向

（一社）日本建設機械施工協会　機械部会　路盤・舗装機械技術委員会

1. はじめに

本編では「舗装機械」の移り変わりについて述べるものであるが，限られた誌面ゆえここで取り上げた機種は舗装機械として特に重要な位置付けとなる「アスファルトプラント：以下 AP」「アスファルトフィニッシャ：以下 AF」「ローラ」の 3 機種である。

現在，アスファルト舗装の施工においてこれら 3 機種は「材料製造」→「敷均し」→「締固め」と連なる工程として密接な関係にある。従って日本に導入されたのもほぼ同じ時期と思いがちであるが，意外と年代的に差異があった。

最も古く日本に導入された機種は米国製の蒸気式タンデムローラで 1895 年のことである。AP は 1921 年にやはり米国製のものが導入され，翌 1922 年にディーゼル機関式のマカダムローラが国産製造されているが，ここの年代の近似は偶然であろう。そして米国製バーバーグリーン社の AF が導入されたのは戦後となる 1953 年のことである。ここから国内におけるローラの歴史は 120 年以上あるが，現在の製造施工工程が確立されてからは 70 年弱であることが分かる。

本編ではこれら 3 機種の歴史・変遷と併せてそれぞれの最新技術も掲載した。これらを通して読んでいただくことにより，今後のあるべき姿に思いを馳せる一助となれば幸いである。

2. アスファルトプラント（AP）

(1) 歴史・変遷

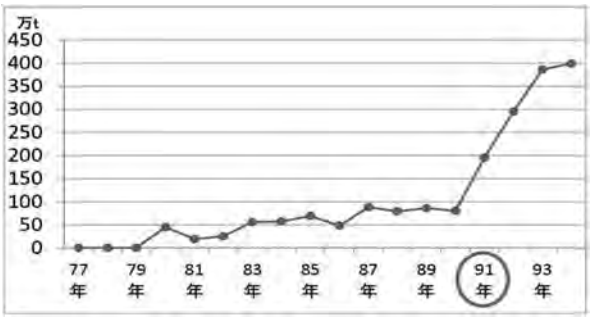
AP は，アスファルト・砂・骨材・石粉を混合し，アスファルト合材を製造する機械である。AP が登場するまでは，アスファルトをドラム缶で加熱，砂・骨材は鉄板の上で加熱し，人力でこれらの混合を行っていた。

わが国では 1921 年，東京市の施工による明治神宮外苑道路工事用としてワーレン社（米）製プラントが輸入されたのが AP の始まりであり，1927 年に国産プラントの一号機が製作された。その後プラントの国産化が進み，戦後の経済成長に合わせプラントの大型化・高性能化が進んだ。また舗装工事とともに移動する移動式から常設式へと変化していった。

1960 年代より大気汚染の問題が深刻化し，法整備にあわせバグフィルタの採用や，重油から灯油へと燃料転換が行われ，ばい煙・粉じん・騒音・振動などの公害対策をした低公害型の開発も進んだ。

1970 年後半，廃棄物処理法よりアスファルト合材の再生利用工法が注目され，リサイクル創成期を迎えた。

1991 年リサイクル法の施行に伴いアスファルト合材の再生利用が急激に広まり，この年を境に再生合材の出荷量が飛躍的に増加した（**図―1**）。



図―1　再生合材年度別前年増加量推移表

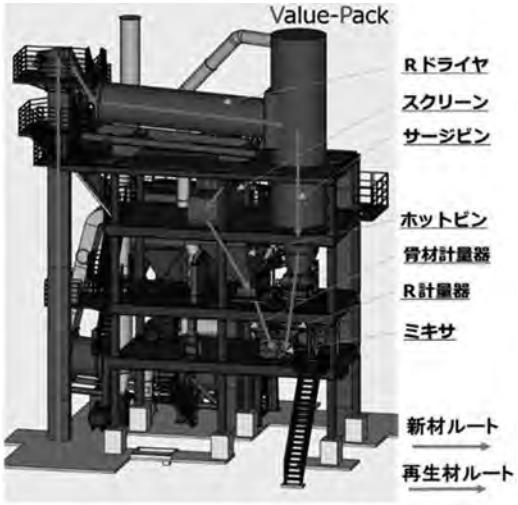
1997 年，京都議定書が採択され，日本では地球温暖化防止の気運が高まり，従来の公害防止対策に加えて新型バーナの採用や燃料転換による CO_2 の排出量削減，設備全体での省電力，廃熱回収による省エネルギー化等に積極的に取組み，環境負荷低減を図る環境適応型の時代になってきた。

近年では CO_2 対策として低・中温化合材の製造方法について様々な研究が進められ，実用化されつつある。また人間尊重への対応として，周辺住民との共生を図るため，環境設備の充実はもとより，周辺環境との調和のとれた外観を有するプラントが採用されつつある。働き方改革の中，ますます多様化する合材の効率的生産及び出荷，IT 技術を活用した効率の良い工場運営など今後の課題である。

(2) 技術・製品紹介

①日工㈱

1) 新型プラント Value-Pack シリーズ（**図―2**）



図―2 Value-Pack シリーズ イメージ図

再生骨材の混入率が高まる中，従来の発想を転換してリサイクルプラントをメインに設備を配した，Value-Pack シリーズを開発。リサイクルプラントのドライヤ・サージビン・計量器・AP ミキサを一連で接続することにより，再生材の高混入率化に対応した。また，粉塵・油煙の飛散防止にもつながり，機器周辺の汚れも抑制できた。計量器設置フロア，ミキサ設置フロアとも広いフラットフロアとなり，メンテナンス時の作業性もアップした。

2) アスファルトフォームド装置

中温化アスファルト合材は，アスファルトの粘度を一時的に低下させるフォーミング技術により，通常のアスファルト合材の製造温度および施工温度を 30℃程度低下させることができる。これによりアスファルト合材製造時の CO_2 削減，アスファルト合材の施工性改善・遠隔地輸送，道路工事の早期交通開放などの効果がある。2017 年，米国での合材製造量の約 4 割がこの方法で製造されている。日本での中温化工法の有用性検討の場合，再生合材への適用が必要不可欠であったが，近年研究が進み再生合材への適用が現実的となってきた。

アスファルトのフォーミング技術とは，高温のアスファルトに水を添加（**写真―1**）することで水が蒸発しアスファルトがフォーミングされる技術であり，これによりアスファルト粘度を低下させるアスファルトフォームド装置「TOMBO Blue」を開発。2019 年 4 月より東京都においてフォームドアスファルト混合物の適用が認めら今後の広がりが予想される。

写真―1 TOMBO Blue テスト装置 フォーミングノズル

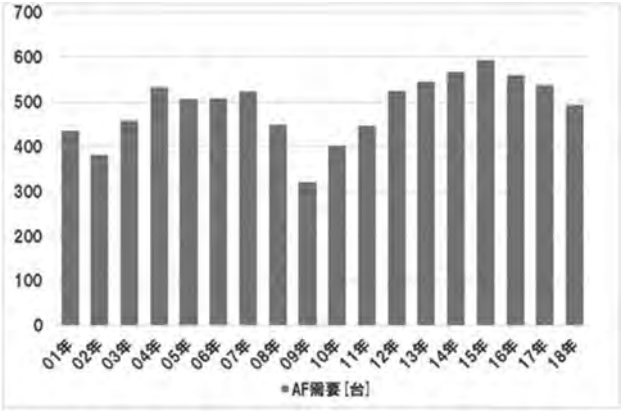
3. アスファルトフィニッシャ（AF）

(1) 歴史・変遷

AF は，合材プラントで製造され，ダンプで運搬されたアスファルト合材を機体前部のホッパ装置で受け入れ，コンベヤ装置で機体後方へ搬送し，機体外側へスクリュー装置で捲き出しし，機体に連結されたスクリード装置にてアスファルト合材を平坦に敷き均す舗装機械である。

日本における AF の開発は，1956 年に東京工機がバーバーグリーン社(米)の「BARBER-GREEN 873」をスケッチし，国産初の「TK-6」を製造して，実用化に成功したことにさかのぼる。又，高速道路などの工事の大型化が進む中，1963 年に新潟鉄工所が「NF40」の開発に成功し，最大施工幅 3.6 m から 4 m 級の AF が標準規格となった。

1960 年後半になると，アスファルト合材による本格的な道路舗装が始まり，AF の普及は目覚ましく稼働台数飛躍的な伸びを見せた。1970 年代に入ると，主要幹線道路以外でもアスファルト舗装への要求が高まった。2000 年以降のみとなっているが，国内 AF 需要は，**図―3** のようになっている。



図―3 AF の国内需要

AF の特徴であるフローティングスクリードの原型は，1930 年代にバーバーグリーン社（米）創業者の一人であるハリー・バーバーにより発明された。フローティングスクリードの基本原理は現在も変わっていないが，作動方式が機械式→油圧式，走行方式がクローラ式→ホイール式，舗装幅の延長方式が固定式→伸縮式，加熱方式が LPG バーナ式→ LPG ブロアバーナ式→電気加熱式，舗装の制御が厚さ制御（2D-MC）→位置と厚さ（3D-MC）へと機械の作業性が大きく進歩している。

（2）技術・製品紹介

①住友建機㈱

現在，国内で販売している HA60W-10 型（**写真―2**）について，その特徴を次に記す。

(1) コモンレールによる高圧多段噴射，EGR（排気ガス再循環システム），可変容量ターボ，尿素 SCR システム（後処理装置）を採用した最新型のエンジンを搭載することで，厳しい排出ガス 4 次規制に対応。

(2) 本体仕様は，7 型ワイドカラー液晶モニタ，GPS と携帯通信網を利用した稼動管理システム（G@Nav），モニタでの緊急操作に加え，スクリューやセンサ等，付属装備品の収納スペースを準備している。また，本機より施工速度に連動するタンパ回転数自動設定モードを搭載。尚，オプション装置には，三つのカメラ映像を合成して周囲 270° が監視できる FVM（フィールドビューモニタ）の他，油圧シリンダにて昇降する FRP キャノピーを設定している。

(3) スクリードは，2.3 m から 6.0 m まで無段階で伸縮できる J・Paver 方式を採用。加熱方式は，ガス加熱仕様と電気加熱仕様をラインナップ。ガス加熱仕様ではサイドプレートに熱風が通過するダクトを設け，電気加熱仕様ではオプションでヒーター付きサイドプレートが選択でき，これらにより端部までの仕上がり性向上を行うことができる。

(4) 今後，労働力確保が課題となる建設現場では ICT 活用により生産性向上を目指した取り組み（i-Construction）が進められている。本機では，地形の設計 3D データ通りになるよう機械をガイド・制御する情報化施工へ対応すべく，各センサメーカ等との共同開発を行い，オプション設定を行っている。

②範多機械㈱

前記の通り 1970 年代に入ると，主要幹線道路以外

写真―2　HA60W-10

でもアスファルト舗装への要求が高まり，範多機械は狭隘な道路舗装に対応した小型 AF の開発を開始する。

その後舗装幅の油圧伸縮スクリードの標準装備や走行装置の当時の最新型全油圧システム化の採用等進化を続けながら，現在にいたるまで歩道や農道などの狭小道路や補修工事に特化した中小型 AF を中心に製造販売をしている。

近年ではすべての建設機械の求められる環境性能の向上に対応すべく，PM を除去する DPMF を装備した 2014 年排ガス規制対応の最新クリーンエンジンを搭載し低排出ガス化を行う機種に移行しておりその中で最大舗装幅 4.5 m 級の中型機である F45W5 型（**写真―3**）及び F45WJ5 型が主力となっている。

2014 年排ガス規制対応機は，エンジンがコモンレール制御や DPMF 再生制御を行う ECU 制御化されたのに並行し，機械本体もコントローラ＋ディスプレー方式を採用。

本体とエンジンのコントローラをリンクさせる事に

写真―3　F45W5

	通常施工	エコモード施工	パワーモード施工	備考
エンジン回転数 (min⁻¹)	2000(一定)	1500	2200	エコモードでは，作業負荷に応じてエンジン回転が自動的に上昇
走行速度 (1速最大) (m/min)	11	8	12	エコモードにおいてエンジン回転上昇時でも速度は維持
フィーダ (m/min)	20	15	20	
スクリュ (min-1)	62	46.5	62	
バイブレータ (min⁻¹)	3000	2500	3000	

図―4　エコモード制御

より新装備の ECO モードに設定した場合，エンジンの負荷率と作業機の動きを制御する事によりエンジン負荷率 50% 時には約 8%，エンジン負荷率 20% の時には約 39% の燃費向上が見込め CO_2 削減といった環境性能を実現している（**図**―4）。

③ヴィルトゲン・ジャパン㈱

ドイツのフェーゲル社製 AF は一般道から高速道路舗装，空港等幅広い現場・用途に各国で使用されている。また，通常のアスファルト舗装および，排水性舗装，転圧コンクリート，セメント安定処理，粒状路盤までより高い締固め密度と優れた平坦性が得られることを特長としている。各機種とも，エンジンの始動時及びアイドリング時の負荷を軽減するクラッチ式ポンプ分配装置を搭載して燃費を大幅に削減するとともに，最新の排出ガス規制に適合したエンジンの搭載により，環境にもやさしい。

(1) SUPER 1603-3i 型（ホイール式） 最大舗装幅 7 m。
(2) SUPER 1600-3i 型（クローラ式） 最大舗装幅 6.5 m。
(3) SUPER 1803-3i型(ホイール式) 最大舗装幅8.0 m（**写真**―4）
(4) SUPER 1800-3i型(クローラ式) 最大舗装幅9.0 m 固定幅スクリードの場合最大 10 m。
(5) SUPER 1900-3i 型，SUPER 2100-3i 型（クローラ式） 最大舗装幅 9.5 m。
固定幅スクリードの場合それぞれ最大 11 m/13 m。

なお情報化施工対応として，前述の機種の内，クローラ式についてはレベリング，ステアリング，スクリード伸縮を全て自動制御するオプション 3D インターフェースのナビトロニックプラスを取り揃え，またホイール式においてはステアリングはガイダンスのみとなるが，レベリング及びスクリード伸縮を自動制御するナビトロニックベーシックを搭載することで，ワンマン操作が可能となる。

写真―4 SUPER1803-3i

④マシンケアテック㈱

【ボルボ・AF】

P6820D/P7820D ABG（**写真**―5）は，欧州ノンロードディーゼル第 5 次排出ガス規制（EU Stage Ⅴ）対応エンジン搭載。高性能コンポーネントを採用し，燃費，騒音および運転コストを削減し，高い生産性を維持する。また，新開発したペーブアシストで，温度管理・気象状況管理・材料管理を可能とし，ICT 機器のプラグイン装置により 3D マシン制御が可能である。さらにオプション装備の 360° カメラの取付けにより安全性を向上させる。これらの強力なツールで，ボルボ・AF は高性能かつ効率良く，高品質な舗装を現場に提供する。

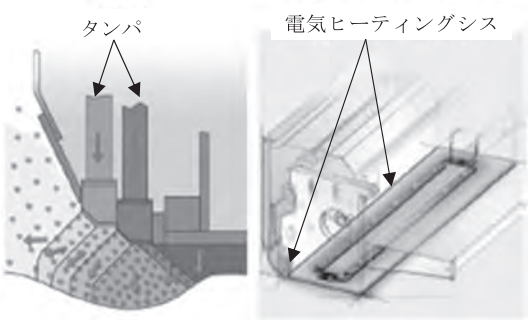
写真―5 P7820D ABG

【ダブルタンパ技術】（**図**―5）

ダブルタンパ技術により，シングルタンパスクリードよりも締固め度が 5 ～ 7%改善する。締固め数値がマーシャル密度の最高 98%に達することから，転圧作業を大幅に削減することが可能。そのため，非常に均一度の高い舗装を確実に行うことができる。

【電気ヒーティング】

電気ヒーティングシステムは，3 系統の個別制御回路により温度差を相殺。一体化された温度コントローラによりベースプレートのヒーティング温度を絶えず調節することで，スクリード全体に均一に熱が行き渡るシステムである。



図―5 ダブルタンパ機能

4. ローラ

(1) 歴史・変遷

道路や宅地，ダムなどの構築の際，基礎となる土や，アスファルト混合物，コンクリートは外力や気象の影響を受けても変形しないことが必要である。ローラの歴史を振返ると，このことが人々の生活において古くから望まれていたことが分かる。ローラの歴史は，道具としての生い立ちから，機械化へとつながっている。

紀元前 3000 年頃，シュメール人による木製の車輪の発明を機に車輪が輸送装置として登場した。紀元前 500 年頃にはケルト人によって木製の車輪に鉄を巻いた車輪に改良され，車輪が人々の主要な輸送手段として活躍していた。そして，1888 年：仏：J.B.Dunlop が車輪用に空気入りタイヤを開発すると，輸送，移動装置はタイヤへと移行され，剛性輪の車輪は締固めに限定されて行く。初めて作られたローラは 1700 年代にヨーロッパにて作られた人力による牽引式のローラである。それは，今日テニスコート，グランドなどの均し作業に使用されるコートローラそのものである。重ければ良く締まるという原理から，ローラの質量は必然的に増した。人のけん引力の限界を超えると 1725 年には牛馬によるけん引式のローラが発明されている。しかし，牛馬によるけん引は機動性，施工条件の面から頭数に制約があり，けん引できる重量にも限界があった。1800 年代に効率の良いスチームエンジンが発明されると，1861 年にはローラへ搭載され，初の建設機械としてのローラの登場となる。初のローラは前輪 1 輪，後輪 2 輪のローラで，翌年 1862 年には初のタンデムタイプのローラも発明されている。1900 年代に入ると，原動機に内燃機関が採用され，原動機の小型化，高出力化はそれまでの耐久性，作業性を大幅に向上させた。

日本では 1918 年に国産 1 号機のスチームローラが作られている。1930 年頃には欧米にてタイヤローラが登場し，また機械質量以上の締固め能力を得るため，振動機構を取り入れた振動ローラも登場している。その後，動力の伝達手段も油圧機器となり操作性の省力化と共に機械設計の自由度も広がり，1980 年代からは締固め管理，安全装置などにエレクトロニクス技術を用いた，締固め機械のメカトロ化が研究され，自動運転，自動ブレーキ技術が実用化されている。

(2) 技術・製品紹介

①酒井重工業㈱

建設現場における安全性向上に寄与しうる，緊急ブレーキ装置を搭載したタイヤローラ /TZ704Guardman（**写真**―6）を開発した。以下に緊急ブレーキ装置の概要と特徴について紹介する。

緊急ブレーキ装置（NETIS：HK-180024-A）は，車両後方の 3D センサ，後方カメラ，後方用スピーカ，運転席用ディスプレイと運転席用スピーカを主要機器とし，その機能は，緊急ブレーキ機能，バックモニタ，表示と音による警報機能の 3 つの安全機能（トリプル・セーフティ機能）で構成されている。

セーフティⅠは，車両後方に取り付けた 3D センサにより作業者や重機などの対象物を検知した後，衝突の危険が高まっていると判断したときに，衝突回避または衝突被害軽減のために緊急ブレーキを作動させる。

セーフティⅡは，車両後方に設置した後方カメラにより撮影された映像をディスプレイに常時モニタすることにより，運転者の後方監視を支援する。

セーフティⅢは，ディスプレイの表示とスピーカからの音声や警報音を使用し，運転者と周囲作業者へ警告する。

緊急ブレーキと警告 / 警報の作動タイミングは，後進速度と対象物までの距離により対象物との衝突時間を求め自動調整している。後進速度が遅い時は，車両後方に人や対象物などがあっても，対象物に近づいてから緊急ブレーキが作動する。後進速度が速い時は，速度が遅い時と比較して対象物から離れていても緊急ブレーキが作動する。これによって緊急ブレーキ作動回数を最小限に抑制できる。また，本装置は検知幅を転圧幅としているため，検知エリアの外側直近の壁や縁石沿いの転圧作業も可能である。この 2 つの特徴により，安全性は言うまでもなく施工性との両立を満足させることができた。

さらに，ブレーキ機能には，安全を確保しながら緩やかに停止させるために静油圧（HST）ブレーキを作動させる仕組みを採用した。これによってタイヤをロックせずに車両を停止させることができるので，アスファルト混合物の押出しや引きずりなどを抑止して平たん

写真―6　TZ704Guardman

性への影響を最小限にとどめることが可能になった。

以上のように，本装置の開発によって，安全性を向上させつつ，施工性と舗装品質の確保を可能とした。

②㈱日立建機カミーノ

搭乗式締固機械は，道路工事を主とする様々な現場での転圧作業に使用されている。盛土の現場において，転圧時に法肩から滑落，転倒といった事故事例があり，搭乗員の安全確保が求められている。一方，特に道路工事では作業中の機械周辺に作業者がいるため，人身事故の発生が多く，周囲への安全が重要視されている。

このような工事現場の状況から，安全志向が高まっており，2018 年より，ROPS 対応バー振動ローラを導入してきた。特徴は，巻き取り装置付きシートベルト及びシートベルトリマインダ（未着用時警報）を搭載したシングルシートと ROPS 対応バーを備えた運転者保護構造を備えていることである。また，固定式の ROPS 対応バーの他に，輸送性を考慮した折り畳み式 ROPS 対応バーも用意している（**写真**―7）。

ROPS 対応バー振動ローラの受注は，増加傾向にあり，今後も安全志向は高まっていくと推測される。

周囲作業者の保護については，検知エリア内に人や障害物が入ると回転灯が作動し，さらに内側に入るとブザー音で作業員に危険を知らせる「後方ガードセンサ」をタイヤローラ（ZC220P-6），マカダムローラ（ZC125M-5）は標準装備し，振動ローラ（ZC シリーズ）では，オプション装備としている。さらに，タイヤローラについては，より検知範囲の広いセンサを使用して，人や障害物を検知すると，タイヤローラが減速して，衝突リスクを減らす「衝突被害軽減システム」の実用化に向け，今後も安全志向の要求に対して，継続して応えていく所存である。

写真―7 ZC50C-5（ROPS 対応バー）

③ヴィルトゲン・ジャパン㈱

ドイツハム社製振動ローラは大きく分類して，

（1）タンデム型 振動ローラ，（2）コンバインド型振動ローラ，（3）シングルドラム型 振動ローラに分けられる。

（1）タンデム型 振動ローラ（**写真**―8）

タンデム型振動ローラには，アーティキュレートフレームの HD シリーズ（1.5 t ～ 15.0 t），水平振動装置を後輪に装備したモデル（7.7 t ～ 15.0 t）があり，広範囲の現場に対応することが可能である。

（2）コンバインド型 振動ローラ

タンデム型振動ローラには，アーティキュレートフレームの HD シリーズ（2.2 t ～ 9.2 t），水平振動装置を前輪に装備したモデル（7.6 t）がある。

（3）シングルドラム型 振動ローラ（**写真**―9）

通常振動タイプ（5.4 t ～ 25.0 t），パッドフットタイプ（5.8 t ～ 20.0 t），垂直振動 & 水平振動タイプ（6.3 t ～ 14.0 t）があり，多様な土木工事に対応することが可能である。

ハム社製振動ローラは長年の経験に基づき，最良の重量バランスと良好な転圧密度が得られるよう設計製作されている。

・アーティキュレートステアリング装置（一部モデル）
3 点ボールジョイント方ステアリングを採用し転圧の均一性を向上させた。
・水平振動装置を採用
連続的にドラムが路面に接地しているため転圧効果が早期に得られる。さらに振動や騒音が軽減され，周辺環境に優しい振動ローラである。
・安全装置
ROPS を採用し，万一の事故で転倒した際にオペレータを守る（一部モデル）。

写真―8 HD+70i

写真―9 H11i

④コベルコ建機㈱

道路，造成地，堤防などさまざまな施設の建設工事の過程で不可欠な締固め作業に用いられる振動ローラである。特に，搭乗型の振動ローラとしては，国内での稼働台数が最も多く，前輪が鉄輪で，後輪がタイヤの組合せとなっているコンバインド型について紹介する。

BOMAG 搭乗型振動ローラ（コンバインド型）

BW115AC-5（2.5 t クラス），BW131ACW-5（4.0 t クラス）（**写真**―10）

国土交通省の排出ガス対策型建設機械（3 次基準）と，

低騒音（超低騒音）の指定を受けており，散水タンク，間欠散水タイマー，液剤専用タンク，自動／手動切り替え付振動スイッチ，走行２速など，作業に不可欠な機能を装備し，使い勝手の良さを実現している。

また，BOMAG 独自の地盤剛性計測システムである「エコノマイザー（**図―6**）」を標準装備している。前輪に装着した加速度計からの信号を解析することによって，転圧している地点の地盤剛性を計算し，転圧レベルを LED ランプによって 10 段階でリアルタイムに表示をすることができる。これによりオペレータは，転圧不足地点，過転圧を行っていないか，などを施工と同時に確認することが可能である。なお，「エコノマイザー」は NETIS（登録番号：KK-110047-VE）に登録されている。

写真―10　BOMAG　BW131ACW-5 振動ローラ

図―6　BOMAG　エコノマイザー

5. おわりに

今後は情報処理・通信技術の発展及び AI の活用により建設機械の省人化無人化となっていくことが予想される。これにより今後それぞれの機械において生産性の向上，高品質の確保が達成されるであろうことは想像に難くない。また本編中で述べられているような信頼性の高い安全装置が新規開発・導入され，建設機械に起因する事故の削減さらには撲滅が現実となる未来を思い描く次第である。

JCMA

[筆者紹介]
山口　達也（やまぐち　たつや）
路盤・舗装機械技術委員会　委員長
鹿島道路㈱　生産技術本部　機械部
機械部長

高野　成也（たかの　せいや）
日工㈱　エンジニアリング部
東京技術室　リーダー

冨田　幸宏（とみた　ゆきひろ）
住友建機㈱　道路機械技術部
第２設計グループ　グループリーダー

田中　康正（たなか　やすまさ）
範多機械㈱　特機部　担当部長

谷岡　健一郎（たにおか　けんいちろう）
ヴィルトゲン・ジャパン㈱　営業部長

吉田　勝美（よしだ　かつみ）
マシンケアテック㈱　代表取締役

林　俊和（はやし　としかず）
酒井重工業㈱　技術開発部
開発第３グループ　マネージャー

鈴木　正和（すずき　まさかず）
㈱日立建機カミーノ
開発設計センタ　部長

安藤　慎也（あんどう　しんや）
コベルコ建機㈱　品質保証部
ショベルプロダクトサポート G

建設機械施工の変遷

自由断面掘削機の経緯と発展の歴史

二　木　幸　男

国内に自由断面掘削機が導入されて半世紀余りが経ち，著者もほぼ同時期の導入時期から，トンネルの小断面，上半断面，大断面用までの種々の自由断面掘削機の国産機の開発に携わってきたので，国内二社の開発経緯と他社が海外から導入した経緯も含めて述べる。

1. はじめに

(1) 海外の初期の歴史

国内に自由断面掘削機が導入されて半世紀余り。海外の初期の歴史を簡単に纏めると以下の通り。

① 1940 年後半，ハンガリーで自由断面掘削機が発案，F2（横軸式，カッター出力:40 kW）の開発，その後，F4，F5 が開発された

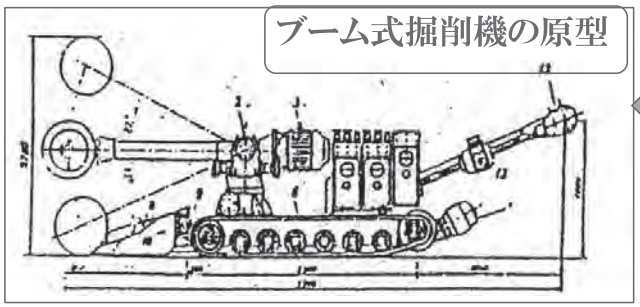
② 1960 年代になりソ連で PK3（縦軸式，出力 30 kW）が開発され更に PK7，PK9 が開発された

③ 1961 年英国で石炭庁へ PK3 が導入され 1963 年 MK3（縦軸式：49 kW）を国産開発し炭鉱へ納入

④ 1960 年代オーストリアでも AlpineMonntan 社が F6A（横軸式 40 kW），AM50（横軸式 100 kW）

(2) 海外の掘削機の全体図・写真：

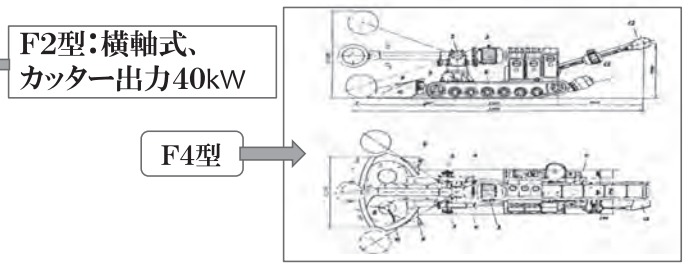
①ハンガリーで開発された最初の掘削機



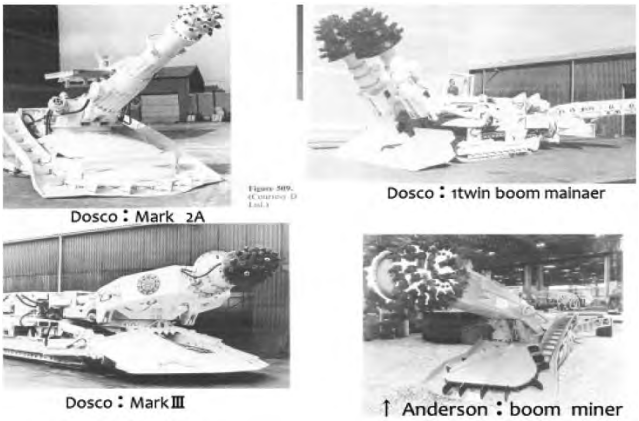
②ソ連で開発された PK3，PK7，PK9

③オーストリアで開発された F6A，AM50

Barbara Stack:Handbook of mining and Tunnelling Machinery (Wiley, 1982), 549-565



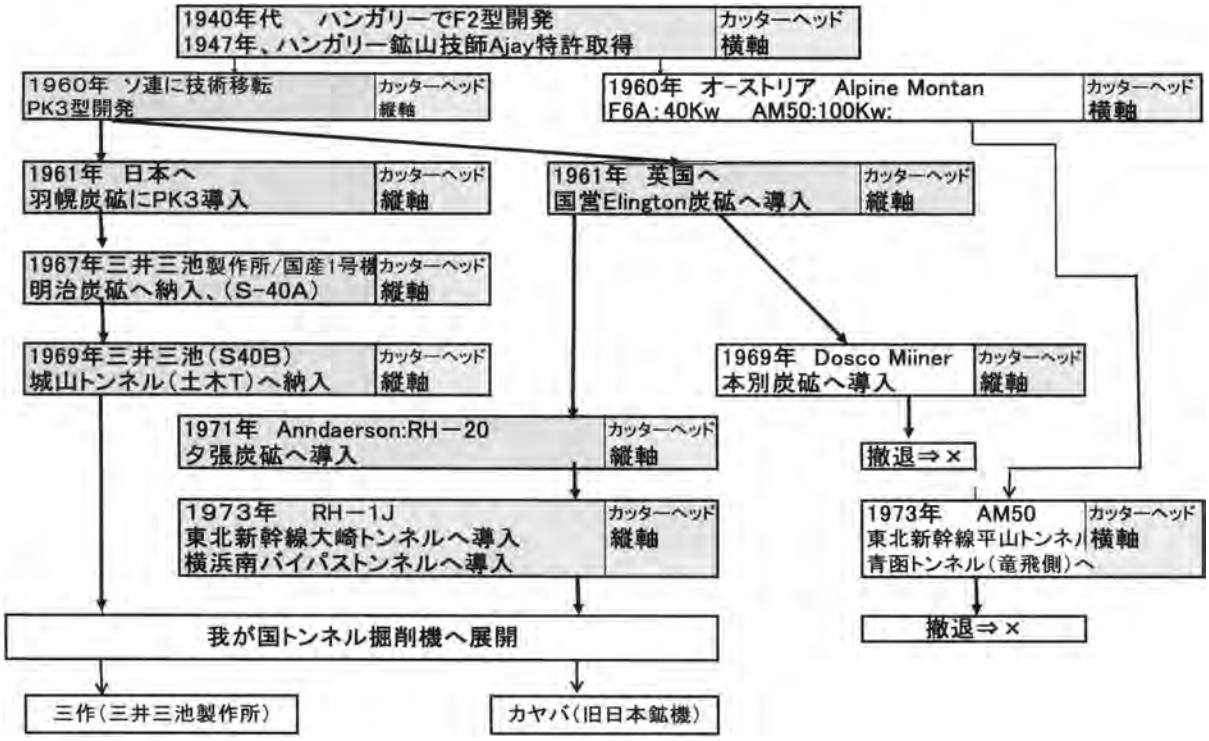
④-1：ヨーロッパ各所での掘削機の開発



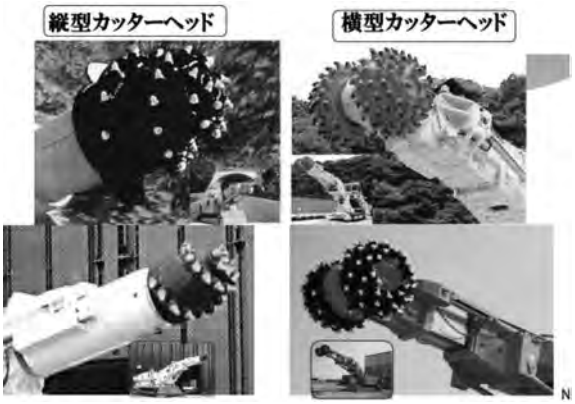
④-2：ヨーロッパ各所での掘削機の開発

2. 発展の経緯

(1) 国内への導入経路（3 系統に大別される）



(2) カッターヘッドの縦軸型と横軸型の形状（比較）



(3) 国内における自由断面掘削機の変遷

1）Ⅰ期（1962 ～ 1975 年）
⇒炭坑用からトンネル用への用途拡大
2）Ⅱ期（1976 ～ 1989 年）
⇒軟岩用から中硬岩用への適用範囲拡大
3）Ⅲ期（1990 ～ 2018 年）
⇒能力向上と多様化

(3)－1）①Ⅰ期（1962 ～ 1975 年）

炭坑用からトンネル用への拡大
＊石炭業界の合理化を目的に坑道掘進機械化の要望
① 1962 年 8 月ソ連から PK3 を羽幌炭鉱へ導入された
② 1967 年 6 月，三井三池製作所は S40A を開発し，明治の炭鉱の平山，元岐の両鉱へ納入した
③ 1970 年代に入り，トンネル工事の発注増大
⇒炭鉱からトンネルへ

④この時期に自由断面掘削機による機械掘削方式の基礎が確立した

⑤ 1977 年（昭和 52 年）土木学会標準示方の改定の際，現状の施工方式に対応する形で「機械化掘削の実用化」が追加された

(3)－1）②Ⅰ期（1962 ～ 1975 年）：炭鉱への試用

(3)－1）③Ⅰ期⇒炭鉱からトンネルへ

(3)－1）④自由断面掘削機による機械掘削方式の基礎確立

(3)－2） Ⅱ期（ 1976 ～ 1989 年）

(a) 軟岩用から中硬岩用へ拡大

＊より強度の堅い岩盤に適用できる自由断面掘削機の要望

1. 1970 年代半ば，中硬岩対応の掘削機が輸入・開発された
2. 日本鉱機（カヤバ G）は当初，英国の炭鉱メーカー Anderson Strautheclyde 社から輸入した RH-1/3J を参考に，1985 年に国産機 RH-7J（カッター出力：132 kW）を開発し，佐藤工業 / 白坂トンネルへ納入した
3. この時期に自由断面掘削機は中硬岩掘削対応の為，より高出力となった

①小断面用掘削機：カッター出力は 49 ～ 90 kW

②大断面用掘削機：カッター出力は 100 ～ 240 kW

現在も中心になっている 300 kW 級の自由断面掘削機もこの時期に開発された

(b) 自由断面掘削機の開発変遷と出力

①小断面用自由面掘削機　1/2：（三作製）

①断面用自由面掘削機　2/2：（カヤバ製）

(c) この時期に種々の小断面から上半先進の掘削機が開発された

そして，

①機械のサイズに関わらず，より硬い岩石の掘削が出来る様になった。

②また，生産性も上がって行った。

③更に，生産性を上げる為，広い，上半に使用の掘

削機は積み込み装置を外し，掘削専門の機械化していく。

掘削と同時に大量のズリ積み込みをする為，サイドから，バックホウ等の使用で生産性が上がる様になった。

Ⅱ期（1976 ～ 1989 年）軟岩用から中硬岩用への適用拡大

（C）－①上半用自由断面掘削機：RH-7J（カヤバ製）

（C）－②上半用自由断面掘削機：RH-3J（カヤバ製）

（C）－③上半用自由断面掘削機：S200（三作製）

（C）－④上半用自由断面掘削機：RH-8J（カヤバ製）

(3)－3）Ⅲ期（1976 ～ 1989 年）：能力の向上と多様化：1/2

（a）中硬岩への対応が可能になり，機械掘削方式の適用範囲拡大

1. 硬岩への対応：機種名，S300，SLB350，RH-10J
2. 全断面掘削：RH-132-MB，RH-10J，RH-250MB-SL，SLB300，SLB350
3. 高速掘進：TWS，RH-250MB-SL，SLB-350
4. 余掘り低減：自動掘削装置付き，半自動掘削付掘削機　RH-250MB-SL，SLB350
5. 環境への配慮：粉塵抑制の為，大型集塵機の開発や局所集塵機の組合せ

＊発破工法に対して，騒音・振動の少ない機械掘削機が 50 MPa 以下の地山を対象に標準化
⇒ 200 kW 級の自由断面掘削機の需要が伸びた

（b）大断面用自由断面掘削機の開発変遷と出力

1. 硬岩への対応：S300，S350，RH10J-S，RH10J-SS

2. 全断面インバート掘削への対応：SLB200

（c）1991年清水建設の里見Tへ掘削機とガントリーセットで納入

ガントリーは削岩機，支保工組付機，吹付機等を搭載

この装置の開発により

①掘削機で前断面を掘削しながら，同時に

②ガントリーに装備のバックホウでの掘削ずりのかき寄せ

③そのズリは掘削のギャザリング機構を介して

④第１コンベヤー，第２コンベヤーで装置の後方へ搬出

⑤この方法で各装置はその位置を基本的に前後移動する

こと無くトンネルが出来上がっていく。

（c）－1） 掘削機とガントリーのセット

（c）－2） TWS（トンネルワークステーション）

＊この装置の通過後はトンネル（一次覆工まで）完了

（d）－1）大断面用硬岩掘削機（カヤバ製）

RH-10J RH-10-SS RH-10-S

（d）－2）大断面用硬岩掘削機（三作製）

(3)－4） Ⅲ期（1976 ～ 1989 年）：能力の向上と多様化：2/2

（a）自動掘削装置付全断面掘削機

1）開発の主旨

①熟練労働者の不足

②高精度で高品質なトンネル構築

③省力化

④掘削の効率

⑤安全施工⇒危険作業の回避

2）技術の特徴

①簡単な操作で正確な自動掘削

②高精度で掘削

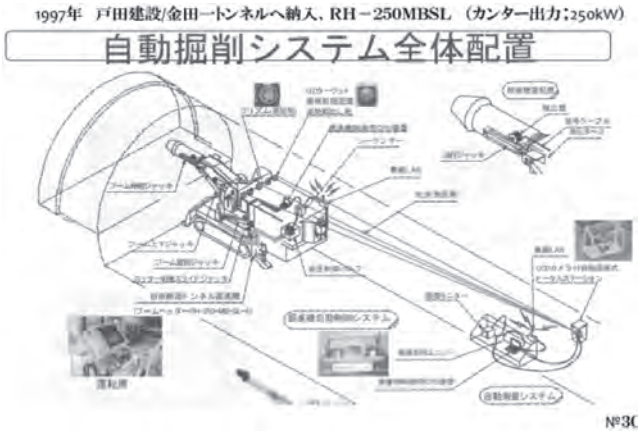
③掘削中の機体の位置・姿勢のリアルタイムでフィードバック

④掘削の効率

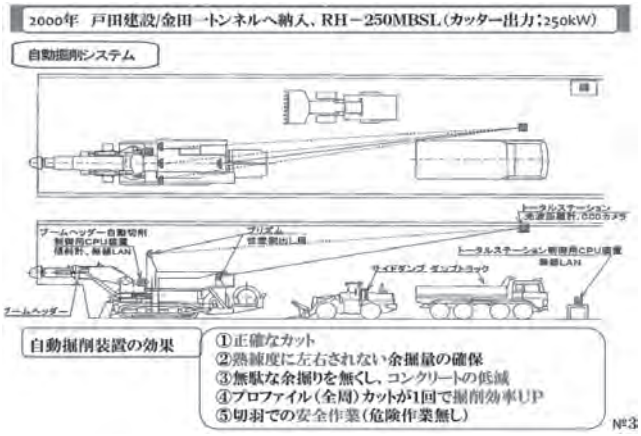
⑤安全施工⇒危険作業の回避

3）自動掘削システム全体写真：カヤバ製（1/2）

3）－1）自動掘削システム全体配置図　カヤバ製（1/2）



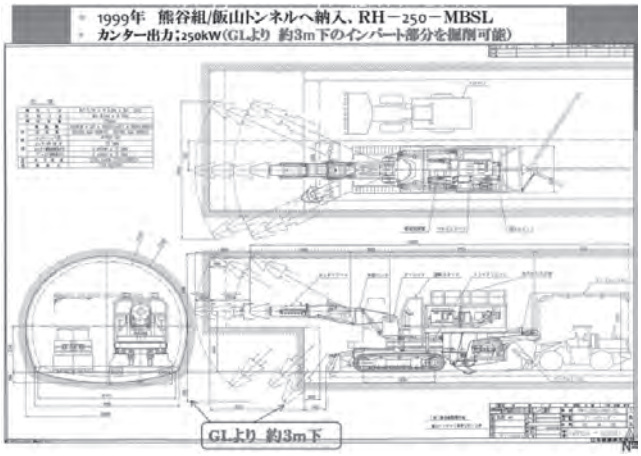
3）－1）自動掘削システム全体配置図　カヤバ製（2/2）



（b）－1）カッターブーム中折れ式 - 自由断面掘削機

特徴：

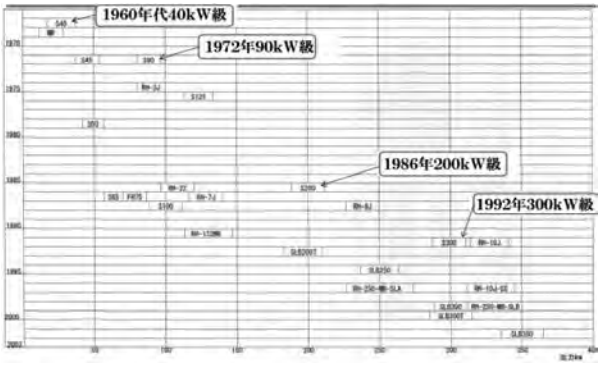
1. ブームのテレスコ 1.2 m とベースが 2.2 m スライドする
2. カッターブームが中折れ式でインバート（－2.9 m）掘削可能
3. 定位置での上下の1枠間の掘削可で，即閉合（地山安定）



（b）－2）自動掘削装置付全断面掘削機（カッターブーム中折れ式）

↓ RH-250-MBSL（カッター出力：250 kW）

（c）自由断面掘削機の変遷と実力



(3)－5）Ⅲ期（1976 ～ 1989 年）：能力の向上と多様化

（a）自動掘削システム全体写真（三作製）(1/2)

（b）自動掘削システム全体配置図（三作製）(2/2)

4. 海外から他社経由での導入自由断面掘削機

(1) 年代順リスト

他社（三作・カヤバ以外）の自由断面掘削機（海外からの導入）

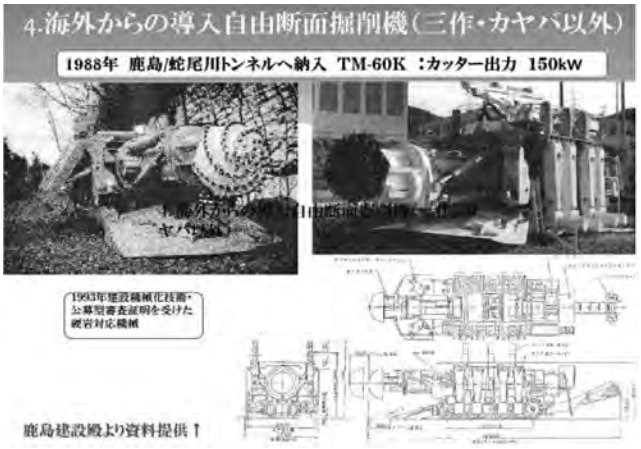
No	開発年	名称	カッター出力	導入先	備考
1	1969	DRCL 型	49 kW	住友／本別炭鉱	英国 Dosco Minne 型導入
2	1973	AM-50	110 kW	青函トンネル竜飛工区	横軸式 Aipine Montan が導入
3	1975	MA-50	110 kW		三菱重工が Aipine と技術提携して開発
4	1988	TM60K	150 kW	鹿島建設／蛇尾川 T	三井造船アイムコが導入
5	1988	ET-300Q	300 kW	山崎建設／九州の T	タイクウが Alpine Wesutfalia から導入
6	1995	MM130R	300 kW	大成建設／高尾山 T	大成建設がロビンス社から導入
7	1996	WAV-300	300 kW	佐藤工業／八甲田 T	タイクウが Alpine Wesutfalia から導入
8	2000	ATM-105	300 kW	岩田建設／ウエンチクナイ T	コバヤシが Vost Wesutfalia から導入
9	2000	ATM-70	200 kW	岩田建設／ウエンチクナイ T	コバヤシが Vost Wesutfalia から導入

(2) 海外からの導入掘削機種の写真（三作。カヤバ以外）

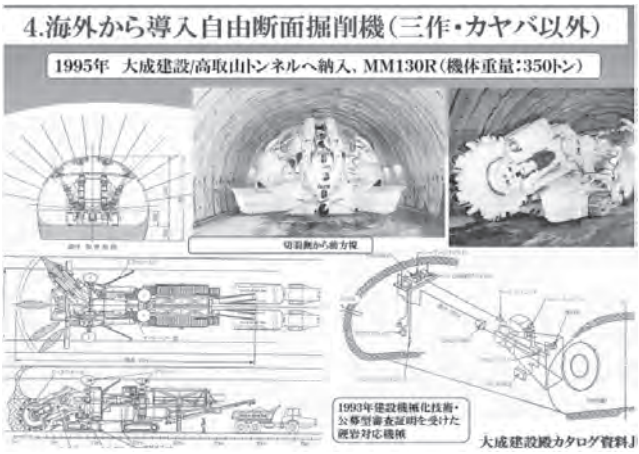
↓ 1972 年炭鉱, ↓ 1975 年 AM50 → MA50

日本トンネル技術協会「トンネル工事用機械・機材の変遷史」(S62年 9月)

(3) 1988 年：壁固定式自由断面掘削機　TM60K（三井アイムコ）



(4) 1988 年:硬岩用自由断面掘削機　MM130R（ロビンス社）



(5) 1996 年:大断面掘削機　WAV300（ウエスファリア社）

(6) 2000 年：上半用硬岩掘削機　ATM105（ウエスファリア社）

5. 自由断面掘削機の開発に伴う部品･システム

5-1) 各機械の使用の変化と開発の背景

1) 掘削機の型式・形状の変化⇒掘削機専用機器となった

①ギャザリング方式からブレード型（フロントリガー）へ

②第 1，第 2 コンベヤーも不要

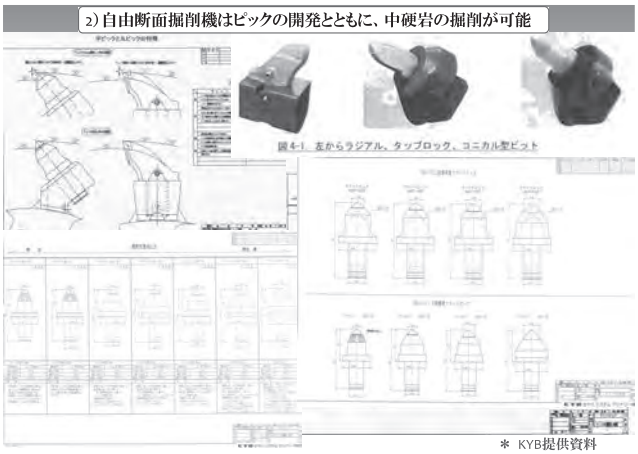
③積み込みは自由断面掘削機以外で行なう

2) 耐摩耗ピックの開発で，軟岩から中硬岩の掘削が可能に

3) ウォータージェットでピック冷却と粉塵抑制で生産性 UP

4) 粉塵処理の確立で坑内安全･環境良好で生産性 UP

5-2) 自由断面掘削機のピック変遷



1) バイオネット型（軟岩用）

・ピック先端でカットするタイプ

⇩

2) タップロック型（中硬岩用）

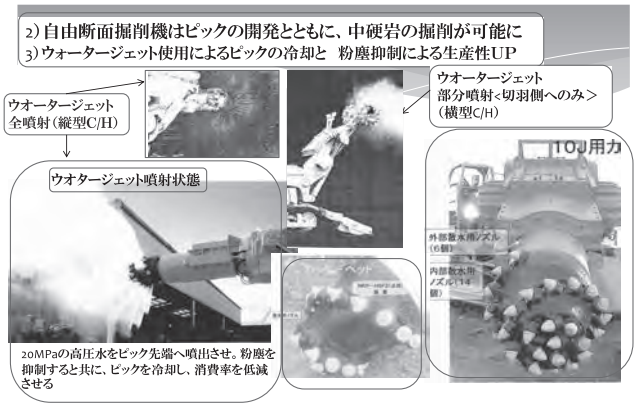
・ピックの先端を岩石に叩き込む

⇩

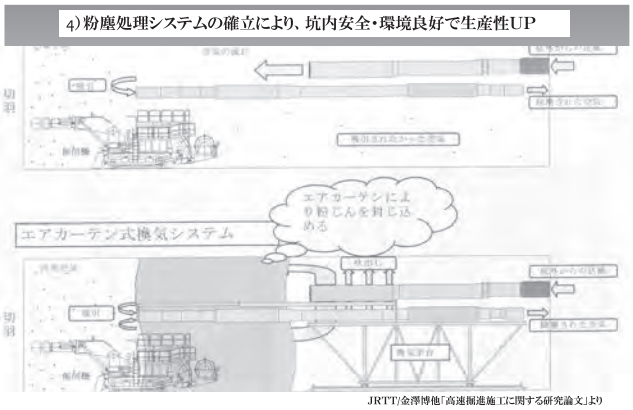
3) ラウンドピック型（軟～硬）

・ピックの先端部が岩石へ
　食い込みながら自体も廻りカット
　先端チップ径と母体サイズを変えて
　軟岩から硬岩で幅広く使用可能

5-3）WJ の効果：ウォータージェットでピック冷却と粉塵抑制



5-4）粉塵抑制システム



JRTT/金澤博他「高速掘進施工に関する研究論文」より

6. おわりに：今後の課題

①硬岩掘削機の開発
②更なる対摩耗ピックを開発し，中硬岩の掘削性能の UP ！
③粉塵抑制システムを確立して坑内環境を良くして生産性を上げる
④高速掘進，坑内安全，周囲の環境重視型トンネル工事に対応
⑤技術・製造コストに見合った役所価格の評価が重要である
この評価が無いと技術の継承が無くなっていくと危惧する

［筆者紹介］
二木　幸男（ふたつき　さちお）
ニシオティーアンドエム㈱
アドバイザー

建設機械施工の変遷

コンクリート機械の変遷

（一社）日本建設機械施工協会　機会部会　コンクリート機械技術委員会

1. はじめに

コンクリートの主要材料であるポルトランドセメントは幕末の頃初めて使用されたといわれ，1875 年（明治 8 年）官営セメント製造所が設立され初の国産セメントが出荷された。

1903 年（明治 36 年）日本初のコンクリート構造物として琵琶湖疏水路上架橋が造られ，建築では 1911 年（明治 44 年）三井物産横浜支店として 4 階建て RC 造ビルが建てられた。

大正年間，コンクリートミキサの駆動は当初スチームであったが内燃機関に漸次切り替わった。はじめはすべて輸入に頼った。1949 年（昭和 24 年）コンクリートの運搬には堰堤，ビルなどではエレベータ，シュート及び一輪車が用いられたが，次第にケーブルクレーン，ベルトコンベアが多く用いられるようになった。

1902 年（明治 35 年）頃横浜岸壁基礎掘削用にケーソンが我が国で初めて用いられた。その後 1924 年（大正 13 年）にアメリカから最新ケーソンを輸入し永代橋の基礎などを作った。場所打ちコンクリートの代りに鉄筋コンクリート函（ケーソン）を防波堤岸壁に用いたり，鉄筋コンクリート杭や鉄筋コンクリート矢板を使用することも行われるようになった。高層建築に鉄筋コンクリートを用い，エレベータでコンクリートを運ぶことは 1912 年（大正元年）頃に東京丸ビルの建設に初めて用いられた。

このように日本でコンクリートが構造物に使用されることに伴い様々なコンクリート機械が開発・改良されてきた。現在ではコンクリート機械としては，コンクリートミキサ，コンクリートプラント，コンクリート振動機，コンクリートポンプ，トラックミキサ，コンクリート吹付け機などが使用されている。以下にこれらのコンクリート機械の変遷を紹介する。

2. コンクリートプラント及び，コンクリートミキサの変遷

明治，大正と近代化の波は日本の姿を大きく変え，1930 年（昭和 5 年）発表の「ウォーセクリーター」は均質で強度を持つコンクリートをつくることができた。

1949 年（昭和 24 年），日本初の生コンクリートプラント（**写真―1**）が誕生する。東京コンクリート工業で，ミキサは日産 150 m^3 の能力があった。初出荷を行なった 11 月 15 日を全国生コンクリート工業組合連合会･同共同組合連合会は 1988 年（昭和 63 年），「生コンクリートの日」として制定している。

写真―1　日本初の生コンクリートプラント誕生「東京コンクリート工業」

1965 年（昭和 40 年）頃からプラントの自動化が進んだ。自動計量の方法は設定桿方式からワイヤ伝送式，ポテンショメーター式，ロードセル方式へと進化。操作盤はリレー式からコンピュータ制御盤（**写真―2**）へと変わった。今では計量制御に加えて，骨材，セメント輸送管理はもちろん，受注，製造，出荷，配車管理まで全自動のプラントが主流となっている。

現代のコンクリートプラント（**写真―3**）は環境面が考慮され，防音性の高い壁材や集塵装置を用いたり全閉式のベルトコンベアを開発して粉塵，騒音対策を行い，排水処理設備の開発により汚水対策を行なっている。

2000 年代にはブロックタイププラントが主流となり，最近ではオールメッキされたコンクリートプラントも発売されている。

原材料の搬送システムにおいてのセメント輸送は，セメントサイロからスクリューコンベアとバケットエレベーターの組合せ方式から，最近はレイアウトの自

写真―２ コンピュータ制御盤（無公害設計）

写真―３ コンクリートプラント

由度が高い空気輸送方式に移行してきた。

骨材輸送用ベルトコンベヤは，プラントの大型化に伴いその能力が大きくなってきている。

また，粉塵などの公害防止対策とメンテナンスの問題で，円筒パイプ状や完全密閉したケース内にコンベヤを内蔵したものが多く用いられている。さらに狭い敷地や土地有効利用のための急傾斜や垂直の輸送装置（**写真**―４）が出てきて，都市部の土地有効利用にも対応している。

コンクリート製造の要であるコンクリートミキサはバッチ式ミキサが主で，生コン工場，ダム用として重力式ミキサ（**写真**―５）で始まったが，1960 年（昭和 35 年）代には短時間で練り上がるパン形強制練りミキサ（**写真**―６）が生コン向けに普及し，その後 1970 年（昭和 45 年）代後半からはメンテナンスの簡便なパグミルク形の水平２軸形強制練りミキサ（**写真**―７）が導入され，この形式のミキサがダム用を含め主力になっている。

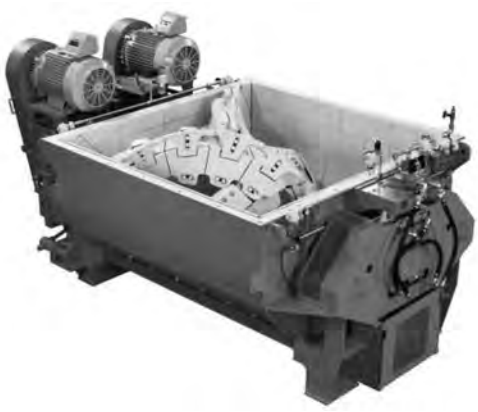
その後，攪拌翼付き重力式ミキサや，油圧可変速・インバーター可変速等回転速度を変えられる機構のもの，2000 年代には水平二軸でも連続螺旋ブレード構造のミキサや軸を無くし連続した螺旋アームにブレードを装着した形状の連続螺旋アームミキサ（**写真**―８）

写真―４ 骨材輸送装置（急傾斜式）

写真―５ 重力式ミキサ

写真―６ パン形強制練りミキサ

写真―７ 水平２軸形強制練りミキサ



写真―８　水平２軸形強制練りミキサ（連続螺旋アームミキサ）

などが多くなっており，2019 年（令和元年）には各社連続ブレード構造のミキサが主力となり更に進化した新型ミキサが発売されている。

3. トラックミキサの変遷

1950 年（昭和 25 年）頃から生コンをトラックで運ぶことが始まっている。当初は平ボデイトラックにそのまま，あるいは大きな鉄桶に生コンをいれトラックの荷台に載せて運ぶかダンプに積んで運んでいた。

1951 年（昭和 26 年）頃に傾胴型トラックミキサ（**写真―９**）が開発された。その後，水平胴型トラックミキサ・強制攪拌式のハイロー型トラックミキサ（**写真―10**）・舟形トラックミキサなどが開発された。また，米国のトラックミキサも輸入され使用されていた。積載性能や攪拌性能がすぐれた傾胴型とハイロー型のトラックミキサ以外のものは量産されることなく姿を消した。

写真―９　傾胴型トラックミキサ

写真―10　ハイロー型トラックミキサ

1963 年（昭和 38 年）頃からトラックメーカから大型３軸車が発売され，標準車の積載量が 10 t を超えるものがでてきた。傾胴型はドラムの長さを延ばすことでドラム容量を増加させることができたがハイロー型は所要動力が大幅に増加するため商品として成り立たなくなり，衰退の道をたどることになった。ハイロー型は 1971 年（昭和 46 年）頃から製造されなくなり，傾胴型トラックミキサが現在まで主役となっている。

トラックのエンジンよりドラムを駆動するための動力を取る装置を PTO（Power Take Off）という。PTO はトランスミッションから動力を取り出すミッション PTO に始まりエンジン前方のフロントエンド PTO，そして現在のフライホイール PTO へと変更されてきた。

ミッション PTO は停止時に動力を必要とする特装車用に作られており走行時も動力を必要とするトラックミキサには不向きであった。フロントエンド PTO ではトラックの前方に油圧ポンプを架装しなければならず走行時に邪魔になることや長い油圧ホースを架装物まで通すといった作業が大変であった。その後フライホイール PTO が装備されるようになり架装性は大幅に向上した。

最初のトラックミキサは油圧モータからチェーンを介してドラムを駆動していた。1982 年（昭和 57 年）にはドラム駆動用に遊星歯車減速機が開発され現在のトラックミキサ基本構造が確立された。

走行時のドラムの回転数はエンジン回転数にダイレクトに変化していたため生コン重心の振れにより不安定な動きをしたり，生コン品質に悪い影響を与えていた。1982 年にドラムコントロールの自動制御機構を取入れた油圧ポンプ開発に成功しトラックミキサへ採用された。これはエンジン回転数 1500 rpm 以上ではエンジンの回転数に関係なく，ドラムのスピードを一定に保つものであり，省エネはもちろんのこと従来機械式で問題であった生コン品質の均質化に寄与した。

2004 年（平成 16 年）には電子制御式油圧ポンプを搭載した低騒音・省エネルギー型トラックミキサが開発・販売された。トラックミキサは停車してエンジン回転を上げて作業することが多く，騒音問題・燃費が劣るなどの環境悪化，さらにまれにではあるが誤って生コンを路上への垂れ流す事故を起すことがあった。そこでドラム駆動制御・操作系を電子化しこの課題を改善したのが電子制御式トラックミキサ（**写真―11**）

写真―11 電子制御式トラックミキサ

写真―12 トラック搭載式コンクリートポンプ

である。

電子制御式トラックミキサは油圧モータを2速可変制御式とし，使用頻度の高い建築用の生コンや洗浄などの停車中の作業はモータ2速側へ制御することによりエンジン回転を高速にすることなくドラム回転を上げることができる。よって作業騒音の低減･燃費向上･CO_2削減に貢献した環境対応のミキサ車となっている。また，ミキサ車の走行時には自動的に攪拌回転になるよう制御し，生コンの垂れ流し防止に対応している。追加機能として排出前の自動混錬機能やドラム洗浄時の自動洗浄回転制御機能も追加している。

4. コンクリートポンプの変遷

コンクリートポンプの歴史は，1907年（明治40年）ドイツでの特許，及び1913年（大正2年）米国人Cornell Kee氏の特許に始まったとされる。その後ドイツ，オランダの国土開発の土木工事に支えられコンクリートポンプの開発が進められることとなり，1923年（大正12年）米国の企業が初めて吐出量15 m^3/hの機械式コンクリートポンプ（最大水平圧送距離150 m，同垂直距離23 m）を市場に送り出したとされている。

日本では，1950年（昭和25年）代から国内各社が外国企業と技術提携を行い国産初のコンクリートポンプが製品化された。その後，経済の急成長によって大規模な国土開発が進められ，それに伴い土木工事の増大・大型化は著しく，都市部にあっても旺盛な建設工事を中心に，電力，鉱工業，運輸の各分野に急速に普及するようになった。建築工事においてはエレベータタワーやカートによる打設からコンクリートポンプによる打設に転換されるようになり，コンクリートポンプも機動性を必要とされるようになっていった（コンクリートポンプは定置式であったために機動性に乏しかった）。1960年（昭和35年）代半ばにコンクリートポンプは工事現場での機動性を高めるために定置式コンクリートポンプをトラックに搭載したコンクリートポンプ車（**写真―12**）が開発され，今日のコンクリートポンプ工法の基盤を築くこととなった。

また同時期，日本では初めてとなるスクイーズ式コンクリートポンプが発売された。コンクリートは人工軽量骨材コンクリートが使用され始め，高スランプ化となり，当時としては吐出量の大きいスクイーズ式が評価され急激に普及していった。その後，ピストン式（油圧式）においても大吐出量化，高圧化といった改良，開発が行われ，数々の高層ビルの建設に使用されることとなった。

1960年代終わり頃から建築，土木工事の大型化が進み打設工事のスピードアップや省力化に対する要請が強まった。ブーム付コンクリートポンプ車（**写真―13**）はコンクリート輸送管が併設されたブームを備え持ち，ブームの屈折，旋回により輸送管の先端を自

写真―13 ブーム付コンクリートポンプ車
（M型4段屈折36 mブーム）

由に移動可能な構造となっている。そのため輸送管の設置が容易で，その特徴が業界に歓迎されることとなり爆発的に普及すると共に，その後のコンクリートポンプ車はブーム付が主流となっていった。その後，打設工事における省力化への寄与はブームの長尺化が大きく寄与するため各社とも開発が加えられ様々な形状，屈折段数が市場に投入されていった。

コンクリートポンプ車における高層ビル打設は1970年（昭和45年）代初頭の100 mを超えるビル打設が最初である。その後，1970年半ばには2台のコンクリートポンプにおける中継打設で200 mを超える高さ，1990年（平成2年）代には300 mに迫る高さの打設を成功させている。そして，1990年半ば頃より都心部では高層化，耐震構造，居住性等により高強度コンクリートと言われる圧縮強度が60 N/mm^{2}を超え，圧送抵抗の大きいコンクリートが見られるようになった。当時のコンクリートポンプ車の性能では常に最大能力に近い状況での運転を余儀なくされたため，圧送業界から吐出圧力が10 MPa以上のコンクリートポンプ車の開発を要望されるようになった。各社はその要求に答え，1990年代後半から2000年（平成12年）前後には高圧コンクリートポンプ車を開発して市場に送り出している。また，更なる高強度化に対応するため，2010年（平成22年）頃から最大吐出圧力20 MPa以上のものも生産されており，今後も性能向上や安全および環境への新たな課題への対応が求められている。

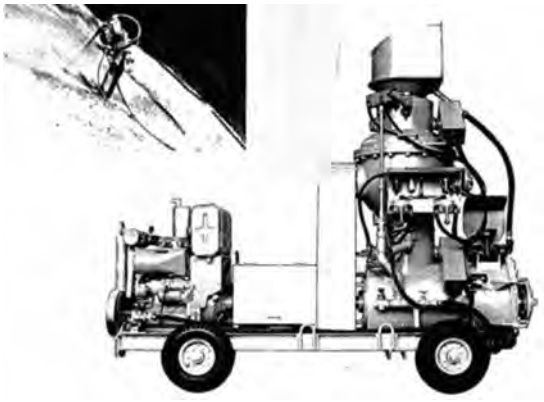
5. コンクリート吹付機の変遷

(1) 吹付けコンクリート機械の誕生

現在，吹付けコンクリートは，明かりの法面および岩盤の吹付けとトンネルの支保材としての吹付けと大きく二分され，吹付機も共通タイプからそれぞれ専用のタイプが開発されている。特にトンネル用は施工条件から，吹付機以外の要素機器を一体化した吹付けシステムとして発達した。

(a) 明かり用吹付けコンクリート機械

吹付けコンクリートは，アメリカのニュークリーター，スーパークリーター，スイスの乾式吹付機アリバBS-12とアリバ300が開発・導入され，トンネルと明かり（法面）では同じ吹付機が使用されていたが，昭和40年代（1960年）に入ると明かり（法面）吹付け工法は大きく変貌し，従来の乾式工法から湿式工法に変化し，現在の代表的な吹付機S-4型（**写真―14**）が出現した。



写真―14　S―4型吹付機

(b) トンネル用吹付けコンクリート機械

トンネルにおける吹付けコンクリートの本格的採用は，トンネル支保が鋼製支保工と矢板（在来工法）から吹付けコンクリートとロックボルト（NATM工法）になってからであり，併せて吹付機の改良・発達がNATM工法を安定化させたと言える。

我が国にNATM工法が紹介されたのは1962～63年（昭和37～38年）であったが，明かり吹付機からトンネル専用機へ移行する中，乾式吹付け機械の代表として，アリバ吹付機（**写真―15**），湿式吹付け機としてピストン式・スクイズ式のコンクリートポンプを使用した吹付け機が開発された（**写真―16，17**）。

写真―15　アリバ286型

写真―16　ピストン式

写真―17 スクイズ式

(2) 吹付けコンクリートロボット

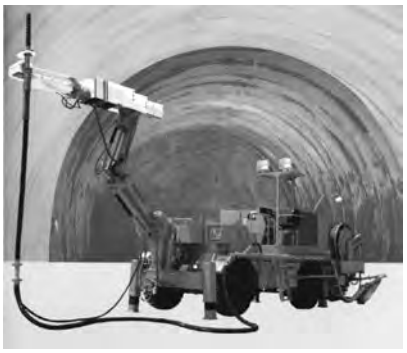
吹付け施工時に吹付けノズルを保持する方法は，当初は人力が主流であった。とくに吹付け（ノズル）方向が横向きから下向きが主体となる明かりでは，現在でも人力が一般的である。しかし上向きが主体で高所まで吹付けを施工するトンネルでは事情が異なり，早くから機械によるノズルの保持，移動（将来のロボット）が検討され，実用化されてきた（**写真**―18，19）。

写真―18 高所作業式

写真―19 油圧シャベル式

(3) 吹付け機械の一体化

吹付け作業は，吹付機に投入したコンクリートをホースでノズルまで送り，吹付けコンクリートロボットを用いて吹付けを行う。この過程で，急結剤供給装置より急結剤の添加･コンクリートの搬送等を行う為，吹付け時にはこれらの装置を揃える必要がある。トンネル施工がNATM工法になった当初は，吹付機，急結剤供給装置をトラックまたはレール台車等の運搬車に搭載して機動力を確保，吹付けロボットは別々に移動し，現地において両台車を接続して吹付けコンクリートを施工していた。しかし，毎回吹付けコンクリートに必要な資機材を切羽までバラバラに搬入，撤去を行うことは余りにも効率が悪かった。そのため，これらの機械を一体化して用いる機械が開発された（**写真**―20）。



写真―20 コンプレッサ搭載型吹付け機

また，地山状況により吹付けコンクリート（一次吹き）施工後に鋼製支保工を建込み，再度吹付けコンクリート（二次吹き）を行う事があり，機械の入れ替え作業によるサイクルロスが課題となった。このため，吹付機台車と支保工建込み用エレクタ台車を一体にしたエレクタ付吹付け機等も開発された（**写真**―21）。

写真―21 エレクタ付吹付け機

(4) コンクリート吹付け機械の今後

コンクリート吹付け機械は，劣悪な作業環境や熟練技術者の不足により，急激な変革を求められており今後は遠隔操縦技術やAI技術の活用が予測される。

6. コンクリート振動機の変遷

(1) コンクリートバイブレータの発明

コンクリートが構造物に使用され始めた当時の打設作業は，突き棒（竹の棒など）を使うなどして入念な突き作業・叩き作業を行い空気や余剰水を追い出すという過酷な打設作業が強いられた。記録に残る日本初

のバイブレータを用いた打設は1934年(昭和9年)頃，蒸気機関車から電気機関車への鉄道発展に伴い電力確保の必要に迫られた鉄道省［後の日本国有鉄道（現JR)］が建造した信濃川発電所（千手発電所1934～1938）まで遡る。このバイブレータは富国通商［後の大倉商事㈱］によってフランスから輸入された。

そもそもコンクリートバイブレータはいつ・どこで生まれた物なのか？文献は存在していないが1930年（昭和5年）頃，第一次大戦後ドイツ軍の侵攻を防ぐためフランスの陸相アンドレ・マジノによってフランスとドイツ・ベルギー・スイスが接する国境沿いに総延長750 kmに及ぶ要塞群「マジノ線」を構築する際にコンクリート強度（耐爆砲弾性能）を増すため，エア式のコンクリートバイブレータ（圧縮空気を駆動源とし，振り子を回転させて振動を起こす装置）が使われたとの事から1920年代後期頃（昭和初期）の発明ではないかと考える。

(2) コンクリートバイブレータ国産化の歴史

当時のフランス製のバイブレータは前述通り圧縮空気により振動させるエア式であったが，空気消費量や効率の悪さ，故障率の高さから国産化が求められ1935年（昭和10年）に国産初のバイブレータが完成した。

その後，1941年（昭和16年）頃，電気式フレキシブルグラインダー技術を応用したフレキシブルバイブレータの製造販売が始まった。

近年使われている高周波バイブレータの原型が発売されたのは1971年（昭和46年）頃であった。この頃，各大学工学部や米国AIC（American Institute of Concrete）などの研究機関によって，生コンに与えるべき振動数，振幅などの研究が進み，一般的な構造用生コンには9,000～14,400 vpmが最適であるとされた。国内メーカーでの高周波バイブレータ（電気）の生産が始まったのは1963年（昭和38年）であったが，この時は普及せず1971年（昭和46年）に再導入し販売競争が始まった。在来製品に比べ高額であったため当初は一部の現場にしか採用されなかったが，軽量で作業性に優れることから昭和50年代の半ばあたりから打設工事の主流となりはじめた。1985年（昭和60年）頃，効率と作業性を重視したインバータ式高周波電源が登場し今のバイブレータの原型が確立した。以来，高周波バイブレータは進化を続け，振動部とホースの間にパイプを設けたもの（鉄筋絡みを起こさないため）や，回転振動伝達ロスを減らし振動伝播効率を改善したフィン（ひれ）付，尖端部にゴムヘッドをつけて型枠との打撃騒音を低減したものも生まれている。更に，コンクリート中の負荷により変動する振動数に対応するために，高周波バイブレータにマイコン技術を導入しコンクリート打設で最も理想とする12,000 vpmをコンクリート中における負荷時でも維持できる画期的な機能も世界に先駆けて開発されてきている（**写真―22**）。

写真―22　現代のバイブレータ代表例

近年ではその形状は筒形に囚われず，型枠を揺らすテーブル型のバイブレータが生まれ1992年(平成4年)に東京湾横断道の海底トンネル用として大型セグメント製造用テーブルバイブレータ（**写真―23**）が導入された。大型の物としては，油圧ショベルのバケット部の代わりに油圧バイブレータを取付けたダム用バイブレータ“バイバック”（**写真―24**）が挙げられる。世界最大級の三峡ダムを初め色々なダム工事に活用された。また，打設状況の見える化技術として1996年(平

写真―23　大型セグメント製造用テーブルバイブレータ

写真―24　ダム用バイブレータ“バイバック”

写真―25 コンクリート充填検知システム

写真―26 コードレス高周波バイブレータ

成8年）世界で初めてコンクリート充填検知システム（**写真―25**）が周辺機器として開発されている。昨今の社会問題である労働人口の減少に対してはコンクリート打設現場における作業員の省人化および生産性向上を実現するため，コードレス高周波バイブレータ（**写真―26**）が開発されている。

(3) コンクリートバイブレータの今後

近年は，高強度コンクリートの需要拡大とともに，コンクリートバイブレータに依存せずにコンクリートの充填性を良くするため流動性を高める添加剤の開発が盛んに進められ用いられている。コンクリート構造物の耐久性などの最終評価が決まるには数十年を経なければならず，それが正しい技術的方向であるか不明であるが，バイブレータメーカーとしては，あくまで基本に忠実に継続して締固め機械およびシステムの開発に全力を注いで行きたい。すでにハード部分では完成形に近づいてはいるものの，コンクリートの技術革新や工法進化・近年の人不足問題等，対応しなければならない課題は多い。又，ソフトの部分では，コンクリート製品のトレサビリティの確保や作業環境の改善・安全性の確保等々未開の部分も多く，更なる充実をはかる必要性がある。

7. おわりに

このようにコンクリート機械はその時々のニーズにこたえることや環境対応・安全要求の対応にと開発・改善されて今日に至っている。昨今のIT技術の目覚ましい発展が進む中，コンクリート機械への活用も一段と取入れていかなければならない。i-Construction（情報化施工）が推進されていく建設・土木現場では機械同士の連携・情報共有等さまざまな要求がコンクリート機械にもされてくるのでそれらに対応できるよう改善・改良を進めていきたい。

最後に，本稿が建設・土木施工のより一層の発展に貢献できるよう願っている。

JCMA

[筆者紹介]
清水 弘之（しみず ひろゆき）
コンクリート機械技術委員会 委員長
KYB㈱ 特装車両事業部 熊谷工場
技術部

池田 喜治（いけだ よしはる）
㈱北川鉄工所 プラント統括部
技術部 次長

垣内 誠士（かきうち まさし）
日工㈱ テクノセンタ 設計部
設計3課 係長

入江 晃由（いりえ てるよし）
極東開発工業㈱ 三木工場
品質管理部 品質改善課 主任

浅沼 廉樹（あさぬま なおき）
㈱フジタ 土木本部 土木エンジニアリングセンター 機械部
主席コンサルタント

岡本 敏道（おかもと としみち）
エクセン㈱ R&Dセンタ 統括長

建設機械施工の変遷

基礎工事用機械の変遷と最近の技術動向

（一社）日本建設機械施工協会　機会部会　基礎工事用機械技術委員会

1. はじめに－基礎工事用機械の変遷の歴史

基礎工事用機械は，建築物・土木構造物を支える基礎杭や基礎地盤を様々な地盤条件のもとでつくる重要な役割を持っている。特にわが国では，大型地震が発生する可能性が高く，そのために構造物が倒壊することがあれば大きな災害を招くことは必至である。完成すれば再び人目につくことがまずないものではあるが，基礎構造物は重要な役割を果たすものであり，それを施工する基礎工事用機械の重要性は高い。

建設機械の変遷の歴史は，黎明期である 1930 年代から 1950 年代にかけて，杭の振動貫入技術の確立，ディーゼルハンマに代表される打撃式杭打機の開発，地盤に孔を穿つアースドリルとアースオーガの開発，場所打ち杭造成用のベノト機やリバースサーキュレーションドリルの開発と，現在の土木・建築技術を支える基本的な基礎工事用機械の出現をみている。これらの機械の開発と機械技術の確立が契機となって基礎工事に関する多種多様の施工方法が開発され，さらなる機械技術の進展を促し，それらの機械技術や土木・建築技術が形を変えて伝承され，現在までの姿に発展してきている。

また，世界有数の地震国である日本では，あらゆる土木・建築構造物の基礎分野は非常に重要であり，陸上・海上等施工される場所，施工方法，基礎耐力計算式の相違によりその内容は千差万別で，それに対応する機械技術もまた種々あって，土木・建築に関連する機械技術業界・学会等ではたゆまない研究・開発が行なわれている。

近年の傾向として，東日本大震災の復興需要や民間建設投資の回復に伴って大規模な基礎工事が増加している。最近の基礎工事に使用される基礎工事用機械の動向は，建設工事の大規模化，構造物の大型化・大深度化に伴って，建設機械の大型化・高出力化が求められている。一方，都市部では狭隘地や桁下などの空頭制限地といった制約条件下での施工も増加しており，これにより基礎工事用機械のコンパクト化も要求されている。また，国土交通省は建設生産システム全体の生産性向上を目的とした i-Construction を進めており，これに伴い基礎工事用機械も ICT を活用した施工管理が進んでいる。目に見えない地下深くで構造物を支える工事を行うために，それぞれの工法で施工状況を計測する管理装置が開発され，管理情報のデータ通信による情報共有化技術が広がっている。情報化施工が進むことで，省力化・省熟練化と高品質化を図ることが期待できる。

2. 基礎工事における ICT（道路盛土直下の地盤改良工事に於ける ICT の活用例）

～岡山環状南道路の ICT 地盤改良工事～ 平成 30 年度 i-construction 大賞　受賞技術紹介

(1) 工事概要

工 事 名：岡山環状南道路大福地区第 2 改良工事
工事場所：岡山県岡山市南区大福地内
工　　期：平成 29 年 3 月 24 日～平成 30 年 3 月 30 日
発 注 者：国土交通省中国地方整備局岡山国道事務所
元 請 者：蜂谷工業株式会社
施工業者：ライト工業株式会社
目　　的：道路盛土直下の地耐力増強地盤改良
工事内容：
①表層混合処理　SCM 工法（粉体）
　$V = 6{,}538\ m^3$　改良深度 H＝1.2 ～ 1.5 m
②深層混合処理　RMP－MST 工法（スラリー）
　$V = 18{,}583\ m^3$　改良深度 H＝12.5 ～ 14.5 m
③中層混合処理　SCM 工法（スラリー）
　$V = 8{,}420\ m^3$　改良深度 H＝2.0 m

(2) ICT の導入目的及び有効性

当該現場では，道路盛土直下の地耐力増強のため，まず重機足場の支持地盤養生を目的とした表層 1.2～1.5 m における安定処理を SCM 工法にて実施した。次に主体となる支持層までの 12.5～14.5 m における深層混合処理を RMP-MST 工法で実施した。更に改良体上部の一体化による盛土支持地盤全体の剛性向上を

写真―１ RMP-MST 工法 施工全景（深層混合処理）

写真―２ SCM 工法 施工全景（表層中層混合処理）

図るために，再度，SCM 工法にて深度２m までを改良した。この３段階施工の実施に際し，数百本に及ぶ改良杭芯位置への正確なマシン誘導と出来形精度が求められたため，改良杭芯位置の測量が不要な衛星情報測位システムを利用した機械誘導システムである ①『GNSS ステアリングシステム』 と，施工箇所の施工情報を３次元可視化が可能な ②『3D-ViMa システム』が採用された。これにより施工箇所の位置ずれや施工（打設）忘れ，重複施工の防止が図れたとともに，改良深度やセメントスラリー注入量等の施工管理と出来形管理において飛躍的な簡素化が達成された。

(3) 導入した ICT の先進性

（a）GNSS ステアリングシステム

GNSS ステアリングシステムは，地盤改良機を計画改良位置へ高精度に誘導する位置計測システムと，施工情報の表示システムを施工管理モニター（以下「タブレット」）に統合した施工管理システムである。このシステムの最大の特長は，正確な位置情報を重機運転手と施工管理者が同時に共有できることにある。この２者共有による施工管理システムが，正確且つ迅速な施工箇所への機械誘導と高い施工精度を可能にしている。特に施工位置に対する偏芯量は，測量による杭打設位置とタブレット座標とのダブルチェックによって，その誤差を 50 mm 以内に収めることに成功した（**写真**―３，**写真**―４）。更に改良深度やセメントスラリー注入量等をタブレット管理することで，視認性を向上させ，且つ共有させたことで，施工ミスの発生を防止した（**写真**―５参照）。タブレットでは，改良深度やセメントスラリー注入量に加え，未施工箇所の色

写真―３ 重機運転手用タブレット（RMP-MST 工法）

写真―４ 施工管理者用タブレット（RMP-MST 工法）

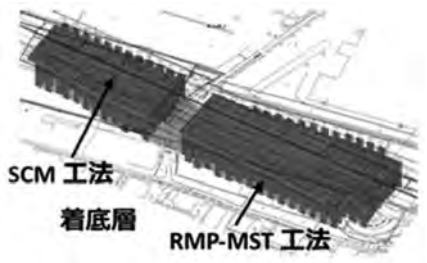
写真―５ タブレットによる施工管理（SCM 工法）

写真―６ タブレットによる施工済箇所の確認（SCM 工法）

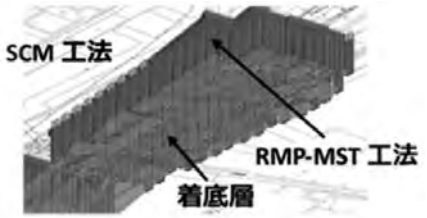
別区分や羽切回数など様々な施工情報の表示が可能である（**写真**―６）。この一元管理によって施工の効率化が図られている。

（b）3D-ViMa システム

3D-ViMa システムは，現場の設計図面や地形データ（点群・TIN：不等辺三角形網）等とともに，集計・記録した各種施工情報を３次元で可視化する技術である。その特長を活用し，SCM 工法では当初の出来形管理項目であった全面床掘・埋戻し作業の工程を省いて工期短縮を実現した。また GNSS ステアリングシステムとの併用 による高精度な施工管理が実証されたことから，RMP-MST 工法では杭頭確認箇所を７箇所から２箇所に低減し，工期短縮を実現した。3D-ViMa システムによって出来形を可視化させたものを**図**―１，**図**―２に示す。



図―１　3D-ViMa の可視化（出来形図）



図―２　3D-ViMa の可視化（任意方向から着底層を可視化）

従来，紙ベースであった２次元情報だけでは施工後の出来形確認が困難であったが，３次元可視化によって出来形の把握が容易となった。この成果が示すように，施工前の施工計画立案や設計変更の効率化による施工計画の相互理解向上と，施工後の各施工情報の可視化による施工出来形及び品質管理の高度化といった，施工段階における CIM が実現された。

（4）ICT 施工の効果と波及性

SCM 工法の区間割作業，RMP-MST 工法の杭芯位置出し作業で 20％の工期短縮を実現した。出来形管理項目においては，全面床掘削・杭頭確認の頻度低減ができ，合計 19 日間（18％）の工期短縮が図れた。また，SCM 工法は従来人員構成５名であったが，誘導員不用の４名体制を実現させた。同様に，RMP-MST 工法でも誘導作業の解消による作業軽減が達成された。課題であった設定ミス等のヒューマンエラー防止や出来形精度の向上により，施工精度の向上も実現している。更に，安全面では，誘導員が地盤改良機の撹拌翼に近寄る事や，運転手の死角に入る事が無くなり，より安全な施工を実現できた。本工事で採用された ICT の活用はこうした先進性が認められ，次工事以降においても複数の現場で採用が決定した。また，本工事を踏まえて開発を推進したリアルタイム 3D 可視化技術も完成した。今後も，このような ICT 施工の技術開発により，施工管理や作業効率，安全性の向上が期待される。

3. アースオーガの軽量化最新機種

陸上の基礎工事用として，電動モータ駆動方式のアースオーガを 30 馬力から 240 馬力まで標準ラインナップし，長年に渡り供給してきた。しかし，240 馬力以上の機種については，質量がネックとなり，360 馬力のロックオーガー®などを特注で稀に製作したのみで，標準アースオーガとしてラインナップするには至っていなかった。

この度，懸案であったアースオーガの軽量化に取り組んだ新型機種を以下に紹介する。

今までの標準アースオーガのラインナップの中で最大クラスは SMD-240HP 型という機種で，その質量は 15.6ｔであった。SMD 型という機種は，二軸同軸式のスクリュー出力とケーシング出力を併せもったドーナツオーガー®のことである。

開発にあたっては，減速機本体の無駄な部分を徹底的に排除して軽量化を達成した。従来機 SMD-240HP 型と今回開発した SMD-300HP 型を比較すると，機械全長は 4,000 mm から 3,820 mm となり，オイル量も 500 ℓ から 300 ℓ となるなど，構造変更への取組みが，軽量化とコンパクト化の実現につながった。

ネックであった質量は 15.1ｔに収まり，従来機の延長線上で検討した場合の 17.3ｔという見込み質量に比べ，約２ｔ強の軽量化を実現した。（**図―３**，**表―１**）

図―３　SA-SMD-300H

4. 環境対策型バイブロハンマの高能力化

近年の杭の長尺化・大型化に伴い，バイブロハンマに対しては打込み･引抜き能力が従来以上に求められ，同時に機械の軽量化，環境対策型機械であることも求められている。

表―1　スペック比較表

MODEL			SA-SMD-300H			
Type			-A08Hi			
周波数		極数	スクリュー側		ケーシング側	
			回転速度 min^{-1}（全負荷回転時）	出力トルク kN･m	回転速度 min^{-1}（全負荷回転時）	出力トルク kN･m
50 Hz		6P	13.0	161.34	4.8	430.69
60 Hz		6P	15.5	134.69	5.8	359.53
インバータ運転	3 ～ 10 Hz	6P	0.7 ～ 2.6	－	0.2 ～ 0.9	－
	10 ～ 25 Hz		2.6 ～ 6.5	161.34	0.9 ～ 2.4	430.69
	25 ～ 65 Hz		6.5 ～ 16.9	161.34	2.4 ～ 6.3	430.69
	65 ～ 125 Hz		16.9 ～ 32.5	～ 64.53	6.3 ～ 12.1	～ 172.27

MODEL			SA-SMD-240H			
Type			-H08Hi			
周波数		極数	スクリュー側		ケーシング側	
			回転速度 min^{-1}（全負荷回転時）	出力トルク kN・m	回転速度 min^{-1}（全負荷回転時）	出力トルク kN・m
50 Hz		6P	13.0	132.01	4.8	355.57
60 Hz		6P	15.5	110.20	5.7	296.82
インバータ運転	3 ～ 10 Hz	6P	0.7 ～ 2.6	－	0.2 ～ 0.9	－
	10 ～ 25 Hz		2.6 ～ 6.5	132.01	0.9 ～ 2.4	355.57
	25 ～ 65 Hz		6.5 ～ 16.9	132.01	2.4 ～ 6.2	355.57
	65 ～ 125 Hz		16.9 ～ 32.5	～ 52.80	6.2 ～ 12.0	～ 142.22

環境対策型バイブロハンマとしては，1997 年に油圧式可変超高周波型「ZERO-SR45」を発売し，これが低振動・超低騒音型建設機械の指定を取得した環境対策型バイブロハンマとして多くの現場で採用されてきたが，このたび現場のニーズに応えるべく SR-45 の利点を生かし更に改良を加えた「ZERO-SR60」を開発した（**表―2，写真―7**）。

(1) 特徴

SR-45 と同じく「可変モーメント機構（ゼロ起動・ゼロ停止）」を有し，「超高周波運転（振動周波数：最大 60 Hz）」により低騒音・低振動施工が可能である。

標準チャックでは普通鋼矢板，H 形鋼の施工が可能で，専用チャックの装着によりハット形鋼矢板，鋼管杭・鋼管矢板の施工にも対応可能である。

(2) 施工能力

最大起振力 767 kN，最大引張荷重 25 tf を有し，打込み・引抜きともに性能がアップした。更に高圧対応の油圧配管開発により，最大モータ圧力を 35 MPa から 42 MPa へアップした。これにより，長尺杭施工時に増加する地盤摩擦抵抗に対しても常に一定の振動数を保持し，粘り強い打込み・引抜き力を発揮する。

表―2　SR スペック比較表

バイブロ仕様	単位	SR-45	SR-60
偏心モーメント	kg･m	0 ～ 7.5	0 ～ 9.6
振動周波数	Hz	20 ～ 60	20 ～ 60
	min^{-1}	1200 ～ 3600	1200 ～ 3600
最大起振力	kN	474	767
起振機質量	kg	1810	1710
ハンガ質量	kg	2540	1590
カウンタウエイト質量	kg	1400	1400
チャック質量	kg	730 ／ 2070	1050
全体質量（CW なし）※1	kg	5100 ／ 6440	4350
全体質量（CW × 1）	kg	6500 ／ 7840	5750
全体質量（CW × 2）	kg	7900 ／ 9240	7150
両振幅	mm	5.9 ／ 3.8	7.0
最大引張荷重	tf	20	25
油圧ホース標準長さ	m	30	40

※1　CW：カウンタウエイト

(3) 軽量化

本体構造の新規設計により，本体質量は 4,350 kg（カウンタウエイト無し，標準チャック装備）となり，SR-45 に比べ約 750 kg の軽量化を実現した。

写真―7　SR-60 外観

(4) 環境対策

第 3 次排ガス対策エンジンを搭載し，国土交通省の「超低騒音型建設機械」「低振動型建設機械」に指定されている。また作動油には ECO オイル（生分解性作動油）を採用した環境対策型である。更に無駄な燃料消費を抑えるオートアイドリング機能と運転状況が一目で分かるモニタリングシステムの搭載により，低燃費運転を可能とし，ランニングコスト低減にも寄与する。

5. 更なる狭所作業を可能にした伸縮ブーム式クローラクレーン

(1) 概要

従来より，基礎工事現場は，都市部だけでも市街地，高速道路や河川の高架下といったように，多岐にわたっている。

近年は，再開発が活発化されたことに伴い，狭い工事現場のみならず，基礎機械が搬入されて工事現場へ進入する過程においても，機械の基本性能はそのままにコンパクト化が求められてきた。

同時に，機械本体の組立・分解性においても，狭い都市部で運用できるニーズが増えている。

基礎土木用機械としては 2000 年に全段伸縮ブームを備えたクローラクレーンが上市されたが，上述の通り，近年は市場環境変化に追従させた改善を望まれている。これらの課題を可能な限り解決した機械が望まれている中，2018 年 6 月に上市された伸縮ブーム式クローラクレーンについて紹介する（**写真―8**）。

(2) 主要な開発コンセプト

(a) 狭所進入性

狭所進入性を向上させるために，最小機体寸法を従来機から縮小させて 2.99 m を実現した。これには，小型の高出力エンジンを搭載し，必要な機械部品を最適配置させることにより実現した。

また，機械後部に搭載するカウンタウエイトの幅を最小機体寸法に合わせたことにより，機械を分解することなく，狭所の現場へ進入することが可能になった。

(b) 組立・分解性

狭い都市部で求められる組立・分解性において，クローラサイドフレームを自力で組立･分解できる機能･機構をオプション設定した。

これにより，本機を組立・分解するための相番機が不要となり，そのスペースを安全かつ有効に活用できるようになった。

また，このオプション設定には専用のつり天秤を用いるが，クローラサイドフレームが無く 4 本のトランスリフタでジャッキアップされた状態でのクレーン能力を有しており，過負荷防止装置とも連動することで，負荷状況を確認しながら安全に作業を行うことができる。

(c) コンパクト化と高剛性構造物の両立

狭所進入性を確保するための機械のコンパクト化

写真―8　TK550G 外観図

と，機械の基本性能を両立させることは相反する。新型機では小型で高出力エンジンを搭載し，その他の機器レイアウトの見直しを行った。また主要構造物のうち，伸縮ブームは高剛性 4 プレートを踏襲し，上部フレームは上位機種で市場実績のある箱構造を踏襲した。これらにより，従来機の強度・剛性を同等レベルに確保しつつ，機械のコンパクト化を実現させた。

6. 三点支持式杭打機

既成杭工法に用いられる基礎工事用機械として，代表的なものに三点支持式杭打機がある。1960 年代初めに我が国で開発されて以来，70 年近い歴史があり，多様化する施工機械の中，現在もなお，基礎工事を支える主要機械と言える。

三点支持式杭打機のおおよその機械規模を示す数値として，全装備最大質量が用いられる。これは，機械自重，作業装置，杭体，発電機等の杭施工に必要な周辺機材・部材を含めた全装備質量での走行限界を示している。例えば，三点支持式杭打機の中で生産出荷台数が最多で，汎用性が高い機種である DH658-135M（排出ガス基準値により種別化）は，スペック上の全装備最大質量が 136 t である。

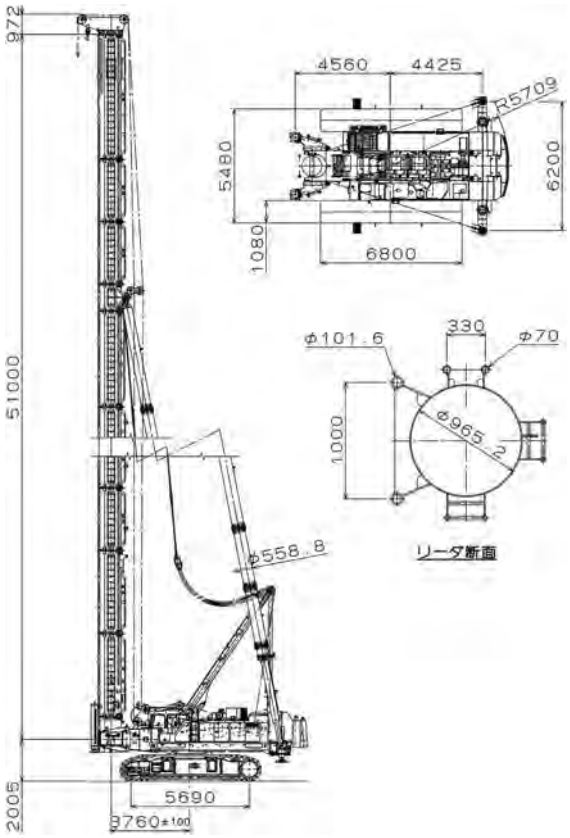
近年，特に韓国基礎業界では，施工の効率化のため長尺リーダを用いた長尺杭の一気施工が主流であり，これまでは前述の DH658-135M による施工が一般的であったが，より安定性に優れた一回り大きな施工機械の要望から，全装備質量 162 t，最大リーダ長 39 m の DH758-160M を開発し，2010 年より輸出している。日本国内でも施工の大型化に伴い，DH758-160M の出荷が増加傾向になっている。

さらに，最近の韓国における既成杭施工は，ますます長尺化が進んでおり，最大リーダ長 39 m を越える新型機開発要望を受け，全装備質量 230 t，最大リーダ長 51 m の超大型三点支持式杭打機 DH958K-230M を 2017 年 7 月より韓国市場へ投入している（**図**―4，**表**―3，**写真**―9）。

一方，日本市場への投入については，日本の国内仕様に見合った検討が必要であるが，杭の大型化傾向もあり，今後の市場ニーズに期待が持たれる。

7. オールケーシング掘削機

場所打ち杭工法に用いられるオールケーシング掘削機は，場所打ち杭工法のほか，鋼管回転圧入工法や地中障害物撤去工事など，あらゆる工法で幅広い現場に



図―4　DH958K-230M　外観図

表―3　DH958K-230M　仕様

三点式杭打機型式	DH958K-230M
全装備最大質量	230.0 t
クローラ全長	6,800 mm
作業時クローラ全幅	5,480 mm
クローラシュー幅	1,080 mm
エンジン型式	Daimler AG　OM936LA.E4
機関出力	205 kW/2,000 min^{-1}
キャブ幅	3,285 mm
リーダ型式	M140CSW
リーダ主管サイズ	φ965.2 mm × t 9.5 mm
最大リーダ長さ	51 m
リーダ許容オーガトルク	343 kN-m（35 tf-m）

写真―9　DH958K-230M　本体

対応できるように，施工条件に合わせた様々なタイプへ分化している。

オールケーシング掘削機 RT シリーズは，『スーパートップ工法』（場所打ち杭工法の一つ）と共に生み出された全回転式オールケーシング掘削機である。本工法は平成 4 年 3 月に旧建設省の「建設機械化技術・技術審査証明」を取得している。

現行生産モデルとしては，掘削口径：ϕ800 ～ 1500 mm である小型サイズの RT-150A Ⅱ から，最大掘削口径ϕ3200 mm で最大回転トルクが 8030 kN･m の RT-320H までをラインナップしている。標準的なモデルのほか，上空制限のある環境下での作業を可能とした低空頭モデルの「L タイプ」や，地中障害物の撤去に威力を発揮し，鋼管回転圧入工法にも適用可能なように回転トルクをアップさせたハイパワーモデル「H タイプ」をそろえている。最近では，ϕ2000 クラス，ϕ2600 クラスにおいて，標準モデル並みの能力で，「L タイプ」に近い低空高さの「AL タイプ」も開発した。

また，あらゆる現場で施工規模は大型化する傾向であるため，近年開発した機種も掘削口径ϕ2500 mm 以上となっている。L タイプでは RT-250L と RT-300L の 2 機種を，AL タイプでは RT-260AL Ⅱ（**写真―10，表―4**），標準モデルの RT-320 を新たにラインナップに追加し，市場ニーズに応えている。

写真―10　RT-260AL Ⅱ

表―4　RT-260AL Ⅱ　仕様

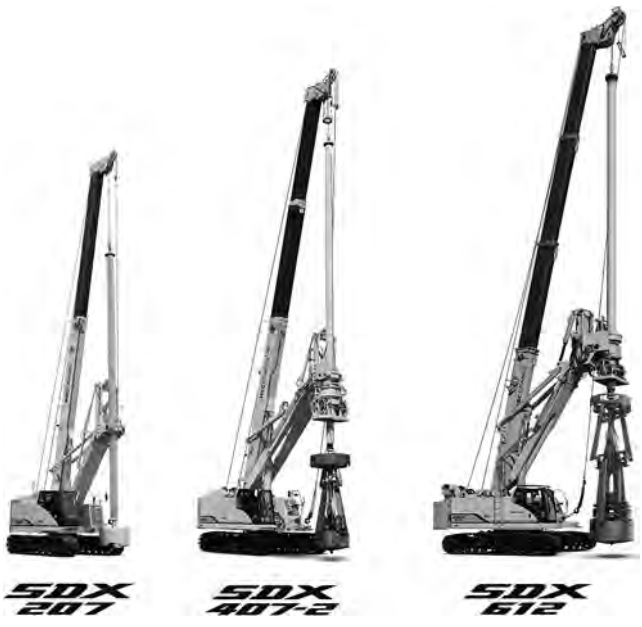
チュービング装置型式	中間低頭型：RT-260AL Ⅱ
ケーシング引抜力	3,450 kN
ケーシング押込力	590 kN ＋自重 300 kN
押込ストローク	500 mm
回転トルク（3 速切替）	3,170/1,840/1,070 kN-m
回転数（3 速切替）	0.7/1.2/2.0 min^{-1}
寸法〔L × W × H〕	5,428 × 3,930 × 2,943 mm
質量（サブチャック付）	39.7 t
適用ユニット型式	RTP-3G
エンジン名称	日野 P11C-UP
エンジン出力	257 kW/1,850 min^{-1}
質量（燃料等含む）	7.3 t
寸法〔L × W × H〕	4,800 mm × 2,100 mm × 2,112 mm

8. アースドリル

アースドリルを使って施工される場所打ち杭は，現在そのほとんどが拡底杭である。近年では杭自体の大口径化に加え，拡大率の大きな拡底杭が増えてきており，それに対応できる大型アースドリル機の需要がある。その一方，都市部ではビル建て替えなどの工事が多く，狭隘地で施工できるコンパクトな機械の需要も多い。さらに杭先端の根入れが深くなっており，硬い支持層を効率的に施工する必要があるため，従来以上の掘削トルクが求められている状況である。このような多様なニーズに応えるため，小型から大型まで様々なアースドリルが市場に投入されており，以下にその一部を紹介する（**写真―11，表―5**）。

SDX612 は，掘削トルク 117 kNm，最大掘削径 3 m，最大掘削深度は 70 m であり，クラス最大級の 2248 拡底バケットが搭載可能な大型機である。さらに各種自力着脱機能を装備し，大型機でありながら機動性に優れた機械である。

SDX207 は，掘削トルク 63.7 kNm，最大掘削径 2 m，最大掘削深度は 45.8 m という小型アースドリルである。軽量・コンパクトが特徴であり，狭隘地で威力を発揮する。拡底仕様もあり，油圧ホースリールを装備することで油圧式拡底バケットを使った施工も可



写真―11　アースドリル SDX シリーズ

表―5 SDX シリーズの仕様

項目	単位	SDX612	SDX407-2	SDX207
ブーム長さ	m	10.0～24.1	10.5～21.0	9.4 ～ 17.0
掘削トルク（トルクアップ仕様）	kN･m	117	69（88）	63.7
掘削回転数	min^{-1}	18	21	20
最大掘削径（軸堀バケット時）	m	3.0	2.2	2.0
最大拡底バケット		2248	1731	1324
最大掘削深度（ケリーバ長）	m	70.5（18 m）	48.5（15.6 m）	45.8（14.1 m）
補助つり能力	t	15	13	7
旋回後端半径	m	4.3	3.82	2.9
旋回速度	min^{-1}	4.5	3.5	4.4
走行速度	km/h	1.7	1.9	2.2
エンジン出力	kw/min^{-1}	210/1900	147/2100	136/2000
全装備質量	t	91	68.6	42

（注）作業速度は負荷により速度変化します。

能である。

SDX407-2 は，上記 2 機種の特徴を併せ持つ中型機で，掘削トルク 69 kNm，最大掘削径 2.2 m，最大掘削深度 48.5 m である。さらに，掘削トルク 88 kNm のトルクアップ仕様が追加され，よりハードな掘削に対応できるようになった。

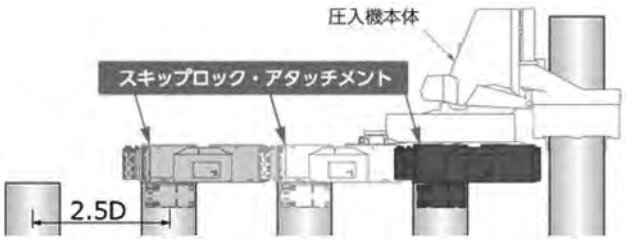
9. 油圧式杭圧入引抜き機

(1) 概要

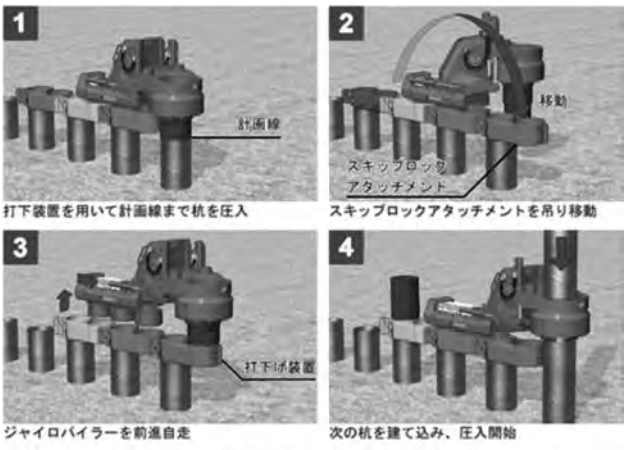
油圧式杭圧入引抜機（以下，「圧入機」）は，すでに施工が完了した杭 / 矢板の引抜抵抗力を反力とし，杭 / 矢板上を自走しながら次の杭を静荷重によって地中に押込む工法である。本稿では，省力化，省人化，高効率化を目的とした新たな技術である「スキップロック工法」そして，「PPTS 自動運転」についてその特徴を紹介する。

(2) 従来の圧入工法の課題とスキップロック工法

圧入機は，すでに施工が完了した杭の引抜抵抗力を反力として，新たな杭材を施工する機構であるため，杭材を連続的に施工する必要がある護岸や擁壁といった壁体構造での採用が主である。一方で構造物の基礎杭や地すべり抑止杭の配列は一定間隔を設ける必要がある。従来は，杭径以上の間隔を空けた施工を行う場合は，杭間に短尺杭を圧入して圧入機が通過した後に引き抜くことで対処してきたが，工期・工費がかかるという課題があった。



図―5 スキップロックアタッチメント



図―6 スキップロック工法の概要

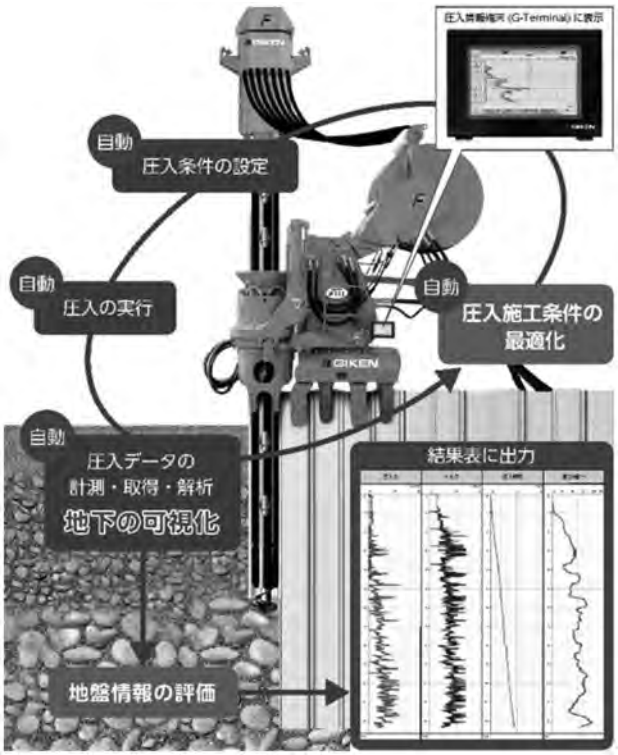
そこで，その課題を解決するために開発されたのが「スキップロックアタッチメント」（**図―5**）である。圧入機と同アタッチメントを組み合わせて施工することで，杭径の 2.5 倍程度の間隔を保持して施工を可能とした。スキップロックアタッチメントは 1 セット 3 機で構成され，**図―6** のように①～④を繰り返すことにより杭間隔を空けた施工を可能とする。

(3) PPTS 自動運転システム

圧入工法では杭の挙動を油圧で制御するため，杭を地中に押し込む過程で，圧入力，引抜力，杭の貫入深さ，施工時間などの施工データをリアルタイムに自動計測・取得することができる。そのため，1.0 m ごとに N 値を計測する標準貫入試験と異なり，デジタル処理により細密なデータを取得できる特徴を持つ。

PPTS 自動運転システムは，この取得された圧入データと，ICT 技術を組み合わせ，杭施工中に得られた圧入力やトルクなどのデータから地盤情報を推定し，圧入速度や回転速度，圧入・引抜ストロークなどの圧入条件をリアルタイムで自動的に最適化する統合型システムである（**図―7**）。

PPTS 自動運転では，刻々と変化する地盤において即座に最適な圧入条件を自動設定することで，施工速度の向上を可能としただけでなく，オペレーターの熟練度に頼らず施工ができるため，人材不足への対応・



図―7　PPTS 自動運転システムの概要

教育期間の短縮も可能となる。

10. おわりに

基礎工事用機械は，建設工事の大規模化・大深度化に伴い，大型化・高出力化する一方，狭隘な作業現場に合わせたコンパクト化などの市場のニーズにも応えてきた。また，少子高齢化時代を迎え，労働力不足や熟練工の不足に対応するため，i-construction が推進され，ICT（情報通信技術）を活用した施工方法や基礎工事用機械の開発にも対応しているところであるが，情報化施工の必要性はますます高まると予想される。

基礎工事用機械に関わる技術者として，今後も建設工事のニーズに的確に対応できるよう，施工方法や施工機械の改良・開発に努めていきたい。

[筆者紹介]
遠藤　智（えんどう　さとし）
基礎工事用機械技術委員会
委員長
大成建設㈱　機械部　機械技術室
課長

森山　茂（もりやま　しげる）
前田建設工業㈱　機械部
機械技術グループ　主幹

関　徹也（せき　てつや）
ライト工業㈱　開発企画部
担当部長

田中　祐介（たなか　ゆうすけ）
三和機材㈱　技術部
オーガー第１グループ　部長代理

高橋　洋敬（たかはし　ひろのり）
調和工業㈱　工法技術部　課長

平木　清和（ひらき　きよかず）
コベルコ建機㈱　マーケティング事業本部　クレーン営業本部
営業管理部　営業管理グループ　マネージャ

栗本　真司（くりもと　しんじ）
日本車輌製造㈱　機電本部
開発技術部　部長

椚沢　淳一（ぶなざわ　じゅんいち）
住友重機械建機クレーン㈱
国内営業本部　営業部長

梶野　浩司（かじの　こうじ）
㈱技研製作所 圧入技術推進室
部門リーダ

建設機械施工の変遷

除雪機械の変遷と技術動向

（一社）日本建設機械施工協会　機械部会　除雪機械技術委員会

我が国は国土のおよそ6割が積雪寒冷地に指定され，そこには2,000万人以上もの人々が雪と共に暮らしている。冬期間の道路交通確保は，雪国のみならず日本全体の経済活動や日常生活において大変重要なものとなっている。

冬期間の道路交通確保に使用される代表的な道路除雪機械として，ロータリ除雪車，除雪トラック，除雪グレーダ，除雪ドーザ，凍結防止剤散布車，小型除雪車があげられる。

それら除雪機械は操縦に熟練が必要で，かつ後継者不足もありオペレータの高齢化が進んでいる。将来の道路除雪体制を維持していくためにも，除雪機械の操作容易化，安全・環境への配慮が求められている。

本稿では代表的な除雪機械について，機械除雪の始りから，最新の技術動向までを紹介する。

1. はじめに

日本における機械除雪の始りは昭和10年代で，当初の除雪機械は軍主導の開発であったと記録に残されている。

戦後は，旧日本軍や米軍の払下げ車両を流用しての道路機械除雪が始り，交通量の増加に伴い昭和31年に制定された「積雪寒冷特別地域における道路交通の確保に関する特別措置法案」いわゆる「雪寒法（せっかんほう）」により，道路除雪の急速な機械化が進んだ。

その後，旧建設省（後の国土交通省）をはじめとする官庁及び旧日本道路公団（後の高速道路各社）主導のもと，昭和40年～50年代に除雪専用オプションの開発，機種の開発・改良を繰り返しながら，日本の気候風土，雪質に適した性能を持つ除雪機械の品揃えが

図―1　主な除雪機械の変遷（へんせん）

ほぼ完成した。

道路除雪の機械化黎明期から既に 70 年以上経過した今日では，オペレータの負担を軽減させ安全に除雪作業が出来る技術など，将来の除雪機械の省力化や自動運転化を感じさせる技術の兆候も出て来た(**図―1**)。

2. ロータリ除雪車

ロータリ除雪車は，一般的に拡幅除雪，運搬排雪を担当し，特別仕様の装置を使用して雪庇・雪堤処理を行う場合もある。分類として，大きくは小型，中大型に分けられ，小型については更に，1.0 m 級（30 kW），1.3 m 級（60 kW）及び 1.5 m 級（60 kW）の 3 種類がまた，中大型についても，2.2 m 級(220 kW)，2.6 m220 kW 級，2.6 m 級（260 kW）の 3 種類が有る（**写真―1, 2**)。尚，1.0 m 等の数値は除雪装置全幅を示し，（　）内の数値は，そのクラスに使用される主たる機関出力を示す。

この他，積込除雪時の交通量確保を目的に，車体後部にベルコン装置を設けた一車線積込型，また除雪機械の効率的配置，運用を目的にロータリ除雪車と除雪トラックの機能を兼用させ，装置の交換によりロータリ除雪作業，プラウ及び路面整正作業の両方を可能とさせた多機能型も開発されている（**写真―3 ～ 5**)。

国産車は昭和 31 年に誕生し，以降様々な改良がなされている。例として操舵方式は，リアステア式より車体屈折式へ，また走行作業動力系統は，2 エンジン（除雪，走行，各 1）式より 1 エンジン＋トルコン式を経て，現在は 1 エンジン＋ HST（ハイドロ スタティック トランスミッション）式となった。

近年の開発は，道路運送車両法による排出ガス規制に伴うモデルチェンジが多い。

規制自体は，平成 15 年より開始され，平成 18 年よりいわゆる 3 次規制となり，エンジン関連の多くが電子制御化された。

更に 2011 年規制（暫定 4 次規制）でディーゼル微粒子捕集システム（DPF，DPD 等）が，また現在は 2014 年規制（4 次ファイナル）であり，尿素 SCR システム（Selective Catalytic Reduction の略：ディーゼルエンジンの排気中の窒素酸化物を浄化する技術）が多くの車両に搭載されている。

また，更なる環境配慮を意識し，ハイブリッドロータリ除雪車の開発も行われた。これは，90 kW 級の小型車をベースとし，インバータ，電動機，大容量バッテリーなどのハイブリッド機器及び発電用小型ディーゼルエンジンを搭載，また従来車両のエンジンを駆動電動機に置き換え，除雪装置駆動と車両走行はもとより，ステアリングやブレーキの油圧も発生させる構造としている（**写真―6**，**図―2**)。

災害対策用車両としても，ロータリ除雪車は活用されている。**写真―7** は，取り回しの良い 1.0 m 級小型ロータリ除雪車のタイヤ部へ，雪上走行用クローラを容易に着脱可能な構造，またオーガ部にはガード，機関室上部に物資運搬用かごを有している。この車両は，異常集中豪雪に伴う渋滞時における以下の活用を想定

写真―1　小型ロータリ除雪車

写真―2　中大型ロータリ除雪車

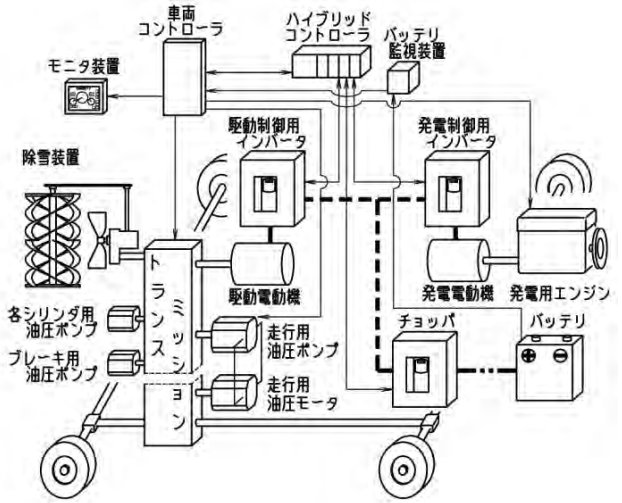
写真―3　一車線積込型

写真―4　多機能型（ロータリ）

写真―5　多機能型（プラウ）

写真―６　ハイブリッドロータリ除雪車

写真―７　クローラ式災害救助除雪車



図―２　ハイブリッドロータリ除雪車システム図

して開発された。

①現場の迅速な情報収集及び状況把握

②走行不可車両へ状況説明，物資提供

③現場の迅速除雪，車両除去可能な雪上走行車

尚，本車両はクローラ取り外しにより，通常の小型ロータリ除雪車として使用可能。

ロータリ除雪車の操作は，複雑で熟練を要する。一方，児童，生徒の通学路確保のためには歩道除雪が欠かせないが，昨今の人手不足に伴いオペレータの確保が難しくなっている。北陸地方整備局では歩道除雪にボランティア･サポートプログラムの活用をするため，経験の浅い人でも熟練オペレータ並に作業を行うことができる「簡易型小型除雪車 1.0 m 級簡易操作型」の開発を行った（**写真**―８，９）。開発した簡易操作機構を以下に示す。

①複数の制御レバーを一本で簡単操作

②雪詰まり防止装置でエンストなし（雪詰まり傾向を検知し，自動で作業速度を調整。）

③緊急停止はボタン一つ（危険になったらボタン一つで完全停止。事故の未然防止。）

④不陸追従機構で残雪を低減(歩道の勾配へ自動追従。残雪が少なくきれいな路面。）

近年の情報化施工技術として，北陸地方整備局にてロータリ除雪車の作業ガイダンス装置が開発された。これはオペレータの高齢化に伴う人員確保のため，作業支援と簡易操作技術にて経験不足，安全性を補えるようにしたものである。

この装置は，道路幅を広げる拡幅除雪において，通常は雪で見えない路側帯，縁石までの距離及び，投雪を行えない禁止区間をガイダンス画面，音声にて指示可能とした。

仕組みとしては自車位置測位用 VRS 方式 RTK-GNSS

写真―８　簡易型小形除雪車 1.0 m 簡易操作型

写真―９　運転室内

出典元　国土交通省北陸地方整備局北陸技術事務所パンフレット

受信機とパソコン，モニタの組み合わせたもので，縁石への距離表示にて熟練オペレータ並みにギリギリの除雪が可能である（**写真**― 10，**図**― 3）。

ロータリ除雪車に関する，更なる最新の技術は作業，操舵の自動化で現在，二つのプロジェクトが進んでいる。

一つは，北海道開発局を中心とした i-Snow　プラットフォーム（積雪寒冷地特有課題の解決，地域発イノベーションに向け，産学官民が広く連携し除雪現場の省力化に関する様々な活動を行う場。）にて，除雪における投雪方向，位置を自動制御し，除雪装置操作要員である助手の負担低減，将来的な省人化を目標とするもの，もう一つは NEXCO 東日本にて開発している，除雪作業における自動操舵を目標とするものである。

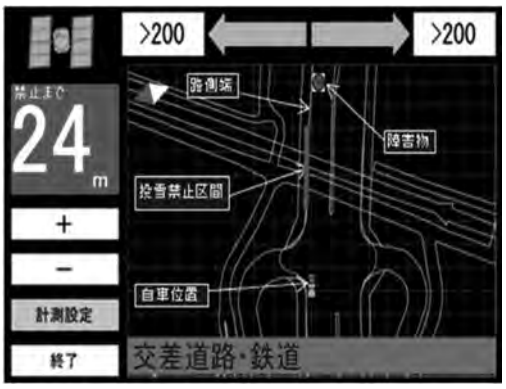
どちらのプロジェクトも準天頂衛星「みちびき」と高精度 3D マップを利用，自車位置を特定し，投雪位置，方向及び操舵方向の制御を行い，熟練オペレータ不足解消と言う大きな課題解決に向かって実証実験を行っている。

i-Snow においては，北海道開発局が昨年，メーカと仕様協議，決定した専用車両を購入，今春，知床峠にて実証実験を行った。これは「みちびき」よりの電波受信状況，3D マップに対する位置精度，特定位置におけるブロアケース回転の自動制御，無視界時における車両方向の制御等の状況確認を行うものであった。来春には引き続き同場所で，シュート装置にてピンポイントな投雪位置・方向の制御など，より複雑な動作の実証実験を行う予定である（**図**― 4）。

NEXCO 東日本は，研究・技術開発計画として，まず自動操舵技術の確立を目指し平成 28 年度より実証実験開始，平成 29 年度には北海道，岩見沢～美唄間にて**図**― 3 にて示す，運転支援ガイダンスシステムの試行導入が実施された。このシステムは，運転席のガイダンスモニターに，除雪車の通行位置，ガードレール等からの離れ，走行車線へのはみだしやガードレール等への接触を回避するための車体修正角の情報を表示して，オペレータの運転操作を視覚的にサポートするものである。

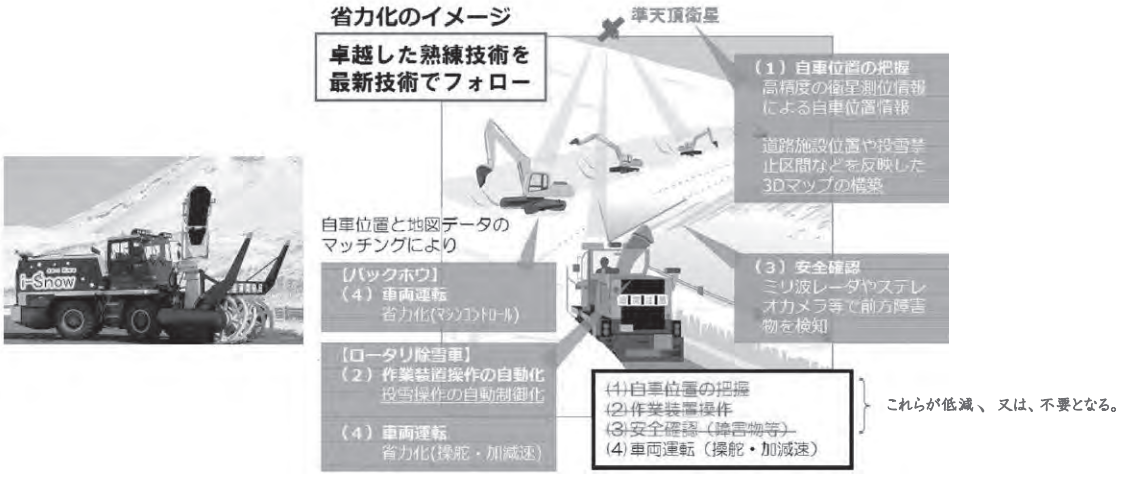
今後に向けては，除雪作業における自動操舵を開発中である（**図**― 5）。

写真― 10　歩道除雪車用ガイダンス装置



図― 3　ロータリ除雪車用ガイダンス表示画面

出典元　国土交通省北陸地方整備局北陸技術事務所パンフレット



図― 4　i-Snow システムイメージ

出典元　国土交通省北海道開発局ホームページ「i-Snow 省力化のイメージ図を加工して作成」

図―５　除雪作業車の運転支援システム
出典元　NEXCO 東日本ホームページ

3. 除雪トラック

我が国は地域によって雪質や降雪量に大きな差があり，また除雪する道路の構造や沿道条件，空港などの除雪箇所の違いによって除雪工法も異なっている。

除雪トラックも，除雪条件によって求められる種々の機能に適合する除雪装置が開発され，対象道路や空港における高速除雪の主力機械として進化している。ここではその技術動向について紹介する。

除雪トラックは，専用に設計された総輪駆動トラック 10 t 級（6 × 6），7 t 級（4 × 4）の前部に，新雪除雪や拡幅除雪を行う為のスノープラウ，軸間に圧雪を整正（せいせい）する為の路面整正装置（トラックグレーダ）が取付けられた除雪機械で，高速除雪を目的とした高速道路や郊外地で主に活用されている（**写真**― 11）。

除雪トラックの路面整正装置（トラックグレーダ）は，運転席後方に配置されている為に，オペレータは直接ブレードを目視確認できず操作には熟練を要する。

少子高齢化が進み熟練オペレータが少なくなる中，経験年数の少ないオペレータにも容易に高精度の除雪作業が出来る様に，オートマチックトランスミッション搭載や，ブレード操作及び押付力の自動化が進められてきた。

写真― 11　除雪トラック外観，10 t 級 6 × 6

北陸技術事務所では，一次除雪機械（除雪トラック）の作業装置の「マシンコントロール化」へ向けての検討を平成 29 年度から実施している。

除雪作業では，橋梁のジョイント，マンホール等の障害物が多く，車道に雪を残さないよう路側端に寄せる必要があることから，障害物への接近や路側端までの距離の把握を容易とするモニタ画面上での距離表示や音声警告するガイダンス装置が開発された（**写真**― 12，**図**― 6）。

路面整正装置からの排雪を，交差点や間口で一時的に遮断し雪を残さないサイドシャッタにも自動化の研究が進んでいる。

北陸地方整備局では，2018 年 11 月より 4 機体制で

写真―12　ガイダンスを使用しての除雪作業

図―6　ガイダンスシステム

出典元　国土交通省 北陸地方整備局 北陸技術事務所パンフレット

運用されている準天頂衛星「みちびき」を利用した自動除雪技術の開発が進められ，交差点や間口など所定の位置でサイドシャッタを自動昇降させるマシンコントロール化の開発を行った。引き続き，プラウや路面整正装置についてのマシンコントロール化の検討を行っている（**図―7，写真―13**）。

広域分散型都市構造で都市間平均距離の長い北海道では，国道，一般道用の除雪トラック 10 t 級（6 × 6）にスノープラウ，路面整正装置に加えて側部に歩道除雪や拡幅除雪を行う為のサイドウイング装置が取り付けられている場合が多い。

サイドウイング装置は，スノープラウ，トラックグレーダにより排除された雪が堆積し，道路幅が狭くなると高速除雪が制約されるため，拡幅除雪（押し出し・かき込み）を実施する装置で，除雪トラックに装着される事により極めて効率的に使用されている（**写真―14，図―8**）。

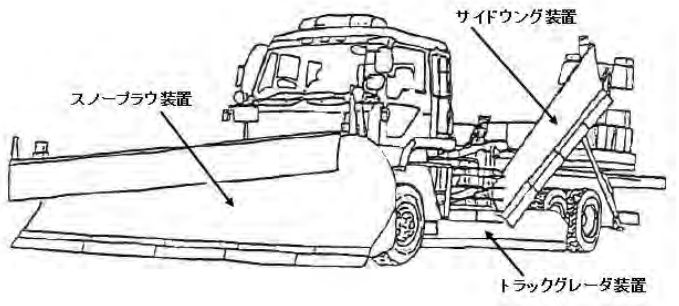
北海道の高速道路で使用される除雪トラック（湿塩散布装置付）は，全て 10 t 級 6 × 6 でプラウ＋路面整正装置（トラックグレーダ）付きとなっており，近年は東北の高速道路用湿塩散布車もプラウ付き，又はプラウ＋路面整正装置（トラックグレーダ）付きのどちらも 10 t 級 6 × 6 となっている。

西日本などの小雪地域では，10 t 級 6 × 4 でプラウ＋汎用車が運用されており，多目的に活用する技術として除雪車の荷台に軽量なポリエチレン製タンクを搭載し，その前方を荷台とすることでプラウ取付時に塩水 7,500 ℓ，プラウ取外時は荷台に小型タンクを積載し水 10,000 ℓ 以上の給水が可能となっている。冬期間は幅 8 m－0.08 ℓ/m^2（速度同調機能付）の塩水散布

図―7　除雪トラック外観と自動化検討装置

写真―13　サイドシャッタ自動運転

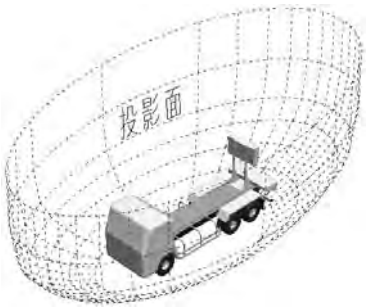
出典元　国土交通省 北陸地方整備局 北陸技術事務所記者発表及びシンポジウム資料



写真―14／図―8　除雪トラック外観，10 t 級 6 × 6 サイドウイング付き

写真―15　プラウ取外し時

写真―16　8ｍ散水



図―9　カメラ映像投影面のイメージ

写真―17　車両後方からの俯瞰映像

写真―18　空港用除雪トラック（スイーパ除雪装置牽引）

写真―19　除雪グレーダ

により路面の凍結防止を行い，その他は清掃車等への給水車として活用されている（**写真**― 15，16）。

除雪トラックには死角が多くあり，作業時の安全確保を目的とした車両俯瞰（ふかん）システムが実用化されている。カメラ映像を投影面にて合成する事で，車両の周囲を俯瞰的に映像表示することができるシステムで，車両周囲の状況を１画面で把握する事が可能となっている（**図**― 9，**写真**― 17）。

空港用除雪トラックの技術動向としては，牽引式スイーパ除雪装置をセミトレーラ方式で連結し，滑走路や誘導路の積雪を除雪トラックのプラウで除雪し，牽引式スイーパ除雪装置のブラシで残雪を掃雪（そうせつ）し，ブロアで吹き飛ばして舗装面を露出させる除雪車が開発されている（**写真**― 18）。

従来のフルトレーラ牽引式に比較して全長が短く機動力があり，滑走路と誘導路の交差部や，エプロンなどでの旋回除雪時にプラウとスイーパの除雪軌跡を一致させる制御機能もあり，作業効率の向上と除雪時間の短縮による欠航便数の減少，遅延便の減少や延滞時間の短縮を可能とした。

4. 除雪グレーダ

除雪グレーダは，車体の中央に装着されたブレードで雪を削り取り，側方に排出することで除雪作業を行う車両で，高い圧雪除去能力と作業速度の速さから，幹線道路除雪の主力機械となっている（**写真**― 19）。

乗員は作業時の安全を確保するため，運転者と安全確認を行う助手との２名乗車が長らく主流であったが，現在販売中の新型除雪グレーダは全て１名乗車となっている。

１名乗車となった新型除雪グレーダにおいては，従来助手が行ってきた安全確認作業を補完するため，各種の安全装備が採用されている。

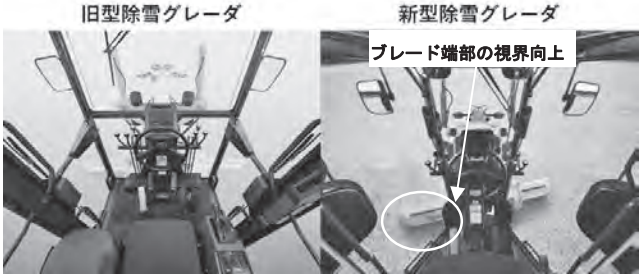
(1) 転倒時保護構造（ROPS）

車両が転倒した際，シートベルトで支えられたオペレータが車両に押しつぶされないように保護する構造が採用されている。

これまで２名乗車のキャブでは，車体の大きさや構造的な理由から本構造を採用することが難しかった。

(2) 視界改善

キャブの床面形状が従来の４角形から６角形に変更になり，足元の視界が大幅に改善されたことで，安全性が向上した（**写真**― 20）。



写真―20　前方視界の比較

(3) 側方カメラ

標準装備のエンジンフード後端に取り付けられた後方カメラに加え，除雪グレーダ用の追加装備として側方確認用のカメラ２台が装備されている。それぞれのカメラはキャブ上部に取り付けられ，車両後側方の追い越し車両や周囲の確認が可能となっている（**図**―10，**写真**―21）。

(4) 双方向同時通信システム

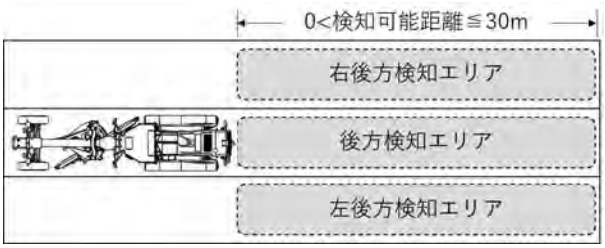
オペレータ１名で作業するためには，周囲からの安全確認や，梯団（ていだん）を組む他の車両とのコミュニケーションが重要であり，これを実現する手段として双方向同時通信システムを搭載している。

親機1台と最大4台の子機の同時通信が可能なため，別々の車両に乗っていながら，あたかも顔を合わせているかのような会話が実現可能となった（**写真**―22）。

(5) 近接車両システム

このシステムは，マイクロ波レーダセンサにより後方への接近，又は追い越しをしてくる車両を検知し，オペレータへ知らせることで安全確認を支援する。

接近車両の検知エリアは，自車走行車線と左右各１車線の計３車線，車両後方 30 m 以内が検知可能範囲として設定されており，警報装置による警報音と３つのランプの点灯位置によって，後続車両が３車線のいずれから接近しているかを通知できるようになっている（**図**―11）。



図―11　検知エリア

なお，本システムは国土交通省東北地方整備局において開発[4]されたもので，現在は商品化され，国土交通省各地方整備局にて使用されている。

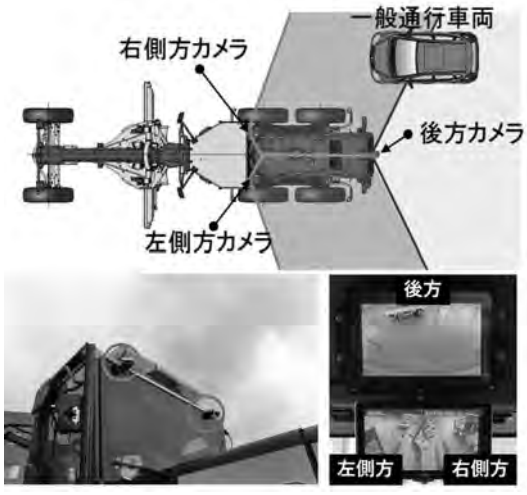
5.　除雪ドーザ

除雪ドーザは，建設機械であるホイールローダに，各種プラウを装備したもので，主に雪を押し除ける作業に使用される。除雪ドーザの除雪性能には機械質量が密接に関係するため，国土交通省建設機械購入仕様基準は，機械質量に応じて 8，11，14，18 t 級と 4 規格となっている（**写真**―23）。

環境性能としては，最新のエンジン燃焼技術により，排出ガスの後処理装置に，酸化触媒又はマフラフィルタと尿素 SCR システムを採用し，2014 年規制（4 次ファイナル）に対応している。

除雪作業に有効な車体装備としては，走行振動抑制装置，HST 機のトラクションコントロールシステム，動力伝達装置のディファレンシャルがある。

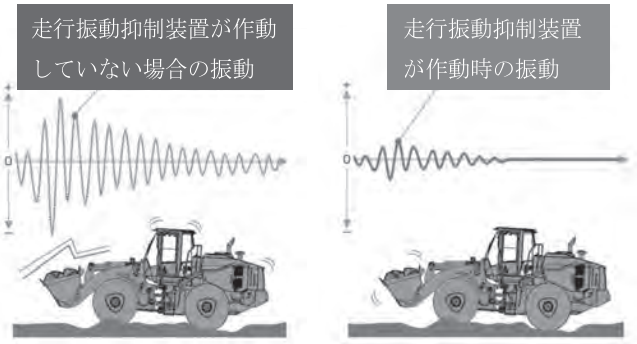
走行振動抑制装置は，悪路や雪道などを走行するときに発生する車両の縦揺れ（ピッチング）や飛び跳ね（バウンシング）を打ち消すように車体の動きを自動制御している。走行時の揺れが小さくなる事で，悪路でのステアリングの操作性やブレーキ性能の確保が可



図―10／写真―21　側方カメラ

写真―22　システム構成

写真―23　除雪ドーザ



図―12　走行振動抑制装置

図―13　トラクションコントロール

能となり，走行安全性の向上とオペレータの疲労を軽減する（**図**―12）。

HST 機には，トラクションコントロールシステムを搭載しており，スイッチ等での切換えによりけん引力を低く設定でき，除雪作業でのスリップを低減でき効率的な作業が可能となる（**図**―13）。

動力伝達装置には，左右のタイヤに駆動力を適切に分散させるディファレンシャルを装備しており，タイヤのスリップ限界（左右タイヤへの負荷の差）を高め，タイヤスリップを抑制する。これにより，あらゆる雪押し作業で抜群の作業能力を発揮する。

安全装備としては，ガラス接合部のピラーレス化により，ほぼ全周が見渡せるワイドパノラマキャブを採用し，周囲の視認性を高めている（**写真**―24）。また，リアアンダーミラー又はバックモニタを装備し，運転席から死角となるリアグリル近傍の確認を可能としている（**写真**―25）。

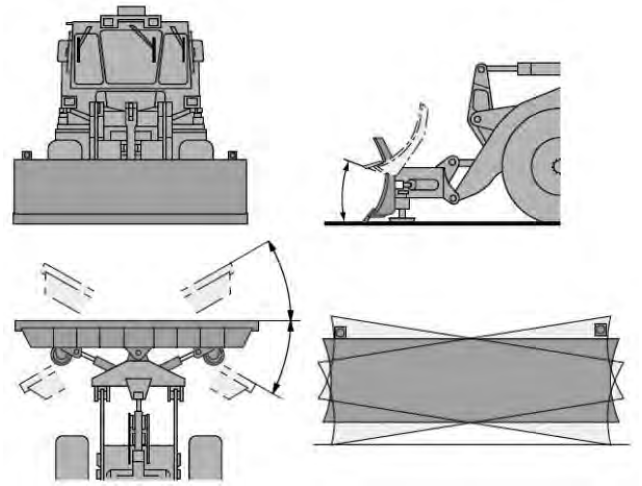
除雪作業用プラウには，代表的な物として，アングリングプラウ，サイドスライドアングリングプラウ，マルチプラウ（汎用プラウ）があり，そのオプション装備として反転エッジ，サイドシャッタがある。

アングリングプラウは，左右へのアングリング，前・後傾の角度調整ができ，後傾とアングリングの組み合わせによる左右チルト（傾斜）もできる。拡幅や路肩へのかき寄せ作業や，路面傾斜への対応など，効率の良い作業を行うことができる（**図**―14）。

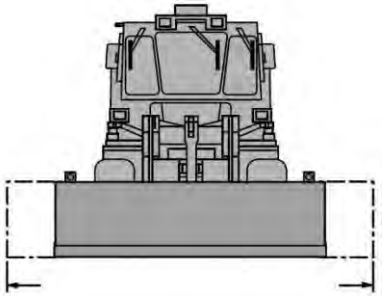
サイドスライドアングリングプラウは，アングリングプラウの機能に加え，左右へのスライドができ，路肩障害物の回避や路肩除雪，拡幅などの作業に効率的

写真―24　キャブ視界

写真―25　バックモニタ



図―14　アングリングプラウ

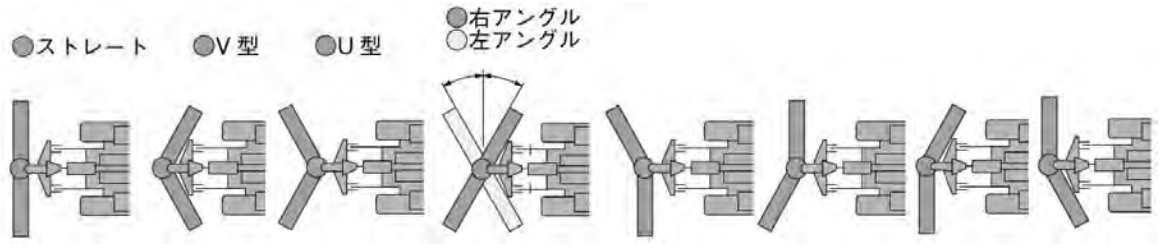


図―15　サイドスライドアングリングプラウ

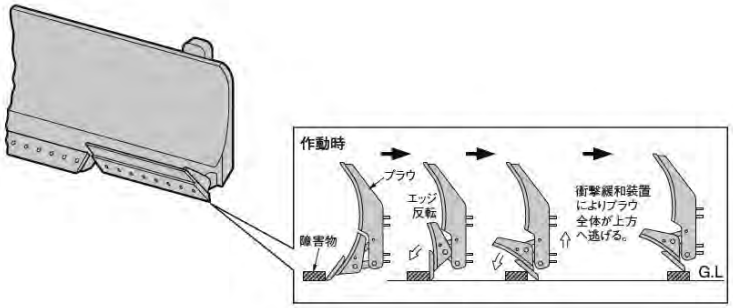
である（**図**―15）。

マルチプラウ（汎用プラウ）は，左右のプラウがそれぞれ前後にアングリングすることにより，V 型，U 型など 9 通りの作業姿勢が可能である。両サイドへ力強く排雪する V 型，雪のかき込みに適した U 型，左右へのアングリングなど，汎用性が高く，一台で幅広い作業に活用できる（**図**―16）。

反転エッジは，プラウ先端部がマンホールや縁石な



図―16　マルチプラウ



図―17　反転エッジ

写真―26　サイドシャッタ

どに衝突した際，エッジを反転して障害物の破損を抑えるとともに，プラウやリフトアームへの衝撃を和らげて損傷を軽減できる（**図―17**）。

サイドシャッタは，プラウ側面にシャッタを取付け，油圧操作でスピーディに開閉ができ，除雪の際の雪こぼれを防止できる（**写真―26**）。

6. 凍結防止剤散布車

冬期間の道路交通確保の一つに路面凍結防止があり，路面凍結防止策としては，速効性のある溶液散布，持続性が高い凍結防止剤散布（乾式・湿式・湿潤式）がある。

凍結防止剤散布の乾式散布は乾燥した薬剤を散布するものであるが，車両の走行風の影響を受けるため（特に高速走行車両）薬剤の定着性が悪くなる。また，散布後溶け出すまでに時間が掛かり速効性を期待できない反面，持続性が有利な散布方式である。

乾式散布の欠点を補う散布方式が湿式散布である。塩化カルシウム溶液や塩化ナトリウム溶液を混合（比率 30％）する事によって，溶液による速効性と溶液の粘性で定着性を向上させることが可能となった。散布装置に溶液タンク・ポンプを備えることが必要なため，装置は乾式より高価となる。

湿式は溶液用設備（溶液生成施設・貯蔵タンク）を必要とするが，この設備を不要とした凍結防止剤散布車が湿潤式である。車両に搭載した溶液タンクに水道水を充填すれば，ホッパから塩を送り込んで塩水を生成する。ホッパと凍結防止剤を散布する円盤上部のシュート装置の間で，スクリュー搬送装置によって十分に混合されるため，塩水混合比率は 10％である（塩が湿って路面で定着するのに必要な比率）。

人力散布から機械式散布に時代と共に進化し，平成に入って散布量・散布幅・溶液混合比・車速同調機能・自己診断機能がキャブ内で調整・把握できるのが当たり前の装備となった。

冬期間の道路交通確保のため凍結防止剤を散布する必要があるが，高速道路・各自治体が管理する道路は膨大な面積となり，使われる凍結防止剤も相当量となり，費用面・環境面からも効率的な散布作業が求められ，様々な技術が開発されている。

散布作業はオペレーターの経験に頼ることが多かったが，路面状況を把握しその情報を散布作業に利用する技術がある。

平成 10 年代，車両に搭載したセンサーで路面に残る塩分濃度を検出し，残留塩分濃度により凍結防止剤散布車の制御装置に指令を出し，散布量を調整するシステムが開発された（**写真―27**）。

これは前輪タイヤ後部に設置されたセンサー（地面からの水の跳ね上げを計測）からの塩分濃度“低”“中”“高”の指令で散布量を 3 段階で自動調整するものである。

路面状況を把握するシステムにも様々なものがあるが，平成 20 年代後半にはパトロールカーのタイヤで路面状況（乾燥・湿潤・凍結等）を判別することが可能となった（路面状態判別システム CAIS®）。

写真―27　センサー取付部

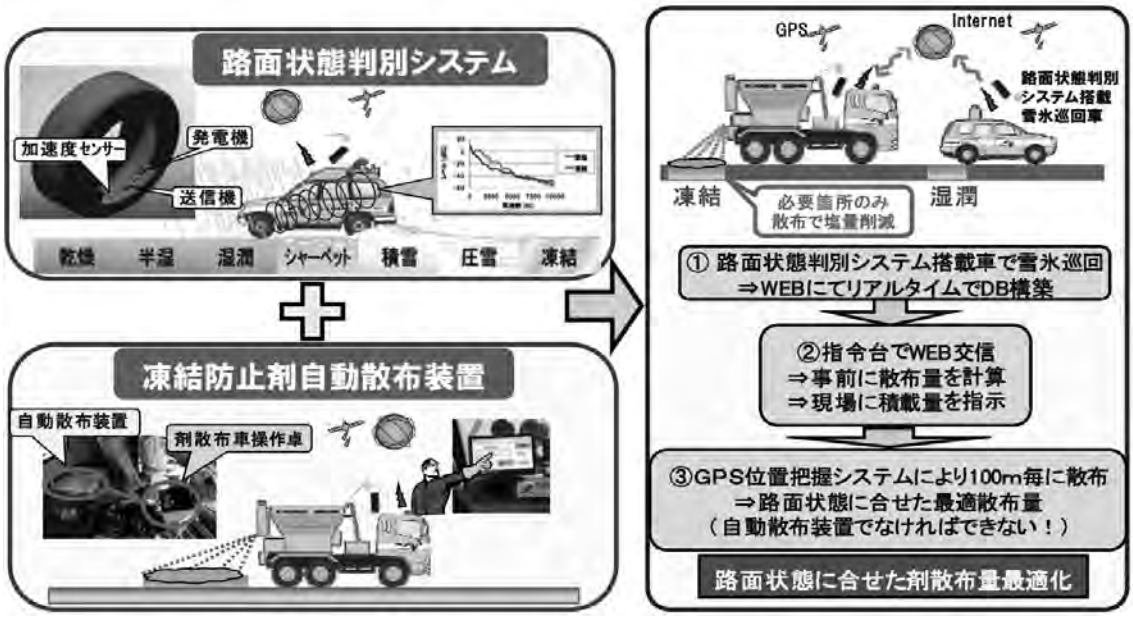
パトロールカーは路面情報と同時に GPS で位置把握も実行，情報を WEB サーバに送信，データベースで状況に最適な散布設定を構築し散布量の計算から積載量を現場に指示（凍結防止剤の適量積載を実現，凍結防止剤使用量削減），凍結防止剤散布車は WEB サーバにアクセスすることにより走行位置に合わせた最適散布量を自動散布するシステムが開発された（凍結防止剤最適自動散布システム ISCOS）。

路面状況の把握・判別の自動化により熟練者を必要としない体制構築，凍結防止剤散布車のオペレーターの作業負担が軽減される（**図―18**）。

平成 20 年代，オペレーターの散布ノウハウを蓄積するための記録装置『出来形管理車載装置』が開発された（**図―19**）。

凍結防止剤散布車の散布データと散布した場所を記録媒体に保存するもので，管理路線の熟練オペレーターの散布ノウハウが蓄積できるものである。

新たにガイダンス装置が開発され，散布ノウハウを



図―18　CAIS® ＋自動散布システム＝凍結防止剤最適自動散布システム

出典元　㈱ネクスコ・エンジニアリング北海道ホームページ

図―19 『出来形管理システム』概要

出典元　国交省北陸地方整備局北陸技術事務所ホームページ

元にオペレーターに散布指示する事が可能となり，熟練オペレーターと同等の散布作業が可能となった（**図―20**）。

凍結防止剤散布車メーカーは数社存在する。凍結防止剤散布車としての機能は各社同じであるが，各々のメーカーで独自の制御装置を開発しており，操作方法等メーカー毎に違いがある。

オペレーターは基本的には決まった凍結防止剤散布車に乗るが，メーカーが異なる凍結防止剤散布車に乗った際，メーカーごとに操作が異なりオペレーターの負担になっていた。凍結防止剤散布車の後部に搭載される標識装置・除雪装置（プラウ）においても同様の事が言える。各メーカーによる操作方法の違いを解消するべく，『集中操作器』が開発された。

『集中操作器』は各装置を自動制御し一元化操作できるので，オペレーターの負担軽減や操作性向上につながる装置である。

図―20　ガイダンス

出典元　国交省北陸地方整備局 北陸技術事務所ホームページ

『集中操作器』と各機器の制御装置は通信しており，専用タッチパネルで全ての装置を一元化操作できるものである。凍結防止剤散布車の位置を GPS により把握しており，車両が登録地点に近づくと次の区間の作業がモニタに表示され，高速道路の走行位置（キロポスト）に合わせてプログラムされた作業が，登録地点に到達すると開始される（**図―21**）。

これらの技術は，経験豊富な熟練オペレーター不足の解消と，凍結防止剤の最適量散布を目的に開発されている。

7. おわりに

除雪機械技術委員会では，隔年での除雪現場見学会を平成 29 年度より始め，国土交通省殿のご協力を得て既に札幌，青森の除雪現場を見学させていただいた。

除雪管理者の方々との座談会において，除雪作業に従事される若者の確保が難しくなってきている事，それにより除雪機械オペレータの高齢化が進んでおり，オペレータが将来不足する可能性を深刻な問題と痛感させられた。

本稿で述べた除雪機械の操作容易化や，測位衛星を活用した除雪ガイダンスシステムの技術革新は，オペレータの苦渋（くじゅう）作業を軽減し，若者の除雪作業従事を促進するものと信じる。除雪の高度化にご尽力頂けている方々に敬意を表する。

図―21 『集中操作器』概要と運用例

出典元　西日本高速道路㈱ホームページ

謝　辞

執筆に当たり，最新技術情報の提供など絶大な協力を賜りました国土交通省殿，高速道路各社殿には心より謝辞を申し上げる。

また直接の執筆者ではないが，除雪機械技術委員会幹事会各位にも執筆に協力をいただいている事を付け加える。

《参考文献》

1）国土交通省北海道開発局「i-Snow 除雪現場の省力化による生産性・安全性の向上に関する取組」，建設機械施工　2018 年 10 月号，日本建設機械施工協会
2）東日本高速道路㈱北海道支社，㈱ネクスコ・エンジニアリング北海道「準天頂衛星を活用した除雪車運転システムの開発」，建設機械施工　2018 年 10 月号，日本建設機械施工協会
3）国土交通省北陸地方整備局北陸技術事務所「除雪車の自動化試験を実施～熟練オペレータの除雪技術を自動化へ～」，記者発表資料，2019 年
4）国土交通省東北地方整備局東北技術事務所「除雪作業の安全性向上に関するシステムの開発」，ゆき No.103，公益社団法人雪センター，2016 年
5）国土交通省北海道開発局ホームページ
6）国土交通省北陸整備局ホームページ
7）国土交通省北陸整備局北陸技術事務所ホームページ
8）国土交通省東北整備局ホームページ
9）㈱ネクスコ・エンジニアリング北海道ホームページ
10）東日本高速道路㈱ホームページ
11）西日本高速道路㈱ホームページ

［筆者紹介］
太田　正樹（おおた　まさき）
除雪機械技術委員会　委員長
㈱ NICHIJO
執行役員（技術総括部　除雪機械技術部）

清水　康史（しみず　やすし）
岩崎工業㈱
技術部長

杉谷　侑樹（すぎや　ゆうき）
㈱小松製作所
商品企画本部　市場開発部

石井　隆（いしい　たかし）
日立建機㈱
建設車両システム事業部
主任技師

道上　昌弘（みちがみ　まさひろ）
範多機械㈱
常務取締役（営業本部）

井口　慎治（いぐち　しんじ）
執筆取りまとめ
㈱ NICHIJO
東京支社　専門部長
（旧社名：㈱日本除雪機製作所）

建設機械施工の変遷

建設機械施工技術の移り変わり（情報化施工・ICT 施工）

森　川　博　邦，藤　島　　崇

1. 情報化施工発展の経緯

(1) 建設機械分野への ICT 導入経緯

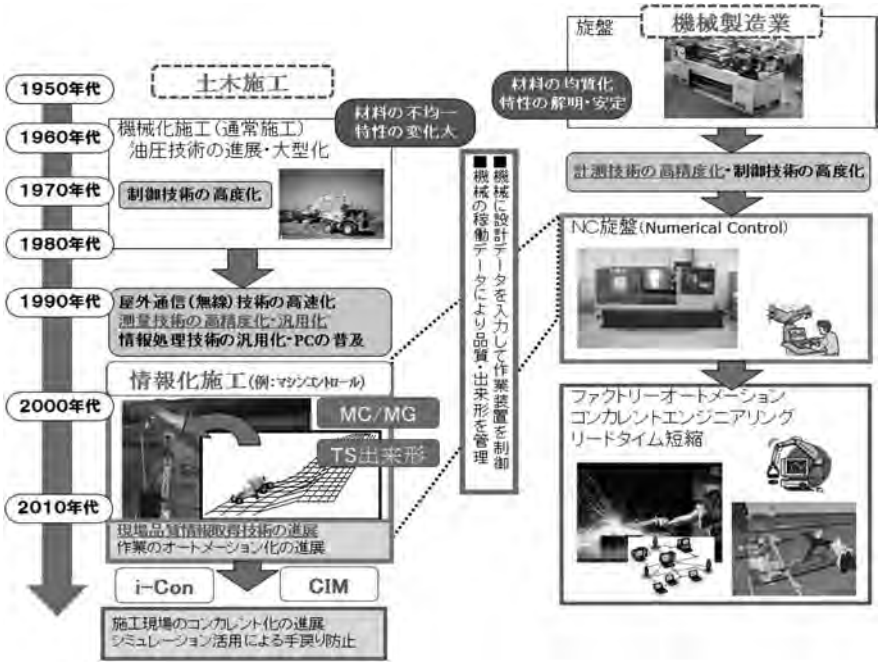
自動車業界を中心とした機械製造業では既に 1980 年代には，計測技術の高精度化，制御技術の高度化と相まって機械に CAD データを入力して作業装置を制御する NC 旋盤が既に実用化されてきた。

図―1 に建設業における自動化技術の発展経緯と，機械製造業における自動化技術との発展経緯の大まかな対比を示す。

建設施工分野においても，1970 年代の製造業の産業ロボット導入による生産性向上に触発され，1980 年代には，建設機械メーカやゼネコンを中心にロボット技術としての研究・開発が数多く進められた。しかし，建設施工では屋外，単品，受注生産という特性により定型化した自動化システムが利用できないという課題と，位置特定技術，情報通信技術が未発達なために，現場が期待する作業速度，精度が実現できないという課題があった。

1980 年代には，トンネル内の内空変位などを計測して，後続の施工に活用する情報化施工（現場計測施工法）が適用される様になってきた。1990 年代に入ると，自動追尾式トータルステーションや衛星測位技術の発展，情報処理技術の高速化，PC の普及が進んだことで，斜面や地盤の変位等を各種のセンサで連続的にモニタリングすることで迅速に傾向を把握し，次段階の施工に反映させる等，適用範囲が拡大されてきた。

一方，建設機械分野への ICT 適用は，大規模掘削が行われる鉱山分野での活用から始まった。その後，1990 年代の半ば以降，自動追尾式トータルステーションの汎用化や RTK-GNSS の機器費のコストが下がってきたこと，無線通信の高速化により屋外でも位置情報をリアルタイムに取得できる様になったこと，建設機械の油圧制御も電子化されたことなどから，土木工事や道路工事に利用される汎用機械（ローラ類，ブルドーザ，油圧ショベル等）の位置や姿勢をリアルタイムに算出すると同時に，建設機械に 3 次元設計データを搭載することで建設機械の作業装置を誘導あるいはコン



図―1　建設機械に関する情報化施工技術の変遷

トロールするマシンガイダンス技術やマシンコントール技術が用いられる様になってきた。その後，これらの技術は確実な施工品質の確保に向けた意識の高まり，少子高齢化，熟練技能不足といった社会課題に対応する技術の一つとして着目され，2008 年以降は，国土交通省が発表した情報化施工推進戦略，i-Construction（以下，i-Con）により，本格的な普及促進が進められている。

(2) 情報化施工の定義

情報化施工という言葉は，かつては現場計測施工法として施工現場の情報を活用し，次段階や次工程の作業計画や対策の検討を支援する手法を指してきた。その後，施工現場の情報を各種センサ技術を用いて取得できる様になったことから各種センサを用いる手法が広く情報化施工と呼ばれるようになった。2001 年 3 月に発表された情報化施工のビジョンでは，「建設事業の調査・設計，積算・発注，施工，維持管理という実施プロセスの中から施工に注目し，各プロセスから受け渡される電子情報と施工中に得られる電子情報を活用して，施工や施工管理の効率化，品質の均一化，安全性向上，環境負荷低減など，施工の合理化を実現するシステム」として用いることが提唱された。

その後に発表された情報化施工推進戦略により，今日では，情報化施工は機能面から大きく 2 つに分類されている。

① ICT を用いて建設機械などの作業機械の自動化を図る機能

②施工で得られる各種の情報を一元管理あるいは連続的に可視化し，現場実務に携わる技術者判断の高度化に利用する機能

2. 情報化施工から i-Con へ

情報化施工が，施工の合理化を支援する技術として用いられる様になると同時に，国土交通省においても情報化施工への期待や情報化施工技術の普及を図るプロジェクトが実施されてきた。

(1) 情報化施工のビジョン（2001.3）

「情報化施工促進検討委員会」（委員長：大林成行 東京理科大学教授（当時））から提言されたもので，情報化施工を構築する技術（センシング技術，情報の処理，保存，通信技術，機械制御技術）を分類・整理し，これらを適用，活用した 6 工種（土工，舗装工，ダム堤体工，トンネル工，基礎工，橋梁上部工）の情報化施工による将来像と効果を示し，技術開発への期待や方向性を提言したものである。

当時は，衛星測位技術を建設機械の走行軌跡の管理に活用する技術が大規模な土工事で活用され始めた段階であった。

(2) 情報化施工推進戦略（2008.3）

「情報化施工推進会議」（委員長：建山和由　立命館大学教授）において，普及に向けた 3 つの重点目標と工事発注者，施工企業，その双方別に 28 課題が示された。

本プロジェクトにより，ブルドーザや油圧ショベルに位置計測技術と 3 次元設計データを搭載したマシンコントロールやマシンガイダンスを行う建設機械（以下，ICT 建設機械）の認知度が高まり，利用環境の整備が進んだ。

〈3 つの重点目標〉

①情報化施工の普及 : 直轄の道路土工，河川土工，舗装工について 2012 年度までに情報化施工を標準的な施工・施工管理として位置づける

②機器・システムの普及 : 目標①に必要な情報化施工機器，建設機械を調達可能な環境を整備する

③人材育成 : 目標①の実現のために必要となる情報化施工機器・システムに対応できる人材を育成，2012 年度までに 1,000 人以上を目標とする

(3) 第二期情報化施工推進戦略（2013.3）

前述の第一期推進戦略期間の 5 年間を経て，第二期情報化施工推進戦略では，情報化施工を「使う」から「活かす」取り組みに移行することとし，5 つの目標と 10 の取り組みが示された。

第一期および第二期の情報化施工推進戦略により，国土交通省が発注する直轄工事における ICT 建設機械の活用数，活用率が飛躍的に高まった（**図―2** 参照）と同時に，ICT 建設機械を取扱う技術者基盤が整った。

〈5 つの重点目標〉

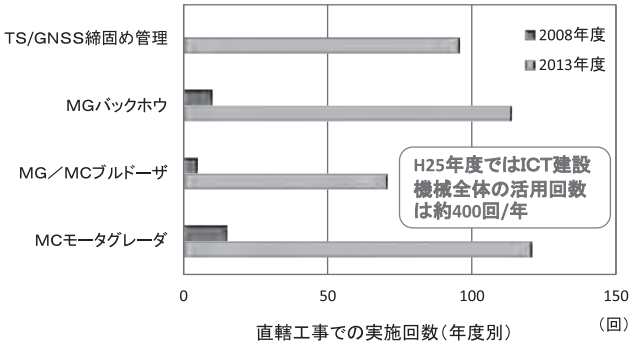
①現状の情報化施工技術の高度化と適用範囲の拡大

②情報化施工の効果が一層得られるよう情報化施工の特性をふまえた施工管理，監督検査の実現と設計や維持管理に関する技術基準の見直しとともに施工中に取得できる精緻な質の良い情報の維持管理での活用を目指す

③既に技術的に確立している一般化推進技術は，3 年を目途に一般化を図る

④公共事業全体の 7 割を占める地方公共団体等へ情報化施工を普及促進する

⑤情報化施工の特性を活かし，工期短縮や品質向上等の成果につなげられる人材を確保するための教育・教習を充実する



※直轄工事の活用回数調査の母集団
モータグレーダは、5,000m²以上の路盤工事を調査対象
ブルドーザおよび締固め管理は、10,000m³以上の盛土工を調査対象
バックホウは、10,000m³以上の掘削、あるいは10,000m²以上の法面整形工を調査対象

（数値は国土交通省ＨＰより）

図―２　ICT 建設機械の直轄工事における活用回数

（4）i-Construction（2017）

2017 年に i-Con が提唱され，建設生産性の向上に向けた 3 つの重点施策の一つに ICT の全面活用があげられた。そして，ICT の全面活用には，前述のプロジェクトで推進してきた情報化施工をさらに活かすことで施工プロセス全体での生産性向上に着目した ICT 活用工事の実施が含まれている。ICT 活用工事では，情報化施工で利用されていた 3 次元設計データや 3 次元位置情報を，施工だけでなく，施工計画や施工管理，監督・検査にまで活用することで，施工全体の生産性向上を目指す手法となっている。

この結果，2018 年度（平成 30 年度）では，国土交通省が発注する直轄工事での活用割合はおよそ 6 割，活用件数でおよそ 1,000 件に達しており，2013 年度（平成 25 年）時点の 4 機種（モータグレーダ，ブルドーザ，バックホウ，締固め機械）の延べ活用回数である約 400 回に比べても 2 倍以上の回数で利用されるに至っている（**表―１**参照）。

さらに，2018 年度からは地方自治体への普及展開にも積極的に動き出している。

表―１　ICT 活用工事の実施状況（数値は国土交通省 HP より）

〈直轄工事〉　単位：件

	公告件数	公告件数	実施割合
H28 年度	1625	1625	36%
H30 年度	1675	1675	57%

〈地方自治体〉　単位：件

	公告件数	実施数	実施割合
H30	2428	523	22%

※：調査対象は，1,000 m³ 以上の土工を含む直轄工事の公告件数（地方自治体は，回答のあった地方自治体分のみ）

※：ICT 活用工事は，施工のプロセスにおいて，3 次元起工測量，3 次元設計データ作成，ICT 建設機械による施工，3 次元出来形管理，3 次元データの納品を行う工事

3. ICT 建設機械

ICT 建設機械は，i-Con や情報化施工の要素技術の一つである。その多くは，建設機械の自己位置と作業装置の位置や傾きを各種のセンサで取得する他，施工目標となる 3 次元設計データを搭載して作業装置と施工目標との差分を自動計算する機能が組み込まれている。

（1）締固め回数管理システム

締固め回数管理システムは，締固め作業のムラ削減による施工品質の均一化，必要以上の締固め作業回数の削減による施工の合理化を目的として，締固め機械の位置を衛星測位技術や自動追尾式トータルステーションでリアルタイムに計測して締固め機械の走行軌跡を作成し，施工範囲内の全面を所定の回数で施工したかを車載モニタ等で可視化するシステムである。これにより，運転技能者は，施工と同時に所定回数で施工範囲全体を施工したことを即座に確認することができ，作業のムラを防止できる。また，作業履歴は施工管理者も確認することが可能となっている。

図―３に締固め回数管理システムの機器構成とシステムの概要を示す。締固め回数管理システムは締固め機械に搭載した RTK-GNSS 等の座標を用いて車載 PC 上で走行軌跡を算出し，ローラ幅を加えて走行範囲を求める。次に作業範囲を正方形（国土交通省の施工管理要領では，締固め機械がローラの場合は 1 辺が 50 cm とされている）に分割したメッシュ上の通過回数を判定してリアルタイムに色分け表示を行う。

（2）マシンガイダンス・マシンコントロールシステム

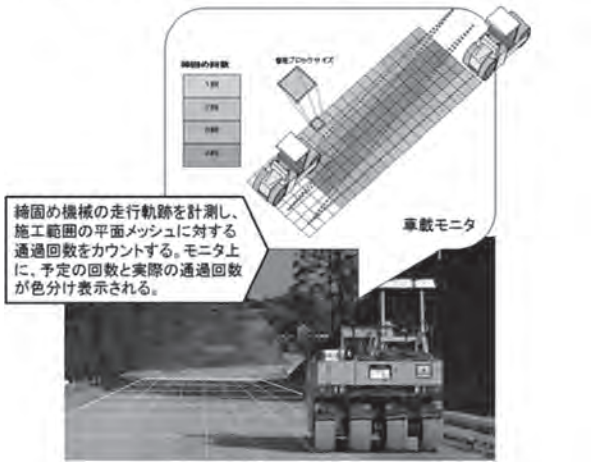
①マシンガイダンスとマシンコントロールの機能

ICT 建設機械の機能の違いとして，大きくマシンガイダンスとマシンコントロールがある。**図―４**にマシンガイダンスとマシンコントロール技術の違いを示す。

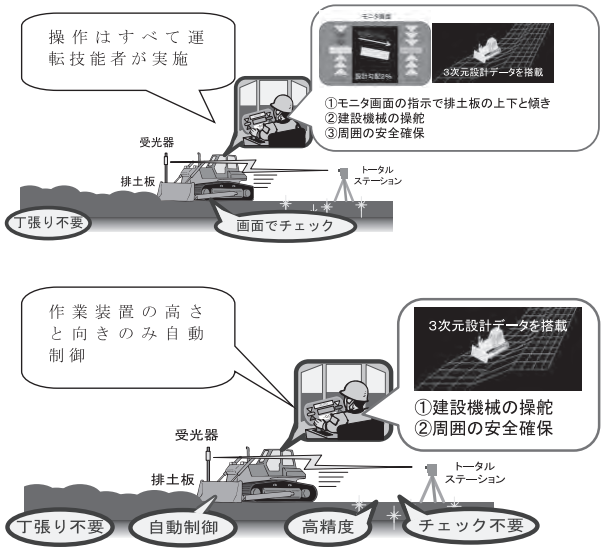
マシンガイダンス技術とは，建設機械の作業装置（例えばブルドーザの排土板）の位置をリアルタイムに計測し，建設機械内のコンピュータに搭載された設計データとの高さの差や傾きの差を算出し，その結果を運転席のモニタ上で運転技能者に情報提供する。運転

＜RTK-GNSS を用いて締固め機械の位置を計測する場合の例＞

＜締固め機械の走行軌跡を可視化するイメージ＞



図―３　締固め管理システムの機器構成例（上）とめ方締固め回数の色分けの概念図（下）



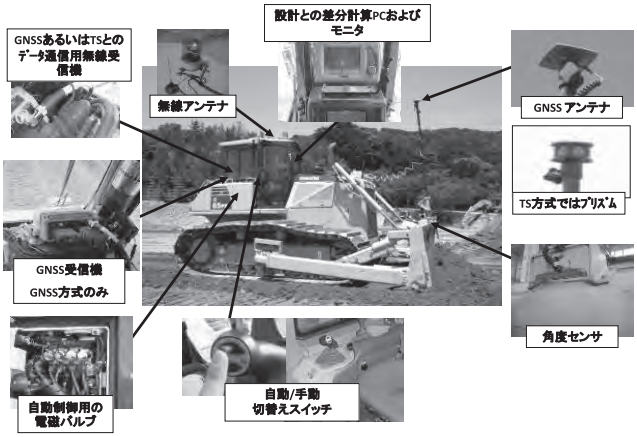
図―４　マシンガイダンス（上）とマシンコントロール（下）技術のイメージ（ブルドーザ）

技能者は，モニタ上の差を確認し，設計値との差がなくなるよう操作を行う。

一方，マシンコントロール技術は，マシンガイダンス技術と同様に設計データとの高さの差や傾きの差を算出した後，設計データどおりの傾きや高さになるように建設機械の作業装置の油圧を自動制御する。運転技能者は，土砂の運搬方向や，機械本体の操舵および速度の操作等を実施する。現時点における建設機械のマシンコントロールは，完全な自動化ではなく，作業装置の動きの一部を自動制御する仕組みとなっている。

② ICT 建設機械の機器構成

３次元のマシンガイダンスやマシンコントロールを行うためには，建設機械および作業装置の位置や向きを取得するための各種センサ，目標となる３次元設計データとの差を算出・表示するコンピュータ，設計との差分データを操作に変換する油圧バルブ等のハードウェアが必要となる（**図―５**参照）。



図―５　マシンコントロールに必要な機材（例）

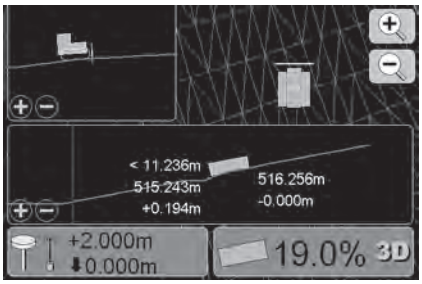
マシンガイダンスやマシンコントロール技術の導入当初は，通常の汎用機に測量システムや制御システムを後付けするタイプが多く見られたが，最近では，標準機械として各種のセンサが設置されており，標準機として 2D のマシンガイダンスやマシンコントロールに対応する他，３次元位置の計測技術を後付けするだけで 3D のマシンガイダンスやコントロールシステムに変更できる機種が多く展開されている。

マシンガイダンスやマシンコントロールを行うためには，ハードウェアの設置に加えて，目標となる３次元設計データの作成とシステムへの搭載が必要である。３次元設計データは不等三角網で構成される面データが用いられることが多く，データ形式としては LandXML が用いられることが多い。**図―６**に，ICT 建設機械に搭載する設計データのイメージと，車載モニタ上での設計値と作業装置の差分の表示例を示す。

③ ICT 建設機械の導入効果

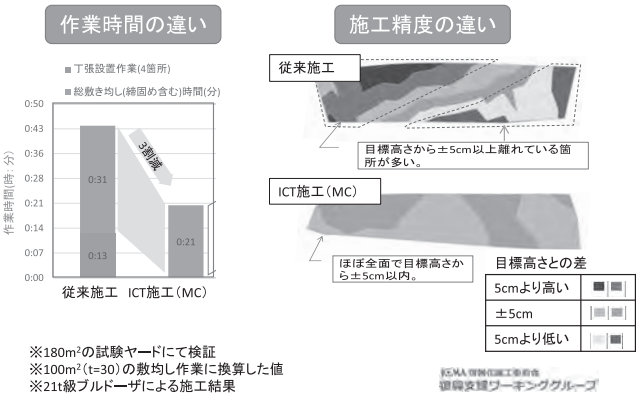
図―７に ICT 建設機械（マシンコントロールブルドーザ：GNSS 方式）の導入効果例について示す。マシンコントロール等の導入により，作業前に設置が必要な丁張り作業の削減，施工中の誘導員や施工後の確

点線：搭載される設計データのイメージ



モニタ画面例：運転席に設置されたモニタ上に、建設機械の位置と向き、目標となる3次元設計データの差が表示される。ブルドーザのマシンコントロールでは、ブレードの高さ、傾きが設計値との差が"0"になるように自動制御される

図―6　建設機械に搭載する設計データイメージとマシンコントーロルのモニタ（例）



図―7　ICT ブルドーザによる効果事例

認作業の省力化，作業時間の短縮などの効果に加え，施工精度の面でも均一な施工が実現されることが多数報告されている。

④ ICT 建設機械の種類

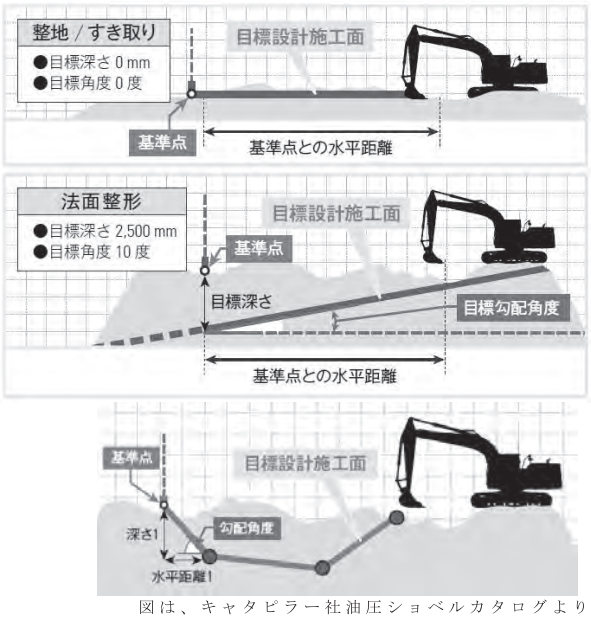
ICT 建設機械の種類は，モータグレーダ，ブルドーザ，油圧ショベル，アスファルトフィニッシャ，路面切削機など，多くの機種に展開している。**図―8** に代表的な ICT 建設機械の機種を示す。

(3) ICT 建設機械の高度化

① 2D システムの標準装備と低コスト化

2D システムは，作業中に基準となる位置からの相対位置でマシンガイダンスやコントロールを行う技術であり，3 次元計測装置の設置や 3 次元設計データの作

図―8　主な ICT 建設機械



図は、キャタピラー社油圧ショベルカタログより

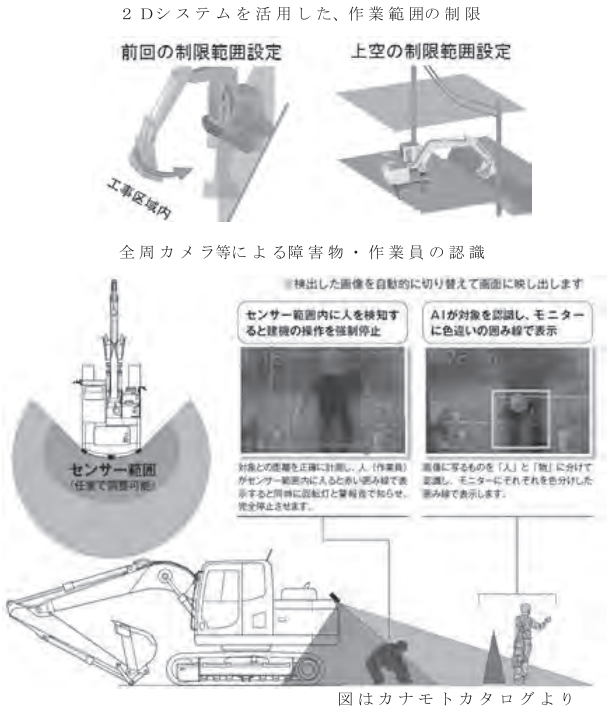
図―9　バックホウの 2D システム（例）

成が不要なことから，運転技能者の操作支援技術として幅広く活用が期待できる機能である（**図―9** 参照）。

最近では，マシンガイダンスやマシンコントロールに必要なセンサ類の標準装備化が進んでいることから，RTK-GNSS などの位置計測装置を装備しない場合でも 2D システムとして活用できる ICT 建設機械も展開されている。さらに，簡易な後付（配線不要）装置によるマシンガイダンス技術（2D）も開発されている。

②安全機能としての ICT 活用

バックホウに 2D システムが標準装備化されたこと



図はカナモトカタログより

図―10　バックホウの安全装置（例）

により，安全装置としての活用にも期待されている。これは，あらかじめ自己位置に対して作業装置の可動領域を設定することで，作業装置の歩道への張り出しや，架線への接触を防止できる機能となっている（**図**―10 上参照）。

さらに，最近では 360 度カメラ等による障害物や作業員の認識，走行や旋回の速度制限や緊急停止機能等の新たな安全装置の設置が積極的に実施されている。これらの安全対策については，i-Con での今後の取組にも位置づけられており，更なる発展が期待されている（**図**―10 下参照）。

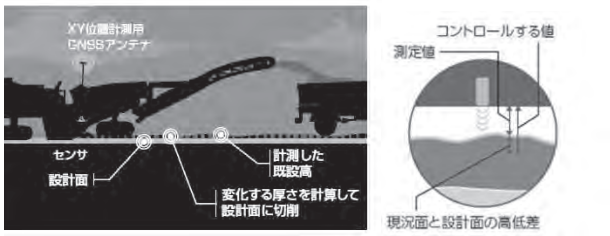
③新たな機種への展開と現場適用性の向上

最近ではチルトバケットを搭載した油圧ショベルのマシンコントロール技術（**図**―11）や，舗装工向けに３次元設計データを設計標高ではなく，施工指示値（厚み）でコントロールする技術（**図**―11 下）なども開発されており，現場施工への適用性の向上が進められている。

4. 現場マネジメントシステムとの融合

ICT 建設機械の機能面や機種の拡張の他に，情報化施工のもう一つの機能面においても，ICT 建設機械の役割は大きく進化している。従来は，施工現場の情報を一元的に収集・管理するためには多大なシステム費用に加えて，運用体制の構築が必要となるため，大規模工事での導入事例が多かった。

図はコベルコ建機㈱カタログより



図は㈱トプコンカタログより

図―11　マシンコントロール技術の適用拡大

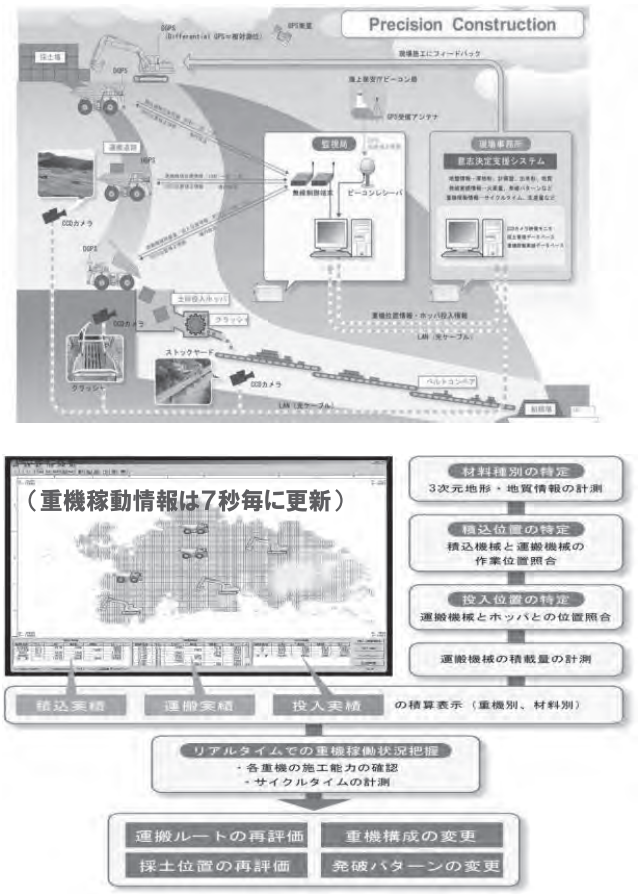
しかし，ICT 建設機械が広まってきたことで，多くの ICT 建設機械の位置や施工後の地形等の情報を取得することが可能となり，現場マネジメントシステムの要素技術として利用されるようになってきた。

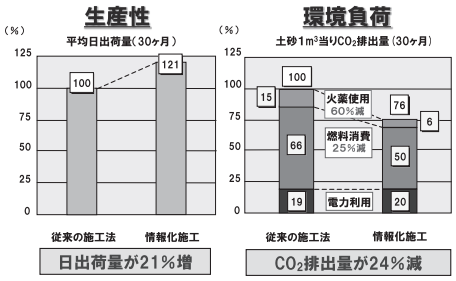
(1) 大規模工事での実施事例

代表的な事例としては，建山ら[1),2)]が発表したコンカレントエンジニアリングの事例がある。建山らは，埋立て用の土砂採掘現場において，運搬を行う運搬機械の位置，掘削に利用する火薬量，掘削機械の稼働率，破砕機械の稼働率などの情報をリアルタイムに収集，一元管理するシステムを構築し，全体システムとしてロスの無い機械配置と掘削量の調整を実現した。**図**―12 に，建山らが発表したコンカレントエンジニアリングのシステム構築事例と効果を示す。報告によれば，本システムの運用により，日あたりの平均出荷量で 21％向上，1 m^3 当たりの掘削に要する CO_2 排出量で 24％の削減を実現した。

(2) ICT 建設機械の稼働履歴を用いた現場マネジメント事例

図―13 は，ICT 建設機械から得られる稼働情報や地形情報を用いることで，施工現場の見える化を図り，全体のムリ，ムダの削減につなげた事例である。現場で利用している機械の稼働率を自動収集して分析した結果，ブルドーザの待機時間が多いことが明らかとなり，待機時間を有効活用して別作業（法面部の整形）を実施する作業フローに変更した。これにより工期の





（図は，建山氏より提供）

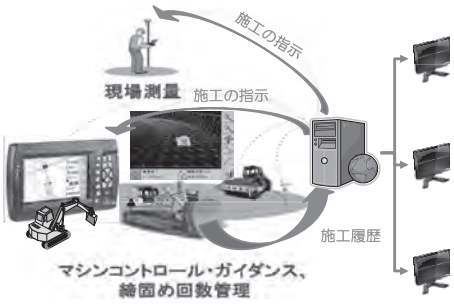
図―12　コンカレントエンジニアリングの事例

短縮が実現した。この様に，従来では大規模工事でしか構築できなかったシステムが，通信インフラの充実とICT建設機械の高度化により簡単に構築，利用することが可能となっている。

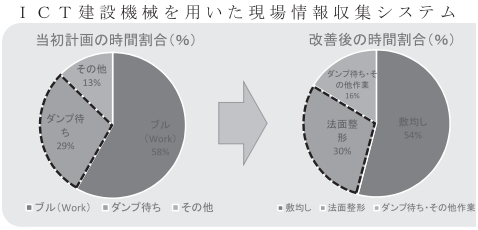
5. 今後の展開

ICT建設機械については，システムの標準搭載などが進んでおり，より操作性の高い機械の開発が進んでいくと予想される。さらに，小型機械へのシステム搭載なども期待されている。

さらに，近年は無人での自動施工まで踏み込んだマシンコントロール技術なども実施されており，今後，建設機械とICTの組合せは一層加速していくことが



ＩＣＴ建設機械を用いた現場情報収集システム



クラウドシステムを利用した稼働時間の可視化

施工現場の状況（左）と空き時間での法面施工状況（右）

図―13　ICT建設機械の稼働管理を用いて現場改善を実施した事例

推察される。

一方，通信インフラの環境の充実に伴って，ICT建設機械が，作業機械であると同時に現場情報を集めるセンサとしての役割にも注目が集まっている。建設機械の稼働履歴等を用いて現場の地形や資機材の動きを可視化し，AI技術を活用して全体マネジメントの効率化を支援する技術等，今後の開発動向が注目される。

《参考文献》

1）建山和良：ITと建設施工　―Precision　Constructionの試み―，建設の機械化，No.625，pp.3～7（2002.3）

2）建山和良他：建設工事における環境保全技術（社団法人　地盤工学会），第8章　環境負荷低減への新しい取組み ,pp.215～230

［筆者紹介］

森川　博邦（もりかわ　ひろくに）
国土交通省　国土技術政策総合研究所
社会資本マネジメント研究センター
社会資本施工高度化研究室　室長

藤島　崇（ふじしま　たかし）
（一社）日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所　研究第3部　次長

施工技術総合研究所の活動

施工技術総合研究所の研究理念とこれまでの取り組み

真 下 英 人

1. 研究理念

施工技術総合研究所（以下「施工総研」と称する）は，「建設機械および機械化施工に関する試験研究を実施することにより，建設機械に関する技術の向上並びに建設事業の合理化を図ること」を目的として，昭和39年10月，社団法人日本建設機械化協会（平成24年4月に一般社団法人日本建設機械施工協会に移行）の付属機関「建設機械化研究所」（平成14年11月に施工技術総合研究所に名称変更）として設立された。

これまで，国などの関係機関や民間企業などからの委託を受け，半世紀以上に亘り，道路，橋梁，トンネル，ダムなどわが国の主要プロジェクトの機械化施工法に関する調査研究，建設機械の性能試験や騒音，振動，排気ガス対策などの環境に係わる試験などを実施してきている。研究の実施に際しては「自らの頭で考え，自らの足で調査し，自らの手で試験する」という発足当初から実践してきた伝統を，現場主義，実証主義，直営主義として堅持しつつ，研究以外にも多岐にわたる業務を行ってきている。施工総研の特徴としては，この伝統を受け継いだ高い専門性と技術力を身に付けた土木・機械・地質・資源・電気など多くの分野を専門とするスタッフがいること，加えて，広大な試験研究用地と各種の試験設備を有していることにある。このため，施工総研は，大学や国や民間企業の研究所とは異なったスタイルの研究および技術開発を行うことができ，また，第三者的立場で中立的な助言を行うこともできる。

決して大きな組織とは言えないが，人材と施設という二大資源を活かし，独自性と専門性を発揮しつつ，建設機械と機械化施工に関するわが国唯一の総合試験研究機関としての役割を果たし，わが国の建設技術の進展と建設事業の効率化に寄与することを目指している。

2. これまでの取り組み

施工総研がこれまで実施してきた業務は，調査研究，性能試験・性能評価・評定，技術開発，技術支援と多岐にわたり，試験設備を用いた実験・試験や現地調査以外にも第三者的立場での助言が必要とされる現場における緊急対応，積算の基になる機械損料，歩掛りの算出など建設技術に関するあらゆる業務を行ってきている。対象とする分野は，施工総研が設立された当初は建設機械に関する業務が主なものであったが，時代の変遷とともに社会のニーズも多様化してきており，ダム，トンネル，橋梁などの大型プロジェクトが盛んな時代にはこれらプロジェクトに関わる業務が多く行われてきた。最近は大型プロジェクトに関わるものは少なくなったものの，トンネル，橋梁，建設機械に加えて情報化施工・ICT施工に関する業務が増えてきているのが特徴である。ここでは各業務のこれまでの取り組みについて概観する。

調査研究については，建設工事全般にわたる施工法，構造物の維持管理，建設機械に関する諸問題を対象に行ってきている。橋梁を中心とした構造物に関しては，鋼構造物やコンクリート構造物全般について施工総研所有の大型疲労試験機や屋外輪荷重疲労試験機，高速道路総合技術研究所所有の移動載荷疲労試験機を用いて，長年にわたって疲労耐久性および耐荷力などに関する検討を行ってきている。最近の傾向としては，平成25年12月に発生した笹子トンネルの天井板落下事故を契機に道路構造物に対して5年に一度の定期点検が義務づけられるなど維持管理の重要性が再認識されたことを受けて，維持管理や補修・補強技術に関係するものが増えている。トンネルでは点検を目的として民間企業が開発したロボット技術の現場検証，橋梁では鋼床版の疲労損傷対策，橋梁伸縮装置や床版取替え工事に用いられるPC床版の疲労耐久性の検討などを実施している。情報化施工・ICT施工に関しては，国土交通省が進める情報化施工のビジョン策定，情報化施工推

進戦略の策定と現場普及のための支援，i-Construction の策定および現場普及のための支援を行ってきたが，最近では i-Construction の取り組みの中の主に「IC 技術の全面的活用（ICT 活用工事）」に関する検討を行っている。これまで培われた ICT 建設機械（マシンコントロール／マシンガイダンス）や 3 次元計測技術などの要素技術に関するノウハウ，3 次元設計や施工で取得されるデータなどの活用方法などの知見を活かして，i-Construction 技術の導入に関する検討や普及支援，ICT 活用工事にかかわる技術基準類の作成に携わっている。建設機械に関しては，防災・復旧対策，環境対策，安全対策の分野における建設機械の性能向上および新機種の開発などに関する調査研究を行ってきており，最近では除雪作業の自動制御，自然災害時の早期復旧や社会影響を低減させるための遠隔操作などが重要課題となってきている。

性能試験・性能評価・評定については，橋梁構造物の補修・補強のために新たに開発された工法，機械・装置，補修材料が，発注者が定める施工管理要領や性能評価試験法で規準化された性能を満足しているか試験・評価を行い，認定を行ってきている。また，建設機械の性能向上を図り，ユーザーへの正確な情報を伝達することを目的としてメーカーの依頼による建設機械の性能試験を実施してきており，最近では除雪機械と運転員保護構造が主なものとなっている。建設機械の検査・評定・認定は，法律あるいは国で定めた制度などに基づき，メーカーまたはディーラからの依頼により実施してきており，環境対策および安全性に関わるものが多い。

技術開発については，発注者からの委託によるもの以外にも，施工会社，施工機械や材料などを取り扱う民間企業との共同研究あるいは自主研究により，新機種・新工法・新材料などの技術開発を行ってきている。施工総研には，前述した広大なフィールドと大型疲労試験機，移動載荷疲労試験機の他，実大規模の模擬トンネルなどが備わっており，現場に近い条件で実大規模の様々な実験ができるという強みを有している。実大規模の実験の実施により，実構造物の挙動の把握，現場における施工性や効果の検証，構築された構造物の品質の確認などが行えるため，実現場に適用可能な技術の開発が容易になる。また，施工総研には，施工や機械だけではなく，現場で起こっている問題やニーズ，基準類や設計の考え方などに精通したスタッフがいるため，施工総研と民間企業が協力して知恵を出し合うことにより，机上のアイデア段階の技術が現場で使える技術に発展する場合がある。前述した新機種の建設機械の開発以外でこれまでに実用化された技術として，エアー式交通遮断機，コンクリート床版内部のひび割れ検査や水分計測手法などが挙げられる。最近ではデジタル画像を用いたひずみ計測などの構造物の点検・検査・計測技術，トンネルや橋梁の補修・補強技術，トンネル覆工のプレキャスト化，3D プリンティングなどの生産性の向上に資する技術の開発に取り組んでいる。

技術支援については，施工に携わった経験が少ない自治体の発注者に対して，第三者的な視点を持って技術的な助言などを行ってきている。トンネルでは，設計の妥当性，施工時の地山評価，最適な支保構造や補助工法の選定，施工業者から提案された施工法の現場への適否や代替案などについて助言を行ってきている。橋梁では様々な現地調査，室内における疲労試験や性能試験などの経験を活かし，事故の原因究明，損傷が著しいあるいは損傷原因が不明な橋梁の対策などそれぞれの状況に応じた助言を行ってきている。また，大断面のシールドマシン，特殊な橋梁の架設，耐震補強工事などの工事費積算に必要となる歩掛り，橋梁の架替えや大規模修繕，複雑な構造のジャンクションなどの施工計画といった積算支援業務を行ってきている。

3. おわりに

この 70 年の間に施工技術を取り巻く状況は大きく変化し，現場のニーズも大きく変化してきた。今後は老朽化した社会インフラの増加に伴う維持管理，地震や集中豪雨などの自然災害に対する防災と復旧対策に関わるニーズが増えるものと予測される。しかし，建設技術の進展と建設事業の効率化といった施工総研の使命は変わるものではなく，現場の課題やニーズの把握，現場で使える技術の開発およびそれらの普及支援，発注者に対する技術支援などの様々な活動を通じて，その達成に向けて所員一同さらに研鑽を積んで参る所存である。

［筆者紹介］
真下　英人（ましも　ひでと）
（一社）日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所
所長

施工技術総合研究所の活動

トンネル技術分野の取り組み

安 井 成 豊

1. はじめに

施工技術総合研究所は，設立当初から道路トンネルを中心に歩掛り調査やトンネル施工法検討などの業務を受託し，数多くのトンネル建設に係わってきている。さらに，トンネルの設計から施工までの一貫した技術的支援などの実績も多くなり，トンネルの計画，設計，施工，維持管理の各段階における技術的な諸問題に対して幅広く対応している。最近では，総合評価方式の導入に伴う発注者支援や新技術関連の業務も行っている。

このように，トンネルに関する仕事が施工総研の柱として培われ，技術を継承しながら経験豊富なトンネル技術者が育って現在に至っているのも，（故）三谷健最高顧問の存在無くしてはあり得ないと言っても過言ではない。設立当初からトンネルの学識経験者として，いくつもの施工困難なトンネルに関する委員会の委員長を担うとともに，日本坂トンネル内での火災事故後には陣頭指揮を執って迅速な対応をするなど，90歳まで生涯現役として現場主義を貫き，我が国でも有名なトンネル技術者であった。

しかし，その後は「日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所」という名前からトンネルに深く関わっているという存在感が薄れつつあるのも確かである。この状況を払拭するためには，今後，トンネルに関する新たな取り組みをしていかなければならないと考えている。

以降に，トンネル技術分野の取り組みとして，施工総研が今までに係わった大型プロジェクトのうち，日本で施工された代表的な山岳トンネルの技術支援，民間企業との新技術の研究開発，シールドトンネルに関する調査・実験，トンネル維持管理における最新技術の現場検証や研究開発について紹介する。

2. 山岳トンネルに関する取り組み

(1) トンネル技術支援

(a) 技術支援の概要

施工総研では，設立当初からトンネルの施工に関する技術的な相談を受けてきた。特に施工段階においてトンネル施工に関する発注者のブレーンとして「…切羽観察等検討業務」「…施工検討業務」など多くの業務を受託してきている。

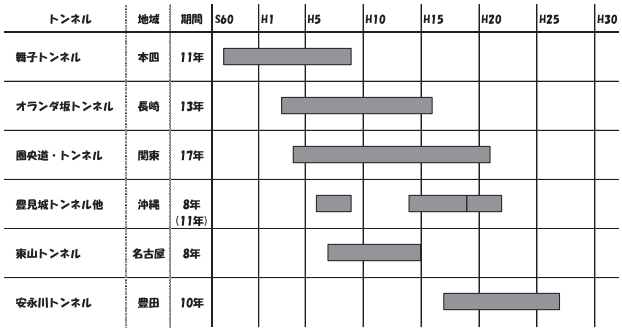
その実施内容は，トンネル施工に携わった経験が少ない発注者側担当者とトンネル施工の専門家である施工業者との間に立ち，ある時は通訳者として特殊なトンネル専門用語や施工業者からの提案内容をわかりやすく説明するとともに，参謀として提案された内容の当該現場への適否や代替案の検討などを第三者的な視点を持って助言を行っている。これにより，発注者の方々が説明責任を負う上位組織や議会等に対して中立公平性を担保されたものとしている。また，施工業者にとっても，発注者からの判断が早くなされ，回答待ちに伴う施工遅延を防ぐことにも寄与しており，両者が Win-Win になるように取り組んできている。

施工総研がこれまでに取り組んできた技術支援では，トンネルの建設開始時（設計検討時）からトンネル施工完了までの長期間に渡って継続した支援を多く行ってきたことがひとつの特徴である。その代表的なトンネルと技術支援時期についてまとめたものを**図**―1 に示し，以下に各トンネルの特徴を紹介する。

(b) 本州四国連絡道路関連のトンネル

本州四国連絡道路の交通ネットワークには，多くのトンネルが施工されている。その中で大きな特徴を有するトンネルとして「鷲羽山トンネル」と「舞子トンネル」が挙げられる。

鷲羽山トンネルは，本州四国連絡道路の最初に建設が実施された児島・坂出ルート（瀬戸大橋）において本州側の端部にある鷲羽山を掘削したトンネルである。瀬戸大橋は 3 ルートの中で唯一，道路鉄道併用橋



図―１　代表的なトンネルと技術支援実施期間

として建設された。瀬戸大橋の北端に位置する下津井瀬戸大橋に隣接することから，計画当初は，鷲羽山をオープンカットする予定であったが，**写真**―１に示すように，景観保存の観点で上部に道路トンネル２本，下部に鉄道トンネル２本の計４本のトンネルが隣接し，さらに下津井瀬戸大橋のアンカートンネル（38°の斜坑）が両側に位置する特殊なトンネルとして建設された。

発注者である本州四国連絡橋公団は，主に橋に関する技術力に精通しているが，トンネルに関する技術力まではカバーできないことから，施工総研が技術支援を行ってきたものである。

同様に２つめのルートである神戸・鳴門ルートにおいても，技術支援を行ってきた。その代表例が，明石海峡大橋の北側に位置する神戸エリアにおいて，当時は珍しい３車線幅員を有する大断面トンネルで，住宅等の多くの地上構造物への影響抑止を必要とする舞子トンネルである。その建設に際しては，**写真**―２に示すように，国内で始めて適用する新しい技術や施工機械を採用することが必要とされた。そのため，現場にて各種実験や試験施工を行い，現場の工事事務所等にて発注者および施工業者とともに議論を繰り返し，最適な施工法を構築しながら取り組んできた事例である。

写真―２　舞子トンネル

（c）名古屋高速道路関連のトンネル

名古屋高速道路は，ほとんどが高架構造の橋梁にて交通ネットワークが形成されているが，その中で唯一，山岳トンネルにて建設されたのが「東山トンネル」である。当該トンネルは，**写真**―３に示すように，都市部の小土被りかつ未固結地盤に対して多くの住宅等を有する地域に建設されたトンネルである。発注者である名古屋高速道路公社は，高架橋中心に道路ネットワークを構築してきた組織であり，トンネルに関する経験を有する技術者がいない状況であった。そのため，当時の職員が舞子トンネルに研修出向されていた関係で，施工総研を知ることとなり，技術支援を行うこととなった。

（d）特殊施工条件下のトンネル

山岳トンネルは名前のとおり，山岳部にて施工されるトンネル工法として採用されてきた。その後，各種補助工法や施工材料および施工機械の発展に伴って，住宅が密集する都市部でも山岳トンネル工法が適用されてきた。その結果，用地確保の問題で上下線のトンネル離隔がほとんどない条件，トンネル直上の住宅等への沈下抑制および施工時振動の軽減等が必要とされる条件などの特殊な施工条件を有する中で山岳トンネルの施工が必要とされるものがでてきた。

写真―１　鷲羽山トンネル

写真―３　名古屋高速東山トンネル[1)]

前者の代表的な事例としては，沖縄県内で施工された**写真**―４の「豊見城トンネル」および**写真**―５の「識名トンネル」が挙げられる。超近接トンネルの施工は，過去には中央導坑（あるいは側壁導坑）を先行実施するめがねトンネルと呼ばれる施工方法で実施されてきた。しかし，同トンネルにおいては，国内で初めて早期断面閉合による無導坑方式での超近接施工を実施し，以後の超近接トンネルの施工において参考にすべき事例として貢献してきた。

後者の条件では，長崎県のオランダ坂の住宅街直下を掘削した「オランダ坂トンネル」と愛知県豊田市内に施工された「安永川トンネル」が挙げられる。

オランダ坂トンネルは，一般国道 324 号バイパスとして長崎県が計画した郊外の早坂側から市街地となるオランダ坂近くの新地側に抜ける延長約 3 km の長大トンネルであり，2 車線併設の道路トンネルである。そのうちの新地側約 500 m は，**写真**―６に示すように，小土被りでトンネル直上には住宅が密集し，新地側の坑口は離隔が数 m の超近接トンネルとなるなど，設計・施工上の多くの諸問題を抱えていた。

そのため，平成 3 年度の計画段階から学識経験者によるオランダ坂トンネル技術検討委員会を設立し，計画，設計，施工，非常用施設設置までの約 13 年間にわたり，施工総研が委員会の運営と諸問題に対する技術支援を行ったものである。

写真―４　豊見城トンネル

写真―５　識名トンネル

写真―６　オランダ坂トンネル[2)]

安永川トンネルは，豊田市内に建設された中心市街地の浸水被害軽減を目的とした地下河川トンネルであり，古くから計画はされていた。しかし，トンネル直上に多くの住宅を有すること，トンネルと地上との離隔（土被り）が小さいこと，トンネル施工が実施される地質は，上部に脆弱なマサ土を有しつつ，トンネル断面の多くは硬い花崗岩が分布する特殊な施工条件であり，事業の実現可能性が不明とされていた。

当該事業の実現を目指す豊田市が都市部にて NATM 施工を実現した名古屋高速道路公社に相談をされ，公社から紹介された施工総研が施工方法を見直すこととなった。

最終的には，割岩工法を含めた NATM 施工区間と**写真**―７のような TBM（トンネルボーリングマシン）を用いた先進導坑掘削と特殊電子雷管等を用いた拡幅 NATM 区間にて施工を実現した[3)]。

本トンネルでは，設計段階において基本となる施工

写真―７　安永川トンネル

方法について検討することから初め，詳細設計・工事発注・工事実施の各段階において発注者に対する技術支援を行ったものである。

（e）その他のトンネル

山岳トンネルの技術支援は，上記のような特殊なトンネルのみでなく，（1）概要で述べたとおり，発注者のブレーンとして多くのトンネルにて寄与してきた。特に，三重県内においては，国および県にて発注されたトンネルの多くに関わり，それら施工実績データ（計51トンネル）の蓄積から，県内での面的な地質的特徴と施工時の性状等を踏まえた技術支援につなげてきている。

また，施工総研では，発注機関管内の複数トンネルに対し，一括した技術支援も行っている。主な技術支援の内容は，設計の妥当性の確認，施工時の地山評価への立合，適切な補助工法選定のための助言などである。このように管内のトンネルを一括して技術支援することで，統一的な地山評価が可能となる。また，この施工データを一元管理することで，将来の管内のトンネル施工時に有用なデータとすることができ，結果として合理的かつ経済的なトンネルの施工管理を行うことが可能になる。最近では，静岡県，山梨県，三重県などの地方公共団体でこのような取り組みを実施している。

（2）民間企業との研究開発の取り組み

（a）民間企業との共同研究，施設貸与と技術指導

施工総研では，ゼネコンに代表される施工会社だけでなく，施工機械や材料等を取り扱う会社との共同研究も多数実施している。

施工総研には，構内に延長80 m，内空断面66 m^2の2車線道路トンネル相当の模擬トンネル（**写真**―8）があり，机上検討の後，プロトタイプを設計製作した際に，現場に近い条件で基礎試験から応用試験まで各種試験の実施を可能としている。

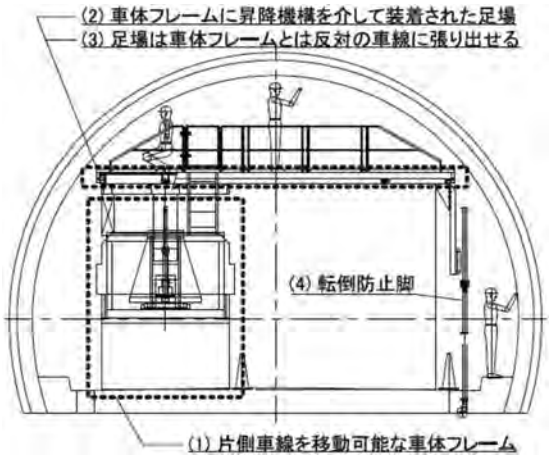
会社によっては，すでにプロトタイプまで検討を自社で進められ，それを実大規模のトンネルで検証する際に，施設貸与にて同トンネルを活用される場合もある。その際には，第三者の立場のトンネル技術者として技術指導を行い，現場に展開される技術へと発展させることも行っている。

共同研究の事例としては，トンネル点検作業の効率化を図るための作業台車開発として**図**―2に示すものが机上検討例として挙げられる。作業台車については，その後，後述するSIP研究開発プログラムにおいても形状を可変可能とする新たな作業デッキを検討し，**写真**―9に示す部分模型の製作まで実施した。

また，開発した技術の実施工検証として**写真**―10に示すように，防水シートを設置する実験を行ったものや覆工打設実験を行ったものなど各種の実験を実施している。

（b）新技術開発研究会

補助工法などの発達に伴い，山岳工法が都市部のトンネルに適用されるケースが増えてきた。その実施に際しては，超近接トンネルの施工，止水構造の採用な



図―2　点検作業台車の研究事例[4]

写真―8　実物大模擬トンネル

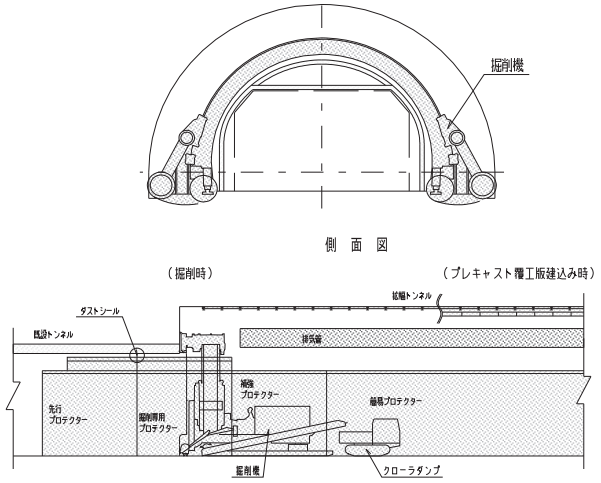
写真―9　点検台車の部分模型

写真―10 防水シートの施工実験

ど，厳しい施工条件が課せられるケースも増え，実現場に適用可能な最新の施工技術の研究開発が求められている。

施工総研では，各種課題に応じて大学，民間企業と協力し，最新の技術をよりスムーズに現場に適用可能とする新技術の開発促進を目的として，『新技術開発研究会』を適宜設立して最新技術の研究に取り組んでいる。これまでに実施してきた研究テーマとしては，「山岳トンネルの止水技術の研究と開発」，「大深度地下分岐合流部の設計施工技術に関する研究」，「防水シートの品質向上に関する研究」，「トンネルの補助工法に関する研究」，「トンネル活線拡幅工法の技術研究」などが挙げられる。

図―3は，「トンネル活線拡幅工法の技術研究」において検討された活線拡幅施工の一例である。



図―3 活線拡幅検討例

3. シールドトンネルに関する取り組み

(1) 各種実験の実施

シールドトンネルに対する取り組みは，東京湾アクアライントンネルのシールド検討時が最初と記憶している。計画当時は，マシン外径6 m以下で施工延長1 km程度までの施工実績がほとんどであったシールドに対して，マシン外径14mで施工延長2.5 kmを実現することが求められたものである。そのキーテクノロジーとして高耐久性ビットが求められ，その実験を施工総研にて実施した（**写真―11**）。

その後，シールドの多断面化（DOT，MF等）における掘削土の取り込み性能実験や上向きあるいは下向きに発進・施工するシールドの実大規模実験等（**写真―12**）を民間会社からの委託にて実施してきた。

また，**写真―13**のように実大規模の模擬トンネルを道路本線となる大断面シールドと想定し，ランプ

写真―11 高耐久性ビットの試験

写真―12 上向きシールドの実験

写真―13 大口径曲線ボーリング実験

シールドとの切り拡げ施工に関する実験も実施してきた。実験は，非開削拡幅技術として首都高中央環状新宿線にて適用実績がある大口径曲線ボーリングであり，施工径φ 600 mm へのサイズダウンと上向き施工に取り組んだものであった。

前記のように，施工総研の広大な敷地を利用して，実験目的に応じて適宜必要なヤードや実験施設を計画・構築して，各民間開発者が必要とされる実大規模の施工実験を積み重ねてきた。

(2) 各種調査および検討

シールドトンネルに対する別の取り組みとしては，各種調査および検討が挙げられる。東京湾アクアラインの施工時には，以後の大断面シールド施工につながるデータ収集を目的として，全工区の施工状況等について調査を行い，現場にて適用された大型の後続設備等の資料収集・とりまとめを行った。また，シールドメーカー各社の設計技術者とともに，さらなる大断面化，長距離・高速施工に関する課題と解決案について検討を行った。

施工総研は，一般社団法人日本建設機械施工協会に属する組織であり，建設機械損料に代表される価格に関する調査にも取り組んでいる。そのため，各種大断面シールドに関する基礎価格の調査を継続して実施してきており，最近施工されている大断面シールドの多くにも携わってきている。

また，新東名にて本格採用された先進導坑用 TBM についても，施工対象となる地質条件等を考慮して必要とされる基本仕様を検討するとともに，基礎価格や損料等について検討を行う取り組みを行ってきた。

4. トンネル維持管理における最新技術の取り組み

トンネルは，橋梁にみられるような架け替えなどのリフレッシュ工事は困難であり，建設後，別ルートを新たに建設しない限りは，維持管理をしながら利用され続けることが基本とされる構造物である。建設後 50 年を経過したトンネル数は 10 年後には 34%となることから，点検技術の効率化・高度化が大きな課題とされてきた。施工総研においても，トンネル維持管理における最新技術の取り組みが求められ，実施例として「次世代社会インフラ用ロボット現場検証」と「トンネルマーカーの研究開発」について以下に各概要を紹介する。

(1) 次世代社会インフラ用ロボット現場検証

平成 25 年 12 月に発生した笹子トンネル天井板崩落事故を受けて，国交省から平成 26 年 6 月に「道路トンネル定期点検要領」（以後，「点検要領」と呼ぶ）が発出され，全ての道路トンネルについて 5 年に 1 回の定期点検が必要とされた。

国交省では，少子高齢化が進む将来において持続的に点検維持管理を可能とすべく，次世代社会インフラに対する点検を可能とされるロボットについて公募を行い，その現場検証を 3 ヶ年に渡って実施した。

施工総研では，公募提案されたトンネル点検を目的とした各種ロボット技術について現場適用性を評価可能とするための検証方法および評価方法について検討を行い，実トンネルおよび施工総研の模擬トンネルにて各ロボット技術の現場検証を行った[5), 6)]（**写真―14**）。

写真―14　ロボット技術の現場検証

上記検証を踏まえて実際の定期点検へのフィールド試行もその後行われた。そして，点検要領発出後の点検作業が一巡実施された平成 30 年度末において，点検要領の改訂とともに「新技術利用のガイドライン（案）」が発出され，定期点検における新技術（ロボット）の活用が始まった。

(2) トンネルマーカーの研究開発

平成 26 年度からの 5 箇年に渡って「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）」がはじまり，その中の「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」分野に土木研究所および橋梁調査会との研究共同体として参画した。その研究開発プログラムにおいて施工総研は，安全かつ効率的なトンネル点検を実現するために，各社や各機関にて研究開発されているロボットなどの新技術をトンネルに活用可能とするためのインフ

写真―15 トンネルマーカー

ラ側の工夫（構造提案）に関する研究を実施した。

研究の結果，GNSS が利活用できないトンネル環境下において，各種ロボット技術の利用促進を図るためには，自己位置をいかに認識可能とするかが大きな課題とされた。そのため，トンネル内にて静止状態だけでなく，移動状態においても中心位置が認識可能となるトンネルマーカーを提案するに至った（**写真―15**）。同マーカーに中心座標情報等を付与することにより，トンネル内における自己位置座標が算出可能になるとともに，走行型レーザー計測システム（MMS）の計測精度向上効果や走行式画像撮影システムの画像認識性向上効果などについて現場検証結果を踏まえて実証した[7)～9)]。

今後，同研究結果を踏まえて「（仮称）トンネルマーカーの活用ガイドライン（案）」の作成を進めており，トンネル点検へのさらなる新技術・ロボット技術の活用が促進されることを期待している。

5. おわりに

施工総研がトンネル技術分野に対して取り組んできた事例として，山岳トンネルについては「トンネル技術支援」と「民間企業との共同研究等」，シールドトンネルについては「各種実験の実施」と「各種調査および検討」を紹介した。さらに，トンネル維持管理に対する最新技術に関する取り組みについても示し，トンネルに関する各種段階において取り組んでいる現状を紹介した。

今後も施工総研らしい技術者集団として，コアとなる確かな技術力を高めながら，時代が求める「変化」に対応していき，広く社会に貢献していく所存である。

《参考文献》

1）名古屋高速道路公社：名古屋高速道路 東山トンネル工事誌
2）長崎県土木部，長崎県道路公社：オランダ坂トンネル工事誌
3）岩野圭太：切る 先端技術研究 2 周辺環境に優しい制御発破技術，土木技術，Vol.70，pp.26-31，2015.8
4）寺戸秀和：トンネル供用時の維持管理用作業台車の開発，建設機械施工，Vol.65，2013.6
5）寺戸ら：次世代社会インフラ用ロボットの現場検証 トンネル維持管理分野を中心として，建設機械施工，Vol.67，2015.12
6）寺戸ら：次世代社会インフラ用ロボット開発・導入に関するトンネル維持管理分野の取り組み，建設機械施工，Vol.69，2017.10
7）寺戸ら：トンネル点検の効率化を目的とした覆工マーカーの提案，土木学会第 73 回年次学術講演会，Ⅵ-234，2018.8
8）寺戸ら：トンネル維持管理の効率化・高精度化を目的とした覆工マーカーの利用方法，土木学会第 74 回年次学術講演会，Ⅵ-153，2019.9
9）井野ら：トンネル覆工マーカーを用いた位置座標補正効果に関する現場検証，土木学会第 74 回年次学術講演会，Ⅵ-771，2019.9

［筆者紹介］
安井 成豊（やすい しげとよ）
（一社）日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所
研究第一部 部長

施工技術総合研究所の活動

橋梁技術分野の取り組み

小　野　秀　一

1. はじめに

施工技術総合研究所研究第二部では，主として橋梁を中心とした構造物に関する調査，試験，研究，開発を行っている。橋梁に関連しては鋼構造物やコンクリート構造物全般に加え，付属物としての伸縮装置，支承等を対象とした点検，補修技術も業務対象である。さらには，特殊橋梁や大規模更新，耐震補強工事等の施工計画立案や積算等の発注者支援業務も行っている。このように，橋梁構造物の耐久性や耐荷性，これらに使用される材料の性能評価試験，構造物の非破壊試験や実橋載荷試験，構造解析，事故原因の究明と対策，新技術開発などの，橋梁に関連する産・学・官からの様々なニーズに対応している。

以下に，橋梁分野への取り組みとして，最近実施している橋梁関連業務の概要を紹介する。

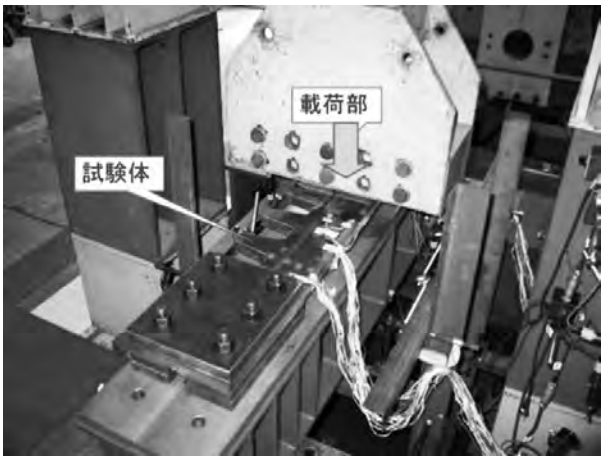
2. 鋼構造物に関する業務

施工総研は，最大動的載荷荷重 4,000 kN（静的には最大 6,000 kN）の大型疲労試験装置（**写真**―1）から，小型のものについては 100 kN に至る各種の疲労試験機を複数台保有しており，実物大の鋼構造物を中心に鋼材や溶接継手，ボルト継手等の疲労耐久性および耐荷力等に関する試験研究を行っている。また，屋外には輪荷重走行試験機として，載荷容量 300 kN を 2 台，200 kN を 1 台と計 3 台を設置しており，屋外の自然環境で試験を行っている（**写真**―2）。

最近の試験研究のテーマとしては，新しく開発された鋼材や溶接継手の S-N 曲線の確認，鋼床版の疲労損傷対策として実橋での適用事例が多く見られるコンクリート系材料（例えば鋼繊維補強コンクリート）を舗装材として用いた場合の補強効果確認や耐久性評価，既存あるいは新たに開発された橋梁伸縮装置の疲

写真―1　4,000 kN 大型疲労試験装置

写真―2　300 kN 屋外輪荷重疲労試験機



写真―3　橋梁伸縮装置の疲労試験

写真―４ 電磁誘導加熱（IH）による塗膜剥離工法

写真―５ 緊急仮設橋の開発

労耐久性確認（**写真**―３），火害を受けた鋼桁の耐荷力試験などを行っている。近年は特に実構造物の維持管理や補修･補強技術に関する業務が多くなっている。

技術開発テーマに関しては，鋼橋の塗装塗替え時に適用される，環境や作業員への負荷が小さい電磁誘導加熱（IH）式塗膜除去工法（**写真**―４），水害や地震時等の道路寸断時に利用可能で，乗用車３台が同時に乗載できるうえ，数分で約 16 m のスパンを架設できる緊急架設橋（**写真**―５）を産学共同で開発している。

3. コンクリート構造物に関する業務

コンクリート構造物に関する最近の業務は，コンクリート床版，プレストレストコンクリート（PC）構造物，コンクリート製壁高欄の耐久性や耐荷力評価，補修工法の検討，補修材料の性能確認試験等が多くなっている。

コンクリート床版には RC 床版，PC 床版，合成床版があり，各床版および継手部の耐荷力（静的載荷試験）や耐久性（疲労試験）の確認，疲労試験等による補修・補強効果の確認（上面補修，下面補強），実橋調査（荷重車載荷試験，モニタリング，施工試験）などを行っている。

また，施工総研には高速道路総合技術研究所（NEXCO 総研）所有の移動載荷試験機（**写真**―６）や定点載荷疲労試験機が設置されていることもあり，新東名をはじめとした高速道路に使用される新形式床版などの疲労試験や，近年では，大規模修繕として行われている床版取替え工事に用いられる PC 床版の現場接合部に着目した疲労耐久性確認試験が多く実施されている。

PC 構造物（PC 桁）については，**写真**―７に示すように耐荷力や耐久性の確認試験のほか，グラウト再注入試験や非破壊試験（PC 鋼材の破断検知，グラウト充填，モニタリング）などを手掛けている。

補修工法に関する業務としては，コンクリート橋の調査，診断（疲労，塩害，中性化，凍害，アルカリシリカ反応，初期欠陥等），補修･補強対策（ウォータージェット，断面修復，防水層，電気防食，表面被覆・含浸，ひび割れ注入，FRP 接着，接着剤等に関する性能確認試験，技術開発），マスコンクリートの温度応力解析などが挙げられる。

材料評価に関しては基本的な強度試験，劣化促進（温

写真―６ 移動載荷試験機（NEXCO 総研）

写真―７ PC 桁の載荷試験

冷・乾湿繰返し，凍結融解，塩水負荷，中性化促進など）試験に加え，塩分分析，X 線回折，イオンクロマトグラフ法によるイオン分析試験，熱重量示差熱分析（TG-DTA）などの分析装置を充実させ，各種室内試験の実施をはじめとして，各地（北海道から沖縄）での屋外暴露試験（**写真**―8 は沖縄の暴露試験場）も実施している。

また近年，**写真**―9 に示す小型の輪荷重疲労試験機（最大輪荷重 40 kN）を導入し，コンクリート床版を対象とした補修材料や補修工法の予備的な検討のための輪荷重疲労試験も可能となっている。

4. 各種性能評価試験

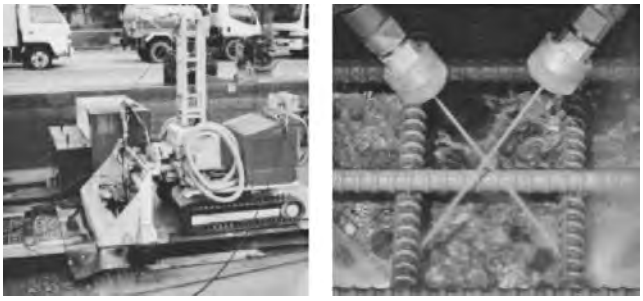
前章で紹介した鋼構造やコンクリート構造に関連する業務の成果の一部は，関係機関の施工管理要領や性能評価試験法に反映されている。このように規準化された各種工法や技術，材料仕様等に関しては，新しい性能評価基準に則った性能や新たに開発された装置の性能を各種試験法に基づいた評価業務を行っている。また，一定の評価が得られた技術については，その普及促進や技術レベルの維持のために研修会や講習会も開催している。

例えば，**写真**―10 に示すウォータージェット工法に関してはコンクリート構造物のはつりに使われる装置の性能評価（オペレータの技能評価も含む）を行っており，これまでに約 60 社の認定を行っている。断面修復工法に関しては，吹付け材料について各種性能評価試験（**写真**―11）を実施し，各補修材料メーカが製品化している 20 製品が合格に至っている。加えて，吹付け材料のみならず，吹付け作業を行うノズルマンの技能評価も行っており，これまでに 150 名近くを認定しているほか，その監理技術者については約 850 名が講習会を受講している。

コンクリート床版の防水層に関しては，施工総研が開発したせん断疲労試験やひび割れ開閉負荷試験をはじめとした各種性能評価試験（**写真**―12）を実施し，高機能防水材に関しては複数製品を認定している。コンクリート床版については，輪荷重の繰返しによる疲労寿命に及ぼす雨水浸透の影響が極めて大きいことが知られており，様々な高性能・高機能な防水層の開発が進められている。床版防水については，舗装体等と

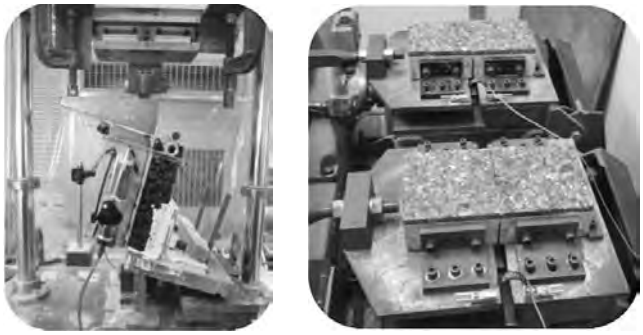
写真―8　暴露試験場（沖縄）

写真―9　小型輪荷重疲労試験機



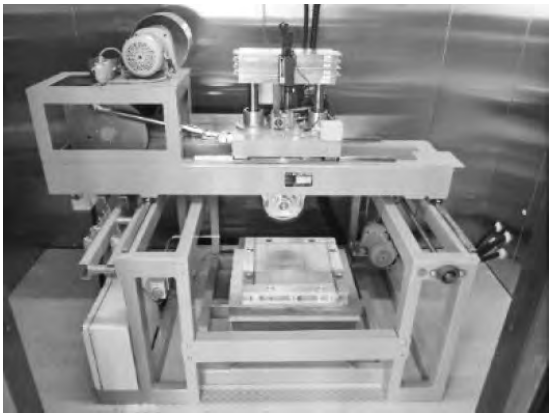
写真―10　ウォータージェットによるはつり性能評価試験

写真―11　吹付け材料の性能評価試験

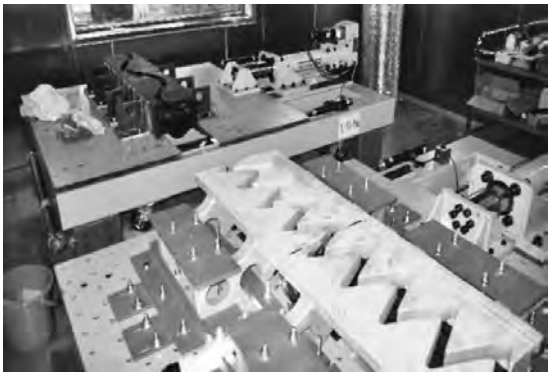


（せん断試験）　（ひび割れ追従性試験）

写真―12　床版防水材の性能評価試験



写真―13 ホイールトラッキング試験装置



写真―14 橋梁伸縮装置止水構造の性能評価試験

一体になって防水システムとしての性能評価も重要であり，**写真**―13に示すように，ホイールトラッキング試験装置によってシステムとしての評価も行っている。

橋梁の桁端で多く生じる腐食損傷の一要因と伸縮装置からの雨水の漏水が挙げられている。このような背景に鑑みて，橋梁伸縮装置からの漏水を抑制するため，伸縮装置遊間部に止水構造を設けて止水性能を求めることが増えてきている。**写真**―14は伸縮装置の伸縮試験装置であり，日々および年間の気温変化を想定して，温度負荷と伸縮負荷を与えた上で止水性能を有しているかどうかの性能確認を行っている。本試験では，所定の温度環境下での実施が求められることから，内部で試験ができる大型の恒温室（－30～50℃に対応）も有している。

写真―15は，衝突台車を用いたレール走行方式の衝突実験装置である。近年，橋梁の既設床版の取替用としてプレキャストPC床版が採用されているが，加えて壁高欄のプレキャスト化も進んでいる。場所打ち壁高欄と比べてプレキャスト製品の場合には，部材同士を接合する目地が存在するため，当該部位の耐衝撃性評価が課題である。本装置はこのようなプレキャスト製壁高欄の本体および目地等の耐衝撃性を確認するための装置であり，最大衝撃度273 kJの性能を有している。

写真―15 耐衝突性能確認試験装置

5. 発注者支援業務

一般的な積算資料に載っていない特殊な橋梁の架設や耐震補強工事等の工事費積算の参考資料を作成するための歩掛り検討，橋梁の架替えや大規模修繕，複雑に立体交差するジャンクション等の施工計画といった積算支援業務を行っている。その検討に必要なデータの収集に向け，現地での実態調査や施工業者へのヒアリング，各種資料収集なども行っている。

さらに，様々な現地調査や室内における疲労試験や載荷試験等の経験を活かし，特に損傷が著しい橋梁や損傷程度，損傷原因が不明で対策検討が難しいケースなどのそれぞれの状況に応じて技術的な視点でのアドバイスを行う，自治体への技術支援業務も行っている。損傷原因調査としては，橋梁本体の損傷調査の他に，付属設備である道路照明や道路標識の支柱，公園遊具の破損原因調査などがある。

6. 新技術開発その他

実構造物の損傷程度の正確かつ的確な把握，その施工条件の確認，3次元的な応力変形挙動の把握や可視化など，構造物の評価を行う上で，計測技術や検査技術の高度化は不可欠である。施工総研でも新しい診断・計測技術などの開発も行ってきており，以下にこれまでに関わって新しく開発された技術のうち，特に最近，適用事例が増えてきている技術について以下に紹介する。

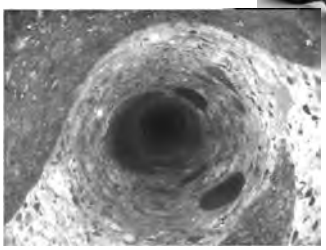
①自動車交通用のバルーン式自動交通遮断機

この遮断機は，**写真**―16に示すように，遮断機設置箇所が事務所から遠方に位置する場合でも遠隔操作

写真―16　エアバルーン式交通遮断機

（極小径コアの削孔）

（コア内面の観察）



写真―17　小径コアによる内部調査

写真―18　コンクリート床版用水分計

が可能であり，料金所等での同時交通遮断等も可能となることをコンセプトに開発したもので，遠隔操作での自動伸長，事故や災害時に緊急時に即時交通遮断する装置である。主材料としてテント地として利用されているポリエステル製を用いたエアバルーン方式のため，車両が 60 km/h で衝突しても車両が損傷することは無く，撥水性を有するため時間雨量 200 mm/h でも問題なく使用が可能である。また，内部には LED の発光機能を搭載しており夜間でも視認性が確保されている。浸水しているアンダーパスへの車両進入防止用としても多数利用されてきており，現在は全国で約 250 台の設置に至っている。

近年は，この応用技術として，特に自動車専用道路のインターチェンジ等への設置を想定した，車両の逆走防止装置の開発も行っており，高速道路で実装される予定である。

②コンクリート床版内部のひび割れ検査手法

コンクリート内部の損傷状況を検査する非破壊検査手法はこれまでに，いくつもの技術が提案されているが，その精度は高いとは言い難い一面がある。そこで，**写真**―17 に示すように，構造物への影響を最小限にした極小径コアを対象構造物に削孔して，その内部を小型カメラによって目視検査する方法（シングルアイ工法）を開発した。これは，発生している複雑なひび割れや空隙の表面からの距離（位置），大きさが一目瞭然となる可視化技術である。ひび割れが生じたり，凍害やアルカリ骨材反応等で劣化したりしたコンクリート構造物の内部調査に最適な低コストの簡便な方法であるため，採用事例が増加してきている。

③コンクリート床版内部の水分計測手法

床版防水層の適切な施工には床版内の水分量を把握する必要がある。このため，より精度の高い計測を可能とすべく水分計の開発を行った。本計測法は，**写真**―18 にも示すように，センサによってコンクリート床版の電気抵抗を計測し，その値から水分量を求める方式でまた，この計測法を利用することで，床版防水等の防水性能の確認にも適用が可能であり，NEXCO におけるコンクリート床版表面の水分量を確認する標準的な測定器となっている。

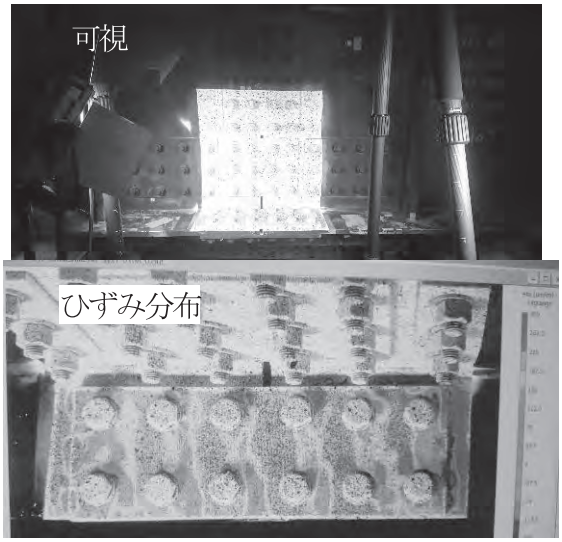
④デジタル画像相関法によるひずみ計測

従来のひずみ計測はひずみゲージによるものが一般的であり，現在もその方法が主流である。ひずみゲージによる計測は，ひずみゲージを貼付した位置のひずみを計測するもので，ひずみ分布を把握するためには複数の計測点で計測する必要がある。

近年，画像の記録や処理技術の向上に伴って，面的あるいは立体的なひずみや変形挙動を計測する技術が開発されてきており，施工総研においても，新しい計測技術としてデジタル画像相関法によるひずみ計測法に着目し，実業務への適用を進めている。**写真**―19 では，鋼構造物の接合方法の一つである高力ボルト摩擦接合継手部のひずみ分布をデジタル画像相関法で計測した一例を示している。

7. おわりに

本稿では，研究第二部で最近実施してきた調査，研



写真―19 デジタル画像相関法によるひずみ計測

究，開発などの事例を紹介した。橋梁に着目すると，新設に関連する業務に加え，維持管理技術に関連した業務も多くなっている。

今後も，国や人々の社会経済活動を支えていくためにも安全で災害に強い根幹的ネットワークとしての道路および橋梁の建設，維持補修に対する重要性はますます高くなっていくものと考えられる。約 15 年後には建設後 50 年を経過した高齢の橋梁の割合が全橋梁数（約 73 万橋）の 1/2 に達することから，各種変状の発生も徐々に増加していくことが懸念されている。このような中，我が国では，少子高齢化に伴う人手不足，予算不足等に伴う様々な制約が生じてきており，その意味でも今後もより確実な点検・調査，補修・補強，高品質の施工等により，効果的で耐久性の高い橋梁の維持管理を行っていく必要がある。施工総研は，ここで紹介したような各種調査研究業務を通して，より安全で快適な橋梁や道路の建設，維持保全に向けて貢献していきたいと考えている。

［筆者紹介］
小野 秀一（おの しゅういち）
（一社）日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所
研究第二部 部長

施工技術総合研究所の活動

機械施工技術分野の取り組み

佐　野　昌　伴

1. はじめに

施工技術総合研究所は，建設機械の性能試験を行うことを目的に創設されて約 55 年が経過する中で，その時々のテーマや課題を解決するために，アプローチを変えながら取り組みを続けている。

機械施工技術分野において施工総研が現在実施している業務は，以下の 3 つに大別される。

①情報化施工・ICT 施工に関する調査研究

②建設機械に関する調査・研究・開発

③建設機械の性能試験および認定等

このうち，①と②は主に国土交通省の技術事務所等から委託を受けて実施している検討業務で，③は民間から委託を受けて施工総研が中立的な第三者機関として実施している業務である。性能試験は，除雪機械と ROPS 等の運転員保護構造物の試験が中心であり，認定等は，主に法律または国で定めた制度等に基づいて実施している業務である。

本稿では，上記した①～③の業務の近年の取り組みなどを紹介する。

2. 情報化施工・ICT 施工に関する調査研究

(1) 情報化施工・ICT 施工に関する検討のあゆみ

情報化施工・ICT 施工に関する業務は，国土交通分野における異業種交流に端を発し，平成 9 年から取組みを始めて平成 13 年に発表された情報化施工のビジョン策定に関わる業務，平成 20 年に発表された情報化施工推進戦略の策定と現場普及のための支援業務，そして i-Construction の策定および現場普及のための支援業務の大きく 3 つの段階を経てきた。

施工総研が担当する業務分野は，①日々進歩する先端技術の現場適用性の検証と評価，②先端技術を現場運用するための手順やルールの検討，③現場普及のための技術支援，④現場ニーズの解決に向けた新技術の調査・研究であり，現場業務の課題解決をキーワードにさまざまなテーマに取り組んできた。

(a)情報化施工ビジョン策定(2000 年頃～ 2007 年頃)

情報化施工のビジョン策定段階においては，急速に発展するセンサー技術，ロボット技術の建設分野への適用性が数多く試行された時期である。施工総研においても，トンネルの打音点検システムの開発，埋設物探査システムの開発検討，吹付け無人ロボットの開発等の個別案件の研究開発に多く取り組んでいる。情報化施工のビジョンでは，土工・舗装工等の主要な 6 工種をとりあげ，これらの新たなセンサー技術やロボット技術の開発事例と，将来の建設分野における ICT 活用のビジョンのとりまとめを実施した。

(b) 情報化施工推進戦略策定(2007 年頃～ 2015 年頃)

情報化施工のビジョンの策定以降，自己位置の特定が容易な衛星測位技術や光波測距技術，高速無線通信技術，3 次元データの取り扱いに関する技術はさらに急速な普及と発展を遂げてきたことから，建設機械のマシンコントロール／マシンガイダンス技術，3 次元設計データを用いた出来形管理技術が汎用技術として現場に適用されるようになった。そこで，これらの技術を本格的に建設施工現場に展開する施策として情報化施工推進戦略が打ち出された。

施工総研では，これらの技術の現場適用時の効果検証を行うとともに，新たな技術を用いた施工や施工管理の手順として，下記に示す情報化施工のメリットを活かす環境整備に関する検討業務を主に実施してきた。

① TS･GNSS 締固め回数管理技術（監督･検査要領，施工管理要領）

②（土工，舗装工）TS 出来形管理技術（監督・検査要領，施工管理要領）

③施工情報の標準化・利活用に関する検討（TS 出来形管理用の機能要求仕様書，データ交換標準案）

(c) i-Construction ～建設現場の生産性革命～策定後（2015 年頃～現在）

この期間においては，国土交通省が進めている

i-Construction の 3 つの取り組み（「ICT 技術の全面的な活用（ICT 活用工事）」,「全体最適の導入（規格の標準化等）」,「施工時期の平準化」）のうち, 主に「ICT 技術の全面的な活用（ICT 活用工事）」に関する検討業務に携わっている。これらの検討業務では，これまで情報化施工の検討で培われた ICT 建設機械（マシンコントロール／マシンガイダンス）や 3 次元計測技術等の要素技術に関するノウハウや 3 次元設計データや施工で取得されるデータなどの活用方法などの知見を活かして，業務に取り組んでいる。

(2) 情報化施工・ICT 施工に関する業務の近年の取り組み

i-Construction の取り組みに関する施工総研の役割・成果として，① i-Construction 技術の導入に関する検討や② i-Construction の普及支援がある。

①では，現場実態調査等を踏まえた課題分析や ICT の特徴を生かした課題解決策の検討を行い，現場の生産性向上に関わる ICT の全面的活用に向けた施工・施工管理方法の提案を行っている。

また②では，工事現場における情報化施工・ICT 施工技術の効果検証結果を反映した，ICT 活用工事に関わる監督・検査要領，施工管理要領等の作成支援や運用後のフォローアップ調査を実施している。

なお，上記に関する成果については，無人航空機による写真測量技術やレーザースキャナーなど新たな計測技術を用いた起工計測や出来形計測などの施工管理方法の提案を行うとともに，平成 28 年 3 月に策定された ICT 活用工事に関わる土工編の施工管理要領をはじめに，舗装工事編，河川浚渫編など，40 を超える技術基準類の作成に携わっている。さらに, 今後も，適用工種や適用技術の新たな拡大を図るため，舗装修繕工や法枠工などへの適用効果を実証中である。

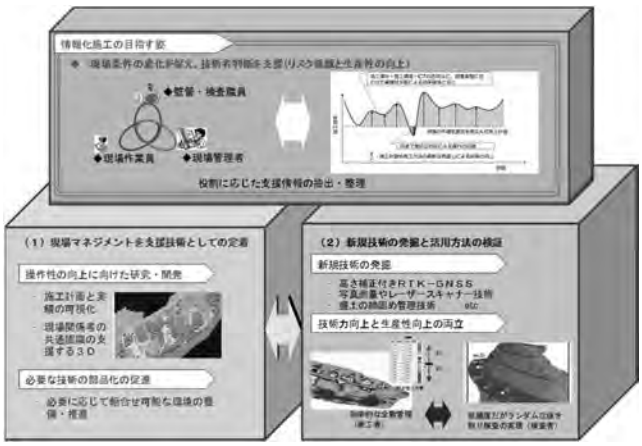
(3) 情報化施工・ICT 施工の今後の展望

国土交通省の積極的な取り組みの背景もあり，i-Construction というキーワードやマシンコントロール／マシンガイダンス, ドローン・レーザースキャナー等の多くの情報化施工・ICT 施工技術の普及と認知度が向上してきた。しかし，これらの取り組みの導入目的は単なる技術の普及や導入ではなく，生産性を向上することであり，今後は，現場の正確な情報を技術者に提供することで，現場のさらなる生産性向上やリスクの低減のマネジメントを実現させることが重要と考えている。

これらの現状を踏まえつつ，情報化施工や ICT 施工の目指す姿として，施工総研が取り組みを進める新たな 4 つの視点を示す。

（a）現場マネジメントの支援技術としての定着

現場で的確なマネジメントを行うためには，多くの情報を必要とするが，現場のデータを安く効率的に取得し技術者判断が可能な情報へと変換する技術が必要となる（**図―1**）。



図―1 情報化施工の目指す姿の実現に向けて

例えば，現場の映像データや ICT 建機の施工履歴データ，3 次元計測機器データより，工事現場の地形・地質の状態や建設機械の状態を収集・分析することにより，工事進捗のリアルタイム管理や，工程計画や改善策のシミュレーションなどが可能となり，技術者の判断に資する情報を提供することができる。これらの実現に向けた研究・開発と現場での適用性検証を行っていきたい。

（b）新規技術の発掘と活用方法の検証

i-Construction では，新技術に対応した技術基準類がスピード感を持って整備されていることから，今後も，建設施工の合理化や技術者判断を支援する情報化施工技術，ICT 施工技術が持続的に研究・開発されることが理想である（**図―1**）。

この実現のためには，生産性向上に寄与するためのニーズ（技術と情報）を常に発信して技術開発を促すことと，第 3 者の視点での効果検証・情報公開を継続的に実施することが重要となる。

さらに，新規技術を公共事業で効果的に活用できる環境の整備が必要となる。施工総研には，新規技術の開発支援，評価，生産性向上を実現するための環境整備（要領や基準類）といった役割が求められていると認識している。

（c）防災・減災としての活用

例えば現状の遠隔操作では，映像という限られた情

図―２　防災・減災としての活用手法検討

報をもとに作業を行う必要があるため，MC/MG といった操作支援は有効となる。しかし，MC/MG を有効に利用するためには，作業指示となる設計データを如何に迅速に簡易に準備できるかが重要となる。このためには，現場の状況をセンシングする技術も欠かせない（**図―２**）。

MC/MG ではその位置情報を有していることから，レーザースキャナーや写真測量，無人ヘリコプターといった技術との併用や，MC／MG のアタッチメントとして組合せることでより確実に簡易に情報を取得する方法の実現も検討していきたい。

（d）CIM との連携

近い将来には，既存インフラの老朽化と施工者のみならず発注者の人材不足となることが多くの資料で取り挙げられている。この様な状況から管理や点検の見落としリスクの回避や問題の早期発見と省人化は必要不可欠となるが，このために施工段階の情報を戦略的に蓄積していくことが必要となる。

施工段階の情報を蓄積・解析することで新たな発見や知見への反映が期待できる。これらのプロジェクトは一朝一夕には実現しないが長期的な視点での戦略を持って実行していく必要がある（**図―３**）。

3. 建設機械に関する調査・研究・開発

受託業務を分野別にみると，新機種の開発が最も多く，防災・復旧対策，環境対策，安全対策に対する業務が続いている。以下に建設機械に関する調査･研究･開発の主な事例を紹介する。

図―３　長期的視点での CIM との連携検討

(1) 新機種の開発

（a）降灰対策型歩道（小型）清掃車の改良

本検討は，火山灰の堆積に対する交通安全の確保や生活環境の保全を目的に，歩道清掃車の作業時における粉塵抑制について，改良した防塵カバーおよび散水装置等を対象として要素実験および現場実証実験を行い，その効果の評価を行ったものである（**写真―１**）。

写真―１　歩道（小型）清掃車の公開実験の状況

要素実験では，①散水装置の装着（側ブラシへの直接散水），②車体下部への防塵カバーの装着，③コンベアの改良（ホッパへの灰の回収の改善）等の効果を確認した。また，現場実証実験では，要素実験で効果が高いと判断された技術について，実現場における有効性を確認した。

（b）安全対策に関する調査研究

本検討は，油圧ショベルメーカ５社の委託を受けて実施した研究業務である。

建設機械の ROPS（転倒時保護構造）の規格が初めて策定されたときには，油圧ショベルは対象外であった。しかし，その後に小型の油圧ショベルは，横転しやすいことから TOPS（横転時保護構造）の規格が定められ，また大型の油圧ショベルも TOPS の規格が必要との機運が高まり，ISO 規格を策定することになった。このため，施工総研で油圧ショベルの実機を用いた転倒実験を行い，TOPS の性能基準を提案することになった。

転倒試験では，運転質量 12，20，45 t のバックホウを対象として，キャブが下側になる姿勢で 30° の斜面を転落・横転させ，変形量を測定した（**写真―２**）。その後，室内載荷試験でキャブの変形状況を再現し，キャブに作用する力と吸収エネルギーを推定した。こ

写真―２ 油圧ショベル転倒時保護構造の性能基準策定

の成果をもとに，最終的に「6ｔを超える油圧ショベルの ROPS」の規格が制定されている。

(2) 環境対策に関する調査研究

本検討は，建設機械における各種の省エネ対策の効果を確認するため，油圧ショベルのエネルギー消費量（燃料消費量または電力消費量）に関する以下の確認試験を行ったものである（**写真**―３）。

写真―３ 建設機械施工における排出ガスおよび燃料消費に関する調査検討

①現場における燃料消費データの確認試験結果の検証
② CO_2排出量に基づく電動油圧ショベルと油圧ショベルのエネルギー消費量の比較検証
③各排出ガス基準でのエネルギー消費量の検討と試算

(3) 防災・復旧対策に関する調査研究

本検討は，二次災害が危惧される災害現場や照明車の搬入できない災害現場等において，夜間での監視および復旧作業を迅速に行うことを目的として開発した災害対策用照明装置の試作機について，改良を行うとともに機能検証のための実証実験を行ったものである。

改良は，傾斜地対応，2.5t 積みクローラキャリアへの搭載対応，照明運転時間計設置等について行い，実験において操作性，搭載性，安定性等に関する改良部分の評価を行った。また，実用機図面および使用マニュアルを作成した。

この照明装置は，電力消費の少ない LED ランプと遠距離照射が可能なキセノンサーチライトを装備し，輸送方法は，現場近くまではトラックで運び，そこで不整地踏破性の高いクローラキャリアに載せ換える方式を採用している。また，傾斜地でもスクリュージャッキによって傾きを修正できる等の特長を持っている（**写真**―４）。

写真―４ 不整地運搬車に搭載した災害対策用照明装置

(4) 建設機械に関する研究開発の今後の展望

(a) 自然災害対策

我が国では，台風やゲリラ豪雨，豪雪，噴火などによって，毎年のように自然災害が発生し，従来よりもその頻度や強度が増している。台風は，大雨，洪水，暴風，高波，高潮などを起こし，噴火は，広範囲に火山灰を降らせ，土砂崩れや土石流，地すべりなどを引き起こす。巨大地震や突発的な大雪は，大規模な立ち往生や長時間の通行止めを発生させて社会生活や地域経済に大きなダメージを与える。

このような自然災害時の早期復旧や社会影響をできるだけ低減させるために必要となる建設機械には，遠隔地から操作できるバックホウや不整地運搬車などの「遠隔操縦式建設機械」，排水ポンプ車や照明車などの「災害対策用機械」，除雪トラック，除雪グレーダ，ロータリ除雪車，除雪ドーザなどの「除雪機械」などがあり，放置車両の移動機器なども含めて，今後もそのニー

ズは継続する。ただし，限られた予算の中で，これらの建設機械の台数増加は難しく，今後も機能向上や付加価値の増加が求められる。

（b）除雪作業の自動制御化

除雪現場は，高齢化かつオペレータ不足により，除雪作業の維持に困窮する状況が続いており，熟練オペレータの運転技術の継承にも苦慮している。

これらの課題を解決するためには，プラウ，ブレード，サイドシャッタなどの作業装置のマシンコントロール（MC）化や，準天頂衛星システム（みちびき）やセンシング技術を組み合わせた高精度な位置情報の取得，画像認識技術やAI（人工知能）・IOTの導入，ビッグデータやクラウドの活用などを進めていく必要がある。自動車の自動走行レベルの定義（レベル1から5）に相当する除雪機械の自動作業レベルのイメージは以下のように考えられ，今後はステップバイステップで研究開発が進められる。

①作業支援（ガイダンスシステム）
②部分作業自動化（作業装置の一部自動化）
③条件付作業自動化（作業装置の条件付完全自動化）
④高度作業自動化（限定地域での運転・作業の自動化）
⑤完全作業自動化（自律型による作業完全自動化）

（c）新技術の適正な評価

施工総研は，国土交通省の新技術情報提供システム「NETIS」に関わる「テーマ設定型実証」を実施する第三者機関に選定されている。テーマ毎に新技術を適正に比較評価して公表することは，新技術を現場に早期投入させるなど普及促進効果がある。

適正に評価するためには，要求仕様の検討から，試験や評価方法の検討，テストフィールドの設置，計測システムの構築，試験の実施・評価までの一連を行う必要がある。この業務は，第三者機関である施工総研が得意とする分野であり，今後はテーマ数が拡大し，他機関での要望も増えると考えられる。

4. 建設機械の性能試験および評定等

建設機械の性能試験は，施工総研が創設されてから十数年ほどは土工機械を中心として建設機械全般にわたって実施していたが，現在では除雪機械と運転員保護構造の性能試験が主たるものとなっている。

建設機械の認定等は，主として法律あるいは国で定めた制度等に基づいて実施しているもので，メーカまたはディーラからの依頼により検査・評定・認定を実施している。以下にこれらの業務について紹介する。

(1) 除雪機械の性能試験

この試験は，除雪機械の最大除雪能力等の仕様値の確認を目的とし，1972年からメーカの依頼を受けて，北海道や新潟の冬季閉鎖道路を借りて実施している。準拠する試験方法としてロータリ除雪車はJIS，それ以外はJCMASが制定されている。

この除雪機械の性能試験の件数は，年によって大きく変動するが，これはモデルチェンジのタイミングや排ガス規制の開始時期，また，メーカの吸収合併による型式数の減少等，様々な要因がある。

機種では，ロータリ除雪車がほぼ毎年試験を行っており，次いでドーザが多く，それ以外のグレーダやトラックは数年に一度の頻度となっている（**写真**―5）。

写真―5　ロータリ除雪車試験状況

(2) 運転員保護構造の性能試験

運転員保護構造には，転倒時の保護を目的としたROPS（Roll-over protective structures）やTOPS（Tip-over protection structure），飛来落下物に対する保護を目的としたFOPS（Falling-object protective structures）等がある。これらの試験方法や性能基準はISOやJISに規定されており，施工総研ではこれらに準拠した試験を行っている（**写真**―6）。

運転員保護構造の性能試験は，これまで輸出向けの機械に装備する製品が多かったが，近年では2014年に労働安全衛生規則の157条が改正され，転倒時保護構造の装備が努力義務となり，法制度の面から装着を促進する動きが出てきている。

(3) 低騒音型・低振動型建設機械の計量証明

1983年に始まった低騒音型建設機械の指定制度は，1997年に「低騒音型・低振動型建設機械の指定に関する規程」および「建設機械の騒音および振動の測定値の測定方法」が告示され，大幅に改定された。騒音

写真―6 ROPS 側方載荷試験状況

写真―7 音響パワーレベル測定状況

の評価値はそれまでの機側 7 m の平均騒音レベルから音響パワーレベルに変わり，また，ブルドーザ，バックホウ，トラクタショベルは，定置運転状態から動的運転状態での測定に変更された（**写真―7**）。

低振動型建設機械は 1996 年に指定が開始されたが，対象機種はバイブロハンマと標準バケット山積容量 0.5 m^3 以上のバックホウの 2 機種にとどまっている。測定場所は土木研究所の建設機械屋外実験場を借りて実施している。

指定制度改定前は施工総研が唯一の評定機関となっていたが，改定後は計量法による計量証明事業所として証明を行っている。また，EU 騒音指令に基づく計量証明や低騒音型の対象外の機械の騒音測定も実施している。計量証明数は，低騒音型建設機械が毎年 90 ～ 120 台程度，低振動型建設機械が毎年 1 台程度で推移している。

(4) 排出ガス対策型原動機等の評定およびオフロード法関係の検査

(a) 排出ガス対策型原動機の評定

排出ガス対策型建設機械指定制度はオフロード法が制定されるまで建設機械の排ガス対策の中心となっていた。この制度の現在の指定対象はオフロード法の規制対象外の 8 kW 以上 19 kW 未満の車両系建設機械と可搬式機械のみである。施工総研は評定機関としてエンジンメーカに出向いて立会を行い，エンジンの評定を行う。これを国交省が認定し，それを搭載した機械を排出ガス対策型建設機械として指定する。

(b) オフロード法関係の検査（特定特殊自動車の使用確認の検査）

車両系の建設機械や産業機械等からの排出ガスの抑制を目的とした「特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律（平成 17 年法律第 51 号）」（オフロード法）による使用規制が 2006 年から開始された。規制対象となる特定特殊自動車は製作者等による国への届出等が必要であるが，使用者が製作した車両や使用者が輸入した車両など届出を行っていない車両は使用前に排出ガス性能が基準値に適合していることを国に申請して確認を受けなければならない。特定特殊自動車の使用確認の検査はこれらの車両について排出ガス性能が基準値に適合することを個別に検査するものである。オフロード法関係の検査にはこの他に特定原動機の検査もあり，施工総研は両方の登録検査機関となっているが，現在，施工総研が実施している検査はすべて特定特殊自動車の使用確認の検査である。

排出ガス対策型原動機等の評定およびオフロード法関係の検査は，2006 年にオフロード法が施行されてからは，排出ガス対策型原動機の評定は激減し，代わりにオフロード法の使用確認検査が急増している。

(5) 標準操作方式建設機械の認定

標準操作方式建設機械は機械の運転操作方式を統一することによって建設機械施工の安全を図ろうとするもので，1991 年に旧建設省の指定制度として始まった。その後，普及が進んだとして 1998 年にこの指定制度は廃止され，新たに JCMA の認定制度として発足した。施工総研では，申請者より提出された操作方式に関する書類を審査し，認定を行っている。件数は，年間 80 ～ 120 件程度で推移している。

(6) 建設機械燃料消費量の評定

国土交通省では地球温暖化対策の一環として建設施工現場における省エネルギー化の推進や低炭素型社会

の構築に取り組んでいる。2010 年からはハイブリッド機構や電動機構等を搭載して省エネ化を達成した建設機械を「低炭素型建設機械」として認定し，その普及を図っている。また，2014 年には，搭載する省エネ技術には関係なく統一的な測定法による燃費基準値を達成し，かつ，排出ガス 2014 年基準に適合した機械を「燃費基準達成建設機械」として認定する制度を創設した。この認定制度は，油圧ショベル，ブルドーザ，ホイールローダを対象とするもので，メーカ自身による燃費測定が認められている。

5. おわりに

施工総研の使命は，建設事業の生産性を向上させるために，現場の現状やニーズを知るとともに，施工や社会インフラの維持管理に関わる多くの関係者と連携し，新機種の研究，開発およびそれらの実証支援，さらには，新工法が活躍できる環境を整備することと認識している。

これらの実現に向けて，施工総研が有するフィールドを生かした効果検証や現場ニーズと新規技術のマッチングを行う意見交換などの場を有効に活用して，先を見据えた有効な技術の実現を目指して一層の努力をする所存である。

《参 考 文 献》

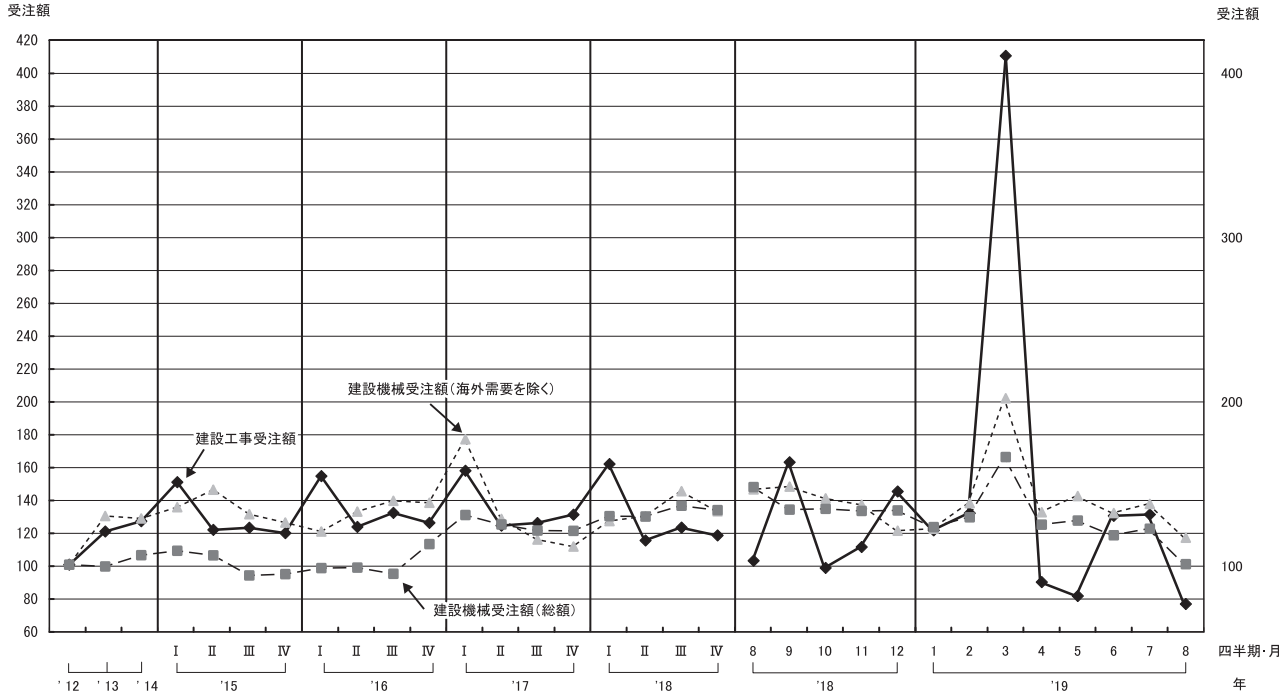
1)「施工技術総合研究所 創立 50 周年記念報告」，建設機械施工 2015.3

［筆者紹介］
佐野　昌伴（さの　まさとも）
（一社）日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所
研究第三部　部長

統　　計　機関誌編集委員会

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査（大手50社）　（指数基準　2012年平均=100）
建設機械受注額：建設機械受注統計調査（建設機械企業数24前後）　（指数基準　2012年平均=100）



建設工事受注動態統計調査（大手 50 社）

（単位：億円）

年　月	総　計	受注者別						工事種類別		未消化工事高	施工高
		民間			官公庁	その他	海　外	建　築	土　木		
		計	製造業	非製造業							
2012 年	110,000	73,979	14,845	59,133	26,192	4,896	4,933	76,625	33,374	113,146	111,076
2013 年	132,378	89,133	14,681	74,453	31,155	4660	7,127	90,614	41,463	129,076	120,941
2014 年	139,286	80,477	16,175	64,302	43,103	4822	10,887	86,537	52,748	138,286	125,978
2015 年	141,240	96,068	19,836	76,235	35,633	4993	4,546	95,959	45,281	141,461	141,136
2016 年	146,991	99,541	17,618	81,923	38,894	5247	3,309	98,626	48,366	151,269	134,037
2017 年	147,828	101,211	20,519	80,690	36,650	5183	4,787	99,312	48,514	165,446	137,220
2018 年	142,169	100,716	24,513	76,207	30,632	8561	5,799	95,252	46,914	166,043	141,691
2018 年　8 月	9,390	6,336	1,863	4,474	2,564	380	109	6,512	2,878	169,495	10,528
9 月	14,917	11,535	2,443	9,092	2,382	444	555	10,589	4,328	169,770	14,265
10 月	8,982	6,236	1,417	4,820	2,029	430	285	6,052	2,930	170,072	9,948
11 月	10,161	7,584	1,656	5,929	1,869	325	383	7,261	2,900	168,450	11,647
12 月	13,271	10,259	2,337	7,922	2,295	394	323	9,283	3,988	166,043	15,551
2019 年　1 月	11,088	7,006	1,799	5,207	2,713	314	1054	6,304	4,783	166,472	9,832
2 月	12,055	8,533	1,375	7,158	2,966	382	174	8,339	3,716	165,316	12,640
3 月	37,732	29,551	3,326	26,225	6,349	426	1406	29,178	8,554	181,913	21,085
4 月	8,183	6,409	1,394	5,015	1,282	369	124	4,853	3,331	179,654	9,115
5 月	7,410	5,107	1,322	3,785	1,588	375	340	4,951	2,459	177,577	9,975
6 月	11,907	8,683	3,285	5,398	2,583	449	193	8,455	3,453	179,151	13,337
7 月	11,979	8,579	2,677	5,901	1,943	464	994	8,102	3,878	180,203	9,909
8 月	6,959	4,537	1,182	3,356	1,797	400	225	4,223	2,737	−	−

建　設　機　械　受　注　実　績

（単位：億円）

年　月	12 年	13 年	14 年	15 年	16 年	17 年	18 年	18 年 8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	19 年 1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月
総　額	17,343	17,152	18,346	17,416	17,478	21,535	22,923	2,132	1,932	1,940	1,921	1,925	1,777	1,864	2,397	1,799	1,835	1,705	1,763	1,449
海外需要	12,357	10,682	11,949	10,712	10,875	14,912	16,267	1,525	1,318	1,356	1,353	1,423	1,270	1,292	1,558	1,250	1,245	1,158	1,193	965
海外需要を除く	4,986	6,470	6,397	6,704	6,603	6,623	6,656	607	614	584	568	502	507	572	839	549	590	547	570	484

（注）2012 ～ 2014 年は年平均で，2015 ～ 2018 年は四半期ごとの平均値で図示した。
　　2018 年 8 月以降は月ごとの値を図示した。

出典：国土交通省建設工事受注動態統計調査
　　内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

行事一覧

（2019年9月1日～30日）

機械部会

■機械整備技術委員会
月　日：9月5日（木）
出席者：森三朗委員長ほか11名
議　題：①SCR取扱い資料の校正　②ホームページの見直しについて　③各社の近況について　④その他

■トンネル機械技術委員会 見学会 東京外かく環状道路 本線トンネル（南行）東名北工事見学
月　日：9月10日（火）
参加者：橘伸一委員長ほか38名
見学内容：①工事概要説明　②工事現場見学（大断面長距離シールド工事，セグメントヤード，切羽，立坑）　③質疑応答

■基礎工事用機械技術委員会
月　日：9月11日（水）
出席者：遠藤智委員長ほか18名
議　題：①㈱横山基礎工事の技術プレゼン：最新の岩盤掘削工法について　②各社トピックス：鉱研工業㈱ 各種ボーリングマシンの紹介　③建設機械施工11月号 協会70周年特集記事の確認　④㈱加藤製作所群馬工場 見学会の詳細説明

■ダンプトラック技術委員会
月　日：9月12日（木）
出席者：渡辺浩行委員長ほか4名
議　題:①各社トピックス:キャタピラーダンプトラックのレースレンダー（走路分析）の紹介　②安全装置／システムに関する輪講：ASV（先進安全自動車）の紹介　③ホームページの見直し：掲載動画の検討

■除雪機械技術委員会 見学会 新潟トランシス㈱新潟事業所見学
月　日：9月13日（金）
参加者：太田正樹委員長ほか22名
見学内容：①工場概要説明　②工場見学（ロータリ除雪車，散布車，鉄道車両の生産現場）　③質疑応答

■トラクタ技術委員会
月　日：9月18日（水）
出席者：椎名徹委員長ほか6名
議　題：①燃費基準のISO化の現状について　②次期燃費基準の件：進捗状況の報告　③ICT機器を用いた安全対策の件　④トラクタ技術委員会過去10年の歩みについて

■路盤・舗装機械技術委員会 総会
月　日：9月19日（木）
出席者：山口達也委員長ほか52名
議　題：①委員長挨拶　②令和元年度活動経過報告　③環境保全，地球温暖化対策，建設リサイクリング推進技術の発表（3件）　④建設機械最新技術の動向に関する発表（3件）　⑤bauma 2019視察報告　⑥令和元年度見学会の案内　⑦標準部から：ISO/TC195活動状況（神戸国際会議の議題に関連して）

■トンネル機械技術委員会 幹事会
月　日：9月24日（火）
出席者：橘伸一委員長ほか8名
議　題：①トンネル工事全般に係わる安全技術に関するアンケート調査について（各回答に対するヒヤリング項目の確認，ヒヤリングスケジュール等）　②技術講演会について（講演者決定）　③見学会について：山岳トンネル現場見学会の詳細説明，工場見学の日程決定　④トンネル機械技術委員会過去10年の歩みについて

■原動機技術委員会
月　日：9月26日（木）
出席者：工藤睦也委員長ほか16名
議　題：①前回の議事録確認　②建設機械の次期燃費基準の件：進捗状況の報告　③次期排出ガス規制対応部会(9/5開催）の概要報告　④海外排出ガス規制の動向に関する情報交換：中国GB4排ガス規制に関する情報，韓国建設・農業機械の次期排ガス規制案について　⑤原動機技術委員会過去10年の歩みについて

■情報化機器技術委員会
月　日：9月27日（金）
出席者：白塚敬三委員長ほか8名
議　題：①上期活動報告と活動計画書の読み合わせ　②規制・規格の最新情報の共有：日本の小電力無線設備の実験等利用の件，欧州建機のEMC規格の件，アメリカFCCロゴの表示の件　③制御システムセキュリティカンファレンス2019（2019/2/15）の情報共有　④情報化機器技術委員会過去10年の歩みについて

標準部会

■ISO/TC 127 土工機械委員会 SC 3/WG 5 分科会有志会合
月　日：9月11日（水）
出席者：山本主査（コマツ）ほか16名（Web参加3名含む）
場　所：機械振興会館内会議室
議　題：8月20日～23日にストックホルムで開催の国際WG会議結果報告及び今後の対応検討…①ISO/AWi TS 15143-4（施工現場情報交換―第4部：施工現場地形データ）検討：特設チーム活動・座標変換（現場座標系）・ディジタル地形モデル・作業結果・サーバー間交信・プロジェクトデータ（従来のメタデータを改称）　②その他・メンテナンス機関の件

建設業部会

■機電交流企画WG
月　日：9月3日（火）
出席者：松本清志主査ほか9名
議　題：①機電職就活パンフについて　②令和元年度機電技術者意見交換会について　③その他

■三役会
月　日：9月5日（木）
出席者：藤内隆部会長ほか4名
議　題：①i-Construction施工による生産性向上推進本部 第7回会議の途中報告　②9/17建設業部会夏季現場見学会（河内川橋工事）開催について　③各WG報告・清水建設4.9tクローラークレーン転倒事故の報告取り扱いについて　④第23回機電技術者意見交換会の開催について　⑤その他・品確法促進に関する法律の一部改正に伴う意見提出について・9月（10月）の建設業部会開催について

■建設業部会 夏季現場見学会
月　日：9月17日（火）
出席者：藤内隆部会長ほか16名
工事名：新東名高速道路 河内川橋工事
見学場所：神奈川県足柄上郡山北町川西
見学内容：①資機材，人員輸送の設備として，大型インクライン（斜面上の昇降する運搬設備）　②深礎工他の揚重設備として，700 tm級の大型タワークレーン　③橋梁工事では稀有な工事用トンネル・大口径深礎施工（ϕ 16 m）での大型重機による掘削状況　④SqC（セクシー）ピア工法による作業構台（桟橋）構築状況
発注者：中日本高速道路 東京支社
施工者：鹿島・大成特定建設工事共同企業体

レンタル業部会

■レンタル業部会
月　日：9月5日（木）
出席者：平清二郎部会長ほか14名
議題：①部会長挨拶　②分科会活動状況報告　③各社の取組事項，部会員共通の問題，課題について　④その他

各種委員会等

■機関誌編集委員会
月　日：9月4日（水）
出席者：見波潔委員長ほか17名
議　題：①令和元年12月号（第838号）の計画の審議・検討　②令和2年1月号（第839号）の素案の審議・検討　③令和2年2月号（第840号）の編集方針の審議・検討　④令和元年9月号～令和元年11月号（第835～837号）の進捗状況報告・確認

■建設経済調査分科会
月　日：9月11日（水）
出席者：山名至考分科会長ほか4名
議　題：①建設企業の海外展開について　②10～11月号原稿の進捗状況報告　③その他

■新機種調査分科会
月　日：9月26日（木）
出席者：江本平分科会長ほか4名
議　題：①新機種情報の持ち寄り検討　②新機種紹介データまとめ　③その他

支部行事一覧

北海道支部

■令和元年度除雪機械技術講習会（第3回）
月　日：9月10日（火）
場　所：小樽市（小樽経済センター）
受講者：120名
内　容：①除雪計画　②除雪の施工方法　③冬の交通安全　④除雪の安全施工　⑤除雪機械の取り扱い

■令和元年度除雪機械技術講習会（第4回）
月　日：9月18日（水）
場　所：旭川市（道北経済センター）
受講者：135名
内　容：上記第3回と同じ

■建設技術担い手育成プロジェクト（苫小牧工業高校出前授業）
月　日：9月25日（水）
場　所：苫小牧工業高校
受講者：土木科2年生39名
内　容：①従来の道路施工とICT施工（座学）　②TS，GNSS3次元測量（実習）　③UAV空中写真測量（実習）
講師等：鈴木勇治プロジェクトリーダーほか

東北支部

■ICT，UAV（i-Construction）基礎技術講習会（主催：東北土木人材育成協議会）
座　学：①東北地方整備局におけるi-Constructionの取り組み　②各県・仙台市における取り組み　③3次元測量の概要と留意点（3次元測量の基礎知識，安全対策，事例等）　④ICT建機　⑤ICT活用工事の監督・検査の留意事項　⑥点群ソフト，3D設計データ　⑦TS，GNSS 3次元計測（検査等現場計測）
実　習：①ICT建機操作実習に関する概要説明　②ICT建機操作実習　③TS，GNSSローバー計測実習
【山形県会場】
〈座学〉
月　日：9月3日（火）
場　所：山形県村山総合支庁西村山地域振興局
受講者：44名
〈現場見学〉
月　日：9月4日（水）
場　所：村山高瀬川河川改修工事
受講者：43名
【宮城県会場】
〈座学〉
月　日：9月4日（水）
場　所：仙台市 宮城県自治会館
受講者：57名
〈実習〉
月　日：9月5日（木）
場　所：宮城県岩沼市 日本キャタピラー（同）岩沼ICTセンター
受講者：26名
【岩手県会場】
〈座学〉
月　日：9月18日（水）
場　所：滝沢市 岩手産業文化センター
受講者：90名
〈実習〉
月　日：9月19日（木）
場　所：滝沢市 岩手産業文化センター
受講者：36名
【仙台市会場】
〈座学〉
月　日：9月26日（木）
場　所：仙台市 仙台市役所会議室
受講者：36名
〈実習〉
月　日：9月27日（金）
場　所：宮城県大郷町 コマツIoTセンタ東北
受講者：11名

■国土交通省の就業体験生への体験協力
月　日：9月4日（水）
場　所：㈱トプコン 白河トレーニングセンター
受講生：福島河川国道事務所 就業体験生4名，職員4名
講　師：情報化施工技術委員会 木村淳委員ほか
内　容：①i-Constructionにおける ICT施工について

■地元工業高等学校 特別授業への講師派遣
月　日：9月4日（水）
場　所：学校法人北杜学園 仙台工科専門学校 宮床校舎
受講生：環境土木工学科2年生29名
講　師：情報化施工技術委員会 片寄努委員ほか2名
内　容：①〈座学〉測量新技術について　②〈実習〉UAVレーザ計測/UAV撮影/TS・レベル計測　③〈座学〉ICT技術による地形測量・路線測量について

■第2回 広報部会
月　日：9月6日（金）
場　所：東北支部会議室
出席者：浅野公隆広報部会長ほか4名
内　容：①「支部たより177号」の反省について　②「支部たより178号」の編集計画について　③「支部たより178号」の原稿執筆依頼について

■第2回 施工部会
月　日：9月9日（月）
場　所：東北支部会議室
出席者：坪井正博施工部会長ほか10名
内　容：①令和元年度除雪講習会開催一覧表について　②令和元年度道路除雪の手引きについて　③令和元年度パワーポイントについて

■第1回 EE東北'20 30周年記念イベント「i-Construction体験広場（仮称）」準備WG
月　日：9月10日（火）
場　所：事務局会議室
出席者：鈴木勇治情報化施工技術委員長ほか13名
内　容：①展示内容について　②費用負担について　③スケジュールについて

■地元工業高等学校 特別授業への講師派遣
月　日：9月11日（水）
場　所：宮城県岩沼市 日本キャタピラー

（同）岩沼 ICT センター
受講生：仙台工科専門学校環境土木工学科 2 年生 29 名
講　師：情報化施工技術委員会 片寄努委員ほか 2 名
内　容：①〈座学〉ICT 建機デモンストレーション／設計及び施工における地質測量の役割　②〈実習〉MC・MG 実習／スウェーデン式サウンディング実習，簡易貫入試験実習／コアからの柱状図作成実習

■田瀬ダムコンジットゲート機械遺産登録報告会
月　日：9 月 12 日（木）
場　所：東北支部会議室
出席者：高橋弘東北支部長，佐藤伸吾北上川下流河川事務所長ほか 10 名
内　容：①登録申請までの経過報告　②登録に係る報告　③認定証の紹介

■第 2 回 EE 東北'20 30 周年記念イベント「i-Construction 体験広場（仮称）」準備 WG
月　日：9 月 17 日（火）
場　所：東北支部会議室
出席者：鈴木勇治情報化施工技術委員長ほか 9 名
内　容：①展示計画について　②費用算定について

■自治体主催研修会への講師派遣
主　催：青森県主催，JCMA 東北支部共催「あおもり建設女子 ICT 活用研修会」
月　日：9 月 20 日（金）
場　所：㈱ほくとう八戸支店
講　師：情報化施工技術委員会 鈴木勇治委員長
演　題：i-Construction・ICT を活用したこれからの建設業

■技術部会 現場研修会打合せ
月　日：9 月 24 日（火）
場　所：東北支部会議室
出席者：小野由則技術部会長ほか 4 名
内　容：① 研修場所について　②スケジュールについて

■除雪講習会
①弘前会場
月　日：9 月 25 日（水）
場　所：弘前市 弘前文化センター
受講者：180 名
②青森会場
月　日：9 月 26 日（木）
場　所：青森市 ホテルクラウンパレス青森
受講者：258 名

■令和元年度 総合防災訓練
月　日：9 月 27 日（金）
場　所：東北支部会議室
出席者：小野由則技術部会長ほか 8 名
内　容：東北地方整備局主催「令和元年度総合防災訓練」の情報伝達訓練に参加

北　陸　支　部

■除雪機械管理施工技術講習会 メーカー講師第 2 回打合せ
月　日：9 月 3 日（火）
場　所：北陸支部 事務室
出席者：堤事務局長
議　題：①令和元年度 除雪講習会の開催について　②除雪講習会の実態について（過去 5 カ年の実態）　③ H30 除雪講習会アンケート結果について　④ H30 除雪講習会受講者の企業数について　⑤ H30 除雪講習会に使用した説明資料比較・改善案

■けんせつフェア北陸 in 富山 2019　実演スケジュール打ち合わせ
月　日：9 月 10 日（火）
場　所：北陸支部 事務室
出席者：堤事務局長
議　題：①中央イベント広場における実演スケジュールについて　②実演スケジュール時間帯について　③来場者への宣伝看板について

■ JCMA 北陸支部 親睦ゴルフ大会
月　日：9 月 25 日（水）
場　所：フォレストカントリー倶楽部
参加者：北陸支部会員 11 名

中　部　支　部

■広報部会
月　日：9 月 6 日（金）
出席者：濱地仁広報部会長ほか 7 名
議　題：「中部支部だより」第 79 号について

■技術・調査部会
月　日：9 月 17 日（火）
出席者：青木保孝部会長ほか 11 名
議　題：技術講演・発表会の発表テーマの選出について

■建設施工研修会（映画会）
月　日：9 月 20 日（金）
場　所：名古屋市中小企業振興会館
参加者：約 80 名

関　西　支　部

■令和元年度 建設機械施工技術検定試験（実地試験）
月　日：9 月 6 日（金）～ 11 日（水）
場　所：キャタピラー教習所㈱及びコベルコ教習所㈱
延受検者数：718 名（1 級 271 名，2 級 447 名）

中　国　支　部

■第 2 回部会長会議
月　日：9 月 4 日（水）
場　所：広島 YMCA 会議室
出席者：鷲田治通企画部会長ほか 9 名
議　題：①令和元年度事業計画の実施状況について　②中国地方整備局との意見交換について　③その他懸案事項

四　国　支　部

■令和元年度建設機械施工技術検定【実地】試験
月　日：9 月 7 日（土）～ 8 日（日）
場　所：日立建機日本㈱四国支店構内（善通寺市）
受験者：1 級 85 名，2 級 185 名，計 270 名（延べ人数）
試験監督者：小松修夫総括試験監督者ほか 10 名

■共催事業「ドローン操作訓練」
月　日：9 月 10 日（火）
場　所：国営讃岐まんのう公園（多目的広場）
共催者：（一社）建設コンサルタンツ協会 四国支部，（一社）四国クリエイト協会，（一社）日本建設機械施工協会 四国支部，（一社）日本補償コンサルタント協会 四国支部，㈱建設マネジメント四国
参加者：共催団体から 6 社 59 名，ドローン 12 機，JCMA 四国支部会員会社から 1 社 4 名参加，支部からは事務局長が参加
内　容：公園休園日を利用して，災害発生時に迅速に対応するため，各社所有のドローンを用いて訓練を実施（AM：座学，PM：緊急リカバリー訓練及び操作訓練）

九　州　支　部

■建設機械施工技術検定試験（実地試験）
月　日：8 月 27 日（火）～ 9 月 4 日（水）
場　所：コマツ教習所㈱九州センタ
受験者：1 級 197 名，2 級 580 名

■ i-Constructioin 施工による九州支部生産性向上推進会議 第 5 回幹事会
月　日：9 月 11 日（水）
場　所：リファレンス駅東ビル 4F M 会

議室
出席者：鈴木幹事長ほか 16 名
議　題：①「無人化施工訓練」の実施計画概要について　②Ⅱ期i-Construction（活用編）技術講習会について　③宮崎県建設技術センター対応について　④その他

■企画委員会

月　日：9 月 18 日（水）
場　所：支部会議室
出席者：原尻克己企画委員長ほか 9 名
議　題：①「i-Construction 施工による九州支部生産性向上推進会議」第 5 回幹事会の開催報告　②建設機械技術検定試験（実地試験）の開催状況　③第 2 回運営委員会の開催について　④建設行政講演会の開催について　⑤その他

■九州地方整備局との意見交換会(機械設備)

月　日：9 月 27 日（金）
場　所：リファレンス駅東ビル 7 階 C 会議室
出席者：九州地方整備局企画部 6 名（機械施工監理官ほか），機械設備関係協会 25 名（13 社）
議　題：①機械設備の工事について　②機械設備の点検整備業務について　③不調不落について　④その他（働き方改革，災害協定など）

令和元年6月
一般社団法人 日本建設機械施工協会

2019年版
日本建設機械要覧 電子書籍(PDF)版
発売通知

当協会では、国内における建設機械を網羅した『日本建設機械要覧』を2019年3月に刊行し、現場技術者の工事計画の立案、積算、機械技術者の建設機械のデータ収集等に活用頂き、好評を頂いております。

このたびこの建設機械要覧に関して更に便利に活用いただくよう新たに次の2種類の電子書籍（PDF）版を発売いたしますので、ここにご案内申し上げます。

是非とも活用いただきたく、お願い申し上げます。

1	商品名		日本建設機械要覧2019 電子書籍（PDF）版	建設機械スペック一覧表、 電子書籍（PDF）版
2	形態		電子書籍（PDF）	電子書籍（PDF）
3	閲覧		Web上で閲覧 パソコン、タブレット、 スマートフォンからアクセス	Web上で閲覧 パソコン、タブレット、 スマートフォンからアクセス
4	内容		要覧全頁	spec一覧表
5	改訂		3年毎	3年毎
6	新機種情報		要覧クラブで対応	要覧クラブで対応
7	検索機能		1.単語検索	1.単語検索
8	附属機能 注）タブレット・スマートフォンは、一部機能が使えません。		・しおり　・拡大・縮小　・付箋機能 ・ペン機能　・目次からのリンク　・各章ごと目次からのリンク　・索引からのリンク　・メーカHPへのリンク	・しおり　・拡大・縮小　・付箋機能 ・ペン機能　・メーカHPへのリンク
9	予定販売価格 (円・税込)	会員	55,000（3年間）	49,500（3年間）
		非会員	66,000（3年間）	60,500（3年間）
10	利用期間		3年間	3年間
11	同時ログイン		3台	3台
12	認証方法		ID＋パスワード	ID＋パスワード
13	購入方法		WEB上にて申込み（HP参照下さい）	WEB上にて申込み（HP参照下さい）

発売時期

令和元年5月　HP：http://www.jcmanet.or.jp/

Webサイト　要覧クラブ

2019年版日本建設機械要覧およびスペック一覧表電子書籍（PDF）版購入の方への特典として、当協会が運営するWebサイト（要覧クラブ）上において2001年版から、2016年版日本建設機械要覧のPDF版が閲覧及びダウンロードできます。これによって2019年版を含めると1998年から2018年までの建設機械データが活用いただけます。

また、同じ要覧クラブ上で新機種情報も閲覧およびダウンロードできます。

様々な環境で閲覧できます。
タブレット、スマートフォンで外出先でもデータにアクセスできます。

お問合せ先：業務部　鈴木英隆　TEL：03-3433-1501　E-mail：suzuki@jcmanet.or.jp

編 集 後 記

おかげさまで，日本建設機械施工協会は，昭和24年に設立されて以来，満70歳を迎えることが出来ました。

今月号は，協会70周年記念特集号として，会長より巻頭言を，行政より特別寄稿をいただき，次いで，本年6月の総会後に執り行われた70周年記念式典の模様および記念講演会の内容を紹介するとともに，産・学の第一人者のインタビュー記事を掲載しました。さらに，協会活動にご尽力いただいた方から寄稿いただくとともに，各部会活動の歩み，主な建設機械施工技術の変遷，施工総研の研究への取り組みについて原稿をいただきました。執筆のご協力を賜りました各位に感謝申し上げます。

当協会が設立された時代には，戦後の荒廃した国土の復興に向けて，「建設の機械化」という掛け声の下に，産・学・官一体となって人の手を機械力に置き換えることにより，建設施工分野での飛躍的な生産性向上が図られました。その後，公共事業を巡る建設生産においては，設計～積算～施工～監督検査～維持管理の流れにおいて，発注者，設計者，施工者の間で役割分担が確立し，関係する情報は，二次元の紙の上で関係者間を複雑に流通するという確固たる体制や仕組みが確立しました。長期にわたってそのことに大きな不都合を感じることもなく，これを前提とした監督検査を含む各種調達システムの最適化が図られ，その体制に安住するという状況が生じてしまったと考えられます。他方で，建設機械メーカを含む製造業の生産現場では，ロボットなど新技術を積極的に導入し生産システムの改革が進展し，労働生産性が着実に上昇するとともに，現場の作業員の安全も確保されてきた中で，建設の現場は大きな遅れをとることとなりました。

今，ここに「建設の機械化」に代わって「建設のICT化」の掛け声の下に，ICT，AIなどの先端技術を活用し，産・学・官が力を結集して，建設の生産性向上に取り組む必要性が生じています。従来からの二次元の情報から，三次元，時間軸を加えれば四次元のデジタルデータを駆使し，施工段階だけの部分最適化に陥ることなくトータルの視点から建設生産システムを見つめ直し，生産性向上に繋げなければなりません。同時に，建設施工の安全性の確保も急務となっています。これは，若い人が集まる魅力ある職場づくりのためにも必須の取り組みです。

当協会の会員は，建設機械施工に関係する多分野にまたがる産業界の企業等により構成されています。この特徴を最大限に生かし，さらには従来，異分野とされていた産業界にも加わって頂き，建設機械施工技術のさらなる発展に寄与していくことが，今後の当協会の使命であると考えているところです。　（渡辺和弘）

機関誌編集委員会

編集顧問

今岡　亮司　　加納研之助
後藤　　勇　　佐野　正道
新開　節治　　関　　克己
髙田　邦彦　　田中　康之
田中　康順　　中岡　智信
渡邊　和夫

編集委員長

見波　　潔　村本建設㈱

編集委員

小櫃　基住　国土交通省
竹迫　勝久　農林水産省
瀧本　順治　㈱鉄道・運輸機構
岡本　直樹　（一社）日本機械土工協会
穴井　秀和　鹿島建設㈱
赤坂　　茂　大成建設㈱
宇野　昌利　清水建設㈱
玉記　　聡　㈱大林組
内藤　　陽　㈱竹中工務店
宮川　克己　㈱熊谷組
松本　清志　㈱奥村組
京免　継彦　佐藤工業㈱
竹田　茂嗣　鉄建建設㈱
松澤　　亨　五洋建設㈱
飯田　　宏　東亜建設工業㈱
鈴木　貴博　日本国土開発㈱
斉藤　　徹　㈱NIPPO
中川　　明　コマツ
山本　茂太　キャタピラージャパン
花川　和吉　日立建機㈱
上田　哲司　コベルコ建機㈱
石倉　武久　住友建機㈱
新井　雅利　㈱加藤製作所
村上　　進　古河ロックドリル㈱
山下純一郎　㈱前田製作所
太田　正志　施工技術総合研究所

事務局

（一社）日本建設機械施工協会

12月号「港湾・海洋特集」予告

・再エネ海域利用法に基づく促進区域指定及び占用公募制度の運用　・港湾の堤外地等における高潮対策　・鋼板セル工法による次期処分場護岸建設工事の施工実績　・東京港臨港道路南北線沈埋トンネル　・中防内5号線橋りょう他整備工事アーチ橋の台船ロールオンと一括架設　・ニューマチックケーソン工法による海上橋梁下部工事の施工　・水中建設機械を対象とした作業情報呈示システムの検討　・浜松市沿岸域　防潮堤整備の紹介　・800t吊SEP型多目的起重機船　・高品質の生コンを供給する環境対応型コンクリートミキサー船　・ケーソン自動制御据付システムの開発による海上工事のICT取組　・海洋開発事業への取り組み

【年間購読ご希望の方】

①お近くの書店でのお申込み・お取り寄せ可能です。　②協会本部へお申し込みの場合「図書購入申込書」に以下事項をもれなく記入のうえFAXにて協会本部へお申込み下さい。

…官公庁／会社名，所属部課名，担当者氏名，住所，TELおよびFAX

年間購読料（12冊）　9,408円（税・送料込）

建 設 機 械 施 工

第71巻第11号（2019年11月号）（通巻837号）
Vol. 71　No. 11　November　2019
2019（令和元）年11月20日印刷
2019（令和元）年11月25日発行（毎月1回25日発行）
編集兼発行人　　田　崎　忠　行
印　刷　所　　日本印刷株式会社

発 行 所　本部　一般社団法人　日本建設機械施工協会
〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号　機械振興会館内
電話（03）3433-1501；Fax（03）3432-0289；http://www.jcmanet.or.jp/

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大渕3154	電話（0545）35-0212
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話（011）231-4428
東北支部	〒980-0014 仙台市青葉区本町3-4-18	電話（022）222-3915
北陸支部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1	電話（025）280-0128
中部支部	〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10	電話（052）962-2394
関西支部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4	電話（06）6941-8845
中国支部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22	電話（082）221-6841
四国支部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22	電話（087）821-8074
九州支部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30	電話（092）436-3322

本誌上への広告は Santana 有限会社 サンタナ アートワークスまでお申し込み、お問い合せ下さい。
〒103-0013　東京都中央区日本橋人形町2-21-5　井手口ビル4F　TEL：03-3664-0118　FAX：03-3664-0138
E-mail：san-mich@zam.att.ne.jp　担当：田中

KOBELCO
あなたは二度、新体感する。
Performance × Design
SK75SR
Performance × Designは、
コベルコが挑む新SKシリーズコンセプト。
ユーザーが求める生産性、安全性を飛躍的に高めること。
ユーザーが体感できる快適性、デザイン性を極めること。異なる
2つの革新が高い次元で融合されることで、新型SK75SRが誕生しました。
エンジン出力※
28%up
登坂走行性能※
26.9%up
アーム掘削速度※
15%up
NETIS登録
iNDr
※SK75SR-3E型機比数値は条件により変動します。
コベルコ建機株式会社
お問い合わせ 03-5789-2111
SK75SR

確かな技術で世界を結ぶ　*Attachment Specialists*

可動式ハイキャブ

任意の高さに停止可能

油圧式マグネット

産廃物からの金属片取り出しなどに効果を発揮

自動車解体機

車の解体・分別作業を大幅にスピードアップ

ラバウンティシァ サーベルシリーズ

船舶・プラント・鉄骨物解体に威力を発揮

マテリアルハンドラ

ワイドな作業範囲で効果の良い荷役作業

ウッドシァ

丸太や抜根を楽々切断

マルマテクニカ株式会社

■ 名古屋事業所
愛知県小牧市小針2-18　〒485-0037
電話 0568(77)3312
FAX 0568(77)3719

■ 本社・相模原事業所
神奈川県相模原市南区大野台6丁目2番1号　〒252-0031
電話 042(751)3800
FAX 042(756)4389

■ 東京工場
東京都世田谷区桜丘1丁目2番22号　〒156-0054
電話 03(3429)2141
FAX 03(3420)3336

TSURUMI PUMP

多様な工事現場で活躍!!

小型水中ポンプ HS シリーズ

◆ 汎用タイプ HS 型・HSE 型（自動運転形）
◆ 軟弱異物対応タイプ HSN 型
◆ 通過径重視タイプ HSU 型
◆ 泥水タイプ HSD 型・HSDE 型（自動運転形）
◆ 低水位排水タイプ HSR 型

HS 型 / HSE 型（自動運転形） / HSN 型 / HSU 型 / HSD 型 / HSDE 型（自動運転形） / HSR 型

株式会社 鶴見製作所

大阪本店：〒538-8585 大阪市鶴見区鶴見4-16-40 TEL.(06)6911-2351 FAX.(06)6911-1800
東京本社：〒110-0016 東京都台東区台東1-33-8 TEL.(03)3833-9765 FAX.(03)3835-8429

北海道支店：TEL.(011)787-8385
東北支店：TEL.(022)284-4107
東京支店：TEL.(03)3833-0331
北関東支店：TEL.(027)310-1122
中部支店：TEL.(052)481-8181
北陸支店：TEL.(076)268-2761
近畿支店：TEL.(06)6911-2311
中国支店：TEL.(082)923-5171
四国支店：TEL.(087)815-3535
九州支店：TEL.(092)452-5001

www.tsurumipump.co.jp

Mikasa
http://www.mikasas.com

街づくりを支える、信頼の三笠品質。

転圧センサー
バイブロコンパクター
MVH-308DSC-PAS
NETIS No. TH-120015-VE

タンピングランマー
MT-55H
NETIS No.TH-100005-VE

MVC-F60HS
NETIS No.TH-100006-VE

MRH-601DS
低騒音指定番号5097

MLP-1212A

FX-40G/FU-162

MCD-318HS-SGK
低騒音指定番号6190

三笠産業株式会社
MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN
本社　〒101-0064 東京都千代田区神田猿楽町1-4-3 TEL：03-3292-1411（代）

大阪支店 TEL：06-6745-9631
札幌営業所 TEL：011-892-6920
仙台営業所 TEL：022-238-1521
新潟出張所 TEL：090-4066-0661
北関東営業所 TEL：0276-74-6452
長野出張所 TEL：080-1013-9542
中部営業所 TEL：052-504-3434
金沢出張所 TEL：080-1013-9538
中国営業所 TEL：082-875-8561
四国出張所 TEL：087-868-5111
九州営業所 TEL：092-431-5523
南九州出張所 TEL：080-1013-9558
沖縄出張所 TEL：080-1013-9328

FA機器の最適無線化提案

クレーン,搬送台車,建設機械,特殊車輌他
産業機械用無線操縦装置

Ⓝ微弱電波 Ⓤ429MHz帯特定小電力 Ⓖ1.2GHz帯特定小電力
Ⓜ315MHz帯特定小電力 Ⓢ920MHz帯特定小電力

スリム ケーブレス
N/U/Gシリーズ
微弱電波・特定小電力両モデル対応

No.1のオーダー対応!

■ 優れた耐塵・防雨性能
■ 選べる2段押しスイッチ!ストロークの異なる2種類から選択可能!

8操作 標準型 RC-5808N 15万円~
12操作 標準型 RC-5812N 17万円~
16操作 準標準型 RC-5816N 19.5万円~
※ボタン配置自在

タフ 頑強 ケーブレス
N/U/Gシリーズ
微弱電波・特定小電力両モデル対応

標準型 RC-8616N 22万円~

タフな現場に!落下にタフ、水にタフ!

■ 堅牢なボディ!
■ 特殊スイッチ装着可能

チップ ケーブレス
N/Mシリーズ
微弱電波・特定小電力両モデル対応

使えば分かる、コストパフォーマンス!

■ トコトン機能を絞ってコストダウン!
■ 乾電池仕様
■ 優れた耐塵・防雨性能

8操作 標準型 RC-3208N 12万円~
5操作 標準型 RC-3205M 11万円~
12操作型 標準型 RC-3212M 14万円~

マイコン ケーブレス
N/U/Gシリーズ
微弱電波・特定小電力両モデル対応

標準型 RC-6016N 20万円~

あらゆる環境での無線化に対応!

■16操作16リレー 最大25リレーまで対応可能

ケーブレスミニ
Nシリーズ
微弱電波モデル対応

標準型 RC-4403N 10万円~

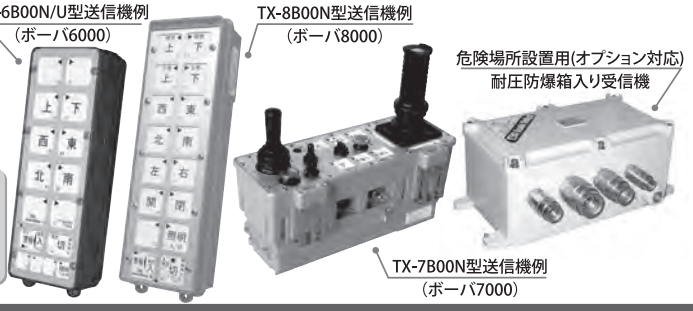
ポケットサイズの本格派!

■ 最大5リレーまで対応可
■ 2段押しスイッチ追加可能(オプション)

防爆形無線機 ボーバ(BoBa)
N/Uシリーズ
7B/8B…微弱電波のみ
6B…微弱・特定小電力両モデル対応

爆発の雰囲気がある危険場所での遠隔操作に!

TX-6B00N/U型送信機例(ボーバ6000)
TX-8B00N型送信機例(ボーバ8000)
危険場所設置用(オプション対応) 耐圧防爆箱入り受信機
TX-7B00N型送信機例(ボーバ7000)



双方向データケーブレス100S
Sシリーズ(920MHz帯)
特定小電力モデル対応

標準型 TC-1000808S 26万円~

・FA機器の制御に特化!
・双方向制御が、1セットで対応可能
・8点の送受信が可能!

データケーブレス
N/U/Gシリーズ
微弱電波・特定小電力両モデル対応

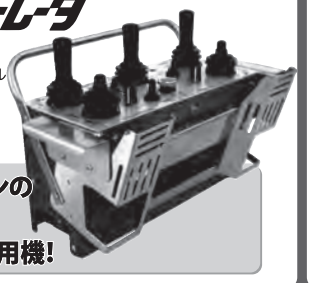
▼送信機例
▼受信機
32点
24点
16点
8点
5点

工夫次第で用途は無限!

■ 機器間の信号伝送に!
■ 多芯の有線配線の代わりに!

MAXサテレータ
U/Gシリーズ
特定小電力専用モデル

金属シャーシの多操作・特注仕様専用機!

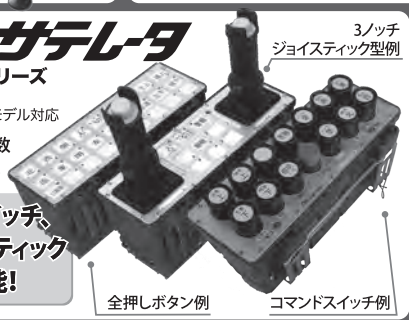


マイティサテレータ
N/U/Gシリーズ
微弱電波・特定小電力両モデル対応

■ 操作信号数 最大32点

特殊スイッチ、ジョイスティック装着可能!

3ノッチジョイスティック型例
全押しボタン例
コマンドスイッチ例



離操作(リソーサー) N/U/Gシリーズ
微弱電波・特定小電力両モデル対応

標準型 RC-2512N 22万円~

価格もサイズもハンディー並み!

■ 最大32リレー
■ 2段押し・特殊スイッチ装着可

＊価格は全て、セット価格および、税抜表示となっています。

常に半歩、先を走る AO
朝日音響株式会社
〒771-1311 徳島県板野郡上板町引野字東原43-1(本社工場) FAX.088-694-5544 TEL.088-694-2411
http://www.asahionkyo.co.jp/

無線化工事のことならフルライン、フルオーダー体制の弊社に今すぐご相談下さい。また、ホームページでも詳しく紹介していますのでご覧下さい。 朝日音響 検索

令和元年11月25日発行
（毎月1回25日）通巻837号

SMARTCONSTRUCTION

労働力不足やオペレータの高齢化、安全やコスト、工期に関わる
現場の課題を、お客様とともに解決していきたいと私たちコマツは考えました。
現場全体をICTで有機的につなぐことで生産性を大幅に向上。
そんな「未来の現場」を創造していくソリューションです。

次代に向けて、知性をその手に。

～ICT建機、ラインナップ拡充～

PC200i

ICT油圧ショベル

複雑なレバー操作なしでも
高効率な施工を実現。
GNSS* アンテナと基準局から得た刃先の
位置情報、施工設計データをもとに、
作業機操作のセミオート化を実現した世界初の
マシンコントロール油圧ショベルです。
*GNSS（Global Navigation Satellite System）GPS、GLONASS等の
衛星測位システムの総称。

PC300i

ICTブルドーザ

世界で初めて掘削から仕上げの整地までのブレード操作を自動化。また、粗掘削時にブレード負荷が増大すると、
シュースリップが起こらないように自動でブレードを上げて負荷をコントロールし、効率良く掘削作業が行えます。
さらに、事前に設定した設計面に近づくと自動認識して、粗掘削から整地に自動的に切り換わります。

D37PXi

D61PXi

D65PXi/EXi

D85PXi/EXi

D155AXi

KOMATSU

コマツ 国内販売本部

〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6 https://home.komatsu/jp/

動画でご紹介

雑誌 03435－11

4910034351190
00800

「建設機械施工」 定価 本体八〇〇円（税別）