

# 建設の機械化 ②

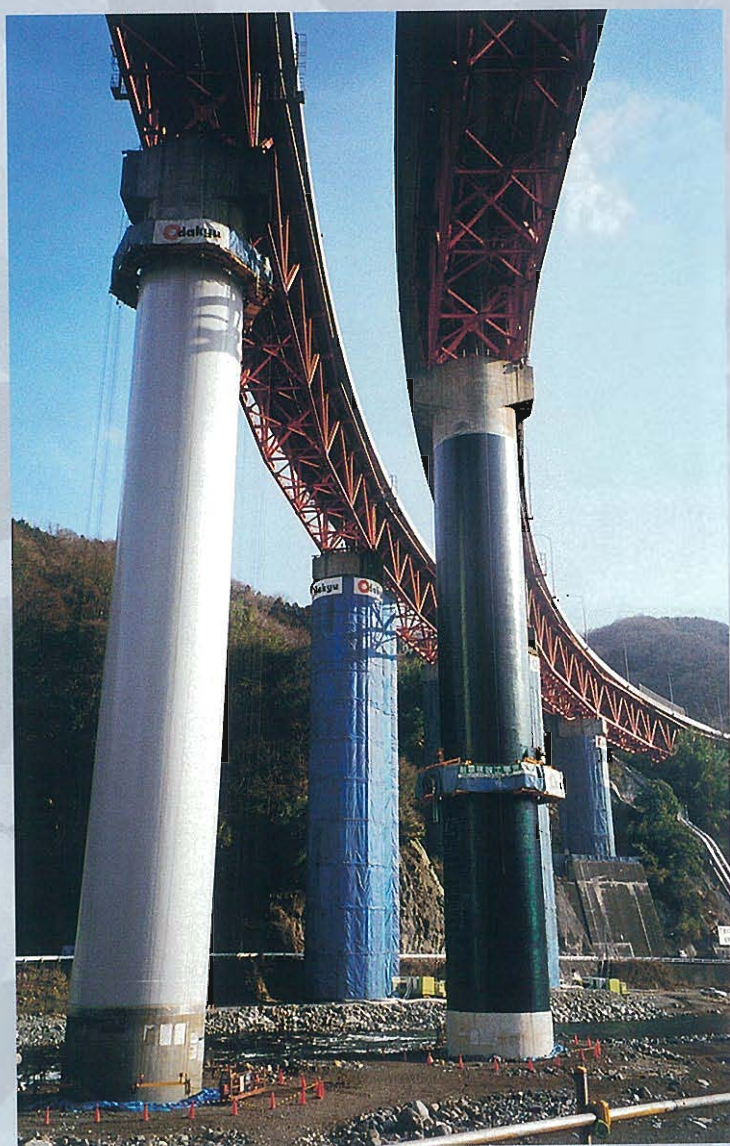
2004 FEBRUARY No.648 JCOMA



## 地震防災特集

- 東海地震対策、東南海・南海地震対策の概要
- 災害対策用機械とその整備
- 社会基盤施設の地震災害軽減に資する耐震技術
- 中央合同庁舎第3号館耐震改修工事
- 新材料を用いた道路構造物の耐震補強
- 免震技術を活用した阪神高速湾岸線・港大橋の耐震補強
- 厳しい施工条件下における鉄道高架橋の耐震補強

# 新材料を用いた 道路構造物の耐震補強



⇩円形大型ゴンドラを用いた炭素繊維シート貼付け状況



⇩一般ビル用ゴンドラを用いた  
炭素繊維シート貼付け状況

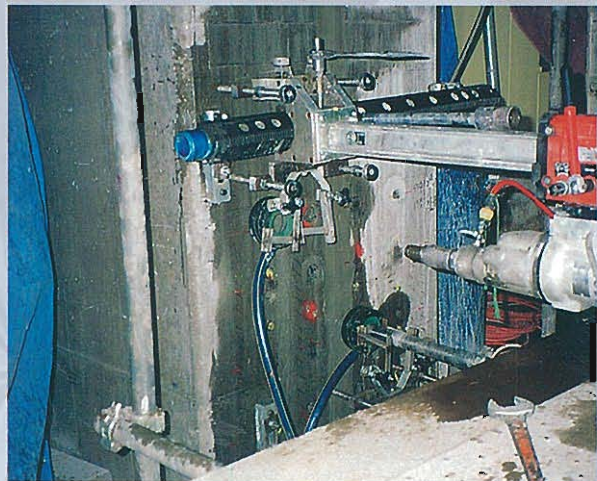


⇩炭素繊維シート巻立て工法による  
耐震補強工事完成状況

# 厳しい施工条件下における 鉄道高架橋の耐震補強



⇧補強鉄筋組み立て状況



⇧コアボーリングマシンによる削孔



⇧補強鋼板取付け状況



⇧一面補強



⇧RB工法

## 巻頭言

## 巨大地震対策

土岐 憲三



先般、日本、韓国、台湾、シンガポール、タイの代表的な大学の工学系の研究者が集まる国際会議があったが、そこでのセッションの一つが学生の教育に関することであった。土木に良い学生が集まらないという日本と同じことが国が違っても起きていることが報告され、対策が論議された。ただ日本と事情が違ったのは、台湾では1999年の集集地震の後、建築や土木を希望する学生が急増したとのことであったが、1995年の兵庫県南部地震後に建設系を希望する学生が増えたという話は聞いたことが無い。

学生に土木が人気がないのが、土木をめぐる社会的な状況の変化が世界的な規模で進んでいることにあるとすれば、世界の流れに竿さしても抵抗が大きくて得るものは少ないであろう。外の状況、特に社会経済的な状況が変化している中で、自分たちだけは変わらないというのでは、益々難しい状況になるのは自明であろう。社会が変わるのであれば自分たちも変えてゆかねばならないのであろう。

では、何をどう変えるのか。すぐには答えは出てこないであろう。しかし直ぐにできることもある。それは新しい分野を開いてゆくことである。それも誰かがやってくれるのを待っていたのではいけない。めいめいが自分のこととして自分で道を開いてゆかねばならない。また、今何かを始めたからといって直ぐに効果が出るというものでもないであろう。将来大きくなるであろう分野を今から少しずつ掘り起こして行くしかないのではないだろうか。

その一つが防災対策である。今年度も補正予算が行われるかどうかは分からないが、行うとしたら防災対策というのが政府筋の考えであるとの報道も行われている。一方、東海、東南海、南海地震が今世紀半ばまでには間違いなく起こると言っているが、これに対しての備えをしておくべきことは法律にも定められているところである。これらの三つの地震が同時に起きる可能性が高いが、この場合には国家予算に匹敵する70~80兆円程度の被害の出ることが予測されており、

1995年の阪神淡路大震災における10兆円とは大きな開きがある。事前に対策をとっておくことで、その何倍もの被害を防ぐことができるのである。東海地震に対しては大規模震災特別措置法が昭和53年に施行されており、これで強化地域に指定された自治体は事前に対策を講じなければならないことになっている。一方、本年7月には東南海・南海地震対策特別措置法が施行され、本年12月には推進地域が指定されることになっている。

東海地震では断層の震源域が駿河湾や御前崎沖の海底のみならず陸域にまで達することから、1995年阪神淡路大震災時の震災の帯といわれた震度7に達する地域が東海地方の相当広い範囲に広がるのが懸念されている。一方、東南海・南海地震では駿河湾から九州にいたる極めて広い範囲が高い津波に襲われることが予想されている。特に土佐湾では足摺岬から室戸岬にいたる広い範囲が10m~12mに達する大津波に襲われる可能性が高い。この高さの津波から身を守るためには、全員が3階建てのビルの屋上より高い場所に避難するしかないのである。これができなければ必ず津波にさらわれることを覚悟しなければならない。人命は避難することによって守れたとしても、このような津波の破壊力から町や地域を守ることには相当な困難を伴う。現在の防災技術や防災計画ではこうした災害に対する方策は目処が立たない。どのような方策を立てれば、このような広範囲にわたる災害から人命や財産を守ることができるのであろうか。

数十年以内には必ずやって来る災害に対して、手を拱いているわけには行かない。必ずや何らかの巨大対策を進める必要があるのであり、ここにこそ現在の元気がない建設関係の分野が果たすべき責務があると同時に、これまで蓄えてきた技術を展開する場が開かれているのではないだろうか。

# 地震防災特集

## 東海地震対策，東南海・南海地震対策の概要

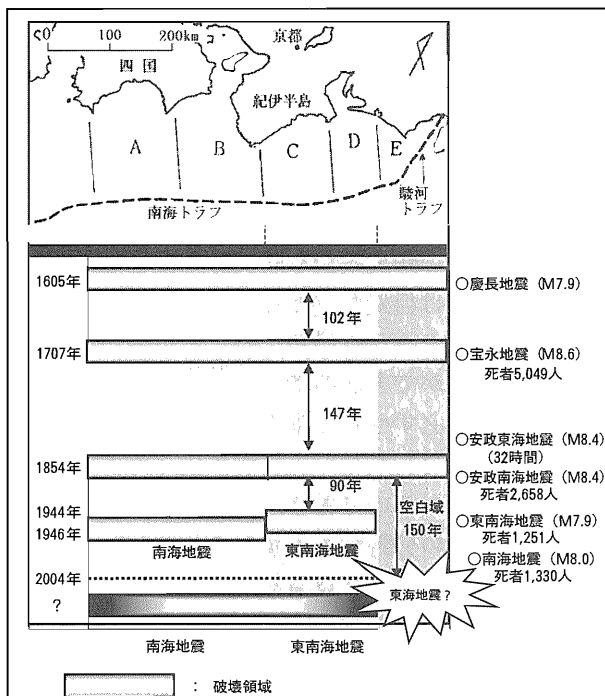
筒井智紀・齋藤 誠

いつ発生してもおかしくないとされている東海地震，今世紀前半にも発生することが懸念されている東南海・南海地震に対する備えを強化するため，政府は中央防災会議（会長：内閣総理大臣）に専門調査会を設置し検討を進め，「東海地震対策大綱」（平成 15 年 5 月），「東南海・南海地震対策大綱」（平成 15 年 12 月）を策定し，必要な予防対策，災害発生時の応急対策などの基本方針を定めるとともに，これに基づき具体的な対策を進めているところである。これらの巨大地震対策の背景及び対策の概要について紹介する。

キーワード：東海地震，東南海・南海地震，地震対策，被害想定，強化地域，推進地域，耐震診断，耐震改修

### 1. 東海地震及び東南海・南海地震の切迫性

駿河湾から四国沖（駿河トラフから南海トラフ）にかけてのプレート境界では，これまで，マグニチュード 8 クラスの大規模地震が 100 年から 150 年間で繰返し発生してきた。このうち駿河トラフを震源とする東海地震については，1854 年の安政東海地震の発生以降，その想定震源域が未破壊のまま残り，いつ発生してもおかしくないとされている。



図一 東海地震と東南海・南海地震  
 (「地震考古学」(中公新書, 1992) 等より作成)

一方，その西側の遠州灘西部から土佐湾にかけての領域では，1854 年の安政東海地震，安政南海地震の後，1944 年（昭和 19 年）に昭和東南海地震，1946 年（昭和 21 年）に昭和南海地震が発生したが，昭和の南海地震がそれ以前に同地域で発生した地震に比べ規模が小さいとされていることなどから，今世紀前半にも巨大地震が発生することが懸念されている（図一）。

### 2. 東海地震対策について

#### (1) これまでの東海地震対策

昭和 51 年秋の日本地震学会で東海地震説が発表され，東海地震発生切迫性が指摘されたことを受け，昭和 53 年に大規模地震対策特別措置法（以下，「大震法」）が制定された。この大震法は地震の直前予知に基づく避難・警戒体制をとることにより大規模地震による被害を軽減することを目的としているものであり，翌年，東海地震により甚大な被害が発生するおそれのある地域（静岡県等 6 県の 167 市町村）を大震法に基づく地震防災対策強化地域（以下，「強化地域」という）に指定し，我が国で唯一の地震の直前予知に基づく防災体制が整えられている。

まず，直前予知のための観測監視の整備については，体積歪計，傾斜計など各種の観測施設が多数整備され，気象庁で 24 時間の監視体制がとられている。さらに，警戒宣言時の避難・警戒体制を的確に行うため，中央防災会議が策定した地震防災基本計画に基づき，各省，関係地方公共団体，関係機関のほか百貨店や病院などの民間施設も警戒宣言時の対応についての計画を定め

ている（ちなみに、警戒宣言が出された場合は、建設工事等についても、原則中止し、必要に応じて補強、落下防止措置を講じることとなっている）。

(2) 想定震源域の見直しと地震防災対策強化地域の拡大

大震法が制定され約四半世紀が経過したが、この間に多くの観測データが蓄積され、また新しい学術的知見等も得られてきたことを踏まえ、平成13年3月、中央防災会議「東海地震に関する専門調査会」が発足し、想定震源域の見直しに関する検討が行われた。この結果、従来よりも西側に想定震源域の広がることが明らかとなり、また、併せて新たな想定震源域による揺れや津波波高の分布も検討された（図-2、図-3、図-4）。

同専門調査会の検討結果を受け、平成14年3月、中央防災会議「東海地震対策専門調査会」が発足し、同専門調査会での検討結果と関係都県知事の意見を踏まえ、平成14年4月、内閣総理大臣により強化地域の拡大（6県167市町村⇒8都県263市町村）が行われた（図-5）。また、同専門調査会では、今日的な社

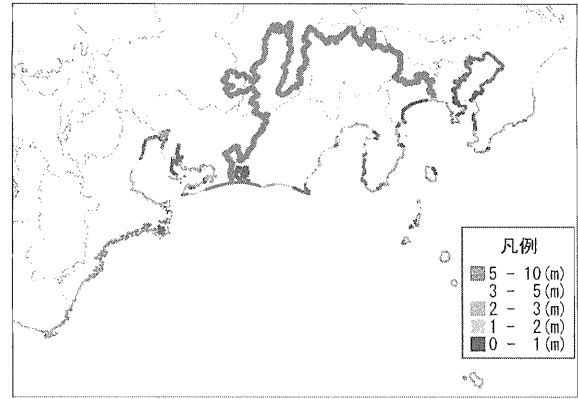


図-4 東海地震にかかわる津波波高の分布

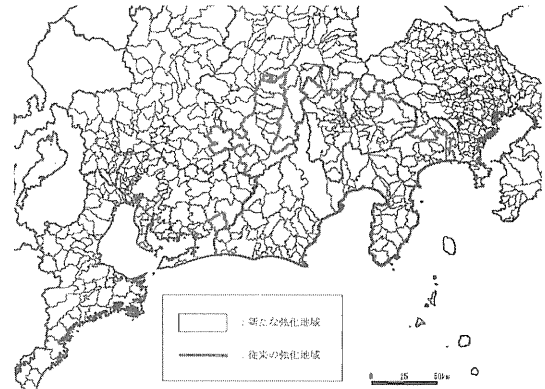


図-5 地震防災対策強化地域の拡大

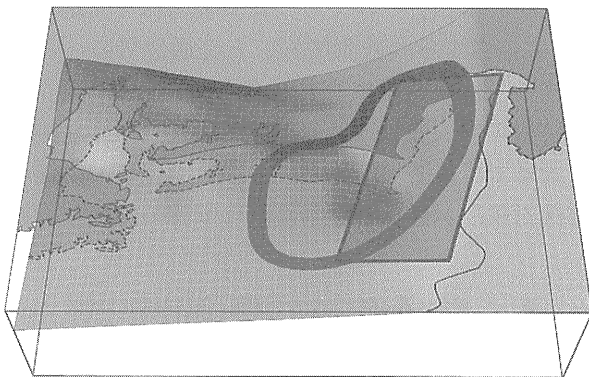


図-2 東海地震に係る想定震源域の見直し  
(従来の想定震源域(赤い単純な矩形)と新たな想定震源域(青い立体的なナス型の曲面))

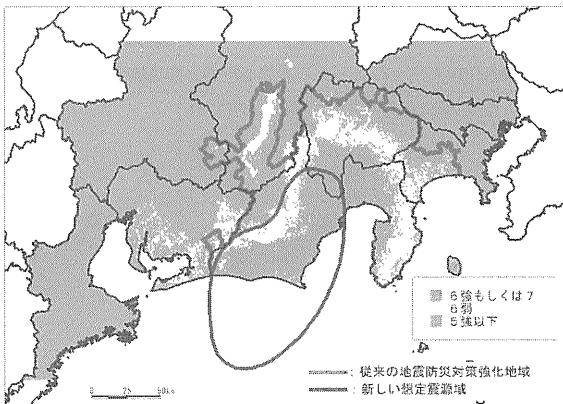


図-3 東海地震に係る揺れの分布

会・経済状況のもと、東海地震が発生した場合の被害想定を実施し（表-1）、これを踏まえた対策のあり方について検討を行った。この検討結果を踏まえて、中央防災会議は平成15年5月、東海地震対策のマスタープランとなる「東海地震対策大綱」を決定した。

(3) 東海地震対策大綱の主要ポイント

「東海地震対策大綱」では、耐震化の推進や、警戒宣言前からの情報提供のあり方、防災対応など、下記の点が主要ポイントとして定められている。

(a) 緊急耐震化対策等の実施

- ・国と地方公共団体等の連携による個人住宅の耐震診断、耐震補強の緊急実施
- ・公共建築物を中心に建物の耐震性（安全性）についてのリストを作成し公表

(b) 地域における災害対応力の強化

- ・東海地震による被害についての正確な知識と、事前の備え、発災時等にとるべき行動について、地域住民や企業に対して徹底的に普及啓発
- ・各主体の参加・連携による的確な防災活動の実施とそのための支援

(c) 警戒宣言時等の的確な防災体制の確立

表一 東海地震に係る被害想定結果概要

① 建物全壊棟数（朝5時のケース）	
揺れ	静岡県、山梨県南部、愛知県西部等強い揺れが生じる地域を中心に、約17万棟
液状化	揺れの大きい地域や軟弱地盤を中心に、約3万棟
津波	静岡県、三重県等の沿岸部を中心に、約7千棟
火災	（風速3mの場合）約1万棟 （風速15mの場合）約5万棟
崖崩れ	静岡県等を中心に崖崩れが発生し、約8千棟
合計	（風速3mの場合）約23万棟 （風速15mの場合）約26万棟

（参考）予知情報に基づく警戒宣言が発令された場合、火災の減少により、全壊棟数は、最大約3万棟減少

② ライフライン等	
水道	断水人口（発生直後）約550万人
電気	停電人口（発生直後）約520万人
ガス	供給支障人口（1週間後）約290万人
交通施設	道路、鉄道等にも被害が発生し、一定期間利用困難となることも想定 港湾は、特に、液状化や津波による機能低下・停止が想定
避難生活	地震発生後の1週間後には約190万人の避難者
物資不足	米は最大約41万kg、飲料水は最大約5,500kl、その他食料、毛布、肌着等が不足
医療対応	地域内で対応困難な重傷者は最大で約27,000人
その他	ブロック塀の倒壊やビルからの落下物等の被害 海水浴シーズンには約10万人が訪れ、円滑な避難が困難な場合、甚大な被害が想定

③ 死者数（朝5時のケース）	
揺れ	約6,700人
液状化	死者は発生せず
津波	住民の避難意識の程度により 約400人～約1,400人
火災	（風速3mの場合）約200人 （風速15mの場合）約600人
崖崩れ	約700人
合計	約7,900人～約9,200人

（参考）予知情報に基づく警戒宣言が発令された場合、事前の避難・警戒行動により、最大ケースの場合約9,000人から約2,300人に減少

④ 経済的被害（最大ケース）		
	予知なし（突発発災）	予知あり（警戒宣言）
直接被害（個人住宅の被害、企業施設の被害、ライフライン被害等）	約26兆円	約22兆円
間接被害 生産停止による被害 東西間幹線交通被害 地域外等への波及	約11兆円 約3兆円 約2兆円 約6兆円	約9兆円 約2兆円 約2兆円 約5兆円
合計	約37兆円	約31兆円

※1 過去の地震災害の実態を踏まえて推計。

※2 人的被害及び公共土木被害は含まれていない。

（参考）警戒宣言の経済的影響は、1日あたり実質0.2兆円

<警戒宣言発令に伴う避難警戒体制移行に伴う影響>

- ・強化地域内の産業活動の停止
- ・強化地域外での交通等の影響
- ・東西幹線交通停止
- ・我が国全体への影響の波及等

- ・揺れや津波の分布等により、鉄道の運行や劇場、百貨店の営業について可能ところは営業継続（従前は一律停止）
- ・地域の医療機能確保のため、耐震性を有する病院は診療可能（従前は一律停止）
- ・地震予知情報以前の情報に基づき、児童の安全確保や実働部隊の派遣準備開始等の防災対応を明確化（従前は対応なし）

#### （d） 発災時における広域的・効果的な防災体制の確立

- ・被害情報がない段階でも、被害想定等をもとに、救助部隊の派遣や物資搬送を緊急に実施（従前は発災後に対応）
- ・災害対策本部、現地本部における迅速かつ的確な判断と情報共有のための高度通信ネットワーク整備等  
また、平成15年7月、「東海地震対策大綱」に規定する対策のうち、人命に密接に関連する住宅の耐震化等の予防対策及び緊急時の応急活動について、関係省庁等の責任と期限を明確化した「東海地震緊急対策方針」を閣議決定し、東海地震対策を緊急かつ強力に実施することとしている。

#### （4） 地震防災基本計画の修正と警戒宣言前の新たな情報体系

東海地震対策大綱の決定を受け、平成15年7月、中央防災会議は、警戒宣言前の異常データ観測時の情報提供・防災対応の明確化と、警戒宣言後の分野別の対応に関して、大震法に基づく「地震防災基本計画」の改訂を行った。この改訂において、地殻変動に係る観測・分析精度等の向上を踏まえ、従来、警戒宣言前には「観測情報」のみであった事前情報を交通信号の「青」に相当する「観測情報」と交通信号の「黄」に相当する「注意情報」に細分化し、「観測情報」段階では特段の防災行動をとる必要はないこと、「注意情報」段階では、防災担当職員の参集や児童・生徒の安全確保対策、自衛隊等実働部隊の準備の開始などを行

表二 東海地震に関する新たな情報と防災対応について

東海地震「予知情報」	東海地震「注意情報」	東海地震「観測情報」
■各情報は、以下の場合に出されます。数回出されることもあります。		
東海地震が発生するおそれがある場合（東海地域に設置している地殻のひずみを検知する計器が、3箇所以上で有意な変化をとらえた場合）	東海地震の前兆現象の可能性が高まった場合（東海地域に設置している地殻のひずみを検知する計器が、2箇所以上で有意な変化をとらえた場合）	東海地震の前兆現象の可能性について直ちに評価できない場合（発生した地震が東海地震に関連性がないと判断できる場合なども、安心情報としての観測情報が出されます）

■各情報が出されたときの必要な行動と防災機関の対応

内閣総理大臣が警戒宣言を発表します。	防災関係機関は防災対策の準備を始めます。政府の対応や住民へのお願いについて広報します。	
<b>必要な行動</b> ・津波や崖崩れの危険区域の方は安全な場所に避難してください。 ・上記以外の強化地域では耐震性のある住宅などへ避難してください。 ・車は使用できません。	<b>必要な行動</b> ・国、自治体等からの情報に十分注意してください。 ・学校の児童等は帰宅する等安全対策をとってください。 ・東海地域方面への旅行や出張などは控えてください。	<b>必要な行動</b> ・続報に注意してください。

うこととした。なお、交通機関の停止や、百貨店の営業停止などの規制は、交通信号の「赤」に相当する地震予知情報をうけて「警戒宣言」が発令されたときに行われる（表—2）。

（5）東海地震対策活動要領の策定と今後の動き

また、同大綱及び東海地震緊急対策方針を受け、平成15年12月、注意情報時の静岡県への先遣隊の派遣、警戒宣言時の救助・救急部隊等の強化地域周辺への前進、静岡県での現地警戒本部の設置など、東海地震に係る国の広域活動の手続き、内容を具体化した「東海地震応急活動要領」を策定した。

今後は、被害想定から算出した救助部隊、物資等の必要量をもとに、図上訓練等での検証も踏まえ、部隊派遣、物資調達等に係る計画を定める予定である。

3. 東南海・南海地震対策について

（1）中央防災会議専門調査会における検討

東南海・南海地震に関しては、被害を受ける地域が広範囲であり、発生した場合、社会・経済への影響が極めて甚大となるおそれがあるため、平成13年10月、中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」が発足し、防災対策に関する検討が行われてきた。同専門調査会は、

- ① 過去の東南海・南海地震に関する資料をもとに、東南海・南海地震による揺れの強さや津波の高さの分布を検討する（図—6、図—7）とともに、
- ② 今日的な社会・経済状況のもと、地震・津波による被害想定（表—3）を行う、
- ③ これらを踏まえた防災対策等について検討することを進めた。

（2）東南海・南海地震対策大綱の主要ポイントと今後の動き

中央防災会議では、「東南海、南海地震等に関する専門調査会」の検討報告を受けて、平成15年12月に、東南海・南海地震への関係機関の取組みの基本的方針を定めた「東南海・南海地震対策大綱」を策定した。この大綱では、津波対策の推進、広域防災体制の確立など、以下の点が主要ポイントとして定められている。

- ① 避難対策等巨大な津波災害に対する対策の推進
  - ・重要水門の自動化・遠隔操作化
  - ・堤防整備等の計画的な実施
  - ・津波ハザードマップの整備など避難対策の早期実施
- ② 広域防災体制の確立、地域の災害対応力の強化

表—3 東南海・南海地震に係る被害想定結果概要

① 建物全壊棟数（朝5時のケース）	
揺れによる建物の全壊	6,600人
津波*	避難意識が高い場合 約3,300人 避難意識が低い場合 約8,600人
火災	約100人～約500人
崖崩れ	約2,100人
合計	約1万2千人～約1万8千人
② ライフライン等	
揺れ	東海から九州にかけて強い揺れが生じる地域を中心に、約17万棟
液状化	揺れの大きい地域や軟弱地盤を中心に、約8万棟
津波	東海から九州にかけての太平洋沿岸を中心に、約4万棟
火災	約1万棟～約4万棟
崖崩れ	高知県等で約2万棟
合計	約33万棟～約36万棟
水道	断水人口（発生直後）約1,600万人
電気	停電人口（発生直後）約1,000万人
ガス	供給支障人口（1週間後）約300万人
交通施設	道路、鉄道等にも被害が発生し、一定期間利用困難となることも想定 港湾は、特に、津波による機能低下・停止が想定
避難生活	地震発生後1週間後には約500万人の避難者
物資不足	米は最大約250万kg、飲料水は最大約15,000kl、その他食料、毛布、肌着等が不足
医療対応	地域内で対応困難な重傷者は最大で約36,000人
その他	ブロック塀の倒壊やビルからの落下物等の被害 海水浴シーズンには大勢の海水浴客が訪れ、円滑な避難が困難な場合、甚大な被害が想定
③ 死者数（朝5時のケース）	
・避難意識が高い場合	北海道南西沖地震における奥尻町の場合（避難率71.1%）
・避難意識が低い場合	日本海中部地震の場合（避難率20%）
④ 経済的被害（最大ケース）	
直接被害（個人住宅の被害、企業施設の被害、ライフライン被害等）	約43兆円
間接被害	約14兆円
生産停止による被害	約5兆円
東西間幹線交通の寸断による被害	約1兆円
その他全国への経済に与える影響	約8兆円
合計	約57兆円

※過去の地震災害の実態を踏まえて推計。  
※人的被害及び公共土木被害は含まれていない。

- ・ヘリコプター利用による孤立地域の救助・救急や広域支援など広域防災体制の確立
- ・東南海・南海地震応急対策活動要領の策定
- ・学校での組織的、体系的な防災教育の充実や地域孤立に備えた情報手段整備、必要品の備蓄など地域防災力の強化
  - ③ 計画的かつ早急な予防対策の推進
- ・住宅の耐震診断、耐震改修の早期実施
- ・公共施設等の耐震診断及び耐震化の緊急実施
  - ④ 時間差発生（東南海地震と南海地震）による災害の拡大防止
- ・後発地震により甚大な被害を受ける地域の避難計画等連続発生を考慮した対応方針の明確化
- ・先発地震で脆弱化した建物の迅速な応急危険度判定



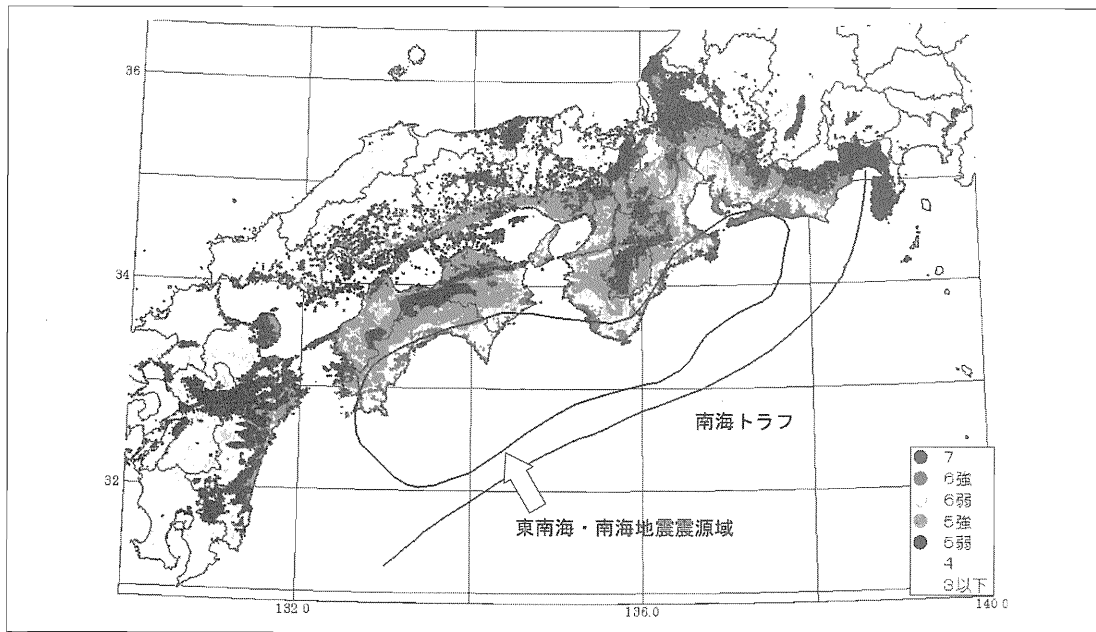


図-6 東南海・南海地震に係る揺れの分布

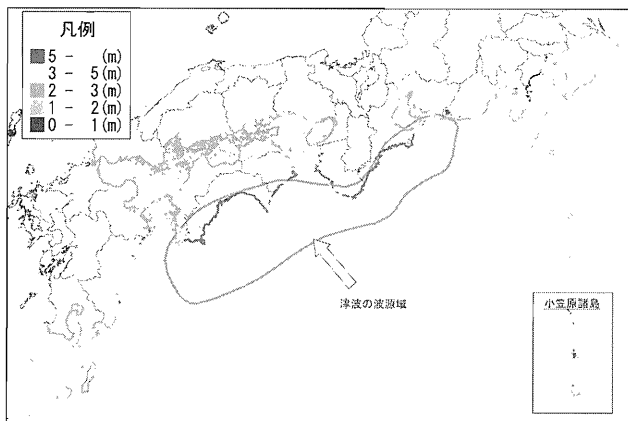


図-7 東南海・南海地震に係る津波波高分布

#### の実施等

今後、同大綱を基本として、中央防災会議は東南海・南海地震に係る国の広域活動の手続き、内容を具体化した「東南海・南海地震応急対策活動要領」を策定することとしている。

#### (3) 「東南海・南海法」の制定と推進地域の指定

平成14年7月に、東南海・南海地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法（以下、「東南海・南海法」という）が制定され、東南海・南海地震の発生により甚大な被害が予想され、特に対策を推進する必要がある地域を「東南海・南海地震防災対策推進地域（以下、「推進地域」という）」として指定し、国・地方公共団体・民間事業者等が各種防災計画を作成し、津波対策をはじめとする防災対策を推進していくこととされた。

推進地域の指定については、東南海・南海法に基づ

いて平成15年7月28日に内閣総理大臣から中央防災会議に諮問があり、同会議において、

- ① 地震の揺れについては、被害が顕著に現れ始める震度6弱以上の地域、
- ② 津波については、海岸で3m以上（陸上での浸水深2m以上）の津波が来襲する地域、
- ③ 一体的な防災体制の確保等の観点についても配慮する、

とした基準に基づき推進地域の案を策定、関係都府県からの指定追加要望などの意見を踏まえて、12月17日に、1都2府18県652市町村（平成15年12月17日現在）の範囲からなる地域が推進地域として指定された（図-8）。

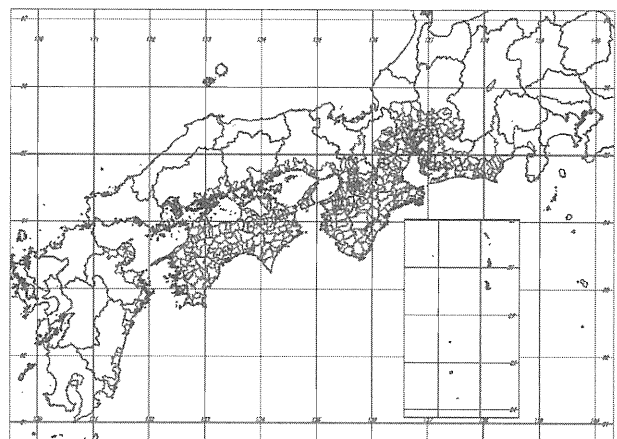


図-8 東南海・南海地震防災対策推進地域

#### (4) 東南海・南海地震に係る今後の課題

推進地域が指定されたことを受け、東南海・南海法

に基づいて、中央防災会議では東南海・南海地震対策の基本的事項を定めた「基本計画」、推進地域に指定された都府県、市町村、関係省庁などでは「推進計画」、推進地域内で津波被害が予想される地域の特定の民間事業者（百貨店、病院、鉄道事業者等）は、津波からの避難計画などを定めた「対策計画」を作成することとなる。

東南海・南海地震の防災対策の大きなポイントは、津波の被害を如何に軽減できるかということにあり、特に、地震発生後数分で大きな津波が到達する地域などにおける迅速な避難に資するため、即時的地震情報（ナウキャスト地震情報）の実用化を進め、津波警報発表の迅速化や精度向上が強く期待されている。

また、水門等の自動化や遠隔操作化等、重点的に実

施すべき対策については、国・地方公共団体は、速やかに現状レベルを把握し、専門調査会の被害想定結果も勘案した上で、具体的に工程を定めた計画を作成し、国の支援の下、着実に実施していくこととしている。

報文中の図表は内閣府（防災担当）のホームページでも見るができます。<http://www.bousai.go.jp>

JCMA

[筆者紹介]

筒井 智紀（つつい ともり）

内閣府政策統括官（防災担当）付地震・火山対策担当参事官付参事官補佐

齋藤 誠（さいとう まこと）

内閣府政策統括官（防災担当）付地震・火山対策担当参事官付参事官補佐

## 移動式クレーン Planning 百科

社団法人日本建設機械化協会機械部会建築生産機械技術委員会移動式クレーン分科会（石倉武久分科会長）では、約2年間の編集作業を終え標記の図書を刊行しました。

本書は、

- ・ 建築工事計画担当者、
- ・ 工事担当者、
- ・ 作業実施担当者、

にとって、短期間に移動式クレーン作業の要点を習得するのに最適な書物です。担当する建築工事に適合する移動式クレーンをより迅速に、より効果に選定・運用する際に大いにご活用下さい。

A4判 159頁 定価2,000円（消費税別）送料400円

### 社団法人 日本建設機械化協会

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



## 災害対策用機械とその整備

宮石 晶史

国土交通省では河川、道路等の所管施設に係る諸災害に対処し、災害対策の円滑な実施を図るために各種の防災対策を実施し、その一環として、各種災害対策用機械の開発、整備を進めている。

災害対策用機械の配備の際には、それぞれの地域条件や社会特性などを十分に考慮するとともに、近年の災害の特徴等を勘案したうえで整備を行っている。

キーワード：自然災害，防災対策，災害対策用機械，復旧，復興

### 1. はじめに

我が国の国土は、地震、津波、暴風、豪雨、地すべり、洪水、高潮、火山噴火、豪雪などにより自然災害が発生しやすい自然条件下に位置している。また、急峻な山地、脆弱な地質等が存在する一方、稠密な人口、高度な土地利用等の社会的条件を併せもっている。

このような自然的、社会的条件下にある我が国にとって、国土を保全し、国民の生命、身体及び財産を災害から保護する防災対策は、行政上最も重要な施策である。また、社会、産業の高度化、複雑化、多様化に伴い、海上災害、航空災害、鉄道災害、道路災害、原子力災害、水質災害、港湾危険物等災害、大規模な火事等災害など大規模な事故による被害についても、防災対策の一層の充実、強化が必要であり、その推進を図っている。

防災対策とは、災害予防、災害応急対策、災害復旧・復興の一連の体系のなかで実施されていくものであり、それぞれの段階における体制の整備に加え、災害予防にあっては災害を未然に防止すること、災害応急対策にあっては、災害発生後の被害の拡大防止を図るための迅速かつ適切な応急対策、災害復旧・復興にあっては災害に強い国づくり、まちづくりを目指した本格的な災害復旧・復興が基本方針となる。

その中でも、地震や風水害など様々な災害発生時には、国民の生命、財産を守り、社会・経済活動の維持を図るため迅速かつ適切な対応を図ることが必要である。国土交通省では河川、道路等の所管施設に係る諸災害に対処し、災害対策の円滑な実施を図るために各

種の防災対策を実施している。その一環として、災害時の情報収集、直接的被害の軽減、二次災害の防止及び迅速な応急復旧等に用いる、各種災害対策用機械の開発、整備を進めている。

### 2. 災害対策用機械の役割

#### (1) 国土交通省の防災業務計画

国土交通省（旧建設省）では、災害対策基本法（昭和36年法律第223号）及び大規模地震対策特別措置法（昭和53年法律第73号）に基づき「国土交通省防災業務計画」（昭和38年8月作成、平成14年5月最終修正）を定めている。

本計画は、防災に関し執るべき措置及び地域防災計画の作成の基準となるべき事項を定め、各種災害に対する予防、応急対策、復旧・復興のそれぞれの段階における具体的な施策を示している（表—1）。

#### (2) 国土交通省防災業務計画における災害対策用機械に関わる主な規定

「国土交通省防災業務計画」では、これらの項目を実施するための、災害対策用機械に関連する規定も、各種災害ごとに設けられた各編の要所で記述されている。上記防災業務計画に定められる災害対策用機械に関連する主な規定を整理すると、表—2のとおりである。

#### (3) 災害対策用機械の種類と役割

国土交通省では、様々な自然災害に対して災害特性を反映した防災業務計画を立案し、地方整備局毎に管

表—1 国土交通省防災業務計画に定められている具体的な施策

段 階	具体的な施策
予 防	<ul style="list-style-type: none"> <li>・災害に強い国づくり、まちづくりの実現に向け、交通・通信機能の強化</li> <li>・公共施設の維持管理を強化するとともに、国土保全事業を計画的かつ総合的に推進する</li> <li>・避難地、避難路、防災拠点、安全な市街地等の整備及び土地区画整理事業、市街地再開発事業等による市街地の面的な整備等を推進</li> <li>・事故災害の予防のための、安全対策の充実</li> <li>・災害発生時の災害応急対策、その後の災害復旧・復興を迅速かつ効率的に行うため、事前の体制整備、災害情報の迅速な収集システムの整備、資機材等の整備充実</li> <li>・警戒避難基準、防災マップ等防災に関する情報の整備</li> <li>・防災教育、防災訓練等の実施による職員等の資質の向上、一般住民への防災知識の普及</li> </ul>
応 急 対 策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・災害発生直後の被害情報を早期に把握するための体制の整備、及び関係団体との災害情報の共有化、一元化</li> <li>・施設、設備等の緊急点検や道路交通の確保、二次災害の防止、施設の応急復旧の早期実施</li> <li>・緊急輸送や応急復旧のための交通の確保</li> <li>・関係団体、被災者等への適切な情報提供</li> <li>・被災地域外からの人材及び災害対策用機械の派遣を含む、応急復旧に対する広域的な応援体制の確保</li> </ul>
復 旧 ・ 復 興	<ul style="list-style-type: none"> <li>・被災地域の災害復旧・復興の基本的方向の早急な決定</li> <li>・被災施設等の適切かつ速やかな復旧を図るための計画的な事業の実施</li> </ul>

表—2 国土交通省防災業務計画の災害対策用機械に関する主な規定

段 階	災害対策用機械に関する規定
予 防	危機管理体制の整備—通信手段等の確保 ・災害現地における機動的な情報収集活動を行うため、災害対策用ヘリコプター、及びパトロールカー、災害対策車等の情報収集・連絡用の車両について必要な整備を推進する。
	危機管理体制の整備—応急復旧体制の整備 ・所管施策の緊急点検、被害状況等の把握、応急復旧や二次災害の発生、拡大の防止対策を図るために必要な災害対策車、照明車等の災害対策用機械の整備計画を作成し、これに基づいて計画的な整備を行う。
応 急 対 策	応急工事等の実施 ・被害の拡大や道路交通の確保を図るために必要な仮道、仮橋、仮処理施設等の応急工事の迅速かつ計画的な施工または指導を行う。
	地方公共団体等への支援—情報収集、資機材の支援 ・災害対応を円滑に行うために、必要な場合には、地方公共団体等の要請に応じ、応急復旧用資機材や災害対策用機械の提供を行う。

理施設や災害発生状況などの地域特性を考慮した災害対策用機械の配備計画を作成している。災害対策用機械の配備は、これらの計画を基本に進められている。国土交通省は、災害発生時の対応に必要となる様々な機械を「災害発生直後の迅速な調達」「特殊な用途・

機能の調達」の観点から自ら保有し、迅速な災害対応を可能としている。

現在保有している、災害対策用機械の種類と役割を表—3に示す。

表—3 国土交通省が保有する災害対策用機械

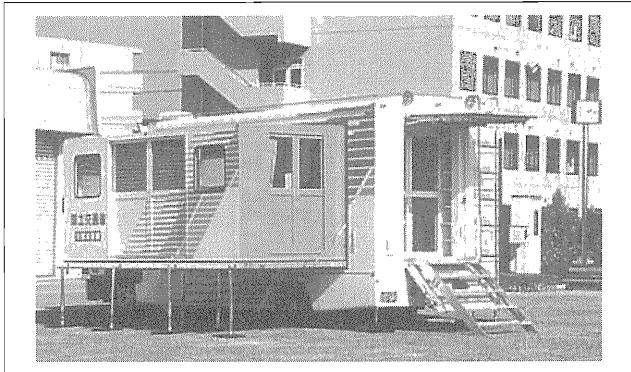
分 類	機 能	
本部機能 (対策本部車)	災害が発生したとき、または発生の恐れがある時に出勤し、現地対策本部として、現場状況を迅速に把握、対策を検討し現場指揮を行う。多少の通信機能と後方支援機能 (対策要員の生活機能) がある。	
後方支援機能 (待機支援車)	災害現場で長期にわたり詰める監督職員の待機、仮眠スペースを確保し、連絡用電話を有する。	
夜間照明機能 (照明車)	災害復旧工事、援助活動、危険箇所の監視等、夜間作業の安全を確保するため、比較的高所からの照明を行う。	
排水機能 (排水ポンプ車)	浸水などの災害時に現場に急行し、排水作業を迅速かつ効率的に行うため、排水ポンプと動力源を備えている。災害現場の立地に対応した排水機能を有する。	
その他特 殊機能系 統車	情報収集系統車 (衛星通信車)	災害等による影響を受けやすい地上情報通信網によらず、災害現場と対策本部等の間の通信を確保し、被災状況の把握や円滑な復旧作業の支援を行う。
	(管内点検車)	人が入れない樋門等の管内をテレビカメラで点検する。
	(情報収集車)	ビデオ撮影装置、画像転送装置を搭載し、被災現場の調査、情報活動を行い、対策本部車をサポートする。
	(水質監視車)	水質管理、水質試験を行うための機能を有する。
	(路面下空洞探査車)	路面下の空洞を探査するための機能を有する。
	(ヘリコプター)	災害が広範にわたる際の情報収集等を行う。
特殊機能系 統車	特殊機能系統車 (水陸両用車)	水害時の緊急調査や資機材等の輸送などにおいて、水陸両用からの活動を可能とする。
	(流出油回収車)	油流出事故の際の流出油を回収する機能を有する。
	(造水車)	海水、河川水等から飲料水を造水する機能を有する。
	(標識車)	車両後部に情報表示装置を備え、通行止め迂回路の情報提供を行う。
	(橋梁点検車)	災害時、平常時を問わず、橋梁の側面や裏面を、簡単に素早く点検するための機能を有する。
その他	その他 (応急組立橋)	橋梁破損、道路損壊等の災害時に交通路の緊急確保や橋梁架替え等の工用道路の機能を有する。
	(簡易遠隔操縦装置)	土石流災害や崩落事故等の災害時に建設機械を無線で遠隔操縦し迅速な災害復旧を行う。
	(土のう造成機)	洪水時の堤防からの越水を防ぐ土のうを人力に代わり、速く、連続して作る。
	(車両排除装置)	災害時の緊急輸送路を確保するため、クレーン等によらず道路上に放置された自動車を移動する軽量の装置。

#### (4) 主な災害対策用機械の特徴

前節で示した国土交通省が保有する主な災害対策用機械について紹介する。

##### (a) 対策本部車

現地対策本部として、現場状況を迅速に把握し、対策内容を検討し、現場での救援活動、応急復旧等の陣頭指揮を執るために使用する。拡幅型とバス型があり、拡幅型は約 20 m<sup>2</sup> の室内寸法が得られる（写真—1、写真—2）。



写真—1 対策本部車（拡幅型）外観



写真—2 対策本部車（拡幅型）内部

##### (b) 待機支援車

大規模な災害対応や長期的な復旧作業での待機、仮眠スペースとして利用し、現地人員の後方支援を行う（写真—3）。

##### (c) 照明車

災害現場での救援活動、応急復旧工事、あるいは危険箇所の情報収集活動等の作業を迅速かつ安全に進めるための夜間照明を行う。10 kVA から 60 kVA の発電機容量を有するものまであり、25 kVA で高さ 4 m～20 m までの広範囲な位置から 12 kW の照明灯で照射できるものが多い（写真—4）。

##### (d) 排水ポンプ車

浸水などの被害発生時に、速やかに現場に急行し、



写真—3 待機支援車



写真—4 照明車作業状況

排水作業を迅速かつ効率的に行う。総排水量は、30 m<sup>3</sup>/min (0.5 m<sup>3</sup>/s) から最大 150 m<sup>3</sup>/min (2.5 m<sup>3</sup>/s) のものまであり、揚程 10 m 程度、排水距離は 50 m まで対応できるものが多い（写真—5）。

##### (e) 情報収集車

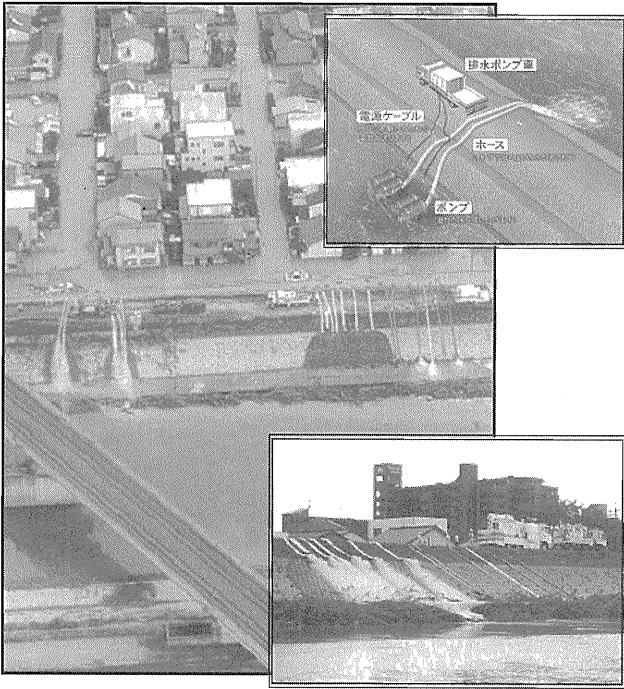
被災状況の把握・監視のため、通常の自動車では入れない悪路・不整地でも走行が可能な車体に画像電送装置等を装備し、的確な情報伝達を行う（表紙写真）。

##### (f) 応急組立橋

災害時に橋や道路が被災し交通路が遮断した場合、応急的に仮橋を架けて災害復旧資材、救援物資等の輸送路を確保する（写真—6）。

##### (g) 簡易遠隔操縦装置

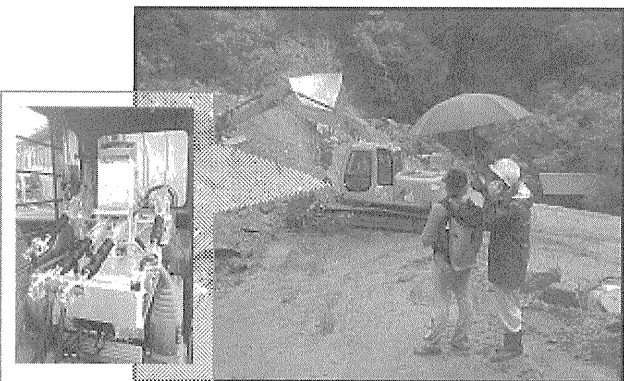
土砂災害等で人が近づけない危険な場所でも建設機械を無線の遠隔操縦により、無人化施工が可能な操縦装置である。なお、建設機械本体は汎用のものを使用できる（写真—7）。



写真一五 排水ポンプ車作業状況



写真一六 応急組立橋架設状況



写真一七 簡易遠隔操縦装置を用いた復旧作業状況

### 3. 災害対策用機械の配備

災害対策用機械の配備計画立案の際には、それぞれ

の地域条件や社会特性などの地域特性を十分に考慮することが必要である。そのことを踏まえ以下に示す検討項目等により配備計画を立て配備している。

- ① 道路崩落や斜面崩壊、浸水の災害等の災害モデルとそれに対する災害対策用機械の想定
  - ② 災害現場までの到達時間等を考慮した配備計画
- 表一四に主な災害対策用機械の配備台数を示す。

表一四 災害対策用機械の配備台数

機 械 名	台 数
対策本部車	49台
待機支援車	24台
照 明 車	139台
排水ポンプ車	215台
応急組立橋	27橋

(平成14年度末現在)

### 4. 災害対策用機械の活用状況

平成15年度は各地で台風や集中豪雨、大地震によって様々な災害が発生した。中でも5月、7月、9月には東北、北海道で大地震が次々と発生し、河川堤防の崩壊等で甚大な被害が発生した。その復旧作業において、国土交通省の保有する災害対策用機械のうち、現地対策本部として活用する対策本部車、夜間の復旧作業支援として照明車等の機械が出動し作業を支援した(写真一八)。表一五に出動した主な機械の実績を記す。



写真一八 災害復旧支援状況

表一五 災害対策用機械出動実績

機 械 名	出 動 台 数
<宮城県沖地震(5/26)>	
・照明車	9台
<宮城県北部群発地震(7/26)>	
・対策本部車	4台
・待機支援車	1台
・照明車	20台
・土のう造成機	1台
<十勝沖地震(9/26)>	
・照明車	2台
・情報収集車	1台

## 5. おわりに

現在、国土交通省では全国に災害対策用機械を配備し、いつ起こるか分からない災害に対し備えている。

これらの機械は、近年に見られる集中豪雨による洪水や土砂崩れ、頻発する大地震による道路の崩落や斜面の崩壊等の被災時に、迅速な対応が求められる。

常日頃からこのような災害を想定し、機械のメンテナンス、訓練に努められる事が重要であり、実際に現

場で運用を担う職員皆様の努力にあらためて敬意を表する次第である。

J C M A



[筆者紹介]

宮石 晶史 (みやいし あきふみ)

国土交通省

総合政策局

建設施工企画課

課長補佐

# 大深度地下空間を拓く 建設機械と施工技術

最近の大深度空間施工技術について取りまとめました。

主な内容は鉛直掘削工、単円水平掘削工、複心円水平掘削工、曲線掘削工等の実施例を解説、分類、整理したものです。

工事の調査、計画、施工管理にご利用ください。

定価 2,310 円 (本体 2,200 円) 送料 500 円

## 社団法人 日本建設機械化協会

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



# 社会基盤施設の地震災害軽減に資する耐震技術

運上 茂樹

地震災害は、自然災害の中でも事前の予知が難しく、突発的に広域的、連鎖的な大災害を引起こす。1995年の兵庫県南部地震は、都市機能が高度に集積した大都市部を襲った初めての地震であり、多くの人命を奪うとともに、社会基盤施設も甚大な被害を受け、震後の避難や緊急物資の輸送などの救援活動に深刻な影響を及ぼした。本報文では、大規模地震に対して社会基盤施設の機能を確保するための主としてハード技術を対象として、その現状と今後確立が期待される地震災害軽減技術について整理を試みた。

キーワード：地震災害，耐震技術，社会基盤施設，災害予防対策技術，災害応急対応技術

## 1. はじめに

世界有数の地震国であるわが国では、これまで多くの地震被害を経験してきた。特に、1995年の兵庫県南部地震は、都市機能が高度に集積した大都市部を襲った初めての地震であり、6,400名を超える非常に多くの人命と生活基盤を奪うとともに、社会基盤施設も甚大な被害を受けた。

例えば、道路交通施設では高速道路の倒壊が複数箇所で見られるなど、従来にはなかった極めて甚大な被害が生じ、震後の避難や緊急物資の輸送などの救援活動に深刻な影響を及ぼした。

地震による影響を軽減するためには、

- ① 地震被害を発生させない、あるいは、発生しても都市機能に対して影響が軽微な程度/範囲に抑えられるように備えること、

が基本と考えられる。

ただし、地震動の大きさやこれによる地震災害の発生を事前に正確に予測すること、また、都市機能に影響のある被害を発生させないように全ての施設に対して事前の対応を施すことは経済的、時間的に現実には困難である。そこで、

- ② 地震被害が発生したとしても、これを早期に掌握し、かつ、早期の機能回復を図ることができるように備えること、

を組み合わせることが不可欠となる。

本報文では、このような地震災害に対して都市機能を支える社会基盤施設の機能を確保するための主とし

てハード技術を対象に、その現状と今後確立が期待される地震災害軽減技術について整理を試みた。

## 2. 地震対策技術の現状と今後

### (1) 防災基本計画

防災基本計画には、地震災害に対する基本的な考え方が示されている<sup>1)</sup>。

従来の災害対策では、想定される外力に対する災害予防に重点を置いて実施されてきたが、想定を超える外力が作用する可能性があること、また、想定を超える外力に対して災害を完全に予防することは財政的・技術的に限界があることから、災害応急対応や災害復旧・復興を通じて災害の影響を最小化する危機管理の概念が拡充されている。

防災基本計画では、災害の発生を未然に防止する災害予防対策、災害が発生した場合の災害の拡大や二次災害の発生を防止する災害応急対策、災害による社会・経済活動への影響を最小化する災害復旧・復興についての基本方針が示されている。現在の各種の地震対策については、これが最も基本的な考え方となっている。

また、地震に対する構造物・施設等の災害予防の基本的な考え方については、表1のように示されている。

構造物・施設等の耐震設計では、供用期間中に1~2度程度発生する確率を持つ一般的な地震動、及び発生確率は低いが直下型地震または海溝型巨大地震に起因するさらに高レベルの地震動を考慮すること、一般的な地震動に対しては重大な機能損失が生じず、



表一 防災基本計画における地震に対する構造物・施設等の災害予防の基本的考え方<sup>1)</sup>

		基本方針	
		供用期間中に1~2度程度発生する確率を持つ一般的な地震動(レベル1地震動)	発生確率は低いが高レベル地震動または海溝型巨大地震に起因するさらに高レベルの地震動(レベル2地震動)
構造物・施設等の重要度	通常の構造物・施設等	機能に重大な支障が生じない	人命に重大な影響を与えない
	重要度の高い構造物・施設等		人命に重大な影響を与えず、かつ、通常の構造物等に比べ耐震性能に余裕を持たせる

高レベルの地震動に対しても人命に重大な影響を与えないことを目標とすることとされている。

また、構造物、施設等の重要度に応じて高レベルの地震動に対しても耐震安全性に余裕を持たせることとされている。さらに、構造物、施設等の災害予防では、個々の施設の耐震設計による他に、代替性の確保や多重化等によってシステムとしての機能を総合的に確保

する対策も重要とされている。

### (2) 地震対策技術

地震対策技術に関して、地震発生の時系列的(地震発生前、直前、地震発生直後の緊急対応、地震発生後の応急対策、地震発生後の復興期)に整理すると表一2のようになる。

施設そのものの耐震性を向上させたり、被害を早期に掌握しつつ応急対策や復興を行うためのハード技術と、それを都市のパフォーマンスの向上の観点から効果的、効率的に実施したり、また、災害時の各種の組織的な対応を行うといったソフト技術を効果的に組合せた対応が必要とされる。また、地震発生直後数十秒以内の時間を活用したリアルタイム地震対応も重要となっている。

### (3) 地震対策に関するハード技術

表一2に示した地震対策技術のうち、災害自体の発

表一2 地震発生前後における時系列段階の対応事項と地震対策技術

震災発生前後の時系列		対応事項	地震対策技術
地震発生前	震災予防	<ul style="list-style-type: none"> <li>災害に強い都市、地域整備、土地利用</li> <li>都市システム機能・公共施設の機能の評価(被災時のインパクト評価、ネットワークシステムの耐震性の評価)</li> <li>個別公共施設の耐震性の確保</li> <li>施設機能の代替機能の確保、リダンダンシーの向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地震動推定技術、地域別の地震危険度評価</li> <li>被災予測技術、ハザードマップ(危険箇所の推定技術)</li> <li>ライフライン施設(道路・上下水・電気・ガス・通信等)の耐震設計技術、既設施設の耐震補強技術</li> <li>災害インパクト評価技術(都市システム全体のパフォーマンス評価)</li> </ul>
	危機管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>震災時の組織体制、関係機関との連絡協力体制の確立</li> <li>震災情報システムの整備</li> <li>復旧資機材の確保</li> <li>防災知識の普及、訓練の実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>リスクマネジメント技術、災害マネジメント技術</li> <li>災害シナリオの作成技術</li> <li>災害過程・地震対応のシミュレーション技術(被災・避難・調査・復興・訓練シミュレーション技術)</li> </ul>
	観測・データベース化	<ul style="list-style-type: none"> <li>地震観測網の整備、強震観測データのデータベース</li> <li>管理施設のデータベース</li> <li>既往地震被害、復旧技術のデータベース</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>GISを用いた施設管理技術</li> <li>災害情報システムとのリンク</li> </ul>
地震発生直前(緊急準備期)	地震発生の数ヵ月から数日前以内	<ul style="list-style-type: none"> <li>地震予知</li> <li>緊急準備(避難、災害・危険因子の停止・除去)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地震予知技術</li> </ul>
地震発生直後(緊急対応期)	地震発生後数秒~数十秒以内(主要動の到達前)	<ul style="list-style-type: none"> <li>リアルタイム地震対応、緊急準備</li> <li>災害・危険因子の停止、除去(システムの緊急停止等)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>リアルタイム地震対応技術(地震動の検知、影響推定、オートマチックな即時対応技術)</li> <li>リアルタイム被害情報提供システム(緊急情報)</li> </ul>
	地震発生後~数時間以内	<ul style="list-style-type: none"> <li>地震情報・観測データの収集</li> <li>強震地域の特特定と被害予測</li> <li>大被害の把握のための緊急調査と緊急調査に基づく緊急措置</li> <li>余震対応</li> <li>津波対応(数十秒~数分以内の情報)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>リアルタイム被害推定技術(地震情報、強震観測情報に基づく対象地域の被害予測)</li> <li>地震被害検知技術(モニタリング技術、リモートセンシング技術、映像・画像、ITV、ヘリテレ、センサ)</li> <li>地震被害調査技術(GPSを用いた調査手法)</li> <li>リアルタイム被害情報提供システム(情報板、ラジオ、インターネット、情報ターミナル等マルチメディア、防災GISとのリンク)</li> <li>津波対応技術(津波情報に基づく避難、即時対応技術)</li> </ul>
	地震発生後~1,2日程度以内	<ul style="list-style-type: none"> <li>余震による2次災害の発生危険性の判定</li> <li>2次災害の防止のための通行止め等の緊急措置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設の継続使用可能性の判定のための被災度の判定技術</li> <li>機能停止技術(機能停止、代替システムへの転換)</li> <li>被害情報提供システム(被害及び迂回路等の情報、防災GISとのリンク)</li> </ul>
地震発生後の機能回復(応急復旧期)	地震発生後数日から1週間程度	<ul style="list-style-type: none"> <li>施設の被災調査と被災度に応じた応急的な機能回復の方針の設定</li> <li>施設の応急的な機能回復のための応急復旧(機能確保と余震に対する安全性を考慮)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>応急復旧に必要な被災度の判定技術</li> <li>応急的な機能回復技術(機能、安全性能の確保)</li> <li>リアルタイム被害情報提供システム(被害及び応急復旧情報、防災GIS)</li> </ul>
地震発生後の復興(本復旧・復興期)	地震発生後から数週間から長い場合で1年程度以内	<ul style="list-style-type: none"> <li>地中部等を含む詳細な被災調査と復旧方針の設定</li> <li>施設の恒久的な性能回復のための本復旧(部材の撤去・再構築による復旧、被災部材の補強による復旧、長期耐久性確保のための復旧)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>損傷診断技術(非破壊、破壊)</li> <li>早期復旧技術(撤去・再構築技術、復旧が容易な構造設計)(機能、安全性能、耐久性能の確保)</li> <li>瓦礫処理技術</li> <li>リアルタイム被害情報提供システム(被害及び復興情報、防災GISとのリンク)</li> </ul>

生をできるだけ軽減する「災害予防対策技術」と、災害発生時の早期の機能回復を実現する災害応急対応技術に関するハード技術で今後の確立が期待されると考えるものについて以下に示す。

地震災害予防対策技術としては、その損傷が都市機能に重大な影響を及ぼす施設を対象に、地域の地震条件や断層条件などから推定されるその地点で発生し得る地震動に対して、施設に所要の耐震性能を確保することが基本となる。このため、より確度の高い地震動の推定技術と、施設の耐震性を経済的に向上させる技術が必要とされる。

また、地震発生後には、施設の地震被害の発生の有無を早期に掌握し、これに対して効果的な対応を図ることが重要となるが、一般に明らかな大被害を除いて、被害がその機能に対して影響を及ぼす被害か否かの判定が困難となる場合が多い。このため、地震発生直後の混乱期において客観的に被害を掌握し、これを早期の応急復旧対応に結びつける技術が重要となる。

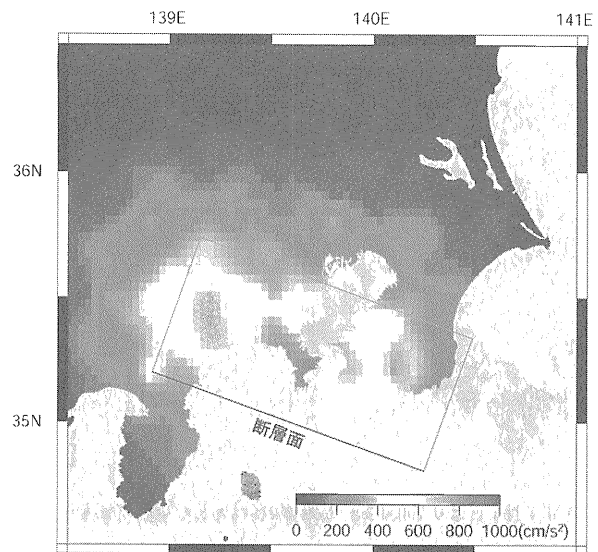
#### (a) 地域特性を考慮した地震動の推定技術

施設の耐震設計あるいは既設施設の耐震性能評価等の地震対策の基本的な方針を定めるうえで、地震がいつ、どこで、どの程度の規模で発生するかを事前に知ることができれば、効果的な対策が可能になるが、このようなことができるのは東海地域など非常に限られた地域に限定されるのが現状である。

また、地震がいつ起こるかが事前に正確にわからない場合でも、施設の地点周辺で発生し得る最大級の地震動レベルが推定できれば、相対的な地震危険度と確保すべき耐震性レベルの評価が可能になる。現在は、施設の存在する地点における過去の地震発生情報、活断層情報、地盤条件等を反映させて地震動を推定し、これを性能評価に用いることができるようになりつつある。

経験的グリーン関数法や統計的グリーン関数法といった断層を直接的に考慮した地震動の推定手法と断層モデルを用いた地震動の推定が実務設計においても用いられるようになってきている。

図-1は、統計的グリーン関数法により1923年関東地震の地震動強度分布を推定された事例を示したものである<sup>4),5)</sup>。地点によって地震動強度は変化し、断層の破壊過程を考慮したより精度の高い地震動の推定が可能となっている。このような地震動の推定は、地域の被害想定や構造物の耐震設計など各方面で活用されるようになってきているが、地震動の推定においては、断層パラメータが結果に大きな影響を及ぼし、その設定が非常に重要となることから、今後、実際の地



工学的基盤面における最大加速度

図-1 1923年関東地震の地震動強度分布の推定例<sup>4),5)</sup>  
(国土技術政策総合研究所による)

震記録との検証例を増やし、断層パラメータの設定法を確立していくことが必要と考えられる。

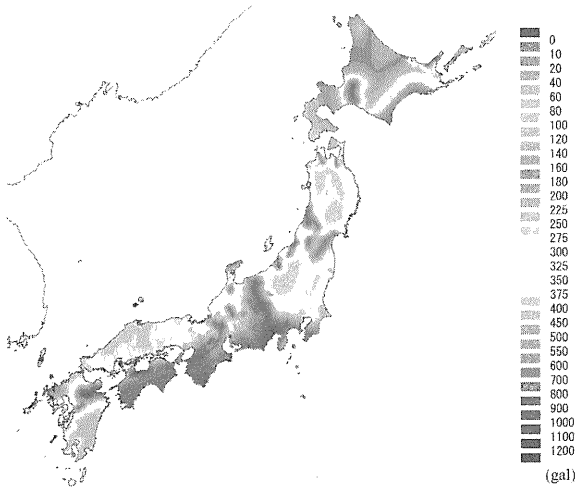
また、地域の地震危険度の評価を行う手法として地震ハザードマップがある。既往の地震ハザードマップは、一般に計器観測による過去百年程度の地震情報及び過去千数百年の歴史地震情報を用いて作成されているが、数千年以上とされる活断層の地震発生間隔を考慮すれば、十分な期間の情報が用いられているとは言い難く、また、活断層やプレート境界などで繰返し発生する大規模地震の発生位置が詳細には考慮されていない場合が多い。

このようなことから、既往地震の情報を考慮すると同時に、活断層及びプレート境界で繰返し発生する大規模地震に関して、近年蓄積されつつある情報も考慮できる地震ハザードマップ作成手法も開発されている<sup>4),6)</sup>。

図-2は、全国を対象にして作成されたモデルマップの事例を示したものである。危険断層のある地域における地震ハザードが大きく評価されていることがわかる。このようなハザードマップについては、断層情報等随時新たな知見を導入しながら高度化を図ることが重要と考えられる。

#### (b) 施設の耐震性能の向上のための高耐震構造・高機能構造技術

施設の耐震設計は、一般に、稀に起こるような大規模地震に対しては想定する部材に適切に損傷を誘導し、ここで確実に振動エネルギーを吸収することにより、大規模地震に対して構造全体としての所要の耐震性能を確保するように行われている。したがって、大規模



2001年1月1日より100年間の超過確率が5%となる最大加速度 (gal)

図-2 地震ハザードマップの試算例<sup>4),6)</sup>  
(国土技術政策総合研究所による)

地震時には何らかの損傷が構造物に生じ得ることを考慮することから、甚大な地震被害を受けにくく、あるいは、被害を受けたとしても地震後の診断、修復の容易な構造物が実現できれば地震後の早期の機能回復に有効となる。

地震に対する施設の高性能化、高機能化といってもいろいろな観点考えられるが、以下の3点が挙げられる。

- ① 地震被害を受けない、あるいは、受けにくい耐震構造 (弾性限界・終局限界の高性能化)
- ② 地震被害を自己検知する耐震構造 (自己診断機能)

③ 地震被害を受けても容易に復旧可能な耐震構造 (自己修復機能)

このような観点から従来にはない高性能、高機能耐震構造の可能性について例を挙げてみると、表-3のような構造が考えられる<sup>7)</sup>。

① 地震被害を受けにくい耐震構造

施設が地震被害を受けにくいように耐震性能の高性能化を図る方法としては、その力学的特性から、一般に、

- ・耐力・変形性能等の構造特性を向上させる、
- ・作用する慣性力を低減する、

方法が考えられる。

こうした高性能化を図るための方法の一つとしては、高強度材料や高弾性材料等の高性能材料の活用がある。ここで、どの耐震性能の向上にポイントを置くかによって高性能材料の選択方法、配置方法が異なってくることになり、例えば、表-3に示したように高耐力構造、高弾性構造、高剛性構造、超弾性構造、高じん性構造などが考えられる。

一方、地震の影響を低減する構造の代表例としては免震構造があり、現状の免震構造をさらに高性能化を図ることが考えられる。さらに、構造物位置において大規模な地盤変位が生じた場合でも致命的な被害を防止することを目的とする変位免震構造も考えられる。

地盤の変位は、断層条件によって上下、水平、様々な方向に生じ得るが、あるレベル以下の相対変位に対しては、変位に応じて桁が伸び縮みする伸縮桁や、桁が落下するのを防止できる高性能伸縮構造、支持機構

表-3 次世代高性能・高機能耐震構造の可能性<sup>7)</sup>

分類	特性・性能	高性能・高機能耐震構造の構造イメージ
① 地震被害を受けない、あるいは、受けにくい耐震構造	構造の高性能化	高耐力構造 ・高強度材料 (高強度鉄筋, PC鋼材, 高強度コンクリート等) を用いた高曲げ耐力構造, 高せん断耐力構造
		高弾性構造・高剛性構造 ・PC鋼材等弾性限の広い高強度材料を用いた弾性変形領域の広い構造 ・高弾性特性を有する高性能材料を用いた高剛性構造
		超弾性構造 (弾性変形吸収構造) ・地震時の変形を弾性変形吸収部材, 弾性変形吸収装置により吸収する超弾性構造
		高じん性構造 ・圧縮側材料 (コンクリート等) の高拘束と引張り側材料の伸び性能, 低サイクル疲労特性を高性能化した高じん性構造 ・損傷を分散させ, 特定の箇所に集中させない損傷分散制御構造
地震の影響の低減	地震時慣性力の影響の低減 (免震構造)	・高免震構造 (高性能すべりタイプ支承等を用いた高免震構造等) ・桁間あるいは桁と橋台間で緩衝構造を介して衝突を積極的に発生させることにより桁の振動エネルギーを吸収する衝突免震構造
	地震時地盤変位の影響の低減 (変位免震構造)	・連結桁の伸縮上部構造 (伸縮桁構造) ・高性能伸縮構造 ・大变位に対する支持機構を有する構造
② 地震被害を自己検知する耐震構造	自己診断構造	・センサネットワークを配置したモニタリング構造 ・センサ材料と構造材料の両特性を有するインテリジェント材料 (CFGFRP, TRIP鋼等) を活用した構造
③ 容易に復旧可能な耐震構造	高復元性構造	・残留変形を小さくすることが可能な高復元性構造 ・残留変形を小さくすることが可能な2次剛性の大きい非線形履歴特性を有する構造 ・損傷を分散させ, 特定の箇所に集中させない損傷分散制御構造 ・残留変形を自己復元可能なインテリジェント材料 (形状記憶合金等) を用いた構造

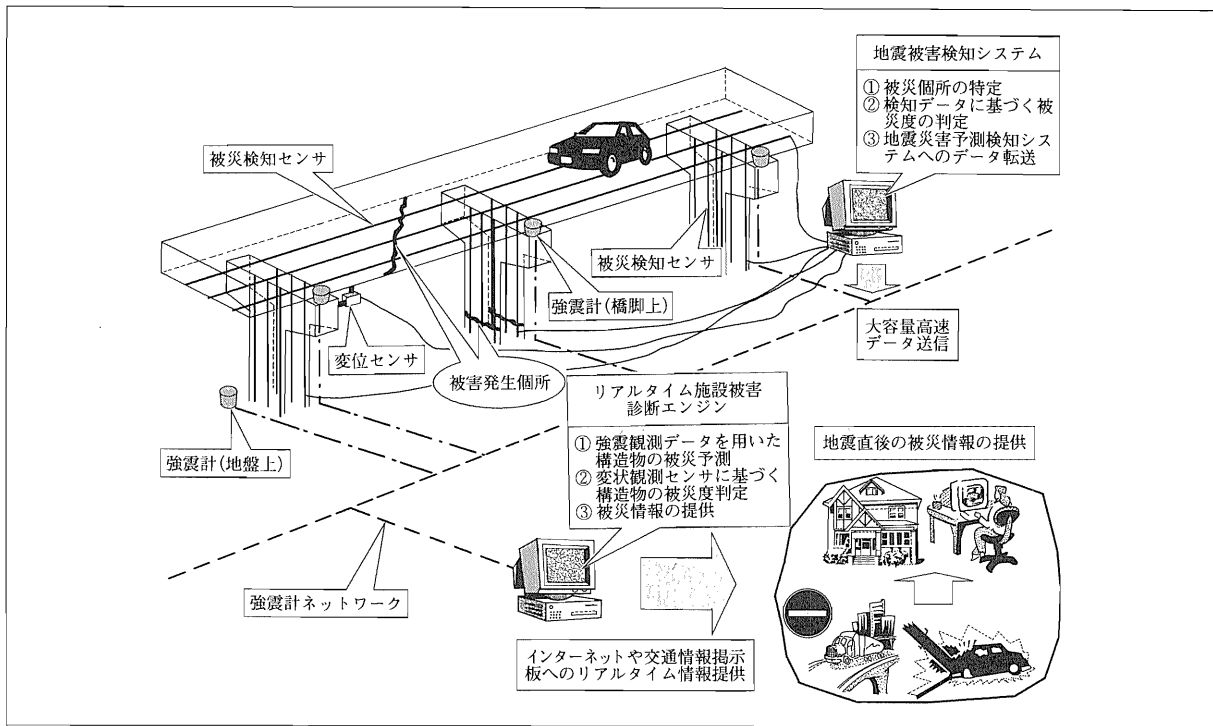


図-3 センサネットワークと被災診断

などが考えられる。

② 地震被害を自己検知する耐震構造

例えば、橋梁をはじめとする道路交通施設を考えると、地震発生直後の調査では、従来は、路面の大きな亀裂や欠壊、橋脚の大きな傾斜やひび割れなど目視で明らかに確認できる大きな損傷を中心に調査し、これをもとに被災度を把握し、必要に応じて通行止めなどの緊急措置を講じる方法が用いられてきている。

しかしながら、構造物が複雑化したり、また、夜間などで目視調査が困難な場合や地中部の構造部分などで地表面からの被災の把握が困難な場合がある。また、被害度の判定精度についても、あくまで外観からの判定が基本となるため、ある範囲での主観的な被災度の判定とならざるを得ない。

このような状況に対しては、図-3 に示すように構造物にセンサを設置し、地震後の緊急調査において簡単なテストのようなものをもっていくだけで、誰でも被災度を確実に、かつ、精度よく判定できるようになれば地震被害調査に有効と考えられる。

もちろん常時モニタリングすればリアルタイムでの診断も可能となり、強震データと施設管理データベースをもとに、即時的に被害発生を推定する震害予測システム<sup>8)</sup>と連携することによりさらに精度の高い被害予測が可能となる。

③ 地震被害を受けても容易に復旧可能な耐震構造

早期に復旧が可能な耐震構造としては、いかに復旧しやすいように構造物に損傷を誘導するかといった損傷制御設計が重要となる。損傷制御設計とは、構造物が大規模地震時に対して、想定する損傷モードが生じるように、構造物内に耐力の階層化を図る設計方法である。

損傷を誘導する部材は、いわゆるヒューズのような役割として所定の外力以上が作用した場合に確実に損傷し、他の重要部材への損傷を防ぐとともに、その損傷が構造物の致命的な損傷に結びつかないことと、損傷制御部材の交換によって、簡単に元の状態に復旧可能となる構造イメージである。

現在の一般に用いられている構造物の設計方法も基本的には、こうした損傷制御設計の概念が取入れられているが、まだ、確立されたものとはなっていない。

4. ま と め

本報文では、地震災害に対して都市機能を支える社会基盤施設の機能を確保するための主としてハード技術を対象に、その現状と今後確立が期待される地震災害軽減技術の一部について整理した。

今後、さらに、都市のパフォーマンスを効果的かつ飛躍的に向上させることが可能な技術開発が期待される場所である。

## 《参考文献》

- 1) 中央防災会議：防災基本計画，平成9年6月
- 2) 日本道路協会：道路震災対策便覧，震前対策編・震災復旧編，平成14年4月
- 3) 土木研究所，日本道路公団，首都高速道路公団，阪神高速道路公団，(財)土木研究センター：兵庫県南部地震の経験を踏まえた道路橋の震前対策及び震災復旧に関する事例集，共同研究報告書第272号，平成13年3月
- 4) 国土交通省ホームページ：新道路技術五箇年計画，地域性を考慮した地震動の評価及び次世代耐震設計技術，<http://www.mlit.go.jp/road/road/new5/04/04.html>
- 5) 片岡正次郎，日下部毅明，村越潤，田村敬一：想定地震に基づくレベル2地震動の誤定手法に関する研究，国土技術政策総合研究所報告，第15号，平成15年10月
- 6) 中尾吉宏，日下部毅明，村越潤，田村敬一：確率論的な地震ハザードマップの作成手法，国土技術政策総合研究所研究報告，第16号，平成15年10月
- 7) 運上茂樹，足立幸郎，星隈順一：次世代高性能・高機能耐震構造に関する実験研究，土木技術資料，Vol.42，No.9，pp.46-51，2000年9月
- 8) 日下部毅明，杉田秀樹，大谷康史，金子正洋，浜田 禎：即時震害予測システム（SATURN）の開発，国土技術政策総合研究所資料，第71号，2003年1月

## 【筆者紹介】

運上 茂樹（うんじょう しげき）  
 独立行政法人土木研究所  
 耐震研究グループ  
 耐震担当  
 上席研究員



## 建設工事に伴う 騒音振動対策ハンドブック

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

## ■掲載内容：

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

■体 裁：B5判，340頁，表紙上製

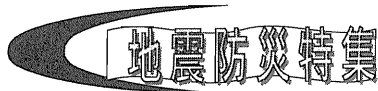
■定 価：会 員 5,880円（本体5,600円） 送料 600円

非会員 6,300円（本体6,000円） 送料 600円

・「会員」 本協会の本部，支部全員及び官公庁，学校等公的機関

## 社団法人 日本建設機械化協会

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



# 中央合同庁舎第3号館耐震改修工事 —国内最大級規模の免震レトロフィット—

末 兼 徹 也 ・ 林 涉 ・ 今 井 昭 子

国土交通省が入居する中央合同庁舎第3号館は、災害応急対策活動拠点施設としての機能強化を図るため、耐震改修工事を実施し平成14年12月に完成している。耐震改修構法の選定にあたっては、各種技術的検討を踏まえ基礎下に免震装置を設置し、建物全体を免震化する「免震レトロフィット」構法を採用した。

本報文は、本計画における、構法選定の経緯から耐震改修設計、免震装置盛替等の施工計画の概要を紹介するものである。

キーワード：建築，災害応急対策活動拠点，耐震改修，免震レトロフィット，使いながらの工事

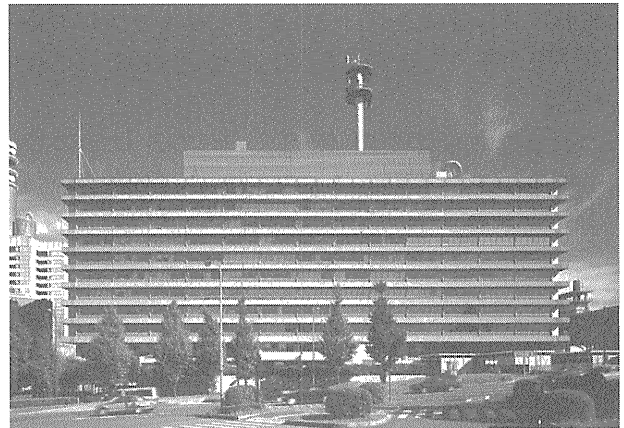
## 1. はじめに

国土交通省が入居する中央合同庁舎第3号館は、地上11階、地下2階、塔屋2階、高さ約54m、延べ床面積約7万m<sup>2</sup>の鉄骨鉄筋コンクリート造の建築物で、竣工後約40年が経過している（写真—1）。

本庁舎は、平成7年の阪神・淡路大震災による官公庁施設の被災状況を踏まえ、国の重要な災害応急対策活動拠点（いわゆる「防災拠点」）の一角を担う本庁舎の耐震性能の確保を図るため、「免震レトロフィット」と呼ばれる構法によって、耐震改修を行い、平成14年12月に完成している。

## 2. 改修計画

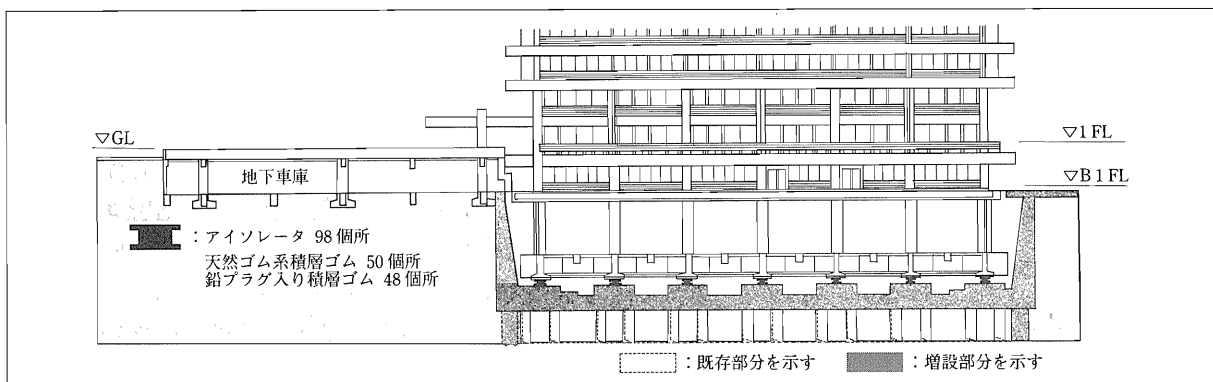
本庁舎については、阪神・淡路大震災直後に行った耐震診断の結果、防災拠点として必要とされる耐震性



写真—1 中央合同庁舎3号館（外観）

能の確保を図るため、耐震改修が必要であるとの判断に至った。

その後、「官庁施設の総合耐震計画基準（平成8年10月）」等に基づき、耐震壁やブレース等を増設する在来構法、制振構法、免震構法等、各種耐震改修構法について、施工時のコスト、工期、施工性を含め、施



図—1 基礎免震改修概要図

工中の庁舎機能、改修後の耐震性能、執務機能等に関する各種技術的検討を進めてきた。

これらの技術的検討結果を総合的に評価して、基礎下に免震装置を設置し、建物全体を免震化する、いわゆる基礎免震形式の「免震レトロフィット」を選定している（図—1）。

選定理由としては、耐震壁やブレース等を増設する在来構法とした場合は、防災拠点としての機能を確保することが困難なことから除外された。

また、制振ダンパーを設置する制振構法とした場合は、改修後の執務機能が低下すること、工事中に部分的な事務室の移転を要する等、業務に多大な影響を及ぼすことが課題となり選定に至らなかった。

一方、免震構法による場合は、上部構造の補強が不要なため、改修前の執務機能が確保されること、工事中も庁舎機能を確保して、使いながらの工事が可能となること、さらに、免震レトロフィットの国内外の実施例も徐々に蓄積され、施工技術的にも十分に対応可能な状況が整ってきたことなどが選定理由として挙げられる。

本耐震改修計画時点（平成 11 年度末）における国内の施工中を含めた免震レトロフィットの実施例は 27 件程度あり、そのうち、国土交通省では、ル・コルビジェの設計として有名な国立西洋美術館本館、及び国立国会図書館支部上野図書館（国際子ども図書館）において基礎免震レトロフィットによる耐震改修工事を実施している。

なお、本庁舎のような大規模庁舎の実施例はなく、本耐震改修工事は国内最大級規模の免震レトロフィットとなっている。

### 3. 耐震改修設計

本庁舎における耐震改修設計にあたっては、下記に示す基本方針に沿って行われた。

- ① 災害応急対策活動拠点施設としての機能を確保するため、大地震動における建物の揺れを低減する。
- ② 庁舎を使いながら改修工事を実施する。
- ③ 上部構造に壁の増設等による補強は行わない。
- ④ 工事中も耐震改修前と同等の耐震性能を確保する。

#### （1）耐震安全性の分類

本庁舎の耐震安全性の分類は、「官庁施設の総合耐震計画基準（平成 8 年 10 月）」に基づき、大地震動時

においても、構造体のみならず建築非構造部材及び建築設備も被害を受けることなく所要の耐震安全性を確保し、防災拠点施設としての機能を確保する（表—1）こととなっている。

表—1 耐震安全性の目標（「官庁施設の総合耐震計画基準（平成 8 年 10 月）」抜粋）

種別	分類	耐震安全性
構造体	I 類	大地震動後、構造体の補修をすることなく建築物を使用できることを目標とし、人命の安全確保に加えて十分な機能確保が図られている。
建築非構造部材	A 類	大地震動後、災害応急対策活動や被災者の受入れの円滑な実施、又は危険物の管理のうえで、支障となる建築非構造部材の損傷、移動等が発生しないことを目標とし、人命の安全確保に加えて十分な機能確保が図られている。
建築設備	甲類	大地震動後の人命の安全確保及び二次災害の防止が図られていると共に、大きな補修をする事なく、必要な設備機能を相当期間継続できる。

#### （2）耐震性能の目標

耐震安全性の分類を踏まえ、基礎免震構法による設計にあたっては、表—2 に示すように地震動時において構造体が確保すべき耐震性能の目標を設定し、かつ、基本的に既存上部構造の補強を行うことのないよう設計の目標を定めた。

表—2 耐震性能の目標

レベル	部位	目標耐震性能
レベル 1*	上部構造	短期許容耐力以内
	免震部材	安定変形 36 cm 以内（総厚の 200%）
	基礎構造	短期許容耐力以内
レベル 2*	上部構造	弾性限耐力以内
	免震部材	性能保証変形 54 cm 以内（総厚の 300%）
	基礎構造	弾性限耐力以内

※ レベル 1：稀に発生する地震動

レベル 2：極めて稀に発生する地震動

#### （3）時刻歴応答解析

耐震性能の確認は時刻歴応答解析を行い、解析モデルは地下 2 階以上の各層を 1 質点とした 15 質点等価せん断型モデルとした。

上部構造の復元力特性は、静的弾塑性解析で得られた荷重変形曲線を tri-linear に理想化して求め、履歴特性を層間変形量に応じて剛性が低下する剛性遞減型とした。

免震層の復元力特性は、天然ゴム系積層ゴムアイソレータを Linear に、鉛プラグ入り積層ゴムアイソレータを歪依存型 Bi-linear に、オイルダンパを速度依存型 Linear に、それぞれモデル化した。

積層ゴムの力学的特性は温度の影響を受けるため、Hard Case、Medium Case 及び Soft Case の 3 ケースについて解析を行った。図—2 に、時刻歴応答解析

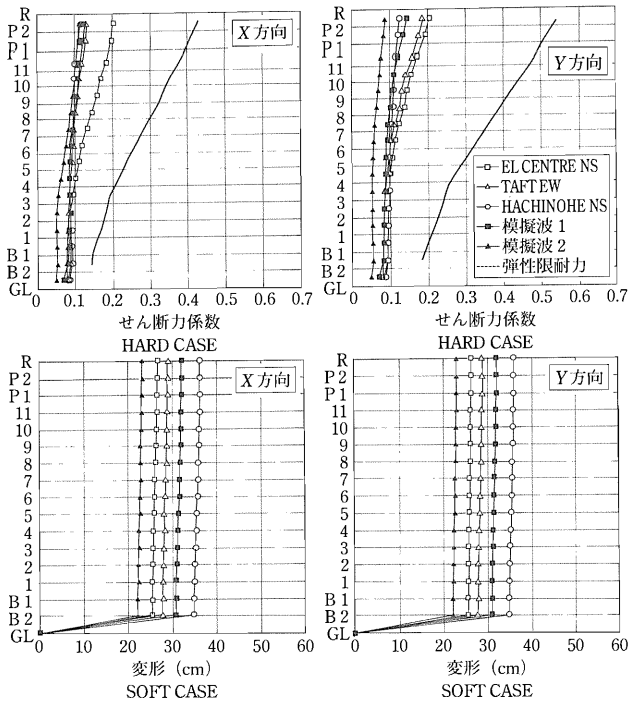


図-2 時刻歴応答解析結果 (レベル 2)

の結果として Hard Case の場合のせん断力係数と、Soft Case の場合の変形を示す。上部構造に生じるせん断力は、レベル 2 において最大 0.095 程度、また、上部構造の層間変形角は 1/1200 と極めて小さく、上部構造を補強することなく、設定した耐震性能目標が満足できることが確認された。

具体的なイメージとしては、「極めて稀に遭遇する可能性のある地震動 (レベル 2: 震度 6 強~7 程度相当) に対して、庁舎の揺れは小さくおさまる (体感的に震度 3~4 程度)」といったものである (図-3)。

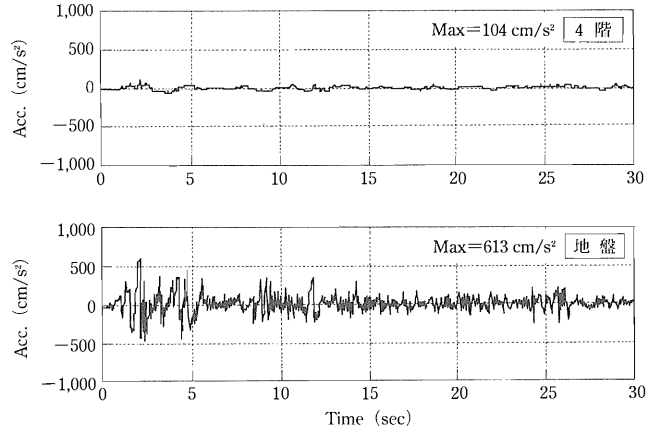


図-3 地震加速度波形と 4 階床応答加速度 (EL CENTRE 1940 NS (レベル 2))

(4) 基礎部の設計概要

基礎部は、マットスラブの柱列体を線材置換とした格子梁モデルに、杭体の鉛直及び水平バネ (群杭による低減係数を考慮)、外周部擁壁に対する受動バネ及び摩擦バネを考慮したモデルにより、解析を行った。杭に作用する外力は、上部構造の慣性力により生じるせん断力に加えて、地震時に生じる地盤の変位 (自

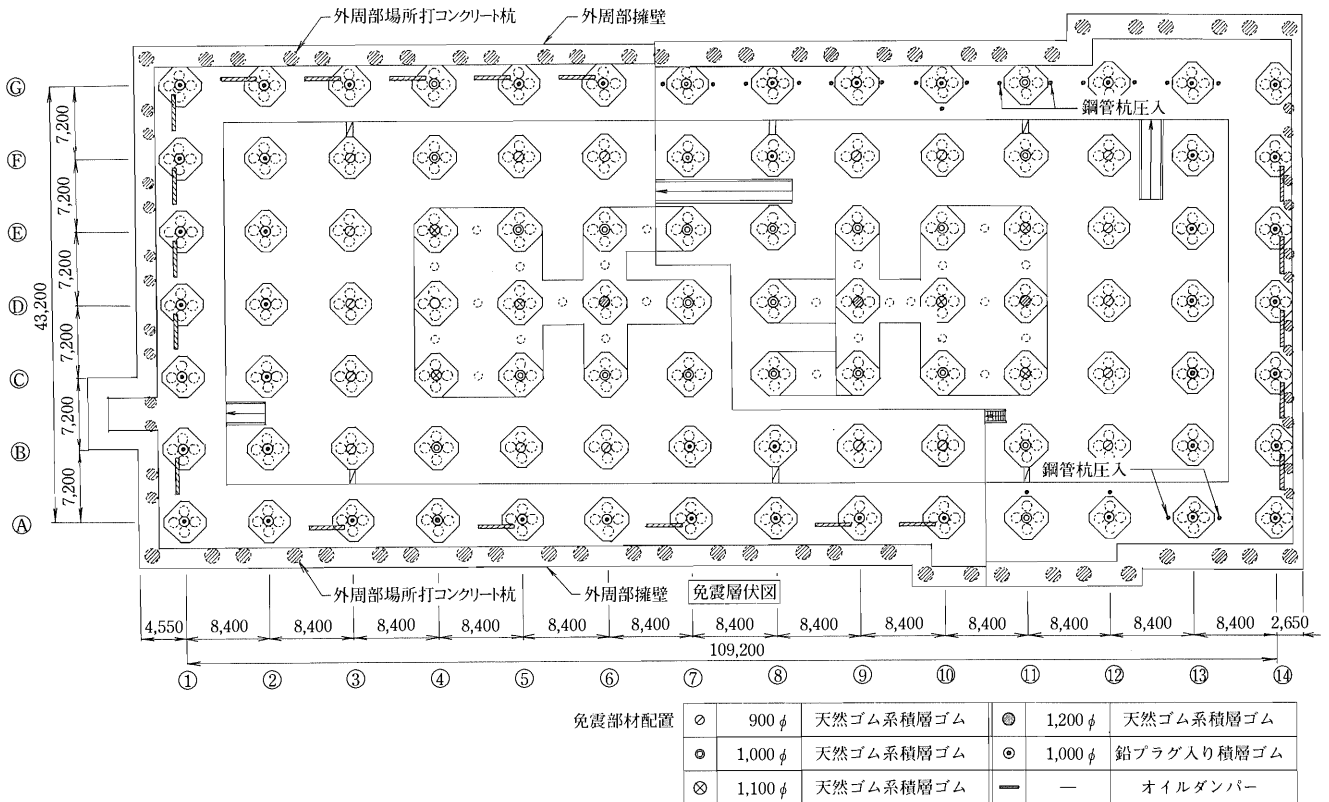


図-4 免震層伏図



由地盤系の地震応答解析結果)を考慮し、各応力は単純累加とした。

マットスラブに対しては、これらの応力に積層ゴムアイソレータの変形により生じる曲げモーメントを加え、断面設計を行った。

これらの検討結果により、既存杭、新設杭、マットスラブ共、設定した耐震性能目標を満足できることを確認した。

#### (5) 免震構造概要

免震装置は、予備応答解析の結果を踏まえ、振動性状、コスト、施工性等を総合的に判断した。

免震部材は、天然ゴム系積層ゴムアイソレータ  $\phi 900$  mm,  $\phi 1,000$  mm,  $\phi 1,100$  mm,  $\phi 1,200$  mm, 鉛プラグ入り積層ゴムアイソレータ  $\phi 1,000$  mm を各柱直下に設置し、建築物外周部にオイルダンパーを設置する(図-4)。

### 4. 施工計画

#### (1) 全体施工計画

本工事は、施工途中における耐震安全性の確保が重要な課題となることから、施工計画については設計段階から詳細な検討を行った。特に、基礎下を掘削する工程においては、既存杭が露出し、基礎の剛性が大き

く低下する。このため、本施工計画の検討に当たっては、全体工事工程を前半工程と後半工程に大別する施工計画とした。

前半工程においては、庁舎外周部の場所打ちコンクリート杭を打設し、さらに、擁壁及び庁舎外周部の仮設躯体(地下2階、地下1階仮設スラブ)を構築し、庁舎全体の基礎の耐震安全性を向上させた。

また、後半工程においては、基礎下の掘削を行った。その際、基礎下の掘削により露出する既存杭の本数が、最大で全体の約50%程度となるように大きく6工区に分け、工事を進めた。

#### (2) 免震装置盛替え手順

「免震レトロフィット」工事においては、基礎下に免震装置をいかに安全かつ効率的に設置できるかがポイントとなることから、本計画では、基礎下マットスラブ構築後の各柱下の免震装置設置手順を次のように計画した(図-5)。

##### (a) 既存杭切断、仮受けジャッキ設置

マットスラブ先行部のコンクリートを打設後、積層ゴムアイソレータ設置箇所にある4本の既存杭のうち、1本をワイヤソーにて切断・撤去した。切断した杭位置に仮受けジャッキを設置した。同様な手順で3本目の杭まで順次切断、仮受けジャッキ設置を繰り返し、4本目の杭を切断した。

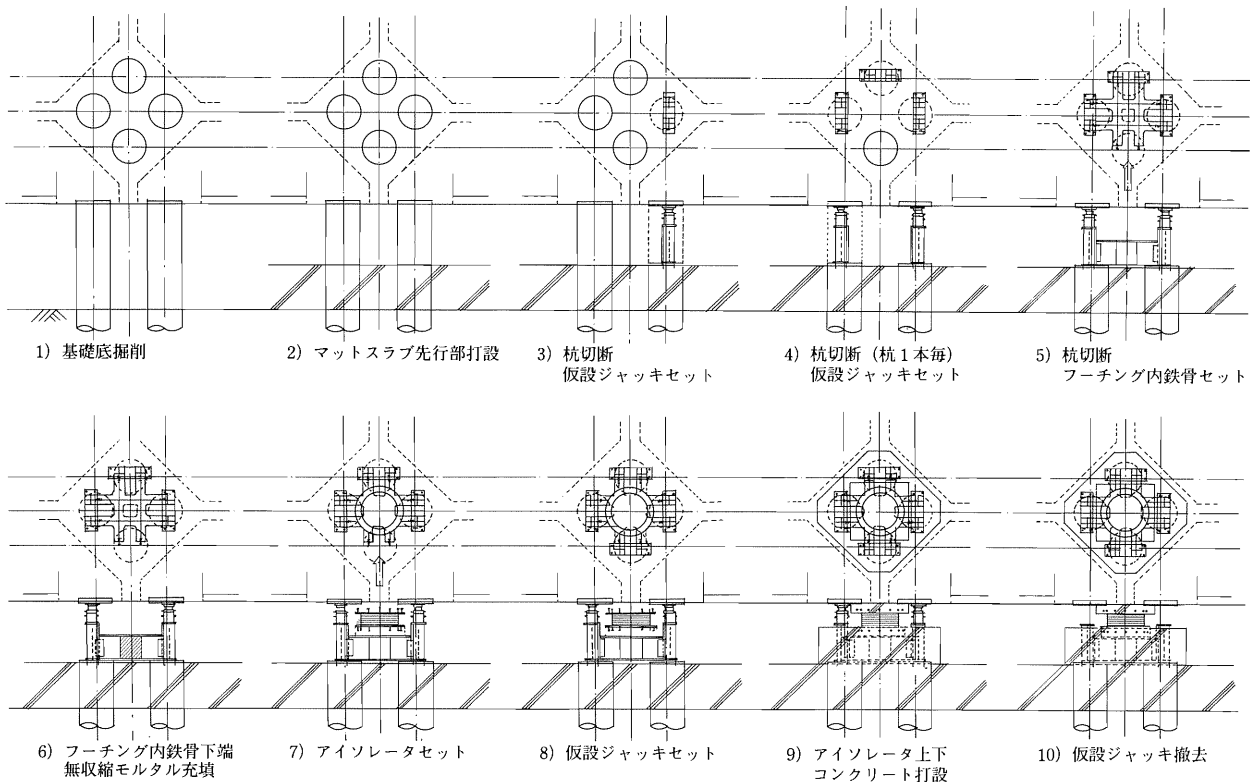


図-5 アイソレータ盛替え計画概要図

**(b) 鉄骨架台設置**

仮受けジャッキが設置されていないスペースから、鉄骨架台を挿入した。鉄骨架台下端に無収縮モルタルを充填した。

**(c) 免震装置設置**

免震装置は、上下の取付けプレートと一体の状態では鉄骨架台に設置し、最後の仮受けジャッキを設置した。

**(d) 免震装置上下基礎のコンクリート打設**

土木基礎の配筋を行い、コンクリートを打設（上部基礎は圧入）した。

**(e) 仮設スラブ撤去、仮受けジャッキ撤去**

コンクリート強度の確認後、建物外周部の仮設スラブ及び仮受けジャッキを撤去した。

**(3) 庁舎機能維持に対する施工計画**

庁舎を使いながら工事を行うため、庁舎機能に支障の無いよう計画した。

**(a) 仮設通路**

歩行者の動線と車輛の動線が重複しないよう、敷地入口部から仮設通路を設け、職員及び来庁者の動線を確保した。

**(b) 設備配管等の盛替え**

本庁舎のライフラインである設備配管等は、工事中も切断することは出来ないため、工事着手前に盛替えを行い庁舎機能を確保した。

**5. 維持管理**

本庁舎の耐震性能を維持するためには、免震装置の性能を確保する必要がある。そのため、免震装置の継続的な点検を通じて所定の免震性能が維持されているか点検を行う。

点検は目的により、定期点検、応急点検及び詳細点検の大きく、3つに分類されている。

また、点検の対象項目としては、免震装置、免震層、

建物外周部、免震層内の設備配管、配線可撓部等について行う必要があると考えられる。

**6. おわりに**

本庁舎は、建築基準法第36条3項に基づき、免震構造性能評価（BCJ基評-IB0020）、建設大臣認定（建設省営住指発第1号）を受け工事に着手した。

既存建築物の免震レトロフィットは、設計、施工に係る技術的課題に対して的確に対応することが重要であり、設計者、監理者、施工者に高度な技術力が求められるとともに、連携した取組みが重要である。

最後に、免震レトロフィットは、既存躯体の補強が必要最小限にして、大きな耐震性能の向上が可能となる方法であり、建物を使用しながらの改修工事も可能な方法である。

今後、本計画が、免震レトロフィットの促進に貢献できることを期待するものである。

**JICMA**

**【筆者紹介】**

末兼 徹也（すえかね てつや）  
国土交通省  
大臣官房官庁営繕部  
建築課  
課長補佐

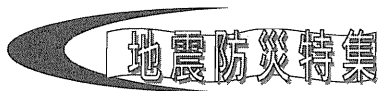


林 渉（はやし わたる）  
国土交通省  
大臣官房官庁営繕部  
建築課  
構造設計第二係長



今井 昭子（いまい あきこ）  
国土交通省  
大臣官房官庁営繕部  
建築課  
国土交通技官





# 新材料を用いた道路構造物の耐震補強

長田 光司

高速道路は震災後の復旧時に広域的な緊急運搬路として使用されることとなっており、大規模地震後も供用性を維持することが求められている。高速道路は流出入箇所がインターチェンジに限定されるため路線としての耐震性が重要であり、耐震補強は路線全体の耐震性向上を目指して進められている。路線としての耐震性向上のためには耐震上の弱点箇所を克服しておく必要があるが、周辺の利用状況等により制約条件が厳しいため、従来行われてきた工法では耐震補強の着手が困難な箇所も少なくなかった。そこで、日本道路公団では「連続繊維巻立て工法」を標準的な工法として採用し、制約条件の厳しい箇所でも比較的容易に耐震補強を行うことが可能となった。本報文は日本道路公団で採用されている耐震補強工法の概要を概説し、連続繊維巻立て工法の適用事例として高さ 60 m を超える橋脚で炭素繊維シートを用いて補強した事例を紹介する。

キーワード：耐震補強，連続繊維，高橋脚，ゴンドラ施工

## 1. はじめに

道路は地震後の被災地域への生活物資及び復興資材の運搬に不可欠であり、高速道路は震災後の広域的な緊急運搬路として周辺自治体の復旧計画の中にも組み込まれている。

高速道路はインターチェンジからしか流入流出が出来ないため、1箇所でも通行不能な箇所があるとインターチェンジ間を通行止めにしなければならない。したがって、路線としての耐震性が特に重要である。この中で橋梁は致命的な損傷を受けた場合、復旧に時間が掛かるため、路線全体の復旧性において特に優先順位の高い構造物として位置付けられる。

本報文では日本道路公団で採用されている耐震補強工法の概要とその中で新素材として連続繊維シートを用いた耐震補強工法（以下、連続繊維巻立て工法と記す）の位置付けを概説し、適用事例を紹介する。

## 2. 日本道路公団における橋脚の耐震補強

日本道路公団の管理する橋梁は全国で約 13,000 橋あり、橋脚の基数は約 60,000 基に達する。これらの橋梁は過去約 40 年にわたり設計施工されてきた構造物であり、設計された時期により設計基準が異なるため、耐震性能が異なる。

この中で剪断及び定着に関する改定が行われた昭和 55 年の道路橋示方書以前の設計基準で設計された橋梁は、弾性範囲内を超える地震動に対して脆性的な破壊の危険性が懸念され、最優先で耐震補強を推進することが決定された。

日本道路公団は平成 7 年度から 9 年度の 3 カ年において震災対策緊急補強事業として、橋脚の補強を主体に約 7,000 基の耐震補強を実施してきた。また、平成 10 年度以降においても順次補強を実施してきており、現在までに約 13,400 基の補強を実施してきた。

今後も路線としての耐震性向上を考慮して定めた優先順位に基づき、引続き耐震補強を行う予定である。

## 3. 日本道路公団で採用している耐震補強工法の概要

耐震補強を必要とする橋脚の中には、周辺の利用状況や構築されている環境等により補強後の断面や施工方法に大幅な制約が付けられる箇所も少なくない。しかしながら、路線としての耐震性を向上させるためには、優先順位に従った工事着手が必要であり、施工が大変だからといって工事着手を遅らせていたのではいつまでたっても路線としての耐震性は向上しない。このため、制約条件を克服できる工法の選定を行っている。

日本道路公団で現在標準的に採用されている耐震補

工 法	RC 巻立て工法	鋼板巻立て工法	連続繊維巻立て工法
概略図	<p>上部工 橋脚柱 基礎部</p> <p>補強鉄筋</p> <p>巻立てコンクリート</p>	<p>充填料 (無収縮モルタル)</p> <p>補強鋼板</p> <p>根巻コンクリート</p>	<p>縦方向 横方向</p> <p>表面仕上げ</p>
補強厚	25 cm	4 cm 前後	1~2 cm
特 徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・経済性に優れる</li> <li>・維持管理が容易</li> <li>・重量増による基部負担増</li> <li>・補強厚さが厚い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・補強厚さが薄い</li> <li>・補強効果が高い</li> <li>・重機作業が必要</li> <li>・塗装の塗替えが必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・軽量で施工性に優れる</li> <li>・補強厚さが薄い</li> <li>・品質管理に留意を要する</li> <li>・曲げ耐力の向上に不向き</li> </ul>

図一1 鉄筋コンクリート橋脚の耐震補強工法の特徴

強工法の特徴を図一1 に示す。

(1) RC 巻立て工法

RC 巻立て工法は既設の橋脚の外側に補強鉄筋を配置してコンクリートを打設する補強工法で、<sup>せん断</sup>剪断補強、<sup>じん</sup>段落し部補強、<sup>じん</sup>靱性補強に有効であり、フーチングに補強鉄筋をアンカー定着することにより曲げ耐力補強も可能である。

RC 巻立て工法は経済性に優れ、補強後の維持管理が容易である。したがって3工法のうち、どの工法でも採用可能な場合、RC 巻立て工法が採用されることが多い。しかし、確実にコンクリートを打設するためには被り、鉄筋径および既設橋脚との空きを考慮して最低 25 cm 程度の厚さで補強する必要があり、この結果断面が両側合計 50 cm 増加する。また、現場でのコンクリート打設に伴い一定期間の足場および型枠の存置が必要となる。

このため、橋脚周辺に供用中の交差道路がある場合などでは RC 巻立て工法の採用が困難な場合がある。

(2) 鋼板巻立て工法

鋼板巻立て工法は既設橋脚に沿って鋼板を配置し、鋼板と既設橋脚との間を無収縮モルタルで充填し、一体化を図る工法である。

RC 巻立て工法と同様に剪断補強、段落し部補強、靱性補強に有効であり、基部周辺にフーチングにアンカー定着した RC 構造を構築し、この RC 構造を介することにより曲げ耐力を補強することも可能である。

鋼板巻立て工法は、補強厚さが薄いため、交差道路

等の側方余裕が小さい場合に有効であり、都市内の高架橋で多く採用されている。また、現場での作業も比較的短期間で行うこともできる。

(3) 連続繊維巻立て工法

連続繊維巻立て工法は橋脚コンクリートの表面に樹脂を含浸させた連続繊維を貼付ける工法で、段落し部の曲げ補強や剪断補強、橋脚基部の靱性補強に有効な工法である。耐震補強を目的とした連続繊維には炭素繊維シートやアラミド繊維シートが使用されている。

連続繊維巻立て工法に必要な資材は連続繊維、ローラ、エポキシ樹脂等であり、これらはすべて人力で容易に搬入できる。したがって、橋脚位置までの進入路の整備の必要がない。また、河川内の高橋脚でもゴンドラ足場を使用することにより1年間を通して作業が可能である。

4. 東名高速道路酒匂川橋における連続繊維シートを用いた耐震補強

(1) 施工対象橋脚の概要

連続繊維シートを用いた耐震補強の事例として東名高速道路酒匂川橋の事例を紹介する。

東名酒匂川橋の一般図は図一2 に示すとおりである。本橋は、下り線専用で東名高速道路の神奈川県と静岡県の県境付近に位置し、右ルートと左ルートとがある。施工対象橋脚はこのうち図一2 に示された右ルート及び左ルートの P<sub>1</sub>~P<sub>4</sub> の合計 8 橋脚であり、橋脚の一部は酒匂川の河川内に構築されている。本橋脚は

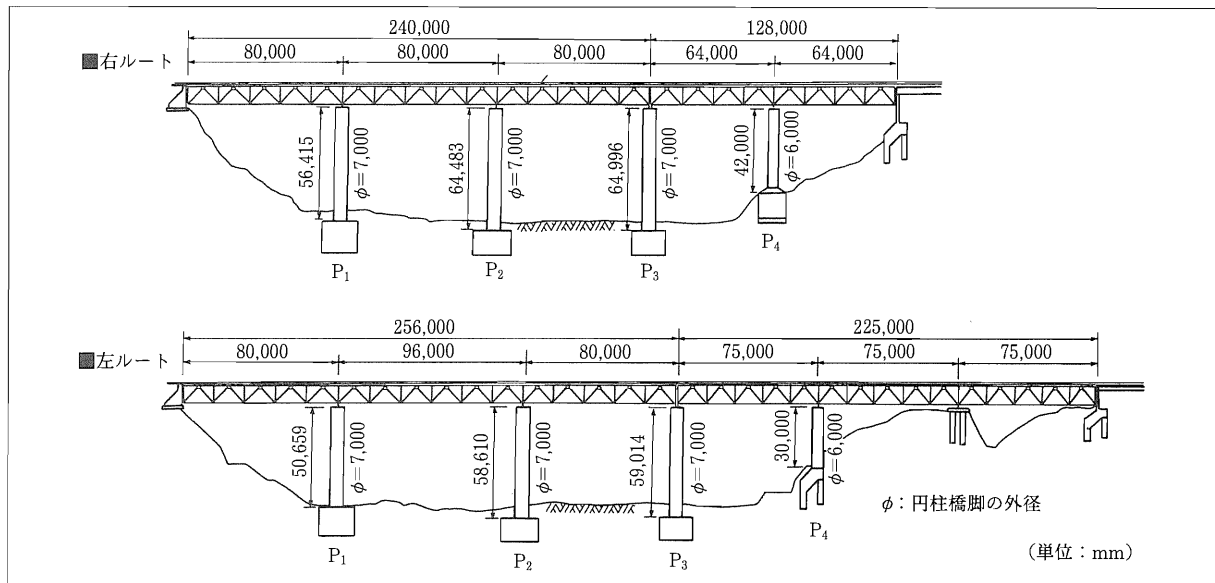


図-2 東名高速道路路酒匂川橋一般図

高さ 30 m～65 m の円柱式橋脚であり、外径は全高にわたり均一で直径 7 m または 6 m である。橋脚内部は中空になっていて 3～4 箇所断面変化しており、最も薄い橋脚天端付近の肉厚はすべての橋脚で 0.6 m である。また、全橋脚のすべての断面変化位置で段落しされている。

本橋は昭和 55 年以前の道路橋示方書に基づき設計されており、橋脚の終局状態に対する照査は行われていない。したがって当初想定していた地震力を大幅に上回る地震力に対しては脆性的な破壊をする可能性があり、緊急に耐震補強を行う必要があった。

## (2) 補強工法の決定

本橋脚は河川内に構築されており、洪水時の氾濫等に対する河川管理上の理由から橋脚断面の増加には制約があった。また、出水期には上流のダムが放水するため、この期間の型枠及び足場設置は不可能であり、RC 巻立て工法は採用できなかった。

鋼板巻立て工法を行うためには鋼板搬入のための重機の使用と足場設置が必要となる。出水期の河川断面内での足場の設置や重機作業は不可能であり、重量物を河川外から搬入及び架設するための大規模な仮設構造物が必要であるが、この場合荷役設備費だけでも工費が 20% 程度増加し、施工効率も低下する。

一方、連続繊維巻立て工法では補強に使用する主材料を人力により河川外から搬入すれば、出水期中の作業はゴンドラを使用することにより可能であり、この場合 1 年間を通して施工が可能である。

以上のことから、河川内の高橋脚の耐震補強には連続繊維巻立て工法が有利であり、本橋では炭素繊維シー

トを用いた連続繊維巻立て工法が採用されることとなった。

## (3) 炭素繊維シート

現在土木分野で使用されている炭素繊維シートは、炭素繊維フィラメントを 12,000～24,000 本程度集めたストランドをシート状に引揃え、薄層の粘着樹脂により網目状に固定するか、ガラス繊維を横糸に織込んで固定し製品として出荷されている。

弾性係数は 230～640 GPa、引張強度は 1,900～3,400 MPa のものが生産されているが、橋脚の耐震補強には弾性係数 230 GPa 程度、引張強度 3,400 MPa 程度のものが使用されている。

単位面積当たりの炭素繊維量は目付量により表現され、橋脚の耐震補強に使用されている炭素繊維シート 1 枚当たりの目付量は 200～300 g/m<sup>2</sup> 程度であり、実際の工事では設計上必要な炭素繊維シート量に応じて積層状にエポキシ樹脂を含浸させながら必要枚数を躯体に貼付けることとなる。

炭素繊維シートは幅 250～500 mm 程度、長さ 50～100 m のシートをロール状に巻いたものが一般的に流通しており、現場ではこれを一定の長さに切断して貼付け作業を行う。

## (4) 躯体コンクリートの補修

段落し部の曲げ補強では、炭素繊維シートとコンクリートと一体化による荷重伝達を期待しているため、一体化を確保することが重要となる。

炭素繊維シートとコンクリートとの一体化とは厳密には炭素繊維シートとエポキシ樹脂及びエポキシ樹脂

と躯体コンクリートとの一体化のことであり、通常のコンクリート強度では後者の方が小さな値となるため支配的となる。躯体コンクリートが損傷していると一体化性状が悪化し、設計時に期待している補強効果が発揮できない可能性があるため、適切な補修を実施する必要があった。

本橋では、型枠固定金具の発錆に伴う周辺コンクリートの剥離箇所や建設時に使用した仮設材撤去後の後打ちコンクリートの剥離箇所<sup>はく</sup>で一体化不良の認められたコンクリートをすべて除去し、ポリマー系モルタルで断面修復した。また、0.2mm以上の幅のひび割れおよび漏水の認められたひび割れは、シール後低粘性のエポキシ樹脂を低圧注入した。

(5) 炭素繊維シート巻立ての品質管理

施工後、設計時に想定した所定の品質を供用期間中持続して確保するためには、施工欠陥に対する品質管理が重要となる。

炭素繊維シート巻立てで頻繁に見られる施工欠陥としては気泡の発生及び白化現象を挙げることができる。気泡の発生とは施工中にエポキシ樹脂に空気が混入することであり、白化現象とは水とエポキシ樹脂が反応し、エポキシ樹脂が当初想定している化合物とは別の化合物になることである。これらの発生は入念な管理下で施工を実施しても発生確率をゼロとすることは困難であり、発生原因を整理し発生確率を抑制することが大切となる。

本工事で実施した品質管理とその効果をまとめると表一のとおりとなる。

表一 施工時に生じる欠陥とその主な対策

施工欠陥の種類	欠陥により生じる不具合	主な原因	主な対策方法	対策の効果
気泡発生	炭素繊維シートの付着強度の低下・耐久性の低下	下地の凹凸	下地の平滑化の徹底	気泡の発生確率を面積比で1/50まで低減した
		炭素繊維シート貼付け時の空気巻き込み	脱泡作業時間を管理	
		含浸材攪拌時の空気混入	樹脂の初期硬化後の補修	
		炭素繊維シートへの含浸不足	含浸材の下塗り及び上塗り量の管理	
		エポキシ硬化中の温度上昇	直射日光を受けない箇所 <sup>はく</sup> で施工する	
白化		施工時の降雨・高湿度	作業着手の判断の徹底	発生確率をほぼゼロに低減
		養生中の結露	大型エアコンディショナにより現場内の温度及び湿度を管理	白化発生箇所を限定させた

(6) 炭素繊維シート貼付け

本橋脚は高さ60mを超える中空の高橋脚であり炭素繊維シート補強量はその特殊性を考慮して実験により検証<sup>1),2)</sup>して最終決定された。

表二に各橋脚の炭素繊維シート補強量の最大値を示す。各橋脚での最大補強量は剪断補強で3層、曲げ補強量は6~10層となった。本工事で使用した炭素繊維シート量は延べ面積約50,000m<sup>2</sup>、その量は約15tであった。

表二 各橋脚の炭素繊維シート補強量の最大値

橋脚名	曲げ補強量*	剪断補強量*
P1	右ルート 9層	3層
	左ルート 6層	3層
P2	右ルート 8層	3層
	左ルート 9層	3層
P3	右ルート 10層	3層
	左ルート 7層	3層
P4	右ルート 9層	3層
	左ルート 6層	3層

\*最大層数補強箇所の一層あたりの炭素繊維シート目付け量はすべて300g/m<sup>2</sup>

グラビヤに円形大型 Gondra 足場および一般ビル用 Gondra を使用した炭素繊維シート貼付け状況をそれぞれ示す。写真一1、写真一2に示したとおり、円形大型 Gondra でも一般ビル用 Gondra でも施工は可能であった。

円形大型 Gondra は周方向の補強を連続して行える点で有利であったが、補強対象の橋脚の直径は7mであり縦方向の作業に差が生じた場合でも同じ高さでしか作業ができない点で不利であった。

一方、一般ビル用 Gondra は工程の進行に合わせてパーティー毎に微妙な高さ方向の調整が可能であり、縦方向の貼付けでは作業性が向上する点で有利であったが、フープ方向の連続的な作業や Gondra 自体の風に対する安定性で不利となった。

(7) 表面防護

供用期間中における炭素繊維シートの補強性能の低下防止を意図した表面保護は、外的衝撃作用による炭素繊維シートの破損を防止する目的のものと、マトリックスとして使用しているエポキシ樹脂の紫外線劣化を防止する目的のものとに大別できる。

本橋は河川内の橋脚も補強対象となっており、河川内の橋脚の計画水位までの範囲で転石、流木による炭素繊維シートの破損防止を目的として表面保護を行う必要があった。

河川内の橋脚を炭素繊維シート巻立て工法により補

強した事例は過去にほとんど無かったため本橋で使用する材料及び施工厚さは実橋脚が完成後過去30年間に受けた転石流木による損傷状況の調査結果を参考に決定した。

調査の結果、炭素繊維シート巻立て箇所周辺のコンクリートの損傷は数mmであったため、表面保護にはコンクリートと同等以上の付着強度及び耐衝撃性能を有する材料を用いて10mmの厚さで巻立てることとした。種々の材料の性能及び経済性を比較した結果、本橋ではポリマー系モルタルを用いることとした。

河川断面以外の範囲では、エポキシの紫外線劣化対策と景観上の配慮からフッ素樹脂塗料または2mm厚さのポリマー系モルタルを用いて表面保護を行った。表面保護後の完成状況はグラビヤに示したとおりである。

## 5. おわりに

高速道路は路線として機能しているため、路線の中で耐震上の弱点を作らないように耐震補強を進めていくことが大切である。このためには、制約条件の厳しい箇所での耐震補強を進める必要があり、日本道路公団では施工が困難な箇所においても比較的容易に耐震補強を行うことが出来るように連続繊維巻立て工法が標準工法の一つとして加えられた。

本報文では連続繊維巻立て工法の事例として高さ60mを超える橋脚で炭素繊維巻立て工法により耐震補強した事例を紹介した。本報文で紹介した橋脚の耐震補強は平成10年3月に完了している。兵庫県南部地震から約3年で本橋のような施工の困難な高さ60mを超える橋脚の耐震補強を行い、路線としての耐震性の底上げが図ることのできた意義は大きいと思われる。

本橋の耐震補強にあたっては、横浜国立大学名誉教授・池田尚治博士のご指導を賜った。ここに心から謝意を表します。

JCMA

### 《参考文献》

- 1) 長田光司・山口隆裕・池田尚治：軸方向鉄筋量と断面の肉厚が変化する中空断面RC橋脚の耐震性能とその耐震補強，コンクリート工学論文集，Vol.10，No.1，pp.13-24，1999.1
- 2) 長田光司・矢島尚彦・寺田光太郎・池田尚治：鉄筋コンクリート高橋脚の炭素繊維シートによる耐震補強，コンクリート工学論文集，Vol.11，No.3，pp.39-48，2000.9

### 【筆者紹介】

長田 光司（おさだ こうじ）  
日本道路公団  
試験研究所  
橋梁研究室  
主任



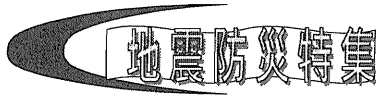
## 建設機械用語集

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

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

## 社団法人 日本建設機械化協会

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



# 免震技術を活用した阪神高速湾岸線・港大橋の耐震補強 —日本で最初の本格的な長大橋耐震補強—

金 治 英 貞・宮 本 義 広・高 田 佳 彦

阪神高速湾岸線の港大橋は、1974年に完成した橋長980mの長大トラス橋であり、兵庫県南部地震相当のレベルⅡ地震動に対応する内陸型地震や海溝型地震を考慮した解析を実施した場合、数多くの主構トラス部材に座屈あるいは降伏発生の危険性が認められている。そこで、本橋の耐震補強に際しては、床組免震挙動や座屈拘束ブレース塑性変形による非主部材の免震効果や制震効果を期待した設計を実現するために、支承の取替えや部材の取替え、補強を行う方針である。本報文では、橋梁概要、耐震補強概要について述べたのち、現在進行中の免震化工事について紹介する。

キーワード：橋梁，長大橋，鋼構造物，耐震補強，免震，支承取替え，ジャッキアップ

## 1. 橋梁概要

### (1) 橋梁概要

阪神高速道路湾岸線は、本州四国連絡道路から関西国際空港連絡道路に至る延長約80kmの大阪湾岸道路のうち、神戸市東灘区の六甲アイランドから泉佐野市のりんくうJCT間の延長約55.9km、および神戸市垂水区の垂水JCTから名谷JCT間の延長約1.8kmにおいて供用されている道路構造規格第2種1級の道路である。構造的には、大型船舶の航路等を跨ぐ区間が多く、長大橋梁が多いことが特徴である。

港大橋は図-1に示す橋長980m（側径間235m+

中央径間510m+側径間235m）のわが国第1位、世界第3位の長大ゲルバートラス橋であり、上記の4号湾岸線と5号湾岸線の一部を構成している（図-2）。

本橋には各4車線を有する上下2層の道路面があり、日交通量（平日平均）はそれぞれ、61,900台、50,600台となっている（2003年4月時点）。湾岸線の建設は第1期工事として1970年7月にこの港大橋において初めて着手され、これを含む1.9kmが1974年7月に供用開始された。

### (2) 構造の特徴

建設当時、当該架橋地点は非常に軟弱な地盤のために支点間における不等沈下が懸念され、この対応のた

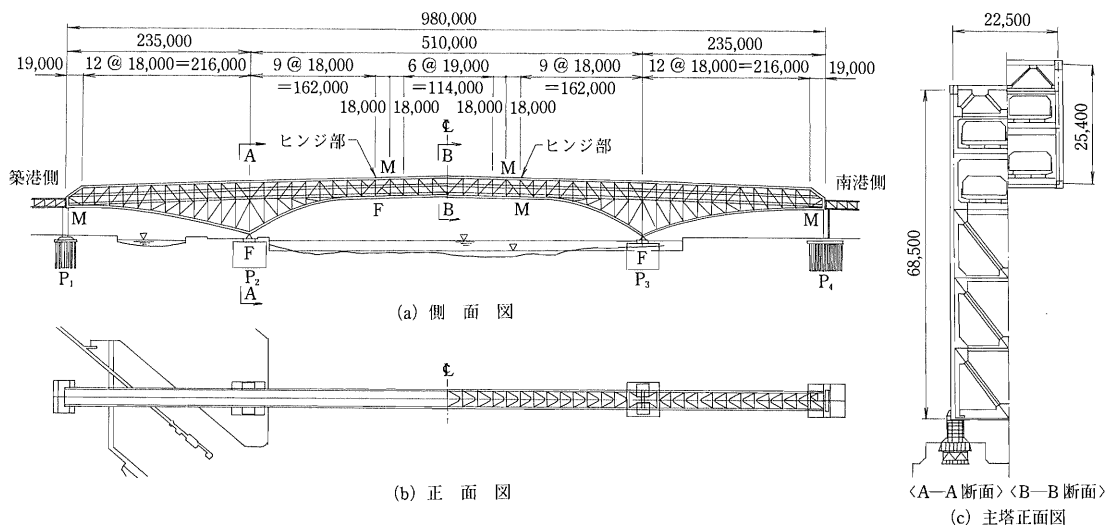


図-1 港大橋一般図





図一2 湾岸線と港大橋位置図

め中央径間にヒンジを有するゲルバー形式が採用されている。また、死荷重軽減が命題となり、日本で初めて高引張力鋼材 HT 780 ( $\sigma_y=780 \text{ N/mm}^2$ ) や HT 690 ( $\sigma_y=690 \text{ N/mm}^2$ ) が本格的に採用された。鋼重量は約 40,000 トン、また舗装を含めた総重量は約 45,000 トンとなっている。

上部構造の架設は、中間支点上の塔部から両側に単材架設による張出し架設を行ったのち、海上曳航した長さ 186 m、重量約 4,500 トンの中央吊桁部を一括して吊上げ閉合させた。これらの海上からの大規模架設は、のちの湾岸線の長大橋はもとより、本州四国連絡橋の先駆け的施工法でもある。

## 2. 耐震補強概要

### (1) 耐震補強の必要性

兵庫県南部地震以降、全国において橋梁の耐震補強が鋭意実施されてきている。特に、都市の高速道路はリスクマネジメントの見地から補強投資効果の高いインフラストラクチャであることは疑いの余地がなく、優先的な予算配分がなされている。

しかし、都市高速道路と言えども、湾岸地域に位置する長大橋の場合、その投資額、技術的難易度から一般高架橋の耐震補強に遅れをとっているのが現状である。長大橋の場合、補強投資額は大きなものとなるが、同時に損傷時コストである復旧コストと復旧までの経済損失コストも計り知れないことから、長大橋の特性を考慮した、効果的な耐震補強をできるだけ早急に実

施する必要がある。

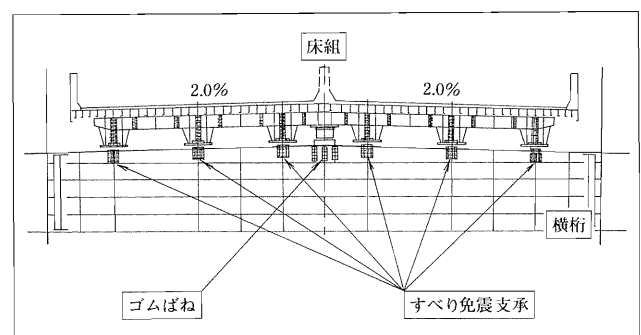
本橋は、最大応答加速度が当初設計の約 4 倍となる近傍断層の地震動を考慮した解析を実施した場合、主構トラス部材に座屈あるいは降伏発生の危険性があることが認められた。また、阪神高速道路の長大橋の中で最も建設年次が古く、損傷時コストが大きいことから最も高い耐震補強の優先度が設定されている。

### (2) 耐震補強全体構想

本工事の主たる工事内容は、図一3 に示す床組免震化と座屈拘束ブレースで地震応答を低減するものである。しかしながら、応答低減対策だけではすべての部材を許容値内に抑制することは困難であることから、座屈防止材の設置のほか、一部部材についてはコンクリート充填や鋼板補強による工事が必要とされている。また、構造要素として脆弱と想定される吊桁ヒンジ部や中間支承においてはフェールセーフ構造の設置を考えている。図一4 に全体の補強構想を示す。

応答低減の方法として、橋軸方向には免震化が有効と判断されたことから各種の免震構造が考えられた。しかしながら、主構トラスを支持する巨大な中間支承(死荷重反力 11,178 トン、活荷重反力 2,224 トン)を免震化することは施工困難なことはもち論のこと、その鉛直反力を支持しかつ安定した履歴減衰を得る免震支承の開発は現段階では不可能に近いことから、床組(鋼床版)の既設金属支承をすべり免震支承に取替える方法を採用した。

橋軸直角方向についても種々の方策が考えられたが、解析上座屈が想定される横構や対傾構を、座屈拘束ブレース(座屈しない軸力部材)に取替えることにより、その履歴減衰を期待する技術を現在最有力候補として選択している。座屈拘束ブレースには種々のものがあるが、芯材に低降伏点鋼を用いたものが一般的であり、この芯材が座屈しないように拘束管が外部に配置されたものである。



図一3 すべり免震システム

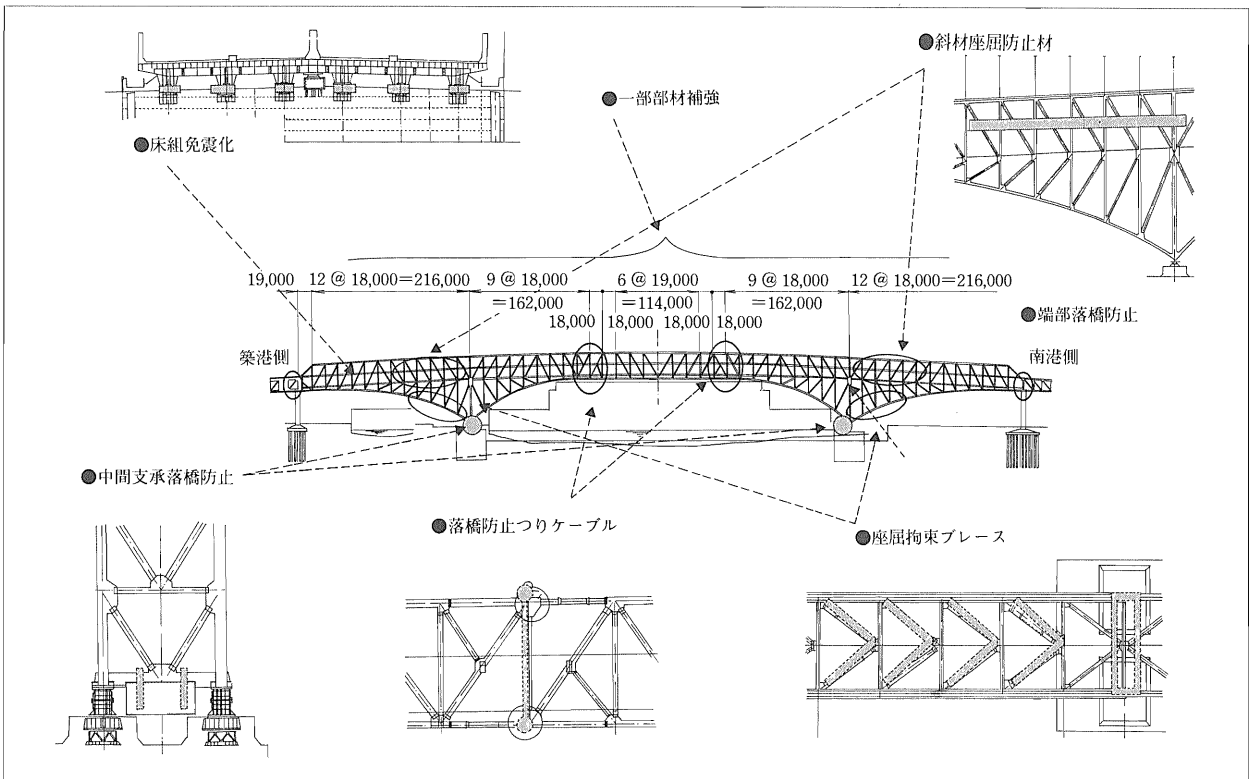


図-4 耐震補強全体構想

### 3. 床組免震化施工法

#### (1) 施工の基本方針

本工事は、既存の支承板支承（BP・A 支承）（片側移動量約 50 mm 程度）を施工実績の少ないすべり免震支承（片側移動量約 670 mm 程度）に交換する工事である（図-5）。特徴として、各支点の最大反力は死荷重状態で約 400 kN、全反力で約 1,000 kN と比較的小さい。このため、支承交換の際には以下の点に留意する必要がある。

① 上柵及び下柵が分離した構造であるため、従来の金属支承やゴム支承と異なり、単体では水平方

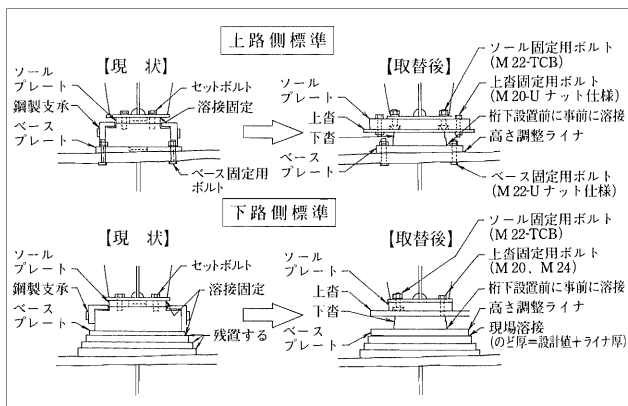


図-5 支承取替え構造図

向の変位拘束、特に橋軸直角方向への変位拘束が出来ない。

② 鋼床版桁の横方向の剛性が反力に比較して大きく、一般的な方法である 1 支承線上の交互ジャッキアップは不可能である。つまり、G1 桁（6 主桁の 1 番目桁を意味する）と G3 桁をジャッキアップする場合、G2 桁も自然と浮上ることになる。

上記の留意点を考慮した施工要領は下記のとおりである。

- ③ ジャッキアップは G1 桁～G6 桁で同時に行う。ジャッキアップ量は、ソールプレートと上柵のせん断キーが外れない 3 mm 程度とする。
- ④ ジャッキアップ中は隣り合う横桁位置でのジャッキアップは行わない。
- ⑤ 取替え後の新支承の設置は橋軸直角方向の変位拘束装置の取付けと同時に行い、常に橋軸直角方向への変位拘束が可能な状態を確保する。

図-6 に作業工種と手順を述べる。

#### (2) ジャッキアップ補強工

写真-1 のように横桁上に足場を設置した後、ジャッキアップに先立ち必要な補強材を取付ける。補強手順は、以下のとおりである。

① テンプレートをを用いて、鋼床版横リブウェブ、

耐震補強工事 作業フロー図 (例：端支点、桁連結あり)

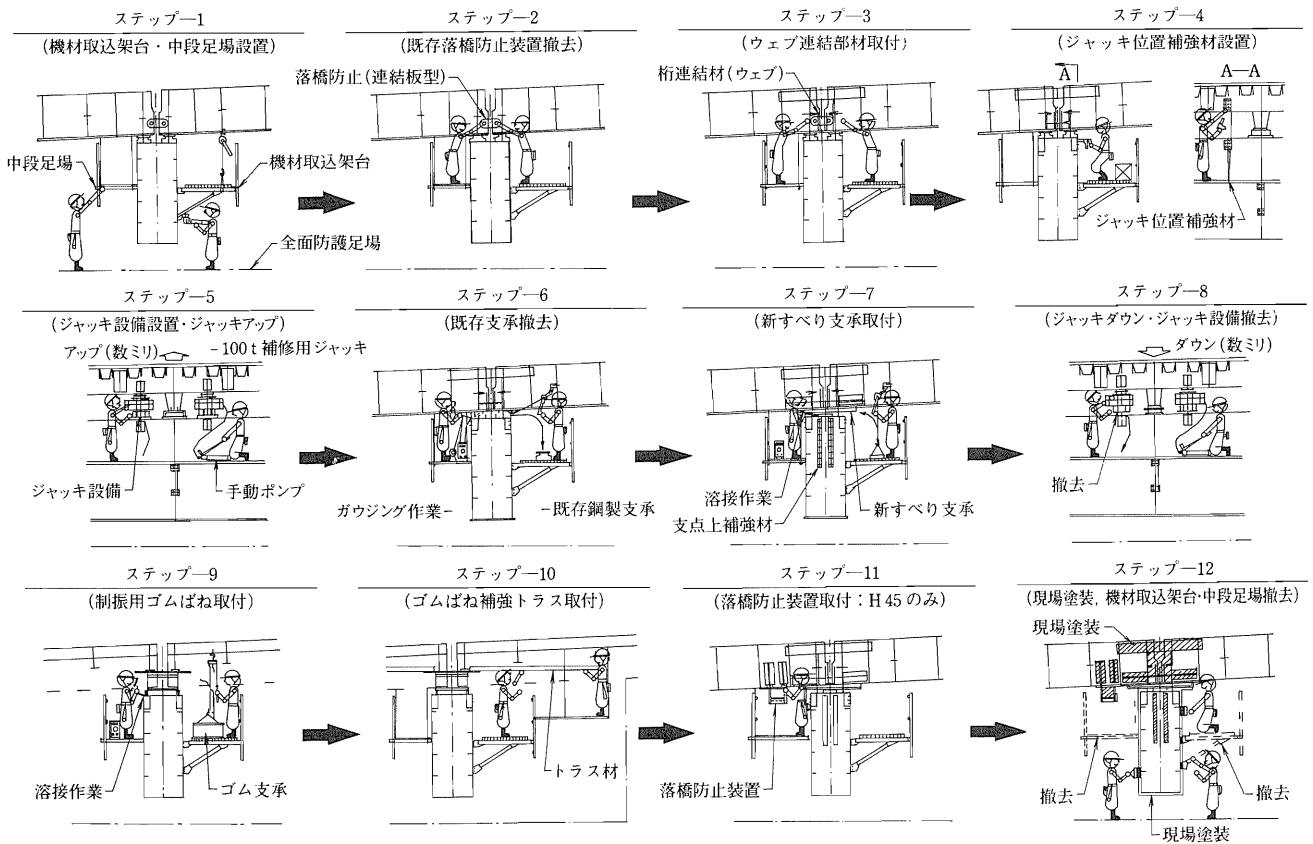


図-6 作業フロー

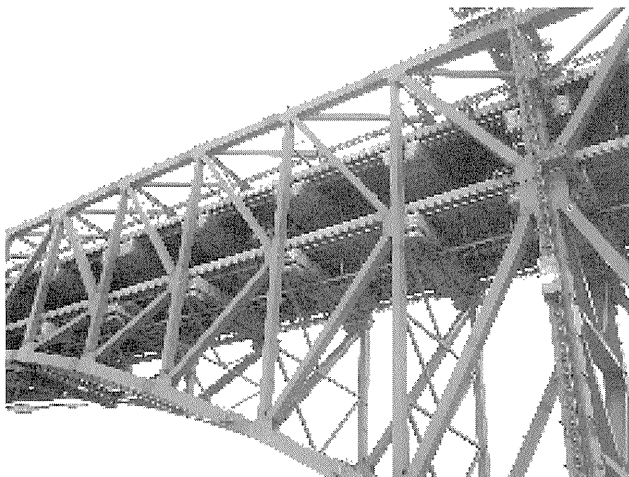


写真-1 トラス横桁上に設置された足場

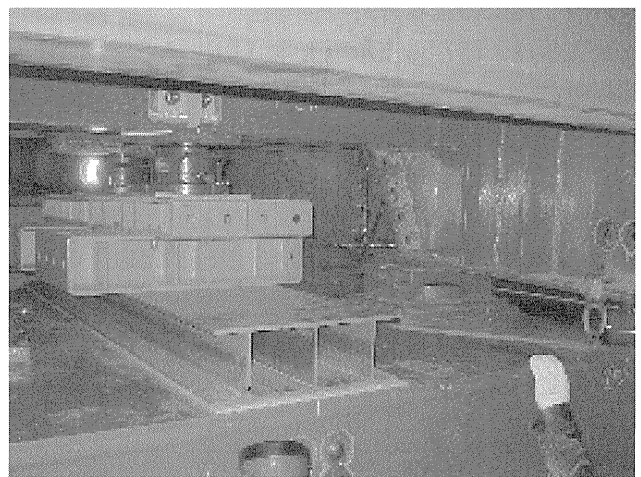


写真-2 ジャッキアップ

端支点横桁ウェブ、および中間支点横桁ウェブに補強材取付け孔のマーキングを行う。

- ② 携帯用磁気式ボール盤を用いて桁に直角に削孔する。
- ③ ウェブ補強板（中間支点のみ）を取付けた後、所定の位置にジャッキアップ補強材を高力ボルトにて確実に締付け固定する。

(3) ジャッキアップ (写真-2)

ジャッキアップ補強完了後、ジャッキアップ用の架台を設置し、ジャッキアップを行う。

- ① 既存支承のセットボルトを5~10mm程度緩める。
- ② 補修用100tジャッキを架台の上に設置し、支承線上を同時にジャッキアップする。ジャッキアップは手動ポンプ作業員と高さ計測員からなる班で

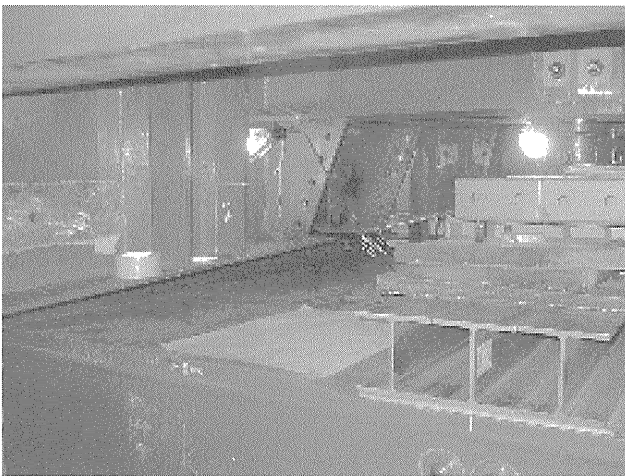
行い、直尺等を用いて1mmずつをジャッキアップ量を確認しながら行う。また、その都度油圧等の返上がないかを確認しながら本体と支承との絶縁が確認されるまでジャッキアップを行う。なお、標準ジャッキアップ量は前述のとおり3mmとする。

- ③ ジャッキアップ完了後、桁下間隔を再度計測して、ジャッキアップ量に各支承間で差が生じていないことを確認する。確認終了後、ジャッキのロックを行う。

#### (4) 既設支承撤去 (写真—3)

既存支承の撤去は以下の手順で行う。

- ① 緩めておいた既設セットボルトを外す。
- ② 縦桁下フランジとソールプレート及び台座とベースプレートの溶接部をガウジングにてはつりとる。
- ③ レバーブロック等を用いて支承を橋軸方向に引抜き、横桁上から撤去する。
- ④ 溶接熱影響部はディスクサンダを用いて平滑に仕上げる。



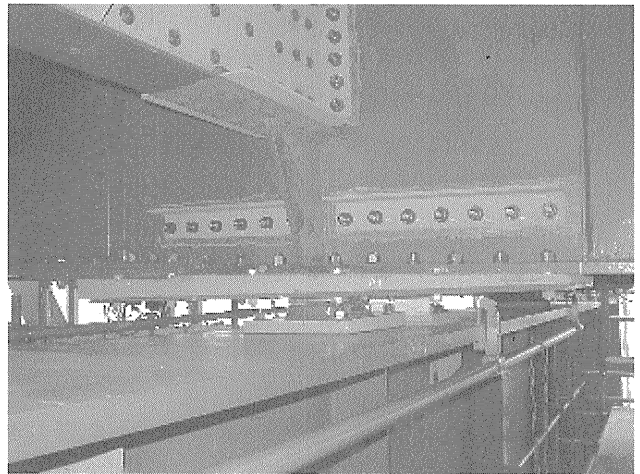
写真—3 既設支承撤去

#### (5) すべり支承据付け (写真—4)

- ① 下沓高が低く円形のため据付け後の溶接が困難な下沓とベースプレートの溶接を実施する。
- ② テンプレートを用いて下フランジのセットボルト孔のマーキングを行い、孔を明ける。
- ③ ソールプレートを下フランジに高力ボルトで固定する。このとき下面が水平になっていることを確認する。なお、精度は1/100以下を目標とする。
- ④ ソールプレートの下に上沓を設置し、セットボルトで固定する。
- ⑤ 下沓、ベース及び調整プレートを縦桁及び横桁

のウェブの交差する位置を中心に設置する。なお、調整プレートはベースプレートの直下に設置する。

- ⑥ ジャッキダウンはアップ時と同様に直尺等で確認しながら徐々に行う。ジャッキダウン終了後、隙間が認められる場合は再度ジャッキアップして調整プレートを交換する。
- ⑦ 設置高の管理終了後、ベースプレートをボルト又は溶接にて固定する。

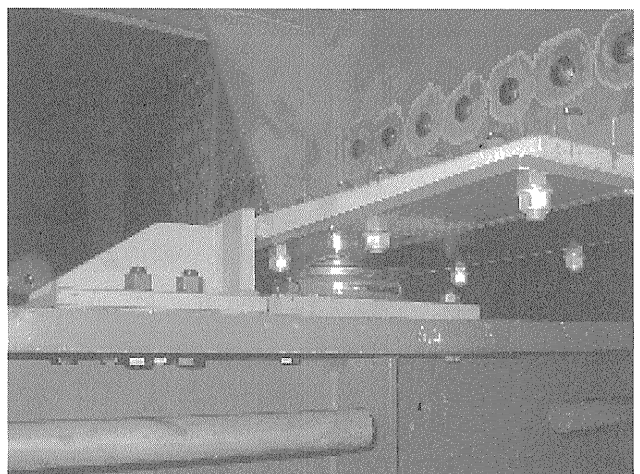


写真—4 新設すべり免震支承

#### (6) 変位拘束装置設置 (写真—5)

変位拘束装置はすべり支承の橋軸直角方向の変位および鉛直上方向の変位を拘束する部材である。設置要領は下記のとおりである。

- ① すべり支承の出来形に合わせて調整ライナー厚の決定を行い、携帯用磁気式ボール盤を用いて削孔を行う。
- ② 変位拘束装置を高力ボルトにて確実に締付ける。
- ③ 1ブロックに1支承線のみ、本装置と上沓間に



写真—5 変位拘束装置とすべり免震支承

常時固定用の橋軸方向変位拘束用ピンを通して固定する。

#### (7) ゴムばね設置

本ゴムばねは常時において鉛直力の支持は行わず、常時においては鉛直方向に約5mmの隙間により鋼床版と横桁とを分離し、せん断キーにて水平力を伝達させるものである。設置要領は以下のとおりである。

- ① ジャッキアップ装置撤去後に、横リブの下フランジ下面に上から縦断調整フィラー、高さ調整フィラー及びブレーキラス用ガセットの順に設置して高力ボルトで固定する。
- ② 横桁上面にベースプレートを設置して、仮溶接にて固定する。
- ③ ゴムばねの上にソールプレートを乗せてガセットとベースプレートの間に橋軸方向から挿入する。
- ④ セットボルトにてガセットとソールプレートを圧着、固定する。固定後、下沓及びベースプレートを本溶接する。
- ⑤ ゴムばね据付け後、縦桁付きガセットを高力ボルトにて固定する。その後、ガセット間の距離を測定してトラス材の一方の削孔を行ったのちに、トラス材を順次取付けて、高力ボルトにて固定する。

#### 4. おわりに

本報文では、床組免震工事を中心に紹介したが、今

後、他のメニューも随時実施され、大幅な耐震性能向上が図られる予定である。本プロジェクトが今後の長大橋の耐震補強に少なからず参考になれば幸いである。

最後に本報文をまとめるに際して、一部、港大橋耐震補強工事(13-1-湾)(日立・エイチイーシー建設工事共同企業体)の施工計画書を参考にさせていただいた。ここに深く感謝したいと思います。 JCMA

#### [筆者紹介]

金治 英貞(かなじ ひでさだ)  
阪神高速道路公団  
大阪建設局  
設計課



宮本 義広(みやもと よしひろ)  
阪神高速道路公団  
大阪建設局  
大阪改築事務所



高田 佳彦(たかだ よしひこ)  
阪神高速道路公団  
大阪建設局  
設計課



## 建設機械図鑑

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

A4判 102頁 オールカラー 本体価格2,500円 送料600円

### 社団法人 日本建設機械化協会

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



# 厳しい施工条件下における鉄道高架橋の耐震補強

津 吉 毅

平成7年の阪神・淡路大震災以後、鉄道構造物では、RC ラーメン高架橋の柱を中心に、耐震補強を進めている。補強工法としては、クレーンなどの機械が使用できる箇所では鋼板巻き工法を一般的に採用してきた。しかしながら、重機の進入が困難な狭隘箇所、高架下利用箇所などでは、鋼板巻き工法の採用は困難なため、新たな工法を開発する必要があった。本報文では、その目的で開発したRB補強工法と、一面補強工法の概要と、実施工例について報告するものである。

キーワード：鉄道，RC 構造物，ラーメン高架橋，柱，耐震補強，高架下利用箇所，人力施工

## 1. はじめに

平成7年1月の阪神・淡路大震災以後、JR 東日本の鉄道構造物では、南関東地区、仙台地区のRC ラーメン高架橋・RC ラーメン橋台の柱を主な対象に、せん断破壊が先行するものに対してせん断・じん性補強を行ってきた<sup>1)</sup>。

緊急耐震補強終了後も、必要箇所については順次補強を行ってきたが、その対象全数の補強を短期間で一度に行うことは非常に難しく、平成15年5月の三陸南地震では、東北新幹線のラーメン高架橋の柱の一部にかぶりコンクリートが剥落するなどの被害が生じた<sup>2)</sup>。JR 東日本では、その後早急に、南関東地区、仙台地区以外のエリアにおける補強計画を再構築し、現在は、鋭意、補強を進めているところである。

一方、鉄道高架橋の場合、クレーンなどの重機が進



写真-1 鋼板巻き工法 (施工中)

入できる比較的施工条件のよい箇所では、鋼板巻き補強を一般的に採用してきた(写真-1)。しかしながら、鉄道高架橋の場合、高架下を利用している箇所や、クレーンなどの重機の進入路が確保できない箇所も数多くあり、それらの箇所の耐震補強をいかに合理的に進めていくかが大きな課題となっている。そのため、JR 東日本では、平成8年度以降、高架下利用箇所などのような厳しい施工条件下においても、できるだけ支障物の撤去・復旧作業が少なく、かつ、比較的容易に施工できる新しい耐震補強工法の開発に取り組んでおり、RB工法<sup>3)</sup>、一面補強工法<sup>4)</sup>の二工法については、すでに実施工に採用している。

本報文では、これらの厳しい施工環境でも施工可能な二工法について、その概要および実施工例について報告するものである。

## 2. RB工法

図-1に、RB工法の概要を示す。本工法は、柱の

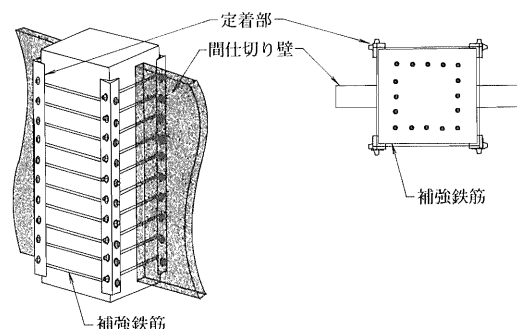


図-1 RB工法概要図

外周に鉄筋を配置し、柱の四隅で定着する補強工法である。間仕切り壁や、天井板などの撤去を最小限に抑え、狭隘な箇所でも、人力のみで施工できることを目標に開発した工法である。

補強効果については、実物の 1/2 スケールの試験体による静的交番荷重試験を行い確認した<sup>5)</sup>。

写真-2 に荷重試験の一例を、図-2 に試験体の概略図の一例を示す。試験体は、最初にせん断破壊の先行する無補強（帯鉄筋無し）の RC 試験体を作製したのち、補強鉄筋および定着部材の L 型鋼を取付け、L 型鋼と柱部材の隙間にはモルタルを注入し、鉄筋を定着させる構造としている。

図-3 は、無補強の試験体と RB 工法による補強を行った試験体の荷重変位包絡線の一例である。この図

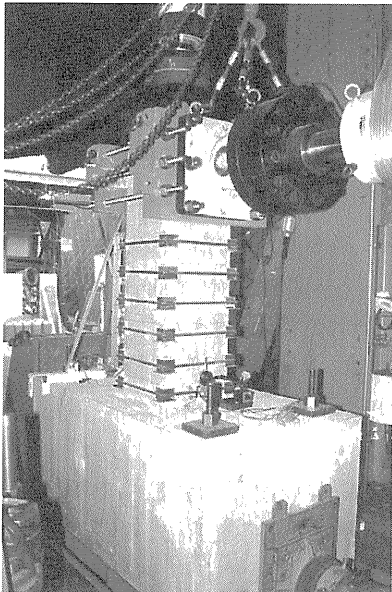


写真-2 実験の一例

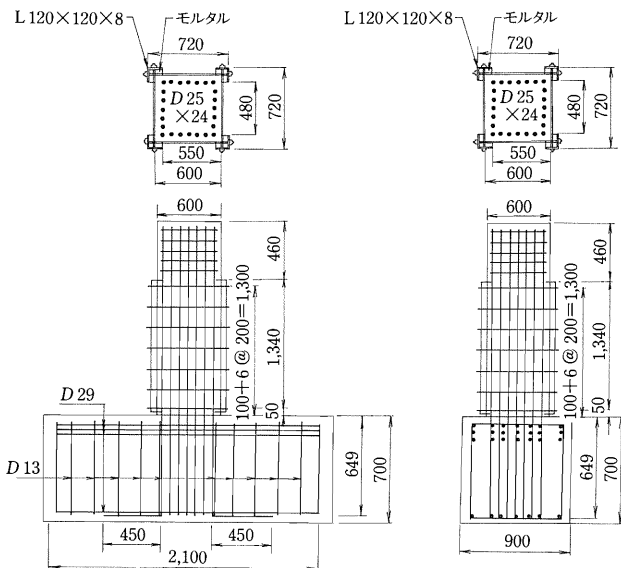


図-2 RB 工法試験体例

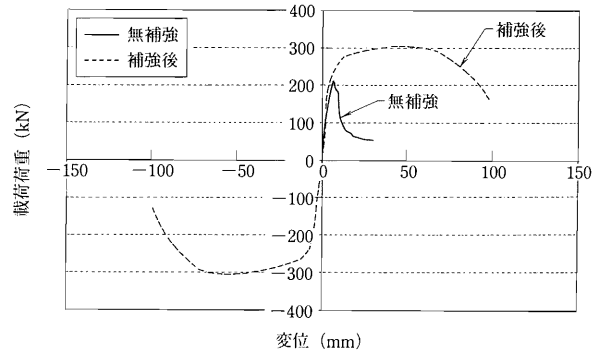


図-3 無補強試験体と RB 補強試験体の荷重変位包絡線

に示すように、せん断破壊が先行する柱に、柱外周に鉄筋を配置して柱の四隅で定着する方法でせん断補強することで、大きな変形性能が付与できることが確認できた。

次に、実際の施工を考慮した場合、柱に添架されている支障物の撤去復旧を最小限にするためには、定着部を柱の高さ方向に分割することや、柱面と補強鉄筋の間に隙間を設けることが考えられる。そのため、図-4 に示すように、定着部材を分割し、柱面と鉄筋の間に隙間を設けた試験体についても実験を行った。

図-5 は、定着部材を分割し、柱面と鉄筋の間に隙間を設けた試験体の荷重変位包絡線と、定着部材を分

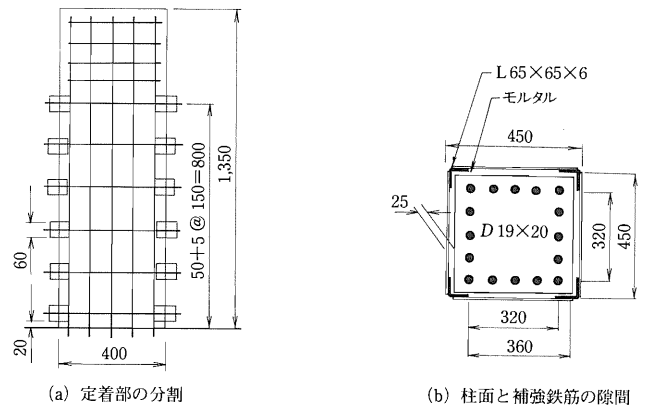


図-4 定着部材分割、柱面と補強鉄筋の隙間のある試験体

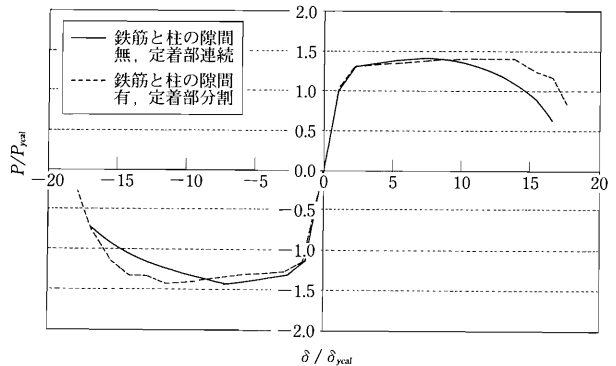


図-5 定着部分割・柱面と補強鉄筋の隙間有無の荷重変位包絡線比較

割せず、柱面と鉄筋の間に隙間がない試験体の荷重変位包絡線と比較を行ったものである。図-5から、定着部の分割と、柱面と鉄筋の隙間は、補強効果にあまり影響を与えないため、実施工においては、定着部の分割、柱面と鉄筋の隙間に関しては、実情に応じた方法で補強を行えばよいことが確認できた。

図-6は、RB補強を行った場合の、曲げ・せん断耐力比 ( $V_{yd}/V_{mu}$ ；ここで、 $V_{yd}$ ：柱部材のせん断耐力、 $V_{mu}$ ：柱部材が曲げ耐力となるときのせん断力) とじん性率 ( $\mu$ ) の関係を示す。ここで、RB補強の鉄筋は、断面の外側に配置されているが、トラス理論により鋼材の負担するせん断耐力を算定した。補強設計としては、一般的な既設高架橋が阪神・淡路大震災クラスの地震に対しても崩壊しないためには、じん性率が10程度必要となる<sup>6)</sup>。

図-6から、RB工法では、耐力比1.4程度以上で、じん性率が10以上確保できることから、補強設計では、補強後の曲げ・せん断耐力比 ( $V_{yd}/V_{mu}$ ) を1.5以上とすることとした。

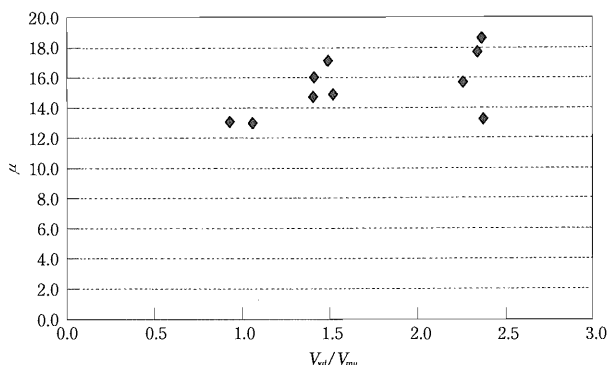


図-6 RB工法の耐力比 ( $V_{yd}/V_{mu}$ ) とじん性率 ( $\mu$ ) の関係

次に、実際の施工例について述べる。図-7は、RB工法の一般的な施工フローである。最初に、プレキヤ

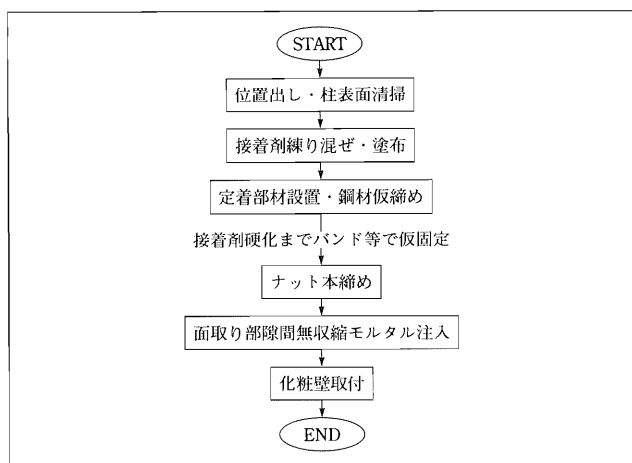


図-7 RB工法施工フロー

ストの定着部材を接着材で取付けるため、既設柱表面の清掃を行う(写真-3)。次に、接着材を塗布し(写真-4)、鋼材を人力にて組立て、ロックナットの仮締めをする(グラビヤ)。接着材の硬化養生後(写真-5)、



写真-3 柱表面の清掃状況



写真-4 接着剤塗布状況

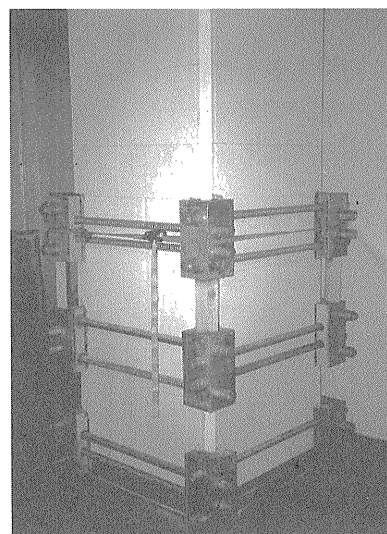


写真-5 接着剤硬化養生状況



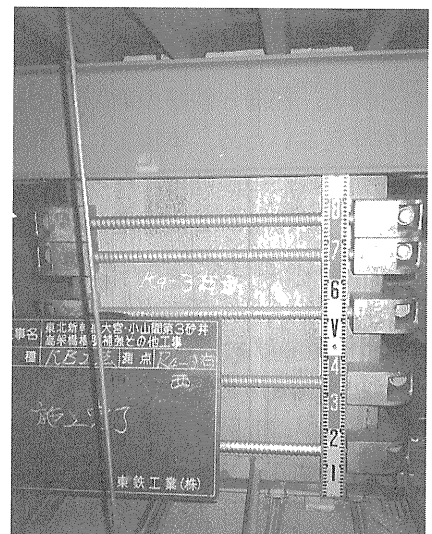


写真-6 RB補強実施例(山形鋼とモルタルの定着部) 写真-7 RB補強実施例(鑄物の定着部)

写真-8 RB補強による天井裏の補強

ロックナットをトルクレンチにて人力で締結し施工を終了する。写真-6~写真-8は、実際にRB工法により補強を行った例である。

写真-6では鑄物の定着部材を、写真-7では、山形鋼とモルタルで構成される定着部材を用いた例である。また、写真-8は、高架下利用箇所の天井裏に補強を行ったものである。前述のように、定着部材は分割配置可能なため、このような簡易な天井が添架されている場合にも、それを撤去することなく、そのまま施工できるメリットがある。また、このように、高架下を利用しているような狭隘な箇所でも、人力だけで簡便に施工できることが実施工でも確認できた。

### 3. 一面補強工法

図-8に一面補強工法の概要を示す。本工法は、柱の耐震補強を柱の一面からのみ行う工法である。鉄道高架下を店舗等で利用している箇所では、柱の一面が露出している箇所も多く存在し、そのような箇所では、露出している一面から補強が行えれば、高架下利用に与える影響が少なくなり、工事費、工期の面でトータ

ルメリットがあることを考え開発した工法である。

施工の概要としては、柱の露出している一面からコアボーリングによる削孔を行い、補強鉄筋を挿入してグラウト注入等により既設RC柱との一体化を図り、補強鋼板を取付け、鋼板と柱面の空隙にエポキシ樹脂を注入するものである。

本工法では、柱の一面から挿入する補強鉄筋、柱面に取付ける補強鋼板が、それぞれ柱のせん断補強として機能することで、柱部材の変形性能の向上を目指したものである。この補強効果を確認するため、補強鉄

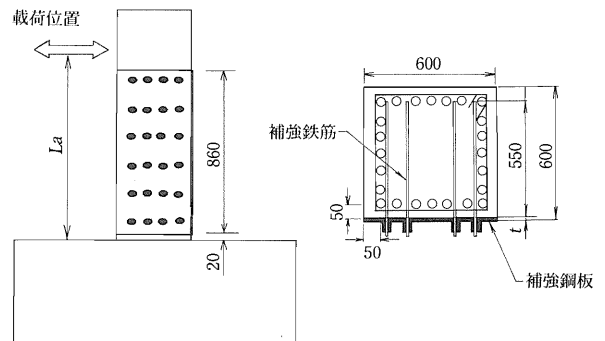


図-9 一面補強工法試験体例

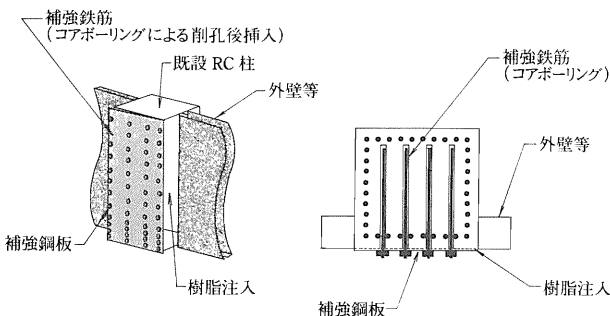


図-8 一面補強工法概要図

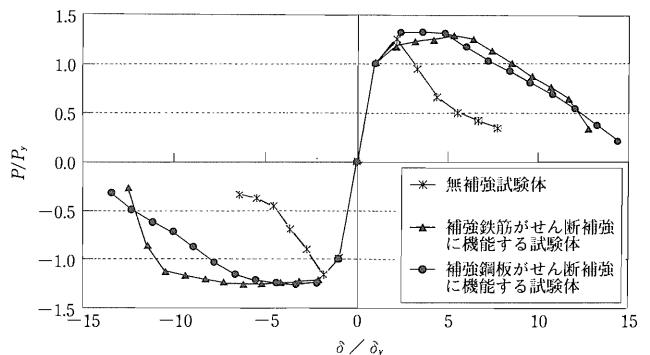


図-10 一面補強工法の荷重変位包絡線

筋がせん断補強として機能する場合と、補強鋼板がせん断補強として機能する場合のそれぞれについてRB工法と同様に、1/2スケールの静的交番載荷試験を行った<sup>7),8)</sup>。

図-9に、試験体概要の一例を示す。図-10は、無補強試験体と補強鉄筋及び補強鋼板がせん断補強として機能する場合の試験体の荷重変位包絡線の一例である。図-10に示すように、補強鉄筋及び補強鋼板を用いて補強を行うことにより、変形性能を大きく向上できることがわかる。

図-11, 図-12は、補強鉄筋がせん断補強として機能する場合と、補強鋼板がせん断補強として機能する場合の、曲げ・せん断耐力比 ( $V_{yd}/V_{mu}$ ) とじん性率 ( $\mu$ ) の関係を示す。ここで、補強鉄筋の負担するせん断耐力は通常の帯筋と同様にトラス理論により算定し、補強鋼板が負担するせん断耐力は、鉄骨鉄筋コンクリート部材のせん断耐力算定方法<sup>9)</sup>により算出した。

耐震補強設計は、RB工法の場合と同様に、補強後のじん性率を10程度以上とすることとし、図-11, 図-12より、補強鋼材がせん断補強として機能する場合には、補強後の曲げ・せん断耐力比 ( $V_{yd}/V_{mu}$ ) を2.0以上、補強鋼板がせん断補強として機能する場合には、補強後の曲げ・せん断耐力比 ( $V_{yd}/V_{mu}$ ) を1.4以上とすることとした。なお、補強鋼板がせん断

補強として機能する場合には、終局変位を  $1/2 P_y$  ( $P_y$ : 降伏荷重) を維持する最大変位としている<sup>8)</sup>。

図-13に、一面補強工法による一般的な施工フロー

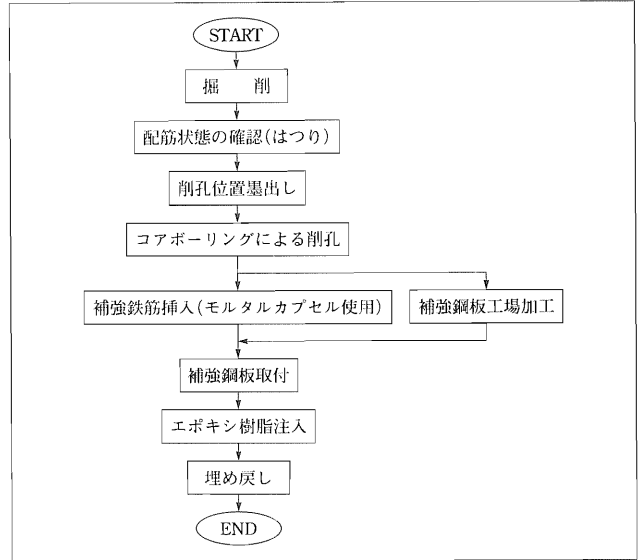


図-13 一面補強工法施工フロー

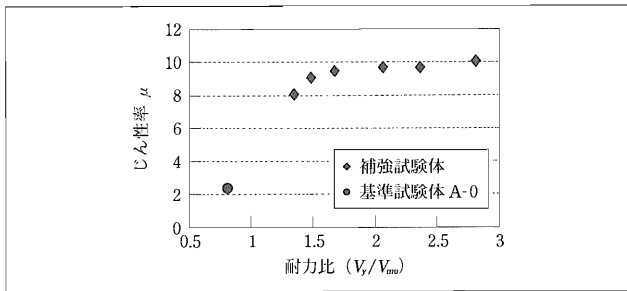


図-11 補強鉄筋がせん断補強として機能する場合の耐力比 ( $V_{yd}/V_{mu}$ ) とじん性率 ( $\mu$ ) の関係

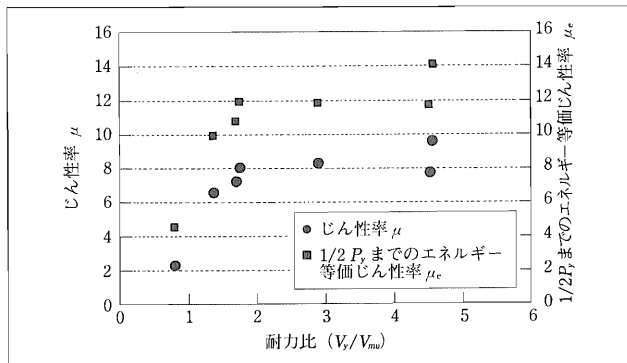


図-12 補強鋼板がせん断補強として機能する場合の耐力比 ( $V_{yd}/V_{mu}$ ) とじん性率 ( $\mu$ ) の関係

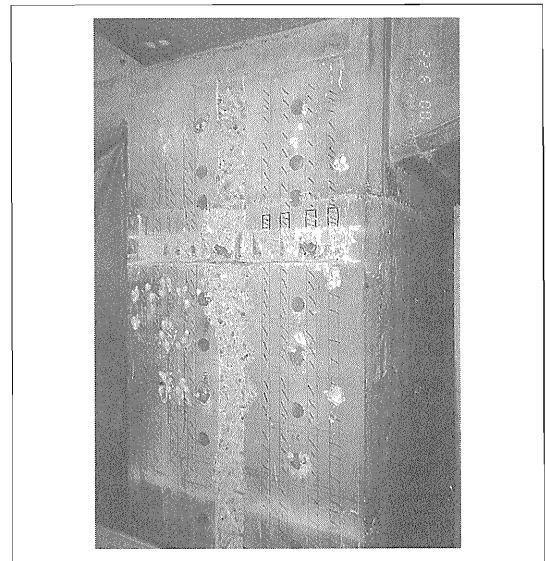


写真-9 配筋状態の確認 (はつり)

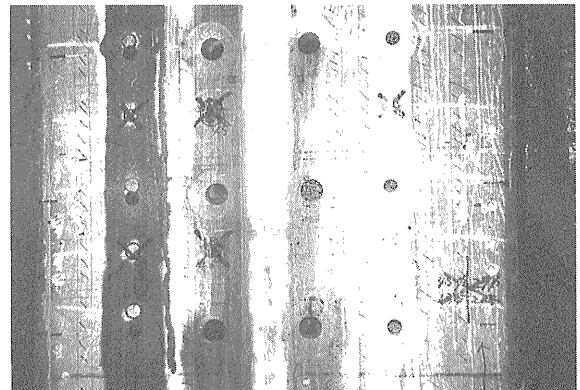


写真-10 削孔完了状況

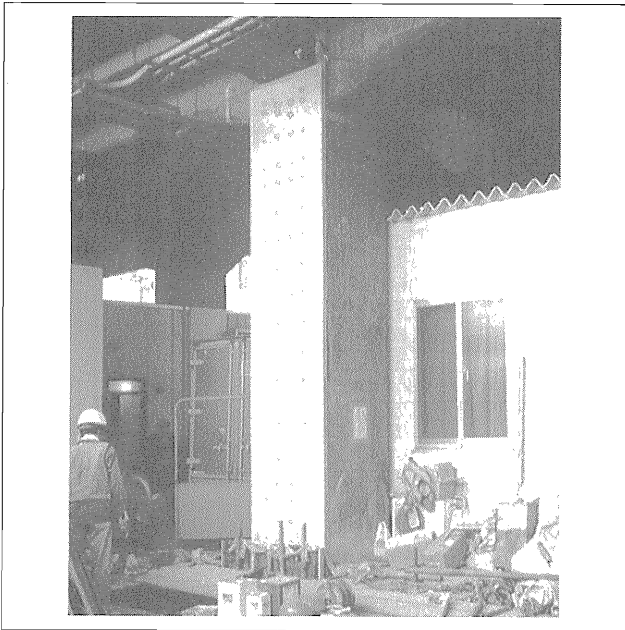


写真-11 一面補強工法適用例 (その1)

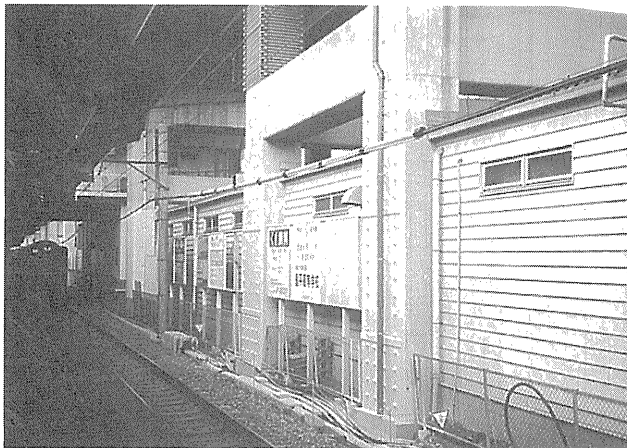


写真-12 一面補強工法適用例 (その2)

を示す。一面補強工法では、既設柱の配筋状態を確認し、既設柱の鉄筋を切断することなく必要本数の補強鉄筋を挿入する必要があるため、最初に配筋状態の確認を行う(写真-9)。

次に、コアボーリング・マシンにより補強鉄筋挿入のための削孔を行い(写真-10、グラビヤ)、補強鋼板を取付け(グラビヤ)、最後に、補強鋼板と柱の空隙にエポキシ樹脂を注入して施工を完了する。

写真-11、写真-12に一面補強の施工完了状況を示す。このように、高架下を利用している箇所でも、柱の一面が外部に露出している場合には、高架下利用

に支障することなく耐震補強を施工することができた。

#### 4. おわりに

厳しい施工環境における鉄道高架橋の耐震補強工法として、高架下利用箇所等での適用を目的として開発したRB工法、一面補強工法について、その概要と施工例を報告した。

東日本旅客鉄道株式会社では、今後とも耐震補強を鋭意進めていく計画としているが、全体をできるだけ早く補強するためには、新工法の開発や、既存工法の改良によるコストダウンがまだまだ必要だと考えており、実際の工事と並行してこれらの技術開発にも取り組んでいく予定である。

最後に、本報文が今後の耐震補強工事に何らかの参考になれば幸いである。

J|C|M|A

#### 《参考文献》

- 1) 運輸省鉄道局：既存の鉄道構造物に係る耐震補強の緊急措置について・同解説，平成7年7月26日
- 2) 津吉毅：三陸南地震による東北新幹線の被害，宮城県沖の地震・アルジェリア地震被害調査報告会概要集，日本地震工学会・土木学会他共催，2003年8月21日
- 3) 東日本旅客鉄道(株)：RB工法設計施工の手引，2000年3月
- 4) 東日本旅客鉄道(株)：一面補強工法設計施工の手引，2001年7月
- 5) 津吉毅ら：鉄筋を柱外周に配置し柱の四隅で定着する既設RC柱の耐震補強方法に関する研究，土木学会論文集，No.662/V-49，pp.205-216，2000年11月
- 6) 石橋ら：鉄筋コンクリート高架橋の地震被害程度と設計上の耐震性能に関する検討，土木学会論文集，No.563/I-39，pp.95-103，1997年4月
- 7) 小林ら：RC柱の一面から施工する耐震補強工法の後挿入鉄筋の補強効果に関する実験的研究，土木学会論文集，No.683/V-52，pp.91-102，2001年8月
- 8) 小林ら：RC柱の一面から施工する耐震補強工法の鋼板の補強効果に関する実験的研究，土木学会論文集，No.683/V-52，pp.75-89，2001年8月
- 9) 村田ら：鉄骨鉄筋コンクリート部材のせん断耐力，土木学会論文集，No.626/I-48，pp.207-218，1999年7月

#### 【筆者紹介】

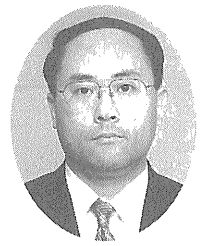
津吉 毅(つよし たけし)  
東日本旅客鉄道株式会社  
建設工事事務部  
構造技術センター



## づいそう

## 小さな子供を持つ親となって

星 隈 順 一



昨年末に2人目の子供が生まれ、私も二児の子供の父親となりました。上の子は3歳で、このくらいになると好奇心がますます旺盛となり、ちょろちょろして目が離せません。

そういう自分が幼少のころどうだったかと思返すと、それは両親に大変な心配をかけるほどちょろちょろしていたようです。それが原因でとんでもないハプニング(?)を起こしてしまったようで、お恥ずかしい話ですが、そんなエピソードを2つ紹介させていただきます。

5歳のころだったと思いますが、福岡県の英彦山に家族(両親、当時9歳の兄と2歳の妹)で山登りに行った時のことです。途中、鎖を使って登っていくような急な斜面もあるような登山道で、今考えれば小さな子供を連れていくには少し無茶な山登りだったと思います。それでも、なんとか山頂にたどり着き、みんなで休憩をしていたのですが、その時、どうしたわけか親の目を盗んで私はひとりで山頂付近をうろうろ歩きまわっていたらしく、その途中で急な崖に足を滑らせ、十数メートルほど頭から転落してしまいました。幸い転落箇所には木があり、枝に肩が引っ掛かるような形で止まりました。肩を強打し、瀕死の重傷だったらしいのですが、父親らがすぐに崖を降りてきて助けだしてくれたおかげで、一大事には至りませんでした。その事後、両親は山登りに小さい子を連れていったことをかなり後悔したようですが今自分自身が幼児の子供を持つ身となり、改めて自分が幼少のころの事故を思い起こすと、親の責任というのは重要だなと感じるところです。

もう1つは、7歳の頃だったと思いますが、乗車していた新幹線から私が突然いなくなるという推理小説

みたいなハプニングを起こしてしまいました。広島に家族旅行に行った帰り、満員の山陽新幹線に乗って小倉駅に向かっていました。私は父、兄といっしょに楽しみにしていた食堂車で食事をし、先に食べ終わったため、ひとりで母親の待つ席に向かって戻ったようです。ところが、その時に新幹線が小郡駅(今の新山口駅)に停車し、タイミングよくデッキを通りかけていた私は、駅のプラットフォームの看板にある小学校で習ったばかりの「小」の字が目に入りこみ、ここが小倉駅だと勘違いして、なんとひとりで下車してしまいました。それからが大変でした。私自身はすぐに小郡駅で鉄道公安官に保護されたのでいいのですが、食堂車から戻ってきた父親は私がいなことに気づき、慌てて満員の車内を探し、車掌さんにも手伝ってもらって行方を追ったようです。しかし、数十分探しても私が見つからず大きな事件、事故に巻き込まれたのではないかという壮絶感が漂い始めていた時小郡駅から車内の車掌さんに無事保護の連絡が入りました。結局、事なきを得たのですが、連絡が入るまでの数十分間は、やはり両親は最悪の事態が頭をよぎったとのことでした。私は結局とんでもない大迷惑をかけたことになるのですが、前述した英彦山からの転落事故よりも、怪我はなかったけども新幹線から突然いなくなった時の方が極限の心配状態だったと今でも話しをしてくれます。

いずれの話も、今となっては笑い話ですが、子供はいつどういう行動をとるかわからないということをも自分自身が身をもって示した形となっており、幼少の頃の苦い経験をいい形で今後の子育てに役立てていければと思っているところです。

一ほしくま じゅんいち 国土交通省総合政策局建設施工企画課課長補佐一

ざいそう

## ファン気質に思う

田 中 和 夫



プロ野球ファンは全国各地に在って、テレビや球場で観戦して一喜一憂するのが常である。

2003年プロ野球日本シリーズが今回7回戦を経てダイエーホークスの優勝で幕をとじた。野球ファンは勿論のこと、両チームの熱烈ファンを手に汗して十分楽しませてくれた。特にセ・リーグの覇者阪神タイガースは18年振りの優勝で舞い上がり、昨年まで低迷していた鬱積を吹き飛ばし、その快挙に酔い、日本シリーズでも熱いファンの期待に応えた年でもあった。時期を同じくして海の彼方でもニューヨークヤンキースに移籍して1年目の松井ゴジラが奮闘、新人王まで競う状況をテレビ放映され、日・米ファンからも熱い声援を受けていた。野茂・松井選手に代表される日本のプロ野球選手がアメリカの大リーガーチームで活躍している事に来年以降大いに期待したい。スポーツの中でも野球は小人から大人まで愛好されている。近年アマチュア階層でもチーム育成に良き指導者を置き洗練されてきた。その代表が高校野球であり、甲子園出場の伝統校であろう。各高校共、真摯なプレーと力強い応援が味方を励まし、観る人の心を爽快にしてくれる。これが高校野球の神髄であり多くのファンを集める所以でもあろう。

野球好きは人によって受止め方に温度差がある。一般的なファンは過去に功績のあった監督や華麗な選手の所属するチームと思われる。熱烈ファンや熱狂ファンとなると華麗さの中に粘り強さを秘め、ピンチやチャンスに期待度の高い選手の所属チームがファンを拡大するのは当然だろう。何れにせよ、アマ、プロを問わず、選手と観衆が一つの小さな白球に集中できる野球が大好きである。私もご多分に漏れず草野球から興味を持ち、高校球児として憧れの甲子園を目指し血を吐いたが実現出来なかった苦しい経験を経た一人である。当時は硬式の部活をする学校が少なく、昨今の各県内での代表でなく中国地方では5県対戦での優勝校が甲子園に代表として出場できた時代であった。その後、社会人野球を目指したが体調を崩し断念、故郷に帰り再就職。地域の軟式野球チームで活躍し周辺市からも評価を得て順調に推移したが然し肩を壊した、軟式に変わって10年が経過していた。丁度その頃転勤の内示もあり、これを契機に野球を断念する事とした。

転勤が福山に決まり広島県民となりカープファンを自称した。原爆で打ちのめされた市民にとって、カープは弱くとも、かけがえのない心の支えとなった。苦しかった球団の窮状を市民のタル募金で支え、12球団で契約金が激安であっても頑張った選手、市民と球団が一体となって盛り立てた。どの球場でも熱狂するファンはいるが罵声をとこと構わず浴びせるのは、聞くに耐えない。何れにせよ、整然と応援するのは熱烈ファン、感情が切れて絶叫するのが熱狂ファン、両者ともこれが野球好きなファンの気質でしょう。

カープファン理由の二つ目は昭和50年に初優勝した時のメンバーのうち、特に俊足の高橋慶彦、ホームランバッターの山本浩二、鉄人衣笠祥雄の熱烈なファンとなった。その後甲子園を沸かし、社会人野球の協和醗酵を経て昭和56年のドラフト会議で広島が1位指名した津田恒実投手の入団であった。彼の評判は高く、真っ向からバッターと勝負するタイプで江夏、堀内に通じるものを感じさせていた。入団1年目、11勝を上げ新人王を獲得している。ストレート主体のピッチングで勝負する彼の心意気に感動した。

ここで津田投手の入団以降の足跡を振りかえると、2年目、前半は順調な滑り出しから後半肩を痛めて一時戦線離脱、終盤復帰、結果的にはセ・リーグ勝率1位となっている。3年目、右手中指血行障害で戦列を離れ治療に専念、この年カープはセ・リーグ4度目の優勝を果たし阪急との日本シリーズにも勝ち日本一に輝いている。昭和61年、津田投手ストッパーに転向。躍り上がるように投げ込むストレートで勝利し、その球の速さに敵、味方を感嘆させた。これが炎のストッパーの誕生である。昭和63年、リリーフ転向3年目津田投手に危機が迫る、この年広島のサヨナラ負けは14試合を記録しているがその内津田での負けが9試合で以前の神通力は完全に消えて「サヨナラの津田」とまで云われて優勝争いから脱落。前後して山本浩二、衣笠の主力選手の引退でリーグ最下位まで落ち込んだ。平成元年「サヨナラの津田」から不死鳥のように甦った津田は念願のセーブ王、最優秀救援投手にも輝いた、最高の年であった。打たれても打たれてもストレートに命を賭けた彼を、熱烈なファンとして尊敬した。平成5年7月、行年32才で他界した彼の野球に対する真筆な行為に対して哀悼の誠を捧げると同時に広島カープの今後の隆盛を祈り何時までも熱烈ファンを続けたい。

近年のプロ野球を白けさせている原因が巷で囁かれている。その原因にはドラフト制度の機能低下、FA選手や実戦力対応選手を金銭で否応なしに獲得する読売巨人に代表される球団のやり口、野球実況放送を巨人主体に放送する報道のエゴ（山間地域は電波が届かない）、TVアナウンサーも画像で視聴者が観れる範囲を力説質問に終始、素人紛いで幻滅する、野球解説者はプロ経験者であり、プレーする選手の置かれた立場の心理状態を主体に解説させれば見る人を感動させ興味を増す事が出来ると思う。又アメリカの大リーグ野球に夢を託し日本の野球選手が次々と流出する事は日・米対等な技術が備わった訳でなく、アメリカのチーム数が増えた事に起因し日本人でも参画出来る環境が整ったからであろう。何れにせよ野球環境の変化で日本のプロ野球が衰退しない事を祈りたい。

—たなか かずお 佐藤工業株式会社中国支店土木営業部長—

## 平成 15 年度 建設機械と施工法シンポジウム報告

社団法人日本建設機械化協会主催による平成 15 年度の建設機械と施工法シンポジウムは平成 15 年 10 月 23 日(木)～24 日(金)の両日、東京都港区の機械振興会館で開催された。

シンポジウムは「土工とその機械」1 件、「舗装とその機械」2 件、「基礎とその機械」2 件、「建築とその機械」1 件、「環境・リサイクルとその機械」1 件、「トンネルとその機械」7 件、「維持とその機械」3 件、「コンクリートとその機械」1 件、「自動化・ロボット化・施工管理」2 件、「その他の機械」1 件、計 32 件と建設機械が直面する広範囲にわたる論文が発表され、熱のこもった討論が展開された。

本シンポジウムの詳細は論文集を参照して頂きたい。ここでは概要を当日の座長にとりまとめて頂いたので掲載する。

キーワード：建設機械、土工、舗装、トンネル、維持管理、コンクリート、自動化、ロボット、施工

Compacted Dam) 工法による高速施工を可能としている。

### [1] 土工とその機械

(座長：内田克巳)

「簡易遠隔操縦装置による施工の効率化検討」(国土交通省九州技術事務所)

遠隔操縦機械による無人化施工は雲仙普賢岳の災害復旧工事以来、改良・発展を遂げ導入実績も多くなってきた。このような中、市販の建設機械を専用機として改造することなく、装置を搭載することで遠隔操縦を可能とした簡易遠隔操縦装置(通称ロボQ)を開発した。

一般工事への導入を目的に、各種の実証試験を行った結果、施工精度の向上が確認されると共に、掘削作業以外での有効性が確認されたとの報告であり、今後一般土木工事に幅広く普及していくことが期待される。

### [2] コンクリートとその機械

(座長：内田克巳)

「テルハ型クレーンによるダムコンクリート運搬・打設設備の開発」(ハザマ)

テルハクレーンをベースに、ダムの打上がり高さに合わせてクレーン本体をリフトアップさせるクライミング装置を有した「昇昇式テルハクレーン」を開発し、ダムのコンクリート主運搬設備に採用したとの報告である。

この設備は仮設用地確保のための法面掘削など自然環境の改変を極力少なくできる。また、トランスファーカと連動した自動運転やリモートメンテナンスを実施し、サイクルタイムの均一化、オペレータの負担軽減など大容量コンクリート打設システムとして順調に稼働し、RCD (Roller

### [3] 維持とその機械

(座長：内田克巳)

「道路標識点検手法の開発」(国土交通省関東技術事務所)

道路標識落下事故を契機に、標識、道路情報提供装置等の点検手法を確立する必要が高まり、画像装置を用いた点検手法を開発したとの報告である。点検用の専用車に装備された伸縮ポール、アーム、旋回装置等に 3 CCD カメラを搭載し、車内より直接操作する。高所にある標識などの画像データを取込み、点検記録表として記録しデータベース化する。高所での近接目視点検に比べ、交通渋滞の発生がなく、作業の安全確保、作業効率の向上が図られており、現状での点検手法の代替として確立していくことが望まれる。

「消雪井戸の維持管理点検ロボットの開発」(国土交通省北陸技術事務所)

冬期交通確保に重要な役割を果たす消融雪施設の代表に消雪パイプがある。この熱源として重要な消雪井戸の揚水能力維持のため、水中ポンプを引上げなくてもケーシング内部を直視点検できる小型水中カメラと、部分腐食が修繕可能なロボットを開発した。動作確認試験の結果、施工性はよく、ロボット動作状況も良好であったとの報告である。これにより消雪井戸のライフサイクルに大幅なコストダウンが図れるなど、画期的な技術であり、同じ雪に悩む全国への展開など幅広く普及していくことが期待される。

#### 「既設トンネルの覆工背面空洞調査法 PVM システムの開発」(古河機械金属)

既設トンネル覆工背面の空洞や地山性状を調査するため、小孔径で高速穿孔しながら精度よく調査できる PVM システムを開発した。一般に用いられている非破壊物理探査手法やコアボーリングに比べ、覆工厚や地下水の影響による調査精度低下も懸念されず、非常に信頼性が高い。小孔径のためトンネル構造への影響が小さく施工スピードも速い。また、一連のシステム機器は専用機に搭載され機動性、安全性に優れるとの報告である。今後、人工知能技術を用いるなど、多くのデータ解析による空洞規模調査の総合システムを目指す。

#### [4] 舗装とその機械

(座長：松本孝之)

#### 「高速型排水性舗装機能回復車の開発」(NIPPO, 石川島播磨重工業)

作業速度の高速化及び作業コストの低減を目的として、従来にない機構の洗浄ユニットを有する高速型排水性舗装機能回復車を開発した。同機は、多量の高圧水を路面に対して斜めに噴射し、路面で跳ね返る勢いを利用して空隙詰まり物と洗浄水を回収する洗浄方法を採用している。真空吸引装置が必要なく、同クラスの機能回復機より安価である。また、作業速度が6~10 km/h と速く、車線規制を行わずに機能回復作業を行えるため、作業コストを低減できる。平成15年8月までに5件、約6万m<sup>2</sup>の施工実績がある。

#### 「三次元マシンコントロールシステムを応用した道路建設機械」(鹿島道路)

三次元マシンコントロールシステム「3D-MC」を国内で初めてモータグレーダに適用し、北海道縦貫道工事の路盤工に使用して、有効性と施工精度を確認した。3D-MCグレーダは、光通信機能を付加した自動追尾型トータルステーションがブレードに設置された受光センサを追尾、測定し、その一つに合致する設計高さ及び横断勾配データ等をパソコンから引出して、レーザー光として発信し、ブレードの高さ及び横断勾配を自動制御するものである。今後、出来形管理の合理化、省力化及び熟練オペレータ不足問題の解決策として期待される。

#### 「路上再々生路盤工法の効率化」(NIPPO)

施工から十数年が経過して修繕時期を迎えた路上再生路盤を効率的、経済的に再々生するため、破砕能力が大きなロードスタビライザ「ロードリサイクラ」を開発し、路上

再々生路盤工法「スーパーFRB工法(Field Recycling Base)」を実用化した。

ロードリサイクラは、厚さ15cmのアスファルト舗装を破砕でき、全ての再生路盤用添加剤に対応できる。スーパーFRB工法は、ロードリサイクラを用いて再生路盤や水硬性鉄鋼スラグ路盤、セメント安定処理路盤等を路上で破砕して再利用するものである。条件により路盤の予備破砕が不要で、施工コストを従来工法より最大30%削減可能である。平成15年5月までに、約4万m<sup>2</sup>の施工実績がある。

#### [5] 基礎とその機械

(座長：小滝 裕)

#### 「完全無人化を目指した New DREAM 工法のトラベリングシステムの開発」(大豊建設)

ニューマチック工法の大深度化に伴い、潜函作業の完全無人化を目指して、自動掘削機のメンテナンスを大気圧下で安全に実施するシステムの要素技術開発である。実大規模の試験装置で自動掘削機の回収と据付け機能及び煩雑なケーブル類の遠隔脱着操作機能の耐久性等が確認出来たとの報告である。このシステムが完成することにより、高気圧作業の大幅な削減が期待される。

#### 「地盤に適合したスラリー供給によるソイルセメント柱列式地下連続壁の施工」(佐藤工業)

本工法は、土とセメントスラリーを原位置で攪拌、混合し、地中に連続壁を構築する工法であるが、現地土質に適合したセメントスラリーのW/Cを制御、注入することにより、高品質、低コストの連続壁を施工したことの実績報告である。また、発生するスライム(産廃)を再利用するシステムとW/C制御システムを付加した工法を構築することで、より高度化が期待される。

#### [6] 自動化・ロボット化・施工管理

(座長：小滝 裕)

#### 「加速度応答を用いた締固め度管理手法の検討」(大成建設)

締固め機械に加速度計を装着して、締固め度をリアルタイムに測定するシステムの適用性を検証するため、室内・現場試験を実施した結果の報告である。機械の振動タイプと加速度応答、基盤面の特性と加速度応答等の関係を詳細に分析したが、リアルタイムで管理できる実用化レベルに達するためには、数多くの現場試験等を実施したデータの蓄積と分析を図る必要がある。

### 「画像認識を利用した自動監視システムの開発」(大成建設)

動画像を利用して、指定した領域の変状を捉え、安全確認や異常警報を行うシステムの紹介と、他用途に対応できる柔軟なシステム開発への経過と適用事例の報告である。現場特有の環境、気象があり自動監視システムを運用するためには技術的な課題がまだ残されているが、認識ソフト等充実させることで現場への展開が期待される。

### 「煙突内壁煉瓦解体装置の開発」(東急建設)

焼却施設解体工事におけるダイオキシン類の除染技術開発の一環として煙突内壁解体装置を開発し、実証工事が完了したため、装置の概要と工事実績報告である。装置はエンドレスチェーンを高速回転させながら旋回、昇降し、アームが自在に拡張して煉瓦を解体する。煙突内は汚染されているため遠隔操作で行い、解体状況は赤外線式 CCD カメラで監視しながら行える。今後、解体煉瓦の搬出装置等の開発で、解体工事の一貫したシステムの完成が期待される。

## [7] 環境・リサイクルとその機械

(座長：前田純一郎)

### 「関門航路浚渫工事における土砂の分級ならびに今後の展開」(信幸建設)

関門航路の浚渫工事において、大容量かつ高能率な分級工法「ソイルセパレータ工法」を世界で初めて採用しその成果を確認した。約 30 万 m<sup>3</sup> の浚渫土砂を分級して砂を取出し、建設中の空港の覆土材として有効利用した。さらに分級後の残された大量のシルト、粘土分泥水を効率的に処理して各種建設材料としてリサイクルできる安価な固液分離システムを開発した。本固液分離システムと分級工法を組み合わせることにより、浚渫土砂を 100% リサイクルできるトータルシステムが完成した。今後は、分離されたフロックを低コストで減容化する処理技術の開発が課題である。

## [8] その他の機械

(座長：前田純一郎)

### 「プラズマによる破碎技術 (PAB 工法) の開発」(熊谷組)

従来の機械掘削とは異なる破碎技術として、放電により発生する衝撃波を利用することで非接触で対象物を破碎するプラズマによる岩盤破碎技術 (PAB: Plasma Acoustic Blasting) を開発した。騒音、震動が少なく、破片の飛散がないことや、電圧を調整することにより破碎力を調整で

き、重要構造物の近傍でも施工できる技術である。岩破碎試験の後、実施工に導入した結果、静的破碎剤では壊れにくい鉄筋量の多いコンクリート構造物も放電により細かく粉碎でき、硬岩についても 200 MPa 以上の岩も放電のみで破碎できることを確認した。

## [9] 建築とその機械

(座長：前田純一郎)

### 「モルタル剥離装置を用いた耐震補強システムの開発と実用化」(佐藤工業)

耐震壁の増打ち工事の工期短縮と、低騒音、低振動、無粉塵化を図り、施主が建物を使用しながらでも工事ができるように、コンクリート躯体部とモルタルの界面で切断分離するモルタル剥離装置 (フレックスソー工法) と、後施工アンカを打設するサイレント工法を組合せた耐震補強システムを開発した。フレックスソー工法は、コンクリート躯体部とモルタルの境界部をコンクリートカットでスライスして剥離させるものである。本工法により騒音は従来工法に比べて大幅に改善し、工事ストップを指示されることも少なく、安定した工事管理を実現できた。

### 「外部作業用セルフクライミング足場の開発」(東急建設)

RC 造の集合住宅建設の外部作業用に、セルフクライミング式の足場を開発した。本足場は、安全にセルフクライミングを行え、かつ装置が小型で盛替え作業に時間がかからないこと、転用が可能で、一般形状の建物に対応できることを特徴とする。足場ユニットには 2 台の巻上げ装置とガイドローラが設けられており、ユニット間の干渉がなく安全にクライミングできる。13 台のユニットを設置した実施工現場に適用した結果、セルフクライミングを行うことで、揚重機の使用日数を削減でき、工期を短縮することも可能となった。今後、盛替え作業の簡素化により一層の工期短縮とコスト低減を図る。

### 「超高層マンション施工革命 セルフクライミング天井クレーンシステム—シャトライズ工法—」(鹿島建設)

免震構造の超高層マンションで、柱配列が短辺方向は 2 列の柱、長辺方向は長い板状構造の建物の施工に適用され、狭隘な敷地条件でも合理的に短工期で施工できる機械化施工システムを開発した。構工法は、柱や梁の架構をフルプレキャスト化し、PC 鋼材で締付け、一体化する PCaPC 工法である。20 t を超える PC 部材を建設用リフトで施工階まで垂直搬送し、さらに建屋上部に設けた天井クレーンで水平搬送して建方を行う。天井クレーンシステムは、進捗に合わせてクライミングする機構になっている。実施工



においては、1節（2フロア）を9日の短サイクルで施工を行うことができた。

#### [10] トンネルとその機械

（座長：北川滋樹）

##### 「ツインスクリュシールド工法の開発と実用化」（大成建設）

高水圧下の泥土圧シールドでは、排土装置であるスクリュコンベヤからの噴発現象などにより切羽土圧の制御が難しくなる。この問題に対し、「ツインスクリュシールド工法」を開発した。ツインスクリュとは2本の軸付きスクリュを相互に逆方向に組合わせた構造を持ち、高水圧下でも高い止水性能を発揮し安定した排土性能が得られる。これにより掘進時、切羽土圧の安定制御ができ、スクリュ回転数を計測することで正確な掘削土量管理が可能となった。

##### 「小断面トンネル吹付けシステムの開発」（三井住友建設）

トンネル工事でのコンクリート吹付け作業は、粉塵発生量が多く過酷な作業となる。特に小断面トンネルの場合、骨材の跳ね返りも重なるためエア方式以外の吹付けシステムが望まれる。ここで報告する吹付けシステムは、エア方式に代わる遠心力吹付け方式で、高速回転するインペラの遠心力により吹付け材料を投射し、吹付けを行う方法である。遠心力吹付け試験結果によれば、粉塵濃度は通常のエア方式に比べ1/6～1/9、さらに低粉塵対応型粉体急結剤を用いると1/20～1/30まで低減できた。

##### 「センターホールジャッキ方式によるシールドの発進方法」（佐藤工業）

この発進方式はコンパクトシールド工法の一環として開発されたものであるが、通常の仮組みセグメント方式では発進時や初期掘進時の資材搬出入の作業性、能率、安全性に問題があり、仮組みセグメントの撤去にも手間がかかる。これに代わりセンターホールジャッキによりシールド機を直接地山に引込むことにより、シールド機後方のスペースが有効に利用でき、狭い立坑でも効率的な発進作業が可能となる。実施工を通して、この発進方式の作業効率や安全性向上などの優位性を確認した。

##### 「都市部における既設下水管（φ700 mm）の引抜き撤去工事例の報告」（佐藤工業）

駅部の開削工事に伴う山留壁施工位置に埋設されている下水管を、地上から開削せず地下にて管撤去埋戻しをした事例の報告である。山留壁に支障する範囲は延長8～30 m

の4区間で、対象地質は関東ロームと土丹である。施工方法は引抜き用立坑を設置し、撤去部先端に鋼製引抜き治具を取付け、PC鋼棒を介し立坑より下水管を一体で引抜く。発生した空洞は引抜きと同時に鋼製引抜き治具よりCBを充填注入する。外周抵抗の縁を切ると引抜き力は、管自体の耐力及び引抜き想定値以下で施工できた。

##### 「ラッピング工法（トンネル外周被覆工法）の開発」（大成建設）

シールドトンネルの大深度化に伴う止水技術は、トンネル構造物の耐久性向上の面からも重要な課題である。この課題に対し、トンネル全体をシートで被覆する「ラッピング工法」の概要と実証実験について報告するものである。防水シートは厚さ2 mm以上のポリエチレンシートであり、シールド機テール内に設置されたラッピング装置で巻立て、固定、溶着する。掘進と並行してシート巻立て作業をするため、実証実験により巻立て時間が掘進に支障しないこと、さらに、シート耐水圧試験を実施し、溶着品質に掘進やセグメント組立ての影響がないことを確認した。

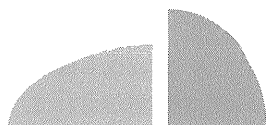
##### 「泥水式斜坑推進工法で施工した大深度換気立坑の施工機械設備」（清水建設）

内径10.8 mのシールドトンネル式調整池が、国道直下87 mの大深度に設置されている。この調整池の換気用立坑として、国道に隣接する公園敷地内から、伏せ角度75.6度で呼び径2,000 mmの泥水式推進工事により斜坑を施工した事例報告である。地上に反力構台を設置し、グラウンドアンカで反力を確保し推進を行った。推進管はダクタイル鋳鉄管で、大きな浮力を受けながらの推進であるため、管の接続には特殊な装備を持つ。掘進機の方向制御は中折れ装置の作用でなされ、到達後、掘進機は解体され地上に引上げられた。

##### 「低土被りシールド機の開発と掘進実証試験の実施」（大成建設）

交差点や踏切部のアンダーパスをシールド工法で構築する場合、超浅深度施工となる。「ルーフプロテクトシールド工法」は、シールド機上部に装備した庇状の先受け機構（ルーフプロテクト）により、掘進時の切羽の緩みを遮断し地盤変状を抑制する。ルーフプロテクトは通常の泥土圧シールド工法と同様であり、この先受け部の掘削・排土・土圧調整機構の性能を確認するため、大型土槽を用いた試験機による掘進実験を実施した。掘進結果は、事前解析による必要な土圧変動幅以下で、高精度な土圧制御が可能であった。

JCMA



## 海外報告

## 欧州に学ぶもの

佐野正道

2003年10月24～31日 ベルギー、オランダ、デンマーク

## 1. はじめに

昨秋10月、欧州（ベルギー、オランダ、デンマーク他一国）へ出張する機会があった。そのうち、CECE、EU委員会等を訪ねた際の調査成果はJCMAの岡崎専務理事が本誌1月号で報告されており、オランダのポンプ施設等の見学については、APSから報告がなされることになっている。ここでは、これらを除く欧州で見たり感じたことのいくつかをご紹介します、読者の皆様のご参考になれば幸甚である。

## 2. ロンキエール・インクライン、ストレピテュー・リフトから学ぶもの

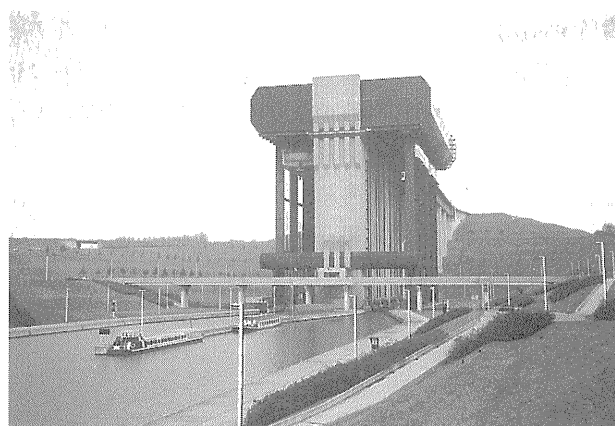
ロンキエール・インクラインはブリュッセルの南西約30kmのブリュッセル・シャルルロワ運河に位置し、勾配5%の斜路で1,350tクラスの船を約30分で昇降させることができる。世界第2位のインクライン（標高差67.5m、長さ1,432m）で、長さ91.1m、幅12.0m、水深3.7m、総重量5,500tのタンクがローラの上を滑る方式である



写真—1 ロンキエール・インクライン

(写真—1)。

ストレピテュー・リフトは、ブリュッセルの南西約40kmのフランスとベルギーを連結する中央運河に位置し、標高差73.25mを昇降する世界最大規模の巨大リフトである。長さ112.0m、幅12.0m、水深3.5m、総重量7,500tのタンクが2基あり、それぞれ4基の電動モータを用いて駆動させる。リフトの通過時間は約1時間、前後のバイパス運河を含めた運航は約2時間である(写真—2)。



写真—2 ストレピテュー・リフト

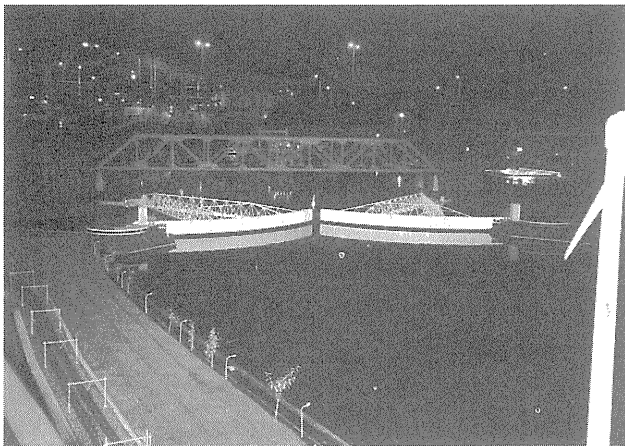
ベルギーは、首都ブリュッセルから約2時間ではほぼ全国をカバーできる高速道路網が整備されており、これらの施設へはブリュッセルから約1時間で容易にアクセスすることが可能である。

訪ねて驚いたのは、土曜日であったが早朝にも関わらず、これらの施設を見学するために、多数の観光客と思しき人々が訪れていたことである。わが国でも世界に冠たる社会基盤施設ならば、最近では展示資料館の類のものは設置されている場合が多いが、訪問客に対する館員の接客ぶりには疑問符の付く場面に遭遇することもあるのではなかろうか。VIPならともかく、一般客の場合は対面での説明による案内を行うケースは稀である。しかも内容は、パネル等を

写真—3 ストレピテュー・リフトの駆動部の案内  
(正面向きの人が説明)

多用して実物の見学は、安全上、保安上等の観点から差し控える場合が多い。これに比して、ベルギーの両施設は、いずれも展示施設に休憩所を併設しているだけでなく、希望者にはテクニカルビジットと称して、施設の中核部までを専門の担当者が face to face で訪問客を案内し、わかりやすく解説するツアーコースが準備されており、人気を集めていることに注目したい（写真—3）。

オランダのデルタプロジェクトの各施設を訪れた際も、ベルギーと同様、訪問客は、各施設をつぶさに見学し、説明員から懇切な説明を直接受けたり、質問したりすることのできるメニューが用意されていた。さらに、ハーグにはマドローダムというこれらの施設のミニチュアを集めた遊園地があり、これらの社会基盤施設の効用をミニチュアを通して知らず知らずのうちに会得することができるよう工夫が凝らされている（写真—4）。



写真—4 マドローダムの模型（デルタプロジェクトの一部）

一方我が国では、完成した様々の社会基盤施設では、その効用を広く国民の皆さんに理解してもらうためのノウハウが欠如しているように思える。計画段階や建設段階では、それなりの努力が見受けられるが、供用後は必要最小限の保守管理のみとなり、国民の暮らしに具体的にどう役立っているのかを、直接、管理者等が、当該施設を通じて地域の住民や観光客を対象に解説するような工夫、運営はほとんどないのではないのか。公共事業批判に世論が同調するのも、日頃のこのような地道な活動の欠落が影響していることは否めないと思う。

世界一のつり橋を誇る明石海峡大橋ですら、神戸市制作の観光パンフレットの表紙を飾っていないし、市当局にも一級の観光資源だと思認識がない。したがって、明石海峡大橋の展示館は、案内人による懇切な説明や訪問者との対話等の運営手法は採用していないし、特別な日でない橋本体の見学は困難である。こんなことから、3本も無駄な橋を建設したとのメディア報道に違和感を感じる国民

が少ないのは当然である。計画、建設のプロセスで地域住民の声を重視するようにはなったものの、完成後も観光等で訪れる人々や地域住民との直接の対話や交流があれば、社会基盤施設と国民との距離がもっと縮まり、身近な存在として認知してもらえるのではないか。

### 3. ブリュッセル、アントワープ、オステンド、ブリュージュの街並みから学ぶもの

訪れたベルギーの諸都市（ブリュッセル、アントワープ、ブリュージュ）では、旧市街の広場や運河を含めた街並みが、12～17世紀に及ぶ中世の繁栄した頃の面影をとどめ、街全体が博物館の様相をなしている。もちろん建築物の内部は、ホテル、レストラン、商店等に活用され、現代風に改装されているが、外観はすべて昔のまま、道路も石畳の舗装が当時を物語っている。この魅力に惹かれて国内外を問わず観光客は訪れる。

我が国では、このような歴史的空間の面的拡がりや有して人々を惹きつけるような都市はほとんど見あたらない。京都や奈良でさえ、社寺等のスポットが点在しているにすぎず、せいぜい小さな個々の一本の横丁がその雰囲気だけを伝えているにとどまっていることが多い。更に、日本のまちは、統一されたコンセプトはなく、好き勝手に建築物を建造し、美しさはまったく感じられない。まちづくりに取り組む姿勢や歴史的遺産に対する考え方の違いを痛感させられた。

欧州では市街地全体がまとまりある歴史空間として今日もなお保全され、かつ、そこに住む人々の暮らしとの共存も図られている。文化財の指定を受ければ釘一本打てない硬直的なルールはそこにはない。警察のパトカーでさえ、狭い旧市街の空間では、路上駐車せざるを得ない等、人と車の共存の知恵も見事である（写真—5、写真—6、写真—7）。

また、ベルギーの北海沿岸に面する海浜リゾート都市で



写真—5 ブリュッセル旧市街のパトカー駐車



写真-6 ゲントの運河と建築物

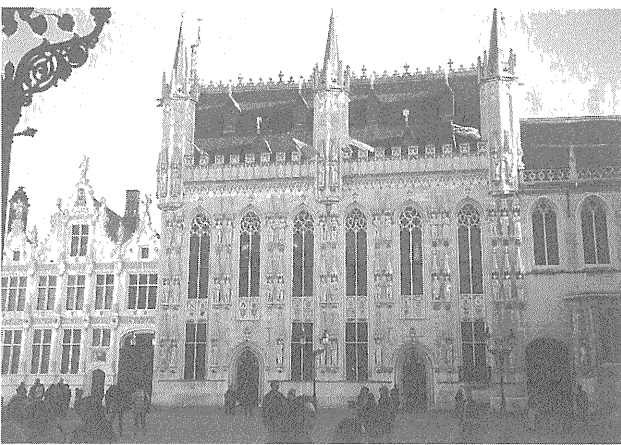


写真-7 ブリュージュ市役所

あるオステンドでは、海岸の浸食防止のために作られた護岸が、アルベルト1世の散歩道と称して、海岸リゾートの中枢施設の一部を構成し、訪れる人々に港湾周辺と共に憩いの場を提供する等、社会基盤施設が観光や地域の暮らしに緊密にとけ込んでいる（写真-8）。

このような街並を構成する社会基盤施設は、建築物とともに、訪れる人々に魅力や楽しみを提供する貴重なツール

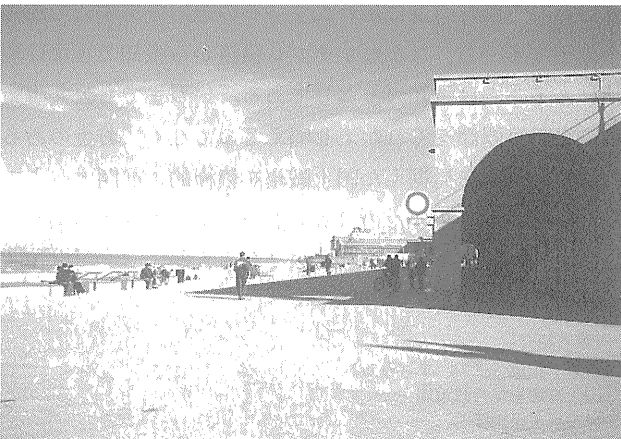


写真-8 オステンドの防砂遊歩道

となっている。歴史を大切に後世へ受継ぎ、語り合う国民の精神構造は、歴史的街並み、社会基盤施設等を国民皆の共有の財産として捉え、皆で保全するコンセンサス作りを資するものと思料される。

#### 4. グレートベルト、オーレスンド、ファーマーベルトの大規模プロジェクトから学ぶもの

我が国では、本州四国連絡橋は3本も同時に建設したことに対する批判が根強い。3本のうち1本だけは適切に維持管理をして後の2本は朽ち果てるまで手入れをせず放置せよとの乱暴な意見を吐く元土木学会長が現れたり、本州四国連絡橋や東京湾アクアラインのような惨めな仕事は今後やらせてはいけないと発言する政治家が登場する等、とかく長大橋のような大規模プロジェクトは物議を醸すことが多い。

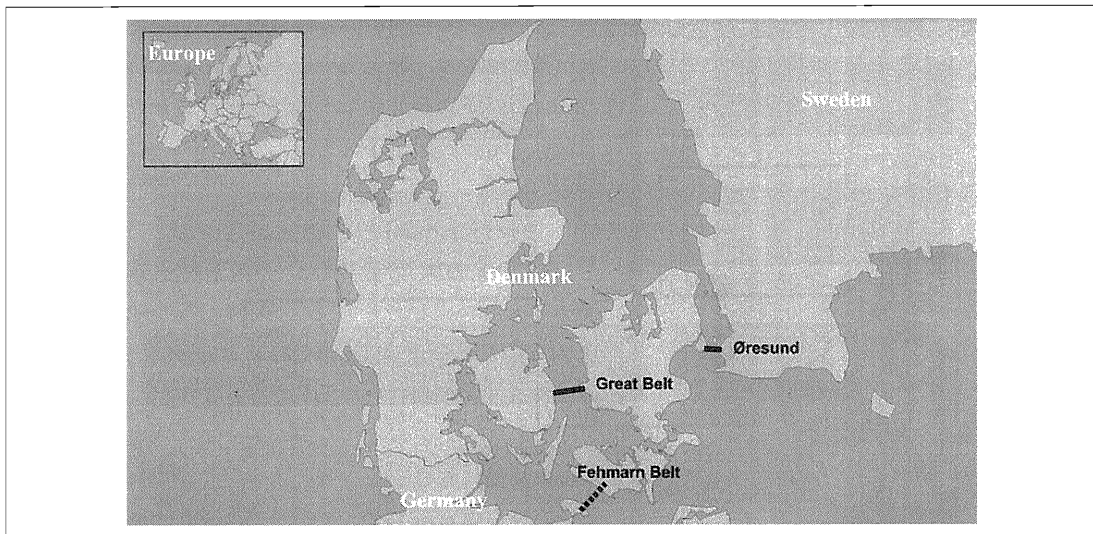
デンマークでは、長大橋を含む海峡横断プロジェクト（道路+鉄道）として、1998年にグレートベルト（延長21 km）が、2000年にオーレスンド（延長25 km）が開通し、更に2005年からはファーマーベルト（延長20 km）の大



写真-9 グレートベルト東橋



写真-10 オーレスンドリンク



図一1 デンマークの海峡横断プロジェクト

規模プロジェクトがドイツと共同で2012年の開通を目指して動き出そうとしている(写真—9, 写真—10, 図—1)。

デンマークは日本の僅か4%程度の人口や経済規模の小国(概ね兵庫県の規模)であるが、グレートベルトにより国内を陸路で、オーレスンドにより隣国スウェーデンと、フェーマーベルトでは南隣のドイツとの直結を図り、小さな国の交流圏、経済圏の拡大に活路を見いだそうとしている。ちなみに昨年の交通量は、グレートベルトでは、23,000台/日程度(通行料:245DKK≒4,300円)、オーレスンドでは10,000台/日程度(通行料:225DKK≒4,000円)で推移しており、特に夏休み期間中は冬期の2~3倍の交通量となっている。

オーレスンドは国境を挟む交通のため必ずしも計画通り順調とは言い難いが、我が国の本四3橋プロジェクトをめぐるような交通量に関する批判は、ほとんど見受けられない。国土の一体化を図るだけでなく、ヨーロッパの一員として、周辺国等との国際競争に勝抜くのに必要な基礎体力としての社会基盤を一步一步着実に進めている国策と国民の理解、支援が浮かび上がる。

日本では、オーレスンドが東京湾アクアラインに比して安価で建設できたことばかり強調して報道されているが、全体を見ないで一部のつまみ食いだけではいただけないと思う。地域要件や補償の方法、資金の調達等が全く異なることを無視している。長期的な視点に立って、一步一步、果敢に大規模プロジェクトにチャレンジし続け、世論も後押しするデンマークの将来像をみすえた戦略の極意は、なかなか我が国の人々に理解できそうもないのが残念でならない。

## 5. ま と め

駆け足であったが、5年ぶりに訪れた欧州で改めて感じ取ったものの一端をご紹介した。そこには、厳しい国際競争に勝ち残り、発展を目指す欧州の国づくりのしたたかな基本戦略が見え隠れしていたように思えてならない。街並みや高速道路、運河施設等の社会基盤施設を国民の暮らしに不可欠な身近な存在として、日常の生活体験の一部として後世へ伝え、大切に継承していく仕組みや、展示館の説明員の真摯な接客による日常の地道な広報活動等を通じて、知らず知らずのうちに国を支え、国の将来を切り拓く社会基盤施設の役割を学んでいくプロセスには頭の下がる思いがした。それも観光ツアーという切口から、楽しみながら国民の理解度を向上させるやり方には学ぶべき点は多い。また、その一方で長期的視点に立って着実に国土の根幹となるインフラストラクチャーの整備に取り組み、狭い国土を広く使い、ヒンターランドの拡大を目指すデンマークの戦略にも、もっと注目して良いのではなかろうか。

ひるがえって我が国では、個人の金融資産は2,000兆円といわれるが、有効に使われず、その運用先を求めて海外へ流出する一方、なかなかデフレ経済から脱却できない現状にあることは承知のとおりである。いつまでも公共事業批判という誤謬をくりかえし唱えるのではなく、お金のある今こそ、将来を見据えた国土戦略を積極的に展開すべきではなかろうか。そのためのヒントを欧州の事例は提供しているように思うがいかがなものであろうか。 JCM A

### [筆者紹介]

佐野 正道(さの まさみち)  
国土交通省総合政策局  
建設施工企画課  
課長

## JCMA 報告

## 建設機械用生分解性油脂の 技術動向

機械部会油脂技術委員会

### 1. はじめに

京都議定書における日本政府のコミットメントの実現にむけ、当協会においても官民協力のもと、建設機械の「環境負荷低減技術指針」を定め、環境負荷低減に向けての各施策の立案と推進を行っており、そのような施策の一つとして、万一漏洩した場合でも従来の石油系潤滑油と比較しより環境負荷の少ないとされる生分解性潤滑油（作動油とグリース）の普及促進が取上げられている。

具体的には、建設機械用生分解性潤滑油がグリーン購入法で選定品目とされることを目標とし、同法の選定の必要案件である品質規格および運用基準を定めるため、建設機械製造メーカー、潤滑油メーカー、油圧機器メーカー、潤滑油添加剤メーカーと、建設業部会、リースレンタル業部会の委員からなる機械部会油脂技術委員会において、生分解性作動油用規格 HKB（仮称）、及びグリース用規格 GKB（仮称）の2種類の審議を行っている。本報文では、生分解性作動油/グリースの技術動向ということで、市場動向、運用、技術動向、規格の策定動向等について説明したい。

### 2. 生分解性油脂の市場動向

現在、日本国内で入手できる生分解性潤滑油は、(財)日本環境協会、エコマーク商品情報ページの商品類型 No. 110 生分解性潤滑油<sup>1)</sup>の項に、現在 56 種類が登録されている。その中で建設機械用潤滑油として対象となるのは、工業用作動油 18 種とグリース 19 種の計 37 種類となる。建設機械用の生分解性作動油としては、機械メーカーや潤滑油メーカーが販売や純正指定をしているが、販売総量はあまり多くはない。生分解性のグリースに関しても、国内全需要量 6 万トンのうち生分解性グリースはわずか数十トンであり、その主な用途としてはダムの水門の機械、水中作業機

械の一部、牧草農業機械などが挙げられる。今回の規格策定とグリーン購入法での採用により、今後の生分解性潤滑油の需要拡大が促進されると予想される。

### 3. 建設機械用生分解性作動油の運用

潤滑油の漏洩が発生しても敷地内で処理可能な工業用油圧機械と異なり、建設機械は環境保全に留意すべき地域での使用も多く、環境負荷を考慮して作動油の漏洩について最大限留意する必要がある。生分解性潤滑油使用に関しても、C.O.D.等、環境に与える負荷は食用油と同等レベルであり、使用済みのてんぷら油を湖沼に投棄できないことと同様に、安易に生分解性潤滑油を漏洩させるべきではない。作動油漏洩による環境汚染のリスクを低減するためには、建設機械の設計段階での配慮と使用時の整備の徹底が基本である。

現在、生分解性潤滑油が使用されている製品は、自然界に潤滑油流出をやむなく許容する設計であるチェーンソーや2サイクルの船外機エンジン等の用途が中心である。これに対し、建設機械は正しく整備された状態では漏洩を許容しない設計になっており、生分解性潤滑油の使用は、工法や機械の性質上、万一の漏洩のリスクが起きた場合のみ、環境に対する負荷を最小限に抑えるための対応策として考えるべきである。

また、石油系の潤滑油のベースは単位あたりの製造エネルギーはそれほど大きくは無いが、生分解性潤滑油のベースである脂肪酸エステル<sup>2)</sup>の製造エネルギーは石油系の10倍以上との意見もあり、製造時のCO<sub>2</sub>の排出を含めた環境負荷低減の見地からも、全ての建設機械に生分解性潤滑油を使うことに関しては業界全体としてコンセンサスは得られていない。

このようなことから、現在、油脂技術委員会では、基本的な認識として工法や機械の使用条件、設計的な面から、まず漏洩した場合、環境に対するリスクが高いと客観的に認識される工法からの適用を検討している。具体的には水中で作業し、万一の漏洩が環境汚染に繋がる可能性の高い水中バックホウ工法、水源地や海浜地区での作業が多い油圧式圧入機から適用を開始し、生分解性潤滑油としての認知度を高めながら、適用工法、機種<sup>3)</sup>の拡大を推進して行きたい。

### 4. 技術動向

#### (1) 生分解性作動油の技術動向

生分解性作動油は、生分解性を有するベースオイルと環境毒性の少ない添加剤とで構成される。ベースオイルは、安価であるが耐熱性に劣る植物系を精製した油脂及び、高価だが耐熱性に優れた合成脂肪酸エステル<sup>4)</sup>の二つのいずれかが用いられている。従来、高温、高圧と使用環境の厳し

い建設機械は、合成脂肪酸エステル系が中心に使われてきた。しかしながら、合成系は高コストであり、そのため生分解性作動油の普及の障害となっている事から、安価である植物系の耐熱性向上の工夫もされつつある。

建設機械への生分解性作動油の使用は、欧州が先行しており、数多くの生分解性作動油が販売されている。当委員会メンバの建設機械製造メーカーには、欧州での生分解性作動油使用における幾つかの不具合を経験しており、市場の要求に応じて、機械の設計品質、あるいは、生分解性作動油の特性改善で対応してきた。具体的には、下記内容がある。

- ・生分解性作動油使用による摩擦係数低下に対応し、機械自体のブレーキ容量の向上
  - ・油圧機器の銅合金保護を目的とした生分解性油圧作動油ベースオイル精製度向上と、添加剤の最適化
  - ・生分解性作動油に適したシール材料の適用
- 等々である。

これらの生分解性作動油の技術的な内容を本規格 HKB に盛り込むことにより、個々の生分解性作動油の性能比較が容易になり、機械使用者の作動油選定と、作動油開発による不具合発生防止の進むことが期待されている。

## (2) グリースの技術動向

生分解性グリースは基油と増ちょう剤で構成され、基油には植物油あるいは合成の脂肪酸エステルがあり、増ちょう剤は植物油系でカルシウムせっけん、リチウムせっけん、ベントナイトなどがある。合成の脂肪酸エステル系ではリチウムせっけん、リチウムコンプレックス、ウレア等のタイプがある。

植物油系グリースはエステル系に比べ耐熱性、グリース寿命が劣り最高使用温度は 80℃ 程度との報告もある。一方、各種ゴム材料への影響については物理的要素に起因することが多く添加剤による影響は少ないデータもある。特にエステル系のグリースは NBR に対する影響が大きくニトリル量の違いにより、硬さ変化、体積変化が大きく変わる場合もある。このように基油、増ちょう剤などによる品質、性能のばらつきもあり HKB 同様、建設機械用生分解性グリース GKB としての規格化が必要となっている。

## 5. 規格の動向

生分解性潤滑油の普及の進んでいる欧州において、一般産業機械用の潤滑油のカテゴリーでの生分解性作動油 ISO 規格 (ISO 15380) が制定されているが、当委員会にてその内容を精査した結果、以下に述べる建設機械用の油圧システム特性にそのまま適用するには十分では無いとの結論に至った。その結果、当協会として、建設機械での使用を念頭においた性能規格、品質基準として、先に述べた生分

解性作動油規格 HKB、生分解性グリース規格 GKB の各案を日本建設機械化協会の油脂技術委員会で策定中である。

建設機械の油圧システムの特性は以下のとおり。

- ・システムをコンパクトに纏めパワーデンシティを高める機能要求から、使用圧力が高い (35~42 MPa)。
- ・同じ理由で、リザーバ容量が小さく、出力あたりのシステム油量が少ない。
- ・空冷の冷却器を使用するため、使用温度範囲が広く、最高使用温度が 100℃ 近辺と高い。
- ・開放系のリザーバが主流で、夜間休車時に外部の空気が入り、結露による水分混入が不可避である。

なお、生分解性、環境毒性に関する性能基準は、(財)日本環境協会 エコマーク商品類型 No.110 に示される「生分解性潤滑油」の 4.1 項に規定されており、これと合わせて建設機械用生分解性潤滑油の性能基準が策定される。今後の動向としては、生分解性作動油規格、生分解性グリース規格 GKB の各性能基準案を 2003 年度中に、油脂技術委員会案としてまとめ、日本建設機械化協会の標準部会に提案する予定であり、提案後、日本建設機械化協会標準部会で審議され承認された時点で JCMA 規格として提案される。

また、グリーン購入法の提案案件としては、来年度の提案に生分解性作動油使用の建設機械として提案する予定で、まずは水中バックホウ工法と、油圧圧入機から提案し、生分解性潤滑油の認知度を高めることを手始めに、他の建設機械で漏洩のリスク、使用条件による環境汚染のポテンシャルの高い機種への適用推進を行う予定である。

## 6. 最後 に

生分解性潤滑油のスムーズな市場導入のネックに、性能に対する不安と、石油系潤滑油と比較してコストが余りにも違いすぎるといふ 2 点がある。前者に対しては、HX-2、GX-2 という性能規格ができることで解消されると考えるが、普及に対してはコストの問題が残る。

生分解性作動油を 5 年間使用すると仮定した場合、20 トンクラスの油圧ショベル 1 台あたりのコスト上昇額は 5 年間で 63 万円、3.3 m<sup>3</sup> クラスのホイールローダで、38 万円と大きい。またこのコスト上昇を負担するのは機械を所有するレンタル会社や末端の機械所有者であり、単に損料を上げるという対応では実際のこれら負担者の負担を軽減することは困難で、この状況を改善せずには、生分解性潤滑油の普及は覚束無い。この場を借りて行政を含めた関係各方面の建設機械用生分解性潤滑油の普及促進に対するご支援、ご協力をお願いしたい。

### [筆者紹介]

杉山 玄六 (すぎやま げんろく)

社団法人日本建設機械化協会機械部会油脂技術委員会生分解性作動油分科会

## CMI 報告

## 施工技術総合研究所における トンネル維持管理業務

横沢圭一郎

### 1. はじめに

施工技術総合研究所は、研究所の設立当初からトンネル分野にかかわってきた技術者が多く、調査・計画・設計・施工の技術的な指導ならびに維持管理での変状調査および対策検討など多岐にわたって実施しています。その際の業務方針としては、自らの手と足で調査して技術的な指導を積極的に行っています。

今月号は、『防災技術』特集なので、過去10年間トンネル業務の中で維持管理に関して実施した業務を紹介し（表—1）。

### 2. トンネル維持管理業務の特徴

表—1より、トンネル維持管理業務は、当研究所のトンネル設計・施工関連業務と機械設備計画等の業務実績を評価され、下記のような内容の業務を受託している。

#### （1）換気設備の老朽化

20年以上の換気設備で老朽化が進んでいるトンネルに対して、補修の必要性を検討したうえで、換気方式の見直しも含めて換気設備計画検討を行う業務を受託しています。

#### （2）老朽化トンネルの活線拡幅

軍用道路として建設されたトンネルは、老朽化が進んでいるうえに幅員が狭いトンネルが多い。そのようなトンネルに対して、補修を兼ねて活線拡幅する施工計画検討を委員会の設置も含めて業務として受託しています。

#### （3）リフレッシュ補修工事

二期線トンネルが完成すると一期線は、対面通行から一方通行に変更となり、補修工事を兼ねたリフレッシュ工事

表—1 トンネル維持管理関連業務

No	実績年度	委託者	業務名	業務の要旨
1	平成5年度	建設省中部地方建設局 紀勢国道工事事務所	矢の川トンネル換気設備健全度 調査業務委託	換気ダクトの劣化・損傷、換気設備全般の劣化調査、健全度 判定・評価、整備計画立案
2	平成5年度 平成6年度	建設省中部地方建設局 北勢国道工事事務所	関トンネル換気設備詳細設計 業務委託	換気設備の老朽化、改修計画検討、換気設備の設計・計画 検討
3	平成6年度	建設省関東地方建設局 千葉国道工事事務所	大日トンネル技術検討業務委託	国道127号21トンネルの老朽化、防災としての維持管理と技 術的な対策、活線拡幅の設計施工の予備検討、委員会の設置・ 運営
4	平成6年度 平成7年度	建設省中部地方建設局 静岡国道工事事務所	岡部バイパス宇津ノ谷トンネル 補修設計業務委託	リフレッシュの補修工事、詳細設計と施工計画
5	平成9年度	建設省中部地方建設局 紀勢国道工事事務所	42号小坂トンネル外1件 補修検討業務委託	トンネル健全度調査、原因の推定、補修対策検討
6	平成9年度	静岡県 沼津土木事務所	414号県単災害防除工事に伴う設 計業務委託	災害防除工事の計画、現地調査、追加調査の提案、技術指導
7	平成9年度	静岡県 静岡土木事務所	150号県単災害防除工事に伴う設 計業務委託	リフレッシュ工事の計画、変状調査、補修・補強対策検討、 委員会での審議
8	平成11年度	本州四国連絡橋公団 第三管理局 今治管理事務所	宮窪トンネル補修補強に関する 検討業務	トンネル覆工に縦断ひび割れが発生、日常管理記録の取りま とめ、健全度判定、補修補強対策検討、落下防止対策検討
9	平成12年度	本州四国連絡橋公団 第二管理局	トンネル覆工の補強・補修対策 検討業務	覆工の変状調査、健全度評価、補修・補強の要否の検討、対 策工の提案、試験施工の実施、本施工の資料作成
10	平成12年度	本州四国連絡橋公団 第三管理局 今治管理事務所	宮窪トンネル補強設計検討業務	覆工ひび割れの補修・補強方法の検討、補強方法の提案と設 計
11	平成14年度	静岡県 下田土木事務所	136号（浜川・黄金崎トンネル） 緊急輸送路頭安全確保特別対策 事業調査・設計委託業務	トンネルの変状調査、補強・補修方法の検討、現地調査及び 打音調査、変状原因の推定、補修・補強工法の提案、概算費 用の試算
12	平成14年度	国土交通省関東地方整備局 横浜国道事務所	横浜・横須賀地区トンネル 改修検討業務	8箇所、16本の老朽化、活線拡幅工法の検討、現状診断、委 員会の設置・運営



となる。その工事に対する補修工事の設計施工計画を行う業務を委託しています。

#### (4) トンネルの補修・補強対策工の検討

道路トンネルは、年数が経つとひび割れや漏水によってトンネル覆工に変状を来し、維持管理上問題となるトンネルがあります。そのようなトンネルに対して調査と健全度の判定及び対策工の提案などの業務を受託しています。

### 3. 業務概要

トンネルの維持管理業務としては、上記で述べたように4つに大別されるので、それぞれの代表的な業務の概要を以下に示します。

#### (1) 換気設備の老朽化—関トンネル換気設備詳細設計業務—(写真—1)

一般国道25号の関トンネルは、上下線とも2車線一方通行のトンネルで、いずれも送気半横流式による換気を行っていましたが、供用開始から20年以上を経て、最近では天井板の腐食等の換気設備の老朽化が目立ってきたことから、平成4年度に換気設備の改修計画の検討を行いました。

その結果、交通換気力を有効に利用できかつ経済的なジェットファン方式に変更することが望ましいという結論を得て、現状下り線については平成6年度に改修工事が行われ、現在はジェットファン縦流式による換気が行われています。

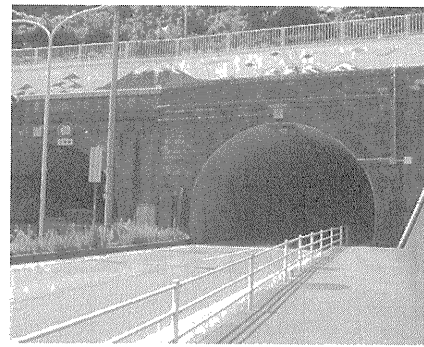
本業務は、関トンネルの換気設備の改修計画を基に、現状上り線についてジェットファン換気設備の詳細設計を実施するとともに、換気ダクト、天井板および既設換気設備の撤去計画、工事全体の工程計画等について検討を行ったものです。



写真—1 関トンネル換気設備

#### (2) 老朽化トンネルの活線拡幅—横浜・横須賀地区トンネル改修検討業務—(写真—2)

一般国道16号の横浜・横須賀地区には、8箇所、16本



写真—2 横浜・横須賀トンネル

のトンネルがあります。これらトンネル群の供用年代は大正12年から昭和36年と古く、いずれも老朽化が進み、さらに4種1級の建築限界が確保できていません。

本業務は、トンネル群の今後のあり方を踏まえて、4種1級の建築限界が確保できるように拡幅する工法の検討を行ったものです。検討に当たっては、既設トンネルの現状診断を行い、新設トンネルを整備することを明らかにしました。

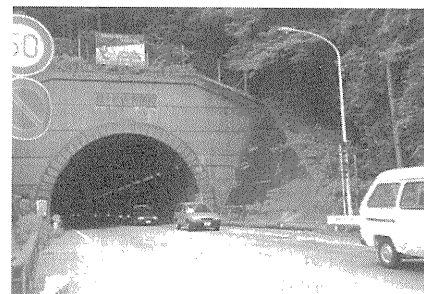
施工検討は、従来技術による1車線を確保しながらの拡幅工法ですが、多くの問題も明らかとなりました。なお、業務では「横浜・横須賀地区トンネル改修検討委員会」(委員長: 今田徹東京都立大学名誉教授)を設置して検討を行いました。

#### (3) リフレッシュ補修工事—岡部バイパス宇津ノ谷トンネル補修設計業務—(写真—3)

一般国道1号岡部バイパスの宇津ノ谷トンネルは、新設された二期線のトンネルが平成7年11月に供用されました。

同トンネルは、当面は対面通行として暫定供用し、その間一期線のトンネルを閉鎖して補修工事を行い、最終的には一期線トンネルを上り線、二期線トンネルを下り線として供用する計画です。

本業務は、リフレッシュのための補修工事を行う一期線トンネル(L=844m)について、昨年度実施したトンネ



写真—3 岡部バイパス 宇津ノ谷トンネル

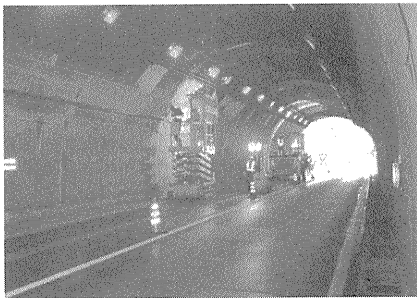
ル本体工，防災設備設計および仮設備計画以外の下記の項目について引続き詳細設計を行ったものです。

- ① 換気検討および換気横坑・連絡横坑の設計
- ② 坑門工・排水工・舗装工設計
- ③ 非常用設備および照明設備設計

#### (4) トンネルの補修・補強対策工の検討—42号小坂トンネル外1件補修検討業務—(写真—4)

一般国道42号の小坂トンネル(完成年度;昭和41年)および鬼ヶ城歩道トンネル(完成年度;昭和48年)は，平成3年度に実施されたトンネル健全度調査において，縫返しが必要となるランクⅡの判定が下されているトンネルです。

両トンネルの地質は，いずれも熊野酸性岩に属する花崗斑岩です。



写真—4 42号小坂トンネル

そのため，この二つのトンネルに対して，詳細な健全度調査(クラック調査，空洞調査，コア抜き調査，排水管調査，写真撮影)を実施し，断層構造を含む地質を考慮した変状原因の推定を行ったうえで，補修のための対策工を検討したものです。

なお，対策工の選定にあたっては，変状の原因を正確に把握したうえで，対策の効果，施工性，安全性，経済性および施工時期の検討も加味して実施しました。

#### 4. おわりに

トンネルの維持管理業務について紹介したが，今年度も同様な業務を3件受託しています。トンネルの場合も建設から維持管理の時代に移行しつつあります。

施工技術総合研究所もそのニーズに柔軟に対応し，絶えず技術を切磋琢磨して発注者に信頼を得られるような業務を行う体制を整えていきたいと考えているので，今後ともご支援のほどお願いします。

#### [筆者紹介]

横沢圭一郎(よこざわ けいいちろう)  
社団法人日本建設機械化協会  
施工技術総合研究所  
研究第三部部長

## 絵で見る安全マニュアル 〈建築工事編〉

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

#### ■要因と正しい作業例

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

A5判 70頁 定価650円(消費税込) 送料270円

### 社団法人 日本建設機械化協会

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

海外便り

## エチオピア通信 (9)

中山 実

## 1. はじめに

エチオピアでは、既に9月12日に新年を迎えていますので、2004年の1月1日は、普段と変わらない1日でした。しかしながら、ヨーロッパ人等の外国人は、クリスマス休暇と新年休暇を組合わせた休暇を自国で過ごすようで、街中では、少しばかり外国人が少なかったような気がします。

また、エチオピアのクリスマスは、1月7日であるため、2003年12月25日のクリスマスは、気にしているエチオピア人もいれば、気にしていないエチオピア人もいました。ただ、近年では、西洋のクリスマスを意識するエチオピア人も増えてきたようで、一昨年(2002)年の12月25日に比べて少しばかりイルミネーションがメイン通りにありました。

## 2. OJT 訓練の進捗 (前編)

現在、センターの未舗装部分の舗装工事をOJT訓練として行っています。赴任してから、教科書の作成、材料試験室の整備等の技術移転を行ってきましたが、それらの総復習を兼ねて行う事にしました。また、私の技術移転目標が、「現場施工監督者の養成」となっているので、OJT訓練として実技だけを重視するのではなく、施工計画、機材の調達、コスト管理等の施工管理の技術移転も行いました。

ただ、エチオピアは日本と違い、職種と職種内容が、かなり細かく分かれているので、そもそも日本でいう現場施工監督者の養成は不可能でして、単に施工管理を技術移転すると言っても数多くのインストラクターを相手にしなければいけませんので、計画作成段階で想像以上に長引きました(写真-1、写真-2)。

施工計画・コスト管理計画の技術移転を行った時です。これまで、書いてきた事でもありますが、センターでは計画を作る事もなければ、守る事もそれほど大事な事と思われていません。加えて、施工計画等の作成は、コンサルタ

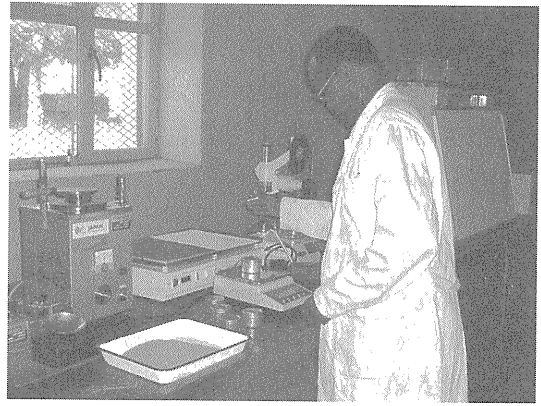


写真-1 材料試験実習

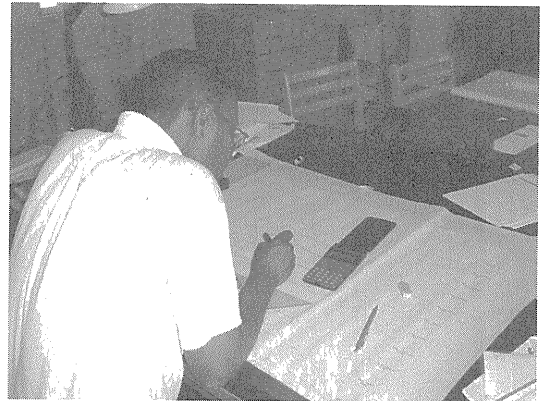


写真-2 製図実習

ント会社が行う仕事であって、作成のみだけでなく、計画内容等の確認作業も、違うコンサルタント会社によって行われるので、そもそもERA職員ではEngineerレベル<sup>\*)</sup>でなければ施工計画等に携わる事が出来ないのです。

私の技術移転相手は、Engineerレベルではないので、施工計画の作成は、線の引き方等のいちからの説明となりました。ましてや、コスト管理など出来ません。彼らの仕事は、燃料が無くなれば、仕事をストップするというものなので、計画を立てるという感覚はなく、何か問題が起きてから対策を考えるとと言うスタンスです。そのようなことなので、何とか理解しようと努力するインストラクターもいれば、そんな事は自分の仕事で無いと徹底的に拒否をするインストラクターもいました。さすがに、苦労しました(写真-3、写真-4)。何とか計画を立てたのですが、無理をして計画した事が守られるもので無い事は、どの世界に

\*) Engineerレベルとは、エチオピアでは、大学卒業者を指します。技術専門学校以下の出身者は、Associate Engineer, Superintendent等と呼ばれ、職種、職種内容がかなり限定されます。ERA全体でも限られた数しかいませんが、本訓練センターでは、Engineerはセンター長と私のカウンターパートの2名のみです。ちなみに、ERAのEngineerが少ないために、私のカウンターパートはよく不在となります。そのため、今回の施工計画等の作成の技術移転は、Associate Engineerにより行われたため、より一層困難な状況を生み出しました。Engineerなら時間はかかりますが、比較的容易に技術移転を理解できます。



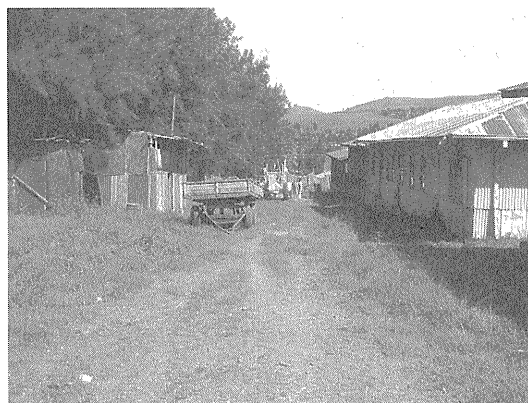
写真—3 測器実習



写真—5 コンパウンド施工前



写真—4 標識の準備



写真—6 仮設道路（建設前）

おいても常であると思います。当然の事ながら、すぐに実習段階で無理が生じてしまいました。やはり日本のように上手く行きませんでした。いろいろ問題はありますが、大きな問題は以下の2点です。

① OJT 実習で使用する建設機械は、運転操作部門が独自の訓練をしていない時にしか使用できないので、運転操作部門の訓練時期がずれるとなかなか使用できない。

② 作業員の確保がなかなか難しい。

運転操作部門は、独自の訓練カリキュラムを組んでいるので、OJT 訓練に参加する事はありません。そのため、私のセッションでの建設機械の使用可能期間において、かなりの制約がかかる事は、施工計画段階で想定はしていたのですが、それよりも大きなエチオピアの問題である「計画を守らない」というそもそもの事柄に予想以上に影響を受けてしまいました。それは、どの訓練コースも訓練開始日に、訓練生が集まらないという状況です。この問題は新訓練コース開講当初から発生していたのです。エチオピア国内の情報伝達網の脆弱と、それに付随する訓練生がセンターに辿り着くまでの交通機関に問題があるからです。即ち、いつ、訓練が始まるのか、終わるのか判らない状況が発生するので、なかなか建設機械を使用する事が出来ないので。使用時期を決めていても、訓練コースの終了が遅

ければ、建設機械が使えないのですから、工事は自ずと止まります。

訓練生が集まらないのなら、集まるまで機械が使えるのではと思われる方もおられると思いますが、建設機械のインストラクターもギリギリの人数でやっていますので、インストラクターに突然、他の仕事が入れば、使用できないのです。エチオピアでは、モーターグレーダー、バックホウ等それぞれの建設機械専用の運転手が決められているからです。

同様に、作業員もギリギリの人数しかいないので、他の仕事が入ったり、休んだりすると、作業を行う人数が揃わないので工事に取り掛かれません。日本のように手早く何でもする習慣ではないので、少しばかりの期間が空いても、直ぐに取りかかる事が出来ない、といった所です。

そもそもの問題は計画を守らないと言う事に尽きると思います。プロジェクトとして技術移転もさる事ながら、計画を立てて、それを守る事を再三、要望していますが、なかなか意識が変化せず難しい問題です。なにせ遅れる事が、問題とされていないのですから…（写真—5、写真—6）。

次回は、OJT 訓練の進捗（後編）として建設機械を使用した実習の進捗をお知らせしますが、この誌面を借りて、1ヵ月で、かなりの進捗がみられる事を祈りたく思います。

—なかやま みのる JICA 派遣専門家、国土交通省近畿地方整備局—

## 新工法紹介 広報部会

02-117	UD-HOMET 工法	大成建設 成幸工業
--------	-------------	--------------

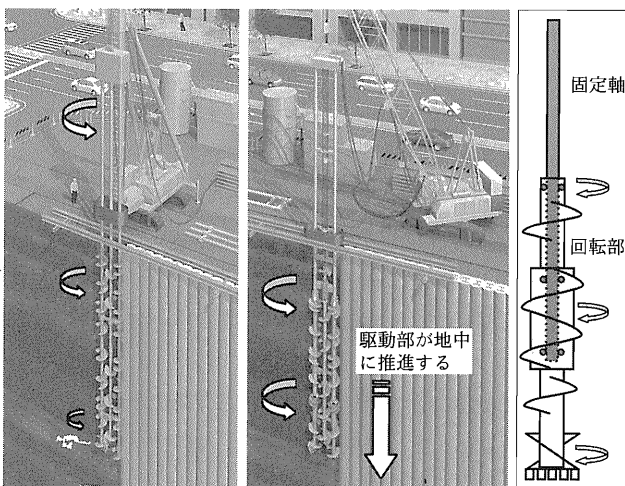
### 概要

現在、都市部地下空間の高度利用が図られようとしているなかで、大深度の土留止水壁を高精度に施工できる技術が求められている。そこで、大成建設と成幸工業、成和機工は、従来の原位置攪拌工法（図-1(a)）における弱点を解消した新工法を共同で開発し、実用化した。

UD-HOMET (Underground Drive-Hollow Motor Execution Technology) 工法は、スクリュ部に装備した駆動体が掘削とともに地中を推進する機構としたことで、高精度を維持した施工ができるシステムである（図-1(b)）。

上記のシステムを実現するために、土中での使用が可能で、モータ外部が回転するアウトターモータを開発した。これにより、スクリュ部にモータを設置でき、かつ、排土を阻害しない構造を実現したものである。

さらに、地上から貫通した固定軸の周囲をモータとスクリュが回転する機構（図-1(c)）としたことで、この固定軸に傾斜計や計測ケーブルを設置することが可能となった。これにより、従来不可能であった連続計測を行うことができ、精度を監視しながら施工が可能である。



(a) 従来工法：SMW (b) UD-HOMET 工法 (c) 駆動機構

#### 【従来工法の弱点】

- ① 大深度（40 m 以上）の施工では、曲がりやすい。
- ② 連続的に精度検出を行うことが不可能である。
- ③ 三点式杭打機を使用し、駆動部が最上部にあるため、ベースマシンの安定性が悪く、ベースマシンの設置位置や施工向きに制約がある。
- ④ 曲がりが発生した場合の修正手段がない。
- ⑤ 地上にある駆動部により騒音が発生する。

図-1 従来工法と UD-HOMET 工法の概要図



(a) 三点式杭打機装備型

(b) クローラクレーン装備型

写真-1 UD-HOMET 施工機械

従来工法の弱点を改善した UD-HOMET（写真-1）の特長を以下に示す。

### ▶特長

- ① 地上から錐を回転させる従来工法と異なり、駆動部が地中にあるためモータトルクが減衰せず地盤にダイレクトに伝わり、振れがなく精度の良い掘削が可能
- ② 地上から貫通した固定軸を利用し、有線による連続計測が可能となり、精度を監視しながら施工が可能
- ③ 低重心となるため、ベースマシンの安定性が高く、地上部が固定軸となるため、汎用クレーンでの施工が可能となり、ベースマシンの設置位置や施工方向の選定が容易
- ④ 各軸が独立に駆動するため、回転数や回転方向を変化させることにより、曲がり修正が可能
- ⑤ 駆動部が地中にあるため、地上の騒音が少ない

### ▶用途

- ・土留止水壁工事、杭工事、地盤改良工事等

### ▶実績

- ・中之島新線整備事業のうち開削工事影響調査工事（UD-HOMET 実施期間：平成 15 年 9 月～10 月）  
施工数量：800 m<sup>2</sup>、φ900、造成長：40.5 m

### ▶工業所有権

- ・特許第 3407139 号、その他 12 件出願中

### ▶問合せ先

大成建設(株)土木本部土木技術部地盤環境技術室  
Tel：03(5381)5285；Fax：03(5381)5295  
成幸工業(株)開発本部  
Tel：06(6910)3110；Fax：06(6910)3130

03-155	外部作業用セルフクライミング足場：スカイクライマー	東急建設
--------	---------------------------	------

▶概要

超高層マンションの建設において、構造上建物外周での作業が必要な場合、外部作業用足場を仮設し施工するが、従来の足場では下記のような問題点があった。

- ・全面足場は高層化するとコストが増大する
- ・適用現場毎に吊足場を設計・製作した場合、転用が困難でコストが増大する
- ・吊足場盛替え時に揚重機を使用する場合、その間揚重作業ができず工期短縮が困難である
- ・足場盛替え時に風等の影響を受けやすく、躯体を傷める恐れがある

これらの問題点を解決するために、今回外部作業用セルフクライミング足場（名称：スカイクライマー）を開発した（図-1）。

本足場は構造フレームと既存の枠組足場を組合せてユニット化したもので、足場の鉛直荷重は途中階に設けたメイン

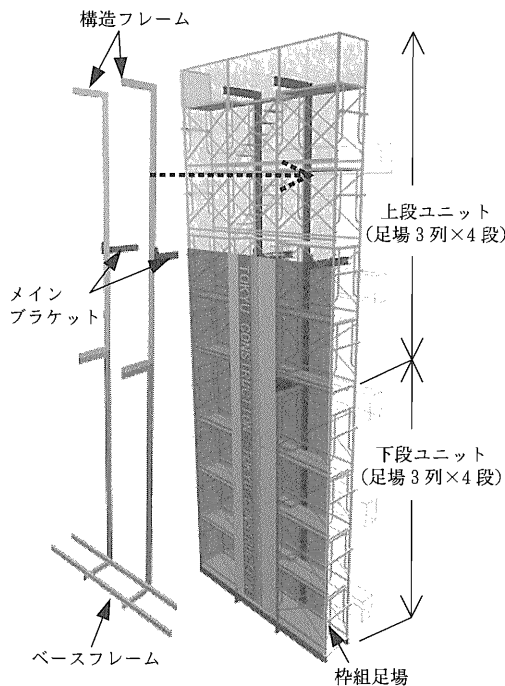


図-1 スカイクライマー構造概要

ブラケット 2 箇所によって支持されている。

また、新規に開発した軽量小型の巻上げ装置を用いることによりクレーンを使用せずに足場のクライミング作業が行えるようになった。

▶特長

- ① クライミング時にクレーンが不要なため工期短縮・コストダウンが図れる
- ② 構造フレームおよび枠組足場は転用可能なためコストダウンが図れる
- ③ ユニット高さが 17 m（約 5 階分）あるため、仕上げ工事までカバーできる（変更可能）
- ④ 足場ユニットの組合せにより多様な平面形状の建物に適用できる
- ⑤ 巻上げ装置が軽量小型で容易に盛替えできる（人力で運搬可能）
- ⑥ ガイドレールにより安定したクライミングができる（躯体を傷つけない）

▶実績（写真-1）

- ・ドレッセ目黒インプレスタワー新築工事  
RC造，地上 23 階（最高高さ 69.95 m）

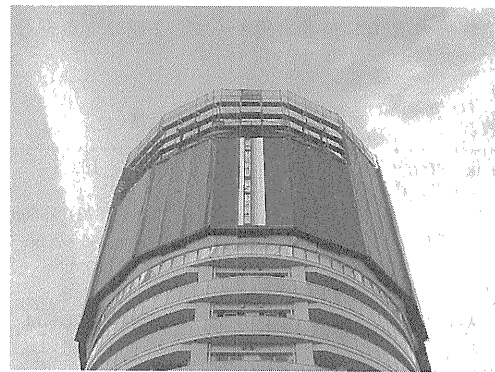


写真-1 スカイクライマー設置状況

▶工業所有権

- ・特許申請中

▶問合せ先

東急建設(株)営業推進本部機械技術部  
〒150-8340 東京都渋谷区渋谷 1-16-14  
Tel : 03(5466)5169 ; Fax : 03(3406)5619

## 新機種紹介 広報部会

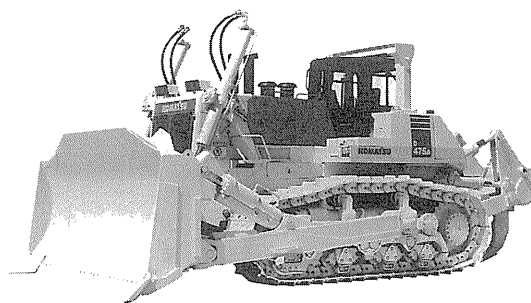
### ▶ <01> ブルドーザおよびスクレーパ

03-〈01〉-07	コマツ ブルドーザ (強化セミUドーザ, リップ付) D 475 A <sub>s</sub>	'03.11 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

鉱山・碎石の現場や大規模土木工事において使用されているブルドーザについて、環境対応性、運転操作性、居住性、メンテナンス性を向上させたものである。オペレータ耳元騒音値 70 dB(A) (従来比 10 dB(A) 低減), 周囲騒音値 110 dB(A) (従来比 9 dB(A) 低減) を達成したほか, 変速操作を親指による up/down スイッチで可能とする電子制御走行レバーや圧力比例制御 (PPC) バルブ方式の作業レバーに, Palm Command Control System を採用し, さらに, リアルタイムに管理できる機械健康診断システム (VHMS) を標準装備している。エンジンは EPA (米国環境保護局) の排出ガス規制に対応するものを搭載し, 冷却ファンは油圧駆動方式として, 回転制御とともに逆転機構によりラジエータの清掃も容易にしている。作業効率をアップする往復繰返し作業における速度段プリセット機能や重負荷時に作用するオートシフトダウン機能があり, さらに, 作業条件に応じてロックアップ (単独作動), シュースリップコントロール, エコノミ, 後進スロー (それぞれ複合作動可能) の各モードの選択が可能である。また, 電子制御ステアリングクラッチブレーキでは, 負荷に応じたクラッチとブレーキのストローク比率の自動制御により, 押回し, 傾斜地作業が容易である。広視界の ROPS 付き六角キャブ, 2 個の支点をもった下転

表一 D 475 A<sub>s</sub> の主な仕様

機械質量 (強化セミUドーザ, リップ, キャブ, ROPS 付き) (t)	102.5
定格出力 (kW(PS)/rpm)	642(872)/2,000
ブレード幅×同高さ (m)	5.265×2.69
ブレードチルト量 (m)	0.77
リップ最大掘削深さ (m)	1.8
最高走行速度 $F_3/R_3$ (km/h)	0~10.9/0~14.3
最小回転半径 (m)	4.6
登坂能力 (度)	30
接地圧 (kPa)	162
全長×全幅×全高 (m)	11.565×5.265×4.925
価格 (百万円)	162



写真一 コマツ [GALEO] D 475 A<sub>s</sub> ブルドーザ

輪ボギー機構 (K-Bogie) など, 居住性とともに安全性, 耐久性を向上している。

### ▶ <02> 掘削機械

03-〈02〉-22	日立建機 油圧ショベル (ホイール式) ZX 160 W ほか	'03.11 発売 新機種
------------	---------------------------------------	------------------

一般土木工事や機動性を生かして道路補修工事などに使用される 4 輪駆動の油圧ショベル 2 機種である。基本性能, 経済性, 環境保全対応, 安全性などの向上を図るとともに, 情報通信機能 (e-ショベル機能) の付加によつて的確な機械管理を可能にしている。エンジンは国土交通省の排出ガス対策 2 次基準値をクリアするものを搭載しており, 同省の低騒音型建設機械にも適合する。また, 樹脂製部材に材料名を表示, 鉛レス電線を採用, 生分解性作動油をオプションで用意するなど環境保全に配慮している。土留め支保工引抜き作業時に, 自動的にリフト力をアップするオートパワーリフト機能や, レバー操作量に応じてエンジン回転数を制御するオートアクセル機能を備えており, 作業の効率化を図っている。掘削モードのほかにはアタッチメントモードがあり, 油圧ブレーカに合わせた油量調整が

表二 ZX 160 W ほかの主な仕様

	ZX 160 W	ZX 210 W
標準バケット容量 (m <sup>3</sup> )	0.6	0.8
運転質量 (t)	15.5	20.4
定格出力 走行時(掘削時) (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	90.2(123)/2,300 (89.7(122)/2,050)	110(150)/2,100
最大掘削深さ×同半径 (m)	5.34×9.0	6.42×10.15
最大掘削高さ (m)	9.09	9.85
最大掘削力 (バケット) (昇圧時) (kN)	102	143(151)
後端旋回半径 (m)	2.19	2.70
走行速度 高速/低速/超低速 (km/h)	32.0/9.0/2.3	25.0/6.6/2.0
登坂能力 (度)	35	35
軸距×輪距 (m)	2.55×1.89	2.75×1.865
最低地上高 (m)	0.25	0.29
アウトリガ拡張時幅 (m)	ブレード 2.47	3.70
タイヤサイズ×本数 (—)	10.00-20-14 PR×8	10.00-20-14 PR×8
全長×全幅×全高 (走行姿勢) (m)	8.44×2.48×3.10	9.74×2.485×3.32
価格 (百万円)	16.7	20.7



写真二 日立建機 ZX 160 W 油圧ショベル

## 新機種紹介

可能である。作業機においては、アーム先端部とバケットジョイント部に WC (タングステンカーバイド) を溶射、ブッシュ内面にグリス溝を施した含油ブッシュ (HN ブッシュ) を採用、強化樹脂製スラストプレートの使用などで耐摩耗性の向上と「がた」の防止を図っており、給脂間隔を 500 hr に、作動油フィルタ交換時間を 1,000 hr に延長している。キャブは労働安全衛生法のヘッドガード基準に適合するものとしている。

### ▶ <03> 積込機械

03-<03>-18	新キャタピラー三菱 ((米) キャタピラー社製) ホイールローダ CAT 990 II	'03.04 発売 モデルチェンジ
------------	---	----------------------

信頼性、耐久性、サービス性の向上とともに環境保全対応を図ったモデルチェンジ機である。ダンプトラック 55t 積み (773 E) にバケット 3 杯積み、64t 積み (775 E) にバケット 4 杯積みをもベストマッチングとする積込み能力を有している。エンジンは、油圧力と電子制御による燃料噴射制御システム (Hydraulic Electronic Unit Injection) や、空冷式アフタークーラ (ATAAC) などの採用により、米国環境保護局 (EPA) の排出ガス 2 次規制をクリアしている。エンジンルームと冷却ファンを隔壁で分離して熱の遮断と騒音低減を図り、ラジエータはアッパタンクを削除した分割コア式として、冷却水を 2 回流す 2 パス方式の採用により冷却効率とメンテナンス性の向上を実現している。前後進切換え、速度段シフト、

ステアリングが 1 本のレバーで操作可能で、万一エンジンが停止してもステアリングは操作ができるように安全機構を採っている。ピラーレスの ROPS キャブを搭載し、アクスルには密閉湿式多板ディスクブレーキを装備しており、油圧に異常が生じた時に自動的にエマージェンシブレーキが作動するようになっている。トルクコンバータでは、インベラクラッチの接続レベルにより出力を変化させるけん引力調整機能とロックアップ機能を備えており、走行と作業装置へのパワー配分を最適に制御できる。

03-<03>-19	川崎重工業 ホイールローダ 90 ZV	'03.09 発売 モデルチェンジ
------------	------------------------	----------------------

砕石場での原石扱いなど重作業にはバケットシリンダ 2 本仕様を、砕石製品扱いなど比較的軽作業には 1 本仕様を選択できるようにしたホイールローダである。インタクーラ付きエンジンを搭載し、高出力、低燃費を実現するとともに国土交通省の排出ガス対策 2 次基準値をクリアしている。冷却ファンは冷却水温に応じて回転制御が容易な油圧駆動とし、大径化によって低速回転として騒音低減と省エネルギー化を図っている。自動変速トランスミッションでは、前・後進の切換え操作のみでコンピュータが最適速度段 (2, 3, 4 速) にギヤシフトする。ブームレバーにはパワーアップスイッチを設けており、スイッチ操作により 2 速走行中の 1 速への変速、再度のスイッチ押しや後進への切換え操作により 2 速への復帰が簡単にでき

表-3 CAT 990 II の主な仕様

標準バケット容量	(m <sup>3</sup> )	8.6
運転質量	(t)	77
定格出力	(kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	466(634)/2,000
ダンピングクリアランス×同リーチ	(m)	4.025×2.22
最高走行速度 $F_3/R_3$	(km/h)	22.4/24.8
最小回転半径 (最外側)	(m)	10.4
登坂能力	(度)	25
軸距×輪距 (前後輪とも)	(m)	4.60×3.05
最低地上高	(m)	0.48
タイヤサイズ	(—)	41.25/70-39, 42 PR(L5)
全長×全幅×全高	(m)	12.73×4.45×5.07
価格	(百万円)	116.5



写真-3 CAT 990 Series II ホイールローダ

表-4 90 ZV の主な仕様

	バケッ 2 本シリンダ仕様	バケッ 1 本シリンダ仕様
標準バケット容量	(m <sup>3</sup> ) 4.0	4.0
運転質量	(t) 22.17	22.28
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	205(279)/2,100	205(279)/2,100
ダンピングクリアランス ×同リーチ	(m) 3.07×1.25	3.065×1.33
最大掘起力 (バケットシリンダ)	(kN) 204.7	203.4
最高走行速度 $F_4/R_4$	(km/h) 35/36	35/36
最小回転半径 (最外輪中心)	(m) 5.8	5.8
登坂能力	(度) 30	30
軸距×輪距 (前後輪とも)	(m) 3.4×2.23	3.4×2.23
最低地上高	(m) 0.455	0.470
タイヤサイズ	(—) 23.5-25-20 PR(L <sub>6</sub> )	23.5-25-20 PR(L <sub>6</sub> )
全長×全幅×全高	(m) 8.65×3.1×3.475	8.72×3.1×3.475
価格	(百万円) 35.9	35.9



写真-4 川崎重工業「AUTHENT」90 ZV ホイールローダ



新機種紹介

る。ブレーキ回路は全油圧式独立2系統で、水分による凍結の心配をなくしている。ROPS/FOPS キャブはビスカスマウントとし、フロントガラス、リヤガラスとも大形平面ガラスを採用して視界を向上している。1本バケットシリンダ車の設定においては、ブームシリンダをハイマウント化し、ダンプトラック積込みにおける荷切り作業の容易化を図っている。

03-〈03〉-20	コマツ ホイールローダ WA 100 <sub>s</sub> ほか	'03.10 発売 モデルチェンジ
------------	---------------------------------------	----------------------

低燃費生産性、環境対応、居住性、安全性などに配慮してモデルチェンジした3機種である。日、米、欧の排出ガス対策2次基準値をクリアするエンジンを搭載し、国土交通省の低騒音型建設機械にも適合する。HSTとエンジンの低速域でマッチングさせた電子制御HST（STARE HST）の採用により、4段階の最高車速の選択が可能で、とくに1速時における最高速度は、2速最高速度を限度として多段階に設定できる。けん引力は2段階に切替えが可能で、軟弱地など路面条件に応じて最適な駆動力を発揮できる。6度以下

表-5 WA 100<sub>s</sub> ほかの主な仕様

	WA 100 <sub>s</sub>	WA 150 <sub>s</sub>	WA 200 <sub>s</sub>
標準バケット容量 (m <sup>3</sup> )	1.3	1.5	2.0
運転質量 (t)	7.125	7.635	9.7
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	71(97)/2,000	71(97)/2,000	92(125)/2,000
ダンピングクリアランス×同リーチ (m)	2.745×0.93	2.735×0.94	2.76×1.00
最大掘起力 (バケットシリンダ) (kN)	62	73	93
最高走行速度 F <sub>4</sub> /R <sub>4</sub> (km/h)	33/33	39/39	34.5/34.5
最小回転半径 (最外輪中心) (m)	4.47	4.49	4.88
登坂能力 (度)	25	25	25
軸距×輪距 (前後輪とも) (m)	2.6×1.78	2.6×1.82	2.84×1.93
最低地上高 (m)	0.40	0.43	0.425
タイヤサイズ (—)	16.9-24-10 PR	18.4-24-10 PR	17.5-24-12 PR
全長×全幅×全高 (m)	6.26×2.34×3.035	6.29×2.39×3.065	6.895×2.55×3.11
価格 (百万円)	9.4	13.0	16.2

(注) WA 100<sub>s</sub>、WA 150<sub>s</sub> はトラクションタイヤ付きを示し、WA 200<sub>s</sub> はロックタイヤ付きを示す。



写真-5 コマツ「GALEO」WA 100<sub>s</sub> ホイールローダ

の勾配の坂を下る場合は、車速を設定速度以下に制限するオーバーランコントロールシステムにより安全性を確保している。作業機レバーは1本操作とし、比例制御バルブを採用している。密閉加圧式のピラーレスキャブは、ROPS/FOPS 一体構造で、ビスカスマウントを採用しており、耳元騒音 70~72 dB(A) を実現している。WA 150、WA 200 には車速感応式走行ダンパを、WA 200 には稼働情報管理機能 (KOMTRAX) を標準装備している。冷却ファンの油圧駆動化や、ラジエータ、空冷アフタクーラ、オイルクーラの並列配置によって清掃、点検を容易にし、エンジンオイルの交換時間 500 h、ドライブシャフトの給脂時間 4,000 h の延長により、メンテナンス性を向上している。

03-〈03〉-21	TCM ホイールローダ L 10 S	'03.10 発売 新機種
------------	-----------------------	------------------

作業性、安全性、メンテナンス性などの向上と環境対応を図ったコンパクトマシンである。エンジンは国土交通省の排出ガス対策2次基準をクリアするものを搭載し、駆動系には負荷に応じて切替わるHST自動変速機構を採用している。HST自動変速機構は走行モードと作業モード(1速固定)が選択できるようになっており、効率的な作業を容易にしている。ブレーキは湿式内蔵ディスク・油圧式で信頼性を向上している。アーティキュレート角は40度で、コンパクトマシンの小回り性を有効にしている。作業機のブッシュに含油ブッシュを採用して給脂時間を延長している。国土交通省の低騒音型建設機械に適合しており、エネ革税制にも対応している。

表-6 L 10 S の主な仕様

標準バケット容量 (m <sup>3</sup> )		1.0
運転質量 (t)		5.295
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )		48.5(66)/2,500
ダンピングクリアランス×同リーチ (m)		2.705×0.91
最大掘起力 (バケットシリンダ) (kN)		45.4
最高走行速度 F <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> (km/h)		32/32
最小回転半径 (最外輪中心) (m)		4.125
登坂能力 (度)		30
軸距×輪距 (前後輪とも) (m)		2.4×1.58
最低地上高 (m)		0.43
タイヤサイズ (—)		16.9-24-10 PR
全長×全幅×全高 (m)		5.49×2.21×2.92
価格 (百万円)		見積



写真-6 TCM L 10 S ホイールローダ

新機種紹介

▶ 〈04〉 運搬機械

03-〈04〉-04	コマツ（コマツアメリカ社製） 重ダンプトラック 730 E	'03. 08 発売 輸入新機種
------------	-------------------------------------	---------------------

鉱山、採石などの大規模現場で使用される大形の重ダンプトラックである。ディーゼルエンジンで発電機を回して発生した電力で後輪ホイールに内蔵された走行モータを駆動する電気駆動方式を採用しており、無段階変速が可能で変速ショックがなく、スムーズな運転操作ができる。また、定期点検が必要な機械駆動部が少ないので、ランニングコストの低減が図られる。発電機は交流式で、エンジンとのフレキシブルなカップリングによって衝撃的な重負荷がかかっても高効率な性能を発揮できる。走行モータはエンジン全負荷、1,800~2,100 rpmの使用で設計されており、高効率でレスポンスのよい性能が得られる。燃費、排気ガス状態、加減速などは電気式のコントロール装置によって最適に制御される。ブレーキ装置は全油圧作動となっており、油圧異常時には緊急ブレーキが作動するようになっている。電気式オートリターダが装備されており、作動時はモータが発電機となってブレーキ作用をするので、サービスブレーキの寿命を延長している。機械健康診断システム（Komatsu Vehicle Health System）が搭載されており、エンジン、モータ、タイヤなどの状況を事務所のカラーグラフィックモニターでリアルタイムに管理できるようになっている。

表-7 730 E の主な仕様

最大積載質量/山積容量	(t/m <sup>3</sup> )	186/111
総質量/空車質量	(t)	324.318/138.369
定格出力	(kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	1,388(1,887)/1,900
荷台上縁高さ	(m)	5.61
最高走行速度	(km/h)	55.7
登坂能力	(度)	20
最小回転半径（最外側）	(m)	14
軸距(前/後)×輪距	(m)	5.57/4.68×5.89
タイヤサイズ	(—)	37.00 R 57
全長×全幅×全高	(m)	12.83×7.54×6.25
価格	(百万円)	見積

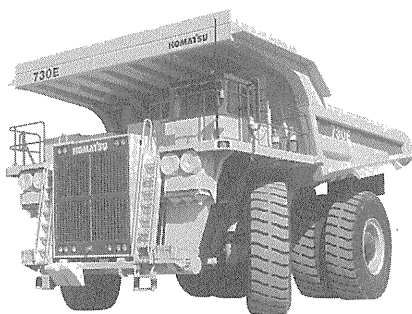


写真-7 コマツ 730 E 重ダンプトラック

▶ 〈05〉 クレーン、エレベータ、高所作業車およびウインチ

03-〈05〉-11	アイチコーポレーション 高所作業車 SS 10 A	'03. 10 発売 新機種
------------	---------------------------------	-------------------

高所における道路架設物の設置や補修工事などに使用される運転容易な機動性のある高所作業車である。トラックシャーシ架装式で、バスケット最大地上高を10m未満として、高所作業車運転のための「特別教育修了者」の資格で運転操作が可能である。作業範囲規制機構によるブーム作動の停止がなく、ブーム全伸長のままで全ての作業範囲へバスケットを移動することができる。ブーム格納時の車高は2.7mと低くなっており、走行移動時における障害物への接触事故発生の心配をなくしている。架装シャーシ2tクラスでは、荷台に約500kgの資機材を積載運搬することも可能である。安全機構として、油圧系安全装置（油圧安全弁、ジャッキ伸縮、ブーム起伏、ブーム伸縮、バケット平衡）、作動停止スイッチ、下部優先スイッチ、キャブ干渉防止装置、ジャッキ・ブームインタロック装置、非常用ポンプ、フートスイッチなどを標準装備しているほか、オートアクセル装置、旋回自動停止装置などを装備して作業の効率化に配慮している。

表-8 SS 10 A の主な仕様

最大積載荷重（搭乗人員）	(kg)	200（2名）
最大地上高	(m)	9.7
作業床回転角度 左/右	(度)	104/107
作業床内側寸法（幅×奥行×高）	(m)	1.0×0.7×0.9
最大作業半径	(m)	7.4
ブーム長さ 直進3段伸縮	(m)	3.08~7.07
ブーム回転角度	(度)	360
ジャッキ張幅 前/後	(m)	1.624/1.517
架装シャーシ	(—)	2.0tクラス
全長×全幅×全高（架装例）	(m)	4.76×1.695×2.7
価格	(百万円)	9.0

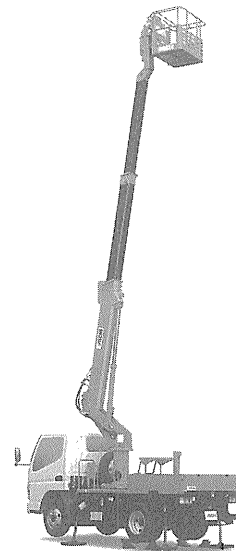


写真-8 アイチコーポレーション「スカイマスター」  
SS 10 A 高所作業車

## 新機種紹介

### ▶ <13> 舗装機械

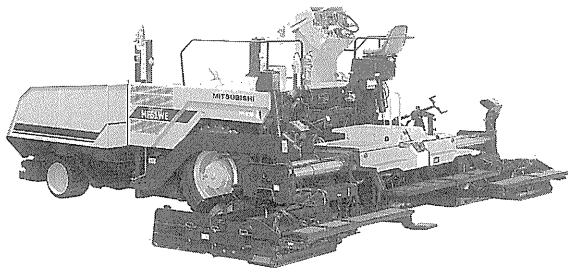
03-<13>-05	新キャタピラー三菱 アスファルトフィニッシャ 三菱 MF 61 E/MF 61 WE	'03.10 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

一般材料はもとより、粘性の高いアスファルト合材や薄層舗装などに対しても施工精度アップを図ってモデルチェンジした MF 61 WE (ホイール式) と MF 61 E (クローラ式) である。左右対称構造をした強化形 2 段伸縮スクリッドを採用し、合材抱え量に左右の偏りがなく、フレームのたわみを少なくして、スクリッド全幅にわたり均一で精度の高い施工を可能にした。トーチバーナの熱をブロワファンによってスクリッドベースプレート内を循環させて、均一な加熱が得られるようにした。また、バイパス回路を設けてデフレクタエッジ部分にも熱風送りを可能にした。タンパ・バイブレータ (TV) 仕様機では、6 m 全幅 (2 段目伸縮スクリッド) にタンパを装備して締固めを確実にした。メイン部と一段目伸縮スクリッドの段差調整装置、クラウン量調節装置をスイッチ式とし、走行 1 スイッチでは、走行発進、スクリッドロック解除、(タンパ) バイブレータ作動、エンジン回転アップの 4 連動作動が行われる。左右のエキステンションフレームは折りたたみ式で、車体全幅 2.5 m 以内に収めることができる。エンジンは国土交通省の排出ガス対策 (2 次規制) 基準値をクリアしており、さらに、国土交通省の低騒音型建

表—9 三菱 MF 61 E/MF 61 WE の主な仕様

	MF 61 E (クローラ式)	MF 61 WE (ホイール式)
舗装幅員 (m)	2.33~6.00	2.33~6.00
最大舗装厚 (mm)	300 (4.5 m 時)	200 (6.0 m 時)
機械質量 (t)	12.3(12.7)	12.37(12.92)
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	69.9(95)/1,950	69.9(95)/1,950
ホッパ容量 (t)	11	11
舗装速度 (m/min)	1.0~23	1.0~11/1.7~19
走行速度 (km/h)	0~4.3	0~15.0
最小回転半径 (m)	3.4	7.8
軸距×輪距 (前/後)(m)	—	2.8×(2.125/1.99)
タイヤサイズ F/R (—)	—	ソリッド 22×14×16/ ラジアル 15.5-R 25(OR)
クローラ幅×接地長(m)	0.275×2.62	—
全長×全幅×全高 (m)	6.325×2.49×2.575	6.58×2.49×2.58
価格 (百万円)	45.1(49.1)	43.3(47.3)

(注) バイブレータ (V) 仕様 [タンパ・バイブレータ (TV) 仕様] の書式で示す。



写真—9 新キャタピラー三菱 MF 61 WE アスファルトフィニッシャ

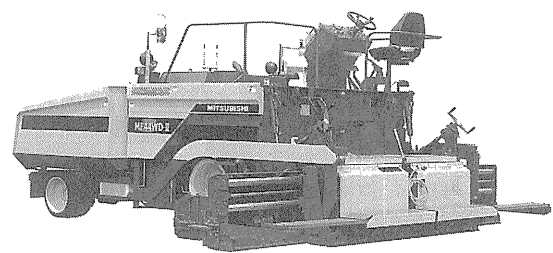
設機械にも適合する (申請中)。MF 61 WE ではシンクロナイズ 4 輪駆動システムを搭載して、スムーズで、強力なけん引力発揮を可能にしている。

03-<13>-06	新キャタピラー三菱 アスファルトフィニッシャ (ホイール式) 三菱 MF 44 WD-II	'03.10 発売 モデルチェンジ
------------	---	----------------------

作業性、環境対応性、運搬性などを向上してモデルチェンジしたものである。エンジンは国土交通省の排出ガス対策 2 次基準値をクリアするものを搭載し、騒音対策の実施によって国土交通省の低騒音型建設機械に適合する。スクリッドは FV (Front Variable) 形で、メインスクリッドに接続された伸縮スクリッドをメインスクリッドの前方 (車両の進行方向) に配置して伸縮スクリッド端部への合材供給をスムーズにしている。また、舗装幅員の変化にも素早い対応が可能である。スクリッドのベースプレート先端部に合材の流入性が良い R 型ディフレクタエッジを採用し、薄層から厚層舗装までを無調整のまま高い仕上げ精度で実現した。HST・4 輪駆動制御には、後輪の実回転速度に応じて前輪の回転が制御されるシンクロナイズド 4 WD 方式を採用して確実な前後輪の回転同調を図り、滑らかな発進や低速域での安定したけん引力確保を可能にした。コンベヤ、スクリュなどの強度アップと耐久型ベアリングの採用などで、上層路盤材施工にも対応できる。走行速度調整やコンベヤ速度調整は微調整の効くダイヤル式とし、緊急時停止スイッチはボタン式として計器類とともに運転席前に集中配置している。

表—10 三菱 MF 44 WD-II の主な仕様

舗装幅員 (m)	2.48~4.4
最大舗装厚 (幅員 2.5 m 時) (mm)	150
機械質量 (t)	8.32
定格出力 (kW(PS)/min <sup>-1</sup> )	44.9(61)/1,800
ホッパ容量 (t)	8
舗装速度 (m/min)	1.0~15.0
最高走行速度 (km/h)	15
最小回転半径 (m)	6.9
軸距×輪距 (前/後) (m)	2.5×(2.125/1.950)
タイヤサイズ 前輪/後輪 (—)	ソリッド 22×14×16 /ニューマチック 13.5-20, 14 PR(OR)
全長×全幅×全高 (m)	5.33×2.485×2.485
価格 (百万円)	29



写真—10 新キャタピラー三菱 MF 44 WD II アスファルトフィニッシャ

### 建設業等の建設機械の保有状況

#### 1. ま え が き

我が国の建設産業における建設機械の保有状況の変化は、建設の生産性に大きな係わりを有する。

それは建設投資と建設機械の購入台数が比例することに現れているが、近年の公共投資の抑制及び民間投資の低迷から、購入台数の激減、保有台数の減少、そして建設業とリース業の保有する建設機械の構成、台数の占有割合に変化が出ている。

今回は経済産業省と、国土交通省とが共管で、実施している建設機械の動向調査（平成13年度建設機械動向調査報告）をもとに、その動向を報告する。

#### 2. 調査の概要

建設機械動向調査は、統計調査調整法に基づく承認統計として昭和50年から実施しているもので、建設業等の建設機械の保有状況を把握することを目的としている。

調査方法は、建設機械を製造・販売している製造業者及び国産機械又は、輸入機械を販売している商社を対象として、年度毎の販売

台数及びアフターサービスのために管理している機械の台数を調査し、販売台数、保有台数（推定台数）を求めるもので隔年毎に行われている。

#### 3. 建設機械の購入及び推定保有台数の動向

##### (1) 購入台数

平成13年度の建設機械の購入台数は全国で87,107台で前回比、21.6%減と大幅な減少となっている。

これを工事用種類に見てみると土工機械56,107台(32%減)、運搬機械2,932台(26.8%減)、基礎工事用機械339台(49%減)、せん孔機械3,550台(2.7%減)、整地・転圧機械2,550台(29.2%減)、コンクリート・アスファルト機械4,438台(9.9%増)、トンネル掘削機125台(6%減)、その他の機械17,156台(3.5%増)となっている。

購入台数を業種別に見てみると、建設業21,853台(44.5%減)、リース業31,408台(17.6%減)、官公庁984台(11.4%減)、その他22,871台(11.9%増)となっており建設業が大幅に減少していることが特徴である(表一)。

表一 建設機械購入の業種比率(全国)

分類	機械名		コード	業種別購入台数								
				規 格	区 分	販売台数	建設業		リース業等		官公庁等	
	台数	(%)					台数	(%)	台数	(%)	台数	(%)
土 工 機 械	履帯式ブルドーザ (ハンドガイドを除く)	ブレード付整備重量	3~10t未満	012	768	160 (20.8)	403 (52.5)	12 (1.6)	193 (25.1)	0 (0.0)		
			10~20t	013	335	76 (22.7)	125 (37.3)	9 (2.7)	125 (37.3)	0 (0.0)		
			20t以上	014	144	47 (32.6)	9 (6.3)	1 (0.7)	87 (60.4)	0 (0.0)		
		計		1,247	283 (22.7)	537 (43.1)	22 (1.8)	405 (32.5)	0 (0.0)			
	油圧式 ショベル系掘削機 (ハンドガイドを除く)	標準バケット 平積容量	0.2m³未満	041	21,925	6,778 (30.9)	10,502 (47.9)	102 (0.5)	4,113 (18.8)	430 (2.0)		
			0.2~0.6m³	042	13,304	4,540 (34.1)	6,455 (48.5)	35 (0.3)	2,219 (16.7)	55 (0.4)		
			0.6m³以上	043	9,346	2,745 (29.4)	4,058 (43.4)	29 (0.3)	2,510 (26.9)	4 (0.0)		
		計		44,575	14,063 (31.5)	21,015 (47.1)	166 (0.4)	8,842 (19.8)	489 (1.1)			
	機械ロープ式 ショベル系掘削機 (クローラクレーンを含む)	標準バケット 平積容量 (最大吊上げ能力)	0.6~1.2m³未満(20~40t未満)	051	8	5 (62.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (37.5)	0 (0.0)		
			1.2~2.0m³(40~60t)	052	51	42 (82.4)	4 (7.8)	0 (0.0)	3 (5.9)	2 (3.9)		
			2.0m³以上(60t以上)	053	182	105 (57.7)	53 (29.1)	0 (0.0)	24 (13.2)	0 (0.0)		
		計		241	152 (63.1)	57 (23.7)	0 (0.0)	30 (12.4)	2 (0.8)			
履帯式トラクタショベル			061	28	3 (10.7)	3 (10.7)	3 (10.7)	19 (67.9)	0 (0.0)			
車輪式トラクタショベル	標準バケット 山積容量	0.6m³未満	071	4,770	575 (12.1)	1,209 (25.3)	112 (2.3)	2,333 (48.9)	541 (11.3)			
		0.6~3.6m³	072	4,695	925 (19.7)	613 (13.1)	257 (5.5)	2,143 (45.6)	757 (16.1)			
		3.6m³以上	073	461	105 (22.8)	26 (5.6)	0 (0.0)	292 (63.3)	38 (8.2)			
	計		9,926	1,605 (16.2)	1,848 (18.6)	369 (3.7)	4,768 (48.0)	1,336 (13.5)				
合 計				56,017	16,106 (28.8)	23,460 (41.9)	560 (1.0)	14,064 (25.1)	1,827 (3.3)			
運 搬 機 械	公道外用ダンプトラック		081	323	124 (38.4)	26 (8.0)	0 (0.0)	172 (53.3)	1 (0.3)			
	油圧式トラック クレーン	最大吊上能力	5t未満	101	281	7 (2.5)	72 (25.6)	10 (3.6)	147 (52.3)	45 (16.0)		
		5~40t	102	32	13 (40.6)	13 (40.6)	0 (0.0)	6 (18.8)	0 (0.0)			
		40t以上	103	62	1 (1.6)	56 (90.3)	1 (1.6)	4 (6.5)	0 (0.0)			
計				375	21 (5.6)	141 (37.6)	11 (2.9)	157 (41.9)	45 (12.0)			

# 統計

分類	機 械 名			コード	業種別購入台数									
	規 格	区 分	販売 台数		建設業		リース業等		官公庁等		その他		不明	
					台数	(%)	台数	(%)	台数	(%)	台数	(%)	台数	(%)
運搬機械	機械式トラッククレーン			111	6	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	6 (100.0)	0 (0.0)			
	ホイールクレーン (ラフテレーン クレーンを含む)	最大吊上能力	20 t 未満	115	409	121 (29.6)	259 (63.3)	1 (0.2)	28 (6.8)	0 (0.0)				
			20 t 以上	116	703	215 (30.6)	474 (67.4)	1 (0.1)	13 (1.8)	0 (0.0)				
			計		1,112	336 (30.2)	733 (65.9)	2 (0.2)	41 (3.7)	0 (0.0)				
	不整地用運搬車	最大積載量	1 t 以上	117	1,116	94 (8.4)	953 (85.4)	7 (0.6)	55 (4.9)	7 (0.6)				
	合 計				2,932	575 (19.6)	1,853 (63.2)	20 (0.7)	431 (14.7)	53 (1.8)				
基礎工事用機械	振動パイルドライバ			131	92	66 (71.7)	26 (28.3)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)				
	アースオーガ			141	106	77 (72.6)	25 (23.6)	0 (0.0)	4 (3.8)	0 (0.0)				
	大口径掘削機 (ベント, リバース, アースドリル)			151	23	20 (87.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (13.0)	0 (0.0)				
	油圧ハンマ			153	0	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)				
	油圧式杭圧入引抜機			155	60	56 (93.3)	4 (6.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)				
	地盤改良機械			157	58	52 (89.7)	6 (10.3)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)				
		合 計				339	271 (79.9)	61 (18.0)	0 (0.0)	7 (2.1)	0 (0.0)			
せん孔	大型ブレーカ	油圧式		161	3,419	461 (13.5)	1,280 (37.4)	4 (0.1)	1,110 (32.5)	564 (16.5)				
	クローラドリル			171	131	71 (54.2)	3 (2.3)	0 (0.0)	57 (43.5)	0 (0.0)				
		合 計				3,550	532 (15.0)	1,283 (36.1)	4 (0.1)	1,167 (32.9)	564 (15.9)			
整地・転圧機械	モータグレーダ (除雪グレーダを含む)	ブレード長	3.6 m 未満	181	144	36 (25.0)	51 (35.4)	27 (18.8)	30 (20.8)	0 (0.0)				
			3.6 m 以上	182	88	7 (8.0)	2 (2.3)	55 (62.5)	24 (27.3)	0 (0.0)				
			計		232	43 (18.5)	53 (22.8)	82 (35.3)	54 (23.3)	0 (0.0)				
	ロードローラ (搭乗形自走式) (マカダム, 三輪タンDEM)	自重 (ウェイトなし)		191	220	79 (35.9)	115 (52.3)	0 (0.0)	26 (11.8)	0 (0.0)				
	タイヤローラ (搭乗形自走式)	自重 (ウェイトなし)		201	700	167 (23.9)	471 (67.3)	1 (0.1)	60 (8.6)	1 (0.1)				
	振動ローラ (コンバインドローラを含む)	搭乗形自走式		211	1,398	273 (19.5)	1,061 (75.9)	4 (0.3)	58 (4.1)	2 (0.1)				
		合 計				2,550	562 (22.0)	1,700 (66.7)	87 (3.4)	198 (7.8)	3 (0.1)			
コンクリート・アスファルト機械	コンクリート プラント	型式	重力式	221	7	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	7 (100.0)	0 (0.0)				
			強制練式	223	118	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	53 (44.9)	65 (55.1)				
			計		125	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	60 (48.0)	65 (52.0)				
	コンクリートフィニッシャ			231	0	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)				
	コンクリートミキサ			232	70	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	70 (100.0)	0 (0.0)				
	トラックミキサ (アジテータトラックを含む)			241	3,434	1,269 (37.0)	1 (0.0)	0 (0.0)	1,543 (44.9)	621 (18.1)				
	コンクリートポンプ	型式	定置式	251	42	19 (45.2)	16 (38.1)	0 (0.0)	7 (16.7)	0 (0.0)				
			車両搭載式	252	227	192 (84.6)	2 (0.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	33 (14.5)				
			計		269	211 (78.4)	18 (6.7)	0 (0.0)	7 (2.6)	33 (12.3)				
	アスファルトプラント			261	40	40 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)				
	アスファルト フィニッシャ	最大舗装幅	3.5 m 未満	271	183	86 (47.0)	82 (44.8)	1 (0.5)	14 (7.7)	0 (0.0)				
3.5 m 以上			272	317	171 (53.9)	95 (30.0)	0 (0.0)	51 (16.1)	0 (0.0)					
		計		500	257 (51.4)	177 (35.4)	1 (0.2)	65 (13.0)	0 (0.0)					
	合 計				4,438	1,777 (40.0)	196 (4.4)	1 (0.0)	1,745 (39.3)	719 (16.2)				
トンネル掘削機	全断面トンネル掘進機			281	0	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)				
	シールド掘進機			282	60	60 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)				
	小口径管推進機			283	28	16 (57.1)	6 (21.4)	0 (0.0)	6 (21.4)	0 (0.0)				
	自由断面トンネル掘進機			284	0	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)				
	トンネルジャンボ			285	37	36 (97.3)	0 (0.0)	1 (2.7)	0 (0.0)	0 (0.0)				
		合 計				125	112 (89.6)	6 (4.8)	1 (0.8)	6 (4.8)	0 (0.0)			

分類	機 械 名		コード	業種別購入台数						
	規 格	区 分		販売台数	建設業	リース業等	官公庁等	その他	不明	
					台数 (%)	台数 (%)	台数 (%)	台数 (%)	台数 (%)	
その他の機械	大型コンプレッサ (15 kW 又は 20 PS 以上)	可搬式 半可搬式	291	4,270	708 (16.6)	2,595 (60.8)	28 (0.7)	680 (15.9)	259 (6.1)	
	大型発動発電機 (15 kW/60 Hz 以上)	可搬式 半可搬式	301	6,657	820 (12.3)	4,813 (72.3)	60 (0.9)	522 (7.8)	442 (6.6)	
	ロータリ除雪車	搭乗形	311	151	8 (5.3)	2 (1.3)	140 (92.7)	1 (0.7)	0 (0.0)	
	路面清掃車	搭乗形	321	240	40 (16.7)	4 (1.7)	51 (21.3)	27 (11.3)	118 (49.2)	
	路面切削機		331	48	40 (83.3)	4 (8.3)	0 (0.0)	4 (8.3)	0 (0.0)	
	高所作業車	トラック架装のもの	341	2,826	184 (6.5)	882 (31.2)	15 (0.5)	1,745 (61.7)	0 (0.0)	
		その他のもの	342	2,623	8 (0.3)	484 (18.5)	3 (0.1)	2,122 (80.9)	6 (0.2)	
		計			5,449	192 (3.5)	1,366 (25.1)	18 (0.3)	3,867 (71.0)	6 (0.1)
	自走式破砕機	コンクリート・木材用	351	341	110 (32.3)	65 (19.1)	14 (4.1)	152 (44.6)	0 (0.0)	
		合 計			17,156	1,918 (11.2)	8,849 (51.6)	311 (1.8)	5,253 (30.6)	825 (4.8)
	総 計			87,107	21,853 (25.1)	37,408 (42.9)	984 (1.1)	22,871 (26.3)	3,991 (4.6)	

(2) 主要建設機械の推定保有台数

主要建設機械の保有台数は全体で1,082,061台(10%減)となっている。主要機械の内訳を見ると、履带式ブルドーザ(ハンドガイドを除く)70,333台(19.7%減)、油圧式ショベル系掘削機(ハンドガイドを除く)765,447台(9.7%減)、履带式トラクタショベル15,867台(32.9%減)、車輪式トラクタショベル156,052台(4.8%減)、油圧式トラッククレーン33,418台(13.1%減)、機械式トラッククレーン633台(36.4%減)、ホイールクレーン(ラフテレーンクレーン含)40,311台(1%増)となっている(図一)。

また保有台数の業種別に見ると、建設業503,227台(14.8%減)、リース業等328,474台(5.1%減)、官公庁等13,142台(6.6%減)となっている。

さらに業種別の保有台数のシェアを見ると、建設業が46.5%

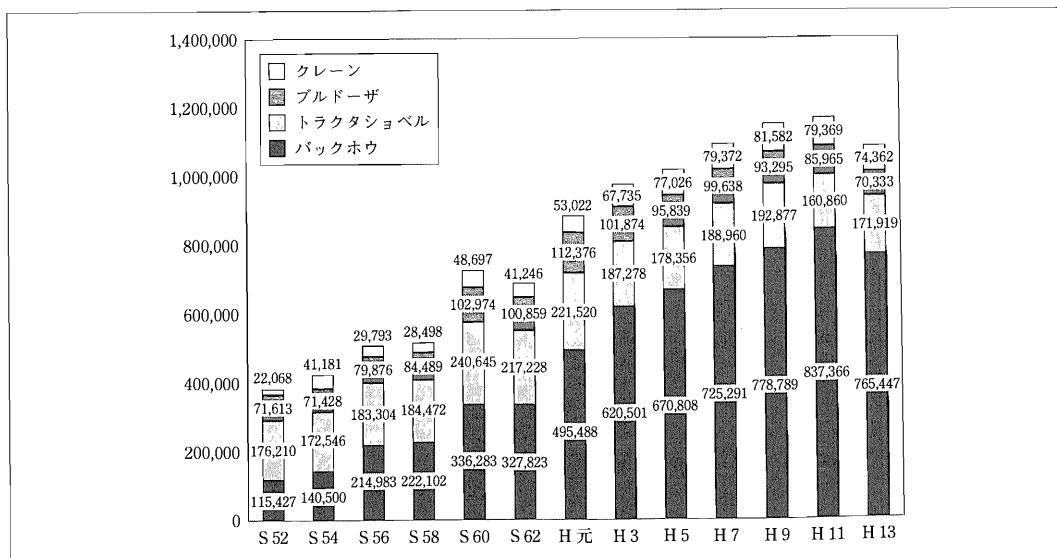
(前回49.1%)、リース業等30.4%(28.8%)、官公庁等1.2%(1.2%)となっている(表二)。

(3) 主要建設機械の保有台数の推移

主要建設機械の保有台数は平成11年度をピークに減少しており、平成13年度には108万台になっている。この傾向は建設投資額が減少を続ける限り続くものと思われる。

(4) 環境対策型建設機械

環境対策型建設機械は超低騒音型機械145,627台(15.9%増)、低騒音型機械510,386台(11.6%減)、排ガス対策型機械513,323台(31%増)となっており、全体の保有台数が10%減少する中で環境対策型建設機械に移行していることが分る(表三)。



図一 主要建設機械の推定保有台数の推移

# 統 計

表一-2 主要建設機械の補正係数を用いた推定保有台数

分類	機 械 名		規 格	区 分	コード	推定保有 台数	業種別推定保有台数				
							建設業		リース業等		官公庁等
	台数	(%)	台数	(%)	台数	(%)	台数	(%)	台数	(%)	
土 工 機 械	履帯式ブルドーザ (ハンドガイドを除く)	ブレード付 整備重量	3~10t未満	012	49,507	30,799 (62.2)	12,052 (24.3)	864 (1.7)	5,393 (10.9)	399 (0.8)	
			10~20t	013	15,424	9,205 (59.7)	2,722 (17.6)	820 (5.3)	2,539 (16.5)	138 (0.9)	
			20t以上	014	5,402	3,030 (56.1)	601 (11.1)	166 (3.1)	1,591 (29.5)	14 (0.3)	
			計		70,333	43,034 (61.2)	15,375 (21.9)	1,850 (2.6)	9,523 (13.5)	551 (0.8)	
	油圧式 ショベル系掘削機 (ハンドガイドを除く)	標準バケッ ト平積容量	0.2m³未満	041	335,103	142,479 (42.5)	114,441 (34.2)	1,496 (0.4)	37,560 (11.2)	39,127 (11.7)	
			0.2~0.6m³	042	276,622	153,822 (55.6)	91,616 (33.1)	976 (0.4)	15,058 (5.4)	15,150 (5.5)	
			0.6m³以上	043	153,722	81,303 (52.9)	42,945 (27.9)	330 (0.2)	22,922 (14.9)	6,222 (4.0)	
			計		765,447	377,604 (49.3)	249,002 (32.5)	2,802 (0.4)	75,540 (9.9)	60,499 (7.9)	
	履帯式トラクタ ショベル			061	15,867	10,251 (64.6)	1,834 (11.6)	529 (3.3)	2,947 (18.6)	306 (1.9)	
	車輪式トラクタ ショベル	標準バケッ ト山積容量	0.6m³未満	071	57,787	15,145 (26.2)	13,144 (22.7)	1,913 (3.3)	17,844 (30.9)	9,741 (16.9)	
0.6~3.6m³			072	91,669	37,282 (40.7)	6,799 (7.4)	4,628 (5.0)	34,336 (37.5)	8,624 (9.4)		
3.6m³以上			073	6,596	1,298 (19.7)	195 (3.0)	44 (0.7)	3,804 (57.7)	1,255 (19.0)		
計				156,052	53,725 (34.4)	20,138 (12.9)	6,585 (4.2)	55,984 (35.9)	19,620 (12.6)		
合 計					1,007,699	484,614 (48.1)	286,349 (28.4)	11,766 (1.2)	143,994 (14.3)	80,976 (8.0)	
運 搬 機 械	油圧式トラッククレーン*				33,418	10,546 (31.6)	12,679 (37.9)	1,104 (3.3)	7,471 (22.4)	1,618 (4.8)	
	機械式トラッククレーン			111	633	138 (21.8)	95 (15.0)	176 (27.8)	157 (24.8)	67 (10.6)	
	ホイールクレーン (ラフテレーンクレーンを含む)*				40,311	7,929 (19.7)	29,351 (72.8)	96 (0.2)	1,932 (4.8)	1,003 (2.5)	
	合 計				74,862	18,613 (25.0)	42,125 (56.6)	1,376 (1.9)	9,560 (12.9)	2,688 (3.6)	
総 計					1,082,061	503,227 (46.5)	328,474 (30.4)	13,142 (1.2)	153,554 (14.2)	83,664 (7.7)	

注) \*印は厚生労働省移動式クレーン設置台数を引用 (参考値)

表一-3 環境対策型建設機械の推定普及・前年比増減率

機械名	規 格	区 分	年 度	推定保有 台数 (A)	前年比 増減 (%)	環境対策型建設機械						
						超低騒音 型建設機 械 (B)	(普及率 (%)) (B/A)	低騒音型 建設機械 (B)	(普及率 (%)) (B/A)	排出ガス対策型 建設機械 (B)		(普及率 (%)) (B/A)
										第1次/第2次	第1次/第2次	
履帯式ブルドーザ (ハンドガイドを除く)	ブレード付 整備重量	3~10t未満	平成11	61,975	(-)	0	(0)	24,370	(39.3)	4,257/0	(6.9/0)	
			平成13	49,507	(-20.1)	0	(0)	14,645	(29.6)	7,224/48	(14.6/0.1)	
		10~20t	平成11	18,408	(-)	0	(0)	27	(0.1)	197/0	(1.1/0)	
			平成13	15,424	(-16.2)	0	(0)	18	(0.1)	1,575/6	(10.2/0)	
		20t以上	平成11	7,187	(-)	0	(0)	0	(0)	413/0	(5.7/0)	
			平成13	5,402	(-24.8)	0	(0)	4	(0.1)	781/30	(14.5/0.6)	
計	平成11	87,570	(-)	0	(0)	24,397	(27.9)	4,867/0	(5.6/0)			
平成13	70,333	(-19.7)	0	(0)	14,667	(20.9)	9,580/84	(13.6/0)				
油圧式ショベル 系掘削機 (ハンド ガイドを除く)	標準バケッ ト平積容量	0.2m³未満	平成11	351,617	(-)	110,299	(31.4)	153,558	(43.7)	156,411/0	(44.5/0)	
			平成13	335,103	(-4.7)	127,401	(38)	149,517	(44.6)	167,693/28,894	(50 /8.6)	
		0.2~0.6m³	平成11	328,353	(-)	2,055	(0.6)	209,021	(63.7)	120,887/0	(36.8/0)	
			平成13	276,622	(-15.8)	3,599	(1.3)	161,208	(58.3)	130,202/15,325	(47.1/5.5)	
		0.6m³以上	平成11	167,876	(-)	3,028	(1.8)	117,688	(70.1)	47,279/0	(28.2/0)	
			平成13	153,722	(-8.4)	5,162	(3.4)	112,079	(72.9)	76,198/9,869	(49.6/6.4)	
計	平成11	847,846	(-)	115,382	(13.6)	480,267	(56.6)	324,577/0	(38.3/0)			
平成13	765,447	(-9.7)	136,162	(17.8)	422,804	(55.2)	374,093/54,088	(48.9/7.1)				
履帯式トラクタ	計	平成11	23,662	(-)	0	(0)	0	(0)	325/0	(1.4/0)		
		平成13	15,867	(-32.9)	0	(0)	0	(0)	216/0	(1.4/0)		

統計

機械名	規格	区分	年度	推定保有 台数 (A)	(前年比 増減) (%)	環境対策型建設機械								
						超低騒音 型建設機 械 (B)	(普及率 (%)) (B/A)	低騒音型 建設機 械 (B)	(普及率 (%)) (B/A)	排出ガス対策型 建設機械 (B)		(普及率 (%)) (B/A)		
										第1次/第2次	第1次/第2次			
車輪式トラクタ ショベル	標準バケット 山積容量	0.6 m³ 未満	平成 11	60,966	(-)	8,059	(13.2)	38,002	(62.3)	35,742/0		(58.6/0)		
			平成 13	57,787	(-5.2)	6,303	(10.9)	26,777	(46.3)	25,008/6,602		(43.3/11.4)		
		0.6~3.6 m³	平成 11	95,641	(-)	2,200	(2.3)	28,453	(29.7)	22,250/0		(23.3/0)		
			平成 13	91,669	(-4.2)	2,306	(2.5)	26,269	(28.7)	29,665/1,157		(32.4/1.3)		
		3.6 m³ 以上	平成 11	7,387	(-)	0	(0)	0	(0)	1,149/0		(15.6/0)		
			平成 13	6,596	(-10.7)	0	(0)	4	(0.1)	2,530/141		(38.4/2.1)		
		計	平成 11	163,994	(-)	10,259	(6.3)	66,455	(40.5)	59,141/0		(36.1/0)		
			平成 13	156,052	(-4.8)	8,609	(5.5)	53,050	(34)	57,203/7,900		(36.7/5.1)		
		合計			平成 11	1,123,072	(-)	125,641	(11.2)	571,119	(50.9)	388,910/0		(34.6/0)
					平成 13	1,007,699	(-10.3)	144,771	(14.4)	490,521	(48.7)	441,092/62,072		(43.8/6.2)
		油圧式トラッククレーン		計	平成 11	38,476	(-)	0	(0)	778	(2)	0/0		(0/0)
					平成 13	33,418	(-13.1)	785	(2.3)	3,037	(9.1)	0/0		(0/0)
機械式トラッククレーン		計	平成 11	995	(-)	0	(0)	0	(0)	0/0		(0/0)		
			平成 13	633	(-36.4)	0	(0)	0	(0)	0/0		(0/0)		
ホイールクレーン (ラフテレン クレーンを含む)		計	平成 11	39,898	(-)	26	(0.1)	6,000	(15)	2,821/0		(7.1/0)		
			平成 13	40,311	(1.0)	91	(0.2)	16,828	(41.7)	9,466/693		(23.5/1.7)		
合計			平成 11	79,369	(-)	26	(0)	6,778	(8.5)	2,821/0		(3.6/0)		
			平成 13	74,362	(-6.3)	856	(1.2)	19,865	(26.7)	9,466/693		(12.7/0.9)		
総計			平成 11	1,202,441	(-)	125,667	(10.5)	577,897	(48.1)	391,731/0		(32.6/0)		
			平成 13	1,082,061	(-10.0)	145,627	(13.5)	510,386	(47.2)	450,558/62,765		(41.6/5.8)		

4. おわりに

平成 13 年度の建設機械動向調査の結果は、公共投資の抑制と民間投資の低迷を見越して建設業が新規投資に慎重になるとともに厳しい競争に耐えられる体質改善を進めていることが分かる。

全体を通してその傾向をまとめると、次のことがいえそうである。

- ① 我が国の建設機械の保有量は当分の間減少傾向が続く。
- ② 建設業全体の流れは汎用機種（バックホウ、ホイールクレーン等）はさらにリース業を活用する方向にある。
- ③ 大規模で特別な工事に用いられる建設機械は大手建設業が保有するが相互融通化が図られるのではない。

- ④ 専門化が進んだ基礎工事、舗装工事、解体工事等では建設業の自社保有の状態が続くこと。
- ⑤ 中小建設業は技術力と施工能力を確保し競争力を高めるために得意分野の建設機械は自社保有を維持するのではない。
- ⑥ 環境対策機械は自然な形でさらに普及し、常識化すると思われる。

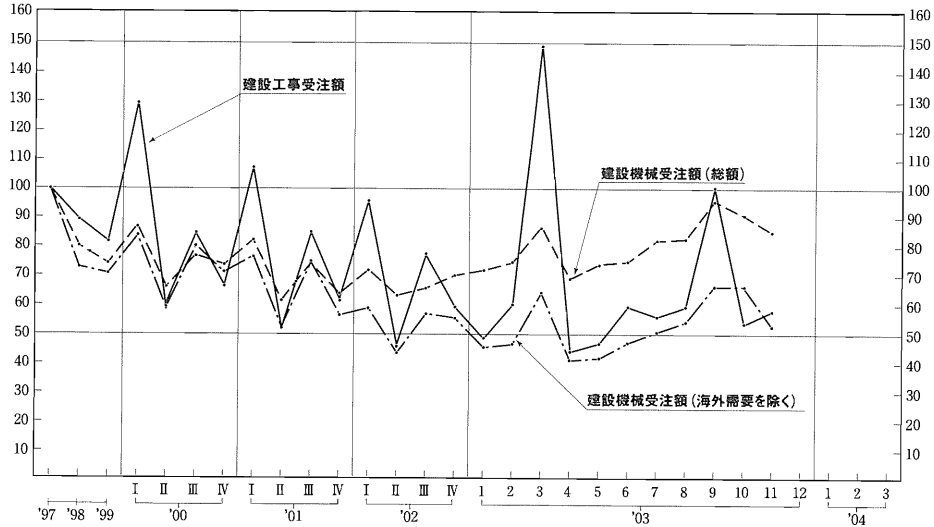
以上、委員から出た意見を集約したが、「建設機械の動向調査」結果は我が国の建設業の施工能力と施行体制を知るうえで建築工事等に使われている大型機械のデータが欠けるものの基礎となる要素動向を表しており、さらに注意深く分析すれば建設事業に係る企業にとって有意なものが得られるのではないだろうか。本調査結果が一層、活用されることを望みたい。



統計

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査（大手50社）（指数基準 1997年平均=100）  
 建設機械受注額：機械受注統計調査（建設機械企業数25前後）（指数基準 1997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							
1997年	188,683	116,190	21,956	94,234	55,485	5,175	11,833	122,737	65,946	204,028	201,180
1998年	167,747	103,361	16,700	86,662	51,132	4,719	8,535	106,206	61,541	193,823	183,759
1999年	155,242	96,192	12,637	83,555	50,169	4,631	4,250	97,073	58,169	186,191	164,564
2000年	159,439	101,397	17,588	83,808	45,494	6,188	6,360	104,913	54,526	180,331	160,536
2001年	143,383	90,656	15,363	75,293	39,133	6,441	7,153	93,605	49,778	162,832	160,904
2002年	129,862	80,979	11,010	69,970	36,773	5,468	6,641	86,797	43,064	146,863	145,881
2002年11月	8,759	5,544	825	4,719	2,460	415	339	6,066	2,693	149,752	11,470
12月	9,960	6,067	864	5,203	3,244	468	181	6,796	3,164	146,863	12,586
2003年1月	7,602	4,941	917	4,024	2,019	339	303	5,249	2,353	143,731	9,895
2月	9,385	6,033	946	5,087	2,661	449	241	6,208	3,177	141,894	11,428
3月	23,200	14,789	1,957	12,831	6,624	658	1,128	15,130	8,070	141,426	19,139
4月	6,720	4,604	730	3,874	1,206	382	527	4,405	2,315	140,202	8,583
5月	7,330	5,352	1,144	4,209	1,212	377	389	5,138	2,192	138,597	8,973
6月	9,250	6,208	655	5,553	2,251	422	369	6,387	2,863	139,002	9,071
7月	9,039	6,001	882	5,119	2,178	379	481	6,209	2,830	137,348	10,548
8月	9,127	5,913	730	5,183	2,495	385	334	6,556	2,571	136,652	9,883
9月	15,655	11,002	1,574	9,428	3,491	510	652	11,400	4,255	139,461	12,860
10月	8,321	5,288	836	4,452	2,288	338	407	5,731	2,590	137,588	10,165
11月	8,891	6,297	851	5,446	1,738	437	419	6,343	2,548	—	—

建設機械受注実績

（単位：億円）

年 月	'97年	'98年	'99年	'00年	'01年	'02年	'02年 11月	12月	'03年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
総 額	12,862	10,327	9,471	9,748	8,983	8,667	741	770	765	789	922	729	780	797	865	880	1,030	985	857
海外需要	3,931	4,171	3,486	3,586	3,574	4,301	381	443	453	466	475	448	495	472	513	509	563	513	487
海外需要を除く	8,406	6,156	5,985	6,162	5,409	4,365	360	327	312	323	447	281	285	325	352	371	467	472	370

（注）1997年～1999年は年平均で、2000年～2002年は四半期ごとの平均値で図示した。

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…

(2003年12月1日～31日)

### ■ 広報部会

#### ■ 機関誌編集委員会

月 日：12月2日(火)  
出席者：佐野正道委員長ほか6名  
議題：①平成16年1月号(第647号)原稿内容の検討・割付 ②平成16年3月号(第649号)の計画

#### ■ 建設経済調査委員会

月 日：12月10日(水)  
出席者：山名至孝委員ほか2名  
議題：①2月号原稿の検討 ②今後の計画

#### ■ 機関誌編集委員会

月 日：12月15日(月)  
出席者：佐野正道委員長ほか14名  
議題：①平成16年3月号(第649号)の計画 ②表紙及び表題の見直しについて

#### ■ 新機種調査委員会

月 日：12月18日(木)  
出席者：渡部 務委員長ほか7名  
議題：①新情報の持寄り検討 ②技術交流討議

#### ■ 要覧編集委員会(第5章)

月 日：12月3日(水)  
出席者：中村 優委員長ほか9名  
議題：原稿校正作業

#### ■ 要覧編集委員会(第2章)

月 日：12月19日(金)  
出席者：関谷洋一委員長ほか1名  
議題：原稿校正作業

#### ■ 要覧編集委員会(第13章)

月 日：12月19日(金)  
出席者：松浦委員ほか10名  
議題：原稿校正作業

### ■ 機械部会

#### ■ トンネル機械C規格シールド分科会

月 日：12月3日(水)  
出席者：波多腰 明分科会長ほか10名  
議題：①引用規格調査状況報告 ②prEN 12336 最終翻訳内容の確認 ③日本版C規格作成手順と日程の審議 ④EN条項の日本版への適用性精査報告と審議(部分)

#### ■ トンネル機械C規格ロードヘッダ分科会

月 日：12月3日(水)  
出席者：二木幸男分科会長ほか15名

議題：①用語と和訳整理表改定版の検討 ②引用規格と参考規格の改訂版検討

#### ■ 建設生産機械技術委員会見学会

月 日：12月4日(木)  
出席者：石倉武久委員長ほか14名  
議題：①滝沢ダム本体建設工事現場見学 ②委員会及び各分科会活動報告

#### ■ トンネル機械技術委員会見学会

月 日：12月4日(木)  
出席者：大坂 衛委員長ほか19名  
見学先：八王子城跡トンネル(大成建設JV、清水建設JV)見学

#### ■ 原動機技術委員会

月 日：12月5日(金)  
出席者：沼田 明委員ほか14名  
議題：①排気ガス検査証明手続き等について ②今後のガス規制対応について

#### ■ トンネル機械技術委員会幹事会

月 日：12月8日(月)  
出席者：大坂 衛委員長ほか6名  
議題：各分科会活動中間報告

#### ■ 仮設工事中エレベータ分科会

月 日：12月10日(水)  
出席者：河西正吾分科会長ほか5名  
議題：①「工事中エレベータ planning 百科」全章内容検討 ②修正内容の再検討

#### ■ 油脂技術委員会

月 日：12月10日(水)  
出席者：大川 聡委員長ほか23名  
議題：①鉱油系グリース規格(GX-1)と生分解性グリース規格(GX-2)の検討 ②グリース協会との意見交換会

#### ■ 除雪機械技術委員会幹事会

月 日：12月12日(金)  
出席者：関谷洋一幹事長ほか8名  
議題：実態調査(平成13年度)報告書修正

#### ■ 機械整備技術委員会

月 日：12月15日(月)  
出席者：吉田弘喜委員長ほか10名  
議題：①パワーツールの紹介 ②ガンソリン・灯油トーチの紹介

#### ■ 油脂技術委員会燃料分科会

月 日：12月16日(火)  
出席者：吉田史朗委員ほか12名  
議題：①活動案説明 ②建設機械排ガス規制について ③燃料動向全般について ④活動方法、活動項目のマイルストーン・スケジュール審議

#### ■ 定置式クレーン分科会

月 日：12月17日(水)  
出席者：三浦 拓分科会長ほか8名

議題：「クライミングクレーンプランニング百科」の見直し

#### ■ 情報化機器技術委員会

月 日：12月18日(木)  
出席者：中野一郎委員長ほか6名  
議題：①日本建機械化協会関連連絡 ②各委員会のホームページ進捗状況 ③遠隔稼働管理データ配信フォーマット標準化活動 ④情報化ケーススタディ/電装品未来技術 ⑤ISO/TC 127 土工機械委員会運営及び整備(SC3)分科会報告 ⑥JCMAS改訂について ⑦電装品標準化

#### ■ トラクタ技術委員会

月 日：12月19日(金)  
出席者：笹本龍也委員長ほか8名  
議題：①トラクタ技術委員会の本年度活動計画レビュー ②安全性C規格案の審議

#### ■ 基礎工事中用機械技術委員会環境対策調査分科会

月 日：12月25日(木)  
出席者：小川朗二分科会長ほか6名  
議題：①分科会発足の説明 ②調査について

#### ■ オールケーシング掘削機標準化分科会

月 日：12月25日(木)  
出席者：松尾龍之分科会長ほか9名  
議題：オールケーシング掘削機の仕様書様式及び用語の検討

#### ■ 圧入機標準化分科会

月 日：12月25日(木)  
出席者：青柳隼夫分科会長ほか7名  
議題：圧入機に関する仕様書様式及び用語の案文検討

### ■ 標準部会

#### ■ 情報化施工標準化作業グループ

月 日：12月5日(金)  
出席者：吉田 正リーダほか8名  
議題：①WG2大阪会議宿題事項確認等 ②2月米国アドホック会議対応方針等 ③作業項目確認 ④データ辞書神戸空港事例作成方針 ⑤規格のメンテナンスに関して ⑥メタデータに関して ⑦NP提案について ⑧データ辞書について ⑨次回WG2国内委員会について

#### ■ 情報化施工標準化作業グループ小打合せ

月 日：12月10日(水)  
出席者：吉田 正リーダほか4名  
議題：①規格化の利害関係に関して ②メタデータについて ③用語について ④規格のメンテナンスについて

#### ■ ISO/TC 127 土工機械委員会 SC2 分科会

**TOPS 作業グループ**

月 日：12月18日(木)

出席者：西ヶ谷忠明主査ほか10名

議題：① ISO/TC 127/SC 2/WG 5 東京会議報告 ②同会議による要検討事項 ③次回国際会議への対応

**■コンクリート機械関係国際規格共同開発調査委員会**

月 日：12月22日(月)

出席者：大村高慶委員長ほか10名

議題：①海外出張報告 ②各規格案の進捗状況

**■油脂 JCMAS 打合せ**

月 日：12月22日(月)

出席者：大川 聡委員長ほか3名

議題：JCMAS 案3件に関する協議

**■情報化施工標準化作業グループ**

月 日：12月22日(月)

出席者：吉田 正リーダほか9名

議題：①データ辞書事例作成 ②用語 ③NP 提案関連検討

**■国内標準委員会**

月 日：12月24日(水)

出席者：大橋秀夫委員長ほか23名

議題：①JIS 8330-5 案「土工機械—運転室内環境—第5部：前面窓ガラスデフロスタ試験方法」及び同-6 案「第6部：運転室日照負荷決定方法」②JIS A pppp-1 案「土工機械—補助ミラー及び後写鏡の視野—第1部：試験方法」及び同-2「第2部：性能基準」③JIS 案後 JIS A rrrr 案「土工機械—重ダンプトラック及び自走式スクレーパのリターダ—性能試験方法」④JIS A tttt 案「土工機械—ダンパ荷台及びキャブチルト支持装置」⑤JIS A xxxx 案「土工機械—機械装置被けん引具—性能要求事項」⑥JIS 8340-5 案「土工機械—安全—第5部：ダンパの要求事項」⑦JCMAC 案「コンクリートポンプの試験方法」⑧JCMAS 案「油圧ショベルの作業燃費試験方法」⑨JCMAS 案「ホイールローダの作業燃費試験方法」⑩JCMAS 案「トラクタドーザの作業燃費試験方法」⑪生分解性作動油及びグリース関係 JCMAS 案

**■ 業 種 別 部 会****■製造業部会小幹事会**

月 日：12月1日(月)

出席者：溝口孝遠幹事長ほか8名

議題：①除雪ドーザの申請の細部確認 ②低騒音申請同一性データの収集 ③ショベルの形式カテゴリの業界提案

合意 ④12月4日打合せについて

**■製造業部会マテリアル・ハンドリング WG**

月 日：12月18日(木)

出席者：溝口孝遠幹事長ほか8名

議題：①C 規格 JIS の内容検討 ②安全マニュアルの作成について

**■製造業・建設業・レンタル業合同部会**

月 日：12月12日(金)

参加者：50名

講演会：「中国建設市場の現状と将来」

講師：中国清華大学・安教授

**… 支部行事一覧 …****■ 北 海 道 支 部****■第1回機械施工積算委員会**

月 日：12月9日(火)

出席者：住田則行委員長ほか3名

議題：①平成16年度建設機械等積算定表(北海道補正版)に関する協議 ②平成16年度請負工事機械経費積算講習会に関する協議

**■ 北 陸 支 部****■機械設備検討委員会**

月 日：12月2日(火)

出席者：中森良次企画委員長ほか11名

議題：機械設備に伴う諸問題について

**■効率化推進委員会**

月 日：12月10日(水)

出席者：岡村幸弘委員長ほか7名

議題：河川ゲート点検整備の効率化について

**■冬期施工機材技術委員会**

月 日：12月17日(水)

出席者：内山和夫委員ほか11名

議題：冬期交通規則機材の開発について

**■西部地方連絡会**

月 日：12月18日(木)

出席者：和田 惇支部長ほか74名

議題：①平成15年度支部事業活動 ②北陸地方整備局、石川県、富山県の事業概要 ③意見交換

**■ 中 部 支 部****■道路除雪講習会**

月 日：12月3日(水)

会 場：高山市民文化会館

参加者：80名

内 容：①冬期における道路管理について(国土交通省高山国道事務所管理課長)星野俊雄 ②除雪施工法と安全管理について(国土交通省中部地方整備局道路部機械課建設専門官)岡智明 ③各除雪用機械の点検要領座学及び実機による指導：各メーカー技術員

**■運営委員会**

月 日：12月5日(金)

出席者：土屋功一支部長ほか25名

議題：平成15年度上半期事業報告及び同経理概況報告

**■建設技術フェア実行委員会事務局会議**

月 日：12月18日(木)

出席者：阪井則行企画部会副部長

議題：「建設技術フェア2003 in 中部」実施結果について、次年度の実施方針について

**■技術部会**

月 日：12月19日(金)

出席者：安藤 俐副部長ほか8名

議題：機械設備の維持管理について

**■ 関 西 支 部****■建設業部会・リース・レンタル業部会合同見学会**

月 日：12月3日(水)

出席者：岡本哲哉建設業部会長ほか24名

見学先：①神鋼神戸発電所 ②菊正宗酒造記念館

**■建設インキュベーション委員会**

月 日：12月4日(木)

出席者：建山和由委員長ほか10名

議題：①植物工場の現状と将来展望(大阪府立大学教授)村瀬治比古 ②新技術に関する文献紹介

**■運営委員会**

月 日：12月5日(金)

出席者：高野浩二支部長ほか31名

議題：平成15年度上半期事業報告及び同経理概況報告について

**■摩耗対策委員会**

月 日：12月5日(金)

出席者：深川良一委員ほか5名

議題：①サーメット溶射技術の建設分野への適用(森本組)朝隈正雄 ②摩耗に関する文献調査

**■橋梁技術委員会**

月 日：12月10日(水)

出席者：河野岩男委員ほか9名

議題：①安全施工マニュアルについて ②現場研修会について ③委員会

活動について

## ■広報部会編集集会

月 日：12月11日(木)

出席者：三村邦有委員長ほか6名

議題：JCMA 関西第84号の最終校正について

## ■水門技術委員会

月 日：12月16日(火)

出席者：羽田靖人委員長ほか22名

議題：①各部会報告 ②平成15年度技術講習会開催要領 ③新技術紹介

## ■建設災害公害分科会幹事会

月 日：12月19日(金)

出席者：金田一行分科会長ほか3名

議題：救援活動に必要な機械の保有状況アンケート調査について

## ■回転機委員会トンネル換気分科会

月 日：12月22日(月)

出席者：村田栄作委員長ほか13名

議題：①議事録確認 ②「トンネル換気設備・非常用設備点検整備標準要領」について ③「トンネル換気設備・非常用施設設計便覧(近畿地方整備局)」 ④施工技術総合研究所報告

## ■ 四 国 支 部

## ■新技術・新工法等に関する映写会

月 日：12月10日(水)

参加者：36名

内 容：「東北本線浦和・大宮間、第二与野新道改築工事」ほか8件

## ■ 九 州 支 部

## ■コンサルタント・積算委員会

月 日：12月12日(金)

出席者：吉竹正致委員長ほか9名

議題：①施工計画書作成に必要な建設機械等の仕様に関する資料収集の件 ②設計基準のチェックリスト整備の件

## ■第9回企画委員会

月 日：12月17日(水)

出席者：相川 亮委員長ほか11名

議題：支部行事の推進について ①秋季運営委員会開催報告の件 ②九州建設技術フェア開催の件(民間の新技術情報PR方法について/民間企業の技術展示存続について) ③建設機械等の盗難防止の件 ④実地試験場の実施種目変更の件 ⑤平成16年度事業計画・予算検討の件

## 建設機械技術者必携

## 建設機械施工ハンドブック (改訂版)

建設機械による土木施工現場における監理技術者、専任の主任技術者、オペレータ、世話役、監督等の現場技術者、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の技術者や、大学、高等専門学校、工業高等学校において建設機械と建設施工を勉強する学生などを対象として本書は書かれています。

今回、最近の技術動向、排気ガス対策、安全衛生管理体制、建設副産物、適正な施工体制等について最新の技術と内容をより充実させ、機械化施工における環境の保全、効率的な工事の施工が図られることを念頭に改訂編纂し出版しました。

建設機械技術者にとって必携の書でありますのでご案内申し上げます。

## ■掲載内容(三分冊)

- ・基礎知識編(土木工学一般、建設機械一般、安全対策・環境保全、関係法規)
- ・掘削・運搬・基礎工事機械編(トラクタ系機械、ショベル系機械、運搬機械、基礎工事機械)
- ・整地・締固め・舗装機械編(モータグレーダ、締固め機械、舗装機械)

■体 裁：A4判 全約910頁

■価 格：会 員 10,000円(消費税込)送料 600円

非会員 11,550円(消費税込)送料 600円

## 社団法人 日本建設機械化協会

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

## 編集後記

このところ寒い日が続く、インフルエンザも流行っているようですが、最近ではインフルエンザの判定が20～30分でできる検査薬と、よく効く薬もあるので早めに医者に行くのが良いそうです。

さて、今月は地震防災特集です。1995年の阪神淡路大震災では、高速道路や鉄道、転倒したビルなど大きな被害に本当にショックを受けました。あれから9年が経ち、被災者の方々は大変なご苦労をされたと思いますが、復興もほぼ落ち着いて活気のある街並みを取り戻しているようです。

最近では、東海地震がいつ発生しても不思議はないと言われています。プレート境界型の地震は100年～150年間隔で繰り返していますが、前回の1944年と1946年の東南海・南海地震では東海沖の地震は起きなかったため、東海地震はその前の安政の地震からもう150年に達し、ひずみが限界にきているということです。

また、これまで東海から南海沖の地震は同時または連続的に発生しているため、東海地震が起こった場合、東南海、南海地震も連続して発生する可能性があるということで、そのような場合には大変大きな被害が予想されています。

大きな地震が来るたびに耐震基準などが変更されており、これまでの経験から想定できる範囲の地震では十分な耐震性を有していると考えられますが、阪神淡路大震災における旧耐震基準の建物のように、想定外の地震にはやはり脆い面があると思います。

本号では触れられていませんが、最近では長周期地震動がクローズアップされています。現在の震度は人間が体感しやすい短周期に重きを置いています。人間には感じにくい長周期成分は建物と共振して大きな被害を出す可能性があるそうです。今予想されている地震では長周期成分が卓越する可能性があるため、対策を講じておく必要があるということです。自然が相手ですから、人間が予測できないことが起こるのも仕方ありません。想定できる範囲で十分な対策を講じたうえで、災害発生時には迅速に適切な対応が取れるような体制と資機材等の準備が必要です。

そのような観点から、本号では地震が起きた時の対策と災害対策用機械および耐震技術と実際の建物、高架橋、橋梁などの免震、耐震補強工事の概要等について特集いたしました。

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

(星隈・坂本・星野)

## 機関誌編集委員会

### 編集顧問

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

### 編集委員長

佐野 正道

### 編集委員

星隈 順一	国土交通省
小幡 宏	国土交通省
西園 勝秀	国土交通省
佐藤 隆	農林水産省
伊藤 早直	原子力安全保安院
本多 明	鉄道・運輸機構
軍記 伸一	日本道路公団
新野 孝紀	首都高速道路公団
坂本 光重	本州四国連絡橋公団
山崎 劭	水資源機構
高村 和典	日本下水道事業団
吉村 豊	電源開発
藤田謙二郎	大林組
西田 光行	鹿島
橋本 弘章	川崎重工業
岩本雄二郎	熊谷組
有光 秀雄	コベルコ建機
金津 守	コマツ
奥山 信博	清水建設
山口喜久一郎	新キャタピラー三菱
芳賀由紀夫	大成建設
星野 春夫	竹中工務店
加藤 謙	東亜建設工業
境 寿彦	日本国土開発
斉藤 徹	NIPPO
森 秀文	ハザマ
宮木 克己	日立建機
庄中 憲	施工技術総合研究所

### 3月号予告 一特集 地下空間一

- ・春日井共同溝工事
- ・静清共同溝東地区工事
- ・秋田中央道路整備工事
- ・地下鉄工事における建設機械の環境負荷低減の取組み
- ・工期短縮を目指した大型掘削機によるトンネルNATM施工
- ・中之島新線における影響調査工事に適した新連続地中壁造成システム
- ・万能型シールド工法の開発
- ・道路トンネルにおけるシールド技術体系と最新技術
- ・長崎オランダ坂トンネル
- ・シールド機内から容易にカットビットを交換するトレール工法
- ・初鹿野換気整備回収工事

## No.648 「建設の機械化」

2004年2月号

(定価) 1部840円(本体800円)  
年間購読料9,000円

平成16年2月20日印刷

平成16年2月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 玉光弘明

印刷所 株式会社 技報堂

## 発行所 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

電話 (03) 3433-1501; Fax. (03) 3432-0289; <http://www.jcmanet.or.jp/>

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話 (0545) 35-0212
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北三条西 2-8	電話 (011) 231-4428
東北支部	〒980-0802 仙台市青葉区二丁目 16-1	電話 (022) 222-3915
北陸支部	〒951-8131 新潟市白山浦 1-614-5	電話 (025) 232-0160
中部支部	〒460-0008 名古屋市中区栄 4-3-26	電話 (052) 241-2394
関西支部	〒540-0012 大阪市中央区谷町 2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支部	〒730-0013 広島市中区八丁堀 12-22	電話 (082) 221-6841
四国支部	〒760-0066 高松市福岡町 3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支部	〒810-0041 福岡市中央区大名 1-12-56	電話 (092) 741-9380