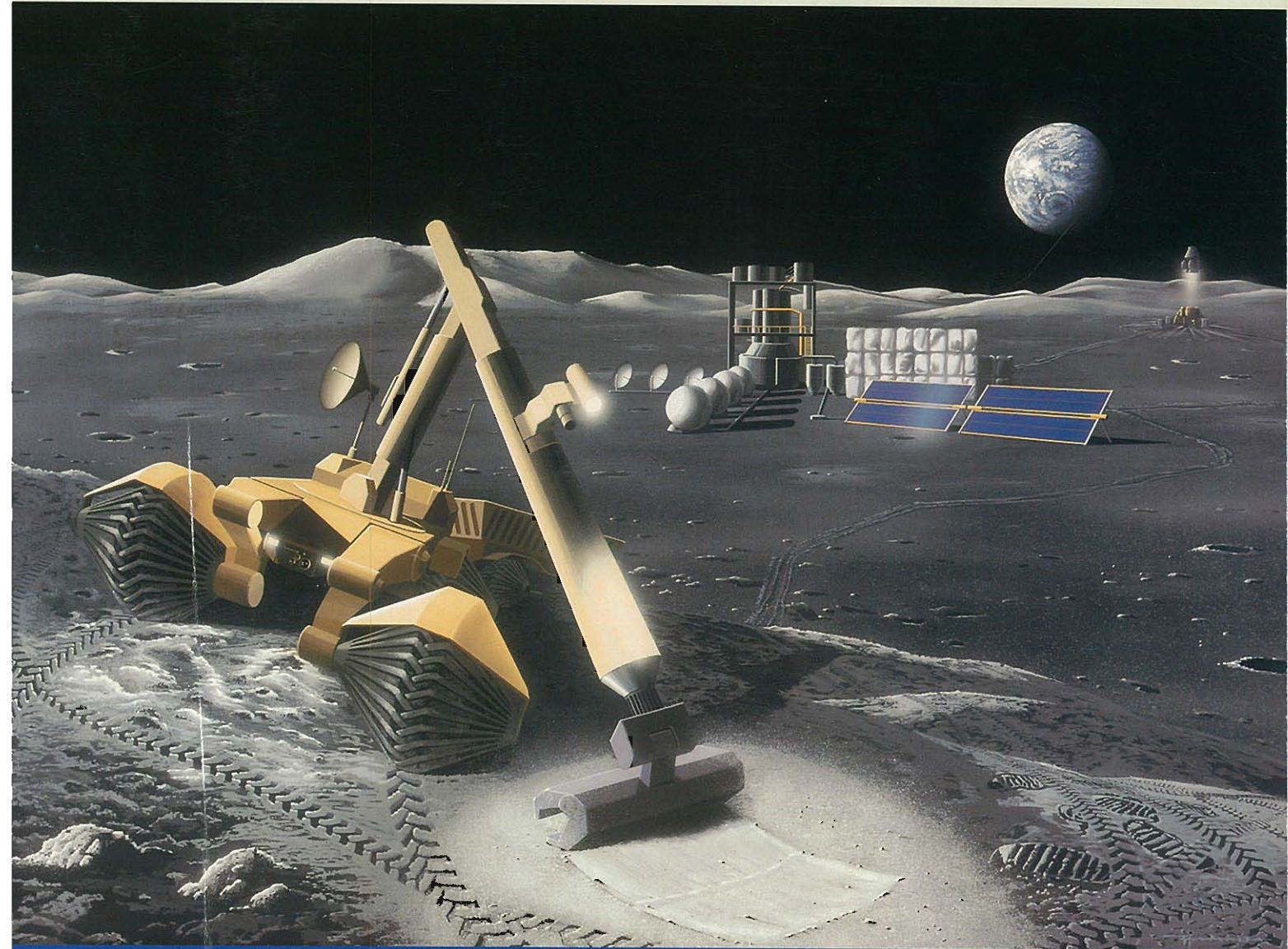


# 建設の施工企画 ①

2006 JANUARY No.671 JICMA



— 夢 — 特集

## 巻頭言

## 新年のご挨拶

小野 和日児



新年明けましておめでとうございます。謹んで新年のお祝いを申し上げます。

21世紀も6年目を迎えることになりました。20世紀末の重苦しい雰囲気から、一転、新しい世紀には明るさを期待しましたが、依然として、国際情勢、経済動向、社会秩序 etc. いずれも混沌としています。しかしながら、日本経済はまったくの不透明のなかから、先を見通すことができる状況にまで回復し、国内的には、この混沌のなかに秩序と安定へ向かう空気を感じることができます。

その中で建設分野は依然としてつづく公共事業の抑制に加えて、受発注の仕組みに世の批判が集中するなど、晴れ間の見えない状態が続いています。公共事業の品質を確保する法律が平成17年3月に成立し、4月から施行されています。この法律は、公共事業のシステムを根本から変えることを目的とする法律であり、会員の企業経営、技術開発さらには技術者の経験、技術力に大きくかかわるものであります。協会としては、この法律の目的とするところを会員各位に理解し遵守していただくために、普及・啓蒙活動を精力的に進めることとしています。

地球温暖化による異常気象の発生は地球環境の保全をより緊急の課題としていますが、5月には特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律が公布され、現在、関係省庁において政省令、技術基準等の策定に取り組んでいます。建設機械メーカーはすでに新法に対応する技術開発、車両製作を進めていますが、協会としては排ガス規制法に対応した建設機械の普及を積極的に支援していきたいと考えています。

平成17年は、協会を取り巻く環境は厳しいものがありました。本部、支部および研究所において、環

境、安全、防災に関する技術開発を中心に、「より効率的に、より機動的に」をモットーに業務を進め、事業計画に沿ってほぼ順調に進んでいます。大型、異常かつ多発する気象に起因する災害あるいは地震災害等に対応するため、防災施設の強化、緊急時の施工システム、点検・復旧技術の強化等が一昨年来の課題となっています。こうした課題に対しましては、建設機械メーカー、ゼネコンをはじめ多業種の企業を会員とする当協会の特性を生かし、複数機械の稼働システムの設計、先端技術による新しい動作を可能とするマシンの開発等を含めた多くのテーマについて、部会および研究所において調査研究を進めているところであります。

今年、CONETの開催の年です。「けんせつきかい、未来への挑戦」をテーマに、「環境」、「防災」、「安全」をキーワードに、最新の建設機械、先端的な技術を一堂に集め、国内外から多くの方々に参加していただける展示会にすることを目標に、実行委員会を中心に協会を挙げて準備に掛かっています。出展者と国内外からの来場者の皆さんとのコミュニケーションの場となり、また専門の方々はもちろんのこと一般の方々にも多数おいでいただけるように企画、運営に工夫を凝らしたいと考えています。会員の皆様には、「見せたい自慢の機械と技術」を多数ご出展いただきますとともに、CONETの企画、宣伝、運営等に積極的なご支援、ご協力をお願いいたします。

最後になりましたが、本年も協会の活動、運営に会員の皆様のご協力をお願いいたしますとともに、会員各位のご健康とご活躍を祈念申し上げまして新年のご挨拶といたします。

# 未来の建設と他分野の先端技術

加 納 研之助

ヒューマンスケールの技術である建設技術は、ナノテクノロジーに代表される昨今の先端技術とイメージが合わない。しかし、建設技術は元来、機械技術など様々な分野の技術を総合化することにより発達してきている。建設における技術開発を取巻く環境には他の分野と異なる条件も確かにあるが、今後も他分野の先端技術を貪欲に応用することで新しい地平が切り拓かれる。

キーワード：建設技術，未来の建設，未来技術

## 1. はじめに

科学技術の進歩は人類のさまざまな昔からの夢を次々に実現させて来た。「取ってこれろ」と子供に泣かれて困った名月にも人間が降り立つようになり、1,000万円ほどかかるが、今や行きたければ誰でも宇宙旅行に行ける。

科学技術は一方、昔の人たちが思いつかなかったような新種の利便を人類に与えてもいる。42,195 km を走りぬいて息絶えたメロスが、敵が敗走をはじめた戦場で、ケータイに向かって一言「勝った」と言えば済むような時代がいつか来るかもしれない、とは思わなかったし、アテネの人々も「いつの日か写メールが出来るようになればメロスの言うことが本当に本当なのかと心配せずに済むのに」とは考えなかっただろう。

このように分けてみると建設の分野で技術の進歩がもたらしたものは、どちらかといえば「昔からの夢」グループに属するものが多いかも知れない。建設技術の進歩は本州と四国を橋で、北海道と本州をトンネルでつないでしまったし、神の怒りを買って7階までで建設が中止されたバベルの塔に代わり、今では雲を突き抜け500メートルの超高層ビルが建っている。

とても出来そうもなかったことを実現させてしまった建設の技術進歩は本当に素晴らしいものだが、思いもかけない新しい世界が開けたというよりも、夢に思っていた世界が現実のものになったということであろう。

一方、「先端技術」と言われて直感的に思い浮かべるのは、遺伝子組換えやクローンなどのバイオテクノロジーの分野であり、超電導物質、液晶ポリマーなど

多様な新素材の技術であり、また、エレクトロニクスの止まるところを知らない技術革新に支えられて進化し続ける情報処理・通信の技術ではないだろうか。ナノといわれるような分子レベルの微小な世界を技術の基礎とするものが多く、建設の、目に見えるヒューマンなレベルの技術と、直ちにはイメージが結びついて来ない。世に華々しいこのような先端技術は、建設の世界には無縁なのであるだろうか？

## 2. 未来技術年表

文部科学省では5年ごとに、専門家へのアンケート調査とその分析を中心とする「技術予測調査」が実施されており、これにより、科学技術の専門家たち数千人が予測した30年後までの世界として「未来技術年表」が作成されている。2000年に実施された調査では、16の科学技術分野ごとに2030までの30年間にどのような技術が実現されるかが未来年表として取りまとめられており、また、「科学者が選んだ重要課題トップ100」として全分野からの100課題の実現年が予測されている。

16の分野は、

- ① 情報・通信
- ② エレクトロニクス
- ③ ライフサイエンス
- ④ 保健・医療
- ⑤ 農林水産・食品
- ⑥ 海洋・地球
- ⑦ 宇宙
- ⑧ 資源・エネルギー

- ⑨ 環境
- ⑩ 材料・プロセス
- ⑪ 製造
- ⑫ 流通
- ⑬ 経営・管理
- ⑭ 都市・建築・土木
- ⑮ 交通
- ⑯ サービス

となっており、このうち建設の技術と最も直接に関係するのは、都市・建築・土木、次いで環境あるいは海洋・地球の分野であろうか。

100 課題のうち都市・建築・土木の分野でから挙げられているのは5課題で、

- ・「2012年までに、巨大地震発生時の構造物や地盤の挙動を正確にシミュレートする技術が日本で普及する」
- ・「2012年までに、局地的な気象の予報に基づき、河川、道路等における災害による人的被害を大幅に減少させる、警報・予報・避難・規制システムが日本で普及する」
- ・「2016年までに地震検知の全国ネットワークが構築され、50 km 程度離れた地震に関して地震到達前に情報が伝達される防災システムが日本で普及する」
- ・「2021年までに高レベル放射性廃棄物の処分技術が実用化される」
- ・「2026年までに地殻の歪みの分布や過去の地震履歴の分析等により、中期的（5～10年程度先）な大規模地震（M8以上）の発生を予測する技術が日本で実用化される」

の5つとなっている。

環境の分野では、自動車の排ガスの排出規制の技術2課題、ゼロエミッションと地球規模のCO<sub>2</sub>排出抑制の技術各1課題、海洋・地球の分野にも、地震や火山マグマの関係が3課題、CO<sub>2</sub>が1課題あり、その他、湾の総合的利用の技術、多獲性魚の魚種交換のメカニズムの解明、放射性廃棄物の地層処分となっていて、調査における「重要性」の定義の関係もあろうが、「安全・安心」一色の観を呈している。

それに対して100課題中21課題と圧倒的多数を占めたライフサイエンスの分野では、

- ・「2008年までに、DNA塩基配列情報から新規のタンパク質機能を推測する手法が開発される」
  - ・「2011年までに、バンコマイシン耐性菌を含む多剤耐性菌に対する有効な治療薬が実用化される」
- など医療にかかわる課題のほか、
- ・「2015年までに微生物や植物によるバイオプラスチック

ク等の生分解性プラスチックの生産が全世界プラスチック生産量の過半数を占める」

- ・「2018年までに、火力発電所などから排出される高濃度二酸化炭素を直ちに生物学的に固定化する技術が実用化される」

など基礎的技術が医療の枠を超えて利用されて行く道筋が見通されている。

また、12課題が挙げられたエレクトロニクスでも

- ・「2015年までに、10 nmの最小寸法を持つLSIパターンを量産加工できる技術が実用化される」
- ・「2015年までに、単原子・単分子を操作する技術がデバイス作製や遺伝子操作の技術として実用化される」

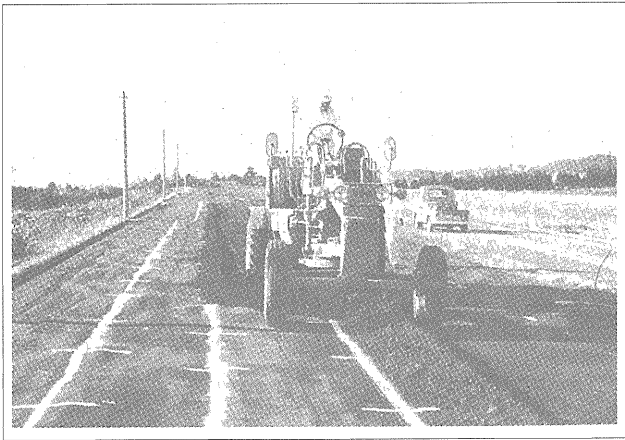
など、そこから先のさまざまな応用的研究開発の基礎となる技術が課題として捉えられており、同じことは、分野の属性からも想像できるとおり、材料・プロセスや、情報・通信にも共通する結果となっている。

### 3. 「単分子を操作できる」技術が建設の未来を？

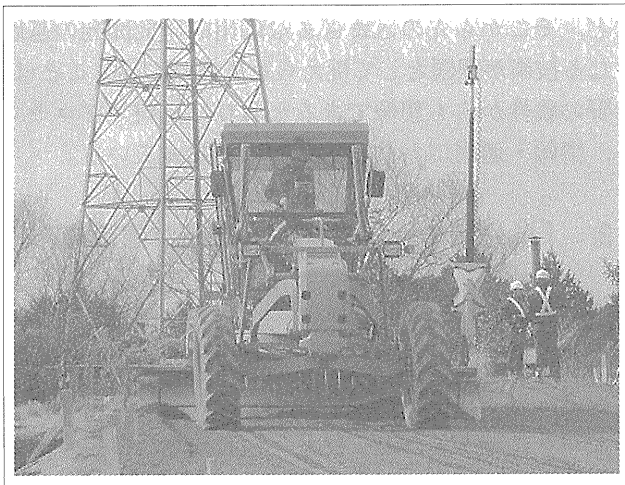
「未来技術年表」では、10年後の私たちの世界、20年後の、30年後の、ということで、こんな世界になるということをイラスト化し、視覚に訴えて見せることも試みているが、勿論ねらいはそこに止まるものではなく、むしろ「技術はここまで進む。それを使ってどのような世界にするかは国民の皆さんで考えて下さい」というところにあるものと思われる。

たとえば、ビジネスチャンスを追いかける企業家・研究者であれば、「2015年までに本当に単分子を操作出来るようになるのであれば、わが社の仕事のこの部分はこのような可能性が出てくるのではないか。そうであればこのような年次計画の目標を持ってこのような研究をわが社としても進めておけばよいのではないか？」という形で自らの研究開発と投資のマップをプログラムするために役立つのではないかとということである。そのためにこそ「将来はこんなことが出来るようになる」だけでなく、それぞれについて「いつまでに」を示すことに力が入れているものと考えられる。

単分子を操作出来るようになることが建設技術の未来とどこでどのように関わってくるのか来ないのか、筆者には全く想像も出来ないが、建設技術の研究開発の前線で新たな挑戦に日夜取り組んでいる企業の技術者の中には、2015年のこの技術の実用化を自らのマップ上にマークした人も必ずいるに違いない。



写真—1 1970年頃のモータグレーダの整地作業試験



写真—2 現在の三次元重機制御システムによるグレーダ作業

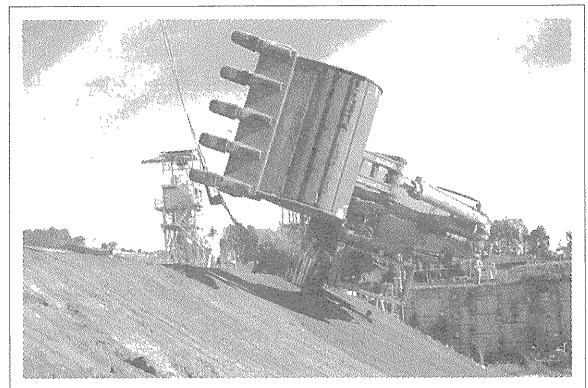
#### 4. 建設技術は様々な分野の技術を総合化して発達

ここでもう一度上記の、都市・建築・土木分野の5課題とライフサイエンスやエレクトロニクス分野の課題を並べてみると、ライフサイエンスなどの「DNA塩基配列情報云々」や「10 nmの最小寸法を持つLSIパターン云々」のようなピンポイントの単一の技術と比較して都市・建築・土木では、「災害による人的被害を大幅に減少させる、警報・予報・避難・規制システムが普及」の如く、多くの技術の総合的利用によって実現される結果がそもそも課題技術として設定されていることが見て取れる。これは、分野ごとの委員会を組織して行われた課題設定の態度にもよることであるが、一方で建設の技術が本来多くの要素技術の総合化によって成立していることの反映でもあろう。

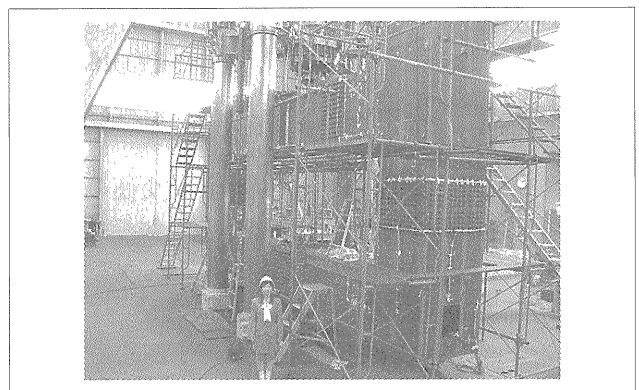
建設の技術は即ち、土と水、木と石、その他さまざまな材料と構造系の力学的挙動を分析し制御しようとする技術と見ることもできるが、この建設の技術が急

速に発展し始めるのは、他の多くの産業・民生分野の技術と同様、動力に蒸気機関を取入れて始まった産業革命からと考えられる。

人と道具によってそれら建設にかかわるさまざまな材料を制御していたものが、機械力を使って制御するところになり、またその反射として対象物の規模や構造の選択にも自由度が増すこととなり、建設事業の可能性は大きく広がった。その結果、今ではバベルの塔よりもずっと高い超高層の建物も、海峡をひとまたぎする橋も実現し、建設の不可能を可能に変えたが、未知の領域を目指すのではなく在来の建設をもっと安価に効率よく行おうとするインセンティブも、当然ながら建設技術の発達を推進する大きな力となった。そしてその過程では材料・プロセス技術の成果である鉄やコンクリートなど新しい素材を取入れ、動力機械を改良開発し、エレクトロニクス技術や情報技術を応用することで建設の効率化にかかわる技術を進化させてきたと言えるだろう（写真—3、写真—4）。



写真—3 運転者保護構造の転倒実験



写真—4 鋼製橋脚の大型疲労試験

#### 5. 建設・保全の施工技術は機械の技術

筆者の勤務する社団法人日本建設機械化協会施工技術総合研究所は40年前に建設機械化研究所として発

足した。

建設機械化という言葉の意味するところは、道具と人力による当時の建設施工から機械による建設施工への転換を推進しようということにあった。

現在では機械を使わない建設施工はほとんどないので機械化施工といえば建設施工全体と同義であり、トンネル、橋梁、ダム、舗装などあらゆる土木施設の建設、保全、修繕等施工技術の全体が調査研究の目的となっている。

産業革命に始まった建設技術の近代化、そしてそのコアであった建設施工の機械化は、トンネル掘削用の機械・装置や大規模土工での軌条の利用、鉱山機械などから進んで行ったが、通常の土工において道具と人力に代わってブルドーザやシャベルなどの自走機械が利用されるようになるのはわが国では昭和30年代に入ってからであり、「機械化施工」と言う言葉も当時の状況において最も分かりやすく理解される。

機械の進化を通ずる建設技術の改良はその後急速に進み、最近では、情報・通信、エレクトロニクスの技術を応用した、災害現場等における無人化施工技術やGPSの位置情報などの数値情報のみで建設機械のオペレーションを制御する情報化施工などが注目されている（写真—5）。



図—5 自律航行飛行船による無人トンネル点検システム

また、材料や構造系についての建設技術も、計測技術の進歩とも相まって疲労・破壊のメカニズム解析が進むにつれ、また新材料の製造技術が進むにつれ、発展を続けている。

## 6. おわりに

以上のように、建設技術は他分野の技術を利用し総

合化することで進歩してきており、今後も異業種分野の先端技術を取入れて発展していくだろう。

ただし、逆に建設の先端技術を他分野が、技術の成果としての施設等でなく技術そのものを他分野が、利用するという事は、建設技術がもともと総合化の結果であるだけに、簡単にはイメージしにくい。

また、建設工事の受注を主体とする企業においては研究開発費をつぎ込んで性能とコストが他社に抜き出た技術を開発しても、それがストレートに受注に結びつくことは官工事、民工事を問わず少なく、どんなに優秀な技術であっても iPod がたちまちの内に世界市場を席巻したようなわけには行かない。

更に建設事業そのものが必ずいくつものプロセスの連続なので、そのうちの一つを改良してもそれだけで全体の効率を大きく改善することにならない場合も多く、一つの研究が成功すればそれを単独に商品化して売出し開発コストを回収し、更に利益を期待することが出来るような構造にも多くの場合なっていない。

また、本州四国連絡架橋のような国家プロジェクトでは、未知の技術領域への必要な研究投資を行うことが出来、わが国の建設技術を世界をリードする水準に押し上げたが、市場競争に開発コストも織込まれるような汎用的技術の開発は市場に任せてよいとしても、特定のプロジェクトの目標があって初めて開発が進むような新しい領域を旨とする建設技術についてはやはり国家としての取組みが必要になると思われる。ガン治療薬は開発に成功すれば必ず売れるが、紀淡海峡に橋をかける技術は開発すれば必ず売れるとは限らないからである。

建設技術の研究開発をめぐる環境には上記のように他とは異なる側面もあるが、コスト、安全、環境、海外市場での競争など建設が当面する課題はいずれも技術開発の進展なしには解決が覚束ないものであり、建設技術は今後も先端技術を含め他分野の技術を積極的に利用して行くことを通じて進化していくことが期待される。

JICMA

### 【筆者紹介】

加納研之助（かのう けんのすけ）  
社団法人日本建設機械化協会  
施工技術総合研究所  
所長



special issue: what are the challenges for engineers in future

ゆめ 夢 特集

## ■新春座談会■ 世代を超えて 建設が好き

出席者（発言順）	藪ノ 和洋	株式会社奥村組東京支社東関東支店黒砂工事務所
	高松 武彦	株式会社小松製作所顧問
	石井 啓範	日立建機株式会社技術センタ
	豊 博文	山崎建設株式会社東京支店工事部
	木村 隆一	元鹿島建設株式会社機械部
	高久田くに	水谷建設株式会社東日本支社
	中村 千春	水谷建設株式会社東日本支社
司 会	金津 守	編集委員（株式会社小松製作所）
司 会	星野 春夫	編集委員（株式会社竹中工務店）

2005年12月5日午後、機械振興協会会議室で開催

**司会者** 座談会というと固苦しい内容の場合が多いのですが、「夢」が特集のテーマでございますので、皆様が日頃思っておられることを忌憚なくお話しいただきまして、読者の皆さんに喜んでいただける内容になればありがたいと思っております。

それでは、簡単に自己紹介をお願いいたします。



**藪ノ** 平成12年入社で今年6年目になります。

仕事の主な内容は現場の施工管理で、主にシールドや推進の現場を担当しています。ちょっと皆さんとは仕事内容が異なるとは思いますが、いろいろ話しができればと思っております。

シールドや推進現場ですと、建設機械といえば一般的な油圧ショベルやクレーンなどしか扱いませんので、今日は最先端の建設機械のお話など聞かせていただければと思っています。



**高松** 私は、昭和6年生まれで最も古参ですが、まだ生きていますので、そんなに古くはないと思っています（笑）。

日本の建設機械はトラクタが生まれてからたった70余年しかたっていないわけです。海外での蒸気機関搭載の建設機械から始まる歴史では百年余りです。ところが初期のトラクタと今のブルドーザを比較しても、また油圧ショベルを見ても基本的に形は何も変わっていないのではな

いかと私には思われます。今年パリのエアショーを見てきましたが、収容能力800席のエアバスだとか、低空飛行で失速するのではないかと言うような飛び方をする超音速機など、1903年にライト兄弟が「59秒/39m」という初飛行をしてからこの100余年で飛行機はすごい進歩を遂げていると感じました。

それに比べると建設機械は大して変わっていないのではないかと言う気がします。



**石井** 部署は技術開発センターですが、今年で入社7年めになります。

主な担当業務は新しい建設機械を作ろうというグループに所属して開発を行っております。いままで開発したものは木造家屋解体機等で、現在はフロント

が二つある双腕作業機の開発を行っております。

今後の予定としては、ロボットを建設機械に適用してより高機能化、多用途化を図る業務を担当していく予定です。



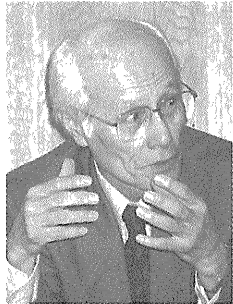
**豊** 私は会社に入ってもう21年めです。

ほとんど現場の工務職をやっている現場の責任者としてずっときています。大型の機械が動く現場をずっと担当してきました、一番大きな仕事は栃木県のホンダのサーキットコース、1,200

万m<sup>3</sup>ぐらいの土が動いたのですが、昼夜勤工事で非

常に忙しかったのですが、思い出に残る工事です。

高松さんが先ほど言われたように建設機械というのは大して変わっていない。やっている仕事もあまり進歩がないというか、入った当時から同じような仕事をしているなという感じで、機械的にはだんだんとオペレータも乗りやすい機械にはなっていますが、やっている仕事の基本的にはそんなに変わらないなということを実感しています。



**木村** この中では先輩に当たるのは高松さんお一人で、私は昭和10年生まれでだいぶ離れておりますが(笑)、よろしく願いいたします。

日本建設機械化協会では、5年間ほど建設業部会に属しまして、その部長も勤めさせて頂きました。大変多くの企業の方々とお付き合いをさせていただいたりして、その頃も楽しかったし、今も楽しくやっています。

業界の仲間、OB、レンタル業界の現役の方たちも年に4~5回は飲み会をやっていろいろな話をしているのですが、そういった話の中で、今の若い現役の方々も一緒に集まって話を聞かせたいという話題もよく出ます……。



**高久田** 大型の建設機械に乗車する女性のオペレータは15年ぐらい前までは数が少なかったということで、私は女性オペレータのさきがけといえますが、はしりということで今日は参加させていただいております。

オペレータとしては4年半ほど各地の現場にて作業を行いまして、管理部門に配属になって10年ぐらいになります。「この仕事は好きでないとできない仕事だな」ということと、男性社会と言われていた中で女性がうまくやっていくために苦労しているところとか、反対に建設業界の中で女性がいることによって「ちょっと得しているかな」という部分もありますので、そういったことを含めてお話しさせていただければと思います。

**中村** 私は今年で入社4年目で、今は静岡空港に配属となっています。現在の仕事内容は重機のオペレータとして油圧ショベルに乗って、法面整形や場内のトレンチ掘削などを主に行っています。

まだ4年めで法面整形をやっている女性オペレータは、私の知っている範囲では誰もいないので、自分で



は「日本中で自分一人だ」と勝手に思い込んでいるのですが(笑)。それが自分では誇りだと思っていますし、とてもやりがいのある仕事だと思っています。

女性で現場にいて大変なこともたくさんありますが、得することもたくさんあって、今は仕事

を楽しんでやっています。

**司会者** 年齢もご経験も時代もいろいろな方々にご参加いただきましたが、これは好きでなければやっていけない仕事だというのは、皆さん、実感としてお持ちになっているかと思います。

高松さんから「70年たったが進歩していない」というお話がありまして、木村さんからは「もっと今の若いもの、がんばれ」あるいは「いまだにこの業界が気になってしょうがない」と伺ったのですが？

**高松** 昔はつるはし、スコップで汗をかき、向こう鉢巻で皆雨ざらしでやっていたから「ブルドーザのオペレータだけ屋根のついた席にいるのは何事だ」と言われていました。今大きく変わったこととしては人を大事にするということから居住性が良くなった事だと思いますね。しかし、機械の基本的なことはそんなに変わっているかな……。

敗戦後の食糧増産に始まる埋立て、開田、圃場整備が全国的に進んで湿地ブルドーザの時代からスタートして、水力電源開発、宅地造成へのブルドーザの大型化、鉄道・道路建設のクレーンやトンネル掘削機、それから都市土木へのミニショベル、地下構造物構築のトンネル機械というふうに主役がどんどん変わってきました。

トンネル機械などは単品の機械ではなくてみんなシステムで運用されていきますから。そうするとインシニアチブはシステムを運用する施工の人が中心になって、いわば、機械はその一つの部分として組込まれるという形に変わってきたと思うのです。

**司会者** 木村さんは、施工という立場といえますか機械を組合わせて使うほうのお立場かと思うのですが……。

**木村** 我々の職種は建設業界では機械系の技術者、電気系の技術者、あるいは重機を操作するオペレータ等も含めて技能者です。機電屋と俗に言っていますが、機械を使って施工をするのが我々の仕事なのです。例えばシールド機械なんかでも、世間の人たちは機械が掘ってくれるから工事はうまくいくに決まっていると知っているのです。



工事に携わっている人たちはそうではなくて、24時間緊張しながら機械の性能に見合った施工をやっているのですが、そこらに認識のギャップがあって、そのギャップを理解できる人たちがメーカー側でも少し欠如しているし、建設業界の中でも管理部門ではそこらへんをかなり見落としているというのが現実ではないかと思います。

いずれにしても現場で働く人たちが機械と密着して仕事をする、そのことがいつまでも価値あるものとして存在し続けてもらいたいと思っています。世の中コンピュータその他ができて、現場管理もパソコンに頼るところがあって、現場を知らない現場マンが非常に多くなっている。日本建設機械化協会の中でも、建設業部会では機電屋と施工との関わり合いについていろいろ研究していますが、技術者たちにもっと現場に入りこむように引張ってってもらえたらなと思うのです。

**司会者** 豊さんはまさに現場で機械を使って工事を進めるといって、一番大変なところにいらっしゃいますか……。

**豊** 私は土木という世界が好きでずうっとやっているのですが、今の若い人にも「石の上にも三年だよ、がまんすることもやって、自分がこの道で食っていけるなと思ったら続ければいいし、合わないなと思ったら早くやめたほうがいいぞ」と言っています。

土木業界というのはなくてはならない業種だと思うのですが、今の若い人たちには3Kといわれてちょっと敬遠されている。実際に仕事を始めてみたら「いいな」と思う人や、「やってみなければわからない」という人もいると思うのですが、入る前から敬遠されてしまうと言うような、今の社会環境というか、土木業界がそういう目で見られているというのはちょっとまずいのではないかと感じています。やはりもう少し土木という業界が周りから認められるというか、そういう形になってもらいたいと思います。

**司会者** 高久田さんは、いわゆる3Kと言われる時代にさらに加えて女性という立場でやっていらっしゃったと思いますが……。

**高久田** 私は、土木のこと、建設業界のことはまるで知らない状態で入社したのです。

最初は現場事務所の電話番号で入ったので、電話番号だけやっていけばいいのかなと思ったら、現場事務所の仕事というのは、本当に大変で、机の前に座って事務をしている事務屋さんなんて一人もいなくて、現場に重機が入ってきたら、パトライトをつけた先導車で先導して部品を入れたり重機を入れたりもしなければい

けなくなります。

いろいろな仕事を経験させていただいているうちに、重ダンプトラックというタイヤの直径が私の背丈より高く、「こんなのに乗ったらすごいだろうな」と思える重機との出会いが、私が女子オペになろうと思った始まりでした。

先ほど、高松さんのほうから「機械の構造的な進歩がない」というお話がありましたが、私は構造面の事は詳しくわかりませんが、居住性については気が付くたびに注文をつけていろいろな改善をしていただいた事があります。今は居住性は良くなっていると思っています。どんどん技術が進歩してコンピュータ制御で動くようなすばらしい機械が作られるようになると思います。しかし、よく「職人芸」などという言葉がありますが、最終的には人間の勘とか技、そういうものも大事にしたいと思っています。自分の目で見ると、耳で聞き分けるとか、感覚でとか、そういうことが鈍ってしまうのではないのでしょうか。技術の進歩も大切ですが、現場の状況を機械から降りて自分の目で確かめるというような態度も大切だと思います。

**高松** やはり人が乗って運転する機械は、人の感覚に良く付いてくる機械を作ることが大切なのです。

1980年前後に油圧ショベルにコンピュータ制御を取入れました。油圧ショベルは2,3系統のポンプでバケット、アーム、ブーム、旋回、走行をみんなやるので、油量の配分をセンサとコンピュータを使って制御するのですが、しかし最後は人が乗って「この機械は運転しやすい、作業機が良く手に付いてくる」という感覚的なものはしっかり確保しておかないといけない。

あまり自動化しすぎても、多分、運転者の方はあまり喜ばないのではないかと、多少オペレーターの技量を発揮する余地を残しておかないと。いくらコンピュータとかでやっても法面整形の自動化なんてコスト的にできないですよ。そこを残しておくのがいいところですね。

**木村** 意識して残すのではなくて、残さざるを得ないと思う（笑）。コンピュータではそこまでの技術は「とてもじゃないけど」というところもあるから。

**司会者** 石井さんはいかがですか。若手の開発者のお立場で。

**石井** おっしゃるとおりだと思います。多分、全部コンピュータでやらせるというのは限界があって、そうすると人間に劣るものしか現状では出来ないと思うので、ステップとしては何らかのアシストを可能にするという形で徐々に積み重ねていくというスタイル

がいいかなと考えています。

乗用車にはマニュアル車とオートマチック車があります。オートマチック車は素人の方が乗られてもすぐ運転できますが、運転のうまい方はマニュアル車で走った方が良い運転が出来るようです。その中間にセミオートマチック車というのがありますが、我々が目指すところも運転される方の技量を補助したり、支援することが可能となるような形ではないかと思います。

とは言っても、どのへんを狙うかというのが非常に難しいので、そこは現場を見ながら検討していかないといけないと思っています。

**司会者** 「オートマチック車は簡単」と言う話がありましたが、同じオートマチック車でもうまい運転と下手な運転があると思いますが……。

**中村** 基本は安全に作業を進めることだと思います。今乗っている油圧ショベルはバックモニタがついていて、作業をしながらでももちろん後ろは見えますが、自分がいくら注意していても周りに人が近寄って来たりして危ないと思うことがたくさんあるので、旋回半径内に人が立ち入ったときに音が鳴ったり知らせてくれるようなものがついたら便利だと思います。

**石井** 私も「安全」がまず重要だと思っています。おっしゃるように周囲監視で近くに作業者がいたらオペレータに知らせるとか、場合によっては機械を止めるというような装置に対するニーズがあると考えています。「安全」というのは一つのキーワードだと思います。

**司会者** 今までのお話は「土木の明かりの現場」という話でしたが、藪ノさん、シールドの工事という土木技術と違うような気がします……。

**藪ノ** シールド技術というのは非常に進歩しているといえますか、昭和40年あたりから始まっており、今ではボタン一つ押せばトンネルを掘ることからその後の構造物（セグメント）を組立てるところまで、すべて全自動でやってくれるような機械まであります。

ただ、全自動にしている関係もあり、一つ止まるとすべて止まってしまう。機械の操作はベテランのオペレータによって行われるのですが、自動と手動を使い分けし操作する時も多々あります。自動の部分に頼ることもいいのですが、昔ながらのやり方という部分も非常に重要になってくると思います。

**豊** 今の話は重機動向に通じるところがあって、今の機械はみんなコンピュータがついているのです。うちのオペレータなんか十何年も同じ機械を使って、ずっと一緒にやっているものですから自分の子どもと同じです（笑）。あと何時間ぐらいすればここがイカレそ

うだとか、そこらへんまでわかってやっていて、自分の機械が故障しても自分で直せた。いつ止まるかというところまでわかっていますから、部品なんかもそれなりに準備しておくわけです。

今の機械はみんなコンピュータで、逆に言うと故障したらオペレータが対処しきれない。一部そういう面では「昔のほうがよかったな」という感じもあります。

**木村** 故障が生じたらその部分だけを直せるような構造というのは、今ほとんどないですね。

**豊** そうですね。

**高松** 結局、サービスマンの人的コストが高いのです。修理の信頼性を確保するためにもアッセンブリー交換になってしまうのですね。

**木村** 先ほどお話しがありましたが、居住性が良くなるとか、そういう細やかな人間性のある改良改善、安全のほうも含めて大歓迎なのですが、しかし、あまり高度になるのはどうかなと。「技術の発展の限界はこのへんまでにしてください、そこから上はちょっと待てよ」と（笑）。

**高松** 技術の進歩は止まらないですよ。まだどんどん進んで便利になってくると思いますね。

みんなが技術の進歩で便利な世の中になることを望んでいますから、技術の進歩は止まらないのではないですかね。

**司会者** 技術が進歩することによって余分な神経を使わないで、いい作業ができるというのは、多分、技術がカバーする部分だろうし、そうかと言って、技術だけがいくら進歩しても100%機械に任せっぱなしということはあり得ない。逆に、そうなってしまったら、皆さんがおっしゃっているように、この業界のおもしろみはなくなってしまい、なおさら魅力のないことになりかねないかというような気がします。

それでは、今何が必要かといったあたりを一言ずつお聞かせいただきたいと思います。



**木村** 先ほどから人の採用が難しいとか、3Kのイメージが強いとかのお話しがありましたが、私は3Kを隠す必要はないと思う。こういう仕事なのだ、現場

というものはこういう迫力がある世界なのだ、埃だらけになっても誇りがあって、あえてカッコよく見せる必要は全くないと思うのです。必要に応じて必要な姿ができているのであって、そのまま見せていいと思う。

特に、子供たちに現場を1回見せてやりたいと思うのです。全国で各社がいろいろな現場を持っていますから、小学生に社会科の勉強の一環として「どうですか、うちを1回見学なさいませんか」と学校に働きかければ、たいがいの子は見るができると思うのです。子どものときにちょっと見るだけで、大人になったとき、自分の職業を選ぶときの何かのきっかけになる可能性は大いにあるのではないかと思います。

高久田 ダムの現場ですと、展示をさせていただきますという依頼がありまして、大型のタイヤとかダンプトラックを、ダムの展望台から一般の方に見えるように、わざと展示するとか、そういうことは今でも作業所単位ではやっている所もあるようです。

藪ノ 前の現場では日本土木工業協会主催の「100万人の市民現場見学会」など、一般の方対象の見学会が多数あり、総勢200人以上の方が現場見学に来られた事もありました。地下60メートルでトンネルを掘っていることもあり、全工程を合わせると6キロメートルぐらいあるのですが、小さい子どもたちは下に降りるだけでワクワクしていました。このように協会が主催する見学会とかそういうのも非常に有効かなと思います。

豊 アピールはけっこう現場ではやっています。近くの小学校の1年生から6年生まで日を分けて見学に来てもらったりしています。そうすると「将来、何になるんだ？」と聞くと「重ダンプのオペレータになる」というのですよ（笑）。

司会者 今日のご出席者は業務も会社も違うし、年齢も70歳の方から中村さんのように非常にお若い方までいらっしゃったのですが……。若者代表と言うことで、中村さん新年の抱負を聞かせて頂けますか。

中村 チャレンジしたいというよりは……。いま現在、法面整形をやっていると言いましたが、まだまだ現状に満足しているわけではなくて、もっといい方法

はないかと常に考えたり、周りから助言をいただいたりですので、新年の抱負は今よりもうまく、速く、ベテランと呼ばれる方々に追いつくことでしょうか……。とは言え、そうそう簡単ではありませんが……。

司会者 もうやめたいと言うことではなくもっと腕を磨きたいということですね。

高松 やめたいと言わせたら大変だから（笑）。そんなことになったら、経営者が悪い。ちゃんとしたオペレータを育てるのは年寄りの責務かもしれない。

司会者 若い人たちにもっとアピールするのも必要ですが、中村さんみたいな人がいるということはこの業界の自信に繋がると思います。高松さん、最初に、機械があまり進歩ないみたいなことをおっしゃいましたが、今後、どういう方向で……。

高松 それは若い人に言ってもらわなければ……。

石井 まず安全面から入るべきだということ、現在は人間の技による部分が作業品質を高めているということ、実際にはオペレータの高齢化がどんどん進み、熟練技能者の数が少なくなってきていると言うような皆さんのお話をお聞きして、私どもが考えていた方向性つまり、まず安全面で機械からのサポートを導入し、将来的には品質を均一化し、作業の質を向上させるための機械からのアシストを目指すというものとかかなり一致している印象を受けましたので、自信を持って進めてゆきたいと思います。

藪ノ シールドや推進工事は都市部での工事がほとんどであり、最近では施工条件が難しい工事が非常に多いです。

そんな中、常に新しい技術を取り入れて施工をしているのですが、機械任せではなくて機械を見る目をこれから養っていければと思います。機械に頼りすぎないようにうまく機械を使っていかないとダメなのではないでしょうか。技術の伝承といった面も含め、これからはもっともっと勉強していきたいと思います。

司会者 技術が進歩すれば何でもできてしまうと思うのは、技術者の驕りかもしれないですね。皆さんから、いろいろなお話を聞かせていただき、さらに長時間お付き合いいただきまして、ありがとうございました。

# 公共工事等における新技術の活用促進と新システム

森下博之

平成13年度より運用されてきた「公共工事等における技術活用システム」が平成17年度より新たに再編・拡充され、全国の地方整備局および北海道開発局において暫定的に運用を行っている。この新システムの最大の特徴としては、実績のない新技術の活用へのアプローチとして、開発者等からの申請に基づいて事前評価を行い、技術的に問題がなければ現場で試行し、その結果について事後評価を行う「評価試行方式」という新たな方式を導入したところにある。本報文では、新システムの概要や今後の展望について紹介する。

キーワード：新技術活用システム、NETIS、評価試行方式、事前評価、事後評価

## 1. はじめに

国土交通省では、平成13年度より「公共工事等における技術活用システム（以下、旧システムという）」を運用してきた。旧システムの抱える問題点を分析し、その改善策について議論を重ね、旧システムを再編・拡充した新たなシステム（以下、新システムという）へと再構築し、平成17年度より全地方整備局および北海道開発局において試行運用を開始している。筆者は、昨年度は国土交通省大臣官房技術調査課において新システムの立上げを担当し、さらに、平成17年度からは関東地方整備局において新システムの試行運用を担当している者として、新システムの概要や今後の展望についてご紹介させていただきたい。

## 2. 旧システムの問題点

国土交通省では、新技術の活用促進を図るため、新技術情報の収集・共有を行うデータベース「新技術情報提供システム（NETIS）」の運用を平成10年度より開始した。登録技術の増加に伴い、平成13年度にはインターネットを通じて一般へ公開するとともに、NETISによる新技術情報の共有、現場での活用や効果の検証・評価の手続きなどを体系化した旧システムの運用を開始した。平成16年度末時点において、NETISへの登録技術数は約4,000件、新技術の活用実績も工事件数ベースで年間2,000件を超えるなど、数値的には新技術の活用促進策として順調なようにも見えたが、活用状況をよく分析してみると、既にある程度の活用実績のある新技術に活用が集中しており、実績のない（または少ない）新技術の活用を促進する

ということに対しては、十分な成果を果たせていないという大きな問題点を抱えていた。その最大の原因については以下のように考えられる。そもそも旧システムでは、NETISを検索することで、発注者がそれぞれ有している現場のニーズ（コスト縮減、工期短縮、環境負荷の軽減など）を実現するための適当な新技術がないかどうか検討し、その結果、発注者が採用を決定した場合に初めて現場に適用されるという仕組みである。すなわち、NETISによって新技術情報を容易に入手することはできるようになったが、採用するかどうかの判断はあくまでも発注者の意志である。一方、旧システムのNETISの新技術情報はあくまでも開発者のカタログ情報でしかなく、発注者が新技術の採用の判断基準となる「安全性」や「耐久性」、「コスト」等についての信頼できる情報（＝実際の現場で試してみた結果を元にした客観的な評価）が不足している。このため、実績のない（または少ない）新技術は採用を意思決定するために必要な情報が十分になく、結果としてある程度の実績がある新技術でなければなかなか採用されないということになる。

## 3. 新システム「評価試行方式」の概要

旧システムの問題点を考察した結果、例え1件であっても、実際に現場で試してみた際の現場条件や結果についての客観的な評価があれば、発注者は良い技術を見極めることができ、採用の意思決定を促すことができるのではないかと考え、新たに導入された仕組みが「評価試行方式」である。評価試行方式の特徴をまとめると以下のようなになる。

①開発者等の申請に基づいて、現場で試行した場合に問題が発生しないかどうかというレベルでまずは技

術を評価する（事前評価）

- ②事前評価の結果，特に問題がなければ，現場で試行してみる
- ③試行した結果を評価する（事後評価）
- ④事前評価／事後評価は産学官のメンバーで構成された新技術活用評価委員会（各地方整備局及び北海道開発局に設置）により行い，結果は申請者に通知するとともに，NETIS 上でも公表する

特に②は，これまでの新技術の採用に関する意思決定の発想を，ニーズ先行からシーズ先行へと大きく転換したものであると言える。すなわち，新システムでは発注者の有する現場のニーズの有無に関係なく，現場で試してみることに技術的に安全性などの重要な点で問題がないと確認されたものについては，現場で試行し，その結果を客観的に評価することになる。また④は，客観性のある評価を行うために，委員会構成を産学官のメンバーとし，その結果を公表するというものである。

なお，これまで説明してきた仕組みを特に「評価試行方式（A タイプ）」と呼んでおり，別途，NETIS への技術情報の登録のみを行う「評価試行方式（B タイプ）」というものも設定している。この B タイプは従来の NETIS との整合性や NETIS 情報の掲示板的機能としての存在価値等も考慮して設定したものであり，旧システムの問題を改善し，開発された新技術の活用促進を図るためには，A タイプが基本であると考えている。

#### 4. 新システムの試行運用状況

平成 17 年 11 月末現在において，全国で 89 件の新技術について A タイプとして申請を受理した。現在，各地方整備局等に設置された産学官のメンバーで構成される新技術活用評価委員会において，これらの申請技術の事前評価が実施されているところである。また，新システムの制度の改善点などについて活発な議論が交わされており，これらの意見は今後のシステム改良へと反映されていくものと思われる。

#### 5. 今後の展望

土木関係の技術開発については，開発された新技術を使うマーケットが一般の市場ではなく，その多くが公共工事であるという特性がある。このため，競争性（1 社しかできない技術に対して発注側としてはその技術の適用のイニシアティブを取りにくい）や確実性

（失敗が許されないため適用には慎重に慎重を期す）を求める発注者サイドの都合により，開発企業サイドからみれば，技術開発から活用までに時間がかかり過ぎるなど技術開発の強いインセンティブが作用し難い状況にあると考えられる。

このような状況を改善し，民間等による技術開発が促進され，良い技術が生みだされ，現場での試行・活用を通じて改良されることにより，技術開発の成果が社会に還元されるような環境を構築することを目指して，試行錯誤を重ねながら，公共工事等における新技術の活用促進に取り組んでいるところである。「試行評価方式（A タイプ）」は，そのためのアプローチの一つとして，実績のない新技術を現場で試行し，実際に現場で適用した結果を客観的に評価するための道を開いた。しかし，試行から一般化までの道筋がまだ不明確であることや，既にも実績が多くある新技術や大規模な新技術についての「試行」というものをどう取扱うかなど，解決すべき課題は依然として多く存在しており，今年度の試行運用を通じて課題を抽出し，さらなる制度改善に繋がりたいと考えている。

#### 6. おわりに

今号では，国土交通省が中心となって暫定運用中の新システムに対する提言として，産・学各方面で新技術の開発・活用促進にご尽力いただいている有識者の方々に執筆いただいている。その内容は，厳しくも貴重なものばかりである。特に，社団法人九州建設技術管理協会の藤本昭氏は，九州技術事務所長時代に，技術事務所による発注現場（事務所）の技術支援という非常に強力なアプローチで，それまでの新技術の活用促進策を飛躍的に推進された方である。技術支援という概念の導入は，他地方整備局の技術事務所へも波及している。新システムと併せて取り組むことによって，より大きな成果が得られると確信している。また，新システムの制度設計においても，その経験と実績に基づく貴重なアドバイスをいただき，新システムにも随所に反映されていることを付記して結言としたい。

JCMA

【筆者紹介】

森下 博之（もりした ひろゆき）  
国土交通省  
関東地方整備局  
企画部  
施工企画課長



# 新技術の活用普及と技術事務所の役割

藤本 昭

技術事務所にとり所掌業務の一つである新技術の活用普及に係わる分野は、現場事務所への支援事務所として活躍し、存在感を示せる新天地への入り口である。新技術の活用普及促進上の課題は過去の知見から多くが明らかになっている。平成17年度から試行が始まった新技術活用の新しいシステムでは過去の反省が多く活かされている。今、技術事務所が当事者として本気でこの運用に取組めば、日本の新技術活用普及政策は大きく前進する。

キーワード：技術事務所、新技術活用普及、技術支援、技術評価、結果の公開、NETIS（新技術情報提供システム）

## 1. はじめに

国土交通省（以下、国交省という）では平成17年4月から「公共工事等における技術活用システム」（以下、新システムという）の試行運用を開始した。

試行中の新システムを旧システムと比べると新技術の活用普及を促進させるために多くの試みが増えられている。まず、試行工事促進のための事前評価導入。次に、新技術普及促進のための事後評価の徹底。更には、評価結果の公開促進などが特筆される。

旧システムの運用は平成10年度から始まった。活用普及が掛け声の割には進んでいない状況にあった平成13年10月、私は九州技術事務所（以下、九技という）の所長となり1年9カ月間在任した。旧システム下での活用普及促進の当事者として、問題解決のための工夫を凝らし、閉塞箇所の一箇所を切り開いた。

ここでは、現場から見たその頃の課題および解決に向けて工夫した点、既存の活用普及ツールの改善が今後の活用促進に繋がる点を述べ、新システム運用への提案としたい。

## 2. 新技術の活用と普及促進の経緯および課題

国交省（システム開始時は建設省）では平成10年から、技術指定システムをNETISとして運用開始した。更に、テーマ設定技術募集システムと工事選定技術募集システムを加え、平成13年度には、第三者を交えた委員会（以下、第三者委員会という）を設置し、NETISのインターネット公開も始めた。これらにより旧システムが形成された。平成13年当時、システムはできたが掛け声ほどには活用普及は進んでいなかった。

新技術の活用は、採用に責任がある現場事務所がそ

の気になればできる。現場ニーズがあれば活用、更には普及も進む。進まないのは強い現場ニーズが無いとも言える。即ち、どうすれば現場事務所が活用する気になるか。ここで現場事務所への活用リスクおよび手間を分担する技術支援があれどうなるかと考えた。

この新技術の活用と普及促進上の課題は当時から新システム下の今も基本部分は変わらない。

## 3. 九州技術事務所の挑戦

技術事務所は直営工事時代のモータープールがルーツである。設置当初から現場事務所等の支援が役割。これは今も変わらない。しかし、現場ニーズは時と共に変わる。これに対応する仕事を行い、現場事務所等から頼りにされなければ、存在価値は下がって行く。

新しい仕事へ転進し続けるには、これを処理する戦力の捻出が必要であり、業務を常にスリム化する努力が要る。乱暴な言い方をすれば、過去の仕事にしがみつかない。言い訳の仕事はしない。目的不明の仕事はしない。このため、特に上に立つ者は説明責任が果たせる事は勇気を持って決断する。できない事はできる振りをしない。また、職種や課係による縦割りの排除と情報の共有化、個室の相部屋化も進める必要がある。

現在、技術事務所業務の柱は研修および防災時支援、技術開発、技術情報の収集発信、調査試験、新技術の活用普及としている。職員が頼りにされ誇りを持って仕事をするために戦力を転用できる分野は、まず新技術の活用普及と考えた。

具体的には、技術支援として現場事務所の手間の肩代わりを進めることにした。職員44名から指導者の他、専従3人の戦力を捻出し、平成14年4月から運用を始めた。平成15年4月には8名分まで増やした。

この戦力が現場事務所に出向き、発注用図面を見さ

せて貰う。共同で新技術の活用可能な発注工事を見つけ出し、その場で作成した支援依頼書を持ち帰る。後は九技が誠意を持って支援作業を急ぎ、所長公印付きの技術資料と回答を現場事務所に届ける事になる。

結果、九州地方整備局の年間新技術活用件数は、平成10～13年度の年平均123件が、14年度には428件まで跳ね上がり、全国シェアも1割から3割になった。

#### 4. 新技術の普及促進

実績がある新技術の普及は、活用に責任を持つ現場事務所が使う気になる現場ニーズがあれば促進する。現場ニーズが無い場合は、従来の類似技術と比較のうえ優位性を証明し見積もり積算する事が、余分の手間と見られ、促進しない。

技術事務所から見ると、ここに活躍の場を切り開く機会がある。現場事務所に出かけ、活用する気で発注用図面を見れば、新技術の活用可能箇所は幾らでも拾い出せる。開拓せず受け身のままでは、依頼は見積もり集めなどの限られたものになる。

支援依頼を取付けるまでの課題は2点。1点目は、如何にして、現場事務所に技術支援を頼む気にさせるかである。技術事務所が現場事務所を顧客として扱えばよい。2点目は、技術支援までして何故頭を下げるのかという技術事務所職員の不満への対応である。それが意味のある仕事であることを理解させればよい。

技術支援を続けることから現れる課題も2点。1点目は、活用数は増えても同一技術ばかりが並ぶようになる。支援開始半年後には兆候が現れた。前例主義だ。解決方法は次章で述べる。2点目は、活用数を増加することの意義は何か。戦力を投入しての件数増加であり効果の説明責任がある。簡単にはコスト面で優れているとされる活用した新技術と従来工法との比較計算を行った。平成14年度分の試算では、投入戦力経費（職員経費と委託費）の10倍以上の縮減額であった。

九州における新技術活用数の急激な増加により、支援開始後1年も経たない内に全国的な反応が現れた。基になる技術支援という概念は、全国代表所長会議でも出前支援という名前で報告され、他地整にも導入されるようになった。他地整も活用数が追いつけ増加中と聞く。新システム下でも普及促進に有効である。

#### 5. 新技術の活用

実績の無い新技術の採用には、現場ニーズがある場合を除き一般的に現場は否定的である。活用後の瑕疵

責任が心に浮かび、手間も煩わしい。

現場ニーズがある場合、現場事務所は大型技術であれば個別特設委員会、小型技術であれば自らの技術力か個別に大学等の専門家に相談し、信頼できる十分な事前審査検討を経て活用する。

小型技術なら普及と同様、現場ニーズの有無に関係なく九技の技術支援で対応できると考えた。現場事務所の不安を除くため、大学等の専門家と連携した技術支援体制を作ることにした。

九州管内の大学等を回り、大方の分野をカバーできる40名ほどの専門家や窓口に協力の承諾を取付けた。有力な専門家は多忙である。一から十までは頼めない。専門家が信頼できる技術者が整理した上で、技術の成立性と安全性等を確認して貰う事にした。

国立大学は独立法人化と社会貢献も内部目的化の流れの中にあった。私の申し入れは「学」にとって研究シーズと現場ニーズへの接近でもあり、好意的に受取られた。具体の審査は開発者所在地を配慮し、原則として地域の大学単位の対応を想定した。

事を進めてきた私の退職により、九技では実際の審査支援には入らなかった。しかし、幸いなことに、この点が新システムで試行のための事前評価として焦点を当てられている。しかも試行技術は小型技術を対象の中心としている。

新システムにより活用リスクを責任分担する大きな流れはできた。運用しやすい仕組みとすれば動く。私の単独行動で九州管内完結型システム作りの根回しができた事は、専門家が揃うどの地整でも技術事務所がその気になれば対応可能である。

当然、手間を肩代わりする技術支援をセットで組込む事が、実績のない新技術の活用も円滑にする。

#### 6. NETIS の価値

NETISに登録する新技術・新工法とは「従来技術より何かが優れていて基準化されていない技術商品」等としている。しかし、過去に認定審査と紛う登録受けがあったことから更新が進まず、新技術の他、新しくない優良な技術や使い古された技術、登録者が倒産した技術まで掲示している。

現在の掲載技術は4,000件にも及ぶ。また、技術の工種分類をしており、インターネットで簡単に閲覧、分類検索もできる。

NETISは技術検索ツールとして優れている。新システムでは登録や更新をドシドシ進め、最新の、審査証明制度による審査結果、活用実績、技術の優位性や

成立性にかかるデータ出典元、更には、国交省が持つ信頼性の高い情報を追加掲載すれば、技術検索ツールとしてはこれ以上のものはない。即ち、NETISは新技術のみならず頻繁に使われる優良技術も周知させる掲示板に変えていけば、使い勝手が上がる。

このため開発者の登録や更新をしやすくし、国交省は信頼性の高い評価結果等の新しい情報を別欄に逐次追加していくのはどうであろうか。この頻繁な更新と情報蓄積により、NETISは信頼性の高い技術の検索ツールになる。新技術を含む優良な技術を発注者に推薦報告する設計コンサルタントや技術の選択決定に参加する技術者は、非常に重宝する。NETISは技術活用普及促進ツールとしても充実、成長する。

## 7. NETISの登録と試行申請

登録を「開発者が所有する技術商品を開発者の責任で国交省の技術掲示板に掲載する事」と定義すれば、登録窓口は申請登録事項に重大な虚偽が無い事を確かめればよい。技術の成立性の根拠データの出典元と技術優位性の確認および活用実績などである。

審査をされる申請者は誰がどの程度の技術力で審査するか不安を抱えている。登録はしたいが申請に慎重となる開発者もいる。

窓口担当者が精緻な吟味をしても活用普及に直接は繋がらない。登録後の信頼できる事前評価や事後評価の結果などを逐次追加掲載することが重要である。申請の虚偽が心配なら防止策がある。後の判明時にその掲示箇所に虚偽があった事実を明らかにする。

まずは登録して貰い、確実な情報を国交省の責任で逐次追加した方がよい。信頼できるデータの公開が進めば活用普及に繋がる。

過去に「NETISへは国交省が無料で掲載させるのだから指示どおりしなければ載せないと言われた」との苦情を開発者から受けた事がある。担当者が技術力不足により無理な資料要求をしたようであった。

新システムの試行申請取扱いについても、対応は技術力を備えたうえに十分留意すべき事柄である。

## 8. 事後評価

活用後の評価書作成は、まず受注者の現場代理人の様式に記入し、次に発注者の主任監督員、最後に発注担当課長が経済性項目に記入し、完成する。その結果が第三者委員会に付託されるはずである。

評価書の回収率は悪かった。原因は現場担当者の意

識の問題および多くの評価書作成が異動時期と重なる事である。九技職員指導下の受託者を現場に出向かせ回収率を大きく上げた。現在は、活用後巡回支援と称して職員が現場に出向き、現場の意識改革に努め、回収率を9割まで上げていると仄聞する。

具体の個別評価について当時私は、施工業者の現場代理人が開発者の技術を曇り無く評価できるのか、また、評価書の低回収率等を甘受する評価者群が記入様式の変更程度で期待される評価書を作成できるのか、という問題意識を持っていた。今は如何であろうか。

「学」にとって重要な仕事である研究は技術の上流部、事前評価は技術の下流部にすぎない。試行計画や事後評価書作成への参加は、現場ニーズや研究シーズに近づき研究機会の拡大に繋がる。活用リスクの責任分担などを伴う事前評価で貢献する「学」の専門家に参加機会が与えられては如何かと思う。

現場が事後評価の重要性を認識し、適正かつ実効性のある評価書を作成するには、事前評価に関係した第三者である専門家1名以上の参加が最良、と私は考えている。新システム下では是非実現して欲しい。

事後評価には評価書作成や審査の他にも必要なものがある。戦力を投入した新事業の効果の説明責任がある。コストの議論に集約はできる。局の協力で新技術活用工事の発注設計書が全て九技に届く仕組みを作った。工事毎に検討想定した従来工法を積算し、発注設計書工事額と比較した。積上げた縮減額が判る。これは現場も必要としている数値であり、送付は支援となる。現在は同様のやり方で精度を高くしていると仄聞する。新システム下ではLCCの他、工期や品質、安全性、環境等の性能も考慮できる前進を期待する。

## 9. 第三者委員会の役割

平成13年11月、第三者委員会発足時、委員会の役割はNETIS登録や評価等の手続き確認とする、が委員会合意だった。委員の専門が限られており個別技術の審査結果の責任は負えない、が理由であった。

新システム下で拡大強化されたとする第三者委員会の役割には、何を付加する必要があるのだろうか。

前例が無いことを理由に採用しないとは言わない、とする新システムでは以下のことが要求される。

- ① 開発者が事業費負担覚悟でも試行を望む申請技術については、試行に耐えかつ優良または将来性が見込めるものかどうかの事前評価を行う。その評価には試行する現場事務所が信頼できる責任を負う。
- ② 事前評価をパスすれば、探しだした現場での現実



的な試行計画を審査する。

- ③ 試行実施後、作成された評価書を評価する。その評価結果には普及のために信頼できる責任を負う。
- ④ 結果の公表内容に責任を負う。

例えば事前評価で、技術の成立性や安全性、耐久性等に重大な問題が無く、将来性等があれば、使ってみたらと言い、活用後問題が起こったら一緒に考える、と言ってやるのが役割ではないだろうか。

個別技術の評価や審査は、普通それに相応しい若干の専門家がいればできる。では、20名を超す大編成の第三者委員会ではできるか。専門が違えば難しい。

新技術は専門が拡大していく。委員の追々加や分科会の追加設置は事務局に背負えない負担を課す恐れがある。また、多くの委員を専門外の議論に巻き込む。

相応しい若干の専門家が審査し、その人選が適正かどうかを委員会が判断するという役割分担が現実的である。専門家集団に相応しい審査と議論ができる。当然、人選を可と判断した委員会も結論に責任を負う。事後評価についても事前評価と同様である。

## 10. 新システムの確立および運用

見込みのある新技術の積極活用という新システムが向かう方向の一つは、以上に述べたことの整理であると信じる。動機付けの用意が一番大切である。発注者へのリスク分担と手間の分担も有力な手段となる。

- ① 試行する発注者に安心して活用できる技術かどうかの情報を与え、手間の支援を行う。
- ② コンサルタントに安心して推薦できる技術かどうかの信頼できる情報を与える。
- ③ 安心して使える技術かどうかの判断とその責任の一部を委員会が分担する。
- ④ 委員会に責任を負わせるに相応しい手続き、具体的には申請技術分野の専門家による申請者も納得できる十分な審査と評価の実施、を確保する。
- ⑤ 業務フローの環を小さくし、運用しやすい小回りが利く仕組みとする。1点目は、委員会の役割を専門家の活用により分業化する。2点目は、審査評価を原則的に地整内で完結させる。小型の新技術の大半は現場ニーズで開発され、地元で育つ。審査基準の平準化より活用を主眼とする地元審査が自然である。以上が決まれば、後は運用の問題だけである。

## 11. 技術事務所への期待

技術事務所の仕事には工事や管理の業務がない。住民等、外部との接触も少ない。即ち、追立てられる仕事は少ない。また、一地整に一事務所であることから他事務所との横並び議論に巻き込まれない。

これは、現場事務所に比べ、より良い仕事への転進に足枷や柵が少ないということである。現場事務所に役立つ支援の仕事は、基本的に歓迎される。

より良い仕事とは何か。現場事務所の支援という枠の中で役立っていると喜ばれ、役立っている事を客観的に示せるものである。それを探し、企画、実行、検証、改善し続けるのが技術事務所の仕事である。新技術の活用普及という分野周辺は技術事務所の活躍と発展、社会貢献の入り口である。

## 12. おわりに

関係者の行動に動機付けを用意できれば物事は進む。新技術の活用普及の動向については発注者である「官」の動きに大きく左右される。

「官」は積極ミスを避ける体質がある。これを超えるには個人の熱意の他は実行の動機付けが技術力かが周辺に必要である。新システムでこの点が用意できれば上手く進む。私はできると確信している。

特に、新システムから独立行政法人土木研究所が専門家集団として事前評価で技術の成立性や安全性等の確認作業に参加する事は大きな福音である。現場事務所も勇気を持って新技術の採用に踏みこんで欲しい。

本文は新技術の活用普及促進に向け、当事者として頑張った地方の技術者の目で書いたものである。大局的な目線が欠けていれば、読者が補って考えて欲しい。

J C M A

### 《参考文献》

- 1) 月刊建設, 2003年6月号, p.60
- 2) 土木施工, 2004年4月号, p.9

### 【筆者紹介】

藤本 昭 (ふじもと あきら)  
社団法人九州建設技術管理協会  
理事



# 地方公共団体と新技術の採用

真次 寛

地方公共団体が新技術を積極的に採用する状況を創出するためには、まず、新技術の安全性及び耐久性に関する十分な情報と、従来の技術に対する優位性を説明できる情報を、容易に入手できることが必要である。地方公共団体では、財政状況から新技術の採用はあまり積極的ではない。このことを解決するには、新技術によるコスト削減効果はむろんのこと、計画、設計時の人件費などの工事費以外の費用も考慮したシステムを構築することが必要である。国土交通省地方整備局は、新技術採用によるコスト削減実績や環境負荷低減実績を評価し公表することにより、地方公共団体をバックアップしながら、新技術採用を推進すべきである。

キーワード：地方公共団体、新技術採用、技術情報、情報公開、コスト削減、地球環境、環境負荷、循環型社会、NETIS

## 1. はじめに

私は昭和53年に福岡市役所に入庁して以来、地方公共団体の土木技術職員として業務に従事してきた経験を踏まえて、新技術の活用促進に関して意見を述べる。ただし、ここでの意見は、地方公共団体での実務経験だけでなく、私の周囲の大学研究者や民間技術者とともにやってきた社団法人地盤工学会九州支部、九州橋梁・構造工学研究会及び社団法人廃棄物学会九州支部での活動の経験が影響している。

## 2. 地方公共団体の現状と新技術の活用

### (1) 安全性および耐久性は必須条件

新技術を採用する場合には、その技術に関する十分な情報が必要である。情報としては、これまでの実績、従来技術に対する経済性、施工性などの面での優位性を、担当者が説明できるものが必要である。特に地方公共団体では、安全性や耐久性が保証されない新技術に職員が独自に取組むことはかなり難しい。その点、改善された新技術情報提供システム（NETIS）における事前評価制度の導入や、安全性や耐久性に関するしっかりとした事後評価の導入は十分に評価できる。

### (2) コスト削減は残業代にも及んでいる

新技術の普及は、実績があるというだけでは進まないと考えられる。地方公共団体におけるコスト削減の取組みは、技術職員の人件費、残業代にも及んでいる。新技術に取組もうとする技術職員にとって、設計や発注の際に、採用のための説明資料を作成することや積

算根拠を作ることで残業代が増える可能性がある。残業代を管理する事務官や管理職から、それを上回るコスト削減効果の説明を求められることになる。地方公共団体の財政状況が厳しい中、技術職員が新技術を採用することで、コスト削減効果を容易に説明できるシステムが構築されるなら、新技術の普及に大いに寄与できると考える。

### (3) コスト削減効果の適切な評価

現在は建設技術が成熟している時代であり、地方公共団体の技術職員は、従来の技術を用いることで、大半の工事は実施可能な状況にある。また、従来から適用されている技術は、積算や図化についてもシステム化され、容易に発注が可能である。監督業務における業者指導も特別な手間が掛からない。つまり、よほど特殊な事情が無い限り、地方公共団体の技術職員が新技術に触手を伸ばす必要性は必ずしもない。新技術の採用ができて工事が完成したとしても、コスト削減効果は自前の机上の値であり、職場内での評価はそれほど高くはない。しかしながら、コスト削減効果について第三者を交えて評価、確認できることになれば、その数値は地方公共団体の中でも少し影響力を持つことになると考えられる。また、新技術の採用により従来の技術での実施に比べて、「工事費+人件費」がトータルに削減されていることが明確に説明できる仕組みがあれば、予算管理する事務官や管理職に費用対効果を説明できることになる。

## 3. 地方公共団体と地方整備局との連携

### (1) 技術事務所のバックアップ機能

地方公共団体では、新技術の採用に関してバックアップできる技術支援体制は貧弱である。よって、各地方整備局の技術事務所がその地域の地方公共団体をバックアップするシステムができれば、大きな効果があると考えられる。「地方の時代」と言われており、国も全国一律のナショナルスタンダードの考え方から、気候風土、資源循環特性の異なる地域ごとのローカルスタンダードを構築するための活動を、地方整備局ごとに進める必要があるのではないかと考える。特に新技術をローカルスタンダード化する取組みは、各地方整備局の技術事務所が担うことが望まれる。各地方整備局の技術事務所が、特記仕様書記載例や積算資料等の技術情報を提供するなど、地域の地方公共団体をバックアップするシステムができれば、地方公共団体の新技術採用促進の推進力となると考える。また、その結果は技術事務所にてデータベース化して活用できる。

## (2) 地域単位の表彰制度の提案

建設技術が成熟化している現状で、新技術を現場で活用普及するには、動機付けが必要であると考えられるが、現場のニーズを新技術活用に結びつけるには、外部からの動機付けも一つの要因になりうる。下世話に言えば、新技術の採用数が担当者の昇進や職場の評価に影響するのであれば、新技術の採用は先を争うように増加するであろう。実際にはそのような制度は採用できないかもしれないが、新技術の採用で削減できたコスト等に応じて、現場事務所を表彰するシステムは、検討できる施策案であると考えられる。まず地域ごとに各地方整備局が音頭を取り、各県や政令指定都市と連携して、各事業部門、各事務所等を1単位として比較評価し表彰するようなシステムを作ることが考えられる。そのときは、地方整備局が、コスト削減額をきちんと評価し、各組織の予算を管理する事務官や管理職にも、新技術の採用に関心を持たせるようなやり方を考えるべきである。将来的には、地方整備局が評価したコスト削減額に応じて、賞与に上乘せがあるなどの、実績給制度などに活用するようなことが考えられる。さらには、削減された補助金を原資として、新技術を採用した事業に、地方整備局の権限で補助金を上乘せして交付できる仕組みも考えられる。

今後は低コストで地方の実情に応じた基盤施設の整備が必要であり、地域の実情に応じた対応を充実するためには、従来以上に地方整備局とその地域の地方公共団体がローカルスタンダードの確立を目指して連携を図っていくことが望まれる。

## 4. 地球環境時代への対応

ところで、新技術は環境面に関しては「周辺環境に与える影響」だけで評価してよいのだろうか。地球規模で重大な災害が発生している要因と考えられる地球環境問題への対応が求められる中、環境負荷の低減および持続可能な社会の実現が世界的な課題となっており、我が国においても循環型社会の構築を進めている。また、公共工事に関連する各組織体は、公共工事の品質確保や環境負荷の軽減を目的として、国際規格であるISOマネジメントシステムの公共工事への適用を進めているが、このような状況を踏まえると、新技術の評価項目としては、従来以上に環境に関して重みを持たせてよいのではないかと考える。地方公共団体の施策においても、コスト削減ばかりでなく、環境への取組みは、大きく取上げられている。優れた技術とは、従来の価値観に加えて地球環境保全や循環型社会の構築に貢献できるものであると考える。

新技術が従来技術に対して地球温暖化抑制効果を定量的に比較評価できることができれば、地方公共団体における公共事業部門も、地球温暖化抑制に貢献していることを明確に示すことができる。このような観点から、新技術に関しては、二酸化炭素排出量抑制効果を容易に定量化して示すことが可能になることが望まれる。さらに、上述した表彰制度の中に、地球温暖化抑制効果も評価項目として組込むことを考えても良いのではないだろうか。

## 5. おわりに

地方公共団体にとって、新技術の採用数のみを比較することはあまり重要ではない。地方公共団体を新技術採用に積極的にさせるための仕掛けは、地方公共団体にも関心の高い、新技術を採用したことによるコスト削減額や環境負荷への低減量、循環型社会への貢献度などで比較評価するシステムとすることが必要であると考えられる。

JICMA

### 【筆者紹介】

真次 寛(まつぐ ひろし)  
財団法人福岡市くらしの環境財団  
廃棄物技術国際協力室  
室長



# 開発技術の信頼性と採用までの道程

村上俊明

平成17年に始まった「技術試行評価方式」は、優れた技術であれば、国が現場を用意して評価を行うという、中小の開発者にとっては、非常に魅力的な制度である。しかしながらこの新しいシステムの登録のための申請自体が非常に多くの資料などを要求しており、中小の開発者にとっては高いハードルとなっている。新システムでより多くの優れた技術が現場で活用されるためには、申請された新技術の事前評価のあり方について、「切捨て」ではなく「汲上げ」で試行のチャンスを出るだけたくさん作るという姿勢が必要である。

キーワード：技術開発，中小企業，NETIS，申請書類，建設技術フォーラム，産学官交流

## 1. まえがき

実績主義の国土交通省の工事に中小企業や、設立されて間のない企業が新たに参画することはきわめて困難である。新技術情報提供システム（NETIS）とりわけ今年度スタートした技術評価試行方式の制度は、技術力を持った会社に対し新たなビジネスチャンスを生む可能性を感じさせる極めて魅力的な制度に見える。しかしながらいざ対象工事の登録を受けようとする、極めて多くの要求事項を満たす必要があり、技術の信頼性を示すために、膨大な資料の準備やデータの収集が必要である。現実問題としては、私どものような中小の企業にとっては非常に高いハードルといわざるを得ない。そのことを私自身の経験を元に開発者の立場として述べ、新技術の活用普及を促進するための制度改善の一助となることを願っている。

## 2. 私とNETISの出会い

私がNETISの制度を知ったのは、平成14年10月に北九州で開催された九州建設技術フェアが最初である。会場にNETISのコーナーがあり、当社が新技術新製品の売込みを目的に会場に展示していた2件の技術<sup>1)</sup>について、国土交通省から採用される有効な手段として、保全センターの方よりNETISへの技術登録という方法の紹介を受けた。早速会場内のNETISコーナーで相談を行い、技術事務所への道が開けた。技術事務所に相談で訪れること十数回、約1年がかりで平成15年8月に、1件は技術活用パイロットに活用する新技術<sup>2)</sup>、もう1件は試験フィールド事業に活用する新技術<sup>3)</sup>として登録された。

## 3. 国土交通省での採用の壁

登録を武器に、繰返し関係する現場事務所への技術アピールを積極的に行い、新技術の採用をお願いしているが、現在にいたるまで採用に至っていない。その間、日本道路公団においては、採用実績が10件を超え、技術の改良も行って、改良した部分については、NETISに追加登録も行っている<sup>4)</sup>。

技術の信頼性を認めながら採用されない理由の最も大きなものは、多忙の中で、歩掛かりのはっきりしない工法を採用することにより担当者にかかる多大の中間とリスクのようである。確かに現場事務所だけの判断で新工法の採用を行うには、ただNETISに登録されただけでは、担当者の負担が非常に大きいように感じられた。在来工法でやってきたものに替えて新技術を採用して新たな仕事を抱えこむには、現場の担当者は内容に付いて検討の時間を持つにも、設計に取入れるにも多忙すぎるようだ。九州技術事務所にこの実態を話したことがあった。新技術、新工法の導入を進め、技術の向上を図るため、現場の出来ない部分を支援するのが大きな役割の一つだといわれたが、現実には、具体的な相談が、現場から上がらなければ、九州技術事務所の出番は無く、理屈と実態の乖離が大きい。現場をいかに支援するかがはっきりしなければ、新技術の採用は、現場技術者と施工業者に多大の負担がかかってしまい、かえって普及の道を遠ざけかねない。

## 4. 新システムへの移項

こんなもどかしさの中で、平成17年に入り、試行促進のために、事前評価導入、普及促進のための結果

のNETIS掲載が実施されることを知った。採用への壁にあたっていた中でこのことは一筋の光明であった。すぐに技術事務所の窓口を叩いた。しかしハードルはより一層高いものであった。正直事前評価を受けるための資料作りの段階で現在作業は中断している。

今般7件の新技術が評価試行方式の新技術として採用された(2005年10月25日付け九建日報)。ハードルの手前で止まったままの当社と比べ、採用された各関係者の方々の努力と熱意に対し敬意を表する。

出来なかったものの妬みではない。事前評価を受けるために要求されている資料は一企業が揃えるにはあまりにも量が多すぎる。出来ないことはないがものすごいエネルギーを必要とする。準備書類の中の「様式-3」などは既存の在来工法との比較のための資料であるが、本当にこんなに比較データが必要なのか、比較する工法がない場合はどうすれば良いのか、完璧主義のお役所仕事の典型を見るようである。

そもそも現場におけるニーズを解決するためのアイデアを具現化したもの、商品化したものが新技術の大部分であるとしたら、出来なかったものを可能にした新技術を、在来の技術と比較するのにどれほどの意味があるのか良くわからない。大手ゼネコンと違い、中小企業は僅かなスタッフと限られた資金の中で、新技術の開発に取り組んでいる。現場ニーズに応える形で誕生した新技術には商品化の期待が持てるものが沢山あるはずだ。しかしながら試行のチャンスは自動努力だけではなかなか巡ってこない。そんな新技術をより積極的に活用するのが今回の新技術評価試行方式ではないのか。そうであればむしろどこよりも莫大な類似工法のデータをもつ技術事務所が、もう少し事前評価をするための提出資料に付いて全ての欄が埋まらなくても、むしろ補足の手伝いを含めて手助けをして、技術の信頼性さえ確認できれば受付ける道があっても良いのではないだろうか。新システムの強化で、より多くの新技術の現場での活用が進み、技術で生抜こうとする多くの中小の企業に対し、従来無かった新たなビジネスチャンスと希望を与えることを願ってやまない。

## 5. 建設技術フォーラムへの期待

平成16年からそれまで出展を中心としていた九州建設技術フェアが、九州建設技術フォーラムとして産官学それぞれの情報発信と意見交換の場に形を変えた。発表と展示を通じて、特に官と学へ新技術、新工法の内容をアピールできる数少ない機会の一つとして意義が大きいと感じている。また最近の開発技術の流れを

知る上でも一堂に見ることが出来るのは有難い。自分たちの技術と融合することでより完成度の高い技術を共同で開発するきっかけになったら面白いな、と思う。

問題は技術を採用する側であり、従来の実績主義を切替えて、現場ニーズに応える技術を見つける気持ちと、積極的に採用する勇気を持って頂きたい。

開発者の熱意が結集する技術フォーラムはそうなれば、まさに産官学連携の絶好のコーディネータの役割を担うようになると思う。

## 6. 最後 に

活用できる新しい技術は現場ニーズの中から生まれる。ニーズから生まれた新技術、新工法が商品として価値があるかどうかは、現場にその商品に対する多くのニーズがあるかどうかで決まる。こんな当たり前のことが、技術開発だけに目が向くとわからなくなってしまふ。新しいシステムには、2面性があると思う。1点目は新たに活用できそうな優れた技術についての情報提供と試行活用。2点目はある程度の活用データを伴う実績を既に持っている技術の紹介と活用。今回技術評価試行方式と認定されたのは後者が多い。新技術の普及活用とは、前者が採用されていくことが本当ではなかろうか。

NETISという宝の山からより多くの優れた商品を世に送り出すことが出来るかどうかは、商品の優位性を如何に評価して、活用の方法を考えるかによる。技術事務所と現場事務所の連携がより緊密となり、「何々が確認できないから採用できない」ではなく、「何々が優れているところを確認したから使ってみよう」という風土が醸成され、新技術、新工法の積極的な活用が実現することを期待してやまない。 JCM/A

### 【参考文献】

- 1) NETIS: <http://www.kangi.ktr.mlit.go.jp/kangi/index.html>; ウォータージェットによるコンクリートはつり技術/橋梁点検車(オーバーフェンス車)による橋梁点検技術/
- 2) NETIS: QS-030031 SRE式ハイドロデモリッション工法
- 3) NETIS: QS-030038 オーバーフェンス車
- 4) NETIS: QS-030031 に狭隙部はつり装置を追加

### 【筆者紹介】

村上 俊明(むらかみ としあき)  
株式会社山九ロードエンジニアリング  
代表取締役社長



# 建設会社における新技術活用

早川 康之

複雑な地質・地盤条件、多様な自然条件下において所要の機能、性能が所定の供用期間を通じて発揮できる構造物を構築するのが建設業としての第一の責務である。また、環境への影響、循環型社会への対応など社会の持続的成長に向けた課題も解決していく必要がある。同時に、工事受注のためのコスト競争力強化、工事の安全性確保など企業経営に関わるコンピタンスも維持しなければならない。このような多種にわたる使命、課題、条件を克服するには絶え間ない研究・技術開発が不可欠であり、その重要性は今後ますます強まると考えられる。上記の背景を踏まえ、民間建設会社における研究・技術開発成果の活用に向けた取組みを紹介する。

キーワード：新技術活用、リスク低減、インセンティブ向上、モチベーション向上

## 1. はじめに

新技術を施工現場で活用するに当たっては、種々のケースが考えられるが、現場所長、工事課長がいかに熱意をもって事前に検討するかが重要である。

新技術といっても多種多様で

- ・自社開発の技術
- ・専門会社開発技術
- ・同業他社開発技術
- ・新しい施工機械を活用する技術
- ・材料メーカーが開発した新材料技術

等々があり、それらの選択、組合せは容易ではない。

発注者が官公庁の場合と民間企業とがあり、前者では設計図書に基づいた構造物を実現するための新技術には制約はあるが、VE提案の活用があり、常に社内外の新技術情報の収集は欠かせない。後者では、設計施工の場合が多く、全社の技術陣の応援を得て新技術を活用することが不可欠である。

いずれにしても、新技術の活用に当たっては技術の信頼性と共に、現場では、Q（品質）、C（コスト）、D（工期）、S（安全）、E（環境）における優位性の判断を立地条件、環境条件、施工上の制約を考慮して採用しなければならない。

ここでは、主に現場の責任者である所長が、どのような過程を経て新技術採用に踏切るかについて概要を述べることとする。

## 2. 新技術への認識

新技術と言っても、大はLNG地下タンク、原油用

岩盤タンク、廃棄物処理施設、汚染土壌処理システムなど調査、設計、施工に関する多くの要素技術を組合せて一つの商品となるようなものから、新材料、新しい施工機械、現場での施工技術や品質管理などに関する創意工夫まであり、特許など工業所有権とノウハウとで構成されている場合が多いといえよう。一例を大型のLNG地下タンクの主要な構成物である土留め壁の技術を事例として説明する（写真—1）。



写真—1 低発熱高強度高流動コンクリートを適用したLNG地下タンクの地中連続壁

土留め壁に使用する地中連続壁は1パネルが厚さ1.5~3.0m、長さ2.0~7.5m、深さは地盤条件により、100m以上になることも多い。このような鉄筋コンクリートの壁を作り、隣接するパネルとの一体性を確保する必要がある。この連続壁を直径80mに及ぶ筒状の構造物として土留め壁とするのである。

100m以上の深さを1/2,000の精度で周囲の地山を崩壊させることなく掘削する技術、鉄筋の組立て技術、設置技術が必要になるとともに、コンクリートについては締固めのできない泥水中への打込みとなるが、分

離することなく隅々まで行きわたらせることが可能な施工性や、所要の強度を確保できる材料・配合選定と品質管理が必要となる。強度は大きいほどパネルの厚さを薄くでき、掘削量、コンクリート量を減らすことができる。隣接するパネルとの一体化のための設計・施工技術も重要である。

この筒状の構造物は、深さ 60 m 以上の掘削に当たって周囲の水圧、土圧をリングコンプレッションで支えることになり、数十個のパネルに一つでも不具合があると破壊に繋がる可能性があり、施工管理、品質管理の重要性が極めて高い。これらの技術は 30 年以上にわたる技術開発の蓄積と徐々に規模を大きくした実績での多くの計測データの裏づけに基づいた設計・施工技術によって確立されたものである。

既開発技術であっても、多くの場合、それらの幾つかの新たな組合せであり、採用するに当たっては、現場の土質条件や環境条件に応じた改良改善、品質管理方法、施工管理方法など独自の方法を行う必要があり、新技術に準じた対応を迫られるのである。

### 3. リスクの低減

自社開発の新技術であっても、新たな現場での条件下で活用するには、リスクを伴うものであり、現場責任者は相当の覚悟をもって決断をする必要がある。民間発注の工事では、設計担当者や新技術を熟知した専門家を技術研究所などから一時的に転勤や出張により現場に常駐させることが多い。

官公庁発注工事でも同様であるが、この場合には、活用できる新技術には現状では限界があるものの、仮設備や施工機械、新材料などにおいて新技術の活用の余地があり、施工計画時点での徹底的な検討を行うのが一般的である。設計施工一括、或いは総合評価方式の工事を受注しようとする、あるいは工事を受注した支店では、予定された工事責任者を中心に詳細な施工計画が立案され、支店内の類似工事の経験者を集めて検討される。

大規模工事では、本社に設けられた工種別技術検討会議（橋梁、造成、ダム、トンネル、シールド、海洋、都市、鉄道など）で検討が付け加えられ、最終的には担当副社長を委員長として役員、本社各部署長で構成される施工準備委員会で、計画が承認されて決定される。その際には QCDSE の他に、現場の経営・運営方針、組織・担当技術者まで不備があれば指摘を受けることになる。特に QCDSE を確保するための新技術の活用についての議論があり、現場予定の技術者で

は経験不足と判断されれば、本社各部者の専門家の支援が指示される。

工事の途中では、適宜、施工中検討会が現場で開催され、現状が報告され、問題点の提起、解決を図るシステムになっている。さらに、工事終了時点で、終了時検討会が現地で開催され、以後の類似工事の資料とするために、必要な各種データ・問題点の整理、新技術開発の提案などが明確にされる。

### 4. 新技術活用へのインセンティブとモチベーション

建設工事に当たっては、QCDSE を満足するために、計画を立案し、施工管理、品質管理を行って所要の性能を満足させる構造物を造る必要がある。官公庁発注工事では、一般に標準歩掛りのある在来技術に基づいて計画、設計、積算がなされている。実際の工事では事前に想定された施工条件、環境条件とは異なる場合や、想定されていない費用を要する場合が少なくない。現場では、企業として一定の利益を上げるのは至上命題である。したがって、実行予算で一定の利益を確保するためには、新技術の採用を検討する必要がある。

C 以外の品質を確保してかつ、一定の利益を確保することが現場担当者の使命である。万一、QDSE が満足できない場合には、C の確保が困難になる場合が多く、場合によっては会社に莫大な損害を与えることも生じるのである。

現場責任者は現場の経営者として、技術者として、良きにつけ悪しきにつけ会社から評価を受け昇給、賞与、昇進に反映される事になる。これらは前述の施工準備委員会での計画の発表とともに技術者に対して大きなインセンティブを与えることになっていると考える。

発注時の施工法などを大幅に変更するような新技術については、VE 提案によって、メリットを発注者と共にわけることになる。

技術者としては、新技術を活用した場合には、社内に水平展開を図るために「技術ニュース」として全社員に要点をまとめたものを配布したり、年に 1 回の「施工技術並びに経営の合理化研究発表会」で報文集として纏めて、プレゼンテーションを行う機会があり、自己現場の PR と他現場の最新情報を吸収できるようになっている。長年のこれらの蓄積は大きな技術的財産となっている。

今後の実工事への適用に向け、研究・技術開発の状況と成果に関する報告会が、技術研究所や土木設計本

部を中心に開催され、ここでも新技術に関する情報を得ることができる。これらの技術情報は、電子データとして蓄積され、社員個々の机上から検索が可能である。積極的な社員は豊富な情報を得ることができるのである。

また、新技術を開発し、現場で活用して優秀な成績を上げた現場技術者や本社開発部門の技術者は毎年社長から技術開発賞として表彰を受ける榮譽に浴し、特許権の取得があった場合にはその効果に応じて報償金を受取ることができるので、新技術開発に対する技術者のモチベーション向上に役立っていると考えられる。

## 5. むすび

新技術活用に関して、当社の現状についての概要を記したが、日本全体として建設投資が少なくなる一方で総合評価方式、設計施工一括、品質確保法の施行など新たな展開があり、自社の技術開発の効率化および重点志向が強く求められる。

- ・差別化技術と汎用技術とを仕分けし、重点投資する

- ・共同開発や技術提携で迅速かつ効果的な成果を目指す
- ・開発技術の開示と社外からの評価獲得を指向する等の方向を一層推し進める必要がある。

例えば、開発技術の評価に関して、国土交通省が2005年4月から再編、強化した「公共工事における技術活用システム」に積極的に提案を行っている。又、将来の重要なプロジェクト案件に対する「高度技術提案」に資する技術開発も鋭意行う必要がある。

建設技術は多くのハード・ソフトの組合わせであり、片方に偏ることのないような技術者の育成が特に重要と考えている。本報文が新技術の活用に関わる技術者に何らかのお役に立てれば幸いである。 JCMIA

### 【筆者紹介】

早川 康之（はやかわ やすゆき）  
鹿島建設株式会社  
土木管理本部  
土木技術部長



# 絵で見る安全マニュアル

## 〈建築工事編〉

本書は実際に発生した事故例を専門のマンガ家により、わかりやすく表現しています。新入社員の安全教育テキストとしてご活用下さい。

### ■要因と正しい作業例

- |          |        |         |
|----------|--------|---------|
| ・物動式クレーン | ・電動工具  | ・油圧ショベル |
| ・基礎工用機械  | ・高所作業車 | ・貨物自動車  |

A5判 70頁 定価650円（消費税込） 送料270円

## 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館） Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289



# 新技術の活用普及と学の役割

牧角龍憲

NETIS を主とする新技術活用に際し、まず技術評価の持つ意義について論じ、次に発注者ならびに開発者それぞれにとってメリットがある方向について進めるための考え方を述べる。最後に、産官学連携で新技術活用を普及させるための「学」の役割について述べる。

キーワード：技術評価、技術ニーズ、産官学連携、NETIS

## 1. はじめに

2005年11月、日本の宇宙探査機「はやぶさ」が小惑星イトカワに到達し、岩石を採取する快挙を成し上げた。宇宙のはるかかなたで長さ500mの小惑星にたどりつくということは、東京から銃でブラジルのサンパウロにいる体長5mmの虫をねらって命中させることと同じほどすごいことだそう。この不可能とも思えるようなことを可能にしたのは何であろうか。

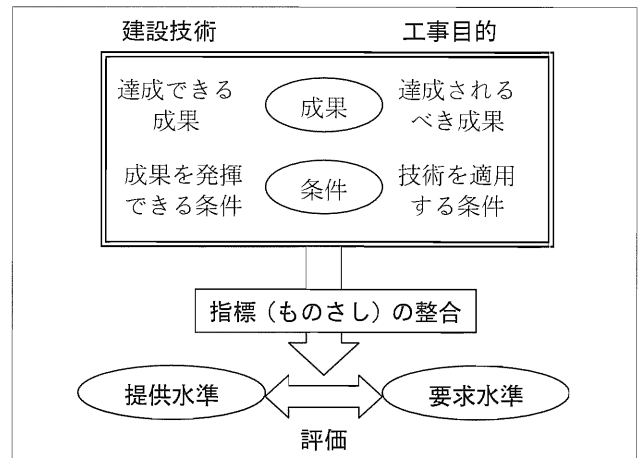
技術は夢を可能にするものである。壮大な夢だけではなく、「こんなことができればいいのに」とか「こうなれば便利になるのに」といったちょっとした夢でも実現できるのである。はやぶさの快挙のように、日本の技術には素晴らしいものがあり、夢の大小にかかわらず実現するためにその宝を活用しない手はない。そこに新技術活用の原点があるのではなかろうか。

ところが、現実に国土交通省が進めている新技術活用には、皆でその宝を使っていこうというわくわくするような熱気があまり感じられない。何故なのか。その理由について、技術評価手法研究会や地方整備局技術活用委員会での経験を踏まえて述べてみたい。

## 2. 技術評価には何が必要なのか

初期の新技術情報提供システム（NETIS）は総合展示場であった。個々の企業がもつ技術をそれぞれの立場でばらばらに紹介する場を提供するもので、いざ使おうとする時に、似たような技術を横並びにして見比べるには難があった。そのため、現行の評価システムは、類似の技術を同じ土俵にあげて公平にかつ容易に見比べられることを目的として、比較するための指標と実際の現場で使えることを確かめるための基準の項目が整えられたのである。

では、技術の見比べ方がわかりやすくなったら、次に必要なものは何なのか。建設技術は工事のために使うのであるから、どのような条件のもとでどのような成果を求めているのかをわかりやすく示すことである。すなわち、技術が発揮できる条件と技術を適用する現場条件が合致するのかどうか、そして技術が達成できる成果が工事で達成されるべき成果に合致するのかどうかを確かめられるようにすれば良いわけである。工事目的からの要求水準（ニーズ）と建設技術の提供水準（シーズ）を比較することが評価である（図一1）。



図一1 建設技術の評価方法

しかしながら、現在の新技術活用における評価では、新技術の提供水準だけを厳しく採点しようとする感が強い。担当者が不安に思うと新技術の採用に踏切れない、だから安心できるように事前評価を徹底しておくという考えからであろうか。が、本当にそうだろうか。担当者も土木屋である。多少の不安はあっても、やってみなければわからないという気概を持っているはずである。大事なものは、やってみてどうだったかという事後評価であり、その経験を積むことで必要な評価とは何かを知ることである。

明確な評価体制の確立によりはじめて第三者からの信用を得ることが出来る。「いいものはいい」として公明正大に優れた技術あるいは技術者を選定する説明責任を果たせることにもつながる。評価＝信用である。

### 3. 誰のための新技術活用なのか

「民間企業が生き残るためには技術による差別化が不可欠で、その企業努力の技術開発に対して行政が支援しましょう」という姿勢が、この新技術活用において垣間見える。それでよいのだろうか。一般大衆が直接消費者である市場経済の分野では、産業の活性化を目指しての行政支援が正しい姿である。ところが、公共事業においては、エンドユーザーである国民が求める安価で良質なものを提供せねばならないのは「官」であり、より良い技術を開発していかねばならないのはまさしく「官」そのものなのである。すなわち、民間企業が開発した新技術による恩恵を受けるのは「官」であり、「使ってやろう」ではなく「これは助かる、有難う」という立場にあることをきっちり認識しておくことが大事なのではないだろうか。

一方、例え優れた評価を受けた技術を保持していても、それが企業の資産価値として認知されなければ企業にとってのメリットは少なく、開発、事業化しようとする意欲は高まらない。経営的に必要なのは市場性、市場予測である。もし、発注側からの「こんな技術があれば使うのに」というニーズが明確であれば、それを解決する技術の市場が予測でき、民間企業の開発意欲を刺激するはずである。

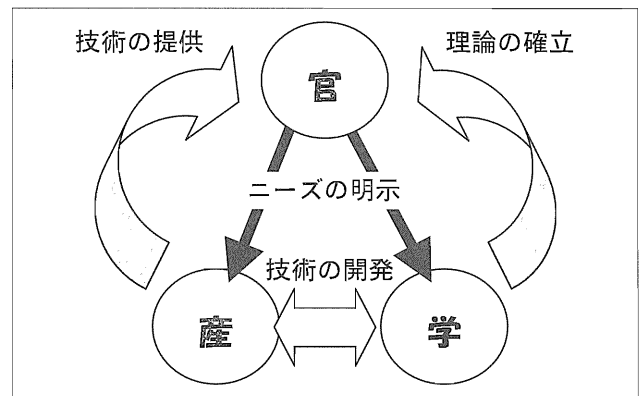
これは決して「一部の企業に利益をもたらす」ことではない。いまだ山積する国民ニーズに応えるために、限られた財源で整備せねばならないこれからの時代において、「便利」「簡単」「割安」の三要素を備えた新技術を活用することは不可決であり、その技術を求めていくこと（ニーズの明示）が発注者としての「官」の責任である。それが新技術活用の本来の姿であろう。

### 4. 信頼性を高めるための学的作用

工事担当者が実績主義に陥るのは、新技術の信頼性と対価の妥当性がわかりにくく頼りないからである。しかし、実績だけしか頼りにならないのなら、「はやぶさ」の快挙は到底実現しなかったであろう。信頼できることを証明する理論、すなわち「ものごとの理

屈」が明確だったからこそ実現できたのである。新技術の信頼性を高めるには、このものごとの理屈からわかりやすく噛み砕くことが大事で、そこに「学」の役割がある。技術をわかりやすくすることが必要である。

そして、「はやぶさ」も理論だけでは実現しなかったように、具体化するには様々な実証試験による経験の積重ねが必要であった。すなわち、理論と実証の合体で信頼できる技術が完成したのである。様々な環境の自然を相手にする土木分野においてこそ、この理論と実証（アカデミックとリアリティ）の融合が不可欠である。ものごとの理屈をはっきりさせた上で、「やってみなければわからない」ことを明らかにして、新技術の信頼性を高めていくのである。「産」が提供した技術、「学」が確立した理論、「官」が実証した経験、このチームワークが産官学連携の基本であろう（図—2）。



図—2 土木分野の技術開発における産官学連携のあり方

### 5. おわりに

耐震設計偽装事件は技術者としてあまりにも情けないものである。明るい未来を創り出すインフラストラクチャ整備に従事する読者諸兄は、この事件を反面教師として、技術者としての誇りと倫理観をもって前向きに新技術活用に取り組んで下さることを切に願うものである。近い将来、土木でも「はやぶさ」を飛ばせる日が来ることを願って筆をおきます。

JICMA



【筆者紹介】  
 牧角 龍憲（まきずみ たつり）  
 九州共立大学工学部  
 都市システム工学科  
 教授  
 工学博士

# 新技術の活用普及とコンサルタントの使命

木 寺 佐和記

新技術の活用普及に対する建設コンサルタントの使命は、極めて大きい。しかしながら、現状を振返った時、我々の貢献は十分ではない。原点に戻り、優れた技術、新技術の提案に、厳しい時代であるからこそ傾注、努力すべきである。その有力な方法がNETISの有効活用であるが、コンサルタントへは、NETIS活用に関するインセンティブが十分浸透していない。プロポーザルの採点基準とする、成績評定、個人評価に取入れる等が考えられる。また、登録技術の信頼性向上が必要である。

キーワード：新技術活用、建設コンサルタントの使命、NETIS、インセンティブ策、閉塞感打破

## 1. はじめに

「九州建設技術フォーラム 2005 in 福岡」<sup>1)</sup>が産官学連携によるさらなる情報交換を目指して、2005年の10月、福岡市で開かれた。建設コンサルタント業界に身を置くものとして、昨今の閉塞感を打破する方向性やヒントを得ることを期待して、パネルディスカッションを聴講していた。その時、「学」のパネリストから「新技術の活用方策において建設コンサルタントの果たすべき役割は極めて大きい」と指摘された。当然のことを指摘された訳であるが、残念ながら私を含めて会場から建設コンサルタントの立場で、状況説明なり、課題なりの発言を行う方がいなかった。最後に、会場を交えて討論会の時間が用意されていたが、あいにく、建設コンサルタントの有識者が見当たらず、私が言い訳めいた発言を自分でするしかなかった。前置きが長くなったが、言い訳めいた発言の少しだけでも名誉挽回ができればと思ひ、この報文をお引受けした。

## 2. コンサルタントの使命

新技術の活用は前々から建設コンサルタントの大きな使命の一つである。1989年策定の「ATI構想」や2003年の「建設コンサルタント21世紀ビジョン」<sup>2)</sup>においても、「技術を競う」「技術競争市場の形成と技術開発」等のキーワードでその重要性を謳っている。上記両ビジョンの詳細に触れる余裕はないが、いずれにしても建設コンサルタントの存在意義は、「いかに優れた技術を、限られた時間と費用の中で、顧客・社会に提供できるか」ということに尽きると言え、この意義は昔も今も変わらない。優れた技術とは新技術に限っ

たものではないことは確かであるが、社会、経済、自然環境、グローバル化がこのようなスピードで進んでいることを考えれば、新技術の導入、提案は、少し大げさな意見かもしれないが、我々、建設コンサルタントの存在意義と直結する程の重要な問題と考える。

このように、筆者が新技術活用の重要性を強調する理由は、まとめれば以下の3点である。第一は、既に述べたように、建設コンサルタントの本来の使命・あるべき姿からくるものである。第二は、新技術を積極的に推進していくことは、我々の閉塞感打破の方策の一つとして十分使えると考えるからである。新技術には若い技術者を惹きつける力もある。最後の理由は、アジア諸国との関係に関して感じることもあるからである。日本の友人の一人が韓国で技術顧問として活躍中であるが、外から日本を見て、技術全般はもちろん、細部までこだわる美意識、環境への配慮、チームワークの重視等、日本の技術と技術者のレベルの高さを再認識しているという話を何度も聞いているからである。国際競争力の観点からも、我々は自信を持って、新技術の活用を推進していくべきと考える。

また、2005年から「公共工事の品質確保の促進に関する法律」が施行され、建設コンサルタントとしては、外部環境からもこの命題に正面から取り組む環境が整備されたことは特筆される。

## 3. 新技術の提案は十分か

それでは、建設コンサルタント技術者は、これまで、存在意義と直結するようなこのテーマについて、十分な使命を果たしてきたであろうか。新技術情報提供システム（NETIS）の積極活用を含めて十分ではない

というのが現状ではないだろうか。同輩の意見もお伺いしたい。

独自または共同開発した技術を提案することが理想ではあるが、建設コンサルタント業界の規模等を考慮すれば、他者が開発した技術を参照、提案する機会が圧倒的に多いと思われる。国土交通省直轄工事に関する設計では、特記仕様書に NETIS の活用が謳われているため、NETIS 内を検索し、その内容と従来技術の比較を行う。しかし、地方公共団体からの発注工事となると、積極的に NETIS を参照しているかというところ必ずしもそうではない。結局、受身的な立場でしか行動できていないということが現状ではないだろうか。

さて、現在、NETIS は新制度へ移行中であり、2005 年 4 月からは試行運用が開始されているが、何人かの技術者に NETIS の印象を聞いてみた。従来システム時点の意見が大半であるが、実際に活用した側の意見として参考までに述べると以下のとおりである。

- ①実績が少ない技術が多い。
- ②歩掛り等の積算基準が示されていないものがある。
- ③歩掛りが明示されていたとしても、開発者の立場での数字であるため、そのまま信頼できるか不安である。
- ④留意事項は記載されてはいるが十分ではなく、良い点ばかりが強調されているものがある。
- ⑤①～④を含め、記入されている情報では足りないもので、結局は、開発者への問い合わせ等が避けられず時間を要する。
- ⑥調査を行い使えたと提案しても、実績が少ないと発注者が不安を持ち採用までには至らない。
- ⑦日常業務では、あまり NETIS を意識していない。
- ⑧技術的保証が十分では無いものも登録されているという印象を持っている。

このような意見の中で、筆者が特に気になった意見が、「日常業務において NETIS をあまり意識していない」と「技術的保証が十分では無いものも登録されているという印象を持っている」という意見である。発注者側と建設コンサルタント側に大きな認識の違いがあるのではないかと懸念する。

#### 4. 解決の方向性と方策

第一に、建設コンサルタント自身が、自分たちの閉塞感打破の方策の一つとして、原点に戻り、自発的に新技術の活用促進に向けて業界を上げて取り組むことである。自動車業界等、世界をリードする日本人技術者である。そこでのキーポイントの一つとなったと聞く

「日本流のナレッジマネジメント」<sup>3)</sup>に具体的に見習う点も多いし、その素養は我々にも十分備わっているはずである。

しかし、理想論でこの問題が解決するとは思っていない。先にも述べたようなインセンティブを一層感じさせるような施策が必要である。また、現在実施中の登録技術の信頼性確保の施策も必須である。具体的な施策としては、以下のようなことが考えられる。

- ①プロポーザルの採点基準に新技術活用の有無を入れる。
- ②業務の成績評価の中に新技術の提案の有無、その内容の妥当性を入れこむ。
- ③技術者の個人評価に同様に新技術の提案の有無を考慮する。
- ④計画系、上流系の業務であっても、実施設計等の次の工程に対して、新技術の活用提案があった場合は、成績評価で考慮する。
- ⑤計画系、上流系の技術の登録も促進させる。
- ⑥登録技術の信頼性向上の改善施策を継続実施する。
- ⑦発注者内、コンサルタントへの教育と広報をさらに徹底する。

#### 5. おわりに

重複するが、我々の自発的な行動、インセンティブに関する施策、及び信頼性向上に関する施策等が上手く噛みあっていけば、NETIS に代表される日本の新技術に関するデータベースに国内のみばかりか、アジア諸国からのアクセスが急増することも夢ではない。そんな日が近い将来に来るように、夫々が、夫々の立場で切磋琢磨することを祈念して、おわりとしたい。

J C M A

#### 《参考文献》

- 1) 九州地方整備局ホームページ, [http://www.qsr.mlit.go.jp/s\\_top/i-forum.html](http://www.qsr.mlit.go.jp/s_top/i-forum.html) (※2004 年度からは従来のフェア形式から産学官連携をテーマとしたフォーラム形式に変えて開催している)
- 2) (社)建設コンサルタンツ協会新ビジョン特別委員会: 建設コンサルタント 21 世紀ビジョン改革宣言, 平成 15 年 5 月
- 3) 野中郁次郎, 竹内弘高: 知識創造企業, 東洋経済新報社, 1996 年

#### 【筆者紹介】

木寺 佐和記 (きでら さわき)  
西日本技術開発株式会社  
環境整備部長



# 宇宙への取組み

吉田 哲二

清水建設が1980年代から取組んできた宇宙開発について、その流れを中心に報告する。バブル経済の真っ盛りの時期に始まり、現在もその活動を続け、海外との連携も進めている。ゼネコン的なアプローチで、「宇宙ホテル」や「コンクリート製月面基地」などの大型宇宙構想を開発提案してきた。一方、技術の研究開発基盤の構築を併せて行い、時代の激しい変遷の中で先を見据えた地道な活動も進めた。その代表はロボットである。建設ロボットから始め、極限環境、宇宙環境まで、技術に直接触れ、肌で感じ取る活動を今も続けている。宇宙旅行が現実のものとなる現代であるが、技術者のワクワク、ドキドキがなくては研究開発は続けられない。

キーワード：宇宙開発、月面基地、宇宙ホテル、ロボット

## 1. はじめに

初めてお会いする方々から必ず聞かれる一言がある。「宇宙とか、ロボットとか夢があっていいですね。ところで何をなさっているのですか」

最初の一言は宇宙という言葉から想像される遠い将来とか、遠い天体とか、なんとなく毎日アクセク働かず、しかもSF的なイメージに染まって、そのうち何とかなるような余韻があって嫌いではない。ところが、次に続く第二の一言が問題である。

「何も役に立つことをしないで、遊んでいるのではないのですか」と言った風に聞こえるし、好意的に理解すれば「宇宙といってもロケットですか。それとも、国際宇宙ステーション（ISS=International Space Station）の建設ですか」という現在進行形のテーマをさしているようにも聞こえる。

筆者は常に後者よりさらに超楽観的に受けて「現在存在する人工衛星やロケットではなく、ゼネコンですから地球人が宇宙で生活する空間を作ろうとしています」と答えることにしている。この後に続く長い説明を紹介する機会を本誌からいただいた。

21世紀を見通す視点で楽観的に読んでいただけると幸いである。

## 2. 宇宙開発特別プロジェクト

清水建設株式会社（以下、当社）の宇宙開発の正式

な発足は1987年の「宇宙開発特別プロジェクト」の設置から始まる。その前の年、1986年にはソ連のチェルノブイリで原子力発電所の炉心が溶融するという大惨事が起こり、翌1987年のわが国では、国鉄がJRに衣替えした年でもある。バブル経済の真っ盛りの頃である。

当時、「宇宙開発を始める」と言ってもすぐに手をつけられるテーマがあったわけではない。社内では、「なぜそんなことをやる必要があるのか」という声は小さくなかった。宇宙開発はサイエンスの分野であり、土木建築とはかけ離れている、という感覚である。これは、今でも根強く健在である。

「始める」ための理屈をいろいろと考えた。21世紀には必ず人類による宇宙へ進出が進み、地上のロケット射場や衛星の製造工場などハイテクインフラストラクチャ建設の波が怒涛のごとくやってくると説明したこともある。もっとも的を射た説明は、将来の宇宙開発では土木建築的な要素は決して無視できない存在であり、その時になってすぐ用意しろと言われても簡単にできるものではない。今から始めておくべきだ、というものである。

我々は、21世紀の初頭（現在）を目指して出発したのである。

当時の世界の宇宙開発は多くの失敗や事故を起こしていたが全体的に上り調子であり、多くの難関は将来への貴重な経験だと理解されていた。1986年1月の米国スペースシャトル「チャレンジャー号」の打上げ直後の爆発事故はその典型である（図—1）。

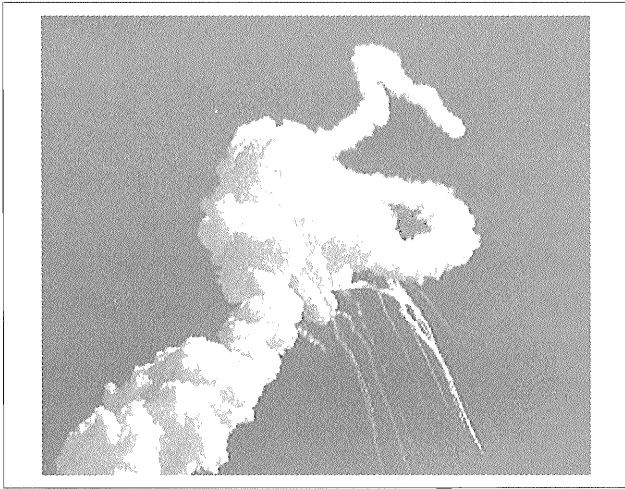


図-1 チャレンジャー爆発事故 (NASA)

フロリダのケネディ宇宙センターですべての準備が整った姿を打上げ2週間前にフロリダで見てきた筆者にとって、このニュースは人類の宇宙への挑戦はまだ始まったばかり、という事実を思い知らされるものであった。ロシアの宇宙ステーション「ミール」はチャレンジャー事故の翌月に打上げられ見事に成功し、その後も順調に拡張が進められた。米ソの宇宙競争の激しさは増すばかりであった。

### 3. 宇宙ホテル構想

当社の宇宙開発を代表する構想「宇宙ホテル」を1989年に発表した。宇宙を知らないエンジニアの勉強のためのモデルであった。人工衛星では小さくてゼネコンらしくない。スペースコロニーでは夢物語になってしまう。当時、検討が始められていた宇宙ステーションに関連付けてこの構想を研究材料とした(図-2)。

その3年前(1986年)から、国内の宇宙ロボット研究者を広く集めて行われた「宇宙ロボットフォーラム(略称)」(財団法人宇宙環境利用推進センター)が進められていた。宇宙工場(地球低軌道)に向けて有人宇宙技術を持たないわが国が将来の宇宙利用のために、ロボット技術を盛込んだ宇宙工場を研究しようとするものである。

宇宙ホテルはこの研究の経験を生かし、ゼネコンとして提案できる軌道上施設は何かと考え、地上でも多くの経験があるホテルとなった。資金の面では神社仏閣の方が近道かもしれないとも考えたが、より多くの人に提供したいということからホテルになった。

宇宙ホテルの来訪者を普通の一般人と想定し飛行機で海外旅行する感覚で宇宙へ訪れるものとし、宇宙飛行士のような訓練は考えなかった。したがって軌道上

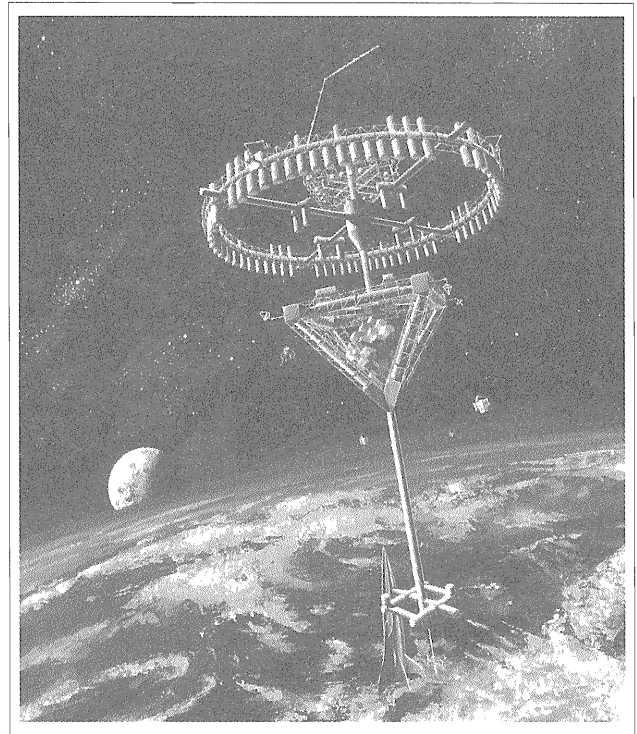


図-2 宇宙ホテル構想

でも重力が不可欠と考え、大きなリング構造に客室モジュールを取付け、それを回転させて人工重力を得るようにした。これは我々が最初に考えたものではないが、宇宙ホテルの発表後、欧米の宇宙関係機関からの提案が類似したリング構造になっているのは我々の構想が波及した痕跡が認められるようだ。

宇宙ホテルをわかりやすく説明するためにアニメーションまで制作し、その詳細を宇宙旅行ストーリーに沿って説明するようにした。その中には現在研究が進んでいる二足歩行ロボットやRFID(Radio Frequency Identification)も予見している。また、大型の平坦なスクリーンモニタで船外画像中継をするなど、フラットテレビも実現されると考えた。しかし、宇宙への往復に使う飛行機型の往還機や、数人で船外活動するための宇宙スクーター(小型宇宙飛行船)はまだ実現されていない。宇宙ホテルの実現時期が2020年頃としたので、まだ希望は捨てていない<sup>1)</sup>。

現在、国際宇宙ステーション(ISS)への旅行には22億円程度はかかるが、一般人が旅行することが可能となった。2001年に60歳の米実業家デニス・チト氏が初めてISSに訪れ、その後2002年に南アメリカのITベンチャーのマーク・シャトルワース氏と続いている。最近、日本人のIT関係者が旅行することを計画していると報道されている。この宇宙旅行を企画している米国企業は、高価であるが月の周回旅行も提供する意気込みである。また、ラスベガスの億万長者

であるビゲロー氏はNASAから膨張式の宇宙船モジュール技術を譲り受け、独自に宇宙ホテルを建設する準備を進めている。すでにエンジニアリングモデル(EM)という軌道上に運ぶものと技術的に同一のものまで開発が進んでいるようだ。

また、地球には近いが、高度100kmを超す高さまで安全に往復する機器を使って、短い時間ではあるが、宇宙から地球を眺めることができる事業も走り出そうとしている。米国の賞金をかけた宇宙コンテストであるエクスペライズで見事賞金を獲得したスペースシップワン(SpaceShipOne)は飛行機のように滑走路から飛び立ち、高度100kmの上空まで小型ロケットで飛行するものである(図-3)。

降下では、飛行機と同じ要領で地上に戻り滑走路に着陸する。これを2週間の間に2回繰返すことに成功し、賞金1,000万ドル(約12億円)を獲得した。スペースシップワンのロケットエンジンはハイブリッドエンジンと呼ばれ、大型ロケットとは異なり燃料はプラスチックである。それに酸素を吹付けて推進力を得るもので、圧力容器がないことから日本でも大学など

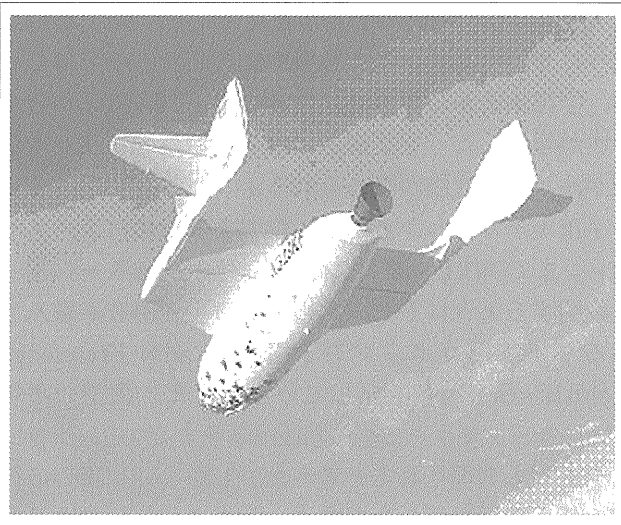


図-3 SpaceShipOne (Scaled Composites Inc.)

で研究が進んでおり、誰でも宇宙まで物を送り出すことが可能な時代になりつつある。

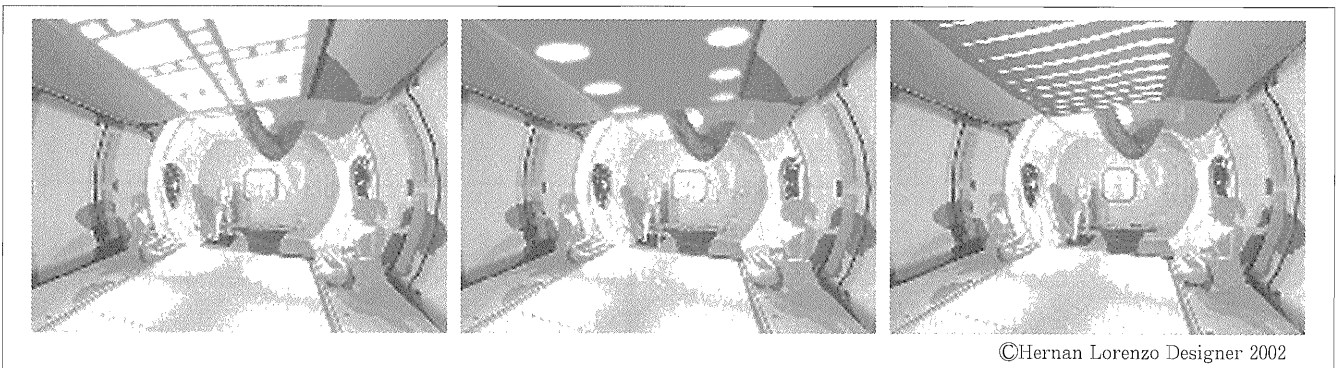
当社の宇宙ホテル構想はISS以上の大規模計画であり、実現の時期がわからない。そこで、ISSに民間ホテル事業を取付け、宇宙施設の有効利用の計画を提案した。イタリア人工業デザイナーのエルナン・ロレンツォ氏と協力して開発したものであるが、ISSに取付けられる予定のロシアのモジュールをひとつ借受け、6人程度のグループ旅行ができるように企画した。経費を低く抑えるためロシアの機器を多用している。モジュールの内部をホテル仕様に改造し、多様な軌道上経験を実現するアイデアを盛り込んだ(図-4)。

今後、ISSと地上を繋いだイベント(コンサート)や科学・理科の授業は日常化し、朝のテレビ番組にISSからの地球画像が映る日も近い。

#### 4. 月面基地構想

当社の月面基地の構想発表は宇宙ホテルより1年早い。1/6とはいえ地球と同様に重力のある環境は、地球人には取組みやすい。当時、米国のアポロ計画の後、月に注目する国はなく、まさに「祭りの後」の様相を呈していた。アポロ計画に使われた遺品の多くは博物館で次世代の教育や歴史の証人として生き延びていたが、天文学や宇宙科学の分野で月を研究するとすれば月の誕生にからむ議論くらいが関の山であった。

月面基地に着目した理由は、宇宙コロニーが必要となる時が必ず来ると確信したからである。1980年代末は地球環境問題(当時は公害問題)が顕著に現れ、人口の爆発的増加が確実に、地球に住みにくくなる結果、宇宙へ進出することがひとつの選択肢だという仮説に基づいている。内外の宇宙機関が作った月面基地構想は、ほとんどが筒型金属製で地球から運んだモジュールを連結し、砂をかぶせたものであった。宇宙に携わる技術者はほとんどがサイエンスを専門とし、



©Hernan Lorenzo Designer 2002

図-4 ISS利用のホテル構想(Different ways to create Lightning Effects with the screens)

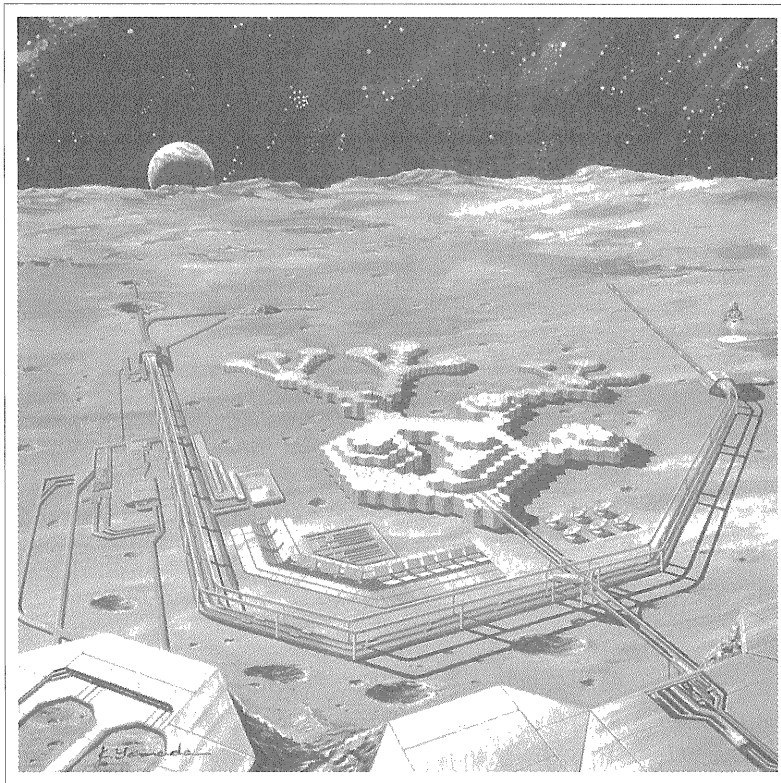


図-5 コンクリート製月面基地構想

土木建築からシナリオを作ることがないことが当社の月面基地構想が生まれる素地であった。

月面基地の研究には、地上の技術研究開発にも価値があると考えた。地上の土木建築技術の開発のために、月面と言う極限環境をモデルにすることで新しい発想の芽が出る可能性がある。

従来、企業の研究は2つの側面があるとされてきた。他社との差別化や宣伝のために目立つことが重要なものと、効率向上・コスト低減につながるものである。最近の地球環境対応のテーマはどちらでもないところにある。社会貢献と社会貢献を通じた新事業開発にあると思われる。実は月面基地もこの環境対応のテーマと似ている。宣伝効果のように目立つこともあるが、月面基地の建設に絡むテーマは、閉鎖生態系と呼ばれる外部とのやり取りが制限されている系で考える。

月面基地は非常に小さい系であるが、大きく考えれば地球もひとつの閉鎖生態系である。月面基地の研究で最も多く使った言葉は Recycle, Reuse であり、そのサイクルを回すために使う太陽エネルギーの確保と利用が最重要テーマであった。

非金属製の月面基地は主に米国の研究者が行っていたが、当社の構想も基地建設材料を月面の砂から製造することを基本とし、月資源利用 (In-Situ Resource Utilization) と呼ばれる考え方に基づいている。

月面基地には人間が中に入るため気圧を維持する必

要があるが、金属であれば LPG タンクのように円筒形が有利である。コンクリートで同じ構造を作ること可能だが、より大きな空間で多くの人員 (200 名以上) の収容を想定したため、小さいモジュールの連結だけでは不十分であった。そこで、蜂の巣のようにコンクリート製六角柱モジュールを繋いで、3 次的に拡張できる構造を考え出した。内圧は鉄筋に相当する張力に耐えられる材料を月面で製造し、プレストレストコンクリートとする方策を想定した (図-5)。

モジュール間の連結機密性維持や、真空中に暴露するコンクリートからの水分の水蒸発など検討課題はまだ解決されていないが、コンクリート養生条件については地上でも実験が可能なることから、米国から月土壌シミュラント (模擬砂) を輸入し暴露時期と強度発生との関係を研究した。結果は、適切な養生期間を確保できれば月面の真空環境で地上と同等の強度がえられるというものであった。セメントの確保が、次の課題である。その他の研究として、

- ・ 太陽炉を使い月の砂からファイバー状の細い張力材素線を製造
  - ・ 溶かした砂を型に入れて煉瓦ブロックを製造する研究
  - ・ 植物の育成のために減圧した環境での成長実験
  - ・ 食料の長期保存方法の研究
- などこれからもテーマとなりそうな技術の芽が見えた。

## 5. 米国との連携

月面基地の研究は宇宙ホテルと異なり、将来の当社の本業となる可能性を秘めていると考えた。月面施工も夢ではないと思ったのである。

わが国は月探査をした経験もなく研究者も非常に少なかったため、米国に目を向け当時の宇宙建築の研究者と直接に交流を進めた。ヒューストン大学のベル教授やトロッティ教授はまさに月面基地そのものを人間が住む空間として位置づけていた。また、月面コンクリートではリン教授がミネソタ大学のワイブレン教授が作った月シミュラントを使って材料的な方向から研究を進めていた。

宇宙で太陽光を集め地上で使えるようにエネルギー伝送するという宇宙太陽発電衛星を発明したピーター・



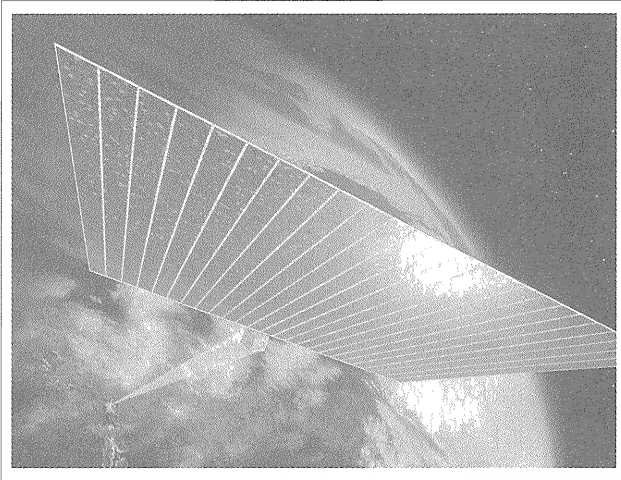


図-6 宇宙太陽発電システムの構想

グレイザー氏と懇談し、是非超大型衛星（図-6）を実現しようと氣勢をあげたのは同氏のことをまったく知らなかった素人の強さである。

その後米国中心に連携研究を展開し、特に米国大手の宇宙企業（マクドネルダグラス（MD）社、マーチンリエッタ社、ジェネラルダイナミクス社等）とは共同研究という形で月面基地の研究を進めた。大学関係では、ロボットでカーネギーメロン大学、構造技術ではコロラド大学に技術者を派遣した。

もっとも長く、かつ広い範囲でつきあったのは現在ボーイング社となったMD社である。月面基地の構造材料、閉鎖生態系、ロボット、など重要分野をほぼカバーした。ロスアンゼルス南にあるハンティングトンビーチの宇宙機器製造工場には、宇宙飛行士の訓練用プールや多くの宇宙関連施設があり、米国の宇宙の将来を支えるひとつの重要な基地であった。当時は、ISSの主要トラス構造を同施設で製造することが決まっていた。また、垂直離着陸機という将来の宇宙輸送技術の開発もここで行われていた。

規模は小さいが最も深くつきあったのはヒューストンにあるカーボテック社である。テーマは月の砂からの酸素製造である。クヌードセン社長と数人が働いている小さな石油化学系のベンチャーであったが、当時NASA ジョンソン宇宙センターにいたジョン・マンキンズ氏の助言で月での酸素製造の研究を始めていた。

月との往復の燃料として大量の酸素が必要となることは明らかであったが、地上からの供給ではたいへん高価なものになってしまう。そこで、地球の低軌道（高度300～500km）までは地上の酸素で運び上げるが、それ以後は月の酸素で月面まで物資を運ぶ、という計画である。本物の月の砂を使った実験や、月面重力で飛行するNASAの飛行機（KC135）を使った実

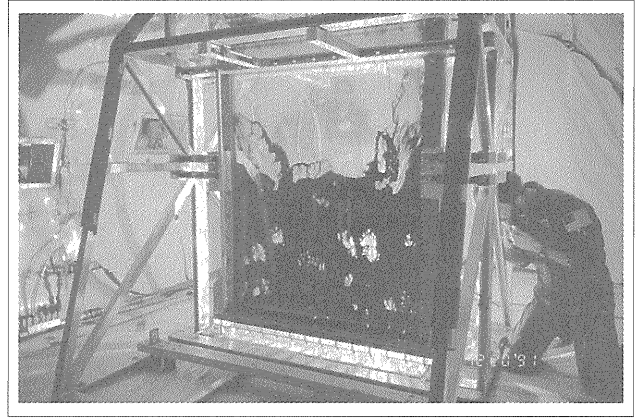


図-7 月面重力実験（NASA）

験など、際限を知らない勢いで活動していた（図-7）。

## 6. 宇宙ロボット実験

構想から始まるアプローチとは別に、宇宙技術の本当の姿を追い求めた研究も並行して進めた。

当時の宇宙開発事業団（NASDA；現在の宇宙航空研究開発機構、JAXA）が打上げる技術試験衛星7型（ETS-7）において、当時の航空宇宙技術研究所がトラス構造物を搭載し、軌道上で行うロボットによる展開と組立て作業を地上から遠隔操作するというプロジェクトである。1992年、まず衛星に搭載するトラスの実験装置を設計・製造することから始めた。しかし、実験の目的はロボットアームの地上からの操縦による作業であり、どのような装置を作ればよいのかたいへんな議論になった。

当社がこのプロジェクトに参加できたのは、米国カーネギーメロン大学において宇宙トラスの上を歩行移動する軽量で柔軟なロボット技術の研究を金出武雄教授の下で実施していたことと、組立て型の宇宙トラス結合機構の開発（スターベイ）を米国スターネット社と長期にわたって進めていたことによる。また、ロボット技術の建設への適用研究を1970年代から始めていたことも手伝っている。

幸運にもETS-7を搭載したH-2ロケットの打上げは成功し、当初いくつかの難関はあったがその後は絶好調で、予定の実験プログラムをほぼ100%実行したうえに追加の実験まで実施できた。これはわが国の宇宙技術の確かな面を示したもので、現在のJAXA（宇宙航空研究開発機構）はもっと誇りに思っていると思う。とはいえ、実験を担当する者にはたいへんつらいことがあった。衛星との通信が米国ハワイ州上空のデータリレー衛星を経由していたため、作業はハワイ時間で進められた。多くの実験は午前1時ころか

ら4時ころまで行われ、深夜に筑波に集合し詳細な手順の確認の後、夜明けまで緊張が続いた。これを2年半の間、断続的に実施した。宇宙と付合う鍵は体力である、とも言えそうである。

宇宙機器の開発は真空環境ばかりでなく、振動・衝撃環境が厳しいことと、宇宙空間での熱の管理を確実にすることが求められた。これらの解析作業は計算機を使いこなせる若い力に委ねたが、ふり返ってみると全てを4~5人で実施できたことは奇跡に近い。

## 7. 月へふたたび

日本機械学会の100周年出版事業のなかで100冊の本のひとつとして当社の実施してきた月面基地関連の内容をまとめるように依頼されて出版した。日本には少ない貴重な本だと思っている<sup>2)</sup>。

バブルの崩壊や社会変動の激しいなかで、宇宙開発を細々ではあるが繋いでこられたのは、関係者の多くの努力の賜物である。「継続こそ力なり」で2005年度には、小さな規模ではあるが米国の宇宙ベンチャーと組んでNASA提案公募研究に合格できた。これは将来の宇宙商業事業の可能性を、軌道上と月面のそれぞれで検討するものである。技術的な要素は少ないが、今後の宇宙開発に重要な官民の分担・協力のシナリオを策定するとともに、国際的な連携を初期から実施することで将来の国際協力の形をよりよいものにできる可能性がある。

我々は月に行ったこともないのに「ふたたび」というのはおかしいが、意外と近い将来、日本製のなにかが、もしくは日本人の誰かが月面で活躍することを真剣に考えている。

## 8. おわりに

詳細な研究内容や技術より、全力先進してきた雰囲気を書いたつもりである。古い内容もまぜて宇宙への取組みとさせていただいたが、その姿勢はほとんど変わらない。研究する本人がワクワク・ドキドキする研究こそ最も望ましい「取組み」であろう。

本報文の内容で間違いがあれば筆者の記憶の不確かさにその原因がある。文責は筆者にあることを最後に付け加えておく。

JCM A

### 《参考文献》

- 1) 黒田泰弘監修, 清水建設宇宙開発室著:「宇宙建築—居住を可能にする技術—」, 彰国社, 1991
- 2) 松本信二監修, 清水建設宇宙開発室編:「宇宙に暮らす—宇宙旅行から長期滞在へ—」, 裳華房, 2002

### 【筆者紹介】

吉田 哲二 (よしだ てつじ)  
清水建設株式会社  
技術研究所  
宇宙・ロボット技術研究グループ



# 建設機械図鑑

本書は、日本建設機械要覧のダイジェスト版として、写真・図版を主体に最近の建設機械をわかりやすく解説したものです。建設事業に携わる方々、建設施工法を学ばれる方々、そして建設事業に関心のある一般の方々のための参考書です。

A4判 102頁 オールカラー 本体価格2,500円 送料600円

## 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 (機械振興会館) Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289

# 可変形状トラスを利用した可動型構造物 —2005年日本国際博覧会可動モニュメントへの適用—

井上文宏・諸戸竜一・古屋則之

可変形状トラスを利用した可動型構造物の適用として、2005年日本国際博覧会「愛・地球博」長久手愛知県館で展示された大型可動モニュメントの構造概要および稼働状況について紹介する。可動モニュメントは3本の可動鉄塔から構成され、各鉄塔は独立して制御できるため、目的の演出に応じて様々な形状に変化することができる。可動モニュメントは建築工作物であるため構造評定の取得や各種の安全機構を導入して設計・製作されている。開催期間中、良好で安全な連続稼働が実現されて高い評価を受けた。VGT機構を用いた可動型構造物の有効性および実用性を検証することができた。

キーワード：可変形状トラス，VGT，可動型構造物，モニュメント，安全性，制御システム，愛・地球博，2005年日本国際博覧会

## 1. はじめに

21世紀最初の国際博覧会である2005年日本国際博覧会「愛・地球博」では「自然の叡智」をテーマに人と自然との関わりを発見する様々な展示や催し物、また魅力ある建物が作られ、予想をはるかに超える来場者が訪れるなど、大成功のうちに閉幕した。その中で特に話題になった出し物の1つにロボットの活躍がある。演奏するパフォーマンスロボット、接客や警備ロボット、掃除ロボットなどは近未来のロボット社会をイメージさせる光景と考えられる。

一方、会場の中心部にあたる日本ゾーン愛知県館では伝統的なからくり人形と共にゆらゆら動く巨大な可動モニュメントが来場者を手招きしながらその存在感を表現していた。これは「踊る指南鉄塔」と呼ばれ、伝統と最先端の技術が融合した愛知のものづくり文化を象徴するものとして展示された。ここにもロボット技術の活躍の場があり、万博全体を盛上げていた。

ところで、この可動モニュメントは可変形状トラス<sup>1)</sup>(Variable Geometry Truss, 以下VGTと略記)を利用した可動型構造物で、言わば大型の多関節マニピュレータのように動く構造型ロボットである。VGTは図-1に示すようにヒンジと伸縮シリンダから構成されるトラス構造であり、伸縮シリンダの伸縮長を制御することで様々な形状を作り出すことができる。VGTは元々展開型宇宙構造物として開発が試み

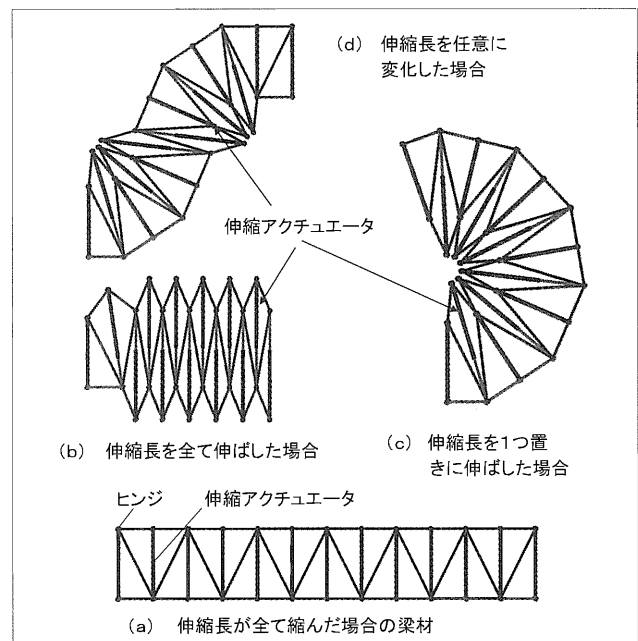


図-1 VGTを用いた梁部材の形状変化

られたもので、宇宙空間における様々なミッションに対応するため、冗長性のある知的構造物や可変構造物として研究が進められてきた。

著者らはこれまでこのVGTの特徴に着目し、地上構造物の適用を目指した実用化提案を行ってきた<sup>2)-4)</sup>。

屋根形状が変化する半球状の開閉ドーム、可動アーチを連続的に配置した有機的パビリオン、演目に応じて変化する音楽ホールの可動反射板等の提案例であるが、その応用性は広く、様々な場面での利用が考えられる。特に近未来には人工知能や情報化技術と結びつ

き、構造物に躍動感、柔軟性、さらには感情などを表現させることも期待できる。

本報文においては、このVGTを用いた可動型構造物への適用例として、2005年「愛・地球博」長久手愛知県館で展示された大型可動モニュメントの概要について報告する。開発の経緯、設計・製作の概要、可動状況およびその有用性、実用性について紹介する。

## 2. 可動モニュメントの建物概要

### (1) 建物概要

愛知万博で展示された建物全体は、大型可動モニュメントと併設されたからくり演出装置から構成される。各々は独立に設計、製作、据付けされた機構であるため、ここでは可動モニュメントのみについて報告する。ただし、全体は内部の制御信号で結合されており、可動モニュメント単体および両装置の協調によるさまざまな稼働演出が計画されている。

図-2に可動モニュメントが設置された万博会場全体および長久手愛知県館（図-3）の概略図を示す。

愛知県館は会場中央の日本ゾーンに属し、日本庭園やかえで池に面した風光明媚な位置にある。会場の西ゲートから正面にあたり、グローバルループに併設しているため、来場者のアクセスが容易である。愛知県館はおまつり広場、大型劇場・舞台、中部広域交流館、管理棟からなり、管理棟の屋上に可動モニュメントは設置された。

### (2) 開発経緯と建物概要

可動モニュメントは来場者をグローバルループから招くウェルカムモニュメントとして、また愛知県のシ

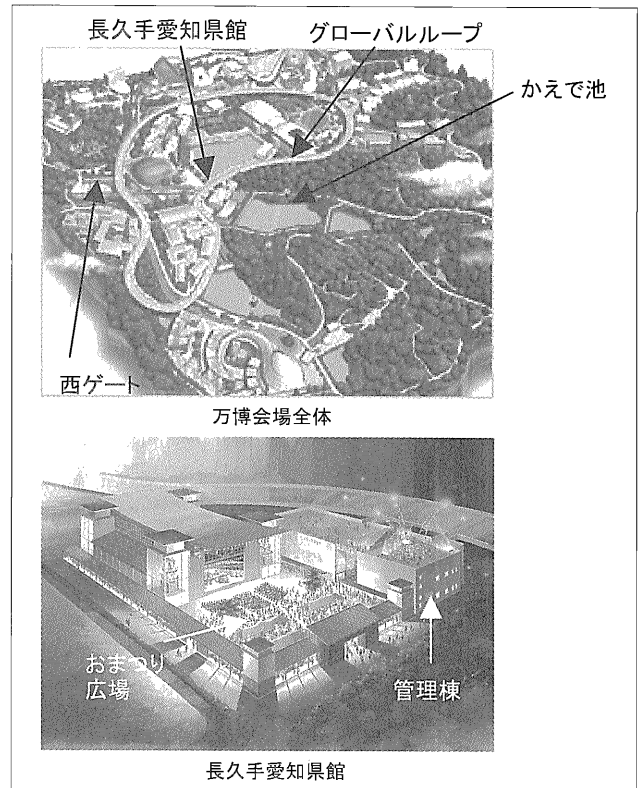


図-2 万博会場全体および長久手愛知県館の概略図（愛知県国際博推進局「パンフレット」より抜粋）



図-3 長久手愛知県館の全体

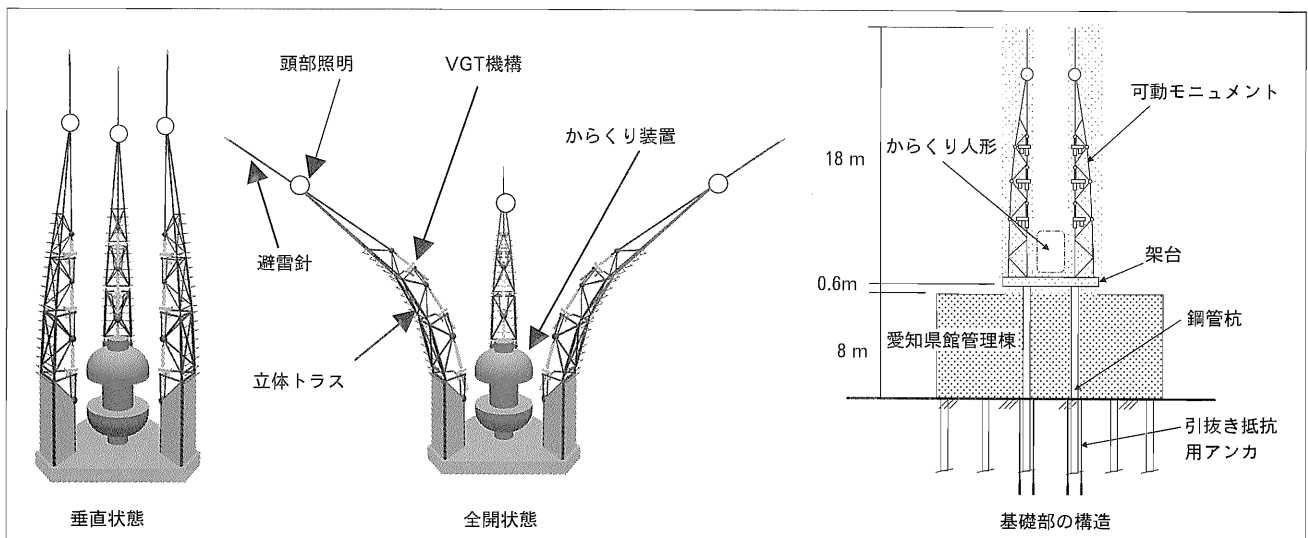


図-4 可動モニュメント全体の概要図

ンボルタワーとして開発依頼があり、開発中の VGT を利用した可動構造物の応用として可動モニュメントへの提案を行い、採用が決定した。

図-4 に可動モニュメント全体の概要図を示す。全体は同一仕様の 3 本の可動鉄塔から構成され、円周に沿って 120° 間隔で据付けられている。

1 本の鉄塔は全長 18 m、4 個のフレームと 3 台の VGT 機構が各々結合されている。各フレームは立体トラス構造からなり、外側はヒンジ、内側は伸縮アクチュエータが取付けられ、伸縮長に応じて全体形状が変化する。またモニュメントの先端部には頭部照明があり、さらに意匠性を考慮した避雷針が設置されている。

基礎部は建物 2 階屋上より内部を貫通し、頑丈な基礎杭に達している。

### (3) 構造設計

可動する構造物の設計にあたっては十分な安全性を検討する必要がある。そこで構造設計の公的審査機関である日本建築センターより構造評定を取得した。設計条件としては屋上突起物に対する地震荷重および地域平均風速に基づく風荷重を使用し、十分な安全性を確保する部材断面形状の選定、VGT アクチュエータの仕様を決定した。また可動機構の制御システム、安全機構、管理・運用体制についても審査を行い、承認を得た。

## 3. 可動モニュメントの VGT 機構と制御システム

### (1) モニュメントの VGT 機構

1 塔の可動モニュメントは 3 台の VGT (下から大型 (L)、中型 (M)、小型 (S)) が設置されており、各々独立して伸縮長を制御することができる (図-5)。

VGT の配置はトラスの弦材位置に伸縮アクチュエータを配置した弦材型機構であり、束材型に比べ剛性が高く精度性能が高いこと、荷重負荷が小さい範囲で扱うことができるなどの利点がある<sup>3)</sup>。偏角は内側に 2.5°、外側に 18° であり、モニュメント全体では外側に最大 54°、内側に 7.5° の範囲で可動することができる。

伸縮長に対する荷重と偏角の関係を図-6 に示す。荷重は偏角に対してほぼ比例の関係があり、制御的に扱いやすい特徴をとる。アクチュエータの伸縮速度は最大 20 mm/s であり、3 台の VGT が同時に稼働した際の先端周速度は 500 mm/s 以上にもなり、可動モ

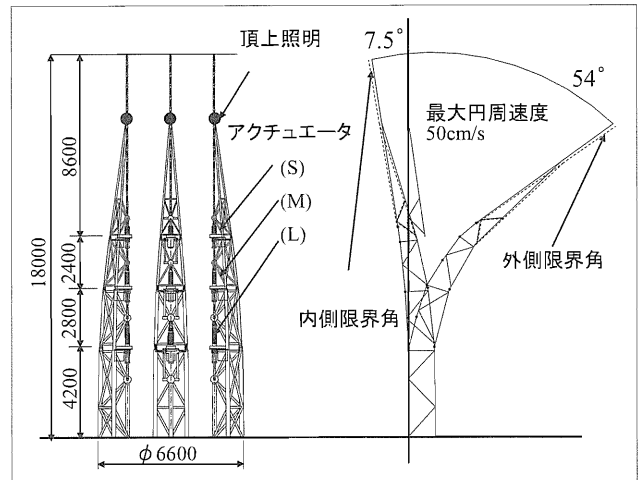


図-5 モニュメントの VGT 機構

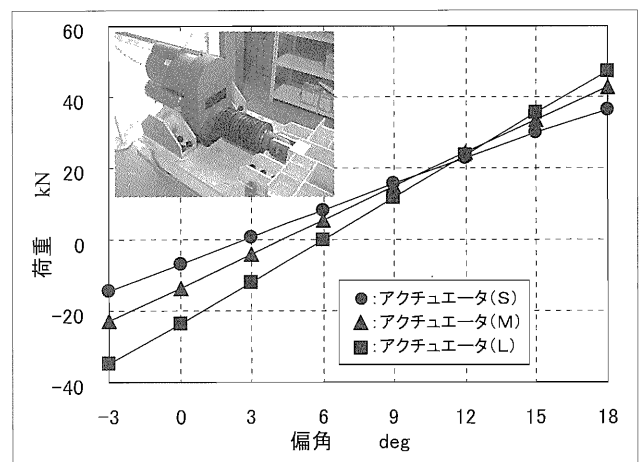


図-6 伸縮長に対する荷重と偏角の関係

ニュメントとしては極めてダイナミックな動きとなる。

### (2) 安全機構と制御システム

可動モニュメントは常に稼働状況にあることを考慮し、十分な安全を維持する制御システムを開発した。アクチュエータの制御にはモータの回転をフィードバックする位置検出制御を使用し、各アクチュエータの状態を常に管理・記録した。また各種の故障を想定し、アクチュエータ周囲に 5 段階のチェック・安全機構を

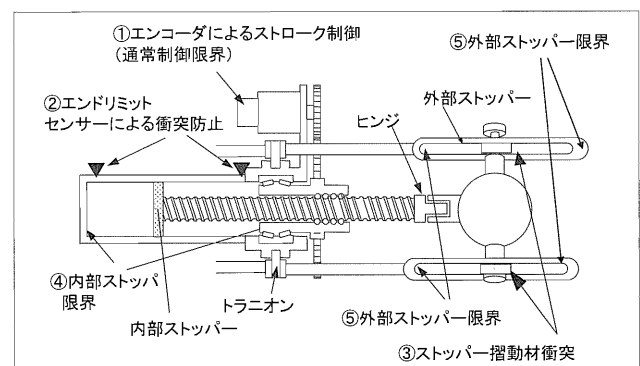


図-7 アクチュエータの安全機構

装備した（図-7）。

操作は初期操作を除きに自動運転で実施するシステムを構築し、オペレータはシステムの安全な運行と維持管理業務が主となる。万一故障しても常にモニメントが安全な状態を維持できるための複数ロジックによるフェールセーフ機構を導入した。非常時の対応としては、手動緊急停止装置の配備、地震、落雷、強風、豪雨時の自動停止・警報システムの導入、漏電、停電等に対するバックアップシステムを備えている（図-8）。

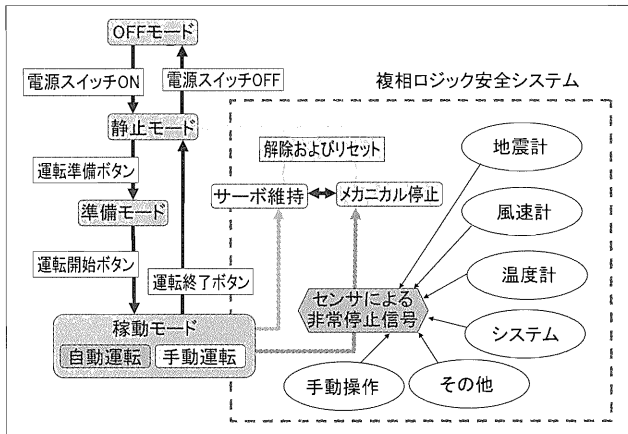


図-8 制御システムの安全対策

(3) 可動モニメントの製作・施工

全体の製作・施工スケジュールを図-9に示す。

設計終了後、モニメントの本体フレーム、基礎部の製作に入り、並行してアクチュエータの機器選定、組み込みを実施した。現地での据付け工事前に、モニメント1体ついて工場内の稼働検査を実施した。図-10に稼働検査の状況を示す。

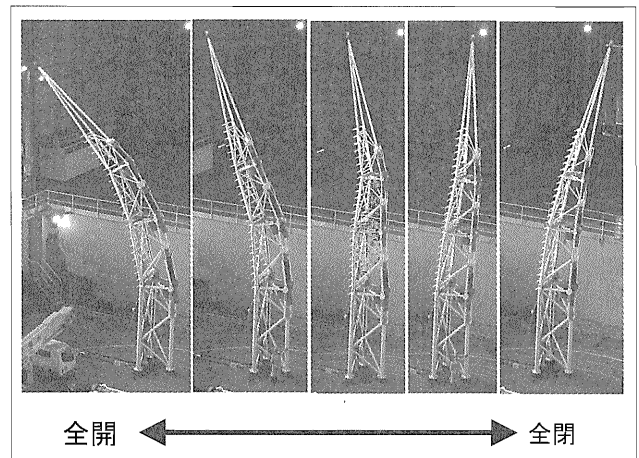


図-10 工場内の稼働検査

ここでは本体構造部、アクチュエータ、制御システムおよびテストプログラムによる動きの確認、非常時におけるシステムの安全性について検証した。モニメントの稼働状況は良好であり、制御システムおよび各種の安全機構が適正作動することを確認した。

2004年12月よりモニメントの現地組立て、据付け工事を開始した。その後、電気配線、制御システムの構築を行い、また最終の試運転調整を実施して、モニメントの単体の作業を年内に終了した。2005年1月より、からくり装置の現地組立て、据付け工事を開始し、2月下旬からからくり装置と可動モニメントの協調演出のためのシステム構築、自動運転プログラムの修正を実施した。特にモニメント単体および協調演出のタイミング、故障や非常時の対応など各細目の動作確認等が続けられた。3月中旬より、万博開催に向けた最終調整試験を実施し、2つのシステムが完成した。

	2004年5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	2005年1月	2月	3月	4月
* 可動モニメント施工												
・設計	意匠・構造設計											
・鉄塔製作		材料手配		製作・仮組		全体仮組						
・アクチュエータ		仕様確定, 材料手配		製作・試験								
・制御		システム設計		ハード製作, 演出ソフト作成		デバック						
・工場内試験						工場試運転						
・据付け工事						仮設・基礎工事, フレーム組立						
・試運転						制御工事		配線, 制御確認				
								試運転調				
* からくり装置の施工									組立・据付・運転調整			
* からくりとモニメントの協調作業										協調制御の組込, 調整		最終調整

図-9 可動モニメントの製作・施工スケジュール

#### 4. 可動モニュメントの稼働状況と管理

万博会場で稼働するモニュメントの全体を図-11に示す。

からくり装置との協調演出であり、モニュメントは全開し、その中央部ではからくり装置（唐子指南車）による演出が行われている。多くの来場者がモニュメント周囲に集まり、2つの展示物の演出を観覧している状況がわかる。なお、夜間時には各展示物はライトアップされ、先端照明と共にモニュメントの不思議な動きが強調される。

#### (1) 演出パターンと形状変化

モニュメントの演出パターンは単独稼働およびからくり装置との協調稼働とにより異なる。単独稼働では自然のデータ（風速や温度、時間など）の状態をモニタし、その情報を基に伸縮長の速度や停止時間を決定している。その結果、モニュメント全体は非常に不規則な形状変化を示し、同一形状変化になることはほとんどない。一方協調稼働はあらかじめ動きの形状変化や音、光、作動時間をプログラムしたものであり、演出のストーリーに沿った一連の形状変化を行う。

図-12に演出パターンとモニュメントの形状変化の様子を示す。演出の1ループは30分で2つのパター

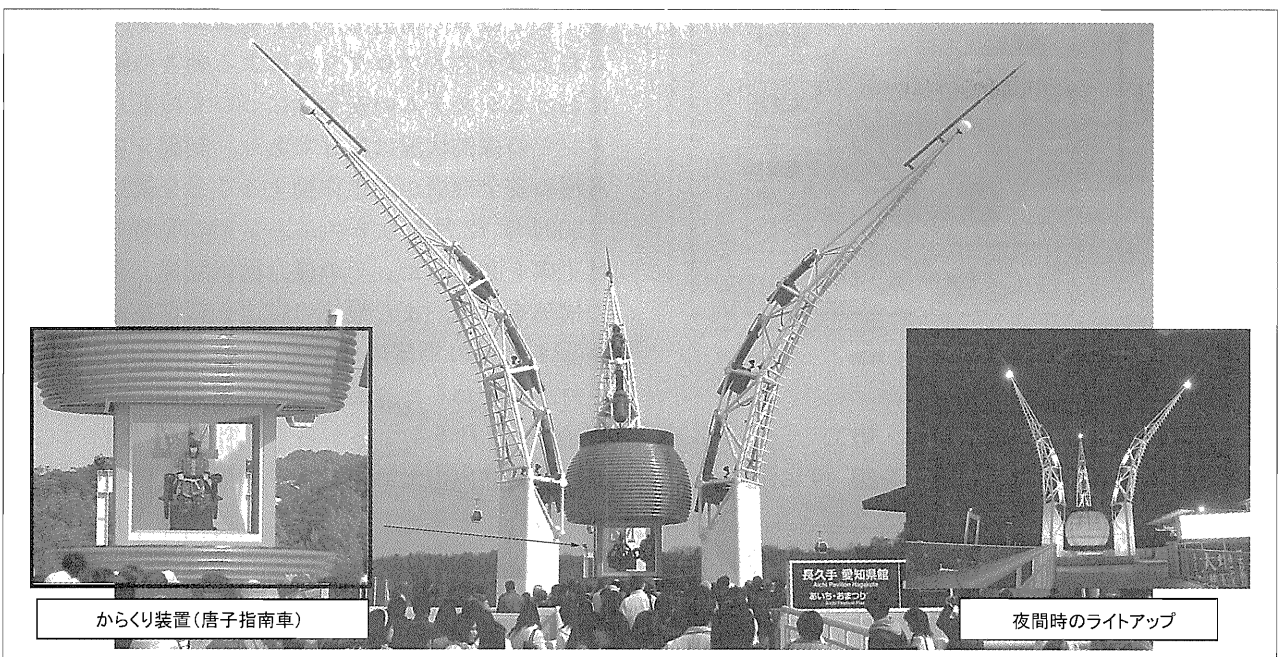


図-11 万博会場で稼働するモニュメントの全体

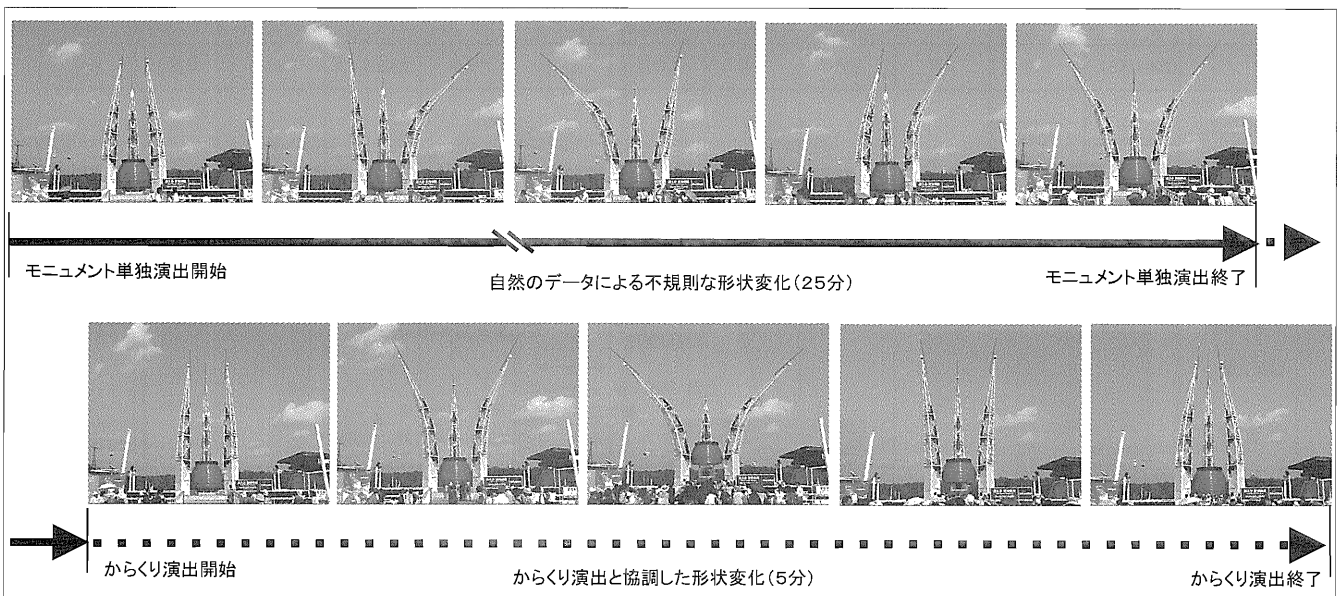


図-12 演出パターンとモニュメントの形状変化

ンで構成される。前半はモニュメントの単独稼働（25分）、後半は協調稼働となり、このループを繰り返す。単独稼働ではモニュメントのゆっくりとした形状変化の中にもダイナミックさがあり、非常に興味深い動きが表現できた。また協調演出では演出プログラムに沿った正確な動きが実施されており、全体として統一性のある演出が実現された。

(2) 稼働状況

万博開催中、モニュメントの演出は9時～22時、1日約13時間（26ループ）連続稼働された。ただし特別来場者やイベント時には協調稼働が随時割込める仕様となっており、稼働計画は日々異なる。

図-13に可動モニュメントの稼働記録を示す。稼働回数は可動モニュメントの全閉から全開までの往復を1回として計算した。万博開催前期では、やや低速度な形状変化を行い、また曜日毎に速度を変化させた。中期から後半では速度を増し、曜日毎の速度を一定とした。後期では速度を最大として会場の盛り上がり可動モニュメントの変化を呼応させた。

途中、点検・調整や悪天候等で、不規則な稼働回数を示す日もあるが、185日間一度の故障、事故もなく安全で良好な連続稼働を実現できた。累積稼働回数は約50,000回に達し、当初の計画内で運用することができた。

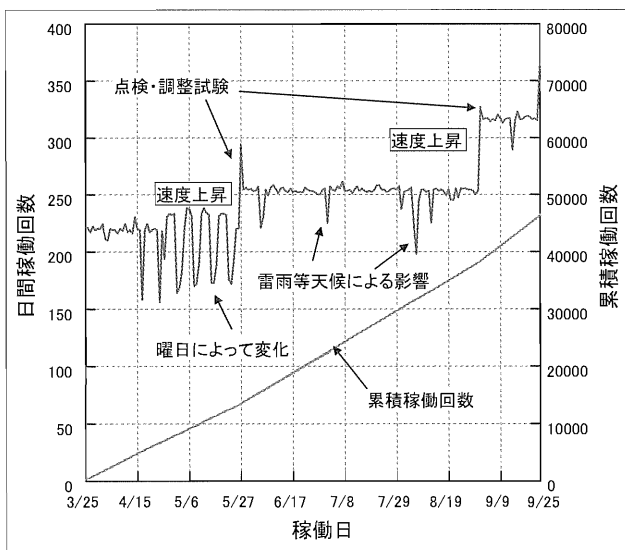


図-13 可動モニュメントの稼働記録

5. おわりに

可変形状トラス VGT を利用した可動モニュメント

の愛知万博での適用状況（計画、設計、製作、施工、運用）について、その概要を報告した。

技術の開発・実用化は初めての試みであり、構造設計、VGT 可動機構、制御システムなどを含め構造評定データを取得し、十分な安全性を考慮して開発を実行した。

今回のように様々な形状変化を伴う可動型構造物に対しては、VGT 技術が非常に有効であり、また実現可能であることを確信した。今後、VGT 技術の様々な利用、展開を図り、新しい可動型構造物の提案を行いたい。

最後に本開発の実用化にご協力頂いた関係各位に記して謝意を表します。



《参考文献》

- 1) 名取通弘：“知能化する宇宙構造物”，日本機械学会誌，Vol.96，No.900，1993.11，p.958.
- 2) 井上文宏，栗田康平，古屋則之，汐川 孝：“可変形状トラスを用いた可動型構造物適用実験（第1報）”，第9回建設ロボットシンポジウム論文集，pp.259-266，(2002).
- 3) F. Inoue, K. Kurita, Y. Utsumi and N. Furuya：“Application of Adaptive Structure and Control by Variable Geometry Truss”，Proc. of CIB 2003 International Conference on Smart and Sustainable Built Environment, p.59 (2003).
- 4) 井上文宏，栗田康平，古屋則之，汐川 孝：“可変形状トラスを用いた可動型構造物適用実験（第2報）”，第10回建設ロボットシンポジウム論文集，pp.341-346，(2004).
- 5) K. Kurita, F. Inoue, N. Furuya, T. Shiokawa and M. Natori：“Development of Adaptive Roof Structure by Variable Geometry Truss”，Proc. of 18th International Symposium on Automation and Robotics in Construction”，pp.63-68 (2001).

【筆者紹介】

井上 文宏 (いのうえ ふみひろ)  
株式会社大林組  
技術研究所  
建築生産システム研究室  
自動化グループ長



諸戸 竜一 (もろと りゅういち)  
株式会社大林組  
技術研究所  
建築生産システム研究室  
自動化グループ



古屋 則之 (ふるや のりゆき)  
株式会社大林組  
技術研究所  
プロジェクト部  
専任役





# 究極の震動破壊実験施設 (E-Defense)

森 利 弘

独立行政法人防災科学技術研究所は、兵庫県三木市に世界最大規模の震動台（平面寸法：長さ 20 m×幅 15 m）を有する実大三次元震動破壊実験施設（愛称 E-ディフェンス）を建設した。この震動台の上に木造建物、鉄筋コンクリート建物、橋梁などの実大構造物を載せ、地震時の複雑な三次元の揺れ、例えば阪神・淡路大震災と同じ揺れを再現させ、構造物の破壊過程までの研究および破壊の予測・防止技術の検証を行うことができる。本実験施設の目的と役割、加振系機器の性能と特徴および計測システムについて紹介するとともに、E-ディフェンスの現況について報告する。

キーワード：実験施設、震動台、加振機、地震防災、破壊過程

## 1. はじめに

E-ディフェンスとは、独立行政法人防災科学技術研究所（以下、防災科研という）が、兵庫県三木市に建設した実大三次元震動破壊実験施設の愛称である。E は Earth（地球）を表し、地球規模で地震防災をとらえるとともに、人々の生命と財産を守る研究開発への期待が込められている。

E-ディフェンスの計画は、平成 7 年 1 月 17 日に起こった阪神・淡路大震災（直下型地震、マグニチュード 7.3）が契機となった。この震災により、死者の数は 6,433 人にも及び、建物、高速道路、港湾施設等、数多くの構造物に未曾有の被害が発生し、

「なぜこんなに壊れてしまったのか」

「壊さないためにはどうすればよいのか」

を再検討する必要に迫られた。その結果、これまでの施設では不可能であった実物大の構造物の破壊までを研究できる究極の実験施設が建設される運びとなった。

平成 10 年までの 4 年間をかけて、実験装置一部の開発試験を実施した後、平成 12 年 3 月に現地工事に着手し、約 5 年の歳月をかけて完成した。

本報文では、E-ディフェンスの目的と役割、各実験施設の性能と特徴を中心に紹介する。

## 2. E-ディフェンスの目的と役割

E-ディフェンスの目的とするところは地震時にお

ける、

①破壊の再現

②破壊の予測

③破壊の防止

である。

①破壊の再現

阪神淡路大震災で発生した構造物の種々の破壊を再現し、その発生メカニズムを解明することが、破壊の予測や破壊の防止の出発点となるという意味で、本施設の最も基本的な目的となっている。

この場合、「破壊した状態」という結果よりも、そこに至るまでの「破壊過程」に関するデータを得ることが重要である。無傷にとどまるレベル、損傷が起きるレベル、そして完全に倒れるレベルまでの一連の破壊プロセスのデータを各構造物について得ることができるので、地震後における構造物の被害調査とは違った意味あいがある。

②の破壊の予測

破壊を考慮した設計技術の開発検証といった広い意味と、個々の構造物のモデルに基づく破壊の数値シミュレーション技術の検証に有効なデータを提供するという二つの側面がある。

さらに、今後は既存構造物の耐震診断やモニタリングがいっそう重要になると予想されるが、そのような診断や検査の結果が正しいかどうかは実際の地震が来るまでは本当の意味ではわからない。

E-ディフェンスにおいては限られたケースではあるが、そのような検証を行うことが期待できる。例え

ば、既存の木造住宅を解体してE-ディフェンスに持込み、試験体として再度組立てを行い、震動実験を実施することにより、木造住宅の耐震性およびその耐震診断の検証が可能となる。

③破壊の防止

これまでもさまざまな耐震補強技術や免震、制振技術が開発され実用化されてきているが、部材要素としての性能確認は行われていても、構造物に組込まれたシステムとしての検証は充分であるとは言い難い。今後、普及しやすい合理的かつ経済的な技術開発を進めねばならないが、システムとしての性能確認、限界性能の確認にはE-ディフェンスが非常に有効である。

3. 本実験施設の構成とその特徴

E-ディフェンスは、図-1に示すように主に4つの棟と屋外機器エリアから構成されている。

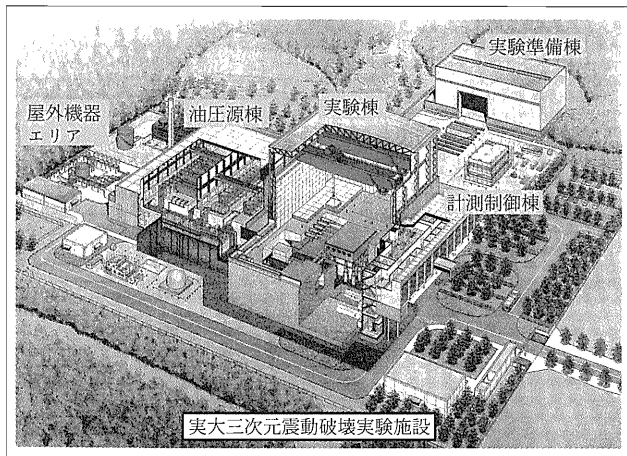


図-1 E-ディフェンスの全体図(鳥瞰図)

(1) 加振系機器

(a) 震動台

E-ディフェンスの中央に位置する実験棟(60m×87m×高さ43m)に、震動台を設置している。この震動台の上に試験体として木造建物、鉄筋コンクリート建物、橋梁などの構造物を設置し、地震時の揺れを再現させ、構造物が破壊するまでの実験を行うことができる。

震動台の基本仕様を表-1に示す。震動台は、32個のブロックに分割して工場製作し、現地で組立て、溶接、機械加工を行った。震動台の質量は約770tである。震動台の平面寸法は、長さ20m×幅15mの長方形である。実際の構造物の形状を考慮し、台の面積を効率良く使用できるようにしている。また、どのような構造物に対しても性能が有効に使えるように水平

表-1 震動台の基本仕様

項目	仕様	
最大搭載質量	1,200 t	
搭載面積	20 m×15 m	
駆動方式	アキュムレータ蓄圧/電気油圧制御	
加振方向	水平	上下
最大加速度 (最大質量搭載時)	900 cm/s <sup>2</sup> 以上	1,500 cm/s <sup>2</sup> 以上
最大速度	200 cm/s	70 cm/s
最大変位	±100 cm	±50 cm
許容モーメント	水平軸周り	上下軸周り
	150 MN・m以上*	40 MN・m以上*

\*1: 上下軸 980 cm/s<sup>2</sup>加振時 \*2: 水平1軸最大加速度時

二方向(X, Y)の性能は同等としている。

一般に剛性の高い構造物では加速度が破壊の起因となるが、その後の破壊の進行には速度などの影響も大きい。また、比較的柔い構造物では、変形が十分に出ることが破壊の条件となり入力加速度のピーク値が大きいくだけでは破壊の再現が難しい。さらに免震などの破壊を防ぐ技術検証を実施することも踏まえ、本施設では加速度仕様をやや控えめに設定する一方、大きい速度と変位の実現を可能にしている。

(b) 加振機

この世界最大規模の三次元震動台を揺らすために水平方向には合計で10台の加振機(X, Y方向にそれぞれ5台)、上下方向には合計で14台の加振機が付いている(図-2参照)。加振機は大揺動の三次元継手(球面継手)を介して震動台と接続している。

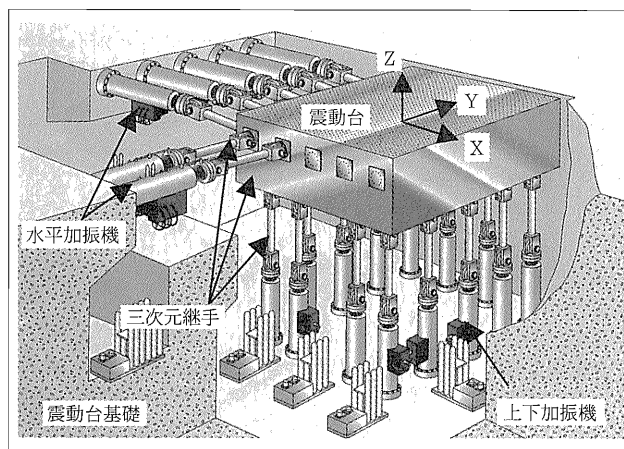


図-2 震動台の主要構造

水平加振機の構造は復動型油圧シリンダであり、1台あたりの出力は4,410 kN、ストロークは±100 cmである。中立状態でシリンダ後端からピストン先端までの全長は8.7 mである。各加振機は、電気油圧サーボ弁によって駆動されるが、速度200 cm/sを実現するために15,000 L/minの高速サーボ弁を各3台ずつ

装備している。

上下加振機は震動台下部周辺部に沿って配置している。出力は水平加振機のそれと同じであるが、ストロークは±50 cmである。また、速度70 cm/sを出すために水平加振機と同じサーボ弁を各1台ずつ装備している。また、震動台と試験体の自重を支えるバランスシリンダを内蔵している。なお、上下加振機には、水平加振によって特に高さが高い試験体に生じる回転力（転倒モーメント）に抵抗する力が必要であるために、合計で14台の加振機を配置している。

一方、加振機が取付けられている震動台基礎は加振機の反力に耐える必要がある。また、これだけのパワーを使用して震動台を動かすことになるため、E-ディフュゼンス周辺での振動をできる限り小さくする必要がある。このため、震動台基礎は健全な岩盤（砂岩）に支持させるとともに、水平方向加振力の約100倍の20万tonにも及ぶ質量のコンクリートで構築し、振動エネルギーを吸収している。

### （c） 三次元継手

震動台と加振機を機械的につなぐ場合、加振機は一方方向の運動しかできないので、震動台を三次元に動かすためには、いわゆるユニバーサルジョイントが必要となる。このため、リング両端に球面軸受けを持つ全長7.1 mの三次元継手を両者の間に設置している。

## （2） 油圧供給系機器

油圧供給系機器の配置は図-3に示すとおりである

が、実験棟に隣接した油圧源棟（57 m×77 m×高さ21 m）に主油圧ポンプユニットと主アキュムレータユニットを設置している。

### （a） 主油圧ポンプユニット

主油圧ポンプユニットには同一性能のユニットを4式設置しており、高圧の作動油を主アキュムレータに蓄圧したり、また直接加振機に送ることができる。各ユニットは1台のガスエンジンとこれによって駆動される12台の油圧ポンプから構成され、20.6 MPa、7,080 L/minの作動油を送り出すことができる。環境性と経済性に配慮して、ガスエンジン（天然ガス）を採用している。

### （b） 主アキュムレータユニット

油圧ポンプユニットのみの作動油量では、低速度の加振にしか対応できない。そこで、主アキュムレータユニットには20台のアキュムレータを設け、合計で20,000 Lの作動油を蓄圧し、加振機に必要な流量を高速で供給する。これにより、兵庫県南部地震での観測記録など大きな速度をもつ地震動を再現することができる。

### （c） 屋外機器エリア

屋外機器エリアには、主油タンクの作動油を主油圧ポンプユニットに送りこむ補助ポンプ、タンク内作動油を熱交換機で冷却する装置、清浄化のためのフィルタ循環装置などを設置している。なお、作動油の全量は、タンク類、配管内を含めて約750 kLである。

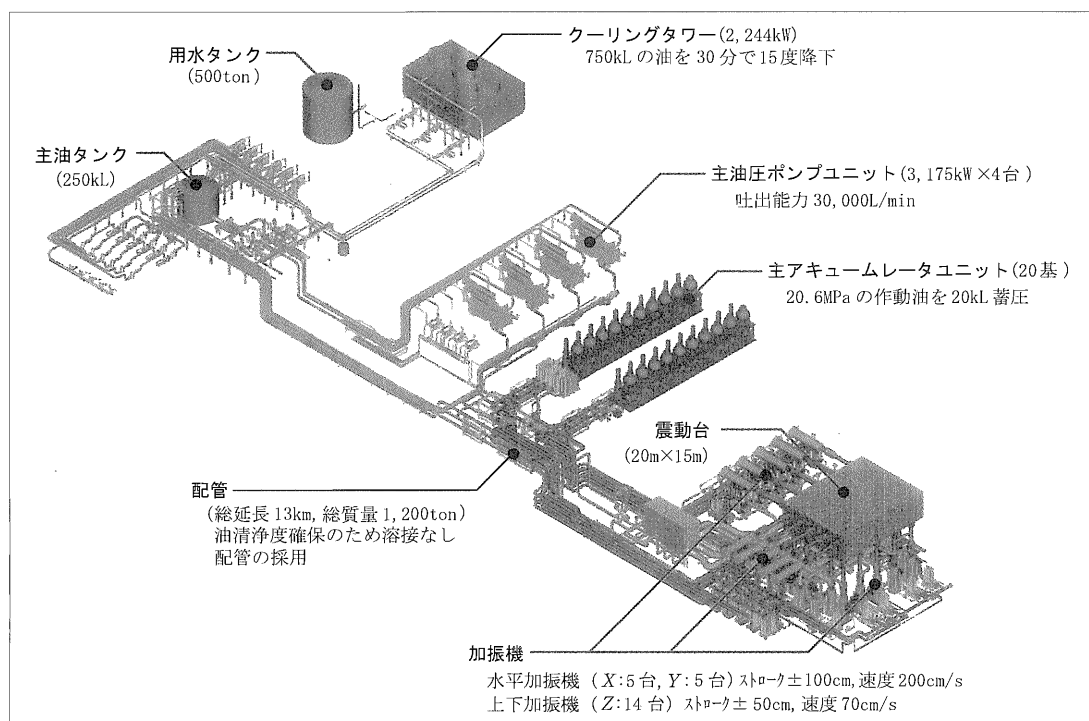


図-3  
油圧供給機器  
系統図

### (3) 震動台の制御と計測システム

#### (a) 震動台の制御

震動台の制御は、計測制御棟（建築面積約 1,300 m<sup>2</sup>）の 2 階にある計測制御室にて行う。震動台を 2 名の操作員で一括して集中運転できる制御システム装置を設置している。万一実験時に大地震が発生してもこの制御システムに支障が生じないように計測制御室には三次元の床免震システム（空気バネ+ボール・ベアリング支承）を採用している。大規模で費用もかさむ試験体を使う E-ディフェンスの実験では、震動台が意図した動きを再現できるように制御する必要がある。そこで、これまでの研究成果を踏まえ、震動台の安定性を重視した通常の実験に対応する「基本制御」と、基本制御をサポートし、より加振精度の高い「応用制御」の 2 段階で制御するシステムを採用している。また、「応用制御」では複数装備した制御手法のうちから実験ケース等にあわせて選択できる。

#### (b) 計測システム

E-ディフェンスにおける試験体は、大規模かつ破壊までの実験を行うために、計測点数も数多く必要になる。このため、E-ディフェンスは合計で 960 チャンネル（うち震動台の制御信号集録用として 64 チャンネルを使用）の計測データを集録するシステムを備えている。

試験体に設置した計測センサのケーブルは震動台の周囲各側面にある計測用のジャンクションボックスにつなぎ込むことにより、集録が可能となる。ジャンクションボックスはアナログケーブルによって震動台の内側に設置した計測アンプと AD コンバータに接続され、AD 変換されたデジタルデータは光ファイバケーブルを通して、計測制御室にあるデータ収録装置に転送される（図-4）。

一般用のサンプリング周波数は最大 2 kHz であるが、高速用（32 チャンネル分）は 1 MHz までの計測が可能である。

実験時には映像システムを利用してさまざまな角度

から、試験体の映像を撮影し、集録することができる。撮影された映像は大型ディスプレイ（100 インチプロジェクタ）等に表示させ、画像を通して試験体の破壊状況を観察することができる。また、試験体各所にターゲットマーカを取付け、複数台の高速カメラで撮影し、得られた映像を解析することにより、実験時における試験体の三次元挙動（変位）を求めることもできる。

#### (4) 試験体の製作

試験体の製作は、中小規模のものは実験準備棟（30 m×58 m×高さ 29 m）で、大型試験体構造物は屋外製作ヤード（重舗装エリア）で行う。実験準備棟の天井には試験体作製等のために 150 トンクレーンを 1 基設置している。また、屋外製作ヤードは震動台を設置している実験棟に隣接した 2 箇所には設けている。試験体の実験棟への移動・運搬は、曳き屋あるいは台車等によるが、実験棟の天井には試験体等の設置・撤去のための吊り荷重 400 t クレーンを 2 基設置している。

## 4. E-ディフェンスの現況

E-ディフェンスでは現在（平成 17 年 11 月 21 日時点）、木造建物の耐震補強の妥当性を検証するための実験を実施中である（写真-1）。

2 棟の既存木造住宅を E-ディフェンスの震動台上に移築し、一方の住宅はそのまま、他方は耐震補強を施し、同時に加振を行い、比較する。実験に用いる住宅は、昭和 49 年 5 月に兵庫県明石市に建てられた木造軸組構法 2 階建て住宅であるが、2 棟の住宅は同じ構造仕様、間取りで建てられている。

また、平成 18 年 1 月には 6 階建て鉄筋コンクリート建物の実大実験を予定している。試験体は高さ 16 m、平面寸法は 12 m×17 m（2×3 スパン）、試験体総質量は約 1,000 t である。現在、試験体の作製はほぼ終了している（写真-2）。実験では、阪神・淡路大震災で記録された観測地震波を用いた 3 方向加振を行

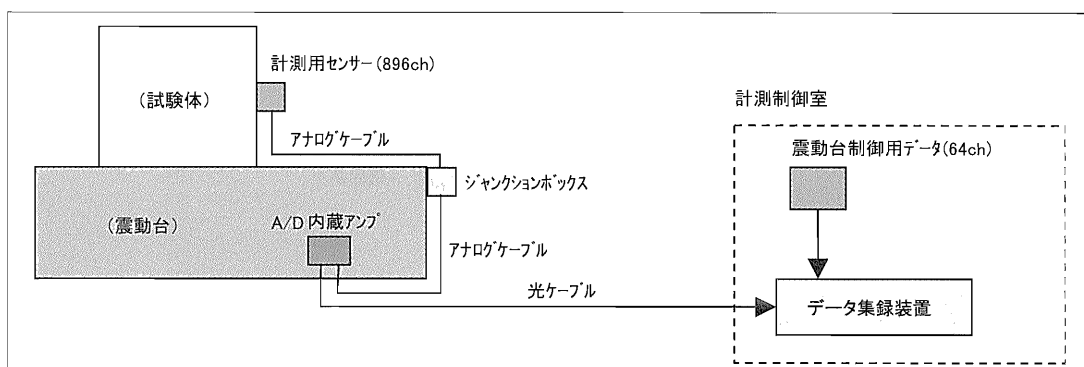
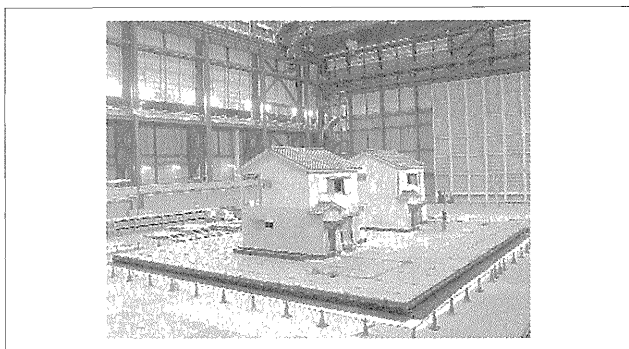
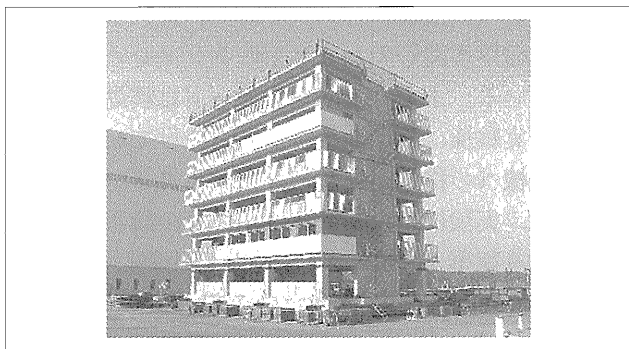


図-4  
計測信号の  
伝達と保存



写真一 木造建物の実験状況（震動台の上に防護架台を設置し、その上に木造住宅を設置）



写真二 鉄筋コンクリート建物の試験体作製状況

う。最初は小さく、徐々にレベルを増大させ、建物に生じる損傷の程度と地震動の強さの関係を解明する予定である。さらに平成18年2月以降に予定している地盤・基礎実験（液状化に伴う側方流動を再現させ、それによる杭基礎の破壊過程を解明する実験等）の実施に向け、地盤および構造物を中に入れて造るための土槽の製作を進めている。

これら3つの構造物の実験は、文部科学省の「大都市大震災軽減化特別プロジェクト・テーマII」の一環として取組んでいる研究である。

## 5. おわりに

E-ディフェンスは世界唯一の実験施設であり、地震防災に関わる共用施設として、日本と世界の地震防災に貢献する必要がある。このため、E-ディフェンスの運営と利用については、他機関、学識経験者の協力を得つつ、さまざまな検討作業を実施してきた。

E-ディフェンスの運営については、図-5に示す運営組織体制をとることが決められ、運営協議会、利用委員会などの支援の元に防災科研が運営を実施することとしている。

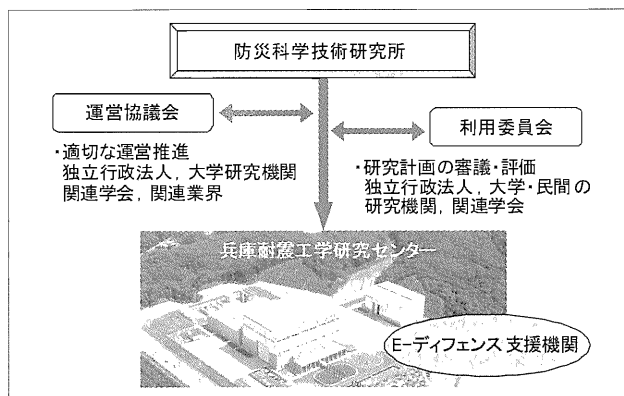


図-5 E-ディフェンスの運営組織体制

E-ディフェンスでの利用研究課題については、これまでもいくつかの委員会、検討会が設けられ各種の提案が審議されてきている。現在は、前述したように木造建物、鉄筋コンクリート建物、地盤・基礎の三つの実験を計画通りに進めている。また、E-ディフェンスでは、米国科学財団の支援を受け、全米で展開する耐震工学プロジェクト（Network for Earthquake Engineering Simulation；NEES）との包括的研究協力協定を結び、鋼構造建物、橋梁構造物等に関する日米共同研究の準備を進めている。このようないわば国主導型の研究に加え、試験課題の公募や受託研究、また国際協力による実験の実施など幅広い利用を図る必要がある、そのために必要な体制や使用条件などを利用委員会を中心に審議している。

研究を研究で終わらせるのではなく、その成果を実践的技術へと転移し、より安全で安心な国土づくりに貢献していくことがE-ディフェンスに課せられた使命である。E-ディフェンスが生み出す成果が国民に幅広く理解されるように、E-ディフェンスを活用していきたい。

JCMA

### 《文 献》

- 1) E-Defense Today: <http://www.bosai.go.jp/hyogo/today.html>
- 2) E-Defense: <http://www.bosai.go.jp/hyogo/greeting.html>
- 3) NEES: <http://www.nees.org/research/facilities/index.php>

### 【筆者紹介】

森 利弘（もり としひろ）  
 独立行政法人防災科学技術研究所  
 兵庫耐震工学研究センター  
 企画室  
 特別技術員  
 技術士（建設部門）  
 一級建築士



# 知能住宅「ユビキタスホーム」

山崎 達也

独立行政法人情報通信研究機構が実証実験のテストベッドとして構築した「ユビキタスホーム」には情報家電やRFIDタグなどの各種センサが備えつけられ、住む人の行動に応じたホームネットワークサービスが提供できる。人とホームネットワークおよびサービスの仲介は、ユビキタスホームに常駐しているインタフェースロボットが行う。世帯家族に、ユビキタスホームで生活しながら実際にサービスを体験してもらう生活実証実験も進めており、本報文ではユビキタスホームの概要とともに生活実証実験結果の一部を述べる。

キーワード：ユビキタスホーム，ホームネットワーク，センサネットワーク，情報家電，インタフェースロボット，コンテキストウェアサービス，生活実証実験

## 1. はじめに

あらゆる生活機器がネットワークにつながるユビキタス社会が目前にきている。インターネットが一般家庭へ普及し、本格的なブロードバンド時代になりつつある今日では、家庭から様々な情報コンテンツへのアクセスができる。さらに情報家電がネットワークにつながり、環境の情報を刻一刻と収集するセンサネットワークの研究も進んでいる。これらの情報通信技術が家庭でどのように使われるべきか、ユーザの観点から何が求められているのか、このような課題はリアルな生活環境にできるだけ近い場で試すことでクリアしていかななくてはならない。

現実に近い生活の場で、ユーザの立場に立って家庭の中の情報通信サービスを考え、実際にそのサービスを利用した評価結果をフィードバックしてもらう仕組みとして、情報通信研究機構（National Institute of Information Communication and Technology；NICT）は、けいはんな情報通信融合研究センター（以下、NICT けいはんなセンター）に、「ユビキタスホーム」と呼ぶ実生活型ユビキタスネットワーク実証実験テストベッドを構築した。ユビキタスホームには、被験者の生活状況を逐一記録する各種センサが設備されているうえ、その状況に適したメディアで情報を供与することができるように、映像・音声機器やネットワーク情報家電が組込まれている。

ユビキタスホームは、産学官が連携して研究開発を

行う NICT けいはんな情報通信オープンラボの施設の一つとして位置づけられており、大学や民間の研究機関などがオールジャパンとしてユビキタス関連技術の研究開発を推進する場である。本報文ではユビキタスホームの概要とそこで行われている生活実証実験について述べる。

## 2. ユビキタスホームのコンセプト

ユビキタスホームには様々なセンサや情報機器が備えられており、センサ情報はデータベースに蓄積されていくため、過去の履歴もさかのぼれる。このようなセンサ情報から生活者の状況を把握して、適切な機器で自律的に家がサービスを提供することができるために、あたかも住宅自体が知能を持っているかのように思われることもある。

しかしながら、情報機器やセンサ、そしてそれらを結ぶネットワークが勝手に「余計なお世話」を提供しているような感覚を生活者に与えてしまうことも否めない。また、生活者が要求を出したい場合や問いかけをしたい場合、天井や床や壁に話しかけるのも奇異な感じがするのではないと思われる。そのため、生活者に対して顕在化した存在であり、会話や身振りで生活者と知能住宅との仲介をするインタフェースが必要となる。

ユビキタスホームではこれをロボットに求めた。これは、家の中でインタフェースになるものを持ち歩くことは生活の邪魔になり、パートナーとして身体性を

持つものが対話によって人とインタフェースをする方が、生活者に親和感を与えるのではないかと考えたためである。

近年、ネットワークロボットという概念が提唱され<sup>1)</sup>、そこでは、

- ビジブル型ロボット
- アンコンシャス型ロボット
- バーチャル型ロボット

の3つのタイプのロボットに分類されている。

ユビキタスホーム自体は生活者を陰ながら見守るアンコンシャス型ロボットであり、生活者との対話を受け持つ実体を持ったユーザインタフェースはビジブル型ロボットに相当する。アンコンシャス型ロボットとビジブル型ロボットが連携して情報通信サービスを提供し、生活者に快適な住空間を提供するというのが、ユビキタスホームのコンセプトでもある。図-1にこのコンセプトのイラストを示す。

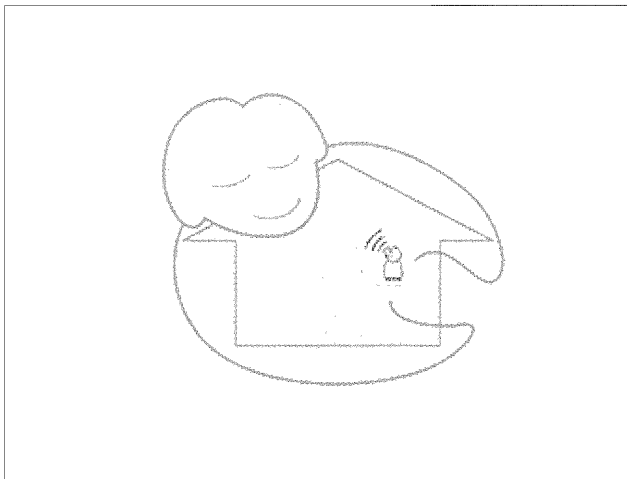


図-1 アンコンシャス型ロボットとビジブル型ロボットの連携コンセプト

### 3. アンコンシャス型ロボット「ユビキタスホーム」

それでは、ユビキタスホームの内部をご案内したい(図-2)。

ユビキタスホームはNICTけいはんなセンターの西棟の3階部分に建設された、実証実験テストベッドである。リビング、書斎、寝室、ダイニング・キッチン、浴室、トイレが備えつけられており、一見すると2LDKマンション

のモデルルームのようなものである。NICTの建物の中でありながら孤立した空間として実際に寝食を含む生活ができる。モデルルームと異なる点は、図-3に示すように数種類のセンサが生活空間のいたる所に設置されており、情報機器や家電機器は外部と切離されたホームネットワークで接続されている点である。

各種センサの詳細を見ていきたい。全ての部屋から廊下まで、床には圧力センサ(分解能180mm×180mm)が敷詰められていて、人の位置や歩いた軌跡を求めることができるようになってきている。各部屋のドアの上部や廊下、キッチンの足元には赤外線の人感センサが取り付けられていて、人が通過したことを検知できる。

カメラは電動ドーム型のものが各部屋の天井に取り付けられており、撮影された映像は1秒当たり5フレームの時間解像度で約2カ月間データベースに蓄積できる。リビングにはさらに、人追跡専用のカメラが取り付けられている。天井にはマイクも設置されていて、部屋内の音声・音響情報を取得することもでき、これらも2カ月間連続的にデータベースに蓄積できる。一方、情報コンテンツを生活者に提供するため、家族が集まりくつろぐ場所であるリビングに50インチプラズマディスプレイが2台、それ以外の部屋および廊下には37インチの液晶ディスプレイが配置されている。また各部屋の天井にスピーカが埋込まれていて、いたる所で音情報を生活者へ提供することも可能となっている。

RFID タグシステムは、

- タグの位置を部屋毎に検出するエリア型
- タグが設置されたゲートを通じた際に検出するゲート型

の2種類が用意されて、用途に応じた使い分けが可能である。

エリア型は、電池内蔵のアクティブ型RFIDタグを使うもので、無線周波数として315MHz帯が使わ

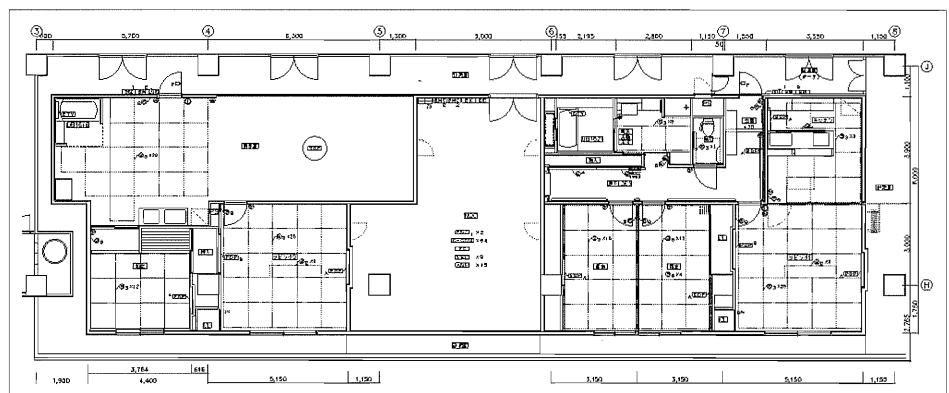


図-2 ユビキタスホーム平面図

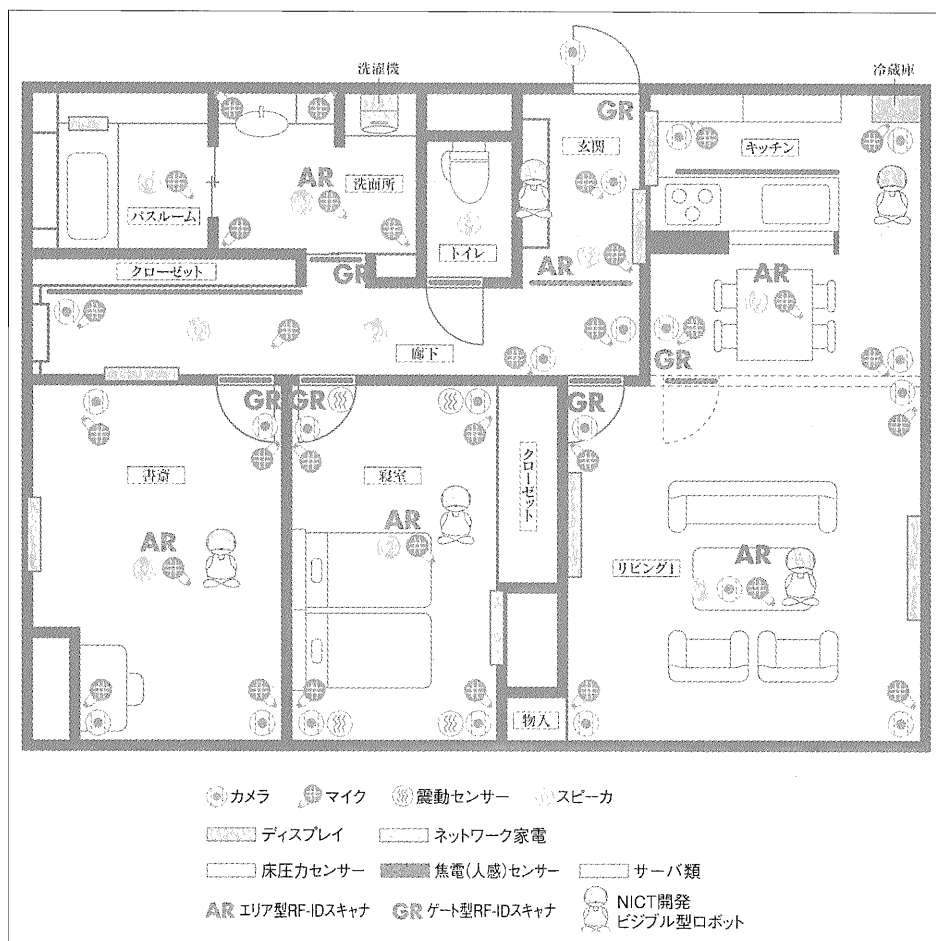


図-3 ユビキタスホームの機器・センサ配置図

れている。これに対応するスキャナは各部屋の天井裏に置かれて、限られたその部屋内にある RFID タグの所在を検知できる。

ゲート型は各部屋のドア周辺の壁の中に埋込んであり、ゲートの前を通過するパッシブ型 RFID タグの検知が可能となっている。また、図-3 には示されていないが、ドアや窓、さらに食器棚の扉や引出しの一つ一つに開閉を記録するためのリードスイッチが取付けられており、書斎の書棚には物の出し入れを検知するため、光電センサが取付けられている。

リビングのソファにはクッション型の ON/OFF タイプの接触センサが備えられ、床の圧力センサや天井カメラなどと組合わせて用いることにより、リビングでの人の行動がかなり正確にトレースできるようになっている。

収集されたデータは、世帯家族用の居住スペースの隣に設けられている NOC (Network Operating Center) に集約され、データベースに蓄積される。すべてのセンサデータには収集された時刻がタイムスタンプ情報としてつけられており、この情報に基づき必要なときにデータを検索することができる。

#### 4. ビジブル型ロボット, Phyno (フィノ)

ユビキタスホームの中で、対話により生活者の要求を受取りサービスを起動させ、あるいは生活者に現在の状況を理解させるインタフェースロボットとして、NICT で開発されたのが図-4 に示す Phyno (フィノ) である。

家庭の中でのロボットの移動が生活者の妨げとなったり、場合によっては危険性を伴うことも想定されるため、フィノは決められた位置に置いて使われる固定型とした。その代わり複数台を家の要所要所に置き、生活者との距離が極端に離れないようにしている。家庭の中に置かれた際に日常生活の邪魔にならない大きさとして、フィノの体長は約 25 cm としてあ

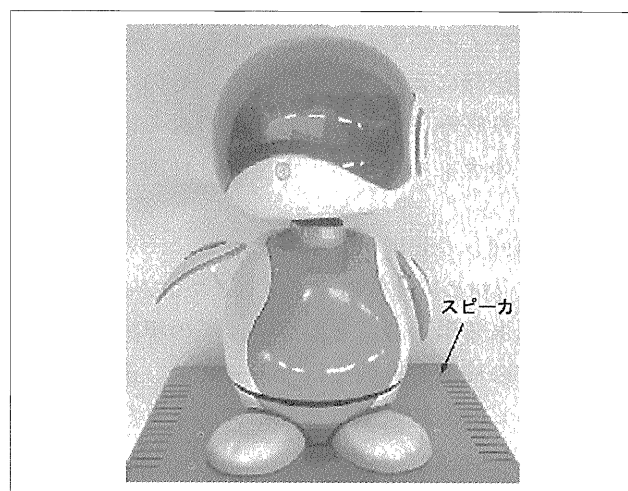


図-4 インタフェースロボット Phyno の概観

インタフェースロボットとして、フィノの頭部には USB カメラと単一指向性マイクが取付けられており、生活者の顔の認識や音声認識を行うようになっている(図-5)。フィノから生活者への反応は、台座内に取り付けられたスピーカから合成音声により答えるとともに、身体を動かして発話内容にあった動作をすること



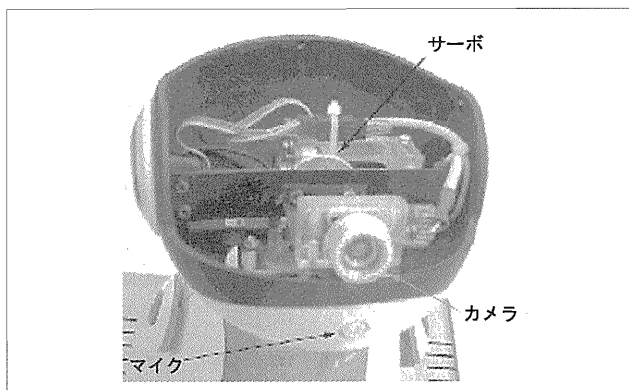


図-5 インタフェースロボット Phyno の頭部の構造

で生活者とコミュニケーションをとるようにしている。

動作のために、首には前後回転・左右回転・傾きの3自由度、左右の手にはそれぞれ上下1自由度、胴には左右回転1自由度の合計6自由度を与えている。

## 5. ユビキタスホームにおけるサービスと実証実験

### (1) ユビキタスホームに実装したサービス

現在、このようなアンコンシャス型ロボットとしてのユビキタスホームと、ビジブル型ロボットとしてのフィノの連携により、いくつか生活を支援するサービスを実装しているが、ここでは実例として「テレビ番組推薦サービス」「料理レシピ提示サービス」「忘れ物チェックサービス」を紹介したい。

#### (a) テレビ番組推薦サービス

生活者がフィノに「テレビをつけて」と発話すると、フィノは顔認識により個人を特定し、その人の過去の視聴履歴より好みに合っていると思われる番組を選択し、テレビのチャンネルをネットワーク経由で切替えるサービス。

#### (b) 料理レシピ提示サービス

生活者が食材や料理名のジャンルでフィノの知識データベースにある単語を言った場合、その単語をもとに料理レシピの検索や推薦を行うサービス。選ばれたレシピはテレビ画面に表示したり、プリンタから出力したりできる。

#### (c) 忘れ物チェックサービス

生活者の持ち物にあらかじめRFIDタグを取付け、外出時に玄関の下駄箱内のタグリーダで読取ることにより、事前に登録した外出時持ち物リストと照合して、忘れ物のチェックを行うサービス。外出先を示すRFIDタグも用意しているため、外出先ごとに異なる持ち物リストで照合できる。

## (2) 実証実験

以上のようなサービスを実生活の中で利用してもらい、評価するため、実際にユビキタスホームに住んでもらう生活実証実験を行っている。本報文執筆時点で、4回の生活実証実験(1回の実験期間は、約2週間)を行っており、ここでは第1回目の実験について報告する。

第1回目の実験の概要は以下の通りである。

- ・期間：2005年4月8日～19日(12日間)

- ・被験者：3名の世帯家族

- 被験者A(夫)：34歳，デザイナー

- 被験者B(妻)：33歳，レストラン手伝い

- 被験者C(娘)：3歳，保育園児

- ・日常生活：平日昼は被験者A、Bともそれぞれの職場で勤務し、被験者Cは保育園へ通園した。それ以外はユビキタスホームで通常の生活を送り、外出などは自由であった。

- ・アンケート：被験者A、Bには、センサやサービスの利用状況に関する内容の決められた項目ならびに自由記述欄のあるアンケートに、毎日記入してもらった。

- ・インタビュー：実験終了の1週間後に、インタビューシートを用いた対面式インタビューを行った。

この生活実験の期間中、被験者にはユビキタスホーム内にいる間は、個人識別IDが割振られたエリア型RFIDタグを一人ずつ身に付けてもらい、各センサのデータをNOCにあるデータベースに蓄積することを了解してもらった。ただし、寝室のカメラにはカバーをかぶせ、寝室のマイクからも音声はとらないこととした。

アンケートやインタビューよりわかったことは以下のようなことである。生活実証実験開始から約3日間は常にカメラで撮影されていることを意識して、ある種の緊張状態にあったが、それ以降はカメラの存在は気にならなくなったというコメントが被験者A、Bの双方から得られた。

被験者Bはさらに、緊張による精神的不安定を回避するため、自己防衛的にカメラを意識しなくなったのではないかと自己分析している。この点に関して被験者Bからは、カメラを意識していないのだが自然と普段の姿勢が良くなったように思われる、というコメントも得られており、実験中は潜在的にカメラの存在を意識していたのではないかと考えられる。

「テレビ番組推薦サービス」と「料理レシピ提示サービス」も生活実証実験中に体験してもらった。比較的安全性の結果になるが、被験者からは以下のようなコメントが得られている。

- ・「テレビ番組推薦サービス」に関して、帰宅後すぐに習慣的に見る番組を自動でつけてくれる点がよく、必要性を感じる。
- ・「料理レシピ提示サービス」で新しい意外な料理が発見できた。
- ・家族の誰かが「料理レシピ提示サービス」で探したレシピも検索リストに残るので、家族の希望を共有できる点がよかった。

実際に「料理レシピ提示サービス」で検索されたレシピの約半分を実際の料理の時に利用していたようだ。

## 6. おわりに

情報通信技術により家庭生活をいかに支援できるか、この課題に取り組むための実証実験テストベッドとしてNICT ユビキタスホームを紹介した。実際にユビキタスホームのようにセンサを満遍なく設置するような家が将来一般的になるのは、現状ではかなり難しい話ではあると思うが、ここで実際に評価することで費用対効果の高い設備やサービスを抽出し、部分的にでも現実的なレベルへつながるような研究開発を展開していきたいと思う。例えば、床の圧力センサなどは人の位置の検出、家族の不在時の侵入者検出などに有用であ

り、床面全体でなくとも部分的にでも導入することが可能になれば、実用的知能住宅の第一歩となるのかも知れない。

また、ユビキタスホームにおいてサービスを実装して検証していく中でもいくつか問題が見えてきている。有線ネットワークにおけるケーブリング（初期構築と追加設置）、無線ネットワークでの電波干渉の問題<sup>2)</sup>、各種センサで取得される個人プライバシー情報の保護<sup>3)</sup>などである。これらの課題にも取組みながら、引き続き情報通信技術が日常に溶けこみ、家族のコミュニケーションの活性化、生活サポートをユーザの立場に立って実現していく予定である。

J C M A

### 《文 献》

- 1) 神田崇行, 塩見昌裕, 石黒浩, 萩田紀博: ネットワークロボットのフィールド実験, 日本ロボット学会誌, Vol. 23, No. 6, pp. 691-695, 2005.
- 2) 山崎達也, 中尾敏康, 山内雅喜: NICT ユビキタスホームにおけるワイヤレス技術, 電子情報通信学会 2005 年ソサイエティ大会, No. CS-7-1, pp. S-51-S-52, 2005.
- 3) 山崎達也, 金田重郎, 美濃導彦: ホームユビキタス環境におけるプライバシー, 電子情報通信学会 2004 年総合大会, No. SB-4-7, pp. S-39-S-40, 2004.

### 【筆者紹介】



山崎 達也 (やまざき たつや)  
独立行政法人情報通信研究機構  
けいはんな情報通信融合研究センター  
分散協調メディアグループ  
主任研究員

現場技術者のための

# 建設機械整備用工具ハンドブック

- ・建設機械整備用工具約 180 点の用語解説と約 70 点の使い方を収録。
- ・建設機械の整備に携わる初心者から熟練者まで幅広い方々の参考書として好適。

■ A 5 判 120 頁

■ 定 価: 会 員 1,050 円 (消費税込), 送料 420 円  
非会員 1,260 円 (消費税込), 送料 420 円

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館) Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289

# 上肢動作を補助する人工筋肉「マッスルスーツ」の開発

小林 宏

福祉や医療の分野で、物理的に人間の動作を支援する機器が提案されているが、これらの機器のほとんどは、現在のところ「介護者」用に開発され、金属フレームとモータを用いている。結果としてこれらは、コスト、安全性、総重量、出力、人間との親和性の面から実用的な利用には限界がある。一方、筆者らが開発しているマッスルスーツは、日常生活での使用を考え、金属をほとんど使用しないため軽量で脱着が容易であり、着用により原理的にはあらゆる動きが可能となり、筋力の補助や反力の発生ができる筋力補助装置である。要介護者、動きが困難な身体障害者、肉体労働者、リハビリテーションなどに適用でき、今後、不可欠な技術になると考えられる。

キーワード：マッスルスーツ、ウェアラブルロボット、McKibben 型人工筋肉、パワーアシスト、上肢動作

## 1. はじめに

産業用ロボットはこれまで、人間を肉体的苦役から解放し、産業のめざましい発展と豊かな生活をもたらした。一方、超高齢化社会を迎え、今後求められるロボットは、生身の人間を支えるロボットであり、情報提供や精神的なサポートに留まらず、人間の動作を物理的に支援することが必要であると考えられる。

このような背景のもと、筆者らは、人間の動作を物理的に支援することを目的に、マッスルスーツの開発を行ってきた<sup>1)~3)</sup>。これは、ウェアラブルロボット、つまり着るロボット、人間が装着するロボット、という新しいロボットの形態であり、日常生活で人間の動作を支援するための技術である。

マッスルスーツは、日常生活での使用を考え、金属をほとんど使用しないため軽量で脱着が容易である。また、着用により原理的にはあらゆる動きが可能となり、筋力の補助や反力の発生ができる。そのため、要介護者、動きが困難な身体障害者の筋力補助、肉体労働者の姿勢保持や筋力補助、リハビリテーションなどに適用できる。

ところで、マッスルスーツが人間の動作を補助する他のロボットと異なる点は、装具のように「装着」するのではなく「着用」することである。これにより、関節の厳密な位置合わせが不要となり、マッスルスーツ内部で人間が動けるため、おおよその大きさが合っていれば所望の動きが実現できる。したがって、通常

の装具のようなオーダーメイドの必要が無く、既製の服のように S, M, L サイズで対応が可能となり、汎用性が高い。また着用者は筒の中に入っているような状態で面で力を受けるため、局所的な負荷を受けないという利点もある。

本稿では、マッスルスーツの概念と開発の現状、今後の予定を紹介する。

## 2. マッスルスーツのコンセプトと構成

### (1) マッスルスーツのコンセプト

マッスルスーツは、アクチュエータとして安価、軽量で出力質量比が非常に大きい McKibben 型人工筋肉（後述）を用い、それを服に取付けた構造となっている。

図-1 に示すように、人工筋肉を加圧することで人工筋肉が収縮し、人工筋肉両端が引張られることで、着用者の対応部位が動くという仕組みになっている。

このように、着用により自らが動けるようになるた

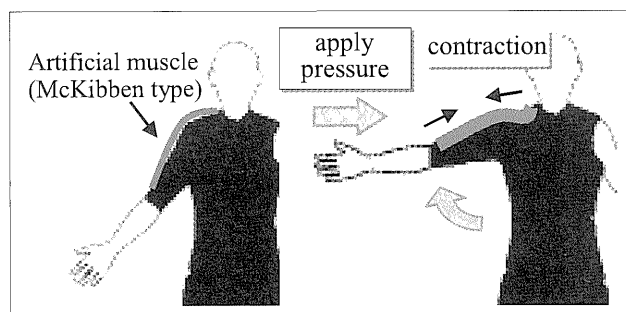


図-1 マッスルスーツの動作原理

め、例えば要介護者に適用した場合、要介護者が生きる活力を生み出すという精神的なサポートにもつながり、介護者の肉体的な負担も軽減されると考えられる。また、反力を発生することも可能であり、リハビリテーションにも利用できる。さらに、肉体労働者などの姿勢保持や筋力補助にも利用できる。マッスルスーツの特徴は、次のようにまとめることができる。

- ① 原理的には、着用によりあらゆる動作が可能となる筋力補助ウェアである。
- ② 軽量で柔軟性があり、大出力の McKibben 型人工筋と呼ばれる空気圧式アクチュエータを採用している。
- ③ 基本的に服にアクチュエータをとりつけるだけであり、軽量である。
- ④ 着用により、動きの不自由な高齢者や身体障害者が自らの意志で動けるようになるため、自立を促進する。
- ⑤ 動作に対する反力を発生させることにより、リハビリテーションにも流用できる。
- ⑥ 肉体労働者の筋力補助、姿勢保持に利用できる。

### (2) McKibben 型人工筋肉

図-2 に、McKibben 型人工筋肉の構造と動作メカニズムを示す<sup>4)</sup>。

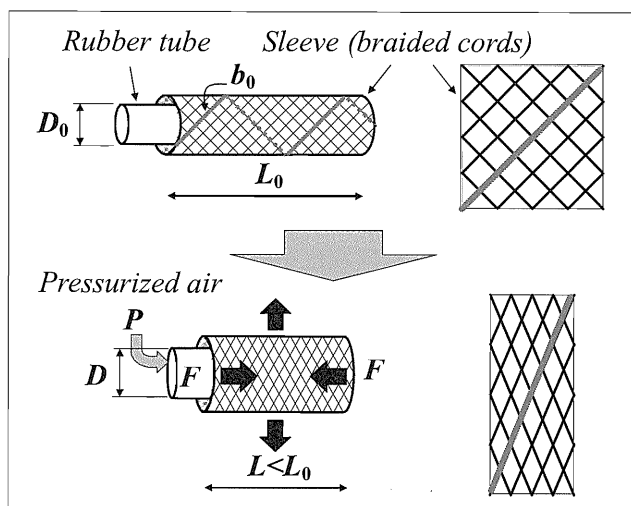


図-2 McKibben 型人工筋肉の構成と動作原理

ナイロン製の繊維コードを格子状に編んだスリーブでゴムチューブを覆い、スリーブの両端を固定する。チューブ内の圧力を上げるとチューブは半径方向に膨張し、このとき生じる円周方向の張力が繊維コードにより軸方向の強力な収縮力に変換される。

McKibben 型人工筋肉は、注入圧力、負荷、変位量の3つが制御パラメータとなり、ヒステリシスもあるため正確な位置や力制御には適していないと言える。

一方で、非常に大きな収縮力（例えば径 18 mm、長さ 400 mm、約 40 g の McKibben 型人工筋肉の場合、無負荷では 35% 程度の収縮率、20 kg の負荷でも 20% 以上の収縮率が得られる）と柔軟性は、人間を動かすためには利点であるといえる。つまり、空気のダンピング効果により、人間を「優しく」動かすことが可能となる。

### (3) システム構成

マッスルスーツの基本的なシステム構成を図-3 に示す。

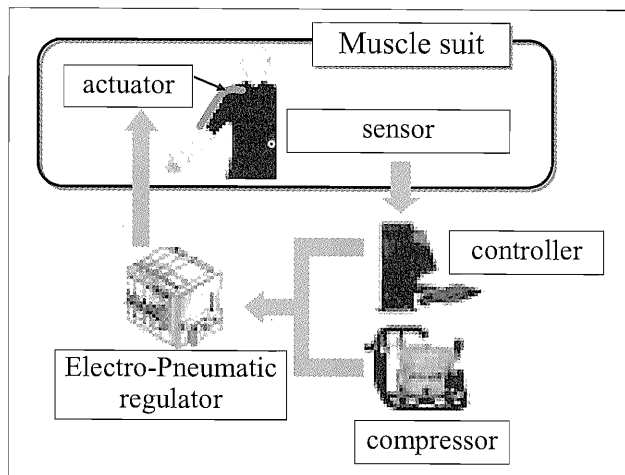
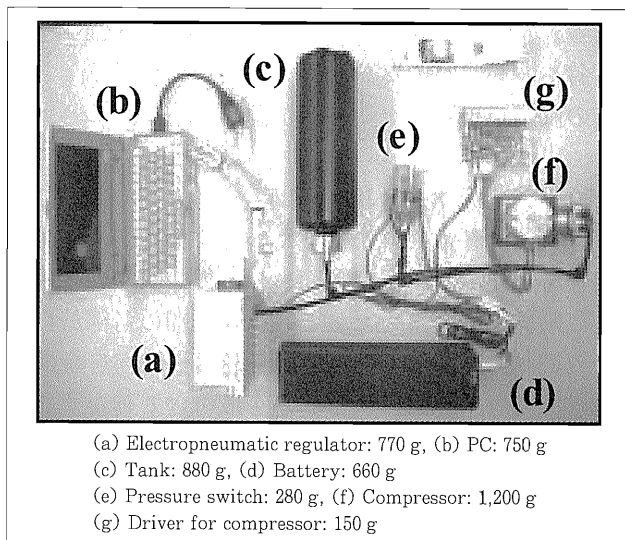


図-3 システム構成

図のように、マッスルスーツ、人工筋肉への空気圧を調整する電空レギュレータ、コンプレッサ、制御装置、センサからなる。センサとして、マッスルスーツにポテンショメータを埋込み、マッスルスーツの姿勢を計算している。

小型の実システムを図-4 に示す。総重量は 4,620



(a) Electropneumatic regulator: 770 g, (b) PC: 750 g  
 (c) Tank: 880 g, (d) Battery: 660 g  
 (e) Pressure switch: 280 g, (f) Compressor: 1,200 g  
 (g) Driver for compressor: 150 g

図-4 小型駆動システム

gであり、バッテリーだけで約1時間の連続稼働が可能である。この程度であれば、リュックザックなどに入れて持運びが可能であると思われる。PC、レギュレータ、コンプレッサは、さらなる小型、軽量化が可能である。

### 3. マッスルスーツの開発

#### (1) プロトタイプによる動作実験と問題点

人間サイズの人形を用いた動作実験(図-5)により、例えば外転(腕を横に上げる)は、鉛直下向きを0度とした場合、約40度程度しか実現できておらず、単純に服に人工筋肉を取付けて引張るというコンセプトでは十分な動作範囲が得られないことが分かった。

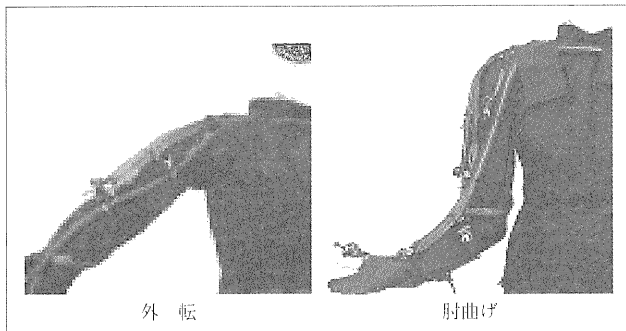


図-5 人間サイズの人形を使った動作例

これは服のずれやたるみが発生することが原因であり、また、人間の骨や関節を支柱として利用するためそれらに負担がかかり、それらの強度が衰えた高齢者や身体障害者は使用できないと考えられる。

このように単純構造のマッスルスーツでは、

- ① 服のずれやたるみによる可動範囲のロスがある。
  - ② 可動範囲に限界がある。
  - ③ 体への密着が必要であり、着心地、脱着が問題となる。
  - ④ 骨や関節に負担がかかる。
- などの問題点が明らかとなった。

#### (2) 鎧構造マッスルスーツ

これらの問題点を解決するため、すなわち、ずれや密着性の回避、及び骨や関節への負担の回避のため、新たに鎧構造を提案した。これは、人間の各部分に対応した筒状のABS樹脂できた非金属構造物を金属の関節で接続し、それに人工筋肉を取付けて動かすことで中に入っている人間を動かすというもので、動く鎧のようなものである。

図-6に手首と指を除き、上肢動作に最低限必要な6自由度を示し、図-7にそれを実現する鎧のような

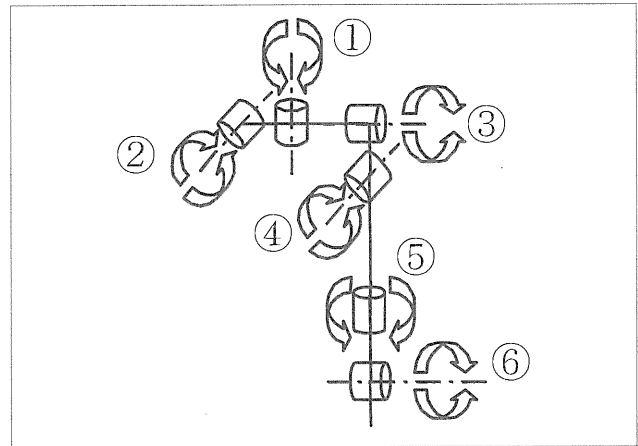


図-6 上肢動作に必要な自由度

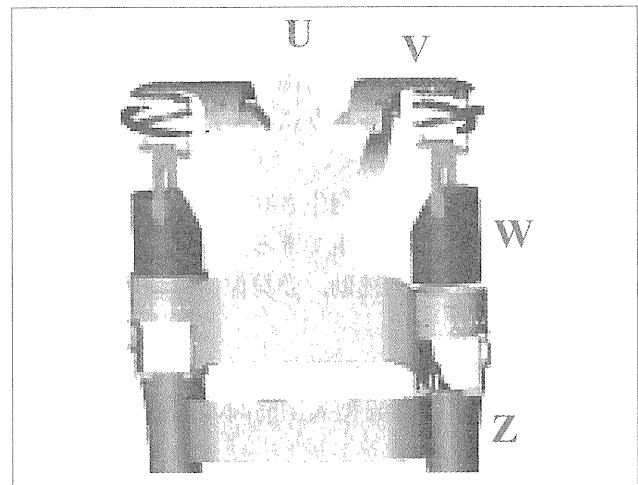


図-7 新マッスルスーツの構造

新構造マッスルスーツを示す。このマッスルスーツは約4.5kgであり、必ずしも軽いとは言えないが、着用できるレベルであると思われる。今後は炭素繊維強化プラスチック(carbon-fiber reinforced plastics; CFRP)などを用いて軽量化を模索する。なお、本報文中で示しているものは、身長170cm、体重60kg程度の平均的な成人男性用である。

#### (3) 各部の詳細

図-7に示す新構造マッスルスーツは、関節を除き基本的に塩化ビニール製であり、接続部、及び回転部のみ金属を使用している。それぞれの構造を順次説明する。

要素Uは厚さ3mmのジュラルミンでできている。これは試作が容易だったためであり、現在、RFPで制作中である。

図-8に示すように、前面が開くようになっている。これは、脱着を容易にするためである。また後頭部が盛りあがっているが、これは、アクチュエータ配置を容易にすると共に、腕を上へ引張り上げやすくするた

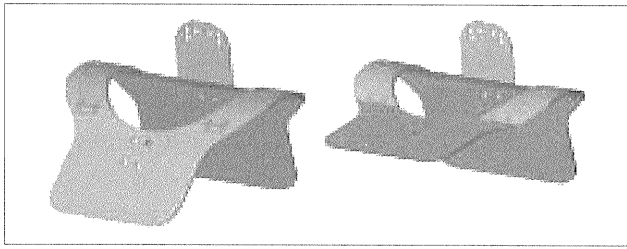


図-8 要素Uの構造とメカニズム

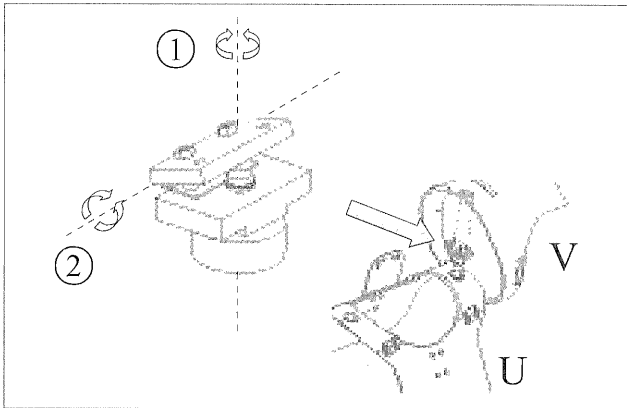


図-9 要素UとVの接続方法

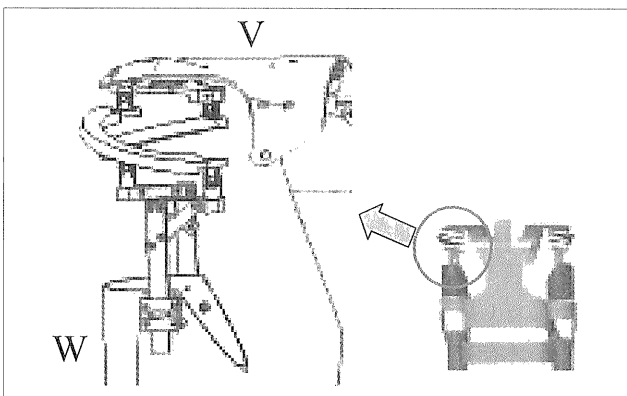


図-10 要素VとWの構造(疑似肩機構)

めの工夫である。

図-9に示すように、要素Uと要素Vは2自由度のコネクタにより接続し、回転1と2を実現する。ただし、回転1は鎖骨が30度程度前後するような役目をするだけであり、真横に挙げた腕を前方に回転させるようなことはできない。

そこで、図-10に示すような半円形のリンク両端にユニバーサルジョイントを設置し、それを2つ用いてVとWを接続する疑似肩機構により回転1, 3, 4を実現する。

図-11には、この機構の動作例を示す。半円形のリンク構造により、自在な動きが可能となる。

肘曲げを行う回転6は、図-12に示すように回転の1自由度を有する金属フレームを2つ用いて実現する。要素Zは、この金属フレームにより接続されて

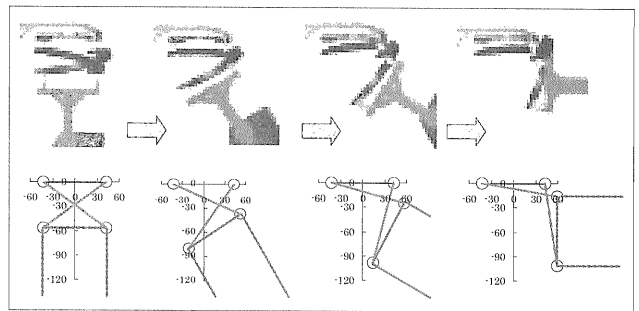


図-11 疑似肩機構の動作

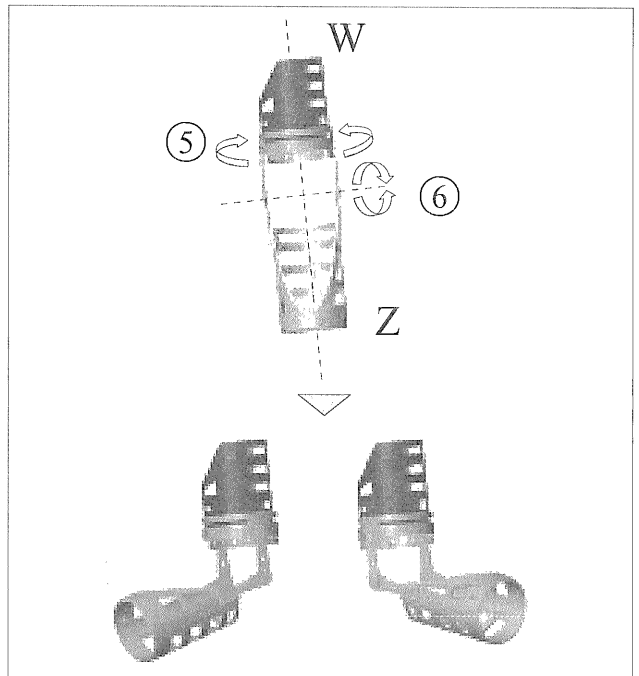


図-12 要素WとZの構造とメカニズム

いる2つの塩化ビニール要素からなる。回転5は、要素Wと要素Zの接続部分にニードルベアリングを用いて実現する。

(4) アクチュエータ配置

図-13にアクチュエータであるMcKibben型人工

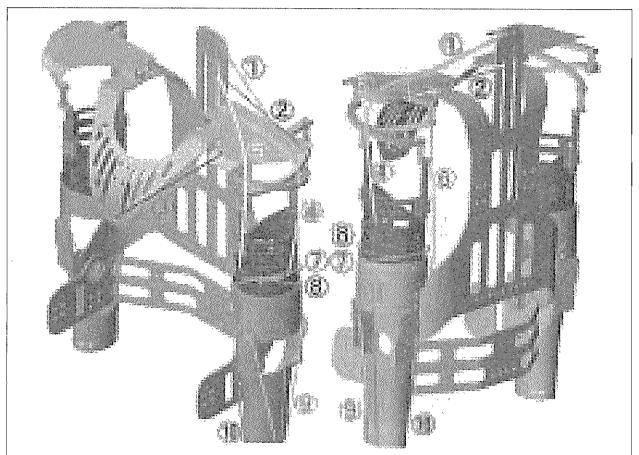


図-13 アクチュエータの配置

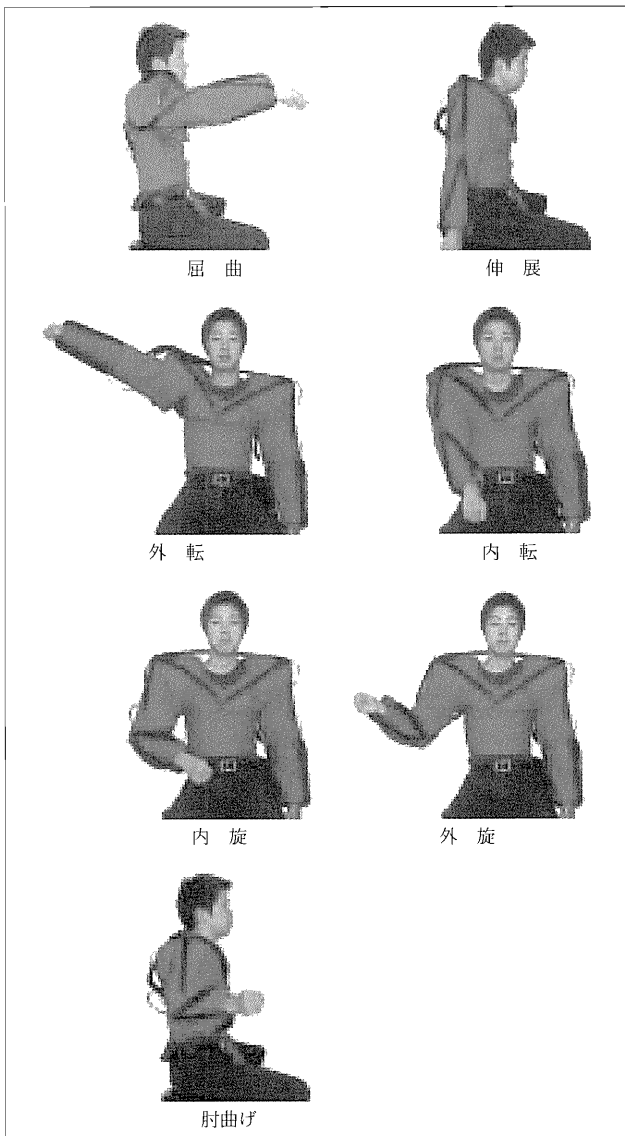
筋の配置を示す。図に示すように、片腕で11本を使用している。この配置は、試行錯誤により経験的に決定したものである。上肢の7動作を実現するために使用するアクチュエータ番号を表一に示す。

表一 各上肢動作実現に使用する人工筋

	動作	人工筋
肩 関 節	屈 曲	B, D, E
	伸 展	C, D, F
	外 転	A, B, C, D
	内 転	B, D, E
	内 旋	G
	外 旋	H
肘 関 節	肘 曲 げ	I, J

(5) 上肢7動作の実現

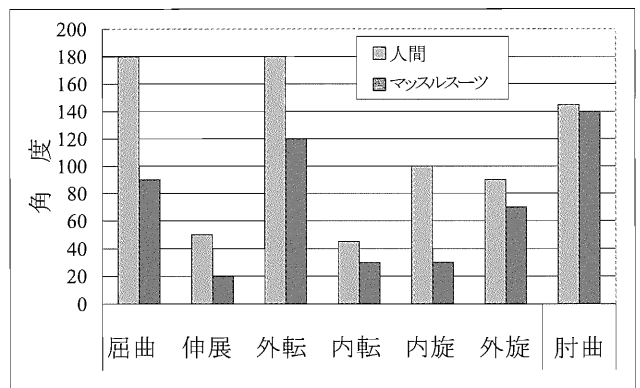
図一に、試作した新型マッスルスーツを実際に試着して実現した動作結果を示す。試着している被験



図一 上肢全動作の実現

者は、身長 178 cm、体重 68 kg の男子学生である。体格にもよるが、165~180 cm 程度の男性であれば、着用し、動作を実現できた。適用範囲、サイズの問題は今後の課題とし、ここでは動作の実現についてのみ議論する。

図一には、実現した動作範囲と人間の動作範囲を示す。肘関節の屈曲(肘曲げ)を除いて人間の動作範囲を満足していないことが分かる。一方、現在実現できた動作範囲により、外転、外旋、肘関節の屈曲により指先で頭部を上方より触ることができる。また、肩関節の屈曲、内旋、肘関節の屈曲により指先を口元まで運ぶこともできる。



図一 実現した各動作の動作範囲

各関節の可動範囲がどこまで実現できれば良いかに関しては議論の余地があるものの、このようなことから、マッスルスーツの各関節の可動範囲は日常生活には支障のないものだと考えられる。

また、本研究では、上肢の全動作を実現することを目標にしていたため、上記のように人間の可動範囲を必ずしも満足できなかったが、同様の手法により、特定の部位に限れば人間の可動範囲を満たすことも可能であると考えられる。今後、使用状況に応じて検討してゆきたい。

6. ま と め

本稿では、着用により人間の動作を補助するマッスルスーツのコンセプトを説明し、これまでの開発により上肢の全7動作が実現できたことを示した。現在、着用者が思い通りにマッスルスーツをコントロールできるようにするためのインターフェース、及びその制御手法の開発を進めている。

また、具体的なタスクを定めて仕様を決め、できるだけ早く臨床応用に移行したいと考えている。現時点では、荷物の積降ろしなど、決まった作業範囲内にお

ける繰返し作業の補助をまず行う予定である。

J C M A

《参考文献》

- 1) H. Kobayashi, T. Matsushita, Y. Ishida and K. Kikuchi: New Robot Technology Concept Applicable to Human Physical Support—The Concept and Possibility of the Muscle Suit (Wearable Muscular Support Apparatus)—, *Journal of Robotics and Mechatronics*, vol. 14, No. 1, pp. 46-53 (2002).
- 2) H. Kobayash, A. Uchimura, Y. Ishida, T. Shiiba, K. Hiramatsu, M. Konami, T. Matsushita and Y. Sato: Development of Muscle Suit for Upper Body—Realization of Abduction Motion—, *Advanced*

*Robotics*, vol. 18, No. 5, pp. 497-513 (2004).

- 3) H. Kobayashi, Taichi Shiiban and Yujiro Ishida: Realization of All 7 Motions for the Upper Limb by a Muscle Suit, *Journal of Robotics and Mechatronics*, vol. 16, No. 5, pp. 504-512 (2004).
- 4) C.P. Chou, B. Hannaford: Measurement and Modelling of McKibben Pneumatic Artificial Muscles, *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, vol. 12, pp. 90-102, Feb. (1996).

【筆者紹介】

小林 宏 (こばやし ひろし)  
東京理科大学工学部機械工学科  
助教授  
工学博士

## 建設工事に伴う 騒音振動対策ハンドブック

「特定建設作業に伴って発生する騒音の規制に関する基準」(環境庁告示)が平成8年度に改正され、平成11年6月からは環境影響評価法が施工されている。環境騒音については、その評価手法に等価騒音レベルが採用されることになった等、騒音振動に関する法制度・基準が大幅に変更されている。さらに、建設機械の低騒音化・低振動化技術の進展も著しく、建設工事に伴う騒音振動等に関する周辺環境が大きく変わってきている。建設工事における環境の保全と、円滑な工事の施工が図られることを念頭に各界の専門家委員の方々により編纂し出版した。本書は環境問題に携わる建設技術者にとっては必携の書です。

■掲載内容：

- 総論 (建設工事と公害, 現行法令, 調査・予測と対策の基本, 現地調査)
- 各論 (土木, コンクリート工, シールド・推進工, 運搬工, 塗装工, 地盤処理工, 岩石掘削工, 鋼構造物工, 仮設工, 基礎工, 構造物とりこわし工, 定置機械 (空気圧縮機, 動発電機), 土留工, トンネル工)
- 付録 低騒音型・低振動型建設機械の指定に関する規程, 建設機械の騒音及び振動の測定値の測定方法, 建設機械の騒音及び振動の測定値の測定方法の解説, 環境騒音の表示・測定方法 (JIS Z 8731), 振動レベル測定方法 (JIS Z 8735)

■体 裁：B5判, 340頁, 表紙上製

■定 価：会 員 5,880円 (本体 5,600円) 送料 600円

非会員 6,300円 (本体 6,000円) 送料 600円

・「会員」本協会の本部, 支部全員及び官公庁, 学校等公的機関

## 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館) Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289



## ずいそう

# 変わりゆくもの

深尾 康三



私たちを取りまく社会では、あらゆるものが常に変化しつづけています。そうした変化を感じさせる出来事が毎年たくさん起こりますが、その根底には社会の価値観の変化があると思います。

日本人の価値観は、近年大きく変わってきたと思います。私はどちらかというと旧世代の価値観を代表する人間ですが、我々の世代の価値観は日本の国家・社会・生活が歴史的とも言えるスピードで発展してきた中で形成されたと言えます。これに対して、今日の価値観は一定水準に達してしまった社会でいかに自分の人生と生活を充実させるかに移っているのではないかと。旧世代と新世代の価値観を対比すると、次のようなものではないでしょうか。

- ・物の充足の追求 → 生活・人生の豊かさの追求
- ・貯めてから買う → 買ってから返す
- ・人並みになれる喜び → 他の人と違う喜び
- ・理性と是非で判断 → 感覚と好き嫌いで判断
- ・安くて長持ちが第一 → 自分らしさが第一
- ・付き合いと和を重視 → 自己ペースと不可侵を重視
- ・休暇は仕事の報酬 → 休暇は人生の一部
- ・労働・汗・根性の美意識 → 金・スマート・感性の美意識
- ・男は仕事/女は家事 → 性別は役割適性に非ず
- ・子供は宝 → 同時に育児・教育を伴う責任

これらの変化は成熟社会の生態として自然のことであり、また起こるべくして起こっている変化なのかもしれません。我々にとって重要なことは、こうした変化をいち早く事業展開に取り入れることです。よく「事業の革新」といったことが口にされますが、それは決して「無から有を生む」ような飛躍的なものではなく、常に変化していくトレンドを先取りし我々の業務に反映させることで競合に先駆けて事業に結びつけることにあると考えています。

建設業においては、どのような変化があるでしょうか。例えば、法令の面だけを見てもこの10年で大きく変わってきました。省エネルギー法、建築基準法の性能規定化、工場立地法、緑化三法、消防法改正、土壌汚染法、リサイクル法、廃棄物関連処理法、耐震促進法など、実に多くの法規制の新設・改定がなされてきました。我々の産業に対して社会性を強く要求されるようになってきたことの現れだと思います。先の価値観の変化に重ねて考えるならば、これまでの建設産業の発展は、日本の国土・社会インフラストラクチャの

高度化に追従した事業展開であり、我々建設事業者としては能動的な機会開拓よりリスクの低減が重要だったと言えます。しかし、一定の社会インフラストラクチャが充足した現在、新しい市場を自ら開拓する方へと比重を移すのはこれまた必然で、インキュベーションなどの成果を最大化するような考え方が必要ではないかと考えます。

私自身もそうですが、新しい提案に対して「これは良い」「これは良くない」と判断しますが、ややもするとつい本業的なセンスでしか見ていないことに気が付きます。新しいアイデアというものは、いかに新しいセンスで見て考えていくかが重要です。これは日々現実に追われる現業ではなかなか難しいことであり、そうした視点でアドバイス助言をすることが、技術研究所長である私の役割であろうと認識しています。

ただ、変化を知らせるシグナルは始めはごく小さなものであることが多いように思います。そして、そうした小さなシグナルを見落とさずに変化を察知することが重要で、新聞の一面を飾るような大きな事件になった時には事業への導入という面では手遅れと言えます。例えば、最近新聞の片隅で見かけたこんな小さなニュースが、実はすでに起こっている大きな変化を教えてくれているかもしれません。

- ・少子化により 07 年にはすべての生徒が大学に就学
- ・晩産化により育児と介護が同時になる
- ・IC タグで農産物の履歴を追跡
- ・子供の位置確認サービスのニーズ拡大

これらのシグナルから極度なテクノロジー依存症社会を想像することは、飛躍が過ぎるのでしょうか。

経済環境も安定化の兆しにあり、建設各社の業績も回復基調にありますが、テクノロジー依存症社会で市場は何を求め、建設生産はどうあるべきでしょうか。そこには、技術を開拓し成長と発展を正義とする旧世代の価値観はあまり見出せないように思います。常に国土開拓の最前線で社会インフラストラクチャを造ってきた我々建設マンにとって、新たな社会での建設美学を探る必要があります。特にこれから建設産業を支える世代にとっては大変重要な問題です。変わりゆく価値観に合わせて新しい建設美学を創り出す事、それこそが最も重要なことなのかもしれません。

## ずいそう

## 大学で学生が化ける話

建山和由



先日、付属高校のPTAが集まれる会で話をするように申しつかりました。中学生、高校生の父母の方々が集まれる会です。「将来、大学に進むにあたって大学とはどういうところかを紹介して下さい」というご希望でした。普段、専門に関する話をするときとはずいぶん勝手が違い、何を話せばいいのかと話題探しに苦労しました。そのときお話ししたいいくつかの話題の中から、今日は、「大学で学生が化ける」という話を綴ってみます。

学生が化けると言っても、学生が学園祭で仮装をするわけでも、化粧が濃くなることでもありません。学生がある時期、急に成長するということです。この表現は、スポーツなどの分野で使われているようですが、我々もこれにならい「学生が化ける」と表現を使うことがあります。

中学、高校では、一般に先生が与えてくれる教材を一生懸命勉強します。この時期、我々はひたすら知識を増やすことに力を注ぎます。例えば数学の問題一つにしても、答えのある問題を如何に効率的に解くかを覚えていきます。この意味から、この時期は、自由度の低い時期であるといえます。決して批判しているわけではなく、知識の集積を図るには必要な時期だと思っています。

一方、社会に出ると、自由度は大きく広がります。与えられた仕事をこなすのに自由度なんてあるものかと思われる方もおられるかもしれませんが、仕事では必ずしも特定の答えが用意されているわけではなく、アプローチの方法もあれこれ工夫できます。自分で工夫と選択を行える自由度とともにそれに対する責任も増えるのが社会といえます。大学は、自由度の極端に低い中学・高校時代と自由度の大きな社会との間を埋める緩衝材的な役割を果たしているといえます。

具体的に例を挙げてみましょう。大学では、カリキュラムは自分で選択することができます。自分でとりた

いに教科書に書かれている内容を丁寧に教えられるのではなく、先生の専門で内容も変わってきます。最近では、大学も評価されるようになり以前に比べると縛られているという雰囲気が増えてきましたが、高校に比べると自由度は大きいことは確かです。卒業研究は、その最たるものです。卒業研究では、答えの決まっていない、あるいは時として答えなど無い問題に取り組んでいきます。アプローチの方法も自分で工夫せざるをえません。この意味から学生にとっては自由度が非常に大きな教育といえます。

担当の先生によっても異なりますが、卒業研究では、4月に研究室に配属されてきたらまず本人と相談してテーマと大まかな方針を決めます。その後、その進捗について打ち合わせをすべく、定期的にゼミを開いて彼/彼女らに研究の進め方を発表してもらいます。4年生ですから知識も限られている上に論理的な思考も養われていない場合が多く、普通は、あれこれ問題点とその理由を指摘されて再考するように言われます。これを毎週繰り返していく訳ですが、繰り返すうちに彼/彼女らもあれこれ考えるようになります。「これだここを指摘されるだろう」、「これだここで行き詰まる」等々です。毎日毎日そればかり一生懸命考えていると、そのうち、こちらの指摘にも的確に答えられるようになり、時として感心させられるアイディアを出してくる人も出てきます。学生が短期間に集中して考えることにより急にしっかりしてきたときに我々はその学生が「化けた」と感じます。もちろん、研究室に入ってくる前に既に化けている人もいれば、卒業研究を終わっても化けられない人もいますが、卒業研究の期間に学生が化けたと感じることは、我々に大学教育の意義を改めて認識させてくれます。学生に如何にしてうまく化けてもらうかを我々は日々考えています。

## JCMA 報告

## フォームドアスファルト工法工事

## 見学会報告

## —松本トンネル有料道路

## 舗装修繕工事—

路盤舗装機械技術委員会

## 1. はじめに

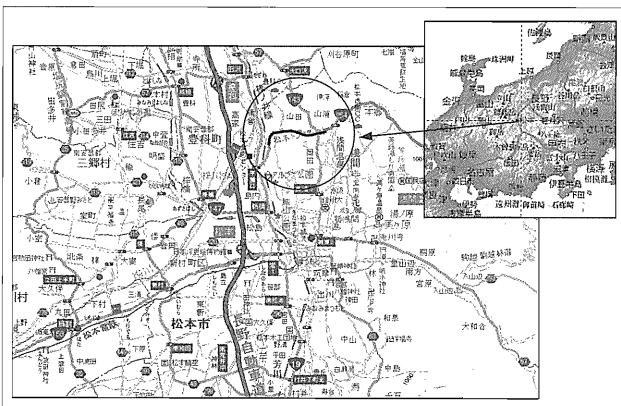
社団法人日本建設機械化協会路盤舗装機械技術委員会（委員長 福川光男）の主催により特殊工法工事見学会が実施された。

道路舗装補修工事として、現位置で常温リサイクル工法により破碎した既設アスファルト混合物を泡状のアスファルトと混合し、路盤を再生するセメント・瀝青安定処理（CFA=Cement Foamed Asphalt）工法を採用したものである。この工法は最近、エコ工法として普及が進められている。

説明会は、CFA 工法説明会と実施工の見学会の二本立てで行われた。

## 2. 見学会概要

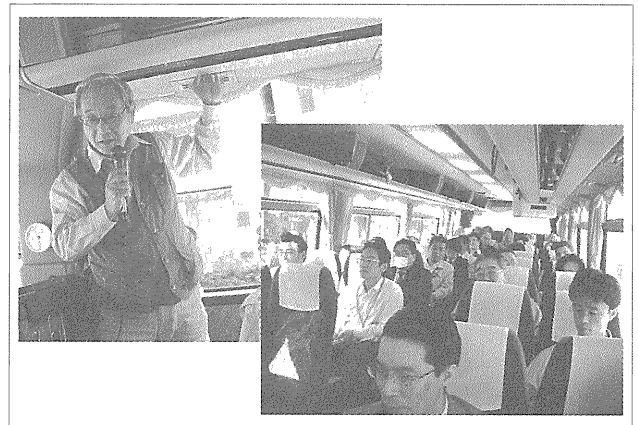
見学会は2005年10月19日（水）に50名の参加者を得て挙行された。見学先は長野県松本市三才山～洞の松本ト



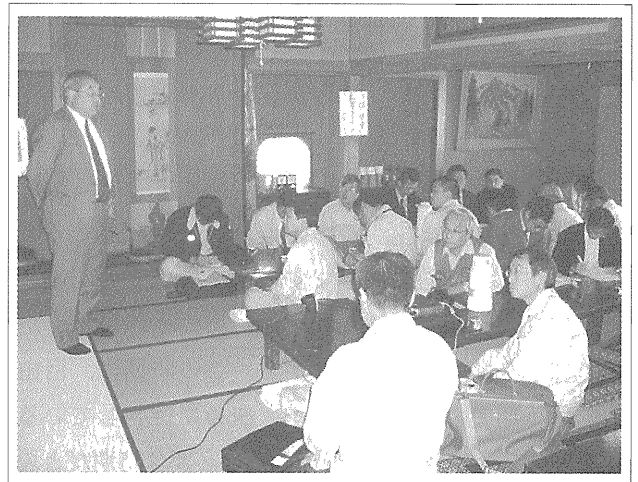
図—1 長野県松本トンネル工事現場

ンネル有料道路舗装工事（図—1）である。参加者の内訳は工事関係者37%，建設業（道路）25%，機械製造業23%，国土交通省6%，長野県5%，その他（報道ほか）7%であった。

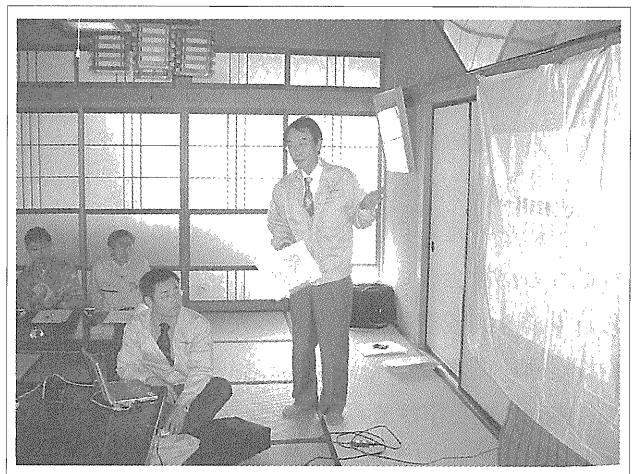
一行は朝8時半、新宿をバスをチャーターして出発（写真—1）。11時松本市に到着。11時～12時までCAF工法技術研究会の渡辺雅夫委員長がCAF工法普及・研究会の現況について挨拶され（写真—2）その後、海老沢秀治委



写真—1 挨拶する福川光男委員長



写真—2 挨拶するCFA工法技術研究会渡辺雅夫委員長



写真—3 海老沢秀治委員によるCFA工法の説明

員から CAF 工法の詳細な講義を受けた（写真—3）。13 時～14 時半まで現場実施工を見学。14 時半に松本を後にして 17 時無事に新宿に到着し、解散した。

### 3. CFA 工法の特徴

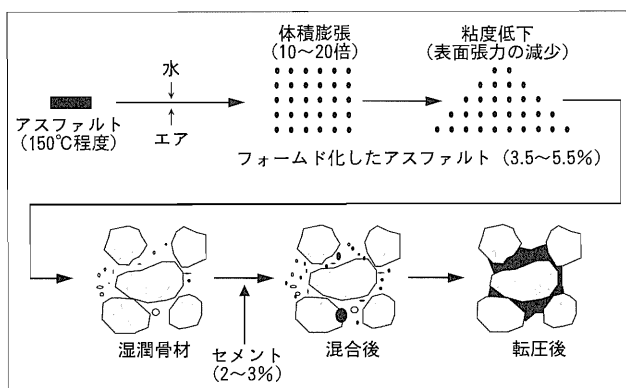
CAF 工法は新しいメカニズムの採用により、単純ではあるが従来の常温混合物とは異なり、優れた特徴を有している。

- ① 常温混合であり、無公害、省エネルギー、炭酸ガス発生量を削減できる。
- ② 建設副産物や低品質骨材の利用が可能であり、リサイクル工法として活用できる。  
また、路上混合方式の場合には、路盤材の搬入や切削材等を搬出することも少ない。工事車両による交通公害も軽減できる。
- ③ 安定材としてストレートアスファルトを使用している。施工性に優れ、施工中の降雨により流出することもなく、周辺環境に悪影響を与えることがない。
- ④ 強度発現が早く、施工直後に交通開放が可能であり、交通規制の時間が短縮できる。
- ⑤ 支持力が大きく、たわみ性を有し、ひび割れが生じにくく、耐久性に優れている。
- ⑥ フォームドアスファルトを混合する機械以外は従来の施工機械が使用できる。ワーカビリティが良好で施工も粒状路盤工法と変わらない。

#### (a) フォームドアスファルト混合物の機構説明

アスファルトはフォームド（泡状）化することにより、粘性および表面張力が減少するため、常温で湿潤状態の骨材との混合が可能になるが、混合時は粗骨材を被覆せず、細粒分とフィラービッチュメンを形成し、混合物中に小さな塊となって均一に分散する。

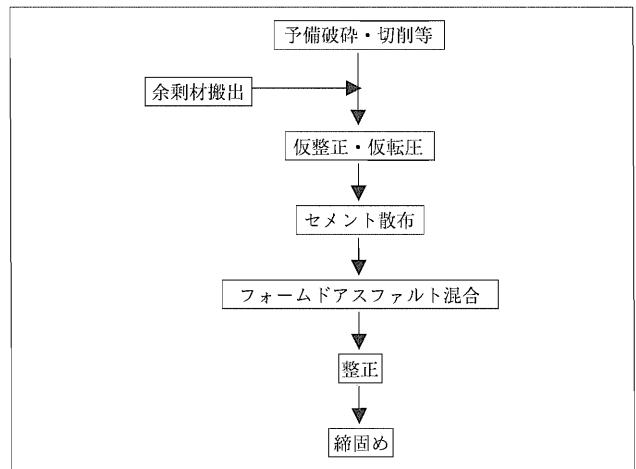
このフィラービッチュメンが締固め時に粗骨材間を点溶接のように固着して、混合物の強度を発現するメカニズムとなる（図—2）。



図—2 フォームドアスファルト混合状態の模式図

#### (b) 路上混合方式の施工手順

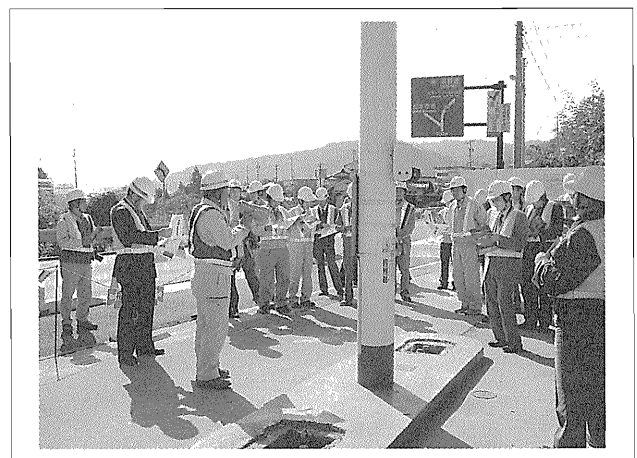
CAF の工程を以下に示す。



### 4. 工事見学会

- ・工事名：平成 17 年度松本トンネル有料道路舗装修繕（その 1）工事
- ・発注者：長野県道路公社
- ・施工者：鹿島道路株式会社関東支店
- ・工事面積：4,286 m<sup>2</sup>
- ・混合深さ：20 cm

長野県道路公社・上地端所長より工事概要の説明があった。長野県の道路建設に対する取組み、ライフサイクルコストを考慮した道路行政より CAF 工法を早い時期から採用していることなどが紹介された。



写真—4 上地端所長から説明

参加者から活発な質疑、また見学会の実施・参加できた謝意の言葉等が寄せられた（写真—5）。

施工は範多機械製フォームスタビライザ KS-200 が用いられていた（写真—6）。同機の特長として大型アスファルトタンクを内蔵した構造があげられる。狭隘な場所での施工が可能となったとのことである。



写真-5 秋晴れの信州路  
において見学会  
参加者は熱心に  
新工法を調査し  
た

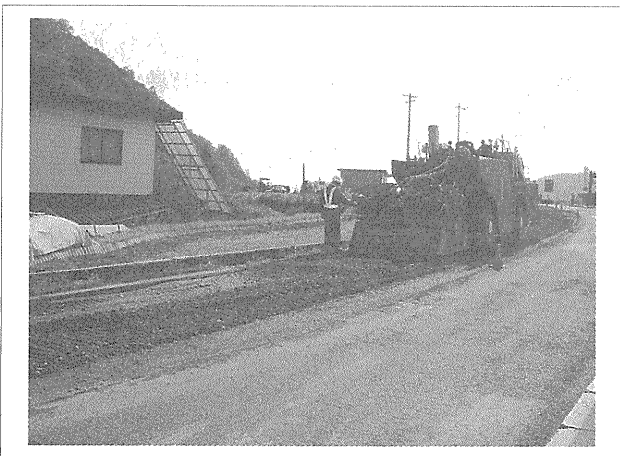


写真-6 攪拌混合工程

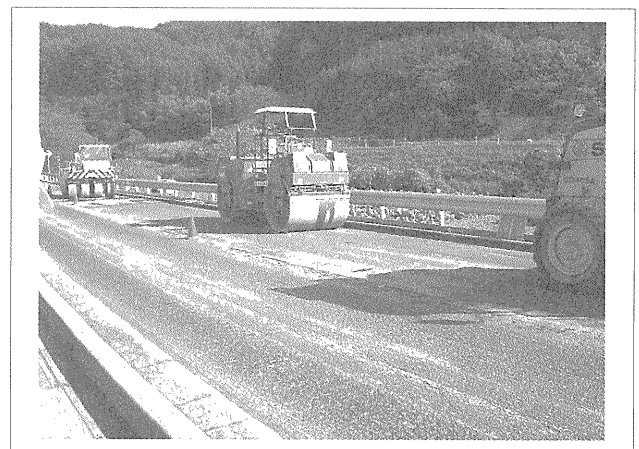


写真-8 転圧工程

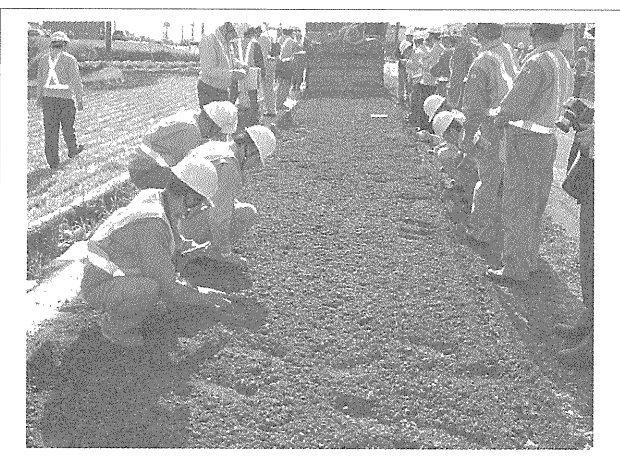


写真-7 混合物を手にとって確認

参加者は実際にフォームドアスファルトの攪拌後混合物を手にとって確認した(写真-7)。転圧工程を経てセメント瀝青強化路盤工法の完成である(写真-8)。

## 5. 見学会を終えて

関東地区では、秋雨前線が停滞し舗装屋泣かせの天候が続いていたが、当日の松本は絶好の舗装日和となり見学会を無事終了した。説明会・工事見学会を通じて、CAF工法への関心度の高さを肌で感じ、新工法普及を推進できたと実感した。

JICMA

CMI 報告

# 建設技術の夢

## —情報化施工がもたらすもの—

藤野健一・上石修二

### 1. はじめに

今回のテーマは「夢」である。平成当初にはニューフロンティアの可能性を遠望するなどのサイエンスフィクション的な取組みも活発であったが、バブル期を経た今、より現実的な夢しか描けなくなっているのは淋しいことではある。しかしながら、現在我々が描いている夢の中にも大きな変革をもたらす可能性を秘めたテーマがある。ここでは、そういったテーマの中から「情報化施工」について取上げることとした。

さて、建設産業は独自性のある以下の主要な特徴を持っている。

- ① 単品受注生産
- ② 屋外での現地作業
- ③ 工程毎の分業生産

特に、建設産業は「生産する場」である土地自体をその環境に応じて目的物に加工する形態であり、工場におけるオートメーション生産のように工場内に整備された設備によってベルトコンベヤ上の製品を標準的かつ大量に生産する形態ではない。すなわち、日々の施工によってその加工する対象物に変化し、それに合わせてさらに次の施工を進めて行かなくてはならない。よって、製品の出来形の管理方法や作業の定型化が難しく、これまでの建設事業における生産管理や品質管理上の課題となっていた。このため、建設施工現場はコスト低減や品質向上に効果的な作業の標準化や反復作業、プログラム化のメリットが発揮されにくい環境下であり、情報化等による合理化や効率化、改善などを行うことは難しかったのである。

このような建設生産現場において、生産に関わる情報を一括管理し、生産管理、品質管理を他産業と同等あるいは

それ以上にする、つまり、建設生産の大変革をもたらす可能性を持つ夢の技術が「情報化施工」である。

「情報化施工」はIT施工の進展に伴い、特に平成10年代に入ってから画期的に技術が進歩し、かつ現場で有効に実用されてきた。建設分野におけるCADの進化、電子野帳をはじめとする情報通信機器の進化、とりわけGPSやトータルステーションなどの測位技術の進歩がこれまで極めて工数がかかっていた目的物の日々の変化を簡易に計測・確認することを可能とするなど、これに伴う大きなメリットと可能性を我々に示すこととなった(図-1)。

ここでは、「情報化施工」が今後何をもたらすかについて、その技術動向と共に紹介したい。

### 2. 情報化施工の概要

「情報化施工」とは、情報技術を建設生産に適用するもので、施工に関する情報の効率的な利用により、施工の効率性、安全性、品質の向上、省力化、環境保全等に関する施工の合理化を図る生産システムを指す(図-2)。

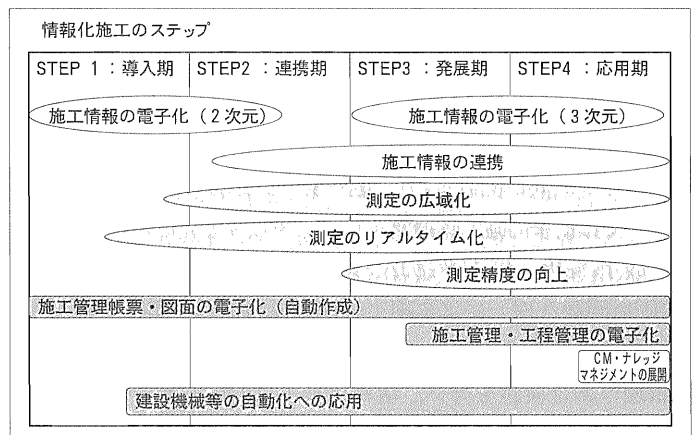


図-1 技術の進歩と情報化施工の進展

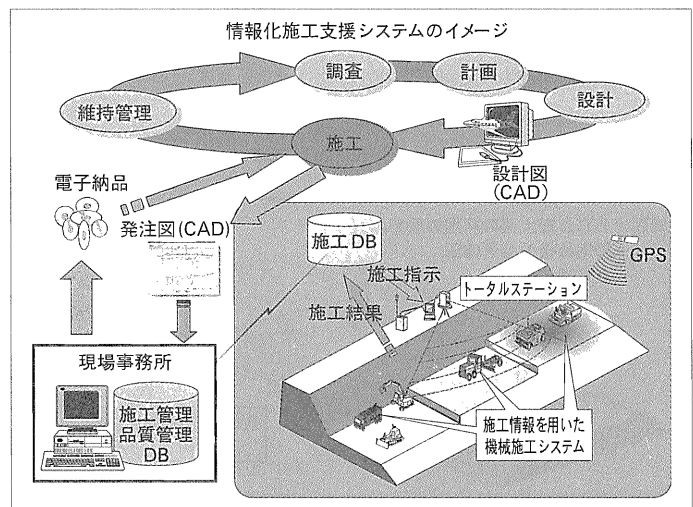


図-2 情報化施工のイメージ

フィールドデータをリアルタイムに計測し、施工管理の省力化や施工の自動化による生産性の向上などの効果が期待される。

現在、3D-CAD、測量器等のIT機器を利用した情報化施工の例を挙げると以下のようなものがある。

- ①締固め自動管理システム
- ②締固め度管理システム
- ③油圧ショベル法面掘削制御システム
- ④GPS又はトータルステーションを用いた動態観測システム
- ⑤GPS出来形管理システム

本報告では、この中から幾つかの事例を紹介したい。

### 3. 情報化施工の事例

最近、電力会社のダム施工において効果を発揮している盛土の締固め管理システムに関わる事例を最初に紹介する。

近年、TSやGPSにより自動かつリアルタイムに計測された締固め機械の走行軌跡と3次元座標情報から転圧回数を確実に把握する盛土締固め管理システムが各種開発されている。従来の締固め管理では砂置換法やRI計法を用いた「締固め度」がその指標とされている。情報化施工を活用する場合、管理指標は車載モニタに表示される施工管理ブロックにより規定の締固め規定回数を締固めたことを判読する「締固め回数管理」(図-3)となるが、この方式については従来の施工管理要領では認められていなかった。

平成15年度、国土交通省関東地方整備局が主体となり「締固め回数管理」による施工管理の妥当性と実用性を検証するため、適正な管理ブロックサイズや適正な締固め回数管理の調査検討を行い、情報化施工に対応した「TS・GPSを用いた盛土の締固め情報化施工管理要領(案)」を策定した。

この管理要領は、次のようなメリットをもたらしているほか計測した高さ情報を有効活用することで仕上がり層厚管理や出来高管理の簡便化を図ることができる。

- ・盛土全面の締固め状況が把握できることによる品質の向上(品質の均一化)
- ・締固め管理のリアルタイム把握による工程短縮(次層盛土の迅速な施工)
- ・品質管理業務の簡素化・効率化(品質管理のための計測時間短縮)
- ・締固め回数の管理による過転圧の防止(無駄な締固めの排除)
- ・オペレータの省技能化(オペレータの熟練度に左右されない品質確保)
- ・品質管理業務の電子化による電子納品への対応(施工管理の合理化)

次に、写真-1は掘削工を対象として開発された情報化システムである「バックホウ法面施工支援システム」、すなわちバックホウのバケットと設計形状の相対位置をオペレータに示すことで「丁張りレス」施工が可能なシステムを使用し、中部地方整備局管内の工事現場において導入効果の検証を目的としたフィールド実験の状況である。

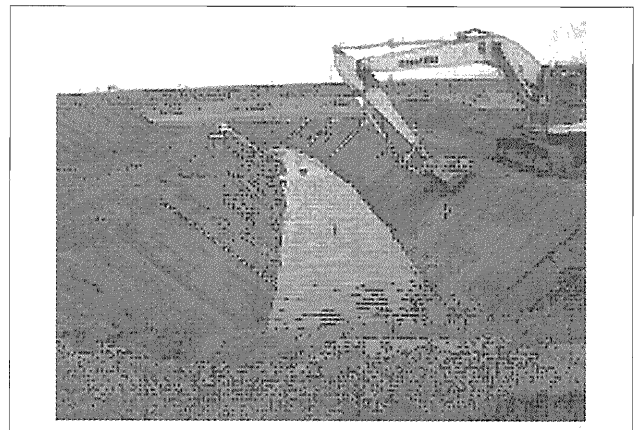


写真-1 丁張りレスのバックホウ作業

また、施工管理においては、設計図を3次元モデル化し、施工前の測量によって得られた実測データを重ね合わせ、3次元管理することにより、施工前、施工中においても出来形形状と設計形状の把握と対比を容易にすることが可能で、「トータルステーションとデータコレクタを用いた出来形管理」を国土技術政策総合研究所が提唱して平成17年度から現場における実証実験に適用しようとしている段階にある。このツールは、

施工者だけでなく、

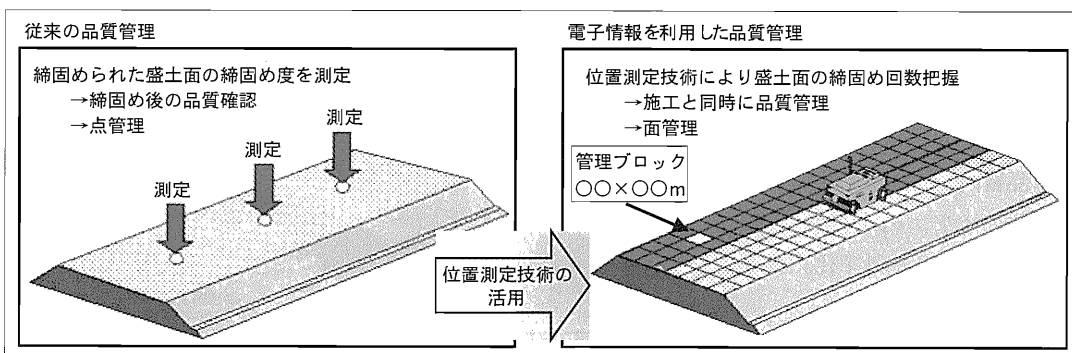


図-3 情報化施工による締固め管理

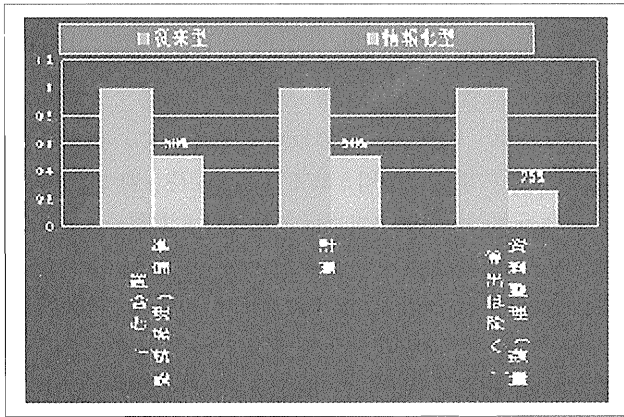


図-4 切り土工事における IT 型出来形管理の効果の例

発注者側監督職員の現場状況把握/検査にも活用される。

この手法に基づく切り土工事における IT 出来形管理の実験結果からは、図-4 に示す効果が得られている。

#### 4. 「丁張りレス」のインパクト

「情報化施工」を「電子丁張り」あるいは、「丁張りレスの施工」と説明することがある。最近では、締固め管理などでの電子測量機器や情報機器を使用した施工や管理なども紹介されてきたため、一意的にそのように説明することは少なくなっているが、実は、情報化施工がもたらすパラダイムシフトはこの「電子丁張り」に象徴されている。

「丁張り」とは、建設生産において目的物の形状を決定する極めて重要な基準になるもので、一度設置されてしまうと施工担当者は施工図面ではなく、その丁張りを主たる基準として施工することとなる（写真-2）。



写真-2 現場丁張り設置状況

よって、慎重な測量の下に設置されなければならない。しかしながら、通常の施工を行う場合、以下の課題が指摘されている。

- ① 建設生産においては、その基準を設置する土地自体を加工する 경우가多く、施工の段取りのなかで、せつ

かく設置した丁張りを一度壊さざるを得ず、何度も測量を繰返さざるを得ない場合が多い。

- ② 施工現場の中に木組みで設置されるため、作業員が引っかけり、転倒などの事故につながりやすい。
- ③ ②のような原因によって、丁張りが壊される場合があり、原因者が適当に修復してしまった場合には基準が狂ってしまい、構造物の出来形が不完全になってしまうことがある。

つまり、①は生産性に、②は安全性に、③は品質に関わる課題であり、この丁張りが施工において極めて重要な役割を担っていることを示している。

さらに詳しく述べるならば、①生産性向上については、ダムや擁壁などで壁面を底部のすりつけ等において、連続的に曲面を構成しなければならないとき、その丁張りは極めて近接した範囲に幾つも設置する必要がある、設置の手間だけではなく、施工性を損なう事さえある。

②安全面向上に関しては、現在の施工においては、トランジションの撤出しなどにおける厚さ管理などでは、撤出しを行う機械と厚さを計測する管理員との近接作業を余儀なくされている。

さらに、③品質向上においては、出来形が不完全になった場合には最悪で数十万円オーダーの補修費用が発生したケースさえ報告されている。

「電子丁張り」は丁張りの設置が不要になるわけであるが、これだけのリスクの回避が可能となるのである。

また、現在の建設生産においては、丁張りが設置された個々の点を基準として施工が行われているが、「電子丁張り」を導入することによって、「施工図通りの仮想的かつ連続的な基準線」によって施工が行われることとなる。つまり、これまでの「点」の管理から「線」の管理に移行するわけである。

これまでは丁張りと丁張りの間、すなわち「点」と「点」の間の出来形については施工担当者の経験やセンスに依存

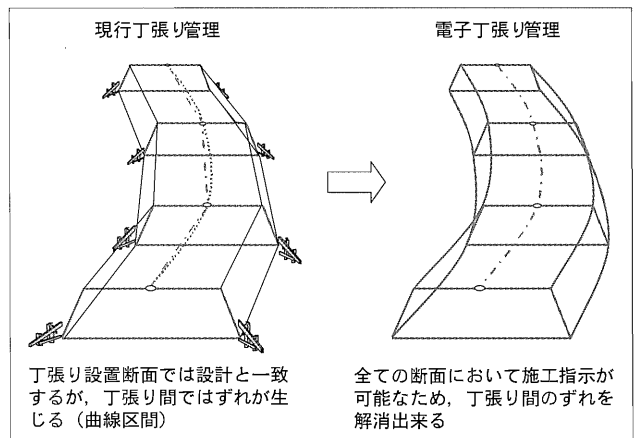


図-5 現行丁張り管理と電子丁張り管理の概念比較



せざるを得なかったが、「電子丁張り」によって、明快な基準が全線にわたって示されることとなる。これは、従来の施工品質を数段レベルアップさせるものであり、構造物の品質確保の推進に大きく寄与するものとなり得るのである(図-5)。

3章では別の情報化施工の事例として締固め管理を挙げている。この場合の管理も従来の「点」の管理から「面」の管理へと、管理レベルを向上させている点で、構造物の品質向上に大きく寄与していることを併せて考えると、情報化施工は構造物の品質確保に関して極めて重要な技術であると言える。

## 5. おわりに

情報化施工は3次元機械制御システム(3D-Machining Control)、出来形管理システムなど、「施工」の場面における情報の利活用である。本報告で紹介したとおり、その効果は単なる帳票の自動作成などだけではなく、施工の生産性向上、安全性向上、品質向上などの幅広い範囲に及ぶ。しかし、それを実現するためには、その上流側である「設計」における「測量図」「施工図」が3次元的に電子化さ

れて利用者に提供されることが普及の必須条件である。また、情報化施工に利用されたデータはすなわち構造物を作ったときの「品質」をそのまま示すものであることから、「竣工図」や「管理図」への反映等を通して、構造物の「維持管理」の場面で活用されることが期待されている。

このように、データクリエイトにおける手間やコストをどのくらい軽減するかがキーポイントになる事を除けば、CALSにおけるこのような情報連携性の中で、情報化施工はいわゆる「へそ」の部分を担当しているものであろう。その効果を実証し、よりよい構造物を作る実践的なプロセスであり、またこの情報化の効果を検証しなくてはならないプロセスでもある。この技術を単なる「夢」ではなく、社会に貢献できる技術として育て上げていくことが今後の建設産業の発展につながることを確信している。

### 【筆者紹介】

藤野 健一(ふじの けんいち)  
社団法人日本建設機械化協会  
技師長

上石 修二(あげいし しゅうじ)  
社団法人日本建設機械化協会  
施工技術総合研究所  
研究課長

# 建設機械用語集

- ・建設機械関係業務者一人一冊必携の辞典。
- ・建設機械関係基本用語約2000語(和・英)を収録。
- ・建設機械の設計・製造・運転・整備・工事・営業等業務担当者用辞書として好適。

B5判 200頁 定価2,100円(消費税込):送料600円  
会員1,890円(消費税込):送料600円

## 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8(機械振興会館) Tel.03(3433)1501 Fax.03(3432)0289

■□お知らせ□■

平成18年1月  
業 務 連 絡社団法人 日本建設機械化協会  
会 員 各 位

社団法人 日 本 建 設 機 械 化 協 会

自由民主党に対する平成18年度税制改正に関する要望に  
関する決定について(ご報告)

時下、益々ご清栄のこととお慶び申し上げます。

会員各位におかれましては、平素より当協会の事業活動につきまして、格別のご指導、ご高配を賜り、厚く御礼申し上げます。

さて、当協会では、去る平成17年9月27日、自由民主党に対して平成18年度税制改正について要望書に関係団体と連名で提出致しましたが、平成17年12月15日に決定されました平成18年度税制改正大綱におきまして、以下の2項目が決定されましたのでご報告いたします。(なお、詳細については、自由民主党のホームページで「税制改正大綱」の20、21ページ及び40ページをご覧ください。)

## 1. 中小企業投資促進税制の拡充

### (3) 適用期間の延長

適用期限を2年延長(平成20年3月まで延長)

## 2. 環境関係税制に関する要望

### (1) 環境規制に対応する建設機械所有者への優遇税制の新設

特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律における特定特殊自動車(ブルドーザ等)の固定資産税について特例措置の創設(固定資産税)

## 新機種紹介 広報部会

### ▶ <01> ブルドーザおよびスクレーパ

05-〈01〉-03	新キャタピラー三菱 ブルドーザ（リッパ付） CAT D 8 T ほか	'05.10 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

新型エンジン搭載による環境対応のほか、操作性、居住性、安全性、サービス性などの向上を図ってモデルチェンジした大形ブルドーザ2機種である。国土交通省の排出ガス対策（2次規制）と、EPA（米国環境保護局）およびEUの排出ガス対策（3次規制）に対応するACERT（Advanced Combustion Emission Reduction Technology）エンジンを搭載しており、電子制御による燃料の多段噴射、最適噴射量、最良タイミングを可能にして、燃焼効率アップと排出ガス中の有害物質低減を実現した。高位置スプロケットやボギー構造の足回りでは、確実なけん引力、振動の低減、耐久性アップなどの効果を発揮する。あらかじめ前後進の速度段の組み合わせ設定ができる電子制御トランスミッション、スムーズな押し回し作業や片押し作業、下り坂旋回走行を容易にするフルタイム両トラック駆動のディファレンシャルステアリング、ブレードの反応速度を3段階に切替え可能な電子制御式作業機コントロールなどで作業性を向上している。また、リッパコントロールには自動格納ボタンがあり、サイクルタイムを短縮して生産性を向上している。大形化したROPS/FOPSキャブでは、視界性に配慮してドア形状にも工夫を加えており、車両稼働状況の確認と各種機能設定を画面上で設定できるアドバイザリモニタを装備して、オペレータに合わせた運転操作を可能にしている。

表一 CAT D 8 T ほかの主な仕様

	D 8 T	D 9 T
運転質量 (t)	40.7	50.9
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	231(314)/1,850	306(416)/1,800
ブレード幅×同高さ (m)	3.94×1.69	4.31×1.935
ブレードチルト量 (m)	0.88	1.14
リッパ最大掘削深さ (m)	0.780	0.795
最高走行速度 $F_3/R_3$ (km/h)	0~10.6/0~14.2	0~11.7/0~14.3
接地圧 (kPa)	111	118
最低地上高 (m)	0.615	0.595
全長×全幅×全高 (m)	7.795×3.94×3.46	8.28×4.31×4.00
価格 (百万円)	53.58	73.19

(注) マルチシャンリッパ付を示す。



写真一 新キャタピラー三菱 CAT D 9 T ブルドーザ

### ▶ <02> 掘削機械

05-〈02〉-14	コマツ 油圧ショベル（解体破碎仕様機） PC 300 LC <sub>7</sub> /PC 400 LC <sub>7</sub>	'05.10 発売 応用製品
------------	--	-------------------

厚手の鋼板、形鋼、鋼管、丸鋼、オフロードタイヤ、鉄筋コンクリートなどの切断を可能とする油圧ショベルベースの建築・構造物の解体破碎専用機である。油圧ショベルのブーム先端に取付けたシャアアタッチメントには、固定式と回転機構で刃先の向きを調整できる回転式があり、刃先開閉と回転の2個のペダルによって操作される。ロングクローラを使用し、上部旋回体後部には一体型の増量カウンタウェイトを取付けて作業安定性を確保している。プレッシャライズドキャブ前面にはフルガード（レベルI）を装着し、フロントガラスにはフィルムを貼付けて安全に配慮している。ベースマシンであるPC 300 LC<sub>7</sub>（バケット容量1.4m<sup>3</sup>）とPC 400 LC（バケット容量1.9m<sup>3</sup>）は、国土交通省のエンジン排出ガス対策（2次規制）基準値と低騒音型建設機械基準値をクリアしており、稼働情報管理機能（KOMTRAX）や健康診断システム（EMMS）の搭載と多機能マルチカラーモニタの採用で機械管理を徹底している。また、ラジエタ回りの清掃の容易化、エンジンオイルとフィルタの交換間隔を500hr、作動油とフィルタの交換間隔を1,000hr、給脂間隔

表二 PC 300 LC<sub>7</sub>/PC 400 LC<sub>7</sub>の主な仕様

	PC 300 LC <sub>7</sub>	PC 400 LC <sub>7</sub>
切断能力 先端/元 (t)	215/1,180	223/1,410
シャア開口幅 (m)	0.815	0.890
シャア長さ/刃の奥行 (m)	4.9/0.865	5.56/0.965
機械質量/シャア質量 (t)	39.15/6.3[39.45/6.6]	48.9/7.2[49.2/7.7]
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	180(245)/1,900	246(335)/1,850
最大切断深さ×同半径 (m)	6.30×9.75	6.95×10.75
最大切断高さ (m)	8.5	8.95
作業機最小旋回半径 / 後端旋回半径 (m)	4.60/3.56	5.05/3.61
走行速度 高速/低速 (km/h)	5.5/4.5/3.2	5.5/4.4/3.0
登坂能力 (度)	35	35
全長×全幅×全高 (m)	11.33×3.29×3.45 [11.28×3.29×3.27]	11.97×3.59×3.75 [11.92×3.59×3.475]
価格 (百万円)	見積	見積

(注) シャア固定式(シャア回転式)の書式で示す。



写真二 コマツ「GALEO」PC 300 LC<sub>7</sub> 油圧ショベル（解体破碎仕様機）

新機種紹介

をバケット回り 250 hr, その他 500 hr に延長し, 大容量燃料タンクの装着などでメンテナンス性を向上している。

05-(02)-15	クボタ ミニショベル (後方超小旋回形) U-20-3 S ほか	'05.10 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

狭所作業性, 安全性, 環境対応性などを向上するとともに, 盗難防止 (IC チップ・スタートキーの採用) にも配慮した 6 機種である。U-20-3 S については可変脚仕様も備えており, 狭所進入性など, より狭所作業性を強めている。エンジンは国土交通省の排出ガス対策 (2 次規制) 基準値をクリアするものを採用しており, 防音対策により同省の超低騒音型建設機械にも適合する。4 ポスト ROPS/FOPS キャノピを標準装備 (ROPS/FOPS キャブはオプション) し, エンジンが停止した後も作業機を地上に下ろして安全確保ができるアキュムレータを装備している。そのほか, 安全レバーがロック状態でないとエンジンが始動しないニュートラルスタート機構, 旋回パーキングブレーキ, 走行時に作業機を操作しても蛇行したり速度が変わらない走行直進回路などを採用し, とくに U-30-3 S, U-35-3 S, U-40-3 S, U-50-3 S では, 操作レバーを中立に戻す

と自動的にエンジン回転がアイドルになり, 再び操作レバーを動かすと元の回転数に戻るオートアイドル機構や, アームのかき込み位置を標準バケットとブレードの 2 モードに切替えてできるアームかき込み制限機構を備えている。また, U-40-3 S, U-50-3 S では, エンジンオイルフィルタの交換間隔を 500 hr に延長してメンテナンス性を向上している。



写真—3 クボタ「KINGLEV」U-40-3 S ミニショベル (後方超小旋回形)

表—3 U-20-3 S ほかの主な仕様

	U-20-3 S (可変脚)	U-20-3 S (固定脚)
標準バケット容量 (m <sup>3</sup> )	0.066	0.066
機械質量 (t)	2.08	2.03
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	14(19)/2, 200	14(19)/2, 200
最大掘削深さ×同半径 (m)	2.32×4.14	2.32×4.14
最大掘削高さ (m)	3.88	3.88
バケットオフセット量 左/右 (m)	0.62/0.59	0.62/0.59
最大掘削力 (バケット) (kN)	18.4	18.4
作業機最小旋回半径 / 後端旋回半径 (m)	1.85/0.71	1.85/0.71
ブレード幅×高さ	(1.5/1.3)×0.292	1.4×0.292
走行速度 高速/低速 (km/h)	4.2/2.2	4.2/2.2
登坂能力 (度)	30	30
シュー幅/タンブラ中心距離 (m)	0.25/1.475	0.25/1.475
全長×全幅×全高 (m)	3.845×(1.5/1.3)×2.37	3.845×1.4×2.37
価格 (百万円)	—	3.4545

	U-25-3 S	U-30-3 S
標準バケット容量 (m <sup>3</sup> )	0.080	0.09
機械質量 (t)	2.48	3.05
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	15.5(21)/2, 400	19.9(27)/2, 200
最大掘削深さ×同半径 (m)	2.55×4.51	2.88×4.965
最大掘削高さ (m)	4.40	4.60
バケットオフセット量 左/右 (m)	0.62/0.59	0.635/0.60
最大掘削力 (バケット) (kN)	21.6	26.5
作業機最小旋回半径 / 後端旋回半径 (m)	1.79/0.76	1.95/0.79
ブレード幅×高さ	1.5×0.30	1.55×0.335
走行速度 高速/低速 (km/h)	4.5/2.5	4.6/3.0
登坂能力 (度)	30	30
シュー幅/タンブラ中心距離 (m)	0.30/1.56	0.30/1.665
全長×全幅×全高 (m)	4.10×1.5×2.42	4.485×1.55×2.44
価格 (百万円)	3.822	4.200

	U-35-3 S	U-40-3 S
標準バケット容量 (m <sup>3</sup> )	0.11	0.14
機械質量 (t)	3.42	4.12
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	20.6(28)/2, 300	28.7(39)/2, 200
最大掘削深さ×同半径 (m)	3.135×5.265	3.35×5.755
最大掘削高さ (m)	4.955	5.43
バケットオフセット量 左/右 (m)	0.635/0.60	0.545/0.825
最大掘削力 (バケット) (kN)	27.6	31.8
作業機最小旋回半径 / 後端旋回半径 (m)	1.96/0.85	2.31/0.99
ブレード幅×高さ	1.7×0.335	1.96×0.36
走行速度 高速/低速 (km/h)	4.6/3.0	4.8/2.7
登坂能力 (度)	30	30
シュー幅/タンブラ中心距離 (m)	0.30/1.665	0.40/1.99
全長×全幅×全高 (m)	4.665×1.7×2.44	5.34×1.96×2.54
価格 (百万円)	4.515	5.145

	U-50-3 S
標準バケット容量 (m <sup>3</sup> )	0.16
機械質量 (t)	4.69
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	29.4(40)/2, 245
最大掘削深さ×同半径 (m)	3.56×5.995
最大掘削高さ (m)	5.63
バケットオフセット量 左/右 (m)	0.545/0.825
最大掘削力 (バケット) (kN)	36.5
作業機最小旋回半径 / 後端旋回半径 (m)	2.375/0.99
ブレード幅×高さ	1.96×0.36
走行速度 高速/低速 (km/h)	4.4/2.5
登坂能力 (度)	30
シュー幅/タンブラ中心距離 (m)	0.40/1.99
全長×全幅×全高 (m)	5.51×1.96×2.54
価格 (百万円)	5.6175

(注) (1) U-20-3 S (可変脚仕様) は, 全幅およびブレード幅を (拡幅/縮幅) の書式で示す。

## 建設業の業況

### 1. まえがき

建設投資は引き続き減少するなかで、建設業は依然厳しい環境下にある。そのような中で建設業の業況について直近のデータを交え、その内容について紹介する。

### 2. 建設投資の推移

2005年度の建設投資見通しは、製造業など企業の設備投資と関係する民間非住宅投資が、引き続き増加するにもかかわらず、平成17年度当初予算の政府の一般公共事業費及び地方単独事業費が減

少することにより、前年度比2.7%減の51兆3,300億円となる見込みである(図-1)。

### 3. 全国許可業者数の推移

平成17年3月末現在における建設業法に基づく全国の建設業許可業者数を集計した結果、国土交通大臣許可業者と都道府県知事許可業者を合わせると、全国で562,661業者であり、前年度と比較すると+3,804業者となった。許可業者数が増加したのは、法改正以前からの許可業者で更新期を迎えるものがなくなり、廃業した業者の更新期の許可失効処理が行われないことによるものと考えられる(図-2)。

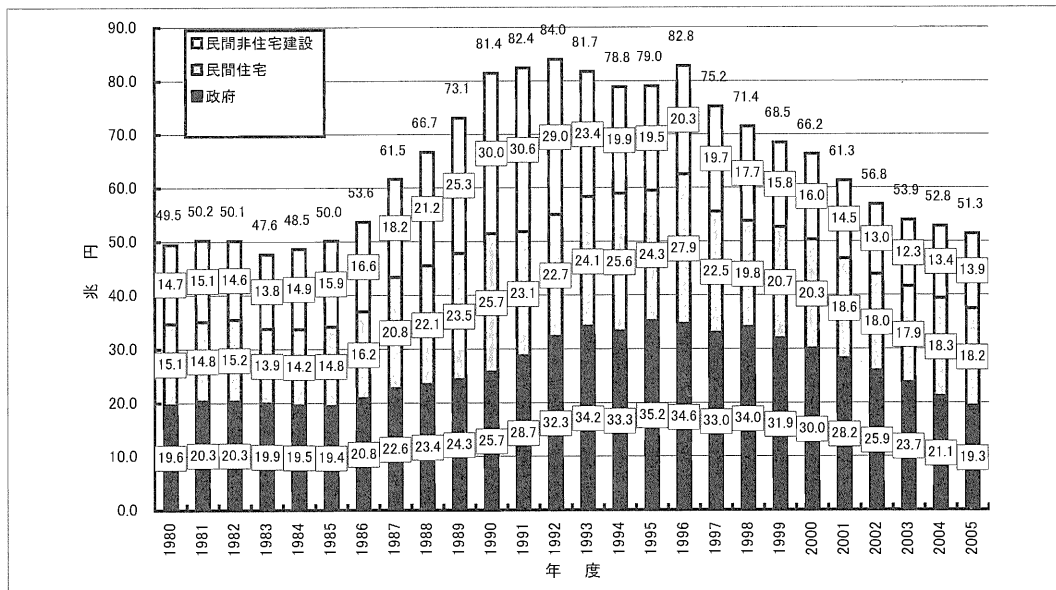


図-1 建設投資推移 (資料出所: 国土交通省)

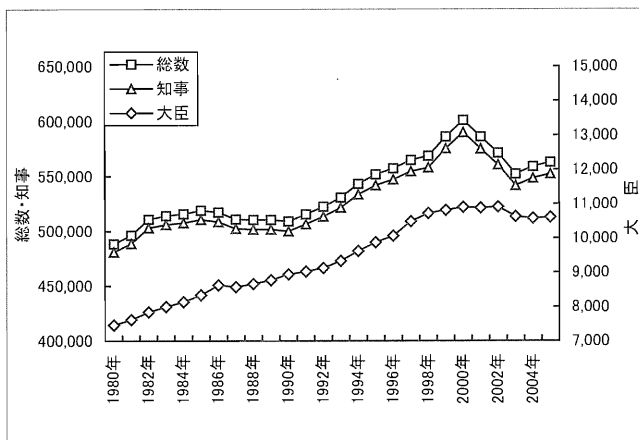


図-2 全国建設業許可業者数 (資料出所: 国土交通省)

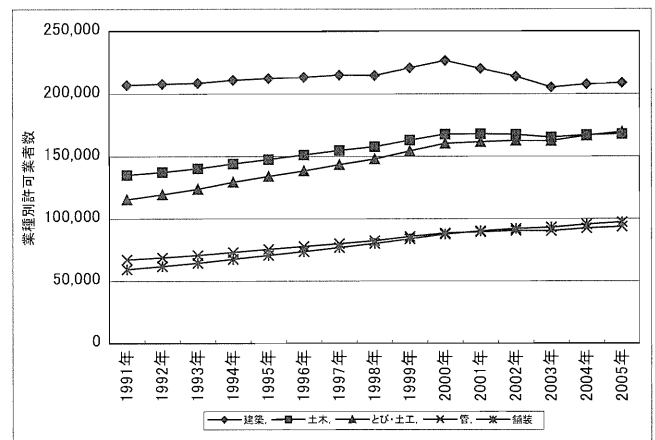


図-3 業種別許可業者数の推移 (資料出所: 国土交通省)

#### 4. 業種別許可業者数の推移

各業種別許可業者数の総数は、1,465,094 業者で、前年同月比 1.8% の増加となっている。全 28 業種中では、建築が 208,833 業者 (0.5% 増)、とび・土工が 169,586 業者 (1.7% 増)、土木が 167,896 業者 (0.4% 増) となり、3 業種で全体の約 37% を占めている (図-3)。

#### 5. 死傷者及び死亡者数の推移

2004 年の死傷者数は全産業において引続き減少し 122,804 名となっているが、この中で建設業の死亡者だけが、5 年振りに 46 名の増加で 594 名となっている。死亡災害の工種別発生状況では、建築、土木共に墜落が 256 名と最も多く、全体の 42.93% を占めている (図-4)。

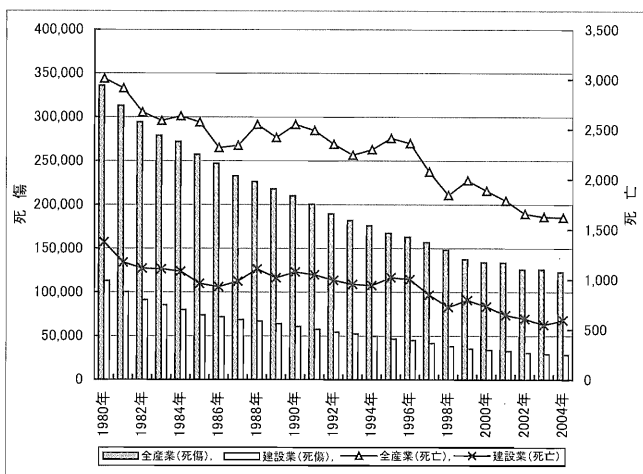


図-4 死傷者、死亡者の推移 (資料出所：建設業労働災害防止協会)

#### 6. 産業別倒産件数の推移

2004 年の全国企業倒産件数 (負債総額 1,000 万以上) は、13,679 件 (前年比 15.8% 減) と 3 年連続の減少となった。また、負債総額は 7 兆 8,176 億 7,500 万円と 4 年連続の減少となった。

産業別では、建設業を含め 10 産業全てで減少したが、建設業は 4,002 件と全産業で最も倒産件数が多かった (図-5)。

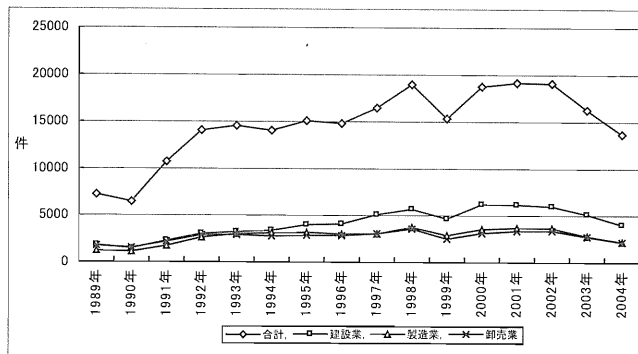


図-5 産業別倒産件数の推移 (資料出所：東京商工リサーチ)

#### 7. 産業別・男女別就業者数の推移

2004 年の就業者総数は前年に比べ 13 万人増加の 6,329 万人となり、7 年振りの増加となった。これに対し建設業では前年に比べ 20 万人減少し、584 万人 (全体の 9.6%) となった (図-6)。

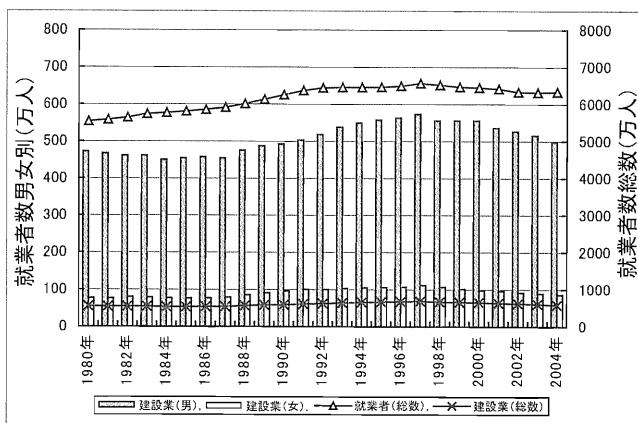


図-6 産業・男女別就業者数推移 (資料出所：総務省)

#### 8. まとめ

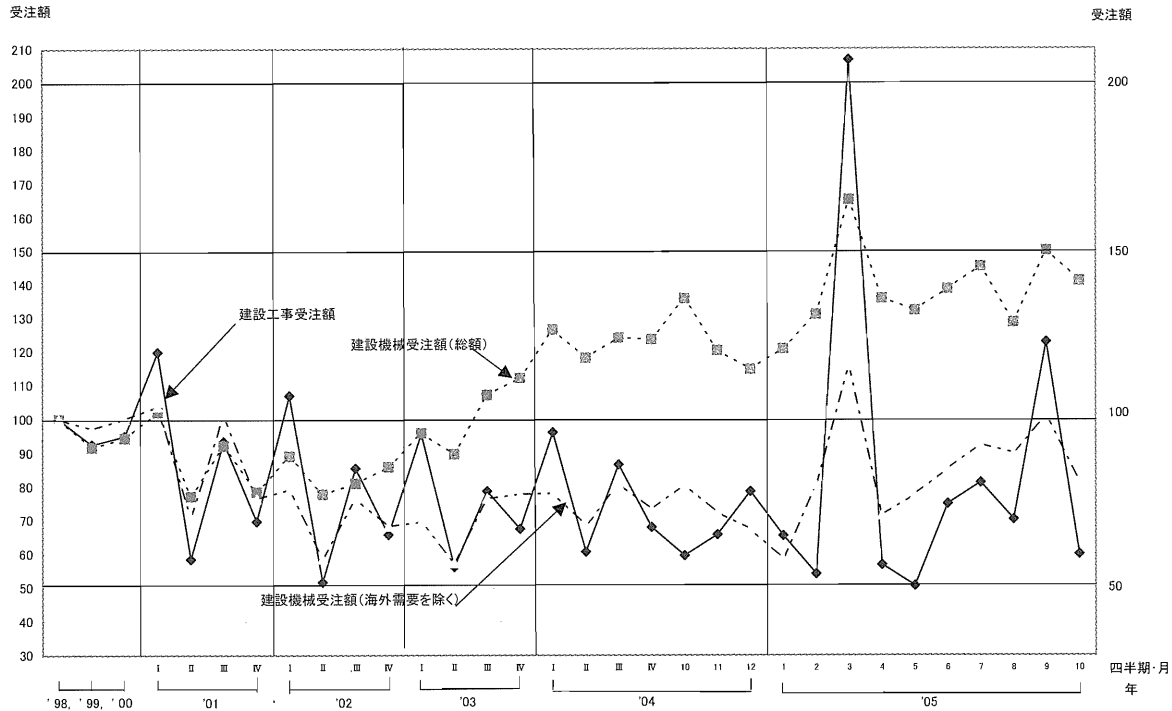
2005 年度の建設投資見通しは、1996 年から 9 年連続して減少し、1985 年から 1986 年頃の建設投資額とほぼ同じとなる見込みであるが、民間非住宅投資見通しに関しては 2 年連続で微増となる見込みで、着実な回復傾向が見られる。

JCMIA

統計

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 1998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26前後) (指数基準 1998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							
1998年	167,747	103,361	16,700	86,662	51,132	4,719	8,535	106,206	61,541	193,823	183,759
1999年	155,242	96,192	12,637	83,555	50,169	4,631	4,250	97,073	58,169	186,191	164,564
2000年	159,439	101,397	17,588	83,808	45,494	6,188	6,360	104,913	54,526	180,331	160,536
2001年	143,383	90,656	15,363	75,293	39,133	6,441	7,153	93,605	49,778	162,832	160,904
2002年	129,862	80,979	11,010	69,970	36,773	5,468	6,641	86,797	43,064	146,863	145,881
2003年	125,436	83,651	12,212	71,441	30,637	5,123	5,935	86,480	38,865	134,414	133,522
2004年	130,611	92,008	17,150	74,858	27,469	5,223	5,911	93,306	37,305	133,279	131,313
2004年 9月	17,059	13,233	2,474	10,759	2,680	551	596	13,021	4,038	137,779	14,195
10月	8,335	5,618	1,194	4,424	2,036	351	330	5,802	2,534	136,400	9,719
11月	9,199	6,602	1,612	4,991	1,904	441	252	6,783	2,416	134,761	10,534
12月	10,984	8,113	1,619	6,494	2,032	469	370	8,456	2,528	133,279	12,491
2005年 1月	9,157	6,510	1,350	5,160	1,564	383	700	6,666	2,492	133,104	9,782
2月	7,565	4,826	997	3,829	1,965	434	340	5,005	2,559	129,801	10,949
3月	28,900	16,277	3,296	12,982	10,169	604	1,849	16,275	12,625	138,632	19,897
4月	7,938	6,566	1,681	4,885	793	406	172	6,105	1,832	137,516	9,018
5月	7,071	5,231	1,221	4,010	1,161	383	295	5,205	1,866	136,004	8,865
6月	10,464	7,729	1,489	6,240	1,768	435	533	7,650	2,814	135,675	10,799
7月	11,348	6,949	1,273	5,677	2,239	416	1,743	7,076	4,272	137,122	9,743
8月	9,830	7,234	1,614	5,621	2,054	416	126	7,153	2,677	136,119	10,925
9月	17,164	12,623	2,111	10,513	3,422	513	605	13,073	4,091	140,240	13,001
10月	8,382	55,60	1,034	4,526	2,057	405	360	5,755	2,627	—	—

建設機械受注実績

(単位:億円)

年 月	'98年	'99年	'00年	'01年	'02年	'03年	'04年	'04年 9月	10月	11月	12月	'05年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
総 額	10,327	9,471	9,748	8,983	8,667	10,444	12,712	1,081	1,169	1,035	987	1,040	1,127	1,422	1,169	1,138	1,193	1,250	1,107	1,292	1,213
海 外 需 要	4,171	3,486	3,586	3,574	4,301	6,071	8,084	644	756	664	641	740	714	829	802	740	756	776	646	775	794
海外需要を除く	6,156	5,985	6,162	5,409	4,366	4,373	4,628	437	413	371	346	300	413	593	367	398	437	474	461	517	419

(注) 1998年~2000年は年平均で、2001年~2004年は四半期ごとの平均値で図示した。  
2004年10月以後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…

(2005年11月1日～30日)

### ■ 機 械 部 会

#### ■ トンネル機械技術委員会・幹事会

月 日：11月1日(火)  
出席者：大坂 衛委員長ほか8名  
議 題：①現場見学会について ②平成17年度分科会活動について

#### ■ 機械整備技術委員会

月 日：11月1日(火)  
出席者：吉田弘喜委員長ほか8名  
議 題：コマツ真岡工場見学会

#### ■ ショベル技術委員会

月 日：11月2日(水)  
出席者：此村 靖委員長ほか10名  
議 題：燃費測定法について

#### ■ 建築生産機械技術委員会・移動式クレーン分科会

月 日：11月2日(水)  
出席者：石倉武久委員長ほか2名  
議 題：EN474-12のC規格作成検討

#### ■ 運営連絡会

月 日：11月8日(火)  
出席者：山口 武部会長ほか10名  
議 題：①運営幹事会報告 ②技術連絡会の議題審議 ③燃費試験標準の改正案審議 ④機械部会活動方針

#### ■ 路盤・舗装機械技術委員会・安全対策分科会

月 日：11月9日(水)  
出席者：小栗賢一分科会長ほか15名  
議 題：路面切削機及びロードスタビライザの安全要求について

#### ■ 路盤・舗装機械技術委員会・安全対策分科会コンクリートカッター部門

月 日：11月10日(木)  
出席者：小栗賢一分科会長ほか9名  
議 題：コンクリートカッターの安全要求事項のJIS案検討

#### ■ トンネル機械技術委員会・未来技術開発分科会

月 日：11月10日(水)  
出席者：森 政嗣分科会長ほか6名  
議 題：①シールド分岐合流関連技術のまとめ ②報告書形式の検討

#### ■ 建築生産機械技術委員会

月 日：11月14日(月)  
出席者：石倉武久委員長ほか3名  
議 題：①各分科会活動報告 ②委員会の活動審議

#### ■ トンネル機械技術委員会・技術研究分科

会

月 日：11月16日(水)  
出席者：福田日出男分科会長ほか5名  
議 題：①長距離・高速施工に関する評価 ②調査現場アンケート実施について ③取りまとめの具体案検討

#### ■ 建築生産機械技術委員会・定置式クレーン分科会

月 日：11月16日(水)  
出席者：三浦 拓分科会長ほか4名  
議 題：プランニング百科の見直し

#### ■ 基礎工事用機械技術委員会・環境対策分科会

月 日：11月17日(木)  
出席者：依田 誠分科会長ほか5名  
議 題：調査報告書の最終審議

#### ■ 基礎工事用機械技術委員会・C規格分科会

月 日：11月17日(木)  
出席者：濱野 衛分科会長ほか10名  
議 題：審議用原案の検討

#### ■ 基礎工事用機械技術委員会・機械技術調査分科会

月 日：11月17日(木)  
出席者：鈴木勇吉分科会長ほか10名  
議 題：技術変遷調査報告書の取りまとめ検討

#### ■ 基礎工事用機械技術委員会・幹事会

月 日：11月17日(木)  
出席者：青柳隼夫委員長ほか6名  
議 題：①平成17年度上期活動結果 ②平成17年度下期活動

#### ■ コンクリート機械技術委員会

月 日：11月17日(木)  
出席者：大村高慶委員長ほか7名  
議 題：コンクリートプラント及びミキサの安全要求事項の審議

#### ■ ショベル技術委員会自走式リサイクル機械分科会

月 日：11月24日(木)  
出席者：小畑裕行リーダほか4名  
議 題：C規格文案の整合性審議

#### ■ トンネル機械技術委員会・さく岩機分科会

月 日：11月28日(月)  
出席者：阿部裕之分科会長ほか3名  
議 題：①C規格条件精査 ②条項精査のフォーマット確認

#### ■ トンネル機械技術委員会・TBM分科会

月 日：11月30日(水)  
出席者：寺田紳一分科会長ほか9名  
議 題：EN815和訳の精査

### ■ 建 設 業 部 会

#### ■ 建設業部会三役会

月 日：11月2日(水)  
出席者：西上雅朗部会長ほか3名  
議 題：①JCMAの今後のありかたについて(要望) ②建設機械の安全提案分科会の進捗状況について ③9月幹事会意見交換のまとめと対応

#### ■ 建設業部会三役会

月 日：11月30日(水)  
出席者：西上雅朗部会長ほか5名  
議 題：①技術の伝承について ②機電技術者の採用について ③ベテラン技術者の定年について ④機械部の存続・配員について

#### ■ 建設機械の安全提案分科会

月 日：11月30日(水)  
出席者：篠原 望分科会長ほか9名  
議 題：①報告書のフォーマットの修正 ②公開基準(案)の審議

### ■ レンタル業部会

#### ■ レンタル業部会レンタル料WG

月 日：11月21日(火)  
出席者：稲留 弘部会長ほか4名  
議 題：損料とレンタル料の関連付けの検討

### ■ 商 社 部 会

#### ■ 商社部会

月 日：11月22日(火)  
出席者：柏 忠信部会長ほか7名  
議 題：①平成17年度上期事業報告 ②商社部会の今後の進め方

### ■ 製 造 業 部 会

#### ■ 作業燃費検討会(製造業部会小幹事会・機械部会作業燃費WG)

月 日：11月22日(火)  
出席者：雨宮信一幹事長、田中利昌リーダほか8名  
議 題：①燃費試験標準(JACMAS)の検討結果 ②今後の進め方について

### ■ 各 種 委 員 会 等

#### ■ 機関誌編集委員会

月 日：11月10日(木)  
出席者：村松敏光委員長ほか11名  
議 題：①平成18年2月号(第672号)・3月号(第673号)の計画 ②平成18年4月号(第674号)の素案

#### ■ 新機種調査分科会

月 日：11月15日(火)  
出席者：渡部 務委員長ほか2名



議 題：①新機種情報の検討 ②技術  
交流討議

■建設経済調査分科会

月 日：11月24日(木)  
出席者：山名至孝委員ほか6名  
議 題：「建設の施工企画」2005年12  
月号の検討

■新工法調査分科会

月 日：11月24日(木)  
出席者：村本利行委員ほか3名  
議 題：新工法調査

… 支部行事一覧 …

■ 北海道支部

■平成17年度除雪機械技術講習会(第5回)

月 日：11月1日(火)  
場 所：函館市, ホテルオークランド  
受講者：230名  
内 容：①除雪計画 ②施工方法 ③  
VTR「北海道の除雪機械」④冬の交  
通安全 ⑤除雪の安全施工 ⑥除雪機  
械の取扱い

■平成17年度除雪機械技術講習会(第6回)

月 日：11月8日(火)  
場 所：釧路市・釧路市観光国際交流  
センター  
受講者：280名  
内 容：第5回と同じ

■第3回広報部会広報委員会

月 日：11月11日(金)  
出席者：林 勝義委員長ほか7名  
議 題：支部だよりの発行について

■平成17年度除雪機械技術講習会(第7回)

月 日：11月22日(火)  
場 所：札幌市・北海道教育会館ホテ  
ルユニオン  
受講者：251名  
内 容：①札幌市の除雪事業 ②貸与  
機械の取扱い ③除雪作業と交通安全  
④除雪トラックとブラウ系装置 ⑤  
ロータリ除雪車 ⑥除雪グレーダ ⑦  
除雪ローダ ⑧凍結防止剤散布機械

■平成17年度除雪機械技術講習会(第8回)

月 日：11月25日(金)  
場 所：札幌市・北海道教育会館ホテ  
ルユニオン  
受講者：324名  
内 容：①除雪計画 ②施工方法 ③

VTR「北海道の除雪機械」④冬の交  
通安全 ⑤除雪の安全施工 ⑥除雪機  
械の取扱い

■ 東北支部

■除雪講習会仙台会場開催

月 日：11月4日(金)  
場 所：仙台  
受講者：200名

■第3回新技術情報交換会

月 日：11月9日(水)  
参加者：122名  
場 所：仙台市国際センター特殊現場  
見学会・新技術交換会等について協議

■広報部会

月 日：11月10日(木)  
出席者：山田仁一広報部長ほか3名  
議 題：支部たより147号の編集

■中国支部・除雪講習会講師派遣

月 日：11月22日(火)  
派遣講師：(東北支部建設機械部会)山  
田一彦氏・阿部新治氏  
場 所：鳥取県倉吉市「伯耆しあわせ  
の郷」

■EE東北作業部会

月 日：11月28日(月)  
出席者：遠藤 糾事務局長  
場 所：宮城県建設業会館  
議 題：①平成17年度決算報告 ②  
平成18年度実施方針ほか

■ 北陸支部

■新潟地区現場見学会

月 日：11月2日(水)  
場 所：横川ダム及び飯豊山系砂防玉  
川砂防施設現場  
参加者：28名

■西部地区現場見学会

月 日：11月10日(木)  
場 所：中部縦貫自動車道～高山清見  
道路工事現場  
参加者：20名

■除雪機械管理施工技術講習会

下記の8会場で講習会を実施した。  
・長岡会場  
月 日：11月9日(水)  
場 所：ハイブ長岡  
講 師：長岡国道事務所・川合忠夫管  
理第一課長ほか  
受講者：155名

・魚沼会場

月 日：11月11日(金)  
場 所：湯ノ谷地域振興センター  
講 師：新潟トランス・坂野 孝氏

ほか

受講者：242名

・上越会場

月 日：11月15日(火)  
場 所：上越商工会議所  
講 師：高田河川国道事務所・西山和  
則機械課長ほか  
受講者：98名

・安塚会場

月 日：11月17日(木)  
場 所：安塚コミュニティプラザ  
講 師：中日本キャタピラー三菱建機  
販売(株)・松田興四雄氏ほか  
受講者：43名

・新潟会場

月 日：11月22日(火)  
場 所：新潟建設会館  
講 師：(株)日本除雪機製作所・豊田  
正史氏ほか  
受講者：81名

・新発田会場

月 日：11月24日(木)  
場 所：新発田市カルチャーセンター  
講 師：コマツ新潟(株)・谷口 充氏  
ほか  
受講者：62名

・富山会場

月 日：11月29日(火)  
場 所：ボルファート富山  
講 師：富山河川国道事務所・安部友  
則事務所長ほか  
受講者：242名

・金沢会場

月 日：11月30日(木)  
場 所：石川県地場産業振興センター  
講 師：石川県警察本部・武淵純夫交  
通企画課補佐ほか  
受講者：124名

■ 中部支部

■平成17年度秋季講演会

月 日：11月2日(水)  
会 場：通信会館ユニオンホール  
参加者：約210名  
内 容：①「中越地震災害と復興」：  
((財)砂防・地すべり技術センター理  
事長)池谷 浩 ②「道の文化史」：  
((財)国土技術研究センター理事長)  
大石久和

■部会長・副部会長会議

月 日：11月7日(月)  
会 場：昭和ビル会議室  
参加者：川西光照企画部会長ほか13  
名  
議 題：①平成17年度上半期事業報

告 ②平成 17 年度上半期経理概況報告の確認

#### ■施工部会

月 日：11月8日(火)

出席者：梅田佳男事務局長ほか道路除雪講習会講師6名

議題：平成 17 年度道路除雪講習会の実施要領等について講師打合せ

#### ■広報部会

月 日：11月8日(火)

出席者：西脇恒夫副部長ほか9名

議題：中部支部だより No. 65 編集会議

#### ■建設技術フェア 2005 in 中部出展

月 日：11月17日(木)～18日(金)

会場：名古屋ドーム

出展者・出展技術：255件

来場者：12,500名

#### ■運営委員会開催

月 日：11月22日(火)

会場：中日パレス

参加者：土屋功一支部長ほか19名

議題：①平成 17 年度上半期事業報告 ②平成 17 年度上半期経理概況報告

#### ■道路除雪講習会開催

月 日：11月28日(月)

会場：飛騨・世界生活文化センター

参加者：61名

内容：①冬期における道路管理について(国土交通省高山国道事務所事業対策官) 田中 信一 ②映画「豪雪地の除雪テクニック」ビデオ上映 ③中部地方の冬期の気象について((財)日本気象協会) 與語 基宏 ④各除雪用機械の施工法と構造機能・故障原因とその対策について座学及び実機による指導(講師：各メーカー技術員)

### ■ 関 西 支 部

#### ■第 38 回建設施工映画会

月 日：11月1日(火)

場所：建設交流館 8F グリーンホール

参加者：104名

上映映画：ビデオ本数 10本

#### ■部会長会議

月 日：11月8日(火)

出席者：星野 満支部長ほか11名

議題：①部会活動計画について ②各部会毎の交流について ③部会運営における課題及び問題点について

#### ■広報部会・編集委員会

月 日：11月9日(水)

出席者：名竹利行部会長, 三村邦有編

集委員長ほか11名

議題：①JCMA 関西第 88 号の編集について ②17 年度活動内容について

#### ■企画部会

月 日：11月15日(火)

出席者：松本克英部会長ほか10名

議題：①平成 17 年度上半期事業報告 ②平成 17 年度上半期経理概況報告 ③平成 17 年度事業執行計画

#### ■シールド技術分科会シールド工事の現場見学会

月 日：11月24日(木)

参加者：河田巖分科会長ほか12名

工事名：京都府桂川右岸流域下水道幹線管渠工事

場所：大林・鴻池・三井住友・ケイコン JV 桂川工事事務所

#### ■運営委員会

月 日：11月25日(金)

出席者：星野 満支部長ほか38名

議題：①平成 17 年度上半期事業報告について ②平成 17 年度上半期経理概況報告について

#### ■建設インキュベーション委員会

月 日：11月28日(月)

出席者：建山和由委員長ほか9名

議題：①下水汚泥処理のニーズと最近の技術動向について(大阪市都市環境局下水道部) 山本 善久 ②新技術に関する文献調査

#### ■建設災害公害分科会

月 日：11月28日(月)

出席者：金田一行分科会長ほか5名

議題：①平成 17 年度の活動内容と今後の進め方について ②平成 18 年度活動計画について

#### ■広報部会編集委員会

月 日：11月29日(火)

出席者：安田佳央新編集委員長ほか7名

議題：JCMA 関西第 88 号の編集・校正について

### ■ 中 国 支 部

#### ■運営委員会

月 日：11月14日(月)

場所：八丁堀シャンテ会議室

出席者：中村秀治支部長ほか33名

議題：①平成 17 年度上半期事業報告書 ②平成 17 年度上半期経理概況報告書 ③平成 17 年度下半期行事予定 ④報告事項(中期事業計画策定体制・みるきくふれる国土建設フェア出展報告)

#### ■道路除雪講習会

月 日：11月22日(火)

場所：伯耆しあわせの郷大研修室

参加者：62名

内容：①冬季道路交通確保と除雪計画・路面凍結対策(東北支部建設機械部会) 阿部新治 ②除雪機械による道路除雪(除雪機械と除雪工法・除雪機械取扱い・除雪作業の安全対策)(東北支部建設機械部会) 山田一彦

### ■ 四 国 支 部

#### ■親睦ソフトボール四国大会

月 日：11月13日(日)

場所：高松市・四国電力屋島グラウンド

参加チーム：8チーム

#### ■運営委員会

月 日：11月14日(月)

場所：高松市・マリンパレスさぬき

出席者：望月秋利支部長ほか36名

議題：①組織改変等に伴う役員変更に関する件 ②平成 17 年度上半期事業報告に関する件 ③平成 17 年度上半期経理概況報告に関する件 ④平成 17 年度下半期事業計画(案)に関する件 ⑤懇談会設置(大規模災害発生時の支部対応策)に関する件

#### ■見学会

月 日：11月29日(火)

見学先：LP ガス国家備蓄基地建設現場(今治市)

参加者：23名

### ■ 九 州 支 部

#### ■建設行政講演会

月 日：平成 17 年 11 月 17 日

受講者：古川恒雄支部長ほか85名

演 題：①国土交通行政の最近の動向・話題 ②河川行政の最近の動向 ③道路行政の最近の動向

#### ■第 9 回企画委員会

月 日：平成 17 年 11 月 30 日

出席者：古川恒雄支部長ほか18名

議題：①秋季運営委員会の運営 ②支部の広報(HP, 支部ニュース) ③災害時の応急対策業務協定

#### ■秋季運営委員会

月 日：平成 17 年 11 月 30 日

出席者：古川恒雄支部長ほか45名

議題：①平成 17 年度上半期事業報告の件 ②平成 17 年度上半期経理概況報告の件

## 編集後記

新年あけましておめでとうございます。

去年は、愛地球博でたくさんのロボットがお披露目されたり、JAXA(宇宙航空研究開発機構)の上げた探査機が小惑星イトカワに到達して表面のサンプル採取のミッションを行うなど、昔は夢であった技術が現実近づいていることが実感できる年でした。まだまだ本番でうまく動かなかったり失敗したりすることも多く、それだけ困難なことにチャレンジしていることの現れと思います。

また、去年は痛ましい事故や犯罪、災害が多発した年でもありました。電車がマンションに激突した事故、梅雨前線や台風による豪雨の被害、児童を対象とした凶悪な犯罪、建築の耐震強度偽装など、想定外と言える多くの事件や犯罪の記憶が残っています。この冬は暖冬と言われていたのに、去年の暮れには12月には珍しく寒波が何度も来襲して全国各地に記録的な大雪を降らせ、停電や都市機能のまひなどの被害を与えました。

今年は、個人消費も復調傾向にあり安定的な景気回復が続くと見込まれていて、大変明るい年になると考えられます。本号では新春企画として、建設機械メーカーと建設会社の先輩から現場のベテラン、若い女性のオペレータの方まで建設の様々な仕事に携わっている7名の方々に参加していただき座談会を開催しました。特にテーマは設けずにこれまで経験されたことや日ごろ思っていることなどをざっくばらんに話していただきました。誌面の都合もあり座談会の全てを掲載することはできませんでしたが、参加者は皆建設という仕事が好きで、誇りとやりがいを持っていることが伝わってくると思います。建設は3Kと言われる大変な仕事ですが、実際の経験を通じたいろいろな話を聞くことは大変楽しく有意義な座談会でした。

最後になりましたが、本特集号のためにご多忙中にもかかわらずご執筆頂いた方々と座談会に参加して頂いた方々に厚く御礼申し上げますとともに、本年も会員および読者の方々のご健勝と益々のご活躍を心からお祈り致します。

(金津・星野)

## 機関誌編集委員会

### 編集顧問

浅井新一郎	石川 正夫
今岡 亮司	上東 公民
岡崎 治義	加納研之助
桑垣 悦夫	後藤 勇
佐野 正道	新開 節治
関 克己	高田 邦彦
田中 康之	田中 康順
塚原 重美	寺島 旭
中岡 智信	中島 英輔
橋元 和男	本田 直史
渡邊 和夫	

### 編集委員長

村松 敏光

### 編集委員

清水 純	国土交通省
西園 勝秀	国土交通省
照井 敏弘	農林水産省
夏原 博隆	鉄道・運輸機構
岩本 弘之	中日本高速道路
新野 孝紀	首都高速道路
坂本 光重	本州四国連絡高速道路
平子 啓二	水資源機構
吉村 豊	電源開発
松本 敏雄	鹿島
和田 一知	川崎重工業
岩本雄二郎	熊谷組
嶋津日出光	コベルコ建機
金津 守	コマツ
山崎 忍	清水建設
村上 誠	新キャタピラー三菱
星野 春夫	竹中工務店
銅冶 祐司	東亜建設工業
中山 努	西松建設
森本 秀敏	日本国土開発
芥藤 徹	NIPPO
梅本 慶三	ハザマ
三柳 直毅	日立建機
岡本 直樹	山崎建設
庄中 憲	施工技術総合研究所

### 2月号「環境特集 温暖化に向けて(大気汚染防止・軽減)」予告

- ・排ガス新法
- ・排ガス規制の世界動向と建設機械メーカーの技術動向
- ・黒煙除去装置(DPF)
- ・風力発電による地球温暖化対策
- ・環境に配慮した発電機
- ・省燃費運転研修会開催によるCO<sub>2</sub>排出量削減
- ・二酸化炭素を利用する工業用トリジェネレーションシステムの技術開発
- ・下水汚泥熱分解ガス化発電システム
- ・環境に配慮した鉄道建設

### No.671「建設の施工企画」 2006年1月号

(定価) 1部840円(本体800円)  
年間購読料9,000円

平成18年1月20日印刷

平成18年1月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 小野 和日児

印刷所 株式会社 技報堂

### 発行所 社団法人日本建設機械化協会

〒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 静岡県富士市大淵 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 〒980-0802 仙台市青葉区二日町 16-1	電話 (022) 222-3915
北陸支	部 〒950-0965 新潟市新光町 6-1	電話 (025) 280-0128
中部支	部 〒460-0008 名古屋市中区栄 4-3-26	電話 (052) 241-2394
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 〒810-0041 福岡市中央区大名 1-8-20	電話 (092) 741-9380