

建設の施工企画 5

2008 MAY No.699 JCMMA

旧栃木県庁舎の「曳家」工事



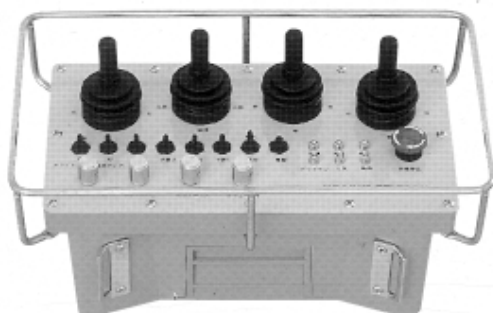
歴史的遺産・建造物の修復，復元

社団法人 日本建設機械化協会

建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

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

DAIWA TELECON

大和機工株式会社

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

ダム工事用コンクリート運搬テルハ（クライミング機能付）

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

特長

- コストパフォーマンスに優れる。
機械重量が比較的軽量で、構造がシンプルなので運搬能力に対して安価である。
- 安全性に優れる
コンクリートバケットが堤体上空を横切らないので安全性に優れる。
- 環境に優しい。
河床に設置されるので、ダム天端付近の掘削を少なくできる。
- 大型機材の運搬も可能
専用吊り具で車両等の大型機材の運搬が可能。



吉永機械株式会社

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

社団法人日本建設機械化協会

第59回通常総会の開催

本協会は、創立以来59年の歴史を刻むなかで、多くの事業を展開し、今日を迎えることができますのは、偏に会員の皆様のご支援、ご協力の賜と深く感謝いたしております。

お陰をもちまして平成19年度事業は、無事終了いたしました。

つきましては、定款に従い下記により第59回通常総会を開催致します。

記

1. 日 時 平成20年5月27日（火） 10時30分～11時45分

2. 場 所 虎ノ門パストラル「葵の間」（本館1階）

東京都港区虎ノ門4-1-1

Tel 03（3432）7261（代）

3. 議 題 （予定）

第1号議案 平成19年度事業報告承認の件

第2号議案 平成19年度決算報告承認の件

第3号議案 （1）任期満了に伴う役員改選に関する件

（2）理事会の報告

第4号議案 平成20年度事業計画に関する件

第5号議案 平成20年度収支予算に関する件

第6号議案 定款の一部改正に関する件

平成20年度「建設施工と建設機械シンポジウム」 —— 未来を拓く建設施工と建設機械 ——

論文・ポスターセッション発表の募集

1. 会 期：2008年(平成20年)10月16日(木)～17日(金)
2. 会 場：機械振興会館 地下2階ホール、地下3階研修－1・2号室、 B3－2
(東京都港区芝公園3－5－8)
3. 主 催：社団法人 日本建設機械化協会
4. 後 援：(順不同・予定)
国土交通省、経済産業省、(独) 土木研究所、(社) 土木学会、(社) 日本機械学会、
(社) 地盤工学会、(社) 日本機械土工協会

5. 主 旨

本協会では、広報活動の一環として“建設機械と施工法”に関する技術の向上などを目的に、技術開発、研究成果の発表の場として、「建設施工と建設機械シンポジウム」を毎年開催しております。本年度も建設施工と建設機械分野の専門家相互の情報交換と技術力の研鑽の場を提供するため、広く一般に標記の論文募集をいたします。また、本年度も、昨年度に引き続き幅広い参画を目的として、ポスターセッション募集も併せて実施します。

本シンポジウムでは、「未来を拓く建設施工と建設機械」をテーマとし、建設施工と建設機械の合理化と環境安全対策等の発表を予定しております。また、投稿頂いた論文の中から実行委員会の審査を経て、優秀な論文に対して表彰させて頂く予定です。なお、優秀論文は、平成21年度(社)日本建設機械化協会会長賞の候補としても位置付けられます。

技術者の資質向上の場としてはもとより、産官学あるいは異業種間の交流連携の場として本シンポジウムを一層活用していただけることを期待しております。

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

6. 論文募集内容

論文は、下記の6つの項目のいずれかに該当する内容で応募頂いております。

- (1) 建設施工と建設機械の環境対策、省エネルギー化、安全対策
- (2) 建設施工の品質確保
- (3) 建設施工と建設機械における合理化、コスト縮減
- (4) 建設施工と建設機械におけるICTの利活用
- (5) 建設施工と建設機械を通じた災害対策等の取組
- (6) 建設施工と建設機械のマネジメント

7. 論文募集要領

- (1) 論文発表申込：**「申込書1」**により提出して下さい。

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

- (2) **論文アブストラクト提出締切日：平成20年6月16日(月)(事務局必着厳守)**

- (3) 提出されたアブストラクトを審査の上、採用決定論文については後日、本論文の作成を依頼します。

(本論文の提出締切りは8月11日(月)の予定です。)

- (4) 本論文は、4頁、6頁のいずれかとし、その構成(目的、方法、結果と考察、結論)、文章及び図表は学術論文に準じて下さい。

(5) 論文発表時間：17分／編（質疑・応答の時間を含む）

8. ポスターセッション募集内容

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

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

9. ポスターセッション募集要領

(1) 発表申込：「**申込書2**」により提出して下さい。

※「申込書2」は、当協会ホームページ(<http://www.jcmanet.or.jp/symposium/index.html>)からダウンロードが出来ます。

(2) **ポスターセッションアブストラクト提出期限：平成20年6月16日（月）（事務局必着厳守）**

(3) 提出されたアブストラクトを審査の上、採用の可否を決定し通知します。ポスター、必要機器等は発表当日持込みとなります。

(4) ポスターサイズはA0版（縦1189×横841mm）1枚とします。レイアウト上、ポスターの上端から100mm幅の帯を左端から右端まで通して設け、その範囲内に表題、発表者氏名を記入して下さい。

(5) ポスター前には長机を用意する予定ですので、パンフレット、模型、ノートPC（バッテリー駆動）等による補助的なプレゼンテーションも可とします。（必要機材は発表者側で準備してください）

(6) 発表時間：10月16日 12:30～17:00（内、コアタイム1時間）

10月17日 10:30～15:00

(7) 募集数：15編程度

10. 参加費：論文、ポスターセッション発表者は無料で参加いただけます。

11. 注意事項

審査の結果により、発表頂けない場合や論文掲載をお断りする場合がありますので予めご了解下さい。

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

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

◆ 問合せ先、送付先

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館

社団法人 日本建設機械化協会 調査研究部 阿部 勉、野村 正之

TEL:03-3433-1501 FAX:03-3432-0289 E-mail:t-abe@jcmanet.or.jp

※本ご案内・申込書は当協会ホームページ(<http://www.jcmanet.or.jp/symposium/index.html>)からダウンロード出来ますのでご利用下さい。

事務局 FAX 03-3432-0289

締切:6月16日(月)(厳守)

平成20年度「建設施工と建設機械シンポジウム」
論文発表申込書

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

(申込書2)

事務局 FAX 03-3432-0289

締切:6月16日(月)(厳守)

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

平成20年度「建設施工と建設機械シンポジウム」
ポスターセッション発表申込書

タイトル							
発表者	ふりがな						
	氏名						
	E-mail アドレス						
共同研究者			(注)共同研究者は2名までとする				
(官公庁 / 学校 / 会社) 名							
申込者名		部署名					
E-mail アドレス							
住 所	〒						
	T E L		F A X				
ポスターセッションの要旨(アブストラクト)をご記述ください。(400字程度)							
テーマ区分1(○で囲む)	論文募集内容との対応	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
テーマ区分2(○で囲む)	セッション内容との対応	①	②	③	④		

第118回「建設施工研修会」開催のご案内

標記の「研修会」(工事記録映写会)を下記のとおり開催いたしますので、多数お誘い合せのうえ、当日会場へご来場下さいますよう、ご案内申し上げます。

◎ 場 所:機械振興会館 地下2階 B2ホール

◎ 日 時:平成20年6月5日(木) 14:00～16:40

◎ 入 場:無 料 (当日、入退場はご自由です。)

第118回「建設施工研修会」プログラム				
1	住まいながらの耐震改修技術 バットレス制振フレーム	H19	9分	前田建設工業(株)
2	ガスクッションを用いた 「ハイブリッド振動遮断壁工法」(HGC工法)	H18	10分	(株)不動テトラ
3	大地との対話 「飛驒トンネル先進坑工事の記録」	H18	34分	飛島建設(株)
4	対人地雷処理機開発プロジェクト	H19	4分	コマツ
5	暮らしを支える地下空間を築く 「鹿島のシールドトンネル施工技術」	H20	12分	鹿島建設(株)
6	ノンピック工法	H14	25分	伊藤忠建機(株)
7	食品系廃棄物バイオガス化システムメタクレス 「霧島酒造焼酎粕リサイクル施設」	H19	10分	鹿島建設(株)
8	スリムケーソン工法の紹介	H19	18分	オリエンタル 白石(株)

(社)日本建設機械化協会 業務部

〒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

第118回 「建設施工研修会」プログラム

- ◆ 場 所 : 機械振興会館 地下2階 B2ホール
- ◆ 日 時 : 平成20年6月5日(木) 14:00～16:40
- ◆ 入 場 : 無 料 (入退場はご自由です。)

① 14:00～14:02	： 映写会の説明	
② 14:05～14:14	： 前田建設工業(株)	H19製作
住まいながらの耐震改修技術 : バットレス制振フレーム 屋内作業をすることなく地震の揺れを効率よく吸収可能な耐震改修技術の紹介		
③ 14:17～14:27	： (株)不動テトラ	H18制作
ガスクッションを用いた「ハイブリッド振動遮断壁工法」(HGC工法) 振動対策の一つである伝播経路対策として、地盤中に空溝を志向した防音壁を構築する技術の紹介		
④ 14:30～15:04	： 飛島建設(株)	H18制作
大地との対話 : 「飛驒トンネル先進坑工事の記録」 東海北陸自動車道の初糖山を貫く延長10.7kmの飛驒トンネルの本坑に先行しての先進坑の不良地山帯、大量湧水帯を貫く難工事の記録の紹介		
⑤ 15:07～15:11	： コマツ	H19制作
対人地雷処理機開発プロジェクト ブルドーザベースの対人地雷処理機は、手作業の25倍以上の処理能力を発揮する。アフガニスタン、カンボジアで本格稼動を開始する対人地雷処理機の紹介		
休憩 15:11～15:26(15分間)		
⑥ 15:26～15:38	： 鹿島建設(株)	H20制作
暮らしを支える地下空間を築く : 「鹿島のシールドトンネル施工技術」 シールドトンネル工法の概要を初心者向けに分りやすく解説すると共に、最新のシールドトンネル施工技術の数々を紹介		
⑦ 15:41～16:06	： 伊藤忠建機(株)	H14制作
ノンピック工法 旧基準で設計された耐震性能の劣る建物や新築工事におけるスリットの追加工事に外部からのみ(片側施工)で耐震性能を向上させる耐震対策工法の紹介		
⑧ 16:09～16:19	： 鹿島建設(株)	H19制作
食品系廃棄物バイオガス化システムメタクレス : 「霧島酒造焼酎粕リサイクル施設」 生産工程で発生する焼酎粕及び芋くずの処理システムの紹介		
⑨ 16:22～16:40	： オリエンタル白石(株)	H19制作
スリムケーソン工法の紹介 ニューマチックケーソン工法の概要・用途の説明。小断面ニューマチックケーソン工法(スリムケーソン)の技術開発の紹介		

講演募集の会告文

平成20年度施工技術報告会講演募集のお知らせ 主題「最近の建設技術と施工事例」

共 催 (社)日本建設機械化協会関西支部
(社)土木学会関西支部
(社)地盤工学会関西支部

三学・協会では、直接、設計・施工に携わった方々に施工技術の成果を報告していただく「施工技術報告会」を毎年企画しております。過去32回における当報告会には、官公庁・建設業・コンサルタント業をはじめ広範囲の分野にわたる多数の技術者が参加され、多大な成果が得られております。

近年、事業の計画・立地に当たっては、建設現場の自然環境や住環境の保護といった観点から、種々の社会的要求が出され、事業者の企画の困難さは日に日に増しています。これに伴い、建設技術者も厳しい条件下での設計、施工を余儀なくされており、設計方法、施工方法、使用材料、施工設備・機械など解決すべき問題は複雑多岐にわたっています。

各位におかれましては、安全、環境との調和を前提に施工方法の改善、開発、さらには新材料、新技術の導入などにより、このような困難な工事に対応されていることと考えます。これらの貴重な経験を発表していただくことは、まことに有意義なことと思われまします。

本年度も下記要領で開催いたしますので、積極的な応募をお願いいたします。

記

日 時：平成21年1月末 13時～17時（予定）

会 場：建設交流館（予定）

プログラムその他詳細については各学・協会誌11月号に掲載予定です。
講演を希望される方は、次の要領によりお申し込み下さい。

講演申込要領

申込方法：講演希望者は題目、講演内容（目的、要旨、結論を300～400字程度にまとめる）、勤務先、氏名（連名の場合は発表者に○印を付ける）、連絡先および所属学・協会名を明記（様式自由）の上、お申し込み下さい。採否の結果については8月上旬に連絡いたします。

申込期限：平成20年7月11日（金）必着のこと

申 込 先：(社)日本建設機械化協会関西支部

問合せ先 〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4（谷町スリースリースビル8F）

TEL 06-6941-8845 FAX 06-6941-1378

E-mail jcmakans@muse.ocn.ne.jp

講 演 者：講演者は日本建設機械化協会、土木学会、地盤工学会の個人会員または団体資格会員とします。
の 資 格 なお、工事の事業者（発注官庁等に所属する者）と施工者（建設会社等に所属する者）の連名の場合は、発表者（○印）は原則として施工者とします。また、講演ご希望の方（○印）で非会員の方は講演申込期限までに共催学・協会のいずれかに入会の手続きをして下さい。

講演内容：未発表のもので1人1題とします。なお、過去に同じ題材で発表されている場合には、その違いを申込書類の講演内容に追記して下さい。

講演時間：一題あたり30分程度（全6題の予定）

講演原稿：講演者は講演集の原稿を提出して下さい。

提出方法 ①講演集は講演者の原稿をそのままオフセット印刷しますので、必ず所定の様式に従って執筆して下さい。

②原稿提出期限：平成20年10月17日（金）までに（社）日本建設機械化協会関西支部（前掲）に必着のこと。

③原稿はパソコンで作成し、原則として10枚以内（図、表、写真を含む）とします。

④講演者に講演集6部を贈呈いたします。

機械経費積算に必携

平成20年度版 建設機械等損料表

〈発行〉社団法人 日本建設機械化協会

- 国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に基づいて編集
- わかりやすい損料積算例や損料表の構成を解説
- 機械経費・機械損料に関係する通達類を掲載
- 各機種 of 燃料消費量を掲載
- 各種建設機械の構造・特徴を図・写真で掲載
- 日本建設機械化協会発行「日本建設機械要覧」参照頁を掲載



20年4月24日発刊

B5判 約600ページ

- 一般価格 7,700円(本体7,334円)
- 会員価格(官公庁・学校関係含) 6,600円(本体6,286円)
- 送料 沖縄県以外 600円
沖縄県 450円(但し県内に限る)
(複数お申し込みの場合の送料は別途考慮)

現場で役立つ建設機械一覧を掲載

平成18年度版 建設機械損料の解説と機械一覧

〈発行〉社団法人 日本建設機械化協会

- 機械損料算出や現場で役立つ建設機械機種一覧を掲載
- 機種一覧には、一目でその機械の概要がわかる解説を掲載
- 機械損料算出方法を解説
- 機械経費算出方法を解説
- 機械損料計算事例を掲載



18年4月既刊

B5判 約300ページ

- 一般価格 4,900円(本体4,667円)
- 会員価格(官公庁・学校関係含) 4,300円(本体4,096円)
- 送料 沖縄県以外 450円
沖縄県 340円(但し県内に限る)
(複数お申し込みの場合の送料は別途考慮。
また建設機械等損料表と同時注文の場合、
解説と機械一覧分の送料は無料とします。)

◆ 購 入 申 込 書 ◆

社団法人 日本建設機械化協会 行

平成20年度版 建設機械等損料表	部
平成18年度版 建設機械損料の解説と機械一覧	部

上記図書を申し込みます

平成 年 月 日

官 公 庁 名 会 社 名 等			
所 属			
担 当 者 名	TEL		
	FAX		
住 所	〒		
送 金 方 法	銀行振込 ・ 現金書留 ・ その他()		
必 要 書 類	見積書()通 ・ 請求書()通 ・ 納品書()通		
送 料 の 取 扱	()単価に送料を含む。()単価と送料を2段書きにする。(該当に○をして下さい。) 【指定用紙がある場合は、申込書と共にご送付下さい。】		

■お申込方法■

- ①官公庁 : FAX(本部、支部共)
 ②民 間 : (本部へ申込) FAX
 (支部へ申込) 現金書留のみ(但し会員はFAX申し込み可)
 ※北海道支部はFAXのみ

(注)本部への申込は関東・甲信地区のみとし、その他の地区は最寄りの下記の各支部及び(社)沖縄建設弘済会宛お申し込み下さい。

本部	〒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
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北3条2-8 さつげんビル	TEL(011)231-4428 FAX(011)231-6630
東北支部	〒980-0802 仙台市青葉区二日町16-1 二日町東急ビル	TEL(022)222-3915 FAX(022)222-3583
北陸支部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	TEL(025)280-0128 FAX(025)280-0134
中部支部	〒460-0008 名古屋市中区栄4-3-26 昭和ビル	TEL(052)241-2394 FAX(052)241-2478
関西支部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル	TEL(06)6941-8845 FAX(06)6941-1378
中国支部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル	TEL(082)221-6841 FAX(082)221-6831
四国支部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クリエイトビル	TEL(087)821-8074 FAX(087)822-3798
九州支部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-8-26 第3白水駅東ビル	TEL(092)436-3322 FAX(092)436-3323

沖縄の方は

(社)沖縄建設弘済会	〒901-2122 沖縄県浦添市勢理客4-18-1 トヨタマイカーセンター内	TEL(098)879-2097 FAX(098)878-0032
------------	--	--------------------------------------

橋梁架設工事の積算

平成20年度版

∞∞∞改訂・発刊のご案内∞∞∞

平成20年4月 社団法人 日本建設機械化協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

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

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準、建設機械等損料算定表等が改正され、平成20年4月以降の工事費の積算に適用されることに伴い、また近年の橋梁架設工事の状況、実績等を勘案し、当協会では「橋梁架設工事の積算 平成20年度版」を発刊することと致しました。

なお前年度版同様、橋梁の補修・補強工事の積算に際し、その適用範囲や積算手順をわかりやすく解説した「橋梁補修補強工事積算の手引き 平成20年度版」を別冊(セット)で発刊致します。

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

敬 具

◆内容

平成20年度版の構成項目は以下のとおりです。

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



◆改訂内容

平成19年度版からの主な改訂事項は以下のとおりです。

1. 共通(鋼橋、PC橋)
 - ・ 共通仮設費率の改訂
 - ・ 架設用仮設備機械等損料算定表の改訂
 - ・ 機械設備複合損料の改訂
2. 橋種別
 - 1) 鋼橋編
 - ・ 設備損料の諸雑費の改訂(ケーブルクレーン、送出し設備、門型クレーン、トラベラクレーン等)
 - ・ 架設桁組立・解体歩掛の改訂
 - 2) PC橋編
 - ・ プレグラウトPC鋼材縦締工歩掛の新規設定
 - ・ コンクリート床版の炭素繊維補強工法の吊足場改訂

● B5判/本編約1,120頁(カラー写真入り)
別冊約120頁 セット

●定価

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

※ 別冊のみの販売はいたしません。
※ 学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

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

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

●発刊 平成20年4月28日

◆ 購 入 申 込 書 ◆

社団法人 日本建設機械化協会 発行

橋梁架設工事の積算 平成20年度版	部
-------------------	---

上記図書を申込みます。

平成 年 月 日

官 公 庁 名 会 社 名			
所 属			
担当者氏名	①	TEL	
		FAX	
住 所	〒		
送 金 方 法	銀 行 振 込 ・ 現 金 書 留 ・ その他 ()		
必 要 書 類	見積書 () 通 ・ 請求書 () 通 ・ 納品書 () 通		
送料の取扱	() 単価に送料を含む、() 単価と送料を2段書きにする (該当に○) 【指定用紙がある場合は、申込書と共にご送付下さい】		

■ お 申 込 方 法 ■

①官公庁：FAX（本部、支部共）

②民 間：（本部へ申込）FAX

（支部へ申込）現金書留のみ（但し会員は FAX 申込み可）

※北海道支部は FAX のみ

（注）本部への申込は関東・甲信地区のみとし、その他の地区は最寄りの下記の各支部及び（社）沖縄建設弘済会
あてお申込み下さい。

〔お問合せ及びお申込先〕

本 部	〒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
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北3条西2-8 さつげんビル	TEL (011)231-4428 FAX (011)231-6630
東 北 支 部	〒980-0802 仙台市青葉区二日町1-6-1 二日町東急ビル	TEL (022)222-3915 FAX (022)222-3583
北 陸 支 部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	TEL (025)280-0128 FAX (025)280-0134
中 部 支 部	〒460-0008 名古屋市中区栄4-3-26 昭和ビル	TEL (052)241-2394 FAX (052)241-2478
関 西 支 部	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル	TEL (06)6941-8845 FAX (06)6941-1378
中 国 支 部	〒730-0013 広島市中区八丁堀1-2-2 築地ビル	TEL (082)221-6841 FAX (082)221-6831
四 国 支 部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クワイエットビル	TEL (087)821-8074 FAX (087)822-3798
九 州 支 部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-8-26 第3白水駅東ビル	TEL (092)436-3322 FAX (092)436-3323

沖縄の方は

(社)沖縄建設 弘済会	〒901-2122 浦添市勢理客4-18-1 トヨタマイカーセンター	TEL (098)879-2097 FAX (098)878-0032
----------------	------------------------------------	--

大口径岩盤削孔工法の積算

平成20年度版

∞∞改訂・発刊のご案内∞∞

平成20年4月 社団法人 日本建設機械化協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

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

本協会では、平成18年5月に「大口径岩盤削孔工法の積算 平成18年度版」を発刊し、関係する技術者の方々に広くご利用いただいております。

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準、建設機械等損料算定表等が改正され、平成20年4月以降の工事費の積算に適用されることに伴い、当協会では内容をより充実し、わかりやすく解説した「大口径岩盤削孔工法の積算 平成20年度版」を発刊致します。

つきましては、大口径岩盤削孔工事の設計積算業務に携わる関係各位には是非ご利用いただきたくご案内申し上げます。

敬 具

◆ 内 容

平成20年度版の構成項目は以下のとおりです。

- | | | |
|----------------------|----------------------|---------------------|
| (1) 適用範囲 | (2) 工法の概要 | (3) アースオーガ掘削工法の標準積算 |
| (4) ロータリー掘削工法の標準積算 | (5) パーカッション掘削工法の標準積算 | |
| (6) ケーシング回転掘削工法の標準積算 | (7) 建設機械等損料表 | (8) 参考資料 |

◆ 改訂内容

平成18年度版からの主な改訂事項は以下のとおりです。

- ・ 国交省の建設機械等損料の改正等に伴う関連箇所の改訂
- ・ 歩掛改正に伴うケーシング回転掘削工法の変更
- ・ 標準積算例をよりわかりやすく解説
- ・ 施工条件等に対応した岩盤削孔技術事例の紹介
- ・ “よくある質問と回答”の記載

● A4判／約240頁（カラー写真入り）

● 定価

非会員：5,880円（本体5,600円）

会 員：5,000円（本体4,762円）

※ 学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※ 送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 450円

沖縄県 340円（但し県内に限る）

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

● 発刊予定 平成20年5月



◆ 購 入 申 込 書 ◆

社団法人 日本建設機械化協会 発行

大口径岩盤削孔工法の積算 平成20年度版

部

上記図書を申込みます。

平成 年 月 日

官 公 庁 名 会 社 名			
所 属			
担当者氏名	TEL		
	FAX		
住 所	〒		
送 金 方 法	銀 行 振 込 ・ 現 金 書 留 ・ その他 ()		
必 要 書 類	見積書 () 通 ・ 請求書 () 通 ・ 納品書 () 通		
送料の取扱	() 単価に送料を含む、() 単価と送料を2段書きにする(該当に○) 【指定用紙がある場合は、申込書と共にご送付下さい】		

■ お 申 込 方 法 ■

①官公庁：FAX（本部、支部共）

②民 間：（本部へ申込）FAX

（支部へ申込）現金書留のみ（但し会員は FAX 申込み可）

※北海道支部は FAX のみ

(注)本部への申込は関東・甲信地区のみとし、その他の地区は最寄りの下記の各支部及び(社)沖縄建設弘済会にてお申込み下さい。

〔お問合せ及びお申込先〕

本 部	〒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
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北3条西2-8 さつげんビル	TEL (011)231-4428 FAX (011)231-6630
東 北 支 部	〒980-0802 仙台市青葉区二日町1-6-1 二日町東急ビル	TEL (022)222-3915 FAX (022)222-3583
北 陸 支 部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	TEL (025)280-0128 FAX (025)280-0134
中 部 支 部	〒460-0008 名古屋市中区栄4-3-26 昭和ビル	TEL (052)241-2394 FAX (052)241-2478
関 西 支 部	〒540-0012 大阪府中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル	TEL (06)6941-8845 FAX (06)6941-1378
中 国 支 部	〒730-0013 広島市中区八丁堀1-2-2 築地ビル	TEL (082)221-6841 FAX (082)221-6831
四 国 支 部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クワイエットビル	TEL (087)821-8074 FAX (087)822-3798
九 州 支 部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-8-26 第3白水駅東ビル	TEL (092)436-3322 FAX (092)436-3323

沖縄の方は

(社)沖縄建設 弘済会	〒901-2122 浦添市勢理客4-18-1 トヨタカーセンター	TEL (098)879-2097 FAX (098)878-0032
----------------	----------------------------------	--

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

・CPDプログラム認定講習会
・後援：(社)建設コンサルタンツ協会

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

平素は当協会の事業に対し、格別のご支援ご協力を賜り厚くお礼申し上げます。
さてこの度、「橋梁架設及び大口径岩盤削孔の施工技術と積算、並びに建設機械等損料」に関する講習会を開催いたすこととなりました。
当協会では、今般上記の各題目に該当する図書を別途「発刊のご案内」パンフレットのとおりに、それぞれ平成20年度版として改訂いたしました。
今回の講習会は各改訂点や積算方法の他、施工技術の内容等を解りやすく説明し、充分ご理解を頂くことにより、円滑な業務の執行等に資することを目的として実施するものです。
是非多数ご参加下さいますようご案内申し上げます。

記

1. 日 時：平成20年6月17日(火)10時00分～16時50分
2. 場 所：機械振興会館地下3階 研修一1号室 (裏面 会場案内図参照)
3. 題目と講師：
 - ① 10:00～10:05 挨拶 (社)日本建設機械化協会
 - ② 10:05～11:35 大口径岩盤削孔の施工技術と積算 (社)日本建設機械化協会 大口径岩盤削孔委員会委員
(CGビデオを用いた施工法解説。工法選定、積算例の解説。)
【昼休み】
 - ③ 12:30～13:30 建設機械等損料の積算 (社)日本建設機械化協会 機械経費調査部部長
(損料の追加機種、損料表の見方・使い方の解説。)
【休憩】
 - ④ 13:40～15:10 鋼橋架設の施工技術と積算 (社)日本建設機械化協会 橋梁架設工事委員会委員
(工事写真を用いた架設工法解説。積算手順、積算例の解説。)
【休憩】
 - ⑤ 15:20～16:50 PC橋架設の施工技術と積算 (社)日本建設機械化協会 橋梁架設工事委員会委員
(工事写真を用いた片持架設工法解説。)

4. 定 員：110名 (定員になり次第、締切りとなります。)

5. 参加費：本協会員 8,000 円、その他 10,000 円 (いずれも消費税込みで、テキスト代は含みません。)

当日講習会で使用するテキストは「建設機械等損料表」及び「橋梁架設工事の積算、橋梁補修補強工事の手引き」並びに「大口径岩盤削孔工法の積算」です。(いずれも平成20年度版)

	会 員	会員以外
建設機械等損料表	6,600円/冊	7,700円/冊
橋梁架設工事の積算、手引き	7,140円/冊	8,400円/冊
大口径岩盤削孔工法の積算	5,000円/冊	5,880円/冊

なお、テキストをお持ちでない方は、参加申込書に必要部数を記入して申込みいただければ、講習会当日に会場でお渡しします。(有料) (官公庁は会員価格です。)

6. 申込期限：平成20年6月12日(木) ただし、申込期限内でも定員に達すれば締切りとなります。

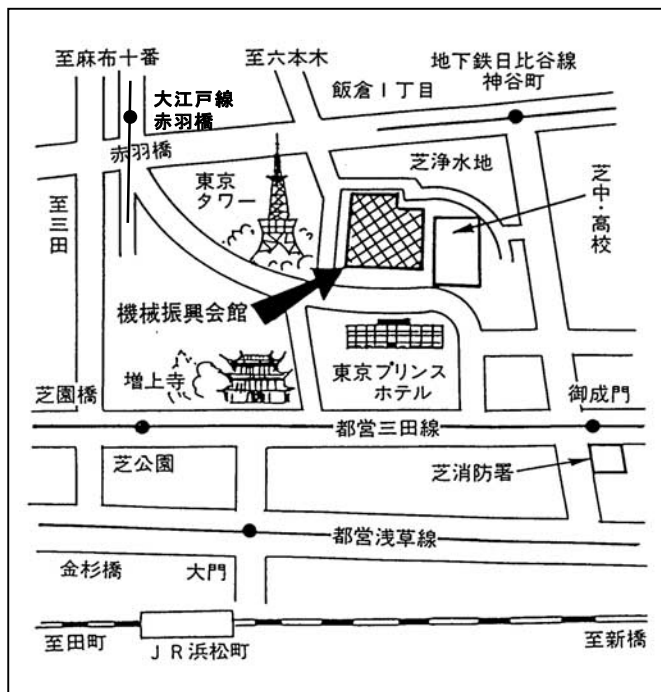
7. 申込方法及び支払方法：裏面の講習会参加申込書に必要事項を記入の上、FAX でお申込み下さい。
折返し、裏面聴講券と参加費等の請求書をお送りします。
(講習会案内及び申込書は当協会のホームページにもあります。ダウンロードしてご利用下さい。)

8. 支払い方法：原則として講習会開催前までに、請求書記載の指定銀行等に振り込んで下さい。
(開催当日現金でのお支払い受付は出来ません。)

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

10. 備考

- (1) ご都合により午後から参加される方も、受付で手続をして頂くことで入室は可能です。
- (2) 当協会の各支部でも講習会を開催致しますので、当協会のホームページでご確認下さい。
(なお、支部により、一部運営方法等が異なる場合があります。)



会場案内

◎地下鉄：営団日比谷線神谷町駅下車（徒歩8分）

都営三田線御成門駅下車（徒歩10分）

都営浅草線大門駅下車（徒歩15分）

都営大江戸線赤羽橋下車（徒歩10分）

◎J R：浜松町駅下車（徒歩17分）

◎バ ス：浜松町～東京タワー路線

渋谷～東京タワー路線
いずれも 東京タワー前下車

橋梁架設の施工技術と積算
大口径岩盤削孔の施工技術と積算
建設機械等損料

講習会参加申込書

FAX:03-3432-0289

参 加 者 氏 名				
官 公 庁 名 または 社 名				
所 在 地		〒		
電 話 番 号		F A X 番 号		
申込者名(所属部課名)		()		
参 加 費		人分	円	合 計 円
テキスト	平成20年度版 建設機械等損料表	冊分	円	
	平成20年度版 橋梁架設工事の積算、手引き	冊分	円	
	平成20年度版 大口径岩盤削孔工法の積算	冊分	円	
連絡事項:				

注意事項

- 請求書等の書き方について要望がある場合や、参加費の支払いが講習会終了後となる場合は連絡事項にその旨記入して下さい。
- ご記入頂きました個人情報は、当協会のプライバシーポリシー（個人情報保護方針）に基づき適正に管理いたします。

◆ 日本建設機械化協会『個人会員』のご案内 ◆

会 費：年間 9,000円

個人会員は、日本建設機械化協会の定款に明記されている正式な会員で、本協会の目的に賛同し、建設機械・施工技術に関心のある方であればどなたでもご入会頂けます。

★個人会員の特典

- 「建設の施工企画」を機関誌として毎月お届け致します。(一般購入価格 1冊840円/送料別途)。
「建設の施工企画」では、建設機械や建設機械施工に関わる最新の技術情報や研究論文、本協会の行事案内・実施報告などのほか、新工法・新機種の紹介や統計情報等の豊富な情報を掲載しています。
- 協会発行の出版図書を会員優待価格(割引価格)で購入できます。
- シンポジウム、講習会、講演会、見学会等、最新の建設機械・建設機械施工の動向にふれることができる協会行事をご案内するとともに、会員優待価格(割引価格)で参加していただけます。

今後、続々と個人会員の特典を準備中です。この機会に是非ご入会下さい!!

◆ 社団法人 日本建設機械化協会について ◆

社団法人 日本建設機械化協会は、建設事業の機械化を推進し、国土の開発と経済の発展に寄与することを目的として、昭和25年に設立された公益法人です。経済産業省および国土交通省の指導監督のもと、建設の機械化に係わる各分野において調査・研究、普及・啓蒙活動を行い、建設の機械化や施工の安全、環境問題、情報化施工、規格の標準化案の作成などの事業のほか、災害応急対策の支援等による社会貢献などを行っております。

今後の建設分野における技術革新の時代の中で、より先導的な役割を果たし、わが国の発展に寄与してまいります。

社団法人 日本建設機械化協会とは…

- 建設機械及び建設機械施工に関わる学術研究団体です。(特許法第30条に基づく指定及び日本学術会議協力学術研究団体)
- 建設機械に関する内外の規格の審議・制定を行っています。(国際標準専門委員会の国内審議団体(ISO/TC127、TC195、TC214)、日本工業規格(JIS)の建設機械部門原案作成団体、当協会団体規格「JCMAS」の審議・制定)
- 建設機械施工技術検定試験の実施機関に指定されています。(建設業法第27条)
- 災害発生時には会員企業とともに災害対応にあたります。(国土交通省各地方整備局との「災害応急対策協定」の締結)
- 付属機関として「施工技術総合研究所」を有しており、建設機械・施工技術に関する調査研究・技術開発にあたっています。また、高度な専門知識と豊富な技術開発経験に基づいて各種の性能試験・証明・評定等を実施しています。
- 北海道から九州まで全国に8つの支部を有し、地域に根ざした活動を展開しています。

■会員構成

会員は日本建設機械化協会の目的に賛同された、個人会員(個人:建設機械や建設施工の関係者等)、団体会員(法人・団体等)ならびに支部団体会員で構成されており、協会の事業活動は主に会員の会費によって運営されています。

■主な事業活動

- ・学術研究、技術開発、情報化施工、規格標準化等の各種委員会活動。
- ・建設機械施工技術検定試験の実施。
- ・機関誌「建設の施工企画」をはじめ各種技術図書・専門図書の発行。
- ・建設機械と施工技術展示会“CONET”の開催。除雪機械展示会の開催。
- ・シンポジウム、講習会、講演会、見学会等の開催。海外視察団の派遣。 etc.

■主な出版図書

- ・建設の施工企画(月刊誌)
- ・日本建設機械要覧
- ・建設機械等損料表
- ・建設機械図鑑
- ・建設機械用語集
- ・地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル
- ・建設施工における地球温暖化対策の手引き
- ・建設機械施工安全技術指針本文とその解説 etc.

その他、日本建設機械化協会の活動内容はホームページでもご覧いただけます！

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

※お申し込みには次頁の申込用紙をお使いください。

【お問い合わせ・申込書の送付先】

社団法人 日本建設機械化協会 個人会員係

〒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

社団法人 日本建設機械化協会会長 殿

下記のとおり、日本建設機械化協会個人会員に入会します。

平成 年 月 日

個人会員入会申込書		
ふりがな		生年月日
氏名 (自署)		大正 昭和 平成 年 月 日
機関誌の送付先	A. 勤務先 B. 自宅 (ご希望の送付先に○印で囲んで下さい。) ※「勤務先」に送付の場合は下記(A)の項目に、「自宅」に送付の場合は下記(B)の項目にご記入下さい。	
(A) 勤務先名		
(A) 所属部課名		
(A) 勤務先住所	〒 TEL _____ E-mail _____	
(B) 自宅住所	〒 TEL _____ E-mail _____	
その他 連絡事項		
平成 年 月より入会		

【会費について】年間 9,000円

- 会費は当該年度前納となります。年度は毎年4月から翌年3月です。
- 年度途中で入会される場合、会費は年度末(3月)までの月割りで計算致します。なお、1～3月に入会される場合は、入会年度の月割り会費に、次年度の会費を併せて請求させていただきます。
- 会費には機関誌「建設の施工企画」の費用(年間12冊)が含まれています。
- 退会のご連絡がない限り、毎年度継続となります。退会の際は必ず書面にてご連絡下さい。
- また、住所変更の際はご一報下さるようお願い致します。

【その他ご入会に際しての留意事項】

- 個人会員は、定款上、本協会の目的に賛同して入会する個人です。○入会手続きは本協会会長宛に入会申込書を提出する必要があります。
- 会費額は総会の決定により変更されることがあります。○次の場合、会員の資格を喪失します: 1.退会届が提出されたとき。2.後見開始又は保佐開始の審判をうけたとき。3.死亡し、又は失踪宣言をうけたとき。4.1年以上会費を滞納したとき。5.除名されたとき。○資格喪失時の権利及び義務: 資格を喪失したときは、本協会に対する権利を失い、義務は免れます。ただし未履行の義務は免れることはできません。○退会の際は退会届を会長宛に提出しなければなりません。○拠出金の不返還: 既納の会費及びその他の拠出金品は原則として返還いたしません。

【個人情報の取扱について】

ご記入頂きました個人情報は、日本建設機械化協会のプライバシーポリシー(個人情報保護方針)に基づき適正に管理いたします。本協会のプライバシーポリシーは http://www.jcmanet.or.jp/privacy_policy.htm をご覧下さい。

建設の施工企画

2008 年 5 月号 No. 699

目次

歴史的遺産・建造物の修復、復元 特集

- 3 グラビヤ ・ CONEXPO-CON/AGG 2008 展示会 USA ラスベガス 2008.3.11 ~ 15
・ SAMOTER2008 展示会 イタリア ベローナ 2008.3.5 ~ 9
- 9 巻頭言 歴史的遺産の保全と技術者の役割五十畑 弘
- 10 港湾の歴史的景観形成を図る三角西港 ~築港 120 周年, さらに世界遺産を目指して~
.....宮石 晶史
- 18 熊本城復元整備事業熊本市経済振興局観光振興部熊本城総合事務所
- 22 仙台城石垣修復工事五味 篤暁・石川 典男
- 25 歴史的建造物の光学的手法による 3D 形状・振動計測とその計測データを
用いた FE 解析による地震応答解析松田 浩
- 31 布引五本松堰堤補強及び堆積土砂撤去工事の施工.....宮崎 弘
- 36 歴史的建造物の保存, 果たして我々は文化財破壊者にならなかつたらうか!?
80 年前の本物を見る橋渡しをできたか?野上 勇・近岡 正一
- 41 旧栃木県庁舎移築保存の為の曳家工事の施工黒田 隆司
- 47 皇居東御苑内本丸中之門石垣の修復工事と石垣修復支援システム
.....山内 裕之・巽 耕一・脇 登志夫
- 53 コマツ最古のトラクタ「T25」の復元三橋 信博・松山 良一
- 58 大洲城天守閣復元工事に携わって外館 寛
- 65 特別報文 大断面分割シールド工法 (ハーモニカ工法)
.....大久保英也・武田 伸児・山田 紀之
- 71 交流の広場 勝鬨橋の計画経緯と重文指定への歩み
.....伊東 孝
- 77 ずいそう 青い地球桐谷 祥治
- 78 ずいそう 「目覚めよ地上の星たち」.....中山 隆義
- 79 JCMA 報告 イタリア SAMOTER 2008 出張報告業務部
- 84 JCMA 報告 米国 CONEXPO-CON/AGG 2008 出張報告業務部
- 87 CMI 報告 コンクリート構造物の診断・修復技術柴藤 勝也・伊藤 文夫
- 90 新工法紹介機関誌編集委員会
- 94 新機種紹介機関誌編集委員会
- 97 施工技術総合研究所 建設機械類の性能試験抄報 162
- 99 統 計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移
- 100 行事一覧 (2008 年 3 月)
- 102 編集後記 (岩本・京)

◇表紙写真説明◇

旧栃木県庁舎の「曳家」工事

写真提供: 西松建設(株)

旧栃木県庁舎の一部を保存・活用するため「曳家」工法での移動工程を時系列に掲載した。総重量約 6,000 トンの建物を、45°の回転移動 2 回を含み、約 61 m の水平移動を行った。移動先では「免震レトロフィット」工法により免震化を図った工事である。

平成 20 年度版 建設機械等損料表 購入のおすすめ — 機械経費積算に必携 —

- 国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に基づいて編集
- わかりやすい損料積算例や損料表の構成を解説
- 機械経費・機械損料に関係する通達類を掲載
- 各機種の燃料消費量を掲載
- 各種建設機械の構造・特徴を図・写真で掲載

真で掲載
 ■日本建設機械化協会発行「日本建設機械要覧」の参照頁を掲載
 発刊：平成 20 年 4 月 24 日
 体裁：B5 判 約 600 頁
 価格：(送料別途)
 一般 7,700 円 (本体 7,334 円)
 会員 6,600 円 (本体 6,286 円)

詳細問い合わせ先：
 (社)日本建設機械化協会 業務部
 TEL：03-3433-1501
 FAX：03-3432-0289
 e-mail：info@jcmnet.or.jp
 http://www.jcmnet.or.jp

平成 20 年度版 橋梁架設工事の積算 購入のおすすめ — 橋梁架設工事及び設計積算業務の必携書 —

- 主な改訂内容
- 1. 共通 (鋼橋, PC 橋)
 - ・ 共通仮設費率の改訂
 - ・ 架設用仮設備機械等損料算定表の改訂
 - ・ 機械設備複合損料の改訂
- 2. 橋種別
 - 1) 鋼橋編
 - ・ 設備損料の諸雑費の改訂 (ケーブルクレーン, 送出し設備, 門型クレーン, トラベラクレーン等)

ン, トラベラクレーン等)
 ・ 架設桁組立・解体歩掛の改訂
 2) PC 橋編
 ・ プレグラウト PC 鋼材縦締工歩掛の新規設定
 ・ コンクリート床版の炭素繊維補強工法の吊足場改訂
 発刊：平成 20 年 4 月 28 日
 体裁：B5 判 本編約 1,120 頁
 別冊約 120 頁セット

価格：(送料別途)
 一般：8,400 円 (本体 8,000 円)
 会員：7,140 円 (本体 6,800 円)
 詳細問い合わせ先：
 (社)日本建設機械化協会 業務部
 TEL：03-3433-1501
 FAX：03-3432-0289
 e-mail：info@jcmnet.or.jp
 http://www.jcmnet.or.jp

平成 20 年度版 大口径岩盤削孔工法の積算 購入のおすすめ — 大口径・大深度の削孔工法の設計積算に欠かせない必携書 —

- 主な改訂内容
- ・ 国土省の建設機械等損料の改正等に伴う関連箇所の改訂
- ・ 歩掛改正に伴うケーシング回転掘削工法の変更
- ・ 標準積算例をよりわかりやすく解説
- ・ 施工条件等に対応した岩盤削孔技術事例の紹介

事例の紹介
 ・ “よくある質問と回答” の記載
 発刊予定：平成 20 年 5 月
 体裁：A4 判 約 240 頁
 価格：(送料別途)
 一般：5,880 円 (本体 5,600 円)
 会員：5,000 円 (本体 4,762 円)

詳細問い合わせ先：
 (社)日本建設機械化協会 業務部
 TEL：03-3433-1501
 FAX：03-3432-0289
 e-mail：info@jcmnet.or.jp
 http://www.jcmnet.or.jp

「橋梁架設・大口径岩盤削孔の施工技術と積算、及び建設機械等損料」講習会

この度、当協会では、標記の講習会を開催いたします。今回の講習会は、平成 20 年度版として改訂した「建設機械等損料表」、「橋梁架設工事の積算」、「大口径岩盤削孔工法の積算」の各改訂点や積算方法のほか、施工技術の内容を十分ご理解いただき、円滑な業務の執行等に資することを目的とし

て実施するものです。
 日時：平成 20 年 6 月 17 日 (火)
 10:00 ~ 16:50
 場所：機械振興会館 地下 3 階 研修 - 1 号室
 定員：110 名
 参加費：(税込, テキスト別)
 本協会会員：8,000 円

その他：10,000 円
 申込期限：平成 20 年 6 月 12 日 (木)
 (期限内でも定員になり次第、締切)
 詳細問い合わせ先：
 (社)日本建設機械化協会 細谷, 小河
 TEL：03-3433-1501
 FAX：03-3432-0289
 http://www.jcmnet.or.jp

CONEXPO-CON/AGG 2008展示会

USAラスベガス 2008.3.11～15



↑会場風景



↑クレーン群



↑KOBELCO 超大型クレーン



↑古河ユニック



↑酒井重工業



↑中国製ブルドーザ



⇧前田製作所



⇧クボタ農業機械



⇧NPK



⇧JOHN DEERE 日立



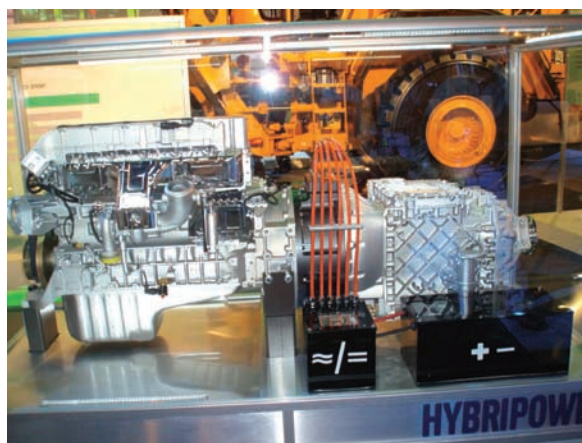
⇧JOHN DEERE



⇧JOHN DEERE 高速ブルドーザ



⇧VOLVO ハイブリッドショベル



⇧VOLVO ハイブリッドパワーライン



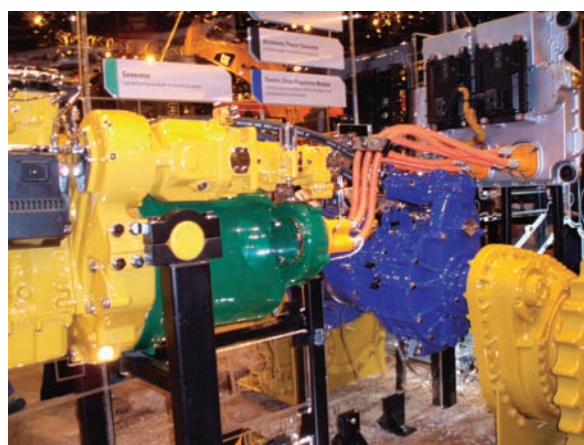
⇧ 筑水キャニコム



⇧ CATERPILLAR



⇧ CAT D7E 電気駆動ブルドーザ



⇧ CAT D7E 電気駆動パワーライン



⇧ コマツ



⇧ コマツ



⇧ TOPCON



⇧ オカダアイヨン



⇧ 竹内製作所



⇧ 鶴見ポンプ



⇧ アイチコーポレーション



⇧ ブリヂストン



⇧ NSK



⇧ 椿本チェーン



⇧ 韓国パビリオン



⇧ JCMS

SAMOTER2008

イタリア ベローナ 2008.3.5～9

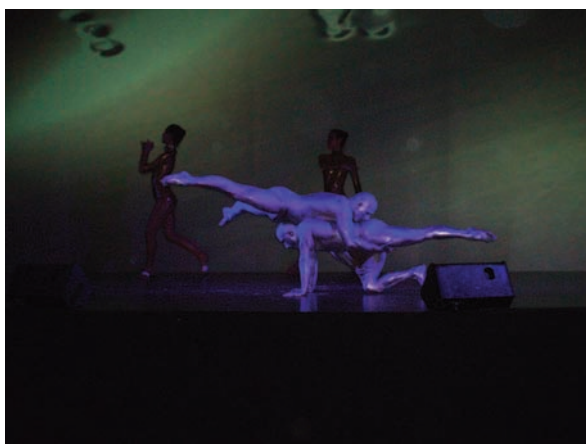
展示会



↑高所作業車群



↑JCB デモンストレーション



↑アトラクション



↑KOBELCO NEW HOLLAND ブランド油圧ショベル



↑イタリアメーカ 道路カッタ



↑BERCO社製足廻り



⇧PERLINI (イタリア) ダンプトラック



⇧CATERPILLAR 油圧ショベル



⇧日立建機



⇧ヤンマー ミニショベル



⇧トプコン



⇧クボタ



⇧いすゞ自動車



⇧コマツ

巻頭言

歴史的遺産の保全と技術者の役割

五十畑 弘



近年、歴史的遺産の評価・選奨や、地域の活性化、まちづくりの視点からの保全・活用などの事例が増えている。これは、土木施設や建造物などの歴史的、文化的側面に対する社会の認識が変化してきている表れである。

新しいものを作ることをもっぱらとしてきた建設、特に土木の分野にとって、歴史的遺産とは、これまで余り馴染のあるものではなかった。しかし、蓄積されたインフラストックの維持管理が大きな課題となる中で、建設技術者が歴史的遺産の保全へ関わることは、今後必然的に高まることになるだろう。

歴史的遺産は、一般の文化遺産のイメージの影響から、実用を終えて現役を退いた施設や建造物が対象であると受け取られる傾向がある。確かに明治村に移転された品川灯台や、六郷川鉄橋などはこれに当てはまる。しかし、昨年、国の重要文化財に指定された東京隅田川に架かる清洲橋、永代橋、勝鬃橋は、幹線道路交通を担う第一級の現役建造物である。

歴史的遺産とは、供用の有無にかかわらず施設や建造物の社会資産価値として、本来の役割である使用性、安全性、耐久性などに加えて歴史的価値が加わったものである。この歴史的価値とは、施設や建造物が、長年にわたって本来の役割を果たす過程で、社会と人々の生活に深く関わりをもち、人々の記憶にその存在が刻まれることで、時間差をもって発現する物理的な効果とは異なる社会的な価値である。

今後、本来の役割に加えて歴史的価値もあわせ持つ既設の施設や建造物が増えることによって、その維持管理への実務的な取り組みが、インフラ保全において重要な課題となり、この部分に建設技術者の関与が期待される。

海外では、早くから社会資本整備へ投資がされてきた欧米、特にヨーロッパ諸国で、建設や産業分野における施設や建造物が歴史的遺産として保全されている。18世紀以降の産業活動の実績を歴史的遺産として評価をする研究分野が確立され、道路、トンネル、橋、ダム、閘門などの建造物も次第に文化財として認

知されるようになった。

国際的な標準規格でも、最近、歴史的遺産を評価する動きがある。建設分野では、品質（ISO9000）や、環境（ISO14000）で知られるISOでは、現在、既設建造物（ISO13822）の性能評価の項目として、荷重、耐久性、安全性などに加えて歴史的価値を追加する改訂作業が進められている。

公共施設がほとんどを占める土木分野の歴史的遺産では、現役の道路や河川施設である限り、当然ながら関連の法令や構造令、示方書等の適用を受け、建造物本来の機能を維持することが求められるが、同時に歴史的価値をも継承することが求められる。

施設や建造物の本来の機能を維持することと歴史的価値の継承とは、維持管理上トレードオフの関係となることが多い。相反する複数の要求性能全体を総合的に判断して合理的な保全の対応策を講じることは、従来にはない知識と判断が必要となる。これに応えるために、歴史的遺産の補修・補強の新材料、工法技術の開発とともに、歴史的価値の評価、活用法、制度などの保全システムの開発が求められている。

現在、土木学会では、「歴史的建造物保存連合小委員会」を発足させ、歴史的価値を考慮に入れた施設や建造物の保全の方向性を実務的な面から探る課題に取り組んでいる。また、文化庁においても、文化財として指定・登録された近代化遺産の修理・管理・活用に関する指針づくりが進められている。

社会の歴史的遺産に対する認識の変化に従って、建設技術者の役割も変わりつつある。従来では建設分野の範囲外と思われてきた歴史的価値を考慮に入れた維持管理が、明らかに建設技術者の領域に組み入れられつつある。

歴史的遺産の保全とは、ノスタルジーでも趣味でもなく、利便性や安全による便益を継続させることと同様に、社会が求める歴史的価値の継続に、建設技術者が実務として関与をするということなのである。

港湾の歴史的景観形成を図る三角西港 ～築港 120 周年，さらに世界遺産を目指して～

宮 石 晶 史

明治の3大築港の一つである三角西港は、120年経った現在も築港当時の姿をそのままにとどめる唯一の港である。西港とともに形成された明治・大正期の町並みも、昭和60年に始まった港湾環境整備事業により、三角町、熊本県により修復・復元されている。先人達が残したこれらの土木遺産を核に、新たに交流拠点としての装置を付加し、観光交流拠点として三角西港を活用する動きが今まさに始まろうとしている。

キーワード：明治の3大築港の一つ、日本の近代化の礎（産業遺産群）、小泉八雲の「夏の日」の夢、港湾環境整備事業、築港120周年、世界遺産登録に向けて、観光交流拠点づくり

1. はじめに

三角西港は、明治政府の殖産興業に基づき、国費を投じて建設された明治の三大築港の一つであり、施設が現在も残っている唯一の港である。明治20年に開港した三角西港は、港を一つの都市（まち）と見たてた発想に基づく港湾都市づくりが実践され、九州各地との物流の拠点、さらには海外との貿易の場として、当時の日本の近代化の一翼を担っていた。

当時の三角西港を小泉八雲はこのように表現している。「縁側のスギの柱の間から、海岸沿いの美しい灰色の家並みが見晴らせました。そして錨をおろして、眠たげに休んでいる黄色い帆かけ船や、緑の大きな断崖の間に開けた入り江の口や、その向こうの水平線までざらざら照り映える夏の光が目にとまりました。しかもその水平線の所に、昔の思い出のように、山の形がかすかに浮かんでいましたが、灰色の町と、黄色い帆掛け船と、緑の断崖を除けば、ほかはすべて、青ひといろに塗られていました。」

八雲は、明治26年7月22日に、長崎から船で熊本市への帰途、朝食をとるために浦島屋に立ち寄った。わずか半日ばかりの滞在であったが、縁側から眺めた美しい三角西港の町並みに目を奪われ、短編とはいえ、一つの紀行文『夏の日』を残したのである。

築港から120年を経過した今でも、当時のふ頭や水路が原形のままで残り、港湾遺産としての歴史的価値は高く、平成13年に土木学会より『選奨土木遺産』に選定され、また、翌年には国の重要文化財に指定さ

れている。

三角西港とともに形成されてきた町並みには、三角海運倉庫、宇土郡役所、裁判所や商館であった龍驤館、小泉八雲も滞在した浦島屋、高田回漕店、細川別邸などがあった。昭和58年に開催された三角西港シンポジウムを契機に、これら歴史的港湾施設の保存・復元計画が、熊本県を主体として策定された。港湾環境整備事業は昭和60年から始まり、宇土郡役所（61年修復、復元）、三角海運倉庫（62年修復）、龍驤館（62年修復）、ムルドルハウス（平成2年落成）、浦島屋（平成5年復元）などが三角町、熊本県により修復、復元されている。明治から大正期の雰囲気包まれながら、小泉八雲が目と奪われたあの縁側からの景色を眺め、先人達の偉業に思いを馳せることができるのは、国土に働きかける技術者の一人として、至高の一時である。

三角西港は今、九州・山口に現存する13の近代化遺産群として、世界遺産登録に向けて動き出している。世界の列強国と開国以来わずか40年で肩を並べた明治の殖産興業は、世界史上類を見ないすさまじい発展であり、その近代化の原動力となった八幡製鉄所（東田第一高炉跡）、三池炭坑（万田坑施設、宮原坑施設）、三菱造船長崎工場（小菅修船場）、三角西港などの施設は、その歴史的背景を含め世界的に十分に価値のある近代化遺産群である。

先人が遺したこれらの土木遺産を核に、新たに交流拠点としての装置を付加し、観光交流拠点として三角西港を活用する動きが、宇城市を中心に始まっている。

本編では、先人達の偉業を略史として伝え、後段では宇城市長、熊本県港湾課長との対談というかたちで、これからの三角西港について紹介したい。

2. 三角西港築港略史（三角西港シンポジウム報告書より）

熊本に港を造ることは、幕末の頃から熊本人の切なる願望であった。神風連の変や西南戦争の騒乱が治まると、間もなく港湾建設の計画が持ち上がった。明治13年10月27日付けで、熊本県令富岡敬明宛に港湾修築建言書が提出された。差出人は時の県会議長白木為直他78名であった。この建言書によれば、築港の場所として百貫石を指定し、現地の実測図を添え、工費30万円、工期3年としていた。しかしこの百貫港修築計画は内務省より派遣された水理工師ムルドル（Rowenhorst Mulder：オランダ人）の反対にあって敢えなく頓挫してしまった。14年11月に実地検分したムルドルは、百貫石は熊本市内を貫流する坪井川の河口にあり、その南の海岸には白川、緑川が河口を開いていて、これらの河川が運んでくる土砂のため、かなり沖合まで浅瀬が続く、巨船の出入りする港の建設には不相当と判断した。

彼が三角を新しい築港の場所を選んだ理由は、ここが山に囲まれ、風浪の少ない天然の良港であり、湾内の水深は120尺あって、巨船をも繋ぐに足りること、及び九州西海航路の要点にあつて、北九州とも、八代、鹿児島、諸地方とも連絡しやすいことなどであった。しかし一方では、熊本より40キロ余り離れていて、そのうえ宇土半島は西に進むにつれて険しい山が海に迫り、道らしい道もないという難点があった。熊本三角間に鉄道あるいは木道を敷設する考えもあったと思われるが、この問題は当時真剣に討議されることはなかった。

明治16年3月31日の臨時県議会において、三角築港の総予算を302,068円96銭とし、うち10万円を国庫下渡金とすること、及び明治16年から18年にわたる各年度の支出金額（ほぼ3等分）が認められた。内訳は築港費146,318円39銭7厘、道路建設費153,353円26銭5厘、雑費2,393円29銭8厘（用地買収費含む）であった。

三角港の埠頭壁の設計や、これに伴う背後地の都市計画はムルドルの手によるものと考えられる。熊本三角間の道路、橋梁等の設計も、少なくともムルドルの諒解を得たり、一部の実施設計も行ったようである。この計画は明治16年10月に内務省の認可を受け着工された。

熊本三角間の道路工事は明治17年3月より2年余りで完成し、19年8月1日には一般の通行に供されている。これは三角築港工事を上回る大工事であつて、工事費も当初の予定より膨らんで、193,367円90銭6厘が支出された。現在の国道57号線も基本的にはこの時の道路が改良されたものである。

築港工事もほぼ同時、すなわち明治17年5月に始まり、20年6月には完成し、同8月15日、盛大な開港式を挙行了した。工事費は108,701円5銭4厘であつた。当時熊本県にとって、工費調達は必ずしも容易ではなく、明治18年度に支出すべき7万円を3万5千円に削減し、半額を19年度に延期している。工事を請け負ったのは、大浦天主堂を請け負った、かの小山秀であつた。

百貫港築港計画建言書の提出を受けて以来、富岡県令はこの問題に積極的に取り組み、築港の早期実現に尽力した。彼は三角港の選定の時ばかりでなく、工事が始まってからも、退庁後ほとんど毎日のように工事現場に姿を現して工事を督励したと伝えられている。

明治27年には富岡県令の頌徳碑が三角港に建立されている。

囚人が労働力の一部として利用され、300人の囚人に従事させ、そのうち69人もの犠牲者があつたという悲しい事実があることも忘れてはならない。彼らの墓は三角港より大分離れた所に人目を忍ぶように造られた。それらを一箇所に改葬し、解脱墓という慰霊碑がこの墓地に建てられたのは昭和8年である。

三角港整備は開港式の後も続けられ、浮標、航路標識などが整備され、23年3月には対岸の大矢野島に灯台が設置された。一方公共施設は明治19年に警察署、22年には特別輸出港の指定に伴って税関、23年には裁判所が設置され、28年には宇土郡役所がここに移転した。

明治32年に九州鉄道三角線が開通した。しかしこの鉄道は、地形上から三角西港へは連絡されず、熊本から半島北岸沿いにのびてきた三角線は赤瀬からトンネルを掘って背梁山脈をくぐり、半島の南側へ出て際崎を終点とすることとなった。その後、際崎に新港（東港）が開設されるに及んで、三角西港は次第に衰退していくこととなった。しかしそのため波穏かな三角瀬戸の自然に守られながら、三角西港は今なお築港当時の姿をそのままにとどめている。

3. 歴史的景観形成が図られた三角西港

(1) 石積埠頭の修復

三角西港の埠頭延長は約 730 m で、全てが石積み構造で出来ており、今なお明治 20 年に築造されたままの原形をとどめている。埠頭の石積みには、対岸の大矢野島飛岳から産する石を切り出し、精巧に加工した 1 尺 5 寸の規格化した方形の石を使用した。埠頭の高さは 21 尺が基本とされ、16 段の石を積み重ねて造成している。局所的に沈下、抜石、ハラミが生じていたことから、平成 11 年度に熊本県により総延長約 65 m（総面積約 200 m²）の石積埠頭が修復されている（写真—1, 2）。



写真—1 修復前の破損した石積埠頭



写真—2 修復された石積埠頭

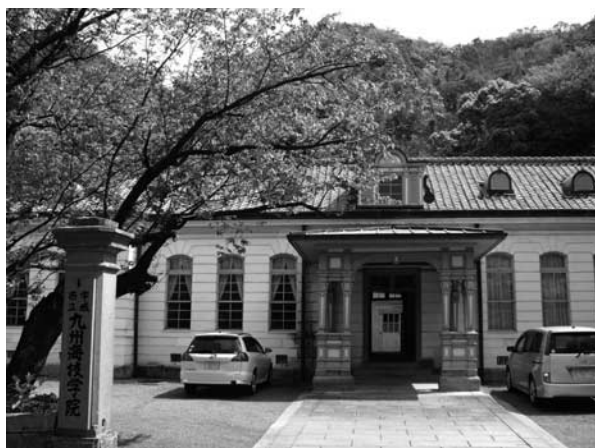
(2) 宇土郡役所の修復、復元

宇土郡役所は明治 35 年に造られた洋風建築の建物である（明治 28 年に移転した当初は仮庁舎であった）。当時の宇土郡役所は「玄関付郡役所本家」,「玄関付会議所, 応接所」の 2 棟が中心で、それに「二階建土蔵」,「土蔵」,「物置」が付属されていた（写真—3）。現在の宇土郡役所は「玄関付郡役所本家」に相当し、昭和 61 年に三角町により修復、復元されている。



写真—3 復元前の宇土郡役所

現在、宇土郡役所は、世界をまたに架ける船舶職員（3～6 級海技士）を育成する、全国唯一の自治体が運営する海技学院（国土交通省登録機関）として活用されている（写真—4）。

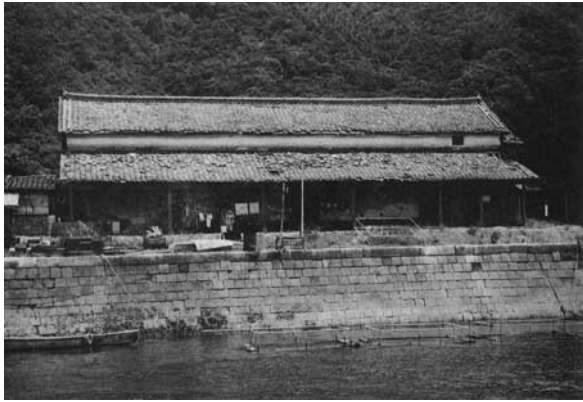


写真—4 現在の宇城市立海技学院

(3) 三角海運倉庫の修復

三角海運倉庫は明治 20 年に造られた土蔵の荷役倉庫である。開港当初、三角西港に数多く存在した倉庫群の中で、唯一現存するものであり、三角の歴史風景を今に伝える貴重な建築物である（写真—5）。昭和 62 年に三角町により三角築港記念館として修復されている（写真—6）。

平成 9 年に改装され、現在は本格的レストラン「オ



写真—5 修復前の三角海運倉庫



写真—8 修復された龍驤館



写真—6 修復された三角築港記念館

ランダカフェ」¹⁾として活用されている。

(4) 龍驤館の修復

龍驤館は、明治天皇即位 50 周年記念事業として計画され、明治 45 年に天皇の崩御により計画を変更、天皇頌徳記念館として、大正 7 年に旅館・浦島屋の跡地に建設された（写真—7）。龍驤館の名前の由来は、明治 5 年、明治天皇の最初の西国巡幸に際し、熊本行幸を終えた御召艦「龍驤」が、風雨を避けるため三角浦に停泊したことに由来している。昭和 62 年に龍驤



写真—7 修復前の龍驤館

館は三角町により修復されている（写真—8）。

(5) 浦島屋の復元

浦島屋は、明治 20 年頃に三角西港に誕生し（三角西港が完成した明治 20 年には建てられていたことがわかっている）、20 年で姿を消した幻の旅館である（写真—9）。日露戦争直後の明治 37、38 年頃、日本人宿泊施設として旅順大連地区に解体移築された。



写真—9 開港当時の浦島屋（菊岡家所蔵）

設計図も残されていない浦島屋は、一枚の写真から復元された。建築家の上田憲二郎氏は、菊岡家に伝わる一枚の写真から透視図をおこし、平面図及び立体図を作成した。建物全体の寸法は、宇土郡役所など同時代の瓦が全て 1 尺角であったことから、これを基準に算定している。古写真でわからない内部の間取りなどは、長崎市内の旧グラバー園内の建物、熊本市内の旧ジェーンズ邸、宇土郡役所などを参考にして設計された。平成 5 年に浦島屋は熊本県により復元されている（写真—10、11）。

現在、浦島屋は、三角西港築港当時の資料や写真が展示された歴史資料館として活用されている。



写真—10 復元された浦島屋



写真—11 縁側のスギ柱の間から見える風景

(6) 高田回漕店の復元

高田回漕店は、明治19～35年の間に造られた商店建築である（資料により食い違いがあり明確な建築時期は不明）（写真—12）。海運業を営む高田義丸の廻船問屋で、4隻の汽船（正義丸、播磨丸、明淳丸、筑後丸）を所有し、荷物・乗客を扱っていた。当時の三角西港は、米、麦、麦粉、石炭、硫黄の五品の特別輸出港として開港していた。三角西港には、このほかに4つの回漕店があったという。平成10年に高田回漕店は熊本県により復元されている（写真—13）。



写真—12 復元前の高田回漕店



写真—13 復元された高田回漕店

4. これからの三角西港（観光交流拠点を目指して）

対談者：熊本県宇城市長 阿曾田 清

S54.4～H6.4

熊本県議会議員

H7.7～H12.3

参議院議員

H12.6～H17.2

JA 熊本うき代表理事組合長

H17.2～

宇城市長就任



熊本県土木部港湾課長 大塚 徹

H16.9～H18.3

熊本県上益城地域振興局土木部長

H18.4～H20.3

熊本県八代地域振興局土木部長

H20.4～

熊本県土木部港湾課長



司 会：国土交通省九州地方整備局熊本港湾・空港整備事務所長 宮石 晶史



写真—14 現在の三角西港（全景）

司会 三角西港は、明治の築港から120年が経過した今も現存していて、しかもいろいろと手を加えながら、観光振興を進められています。また、九州の13の産

業遺産群として世界遺産登録に向けた取組も宇城市を中心に行われています。これまでの歴史的な背景を含め、これらを活かしながら、今後どのように三角港を整備していくのか。三角港の現在の位置づけからお話を伺わせてください。

阿曾田市長 熊本県内には3つの重要港湾があり、熊本港はもっとも新しい港である。行政の施策によって新しい港ができる。それによって他の港が衰退することがないように、行政としてきちんと既にある港の利活用を増進する施策を講じるのは政治の責務である。機能分担をきっちと図って、八代港は貿易港、三角港は行政港・観光港としてシフトしていく。県はそのためにマリーナやフィシャーマンズワーフ、観光船、レジャー施設などの整備をしていただきたい。当時を思い起こさせていただくと、昭和54年に県議会議員に初当選し平成7年までの間、三角港が人が集まる賑わいのある港になるよう、毎年、県議会でこういう事をやってはどうかと色々と提案してきた。三角港に若い人達が来て、海や港の歴史や自然や役割を学びながら遊べる、遊びながら学べるというような観光交流港に、是非していきたい。また、三角東港は現在整備している－10m岸壁を自衛艦の寄港地として利用し、行政港としての位置づけを明確にしたい。

大塚港湾課長 三角東港は－10m岸壁が21年度に完成する。その背後に緑地を整備し、旅客船が就航できるよう、熊本県も誘致に努めたい。3つの重要港湾の機能・役割分担は重要であり、八代港は工業港としての位置づけであり、熊本港は長崎や天草等の有明海沿岸域の交流拠点港として整備していきたい。本日のテーマである三角西港は、明治の三大築港の一つでこれだけの施設が現存しており、観光拠点としてアピールできるような港整備をしていきたい。我々も仕事柄、天草に行く際に三角西港によく立ち寄るが、行楽のピーク時には駐車場が不足していると感じる。また、西港自体、昔の都市計画に基づき整備され、それが当時のまま復元されていることから、それを財産としてきちんと後世に伝えていく、さらには当時のことをもっとも我々が研究し、これからもきちんと残していく手法を考えていかなければならないと認識している。

司会 県内に3つの重要港湾があるというのは、強みでもあり弱みでもあると思われる。うまく機能分担して、それぞれの機能に応じた必要な施設を整備していくことが重要である。八代港は県内最大の貿易港であり、当省としても工業港としての機能を充実する観点から水深－14mの事業を昨年度新規に着工した。一

方、熊本港は、背後に100万都市圏をかかえ、近傍には阿蘇や熊本城といった観光地もある。100万都市圏の生活を支える生活関連港や観光交流拠点としての役割が重要ではないか。三角東港は、さきほど阿曾田市長からもお話があったように、行政港と交流拠点港として位置づけられることに私も同感であり、今後は既存施設を活かした港整備が重要と認識している。三角西港は、世界遺産登録も視野に入れながら、歴史的建造物の整備・環境保全に努めていきたい。世界遺産登録はどのような状況なのですか。

阿曾田市長 世界遺産登録を審査するユネスコに対し、オランダの協力を仰ぎ、暫定リストに入れていただくべく宇城市議会議員と一緒にオランダまで行ってきました。昨年末に文化庁への申請は完了しており、本年8月に日本からユネスコに4つか5つ日本からの候補地が提出される。まずはユネスコの暫定リストに入るかが関門。世界遺産登録の他にもう一つトピックスがある。NHKのドラマで「坂の上の雲」を放送予定だが、そのロケ地として三角西港が使われる。西港は唯一、石積みの埠頭が残っている港であり、昔の横浜港という設定でロケが行われる。「坂の上の雲」が放送されれば、三角西港への観光客が増えるのではないかと期待している。そこで、今後の三角西港をどのように整備していくか。一つは、先ほど大塚課長がおっしゃった、駐車場の問題である。歴史的な建造物が維持され、三角西港への観光客も相当増えているが、観光バスが停車できる駐車場が少ない。西港内の場周道路には休日は観光で来られた小さなお子さんも多く、安全対策からも、是非、大型バスの駐車場の整備が必要である。また、東港の駐車場を活用し、そこから船で西港に移動してもらうことも考えている。熊本県が西港に浮き桟橋を整備することになっており、そこに明治時代の帆掛け船を就航させたい。明治時代に穀物や石炭を運んでいた船を、今回は遊覧船として。そして、浦島屋で明治時代の洋服を着た店員に食事や喫茶のサービスを受ける。このようになったら魅力的でしょう。そのためにも、浮き桟橋の整備はスピーディーに設置していただきたい。22年度にはオープンしたいと思う。

大塚課長 熊本県の文化課に確認してみたが、県内で世界遺産登録を進めているのは3箇所ある。三角西港と阿蘇、それから天草。天草はすでに暫定リスト入りしている長崎キリシタン教会群に追加するだけなので、問題はないであろうとのこと。三角西港はこれから大事な時期になる。

阿曾田市長 この前、鹿児島県知事、長崎県知事、萩

市長，下関市長と私で文部科学省に最後のお願いに行ってきた。非常に好意的であった。経済産業省も産業遺産として登録してもらっているし，国土交通省も支援していただいている。流れとしてはできていると実感している。

司会 いろいろとメニューが出てきましたね。国土交通省も10月に観光庁が新たに設置されますし，構想実現に向けて支援させていただきます。世界遺産登録は8月に大きな山場を迎えるということですね。暫定リストに登録されれば本当に大きな起爆剤になるでしょう。期待しています。ところで，三角西港は，昭和60年代から熊本県で再生事業を実施されてきましたが，観光客の推移はどうなのでしょう。

大塚課長 平成5年頃は10万人くらいだったが，平成17年には年間30万人の方が三角西港を訪れている。

阿曾田市長 世界遺産登録で三角西港の名前が報道で挙がったのも増加の一因だろう。ただ，立ち寄るだけの方が大半だから。オランダのイベントも取り入れ，終日，楽しく過ごせる三角西港にしたい。

大塚課長 そういう声が多いですね。食事するところが少ないと。市長もご存じだと思いますが，復元した高田回漕店で食事を出せないかという話が以前あったのですが。

阿曾田市長 文化施設であり，火は使えないと県から回答があり，進んでいない。

大塚課長 中で火を扱うことはできませんが，厨房を高田回漕店の裏に造れば，食事を高田回漕店の中でとっていただくことは問題ないと整理したはずですが。

阿曾田市長 改めて，仕切り直しましょうか。

司会 いいアイデアが出ましたね。もう一方の三角東港は，今後どのような整備が必要と考えていますか。

阿曾田市長 三角東港は，学びながら遊べる・遊びながら学べる観光港としての交流施設を充実させたい。バーチャルで海の生体や港の機能を学び，海のスポーツやダイビングのレッスンなど，海に出たの実体験も必要。また，熊本の特産であった「しかめ牡蠣」を食べさせるフィッシャーマンズワーフも併設したい。品川駅に「オイスターバー」という店があって，そこに行けば世界の牡蠣を食べることができる。そこに「KUMAMOTO」という牡蠣があって，1個520円。何で「KUMAMOTO」なのかって聞いたら，戦後，不知火海で生産していた牡蠣をアメリカにもって行って，ニューヨークで養殖したところ，それが大成功して「KUMAMOTO」という名で親しまれているという。でも，今では不知火海で「しかめ牡蠣」は採れな

くなったんですね。そこで2年前から水産試験場で，養殖ができないか試行錯誤している。「しかめ牡蠣」は世界の牡蠣，不知火海で採れた牡蠣。原産地だから。これを食べさせる，海鮮バーベキューで出せば，牡蠣好きな酒好きが駆けつけるでしょう。それからもう一つ。三角港の特色を出すためには行政港として整備を進めたい。自衛艦の寄港地になれば，家族も含めて600人くらいが駐留する。そのためには－10m岸壁が必要だ。21年には1バース目が完成するが，引き続き2バース目の整備をスピード感を持って進めてほしい。

大塚課長 今日お話を伺い，市長のお考えは十分認識しました。県としても応援できるところは精一杯努力します。そのためにも，今後ともお互いに情報交換を密にお願いします。

司会 三角西港の歴史的な背景を生かしながら，今後どのように三角港を整備，活用していくのか。三角港が所在する宇城市の阿曾田市長，港湾管理者である大塚課長から，アイデア豊富な大変貴重なご意見を頂きました。ありがとうございました。

5. 終わりに

我々土木技術者は，太古より国土に働きかけながら，その時代に求められる装置を造っている。

これは大先輩である大石久和氏の著書からの引用であるが，「小泉信三という大学者が，1953（昭和28）年「平生の心がけ」という小著を表し，リンカーンや森鷗外が，人間40以上になれば自分の顔に責任があるとか，人間生まれながらの顔を持って死ぬのは恥だといった事例を紹介しながら，次のように述べている。

人間の顔が生まれたままのものでないと同じく，耕される土地もまた，このように，自然によって与えられたままのものではない。国土はそういう意味において，国民自身によって造られたものである。

吾々はこの日本の国土を，先祖から受けて，子孫に伝える。鷗外が生まれたままの顔を持って死ぬのは恥だ，といったと同じように，吾々もこの国土を，吾々が受け取ったままのものとして子孫に遺すのは，恥じなければならぬ。法律や制度や文物一切の如き，抽象物の事柄は姑らく惜く。少なくともわれわれの眼で見，手で触れられるこの国土の山川草木を，受け取ったそのままの形で，子孫に遺すことは不真面目なことではないか。吾々はそれを前代から受け継いだよりも好いものとして，これを次代に引き渡さなくては済むまい。（中略）

ここに経済政策の羅列をするのは無趣味な業であるが、当面の実際問題を取り扱うに当たっても、ただ目前の事にのみ心を奪われず、多少とも歴史の過去と未来とを顧望して、今の吾々の世代が、前世代から継承したものに、果たして何物を付け加えたかを思うことは、常に忘れてはならないことである。」

これまでの三角西港を活かし、これからの三角西港に何を付加していくべきか、微力ながら精一杯努力していきたい。

結びに、時節柄、ご多忙のところ快く対談をお引き受けいただいた阿曾田宇城市長、大塚熊本県港湾課長、ならびに資料をご提供いただいた皆様に、深く感謝いたします。

J C M A

《参考文献》

- 1) 三角西港シンポジウム報告書（昭和58年8月 熊本県三角町）
- 2) 熊本県の近代化遺産（平成11年3月 熊本県教育委員会）
- 3) 三角西港の石積埠頭（昭和60年3月 財団法人観光資源保護財団）
- 4) 高田回漕店復原工事報告書（平成10年6月 熊本県）

〔筆者紹介〕

宮石 晶史（みやいし あきふみ）
国土交通省
九州地方整備局
熊本港湾・空港整備事務所
所長



「建設機械施工ハンドブック」改訂3版

近年、環境問題や構造物の品質確保をはじめとする様々な社会的問題、並びにIT技術の進展等を受けて、建設機械と施工法も研究開発・改良改善が重ねられています。また、騒音振動・排出ガス規制、地球温暖化対策など、建設機械施工に関連する政策も大きく変化しています。

今回の改訂では、このような最新の技術情報や関連施策情報を加え、建設機械及び施工技術に係わる幅広い内容を取りまとめました。

「基礎知識編」

1. 概要
2. 土木工学一般
3. 建設機械一般
4. 安全対策・環境保全
5. 関係法令

「掘削・運搬・基礎工事機械編」

1. トラクタ系機械
2. ショベル系機械
3. 運搬機械
4. 基礎工事機械

「整地・締固め・舗装機械編」

1. モータグレーダ

2. 締固め機械

3. 舗装機械

● A4版／約900ページ

● 定 価

非 会 員：6,300円（本体6,000円）

会 員：5,300円（本体5,048円）

特別価格：4,800円（本体4,572円）

【但し特別価格は下記◎の場合】

◎学校教材販売

〔学校等教育機関で20冊以上を一括購入申込みされる場合〕

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも沖縄県以外700円、沖縄県1,050円

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

●発刊 平成18年2月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）

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

熊本城復元整備事業

熊本市経済振興局観光振興部熊本城総合事務所

熊本城は加藤清正によって1607年に築城されたものである。その後、加藤家に代わり細川家が熊本を治め、幕末を迎えることとなった。明治期に入ると軍が城内に駐屯し、西南戦争の戦いの場となり、ろう城戦を戦い抜き、熊本城の堅牢さが証明された。残念ながら、この戦いの直前に、原因不明の火災により、天守閣や本丸御殿など、主要な建物が焼失した。その後、天守閣などを復元してきたが、平成9年度(1997)に「熊本城復元整備計画」を策定し、平成10年度からは本格的な復元整備に取り組んできた。

キーワード：加藤清正、西南戦争、熊本城復元整備計画、史実に忠実な復元、本丸御殿、昭君之間、歴史的遺産、復元、城（郭）

1. 熊本城の概要

熊本城は、加藤清正により1601年から7年の歳月をかけ築城されたものであり、平成19年(2007)に、築城400年を迎えた。

清正は、小西行長とともに肥後半国づつを豊臣秀吉から賜り、1588年に入国した。清正は、国外では「文禄・慶長の役」で朝鮮に出兵する一方、肥後国内では、治水事業に取り組むなど、熊本の基盤整備に努めた。その後、加藤家は2代で改易となり、その後を細川家が引き継ぎ、廃藩置県までの期間を11代にわたり治めてきた。

明治に入ると、熊本城には鎮西鎮台(後の熊本鎮台)が入り、明治10年(1877)の西南戦争(西郷隆盛率いる薩摩軍と官軍との国内最後の内戦)の戦場となったものの、薩摩軍の猛攻に耐え、ついにろう城戦を戦い抜いた。築城から270年後に、加藤清正による築城の完成度が証明された。このような中、西南戦争の開戦直前に、原因不明の火災により、天守閣をはじめ本丸御殿など、多くの建造物が焼失した。火災原因としては、自焼説、失火説、放火説など様々な説が唱えられているが、今回の復元作業の中でも、火災原因を特定することはできなかった。その後、熊本城内には、第二次世界大戦の終結まで軍隊が駐屯し、終戦を迎えることとなった。

加藤清正の築城当時の縄張りは、本丸、二の丸、三の丸をあわせ、周囲約5.3km、面積約98ha。この中に大小天守閣をはじめ、櫓49、櫓門18、城門29を数

えた。

2. 現在の熊本城

現在の熊本城には、江戸時代から現存する建物等(国指定の重要文化財に指定されている。13件)と、昭和35年(1960)に再建された大小天守閣や、市政100周年を記念し復元された数寄屋丸二階御広間などの復元建造物に加え、今回の一連の復元整備により復元されたものなど、多くの建造物が存在する(写真—1)。



写真—1 熊本城天守閣(昭和35年再建)

城域は、一部旧態が失われてはいるものの、旧城域が比較的良好な状況で残されており、旧城域の一部約51.2haが文化財保護法による特別史跡に指定され、

また、約 56 ha が都市公園法による総合公園にも指定されている。

このように、現在の熊本城の位置づけは、文化財であると同時に市民や訪れる方々が安らぐ空間としての公園であり、国内外からの多くの観光客の方々をお迎えする熊本を代表する観光地となっている。

3. 復元整備計画

熊本城の整備に関しては、各方面より様々な答申や報告、提言や意見が寄せられていた。そこで、熊本市ではこれらを踏まえ、平成 9 年度に「熊本城復元整備計画」を策定した（写真—2）。



写真—2 熊本城復元予想図

この計画に基づき、平成 10 年度から今回の一連の復元整備を実施してきており、その概要は以下のとおりである。

（整備方針）

30～50 年をかけて、加藤清正が築城時に縄張りとした城郭全体を対象に、往時の雄姿に復元するとともに、市民や観光客に愛され利用される整備を目指し、次の 3 つの整備方針で整備を進める。

○歴史的建造物の復元と保存

歴史的建造物を史実に忠実に復元する。

○都市の潤い空間としての環境整備

原風景を守りながら、豊かな緑を育成する。

○サービス空間の創出

サービス施設の充実とともに、歴史文化の体験学習の場として整備する。

（整備方法）

城郭を 5 ゾーンに区分し、そのゾーンに見合った整備を効率的に進めるとともに、整備時期についても短期、中期、長期に区分し整備を進める。

○本丸ゾーン ……保存・復元ゾーン

○二の丸ゾーン ……緑の遊園ゾーン

○三の丸ゾーン ……歴史学習体験ゾーン

○古城ゾーン ……エントランスゾーン

○千葉城ゾーン ……文化交流ゾーン

以上の整備方針及び方法で、復元整備の短期計画として、まず歴史的建造物の復元に力を入れることとし、平成 10 年度から築城 400 年にあたる平成 19 年を目標に、6 つの建造物（南大手門、戌亥櫓、未申櫓、元太鼓櫓、飯田丸五階櫓、本丸御殿大広間）を復元した。また、平成 11 年の台風 18 号で倒壊した西大手門も、あわせて再建した。

○西出丸一带 総事業費：約 19 億 6 千万円

・南大手門（平成 14 年 10 月完成）

・戌亥櫓（平成 15 年 8 月完成）

・未申櫓（ ）

・元太鼓櫓（平成 15 年 12 月完成）

○西大手門（平成 15 年 12 月完成）

総事業費：約 5 億円

○飯田丸五階櫓（平成 17 年 2 月完成）

総事業費：約 10 億 9 千万円

○本丸御殿大広間（平成 20 年 3 月完成）

総事業費：約 53 億 8 千万円

以上 7 つの建造物とその周辺の堀などを、10 年間にわたる短期計画として、総事業費約 89 億円で復元した。

4. 本丸御殿の概要

熊本城復元整備計画における建造物の復元の中で、最も規模が大きく、かつ豪華なものが、本丸御殿である（写真—3）。



写真—3 天守閣と本丸御殿（手前）

本丸御殿は城郭の中でも天守閣とともに中心をなす建物で、藩主の居間、対面所、台所などの機能を備え、大広間、大台所をはじめ数寄屋、書院など多くの部屋から構成されていた。熊本城の本丸御殿は、慶長15年（1610）頃加藤清正によって創建され、その後、寛永10～12年（1633～1635）頃にかけて細川忠利によって改修された建物が幕末まで存続したものである。今回の復元整備では、大広間と大台所及び数寄屋（茶室）の部分で復元した。

復元整備は、「史実に忠実に復元する」という基本方針で進めており、そのためには確かな資料が必要となってくる。昔の資料で設計図的な図面が残っていることは皆無に等しいため、間接的な資料を総合的に解析し、昔の姿を復元する方法をとった。具体的には、古絵図や文献等の資料、そして一番確かなものとして、本丸御殿が焼失する前に撮影された古写真が採用された。また、復元工事に先立ち、復元現場の発掘調査が実施され、この調査で建物の位置が特定されると同時に、参考とした古絵図の信頼性を確認することができた。

このようにして、様々な資料や発掘調査によって、復元のための設計図を作成し復元工事を進めることができたものの、施工に際しても細部の納まりなど様々な面で検討を要する点が生じた。そのような場合には、城内の重要文化財建造物はもとより、全国の類似の建物も参考にしながら復元工事を進めてきた。また、屋根瓦や釘隠しなどの装飾品も、発掘調査で出土したものを基に制作されたものである（写真—4）。



写真—4 本丸御殿大広間建て方作業

5. 本丸御殿の見どころ

本丸御殿には様々な見どころがあるが、代表的なも

のとして次のようなものがある。

（闇り通路）

本丸御殿の地下には、「闇り通路」と呼ばれる地下通路がある（写真—5）。地下といっても、地面を掘って作った通路ではなく、本丸御殿が石垣と石垣の上にまたがるように建っているため、石垣の間が建物の下になり地下通路となったものである。そのため、昼間でも暗く、闇り通路と言われたと考えられている。本丸御殿完成後は、天守閣前広場へ進むためには、この通路を通ることとなる。



写真—5 闇り通路

（大御台所）

建物の中に入って、まず目に付くのが、囲炉裏のある大御台所である。囲炉裏での煮炊きなどで生じる煙や熱を外に出すため、屋根部分に、煙出しのための開口が設けられており、そのため天井がなく、吹き抜けとなっている。このような状況であるため、天井部分の小屋組みと呼ばれる屋根を支える構造（写真—6）や、「闇り通路」にもある迫力ある大きな梁があり、



写真—6 大御台所の小屋組み

本丸御殿の骨組みを見ることができる。

(昭君之間)

本丸御殿大広間は複数の部屋で構成されており、それぞれの部屋には、襖や壁などに描かれていた画（障壁画）の題材が基となった名前が付けられている。

大広間の部屋の中でも、最も格式の高い部屋が、「昭君之間」である（写真一7）。この部屋は、床や違い棚、付書院をもつ書院造りで、鉤上段と帳台構が備わっている。昭君之間に描かれているのは、中国の前漢時代の悲劇の美女、王昭君にまつわる物語であり、襖や壁などのほかに天井面にも画が描かれており、本丸御殿の中で最も豪華な空間となっている。



写真一7 昭君之間

また、一説には、昭君之間は「将軍の間」の隠語であり、加藤清正が豊臣秀吉の遺児である秀頼を「将軍」として迎えるために作ったとも言われているが、真偽のほどは不明である。

6. 今後の復元整備

このように、熊本城には、本丸御殿（写真一8）を

はじめ復元整備の短期計画で復元された7つの建造物のほかにも、天守閣をはじめ昭和から平成にかけて復元された建造物と、江戸時代の建物で重要文化財に指定されている建造物など、多数の建物が存在することとなり、徐々に往時の城郭に近づいてきた。



写真一8 本丸御殿大広間

今後の中・長期の復元整備計画については、復元整備が建造物の復元に止まらず城域全体の広範かつ多岐にわたる整備として計画されているため、30年から50年と長期の整備期間を想定している。また、城内にある既存の建造物の中には、老朽化が進み建替えが必要なものもある。このため、今後は新たな建造物の復元計画の推進と同時に、既存建造物の維持補修にも取り組むこととしている。

今後も、熊本城を貴重な文化財として、また、潤いの空間として、さらには観光客の方々に楽しんでいただくものにするため、往時の勇壮な姿に近づけることを目指し、息の長い様々な整備に取り組んでいくこととしている。

JCMA

仙台城石垣修復工事

五味 篤 暁・石 川 典 男

仙台城跡の石垣は緻密な積みかた（切込み接）であるため自由度が少ないことが特徴である。このような石垣を修復する際の基本的方針として、解体前の石垣をできるだけ細かく調査・検討を行い、石垣の持つ特性等を的確に把握し、築城当時の石垣の姿をできるだけ再現することとした。その上で文献等のデータと比較し検証を試みることにした。

これを実現するためには、石垣の特性を忠実に反映した精度の高い修復設計図（石垣修復図）が必要であった。

また仙台城跡本丸石垣は過去の地震により度々修復を繰り返してきた経歴があり、近い将来必ず発生すると言われている宮城県沖地震などに備えた安全性の確保も必要であった。

キーワード：城郭、石垣修復履歴、堤体補強、堆積土砂撤去

1. はじめに

石垣修復に際し、築城当時の石垣の資料などは残されていなかった。そのため、仙台市と共同で3次元CADを用い、現存する石垣の形状から築城当時の形状を推測する手法を考案した。

石垣を解体して得られた積み石9,106石を支える裏面の構造では、現代の建設技術を駆使して修復にあたった（写真—1、図—1）。

その概要について述べる。

2. 設計と工事の基本方針

石垣修復工事は伝統工法を基本とし、石垣解体や発

掘調査によって得られる資料などを基に技術的な検討を加え、より安定した石垣の構造や施工方法を見出すとともに、石積みの円滑な施工を図るため、以下の解析検討等を行いながら工事を進めることとした。

3. 石垣修復システム

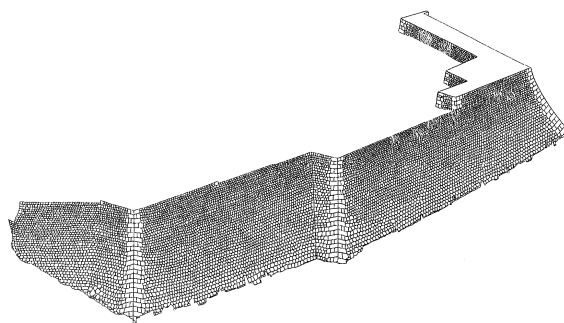
石垣修復図の作成においては解体前の石垣の特性を基に構築時の姿の再現を目指すため、仙台市と共同で3次元CADを用い、現存する石垣の形状から築城当時の形状を推測して復元するための修復図を作成する手法を考案し、システム化を行った。

石垣修復システムの成果として図—2の図面を出し、専門委員会における資料や石積み現場での設計



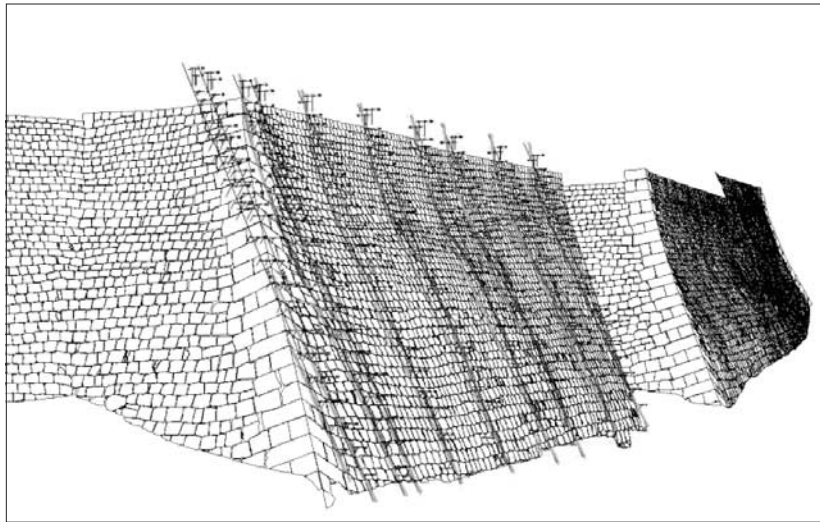
写真—1 解体前の本丸跡北面石垣全景
写真提供：仙台市教育委員会

→
修復

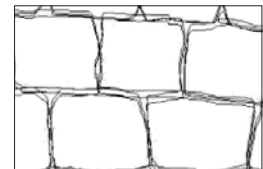


図—1 3次元CADによる修復形状

(3次元CADによる石垣修復システム)



修正後の石垣



拡大した石垣修復図。白い線が修復前、緑の線が往時の形を予測したもの

図一 修復前の石垣現況図。赤い線が修復前、青い線が修復後を示し、緑の線が基準線となっている（元図はカラー）。

図として利用した。

(1) 石垣修復計画図

解体前の石垣横断面図に修復勾配を重ね、修復による勾配の変化を検討するために作成した。

(2) 石垣修復施工図

石垣修復計画図を基に、丁張りの設置および実際の石積みを使用するために石垣修復施工図を作成した。

(3) 石垣修復パース図

石垣修復計画図を基に、修復石垣の全体的な姿を確認するために完成後のパースを作成した。

4. 修復石垣の安定解析

石垣修復工事では、築城当時の工法および景観を再現し、文化財としての価値を損なわないよう修復することを基本方針としている。

石垣構造は主に、石垣の石材（空積み）、裏込め（玉石など）、背面盛土（築城時やその後の再築城時）や地山によって成立っており、このような構造全体が安定的であることにより修復石垣の安定性が確保される（図一 3）。

石垣の修復にあたっては解体前の石垣の特性を損なわない下記の最小限の安全対策を施すこととした。

(1) 盛土（安定処理工）

軟弱な粘性掘削土にセメント系固化材を混合し、盛土としての安定度（強度）増強を図った。

(2) 裏込めの粒度改良

裏込め石（玉石）に碎石を混合することにより、裏込めの内部摩擦角を改良した。

(3) 耐震用補強ネット

裏込めの土圧低減を目的とし、引張り性能に優れたプラスチック製ネットを裏込め層に水平に敷設した。

(4) 排水工

修復工事による盛土と往時の盛土、また地山との境界からの浸透水を裏込め層に排水し、盛土の強度劣化を防止し、また水圧により土圧が高くなることを防止した。

(5) 抑止杭工

修復工事では根石直下の地盤改良ができなかったため、支持力の向上および滑動に対する安定性向上を目的として、粘性土が支持地盤となっている石垣の前面に抑止杭を埋設した。

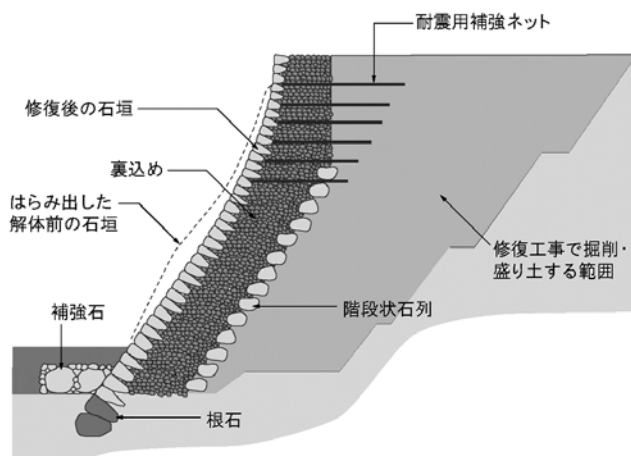
5. おわりに

貴重な城郭石垣の修復工事を文化財保存の立場から検討し施工してきた。

修復に必要な新たな技術開発も行い、当時の状況で最善の修復保存ができたと思われる。

今後は周辺技術の進歩に合わせて、設計・施工技术を改良し、貴重な文化財をできるだけ正確に後世に伝えることが必要である。

JICMA



図一3 修復石垣断面

[筆者紹介]

五味 篤暁（ごみ あつあき）
鹿島建設株式会社
土木管理本部

石川 典男（いしかわ のりお）
鹿島建設株式会社
東北支店

建設機械施工安全技術指針 指針本文とその解説(改訂版)

◆「指針本文とその解説」目次

第Ⅰ編 総論

- 第1章：目的
- 第2章：適用範囲
- 第3章：安全対策の基本事項
- 第4章：安全関係法令

第Ⅱ編 共通事項

- 第5章：現地調査
- 第6章：施工計画
- 第7章：現場管理
- 第8章：建設機械の一般管理
- 第9章：建設機械の搬送
- 第10章：賃貸機械等の使用

第Ⅲ編 各種作業

- 第11章：掘削工，積込工
- 第12章：運搬工
- 第13章：締固工
- 第14章：仮締切工，土留・支保工
- 第15章：基礎工，地盤改良工
- 第16章：クレーン工，リフト工等

第17章：コンクリート工

第18章：構造物取壊し工

第19章：舗装工

第20章：トンネル工

第21章：シールド掘進工，推進工

第22章：道路維持修繕工

第23章：橋梁工

● A5版／330頁

● 定 価

非会員：3,360円（本体3,200円）

会 員：2,800円（本体2,667円）

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 450円

沖縄県 1,050円

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

● 発刊 平成18年2月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）

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

歴史的建造物の光学的手法による 3D 形状・振動計測とその計測データを用いた FE 解析による地震応答解析

松 田 浩

歴史的建造物を保存・活用するためには、耐震性能の評価が不可欠である。設計図面がない場合が多いので実測する必要がある。本研究では、レーザスキャナやデジタルカメラなどの三次元形状計測システムを用いて、非接触で三次元形状計測を行った。そして、得られた計測結果をデータ変換し、FE メッシュを作成し、FE 解析を実施し、耐震性能を評価することができる。本文では、形状計測、解析、耐震性評価という一連のシステムと、実構造の実計測データに基づく建造物の基礎のモデル化の手法について紹介する。

キーワード：歴史的建造物、3D 計測、デジタル写真計測、FE 解析、実振動計測、耐震性評価

1. はじめに

近年、マスコミ等で世界遺産に関する話題が頻繁に報道されている。土木・建設技術遺産もユネスコ世界遺産の産業・技術関連遺産として注目されるようになり、それらの保存と活用についての調査研究が行われるようになった¹⁾。このような産業・技術関連遺産を保存し活用していくためには、構造物の現況を調査し、安全性を評価する必要がある。しかし、適確な調査法、試験法および診断法は確立されていないのが現状である。また、歴史的建造物は現行耐震基準以前の設計基準で建設されているため、近年頻発している大規模地震に対する耐震性能を考慮すると、補修・補強を講じなければならない場合がほとんどである。

筆者らは構造物の構造特性を把握するために、三次元形状計測を実施し、そのデータを直接有限要素 (FE) 解析に取り込み、計測と解析の自動化を目標として研究を行っている。レーザ光を用いた三次元画像計測システムを開発し、曲面板の振動実験・解析に適用し、本法の有効性を明らかにするとともに、切欠き有する板の非破壊検査への適用性などについても確認してきた²⁾。

一方、実構造物を対象とした三次元計測装置として長距離型レーザスキャナが開発されている。筆者らも長距離型レーザスキャナを用いて、長崎市の平和祈念像の三次元計測を実施し (図—1)、その計測データを FE 解析に取り込み、固有振動解析を実施した³⁾。その結果、レーザスキャナによる計測は簡便かつ短時

間での 3D 計測が可能であることを確認した。また、これまで FE モデル化には膨大な時間と労力が必要であったが、本法を用いることにより構造物の FE モデル作成を大幅に省力化できることなどを確認した。また、最近特に高密度化したデジタルカメラの普及とパーソナルコンピュータやその周辺機器の高速化・低価格化により、三次元写真計測が身近なものになり、レーザスキャナと同様に、デジタルカメラと写真計測システムを用いて 3D デジタルデータを取得できるようになり、さらにそのデータを FE 解析に取り込むことにより、構造物の構造特性を解析的に算定できるようになった。しかし、FE 解析における地盤や支持条件に応じた境界条件の設定が大きな課題であり、これまで地質調査等により地盤定数が算定されてきた。



図—1 レーザスキャナによる 3D 計測

本研究では、FE 解析の境界条件を弾性支持としてモデル化し、そのバネ定数を決定するために、レーザドップラ速度計を用いた実振動計測に基づいてバネ定数を同定法についても検討した。

本研究は、①三次元写真計測、②FE メッシュ作成、③実振動計測、④境界条件の同定、⑤静的・動的地震応答解析、⑥耐震性能評価、までの一連の計測・解析・評価システムを開発することを目指したものであり、これまでの研究成果を紹介する。

2. 平和祈念像の三次元計測と FE 固有値解析

(1) 三次元レーザスキャナ計測

三次元レーザスキャナを用いて、平和祈念像の形状計測を行った(図-1)。全体の三次元形状データを取得するために、8 方向から計測を行い、それらを繋ぎ合わせて全体の形状データを取得した(図-2)。レーザスキャナ計測は簡便にかつ短時間で計測を行うことができるが、専門的な操作法とバッテリーなどの電源も必要である。計測データは点群データである。点群同士をつなぎワイヤフレームデータを作成し、形成された三角メッシュに面を張ることでサーフェイスデータを作成した(図-3)。

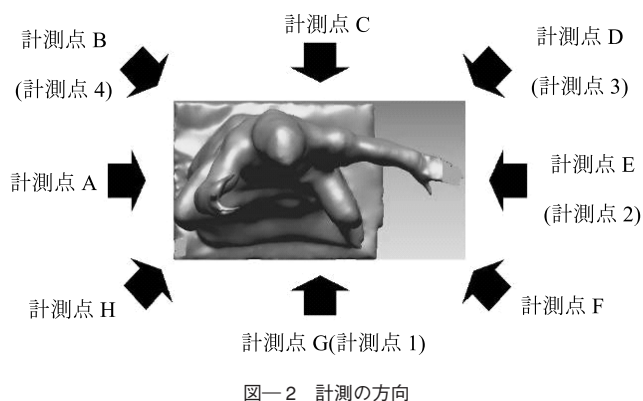


図-3 計測データ

(2) 三次元デジタル写真計測

写真計測では図-2 に示す 4 方向(計測点 1～4)から計測し、各方向それぞれ、わずかにずらした 2 枚の画像をもとに点群データを取得した(図-4)。デジタル画像の撮影には 1 メガ画素のデジタルカメラを用い、カメラの焦点距離を一定にするため、ズームを wide 端に固定して撮影した。また、写真計測においてもレーザスキャナと同様に、それぞれの計測箇所において計測した結果を繋ぎ合わせることでにより全体のモデルを作成した。合成に際しては、まず前面を合成し、次に後面を合成した。そして、前・後面を合成することで、全体のデータを作成した。



図-4 計測位置

(3) 計測結果比較

トランシットを用い平和祈念像の 2 点間の水平距離を測量し、レーザスキャナおよびデジタル写真計測による計測結果を比較した。比較箇所は図-5 に示す 3 箇所(a, b, c 間の距離)である。結果を表-1 に示す。レーザスキャナおよび三次元写真計測の結果は実測値とよく一致している。

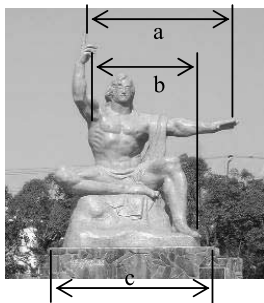
(4) FE 固有振動解析結果

サーフェイスデータを STL ファイルへ変換し、有限要素汎用コードに入力することにより、FE モデルを作成できる。また、必要があれば内部にテトラ要素

を構築することでソリッドデータを作成することも可能である。STL ファイルは各点の座標と面における法線ベクトル情報を有しているため、面の方向が確定し、点群の座標データをもち、実形状データと等価な情報を有する。

作成した FE モデルを図—6 に示す。解析には青銅の材料特性を用い、弾性係数は 1.1×10^5 MPa、ポアソン比は 0.385、引張強度は 130 MPa とし、厚さは 18 mm とした⁴⁾。ここでの境界条件は、台座部分を完全固定として解析した。なお、レーザスキャナで直接得られる計測点数は約 30 万の点群データであるため、直接、計測データを解析に用いると膨大な容量と解析時間を要する。そこで、三次元写真計測データ数と同程度にまで低減させて固有振動解析を行い、解析精度について比較検討した。また、要素数を減少させたことによる解析精度についても検討した。

解析結果を表—2 に示す。レーザスキャナと写真計測の計測データによる振動解析結果の固有振動数はよく一致している。また、三次元写真計測は、高精度の計測が可能であるレーザスキャナと同程度の解析精



図—5 計測箇所



図—6 FE モデル（要素数：18176）

表—1 寸法比較（単位：m）

	a	b	c
測量値	6.89 (1.00)	5.33 (1.00)	7.33 (1.00)
レーザスキャナ	6.80 (0.99)	5.27 (0.99)	7.21 (0.98)
写真計測	6.69 (0.97)	5.17 (0.97)	7.17 (0.98)

表—2 固有振動数の比較（Hz）

	1 次	2 次	3 次	4 次
レーザスキャナ (要素数:610415)	3.60 (1.00)	5.10 (1.00)	9.02 (1.00)	9.36 (1.00)
レーザスキャナ (要素数:17101)	3.47 (0.96)	5.07 (0.99)	8.94 (0.99)	9.34 (0.99)
写真計測 (要素数:18176)	3.35 (0.93)	4.96 (0.97)	8.80 (0.98)	9.30 (0.99)

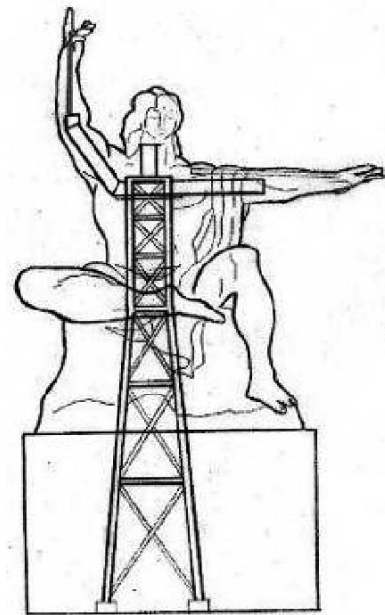
度を有しており、さらに、要素数を減じても同程度の解析結果を得ることを確認できた。

3. 耐震性能の評価方法への利用

(1) 固有振動解析

昭和 30 年に完成した平和祈念像は、当初、左肩から腕部にかけてのみ山形鋼で補強されており、そのほかは空洞であった。その後、昭和 53 年にボルト取替えとステンレスパイプによる補強工事がなされている。また、平成 11 年に全体的な修復が行われている。

平和祈念像は、現在は図—7 に示すように、内部にステンレス鋼による補強が施されている。ステンレス鋼による補強効果を解析的に検討するために、補強された場合と、そうでない場合において固有振動解析を実施した。

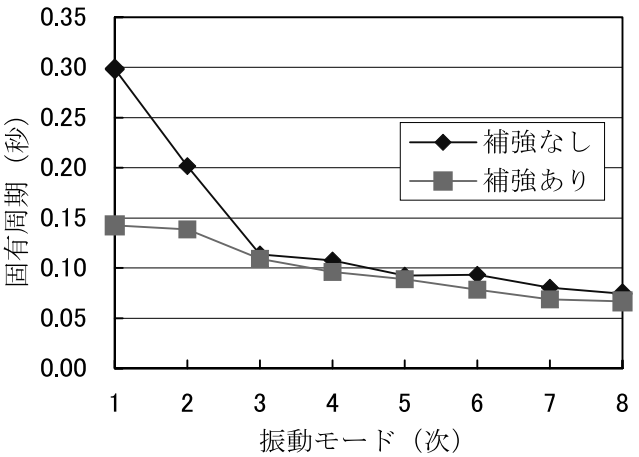
図—7 補強された現在の平和祈念像⁴⁾

なお、ここでの固有振動解析法は、前記同様で、FE モデルは三次元写真計測結果より作成した FE モデルを用いて行った。また、内部のステンレス鋼は 2 節点梁要素（弾性係数： 2.0×10^5 MPa、ポアソン比：0.3、引張強度：450 MPa）を採用した。境界条件としては下端を完全固定とした。また、固有振動数、固有モードより有効質量比をそれぞれにおいて算出することとした。

(2) 解析結果

補強の有無における固有周期の比較を図—8 に、

また固有周期および有効質量比を表―3、4に示す。有効質量比は、その構造物の振動モードに対する寄与率を示すものであり、この値の最大のモードがその構造物の卓越モードである。補強なしの場合も補強ありの場合も、X方向で2次、Y方向で1次、Z方向で3次の値が高くなっている。したがって、補強なし、補強ありのいずれの場合でも、1次および2次モードが卓越モードであると考えられる。また、図―8より卓越モードであると考えられる1次および2次モードにおいて固有周期の値が、補強を施すことによって減少しており、耐震性能が増大することを確認できる。



図―8 補強の有無による固有振動数の比較

表―3 固有周期および有効質量比（補強なし）

固有モード	固有周期(秒)	x	y	z
1次	0.1426	12.24 %	25.06 %	0.10 %
2次	0.1386	26.25 %	12.65 %	2.00 %
3次	0.1091	1.49 %	11.32 %	34.19 %
4次	0.0962	0.68 %	1.88 %	4.57 %
5次	0.0886	2.43 %	0.63 %	31.24 %
6次	0.0782	1.26 %	2.61 %	1.89 %
7次	0.0689	1.04 %	4.76 %	4.44 %
8次	0.0666	4.30 %	0.15 %	2.28 %
合計		49.68 %	59.06 %	80.71 %

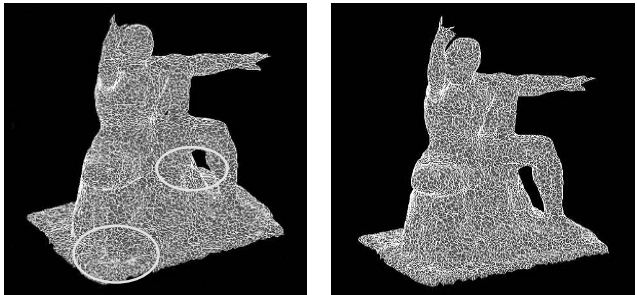
表―4 固有周期および有効質量比（補強あり）

振動モード	固有周期(秒)	x	y	z
1次	0.2985	12.04 %	25.03 %	0.11 %
2次	0.2016	25.45 %	12.05 %	1.89 %
3次	0.1136	2.26 %	9.93 %	30.43 %
4次	0.1075	1.37 %	3.26 %	2.34 %
5次	0.0926	2.06 %	1.09 %	13.02 %
6次	0.0934	0.14 %	2.79 %	25.19 %
7次	0.0803	1.55 %	4.32 %	4.84 %
8次	0.0745	4.16 %	0.24 %	2.83 %
合計		49.03 %	58.71 %	80.65 %

(3) 地震応答解析

前記のFEモデルを用いて地震応答解析を実施した。入力地震波には兵庫県南部地震で観測された地震波をY方向（平和祈念像の前後方向）に加振させた。図―9は地震応答解析における塑性ひずみ分布図を示したものである。補強の有無により塑性ひずみ分布が異なり、補強なしの場合は塑性ひずみが大きくなっている箇所が示されている。これは補修・補強を施す場合の資料となり得ることを示唆するものである。

さらに、平和祈念像の右手先端の変位の応答は、補強なしの場合には最大変位が11.8 cmであったのに対して、補強ありの場合には1.95 cmで約2割にまで大幅に低減された。



図―9 地震応答解析における塑性ひずみ分布図

4. 境界条件の同定（煙突への適用）

前項までは、境界条件は完全固定としてFE解析を行ってきたが、実構造における地盤や基礎の境界条件は完全固定であることはまずあり得ない。ここでは、固有振動数の実測値に基づく境界条件の同定法を述べる。

(1) 実振動計測によるバネ定数の同定

昭和52年に建造された長崎大学文教キャンパスにある煙突を三次元写真計測を行った。4方向から、それぞれ3枚ずつ、計12枚撮影し、各方向から取得したデータを繋ぎ合わせて全体の形状データを作成した（図―10）。

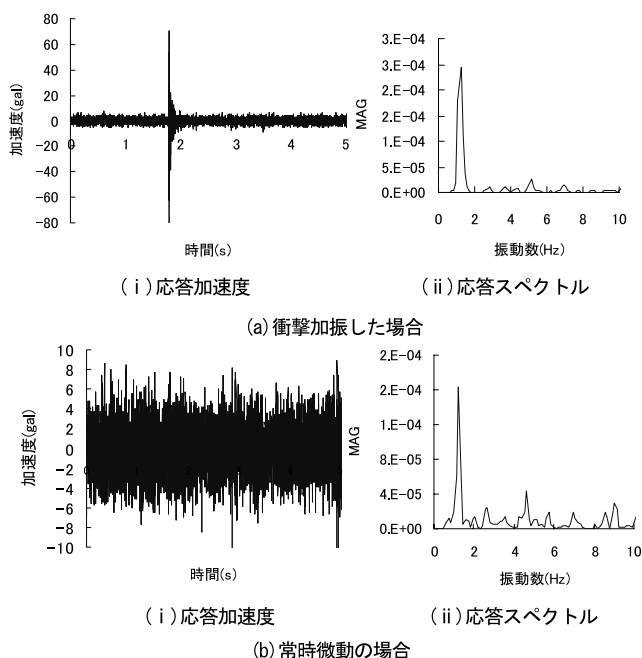
本研究では、非接触による振動計測法としてレーザドップラ速度計による方法を採用した。本計測器は構造物にレーザ光を照射し、その反射光を受光し、反射光のドップラ効果を利用して、物体の速度を非接触で検出するものである。また、数m～数十m離れた場所から構造物の振動を測定でき、センサ設置など高所作業を伴う危険な測定作業を回避できる。また、比較



図—10 煙突構造のモデル化

的大きな応答から、常時微動まで測定可能である。

実構造物において歴史的構造物や大規模構造物などでは、ハンマリング試験やワイヤカット試験を容易に行えない場合がある。そこで、構造物の常時微動計測による固有振動解析を行った。加振による振動と常時微動の計測を行った。計測位置は地面から約 10 m の位置、煙突までの距離は約 15 m とし、サンプリング周波数は 1000 Hz、約 5 秒間計測を行った。図—11 には加振した場合と常時微動の場合の振動波形およびそのフーリエスペクトルを示す。この結果より、加振した場合と常時微動の場合ともに、固有振動数は 22 Hz となり、常時微動の場合であっても、加振した



図—11 振動計測での振動波形とフーリエスペクトル

場合と同等に、固有振動数を求めることができることが確認される。

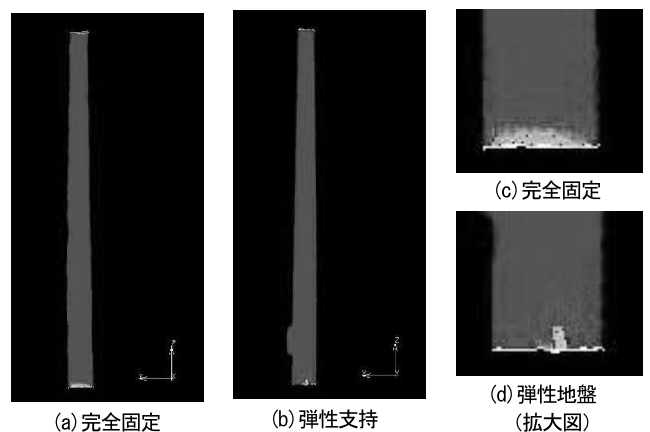
FE 解析において境界条件を水平・鉛直・回転弾性バネを用いてモデル化した。バネ定数は、常時微動による実測値に近くなるように、各々、 3.1×10^8 , 3.9×10^8 (N/m), 1.8×10^9 (Nm/rad) と設定した。表—5 にその場合の固有振動数を示す。

表—5 境界条件による固有振動数の相違 (Hz)

	実測値 常時微動	FE 解析値 境界条件	
		完全固定	弾性支持
1 次	1.22	1.48	1.22
誤差	—	(1.00)	(1.00)
2 次	4.46	6.45	4.42
誤差	—	(1.45)	(0.99)

(2) 地震応答解析

境界条件の影響を明らかにするため、地震応答解析を行った。入力地震波には兵庫県南部地震で観測された地震波を用い、解析手法は直接積分法である Newmark の β 法を用い、積分区間は 0.01 秒とした。材料特性はコンクリートの材料特性を用いた (弾性係数: 22.43 GPa, ポアソン比: 0.2, 単位体積重量: 24 kN/m³)。地震応答解析を行った結果の塑性ひずみ分布を図—12 に示す。完全固定とした場合、塑性ひずみは水平方向に広がっている。しかし、弾性地盤とした場合、水平方向への塑性ひずみの進展はないことがわかる。地盤のモデル化、すなわちバネ定数を如何に実構造物に合致するように設定するかが重要であることが確認される。



図—12 境界条件による塑性ひずみ分布図の相違

本研究では、レーザドップラ速度計を用いた実計測値に基づいてバネ定数を求めた。逆解析技術等を用い

てバネ定数の同定法を改良する余地があるものの、レーザドップラ速度計を用いた実計測に基づくバネ定数の同定方法の有効性を窺うことができる。

5. あとがき

本文では、①三次元写真計測、②FE メッシュ作成、③実振動計測、④境界条件の同定、⑤静的・動的地震応答解析、⑥耐震性能評価、までの一連の計測・解析・評価システムについて紹介した。個々の要素技術については改良の余地が多々あるものの、計測機器や解析法は日進月歩で進歩している。歴史的建造物のデジタルアーカイブ化も進んでおり、それに本文で述べたような一連の計測・解析・評価システムを用いて構造力学的特性を付与することもできるので、歴史的建造物の保存と活用と有用となるものと考え。

J C M A

《参考文献》

- 1) 古田陽久・古田真美：世界遺産ガイド ―産業・技術編―，シンクタンクセとうち総合研究機構（2001）
- 2) 松田・大石ほか：ホログラフィ干渉計測および3次元計測による薄肉構造部材の非破壊検査に関する研究 応用力学論文集，**5**，pp.847-854（2002）
- 3) 鶴田・松田ほか：歴史的建造物の三次元デジタル画像化とその地震応答解析への利用，コンクリート工学年次論文集，[28]，pp.1609-1614，日本コンクリート工学協会（2006）
- 4) 平和祈念像修復懇話会：平和祈念像の修復報告書，長崎市（2000）

【筆者紹介】

松田 浩（まつだ ひろし）
長崎大学
工学部構造工学科



建設機械ポケットブック

<除雪機械編>

本書では、除雪機械について事故や故障を未然に防止するための主要な点検項目や点検時の留意点などを整理しました。日常点検や定期点検・整備における基礎資料として活用され、点検、整備および修理を的確かつ効率的に実施し、道路の維持除雪工事を安全で適正に施工するための一助となれば幸いです。

監修／国土交通省北海道開発局事業振興部機械課
発行／社団法人 日本建設機械化協会

目次

1. 整備点検のあらまし
2. 除雪トラック

3. 除雪グレーダ
4. 除雪ドーザ
5. ロータリ除雪車
6. 小形除雪車
7. 凍結防止剤散布車
8. 資料編

●パスポートサイズ／87 ページ

●平成 17 年 9 月発刊

●定 価

1,000 円（本体 953 円）送料 250 円

※送料は複数冊申込みの場合、又は他の図書と同時申込みの場合、割引となる場合があります。

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

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

布引五本松堰堤補強及び堆積土砂撤去工事の施工

宮 崎 弘

布引五本松堰堤は、1900年に建設された日本最古の重力式コンクリートダムであり、2006年に周辺施設を含め重要文化財の指定を受けた。1995年の阪神・淡路大震災で被災したこの歴史的遺産・建造物の補強、機能回復を目指し取り組んだ当工事の概要を紹介する。

キーワード：日本最古の重力式コンクリートダム、歴史的遺産、ダム、文化財保護、環境配慮の施工、修復履歴、堤体補強、堆積土砂撤去

1. はじめに

山陽新幹線新神戸駅から山側のハイキング道路を、生田川の溪流に沿って布引の滝（雌滝・鼓ヶ滝・夫婦滝・雄滝）を経て、約1km登ると眺望が大きくひらけ巨大な堰堤が現れる。この堰堤は布引五本松堰堤（通称布引ダム）と呼ばれている。

布引五本松堰堤は、日本初の重力式コンクリートダムで、神戸水道創設時の水源として建設された水道専用のダムである。名前の由来は、古典にもその名が見える「布引の滝」が下流にあり、また建設場所の地名が五本松だったことによる。

布引ダムは元設計をウィリアム・K・バルトンが行い、その助言のもと、佐野藤次郎が施工監督も担当し、1897年5月に着手後、3ヶ年をかけて1900年3月に完成した。

このダムの高さは33.3m、堤頂の長さは110.3m、堤頂幅は3.6mあり、当時としては画期的な規模であった。

建設当時の布引ダムの貯水量は76万m³であったが、1938年の阪神大水害などによる土砂の流入で、工事着手前（平成2年調査）では38.2万m³にまで減少した（表-1）。

ダム堤体の表面は、奥行き45cm～60cmの切石

を堤体外壁として布積みした石積みで覆われ、堤頂下方には横一直線のデンテル（歯飾り）を施し、古典様式の風格ある外観を呈している。水位上昇時の余水吐きは堤体の左岸側の岩盤を切り込んで自然の滝を模倣することで、下流の布引の滝に続く布引溪谷の景観に配慮したダムとなっており、1998年に登録有形文化財に指定された。さらに工事完了後の2006年には、周辺施設を含め重要文化財の指定を受けた。

布引ダムは建設から108年を経過し、神戸市の水源に占める割合はごくわずかなものとなったが、現在も貴重な自己水源として使用されており、また都心に近いハイキング道路沿いであるため、市民の憩いの場として親しまれている（写真-1）。



写真-1 下流側よりの布引ダム全景

表-1 布引ダムの緒元（平成2年3月調査）

ダ ム		貯水池	
型 式	重力式	集水面積	9.8 km ²
堤 高	33.3 m	湛水面積	5.0 ha
堤 長	110.3 m	有効容量	382 千 m ³
堤体積	22,482 m ³	有効水深	16.6 m

歴史的遺産・建造物である布引ダムの修復、復元にあたって、「現況を可能な限り残し、修復履歴も分かり、且つ今後百年は耐えられる建造物にする。」が施主である神戸市水道局とともに設計会社、我々施工業者の課題であった。

工 種	形 質	平成13年			平成14年				平成15年				平成16年				平成17年
		8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2
資機材搬入路工																	
工事用トンネル工	W=5.1、H=4.4、L=323																
場内整備工																	
堰堤補強工																	
転流工																	
堰堤本体補強工	掘削																
	コンクリート																
表面処理工																	
グラウチング工																	
周辺整備工																	
管理橋補強工																	
貯水池内道路工	貯水池内道路																
堆積土砂撤去工																	
仮設工																	
トンネル仮設備	仮設栈台工																
	他設備工																
貯水池内仮設備	バンカー線工																
	他設備工																

図一 全体実施工程表

2. 工事概要

今回の工事は、阪神・淡路大震災後の第3次布引ダム調査研究会の提言を受けて施工された。水道の歴史的構造物の保全ならびに自己水源を確保することを目的として、堰堤を補強するとともに、水源機能を回復するため、貯水池を空にする期間を利用して、貯水池内に堆積した土砂を撤去するものであった。

図一1に、当工事を約43ヶ月にわたって施工した「全体実施工程表」を示す。

3. 堰堤補強工の施工

(1) 資機材搬入路工

工事に着手するにあたり、ダム上下流側に資機材搬入路として大型車の進入できる既存道路がなく、なおかつ国立公園内であるため、周囲の環境を大きく変えることのないよう、ダム上流側に道路トンネルを施工した。またそれを存置することにより、将来の堆積土砂撤去、ダム補修等にも利用できるようにした。既存道路を使用する部分も六甲山ハイキングコースの一部であり、多くの市民が利用していた。工事の開始に伴い大型工事用車両が通行すると、ハイカーの安全確保が困難となるため、道路沿いの山林に仮設遊歩道を設置し、ハイカーの安全を確保した。

(2) 転流工

流水の影響を最小限に抑えて、堤体基礎掘削、基礎処理、及び堤体コンクリート打設等の堤体補強工事と、貯水池内堆積土砂撤去工事を施工するため、本体工事に先立って河川の切り替えを行った。

布引ダムはすでに放水路トンネルが左岸側に設けられており、大雨時はこのトンネルを通して洪水が流下するため、放水路トンネルをそのまま仮排水路トンネルとして活用した。よって対象流域はトンネル呑口より下流の残流域（0.5 km²）となる。

今回ダムの転流を検討した際の留意事項を次に列記する。

- ・対象流域が小さく、対象流量は少ない。
- ・既設堤体内部に通水設備は設けにくい。
- ・貯水池内掘削を行うと、降雨時の流入水による懸濁水量が多くなるので、濁水処理量が増える。

以上の事項を考慮し、転流工は貯水池周辺に仮排水路を巡らせ、ピットに集水後、ポンプで揚水してダム左岸河川へ放流する方式とした。これにより地山からの清水と、作業中の貯水池内濁水が混合されないようにした。また放流経路は、清水時に直に河川へ放流するラインと、濁水発生時に濁水処理設備（100 m³/h）を通過するラインの2系統を設けた。

上流からの伏流水を遮断し、仮排水路により排水するため、上流側に締め切り堰堤を設置した。締め切りにはⅡ型鋼矢板を使用し、岩盤に到達するまで打設した。打設前の試掘の結果、土中に大型の転石、倒木等が発見されたので、全旋回機を使用し、径1,200 mmの先行削孔をおこなった。

(3) 場内道路

堰堤補強工、堆積土砂撤去工の施工に先立ち、工事期間中に工事用車両が通行する場内道路（延長約1,000 m）を築造した。上流側から工事用トンネルを通過後、既設遊歩道下部沿いに堤体左岸に達する主要道路と、途中から分岐後バンカー線（堰堤工用作業構

台)に達する道路を設けた。

仮設道路の盛土は、現地発生良質土をセメント改良($C = 100 \text{ kg/m}^3$)して施工した。セメント改良に先立ち盛土材と堆積土砂(軟弱土)に対し六価クロム溶出試験を実施し、貯水池内施工での安全性を確認した。主要道路は、堤体補強コンクリート打設時、堆積土砂搬出時共に車両の通行量が多く、また左岸沿いハイキング道に隣接しているので、アスファルト舗装($t = 50 \text{ mm}$)を敷設した。それ以外の道路面はアスファルト乳剤による防塵舗装を施工した。

上記の道路は貯水池内工事が終了するまで使用したが、土砂撤去の進捗状況に伴い順次撤去し、主要道路のみ舗装を撤去したのち存置した。

(4) バンカー線(堰堤工用作業構台)

既設構造物及び周辺環境の改変を極力なくするため、ダム本体補強工施工時の鋼製作業用構台として、堤体上流側にバンカー線を設置した(写真—2)。



写真—2 バンカー線(作業用構台)全景

分岐道路より堤体と平行に鋼製構台を築造し、この構台を使用して本体補強工の型枠・コンクリート工、グラウト工、表面処理工(石張り工)を施工した。また堤体下流側の布引特1配水池内の配管工、場内整備工にもこの構台を使用した。堤体下流側への管材等荷卸時に無理のないよう、50t吊クローラークレーンに耐えられる構造とした。

基礎構造は、岩露出部はコンクリート打設による直接基礎とし、岩線が深い部分はH鋼(350×350)打設による杭基礎とした。杭打設には、岩掘削が容易なダウンザホール工法を採用した。

(5) 堤体基礎掘削工

堤体基礎掘削工は、堆積土砂撤去に続く作業であったが、掘削作業時は既設堤体を傷めないよう、特に大型ブレイカー使用時は細心の注意を払って施工した。

基礎岩盤を掘削予定線近く(50 cm程度)まで掘削後は、岩盤に弛みが生じないように、ピックハンマー、ブレイカー(20#)等を用い、予定線まで仕上げ掘削を行った。掘削完了後、岩盤面の浮石、堆積物、油及び岩片等を除去し、圧力水・ワーヤーブラシ等を用い、数回の反復作業により岩盤清掃を実施した。溜水、砂等を完全に除去した後、地質・岩級の調査を行い、岩盤マップを作成した。その後、布引ダム調査委員会の立会のもと岩盤検査を実施した。

なお岩盤検査後、長期間放置する標高の高い場所は、雨風による岩盤の風化・劣化を防ぐためモルタル吹付けを行った。吹付けした岩盤面は補強コンクリート打設前に吹付けを撤去し、再度岩盤清掃後検査を受けた。

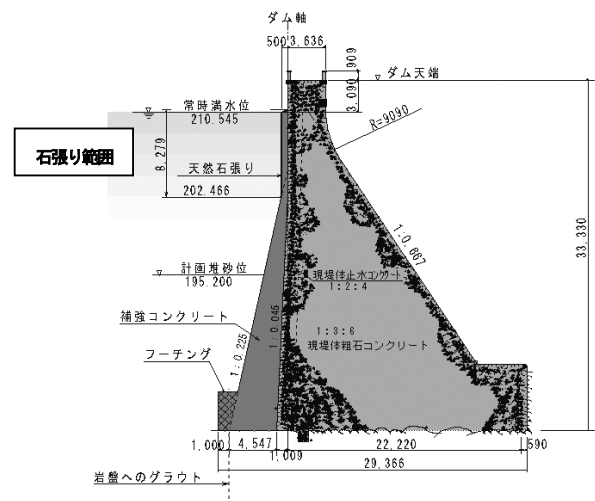
(6) 補強コンクリート工

堤体補強コンクリートの打設は盛夏を避け、平成15年11月より開始し、平成16年6月初旬で完了した。

打設工程は、全工程の中でも最も重要な工程なので、リフトスケジュールを算定し綿密な計画を立て、それを実行した。

当初バケット打設で計画されていたが、試験施工等により、コンクリートの配合が富配合で、スランプが5 cmであってもコンクリートポンプ車による施工で支障のないことを確認し、補強コンクリートをポンプ圧送にて打設することとした。打設に際しては、特記仕様書及びコンクリートのポンプ施工指針、施工管理基準に基づき、密実で良好なコンクリートが打設できるような品質管理と、工事が円滑に進むような施工管理を徹底して行った。

堤体補強コンクリートは生コン工場から購入のレデ



図—2 標準断面図

イミクストコンクリートとし、配合は 27 - 5 - 40BB のものを使用した。打設実績は約 8 ヶ月で 45 回打設を行い、総数量は 3,353 m³、日最大打設量は 141 m³ であった。

コンクリートは拡張レアー方式で打設し、横継目型枠には埋設型枠（鉄板）を使用した。既設堤体石積面との一体化を図るため、約 200 Mpa の超高压水にて清掃洗浄後、せん断補強鉄筋を打設し、石積面にはセメントペーストを塗布した（図—2）。

(7) 計測管理工

一般的には、「河川管理施設構造令」に基づいた計測設備を、ダム本体に最低限設置するものとされており、今回の最低計測事項は漏水量・揚圧力であった。

さらに、布引ダム調査研究会において補強後の断面について安定計算、FEM 解析による新旧コンクリート接合面応力照査、及び温度応力解析を行っており、これらの検討結果をダム施工中の施工管理、完成後の安全管理等の中で検証する必要がある。また、現堤体にはすでにある程度の計測設備が設置されていた。したがって、現状の計測項目及び布引ダム調査研究会の指導事項を参考に今回の計測項目を決定し、増設フィレットからの漏水量、増設フィレット部の揚圧力、温度、新旧堤体接合面の変形、応力、増設フィレット部と岩着面間の変位、貯水池の水位とした。

(8) 止水板・継目排水工

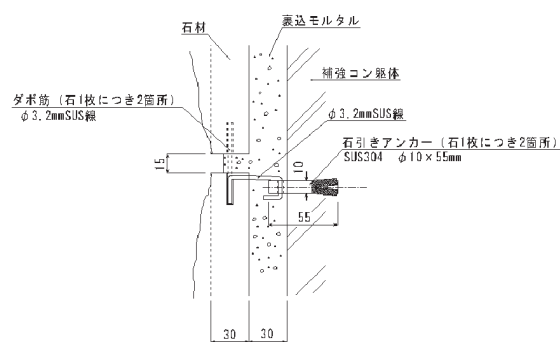
コンクリート打設時に設ける鉛直打継目よりの漏水を防ぐため、打継部に基礎岩盤より立ち上がる塩ビ止水板（幅 400 mm × 厚 9 mm）を、横方向 15 m 間隔で設置した。また有害なクラックを防止するため、上部の止水コンクリート部（厚 600 mm）には上記止水板の中間にさらに塩ビ止水板（幅 300 mm × 厚 9 mm）を追加設置した。

さらに、万が一止水板を通過した水が、既設堤体に浸透し、本体に悪影響（揚圧力等）を及ぼすことのないよう、止水板の奥に継目排水工（VP φ 150 mm）を施工した。この継目排水工へ達した水は、塩ビパイプ（VP φ 100 mm）にて各々取水塔（中央円筒部）へ導き、排水時に水量を計測できるようにした。

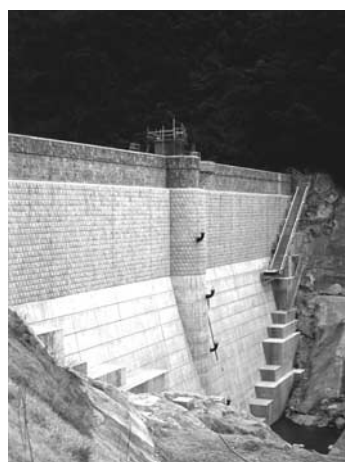
(9) 表面処理工

景観保全を目的に、今回打設する堤体補強コンクリートのうち、通常時の状況において頻繁に水面以上に姿を現すであろう標高 kop + 202.0 以上の部分について、天然石張りを施工した。

石材は、布引花崗岩調石として、中国福建省普江県産の白御影石を使用し、形状寸法は基本的に、高さ 406 mm × 幅 400 mm × 厚さ 30 mm のコブ出し仕上げとした。石材の取付工法は、剥落等が起こらないよう、打込みアンカーを併用した湿式工法とし、堅固な構造とした（図—3、写真—3）。



図—3 付詳細図



写真—3 堤体補強完了全景

また、主目的が景観保全であることから、現場において試験施工を行い、既存石張り部と調和のとれた美しい仕上がりとなるよう配慮した。

(10) カーテングラウト工

今回のグラウト工は、補強コンクリート範囲の基礎岩盤部をグラウトすることにより、遮水壁を構築し貯留水の漏水を防止するとともに、堰堤に作用する揚圧力を低減することにより、ダムの安定を確保することを目的としたカーテングラウトであった。

ダムの基盤岩としては、左右岸全域に布引花崗閃緑岩が分布していた。

グラウチングは中央内挿方式とし、パイロット孔より施工して順次、1次孔、2次孔、3次孔、追加孔、チェック孔と施工を行った。なお、注入については、



写真—5 管理橋・堤体補強完了全景

圧力流量計およびデータ管理装置を使用してデータを記録・管理した。

ダムの安全性を確保するため、事前に岩盤変位計を5箇所を設置し、補強コンクリート部の基礎岩盤の挙動を計測した。

(11) 堆積土砂撤去工

堤体補強工で基礎地盤まで掘削するため、同時に堆積土砂を撤去し貯水能力を回復させる設計であり、取水可能量、工期、工費等、費用対効果を考慮して撤去する土量を20万 m^3 とした。このうち堤体付近に堆積する約5万 m^3 は超軟弱土であり、その上を走行できるフローティングバックホウを導入して、軟弱土の改良を施工した。路面に工事用トンネルの岩ズリ等を利用するなどして進入路を築造し、軟弱土の固化処理・搬出を行った(写真—4)。



写真—4 軟弱土固化処理状況

また、堆積土砂処理を効果的に施工するため、工事に先立ちディープウェルを5本打設し、事前揚水を行うことにより土砂内の含水量を低減させた。

(12) 管理橋補強工

左岸側にある管理橋は、ダム建設当時のトロツコレールを使用しており、貴重な財産として当時の部材、形状を可能な限り保存する方向で再構築補強を行っ

た。

既設床版コンクリートを撤去後、桁鋼材をそのまま搬出し、工場で部材の点検調査・補修を実施した。旧部材を多く使用するため、赤錆を科学的に安定した黒錆に転換する機能を持つ、無溶剤型特殊エポキシ樹脂黒錆転換剤を下塗り材に使用した。上塗り材は補修前の色に合わせ、銀色の常温硬化型フッ素樹脂塗料とした。

橋台、橋脚についても、管理橋本体の工場での補修の期間に合わせ、補修補強を行った(写真—5)。

4. おわりに

一般に開放された現場を目指し、目隠しをせず、遊歩道より工事が常に見渡せる状況で工事を進めた。歴史的建造物の再生という新しい形の工事であり、多くの技術者、市民への見学会を開催し、約7,000名の見学者を受け入れた。

今後、建設後50年以上を経過したダムの老朽化及び堆砂量の増大により、補強工事(耐震補強)、堆積土砂撤去工事(浚渫)等を施工し、貯水池機能の維持・改善を図るケースも増加すると思われる。今回の報告がその一助となれば幸いです。

最後に、本工事の設計ならびに施工に関し、ご協力いただいた関係各位に誌面を借りてお礼を申し上げます。

JCMA

《参考文献》

- 1) 写真—1,3,5 土木写真家 西山芳一氏撮影
- 2) 奥村・三井住友・青木あすなろ特定建設工事共同企業体：布引五本松堰堤補強及び堆積土砂撤去工事，工事報告書，平成17年3月

〔筆者紹介〕

宮崎 弘 (みやざき ひろし)
 (株)奥村組
 関西支社 土木工事部
 石屋川シールドJV工事所
 所長



特集>>> 歴史的遺産・建造物の修復、復元

歴史的建造物の保存，果たして我々は文化財破壊者にならなかつただろうか!?

80 年前の本物を見る橋渡しをできたか？

野 上 勇・近 岡 正 一

「文化財破壊者にならない!」の旗印の下，80 年前に関東大震災で被災した歴史的建造物を部分保存し，再現した新築部と一体免震化して登録文化財にするプロジェクトの施工を担当する機会に恵まれた。工事は調査，計画，施工（保存・再現）と手順を追って進めたが，被災した建物を補強して切り取ったり（保存部），他社施工中の地下躯体の上で曳家したり，手順といっても実際にはリスクと隣り合わせの手作りの積み重ね（まさにプロジェクト X）であった。成果は施主，設計者，施工者のぶれない目標の賜物であるが，本稿は，施工者として実際の現場での生の声を述べるものである。

キーワード：歴史的建造物の保存，曳家，再現，登録文化財，文化財破壊者

1. はじめに…保存・解体・再現までの経緯

保存，解体，再現の施工に携わらせて頂いた施工担当者として生の声をお伝えできればと念じ筆を進める。

日本工業倶楽部は公益法人で，大正 6 年に「工業家が力を合わせて，わが国の工業を発展させる」ことを目的として当時の有力実業家により創立され，経済や労働問題などの提言，政府への働きかけにおいて中心的役割を果たし，第二次世界大戦後は経団連，日経連をはじめ職能的な経済団体の設立と育成に協力し，現在は財界人の交流の場となっている団体である。

活動を行う場としての会館は大正 9 年 11 月に完成した（写真—1）。

敷地は東京駅丸の内側の駅前広場に面した角地，構造は鉄筋コンクリート・一部鉄骨造，地上 5 階・塔屋 1 階建，設計者は横河工務所の横河民輔，松井貴太郎他，施工は施主直営で，当社は清水組として躯体工事に従事した。

会館は日本では数少ない本格的なゼツェッション様式の建物で，入口にはドリックオーダーの無垢の石柱が 4 本配されている。正面屋上には小倉右一郎作の当時の二大工業である石炭と紡績を象徴した坑夫と織女の像が置かれている。内装は倶楽部建築らしく華やかで，各階の中心にある広間とそれらを立体的な一つの空間として繋げるステンドグラスの窓のある大階段がある。そして見事な装飾の大会堂，大食堂といった大空間！（写真—2）



写真—1 大正時代の日本工業倶楽部会館



写真—2 大正時代の大会堂

3年後の大正12年に関東大震災により被害を受けた。設計者は中庭を囲むコの字型の平面が原因と考え、構造上安定した口の字型平面にすべく6階建ての別館を増築し、挫屈した柱には新設の鉄筋コンクリートを巻き、耐震壁を増設するなどして補強を施した。

平成9年、老朽化、耐震性の欠如、機能更新の必要性から建替えが決定された。建替えに当たっては、日本工業倶楽部が社団法人日本都市計画学会に委託して設置した、学識経験者を中心とする「日本工業倶楽部会館歴史検討委員会」による保存・再現方法の提案—建物の3分の1は躯体ごと内装を保存（保存部）、3分の1は保存・再現材活用して躯体を更新（再現部）そして保存部と再現部は免震を全面に施す、残り3分の1は別棟に新築—を受け、会館の南側部分を保存・再現し、登録文化財としての歴史的景観の保全を図ることとした。

施工は、竣工直後から80年におよぶメンテナンスに敬意をいただき、清水建設が特命で受注する榮譽を受けた。まったく施工者冥利に尽きることだ。

2. 施工の第1歩…取り組み時の驚き

施工にあたり、まずは上流段階の設計コンセプトを具体的な施工の言語に置き換える作業から始めた。実際このような保存ものは予測不能ことが多い、ということを実感しながら、衝撃的な関東大震災当時の貴重な写真—柱が提灯挫折している（写真—3）—に遭遇した。



写真第九四 同上 一階附列窓柱ノ被害

写真—3 提灯挫折した柱

80年前の先輩に負けない建物を作ると言う意気込みだったが、ここで正直、最初に思い浮かんだのは、本当に保存部がもちこたえられるのか、「文化財破壊

者にならないだろうか」ということだった。

そもそも、構造的に危ない80年前の被災した建物を補強して、羊羹の輪切りのように切り取って、その保存部を新築する再現部とアンカーで一体化させるといふ難工事が、他社施工のタワー棟の地下躯体を作りながらの上でできるだろうか。又、超スピードで進む超高層工事と漆喰のような手作りの保存再現工事とがバランス良く施工していけるのだろうか。登録文化財としてビル全体での対応は…？

実際、今回の工事は自社工区だけでは回避できないリスクを含めさまざまなリスクを持っていた集合体、まさにプロジェクトXだった。

3. 調査段階

最初に決めたことは、①保存の基準；いつに反すのか、②保存の可否；何を優先するのか、③耐震基準；何で管理するのか、の3点だった。①、②は次に述べる。③は過去の補修履歴より耐震管理基準は75db（震度3）と設定した。実際には、それ以上の地震発生時は…と言うリスクが大きく存在していた。どんな工事にも実はあるが、当工事の場合不安定な時期が長かった。

4. 計画段階

「文化財破壊者にならない！」を旗印に、完全計画先行、調査結果を元に計画化していった。共通して言えることは、異常時には止めるということだけだった。特に躯体ごと保存する保存棟は当社開発のウォッチャーにより常に計測監視したが、他社施工のタワー棟工事により生じる可能性のある保存棟への影響を制御できるかというリスクは存在したままだった。

5. 施工段階・保存編

施工の段階での工事の状況だが、まず保存編ではそうは言っても残せないもの（安全的に）の抽出だった。具体的には、屋上の坑夫と織女の像のようなものは、わからないものごと切り取って保存。石膏のような物は、記録を残して安全に再現できる物のみ再現する手法を取った。これで登録文化財の保存になるのかというリスクはあったが、人命第一の原則で保存方法を確認しながらすすめた。

また、解体・補強の段階では順番の逆転のリスクが存在した。原則として補強してから解体するのだが、

補強のための解体、このリスクは日々存在していた。

躯体ごと保存する保存部は外側に 200 トンにおよぶ仮設鉄骨で鳥かご状に補強を施した後、ワイヤーソーで躯体の縁を切り地上躯体を解体した（写真—4）。



写真—4 仮設鉄骨で補強された保存部

配筋は現在と随分と異なっており、特に梁筋は柱にほとんどアンカーされていなく、セメントは糊のような感覚で使われ、まさに木組的だった。コンクリート壁からは竹と縄が見つかり、型枠を止めるのに使用されていた。墨出は通り芯名の脇に墨出した人の名前が書かれ、符号は「いろは」「壺式参」と使われていた。伝統を引き継いでいる一方で時代を随所で感じさせられた。

（1）1 回目の荷重移動

保存部両脇に構築した他社施工による構心柱に、またもや 200 トンにおよぶ仮受梁を 12 本、レール上を滑らせて建物の下に挿入し、その上に保存部を乗せ、既存の基礎および松杭を解体した。構心柱の自立高さに制限があったため、非常に狭い中での作業だった。

（2）2 回目の荷重移動

保存部免震の振幅を敷地内に納めるため、12 本のジャッキを用い約 3 時間かけて約 1 m 20 cm 曳家を行った。

（3）3 回目の荷重移動

本設梁は SRC 造で全 6 本。鉄骨成は端部 2 m、中央 1.5 m、1 本 15 トン。小さな空間で重機を使えないためウインチと動滑車を利用して鉄骨建方を行った。この上に免震装置を設置し、再現部躯体を施工し保存部と接続した後、仮受梁から免震装置を介してこの本設梁に荷重を移し変えた。



写真—5 曳家

保存部の図面が無いため、曳家（写真—5）に至っては、果たして松杭から 3 段階で 3,600 t もの保存建物荷重を移していけるか、リセット時の建物の傾き（約 2 度）をどうセッティングしていくのかのリスクが存在した。

保存部切り離しの時、再現部解体の時、保存部下部基礎補強の時、仮受梁挿入の時、既存基礎解体の時、… etc. そのリスクに作業直前、最中は胃が痛くなるほど緊張した。計画通りにいくのだろうか？ 想定外の事態は発生しないだろうか？…

6. 施工段階・再現編…復元

（1）ドリックオーダーの石

とりわけドリックオーダーのファサードを持つ正面玄関は保存、再現、安全性とのバランスが必要だったため、保存解体した柱（1 本 14 t ! の無垢材）と、安全性を考え文化財である稲田石をくり抜いて PC 化した梁を一体化させる方法で再現した。

（2）トップライト

正面玄関真上にあるトップライトは紫色だった。かつて東京駅連絡地下道にも同じ色のトップライトがあった。再現には、安全性を考慮し形状は違うが、当時のガラス色を再現した。ガラスは不純物が含まれると紫色になるそうで、現在では逆に製作が非常に難しい。

（3）屋上の坑夫と織女の像

何種類もの非破壊検査を行ったが、どのような構造なのかさっぱり分からない。よく見ると首のあたりにはクラックのような跡。なので、わからないものごと切り取って保存とした。鳥かご状に取り囲み転倒しないように吊り上げ、当社の技術研究所に持ち帰った。

表面の何層もの塗装をはがしていくと、冒頭にある写真にあるような暗褐色に到達、コレも塗り重ねで、もう一枚はぐと現在のような白色だった。いつに戻すのかというコンセンサスが必要だった。

構造は鉄筋のようなもので形を作りモルタルで固めたパーツをつないだ後、石膏で形を整えていた。中身は骨材で詰まっていた。全重量 13 トン。体格から推定するのと比べ少し軽めだった。

(4) 外壁の石

外壁の石は解体時に保存採取した稲田石を使用している。東面に「電話交換創始之地 東京電話交換局跡 明治廿三年十二月十六日創始 紀元二千六百年 通信省」という石の銘版もそのままに取り付けている。保存の表情を損なわない程度に裏加工し現代工法で再現した。

(5) タイル

これも保存、再現、安全性とのバランスを必要とした。西面は植え込みがあり通行路ではない一方で、東・南面は歩行者通路に面している。このため西面は当時のタイルをそのまま残し、東・南面は同形の新しいタイルを取り付けている。

西面は補修された後があるが、補修も歴史なので高圧洗浄と剥落防止のためのエポキシ注入だけを行い、そのままとした。

当時のタイルは製作者が焼きあがったタイルの色がバラバラで、色はもちろん形もそろえるのに苦労したと言ったほどで、自然に色のバリエーション？ができたが、現在は製作技術が進歩したため、ほぼ同一の色になる。何度も試作を重ね 5 色のタイルを製作しランダム貼りとした。

(6) 工法の再現

内装の再現は「工法」も再現ということで、漆喰は下地の木摺りから再現した。しかし、工期というものがあるため、再現場所を大会堂、大食堂そして大階段と限定した。木摺りから再現した漆喰天井大会堂（食堂）の漆喰天井の再現工事は、実に全工程 6 ヶ月、左官工程だけで 3 ヶ月。「木摺り」の下地に、「トンボ」という麻の打ち込みから、「鹿の子摺り」、「ムラ直し」といった工程を、2～3 mm ずつ 9 回にわたり、漆喰の塗り乾燥を繰り返すことによって、新築当時の味わいを忠実に再現した（写真—6）。

ところで、大会堂の木摺にはコンクリートがついていた。躯体施工時に使用していた型枠材を転用してい



写真—6 大会堂での漆喰の施工

たのだ。会館新築当時の経済社会状況がわかり大変興味深い。

(7) 漆喰と石膏

石膏のような物は、記録を残して安全に再現できる物のみ再現する手法を取った。そのほかの石膏や木、石はできる限り保存採取したものを使用する方針とした。壁や天井の漆喰や床材など再利用が困難なものは新材料で再現することとなる。

石膏のうち再現するものは、表面に塗り重ねられた塗装をはがし原型にしてからシリコンで型をとり再製作した。

(8) 内装の木

2 階に貴賓室という部屋にあった木を、今回は同じ 2 階のラウンジで再現している。木の柱はすべて無垢材で、われ防止のため中央をくり抜いて使われていた。非常にシャープな切り口で、当時どのようにして施工したのか不明である。

傷もまた歴史なので、割れや傷はできる限りそのままにし、表面塗装材の補修を行って取り付けられている。

(9) 内装の石

1 階広間の壁の石は昭和 40 年代に元の石を取り外し磨いて再現したものであった。今回、「再び」再現することになった。石には大正期と昭和期の符号が入り混じっていた。

また玄関ロビーの表面の石を剥ぎ取ると昭和初期に改修される前の薄緑色のタイルに赤色の目地の入った壁が現れたのは驚きだった。大正期は赤色の目地は金色について高貴な色とのこと。ここでもいつに戻すのかというコンセンサスが必要だった。

7. 竣工

平成 11 年 12 月に着工し、平成 15 年 3 月に竣工した（写真—7、8）。



写真—7 現在の日本工業倶楽部会館



写真—8 現在の大会堂

8. 最後に

このように 80 年前に直営工事で延べ約 90,000 人で作ったこの建物は、80 年後に約 70 %の延べ労働力で無事再現することが出来た。

解体はまさに発見の連続、名建築へ注がれた過去の技術に触れることは大きな感動があった。保存・復元では現代の技術と現在では希少となってしまった高度な職人技とを複合、調和させて進めたものだった。

一部手を加えたものの本物が完全に残ったということは、日本工業倶楽部の常任理事が言われていたように 100 年後の人達が 180 年前の本物を見る橋渡しをしたということであり、言いようのないロマンと施工者冥利に尽きる満足感が残った。

果たして【文化財破壊者にならなかっただろうか…】結論をお出し下さい。

JICMA

【筆者紹介】

野上 勇（のがみ いさむ）

清水建設㈱

建築事業本部

東京建築第三事業部



近岡 正一（ちかおか しょういち）

清水建設㈱

建築事業本部

東京建築第二事業部



平成 20 年度版 建設機械等損料表

■内 容

- 国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に基づいて編集
- 各機種の燃料消費量を掲載
- わかりやすい損料積算例や損料表の構成を解説
- 機械経費・機械損料に関係する通達類を掲載
- 各種建設機械の構造・特徴を図・写真で掲載
- 日本建設機械化協会発行「日本建設機械要覧」参照頁を掲載

■ B5 判 約 600 ページ

■ 一般価格

7,700 円（本体 7,334 円）

■ 会員価格（官公庁・学校関係含）

6,600 円（本体 6,286 円）

■ 送料 沖縄県以外 600 円

沖縄県 450 円（但し県内に限る）

（複数お申込みの場合の送料は別途考慮）

社団法人 日本建設機械化協会

〒 105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

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

旧栃木県庁舎移築保存の為の曳家工事の施工

黒田 隆 司

歴史的建物の保存や土地活用のための建物移動の工法として、「曳家」と呼ばれる工法がある。今回の施工報告は、県庁の新庁舎建設に伴い、旧庁舎の一部を移動させ、築 65 年となる建物を安全に活用するために、既存建物を免震構造とするものである。その移動に際して、保存建物に悪影響を与えないように、移動工法を検討し、許容範囲内での移動施工計画と結果の報告である。

キーワード：建物移築保存

1. はじめに

当工事は新庁舎の建設に伴い、旧栃木県庁舎の一部を保存・活用するために、「曳家」と呼ばれる工法で建物の一部を移転し、移転先で耐震補強（免震レトロフィット工法）によって既存建物の免震化を図る工事である。

旧栃木県庁舎は 1938 年（昭和 13 年）に建設され、65 年間にわたって第 4 代県庁舎として、県民に親しまれてきた建物である。今回、旧庁舎の位置での新庁舎建設予定に伴い、旧庁舎の本館正面部分をそっくりそのまま、同敷地内において中央部分から南東部分に建物の向きを 90 度変えて、約 61 m の水平移動を曳家移動させ、移転先において免震構造とし、建物の保全を行う工事である。以下にその施工報告をする。

2. 工事概要

工事名称：栃木県庁本館一部曳家工事

工事場所：栃木県宇都宮市塙田 1-1-20

発注者：栃木県

設計者：株式会社 日本設計

施工者：西松・日豊・丸山特定建設工事共同企業体

工期：2003 年 10 月 10 日～2005 年 5 月 31 日

解体工事：保存建物両側の既存本館解体

（解体延床面積：約 1,843 m²）

曳家工事：間口約 43.2 m、高さ 18.8 m、延床面積約 2,467 m²、総重量約 6,000 t の建物移転 45 度回転移動を 2 回、約 61 m の水平移動を行い、約 1.2 m のジャッキダウンを行う。

改修工事：新設部基礎（杭基礎＋マットスラブ t = 800）免震部材の設置、両妻部躯体の新設外壁・防水等の改修

3. 曳家工事とは

敷地の別活用などで既存建物をそっくりそのまま移設する工事である。既存建物を同用途、他用途で活用したり、歴史的価値のある建物の保存等の目的で別の場所に移動するもので、建物の外観・内部を損なわずに、場合によっては建物を使用しながら行うこともある。その原理は古代エジプトのピラミッド建設等で巨大な石材を棒状の物の上に寄せ運んだところから来ている。

4. 曳家工事について

（1）今回の曳家工事における要求事項

- ①保存建物に悪影響を与えない工法にて解体工事及び曳家工事を行う。それらの工法については提案型とされ、協議の上決定とする。
- ②曳家工事中の建物変形量は柱スパン間の 1/2000 以下を許容値とする。
- ③曳家工事中の安全を確保するために、水平震度を 0.2 とした水平力に対応する対応をする。

（2）事前調査及び解体工事

（a）事前調査

解体・曳家工事を着工するにあたり、既存建物の状態、亀裂や破損部を事前調査し、曳家工事完了後に再

度調査したものと比較するようにした。

(b) 解体工事

解体は、保存建物に振動を与えないためにワイヤーソーイング工法にて保存建物と解体建物を切断し解体した。

ワイヤーソーイング工法とは、ダイヤモンドビーズを数珠状に配したワイヤーを高速回転させ、コンクリート・鉄筋を切断する工法である。

(3) 補強工事

(a) 掘削及び地盤改良

既設1階土間を解体し、建物下部・周囲を既存基礎下まで約5m掘削し、建物を仮受けする仮設耐圧版を打設する。耐圧版下は荷重に耐えられる耐力確保のため地盤改良を行う。今回は碎石置換工法を採用し、その使用碎石は本館解体のガラを現場でクラッシングしたものを使用し、地盤耐力は載荷試験を行い確認した。

(b) 新設補強梁工事

基礎補強で既存地中梁下に新設の補強梁を新設(W2000・H1200)した。既存との接合は既存基礎柱にD19樹脂系後施工アンカーを約3000本打設した。

(c) 既設梁補強工事

既存地中梁は増し打ち補強し、1階床スラブを新設した。

(d) 耐震補強壁工事

1階～3階の内部に一部耐震補強壁を新設し、上階の剛性を図った。

(e) 水平力による安全確保

補強工事中の水平力に対する対策は四方より、鋼材にて切梁を架設し対応する。その際に6000tに対する水平震度0.2に対応するために、 $6000 \times 0.2 = 1200$ tの水平力に耐えうる物とした。

(4) 移動路盤工事

(a) 移動用路盤の検討

建物の移動ルートとなる路盤は仮設耐圧版と構台によるものを検討した。

耐圧版工法は地盤強度確保のため、地盤改良を行う必要があり、曳家後の改良土、耐圧版の解体・搬出及び現状復旧の埋戻しで作業量・費用の増大と周辺交通への影響、産廃の増加等が見込まれたので、構台による路盤を採用した。構台計画は耐荷重計算と載荷試験にて移動・盛替え時に生じる 60 t/m^2 に耐えうることを確認した。

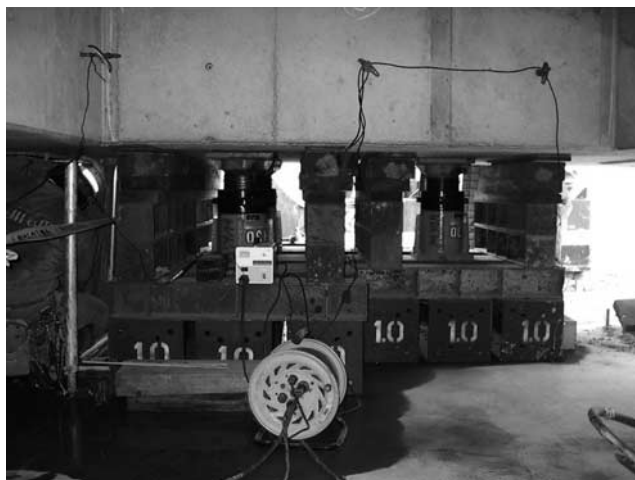
〔構台概要〕

構台面積	2,940 m ²
支持杭	H - 400 × 400 × 13 × 21 L = 10 m 9.5 m 根入れ 根固め工法 打設間隔@2 m 774 本
大引・根太	H - 400 × 400 × 13 × 21
覆工板	DK-1000 × 2000 1470 枚

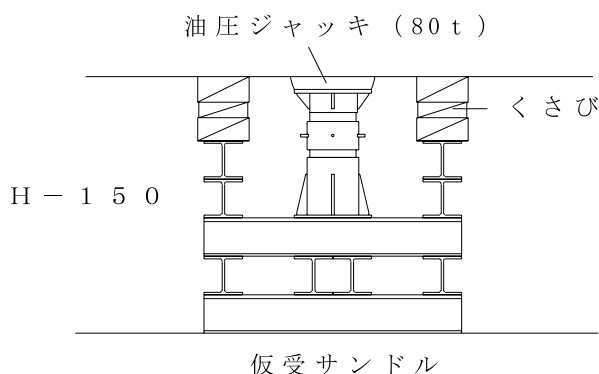
(5) 仮受け工事

(a) 仮受けサンドル設置工事

補強梁下部を仮受けサンドルにて、全111箇所て保存建物を仮受けする。仮受けサンドルは既存建物柱軸力に充分耐えられるもので、建物に変形が生じた場合、即座に対応可能で狭いスペースでの作業であるので人力で対応できる鋼材をバランスよく配置した（写真—1，図—1）。



写真—1 仮受けサンドル設置状況



図—1 仮受けサンドル設置状況

(b) 変位の測定

初期プレロード時と柱切断時の建物挙動を確認するために変位計測器を設置する（写真—2，3）。



写真一 変位計測計



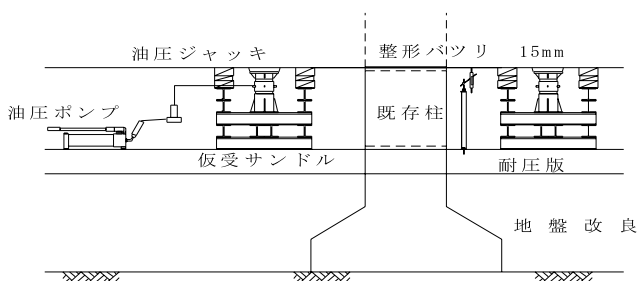
写真二 変位表示計

(c) プレロード（荷重導入）と柱切断工事

仮受けプレロードは、荷重導入のステップを 40 %、60 %、80 %、100 % の 4 段階に分けて行い、その都度建物変位を測定します。ここで建物の変位量がスパン間の 1/2000 を超えないように確認する（図一 2）。

また、既存柱切断前、後で変位計測し、許容値を超えないように確認する。

ワイヤーソー切断



図一 2 プレロード・柱切断要領図

(6) 移動装置・推進装置設置工事

(a) 移動装置設置工事

建物下部の耐力版、構台覆工板上に、調整板で天端レベルを調整し 30 k/m レールを敷設する。レール上にコロ棒（60 Φ 鋼棒）を @180 で配置し、舟座鉄板（ $t = 9,900 \times 1800$ ）を設置する。その上に H 鋼を井桁状に組み上げ油圧ジャッキをセットし、荷重導入を行う。導入荷重は 80 t/台で全 86 台の移動装置を設置する（図一 3）。

(b) 変位測定管理

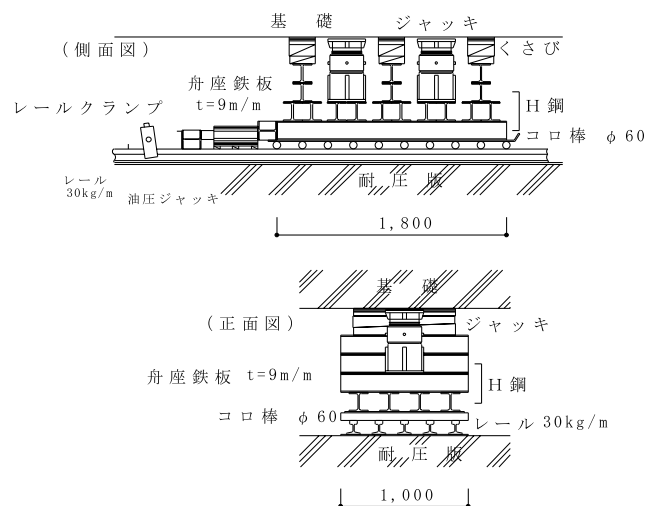
移動装置に荷重導入を行ったら、仮受けサドルを撤去し、この盛替えを繰り返し、建物の荷重を移動装置に移行する。

このとき移動装置荷重導入時、仮受けサドル撤去時にレベル測定器にて、建物変位を測定し、柱スパン間の変位の確認を行う。

(c) 推進装置設置

移動装置の後方に推進用油圧ジャッキ（100 t）を 6 箇所設置し、レールクランプにて固定し、油圧ホースにて連結する。

油圧ポンプを作動させると一斉に推進ジャッキが作動し、移動を開始する。



図一 3 移動装置詳細図

(7) 移動工事

(a) 移動速度

移動は推進ジャッキが一斉に作動することで移動装置が押され、建物が移動する。移動ステップはジャッキストロークが 18 センチに到達したら、油圧ポンプを止め、ジャッキシリンダを戻して、レールクランプを盛替える。建物の移動速度は、1 mm/秒程度である。移動方向の調整はコロ棒の方向を調整しながら行う。

(b) 移動手順

建物の移動は一次移動が45度回転、二次移動が34m移動、三次移動が45度回転、四次移動が27m水平移動を行います。各移動完了後、仮受けサンドル組を行い、移動装置及びレールの盛替えを行う。

(c) 回転移動について

一次、三次の回転移動は、回転支点より同心円状にレールを敷き、移動装置のコロ棒を回転支点から放射状に配置する(図-4)。推進ジャッキの位置は、建物重心とジャッキ重心を回転支点からのモーメントにて算定し、決定する。一斉操作で同じ油圧で押された推進ジャッキはモーメントの原理により、支点からの距離でストロークが変わってきて、建物は支点を中心に回転移動する(写真-4, 5)。

1次移動 約44度回転

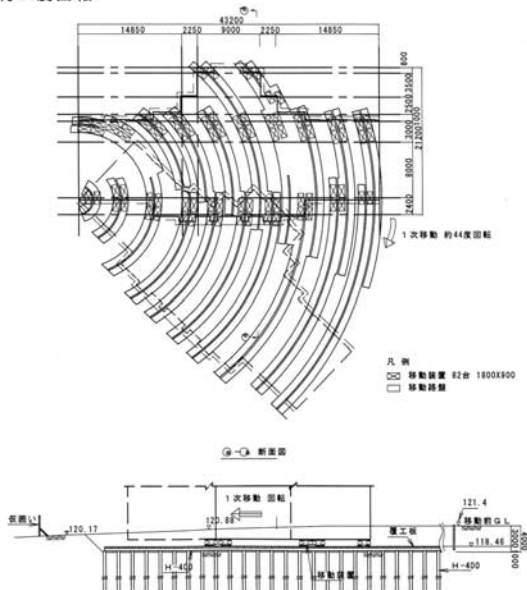


図-4 移動ステップ図



写真-4 一次移動路盤



写真-5 一次移動状況

(d) 移動中の計測監視

移動中は移動ステップ毎に、建物変位を各柱毎にレベル測定器にて計測し、スパン間の許容値を超えないように確認を行う。今回の移動中に許容値を超えるものは全くなかった。

(e) 移動中の水平力による安全確保

建物の移動中はコロ棒の上に建物がある状態で、コロ棒が動く方向への水平力は簡易的な免震装置上とし、それにより建物の地震水平力は低減され影響はないと考えた。コロ棒が動く直交方向への水平力は、レールとコロ棒の鉄の摩擦力を考慮し、通常の摩擦力0.4に安全率1.5を考え、0.25の摩擦力を予想し、地震水平力の0.2に対応すると考えた。実際に移動中に2回程震度2～3程度の地震があったが、建物は全く動かなかった。

但し、不安定な状態であったために、移動している期間の短縮に努め、移動工事作業時間の延長、推進ジャッキの直列3連使用による移動距離の増大、使用油圧ポンプ能力のアップによる移動ステップ所要時間の



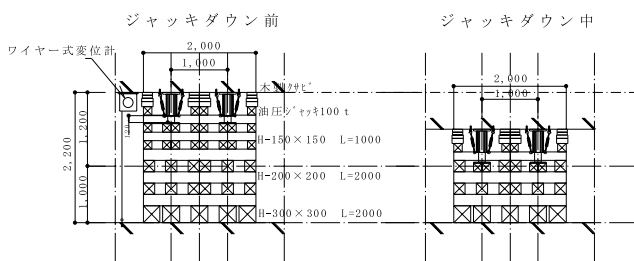
写真-6 推進ジャッキ (3連)

短縮等で移動期間を約1ヶ月短縮することに成功した(写真—6)。

(8) ジャッキダウン

(a) ジャッキダウン手順

建物が四次移動を終え、定着位置まで移動が完了した時点でジャッキダウン用のサンドル組を行う。ジャッキダウンサンドルは全98台の100tジャッキにて建物荷重を支え、移動装置、移動路盤レール等を撤去します。この時点で建物荷重はジャッキダウン用油圧ジャッキにかかる。98台の油圧ジャッキは一斉操作するために、油圧ホースで連結する。油圧ポンプを作動し一斉ジャッキダウンは1ステップ3センチで行う(図—5)。



図—5 ジャッキダウンサンドル図

ジャッキストロークがなくなったら、仮受け楔にて受替え、ジャッキ下の鋼材を撤去し、再度ジャッキを伸ばしジャッキにて荷重を受け、ジャッキダウンを行う。これを繰り返し建物を1.2mダウンさせる。

(b) ジャッキダウン中の計測管理

免震柱部にワイヤー式変位計を免震柱の数全23箇所設置し、建物のダウン量を計測する(写真—7)。計測値はデジタル表示され、パソコン上で常時計測値



写真—7 ワイヤー式変位計



写真—8 変位管理器具

の確認、スパン間の1/2000を超えないかを確認しながら、ジャッキダウンを行う。スパン間の数値が許容値を超える前に警告が表示されるので、その時点ですぐにダウンを中止し、ダウンの差のある部分のジャッキのみ作動し変位の調整を行えるようにした(写真—8)。

(c) ジャッキダウン中の水平力による安全確保

ジャッキダウン時の地震対策として、建物の四方向より免震ピット土圧壁・構台部を反力にし、鋼材により補強を行った。補強材は建物と固定せずに5～10mmの隙間を設け、その間を建物がジャッキダウンするようにした。この際にも1200tの水平力に耐えうる補強とした(写真—9)。

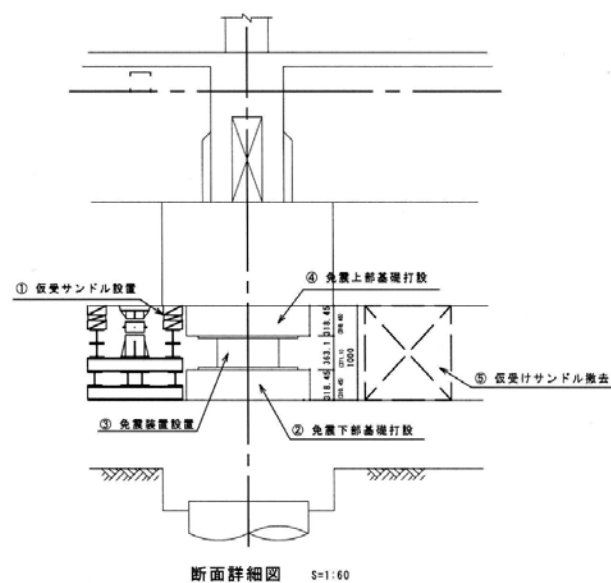
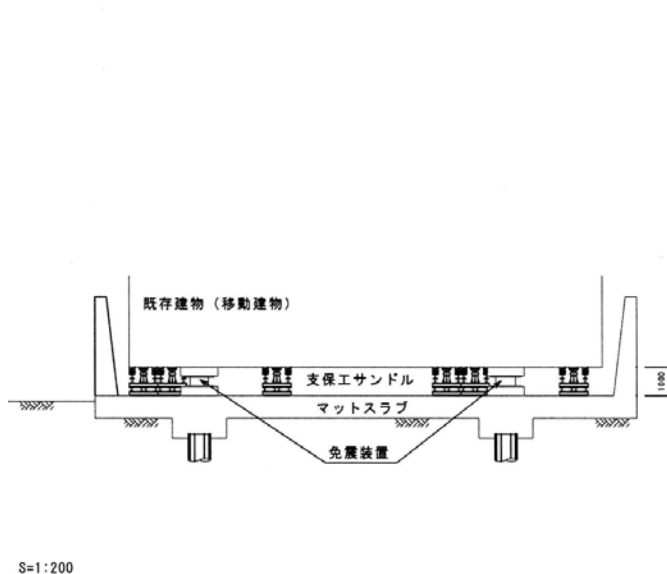


写真—9 水平補強状況

(9) 免震工事

(a) 免震レトロフィット工法

ジャッキダウン完了後に再度仮受けを行い、その状態で免震部材を建物補強梁と新設マットスラブの間に設置する。それから免震下部、上部の基礎を打設し、空隙処理を行い、基礎強度確認後に仮受けを撤去し、



図—6 定着位置仮受けサンドル配置図



写真—10 免震部材・基礎設置



写真—11 免震ピット状況

除荷を行い、建物の全重量を免震部材に移行させる。ここで建物は免震化される（図—6、写真—10）。

免震部材の最大変位量は500mmに対応し、地震による地盤の揺れを建物に伝えにくくするもので、通常の耐震設計より建物に影響する地震力を半減させる。極めて稀に起きる地震時にも建物の固有周期は2.7秒となり、地震の揺れを緩やかに替えるものである（写真—11）。

5. 曳家工事をおえて

平成15年12月に事前調査より着手し、平成16年1月から5月まで5ヶ月を補強工事に費やし、6月中旬から移動開始し、8月中旬にジャッキダウンを完了した。

設計条件であった保存建物への悪影響もなく、移動

中の計測においても、許容値を超える建物の挙動もなかった。また、数回の弱地震による影響もなく、無事に約10ヶ月の曳家工事が完了し、保存建物が免震化され、再び安定した状態になった。

全国的にも稀な大型の曳家工事に対して、工事前の施工検討、工事中の施工管理は貴重な経験と検討ができた。

緊張感の連続で苦勞の多い工事ではあったが、工事に関わった全ての人の支援、協力、熱意により曳家工事が無事完了した。

JCMA

【筆者紹介】

黒田 隆司（くろだ たかし）
西松建設㈱



皇居東御苑内本丸中之門石垣の修復工事と 石垣修復支援システム

山内裕之・巽 耕一・脇 登志夫

皇居東御苑内本丸中之門石垣の修復工事を行った。高い精度を要求される特殊な石垣の修復工事において、石工をサポートする「仮想空間上で石材相互の干渉を予測」する技術等を創出して、工事を高品質で終らせた。それらの創出した技術をシステム化し「調査記録システム」「対話型設計シミュレーションシステム」「石垣安定検討システム」からなる「石垣修復支援システム」を開発した。この「調査記録システム」「対話型設計シミュレーションシステム」は連携している。3D レーザスキャナや写真測量により、3D モデル化された石垣及び個々の石材を、コンピュータ上の仮想空間で、石工や設計者と対話をしながら、石積のシミュレーションを行う。普請当時の形状を推定し、最適な石積みの設計を行い、石工を支援するシステムである。

キーワード：歴史的遺産、3次元測量、3DCG、石垣修復支援システム、対話型設計システム、安定性検討、シミュレーション、石工

1. はじめに

日本には、修復が必要な歴史的な遺構としての石垣が、全国に100ヶ所以上あると言われている。これらの石垣は、江戸時代前半に普請されたものが多く、構築から400年前後の年月を経て、日本の歴史を語る貴重な遺産であり、維持管理し後世に遺すことが必要である。日本には、丁場からの石の切り出し、加工、据付という一連の流れで構成される石文化があり、各工程には伝統的な「匠の技」を持った石工が必要である。しかし、自然石積み工事の減少等により、伝統的技術そして石文化の伝承・継続も現在危ぶまれている。これに対し、石垣の修復を支援し工事の品質と生産性向上を目指した「石垣修復支援システム」は、伝統技術の伝承に大きく寄与するものと考えられる。

皇居東御苑の本丸中之門石垣（写真—1）は、1638年にその原形が熊本藩細川家により普請され、1703

年に地震で被災、翌年に鳥取藩池田家により修復されている。以後300年の年月の間に、はらみ出し、目地の開き、石材の剥離破損等が生じ、倒壊の危険性があったため、平成17年8月から平成19年3月まで修復工事を行った。中之門石垣は、特別史跡江戸城跡に指定されている。史跡である石垣の修復は、普請当時の形状・構造を検討・踏襲し、安定した構造に復元することが文化財の修復上重要な課題であり、既存石材の再利用が原則である。石垣の修復手法には定まった手法は無く、個々の案件で対応しているのが現実であり、十分な検証無しに修復されている場合もある。これに対し、石垣の修復を支援し工事の品質と生産性向上を目指し「石垣修復支援システム」を開発し、工事に適用した。システムは石垣の調査・記録・設計の一連の設計・施工作業を支援すると同時に、日本の石積技術の伝承をサポートするツールとすることも目指し、システム全体のコンセプトを「伝統技術と先端技術の融合された設計施工支援システム」とした。

2. 工事概要

（1）中之門石垣修復工事概要

工事名：皇居東御苑内本丸中之門石垣修復工事

工期：平成17年8月～平成19年3月

発注者：宮内庁

工事目的：はらみ出し・目地の開き・石材破損等の発



写真—1 中之門石垣の修復工事完了後の全景

生した石垣を、安全性を確保した石垣に修復する。

工事数量：石垣解体修復 541 m²

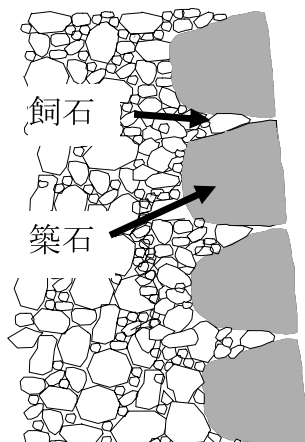
延長 L = 42 m + 39 m 高さ H = 6 m

(2) 中之門石垣の特徴

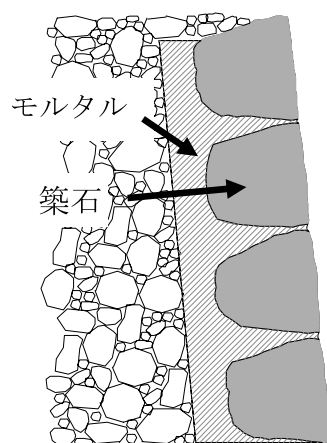
日本の城郭石垣は、伝統的な技法である、「空積み」で作られている。「空積み」(図—2)は、築石(ちくいし)の組み立てにモルタル・コンクリートを用いない工法であり、石の隙間に飼石(かいいし)と呼ばれる石を設置し築石の配置を調整・固定する伝統的な技法である。現在の標準工法である、石の組み立てにモルタル・コンクリートを使う「練積み」(図—3)に比べ、より高度な技術が必要であり、設置する築石の選別・加工・固定には石工の「匠の技と目」が不可欠である。



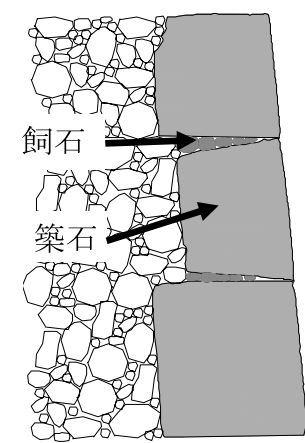
図—1 位置図



図—2 空積み工法



図—3 練積み工法



図—4 中之門石垣の空積み工法

中之門石垣は、空積み工法で施工されているが、一般の城郭の石垣と違い、①長方形の石を使用・巨石(最大 35 t 前後)の使用 ②隙間の小さい石垣 ③石

材の奥行きが小さく表面を大きく取った鏡張の石垣という特徴を持つ(図—4)。

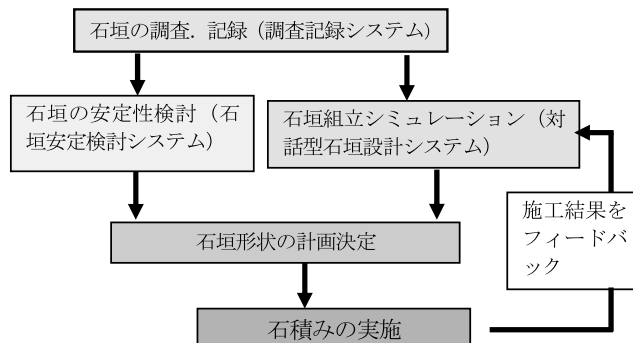
石材同士の隙間が非常に小さいことは、築石同士の相互の干渉が石垣形状に与える影響が大きく、石材の積み重ね方の十分な検討が重要となる。このため、本工事での施工精度の向上と、施工能率の向上を目指して、石の積み方のコンピュータシミュレーションを始めとする一連の手法を創出した。

3. 石垣修復支援システム

(1) システムの構成

史跡等に指定されている石垣を修復する場合、石垣解体に並行して文化財調査を行うことが必要である。また、その調査成果を基に石垣の修復計画を行い、石積工を行う必要がある。したがって、石垣の調査・記録を効率よく、高精度に行い、その結果を効果的に計画に反映し施工するシステムが必要となる。

「石垣修復支援システム」は、三次元測量により石垣を調査・記録する技術、個々の築石を3次元モデル化し、かつ石垣全体の組立シミュレーションを行う技術、石垣の安定性検討技術で構成されている。図—5



図—5 石垣工事と修復支援システム作業フロー

表—1 石垣修復支援システムの構成

機能	名称	内容
石垣の調査・記録	調査記録システム	3Dレーザと写真測量による、石垣外観と個々の石材形状の3次元データ化
石垣組立シミュレーション	対話型石垣設計システム	- 仮想空間上での設計検討 - 想定線に沿った石材の半自動積み上げ - 石材同士の干渉計算 3DCAD(3次元コンピュータ設計システム)による各種データの立体図表示
石垣の安定性検討	石垣安定検討システム	二次元個別要素法他の安定解析(遠心載荷実験による解析結果の検証)

にシステム作業フローを、表—1 にシステム構成を示す。

本システムの最大の特徴として、3次元CADによる立体表示機能がある。この機能により、石垣修復形状設計への石工の効果的な参画（写真—2）が可能になるとともに、石積工事に先立って石垣の修復形状の視覚による確認が可能となる。



写真—2 石工の参画した設計状況

(2) システム詳細

(a) 調査記録システム

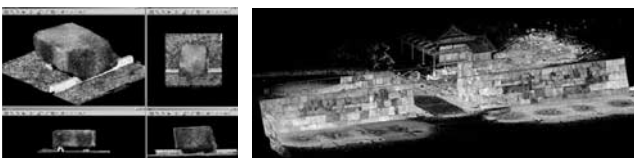
調査・記録は石垣の形状・構造について石垣解体工事に並行し効率良く高精度で行う必要がある。計測技術として、レーザースキャナによる3次元レーザー計測（写真—3、4）とデジタル写真測量を用い石垣全体と石材各面の3次元データを取得し（図—6）、これを重ね合わせ処理することにより個々の石材の3次元モデル（図—7）を作成した。この石材モデルを積



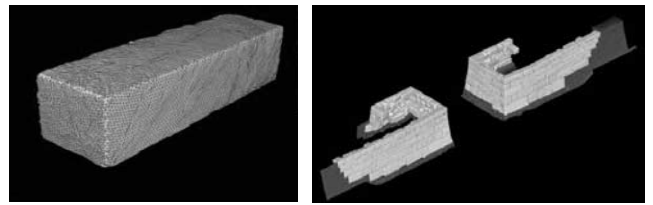
写真—3 Dレーザースキャナでの石垣表面の計測作業



写真—4 石材の計測作業



図—6 点群（スキャナデータ）で表現された石材と石垣

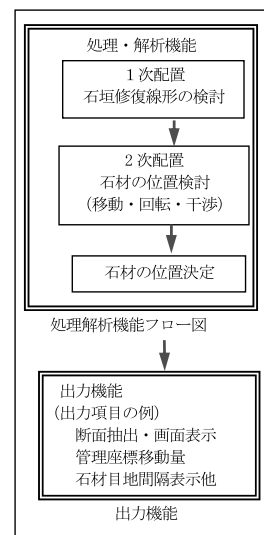


図—7 石材の3DCADモデルと現状配置

み重ね、修復前の石垣全体の形状を3次元コンピュータグラフィックス（以下3DCG）で再現する。測量成果は文化財調査成果としても使用する。

(b) 対話型石垣設計システム

3DCG化された石垣モデルを基本に石垣組立シミュレーションを行う。1次配置として石垣の勾配、目地間隔を設定し半自動で石材を仮配置し、石材相互の干渉の有無を判定し3DCG上での表示を行う。2次配置として石材相互の干渉状況をリアルタイムに計算、表示し（リアルタイム干渉解析システム^{a)}）、目視で確認しながら石材の配置を微調整し石垣形状を検討する。各ステップにおいて、石工の意見を反映させノウハウを取り込み、3DCG上で目視により確認し作業を



図—8 対話型石垣設計システム

a) リアルタイム干渉解析システム

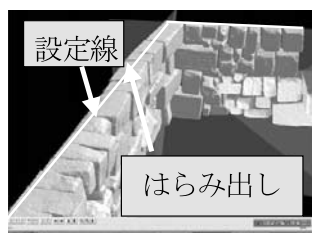
対話型石垣設計システムを可能とするには、石材同士の干渉計算を短時間で行う必要がある。この問題を解決する為に「空間分割による計算」と、「石材の衝突判定の高速化」を採用し、干渉計算を短時間で処理している。

- ・空間分割：石材の衝突計算量の減少を図るために、石材を小集団に分割した上で衝突判定をおこなう。
- ・衝突計算の高速化：石材の衝突判定交差判定においては、Tomas Moller が論文で公開発表している高速な計算手法（Tomas Moller のアルゴリズム）を Cramer の公式で解くことにより高速化を行った。

進める。図—8 にシステムフローを示す。

図—9 は、調査設計システムで作成した石垣全体の修復前の一部を背面から見た 3DCAD 図に計画線を入れたものである。白い線が修復計画線である。

図—10 は修復計画画面に一定のルールに基づき、半自動で各石材を並べなおしたものである。図—9 で白い線よりはみ出した石材は白い線に沿って並べ直されている。

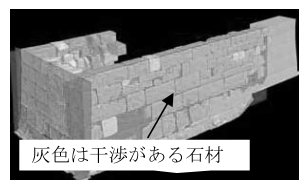


図—9 現状の石垣と修復計画

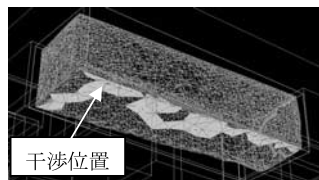


図—10 石垣半自動修復

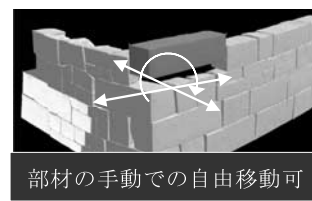
図—11 は、干渉解析結果を表す図面で灰色が他の石材と干渉している石材を表す。図—12 は、各石材の干渉している部分（白い部分）を表示している。本システムでは、個々の石材を手動で移動、回転が可能で、干渉計結果を基に、部材を微調整して干渉をなくす方向に移動（図—13）し最終案を設定する。図—14 は修復断面の出力例で、外側の線が修復前、内側の線が修復後の断面形状である。



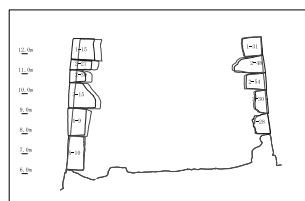
図—11 干渉解析結果



図—12 石材の干渉位置



図—13 石材の微小移動



図—14 修復断面図の例

石垣修復形状は、基本となる石垣隅角の形状、勾配、反り等を変化させ、数種検討（図—15）し、石材の納まりを検討する。それらについての学識経験者の意見、見解を基に修復形状を最終決定する。3次元データを基に、石垣の断面図、立面図等の図面、施工データ等を出力し設計図面と同時に文化財調査成果図とし

	①案	②案	③案
と修復部 修復線 隅角 築石			
復 線 形 案	の現 況 ま 勾 配 を そ	を石を5 その修復 の現正目 ま況しの ま勾、勾 配他配	結ると5 ぶ天基段 勾端準目 配位線の 置を勾 を適配
ム 図 ス テ			
評 価	見いが中 えるは央 るよらの うん間 にで部	ま全千 り体涉 がのせ 良おず いさ	す段2 る目段 が目、 干渉4
	△	○	×

図—15 石垣修復案

て展開する。

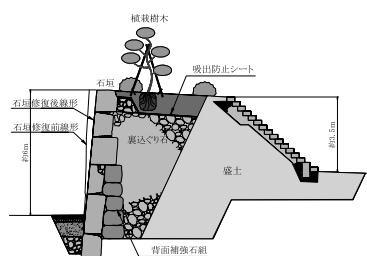
(c) 安定性検討システム

石垣修復工事の目的は安全性確保であり、地震時の安定性を検討し、改善策を盛り込んだ修復設計（図—16）を行う必要がある。一方、史跡の修復工事であり、「昔のままの状態に戻す」という文化財上の考えにより、コンクリートが使用できない等、採用工法には多くの制限が発生する。

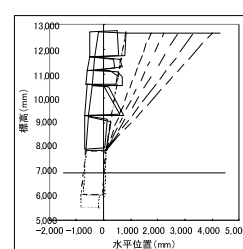
調査によって得られた既存石垣の構造を踏襲し、文化財的な評価を得て計画することが基本となる。したがって適切な構造検討を行い石垣安定性の程度を把握することが重要となる。

設計的検討として石垣修復前後の安定性を試行くさび法（図—17）で行う。安定計算は石垣をもたれ擁壁と仮定し、背面のぐり石の安定性を評価した。中之門石垣は、修復前は中規模地震に対し安定性を保つことができないが、修復後は安定性を確保できるものの安全余裕が小さいとの評価が得られた。

解析的検討として、石垣の動的挙動を確認するために、石垣本体を2次元個別要素法（DEM）で、基礎



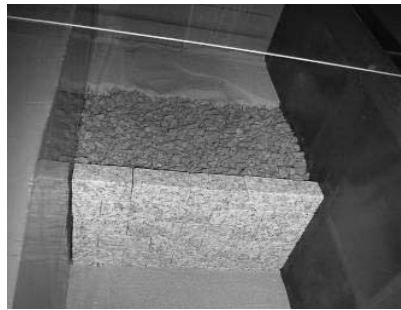
図—16 中之門石垣の断面図



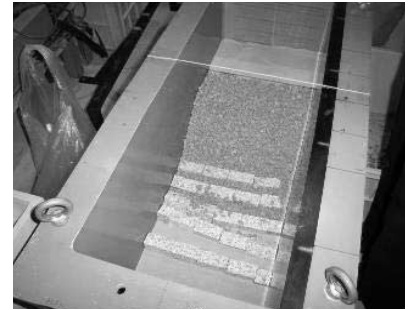
図—17 試行くさび法による検討



写真—5 遠心載荷装置

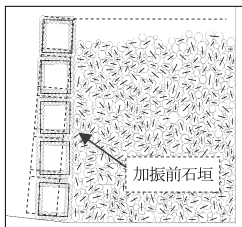


写真—6 石垣モデル

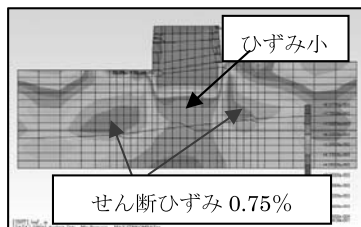


写真—7 石垣モデル倒壊状況

地盤を動的 FEM で安定解析した。石垣本体が転倒しない範囲の最大入力加速度をパラメータとして DEM 解析し、500 gal の大規模地震に対し安定性を保つ結果が得られた。図—18 では石垣が前方に起き上がり裏込が沈下しているのが確認できる。大規模地震発生時の石垣基礎地盤は、動的 FEM 解析し、最大せん断ひずみは、0.75 % (図—19)、残留沈下量は 2 cm 程度となり石垣の安定性に対する影響は無いとの結果が同様に得られた。石垣直下はその自重による「押え効果」によりひずみが小さくなっているのが分かる (図—19)。



図—18 DEM による検討



図—19 地盤地震時安定解析

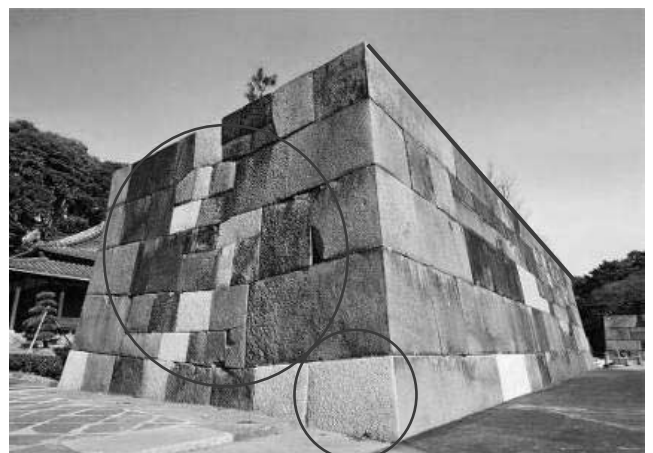
DEM 解析と実現象の関連性を示し、耐震安定性評価を実証することを目的として遠心模型実験 (写真—5～7) を実施した。結果、石垣背面のぐり石層の条件を適切に設定すれば、石垣の動的挙動を適切に評価可能であることが示された。

4. 開発の効果

「石垣修復支援システム」は、石垣を 3D データ化し、目視で石垣の修復設計を行うことができるシステムである。石工が設計に参加することにより、その技術を設計に反映し、事前に確認しイメージすることが可能となった。また、学識経験者、設計者、石工が共通認識を持って石積み工事に着手することができる技術である。写真—8 は石垣の右側部の東面と南面の修復前の状況、写真—9 はその修復後の状況である。開発に伴う効果を以下に示す。



写真—8 中之門石垣修復前状況



写真—9 中之門石垣修復後状況

(直接的効果)

①石垣修復工事では避けることのできない石垣の積み直し作業を最小限にすることができた結果、工費・工期の増加リスクを大幅に縮減。②IT 技術の導入により、高精度な修復と文化財の調査～記録が可能。③石工が修復設計に参画し、その技術を取り込むことにより、より高品質な修復工事を提供。

(間接的効果)

最先端の 3 次元シミュレーション技術と解析技術が石工の「技と目」をサポートすることにより技術の伝承及び文化遺産保全の支援技術として貢献することが

可能である。

5. 今後の展開

「石垣修復支援システム」は石垣修復工事の設計・施工支援を目的にしたシステムであり、「皇居中之門石垣修復工事」で開発、採用され、その効果が確認された。石工の持つ伝統技術（匠の技）と最先端の計測、解析技術を融合させたシステムとなっている。開発者としては、今後は他の形式の石垣へ展開し、経験・情報の蓄積を行いシステムをよりレベルアップする予定である。3次元測量技術を基本とする今回のシステムは、石垣の修復事業のみならず、石橋等の他の石材構造物への応用が可能であり、全国に残る日本の土木文化財の保護に今回培った技術を展開したい。また、石工の持つ「目と技」を最先端技術でサポートすることで伝統土木技術の伝承に貢献し、文化財を次の世代へ継承していくことに役立てたいと思う。

本工法は、「第9回国土技術開発賞最優秀賞」「第二回ものづくり日本大賞総理大臣賞」を受賞している。

JCM A

【筆者紹介】



山内 裕之（やまうち ひろゆき）
清水建設㈱
土木東京支店
工事長



異 耕一（たつみ こういち）
宮内庁管理部
工務課長



脇 登志夫（わき としお）
清水建設㈱
土木技術本部
主査

建設の機械化／建設の施工企画 2004 年バックナンバー

平成 16 年 1 月号（第 647 号）～平成 16 年 12 月号（第 658 号）

1 月号（第 647 号）
ロボット技術特集

5 月号（第 651 号）
リサイクル特集

9 月号（第 655 号）
維持管理特集

■体裁 A4 判
■定価 各 1 部 840 円
(本体 800 円)

2 月号（第 648 号）
地震防災特集

6 月号（第 652 号）
海外の建設施工特集

10 月号（第 656 号）
環境対策特集

■送料 100 円

3 月号（第 649 号）
地下空間特集

7 月号（第 653 号）
安全対策特集

11 月号（第 657 号）
除雪技術特集

4 月号（第 650 号）
行政特集

8 月号（第 654 号）
情報化施工特集

12 月号（第 658 号）
新技術・新工法特集

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

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

コマツ最古のトラクタ「T25」の復元

三 橋 信 博・松 山 良 一

コマツ最古のトラクタが T25 である。1932 年から 42 年までに 238 台生産されている。その T25 トラクタの 1936 年製 63 号機を稼動復元したので、復元過程で判った当時の設計・製造技術を紹介する。なお、日本で最も古いブルドーザは、T25 に続いて生産された G40 トラクタにブレード（排土板）を装着したもので、昨年、機械遺産に認定された「コマツブルドーザ G40」である

キーワード：建設機械、ブルドーザ、トラクタ、機械遺産、復元

1. T25 の生い立ち

日本は 1930 年代までトラクタや付属農機具一式を米国からの輸入に頼っていたが、国際収支対策のため、機械類の輸入を抑制する政府方針により、トラクタについても国産化が必要となった。一方、コマツにとっては得意の鋳物を多量に使っていた農業用トラクタは鋳造事業拡大のためにも魅力ある製品であった。上記背景のもと、トラクタ開発に着手し、1931 年（昭和 6 年）に国産 1 号機が完成した。コマツ最古のトラクタ T25 の誕生である。以後、1943 年（昭和 18 年）までに、238 台生産された。今回復元した T25 の 63 号機は 1936 年（昭和 11 年）8 月に現在の小松工場（石川県小松市）で製作され、1940 年頃まで満州開拓団で使用後、30 年余り国内で稼動し、その後、粟津工場の倉庫に眠っていたのを発見されたものである。同時期に当時の設計図面も見つかり、復元作業に大変役立った。

2. T25 の仕様

T25 の主要諸元は表—1 に記載の通りである。現在の最小のブルドーザ D20 の運転整備重量はブレード付で約 4,000 kg、エンジン出力は 40 ps/2450 rpm であるから、T25 は D20 より少し小型ということになる。農機具の牽引を主目的とする農業用トラクタであるから、ブレードはないが、エンジン、パワーライン、足回り等の構造およびレイアウトは現在の同クラスのブルドーザと大差ない。

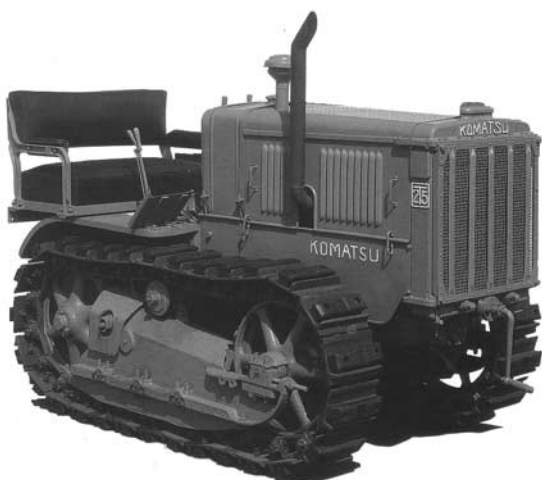
表—1 T25 主要諸元

項目	特性値	項目	特性値
運転整備重量	2,600 kg	パワーライン	
エンジン出力	32 HP/1,000 rpm	メインクラッチ	乾式、多板
性能		変速機	平歯車、スベリかみ合い式
走行速度段	3 段（前進）	操向クラッチ	湿式、多板
走行速度段	1 段（後進）	操向ブレーキ	湿式、バンド
最大牽引力	2,000 kg	終減速機	平歯車 1 段
寸法		懸架方式	
全長	2,680 mm	前方	板バネ
全幅	1,270 mm	後方	ピボットシャフト
全高	1,390 mm	足回り	
ゲージ	960 mm	履帯形式	シューリンク 1 体式
接地長	1,685 mm	履帯ピッチ	154 mm
履帯幅	254 mm	下転輪数	3（片側）
エンジン		上転輪数	1（片側）
形式	水冷ガソリン	水・油	
シリンダ数	4	冷却水	17 l
ボア×ストローク	101.6 × 140 mm	燃料タンク	70 l
総排気量	4,500 cc	エンジン潤滑油	9.5 l

公害・安全規制が現在ほど厳しくなかった時代であり、車両本体は機能本位に作られていて非常にシンプルである。外観（写真—1）もシンプルである。

3. 復元作業について

分解前の T25 は外装の変形や破損、欠品が少なく、数回のクランキングで始動可という状態だった。「エンジン以外は全分解し、極力部品の再利用をはかり、当時の技術を忠実に復元する」という方針で作業を



写真—1 復元後の T25 外観

進めた。ボルト類はインチネジのため、スパナ、ソケット等の工具を新調する必要がある。外回りのボルトは生ボルト（非調質ボルト）だったため、トルク管理には細心の注意が必要だった。幸い当時の部品図、組立図が残っていたので、現物と対比しながら進めることができた。ブルドーザと違って作業機、油圧装置がなく車両構造は非常にシンプルであり、パワーライン、足回りなどの基本構造は現在のブルドーザと変わらなかったため作業は順調に進んだ。但しトラックフレームの分解は、トラックフレーム単体では不可で、スプロケットと同時に取り外さないと分解できないとか、懸架バネは両端のブラケットのトラックフレーム締結ボルトを取り外してからでないと分解できないなど、整備分解組立性に難点が見受けられた。

4. 各ユニット構造

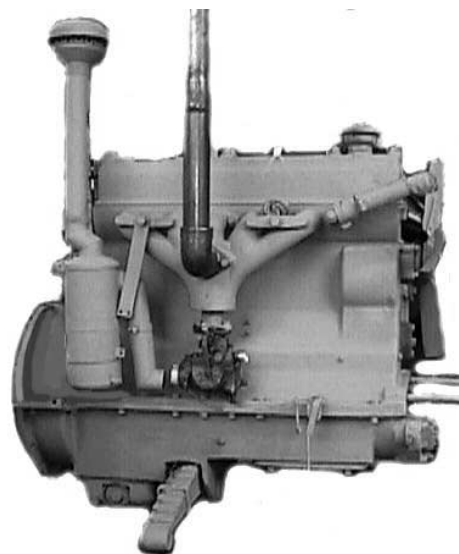
(1) エンジン関連

(a) エンジン全般

定格回転数 1,000 rpm という低速ガソリンエンジン（写真—2）はコマツ製で非常にシンプルである（現在のコマツはガソリンエンジンを製造していない）。始動方式もクランクハンドルによる手動式で、セルモータ、バッテリー、ケーブルがない。エンジン本体は、クランクケース、オイルパン、ヘッドカバーなど5つの鋳物で構成され、エンジン全体の重量は 550 kg で現在の同クラスエンジンの約 2 倍の重さである。

(b) 燃料・吸排気系統

燃料タンクは 1.4 mm の鉄板（ブリキ）の半田付け製でエンジン後方にバンド 2 本でマウントされ、タンクとキャブレタの間には燃料フィルタがある。キャブレタ（写真—3）は㈱日本気化器製作所（現在のニッキ）製で分解・点検・調整を同社にお願いした。エア



写真—2 エンジン（右側面）



写真—3 キャブレタ



写真—4 エアクリーナ

クリーナ（写真—4）はオイルバス式で内部の錆落としが必要であった。排気管も錆が激しく排気方向の改善を織り込んで耐熱ガスケットとともに新製した。キャブレタは排気マニホールドと同じ右側にあり、混合気を排気マニホールドで暖め、左側の吸気マニホールドに導かれるようになっている。寒冷地への配慮が伺える。

(c) 電気（点火）系統（写真—5）

点火系統部品はエンジン左側に装着され、磁石式発電機（商品名 マグネット）、点火プラグ、それを結ぶ電線にて構成されている。マグネットの駆動軸は水ポンプにカップリング結合されており、クランクハンドルを廻せば回転子が回転し発電する。電気はマグネット内部の蓄電器に蓄電され、ディストリビュータを介して各点火プラグに高圧電気を配電する。磁石式発電機は澤藤電機㈱製で分解・点検を同社に依頼した。点火プラグは日本特殊陶業㈱製で、同じ型番の図面が存在するということなので新規製作をお願いした。電線はそのまま使用した。また、イグニッションスイッチ（始動時はキーを入れてスイッチを開き、停止時はキーを外してマグネットを短絡する）は欠品であったが、運転席前方のパネルカバー下部に取付穴がある。クランク



写真-5 エンジン左側の点火系統部品

ハンドルによる始動なのでスターティングモータ、バッテリー等はない。

(d) 潤滑系統 (図-1)

各部への潤滑油はギヤポンプによりメインベアリング、コンロッドのベアリングに至る。ピストン、ピストンピン、シリンダの潤滑はコンロッドベアリングより出る潤滑油を遠心力により発散させる。給油口は左側前方の水ポンプ駆動ギヤケースに、検油桿は左側後方にある。ブリーザはヘッドカバー上部にある。

ギヤポンプは分解せずフィルタの洗浄と油の交換を行った。

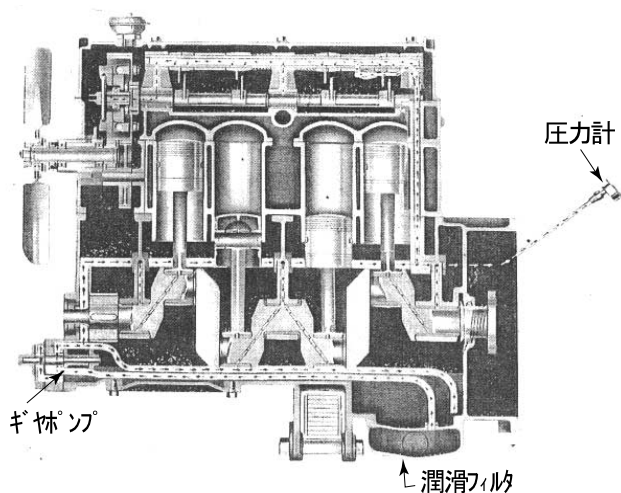


図-1 潤滑系統

(e) 冷却系統 (図-2)

ファンは4枚羽根でギヤ駆動、ラジエータのコアはG型でアッパー、ロアータンクおよびシュラウド兼用の側柱は鋳物製でエンジンにスタッドボルトマウントされている。水ポンプはギヤ駆動でエンジンの左側にマウントされている。分解時のラジエータは目詰まりしていたがフィンの倒れもなく、かつ水漏れもなく良好な状態であった。劣化の激しいウォーターホースは3

本とも交換し、クランプも SUS 製のブリーズクランプとした。水ポンプおよびその駆動ギヤ部は分解しなかった。

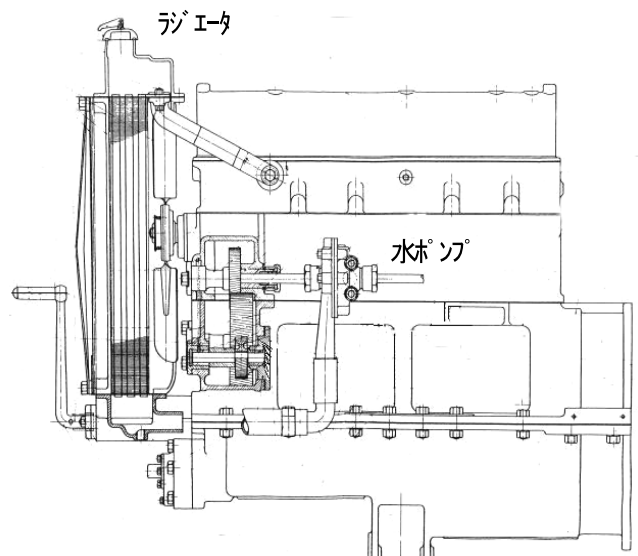


図-2 冷却系統

(2) パワーライン

(a) パワーライン全般

主クラッチ、トランスミッション、ベベルギヤおよびステアリングクラッチブレーキの構造・配置は現在の同クラスのブルドーザとほぼ同じで、フレーム兼用の鋳物製ケース (写真-6) に収められている。鋳物ケースの前方はエンジンにボルトオンされ、後方の左右にはファイナルケース Assy が装着される。鋳物ケースの上部には、コントロールレバー等が装着されている鋳物製シフトカバー Assy (写真-7) がボルトで締め付けられる。



写真-6 パワーラインケース

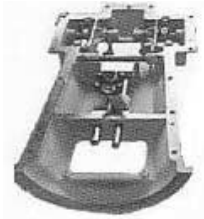


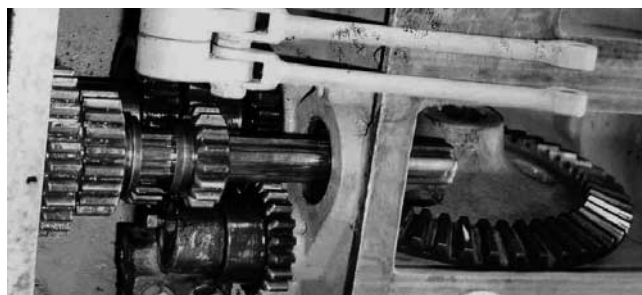
写真-7 シフトカバー

(b) 主クラッチ

主クラッチは乾式の3枚ディスクで円筒コイルバネによる作動方式である。操作方式は足動である。

イナーシャブレーキはディスク式で、固定側の摩擦板は砲金製だった。

(c) トランスミッション、ベベルピニオン、ギヤ
トランスミッションは前進3段後進1段、歯車は平歯車で変速方式は滑りかみあい方式で、かみ合い部にはチャンファ加工がされている。ギヤの材質はニッケルクロム鋼の焼入れ焼き戻しで、硬度は歯側面でロックウェル C45～46 だった。ベアリングは全点ボールベアリングである。操作方式は手動である。ベベルピニオン、ギヤは浸炭焼入れで硬度はピニオンの歯部でロックウェル C52～53 だった。潤滑は、はねかけ方式でオイルはトランスミッション、ベベルギヤ、操向クラッチブレーキ室と共用である（写真—8）。



写真—8 トランスミッションとベベルピニオンギヤ

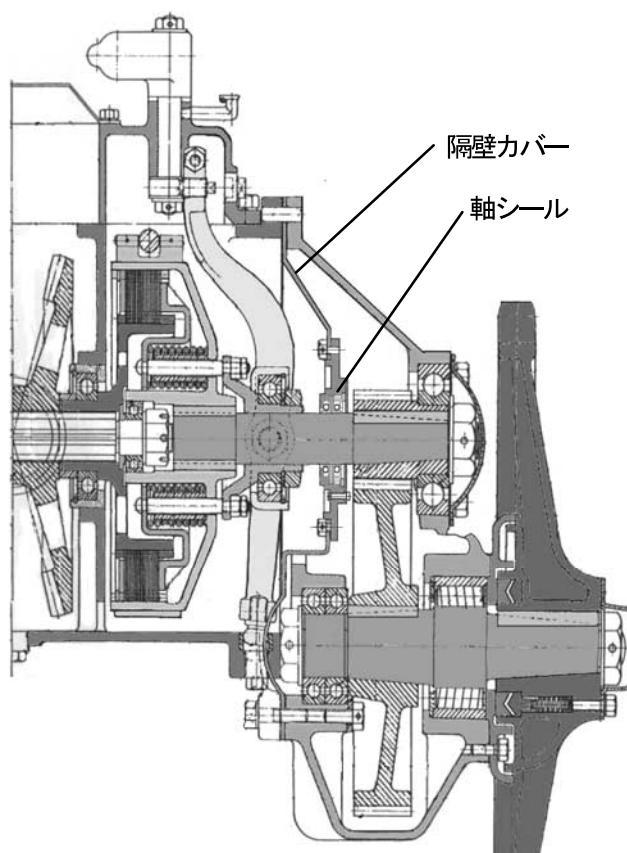
(d) 操向クラッチ、ブレーキ（図—3）

操向クラッチ、ブレーキは湿式である。クラッチはスプリング加圧式の多板（10枚）で摩擦面は磨鋼板でフェーシング材はない。操作方式はメカニカルリンクによる手動式である。運転席前方中央に左右のクラッチ操作レバーがある。ブレーキはアスベスト材のライニングをリベット締めしたバンド式である。ライニングの磨耗が激しく新製した。操作方式は、メカニカルリンクによる足動式で、運転席右側に左右のブレーキペダルが並んで配置されている。なお運転席の左側にはメインクラッチペダルがある。

(e) ファイナルドライブ、スプロケット（図—3）

ファイナルドライブは、平歯車の1段減速で、潤滑ははねかけ方式である。クラッチ室とは隔壁カバーでシールされ、隔壁カバーの回転部分のシールは皮による軸シールで、ケース合わせ面のシールはガスケットである。スプロケットの回転部分のシールは、フェルトによる面シールである。シャフトとギヤ、スプロケットはキー結合である。再組み立て時、隔壁カバーの回転部分のシールは、左側はオリジナル品を、右側はダブルリップ付きのオイルシールを新製して組み込んだ。

スプロケット部分のシールはダスト進入が激しく、フェルトで新製し組み込んだ。ケース合わせ面のガスケットも新製した。ベアリングはすべてボールベアリングで、再組時はすべてそのまま使用した。



図—3 操向クラッチ、ブレーキとファイナル

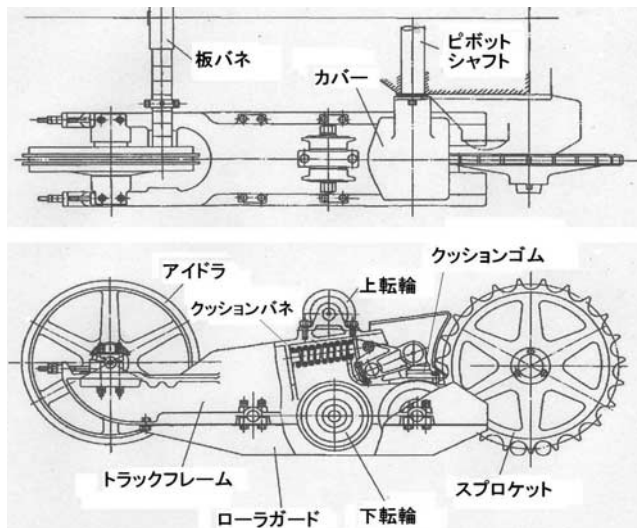
(3) 足回り、懸架

(a) 足回り（図—4）

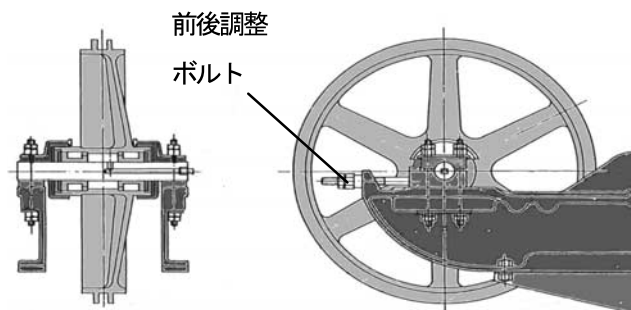
トラックフレームは鋳物製である。誘導輪の前後調整（履帯の張り調整）はネジ式である（図—5）。誘導輪のクッションバネはなく、走行時の誘導輪の位置は固定されている。下転輪（図—6）は片側3個、上転輪（図—7）は片側1個でそれぞれトラックフレームにボルト締めされている。誘導輪、上下転輪の潤滑はグリース潤滑でブッシュは黄銅である。シールはフェルトによる面シールである。但し上転輪はシールなしである。履板はリンク、シュー一体式の鋳造シングルシューである。材質は高マンガン鋳鋼である。各履板はスキマバメでピン結合され、ピン両端に抜け防止のため、丸棒を組み込んで丸棒が抜け落ちないように曲げてある。ローラガードは一体式で板金製である。

(b) 懸架（図—4）

前方はエンジンオイルパンにピン結合された板バネで、トラックフレームにボルトオンされたサポートに支持されている。後方はパワーラインケースに圧入された左右一体のピボットシャフトにピン結合されたドライブリンクを介してトラックフレームにピン結合されている。トラックフレームとドライブリンクとの間にクッションバネ、クッションゴムを装着して車両本



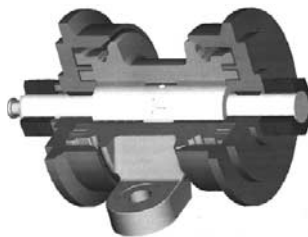
図ー4 足回りと懸架



図ー5 誘導輪



図ー6 下転輪



図ー7 上転輪

体への路面からのショックを緩和する構造となっている。

5. おわりに

世界で初めてのキャタピラ式トラクタは、1904年、アメリカのホルト社（キャタピラ社の前身）が製作し

ている。27年後の1931年（昭和6年）10月に国産初の装軌式トラクタ T25 の試作1号機（国産1号機）が誕生している。今回稼動復元した T25 # 63 号機は1936年8月の生産である。

T25 は排ガスや騒音等各種の規制対応の必要もないので、基本機能実現のための最小限の部品で構成され、分解組立に困難なところはあったが、非常にシンプルである。主要装置のエンジン、パワートレイン、足回り、懸架の基本構造は現在のものと大差ない。要素技術面で注目すべきはベアリングとシールであろう。ベアリングは単列、複列のボールベアリングのみで、コロベアリング、テーパコロベアリングは使用されていなかった。また、Oリング、オイルシールもなかったようで、油やグリースのシールに皮やフェルトが使われている。勿論フローティングシールもない。設計の苦勞が伺える。

材料面から見ると、鋳物（鋳鋼、鋳鉄）が圧倒的に多い。現在では当然板金構成と考えられるものまでも鋳物製である。当時の小松の鋳造事業に貢献したようだ。薄板の締結はリベット締めが多い。溶接はまだ普及していなかったようである。いずれにしても、日本最古のトラクタの復元作業を通して判った当時の技術を皆さんに伝える必要があると思い、筆を執りました。また、当時の図面も小松工場に残っており、これを機会に図面の整備もしました。和紙を使ってカラス口で墨入れをした立派なものです。これも後世に残さなければならない文化遺産です。本報文が技術伝承の一助となれば幸甚です。

JICMA

【筆者紹介】

三橋 信博（みつはし のぶひろ）
（株）小松製作所 OB



松山 良一（まつやま りょういち）
（株）小松製作所 OB



大洲城天守閣復元工事に携わって

外 館 寛

伊予の小京都とよばれる愛媛県大洲市^{おおす}に、平成 16 年 9 月、市民の長年の夢であった大洲城天守閣が 116 年ぶりに甦^{よみがえ}った。戦後の木造による天守の復元としては 4 例目であり、規模は初めての 4 層 4 階であり、高さ 19.15 m は国内一である。

復元決定から約 10 年、多くの苦難を乗り越え悲願の夢の実現のために、未知の世界へ挑戦した人々と、その歩みの一端を紹介したい¹⁾。

キーワード：木造天守、木組み、復元技術、技術の伝承、歴史的遺産、城（郭）

1. はじめに

大洲城の歴史は古く元弘元年（1331）に遡^{うつ}り、宇都宮豊房が地蔵ヶ岳^{じぞう たけ}に城を築いたのが始まりとされる。激動の戦国時代を経て、藤堂高虎^{とうどう たかとら}や脇坂泰治^{わきさか やすはる}らが相次いで城主を務め、元和 3 年（1617）、米子より加藤貞泰^{かとう けい}が入城し、以来、13 代にわたり加藤氏は版籍奉還まで続いた。

史料としては、大洲城は加藤氏入府以来、石垣・櫓・御殿などの修復記録が残っているが、天守に関する記述がないことから、大規模な改修もないままに明治を迎えたものと考えられている。

明治期に撮影された写真からは、著しく老朽化した様が見て取れ、明治 21 年、天守は解体され姿を消した。

一方、解体を免れ今日まで残った 4 つの隅櫓は、昭和 32 年、重要文化財に指定され、昭和 45 年までに相



写真—2 天守 1 階内部

次いで修理を終えて現在に至っている。

大洲市では、天守復元の機運が幾度も持ち上がったが、簡単には実現に至らなかった。しかし、ついに平成 6 年の市議会において基金造成が可決され、長年の夢が実現に向かって歩き出した（写真—1、2 に復元後の大洲城の状況を示す）。

2. 復元を可能にしたものは…

（1）豊富な復元史料

大洲城は復元史料に恵まれた。現存する 4 つの隅櫓（写真—3）をはじめ、発掘調査により得られた史料や古文書・古絵図（写真—4）はもとより、明治期に天守が解体される以前に 3 方向から撮られた古写真（写真—5）や、古くから大洲藩作事方棟梁であった中野家に残されていた「天守雛形^{ひながた}（写真—6）」などがあり、天守の復元における豊富な史料は全国でも珍しいと言われている。



写真—1 外観全景



写真—3 台所櫓。現存する4つの隅櫓の1つ



写真—4 元禄五年大洲城絵図（大洲市立博物館蔵）



写真—5 古写真—現存する3枚の古写真のうち北面からのもの(大洲市提供)

なかでも注目されたのは「天守雛形」で、明治36年の「天守雛形誌」が付いており、明治期古写真ともほぼ合致する。これは実測値から実寸1間(6尺5寸)を2寸に縮小して製作されたと考えられ、若干の部材の欠損があるものについても、その痕跡が確認できたことから、階段や窓など内部までをも復元可能となった。

(2) 法のハードル

大洲城の天守は建築物として復元された。大洲城以

写真—6 天守雛形ひながた（市指定文化財・市立博物館蔵）

前の3件の天守復元は、「工作物」・「2階建て」・「大臣評定」と様々の手法によって実現したが、いずれも建築基準法下での復元であった。ここで法律上における建築物と工作物の差は果てしなく大きく、建築基準法の制限のハードルを越えることは容易ではない。

前述のように木造による天守復元で、4層4階・最高高さ19.15mの規模は戦後初めてであり、平成7年に3層3階で復元された宮城県白石城しろいしで使用された手法である法38条評定はすでに削除が決定されていたことから、指定史跡上に復元される建物ゆえの「法3条—基準法適用除外」を認めてもらうまでに2年の歳月を要した。「3条適用」の獲得に奔走された大洲市の担当者や設計者の苦労は大変なものであったと同時に、県をはじめとする関係者の復元に向けての多大な協力によって復元が実現されたことも、ここに併せて記しておきたい。

(3) 人々の熱い思い

大洲盆地の中央を流れるひじ肱川は、かつては日常的に川舟や筏が行き交う流通の動脈であった。このため、大洲は物資の集積地として栄え、藩政時代の城下町が現在も残っていて、個性ある町並みと景観は古くから「伊予の小京都」と言われてきた。

城下町大洲のシンボルとも言うべき天守の復元は、市民の長年の夢であり悲願であった。また、史実に忠実な伝統構法による木造天守にしたいというのが多くの市民の希望であった。コンクリート造に比べてかなりの高額となる建設費用約13億円のうち、5億円超の金額を市民らの寄付でまかなったほか、桧などの用木も多くの市民から寄せられ、柱材のほとんどにこの寄付木が使用されている。

起工式も終わり現寸作業が進むなか、ある市民宅から、新たに原版に近い鮮明な古写真が発見された。これを精査したところ、原設計では天守の寸法が小さすぎることがわかり、設計や現寸作業の修正を行うとともに、調達済み木材の寸法(長さ)確認と振り替え作業が行われた。作業に携わった大工さんも、忠実な復元のためには手戻りもやむなしと、惜しまず協力してくれた。

また、一部が失われていた天守台石垣の復元は、石材を旧材に倣うことはもとより、個数・形状までも発見された古写真に倣って加工・据付するなど、忠実な復元にこだわった(写真—7)。



写真—7 石垣の復元積み

3. 初の4層4階に挑戦した平成の^{たくみ}工匠たち

(1) 工事全体の流れについて

全体工期は約37ヶ月で、前半6ヶ月間は木材の受入検査と工事に支障となる既存樹木の伐採・既設石垣の調査と一部修復、搬入道路の拡幅整備などの準備工に費やし、基礎工事から完成までの実質工事期間には約31ヶ月を配した。

4層4階天守と、重要文化財である2棟の既存櫓(台所櫓・高欄櫓)に接続する西・北多聞櫓の木造復元、および天守台石垣の既失部分の復元が工事範囲である。

本体工事は、天守の荷重を支えるための基礎工事から始め、続いて天守台石垣の復元と礎石の^{そせき}据付、外部足場兼用の^{すやね}素屋根(覆い屋)の組立を行った。その後、土台据付けと三和土作業を行い、柱・梁などの主要部材の建て方と小屋組みから棟木取付けを終えて上棟した。

続いて^{たるき}垂木・^{かやおい}茅負・^{のじ}野地などの屋根の張出し作業後、土居・瓦葺の屋根工事と、壁の左官工事を行い、

木工事も平行して内部の造作や外部の下見板の取付けを行って完成を迎えた。

(2) 木工事

誰もが未知の4層4階に挑んだ復元工事は、現寸引付け作業から始まった。宮大工が柱や梁などの各部材の納まりや、^{つぎて}継手・^{しぐち}仕口部分を中心に現寸大で描く作業である。設計主旨を受け、匠たちの豊富な経験と地域性、年代的特徴などを考慮して詳細を決定し、型板作製や墨付け作業が進められた。担当したのは富山から参加した5人の堂宮大工と、復元を願って参加した地元大洲の9人の大工たちである。

墨付けやきざみ加工の作業は、大径で大重量の木材を扱う作業になるため、木材の積み降ろしや、移動のための設備と適度の加工スペースをもつ加工場、および大量の木材を保管できる施設が必要となる。

本工事では、市内の空工場建屋を借用することができ、備え付けの天井走行クレーン2基をフルに活用して、能率的かつ安全に作業を行うことができた(写真—8)。



写真—8 加工場内部

使用した木材は、全部で約448m³(約1.613石)あり、足掛け3年を費やして調達したものを大洲市から支給を受け使用した。内訳は、表—1のとおりで全体の4分の3に桧が使用されており、そのうちの約4割は地元周辺から調達されている。

現場建て方は、平成14(2002)年9月に天守土台の据え付けから始まった。同年10月に1層目建て方を行い、翌15年、4層4階にちなんだ4月4日を上

表—1 使用木材材積表

	桧	栗	樅	杉	松	樟	計
材 積 (m ³)	340.140	29.618	22.386	49.918	4.894	0.736	447.692
主な使用部位	柱, 梁, 桁, 床	土台	下見板	野地	野隅木, 羽目	懸魚	

棟式とすることを目標とした。

軸組みは、柱や梁・桁それに付随する貫・腕木・柱踏み等を同時に組み込みながら建て方を行い、床は大引までとして、各階ともその上に仮設床を架設し、上階の建て方作業を行った。その後は、屋根部材（出桁・垂木・茅負・裏甲・野地板等）や、内部の造作（窓・敷居・鴨居・長押等）、外部の下見板の取付け作業を平行して行う左官工事や屋根工事と調整をしながら進めていった。最後に根太・床板・階段の取付け作業を行った（写真—9）。



写真—9 天守1層建方状況

(3) 左官工事

壁は伝統工法による竹小舞組土壁塗り漆喰仕上げである。外部は大壁造り、内部を真壁造りとし、天守1階の外側（西・北面）と多聞櫓の外側は瓦礫入りの太鼓壁である。竹小舞は、直径約1寸（3cm）の真竹を藁縄にて編み込みながら緊結していくもので、最初に横・縦の間渡し竹を約1～1.2尺（30～36cm）間隔で柱など当りにえつり穴を設けて入れ込み、その間に小舞竹を2.5～3.0寸間隔で配置する（写真—10）。

荒壁土は、水を加えて塊なきよう解きほぐした粘性

土に、十分な量の藁スサを混練して数ヶ月間寝かせる（水張り養生）。寝かせることにより藁皮が腐植熟成して繊維のみが残り、田土のように腐植臭がして粘り強い土に変化していく。さらに途中で数回、藁スサを加えて練り返しを行い荒壁打ちの作業を行った。荒壁土は団子状にして格子状に組んだ小舞竹に絡ませるよう手で打ちつけていく。

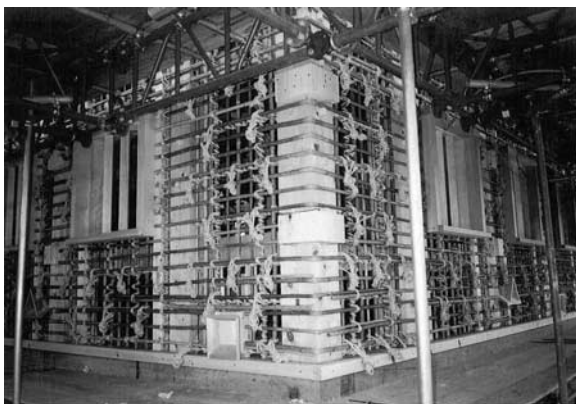
荒壁を十分乾燥させた後に、裏側から返し塗りを行い堅固な壁の芯を作る。この段階の乾燥が不十分だと、後に土の剥離や仕上げ漆喰の変色を招くことがあるので重要な管理ポイントである。

内外部とも、目潰し・大直し・斑直しと土塗りの工程を重ねて壁厚を増していく。塗り厚は、荒土打ちは5寸程度、重ね塗りは5分程度とし、その過程では、間渡し竹からハの字に伸ばした下縄や、縦・横縄を適宜土塗りの中に張り込むことで強度を増す。

中塗り土は土塗りの最終工程となり、漆喰塗りの下地面になるもので、土拵えは粘性土にもみスサを加えて混練し、さらに砂を加えて引きを調整して、これも荒壁土同様、数ヶ月寝かせて使用した。

中塗り乾燥の後に漆喰塗りを行った。漆喰拵えは材料も伝統技法に倣い、海草の角又を水で炊き、濾した糊に石灰とスサを練り混ぜて作るが、寝かせの期間が長いほどスサが馴染んで良質のものとなる。漆喰下塗りは、漆喰に砂を混ぜた砂漆喰を使用し、上塗りは、下塗りが乾燥する前に追っかけ塗りで仕上げなければならない。

漆喰塗りは、壁以外にも各階の軒揚裏や飾り屋根の破風などが数多くあり、割り竹に細縄を巻きつけ釘打ちした割竹小舞を下地とした後に砂漆喰の下擦りから始め、漆喰下塗り、上塗りの工程で仕上げる。軒先だけでも腕木、出桁、茅負、裏甲、垂木と曲線や角仕上げがほとんどであり、木工事の現寸図をもとに型板をつくり、それに倣って形を形成しながら塗らなければ



写真—10 外壁大壁小舞組状況



写真—11 天守4層軒揚裏漆喰仕上げ状況

ならない。これは手間と工程がかかり、左官の腕の見せどころでもあった。また、4層屋根の入母屋や、1～3層の飾り屋根の破風も微妙かつ繊細な曲線があり、型板を使用したものの、全部で大小18ヶ所もあったことから、漆喰仕上げの工程だけで3ヶ月を要した。

愛媛県の南予地方では、これら左官の伝統技法が今日でも受け継がれており、この作業は地元の左官たちの参加により進められた（写真—11）。

（4）屋根工事

工事は、軒先の茅負・裏甲の取り付け、野地板貼りが終わり瓦座が取り付くと、屋根の下葺きである土居葺作業に移る。土居葺は樫の赤身を厚み1分に手割した、長さ1尺の薄板材を葺き足2寸に竹釘で打留めていく。その上に瓦棧を垂木当りに取り付け、本瓦葺き作業を行った。瓦材は、地元愛媛県でも古くから生産されているが、大洲盆地の冬場の冷え込みによる凍害を考慮し、岐阜産の耐寒瓦を採用した。

軒先の巴（軒丸瓦）や唐草（軒平瓦）は、事前の発掘調査による出土品に倣って、それぞれ蛇の目紋と、釘抜き紋にて復元焼成した。葺き方は葺き土を用いず、瓦棧に銅線にて瓦を固定する空葺きとし、屋根重量の軽減を図った。

復元の重要な資料である明治の古写真を基に、史実に忠実な瓦割付けを行ったほか、鯨の大きさや棟積みの詳細等も精査・検討しながら作業を進めるとともに、地震時の崩落対策にも配慮した（写真—12）。



写真—12 天守4層屋根葺完了

（5）素屋根工事

城郭復元の工事では、素屋根を設置するのが一般的であり、工事期間中、建物の木部材を風雨から守るほか、雨を避けながら乾燥養生を必要とする土壁漆喰塗りや、屋根の瓦葺き作業を保護できる品質面ばかりで

なく、天候による工程の遅延や、労働災害防止の観点からもその必要性和効果は大きい。

素屋根は一般建築工事の外部足場と違い、復元建物に先立って設置する必要がある、その素屋根自体が自立して台風などに耐えうるものでなければならない。しかし、工事場所のほとんどが史跡地内であり、地盤面下に素屋根の基礎を構築したり、控えの材料を打ち込むなどの方法は、文化財である遺構保護の観点からほとんどの場合できない。

こうしたことから本工事では、過去の城郭工事の経験を踏まえて、鋼製の特殊ビームと地上置きコンクリートウエイトを使って素屋根を計画した。

素屋根の要素としては、建物の外周に壁土や瓦等の大きな重量の材料を運搬する通路や、それらを仮置きするスペースが必要である。本工事では特殊ビームの採用で大きな跳ね出しや長大スパンが可能となり、広い空間を確保し強度的にも優れた作業床の設置ができた。また、素屋根内部に併設した天井走行クレーンは、木工事の建て方はもちろん、土や瓦の揚重にも威力を発揮した。効率的かつ安全な仮設として、今回の工事全体を円滑に進める上で、計りしれない効果があった（写真—13）。



写真—13 素屋根全景

4. 伝統技術を未来へつなぐ

城などの歴史的建造物の寿命は長い歴史が物語っている。それは、当然ながら先人たちの知恵によって生かされ、現代に残されてきた。しかしその知恵が今、頻失の危機に向かっているような気がしてならない。これは大変なことである。

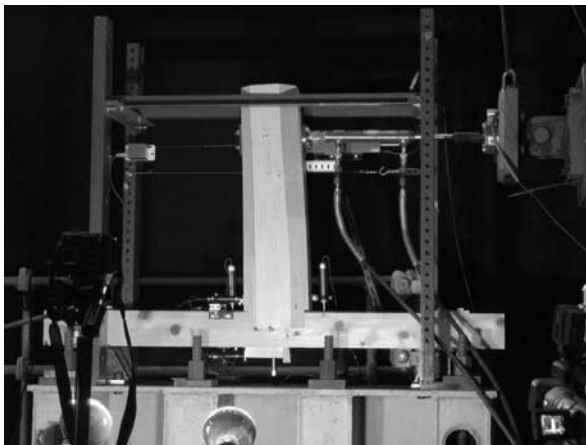
建造物だけが歴史的遺産ではない。修理修繕をしながら建物を延命してきたその技術や技能も日本の文化であり、歴史的遺産として孫子の代へ受け渡していくべきものだと思う。

復元工事に携わってみて、先人たちが残してくれた伝統技術を継承・実践できる場があまりにも少なく、

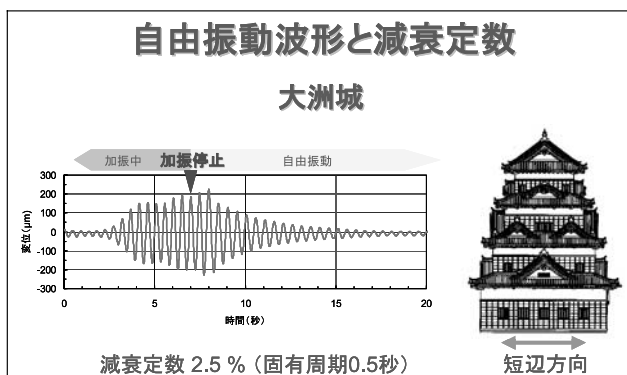
近い将来には建造物などの復元や修理修復が危うくなるのではと嘆きの声がことのほか多く、次第に大きくなっていることを実感している。

城の石垣の空積み技術や、木造による伝統構法などが正当な評価を受けて、全国で広く使えるようになることで、古くからの伝統文化を将来に受け継いでいけると考えている。しかし、残念なことにこれらは経験則によるところが多く、その技術的解明がなされていないのが実情である。

今回は希少な復元の機会に恵まれたことから、筆者らは構造金物を使用しない木組みの耐力検証²⁾や高層木造建物の振動特性の把握³⁾、あるいは土壁の剪断力実験⁴⁾や仕上げ材（保護材）である漆喰や墨塗りの伝統材料とその技法について検討⁵⁾を行い、建物の延命につながる改良工法の開発などの研究も継続的に行っている。現代の材工法によるもどきではなく、歴史の上に残された文化財的「真の価値」を損ねることなく、その技法をベースにして改案された工法を提供することで、維持保全による延命とその選択の幅が広がるのではないかと考えている（写真—14、図—1）。



写真—14 仕口耐力実験状況（ハザマ技術研究所）



図—1 自由振動波形と減衰定数（大洲城小屋組短辺方向加振）

5. おわりに

ここまで紹介したように、本工事は市民等から多くの寄付や寄木が寄せられただけでなく、木曳式や瓦記名会などのイベントにもたくさんの皆さんが参加した、まさに市民総参加の史実にこだわり続けた熱き思いの人々の城づくりであったと思う。

現場では復元する天守が初めての4層4階で、高さが日本一になることから、多くの見学希望者が予想されたことや、着工当初より大洲市からの要請もあって、定期的に工事の状況を公開するための市民見学会を開催するよう計画した。

また、工事中も伝統工法による技術伝承のために多くの見学者の受け入れを行った。工事中の見学会は280回を超え、見学者は延べ2万人以上を数えた。

当初は職人さん達も戸惑いがあったようだが、すぐに日常のこととして受け入れていった彼らは、見られる仕事を誇らしく思っていたと思う。見られる仕事ゆえに、お互いを気遣い、心を一つにして完成を目指すことができたのだと私は思っている。

大洲城を訪れ、初めて目にした木の大きさに人々は圧巻され、「ウォー」と一様に驚きと感動の声をあげる。そして一杯に充ちた桧の香りに浸り、癒しに満ちた顔を見せるのは、工事中も完成から3年半を過ぎた今も変わらない。

「世紀を越えて甦った天守」の意義は大きい。諦めずに夢を実現した大洲市と市民が、「伊予の小京都」として全国に誇る隆盛のシンボルであるとともに、今後の伝統工法による大規模木造建築の復権の道を拓いたこと、そして昨今、警鐘が叫ばれている「日本のものづくりの精神」を実践し、失われつつある日本古来の文化と技術の伝承に、微力ながら役立つことができたのではないかと思っている。

東京から遠く離れた地方の町で展開された未知への挑戦によって甦った天守は、完成後、数々の賞を受けている。これは最後まで史実にこだわり本物を諦めなかった大洲市民と、工事に携わった多くの工匠たち、そして、基本設計を担当され、木造による復元への道を可能にくださった（故）宮上茂隆先生の大洲城への思いの賜物であると、私は思っている。

最後に、今回、微力ながらこの一大事業に参加し、一端を担うことができたことに感謝するとともに、ここに紹介の場を戴いたことに、関係者を代表して深く御礼を申し上げ、大洲城が千代に八千代に栄えることを願い結語としたい。

大洲城の受賞と選定

- ・ 四国照明賞 (2004)
- ・ 第1回ものづくり日本大賞 (2005)
- ・ 第7回国土技術開発賞 最優秀賞 (2005)
- ・ 日本建築学会業績賞 (2006)
- ・ 日本100名城 (2006)
- ・ 新日本様式100選 (2007)

基本設計：(故) 宮上茂隆

設計監理：(株)三宿工房 富士川俊輔

設計協力：竹林舎建築研究所(有) 木岡敬雄

(株)前川建築研究室 前川 康

(有)建築文化研究所 八木清勝

(株)増田建築構造事務所 増田一眞

J C M A

参考文献

- 1) 中村一男ほか：連載大洲城天守の復元 第3回 復元工事に携わって—未知の世界への第一歩—, 建築技術, [675], pp.196-199 (2006)
- 2) 山田憲明ほか：伝統的木造による建物の設計および仕口部の構造性能 その1. 建物の設計, その2. 仕口部の回転剛性, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (2005)
- 3) 境 茂樹ほか：伝統構法による大規模木造天守の常時微動測定 その1. 測定の概要, その2. 測定の結果, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (2006)
- 4) 伊藤倫顕ほか：塗り土壁のせん断耐力に関する実験的研究 その1. 研究概要および材料試験, その2. せん断加力実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (1995)
- 5) 増田隆行ほか：歴史的建造物に使用する木材保護塗装材の耐候性に関する研究, 日本建築士学会 2007 年大会学術講演会研究発表論文集, pp.95-98

【筆者紹介】

外館 寛 (とだて ひろし)

(株)間組

建築事業本部技術部

部長

(城・歴史的建造物)



建設の施工企画 2005 年バックナンバー

平成 17 年 1 月号 (第 659 号) ~ 平成 17 年 12 月号 (第 670 号)

1 月号 (第 659 号)

建設未来特集

6 月号 (第 664 号)

建設施工の環境対策特集

10 月号 (第 668 号)

海外の建設施工特集

2 月号 (第 660 号)

建設ロボットと IT 技術特集

7 月号 (第 665 号)

建設施工の環境対策—大気環境特集

11 月号 (第 669 号)

トンネル・シールド特集

3 月号 (第 661 号)

建設機械施工の安全対策特集

8 月号 (第 666 号)

解体・再生工法特集

12 月号 (第 670 号)

特殊条件下での建設施工機械特集

4 月号 (第 662 号)

建設機械施工の安全対策特集

9 月号 (第 667 号)

専門工事業・リースレンタル特集

■体裁 A4 判

■定価 各 1 部 840 円
(本体 800 円)

5 月号 (第 663 号)

災害復旧・防災対策特集

■送料 100 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 <http://www.jcmanet.or.jp>

特別報文

大断面分割シールド工法（ハーモニカ工法）

大久保 英 也・武 田 伸 児・山 田 紀 之

大断面分割シールド工法（以後、ハーモニカ工法）は、小型の泥土圧式シールド機にて掘削した小断面のトンネルを積み上げて、大断面のトンネルやアンダーパスを構築する非開削工法である。掘削完了時の坑口の仕上がり形状がハーモニカの吹き口に似ていることから「ハーモニカ工法」と命名された。このハーモニカ工法は、都市部などにおいてトンネルやアンダーパスを短期間で経済的に構築する技術として注目されており、現在までに施工中のものを含めて5本の施工実績がある。

本報告では、この新しい非開削技術であるハーモニカ工法の概要、特徴、施工方法、および現在までに施工した各工事の技術的特長について報告する。

キーワード：非開削技術、アンダーパスによる立体交差化技術、泥土圧式矩形揺動型掘削機、鋼製セグメント（鋼殻）、工期短縮、周辺環境への影響低減

1. はじめに

都市部には「主要幹線道路の交差点」や「開かずの踏切」など交通渋滞の発生箇所が数多く存在している。

例えば東京都を例にすると、23区内の幹線道路における交通渋滞発生箇所の渋滞損失額を合計すると、都内全渋滞損失の約50%である5,700億円に相当するとの報告もある。このような交通渋滞を解消する対策の一つとして、アンダーパスによる立体交差化が進められている。

通常、市街地におけるアンダーパスやトンネルなどの建設は、主に開削工法にて施工が行われている。しかし開削工法は供用中の道路上などに広範囲にわたって作業帯を設置する必要があるため、既存車線の交通規制や車線数の削減、さらには、こうした規制に起因する新たな交通渋滞や、工事期間の長期化、夜間作業時における近隣への騒音や振動など、施工箇所周辺の環境に与える影響が大きいなどの問題が生じており、非開削による施工法の実施が求められていた。

既存の非開削工法によるアンダーパスやトンネルの構築方法としては、PCR工法やHEP & JES工法などの外殻先行方式や全断面シールド方式などが用いられてきたが、外殻先行方式は技術的に曲線施工が困難なため、アンダーパスのように曲線線形を持つ構造物を施工するには、立坑を深く構築し線形全体を包括できるように必要以上に大きな断面で掘削を行う必要があ

ること、また施工延長が100mを超えるような場合は、途中に中間立坑を設ける必要があることなどから、工期やコストが増大するという課題が生じていた。

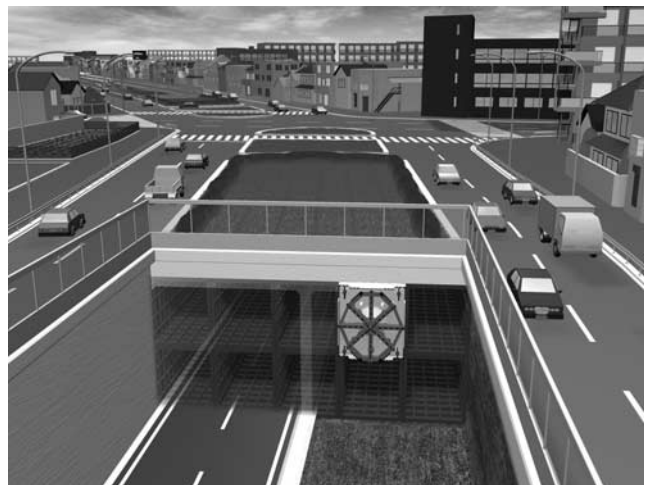
一方、全断面シールド方式を用いる場合には、機械設備が高額になるという課題が生じていた。

ハーモニカ工法は、これら既存技術の課題を解決する新たな非開削技術として開発された工法である。

2. ハーモニカ工法の概要

(1) ハーモニカ工法の概要

ハーモニカ工法は、大断面のアンダーパス、もしくは



図—1 ハーモニカ工法

はトンネルを3～4mの矩形で格子状のブロックに等分割した後、各ブロックを矩形の泥土圧式掘削機を複数回使用して掘削する。掘削方法として推進方式を採用することで、各函体の覆工として用いている鋼製セグメント（以後、鋼殻）同士を接触させた状態で掘削して、地中に函体を積み上げるように大断面のトンネルを掘削する工法である。掘削が完了した後、内部の躯体を構築して大断面の地下構造物を構築する。掘削完了後の坑口形状がハーモニカの吹き口に似ていることから「ハーモニカ工法」と命名した（図—1）。

（2）ハーモニカ工法の特徴

ハーモニカ工法は外殻先行方式と比較した場合、以下の特徴を持つ。

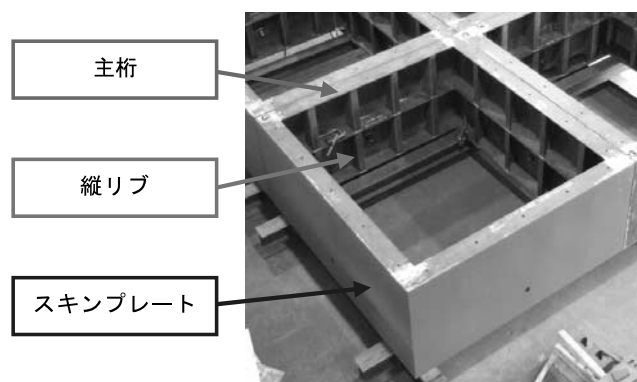
- ①掘削にシールド機を使用するので曲線施工が可能となり、構造物に沿った最適な線形での掘削が可能。
- ②100mを超える掘削が可能のため、外殻先行方式で100mを超える掘削を行う場合に必要となる中間立坑の施工が不要。
- ③鋼殻が土留め支保工の役割を果たすため、支保工の架設が不要。
- ④掘進工事が完了するとトンネル掘削が全て完了するため、内部掘削が不要。

また、全断面シールド方式と比較した場合、以下の特徴を持つ。

- ①小型掘削機を使用するため、低土被りでの施工が可能。また、機械設備費も少なくなる。
- ②機械設備が小型になり、作業基地面積の小規模化が可能。
- ③掘削方式は、立坑内にてセグメントを組立てる推進方式のため、テールボイドが少なく、地表面に与える影響が少ない。

（3）鋼殻

ハーモニカ工法では、覆工として鋼殻を使用する。



写真—1 鋼殻（鋼製セグメント）

この鋼殻は、外周部を覆うスキンプレート、矩形で土水圧などの外力に抵抗する役目を果たす主桁、推力を伝える部材である縦リブから構成される（写真—1）。

ハーモニカ工法は、隣接する函体同士を接触させた状態で掘削を行うため、函体間に凹凸方の特殊形状の継手を配置して函体同士の離隔を制限するとともに、掘削完了後は、この継手部に止水材を注入して函体間の止水性能を高めることができる。

（4）分割断面数、鋼殻サイズの検討

鋼殻の断面形状や分割数は、構造物の寸法、現場条件、躯体構築時の作業条件、掘削機や鋼殻の運搬条件や到達立坑における掘削機の回収方法などの要素により決定する。

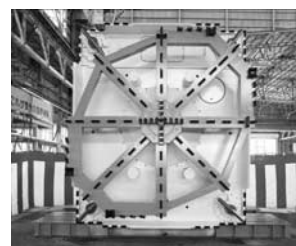
断面の分割数を増やすと、掘削機が小型になり掘削機本体の価格や、諸設備が小型になり安価となるが、施工時の段取り回数が増すため工期が長期化する。また、躯体構築時の作業性が低下し、躯体構築後に撤去する鋼材量が増加するなどの課題があるため、これらを総合的に勘案して決定する。

（5）掘削機械

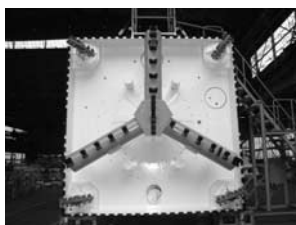
ハーモニカ工法で使用する掘削機は、切羽の安定に優れ地表面への影響が少ないとされる密閉型の泥土圧式シールド機を主に採用している。函体同士を接触させた状態で掘削を行うという工法の特徴から、掘削機内でセグメントを組立てるシールド方式ではなく、推



東京都内地下通路①、③
密閉式 揺動型



大阪府内鉄道工事
密閉式 揺動型



神奈川県内アンダーパス工事
密閉式 回転型



千葉県内鉄道工事
開放型

写真—2 掘削機械の例

進方式を採用した。

ハーモニカ工法は計画中の物件を含めて、現在までに5本のアンダーパス、もしくはトンネルを施工した実績があり、各々の現場の特徴によって、4つの異なる型の掘削機を開発し施工を行った。

写真—2に実際の施工で使用した掘削機の写真を示す。また、各掘削機の諸元について表—1にまとめた。

(6) ハーモニカ工法の施工手順

矩形トンネルの断面を6分割した状況を仮定して、施工手順を説明する(図—2)。

- ①発進立坑内で掘削機、元押しジャッキ、その他掘削に使用する諸設備を組立てた後、基準函体(B1)を掘削する。基準函体の掘削完了後、掘削機械を到

達立坑にて解体搬出し、発進立坑内に投入、再組立て後、後行函体(B2, B3)の掘削を行う。

後行函体は基準函体をガイドにして、基準函体に接触した状態で掘削を実施する(STEP1)。

- ②下部函体掘削後、発進立坑内に架台を組立て、同様の手順で上部函体を掘削する(STEP2)。

- ③6函体掘削完了。隣接する函体間の継手部に止水処理を行い、水密構造とする(STEP3)。

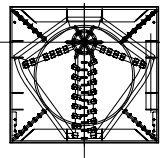
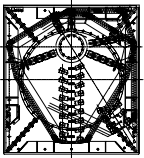
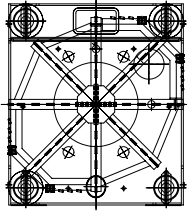
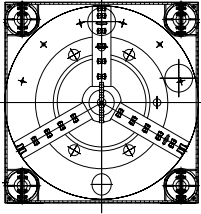
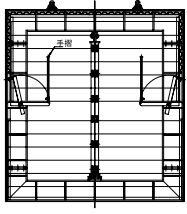
- ④躯体構築に先立ち、鉄筋の配筋に支障となる部分のスキンプレートや縦リブを撤去する(STEP4)。

- ⑤鉄筋組立て後、底版コンクリート打設(STEP5)。

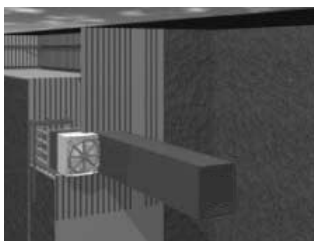
- ⑥底版コンクリート養生後、同様の手順で側壁コンクリート、スラブコンクリートを施工する(STEP6)。

- ⑦スラブコンクリート養生後、内部に残されている鋼材を撤去する(STEP7)。

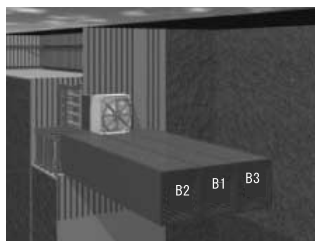
表—1 掘削機械の諸元

工事分類	東京都内 地下通路③工事	東京都内 地下通路①工事	大阪府内 鉄道工事	神奈川県内 アンダーパス工事	千葉県内 鉄道工事
マシン外形(横×縦) 全長:mm(機長:mm)	2,950 mm × 2,670 mm 3,980 mm (3,375 mm)	2,670 mm × 2,950 mm 3,980 mm (3,375 mm)	3,465 mm × 3,990 mm 4,375 mm (2,285 mm)	3,830 mm × 3,980 mm 4,445 mm (3,260 mm)	3,548 mm × 3,809 mm 1,800 mm
方向修正ジャッキ	800 kN × 8 本	800 kN × 8 本	1,200 kN × 4 本 1,000 kN × 4 本	1,200 kN × 8 本 1,000 kN × 4 本	—
カッタ形式	一軸揺動型	一軸揺動型	回転揺動型+コーナーカッター	一軸回転型+コーナーカッター	開放型機械掘削
現在の状況	施工完了	施工完了	施工完了	施工中	施工中
掘削機の形状					

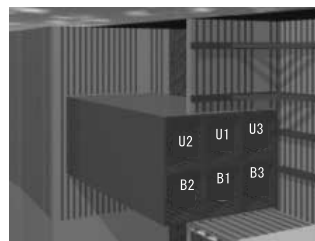
STEP 1



STEP 2



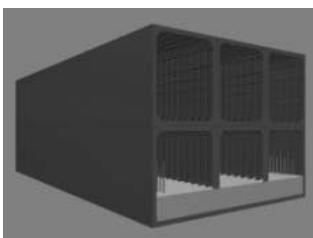
STEP 3



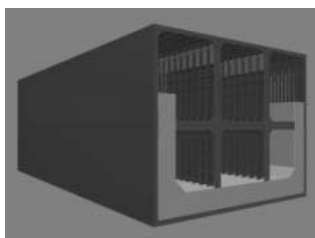
STEP 4



STEP 5



STEP 6



STEP 7



STEP 8



図—2 施工手順

⑧躯体構築工完了。この後、内部の仕上げ工などを実施し、施工を完了する（STEP8）。

3. ハーモニカ工法の施工実績と技術的特長

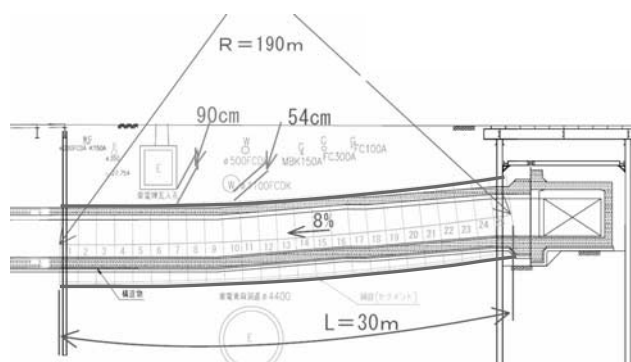
以下に、ハーモニカ工法の施工実績と技術的特長を示す（表—2）。

表—2 ハーモニカ工法の施工実績

工事全般	延長 (m)	函体 制付	用途	鋼殻 横(mm) × 縦(mm)	施工上の 特記事項	備考
東京都内 地下通路③ 工事	30.0	4	地下 通路	2,950 × 2,670	曲線施工 (縦断方向)	竣工
東京都内 地下通路① 工事	40.0	6	地下 通路	2,670 × 2,950	地下埋設物 近接，同一 掘削機転用	竣工
大阪府内 鉄道工事	21.5	6	鉄道	3,470 × 3,990	大型埋設 物下 での掘削	ハーモニカ 工法は完了
神奈川県内 アンダーパス 工事	73.0	10	道路	3,830 × 3,980	曲線施工 (水平縦断 方向)	施工中
千葉県内 鉄道工事	38.0	4	鉄道	3,530 × 3,800	開放型掘削	施工中

(1) 東京都内 地下通路工事③，地下通路工事①

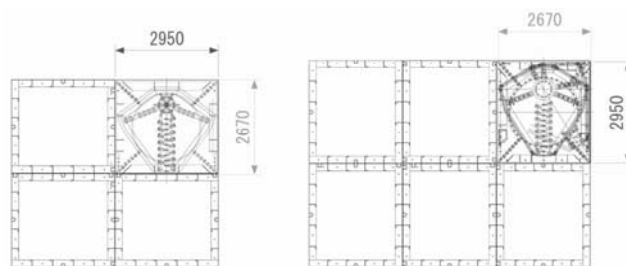
本工事の施工箇所は、交通量の多いT字交差点直下で、日本有数の繁華街の近くである六本木に位置していることもあり、路上における作業帯の設置に制約があった。また、構築される地下通路の形状がバリアフリーの観点から8%の勾配を持つスロープと踊り場を含む複雑な形状であったことから、これを従来の非開削技術である外殻先行方式で施工しようとする、既存の地中埋設物と干渉してしまうことから、曲



図—3 曲線施工概要図

線施工の可能な非開削技術であるハーモニカ工法を提案して施工を行った（図—3）。

また、本工事では地下通路③（幅5.5m×高さ4.0m×全長30m）と地下通路①（幅7.45m×高さ5.3m×長さ40m）と、縦横のサイズが異なるトンネルを構築したが、これを2台の掘削機で施工するのではなく、縦×横のサイズの異なる掘削機を90°横転させ、掘削機の縦横を入れ替えて使用することで、1台の掘削機で2つの異なる断面の掘削を行う計画を立案して施工を行った。また、曲線施工対応として、方向修正用ジャッキを設けた（図—4）。



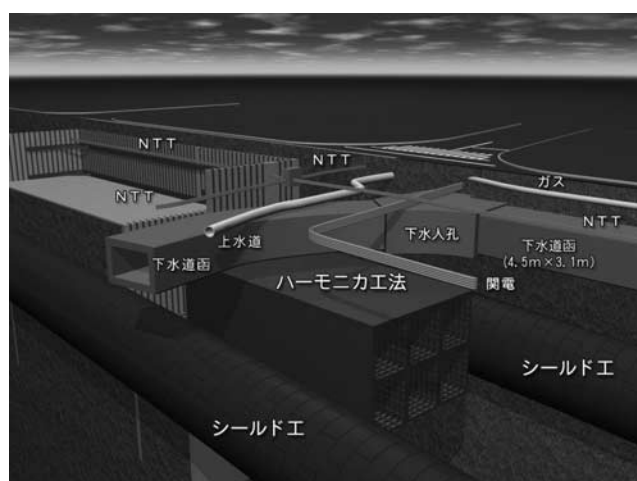
地下通路③施工時

地下通路①施工時

図—4 掘削機械の転用例

(2) 大阪府内 鉄道工事

本工事では、幅9.80m×高さ7.35m×全長227mの引上げ線部を当初の計画では開削工法で施工する予定であったが、以下の理由から、施工区間のうち交差点部21.5mの区間にハーモニカ工法を採用した（図—5）。



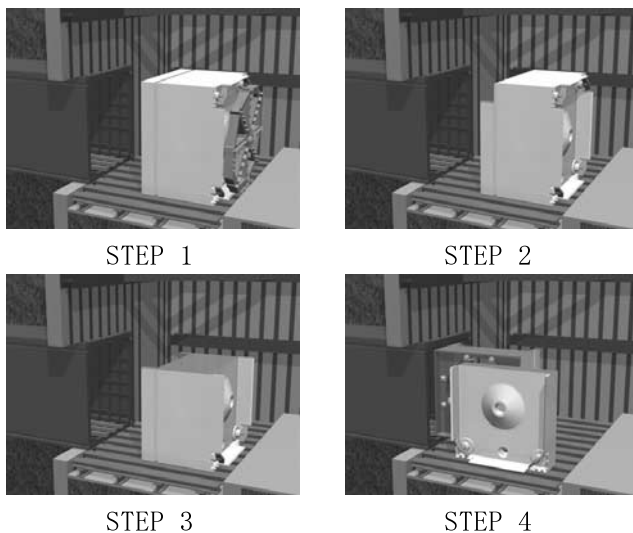
図—5 ハーモニカ工法施工位置状況図

①交差点部を幅4.5m×高さ3.1mの下水道管渠（昭和10年頃に施工）、NTT、関電、水道などの埋設間が横断しており、下水人孔も近接していることな

どから開削工法の実施が困難であり、非開削工法が望まれた。

- ②将来施工されるシールドトンネルとも近接していることから、非開削工法施工時の立坑幅に制限を受けるため、躯体外側から1 m 程度の離隔での施工が条件であった。
 - ③掘削時の埋設物への影響を低減する必要があった。
 - ④地上交差点部での作業を低減する必要があった。
- 掘削機の転用方法としては下記方法がある。
- ①到達立坑からクレーンで掘削機を吊り上げ発進立坑に再投入する方法。
 - ②到達立坑でUターンして掘進を行う方法。
 - ③到達立坑で掘削機を解体し函体内を発進立坑へ引き戻す方法。

本工事では、地上部が交差点であるため掘削機の引上げに大きなクレーンを設置することができないことや、到達側が開削区間であり再発進時の反力が取れないことなどを考慮して、到達立坑にて掘削機を解体し、掘削が完了した函体内を到達立坑から発進立坑側へ引き戻し再度発進立坑内で組立てるという方法を採用し、分割、再組立ての可能な構造とした(図—6)。



図—6 掘削機械転用手順

(3) 神奈川県内 アンダーパス構築工事

本工事では、全長 420 m のアンダーパス施工区間のうち、幅 18.4 m × 高さ 7.15 m × 全長 73.0 m のボックスカルバート区間をハーモニカ工法によって曲線施工(水平縦断方向)で施工する(図—7)。本工事では、鋼殻の形状が正方形に近いことから、回転型カッタの掘削機を採用した。

ハーモニカ工法 施工区間



図—7 施工箇所状況図

(4) 千葉県内 鉄道工事

本工事では、擁壁基礎杭 (PHC 杭) の切断撤去があるという現場条件から、従来のハーモニカ工法で採用してきた密閉型泥土圧式掘削機を採用せずに、初めて開放型の掘削方法を採用した(写真—3, 4)。



写真—3 開放型刃口部



写真—4 発進立坑状況
(刃口部と鋼殻 1R 目)

4. おわりに

ハーモニカ工法は、東京都内の地下通路構築工事、大阪府内の鉄道工事に続き、今年度もさらに2件の施



写真—5 掘削完了状況(大阪府内鉄道工事)

工が行われている。

今後も、都市部の交差点や鉄道横断部におけるアンダーパス構築法として、非開削による施工のニーズが益々高まるものと考ええる。

ハーモニカ工法は、周辺環境への影響低減や地下埋設物など複雑な条件を抱える都市部において実施されるアンダーパス工事において、工事の省力化、コストダウン、工期短縮、既存車線の交通規制や規制に伴う交通渋滞および地表面に与える影響など、周辺環境への影響低減に貢献する最適な工法であると考ええる。

JCM A



【筆者紹介】

大久保 英也（おおくぼ ひでや）
大成建設㈱
技術センター 土木技術開発部
地下空間開発室
課長



武田 伸児（たけだ しんじ）
大成建設㈱
横浜支店 土木工事業務所
課長



山田 紀之（やまだ のりゆき）
大成建設㈱
土木本部 土木技術部
都市土木技術室
課長代理

建設の施工企画 2006 年バックナンバー

平成 18 年 1 月号（第 671 号）～平成 18 年 12 月号（第 682 号）

1 月号（第 671 号）
夢特集

5 月号（第 675 号）
施工現場の安全特集

10 月号（第 680 号）
情報化施工と IT 特集

2 月号（第 672 号）
環境特集 温暖化防止に向けて（大気汚染防止・軽減）特集

6 月号（第 676 号）
リサイクル特集

11 月号（第 681 号）
ロボット・無人化施工特集

3 月号（第 673 号）
環境特集 環境改善（水質浄化・土壌浄化）

7 月号（第 677 号）
防災特集

12 月号（第 682 号）
基礎工事特集

4 月号（第 674 号）
特集 品確法 公共工事の品質確保

8 月号（第 678 号）
標準化特集

■体裁 A4 判
■定価 各 1 部 840 円
（本体 800 円）

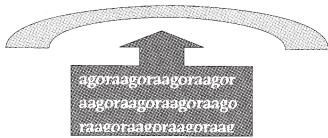
9 月号（第 679 号）
維持管理・延命化・長寿命化特集

■送料 100 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 <http://www.jcmanet.or.jp>



勝鬨橋の計画経緯と重文指定への歩み

「勝鬨橋をあげる会」代表
伊 東 孝

昨年6月、隅田川橋梁の永代・清洲・勝鬨の3橋が国の重要文化財に指定された。勝鬨橋を再び動かしてみたいと運動しているわたしども「勝鬨橋をあげる会」にとって、これはたいへんうれしい知らせであった。本稿では、20年前の会の立ち上げ事情とともに、①近代可動橋の状況と文化財、②勝鬨橋の計画経緯と実利的な架橋理由、最後に③勝鬨橋のかつての取壊し計画や重文指定理由への疑問などについて叙述する。あわせて勝鬨橋をあげることへの、みなさまのご協力をお願いしたい。

キーワード：勝鬨橋、あげる会、東京の橋研究会、東京オリンピック、可動橋、重要文化財、選奨土木遺産

1. はじめに

昨年6月周知のように、隅田川にかかる震災復興橋梁（関東大震災後の復興事業でつくられた橋）の永代橋・清洲橋とともに、勝鬨橋が国の重要文化財（以下、重文）に指定された（写真—1）。25年前（1982年）に「東京の橋研究会」を立ち上げ、その後、有志で「勝鬨橋をあげる会」（以下「あげる会」）をつくり、代表をしているわたしとしては、今回の勝鬨橋の重文指定はたいへんありがたい知らせであった。

1999年に日本橋が国の重要文化財に指定されたとき、次は隅田川にかかる震災復興橋梁だと思った。なぜかといえば、日本橋は石造りの橋で、明治44年の竣工、近代的な橋梁理論に基づいて設計されたとはいえ、一世代前の橋である。現代の明石海峡大橋につながる近代橋梁の技術的原点といえば、日本では大正

12年から昭和5年にかけてつくられた震災復興橋梁なのである。そして永代橋と清洲橋は、それを象徴的に示す橋である。

2000年に土木学会で、選奨土木遺産制度がはじまったとき、関東支部では迷うことなく永代橋と清洲橋をあげた。原則は1件だったので、「帝都を飾るツイン・ゲイト」としてワンセットで1件とした。ふたをあけてみると、各支部もそれぞれ苦心したと見え、東北支部では「野蒜築港関連事業」として野蒜築港跡地や閘門・運河を入れ、中部支部では「木曽川ケレップ水制群」、関西支部では「大川・中之島の橋梁群」として5橋を選定した。これなら、「隅田川の震災復興橋梁群」も可能だったと思ったが、横浜のドックヤード・ガーデンと帆船日本丸が係留されている第1号ドックとが別々に重文指定されたように、別々に選定して社会へ何度もPRできると考え直した。

以上のように考えていたので、今回勝鬨橋が、永代橋と清洲橋とともに重文指定されたことに、多少の驚きがあった。実は一昨年、勝鬨橋を選奨土木遺産の選定候補にしようと思い、東京都に打診したことがある。2、3日経ってからの回答は、「ある話が進行中なので、遠慮したい」とのことだった。それ以上詳しくは聞けず、都は文化財行政と同じく、遺産の保護・保全に熱心ではないと判断した。たとえば都には、近代土木遺産は全国の8%（668件）もあるのに、登録土木文化財は皆無である（平成17年9月現在）。しかし今考えると、「ある話」というのは、重文指定のことだったと納得した。それにしても、永代・清洲橋は選奨土木遺産から重文指定になったし、新潟の万代橋も同じく「選奨土木遺産→重文指定のコース」を辿ったのだから



写真—1 橋詰からみる勝鬨橋（下流側）。橋を渡ると、月島・晴海へと続く。＊掲載写真は、加藤豊『閉じられたままの勝鬨橋』より。

ら、受けとっておけばよかったのと思う。しかしその分、他の土木構造物のチャンスを奪うので、結果、オーライである。

勝鬨橋が重文指定されたので、有り難いことにいろいろなメディアから「あげる会」に原稿や講演などを依頼されている。少しずつネタを変えているのだが、メインの内容は余り変えられない。本稿では、まず①近代可動橋の状況と文化財について概観し、次に、②今まで勝鬨橋については昭和15年の幻の東京オリンピックと万国博覧会の関係について主に紹介してきたのだが、今回は勝鬨橋の計画経緯と架橋の実利的理由を叙述し、最後に③勝鬨橋の取壊し計画や重文指定理由への疑問などにふれてみたい。

2. 近代可動橋の状況と文化財

可動橋は、舟運が栄えていた頃の産物で、ある意味では水上輸送と陸上輸送とが棲み分けしていた時代の象徴である。わが国の近代可動橋は、大阪市の本津川に架設された千代崎橋が最初である（明治5年）。わたしども「あげる会」が調べた「可動橋一覧」によると、近代には46の可動橋が架設された。明治・大正期の可動橋は、基本的に“道路”可動橋が多く、“鉄道”可動橋は神戸市の兵庫運河にかかる和田旋回橋（明治33年頃）が唯一である。しかもこの橋は現在、動かないけれども現存する。土木文化財としては、ひじょうに貴重な橋だが、神戸市や兵庫県の文化財にはなぜか指定されていない。近代昭和期は、鉄道可動橋が増えたときで、橋種が判明しているうち11橋が鉄道橋、12橋が道路橋と折半している。戦後は道路可動橋が圧倒的で、鉄道橋はわずかに2橋である。近代昭和期は鉄道可動橋の全盛期であった。

近代可動橋のうち、現存するのは勝鬨橋をふくめ7橋のみである。参考までに6橋を年代順にリストアップすると、以下ようになる。和田旋回橋（鉄道橋、M33、兵庫県）、名古屋港跳上橋（鉄道橋、S2、愛知県、登録文化財）、末広橋梁（鉄道橋、S6、三重県、重文）、的場橋（道路橋、S6、香川県）、長浜大橋（道路橋、S10、愛媛県、登録文化財）、旧筑後川橋梁（鉄道橋、S10、福岡・佐賀県、重文）。このほか、私自身は写真でしか確認していないが、佐賀県に花宗川橋梁（鉄道橋だが、現在道路橋？、S8）が現存しているという。勝鬨橋をふくめ重文が3橋、登録文化財が2橋であり、今や文化財の可動橋が多くなっていることがわかる。

勝鬨橋もそうだが、わが国の可動橋は河口部にポツ

ンと一つ架けられていることが多い。可動橋の数としてはおそらく世界一だと思えるオランダの可動橋は、都市ごとに集中している。たとえばアムステルダムやハーグなどには、至る所で可動橋がみられる。勝鬨橋のモデル橋をもつシカゴのダウタウンには、二十余りの橋があるが、いずれも可動橋である。ニューヨークでマンハタン島を一回りするクルーズラインに乗った人なら気づいたと思うが、ハーレム川のダウタウン部にかかる橋もまた基本的には可動橋である。もうわかりと思うが、可動橋は、船が通る河川に架かるので、低地部なら基本的には橋はすべて可動橋でないと困るのだ。ひとつだけ可動橋であっても河川舟運には役立たない。

では勝鬨橋や日本の多くの可動橋は、なぜポツンと一つだけが多いのか。基本的には、可動橋をくぐった後、さらに奥まで大きな船が進めなかったからである。急流河川が多く、水深を深くとれない日本の河川では、内陸舟運は発達せず、川港はほとんどない。勝鬨橋は、かつてはすぐ上流の右岸側に船着場があり、船を奥に進める必要がなかった。日本でも、前述した兵庫運河のように埋立地に5つも可動橋がかかっていた場所があるが、わが国ではめずらしい事例であった。「あった」と書いたように、今では道路橋はいずれも固定橋に架け替えられている。2、3橋の可動橋が架設された事例としては、大阪とか三重県の四日市港があげられるが、現存しているのは、四日市港の埋立地の運河に架設された鉄道橋と道路橋のみである。鉄道橋の末広橋梁は、今でも現役で可動しており、国の重要文化財に指定されている（前述）。道路橋の可動橋：臨港橋は、戦後の昭和38年に二代目が、そして平成3年には三代目が架け替えられたが、戦後可動橋が次々に固定橋に架け替えられる中ではめずらしい事例である。

3. 勝鬨橋の計画経緯と架橋の実利的判断

(1) 四度目の正直

勝鬨橋の完成は、当初4年半の予定が、延期、延期で3年も延び、結局7年半かかった。だが延び延びになったのは橋の完成だけではなく、さかのぼれば橋の計画も四度目の正直で架設されたものなのだ。築地と月島をむすぶ架橋計画は古く、しかも当初から計画は可動橋であった。

まずは、明治44年である。架橋の建議が東京市議会で提出され、調査費3,000円がついた。測量・地質調査がおこなわれ、橋のタイプが決定されたのは、大

正4年8月。しかしこの計画は、第一次世界大戦の影響で、鉄価格が急騰したことや、市の財政問題で実現しなかった。

二回目は、大正8年。橋のタイプは、開くのではなく、橋桁が上下に移動する昇降式だった。この時もいろいろな事情から実現しなかった。

第三回目は、関東大震災後の復興計画。この時は、当初計画が縮小されたため橋の建設は見送られ、道路だけは隅田川をはさんで、築地側、月島側、それぞれつくられた。今の晴海通りである。

第四回目。昭和5年12月の市会で可決、やっと事業の実施をみる事ができた。最初の建議から実に20年も経っていた。さらに橋の完成まで10年もあるわけだ。

計画がようやく実現するのだから、昭和5年12月の市会決議は、勝鬨橋にとって大変記念すべき決議である。だが調べてみると、可決されたのは「東京港修築工事」であって、「勝鬨橋架橋工事」ではない。それなのになぜ勝鬨橋が、建設されることになったのであろうか。

東京港はもともと、永代橋の下流部までが内湾と位置づけられていた（現在は、勝鬨橋の下流部まで）。しかも明治のはじめごろ、隅田川の下流には石川島と佃島の二つの小島しかなく、下流側に隣接する月島は、明治18年から始まった隅田川や東京湾浦筋の浚渫工事の土砂で築かれた島である。ちなみに「月島」は、「築きたる島」に通じ、また当地が観月にも格好の地であったので、「月島」とよばれるようになったといわれる（『月島発展史』）。

(2) 港湾事業としての架橋計画

昭和5年の市会決議は、本来、勝鬨橋よりも東京港の歴史にとって大変記念すべき決議であった。近代になってはじめて“築港”計画として議決されたからだ。港をつくることは、東京市にとって明治以来の長年の夢であった。しかし築港計画を提案するたびに横浜市の反対にあい、なかなか着工できなかった。

しかしとにもかくにも着工できたのは、工事内容が隅田川口改良工事だったからである。工事名称からわかるように、河口部の浚渫工事が主であり、築港工事とはほど遠いものであったが、築港工事のきっかけをつくったものとして位置づけられている。

こうして明治39年12月に隅田川口改渫工事の第一期工事が開始され、昭和10年に第三期工事が終了している。

東京港修築工事の突破口は、思ってもいない災害が

きっかけになって開かれた。関東大震災の発生である。修築計画説明書は、次のように語る。

「大正12年9月震災時に、船舶の冒険的入津と犠牲的荷役の敢行せられて、茲に東京港修築は、実際問題として緊急措く能はざるもの」となったのである。

そこですでに決まっていた工事内容を変更、予算規模も680万円から1,900万円に増額した。さらに緊急施設として、工事費180万円をかけて、芝浦・日之出栈橋に臨港鉄道を敷設し、水陸の連係と後方地域への連絡を円滑にした。この路線は鉄道省のはじめての臨港線である。だがこの施設でも、増大する貨物に対応することはむずかしかった。さらに帝都復興をすみやかにおこない、その後の経済的活力を維持するためにも港湾整備は必要であった。

計画説明書は、さらに続ける。

「加ふるに復興事業の完成せる帝都に於て、経済的活躍を期せんには、東京港の修築は、最も緊要なる事業と称すべく、是れ本計画を樹立せし所以なり」と。

計画では、港内の荷役能力を年間360万トンから倍の750万トンに増加、2,000～6,000トン級の船舶18隻の同時接岸を可能にするものであった。現潮見・豊洲・有明の各地区に物揚場を計画、停泊地の面積を増やし、水深を深くした。有明地区に筏溜りの設置、各係船岸壁には上屋や倉庫が計画され、道路・橋梁・鉄道もワンセットに計画された本格的なものである。

可動橋の勝鬨橋も、この港湾計画に位置づけられ、「隅田川可動橋」として一項もうけられていた。

「隅田川を横断して月島及築地を連絡する可動橋を架設し、以て月島埠頭と市の中心地区とを連絡する交通路たらしむものにして、其の橋長135間（筆者注、約245m）・幅員12間（筆者注、約22m）を3径間に分ち、中央径間を可動式とし、船舶の航行を自由ならしむ」

以上が、市会の議決を得た「東京港修築工事」である。しかし政府はこれを、そのまますんなりとは認めなかった。

工事内容は、昭和8年1月、内務省港湾調査会で審議されたが、翌年1月、「係船岸壁の築造については、決定を保留する」との条件付きで可決された。つまり航路・停泊地の浚渫や外郭施設・埋立地の造成工事はおこなってもよいが、船の接岸する肝心の係船岸壁はダメだということのである。

港湾調査会の議決は、昭和9年の1月である。これと勝鬨橋との着工年月が合わない。文献により勝鬨橋の着工は、7年11月説と8年説とがあるが、9年説はいずれにしても存在しない。勝鬨橋の着工については、

事前に OK が出ていたのであろうか。この辺の事情は、資料をあたってみたが、不明である。

東京都が昭和 37 年に発行した『東京港史』によれば、「昭和 5 年 12 月に議決を得ると、ただちに着工」とあり、また次に述べるように、議決後、事務手続きや設計作業も進めていたから、橋の架設や一部の港湾施設の建設は、港湾調査会の審議とは別におこなわれていたようだ。たとえば、審議内容と抵触しない範囲で、建設を進めていたことも考えられる。

(3) 埋立地の売却不振を一掃する勝鬨橋

勝鬨橋は、幻のオリンピックといわれた昭和 15 年の東京オリンピックと万国博覧会にあわせて架設されたものだが、ここでは、東京市の実利的な理由があったことを紹介しておきたい。それは月島や晴海は東京市の埋立て事業であったのだが、交通が不便なため、計画したようには埋立地は売れず、埋立地でのオリンピックと万国博覧会の関係は、埋立地の開発をにらんでのことでもあった。

勝鬨橋の計画は、昭和 6 年、起債や施工認可などの事務手続きを開始する一方、基本設計案などの作業も進めていた。

橋の架設は、いうまでもなく築地と月島間の交通を便利にする。それまで、築地の渡し・月島の渡し・勝鬨の渡しの三つしかなく、陸上で行くには、上流の永代橋を渡って、相生橋経由で行くしかなかった。自動車でも、30 分以上かかった。今では交通が混雑して、とても 30 分では行けないが。

それに対し橋を架けると、わずか数分で銀座に行けるのだ（ここも同じく現在、昼間は交通が混雑し、車を使っても数分では銀座に着かない）。

交通が便利になると土地が値上がりするのは、今も昔も変わりはない。

この間の事情を、勝鬨橋の現場の総括責任者だった東京市の徳善義光技師は、次のように述べる。

「埋立地の値上がり丈に就て申しまして、此の地域二百萬坪の埋立地が、坪当十円の値上がりともても二千万円、五十円の値上がりともれば一億円となる勘定であります。本橋の総工事費は約四百万円でありますから、4 百万円の橋一つ架けることに依って一億円の利益になります」

この土地の値上がり益は、誰が取得したのだろうか。これは、埋立地を造成していた東京市である。東京市では、隅田川口改良工事にあわせて埋立地を造成し、工事費用は埋立地の売却費用で賄おうとしていた。しかし、埋立地は計画したようには売れず、改良工事に

も支障をきたした。このため第三期工事は、5 年ずらして着工されている。

それゆえ勝鬨橋の架橋計画は、埋立地の売却不振を解消する狙いもあったことがわかる。

4. 勝鬨橋の取壊し計画、重文指定理由そして疑問

(1) 勝鬨橋の取壊し計画

今日でこそ、勝鬨橋は重要文化財に指定され、東京都も保存の意志を固めたが、今から 20 年ぐらい前には、橋を取壊そうとする動きもあった。それに対して立ち上げたのが、「勝鬨橋をあげる会」であった。な



写真—2 橋脚内のギア
小さなギアの回転を巨大なギアへ伝え、橋桁をあげる。



写真—3 橋脚内スペース
橋桁があがると、左上から桁の端部が下りてきて、右側のスッパのところで止まる。

らば、「勝鬨橋を守る会」や「保存する会」でもよいではないか、といわれそうである。確かにそういう団体もあったらしいが、わたしどもは単に橋を保存するだけでなく、元々動いていたのだから、“動態保存”を目的とした。“動態保存”は、橋の存在を前提とする（写真—2, 3）。

「あげる会」の背景には、「東京の橋研究会」で釣り舟による橋めぐり・まちめぐりをはじめたころ、「勝鬨橋があがったら、ダイナミックな景観で、かっこいいだろうな」と思ったことにある。このような経緯から考えると、今回の隅田川3橋梁の重文指定は、気持ち的には、「わたしどもの活動の成果」と書きたいところだが、もちろん会の活動だけで今回の重文指定になった訳ではない。しかしわたしどもの活動が、重文指定にそれなりの影響力をもったことはいえるのではないかと自負している。現に都の職員の方から、「『あげる会』の活動は、かつて橋の架替プランのあったとき、都庁内の保存派の力になった」と聞いたことがあるからだ。

「あげる会」が正式に発足したのは、1989年5月6日（土）で、築地の明石町会館だった。ほぼ20年前のことになる。その日は、3日～5日までの連休と7日の日曜日にはさまれていたもので、どれだけ人が集まってくれるか心配していたが、50人ぐらい集まってくれた。それまでは、「東京の橋研究会」で活動していた。

本来、勝鬨橋という特定の橋をあげる活動は、地元が主体にならなくてはだめだ。しかも橋をあげることが地元の利益につながれば、それにこしたことはない。そのため「東京の橋研究会」では、銀座や築地・月島の町内会長さんに電話をかけたり、面談にいったりしていたが、なかなかよい返事をもらえなかった。ある町内会では、地縁組織が強く現役の町内会長さんでは話が通らず、旧会長、またその前の会長というように、結果的に役所のたらい回しのようにされたこともある。

そうこうしているうちに新聞報道されたのが、「勝鬨橋が危ない！」であった。

当時は、築地・月島が経済的に停滞していた。有楽町にあった都庁が新宿に移転、また晴海のモーターショーが幕張に移行したため、銀座・築地・月島などの下町は総体的に地盤沈下を起こしていた。これに対して東京都は、下町の活性化をかねたのであろうか、臨海部を一気に開発しようとし、その手はじめに臨海部で世界都市博覧会の開催を準備していた。埋立地で博覧会が開催されると、集中・発生する交通量は膨大な

ものになる。竹芝桟橋から船によるシャトル輸送も考えられていたが、到底それでは不十分であった。鉄道（現、東京臨海高速鉄道）も計画されていたが、世界都市博の開催には間に合わなかった。

そこで考えられたのが、晴海通りの4車線から6車線への拡幅である。勝鬨橋は晴海通りにかかるので、橋も何らかの形で拡幅されねばならない。考えられたのが、新橋への架替案、2車線分の橋を上流か下流への併設案、そして2車線分のトンネル案の3つであった。

この記事が新聞報道されたため、地元の動きを待っていることができず、事は急を要するため、前述の明石町会館での「勝鬨橋をあげる会」の立ち上げとなった。

（2）勝鬨橋の重要文化財指定理由と疑問

重文の指定基準は「国宝及び重要文化財指定基準」で決められている。重文に指定されるのは「各時代又は類型の典型となるもの」で、次の5つの指定基準のいずれかに該当しなければ駄目である。

- （一）意匠的に優秀なもの
- （二）技術的に優秀なもの
- （三）歴史的価値の高いもの
- （四）学術的価値の高いもの
- （五）流派的又は地方的特色において顕著なもの

勝鬨橋の場合は、（二）の「技術的に優秀なもの」であった。永代橋と清洲橋の場合はどうだろう。ともに『（一）意匠的に優秀なもの』及び『（二）技術的に優秀なもの』による」である。

ここで大きな疑問がわいた。勝鬨橋は、永代橋に代わって帝都の第一橋梁となり、さらに紀元2600年を記念した東京オリンピック（開催されず）に船で来る人および会場へ行くための歓迎門の役割を期待されたのに、なぜ「意匠的に優秀なもの」ではなかったのだろうか。そもそも「意匠的に優秀」とは、何ををもって「優秀」と「そうでない」とを分けたのであろうか。3つの橋をならべて見たとき、永代橋と清洲橋の姿は確かに美しいと思う。勝鬨橋にしても、写真集にえられる美しい橋である（たとえば加藤豊『閉じられたままの勝鬨橋—その造形と情景』）。なお指定基準でいっている「意匠的に優秀」は、ここでは「装飾」ではなく、橋の形や線型など「デザイン的に優秀」と理解する方がよいと思う。

改めて文化庁文化財部が監修している雑誌『月刊文化財』の平成19年7月号の特集「新指定の文化財—建造物」を読み直してみた。

清洲橋と永代橋について、意匠的な評価部分を探してみると、以下のように書かれている。

「永代橋は、放物線状の大規模ソリッドリブアーチを中心として、桁高を巧みに変化させた鉸桁を左右に連続させる荘重な造形により、内務省復興局が探求した力学的合理性に基づく近代的橋梁美を実現するとともに、近代東京の震災復興を象徴した土木構造物である。」

「清洲橋は、放物線状の吊鎖と主桁等よりなる洗練された造形により、内務省復興局が探求した力学的合理性に基づく近代的橋梁美を実現するとともに、近代東京の震災復興を象徴した土木構造物である。」

前半部分のアーチ形状の表現と吊橋の放物線の表現のところが、ポイントであることがわかる。

勝鬨橋は、どのように書かれていたのか。

「わが国最大の可動支間を有する大規模で、かつ、技術的完成度の高い構造物であり、近代可動橋建設の一つの技術的到達点を示すものとして重要である。」

として、技術的な優秀性を強調するのみで、意匠面の言及はない。もっとも「意匠的に優秀」という指定基準に該当しないから、記述がないのは当然といえば当然であるが。

幻となってしまったが、東京オリンピックの歓迎門の役割を担い、いくつかの代替案も検討された勝鬨橋が、なぜ「意匠的に優秀でないのか」については、現在のところ謎のままである。

これからがいよいよわたしども「勝鬨橋をあげる会」の勝負どころである。みなさまのご協力をお願いしたい。

JICMA

【筆者紹介】

伊東 孝（いとう たかし）
日本大学
社会交通工学科
教授



建設の施工企画 2007 年バックナンバー

平成 19 年 1 月号（第 683 号）～平成 19 年 12 月号（第 694 号）

1 月号（第 683 号）

建設機械特集

6 月号（第 688 号）

建設施工の安全対策特集

10 月号（第 692 号）

維持管理・延命特集

2 月号（第 684 号）

道路工事・舗装工事特集

7 月号（第 689 号）

建設施工における新技術特集

11 月号（第 693 号）

情報化技術特集

3 月号（第 685 号）

除雪特集

8 月号（第 690 号）

防災・災害復旧特集

12 月号（第 694 号）

ロボット・無人化施工特集

4 月号（第 686 号）

環境特集

9 月号（第 691 号）

河川・港湾・湖沼・海洋工事
特集

■体裁 A4 判

■定価 各 1 部 840 円
(本体 800 円)

5 月号（第 687 号）

ダム施工技術特集

■送料 100 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 <http://www.jcmanet.or.jp>

ずいそう

青い地球

桐谷祥治



建設会社で30年あまりシールド工事に携わり、現在はレンタル会社で、シールド機械のレンタル化の仕組み作りに挑戦している。

子供のころから天体に興味を持っていたが、地面の下のトンネル工事を職業にするとはいくの予定外であった。最近、天体への思いがふつふつと湧き上がり、「皆既日食」「オーロラ」観測に、エジプト・アラスカへと出かけてきた。

「皆既日食」は長年の夢であったが、なかなか出かけるチャンスが作れず、テレビの中継を録画するなどして間に合わせていた。2006年3月29日、リビア・エジプトからトルコにかけて皆既帯の伸びる日食が起こる。砂漠地帯を通るため、晴天率が高く、しかも皆既継続時間が4分前後、絶好の条件である。

天文雑誌にいろいろな「日食ツアー」が掲載され、それらの中からエジプトツアーを選定し、意を決して遠征することになった。観測地は、エジプトの西のはずれ、リビアとの国境近くで、地中海に面した「サルーム」というところである。国境警備隊の管理地の中に、観測村が特設された。

前日の朝、カイロのホテルを出発し、バスで一路サルームへ向けて走り出した。砂漠の中を走り続けて、観測村に到着したのは夕方であった。砂漠の地平線に沈むみごとな夕日が歓迎してくれた。

観測村にはテントが設営されており、そこで翌日の日食を待つこととなった。世界各国から多くの日食ファンが集まってきており、大変な賑わいであった。私が参加したのは、いくつかの日本の旅行社が企画したツアーの一つであるが、170名もの参加者があった。他の旅行社・他の観測地（リビア・トルコ）も加えると、どれだけ多くの日食ファンが参加したか、計り知れないほどである。

多くの参加者は、ベテランが多く、天体望遠鏡などの観測機材の設置に、前夜から大忙しであった。私は、デジタル一眼レフカメラと三脚という極めて軽装備で臨んだ。いよいよ日食が始まった。太陽がだんだん細くなり、12時38分、ついに皆既になった。一瞬で、太陽の周りにコロナが輝きだし、星がはっきりと見え

る。全くの別世界に入ったようで、思わず歓声を発していた。周りからも聞こえてきた。われに返って、シャッターを切り始めた。皆既終了時には、ダイヤモンドリングも何とか撮影することができた。

「オーロラ」も、長い間観たいと思っていた。日食の同行者からも勧められ、今年の2月8日からアラスカのフェアバンクスまで出かけてきた。せっかく遠征するからには、観損じの無いように事前準備を行った。と言っても、太陽活動と月齢をインターネットで確認する程度であったが。

結果は、幸運にも4泊すなわち4回のオーロラチャンス全てで観ることができた。日食向けに奮発して購入したカメラで、オーロラも何とか撮影に成功することができた。

表題の「青い地球」と関係の無い話が長くなってしまった。本題に移ろう。

「地球は青かった」と言う言葉はあまりにも有名で、解説不要と思われるが、あえて復習させていただく。1961年4月12日に人類最初の宇宙飛行士となったユーリイ・ガガーリンの、地球帰還後の言葉である。この言葉の信憑性については、宇宙飛行士でなければ確認出来ず、ただイメージを膨らませるだけであった。

しかし、科学の進歩はすばらしく、居ながらにして「青い地球」を見ることが出来るようになった。日本の月周回衛星「かぐや」に搭載されたハイビジョンカメラの映像を、インターネットで見ることが出来るのである。月平線の向こうに浮ぶ「青い地球」の美しさは何とも言えずにすばらしいものである。

宇宙空間のなかでもこれ以上に美しい天体を探すことは出来ないと思う。この「地球号」に乗って宇宙を旅していることに感謝するばかりである。「青い地球」には国境線が見当たらない。しかし、絶え間なく紛争が続く、環境破壊も進んでいる。みんな「地球号」の乗組員である。仲良く協力して何とかできないものか、と考えつつ、次回の日食観測を企てているところである。

ずいそう

「目覚めよ地上の星たち」

中山 隆 義



建設業の社会に対する貢献度をもっとアピールし、建設業で働く人たちが誇りをもち、若者に夢を与えられるようにしたい…。と最近強く思っています。「だけど、俺たちいなくなりゃ、ビルも道路もできやしねえ、誰もわかっちゃくれねえか」という歌詞がありましたが、建設業がなければどんな世の中になっているだろうと考えると、いろいろなことが見えてきます。道路（トンネル、橋）がなければ、目的地に行くために、大きく遠回りしたり、危険な箇所を命がけで通らねばなりません。急病人が出て救急車も来られません。ダムがなければ、飲料水や農業・工業用水の確保ができません。大雨が降ったときに洪水調節もできません。鉄道がなければ旅行にも行けないし、仕事やレジャーの行動範囲は狭まります。発電所がなければ、電気で動くすべての物はストップしてしまいます。港（空港）がなければ海外旅行にも行けないし、海外との輸出入にも影響がでます。地震等の災害時に被害を最小限にとどめ、いち早く復旧することもできません。（社会への貢献度は建設業が一番です）また、建設業には、自然や地形・地質条件にうまく適合した目的物（一品料理）を、安全に安く、周辺環境や人にやさしく作る事が求められています。また、違う目線で見ると、世の中で一番背の高いもの、一番深いもの、一番長いもの、一番広いもの、一番大きなものをつくるのも建設業です。それぞれに、スケールの大きい技術が詰まっています。地震に対して人の命や構造物をどのようにして守るか求められるのも建設技術です。（スケールが大きく、奥の深さでも建設技術が一番です）ここで、私が関係した仕事で、印象に残っているお話をしましょう。

①いろいろな思いを込めたダム工事；洪水調節用のダムを大和川の上流に作りました。それ以降、川の氾濫はなくなりました。新入生の時に作ったダムに20年後に洪水対策で出動しました。ダムの底水をポンプアップする仕事です。心配して飛んでくるヘリコプターや水道局の人に「大丈夫です。早く水を送ります」と手を振って答えました。コンクリートの混練からクレーンによる打設まで自動化するシステムの開発に取り組みました。12年（4現場）かか

り実用化できました。若いころクレーンの修理をしていた時に、地上30mで足を滑らし安全帯1本でぶら下がったことがあります。“命綱”に思わず「ありがとうございます」と叫びました。以後仲間にも心から使用を呼びかけています。

- ②住宅直下を発破なしで掘削したトンネル工事；明石海峡大橋の神戸側アクセストンネル（住宅直下15m）を、TBM（トンネルボーリングマシン）と割岩工法で騒音・振動を最小限に抑えて掘削しました。TBM掘削時の苦情に対して住宅の玄関に座り（人質になりながら）、住民の方に「1日に10m進みますから3日辛抱してください」とお願いしました。今は、あっという間に通り過ぎ淡路島ですが…。
- ③地震で傾いたマンションを元どおりにした工事；阪神淡路大震災で傾いた5階建のマンションを住民の生活を維持しながらジャッキアップし、基礎を補強して元どおりに復旧する工事をしました。一日でも早く住民の方が安心できるよう必死で取り組みました。
- ④山の神様にお願いしたトンネル工事；TBM工事で使う安全で施工しやすい支保工や掘削しながら地質を自動判定するシステムを考えて崩落災害を防ぎ、掘進記録も樹立しました。しかしTBMが地圧で拘束された時、トンネルに入る前に坑口で毎朝“山の神様”をお願いしました。（自然に畏敬の念を持ち謙虚にトライした時、道が開けました）

皆さんもたくさんこのような経験をされたことと思います。建設業は自然や人を相手にしながら、いろいろな技術を使って人に役立つものを作る仕事です。その中で自己の向上・実現を図れるすばらしい仕事です。もっと誇りをもちアピールしてよいと思います。

中島みゆきさんは、紅白で黒部川発電所から歌われましたが、きっと本当の“地上の星たちの仕事”に接して感動されたと思います。皆さんの一人一人が地上の星です。“目覚めよ地上の星たち、そして誇りを持って伝えよ次の世代に”思い込みが強いずいそうになりましたが、みなさんいっしょにがんばりましょう!!!

JCMA 報告

イタリア SAMOTER 2008 出張報告

業務部

出張者：天野国際業務担当部長
出張期間：2008年3月4日（火）－10日（月）
出張先：イタリア ベローナ市
出張目的：SAMOTER 2008 展示会（3月5日－9日）
にブースを出展し、協会・研究所の紹介を行った。

1. 開催概要

主催者：VERONAFIERE（ベローナ展示会協会）
COMAMOTER（イタリア建設機械工業会）
開催期間：2008年3月5日（水）－9日（日）
会場：VERONAFIERE EXHIBITION CENTER（ベローナ国際展示場）
会場面積：約 130,000 m²（対 2005 年比 13.5 %増加）

出展者数：1,026 社（内海外約 300 社）（対 2005 年比 3.5 %増加）

来場者数：100,000 人以上

本展示会は欧州で、BAUMA、INTERMAT に次ぐ展示会であり、イタリアを始め欧州各国からの出展があった。

会場も今回は屋内の全ての建物及びデモエリアも充実し、大手メーカーは広いスペースを確保し、趣向を凝らした展示、アトラクションを行っていた。

初日の出足が悪く、通常一番込み合う初日開場直後は若干先行き不安もあったが、尻上がりに出足は良くなり、金曜日後半はかなりの混雑状態となった。

2. イタリア貿易振興会との面談

イタリアは今、政府機関である ICE「イタリア貿易振興会」が日本に対し、イタリア製品を拡販すべくプロジェクトを進めており、建設機械関係もその対象としてあげられている。

今回、現地にて資本財担当者と面談を行い、CONET への積極的な勧誘を行った。

先方は当方から事前にインプットしておいた日本代表部の報告を熟知しており、前向きな反応があった。

まず、日本市場のスタディを行い、その結果により CONET へのイタリアパビリオンの参加を決める。日本市場に対しては、従来イタリアメーカーは消極的であったが、このところ特長あるイタリア製品を売り込めるとの期待が高まってきているとのことであった。当方からも、完成品ではなく、アタッチメント、部品、コンポ、ニッチ商品に焦点を絞ることで、日本での拡販の可能性が高くなると強調しておいた。 JCMA



会場風景



特長あるイタリア製品の例



デモ風景

日本企業



古河ロックドリル ハニックス



IHI



日立建機



KOBELCO



いすゞ



コマツ



久保田



MAX



三菱



中山鉄工所



日産



NPK



竹内製作所



TOPCON



ヤンマー



鶴見製作所



日本建設機械化協会

(文責：JCMA 業務部 国際業務担当部長 天野 裕一)

大口径岩盤削孔工法の積算 ——平成 20 年度版——

■内 容

平成 20 年度版の構成項目は以下のとおりです。

- (1) 適用範囲
- (2) 工法の概要
- (3) アースオーガ掘削工法の標準積算
- (4) ロータリー掘削工法の標準積算
- (5) パーカッション掘削工法の標準積算
- (6) ケーシング回転掘削工法の標準積算
- (7) 建設機械等損料表
- (8) 参考資料

● A4 判／約 240 頁（カラー写真入り）

● 定 価

非会員：5,880 円（本体 5,600 円）

会 員：5,000 円（本体 4,762 円）

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 450 円

沖縄県 340 円（但し県内に限る）

●発刊予定 平成 20 年 5 月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

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

JCMA 報告

米国 CONEXPO-CON/AGG 2008 出張報告

業務部

出張者：天野国際業務担当部長
出張期間：2008年3月10日（月）－16日（日）
出張先：米国 ラスベガス市
出張目的：CONEXPO-CON/AGG 2008 展示会（3月11日－15日）にブースを出展し、協会・研究所の紹介を行った。

1. 開催概要

主催者：AEM（アメリカ建機工）
開催期間：2008年3月11日（火）－15日（土）
会場：LAS VEGAS CONVENTION CENTER
（ラスベガス見本市展示場）
会場面積：約 224,000 m²（内 CONEXPO 212,000 m²
IFPE^注 12,000 m²）
注）IFPE：INTERNATIONAL EXPOSITION
FOR POWER TRANSMISSION 国際伝
動技術展示会）
出展者数：2,182 社（対 2005 年比 21 %増）（海外パ
ビリオン：14 カ国）
来場者数：144,600 人（内外国人 28,000 人 130 カ国
対 2005 年 30 %増）

本展示会は世界 3 大建機展示会（BAUMA、INTERMAT、CONEXPO）の 1 つで 3 年毎に開催され、今年で 99 年の歴史を持つ展示会である。今回は周辺ホテルの駐車場まで使用しての盛大な展示会で、上の数字が示すように過去の記録を更新する盛況であった。

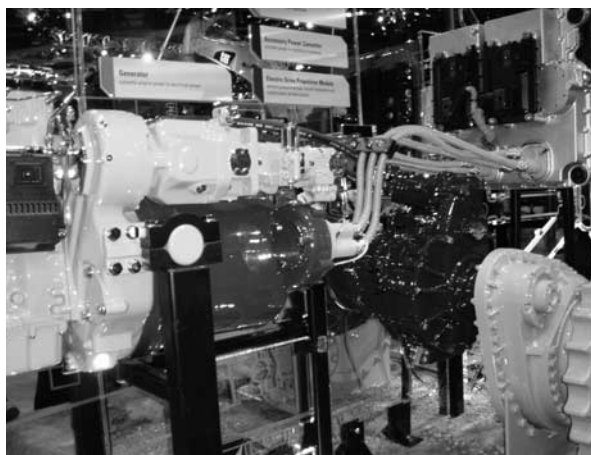
本展示会は、通常展示のほかに各種セミナー等も盛



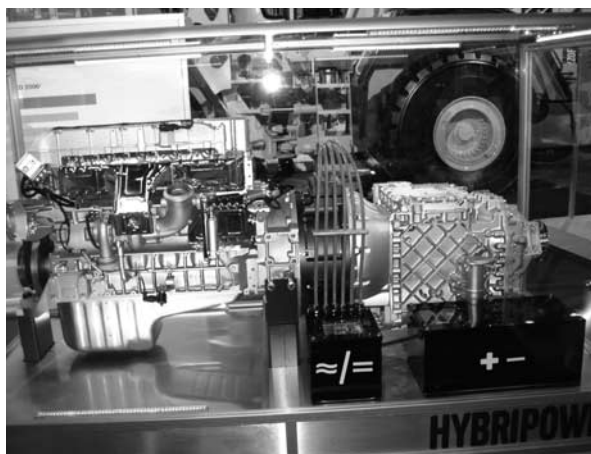
会場風景



オープニング風景



CAT D7E 電動駆動ブル



VOLVO HYBRID ホイールローダ

り沢山で、全米の高校生から選抜されたチームによる発表や、コンテストなども行われていた。開会式では、高校生の優秀論文に 5,000 ドルの奨学金が授与されていた。

日本企業の参加は協会調べで 42 社が確認できた（出展者名簿に基づく—最後に一覧あり。これ以外に、現地代理店などによる出展があったと思われるが、出展者名簿からの確認はできていない）。

特長ある出展品

今回目玉商品として来場者の興味を引いたものに、CAT 製 D7E 電動駆動ブルドーザ（この動画は下記のサイトで見ることができる）

<http://www.forconstructionpros.com/videonetwork/index.jsp?showid=788953>

VOLVO 製ハイブリッドホイールローダ

JOHN DEERE 製高速走行ブルドーザ



JOHN DEERE 高速走行ブル

その他の主な出展



CAT



CUMMINS



JOHN DEERE 日立



コマツ

があった。

日本企業一覧（順不同 一部略称です）

ブリヂストン、古河ロックドリル、ホンダ（エンジン）、ホンダ（ジェネレータ）、IHI（ミニショベル）、いすゞ、川崎（油圧機器）、明和、KOBELCO、コベルコクレーン、コマツ、クボタ（エンジン）、クボタ（ミニショベル）、クリヤマ（ホース）、

前田製作所、三菱モータ、諸岡、シンダイワ、ナチ、NPK、オカダアイオン、酒井重工業、スバルロビン、タダノ、タケウチ、東空、トプコン、東芝、アイチ/トヨタ、椿本、ヤンマー（エンジン）、ヤンマー（ミニショベル）、横浜タイヤ、JD 日立、NSK、MAX、デンヨー、カヤバ、鶴見製作所、CANYCOM、バンドー、古河ユニック

（文責：JCMA 業務部 国際業務担当部長 天野 裕一）

CMI 報告

コンクリート構造物の 診断・修復技術

柴藤 勝也・伊藤 文夫

1. はじめに

わが国においてはこれまでに大量のコンクリート構造物が構築・使用されてきた。それらの中には、長年の経過により劣化をきたしているものも出てきている。また、品質の劣った材料の使用や不適切な施工により、短い年数で欠陥が生じた場合も見受けられる。

近年、将来的にはこのようなコンクリート構造物の維持補修が、建設市場の 30 % 以上を占めることになるという予測がなされている。したがって、劣化をきたしたコンクリート構造物の維持管理にあたっては、構造物としての健全性を的確に診断し、構造物の機能を維持できるような適切な修復を実施することにより、それらに要する維持管理費用等のライフサイクルコストをできるだけ抑制することが求められる。

本報告では、当研究所において実施した、コンクリート構造物の劣化等についての診断および修復方法の策定事例について紹介する。

2. コンクリート構造物の診断・修復検討

当研究所における近年のコンクリート構造物の診断業務（トンネルを除く）の一覧を、表—1 に示す。構造物の種類としては橋梁、河川構造物が多い。劣化の種類としては、ひび割れが最も多い。

表—1 に示す診断業務のうち、修復方法の策定までを実施した事例として、以下のものを紹介する。

- ①高架橋橋脚のひび割れ（表—1 の事例 10）
- ②建築物外壁のひび割れ、剥離・剥落（表—1 の事例 12）

表—1 コンクリート構造物の診断業務の一覧

事例	構造物種類	部材の種類	劣化の種類
1	海岸護岸工	胸壁	ひび割れ
2	橋梁	フーチング	ひび割れ
3	高架橋	RC 中空橋脚, PC 中空ホロー床版	ひび割れ
4	高架橋	橋脚および橋台	木コン下部のひび割れ, ジャンカ・表面気泡・砂すじ
5	河川調節池	洪水吐	ひび割れ
6	河川砂防用流路工	床固工	ひび割れ
7	高架橋	橋脚および橋台	木コン下部のひび割れ
8	U型擁壁, ボックスカルバート	底版および側壁	ひび割れ
9	横断橋	橋脚, 橋台, 壁高欄等	ひび割れ
10	高架橋	T 型橋脚張出し部 (PC)	ひび割れ
11	取水堰	頭首工	表面打替コンクリートのひび割れ
12	建築物	外壁	ひび割れ, 剥離・剥落
13	ボックスカルバート	ウイング	ひび割れ
14	堰	堰柱	ひび割れ, エフロレッセンス
15	樋門	函体	不等沈下, ひび割れ

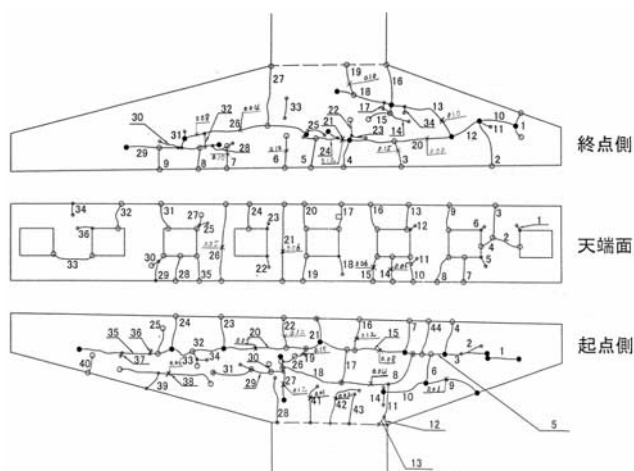
3. 業務事例

(1) 高架橋橋脚のひび割れ

(a) 劣化の発生状況および診断結果

施工中の高架橋 T 型橋脚の張出し部（厚さ 3 m）の側面および天端面に、多数の水平・鉛直方向のひび割れが発生した。ひび割れ発生状況を、図—1 に示す。ひび割れは、型枠の取り外し（材齢 9 日）よりも前に発生した。ひび割れ幅は 0.04 ～ 0.12 mm と微細なものがほとんどで、部材を貫通している様子は見られなかった。コア採取によるひび割れ深さの調査（2 箇所）の結果、ひび割れ深さは 20 数 cm であった。

ひび割れの発生時期、発生状況およびコンクリートが富配合（単位セメント量 = 369 kg/m³）であることから、ひび割れの発生原因は温度応力（内部拘束応力）であると予想された。そこで、この橋脚について温度応力解析を実施したところ、ひび割れ発生確率が大きいと判定される領域（コンクリートの引張強度よりも引張応力が大きくなる領域）が、実際にひび割れが発生している領域とほぼ重なる結果となった。そこで、このひび割れの発生原因は温度応力であると判断した。



図—1 ひび割れ発生状況

(b) 修復方法の策定

耐久性または防水性からみた補修の要否に関するひび割れ幅の限度を、表—2に示す。この表によれば、ひび割れ幅 0.2 mm 未満では補修は必要がないことになる。しかし、ひび割れ深さが 20 cm を超え、鉄筋の位置まで達している可能性もあることから、鉄筋腐食因子が鉄筋へ到達しやすい状態であると判断し、以下の方針の修復を実施することとした。

- ・ ひび割れ幅が 0.2 mm 以上となっている一部の箇所では、エポキシ樹脂などによる注入工法
- ・ 注入が困難なひび割れ幅 0.2 mm 未満の箇所では、ひび割れ箇所を覆うひび割れ被覆工法

表—2 補修の要否に関するひび割れ幅の限度
(日本コンクリート工学協会：コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針)

環境 2) その他の要因 1)		耐久性からみた場合			防水性からみた場合
		きびしい	中間	ゆるやか	—
区分	(A) 補修を必要とするひび割れ幅 (mm)	大 0.4 以上	中 0.4 以上	小 0.6 以上	0.2 以上
	(B) 補修を必要としないひび割れ幅 (mm)	大 0.1 以下	中 0.2 以下	小 0.3 以下	0.05 以下
		大 0.2 以下	中 0.3 以下	小 0.3 以下	0.05 以下

注：1) その他の要因 (大, 中, 小) とは、コンクリート構造物の耐久性および防水性に及ぼす有害の程度を示し、下記の要因を総合して定める。

ひび割れの深さ・パターン、かぶり (厚さ)、コンクリート表面の塗膜の有無、材料・配 (調) 合、打継ぎなど

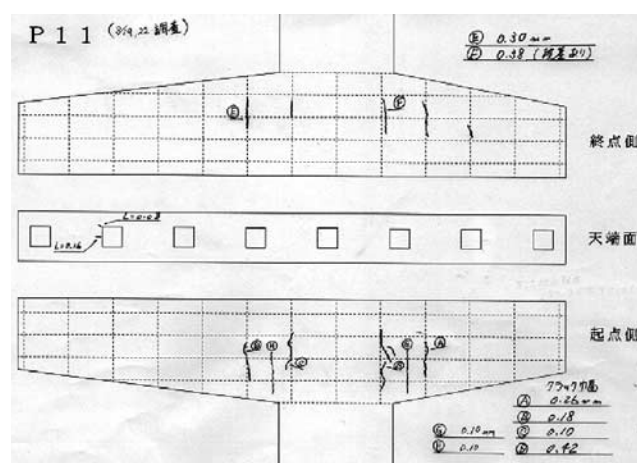
2) 主として鋼材のさびの発生条件からみた環境条件

また、この工事ではほかにも同様の橋脚を施工していくことから、同様のひび割れ発生を抑制するための対策を検討した。温度応力解析により、対策として採用し得る条件を入力して対策の効果を求めた。解析を行った結果 (最小ひび割れ指数) を、表—3に示す。どのケースも、一般的に十分な効果が得られるとされるひび割れ指数 1.45 以上を満足しないため、現実的に採用し得るケース 2 を採用することとした。

実際の施工では、この対策に加えて、張出し部に配置されたシース管に空気を通過させるエアクーリングを実施した。この方法はコンクリート内部の熱を排出して温度上昇を小さくし、コンクリート表面との温度差を小さくして、表面におけるひび割れ発生を抑制することを目的としたものである。この対策によって施工した橋脚張出し部のひび割れ発生状況を、図—2に示す。対策未実施の場合 (図—1) に比べ、大幅にひび割れを抑制できる結果となった。

表—3 ひび割れ抑制対策の解析結果

ケース	工法	具体策	最小ひび割れ指数
1	保温養生	材齢 14 日まで型枠を存置し、材齢 28 日までシート養生	0.79
2	保温養生 + 単位セメント量低減	上記に加え、高性能 AE 減水剤の使用により単位セメント量を 20 kg/m ³ 低減	0.88
3	保温養生 + 単位セメント量低減 + プレクーリング	上記に加え、プレクーリングにより打込み温度を 3℃ 低減	0.91

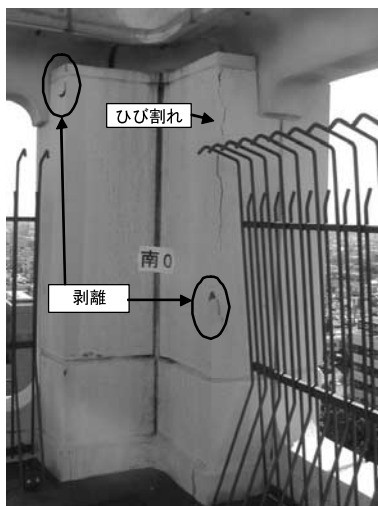


図—2 ひび割れ抑制対策採用時のひび割れ発生状況

(2) 建築物外壁のひび割れ、剥離・剥落

(a) 劣化の発生状況および診断結果

竣工から 33 年を経過した建築物の外壁（ハーフプレキャスト型枠）に、多数のひび割れや剥離・剥落が発生した。これらの劣化の発生状況を、写真—1 に示す。これらは外壁の中に配置された鉄筋に沿って発生しており、剥離・剥落箇所からは錆びた鉄筋を見ることができた。このことから、ひび割れ、剥離・剥落は、長期間をかけて鉄筋が腐食し、その膨張によって発生しているものと考えられた。そこで調査は、以下に示す内容で実施することとした。

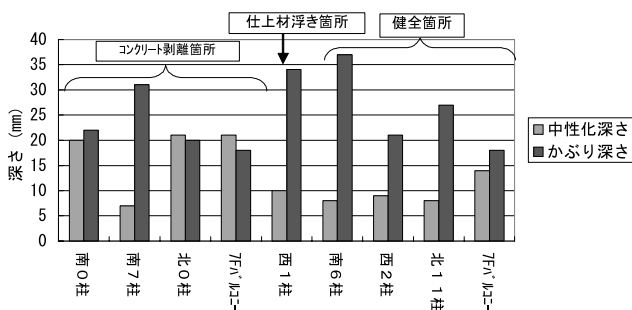


写真—1 外壁の劣化発生状況

- ・中性化深さ測定
- ・塩化物含有量測定
- ・コア、シュミットハンマーによる圧縮強度測定
- ・はつりによる鉄筋腐食状況調査
- ・赤外線法による外壁全面の浮き・剥離調査

これらの調査の結果、以下のことが判明した。

中性化深さの測定結果を図—3 に示す。この図よ



図—3 中性化深さの測定結果

り、劣化発生箇所ではほとんどの場合中性化深さがかぶり深さに達しており、鉄筋を腐食させる要因となっていることがわかった。また、中性化深さが大きいほど、外壁コンクリートの圧縮強度が小さいことがわかった。

塩化物含有量の測定の結果、塩化物はほとんど含まれておらず、塩害は無関係であることがわかった。

赤外線法による浮き・剥離調査の結果、約 1 万 m² の外壁において浮き・剥離が 50 箇所以上発生していることがわかった。

(b) 修復方法の策定

外壁の劣化箇所においては、コンクリートの剥落による第三者被害が発生するおそれがあるため、コンクリートの脆弱部の除去を行う必要があると判断した。それ以外の箇所は、将来的には中性化が鉄筋の位置まで進行し、ひび割れその他が発生すると予想されるため、中性化した部分の再アルカリ化によって今後の中性化進行を抑制する必要があると判断した。

これらの判断に基づき、修復は以下の内容で実施することとした。

- ①現状の仕上材の全面撤去
- ②外壁の変状箇所（ひび割れ、浮き・剥離）の除去
- ③除去部の鉄筋の錆除去、防錆剤塗布およびモルタルなどによる断面修復
- ④外壁のアルカリ性回復を目的とした、全面的な浸透性アルカリ性付与材の塗布
- ⑤仕上材の全面修復

4. おわりに

私たちは、これまでに構築されたコンクリート構造物をより長く有効に活用していくための調査・診断や、修復対策提案の社会的意義の大きさを心に留め、それらをさらに効果的に実施するための技術の研鑽に努めていきたいと考える。

JCMA

〔筆者紹介〕

柴藤 勝也（しばとう かつや）
 (社)日本建設機械化協会 施工技術総合研究所
 研究第三部
 主任研究員

伊藤 文夫（いとう ふみお）
 (社)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

新工法紹介 機関誌編集委員会

04-295	山はね警報システム	大成建設
--------	-----------	------

▶ 概要

高い山を貫いて施工するトンネル工事では、掘削中の岩盤に大きな地圧が作用する。そのため、「山はね」と言われる急激な岩盤破壊が発生することがあり、作業中の山はねは重大災害につながる危険性が高い。山はねに対しては、かねてより AE 観測による予知方法が検討・実施されてきたが、いずれも室内使用を前提に製作された高価な計測機器を組み合わせ使用する大がかりな観測であったため、耐久性は期待できなかった。また、様々なデータ処理や警報発令には、多くの人的労力が必要であった。

今回開発した「山はね発生予知・警報システム」は、岩盤状態を AE（岩盤内の微小音）計測により常にモニタリングし、山はね発生の危険性を評価してリアルタイムに警報を発するものである。三重県内のトンネル現場に適用してその有効性を確認した。本システムにより、山はね現象が生じる地山において、待避情報を迅速かつ適切に提供し、施工の安全と作業の効率化を図ることが可能となった。

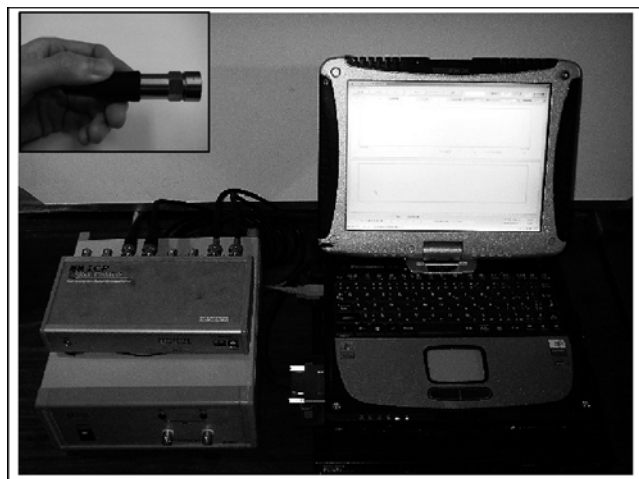


写真-1 山はね警報システム

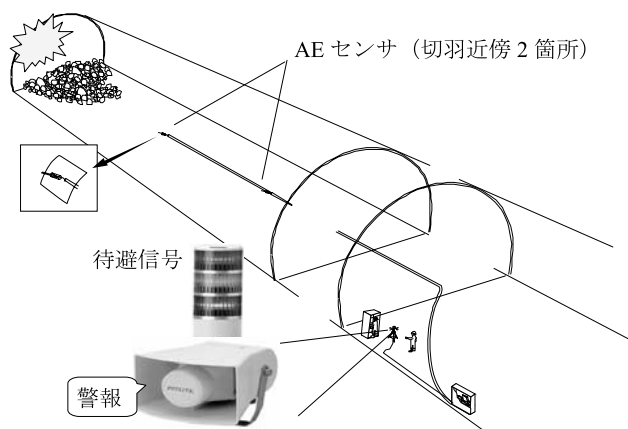


図-1 システムの概要

▶ 特徴

①高耐久性

現場での運用に配慮し、計測機器本体は小型でスイッチ類の少ない防滴・耐塵仕様のシンプルな構造。

②低コスト

機器の制御に水や埃に強いタイプの量販品のパソコンを使用し、開発コストを低減。

③高精度・高信頼性

高速度サンプリングおよび高速処理が可能。電気ノイズにも強い高信頼性システム。

④現場支援機能

警報装置と連動し、データの分析機能や日報作成機能を備え、ほぼ自動化されたシステムにより現場管理の負担を軽減。

▶ 用途

- ・高地圧かつ堅硬な岩盤を施工する山岳トンネル工事

▶ 実績

- ・二車線国道トンネル工事

（工事延長約 2.4 km の内、150 m 区間）

▶ 問合せ先

大成建設(株) 技術センター 土木技術研究所

〒 245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1

Tel : 045(814) 7237

新工法紹介 機関誌編集委員会

01-10	セーフティークライマー工法	ケイエフ
-------	---------------	------

▶ 用 途

高所急傾斜地での地山掘削、整形、既設コンクリート・モルタル吹付面の取壊し。

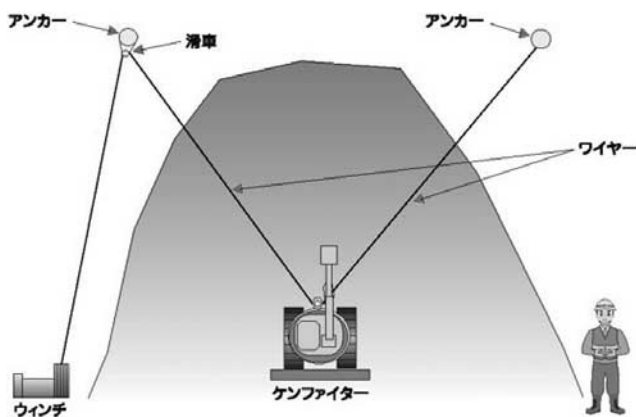
▶ 概 要

高所急傾斜地における掘削、整形、除根、既設モルタルの取壊しといった作業を行う場合には、人力によるものが大半を占める。そういった現場の多くは、「勾配が急峻」「重機足場やパイロット道路の設置が困難」などの理由から機械施工が適用できないからである。

一方、人力掘削は掘削ボリュームが多いと工期が長期に亘り、また労働力の確保や、安全性を考えると問題が多い。

そんな現場で活躍を期待されるのが、この「セーフティークライマー工法」である（図－1）。

施工対象斜面に沿ってワイヤーをV字形に張設し、急斜面上で稼働できるように改良した専用のパワーショベル（ケンファイター：KF-1）を吊り下げる。オペレーターは、搭乗操作を行わず、しっかりと足場を確保できる場所からリモコンで遠隔操作するため、施工性、安全性が向上する。



図－1 セーフティークライマー工法 イメージ

▶ 施工手順（標準）

①立木アンカー調査（引張確認）→②立木アンカー設置→③メインワイヤー設置→④機械登坂→⑤地山掘削（段跳）→⑥法面整形→⑦機械降坂→⑧完了

必要に応じアンカー、ワイヤーの段取替えを行いながら④～⑦の作業を繰り返す行う。

▶ 特 徴

- ①ラジコン操作で作業を行うため安全
- ②従来機械を改良することで急勾配斜面上でも施工可能（登坂勾配 80°，掘削勾配 70°程度まで）
- ③独自のワイヤー設置方法で機械を吊り、法肩まで登坂するので、機械の搬入路、重機足場が不要
- ④ワイヤーをV字形に張ることで、斜面上を上下のみならず左右にも移動でき、アームの届く範囲は機械周辺 360°を掘削可能
- ⑤無人化施工のため、対象斜面の上部の掘削・整形が完了次第、斜面下部の掘削・整形と並行して上部の法面工に着工でき、大幅な工期短縮、コスト削減を実現
- ⑥ NETIS 登録：CG-070003-A



写真－1 掘削・整形作業状況

▶ 実 績

国土交通省・各地方自治体など発注工事 約 50 件

▶ 問 合 せ 先

㈱ケイエフ（担当：井上 inoue@norimen.com）

〒590-0014 大阪府堺市堺区田出井町 1-3-3903

Tel：072(232)6060

URL：http://www.norimen.com/

新工法紹介 機関誌編集委員会

06-4	ストリートプリント (型押しアスファルト舗装)	NIPPO コーポ レーション
------	----------------------------	--------------------

▶ 概 要

ストリートプリントは、アスファルト舗装の表面にブロック状のパターン模様をつけた後カラー化することで、従来のアスファルト舗装とは異なった趣を創造することができるアスファルト景観舗装である。いままではアスファルト混合物の舗設と同時にブロック模様の型枠を敷設・圧入・取り外して路面にブロック模様を付けていく施工方法をとっていたが、この方法ではアスファルト混合物が固まるまでの短時間の内に一連の作業を終了させる必要があったため、単一な模様にならざるをえなかった。今回、専用路面ヒータ SR60 の導入により、あらかじめ舗設しておいたアスファルト舗装を再加熱した後、ブロック模様の型枠を圧入することが可能となったため、舗設と型押しの工程とを分離することができるようになった。そのため、いままでは不可能であった意匠性に富んだデザインの施工も可能になった。

▶ 特 長

①豊富なデザイン

- ・型枠の種類が数種類あるのでブロックパターンを選択できる。また、それらを組み合わせることで、路面に意匠的な模様を創造することができる。

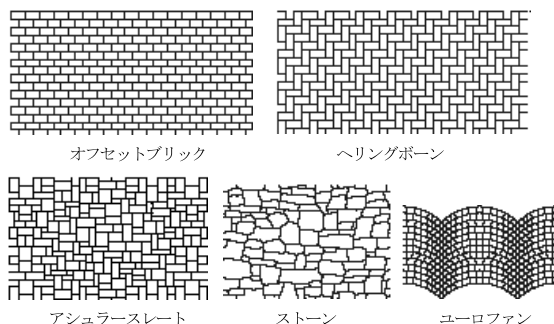


図-1 各種テンプレート

- ・48色にもおよぶ豊富なカラーバリエーションの塗料を保有しており、なおかつ耐久性も非常に高いため、長期にわたって品質を保持する。

②歩行・走行安全性

- ・アスファルト舗装のため、ガタツキや段差がなく維持管理の面でも優れている。



写真-1 施工前（インターロッキングブロック、左）と施工後（ストリートプリント、右）

③施工性

- ・舗装工事と分離して施工可能なため、確実な出来形とある程度複雑な模様にも対応できる。
- ・少人数で効率の良い施工ができる。
- ・他のブロック製品に比べ短期間で施工でき、早期に交通開放できる。

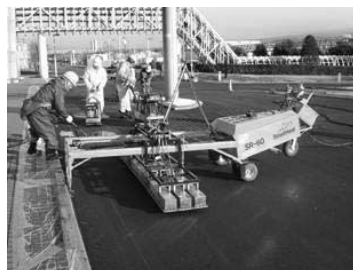


写真-2 専用路面ヒータ SR60 による施工状況



写真-3 ストリートプリント完成写真

④経済性

- ・数年経ったアスファルト舗装にも適用可能であるため、既設のアスファルト舗装を有効に利用した景観舗装を提供できる。

▶ 用 途

- ・アスファルト混合物を用いた景観舗装

▶ 実 績

- ・横浜市西区紅葉坂 ほか 約 45 万 m²

▶ 問 合 せ 先

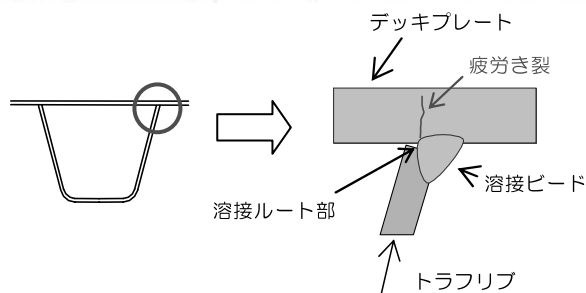
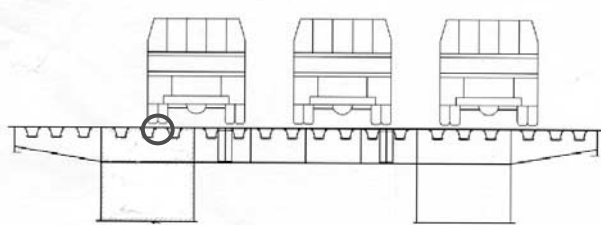
(株)NIPPOコーポレーション 生産技術機械部 生産技術グループ
〒104-8380 東京都中央区京橋 1-19-11

Tel : 03(3563)6731

06-5	既設鋼床版の疲労耐久性向上を目的とした、SFRC 舗装による上面増厚工法	首都高速道路
------	--------------------------------------	--------

▶ 概 要

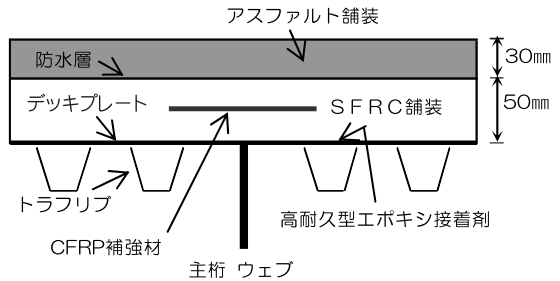
これまで首都高速道路のトラフリブ形式の既設鋼床版に数多くの疲労損傷が発見されてきている。疲労損傷の多くは、垂直補剛材とデッキプレートの溶接部やトラフリブと横リブ交差部などに発生したき裂であるが、最近ではこれらのほかにデッキプレートとトラフリブのすみ肉溶接のルート近傍を起点として、デッキプレート方向に進展するき裂が報告されている（図一1）。このき裂は、通常の日視点検では発見が困難であり、進展すると車両の走行に支障をきたす可能性があるものである。



図一1 損傷発生位置

首都高速道路では、現在、このような損傷に対する補強工事を行っている。補強は、鋼床版上の舗装のうち基層部をSFRC（鋼繊維補強コンクリート）で置換え、鋼床版と合成させる上面増厚工法を採用している（図一2）。この補強によりき裂発生部近傍の応力範囲を80%程度低減させることが可能である。

施工に当たっては、1車線規制を実施しながら行うため、1日当りの施工可能な作業量も限られる。これに対しては、SFRCの連続打設が可能な機械を用いることで施工能率の向上を図った。写真一1に打設状況を示す。この機械は、幅員方向端部にレールを配置し、そのレール上をベルコンが移動する



図一2 SFRC 舗装構成



写真一1 SFRC 打設状況

ことにより連続打設を可能としたものである。また、1車線規制内の狭いヤードで確実な施工を行うため、これらの機械の軽量化やミキサー車からのSFRCの供給方法を工夫している。

▶ 特 徴

- ①き裂発生部の応力範囲を80%程度低減することが可能。
- ②1車線の規制帯内でのSFRC打設が可能。
- ③SFRCの連続打設が可能な機械を用いることで作業能率の向上が可能。

▶ 用 途

既設鋼床版の疲労耐久性向上を目的とした補強工事

▶ 実 績

都市内高速道路の既設鋼床版疲労耐久性向上工事

▶ 問合せ先

首都高速道路㈱

保全・交通部鋼構造物疲労対策グループ

Tel：03(3539)9546

新機種紹介 機関連編集委員会

▶ <02> 掘 削 機 械

08-<02>-04	新キャタピラー三菱 油圧ショベル CAT 311D RR / CAT 312D	'08.03 発売 モデルチェンジ
------------	---	----------------------

一般土木工事や解体工事などで広く使用される油圧ショベル2機種について、IT サポートシステムの充実や、環境対応性、低燃費生産性、居住性、安全性、メンテナンス性などの向上を図ってモデルチェンジしたものである。CAT311D RR の後端旋回半径は7tクラス標準機とほぼ同じで狭隘地作業にも対応しており、解体仕様、ブレード仕様、ショベルクレーン仕様が専用設計されている。同様に、CAT312D には解体仕様、ブレード仕様、ショベルクレーン仕様、バッテリー式マグネット仕様車があり、多彩な作業に対応している。

エンジンは日米欧の排出ガス対策（3次規制）基準値をクリアする ACERT 型を搭載して、国内の特定特殊自動車排出ガス基準適合車としている。また、各部の防音対策により、国土交通省の超低騒音型基準値をクリアしている。低燃費エンジンの採用、ブーム、アームの戻り油制御によるエネルギー再生、リリーフ圧付近での出力ロスを低減したりリーフバルブや大型コントロールバルブと大口径配管の採用、軽負荷作業時およびブーム下げ操作時にエンジン回転数を制御するシステム、エンジン回転とポンプトルクを通常モードから省エネ運転に変更するエコノミモードの設定などで、高効率化と低燃費化を実現している。エコノミモードは、走行時には自動的に通常モードに切替えられる。また、自動デセルやワンタッチローアイドルが装備されて燃費低減を確実にしている。リスト式操作レバーにおいては、速いブーム上げや掘削深さが深く旋回角が小さい作業でのブーム優先作業と、旋回パワーを必要とする作業や溝掘削時の壁面仕上げでの旋回優先作業が、油圧パワーの最適配分により自動的にコントロールされる。異形鋼管フレーム構造の加圧密閉式キャブはFOGS（落下物保護構造）直付けを可能としており、キャブ搭載のフルグラフィックカラーモニタでは、作業画面、異常警告画面、メンテナンス情報画面、機械情報画面などの表示や、エコノミモードや10種類の使用アタッチメント流量の設定を行うことができる。安全装備として、全作業機を油圧ロックした時しかエンジンが始動できないエンジンニュートラルスタート機構、万一に備えたエンジン非常停止スイッチ、エンジンとポンプを隔離するファイヤウォール、緊急時ブーム降下装置、オートマチックスイングブレーキ、後方脱出窓、電子系トラブルに備えたバックアップスイッチなどがあり、安全性を向上している。遠隔稼働管理システム（Product Link Japan）を標準装備しており、車両の位置、メンテナンス、警告などの情報管理により、迅速で確実なユーザサポートを実現している。ラジエータとオイルクーラの並列配置、エアコンフィルタのキャブ内装備、開閉アシスト付エンジンフード、油圧機器点検箇所の集中配置、ブームや旋回ベアリングのリモート式集中給脂、燃料タンク水抜きのリモート化、ウォーターセパレーター一体型を含む3連装燃料フィルタなどでメンテナンス性を向上しているほ

か、エンジンオイルとエンジンオイルフィルタの交換間隔 500 h、作動油の交換間隔 5000 h、作動油フィルタの交換間隔 2000 h、作業機回り（バケット回りを除く）の給脂間隔 1000 h などと延長を図っている。

表—1 CAT 311D RR/CAT 312D の主な仕様

	CAT 311D RR	CAT 312D
標準バケット容量 (m ³)	0.45	0.5
運転質量 (t)	11.9	12.5
定格出力 (kW (ps)/min ⁻¹)	60 (80)/1,700	67 (91)/1,800
最大掘削深さ×同半径 (m)	5.040 × 7.700	5.530 × 8.300
最大掘削高さ (m)	7.80	8.48
最大掘削力 (バケット) (kN)	90	96
作業機最小旋回半径/後端旋回半径 (m)	2,440/1,750	2,440/2,140
走行速度 高速/低速 (km/h)	5.1/3.5	5.5/3.8
登坂能力 (度)	35	35
接地圧 (kPa)	41	40
全長×全幅×全高(輸送時) (m)	6.91 × 2.49 × 2.86	7.61 × 2.49 × 2.83
価格 (百万円)	10.87	11.86

(注) 高さ関係数値はグローサ高さを含まず。



写真—1 新キャタピラー三菱「REGA」CAT311D RR 油圧ショベル

08-<02>-05	コマツ ミニショベル（後方超小旋回形） PC18MR-3	'08.03 発売 モデルチェンジ
------------	------------------------------------	----------------------

都市土木工事や農林業土木工事などで使用されるゴムクローラ装着の可変脚型ミニショベルについて、IT サポートシステムの充実や、環境対応性、操作性、居住性、安全性、メンテナンス性などの向上を図ってモデルチェンジしたものである。

車両遠隔管理システム（KOMTRAX）を標準装備しており、E-KOMATSU Net（コマツ会員制ホームページ）との連携により稼働状況、位置情報、サービスメータ情報、遠隔地エンジン始動ロックなどの機能を充実して車両管理を確実にしている。エンジンは国土交通省の排出ガス対策（3次規制）基準値をクリアするものを搭載しており、市街地作業や夜間作業に備えて、同省の超低騒音型建設機械基準値もクリアしている。レバー操作でクローラ全幅を変更する可変脚機構（ブレード幅変更はピン差替え式）を備えており、

新機種紹介

狭い現場への進入を可能にしている。可変容量型ポンプと可変容量型モータを採用して作業機スピードアップと複合操作性を向上し、走行は自動変速2速として移動時の効率化を図るとともに、ブレード操作レバーに装着した自動2速⇄1速固定の切換えスイッチによりブレード操作をしながらの変速操作を行えるようにしている。運転席はウォークスルー構造とし、2本柱ROPS・OPG・ヘッドガードキャノピ&リヤビューミラーの採用で、視界と安全性を確保している。そのほか、ロックレバーで全ての操作をロックした状態でのみエンジン始動ができるエンジンニュートラルスタート機構を装備、作業機の高圧ホースに圧油飛散防止カバーを装着、万一エンジンが急停止した場合に安全に作業機を降下接地できるようアキュムレータを装備、ファイヤウォールの設置、走行駐車ブレーキや旋回駐車ブレーキの採用など、安全についての対策を充実している。ブームフット部縦ピンの大形化、作業機配管の内蔵化、ラジエータとオイルクーラを清掃が容易で冷却効率の高い横並びに配置、チルトアップフロア機構やフルオープンカバーを採用、泥落ちの良いX形トラックフレームの採用、全ての給脂間隔を500hとするなどでメンテナンス性を向上している。

キャノピ標準仕様のほか、旋回体後端に脱着可能な増量ウエイト

表一 2 PC18MR-3の主な仕様

標準バケット容量	(m ³)	0.044
機械質量	(t)	1.68
定格出力	(kW (ps) /min ⁻¹)	11.2 (15.2) /2,600
最大掘削深さ×同半径	(m)	2.160 × 4.025
最大掘削高さ	(m)	3.615
バケットオフセット量 左 / 右	(m)	0.465 / 0.785
最大掘削力 (バケット)	(kN)	15.9
作業機最小旋回半径/後端旋回半径	(m)	1.670 / 0.635
走行速度 高速/低速	(km/h)	4.3 / 2.3
登坂能力	(度)	30
接地圧	(kPa)	27.8
全長×全幅×全高	(m)	3.65 × (0.98 ~ 1.30) × 2.41
価格 (キャノピ仕様)	(百万円)	3.2025

(注) 全長、全高は、輸送時寸法を示す。



写真一 2 コマツ PC18MR-3 ミニショベル（後方超小旋回形）

を装着して車両安定性を確保するXウエイト仕様、各種アタッチメント作業に対応する配管仕様などを確立している。鉄シューやパット付鉄シューがオプション仕様として、バケットの脱着が容易にできるバケットカプラを標準装備したブレーカーム仕様が特別仕様として用意されている。

▶ <05> クレーン、エレベータ、高所作業車およびウインチ

07-<05>-09	石川島建機 クローラクレーン(ラチスブーム形) CCH900	'07.11 発売 新機種
------------	--------------------------------------	------------------

高層ビル工事、大形プラント工事、原子力・風力発電設備工事などに使用される全油圧式の大形クローラクレーンで、大きな吊り上げ能力と容易な輸送性を中心に、安全性、操作性、環境対応性などの向上を図った新機種である。クレーン仕様、ラフティングタワークレーン仕様のほか、クラムシェル仕様も確立している。

車両は「特定特殊自動車排出ガス対策の規制等に関する法律」に適合しており、騒音対策においては、国土交通省の超低騒音型建設機械基準値をクリアしている。湿式多板ディスクブレーキ内蔵型の幅広ウインチを採用しており、ワイヤロープの巻き容量増大とロープ寿命の延長を図っている。ブレーキ調整や交換が不要でメンテナンスフリーになっており、安定したブレーキ能力を確保している。オプションの第3ドラムについても主巻と同等のラインプルや巻取り容量を有している。操作関係においては、電気式エンジンスロットルとフートスロットルペダル、エンジン回転と連動・単独の切替え付微速コントロール、旋回・ウインチのダイヤル式速度調整装置

表一 3 CCH900の主な仕様

	クレーン 仕様	ラフティングタワー クレーン仕様	クラムシェル 仕様
最大吊上げ能力 (t) × (m)	90 × 4.0	15 × 14	10 t
標準バケット容量 (m ³)	—	—	2.5
ブーム最大作業半径×吊り荷重 (m) × (t)	46 × 1.7	—	22.2 × 8.2
ジブ付最大作業半径×吊り荷重 (m) × (t)	58 × 1.5	52 × 1.6	—
最大掘削深さ+最大ダンプ高さ (m)	—	—	31.8 + 3.2
基本ブーム～最大ブーム長さ (m)	13 ~ 61	—	13 ~ 25
ポスト長さ (m)	—	26.5 ~ 44.5	—
ジブ長さ (m)	補助 1 m & 10 ~ 28	19 ~ 37	—
フック最大地上揚程 (m)	—	ポスト 44.5 + ジブ 37	—
全装備質量 (t)	約 87	約 99	約 91
定格出力 (kW (ps) /min ⁻¹)	179 (243) /2,000	179 (243) /2,000	179 (243) /2,000
後端旋回半径 (m)	4.25	4.25	4.25
走行速度 (km/h)	1.5 / 1.0	1.5 / 1.0	1.5 / 1.0
登坂能力 (度)	16.7	16.7	16.7
接地圧 (kPa)	87	106	91
カウンタウエイト (t)	30.6	30.6	30.6
全長×全幅(拡張時 ～縮小時)×全高 (m)	8.925 × (4.99 ~ 3.34) × 3.35	8.925 × (4.99 ~ 3.34) × 3.35	8.925 × (4.99 ~ 3.34) × 3.35
価格 (本体) (百万円)	105	120	—

(注) (1) 吊上げ荷重には補助ジブ、吊り具、バケット等の質量を含む。

(2) 全長×全幅(拡張時～縮小時)×全高は、本体・運搬時寸法(Aフレーム転倒)を示す。

新機種紹介



写真—3 石川島建機 CCH900 クローラクレーン

などを装備して、スムーズな運転を可能にしている。キャブの正面ガラスと上面ガラスのサッシュをなくして視界性を向上し、操作レバーは座席の横に配置して長時間運転での疲労軽減に配慮している。本体下部フレームには、狭い現場通路の移動走行時に備えたクローラ幅拡張シリンダ機構や、輸送時の分解、組立作業に備えたジャッキ（有線リモコン操作）が装備されている。トレーラ輸送時には、ブームの分解または取外し、クローラフレームの取外し、Aフレームの起伏シリンダによる転倒または取外し、カウンタウエイトの取外しなどで外形寸法や質量を考慮した荷姿とすることができる。安全装置として、過負荷防止装置（90%警告、100%自動停止）、ブーム上下限界角任意設定装置、緩停止装置（限界角接近および負荷率90%時）、フック過巻防止（自動停止）、ブーム過巻防止（自動停止）、第2ブーム過巻防止（自動停止、解除不可）、テレスコピックブームリミットストップ、旋回ロック、主巻・補巻・ブーム起伏のドラムロック（爪式）、乗降ロック、レバーロック、自動ブレーキ装置、旋回警告、走行警告、エンジン始動警告、エンジン緊急停止装置（2ヶ所）などが装備されて万全を期している。

橋梁架設工事の積算

——平成20年度版——

■改定内容

1. 共通（鋼橋、PC橋）
 - ・ 共通仮設費率の改訂
 - ・ 架設用仮設備機械等損料算定表の改訂
 - ・ 機械設備複合損料の改訂
2. 橋種別
 - 1) 鋼橋編
 - ・ 設備損料の諸雑費の改訂（ケーブルクレーン、送出し設備、門型クレーン、トラベラクレーン等）
 - ・ 架設桁組立・解体歩掛の改訂
 - 2) PC橋編
 - ・ プレグラウト PC 鋼材縦締工歩掛の新規設定
 - ・ コンクリート床版の炭素繊維補強工法の吊

足場改訂

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

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

※別冊のみの販売はありません。
※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。
※送料は会員・非会員とも
沖縄県以外 600 円
沖縄県 450 円（但し県内に限る）

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

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

施工技術総合研究所 建設機械類の性能試験抄報

162

1. はじめに

この抄報は、酒井重工業(株)の委託により実施した ROPS 性能試験の結果である。

ROPS は、傾斜角度 30° の斜面上で車両が 360° 回転するという転倒状態に対し、シートベルトを付けたオペレータが押しつぶされるのを防止する目的で、運転席周囲に取り付けられる保護構造物（ROPS: Roll-Over Protective Structure）であり、その試験および性能要求事項は ISO3471, JIS A 8910 に規定されている。

試験は、上記規格の試験方法を満足する施工技術総合研究所の ROPS 試験設備で実施した。

2. 試験機械と性能基準

(1) 試験機械

試験は以下の振動ローラに適用する ROPS キャブについて実施した。

機械名称：振動ローラ

機械形式：SV512-1

指定最大質量：14,500 kg

(2) 最小要求性能

上記指定最大質量で締め固め機械として求められる最小要求性能は次のとおりである。

側方荷重：78,093 N

側方エネルギー：15,116 J

垂直荷重：284,345 N

前後方向荷重：62,474 N

3. 試験結果

以下のとおり、ROPS 構成部材が DLV へ侵入することなしに、最小要求性能を満足することができた。

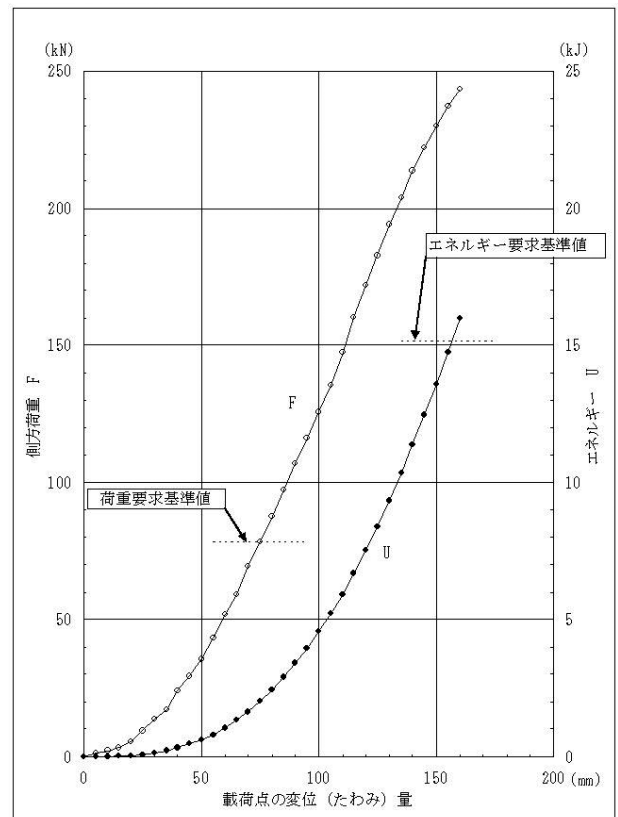
(1) 側方載荷（図—1、写真—1）

エネルギー基準を満足した後に達した最大荷重

243,520 N

最大吸収エネルギー

15,971 J



図—1 SV512-1 側方載荷結果

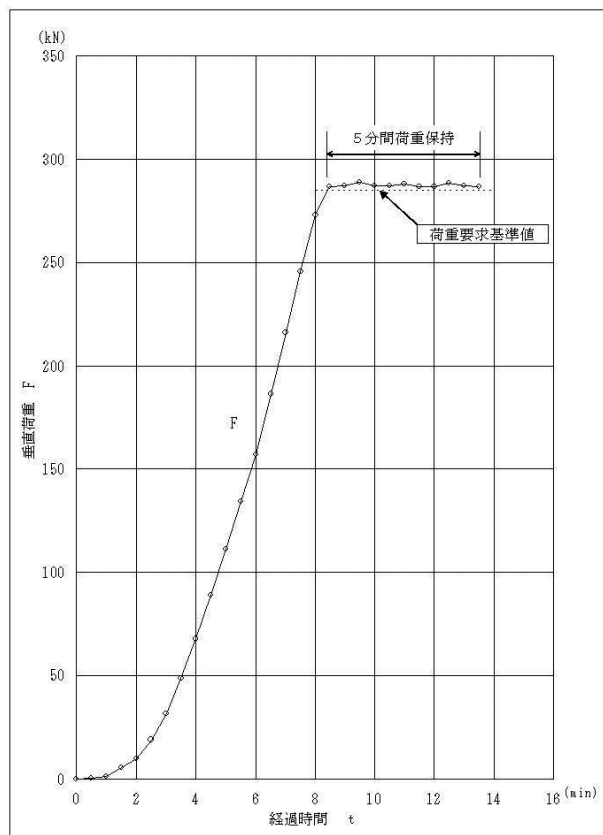


写真—1 SV512-1 側方載荷終了時

(2) 垂直載荷 (図—2)

到達最大荷重

288,620 N

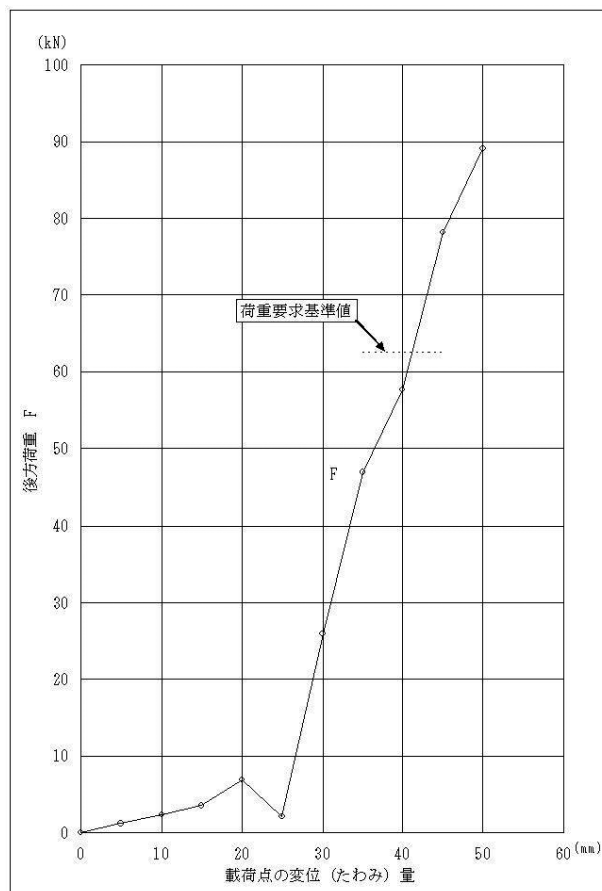


図—2 SV512-1 垂直載荷結果

(3) 前後方向載荷 (図—3)

到達最大荷重

89,150 N



図—3 SV512-1 前後方向載荷結果

■「建設の施工企画」投稿のご案内■

—社団法人日本建設機械化協会「建設の施工企画」編集委員会事務局—

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

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

うと考えています。

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

(1) 投稿の資格と原稿の種類：

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

投稿される場合はタイトルとアブストラ

クトを提出頂きます。編集委員会で査読し採択の結果をお知らせします。

(2) 詳細：

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

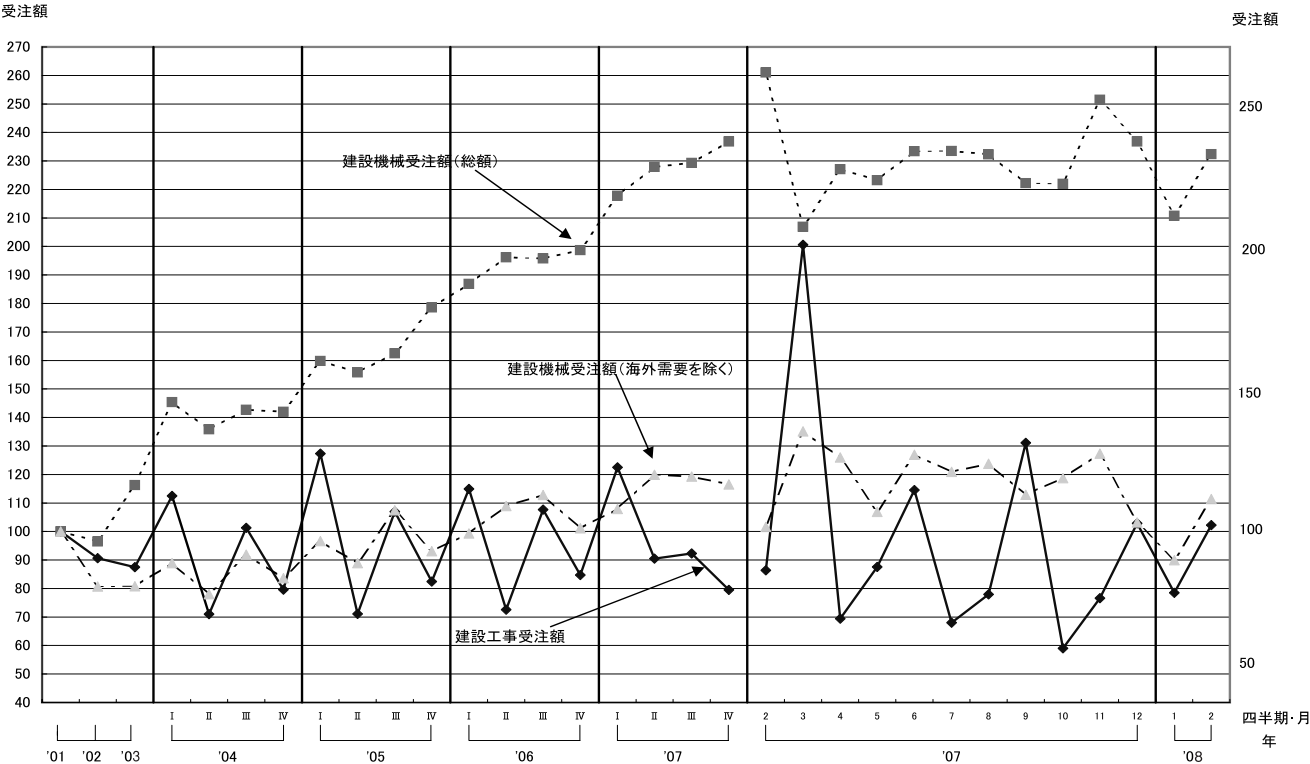
社団法人日本建設機械化協会「建設の施工企画」編集委員会事務局

Tel：03 (3433) 1501, Fax：03 (3432) 0289,

e-mail：suzuki@jcmanet.or.jp

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動向統計調査(大手50社) (指数基準 2000年平均=100)
建設機械受注額：建設機械受注統計調査(建設機械企業数24前後) (指数基準 2000年平均=100)



建設工事受注動向統計調査 (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							
2001 年	143,383	90,656	15,363	75,293	39,133	6,441	7,153	93,605	49,778	162,832	160,904
2002 年	129,862	80,979	11,010	69,970	36,773	5,468	6,641	86,797	43,064	146,863	145,881
2003 年	125,436	83,651	12,212	71,441	30,637	5,123	5,935	86,480	38,865	134,414	133,522
2004 年	130,611	92,008	17,150	74,858	27,469	5,223	5,911	93,306	37,305	133,279	131,313
2005 年	138,966	94,850	19,156	75,694	30,657	5,310	8,149	95,370	43,596	136,152	136,567
2006 年	136,214	98,886	22,041	76,845	20,711	5,852	10,765	98,795	37,419	134,845	142,913
2007 年	137,946	103,701	21,705	81,996	19,539	5,997	8,708	101,417	36,529	129,919	143,391
2007 年 2 月	10,318	7,132	1,372	5,760	2,310	484	391	7,186	3,132	133,709	11,644
3 月	23,973	17,208	3,001	14,206	4,385	708	1,672	16,871	7,102	138,503	19,212
4 月	8,298	6,811	1,558	5,253	784	440	263	6,376	1,922	137,090	9,593
5 月	10,466	7,894	1,826	6,069	961	429	1,181	7,747	2,718	137,504	10,827
6 月	13,680	10,649	2,193	8,457	1,700	520	811	10,667	3,013	138,439	12,818
7 月	8,121	6,111	1,548	4,563	1,060	503	445	5,870	2,250	136,746	10,007
8 月	9,305	6,781	1,204	5,578	1,342	456	726	6,959	2,346	135,311	10,300
9 月	15,669	12,284	2,297	9,987	1,594	618	1,173	11,553	4,116	135,728	14,672
10 月	7,044	5,368	1,311	4,056	882	437	358	5,019	2,025	132,936	9,864
11 月	9,155	7,046	2,000	5,046	1,211	458	440	6,870	2,285	130,427	11,794
12 月	12,293	8,722	1,712	7,011	2,068	518	984	8,821	3,472	129,919	12,450
2008 年 1 月	9,385	6,789	1,358	5,432	1,686	352	557	6,737	2,648	130,042	9,709
2 月	12,212	11,621	1,823	5,946	3,371	481	591	8,242	3,969	—	—

建 設 機 械 受 注 実 績

(単位：億円)

年 月	01 年	02 年	03 年	04 年	05 年	06 年	07 年	07 年 2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	08 年 1 月	2 月
総 額	8,983	8,667	10,444	12,712	14,749	17,465	20,478	1,954	1,549	1,700	1,671	1,747	1,748	1,739	1,663	1,662	1,883	1,773	1,578	1,740
海 外 需 要	3,574	4,301	6,071	8,084	9,530	11,756	14,209	1,496	940	1,132	1,189	1,175	1,203	1,181	1,154	1,127	1,309	1,308	1,173	1,238
海外需要を除く	5,409	4,365	4,373	4,628	5,219	5,709	6,268	458	609	568	482	572	545	558	509	535	574	465	405	502

(注) 2001～2003 年は年平均で、2004 年～2007 年は四半期ごとの平均値で図示した。
2007 年 2 月以降は月ごとの値を図示した。

出典：国土交通省建設工事受注動向統計調査
内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

…行事一覧…

(2008年3月1日～31日)

■ 機 械 部 会

■機械部会・運営連絡会

月 日：3月6日(木)

出席者：山口 武部会長ほか7名

議 題：①H19年度下期委員会活動報告について ②H20年度委員会活動計画について ③その他

■路盤・舗装機械技術委員会・幹事会

月 日：3月6日(木)

出席者：福川光男委員長ほか8名

議 題：①H20年度活動計画について ②その他

■トンネル機械技術委員会・環境保全分科会

月 日：3月6日(木)

出席者：坂下 誠分科会長ほか8名

議 題：①報告書の最終確認作業について ②今後の予定について

■機械部会・幹事会

月 日：3月11日(火)

出席者：山口 武部会長ほか18名

議 題：①H19年度下期委員会活動報告について ②H20年度委員会活動計画について ③その他

■油脂技術委員会・グリース分科会

月 日：3月13日(木)

出席者：田路 浩分科会長ほか11名

議 題：①ショベル技術委員会へ規格普及の相談を行った結果の報告 ②今後の活動方針作り ③アンケート結果を踏まえたJCMAS P040規格見直し ④その他

■油脂技術委員会・グリース分科会

月 日：3月13日(木)

出席者：杉山玄六委員長ほか14名

議 題：①各分科会報告について ②H20年度活動計画について ③その他

■ショベル技術委員会

月 日：3月19日(水)

出席者：此村 靖委員長ほか7名

議 題：①年度計画について ②ホームページに関して ③ダム協会から建機協にきた安全対策その後 ④低燃費型建設機械指定制度のためのデータ取り ⑤その他

■トンネル機械技術委員会・事故災害防止(シールドトンネル)分科会

月 日：3月19日(水)

出席者：川本伸司分科会長ほか3名

議 題：①事故事例の分析方法とその分

担について ②その他

■トンネル機械技術委員会・未来型機械分科会

月 日：3月19日(水)

出席者：河上清和分科会長ほか5名

議 題：①調査診断技術一覧表でのディスカッション ②来年度の方針について ③その他

■トンネル機械技術委員会・事故災害防止(山岳トンネル)分科会

月 日：3月24日(月)

出席者：奥村利博分科会長ほか10名

議 題：①アンケート調査の纏め方について ②報告書作成成分担について ③その他

■原動機技術委員会

月 日：3月28日(金)

出席者：有福孝智委員長ほか18名

議 題：①次期排出ガス規制について ②H19年度活動報告とH20年活動計画について ③ホームページのメンテナンスについて ④その他

■ 建 設 業 部 会

■建設業部会・三役会

月 日：3月19日(水)

出席者：坪田 章幹事長ほか5名

議 題：①平成19年度事業報告について ②平成20年度事業計画について ③その他

■建設業部会

月 日：3月19日(水)

出席者：坪田 章幹事長ほか30名

議 題：①「省エネルギー建設機械の動向」に関する講演(コベルコ建機(株) 溝口孝遠顧問) ②平成19年度事業報告について ③分科会活動報告 ④平成20年度三役体制について ⑤平成20年度事業計画について ⑥その他

■ 商 社 部 会

■講演会

月 日：3月4日(火)

出席者：寺田順三部会長ほか52名

演 題：「新潟県中越地震における災害復旧事例とその取組について」(講師 国土交通省 新田課長補佐)

■コンクリートポンプ車総合改善委員会

■コンクリートポンプ車総合改善委員会第一分科会

月 日：3月18日(火)

出席者：宇治公隆分科会長ほか6名

議 題：①当分科会の活動計画について

②分科会活動による成果物について

③その他

■ 製 造 業 部 会

■製造業部会・作業燃費検討WG

月 日：3月17日(月)

出席者：田中利昌リーダほか3名

議 題：①低燃費に関する温暖化対策検討会の打合わせ ②その他

■製造業部会・マテリアルハンドリングWG

月 日：3月24日(月)

出席者：溝口孝遠リーダほか8名

議 題：①1本ピンングラップルの取扱いについて ②マグネット仕様機に関する「Q&A」に関して ③その他

■製造業部会・ダム、採石用機械のアクセス検討WG

月 日：3月26日(水)

出席者：田中健三リーダほか6名

議 題：①機種毎のガイドラインの纏め ②ダム協会への報告 ③その他

■ 各 種 委 員 会 等

■機関誌編集委員会

月 日：3月5日(水)

出席者：中野正則委員長ほか24名

議 題：①平成20年6月号(第700号)の計画の審議・検討 ②平成20年7月号(第701号)の素案の審議・検討 ③平成20年8月号(第702号)の編集方針の審議・検討 ④平成20年3～5月号(第697～699号)の進捗状況確認

■新機種調査分科会

月 日：3月25日(火)

出席者：渡部 務分科会長ほか3名

議 題：①新機種情報の検討・選定 ②技術交流討議

…支部行事一覧…

■ 北 海 道 支 部

■調査部会

月 日：3月6日(木)

出席者：吉田部会長ほか5名

内 容：平成19年度事業の結果と平成20年度事業について協議

■広報部会

月 日：3月11日(火)

出席者：杉岡部会長ほか7名

内 容：①平成19年度事業の結果と平成20年度事業について協議 ②支部だより96号の編集 ③平成20年度支部講演会に関する協議

■第2回調査部会調査委員会

月 日：3月12日（水）

出席者：村椿委員長ほか18名

内 容：平成20年度損料表（北海道補正版）に関する協議

■技術部会

月 日：3月18日（火）

出席者：堅田部会長ほか11名

内 容：①平成19年度事業の結果と平成20年度事業について協議

■ 東 北 支 部

■広報部会

月 日：3月13日（木）

場 所：協会会議室

出席者：山田仁一広報部会長代理ほか2名

議 題：機関誌編集方針について

■広報部会

月 日：3月28日（金）

場 所：協会会議室

出席者：山田仁一広報部会長代理ほか4名

議 題：平成20年度事業計画、機関誌編集方針等

■ 北 陸 支 部

■機械設備検討会

月 日：3月11日（火）

場 所：新潟県建設会館

出席者：宮村兵衛北陸地整施工企画課長ほか15名

議 題：①機械設備工事における品質確保、入札契約方式について ②機械設備に関する諸問題の検討

■効率化推進委員会堤防除草分科会

月 日：3月12日（水）

場 所：北陸地方整備局会議室

出席者：浮須修栄効率化推進委員長ほか15名

議 題：堤防除草安全施工マニュアルの作成について

■技術改善委員会幹事会

月 日：3月13日（木）

場 所：チサンホテル

出席者：大石 登幹事長ほか14名

議 題：①19年度開発コンクリート製品について ②今後の開発テーマについて

■雪氷部会ワーキング

月 日：3月18日（火）

場 所：北陸支部事務局

出席者：本間政幸幹事ほか4名

議 題：道路除雪オペレータの手引きの改訂について

■路面消・融雪施設等設計要領幹事会

月 日：3月19日（水）

場 所：新潟県建設会館

出席者：坂上 悟幹事長ほか13名

議 題：路面消・融雪施設等設計要領の改訂について

■広報委員会

月 日：3月21日（金）

場 所：北陸支部事務局

出席者：羽賀清治広報委員長ほか5名

議 題：①支部機関誌の発刊について ②20年度広報事業計画について

■企画部会正副委員長会議

月 日：3月27日（木）

場 所：新潟県映ホテル

出席者：穂苅正昭企画部会長ほか6名

議 題：①19年度事業結果報告 ②20年度支部事業の運営について

■ 中 部 支 部

■支部創立50周年記念事業準備・実行委員会（第3回）

月 日：3月12日（水）

出席者：小川敏治実行委員長ほか9名

議 題：支部創立50周年記念事業について

■部会長・副部会長会議開催

月 日：3月26日（水）

出席者：安江規尉企画部会長ほか7名

議 題：①平成19年度事業報告及び決算報告について ②平成20年度事業計画（案）及び収支予算（案）について審議 ③支部規程改正について

■運営委員会開催

月 日：3月28日（金）

出席者：土屋功一支部長ほか22名

議 題：①平成19年度事業報告及び決算報告について ②平成20年度事業計画（案）及び収支予算（案）について審議 ③平成20・21年度役員選考について審議 ④平成20年度建設機械優良技術員表彰者について ⑤中部支部創立50周年記念事業について ⑥支部規程改正について

■ 関 西 支 部

■意見交換会での水門設備部会の課題に関する検討会

月 日：3月4日（火）

場 所：協会会議室

出席者：8名

議 題：①同種工事の規模に関する技術的変曲点について ②配置技術者の経験年数および緩和策について ③点検業務における技術者の要件について ④他社設備のメンテナンスにおける技術的な問題点の整理 ⑤点検報告書について

■災害時における建設機械等活用委員会

月 日：3月5日（水）

場 所：協会会議室

出席者：深川良一委員長ほか11名

議 題：①委員会について ②国・地方自治体等が連携した「建設機械等活用調整会議（仮称）」の設立について ③建設機械等活用委員会検討事項について

■ 四 国 支 部

■部会長等会議の開催

月 日：3月5日（水）

場 所：サン・イレブン高松

出席者：尾崎宏一企画部会長ほか7名

議 題：①平成20年度事業計画（案）について ②平成20年度事業の実施体制について ③その他

■ 九 州 支 部

■第12回企画委員会

月 日：3月26日（水）

出席者：相川 亮企画委員長ほか9名

内 容：①災害時の応急対策業務協定について ②建設の機械化功労者表彰の選考審査 ③支部規程の改正承認申請について ④H19決算書及びH20予算計画書について ⑤H20第1四半期事業について ⑥その他

■記念誌編集委員会（第6回）

月 日：3月3日（月）

出席者：相川 亮委員ほか6名

内 容：記念誌掲載の事業選定について

■記念誌編集委員会（第7回）

月 日：3月17日（月）

出席者：相川 亮委員ほか3名

内 容：記念誌掲載の事業概要説明文の作成について

編集後記

今回のテーマ「歴史的遺産・建造物の修復、復元」について原稿集めで頭を痛めている時、衝撃的なニュースが飛び込んで来ました。韓国の「南大門」（崇礼門）の焼失のニュースです。南大門（崇礼門）は、1398年に完成、1479年頃に大きく改修された他は1962年朝鮮戦争後に修復されただけで、約600年の歴史を持つ韓国国宝第1号だそうです。テレビやネットに流れる焼失後の様子は、あまりに悲惨で韓国の方々の落胆はいかほどかと思われます。原因が放火という点も無念としか言いようがないでしょう。日本にも、1400年の歴史を誇る法隆寺をはじめ、日本人の自尊心とも言える多数の歴史的建造物が存在します。これらを犯罪や自然災害から完全に守る事は容易ではないでしょう。

日本には法隆寺の金堂や金閣寺の再建例があります。おかげで木造文化財再建技術は世界一のレベルになったと言われているそうです。今回の出来事によって、歴史的建造物の保存修復技術の重要度、注目度は、さらに大きく増すのではないのでしょうか。さらに、既存建造物の詳細な情報の保存、再生再建技術という点

にも着目度が増すでしょう。

先日、「最後の晩餐」や「風神雷神図屏風」等の超高精細なデジタル画像情報化と複製技術についてのニュースを見ました。同様な対応が建造物に対しても要求される時代になって行くのかなと思います。

ただ、南大門焼失は韓国の方々に文化財に対する色々な考えを沸き起こしているようで、保存と再建について大きな議論になっているようです。どのような結論になるのか興味深いです。諸行無常、終わりがあから始まる、なんて、どちらかというと日本人好みの感じ方ですね。

なんだか大きな話になりましたが、今回のテーマ、偶然ですがタイムリーだったのかなと思っています。

今回初めて編集担当をさせていただき、いつもと少し違う分野の方々のコミュニケーションは、久しぶりに新鮮な体験でした。中でも、ある執筆者の方にご依頼の電話をしたときに「研究をなりわいに行っている者の社会的責務の一つとして受けますよ」とのお言葉には感銘を受けました。

最後になりますが、お忙しい中ご執筆をいただいた皆様には深く感謝申し上げます。

（岩本・京免）

機関誌編集委員会

編集顧問

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

編集委員長

中野 正則	国土交通省
-------	-------

編集委員

廣松 新	国土交通省
浜口 信彦	国土交通省
米田 隆一	農林水産省
小沼 健一	(独)鉄道・運輸機構
早川 正昭	株式会社高速道路総合技術研究所
伊藤 崇法	首都高速道路株式会社
高津 知司	本州四国連絡高速道路株式会社
平子 啓二	(独)水資源機構
松本 敏雄	鹿島建設株式会社
和田 一知	川崎重工業株式会社
岩本雄二郎	株式会社熊谷組
嶋津日出光	コベルコ建機株式会社
金津 守	コマツ
藤永友三郎	清水建設株式会社
村上 誠	新キャタピラー三菱株式会社
宮崎 貴志	株式会社竹中工務店
泉 信也	東亜建設工業株式会社
中山 努	西松建設株式会社
斉藤 徹	株式会社NIPPOコーポレーション
三柳 直毅	日立建機株式会社
岡本 直樹	山崎建設株式会社
中村 優一	株式会社奥村組
石倉 武久	住友建機製造株式会社
京免 継彦	佐藤工業株式会社
久留島匡繕	五洋建設株式会社
吉越 一郎	株式会社間組
藤田 一宏	施工技術総合研究所

6月号「700号記念・海外における建設施工特集」予告

- ・建設分野における国際協力
- ・国土交通分野におけるクリーン開発メカニズム（CDM）プロジェクトの現況と将来
- ・海外建設活動の現況—平成18年度（2006年度）海外建設受注から
- ・台湾高雄地下鉄CR4工区建設工事 大都市中心部に内径140mの円形連続壁構築
- ・シンガポール下水道プロジェクトへの取組み —延長7.7kmの長距離シールド—
- ・ラオス ナムツン2水力発電工事
- ・トルコボスボラス海峡横断鉄道トンネルの施工 沈埋トンネル部基礎地盤水中均しロボット
- ・第2フレンドシップ橋の計画と施工 タイとラオス国境のメコン河に架かる全長2,050mの国際橋
- ・世界の長大橋の建設概況
- ・サハリン2 LNG積出栈橋の建設
- ・台湾初の大容量（16万KL）PCLNGタンクの施工

No.699「建設の施工企画」 2008年5月号

〔定価〕1部840円（本体800円）
年間購読料9,000円

平成20年5月20日印刷

平成20年5月25日発行（毎月1回25日発行）

編集兼発行人 小野 和日児

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 社団法人 日本建設機械化協会

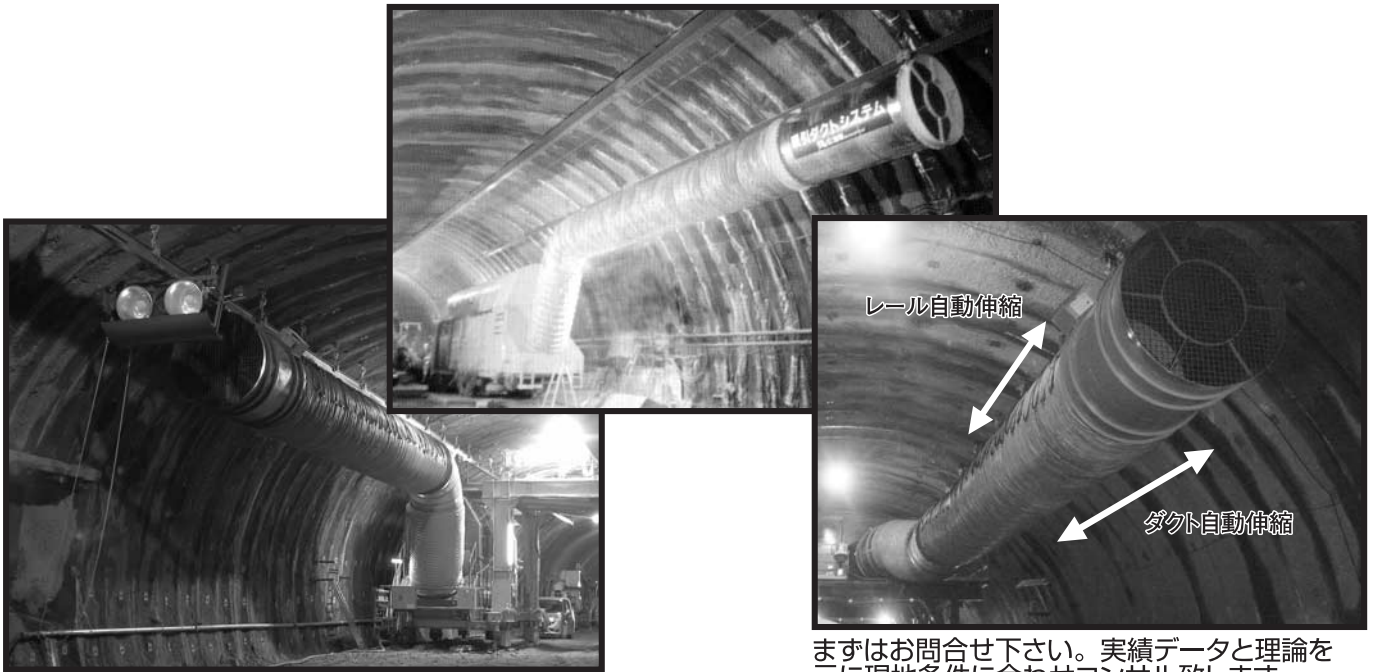
〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

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

施工技術総合研究所	〒417—0801 静岡県富士市大淵 3154	電話 (0545) 35—0212
北海道支	部〒060—0003 札幌市中央区北三条西2—8	電話 (011) 231—4428
東北支	部〒980—0802 仙台市青葉区二日町 16—1	電話 (022) 222—3915
北陸支	部〒950—0965 新潟市中央区新光町 6—1	電話 (025) 280—0128
中部支	部〒460—0008 名古屋市中区栄 4—3—26	電話 (052) 241—2394
関西支	部〒540—0012 大阪市中央区谷町 2—7—4	電話 (06) 6941—8845
中国支	部〒730—0013 広島市中区八丁堀 12—22	電話 (082) 221—6841
四国支	部〒760—0066 高松市福岡町 3—11—22	電話 (087) 821—8074
九州支	部〒812—0013 福岡市博多区博多駅東 2—8—26	電話 (092) 436—3322

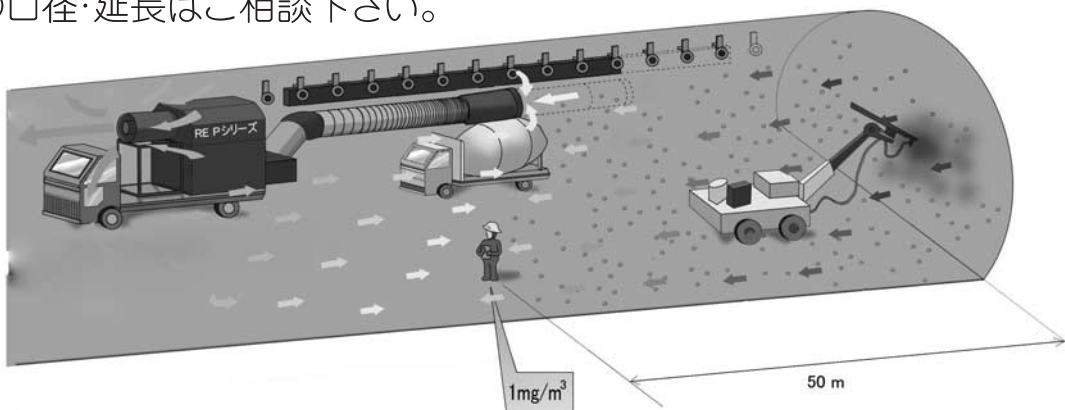
吸引ダクトシステム

吸引ダクトシステム特許取得【第3883483号】
ガイドラインを大幅にクリア $1\text{mg}/\text{m}^3$ を達成!!



まずはお問合せ下さい。実績データと理論を元に現地条件に合わせコンサル致します。

- ・発生源粉塵対策の決定版。
- ・ダクトはもちろん吊下げレールも無線リモコンで楽々前進。
- ・掘削工法や作業サイクルに適応。**操作のお手間をとらせません。**
- ・**最低限の切羽送気量**と後方の**高い清浄空間**の確保で換気コスト・ランニングコストの大幅なコストダウンに。
- ・適応径は $\phi 600 \sim \phi 1500$ 、負圧-2kpa、収縮率1/5、100m以上もレンタルで対応可。移動照明を使用することで切羽作業効率、安全性が大幅にアップ。その他の口径・延長はご相談下さい。



宇宙・原子力・環境など開発部門の人材を募集しています。

 **株式会社流機** エンジニアリング

URL: <http://www.ryuki.com> E-mail: eigyobu@ryuki.com

本社 / 〒108-0073 東京都港区三田3-4-2 COI聖坂ビル
TEL: 03 (3452) 7400 (代) FAX: 03 (3452) 5370

つくば / 〒308-0114 茨城県筑西市花田90-1
テク/センター TEL: 0296 (37) 7680 (代) FAX: 0296 (37) 7681

KOBELCO

さすがコベルコ!

選ばれる「商品」「社員」「会社」へ

静と動の極みへ。



95dB (A)

新冷却システムが実現した極低騒音。

※国土交通省の指定制度上はあくまでも超低騒音型(基準値は100dB以下)です。
「極低騒音」はコベルコの独自表現です。

燃料消費量21%低減

驚きのコストパフォーマンスを実現。

※数値はSK225SRの場合。当社従来機SK235SRと
単位燃料あたりの掘削土量を比較。標準モード時。



掘削新流儀。——アセラ・ジオスペック

ACERA
GEOSPEC SR

SK225SR: バケット容量:0.8m³
運転質量:22,300kg



用途別専用機ダイナスペック

DYNASPEC SR

SK235SRD: バケット容量:0.8m³
運転質量:24,300kg
SK235SRD_{LC}: バケット容量:0.8m³
運転質量:24,900kg



オフロード法適合

お問い合わせ、カタログのご請求は……

コベルコ建機株式会社 <http://www.kobelco-kenki.co.jp>

東京本社/〒141-8626 東京都品川区東五反田2-17-1 ☎03-5789-2111

CAT mini

世界で活躍するキャタピラーの油圧ショベル。
 様々な現場を知り尽くしたその経験は
 操作する人の意のままに操れる、
 ミニ油圧ショベルの高い作業性能にも
 凝縮されています。
 その世界基準の性能をWEBでご確認ください。



CATミニ

検索

CATミニ油圧ショベルシリーズ

301.5cr 1,500kg(キャノピ)	302Ccr 2,050kg(キャノピ)	302Csr 1,990kg(キャノピ)	303sr 2,950kg(キャノピ)	303Ccr 3,070kg(キャノピ)	NEW! 303Csr 2,990kg(キャノピ)	303.5Ccr 3,550kg(キャノピ)	304Ccr 4,560kg(キャノピ)	305Ccr 4,850kg(キャノピ)	305sr 5,310kg(キャノピ)
---------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-------------------------------

レンタル



詳しくは
弊社ホームページ
まで

デモ・試乗

秩父デモセンター
0494-24-7311

ライセンス

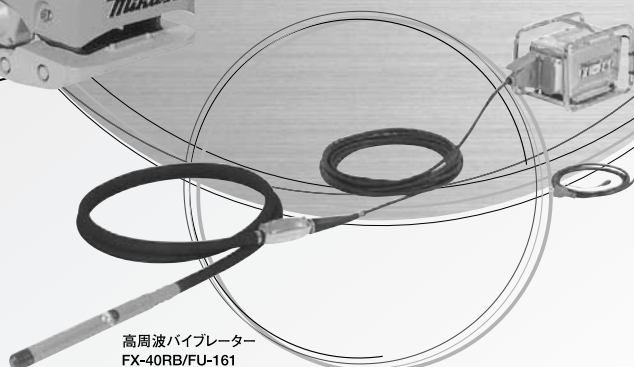
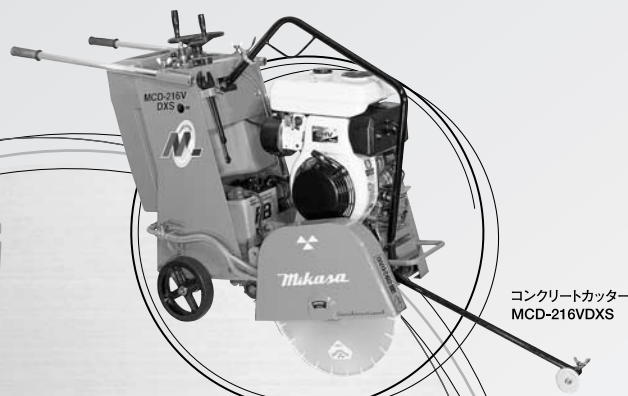
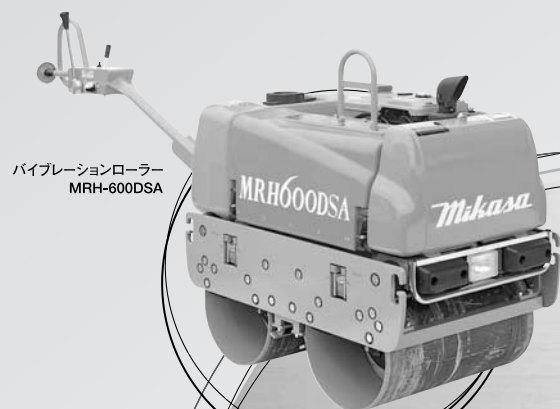
エス・シー・エム教習所(株)
042-763-7130
<http://www.cmot.co.jp>

カタログのご請求は、最寄りの販売店より申し付けください。また、ホームページよりダウンロードも可能です。
 CATERPILLAR(キャタピラー)及びCATはCaterpillar Inc.の登録商標です。

<http://www.scm.co.jp>

新キャタピラー三菱

本社(営業部門) 神奈川県相模原市田名3700 〒229-1192



多様な作業環境に、柔軟に対応する品質・技術・パワー。
 「三笠」は現場に支持されています。

三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

本社/〒101-0064 東京都千代田区猿樂町1-4-3 TEL:03-3292-1411 (代)

●営業所:札幌/仙台/北関東/新潟/長野/静岡 ●出張所:山梨

三笠建設機械株式会社

〒550-0012 大阪市西区立売堀3-3-10 TEL:06-6541-9631 (代)

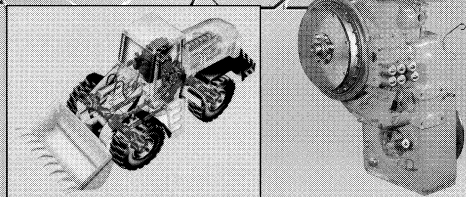
●営業所:名古屋/金沢/広島/高松/福岡 ●出張所:鹿児島/沖縄

MARUMA

あらゆる建設機械／シールドマシン・・・ 油圧機器の整備・再生

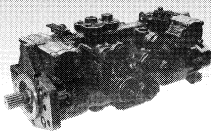
建設機械用ZFトランスミッション

点検・整備は、日本ではマルマのみが対応

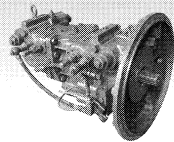


建設機械のあらゆる油圧機器

斜板式ダブルポンプ



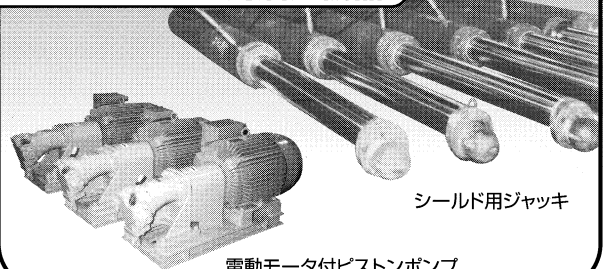
斜板式ピストンポンプ



斜軸式ピストンモータ



シールドマシン用油圧機器

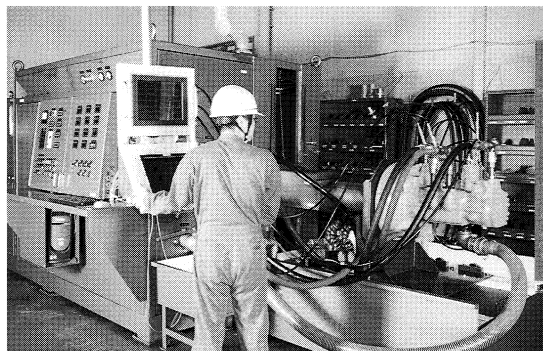


シールド用ジャッキ

電動モータ付ピストンポンプ

建機と共に半世紀以上。確かな「信頼」をお届けします！

整備・再生された各Ass'yは、自社独自開発の多機能油圧機器試験機により性能を確認。各テストのデータはデータベースとして保存され、出荷後、マッチング調整や、搬送されてきた同等品の確認テストに活用します。この万全を期した体制がマルマの高い信頼性のゆえんです。



マルマテクニカ株式会社

本社・相模原事業所 営業部 整備油機課

〒229-0011 神奈川県相模原市大野台6-2-1

TEL042 (751) 3809 FAX042 (756) 4389

E-mail:yuki@maruma.co.jp

東京事業部 〒156-0054

E-mail:tokyo@maruma.co.jp

名古屋事業所 〒485-0037

E-mail:service@maruma.co.jp

東京都世田谷区桜丘1-2-22

TEL03 (3429) 2141 FAX03 (3420) 3336

愛知県小牧市小針2-18

TEL0568 (77) 3311 FAX0568 (72) 5209

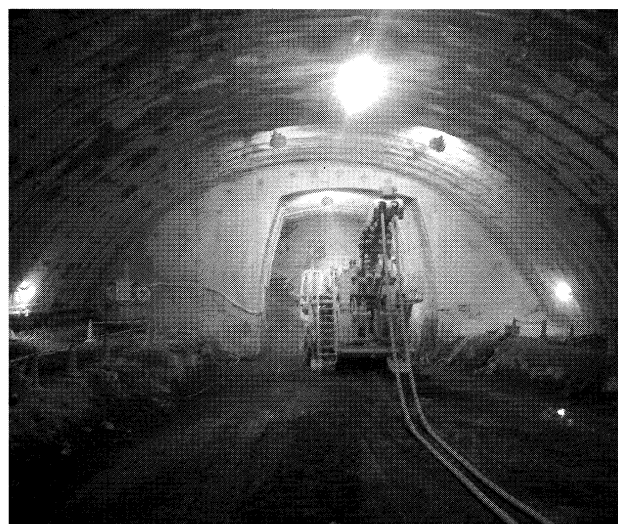
URL <http://www.maruma.co.jp/>

ミニベンチ工法 両用型 ショートベンチ工法

RH-10J-SS 強力型ブームヘッダー



カッター出力 330kW
総出量 120ton



主な特長

- カッター出力は330kWで、強力な切削力を発揮し、軟岩から硬岩まで幅広い地質に対応。
- 機体寸法は、高さ3.9m×幅4.2m×長さ16.5m（ケーブルハンガーを除く）
- 定位置最大切削範囲は、高さ8.75m×幅9.5m
- 高圧水ジェット噴射で粉塵抑制とピック消費量低減。
- 接地圧が低く、軟弱地盤にも対応。

KYB カヤバ システム マシナリー株式会社

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO., LTD

<http://www.kyb-ksm.co.jp>

（旧社名：日本鉾機株式会社）

本社・営業/カスタマーサービス	〒105-0012	東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル	TEL. 03-5733-9443
中部支店	〒514-0396	三重県津市雲出鋼管町6番地2	TEL. 059-234-4139
西部支店	〒812-0013	福岡県福岡市博多区博多駅東2丁目6番26号 安川産業ビル	TEL. 092-411-4998
三重工場	〒514-0396	三重県津市雲出鋼管町6番地2	TEL. 059-234-4111

クレーン、搬送台車、建設機械、特殊車輛他 産業機械用無線操縦装置

今や、業界唯一。日本国内自社自力生産・直接修理を実践中！

ポケットサイズ ハンディ～ショルダー機 フルラインアップ!! ケーブルレス サテラ 離操作

Nシリーズ：微弱電波
Rシリーズ：産業用ラジコンバンド
Uシリーズ：429MHz帯 特定小電力
Gシリーズ：1.2GHz帯 特定小電力
ポーバ：防爆形無線機

- ◆ 業界随一のフルラインの品揃えとオーダー対応制度で多様なニーズに対応！
- ◆ 常に！業界一のコストパフォーマンス！
- ◆ 迅速なメンテナンス体制！
- ◆ 未来を見据えた過去の実績を見て下さい！
代々互換性を継承、補修の永続

スリムケーブルレス

より安価なオーダー対応を実現！

微弱電波・特定小電力
両モデル対応
Nシリーズ
Uシリーズ

フルオーダー対応で
最大32点まで対応可！

2段階押し・特殊
スイッチ装着可能

- スリムなボディ…従来品(TX-5600)との体積比約88%
- 自由度の高い操作スイッチ配置など、多様なオーダー対応性
- 優れた耐塵防雨性能…送信機はIP65相当
- 衝撃に強い新ブラケースを採用
- 自社開発！新生2段階押しスイッチで高い耐久性
- パネルゴムに突起部を追加、操作感を向上(標準釦位置のみ)
- 見易くなった「電池残量告知ランプ付」

標準型
RC-5708N

- 8操作8リレー
- 軽量・コンパクト
受信機

セットで
15.75万円



標準型
RC-5712N

- 12操作12リレー
- 照明出力リレーの
保持を標準採用

セットで
17.85万円



マイコンケーブルレス

N/U/Gシリーズ
標準型

RC-6016N

- 16操作16リレー
最大24操作まで
対応可能

セットで
21万円



防爆形無線機 対応可能
《ポーバ》(微弱電波・特定小電力)

マイティサテラ

N/U/Gシリーズ

3ノッチジョイスティック型

RC-7132N

セットで
94.5万円～

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

- 最大操作数64
(オープンコレクタ出力時)
- 見易くなった「電池残量告知ランプ付」



ジョイスティック
2本装着オーダー例

無段変速対応可

防爆形無線機 対応可能
《ポーバ》(微弱電波のみ)

ハイパーケーブルレス

N/U/Gシリーズ

標準型

RC-8416N

- 16操作16リレー
最大32リレーまで対応可能
- ハンディーなのに
ロータリー・トグルスイッチ
装着可能
- 見易くなった
「電池残量告知ランプ付」

セットで
23.1万円

裏側
スイッチ
装着例



新 チップケーブルレス

コンパクトという選択肢!!
～機能を絞ると、こんなに小さくなりました～

微弱電波モデル
対応

標準型

RC-3208N

- 6操作
8リレー

セットで
12.6万円



スリムなので
片手で握り替えずに、
正逆操作が行えます!!

- スリム・小型・軽量
- 送信機ケース強度が増大!
- 防水性アップ(送信機はIP65)
- 価格がさらに安価に!
- 従来機と信号互換あり!

チップケーブルレス
(縦指が遠くまで
届きます)



ケーブルレスミニ

ポケットサイズの本格派!

微弱電波・ラジコンバンド
両モデル対応

標準型

RC-4303N/R

- 微弱Nシリーズは、240MHz化でより安定した電波の飛び!
- 2段階押しスイッチ追加可能!(オプション)

セットで
10.5万円



リ・ソーサー 離操作

Nシリーズ
Uシリーズ

標準型

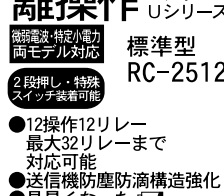
RC-2512N

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階押し・特殊
スイッチ装着可能

- 12操作12リレー
最大32リレーまで
対応可能
- 送信機防塵防滴構造強化
- 見易くなった「電池残量告知ランプ付」

セットで
23.1万円



軽量コンパクト
ショルダータイプ



データケーブルレス

工夫次第で用途は無限!

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

標準型

TC-1305R

セットで
21.525万円



送信機

TC-1308N(微弱電波) 23.1万円

(外部接点入力型)

写真はUシリーズ

受信機

MAXサテラ

Uシリーズ
Gシリーズ

特定小電力
専用モデル

ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

RC-9300U

- 多機能多操作
(比例制御対応可)

セットで
99.75万円



金属シャシの
多操作・特注仕様専用機!!

全押しボタン
装着タイプ

無段変速ジョイスティック
2本装着例



無線式火薬庫警報装置

発破番 ES-2000R

アンテナ等の
標準付属品付
セットで
42万円

2km～(6km)

ER-2000R(受信機) ET-2000R(送信機)



- 長距離伝送
到達距離約2km～(6km)
- 受信機から
電話回線接続機能、
携帯電話へもOK!
- 高信頼性
異常判定アルゴリズム
- 音声メッセージで
異常箇所を連絡(受信側)
- 大音量警鳴音発生
110dB/m

無線化工事のこともフルライン、フルオーダー体制の弊社に今すぐご相談下さい。また、ホームページでも詳しく紹介していますのでご覧下さい。 朝日音響 検索



常に半歩、先を走る
ベンチャー企業創出支援投資 対象企業
朝日音響株式会社
〒771-1350 徳島県板野郡上板町瀬部
FAX: 088-694-5544(代) TEL: 088-694-2411(代)
http://www.asahionkyo.co.jp/

東日本地区販売代理店/技術拠点
FAX 042-492-0411
東海地区販売代理店/技術拠点
FAX 0562-46-1908
大阪地区販売代理店
FAX 06-6393-5632

株式会社 広進
TEL 042-492-0410
(有)キノシタ・Eシステムズ
TEL 0562-46-1905
中川システム
TEL 06-6393-5635

KOMATSU

8スタイル。 待望の登場



ALL NEW PC120/130-8

特定特殊自動車排出ガス基準適合車

コマツ 営業本部 TEL.03-5561-2714
〒107-8414 東京都港区赤坂2-3-6 <http://www.komatsu.co.jp/ce/>

雑誌 03435-5



4910034350582
00800

「建設の施工企画」

定価 一部 八四〇円

本体価格八〇〇円