

一般社団法人日本建設機械施工協会誌

建設機械施工

Journal of JCMA

Vol.65 No.11 November 2013(通巻765号)

11

都心部狭小地における超高層・大深度ビル建設工事



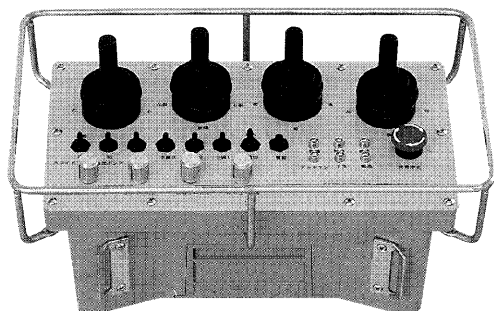
建築 特集

- 建設施工現場における省エネルギー化推進・低炭素型社会構築への取り組み
- 建設現場の資機材の運搬を省力化するフレキシブル水平搬送システムの開発
- 140m超高層建物における閉鎖型解体工事
- HSPC構真柱の開発
- ジャッキダウン式環境配慮型ビル解体工法の100mを超える超高層ビルへの適用
- 圧着接合による耐震補強技術
- 既存天井の後付耐震改修構法の開発
- 超高層建造物を実現する、耐震安全性に優れた高張力円形鋼管の開発
- 都心部狭小地における超高層・大深度ビル建設手法の紹介
- 加速度センサーを用いたコンクリート打重ね時間管理システムの現場適用
- 鉄筋を内蔵したコンクリート充填鋼管構造を採用した高層複合ビルの施工
- ハイブリッド中間階免震改修の施工
- SRC/RC構造物解体の環境負荷を大幅軽減する解体工法

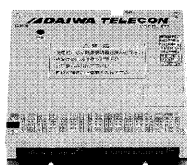
建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

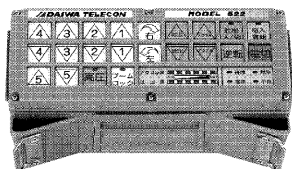
あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御 4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

- スイッチ・ジョイスティック・その他、混在装備で最大操作数驚異の**96CH**。
- コンパクトな指令機に業界最大**36**個の押しボタンスイッチ装着可能。
- 受令機の出力はオープンコレクタ（標準）リレー・電圧（比例制御）又は油圧バルブ用出力仕様も可能。
- 充電は急速充電方式（一△V検出+オーバータイムタイマー付き）
- その他、特注品もお受けいたします。お気軽にご相談ください。

DAIWA TELECON

大和機工株式会社

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

ダム工事用コンクリート運搬テルハ（クライミング機能付）

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

特長

- コストパフォーマンスに優れる。

機械重量が比較的軽量で、構造がシンプルなので運搬能力に対して安価である。

- 安全性に優れる

コンクリートバケットが堤体上空を横切らないので安全性に優れる。

- 環境に優しい。

河床に設置されるので、ダム天端付近の掘削を少なくできる。

- 大型機材の運搬も可能

専用吊り具で車両等の大型機材の運搬が可能。



吉永機械株式会社

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

建設機械施工

Vol.65 No.11 November 2013(通巻 765 号)

目 次

建築 特集

3	巻頭言	社会資本のエイジングに対応するロボット技術の展望	下山 勲
4	建設施工現場における省エネルギー化推進・低炭素型社会構築への取り組み		吉田 潔
8	建設現場の資機材の運搬を省力化するフレキシブル水平搬送システムの開発		土井 暁・大本 絵利
13	140 m 超高層建物における閉鎖型解体工事 テコレップシステム 旧グランドプリンスホテル赤坂解体工事への適用		矢島 清志・市原 英樹
20	HSPC 構真柱の開発		稲田 博文
25	ジャッキダウン式環境配慮型ビル解体工法の 100 m を超える超高層ビルへの適用 鹿島カットアンドダウン工法		松石 佳久・大橋 正音・水谷 亮
31	圧着接合による耐震補強技術 移動可能な耐震補強工法		渡邊 高朗・阿部菜穂美
36	既存天井の後付耐震改修構法の開発 グリッドサポート構法		櫻庭 記彦
42	超高層建造物を実現する、耐震安全性に優れた高張力円形鋼管の開発		山口 徹雄
47	都心部狭小地における超高層・大深度ビル建設手法の紹介 「あべのハルカス（阿部野橋ターミナルビル）」タワー館建設工事の施工方法		竹内 誠一
52	加速度センサーを用いたコンクリート打重ね時間管理システムの現場適用		香月 泰樹・梅本 宗宏・馬場 朝之
55	鉄筋を内蔵したコンクリート充填鋼管構造を採用した高層複合ビルの施工 CFT-R 造		浅井 純
60	ハイブリッド中間階免震改修の施工 Hy-Retro 構法		鈴木 亨
67	SRC/RC 構造物解体の環境負荷を大幅軽減する解体工法 シミズ・クールカット解体工法		奥山 信博・大垣 博・廣瀬 豊
73	交流の広場 異業種協働で考える未来の百貨店		岩崎 晃彦・大竹 博文・岩坂 照之
77	ずいそう 後輩に伝えたいこと		木谷 宗一
78	ずいそう 家族サービス		三野容志郎
79	JCMA 報告 平成 25 年度 一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞 受賞業績(その 3) (3) 貢献賞 福島原子力災害復旧工事で活躍する「次世代無人化施工システム」		鹿島建設(株)
	(4) 奨励賞 ドライアイスブラスト工法を用いた除染装置「DB 除染ロボ」の開発		大成建設(株)・(株)東洋ユニオン
86	トピックス 第 5 回ものづくり日本大賞内閣総理大臣賞受賞		日本建設機械施工協会東北支部
88	CMI 報告 「情報化施工研修会」の現状と課題		上石 修二・伊藤 文夫
92	部会報告 相鉄・JR 直通線、西谷トンネル他工事見学会		建設業部会
94	部会報告 ISO/TC 195/WG 9 (建設用機械及び装置専門委員会—自走式道路建設用機械の安全) 仏国・ポルドー国際 WG 会議報告		標準部会
99	新工法紹介	機関誌編集委員会	116 統 計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移
101	新機種紹介	機関誌編集委員会	機関誌編集委員会
108	統 計 平成 25 年度公共事業関係予算	機関誌編集委員会	117 行 事 一 覧 (2013 年 9 月)
			120 編 集 後 記 (久保・原口)

◇表紙写真説明◇

都心部狭小地における超高層・大深度ビル建設工事

写真提供：(株)竹中工務店

大阪市「あべのハルカス」(阿部野橋ターミナルビル
タワー館)の施工中の様子を収めた航空写真。都心部狭

小地において、タワークレーン、昇降式外装養生フレーム、段差部分を利用し変則的な資材揚重をしながら、敷地一杯に高さ 300 m の超高層ビルを建設している。

「あべのハルカス」は 2013 年 6 月に一部施設が先行オープンし、供用しながら 2014 年 7 月のグランドオープンに向け施工を進めている。

情報化施工により東日本大震災の復興を支援

施工部会情報化施工委員会(委員長:植木睦央 鹿島建設株式会社東京建築支店機材部)は、情報化施工を通じ災害に強く信頼性の高い復興事業を実現できるよう被災3県の施工者や発注者などを支援することとしました。

まずは、一般社団法人日本建設機械

施工協会のサイトに復興支援のためのホームページを立ち上げ、情報化施工に対する疑問や現場での困りごとについての相談にこたえていくこととしました。次に、復興事業において情報化施工を取り入れ、自社のレベルアップを図ろうと考える施工者を、被災3県の

中から募り、業務受注後から竣工までをトータルサポートしていくこととしています。

<http://www.jcmanet.or.jp/sekou/hukkou/index.html>

平成 25 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 25 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. 申込み方法

所定の受検申込み用紙に必要事項を記載し、添付書類とともに郵送。

平成 25 年 2 月 1 日(金)から 4 月 5 日(金)まで、受検申込み用紙等を含む「受検の手引」一式を当協会等で販売します。

2. 申込み受付

平成 25 年 3 月 8 日(金)～4 月 5 日(金); 終了

3. 試験日

学科試験:平成 25 年 6 月 16 日(日); 終了

実地試験:平成 25 年 8 月下旬から 9 月中旬; 終了

4. 合格発表

11 月下旬

詳細問い合わせ先:

一般社団法人日本建設機械施工協会 試験部

TEL: 03-3433-1575

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

第 7 回 日本建設機械施工協会 研究開発助成

1. 対象技術開発等

建設機械又は建設施工(施工に伴う調査を含む)に関する技術開発若しくは調査・試験研究であって、以下のいずれかをその目的として、新規性・必要性・発展性が高いと判断されるものを助成の対象とします。

- ①施工の合理化
- ②施工の品質管理
- ③建設工事における安全対策
- ④建設工事における環境保全

⑤災害からの復旧及び防災

⑥社会資本の維持管理(保全)技術の向上又は合理化

⑦その他建設機械又は建設施工に関する技術等の向上と普及

2. 助成対象者

大学、高等専門学校及びこれらの附属機関、もしくは法人格を有する民間企業等の研究者及び研究グループ

3. 公募期間

8 月 1 日(木)～10 月 31 日(木); 終了

4. 助成決定

平成 25 年 12 月中旬

5. 助成期間

助成決定の翌日～平成 27 年 3 月 31 日

詳細問合せ先:

一般社団法人日本建設機械施工協会 研究開発助成事務局 鈴木

TEL: 03-3433-1501

FAX: 03-3432-1289

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

「平成 25 年度版 建設機械等損料表」「よくわかる建設機械と損料 2012」

「平成 25 年度版 建設機械等損料表」

■平成 24 年度版からの変更点

- ・損料算定表の「諸元」欄を拡大、諸元記載要領も変更し読み易さを改善
- ・損料算定表の「燃料油種・消費率」欄の記載要領を変更し読み易さを改善
- ・関連通達・告示に「東日本大震災の被災地で使用する建設機械の機械損料の補正について(通知)」を追加

発刊:平成 25 年 5 月 8 日

体裁:B5 判,モノクロ,約 682 頁

価格(送料別途,消費税含む):

会員等 6,600 円,一般 7,700 円

「よくわかる建設機械と損料 2012」

平成 24 年度版 建設機械等損料表の解説書として作成したのですが、平成 25 年度版 建設機械等損料表の解説書としてもお使い頂けます。

★損料用語、損料補正方法を平易な表現で解説

★各通達・告示類の要旨を解説

★各建設機械の分類コードの体系を図示

★各建設機械の概要(機能・特徴)を紹介

★主要建設機械のメーカー・型式名を表にして紹介

★機械の俗称からも掲載ページ検索が可能

発刊:平成 24 年 5 月

体裁:B5 判,一部カラー,390 頁

価格(送料別途,消費税含む):

会員等 4,620 円,一般 5,460 円

詳細問い合わせ先:

一般社団法人日本建設機械施工協会

TEL: 03-3433-1501

FAX: 03-3432-0289

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

巻頭言

社会資本のエイジングに対応する
ロボット技術の展望

下山 勲



2013年夏に、東京大学の社会連携プログラムであるグレーター東大塾で、「社会資本のエイジングに対応するロボット技術」をテーマとする勉強会を開催した。企業等から30名ほどご参加いただき、熱心な議論が展開され、テーマへの関心の大きさを肌で感じた。

国土交通省のホームページの資料によると、橋長2m以上の橋梁数は約70万橋で、建設年度別の橋梁数は、戦後から高度成長期にかけて飛躍的に増加し、築後50年以上の橋梁の割合は2012年、2022年、2032年にそれぞれ、16%、40%、65%になるという。社会資本の老朽化は一過性の問題ではなく、橋梁やトンネルがある限り継続的に対応が必要である。社会資本は、長期に渡って利用され、更新には大きなコストが必要で、老朽化の進行程度は使用環境によって大きく異なるという特徴をもっている。

総人口が減少するとともに、いわゆる団塊の世代が生産年齢人口から高齢人口に算入され、社会資本の利用の減少が見込まれる少子高齢社会で、戦後に作られた社会資本の老朽化が喫緊の社会課題となっている。人の目視や打音による従来の点検に併用して、営業車を利用した点検やロボットによる点検と、そこから得られる大量のデータ（ビッグデータ）の解析によって、点検の質を向上する一方でコストを削減できる可能性が考えられる。さらには、修繕作業の一部をロボット化できるかもしれない。

ロボットは、センサーとアクチュエータと、知能としてのコンピュータをもつ。点検作業や修繕作業に適したロボットの形は、人型より、たとえば、点検車や建機やヘリコプターにセンサーやコンピュータを搭載してロボット化したものであり、近い将来に実現するだろう。点検車などは技術的にも実用化されているので、それらに、異常を検知するセンサーや、ロボットの動作に必要な知能をのせるのが近道だ。

センサの使われ方としては、橋梁の損傷を加速度センサで、橋梁のひび割れの状態を超音波で、トンネルの覆工背面空洞を赤外光で、路面状態を可視光で点検するなど、実用化が進んでいる。たとえば、加速度センサは重りをばねで支えた構造を持ち、携帯電話の重力方向を検知するなどで活躍しているものであるが、橋梁の振動周波数に合う低い周波数の加速度の計測が注目されている。可視光イメージングでは、色や形状の認識を用いて不良箇所を発見できるが、ロボットの研究で培われているロボットビジョンの成果も使えよう。さらに、可視光より波長が長い赤外光やミリ波など周波数の異なる電磁波を用い、波長に依存する電磁波の吸収や散乱を計れば、距離、温度、材質の情報が得られよう。

ロボットが普及するためにはロボットが合理的な価格であることが条件になる。たとえば、現在掃除ロボットとして売られている有名な商品も、販売開始当時、他社製の既存の掃除ロボットより十分消費者に受け入れられる価格で提供できたのが普及の鍵であったと聞く。点検ロボットも点検作業に必要な仕様を明確にして、余分な機能を省き、合理的な価格で販売できるようにすべきである。

老朽化する社会資本の効果的な保守は世界最速で高齢化が進む日本だけの話ではなく、世界の国々の今後の社会課題でもある。鉄道や高速道路の保守などで長年培ってきた点検と修繕を基礎とし、ロボット技術を組み込み、質の向上をはかりつつも効率化してコストを削減し、地方公共団体等の保有する社会資本の保守サービスとして展開し、さらに、世界に拡大して社会資本の老朽化対応イノベーションとなってほしいと考えている。

——しもやま いさお 東京大学大学院情報理工学系研究科教授

／IRT研究機構機構長——

建設施工現場における 省エネルギー化推進・低炭素型社会構築への取組み

吉 田 潔

地球温暖化対策として国土交通省において取り組んでいる、ハイブリッド建設機械等を認定する「低炭素型建設機械認定制度」、および、燃費基準値を達成した建設機械を認定する「燃費基準達成建設機械認定制度」について、制度の位置づけ、概要および普及促進策について紹介する。また、建設施工の省エネ化における今後の課題を整理する。

キーワード：建設機械、地球温暖化、省エネルギー、ハイブリッド、燃費基準

1. はじめに

地球温暖化問題は、地球規模での対策が求められる喫緊の課題であり、我が国においては、2008年から2012年の5年間で1990年比平均6%の温室効果ガス削減という京都議定書の約束を達成するため、京都議定書目標達成計画(2005年閣議決定)に基づいて、国、地方公共団体、事業者や国民等の幅広い層で地球温暖化対策を進めてきた。

しかし、東日本大震災を契機とした原子力発電所の稼働停止により、2012年度以降の排出量は2011年と比較し大幅な増加が懸念されており、2020年までに25%排出削減するとした国際公約については、総理指示を踏まえ、25%削減目標をゼロベースで見直しが進められている(平成25年9月現在)。

しかしながら、建設施工現場における省エネルギー化推進・低炭素型社会構築への取組み(以下「建設施工の省エネ化」という。)が引き続き必要なことにかわりはない。このため国土交通省においては、これまで取り組んできたハイブリッド建設機械等を認定する「低炭素型建設機械認定制度」、および、2013年4月に創設した燃費基準値を達成した建設機械を認定する「燃費基準達成建設機械認定制度」による認定機械の普及促進を図ることにより、建設施工の省エネ化を推進していく考えである。

本稿ではこれらの制度の位置づけ、概要、普及促進策および今後の建設施工の省エネ化の課題について紹介する。

2. 建設施工の省エネ化の位置づけ、推進の枠組み

建設施工の省エネ化は、政府レベルの各種政策においてその取組みが位置づけられており、その重要性は広く認知されている。

(1) 第4次環境基本計画

環境基本計画は、政府の環境の保全に関する施策の総合的かつ長期的な施策の大綱を定めるものであり、環境基本法第15条の規定に基づき、閣議決定されるものである。平成24年4月に策定された第4次環境基本計画においては、「地球温暖化対策」の具体策として下記のように記載されている。

・建設機械の省エネルギー化

燃費性能の優れた低炭素型建設機械の普及促進を図るとともに、世界で初となる建設機械の統一燃費測定手法及び燃費基準値を策定することで、建設機械の省エネルギー化を推進する枠組みづくりを行う。

(2) エネルギー基本計画

エネルギー基本計画は、政府のエネルギーの需給に関する施策の長期的、総合的かつ計画的な推進を図るため、エネルギー政策基本法第12条の規定に基づき、閣議決定されるものである。平成22年6月に策定されたエネルギー基本計画においては「低炭素型成長を可能とするエネルギー需要構造の実現」の具体策として下記のように記載されている。

・環境配慮型建設機械の普及（産業部門対策）

建設機械については、製品のライフサイクル全体のエネルギー消費量のうち 90% 程度が使用時に消費されることから、総合的な視点でエネルギー消費量の低減を進めることが重要である。

ハイブリッド建機等は通常の建設機械に比べ、燃費消費量の 25～40% の削減を実現することができる。そこで、ハイブリッド建機等について、2030 年において全建機の販売に占める割合を 4 割（現状約 1%）とすることを目指し、必要な支援を行う。

（3）国土交通省 中期的地球温暖化対策中間とりまとめ

中期的地球温暖化対策中間とりまとめは、国土交通省として京都議定書目標達成計画に基づいて取り組んできた対策・施策を評価するとともに、今後取り組むべき地球温暖化対策・施策について検討を加えたものである。平成 24 年 4 月に公表された同中間とりまとめにおいては、「個別の対策・施策」として下記のように記載されている。

・建設施工分野における低燃費・低炭素型建設機械の普及

平成 19 年より、特定の省エネ機構を搭載した「低燃費型建設機械」の認定と融資による支援を実施し、平成 22 年からは、CO₂ 排出量低減が相当程度図られたハイブリッド型、電動型等の「低炭素型建設機械」の認定と融資による支援を実施しており、CO₂ 削減目標は達成可能な水準にある。

これらの取組に加え、燃費性能に優れた建設機械の普及を目的とした認証制度創設のため、主要な建設機械を対象として燃費測定手法及び燃費基準値の策定を行っており、さらに特定用途用建設機械への対象拡大を検討する。

3. 低炭素型建設機械認定制度

（1）制度の概要

二酸化炭素（CO₂）排出量低減が相当程度図られたもの（以下「低炭素型建設機械」という。）の型式についての認定を行うことにより、CO₂ 排出低減に資する低炭素型建設機械の普及を促進し、建設施工において排出される二酸化炭素の低減を図るとともに、地球環境保全に寄与することを目的として、平成 22 年 4

月に認定を開始した。

認定の要件は下記のすべてをみたす建設機械である。

- ①エネルギー回生機能（電気）による油圧ショベル、エネルギー回生機能（油圧）による油圧ショベル、電動型油圧ショベル（バッテリー式）、電動型油圧ショベル（有線式）、ブルドーザ（発電式）のいずれかであること。
- ②定格出力が 19 kW 以上 560 kW 未満で軽油を燃料とするものについては、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）の型式届出がされていること。
- ③標準バケット山積容量が 0.25 m³ 以上 1.70 m³ 未満の油圧ショベル又は定格出力が 19 kW 以上 300 kW 未満のブルドーザについては、燃費基準値以下であること。

※詳細情報及び認定状況：国交省 HP「ホーム＞政策・仕事＞総合政策＞建設施工・建設機械＞地球温暖化対策」（url：http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000005.html）

（2）普及促進策

補助金（特殊自動車における低炭素化促進事業）および株式会社日本政策金融公庫における特別貸付制度（環境・エネルギー対策資金）により環境対策型建設機械の導入を促進し、本格的な普及を図っている。

- ①補助金（特殊自動車における低炭素化促進事業）
 - ・補助対象事業者：民間事業者（リース・レンタル事業者を含む）
 - ・補助対象事業：オフロード法の基準適合表示が付されたものであって、国土交通省が策定した「低炭素型建設機械の認定に関する規定」に基づき認定された建設機械
 - ・補助対象費：補助対象となるハイブリッドオフロード車等と、同種の通常型オフロード車の車両本体価格の差額の 1/2（補助金交付額は 1 台当たり最大 130 万円）
 - ・補助事業の選定：一般公募を行い選定（先着順ではない）
 - ・参考 HP：<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=17086>
- ②特別貸付制度（環境・エネルギー対策資金）
 - ・融資対象事業者：中小企業（資本金の額又は出資の総額が 3 億円以下の会社又は常時使用する従業員の数が 300 人以下の会社及び個人）または個人小企業

- ・融資対象事業：3.国土交通省が策定した「低炭素型建設機械の認定に関する規定」に基づき認定された建設機械を取得する方
- ・貸付利率：特別利率②（平成25年9月11日の中小企業事業10年超11年以内の例，1.35%）
- ・参考HP：https://www.jfc.go.jp/n/finance/search/15_kankyoutaisaku.html

4. 燃費基準達成建設機械認定制度

(1) 制度の概要

燃費が最も優れた建設機械の燃料消費性能を勘案して定めた燃費基準を達成する建設機械（以下「燃費基準達成建設機械」という。）への関心と理解を深め、二酸化炭素排出低減に資する燃費基準達成建設機械の普及促進を図るとともに、燃費性能の優れた建設機械や建設施工に関する建設業者による自発的な活動の実施を促進し、地球環境保全に寄与することを目的として、平成25年4月から認定を開始した。

なお、本制度の創設に伴い平成19年11月から行ってきた「低燃費型建設機械指定制度」は新たな認定を終了した。

認定の要件は下記のすべてをみたす建設機械である。

- ①オフロード法排出ガス2014年基準に適合すること。
- ②燃費基準を達成する油圧ショベル・ホイールローダ・ブルドーザであること。
（燃費基準値および測定方法等については「建設の施工企画2012年12月号」を参照）

※詳細情報及び認定状況：国土省 HP「ホーム＞政策・仕事＞総合政策＞建設施工・建設機械＞地球温暖化対策」（url: http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000005.html）

(2) 普及促進策

排出ガス2014年基準値を満たすことを条件として



図一 認定ラベル

いるため、実際の型式届出は2014年度以降になると想定している。そのため2014年度向けに購入補助制度を準備しているところである。

また、購入時に燃費の優れた建設機械を容易に選定でき、施工の現場においても省エネ効果がアピールできるよう、認定された建設機械にのみ貼付することができる「認定ラベル」を製作した（図一1）。

5. 施策による建設施工の省エネ化の効果

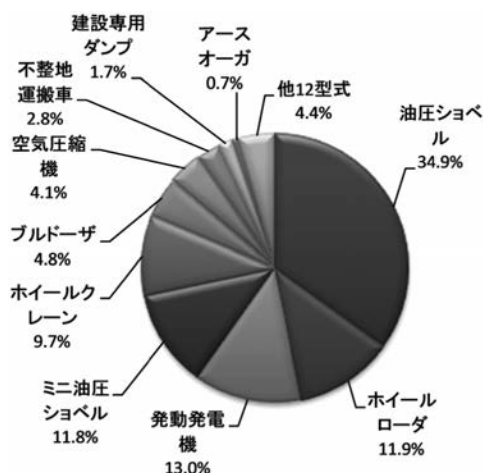
低炭素型建設機械及び燃費基準達成建設機械の普及によるCO₂削減量は下記の前提条件のもと1990年度比で1,196千tCO₂（▲8.5%）減少すると試算している。（出所：平成24年度建設施工の地球温暖化対策検討分科会）

試算の前提条件

- ・ハイブリッド建設機械の販売台数は、2020年度で油圧ショベル全体の3割まで漸増
- ・2017年度以降の新規販売は、半分为燃費基準値達成率100%、半分为達成率85%
- ・燃費基準の対象外の建設機械の燃費改善は考慮しない

6. 建設施工現場におけるCO₂削減に向けた今後の課題

燃費基準達成建設機械認定制度については、「中期の地球温暖化対策中間とりまとめ」で指摘されているとおり、ミニ油圧ショベル、ホイールローダなどCO₂排出量が多いものについて燃費基準値設定の拡大を検討する必要がある（図二2）。



図二 CO₂排出寄与率（2030年の推計）

また、燃費については、掘削の手順や長時間のアイドリング防止など、建設機械の運転方法の影響も大きいといわれているが、定量的な評価はほとんどされていない。自動車のように省エネ運転の効果を定量的に示し、普及啓発を図っていく必要がある。

さらに、近年、植物や廃食用油を原料とするバイオディーゼル燃料が、カーボンニュートラルであるため地球温暖化対策として非常に有効であるとしてその使用が試験的に行われており、同様の事例は今後一層増加することが想定される。その一方で、建設機械特有の現場条件や使用条件から、自動車よりも原動機や排出ガスへの影響がより生じやすい懸念があり、適正なバイオディーゼル燃料の取扱い及び建設機械のメンテナンス方法等について検討する必要がある。

7. おわりに

これまで、建設施工の省エネ化については「低燃費型建設機械指定制度」をはじめとした建設機械単体の燃費性能の向上、普及を中心に取り組んできた。

今後も、「ハイブリッド建機等の販売割合を4割」や「2020年の燃費基準達成」といった目標に向け、継続的に普及促進に取り組む必要がある。とくに、新たに設定された「燃費基準達成建設機械認定制度」については、購入時に販売機種ごとの燃費比較ができることなどについて、建設機械ユーザーに対して、わかりやすい説明を続け、認知度を広げていく努力が必要である。

それとともに、効果的な省エネ運転の推進およびバイオディーゼル燃料の活用など、建設機械単体の燃費性能によらない建設施工の省エネ化についても検討を進めてまいりたい。

JCMA

【筆者紹介】

吉田 潔（よしだ きよし）
国土交通省
総合政策局 公共事業企画調整課
環境・リサイクル企画室
課長補佐



建設現場の資機材の運搬を省力化する フレキシブル水平搬送システムの開発

土 井 暁・大 本 絵 利

近年、建設作業の労務事情の悪化に伴い、自動化・機械化への期待が高まっている。そこで、内装資材の搬送作業の省力化を目指し、低コストで建設現場特有の状況変化にフレキシブルに対応できる水平搬送システムを開発した。本システムは、現場で使用する資機材に搬送先を明示したICタグ看板を置くだけで、潜込み式AGV（Automated Guided Vehicle）台車が、自動で資機材を積み込み、目的位置に搬送することができる。搬送経路には磁気テープを使用しており、貼り付け・盛替が簡易にできるため、経路変更が容易である。これにより、従来の方式に比べ搬送作業を省力化でき、作業員を技能作業に集約できることを確認した。

キーワード：搬送、自動化、物流、AGV、ICタグ

1. はじめに

近年、建築作業員の高齢化・就業労働者の減少など労務事情が悪化している。今後、労働生産性の向上は必須であり、その1つの対策として単純作業や重筋作業の工事機械への代替が求められている。特に、資機材の運搬作業は建設工事全体の中でも多くの時間を占め、繰り返し作業であるため、これらの機械化による省力化のメリットは大きい。

筆者らは、今までいくつかの自動搬送システムを開発してきた^{1), 2)}。これらの多くは完全自動化を目指していたため、現場導入の際は、計画段階からストックヤードの配置、システムの動線、搬送機材や揚重機の改造などを詳細に検討する必要があった。また、自動機器を工事条件に対応して特注で製作したため、システムが高額となり現場で容易に採用できないという課題もあった。そこで、内装資材の搬送作業の省力化を目的とし、低コストで、現場の施工条件の変化にフレキシブルに対応できる水平搬送システムを開発した。

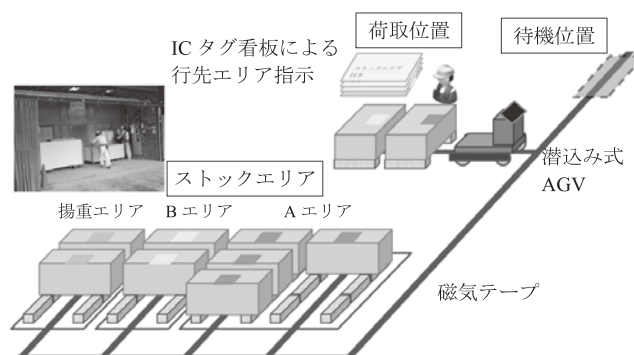
本稿では、開発したシステムの概要とこのシステムを適用した現場での運用状況について報告する。

2. 水平搬送システムの構成

開発したシステムは、仕上げ・設備工事で使用される内装資機材の水平搬送を対象としており、従来、荷取ヤードにおいてフォークリフトや電動パレットなど

で行っていた搬送作業を自動化することによってさらに省力化を図る。

システム全体の概要を図—1に示す。待機位置・荷取位置・ストックエリアにより構成される磁気テープ（厚さ約1mm）の走行経路上を、潜込み式AGV（Automated Guided Vehicle）がICタグによる行先の指示に従い搬送作業を行う。システムの中核となるAGVの仕様・外観を表—1および写真—1に示す。このAGVは、以降に示すAGVキット・ICタグ看板を用いた制御部・低床ジャッキ機構の3つの要素から構成されている。



図—1 水平搬送システムの基本構成

表—1 潜込み式AGV仕様

サイズ	L2,030 × W1,250 × H1,600 (mm)
最高速度	30 (m/min)
積載荷重	900 (kg)
本体重量	350 (kg)

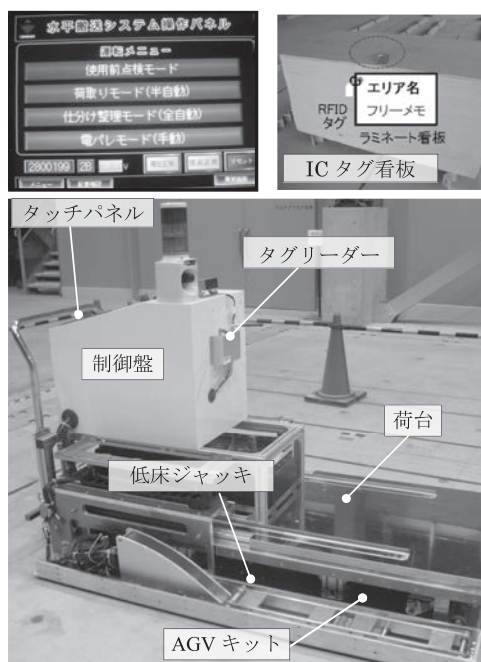


写真-1 水平搬送システムの基本構成

(1) 無人搬送車 (AGV) キット

採用した AGV キットは、機械・食品・医薬品など様々な業種の工場や物流センターで広く普及しており、信頼性が高い。また、積載重量や走行方式によって複数種類のものがあるため、利用者が低価格で自由に AGV を組み上げることができる。

走行制御には磁気テープを用いるため、工事の進捗状況に合わせて、配置・盛替えを簡易に行うことができる。さらに、利用者が作成したプログラムで AGV を制御できるため、フレキシブルな運用を可能とする。

(2) IC タグ看板を用いた制御部

資材上に IC タグ看板を置くことで、搬送先の場所を自由に指定できる。看板にはアクティブ型非接触式の IC タグを使用しており、AGV に搭載されたタグリーダーによって資材の積載時にタグ情報を読み込み、行先を把握し、搬送を行う。電子機器の操作が不得手な作業員でも簡単な操作で搬送先を指示できるので、臨機応変な対応を要する工事現場での運用には有効である。また、ストックヤードのレイアウト変更等

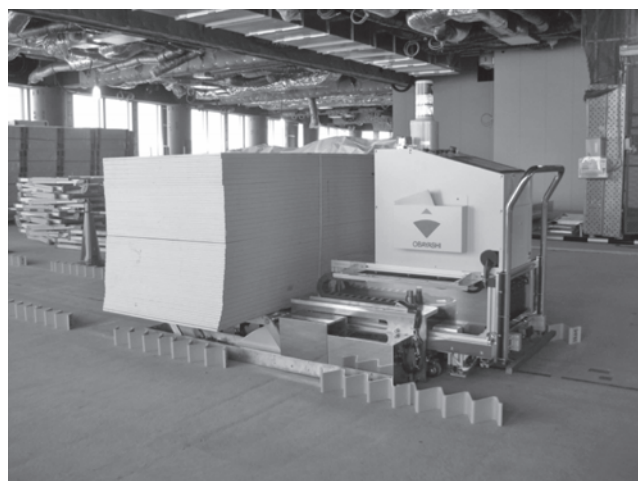


写真-2 資材の積載

には操作用タッチパネルで管理者やオペレータが対応する。

(3) 低床ジャッキ機構

AGV は、荷台の左右に低床ジャッキ機構を備えている。これらのジャッキをスライドさせることで、資材の下に潜り込んで積載することが可能である（写真-2）。そのため、フォークリフトのようなカウンタウェイトが不要となり、台車本体を 350 kg と軽量化できた。通常、上層階にて搬送にフォークリフトを使用する場合は、床補強等の工事が必要になるが、本システムの場合はそれが不要である。

ジャッキのストロークは 90 mm から 350 mm であり、100 角の輪木が利用できる。このため、現在、現場内の資材搬送として最も使用されている電動パレットなどの機器との併用が可能である。

AGV による積載動作フローは以下の通りである（写真-3）。

- 1) 積載位置に近づくと台車前方に搭載された赤外線センサで積載対象を検知し、停止する。
- 2) 低床ジャッキを資材下部にスライドさせる。
- 3) ジャッキを上昇し資材を持ち上げる。
- 4) 持ち上げた資材の下に台車荷台部が潜り込み、資材を積載する。

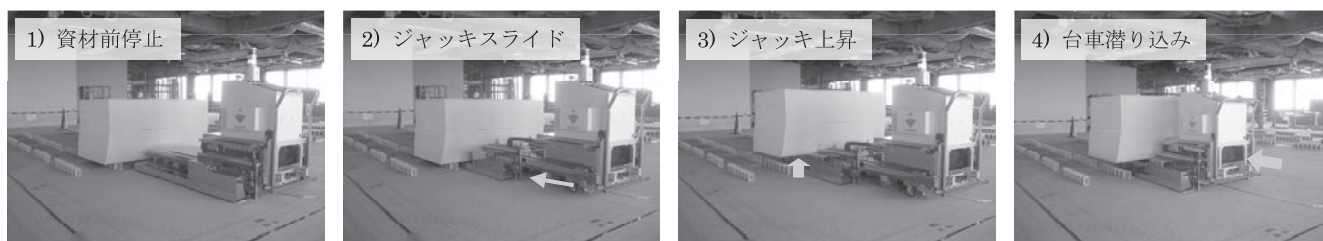
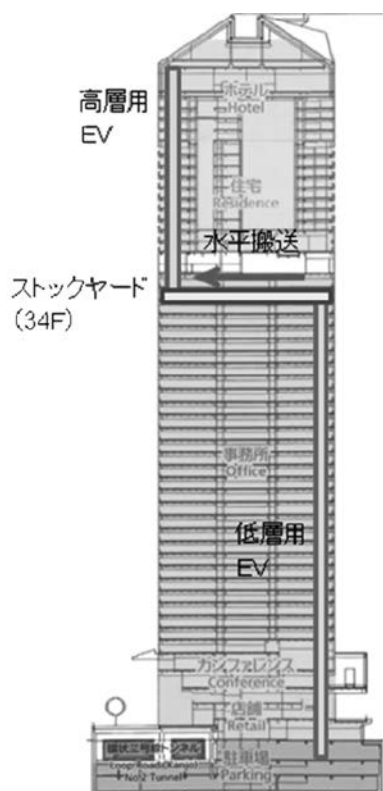


写真-3 資材の積載動作フロー

3. 現場におけるシステム運用

(1) 適用対象工事条件

システムを適用した工事現場では、建物の構造上の制約から、低層用と高層用の工事 EV が分離されるため資材の乗換が生じた。そこで、図一2に示すように、乗換階にストックヤードを設け、EV 間の水平搬送作業を行う計画とした。昼間の揚重作業中には、低層用 EV で揚げられた資材をストックヤードへ効率よく仮置きし、それ以外の空いた時間に、必要資材を高層用 EV 前へ並び替える必要がある。これらの水平搬送作業を自動化し搬送作業員を削減することを目的として、システムを導入した。



図一2 資材の揚重条件

高層階は住宅・ホテル部となるため、内装材として石膏ボードが多用される。これまでの他現場での実績から、総揚重回数の3割程度と大きい割合を占めると予想される。また、石膏ボードは定型であり、自動化の対象物としても扱いやすいと考えられるため、主たる搬送対象とした。

(2) スtockヤードの配置計画

対象工事現場のストックヤードでシステムを運用するにあたり、図一3のようにレイアウトを計画した。システムの稼働領域は関係者以外立入禁止とし、安全を確保した。また、本領域を、

- (a) AGV の運転を開始する「待機位置」
- (b) 低層用 EV で揚重されたボードを置く「荷取位置」
- (c) 資材の用途別にストックする「ストックエリア」
- (d) (c) の中で特に高層用 EV への揚重用を「揚重エリア」

の4種類に分類した。ただし、これらの経路配置は工事の進行に合わせて磁気テープを貼り替えることにより柔軟に変更した。ボード山の配置方法は、構造計算により確認した、長期保管しても躯体に影響が無い数・配列とした。

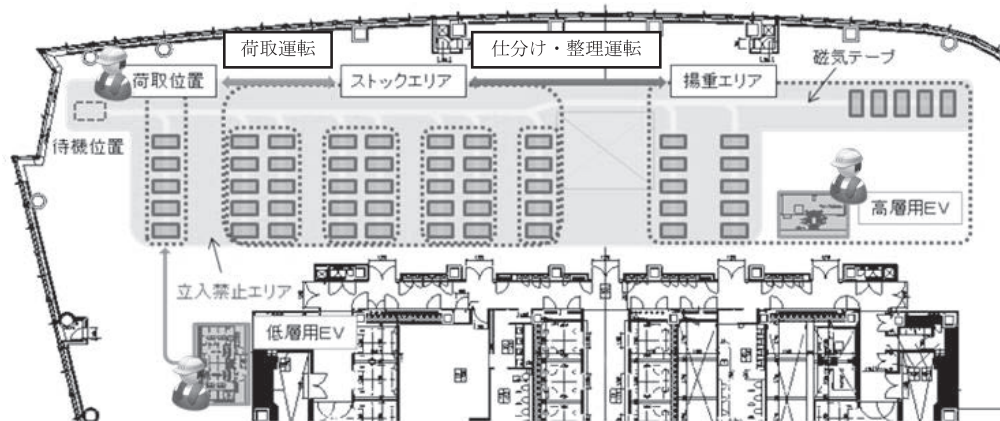
システム運用時の作業員の人数は、従来と同様に各工事 EV のオペレータ要員に1人ずつ、また、搬送システムのオペレータ要員として、1人を図一3に示すように配置した。

(3) システム運用方法

本システムは、以下に示す3通りの運転モードで運用した。

- (a) 荷取運転（半自動モード）

揚重作業時に運用する。低層用 EV でストックヤードに揚げられ、荷取位置に荷降ろしされたボードをス



図一3 スtockヤードのレイアウト

トックエリアに内装業者別・ボードの種類別に順次仮保管する。システムの動作順序を以下に示す。

- ①管理者は、AGVの自動運転を開始する待機位置にて、当日の揚重内容に合わせて業者やボードの種類ごとにストックエリア内の搬送先を設定する。
- ②荷降ろし作業員は、低層EV到着後、ボードをEVから荷取位置まで搬送し、ボード上に各エリアへの行先のタグ看板を置く。
- ③管理者がスタート指示を出すとAGVは荷取位置に向かって走行を開始する。
- ④荷取位置において、ボードがあることを認識すると、停止し、積載・タグ認識を行う。
- ⑤ストックエリア内の指示エリアに搬送を開始し、最も揚重エリアに近い位置から詰めて、順次ボードを仮置する。
- ⑥④、⑤の動作を揚重が終了するまで繰り返す。揚重作業中でも荷取位置にボードが無い場合は、待機位置に戻り、停止・待機する。

(b) 仕分け・整理運転（完全自動モード）

主に、揚重作業時以外に運用する。高層用EVによる揚重効率を上げるため、ストックエリア内と揚重エリアとを高層EVの揚重計画に合わせて整理する。

- ①管理者が現在のストックエリアと揚重エリアのボード配置状況をタッチパネルより入力するか、AGVによって、自動で把握する。
- ②管理者は現在の配置に対して整理後の配置を設定し、システムをスタートさせる。
- ③AGVは、ボードを指示されたエリア内の列の奥から詰めて、順次整理する。全ての作業が終了するまで完全自動で動作する。

(c) 手動運転（電動パレットモード）

上記2つの運用時以外の空いた時間では、電動パレットとして使用する。この場合、磁気テープによる走行経路は不要であり、無軌道上で作業員が手動で自由にAGVを操作できる。

(4) システムの適用結果

(a) 稼働状況

現場適用したシステムの稼働状況の実績データを収集するため、台車使用日報を作成した。台車のオペレータがシステム稼働時に以下の項目を日報に記入した。

- ①低層用EV揚重開始～荷取終了時間
- ②荷取人数
- ③ボード種類
- ④搬送山数

- ⑤荷取場所と搬送先
- ⑥AGV使用終了時間
- ⑦終了時のストックヤード山数
- ⑧高層用EV揚重内容
- ⑨備考

システムを適用した約3ヶ月間の稼働状況の概要を表—2に示す。3ヶ月間で工事現場の休日やストックヤード階の工事等で資材の搬入がなかった日数を除くと63日となった。この間に、主要な搬送対象とした内装ボードの総揚重量は2,208山となった。しかし、台車の可搬重量の制約から、900kg/山（3×6尺サイズの石膏ボード）のみ搬送したため、システムが実稼働した日数は21日間（67.5時間）にとどまった。この結果、システムが扱った物量は、内装ボード全体の約3割の660山となった。今後、システムの手取り扱える資材を増やすために、可搬重量の増大は不可欠である。

表—2 日報データの要約

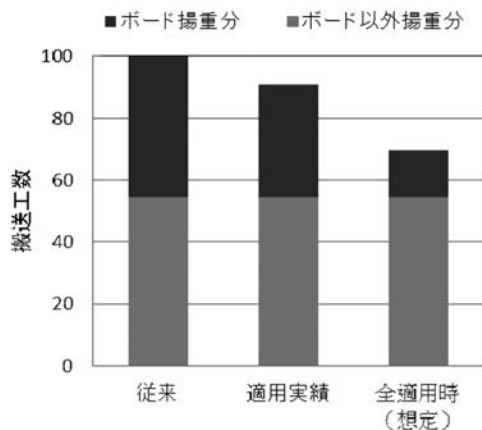
システムの稼働可能日数	63日
システムの実稼働日数	21日
内装ボードの総揚重量	2,208山
システムが扱った搬送量	660山
システムの総稼働時間	67.5h
荷取運転モードの時間	57.2h
仕分け・整理運転モードの時間	10.3h

システムが扱った物量の内、107山は仕分け・整理運転によってストックヤード内で自動整理された。このような前日夕方の自動整理により、内装ボードの搬入が無い日でも朝から高層用EVで揚重を行えた。この結果、EVの効率的な運用ができるという効果も得た。

(b) 省力化効果

従来、EVから降ろした資材の搬送には3名の作業員が必要であったが、システムの導入によりオペレータ1人となり、搬送作業員が2名削減される。つまり、揚重作業時の荷取運転では4人（EVオペレータ1人と搬送作業員3人）を2人（EVオペレータ1人とシステムオペレータ1人）に、水平運搬のみの整理運転時は3人（搬送作業員3人）をオペレータ1人に省力化できる。

前述の63日分の日報データを基に、自動搬送した660山の内装ボードも作業員が搬送したと仮定して、システムの省力化効果としてまとめた（図—4）。63日間における全ての対象資材を作業員が搬送した場合の工数を100%として示した。なお、システムの主た



図一 従来との工数比較

る対象であるボードと、他の資材とに分けて示した。内装ボードは重量が大きく多量に搬送されたため、全体工数の約46%を占めた。前述の可搬重量の制約等により、システム適用による省力化の割合は、全体の約9%にとどまった。今後、可搬重量の増大により内装ボード全てを搬送できれば、約30%の省力化が実現できると想定できる。

4. おわりに

工事現場の施工条件の変化にフレキシブルに対応できる水平搬送システムを開発し、超高層建物の新築工事へ適用した結果、省力化効果を確認することができた。

労務事情が好転しない中、水平搬送距離が長い工場や大型商業施設等の工事現場や、超高層建物での地上階の荷取作業や各階への夜間荷配り等、搬送作業省力化に対する要請は多い。また、他の資材への適用の要求もある。今後は、本適用で抽出した課題を改善すると共にシステムへの機能追加を進めて適用範囲の拡大を目指す。

最後に、本研究開発においてご協力いただいた関係者の皆さまに感謝の意を表します。

J C M A

《参考文献》

- 1) 浜田他：超高層建物における仕上資材搬送の自動化に関する研究 その1～6, 建築学会大会梗概集, 1995.7
- 2) 浜田他：仕上・設備資材の自動化搬送システムの開発 その1～3, 建築学会大会梗概集, 2001.7

【筆者紹介】

土井 暁（とゐ さとる）
 (株)大林組
 技術研究所 生産技術研究部
 担当課長



大本 絵利（おおもと えり）
 (株)大林組
 技術研究所 生産技術研究部



140 m 超高層建物における閉鎖型解体工事

テコレップシステム

旧グランドプリンスホテル赤坂解体工事への適用

矢 島 清 志・市 原 英 樹

超高層建物を、省エネルギー化を図りながら、周辺環境に配慮し、安心・安全に解体することを念頭に開発した「テコレップシステム（以下「本システム」という）」を、第2号物件として高さ140 mの変則形状（雁行形状）の旧グランドプリンスホテル赤坂に適用し解体を完了した。閉鎖空間内で行われる本システムによる解体工事について、システム概要及び性能、また、実績を踏まえた工事内容を紹介する。

キーワード：テコレップシステム、超高層建物、解体、閉鎖空間、ジャッキダウン

1. はじめに

旧グランドプリンスホテル赤坂の建物概要は、図—1に示すように、地上部の構造は鉄骨造、建物高さ138.9 m、地上39階、塔屋1階、地下2階の延床面積67,750 m²で、1983年3月の開業より閉館される2011年3月までの28年間営業を行った。閉館後2011年4月から6月までの期間は、東日本大震災における仮設住宅として使用され、その後再開発を目的に解体に至った。

本建物の解体工事は、建物高さが138.9 mと過去に実績のない建物高さであることに加え変則的な建物形状により、工事の安全性を確実に確保する必要があった。また建物の立地条件から、解体工事中の近隣環境への配慮も最重要課題となった。そこで、2010年に開発を完了し、2011年に東京駅近郊の105 mのオフィ

スビルに第1号物件として適用した「本システム」を、旧グランドプリンスホテル赤坂の解体工事向けに改良し、第2号物件として適用した。

2. 本システムの概要

(1) 本システムのコンセプト

本システム（TECOREP System：Taisei Ecological Reproduction Systemの略）は、「閉鎖型による環境配慮」、「上層階からの安全な解体」、「エネルギーの転換」の三つのコンセプトから構成されている。図—2に本システムの基本概念図を示す。

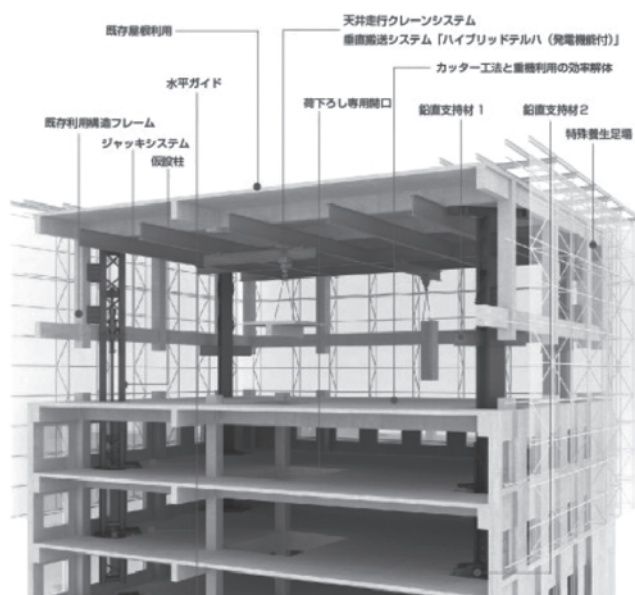
1つ目の「閉鎖型による環境配慮」は、閉鎖空間の内部で全ての解体工事を完結することで工事騒音の抑



写真—1 外観写真

着工	1980年 3月
竣工	1982年11月
開業	1983年 3月
閉業	2011年 3月（築28.4年）
構造	地上：鉄骨造 地下：鉄骨鉄筋コンクリート造
建築面積	3,098㎡
延床面積	67,750㎡
フロア形状	雁行形式（68m×44m） 基準階面積約1,400㎡
階数	地上39階、塔屋1階、地下2階
高さ	138.9m
客室	761室
収容人数	1,454人

図—1 建物概要



図—2 本システムの概念図

制、粉塵および解体材の飛散防止など従来問題となっていた近隣環境問題を改善するうえ、荒天候に左右されず工事の遅延が生じないことから工期短縮に繋がる。解体によって発生する鉄骨やコンクリートガラは、閉鎖空間の天井面に設置した天井走行クレーンによって水平搬送し、テルハクレーンによって垂直揚重を行う。閉鎖空間上部は、既存建物の構造フレームを利用することで、仮設材の使用量を軽減した。

2つ目の「上層階からの安全な解体」は、閉鎖空間の中で上層階から1フロアないし2フロア解体する毎に、閉鎖空間を下階へ自動降下するシステムとした。解体作業中、ジャッキダウン中など全ての状況下において、この閉鎖空間は耐風・耐震安全性を確保できるように設計を行った。

3つ目の「エネルギーの転換」は、解体材を荷下ろしする際に発生する回生電力を無駄なく有効利用（消費）するため、従来、回生抵抗器により放電されていた電力を蓄電池（キャパシタ）に蓄え、クレーン本体の動力のみならず、仮設の電源にも利用できるシステムとして開発した。図-3に回生システムの模式図を示す。

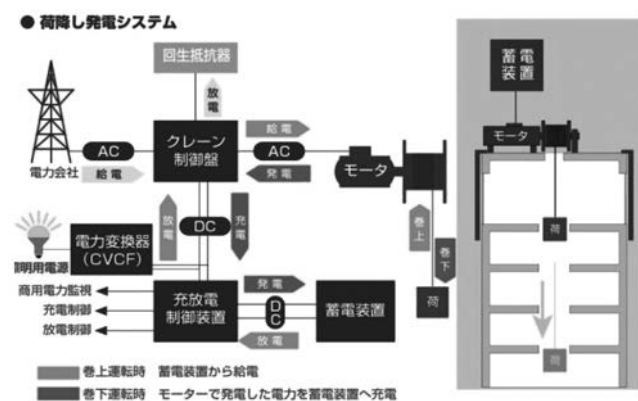


図-3 回生システムの模式図

本システムは、重量物を高い場所から荷下ろしするほど、発電量を多く確保できることから超高層建物における解体工事でより効果を発揮する。

(2) 本システムの環境性能

① 工事騒音の遮音効果

本システムは、閉鎖空間内で全ての解体工事を行うことから、従来の解体工法では達成できない遮音性能を実現できる。図-4には、従来の上面が解放されている解体工法と本システムの、工事騒音の外部への影響の比較解析結果を示す。図より本システムは外部への工事騒音影響が大幅に低減でき、最大20dBの低減が可能となった。

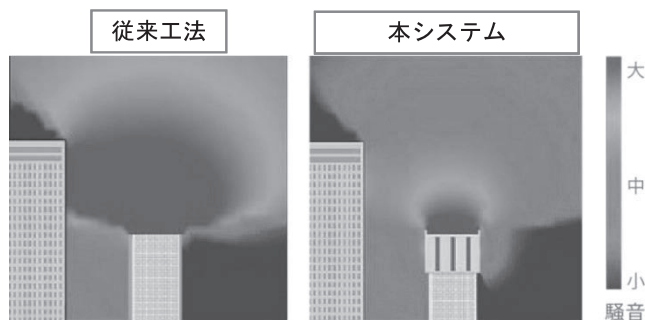


図-4 工事騒音の遮音効果

② 工事粉塵の飛散抑制効果

工事粉塵の飛散は、遮音性能と同様閉鎖することで、大幅に抑制される。図-5に従来の工法と、本システムの工事粉塵の外部への影響の解析結果を示す。図より、飛散する粉塵は、従来の工法では濃度及び拡散する範囲が大幅に大きくなることがわかる。

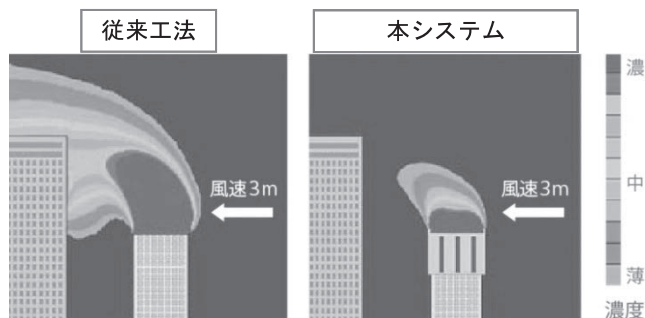


図-5 工事粉塵の飛散抑制効果

本システムでは、風の影響がほぼ無いことに加え、散水による飛散抑制対策を合わせて実施することで、重量比で90%以上の抑制効果が得られる。

(3) 本システムによる解体手順

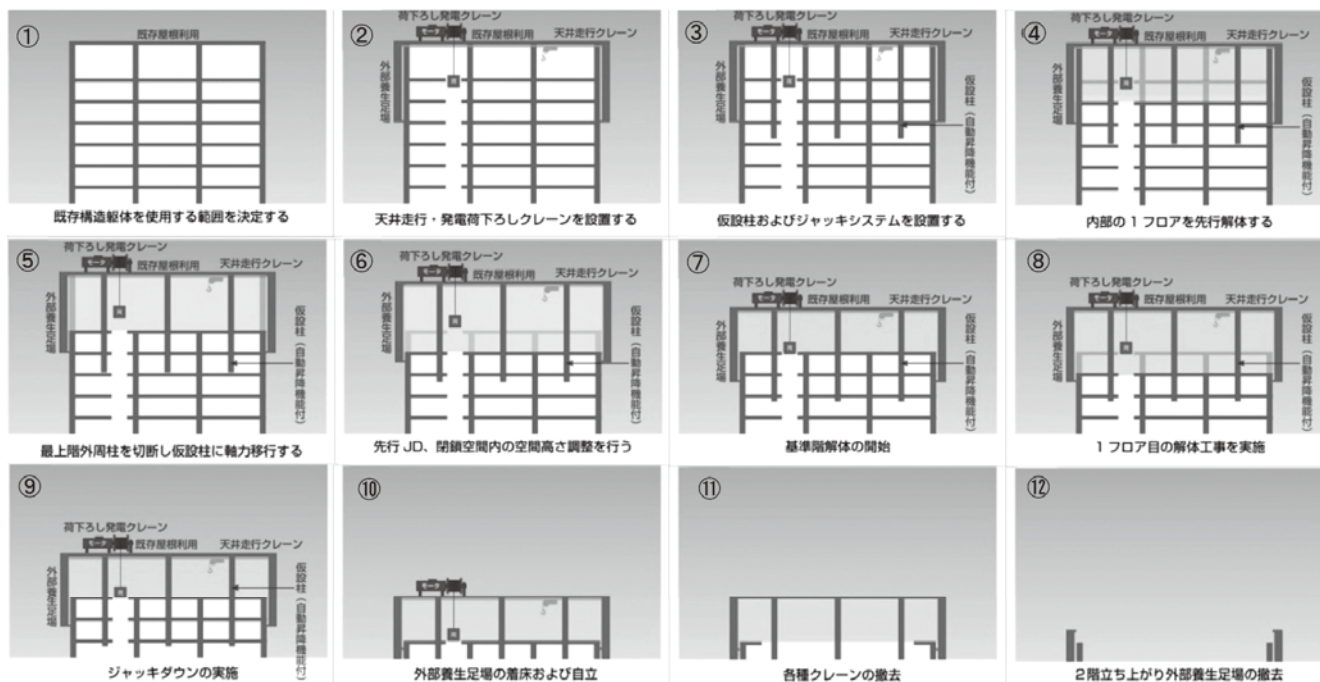
本システムによる標準的構築から建物の解体手順を図-6に示す。

【手順①】閉鎖空間構築に利用する既存建物の構造体の範囲と外周養生足場等の仮設計画を決定し、構造解析で安全性の検証を実施。

【手順②】外周養生足場を最上階付近の構造体より吊下げ支持で設置。足場を設置する範囲は、解体する層数+1層分が覆われるようにする。水平搬送用の天井走行クレーンと垂直揚重用のテルハクレーンは、解体手順を考慮して設置場所および範囲を決定し設置。

【手順③】閉鎖空間を支えるための仮設柱と自動降下させるための油圧ジャッキの設置。油圧ジャッキは仮設柱内に配置される。

【手順④】閉鎖空間構築後、最上階外周部の既存柱を残すように最上階の内部柱および床、外壁の解体を実



図一六 本システムによる解体の手順

施。

【手順⑤⑥】閉鎖空間の荷重を、既存建物の外周柱を計画的に切断撤去しながら仮設柱へ段階的に移行。荷重移行は、油圧ジャッキに掛かる荷重、閉鎖空間の変位、仮設柱の歪みなどをリアルタイムに計測しながら実施。荷重を完全に仮設柱で受け換えた後、階高調整するための調整ジャッキダウンを実施。

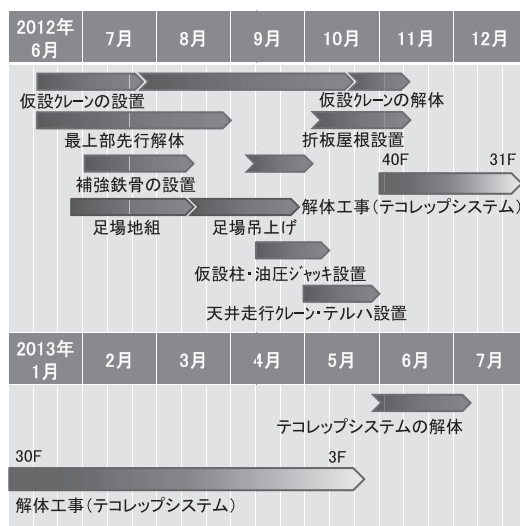
【手順⑦⑧⑨】外周養生足場で囲まれている部分の上部フロア（基準階）を解体する毎に、その分の高さのジャッキダウンを繰り返し、解体工事を進捗。

【手順⑩⑪⑫】外部養生足場が地上に着床するまで解体とジャッキダウンを繰り返し、閉鎖空間に利用した既存建物の最上階部分の解体と共に油圧ジャッキなどの設備機器を取り外し、閉鎖空間の解体を完了することで、本システムによる解体工事を完了。

3. 旧グランドプリンスホテル赤坂の解体工事実施内容

(1) 工事工程

解体工事は、2011年9月より内装解体およびアスベスト除去工事より順次開始し、躯体解体を2012年6月より開始した。図一七は躯体解体開始から完了までの解体工事工程表を示す。本システムの構築は、2012年6月より10月までに完了し、動作確認や計測準備などを行ったのち、2012年11月13日に第1回目のジャッキダウンを行った。全17回のジャッキダウンと解体工事を繰り返し進め、最終ジャッキダウン



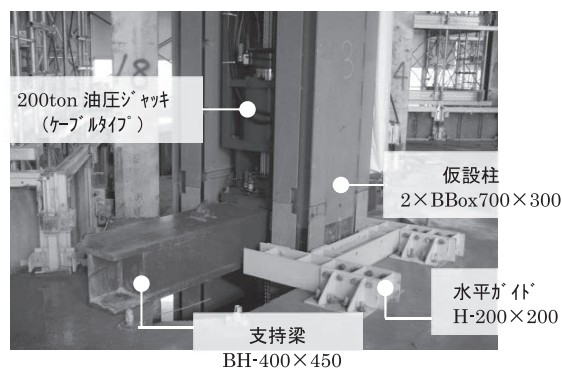
図一七 解体工事工程表

を2013年5月18日に行い、本システムが地上に着床した。その後、概ね1ヶ月間で本システムの解体を行い、2013年7月上旬に本工事を全て完了した。全工程21ヶ月間のうち、本システムによる躯体解体は、13ヶ月間であった。

(2) 工事計画

本システムの実施計画概要のモデル図を図一八に、仮設柱の仕様を写真一に示す。

閉鎖空間を大空間として解体作業の効率化を考える上で、既存建物の大梁はH-500×200×10×16と剛性が高くないことから、PHRFとRFの大梁およびRF立上りの柱を利用し、斜材を追加することにより



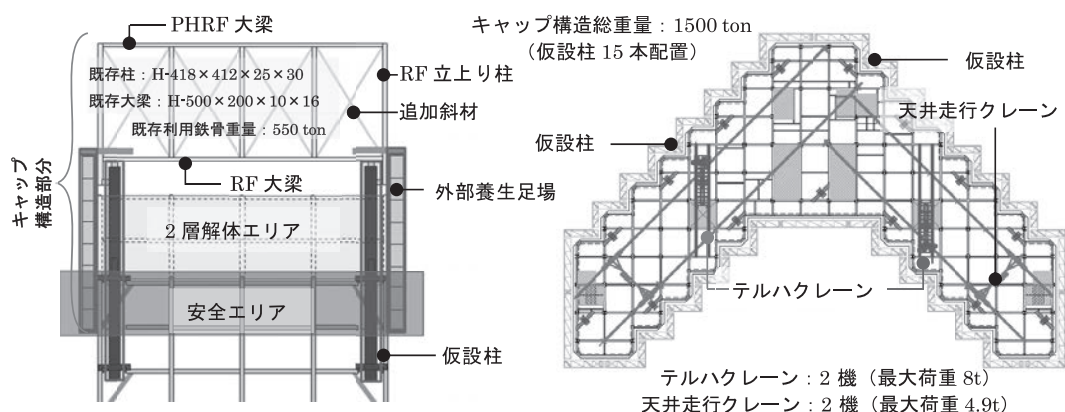
写真一 仮設柱の仕様

トラス構造の閉鎖空間を構築した。外周の養生足場は、RFの外周大梁より吊下げ方式で8段設置し、基準フロア高さ3層分を覆った。3フロアのうち上2フ

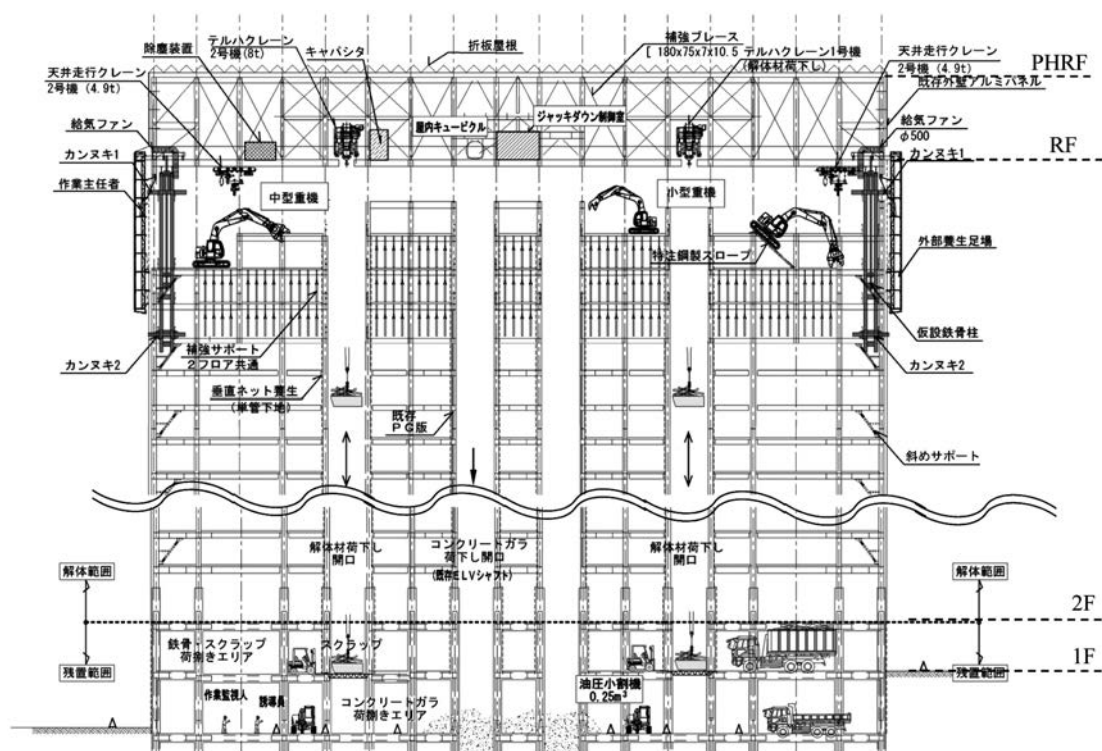
ロアは連続して解体工事を行い、下1フロアを養生足場と躯体をラップさせることで、解体部材の飛来落下や作業員の安全を確保した。

閉鎖空間全体の総重量約1,500トンは、仮設柱15本にて負担させた。仮設柱はバランスを考慮して建物外周に配置した（図一8）。

仮設計画断面を図一9に示す。RFの梁上に荷下ろし用のクレーン（テルハクレーン）を左右2箇所に設置し、定格荷重は8トンとした。中央部付近の既存エレベータシャフト1箇所は、コンクリートガラの下ろし専用の開口として使用した。RF梁下には、水平搬送用の天井走行クレーンを中央より左右に各1台設置し、定格荷重は4.9トンとした。テルハクレーンと天井走行クレーンは使用状況により、輻輳する場合が



図一8 本システムの実施計画概要



図一9 仮設計画断面図

あることから、エリアセンサーを本体に取り付け、衝突防止領域をクレーンと一緒に移動させることで安全性を確保した。本物件では、解体作業は重機による圧砕工法とし、小型重機2台、中型重機3台の合計5台を使用した。RFには、荷下ろし用のクレーンオペレーター室、キャパシタ（テルハ蓄電池）、ジャッキダウン制御室、油圧ジャッキのポンプユニット、換気用の送風機、除塵装置、散水用タンクなどを配置した。下階では、1Fでコンクリートガラとスクラップなど、2Fで鉄骨、外壁（アルミパネル）の解体材の集積・分別を行い、2フロアで並行作業を行うことで解体材の仕分けおよび搬出の効率を上げた。

(3) 本工事におけるジャッキダウン機構

今回使用するジャッキダウン機構の手順を図一10に示す。ステップ①は2フロアの基準階解体として、 nF 立上りおよび $n+1F$ 立上りの解体工事を行う。2フロアの解体が完了するとカンヌキ1を $n+2F$ レベルから nF に移動し、ジャッキダウン作業の準備が完了となる（ステップ②）。この段階ではカンヌキ1とカンヌキ2が床上に着床しているが、荷重はカンヌキ2で支持している。次に30～40mmのジャッキアップを行うことで荷重をカンヌキ2からカンヌキ1に移行し、床面より浮いたカンヌキ2を折りたたみ、降下の準備完了となる（ステップ③）。ステップ④では荷重をカンヌキ1で支持しつつ、油圧ジャッキを使用しジャッキダウンを行う。油圧ジャッキは、センターホール方式（写真一3）となっており、上部のシリンダーのピストン動作に合わせてジャッキセンターに配置した吊り材（ストランドワイヤー）を把持（グリップ）し、



①グリッパーの開放 → ②シリンダー上昇 → ③上昇完了(175mm) → ④グリッパー閉・降下



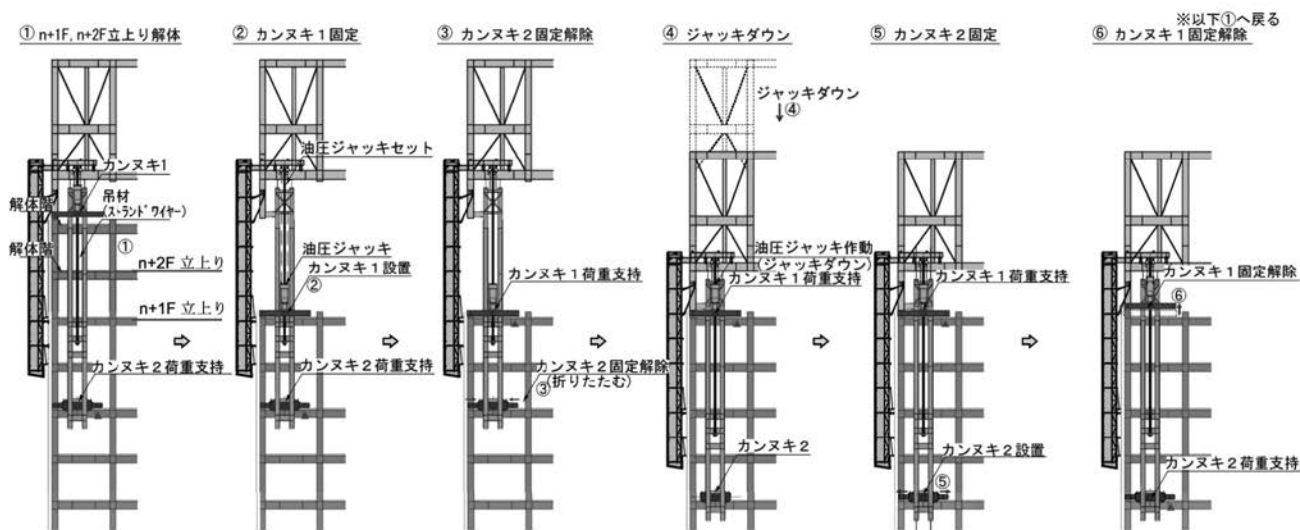
⑤50mm降下・確認 → ⑥100mm降下・確認 → ⑦150mm降下・確認 → ⑧定着モードで降下

写真一3 ジャッキストローク状況

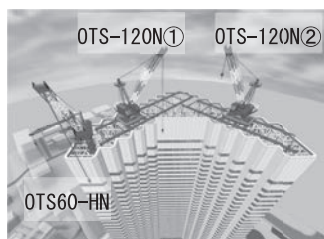
伸ばしたジャッキのシリンダーを縮める動作を繰り返すことで、ジャッキダウンを継続する。ジャッキのシリンダーストローク量は最大175mmであった。ステップ⑤では、所定のジャッキダウンを完了する直前で、折りたたんでいた全てのカンヌキ2を開きレベル確認を行い、定着モード（荷重制御モード）によりカンヌキ2を着床させ、ゆっくりと荷重をカンヌキ1よりカンヌキ2に移行する。ステップ⑥でカンヌキ1を床上より引き上げジャッキダウンを完了とし、再び基準階解体工事を開始する。

(4) 本システム構築の準備工事

本システム構築の準備工事は、2012年6月より10月まで行った（図一7参照）。準備工事は屋上階にジブクレーン60t・m×1機、120t・m×2機を配置して（図一11、写真一4）、足場の吊り上げ、補強材の揚重及び取付け、仮設柱、天井走行クレーンおよびテルハクレーンの設置・組立などを行った。その後、油圧ジャッキの設置および調整を行い、PHRFに屋根を施工し、



図一10 ジャッキダウンシステム



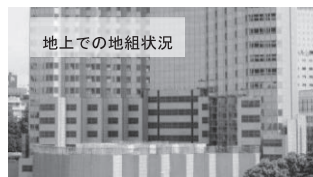
図一 11 仮設クレーン計画



写真一 4 仮設クレーン

仮設クレーンの解体・撤去により本システムの構築を完了とした。以下に準備工事の一部を示す。

外周養生足場は、地上部で枠組み足場、防音パネルおよび透光パネルなどを組み立て、ジブクレーンにより吊り上げ、設置した（写真一5）。総数 35 ユニットを、1 ユニット当たり 4～5 トン程度の重量とし、吊り上げ後は RF の既存外周大梁より持ち出したブラ



地上での地組状況



L 字ユニットの吊り上げ状況 (拡大)

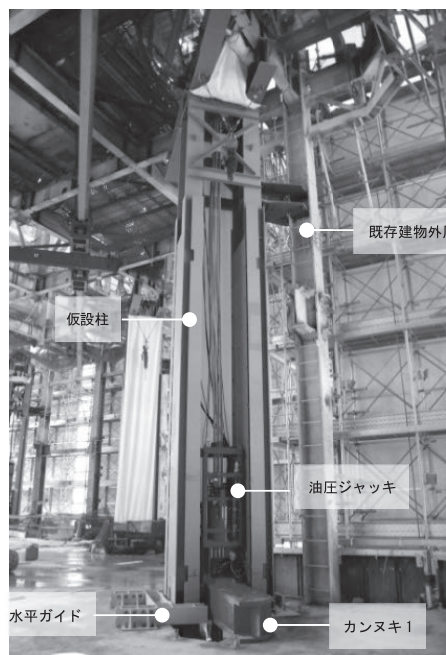
L 字ユニットの吊り上げ状況 (全体)
(OTS-120N による吊り上げ状況)

写真一 5 足場工事



本システム構築完了後の中央からの内観状況

写真一 6 内部中央



写真一 7 仮設柱

ケット鉄骨により吊下げ方式で固定し、随時隣との連結を行うことで全周連結を行った。本システム構築完了後の基準階中央部からの内観を写真一6に示し、仮設柱設置完了後の状態を写真一7に示す。

(5) 本システムによる解体工事

本システムによる解体工事は、2012 年 11 月上旬より開始し 2013 年 7 月上旬に完了した。建物の解体は、図一8で示したように、基準階高：3.2 m とジャッキダウン回数の削減による工期短縮のメリットより、2フロア（6.4 m）毎のジャッキダウンとして工事を進めた。全 17 回のジャッキダウンと基準階解体工事を繰り返しながら工事を進めた。初回のジャッキダウンは、閉鎖空間の荷重を既存建物の外周柱から本システムの仮設柱に移行後、階高調整を目的として行った。荷重移行直後から閉鎖空間全体挙動を確認するため、重量及び変位、各仮設柱に掛かる荷重及び歪みなどの計測を継続的に実施した。

基準階の解体工事は、重機を 5 台使用して 1 サイクル（2フロア）8 日間を基本として行った。1～6 日目までに 2 フロアの躯体及び外壁の解体を実施し、7 日目には重機を下階に移動したうえ場内整理およびジャッキダウンの準備を完了し、8 日目にジャッキダウンを行った。

第 16 回目のジャッキダウンで外周足場が地上に着床した。その後、外周足場を自立させトラス屋根から切り離す工事を行った。第 17 回（最終回）ジャッキダウンでは、自立した外周足場の内側にトラス屋根を



写真-8 ジャッキダウン実施状況（内観）



写真-9 ジャッキダウン実施状況（外観）

構築した PHRF と RF をスライドさせ完了とした。その後は約 1 ヶ月をかけ、油圧ジャッキ及び仮設クレーンの撤去、足場の解体と共に PHRF と RF の解体を行い、最後に仮設柱の撤去を行うことで解体工事の全工程を完了した。

各回のジャッキダウンの状況を写真-8 に示し、各回毎のジャッキダウン毎の建物高さの推移を写真-9 に示す。

4. おわりに

今回 140 m の超高層建物を本工法テコレップシステムにて解体をしたことで、本工法の特徴である閉鎖型解体工法の有効性を改めて実証することかできた。

前回の適用物件が成型な建物形状であったのに対して、今回は非成型の変則形状の建物への適用であり、建物形状の制約に対して、このテコレップシステムが充分に対応できることを確認した。

超高層建物の解体は、国内のみならず海外でも必要に迫られており、今後再開発などによる建て替え需要

が増えた場合は、従来型（海外での爆破解体も含む）の解体工法ではなく、あらゆる意味で環境に配慮され、都市型に適した解体工法が求められるケースが増えると予想される。閉鎖型解体工法である「テコレップシステム」が将来の超高層解体工法における標準的手法の一つになるように更なる技術の向上に努めたい。

J C M A

〔筆者紹介〕

矢島 清志（やじま きよし）
大成建設㈱
本社 建築本部 技術部機械技術室
課長



市原 英樹（いちばら ひでき）
大成建設㈱
本社 技術センター 建築技術開発部生産技術開発室
次長



HSPC 構真柱の開発

稲田 博文

鉄筋コンクリート構造物の逆打工法において、超高層建物への適用も可能とした超高強度プレキャスト鉄筋コンクリート構真柱の製造と施工方法を確立させた。これにより、超高層建物における地下工事の更なる合理化と品質向上が図れるほか、工期短縮およびコスト削減なども期待できる。本稿では、設計基準強度 100 N/mm^2 のコンクリートを用いた超高強度プレキャスト鉄筋コンクリート構真柱を超高層建物に適用した事例について報告する。

キーワード：逆打工法、構真柱、プレキャスト、高強度コンクリート、 100 N/mm^2 、工期短縮、コスト削減

1. はじめに

都市部における敷地の有効利用の動きの中、建物の高層化とともに地下空間の大規模化が近年進んでいる。この地下工事において、工期短縮・安全性の確保・周辺環境への配慮等の必要性から逆打ち工法が、一般工法の一つとして採用されつつある（図—1）。鉄筋コンクリート構造物の逆打工法では、逆打躯体を仮設的に支持する構真柱として、通常、鉄骨柱が用いられるが、これをプレキャスト鉄筋コンクリート柱とすることにより、地下工事終了後においても、この構真柱を本設の地下柱としてそのまま活用できるようになる。この場合、地下の掘削完了と同時に地下柱の施工が終了することから、地下工事の合理化を図ることができる。しかしながら、近年、需要が増している超高層鉄筋コンクリート造建物の場合では、大きな軸力を支える地下柱をプレキャスト構真柱にしようとする、部材の大型化に伴う重量の増大により、建込みが困難となる問題が生じていた。このような問題に対し

て、コンクリートの高強度化により地下柱の断面を小さくし、構真柱としての重量を軽減させた HSPC (High Strength Precast Concrete) 構真柱の製造と施工方法を確立させた。これにより、超高層建物へのプレキャスト構真柱の適用を可能とした。

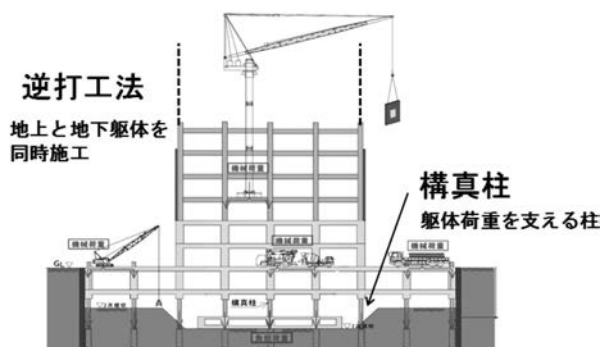
HSPC 構真柱を用いた逆打工法では、通常の鉄骨構真柱を用いた場合に比較して、超高層建物における地下工事の合理化と品質の向上が図れるほか、工期短縮や省力化なども期待できる。また、超高強度コンクリートの採用とこれによる部材断面の縮小は、高品質・高耐久な構造体の構築と、より自由度の高い地下空間を創生することができる。

本稿では、設計基準強度（以下、 F_c とする） 100 N/mm^2 の超高強度コンクリートを用いた HSPC 構真柱を超高層鉄筋コンクリート造建物に適用した事例を取り上げ、HSPC 構真柱の計画、施工およびその活用効果などについて報告する。

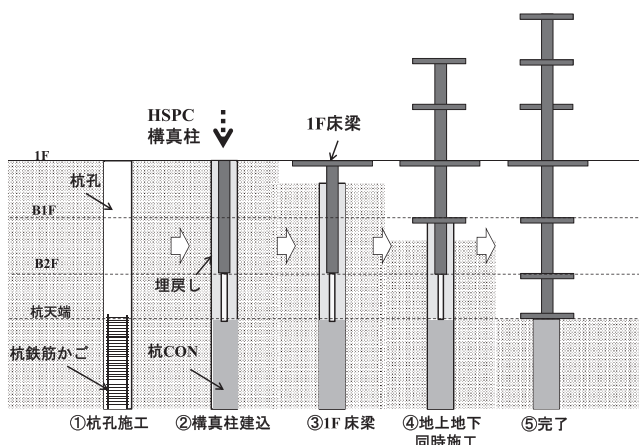
2. HSPC 構真柱を用いた逆打工法¹⁾

(1) HSPC 構真柱を用いた逆打工法の工程

HSPC 構真柱を用いた逆打工法の作業手順を図—2 に示す。詳細は後述するが、本工法では HSPC 構真柱を現場サイトにて地組み後、①現場打ちコンクリート杭孔掘削・鉄筋かご挿入、② HSPC 構真柱の建込・杭コンクリートの打設・埋戻し、③ 1F 床梁の構築、④ 地上階と地下階の同時施工（地下階は HSPC 構真柱がそのまま本設柱となるため、掘削完了後は床梁の構築のみ）、⑤ 地下躯体完了、となる。



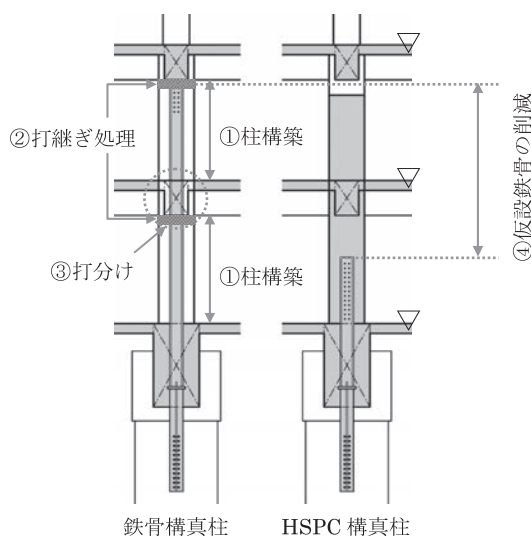
図—1 逆打工法と構真柱



図—2 HSPC 構真柱による逆打工法の作業手順

(2) 鉄骨構真柱を用いた逆打工法との比較

鉄筋コンクリート造建物における逆打工法について、HSPC 構真柱と通常の逆打工法に用いられる鉄骨構真柱とを比較して図—3に示す。HSPC 構真柱では、以下の点について、鉄骨構真柱よりも有利であることから、超高層建物の地下工事においても、後作業の省力化と工期短縮が期待できる。



図—3 鉄骨構真柱と HSPC 構真柱の工法比較

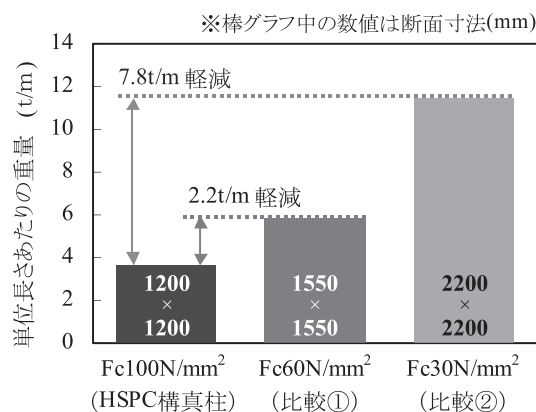
- 1) 先行床躯体の下における限られた作業空間での、地下柱の構築が不要となる (①)。
- 2) 鉄骨構真柱では地下 RC 柱を上階から施工するため、その下階を施工するときにはコンクリートの

打継ぎ面が打設上面となることから、グラウト注入などの打継ぎ処理が必要となるが、HSPC 構真柱ではこれが不要となる (②)。

- 3) 柱梁接合部における異強度コンクリートの打分けが不要となる (③)。
- 4) 仮設鉄骨が RC 柱断面内にないため、地下柱の配筋納まりが簡素化し、梁端部への水平ハンチの設置などによる措置が不要となる (④)。

(3) HSPC 構真柱の軽量化

プレキャスト構真柱の超高層建物への適用にあたっては、構真柱の建込みが可能となるように重量を軽減させることが不可欠となる。この解決手段として、HSPC 構真柱では、コンクリートの高強度化により地下柱の断面を縮小させ、構真柱の軽量化を図った。表—1 および図—4 は、 $Fc100\text{ N/mm}^2$ の超高強度コンクリートを HSPC 構真柱に採用した実施適用例（後述記載）について、所要の構造性能を確保するためのプレキャスト構真柱の仕様および重量を、コンクリートの Fc 別に比較したものである。これらに示したように、 $Fc100\text{ N/mm}^2$ を採用した HSPC 構真柱では、一般的な高強度コンクリート ($Fc60\text{ N/mm}^2$, 比較①) を用いた場合と比較しても、部材断面 1 辺あたりの寸法が 350 mm 縮小されることとなる。これにより、構真柱の単位長さあたりの重量が 4 t/m 未満（実施適用例では、構真柱のみの最大重量が 50 t 未満）に抑制され、構真柱の建込みを可能とした。



図—4 プレキャスト構真柱の重量の比較

表—1 プレキャスト構真柱の仕様の比較

仕様	HSPC 構真柱	比較①	比較②
Fc (N/mm^2)	100	60	30
主筋	20-D41	20-D41	32-D41
せん断補強筋	D13 罫@100	D13 罫@100	D13 罫@100
断面寸法 (mm)	1200 × 1200	1550 × 1550	2200 × 2200

3. HSPC 構真柱の実施適用例

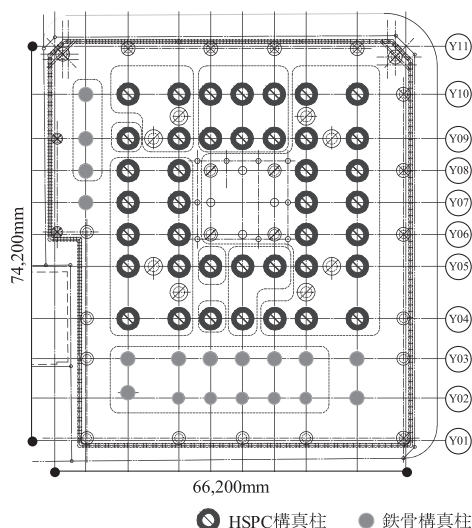
(1) 概要

HSPC 構真柱を実施適用した建物の概要を表—2に示す。本建物は、地下2階、地上52階の鉄筋コンクリート造であり、主な用途は集合住宅である。

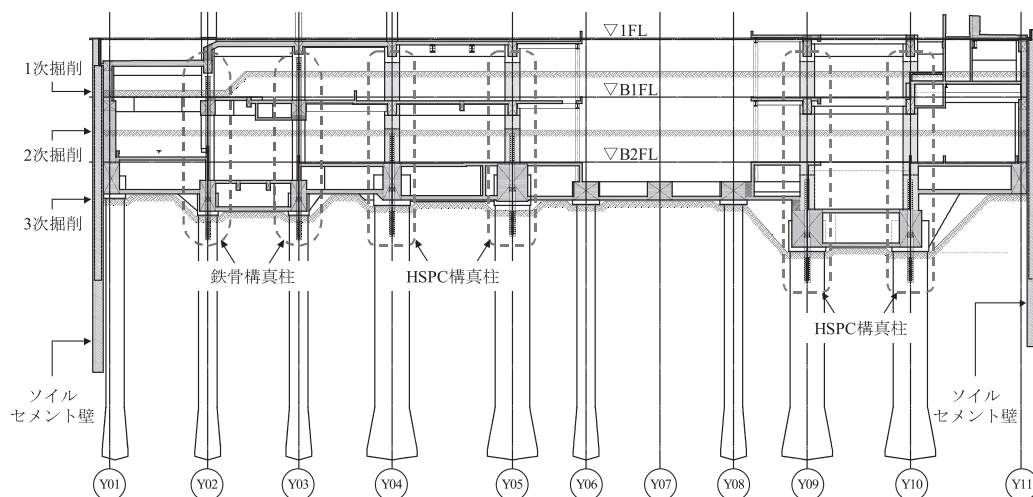
杭伏図を図—5に、地下断面図を図—6に示す。HSPC 構真柱とした地下柱は高層直下となる40本であり、低層階部分は通常の鉄骨構真柱である。HSPC 構真柱には、 $F_c100 \text{ N/mm}^2$ および $F_c80 \text{ N/mm}^2$ の超高強度コンクリートを採用した。

表—2 建物概要

用途	共同住宅、事務所
延床面積	79,230 m^2
構造形式	鉄筋コンクリート造（一部鉄骨造）
階数	地下2階、地上52階、塔屋2階
高さ／深さ	最高高さ：189.2 m／建物深さ：17.4 m



図—5 杭伏図



図—6 地下断面図

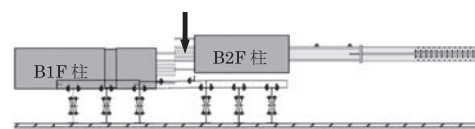
(2) 地組み・建て起し

写真—1および図—7に、HSPC 構真柱の地組み状況を示す。HSPC 構真柱は、プレキャスト工場のクレー

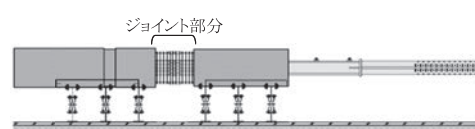


写真—1 HSPC 構真柱の地組み写真

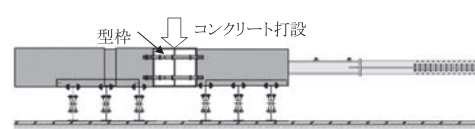
①搬入、ベッド架台への設置



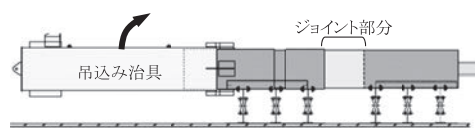
②ジョイント部の配筋、型枠の建込み



③コンクリートの打設、養生



④吊込み治具の取付け、構真柱の建込み



図—7 HSPC 構真柱の地組み手順

ン能力や運搬車両の制限より構真柱を軸方向で2分割して製作した。HSPC 構真柱の地組みは、現場サイトの架台に設置調整 (①)、ジョイント部の配筋・型枠の建込み (②)、コンクリートの打設・養生 (③)、の手順にて一体化させる方式とした。

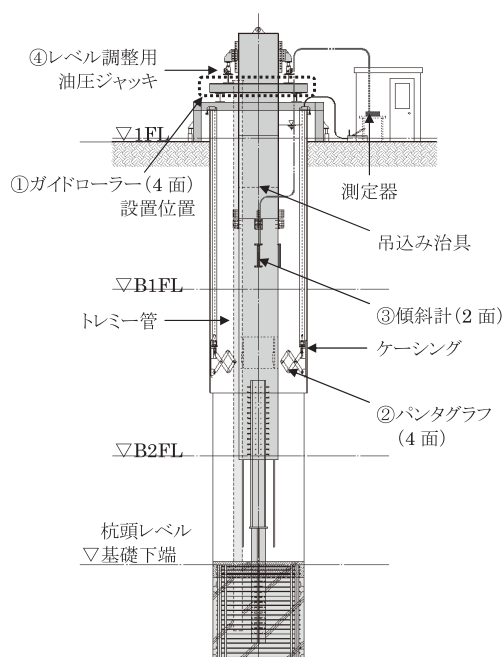
写真—2 に、HSPC 構真柱の建て起し状況を示す。全長約 9.0 m・重量約 50 t (仮設を含む：約 60 t) の HSPC 構真柱は、200 t クローラークレーン 2 台の合吊りにて建て起しを行った。



写真—2 HSPC 構真柱の建て起し状況

(3) 建込み²⁾

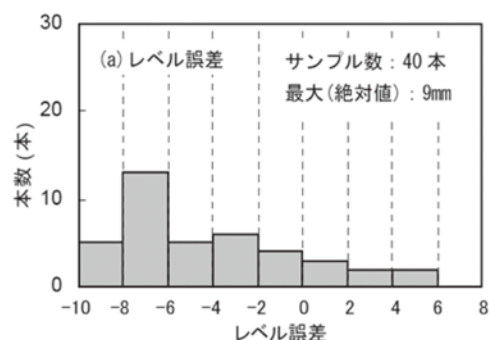
図—8 に、HSPC 構真柱の建込み状況と建込み精度の管理概要を示す。建込み時の精度管理は、位置調用のトランシット、XY 通り調整用のガイドローラー (①)、鉛直度調整用のパンタグラフ (②) および傾斜計 (③)、レベル調整用の油圧ジャッキ (④) などの、複数の調整機器を併用して精度管理を実施した。



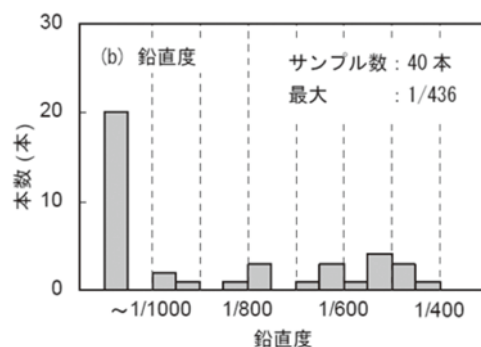
図—8 HSPC 構真柱の建込み精度概要

(4) 精度管理結果

図—9, 10 に、施工精度の実測結果を示す。HSPC 構真柱の施工精度の評価項目は、レベル誤差および鉛直度とし、全ての HSPC 構真柱(計 40 本)を対象とし、掘削後の実測により確認した。レベル誤差の結果は +5 ~ -9 mm, 鉛直度の結果は半数の 20 本が 1/1000 未満, 最大でも 1/436 であり、全て管理値以内であることを確認した。



図—9 HSPC 構真柱のレベル誤差

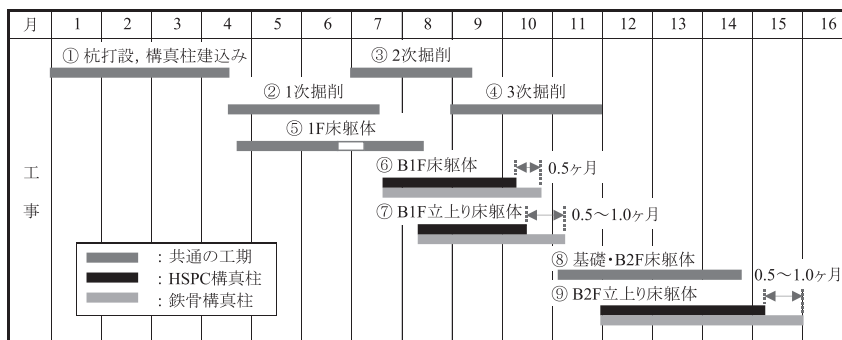


図—10 HSPC 構真柱の鉛直度

4. HSPC 構真柱の活用効果

(1) 工期短縮

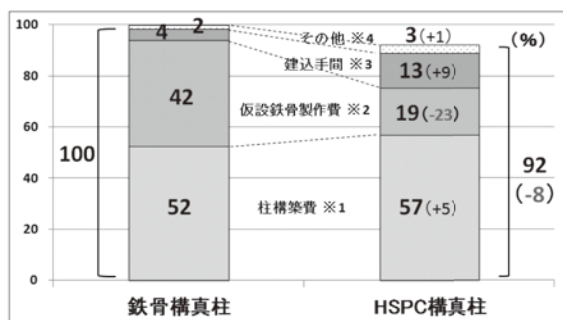
HSPC 構真柱の実施適用例における地下工事の工期について、通常の鉄骨構真柱を用いた逆打工法で想定される工期と比較して図—11 に示す。杭打設・構真柱の建込み (①)、掘削 (②~④)、1 階床躯体 (⑤) および基礎・地下 2 階床躯体 (⑧) の工期については、HSPC 構真柱と鉄骨構真柱のいずれも概ね共通の工期であると考えられる。一方、HSPC 構真柱では、地下 1 階床躯体 (⑥) における柱・梁接合部の異強度コンクリートの打分け、地下 1 階および地下 2 階立上り躯体 (⑦, ⑨) における柱の構築・打継ぎ処理が不要となるため、掘削後における後作業の大幅な削減が期待できる。以上のことから、実施適用例の場合では、地下各階の工期が 0.5 ~ 1.0 ヶ月程度、短縮されたものと考えられる。



図— 11 地下工事の工期の比較

(2) コスト削減

今回採用した HSPC 構真柱と通常の逆打工法に用いられる鉄骨構真柱のコストについて、鉄骨構真柱の合計金額を 100 とした指数 (%) を比較して図— 12 に示す。鉄骨構真柱に対して HSPC 構真柱の柱構築費は 5%、構真柱建込手間は 9% の増額となったが、仮設鉄骨製作費は 23% の減額となり、合計で 8% のコストダウンとなった。



図中の数字は、鉄骨構真柱の合計金額を100とした指数(%)

- ※1 柱構築費：鉄筋・コンクリート・型枠の材料と手間および関連仮設費、先行部取合いグラウト費(鉄骨構真柱のみ)、PCa製作費および関連仮設費
 ※2 仮設鉄骨製作費：鉄骨構真柱は、クロスH-600×250×16×40(仮設)に設定
 ※3 建込手間：構真柱建込み手間および揚垂費
 ※4 その他：構真柱の清掃、安全設備他

図— 12 鉄骨構真柱と HSPC 構真柱の工法比較

5. おわりに

超高強度プレキャスト鉄筋コンクリート構真柱の製造と施工方法を確立させ、超高層建物の逆打工法への適用を可能にした。これにより、超高層建物における地下工事の更なる合理化と品質向上が図れるほか、工期短縮および環境負荷低減効果なども期待できる。

本工法の利用拡大は、超高層建物の建設を推進し、都市再生に伴う国土有効利用および超高強度コンクリートの使用による高品質・長寿命・低環境負荷な社会資本の整備に資することが考えられる。今後も施工効率と環境負荷低減の更なる向上を目指して開発を進めるとともに、本工法の積極的な展開を図る予定である。

J C M A

《参考文献》

- 山本佳城、宮田哲治、本岡功成、服部敦志：超高強度プレキャスト鉄筋コンクリート構真柱の開発と超高層建物への適用、コンクリート工学, Vol.47, No.8, pp.34～38, 2009.8
- 宮田哲治ほか：超高強度プレキャストコンクリート構真柱の施工 その2 建込状況、日本建築学会大会学術講演梗概集, pp807-807 2009 (東北)

〔筆者紹介〕

稲田 博文 (いなだ ひろふみ)
 大成建設㈱
 建築本部 建築技術部
 次長



ジャッキダウン式環境配慮型ビル解体工法の 100 m を超える超高層ビルへの適用

鹿島カットアンドダウン工法

松 石 佳 久・大 橋 正 音・水 谷 亮

市街地のビル解体工事では特に環境配慮が重要な課題である。鹿島カットアンドダウン工法（以下 本工法という）は「だるま落とし」のようにビル外観をそのままにして、建物下部から解体する環境配慮型工法である。本工法は2008年に実用化され、上部が閉鎖したままで解体作業が地上部のみで行われることによる環境配慮の効果が実証された。今回、100 m を超える超高層ビルへの適用拡大を行い、システムの見直し等により従来工法の約2倍のスピードで解体を進捗させ、短工期解体の実績を得た。また、新たな環境技術を組み合わせてブラッシュアップし、粉塵抑制や騒音低減、CO₂削減の環境配慮の性能を向上させることができた。本稿では今回得られた効果、実績と本工法の特長を紹介する。

キーワード：解体工法、超高層建物、油圧機器、粉塵、騒音、振動、CO₂

1. はじめに

昨今、高度経済成長期に建設されたビルの建て替えニーズが高まり、市街地でのビル解体工事が増加し、高層、超高層ビルの解体も行われるようになってきている。特に市街地では多くの高層ビルが林立しており、解体工事の際に配慮すべき範囲は、地上付近のみならず隣接高層ビルの居住者・勤務者がいる地上100 m を超える高層部にまで広がっている。

本工法は、いわゆる「だるま落とし」のようにビルを最下階から順次解体する工法で、ビルは外観をそのままにして解体される（写真—1）。解体作業は全て地上付近で行われるため、準備段階から解体終了まで高層部の環境や安全性を確保しやすい。2008年に本

工法の実用化を行ったが、超高層ビルへの適用拡大にあたり、短工期化、ジャッキシステムの見直し、耐震機構の合理化などを行った。また、本工法の特長である環境配慮の效果に新たな環境技術を組み合わせてブラッシュアップし、環境配慮の性能を向上させた。

今回、千代田区大手町の超高層ビル群に位置する「りそな・マルハビル」（高さ約108 m）の解体工事に適用し、短工期化のためにシステムの改良を行い、108 m の地上躯体解体を約3か月で行った。また、環境性能に関しては粉塵や騒音の飛散の抑制、CO₂発生量の抑制を狙った設備の採用や新たな環境配慮技術である、アクティブノイズコントロールや帯電ミストなどの導入により、良好な結果を得た。



写真—1 本工法による解体工事中の外観

2. 工法概要

本工法では上部躯体や外装をそのままにして、下層階から順次解体する。地上レベルで各鉄骨柱の脚部を切断して油圧ジャッキに置き換え、鉄骨柱の切断と建物のジャッキダウンを順次繰り返して建物を降下させる。ジャッキダウンにより地上近くまで降下した下層部を重機により解体する。全ての作業は地上付近で行われ、ビルの外観を保ったまま解体できることから、下層階のみに遮蔽対策を施すことで現場全体の騒音や粉塵の飛散を防止できるという特長を持つ。また、施工中の耐震安全性はコアウォールと荷重伝達フレームで常時確保する。

3. 各種解体工法の比較

従来工法と本工法の比較として、粉塵、騒音、振動の発生源となり得る解体作業の分布を図—1に示す。従来工法1は中層ビル解体の一般的な工法で、総足場と防音パネルで建物全体を覆ったうえで、大型移動式クレーンで解体用重機を建物屋上に揚重する。解体材は全フロアに設けた開口から建物下部に投下し、下部で分別や搬出を行う。解体用重機が載る床を支えるためにサポートを設置するのが一般的で、順次これらの重機や設備を下層階に盛り替えながら解体していく。

従来工法2は、総足場が難しくなる高層ビル解体に使用する工法である。タワークレーンなどの揚重機を建物上部に設置し、これを使ってせり下げ式の防音

外周足場や解体用設備・機器を外部揚重して、建物屋上部に設置する。解体用機器を使って建物を上部から解体し、揚重機で地上部に吊り降ろす。下部では吊り降ろしてきた解体材の小割や分別、搬出を行う。

一方、本工法は最下階を解体して建物全体をそのまま降下させるため、建物上部に手を加える必要が無く、上部の外周養生や解体用機器、サポートなども一切不要である。

従来工法が高所・開放型で、上下2か所の解体作業場所を必要とするのに対し、本工法は低所・上部閉鎖型で、解体作業場所は重機が動きやすい地上部の1か所のみである。

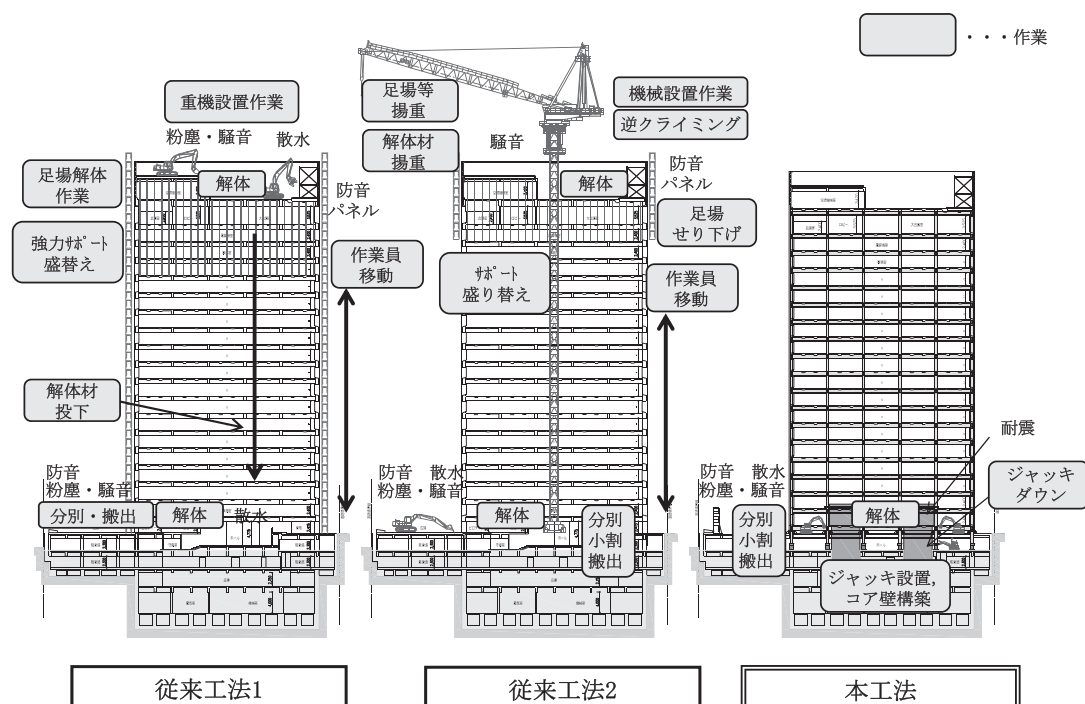
本工法の低所・上部閉鎖型という特長が、作業効率向上に加えて環境配慮に対する多くの効果も生み出す要因になっている。

4. 超高層ビルへの適用

今回、本工法を適用した「りそな・マルハビル」の建物概要は以下の通りである。100 mを超える超高層ビルに初めて本工法を適用した。超高層ビルへの適用拡大に伴い、実施したシステムの計画、改良について紹介する。

りそな・マルハビル建物概要

場 所：東京都千代田区大手町 1-1-2
階 数：地上 24 階、地下 4 階

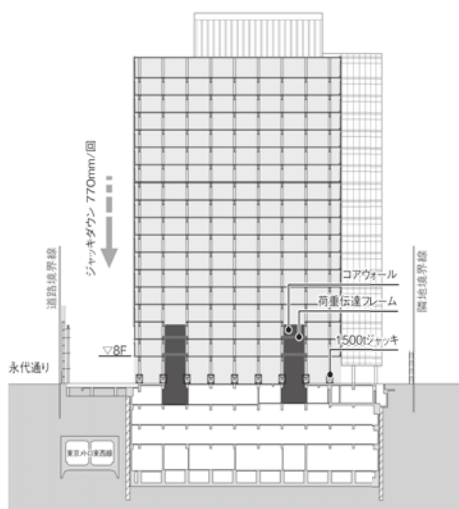


図—1 各解体工法の作業分布

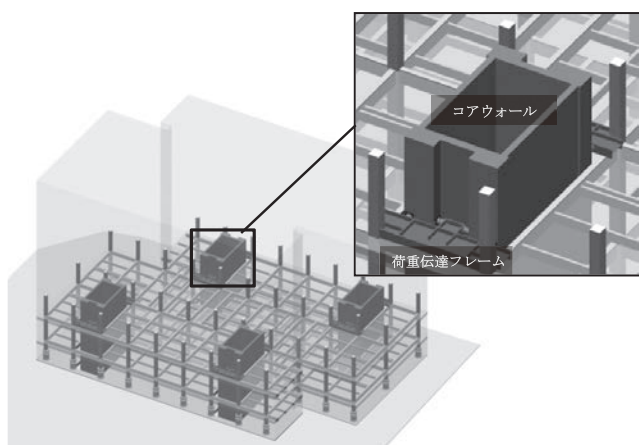
構 造：地上 S 造，地下 SRC 造
 最高高さ：107.95 m
 建物重量：約 27,000 t
 柱 本 数：40 本

(1) システム配置計画 (図—2)

40 本の柱直下に 15,000 kN ジャッキを設置し，コアウォールはバランスよく 4 か所に構築した。荷重伝達フレームを介して建物の地震時の水平力を基礎へ伝達する。荷重伝達フレームとコアウォールはスライド式に嵌合しており，解体工事の全期間を通じて，常に伝達性能を確保している (図—3)。ジャッキダウンを毎日少しずつ行い，3 日で 1 フロア分の躯体を降下させる。



図—2 システム配置計画



図—3 コアウォール・荷重伝達フレーム

(2) システムの改良

超高層ビルへの適用拡大に向けて，システムの改良を行うとともに，環境性能の向上を図った。表—1 に主な改良内容を示す。

短工期化において，高さ約 108 m，約 27,000 t のビ

表—1 主なシステム改良項目

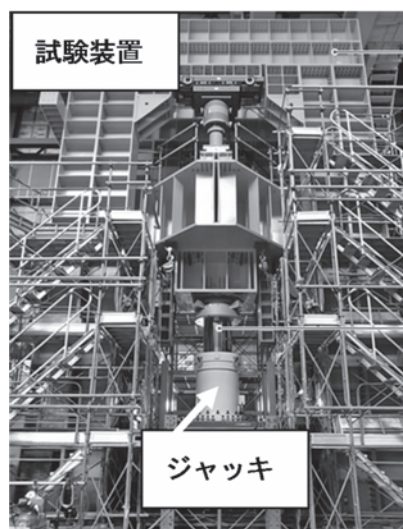
項目	内容
ジャッキシステムの性能向上	・ジャッキ大型化 (800 t → 1,500 t) ・ジャッキダウン制御の見直し (よりスムーズに) ・操作インターロック，断線検知等の組み込み
短工期化	・6 日／フロア → 3 日／フロア
環境性能の向上	・粉塵，騒音，振動，CO ₂ 事前評価，対策
耐震機構の合理化	・荷重伝達フレームの簡素化，一体化 ・建物位置修正機能の組み込み

ルを，3 日で 1 フロアという従来工法の約 2 倍のスピードで解体するため，ジャッキシステムの改良を行った。

環境配慮においては，準備作業から躯体解体の全ての工程で，粉塵・騒音・振動・CO₂ 排出量の抑制し，近隣環境，作業環境への配慮を行った。

(3) ジャッキシステムの改良

各施工ステップ，各支持状態での動解析結果を基に 15,000 kN ジャッキを新規に開発した。写真—2 はジャッキ性能評価試験の状況である。性能評価試験は実際に使用するジャッキを用い，耐荷重試験や地震時の水平力に対する保持能力，伸縮動作及びジャッキシステムの改良点について事前に確認した。



写真—2 ジャッキ性能評価試験

ジャッキシステムの改良点は以下の通りである。

① ジャッキ同調性能の改良

制御アルゴリズムや油圧回路・機器を改良し，ジャッキの制御性能を向上

② 操作インターフェースの改良

操作の簡略化を行い，ヒューマンエラー防止や連続作業のスピードアップ

③フェイルセーフ、フールプルーフ

各種のインターロックやシステム故障時の機能を強化し、信頼性、安全性を向上

5. 環境性能、環境対策と評価

(1) 粉塵飛散量の抑制

(a) 飛散量の評価と抑制対策

工事場所は超高層ビル群の中に位置しており、ビル風による粉塵の飛散が懸念されていた。そこで、近隣建物を忠実にモデリングした気流シミュレーションを用いて、高精度の粉塵飛散評価を行った。シミュレーション結果に基づき、地上の仮囲いの形状及び高さを最適化し、敷地境界線上に6.8～13.2mの遮断壁を設置することで、最大49%の粉塵飛散量低減効果があることを事前に確認した(図-4、写真-3)。

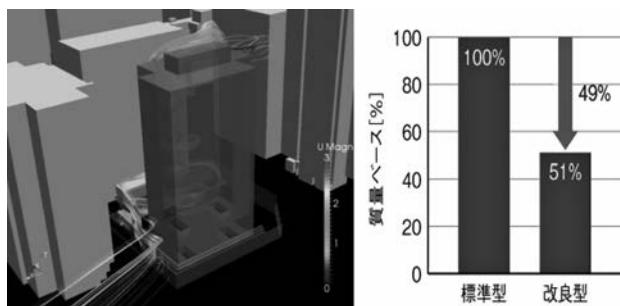


図-4 気流シミュレーションによる粉塵飛散評価



写真-3 仮囲い設置状況

解体工事中の粉塵濃度を測定した結果、敷地境界の粉塵濃度は $0.03 \sim 0.05 \text{ mg/m}^3$ となり、解体工事着手前の浮遊粒子状物質 (SPM) の濃度* ($= 0.04 \text{ mg/m}^3$) とほぼ一致する結果となった。

※環境省大気汚染物質広域監視システム

千代田区 国設北の丸測定局 2010年1月平均

(b) 帯電ミスト

粉塵飛散防止対策として新たに開発した帯電ミスト (マイクロ EC ミスト) を試験的に導入し、粉塵飛散量の低減を図った(写真-4)。マイクロ EC ミストは、

帯電させたミストによる粉塵吸着技術で、これまで難しいとされてきた浮遊粉塵を効果的に洗い落とす事が可能になり、通常の水散水と比較して2倍以上の洗い落とし性能を有している。マイクロ EC ミストに用いた水の使用実績は 10 l/min で、通常の散水時の使用量と比較して1/12という少ない水量で粉塵吸着の効果が得られる。



写真-4 マイクロ EC ミスト適用状況

(2) 騒音・振動の抑制

(a) 騒音伝搬の評価

高層建物の多い都市部での解体工事は近隣建物上階への騒音を抑制することが課題の1つである。本工法は仮囲いの高さより下のレベルで全ての作業が行われるため、屋上部での騒音発生源がなく、解体用重機は躯体の直下で作業を行うため上方向への騒音の伝搬を防ぐことができる特長がある。

騒音伝搬予測プログラムによるシミュレーションを行い、建物低層部の周囲のみに遮蔽対策を施すことで工事現場全体の防音対策ができることを確認した(図-5)。シミュレーション結果に基づき、外周の防音仮囲いの高さを最適化した。

工事中の騒音測定結果より、隣接するビル内の勤務者、居住者がいる高さ100m地点における騒音は、建物上部で解体する場合に比べて35 dB低減できることを確認した。屋上の周囲に仮設の防音パネルを設置した場合と比べても10 dB程度の低減効果である。

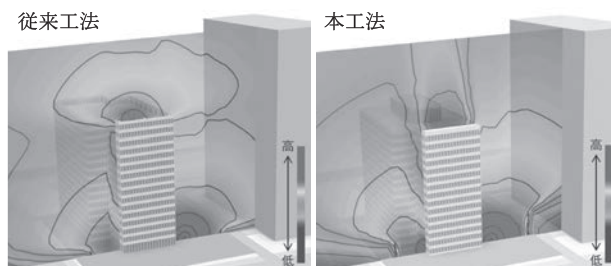


図-5 騒音伝搬予測シミュレーション結果

(b) アクティブノイズコントロール

解体用重機から生じる騒音への対策として、解体用

重機の排気口周りに開発した「アクティブノイズコントロール（以下 ANC）装置」を装着した（写真—5）。ANC 装置は騒音に対して逆位相音を発生させることで騒音を低減させる。聴覚的に不快感を与える低周波を 10 dB 程度低減できることを確認した。



写真—5 ANC 装置の装着状況

（3）CO₂ 発生量の低減

解体工事における施工中の CO₂ 発生要因としては重機燃料消費により発生するもの、電力消費に由来するもの、躯体解体時の溶断によるものに大別される。

本工法の採用により従来工法比で 17.8%（全体）の CO₂ 発生量の低減効果を得た（図—6）。特に重機燃料消費による CO₂ 削減量は 21.0% となった。地上レベルで解体用重機が作業できるため重機の大型化が可能になり、台数の削減や作業時間の低減ができたことが要因である。

また、溶断作業による CO₂ 削減量は 58.3% となった。同じ場所で同じ作業を繰り返すことによる作業員の習熟効果、作業効率向上に加え、自動切断によってガス使用量のバラつきが減ったことが主な要因である。

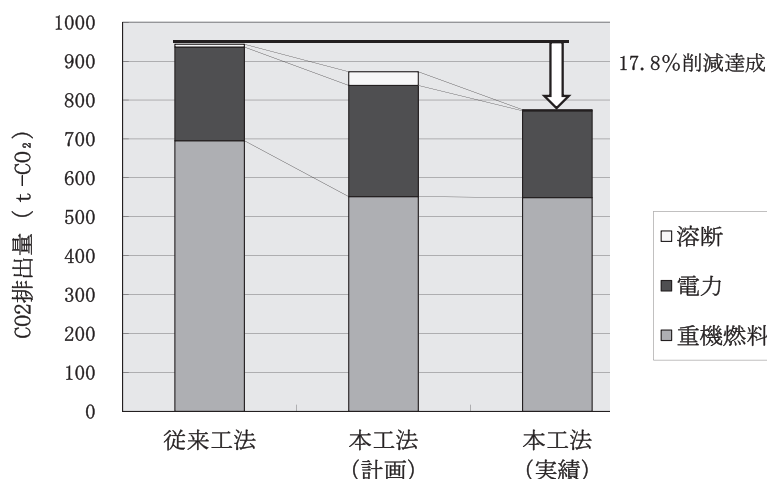
6. 本工法の環境配慮効果のまとめ（表—2）

（1）建物上部をそのまま解体する効果

従来工法は解体作業場所が上下 2 か所となるため各々で騒音・振動・粉塵が発生し、上部にも仮設の防音パネルを設置するなど近接ビルへの影響を抑制する設備が必要になる。また、高所で発生する粉塵は遠くまで飛散しやすい。一方、本工法は全工事期間を通じて高層部の作業は無く、騒音・振動や粉塵が発生しないため、新たな仮設設備を必要としない。上部が閉鎖されているため解体材が雨に濡れず、良好な状態で回

表—2 本工法の環境配慮効果

項目	従来工法	本工法
騒音 振動	・上部、下部に、ブレーカや重機排気音など、騒音発生源あり、対策が必要 ・解体際には外周防音養生が必要	・上部に騒音発生源なし、特に近隣オフィスビルへの影響が少ない ・地上の仮囲いのみで対策が可能 + 重機排気音低周波に ANC 試行（発生源対策）
粉塵	・上部または下部でスラブ解体に伴う粉塵発生源あり ・上部での粉塵は遠くまで飛散しやすく、十分な散水作業が必要	・粉塵発生源が風速の弱い下部のみに集約され、遠くまで飛びにくい ・飛散対策が地上の一部で済む ・粉塵飛散を抑制し、作業環境と近隣環境を両立 + EC ミストによる沈降促進を試行（発生源対策）
CO ₂	・作業に伴う上下移動が多数あり ・解体設備設置などに伴う揚重エネルギーが必要	・効率的な解体で CO₂ 発生量削減 ・地上のみで設置工事が完了 ・解体材が濡れず、リサイクル率向上
安全	・建物上部への揚重機や足場設置作業に留意が必要 ・解体材の揚重作業あり、飛来落下対策が必要	・準備段階を含め、工事全期間を通じて揚重機や外周足場設置などの上部作業無し ・解体材揚重による飛来・落下の危険が無い ・コア壁、ジャッキにより耐震性確保
景観 安心感	・高所での解体工事という圧迫感を無くす工夫が必要	・景観に調和、不安感抑制（解体していること自体に気づかない）

図—6 CO₂ 発生量低減実績

収・搬出できリサイクル率が向上する効果もある。また、建物を解体していることに気付かないほど景観にも調和し、高所解体による不安感を引き起こさないことが大きなメリットである。

(2) 建物下部のみで解体できる効果

従来工法は準備作業としてタワークレーンや外周養生、サポートなどの設置工事や重機など解体機器を高所で外部揚重、設置する作業が生じる。本工法は上部での解体設備の設置作業や、解体中の作業員の上下移動や荷卸しの手間が省け、安全性やCO₂の削減が図れる。また、解体場所の上部が、躯体で覆われているため、建物低層部の外周への対策のみでほぼ全面的な粉塵、騒音の抑制ができる。

(3) 繰り返し作業による効果

本工法では地上だけでの繰り返し作業となり、内装材も地上近くで順次搬出できるため、効率的に解体作業を進められることによるCO₂発生量削減の効果がある。

(4) 短工期化による効果

従来工法による躯体解体工程の約2倍のスピードで本工法は解体できることから、作業時間の短縮による騒音発生時間が低減でき、近隣環境への配慮が可能となる。また、重機燃料消費の抑制ができることによるCO₂発生量の低減ができ、地球環境への効果もある。

7. おわりに

今回、本工法「鹿島カットアンドダウン工法」の超高層ビルへの適用拡大にあたりシステム性能の改良を行い、また新たな環境技術を組み合わせてブラッシュアップし、100 mを超える超高層ビル「りそな・マルハビル」の解体に適用した。その結果、従来工法の約2倍のスピードである1フロア3日サイクルで解体を進捗させ、地上躯体を約3か月で解体するという短工期の実績を得ることができた。また、粉塵の抑制やCO₂削減量17.8%、騒音低減量最大35dBという良好な環境配慮の効果を得た。

今回導入したANCや帯電ミストなど新たな環境配慮技術は一般工事への展開をしていき、さらなる環境配慮を図っていきたいと考える。

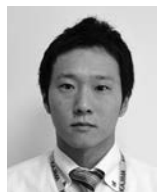
JCMIA

【筆者紹介】

松石 佳久（まついし よしひさ）
鹿島建設㈱
東京建築支店 機材部
次長



大橋 正音（おおはし まさね）
鹿島建設㈱
東京建築支店 機材部



水谷 亮（みずたに りょう）
鹿島建設㈱
機械部 技術4グループ
グループ長



圧着接合による耐震補強技術

移動可能な耐震補強工法

渡 邊 高 朗・阿 部 菜穂美

従来のブレース材を用いた耐震補強は、柱と梁に囲まれた構面に鉄骨系の枠を設置し、これにブレースを取り付ける。本工法は、PC 鋼棒の緊張による圧着で柱に専用の金物を固定しブレースを設置する。従来の枠付き工法に比較して施工が容易となり、脱着も可能となる。商業施設、工場、倉庫、事務所等では、耐震改修後数年を経て、売り場や、生産ライン、テナントの変更に応じて間仕切り壁も柔軟に変更したいという要望が寄せられている。これに応えるため、補強装置が脱着でき、室内の使い方に合わせて補強装置の移動を可能とする工法を開発した。

この圧着固定方法は、一般財団法人ベターリビングの技術評定を取得している。

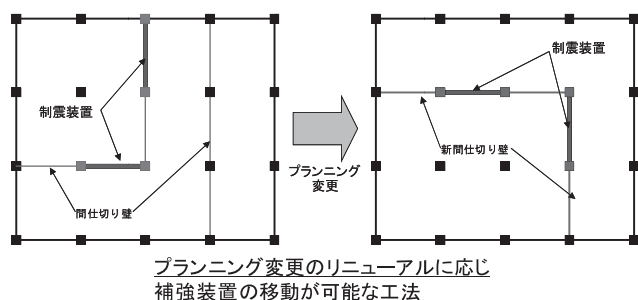
一般評定 CBL RC005 — 10 号「移動可能な圧着固定工法による躯体柱との接合部の設計施工法」平成 24 年 12 月 28 日

キーワード：耐震補強、圧着、摩擦接合、アルミニウム合金、移動、ブレース

1. はじめに

商業施設、工場、倉庫、事務所等では、耐震改修後数年を経て、売り場や、生産ライン、テナントの変更に応じて間仕切り壁も柔軟に変更したいという要望が寄せられている。従来型のブレースを用いた耐震補強は、柱と梁に囲まれた構面に鉄骨枠を設置後、ブレースを取り付ける。そのため、耐震改修後の補強ブレースを移動することは出来ない。

一方本工法は、PC 鋼棒の緊張による圧着で柱に専用の金物を固定しブレースを設置する工法である（図—1 参照）。その特徴は、従来の枠付き工法に比較して施工が容易となり、補強装置が脱着でき建物の使用方に合わせて補強装置の移動を可能とする工法である。筆者らは、「移動可能な耐震補強工法」と呼んでいる。本報では、本工法の開発過程について報告する。



図—1 補強装置の移動

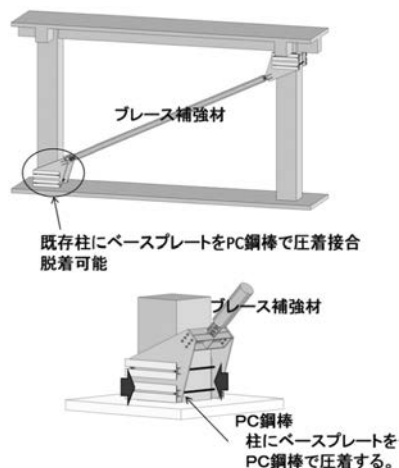
2. 工法の概要

(1) 適用建物

対象とする建物の構造形式は、RC 造、SRC 造、および S 造である。建物用途の制限はなく全般に適用可能である。特に本工法の効果が得られる対象は、商業施設、工場、倉庫、事務所である。

(2) 工法概要

図—2 に、工法概要を示す。ブレースを柱に固定するため、専用のベースプレートを用いる。ベースプレートは、PC 鋼棒を緊張し柱に圧着固定される。柱



図—2 工法概要

に圧着固定されたベースプレートに、ブレース補強材を取り付ける。

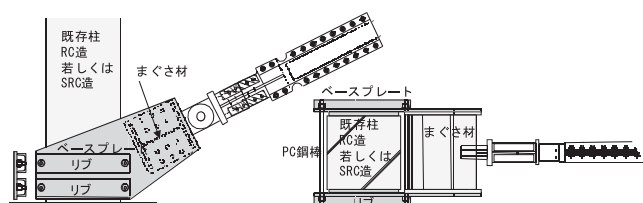
従来の工法では、柱や梁の構面にあと施工アンカーを打設し鉄骨枠を設置し、コンクリートを打設する必要があった。

これに対し本工法は、圧着を採用することで、これらの作業を無くし、施工を容易にするだけでなく、脱着を可能にすることで、耐震改修後の建物の使用上の要求に応えることが出来るようになった。

また、本工法では、ブレース材は、強度型および制振型何れも取り付け可能である。

(3) ベースプレート

図一3に、RC造およびSRC造の場合のベースプレートを示す。ベースプレートは、剛性を高めるためのリブと、ブレース材を固定するまぐさ材により構成されている。

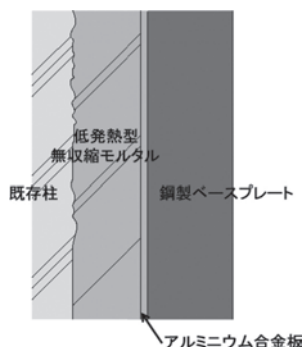


図一3 ベースプレート

PC鋼棒は、ベースプレートに設けられた孔を通して、柱の側面に設置される。柱に貫通はしない。

補強に必要な耐力を有したブレース材より大きな抵抗力を、PC鋼棒の緊張による圧着でベースプレートに備えさせるのである。圧着は、すなわちベースプレートと既存柱の摩擦抵抗力である。

図一4に、摩擦の構成を示す。図の左から、既存柱（コンクリート）、低発熱型無収縮モルタル、アルミニウム合金板、鋼製ベースプレートとなる。鋼製ベースプレートを直接既存柱のコンクリートに接触させない理由は、第一に既存柱のコンクリートの凹凸を無収縮モル



図一4 摩擦の構成

タルで平滑化し、圧着を均一に安定させることである。第二は、鋼材とコンクリートの摩擦力より、アルミニウム合金板を介する摩擦力（無収縮モルタル含む）が大きくなること、実験により判明しているからである。

より大きな摩擦力が得られることで、PC鋼棒の緊張力を小さくすることが出来る。それは、既存柱への負担を軽減し、またコストメリットを得る。

図一4によれば、摩擦面は以下の3ケースが考えられる。

CASE1：コンクリート（既存柱）と無収縮モルタルの摩擦

CASE2：無収縮モルタルとアルミニウム合金の摩擦

CASE3：アルミニウム合金と鋼材（ベースプレート）

CASE1は、様々な研究機関により多くの実験と知見が得られている。今回の3ケースでは、CASE1が最も大きな摩擦力を得ることが出来る。

CASE2は、本開発の第一のポイントとなり、後述する実験により摩擦の性状を把握している。

CASE3は、本開発の第二のポイントとなり、やはり後述する実験により摩擦の性状を把握した。

尚、無収縮モルタルに低発熱型を採用しているが、これは強アルカリであるまだ固まらないモルタル（セメント成分）と両性金属であるアルミニウム合金の化学反応を抑制することが目的である。

S造建物では既存柱が鋼材であるから、無収縮モルタルは無くなり、鋼材（既存柱）—アルミニウム合金—鋼材（ベースプレート）の構成となる。これも、鋼材同士（既存柱とベースプレート）の摩擦力より、アルミニウム合金を介することで、大きな摩擦力が得られるためである。

3. 無収縮モルタルとアルミニウム合金の摩擦性状

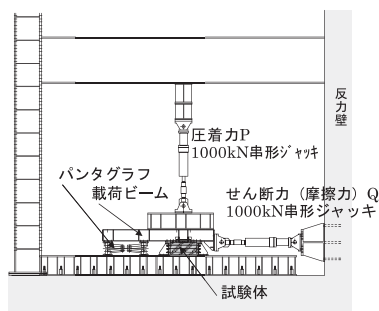
(1) 実験概要

図一5に実験装置を、図一6に試験体詳細を示す。

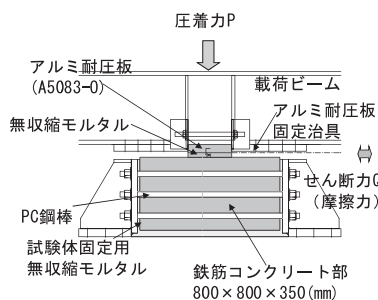
試験体は、タテヨコ800mm角、高さ350mmの鉄筋コンクリートである。この試験体に、アルミニウム合金（材質A5083-O、250×250×40mm）を無収縮モルタルを介して設置する。

圧着力は、垂直方向に設置した1000kN串型ジャッキにて作用させた。また、自動制御により圧着力が一定になるようにした。

せん断力（結果として摩擦力）は、水平方向に設置した1000kN串型ジャッキにて作用させた。



図—5 実験装置

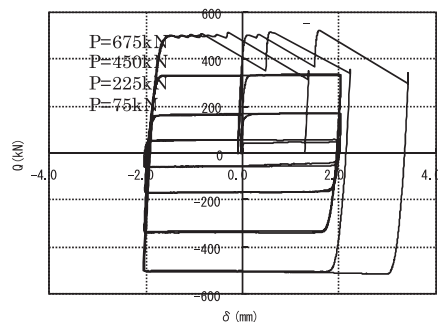


図—6 試験体詳細

せん断力の作用線を一定にするため、パンタグラフを配置した。

(2) 実験結果

図—7に、アルミ合金と無収縮モルタルの実験結果を示す。縦軸はせん断力（摩擦力）を、横軸はアルミニウム合金板の滑り量を示している。



図—7 アルミとモルタル実験結果

圧着力 P は、675, 450, 225, 75 kN の 4 種類である。

何れの圧着力の場合も、最大静止摩擦力を迎えたあとは、摩擦力の増減はなく滑り量の増加だけのラウンドハウス型を示している。

最大静止摩擦力を圧着力で除した摩擦係数は、圧着力にかかわらず 0.8 を超えていた。

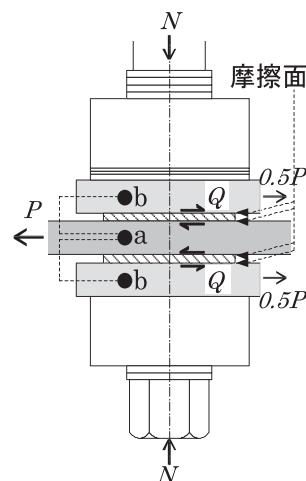
4. アルミニウム合金と鋼材の摩擦性状

(1) 実験概要

写真—1に実験装置を、図—8に試験体詳細を示す。



写真—1 実験装置



図—8 試験体詳細

試験体は、母材（図—8中 a）および添板（図—8中 b）である鋼材間にフィラーであるアルミ（図斜線部）を挟み込み、試験部となるアルミと鋼材間の摩擦面を構成した。試験体は 2 面摩擦とし、高力ボルトが貫通する際のダボ抵抗を排するため PC 鋼棒 2 本の緊張による圧着形式で接合した。

圧着力は、面圧導入板を介して試験部に垂直に作用させた。

試験体全体に作用する引張力（載荷荷重）を P (kN)、これに伴い試験部に作用するせん断力（以降、摩擦力とする）を Q (kN)、試験部に垂直に作用する圧着力を N (kN)、およびせん断変位（すべり量。以降、せん断変位とする）を δ (mm) とした。試験は引張試験機を用い、1 mm/min の速度制御で、荷重を作用させた。単調載荷はせん断変位 4.5 mm までの載荷とした。繰り返し載荷は、その過程において、せん断変位 1.5 mm および 3.0 mm の時点で載荷荷重 0 kN まで除荷し再載荷することとした。

(2) 実験結果

図—9に、アルミ合金と鋼材の摩擦実験結果を示す。縦軸は摩擦力 Q を、横軸はせん断変位 δ (滑り量) を示す。

圧着力は、 $N = 7.5, 12.5, 27.5, 40.0$ kN の 4 種類

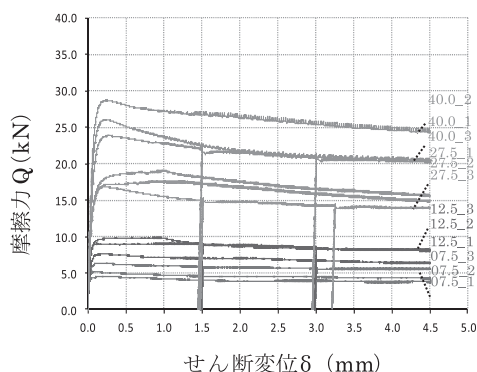


図-9 アルミと鋼材の実験結果

である。

いずれも明確な最大静止摩擦力を示さず、ラウンドハウス型の履歴性状を示した。また、繰り返し載荷の場合、除荷および再載荷の経路はほぼ線形で、再載荷の際には除荷前の摩擦力まで回復する傾向をみせた。このことより、摩擦力和せん断変位の関係に、繰り返し載荷の影響はないと考えられる。

最大静止摩擦力を圧着力で除した摩擦係数は、圧着力の種類によらず 0.7 を超える結果となった。

5. 実大接合部実験

(1) 実験概要

3 および 4 章で述べた摩擦性状を活用し、既存柱とベースプレートの接合部実大実験を実施した。

図-10 に試験体を、図-11 に加力フレームを示す。

試験体柱部は、断面 900×900 mm、高さ 1400 mm とした。柱の高さ設定は、地震時の柱モーメント反曲点となる柱内法高さの半分を想定した。コンクリート圧縮強度は、 31.3 N/mm^2 である。ベースプレート（以下 BP）は、SS400 の鋼材製である。鋼材の摩擦面は、赤錆状態とした。摩擦面の構成は、柱コンクリート、無収縮モルタル、アルミ、BP である。無収縮モルタルは、プレミックスタイプの低発熱型とした。アルミ

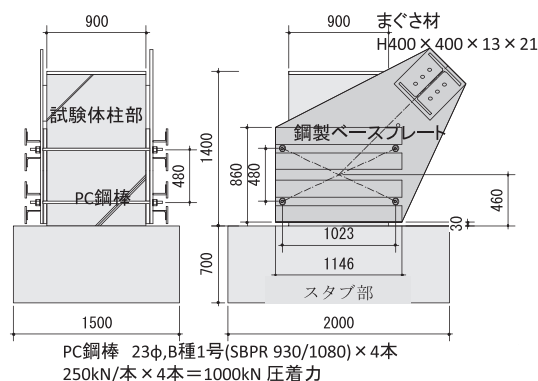


図-10 試験体

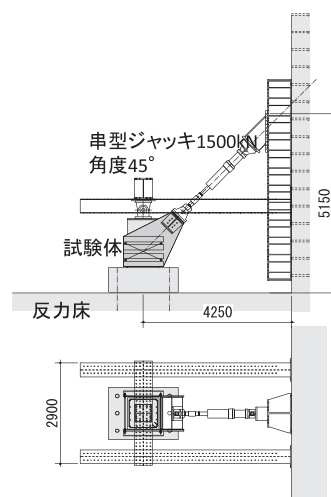


図-11 加力フレーム

は、両面ともグリットブラスト $100 \mu \text{mRz}$ 処理し、さらにクロム酸塩系の皮膜処理 ($\text{Cr}50 \text{ mg/m}^2$ 以上) を施した。

PC 鋼棒は、 $\phi 23 \text{ mm}$ 、B 種 1 号 (SBPR/1080) を 4 本とした。緊張力は、 250 kN/本 とし合計で 1000 kN とした。鋼材とアルミの摩擦係数を 0.6 とし、 1000 kN のブレースを想定した。安全率を 1.2 としブレース材軸力に乘じ、軸力最大想定を 1200 kN とした。この値と摩擦係数 0.6 より、必要な緊張力は 1000 kN となる。

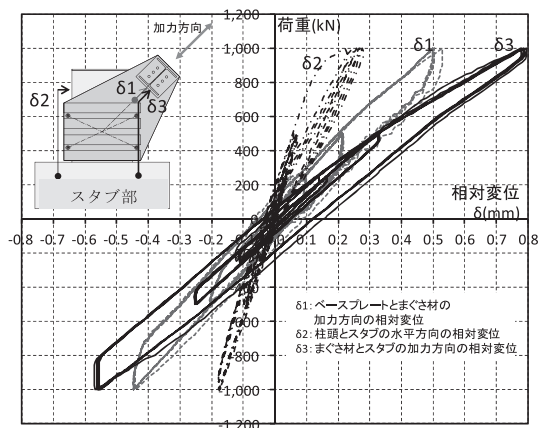
図-11 に示す試験体 BP のまぐさ材に 45° 方向に 1500 kN 串型ジャッキを取り付けた。

載荷は、正負交番載荷とした。荷重制御を採用し、 ± 250 、 ± 500 、 $\pm 1000 \text{ kN}$ を、それぞれ 3 回ずつ加力することとした。

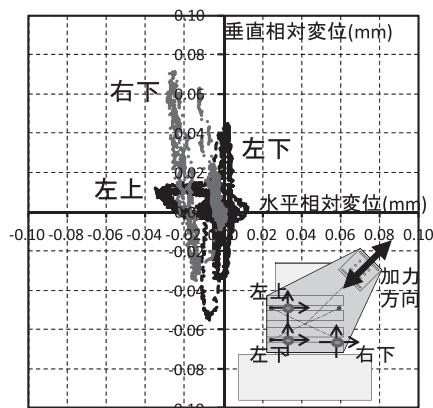
(2) 実験結果

図-12 に、荷重と各部変位の関係を示す。図の縦軸は荷重を、横軸は以下に示す相対変位を示す。相対変位は、d1 が BP とまぐさ材中央の相対変位（加力方向）、d2 がスタブと柱頭（d1 の測定点と同じ高さ）の相対変位、d3 がスタブとまぐさ材中央の相対変位（加力方向）とした。d1、d2、d3 とともに、線形の性状を示した。d1 と d2 の合計値が、概ね d3 に近い値となっている。

図-13 に、各部のすべり変位の関係を示す。摩擦すべり変位は柱躯体と BP 間の相対変位とし、図中に示す通り左上、左下、右下の 3 カ所を測定している。図の縦軸は垂直方向の柱躯体と BP 間の変位を、横軸は水平方向の柱躯体と BP 間の変位を示す。3 カ所の相対変位を見ると、絶対値の最大は水平方向で 0.03 mm 程度、垂直方向で 0.07 mm 程度と、極めて少ない値



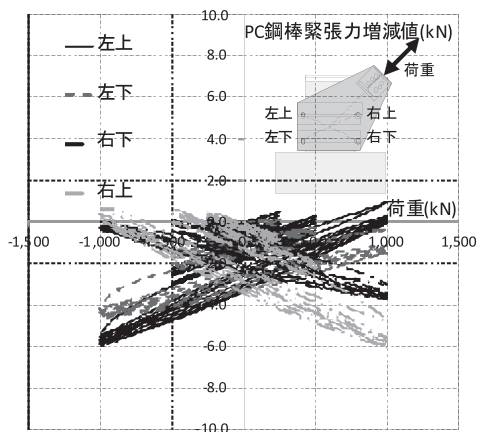
図—12 荷重と変位の関係



図—13 各部のすべり変位の関係

となった。

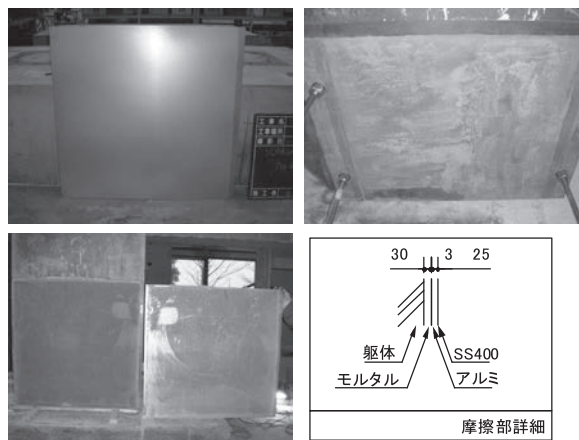
図—14 に、PC 鋼棒緊張力の増減を示す。図の縦軸は PC 鋼棒緊張時を 0 とした緊張力の増減値を、横軸は荷重を示す。4 本の PC 鋼棒は、初期値として 250 kN/本の緊張力を与えた。緊張力は、最大で 6.0 kN の低減が認められた。これは、緊張時の 2.4% であり、極めて小さな値である。緊張力の増減は、各箇所ともに荷重に対し線形に挙動している。繰り返し荷重が作用することで緊張力は低減する傾向にあるが、荷重が 0 kN の時の低下は、最大で約 3 kN であり、初期緊張



図—14 PC 鋼棒緊張力の増減

力 250 kN の 1.2% と極めて小さい値となった。

写真—2 に、実験後の摩擦面を示す。BP、アルミ、モルタル面に、摩擦による顕著な摩耗や損傷はなかった。



写真—2 実験後の摩擦面

6. おわりに

本開発では、摩擦接合を前提とした圧着技術の実用化が目的であった。そのため、素材の組み合わせごとに、摩擦性状を把握するための実験を行い明らかとしてきた。それらを設計標準化し、実大実験により性能の検証と設計方法の確認を行った。

本工法は耐震補強に活用できるだけでなく、建築物のジャッキアップなどへの応用活用が可能である。

今後とも、さらなる技術の向上に努め、普及していく所存である。

尚、この圧着固定方法は、一般財団法人ベターリビングの技術評定を取得した。

一般評定 CBL RC005—10 号「移動可能な圧着固定工法による躯体柱との接合部の設計施工法」平成 24 年 12 月 28 日

J C M A

[筆者紹介]

渡邊 高朗 (わたなべ たかあき)
東急建設株式会社
建築本部 建築技術部



阿部 菜穂美 (あべ なおみ)
東急建設株式会社
建築本部 建築技術部



既存天井の後付耐震改修構法の開発

グリッドサポート構法

櫻庭 記彦

既存天井に対して天井の室内側からサポート材を天井面に設置し、地震時に天井に生じる慣性力を、サポート材を介して躯体または構造体に負担させることにより、天井変位および損傷を制御する構法を開発した。一般的に用いられるブレースにより天井慣性力を躯体に伝達する方法に比して、部材・接合部の設計や変形制御等が非常に容易であり、高い耐震性能を天井に付与できる構法である。

さらに当構法は、既存天井が想定以上の地震力に対して鉛直支持力を喪失しても、天井面に設置したサポート材で天井自重を支持することにより、人災につながるような天井の崩落を防止する機能を兼ね備える。

本稿では、当構法の設計法及び実大振動台実験による検証結果について述べる。

キーワード：天井、耐震化、落下防止、改修

1. はじめに

天井の耐震改修を行う場合、既存天井を一旦撤去して新たに性能が確認された耐震天井を新設する方法や、天井内で天井下地に耐震ブレースを追加し、接合金物を補強するなどの方法が一般的にとられている。

前者の場合、改修を行う空間に対して工事期間中の立ち入り禁止措置や事業停止、工事中の塵埃飛散、産業廃棄物の増加、多額の工事費用負担などの課題があり、天井改修工事が実施に至らないことも多い。後者の場合は、天井の耐震化を図るうえで重要な下地主材や接合部および耐震ブレース等の強度のバランス¹⁾を確保することが難しく、改修しても一定の耐震性能を期待できないという課題がある。また、設備等との干渉で、後から十分な補強対策ができない場合も多い。

さらに、24時間365日稼動環境下にある施設（例えばインフラ管制施設や特殊な製造ラインなど）では、工事期間中の一切の業務停止を行わず、また改修工事完成後は大地震などの災害後ただちに業務再開を行わなくてはならず、これらの条件を満足する既往の天井耐震化構法は存在していなかった。

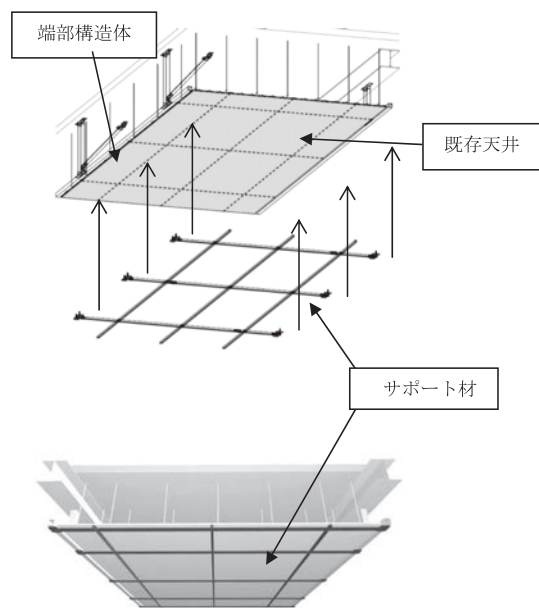
そこで、既存の天井を使用しながら容易に改修でき、既存天井下地の強度にかかわらず一定の耐震性能を付与できる「グリッドサポート構法」の開発を行った。

2章では当構法の概要を、3～5章では当構法の力学的検討および振動台実験による検証結果を示す。

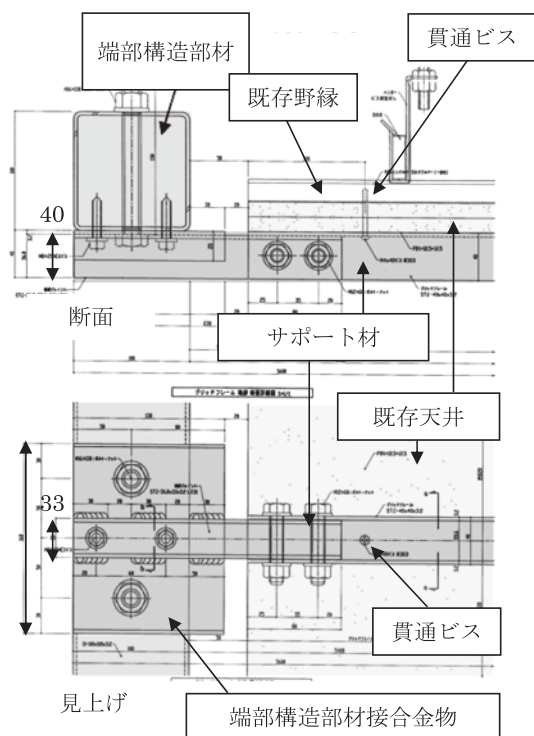
2. 改修構法の概要

1章に述べた施工上の課題を解決するため、次の方針で開発を行うこととした。まず、①塵埃飛散や産業廃棄物を縮減するため、既存天井の解体範囲を最小限とすること、②土日・夜間作業であっても工事のための仮設盛替えに容易に対応できるように、構成部材を3m以下程度の短尺部材とすること、③天井下地の強度や天井内設備の配置に左右されず、低コストで一定の耐震性能と落下防止性能を併せ持たせるため、構成部材を後付けの汎用部材とすること、④天井内作業を最小限とすること、などである。格子状に構成した鋼材（以下、サポート材と呼ぶ）を、既存天井のボード面に室内側から野縁を貫通するビスで固定し、その端部を天井周囲の構造部材（例えば角形鋼管□—100×100×3.2等）に所定の接合金物で固定する。当構法の概要を図—1に、詳細を図—2に示す。

当構法では、地震時に天井面に生じる慣性力をサポート材を介して周囲の構造部材に伝達することにより、天井面の変位を制御し、天井の損傷・脱落の主な原因である下地接合部への繰返し曲げ等の負荷を軽減することができる。ブレースを用いて天井慣性力を躯体に伝達する方法に比べて、より直接的に躯体に力を伝達することができるため、平易な机上検討で部材設計が可能である。また本構法は、万一天井が鉛直支持力を喪失しても、サポート材によって天井面全体の崩落を防止するフェイルセーフ機能を併せ持っている。



図一 改修構法の概要



図二 改修構法における天井材と端部構造材との接合詳細

さらに、下地材の主材に一般普及材（非 JIS 材）を使用した天井で、ブレース等の耐震対策を施していない天井に対しても一定の耐震性能を付与することができる。

3. サポート材断面の検討

3章では、サポート材断面の設計法を示す。

まず、想定する地震力に対して既存天井の水平方向の慣性力を求め、1本当たりのサポート材が負担する

水平力を算定する。次に、既存天井が全面落下した場合にサポート材に加わる最大張力を算定する。最大張力は、懸垂線の式²⁾を用いて反復解法により求めることができる。サポート材断面は、これら2つの力に耐えるように設計することになる。

本検討では、長さ 12 m、重量 20 kg/m² の既存天井を仮定し、サポート材の取付けピッチを@ 1,800 とした。想定する地震力は、国土交通省から天井の脱落に関する告示（国土交通省告示第 771 号他）³⁾ の仕様規定における最大値である天井面加速度 2.2G とした。これらの条件を用いて上記の検討を行ない、サポート材には、板厚 $t = 3.2$ mm で図一2に示す部材断面の SPCC 材を用いることとした。また、サポート材どうしの接合部や、サポート材と端部構造体への接合部に使用するボルトについても、上記2つの力に耐えるように径や本数を求めた。

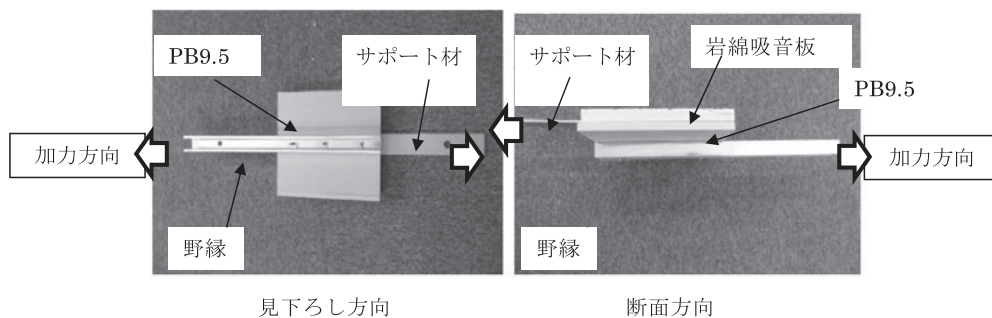
4. 既存天井との接合部の検討

サポート材は天井と一体化させ、地震時の天井慣性力を確実に負担させる必要がある。ここでは、サポート材と既存天井との接合部について検討した。

当該部の接合では、天井室内側よりサポート材をタッピングビスにてボードに貫通させて野縁と固定することとした。ビスには、内装工事で汎用的に使用される 4 mm のタッピングビスを使用した。

ビスによりサポート材と野縁とを、ボードを介して固定した場合の接合耐力を実験で求めた（写真一1）。実験では、一般材の野縁に対し、9.5 mm の石膏ボードおよび岩綿吸音板を介して厚さ 3.2 mm の鋼製フラットバー（サポート材）をビス固定し、引張試験機にてせん断方向に加力して耐力を測定した。ビス形状は皿ビスおよび鍋ビスの2種類とし、耐力の違いを調べた。

その結果、皿ビスと鍋ビスでは、鍋ビスの方が 1.1 倍から 2.0 倍程度耐力が高く、また弾力的な挙動を示す範囲も鍋ビスの方が大きいことが解った。また、@ 300 ~ 400 程度でサポート材を鍋ビスで固定すれば、3章で求めた地震時慣性力に対し、弾性範囲では 2 倍程度、終局耐力では 3.6 倍程度の耐力が見込めることが解った。ビスピッチは施工的に野縁のピッチに影響されることとなるが、一般的に用いられる @ 303 で配置された野縁に鍋ビスで固定すれば、天井慣性力をサポート材に有効に伝達できると考えられる。



写真—1 既存天井との接合耐力試験体

5. 振動台実験

振動台実験では、サポート材と天井材との接合部、サポート材どうしの接合部、サポート材と端部構造部材との接合部が、想定する地震力に対して継続使用可能な状態を保持できることを確認した。想定する地震力は国土交通省告示第771号他³⁾の仕様規定の最大値が2.2Gであることから、1.5倍の安全率を見て天井面で最大加速度3.3Gとなるレベルとした。

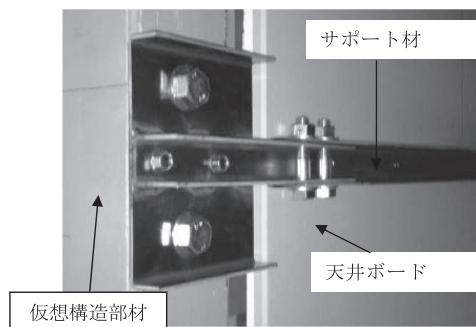
(1) 試験体

振動台上に加振用フレームを設置し、加振用フレーム上部から既存天井を模した試験体を吊り下げ、その下部にサポート材を設置して加振した。

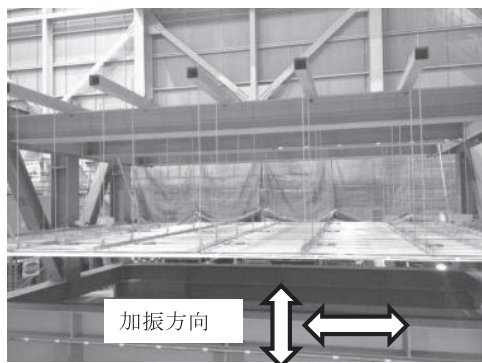
試験体となる既存天井では、野縁と野縁受け等の主

材を一般材とし、JIS A 6517⁴⁾と同形状の一般材クリップ、ハンガーを用いた。試験体の大きさは5.7 m × 5.0 mで、吊長さを1500 mmとした。ブレース等の耐震部材は設置しなかった(写真—2, 3)。

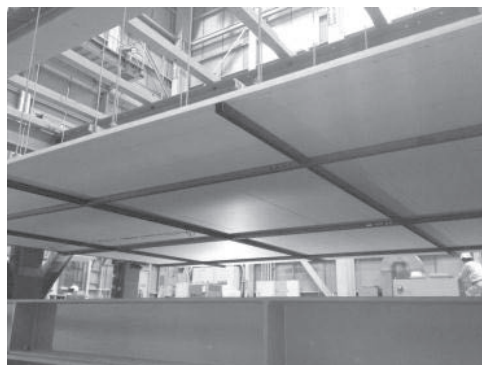
さらに、図—2に示すサポート材を天井面室内側に所定のピッチにてビスを固定し、その端部を仮想構造部材である角形鋼管□—100 × 100 × 3.2に緊結した(写真—3, 4)。



写真—4 端部接合部



写真—2 試験体全景 (天井ふところ側)



写真—3 試験体全景 (天井仕上げ面側)

計測項目は、振動台、加振用フレーム頂部の加速度、天井面の加速度および加振用フレームからの相対変位とした。

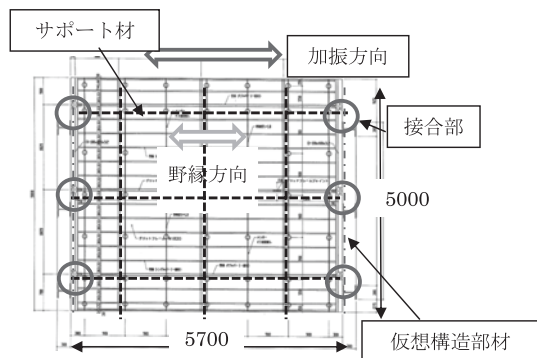
実建物に適用する場合には、サポート材は4辺の端部をそれぞれ構造部材に緊結することになるが、本実験では加振用フレームの制約上2辺にしか仮想構造部材が設置できないため、試験体は①～③の3種類を用意した。試験体の諸元を表—1に示す。

試験体①では、野縁方向にサポート材を固定し、サポート材と天井材の接合部の耐力を確認した。サポート材は3本使用(@1800)し、端部は3か所で仮想構造部材に緊結した(図—3)。

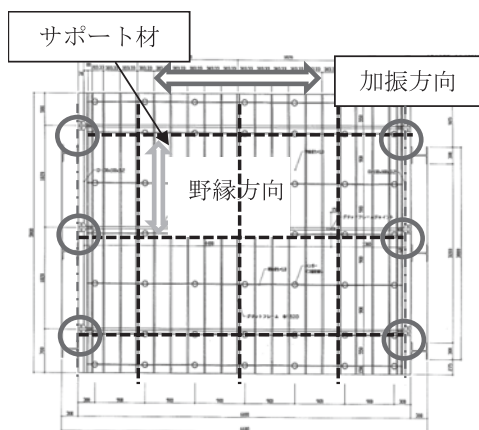
試験体②では、野縁と直交方向にサポート材を固定し、試験体①と同様にサポート材と天井材の接合部の耐力を確認した。サポート材の数は試験体①と同じである(図—4)。また試験体②では、振動台の能力の限界付近である1500 Galの加振波を入力し、損傷が

表—1 試験体諸元

試験体面積	$5.7 \times 5.0 = 28.5 \text{ m}^2$
試験体総重量	既存天井重量（ボード及び天井下地）： 634.12 kg サポート材： $3.38 \text{ kg/m}^2 \times 28.5 \text{ m}^2 = 96.33 \text{ kg}$ 試験体重量： $634.12 + 96.33 = 730.5 \text{ kg}$ 試験記号 e 以降は 87.3 kg のおもりを付加し 817.8 kg



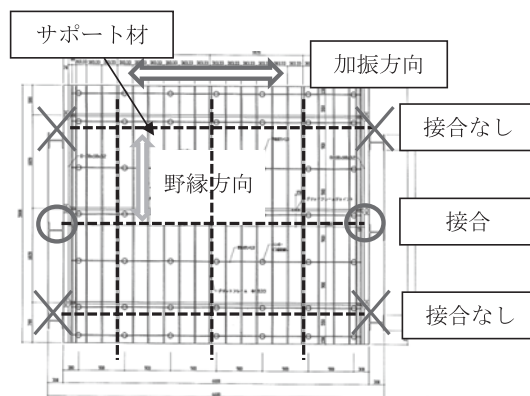
図—3 試験体①



図—4 試験体②

始まる起点を把握した。

試験体③では、サポート材と端部構造体との接合部およびサポート材どうしの接合部の耐力を確認した。実建物での構造部材の設置ピッチを 12 m、サポート



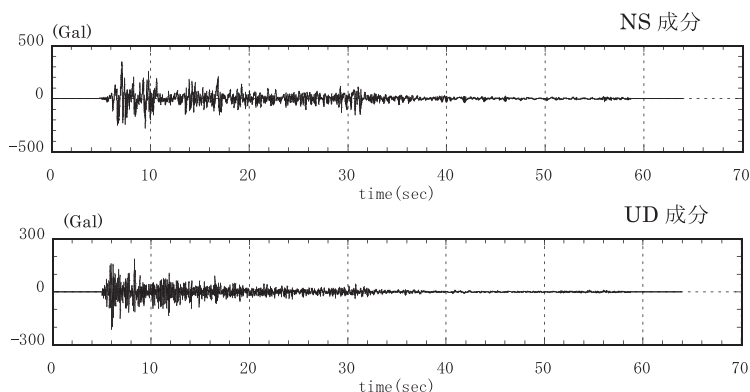
図—5 試験体③

材の取付けピッチを 1.8 m と想定した場合のサポート材 1 本あたりに掛かる天井面積 $12 \text{ m} \times 1.8 \text{ m}$ 相当分の慣性力を、試験体の接合部に負担させた。試験体は、サポート材の端部接合部を中央一か所のみ接合し、その他の接合部を外し、中央のサポート材に天井試験体のすべての水平力を集中して所定の軸力を負担させることとした（図—5）。

(2) 加振ケース

加振方向は水平 1 方向 + 上下方向とした。入力波は、図—6 に示すエルセントロ波 NS 成分および UD 成分を最大加速度で基準化して用いた。上下方向の最大加速度は水平方向の 1/2 とした。

水平方向の最大加速度 300 Gal の入力から開始して、徐々にレベルを上げた加振を行った。なお、振動台の能力の限界付近の入力でも、天井面に掛かる水平方向の慣性力が目標値に達しなかった場合は、天井面におもりを付加して目標とする慣性力を上回るように調整した。目標値の具体的な設定方法は以下のとおりである。面積 28.5 m^2 、重量 20 kg/m^2 の天井に対して、天井面最大加速度 3.3 G の場合の慣性力を求めると 1,881 kgf となる。本試験体におもりを付加しない場合、サポート材込みの重量は 730.5 kg であるため、



図—6 振動台への入力波（エルセントロ波）

慣性力 1,881 kgf となる最大加速度は 2.6 G である。また、本試験体に 87.3 kg のおもりを付加して試験体重量を 817.8 kg にすると、慣性力 1,881 kgf となる最大加速度は 2.3 G である。したがって、試験体①と②では、おもりの付加の無い天井では 2.6 G、おもりを付加した天井では 2.3 G が天井面の目標加速度となる。試験体③では、面積 21.6 m^2 ($1.8 \text{ m} \times 12 \text{ m}$)、重量 20 kg/m^2 、天井面最大加速度 3.3 G の場合の慣性力 $1,425.6 \text{ kgf}$ ($21.6 \text{ m}^2 \times 20 \text{ kg/m}^2 \times 3.3 \text{ G}$) が目標とする慣性力であり、おもりを付加した試験体重量 817.8 kg のときには、1.7 G が天井面の目標加速度となる。

(3) 実験結果

地震波による加振に先立ち、ホワイトノイズ波の加振を行って試験体の固有振動数を調べた。試験体①および②の水平方向の固有振動数は 34.9 ～ 38.3 Hz（周期 0.026 秒～ 0.028 秒）であり、通常の在来工法天井

の固有周期に対して非常に高いことを確認した。

野縁方向にサポート材を固定した試験体①の加振結果を表—2 に示す。試験記号 d では振動台の能力の限界付近の加振に対し、天井面加速度が目標の 2.6 G を上回らなかったため、天井面におもりを付加した。試験記号 e では、試験体重量 817.8 kg に対して天井面では目標とする 2.3 G を上回る最大加速度となったが目視上損傷がなく、一部サポート材と天井の接合ビスにゆるみが出た程度であった。軽微な補修により初期状態に復旧できる状態であり、目標とする軽損で継続使用可能な範囲にとどめることができた。

野縁受け方向にサポート材を固定した試験体②での加振結果を表—3 に示す。試験記号 g では、天井面で目標とする 2.3 G を上回る最大加速度となったが、目視上損傷がなく、ビスの緩みも発生しなかった。さらに試験記号 h では、振動台入力加速度 1,500 Gal に対して天井面で 3,049 Gal の応答加速度となり、想定

表—2 試験体①の加振結果（野縁方向の加振）H（水平方向）、V（上下方向）

記号	振動台入力 加速度 (Gal)	試験体重量 (kg)	天井面目標 加速度 (G)	加振フレーム頂部 (天井吊元)加速度 (Gal)	天井面 応答加速度 (Gal)	天井面と加 振フレーム の最大相対 変位 (mm)	目視観察結果
a	H = 300 V = 150	730.5	2.6	H = 622 V = 589	H = 516 V = 542	0.3	損傷なし
b	H = 900 V = 300	730.5	2.6	H = 1528 V = 1808	H = 1476 V = 3080	1.0	損傷なし
c	H = 1200 V = 600	730.5	2.6	H = 2053 V = 2170	H = 1898 V = 2584	0.9	損傷なし
d	H = 1500 V = 750	730.5	2.6	H = 2539 V = 3442	H = 2283 V = 5586	1.8	サポート材および天井面に損傷なし 天井のクリップ外れ、ハンガー開き が生じる
e	H = 1500 V = 750	817.8	2.3	H = 2466 V = 3276	H = 3350 V = 5238	4.2	サポート材および天井面に損傷なし サポート材と天井の接合ビスに一部 ゆるみ

表—3 試験体②の加振結果（野縁受け方向の加振）H（水平方向）、V（上下方向）

記号	振動台入力 加速度 (Gal)	試験体重量 (kg)	天井面目標 加速度 (G)	加振フレーム頂部 (天井吊元)加速度 (Gal)	天井面 応答加速度 (Gal)	天井面と加 振フレーム の最大相対 変位 (mm)	目視観察結果
f	H = 1000 V = 300	817.8	2.3	H = 1734 V = 900	H = 1638 V = 887	1.1	損傷なし
g	H = 1500 V = 450	817.8	2.3	H = 2528 V = 1677	H = 2443 V = 2241	1.9	損傷なし
h	H = 1500 V = 750	817.8	2.3	H = 2498 V = 2200	H = 3049 V = 4818	2.9	損傷なし サポート材と天井の接合ビスに一部 ゆるみ 天井のクリップ外れ、ハンガー開き が生じる

表—4 試験体③の加振結果 H (水平方向), V (上下方向)

記号	振動台入力 加速度 (Gal)	試験体重量 (kg)	天井面目標 加速度 (G)	加振フレーム頂部 (天井吊元)加速度 (Gal)	天井面 応答加速度 (Gal)	天井面と加 振フレーム の最大相対 変位 (mm)	目視観察結果
i	H=1100 V=300	817.8	1.7	H=1920 V=917	H=2218 V=1060	4.9	損傷なし

既存天井のクリップが外れ、ハンガーに開きが生じた。しかしグリッドサポートには、既存天井との接合ビスに一部ゆるみが生じただけで、サポート材やサポート材どうしの接合部、端部接合部等に損傷は生じなかった。

長さ 12 m 相当分の軸力を背負わせたサポート材の接合部を再現した試験体③の加振結果を表—4 に示す。試験記号 i では、天井面で目標とする 1.7G を超える最大加速度となったが、接合部に損傷は生じなかった。

6. まとめ

- ・地震時の天井慣性力を、格子状に構成したサポート材で端部の構造部材に直接的に伝達する天井耐震改修工法「グリッドサポート構法」を開発した。
- ・地震時にかかる慣性力と、既存天井が全面崩落した場合にかかる張力を考慮して、サポート材断面およびサポート材と天井材との接合部、サポート材どうしの接合部、サポート材と端部構造部材との接合部の設計を行った。
- ・その耐震性能を、振動台による動の実験によって確認した。目標とした慣性力（天井重量 20 kg/m^2 、天井面加速度 3.3 G）に対し、部材が軽損にとどまり、軽微な補修で継続使用可能であることを確認した。
- ・開発した構法では、引張材と天井のビス接合部に損傷が発生しやすいことが解った。野縁という薄板部材に対してビスで固定しているため、繰返し挙動によって緩み等が生じ、接合耐力が徐々に喪失されるためであり、想定以上の地震力に対して破損が始まるのもこの部位からである。このため地震後や一定期間の経年に応じて、接合ビスおよび周辺を点検し必要に応じて補修を実施する等の維持管理が必要と思われる。

なお、本構法を実際の建物に適用する場合には、サ

ポート材の端部を支持する構造部材の設計条件や、その部材を既存躯体に取り付ける方法について、建物個別の条件に応じて検討する必要がある。

また、本構法は野縁に対し天井材であるボード系材料が連続的に緊結されている状態を利用して脱着防止対策を図っている。既存天井や室の状況によりボードのビス抜け等が想定される場合、またはそれらに対しても落下防止が要求される場合は、ネット、メッシュ等をグリッドサポートと既存天井面の間に挿入するなどの対策を講じることができる。

7. おわりに

謝辞

当構法は「グリッドサポート」として商標登録されている。清水建設㈱の保有する特許技術を株式会社オクジュー、株式会社桐井製作所らと共同開発により商品化を行ったものである。当構法の開発に当たって、両社からの多大なご協力をいただいた。ここに記して感謝申し上げます。

J C M A

《参考文献》

- 1) 鈴木 健司, 金子 美香, 半澤 徹也, 神原 浩, 櫻庭 記彦: “鋼製下地 在来工法天井の耐震性能に関する実験的研究”, 清水建設研究報告第 89 号, pp.23 ~ 28, 2012.
- 2) 中原一郎: 材料力学上巻, 養賢堂, 1993.
- 3) 国土交通省住宅局建築指導課: 建築基準法施行令の一部を改正する政令について (平成 26 年 4 月施行) 2013.
- 4) 日本工業標準調査会: JIS A 6517:2010, 2010.

【筆者紹介】

櫻庭 記彦 (さくらば ふみひこ)

清水建設㈱

設計・プロポーザル統括 環境・技術ソリューション

本部 BCP・防災ソリューション室主査

兼 技術研究所 安全安心技術センター

主任研究員



超高層建造物を実現する、 耐震安全性に優れた高張力円形鋼管の開発

山 口 徹 雄

近年、建築構造物の大型化、大スパン化に伴って、建築構造用の円形鋼管は高強度化、厚肉化が進んでおり、耐震安全性に優れた引張強度 780 MPa 級の円形鋼管が求められている。これらの要望に対応するため、低降伏比特性と優れた溶接熱影響部（HAZ）靱性を具備した 780 MPa 級円形鋼管を開発した。本開発鋼管は東京スカイツリー®のゲイン塔に適用されており、本報では、その特性および素材鋼板の材料組織制御技術について報告する。

キーワード：建築、円形鋼管、耐震安全性、低 YR、高靱性

1. はじめに

近年、建築分野においては、建造物の大形化や大スパン化傾向が強まるにつれて、使用鋼材のさらなる厚肉化、高強度化の要望が高まっている。さらに、設計自由度や意匠性向上の観点から、入力荷重に対する等方性、梁取付けの自由度の高さなど、構造的に優位な高強度厚肉円形鋼管が、主に柱材として中高層～超高層建造物に適用されてきている。

一方、阪神・淡路大震災以降、巨大地震時の倒壊防止を目的として、塑性変形能力の観点での低降伏比（YieldRatio, 以下 YR という）化や、破壊の起点となりやすい溶接熱影響部（Heat Affected Zone, 以下 HAZ という）での良好な靱性（じんせい）といった建築構造物の耐震安全性向上に関わる特性が建築用鋼材に求められるようになってきている。

このような状況を踏まえ、耐震安全性向上に寄与する鋼材の提供を目的として、HAZ 靱性に優れた低 YR 型の引張強さ 780 MPa 級円形鋼管を開発した。

本稿では、低 YR 化および高 HAZ 靱性化に向けた鋼管素材鋼板の組織制御技術および開発鋼管の特性に

ついて報告する。

2. 開発鋼管の目標特性

本開発鋼管においては、高強度化と耐震安全性向上を目的として以下の特性を具備させることを目標とした（表—1）。

- 1) 鋼管加工後での 780 MPa 級以上の引張強度 (TS) の確保
- 2) 適用最大厚 80 mm、最小径厚比 (D/t) で 10 という厳しい曲げ加工条件時でも低 YR 特性の具備 (YR ≤ 90%)
- 3) 円形鋼管シーム溶接継手部（サブマージアーク溶接、入熱 10 kJ/mm）での靱性確保 ($vE_0 \geq 70$ J)

3. 円形鋼管での低 YR 化と高 HAZ 靱性化

(1) 円形鋼管用素材鋼板の目標特性の設定

今回対象としている厚肉、高強度の円形鋼管は素材鋼板をプレスバンド法によって曲げ加工して製造され

表—1 円形鋼管の機械的性質の目標値

Thickness (mm)	D/t	Mechanical properties				Welded joint properties	
		Tensile properties			Charpy impact properties	Tensile properties	Charpy impact properties
		YS (MPa)	TS (MPa)	YR (%)	vE_0 (J)	TS (MPa)	vE_0 (J)
≤ 80	10 ≤	630 ≤	780 ~ 930	≤ 90	70 ≤	780 ≤	70 ≤

Tensile test specimen : JIS Z 2201 No.4 1/4t

Charpy impact test : JIS Z 2242 V-notch 1/4t

る。曲げ加工により導入されるひずみ量が増すにつれ、塑性変形による加工硬化は大きくなり、鋼管加工後にはYSの上昇に伴い、YRが上昇する。したがって、鋼管加工後の低YR化のためには素材鋼板のYRを低減することが不可欠である。

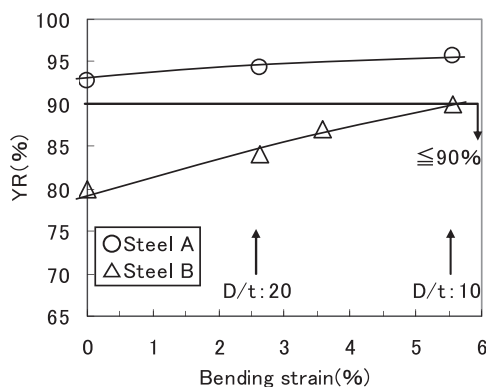
そこで、表—2に示す従来の調質型780MPa級鋼の成分に二相域焼入れ(Q')を施し、低YR化させた供試鋼を用いて鋼管加工時の曲げひずみ量とYRの変化を調査した。結果を図—1に示す。D/tが10という最小径厚比で想定される1/4t位置での曲げひずみ量は5.6%相当であり、その曲げ加工条件においてYR ≤ 90%を確保するには、素材鋼板のYRを80%以下とする必要があることがわかる。本開発においては鋼管加工によるばらつきも考慮し、素材鋼板のYRの目標を75%以下に設定した。

表—2 試作鋼の化学成分と熱処理方法

Steel	Chemical compositions (mass%)						Heat treatment
	C	Si	Mn	P	S	その他	
A	0.13	0.25	0.85	0.009	0.003	Cu, Ni, Cr,	Q-T
B						Mo, V, B	DQ-Q'-T

Q-T: Reheat Quenching (Q)- Tempering (T)

DQ-Q'-T: Direct Quenching (DQ)- Inter-critical reheating and Quenching (Q')- Tempering (T)



図—1 曲げひずみがYRにおよぼす影響

また、溶接継手部の中で、FL (Fusion Line), HAZ部の靱性については、鋼板の成分の影響が支配的であり、鋼管加工による変化は小さいため、素材鋼板の成分設計にてHAZ靱性を確保することとした。以上よ

表—3 鋼管用素材鋼板の機械的性質目標値

Mechanical properties		Welded joint properties	
Tensile properties		Tensile strength	Charpy impact properties
TS (MPa)	YR (%)	TS (MPa)	E_o (J)
780 ~ 850	≤ 75	780 ≤	70 ≤

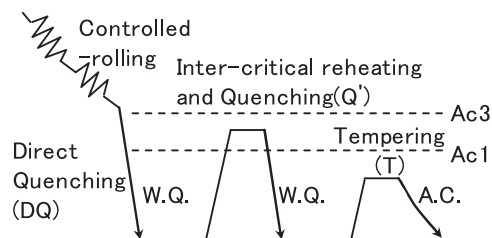
Tensile test specimen: JIS Z 2201 No.4 1/4t

Charpy impact test: JIS Z 2242 V-notch 1/4t

り、耐震安全性と高強度を両立させる鋼管を実現するために設定した素材鋼板の目標を表—3に示す。

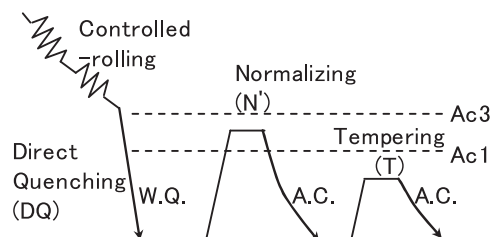
(2) 素材鋼板の極低YR化のための製造方法検討

590MPa以上の高強度建築構造用鋼板で低YR化を実現するための製造プロセスとしてはこれまで、図—2に示すように直接焼入れ(DQ: Direct Quench)の後に二相域での焼入れを含む多段熱処理(DQ-Q'-T)が適用されてきた^{1), 2)}。これは、DQ時に生成してQ'時に逆変態せず、高温焼戻しを受ける焼戻しベイナイト(軟質相)と、Q'時に逆変態して生成したベイナイト(硬質相)の複相組織とすることによってYRの低減を図ったものであり、780MPa級素材鋼板のYRは図—1のとおり80%程度であり、今回の素材鋼板のYR目標である75%以下を満足できていない。低YR化には軟質相と硬質相の硬さ比の増大が有効である³⁾。軟質相の硬さを低下させることによる硬さ比の増大は、780MPaという高強度の維持が困難であることから、高強度を維持した上でさらに鋼板の極低YR化を図るには、硬質相の硬さをさらに増加させることが効果的であると考えられる。そこで、ベイナイトや焼戻しマルテンサイトより硬さの高い島状マルテンサイト(Martensite—Austenite constituent, 以下M—Aという)を硬質相として積極的に活用することとした。

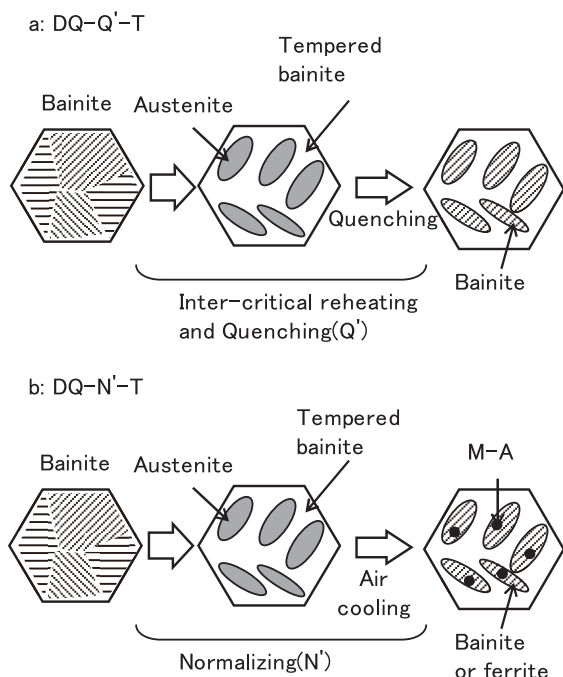


図—2 多段熱処理(DQ-Q'-T)の模式図

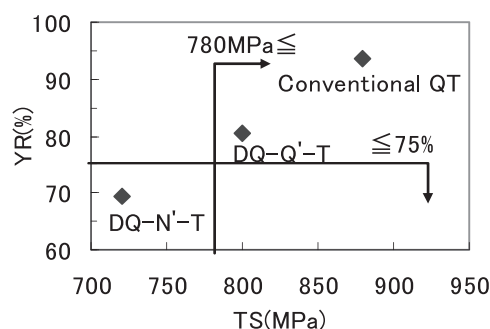
M—Aは、オーステナイトからの拡散変態の進行に伴い、未変態オーステナイトへのカーボンの局所的な濃縮によって生成する。そのため、M—Aを生成させるには、二相域加熱後をQ'のような水冷ではなく、冷却速度の遅い空冷とする二相域焼準(DQ-N'-T、



図—3 多段熱処理(DQ-N'-T)の模式図



図—4 多段熱処理 (a: DQ-Q'-T, b: DQ-N'-T) による組織制御の模式図

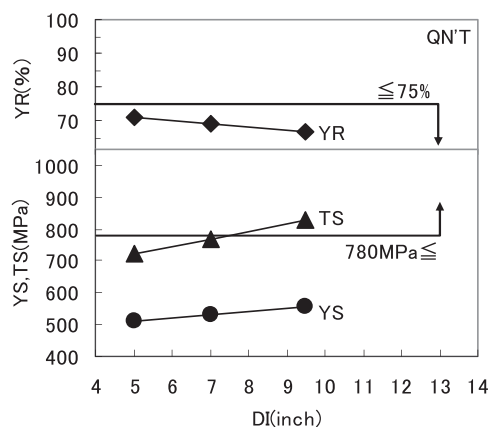


図—5 種々の熱処理方法での TS と YR の関係

図—3) を適用し、図—4 に示すように二相域加熱後の空冷中に逆変態オーステナイトへのカーボンの局所的な濃縮を促進させることが有効と考えた。図—5 に表—2 と同じ成分の供試鋼を用いて各熱処理法での TS—YR バランスを調査した結果を示す。N' を適用することにより、素材鋼板に対する YR の目標である 70% 程度という極低 YR 特性を実現できることがわかる。しかしながらこの成分では、二相域加熱後の空冷時に軟質なポリゴナルフェライトも析出し、その TS は 720 MPa 程度にとどまっている。したがって、N' を適用して極低 YR 特性を具備しつつ、780 MPa 級鋼としての強度を確保するには焼入れ性をさらに高める必要がある。

(3) 素材鋼板の成分系の検討

図—6 に今回適用を検討している DQ—N'—T プロセスに近い Q—N'—T (Q: オフライン再加熱焼入—N'—T) における 780 MPa 級鋼板の引張特性におよぼ



$$* DI = 1.16 \times (C/10)^{1/2} \times (0.7 \times Si + 1) \times (5.1 \times (Mn - 1.2) + 5) \times (0.35 \times Cu + 1) \times (0.36 \times Ni + 1) \times (2.16 \times Cr + 1) \times (3 \times Mo + 1) \times (1.75 \times V + 1) \times (200 \times B + 1)$$

M: M(mass%)

図—6 780 MPa 級鋼板の引張特性における DI の影響⁴⁾

す焼入れ性倍数 (合金元素を添加したときの理想臨界直径と、添加しないときの理想臨界直径との比) DI の影響を示す⁴⁾。ここで、DI は鋼の焼入れ性を示す指標で丸棒試験片が中心部までマルテンサイト変態する最大直径 [inch] のことであり、添加元素の種類や量の影響を受ける。DI が増加するのに伴って強度は増加し、YR は低下する傾向が確認された。また、780 MPa 級としての強度を安定して確保するには DI は 9 inch 以上が必要になることがわかる。しかしながら、表—2 に示したような従来の調質型 780 MPa 級鋼板の成分ではカーボン量が 0.1% を超えている。このため、耐溶接割れ性や HAZ 韌性の劣化を招くことが懸念されることから、焼入れ性向上のためにさらに合金元素を添加することは困難である。

一方、これまでに 590 MPa 級以上の高強度鋼における HAZ 韌性改善技術として、「低カーボン多方位ベイナイト技術」⁵⁾ が確立されている。この技術は、従来の 780 MPa 級鋼に対し、カーボン量を 1/2 以下とするとともに弱炭化物生成元素である Mn, Ni, Cr を積極的に添加し、HAZ の組織単位の方角をランダム化することによって破壊の抵抗を上げる技術である。これにより、従来の調質型 780 MPa 級鋼板に対して耐溶接割れ性と HAZ 韌性を大幅に改善することが可能である。そこで、強度確保と HAZ 韌性両立の観点からこの技術に基づいた成分系とすることとした。

4. 素材鋼板と円形鋼管の特性

2 章で述べた検討結果を踏まえ、耐震安全性に優れた低 YR 型 780 MPa 級円形鋼管用素材を製造した。

まず、成分は良好な HAZ 靱性が得られる「低カーボン多方位ベイナイト技術」を適用し、極低 YR 特性と高強度を両立させる目的から DI を 10 inch とした（表—4）。そして、この成分を有する鋼片に制御圧延および加速冷却を施し、厚さ 80 mm の厚鋼板とし、二

表—4 開発鋼の化学成分

Chemical compositions (mass%)						DI (inch)
C	Si	Mn	P	S	Others	
0.05	0.26	2.01	0.007	0.002	Cu, Ni, Cr, Mo, Ti, B	10.03

表—5 開発鋼板の機械的性質

Thickness (mm)	Mechanical properties				
	Tensile properties			Charpy impact properties	
	YS (MPa)	TS (MPa)	YR (%)	E_0 (J)	T_{rs} (℃)
80	582	814	71	240	-125

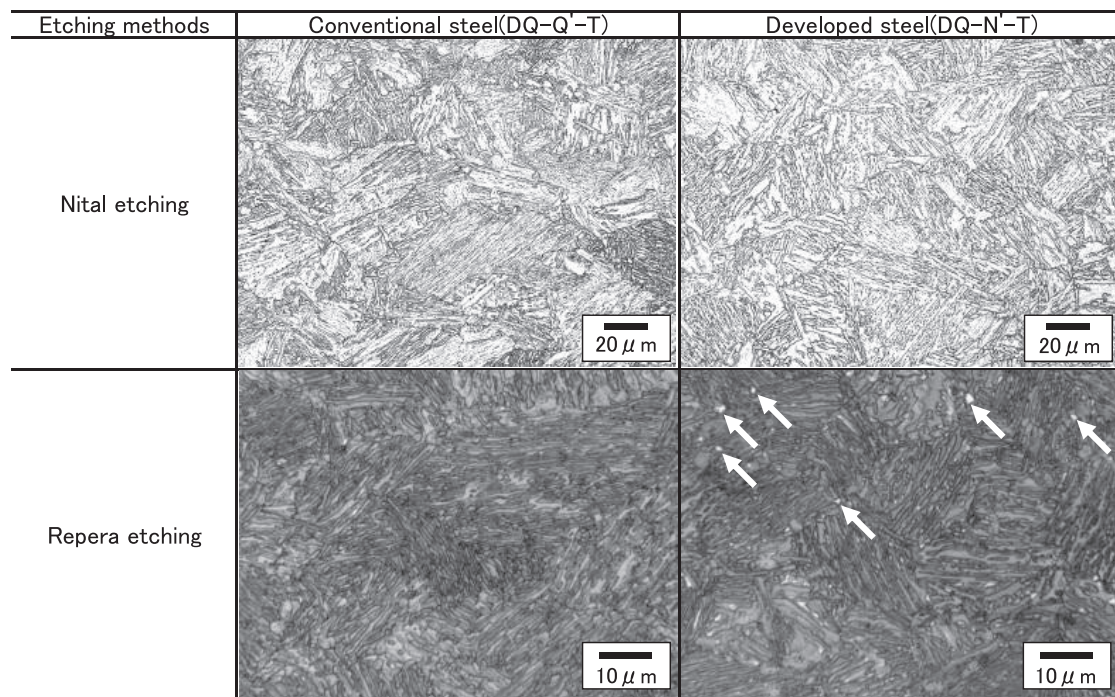
Tensile test specimen : JIS Z2201 No.4 1/4t

Charpy impact test : JIS Z2242 V-notch 1/4t

相域焼準を実施することによって円形鋼管用素材鋼板とした。

表—5 に素材鋼板の機械的性質を示す。780 MPa 級の強度と 71% という極低 YR 化との両立が図られている。図—7 に開発鋼板の組織写真を示す。比較として二相域焼入れを実施した従来鋼の組織も示す。ナイトール腐食の結果、いずれの鋼板も地の組織は微細な焼戻しベイナイト組織となっていることがわかる。一方、レペラ腐食の結果、二相域焼準を適用した開発鋼には微細に分散した M—A が認められ（図中の矢印部）、図—4 に示した狙いどおりの組織となっていることを確認した。以上のような組織の実現により、極低 YR 特性と 780 MPa 級の強度を両立できたものと考えられる。

つぎに、開発鋼板を素材としてプレスベンド法により製管加工を行った。得られた円形鋼管の機械的性質を表—6 に示す。D/t で 10 という本開発で想定した



図—7 開発鋼と従来鋼の組織

表—6 開発鋼管の機械的性質

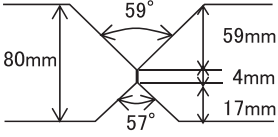
Wall thickness (mm)	D/t	Mechanical properties				
		Tensile properties			Charpy impact properties	
		YS (MPa)	TS (MPa)	YR (%)	E_0 (J)	T_{rs} (℃)
80	10	777	899	86	195	-94
80	15	751	890	84	205	-100
80	20	720	875	82	202	-106

D/t : Diameter of steel pipe/Wall thickness

Tensile test specimen : JIS Z 2201 No.4 1/4t from surface

Charpy impact test : JIS Z 2242 V-notch 1/4t from surface

表—7 開発鋼管のシーム溶接条件と継手性能

Wall thickness (mm)	D/t	Shapes and dimensions of groove	Welding conditions	Tensile properties		Charpy impact properties	
				TS (MPa)	Fracture position	V-notch position	E_0 (J)
80	10		Welding consumable: PF-H80AK/US-80LT Heat input : ~9.3 kJ/mm Preheat : 75°C Inter pass temp : 100 ~ 200°C	854 850	HAZ HAZ	WM	122
						FL	215
						HAZ1mm	191
						HAZ3mm	238

WM : Weld metal FL : Fusion line HAZ : Heat affected zone

Tensile test : JIS Z 3121 No.1

Charpy impact test : JIS Z 2242 V-notch

曲げ加工度の最も厳しい条件においても 86% と十分に低い YR 特性を達成できている。また, D/t で 15, 20 程度の曲げ加工であれば, JIS の建築構造用炭素鋼鋼管 (STKN) に匹敵する低 YR 特性 ($YR \leq 85\%$) が得られている。

表—7 にシーム溶接におけるサブマージアーク溶接 (SAW) 条件, 溶接継手引張特性, およびシャルピー衝撃試験特性を示す。継手強度は 780 MPa 以上を十分に満足している。一方, HAZ 韌性は, 従来の調質型 780 MPa 級鋼板では HAZ 部韌性確保の観点から最大入熱が 5 kJ/mm 以下に制限されているのに対し, 約 2 倍となる入熱 9.3 kJ/mm の溶接を適用しても, 本開発鋼管では 0°C でのシャルピー吸収エネルギーは HAZ 部のいずれの位置でもほぼ 200 J の良好な値を示しており, 目標の 70 J 以上を十分に達成できていることを確認した。

5. おわりに

最大厚 80 mm において, 径厚比が小さく曲げ加工度が高い場合でも安定して低 YR 特性を有し, HAZ 部の韌性も良好な耐震安全性に優れた 780 MPa 級円形鋼管を開発した。開発鋼管は東京スカイツリー® のゲイン塔に適用されている。今後も設計自由度や意匠性, 耐震安全性に優れた建築構造物への適用拡大が期待される。

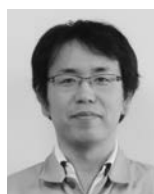
JCM A

《参考文献》

- 1) 鹿内伸夫ほか: 鉄と鋼, Vol.76 (1990), p.89.
- 2) 徳納一成ほか: 新日鉄技報, No.365 (1997), p.37.
- 3) 小林克壮ほか: R&D 神戸製鋼技報, Vol.58, No.1 (2008), p.52.
- 4) 岡野重雄ほか: R&D 神戸製鋼技報, Vol.42, No.3 (1992), p.6.
- 5) 畑野 等ほか: R&D 神戸製鋼技報, Vol.54, No.2 (2004), p.105.

【筆者紹介】

山口 徹雄 (やまぐち てつお)
 (株)神戸製鋼所
 鉄鋼事業部門 技術開発センター 厚板開発部



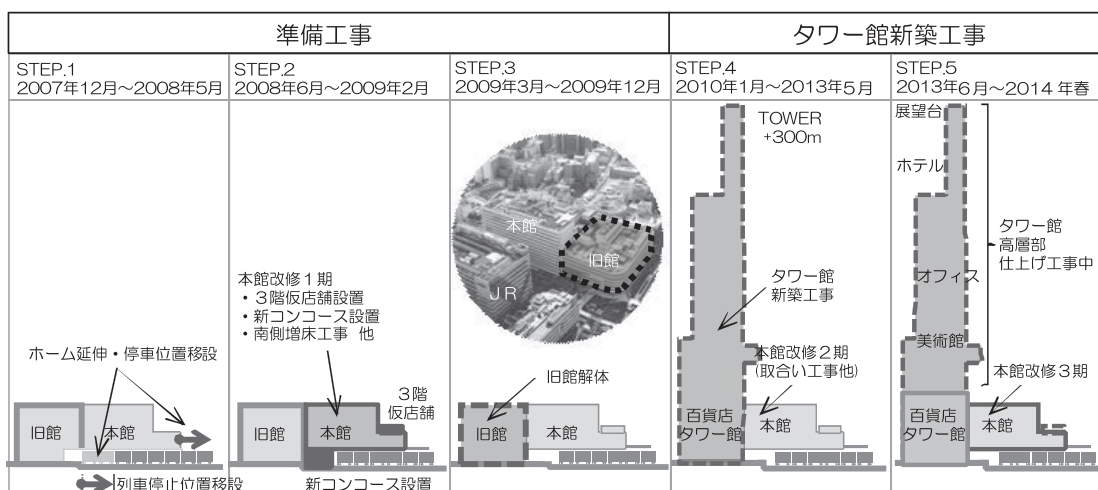


図-2 工事ステップ

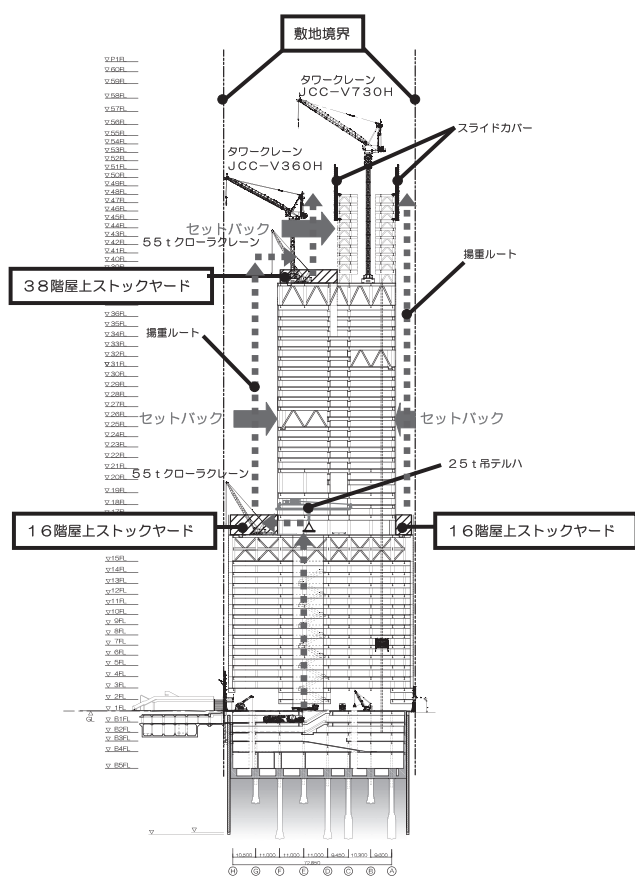


図-3 総合仮設設計画図(断面)

② 1階荷捌き・揚重ヤードの確保

工程に大きな影響を及ぼさない建物の一部を後施工とし、1階からクレーンで直接資材を揚重できるヤードを確保した。後施工としたのは、建物北西部エレベータシャフトの2階から21階部分(平面寸法約21m×20m)、及び建物南部店舗の2階から3階部分(平面寸法約20m×7m)である。

③ 作業空間の分離

1階と地下1階を往来できる仮設スロープを設け、

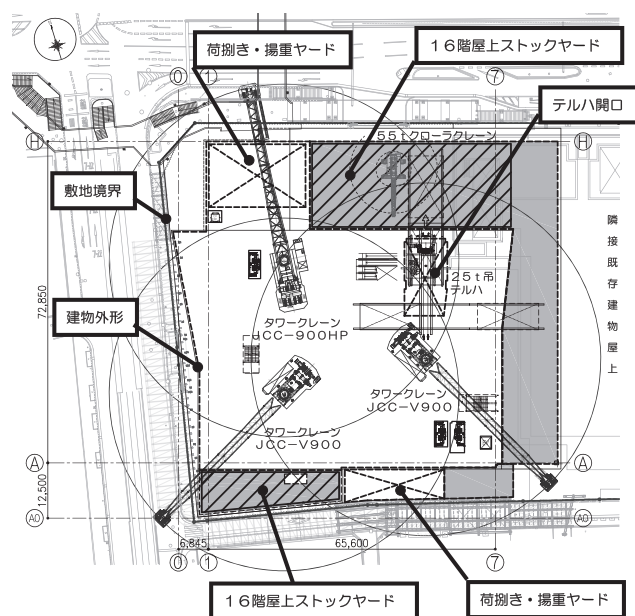


図-4 16階仮設計画図(平面)

1階は搬入鉄骨等の荷捌き・揚重ヤード、地下1階は生コン車ヤードとし、工事ごとにヤードを分離した。

④ 作業時間の分離

掘削土の搬出を夜間に1階から行う計画として作業時間を他作業と分離し、ヤードの確保と搬出入車両台数の平準化(昼は揚重資材運搬車と生コン車、夜は掘削土搬出ダンプトラックが入退場する)を図った。

⑤ 上空ヤードの活用

16階より上階のオフィス階部分、38階より上階のホテル階部分の建方時には、建物形状が16階及び38階部分で南側にセッドバックしていくため、各々の屋上部分を第2、第3のストック及び揚重ヤードとして利用した。資材の揚重に関しては、上空ヤードに揚重するクレーンと建方クレーンを分離することにより、建方の効率化を図った。地上の主要揚重機は900t・m

クラス及び 730 t・m クラスの大型タワークレーンを 4 台計画し、高層部分でセットバックする建物形状に合わせて、段階的にクレーン台数・能力を削減する計画とした。

⑥クレーンの建物内部設置

建物内部に仮設開口を設け、大型クレーンである 25 t 吊テルハを設置した（写真—1, 2）。この 19 階床下に設置したテルハにより、建物内部において 1 階から 16 階まで柱鉄骨を含む資材を揚重した。更に、16 階に 2 台の電動式大型水平運搬台車（ピットレシーバー）を設け、テルハで揚重した資材を 16 階屋上セットバック部の上空ヤードまで水平運搬できるシステムとした。テルハは、建物内部にあるため揚重作業が強風等の天候に左右されない、タワークレーンが使用する貴重な外部 1 階荷捌き・揚重ヤードを必要としないといったメリットがあった。



写真—1 25t吊テルハ（トロリー他全景）



写真—2 25t吊テルハ（揚重時）

(2) 地上工事採用構工法

(a) スライドカバー工法

地上 300 m に達する本建物において、外周部での落下・飛散物養生方法を確立することは、施工における最重要課題であった。様々な工法を検討した結果、剛性の高いトラスフレームを有する油圧せり上げ式の



写真—3 スライドカバー（矢印部分）



写真—4 スライドカバー（鉄骨建方中）

養生枠（スライドカバー工法）を採用した（写真—3, 4）。本工法を採用することにより、最上部の鉄骨建方は、周囲を養生枠で覆われた安全な状態で施工することができた。スライドカバーの下部には、外装カーテンウォールの揚重・取付作業用クレーンとして 1t 吊テルハを設置した。これによりタワークレーンの揚重負荷を軽減し、工期短縮を図った（図—5）。また、万が一外部に物が落下した場合の対策として、外周部に防護構台及びせり出し幅 7.5 m の防護棚である「大朝顔」を設置した（写真—5）。この朝顔は、地上 300 m からボルトが落下しても朝顔の鉄板を貫通しないように、落下の衝撃エネルギーから計算して鉄板板厚を 9 mm と設定した。

(b) タワークレーン用制震装置の開発と適用

大地震が発生した際にタワークレーンが損壊・倒壊するのを防ぐため、様々な対策を施した。その一つとして、タワークレーン用制震装置を新規に開発し、当プロジェクトに実適用した（写真—6）。本装置を用いることにより、東南海・南海地震発生時にタワーク

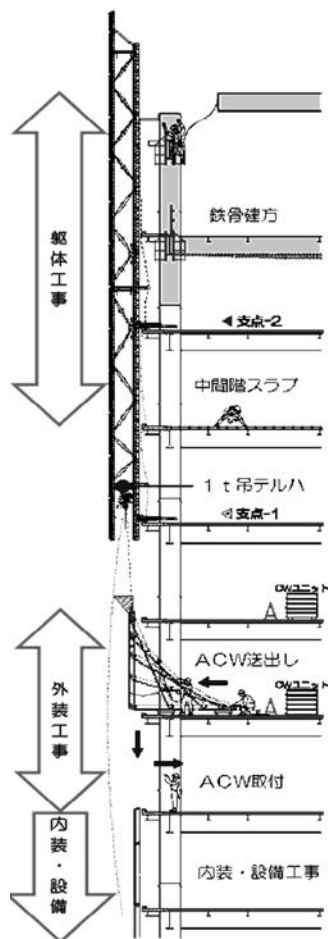


図-5 スライドカバー工法



写真-5 防護棚「大朝顔」



写真-6 タワークレーン用制震装置

レーン頂部の応答加速度を最大で61%低減できることを解析上で確認した。また、制震装置を取り付けたタワークレーンを強制的に揺らす実験を現地で行ったところ、タワークレーン頂部の応答加速度は、制震装置が無い場合に比較してより早く定常状態になることを確認した。

(3) 地下工事採用構工法

(a) 掘削土再利用連壁 (TSW) 工法

計5つの在来線に囲まれた中で地下30mの大深度掘削を可能とするため、高剛性の山留め壁が必要であった。通常のソイル柱列壁では芯材配置間隔に制約が生じ、壁剛性の確保が困難である。そこで、芯材をより狭い間隔で配置できる当社保有技術である掘削土再利用連壁 (Takenaka Soilcement Wall = TSW) 工法を採用した (図-6)。これは、地中連続壁掘削機を用いて掘削を行い、掘削土を地上のプラントでセメントミルクと混合攪拌してソイルセメントを製造し、トレミー管を用いて打設する工法である。本工法採用により、掘削土のうち約7,000m³を再利用することができ、掘削土搬出車両を約1,400台分削減した。つまり、建設副産物の抑制と、掘削土搬出車両の排気ガス中に含まれる温室効果ガス発生を抑制する、環境に非常に配慮した工法である。更に、山留め芯材を本設の鉛直支持部材として評価する「TSW 壁杭工法」を採用することにより外周部の杭を削減し、設計と施工の合理化を図った。

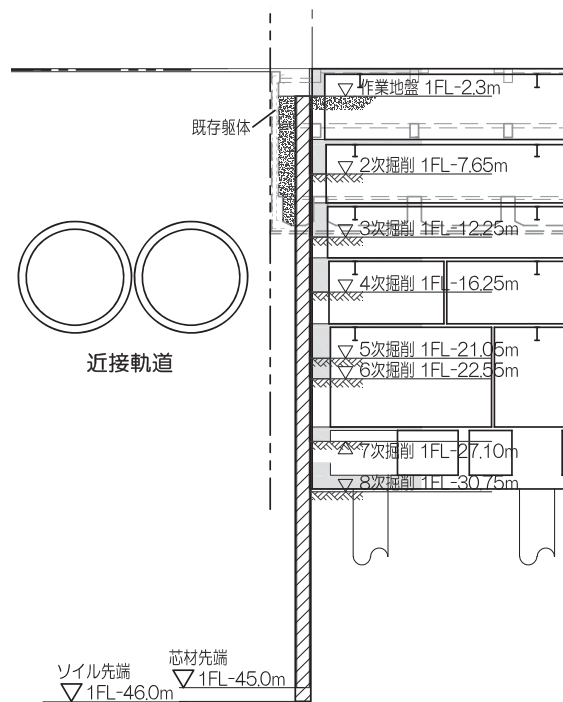


図-6 TSW 掘削深度

加速度センサーを用いた コンクリート打重ね時間管理システムの現場適用

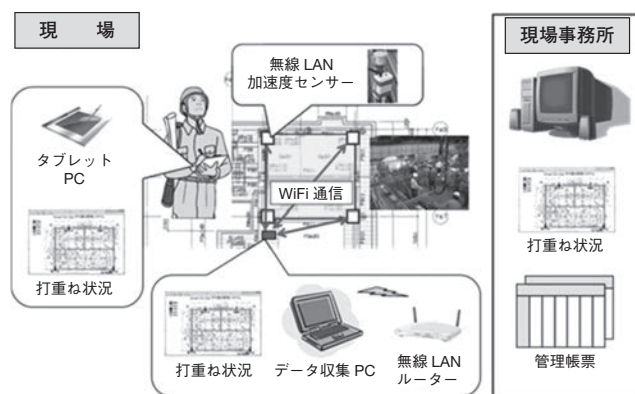
香 月 泰 樹・梅 本 宗 宏・馬 場 朝 之

コンクリート打込み時の管理項目の一つに打重ね時間の管理があるが、多々ある管理項目の中でも厳密に管理するのが非常に難しい項目の一つである。今回開発した「加速度センサーを用いたコンクリート打重ね時間管理システム」は、この打重ね時間の管理を正確かつ効率的に行うことを目的にしたシステムである。本報では、このシステムの概要と適用事例について報告する。

キーワード：コンクリート、品質管理、打重ね時間、加速度センサー

1. はじめに

近年、加速度センサーは小型化、廉価化が進み、その適用範囲が拡大している。地震計などの小型化に寄与しているだけでなく、ゲーム機、タブレット端末、携帯電話など、身の回りの小さな機器にも内蔵され、さまざまな用途で使われている。本報では、この小型化した加速度センサーをコンクリート打設時の打重ね時間管理に適用したシステムの開発概要と、システムを現場適用した事例について記す。



図一 システム全体図

2. 開発の背景

コンクリート打込み時の打重ね時間の管理は、現状では、部材毎に打込み開始・終了時刻を紙面等に記録し、終了時刻から次層の打込み開始までの時間が所定の時間をオーバーしないよう、コンクリート工事担当者が配慮しながら打込みを進める必要があり、非常に手間が掛かるため厳密な管理が難しい。そこで、この打重ね時間の管理を正確かつ容易にし、より密実で不具合の少ない高品質なコンクリートを施工するため、本システムの開発を行った。

3. システム概要

(1) システム構成

システム全体像を図一に示す。現場においてはコンクリート打設工区内の要所部位の鉄筋に無線LAN機能付き加速度センサーの設置を行う。そして加速度センサーからのデータをリアルタイムに収集す

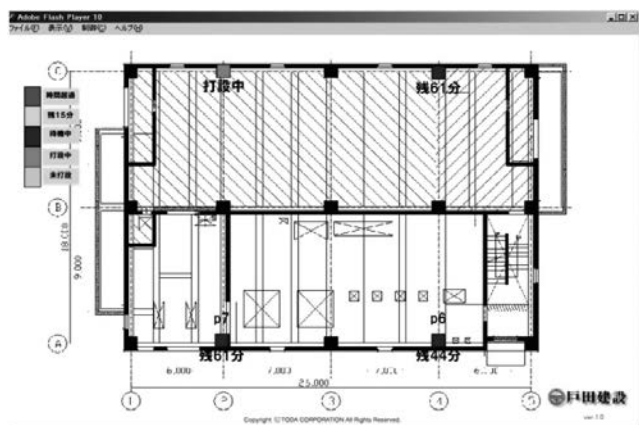
るために、打設工区近辺にデータ収集パソコンと無線LANルーターを設置し、Wi-Fi環境を構築している。コンクリート工事担当者はスマートフォンやタブレット端末を携帯することで、現場でコンクリートの管理をしながら、打ち込み状況をリアルタイムに確認することができる。また、現場事務所にもデータ収集パソコンを設置し、データの確認や帳票作成をすることができる。

(2) システム機能

本システムの特徴機能を以下に記す。

(a) 打込み・打重ね状況のリアルタイム管理機能

コンクリート工事担当者は現場に携帯したスマートフォンやタブレット端末を用いて、打重ね時間（所定時間までの残り時間）をリアルタイムに確認しながら打込みができる（図二、写真一）。これにより、道路事情等により打込みが計画より遅延した場合でも早期に状況を把握し、打設順序や打込み高さの変更を



図－2 打重ね時間管理画面



写真－1 打重ね時間管理状況

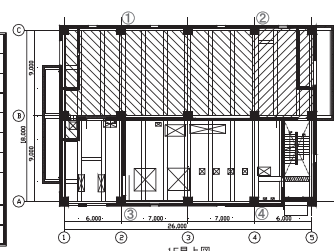
行うことで、より不具合の少ない密実なコンクリートの打込みが可能になる。また、作業所内の拠点や現場事務所などのパソコンでも、同じ画面を確認することができ、コンクリート工事担当者以外の立会者等も同時に打込み状況を確認できる。

(b) 管理帳票出力機能

打込み時間記録は打込み施工概要と合わせて自動でエクセル帳票として出力でき、管理帳票の作成が効率化できる（図－3）。

コンクリート打重ね時間管理記録

作業所名	〇×新築工事
打設日	平成24年 9月 12日
打設箇所	1階立ち上がり、2階スラブ
打設数量	320m ³
設計基準強度	24(N/mm ²)
呼び強度	27(N/mm ²)
最高気温	31℃
打ち重ね時間 間隔の限度	120分
打設開始時間	7:30
打設終了時間	13:50



①	打設時間	打重ね 時間間隔	可否
1	打設開始 7:59		
2	打設終了 8:42	0:39 時間内	
3	打設開始 9:21		
4	打設終了 9:43	0:55 時間内	
5	打設開始 10:38		
6	打設終了 10:58	1:34 時間内	
7	打設開始 12:32		
8	打設終了 12:36		

②	打設時間	打重ね 時間間隔	可否
1	打設開始 8:01		
2	打設終了 8:09	1:24 時間内	
3	打設開始 9:33		
4	打設終了 9:43	1:03 時間内	
5	打設開始 10:46		
6	打設終了 10:54	1:50 時間内	
7	打設開始 12:44		
8	打設終了 12:47		

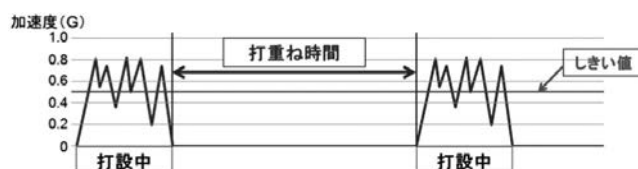
③	打設時間	打重ね 時間間隔	可否
---	------	-------------	----

④	打設時間	打重ね 時間間隔	可否
---	------	-------------	----

図－3 打重ね時間管理帳票

(3) 加速度による打重ね時間取得の仕組み

本システムにおける打重ね時間の取得は、打込み時のバイブレータの振動を利用している。要所部位の鉄筋に取り付けた加速度センサーでバイブレータの振動を取得し、その加速度がしきい値以上になると打設開始、しきい値未満になると打設終了と判断し、次層打設開始までの時間を自動算出、取得する仕組みとしている（図－4）。



図－4 打重ね時間取得方法

4. 現場適用結果

(1) 現場適用

茨城県内の建築工事で本システムを適用し、システムの有効性を確認した（写真－2）。



写真－2 現場適用状況

リアルタイムに打設工区内の打設状況、打重ね時間が一望して確認でき、打込み順序・打込み高さの変更や、複数のポンプ車での打設における、ミキサー車の配車順序の変更など、より柔軟な対応が早期に行えた。このことで適用作業所では従来の方法では難しかった対応が出来るようになり、コールドジョイントが少なくなったと好評であった。また、管理帳票も即時に発行できるようになり、帳票作成の作業時間を、80～90%短縮することが出来た。

一方で、開発時の想定と異なった部分もあり、運用時に修正・改良を施した箇所もあった。以下に現場適用時に修正・改良した点について記す。

(2) 現場適用時の改良点

(a) 通信方法の変更

現場適用をしていく中で、データ収集 PC から離れた部位の一部で、データ取得が不安定になる（寸断される）という事象が生じた。これは適用当初はアクティブ型 IC タグ（写真—3）を使って加速度センサーの情報を送受信していたが、打設工区内に林立する鉄筋が電波を吸収するため、通信距離が平地試験時の半分以下に落ちていたためであった。そこで通信距離の延長のために通信方法を再考し、機器構成や筐体の大きさに一長一短であったが、アクティブ型 IC タグから通信距離のより長い無線 LAN 方式（写真—4）を採用することにした（表—1）。試用の結果、通信距離が倍以上に伸び、工区内のどの部材でもデータを取得することが可能になった。



写真—3 アクティブ型 IC タグ方式



写真—4 無線 LAN 方式

表—1 通信方式比較表

通信方法	通信距離		筐体の 大きさ	機器構成
	平地	現場		
アクティブ 型 IC タグ	40 m 程度	15 m 程度	○	△
無線 LAN	200 m 以上	30 m 以上	△	○

(b) しきい値の微調整機能

打設時におけるパイプレータの加速度による打重ね時間の取得に関しては、加速度センサーを取り付ける部材の種類（鉄筋径、長さ等）に依存する部分がある。運用当初はしきい値は固定としていたが、現場適用に際して、しきい値をタブレット端末上で変更できるようにし、打設時の加速度を見ながらしきい値を微調整することで、現場状況に合わせ、より確実に打重ね時間を取得できるような改良を施した。

5. おわりに

今回開発したシステムは、今まで厳密な管理が難しかった打重ね時間の管理を容易にし、打設後管理帳票の作成の効率化も図れ、コンクリート工事の品質向上に寄与することが確認できた。今後は適用現場を増やすとともに、コンクリートの施工品質管理情報を統合化したデータベースの構築を目指していく予定である。

J C M A

【筆者紹介】

香月 泰樹（かづき ひろき）
戸田建設㈱
技術企画部
主任



梅本 宗宏（うめもと むねひろ）
戸田建設㈱
技術研究所
主管



馬場 朝之（ばば ともゆき）
戸田建設㈱
エンジニアリング部
主管



鉄筋を内蔵したコンクリート充填鋼管構造を採用した高層複合ビルの施工

CFT-R 造

浅井 純

コンクリート充填鋼管（CFT 造）について、内部に鉄筋を配置し、これにより更に大きな構造耐力を確保できる CFT-R 造（以下「本構造」という）の開発を行った。この本構造の柱を、ホテル、事務所、店舗等からなる高層複合ビルに採用した。本構造の施工については、内蔵鉄筋籠の製作や、建方について事前に綿密な計画を行い、施工管理を行った。本報告では、この本構造の概要、施工管理を中心に報告し、あわせて本建物の鉄骨建方工事等の施工計画について紹介する。

キーワード：CFT 造、CFT-R 造、高層ビル、施工計画

1. はじめに

コンクリート充填鋼管（CFT）構造に関して、更なる技術の高度化を目指して、CFT 造に鉄筋を挿入した本構造を開発した。この本構造の柱をホテル、事務所、店舗等からなる高層複合ビルに採用した。本報告ではこの本構造の概要、施工方法を中心に、本建物の鉄骨工事施工計画全般について紹介する。

2. 建物概要

(1) 建物計画概要

本建物（写真—1）は地上 17 階建てで、その階層構成は、1 階がバス停留所・機械室・防災センター等、2 階と 3 階の一部が飲食店舗・物販店舗、3～11 階が賃貸事務所、12～17 階が宿泊特化型ホテルとなっている。屋上にはヘリコプター緊急救助スペースが設置されている。

(2) 建物概要

建築面積	3,167.53 m ²
延床面積	35,605.66 m ²
用途	事務所、ホテル、飲食店舗、物販店舗、自動車庫（バス停留所、タワーパーキング）
階数	地上 17 階、塔屋 2 階
構造	鉄骨造
高さ	74.13 m



写真—1 建物外観

3. 構造概要

本建物は鉄骨造で、1～11 階は制振部材、ブレースを含むラーメン架構で、12～17 階は純ラーメン架構とされている。

1～11 階の柱は、CFT 造（コンクリート充填鋼管造）とし、一部の円形鋼管柱について、CFT 造に鉄筋を挿入した本構造（1～7 階）を採用している。また 1～2 階の吹抜け部については、一部 SRC 柱となっている。

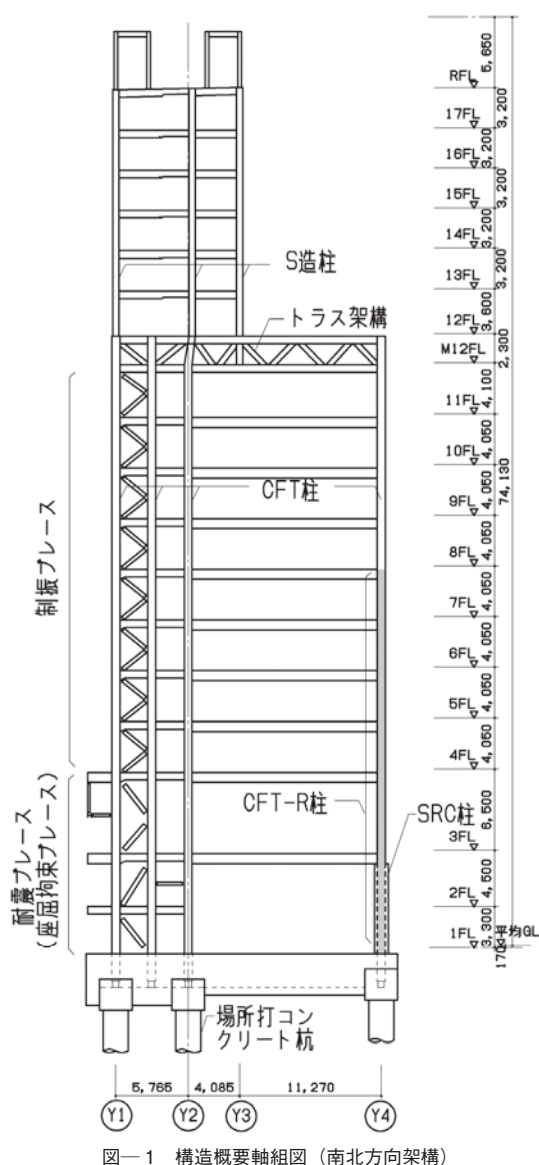
1～3 階については耐震ブレースが配置されてい

る。4～11階には、制振部材として、東西方向架構にはせん断降伏型の間柱ダンパー、南北方向架構にはせん断降伏型ブレースダンパーが配置されている。

また、12階以上のセットバックにより陸立ちとなる柱の支持材としてM12階にトラス架構が設置されている。

基礎は、場所打ちコンクリート杭基礎で、支持層はSGL-25m付近のN値60以上の洪積砂礫層となっている。

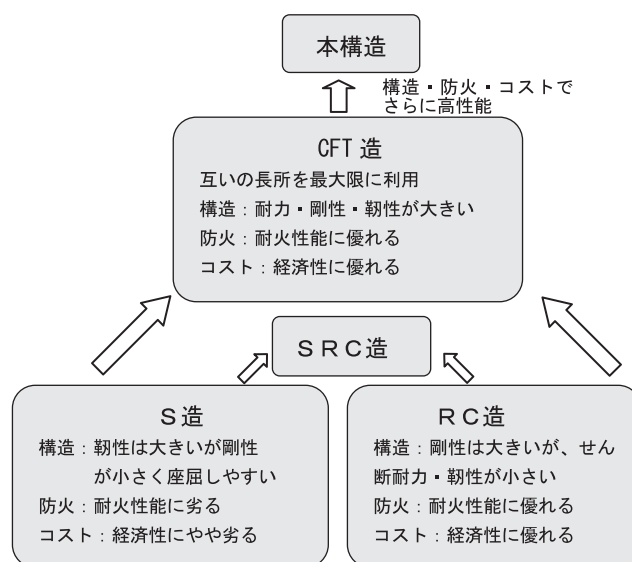
構造概要軸組図（南北方向架構）を図－1に示す。



図－1 構造概要軸組図（南北方向架構）

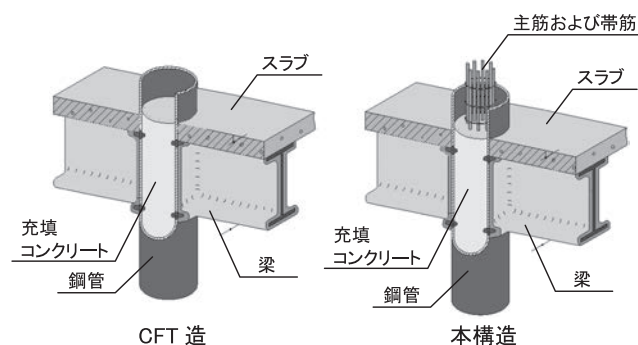
4. 本構造について

CFT造は鋼管内にコンクリートを充填する構造で、RC造、S造と比較して、鋼管と充填コンクリートの相乗効果により、耐力、剛性、靱性性能を向上させることができる（図－2）。

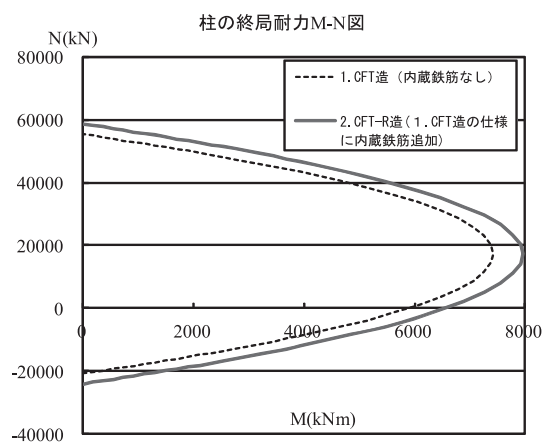


図－2 本構造の特徴

本構造（図－3）は、CFT造の充填コンクリート内に鉄筋を挿入するもので、一般のCFT造に比べると、内蔵鉄筋が応力を負担する分、更に大きな構造耐力を確保することができる（図－4）。



図－3 本構造概要



図－4 本構造とCFT造の耐力比較（同一鋼管での比較）

本建物では建物北側の円形鋼管柱の1～7階に、この本構造の柱が採用されている。

本構造柱の諸元については、鋼管762φ、内蔵鉄筋

は主筋 8-D35, フープは D13 @ 150 及び @ 300 であり, 充填コンクリートには $Fc60N/mm^2$ のコンクリートが採用されている。

5. 本構造の施工について

(1) 内蔵鉄筋の製作

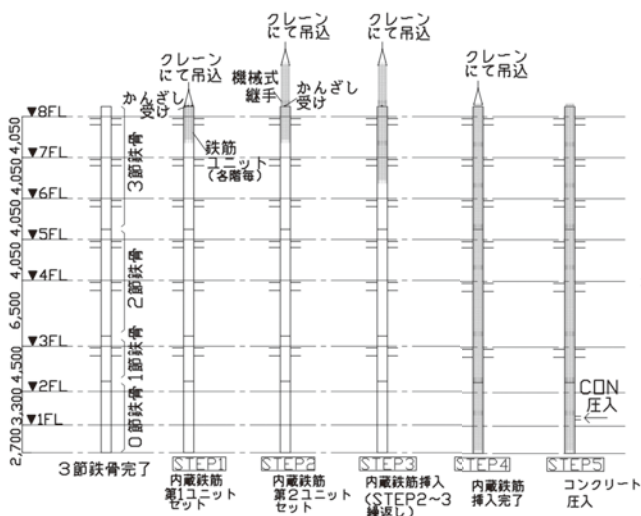
本構造柱の内蔵鉄筋は, 鉄筋加工工場にて, 各階ごとのユニットに分割して先組製作を行った。

鉄筋ユニットには組立精度を保持するため, 主筋内側に円形の精度保持金物 (FB-9 × 75) を設置し, 鉄筋支持金物 (L-30 × 30) にて精度確保するものとした。また, 柱鋼管とのかぶり厚さを確保するためユニット外周部にスペーサー (FB-6, 各鉄筋ユニット毎に 3 箇所) を設置するものとした (図—5)。

(2) 現場施工手順について

本構造柱の内蔵鉄筋は第 3 節 (7 階柱) 鉄骨建て方終了時に, 鋼管柱上部より鋼管内に挿入するものとした。

施工手順を以下に示す (図—6)。



図—6 本構造柱施工手順

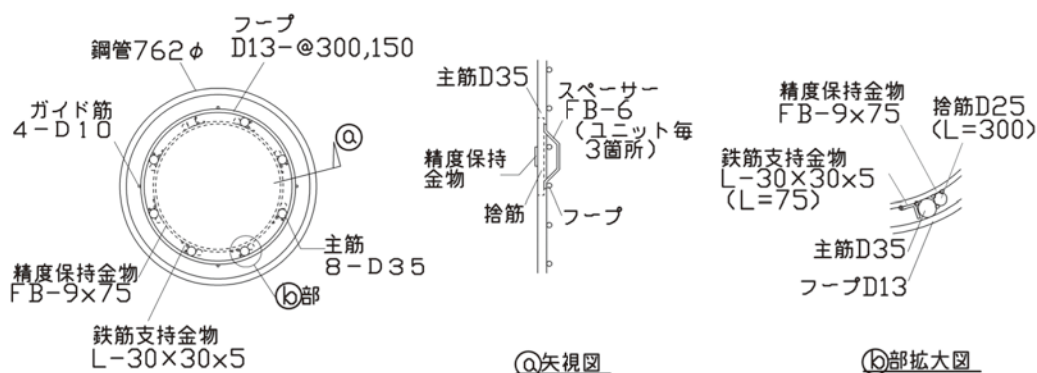
- ・〈STEP1〉 クレーンにて内蔵鉄筋の第 1 ユニットを吊り込み (写真—2), 鋼管柱内に挿入する。この際, 鋼管柱の 1 階圧入孔開口位置と主筋が干渉しない角度にて挿入する。挿入後, かんざし金物にて鋼管柱上部 (8FL + 1000 レベル) に仮固定する。
- ・〈STEP2〉 内蔵鉄筋第 1 ユニット上部に第 2 ユニットを吊り込み (写真—3), 機械式継手にて主筋の接合を行う (写真—4)。主筋接合完了後, 鋼管柱内に第 2 ユニットまで挿入し, かんざし金物で仮固定する。
- ・〈STEP3〉 前記の工程を繰返し, 最終ユニットの設置まで行う。
- ・〈STEP4〉 内蔵鉄筋最下端を鋼管柱脚部のベースブ



写真—2 内蔵鉄筋吊込状況 (8F より) (STEP1)



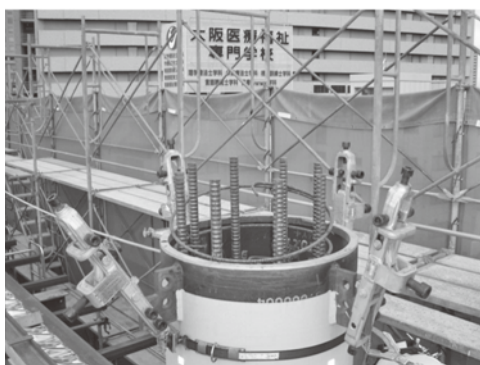
写真—3 内蔵鉄筋柱設置状況 (8F より) (STEP2)



図—5 本構造柱 施工用金物



写真一4 内蔵鉄筋接合状況 (STEP2)



写真一5 内蔵鉄筋設置完了状況 (8Fより) (STEP4)



写真一6 1階コンクリート圧入状況 (STEP5)



写真一7 コンクリート充填状況 (8階床より)

レート上にメタルタッチさせて設置完了とする (写真一5)。完了後は鋼管柱の最上部をシートで覆い、

鋼管柱内部に異物等が入るのを防止する。

- ・〈STEP5〉1階の圧入孔より充填コンクリートを圧入する (写真一6)。圧入施工は、鋼管柱上部から検尺テープと CCD カメラを挿入して、圧入速度や充填状況 (写真一7) を確認しながら行う。

以上による本構造の内蔵鉄筋施工完了後、次節の鉄骨建方となる。

6. 鉄骨建方について

本建物においては、南側にて鉄道に接した近接施工となっているため、高層階 (ホテル階) の鉄骨建方作業 (写真一8)、外部足場組立解体作業、外壁 PC 版取付作業等を夜間作業にて対応した。



写真一8 鉄骨建方状況 (南面)

また、落下物防止対策として、鉄骨建方時のボルトやピンテール等の落下防止のため、先行ネットの設置を行い外周大梁の建方を行った (写真一9)。さらに、鉄骨ジョイント部での溶接火花の落下防止のため、現場溶接を必要としないボルト接合工法を統一して採用する等の対応を行った。



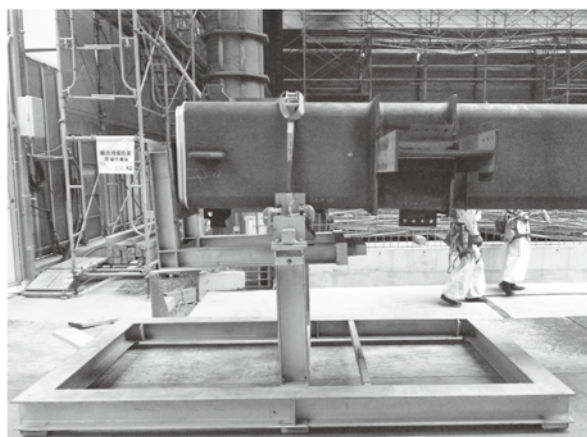
写真一9 先行ネット設置状況

これに加え、綿密な施工管理の実施や、安全に関する作業員教育を徹底して行った。

また、建物外壁より外側での揚重作業の減少に配慮して、鉄骨は建物内の仮設開口から揚重することとした。

仮設開口の大きさよりも鉄骨柱の長さが長いことから、柱の建方用架台にチルトタンク付回転式架台を用いた（写真—10、11）。柱脚部分の架台が回転してチルトタンクにより架台が移動することにより、仮設開口からの柱の揚重を可能とした。

また、外部足場組立解体作業は小物資材の落下防止と施工の迅速化のために、外部足場のブロック化施工を採用した（写真—12）。



写真—10 チルトタンク付回転式架台



写真—11 仮設開口での柱建方状況



写真—12 外部足場ブロック化施工状況（夜間作業）

7. おわりに

CFT 造に内蔵鉄筋を設置した「本構造」CFT-R 造の採用により、CFT 造の技術を更に高度化し、より高い構造性能を確保することができた。また CFT-R 造の施工について、綿密な計画と管理を行うことにより、内蔵鉄筋の設置精度、コンクリートの充填性等、実施工において問題なく行うことが出来た。

また鉄道近接施工となった鉄骨建方、足場組立解体工事、外壁 PC 版工事についても、事前の施工計画通りに問題なく各工事を完了することができた。

J C M A

【筆者紹介】

浅井 純（あさい じゅん）
 ㈱鴻池組
 設計本部 建築設計第1部
 課長代理



ハイブリッド中間階免震改修の施工

Hy-Retro 構法

鈴木 亨

近年、地球規模で地震活動が活発となっており、日本国内においても既存建築物の耐震補強が急務であり、早急の課題となっている。ハイレトロ (Hy-Retro) 免震改修構法 (以下「本構法」という) は、免震装置と粘性減衰装置をハイブリッドに組み合わせた、狭隘な敷地に立つ建物でも免震改修を可能とする中間階免震改修構法であり、フラットジャッキを用いた鉛直変位制御システムを併用することによって、高性能・高品質な建物を提供することが可能である。本稿では、本構法について、その特徴と実施例、免震効果について報告する。

キーワード：耐震改修，免震，制震，積層ゴム，粘性減衰

1. はじめに

平成7年(1995年)に発生した兵庫県南部地震以降、日本国内において多くの被害地震が発生している (表一1)。特に2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震 (M9.0) は、大正12年(1923年)の関東地震 (関東大震災) (M7.9) や昭和8年(1933年)の昭和三陸地震 (M8.4) を上回る日本国内観測史上最

大、また、1900年以降世界第4位 (アメリカ地質調査所 (USGS)) の巨大地震となった。世界的に見ても、近年、スマトラ大地震 (2004年12月, M9.1~9.3)、四川大地震 (2008年5月, M7.9~8.0)、チリ中部地震 (2010年2月, M8.7~8.8) 等多くの巨大地震が発生しており、まさに地球規模で地震活動期に入ったといえる。

このような中、兵庫県南部地震後に「建築物の耐震

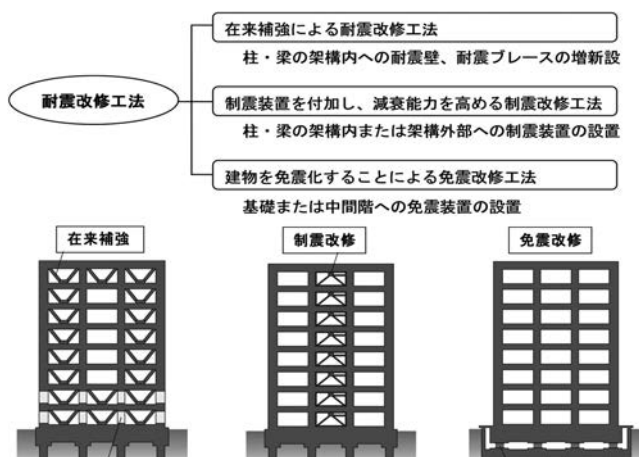
表一1 近年に発生した国内の被害地震

年月日	規模 (M)	最大震度	震源 (地震名称)	被害
平成7年 (1995年) 1月17日	7.3	7	淡路島北部 (平成7年 (1995年) 兵庫県南部地震)	死者 6,434 不明 3 負 43,729 住家全壊 104,906 棟 半壊 144,274 棟など
平成12年 (2000年) 10月6日	7.3	6強	鳥取県西部 (平成12年 (2000年) 鳥取県西部地震)	負 182 住家全壊 435 半壊 3,101 など
平成13年 (2001年) 3月24日	6.7	6弱	安芸灘 (平成13年 (2001年) 芸予地震)	死 2 負 288 住家全壊 70 半壊 774 など
平成15年 (2003年) 9月26日	8.0	6弱	釧路沖 [十勝沖] (平成15年 (2003年) 十勝沖地震)	死 1 不明 1 負 849 住家全壊 116 棟 住家半壊 368 棟など
平成16年 (2004年) 10月23日	6.8	7	新潟県中越地方 (平成16年 (2004年) 新潟県中越地震)	死 68 負 4,805 住家全壊 3,175 棟 住家半壊 13,810 棟など
平成17年 (2005年) 3月20日	7.0	6弱	福岡県西方沖 (平成17年 (2005年) 福岡県西方沖地震)	死 1 負 1,204 住家全壊 144 棟 住家半壊 353 棟など
平成19年 (2007年) 3月25日	6.9	6強	能登半島沖 (平成19年 (2007年) 能登半島地震)	死 1 負 356 住家全壊 686 棟 住家半壊 1,740 棟など
平成19年 (2007年) 7月16日	6.8	6強	新潟県上中越沖 (平成19年 (2007年) 新潟県中越沖地震)	死 15 負 2,346 住家全壊 1,331 棟 住家半壊 5,709 棟など
平成20年 (2008年) 6月14日	7.2	6強	岩手県内陸南部 (平成20年 (2008年) 岩手・宮城内陸地震)	死 17 不明 6 負 426 住家全壊 30 棟 住家半壊 146 棟など
平成21年 (2009年) 8月11日	6.5	6弱	駿河湾	死 1 負 319 住家半壊 6 棟 住家一部破損 8,672 棟
平成23年 (2011年) 3月11日*)	9.0	7	三陸沖 (平成23年 (2011年) 東北地方太平洋沖地震)	死 15,883 不明 2,654 負 6,147 住家全壊 105,895 棟 住家半壊 106,974 棟など

*) 東北地方太平洋沖地震の被害は2013年9月10日現在

改修の促進に関する法律（耐震改修促進法）」が制定され（平成7年）、その後、平成18年に同法が一部改正され現在にいたっていることは周知である。今後、首都圏直下型地震、南海トラフ巨大地震等に備えて、既存不適格建築物（旧耐震）の耐震対策がさらに加速すると考えられる。

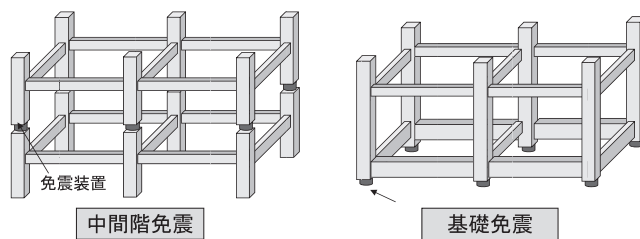
一般に、建築物の耐震改修の手法としては大きく3種類の方法がある（図—1）。在来工法による耐震改修は、構造体の強さ・粘り、またはそれら両方を増強する方法であり、建物内部に壁やブレース等を設置し補強を行うものである。制震改修構法は、建物に入ってきた地震のエネルギーを建物各部に設置した「制震装置」で吸収し、建物のゆれを小さく抑えることにより、構造躯体の損傷を防ぐ方法である。免震改修構法は、既存建物の基礎部分や中間階の柱に新たに免震装置を設置し、地震のエネルギーを建物に伝えにくくする方法である。



図—1 耐震改修の手法

「耐震改修促進法」は、「地震による建築物の倒壊等の被害から国民の生命、身体及び財産を保護するため、建築物の耐震改修の促進のための措置を講ずることにより建築物の地震に対する安全性の向上を図り、もって公共の福祉の確保に資することを目的とする。（第一条）」ものであり、「建築基準法」の理念に基づき「建築物の倒壊等」を防止することを基本としている。一方、免震構法は、地震時における建築物の倒壊を防止することはもちろんのこと、建物内の設備・什器の損害防止や機能の維持を果たすものであり、同構法を用いた耐震改修は、地震直後からその機能の継続が必要となる医療施設や官公庁等の公共施設に最も適した耐震改修方法といえる。また、オフィスビル等の資産価値向上のためにも有効な耐震改修構法である。

免震改修構法は、免震装置を設置する場所によ



図—2 免震改修の方法

て、大きく基礎免震構法と中間階免震構法の二つに分類することができる（図—2）。どちらの構法を選択するかは、建物の機能・立地条件・工事予算・予定工期等によって判断することとなる。

本稿では、中間階免震構法である本構法について、その特徴と実施例、免震効果について報告する。

2. 本構法の特徴

本構法は、免震装置と粘性制震（減衰）装置を組み合わせた、次世代のハイブリッド（Hybrid）免震構法である。

本構法では、基本的に免震工事階にある柱の中間部分に「積層ゴム免震装置」を設置して建物を変震化する。

従来の中間階免震レトロフィット構法では、柱の上部（柱頭）部分に「鉛プラグ入り積層ゴム免震装置」を設置するのが一般的だが、この方法による中間階免震構法では、地震時の柱には積層ゴムによる「復元力」と鉛プラグによる「減衰力」が同時に作用する。このことによって、地震時に柱脚部分に大きな力が発生し、その力に耐えるために免震にする階だけでなく上下階の柱・梁の補強が必要となった。さらに、この方法では免震装置を設置する際に上部建物の重量を支えるためにも柱の補強が必要となった。このようなことから、工事が上下階におよび大がかりなものとなっていた。

本構法では、基本的に柱の中間部に鉛プラグが入っていない天然ゴム系「積層ゴム免震装置」を設置するため、柱脚部にかかる力を小さく抑えることが可能となる。また、柱の中間部分に免震装置を設置するため、柱切断時の上部構造体の重量を柱圧着時治具により効率よく伝達することが可能となる。これによって、躯体の補強がほとんど不要となり、免震化工事を免震化工事階に限定することが可能となっている（図—3）。

また、「鉛プラグ入り積層ゴム免震装置」を使用した免震構法では、地震時のエネルギーは鉛プラグが塑性変形することによって吸収される。鉛プラグが大き

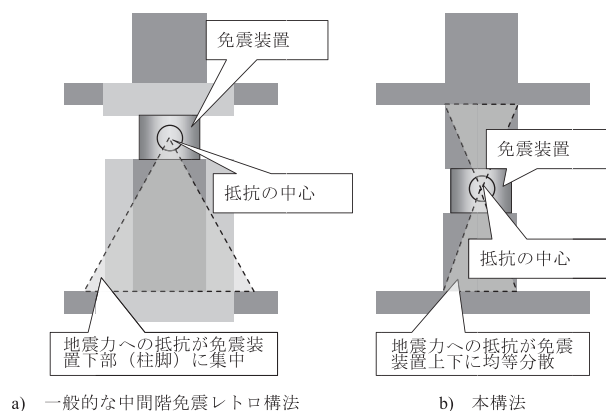


図-3 地震荷重への抵抗メカニズム

な地震力を吸収するためには大きな変形が必要となると同時に、必要とされるエネルギー吸収量に見合った鉛プラグを配置する必要がある。鉛プラグは固い材料であり、数多く配置すれば、免震層は固くなり、本来の免震性能（建物の長周期化）が損なわれてしまうというジレンマが発生することとなる。

本構法では、地震のエネルギーを吸収するために、免震装置とは別に粘性制震（減衰）装置（減衰こま）を免震階の梁下数か所に設置する。粘性制震（減衰）装置は、「変位」に依存したエネルギー吸収能力ではなく、「速度」に依存したエネルギー吸収能力を発揮する。最大変形時ではなく最少変形時（速度最大時）にその動きを止めようとする力が働くため、地震時の変形量を抑えることができると同時に、粘性制震（減衰）装置にはほとんど剛性がないため、優れた免震性能（建物の長周期化）を提供することが可能となる。また、積層ゴム免震装置による復元力と粘性制震（減衰）装置による減衰力は違うタイミングで働く（位相差を持っている）ため、躯体が負担する力を小さく抑えることが可能となる。

「減衰こま」は、軸方向の変形を回転運動に増幅することによって、小さな変形から大きな減衰力を発揮する制震装置である（図-4）。「減衰こま」は免震階にバランスよく配置される。「減衰こま」が取り付く上下の梁にはその力を受けるために免震を行う階での補強が必要となるが、その場所は数か所であり、免震

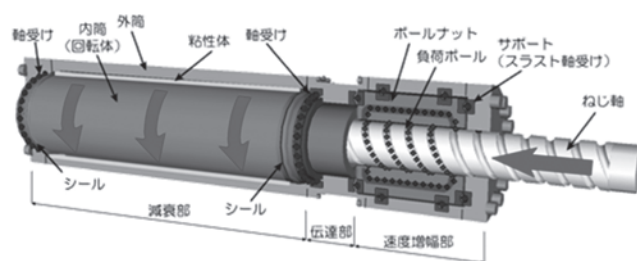


図-4 減衰こま

化工事階のレイアウトに合わせて配置位置を決定することができるのが特徴である。

3. 本構法の施工

本構法による施工では、柱の免震化工事は通常柱1本ずつ、または数本をセットにして行い、すべての柱の免震化が完了するまでこれを繰り返す。

本構法による施工手順を示す（図-5）。

(1) 仮設治具・サポートジャッキの組み立て

柱軸力を支持する鋼製の仮設治具を柱切断部分の上下に組み立てる（写真-1）。仮設治具と柱躯体間には一定の間隔を設け、無収縮グラウト材を注入することによって、両者間の付着性を確保する。無収縮グラウト硬化後にPC鋼棒を緊張することによって、仮設治具と柱躯体を一体化する。なお、仮設治具の付着面の形状・導入緊張力は、要素実験により決定している。

(2) サポートジャッキにプレロードを導入

仮設治具間に設置した鉛直方向サポートジャッキに圧力を導入し、柱の負担している軸力を仮設治具で受け替える。プレロード時には、施工個所に取り付けられた変位計により躯体の鉛直変位をリアルタイムにて計測するとともに、目視にて躯体の状態を観察し、過度なプレロードを防止する（写真-2）。

なお、変位計測は該当サイクルが終了するまで継続的に実施し、施工中の不測の事態に対応することとする。

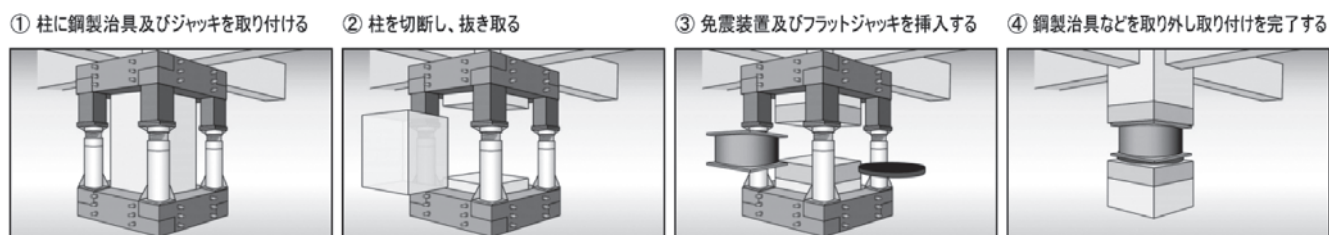
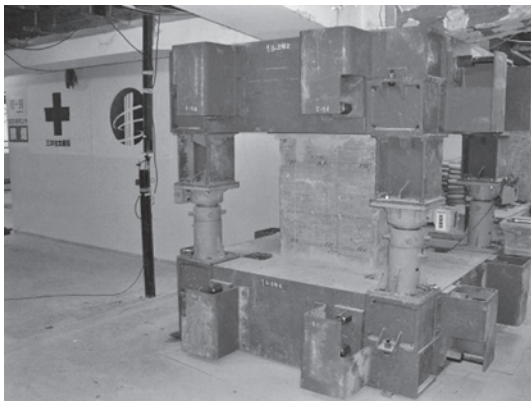
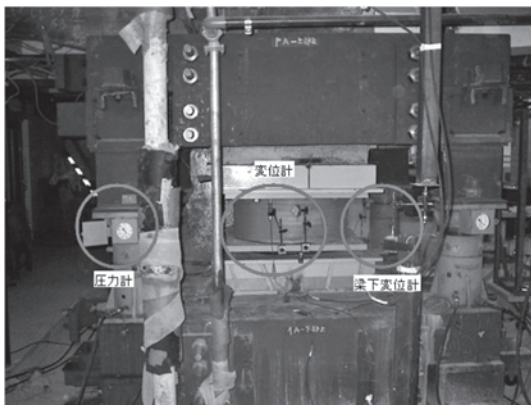


図-5 施工手順



写真一 仮設治具，サポートジャッキの組み立て

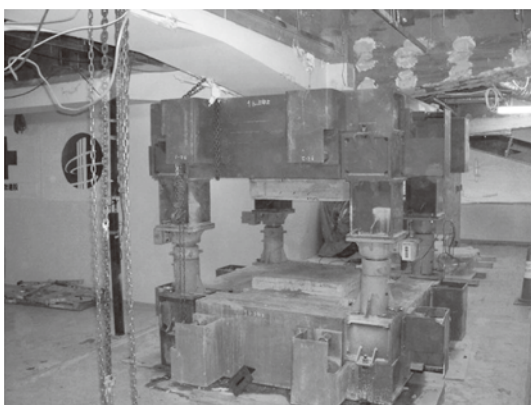


写真二 計測状況

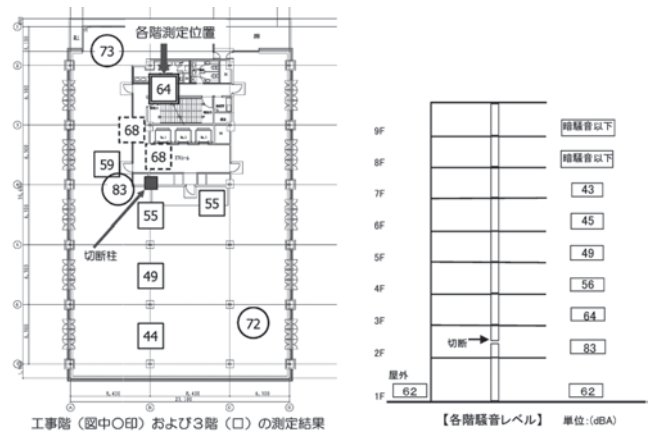
(3) 柱の切断

ワイヤーソーマシンを用いて柱を切断し，切断塊を引き出し撤去する（写真一三）。

柱切断時の騒音測定結果例を示す（図一六）。切断柱近傍の騒音レベルは83 dB（A）であるが，工事階でも10 m程度離れた位置で10 dB（A）程度の低減があることがわかった。また，工事階の直上および直下階では20 dB（A）程度低減され，執務上問題ないことを確認した。



写真一三 柱切断後の状況



図一六 柱切断時の騒音測定結果

(4) コネクター筋・定着板の溶接，上下アンカープレートの取り付け

柱切断面の鉄骨・柱主筋を研り出し，鉄骨にコネクター筋，主筋に定着板を溶接する。また，上下のアンカープレートを取り付ける。

(5) 免震装置・フラットジャッキの据付

免震装置（積層ゴム）をアンカープレートにボルトで固定する。フラットジャッキとベアリングプレートをセットにしたものを積層ゴムとアンカープレートの間に挿入する（写真一四）。フラットジャッキは薄型のプレートジャッキであり（図一七），同ジャッキを使用することによって，積層ゴムの付加軸力による弾性変形をあらかじめ発生させ，施工中の各柱の上下変形の不均一による構造体への応力発生を防止する。

(6) フラットジャッキに圧力導入

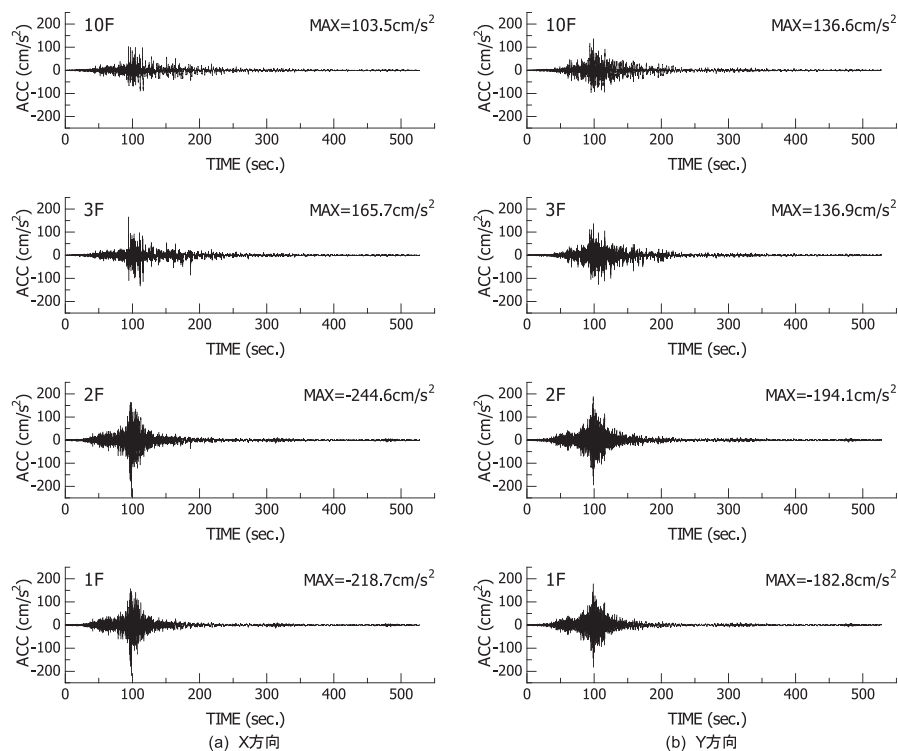
専用のグラウトシリンダを用いて，フラットジャッキに無収縮グラウトを圧入する（ジャッキアップする）。



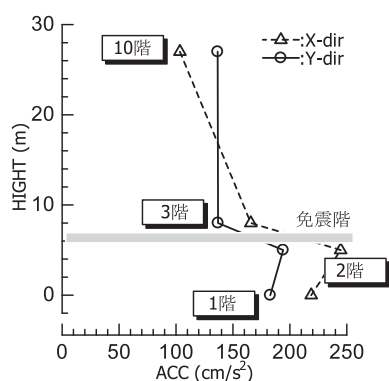
写真一四 免震装置・フラットジャッキのセット

表一 本構法の施工例

	建物 A	建物 B	建物 C	建物 D
所在地	東京都千代田区	東京都中央区	千葉県船橋市	東京都港区
規模	地下0階 地上10階 塔屋2階	地下2階 地上9階 塔屋3階	地下1階 地上10階 塔屋1階	地下0階 地上10階 塔屋1階
延床面積	7,696.97㎡	9,135.82㎡	7,473.63㎡	3,715.48㎡
建築面積	777.25㎡	876.64㎡	724.84㎡	431.93㎡
建物高	軒高：29.85m 最高部高：39.40m	軒高：31.55m 最高部高：41.80m	最高部高：37.69m	最高部高：37.69m
構造形式	SRC造（1F～4F梁） RC造（4F柱～PHF） （短辺方向は耐震壁併用）	RC造（地下部） SRC造（地上部）	RC造（地下部） SRC造（地上部） 耐震壁付ラーメン構造	SRC造（1F～6F梁） RC造（6F柱～PHF） （短辺方向は耐震壁併用）
建築年	1967年（昭和42年）	1965年（昭和40年）	1982年（昭和57年）	1978年（昭和53年）
免震階	地上2階	地上2階	地上3階	地上1階
外観				



図一 収録された加速度波形



図一 最大加速度

1 階，地上 10 階の市街地に建つ事務所ビルである。本建物は，1～2 階が銀行，3 階以上は予備校や外国語，和装などの各種教室や事務所がテナントとして使用されている。各階を使用するテナントが異なる貸事務所ビルという性格上，従来の耐震補強方法では建物の使用性に与える影響が大きいことから，3 階を免震階とする本構法が採用された。本構法を採用することによって，1～2 階の構造的な補強がほとんど不要となり，1～2 階および 4 階以上のテナントは継続した利用が可能な状態での施工が可能となった。

建物 D は、1978 年（昭和 53 年）に建設された地上 10 階の分譲マンションである。本建物の西側は東京都が指定する緊急輸送道路に面しており、東京都の施策により耐震化が推奨されている。本建物は、1 階がピロティ形式の駐車場となっていることから、1 階を免震階とした免震改修を実施することにより、上部階の補強を一切行わず、建物居住者の方々は日常の生活をしていただいている中での改修工事が可能となった。

6. おわりに

近年、地球規模で地震活動が活発となっており、日本国内においても既存建築物の耐震補強が急務であり、早急の課題となっている。既存建築物の耐震改修の方法としては、大きく 3 つに分類することができるが、そのうちの免震改修構法は、建物の機能維持・資産価値向上の観点からも最も優れた構法といえる。本報では、免震改修構法のひとつである「本構法」ハイレトロ（Hy-Retro）免震改修構法についてその特徴と施工例を紹介した。

ハイレトロ（Hy-Retro）免震改修構法は、免震装

置と粘性減衰装置をハイブリッドに組み合わせた、狭隘な敷地に立つ建物でも免震改修を可能とする中間階免震改修構法であり、フラットジャッキを用いた鉛直変位制御システムを併用することによって、高性能・高品質な建物を提供することが可能である。今後、耐震改修のメニューのひとつとして広く普及することを期待する。

J C M A

《参考文献》

- 1) 河井慶太 他、免震レトロフィット技術に関する研究、AIJ 大会、1997 年
- 2) 河井慶太 他、複合型免震レトロフィット構法の開発（その 1～6）、AIJ 大会、1999～2000 年
- 3) 斎木健司 他、粘性減衰装置を採用した中間階免震改修（その 1～4）、AIJ 大会、2005～2006 年
- 4) 中南滋樹 他、中間階免震レトロフィットにおける鉛直変位制御（その 1～2）、AIJ 大会、2006 年

【筆者紹介】

鈴木 亨（すずき とおる）
三井住友建設㈱
技術研究開発本部 技術開発センター
建築構造グループ長



SRC/RC 構造物解体の環境負荷を大幅軽減する解体工法 シミズ・クールカット解体工法

奥 山 信 博・大 垣 博・廣 瀬 豊

解体工事の環境負荷削減と工期短縮を図り、解体工事の中で騒音や粉じんなどの環境負荷が最も大きいと考えられる、SRC/RC 構造物解体を対象としては初めての、解体システム工法を構築した。

本解体工法は、通常の破碎機による、粉碎・破断工法ではなく、基本的には、部材をブロック切断し、クレーンなどで切断部材を吊り降ろして解体する工法とした。

本解体工法における中心技術として、柱や大梁を効率的に切断する、「クールカットシステム」（以下「本システム」という）を開発し、実際の現場で切断検証を行い、効果の確認を行った。

本稿では、本システムの説明を中心に、本解体工法について報告する。

キーワード：建築、切断機、解体、躯体、ブロック、切断、ワイヤソー

1. はじめに

現在の建築物の解体工法としては、高層以上の鉄骨造建築物については、鉄骨のガス切断などによる、ブロック切断方法も適用されつつあるが、通常は、S（鉄骨）造、SRC（鉄骨鉄筋コンクリート）造、鉄筋コンクリート（RC）造を問わず、破碎機を用いた、破断・粉碎工法を適用している。通常の破断・破碎工法は、施工コストも比較的安価なため、数多く使用されているが、騒音や振動、粉じんも多く、工事の安全性を含め、課題の多い工事となっている。

本解体工法は、上記の環境負荷低減などの課題に対応を図り、また、特に、SRC 造建築物解体においては、工期短縮効果も増大する工法として開発を行ったものであり、切断方法や部材の保持など総合的な検討を行った、SRC/RC 造構造物解体向けとして初めての解体システム工法である。

2. 従来の解体工法の課題

従来の破碎機による、破断・粉碎工法においては、次のような問題が有る。

(1) 粉じん、振動、騒音などの環境負荷

大型破碎重機による破断・粉碎方法のため、粉じんが多量に発生し、また騒音なども大きくなり、近隣にマンションやホテルなどが有る環境では、作業時間の



写真1 従来の破断・粉碎解体工法

制限などが発生する場合が有る。学校や病院近辺でも、同様の問題が発生する場合が有る。現場周辺の清掃作業など、現場の負荷も高くなっている（写真1）。

また、解体した部材の搬出回収は、作業階から地上階までの自由落下方式で行うのが一般的であり、その際の振動や騒音も加わる。更に SRC 構造の場合、大型鉄骨部材の破断も行うため、大型の破碎機が必要となり、重機作業による振動も大きい。

このような環境上の対策は、現場へ屋根カバーなどを設ける方法も考えられるが、費用が高額になる可能性があり、また振動のように防ぎきれない問題も残る。

(2) 工程上の課題

工程上も、特に SRC 造の場合、鉄骨の破断や分別などで手間取り、1F 当たり、S 造や RC 造解体工程が5～7日であるのに対し、9～12日を要するなど、

工程上の課題も有る。

(3) 更なる作業安全確保の課題

粉碎・破断する際、小さなガラのかげらでさえも、作業現場から外に落下した場合、重大な第三者事故に通じる可能性が有り、十分な作業養生計画による安全確保が更に求められる。また、SRC 部材の場合、破碎重機にて、柱切断後、部材を転倒させるため、転倒の際、部材が外部側へ落下する事故が有るなど、注意を要する作業となっている（写真—2）。



写真—2 大型破碎機による柱・大梁部材の引き倒し状況

また、大型破碎重機が作業床上で作業を行う、階上解体の場合、床補強養生が重要となる。

その他、粉塵防止用の放水が、現場外の第三者に飛散することもあるなど、安全確保が求められる工事となっている。

以上の主な課題への対処として、目的を設定し、達成するための開発方針を設定した。

3. 目的と開発方針

(1) 目的

本解体工法は、従来解体工法における課題を踏まえ、主に下記の目的で開発を行った。

①環境負荷を低減する。

- ・粉じん、振動、ガラ飛散、騒音を低減する。
- ・工事における、CO₂ 排出量を低減する。

②地上躯体解体工期を短縮する。

③解体作業安全性を向上する。

(2) 工法開発の基本方針

本解体工法開発においては、上記目的の達成を図り、下記の通り、開発基本方針を定めた。

①環境負荷の低減

SRC/RC 構造部材を切断して、部品を分解するよ

うに解体する「ブロック切断方式」を採用し、多数の大型破碎機による粉碎と破断作業からの転換を図る。

また、切断した部材など廃材は、クレーンで吊り降ろし、振動や騒音の原因の一つである、解体作業階からのガラや廃材の自由落下による、従来の回収作業を排除する。

②工期の短縮

効率的な切断作業のため、対象部材切断毎に、最適な切断手段を選択し、それらのベストミックスを図る。

特に、SRC/RC 構造の柱や大梁を高速に、安全に切断するシステムを新たに適用する。また、クレーン稼働率を高め、効率的に解体部材を搬出する方法を構築する。

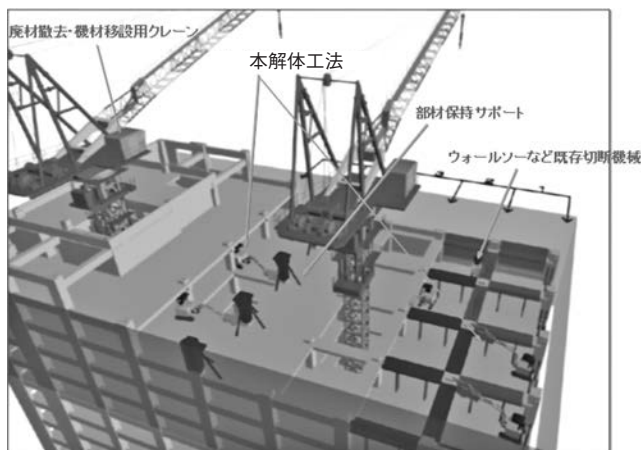
③解体作業安全性の向上

切断による部材解体を行うことにより、破碎時のコンクリートガラなどの飛散を防ぐ。また、柱などの引き倒し作業を不要化し、作業安全性を向上させる。

更には、切断作業によって、作業床上にガラなどの無い、クリーンな作業環境を作り、安全な作業スペースを確保する。

4. 本解体工法概要

工法開発の基本方針に基づき、解体工法システムを計画した。解体工法概要図を、図—1 に示す。



図—1 本解体工法概要図

主な切断機械などの構成技術は、次の通りである。

(1) 解体部材撤去・搬出用クレーン

解体部材の撤去や使用する各種仮設機材の運搬のため、クレーンを設置する。施工条件により、タワークレーンなども用いる。

(2) 本システム

切断手段の中心技術として、柱や大梁切断用に開発した。押切りワイヤソー機構と周辺必要機構を一体化した切断装置「クールカット」(以下「本切断装置」という)を、ベースマシンである油圧ショベル・アーム先端に装備したものであり、切断必要な個所へ小型油圧ショベルにより、作業員1名で簡単に移動して設置可能としたシステムである(写真-3参照)。



写真-3 本システム

(3) 引き切りワイヤソー、及びウォールソー

壁や階段切断用としては、ワイヤソーとして通常使用されている、引き切り方式のワイヤソー(写真-4)やウォールソーを使用する。

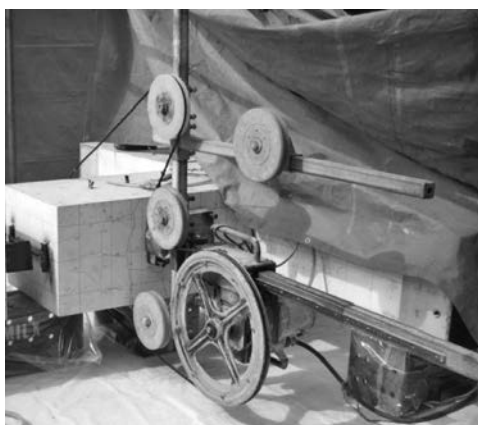


写真-4 引き切りワイヤソー

(4) 道路カッター

床切断用として、使用する。

(5) 各種切断部材保持サポート

最近、多く事例報告されている、S造のブロック切断解体工法の場合、ガス切断を使用して、鉄骨切断が可能であり、安価に早く作業できる。このためクレーンに切断部材を玉掛けした状態で、作業員が切り残した部分を切り落とす、吊り切り方式でも、クレーンは待機時間も少なく、吊上げ撤去が可能である。

ところが、SRC部材の場合は、ガス切断を用いるS造部材解体と異なり、早く吊り切りを行うことが不可能である。このため、切断した部材を保持固定する必要がある、対象部材毎に特殊保持サポートやブラケットを製作する。

5. 本解体工法の目標

SRC/RC構造物を対象とする本解体工法の目標をまとめると、次の通りとなる。

(1) 環境負荷の低減

① 粉塵・騒音・振動の発生を大幅に削減

- ・粉塵量：20%以上削減(敷地境界)
- ・騒音：20%以上削減
- ・振動：40～50 dBをゼロ化

② CO₂排出量を30%以上削減

(大型重機削減などによる)

(2) 工期の短縮

- ・SRC造(900 m²/F)の場合、地上躯体解体サイクル工程

9日/F → 6日/F

- ・地上躯体解体全体として、10%以上短縮

以上の目標を設定し、モデル現場を設定して、工法システム施工の詳細計画を行った。

6. 本解体工法の施工手順

各階の解体作業は、下記の手順で行う。

設定したモデル現場における作業シミュレーション状況3D図例を、図-2に示す。

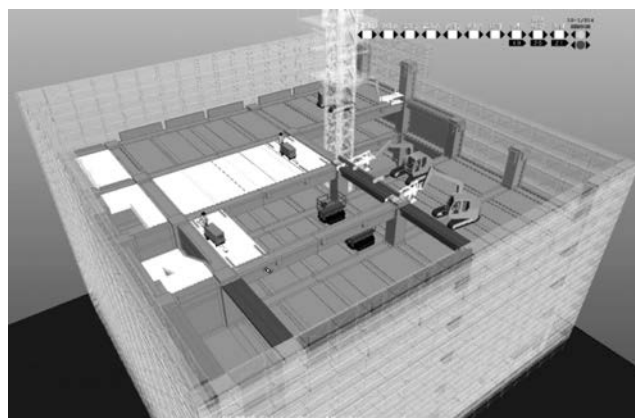


図-2 3Dによるサイクル工程シミュレーション図

(1) 床・小梁の切断と撤去

床版の解体については、道路カッターを使用して、切断を行う。切断の前には、床版を吊り上げるための吊り上げブラケットを取り付ける。

小梁は、引き切りワイヤソーで切断し、床版と共にクレーンにて撤去を行う。

(2) 壁・階段の切断と撤去

壁と階段は、基本的には、引き切りワイヤソーで切断する。切断においてはブラケットなどで保持を行う。

現場条件により、ウォールソーも用いる。

(3) 大梁の切断

大梁は、今回開発した、本システムにて切断を行う。ベースマシンの油圧ショベルにより所定の位置に移動し、切断部に本切断装置をセットし切断する。切断時は、サポートや仮設架台により保持を行う。

(4) 柱の切断

大梁と同じく、本システムで切断する。本切断装置は、大梁の場合から、90°回転させ切断を行う。

柱切断時は、斜めサポートなど利用し保持しておく。

(5) 部材の撤去・搬出

切断した部材は、作業階からクレーンで地上階に吊り降ろし、搬出トラックにより中間処理場に運び、小割り分別を効率的に行う。

次に、本解体工法を中心技術として開発を行った、本システムについて、報告する。

7. 本システム 概要

(1) 本システムの主な構成

本システム概要図を、図—3に示す。

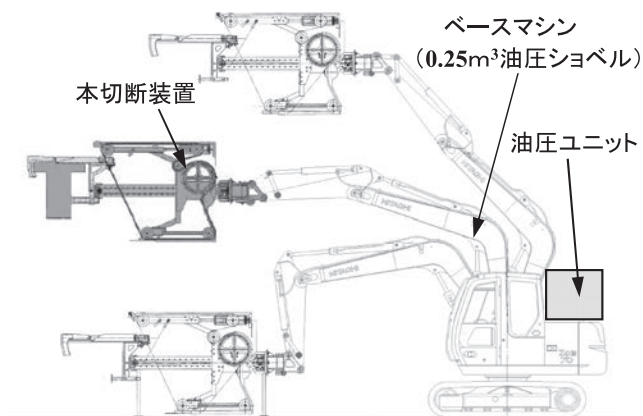
主な構成は、次の通りである。

(a) 本切断装置

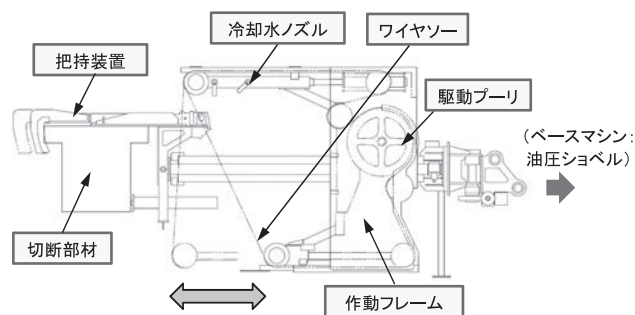
押切り型ワイヤソーを備え、必要となる関係機構(ワイヤソーの駆動機構や冷却・洗浄・粉塵防止用の高圧水噴出機構など)を一体集約化した切断装置である(図—4、写真—5)。

ワイヤソーは、油圧モーターにより駆動され、先端の両端のシーブの間で切断対象を切断する。

ワイヤソーが組み込まれた作動フレーム全体は、ガイドレールに沿って、油圧モーターに駆動されて前進し、シーブ間の対象部材を切断する。さらに、両端のシーブのうち、片側は固定式であり、片側は前後方向



図—3 本システム概要図



図—4 本切断装置概要図



写真—5 本切断装置

にスライドする。

作動フレーム全体が前進して、所定の位置まで切断して、最後に移動式シーブ側が前進して、完全に切りきる方式である。

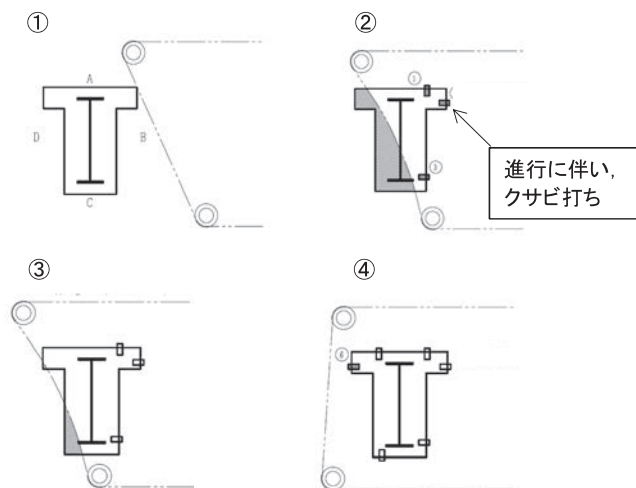
大梁の切断順序を、図—5に示す。切断中には、切断進行に伴い、切断面にクサビを打込む。

また、安定した切断を可能とするため、装置先端には、部材把持機構を設けた。

なお、本切断装置の操作は、ベースマシン運転席に装備したタッチパネルで操作を行い、作動フレームの進行位置など切断状況も、各種センサーにより、タッチパネルに表示される。

(b) ベースマシン

容易に本切断装置を移動して、切断対象部材に位置



図一五 大梁切断順序

決め・設置し、また、作業の際の反力を容易に得るため、油圧ショベル (0.25 m³) を利用し、アーム先端に装備させて、移動や設置作業を行わせる。これらの作業は作業員 1 名で行う。

また、ベースマシンには本切断装置作動用の油圧ユニットを装備する。

(2) 本システムの特長

本システムの特徴をまとめると、次の通りである。

(a) ワイヤソーの移動と設置作業の省人化・高速化

通常、多く使用される引き切り型ワイヤソーにおける、作業場所での複数作業員によるワイヤソー駆動装置の組立固定や移動作業に比べ、作業員 1 名によるベースマシンを活用した移動と設置になり、段取り効率が向上した。

この方式により、大梁のような高所でも、容易に効率良い切断が可能となった。

(b) 切断中の段取り替え効率化

切断中のワイヤソー作動調整は、遠隔調整操作により効率的に行える。また、冷却水供給も、高圧水噴出ノズルからの供給により、効率的に行うことができる

(c) 切断の安定化

本切断装置先端に装備した、部材把持装置により、安定した姿勢で切断を行うことができる。

(d) 更なる切断作業の安全性確保

通常の引き切りワイヤソー方式に比べ、ワイヤソーの作動領域が、本切断装置作動フレームの範囲に限られ、作動フレームには養生カバーが設けられているため、ワイヤソーが万一切れた場合でも、外部に跳ね上がる危険性が無くなった。

また、作業場所周辺の養生も、あまり手間を掛けずに行うことが可能となった。

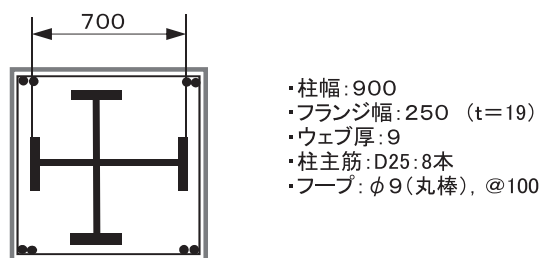
8. 本システム実証施工結果

(1) 実証施工対象部材

これまでのところ、本解体工法全体としての施工実績は無いが、本システムについては、SRC 構造の解体作業所と RC 構造の解体作業所にて、実証施工を行った。

SRC 構造の場合、切断した柱の仕様例を、図一六に示す。大梁は、1000 × 500 (mm) の断面寸法で、H-800 の鉄骨が使用されていた。

また、柱の施工状況を写真一六、大梁切断状況を写真一七に示す。



図一六 切断実証施工 柱仕様



写真一六 柱切断状況



写真一七 大梁切断状況

本システムによる実証施工により確認した効果を次にまとめる。

(2) 確認した効果

(a) 環境にやさしい切断作業を実現

① 騒音を、24%削減

- ②振動を、ほぼゼロに削減
- ③粉じんも、周辺環境と同等レベル
(作業所内では、90%削減)

(b) 切断作業を高速化

- ① SRC 柱 段取りと切断：約 50 分
- ② SRC 大梁 段取りと切断：約 35 分

以上のように、通常の引き切りワイヤソーに比べ、30～60%の切断時間の短縮を確認した。

また、700×400 (mm) の RC 構造大梁の場合、約 20 分で切断作業を行った。

以上は本システムの実証施工結果であるが、全体としての本解体工法についても、同様に、目的とした環境改善や工期短縮は確保できると考える。

9. 今後の展開

今回開発し、環境改善を確認した、本システム適用により、今後、環境負荷低減を必要とする顧客ニーズに応えていきたいと考えている。特に、病院や学校、マンション周辺など、メリットを生かして、満足頂ける施工を提供できればと考えている。

作業所にとっても、環境改善により、作業時間の制約も削減されるなど、施工管理の面でも制約が削減されと考えられ、粉じん発生などが当たり前となっている、現在の破碎工法からの転換による波及効果も確認したいと考えている。

10. おわりに

謝辞

最後になりますが、本切断装置「クールカット」を共同開発頂いた土木建設関連工具・器具製造販売の(株)コンセック殿を始め、本解体工法・クールカットシステム開発にご尽力とご協力を頂いた関係各位、実証施工に際しての工事関係者各位には、誌面を借りて、厚く御礼を申し上げます。

J C M A

【筆者紹介】

奥山 信博 (おくやま のぶひろ)
清水建設㈱
生産技術本部 技術開発グループ
主査



大垣 博 (おおがき ひろし)
清水建設㈱
生産技術本部 技術開発グループ
主査



廣瀬 豊 (ひろせ ゆたか)
清水建設㈱
生産技術本部 機械技術部
主査



交流のひろば/agora—crosstalking—



異業種協働で考える未来の百貨店

岩 崎 晃 彦・大 竹 博 文・岩 坂 照 之

自動車を中心とするデザイン会社、ユニフォームを中心とするアパレルメーカー、そして建設会社の三社が協働し「未来の百貨店」を提案する活動を2012年の春から夏にかけて行った。大型電気自動車(トレーラー)を商品輸送だけでなく売場としても使用することで、季節や気候、時間帯などにより変化する顧客ニーズに合わせ、柔軟かつ迅速に店内レイアウトを変更できる建築ほか三案を提案した。建築からユニフォームまで、百貨店を一体的パッケージとして作り込む過程で得られた、異業種協働ならではの効果を報告する。

キーワード：建築、BIM、電気自動車、スマートシティ、異業種協働

1. 異業種協働の経緯

前田建設には、建設業に興味のない一般の方に建設業の技術やノウハウをご理解いただくためのWebページ、「ファンタジー営業部」が存在する。その内容はゲームやアニメの劇中に存在する建築や構造物を本当に実現するため、社内外第一線の技術者に真剣な検討をお願いし、その様子を会話調の読みやすい文体でホームページに公開するものである。

2003年から連載を開始し今年で丸十年が経過した。連載で大事なことは対象とさせていただくアニメやゲームの世界観を順守し、作品ファンの期待を裏切らないように実現プランを作成することにある。例えば設計にあたり、担当技術者はその作品で対象となる建築や建造物が登場する全てのシーンを視聴し、各種設定資料なども詳細に確認の上、図面化している。また作品から読み取れない箇所は技術者間で議論し決定するなどのこだわりをもって検討している。これらが功を奏し、これまでに書籍が三冊発売され、2013年にはWeb立ち上げから人気を得るまでの物語が、京都を拠点にマルチに活動する人気劇団「ヨーロッパ企画」により舞台化(写真—1)されるまでになった。

「ファンタジー営業部」では、当社が検討できない特殊機械や設備等について、異業種企業にもご協力いただき公開をしている。これが、各方面からのアイデアを結集したWebや読み物の制作ノウハウの蓄積に繋がり、今では様々な企業から、企画立案や講演などの幅広い依頼を受けるまでになっている。今回紹介す



写真—1 「ヨーロッパ企画」による舞台「前田建設ファンタジー営業部」

る「未来の百貨店」も、そのような流れで始まった企画であり、自動車を中心とした工業デザインおよび試作品製作で有名なフィアロコーポレーション、および大手企業のユニフォーム等に多数の実績を待つオンワード商事との三社協働で提案した作品である。なお、最終成果品であるプレゼンボードおよび動画は、「ファンタジー営業部」サイトにて見ることができる。本稿ではその作品の成立過程を中心に、異業種協働の効果について説明する。

2. コンセプトメイキングとメイン提案の構築

「未来の百貨店」のコンセプト立案は、ネット販売が伸びている中、今後も顧客に百貨店にまで足を運んでいただくためには何をすべきかより始まっている。そこでフィアロコーポレーションより提出されたコン

セプトが「可変」と「シームレス」をキーワードとした案である。「可変」は百貨店の売り場やレイアウトの変更を日替わり、あるいは朝、昼、晩という単位でも容易に変更できる仕組みを指している。また「シームレス」は百貨店の「建物」という制約に縛られず、各売り場がニーズのある時間や場所に飛び出して行けばよいという発想である。それらの鍵となるのが、自動運転可能な大型電気トレーラー（図—1）である。



図—1 大型電気トレーラー

個々の売り場を大型の電気トレーラーに収めてしまい、百貨店の内外問わず自由に移動できるようにすれば売り場レイアウトの自由度が増す。コンセプトカーや先行試作車の制作を得意とするフィアロコーポレーションらしい未来的な提案であることから、この「可変」と「シームレス」をコンセプトとし、メイン作品は大型電気トレーラーを主役として進めることとした。したがって受け入れる建築も立体駐車場のようになる。実はその建築もフィアロコーポレーションの手による内装キースケッチ（図—2, 3）からデザインが始まっている。



図—2 建築内装スケッチ

トレーラーが店内で所定の場所に来るとその屋根が上方に開き、建物と一体化するデザインとなっている。売り場には野菜や魚も見えるが、これは当日朝、産地まで売り場自体が自動運転で取りに行くことを想定したものである。売り場レイアウトは、顧客が最もアプ

ローチしやすい一階を一日の中で複数回変更する。朝はコンビニ、昼はレストラン、夜は生鮮食品や総菜といった具合である。もちろん気温や天候の変化により、衣服やレインショップも一階に降りてくる。一方上層階は、一週間の売上順に売り場の並びを変更し、顧客に時々のトレンドが見える化することで楽しんでもらう運用を想定している。さらに休日は回転寿司のように売り場が店内外周部をゆっくりと移動することで、顧客が座ったままで店内全商品を確認できるショッピングを楽しめる設計とした（図—3）。



図—3 建物外周部

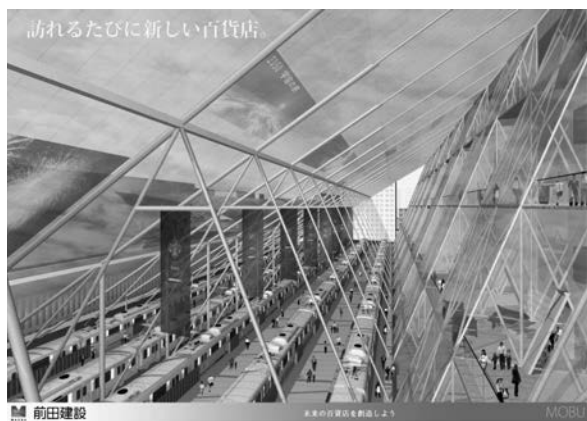
前田建設はこれらスケッチを基にBIMを活用し設計を進めた。50年後を想定している本プロジェクトにおいては既存概念に囚われたベテランより若手設計職員が担当するのが相応しい。彼らの発想を活かしつつ、極力キースケッチ通りとなるようにした（図—4）。



図—4 メイン提案 パース

3. 派生案と制服のデザイン

「可変」と「シームレス」という全体コンセプトが決まったため、前田建設でも若手の設計者が派生案を作成した。「MOBU」は、メイン提案のシームレスに動く売り場を「電車」に置き換え、より大胆にアレン



図—5 MOBU

ジしたものである (図—5)。

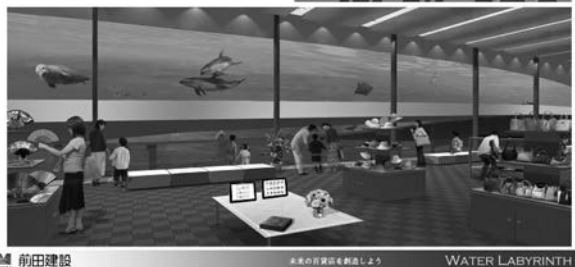
「WATER LABYRINTH」は「シームレス」というテーマより、百貨店のみならず、周辺の駅、オフィス、住宅などを水路で繋ぐという大胆な提案である。百貨店内には魚やイルカが泳ぐ水路も設けてあり (図—6, 7), 商品でなく体験を売る計画としている。



図—6 WATER LABYRINTH

水路を巡るデパート

日常では味わえない、足を運ぶ特別な空間。
デパートが本来持つべき「場所」の特異性を
最高の「おもてなし」体験とともに実現する。
50年後、デパートは箱型から飛躍し、
都市の上空を巡る立体水路となる。



図—7 水路を利用した店舗ディスプレイ

「百貨繚乱」は、商品という完成形だけでなく、商品の企画や生産の過程も含めた商品の全てを顧客に体験、理解していただける店舗である。博物館+百貨店のような内容であり、商品や食材の原材料ブースでは、



図—8 百貨繚乱



図—9 ユニットイメージ

その地方の気候まで再現できるよう、大小さまざまなユニット式の部屋を組み合わせた構成となっている (図—8, 9)。

これら派生案のうち「WATER LABYRINTH」および「百貨繚乱」については、オンワード商事が制服のデザインを検討した。

「WATER LABYRINTH」の制服については、水路がめぐりイルカが泳ぐ店舗より、流れる「おもてなし」をあなたに、という制服デザインのコンセプトを設定。



図—10 WATER LABYRINTH 制服

単なる店員にとどまらず、ヘルスサポートや水路を行く船の船頭を努める店員のため、海やマリンスポーツを意識した、若々しくスマートな制服を提案している(図—10)。

「百貨繚乱」については五感を使った体験を届ける百貨店であることから、今だけ ここだけ あなただけ、という制服デザインのコンセプトに沿い、アロマ・リラックス・リアリティというキーワードから、花見、花畑、収穫祭をイメージした制服を提案した(図—11)。



図—11 百貨繚乱 制服

以上のように今回の協働では自動車デザイン会社のコンセプトに則って、建設会社とアパレルメーカーがデザインを行う手法により未来の百貨店を提案した。これは異業種の技術者全員でコンセプトを創り上げる手法に比べ、従来にない大胆な提案を行う場合に有効と感じた。従って、今のスマートシティの議論の中で、普遍的で魅力あふれる街を生み出すためには、そのコンセプトメイクをあえて特定業種の一社にゆだね、その社の哲学や商品・サービスの延長上として都市を考えるのも有効な試みと感じている、次回は同じメンバーで、ぜひ実物件に挑戦したいと考えている。

J C M A

【筆者紹介】

岩崎 晃彦 (いわさき てるひこ)
 (株)フィアロコーポレーション
 代表取締役社長



大竹 博文 (おおたけ ひろぶみ)
 オンワード商事(株)
 商品部



岩坂 照之 (いわさか てるゆき)
 前田建設工業(株)
 総合企画部
 広報グループ長



ずいそう

後輩に伝えたいこと

木谷 宗一



私が入社する頃、国内の建設業界では霞ヶ関ビルが完成し、超高層建築が一番注目されていた時代である。学生時代から超高層建築にあこがれを持ち建設会社に入社したならば是非やってみたいと思っていた。当時、各社の会社案内を見比べていた時、当社の会社案内の中に二つの目に留まったキーワードがあった。「悔いのない仕事」「血の通った仕事」この言葉が会社を決める決定的な要因となった。この世界に入ったからには選んだ道をどう生きるかを常に考えていた。本当に打ち込んでやっていれば自分の天職になるかもしれない。とにかく当時から同期の奴には絶対に負けたくないというハングリー精神だけは人一倍強かった。入社後、人事部に超高層建築の作業所希望を出し続けたが最初の作業所は地方の銀行の支店であり、正直落胆したことを覚えている。しかし、監理の厳しい教科書通りの作業所で基本を覚え、ようやく竣工した頃、52階の超高層建築の作業所の辞令が出た。この現場は巨大なシステムチックに動く工場のように見え、今までとは全く違った仕事があった。この頃は自分の担当はもちろんのこと、それ以外の仕事をくまなく見て回り、資料を頂き技術を盗むことに専念した。自分自身でやらなくても見ているだけで各作業の段取りが見え、次の作業所の工事計画に大いに役立たせることができた。その後、大小12か所の作業所を経験するたびに担当した仕事は歩掛を蓄積した。特に一人現場の経験は6か所あり、自分に負けることが許されない状況の中で自分自身を鍛えることができポジティブに生きることが自然と身についたことが強みとなった。

次に技術研究所の研修生となり、技術開発の機会が与えられた。この2年間でどう生きるかが今後の人生に大きく左右すると考え、今までに無い技術を開発したいと現場の問題点を改善すべく開発テーマを立ち上げた。余分なコンクリートを打ち、さらに研取するという場所打ち杭の杭頭処理を無くすために水中で分離しないコンクリートを開発し、国際特許6か国、国内特許13件を出願した。技術研究所での最大の成果は開発した技術よりも技術開発のプロセスを学んだことが一番大きな成果であり、その後の現業において大いに役立った。技術研究所から東京本店の技術部に配属さ

れ、5年半工事計画の業務をこなした。一般的な建築の工事計画はもとより、超高層建築からドーム・大空間建築と幅広く業務に携わった。中でも、私は機械化施工が好きで特に大型プロジェクトはいかに機械を有効に活用するかを常に取り入れた。自分自身で開発した機械も少なくない。今の建築技術者の大半は建築は建築担当者、機械は機械担当者と分業しているが当時は本当に専門家でしか出来ないことはお任せして、簡単な機能や組み合わせを考えて合理的施工方法を開発したものである。建築技術者は2割機械を取り込み、機械技術者は2割建築を取り込み、お互いを知ることがより生産性を高めることに繋がると確信している。

技術部時代から再び作業所に配属されて超高層とドームの大型プロジェクトを4件経験した。この頃の作業所でのモットーは「技術とは自分で開発するものであり、問題点を開発改善テーマとして考え、技術開発を推進しながら作業所運営を図る」であった。作業所着工時、特許5件、提案100件を目標と宣言して、作業所のベクトルを合わせた。

入社後、47%が作業所で53%が内勤（技研・技術部・生産本部）である。自分自身の会社人生を振り返り、経験から若い人によく言う言葉は「20代は体を使って仕事を覚え、30代は頭を使って仕事をし、40代は人を使って仕事をし、50代は組織を使って仕事をす」という。そして、「Positive Thinking Positive Action」人は考えることはできるが、なかなか行動に移すことが苦手である。たしかにそれなりにリスクが伴う。それを打破するには情熱を持ったプロフェッショナルになることが不安を取り除いてくれる。特に作業所におけるものづくりの楽しさを言うならば、仕事は難しいパズルを解くようなものである。だから楽しい。そして、達成感や充実感を味わうことが大切である。長い会社人生を振り返った時に、自分が自分の子孫に自慢できる仕事を残せるかどうかはすべて自分自身の生き方で決まる。

ずいそう

家族サービス

三 野 容志郎



今年大学生になった末娘が、海外へ行った記憶がないと言うので、この夏は盆休みを利用してプラハ、ウィーンへ旅行しました。そういえば13年前（当時6才）にハワイへ行って以来です。長女は犬と留守番、長男からは「スリに気をつけて。」とメールが入り、親子3人で、猛暑（38℃）の日本を離れ、最高気温25℃のプラハへと降り立ちました。

翌日は、オーストリアとの国境にほど近いチェスキークルムロフを訪れました。道中でのガイドからの説明によれば、チェコの人口は1000万人、プラハに約12%が住んでいて、平均月収は23000コルナ（約13万円）で共稼ぎが多いそうです。また、チェコは日本で主流のピルスナービール（ラガー）発祥の地。バドワイザーは米国のものではなく、チェコが本家だそうです。町に着くと、ビール醸造所で昼食。まずはピルスナービールで乾杯。たいへんに旨い！シチュー、ローストポーク、ザウアークラフトなどチェコ料理で腹ごしらえをしてから散策にでかけました。13世紀に南ボヘミアの貴族によってヴルタヴァ川が大きく蛇行して流れる地に作られたこの小さな町は、近代化から取り残された城、旧市街、石畳がそのまま保存されたかのような美しい世界遺産の町でした。

3日目はプラハの町を散策。14世紀に神聖ローマ帝国の首都として栄えたプラハは、塔が大変多く、オレンジ屋根が続く家並み、曲がりくねった石畳の路地が特徴です。この曲がりくねった石畳の道というのがくせもので、ホテルから目的地のカレル橋へ行くのに迷ってしまいました。道を聞こうにも、出会うのは明らかに当惑げに同じく道に迷っている観光客らしき人たちばかり。方向音痴の妻と娘を連れ、地図を片手に歩いたのですが、最後は娘のスマホに頼らざるを得ま

せんでした。カレル橋はヴルタヴァ川に架かるゴシック様式の美しい石橋で全長520m幅10mもあり、約600年近くもの間、洪水にも耐えてきたそうで、昔の技術には驚かずにはられません。音楽隊や似顔絵描きなどがいて、観光客が多くにぎやかで、ここから見上げるプラハ城は素晴らしいの一言です。娘はガラス細工の店や木製おもちゃの店が気に入った様子で、土産は何にしようかと長い間迷っていました。スーパーでは、ソーセージの種類が多いのと緑黄色野菜が少ないのに驚きました。ところで、缶ビールは500mlで26コルナ（約150円）と安い！

4日目はプラハ駅よりEC77オイロシティ（国際特急列車）に乗り一路ウィーンへ。今回の旅行の目玉である国立オペラ座でのコンサートの開演前に市内を歩き、カフェモーツァルトへ行き、ウィンナーシュニッツェルと白ワインでまずはオーストリア気分を味わいました。国立オペラ座は第2次世界大戦で爆撃を受けてその殆どを損ないましたが、音楽の都ウィーンの人々の悲願であった再建を1955年に果たし、ベートーベンの「フィデリオ」で再び幕を開けたそうです。中に入ると馬蹄型の豪華なホールで、上を見上げると6階まであり、ボックス席、立見席など全てあわせると2276席がほぼ満席になっていました。モーツァルトの時代のコスチュームで演奏する観光客向けコンサートは、指揮者が観客の手拍子と一体になって盛り上げてくれる場面もあり、さまざまな趣向をこらした楽しい約2時間でした。翌日のガイドツアーで表舞台、裏舞台も見学し、その広さと毎日変わる舞台の準備の大変さを知りました。

5日目はウィーン市内観光。道幅も広く町並みも整然としていました。市内に点在するシェーンブルン宮殿等、ハプスブルク家ゆかりの場所では、1918年に滅亡するまで650年の歴史を持つ同家の偉大さとその文化遺産を見せつけられた思いがしました。実質最後の皇帝フランツ・ヨーゼフ1世の妃エリーザベトがウェスト50cmというプロポーションを保つために使った運動器具は、今も昔も変わらぬ女性の美への執念を感じさせるものでした。妻と娘が目的とするザッハートルテも食べ、ウィーンを満喫しました。

あとは家路につくのみ。プラハ、ウィーンと駆け足の旅で3人とも少々ばて気味でしたが、天候にも恵まれ、暑くもなく、スリにもあわず帰国できたことは何よりでした。特にプラハの町並みとウィーンのオペラ座は忘れ得ぬ思い出となるでしょう。娘にはどんな記憶が残ったのでしょうか…。



JCMA 報告

平成 25 年度 一般社団法人日本建設機械施工協会会長賞 受賞業績（その 3）



平成 25 年度 一般社団法人日本建設機械施工協会 貢献賞



福島原子力災害復旧工事で活躍する 「次世代無人化施工システム」

鹿島建設(株)

業務内容の概要

1. 開発技術の概要

無人化施工技術は、雲仙普賢岳における復旧工事において実用化されて以来、土工を中心とした作業を対象に発展してきた。今回新たに開発した『次世代無人化施工システム』は、多数の建設機械を同時に遠隔操作するために必要となる大容量の制御信号通信と映像通信に、無線技術と光ファイバーによる有線通信技術を最適に組み合わせることで、狭い範囲での様々な復旧作業を遠隔地から安全に行うことを可能としている。また、大型クレーンや解体用重機など従来の無人化施工では取り入れられていなかった建設機械の無人化に加え、各種解体用ツールや「遠隔燃料供給装置」、「ネットワーク監視プログラム」などを開発し、給油や保守管理などの付帯作業にも無人化施工の範囲を広げた新しいシステムである。

2. 適用実績

今回、福島第一原子力発電所 3 号機原子炉建屋上部瓦礫撤去工事（以下、瓦礫撤去工事）を進めるためには、放射線下での周辺建屋の解体作業や、構台構築などを行うための重量物の揚重作業が必要とされた。災害復旧に向けた工事の早期着手はもとより早期収束が国民全体の要求であり、大型クローラークレーンや大型解体機など従来の無人化施工では取り入れられていなかった建設機械の無人化開発を僅か 3 か月で行った。また、震災後の短期間で開発した『次世代無人化施工システム』をシンプルかつ合理的に設計・適用し、サイトでのシステム構築作業を最小限に抑えたものとし、狭いエリアの中での多数建設機械の同時作業を合理的に進めている。

3. 開発の効果

福島第一原子力発電所 3 号機周囲は放射線量が比較的高く、有人運転の場合はオペレータの被曝量は莫大なものとなる懸念があったが、本システム適用により安全な場所から建設機械の運転操作を効率的に行うことができ、災害復旧のための目標スケジュール遂行には欠かせない技術となっている。

業務内容

1. 開発の背景

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災では東京電力

福島第一原子力発電所も甚大な被害を被った。高線量下で行われる復旧工事は無人化施工が必須であったが、既存大型 RC 構造物の解体や、高さ 30 m の建屋上の瓦礫の撤去などの作業は、これまで無人化施工で用いた機械だけでなく、多様な機械を用いて無人化施工を行う必要があった。さらに、一日も早い復旧という緊急性が要求されるため、狭い範囲で同時に多数の建設機械を稼働させる必要があった。

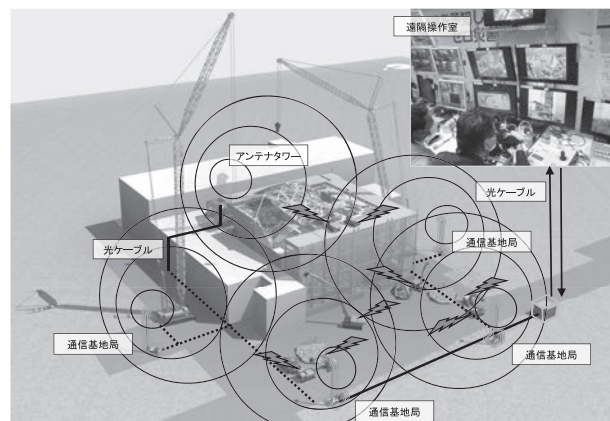
そこで、当社は多種多数建設機械の遠隔操作が可能な無人化施工技術に加え、「吊下げ式解体ツール」「遠隔燃料供給装置」「ネットワーク監視プログラム」を開発し、給油や保守管理などの付帯作業も遠隔化を行うために、『次世代無人化施工システム』を構築して、瓦礫撤去工事に適用した。

2. 業績の詳細な技術説明

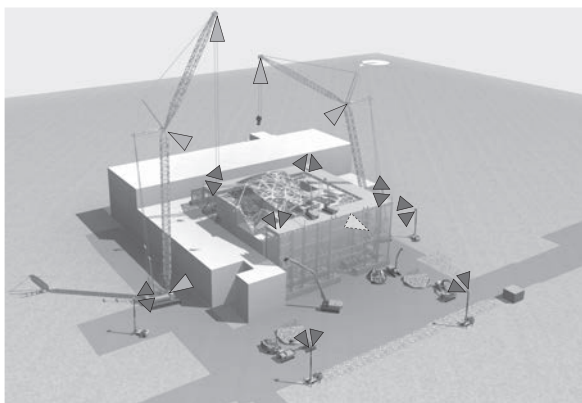
(1) 建設機械と機器の構成

瓦礫撤去工事では、大型クローラークレーン 2 台、大型解体機 4 台、油圧ショベル 2 台、不整地用運搬車 2 台の合計 10 台の建設機械を場内に配置し、同時に遠隔操作することで最速での収束を目指し工事を進めることとした。そのため、建設機械の操作を低線量で防護服等が不要な遠隔操作室で実施することにし、被曝量の大幅な低減により長時間の稼働を可能にした。

遠隔操作信号やカメラ映像を建設機械と交信する無線基地局は場内 5 箇所に配置し、遠隔操作室からの光ケーブル



図ー1 次世代無人化施工システム概要図



図—5 テレビカメラ装置配置図



図—6 作業用車載カメラ

(4) ネットワーク監視プログラムの開発

通信システムに障害が発生した場合、早期に復旧させることは当然ながら、可能な限り場内での作業を減らすために、システムの監視と障害発生時の原因究明が操作室内で行えるよう、2つのプログラムを新たに開発した。

①ネットワーク疎通確認プログラム

ネットワーク疎通を確認したい機器に対してIPパケットを送信し、そのパケットが正しく届いて返答が行われるかを確認するコマンド（ping コマンド）を、IPアドレスを割り当てた全ての機器に対して自動的に実行するプログラム。モニタ画面に、返答に要した時間の長さに応じ色別表示を行うことにより、一目で異常のある機器を判別することができる。

②メッシュ型無線LAN監視プログラム

PCのウェブブラウザにて無線端末の監視、制御を一元管理し、無線電波の受信感度や通信速度などの確認が可能な、メッシュ型無線監視プログラム。映像に障害が発生した際、原因が無線にあるか否かを速やかに判断することができる。

(5) 無人化施工ツールの開発

①クレーン吊り下げ式解体ツール

瓦礫撤去工事の一連のステップの中では、建屋周辺に設

置した解体機では作業半径が足りない場合が生じる。そこで今回、大型クローラクレーンで吊下げて、地上設置の解体機では届かない遠くの解体部位を遠隔操作にて解体できる吊下げ式解体ツールを4機種開発した。撤去、解体の対象となる瓦礫や構造部材、作業方法に応じて、これら吊下げ式解体用ツールを使い分けた。

(a) 油圧シェルバケット

容量 3 m^3 の無線操作式の油圧シェルバケットで、強力送風ファンによる姿勢制御機能を有する。

大型クローラクレーンのタワーブーム先端に取り付けられたアンテナで無線通信を行い、遠隔操作室から開閉及び旋回操作が行える。主にスラブ上瓦礫のすくい取りに用いる。

(b) 油圧フォークバケット

容量 1.5 m^3 、掴み荷重 15 t の大型の爪を持つ油圧フォークバケットで、シェルタイプと同様の姿勢制御装置と通信方式を有する。主に大型瓦礫の把持、撤去に用いる。

(c) 油圧ペンチ

油圧エンジンユニットからワイヤーで吊り下げられたペンチ形状の掴みアタッチメントを有する装置である。使用済み核燃料プール内での作業にも対応できるよう先端アタッチメント部分は水中作業が可能な仕様としている。主に細かな瓦礫の撤去作業に用いる。

(d) 吊下げ式カッター

高さ 30 m の原子炉建屋上部には、屋上の屋根トラスや天井クレーンなど大型の瓦礫が残っている。これらを構成する鋼材は大断面であり、複雑な形状をしているため、カッ



図—7 油圧シェルバケット



図—8 油圧フォークバケット



図－9 油圧ベンチ



図－10 吊下げ式カッター

ターには強力な切断性能とアプローチの自由度が要求された。そこで、車輛系解体用機械のアーム部分と油圧パワーユニットを吊下げる形状とした解体専用の吊下げカッターを開発・導入した。

アーム及びアタッチメントを自在に上下動、旋回させることにより様々な角度からの切断作業が可能である。

(6) 遠隔燃料供給システム

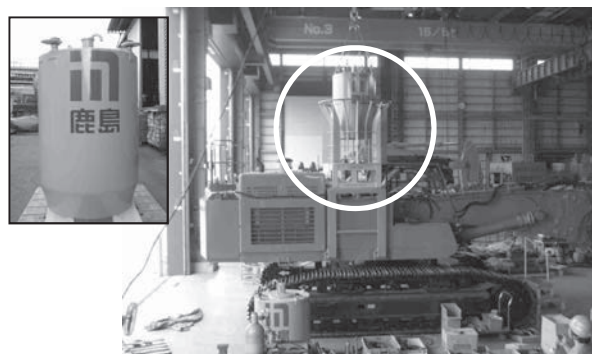
原子炉建屋上部の瓦礫解体・撤去作業では、地上から30 m 高さの構台上に解体機を載せて作業を行うことになる。構台上は空間放射線量の値が非常に高く、タンクローリを使用した有人での給油作業は不可能であり、また解体機を退避させるための遮蔽帯による低放射線量エリアの構築も難しいことから、「遠隔燃料供給装置」を開発した。

大型クローラクレーンで燃料給油タンクを揚重し、解体機の給油口に設けたガイドに差し込むと、解体機側の給油口の蓋が自動的に開き給油が開始される。給油タンクの嵌合状況は回転灯により確認でき、給油状況は監視モニターにより燃料が送られている状況と燃料計を直接監視することができる。

3. 類似工法または機械との比較

放射線被曝回避の観点から、類似工法としては重遮蔽建設機械による施工が考えられる。

これらの重遮蔽建設機械による施工では、
・オペレータの放射線被曝の危険性により施工期間が長い



図－11 遠隔燃料供給装置実機試験状況



図－12 燃料供給監視モニター



図－13 重遮蔽振動ローラー

工事には対応不可能

- ・重遮蔽による視界の制限で施工能率が格段に落ちることが予想される

4. 特許、実用新案のタイトル

「遠隔操作式作業機への燃料供給システム」

(特開 2013-103754)

[筆者紹介]

領木 紀夫 (りょうき のりお)

鹿島建設(株) 東京建築支店 機材部 次長

お断り

この JCMA 報告は、貢献賞を受賞した原文とは一部異なる表現をしてあります。



ドライアイスブラスト工法を用いた 除染装置「DB 除染ロボ」の開発

大成建設(株)・(株)東洋ユニオン

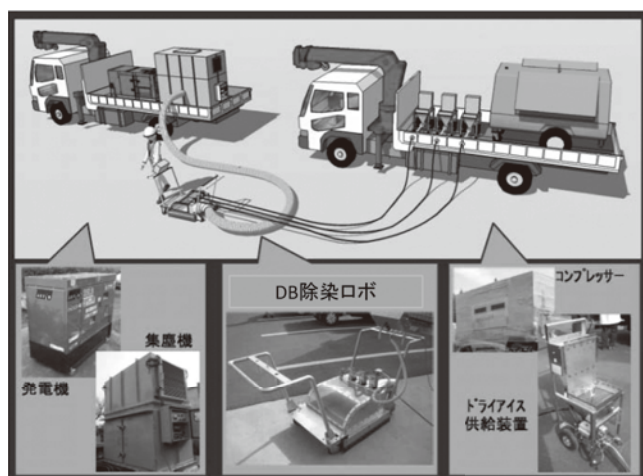
業務内容の概要

今回開発した「DB 除染ロボ」は、ドライアイスの粒を舗装面に吹付け、昇華時のエネルギーを利用して表面に付着した放射性物質を剥ぎ取り、同時に回収する工法である。

この技術の主な特徴は以下のとおりである。

- ①舗装面の除染と放射性物質の回収を同時に行えるシステム
- ②自立走行が可能
これらの技術により次のような効果が得られる。
- ①舗装面を損傷することなく除染が可能
- ②放射性物質を飛散させないことで作業員の被ばくを防止
- ③放射性廃棄物の減容化
- ④自立走行により、作業員の技量や経験に関係なく一様な除染品質を確保
- ⑤自立走行により、作業員の作業負担の軽減化

大熊町、飯舘村、常磐自動車道等において実証試験を行っており、更に効率を向上させるために改良を重ねている。



図一 1 DB 除染ロボ

業務内容

1. 業績の行われた背景

福島第一原子力発電所の事故による放射性物質の除染事業では、除染効果が高かつ発生する除染廃棄物量が少ない工法が求められている。

- ①水による洗浄では除染効果が低く、排水の処理が必要と

なる。

- ②ショットブラストによる除染では廃棄物の発生量が多い。
これらの課題を解決するため開発に着手した。

2. 業績の詳細な技術的説明

ドライアイスブラスト工法はこれまで、水での洗浄が出来ない精密機器の洗浄や、基材を傷つけずに塗装を剥いだり、部品の錆や腐食を落とす作業、プラント建屋内や工場など水洗浄の排水処理が問題となるといった分野で利用されてきた。この工法は①水がいない②基材を傷つけない③廃棄物が少ないといった特徴がある。

洗浄原理はガスウェッジ作用と言われる。コンプレッサーより吐出された圧縮空気にベレット状のドライアイス混合しノズルより噴射させているが、ドライアイスが洗浄箇所に衝突すると、瞬時に固体から気体になり、その時に 750 倍の体積膨張を起こす。このエネルギーにより付着物を持ち上げて剥ぎ取るという原理である。

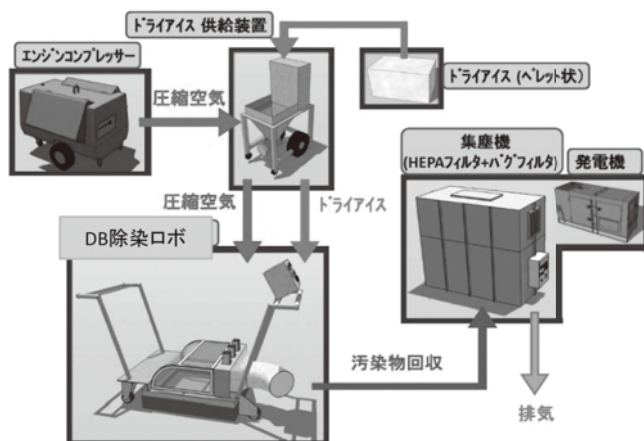


図一 2 ドライアイスブラストの原理

従来のドライアイスブラスト洗浄は、吹き飛ばした汚染物を飛散しないため、集塵式の専用ブースを用意し、ハンドガンタイプのノズルを作業員が持ち洗浄を行うものである。洗浄は汚れ具合によってノズル離隔、角度、噴射時間等を調整する必要がある、ある程度の経験と技量が必要とされる。これらの特徴を活かしシステム化することで路面の除染機械を開発した。除染ロボのシステム概要を図一 3 システム概要図に示す。

(1) ドライアイスブラストの路面除染の適用性

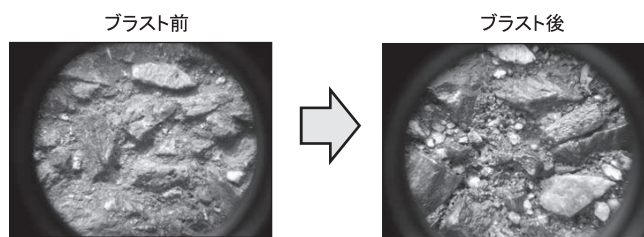
ドライアイスブラストが舗装面の除染に適用出来るかの実証試験を行った。舗装面の放射性物質の多くは骨材と骨材の間や亀裂、凹み部分の土や塵に付着していると言われ



図ー3 システム概要図

ている。したがってこの土や塵を効率よく取り除くことが出来れば除染効果が期待できる。

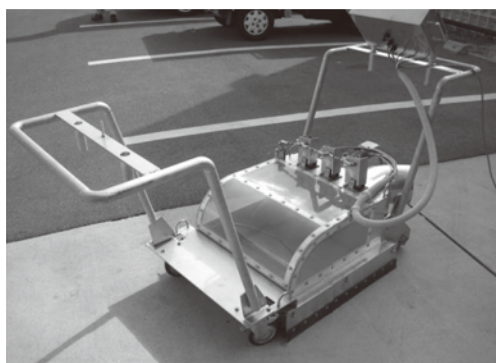
図ー4 適用性の確認から、骨材と骨材の間や凹み部分の、土、塵が綺麗に取り除かれている。



図ー4 適用性の確認

(2) 集塵フード式台車の開発

ドライアイスブラストで取り除いた放射性物質の飛散を防止し、効率よく回収するため集塵フード式の台車を開発した。大容量の集塵機によりフード内を負圧に保つことで汚染物質の漏洩を防ぎ、フード内の乱流を防ぐ形状とした。また、駆動は電動モーターを使用しインバーター制御により走行スピードの調整を可能にした。図ー5DB 除染ロボ 全景参照。



図ー5 DB 除染ロボ全景

(3) 噴射ノズルの機構

従来のドライアイスブラスト工法はハンドガンタイプの

ノズル1本を用いて人力で行うが、施工量を増やすために3連式にしワイパーのように稼働する機構とした。従来の人力で行った場合に近い結果を得るために実証試験を重ね、最適なノズルの角度、離隔を決定した。また、ノズルの稼働は台車の駆動輪とリンクされており、走行スピードに連動しノズルが稼働する機構とした。

3. 技術的効果

今回の「DB 除染ロボ」の開発により次のような効果が得られた。

①舗装を損傷することなく除染が可能

ドライアイスブラストは鉄やアルミなどの研磨材を使用するショットブラストと違い、ドライアイスが路面に衝突した瞬間に昇華するため路面を削ることがない。骨材と骨材の間や亀裂、凹み部分の土と塵のみをきれいに取り除くことができた。

②放射性物質を飛散させないことで作業員の被ばくを防止

今回開発した集塵フード式台車は、大容量の集塵機を使用することでフード内は常に負圧に保たれている。そのためドライアイスブラストで取り除かれた汚染物質は漏れることなく回収されていることが確認できた。

③放射性廃棄物の減容化

実証試験でショットブラストの廃棄物の量を比較したところ、重量比較で約1/25の量になることが確認できた。

④自立走行により、作業員の技量や経験に関係なく一様な除染品質を確保

DB 除染ロボの走行を電動モーターにより自動化し、噴射ノズルの稼働を台車走行スピードと連動させたため、除染効果を得られる最適な走行スピードを最初に設定することで、作業員の技量や経験に関係なく一様な除染品質を確保できるようになった。

⑤自立走行により、作業員の作業軽減化

除染ロボが自立走行するため人力でけん引する必要がない。作業員は走行する方向を決定し、走行中の方向修正をするだけとなり作業量が軽減された。

4. 経済的効果

施工費はショットブラストと同等程度である（当社比）。ただし、ショットブラストに対し廃棄物量を約1/25に減容化できるため、廃棄物の運搬、処分までのコストを考慮すると優位である。

5. 施工実績

これまで行ってきた実証試験と結果を示す。

- ・平成24年1月 福島県広野町でドライアイス吹付による除染効果の基礎データ採取実験
- ・平成24年4月 福島県大熊町で実証試験
 - …AS 舗装 低減率10～50%
- ・平成24年6月 常磐道除染モデル事業で実証試験

…CON 舗装 低減率 45 ～ 70%

・平成 24 年 10 月 福島県飯館村で実証試験

…AS 舗装 低減率 20 ～ 40%

…CON 舗装 低減率 30 ～ 50%

・現在、常磐自動車道除染等工事で実施中



図一 6 実証試験状況

6. 類似工法との比較

項 目	ドライアイスブラスト	ショットブラスト	高圧水洗浄
除染効果(表面汚染密度) 低減率	69%	98%	60%
施工コスト(洗浄作業のみ)	約2500円/m ²	約2000円/m ²	約500円/m ²
廃棄物量(25m ² 当たり)	2kg	50kg	500kg(排水0.5m ³)

当社比

7. 波及効果

DB 除染ロボは路面の除染を目的に開発したが、水を使わない、廃棄物が少ないという特徴から他の用途での問い合わせがある。例えば、歩道や公園のインターロッキングブロックや平板コンクリートの汚れ、白華の清掃である。通常は高圧水洗浄により清掃しており、大量の使用水の回収および排水処理が必要で回収の手間が掛るが、当工法ではその必要がない。また、壁面や狭隘な箇所への対応、遠隔操作による無人化施工といった要望もあり、今後のニーズを踏まえ多岐に展開していく。

8. 特許のタイトル

出願 特願 2012-096522「除染装置」

出願 特願 2012-212154「除染装置」

出願 特願 2012-213330「除染システム」

出願 特願 2013-131675「除染装置」

[筆者紹介]

若山 真則 (わかやま まさのり)

大成建設株

土木本部 機械部

お断り

この JCMA 報告は、奨励賞を受賞した原文とは一部異なる表現をしてあります。



トピックス TOPICS

第5回ものづくり日本大賞内閣総理大臣賞受賞

日本建設機械施工協会東北支部

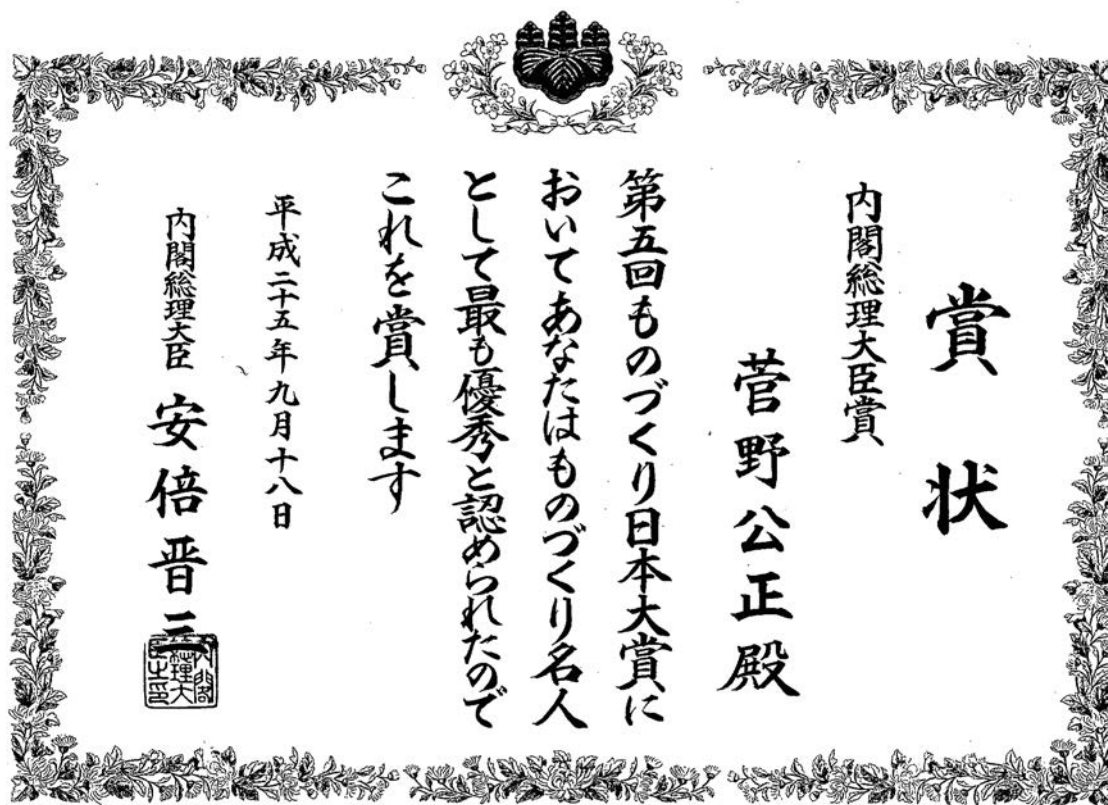
当協会東北支部広報部会長菅野公正氏は、平成25年度第5回ものづくり日本大賞で内閣総理大臣賞を受賞しました。

ものづくり日本大賞とは、ものづくりの第一線で活躍し、特に優秀と認められる人物等を顕彰するもので、経済産業省8件49名、国土交通省は菅野公正氏を含め7件9名、厚生労働省が5件9名、文部科学省4件8名合計24件75名の方が受賞しました。

菅野公正氏は㈱NIPPO東北支店機械担当課長として、自動車のテストコースや高速道路の舗装工事の最前線に立ち、舗装用建設機械の開発・発明に加え、施工の改善、工夫、安全対策などの功績を多く残しております。同社の社員がものづくり日本大賞を受賞したのは初めてで、社長からも労いのお言葉をいただき、全社で受賞を称えております。

受賞対象となった案件は平成24年度に「優秀施工者国土交通大臣顕彰建設マスター」として受賞されたものと同じく、「ローラと作業従事者との接触防止のために、前進も後進も前向きで運転のできるリバーシブルローラF&Fを共同開発したほか、各現場の施工条件に応じた器具の作成・改良等を行い、安全施工・仕上がり精度の向上に取り組んでいる。」ことが高く評価されたものです。

平成25年9月18日に首相官邸で行われた表彰式では、安倍晋三首相から賞状と記念メダルが授与されました。表彰式では安倍首相から「おめでとう」と声をかけられ、本人は「私がいただいているのか恐縮しています。メダルが重くて首が折れそうです」という感想を寄せて下さいました。



安倍総理大臣から受賞した賞状



総理大臣賞表彰会場



祝賀会風景



安倍総理大臣から賞状をいただく
菅野公正氏 安倍総理大臣 太田国土交通大臣



太田国土交通大臣にローラについて説明



賞状授与後に記念撮影
菅野公正氏 安倍内閣総理大臣 太田国土交通大臣



開発したローラのパネル



建設マスターとして受賞した4名 右から二人目菅野公正氏

CMI 報告

「情報化施工研修会」の現状と課題

上石 修二・伊藤 文夫

1. はじめに

情報化施工の取り組みとして、建設施工の効率化、品質の確保、施工管理や監督検査における業務改善等を目的として情報通信技術（ICT）の利用が進みつつある。国土交通省が平成 25 年 3 月に発表した「情報化施工推進戦略」では、更に情報化施工を推進するための 5 つの重点目標と 10 の取り組みが示されており、重点目標の一つとして情報化施工に関する教育・教習の充実（人材育成）があげられている。この「人材育成」に関して、（一社）日本建設機械施工協会が実施している「情報化施工研修会」（以下、研修会）についてその現状と今後の課題について述べる。

2. 背景

国土交通省では平成 20 年 2 月に立ち上げた『情報化施工推進会議』から最初の「情報化施工推進戦略」を発表（同年 7 月）し、その後の 5 年間、官学民挙げて情報化施工の普及・促進に努めてきている。施工工種として、盛土工・舗装工を中心に ICT 技術の活用方策の検討が進められており、この成果の一環として、「TS を用いた出来形管理要領」（土工編、舗装工事編）や「TS を用いた出来形管理の監督・検査要領」（道路土工編、河川土工編、道路舗装編）がまとめられてきている。

また、土木工事の施工現場においては、施工および施工管理の省力化、品質向上を目的として、モーターグレーダやブルドーザなどのマシンコントロール（以下、3D-MC）技術を用いた施工支援システム、パッ

クハウなどのマシン・ガイダンス技術（3D-MG）、ローラの軌跡管理による面的な品質管理技術（締固め）、その他の「ICT を用いた施工及び工事管理システム」を導入するなど、ICT 技術の活用事例が大規模工事現場はもちろんのこと、小規模工事においても報告されている。

このような中、国土交通省が平成 25 年 3 月に今後の 5 年間の普及促進のための施策（新）「情報化施工推進戦略」～「使う」から「活かす」へ、新たな建設生産の段階に挑む！！～が発表され、その中で、情報化施工の普及のための重点課題のひとつに「人材育成」が上げられている。

3. 研修会の実績と課題

(1) 研修会の立ち上げ

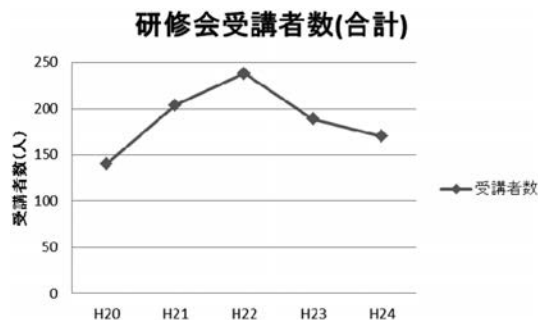
（一社）日本建設機械施工協会は、3 次元データを利用した建設機械制御に関する基本的な教育を実施し、実践的な活用が出来る技術者を育成することを目的として情報化施工・安全教育研修センターを発足し、「情報化施工研修会」を平成 20 年 7 月に立ち上げた。

(2) 研修会受講者

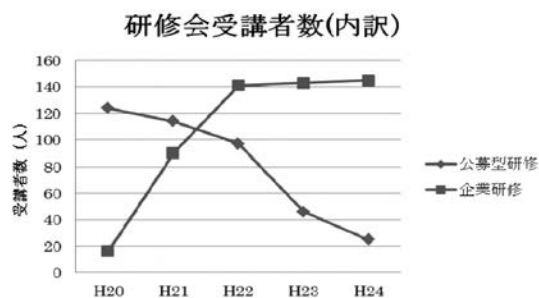
研修会の種類は一般に募集する“公募型”研修会と企業または団体が行う“企業研修”の 2 種類がある。平成 20 年度～24 年度間の研修会受講者数は公募型研修会 406 名（20 回）、企業研修 535 名（35 回）の合計は概ね一千名となった（表—1）。全体的な傾向としては平成 20 年度から平成 22 年度までは受講者が増加したが、平成 22 年度をピークとして減少の傾向にある（図—1、2 参照）。

表—1 情報化施工研修会実績

種別	累計（H20-24）
公募型研修会	406 名 / 20 回
企業研修会	535 名 / 35 回
計	941 名 / 55 回



図—1 情報化施工研修会年度別受講者数



図一 2 情報化施工研修会年度別受講者数 (内訳)

(3) 研修会内容の改善

平成 20 年度に研修会を立ち上げて以来、講義や実習の内容、テキストの改善を進めてきた。その主な改善項目は以下のようなものである。

1) 座学内容の改善

- ①測量の基礎講習：第 1 回研修会で試行するも実習も含めて丸 1 日かかるため次回から見送り
- ②設計データ作成の実習：受講者全てが作成できるような実習時間の拡充
- ③発注者向けテキストの作成 (TS 出来形管理)

2) 実習内容の改善

- ①締固め管理システムの講習及び実習 (振動ローラ)：2010.2 より追加実施
- ②バックホウ MG の実習：2010.3 より追加実施
- ③VRS システムの実習：関係業者協力により 2011 より実施

3) 研修用設備の拡充

- ①実習用コース整備 (MC 用 2 コースに、掘削ヤード、締め固めヤードを追加)
- ②受講者用 PC 配置
- ③ブルドーザ、グレーダ導入：2010.5, JCMA として研修用に新規導入

(4) 「研修会」に関わる最近の動き

1) 公募型研修会：

「TS 出来形管理研修会」の新設：TS 出来形の研修には多くの受講者を期待したが、受講者増につながらなかった。

2) 企業研修会

CMI が通常行っている研修会のほかに、長野県業者が単独で実施するなどの新しい動きがあった。

3) 理解度チェック用テストの試行

公募型および企業研修受講者への理解度チェックのテストを実施した。

4) 情報化技術紹介用動画の制作

研修会協力企業から PR 動画の提供を受け、編集・制作を行い、地方整備局、JCMA 支部などでの活用

をすすめている。

5) 出張研修 (JCMA, 施工総研への講演・研修依頼)

平成 24 年度に地方整備局、JCMA 支部、他機関より講演・研修依頼が急増し、計 24 回、約 2,200 名の方が聴講している (参考までに、H22 年度は 14 回、H23 年度は 12 回で、受講者数は H24 年度の 1/3 以下であった)。

(5) 研修会の課題

1) 公募型研修会

公募型研修会は最近、開催数、受講者ともに減少傾向にあり、H24 年度には研修会費用を見直したが、受講者の確保につながらなかった。

この原因として、最近、各地で民間、官側で講習会、研修会が開催されてきているため、講習費用、旅費・宿泊費用をとまう研修の必然性がないことが考えられる。

2) 企業研修

公募型研修会に対して企業研修は H22 以降コンスタントに活用されている。これは、情報化実地研修においては設計データ、設計データに合致するコース、情報化で使える重機など準備するものが多く、これらを持たない企業にとっては当研修ヤードを活用するメリットがあると判断されていることが考えられる。

3) 出張研修

各地整、JCMA 支部および他機関からの要請で行う出張研修が増加している。当初は概論的な内容であったものが、最近は TS、PC を使用した研修が増加する傾向がある。今後、機材、研修スタッフなどの増強を必要とする可能性がある。

4. 改めて「研修会」ニーズとは？

(1) 情報化施工を担う人材に求められるもの

情報の活用はこと機械施工のみでなく、業務プロセス全体を変えることになるために、これまでなかった作業も生じてくる。例えば、土工現場のマシンコントロールを想定すると、以下のような場面での作業が必要となる。

- ①施工計画 (情報化施工技术選定、情報化のための現場調査、施工計画書の作成)
- ②設計データの作成 (発注図書からの設計データ抽出、設計データ作成作業)
- ③重機設定 (情報機器の取付、機械情報入力、キャリブレーション、動作確認)
- ④基準局設置 (機器の設置、通信設定、動作確認)

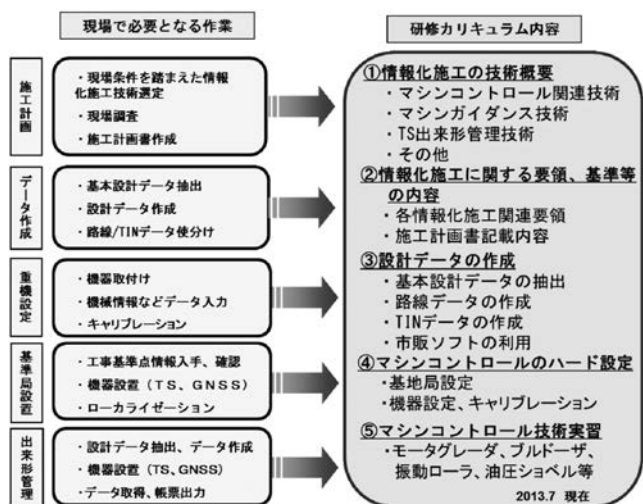


図-3 現場作業に対応するカリキュラム (案)

⑤ 出来形管理 (設計データ作成, 機器設置, データ処理)

これらを見て分かるように、従来、施工管理、測量者、機械オペレータなど複数のアクターが分担して行っていた作業を情報で連携して行うこと、すなわち、設計情報の取得と入力、施工機械への入力、情報化機械による施工、施工結果のデータ処理など、多岐にわたる作業が必要となる。

入力データの正確さを事前にチェックすべきことなど、情報活用のプロセスにおいて“手戻り”が生じないように留意すべきであるのは言うまでもない。

情報化施工を立案して実施できる“情報化施工担当者”には、上記①～⑤に示すような技術の習得が望まれると考えられる。したがって、「研修会」には図-3に示すような座学や実習を含むカリキュラムが望まれる。

(2) 「研修会」で準備しているもの

以上のような「研修会」へのニーズを踏まえた主要な技術のうちテキストによる説明だけでは済まない部分、すなわち実習に関して研修会主催者側が準備して

いるものについて以下に概略を紹介する。

1) 3D 設計データ

MC 用設計データの作成方法には大きく2通りの方法があり、「路線データ」による方法と「メッシュデータ」による方法がある。それぞれの活用目的は、路線データの場合は比較的単純な線形を有する道路の区間に適応されるのもので、横断構成が複雑な区間や、駐車場など広範囲の造成および舗装の場合ではメッシュデータによる方法が適している。

研修会では、2種類の設計データの利用方法、作成方法を説明し、受講者自身がPCに向かってデータ作成を行う。

2) 実習コース

三次元 MC 機能を搭載した重機を実際に操作する実習コースは、研修会場内のグラウンドに2コース設置した。実習コースの状況を写真-1に、平面図を図-4に示す。

実習コースでは、受講者が各自作成した設計データを重機に読み込んで、路盤の敷均しを実際に体験する

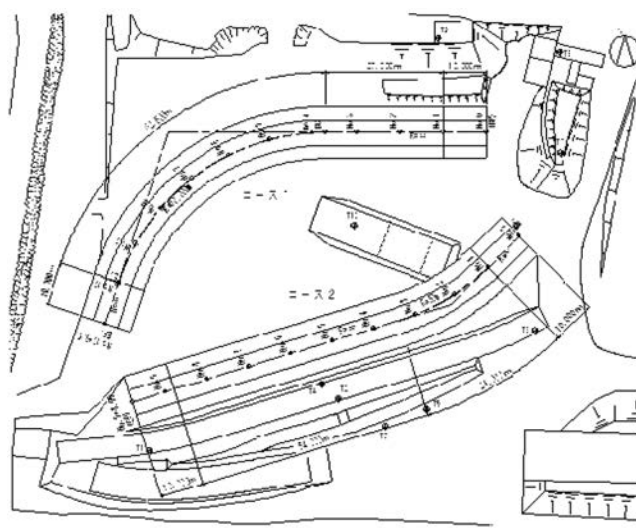


図-4 実習コース平面図



写真-1 実習コース全景

ことが出来るようになっている。各測点の横断勾配の設定が比較的単純な設計となっていることから、コース上で移動しながらブレードや排土板の動きを確認できる。

3) 重機による実習

研修者自身で作成した「設計データ」を重機に搭載し、施工実習を行う。実習において説明する基本事項は以下のとおりである。

- ①ハードウェア構成
- ②基準点などの設置
- ③コントローラの使用方法
- ④キャリブレーション
- ⑤機側のコントローラに設計データをコピー
- ⑥機操作および操作時の留意事項
- ⑦施工実習

以上で重機を使った施工が可能となる。指導員の指示により交代しながら施工実習を行う。

4) TS 出来形管理

予め入力した「設計データ」と機械施工後の出来形データを実地に確認をする。

確認方法は、①出来形確認用に設置した丁張りと水糸を使ってメジャーにより直接確認する方法、② TS を使った出来形管理方法とする。

5. おわりに

「研修会」立ち上げ後、年間の受講者数が一旦増加してから減少に転じてきている。最近、各地で民間、官側で講習会、研修会が開催されてきていることが影響していると考えられるが、実施工でのトラブル事例や質問等を受けることもあり、情報化施工のメリット等への理解が広く認識されたとは言いがたい。

施工現場での ICT 利用が新しい局面 (ICT 活用工種の拡大、新技術・新工法の採用等) を迎えつつある昨今、CMI は建設現場ニーズに則した研修内容を伴って今後も引き続き情報化施工に関する「人材育成」の一端を担っていく所存である。

J C M A

[筆者紹介]

上石 修二 (あげいし しゅうじ)
(一社) 日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所
技術参事



伊藤 文夫 (いとう ふみお)
(一社) 日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所
研究第三部長



ターで組み立てられ、約 20 m 後方に装備されたエレクターで解体される。シールド機はこの型枠から反力を取って前進する仕組みとなっている。

3. 現場見学

現場見学会は工事現場からすぐの工事事務所内の会議室において工事内容の説明を受けた後に行われた。



写真一 1 工事概要説明状況

はじめに建設業部会の立石部会長より見学会開催のご挨拶があり、その後作業所の和田所長による工事概要の説明を受け、現場見学となった。当日は晴天で、9月とはいえ真夏のような猛暑の中での見学となった。

工事現場は新横浜駅前から東海道新幹線に沿って走る県道 13 号のすぐ脇、JR の貨物駅横の寺田倉庫元敷地であったところに発進立坑を築造している（鉄建・相鉄・紅梅 JV）。

現場事務所は住宅街の中にあるが、主要県道に面した現場も周囲は比較的閑静な場所で、住宅やマンションに囲まれていた。

今回の SENS 工法による施工がこれまでと大きく違うのは ①民地直下の施工 ②曲線施工 (550R, 600R) を行うことにある。土被りは最大 46 m だが、発進お



写真一 2 工事現場と周囲の住宅

よび到達では土被りは 6 m にまで少なくなり、しかも軟弱な沖積層の民地直下や民地近傍での施工ということで細心の注意を強いられることになる。



写真一 3 防音ハウス



写真一 4 土砂ピット

現場に着くと非常に大きな防音ハウスが立っており、内部にはそれに見合うような大きな土砂ピットがあった。ここでの掘削土は横浜港の埋め立てに使用されるが、気泡シールドによる掘削土は魚毒性があるので、本工事でも 3 日間曝気するよう発注者から指示されており、それに対応するため 4000 m³ という大きな土砂ピットとなっていた。

掘進は現在 90 m とまだ発進したばかりであった。見学当日は第一回目の 1 次インバートの施工を行っているため、掘進は行われていなかった。



写真一 5 インバート施工



写真一 6 地元見学者落書き

SENS マシンは後続台車を含めると 65 m で、立坑から 25 m の位置に後続台車後端があり、工事はまさにこれからという状況であった。施工中のインバートが後続台車後端の真下ということもあり、台車より先に入ることは出来なかったが、コンクリートポンプ 12 台や 2 セットのエレクターなど巨大な設備を抱えた SENS マシンの状況は後ろから窺い知れた。

4. おわりに

これまで山岳部でのみ採用されていた SENS 工法を都市部で、しかも本工法初の曲線施工という技術の塊のような現場を拝見し、大変刺激を受けた。最後に大変お忙しい中、丁寧な説明、現場の案内をしていた大成建設(株)の和田作業所長殿他の方々に厚く御礼申し上げます。

部 会 報 告

ISO/TC 195/WG 9 (建設用機械及び装置専門委員会—自走式道路建設用機械の安全) 仏国・ボルドー国際 WG 会議報告

標準部会

ISO/TC 195/WG 9 (建設用機械及び装置専門委員会—自走式道路建設用機械の安全作業グループ) 国際会議が開催され、日本の事務局から小倉次長が出席したので、以下にその概要を報告する。

1. 会議概要

【開催地】 仏国アキテーヌ郡ボルドー市パランピュエユ地区

ワイナリー「シャイ・ドゥ・シャトー・クレメン・ピション」会館 2 階会議室

【開催日】 2013 年 9 月 11 日, 12 日

【出席者】

ドイツ (5) : Mr. HARTDEGEN (BG Bau: 独建設業職業保険組合), Mr. KAMPMEIER (VDMA: 独機械工業連盟), Mr. DREES (Fayat Bomag), Mr. OETTINGER (Joseph Vögele), Mr. HEY (BG Bau)

フランス (10) : Mr. PICART (Ministère du travail, des relations sociales et de la solidarité: 仏労働・雇用・健康省), Mr. CLEVELAND (CISMA: 仏建設・荷役・製鉄機械工業会), Mr. COIZZAC (UNM: 仏機械規格連合), Mr. LE BRECH (INRS: 仏国立安全研究所), Mr. PATRASCU (INRS), Ms. LEROY (USIRF: 仏道路建設業組合連合), Mr. AZRAN (Fayat), Mr. LAURY (Colas), Mr. VEDRINES (仏 Bomag), Mr. JANOSCH (仏 Caterpillar)

スウェーデン (1) : Mr. SAMUELSSON (Dynapac)

米国 (1) : Mr. CROWELL (Caterpillar)

日本 (1) : 小倉 (協会) 計 18 名

WG コンビナー (主査) 兼 PL (プロジェクトリーダー):

ドイツ Mr. HARTDEGEN (BG Bau)

WG 幹事: ドイツ Mr. KAMPMEIER (VDMA)

【会議出席の目的】

欧州規格 EN 500 シリーズをベースにした ISO/WD

20500 シリーズ案文の審議に参加し、動向を把握するとともに P メンバー国として日本の意見を具申する。

2. 背景及び経緯

TC 195 傘下の作業グループ WG 9 主査国ドイツが下記 5 件の作業ドラフトを提示し、本年 5 月に米国シカゴ南西バーリッジで開催された ISO/TC 195 国際会議での決議に従い、CISMA の招致により WG 9 国際会議が仏国ボルドーで行われた。

- ・ ISO/WD 20500-1 自走式道路建設用機械—安全—第 1 部: 共通要求事項
- ・ ISO/WD 20500-2 自走式道路建設用機械—安全—第 2 部: 路面切削機械の要求事項
- ・ ISO/WD 20500-3 自走式道路建設用機械—安全—第 3 部: ソイルスタビライザ及び路盤再生機械の要求事項
- ・ ISO/WD 20500-4 自走式道路建設用機械—安全—第 4 部: 締固め機械の要求事項
- ・ ISO/WD 20500-5 自走式道路建設用機械—安全—第 5 部: フィニッシャ及びペーパーの要求事項

3. 概要

NWIP 投票において、ドイツ、フランス、スウェーデン、米国及び日本から多数の意見が提出された。各国コメントを基に 2 日間にわたり議論したが、ISO/WD 20500-1 の途中で時間切れとなり、以降は次回へ持ち越しとなった。

4. 主要議題

ISO/WD 20500-1 に対し提出された技術的コメント 125 件中 117 件について議論された。これらのうち、具体的な提案内容を伴わない意見は差し戻され、提案国が修正して再提出することとされた。

会議直前に送付した日本意見も、既出コメント表に追記された。議論されたコメントのうち、ISO/WD 20500-1 に関する日本意見及び主査国回答は以下 a) ~ c) の通り:

- a) 5.4.2 項「質量 4.5 トン以上の自走式道路建設用機械はキャブを装着できるように設計すること」とあるが、国内フィニッシャは作業の必要上、

キャブ装着が現実的でなく、また困難であるので、フィニッシャ・ペーバを除外すべき。

→個別機種 of 要求除外については ISO/WD 20500-1 でなく、該当する各パート（フィニッシャ・ペーバは ISO/WD 20500-5）で議論する。

- b) 5.6.1 項 タイヤ式フィニッシャの操縦装置に関しては、ナンバー取得し公道走行するケースが殆どであり、国内では日本の保安基準を優先する必要がある。ISO/TC 127/SC 1/WG 8 で現在作業中の ISO/DIS 17253 土工機械及びテレハンドラー公道走行を意図する機械の設計要求事項にある「注記 ある状況では、国家又は地方の要求事項がこの規格の要求事項から逸脱する。その様な場合、地方の要求事項が優先する。」等の文言を追記すべき。

- c) 5.7.6 項 常用制動、二次制動及び駐車制動の3種類の制動装置要求は、履带式機械にも適用するのか？ 同じ表現は JIS でも見られ、タイヤ式フィニッシャにおいては CEN の附属書 A.3.3 に対応させ、さらに国内仕様ではナンバー取得の為、保安基準に適合させ対応している。履带式を別枠とするか、又は CEN のように「ゴムタイヤ式舗装機械は…」とするのが望ましい。もしくは、上記 ISO/DIS 17253 にある「最高速度 20 km/h 未満の履带式機械の制動装置は、ISO 10265 に合致すること。最高速度 20 km/h 以上のタイヤ式及びゴム履带式機械の制動装置は、ISO 3450 に合致すること。」等の文言を追記すべき。

→フランス、スウェーデンからも、5.2 項 灯火装置に関する ISO 12509 土工機械—照明、信号、車幅などの灯火及び反射器 への言及について指摘があり、b)、c) とともに「公道を走行する場合、ブレーキ、かじ取り、灯火等の国家的な道路運送基準が適用される」旨の注記を追加、参考文献に EN 15573 及び ISO 17253 を追記して一元的に対処する。

※事務局注記1：二次制動は、装置というより機能要求と解釈すべきで、2系統の常用制動装置のうち1系統が不具合の際は、他方が作動するか、他のシステムで補うこと（履带式の場合は、片側が制動不具合の際、他方の履帯で制動できることか？）等。

その他、各国主要意見及び主査国回答を以下 d) ~ f) に示す：

- d) 3.2.1 項 運転質量 operating mass (OM) の定義に「燃料タンク容量の半分」half full fuel とあ

るが、ISO 6016 3.2.1 項の定義に従い「燃料タンク満量」full fuel とすべき。或いは、ISO 6016 3.2.4 項 総機械質量 gross machinery mass (GMM) の定義もあり、いずれを引用すべきか？

→ISO 6016 の定義を引用すべきか、或いは定義からの逸脱（デビエーション）提案も含めメーカーが検討し、その結果によっては移行期間を明記する。

- e) 5.4.2 項 キャブが満足すべき最小要求事項を列記しているが、スライド式キャブ、スライド式プラットフォーム及び座席、昇降式キャブ等、様々な可動機構を考慮すべき。また、フィニッシャ及びペーバに装着されるキャノピに関する要求事項がない。

→キャブ及び／又はキャノピの必要性については ISO/WD 20500 シリーズの該当する各パートで議論するが、原則として以下に同意する：可動式キャブ・プラットフォーム・座席は、意図する全ての位置で保持できるよう設計すること。これらの可動機構の動力式操作装置は、不意の作動を避け、かつホールド・ツウ・ランでなければならない。

※事務局注記2：可動式座席とは、座席自体の位置変更が可能なものであり、横長の座面上を運転員が移動して、左右両側の運転位置に着座できる様な（ローラのベンチシートに見られる）座席は意図されていない。要求事項を定義する場合は、別途提案が必要。

→昇降式キャブについては EN 474-1 の附属書を適用し、ドイツ DREES 氏が新たな文言を提供する。

→キャノピについては、スウェーデン SAMUELLSON 氏がキャノピの定義を考案し、合意が得られた後、更なる要求事項について引き続き議論する。

- f) 5.7.6 項 制動装置の要求事項が漠然としている。「自走式建設機械は、ゴムタイヤ式及び高速ゴム履带式機械においては ISO 3450、履带式機械においては ISO 10265 にそれぞれ従う制動装置を備えること」へ変更すべき。

→原則として同意、以下の様に修正する。

・搭乗式機械の制動装置は、以下の要求事項に適合すること：

タイヤ式機械は ISO 3450:2011 による。常用及び駐車制動装置の保持能力は Table 2 の 20% に従い、常用及び二次制動装置の停止距

離は Table 3 の第 4 行「積載荷重付き被けん引トラレーラを含む、その他全ての土工機械」に従う。

履带式機械は ISO 10265:2008 による。

- ・手押し式機械の制動装置は、ISO 17063:2005 に適合すること。

なお、協議の結果、WG 9 では下記 1) ～ 4) の特設グループを結成することとした。

- 1) 瀝青ガス／煙霧物質（プロジェクトリーダー：INRS より追って指名）

「アスファルトフィニッシャの散布作業時に発生する瀝青ガス／煙霧物質の健康への影響及び吸引防止方策の研究」について INRS がプレゼンテーションを行い、議論の後、以下を目的とする INRS 主導の特設グループ設立が合意された。

- －研究、測定及び健康への影響（発がん性）に関する情報収集
- －ガス排出システムの必要性に関する情報（研究文書等）収集
- －試験実施手順の改良・整合化

- 2) 自走式道路建設用機械の視界性（プロジェクトリーダー：Mr. HEY）

主査国ドイツより「TC 127 担当の ISO 5006 土工機械—視界性試験方法をモディファイして、TC 195 の機械にも適用できるよう」TC 127/SC 1/WG 5 プロジェクトリーダーでもある米国専門家に対し、検討を依頼した。各国は専門家を指名、WG 9 幹事へ連絡する。

- 3) 性能レベルに関わる附属書（プロジェクトリーダー：Mr. HARTDEGEN）

- 4) コンベヤ（プロジェクトリーダー：フランスより追って指名）

欧州規格 EN 620「連続的ハンドリング装置及びシステム—バルク材用定置ベルトコンベヤの安全要求及び電磁的両立性に係る要求事項」のうち、自走式道路建設用機械に関連する部分をドイツ及びフランスが要約し、確認された安全要求事項について特設グループで議論する。

ドイツコンビナーは「本プロジェクトは、2つの異なるプロセス（1. 個別機械の ISO 規格を作成 2. ISO 規格そのものの適用範囲を見直す）を通じて行う」事を繰り返し強調した。

5. 次回までの宿題

前述の通り ISO/WD 20500-1 に対し提出され議論された技術的コメントのうち、具体的な提案内容を伴わない意見については提案国が修正し、再提出することとされた。

6. 所見

ISO/WD 20500-4 における締固め機械の分類に関して、会議の直前に日本より提出した意見：「本規格の適用範囲はランマ・振動プレートのみとされているが、EN 500-4 に整合させてローラも含めるべき」は、時間の制約により議論されなかったが、会議終了後、個別に意見を求めたところ、スウェーデン・独・仏・米 国専門家より以下のコメントがあった。

「EN 474 シリーズをベースに ISO 20474 シリーズを制定した際、ローラを土工機械に分類することで欧米各国が合意した過去の経緯がある。今般、EN 500 シリーズをベースに ISO 20500 シリーズを制定するに当り、ISO 20474 に整合させた分類を意図しており、EN 500 の分類に逆戻りすることは考えていない」

なお、ISO 6165 土工機械—基本的種類—識別及び用語並びに定義でも同様に、ローラは土工機械に分類されている。

歴史的な趨勢を変えることは難しいと思われるが、「（搭乗式ローラは土工機械に分類されとしても）手押し式ローラはランマ・振動プレートと同じ締固め機械に分類するのが望ましい」との国内意見も依然あり、引続き議論に参画していく。

7. 次回開催予定

2014 年 3 月 4 日～8 日にラスベガスで開催される CONEXPO 建機展に繋げた日程での WG 9 国際会議開催を意図し、2 月 24 日～26 日又は 3 月 3 日～5 日の 2 通りの日程案が提示され、日時及び場所は追って確認とされた。

8. その他

今回、WG 9 単独で初めての国際会議開催地として選ばれたボルドー市は、フランス南西部アキテーヌ郡の大西洋近くガロンヌ川沿いに位置し、スペインへ続く交通網の要衝にあり、世界的に有名なボルドーワインの産地でもある。日本からは、エールフランスでシャルル・ド・ゴール国際空港を経由しボルドー・メリニャック空港へ降り（他に、KLM オランダ航空を利用しアムステルダム経由で行く事も可能）、北東へ約 12 km 離れたボルドー湖（ル・ラック le Lac）周辺のホテルに宿泊した。会議場はホテルから更に約 13 km 北へ離れており、いずれもタクシーを利用して移動する他ないが、通勤時間帯に重なりと交通渋滞でそれぞ

れ 20 ～ 30 分ほどかかる。

会議場は、パランピュイユ地区にあるシャイ・ドゥ・シャトー・クレメン・ピション Chais du Château Clément-Pichon が用意された。古城跡の葡萄畑に隣設して建てられた木造ワイナリー会館 2 階の会議室は広大な屋根裏部屋といった趣であり、会議机など調度品も全て木製だった。未だ残暑の厳しい日本に比べるとボルドー周辺は涼しく過ごし易い気候であったが、昼過ぎには外気温の上昇に伴い建物全体が膨張する為か、木材の軋む微かな音が会議場に響き、また雨上がりの午後には、天井裏からヤモリが会議中の机上に「ボトツ」と音を立てて降ってきて、使節団を歓迎 (?) してくれた。自然豊かな環境に癒され、ドイツコンビ

ナーも甚く御満悦の様子であった。

ワイナリー会館の 1 階部分は、葡萄畑で収穫されたワインで賓客をもてなすべく、やはり樽で出来たテーブルが設けられており、1 日目会議終了後には Fayat 社主催によるワイン味見パーティが催された。このシャトーでとれる赤ワイン 3 種類を飲み比べるという趣向だったが、どれもあまりに高級な為、買おうとする者はおらず、またオーナーにも売る気は毛頭なかったようである。ボルドーで国際 WG 会議を開催する様、フランスが熱心に主査国ドイツを誘致したのは、言うまでもなく自国産業振興の為だった筈だが…。

(協会標準部会事務局記)



写真—1 シャトー・クレメン・ピション入口



写真—2 WG 9 会議風景 (ドイツ・米側席)



写真—3 ドイツ使節団、スウェーデン専門家



写真—4 WG 9 会議風景 (フランス側席)



写真—5 フランス使節団



写真—6 会議場天井裏



写真—7 会館1階テーブル



写真—8 Fayat 社創立当時の看板と BOMAG 製手押し式ローラ展示



写真—9 葡萄畑仕様の狭軌トラクタ（前側面）



写真—10 けん引農具（後面）



写真—11 葡萄畑で散水作業中のトラクタ

新工法紹介 機関誌編集委員会

03-171	天井用ウォータージェット 表面処理機	奥村組
--------	-----------------------	-----

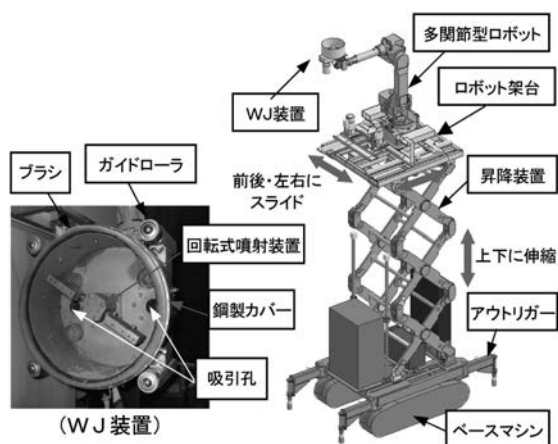
概要

上水道施設における配水池などの耐震補強工事では、広範囲にわたってコンクリート表面の古い塗膜除去や研掃などの表面処理が行なわれる。従来のウォータージェット（以下、WJと表記）による表面処理は主にハンドガンを用いた人力によるものであり、作業員の技量に左右されること、施工中のミストや粉塵などの飛散による作業環境の悪化などの問題があった。このような問題点を解決し、かつ広範囲な領域を効率よく表面処理することを目的に、自動運転による表面処理の均一化とミストや粉塵などの飛散を少なくできる WJ 表面処理機を開発した。奥村組では、既に壁・柱用および床用の WJ 表面処理機を実用化しており、今回新たに『天井用 WJ 表面処理機』を開発し、実工事に適用した。天井用 WJ 表面処理機の諸元を表―1、外観を図―1に示す。

本機は、WJ 装置を装備した多関節型ロボットを水平移動できるロボット架台に組み込み、このロボット架台を上下させる昇降装置をクローラ型ベースマシンに搭載したものである。

表―1 WJ 表面処理機の諸元

項	目	諸 元
形 状	寸 法	2000 (L) × 1520 (W) × 3200 (H) mm
	重 量	50 kN
施工範囲	面 積	2000 × 3300 mm = 6.6 m ²
	高 さ	4000 ~ 6500 mm
WJ 装置	寸 法	φ 380 × 171 (D) mm
	移動速度	0.5 ~ 10.0 m/min



図―1 WJ 表面処理機外観

ベースマシンには、作業時の処理機全体の安定度を確保するためにアウトリガーを装備している。

WJ 装置は、ランスノズルを高速回転させながら超高压水を噴射する構造となっている。ノズルと天井面との距離を一定にするガイドローラを 4 角に設置したことで表面を均一に仕上げることができ、また装置全体をブラシ付き鋼製円筒カバーで覆い内側に 2 ケ所の吸引孔を設けたことでミストや粉塵の飛散抑止を可能にした。

本機は、1 サイクルで最大 6.6 m² の天井面を自動で表面処理することができる。WJ 装置を昇降装置で所定の高さに合わせた後、表面処理する開始点と終了点（処理範囲における対角 2 点）を遠隔操作で指示すると、WJ 装置は超高压水を噴射しながら定速で規則的にスライドして表面処理を行う（写真―1）。



写真―1 施工状況

特徴

(1) 処理面の均一化

ノズルと処理面の距離が一定で、ノズルの噴射角度が処理面に正対し、かつ一定速度の自動運転による表面処理が行える

(2) 作業環境の改善

ブラシや吸引孔の設置により、表面処理時に発生するミストや粉塵等の飛散抑止ができる

(3) 作業効率の向上

表面処理作業の機械化により、作業効率の向上および省力化が図れる

用途

・コンクリート構造物の改修工事等における天井部の研掃および塗膜除去

実績

・上水道配水池改修工事 2 件

問合せ先

(株)奥村組 技術研究所 土木研究課

〒300-2612 茨城県つくば市大砂 387

TEL：029-865-1719

新工法紹介

04-343	ロングブーム吹付機	清水建設
--------	-----------	------

▶ 概要

山岳トンネル工事における安全性向上のためには、トンネル掘削作業時における切羽安定が重要である。また社会インフラ早期整備のニーズにより、物流の要となるトンネルにおいては工事期間の短縮が求められている。清水建設はこれらの課題を解決するために、従来の吹付機に比較し作業可能範囲が約1.4倍のロングブーム仕様の吹付機を開発し稼働現場への導入を行った。

切羽安定対策の一つとして掘削直後に行う鏡吹付けがあり、吹付けコンクリートによって小土塊の剥落防止や地山塑性変形領域拡大の抑制を行う。特に切羽の崩壊が急速に進行する場合は、できるだけ早期に鏡吹付けを行うことにより、緩み領域の拡大を抑制することが有効である。

従来の吹付機のブーム長では、吹付け可能範囲の制約によって、掘削ズリが切羽から撤去されないと吹付け作業を行うことができなかった。しかしロングブーム仕様機では、切羽近傍にズリが堆積している状態でも、後方からの吹付け作業が可能である（写真—1）。これによりズリだし作業中の緩み領域の拡大を抑制し、切羽作業の安全性向上を図る。

また大断面図のトンネルでは、ロングブーム吹付機を壁面付近までオフセット配置することによって、積込み機械と切羽での同時作業も可能となる。これによりズリだしと吹付けの同時作業を実施し、トンネル施工におけるサイクルタイムの短縮、工期短縮を図る。



写真—1 堆積ズリ後方からの吹付け作業状況

▶ 特徴

①吹付け作業範囲が従来機に比べ大きく拡大（写真—2）

吹付け可能範囲 ※（ ）内従来機数値

- ・幅 17.1 m（13.3 m）
- ・高さ 13.1 m（12.0 m）
- ・奥行き 17.2 m（12.5 m）



写真—2 ブーム最長時の外観

②ノズルの振動抑制により操作性を確保

ブーム長尺化により大きくなる先端部ノズルの振動対策として、ブーム全体を再設計、強化している。

③コンクリート閉塞への対策

コンクリートホースの捻れ等により、コンクリート圧送効率が落ちることを防ぐため、ブーム側にホースのガイド器具を設置した。これにより作業時の最適な圧送ルートを維持している。

④機体の安定性確保

あらゆる作業状況や作業姿勢を事前検討し、ロングブームにおいても安定性が高い機器レイアウトとしている。

▶ 用途

- ・山岳トンネル工事

▶ 実績

- ・中部横断自動車道 宮狩トンネル工事

▶ 問合せ先

清水建設㈱ 土木技術本部機械技術部

〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目16-1

TEL：(03) 3561-3880

▶ 〈01〉ブルドーザおよびスクレーパ

13-〈01〉-03	キャタピラージャパン エレクトリックドライブブルドーザ Cat D7E	'13.04 モデルチェンジ
------------	---	-------------------

Cat D7E エレクトリックブルドーザ（乾地車／湿地車）をモデルチェンジした。

ディーゼルエンジンで発電機を駆動し、稼働に必要な電力を供給する「エレクトリックドライブ」を採用したブルドーザである。新エンジンには、DOC/DPF の二重構造により、段階的に排出ガスをクリーンにする Cat クリーンエミッションモジュールを搭載している。

新たに搭載したオートアイドルストップ機能により、一定時間アイドルリング状態が続くと、自動的にエンジンが停止し、燃料消費量やCO₂排出量を低減する。またエコモードにより、アイドルリングおよび後進時の燃料消費を低減している。

アキュグレード*対応仕様（ARO）を標準装備しており、アキュグレードの取り付けに必要な配線やブラケット、モジュール類を新車組立時にあらかじめ装備することで、将来、情報化施工を導入する際に、容易かつ低コストでアキュグレード仕様機へのアップグレードが可能である。

DPF 再生警告などのインジケータが盛り込まれた視認性の高い大型ディスプレイを採用し、さらに AUX 端子および CD 付 AM/FM ラジオも標準で装備している。

エンジンをオフにした後も、エンジンコンポーネントを十分に冷却するまでエンジンをシャットダウンしないディレイエンジンシャットダウンによりエンジンコンポーネントの信頼性、耐久性向上を図っている。

※アキュグレード：情報化施工製品。GNSS（GPS）、UTS（トータルステーション）に対応し、用途に応じて最適なシステムを選択可能。

表—1 Cat D7E の主な仕様

		D7E（乾地車）	D7E（湿地車）
運転質量	(t)	28.4	27.95
全長（ブルドーザ装置付）	(m)	7.19 (リッパ付)	5.855 (ドローバ付)
全幅（ブルドーザ装置付）	(m)	3.695	4.545
全高（キャブ上端まで）	(m)	3.395	3.44
ブレード（幅）	(m)	3.695	4.545
定格出力／回転数（kW(PS)/min ⁻¹ ）		175(238)/1,700	
接地長	(m)	3.015	3.45
接地圧	(kPa)	76	43
価格	(百万円)	54.6	55.5



写真—1 キャタピラージャパン Cat D7E エレクトリックブルドーザ

問合せ先：キャタピラージャパン(株) 広報室

〒158-8530 東京都世田谷区用賀 4-10-1

13-〈01〉-04	キャタピラージャパン ブルドーザ Cat D8T	'13.04 モデルチェンジ
------------	--------------------------------	-------------------

Cat D8T ブルドーザをモデルチェンジした。今回のモデルチェンジでは、新エンジンを搭載し、オフロード法 2011 年基準に適合した。

新たに搭載したオートアイドルストップ機能により、一定時間アイドルリング状態が続くと、自動的にエンジンが停止し、燃料消費量やCO₂排出量を低減する。

アキュグレード*対応仕様（ARO）を標準装備しており、アキュグレードの取り付けに必要な配線やブラケット、モジュール類を新車組立時にあらかじめ装備することで、将来、情報化施工を導入する際に、容易かつ低コストでアキュグレード仕様機へのアップグレードが可能である。

DPF 再生警告などのインジケータが盛り込まれた視認性の高い大型ディスプレイを採用している。さらに AUX 端子および CD 付 AM/FM ラジオも標準で装備するほか、オートエアコンディショナを搭載し、オペレータに快適な作業空間を提供している。

故障により、キーを抜いてもエンジンが停止しない場合、スイッチ操作でエンジンを停止することができるエンジン非常停止スイッチを採用している。また、着座感知機能のついたエアサスペンションシートを標準で装備している。オペレータが着席していない場合はトランスミッションおよび走行装置がロックし、誤動作を防止する。さらに、3点支持式のグラブハンドル & ステップによりキャブ昇降や整備時の安全を確保している。

ラジエータ、オイルクーラに、冷却性能や防腐蚀性に優れたアルミ製のコアを採用している。

新機種紹介

※アキュグレード:キャタピラーの情報化施工製品。GNSS (GPS), UTS (トータルステーション) に対応し, 用途に応じて最適なシステムを選択可能。

表—2 Cat D8T の主な仕様

		D8T
運転質量	(t)	42.05
全長 (ブルドーザ装置付)	(m)	7.795
全幅 (ブルドーザ装置付)	(m)	3.94
全高 (キャブ上端まで)	(m)	3.52
ブレード (幅)	(m)	3.94
定格出力/回転数	(kW (PS)/min ⁻¹)	231 (314)/1,850
接地長	(m)	3.205
接地圧	(kPa)	105
価格	(百万円)	65.85



※掲載写真は国内標準仕様と一部異なります

写真—2 キャタピラー・ジャパン Cat D8T ブルドーザ

問合せ先: キャタピラー・ジャパン(株) 広報室

〒158-8530 東京都世田谷区用賀 4-10-1

▶ 〈02〉掘削機械

13-〈02〉-04	キャタピラー・ジャパン 後方超小旋回型油圧ショベル Cat 303.5E CR/304E CR/305E CR/305.5E CR	'13.01 モデルチェンジ
------------	---	-------------------

後方超小旋回型ミニ油圧ショベル 4 機種をモデルチェンジした。Cat 303.5E CR, Cat 304E CR, Cat 305E CR, Cat 305.5E CR は, それぞれ Cat 303.5D CR, Cat 304C CR, Cat 305D CR, Cat 305.5D CR のフルモデルチェンジ機である。

オペレータスペースには, ROPS 規格をクリアした新開発の 4 ポストキャノピーを採用している。新たに採用した大型画面のフルグラ

フィックカラーモニタは, マシンチェックから各種設定, セキュリティ操作までを集約したマルチインフォメーション機能を搭載している。ボタン操作に対するショートカットキーを自由に設定できるため, 作業に合わせてオペレータ好みのカスタマイズが可能である。

エンジン回転数をダイヤルアクセルの設定から下げるエコノミーモードを標準装備し, 燃料消費量の低減を実現している。さらに, アイドリング時に自動的にエンジン回転数を下げ, 騒音や燃料消費量を低減する自動デセル機能を標準装備している。

オフロード法 2006 年基準に適合するとともに, 国土交通省 (超) 低騒音型建設機械にも適合している (一部機種については申請中)。

表—3 Cat 303.5E CR/304E CR/305E CR/305.5E CR の主な仕様

	303E CR	304E CR	305E CR	305.5E CR
機械質量 (t)	3.495	3.725	4.595	4.845
バケット容量 (m ³)	0.11	0.13	0.16	
全長 (m)	4.73	4.82	5.45	5.67
全幅 (m)	1.78	1.95	1.98	
全高 (m)	2.5		2.55	
後端旋回半径 (m)	0.89	0.975	0.99	1.01
登坂能力 (度)	30			
接地圧 (kPa)	30.4	27.7	25.5	26.8
総行程容積 (ℓ)	1.8	2.4		
低格出力／回転数 (kW／(ps)／min ⁻¹)	23.7(32.2)／2,400	30.0(40.8)／2,200	32.7(44.4)／2,400	
最大掘削深さ (m)	2.93	3.18	3.53	3.81
最大掘削高さ (m)	4.98	5.04	5.69	5.95
価格 (百万円)	5.129	5.681	6.000	6.330



※写真は一部オプションを含みます。

写真—3 キャタピラー・ジャパン Cat 305E CR 後方超小旋回型ミニ油圧ショベル

問合せ先: キャタピラー・ジャパン(株) 広報室

〒158-8530 東京都世田谷区用賀 4-10-1

新機種紹介

13-〈02〉-10	日立建機 油圧ショベル ZX160LC-5B, ZX200-5B, ZX225US-5B, ZX225USR-5B 新機種	'13.10 '13.11
------------	--	------------------

本機は、排出ガス規制のオフロード法 2011 年基準に適合した油圧ショベルで、NO_x（窒素酸化物）と PM（粒子状物質）の排出量を従来機に比較して大幅に削減し、日本・欧州（EU Stage III B）・北米（EPA Interim Tier 4）の排出ガス規制に対応している。

ZX200-5B, ZX225US-5B, ZX225USR-5B は、3 ポンプ 3 バルブ式の省エネ油圧システム TRIAS を採用し、従来機と比較して作業量は同等で約 17% の燃費を低減した。ZX160LC-5B は、油圧システム HIOS III の設定を燃費重視に見直して、従来機と比較して約 14% の燃費を低減した。また、4 機種共に 2020 年燃費基準で☆☆☆（三ツ星レベル）※1 を達成している。

快適な運転空間にするため、足元空間を 45 mm 広げ、シートのスライド幅を拡大している。シートのスライド機構内にボールベアリングを採用し、ガタが小さく前後移動の操作力も軽くなり扱いやすくなっている。

安全面では、上部からの落下物に対して労働安全衛生法に適合したヘッドガードおよび油圧ショベルが転倒してもオペレータを保護する ISO 規格の ROPS（Roll-over Protective Structures）適合キャブを採用している。後方の安全確認のためのバックモニタは、後方監視カメラの視界の範囲が広がり、カウンタウエイトの真下近くも見ることができる。

オフロード法 2011 年基準適合車から新車保証プログラムにより、パワーラインの延長保証や 2,000 時間までのメンテナンスサービス※2

表—4 ZX200-5B ほかの主な仕様

	ZX160LC-5B	ZX200-5B	ZX225US-5B	ZX225USR-5B
標準バケット容量 (m ³)	0.6	0.8	0.8	0.8
運転質量 (t)	16.6	19.8	23.8	23.2
エンジン定格出力 (kW/min ⁻¹)	90.2/2,200	122/2,000	122/2,000	122/2,000
最大掘削半径 (mm)	8,870	9,920	10,110	10,110
最大掘削深さ (mm)	5,980	6,670	6,620	6,620
最大掘削高さ (mm)	8,890	10,040	11,230	11,230
最大ダンプ高さ (mm)	6,160	7,180	8,290	8,290
最大掘削力 (昇圧時) (kN)	112	158	158	158
旋回速度 (min ⁻¹)	13.3	11.8	11.8	11.8
走行速度 (km/h)	3.4/5.3	3.5/5.5	3.5/5.5	3.5/5.5
全長 (mm)	8,620	9,660	8,970	8,970
全幅 (mm)	2,500	2,860	2,910	2,910
全高 (mm)	3,010	3,010	3,020	3,020
後端旋回半径 (mm)	2,550	2,890	1,680	2,000
最低地上高さ (mm)	470	450	450	450
標準小売価格 (万円)	1,510	1,930	2,120	2,060

注) 単位は国際単位系 (SI) による表示。価格は工場裸渡し、消費税別。



写真—4 日立建機 ZX200-5B 油圧ショベル

を提供し、トータルライフサイクルコストの低減と長期間の稼働に貢献すると思われる。

- ※1 一般社団法人日本建設機械施工協会が定めた燃料消費効率を表す指標（JCMAS 規格）において、2020 年燃費基準として定められた評価値に対する達成率 100% 以上のレベル。
- ※2 メンテナンスサービスは、レンタル会社への販売時には付帯されない。

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

▶ 〈03〉 積込機械

13-〈03〉-06	コマツ ホイールローダ WA470-7	'13.05 発売 モデルチェンジ
------------	---------------------------	----------------------

オフロード法 (*1) 2011 年基準に適合した大型ホイールローダである。WA470-7 は、NO_x（窒素酸化物）と PM（粒子状物質）の排出量を従来機に比べて 50% 低減し、日本（特定特殊自動車排出ガス 2011 年基準）・北米（EPA Tier4 Interim）・欧州（EU Stage 3B）の排出ガス規制に対応したモデルチェンジ車である。大容量トルクコンバータ、ワイドレンジロックアップクラッチ、オートキックダウンとともに、新しいエンジン制御システム「コマツマートローダロジック」を採用することにより、生産性と燃費性能の両方で高いレベルを達成し、燃料消費量を従来機に比べ 7% 低減 (*2) している。

安全面の特長として、車両後方確認用のリヤビューカメラ・モニタと、前面下部のガラスエリアを拡大した大型ビラーレス ROPS キャブを新たに搭載することにより、良好な視界を確保し、安全性

新機種紹介

を高めている。運転席には高精細7インチLCDモニターを採用し、安全かつ正確でスムーズな作業を実現するとともに、エコガイドシステム等の表示により省エネ運転のサポートを行っている。

さらに、パワーラインの保証延長と無償メンテナンスを取り入れたサービスプログラム「KOMATSU CARE（コマツ・ケア）」を提供している。コマツ・ケアは新車購入時に自動的に付帯され、トータルライフサイクルコストの低減と長期間の稼働に貢献するものと思われる。

- * 1. 特定特殊自動車排出ガスのNO_x（窒素酸化物）、PM（粒子状物質）排出量の規制等に関する法律。
- * 2. 従来機との比較（コマツテスト基準による）。実作業では作業条件により異なる場合がある。

表—5 WA470-7の主な仕様

運転質量 (t)	23.44
エンジン定格出力 ネット (JIS D0006-1) (kW/min ⁻¹) (PS/rpm)	203/2000 (276/2000)
バケット容量 ストックパイル用 (BOC 付) (m ³)	4.2
最大けん引力 (前進時) (kN) [kgf]	192[19600]
全長 (m)	8.825
全幅 (バケット幅) (m)	3.185
全高 (m)	3.500
ダンピングクリアランス (45度前傾 BOC 先端まで) (m)	3.185
ダンピングリーチ (45度前傾 BOC 先端まで) (m)	1.235
価格 (工場裸渡し消費税抜き) (百万円)	50.6



写真—5 コマツ WA470-7 ホイールローダー
(一部オプションを含む)

問合せ先：コマツ コーポレートコミュニケーション部
〒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

13-〈05〉-08	タダノ オールテレーンクレーン ATF300G-6, ATF400G-6	'13.05 発売 新機種
------------	--	------------------

全世界への供給を目的とし、建設用クレーンに求められている作業性能の向上、安全作業のための制御装置、分解搬送性および走行能力の向上、環境対応などのニーズに応えるため、タダノファウン社（当社 100%子会社：ドイツ）と共同開発したオールテレーンクレーンである。

表—6 ATF400G-6, ATF300G-6の主な仕様

型式	ATF400G-6	ATF300G-6
最大つり上げ荷重		
ブーム (t × m)	400.0 × 2.7 (46 本掛)	300.0 × 2.7 (46 本掛)
フルオートラフィングジブ (t × m)	38.4 × 9.0 (4 本掛)	38.4 × 9.0 (4 本掛)
フィックスジブ (t × m)	50.2 × 8.0 (5 本掛)	—
油圧チルトジブ (t × m)	47.7 × 8.0 (5 本掛)	—
ラフィングジブ (t × m)	69.7 × 14.0 (6 本掛)	69.7 × 14.0 (6 本掛)
ブーム長さ (m)	15.0 ~ 60.0 (5 段ブーム)	15.0 ~ 60.0 (5 段ブーム)
フルオートラフィングジブ長さ (m)	2.3 + 10.3 ~ 31.0 (4 段ジブ)	2.3 + 10.3 ~ 31.0 (4 段ジブ)
フィックスジブ長さ (m)	6.0 ~ 24.0	—
油圧チルトジブ長さ (m)	2.0 + 3.5 ~ 47.5	—
ラフィングジブ長さ (m)	2.5 + 20.3 ~ 76.0	2.5 + 20.3 ~ 52.0
最大地上揚程		
ブーム (m)	60	60
フルオートラフィングジブ (m)	93	93
フィックスジブ (m)	85	—
油圧チルトジブ (m)	110	—
ラフィングジブ (m)	122	108
最大作業半径		
ブーム (m)	58	58
フルオートラフィングジブ (m)	66	58
フィックスジブ (m)	78	—
油圧チルトジブ (m)	82	—
ラフィングジブ (m)	86	62
価格 (税別) (百万円)	447	385

注) 価格は、クレーン+キャリヤ価格。両機とも仕様・装備により異なる

新機種紹介



写真—6 タダノ ATF400G-6 オールテレーンクレーン

ブームは、軽量で強度の高いラウンド形状ブームを採用、断面横方向へのサイズアップにより横剛性を向上させた（2機種共通）。

ATF400G-6は、作業用途にあった「フルオート・ラフティングジブ」や「フィックスジブ」、「油圧チルトジブ」、「ラフティングジブ」などの多様なジブ選択により、広い作業半径と高揚程作業を可能とし、76mのラフティングジブ装備時、最大地上揚程122mを実現した。

ATF300G-6は、52mのラフティングジブ装備により、最大地上揚程108mを実現した。

またATF400G-6は、ベースブーム先端にマストを立て、リンクとワイヤロープでブームを支えるアタッチメントPS（Power System）を装備した場合、ブームの縦たわみを低減し、特に作業半径が大きな領域において、その能力を発揮する。

ブーム伸長時、ブームのたわみに起因する荷振れを抑制する2つの機能、つり荷の地切り操作時、荷振れを防止する「リフト・アジャスタ」機能と、つり荷の接地後フック移動を抑制する「リリース・アジャスタ」機能を搭載している（2機種共通）。

旋回体装備状態での公道走行を実現するためにブーム及び起伏シリンダ、補巻ウインチ、カウンタウエイトを取り外した旋回体を装備した状態で、自動車登録が可能である。従来のように旋回体を取り外す必要がなく、分解搬送コストの削減や現場での組立・分解時間の短縮につながり、作業の効率化を実現、さらに構内移動時の車両重量も軽量化を図っている（2機種共通）。

環境への配慮として、クレーン部、キャリア部エンジン共に、欧州EUROMOT Stage3B適合のベンツエンジンを搭載（日本のディーゼル特殊自動車2011年規制相当）し、国土交通省の低騒音型建設機械の指定も取得している（2機種共通）。

問合せ先：（株）タダノ マーケティング部
〒130-0014 東京都墨田区亀沢2-4-12

13-〈05〉-09	加藤製作所 ラフテレーンクレーン（伸縮ブーム型） SL-800Ri PREMIUM	'13.07 発売 新機種
------------	---	------------------

平成23年ディーゼル特殊自動車排出ガス規制適合エンジンを搭載した最大吊り上げ荷重75tの4軸ラフテレーンクレーンであり、自力着脱可能な別送式カウンタウエイトの装着により、従来機と比較して安定域での吊り上げ性能を向上させることができる。

ブームは6段油圧伸縮式で、最長45mまで伸長させることができ、近接作業半径での重荷重への対応とブーム伸縮の利便性を考慮し、ロックピン方式とフルパワー方式を融合させたブーム伸縮機構を採用している。

ジブは簡単・安全・省スペースで装着格納が可能な『EJIB』を装備し、二つの油圧シリンダにより起伏伸縮させて、任意の姿勢で吊り上げ作業を行うことができる。ブーム最縮小時の前方スペースがあれば装着格納が可能であり、運転席からの乗降回数は各々2回



公道走行姿勢



カウンタウエイト付作業姿勢

写真—7 加藤製作所 SL-800Ri PREMIUM
ラフテレーンクレーン（伸縮ブーム形）

新機種紹介

表一七 SL-800Ri PREMIUM の主な仕様

ブーム最大吊り上げ荷重	(t)	75
ジブ最大吊り上げ荷重	(t)	4.2
最大地上揚程 ブーム／ジブ	(m)	46.0／59.8
ブーム長さ／ジブ長さ	(m)	10.0 ～ 45.0／9.4 ～ 13.7
ブーム起伏角度／ジブ起伏角度	(度)	0 ～ 84／5 ～ 60
後端旋回半径 (CW 有／無)	(m)	3.55／3.80
総質量 (CW 有／無)	(t)	41.035／44.035
エンジン最大出力	(kW/min ⁻¹)	275/1800
エンジン最大トルク	(N・m/min ⁻¹)	1510/1300
最高走行速度	(km/h)	49
登坂能力	(tan θ)	0.59
最小回転半径 4 輪操向／8 輪操向	(m)	11.7／7.12
アウトリガ最大張出幅	(m)	7.6
全長×全幅×全高 (走行姿勢)	(m)	13.26 × 2.99 × 3.75
価格 (税抜き)	(百万円)	95

のみで高所作業もないことから、運転者の負担を軽減し作業の所要時間を大幅に短縮することができる。また、ジブの中間付近にシーブを取り付け、最大吊り上げ荷重 6t の主フック作業が可能であり、より高揚程での重荷重作業に対応できる。

IC カードシステム『KIC・S』は、盗難防止機能の他、走行時は燃料消費量や走行距離、クレーン作業時は燃料消費量やクレーンレバー操作による量的積算値など、多くの情報を記録保管できる。IC カードのデータは、カードリーダとデータ管理用ソフトを用いてパソコンに取り込み、作業日報作成や保守点検時の参考値として利用できる。

タッチパネル式インフォメーションディスプレイは、走行時、クレーン作業時の瞬間燃費・平均燃費や走行距離、作業時間などの車両情報を大きな画面で見やすく表示することができる。

『eco スイッチ』はクレーン負荷の少ない作業や夜間作業などに使用し、クレーン操作時の最高回転数を、燃料消費量や騒音の少ない最適な回転数に調整できる。さらに、クレーンを操作していない時には油圧ポンプの吐出量を自動的に少なくする省エネ化機能『オートミニマムコントロール』を搭載している。

安全装置においては、2つの制限面を設定して自動停止させる領域制限機能に加え、負荷率を 80% から 100% までの任意の範囲で設定し自動停止させる負荷率制限機能を付加することにより、更に安全性を向上させている。

装備品では、プロジェクター式ディスチャージヘッドランプ、ヒータ付サイドミラー、リモコンサーチライト、風速計、燃焼式エアヒータ、赤外線 LED 内蔵監視カメラ、4 画面モニター、携帯通信システム等を標準またはオプション設定し、安全性および利便性に配慮している。

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

▶ 〈16〉高所作業車、エレベータ、リフトアップ工法、横引き工法および新建築生産システム

13-〈16〉-07	アイチコーポレーション 軌陸両用高所作業車 LK17KFE	'13.05 発売 新機種
------------	-------------------------------------	------------------

鉄道設備の保守・点検作業工事の効率化を目的に、新型軌道走行装置を装着した新機種である。

余裕のある 11t 車を採用し、作業性能と積載性能の向上を図っている。

11t 車枠の中型トラックに架装したことで、スライドジャッキや新幹線用安全装置などの特別仕様の装備を実現すると共に、車両の最大積載量は 350 kg を確保し、作業用資材や工具類の他、緊急時に使用する機材を積載できるようにしている。

新型軌道走行装置は狭軌 (軌間 1067 mm : JR 在来線などで採用) と標準軌 (軌間 1435 mm : 新幹線などで採用) の切替機構を標準で装備し軌間がどちらの線区でも使用可能であり、軌道走行時の安定性や曲線通過時の乗り心地を向上しつつ、停車作業時には複線区間の反対側電化柱へもアプローチできる広い作業範囲を確保することで作業の効率化を図っている。鉄輪には直径 410 mm の絶縁鉄輪を装着し絶縁性を向上している。

また、鉄輪のスリップを軽減するスリップ防止装置を標準装備し、発進時などのスリップ低減を図り、雨天時の走行性能を向上させている。

油圧ホース破損等、万一の非常事態が発生した場合に備え、緊急用油圧接続口を車両側面に配置し、つなぎ間違い等をなくした迅速な復旧を可能としている。

表一八 LK17KFE の主な仕様

全長×全幅×全高	(m)	6.8 × 2.3 × 3.5
車両積載	(kg)	350
作業床最大積載荷重	(kg)	200
作業床最大地上高	(m)	17.4
最大作業半径	(m)	13.3
最高速度 (軌道上)	(km/h)	40
価格	(百万円)	49.0

新機種紹介



写真—8 アイチコーポレーション LK17KFE 軌陸両用高所作業車

問合せ先：(株)アイチコーポレーション CE 室
 〒 362-8550 埼玉県上尾市領家 1152

▶ 〈19〉建設ロボット, 情報化機器, タイヤ, ワイヤロープ, 検査機器等

13-〈19〉-02	ワキタ 高圧洗浄機 HPW1513E	'13.09 発売 新機種
------------	------------------------------	------------------

コンクリートのレイタンスカットや、コンクリートミキサー、ダンプトラックなど土木・建設機器の洗浄から牛舎・豚舎・鶏舎の洗浄、酪農の各種プラント洗浄、畜産・農機具の洗浄と幅広い分野で使用される高圧洗浄機である。

洗浄ノズルは、先端を回転させるだけで直噴・拡散がワンタッチで切り替え、高圧ホースの延長も簡単に行える。

圧力調節用にアンローダバルブを使用することでエンジン始動がスムーズとなり、ポンプ各部の摩擦を防いでいる。また、高圧力に耐えるように減速タイプのエンジンを採用することでポンプ内部の温度上昇及びパッキンの摩耗を軽減している。

パンクの心配がないノーパンクタイヤを装備し、ハンドルを取り外すことでコンパクト化して車載も可能としている。

表—9 HPW1513E の主な仕様

	型式	ロンシンエンジン G200F-C
原動機	連続定格出力 (kW/min ⁻¹)	4.1/1800
	燃料タンク容量 (ℓ)	3.6
ポンプ	型式	3WZ-1514A
	プランジャー数 (連)	3
	連続定格圧力 (MPa)	15
	吸水量 (ℓ/min)	13
本体寸法 (mm)		W 560 × L 950 × H 750
本体質量 (kg)		39
吸い込み揚程 (m)		2.7
価格 (円)		205,800



写真—9 ワキタ HPW1513E 高圧洗浄機

問合せ先：(株)ワキタ 営業推進部
 〒 550-0002 大阪市西区江戸堀 1-3-20

平成 25 年度 公共事業関係予算

はじめに

平成 25 年度の国土交通省の公共事業関係予算の概要を紹介する。
今年度予算は安倍政権による初めての予算であり、平成 23 年 3 月の東日本大震災の災害復興を加速するとともにインフラの総点検・再構築を図り、災害に強い国土を目指すものとしている。又成長力の強化のために基幹的交通インフラ等の整備推進にも十分な配慮が見られる。

1. 基本方針（全体）

大規模災害の発生が懸念される一方、インフラの老朽化が進行し、国民の命と暮らしを守るインフラ整備が大きな課題として浮上してきており、それを土台として、あわせて、成長力の強化を図ることと急務となっている。

このため、新たな視点に立って国土のメンテナンスを行う中でインフラ全体を再構築し、地域の再生を図っていく必要があり、同時に、ポテンシャルの高い民の力を引き出すことも求められている。

こうした考え方の下、平成 25 年度予算については、「復興・防災対策」、「成長による富の創出」及び「暮らしの安心・地域活性化」の 3 分野に重点化し、これらの施策を一体的に実施することによりこれら課題の同時解決を目指す。

具体的には、平成 24 年度補正予算と一体となって、国民の命と暮らしを守るため、インフラの安全性の徹底調査・総点検を行うとともに、避難や災害支援等を迅速に行うことを可能とする代替性の確保など災害への対応力の強化も含め、ハード・ソフト両面から計画的、総合的に老朽化対策、事前防災・減災対策を実施する。

これに加え、基幹的交通インフラ等の整備推進を図り、我が国の成長のための基盤を強化するとともに、エネルギー対策、観光立国の推進、地域活性化等の課題に適確に対応する。更に、領海警備の強化のため、海上保安体制の強化を推進する。

これにより、中長期的な視野に立って、災害に強い国土の構築を図りつつ、それぞれの地域の力、現場の力を取り戻し、一步一步着実に我が国全体の底上げを図ることを目指す。

2. 平成 25 年度国土交通省関係予算（国費）…抜粋

「復興・防災対策」、「成長による富の創出」及び「暮らしの安心・

地域活性化」の 3 分野に重点化するとともに、各事業・施策分野においては、その目的・成果に踏み込んできめ細かく重点化し、限られた予算で最大限の効果の発現を図る（表—1）。

3. 主な施策と予算

I. 復興・防災対策

(1) 東日本大震災からの復興加速

東日本大震災の被災地の復興の加速を最優先に、全力で取り組む。その際、単なる「最低限の生活再建」にとどまることなく、創造と可能性の地として「新しい東北」をつくりあげる。

○復興に向けたまちづくり

被災市街地の復興に向けたまちづくりについて、津波による浸水面積・割合、都市機能の被災度合い等の被災状況や都市構造の特性、地元の意向等に応じた様々な復興の在り方に対応できるよう、住民の集団移転、安全性確保のための市街地基盤の再整備、復興拠点の整備、液状化対策などを支援する。

○被災地における耐震化・津波対策等の推進

- ・被災した堤防等の災害復旧（海岸堤防等の粘り強い構造での整備を含む。）を進めるとともに、堤防・水門等の液状化対策・耐震化、堤防の嵩上げ、水門等の自動化・遠隔操作化等を行う。
- ・強い地震動により新たな斜面の崩壊のおそれが生じている地域において土砂災害対策を行う。
- ・被災した下水道施設の災害復旧を進めるとともに、下水道施設の耐震化・津波対策、地盤沈下地区における雨水排水施設の整備を行う。
- ・法面・盛土等の防災対策や橋梁の耐震補強等をはじめとする道路の防災・震災対策を実施する。
- ・湾口防波堤や防潮堤の粘り強い構造への補強やこれらの組み合わせによる多重的な防護を行うなど、港湾施設や海岸保全施設の災害復旧を迅速に進めるとともに、被災地において経済復興の礎となる港湾施設や海岸保全施設の整備を行う。

○被災者の居住の安定確保

東日本大震災によって住宅を失った被災者の居住の安定を確保するため、地方公共団体が行う災害公営住宅等の建設、用地取得造成、家賃低廉化等を支援する。

○被災した公共交通の復興の支援

被災者の暮らしを支える基盤となる公共交通について、被災状況・復興状況や地形等の地域の特性に応じ、バス交通等の確保維持、鉄道の復旧を支援する。

○復興道路・復興支援道路の整備（図—1） [1,244 億円 (1.14)]

被災地の早期の復興を図るため、三陸沿岸道路等の太平洋沿岸幹、

※標記されている数字以外に、社会資本整備総合交付金、防災・安全交付金の一部が含まれている項目

⑮……社会資本整備総合交付金の一部が含まれる項目

⑯……防災・安全交付金の一部が含まれる項目

統計

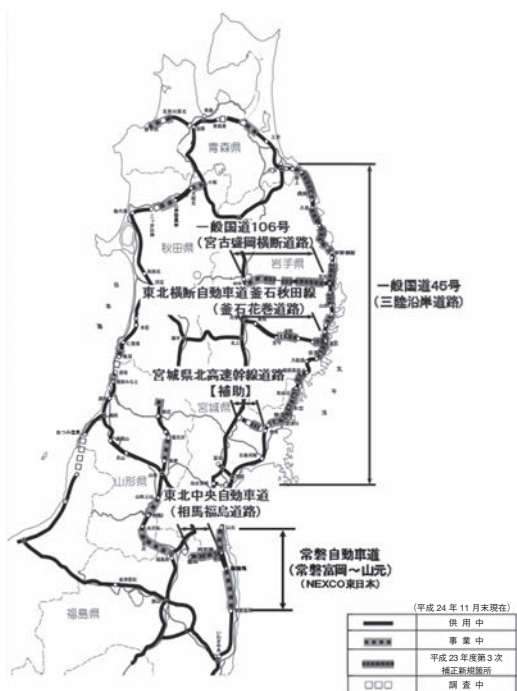
表—1 平成25年度国土交通省関係予算総括表

(単位：百万円)

事 項	国 費			備 考																		
	平成 25 年度	対前年度倍率	前年度予算額																			
治 山 治 水	619,338	1.04	598,164	1. 本表は、沖縄振興開発事業費の国土交通省関係分を含む。 2. 社会資本総合整備の概算決定額には、地域自主戦略交付金の廃止に伴う移行額（国費 515,675 百万円）が含まれる。 3. 上段（ ）書きは、前年度予算額に地域自主戦略交付金の前年度予算額（国土交通省関係分）528,219 百万円を加えた額である。 4. 国費の「全国防災」欄の計数は、全国防災対策事業の財源として一般会計から東日本大震災復興特別会計に繰り入れる額である。 5. 推進費等（国費）の内訳（平成 25 年度）は、 ○災害対策等緊急事業推進費等 18,357 百万円 ○北海道特定特別総合開発事業推進費 5,556 百万円である。 6. 本表のほか、 （1）東日本大震災復興特別会計に計上する復旧・復興対策事業として、507,861 百万円 （2）内閣府計上の地域再生基盤強化交付金として、50,220 百万円 がある。 （参考）東日本大震災復興特別会計を含んだ場合の国費の再計（公共事業関係費） (単位：百万円) <table><tr><th>区 分</th><th>前年度</th><th>平成 25 年度</th><th>倍 率</th></tr><tr><td rowspan="2">全国防災を含んだ場合</td><td>(229,253)</td><td>(33,272)</td><td></td></tr><tr><td>4,692,088</td><td>4,490,063</td><td>0.96</td></tr><tr><td rowspan="2">復旧・復興及び全国防災を含んだ場合</td><td>(581,250)</td><td>(517,178)</td><td></td></tr><tr><td>5,044,085</td><td>4,973,969</td><td>0.99</td></tr></table> ※ 1. 上段（ ）内書は、東日本大震災復興特別会計計上額である。 2. 前年度は、地域自主戦略交付金の前年度予算額（国土交通省関係分）を加えた額である。	区 分	前年度	平成 25 年度	倍 率	全国防災を含んだ場合	(229,253)	(33,272)		4,692,088	4,490,063	0.96	復旧・復興及び全国防災を含んだ場合	(581,250)	(517,178)		5,044,085	4,973,969	0.99
区 分	前年度	平成 25 年度	倍 率																			
全国防災を含んだ場合	(229,253)	(33,272)																				
	4,692,088	4,490,063	0.96																			
復旧・復興及び全国防災を含んだ場合	(581,250)	(517,178)																				
	5,044,085	4,973,969	0.99																			
治 水	594,155	1.03	577,249																			
海 岸	25,183	1.20	20,915																			
道 路 整 備	1,032,297	1.01	1,020,249																			
港 湾 空 港 鉄 道 等	348,106	1.03	336,943																			
港 湾	173,192	1.03	168,529																			
空 港	77,202	1.09	70,662																			
都 市 ・ 幹 線 鉄 道	23,324	1.01	23,080																			
新 幹 線	70,600	1.00	70,600																			
航 路 標 識	3,788	0.93	4,072																			
住 宅 都 市 環 境 整 備	420,172	1.00	419,742																			
住 宅 対 策	152,696	1.05	145,082																			
宅 地 対 策	0	-	0																			
都 市 環 境 整 備	267,476	0.97	274,660																			
市 街 地 整 備	17,087	1.21	14,144																			
道 路 環 境 整 備	229,580	0.97	237,676																			
都 市 水 環 境 整 備	20,809	0.91	22,840																			
公 園 水 道 廃 棄 物 処 理 等	32,503	0.90	36,283																			
下 水 道	5,350	0.91	5,903																			
国 営 公 園 等	27,153	0.89	30,380																			
社 会 資 本 総 合 整 備	1,959,367	(1.00)	(1,967,749)																			
		1.36	1,439,530																			
社会資本整備総合交付金	913,414	0.63	1,439,530																			
防 災 ・ 安 全 交 付 金	1,045,953	皆増	-																			
小 計	4,411,783	1.15	3,850,911																			
推 進 費 等	23,913	0.79	30,256																			
一 般 公 共 事 業 計	4,435,696	1.14	3,881,167																			
災 害 復 旧 等	53,449	1.00	53,449																			
公 共 事 業 関 係 計	4,489,145	(1.01)	(4,462,835)																			
		1.14	3,934,616																			
官 庁 営 繕	17,700	1.05	16,842																			
そ の 他 施 設	34,047	1.17	29,174																			
行 政 経 費	533,445	0.94	566,977																			
合 計	5,074,337	(1.00)	(5,075,828)																			
		1.12	4,547,609																			
国全体公共事業関係計	5,285,274	(1.01) 1.16	(5,228,499) 4,573,396																			

※ 1. 上段（ ）内書は、東日本大震災復興特別会計計上額である。
 2. 前年度は、地域自主戦略交付金の前年度予算額（国土交通省関係分）を加えた額である。

統 計



図一 1

沿岸部と東北道を結ぶ横断軸の強化について、民間の技術力を活用した事業推進体制（事業促進 PPP）により、重点的な整備を推進する。

○被災した中小造船業の復興の促進 [160 億円（皆増）]

地域の水産業に大きく貢献する地元造船産業の復興を促進するため、造船関連事業者の集約等を支援する。

○被災地の観光振興 [6 億円（1.90）]

・復興の基盤が整いつつある太平洋沿岸エリアへの旅行需要回復の取組を実施するとともに、東北観光博の仕組みを踏まえた地域の自立的な滞在交流型観光の実施に向けた支援を行う。

・福島県における早期の観光復興を最大限に促進するため、同県が実施する風評被害対策及び震災復興に資する観光関連事業に対して支援を行う。

○被災地における PPP / PFI の推進 [2 億円（1.00）]

被災地の復興に民間投資等を最大限活用するため、PPP / PFI を活用した復興事業を実施する被災地の地方公共団体等を支援する。

（被災地における PPP/PFI のイメージ）

・コミュニティ形成型災害公営住宅の整備

民間の知恵・資金等を活用し、災害公営住宅と子育て支援施設や高齢者生活支援施設の一体的な整備とサービス提供を実施。

(2) 事前防災・減災のための国土強靱化の推進、災害への対応体制の強化等

「国土強靱化」を国土のメンテナンスの視点からハード・ソフト両面にわたり計画的に推進し、命と暮らしを守るインフラ総点検・再構築を実施するとともに、地方におけるこれらの取組を重点的に支援する。

1) 国土強靱化の計画的推進

○災害に強い国土に向けたランドデザインの策定 [1 億円（皆増）]

国民の生命と財産を守るための国土強靱化を計画的に進めるため、国土強靱化担当大臣など関係大臣と協力しつつ、国土のメンテナンスの視点から、国土と地域の将来ビジョンを踏まえた災害に強い国土に向けたランドデザインの策定を行う。

2) 命と暮らしを守るインフラ総点検・再構築

非構造部材、地盤も含め老朽化するインフラ（道路、鉄道、下水道、港湾、水門、堤防等）を適切に維持管理できるよう、安全性の徹底調査・総点検、老朽化対策を実施するとともに、戦略的維持管理システムを構築する。また、事前防災の考え方に基づき、地域総合防災力向上と地域再生を同時に図ることとし、ハード・ソフト両面から防災・減災対策に取り組む。

①総点検、老朽化対策

○道路、河川管理施設等の総点検、老朽化対策等の推進

[1,804 億円（1.10）]

②

・老朽化が進む道路を適確に維持管理・更新し、次世代に引き継ぐため、引き続き、点検による健全度の把握と予防保全対策等を着実に実施するとともに、重量制限違反者への指導を徹底し、長寿命化を戦略的に進める。

・河川管理施設等の機能が適切に発揮できるよう点検等により着実に施設の状況を把握し、経年劣化等により機能が低下した河川管理施設等の更新・補修等を行う。

・下水道施設の老朽化に伴う社会的影響を未然に防止するため、布設から 50 年以上経過した都市の下水道管渠の老朽化対策について支援を強化する。

・地域鉄道におけるトンネル等規模の大きい老朽化施設の改良・補修や、青函トンネルにおける劣化が著しい設備の更新を推進する。

・港湾施設の老朽化による機能不全等に対する適切な対応のみならず、将来にわたり効率的・効果的な更新を計画的に進めるため、老朽化した港湾施設の点検及び老朽化対策を行う。

・航空機の安全運航に必要な基本施設や管制施設等について、老朽化に伴う更新・改良を行う。

○社会資本の適確な維持管理・更新に向けた取組の推進

[2,041 億円（1.03）]

・社会資本の適確な長寿命化・老朽化対策を推進するため、施設の実態を踏まえたより精度の高い維持管理・更新費用の推計方法や、社会構造の変化に対応した新たな維持管理・更新の実施方針に関する施設横断的な検討を行う。

・国道（国管理）について、道路構造物の老朽化対策やコスト縮減のための技術開発等を推進するとともに、サービス目標を設定し、引き続き地域から意見等の把握やコスト縮減の工夫・取組に努め、効率的な維持管理を行う。

・河川維持管理データベースの構築、主要な河川管理施設ごとの長寿命化計画作成等を推進し、ライフサイクルコスト縮減に努めつつ既存施設の機能が持続的に発揮できるよう戦略的に維持管理を

行う。

- ・老朽化が進む長大な下水道管渠を適切に管理するため、スクリーニング調査を核とした管渠マネジメントシステム技術をモデル処理区において構築・実証し、管渠のライフサイクルコストの低減と投資の最適化を図る。
- ・港湾施設の長寿命化等に資する計画や港湾単位の維持管理・更新計画の策定及び活用により、港湾施設の効率的・効果的な維持管理・更新を図る。
- ・社会資本の整備・維持・更新や地域防災の担い手として重要な役割を果たしている地域建設企業の経営戦略の実現に向けて、専門家による相談体制を拡充するとともに、地域の課題解決に資する建設企業の新事業展開を支援する。

②事前防災・減災対策

〈東日本大震災の教訓を踏まえた地震・津波対策〉

○公共施設の耐震化・津波対策等の推進 [884 億円 (1.13)]

(社)防

今後発生すると想定されている首都直下地震、南海トラフ巨大地震等における地震被害及び津波被害の発生を防止するため、全国レベルでの公共施設の耐震化・津波対策等を強力に推進する。

- ・沿岸域、河川の津波遡上区間等における、堤防・水門等の液状化対策・耐震化、堤防の嵩上げ、水門等の自動化・遠隔操作化等を実施する。
- ・背後に山間地を抱えるような地域において、避難地や避難路等の保全等、津波からの避難に資する土砂災害対策を推進する。
- ・下水道管渠の液状化対策、水処理施設の耐震補強、開口部の防水化、自家発電施設の充実など、下水道施設の耐震化・津波対策を推進する。
- ・法面・盛土等の防災対策や橋梁の耐震補強等をはじめとする道路の防災・震災対策を推進する。
- ・人命の安全の確保、防災機能の強化及び災害に強い地域づくりを図るための官庁施設の総合的な耐震安全性の確保を図る。
- ・津波被害からの行政機能の早期回復を図るとともに、一時的な避難場所の確保により人命の救済に資するための官庁施設における総合的かつ効果的な津波対策を推進する。
- ・災害時における緊急物資輸送等のための耐震強化岸壁等の整備、粘り強い構造の防波堤や津波防波堤の整備、海岸保全施設の耐震化による背後地域の防護等、湾口防波堤と防潮堤等の効果的な組み合わせによる多重的な防護を行う。

〈水害・土砂災害等対策〉

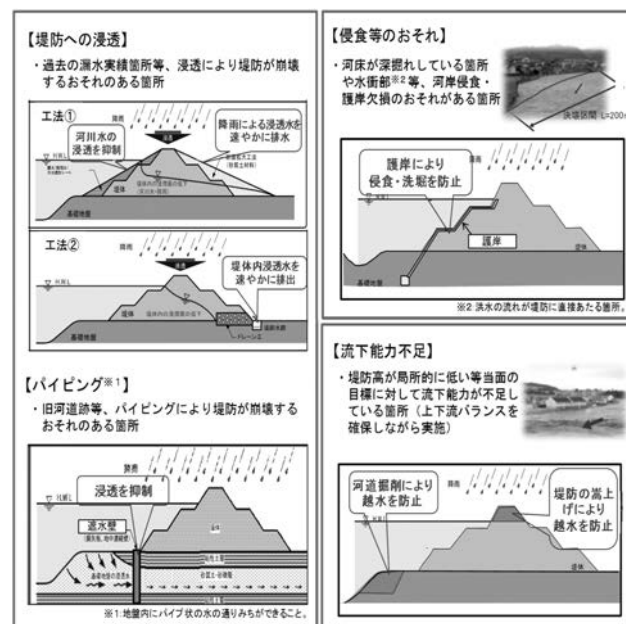
○激甚な水害・土砂災害が生じた地域等における災害対策

[1,160 億円 (1.02)]

激甚な水害・土砂災害や、床上浸水が頻発するなど繰り返しの水害の発生により、人命被害や国民の生活に大きな支障が生じている地域において、被害の防止・軽減を図るため、集中的に事業を実施する。

○予防的な治水対策等の強化 (図一2) [2,629 億円 (1.01)]

- ・災害を未然に防止するため、災害の起こりやすさや災害が発生し



図一2

た際に想定される被害の程度を考慮し、予防的な治水対策を計画的かつ着実に実施する。

- ・特に、平成24年の九州の豪雨災害を踏まえた堤防の緊急点検結果に基づく緊急対策や、火山活動が活発で噴火時の影響が大きい地域等における緊急的な土砂災害対策、国土保全上極めて重要である沖ノ鳥島の管理体制の強化等、ハード・ソフトの総合的な緊急対策を実施する。

〈災害への対応力の強化〉

○代替性の確保のための道路ネットワークの整備

[1,598 億円 (1.01)]

災害に強い広域ネットワークを構築するため、今後想定される地震、津波発生時や豪雨・豪雪時に現道が寸断することにより広域交通に影響を及ぼすおそれがある区間について、代替性の確保のための主要都市間等を連絡する高規格幹線道路等の整備を推進する。

○防災情報等の強化

[98 億円 (1.06)]

- ・警戒避難支援マニュアルの作成等を行い、それらを活用して地方公共団体の防災能力を向上させるための技術的支援等を行うことにより、防災ソフト施策の高度化・充実を図る。
- ・災害発生時における船舶避難等の津波対策や各自治体におけるハザードマップ等の作成に活用するため、海底地形データの取得や津波防災情報図の作成を行う。
- ・防災情報の高度化及び地球環境の監視に欠かせない次期静止地球環境観測衛星を平成26・28年度に打ち上げるための整備を着実に推進する。
- ・安定的な防災気象情報の提供のため、観測・予報データ等の気象情報を迅速・円滑に伝送・処理するための基盤となる情報通信システム（東日本アデス）の更新・強化等を行う。
- ・アジア太平洋地域の気象機関の能力の向上を通じた当該地域の気

統 計

象観測データの充実等による我が国の集中豪雨対策等の強化を図るため、当該地域の気象機関に対する我が国の気象・気候の観測・予測技術、情報提供技術のパッケージでの移転等を行う。

- ・地震・火山に関する防災情報の強化を図るため、長周期地震動情報の提供に向けた検討を行い、大都市圏の長周期地震動観測体制を強化するとともに、火山観測における噴煙観測システムの導入、老朽化した火山観測機器の更新を実施する。

○地籍調査による土地境界の明確化の推進 [104億円* (0.89)] ※ H24 補正前倒しを加え 116 億円 (1.00)

被災した場合における復旧・復興事業の迅速な実施を確保するとともに、まちづくりや土地取引等の円滑化を図るため、地籍調査を着実に実施し、土地境界の明確化を推進する。

3) 地域における総合的な老朽化対策、事前防災・減災対策の集中的支援 (防災・安全交付金)

○地域における総合的な老朽化対策、事前防災・減災対策の集中的支援 (防災・安全交付金) [10,460 億円 (皆増)]

地方公共団体が実施する国民の命と暮らしを守るインフラ再構築、生活空間の安全確保に資する事業に特化した防災・安全交付金により、地震・津波や頻発する風水害・土砂災害に対する事前防災・減災対策、老朽化した社会資本等の総点検の実施、長寿命化等戦略的維持管理・更新の実施、公共施設の耐震化等の安全性強化、密集市街地等の防災性の向上、天井などの非構造部材まで含めた住宅・建築物の耐震化、既設エレベーターの安全確保、防災公園の整備等について、支援を実施する。

地域における総合的な老朽化対策

防災・安全交付金を活用し、老朽化した社会資本等の総点検、それを踏まえた緊急対策、長寿命化等戦略的維持管理・更新の実施を支援。

地域における総合的な事前防災・減災対策

防災・安全交付金を活用し、地震・津波や頻発する風水害・土砂災害に対する事前防災・減災対策を支援。

地域における総合的な事前防災・減災対策

今後発生すると想定されている首都直下地震、東海・東南海・南海地震等における地震被害の発生を防止するため、防災・安全交付金を活用し、密集市街地の防災性の向上、住宅・建築物等の耐震化等に対し、支援。

③海洋資源開発の推進

○海洋産業の戦略的育成 [12 億円 (皆増)]

海洋開発分野における我が国産業界のビジネス拡大を図り、海洋産業の国際競争力を強化するため、浮体式天然ガス生産貯蔵積出設備 (FLNG) 技術及び次世代海洋環境技術の開発を支援するとともに、洋上ロジスティックハブや FLNG の安全性評価要件策定のための調査研究を行う。

○海洋権益確保のための低潮線の保全及び遠隔離島における活動拠点整備 [108 億円 (1.00)]

- ・排他的経済水域及び海洋資源の開発・保全を図る観点から、排他的経済水域の根拠となる沖ノ鳥島の低潮線の保全を図る。

- ・新エネルギー開発の要となる海洋資源の開発・利用や海洋調査等が、本土から遠く離れた海域においても安全かつ安定的に行われるよう、遠隔離島 (南鳥島、沖ノ鳥島) において輸送や補給等が可能な活動拠点を整備する。

○海洋調査の推進 [18 億円 (1.13)]

海洋権益の保全に資するため、データの不足している海域について自律型潜水調査機器 (AUV) 等による海洋調査等を推進する。

Ⅱ. 成長による富の創出

(1) エネルギー対策の推進…省略

(2) 成長力強化

①基幹的交通インフラ等の整備推進

○物流ネットワークなど基幹ネットワークの整備 (図—3)

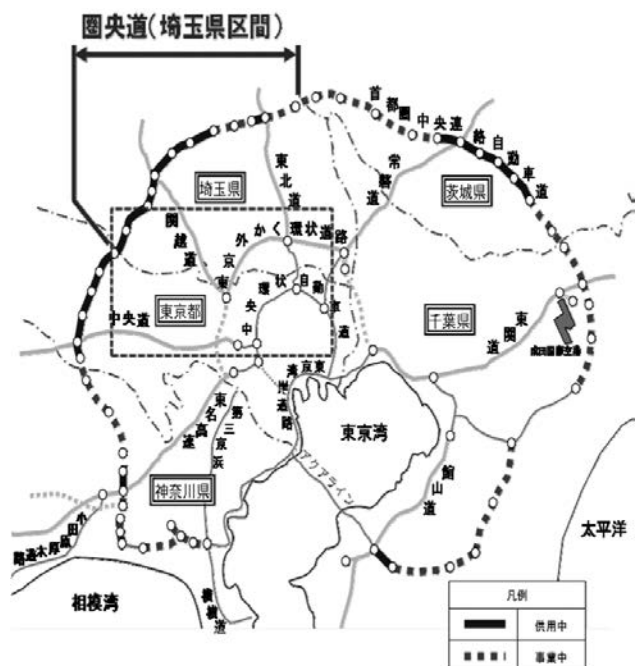
[3,539 億円 (1.00)]

(注)

我が国の国際競争力や地域の経済・産業の強化を図るため、大都市圏環状道路をはじめとする高規格幹線道路等のネットワーク整備、国際海上コンテナ積載車両等の通行支障区間の解消、高速道路等と拠点空港・港湾・鉄道駅との直結を含むアクセス整備を推進する。

首都圏中央連絡自動車道 (圏央道) の経済効果

首都圏の環状道路整備により、放射方向の高速道路とのネットワークの形成に伴う物流の効率化、周辺部の企業立地の増加が促進され、生産性の増加や雇用誘発など様々な経済波及効果が見込まれます。



図—3

〈首都圏中央連絡自動車道（埼玉県区間）の事例〉

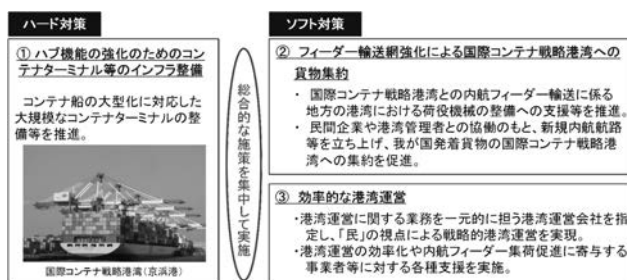
現在、事業中の圏央道の埼玉県区間の周辺において、県内高速道路ネットワークが完成することを生かした産業基盤づくりが進められており、当該区間の供用により、埼玉県内で初期投資による効果約1,200億円、経常的な効果約6,000億円／年の経済波及効果が見込まれている（埼玉県試算）。

○首都圏空港等の強化 [124億円 (1.05)]

- ・首都圏の都市間競争力アップにつながる羽田・成田両空港の強化、徹底したオープンスカイの推進、ローコストキャリア（LCC）やビジネスジェット等により創出される新たな航空需要への対応強化を図るため、首都圏空港の容量拡大に必要な事業を実施する。
- ・羽田空港においては、24時間国際拠点空港化を進めるため、平成25年度中の国際線9万回への増枠に必要な国際線地区の拡充及び発着容量44.7万回への増枠に必要なエプロンの整備や深夜早朝時間帯の長距離国際線の輸送能力増強に必要なC滑走路延伸事業等を重点的に推進する。
- ・成田空港においては、平成22年10月の地元合意を踏まえた30万回への増枠（最速で平成26年度中）を実現するため、ピーク時間帯の処理能力拡大に必要な同時平行離着陸方式の効率的な運用に必要な監視装置の整備等を実施する。
- ・国際戦略総合特区に指定された東京都心と羽田・成田両空港を結ぶ鉄道アクセスを改善するとともに、依然として高い東京圏の通勤混雑緩和を図るため、地元地方公共団体等と共同で都心と郊外・国際空港とを直結する「都心ー空港・郊外直結鉄道」プロジェクトの検討を進める。

○国際コンテナ戦略港湾の機能強化（図－4） [400億円 (1.12)]

国際コンテナ戦略港湾（阪神港、京浜港）において、我が国と北米・欧州等を直接結ぶ国際基幹航路を維持・拡大するため、両港のハブ機能の強化に向けたコンテナターミナル等のインフラ整備や、両港への貨物集約、港湾運営の民営化等のハード・ソフト一体となった総合的な施策を集中して実施し、その機能強化を図る。



図－4

○整備新幹線の着実な整備 [706億円 (1.00)]

我が国の基幹的な高速輸送体系を形成する整備新幹線について、着実に整備を進める。

②戦略的な大都市等の再生

○国際競争力強化に向けた都市基盤整備の促進

[83億円 (1.20)]

- ・市街地の整備により大都市の国際競争力の強化を図ることが特に有効な地域において、地域の拠点や基盤となる都市拠点インフラの整備を重点的かつ集中的に支援することにより、交通利便性や業務機能集積が高く、国際的ビジネスの拠点となる地域を形成する。
- ・特定都市再生緊急整備地域を核とする大都市圏における国際港湾周辺等の国際物流の結節地域において、国際競争力強化に貢献し、防災機能の向上や都市環境改善に資する大規模流通業務拠点の整備・再整備を推進する。

③成長力強化のための社会資本の総合的整備（社会資本整備総合交付金）

○成長力強化のための社会資本の総合的整備（社会資本整備総合交付金、図－5） [9,031億円* (0.63)]

※防災・安全交付金の創設により再編

インフラ整備やまちづくりを通じた民間投資の喚起による日本経済再生を図る観点から、社会資本整備総合交付金により、ICアクセス道路等基幹的交通インフラの整備等民間投資を喚起し、地域の経済活動を支える基盤の構築等に対して、支援を実施する。



図－5

Ⅲ. 暮らしの安心・地域活性化

国民の暮らしと命を守るため、生活空間の安全確保や質の向上を図り、暮らしの安心を確保するとともに、地域がそれぞれの特色を発揮させる取組や地域を支える産業の活性化策を推進することにより、地域経済の再生を実現する。

(1) 生活空間の安全確保・質の向上

○高速ツアーバス事故を受けた安全対策の強化（図－6）

[13億円 (1.31)]

- ・安全・安心な自動車社会を構築するため、自動車運送事業者等に対する監査体制を強化する。
- ・過労運転防止のための運行管理の高度化や先進安全自動車（ASV）の導入など、自動車運送事業者が行う安全対策強化の取組に対する支援の拡充を図る。
- ・公共交通の一層の安全を確保するため、安全規制の検証システムを構築するとともに、運輸安全マネジメント制度を充実・強化す



図-10

(4) 我が国領土・領海の堅守

○海上保安体制の強化

[364億円(1.38)]

- ・領海警備体制を強化するため、1,000トン型巡視船、30メートル型巡視艇等の巡視船艇やヘリコプターを整備するとともに、巡視船艇運航経費を確保し、長距離音響発生装置、個人装備等の警備資器材を整備する。
- ・遠方海域・重大事案等への対応体制を強化するため、しきしま級巡視船及び搭載ヘリコプターを着実に整備する。
- ・海上保安庁が保有する領海警備情報や犯罪捜査情報等の機密性が高い情報の管理を強化するため、業務に常用する情報システムをクローズ系システムとして整備する。

「建設機械施工ハンドブック」改訂4版

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、情報化施工などを、最新情報も織り込み収録。

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、建設機械メーカー、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に必携です。

建設機械施工技術の修得、また1・2級建設機械施工技士などの国家資格取得のためにも大変有効です。

【構成】

1. 概要
2. 土木工学一般
3. 建設機械一般
4. 安全対策・環境保全
5. 関係法令

6. トラクタ系機械
7. ショベル系機械
8. 運搬機械
9. 基礎工事機械
10. モータグレーダ
11. 締固め機械
12. 舗装機械

●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)

特別会員：4,800円(本体4,570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。

●発行 平成23年4月

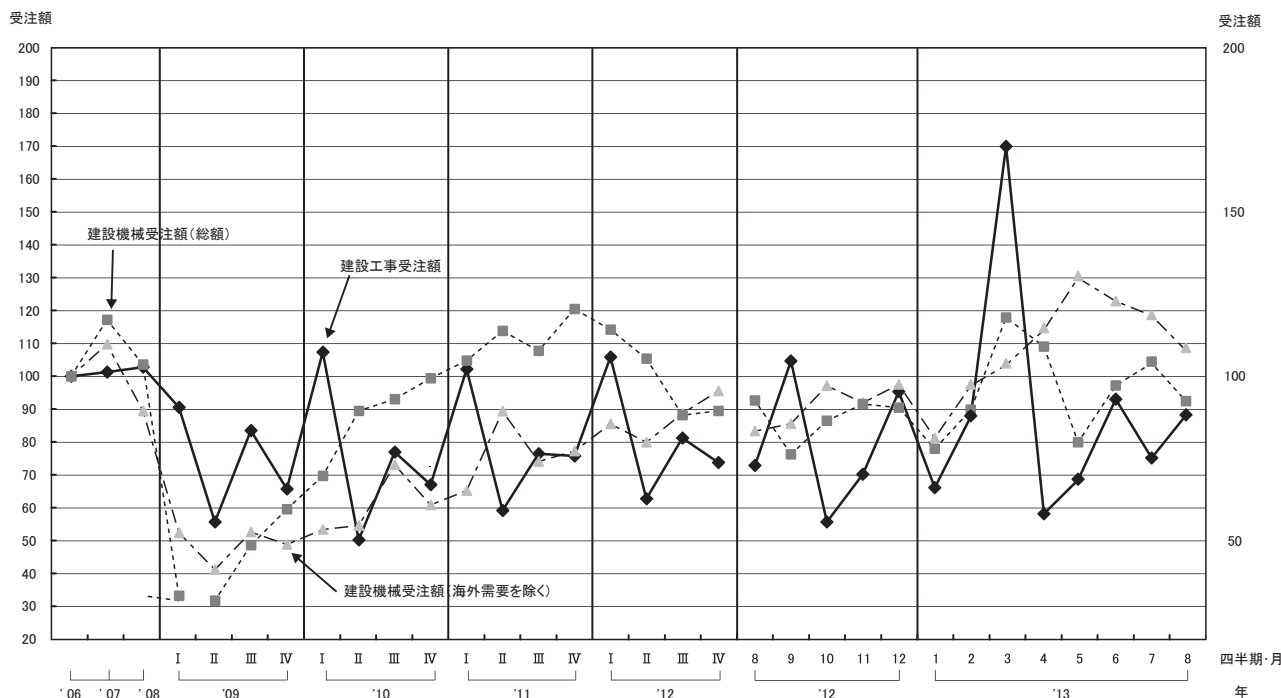
一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館)

Tel. 03 (3433) 1501 Fax. 03 (3432) 0289 <http://www.jcmanet.or.jp>

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 2006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 2006年平均=100）



建設工事受注動態統計調査（大手50社）

（単位：億円）

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未消化 工事高	施工高
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非製造業							
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
2011 年	106,577	73,257	15,618	57,640	22,806	4,835	5,680	73,983	32,596	112,078	105,059
2012 年	110,000	73,979	14,845	59,133	26,192	4,896	4,933	76,625	33,374	113,146	111,076
2012 年 8 月	8,247	5,373	1,030	4,342	2,246	400	228	5,424	2,823	115,240	9,295
9 月	11,880	7,617	1,541	6,076	2,810	496	957	8,373	3,507	115,538	11,742
10 月	6,283	4,337	1,113	3,224	1,329	364	253	4,341	1,942	114,513	7,383
11 月	7,951	5,612	1,143	4,469	1,555	392	392	5,779	2,172	113,652	8,952
12 月	10,823	7,180	1,489	5,691	2,654	428	562	7,886	2,937	113,146	11,789
2013 年 1 月	7,476	4,934	914	4,020	1,711	323	208	4,974	2,202	113,069	7,495
2 月	9,974	6,394	1,028	5,366	2,725	395	460	6,631	3,343	112,221	10,849
3 月	19,344	12,545	2,117	10,428	4,900	476	1,423	12,473	6,870	117,754	13,225
4 月	6,570	4,870	866	4,004	1,238	366	97	4,489	2,081	118,464	7,025
5 月	7,781	5,423	1,109	4,314	1,738	351	269	5,680	2,101	118,273	8,090
6 月	10,557	6,865	1,132	5,734	2,333	448	911	6,701	3,856	118,261	10,614
7 月	8,514	5,238	926	4,312	1,881	390	1,004	6,008	2,506	120,698	7,633
8 月	10,014	6,610	1,044	5,566	2,783	347	274	6,791	3,224	—	—

建設機械受注実績

（単位：億円）

年 月	06 年	07 年	08 年	09 年	10 年	11 年	12 年	12 年 8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	13 年 1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月
総 額	17,465	20,478	18,099	7,492	15,342	19,520	17,343	1,347	1,107	1,258	1,331	1,315	1,133	1,307	1,717	1,588	1,161	1,414	1,521	1,345
海 外 需 要	11,756	14,209	12,996	4,727	11,904	15,163	12,357	951	700	796	894	851	747	843	1,222	1,042	539	829	956	828
海外需要を除く	5,709	6,268	5,103	2,765	3,438	4,357	4,986	396	407	462	437	464	386	464	495	546	622	585	565	517

（注）2006～2008 年は年平均で、2009～2012 年は四半期ごとの平均値で図示した。

2012 年 8 月以降は月ごとの値を図示した。

出典：国土交通省建設工事受注動態統計調査

内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

…行事一覧…

(2013年9月1日～30日)

■ 機 械 部 会

■トンネル機械技術委員会 幹事会

月 日：9月4日（水）

出席者：赤坂茂委員長ほか7名

議 題：①各分科会の平成25年度上期活動報告と下期活動計画について ②委員会の平成25年度上期活動報告と下期活動計画について ③平成25年度の見学会について ④その他

■路盤・舗装機械技術委員会 幹事会

月 日：9月5日（木）

出席者：行川恒弘委員長ほか8名

議 題：①平成25年度上期の活動結果について ②委員会総会（9月26日）の題目と時間割りについて ③平成25年度下期の活動予定について ④その他

■トンネル機械技術委員会 現場見学会

月 日：9月6日（金）

参加者：赤坂茂委員長ほか17名

工事名：国道25号御堂筋共同溝立坑工事「上向きシールド工法」

施工者：大成・五洋特定建設工事共同企業体

■基礎工用機械技術委員会

月 日：9月11日（水）

出席者：篠原慶二委員長ほか14名

議 題：①基礎工事に関する品質計測技術の資料について ②基礎工事に関する補修技術について ③その他

■ショベル技術委員会

月 日：9月13日（金）

出席者：尾上裕委員長ほか7名

議 題：①平成25年度上期活動結果報告と下期の活動計画について ②作業燃費検討WGにおけるミニショベルのJCMAS燃費測定結果に基づく燃費基準の検討状況について ③JCMAS H020 エネルギー消費量試験方法－油圧ショベルの改定提案と内容についての討議・ミニショベルのクラス分けについて・油圧ハイブリッド機におけるエネルギー消費量補正の考え方について ④11月19日（火）開催の合同部会（幹事役 建設業部会）の議題について ⑤その他

■機械部会 幹事会

月 日：9月18日（水）

出席者：斉藤秀企副部長ほか18名

議 題：①各技術委員会の平成25年度上期の活動報告と下期の活動計画について ②平成25年度第2回技術連絡会の発表テーマと日程について ③11月19日（火）PM 合同部会開催に向けた機械部会の対応について建設業部会（幹事役）からの提案議題（案）・バックホウの吊り上げ作業報告書の説明と意見交換・バイオ燃料BDFのB100の使い方について・解体用機械関係について・騒音振動の法改正の検討について

■トンネル機械技術委員会 建設生産システムの変革分科会

月 日：9月18日（水）

出席者：浅沼廉樹分科会長ほか5名

議 題：①各収集資料を持ち寄り、内容について打合せ ②トンネル技術のアンケートを基に打合せ ③報告書のまとめ方について打合せ ④その他

■ダンプトラック技術委員会

月 日：9月19日（木）

出席者：大貫廣明委員長ほか4名

議 題：①各社トビックスについて ②平成25年度上期の活動結果報告と下期の活動計画について ③安全作業ガイドの目次と分担についての審議 ④人材育成についての議論継続 ⑤福岡県五ヶ山ダムの現場見学会について ⑥その他

■原動機技術委員会

月 日：9月19日（木）

出席者：長瀬隆二委員長ほか21名

議 題：①平成25年度上期の活動結果報告と下期の活動計画について ②直轄工事における使用燃料の実態調査の情報について ③「オフサイクルにおける排出ガス低減対策検討会とりまとめ」報告内容について ④海外排気ガス規制の動向についての情報交換、(予定)9月9日～11日中国北京で開催の2013国際内燃機関業界団体（IICEIA）年次会議への参加報告 ⑤機械整備技術委員会からの日本ガイシ(株)DPF製造ライン見学会の投げかけについて ⑥その他

■油脂技術委員会

月 日：9月24日（火）

出席者：豊岡司委員長ほか22名

議 題：①油脂技術委員会・機械部会幹事会報告・分科会活動について ②省エネ作動油（高効率化作動油）分科会・建機メーカーからの要求項目・技術紹介 ③規格普及促進分科会・各社のオンファイル、マニュアルへのJCMSA品推奨予定・これまでの問題

点、阻害要因、その今後の対応・オンファイルについてのこれまでの問い合わせ事項

■路盤・舗装機械技術委員会 幹事会

月 日：9月26日（木）

出席者：行川恒弘委員長ほか7名

議 題：①平成25年度上期の活動結果報告と下期の活動予定について ②午後開催の委員会総会での発表内容・進行・担当についての最終確認 ③その他

■路盤・舗装機械技術委員会 総会

月 日：9月26日（木）

出席者：行川恒弘委員長ほか23名

議 題：①開会委員長挨拶 ②平成25年度活動計画報告 ③技術発表・昨今の環境ビジネスの状況について・ハイブリッド油圧ショベル（CAT336EH）・ヴィルトゲングループ製品の安全性向上に関する取組み紹介・タイヤ式切削機への3D-MCの適用 ④事務連絡

■建築生産機械技術委員会 移動式クレーン分科会 WG

月 日：9月27日（金）

出席者：石倉武久分科会長ほか4名

議 題：①重量車（トラック）における燃費評価シミュレーションについての確認 ②ラフテレーンクレーンの作業燃費測定のための作業・走行モードについての検討 ③今後の検討の進め方について ④その他

■トンネル機械技術委員会 環境保全分科会

月 日：9月27日（金）

出席者：林正也分科会長ほか5名

議 題：①調査担当者からの追加調査資料についての発表説明 ②調査事例依頼の調査項目案の決定について ③その他

■ 製 造 業 部 会

■製造業部会 幹事会

月 日：9月17日（火）

出席者：小室洋幹事長ほか4名

議 題：①平成25年度上半期の製造業部会事業報告について・作業燃費検討WGの上期活動報告と下期活動計画・マテリアルハンドリングWGの上期活動報告と下期活動計画・クレーン車道路走行WGの上期活動報告と下期活動計画 ②平成25年秋の機械部会との合同技術連絡会のテーマについて ③11月19日（火）PM開催の合同部会に向けた製造業部会の対応について、建設業部会（幹事役）からの提案議題（案）その他バックホウの吊り上

げ作業報告書の説明と意見交換・バイオ燃料 BDF の B100 の使い方について・解体用機械関係について・騒音振動の法改正の検討について

■クレーン車道路通行 WG・国土交通省打合せ

月 日：9月25日（水）

出席者：松岡省三リーダーほか10名

議 題：①クレーン用台車の構造要件内容の改正要望（案）について国土交通省自動車局整備課殿への説明 ②国土交通省殿のご意見および打合せ確認 ③その他

■国交省・作業燃費検討 WG・ミニショベルメーカー説明打合せ

月 日：9月25日（水）

出席者：田中利昌リーダーほか15名

議 題：●作業燃費検討 WG・ミニショベルメーカー打合せ ①ミニショベル燃費基準に関する各メーカー意見についての再確認結果と業界意見のまとめについて ②JCMAS H020 エネルギー消費量試験方法・油圧ショベルの油圧ハイブリッド機におけるエネルギー消費量補正の考え方について ●国交省への説明および打合せ ①WGからの燃費基準、認定制度についての説明 ②今後の検討の進め方について

■建設業部会

■バックホウ（油圧ショベル）吊上げ作業における事故予防検討会

月 日：9月17日（火）

出席者：傳田喜八郎主査ほか2名

議 題：①報告書修正原稿持ち寄り・検討 ②その他

■三役会

月 日：9月18日（水）

出席者：立石洋二部会長ほか3名

議 題：①各WG進捗状況報告 ②11月19日（火）開催予定合同部会について ③その他

■機電技術者交流企画 WG

月 日：9月24日（火）

出席者：久留島匡繕主査ほか8名

議 題：①9月17日締切の今年度意見交換会参加申込者の班分けについて ②その他

■各種委員会等

■機関誌編集委員会

月 日：9月4日（水）

出席者：吉田潔委員ほか19名

議 題：①平成25年12月号（第766号）

の計画の審議・検討 ②平成26年1月号（第767号）の素案の審議・検討 ③平成26年2月号（第768号）の編集方針の審議・検討 ④平成25年9～11月号（第763～765号）の進捗状況の報告・確認

■建設経済調査分科会

月 日：9月18日（水）

出席者：山名至孝分科会長ほか3名

議 題：①平成25年度公共工事業関係予算概要 ②平成25年度建設業の業況原稿説明 ③その他

■新機種調査分科会

月 日：9月26日（木）

出席者：江本平分科会長ほか4名

議 題：①新機種情報の持ち寄り検討 ②新機種紹介データまとめ ③その他

…支部行事一覧…

■北海道支部

■建設機械施工技術検定実地試験

月 日：8月30日（金）～9月1日（日）

場 所：石狩市（株）日立建機教習センター 北海道教習所

受験者：1級90名、2級404名

■第2回広報部会広報委員会

月 日：9月11日（水）

出席者：杉岡博史広報部会長ほか12名

議 題：①支部だより No106号の編集について ②次期講演会について ③除雪機械展示・実演会（釧路市）の実施について

■平成25年度除雪機械技術講習会（第1回）

月 日：9月18日（水）

場 所：旭川市 道北経済センター

受講者：142名

内 容：①除雪計画 ②除雪の施工方法 ③冬の交通安全 ④除雪の安全施工 ⑤除雪機械の取り扱い

■平成25年度除雪機械技術講習会（第2回）

月 日：9月20日（金）

場 所：帯広市 とかち館

受講者：142名

内 容：第1回に同じ

■平成25年度除雪機械技術講習会（第3回）

月 日：9月25日（水）

場 所：網走市 網走市民会館

受講者：136名

内 容：第1回に同じ

■平成25年度除雪機械技術講習会（第4回）

月 日：9月27日（金）

場 所：札幌市 TKP 札幌きょうさいサ

ロン

受講者：214名

内 容：第1回に同じ

■情報化施工推進連絡会事務局事前打合せ

月 日：9月30日（月）

場 所：JCMA 北海道支部事務局 会議室

出席者：鬼澤正美事務局長ほか5名

内 容：①平成25年度活動方針及び事務局体制について ②その他

■東北支部

■建設部会

月 日：9月9日（月）

場 所：仙台海川国道事務所 計画課

出席者：佐野真部会長ほか2名

内 容：国道108号 花岡山2号トンネル工事見学について打合せ

■施工部会

月 日：9月17日（火）

場 所：支部会議室

出席者：稲村正弘部会長ほか9名

議 題：①平成25年度開催一覧表について ②平成25年度道路除雪の手引きについて ③平成25年度パワーポイントについて ④その他

■施工部会

月 日：9月18日（水）

場 所：仙台保健福祉専門学校

出席者：稲村正弘部会長ほか3名

議 題：①平成26年度建設機械施工技術検定学科試験会場調査 ②施設及び各試験室状況について ③周辺駐車場状況について ④その他

■施工部会（除雪講習会開催）

月 日	場 所	9月26日 現在人数
9月25日（水）	弘前	120
9月26日（木）	青森	242
10月1日（火）	秋田（1）	225
10月2日（水）	秋田（2）	211
10月3日（木）	横手	341
10月9日（水）	山形天童	238
10月10日（木）	新庄	174
10月16日（水）	岩手（1）	251
10月17日（木）	岩手（2）	216
10月23日（水）	会津	241
10月28日（月）	宮古	119
10月31日（木）	奥州（1）	173
11月1日（金）	奥州（2）	123
11月5日（火）	仙台	196
受講者総計		2,870

■ 北 陸 支 部

■建設機械施工技術検定試験実地試験

月 日：9月6日（金）～9日（月）

場 所：新潟県新潟市 コベルコ教習所
新潟教習センター

受検者：1級 延べ75名、2級 延べ249名

■雪氷部会 運搬排雪作業とりまとめ WG

月 日：9月24日（火）

場 所：北陸支部事務局

出席者：青木鉄朗座長ほか6名

議 題：①中間とりまとめ ②今後のまとめ方の検討

■ 中 部 支 部

■建設機械施工技術検定実地試験

月 日：8月30日（金）～9月2日（月）

場 所：愛知県刈谷市「住友建機販売㈱
愛知教習センター」

受検者：1級 実受検者109名、延べ受検者194名、2級 実受検者347名、
延べ受検者376名

■情報化施工講習会講師派遣

月 日：9月11日（水）

講習会名：情報化施工セミナー（主催：
コマツ名古屋／レンタル21）

派遣講師：永江事務局長

■「建設 ICT 施工ガイドブック（仮称）」

作成実行委員会

月 日：9月12日（木）

出席者：青木技術部会長ほか7名

議 題：第1校の校正等

■建設施工研修会（映画会）

月 日：9月26日（木）

場 所：名古屋市中小企業振興会館

参加者：約80名

■ 関 西 支 部

■情報化施工普及推進会議

月 日：9月12日（木）

場 所：近畿地方整備局 会議室

出席者：松本克英事務局長以下4名

議 題：①研修・セミナーの開催について ②意見交換

■建設用電気設備特別専門委員会(第401回)

月 日：9月18日（水）

場 所：中央電気倶楽部 会議室

議 題：①前回事録確認 ②JEM-TR104 建設工事用受配電設備点検保守のチェックリスト審議 ③その他

■水工技術講習会（平成25年度第2回）

月 日：9月24日（火）

場 所：追手門学院 大阪城スクエア 会議室

参加者：角哲也水工技術委員会委員長以下69名

内 容：①「ダムの役割と操作について」
ダム技術研究所所長 高須修二氏
②「水理・振動特性」大阪電気通信大学客員教授 巻幡敏秋氏

■ 中 国 支 部

■第3回施工技術部会

月 日：9月3日（火）

場 所：中国支部事務所

出席者：齋藤実部会長ほか7名

議 題：①情報化施工関係行事の計画について ②講習会等の実施計画（案）（道路除雪講習会・建設技術講習会他）について ③その他懸案事項

■第6回企画部会

月 日：9月4日（水）

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平成25年度中国地方整備局との意見交換会の企画調整について ②その他懸案事項

■第3回広報部会

月 日：9月5日（木）

場 所：中国支部事務所

出席者：小石川武則部会長ほか4名

議 題：①広報誌 CMnavi39号企画編集について ②支部ホームページの改良について ③その他懸案事項

■第2回開発普及部会

月 日：9月10日（火）

場 所：中国支部事務所

出席者：阿土繕部会長ほか6名

議 題：①第33回新技術・新工法発表会について ②第64回新技術活用等現場研修会について ③中国地方建設技術開発交流会及び建設技術フォーラムの状況について ④土木機械設備維持管理研究会について ⑤その他懸案事項

■第3回部会長会議

月 日：9月11日（水）

場 所：広島 YMCA 会議室

出席者：高倉寅喜部会長ほか7名

議 題：①平成25年度事業実施計画について ②事業別（中国地方整備局との意見交換会・支部ホームページの改良・中国地方建設技術開発交流会・建設技術フォーラム・新技術新工法発表会・情報化施工技術研究会・情報化施工体験セミナー・道路除雪講習会）についての結果及び予定 ③その他懸案事項等

■ 四 国 支 部

■建設機械施工技術検定【実地】試験

月 日：9月4日（水）～5日（木）

場 所：日立建機日本㈱四国支店構内（善通寺市）

受検者：1級：120名、2級：284名（共に延べ人数）

■ 九 州 支 部

■建設機械施工技術検定試験

月 日：9月1日（日）～10日（火）

場 所：コマツ教習所(株)九州センタ

受検者：1級 325名、2級 635名

■企画委員会

月 日：9月18日（水）

出席者：久保田正春企画委員長ほか5名

議 題：①建設機械施工技術検定実地試験結果について ②本部理事会資料について ③運営委員会の開催について ④第4回・第5回情報化施工講習会について ⑤その他

編集後記

日に日に寒さが増してきましたが、読者の皆様はいかがお過ごしでしょうか。昨今は、季節外れの大型台風による各地での甚大な被害や、過去の常識では考えられない事件等が頻繁におこるなど、何かと暗い話題が多いかと思えます。しかしながら、アベノミクスによる需要の高まり、そして何と言っても2020年の東京オリンピック・パラリンピック招致が決定したことは、業界関係者としても個人的にも非常に嬉しい出来事です。「今、ニッポンにはこの夢の力が必要だ」このキャッチフレーズが現実となることは決定しました。今後2020年に向けて様々なことが整えられていきますが、そのプロセスにおける我々業界関係者の使命・役割は、とても大きいと思います。大袈裟かも知れませんが、ある意味時代が変わるのではないのでしょうか。2020年開催後が少し怖いですが...

さて、今月のテーマは「建築」です。昨今の建築工事では、解体・新築・再生・保存などの多様なニーズがあり、それらを社会や環境に配慮しながら実施していくことが求めら

れています。それらを実現する為には様々な機械力が大切な要素であり、機械力無くして建物に係る工事は達成できません。そのような思いを抱きながら、各社の最新技術や地道な取り組みにフォーカスし、社会資本のエイジングに対応するロボット技術の展望についての巻頭言に始まり、建設現場における省エネルギー化推進に関する行政の方向性、省人化に繋がる自動搬送システム、様々な特殊解体工法、耐震・免震に関する開発、厳しい条件下での超高層ビル建設やその基礎技術など幅広く掲載しました。ずいそうでは、建築と機械の融合の大切さを身を持って感じ、そのことに注力した経験談を紹介しています。また、交流のひろばでは、「異業種協業で考える未来の百貨店」について、建築の未来を違った視点で捉えた興味深い取り組みを紹介しています。是非、皆様の今後の取り組みの参考として頂ければと思います。

最後になりましたが、ご多忙中にも関わらず、ご執筆頂いた皆様に深く御礼申し上げますと共に、執筆依頼に快諾して頂き、社内調整等々スピーディーに対応して頂きました各社関係者の皆様に、改めて深く感謝申し上げます。(久保・原口)

12月号「基礎工・地盤改良特集」予告

- ・宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針
- ・既設橋に極近接した条件下での場所打ち杭の施工
- ・ベトナムで初めての鋼管矢板基礎
ハノイ・ニャッタン橋（日越友好橋）の主塔基礎工
- ・削孔振動波形を用いた地盤判定技術の開発
地下ダム施工および一般基礎杭における地盤判定への適応
- ・気泡掘削等厚式連続壁工法 AWARD-TREND
- ・軌道内におけるジェット併用機械攪拌工法を利用した仮土留め工への適用
相模線交差部における人道地下道新設工事に伴うメカジェット工法
- ・縦型回転混合攪拌中層改良工法の概要
ツイン・ブレードミキシング工法による多層地盤改良施工
- ・静的締固め砂杭工法 SAVE コンポーザー
- ・徳山下松港改修工事における事前混合処理工法
耐震岸壁への再生技術と回転式破碎混合機方式
- ・構造物近傍・直下の薬液注入工法による地盤改良
霞ヶ浦用水施設の効用回復工事 超多点注入工法
- ・小型機械による大口径機械攪拌工法 MITS 工法 CMS システム
- ・狭隘部における大深度ニューマチックケーソンの施工
千代田区永田町一丁目付近再構立坑設置工事
- ・ソイルセメント壁および深層地盤改良の汎用施工機械
CSM 工法の施工機械の開発・展開・改良

機関誌編集委員会

編集顧問

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	塚原 重美
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

田中 康順	鹿島道路(株)
-------	---------

編集委員

吉田 潔	国土交通省
持山 昌知	農林水産省
伊藤 健一	(独)鉄道・運輸機構
篠原 望	鹿島建設(株)
立石 洋二	大成建設(株)
藤吉 卓也	清水建設(株)
赤井 亮太	(株)大林組
久保 隆道	(株)竹中工務店
安川 良博	(株)熊谷組
川西 健之	(株)奥村組
京免 継彦	佐藤工業(株)
岡田 英明	五洋建設(株)
齋藤 琢	東亜建設工業(株)
赤神 元英	日本国土開発(株)
相田 尚	(株)NIPPO
岡本 直樹	山崎建設(株)
原 茂宏	コマツ
山本 茂太	キャタピラー・ジャパン(株)
船原三佐夫	日立建機(株)
原口 宏	コベルコ建機(株)
石倉 武久	住友建機(株)
和田 一知	(株)KCM
江本 平	範多機械(株)
藤島 崇	施工技術総合研究所

事務局

日本建設機械施工協会

建設機械施工

Journal of JCMA

第65巻第11号(2013年11月号)(通巻765号)

Vol. 65 No. 11 November 2013

2013(平成25)年11月20日印刷

2013(平成25)年11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 一般社団法人日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

電話 (03) 3433-1501; Fax (03) 3432-0289; <http://www.jcmanet.or.jp/>

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 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〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10	電話 (052) 962-2394
関西支	部〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支	部〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22	電話 (082) 221-6841
四国支	部〒760-0066 高松市福岡町3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支	部〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30	電話 (092) 436-3322

KOBELCO

低燃費のコベルコ!
低炭素社会の実現へ

KOBELCO

低燃費の進化は、止まらない。

進化は、大胆に。次世代テクノロジーを結集した、コベルコの「新世機」。
燃費の限界を超えて、低燃費の最先端へ。



オフロード法2011年基準適合
排気ガス後処理装置の搭載により
排出ガス中のPM(粒子状物質)を大幅削減。

2020
★★★★

2020年燃費基準達成度★★★★をクリア。

NETIS登録
燃費削減効果

コベルコの
新世機

圧倒的な燃費性能で新たな世代を
リードするコベルコの「新世機」。その
技術で、低燃費のコベルコは、もっと
低燃費のコベルコになる。

-18%の低燃費*1で、新登場。

新開発エンジンを搭載し、ECOモードで最大約18%の燃費を
低減*1。さらに、3つのカメラで約270°の後方視界を提供する
「イーグルアイビュー」を新採用*2。大胆な進化を遂げた、コベルコ
の次世代マシン。 ※1. 従来機Sモード比/新ECOモード ※2. オプション設定



Eagle
Eye
View

ASERA
GEOSPEC

SK200

コベルコ建機株式会社

東京本社 / 〒141-8626 東京都品川区東五反田 2-17-1 ☎03-5789-2111

www.kobelco-kenki.co.jp



吸塵式乾式カッター
MCD-RY14



ミスターライト
MLP-1212



高周波バイブレーター
FX-40RE/FU-161

未来へ伸びる、三笠の技術。



転圧センサー
バイブロコンパクター
MVH-306DSC-PAS
NETIS No.TH-120015-A



防音型

タンピングランマー
MT-55L-SGK
NETIS No.TH-100005-A



低騒音型

プレートコンパクター
MVC-F40S
NETIS No.TH-100006-A



バイブレーションローラー
MRH-601DS

三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

本社 / 〒101-0064 東京都千代田区猿樂町1-4-3 TEL: 03-3292-1411 (代)

大阪支店 TEL: 06-6541-9631
札幌営業所 TEL: 011-892-6920
仙台営業所 TEL: 022-238-1521
新潟出張所 TEL: 090-4066-0661

北関東営業所 TEL: 0276-74-6452
長野出張所 TEL: 080-1013-9542
中部営業所 TEL: 052-451-7191
金沢出張所 TEL: 080-1013-9538

中国営業所 TEL: 082-875-8561
四国出張所 TEL: 087-868-5111
九州営業所 TEL: 092-431-5523
南九州出張所 TEL: 080-1013-9558

沖縄出張所 TEL: 090-7440-0404

確かな技術で世界を結ぶ

Attachment Specialists

任意の高さに停止可能

パラレルリンクキャブ



パラレルリンクキャブ仕様車

車の解体・分別処理を大幅にスピードアップ

自動車解体機



自動車解体機

ワイドな作業範囲で効率の良い荷役作業

スクラップハンドラ



スクラップハンドラ仕様車

スクラップ処理で高い作業効率を発揮

リフティングマグネット



リフティングマグネット仕様車

船舶・プラント・鉄骨物解体に威力を発揮する

サーベルシア



MSD4500R

丸太や抜根を楽々切断する

ウッドシア



MWS700R (油圧全旋回式)



マルマテクニカ株式会社

URL <http://www.maruma.co.jp>

■名古屋事業所

愛知県小牧市小針2-18 〒485-0037
電話 0568(77)3312
FAX 0568(77)3719

■本社・相模原事業所

神奈川県相模原市南区大野台6丁目2番1号 〒252-0331
電話 042(751)3800
FAX 042(756)4389

■東京事業所

東京都世田谷区桜丘1丁目2番22号 〒156-0054
電話 03(3429)2141
FAX 03(3420)3336

ミニベンチ工法 両用型 ショートベンチ工法

RH-10J-SS 強力型ブームヘッダー



主な特長

- カッター出力は330kWで、強力な切削力を発揮し、軟岩から硬岩まで幅広い地質に対応。
- 機体寸法は、高さ3.9m×幅4.2m×長さ16.5m（ケーブルハンガーを除く）
- 定位置最大切削範囲は、高さ8.75m×幅9.5m
- 高圧水ジェット噴射で粉塵抑制とピック消費量低減。
- 接地圧が低く、軟弱地盤にも対応。

KYB カヤバ システム マシナリー株式会社

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO., LTD

<http://www.kyb-ksm.co.jp>

本 社 ・ 営 業
カスタマーサービス相模事業所
大 阪 支 店
西 部 支 店
三 重 工 場

〒105-0012 東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル
〒252-0328 神奈川県相模原市南区麻溝台1丁目12番1号
〒564-0063 大阪府吹田市江坂町1丁目23番20号 TEK第二ビル
〒812-0016 福岡県福岡市博多区博多駅南1丁目7番14号 ボイス博多
〒514-0396 三重県津市雲出長常町1129番地11

TEL. 03-5733-9444
TEL. 042-767-2586
TEL. 06-6387-3371
TEL. 092-411-4998
TEL. 059-234-4111

クレーン、搬送台車、建設機械、特殊車輛他 産業機械用無線操縦装置

今や、業界唯一。
日本国内 自社自力生産・直接修理を實踐中！

ポケットサイズ ハンディ～ショルダー機 フルラインアップ!!

ケーブルレス サテラタ リンソーサー 離操作

Nシリーズ 微弱電波
Rシリーズ 産業用ラジコンバンド
Uシリーズ 429MHz帯 特定小電力
Gシリーズ 1.2GHz帯 特定小電力
ボーバ 防爆形無線機

- ◆ 業界随一のフルラインの品揃えとオーダー対応制度で多様なニーズに対応！
- ◆ 常に！業界一のコストパフォーマンス！
- ◆ 迅速なメンテナンス体制！
- ◆ 未来を見据えた過去の実績を見て下さい！代々互換性を継承、補修の永続制

新 スリムケーブルレス

より安価なオーダー対応を實現！

N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階スイッチ
装着可能

モデルチェンジ！
内部設計を一新

全ての
互換を優先
しました

自由度の高い
多様なオーダー対応
ボタン配置自在／最大32点

優れた
耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当

自社開発 高耐久性
2段階スイッチを
装着可能

パネルゴム突起で
操作クリック感が
向上

8操作標準型
RC-5808N

- 8操作8リレー
- 軽量コンパクト受信機

セットで
15.75万円

12操作標準型
RC-5812N

- 12操作12リレー
- 照明出力リレーの保持を標準採用

セットで
17.85万円

16ボタン
モデル

16操作標準型
RC-5816N

- 16操作16リレー
- 同じ外形で16個のボタンをコンパクトに配置

マイコンケーブルレス

N/U/Gシリーズ

標準型
RC-6016N

- 16操作16リレー
- 最大25リレーまで対応可能

セットで
21万円

防爆形 対応可能 (N/Uシリーズ)

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階・特殊
スイッチ装着可能

標準型
RC-8516N

- 16操作16リレー
- 最大32リレーまで対応可能

セットで
23.1万円

タフ 頑強 ケーブルレス

N/U/Gシリーズ

無理難題を 最強ハンディ機登場！

堅牢なボディ
耐衝撃性能が向上

優れた
耐塵・防雨性能
送信機はIP65相当

ハンディなのに
特殊スイッチを
装着可能

特殊スイッチ オーダー対応例

防爆形はTX-8400型送信機で対応 (Nシリーズのみ)

マイティ サテラタ

N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

3ノッチジョイスティック型
RC-7132N

セットで
94.5万円

全押しボタン
RC-7126N

セットで 47.25万円

ジョイスティック
2本装着オーダー例

● 操作信号数 最大32点
(またはプロボ最大6項目と入出力信号26点以下)

旧アンリツ製 デジタルテレコン 入替専用モデル

新型ジョイスティック

3ノッチ
ジョイスティック型
RC-7233UAN

スイッチガード付き押しボタン

全押しボタン型
オーダー例
RC-7215U

チップ ケーブルレス

Nシリーズ コンパクトという選択肢!!

微弱電波モデル
対応

標準型
RC-3208N

- 8操作
8リレー

セットで
12.6万円

片手で握り替えずに
正逆操作が行えます！

チップ部品採用で
ポケットサイズ化

トコトン機能を絞って
コストダウン

アルカリ乾電池なら
連続使用6時間以上

高い防水性能
送信機はIP65

従来の機と
信号互換あり！

受信機は既設のままで送信機のみ取替可

ケーブルレスミニ

ポケットサイズの本格派!

微弱電波・ラジコンバンド
両モデル対応

N/Rシリーズ

- 3操作 3リレー
- 最大5リレーまで対応可能

標準型
RC-4303N/R

セットで
10.5万円

取付例

リソーサー 離操作

N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

標準型
RC-2512N

- 2段階・特殊
スイッチ装着可能

セットで
23.1万円

● 12操作12リレー

最大32リレーまで対応可能

● 見易くなった電池残量告知ランプ付

価格もサイズも
ハンディー並み!

軽量コンパクト
ショルダータイプ

データ ケーブルレス

工場次第で用途は無限!

微弱電波・特定小電力
ラジコンバンド
全モデル対応

N/R/U/G
シリーズ

- 機器間の信号伝送に!
- 多芯の有線配線の代わりに!

標準型 セットで
TC-1305R 21.525万円

TC-1308N(微弱電波) 23.1万円

送信機
(外部接点入力型)

写真は
Uシリーズ

7100型
6300型
5700型
3200型

受信機

MAX サテラタ

Uシリーズ
Gシリーズ

特定小電力
専用モデル

ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

RC-9300U

- 多機能多操作
(比例制御対応可)

金属シャーシの
多操作・特注仕様専用機!!

全押しボタン
装着タイプ

セットで
99.75万円

無段変速ジョイスティック
2本装着例

無線式火薬庫警報装置 発破番 ES-2000R

標準付属品付
セットで
42万円

ER-2000R(受信機) ET-2000R(送信機)

- 長距離伝送
到達距離約 2 km～(6 km)
- 受信機から
電話回線接続機能
- 高信頼性
異常判定アルゴリズム
- 音声メッセージで
異常箇所を連絡(受信側)
- 大音量警鳴発生
110dB/m

無線化工事のこならフルライン、フルオーダー体制の弊社に今すぐご相談下さい。また、ホームページでも詳しく紹介していますのでご覧下さい。 朝日音響 検索



ベンチャー企業創出支援投資 対象企業
朝日音響株式会社
〒771-1350 徳島県板野郡上板町瀬部
FAX: 088-694-5544(代) TEL: 088-694-2411(代)
<http://www.asahionkyo.co.jp/>

Global Teamwork
KOMATSU

地面のことを考えるように、
空のことも考えよう。

Thumbs up for cleaner air

「日・米・欧 新排出ガス規制*」に適合した
コマツの次世代建設機械。
燃料消費量も平均 10% 低減 (従来機比) しました。
30 機種以上を、次々と発売していきます。

Global Teamwork for Tomorrow

*米国の「Tier 4 Interim」、欧州の「Stage IIIb」につき、
日本では、オフロード法 (特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律)
2011 年基準が適用開始されます。

We are launching over 30 next-generation models certified
for the new emission control standard of Japan,
the United States and Europe.
They are ready to cut down 10% of your fuel expenses
on average, when compared to conventional models.



新サービスプログラム「KOMATSU CARE」
(コマツ・ケア) でサポート。



コマツ国内販売本部

〒107-8414 東京都港区赤坂 2-3-6 <http://www.komatsu-kenki.co.jp>

