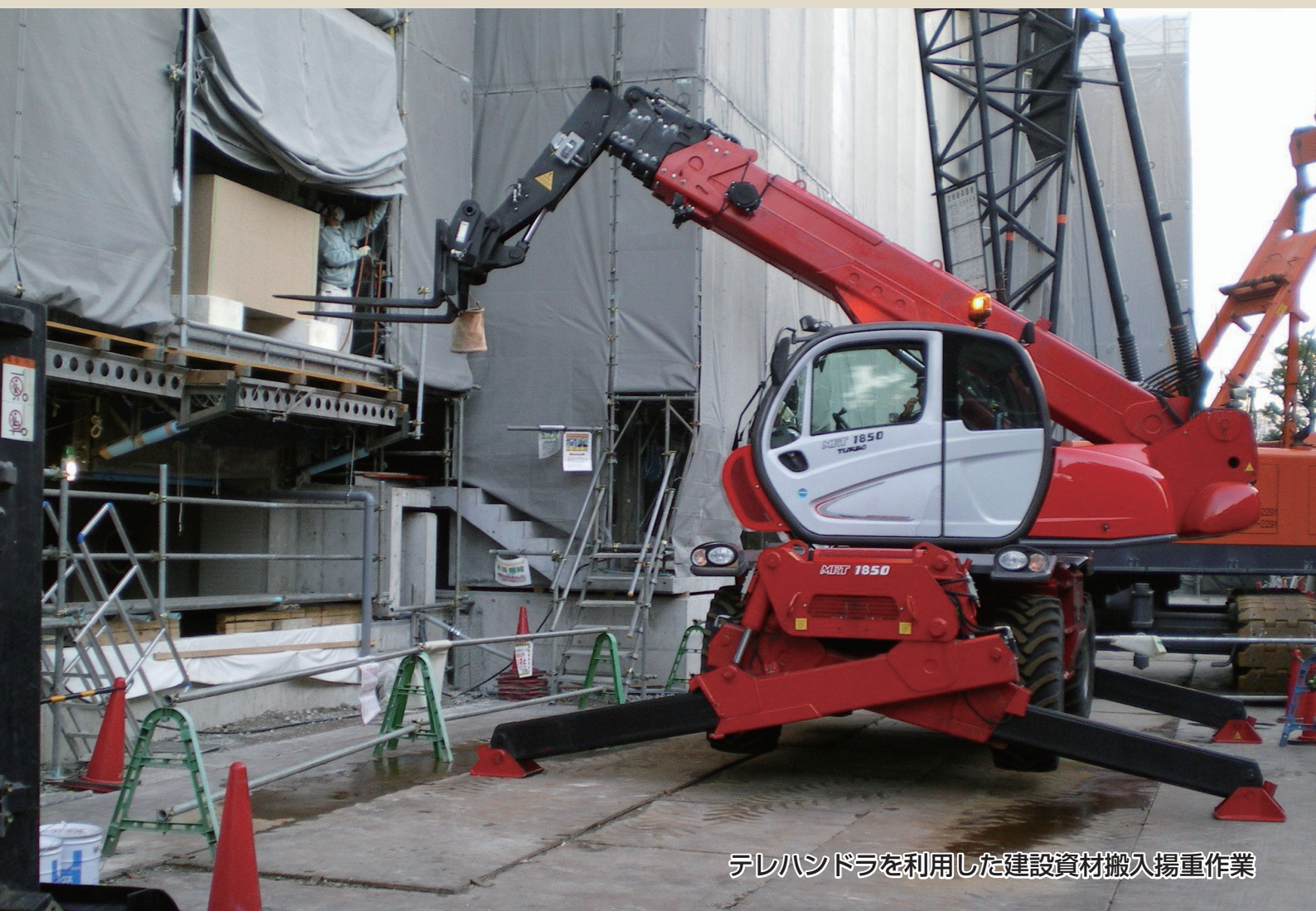


建設の施工企画 5

2011 MAY No.735 JCMMA



テレハンドラを利用した建設資材搬入揚重作業

建築 特集

- 住宅・建築物の低炭素化に向けた取り組みの方向性
- ZEBを巡る最近の政策動向
- 韓国における建設自動化・ロボットの未来に向けた挑戦
- 設計基準強度 $F_c=200\text{N/mm}^2$ のプレキャストコンクリート柱を使用した設計・施工事例
- 既存超高層建物の長周期地震動対策技術の開発と適用
- ICTによる建築設備工事の合理化
- CFT充填管理システムの開発
- 東京スカイツリー®の超高層タワーを礎える節付き壁杭
- 大工道具と匠の技
- 多機能重機テレハンドラの日本建設市場における可能性

社団法人 日本建設機械化協会

情報化施工研修会のご案内 ～ICT建設施工の実地研修～

ICTを活用した新しい施工技術である情報化施工は、施工品質の向上や熟練度に左右されない高い精度の施工などを実現する方法として、更なる普及が期待されています。2008年7月、国土交通省が設置した『情報化施工推進会議』は、「情報化施工推進戦略」を提言しましたが、その中でも「人材育成」が非常に重要であることを指摘しています。

(社)日本建設機械化協会は、3次元データを利用した建設機械制御等に関する実践的な教育により、情報化施工に対応できる技術者を育成することを目的として、「情報化施工研修会」を開催しております。次回の研修会は下記日程で実施することとしておりますので、研修生の募集についてご案内申し上げます。

記

1. 開催日程：

平成23年 6月16日(木)～17日(金)
平成23年 7月21日(木)～22日(金)

2. 主 催：社団法人 日本建設機械化協会

3. 場 所：(社)日本建設機械化協会施工技術総合研究所（静岡県富士市大淵3154） 『情報化施工・安全教育研修センター』

4. 対 象：建設現場管理者、建設機械オペレーター、その他マシンコントロール（MC）、マシンガイダンス（MG）、トータルステーション（TS）による出来形管理の体験あるいは習得を希望する方。

5. 研修会のコース

コース名	研 修 目 標	受講費用	備 考
体験コース (1日間) 定員:20名	○情報化施工の概要を把握する ○TSによる出来形管理用データを作成し、実習により出来形管理の基本を習得する	<u>20,000円/人</u>	OCPDS認定研修(6unit) ○開催期間の初日の1日
実務コース (2日間) 定員:20名	○設計図面を読みMC、MG用データ作成をマスターする ○測量データを利用しデータ作成、出来形管理の基本を習得する ○実機を用いた実習によりMC、MG施工の基本を習得する	<u>88,000円/人</u>	OCPDS認定研修(14unit) ○研修用パソコンの利用(一人1台) ○「研修修了証」を発行 ○(独)雇用・能力開発機構のキャリア形成促進助成金制度に基づき、受講料及び賃金の助成を受けられる場合がありますので、雇用・能力開発機構都道府県センター等でご確認いただくことをお勧め致します。

- ・受講資格は特にありませんが、「車両系建設機械(整地・運搬・積み込み用及び掘削用)運転技能講習」修了者であれば、施工機械の運転が可能です。
- ・体験コースを既に受講した方が**実務コース**を再受講する場合、68,000円/人で受講できます。
- ・受講費用には、建機・機材のレンタル費、パソコンの利用、傷害保険、テキストなどの費用が含まれています。宿泊費、食事代は含みません。
- ・ヘルメット、安全チョッキは当方で準備します。なお、実習の際は安全靴の着用をお願いします。
- ・諸般の事情により内容を変更する場合があります。

平成23年3月11日に発生しました「東日本大震災」により被災された皆様には心よりお見舞い申し上げますとともに、一日も早い復旧をお祈りいたしております。

平成23年度「建設施工と建設機械シンポジウム」

—— 社会を支える建設施工と建設機械 ——

論文・ポスターセッション発表の募集

1. 会 期：2011年(平成23年)11月30日(水)～12月1日(木)

2. 会 場：機械振興会館（東京都港区芝公園3-5-8）
B2ホール、地下3階研修1、2号室、B3-2

3. 主 催：社団法人 日本建設機械化協会

4. 後 援：(順不同・予定)

国土交通省、経済産業省、独立行政法人土木研究所、公益社団法人土木学会、公益社団法人地盤工学会、
社団法人日本機械土工協会、一般社団法人日本機械学会、一般社団法人日本測量機器工業会、
社団法人日本建設機械工業会、
(株)建設機械新聞社、(有)建設機械新報社、(有)産業機械新聞社、(株)日刊建設工業新聞社、
(株)日刊建設産業新聞社、(株)日刊建設通信新聞社、(株)日刊工業新聞社、フジサンケイビジネスアイ
※土木学会 継続教育(CPD)プログラム認定申請予定

5. 主 旨

本協会では、“建設機械と施工法”に関する技術の向上を目的に、技術開発、研究成果の発表の場として、「建設施工と建設機械シンポジウム」を毎年開催しております。

本年度も建設施工と建設機械分野の技術者や研究者相互の情報交換と技術力の研鑽の場を提供すべく、「社会を支える建設施工と建設機械」をテーマにシンポジウムを開催することになりました。このシンポジウムでは、下記の6つのテーマについて広く発表論文の募集を行うとともに、昨年度に引き続き幅広い参画を目的として、ポスターセッションの募集も併せて行います。また、優秀な論文、ポスターに対しては優秀論文賞、優秀ポスター賞として表彰する予定です。

本シンポジウムを建設施工と建設機械に関係する技術者の資質向上の場としてはもとより、産官学あるいは異業種間の交流連携の場としてなお一層活用して頂けることを期待しております。

以上の主旨と内容をご理解頂き、関連する各分野からの論文発表会、ポスターセッションに参加頂きますようご案内申し上げます。

6. 論文募集内容

論文は、建設施工と建設機械に関する下記の項目のいずれかに該当する内容で応募頂いております。

なお、今回は昨年8月に国土交通省より「情報化施工技術の一般化・実用化の推進」が出されたことから、特に情報化施工の推進に関わる発表を歓迎します。

また、3月11日に発生しました「東日本大震災」を受け、これからの復旧・復興に寄与する技術や工法に関する発表も歓迎します。

- (1) 災害、防災、復旧・復興
- (2) ICTの利活用
- (3) 品質確保とコスト縮減
- (4) 環境保全、省エネルギー対策
- (5) 安全対策
- (6) 維持・管理・補修

7. 論文募集要領

(1) 論文発表申込：「申込書1」により提出して下さい。

※「申込書1」は、当協会ホームページ(<http://www.jcmanet.or.jp/>)からダウンロードが出来ます。

- (2) **論文アブストラクト提出締切日：平成23年5月31日（火）（事務局必着厳守）**
- (3) 提出されたアブストラクトを審査の上、採用決定論文については後日、本論文の作成を依頼します。
（本論文の提出締切りは8月31日（水）の予定です。）
- (4) 本論文は、4頁、6頁を標準とするが、2頁も可とする。その構成（目的、方法、結果と考察、結論）、文章及び図表は学術論文に準じて下さい。なお、本文は本論文作成依頼の際に同送いたします
当協会『論文執筆要項』に従って頂きます。
- (5) 論文発表時間：17分／編（発表：14分、質疑・応答：3分）

8. ポスターセッション募集内容

ポスターセッションの発表内容は、6. 論文募集内容の6項目に準ずるものとし、以下のうち一つに該当するもので応募頂いております。

- ① より活発な意見交換が望まれる研究成果（研究途上成果を含む）[学生研究発表等]
- ② 新規開発技術・製品の発表、紹介[ベンチャー企業の技術開発成果等]
- ③ 既発表であっても有用性の高い（参加者への周知が望ましい）成果[技術審査証明事業等]
- ④ 最近関心が高まっている特定課題（環境対策、情報化施工、省エネ対策技術）

9. ポスターセッション募集要領

- (1) 発表申込：**「申込書2」**により提出して下さい。
※「申込書2」は、当協会ホームページ(<http://www.jcmanet.or.jp>)からダウンロードが出来ます。
- (2) **ポスターセッションアブストラクト提出期限：平成23年5月31日（火）（事務局必着厳守）**
- (3) 提出されたアブストラクトを審査の上、採用の可否を決定し通知します。ポスター、必要機器等は発表当日持込みとなります。
- (4) ポスターサイズはA0版（縦1189×横841mm）1枚とします。レイアウト上、ポスターの上端から100mm幅の帯を左端から右端まで通して設け、その範囲内に表題、発表者氏名を記入して下さい。
- (5) ポスター前には長机を用意しますので、パンフレット、模型、ノートPC（バッテリー駆動）等による補助的なプレゼンテーションも可とします（必要機材は発表者側で準備してください）。
- (6) 発表時間：1日目 9:30～17:00（内、コアタイム1時間）
2日目 9:30～14:00
- (7) 募集数：20編程度

10. 表彰

(1) 論文

審査委員会による論文査読審査・発表状況審査を経て、優秀な論文に対し、優秀論文賞として表彰いたします。

なお、優秀論文は平成24年度（社）日本建設機械化協会会長賞の候補といたします。

(2) ポスター

実行委員会委員による発表内容の総合的な審査を経て、優秀なポスターに対し、優秀ポスター賞として表彰いたします。

11. 参加費：論文、ポスターセッション発表者は無料で参加頂けます（論文集等の資料は有料の予定です）。

12. 注意事項

審査の結果により、発表頂けない場合がありますので予めご了承願います。

また、審査の結果により、発表方法（論文発表、ポスターセッション発表）の変更をお願いすることがありますので予めご了承願います。

さらに、論文の提出時に著作権譲渡書を預託頂き、委員会にて採用が決定した場合は当該譲渡書を提出したものとさせていただきます。

◆ 問合せ先、送付先

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

社団法人 日本建設機械化協会 シンポジウム実行委員会事務局（担当：両 角）

TEL:03-3433-1501 FAX:03-3432-0289

(申込書1)

締切:5月31日(火)(厳守)

平成23年度 建設施工と建設機械シンポジウム
論文発表申込書

タイトル				
本論文頁数	() 2頁	() 4頁	() 6頁	
発表者	ふりがな			
	氏 名			
	E-mail アドレス			
共同研究者				(注) 共同研究者は2名までとする
(官公庁 / 学校 / 会社) 名				
申込者名			部署名	
E-mail アドレス				
住 所	〒			
	T E L		F A X	
論文の要旨(アブストラクト)をご記述ください。(400字程度)				
テーマ区分(○で囲む)	論文募集内容 (1) (2) (3) (4) (5) (6)			

事務局 FAX 03-3432-0289

E-mail: morozumi@jcmanet.or.jp (出来る限り電子ファイル、電子メールでの送付をお願いします)

(申込書2)

締切:5月31日(火)(厳守)

平成23年度 建設施工と建設機械シンポジウム ポスターセッション発表申込書

[illegible]

事務局 FAX 03-3432-0289

E-mail: morozumi@jcmanet.or.jp (出来る限り電子ファイル、電子メールでの送付をお願いします)

「国際大ダム会議第 80 回年次例会及び第 24 回大会」への出展募集

社団法人 日本建設機械化協会

1. 趣旨

国際大ダム会議第 80 回年次例会及び第 24 回大会が 2012 年に京都で開催されます。

この会議は、水に関する諸問題の解決と地球温暖化への対応に向け、世界 90 カ国のダム・河川関係者が一同に会して討議する重要な会議です。

この会議の一環として、展示ブースが設置されることとなっており、当協会においても出展を行います。

そのため、当協会の展示ブースにパネル展示を希望される会員様を募集致します。

大会の概要は、<http://icold2012kyoto.org/j/index.html> をご覧下さい。

2. 募集内容

1) 展示パネルサイズ

概ね A 1 パネル(横594mm×縦841mm)を基本とします。

2) 利用料 (A 1)

30,000 円／枚 (消費税込み)

3) お申込期限

平成 23 年 8 月 1 日 (月)

3. 展示概要

1) 日時

平成 24 年 6 月 5 日 (火) ～8 日 (金) (4 日間) 9 : 00～18 : 00
(但し、6 月 8 日は 9 : 00～13 : 00)

2) 場所

国立京都国際会館 イベントホール

<http://www.icckyo.or.jp/jp/guide/event.html>

3) 展示ブース (1 ブース) の大きさ

3.0m×3.0m×2.5m (幅×奥行き×高さ)

4. お問い合わせ・申込先

(社)日本建設機械化協会 白鳥

TEL : 03-3433-1501 FAX : 03-3432-0289

e-mail : shiratori@jcmnet.or.jp

橋梁架設工事及び設計積算業務の必携書

橋梁架設工事の積算

平成 23 年度版

∞ ∞ ∞ 改訂・発刊のご案内 ∞ ∞ ∞

平成 23 年 4 月 社団法人 日本建設機械化協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

平素は当協会の事業推進について、格別のご支援・ご協力を賜り厚く御礼申し上げます。

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準が改正され、平成 23 年 4 月以降の工事費の積算に適用されることに伴い、また近年の橋梁架設工事の状況、実績等を勘案し、当協会では「橋梁架設工事の積算 平成23年度版」を発刊することと致しました。

なお前年度版同様、橋梁の補修・補強工事の積算に際し、その適用範囲や積算手順をわかりやすく解説した「橋梁補修補強工事積算の手引き 平成23年度版」を別冊(セット)で発刊致します。

つきましては、橋梁架設工事の設計積算業務に携わる関係各位に是非ご利用いただきたくご案内申し上げます。

敬 具

◆内容

平成 23 年度版の構成項目は以下のとおりです。

- 〈本編〉第 1 章 積算の体系
- 第 2 章 鋼橋編
- 第 3 章 P C 橋編
- 第 4 章 橋梁補修
- 第 5 章 橋梁架設用仮設備機械等損料算定表
- 〈別冊〉橋梁補修補強工事 積算の手引き
- (補修・補強工事積算の適用範囲・手順の解説)



◆改訂内容

平成 22 年度版からの主な改訂事項は以下のとおりです。

1. 鋼橋編

- ・セッティングビーム工追加 (歩掛設定)
- ・製作工労務単価、間接労務費率の変更に伴う架設用の製作部材単価改訂
- ・積算例題の見直し

2. P C 橋編

- ・支保工関連
 - 仮設材賃料、損料算定式、供用日数補正方法、及び積算例の追加
- ・トラッククレーン架設の適用範囲拡大と据付条件の追加
- ・橋台・橋脚回り足場ブラケット歩掛の追加
- ・枠組足場日当り賃料、基本料の追加

● B 5 判／本編約 1,100 頁 (カラー写真入り)
別冊約 120 頁 セット

● 定価
非会員：8,400 円 (本体 8,000 円)
会 員：7,140 円 (本体 6,800 円)

※ 別冊のみの販売はいたしません。

※ 学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※ 送料は会員・非会員とも
沖縄県以外 600 円
沖縄県 450 円 (但し県内に限る)

※ なお送料について、複数又は他の発刊本と同時に申込みの場合は別途とさせていただきます。

● 発刊予定 平成 23 年 5 月

『建設機械施工ハンドブック』

—— 建設機械の最新技術と施工法が同時に学べる ——

改訂4版発刊のご案内

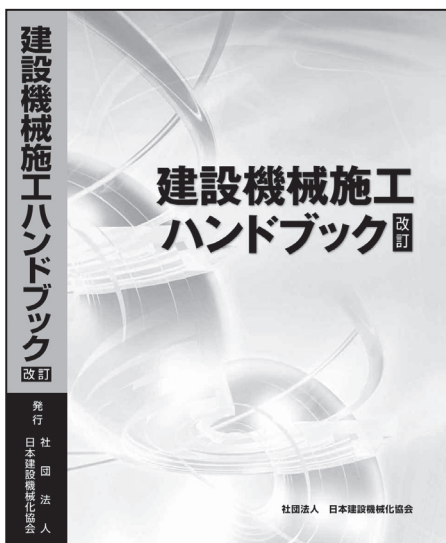
建設機械及び施工の基礎知識、最新の技術動向、排出ガス規制・地球温暖化とその対応、情報化施工など、平成18年2月の改訂3版発行以降の最新情報も織り込み内容を更新・充実し読みやすくした第4版を出版しましたのでご案内申し上げます。

このハンドブックは、建設機械を用いた施工現場における監理・主任技術者、監督、世話役、オペレータなどの現場技術者、建設機械メーカ、輸入商社、リース・レンタル業、サービス業などの建設機械技術者や、大学・高等専門学校・高等学校において建設機械と施工法を勉強する学生などを対象として書かれています。建設機械施工技術の修得に必携の書であり、また1・2級建設機械施工技士等の国家資格取得のためにも大変有効です。

【構成】

- | | | |
|--------------|------------|-------------|
| 1. 概要 | 6. トラクタ系機械 | 10. モータグレーダ |
| 2. 土木工学一般 | 7. ショベル系機械 | 11. 締固め機械 |
| 3. 建設機械一般 | 8. 運搬機械 | 12. 舗装機械 |
| 4. 安全対策・環境保全 | 9. 基礎工事機械 | |
| 5. 関係法令 | | |

上記各機種の内容は、①概要、②定義と分類、③各機種・応用形の特徴と主な用途、④諸元・性能用語の意味、⑤構造と機能、⑥点検・整備、⑦故障と対策、⑧運転・取扱い、⑨施工方法、⑩作業能力などについて分かり易く解説してあります。



「建設機械施工ハンドブック」改訂4版

・ A4判／約800ページ

・ 定 価

非 会 員：6,300 円（本体 6,000 円）

会 員：5,350 円（本体 5,095 円）

特別価格：4,800 円（本体 4,571 円）

【ただし、特別価格は学校教材販売（学校等教育機関で20冊以上を一括購入申込みされる場合）】

※送料は会員・非会員とも沖縄県以外 700 円、沖縄県 1,050 円

※官公庁（学校関係を含む）は会員と同等の取扱いとします。

「建設機械等損料、橋梁架設・大口径岩盤削孔の施工技術と積算」 講習会のご案内

- ・CPDプログラム認定講習会
- ・後援：(社)建設コンサルタンツ協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5-8(機械振興会館)
(社)日本建設機械化協会
電話(03)3433-1501 Fax(03)3432-0289
URL:<http://www.jcmanet.or.jp/>

平素は当協会の事業に対しまして、格別のご支援ご協力を賜り厚くお礼申し上げます。
さてこの度、当協会では「建設機械等損料、橋梁架設・大口径岩盤削孔の施工技術と積算」に関する講習会を開催することとなりました。
プログラムに該当する当協会の発刊図書の内容等に関し、平成23年度の改訂点(鋼橋、PC橋)、積算法ならびに施工技術等について解りやすく説明することによって、充分なご理解を得ると共に円滑な業務執行等の一助となりますことを願い実施するものです。
是非多数ご参加下さいますようご案内申し上げます。

記

1. 日 時：平成23年6月14日(火)10時00分～16時50分

2. 場 所：機械振興会館地下3階 研修-2号室

3. 題目と講師：

- | | | |
|---------------|--|------------------------------|
| ① 10:00～10:05 | 挨拶…………… | (社)日本建設機械化協会 |
| ② 10:05～11:35 | 大口径岩盤削孔の施工技術と積算……………
(CGビデオを用いた施工法解説。工法選定、積算例の解説) | (社)日本建設機械化協会
大口径岩盤削孔委員会委員 |
| 【昼休み】 | | |
| ③ 12:30～13:30 | 建設機械等損料の積算……………
(損料表の見方、使い方) | (社)日本建設機械化協会
機械経費調査部部員 |
| 【休憩】 | | |
| ④ 13:40～15:10 | 鋼橋架設の施工技術と積算……………
(歩掛等の説明、積算例の解説) | (社)日本建設機械化協会
橋梁架設工事委員会委員 |
| 【休憩】 | | |
| ⑤ 15:20～16:50 | PC橋架設の施工技術と積算……………
(工事写真を用いた積算手順、積算例の解説) | (社)日本建設機械化協会
橋梁架設工事委員会委員 |

4. 定 員：110名 (定員になり次第、締切りとなります。)

5. 参加費：本協会員 8,000 円、その他 10,000 円 (いずれも消費税込みです。)

6. 申込期限：平成23年6月10日(金) ただし、申込期限内でも定員に達すれば締切りとなります。

7. 申込方法及び支払方法：当協会ホームページでご確認いただき、講習会参加申込書をダウンロードし、必要事項を記入の上、FAX でお申込下さい。
折り返し聴講券と参加費等の請求書をお送りします。

事務局：〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館) (社)日本建設機械化協会
電話 03-3433-1501 FAX 03-3432-0289

建設の施工企画

2011 年 5 月号 No. 735

目 次

建築 特集

- 3 巻頭言 建設におけるロボット化の将来を考える 嘉納 成男
- 4 住宅・建築物の低炭素化に向けた取り組みの方向性 杉浦 美奈
- 9 ZEB を巡る最近の政策動向 … 経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー対策課
- 14 韓国における建設自動化・ロボットの未来に向けた挑戦 趙 文枬
- 19 設計基準強度 $F_c = 200\text{N/mm}^2$ のプレキャストコンクリート柱を
使用した設計・施工事例 服部 敦志・中島 徹
- 24 既存超高層建物の長周期地震動対策技術の開発と適用
T-RESPO 構法 細澤 治・木村 雄一・青野 英志
- 29 ICT による建築設備工事の合理化 酒本晋太郎・田中 幸悦
- 34 CFT 充填管理システムの開発 小田 博志・塩田 博之・片寄 哲務
- 39 東京スカイツリー®の超高層タワーを礎える節付き壁杭
ナックル・ウォール 横山 伴師・荒川 真・平田 昌美
- 44 大工道具と匠の技 赤尾 建藏
- 50 多機能重機テレハンドラの日本建設市場における可能性 伊藤 貴雅
- 55 交流の広場 空間のリサイクル 長坂 大
- 60 ずいそう 韓国雑感「近くて近い国へ」 前田純一郎
- 61 ずいそう 団塊世代の晴耕雨読への挑戦 その2 杉岡 博史
- 62 トピックス 福島原発事故対応のために巨大コンクリートポンプ車が活躍 奥 信彦
- 66 CMI 報告 水中コンクリート構造物の非破壊検査手法に関する研究 渡邊 晋也
- 70 部会報告 平成 22 年度標準部会傘下の各委員会活動紹介（その 2） 標準部会
- 74 新機種紹介 機関誌編集委員会
- 77 統 計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移 機関誌編集委員会
- 78 行事一覧（2011 年 3 月）
- 80 編集後記（星野・松本）

◇表紙写真説明◇

テレハンドラを利用した建設資材搬入揚重作業

写真提供：(株)花菱グループ

テレハンドラは、先端のアタッチメントを交換することで多機能に使用できる重機である。写真は、渋谷区の

狭い敷地に大型の多棟（6 棟）盤上型低層共同住宅でなか
おかつ「ニコイチ」と呼ばれる連続性のない住戸配置に
おいて、仮設エレベータで対応しづらい住戸への資材供
給を行っているところで、荷取り構台を必要とせず車両
からの荷受けと揚重をフォークリフトアタッチメントを
装着したテレハンドラ一台でこなしている。

平成 23 年度「建設施工と建設機械シンポジウム」 論文・ポスターセッション発表募集のご案内

“建設機械と施工法”に関する技術の向上を目的に、技術開発、研究成果の発表の場として「建設施工と建設機械シンポジウム」を毎年開催しております。本シンポジウムでは、「社会を支える建設施工と建設機械」をテーマとし、以下の 6 項目に関連する発表論文・ポスターの募集を行っています。

①災害、防災、復旧・復興 ②ICT の利活用 ③品質確保とコスト縮減
④環境保全、省エネルギー対策 ⑤安全対策 ⑥維持・管理・補修
ぜひご参加ください。
会期：平成 23 年 11 月 30 日(水)
～ 12 月 1 日(木)
会場：機械振興会館

アブストラクト提出締切日：
平成 23 年 5 月 31 日(火)(事務局必着)
詳細問い合わせ先：
(社)日本建設機械化協会
シンポジウム実行委員会事務局 両角
TEL：03-3433-1501
FAX：03-3432-0289
<http://www.jcmanet.or.jp>

情報化施工研修会のご案内 —ICT 建設機械の実地研修—

3 次元データを利用した建設機械制御に関する実践的な教育により、情報化施工に対応できる技術者を育成することを目的として「情報化施工研修会」を開催しております。次回の研修生を次のとおり募集いたします。

1. 申込み方法

所定の申込書に記入の上、郵送、Fax

またはメールにて申込み。申込書は当協会ホームページより入手できます。
開催日 1 週間前をもって締切とします。
2. 開催日(以降、順次開催予定)
平成 23 年 6 月 16 日(木)～17 日(金)
平成 23 年 7 月 21 日(木)～22 日(金)
3. 受講費用

体験コース：20,000 円 / 人

実務コース：88,000 円 / 人 ※
(※研修用 PC を利用, 修了証を発行)
詳細問い合わせ先：
(社)日本建設機械化協会(担当：白鳥)
TEL：03-3433-1501
<http://www.jcmanet.or.jp/>

平成 23 年度建設機械施工技術検定試験 — 1・2 級建設機械施工技士 —

平成 23 年度 1・2 級建設機械施工技術検定試験を次の通り実施いたします。
この資格は、建設事業の建設機械施工に係る技術力や知識を検定します。(以下の記載内容は概略ですので、詳細は当協会ホームページを参照又は電話による問合せをしてください。)

1. 申込み受付
4 月 8 日終了
2. 試験日
学科試験：平成 23 年 6 月 19 日(日)
実地試験：平成 23 年 8 月下旬から 9 月中旬
※実地試験は、学科試験合格者のみ受

検でき、日程は 8 月上旬に決定、通知します。
詳細問い合わせ先：
(社)日本建設機械化協会 試験部
TEL：03-3433-1575
<http://www.jcmanet.or.jp>

2012 年開催「国際大ダム会議」出展募集のご案内

「国際大ダム会議第 80 回年次例会及び第 24 回大会」が 2012 年に開催されます。会議の一環として展示ブースが設置されることとなっており、当協会においても出展を行います。この展示ブースにパネル展示を希望される会員様を募集致します。

1. 募集内容
展示パネルサイズ(基本)：A1 縦長パネル
利用料(A1)：30,000 円 / 枚
申込期限：平成 23 年 8 月 1 日(月)
2. 展示概要
期間：平成 24 年 6 月 5 日～8 日
場所：国立京都国際会館

展示ブース(1 ブース)の大きさ：
3.0 × 3.0 × 2.5 m (幅 × 奥行き × 高さ)
詳細問い合わせ先：
(社)日本建設機械化協会 白鳥
TEL：03-3433-1501
FAX：03-3432-0289
e-mail：shiratori@jcmanet.or.jp

巻頭言

建設におけるロボット化の
将来を考える

嘉 納 成 男



東日本大震災における地震と津波は福島第一原子力発電所における放射性物質漏れを引き起こした。この事故は、スリーマイル島（1979年）やチェルノブイリ（1986年）における放射性物質漏れに匹敵する事態となっている。現在、日本の英知を集結して対応に当たっており、よい方向に向かうことを期待している。

スリーマイル島における放射性物質漏れ事故においては、その対応、検査や復旧においてロボットの必要性が強く意識された。階段を上り、重い扉を開け、残骸を乗り越え、人を救出する。また、残骸を取り除き、復旧するなど、人間では出来ない領域の作業をロボットに行わせる。スリーマイル島の事故以来、多くのロボット研究が行われ、その研究領域は土木・建築に近い作業が多いため、土木や建築関係者も関わり、建設ロボットの可能性と必要性が米国で強く意識され始める契機となった。

日本では、1980年代初めより長谷川幸男が、建設ロボットの可能性と必要性を唱え、主要な建設会社も賛同し、研究組織（WASCOR）やロボット工業会（当時、産業用ロボット工業会）、各企業において多くの研究が為された。日本では、高度成長に向けた建設労働者の不足、生産性向上や作業環境の改善を目指すことがロボット化の動機であったものの、日本、米国、欧米において建設ロボット化への熱意が盛り上がり、日本では建設ロボット研究連絡協議会（事務局：ロボット工業会）が組織化され、シンポジウムや研究促進に大きな役割を果たしている。また、国際的にはIAARC（International Association on Automation and Robotics in Construction）が組織化されている。

これらの研究活動によって、1990年代には、日本は建設ロボットで世界的な技術を保有したその適用事例の多さを誇って来た。しかし、バブル崩壊やその後の経済低迷によって、建設ロボットは建設労働者の低賃金に太刀打ち出来なくなり、一部を除いていつしか消えてしまいつつある現状にある。普賢岳の火砕流の災害現場では土砂の運搬、造成を遠隔操作等による建

設ロボット（重機）が活躍したが、土木工事のロボット化につながる研究に進めようとする機運は今はない。

現在、日本の65歳以下の労働力は人口逓減によって急速に低下しつつあり、今後15年ほどで、実質的な建設労働者人数に匹敵する400万人が消失する。現時点では、経済低迷によって建設労働者の需給バランスは辛うじて保っているものの、今後、安い賃金環境にある建設労働者が他産業に逃げることは確実であり、今も高齢化が続いている。この状況を考えると、将来は外国人労働者を主体とした建設産業を前提としなければ、日本の建設活動は成り立たないことは明らかである。

外国人労働者にも優秀な人々は多く、国際化する日本においてはこの就業体制は避けて通れない道ではあるものの、建設産業における作業者の75%が外国人労働者によって占められる状況は、産業として異様なものとなるであろう。

1980年当時、建設のロボット化の目標として、苦渋作業の撲滅、省人化等の旗印があった。これは、当時の好景気の下で建設労働者の他産業への流出と旺盛な建設需要のために、このままでは建設活動は外国人労働者に頼るしかないとの危機感があったからである。20年が経過し安価な労働賃金に安住している間に、当時目が向けられなかった人口逓減が現実のものになって来た。

建設ロボットは、今後の日本の建設産業を考えていく上で、最重要項目の研究課題の一つである。建設ロボット研究の育成は、単なる建設業の生産方式の問題ではない。日本社会をどのような労働体制で建設して行くかを左右する問題である。

原発における冷却水の注入に活躍するコンクリートブーム車を見て、「1980年代からの建設ロボット研究を今日まで続けていれば、もっとロボット化された建設機械を投入出来るはずだが…」と思うとともに、建設ロボット研究について国としての積極的な研究育成の必要性を強く感じる。

住宅・建築物の低炭素化に向けた取り組みの方向性

杉 浦 美 奈

我が国の温室効果ガスの排出削減のためには、排出量が1990年比で1.3倍と最も増大している民生部門（家庭・業務）における取り組みを一層充実・強化することが必要とされている。

このため、国土交通省、経済産業省、環境省が連携して有識者や実務者等から構成する会議等を設置し、2020年を見据えた住まいのあり方や住まい方の方向性を議論するとともに、住宅・建築物の省エネ基準の適合義務化を視野に置いた検討を進め、一定の方向性がとりまとめられている。

キーワード：地球温暖化、省エネルギー、建築、住宅、再生可能エネルギー、ライフサイクルCO₂

1. はじめに

地球温暖化対策が喫緊の課題とされる中、政府はCO₂排出量を2020年に1990年比で25%削減するという目標を掲げた。この目標を達成するため、排出量が1990年比で1.3倍と最も増大している民生部門（家庭・業務）におけるCO₂排出量を大幅に削減することが求められている。

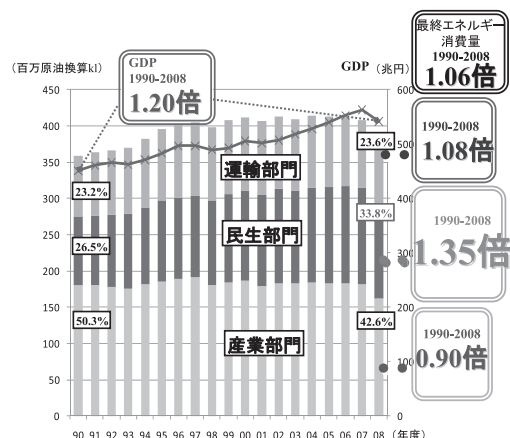
本稿では、民生部門におけるCO₂排出量の削減に向けた住宅・建築物における取り組みの検討状況等について紹介する。

2. 民生部門におけるエネルギー消費の現状

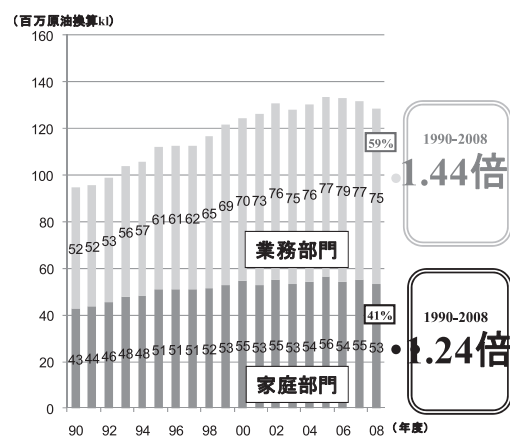
我が国の最終エネルギー消費の推移（図—1）を見ると、全体の3割以上を占める民生部門（図—2）は、産業部門や運輸部門の排出量が減少しつつある中で、過去からの増加が顕著であり、エネルギー起源CO₂排出量の削減を図る上で、対策の強化が最も求められている部門となっている。

次に、業務用ビルの延べ床面積とエネルギー消費量の関係や建物使用時間（営業時間）の推移（図—3）を見ると、業務用ビルにおける床面積あたりのエネルギー消費量については頭打ち傾向にあるにもかかわらず、エネルギー消費量全体は増加傾向にある。これは、業務部門のエネルギー消費量の増加は、床面積の増加や建物使用時間の増加（図—4）など、建物の利用方法の変化が大きな要因となっているためと考えられる。

さらに、家庭部門におけるエネルギー消費量（図—5）についてであるが、一世帯あたりのエネルギー消費量に



図—1 最終エネルギー消費と実質 GDP の推移



出所)エネルギー需給実績、国民経済計算年報

図—2 民生（業務／家庭）部門の内訳

については1994年をピークに減少傾向にあるものの、世帯数については増加傾向にあり、エネルギー消費量全体についても増加傾向にある。また、世帯あたりの家電機器の保有台数の推移（図—6）を見てみると、1990年に比べ、

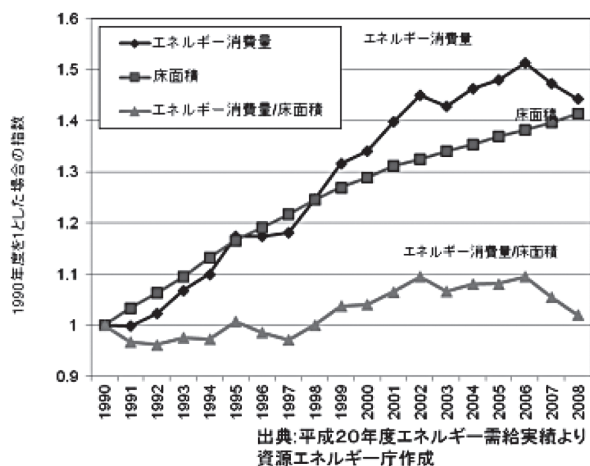


図-3 延べ床面積とエネルギー消費量の推移

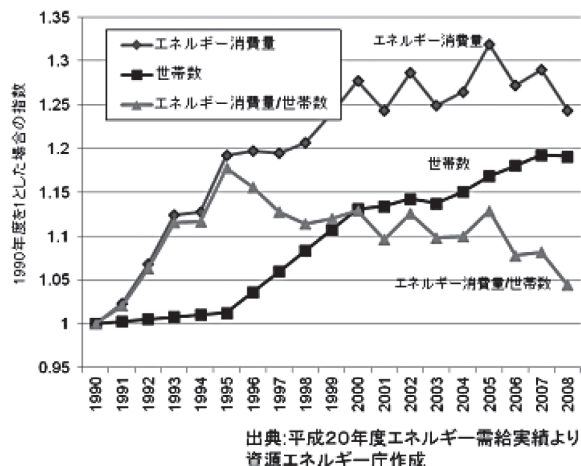


図-5 家庭部門におけるエネルギー消費量と世帯数の推移

		1990	2005	増加率	単位
百貨店		2,847	3,613	27%	年間総営業時間
コンビニ		22.1	23.6	7%	1日あたり営業時間
スーパー	大規模	10.2	12.6	23.5%	1日あたり営業時間
	中規模	10.4	11.4	9.6%	1日あたり営業時間
事務所	自社ビル	10.6	11	3.8%	1日あたり建物使用時間
	テナント	11.2	11.8	5.4%	1日あたり建物使用時間

百貨店協会及びチェーンストア協会公表資料
並びに関西地区建物エネルギー消費実態報告書・
都内大規模事業所のエネルギー使用に関わる実態調査より

図-4 建物用途別の建物使用時間（営業時間）の推移

カラーテレビ	2.0台(90年度)→2.4台(08年度)
ルームエアコン	1.3台(90年度)→2.6台(08年度)
電気冷蔵庫	1.2台(90年度)→1.3台(03年度)
パソコン	0.1台(90年度)→1.1台(08年度)
温水洗浄便座	0.0台(90年度)→0.9台(08年度)
DVDプレーヤー	0.0台(90年度)→1.1台(08年度)

出典:エネルギー・経済統計要覧(2010)より

図-6 1世帯あたりの機器の保有台数の推移

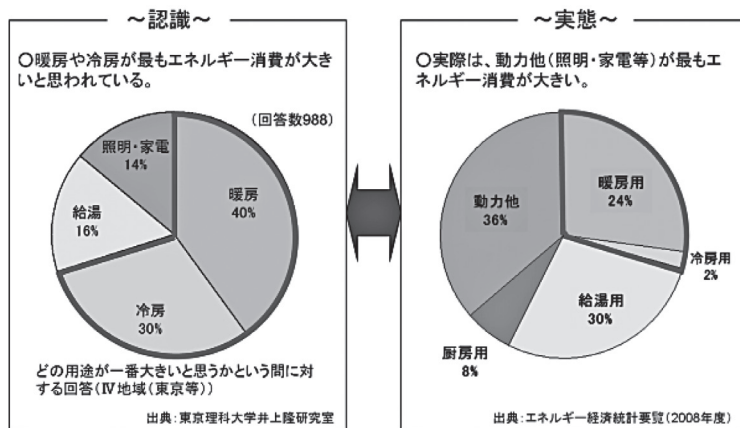


図-7 家庭部門におけるエネルギー消費量の認識と実態

一世帯あたりが保有する家電機器が大幅に増加していることがわかる。これらのことから、家庭部門のエネルギー使用量の増加は、世帯数の増加や機器使用の増加などライフスタイルの変化が大きく影響していると考えられる。

加えて、家庭部門のエネルギー消費量については、一般の約7割の人が、暖房または冷房のエネルギー消費量が一番大きいと認識しているのに対して、実態は照明

や家電のエネルギー消費量が一番大きいなど、実態と認識が大きく乖離しているという現状がある(図-7)。

これらのことから、民生部門のエネルギー起源CO₂排出量を削減するためには、住宅・建築物の省エネルギー性能の向上を図ることはもとより、ライフスタイルや機器の使い方といった、住まい方にまで踏み込んだ施策の展開が必要であると言える。

3. 住宅・建築物の省エネ対策の強化に向けた動き

このような背景を受け、平成22年4月16日に、経済産業省・国土交通省の両大臣から、住宅・建築物における省エネの取り組み強化について発表があった。その中では、当面の実施策として、以下の3点を掲げている。

- ①低炭素社会に向けた住まいと住まい方の推進方策に関する検討及び実施
- ②省エネ基準の適合義務化に向けた検討
- ③既存住宅・建築物に関する共同プロジェクト

4. 低炭素社会に向けた住まいと住まい方の推進

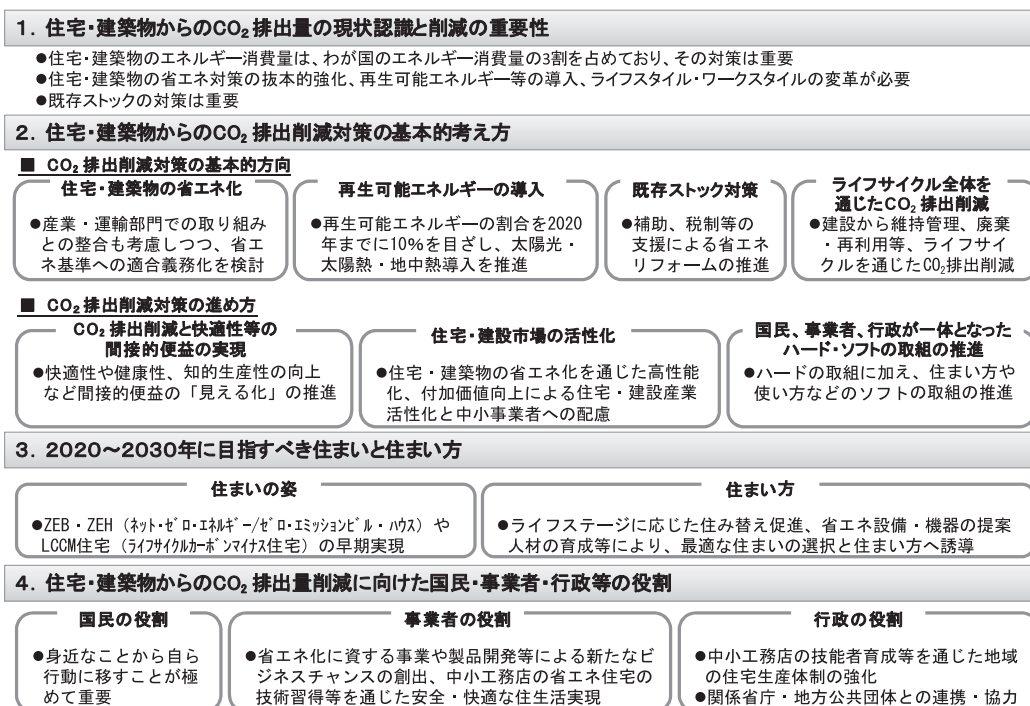
住まいのあり方や住まい方にわたる地球温暖化問題に対する広範な取り組みの方向付けと具体的施策の立案に向けた方向性について検討するため、昨年6月に、経済産業省、国土交通省及び環境省が連携して、有識者、実務者等から構成する「低炭素社会に向けた住まいと住まい方推進会議」を設置した。その後、委員ヒアリング等の検討を経て、同年11月に開催された第2回会議において「低炭素社会に向けた住まいと住まい方」とりまとめ骨子（案）を公表した（図—8）。

骨子（案）においては、まず、住宅・建築物からのCO₂排出削減を図るためには、住宅・建築物における省エネルギー対策の抜本的強化、再生可能エネルギー

等の導入及びライフスタイル・ワークスタイルの変革が必要であるとともに、既存ストック対策が重要であるとした上で、CO₂排出削減対策の基本的方向として、以下の4点を提示している。

- ①住宅・建築物（躯体及び基本的な建築設備）の省エネルギー化
民生部門以外の産業部門や運輸部門での取り組みとの整合も考慮しつつ、新築住宅・建築物の省エネ基準への適合義務化について検討するとともに、より高いレベルの基準（誘導水準）の設定と、性能の表示（ラベリング）の導入が必要。
- ②住宅・建築物への再生可能エネルギーの導入
一次エネルギー供給に占める再生可能エネルギーの割合を2020年までに10%に達することを目指し、活用余地の大きい太陽光発電や、太陽熱・地中熱といった再生可能エネルギー等の熱利用の導入を推進。
- ③既存ストック対策の重要性
既存ストック対策は、規制措置にはなじみにくい面もあることから、支援による省エネリフォームの推進等が必要。
- ④ライフサイクル全体を通じた総合的視点でのCO₂排出削減の重要性
建設から維持管理、廃棄・再利用等に至るまでのライフサイクル全体を通じたCO₂排出削減が重要。
また、このようなCO₂排出削減対策の進め方として、以下の3つの点を挙げている。

- ① CO₂ 排出削減と快適性等の間接的便益の実現



図—8 とりまとめ骨子（案）の全体像

国民の理解の促進や市場における資産価値の向上に繋がるよう、省エネがもたらす直接的便益のみならず、同時に実現される快適性や健康性、知的生産性の向上などの間接的便益を「見える化」することが必要。

②住宅・建設市場の活性化

住宅・建築物の省エネルギー化を通じた高性能化、付加価値の向上を住宅・建設産業の活性化につなげていく視点とともに、省エネルギー対策の義務付けが経済活動等に支障を及ぼさないような配慮が必要。

③国民、事業者、行政が一体となったハード・ソフトの取り組みの推進

ハードの取り組みに加え、住まい方や使い方などのソフトの取り組みの推進も重要であり、エネルギー消費実態の「見える化」や、ベンチマーク・ラベリング制度の整備が重要。

さらに、これらの取り組みの目標については、「2020年から2030年に目指すべき住まいの姿」として、住宅ではZEH（ネット・ゼロ・エネルギー／ゼロエミッションハウス）やLCCM住宅（ライフサイクルカーボンマイナス住宅）を早期実現すること、建築物ではZEB（ネット・ゼロ・エネルギー／ゼロエミッションビル）を実現することを掲げるとともに、「2020年から2030年に目指すべき住まい方」として、ライフステージに応じた住み替えの促進や、省エネ設備・機器の提案人材の育成により、最適な住まいの選択と住まい方に誘導していくことを掲げている。

こうした取り組みを進めるには、国民・事業者・行政等の適切な役割分担と協力が重要となる。まず、国民は、低炭素化に向けて身近なことから自ら行動に移すことが極めて重要であるという意識改革が必要となると考えられる。また事業者は、エネルギー化に資する事業や製品開発等に取り組むことやこうした取り組みが新たなビジネスチャンスの獲得に繋がること、特に中小工務店は地域の住宅生産を守る役割の認識と省エネ住宅の技術習得等を通じて、地域の安全・快適な住生活実現に努めることが求められる。さらに、こうした国民・事業者の取り組みを進めるため、行政は、その理解と協力を得て、思い切った施策の推進を図ることが求められる。特に、そういった施策の推進にあたっては、中小工務店の技能者育成等により、地域の住宅生産体制の強化を図ることが重要であるとしている。

5. 住宅・建築物の省エネ基準の適合義務化に向けた検討

上記推進会議における住まいのあり方や住まい方の検討と並行して、住宅・建築物の省エネ基準の適合義

務化について検討するため、有識者や実務者等から構成する「住宅・建築物の省エネ基準の適合義務化に関する検討会」を経済産業省と国土交通省が合同で設置した。数回の検討を経て、上述の第2回低炭素社会に向けた住まいと住まい方会議において、義務化の対象、時期、支援策等方向性（骨子案）とともに、2020年度に向け具体的に実施すべき事項等についての工程表（案）を報告している（図－9）。

骨子案においては、まず、義務化の対象については新築の住宅・建築物とし、制度の周知徹底や中小工務店等への技術訓練・技能者の育成に要する期間等を勘案して2020年度までに大規模建築物から段階的に対象を拡大することとしている。次に、工程表（案）においては、まず、義務化にあたっては、新たな省エネ基準の評価手法を検討するための、技術的な課題の整理として、

- ・地域性や気候風土に応じた多様な取り組みを評価できるようにするため、現在の地域区分の見直しや蒸暑地における基準の検討

- ・建材・機器の性能評価方法や、新たな省エネ手法などを評価するための大臣認定等のスキームの検討

などを法整備と併せて実施する必要があるとしている。そして、「建築物」、「住宅」のそれぞれについて、義務化する時点より、ある程度早い時期に、義務化基準やその評価方法を公表し、周知徹底していくこととし、義務化基準の検討においては、例えば次のような検討を行う必要があるとしている。

- ・外壁・窓等の躯体に関する基準とあわせて、設備込みの総合的な基準の検討
- ・日射取得や通風利用の検討
- ・伝統的な木造住宅の評価方法の検討

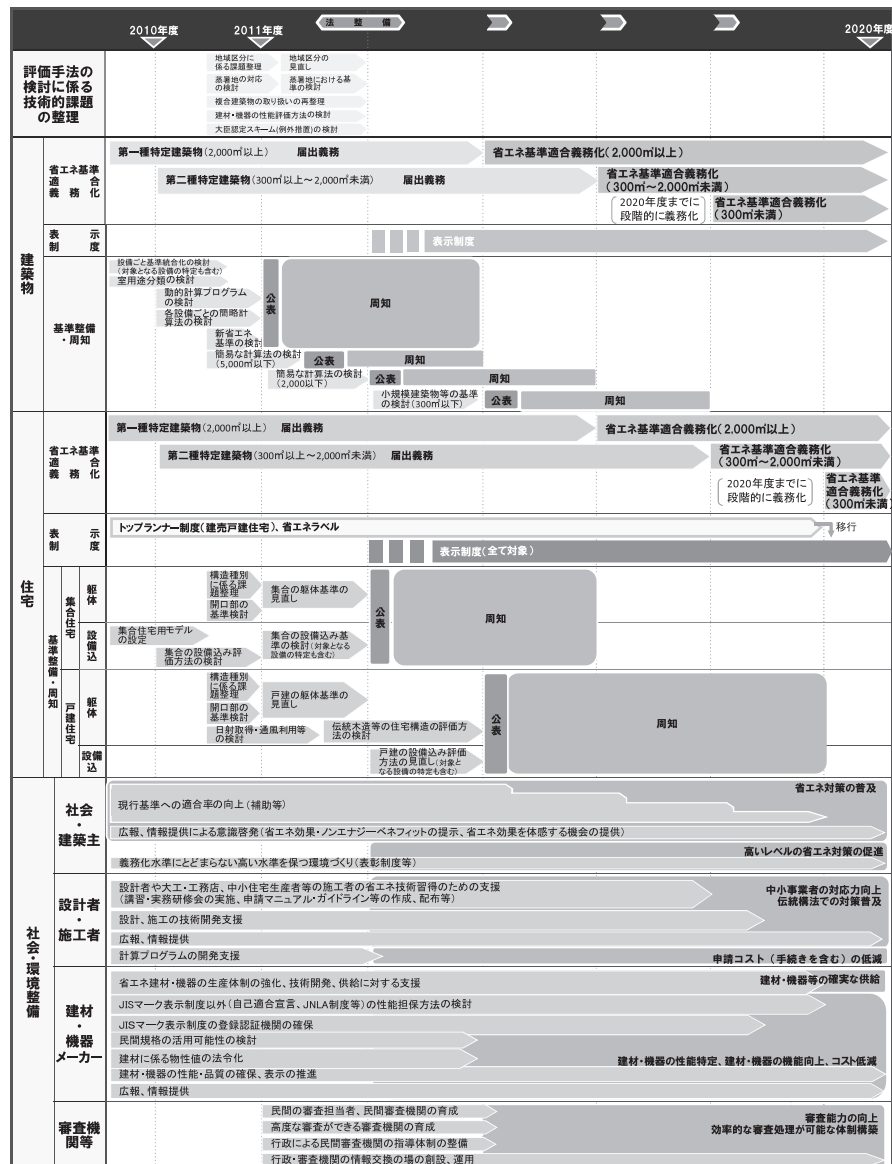
また義務化のみならず、省エネ性能の「表示制度」について先行的に実施することについても、検討している。

さらに、義務化にあたっては、各ステークホルダーに対する支援策等の取り組みを通じて環境整備を図る必要があるとして、それぞれのステークホルダーごとに必要な支援や体制づくりの工程を示している。その中では、

- ・「社会・建築主」に対しては、現行の省エネ基準への適合率の向上や、省エネに関する意識啓発等を継続的に実施する必要があること。

- ・「設計者・施工者」に対しては、講習会等の実施やマニュアル・ガイドラインの作成等による技術習得の支援や、新たな技術開発支援等を実施する必要があること。

- ・「建材・機器メーカー」に対しては、生産体制の強化や技術開発・供給に対する支援、JISマーク等の性能担保方法の検討や、建材・機器の性能や



図—9 住宅・建築物の省エネ基準適合義務化に向けた工程表(案)

品質の確保・表示を推進する必要があること。

- ・「審査機関等」については、現在は所管行政庁のみで行っている審査業務について、義務化に併せて民間の審査機関の活用について検討し、民間の審査担当者等の育成や行政と民間機関の情報交換の場の創設などを実施する必要があること。

を示している。

6. 今後の取り組み

上述の通り、昨年度一年をかけて、住宅・建築物の低炭素化に向けた検討が精力的に行われてきた。しかし、東日本大震災の発生を受けて、これらの検討にも軌道修正が必要となると考えられる。

まずは、現在、喫緊の課題として求められている節電対策との関係である。住宅・建築物の省エネルギー

化を図ることは、長期的にみれば節電対策に繋がるものの、今求められているのは、この夏をどのように乗り切るかである。そのためには、まずは省エネ機器への買い替えや、ライフスタイルそのものをより一層省エネなものとしていくことが重要であると考えられる。

また、原子力発電は省 CO₂ に大きく貢献していたことから、その動向についても、政府全体の枠組みを検討する上では、影響してくるだろう。

このような観点等も踏まえて、今後、住宅・建築物の低炭素化に向けた検討が、更に深められていくものとする。

J C M A

【筆者紹介】

杉浦 美奈(すぎうら みな)

前 国土交通省

住宅局 住宅生産課

課長補佐

ZEB を巡る最近の政策動向

経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー対策課

昨年6月に閣議決定されたエネルギー基本計画において、業務部門については、「IT 機器や照明の高効率化を実現する研究開発、建築物の省エネ基準の強化・適合義務化、省エネ機器や高効率空調設備の導入へのインセンティブ付与等により、ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の普及を推進し、エネルギー起源 CO₂ の大幅な削減を目指す。」としている。ZEB の実現と展開に向けた施策のあり方、ZEB を巡る最近の政策動向について海外の情報も含めて説明する。

キーワード：省エネルギー、ZEB、ネット・ゼロ・エネルギー・ビル、エネルギー基本計画、2030 年、新築建築物

1. はじめに

我が国の最終エネルギー消費の推移を見ると、全体の3割以上を占める民生部門は、産業、運輸部門に比し、過去からの増加が顕著となっている。とりわけ、民生部門の過半を占める業務部門（オフィスビル、小売店舗、病院、学校等）については、家庭部門より増加が著しく、その最終エネルギー消費は対 1990 年比で 4～5 割程度増加した後高止まりしており、省エネ対策の強化が最も求められている部門である。

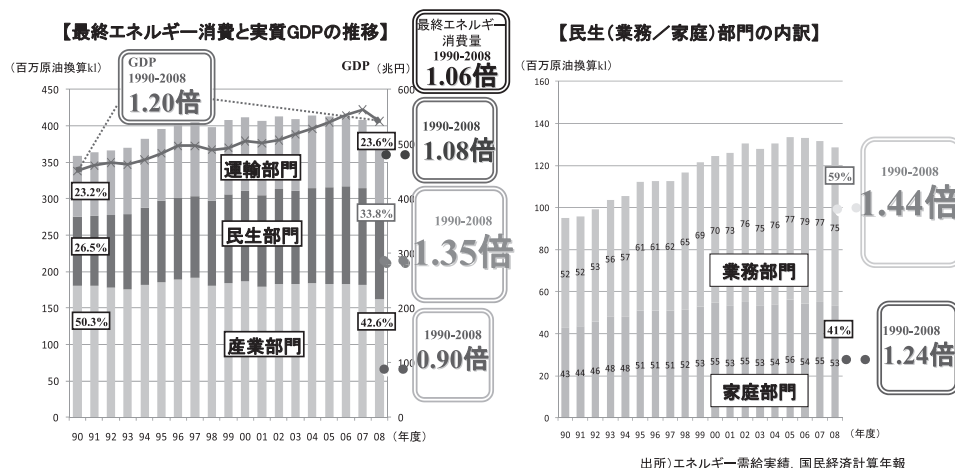
経済産業省では、我が国の建築物の ZEB 化に向けた具体的な道筋を検討するため、2009 年 5 月に「ZEB の実現と展開に関する研究会」（委員長：坂本雄三 東京大学大学院工学系研究科教授）が立ち上げられ、この検討を通じて、今後の我が国の建築物の ZEB 化に

向けた新たなビジョンの提案や、課題とその対応策としての提言が 2009 年 11 月に報告書としてまとめられた。

我が国における ZEB の定義としては、「建築物における一次エネルギー消費量を、建築物・設備の省エネ性能の向上、エネルギーの面的利用、オンサイトでの再生可能エネルギーの活用等により削減し、年間での一次エネルギー消費量が正味（ネット）でゼロ又は概ねゼロとなる建築物」とした。

2. 英国の動向

英国ではすでに、ZEB に向けた取り組みが進んでおり、新築住宅を 2016 年までに、非住宅の新築建築物を 2019 年までに、すべてゼロカーボン化するとい



図一 1 我が国の最終エネルギー消費の推移と民生部分のエネルギー消費の推移

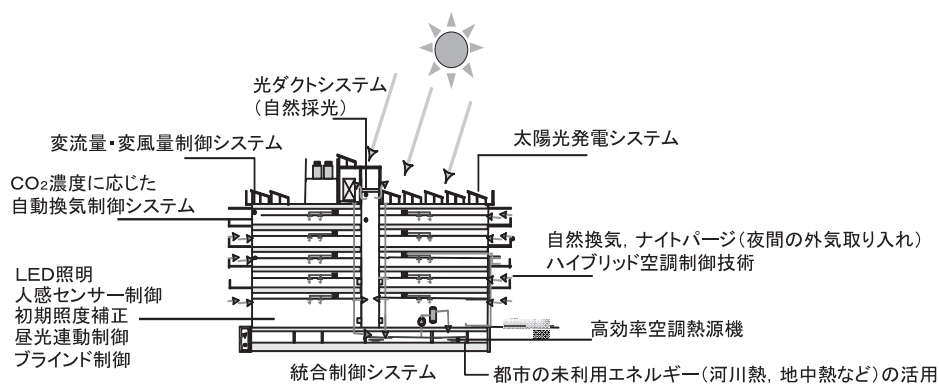


図-2 ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）のイメージ

う目標を発表している。

英国ではこの目標に向けて、住宅においては、建築基準、省エネ基準の規制強化の具体的な予定を示しており、2006年の基準を2010年に25%、2013年には44%削減レベルにし、2016年にはこれを150%削減レベルまで規制強化をする予定である。この150%という数字は、英国の建築基準法、省エネ基準で規定している冷暖房、換気、給湯、照明以外の家電製品、厨房も含めた家全体のエネルギー使用量をゼロにするために必要な削減レベルである。

非住宅建築物に関してもZEB化に関する基本方針として、住宅との一貫性を重視しつつ、用途毎の違い等に配慮した目標を提案しており、Unregulated Emissions（省エネ基準で規定されていないCO₂排出量（PCなどプラグロード））については、本来であれば用途毎に異なるが、仕組みが複雑になることを回避するため、Regulated Emissions（省エネ基準で規定されているCO₂排出量）に対し、10～20%割り増しすることにより考慮する方針である。

一方、省エネ性能の向上とオンサイトでの再生可能エネルギー利用で達成すべき削減レベルの最低基準については用途毎に差異化（足らざる部分はオフサイトでの再生可能エネルギー利用等で削減）する予定である。

3. 米国の動向

米国もゼロエネルギー化に向けた取り組みを実施しており、2030年までに米国で新築されるすべての業務ビルをゼロエネルギー化し、2050年までには新築だけではなく、ストックも含めてすべての一個一個の業務ビルをゼロエネルギー化するという、野心的な目標をたてている。

英国と同様、米国でも定期的に省エネ基準の強化が行われており、3年ごとに規制強化が行われていく予定であり、特にカリフォルニアでは、2020年までにすべての住宅を、2030年までにすべてのビルをゼロエネルギー化するという目標を掲げて、規制強化を進めている。

また米国では、製品の省エネ性能をラベルで示すENERGY STARの制度を米環境保護局（EPA）が推進しており、日本でもIT（情報技術）機器などで知られているが、業務用ビルも認証の対象になっている。

米国エネルギー省は、1979年から、非住宅建築物のエネルギー消費関連データを定期的（4年程度毎）に収集し、データベース化（CBECS：Commercial Buildings Energy Consumption Survey）しており、全米約6,000の既築ビルを対象にデータ収集を実施し、

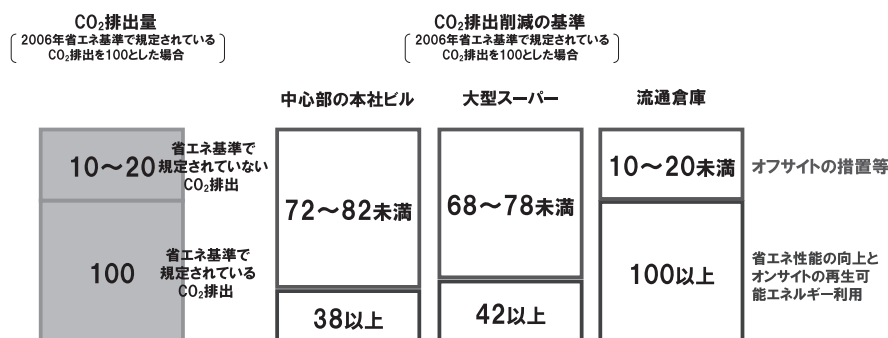


図-3 On-site rich シナリオ（技術的に最大限可能なシナリオ）における用途別の Carbon Compliance Level



図ー4 ENERGY STAR のラベル

業務用ビルの ENERGY STAR のベンチマークに用いている。

4. EU の動向

建築物のエネルギー性能に関する EU 指令

建築物（住宅を含む。以下同じ）のエネルギー性能向上を目的として、2003 年 1 月に施行された EU 指令（EPBD: Energy Performance of Buildings Directive）では、加盟各国に対して、エネルギー性能基準の最低要件やエネルギー性能証書（ラベル）の評価・認証制度の構築等を要求してきたが、2008 年より、EPBD の改正に関する検討が行われ、建築物のゼロエネルギー化に関する検討を実施。2010 年 5 月に、改正案が欧州議会で承認され、成立した。

【EPBD の改正内容の主なポイント】

- ・ 2020 年 12 月 31 日以降に新築されるすべての建築物は、「概ねゼロ・エネルギー（nearly zero energy）」とする（「高い省エネ基準を満足するとともに、再生可能エネルギーを積極利用する」）。

- ・ 公共建築物については、これを 2 年間前倒し、2018 年末以降、「概ねゼロ・エネルギー」を達成する。
- ・ 省エネ性能のラベル提示義務については、建築物が売買・賃貸されるときだけでなく、売買や賃貸の広告においても適用する。

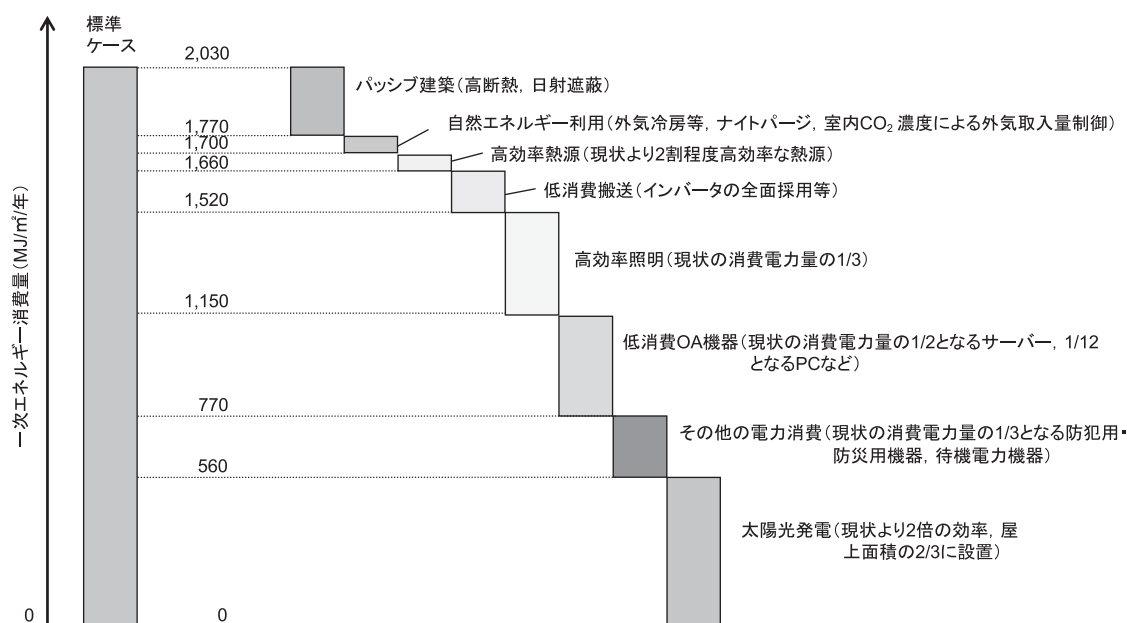
5. ZEB の実現可能性

我が国では、中高層の比率が高い建築物が狭隘な土地に建設される傾向があることを踏まえれば、オンサイトでの再生可能エネルギーの導入には一定の限界がある。このため、まずは「省エネ性能の向上」を可能な限り進め、足らざる部分を「太陽光等の再生可能エネルギーで補う」という考え方が適当である。

ZEB 化では、設計時と運用時の双方で追求することが重要であるが、求められる取組や支援策・規制は異なる。

ZEB を実際に達成できるのは新築建築物と考えられるが、ZEB に向けた取組は、個々の建築設備や制御システムの技術進歩を通じて、既築建築物の改修においても省エネ性能の向上に大きく貢献することから、我が国の建築物全体の低炭素化に寄与するものである。

我が国における建築物の ZEB の達成は極めて野心的な取組である。様々な省エネ建築技術の大幅な進歩、それらのパッケージ化などが実現して初めて可能となるものであり、今後 20 年程度を視野に入れた取組と考えるべきである。実際、今後の技術進歩の見通しなどをもとに、中低層のオフィスビルについて概算すれば、ZEB の実現は技術的に可能と試算されるが、こ



図ー5 ZEB に至る様々な省エネ技術とその省エネ量

これらの技術進歩が達成されるのは2030年頃と見込まれる。ただし、空調や照明などの技術進歩に加え、エネルギーの面的利用、太陽光パネルの建材化、サーバーのクラウド化などが進めば、ZEBの実現可能性は一層高まり得る。

いずれにせよ、ZEBの達成は、規制、支援・誘導などにおける中長期的なビジョンとして捉えるべきである。実際の建築物の省エネ基準については、技術開発の進展も踏まえつつZEB化のビジョンに沿って、地域毎、用途毎、規模毎など建築物の特性に応じた強化を順次行っていくべきである。

6. ZEBの実現と展開に向けた施策のあり方

ZEBの実現と展開に向けて市場変革を促していくためには、①規制、②支援・誘導、③社会への情報発信・啓発をバランスよく進めることが必要である。その際、市場変革のため、①制度面、②技術面、③ワークスタイル面の三つのイノベーションを加速する必要がある。

省エネ法における建築物の現行基準は、平成11年に策定された。以来10年の間、建築設備の省エネ性能は格段に向上しており、現在ではほとんどの新築ビルにおいて現行基準を達成している。ZEB化に向けた第一歩として、現行基準の引き上げを早急に行うべきである。

基準強化に当たっては、個々の建築設備の省エネ性能を別々に評価するのではなく、建築物全体でのエネルギー消費量を総合化した評価とすべきである。また、将来的には、OA機器・照明などの電力消費量（いわゆる「コンセント」）も含めた規制とすることや、省エネ基準達成を義務化することも検討すべきである。

基準は、2030年における新築建築物全体でのZEB化のビジョンを踏まえ、今後は定期的に見直すことが必要である。例えば何年までにどれだけの規制強化を行うかについて事前に目安を示すべきである。

省エネ法の運用時の規制についても、一律に原単位向上を求めるのではなく、建築物の省エネ性能の違いが適切に反映されるよう、ユーザーの使用条件の違いを勘案できるベンチマークをきめ細かく設定することが求められる。

ZEBの普及のためには、税制上のインセンティブ（固定資産税の減免、特別償却・税額控除の既存制度の見直しなど）、予算上の支援（普及に向けた導入支援、実証プロジェクトなど）などを抜本的に強化する必要がある。特に、新築建築物の建設と既築建築物の改修

をより一層省エネ性能の高いものとするための追加投資額は、中長期的にはエネルギーコストの低減によりカバーできるが、投資回収期間は長く、初期投資時における税制・予算面の支援が重要である。

税制上の優遇措置については、ZEBの普及に向け、不動産価値を課税標準とした固定資産税などを減免する措置が有効である。現行の省エネビルの建築設備に対する特別償却・税額控除制度については、より省エネ性能の高い新築・改修を誘導するよう、要件の見直しを行うべきである。また、東京都では、業務部門を中心に一定の省エネ機器を導入した中小企業者に対する法人事業税の減免を導入しており、全国規模での展開が望まれる。

既築建築物の省エネ改修については、これを義務づけることは事実上困難であり、規制よりも支援・誘導が、新築に比しより重要となる。また、現行の省エネ法の規制は大規模改修にも適用されるが、省エネ基準を厳しくすると、改修を遅らせるインセンティブとなってしまうおそれもあり、支援・誘導により、大規模改修を適切に促すことが重要となる。ZEBの達成に向けた予算面の支援は、相当の規模の支出となるが、建築物の排出削減ポテンシャルは、数ある対策の中でも最も大きいと試算されており、新たな省エネ基準を満たす省エネ改修については、特に思い切った支援措置が必要である。また、コスト削減のため、耐震など他の改修とともに省エネ改修を行うことを誘導することも有効と考えられる。

また、技術面のイノベーションを支援することも重要で、ZEB化に向けた総合設計・統合制御に関する技術開発を今後さらに加速させる必要がある。

なお、ZEBへの誘導の過程としては、学校など、比較的低層階であって、自然採光や自然換気を採用しやすい建築物を対象にZEBの実例を積み上げ、ZEB化を誘導していくことが考えられる。

建築物の省エネ性能の「見える化」、不動産価値への反映を図るため、ビルの省エネ性能を評価するラベリング制度を整備すべきである。欧米では、既に規制又は任意制度により、建築物の省エネ性能に特化したラベリング制度が市場に定着しつつあり、かかるラベル取得が不動産価値の上昇につながっているとの報告もある。

運用時のZEBの実現は、ビルの使い方に大きく依存することから、「エコオフィス」の導入、ワークスタイルの変更などが重要となる。オフィスにおける知的生産性や快適性と省エネとを両立すべく、効率的に仕事ができる環境を作ることが重要である。

7. 日本発 ZEB の国際展開

ZEB の検討が進んでいる欧米諸国との協力や、気候が似通った中国その他のアジア諸国における日本発 ZEB の展開を、共同実証事業や共同技術開発などにより推進すべきである。

米国は 2002 年から ZEB の目標を掲げ、官主導で技術開発などを進めてきており、日米協力において両国が裨益するところは大きいと考えられる。2009 年 11 月のオバマ大統領来日時には、今後、日米間で省エネビルに関する協力を進めることが首脳間で合意されており、官民を挙げた有意義な協力の進展が期待される。

2010 年 6 月には、経済産業省、米国エネルギー省、沖縄県、ハワイ州が、沖縄－ハワイ間でのクリーンエネルギー発展と実施のための覚書に署名した。これを受け、両国の具体的な協力の一つとして「亜熱帯地域における ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）に関するワークショップ」を沖縄で開催した。沖縄とハワイは、両地域とも化石燃料に大きく依存するためクリーンエネルギーの大きな可能性がある。特に建築物におけるエネルギーの効率化はクリーンエネルギー開発を進める上で極めて重要であるが、沖縄及びハワイにおける建築物の省エネ化（ZEB 化）の実現を図るためには、両地域とも亜熱帯であるため、両国本土と異なる独特の技術の展開が必要である。しかし、亜熱帯地域に適した ZEB モデルの開発は、同様の気候条件にある多くの新興国における CO₂ 削減に大いに貢献するため、両地域の地場産業にとっても世界規模のビジネスチャンスとなる。

8. エネルギー基本計画

昨年 6 月に閣議決定されたエネルギー基本計画において、業務部門については、「IT 機器や照明の高効率

化を実現する研究開発、建築物の省エネ基準の強化・適合義務化、省エネ機器や高効率空調設備の導入へのインセンティブ付与等により、ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）の普及を推進し、エネルギー起源 CO₂ の大幅な削減を目指す。」としており、目指すべき姿として「ビル等の建築物については、2020 年までに新築公共建築物等で ZEB（ネット・ゼロ・エネルギー・ビル）を実現し、2030 年までに新築建築物の平均で ZEB を実現すること」としている。

また、エネルギー基本計画において、建築物の省エネ性能の「見える化」、不動産価値への反映を図るため、ビルの省エネ性能を評価するラベリング制度を導入することとしている。

このため、事務所ビル、商業施設等の業務部門においても運用段階のベンチマーク・ラベリング制度の開発に向けて検討をしている。

9. 結び

ZEB 化への取組は、市場の制約要因と考えるのではなく、幅広い産業にとって大きな成長の機会と捉えるべきである。数々の省エネ機器・技術のトップランナーを生み出してきた我が国は、省エネビルの設計・制御においても世界をリードできる。市場は、国内のみならずアジア等海外にも広がっている。2030 年までの新築建築物全体での ZEB 化のビジョンを実現し、国内外の地球温暖化対策に貢献するとともに、我が国産業の競争力強化につなげていく。

JCMA

韓国における建設自動化・ロボットの 未来に向けた挑戦

趙 文 枬

韓国における建設自動化・ロボットに関する研究開発は、2000年代の初めから本格的に進められ始めた。これは、少子高齢化による人材需給のアンバランスや熟練工の不足などの問題を緩和しようとする社会的なニーズと世界最高レベルのICT技術及びインフラの保有、政府の持続的なR&D予算増加のように有利な研究基盤が整えられたことが背景となっている。しかし、過去10年間持続的にR&Dへの莫大な投資が行われたにもかかわらず、まだ韓国の建設現場には自動化装置が活用されていないのが現状である。即ち、建設産業では自動化及びロボット技術の融複合により生産性の向上を図ることが非常に難しく、現在直面している生産性問題を克服できない状況での建設自動化に関する研究は、遠からず「キャズム（CHASM）」に陥る恐れがある。本稿では、建設自動化・ロボットに関する開発がキャズムを克服し持続的に発展するために、今後R&Dの進行及び計画過程において考慮しなければならない要因を提示し、長期的な視点で「学界間のコラボレーション」と「4L」のような韓国の実情に合う研究開発パラダイムの構築を提案した。

キーワード：建設自動化、ロボット、少子高齢化、キャズム、4L

1. はじめに

韓国の建設自動化・ロボット(Construction Automation & Robotics)に関する研究開発は、日本や欧米の先進国に比べ約2～30年後の2000年代の初めから本格的に進められ始めた。これは少子高齢化による人材需給のアンバランス、熟練工の不足、頻繁な建設災害の発生を緩和しようとする社会的なニーズと世界最高レベルのICT(情報通信技術:Information & Communication Technology)技術及びインフラの保有、政府の持続的なR&D予算増加のように有利な研究基盤が整えられたことが背景となっている。

従って、本稿では韓国の建設自動化・ロボットの研究開発の背景と事例を見極めて、今後、建設自動化・ロボット技術が持続的に発展していくために必要な取り組みについて論じてみることにする。

2. 韓国内の建設自動化・ロボットの研究背景

(1) 建設自動化・ロボットに関する社会的必要性の増加

(a) 技能人材の需給のアンバランス

2000年から2009年までの10年間の建設投資は27.3%増加した。その反面、建設技能者は3.9%減少し

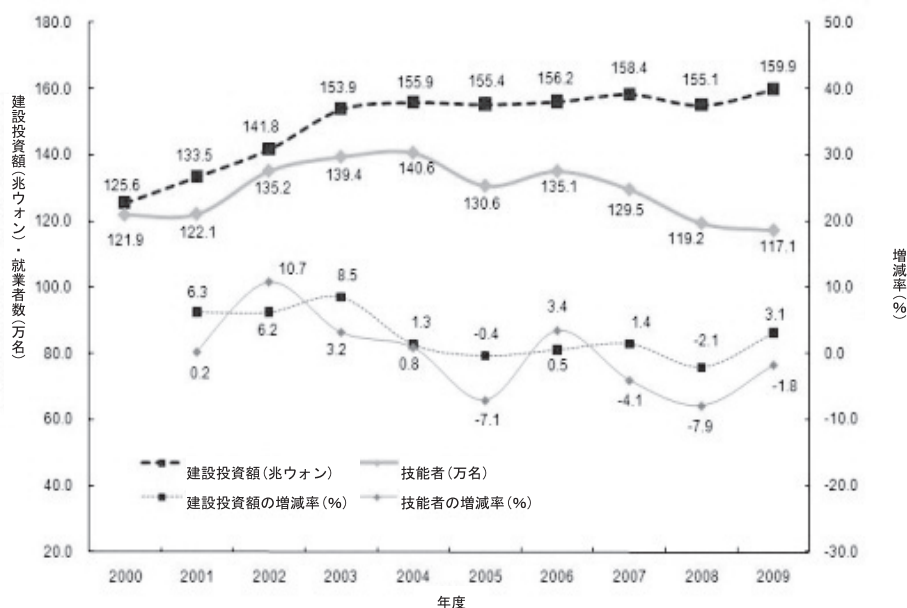
たことが示された(図—1)¹⁾。これは建設現場の仕事に対する社会の持っている悪いイメージに起因し、既に建設現場での技能者の不足が非常に深刻な水準であることを示す。更には、現在計画中及び進行中である行政中心複合都市、革新都市、企業都市などの全国的な大規模国家事業によって、今後、建設現場での技能者不足はますます深刻になると見られている。

(b) 少子高齢化

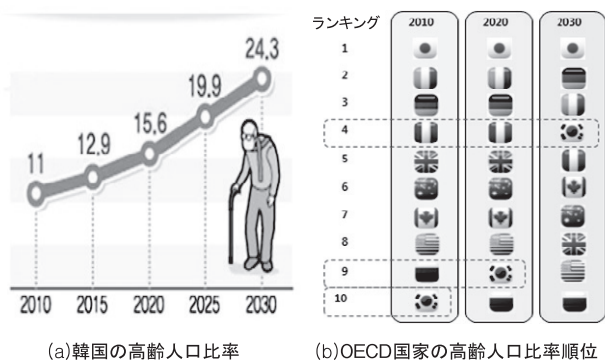
特に韓国社会での高齢化の急速な進展は、人材需給問題を一層悪化させる原因となっている。経済協力開発機構(OECD)によれば、G20加盟国の中でアルゼンチンとサウジアラビアを除いた残りの国家の総人口に対する65歳以上の人口比率推移は、2030年には日本が31.8%で最も高く、ドイツ(27.8%)、イタリア(27.3%)、韓国(24.3%)の順になるだろうと見られる(図—2)。韓国は1970年に高齢者人口の比率が3.1%でG20の中で最下位であったが、2030年には24.3%で何と21.2%増加して、日本(24.7%増加)に次いで最も急速に高齢者人口の比率が増加している現状である(図—2)²⁾。

(c) 建設災害の頻繁な発生

韓国の建設産業は、災害が多く発生する他の産業よりも災害発生頻度が非常に高く、更にはこの頻度が毎年増加している現状である(図—3)³⁾。



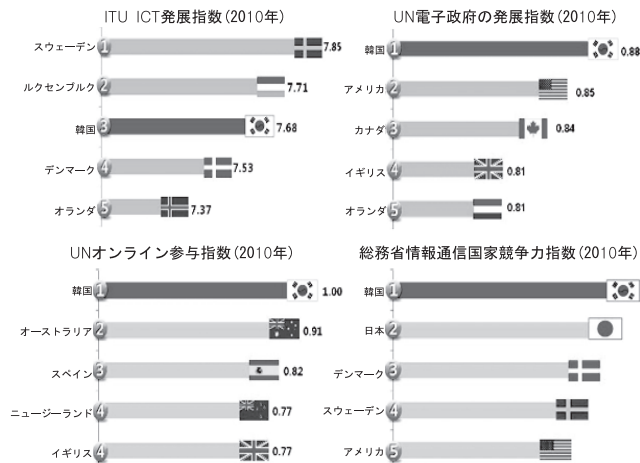
図一 建設投資額及び建設技能者の増減状況



図二 韓国の高齢化問題



図三 主要産業別の災害発生 (2005 - 2009 年度)



図四 主要国際指数の評価順位

(b) 韓国のロボット産業の高いポテンシャル

世界未来学会 (WFS) の特別報告書⁵⁾によれば、2020年代には人工知能の発達によりロボット産業が大きく発展すると予想している。疾病を治療するロボット医師や、目的地まで連れて行ってくれるロボット自動車、家事を手伝うロボットなど様々な用途のロボットの開発が急増するものと思われる。これによって韓国は、2020年には日本などのロボット先進国と肩を並べるものと期待される。

(c) 政府主導のR&Dへの投資支援

韓国政府は建設産業から国家経済を導く新しい成長動力を発掘しようと、10年前から持続的かつ積極的にR&Dに予算を投資してきた。韓国政府は、2005年に建設技術のレベルを現在の先進国の71%から2015年までに90%レベルへ高め、技術・設計などの建設エンジニアリング産業の世界市場での占有率を0.2%

(2) 有利な韓国の建設自動化・ロボットの研究環境

(a) 韓国のICT産業の高い競争力

2010年に発表されたICT関連の指数を見ると、図一4のように韓国はほとんどの指数において最上位圏を占めていることがわかる⁴⁾。韓国は2000年代の半ばからICT強国としての名声を博し、この時期を基点としてICT産業の強みと半導体技術の動因としてスタートした産業と技術との融合に関するパラダイム転換が次第に定着しつつある。

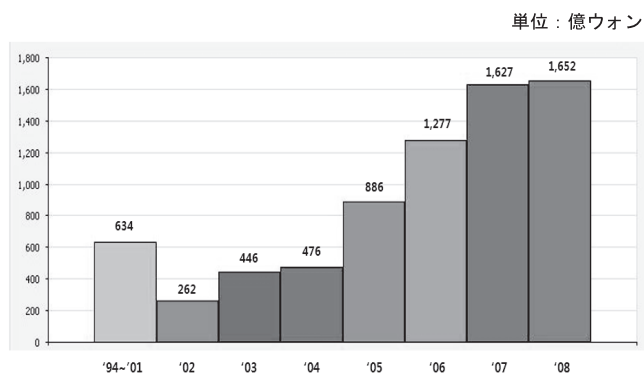
から2%レベルに高めるという目標を示した。このため韓国政府は、建設分野のR&D予算を2002年に262億ウォン、2005年に886億ウォン、2007年に1,627億ウォン、2008年に1,652億ウォンとその規模を次第に拡大している（図—5）⁶⁾。

3. 韓国の建設自動化・ロボットの研究状況

(1) 建設自動化・ロボット研究開発の発展経緯

韓国の建設自動化・ロボットの研究開発は、2000年の初めに韓国建設技術研究院の建設自動化・ロボット研究チームと大学の研究チームにより本格的にスタートし、時期別の特徴によって現在まで大きく四つの段階に分けることができる（図—6参照）。

第1段階の2000年代の初めは、模倣的な研究時期と見ることができる。この時期には、路面のクラック



図—5 韓国政府の建設分野 R&D への投資推移

シールの自動化装置やヒューム管埋め込み自動化装置などを開発したが、先進国の従来のいろいろな研究のフレームを模倣したものであった。第2段階の2000年代の半ばは、カスタマイズ化研究の時期と言える。この時期にはPHCパイルの杭頭自動処理装置、道路の車線除去自動化装置などを開発した。これらの装備は韓国の建設環境により適合したものであった。第3段階は2000年代の中後半からスタートしたICTの融合研究の時期で、研究事業も大型化・長期化した。この時期には先駆けた韓国のICTとの融合を基にした知能型掘削システム、高層建物の構造体を施工する自動化システムなどのように建設作業を全自動化できる先端自動化システムへの研究開発が進められている。第4段階はICTのみならずRT (Robot Technology) まで含んだ融複合研究の時期で、超高層の外壁のメンテナンス用知能型ロボットシステム、建設労働者の安全及び筋力強化のためのウェアラブルロボット (Wearable Robot) などの研究が既にスタートしていたり、今後開発される予定である。

(2) 現在進行している主要研究課題

2007年末に国土海洋部が示した建設交通のR&D中長期計画⁷⁾を見ると、政府はICT技術と建設技術との融複合により付加価値を高め国際競争力を確保することを目標として、表—1のように9つの重点課題を計画した。これらの課題は優先順位により順次的に進められる予定で、現在3つの課題が進行中である。



図—6 韓国の建設自動化及びロボットR&Dの発展経緯

表—1 建設技術革新事業中の先端自動化建設の重点課題

重点課題	備考
ロボティッククレーン基盤の高層建物の構造体を施工する自動化システムの開発	5 次年度
知能型掘削システムの開発	5 次年度
テレマティクスを活用した知能型盛り土ならし/運送システムの開発	計画中
知能型施設解体システムの開発	計画中
難接近性の狭小・危険地域のメンテナンスのための超小型ロボット	計画中
建設作業員のための筋力強化システムの開発	計画中
超高層構造物の外壁用の自律走行メンテナンスシステム	1 次年度
センシング及びシミュレーション技術を活用した施設設計用の環境変化予測システムの開発	計画中
先端の電磁気波技術を活用した地盤設計用の 3 次元無掘削地盤調査システム	計画中

現在進行中または開発が完了した 4 つの主要課題の概要は、次の通りである。

(a) 知能型掘削システムの開発 (2006 - 2011)

「知能型掘削システム」は土工作業を効率的に自動化することができる方案で、土工のための設計情報と地盤の形状情報、装置のリアルタイム位置自動認識、掘削システムの知能化とそのロボティック遠隔操縦及び自律制御機能を備えたシステムを開発しようとするものである。「知能型掘削システム」は遠隔操縦を中心とする従来の土工システムからもっと進化した土工作業の知能化を目標とする。このため、このシステムはリアルタイム 3D 地形スキャニング、知能型作業計画及び管理、掘削機の自律走行などの機能を含む。

(b) 高層建物の構造体を施工する自動化システムの開発 (2006 - 2011)

「高層建物の構造体を施工する自動化システム」は、作業員による高所作業によって鉄骨を組み立てた従来の施工方法に代わり、自動化したシステムを利用して鉄骨の組み立て作業を行うための自動化した施工システムである。日本の施工自動化システムの場合、耐震を考慮して角型鋼管を使用して溶接接合が行われる。これに比べ、この施工自動化システムは経済性を考慮して、基本的に H 型鋼を使用しボルト接合される。また、日本のシステムでは資材運搬のために大型クレーンがシステムの内部に設置されて高重量であるが、このシステムでは RFID を利用した知能型タワークレーンを利用し相対的に軽量化した。

(c) 外壁メンテナンス用知能型ロボットシステム (2010 - 2015)

「外壁メンテナンス用知能型ロボットシステム」は、高層構造物の外壁掃除や塗装作業、モニタリングを行う知能型ロボットである。従来の高層建物向けのゴンドラ型ロボットと、新築建物向けの本設ガイドレールを利用したロボットからなる。自律走行を基盤とした

作業自動化と知能型外壁モニタリングを特徴とする。

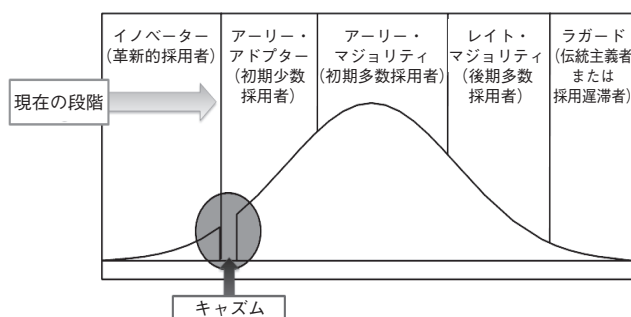
(d) 橋梁メンテナンス自動化のための先端ロボットシステム (2005 - 2009)

「橋梁メンテナンス自動化のための先端ロボットシステム」は、最近橋梁、トンネル、ダムのような主要社会基盤施設物の安全点検に対する重要性が高くなっているため、橋梁メンテナンス自動化のためにマシンビジョンシステムなど先端センサーや先端移送器具、探査ロボットを融合した先端ロボットシステムを開発するのが目的である。ロボットシステムは、橋梁状態点検のための四つの関節を持ったブームとロボットプラットフォームが付いている屈折ロボット車、屈折ロボット車の接近が難しい橋梁の点検のために飛行し橋梁下部に付着した状態で移動し検査する探査飛行ロボット、そして探査飛行ロボットと連携して屈折ロボット車が接近し難い橋梁下部及び橋脚点検のために壁面に付着し移動できる壁面移動ロボットからなる。

4. 建設自動化・ロボット研究の未来

過去 10 年間持続的に建設自動化・ロボットの研究開発が進められてきたが、韓国の建設現場での活用はまだ微々たるものである。日本や欧米の先進国では既にロボットが現れている状況で、その理由は建設産業の特性から探することができる。建設産業は、工場自動化が定着した製造業とは異なり作業環境とプロセスが可変的で標準化が難しく、また施設の多様化と共に作業プロセスが複雑でモジュール化し難いためである。

韓国における建設自動化・ロボットの研究開発の現在の位置を新技術の開発及び導入サイクル (図—7) に照らしてみると、イノベーター (革新的採用者) からアーリー・アダプター (初期少数採用者) の直前の段階にあると言える。しかし、実際に適用、拡散するためには越えなければならない段階、即ち「キャズム (Chasm)」がある。これを越えられなければ新技術はキャズムに落ちて闇に葬られてしまう。



図—7 新技術採用サイクル上の建設自動化・ロボット技術の現在の位置

このようなキャズムを克服し持続的に発展するために、次のような成功要因を提示する。

- ①設計及び製品の標準化・モジュール化
- ②自動化基盤技術の発展
- ③IT/RT/GT (Green Tech.) との融複合
- ④新ビジネスモジュールの開発
- ⑤市場需要創出
- ⑥市場を完全に再編することができる製品 (killer application) の開発
- ⑦関連分野の専門家育成
- ⑧ R&D への持続的な投資

上述した成功要因と共に建設自動化・ロボットの研究開発の結果が建設産業に適用及び活性化するために、次の2つを結論的に提示する。

第一は、学界間のコラボレーション (multi-discipline collaboration) の強化及び建設分野の専門家らの積極的な参与である。即ち、日々発展している先端技術と建設技術との融合のためには、各分野の専門家らのコラボレーションが必須である。特に自動化装備の生産性や活用度を高めるためにはそれに適合した設計、部材、工法などの開発が必要で、これを可能にするのは装備開発を行う先端分野の専門家ではなく、実際の建設作業の経験やノウハウを持った建設分野の実務者及び専門家である。

第二は、建設自動化・ロボットの活性化に最も重要な生産性 (Productivity) の向上を考慮した4つの方向である Loose-fit, Long-life, Low-energy, そして Life-better の「4L」を研究開発の目標として志向する。4L は柔軟性と可変性を持つ技術 (loose-fit), 持続可能で高い品質を持つ技術 (long-life), 環境にやさしく省エネのできる技術 (low-energy), 人類の暮らしをより豊かにする技術 (life-better) を言う。これに基づいて研究開発を実施することにより、巨視的な視点で社会的ニーズに応えることができる研究成果を出すことが可能になると思う。

5. まとめ

本稿は、筆者が2010年9月7日に日本の早稲田大学で開かれた第12回日本建設ロボットシンポジウム

で、日本の建設ロボット専門家に発表した資料⁸⁾を基に作成した。現在、建設自動化・ロボット分野の世界的な関心は韓国に集中している。これは韓国政府の重点的な支援の下で、前述した建設自動化・ロボットに関する大型研究開発事業が進められ、またその結果が実際の建設産業にどのように適用し活性化するかに関心が多く寄せられているからである。このような環境は、今後韓国が世界の建設自動化・ロボット分野において中心的な役割を果たすことができるよいチャンスであると思う。

最後に、今年ソウルで第28回 ISARC2011 (www.isarc2011.org) が開催され、日本を始め海外の建設のみならず機械、ロボット、電気電子、ICT など多様な分野の専門家らが参加する予定である。また韓国内の建設関係者にも多く参加していただき、未来の建設産業の発展のための交流の場となるよう期待したい。

J C M A

《参考文献》

- 1) 「建設産業研究院 - 建設投資の活性化及び雇用与件の改善を通じた仕事創出方案報告書」建設産業研究院, 2009.
- 2) チョン・スンヨプ「韓国, 2030年にG20の四大老人国家となる」連合ニュース, 2010.05.13.
- 3) 国土海洋統計メトリ, <http://stat.mltm.go.kr/portal/jsp/cate/flist_view.jsp>, 2010.10.14.
- 4) チョン・ヨンマン「国際 ICT 指数と大韓民国の経済力」<<http://korea.kr/newsWeb>>, 2010.08.09.
- 5) WFS (world future society), 20 Forecasts for 2010-2025, The Futurist, 2010.
- 6) 国土海洋統計メトリ, <http://stat.mltm.go.kr/portal/jsp/cate/flist_view.jsp?rs_id=369&form_id=4734>, 2010.10.14.
- 7) 「建設先進化本部 - 建設交通の R&D 中長期計画 (案): 2008-2012」国土海洋部, 2007.12.
- 8) Cho, Moon Young, Development trend of automated building construction in Korea, 12th SCR (Symposium on Construction Robotics in Japan), Tokyo, Japan 2010.9.7.

【筆者紹介】

趙 文枬 (Cho Moon-young)
国際建設自動化・ロボット学会 (IAARC)
会長



設計基準強度 $F_c = 200 \text{ N/mm}^2$ の プレキャストコンクリート柱を使用した設計・施工事例

服 部 敦 志・中 島 徹

近年、 F_{c100} 以上の高強度プレキャスト部材を採用する事例が増加しており、今回のプロジェクトでは超高層集合住宅への適用として日本最高強度となる設計基準強度 $F_c = 200 \text{ N/mm}^2$ を採用した。本稿では国内初となる F_{c200} プレキャスト部材の採用にあたって建物の計画概要、部材製造管理、現場への取り付けに関し報告する。

キーワード：高強度プレキャスト柱、 F_{c200}

1. はじめに

近年、超高層 RC 造集合住宅において設計基準強度 100 N/mm^2 以上の高強度プレキャスト柱を使用する例が増加している。また、最近の研究では高強度部材を採用することは、部材そのものの性能（耐震性および耐久性）のみならず、使用材料の縮減に起因する環境配慮型躯体となることも注目され始めている。

ただ、高強度材料は工事現場での施工管理が難しく、また、建設地毎に供給できる生コンプラントの大臣認定が必要となるなど、実施工においては様々な課題があることが懸念されており、品質管理や現場への安定供給・施工性などを考慮して、積極的にプレキャスト部材が推進されている。

ここでは、超高層集合住宅への適用として日本最高の設計基準強度となる $F_c = 200 \text{ N/mm}^2$ の高強度プレキャスト柱を採用した事例を取り上げ、計画概要および部材の製造管理、現場への取り付けについて報告する。

2. 建物の計画概要

対象建物の外観パースを図—1に示す。建物および工事の概要は以下の通りである。

建物名称：クロスエアタワー

建設地：東京都目黒区大橋一丁目

建物用途：共同住宅・店舗・事務所・公益施設他

設計：大成建設(株)一級建築士事務所

施工：共同企業体

延床面積：83,583.50 m^2

建築面積：3,788.19 m^2

階数：地下2階 地上42階 塔屋1階

高さ：最高高さ 155.27m

構造種別：地上階 RC 造（一部 S 造）

地下階 RC 造

架構形式：地上階 純ラーメン構造（制震構造）

地下階 耐震壁付ラーメン構造

使用材料：コンクリート（ $F_{c30} \sim F_{c200}$ ）

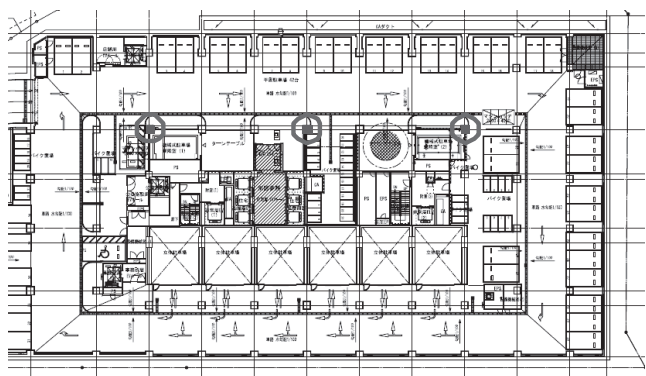
鉄筋（SD590, SD490, SD390, SD345
SD295A, SBPD1275/1420）



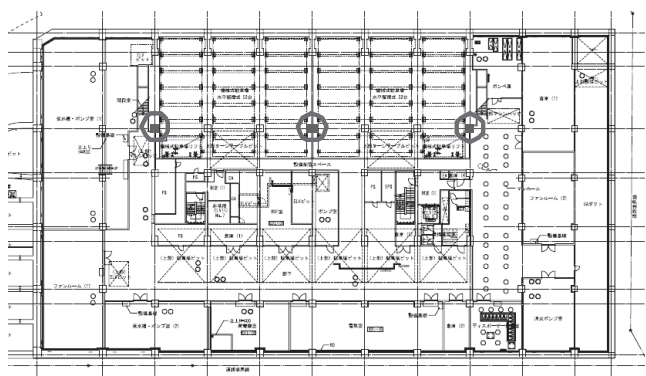
図—1 外観パース

3. 設計基準強度 $F_c = 200 \text{ N/mm}^2$ の採用部位と効果

$F_c = 200 \text{ N/mm}^2$ の高強度プレキャスト柱は、今回、建物の地下1階および地下2階の2層分で採用しており、この部分は計画、地上階から最も多くの荷重を支える内部柱の基壇部分に該当している。図—2および図—3に地下平面図と適用部位を示す（図中丸印部）。



図—2 地下1階平面図と $F_c = 200 \text{ N/mm}^2$ の柱位置



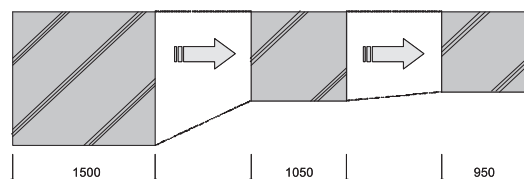
図—3 地下1階平面図と $F_c = 200 \text{ N/mm}^2$ の柱位置

従来、高強度プレキャスト柱は鋼製型枠の転用による効率的な製造のため、地上の基準階で適用することが多いが、今回のPJにおいては、工期を短縮することを目的として地下にプレキャスト柱を採用することが当初より計画されていた。

このような条件の下、プレキャスト部材を効率よく製造するためには、部材断面を統一することが有効であるが、地上部の架構形式により、各階の平面における柱1本の支える荷重は、それぞればらつきが生じる。そこで、設計段階において最も多くの荷重を支える3箇所の柱を、その他の柱と同一断面とするため $F_c = 200 \text{ N/mm}^2$ の採用を決定した。

この結果、最も初期に計画していた $F_c = 80 \text{ N/mm}^2$ のコンクリートによる現場打設工法と比較して、

部材断面を大幅に縮小することが可能となり、地下の機械式駐車場の台数増など、建築計画としても大きな効果を得ることができた。図—4に柱断面寸法とコンクリート強度の関係を模式図で示す。



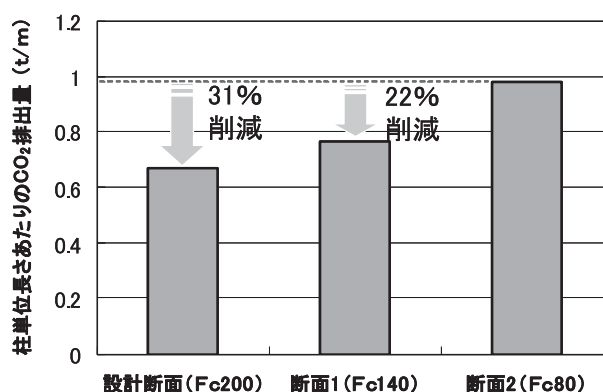
図—4 部材断面寸法とコンクリート強度
 $F_c 80$ とした場合の断面 (基本設計時：現場打設) $F_c 140$ とした場合の断面 (プレキャスト柱) $F_c 200$ を採用した場合の断面 (一般柱($F_c 140$)と同一サイズ)

柱断面寸法の縮小

図—4 部材断面寸法とコンクリート強度

さらに近年では、より環境配慮型の建築構造が大きくクローズアップされているが、これまでより高い強度のコンクリートを使用することで、耐久性や耐震安全性が高まるばかりでなく、部材としての資材数量を大幅に削減し、よりいっそうの環境配慮型躯体を構築することが可能となる。図—5に同一の鉛直荷重支持を仮定した場合の部材断面における、コンクリート強度毎に対する排出 CO_2 の比率を示す。これによれば、 $F_c = 80 \text{ N/mm}^2$ の計画段階に比べ、 $F_c = 200 \text{ N/mm}^2$ を採用することで約30%もの CO_2 削減に寄与していることが分かる。

高強度コンクリート部材の積極的な採用は、このように建築計画の自由度を高めるばかりではなく、性能を高め、かつ、環境配慮に貢献できるとの理由から、今後も益々需要が拡大するものと考えられる。



図—5 高強度コンクリートの環境配慮効果

4. 高強度プレキャストコンクリートの実績

これまで、業界に先駆けて高強度コンクリート部材を積極的に開発し製造を行ってきたが、その結果、現場

打設コンクリート、プレキャストコンクリートを合わせて $F_c = 100 \text{ N/mm}^2$ 以上で約 $25,000 \text{ m}^3$, $F_c = 150 \text{ N/mm}^2$ 以上で約 $1,500 \text{ m}^3$ の施工実績を有している。

このうち $F_c = 100 \text{ N/mm}^2$ を越えるプレキャストコンクリートの製造は、自社が保有する千葉 PC 工場で行うことを原則としている。これは品質管理を一元化すると共に、自社で研究開発した新しい調合や製造方法を速やかに具現化し、実施 PJ への早期適用など、客先ニーズへの対応という観点から非常に大きな役割を果たしている。

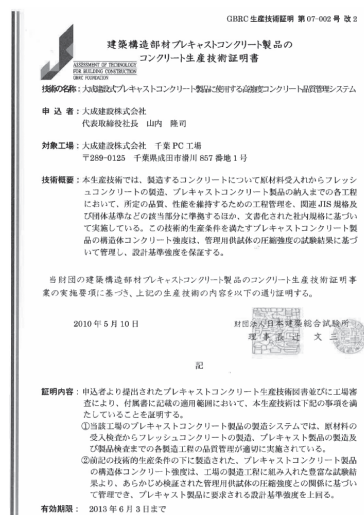
また、千葉 PC 工場はプレキャストコンクリート製品の品質管理システムについて、財団法人日本建築総合試験所より生産技術証明を取得している。この証明はプレハブ協会の認定工場制度とは異なり、任意の評価であるが、設計基準強度 $F_c = 200 \text{ N/mm}^2$ までの製品が対象となっている。写真—1, 2 に千葉 PC 工場の外観、図—6 に生産技術証明書の写しを示す。



写真—1 千葉 PC 工場外観



写真—2 千葉 PC 工場ストックヤード



図—6 千葉 PC 工場生産技術証明書

5. $F_c = 200 \text{ N/mm}^2$ の調合

$F_c = 200 \text{ N/mm}^2$ の超高強度コンクリートの使用材料と調合を表—1 および表—2 に示す。

コンクリートの水結合材比は 14% である。結合材には中庸熱ポルトランドセメントを使用し、練混ぜ時に混和材メーカーと共同で開発を進めてきた高強度混和材 CPS II を別計量で混合している。また、自己収縮の抑制などに対しては、膨張材と収縮低減型の高性能減水剤の併用での対策を行っている。

骨材には大月産の安山岩系砕石・砕砂を使用しているが、砕石に関しては、確実に $F_c = 200 \text{ N/mm}^2$ の強度を満足できるようにするため、採石場から取り寄せた原石の強度・変形特性を試験する独自の管理手法

表—1 使用材料

セメント	中庸熱ポルトランドセメント
混和材	高強度用混和材 CPS II
水	地下水
細骨材	大月産安山岩系砕砂
粗骨材	大月産安山岩系砕石
膨張材	石灰系膨張材
化学混和剤	ポリカルボン酸系高性能減水剤 (収縮低減型)

表—2 コンクリートの調合

Fc N/mm ²	W/B %	スランプ フロー c m	空気量 %	単位量 kg/m ³					
				セメント	混和材	水	細骨材	粗骨材	膨張材
200	14	70	2.0	729	312	150	616	620	30

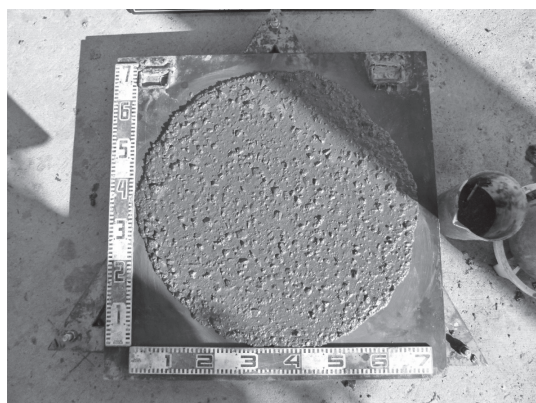
によって厳選したものだけを使用することとした。

練混ぜたコンクリートは型枠に打込み、翌日、必要強度を確認した後に脱型して蒸気養生を実施した。蒸気の温度は90℃とし、部材に最低120時間以上の高温を与えている。

6. $F_c = 200 \text{ N/mm}^2$ の製造管理

製造した $F_c = 200 \text{ N/mm}^2$ のプレキャスト柱は全7ピース、使用したコンクリートの練混ぜバッチ数は39バッチである。

実製造は、4日間に亘って行った。製造したコンクリートのスランプフロー試験の一例を写真—3に、型枠への打込みの状況を写真—4に示す。製造したコンクリートは、スランプフロー試験、空気量試験などのチェックを受け、品質を満足していることを確認して打ち込むこととした。打込みを完了した部材は、翌日に脱型するまで、発泡スチロールなどで周りを保温した。



写真—3 $F_c = 200 \text{ N/mm}^2$ のスランプフロー



写真—4 打ち込み状況

打込みの翌日、脱型に必要な強度を満足したことを確認した後、型枠の脱型を行った。脱型後の部材は、表面に塗布型の収縮低減剤を塗布し、業務用ラップでコーティングした後、強度確認用の供試体などと一緒に

に蒸気養生槽に設置した。蒸気養生槽への部材などの設置状況を写真—5に示す。



写真—5 蒸気養生槽内設置状況

養生槽に吹き込む蒸気は、養生中の部材の強度が必要強度に達したことを確認してから切ることとした。そこで、蒸気養生槽には供試体取出用の開閉窓を設置し、蒸気を切らずに蒸気養生供試体を取り出せるようにした。実際の製造では、槽内温度が90℃となつてから120時間以上経過した時点で、蒸気養生槽から任意の3バッチから3個ずつ採取した計9個の管理用蒸気養生供試体を取り出して第三者機関に発送した。この結果、供試体の3本の平均となる1回の試験では、最高値は 216 N/mm^2 、最低値は 203 N/mm^2 、また、供試体の9本の平均となる1ロットの試験では、最高値は 214 N/mm^2 、最低値は 206 N/mm^2 であった。

第三者機関で実施された強度試験の結果を確認した後、工場では蒸気養生を終了し部材を取り出した。蒸気養生槽から取り出された部材の状況を写真—6に示す。取り出された部材は、内部の温度が常温よりも高いため、発泡スチロールで断熱して内部温度の降下を緩やかにした。全体工程としては、コンクリートの練混ぜから蒸気養生の終了までが約1週間、部材の温度を降下させるのに約2週間程度、合計3週間程度で



写真—6 蒸気養生槽から取り出した部材

部材が製作できることになる。

製造した部材は工場内にストックし、現場の取付け工程に合わせて出荷した。現場での建て込みの状況を写真—7に、設置後の柱を写真—8に示す。製造工場での品質管理は難しい部分を多く含むが、現場に搬入された後の管理は一般的な高強度プレキャストの管理にかかる労力と極端には異ならないため、比較的容易に取り付けを行うことができた。



写真—7 プレキャスト柱の建て込み状況



写真—8 プレキャスト柱の設置状況

7. まとめ

超高層 RC 造住宅への適用としては日本最高の設計基準強度となる 200 N/mm^2 の高強度プレキャスト柱の製造と品質管理について報告した。今後も、現場打ちの超高強度コンクリートと超高強度プレキャストコンクリートを上手に使い分けることで、合理的に超高層 RC 造住宅を建設する提案をしていくことができれば幸いである。

最後になりますが、本プレキャストコンクリート柱の開発・設計・施工において混和材メーカーのデイ・シイ社の方々には多大の協力を頂きました。ここに心より謝辞を申し上げます。

J C M A

【筆者紹介】

服部 敦志（はっとり あつし）
大成建設㈱
設計本部構造グループ
グループリーダー



中島 徹（なかじま とおる）
大成建設㈱
設計本部構造グループ
シニアエンジニア



既存超高層建物の長周期地震動対策技術の開発と適用

T-RESPO 構法

細 澤 治・木 村 雄 一・青 野 英 志

近い将来、東海地震などの巨大地震が発生することが予想されている。その時に発生する長周期地震動が、大きなエネルギーを保持したまま震源から遠く離れた場所に伝わり、共振により、超高層建物を長時間大きく揺らす恐れのあることが、最近の研究により指摘されている。

本技術は変位依存型オイルダンパーを用い、既存架構への負荷を制御することにより、既存架構を補強することなく、長周期地震動に対する建物の変形と振動継続時間を抑制し、安全性を確保するものである。また、制振ダンパーの設置においては、床と梁を上下のベースプレートで挟み、PC 鋼棒で締め付ける圧着工法を開発することにより、建物を使いながらの工事を可能とした。

キーワード：超高層建物、長周期地震動、制振、オイルダンパー

1. 長周期地震動とは

2003 年十勝沖地震では、震源から約 200 km 離れた苫小牧の石油貯蔵タンクが被害を受けた。また、2004 年新潟県中越地震では、震源から約 200 km 離れた東京の超高層建物で、エレベーターが損傷を受けた。これらの被害は、長周期地震動が原因だと考えられている。

長周期地震動とは、ゆっくりとした揺れの成分を多く持った地震動のことである。巨大地震時に発生し、震源地から遠く離れた場所まで伝わる。また、地震の継続時間も長く、共振により、周期の長い超高層建物を長時間大きく揺らす恐れがある。

また、既存超高層建物は、建設当時の想定と違い、供用期間中に遠方の巨大地震を含めた複数回の巨大地震の影響を受ける可能性がある。長時間の揺れにより、塑性部の累積損傷が限界値に達する恐れもあり、建物の変形と部材の損傷を低減する必要がある。

図-1 は、東海地震が発生した場合の、関東平野の揺れをシミュレーションしたものである。近年、東海地震や東南海地震、南海地震などの巨大地震が発生する可能性が高まっている。これらの巨大地震が発生すると、関東や中部、近畿地方の超高層建物に影響を与えると考えられている。

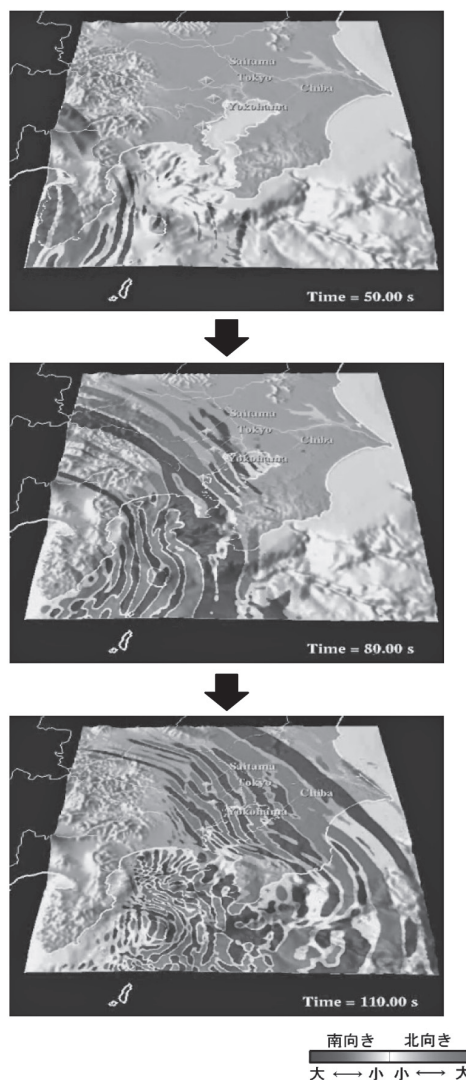
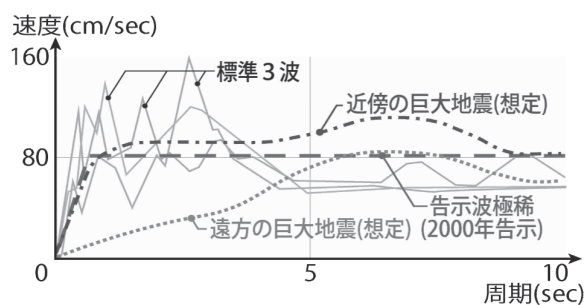


図-1 東海地震のシミュレーション（関東平野）

2. 設計用地震動の変遷

大都市圏では、数多くの超高層建物が建設されているが、既存超高層建物の中には、長周期地震動を考慮せずに設計されたものもある。

超高層建物は振動解析を行い、その構造安全性を検証している。2000年以前に設計された超高層建物の多くは、固有周期の長い領域で地震力の小さい地震動（標準3波など）のみを用いて、振動解析を行っていた。2000年には、長周期成分を考慮した地震動（告示波）を用いることが告示化された。しかし、図—2に示すように、堆積層の厚い平野部では、巨大地震が発生すると、長周期成分が軟らかい堆積層で増幅され、周期の長い領域で告示波より大きな地震力となる恐れがあることが、最近の研究で明らかになってきた。



図—2 設計用地震動の速度応答スペクトル (h = 5%)

3. 既存の耐震補強技術の問題点

既存の耐震補強技術としては、耐震補強、免震化、制振補強の3つがある。

耐震補強（図—3）とは、耐震壁やブレース等を付加することにより、建物の剛性と強度を増す補強法である。低層建物の補強に多く用いられているが、柔構造である超高層建物の補強には適していない。

免震化（図—4）とは、既存建物の基礎下や中間階



図—4 免震化の例

に積層ゴムなどの免震装置を設置し、揺れを低減する構法である。しかし、既存超高層建物では柱軸力が大きいので、ジャッキアップなどの施工が難しくなる。また、塔状比が大きいと、免震層に引張力が作用するという問題が生じる。

制振補強は、履歴型ダンパーや、オイルダンパーなどを建物に組み込み、減衰力を付加し、揺れを低減するもので、既存超高層建物の補強に適していると言われている。しかし、ダンパー負担した減衰力の反力が、ダンパーの周辺部材に作用するため、既存の柱や梁、基礎を補強する必要があるという問題点があった。

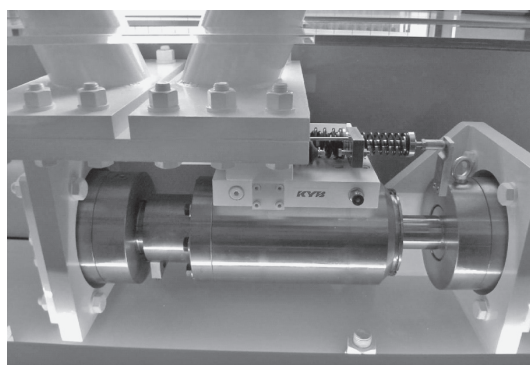
4. 変位依存型オイルダンパー

今回開発した、変位依存型オイルダンパーの写真を写真—1に、仕組みを図—5に示す。ダンパーの変形が小さい領域では、通常のオイルダンパーと同じ特性を持つ。しかし、変形が大きくなると、重なり合った溝からワンウェイのバイパス経路をオイルが流れ、減衰力が小さくなる。ピストンが戻る時は、バイパス経路の弁が閉じるので、通常のオイルダンパーと同じになる。

変位依存型オイルダンパーは、大地震時の最大変形付近でオイルダンパーに発生する力を制御し、周辺架

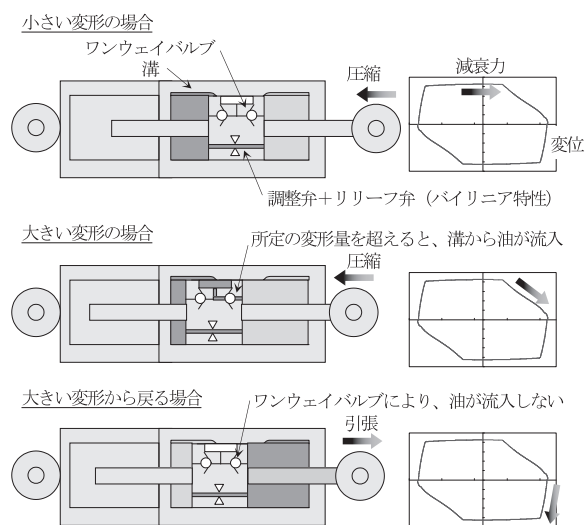


図—3 耐震補強の例



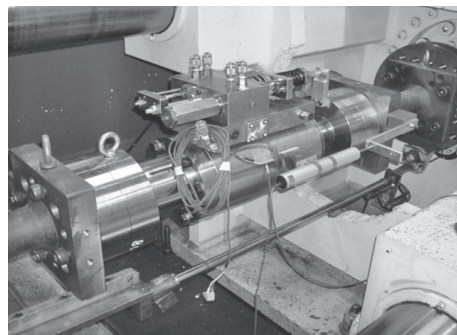
写真—1 変位依存型オイルダンパー

構に付加応力が発生しないため、図—6に示すように、既存の柱や梁、基礎を補強する必要がなく、既存超高層建物の長周期地震動対策に適している。

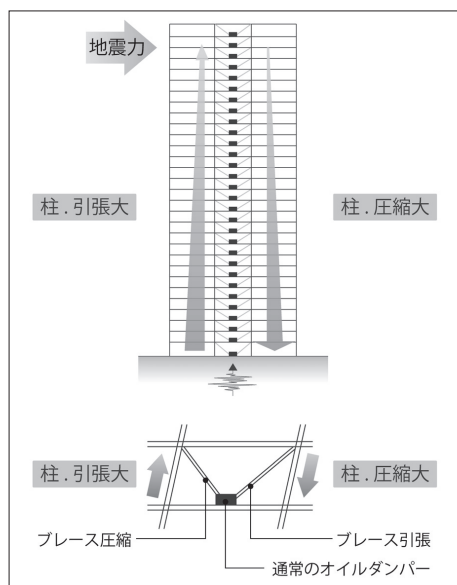


図—5 変位依存型オイルダンパーの仕組み

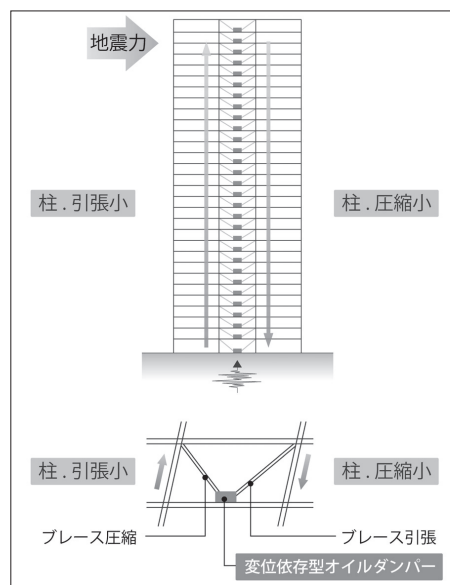
ダンパーは、①外付けバルブ圧力耐久試験、②外付けバルブ作動耐久試験、③リンク作動耐久試験、④速度依存性能試験、⑤変位依存性能試験を行い、耐久性、性能とも問題ないことを確認している。変位依存性能試験の状況を写真—2に、試験結果を図—7に示す。小さな変形領域では通常のオイルダンパーとほぼ同様の履歴形状だが、大きい変形領域では外付けバルブが作動し、減衰力が低下していることが分かる。



写真—2 速度依存性能試験状況

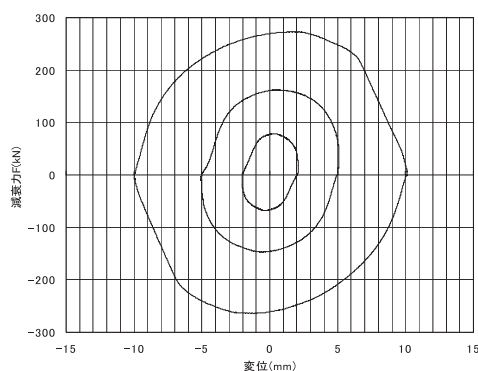


通常のオイルダンパーを用いた場合



変位依存型オイルダンパーを用いた場合

図—6 地震時のダンパー周辺部材への付加応力



小さい変形領域

大きい変形領域

図—7 速度依存性能試験結果 (0.2 Hz)

5. 新宿センタービルの制振補強

新宿センタービルは、1979年竣工の高さ223mの事務所ビルである（写真—3）。この建物は、建設当時から100年建築を目指しており、当時の最先端技術を用いて設計されていた。その一つとして、鉄筋可撓耐震壁という制振壁がコア部に、短辺方向各階12枚、長辺方向各階20枚設置されている。



写真—3 新宿センタービル

鉄筋可撓耐震壁とは、一枚の鉄筋コンクリート壁板を上下二つに分割し間隙を設け、そこに鉄筋をくしの目状に挿入したもので、建物剛性の調整を図っている。また、この鉄筋可撓耐震壁は、鉄筋の曲げ靱性にエネルギー吸収機能を期待した制振耐震壁でもあり、この制振効果により、30年前に設計されたにもかかわらず、告示波による最大層間変形角は1/120程度で、現行基準に適合している。

しかし、建物を長く使い続けるということは、長周期地震動の影響を受ける確率が高くなることを意味しており、供用期間中に長周期地震動の影響を複数回受ける恐れもある。そこで、安全性だけでなく、修復性や事業継続性を考慮し、長周期地震動対策を行うことになった。高さ150mを超える建物では、世界初の長周期地震動対策工事である。

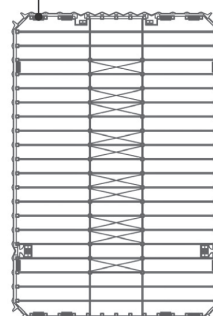
長周期地震動対策として、建物に減衰力を付加し、最大変形はもとより、後揺れを低減することを目的とし、変位依存型オイルダンパーを建物外周部に設置した（写真—4）。近傍の巨大地震（関東地震）と遠方の巨大地震（東海地震）を想定し、最大層間変形角が1/100以内となるように、層間変形角が大きくなる層を中心に、288台のダンパーを設置している（図—8）。

ダンパーに取り付けるブレースやベースプレート

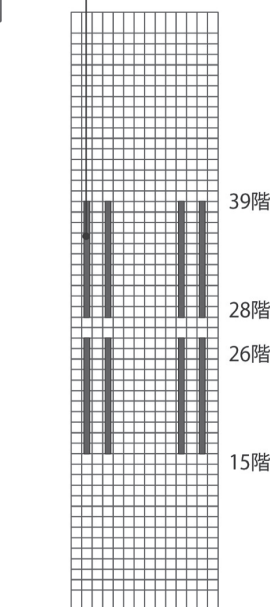


写真—4 ダンパー設置状況

変位依存型オイルダンパー
(各階12台、計288台)



基準階伏図

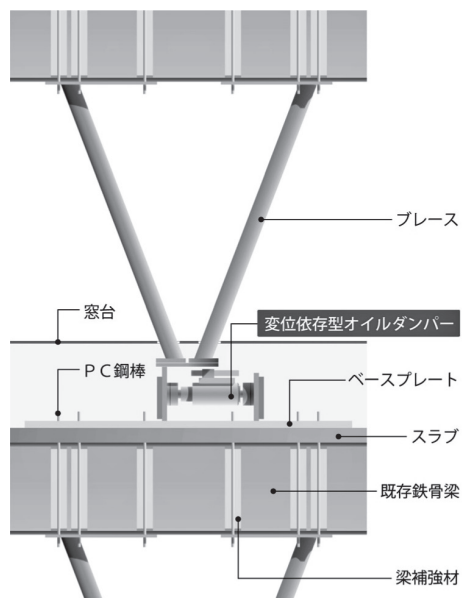


軸組図

図—8 制振ダンパーの設置位置

は、図—9に示すように、PC鋼棒を用いて大梁と圧着接合しており、現場溶接は行っていない。また、非常用EVで運搬することを考慮し、ダンパー取り付け部材を、運搬可能なサイズに分割し、現場で高力ボルト接合している。

工事は、テナントが業務している貸室内での施工（1テナント内での施工期間が約1ヶ月間の夜間工事）であり、入居者の業務に支障をきたさない最善の施工計画を立案した。また、ダンパー、ブレース、梁、スラブをPC鋼棒により圧着接合するため、施工当該階と上下階の計3フロア分のテナントと工程調整し、工程に基づき毎夜作業の遅延なきよう進捗させる必要が



図一 9 ダンパー取付部詳細

あった。これらの命題を解決させるための具体策として、①日中の工事エリア区画を最小限にするため、仮囲いについては施工場所の柱面にアコーディオンカーテンを設置し室内の美観にも配慮しながら、日中の執務スペースの確保、②重量物搬送の利便性のため専用台車を開発・製作、③作業の安全性向上及び効率化のため重量物（制振ダンパー約 400 kg やブレース約 270 kg 等）の取付機械を開発、製作し工事を行なった。

その結果、工事範囲には 32 テナントが入居していたが、全テナントと上記の綿密な確認、調整打合せを行ない、テナントの協力の下、一切問題を発生させず、工事期間 10 ヶ月で施工終了した。図一 10 に施工時の写真を示す。

6. まとめ

世界的に見ても、日本は自然災害の多い国で、特に東海地震などの巨大地震は、いつ発生してもおかしくない状況にあり、事業継続への社会的要請が顕著になりつつある。東北地方太平洋沖地震において、長周期地震動対策を行った新宿センタービルでは、制振ダンパーの効果により、建物の最大変形が約 25%、地震終了後の後揺れの時間が約 50% 低減されたことが確認された。既存超高層建物においても、安全性や事業継続性を改めて見直し、より価値の高いものにしていく需要が、今後ますます高まってくるものと思われる。

JICMA



①施工時の仮囲い



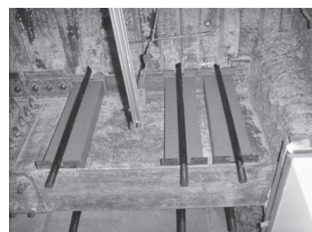
②PC 鋼棒用床孔あけ



③ベースプレート下グラウト充填



④PC 鋼棒に緊張力導入



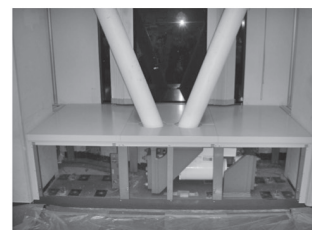
⑤梁補強材の設置



⑥ブレースの設置



⑦制振ダンパーの設置



⑧窓台の設置

図一 10 施工時の写真

【筆者紹介】

細澤 治 (ほそざわ おさむ)
大成建設㈱
設計本部
理事副本部長



木村 雄一 (きむら ゆういち)
大成建設㈱
設計本部
グループリーダー



青野 英志 (あおの ひでし)
大成建設㈱
設計本部
プロジェクトエンジニア



ICT による建築設備工事の合理化

酒 本 晋太郎・田 中 幸 悦

近年、情報通信技術（ICT）は急速に進歩しており、建設業においても ICT を利用した施工システムの研究・開発が進められている。

本稿では、ICT を利用して建築設備工事の合理化・生産性の向上を図るための技術として、モータードライブ型のトータルステーションを利用した3次元計測システム、IC タグを利用した配管継手の施工管理システム、およびクローラータイプの遠隔操作型モニタリングロボットについて概要を述べる。最後に、各システムと3次元CADとのデータ連携による生産性の向上とBIMへの発展性について述べる。

キーワード：建築設備、3次元計測、IC タグ、遠隔操作、3次元CAD、BIM

1. はじめに

近年、インターネットが通信インフラとして必須の存在となり、あらゆる情報ビジネスが展開されている。またスマートフォンやタブレットPCなどの携帯端末が普及し始め、ユビキタスコンピュータ社会がいよいよ現実のものとなってきた。

建設業におけるICT導入のメリットは、

- ①いつでもどこでも、携帯端末と無線通信によって情報にアクセスすることができる
 - ②膨大な検査データの管理が容易になる
 - ③ヒューマンエラーを防止できる
 - ④RT（Robot Technology）との融合により、人工を削減するとともに、作業範囲を拡大することができる
 - ⑤CADデータを施工で有効に利用することができる
- などが挙げられる。特に⑤については、建設業における新しいワークフローであるBIM（Building Information Modeling）の普及を図る上で、施工担当者にとってのインセンティブとして有効であると考えられる。

本稿では、ICTを利用して建築設備工事の合理化・生産性向上を図るための技術として、モータードライブ型のトータルステーションを利用した3次元計測システム、IC タグを利用した配管継手の施工管理システム、およびクローラータイプの遠隔操作型モニタリングロボットについて概要を述べる。そして、各システムと3次元CADとのデータ連携による生産性の向上とBIMへの発展性について述べる。

2. 3次元計測システム

(1) システム構成

建築設備工事における従来の計測・墨出しは、スケールによる手計測で行われているが、計測精度に限界があるため最終的には現場合わせが必要となり、また計測ミスにより手戻りが発生するなど、コスト増の原因となる。さらに高所や狭所での測定では、仮設足場が必要となる場合や、計測ポイントにアプローチできず計測ができない場合もある。本システムの目的は、現場の計測・墨出し作業を一人で簡単かつ正確に行うことである。

システムの構成を図1に示す。高性能な測量機であるモータードライブ型トータルステーション（ライカジオシステムズ製 TCRP1205+）を計測の基盤とし、これにRS232C-無線LANコンバータを接続し、スマートフォンのWiFi機能によって遠隔操作することができる。ターゲットは、水準を調節可能な置き型のプリズムであり、トータルステーションを現場に設置してその自己位置を認識させる作業（初期設定）の際に、現場に設定した座標軸上に置いてその位置を計測



図1 システム構成

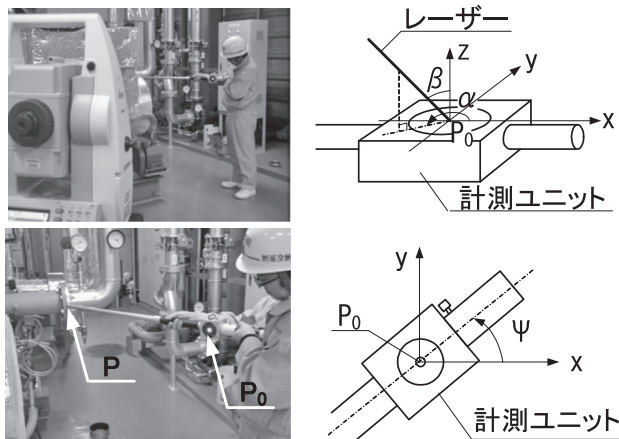
する。原点と軸上の1点をトータルステーションで計測することによって、X、Y平面上での位置座標が求まり、かつ基準高さを計測することでZ座標が求まる。また、計測ユニット・墨出しユニットは独自に開発した計測・墨出し用のツールであり、以下に詳細を述べる。

(2) 計測機能

計測機能には、トータルステーションの望遠鏡により視準した点の座標を直接計測する機能と、計測ユニットを利用して間接的に計測する機能がある。直接計測機能は、トータルステーション本来の計測機能を利用しているためここでは省略し、計測ユニットを用いた間接計測機能について述べる。

図一2に示すように、計測ユニットはトータルステーションから直接視準できない陰に隠れた点を計測するツールである。計測ユニットの受光部をトータルステーションで計測し、それによって間接的に計測ユニット先端で指示した位置の座標を求める。建築設備工事においては機械室やパイプシャフトなどの狭隘部で計測することが多く、計測ユニットを用いた間接計測機能が有効である。計測ユニットによる計測方法は以下の通りである。

- ①レーザー受光点 P_0 には、その入射角 α 、方位角 β を計測するセンサーがある。このセンサーは、 P_0 に設けられたピンホールによりレーザーを導入し、複層レンズを透過してCMOSデバイスに投影されたスポットの位置を画像処理で求めることにより、 α と β を計測する。
- ②360度の計測が可能な傾斜角センサーを搭載し、計測ユニットの傾き Ψ を計測する。
- ③グリップにあるボタン操作でトータルステーションに計測指令を無線送信する。オペレータは、計測ユニットにより計測点Pを指示しレーザー測量機でポインターの受光点 P_0 の位置を計測する。同時にレーザーの入射角 α 、方位角 β とポインターの姿勢角度 Ψ から、幾何演



図一2 計測ユニットによる計測原理

算により計測点Pの3次元座標を求めることができる。

計測ユニットを用いた場合の計測精度は、トータルステーションからの距離が10 m以内において ± 5 mm以下である。

(3) 墨出し機能

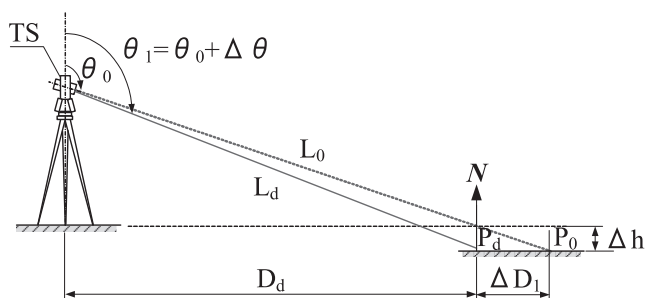
本システムで使用しているトータルステーションは、モータ駆動によりレーザーの照射角度を自動制御することができるため、システムに入力した任意の座標に対し、その方向にレーザーを自動で照射することができる。これを利用して、墨出し位置をレーザーで指し示すことにより、現場での煩雑な計測作業を必要とせず、一人で簡単に墨出しを行うことができる。

レーザーにより指示された点については、以下の二つの問題がある。

- ①墨出しする対象物(床、天井、壁など)の仕上がり寸法が設計図と異なる場合、目標位置と異なる位置にレーザーが照射される。
- ②対象物への入射角が大きいほど、レーザースポットが楕円形となりその長軸が長くなるため、墨出し位置を目視で判断することが困難となる。

①に対し、レーザー照射時にトータルステーションのノンプリズム計測により照射点の座標を求めて照射位置を補正する。図一3に示すように、床面への墨出しデータのZ座標と実際の床レベルが異なる場合、 ΔD_1 だけ前方あるいは後方にレーザーがずれる。そこで、レーザー照射時にノンプリズム計測により照射点 P_0 の座標を求め、これにより仰角の補正量 $\Delta\theta$ を算出し補正する。目標位置に対する誤差が許容値以下になるまでこれを繰り返す。

②に対しては、墨出しユニットを用いて墨出し位置を特定する。トータルステーションによるレーザー照射位置に墨出しユニットを設置する。図一4に示すように、墨出しユニットはプリズムを搭載しており、トータルステーションからの水平距離 D_0 を求め、目標点 P_d までの水平距離 D_d に対する差 ΔD_2 を求める。そしてユニット上のスケールでスライダを ΔD_2 に合わせ位置を特定する。墨出しユニットは、水平かつレーザーの軸方向と一



図一3 指示位置の調整機能

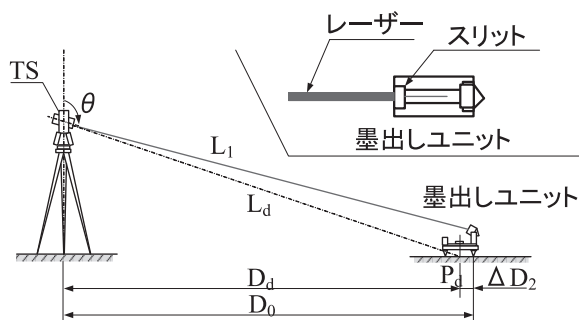


図-4 墨出しユニットの原理

致するように設置される必要があるため、手動式の整準機能およびスリットを利用した方向調整機能を有する。

(4) 現場適用例

①改修工事のための計測

大規模な空調用エネルギープラントにて、改修工事のための現場調査に本システムを使用した。

新規に敷設する配管設備の既存設備との接続位置や、既存の鉄骨架台などの位置、および既存躯体（天井、壁など）の位置情報を本システムにより計測した。写真-1、2に計測の様子を示す。2日間で合計141点の計測を行った。プラントの規模が大きく、測定個所が広範囲にわたったため、トータルステーションを合計8回移動した。この計測データを用いて、既存設備の図面をもとにあらかじめ作成した設備の施工図を修正した。これにより施工図の精度が高まり、配管工事の



写真-1 計測の様子（プリズムを用いた計測）



写真-2 計測の様子（計測ユニットを使用）

プレファブ化促進と現場加工の大幅削減を実現した。

②インサートの墨出し

大規模な複合ビルの新築工事において、デッキプレートへのインサートの墨出し作業に本システムを適用した。

写真-3に墨出しの様子を示す。実績として最大で1日に1,000箇所以上、従来方法に比べて3～4倍程度の処理能力があることを確認した。また、従来のように現場で図面を見ながら計測をして墨出し位置を特定する必要がないため、作業性が良くまたヒューマンエラーによる手戻りが発生しにくいというメリットも確認された。



写真-3 墨出しの様子

3. IC タグを利用した配管継手の施工管理システム

(1) システムの目的

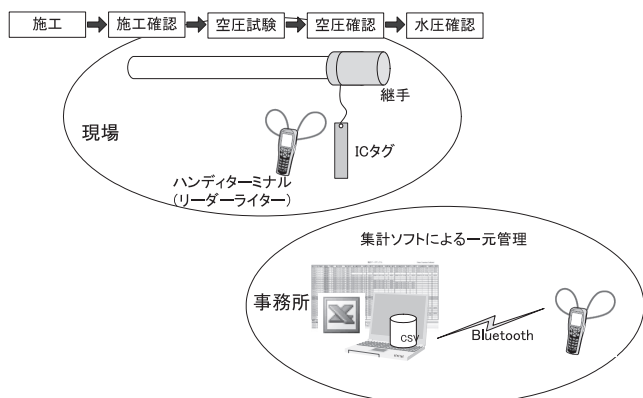
金属強化ポリエチレン管は、その施工性の良さから広く普及しているが、継手の施工（専用工具による“かしめ”）を忘れてしまうと、空圧・水圧試験では発見されず竣工後に漏水するという事例が確認されている。そのため、継手全数の目視確認とともに専用シールによるチェック作業など、徹底した施工管理が行われているが、ヒューマンエラーを完全に防止できてはいない。そこで、配管継手の施工不良による漏水事故を防止するため、金属強化ポリエチレン管用継手の施工管理にICタグを利用するシステムを開発した。

(2) システム概要

①かしめ状況管理システム

初めに、ICタグによるかしめ状況管理システムを開発した。図-5に示すように、本システムはICタグ、ハンディターミナルおよびパソコンで構成される。ICタグは、数メートルの距離でも読み書きが可能なUHF帯のタグを採用した。かしめ作業が終了した時点で、施工日時、施工者、施工場所などの情報をICタグに書き込む。さらに施工確認、空圧試験、水圧試験などの各チェックイベントにおいて、目視確認後にICタグに可否を書

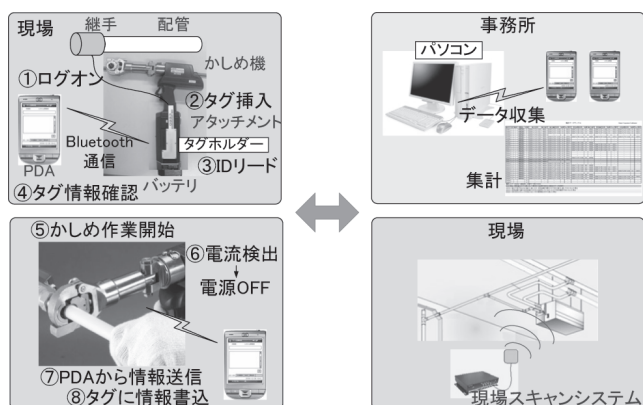
き込む。その際、IC タグには確認日時や確認者も記録される。確認作業後、ハンディターミナルに蓄積されたデータを、Bluetooth 無線によって事務所のパソコンへ転送する。本システムは、離れた場所から複数のタグを同時に読み込むことができるため、確認漏れを防止することができ、さらに読み込んだデータをもとに施工履歴や確認履歴をパソコンで一元管理することができる。



図一五 かしめ状況管理システム

②かしめ機連動システム

上記のシステムは、かしめ作業と連動していないため、施工結果を確実にタグに記録するという点で、信頼性が不十分である。そこで、市販のかしめ機に専用のアタッチメントを装着し、IC タグへの書き込みをかしめ機に連動させたシステムを開発した。本システムは、図一六に示すようにかしめ機とそれに装着されるアタッチメント、PDA および現場スキャンシステムで構成される。アタッチメントはかしめ機本体とバッテリーの間に装着され、かしめ機の電源制御やIC タグへの読み書き、およびPDA との無線通信機能を有する。PDA には継手の施工履歴データが記録されており、施工済みのタグに対してはかしめ機が起動しないようになっている。また、高出力（1W）のタグリーダー機能を持つ現場スキャンシステムにより、「未了」と記録



図一六 かしめ機連動システム概要

されたタグを検出しかしめ忘れを防止する。本システムにより、施工管理の信頼性が向上し、施工忘れによる水漏れなどのリスクを回避することができる。

4. モニタリングロボットシステム

(1) システムの概要

天井内でのモニタリングを行うため、走行性に優れた住宅用床下点検ロボットに用いられているクローラー*¹ モジュールをベースに、遠隔監視を行う走行ロボットシステムを開発した。写真一四にシステム構成を示す。ロボットは無線LANにより遠隔操作され、走行と搭載カメラのパン・チルト・ズームが可能である。オペレータはパソコンに表示されるカメラ画像を見ながら、ジョイパッドにより操作する。ロボットは環境測定用に温湿度センサーを装備している。本体の防水・防塵仕様はIP54*² 相当である。移動速度は3段階で設定可能であり、最高速度は0.33 m/s である。ナビゲーションカメラは、天井内に設置され、ロボットの姿勢や周囲状況を確認するために用いる。



写真一四 システム構成

- *1 クローラー：無限軌道。履帯、キャタピラーなど、複数の呼び方がある。
- *2 IP54：国際電気標準会議で規定されている、キャビネットの固形物および水の侵入に対する保護構造の規格。第一特性数字5＝粉塵が内部に侵入することを防止する。若干の粉塵の侵入があっても正常な運転を阻害しない。第二特性数字4＝いかなる方向からの飛沫によっても有害な影響を受けない。

(2) システムの特徴

①転倒防止機能

ロボットには3軸加速度センサーが搭載されており、約40 msec 周期でロボットの前後方向への傾斜角度を計測することができる。ロボットはクローラーの推進性能が高く、直進時で約60 mm の段差を乗り越えることができる一方で、段差が高い場合は後方に転倒してしまう恐れがある。そのため、走行速度ごとにロボットの傾斜限界角度を設定し、その角度になった

ら一段下の速度へ自動で切り替え、最後には低速から自動停止させることで転倒を回避する機能を有する。

②乗上回避機能

天井下地材 (LGS) などの障害物を乗り越える際に、バランスを崩してロボットのシャーシ下面が障害物の上に乗り上げると、クローラーが空転し走行不能となる。そこで、シャーシ下面にタイミングベルトを配置し、片側のクローラーと同期して回転させることにより、障害物に乗り上げた際にクローラーの駆動力が回復する位置まで移動することができる。

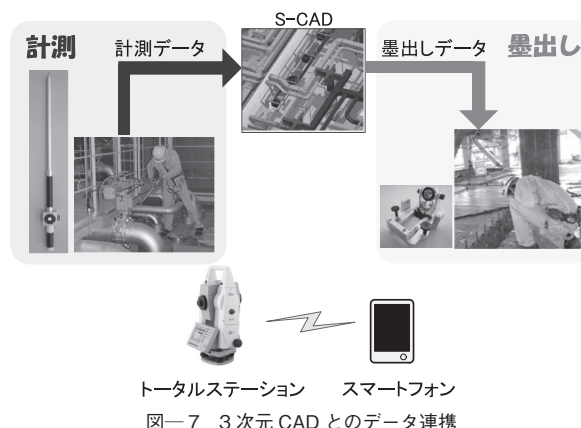
③ナビゲーション機能

図面や写真など、天井内の情報がない場合、ロボットに搭載されたカメラの映像だけでは、ロボットの現在位置を認識することは困難である。ロボットはオドメトリ情報 (走行距離など) からおおよその位置を推測できるが、障害物を乗り越えるたびに誤差が累積して実用に供しない。現在位置が不明だとスタート位置に帰還することが難しく、またロボット周囲の状況やロボットの姿勢が分からないと操作が非常に難しい。そこで、ナビゲーションカメラとして web カメラを天井内に設置する。このカメラは、パンとチルトの角度を検出することができ、それらの値とカメラの高さから、カメラ画像の中心でとらえた物体のおおよその位置が求められる。これにより、ナビゲーションカメラとロボットの相対位置がわかる。本システムにおける位置検出精度は、 ± 500 mm 程度である。また、本 web カメラは動き検出機能を有しており、天井内で唯一動き回るロボットを自動追尾することができるため、オペレータの負担を軽減することができる。自動追尾ができなくなった場合は、ジョイパッドにより手動でロボットを捕捉する。

5. 3次元CADとのデータ連携とBIMへの展開

近年、建設工事の新しいワークフローとしてBIMが注目されている。3次元CADを利用して作成したモデルにあらゆる属性データを付与した建築物のデータベースを、建築のライフサイクルにわたって活用するというものである。本稿で紹介した各システムは、扱うデータを3次元CADと連携させることが可能であり、BIMに対する適合性が高くBIMの価値を高める有効なシステムとなりうる。上述の3次元計測システムは、当社で開発した3次元CAD「S-CAD」とのデータ連携機能を持ち、図一7に示すようにシステムで計測したデータをオブジェクトとしてS-CADに配置することにより、計測データに基づく図面の作成・修正が可能となる。また、S-CADで設計したデータから各

部材の位置データを抽出し、トータルステーションにより簡単かつ正確に墨出しを行うことができる。また、ICタグを利用した施工管理システムにおいては、3次元CADの部材オブジェクトに自動的に割り振られるID番号とICタグとを関連付けることによって、3次元CADが部材管理および施工管理のデータベースとしての役割を果たし、データの一元管理が可能となる。さらに、各オブジェクトの属性情報としてモニタリングロボットなどから得られる設備の写真データを貼り付けることによって、施工管理だけでなく、施工後のファシリティマネジメントにも利用することができる。



図一7 3次元CADとのデータ連携

6. まとめ

本稿では、ICTを利用した建築設備工事の合理化技術を紹介し、さらに3次元CADとのデータ連携によるBIMへの展開について述べた。近年のインターネットやモバイル端末の進歩と普及により、建設現場においてもICTを導入する環境が整ってきている。ICTを活用して業務革新を進めることが、建設工事の生産性向上と労働環境の改善につながる有効な手段であると考えられる。

J C M A

【筆者紹介】

酒本 晋太郎 (さかもと しんたろう)
新菱冷熱工業(株)
中央研究所
イノベーションシステムグループ
主査



田中 幸悦 (たなか こうえつ)
新菱冷熱工業(株)
中央研究所
イノベーションシステムグループ
主査



CFT 充填管理システムの開発

小 田 博 志・塩 田 博 之・片 寄 哲 務

CFT 造とは鋼管内にコンクリートを充填した構造形式で、近年事務所ビルを中心に採用件数が増えている。今回開発したシステムは、レーザ距離計によるコンクリート面の距離測定を行い、圧入速度をビジュアル化することで圧入工法の品質管理に貢献している。さらに鋼管内という不可視箇所を目視するためにカメラ映像も統合化してシステムに取り込み、それらの情報をデジタル化し共有することで施工時の品質管理の向上と省力化を実現している。インターネットに拡張したネットワークも活用して積極的に IT を取り入れた事例を本報で紹介する。

キーワード：建築，CFT，高強度コンクリート，IT，施工，インターネット，レーザ距離計，ネットワークカメラ，施工の見える化

1. はじめに

CFT（Concrete Filled Steel Tube）造とは鋼管内に、コンクリートを充填した構造形式で、鋼管とコンクリートの特性を十分に引き出すことにより、従来の S 造や、RC 造、SRC 造に比べ耐震・耐火性能に優れた特性を発揮するといわれている。このため計画の自由度が高くなり、特に事務所ビル用途において採用件数が増えてきている構造である。

CFT 造の性能は充填するコンクリートの品質によって左右されるといわれている。フレッシュコンクリートの調合などはもちろんだが、施工方法にも大きな要因があり、その充填管理の手法¹⁾が重要である。

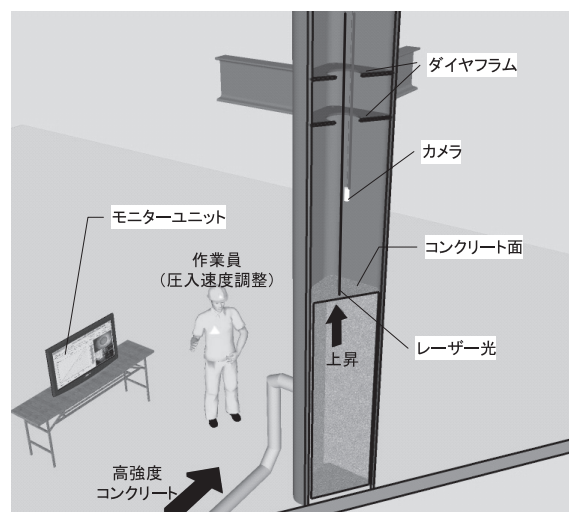
また、2005 年に発生した耐震強度偽装事件以降、建物の品質に対する社会的要求の厳しさも増してきている。特に施工後に目視確認できなくなる部位についてはその品質を担保できるよう様々な記録を残さなければならず、施工者にとっては管理業務そのものが負担になってきているのも事実である²⁾。

これらの背景から CFT 充填管理システムは、品質管理の向上と省力化を実現するものとして開発された。CFT の圧入工法において重要なコンクリートの圧入速度管理を行いながら、自動記録によるトレーサビリティを実現している。さらにネットワークカメラを活用した施工情報の共有化は、IT で実現した『建築施工の見える化』と言える。

2. システム概要

図一 1 は本システムの稼働イメージをカットモデルで表現したものであるが、本システムの基本構成は大きく分けると施工現場側とインターネット側に分かれる。施工現場側は「PC ユニット」「距離計・カメラユニット」「モニターユニット」「ネットワークカメラ」で構成され、インターネット側には「データ記録・配信サーバ」が配置されている（図一 2）。

本システムは作業所内にローカルネットワークを構築し、施工に関係する情報をデジタル化することを基本としている。実際の施工時は関係者が数フロアに分かれて作業に当たるため、上下階での情報共有は一番



図一 1 CFT 充填管理システム

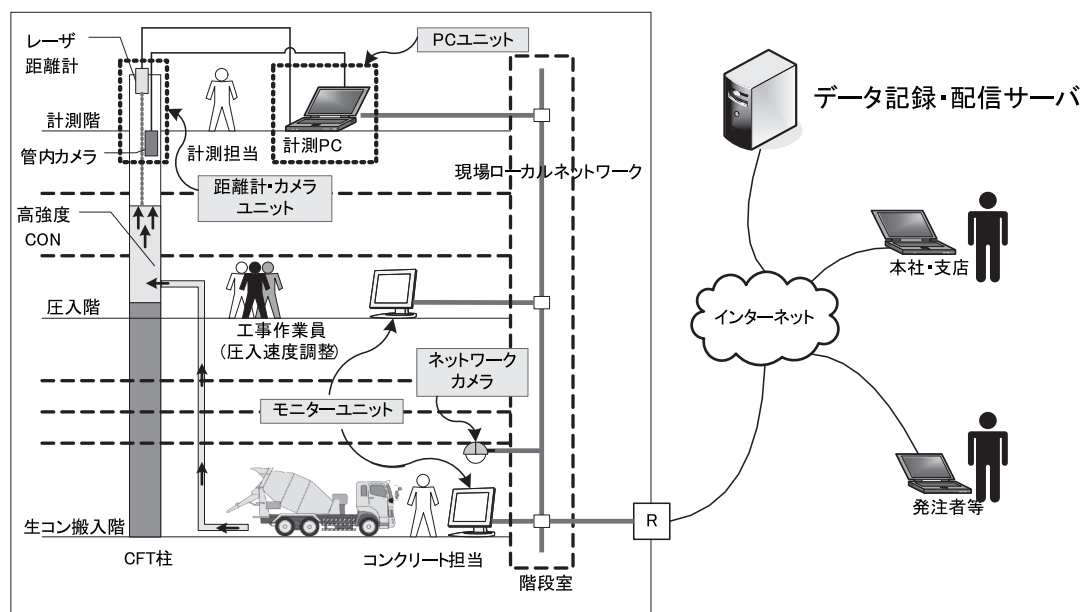


図-2 システム構成図

重要なポイントとなる。

情報をデジタル化することのメリットは、伝達距離の制限がなくなることと、情報共有の対象範囲をフレキシブルに設定できることにある。今回のケースでは、図-2にある現場ローカルネットワークに限っても、システム的な機能は満足するが、運用時の利便性、信頼性、可用性なども総合的に検討した結果、インターネットの利用が最も効果的であると考えた。

利便性に関して、柱の高さなど施工に関するデータは、事前に計測PCにインプットしなければならない。そのためには、そのPCに直接インプットするか、あるいは別のPCを使ってインプットしたデータをUSBメモリなどにコピーして移す方法が考えられる。これをネットワーク経由でコピー可能にするだけでも、かなりの省力化が実現できる。

また信頼性に関しては、現場の中で計測PCにすべてのデータが保存されてしまうと、PCがクラッシュしたときのデータ消失のリスクが高くなる。通常のオフィスの中のような安定した環境と違い、屋外で使用するPCはいつクラッシュするかもしれない危険を抱えている。データの記録という観点で、バックアップは重要なポイントとなる。

そこで利便性向上と信頼性向上を兼ねて、データのインプットとバックアップを行うシステムを、インターネット上のサーバに配置することにした。そしてこのサーバへのバックアップを自動的に行うことが、インターネット経由の施工のリアルタイム中継につながっている。作業所の内と外とを結ぶ「データ記録・配信サーバ」の役割は、本システムの大きな特長となっている。

3. システム詳細

システムのユニットを詳細に説明する。

(1) PCユニット

現場内での移動と取り扱いを容易にするため、計測に必要な機材一式をアルミ製のボックスに収納してある（写真-1）。

運用時には蓋を開いた状態でこのままボックスに電源供給し、カメラなどとケーブルでつなぎ、PCを起動する。このボックスの中には計測用PCの他に、次節以降に紹介するレーザ距離計、管内撮影カメラのアナログ映像をデジタルに変換するためのカメラサーバ、計測PCの画面を送信する画像伝送装置が納められている。

また施工中は、この計測用PCがインターネットに接続され、計測データを後述するデータ記録・配信サーバに随時送る仕組みになっている。

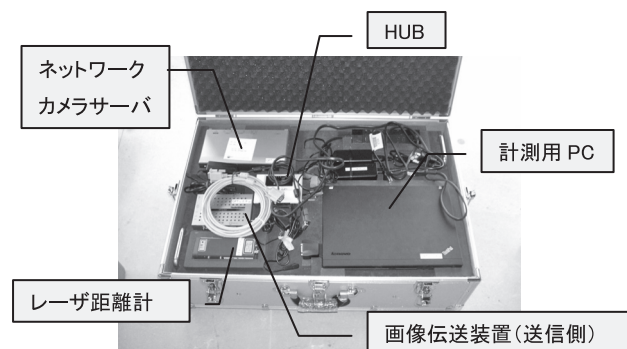
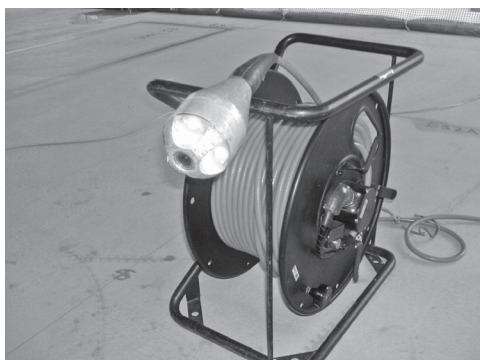


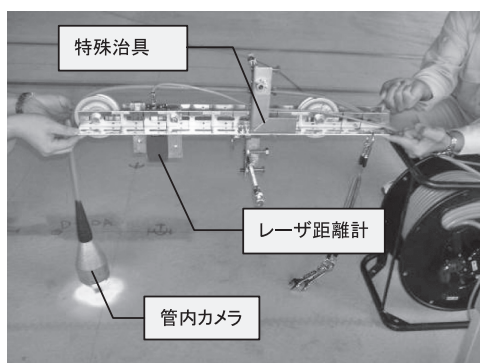
写真-1 PCユニット（運搬時）

(2) 距離計・カメラユニット

写真—2は管内撮影カメラである。これはレンタル業者より施工日程に合わせて借りている。このカメラは最上階の柱頭部より吊り下ろして利用するよう想定されているが、本システムでは中間階の圧入口を利用してカメラとレーザ距離計を一体化してセットできるように特殊治具を考案した(写真—3)。この治具はカメラヘッドとレーザ光の干渉を避けながら、短時間でのセッティングを可能にし、運用時の可用性を高めることに貢献している。



写真—2 管内撮影カメラ



写真—3 距離計・カメラユニット

またレーザ距離計は、毎秒ごとの計測結果をRS232C経由で出力するものを使用している。フレッシュコンクリートの場合、実用レベルで50m程度まで計測できることを、実験で確認している。

(3) モニターユニット

計測用PCの画面を離れた場所で見するためにパソコン用モニターと画像伝送装置の受信機をセットにしたものである。PCユニットの送信機1台に対して複数の受信機が接続でき、その間は通常のLANケーブルで接続する。写真—4は施工中に圧送オペレータがこのモニターユニット画面を見ている状況を撮影したものである。

またモニターユニットの送信側はPCのVGA出力



写真—4 モニターユニット設置状況

を使うため計測パソコンに負荷はかけない。受信側は遅延なくリアルタイムで画面を表示できることと、電源のシャットダウンに気を遣わなくてよいところが特長である。

(4) ネットワークカメラ

これはCFTのコンクリート圧入施工時に生コンの供給状況などを映像情報として補助的に提供することを目的にしている。LANで配信するネットワークカメラは設置場所がフレキシブルにでき、その映像を見る場所の自由度も高いのが特長である。

また用途は違うがPCユニット内に納められているカメラサーバもアナログカメラの映像をデジタルに変換したネットワークカメラの一種と考えることができる。

(5) データ記録・配信サーバ

CFTコンクリート打設前に施工に必要なデータをシステムに登録する目的と、打設中に計測されたデータを記録するために使用する。さらに打設中にはインターネット経由でのリアルタイム中継を実施する。

打設中にレーザ距離計が計測した距離データは一度計測PCに取り込まれ計算処理を行った後に、自動的にこのサーバに送るようプログラミングされている。

打設完了後にトレーサビリティ的に計測データを確認することもあるため、いつでもアクセス可能なインターネット上のサーバとしている。

施工に必要なデータとは、柱の打上げ高さ、中間階の梁位置(ダイヤフラム位置)、柱番号などであり、これらをCFT柱1本ごとに事前登録しておかなければならない。図—3はその入力画面の一例である。施工当日に計測PCからサーバにアクセスし、保存された設定済みデータをダウンロードして取り込むという流れになる。

柱登録済み情報		障害物情報(梁・溶接部等)		障害物(梁など)位置登録時の注意事項	
柱名称	1CX0Y0	高さ(mm)	位置(mm)	・ 高さ・障害物(梁など)の高さ	・ 位置・柱最上部から、障害物の最上部までの距離
高さ(mm)	18425	高さ	900	18425	
開始時刻		高さ	900	2835	
終了時刻		高さ	900	10835	
ステータス	完了	高さ	900	15390	
打設計画	1-4 CFT(圧入)1	障害物の追加			
打設順序	2				
編集					

図-3 施工情報入力画面

(6) 共通インフラ

実際の施工では関係者が数フロアに分散してしまうため、システム共通の基幹インフラとしてLANケーブルを縦配線しておく必要がある。必要に応じて施工フロアでLANを分岐するため、移動可能な中継HUBも適宜準備しておく必要もある。そしてインターネット接続をするために、現場内に光ブロードバンド回線を事前に契約し、引き込むことも計画上重要である。ADSL程度の帯域があればシステム上は問題ないと思われるが、ネットワークカメラの映像配信は負荷をかける恐れがあるので、光回線のほうが望ましい。

4. 施工実績紹介

本システムは東京都内のHビル新築工事で適用された(表-1)。地上部分のCFT圧入工事でシステムを利用し、23本の柱を3節に分けて合計9日間の施工に使用した。1本の柱に要する施工時間は平均して25分程度であった。

施工日の人員配置は初回運用ということもあり、計測階に2名、圧入階に1名が専属でシステム運用を担当

表-1 工事概要

用途	店舗、事務所、共同住宅
階数	地下:1階、地上:18階
CFT柱の概要	・総圧送高さ:51.85m ・柱寸法:□-700, 750, 850, 950 ・材質:BCP325 ・本数:23本
コンクリートの仕様	・1階～3階(計105m³) 設計基準強度:60N/mm² スランプフロー:65cm, 65-65-20-M ・4階～18階(計652m³) 設計基準強度:36N/mm² スランプフロー:60cm, 54,60-20-N
施工時期	09.10～09.12

当した。コンクリートの圧送制御はオペレータに任せ、圧送開始と終了の連絡以外は音声連絡を行わず、すべて写真-4のようにモニターユニットの画面だけを見て施工を行っている。

5. システムの導入効果 『施工の見える化』

図-4はCFT圧入施工の計測階の状況を断面カットで表現したものである。次節の圧入口に特殊治具を挿し込んで、レーザ光とカメラが干渉しないよう、コンクリート面まで鉛直に降ろしている。もちろん通常は柱の外から内部の様子を見ることはできない。写真-5はその特殊治具の取り付け状況である。このような見ることができない部分をいかにして「見える化」するかが、品質管理上で重要になるのである。

レーザ距離計の計測値は、すぐ横にある計測PCで処理されグラフ化される。圧送制御を担当するオペレータは、「現在何mの高さまで打ち上がっているのか」「打上げ速度は守られているか」などを瞬時に判断しながら、細かな圧送制御をしなければならない。リアルタイム性が要求されるため、オペレータが直接計測PCの画面を見るのが理想である。しかし通常は計測を行うフロアより下階にいるため、画面伝送の遅延が少ないモニターユニットが必須になるのである。

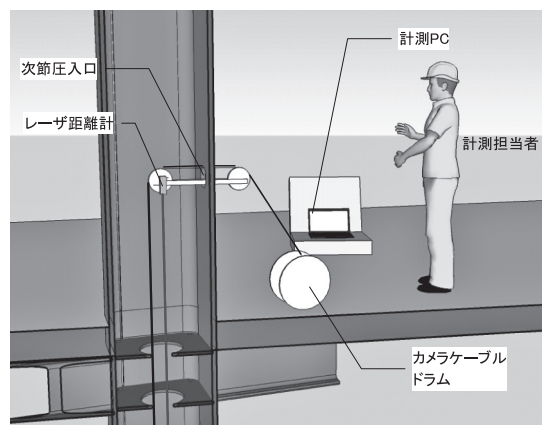


図-4 計測階のイメージ



写真-5 圧入口への計測・カメラユニットの取り付け

図-5は実際の計測画面である。施工関係者が直感的に理解できるようビジュアル化された情報として整理され、ネットワークカメラの映像も同じ画面内にレイアウトしている。特に管内撮影カメラの映像は品質管理面で効果大きい。例えばCFT施工で特に注意を要するダイヤフラムと呼ばれる柱・梁の接合部の補強箇所のコンクリートを充填する際、ダイヤフラム下部まで空隙なく充填できたかを、計測センサーだけではチェックしきれない。機械的な仕組みだけでは不完全な部分を補う意味で、データ+目視確認の構成は現実的であり、信頼性が高いシステムと言える。

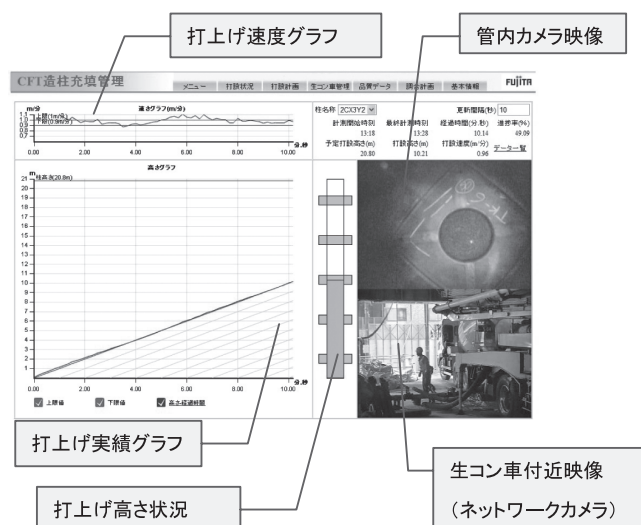


図-5 計測画面

またこの画面はモニターユニットを介して現場内の複数個所で見ることができるが、これまで電話やトランシーバなど、1対1の音声通話に頼っていた情報伝達のあり方を変えることができた。例えば打設中には生コン車の入れ替えが発生し、そのときに圧送を一時停止することになるが、上階にいる作業員にとってはその詳細状況は把握できなかった。逆に下階にいる人にとっては上階で何が起きているのかが掴めなかった。つまり今どういう状況なのか知らせるには、映像として見せることが一番確実なのである。しかも複数同時に行うことが、コミュニケーションを円滑にするという点で効果が高いことも実証できた。

もう一つ今回は試行的に、インターネット経由でリアルタイム中継されている画面全体を動画として記録している。映像だけの記録やデータだけの記録と比べて、「その時、どのようになっていたか」をそのまま記録しているので、トレーサビリティという点で新しい価値を見出せている。また記録された動画はCFT施工の経験者が少ない現状において教育用の資料とし

ても有効に活用でき、このあたりにも『施工の見える化』の効果があると言える。

6. 課題と今後の計画

本システムの導入は初回運用としてはかなりの成果を得られたと感じている。しかし同時に多くの課題も見つかっている。例えば、

- ① LAN ケーブルの取り回し対策
- ② システム機器の防水対策
- ③ 管内撮影カメラの巻き取り方法
- ④ レーザ距離計のノイズ対策
- ⑤ 動画記録の自動化
- ⑥ 記録した大容量動画ファイルの管理方法

これらのことはほとんどが運用段階に入ったときに直面する課題であり、一つずつクリアにしていかなければならないと考えている。特に今回は信頼性を重視して、ネットワークを有線で構築したことで、逆に LAN ケーブルの取り回しが発生し、大きな負担となった。この部分はセキュアで無線化したシステムに改善すべきと考えている。今後、現場職員と作業員だけで運用していくためには、システムの設置や操作方法について、より一層の簡略化を行う必要がある。さらにはシステムの取り扱いについての教育も課題となる。

J C M A

《参考文献》

- 1) (社)新都市ハウジング協会：CFT 造の概要と設計・施工上留意点
- 2) 小田博志、塩田博之、片寄哲務：IT 技術による品質管理方法の「見える化」、コンクリートテクノ、Vol.29, No.9, pp.47-51, Sep., 2010

【筆者紹介】

小田 博志 (おだ ひろし)
 (株)フジタ
 技術センター 先端システム開発部
 主任研究員



塩田 博之 (しおだ ひろゆき)
 (株)フジタ
 首都圏支社 建設統括部 建築技術部



片寄 哲務 (かたよせ のりちか)
 (株)フジタ
 建設本部 技術部



東京スカイツリー®の超高層タワーを礎える節付き壁杭 ナックル・ウォール

横山 伴 師・荒川 真・平田 昌 美

東京都墨田区において、自立式電波塔として世界一の高さとなる超高層タワー「東京スカイツリー」が施工されている。他に類を見ない高さとなるタワーの構造形式を実現するために、最新技術の施工方法が盛り込まれている。本報告では、足元を礎える節付き壁杭（ナックル・ウォール）についての概要および施工法について報告する。

キーワード：東京スカイツリー、ナックル・ウォール、地中連続壁杭、OWS-SOLETANCHE 工法

1. はじめに

自立式電波塔として世界一の高さ 634 m となる超高層タワー「東京スカイツリー」（事業主体：東武鉄道株・東武タワースカイツリー株，設計・監理者：（株）日建設計，施工者：（株）大林組）は、東京都墨田区において建設中である。

本建物は、2008 年 7 月に着工し、同年 12 月に基礎工事が完了、その後、地下から地上へと躯体工事が急ピッチで進められ、2011 年の 3 月に上棟を終え、同年末の竣工に向け着々と工事が進んでいる。

建設地は、事業主体である東武鉄道の業平橋駅構内「押上・業平橋駅周辺地区」。以前は鉄道貨物ヤードとして使用されていた場所である。敷地の北側には東武伊勢崎線、東側には東京メトロ半蔵門線、京成押上線、都営地下鉄浅草線の押上駅があり、都営地下鉄浅草線が地下で敷地を斜めに横断する。また、敷地面積は約 37,000 m²（約 100 m × 400 m）の細長い形状であり、外周は東武伊勢崎線と北十間川に挟まれているなど、超高層タワー建設としては難しい条件下の場所に計画されている（図-1）。

施設配置は三つの区域に分割され、商業店舗に供される西街区、敷地の中央に配置されるタワー街区、及び商業店舗とオフィスに供される東街区に分けられている（図-2）。

2. 敷地の地盤概要

タワーの建設地は東京の東側、隅田川と荒川に囲まれた沖積平野の東京低地に位置している。地盤構成は

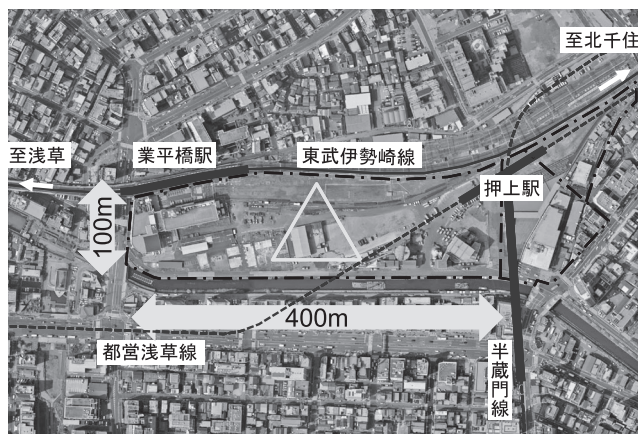


図-1 敷地計画

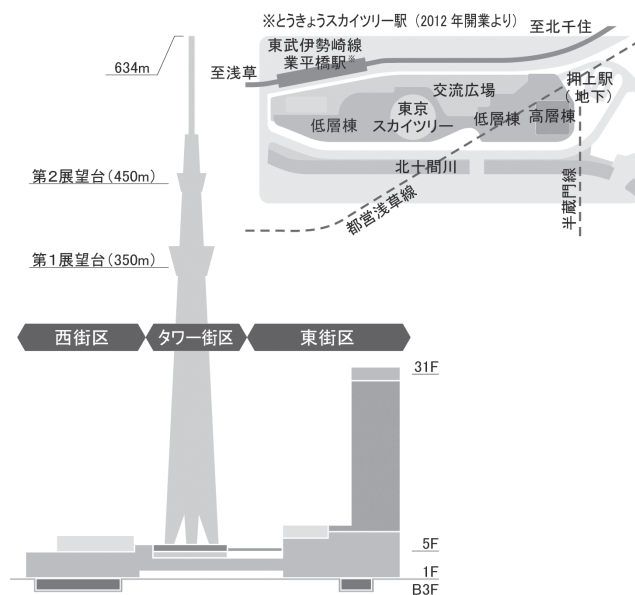
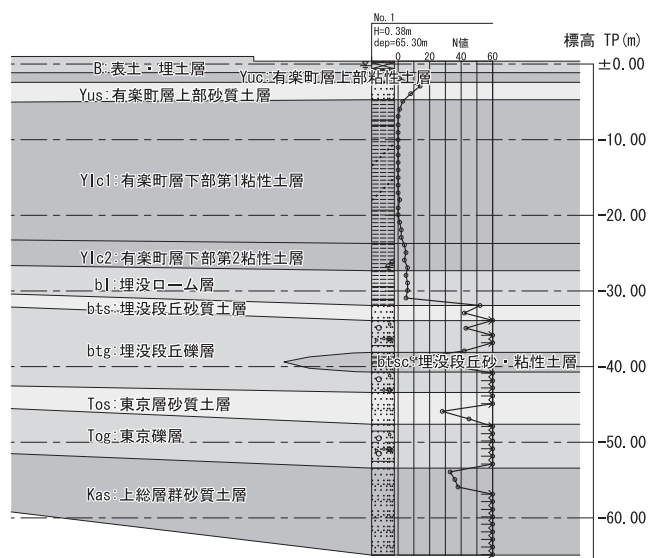
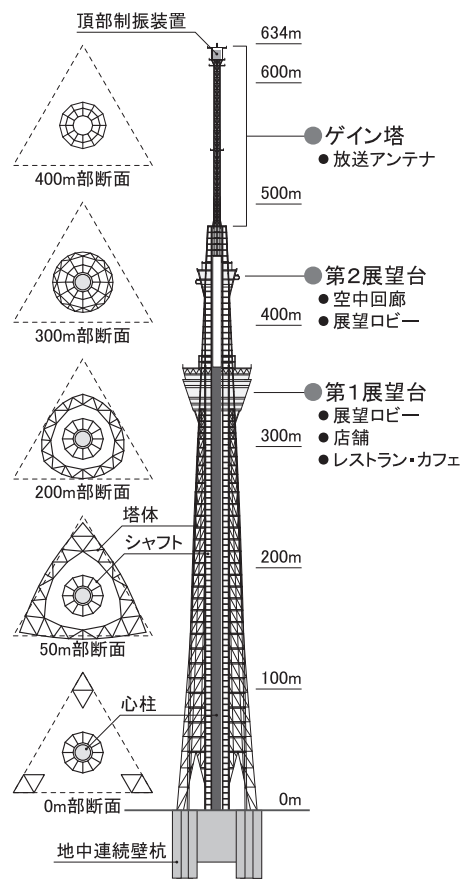


図-2 配置概要

下位より順に上総層群、東京礫層・東京層・埋没段丘礫層・埋没ローム層、さらに地表近くは沖積層の有楽町層で構成されている。杭の支持層となる洪積層の東京礫層の上に有楽町層が層厚 25 m ～ 30 m 程度堆積しており、その上部は主として厚さ 5 m 程度の緩い砂質土層、下部は軟らかい粘性土の地盤構成となっている（図—3）。



図—3 地質断面推定図



図—4 全体計画概要

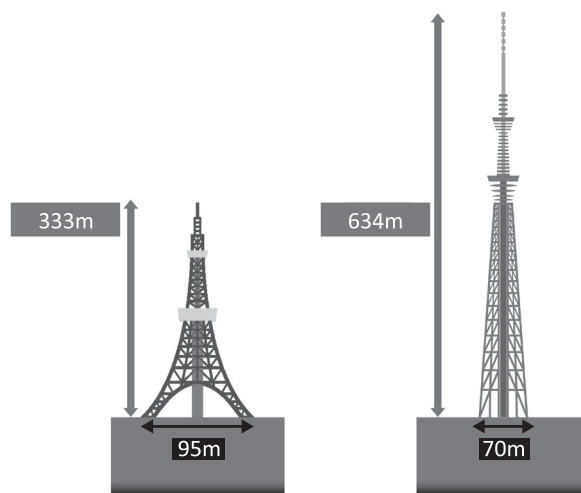
3. 東京スカイツリー®の全体計画

タワーの構造形式は、地震力に対する揺れの特性が異なる鉄骨トラスの塔体と鉄筋コンクリート造の心柱を「制振ダンパー」によって繋ぐことで全体の揺れを抑える「心柱制振」を導入したハイブリッド構造として設計されている。

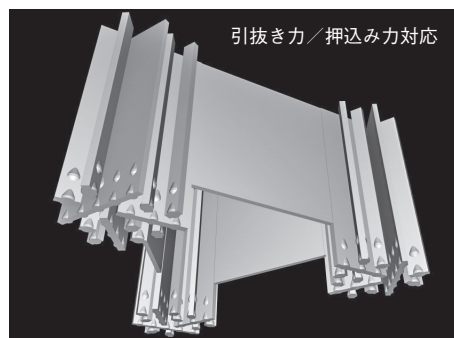
また平面形状は、基礎から上部に向かって正三角形から正円へと連続的に変化する形状となっており、上部に向かって平面形が徐々に丸みを帯び、高さ約 300 m で正円となる。

また、基礎平面形状は正三角形一辺が約 70 m であり、それに対して高さが 634 m と搭状比が 9.3 となる。国内で最も高い構造物である「東京タワー」の足元幅 95 m、高さ 333 m の搭状比 3.5 に対して、形状として不安定であるのに加えて振幅周期が長く揺れやすいということになり転倒防止と振動制御に工夫が不可欠となる。

このため、「鼎（かなえ）」と呼ばれる基礎部の正三角形各頂点には、タワーを支える柱が配置されており、その直下には、引抜き・押込みに抵抗させる目的で地中約 50 m まで埋められた節付き壁杭「ナックル・ウォール」が配置されている。正三角形をなす三本の



図—5 東京タワーと東京スカイツリーの塔状比比較



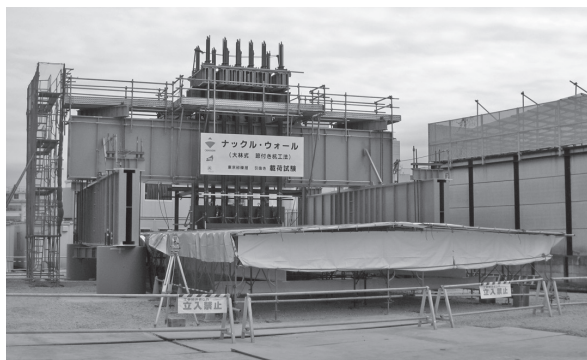
図—6 東京スカイツリー基礎概念図

タワー脚部の足元を繋ぐように地中連続壁杭を配置することで、杭基礎全体で東京低地の軟らかい粘性土地盤による地震の増幅を抑えるとともに、強風時や地震時に作用する力を確実に堅固な地盤に伝えることが可能な設計となっている。

4. 節付き壁杭「ナックル・ウォール」の概要

ナックル・ウォールとは、鉄筋コンクリート造（本工事では鉄骨鉄筋コンクリート造）の地中連続壁杭の側面にコブ状の節を付けることで、支持地盤への引抜き・押込み抵抗を持たせることができ、効率的な設計が可能となる杭である。当初タワーの基礎設計初期段階では、大きな引抜き抵抗力を確保する手段として「カウンターウエイト方式」などが検討されていた。しかし、敷地の狭さや鉄道近接などの施工上の問題の解決、また、設計の合理性、工期・コストの面などから、優位性のあるナックル・ウォールが採用された。

また、基礎の設計をより確かなものにするために、原位置での実物実大による 40,000 kN の引抜き試験を行い、杭全体の引抜き抵抗力を確認している。ナックル・ウォールの節部の引抜きおよび押込み抵抗力の確認も同時に行い、良好な結果を得ている（写真—1）。



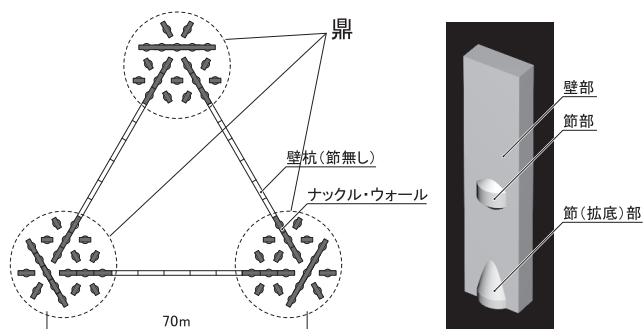
写真—1 実物実大載荷試験状況

5. 東京スカイツリー®における地中連続壁杭工事

ナックル・ウォールは、現在 500 万 m² の実績を有する地中連続壁工法の OWS-SOLETANCHE (オウス・ソレタンシュ) 工法で施工されている。

壁厚 1.2 m、深度 GL-35 m ~ 52 m。杭先端を GL-30 m 付近の固い頑丈な地盤（支持層）に支持させた設計で、一辺が約 70 m の正三角形のそれぞれの頂点に放射状に杭が配置された平面形状になっている。三本柱の足元には、60 パネル相当の杭が配置されてお

り、それを結ぶように連続的な地中連続壁杭が配置され、総数 77 パネルで構成されている（図—7）。



図—7 東京スカイツリー基礎杭伏図

地中連続壁杭工事の掘削は、当社保有のバケット式掘削機である「スーパーケリー掘削機」、水平多軸式掘削機である「ハイドロフレーズ掘削機」および節部施工専用の「節専用掘削機」により施工している（写真—2）。



写真—2 地中連続壁杭工事専用掘削機

上部の東京低地の軟らかい粘性土地盤は、スーパーケリー掘削機にて掘削し、その下部の固い頑丈な地盤はハイドロフレーズ掘削機にて掘削している。掘削は、溝壁崩落を防止するため安定液を満たした状態で行い、その後節部専用掘削機により所定の深度の壁面を掘削してコブ状の節を設けている。

また、掘削作業と並行して敷地内の鉄筋籠組立台にて全長約 40 m の鉄筋籠の組立を行っており、特に三本脚部の足元の鉄筋籠は鉄骨を内蔵した SRC 地中壁体となる鉄筋籠である（写真—3）。

杭天端は、地上鉄骨と確実に一体化するため作業路盤より約 10 m 下がった位置となり、精度確保の目的で SRC 鉄筋籠上部に鉄筋籠高精度建込み治具（写真—4）を取り付け、難易度の高い施工を行っている。

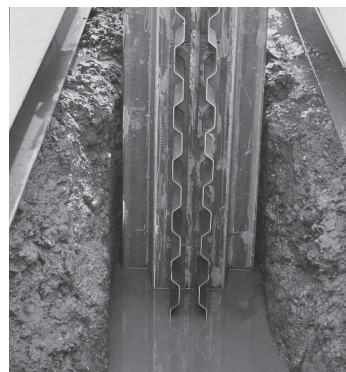
さらに、鼎部および各鼎を繋ぐ地中連続壁杭には、地震時の水平力を伝達させるためにパネル間を繋げる



写真—3 SRC 鉄筋籠



写真—4 高精度建込み治具



写真—5 CWS ジョイント工法施工状況および波形鋼板

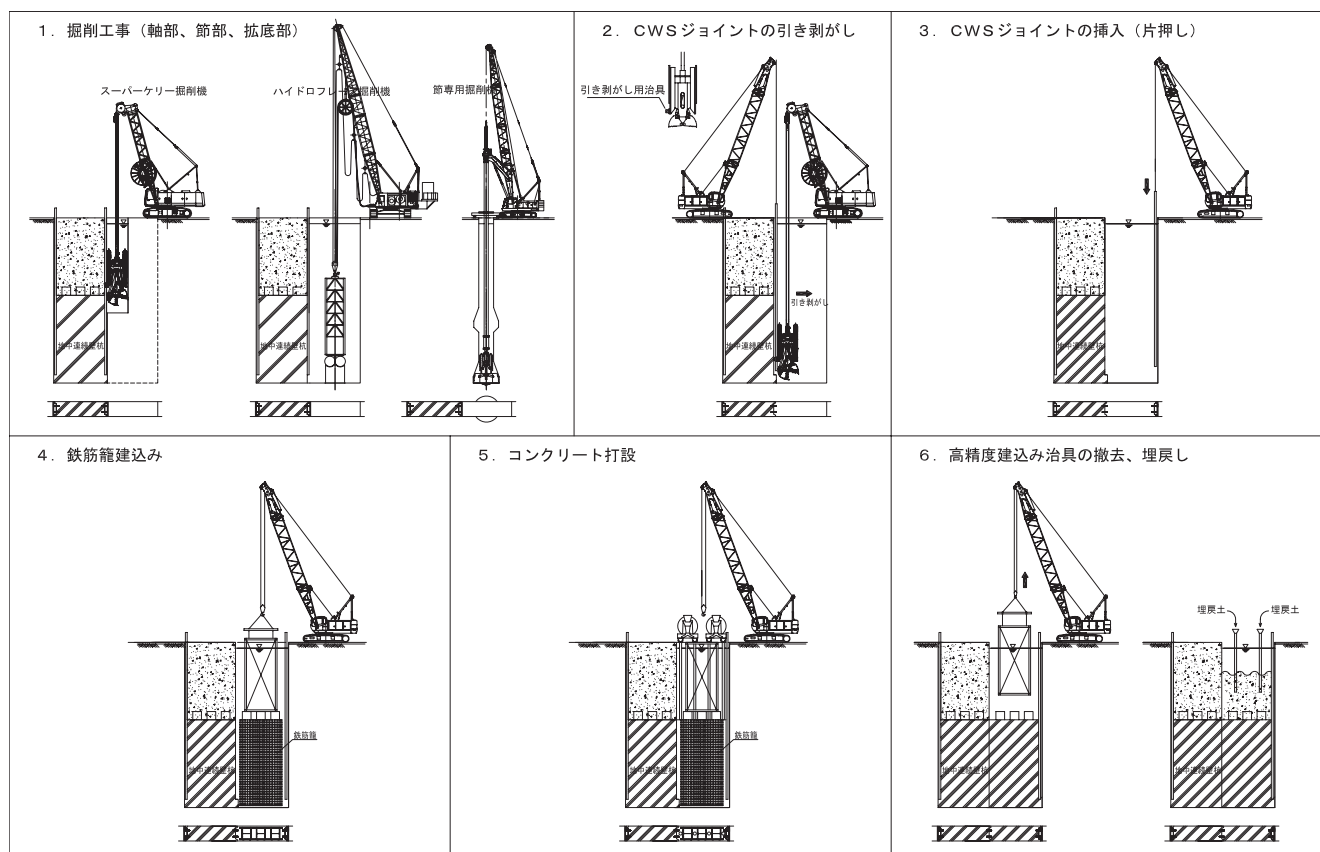
必要がある。地中連続壁杭の構造ジョイントは施工エリア・施工時間に大きく影響するため、効率的にかつ簡易に地中連続壁杭の水平せん断力を伝達できる「CWS ジョイント工法」にて結合している(写真—5)。ジョイント部に配置された波形鋼板が壁間接合部での面内剛性を高めるとともに、十分な止水性を発揮する。

CWS ジョイントおよび鉄筋籠の建込み後、トレミー管によるコンクリート打設を行い、1パネルの施工が完了する。この作業を繰り返し行うことで地中連続壁杭工事が完了する(図—8)。

地中連続壁杭工事完了後は、各頂点の鼎エリア部を

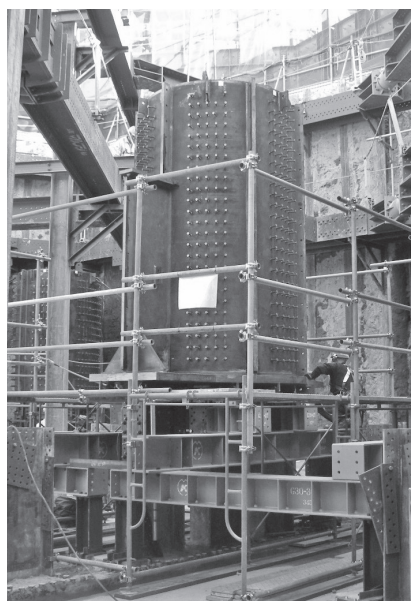


写真—6 地中連続壁杭工事状況

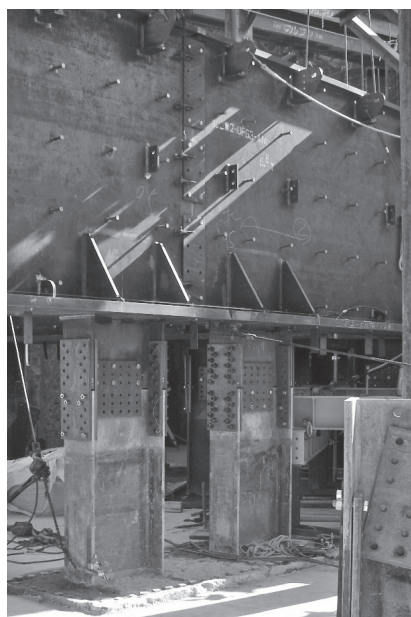


図—8 地中連続壁杭工事施工手順

約 10 m 底部まで掘削し，地中連続壁杭に内蔵されている H 形鋼と本体を支える柱の鉄骨を繋ぎ，タワー直下の引抜き・押込みに抵抗させている。



写真一 7 鼎部柱接合状況



写真一 8 鼎部基礎梁接合状況

6. 今後の展望

当社の保有技術である OWS-SOLETANCHE 工法のナックル・ウォールをはじめ，SRC 地中壁体および CWS ジョイント工法などの技術を集結することで，比類ない高さの「東京スカイツリー®」を永久的に支える礎を築くことができたと考えている。

今後，更なる技術の開発を積極的に進め，より高度な技術に挑戦していく。

J C M A

《参考文献》

- 1) 慶伊・小西・加賀美・渡辺・小西・江坂（㈱日建設計）：東京スカイツリーの構造概要，日本鋼構造協会機関誌 71，pp.12-17，2009.
- 2) 小西（㈱日建設計）：各論 場所打ちコンクリート拡底杭による基礎設計と課題，基礎工，pp.16-18，2009.
- 3) 須藤・渡邊・横山・鈴木（剛）・鈴木（直）・関他（㈱大林組）：超高層タワーを支持する節付き壁杭の引抜き試験および押込み試験（その 1～6），日本建築学会大会，2009.
- 4) 須藤・清・関他（㈱大林組）：場所打ち節付き杭の鉛直交番荷試験（その 1～3），日本建築学会大会，pp.579-584，2005.
- 5) 横山・鈴木・伊東（㈱大林組）：新しい東京のシンボル・東京スカイツリーを支える連続地中壁杭，セメント・コンクリート 752，pp.9-13，2009.

【筆者紹介】



横山 伴師（よこやま ともし）
㈱大林組
建築本部 特殊工法部
担当課長



荒川 真（あらかわ まこと）
㈱大林組
建築本部 特殊工法部
副課長



平田 昌美（ひらた まさみ）
㈱大林組
建築本部 特殊工法部
担当課長

大工道具と匠の技

赤 尾 建 藏

我が国は古くから木の文化が栄え、伝統的な木造建築の様々な知識と技術が伝承により受け継がれてきた。現在は大工と呼ばれている匠の厳しいまでの物作りの姿勢は道具にも求められ、多彩な発達を遂げた日本の大工道具は、その一つ一つがそれではなくてはできない仕事を受け持ち、何一つ無駄のない機能とフォルムを持っている。多彩な大工道具を駆使して精巧な加工をするため、日々研鑽を積んできた匠の精神は現在の技術者にも受け継がれている。本報では、日本の木造建築の歴史と伝承されてきた技術、匠のものづくりの心について述べる。

キーワード：伝統的な木造建築、匠、大工道具、五意達者、ものづくりの心

1. はじめに

わが国は、豊富な木材資源に恵まれて古くから木の文化が栄えてきた。木の文化の代表は建築であり、特に社寺、数寄屋といった伝統的な木造建築を誇りにしている。これらの建築には柱、梁といった構造材、天井、床の仕上げ材などとあらゆる部位に木が使われている。この木造建築に欠かせないものが大工道具である。木肌の美しさを愛し、その美の表現に心を砕いてきた工匠たちは、その道具を使って精巧な加工をするため、技を追求した。しかし、近年では機械化、電動化の進展によって、大工道具そのものが見られなくなってきた。その消えていく古い時代の道具、優れた道具を民族遺産として収集、保存し、これらの研究、展示を通じて工匠の精神や道具鍛冶の心を後世に伝えていくため、1984年「竹中大工道具館」(写真—1)を設立した。

2. 建築と用材

道具の進化により、建築に使われる木材が違ってきた。縄文時代の建築用材はクリが多く、磨製石器で加工されていた。その理由の一つは当時稲作がまだ行われておらず、ドングリ、トチなどとともクリを食用としていたことが一因であるといわれている。もう一つの理由は、ヒノキ、スギは繊維が柔らかいため、刃先が鋭くない石器では、木の表面が凹むだけで繊維を切断するのが大変であったことが、実験でわかってきた。弥生時代に鉄器が出現するようになってヒノキ、



写真—1 竹中大工道具館正面

スギが建築用材として多く使われるようになった。縄文時代クリが使われた建築の代表は青森県の三内丸山遺跡で、弥生時代ヒノキ、スギが使われた建築は、佐賀県の吉野ヶ里遺跡である。

鎌倉時代から室町時代にかけて大工道具は革新的な発達を遂げた。鎌倉時代以前は打割製材のみと言って木材を斧、鑿と楔ちような やりがんなを用いて打ち割り、鉋、鉋で削っていた。鑿も現在のような片刃ではなく、刃先が楔形をした両刃であった。木材は繊維が素直で割りやすいヒノキ、スギが主に使用された。鎌倉時代の後半、近畿地方では大径木のヒノキ、スギの入手が困難になり、奈良東大寺大仏殿が平家に焼き打ちにあい再建するとき奈良周辺に適当な木材がなく、山口県防府から船で運んだことが大仏殿の工事記録に記されている。この当

時、芯持ちの柱は割れや狂いが生じやすいので、直径2mほどの大径木から、芯を外して約60cmの柱を4本ぐらい取っていた。昭和45年薬師寺金堂の再建工事のときは、大径木の台湾ヒノキを使用した但现在では、台湾も切り出しを禁止している。

室町時代中頃に縦挽製材鋸（大鋸）（写真—2）が大陸から伝わり、挽割製材が出来るようになったため、ヒノキ、スギ以外のマツ、ケヤキ、クスノキ、クリなど色々な木が使われるようになった。また、挽割った面が平滑であるため、それまでの鉋と鉋による切削に代わって台鉋による切削が行われるようになった。この大鋸は鋸身が大きい日本では鍛造がむずかしく、最初は中国から購入したため高価なものであった。そのため財力の豊かな神社やお寺が購入し、それを職人に貸していた。



写真—2 縦挽製材鋸（大鋸）

鎌倉時代以前は主に大工が建築用材を製材していたが、室町時代以降は製材を生業とする専門職が登場し、この時代から木材の流通が盛んに行われるようになった。分業になったことから、大工の仕事が少し楽になり、その分大工は彫刻に力を注ぐようになった。このことから室町以降の建物には過度な装飾が見られるようになり、江戸時代になるとそれが顕著になってきた。その装飾の腕を上げるため、仕事のないとき家で墨壺を作っていた。日本の大工道具は海外の道具と比べるとシンプルであるが、ただ一つ遊びをしているのが墨壺であり、これをコレクションしている人も多くいる。また、ヨーロッパやアメリカでは珍しいため、欲しが人が多い。

大鋸の出現はまさに技術革新といってもよいほどの一大変革をもたらすことになった。しかし、大鋸は日本では短期間で姿を消し、一人挽きの縦挽製材用鋸の「前挽大鋸（写真—3）」と小割用の小型縦挽鋸の「鉏（ががり）」が登場した。特に前挽大鋸の幅広の鋸身は日本独特の

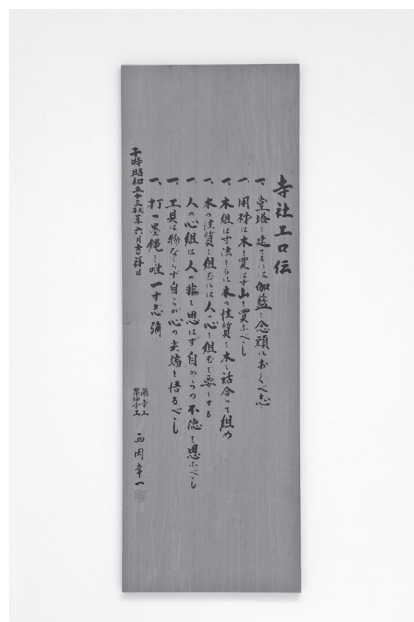


写真—3 前挽大鋸

形状である（1493年文献上前挽大鋸が現れる）。現在では、この前挽大鋸を用いて原木を挽き、美しい杢目を持った建築用材を生み出す木挽きは機械製材に押され、滅多に見ることができなくなった。しかし、本当に美しい木肌を追求するのであれば、木挽の熟練した技に機械は及ばない。

3. 適材適所

室町時代に縦挽製材鋸（大鋸）が大陸から伝わり、挽割製材ができるようになり製材業が登場した。それ以前は、大工が木材を加工していたため、山に入り木の生育を知り用材を選んで、木を適材適所に使っていた。室町時代以降、特に江戸時代は多くの大工が山に入って育った環境や木の癖を見なくなった。そのため、この時代の建物は狂いが生じ、修理が多くなった。その反省を含めて、法隆寺の修復、薬師寺金堂、西塔の再建で有名な宮大工西岡常一棟梁は、次の口伝を残されている（写真—4）。



写真—4 西岡常一棟梁の口伝

①堂塔建立の用材は木を買わず山を買え

「木を買わず山を買え」というのは、製材されてから買うのではなく、自分で山に行って地質を見、環境による木の癖を見抜いて買いなさい。もう一つの意味は、あちこちの山の、性質の異なる木をばらばらに買わず、一つの山で生えた木をもって一つの塔や堂を建てなさいということである。

②木は生育の方位のままに使え

山ごと買った木をどう生かすかということで、その山の南に生えていた木は塔を建てる時に南側に使え、北の木は北に、育った木の方位のままに使えということである。このとおりに木を使うと、南に育った木には枝があるから南の柱には節の多いものが並ぶことになる。法隆寺や薬師寺でも、堂や塔の正面には節の多い木が使われており、逆に北の柱にはほとんど節が見えない。

③峠および中腹の木は構造材、谷の木は造作材に

中腹以上の木は、日当たりもよく、風も当たる、嵐にもうたれる、雨にもたたかれる。こうした環境で育った木は、木質が強く、癖も強いので柱や桁、梁などの建物を支える骨組みになる部分に使う。谷の木は水分も多く養分も十分にあり、光も風もそれほど強くなく木は素直に育ち、このような木は柔らかく癖がないので、長押や天井などの造作材に使う。

④堂塔の木組みは寸法で組まず木の癖で組め

建物を組み上げるのに寸法は欠かせぬものであるが木の癖を組むことが大切である。左に捻れを戻そうとする木と右に捻れを戻そうとする木を組み合わせ、部材同士の力で癖を封じて建物全体のゆがみを防ぐ。もしこのことを知らずに右に捻れそうな木ばかりを並べて柱にしたら、建物全体が右に捻れてしまう。法隆寺の五重塔や金堂はこの口伝が完璧に守られ、こうした知恵が1300年の命を持たせている。室町時代以降のものは節のない材を集めて丁寧に組んであるが、それでも600年ぐらしか持たず修理が多い。

残念ながらこのような口伝は現在ではほとんど受け継がれなくなっている。

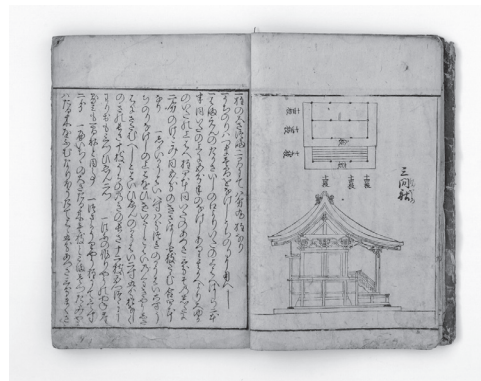
4. 五意達者

17世紀初めに書かれた大工技術書『匠明』の中に、建築工人の指導者が身に付ける能力や技術に関して「五意達者にして昼夜不怠」という記述がある。「五意」とは「式尺の墨がね、算合、手仕事、絵用、彫物」のことである。「五意達者」の記述を現代のことばで表現すると、「式尺の墨がね」は設計のことを、「算合」

は工事費用の積算を行うことを、「手仕事」は道具で部材を加工することを、「絵用」は装飾の下絵を描くことを、そして「彫物」は建築彫刻を彫り上げることを、それぞれ指している。その中でも式尺（木割）、墨がね（規矩）の習得に困難を極めた。建築工事の指導者は、これだけ多くの能力を身に付けるべく、日々研鑽を怠らなかつたのである。

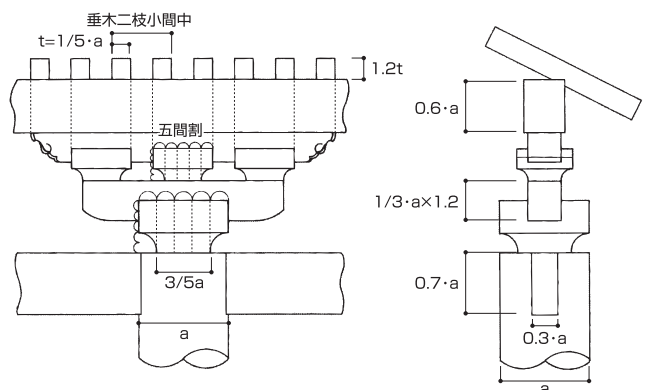
(1) 式尺（木割）

木造建築は、様々な部材を組み合わせることによって形づくられている。それぞれの部材の大きさは、強度上、視覚上の検討を経て定められる。長い歴史の中で、数多くの経験が積み重ねられ、部材相互の比例関係をもとにした、建築設計上の基準が作り上げられた。これを「木割」という（写真—5）。



写真—5 木割書『新編宮雛形』（1685年）

寺院建築の場合、最も目につくのが、^{たるき} 檼・組物・柱の位置関係である。古代からそれらの寸法に関連性をもたせようとする努力がなされ、中世になると、和様建築において「枝割制」が用いられるようになった。これは、檼の間隔を基準として柱間寸法を定める方法で、その中の一つに「六枝掛の制」がある（図—1）。



木割術では柱の太さ（a）を基準にして幅や成を比例で割り付けていく。水平方向の位置は垂木の配置を利用する。

図—1 枝割の例（六枝掛）

住宅建築の場合、古代から柱間寸法は完数によって定められていた。この柱間寸法は、時代が降りるにつれて縮小されていく傾向があり、15世紀後半の遺構に、柱間寸法が六尺五寸(約1.97m)となった例がある。畳の寸法を先に定めて、その敷き方に応じて柱の位置を定める「畳割」の古い例としては、16世紀後半の遺構がある。近世以降は、この方法が一般化する。大工技術書において、木割が体系化されたのは、17世紀初頭であるが、それ以前に書かれた技術書もいくつか残っている。

(2) 墨がね(規矩)

木造建築を構成する各部材の断面寸法や長さが「木割」をもとに定められ、次の段階で、それらの部材をどのように組み合わせるか、という検討が必要となる。垂直方向と水平方向の組み合わせだけでなく、軒廻りの隅木などは、ある角度で他の部材と接合される。各部材が立体的に組み合わせられた状態を頭に描きながら、平面的に作図をする工作上的基準を「規矩」という。

寺院建築などは屋根が曲面で構成され、軒廻りの部材には反りがつく。この場合、原寸で型板を作図し、型板を用いて部材に墨付けをする(型板墨)。接合部では、曲尺を用いて部材各面に墨付けを行う(切り墨、仕口墨)。これら、個々の部材に墨付けをする技術を「規矩術」といい、熟練を必要とした。規矩に関する大工技術書は、18世紀に入って公刊された。和算を用いて理論的な解明を試みた技術書が公刊されたのは、さらに1世紀後のことであった。

建築工人の指導者は、古くは大工(工匠の長を指す)、中世後半頃から棟梁と呼ばれた。指導者には建築現場全体を指導する技量、力量が必要であり、道具の加工技術だけでなく、設計技術、さらに経営的な手腕も必要とされ、それらを身に付けるために、長い時間をかけて五意の習得に努力した。

5. 大工道具

江戸末期から明治にかけて、日本の大工道具は世界にも類を見ない多彩な発達を遂げた。荒削りから仕上げまで仕事にあわせて、使い方に応じて、小さきまざまな道具がつくられた。その一つ一つがそれだけでなく、はできない仕事を受け持ち、何一つ無駄の無い機能とフォルムをもっている。その道具を使って日本の大工は、精巧な加工をするため、技を追求した。一方、ヨーロッパでは、合理的に速く楽しく仕事をしたいという思想から道具の形も様々である。これらの根底にある

のは、工人と道具の関係である。日本では、工人が道具を使いこなせるまで技をみがき、禁欲的な修行を経て、名工の域に到達しようと努力する。ヨーロッパでは、技の平準化をめざす。その結果、日本の道具は、装飾をほどこさない単純な形状であるが、ヨーロッパの道具は誰でも使いこなせるようにグリップをつくり、装飾的である。

1943年(昭和18年)労働科学研究所が調査した、ひとつの建物をつくるため、一人前の大工が使う道具の種類は179点にものぼった。その中には砥石のような手入れ道具も含まれていた。道具の中で一番多いのは、鑿の49本、次に鉋の40丁、錐26本、鋸13本であった。しかし、大工によっては、仕事のこだわりから、それ以上の道具を使うこともある。この179点もそのときの仕事に応じて使いわけ。請負金額の良い仕事には、ほとんどの道具を使うが、安普請の時は鑿14本、鉋9丁など使う道具の数、種類が少なくなり、それだけ仕事も荒くなる。大工もよい仕事はしたいが、背に腹はかえられないのである。館に訪れる若い大工さんにこの話をすると、今は鉋3丁で充分であると返事が返ってくる。現在は電動工具を使う人がほとんどで、手道具を必要としないのである。電動工具には加工が速いという利点もあるが、精巧な加工では手道具にはかなわない。手道具を使いこなせる人が、電動工具を使う場合は、それぞれの利点を把握しているため、加工された部材や組み立てられた建築は、素晴らしい出来映えとなる。

自然がつくりだした木は、工業製品のように均一ではない。木を手道具で加工するとき、刃部から伝わる微妙な手応えを体感することが重要である。その経験があれば、電動工具も、手道具のように使いこなすことができる。そこにものつくりの原点があると考ええる。

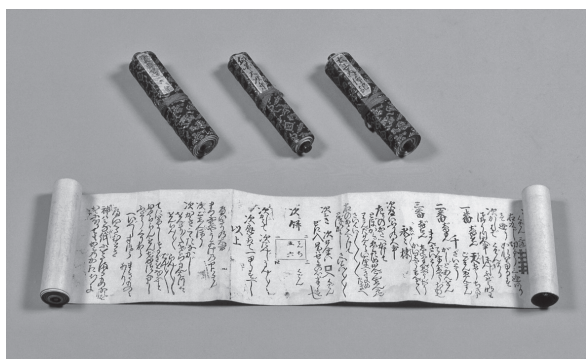
6. 工匠と儀式

(1) 建築工匠

木工事に従事する工匠は、中世から近世にかけて「番匠」と呼ばれた。これは、古代律令制国家において、番を別けて交代で工事に従事した「番上工」に起源をもつ名称である。今日、木工事に従事する工匠を「大工」と呼んでいるが、この名称は、古代においては、建築担当官庁の技術面の統轄者(この場合「おおいたくみ」と呼んだ)をさしていた。律令体制が崩壊した中世においては、「大工」という名称が職種別に使われるようになり、石工、葺工、壁工、銅工、塗師などの職種の指導者を意味した。木工事の指導者は、木工

大工とか番匠大工と呼ばれた。中世後半以降、建築工匠の指導者は「棟梁」と呼ばれるようになり、これが今日までつづいている。

大工は一人前の証として大工起源譚・儀礼次第などが記された巻物を所持していた。この巻物には大工の起源、大工系譜や地鎮祭、上棟式の儀礼次第が記載され、建築の節目に行われる大切な儀礼である。上棟式では祝詞、棟札の作り方、建築にかかわる月日や方位、寸法の吉凶などが書かれている。竹中大工道具館では『工匠家秘傳』（1766年）、『儀式巻物』（1772年）の巻物を所蔵しており、17世紀後半頃には各地に存在していたと思われる（写真—6）。



写真—6 巻物『儀式巻物』（1772年）

(2) 建築の儀式

建築工事は、多くの大工や関連の職人たちの共同作業だった。一人の勝手な行動や油断が、危険な事故に結びつくこともあった。工事の節目ごとに「儀式」を行うことは、工事の安全を祈り、職人達の和を作るなどの、重要な意味を持っており、ほとんどの儀式は棟梁によって執り行われた。『工匠家秘傳』には「新始」「柱立」「棟上」「寸法式」などの儀式や『儀式巻物』4巻には「棟上之作法」「太子内伝記」「印図之次第」「伝来密教深奥之許可」の儀式が記載されている。19世紀初めの、大工の儀式について書かれた『匠家故実録』には、工事の始めに行う「地鎮」「地曳」「龍伏」「初鉦」、工事途中の「清匏」「立柱」「上棟」、完成時の「家堅」の八つの儀式が書かれている。

この中で棟上を祝うことは、特別の意味を持っていた。この節目は、建築の骨格が出来上がった段階であり、各種の職人達が最も集まる時期だからである。上棟式では、屋根の上と地上との二ヶ所に祭壇を用意する。屋根の上には、悪霊を追い払う「扇車」「神幣」「弓矢」などの上棟用具を飾り（写真—7）、米・餅・酒などのほかに海・山・里の幸を供える。建物が末永く栄えますようにと祈る祝詞を棟梁が上げ、棟木を上げることを意味する「曳綱」、棟木を打ちつけること



写真—7 上棟式の屋上祭壇

を意味する「槌打」などの儀式を行う。また、屋根の上から餅や上棟銭を賑やかに撒いて、皆でこれまでの工事の無事を祝い、そして建物の立派な完成を祈る。上棟式に用意される棟札は、棟上げの月日や棟梁の名前など工事の記録を後世に残すもので、上棟式に飾った神幣などと共に、屋根裏などに保管された。現存最古の棟札は、12世紀はじめのもので、中尊寺に残されている。鎌倉時代には、棟札の前身である棟木銘（棟木下端に墨書したもの）も多く残されているが、室町時代になると棟札が大部分を占めるようになる。

(3) 儀式に使用される墨掛道具

金箔や漆で豪華に装飾された儀式用道具は、儀式に厳粛な雰囲気をかもし出す役割を持っている。儀式に使用される道具は、基本的に「墨壺」「墨芯」「曲尺」「鉦」を一組とし、大半は儀式用に美しく装飾された実用には適さない道具であるが、木製の模造品や、実用品を転用したものである。墨掛道具を使用する儀式は、「鉦始め」と「上棟式」である。鉦始めの「墨矩の儀」では、御木と呼ばれる木材に墨付けを行うのに曲尺・墨壺・墨芯が用いられる。上棟式では、供物とともに神前に置かれる三器に墨芯・曲尺が用いられている。

7. 大工のくらし

江戸時代の職人達は、地域ごとに、同業者の組織である「仲間」をつくっていた。加入するには株を持つことが必要だったが、仲間は株の数を制限し、また、定書と呼ばれる規約などを通して、自分達の利益を守り、独占しようとした。仲間は親方の組織で、個々の職人達は親方のもとに所属していた。一人前の大工になるためには、親方に弟子入りして修行をしなければならなかった（徒弟制）。修行の期間（年季）は5～10年位で、弟子入りの時の親方との契約によって決められた。修行中は技術を学ぶだけでなく、親方の

家の家事手伝い、生活態度なども厳しく躰けられた。年季が明けると、一定期間親方への礼奉公をし、ようやく一人前の職人になるが、その後も親方との間には従属関係が続いた。このようにして一人前となった大工は、ぎりぎりの生活を送りながらも仕事に励んだのであった。

(1) 住

江戸幕府や各大名は、計画的に城下町をつくり、武家は城の周辺に、商人は街道沿いに、職人はその裏にと住む場所が決められていた。さらに、職人は各業種ごとに分けられ、江戸神田を例に挙げても、堅大工町・横大工町・鍛冶町・塗師町・白壁町・紺屋町などがあった。しかし、18世紀に入るとこの原則は崩れていった。職人達のほとんどは裏店住まいだった。表通りの町屋の裏に建てられた長屋を裏店、裏長屋と呼ぶ。長屋は一棟を細かく区切って、何世帯も住めるようにした借家の建物で、一戸当りの標準的な広さは、間口九尺（約2.7m）、奥行二間（約3.6m）で、戸を開けると土間に台所があり、奥には4畳半の部屋があるだけであった。井戸と便所は共同利用であった。

(2) 食

江戸時代、大工の手間（賃金）は時間給でその日払いであった。幕府や藩による公定賃金が定められていたが、実際にはそれを標準にして、職人と注文主との相談で決められた。江戸では1654年の公定で、大工仕事1日銀3匁。当時銀1匁で米が2升5合買えた。1855年には銀6匁で、この年、銀1匁で買える米は約1升。手間として銀が上がっても、銭との換算の比率が変動するため実質は上がらない事もあり、また物価の変動も激しく、職人達の生計は不安定だった。1870年代の江戸の暮らしを描いた書物『文政年間漫録』によると、大工が親子3人の生活で、店賃（家賃）、食費が生活費に占める割合は7～8割。被服費なども含めるとぎりぎりの生活だったと考えられる。江戸と大阪を比べると、江戸の方が人口に職人の占める割合が少なく、職人不足で手間が高かった。

(3) 衣

職人の腹掛、股引、印半纏というスタイルは、19世紀初め頃定着した。これは江戸での呼び方で、関西では腹当・パッチ・法被と呼ばれていた。これは、紺無地で木綿製であることが多かった。このスタイルは、大正時代頃から毛織のシャツと半ズボンなどへと変化した。半纏は羽織に似て上半身を覆うもので、単と袷があった。関西の法被は半纏に比べて袖丈が長い。屋号などの印を紺地に白く染め抜いたものを印半纏という。出入り先が毎冬に単の半纏を職人に与える習慣もあり、これをお仕着せと呼んだ。また、仕事の往復には広袖のものを、仕事場では筒袖のものをと、通い半纏と仕事半纏を区別する事もあった。

8. むすび

美しい木造建築の歴史をつくり、支えてきたのは匠と道具である。そして「優れた大工はよい道具を求め、よい道具は優れた技をつくる」と言われている。日本の職人は厳しいまでの姿勢でものつくりを追求し、道具にもこれを求めた。品質を過剰に見えるまで追求する精神は、現在の技術者にも受け継がれ、世界に負けない製品を提供するようになっている。

伝統の大工道具は失われていくなかで、物づくりのこころは伝えられているようである。しかし、森林や木材との対話をとおして生まれ、ものづくりのこころを物語る道具達から改めてメッセージを読み取ることも必要ではないかと思う。形態だけを継承した鉄筋コンクリートの社寺が各地に見られるが、木の文化で形成された木の建築はやはり木で造るのが本来の姿である。目先の「実利と効用」を求めてばかりいると、ある日突然に足元を脅かされる事態が生じるかも知れず、長期の視点を持つことが切実に求められている。

JICMA

【筆者紹介】

赤尾 建蔵（あかお けんぞう）
（財）竹中大工道具館
館長

多機能重機テレハンドラの 日本建設市場における可能性

伊 藤 貴 雅

テレハンドラは、ベースマシンに多種多様なアタッチメントを装着することで、建築・土木、農業他で広範囲に使用できる多機能重機であり、広く世界で普及している。日本ではテレハンドラというカテゴリーの構造規格が無いため、現状ではフォークリフトおよび高所作業車としての使用に限られるが、荷取りステージなしで揚重作業が行えるなどのメリットがあり、実証実験によりその効果を確認した。本稿では今回実施した実証実験の内容とその結果を報告する。

キーワード：テレハンドラ、多機能重機、アタッチメント、構造規格

1. はじめに

テレハンドラは、ヨーロッパ、アメリカ、中近東で広く使用されている多機能重機であり、その用途は建築・土木、農業、その他産業と広範囲にわたる。基本コンセプトはベースマシンに多種類に及ぶアタッチメントを交換することにより、パフォーマンスを最大限に発揮することができる重機であるが、日本における使用例は殆どない。そこで、テレハンドラを試験的に導入して建築現場で実証実験を行い、日本における普及の可能性を検討した。

2. テレハンドラの特徴

テレハンドラ (telehandler) (写真—1) は、テレスコーピックハンドラ (telescopic-handler) とも呼ばれており、段階式ブームにより離れたところにある

資材や荷物を移動できることが特徴であり、建築・土木の分野で約 50%，農業 25%，工場・倉庫・鉱業等で 25%の割合で世界的に普及している重機である。

その特徴として、ベースマシン＋アタッチメント交換により、多様な作業に対応できることがあげられるが (写真—2, 3)、これは工事進行上、工期の短縮、工事費用の軽減、工事敷地面積の有効利用等数多くの優位性がある。具体的には、フォークリフト、高所作業車、クレーン、バケット等のアタッチメントが代表的な使用方法であり、1 台の機械でこれら殆どの作業が可能になる。

また、オペレータも 1 作業員が操作することになるので、経済的な優位性があると思われるが、全機種がフルに稼働している現場はあまりないと思われる。

表—1 は、過去 10 年間 (1995–2004) におけるテレハンドラの世界市場における販売台数であり、特に目立つのは、西欧、北米、中近東における普及台数である。これらのエリアは、建設市場においても先進的な地域で



写真—1 テレハンドラの例



写真—2 土砂運搬および土木作業



写真—3 橋梁保守作業

表—1 テレハンドラの販売台数

西ヨーロッパ	175,989
東ヨーロッパ	8,762
アフリカ	2,210
中近東	192,224
極東	1,011
オセアニア	4,223
南アフリカ	1,270
中央アメリカ	933
カリブ	1,197
北アメリカ	132,668
合計	520,487

あり、高層ビル、大型商業施設及び高層集合住宅等が密集している、建設市場が熟成した地域で頻繁に使用されていることが、テレハンドラの特徴を物語っている。当然のことながら、テレハンドラとクレーンを比較した場合、その専門性で考えればクレーンの方が優位である、これは、フォークリフト、ショベルローダ、高所作業車にも同様のことが言えるのだが、各専門重機の50%程度の作業性を補完する能力をテレハンドラは有している。重機の多様性が普及台数の理由である（図—1）。

建設市場先進3地域以外の地域におけるテレハンドラの普及率が低いのは、テレハンドラの価格が高価な点にあると思われる。というのは例えば、フォークリフト3t/1台新車で購入した場合約300万円と予測されるが、同じ能力を有するテレハンドラを新車で購入した場合約600万円かかると思われる。作業の多様性に対して専門機種種の2倍の投資をするという考えが、先進3地域以外の地域においては希少であるようだ。

簡単にまとめてみると、テレハンドラの特徴は、ベースマシン+アタッチメントであり、これが重機としての多様性を産出し、専門機の2倍の投資をしても経済的であることが普及台数に表れている。日本においてはアタッチメント交換による重機の有効活用とい



図—1 テレハンドラ特徴の概念図

う概念はなく、それに準ずる法律もないのが現状である。これは同時にオペレータについても同様にあてはまり、4機種種の作業依頼をすればオペレータも同様に4人必要となる。一般的には機械に対する費用よりオペレータに支払う人件費の方が高いことからテレハンドラは購入価格は高いが結果として経済的である。

その他の特徴としては、不整地走行及び操作が可能であること、例えば、標準のフォークリフトはコンクリート上で作業をするのを前提に製造されているので不安定な地面における走行は困難である。また、仮設ステージが無い高所でも、外壁に開口さえあれば、直接資材を建物内に搬入できることが挙げられる。日本の建築現場においては、屋上以外の外部から資材を搬入する場合、殆どの場合仮設ステージを設置しクレーンにより作業することになるが、テレハンドラにフォークリフトアタッチメントを装着することで仮設ステージが不要となる。

ここで、テレハンドラの日本における使用例は、製鉄工場の炉の掻きだし作業、産廃業者の仕分け作業、北海道の農業の穀物集積作業等の数例しか報告されていない。特にこれまでは最も需要があるはずの建設現場における使用例は無い。世界中に普及しているテレハンドラが、なぜ建設先進国日本における使用例が無いのか、この課題が本論のテーマであるので詳細は後述することにする。

3. テレハンドラの種類

一言でテレハンドラと言っても、建築・土木、鉱業、工場・倉庫、農業、港湾用と多岐にわたり、使用目的に応じた種類及び能力は多種多様になるが、簡易的に大別すると①フォークリフトタイプ（写真—4）、②クレーンタイプ（写真—5）となる。フォークリフトタイプは、キャビンが旋回しない構造になっておりフォークリフトの操作と基本的には変わらない。このタイプは、アウトリガー非装着と前輪のみアウトリガーを装備した2種類があり、揚重能力は、高さが



写真—4 フォークリフトタイプ



写真—5 クレーンタイプ

5 m ~ 10 m, 積載荷重が 2.5 t ~ 20.0 t である。クレーンタイプは、キャビンが 360 度旋回し車体に 4 点張出しアウトリガーを装備した機種である。高所作業車のアタッチメントは、このタイプしか装着できず、キャビンから操作するのではなく、高所作業車用プラットフォーム上からの操作になる。機種の能力としては、高さ 12 m ~ 30 m, 積載荷重は 3.5 t ~ 5.0 t までとなり、クレーンに近い機能を備えている。使用目的と用途により機種の選択をすることが重要である。

テレハンドラのメーカは、世界に 20 ~ 30 数社くらいあると思われる、代表的な製造者としては、JCB, Manitou, JLG, Merbo, Genie, Haulotte, NewHolland, Bobcat, Gradall, Cat, Liebherr 等が挙げられるが、全て製造者は西欧及び北米である。

テレハンドラの歴史は浅く 30 年くらい前から普及しだしたと思われるが、最終的に旋回可能なテレハンドラが市場に登場し、市場的には一巡した感がある。現在各製造者は専門分野に特化して市場開拓を行っており、例を挙げれば、Genie は小型機種に焦点を絞り、販売価格をできるだけフォークリフト或いはステアローダと競合できるような販売戦略をたてているものと思われる。

4. テレハンドラの日本における法的根拠

さて、これまではテレハンドラという重機の概論に触れたがこれからは、なぜ日本で普及しなかったのか、

さらに論議を深めて、今後普及する可能性はあるのか、を主題に進めていきたい。

日本には、労働安全衛生法という法律が施行されており、国内で使用される重機に関しては、当該法律において構造規格という、製造、使用等における制限で規制される。例えば、機械を左右に何度傾けたらその機械は転倒するか、その場合、走行中なのか、静止の状態なのか、積載しているのか、していないのか、という各状態における転倒角度が、各機種毎に規定されている。特にクレーンの構造規格は厳しく、機体の鋼材に何を使用しているかまで制限される。これらの縦横無尽に多岐にわたる諸条件を満たして初めて、製造者は製造可能となり販売できる。また、操作資格についても各機種毎に規定されており、特別教育、技能講習、国家資格（クレーン 5 t 以上限定）と 3 段階である。

現状では、フォークリフト、ショベルローダ、クレーン、高所作業車等の其々のカテゴリにおいて縦割規制で構造規格が製造及び使用等の制限をしており、テレハンドラとしての構造規格および操作資格はない。2008 年当社にて、建築現場において作業に使用するためテレハンドラ（18 m/5 t/ 旋回式）を購入する際の労働基準監督署の見解では、テレハンドラは車両系荷役運搬機械に属し、「機械の包括的な安全基準に関する指針」を遵守して作業に当たるよう指導された。現状のテレハンドラは、フォークリフトおよび高所作業車の構造規格を満足しているため、これらのアタッチメント装着時には、其々の操作資格を有している作業員による作業は可能と考えられるが、クレーン、ショベルローダなどは構造規格を満足していないため使用できない。また、テレハンドラ固有の操作資格はないため当社では特別教育を実施することとした。

前述したごとくテレハンドラの特徴は、ベースマシン + アタッチメントにある。このベースマシンが、クレーン、フォーク、ショベルローダ、高所作業車の 4 機種の構造規格を満たすのは容易ではなく、さらに 100 種類以上にも及ぶアタッチメントを装備した場合の条件を満たすことは非常に難しい。最終的な労働基準監督署の見解として、自ら使用する機械においては使用を認めるが、組織的に輸入販売することは許可しない、という結論になった。

テレハンドラは、日本では構造規格がないため普及させることが困難であるが、諸外国の多くでは構造規格が存在し、建設先進国では標準機として使用されている。クレーンはクレーンでなければできない作業があるが、クレーンでなくてもできるクレーン作業も存在する。これは他の機種についても同様であり、それがテレハンドラの汎用性、多様性であり購入される動機であると述

べてきたが、専門機種と同様の規制がかかれば、それらすべての構造規格をクリアするのは困難である。

今現在日本の建設現場でテレハンドラの使用可能な条件は、①フォークリフトアタッチメントを装着時にテレハンドラとして作業可能、②高所作業車プラットフォーム装着時に高所作業車として作業可能。以上が使用条件であり、本来の汎用性、多様性がテレハンドラの特徴であるとするならば、かなり制限された使用領域と言えるが、資材揚重と高所作業を1台の機種で行うことが可能である。

5. 実証実験

(1) 外部からの揚重

2009年11月、日本の建築現場にて初めてテレハンドラを稼働させた。導入の事前検討会で作業の安全を確保するために、数回作業手順を確認して作業に臨んだ。実験の概要を表―2および写真―6～8に示す。

導入動機は、クレーンを使用した場合、仮設ステージを設置しなければならず、建物幅が12mなので各階に同時に設置することが不可能であるためテレハンドラを導入した。在来工法であれば、仮設ステージを各階盛換してクレーンによる揚重ということになる。テレハンドラは鉄骨等躯体系の資材の揚重は、重量物のため不可能なものが多い。また、高さに関しては当該重機は18mなので、6階程度の建物が限界である。実験は主に仕上げ材と設備材を5階まで揚重した。

実験の結果、作業効率に関しては、人員配置はクレー

表―2 外部からの揚重実験の概要

建物概要	地上5階、S造、約3300m ²
用途	倉庫
基準階	12m×50m
揚重資材	ALC、耐火被覆、AW、SD、プラスターボード、LGS、ELV部材、設備材
標準作業員配置	オペ1P、地上階1P、施工階2P



写真―6 搬入車両からの荷取作業



写真―7 5階までの揚重作業



写真―8 施工階降作業

ン作業と同じ人員配置となり、揚重のスピードは1回あたり約6分の作業サイクルになりこれもほぼ同じ能力であった。経済面からみると、重機の単価が同じであれば、クレーンを使用した場合は仮設ステージの損料及び設置費用が負担になるので、その分テレハンドラを使用したほうが経済的であると言える。

(2) 内部の揚重

次に、写真―9は建物内部における1階より中2階まで（高さ6m）の揚重作業風景である。2階は高さ約10mの天井ができており、クレーン作業では、ブームの先が天井に当たり、中2階への揚重物の搬入が不可能なためテレハンドラを導入した。写真―9は、キュー



写真―9 建物内揚重作業

ビクルの揚重作業であるが、揚重物自体の高さが約2mあり、クレーンを使用すると、吊りシロにも余裕が無い。このような吹抜けの現場は、事務所棟低層部、商業施設、ホテル等の建築物によくみられる。吹抜けがある現場での作業はクレーンでは難しいため、小型移動式クレーンが開発されたが、小型移動式クレーンではフォークリフトの機能が無い、また、中2階の壁の塗装、シーリング等の仕上工事は、テレハンドラによる高所作業が可能である。このように、建物内部における揚重作業にテレハンドラを使用することで作業効率が向上する。

6. テレハンドラの日本における市場性

現在、日本でテレハンドラを建築工事に導入する場合、フォークリフト機能を有する揚重と高所作業に限られるが、6階程度までの外部揚重と吹き抜けなど階高の高い内部揚重が効率よく行え、同じ機械で高所作業が可能となるなど、作業効率向上とコストダウンの可能性もある。また、テレハンドラの構造規格が定められれば、他の多種多様な機能を活用することが可能となり、さらに作業効率向上が期待できる。

3月11日に東日本大震災が日本を直撃し、地震・津波による被害は、未曾有の大災害となり、毎日のようにニュースで放映されている。以前のハイチ地震やスマトラ沖地震などでは、復旧作業に当たる援助国軍隊などのニュースで、テレハンドラが災害救助や復旧作業に使用されている映像が見られた（写真—10）。

テレハンドラは、①公道走行が可能なこと、②不整地な地盤上でも作業が可能なこと、③アタッチメント交換により多種多様な作業（瓦礫集積、土砂運搬、路面清掃、資材運搬、高所作業、救助作業等）に対応できること、④重機及びオペレータが最小数量で賄えること、⑤遠隔操作が可能なことにより、今回の原発の作業などには適している等の特長があり災害時の重機としては最適である。Manitou社では、今回の日本の東日本大震災のために、テレハンドラの日本への供給を検討していると聞いている。各国の軍隊も、ほとんどテレハンドラを採用しており、復旧工事には是非テレハンドラが活用されることを望んでいる。

また、復興事業となると、夥しい数の仮設住宅が必要になってくると思われる、今回の災害における非難者数は20万人ともいわれ、早急に住環境を整備する必要に迫られる。写真—11は、米国ハワイ州における軍施設であり、軍隊で働く人たちのための戸建住宅の現場風景である。住戸数は100戸程度であると思わ



写真—10 災害救助



写真—11 戸建て住宅フレーミング

れるが、重機はテレハンドラ6機のみで全てを施工していた。この写真は、木材でのフレーミング後地上で組み立てた屋根をテレハンドラを使って建てこむ工程である。低層住宅（10m）程度であれば、クレーンを使用しなくても、テレハンドラのみで工事が完遂する。

7. おわりに

テレハンドラの特徴はアタッチメントを交換することによりマルチ作業に対応できることにあり、日本の建設現場でも十分に有益な活用が可能と考えられる。現状では、重機に関する基本的な日本式思考は1作業につき1機種であるためその使用領域はかなり制限されている。絶対条件である安全性の確保と合理性の追求は相反する場合があるが、テレハンドラの普及のためには世界的に普及している実績を踏まえた規格の策定が望まれる。

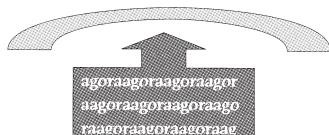
J C M A

《参考文献》

<http://telehandler.jp/>
<http://www.vertikal.net/fileadmin/journals/ca/2008/ca10-4.pdf>

〔筆者紹介〕

伊藤 貴雅（いとう たかまさ）
 ㈱花菱グループ
 技術部



空間のリサイクル

長 坂 大

持続可能な社会にむけて、建物のリフォームやリノベーションの事例が増えている。既存条件を生かした建築活動は単なるゴミの削減にとどまらず、実は豊かな空間創造にもつながる指向性を持っている。日本が高度経済成長時代に失い続けてきた「歴史」の蓄積が、建物や場所の豊かさに強く関係しているからだ。また、意外に誤解しやすいのは、建築や都市はモノでつくられているが実際に人が利用するのはその間の空間であること。リサイクルを論ずるにはそのことをよく認識すべきである。拙作を題材にしながらそのあたりの考え方を紹介したい。

キーワード：建築，都市，リフォーム，リノベーション，リサイクル

1. 性能を上げればいいとは限らない。

建物のリフォームやリノベーションはリサイクル活動の一つである。リノベーションは、たとえば住宅をレストランにするといったように、当初と異なる機能や意味のある建物に改造することである。対象を、より材料に近いものとして認識し再活用するという意味ではこちらの方がリサイクルにふさわしいかもしれない。

これをさらに展開して、対象を建築物単体にとどまらず、建物と建物の間、つまり庭や隣家との隙間、さらには公共空間へ展開して道路や広場と言ったもので拡張して考えることもできる。

たとえば道路のリフォーム。海岸沿いの曲がった道を思い浮かべてほしい。その曲がりを緩やかになるよう微修正する計画と、海を埋め立てて直線にする計画を比較する。前者は、もとの地形を継承しているから物理的な工事は少なくすむ、スピードは相変わらずやや出しにくいかもしれないが、風景にはなじんだ道として存続するだろう。後者はその逆である。もし廃道にして、道路であったところを海沿いの公園にするならリノベーションということになる。単に現在の機能が向上すればよいとするのではなく、対象を素材としての既存環境としてとらえて広い観点で見直せば、建築や都市空間を大きく改変しないで日常生活を豊かにする可能性がある、というのが本稿の視点である。

千利休が拾った小枝を茶室の床（トコ）に置き、インテリアを美しく演出したように、「目利き」であれば、多くの人がゴミだと思っているもののなかから美しい

もの、役に立つものを見出すことができる。土木や建築の設計活動ではこうした「目利き」の能力が求められる時代だと思う。

2. サントリー二島のリノベーション

「街」のリノベーションをひとつ紹介したい。観光ガイドブックにもよく登場するギリシャのサントリーニ島の街イア（Oia）は元漁村で、現在は街の大半が外部資本によるホテルや別荘、商業施設に変わっている。かつての住居とそれらをつなぐ街路空間一式が宿泊室やエントランスロビー、ダイニングルームになり、ひとつのホテルとして再統合され、それがこの地域のひとつの様式となっている（写真—1）。

この方法は伝統的な街を完全に保存しているわけではない。大きな駐車場や高層ホテルをつくって、既存の風景を大きく破壊することを避けている。つまり再利用の観点から、機能性と全体イメージとのバランスに細心の注意をはらっているのである。

この例は視覚的に再利用の目標が分かりやすいが、通常我々が携わるプロジェクトではそれが見えにくい。だからこそ、それを見出す能力を専門家が鍛える必要があるのではないか。

3. 敷地の余白形状を再利用する

「おざわ歯科」¹

これは私が携わった神奈川県平塚市の既存歯科医院の増改築計画である。余白と思われていた敷地形状をヒントにして個性的な建築とした例である（図—1）。

敷地中央にある院長の母の家を取り囲むように新しい部屋を増築し、各室から建物の隙間を利用した中庭が眺められるように設計した（図—2, 上）。

敷地はヘタ地（余りのような土地）であるがゆえに、当初院長はこの余白の土地では良好な建物ができるとは考えていなかった。しかし、設計者はそうした変形敷地の条件が魅力的な空間のきっかけとなったと考えている。

敷地周辺はかつての田園地帯で、今は雑然とした郊外住宅地である。計画当初は、歯科業界が過当競争時代であることに加えて敷地の余地が少ないことから、利便性の高い駅前に移動する意見もあった。しかし、不定形な用地の特徴がかえって可能性となることがわかって計画は一気に鮮明になった。

27 m のロビーは、長くなりがちな廊下をいっそ長いがゆえに魅力的な空間として扱おうとした結果である（図—2, 中）。敷地内の高低差はロビー内のステップとし、魅力的なインテリアとしてだけでなく、それ

を利用した小研修スペースとしても機能している。閉鎖的な空間は、北側トップライトの静かな光によって、時間の変化が穏やかに感じられる落ち着いたロビーとなった（写真—2～4）。

そもそも建築や都市は物理的機能以外の評価も重要であるという認識が必要である。その表象について、現在の日本の一般認識は低すぎる。文化社会における衣服が単に保温性や着脱機能を有していればいいというわけにはいかないように、建築や都市もシェルターや流通機能、安全性の実現だけでは国民を満足させられなくなっているのである。

この歯科医院は高度な医療技術を自負しているが、建築はそのことを表象するのではなく、むしろその医療活動を支える穏やかで心休まる空間をつくろうとした。ホスピタルの語源のとおり、病院は物理的治療機能が優れているだけでなくゆったりともてなされて心身ともに癒される場であってほしい。

そうした構想のもとでは、「大きくて立派な病院」をつくるのではなく、敷地の余白をつなぎ合わせてつくる空間規模は好都合でもあった。余白をリサイクルするという形態（配置計画）的制約はチャンスになったのである。

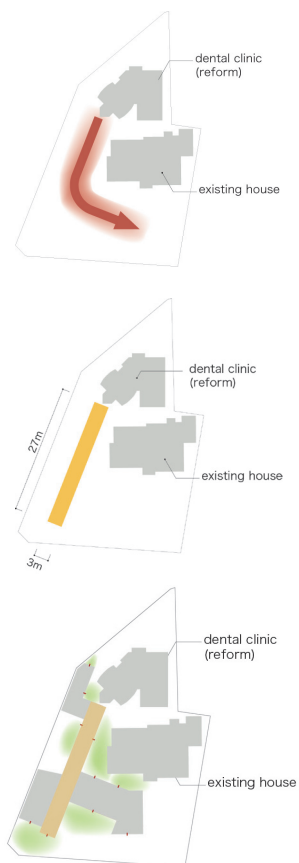
1:「おざわ歯科」 日本建築学会作品選集 2011, p.34, 35 / 新建築 2009 年 4 月号, p.154 ~ 159 他



図—1 おざわ歯科



写真—1 サントリーニ島 Oia



図—2 コンセプト図



写真—2 スキマを利用した中庭(ロビーの突き当たり)

写真／上田宏 (写真—2 を除く)



写真—3 ロビー南側を見る。スリット状のトップライトから光が落ちる。



写真—4 南側から見る。



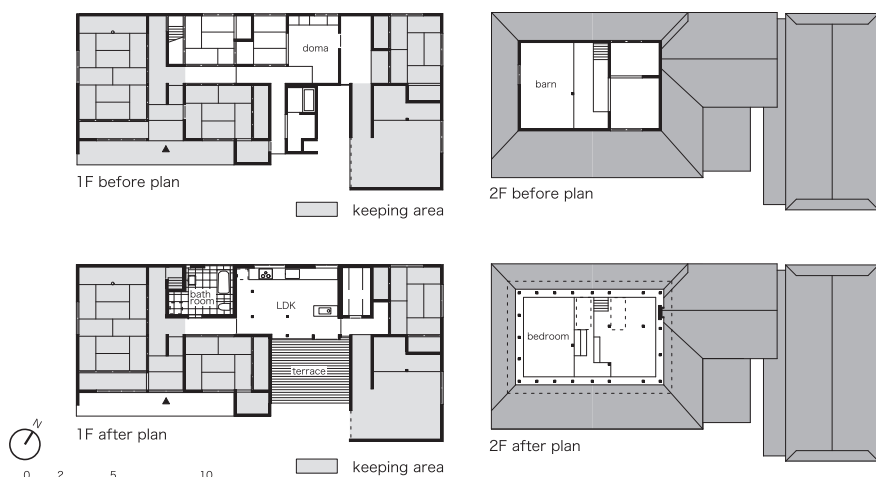
写真—5 南西側遠景。外観はほとんど変化していないように見える。敷地は防風林に囲まれた尾根部分に位置している。手前の蛇行した道からアプローチする。



写真—6 西側から見る。



写真—7 小屋組み現しの2階寝室



図—3 淡路島の家



写真—8 既存DK (doma)。正面開口を右に移動する。



写真—9 DK。左壁沿いにキッチン、正面に薪ストーブが新設された。

4. 「ありふれた建物」の再生

「淡路島の家」²

次の例（図—3）は、日本各地に見られるような一般的民家の改造例である。

陶芸作家夫妻が、工房付きの住宅として夫人の祖母が住む農家を一部リフォームする計画である。2階の薄暗い物置き部屋の四周をすべて細長いガラス窓にし、ガラスの下には通風用の板戸を設け、さらに断熱材の充填や筋交いによる構造的補強を行って、安全で快適な居住空間へと変化させている。

このアイデアのきっかけは、尾根状地形の先端部分という立地条件である。建物は周囲を防風林に囲まれていてその緑の囲いを楽しめるだけでなく、その木々の隙間から周囲を展望することもできる（写真—5,6）。つまり、当初薄暗い物置き部屋であったこの場所は、小さな天守閣のような場所でもあった。設計者としてその「位置」の可能性を生かすことができると考えたのである。当面は寝室として利用されるが、将来は夫妻の作品を展示するギャラリーなどへの転用も視野に入れている（写真—7）。

1階では、過去に増築された水廻りを撤去してウッドデッキにし、その水廻りによって失われていたダイニングキッチンの採光・通風・眺望を取り戻している（写真—8,9）。

ありふれた建物は、しかしだからこそ風景の中で穏やかに存在している。そこに少ない操作を加えただけで、全く新しい室内空間ができたところにこの建築の意味がある。

2：新建築住宅特集 2009 年 10 月号，pp.120～127

5. 使いにくい建物はゴミか？

都市や建築を壊して建て替える理由は、性能的な限界もさることながら、利用者や設計者の思考の柔軟性や想像力の欠如が原因になっていることが少なくない。当初の機能を失ったからといって、構築物や空間一般がただちに無用になるとは限らない。プランが時代にそぐわなくなっても、小さな改造で新しい機能に適応できたり、建築の形質が別の機能を獲得できる可

能性がある。都市や建築において、対象を当初の機能を満たす装置としてのみとらえるのではなく、あるきっかけで生まれたひとつの地形的資質としてとらえた方が、新しい可能性を創造しやすいのである。

逆に言えば、地形的資質となるような対象を設計する場合、求められた機能を実現するだけでなく、地形的資質の高さにも心を配るべきである。

6. 空間のリサイクル

ありふれた場所や建物が適切にリサイクルされていけば、エネルギーの節約になるだけでなく場所の文化的資質を高めることになる。物資を投入して「立派なもの」をつくるだけではなく、利休の床の間のように、そこにあるものから美しい空間を創造する知恵や感性が鍛えられるべきではないかと思う。そのことで、建物だけでなく都市や自然の空間全体が魅力的にリサイクルされる可能性が高まるだろう。隙間や配置、地形を継承することの価値を検討してほしい。

7. 造形遺産

現在、私の研究室では毎年「造形遺産」という課題に取り組んでいる。ダムや橋脚、高架道路、埋め立て地といった、工事途中で放棄された土木工作物や人工地形を発見し、それらを完成させるのでも廃棄するのでもない第3の道を提案せよというものだ。それらが人間のための場所や施設として再生されることで、不要な粗大ゴミ化を抑止するとともに、造形的な遺産であったと思えるようにしよう、というシナリオである。

我々の行うすべての建設造形活動は、地球の表面のメンテナンスにすぎない、と考えている。

JICMA

〔筆者紹介〕

長坂 大（ながさか だい）
建築家
京都工芸繊維大学 教授
建築設計事務所 Mega 主催



ずいそう

韓国雑感「近くて近い国へ」

前田 純一郎



昨年の秋からソウルの高麗大学で教鞭を執っている。ソウルの中心部、東大門の北東約3kmの城北区安岩（アナム）洞に広大なキャンパスを持つ大学であり、延世大学と並んで、韓国の私立大学の双壁と言われている。1905年、私立普成専門学校として、「教育による救国」を掲げて設立された。数年前に盛大に開校100年を祝ったばかりである。20学部、15大学院を持ち、学生数約36,000人をおかえる総合大学である。安岩キャンパスの荘重な正門を入ると広々とした庭園が広がり、その奥に洋風の大学本部の建物がある。道路を隔てて理工学部キャンパスや医学部付属病院などが並ぶ。現在の韓国大統領、李明博氏は卒業生の1人であり、在校生の中には、フィギアスケートのキム・ヨナさんがいる。李明博大統領は、ご存知のように、韓国の現代建設の社長、会長として辣腕を揮い、その後ソウル市長を経て、2008年に第17代大統領に就任した。ソウル市長時代には、その強力な指導力でソウルの中心部にある清溪高架道路を撤去し、生態系にも配慮した清溪川（チョンゲチョン）を復活させ、一躍時の人となった。

韓国の建設投資は、若干鈍化はしているが、プラス成長を続けており、今後も2010～2015年がおおよそ年2%増、2015～2020年で約1%強の増と予想されている。2015年の建設投資額は、約135兆ウォン（約10兆円）、2020年には約140兆ウォンに達する見通しである。GDPに占める建設投資の割合は、2015年でおおよそ13%となる。また、政府の建設関連の研究開発投資も、21世紀に入って急速な伸びをみせており、2008年には約4億ドルの規模に達した。

高麗大学を中心として韓国版の「ビル自動施工プロジェクト」が進行中である。政府の強力な研究開発助成を受けて精力的に取り組まれている。実用化されて実際の現場で適用されるにはさらなる積み重ねが必要と思われるが、担当者の熱意は高い。筆者も実証施工の責任者の若い技術者の説明を受けたが、彼は取り組みの現状と技術的課題を滔々と熱っぽく語ってくれた。十数年前の自分の姿を見るようで、懐かしさを覚えたものである。韓国の建築生産の特性をうまく踏まえて、日本とは一味違うユニークなシステム作りを目指している。

このプロジェクトの他にも、土木の総合的情報化施工や高層ビルの外壁メンテナンスなどのシステムが、国のバックアップの下に産官学が連携して取り組んでいる。

もうひとつの建設関連のトピックは、超々高層ビルの建設ラッシュである。漢江の南岸、蚕室（チャムシル）に建設中のロッテ・チャムシル・スーパータワーは、地上123階、地下6階、高さ555mの超々高層ビルで、2014年に竣工すると韓国で最も高いビルとなる。現在地下工事を終わり、地上階の施工に移っている。釜山にも500mを越えるプサン・ロッテ・タワーの建設計画があり、さらに数件の同様の計画も進んでいるとのことである。

2009年の名目GDP総額を比較すると、日本の約475兆円に対して、韓国は約1,065兆ウォン（約75兆円）と、現状ではおよそ6倍の開きがあるが、過去20年間の伸び率をみると、日本の20%増に対して、韓国は180%増と大幅な伸びになっていること、また総人口が、日本の約1億2,000万人に対して、韓国は約4,800万人であることを考えると、そう遠くない将来に1人当たりのGDPでは、日本と肩を並べるレベルに達するのではないか。このように経済規模や技術の総合力では、日本にまだ一日の長があるのは事実であるが、韓国人の「目標を決めたらわき目も振らずにまい進する」国民性を考えると、早晩強力なライバルになることは十分に予想される。

日本としては、現状のレベルに安住することなく、さらに高度な技術を磨き、付加価値の高い市場分野を開拓するなどの一層の努力が求められよう。このような緊張関係の中で、お互いに競い合う「いい意味でのライバル」としての関係が期待できるのではなかろうか。韓国は、確かに建設の世界でもライバル関係にある。しかし今後は「いい意味でのライバル」として切磋琢磨し、互いに技術力や競争力を高めあうことで、東アジアの隣接する友邦として共に国際的な地位を高めていくことが重要と思われる。しばしば、韓国は「近くて遠い国」と言われている。しかし、このような緊張感のある関係を保ちつつ競い合うことが、真の意味で「近くて近い国」になる道となるのではないだろうか。

ずいそう

団塊世代の晴耕雨読への挑戦 その2

杉岡博史



前回「'08.1月号」のこの欄へ投稿してから早いもので3年が経ちました。前回の内容は、北海道に住む団塊世代、現在63歳の私が50歳位のときに、将来の退職後の、人も羨む優雅な暇つぶしを夢見て、当時の大枚をはたいて500坪ほどの土地を購入して、ログキャビンを手造りし畑三昧の生活に入ろうと計画した。気持ちが高まり過ぎて、ここはロッキー山脈の山の中、使えるものは体と知恵だけと宣言。ログは近所の山林を伐開した丸太原木を手に入れ自分で皮むきから加工して組み上げる。ユンボやクレーンなどの機械力は使わずに剣先スコップ1本、チェーンブロックなどでやると大口をたたいて工事開始。難行苦行の果て、ほぼ完成するものの体は悲鳴を上げ限界状態、休日はずべて根掘りと丸太と格闘の生活で晴耕雨読には程遠いという顛末を書きました。その後、3年経過し、どうなっていることでしょうか。

こうしたい、あーしたい。必ず夢にはマスタープランがあります。この区域は畑、ここは果樹、ここは花畑、ここは樹木、ここには物置。プランは何ら問題なく出来上がりますが、広いようで狭いのが500坪です。あっという間に敷地は配分され、もう少し土地が広ければということになります。ログのための丸太置き場は町道に近いこしかかない。しかし、ここは本来は花畑や樹木を植えるところ。樹木や花は仮植えとして、とりあえず、こことここに。今になってみると、この安易さが問題でした。

もう一つの問題、10年も経過すると土地の周辺環境が変わります。周りに家が建ち、本来の景観が確保できなくなります。森のような隣家が木を伐採し、我が家の3列に植えられた敷地境界の25mほどの高さのトドマツ林は孤立して、突風により隣地側に倒れるようになりました。止むを得ず、昨年春に60本すべて伐採。残ったのは60個の木の根っこ丸太の山です。これが問題2です。

問題3もあります。畑ではジャガイモを作っています。近くの農家から種イモを買って毎年、生産して配っています。個人が作るには大量すぎる量です。これが問題なのです。

これらの問題は、何が問題かなどといっている暇がない位、とにかく問題なのです。晴耕雨読なんて暢気な事をいってられないのです。要するに、「もう年なのでスコップを使うには、もう腰が持ちませーん」ということなのです。10年もすると、仮植えした樹木は大きくシッカリと根を張り、マスタープランの本来の場所に移植するにはもう大変。花といえども大繁殖し、大変な面積規模に。問題2がいちばん大変です。元口20cm程度の本の除根は気の遠くなる話です。試しに2根ほど抜いてみたが、明治の開拓の人の気持ちがよくわかりました。業者に頼めば、これまた2回ほど気絶しそうになるほどお金が大変。樹の根は置いておくと敷地を占有し、マスタープランの実現はほど遠くなる。捨てれば産業廃棄物でトン1万円。それに輸送のダンプ代。除根のユンボ代。回送費。あー勘弁してください。問題3の答えもジャガイモ掘りで腰痛の悩み。すべてが根掘りの悩みです。

ここで私も考えました。これらの問題を一気に解決する最高の知恵を出しました。ユンボを買うという秘策を練り出したのです。建設機械の新たな個人市場の開拓や普及の先兵になろうと、昨年10月に農作業にも使えるよう0.03m³級、車重1トンクラスの中古を買ってしまいました。「一家に一台、マイユンボ!」こんなキャッチコピーいかがでしょうか。乗ってみると面白い。ラジコンより面白い。何か自分が強くなったような気がして、新しい世界が広がりました。

問題の解決策がまた問題の種となる。それが人生というもの。切った60本の丸太の山が、畑スペースを占拠し畑の面積が激減し、命より大事なユンボを雨や盗難から守るための、鍵つき格納庫の新たな建設が必要となりました。この二つの問題の解決には丸太で車庫をつくれればいいのだ!ということで、またもや木の切り屑まみれのログビルダーに逆戻りし、晴耕雨読が遠のいていきました。

「そうは問屋が卸さない。」思惑どおりにいかないのが人生です。

まだまだ、ユートピアまでの前途は多難です。合掌。

——— すぎおか ひろし 道路工業㈱ 取締役副社長 ———

トピックス TOPICS

福島原発事故対応のために巨大コンクリートポンプ車が活躍

奥 信彦

今回の巨大地震で被害に遭われた方々に対して深くお見舞い申し上げます。

1. 原発への注水支援のためコンクリートポンプ車を派遣

中国においても被害の映像は連日ニュースや特番で流されて、我々邦人はもちろんのこと多くの中国人も心を痛めていた。地震発生から数日経った頃、原発の一部は「空炊き」状態で緊急に「冷やす」ことが求められており、ヘリで上空から散水したり消防車から放水するなどの策が講じられていた。実は、中国・三一重工では72mの高さまで生コンクリートを圧送できる機械を作っている。「我が社の機械ならピンポイントで原子炉に注水できるのではないか」と何人かが思った。

いち早く行動に出たのは日本法人（三日本株）の営業担当者である。彼は東京電力(株)本社を3月18日の朝訪問し機械の説明を行った。するとその日の午後、「機械を購入したい」との意向が示されたので、彼はその旨中国の本社に伝えた。関連部品を含めると約1億円の費用を要することになるが、会長は「直ちに無償提供しよう。時間と闘え!」と即決を下した。この鶴の一声で現場は大発奮した。幸い工場には62mの機械の在庫が1台あったので、その日の内に日本向けに改造し送水テストを行い、翌日には工場関係者と地元メディアの声援に送られて出発した。

52tの巨大な自走式機械は湖南省の工場から上海までの陸路1,000kmあまりを運転手たちが交代で一昼夜かけてノンストップでひた走った。通関に1日。船は22日に出港、2日後に大阪港に陸揚げされた。一方この頃、東京電力本社では、東京電力・日本赤十字社・三日本株の間で寄贈式が執り行われた。

大阪港には、中国の工場から派遣された3名の技術者が待機していた。彼らは通関を手伝い、簡易通関を2時間で終えた。大阪の取引先が重機の自走運転と部品運送をボランティアで引受けて下さった。燃料不足に備えて途中給油拠点の確保、通過する橋梁の強度や



写真—1 中国での出発風景



写真—2 大阪港に到着したコンクリートポンプ車

トンネルの大きさのチェックなど重機輸送のための事前準備も並行して行われた。パトカーに先導されて、名神・東名を走り、その深夜には千葉県のトレーニングセンターに到着した。

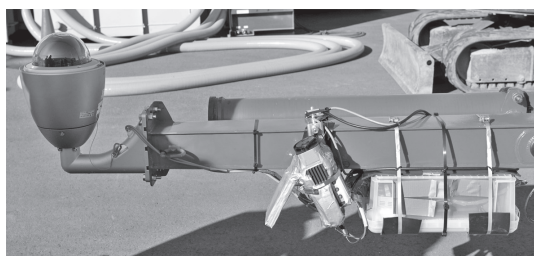
そこは大手レンタル会社(株)カナモトにより、作業員の方に重機の操作方法を指導するようにと今回無償提供された場所である。大型機の実機操作ができる十分な広さがあるのが有り難い。派遣されていた3名の技術員は、ここでは、操作指導に当たった。通常なら3ヶ月を要するトレーニングであるが、要請で2日間に凝縮した。一旦現地投入されたらメーカーの技術者が機械にタッチするのは難しい。全員真剣勝負で特訓に取り組んだ。この間に、噴射圧を高め噴射距離をさらに伸ばすために5mの延長ノズルを取付けたり、電気メーカーの協力でカメラを装着したり、放射線測定装置を取

り付けたり、リモコンを1 km離れた場所から操作できるように改造したり（標準は150 m）、さらに各種テストも実施された。かくてポンプ車は27日朝千葉を出発し、午後13時45分に原発現場に無事到着した。

実に9日間で中国内陸部の工場から福島に引渡されたことになる。注水だけでなく、原子炉を近距離撮影したり放射線測定したり多目的に役立てている。

長い首の先から注水する機械は大キリン作戦と名付けられ、日本だけでなく中国でも新聞・TVで広く報道され、東京電力社長から感謝状を頂いたのを始め、日本各地から様々の形で感謝のお言葉も頂いた。

今回の寄贈が迅速に行えたのは、社内でトップおよび各担当者が一致団結してそれぞれの役割を果たしたこ



写真一三 ブーム先端にカメラや測定器の取り付け



写真一四 トレーニングセンターでのテスト風景



写真一五 千葉を出発し原発現場に向かうコンクリートポンプ車

ともあるが、通関・交通など特別の配慮を下さった両国の行政機関や各界関係者など、多方面の方々が心を一にして率先して協力を頂いた賜物であると考えている。日本の危機を救うため、また日中友好のために、いくらかでも貢献できたことは誠に嬉しくもあり、誇りに思う。ただ、トレーニングが規定の時間より大幅に短かったことや、放射能の影響など未知の不安材料もあるが、最後まで無事役目を果たすことを祈る次第である。

2. 中国・三一グループについて

三一グループは、梁穩根現会長ら4人が1989年に国有企業を退職し、創立した会社である。当時は湖南省漣源市溶接材料廠という社名で溶接材料を作っていた。1991年、三一重工に社名変更し、2年後の1993年には建設機械製造を主業務とする方針を固めた。

現在の製品系列は、生コンクリート打設関連機械、道路敷設機械、掘削機械、杭打ち機械、クレーン類、港湾設備機械、風力発電設備など多岐にわたっている。そのうち、生コンクリート圧送機械、杭打ち機械、クレーンは中国最大のブランドとなっている。

製品技術の高さを示す例を挙げれば、2007年上海世界金融センター建設では定置式圧送機で492 m垂直コンクリート打設世界新記録を達成した。同年66 mの車載式コンクリート圧送車は世界一の長さを持ちギネス世界新記録を達成したが、さらに2009年開発の72メートル機では自らのギネス世界記録の更新を狙うまでになっている。

3. コンクリートポンプ車の構造・機能

今回稼動したコンクリートポンプ車には、性能・信頼性・操縦性・整備性・経済性・安全性向上のために高度に蓄積された技術が使われている。そのいくつかを以下紹介したい。

●高密封性メインシリンダー

メインシリンダーには、アキュムレータからの内圧でシールをシリンダーに押付け密封性を高めるといった技術を用い、水のオイルへの混入を防ぎ作動油の寿命を長くしている。

●コンクリート・ピストン位置の自動復元

コンクリート・ピストン交換時には、ピストン位置が自動的に交換位置で停止するようになっており、標準的な交換はわずか15分で行うことができる。

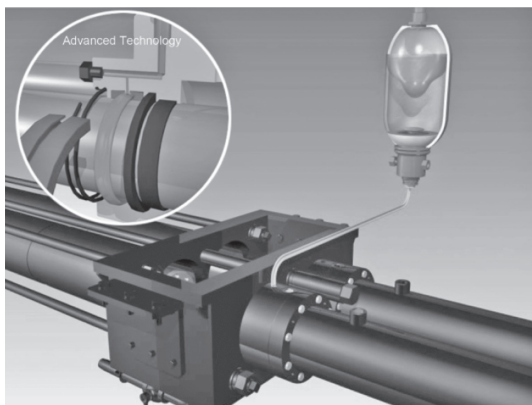


写真-6 高密度性メインシリンダー
アキュムレータからの内圧がシールリングを
持ち上げ高いシール性を保持する。

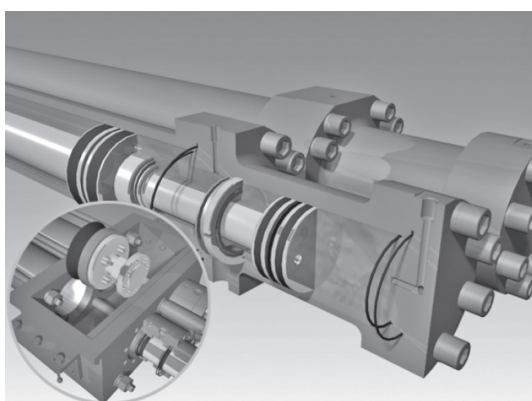


写真-7 コンクリート・ピストン位置の自動復元

●超高压コンクリート切替弁

コンクリート流路切換え用S管の回転シールは、特有のフローティング構造でコンクリートの漏れを極力少なくしている。

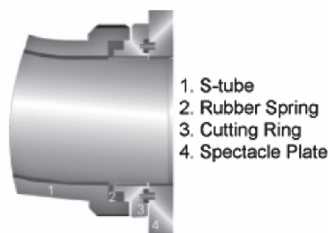


写真-8 超高压コンクリート切替弁

●特殊合金採用の切替プレートおよびカッティング・リング

S管摺動プレートおよびカッティング・リングには特殊なL合金を用い耐用時間を長くしている。

●コンクリート・ピストン

ピストンは独自の強化ファイバーを用い、標準作業では20,000 m³以上使用可能である。



写真-9 切替プレートとカッティング・リング

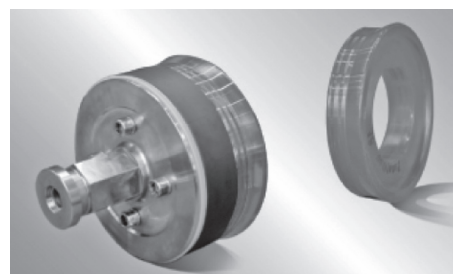


写真-10 コンクリート・ピストン

●コンクリート高压管耐久性

超高压管は、対磨耗合金を採用し、標準作業で80,000 m³以上のコンクリート輸送に使用できる。

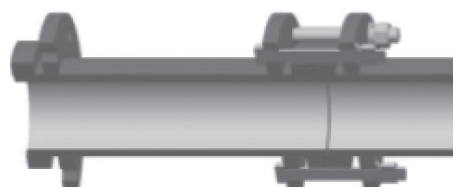


写真-11 コンクリート高压管

●インテリジェント・ブーム制御

車載式コンクリート圧送機には各ブームに位置センサーが付いており、各種の複合操作を簡単に行える。



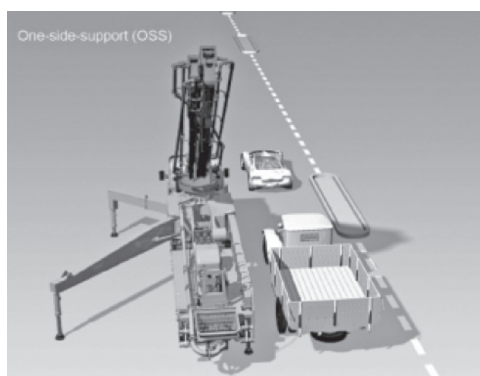
写真-12 リモコンによるブーム制御操作

例えば、ブームの拡張・折畳みはスイッチ一つで行える。ブームの位置移動もモノレバーで行える。また外力によるブーム振動を感知しコンクリート吐出ホース位置を自動補正する特許技術も施されている。(0.3 mの振動幅に抑えることができる。)

●片側通行サポート技術

(OSS : One-Side-Support Technology)

車載式生コンクリート圧送機では両側にアウトリガーを張るのが通常であるが、現場の交通事情で片側しか張れない場合には、OSSを用いてブーム作動区域を自動制限して転倒事故防止に供することができる。



写真—13 OSS : One-Side-Support Technology



写真—14 上海中心大厦建築現場。(完成すれば128階、632mで世界第2の高さとなる。)18台の三一製コンクリートポンプが使われている。

J C M A

【筆者紹介】

奥 信彦 (おく のぶひこ)
三一重工
顧問

橋梁架設工事の積算

——平成23年度版——

■改訂内容

1. 鋼橋編

- ・セッティングビーム工追加 (歩掛設定)
- ・製作工労務単価, 間接労務費率の変更に伴う架設用の製作部材単価改訂
- ・積算例題の見直し

2. PC橋編

- ・支保工関連
- ・トラッククレーン架設の適用範囲拡大と据付条件の追加
- ・橋台・橋脚回り足場ブラケット歩掛の追加
- ・枠組足場日当り賃料, 基本料の追加 ほか

■ B5判 / 本編約 1,100 頁 (カラー写真入り)
別冊約 120 頁 セット

■定価

非会員 : 8,400 円 (本体 8,000 円)
会 員 : 7,140 円 (本体 6,800 円)

※別冊のみの販売はありません。

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 600 円

沖縄県 450 円 (但し県内に限る)

■発行 平成23年5月

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

CMI 報告

水中コンクリート構造物の 非破壊検査手法に関する研究

渡邊 晋也

1. はじめに

水中コンクリート構造物の調査手法の確立を目指し、施工技術総合研究所では、東海大学海洋学部の迫田教授と共同で調査手法および調査に用いる試験機の開発を行っている。その中で得られた知見の一部について報告する。

水中に設置された我が国のコンクリート構造物の歴史は約 115 年前に遡る。港湾構造物では 1892 年横浜港防波堤工事（横浜市）、ダムでは、1900 年に竣工した布引五本松ダム（神戸市）などがある。明治時代以降、多くのコンクリートが水中へと設置されてきた。これらのコンクリートは、水中で劣化したものもあれば、布引五本松ダムや小樽港北防波堤のように、供用開始約 110 年を経ても現役で役目を果たしている構造物もある。

既設構造物のアセットマネジメントを行う場合、適切な点検・調査を行い、既設構造物の現状を把握しなければならない。現在、我が国には港湾構造物だけでも、防波堤総延長 558.5 km、岸壁総延長 886.5 km を有している。しかしながら、水中におけるコンクリート構造物の点検・調査は大半の構造物において行われていない。また、実施されている場合でも、潜水士による目視観察が中心で客観的な評価が成されていないものと考えられる。一方で、コンクリートコアを採取し、調査を行う方法も考えられるが、労力・コストともに負担が大きく、広範囲に調査ができないことも考えられる。

そこで、筆者らは水中で簡易にコンクリートの品質調査を行う為の水中非破壊試験機を作製した。本報告

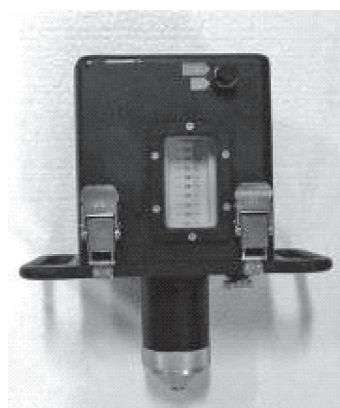
は、水中非破壊試験機の概要とその試験機を用いて海中に約 100 年間曝されたコンクリート構造物の調査を行った結果についてまとめたものである。

2. 水中非破壊試験の概要

(1) 試験機の概要

①水中反発度法

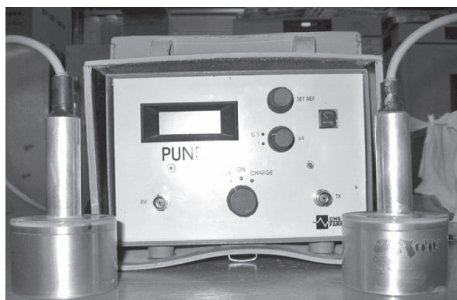
水中リバウンドハンマー試験機を写真—1 に示す。水中リバウンドハンマーは記録式の NR 型リバウンドハンマー試験機を用いた。本研究では、市販の NR 型リバウンドハンマーに防水性・耐圧性を付与させる為に、専用のハウジングケースを製作した。ハウジングケースの材質は耐食アルミニウムで耐圧水深は 60 m である。ハウジングケースの寸法は縦 27 cm、横 25 cm、奥行き 13 cm である。陸上での重量は 4.1 kg、水中での重量は 1.1 kg となっている。したがって、潜水士一人でも簡易に取り扱え、水中での反力を必要としないのが特徴である。また、市販の NR 型リバウンドハンマーには特に改良を加えていない。



写真—1 水中リバウンドハンマー試験機

②水中超音波法

水中超音波試験機を写真—2 に示す。この試験機は、市販の超音波試験機を用いているが、発振子および受振子とケーブルの接続場所に樹脂を用いて防水加工を施している。本研究で使用した発振子はジルコン酸チタン酸鉛セラミックで 54 kHz の超音波を発生させることが可能である。水中超音波試験機の計測方法は、発振子および受振子のみを水中に入れる方法を採用した。したがって、計測する際、コンクリートに発振子および受振子を当てる潜水士と超波伝播時間を陸上および船上で記録する記録係の 2 人 1 組で行う。超音波試験機は、電気信号の減衰などを考慮して、ケーブルの長さを 10 m としている。



写真—2 水中超音波試験機

(2) 測定方法

①水中反発度法

水中反発度の測定方法は、陸上の反発度法で規定されている JIS A 1155「コンクリートの反発度の測定法」に準拠している。本研究では、打撃方向をコンクリート測定面に対して垂直にして行った。したがって打撃方向による反発度の補正は行っていない。

②水中超音波法

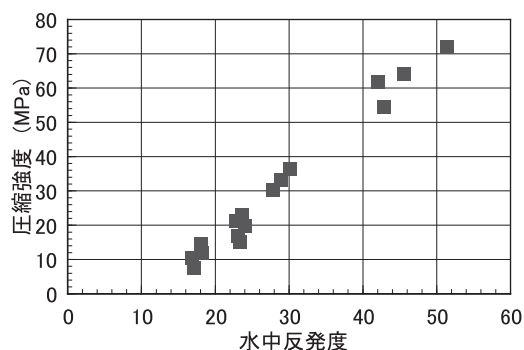
陸上の超音波試験には、受振子と振動子が共用された振動子を用いる一探触子法と受振子と振動子を2個用いた二探触子法がある。本研究では、二探触子法を用いることにした。二探触子法における振動子および受振子の配置には、コンクリートの相対する面に振動・受振子に対向させて配置する対称法（直接法）、振動・受振子を斜めに設置する斜角法（半直接法）、および振動・受振子を同一面上に配置する表面法（間接法）などがある。橋脚などの小さい部材の場合は対称法で測定ができるが、岸壁、ダム、水路、ケーソンなど対称側に受振子を設置できないコンクリート構造物もある。このことから、本研究では、表面法を用いてコンクリートの品質を調査する方法について検討を行った。この方法は、陸上において主にコンクリートのひび割れ深さを推定する際に用いられることが多い。本研究の対象は、水中にあるコンクリートであることから、ひび割れの測定はできないことが、予備研究で判明している。したがって、水中超音波法は、含水したコンクリート内部を伝播する超音波の速度を評価する試験方法である。

表面法の測定方法は、両端子を同時に離していく方法で測定を行った。測定距離は両端子の中心から 50 mm、100 mm と 50 mm 間隔で 1,000 mm までとした。また、陸上の超音波測定には測定端面とコンクリート面の間に空隙が生じないように両者を十分に密着させなくてはならない。通常、グリース等を用いるが、水中超音波測定試験の場合、水が両者の間に生じる空隙を埋める役割があることから、特にグリース等の接触媒体を使用しなくてもよいと考えられる。

(3) 試験機の予備試験

①水中反発度法

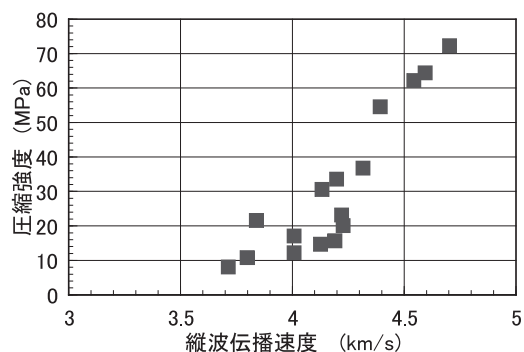
4種類の強度が異なるコンクリートを作製し、室内にて水中反発度とコンクリートの圧縮強度の関係について検討した結果を図—1に示す。その結果、陸上のリバウンドハンマー試験同様に、反発度とコンクリートの圧縮強度には相関性が見られた。このことから、水中においても、リバウンドハンマーを用いることでコンクリートの圧縮強度を推定することは可能である。



図—1 水中反発度と圧縮強度の関係

②水中超音波法

リバウンドハンマー試験同様に、4種類の強度が異なるコンクリートを作製し、室内にて超音波縦波伝播速度とコンクリートの圧縮強度の関係を検討した結果、図—2に示すとおり両者には相関があることが判明した。



図—2 水中縦波伝播速度と圧縮強度の関係

以上の結果、水中反発度法と水中超音波法を用いることで水中におけるコンクリート構造物の強度推定を可能にすることができた。この試験方法を用いて既設構造物の調査を行った。

3. 既設構造物の概要

(1) 構造物の概要

調査を行った函館港弁天地区防波護岸は、1910～1919年にかけて施工された防波護岸である。函館港は

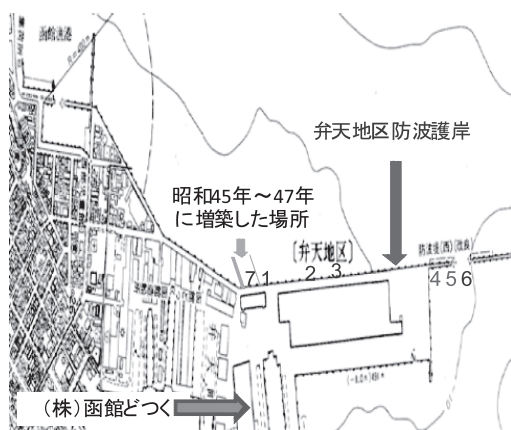
1890～1892年にかけて廣井勇博士によって調査、設計報告が行われ、その後1896～1899年にかけて函館港改良工事によって近代的な港湾建設がなされた我が国の近代港湾の先駆けの港湾構造物である。その後、第2期工事として、本研究で調査した弁天地区防波護岸や西防波堤などが建設されてきた。弁天地区防波護岸の代表的な構造は、コンクリートブロック積み混成堤である。

(2) 調査場所

本研究で調査を行った場所の全体図を写真—3に示す。四角で囲んだ所が、調査対象である弁天地区防波護岸である。防波護岸の裏手には(株)函館どつくの乾ドックがある。この防波護岸は、明治43年(1910年)から大正7年(1918年)にかけて製作された。建設当時は、2つの防波護岸から構成されていた。その後、昭和45年から47年(1970～1972年)に2つの防波護岸を1つにする工事が行われ、現在の状態となった。本調査では、明治43年ごろに製作されたコンクリートブロックと大正7年ごろに製作されたコンクリートブロックおよび昭和45年に建造されたコンクリートケーソンについて調査を行った。調査場所の詳細を図—3に示す。図中の数字は、建設状況や工事記録をもとに推測した年代の古い順を表している。本研究で



写真—3 調査を行った場所の全体図



図—3 調査を行った場所の詳細図

は、コンクリートブロックの製作年代を次のように考えた。1：明治43年，2，3：大正初期，4，5，6：大正後期（大正7年ごろ），7：昭和45年から47年。以下、この数字を図の凡例に用いる。

4. 調査方法および結果

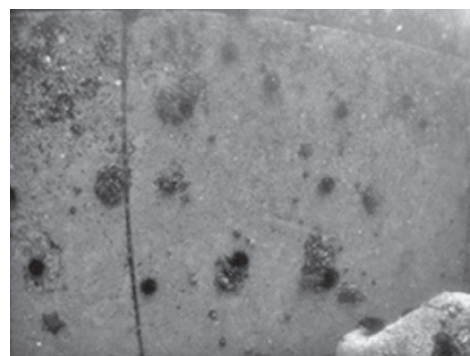
(1) 調査方法

現地調査では、はじめに潜水士がコンクリートブロック表面の目視観察を行った。その後、エアーサンダーを用いて、測定対象のコンクリートブロックの表面を研磨した後、水中超音波試験機を用いて表面法より縦波伝播時間を計測した。計測距離は、50 mm 毎1,000 mm まで測定を行った。次に、水中リバウンドハンマー試験機を用いて水中反発度の計測を行った。本調査では2項目の水中非破壊検査を行っている。

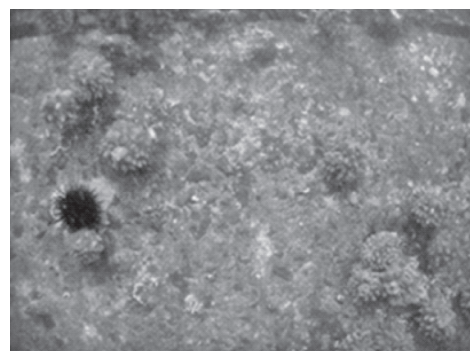
(2) 調査結果

①目視検査

潜水士による目視検査を行った結果を写真—4に示す。明治43年、大正初期および昭和45年に製作されたコンクリートブロックは、骨材の露出等は無く健全なコンクリートであることが推測される。しかしながら、大正後期に製作されたコンクリートブロックは、粗骨材が露出して表面が劣化していることが確認された。



a) 明治43年頃に製作されたコンクリートブロック



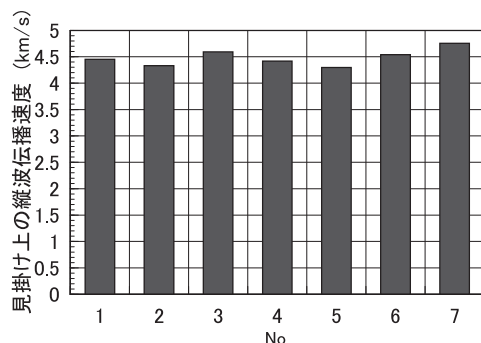
b) 大正後期頃に製作されたコンクリートブロック

写真—4 コンクリートブロックの表面状態

②水中超音波

水中超音波試験の結果から各測定場所における見掛け上の縦波伝播速度を算出した結果を図—4に示す。

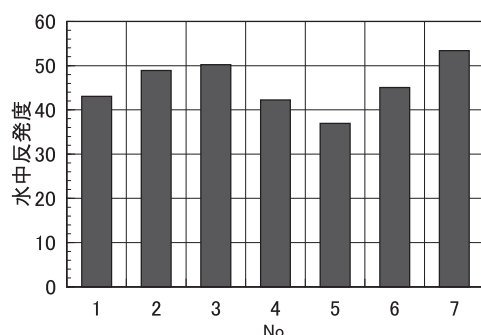
その結果、見掛け上の縦波伝播速度は、4.30～4.75 km/sという既往の研究と比較して速い伝播速度が得られた。また、全体的に大正時代に製作されたコンクリートブロックの縦波伝播速度は低い結果が得られた。その中でも、表面に粗骨材が露出していたNo.5に関して、他のコンクリートブロックより速度が遅い結果が得られた。



図—4 各測定場所における見掛け上の縦波伝播速度

③水中反発度

水中リバウンドハンマー試験により得られた各測定場所の水中反発度を図—5に示す。測定の結果、水中反発度は37.0～53.4と長年月海中に曝されたコンクリートにしては既往の研究と比較して大きな値を示した。この様な結果が得られた理由として、コンクリートに火山灰を混入させていることが考えられる。火山灰を混入することで、ポズラン反応により長期間強度が発現したものと推測される。また、水中反発度の結果では、昭和時代に製作されたコンクリートが調査した場所では最も大きな値を示した。水中超音波試験同様に、No.5の大正後期時代の値が他のコンクリートブロックより低い値となった。



図—5 各測定場所における水中反発度

④推定圧縮強度

水中非破壊試験法の水中超音波試験および水中リバ

ウンドハンマー試験の測定結果を用いて複合法にてコンクリートの圧縮強度を推定した。推定式は以下の式を用いている。

$$F = -18.55 + 1.27V_a + 1.47R \quad (\text{式 1})$$

ここで、F：推定圧縮強度 (MPa)， V_a ：見掛け上の縦波伝播速度 (km/s)，R：水中反発度

その結果、算出した推定圧縮強度は、41.2～66.0 MPaという結果が得られた。既往の研究結果によると、同地域の乾ドックから得られた100年経過したコンクリートコア供試体の圧縮強度は、凍結融解作用を受けているのにもかかわらず30～34 MPaの圧縮強度が得られている。その結果から、本調査で推定した41.2～66.0 MPaは環境条件、目視観察および非破壊試験の結果から判断して適当な推定圧縮強度ではないかと推測できる。したがって、約100年間海中に曝されたコンクリートではあるが、品質は良くあまり劣化を起こしていないことが推測できる。

以上のことから、筆者が提案した水中非破壊試験機を用いることで、水中にあるコンクリート構造物の検査を実施することが可能であることが判った。

5. おわりに

本報告では、水中における土木構造物のアセットマネジメントを実施していく上で、最も重要となる「現状の把握」について検討した結果についてである。

戦後から現在にかけて建設された数多くのコンクリート構造物は、老朽化の一途を辿っている。これらの構造物を適切に維持管理し、末永く使用することは、今の社会にとって最も適切であると考えられる。

施工技術総合研究所では、社会のニーズに沿ったいろいろな土木構造物の調査方法の構築および維持・管理手法の検討などを研究していき、社会に貢献をしていきたいと考えている。

最後に、本報告は日本コンクリート工学協会 主催の2008年度コンクリート工学年次論文集中に投稿したものを加筆・修正をしたものである。

J C M A

〔筆者紹介〕

渡邊 晋也 (わたなべ しんや)
 (株)日本建設機械化協会
 施工技術総合研究所
 研究第二部
 研究員



部 会 報 告

平成 22 年度標準部会傘下の各委員会活動紹介（その 2）

標準部会

(2) ISO/TC 195（建設用機械及び装置）活動状況 報告

<概要>

－国際会議

- ・2010/5/11～14にポーランド・ワルシャワで開催された TC 195 及び SC 1, WG 5, WG 7, WG 8 国際会議に日本から 4 名(SC 1 大村議長・WG 8 田丸コンビナー・SC 1 小野寺エキスパート・SC 1 小倉幹事)が参加した。

－4/26 現在までの規格推進状況：

- ・推進中の規格：2 件（ISO/CD 13027 コンクリートバッチングプラントの安全要求事項, ISO/WD 21873-3 自走式破砕機－性能試験方法）
- ・NWIP 投票中：1 件（ISO/NP コンクリートポンプ等の安全要求事項）

－議長国／幹事国の動向

- ・SC 1 大村議長の任期更新：初回任期（2005～2010）満了に伴い、TC 195 メンバー国による投票で継続が承認された。（任期 2011～2013, 再々任の制限なし）
- ・TC 195 議長の交代：ポーランド Budny 氏の任期（2007～2010）満了・退職に伴い、米国 Moss 氏が後継者に推薦され TMB 投票が行われた。（任期 2011～2016）フランスの異議申立てで正式承認は保留されているが、既に Moss 氏が暫定議長として承認され活動中。
- ・TC 195 幹事国の交代予定：ポーランド Rozbiewski 氏が 2011 年末に退職予定の為、幹事国退任の意向が表明された。現時点で後継国は未定。（中国およびドイツが立候補したとの情報あり）

① SC 1 コンクリート施工用機械（幹事国：日本）

－ISO/NP コンクリートポンプ等の安全要求事項

2008 年のシカゴ国際会議で推進計画を示した後、中国、米国、EN 及びカナダ規格と ISO ドラフト（JIS ベース）の比較表を作成、2010 年のワルシャワ国際会議での決議に従い各国に意見を求めたところ、ドイツ、フランスから「ドラフトのベースとなった EN 規格が今後更に見直し予定であり、2011 年後半

まで ISO 規格の NWIP を待つべき」との反対があり、滞っている。

オーストラリア規格及び 2009 年に改訂された EN 規格を追加入手し、比較表をアップデートした上、「長期にわたる調査の結果、ISO 規格は作成可能。世界的な製品安全のニーズに応えるため、EN 見直し完了を待たず早期に着手すべき」との意見を付して再度各国へ送付し、賛同を求め、2011 年 3 月に NWIP 投票を開始しており、2011 年 5 月に開催される北京国際会議で協議する予定。

－ISO/CD 13027 コンクリートバッチングプラントの安全要求事項

JIS をベースにドラフトを作成、主に英国からのコメントを織り込み、2009 年末に第 1 次 CD 投票を行ったが、米国から「ISO 規格には使用者の運転・保守・検査に関する条項を含めるべきでない」という意見や、ドイツ、フランスから「ドラフトのベースとなった EN 規格が改訂作業中であり、欧州勢はその作業に注力するので、ISO クロックを止めて（現実には不可能）EN 改訂完了まで ISO 規格の作業を遅らせるか、NWIP 予備段階まで差し戻すべき」との反対があり、滞っている。

当初、2010 年 7 月が DIS 登録期限であった為、ワルシャワ国際会議で ISO 中央事務局へ申し入れ、1 年間の期限延長（～2011 年 7 月）が認められたが、プロジェクトの進行（クロック）を途中で止めることはできず、使用者の運転・保守・検査に関する条項を削除し、ポーランドからのコメントも織り込んだ第 2 次 CD を作成、昨年末に再投票を実施した（～2011 年 3 月末締切）。その結果を踏まえ、2011 年 5 月に開催される北京国際会議で協議する予定。

－ISO 18651-1 内部振動機－第 1 部：用語及び仕様項目

DIS 投票（09/12/30 締切）が承認され、FDIS 投票を省略し 2011 年 3 月に IS が発行された。

－ISO/NP（中国提案）コンクリート配管の分類－形式・寸法、試験及び計算方法

ワルシャワ国際会議での決議に従い 2010 年 7 月に投票を行ったが賛成国不足で NWIP 不成立。

- ISO/NP (米国提案) コンクリートフローティングマシン

2008 年度の投票で、参加エキスパートが不足した為、2009 年末に再投票を行ったが、やはりエキスパートが足りず NWIP 不成立。米国がエキスパート参加国を募ることになっている。

- ISO/NP (ポーランド提案) 内部振動機-コンパクションダイアメターの測定方法

2008 年度の投票で、参加エキスパートが不足した為、2009 年末に再投票を行ったが、やはりエキスパートが足りず NWIP 不成立。ドイツ、米国及びオーストリアが反対。テクニカルレポートとしてポーランドが再々提案を図ることになっている。

② WG 1 分類 (コンビナー：ポーランド)

- ワルシャワ国際会議において、ポーランドが活動完了に伴い WG 1 の解散を宣言した。

③ WG 2 用語 (コンビナー：ポーランド)

- 定期見直し
 - ・ ISO 11375 建設用機械及び装置-用語及び定義

2010 年 3 月に投票を行ったがエキスパート不足で NWIP 不成立となった後、2010 年 9 月に再投票の結果、NWIP 成立した。

④ WG 5 道路工事用機械 (コンビナー：ドイツ)

- 定期見直し
 - ・ ISO /CD 15688 道路建設及び維持機械-ソイルスタビライザー-用語及び商業仕様

2010 年 6 月に CD 投票を行い 9 月締切、反対票はなし。

- ・ ISO /NP 25800-1 スーパー第 1 部：用語及び商業仕様

2009 年 12 月に投票を行った NWIP が不成立だった。NWIP 再投票予定 (未実施)。

- NWIP CEN/TC 151/ WG 5 道路建設用機械-安全要求

- ・ ワルシャワ国際会議での決議に従い、ウィーン協定に基づき EN 500 parts 1,2 3, 4 及び 6 をベースにした ISO 規格を制定する。整合規格として受け入れられる事を目的とし、ISO/TC 195/WG 5 及び WG 7 のエキスパートが共同参加、CEN/TC 151/WG 5 のエキスパートも活動に加わりプロジェクトを推進する為、ISO/TC 195 の下に新たなワーキンググループ (WG 9) を設立する。

⑤ WG 6 手持ち式エンジンカッタ (コンビナー：ドイツ)

- ISO/DIS 19432 手持ち式エンジンカッタ

2010/9/17 にドイツ・ハンブルグで国際会議が開

催された後、FDIS が準備されている。

⑥ WG 7 手押し式締固め機械 (コンビナー：米国)

- ISO/NP 打撃力測定方法

発行済の ISO 19433 (vibratory plate) 及び ISO 19452 (rammer) の 2 機械の打撃力の測定方法について、幹事国ポーランドがスウェーデンと協力し「振動ランマの衝撃エネルギー測定方法」規格化の妥当性を確認する為の評価試験を行っている。

⑦ WG 8 骨材処理用機械及び装置 (コンビナー：日本)

- ISO/WD 21873-3 自走式破碎機-第 3 部：性能試験方法

発行済の ISO 21873-1, -2 に続き、ワルシャワ国際会議で NWIP 成立を確認、決議に従い WD を送付し各国に意見を求めた。性能試験 (仕様確認) を行う項目及び方法に関する各国コメントを受け、国内委員会で協議し第 2 次 WD を作成、(事務局ポーランドを通じ) 再度各国へ意見照会を依頼した (～2 月末)。その結果を踏まえ、2011 年 5 月に開催される北京国際会議で CD 投票を宣言する予定。

⑧その他

- 次回 TC 195 国際会議 (総会及び SC 1, WG 2, WG 5, WG 7, WG 8 会議) は、2011 年 5 月 10 ～ 13 日に中国・北京で開催される。

(3) ISO/TC 214 昇降式作業台委員会

- ①全般：TC 214 は、「高所作業車」など「昇降式作業台」を検討する専門委員会で、他に「移動昇降式足場」などを対象とする。高所作業車には、米国の ANSI・欧州の EN 規格・国内の厚生労働省の構造規格があり、従来、製造業者は仕向け先により機械の設計・構造を変更しており、ISO 化による基準統一が求められ、欧州勢が多数なので設計基準となる ISO 16368 が EN 280 に基づいていったん成立も米国が改訂を求めるなど対立が続いていたが、米国も ISO への整合化を図る方向となり、ISO 16368 改正発行され、日本としては、厚生労働省の通達「機械の包括的安全基準に関する指針」に対応するため ISO に基づいて JIS 化の方向である。他方「移動昇降式足場」に関しては、従来国内では例外的な機械として投票には棄権することが多かったが、昨年頃からマンション補修工事などでの使用が拡大しつつあることから対応要となっているが、協会会員には建設業、レンタル業など機械の使用者、供給側では商社が含まれているものの、技術的検討の中心となるこの種機械の製造者が不在のため、協会としてどのように対応すべきかとの問題があり、この種機械

の技術的検討を実施中の団体である(社)仮設工業会との連携含め検討要の状況である。

②平成 22 年度活動：委員会として以下の検討を行った。

- 1) ISO/FDIS 16653-3「高所作業車－特別仕様に関する設計、計算、安全要求事項及び試験方法－第 3 部：果樹園用高所作業車」：果樹園用機械に関する提案で、国内（履带式主体）と海外（車輪式主体）での差異の問題などの点もあり、FDIS 投票には(社)日本農業機械工業会と連絡をとって対応も結局棄権、投票結果としては承認、発行された。
- 2) ISO/NP 18878「高所作業車－運転員の教育」改正新業務項目提案：既発行の ISO 18878 についての改正提案で、国内法令（高所作業車運転技能講習実施規程など）及び国内の実情などの点をチェック。法令との問題を生じないようコメントした。
- 3) ISO 16369「移動昇降式足場」定期的見直し：従来棄権しているが、最近国内での普及が進み始めたので、国内意見集約要も、会員メーカ企業不在の問題があり、仮設工業会とも連絡をとり、とりあえずいったん「確認」とした。
- 4) 以前投票承認された ISO/NP 11988「移動昇降式足場の設置、保守、全面的検証及び安全な使用に関する適正実施規準」及び「マスト昇降式運搬台」について、日本は棄権であったが、前述の事情から今後は対応要も、今のところ動きなし、5 月の国際 WG 2 会合で検討開始と思われる。
- 5) 国際活動：現時点では特になし

③平成 23 年度計画：当面、各案件に対して、国内実情を反映すべく当面メール連絡などで対応、また、国際活動に関しては、国際 TC 214/WG 1（高所作業車）が 5 月 16 日～18 日にフランクフルトで開催予定、同 WG 2（移動昇降式足場）が 5 月 16 日～17 日にモンテリオールで開催予定も、同時期に 2 箇所で開催なので対応困難な状況である。

④その他：活線作業用高所作業車に関しては、IEC/TC 78（活線作業）が IEC 61057 担当であるが、国内実情と相違の問題があり、IEC の国内委員会と連携した対応が必要である。

2010 年～発行の建設機械関係 JIS（制定及び改正）

- ・ JIS A 8202-3 トンネル工事機械－安全－第 3 部：全断面トンネル掘進機(TBM)の要求事項
- ・ JIS A 8302 土工機械－運転員・整備員の乗降用、移動用設備
- ・ JIS A 8311 土工機械－運転員の視野－測定方法及び性能基準
- ・ JIS A 8315 土工機械－運転員の身体寸法及び運転員周囲の最小空間
- ・ JIS A 8316 土工機械－電磁両立性 (EMC)
- ・ JIS A 8317-1 土工機械－音響パワーレベルの決定－動的試験条件
- ・ JIS A 8317-2 土工機械－運転員位置における放射音圧レベルの決定－動的試験条件
- ・ JIS A 8325 土工機械－履带式機械－制動装置の性能要求事項及び試験方法
- ・ JIS A 8340-7 土工機械－安全－第 7 部：グレーダの要求事項
- ・ JIS A 8403-5 土工機械－油圧ショベル－第 5 部：掘削力測定方法
- ・ JIS A 8422-1 土工機械－ダンパ（重ダンプリック及び不整地運搬車）－第 1 部：用語及び仕様項目
- ・ JIS A 8508-6 2 道路工事機械－安全－第 6 部：アスファルトフィニッシャの要求事項
- ・ JIS A 8508-7 道路工事機械－安全－第 7 部：アスファルトディストリビュータ及びアスファルトスプレーヤの要求事項
- ・ JIS A 8509-2 基礎工事機械－安全－第 2 部：掘削機の要求事項
- ・ JIS A 8510 路面清掃機械の安全要求事項
- ・ JIS A 8511 除雪機械の安全要求事項
- ・ JIS A 8603-1 コンクリートミキサー－第 1 部：用語及び仕様項目
- ・ JIS A 8603-2 コンクリートミキサー－第 2 部：練混ぜ性能試験方法
- ・ JIS A 8614 トラックミキサーの安全要求事項
- ・ JIS A 8705 アスファルトプラント類の安全要求事項
- ・ JIS A 8706-1 履带式建設リサイクル機械－安全－第 1 部：自走式クラッシャの要求事項
- ・ JIS D 0006-1 土工機械－機関－第 1 部：ネット出力試験方法

2010 年発行の ISO/TC 127 規格（制定及び改正）

- ・ ISO 6405-1:2004/ Amd 1:2010 Additional symbols
- ・ ISO 9533:2010 Earth-moving machinery -- Machine-mounted audible travel alarms and forward horns -- Test methods and performance criteria
- ・ ISO 12117-2:2008/ Cor 1:2010
- ・ ISO 15143-1:2010 Earth-moving machinery and mobile road construction machinery -- Worksite data exchange -- Part 1: System architecture
- ・ ISO 15143-2:2010 Earth-moving machinery and mobile road construction machinery -- Worksite data exchange -- Part 2: Data dictionary
- ・ ISO 21507:2010 Earth-moving machinery -- Performance requirements for non-metallic fuel tanks
- ・ ISO 22448:2010 Earth-moving machinery -- Anti-theft systems -- Classification and performance

2010 年～発行の ISO/TC 195 規格（制定及び改正）

- ・ ISO/TR 12603:2010 Building construction machinery and equipment -- Classification
- ・ ISO 18651-1 : 2011 Building construction machinery and equipment-Internal vibrators for concrete-Part 1 : Terminology and commercial specifications

2010 年発行の ISO/TC 214 規格

- ・ ISO 16368:2010, Mobile elevating work platforms -- Design, calculations, safety requirements and test methods（改正）
- ・ ISO 16653-3:2011, Mobile elevating work platforms -- Design, calculations, safety requirements and test methods relative to special features -- Part 3: MEWPs for orchard operations（新規）

J C M A

平成 22 年度版 建設機械等損料表 発売中

■内 容

- ・ 国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に基づいて編集
- ・ 損料積算例や損料表の構成等をわかりやすく解説
- ・ 機械経費・機械損料に関係する通達類を掲載
- ・ 各機械の燃料（電力）消費量を掲載
- ・ 主な機械の概要と特徴を写真・図入りで解説
- ・ 主な機械には「日本建設機械要覧（当協会発行）」の関連ページを掲載

■ B5 判 約 720 ページ

■ 一般価格

7,700 円（本体 7,334 円）

■ 会員価格（官公庁・学校関係含）

6,600 円（本体 6,286 円）

■ 送料（単価） 600 円（但し沖縄県を除く日本国内）

注 1）複数冊発注の場合は送料単価を減額します。

注 2）沖縄県の方は社沖縄建設弘済会

（電話：098-879-2097）にお申し込み下さい。

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

新機種紹介 機関誌編集委員会

▶ 〈03〉 積込機械

10-〈03〉-04	コマツ ホイールローダ WA1200-6	'10.11 発売 新機種
------------	----------------------------	------------------

超大型ホイールローダ WA1200 は、北米の排出ガス規制に対応した新エンジンの搭載により環境性を高めるとともに、生産性と経済性の両立、安全性、耐久性、整備性の向上を図ってモデルチェンジしたものである。

EPA（米国環境保護局）の排出ガス規制（Tier2）に対応した先進のコマツエンジンを搭載。さまざまな排出ガス浄化対策により、窒素酸化物（ No_x ）、炭化水素（HC）、一酸化炭素（CO）などを低減している。また、電子制御がバナによる燃料噴射時期の最適制御と、ターボチャージャ、アフタークーラの採用により、低燃費でありながら高出力・高トルクを実現している。

エンジンのパワーモード自動切換えシステムにより、自動制御によって、燃費の低減のみならず、エンジンの耐久性向上にも寄与する。PNC（Pump Neutral Cut）制御システムにより、作業回路を操作しない時のポンプ吐出量を抑制し油圧ロスを低減している。また、可変容量ポンプとの組み合わせにより、必要な油量だけを流して、高効率・低燃費を実現している。

ROPS・FOPS キャブを標準装備し、左右両側に装着したドアと、ウォークスルーのキャブ内レイアウトや右側エマージェンシラダーの装着とあいまって、オペレーターの安全を確保している。また、突発事態発生時にエンジンを停止させるために、キャブ内に加え、地上位置から操作できる停止装置を設置している。

鉱山向け大型機械管理システム「KOMTRAX Plus」を標準搭載し、主要コンポーネントの維持管理のインターバルや温度、圧力、回転数などの情報をマルチモニタに表示し、遠隔地からの衛星通信経由で車両の「健康状態」「稼働状態」の把握を可能としている。

表－1 WA1200 の主な仕様

運転質量	(t)	216.4
バケット容量 山刃ロック (チップ式ツース式)	(m^3)	20.0
タイヤサイズ		60/80 R57
定格出力（グロス）	(kW(PS)/ min^{-1})	1411(1918)/1800
最大掘起力	(kN)	1275
最高走行速度（F3）	(km/h)	18.7
最小回転半径（最外輪中心）	(m)	12.015
全長／全幅／全高	(m)	18.310/6.550/6.970
ダンピングクリアランス（45度前傾） 爪先まで	(m)	6.305
ダンピングリーチ（45度前傾） 爪先まで	(m)	2.890
価格*	(百万円)	545.00

*工場裸渡し消費税抜き



写真－1 コマツ WA1200 ホイールローダ

問合せ先：コマツ コーポレートコミュニケーション部
広報グループ

〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6

▶ 〈05〉 クレーン、インクラインおよびウインチ

10-〈05〉-11	加藤製作所 オールテレーンクレーン（伸縮ブーム形） KA-4000R	'11.01 発売 新機種
------------	--	------------------

各段ピンロック方式による大断面ブームの採用、各種アタッチメントの選択により、重量物から高揚程・大作業半径までの広範囲の作業現場で活躍できる 400 t 吊りオールテレーンクレーンである。

アウトリガに従来のサイドサポートに加えてセンターサポートを装備することにより、地面にかかる荷重を分散し、剛性の高いフレームと相まって安定感のある作業を可能にしている。

油圧ポンプに電子制御方式を採用し、レバーの操作量、負荷、エンジンの回転数に応じて吐出量を可変することで燃費性能の向上を図っている。

主・補巻ウインチと同能力の第3巻ウインチを標準装備しており、ヘビリーフトジブ複索用と単索用のフックを同時に装着でき、複索／単索作業の選択を可能にしている。ヘビリーフトジブは新起伏システムを採用し吊り上げ能力を向上させている。

スーパーラフィングブームの起伏角を $0 \sim 60^\circ$ とし、さらにエク



写真－2 加藤製作所 KA-4000R オールテレーンクレーン

新機種紹介

表ー2 KA-4000Rの主な仕様

	ブーム	SL	EX	HL
最大吊り上げ能力 (t × m)	400×2.5	48×14	7×24	100×10
最大地上揚程 (m)	51.0	83.5	93.7	120.2
長さ (m)	13.6 ~ 50	2.3+10~31	10	9.4+18~63
起伏角度 (度)	-1.8~83	0 ~ 60	5	10 ~ 60
後端旋回半径				
カウンタウエイト無/最大 (m)				4.5/5.93
カウンタウエイト (t)			0/10/25/40/60/100	
定格出力				
走行用/クレーン用 (kW/min ⁻¹)			390-1,800/200-2,600	
総質量 (台車走行姿勢) (t)				44.91
最高走行速度 (台車走行姿勢) (km/h)				75
登坂能力 (台車走行姿勢) (tan θ)				0.5
最小回転半径 (m)				11.6
タイヤサイズ (-)			445/95 R25 177E ROAD	
アウトリガ張出し幅				
最大/中間/中間/中間/最小 (m)			9.2/8.4/7.4/6.4/5.4	
全長×全幅×全高(構内走行姿勢) (m)			17.99 × 2.99 × 4.12	
価格 (税抜き) (百万円)				480

(注) (1) SL：スーパーラフィングブーム EX：エクステンションジブ
HL：ヘビーリフトジブ
(2) クレーン用エンジンは作業モード最高回転:2,150 min⁻¹にて使用。

ステーションジブを装着することにより、高揚程からふところの深い作業までを可能にしている。スーパーラフィングブームもヘビーリフトジブと同様に複索/単索作業の選択が可能である。

各部の手摺り、スタンション、ステップを充実させ高所作業における安全性の向上を図っている。

問合せ先：(株)加藤製作所 営業本部
〒140-0011 東京都品川区東大井 1-9-37

▶ 〈12〉モータグレーダ、路盤機械および締固め機械

10-〈12〉-03	日立建機 振動ローラ ZC35T/ZC50T	'10.10 発売 モデルチェンジ
------------	------------------------------	----------------------

道路舗装工事、店舗の駐車場舗装工事などで使用される両輪が鉄ドラムの締め固め機械で、使いやすさ、安全性を向上させ、環境にも配慮したモデルチェンジ機である。

階段式のステップを採用し、視界が広くドラムエッジの確認ができサイド転圧がスムーズに行える。また格納式のサイドミラーを採用しているので、狭い現場での作業や機械輸送時にミラーの格納ができる。

運転席前の足元スペースを上げたので操作レバーがじゃまにならず、運転操作ができる。

前後輪の外側にあるスクレーパは、ストッパ付の2段跳ね上げ式を採用しており、1段跳ね上げ時は本体全長より外に出ないため、

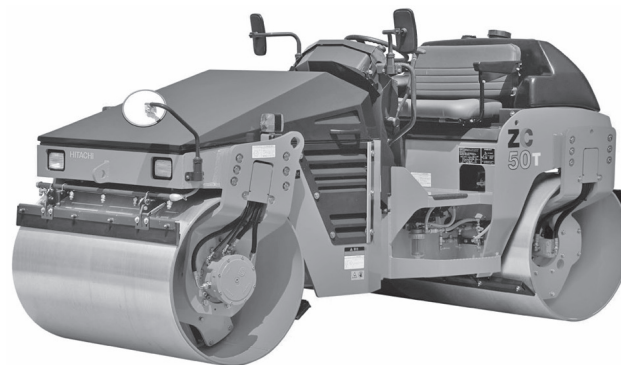
輸送時もスクレーパを傷めることがない。またスクレーパのブレードは、摩耗した場合に応じて25mmまで調整できる。

安全性については、大型のフットカバーを採用して、万一のつま先の挟み込み事故を低減した。運転席の計器パネルにはモニタカバーを取り付け、駐車時のいたずら防止や紫外線・ほこりによるモニタ・スイッチ類の劣化を防止している。

環境面については、国土交通省指定の超低騒音型建設機械の指定を受けており、特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律（オフロード法）をはじめ、欧州（EU）、北米（EPA）の第3次規制値もクリアしている。また100g以上の樹脂製部材には、材料名を表記している。

表ー3 ZC35T/ZC50Tの主な仕様

	ZC35T	ZC50T
運転質量 (t)	3.06	4.13
定格出力 (kW (PS)/min ⁻¹)	22.1 (30.0)/2,400	22.1 (30.0)/2,400
動線圧 (前輪) (N/cm)	293	341
動線圧 (後輪) (N/cm)	300	347
振動数 (Hz)	55	55
起振力 (kN)	20.6	24.5
締固め幅 (mm)	1,200	1,300
走行速度 高/低 (km/h)	12.0/9.0	10.0/8.0
回転半径 (m)	3.8	4.3
登坂能力 (度)	26	23
散水タンク容量 (L)	190	300
全長×全幅×全高 (m)	2.63 × 1.29 × 1.57	3.1 × 1.4 × 1.58
価格 (消費税別) (百万円)	5.7	6.5



写真ー3 日立建機 ZC50T 振動ローラ

問合せ先：日立建機(株) 開発・生産統括本部
商品開発・建設システム事業部 技術部
〒112-8563 東京都文京区後楽 2-5-1

新機種紹介

▶ 〈08〉 運搬機械

11-〈08〉-01	Normet Oy（フィンランド） 坑内用作業用車両 Variomec	'11.03 発売 輸入
------------	---	-----------------

多目的車仕様を基本コンセプトとしてデザインされた。即ち、車輪部分を共通使用し、ダンプトラック、トラックミキサ及び高所作業用モジュールを交換する事によって3つの用途に対応する事を可能にしている。（交換に要する日数は1日程度）

10トンダンプトラックとして使用した場合の車幅は2,000mm、16トンダンプトラック仕様では2,310mmとコンパクトな為、避難坑・導水路トンネル或いは鉱山等の中・小断面の現場における使用に適している。

また、ヨーロッパ基準での「Stage IIIA」対応エンジンを搭載しており、オフロード法に基づく少数生産車としての承認を取得済みである。

表—4 Variomec の主な仕様

モデル名	MF 060 D	LF 090 D	MF 050 M
用途	ダンプトラック	ダンプトラック	トラックミキサ
容量	10 t	16 t	4.4 m ³
車両総重量 (t)	20.000	29.000	20.900
全長×全幅×全高 (m)	7.550 × 2.000 × 2.300	8.250 × 2.310 × 2.400	9.150 × 2.000 × 2.550
エンジン定格出力 (kW (PS)/min ⁻¹)	120 (163) /2300	155 (211) /2500	120 (163) /2300
価格 (百万円)	40	45	45
オプション	1) 密閉式キャビン 2) エアコン 3) 減速機 (リターダ)		



写真—4 Normet Oy 坑内用作業用車両 Variomec

問合せ先：JOY & アソシエイツ

〒 224-0037 神奈川県横浜市都筑区茅ヶ崎南 4-12-12-505

E-mail：jeff@arch-i-tect.com

11-〈08〉-02	Normet Oy（フィンランド） 坑内用作業用車両 Utimec	'11.03 発売 輸入
------------	---	-----------------

コンクリート容量 4.4 m³ と 5.6 m³ の 2 種類がラインナップされたトラックミキサである。4.4 m³ 用は車幅 2,000 mm 車高 2,400 mm、そして 5.6 m³ 用はそれぞれ 2,310 mm と 2,600 mm とコンパクトな為、避難坑・導水路トンネル或いは鉱山等の中・小断面の現場における使用に適している。

また、ヨーロッパ基準での「Stage IIIA」対応エンジンを搭載しており、オフロード法に基づく少数生産車としての承認を取得済みである。

表—5 Utimec の主な仕様

	MF 500 T	LF 500 T	LF 600 T
用途	トラックミキサ	トラックミキサ	トラックミキサ
容量 (m ³)	4.4	4.4	5.6
車両総重量 (t)	22.200	24.000	28.500
全長×全幅×全高 (m)	9.150 × 2.000 × 2.400	9.500 × 2.310 × 2.400	10.000 × 2.310 × 2.600
エンジン定格出力 (kW (PS)/min ⁻¹)	120 (163) /2300	155 (211) /2500	155 (211) /2500
価格 (百万円)	50	52	53



写真—5 Normet Oy 坑内用作業用車両 Utimec

問合せ先：JOY & アソシエイツ

〒 224-0037 神奈川県横浜市都筑区茅ヶ崎南 4-12-12-505

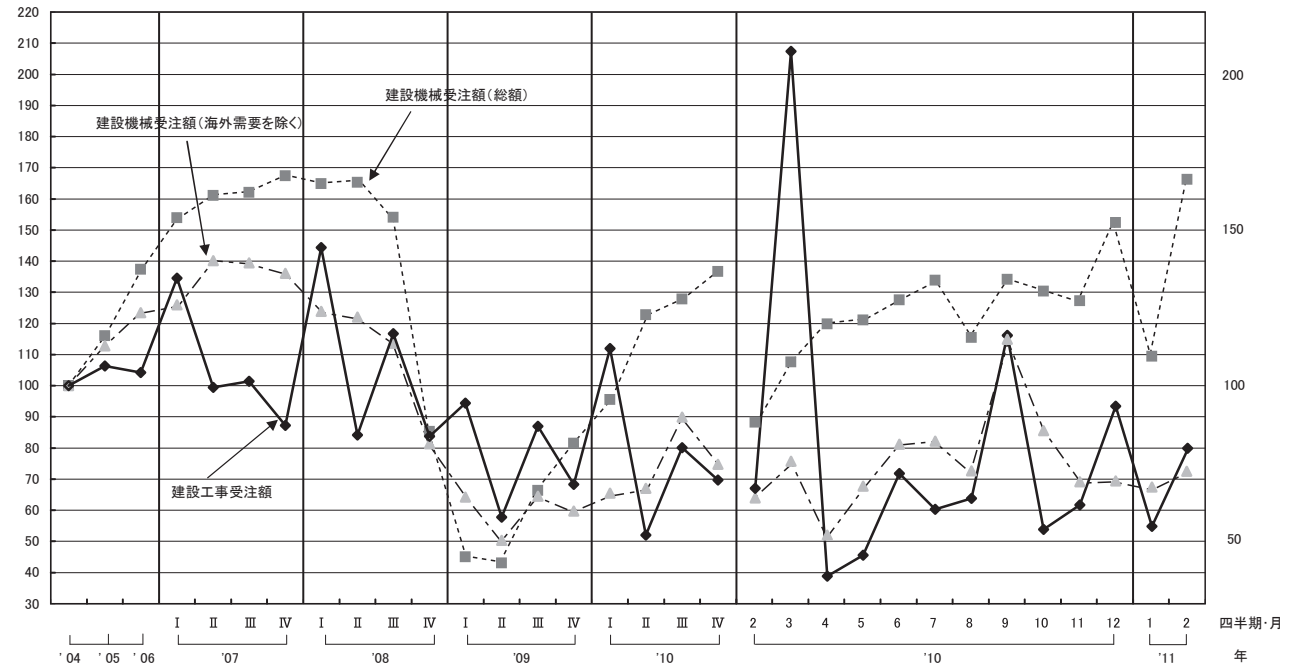
E-mail: jeff@arch-i-tect.com

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 2004年平均=100)
建設機械受注額：建設機械受注統計調査(建設機械企業数24前後) (指数基準 2004年平均=100)

受注額

受注額



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							
2004 年	130,611	92,008	17,150	74,858	27,469	5,223	5,911	93,306	37,305	133,279	131,313
2005 年	138,966	94,850	19,156	75,694	30,657	5,310	8,149	95,370	43,596	136,152	136,567
2006 年	136,214	98,886	22,041	76,845	20,711	5,852	10,765	98,795	37,419	134,845	142,913
2007 年	137,946	103,701	21,705	81,996	19,539	5,997	8,708	101,417	36,529	129,919	143,391
2008 年	140,056	98,847	22,950	75,897	25,285	5,741	10,184	98,836	41,220	128,683	142,289
2009 年	100,407	66,122	12,410	53,712	24,140	5,843	4,302	66,187	34,220	103,956	128,839
2010 年	102,466	69,436	11,355	58,182	22,101	5,472	5,459	71,057	31,408	107,613	106,112
2010 年 2 月	7,303	4,761	778	3,983	2,160	466	-83	4,663	2,640	106,255	8,559
3 月	22,574	14,822	1,752	13,070	5,481	532	1,739	15,961	6,613	113,788	14,450
4 月	4,220	2,885	693	2,191	694	430	211	2,549	1,670	112,318	7,168
5 月	4,966	3,437	636	2,801	704	400	426	3,609	1,357	109,786	6,841
6 月	7,811	5,478	858	4,621	1,599	493	241	5,486	2,325	107,922	9,445
7 月	6,560	4,619	1,128	3,492	1,031	447	464	4,378	2,182	107,333	6,945
8 月	6,942	4,966	895	4,071	1,410	488	77	4,858	2,084	107,326	8,056
9 月	12,639	8,790	1,603	7,187	2,607	511	731	9,501	3,138	109,222	11,384
10 月	5,867	4,131	514	3,716	1,021	411	303	3,873	1,994	108,668	6,762
11 月	6,714	4,409	688	3,722	1,777	433	95	4,622	2,092	107,819	8,293
12 月	10,171	6,605	1,280	5,325	2,197	449	920	7,040	3,131	107,613	10,472
2011 年 1 月	5,980	4,069	677	3,392	1,242	386	283	4,297	1,683	107,012	6,917
2 月	8,729	5,799	1,224	4,574	2,059	448	424	5,983	2,747	—	—

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	04 年	05 年	06 年	07 年	08 年	09 年	10 年	10 年 2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	11 年 1 月	2 月
総 額	12,712	14,749	17,465	20,478	18,099	7,492	15,342	934	1,140	1,269	1,283	1,351	1,418	1,222	1,421	1,381	1,348	1,613	1,159	1,756
海 外 需 要	8,084	9,530	11,756	14,209	12,996	4,727	11,904	687	848	1,068	1,022	1,038	1,101	942	978	1,051	1,081	1,345	899	1,475
海外需要を除く	4,628	5,219	5,709	6,268	5,103	2,765	3,438	247	292	201	261	313	317	280	443	330	267	268	260	281

(注) 2004～2006 年は年平均で、2007 年～2010 年は四半期ごとの平均値で図示した。

2010 年 2 月以降は月ごとの値を図示した。

出典：国土交通省建設工事受注動態統計調査

内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

…行事一覧…

(2011年3月1日～31日)

■ 機 械 部 会

■ トンネル機械技術委員会・(株) 前田製作所本社工場見学会

月 日：3月4日(金)

出席者：篠原慶二委員長ほか18名

議 題：①工場概要の説明 ②蟹クレーン運転と製造ラインの見学 ③ハイブリッド式トンネル用重ダンプMDT30-E2の運転見学

■ 路盤・舗装機械技術委員会・幹事会代表打合せ

月 日：3月8日(火)

出席者：渡邊充委員長ほか6名

議 題：①「アスファルトプラントの事故事例とその対策」の出版にあたっての日本アスファルト合材協会との確認事項について ②その他

■ トンネル機械技術委員会・山岳品質・安全確保分科会

月 日：3月8日(火)

出席者：坂下誠分科会長ほか12名

議 題：①活動報告書のまとめ最終確認について ②平成23年度の活動について ③その他

■ 路盤・舗装機械技術委員会・幹事会

月 日：3月30日(水)

出席者：渡邊充委員長ほか8名

議 題：①ホームページ更新の方法について ②ISO国際会議でのグレーダタイプの削除提案に対する対応について ③平成23年度の活動計画について ④4月の委員会総会での発表内容と発表者について ⑤その他

■ 製 造 業 部 会

■ 小幹事会代表・環境省排出ガス規制に関するヒヤリング

月 日：3月3日(木)

出席者：沼田直剛副幹事長ほか4名

議 題：①団体概要の説明について ②団体における特定特殊自動車排出ガス規制に関する技術基準等の現状説明について ③団体における特定特殊自動車排出ガス規制に関する技術基準等の現状説明について ④質疑・応答

■ 建 設 業 部 会

■ 部会

月 日：3月7日(月)

出席者：川本伸司部会長ほか21名

議 題：①平成22年度事業報告 ②平成23年度事業計画 ③平成23年度部会運営体制について ④その他

■ レンタル業部会

■ 部会

月 日：3月3日(木)

出席者：高見俊光部会長ほか4名

議 題：①部会事業報告及び事業計画について ②「建設機械等レンタル標準契約書」の改訂について ③各社の取り組み課題等について ④その他

■ 各種委員会等

■ 機関誌編集委員会

月 日：3月2日(水)

出席者：太田宏委員長代行ほか20名

議 題：①平成23年6月号(第736号)の計画の審議・検討 ②平成23年7月号(第737号)の素案の審議・検討 ③平成23年8月号(第738号)の編集方針の審議・検討 ④平成23年3～5月号(第733～735号)の進捗状況の報告・確認

■ 新機種調査分科会

月 日：3月23日(水)

出席者：江本平分科会長ほか6名

議 題：①新機種情報の検討・選定

…支部行事一覧…

■ 北 海 道 支 部

■ 第5回技術委員会

月 日：3月4日(金)

場 所：(社)日本建設機械化協会北海道支部

出席者：山田義弘技術委員長ほか9名

内 容：①平成23年度の除雪技術講習会実施計画について ②その他

■ 広報部会

月 日：3月8日(火)

場 所：(社)日本建設機械化協会北海道支部

出席者：杉岡博史部会長ほか6名

内 容：①平成22年度の事業報告について…支部だより101号の発行について ②平成23年度の事業計画について…支部講演会について

て…支部講演会について

■ 調査部会

月 日：3月9日(水)

場 所：(社)日本建設機械化協会北海道支部

出席者：熊谷守晃部会長ほか6名

内 容：①平成22年度の事業報告について ②平成23年度の事業計画について

■ 技術部会

月 日：3月10日(木)

場 所：(社)日本建設機械化協会北海道支部

出席者：服部健作部会長ほか9名

内 容：①平成22年度の事業報告について ②平成23年度の事業計画について

■ ふゆトピア実行委員会第3回幹事会

月 日：3月11日(金)

場 所：札幌第1合同庁舎10階4号会議室

出席者：鬼澤正美事務局長

内 容：①開催報告について ②決算報告について ③その他

■ 東 北 支 部

■ 技術部会

月 日：3月14日(月)

場 所：東北支部会議室

出席者：事務局員一同

議 題：災害対策本部設置

3月11日発生 東日本大地震…支部役員安否確認、東北地方整備局との災害対策支援、その他

■ 北 陸 支 部

■ 雪氷部会

月 日：3月3日(木)

場 所：新潟東映ホテル

出席者：丹羽吉正雪氷部会長ほか10名

議 題：平成22年度事業報告及び23年度事業計画について

■ 広報委員会

月 日：3月10日(木)

場 所：北陸支部事務局

出席者：上杉修二広報委員長ほか7名

議 題：支部機関誌「あかしや通信 No.32」の編集・発刊について

■ 北陸情報化施工研究会

月 日：3月11日(金)

場 所：北陸地方整備局会議室

参加者：三日月晋一事務局長

議 題：平成22年度取組報告及び23年度活動計画について

■ 中 部 支 部

■調査部会

月 日：3月1日（火）
出席者：杉山稔部会長ほか8名
議 題：「建設事業説明会」の開催について

■ 関 西 支 部

■第2回情報化施工推進委員会（施工現場見学会）

月 日：3月2日（水）
場 所：箕面北部丘陵地区造成工事（H22工区）大阪府箕面市
参加者：矢吹信喜委員長ほか23名
内 容：①工事概要説明 ②システム紹介…転圧管理システム、3D レーザースキャナー（三次元計測）、GPS 測量 ③データ交換基準への近畿技術事務所の取組み ④質疑応答

■平成23年施工技術報告会幹事会（第1回）

月 日：3月4日（金）
場 所：関西支部 会議室
出席者：松本克英事務局長ほか8名
議 題：①第35回施工技術報告会実績報告 ②第36回施工技術報告会基本方針確認

■建設用電気設備特別専門委員会（第374回）

月 日：3月24日（木）
場 所：中央電気倶楽部 会議室
議 題：①前回議事録確認 ②「JEM-TR121 建設用負荷設備機器点検保守のチェックリスト」の見直し検討 ③その他

■ 中 国 支 部

■建設技術講習会

月 日：3月9日（水）
場 所：広島県民文化センター
参加者：60名
内 容：①より排出ガスの少ない建設機械の使用について…国土交通省総合政策局担当 ②土木工事における業務効率化の取り組み等について…国土交通省中国地方整備局担当

■第5回広報部会

月 日：3月14日（月）
場 所：中国支部事務所
出席者：小石川武則部会長ほか6名
議 題：①平成23年度広報部会事業計画（案）について ②広報誌「CMnavi」No.33（SUM）の編集作業について ③広報活動に関する課題等について ④その他懸案事項

■第7回企画部会

月 日：3月22日（火）
場 所：中国支部事務所
出席者：高倉寅喜部会長ほか7名
議 題：①第60回支部通常総会の開催準備について ②「情報伝達訓練」の実施について ③その他懸案事項

■第6回部会長会議

月 日：3月29日（火）
場 所：広島 YMCA 会議室
出席者：高倉寅喜企画部会長ほか8名
議 題：①第60回支部通常総会の開催準備について ②「情報伝達訓練」の実施について ③その他懸案事項

■ 九 州 支 部

■企画委員会

月 日：3月23日（水）
出席者：高場正富施工部会長ほか7名
議 題：①施工技術発表会の実施結果について ②本部会長及び支部長表彰について ③災害体制の見直しについて ④平成22年事業報告及び決算見込みについて ⑤平成23年事業計画及び予算書について ⑥その他

■「建設の施工企画」投稿のご案内■

—社団法人日本建設機械化協会「建設の施工企画」編集委員会事務局—

会員の皆様のご支援を得て当協会機関誌「建設の施工企画」の編集委員会では新しい編集企画の検討を重ねております。その一環として本誌会員の皆様からの自由投稿を頂く事となり「投稿要領」を策定しましたので、ご案内をいたします。

当機関誌は2004年6月号から誌名を変更後、毎月特集号を編成しています。建設ロボット、建設IT、各工種（シールド・トンネル・ダム・橋等）の機械施工、安全対策、災害・復旧、環境対策、レンタル業、リニューアル・リユース、海外建設機械施工、などを計画しております。こうした企画を通じて建設産業と建設施工・建設機械を取り巻く時代の要請を誌面に反映させよ

うと考えています。

誌面構成は編集委員会で企画いたしますが、更に会員の皆様からの特集テーマをはじめ様々なテーマについて積極的な投稿により機関誌が施工技术・建設機械に関わる産学官の活気あるフォーラムとなることを期待しております。

（1）投稿の資格と原稿の種類：

本協会の会員であることが原則ですが、本協会の活動に適した内容であれば委員会で検討いたします。投稿論文は「報文」と「読者の声」（ご自由な意見、感想など）の2種類があります。

投稿される場合はタイトルとアブストラ

クトを提出頂きます。編集委員会で査読し採択の結果をお知らせします。

（2）詳 細：

投稿要領を作成してありますので必要の方は電子メール、電話でご連絡願います。また、JCMA ホームページにも掲載してあります。テーマ、原稿の書き方等、投稿に関わる不明な点はご遠慮なく下記迄お問い合わせ下さい。

社団法人日本建設機械化協会「建設の施工企画」編集委員会事務局

Tel：03(3433)1501, Fax：03(3432)0289,

e-mail：suzuki@jcmanet.or.jp

編集後記

東日本大震災から1カ月半以上経過し少し落ち着いてきたと思います。被災者の皆様には心からお見舞い申し上げます。連日報道される巨大地震と大津波の爪痕はあまりにも大きく、加えて被災した原子力発電所の安定化にはまだ予断を許さない状況ですが、これからの被災者の方々の生活と地域の復興にはできる限り支援させて頂きたいと思います。

我が国は地震、津波、火山、台風、大雪など世界にも類を見ない災害のオンパレードであり、さらに最近集中豪雨や突風・竜巻などの発生頻度が増して毎年大きな被害が出ています。建設業は、防災インフラや災害に強い構造物の建設が使命であり、また建設機械は災害復旧・復興に欠かせないなど、災害と深くかわっており、本誌でも定期的に防災・災害復旧関連の特集を組んでいます。しかし、今回の大震災後の探索活動や瓦礫の撤去、原発の対処作業等を見ているとまだまだ手作業が主体で、これまで特集号で紹介したロボットや機械技術が、実際の災害現場では十分に活用されているとは言えないのが現状です。それでも我が国の優れた建設機械やロボット技術を活用するため、今後1～2カ月でこれまでの研究開発成果に改良を

加えて作業現場に投入していこうという動きが活発になっています。やはりこのような緊急事態に迅速に対応するためには、技術的な研究開発とともに災害時の運用技術や平常時の訓練等の積み重ねが重要であることを実感しました。

今月号の特集テーマは「建築」です。建築では、超高強度コンクリートを用いた高品質・高耐久化、地震時の安全・安心や持続可能な社会に適合する建物などの要求が高まり、各社で様々な取り組みがなされています。また、自動化・ロボット化の研究開発が始まって20年以上が経過し、バブル崩壊や長期の景気低迷などの影響もあり、残念ながら実用化され普及したロボットは非常に少ないのですが、最近では情報化が進み計画、管理から検査、維持管理など広範囲にわたって活用され始めています。このような視点から特集を構成し、巻頭言は早稲田大学の嘉納教授に建設におけるロボット化の将来について執筆して頂き、お隣の韓国からは、現在韓国で活発に行われている建設工事の自動化・ロボット化の研究開発について寄稿して頂きました。

最後になりましたが、ご多忙中にもかかわらずご執筆頂いた執筆者の皆様に深く御礼申し上げます。

(星野・松本)

機関誌編集委員会

編集顧問

浅井新一郎	今岡 亮司
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 宜史	渡邊 和夫

編集委員長代行

太田 宏 (株)クレアリア

オブザーバ

山下 尚 国土交通省

編集委員

山田 淳	農林水産省
伊藤 健一	(独)鉄道・運輸機構
石戸谷 淳	首都高速道路(株)
松本 久	(独)水資源機構
松本 敏雄	鹿島建設(株)
和田 一知	(株)KCM
安川 良博	(株)熊谷組
渥美 豊	コベルコ建機(株)
富樫 良一	コマツ
藤永友三郎	清水建設(株)
赤神 元英	日本国土開発(株)
山本 茂太	キャタピラー・ジャパン(株)
星野 春夫	(株)竹中工務店
齋藤 琢	東亜建設工業(株)
相田 尚	(株)NIPPO
田岡 秀邦	日本道路(株)
堀田 正典	日立建機(株)
岡本 直樹	山崎建設(株)
中村 優一	(株)奥村組
石倉 武久	住友建機(株)
江本 平	範多機械(株)
京免 継彦	佐藤工業(株)
松澤 享	五洋建設(株)
藤島 崇	施工技術総合研究所

6月号「維持管理・長寿命化・延命化・リニューアル特集」予告

- ・(独)土木研究所構造物メンテナンス研究センターの活動紹介
- ・社会資本の予防保全的管理のための点検・監視技術の開発
- ・既設導水路トンネルの改築
- ・神一・神二・仏原ダムラジアルゲート取替工事の概要
- ・横山ダム主放流ゲート設備の維持管理 既存設備の有効活用と未来への情報伝達
- ・下久保ダム表面取水設備のリニューアル
- ・レーダー技術を用いたトンネル覆工検査車による覆工内部計測の検証
- ・亜鉛・アルミ合金溶射による新しい電気防食工法
- ・新耐震GX形ダクタイル鉄管の長寿命化技術の紹介
- ・長寿命化コンクリート「EIEN」
- ・管路継手部の水密試験方法 エアー式テストバンド工法
- ・軌道レール温度上昇抑制工法の開発と実施例

No.735「建設の施工企画」 2011年5月号

〔定価〕1部840円(本体800円)

年間購読料9,000円

平成23年5月20日印刷

平成23年5月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 辻 靖三

印刷所 日本印刷株式会社

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 仙台市青葉区二丁目16-1	電話 (022) 222-3915
北陸支	部〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1	電話 (025) 280-0128
中部支	部〒460-0008 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〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-8-26	電話 (092) 436-3322

本誌上への広告 (株)共栄通信社までお問い合わせ下さい。

本社 〒105-0004 東京都港区新橋3-15-8 (精工ビル5F) 電話 03-5472-1801 FAX 03-5472-1802 E-MAIL: info@kyoeitushin.co.jp

担当 本社編集部 宗像 敏