

建設の施工企画 8

2012 AUGUST No.750 JCOMA



ウォータースクリーンの自動車トンネルへの適用(イメージ)

工場・プラント・生産設備の災害対策 特集

- 東日本大震災を踏まえた危険物施設及び石油コンビナート施設の地震・津波対策
- 建設会社における災害時の基礎的事業継続力認定
- 地震・津波に対応した非定常時・緊急時のための教育・訓練システム
- アンダーピニングによる稼働中工場基礎の補強工事
- 供用中の沈埋トンネル直下地盤を対象とした液状化対策
- 液状化地盤上道路の変状防止対策
- 格子状地盤改良工法の液状化対策効果と工場内での施工
- 免震装置の信頼性
- 既存施設直下および周辺地盤の液状化対策工法
- 微細な水粒子幕を用いた防火設備
- CSG 製造プラントのユニット化

一般社団法人 日本建設機械施工協会
(平成24年4月1日 団体名称を変更致しました)

第6回 一般社団法人日本建設機械施工協会 研究開発助成対象者の募集について

一般社団法人 日本建設機械施工協会（以下「JCMA」という。）は、第6回研究開発助成対象者を下記のとおり公募します。

1. 実施スケジュール

- (1) 公募期間は、平成24年8月1日から平成24年10月31日までとします。
- (2) 助成対象者の決定は、平成24年12月中旬頃の予定です。
- (3) 助成期間は、助成決定の翌日から平成26年3月31日までです。
- (4) 研究成果報告書を、平成26年6月30日までに提出して頂きます。
- (5) 研究成果報告を、「平成26年度建設施工と建設機械シンポジウム（例年11月中旬頃開催）」で発表して頂きます。

2. 研究開発助成の対象

建設機械及び建設施工に関する技術等の向上と普及を図り、もって国土の利用、開発及び保全並びに経済及び産業の発展に寄与すると考えられる建設機械・施工に関する試験・調査・研究・技術開発であって、以下の要件のいずれかに該当する新規性、必要性又は発展性が高いと判断されるものを助成の対象とします。

- ① 建設機械施工の合理化
- ② 建設機械施工の品質確保
- ③ 建設機械施工における安全対策
- ④ 建設機械施工における環境保全
- ⑤ 建設機械による防災・災害復旧に関する技術の開発
- ⑥ 建設機械施工に関連した社会資本保全技術の開発

3. 研究開発助成の対象者

JCMAより研究開発助成を受けることができる方(以下「助成対象者」という)は、原則として以下のとおりです。

- ① 大学、高等専門学校及びこれらの附属機関に属する研究者及び研究グループ
- ② 法人格を有する民間企業等の研究者及び研究グループ

4. 申請手続きと注意事項

- (1) 助成を希望する研究者又は研究グループの代表者は申請書（様式-1①②④⑤）（共同研究の場合は様式-1③を追加）に必要事項を記入のうえ、正本1部、写し1部及び電子データを記録した電子媒体を、期限まで（当日必着）にJCMAへ郵送により提出するものとします。（なお、セキュリティ上の都合から電子メールによる受付は行っておりません。）また、申請の際に、説明に必要な範囲で参考資料を添付することは差し支えありません。
- (2) 申込件数は1人（共同研究の場合は1研究グループ）あたり1件とします。

- (3) 所属される機関において助成等の申請，受入れ機関が指定されている場合等は指定された機関の長又は代表者が申請することができます。
- (4) JCMA 以外の補助制度，助成制度との重複申請は可能です。但し，JCMA の助成において実施を予定する内容と他の制度もしくは助成によって実施する研究開発の内容の全てが重複しないようにして下さい。
- (5) 助成対象とならなかった場合には申請書及び添付資料等は審査終了後に返却します。

5. 申請書に記載された個人情報及びその他技術情報の利用目的について

申請書に記載された個人情報は，申請者への連絡，情報提供のために使用いたします。

また，取得した個人情報のうち，氏名，所属機関名及び役職名および申請書に記載された研究開発調査名及びその概要等については，当事業の広報のために刊行物，報告書，ホームページ等で公表し，第三者に提供することがあります。

これに同意した上で申請を行っていただきますようお願い申し上げます。

なお，研究開発の概要は公開されることを前提に，300～400 字で作成してください。

6. 助成金交付手続き

- (1) 助成が認められた申請者は助成決定通知受領後，JCMA に請書等の手続き書類（様式－2①②③④）を提出して頂いた時点で全額を交付します。
- (2) 助成金は手続き終了後にすみやかに助成研究者の指定する金融機関の口座（助成金振込先通知書（様式－2②）に記載された口座）に振り込みますが，助成金の受け入れ方法については，予め申請書（様式－1①）にも明記しておいてください。

7. その他

採否の理由等に関しましては，お問い合わせに応じかねますので，ご了承下さい。

(参考)	助成実績	
年度	申請数	採択数
平成 19 年度	14 件	2 件
平成 20 年度	8 件	2 件
平成 21 年度	8 件	2 件
平成 22 年度	20 件	2 件
平成 23 年度	22 件	4 件

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館 2 階
 一般社団法人 日本建設機械施工協会 研究開発助成事務局
 担当 鈴木
 TEL: 03-3433-1501 FAX: 03-3432-0289
 ホームページ (実施要綱・様式のダウンロード) はこちらから
<http://www.jcmanet.or.jp/>

発売中

平成24年度版 建設機械等損料表

- 発刊 : 平成24年4月
- 体裁 : B5判 モノクロ 684ページ
- 価格(税込) : 7,700円(一般) 6,600円(会員等)
- 送料(単価) : 600円(沖縄県を除く日本国内)

* 複数発注の場合は送料単価を減額します。

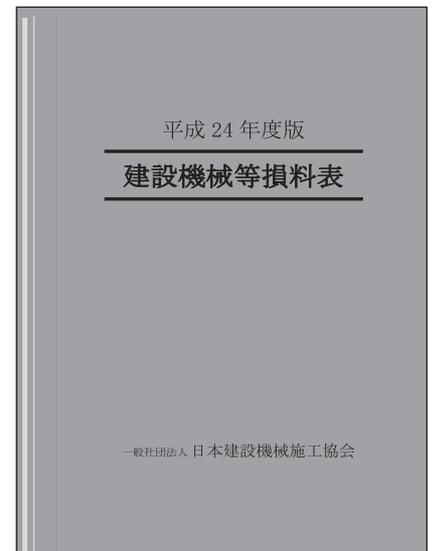
* 沖縄県の方は一般社団法人 沖縄しまたて協会(TEL:098-879-2097)にお申込み下さい。
(沖縄県内送料単価:450円)

■ 内容

- ・国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に基づき編集
- ・機械経費・損料等に関する通達・告示類を掲載
- ・損料表の構成・用語や損料積算例を解説
- ・燃料・電力消費量(率)を掲載
- ・主要建設機械は写真・図で概要を紹介
- ・主要建設機械は「日本建設機械要覧」の関連ページを紹介

★参考(平成24年度版の主要改正点)

- ・損料諸数値を全面改正
- ・バックホウの形式名称と分類コードを変更
- ・空気圧縮機(低圧・定置式・レシプロ型)等を削除
- ・かにクレーン、乳剤スタビライザ、多機能型ロータリ除雪車等を追加掲載
- ・その他



一般社団法人 日本建設機械施工協会

発売中

よくわかる建設機械と損料 2012

(平成24年度版 建設機械等損料表 解説書)

- 発刊 : 平成24年5月
- 体裁 : B5判、一部カラー、390ページ
- 価格(税込) : 5,460円(一般)、4,620円(会員)
- 送料(単価) : 450円(沖縄県を除く日本国内)

* 複数発注の場合は送料単価を減額します。
* 沖縄県の方は一般社団法人沖縄しまて協会(TEL:098-879-2097)にお申込み下さい。(沖縄県内送料単価:340円)

■本の特長

★損料表の構成・用語の意味、損料補正方法

などを平易な表現で解説

★20件の関連通達類の位置付けと要旨を解説

★H24年度版損料表の主な改正・変更点を一覧表にして紹介

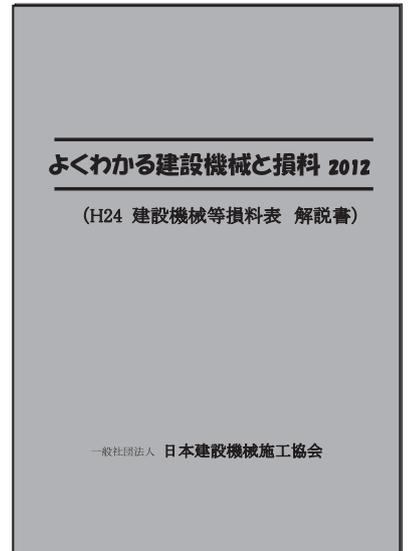
★損料表に掲載の機械について、大分類別にコード体系を図示

- | | |
|---------------------|---------------|
| 01 ブルドーザ及びスクレーパ | 12 空気圧縮機及び送風機 |
| 02 掘削及び積込機 | 13 建設用ポンプ |
| 03 運搬機械 | 15 電気機器 |
| 04 クレーンその他の荷役機械 | 16 ウインチ類 |
| 05 基礎工事用機械 | 17 試験測定器 |
| 06 せん孔機械及びトンネル工事用機械 | 18 橋梁架設用仮設備機器 |
| 07 モータグレーダ及び路盤用機械 | 20 その他の機器 |
| 08 締固め機械 | 30 作業船 |
| 09 コンクリート機械 | 40 ダム施工機械等 |
| 10 舗装機械 | 50 除雪用機械 |
| 11 道路維持用機械 | |

★損料表に掲載の各建設機械の概要(機能・特徴)を紹介

★主要建設機械のメーカー・型式名を表にして紹介

★機械の俗称からも、損料表における掲載ページ検索が可能



一般社団法人 日本建設機械施工協会

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

大口径岩盤削孔工法の積算

平成24年度版

∞∞∞ 改訂・発刊のご案内 ∞∞∞

平成24年4月 一般社団法人 日本建設機械施工協会

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22年5月に「大口径岩盤削孔工法の積算 平成22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及び建設機械等損料算定表等が改正され、平成24年4月1日以降の工事費の積算に適用されること等に伴い、当協会では、内容をより充実し、また解りやすく説明した「大口径岩盤削孔工法の積算 平成24年度版」を発刊することと致しました。

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の皆様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24年度版の構成項目は以下のとおりです。

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

◆ 改定内容

平成22年度版からの主な改定事項は以下のとおりです。

- ・ 国交省の損料改正に伴う関連箇所の全面改訂
- ・ ダウンザホールハンマ工、ロータリ掘削工法の積算方法の改定
- ・ 工法写真、標準積算例による解りやすい説明
- ・ 施工条件等に対応した新たな岩盤削孔技術事例の追加
- ・ 施工実績の改定

● A4判/約250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。

● 発刊日 平成24年5月17日



橋梁架設工事の積算

平成24年度版

∞∞∞ 改訂・発刊のご案内 ∞∞∞

平成24年4月 一般社団法人 日本建設機械施工協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

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

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準が改正され、平成24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24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24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24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23年度版からの主な改訂事項は以下のとおりです。

1. 鋼橋編

- ・横取り設備質量算定式の見直し
- ・製作工労務単価の変更に伴う架設用の製作部材単価改訂
- ・積算例題の見直し

2. PC橋編

- ・二組桁架設工法「二組桁横取り装置設備」を追加
- ・プレキャストセグメント主桁組立工の適用範囲拡大
- ・片持架設工法荷役設備に「クローラークレーン」追加、工事用エレベータ、荷役設備の供用日数設定方法明示
- ・架設支保工工法の供用日数の補正方法の説明図追加
- ・積算例題の見直し

● B5判／本編約1,100頁(カラー写真入り)
別冊約120頁 セット

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

- ※ 別冊のみの販売はいたしません。
- ※ 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。

● 発刊日 平成24年5月17日

◆ 日本建設機械施工協会『個人会員』のご案内 ◆

会費：年間 9,000円

個人会員は、日本建設機械施工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され、建設機械・施工技術に関心のある方であればどなたでも入会頂けます。

★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、建設施工や建設機械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、会員価格(割引価格)で参加できます。

今後、続々と個人会員の特典を準備中です。この機会に是非入会下さい!!

◆ 一般社団法人 日本建設機械施工協会について ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会は、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。国土交通省および経済産業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。

一般社団法人 日本建設機械施工協会とは…

- 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施工協会の目的に賛同された、個人会員(個人:建設施工や建設機械の関係者等)、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. 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

その他、日本建設機械施工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使用してください。

【お問い合わせ・申込書の送付先】

一般社団法人 日本建設機械施工協会 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)3433-0401

一般社団法人 日本建設機械施工協会会長 殿

下記のとおり、日本建設機械施工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であっても、当該年度の会費として、全額をお支払い頂きます。
- 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受けたとき。3.死亡し、又は失踪宣言を受けたとき。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。

【個人情報の取扱いについて】

ご記入頂きました個人情報は、日本建設機械施工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。

目次

工場・プラント・生産設備の災害対策 特集

3	巻頭言 耐津波学の構築と津波対策の推進	濱田 政則
4	東日本大震災を踏まえた危険物施設及び石油コンビナート施設の 地震・津波対策	消防庁危険物保安室 特殊災害室
10	建設会社における災害時の基礎的事業継続力認定	其田 誠
15	地震・津波に対応した非定常時・緊急時のための教育・訓練システム バーチャルリアリティ技術を活用した安全教育	鈴木 和彦・宗澤 良臣
20	アンダーピニングによる稼働中工場基礎の補強工事	竹村 瑞元・藤田 淳
26	供用中の沈埋トンネル直下地盤を対象とした液状化対策 カーベックス工法の施工実績	深澤 哲也・鎗田 哲也・加納 義晴
31	液状化地盤上道路の変状防止対策 タフロード®	光本 純・伊藤 浩二・古屋 弘
36	格子状地盤改良工法の液状化対策効果と工場内での施工 TOFT 工法®	小西 一生・内田 明彦
40	免震装置の信頼性	茂木 正史
45	既存施設直下および周辺地盤の液状化対策工法 バルングラウト工法	大野 康年
50	微細な水粒子幕を用いた防火設備 ウォータースクリーン	井田 卓造
55	CSG 製造プラントのユニット化 1日で組立解体できる CSG 製造プラント	中根 亘・蔵元 一成
58	交流の広場 最近の大水深海底油田開発技術の紹介	渡邊 啓介
62	ずいそう あたかも川が造ったように	小林 一郎
63	ずいそう 究極の省エネポンプ場	石崎 顕史
64	CMI 報告 環境対策工事における CM	横澤 圭一郎・藤田 一宏・鈴木 健之
69	部会報告 ISO/TC 195 (建設用機械及び装置専門委員会) オランダ・デルフト国際会議報告	標準部会
76	新工法紹介	機関誌編集委員会
79	新機種紹介	機関誌編集委員会
83	統計 平成 24 年度 建設投資見通しの概要	機関誌編集委員会
87	統計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移	機関誌編集委員会
88	行事一覧 (2012年6月)	
92	編集後記	(藤島・船原)

◇表紙写真説明◇

ウォータースクリーンの自動車トンネルへの 適用 (イメージ)

CG 提供：鹿島建設(株)

ウォータースクリーンは微細な水粒子を噴出させ水幕で防火区画を形成するシステム。通過できる幅が広いこ

とおよび透視性が高いことは、大人数の避難、救援・消火活動支援を容易にする。鉄道や自動車トンネルでは車輛等の走行により大規模な火災が生じる可能性があるが、こうした大規模火災に対しても火災の区画化が可能であり、熱や煙を遮断し、被災者の避難安全性を向上させることができる。建築分野では防火設備として使用できる。

情報化施工により東日本大震災の復興を支援

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

まずは、一般社団法人日本建設機械

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

中から募り、業務受注後から竣工までをトータルサポートしていくこととし、8月後半より募集を開始する予定です。

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

平成24年度「建設施工と建設機械シンポジウム」のご案内

“建設機械と施工法”に関する技術の向上を目的に、技術開発、研究成果の発表の場として「建設施工と建設機械シンポジウム」を毎年開催しております。本シンポジウムでは、「社会を支える建設施工と建設機械」をテーマとし、①災害、防災、復旧・復興

②ICTの利活用 ③品質確保とコスト縮減 ④環境保全、省エネルギー対策 ⑤安全対策 ⑥維持・管理・補修の6項目に関連する発表を行う予定です。ぜひご参加ください。

会期：平成24年11月7日(水)
～11月8日(木)

会場：機械振興会館
詳細問い合わせ先：
一般社団法人日本建設機械施工協会
シンポジウム実行委員会事務局 河田
TEL：03-3433-1501
FAX：03-3432-0289
<http://www.jcmanet.or.jp>

第13回建設ロボットシンポジウム 論文募集のご案内

わが国の建設産業における建設ロボット分野の技術革新と建設生産システムの先進化を促進するため、総合テーマ「建設産業をリードするロボット技術&情報通信技術」に、今回はサブテーマ「巨大災害を越えて明日の日本を創る建設ロボット」を掲げております。関連する各分野からの積極的な論文のご応募とご参加を頂きたく、ご案内申し上げます。

1. シンポジウム開催日
平成24年9月11日(火)
2. 論文募集内容
①建設生産についての将来展望 ②計画・設計・管理技術 ③新領域への取り組みとアプリケーション ④ライフサイクルへの適用 ⑤ロボット・キーテクノロジー
3. 論文要旨提出締切日
平成24年1月27日(金)；終了

4. 本論文提出締切日
平成24年4月27日(金)；終了(査読結果は6月頃通知)
5. 登録料：20,000円
詳細問い合わせ先：
一般社団法人日本ロボット工業会
建設ロボットシンポジウム事務局
TEL：03-3434-2919
FAX：03-3578-1404
<http://www.jara.jp/>

平成24年度建設機械施工技術検定試験

－1・2級建設機械施工技士－

平成24年度1・2級建設機械施工技術検定試験を次の通り実施いたします。この資格は、建設事業の建設機械施工に係る技術力や知識を検定します。(以下の記載内容は概略ですので、詳細は当協会ホームページを参照又は電話による問合せをしてください。)

1. 申込み方法

所定の受検申込み用紙に必要事項を

記載し、添付書類とともに郵送。
平成24年2月1日から3月30日まで、受検申込み用紙等を含む「受検の手引」一式を当協会等で販売しました。
2. 申込み受付
4月6日；終了
3. 試験日
学科試験：平成24年6月17日；終了
実地試験：平成24年8月下旬から9

月中旬
※実地試験は、学科試験合格者のみ受検でき、日程は8月上旬に決定、通知します。
詳細問い合わせ先：
一般社団法人日本建設機械施工協会
試験部
TEL：03-3433-1575
<http://www.jcmanet.or.jp>

巻頭言

耐津波学の構築と津波対策の推進

濱田 政則



東日本大震災により防災分野の科学技術に対する国民の信頼が著しく失われた。地震と津波の予知の失敗、原子力発電所の重大事故、津波防潮堤の崩壊に代表される防災社会基盤施設の不全、液状化による夥しい数の住宅被害、さらには臨海コンビナート地区での火災や爆発の発生などが科学技術に対する不信感を増殖させている。「安心社会の創成」の拠り所の一つは科学技術への信頼である。それがこの災害によってもろくも崩れてしまった。

科学技術だけでなく、遅々として進まない復興に対して政治、行政への失望感が人々の中に広まっている。原発事故の終息および現存する原発の再稼働問題を含めてわが国のエネルギー政策の方向性について明解な方向性を打ち出せない状況が続いている。

筆者は2004年のインド洋津波の約1ヶ月後、スマトラ島の北端のバンダ・アチエ市を訪れた。総人口の4分の1、約7万人が津波で命を落とした悲惨な光景を目の当たりにした。その惨状の現場に立って筆者が考えたのは、「このような大津波はわが国では起こらないであろう」、また「マグニチュード9を超えるような超巨大地震は、日本では発生しないであろう」ということであった。

しかし、スマトラ西海岸のプレート構造と、わが国の太平洋岸のプレート構造はよく似ている。むしろわが国の方が、いくつかのプレートが複雑に交叉しており、より不安定なように見える。

このようなことを考えれば、わが国でマグニチュード9の規模の地震が起こらないと考えるのは、科学的根拠のない単なる思い込みであったと言わざるを得ない。多年にわたって地震防災分野の調査研究に携わってきた者の1人としてその責任を免れるものではない。

「耐震工学」という用語は古くから用いられている。地震の揺れに対して構造物や社会基盤施設を安全に設計・施工するための学問分野である。これに対して、新たに「耐津波学の構築と津波対策の推進」を提唱したいと考える。今までの津波学では、津波の発生メカニズムや津波の伝播、海岸線での海面上昇量や到達時間の予測などが主要な目標であった。それに対して「耐津波学」は津波に対して対抗出来るような建物や社会

基盤施設の建設、人命損失を可能な限り抑えるようなまちづくりについて、調査研究する分野である。

筆者がこのような考えをもつに至った契機は、今回の東日本大震災および2004年インド洋津波による建物と橋梁などの被害調査である。東日本大震災の津波によって夥しい数の家屋・建物および道路・鉄道・防潮堤など社会基盤施設が破壊された。しかし、その中で鉄筋コンクリート建物や橋梁で損傷を受けることなく生き残ったものも数多く見られた。いずれも津波の外力に対して基礎、上部構造とも十分な強度を有していたと考えられる。2004年のインド洋津波でもバンダ・アチエでも同じような経験をした。ほとんどすべての構造物が津波によって破壊・流出した中で、イスラム寺院のモスクだけがほとんど無傷で残っていた。これらの事例は、津波に対して十分に耐え得る構造物を建設することが可能であることを示している。「耐津波学の構築と津波対策の推進」に関して、以下の事項を提唱したい。

(1) 地質学的視点からの世界の津波履歴の調査

千年から数千年のオーダーでくり返される津波についてはボーリング等による津波堆積物の調査などをわが国のみならず世界的に実施する。

(2) 津波に対抗し得る社会基盤施設と建築物の建設

津波外力を適切に想定し、津波に耐える建物、橋梁、防潮堤を建設する。

(3) 津波に強いまちづくり

陸上に遡上した津波の挙動にもとづいて居住地域の選択、街路の設計、などにより津波に強いまちづくりを推進する。

(4) 広域にわたる災害実態の早期把握のための情報収集・伝達体制

広域災害に対し、人命救助、緊急対応および応急復旧のための被害情報収集の伝達体制を整備する。

(5) 防災教育の充実と防災訓練の点検と整備

東日本大震災では子供達への防災教育によって多くの児童・生徒の命が救われた。防災教育の効果を検証して、これからの防災教育、防災訓練のあり方を検討する。

東日本大震災を踏まえた危険物施設及び石油コンビナート施設の地震・津波対策

消防庁危険物保安室 特殊災害室

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災は、危険物施設や石油コンビナート施設にも多大な被害をもたらした。消防庁危険物保安室と特殊災害室では、「東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討会（座長：亀井浅道 元横浜国立大学特任教授）」を開催し、検討会において震災の被害状況を調査・分析した結果、対策のあり方についての提言がとりまとめられた。本稿では、東日本大震災による危険物施設及び石油コンビナート施設の被害状況を踏まえた地震・津波対策について概要を紹介する。

キーワード：東日本大震災、危険物施設、石油コンビナート施設、耐震性能、緊急停止措置、津波被害シミュレーション

1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災は、危険物施設や石油コンビナートにも多大な被害をもたらした。消防庁危険物保安室と特殊災害室では、「東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討会（座長：亀井浅道 元横浜国立大学特任教授）」を開催し、震災の被害状況を調査・分析した結果、対策のあり方についての提言がとりまとめられたので、ここに危険物施設及び石油コンビナート施設の地震・津波対策について概要を報告する。

2. 危険物施設における被害状況の概要

危険物施設の被害状況を明らかにするために、被害を受けたおそれのある危険物施設すべてを対象とした調査票による調査を実施（16 道都県）し、そのうち特に必要とするものについては実地調査を行った。調査票による調査の結果、調査対象の 16 道都県内に所在する全危険物施設数 211,877 施設（平成 22 年 3 月 31 日現在）に対し、何らかの被害を受けた危険物施設数は 3,341 施設（全施設数の約 1.6%）にのぼった。被害の主な原因と内訳は図-1 のとおりである。

(1) 地震による危険物施設の被害と対策

地震による危険物施設の被災状況を気象庁の震度階別に整理したものを図-2 に示す。震度 6 弱以上の

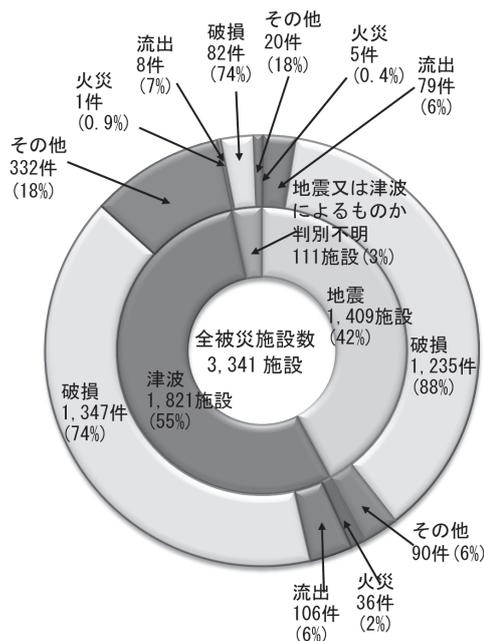
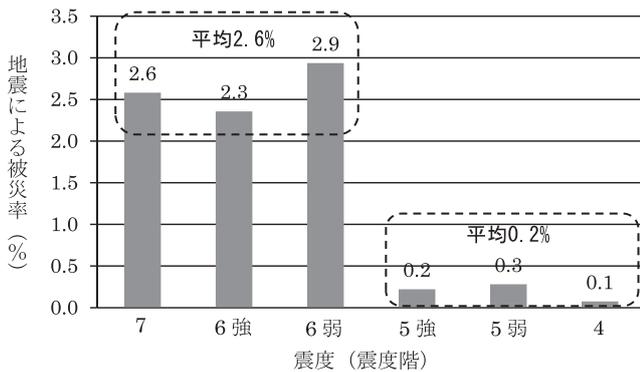


図-1 被害の主な原因と被害の内訳

地震の揺れによる被災率の平均は 2.6% で、5 強以下の地震の揺れによる被災率の平均（0.2%）の 13 倍となっている。地震の揺れによって発生した破損被害は、建築物その他工作物が最も多く（破損被害件数の 49%）、次いで配管（同 21%）の順となっている。また、屋外タンク貯蔵所においては、長周期地震動による浮き屋根・浮き蓋の破損等が見られた。これらの被害状況を分析した結果、危険物施設の地震対策として次の提言が取りまとめられた。



図一 地震による被災率と震度

①配管や建築物などの耐震性能の再確認

地震の揺れにより危険物施設の配管や建築物等が破損する被害が発生していることから、施設の基準適合の状況や維持管理の状況を含め、事業者自らが配管等の耐震性能、液状化の可能性等を再確認する必要がある。

②屋外タンク貯蔵所の地盤の液状化に関する注意点

地盤の液状化によるものと考えられる屋外貯蔵タンクの沈下事例が2件確認された。この事例は同一事業所の隣接するタンクで発生したものである。被災事例を詳細に分析した結果、当該事業所付近を流れる河川の流路が変遷し、タンク設置場所が過去において河川流路付近であったことや、ボーリング調査によって得られたN値にばらつきがみられることが分かった。

液状化による屋外タンク貯蔵所の被害は当該事例に限られることから、局所的な特異事例と整理され、類似事例の発生を防止するために、関係者に情報提供するとともに注意喚起を行う必要がある。

③屋外貯蔵タンクの浮き屋根の耐震・浮力性能の再確認

長周期地震動の影響により、耐震基準への適合が義務付けられている浮き屋根のうち被災時に未適合であったもの、及び耐震基準への適合が義務付けられていないシングルデッキの浮き屋根において、浮き屋根の沈下及び傾斜の被害事例がそれぞれ1件確認されている。浮き屋根の沈下及び傾斜事例の詳細な分析の結果、①浮き室の強度、②浮き室の浮力、③すみ肉溶接のサイズがいずれも不足していることが確認された。

こうした被災事例を踏まえ、特定屋外貯蔵タンクのシングルデッキの浮き屋根については、上記①から③の確認を実施するとともに、これらの確認の結果、所定の性能を満足しないものについては、可能な限り速やかに改修を行うように計画を立てる必要がある。

なお、耐震基準への適合が義務付けられていないシングルデッキの浮き屋根については、上記①から③のうち②について確認し、その確認の結果、浮力性能を満足しないものについては速やかに改修を行う必要がある。

(2) 津波による危険物施設の被害と対策

津波により発生した危険物施設の被害は、建築物や設備等の流失及び損壊が主な内容であり、津波により危険物施設全体に被害が及んでいることが特徴となっている。また、津波を原因とする危険物流出事例は106件確認されたが、うち92件(87%)が屋外タンク貯蔵所であることも分かった。今回の津波は非常に大規模なものであり、危険物施設だけでなく、危険物施設が所在する地域全体に甚大な被害が発生している。津波に対するハード面の対策としては、危険物施設のみならず地域全体を視野に入れた総合的な対策も重要である。

これらの状況を踏まえ、危険物施設の津波対策として次の提言が取りまとめられた。

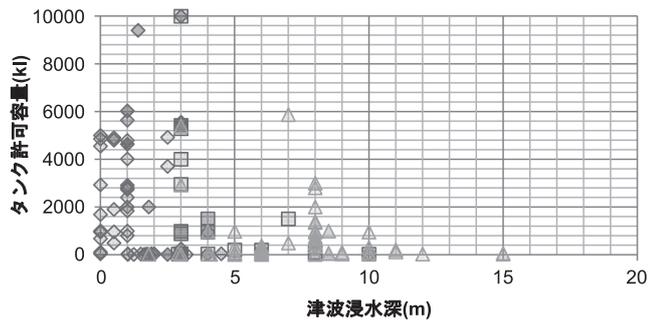
①緊急停止措置等の対応に係る予防規程等の明記

津波が発生するおそれのある状況において、危険物施設で迅速かつ的確な対応を講ずるためには、人命を最優先としたうえで、施設ごとに津波警報発令時や津波が発生するおそれのある状況等における緊急時の対応について検証し、当該検証結果に応じて避難時の対応や緊急停止措置等の対応を予防規程等に記載するよう、事業者に対し求める必要がある。なお、事業者においては危険物施設における危険物の貯蔵、取扱いの方法に応じた緊急時の対応について検証するとともに、施設周辺の津波発生危険性を把握し、停電状態も念頭に置いた上で避難や施設の緊急停止の方法等に係る検証を実施することが必要となる。特に、津波発生時においては、緊急停止等の対応が可能な時間が限られていることから、短時間で効果的な対応が可能となるよう従業員の役割を明確にした上で従業員に周知し、訓練を行うことが重要である。

②屋外タンク貯蔵所の津波対策

津波による危険物流出事故の大半は屋外タンク貯蔵所において発生していることから、屋外タンク貯蔵所の津波被害に関して詳細な調査・分析を行った。津波を受けた屋外タンクの被害形態は、①タンク本体及び配管共に被害がないもの、②タンク本体は被害がないものの配管に被害が発生したもの、③タンク本体及び配管共に被害が発生したものの3ケースに分類されることが分かった。これらの被害形態について、津波浸水深(タンクにおいて津波の痕跡等が確認される位置からタンクの基礎上面までの深さ)に応じて整理した結果を図一3に示す。津波浸水深が3m未満の場合はタンク本体及び配管共に被害がない事例がほとんどであること、津波浸水深が3m以上になるとほとんどの配管で被害が発生すること、津波浸水深が5～

7 m 以上になるとタンク本体にも被害が見られること等が分かった。



◇タンクなし、配管なし □タンクなし、配管あり △タンクあり、配管あり

図-3 津波による被害形態別の整理

また、津波によるタンク本体の移動事例について、既往の検討に基づく津波被害シミュレーションとの比較を行った結果、シミュレーションはやや安全側に評価する傾向はあるものの、津波被害シミュレーションの有効性が確認された。

また、津波による被害形態のうち、タンク本体は被害がないものの配管に被害が発生した事例については、配管に緊急遮断弁を設置することにより、タンクに貯蔵された大量の危険物の配管からの流出を防止する対策として十分に機能すると考えられる。

こうした屋外タンク貯蔵所の津波被害の実態とシミュレーションの結果から、容量が1,000 kℓ以上のタンクに対して緊急遮断弁を設置することが必要だと言える。

ただし、今回検討された緊急遮断弁の設置は、津波によるタンクからの危険物流出を防ぐ目的であることから、津波による配管の被害のおそれのない場合又は緊急遮断弁によらずとも津波によるタンクからの危険物流出を防ぐことができる場合等については、容量が1,000 kℓ以上のタンクであっても緊急遮断弁を設置する必要はない。

また、地震発生時に電源が喪失することも予想されることから、緊急遮断弁の操作のために予備動力源を持つとともに遠隔操作によって弁を閉止する機能を有することが必要である。事業者においては地震発生後短時間で津波が到達する場合であっても、その前に弁の閉止が可能となる信頼性の高いシステムを構築するように努める必要がある。

屋外タンク貯蔵所においても、他の危険物施設同様、緊急停止措置等の対応に係る予防規程等の明記は重要である。今回、既往の津波波力算定式を利用した津波被害シミュレーションの有効性が確認されたことから、津波の発生を念頭に置いた応急措置を予防規程に

明記する際には、津波被害シミュレーションを活用した被害想定を行った上で応急措置の検討を行うことが重要である。

3. 石油コンビナート施設の被害状況の概要

(1) 石油コンビナート等特別防災区域における主な被害

久慈地区では、津波により屋外タンク貯蔵所、一般取扱所等が破損し石油約8 kℓが流出、消火用屋外給水施設や非常通報設備も破損し使用不能、消防車の水没、オイルフェンス展張船等の船舶が陸上に打ち上げられ破損する等の被害が生じている。

仙台地区では、津波後に発生した火災により一般取扱所、屋外タンク貯蔵所等が焼損、この火災により隣接する高圧ガス施設が爆発する危険があったため、付近住民に対して避難指示が出された。また、複数の特定事業所において、屋外タンク貯蔵所の配管等が津波により破損し、事務所敷地内に数千 kℓの石油が流出した。流出油等防止堤、消火用屋外給水施設や非常通報設備が破損し、一部のものは使用不能となり、消防車の水損、オイルフェンス展張船等の船舶が破損する等の被害が生じている。

鹿島地区では、津波及び地震により、屋外タンク貯蔵所や移送取扱所等に被害が発生し、可燃性ガス施設から火災が発生した。流出油等防止堤の亀裂や陥没、消火用屋外給水施設の配管等に被害が発生した。

京葉臨海中部地区では、高圧ガスタンクにおいて火災が発生し、複数のガスタンクが炎上するとともに、ガスタンクが爆発し近隣の危険物製造所等や指定可燃物施設へ延焼した。液化石油ガスの貯蔵施設の火災は、出火から10日後に鎮火した。この火災及び爆発により、付近住民に対して避難勧告が出されている。

上記以外の石油コンビナート等特別防災区域においても、浮き屋根式屋外タンク貯蔵所の浮き屋根上への石油等の溢流や内部浮き蓋付屋外タンク貯蔵所の浮き蓋の沈下等の被害が発生している。

(2) 特定防災施設等及び防災資機材等の被害状況

震度5弱以上又は津波高さ2 m以上(気象庁発表)であった15の石油コンビナート等特別防災区域内の249の特定事業所について、特定防災施設等及び防災資機材等の被害状況について調査を実施した。

① 特定防災施設等及び構内通路の被害状況

流出油等防止堤については46の設置事業所中10事業所、消火用屋外給水施設については179の設置事業

所中 33 事業所，非常通報設備については 249 の設置事業所中 39 事業所，構内通路については 248 の設置事業所中 69 事業所において被害が発生している。また，特定防災施設等及び構内通路において被害が発生した時に本来の機能を保持して使用に支障がなかったものか否かについて分析を行った(表—1参照)。

また，表—1 以外の被害として，非常通報設備については，249 設置事業所中 68 事業所において通信の輻輳が発生し，種別毎では直通回線では 61 設置事業所中 3 事業所，NTT 回線では 235 設置事業所中 67 事業所で輻輳が発生したが，無線は 171 設置事業所すべてにおいて輻輳はなかった(注：複数の種別を設置している事業所を重複して計上)。

②防災資機材等の被害状況

防災資機材等については消防車両が 2 事業所(10 台)，オイルフェンス展張船等の船舶は 6 事業所(11 隻)，オイルフェンスは 16 事業所，その他の防災資機材は 6 事業所で被害が発生している。被害の原因は，オイルフェンスを除きすべて津波による被害となっている。オイルフェンスは，1 事業所において地震による被害，15 事業所において津波による被害となっている。

(3) 自衛防災組織等の活動状況

①大容量泡放射システム

仙台地区の特定事業所において発生した屋外タンク貯蔵所の浮き屋根の沈降疑いと京葉臨海中部地区の特定事業所において発生した高圧ガス施設の火災に対し，大容量泡放射システムが出動している。これらの事例においては，当該特定事業所への大容量泡放射システムの運搬は行われたが，設置・使用は行われなかった。システム運搬にあたり，通信輻輳による運搬用車両の確保に時間がかかった，交通障害等による運搬時間がかかった等の事例があった。

②消防機関・自衛防災組織等の活動

仙台地区の特定事業所で津波襲来後に発生した火災では，通信回線の断線や輻輳のため特定事業所から消防機関への通報が困難で，津波から避難した特定事業所の従業員との連絡が取れなかった。消火にあたった消防機関は，津波による路面の陥没や瓦礫による通行障害により，出火直後は現場付近に到着することはできなかった。当初は小型可搬ポンプを人力で搬送し，消火活動を行い，自衛隊及び協定を結んでいた地元解体業協会により障害物が除去された後に消防車両による活動を行った。

表—1 特定防災施設等の被害状況

	設置事業所数	被害事業所数	構造等	事業所数注)	被害あり	被害原因		施設の使用注)		
						地震	津波注)	支障なし	支障あり	
特定防災施設等	流出油等防止堤	46	鉄筋コンクリート	34	8	6	2	3	5	
			盛土	26	8	5	3(1)	5	3	
			鉄筋コンクリート等(片側)併用盛土	10	3	2	1	2	1	
			鉄筋コンクリート等(両側)併用盛土	2	1		1(1)	1		
			その他注)	9	1	1			1	
	合計	81	21	14	7(2)	11	10			
	消火用屋外給水施設	179	33	地上配管とこれに接続された消火栓	166	19	11	8(3)	13	6
				埋設配管とこれに接続された消火栓	104	7	4	3	4	3
				貯水槽	151	18	16	2	17	1
				加圧送水設備	158	16	4	12(1)	6	10
合計	579	60	35	25(4)	40	20				
非常通報設備	249	39	直通回線	61	6	2	4		6	
			NTT回線	235	31	17	14	3	28	
			無線	171	15	9	6	7	8	
			合計	467	52	28	24	10	42	
構内通路	248	69	舗装	248	69	52	17(6)	62	7	
			未舗装	81	8	6	2	6	2	
			合計	329	77	58	19(6)	68	9	

注)
 1 「事業所数」は各構造等を設置している事業所の数で，同一事業所が複数の構造等を設置している場合は，重複して計上しています。
 2 被害原因の津波欄の()内の数は地震及び津波による被害，地震又は津波による被害のいずれかの被害数(内数)です。
 3 施設の使用欄においては，被害発生時に本来の機能を保持して，使用に支障がなかったものを「支障なし」，それ以外を「支障あり」と整理しています。
 4 流出油等防止堤の構造等の「その他」は，非常時に扉を閉止し土嚢で遮断するもの，盛り土の上にあすfalt舗装を施したもの，運動場周囲の盛土を兼用したもの等です。

③石油コンビナート周辺住民の避難状況

仙台地区の特定事業所で発生した危険物施設等の火災において、高圧ガスタンクへ延焼し爆発する危険があったため、発災場所から2km 圏内（2市1町）の住民へ市長及び町長から避難指示が出された。この避難指示が出される前に津波のため、圏内のほとんどの住民は既に避難していた。

京葉臨海中部地区の特定事業所で発生した高圧ガスタンクの火災において、付近住民へ爆発の影響の可能性があったため、隣接する1地区（1市）の住民へ市長から避難勧告が出された。

(4) 石油コンビナート施設等の地震・津波対策のあり方

①石油コンビナート施設等の地震・津波対策に係る課題
石油コンビナート施設等の被害等状況の調査結果を

もとに、特定防災施設等及び防災資機材等、構内通路、自衛防災組織等、石油コンビナートの付近住民の避難についての地震・津波対策に係る課題の抽出を行った（表一2参照）。特定防災施設等や防災資機材等については、機能に支障が生じた被害を中心に課題の抽出を行った。

②特定防災施設等及び防災資機材等の地震・津波対策のあり方

石油コンビナート等災害防止法によって特定事業所に設置が義務付けられている特定防災施設等及び防災資機材等（以下「施設・資機材等」という。）は、特定事業所内の危険物施設、高圧ガス施設等で火災や漏えい等の事故が発生した場合にその機能を発揮することを求められている。

地震や津波が発生した際に特定事業所内の危険物施設等において事故が発生することは否定できないもの

表一2 石油コンビナート施設等の地震・津波対策に係る課題

項目	被害事例等	現行の対策	検討課題
特定防災施設等	流出油等防止堤 (地震) ・亀裂、目地切れ及び沈降が発生した。 (津波) ・亀裂及び崩落が発生した。 ・防止堤内に海水が滞留していた。	・防止堤の強度計算にあたって、設計荷重として地震動による慣性力を考慮すること及び屋外貯蔵タンクと同じ設計水平震度を用いることが規定されている(通知)。 ・津波に対しては、規定なし	・目地部の補強措置 ・津波に対する損傷防止対策 ・排水措置 ・応急措置用資機材の準備
	配管 (地震) ・配管に亀裂が発生し、漏水が発生した。 (津波) ・配管の湾曲及び消火栓との接続部の破断が発生した。	・可とう性のある継手を用いて機器と接続する等、地震等により接続部分に損傷を与えないように設置すること(通知)。 ・津波に対しては、規定なし	・耐震措置の見直し ・接続部の津波に対する損傷防止対策
	消火用屋外給水施設 貯水槽 (地震) ・貯水槽に亀裂が発生し、漏水が発生した。	・鉄筋コンクリート造りのものについては、防火水槽と同様の強度を有する構造等とすること(通知)。 ・鋼製のものについては、屋外貯蔵タンクや地下貯蔵タンクと同等以上の強度を有すること(通知)。 ・津波に対しては、規定なし	・地上に設置する貯水槽の耐震措置の見直し
	加圧送水設備 (地震) ・ポンプ基礎にひび割れが発生し、使用できなかった。 (津波) ・ポンプ又は制御盤に浸水があった。 ・停電や予備動力設備の冠水等により使用できなかった。	・加圧ポンプ及び予備動力設備は、地震によって生ずる変位により機能に支障を生じない措置を講じること(通知)。 ・津波に対しては、規定なし	・ポンプ及び予備動力設備の耐震措置の見直し ・ポンプ及び予備動力設備の浸水防止対策等
	非常通報設備 (地震) ・断線が発生し使用できなかった。 ・停電により使用できなかった。 ・輻輳により使用できなかった。 (津波) ・浸水し、使用できなかった。	・地震及び津波について、規定なし	・耐震措置 ・停電時の対策 ・災害時においても、通報できる設備の設置 ・複数種類の通報設備の設置 ・浸水防止対策
防災資機材等	消防自動車 (津波) ・浸水又は破損し使用できなかった。	・地震及び津波について、規定なし	・常置する場所の要件 ・使用不能となった場合の代替方策
	船舶 (津波) ・陸上に打ち上げられ、船体破損 ・沈没	・地震及び津波について、規定なし	・使用不能となった場合の代替方策
	オイルフェンス (津波) ・流失 ・ローラー及びフェンス破損	・地震及び津波について、規定なし	・保管場所 ・使用不能となった場合の代替方策
	その他防災資機材等 (津波) ・泡消火薬剤に海水混入 ・可搬式放水銃等が流出	・地震及び津波について、規定なし	・使用不能となった場合の代替方策
構内道路 (地震) ・亀裂又は陥没により通行不能 (津波) ・土砂及び瓦礫の堆積による通行不能 ・段差又ははみくれ上がりによる通行不能	・地震及び津波について、規定なし	・耐震措置 ・応急措置用資機材の準備 ・堆積物等の除去方法	
自衛防災組織等	大容量泡放射システム ・浮き屋根式屋外貯蔵タンクの全面火災以外の事案について出動要請が行われた。 ・通信網の輻輳のため防災要員の確保に時間を要した。 ・震災のため運搬用車両の手配が遅れた。 ・運搬が予定時間を大幅に超過した。 ・規定した場所にシステムを設定できなかった。	・直径34m以上の浮き屋根式屋外貯蔵タンクの全面火災に対処するため設置を義務づけ。 ・災害発生から8時間以内に放射することが前提とされている。 ・防災規程においてシステムの設定場所を規定。	・石油コンビナート等災害防止法令で想定されている屋外貯蔵タンク火災以外の災害への活用 ・通信手段の確保 ・運搬車両の確保 ・運搬経路の複数化 ・システムの設定場所
	応急措置 ・津波警報発令のため事業所内の状況調査を中断した。 ・従業員及び消防車両を高台へ避難させた。	・地震及び津波発生後の自衛防災組織の活動については、規定なし	・地震発生時、津波警報発令時及び津波来襲後の自衛防災組織等の活動のあり方
	避難		・コンビナート周辺住民の避難

表一3 特定防災施設等及び防災資機材等の地震・津波対策の基本的な考え方

	区分	対策の基本的な考え方
地震	発生頻度が高い地震	機能が維持されること。 ただし、応急措置により直ちに機能を回復できるのであれば、軽微な損傷の発生はさしつかえない。
	大きな被害をもたらす発生頻度が低い地震	応急措置又は代替措置により、機能を速やかに回復することができるように計画を策定する。
津波	頻度の高い津波	直ちに復旧できるようにするために、浸水対策を講ずるとともに、応急措置の準備を行う。
	発生頻度は低いものの大きな被害をもたらす津波(最大クラスの津波)	応急措置又は代替措置により、機能を速やかに回復することができるように計画を策定する。

であることから、施設・資機材等の地震・津波対策については、原則として危険物施設等において事故が発生することを前提とすべきである。

また、施設・資機材等の地震・津波対策については、起こりうるすべての地震及び津波において被害を全く生じさせないこととするのは現実的ではないことから、地震及び津波の発生頻度に応じて地震及び津波対策を定めることが適切であると考え（表—3参照）。

なお、地震及び津波に対する施設・資機材等の機能の維持については、特定事業所において講じられている各種対策をもとに、特定事業所ごとに評価することが適当であると考え。

ア 地震対策のあり方

発生頻度が高い地震に対しては、機能が維持されることが必要である。ただし、応急措置により直ちに機能を回復できるのであれば、軽微な損傷の発生はさしつかえないと考える。対策例として消火用屋外給水施設の配管を環状化し、被害が発生しても縁切り等により被害の局限化を図る、非常通報設備に非常電源設備を設置、土のうや配管補修バンド等の応急措置用資機材の準備や応急措置計画の策定等を示している。

また、甚大な被害をもたらす発生頻度が低い地震に対しては、機能が維持されなくてもやむを得ないこととすべきと考えるが、地震後も継続して危険物等の貯蔵等が行われることとなるため、応急措置又は代替措置により、被害が発生する前と同程度の機能を速やかに回復できるように、計画を策定しておくことが必要と考える。対策例は消火用屋外給水施設の代替として消防車両等を用いた方策の検討等を示している。

イ 津波対策のあり方

最大クラスの津波に比べ発生頻度は高く、津波高は低いものの大きな被害をもたらす津波（「頻度の高い津波」）に対しては、直ちに復旧できるようにするために、施設・資機材等の浸水対策を講ずるとともに、津波警報等が解除され汚泥等の除去が行われ特定事業所構内に入ることが可能となった後、直ちに機能を回復できるようにするための応急措置の準備をしておくことが必要である。対策例として消火用屋外給水施設の加圧送水設備の浸水対策、土のうや碎石等の応急措置用資機材の準備や応急措置計画の策定等を示している。

発生頻度は低いものの甚大な被害をもたらす津波に対しては、津波襲来後も継続して危険物等の貯蔵等が行われることとなることから、津波警報等が解除され、汚泥等の除去が行われ事業所構内に入ることが可能となった後、応急措置又は代替措置により、速やかに被害が発生する前と同程度の機能を回復することができるように計画を策定しておくことが必要と考える。対策例として可搬式の非常通報設備の設置と移動方法の検討、防災資機材等の代替資機材等の調達方法の検討等を示している。

③自衛防災組織等の活動等の対策

大容量泡放射システムの運用については、検討課題の対応策案の検討を行ったが、更に検討が必要な事項があるため、各課題について、地震発生後の運搬車両の確保や交通障害に対処するための運搬経路の複数化等の検討すべき事項を整理した。

自衛防災組織等の活動については、地震発生時、津波警報発令時及び津波襲来後の活動について他の防災組織等との連携等、津波襲来時に自衛防災組織等が避難した際の消防機関との連絡体制等、石油コンビナート周辺住民の避難については、避難対象区域の設定方法、避難指示等の判断のための情報等の検討すべき事項を整理した。

今後、これらの検討すべき事項を踏まえ、検討を進めていく必要がある。

4. おわりに

大規模地震の切迫性が指摘されている中、危険物施設等の防災対策に万全を期すためには、震災の教訓や新たに得られた知見を生かしていくとともに、事故発生時における被害の拡大を防止するために多重防護の対策を講じておく必要がある。

本検討会において取りまとめられた危険物施設及び石油コンビナート施設に対する地震・津波対策が活用され、震災時における被害軽減の一助となることを期待するものである。

なお、検討会の報告書は、消防庁ホームページに掲載している。

http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/houdou/2312/231222_1houdou/02/index.pdf

建設会社における災害時の基礎的事業継続力認定

其 田 誠

国土交通省関東地方整備局では平成21年度から「建設会社における災害時の基礎的事業継続力認定」制度を開始している。

この制度は災害時、早期復旧には建設会社の協力が不可欠であり、建設会社が備えている事業継続力を関東地方整備局が評価し、適合した建設会社に認定証を発行し、その会社を公表することにより、建設会社における事業継続計画の策定を促進し、もって関東地方整備局の災害対応業務の円滑な実施と地域防災力の向上を目的とするものである。本稿では前段で関東地方整備局での事業継続計画の概要を述べ、後段で認定・評価内容を詳述する。

キーワード：事業継続計画，BCP，評価，認定，地震，防災

1. はじめに

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は、大規模な津波を伴い、被災区域が東日本全域に及ぶ未曾有の大災害を引き起こした。

東日本大震災以降、これまでも発生が懸念されてきた首都直下地震や東海地震、東南海・南海地震の発生予測に関する各機関の報道が相次いでいる。また、東京都は本年4月に首都直下地震等による被害想定見直しを公表した。国土交通省では平成24年3月の緊急災害対策本部において首都直下地震緊急対応計画の策定に着手している。関東地方整備局では本省の動きに対応し、同計画の関東版を策定予定である。

しかし防災対策は公的主体のみでなく、国民、企業を含めた総合的な取り組みが重要である。とりわけ、緊急対策では実働部隊となる建設業界と一体となった速やかな行動が求められる。

このため平成16年6月には、まず自らの事業継続計画として中央省庁では初となる「国土交通省事業継続計画」を策定し、関東地方整備局でも平成19年2月に「関東地方整備局 事業継続計画」を策定し、同年7月から本格運用を開始してきた。

平成19年12月には建設会社向けに「事業継続簡易ガイド」を公表し、大規模災害発生時における応急対策業務の円滑な執行や一般重要業務の継続体制づくりを進めてきた。平成21年度からは関東地方整備局が「建設会社における基礎的事業継続力」の認定を行い、

建設会社での事業継続計画の促進を図ってきた。認定に当たっては評価要領を公表、最近では平成23年6月に改訂している。

2. 関東地方整備局事業継続計画の概要

(1) 災害想定

本事業継続計画では、災害等の想定として、当面は首都直下を震源とするマグニチュード7クラスの地震、いわゆる「首都直下地震」を対象としている。今後は、東海地震、東京湾高潮、大規模水害等、首都直下以外の災害についても検討予定である。

(2) 体制

東京23区内で震度6弱以上を観測した場合、関東整備局及び管内の全事務所は自動的に「首都直下地震非常体制」をとり、事業継続計画に基づき、全職員を非常参集し、点検や応急復旧、情報連絡等、災害応急対策業務の重要なものから実施する。

なお、東京23区内で震度5強、あるいは東京都23区以外の管内で震度6弱以上を観測した場合には、「非常体制」をとって、従来の防災業務計画に基づき災害応急対策業務を実施する。

(3) 首都直下地震の被害想定

本計画で想定している被害は、首都直下地震のうち被災が最も重大になると想定される東京湾北部地震の

被害である。ただし、首都直下地震には18タイプが想定されており、都心から外れた地域で発生する場合も考えられている。現在、中央防災会議での震度、被害予測の見直し中であり、これを受けて見直し予定である。

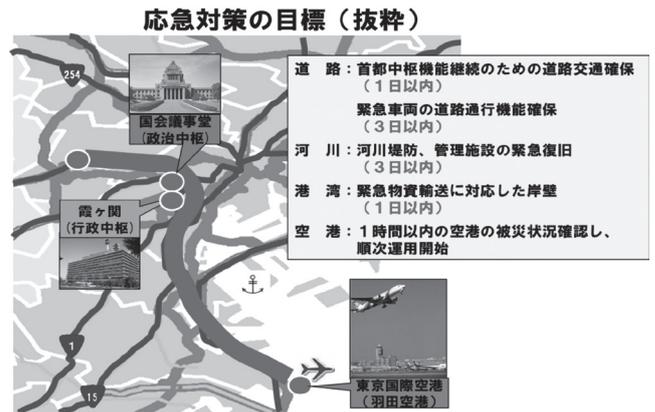
(4) 関東地方整備局の役割

関東地方整備局は地震発生後30分以内に災害対策本部を立ち上げ初動体制に入る。防災初動要員は本局近郊(5km以内)に在住する職員を指名しており、関係機関と連絡を密にし、情報を収集・共有し、正確かつ迅速な広報を行う。

首都直下地震が発生したときに関東地方整備局が果たす役割は、下記項目である。

- ①災害対応体制の構築
- ②情報共有体制の確立
- ③発災当初の活動体制(ヘリコプター、監視カメラ等による被災状況の画像収集)
- ④緊急輸送のための交通確保・緊急輸送活動

緊急輸送路で特に重要な区間(図一1)は、1日以内に通行機能を確保し、空港については1時間以内に被災状況を確認して順次運用を開始、緊急輸送に対応した岸壁は1日以内に利用できるようにする。交通確保のため、緊急輸送ルートを最優先として、道路、港湾、緊急河川敷道路等の緊急復旧を行う。また、都心に位置する事務所を周辺事務所が支援する体制も取られている(図一2)。



図一2 周辺事務所からの道路啓開イメージ

⑤ 応急収容活動

ホテル、空き屋等の既存ストックの活用等により、避難所の避難者を減らす対策を支援。

⑥ 帰宅困難者対策のための応急活動

鉄道等の運行状況及び再開の見込み等、情報伝達の応急活動の適切化を支援。

⑦ ライフラインの応急対策活動

ライフラインの被害状況の把握、事業者の支援。

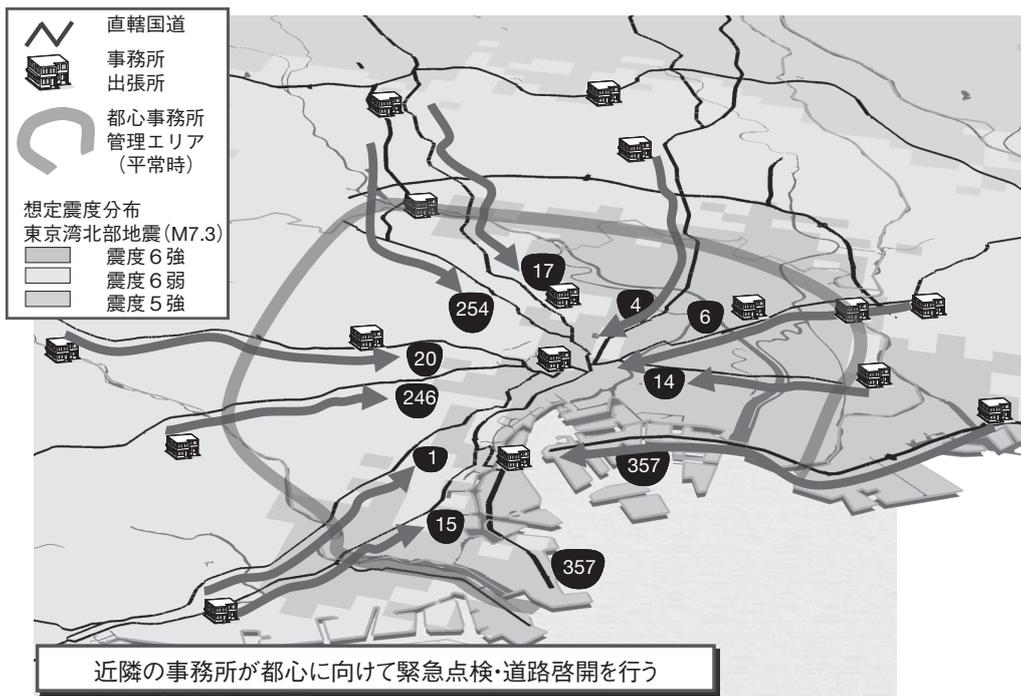
⑧ 二次災害の防止活動

⑨ 自発的支援の受け入れ

国内・国外からの自発的支援の受け入れ調整。

⑩ 交通ネットワークの復旧

被災地の復旧活動の円滑な実施や経済活動に重要なことから、被害状況・復旧状況を把握し、優先的な復旧活動を行う。



図一1 首都中枢機能確保道路

(5) 関東地方整備局における事前行動

関東地方整備局では、上記の被害想定に基づき、災害に対する平素からの備えとして、次のような事前行動を行っている。

①地震発生後の体制確保

災害対応のための組織体制の整備、職員の安否確認の方法と訓練、代替え拠点、権限代行者の設定、庁舎の耐震診断と補強、水・食料や簡易トイレ等の備蓄、書棚ロッカー等の固定、電源設備の整備、通信手段の確保等

②連携が必要な民間企業への協力要請、連絡窓口の確認、事業継続計画策定の促進等

③関係機関調整

都・県、他省庁出先機関との調整（連絡網の確立、連絡員の派遣、緊急通行車両の事前届、がれき処理の計画の調整等）、業界団体との調整等

④その他

ヘリコプターの自動発進による被災状況調査計画の策定（図-3）、防災訓練の実施等

(6) 関東地方整備局における震後行動

(a) 災害応急対策業務

河川事務所は、地震発生後、堤防や水門等の河川管理施設の緊急点検を実施し、被災箇所は二次災害発生の可能性が高い箇所から優先的に緊急復旧。

道路事務所は、緊急輸送道路をはじめとする道路ネットワークを確保する、発災後速やかに緊急点検や道路障害物の撤去を実施、港湾空港事務所では航路・泊地の確保の他、港湾管理者と連携し、岸壁、臨港道路等の被災点検を実施し、緊急物資輸送を支援。

これら各事務所の復旧作業は災害協定を締結している建設会社に人員・資機材確保を要請し、行われる。

(b) 一般継続重要業務

各部局は、通常業務の中で、災害時にも継続すべき業務として河川、道路、港湾に関する情報の提供、緊急復旧に係る許認可手続き、工事入札契約手続き、支払い手続き、各種許認可、指導監督業務等を遂行。

3. 「建設会社における基礎的事業継続力」認定制度導入の経緯

関東地方整備局では平成19年に事業継続計画書を策定するなかで整備局単独の対応では復旧は困難であり、緊急復旧の実働部隊である建設会社の事業継続力を高める必要性を再認識した。

前書きでも述べたように、その後、「事業継続簡易ガイド」を公表、「災害時の基礎的事業継続力」の認定を行うことで事業継続計画の普及を図ってきた。平成22年度からは公共工事の総合評価制度に企業の信頼性・社会性を評価する項目で「事業継続力」を評価し、加点することを導入した。

4. 認定制度概要

認定手続きの流れは、評価は外部委員も含めた評価部会で書類評価、面接評価を行い、局内の認定委員会で審議し、適合と認められたものは、「災害時の基礎的事業継続力を備えている会社」として、2年間の有効期限をもつ認定証が発行される。

本認定は、あくまでも関東地方整備局が、災害時の



図-3 ヘリコプター調査

事業継続として災害復旧活動を行う際のパートナーとしてその体制や資機材、訓練等がなされているかを確認するものである。

ここで注意して欲しいのは、いわゆる企業経営全体に関する事業継続計画書（企業BCP）の第三者認証とは異なるものであり¹⁾ 関東整備局が災害復旧活動に着目して評価、確認を行っている点である。

5. 基礎的事業継続力評価にあたっての確認項目・内容と記載のポイント

(1) 重要業務の選定と目標時間の把握

会社の周辺地域で大規模な災害が発生した場合、自社施設の被災等により業務上の制約が生じる。まず最初に被害リスクの想定が求められる。評価要領では震度6強程度の地震発生想定を勧めている。

建設業は復旧活動の中心的な役割を担う業界であり、災害直後からの迅速な活動が期待されている。発注者や取引先、所在地域周辺からどのように期待されているか想定し、また、経営的な観点も踏まえて、優先的に取り組むべき重要業務の選定を行う。

次に重要業務の緊急対応・事業継続の手順は就業時間内と就業時間外（夜間・休日）とで大きく状況が異なってくるため、それぞれに作成する。目標時間は災害時を想定した移動時間、手段とし、確実に達成できる時間とする。目標時間は認定審査でも重要な確認事項である。

(2) 災害時の対応体制

災害発生後、できるだけ速やかに社員の安否を確認することが必要であり、誰が動けるのかを把握することは事業継続のための第一歩である。災害時においては回線の切断や輻輳により、電話が繋がりにくい状況も想定されるが、社員やその家族の「安否を確実に確認する」方法が決まっていることが重要である。

次に参集した社員が緊急対応としてどのような役割を果たすのか、その対応体制や任務をあらかじめ決めておく必要がある。災害対策本部長などの災害体制の指示者との連絡が取れず、対応が滞ることも想定し、「災害対策指揮者の代理者及び代理順位を決めておき、災害対策本部長及び代理者がこれを十分認識していなければならない」。

また、建物や設備の耐震対策や重要な業務の継続に不可欠な資料等はバックアップをとり、同じ災害で同時に被災しない場所に保存することが大事である。

(3) 対応拠点の確保・発動基準の明確化

災害時には、社内及び周囲の情報を迅速に集め指示を出す、あるいは公共団体等と早急に連絡をとるための、自社施設など対応を行う「対応拠点」を決めることが重要である。

しかし、本社が、対応拠点となっても、社屋や周辺の被害、電気、通信等のライフラインの途絶などの理由で使えない場合もあり、代替りの対応拠点（代替対応拠点または代替連絡拠点）を決めておく。東日本大震災時には事業継続計画書を策定し、浸水想定区域内の本社とは別に代替え拠点を建設していた会社が事業活動を継続できた例もある²⁾。

対応拠点等が決まっても、参集に当たって上司の指示が必要であれば、災害時は指示すべき上司が連絡できない状況に陥ることも懸念される。このため一定以上の大災害（震度6弱または23区内震度5強以上の地震）が発生したら、上司の指示を待たずに、社員各自が本来の対応拠点や担当現場に自動的に参集を始めるなどの行動が取れるよう、緊急初動対応の発動基準を定め、周知しておくべきである。

(4) 情報発信・情報共有

災害が発生した場合、発注者や取引先から会社に連絡が取れなければ、相手は最悪の状況を想定し、他社に業務を依頼する可能性もあり、災害対応に貢献する機会を失い兼ねない。このような状況を回避するため、発注者や取引先と確実に連絡が取れる体制の確保が必要である。

そのためには、発災直後に連絡を取ることが重要な、国、都県、市区町村などの公共団体や関係会社の「連絡先」を把握しておくべきである。また、これに合わせて、会社の緊急時の連絡担当者を定め連絡先を相手側に「示しておくこと」が重要である。

また、災害時にもつながり易い「連絡手段」の確保も重要となる。

東日本大震災時は、ある県建設業協会では災害時用に会員各社の社員名簿を保有、これが役に立ち、連絡がつくまでかけ続けた。

また、電話通信網が壊滅的な状況にあった県では、無線機や衛星電話が役に立ち、公衆電話（テレホンカード）も一部有効だったとの報告もある²⁾。

いずれにしても情報発信・共有が災害時には特に重要となる。

(5) 人員と資機材の調達

災害時において組織が迅速に事業の継続もしくは再

開を行うために、自社で確保可能な「人員や資機材」の種類や量を概ね把握する。

建設会社の多くは自社だけで必要資源を確保することは困難であり、災害時に不足する資機材を提供する協力会社などの連絡先を把握していることが重要である。特に建設機械のリースは、災害時には多くの企業が同時に必要として取り合いになることが予想されるので確実に必要な機械を借りられるかの確認が必要である。

東日本大震災時は燃料基地が被災したため、重機等を動かす軽油、通勤や運搬のためのガソリンなどの燃料が不足した²⁾。

(6) 訓練と改善の実施

災害時の重要業務の継続のためには防災担当者だけでなく、全社員が対応の内容を認識し、実行できる必要がある。このためには、「災害時対応の訓練」、(発動基準、対応拠点、代替え連絡拠点、対応体制、代理者及び代理順位の確認とそれに基づいた役割確認等の机上訓練や実働訓練の実施が重要である。

また、定めた事業継続計画書の内容を常に有効なものにするため、訓練結果や予算等とも連動させて、年ごとに定期的に改善すべきである。改善計画や平常時の点検の実施状況の整理も重要である。

6. おわりに

平成 21 年度に関東地方整備局で本認定制度を導入

以来本年 3 月末で 204 社が認定を受けている。しかし、これらの会社の半数は東京都内に本社又は支社などがある会社である。関東地方全体の地域防災力向上、企業の社会的責任の観点からも他県企業にも認定を広める必要性を感じている。

東日本大震災にあたりどのように対応したかについて、平成 23 年 6 月に関東地方整備局管内で被害のあった茨城県、栃木県及び千葉県の実業継続力認定を受けた建設会社にアンケート調査を行った。その結果では安否確認、社屋点検、施工中現場点検、関係機関連絡、災害対応要請等、震度 6 強に見舞われた会社でも概ね適切に対応できている。

平時からの災害時事業継続計画が効果を発揮したといえる。

JCMA

《参考文献》

- 1) 「建設会社の事業継続力認定制度の意義」第 7 回都市地震工学国際会議 丸谷浩明
- 2) 「東日本大震災における建設業の災害対応実態調査結果まとめ」平成 24 年 4 月 12 日 一般財団法人 建設業振興基金
- 3) 「建設会社における災害時の基礎的事業継続力評価要領」平成 23 年 6 月 国土交通省関東地方整備局

【筆者紹介】

其田 誠 (そのだ まこと)
国土交通省
関東地方整備局 企画部
防災対策技術分析官



地震・津波に対応した非定常時・緊急時のための教育・訓練システム

バーチャルリアリティ技術を活用した安全教育

鈴木和彦・宗澤良臣

産業コンビナートにおける地震・津波による影響を最小限にとどめるためには、設備に対する対策を講ずるとともに、非定常な状況における運転員・作業員の対応操作、対応作業の教育・訓練を実施することが重要である。しかし、非定常な状況を実機やモックアップで再現することは危険を伴うために、実施できない。そこで、本稿では、仮想現実感技術を用いて、コンピュータ内の仮想的なプラントで非定常な状況をつくりだし、教育・訓練を実施する教育用バーチャルリアリティシステムを提案し、概説する。そして、硫化水素の事故事例を基に作成された教育用バーチャルリアリティシステムを説明する。

キーワード：安全教育，教育・訓練システム，地震・津波，防災，バーチャルリアリティ

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災における地震・津波を起因とした福島第一原子力発電所の事故はまだ記憶に新しい。この事故を受けて、原子力発電設備の安全性の問題と同時に放射性物質の人体・環境への影響が深刻な問題となっている。また、除染作業後、さらには廃炉措置後に排出される膨大な量の放射性廃棄物の処理については、今後計り知れない「負の遺産」を後世に残すこととなった。また、日本各地に点在する産業コンビナートは、エネルギー、鉄鋼、石油化学製品、自動車等の日本有数の生産拠点であり、万一、大規模な自然災害により生産機能の低下、喪失が起これば住民及び国内企業への甚大な影響が危惧される。このことから、産業コンビナートが災害により異常事態に陥った場合でも、災害による影響を最小限にとどめ、生産拠点として産業生命を維持するための具体的な対応技術を確認し、対応方策を策定する必要がある。

原子力発電所、石油化学プラントなど大規模かつ危険物質を扱う設備における対応技術としては、地震・津波のような自然災害の際に、まず安全に停止することが要求される。しかし、福島の原子力発電所での事故から明らかなように、安全に停止しても、その後の運転員・作業員の対応の誤りにより甚大な被害をもたらす恐れがある。このような非定常・緊急時の対応については、常日頃から教育・訓練を実施しておくことが必要である。本稿では、バーチャルリアリティ（仮

想現実感）技術による、非定常時・緊急時のための教育・訓練システムを提案し、概説する。

2. 自然災害とコンビナート防災

産業コンビナートは石油、鉄鋼、化学、機械等の異業種生産拠点が高集積する産業専用の臨海工業地帯であり、我が国の産業拠点を形成している。「産業防災」は「都市防災」と並び、臨海工業地帯の連なる日本における緊急課題であり、今後多くの課題を解決していく必要がある。すなわち、津波による浸水、液状化被害、及び地震によるプラント被害に対して対策を講ずる必要がある。沿岸部のコンビナート区域の最大津波高は、コンビナートを配置する地域で異なるが、津波の高さ、浸水の深さを考慮し、各事業所の業態や立地に合わせ、防潮堤の建設や施設電源の水没防止の措置を講ずる必要がある。電気系統についても、東日本大震災で福島第一原発が電源を喪失し大事故に至った例もあり、対策を強化することが必要である。また、地震が起これば、その揺れに応じて液状化現象が懸念される。東日本大震災の際にも、コンビナート事業所内で液状化現象が確認されている。液状化対策としては、危険物質を貯蔵する屋外タンクの地盤改良など地盤の液状化対策、ガスや石油などの配管に柔軟性を持たせ、軟弱になった地盤の影響による配管破損を防ぐ対策、避難や消火活動に支障をきたさないように迂回路の確保や道路に敷く鉄板の備蓄を徹底するなどの対策が必要であろう。揺れに対しては、タンク・配管の浮上、

移動、地盤・基礎の洗掘（タンク底板の破断）などが懸念される。それらに加えて、配管補強、架構・ラック・配管サポート強化、毒性ガス・危険物質漏洩対策が必要であろう。また、産業コンビナートには石油などを貯蔵する大規模タンクが数多くあり、長周期地震動によるスロッシングによる浮き屋根のポンツーン破損、デッキ上への溢流被害等の対策を講ずる必要がある。

一方、設備、地盤等に対する対策以外に地震災害時における行動基準の見直し、対策本部の設置、連絡・通信手段の確保、非常時の人員確保など管理面での対応も必要となる。特に地震などの自然災害時には平常時とは全く異なる状況での対応が求められることから、防災教育訓練に地震訓練を追加・強化をすることが必要であろう。地震・津波による自然災害時には、プラントでの運転・対応は通常とは全く異なる状況であり、またそのような特殊な状況を実機、または教育・訓練施設では実現することはできない¹⁾。よって、ここでは、仮想現実感技術を用いてコンピュータ内に仮想的なプラント（バーチャルプラント）を構築し、様々な災害状況を模擬することで、化学プラントの教育・訓練を実施することを提案する。

3. 災害時のプラントにおける教育・訓練手段としての仮想現実感技術

(1) 仮想現実感技術

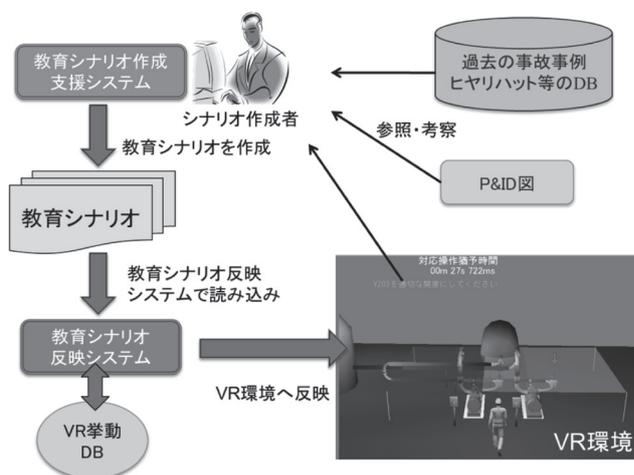
仮想現実感とは、Virtual Reality (VR)、人工現実感ともいわれ、コンピュータグラフィックスや音響効果を組み合わせて、人工的に現実感を作り出す。これにより、モックアップや実際のプラントでは実現不可能な事故や異常を再現し、教育・訓練を受ける運転員に体験させることができる^{2),3)}。Web ラーニングといった動画形式での教育・訓練とVRを用いた教育・訓練との最も大きな違いは、運転員が仮想世界に働きかけることができるかどうか、といった対話性の有無である^{4),5)}。また、OJTによる教育・訓練では、非定常な状況を体験することは難しく、対策に関する文章情報を読むだけでは内容を理解し、非定常時に対応することは困難である。そこで、体験的に教育・訓練することのできる教育用バーチャルリアリティ (VR) は、効果的に非定常時の行動を学習することができる。

VR環境においてオペレータの訓練を行う際、訓練目的、訓練内容をオペレータに伝えるために、訓練を受ける運転員に様々な情報を提示する必要がある。また、何を訓練するのかによって、情報の提示方法は異

なる。地震災害時の運転員の対応は非定常な状況であるため、場合によっては事故を想定した非定常な状況での教育・訓練が必要である。このような教育・訓練を実施するためには、日々収集されている事故・ヒヤリハット情報から訓練目的、内容を想定することが有効である。想定された内容を基にして作業員・運転員がコンピュータ上に再現されたバーチャルプラント内で地震災害時の設備故障、緊急停止作業について体験的に教育を受けることができれば、万一の自然災害への対応が可能となる。

(2) システム概要

教育用VRシステムはVRの利点である没入感を活かした教育システムである。現在プラントは高度化・自動化により新人作業員が事故を体験する機会が少なく、教育においても事故を体験する方法は危険を伴うため、今までの教育方法では不可能であった。しかし、教育用VRシステムを用いて教育することで作業中のミスによる事故を仮想的に体験できる。図一1に教育シナリオを作成し、VR環境で訓練を行う流れを示す。はじめに、教育シナリオ作成者は過去の事故事例やヒヤリハットのDB、P&ID、VR環境の3Dモデルを参照し、教育目的に沿った教育シナリオを考える。次に、作成した教育シナリオをもとに、運転員にどのような教育方法で教育するかを決定する。そして、決定した教育方法と教育シナリオをVR環境に反映し、作成した教育用VRシステムを運転員が教育・訓練に使用する。ここで、教育シナリオとは、教育目的に沿った作業内容が記述されたものである。教育シナリオを教育用VRシステムに適用し、設定した教育目的を達成する訓練を行う。ここで、教育シナリオの表現方法であるが、事故事例や操作知識について専門家はフ



図一1 VRによる教育・訓練システム

ローチャート形式で表現することができる。よって、本研究では専門家がイメージしやすいようにフローチャート形式で教育シナリオを作成している。

事故・ヒヤリハット、さらに異常時対応操作を体験するための空間であるバーチャルプラントでは、没入感を向上させるために、バーチャルプラント上で運転員の分身であるアバター(バーチャル環境内の運転員)を操作し、バーチャルプラントの操作を可能とする。

(3) システム構築

シナリオ作成者からVR環境を構築する側(VR環境構築者)に教育シナリオが渡されると、まずどのようにVR上で教育シナリオを反映し訓練するかを考へなければならない。教育シナリオは教育目的に沿ったシナリオではあるが、その教育をどのようにVR環境上で実現するかという方法までは書かれていない。そこで、VR環境構築者はどのような方法で訓練を実現するかを決める。

図-2に示すようにシナリオ作成者は過去の事故・ヒヤリハット事例より、教育・訓練させたいシナリオを考える。作成された教育シナリオはVR環境に反映され、ユーザが訓練コンテンツとして使用する。化学プラントにおける教育シナリオの作成は、化学プラントにおける異常時対応、確認・点検といったプラントに関する専門知識を持った者でなければシナリオの作成は困難である。そこで、専門知識を持った者が教育シナリオを作成、変更することができるインターフェースを設け、VR環境の内容を変更することができるシステムとしている。この結果、専門家が考えた

教育・訓練内容をVR空間で再現できる教育シナリオを作成できる。

(4) 硫化水素漏洩事故を題材とした教育用VRシステム

硫黄回収装置の定期修理でバルブ交換工事の際、硫化水素ガスが漏洩した事故に対する事故事例を題材とした仮想現実感技術による教育・訓練システムを図-3に示す。この事故は、閉止していた空気作動式圧力調節弁の下流側ブロック弁A交換の際、ブロック弁Aの取り外しに伴い仕切板が外れないように適切な位置に仕切板を入れなかったために発生した。また、上流側ブロック弁Bの閉止の安全措置も行われなかった。さらに、危険表示を無視してブロック弁Aを取り外したこと、および十分な連絡、確認をせず、圧力調節弁の駆動用空気を遮断し、圧力調節弁を開放させ

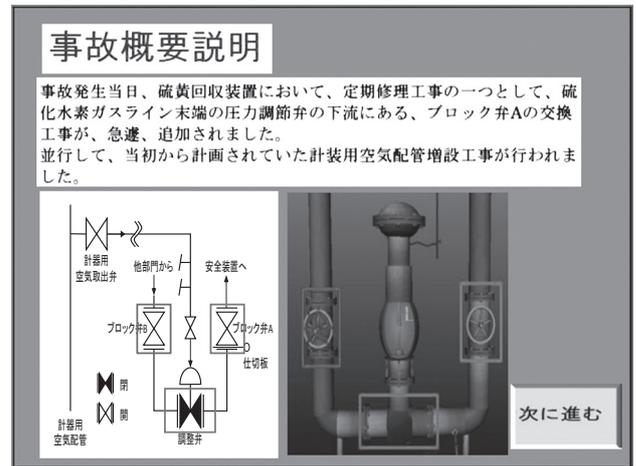


図-3 硫化水素漏洩事故教育・訓練

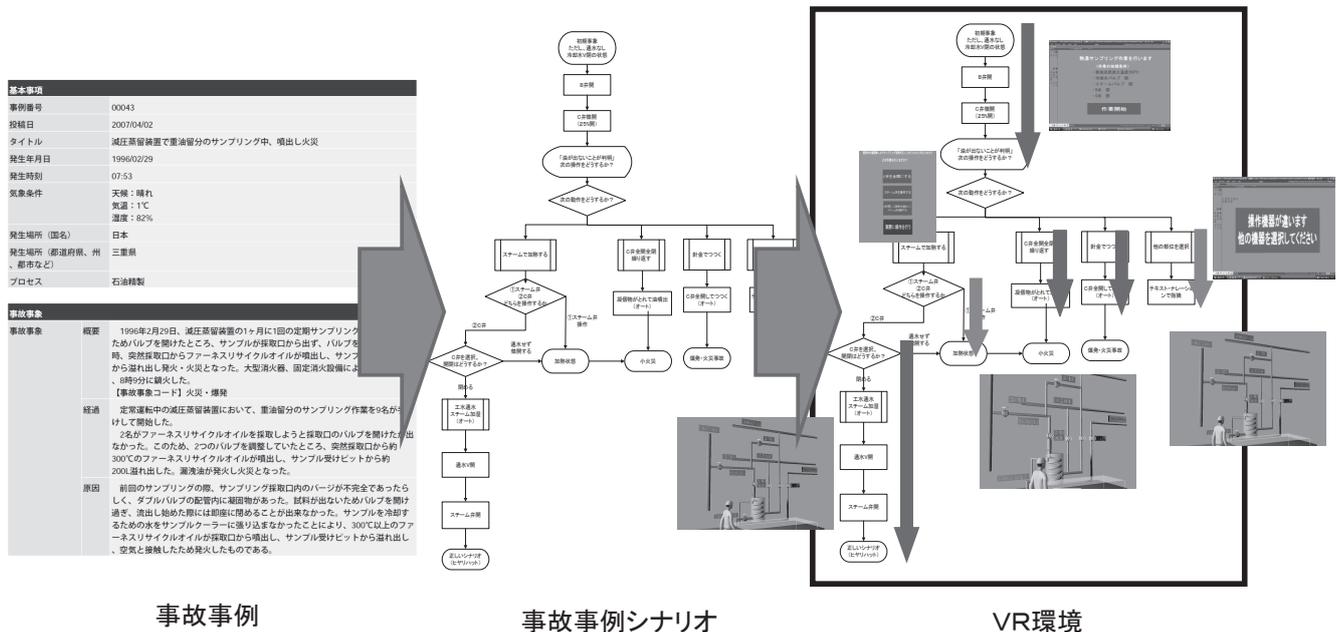
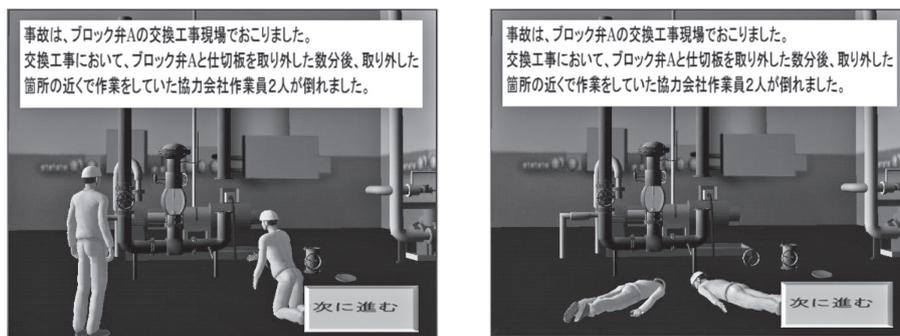


図-2 教育シナリオとVR構築



図—4 事故再現 VR



図—5 事故対応 VR

てしまったために漏洩が発生したものである。図—4に示すようにブロック弁 A を外した後に、硫化水素が漏洩して、それを吸引した二人の作業員が倒れている状況を再現している。このように、実際には再現することができない状況を体験することができる。

次に、図—5に事故発生現場に向かう際の装備選択による二次災害についての画面を示す。図—5左図では、硫化水素漏洩時にはガスマスクの装着では不十分である説明とガスマスクを装着した運転員が倒れる様子をアニメーションで示している。自ら選択した結果で、運転員が倒れるため、記憶に残る。さらに、硫化水素の危険性について詳しく知りたい場合は、「硫化水素の説明」ボタンを押すことで硫化水素の特性を知ることができる。図—5右図では、硫化水素の存在する現場に向かう際は、空気呼吸器の装着が正解であり、空気呼吸器を装着した運転員が救出する様子をアニメーションで示している。正解だけから学ぶのではなく、誤った対応からも学ぶことがある。そこで、他の装備の危険性を知るため、「選択画面に戻り他を確認」ボタンを押すと、別の装備を選び、誤った対応について知ることができる。

4. おわりに

近年、石油・化学プラントの事故が続発しており、我が国における保安事故防止の手段・方法はすでにそ

の限界に達している。その上、地震・津波などの自然災害時には、通常時とは異なる状況での対応が求められる。これら安全問題の原因として、安全意識や安全知識の不足、安全教育、安全管理体制の不備等があがっている。また、運転員・作業員の誤操作、作業ミスを防止するために、危険予知活動、ヒヤリハット活動、過去の事故事例、失敗事例、ヒヤリハット事例の横展開・活用、社内外での安全教育など数多くの取り組みがされている。これらに自然災害に対する備えを追加する必要がある。教育・訓練の多くは、安全に関する基礎知識を教授する座学、プラント機器等のカットモデル、簡単な実験装置による体験学習、シミュレータによる操作訓練である。しかし、真に運転員を教育・訓練するためには実際のプラント操作とともに、万一誤操作をすれば火災・爆発に至ること、さらにその際の対応方法を体験することが必要である。しかし、実プラントにおいて、実際に火災・爆発を発生させ、これを運転員に体験させることは不可能である。以上の問題に対して、本稿ではバーチャルプラントによる疑似体験型の教育用 VR システムを紹介した。バーチャルプラントは、事故の状況を再現するだけでなく、自然災害による影響も反映できる。これにより、バーチャルプラントを用いた訓練は、現実では体験できない危険な状態や災害を体験することが可能であり、経験の少ない新人作業員の教育に期待される。

《参考文献》

- 1) 内山春雄, 訓練プラントを活用した体感教育の紹介, 高压ガス, Vol. 43, No. 12, pp.992-997, 2006年12月
- 2) 下田宏, 石井裕剛, 山本倫也, 吉川榮和, プラント運転・保守の教育訓練へのVirtual Reality適用研究の展望, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 1, No. 4, pp.35-42, 1999年11月
- 3) Marko Luukkainen, Tommi Karhela, Ontology Approach for Co-Use of 3D Plant Modeling and Large Scale Process Simulation, Proceedings of the 48th Scandinavian Conference on Simulation and Modeling, pp.166-172, 2007年10月
- 4) 渡部直人, 永村慎吾, 齋藤泰範, 村山淳, 原田哲也, VR訓練システム実行時とビデオ映像視聴時における脳活動の比較に関する一考察, 日本バーチャリアリティ学会論文誌, Vol. 14, No. 1, pp.107-110, 2009年3月
- 5) Christine Norton, Ian Cameron, Caroline Crosthwaite, Nicoleta Balliu, Moses Tade, David Shallcross, Andrew Hoadley, Geoff Barton, John Kavanagh, Development and deployment of an immersive learning environment for enhancing process systems engineering concepts, Education for Chemical Engineers, Vol. 3, Issue 2, pp.75-83, 2008年12月



[筆者紹介]

鈴木 和彦 (すずき かずひこ)
岡山大学
大学院自然科学研究科 産業創成工学専攻
教授



宗澤 良臣 (むねさわ よしおみ)
岡山大学
大学院自然科学研究科 産業創成工学専攻
講師

平成24年度版 建設機械等損料表 発売中

■内 容

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

■ B5判 約680ページ

■ 一般価格
7,700円（本体7,334円）

■ 会員価格（官公庁・学校関係含）
6,600円（本体6,286円）

■ 送料（単価） 600円（但し沖縄県を除く日本国内）

注1) 複数冊発注の場合は送料単価を減額します。

注2) 沖縄県の方は一般社団法人沖縄しまたて協会

（電話：098-879-2097）にお申し込み下さい。

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）

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

アンダーピニングによる稼働中工場基礎の補強工事

竹村 瑞元・藤田 淳

稼働後40年経過した製鐵所厚板工場の仕上圧延機（以下ミルと称す）の老朽化した基礎改修を目的として、補強工事を実施した。改修にあたっては、工場生産への影響を最小限とするため、基礎下を掘削してアンダーピニングを行い、鋼管杭増打ちと床版基礎コンクリートの補強ならびにミルのアンカーボルトの更新を実施した。本稿では豊富な地下水の遮断、狭隘な作業空間および限られた工期等の課題を克服した工事の施工方法を紹介する。

キーワード：アンダーピニング，基礎補強，凍結工法，アンカーボルト更新，鋼管杭圧入

1. はじめに

製鐵所では図-1に示すような作業工程があり、その中の厚板工場の工程ではミルと呼ばれる機械を使っ

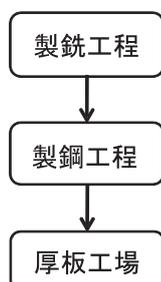
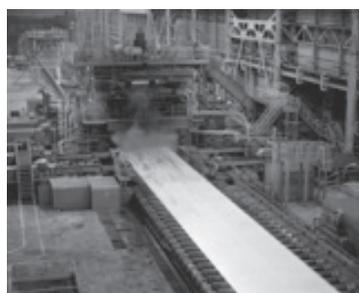


図-1 圧延機（ミル）および施工フロー

て圧延を行う。

一般的に大規模な機械基礎補強ならびにボルト更新では、生産ラインを止めなければならず、半年～1年にもおよぶ長期間の操業休止が必要となる。長期間の休止が不要となるミル直下からの基礎補強ならびにボルト更新ができれば、休止期間の最短化を図ることができる。ミル直下に空間をつくり、アンダーピニングの実現可能性の検討を進めた結果、ミル直下からの基礎補強が十分に可能であることがわかった（図-2参照）。

本工事は厚板工場の定期休止期間（42日間）の中でミル基礎躯体を補強するために、立坑および横坑から基礎直下に入り、アンカーボルトの更新、鋼管杭増設および床版増し厚等で基礎を補強する工事である。

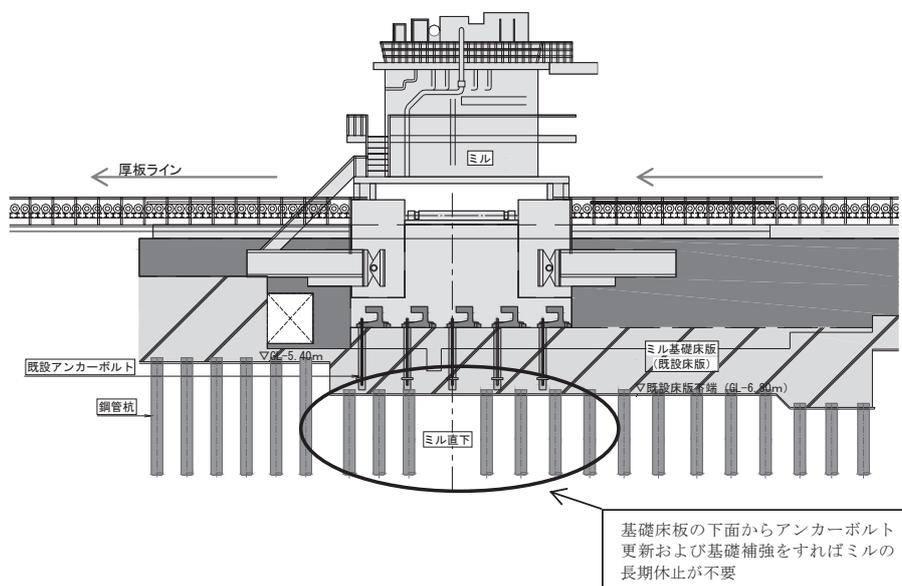


図-2 ミル基礎断面図

2. 仮設工事

(1) 概要

既設床版の下面高さはGL-6.8mであり、鋼管杭による杭基礎構造である。地下水位はGL-3.0m程度にあり、海が近いので供給量は豊富である。基礎補強するには最深部でGL-10.1mまで掘削することになるため、**図-3**に示す施工フローで施工した。

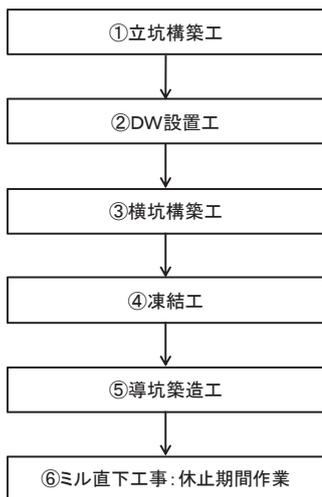


図-3 施工フロー

まず既設建屋内で立坑を3ヶ所施工し、そこからパイプルーフ工法で横坑を施工して既設躯体直下に入る(**図-4**参照)。地下水の遮水方法は、床付け以深のDs層(洪積砂層)はディープウェル(以下DW)による地下水位低下工法を採用して盤ぶくれ対策とし、As層(沖積砂層)は工場基礎沈下等の懸念があったことから地下水位低下工法を採用せず、地下水の遮断工法を採用した(**図-5**参照)。躯体界面の地下水の遮断という課題を克服する必要があるため、遮水の信頼性を考慮して凍結工法を採用した。

地下水の遮水が完了したら既設床版直下の導坑掘削

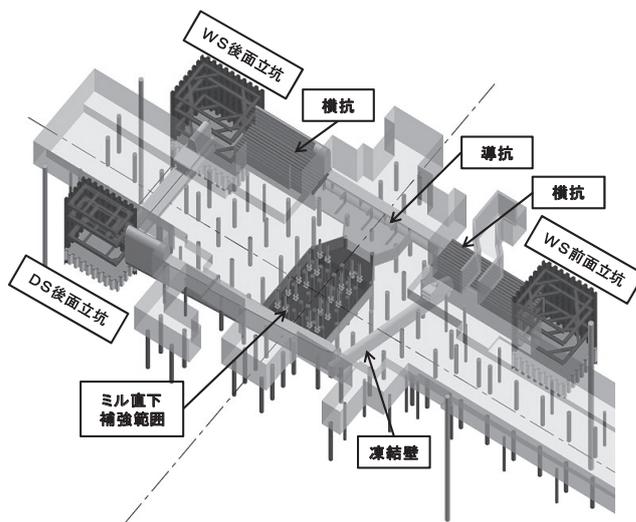


図-4 鳥瞰図

を行い、ミル直下に達する通路を設置した。これらの仮設工事をミル直下の補強作業を行う定期休止期間の前までに実施した。

(2) 立坑構築工・被圧地下水水位低下工

立坑土留め壁は工場建屋内の空頭制限がある中で施工しなければならないため、遮水性のある鋼矢板を圧入機(サイレントパイラー)で圧入して施工した。立坑底部の止水および受働土圧の増強を目的とし、立坑の底盤に高圧噴射攪拌杭(JEP工法:φ3.2m×10本)による地盤改良を行った。

被圧を持ったDs層の地下水位が高い状態では、横坑掘削時の盤ぶくれやミル直下掘削時の底面からの出水が発生する恐れがあったため、DWを4ヶ所設置して被圧地下水水位を低下させた。ミル直下掘削時は、万一DWが故障した場合においても定期休止期間(42日)で作業を終える必要があるため、3ヶ所のDWのみで地下水位が低下できるように余裕のある計画とした。

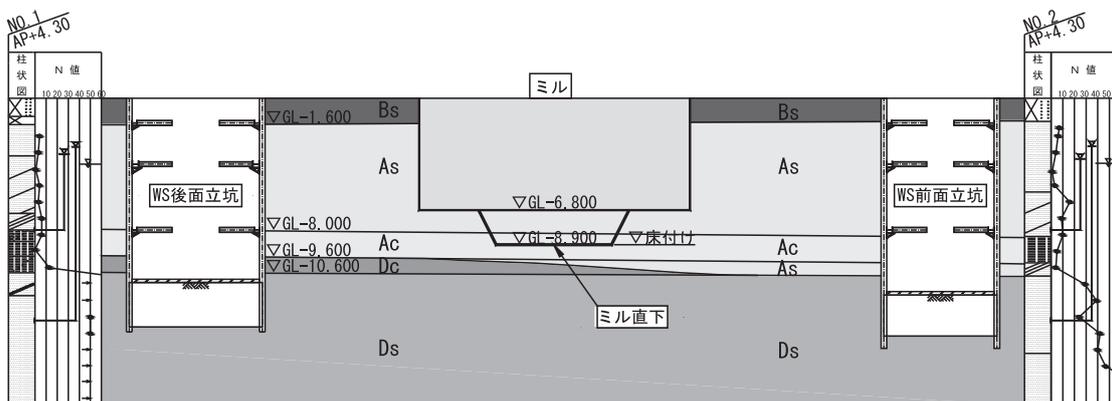


図-5 土質縦断面図

(3) 横坑構築工

土被りが6m程度あり地下水位も高いため、パイプルーフで周囲4面を囲い、内部に鋼製支保工を設置する構造とした(図-6, 7参照)。パイプルーフは最も小径のφ318.5mmの鋼管とし、推進機を使って設置した(写真-1参照)。

パイプルーフは地下水が侵入すると施工できないため、薬液注入による止水を先行した。横坑の先端は既

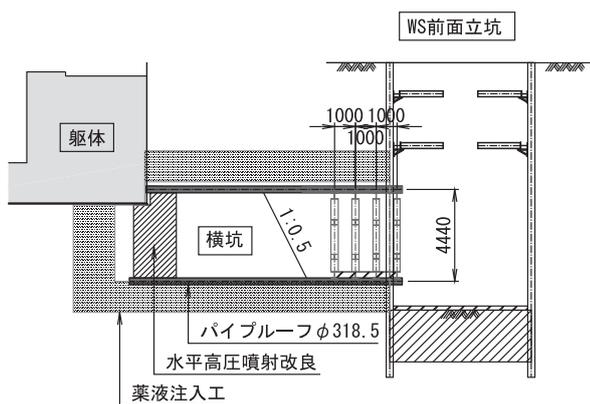


図-6 横坑概要図

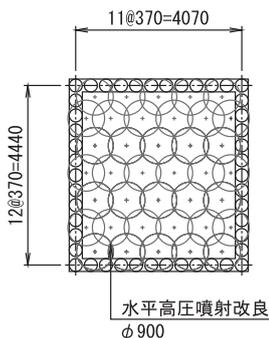


図-7 横坑断面図

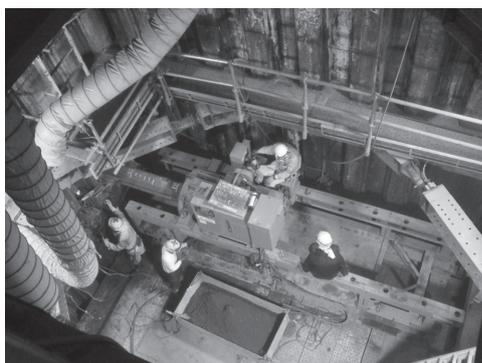


写真-1 パイプルーフ施工状況

設躯体があるため根入れ長が取れず、横坑掘削時に先端の変位が大きくなる。そこで先端に水平高圧噴射攪拌改良を行い、先行地中梁として機能させることでパイプルーフが小径でも耐力が満足できるようにした。

(4) 躯体界面空隙充てん工

ミル基礎床版(杭基礎)は躯体と地盤の界面に隙間があることが考えられていたが、計測の結果300mm以上の空隙がある場所も観測された。ミル直下の遮水は信頼性の高い凍結壁を採用するが、空隙量が大きく凍結壁の造成も困難と判断されたため、アクアグラウトによる空隙充てんを実施した。アクアグラウトは静止状態では粘性が高く加圧すると流動性を示す限定注入性と、水に対する材料分離抵抗性を持つ材料である。室内試験を行ってフロー値225mm程度を目標として配合を決定した(写真-2, 表-1参照)。

2ヶ所の立坑から躯体界面に向かって水平ボーリングを行い、初期圧+0.2MPaの圧力になるまで充填を行った。最終的には50m³以上のアクアグラウトを充てんし、さらに補足としてゲルタイム30~60秒程度のLW(セメント+水ガラス)を注入した。

(5) 凍結工・導坑掘削工

立坑および横坑から水平ボーリングを行い、凍結管削孔を行った。凍結壁は止水部で1,200mm、土留め壁兼用部で1,600mm必要であり、水平精度を確保できないと凍結壁が所要の日数で厚みを確保できなくなる懸念があった。水平ボーリングの距離は最大で29mあるため、精度を確保するためケーシング管をテーパ付き推進工法で埋設した。ケーシング管の精度を挿入式ジャイロで1本ずつ測定し、削孔精度が確保



写真-2 アクアグラウト室内試験

表-1 アクアグラウト配合

配合			性能		
高炉セメント B種	アクアグラウト用 ベントナイト	アクアグラウト 混和剤	水	フロー値 (mm)	一軸圧縮強度σ ₂₈ (N/m ²)
250	225	5.0	831.4	220 ~ 230	0.7 ~ 0.8

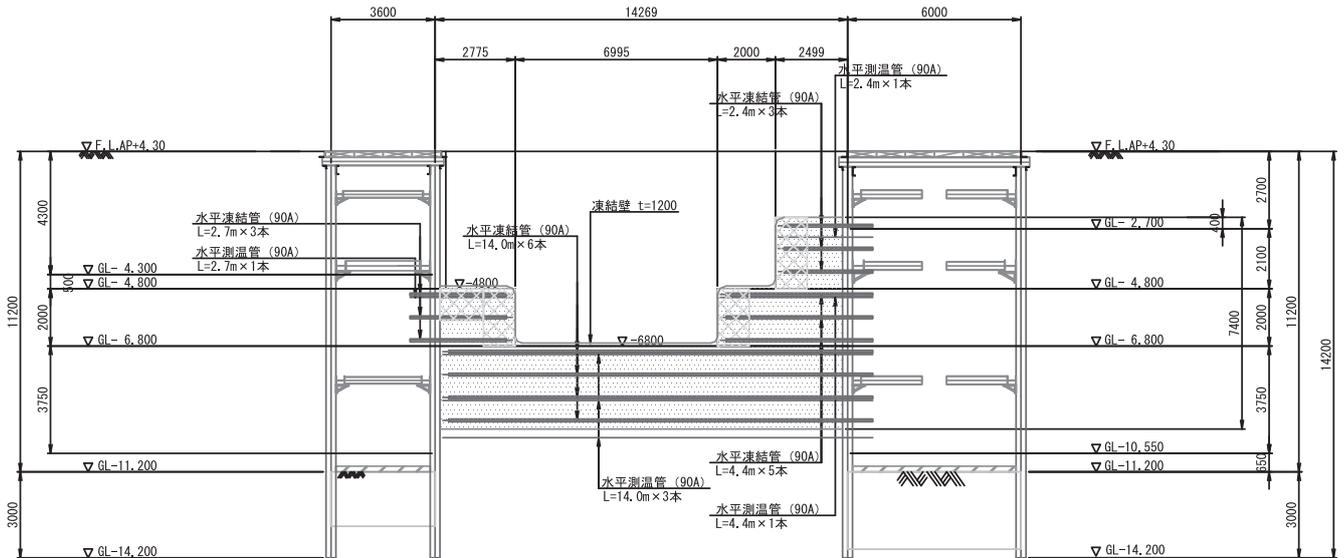


図-8 凍結管削孔断面図

できないケーシング管は再削孔を行った(図-8参照)。

埋設した凍結管に -35°C のブライン液(塩化カリウム)を循環させ、凍土造成を開始した。測温管で地下水の温度や凍土壁の成長状況を確認したところ、躯体界面の一部で凍土成長が遅れているところがあったため、補足で薬液注入を行い、周囲の地下水の流れを止めて凍土造成を促した。

凍結完了後、躯体直下の導坑掘削を開始した。導坑の片側は凍結壁で土圧を保持しているため、掘削時に支保工を設置しながら掘削した。導坑掘削時に躯体界面のアクアグラウトの充填状況を確認したところ、確実に充填されていて躯体界面からの漏水はほとんど無かった。

3. 基礎補強工事

(1) 概要

アンダーピニングを行ったミル直下で杭を増打ちするとともに既設ミル基礎床版の下に増厚コンクリートを打込み一体化させる計画であった。その間は定期休止期間として厚板ラインを42日間休止させ、ミル直下の基礎補強工事を行った。施工フローを図-9に、

基礎補強概要図を図-10に示す。

ミル直下を既設床版から2mまで掘削した後、上向きに削孔して老朽化したアンカーボルトの撤去工事を実施した。既設基礎床版から3.1mの深さまで再度掘削を行い、新設アンカーボルトの挿入工事、新設鋼管杭の増設工事を行った。既設床版から2mの深さまで一旦埋め戻しを行った後、配筋をして高流動コンクリートを打込み、基礎床版の補強を行った。

(2) アンカーボルト更新工

既設アンカーボルトの撤去は、下部コンクリートを

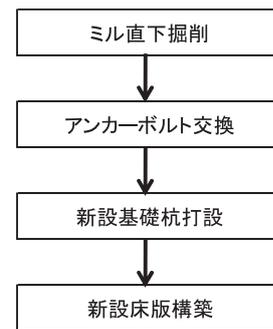


図-9 ミル直下施工フロー

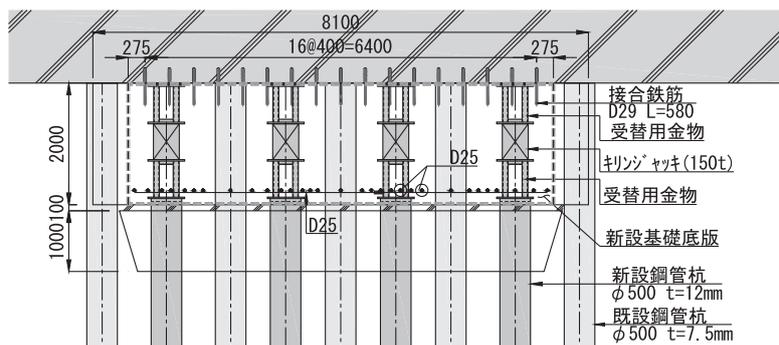


図-10 基礎補強概要図

上方に向かってφ300 mmのコアで削孔し、シースマン底蓋をガス切断後、アンカープレートまでの樹脂注入部をφ250 mmで削孔、さらにアンカープレートから上部をφ200 mmで削孔した。アンカーボルトは上部からインチでミル直下に吊り降ろしながら切断撤去した(図-11, 写真-3 参照)。

次に更新する新設アンカーボルト(φ100 L = 3,620 mm)の設置を行った。アンカーボルトとアンカープレートを組合せた後、ミル直下からインチを使用して引き込み、所定の位置にセットして固定した(写真-4 参照)。固定後はシースマン管内にグラウト材(超速硬性グラウト材)を注入した。グラウト材が所定強度に達した後、アンカーボルトに所定の緊張力を導入し固定した。

(3) 新設鋼管杭圧入工

新設鋼管杭(鋼管SKK φ500 t = 12 mm L = 7.6 m)(図-12)はミル基礎床版(既設床版)を反力とし、18本を圧入工法で打設した。空頭3 mでの施工とな

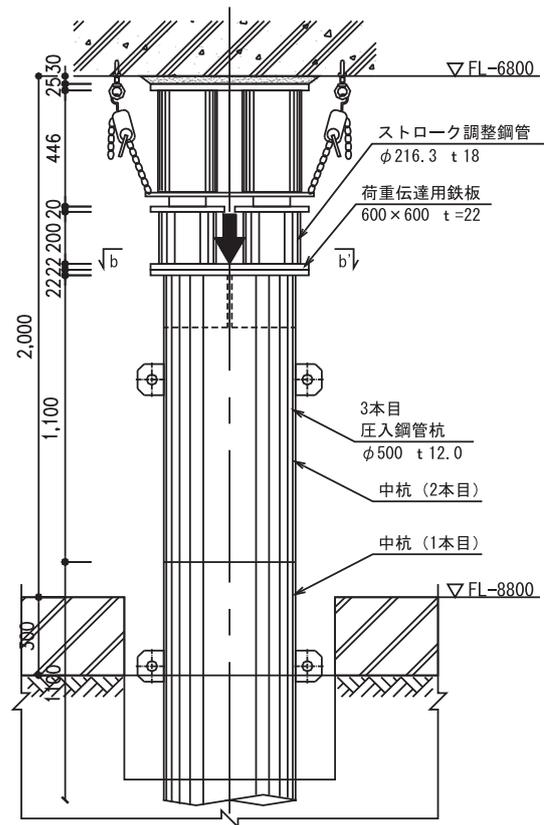


図-12 新設基礎杭構造図

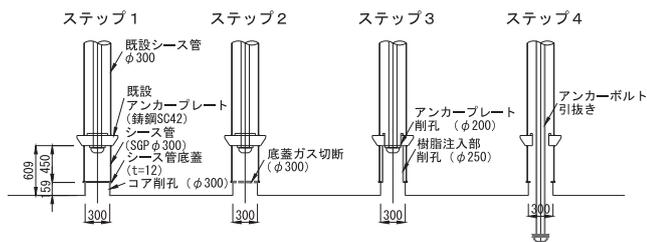


図-11 アンカーボルト撤去手順図

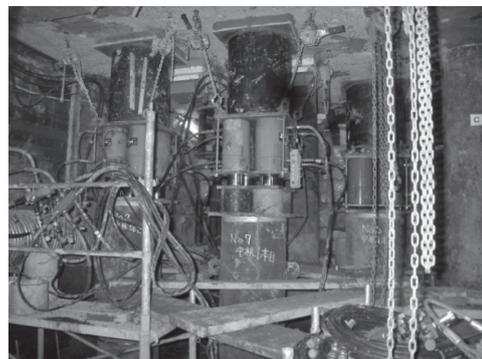


写真-5 鋼管杭圧入状況



写真-3 アンカーボルト撤去状況



写真-4 新設アンカーボルト挿入状況

るため、L = 1.0 m ~ 1.1 m の短尺物(7本継)を用い1,500 kN 油圧ジャッキ4基で圧入した(写真-5 参照)。既設床版から圧入反力をとるため躯体の安全性を元に事前の解析を行い、最大圧入荷重、打止め管理事項等を設定した。圧入区間の地質はN = 30 ~ 50 の洪積砂質土層であり支持層の高さが一定していなかったため、打止め管理事項を満足したところで杭の打設を完了することとした。

既設床版の荷重受替時は、事前の解析からプレロード荷重500 kNを導入する必要があった。プレロードジャッキを4基使用して1,000 kNまで載荷後、受替部のジャッキを締付け、プレロードジャッキの油圧を除荷することでプレロード荷重を導入した(写真-6)。



写真一六 鋼管杭打設・プレロード導入完了



写真一七 コンクリート打込み用配管

表一 二 高流動コンクリート配合

Gmax (mm)	セメント 種類	W/C (%)	スランプフロー (cm)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)				
					水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	高性能 Ae 減水剤
20	高炉セメント B種	35.1	70 ± 5.0	4.5 ± 1.5	175	499	845	783	C × 1.2%

(4) 新設床版構築工

増打ちする新設床版 (t = 2.0 m) は既設床版直下にコンクリートを打込むため、逆打ちとなる。新設および既設床版の一体化をはかるため、接合面にずれ止鉄筋を配置した。床版配筋は下筋のみの2方向鉄筋であり、狭隘な空間での配筋作業であったため、鉄筋の継手は機械継手を採用した。コンクリートは閉鎖空間への充填となるため、予め打込み用配管を2列×2系統 = 4本設置し (写真一七)、高流動コンクリート (配合：表一 二) を用いた。

コンクリートと既設床版との密着は目視では確認できないため、充填状況が確認できるようにコンクリート充填検知システム (ジューテンダー) を既設床版部に13箇所設置した。また、コンクリートの流動勾配を把握するため既設鋼管杭にもジューテンダーを12箇所設置した。コンクリート充填が不完全な場合の対処として、予め既設床版底面に無収縮モルタル充填用のホース (FUKO ホース) を配置した。

高流動コンクリートは奥側から順にエアを押し出しながら充てんした。結果として無収縮モルタルがほとんど充てんできないほど、既設床版と新設床版の界面を密着させることができた。

4. おわりに

ミル直下の基礎補強工事は41日間で施工が完了し、無事に定期休止期間42日以内で施工を完了することができた。その後、横坑および立坑を流動化処理土で埋戻しを行い、全ての工事を完了した。厚板ラインが

再稼働した後にミル機械の振動値を測定すると、補強後では大幅に軽減され、補強効果が発揮されていることが確認できた。

本工事は将来の機械荷重増加に対応するため、アンカーボルトの更新と共に基礎を補強した事例である。耐震補強を目的に実施された工事ではないが、補強方法は同様であるため、稼働中の工場の耐震補強にも適用することができる。

今後、高度成長期に建設された設備の更新や耐震補強は増加すると考えられる。本事例が同種工事の参考になれば幸いである。

最後に、本工事を施工するにあたりご協力・ご指導をいただいた新日本製鐵(株)の君津製鐵所(久恒貴史様、川崎勉様、大出哲也様)ならびに設備・保全技術センター(清崎弘二様、花田賢師様)他関係者の皆様に深く感謝いたします。

JCMA

[筆者紹介]
竹村 瑞元 (たけむら みつとし)
清水建設
土木東京支店 千葉土木営業所
工事長



藤田 淳 (ふじた じゅん)
清水建設
土木技術本部 技術計画部
課長



供用中の沈埋トンネル直下地盤を対象とした液状化対策 カーベックス工法の施工実績

深澤 哲也・鎗田 哲也・加納 義晴

自在ボーリングと薬液注入工法を組み合わせた地盤改良技術であるカーベックス工法（以下「本工法」という）を、供用中の沈埋トンネルの液状化対策に適用した。浮き上がり易いトンネルの躯体直下地盤の改良のため技術的に難しい工事であった。施工時の注入管理並びにトンネル躯体の変状計測の強化、さらには薬液注入で発生する間隙水圧の測定及びドレーン工による間隙水圧の上昇抑制を行うことで、躯体の浮き上がりを抑止し工事を無事完了することができた。

キーワード：沈埋トンネル、液状化、浮き上がり、自在ボーリング、地盤改良、薬液注入

1. はじめに

大規模地震の際の事業継続に関連し、既設構造物の経済的な液状化対策の関心が高まっている。既設構造物を対象に地盤の液状化対策を行う場合、施工時に構造物への影響が少なく改良効果が確実なことから、固化系地盤改良工法が有効である。実際、東日本大震災後、高圧噴射攪拌工法その他、薬液注入工法といった固化系地盤改良工法が適用された施工事例（延べ19件）を調査した結果、地震被害が一切発生していないことを確認している。

地震時に地盤応答が大きくなる軟弱地盤に建設される沈埋トンネルを対象に耐震設計照査すると、耐震補強や液状化対策が必要となる事例がある。沈埋トンネルの液状化対策が必要となる場合、自在ボーリングと薬液注入工法を組み合わせた工法（例えば、本工法）を用いて、トンネル直下の地盤を改良することができる。その施工においては、遠方から構造物際を施工すること並びに沈埋トンネルは浮き上がり易い構造物であるため、削孔精度と注入時の躯体の浮き上がり防止について十分な施工管理が求められる。

川崎市の千鳥町と東扇島とを結ぶ全長1,200mの川崎港海底トンネルは、沈埋トンネル工法で建設され1979年に供用を開始した。2008年度～2011年度に、トンネルの液状化対策並びに耐震補強工事を実施しており、液状化対策では、合計注入量で約1万m³の地盤改良工事を、本工法を用いることで無事に完了している。2011年東日本大震災の際、震度5強の地震動を観測したが、当該トンネルの地震被害は発生してい

ない。

本稿では、沈埋トンネルの液状化対策工事の実施例として、本工法並びに川崎港海底トンネル地盤改良工事の概要を紹介する。さらに、沈埋トンネルの液状化対策工事に関連し、注入管理、躯体変状のモニタリング、並びにドレーン工といった施工管理上の留意点について考察する。

2. 本工法

本工法は、自在ボーリングと薬液注入を組み合わせた地盤改良工法である¹⁾（図-1、2参照）。2001年の工法開発²⁾以降、これまでに合計26件の施工実績がある。そのうち16件の実績は液状化対策工事に関するものである。構造物直下の地盤改良を地表から構造物を避けながら行うことができるため、施設を供用しながら施工できる。従来、既設構造物直下の地盤改良は、躯体近傍に立坑を構築し、立坑内から水平ボーリ

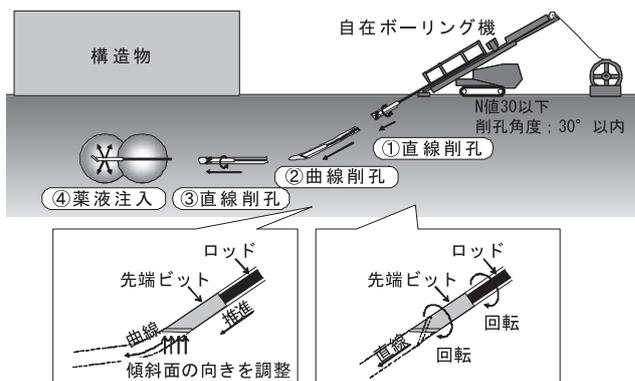
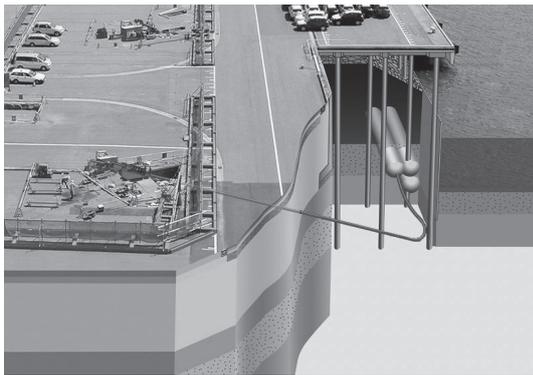


図-1 本工法の概要



図一 2 本工法の適用概念図

ングで削孔し薬液注入することが多かった。本工法では立坑等大規模仮設備が不要となり、コストを削減するとともに、工期を短縮できる。

本工法は、特殊ロッドの採用により急曲径（最小曲率半径 30 m）の削孔を可能にしている。また、高精度な位置検知および姿勢制御システムを装備し、位置計測を繰り返しながらボーリングすることで、位置修正の自由度が高く、障害物を避けての削孔が可能である。遠方からの削孔（最大削孔長は 150 m）であっても、削孔の軌跡を計画位置に対して±30 cm 以内を目標とする削孔精度を有している。このように自由度が大きく高精度な自在ボーリング技術は、薬液注入による地盤改良だけではなく、アンカーや水平井戸設置を目的としたボーリングに適用できる。

以上、工法並びに削孔精度の概要を紹介した。工法の詳細並びに主な施工実績は既往文献^{1)~4)}を参照されたい。

3. 川崎港海底トンネル（沈埋トンネル）の地盤改良工事

(1) 概要

川崎市の千鳥町と東扇島を結ぶ川崎港海底トンネルは、陸上部は開削トンネル工法、京浜運河部は沈埋ト

ンネル工法によって建設され、1979年10月に一般車の通行を禁止とした上で開通した。1992年に一般車両の通行が可能となり現在に至っている。表層には、埋立地盤並びに自然地盤からなるN値20以下の細砂層が堆積し、陸上部のトンネルアプローチは、当該細砂層を通過する。細砂層は、千鳥町側に厚さ2.9~4.5m延長約130m、東扇島側に最大厚さ1.5m延長約100mで分布する。大規模地震時に当該砂層で液状化の発生が懸念される。そこで、本工事は、トンネル下面に堆積する当該砂層を本工法で地盤改良することで、トンネルの液状化対策を行うものである。本工法による液状化対策工の概念図を図一3に示す。

(2) 工事手順

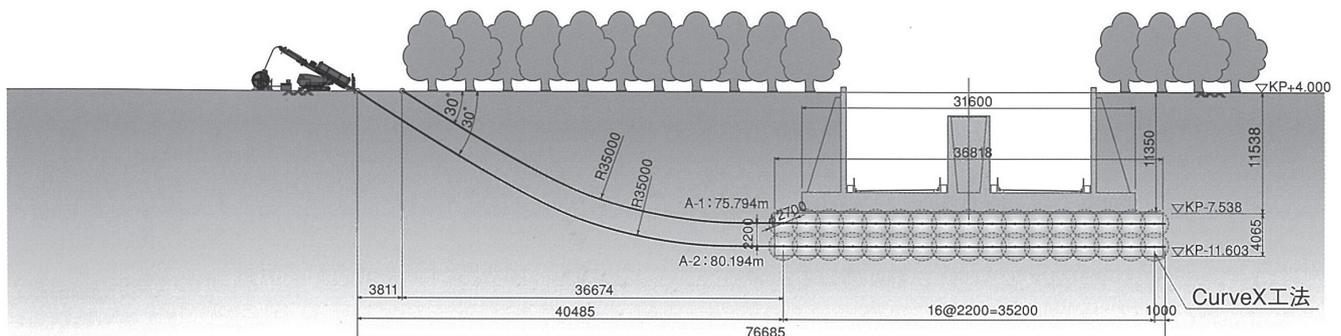
本工法の施工は、事前に実施する室内配合試験による注入材仕様の決定後、削孔、注入外管の設置、限界注入速度試験の実施と注入速度の決定、浸透注入による本注入の実施からなる。以降、主な手順を順を追って紹介する。

・注入材仕様の決定

薬液は、水ガラス系溶液型薬液のうち、長期耐久性に優れ⁵⁾、特殊中性・酸性系薬液に分類されるエコリオンを用いる。施工に先立ち現地土を採取し室内配合試験を実施する。その結果から、液状化対策に必要な目標改良強度（一軸圧縮強度で80kN/m²）⁶⁾、並びに1球（ステップ）当り注入時間の約90%の時間で固化する目標ゲルタイムを確保できるように、配合（：結果的にシリカ濃度は6~8%⁶⁾、ゲルタイムは47~235分の範囲で使い分けた）を決定する。

・削孔

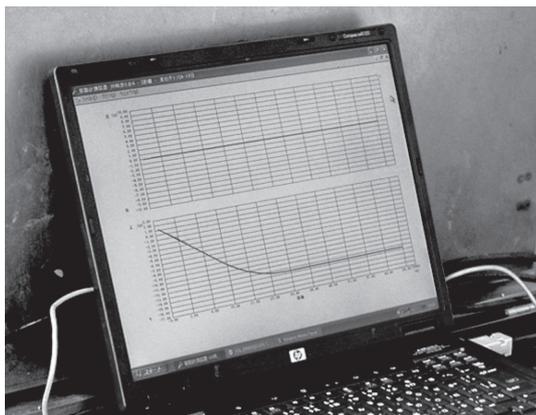
削孔は、自在ボーリング施工機を削孔方向に合わせて設置した後、ベントナイト泥水を用いて行う。削孔方向は、挿入式的位置計測器を使いながら、削孔先端位置を計画線にあわせて制御しながら行う。挿入式的位置計測は原則として1ロッド毎に行う。削孔状



図一 3 沈埋トンネルアプローチの液状化対策用地盤改良の概念図



写真—1 削孔状況

写真—2 削孔精度測定状況
(PC上で削孔ロッドの軌道を計画と実績で比較)

況を写真—1、削孔精度測定状況を写真—2に示す。

・注入外管の設置

削孔完了後、切り離しジグを挿入しロッド先端部を切り離し、注入外管を挿入する。その後、削孔ロッドを回収し、注入外管の設置を完了する。

・注入速度の決定

注入外管設置後、注入管を設置し、シールグラウトを行う。シールグラウトは、中結のエコリオンを用いる。その後、注入対象地盤を代表する所定の位置で、水押しすることで、地盤の注入圧力と注入量の関係を把握する限界注入速度試験を実施する。注入速度が過大になると、地盤内に亀裂が生じ、注入形態が浸透注入から割裂注入になり、地盤改良強度の低下要因となる。そこで、限界注入速度試験から、注入対象地盤で薬液を浸透注入できる適切な注入速度を注入材と水の粘度差を考慮しながら決定する。

・浸透注入による本注入

注入は、1分間当たり12～16ℓの注入速度を使い分けて行った。1ステップ当りの計画注入量に達するまで同一箇所で注入を行う定量管理を採用した。注入順序は、ステップアップ方式を原則とした。

4. 沈埋トンネル直下地盤の薬液注入工の施工管理に関する考察

薬液注入工法では、注入に伴い地盤の間隙水圧が上昇しやすくなる。水圧上昇は、複数の注入ステップを同時施工すると顕著になる傾向がある。構造物の浮き上がり安全率は小さい。深度が浅い構造物直下地盤の薬液注入工事では躯体が動かないように特に注意が必要となる。躯体の動きは、目地部の変形集中、漏水、注入材のリーク、改良地盤の品質不足へと繋がるためである。

川崎港海底トンネルの液状化対策の施工管理では、1) 注入状況の正確な把握、2) トンネル躯体変状のモニタリング、3) 必要に応じてドレーン孔を設置し過剰間隙水圧の消散を図った結果、改良地盤の目標強度(80 kN/m²)を十分に満足する一軸圧縮強度(平均で208～232 kN/m²)⁵⁾を得て、無事に地盤改良工事を完了することができた。以降、それぞれの留意点について考察する。

(1) 注入状況の正確な把握

流量計を用いて注入時の注入速度、注入圧を監視した。また、日々の注入終了時の注入実績を平面図上に可視化することで、注入状況の長期的な変遷並びに短期的な変動の有無に注目し注入実績の把握に努めた。注入実績は、躯体変状のモニタリング結果と比較しながら分析し、注入工事の後工程に反映した。

施工管理上必要となる現場でのデータ整理の省力化並びにデータの可視化を推進するため、3次元CAD上で地盤、構造物、注入実績データ並びに構造物や地盤の変状データを日々可視化するシステム(：3次元注入管理・支援システム、概念図を図—4に示す)の開発を終了している。今後は、当該システムを、本工法を用いた薬液注入工事に適用することで、注入実績と構造物や地盤の変状実績をそれぞれ関連付けながら、早期に分析することが可能となる。過去の実績を次工程に生かす情報化施工を強化することで、さらに确实、安全に施工できる。

(2) 躯体変状のモニタリング

本工事では、トンネル躯体に傾斜計並びに変位計を設置した。ブロック当り並びに継目部当りの計測項目と数量を表—1に示す。躯体の傾斜角度および継目の目開き量並びに目違い量を計測し、躯体の動きを監視した。

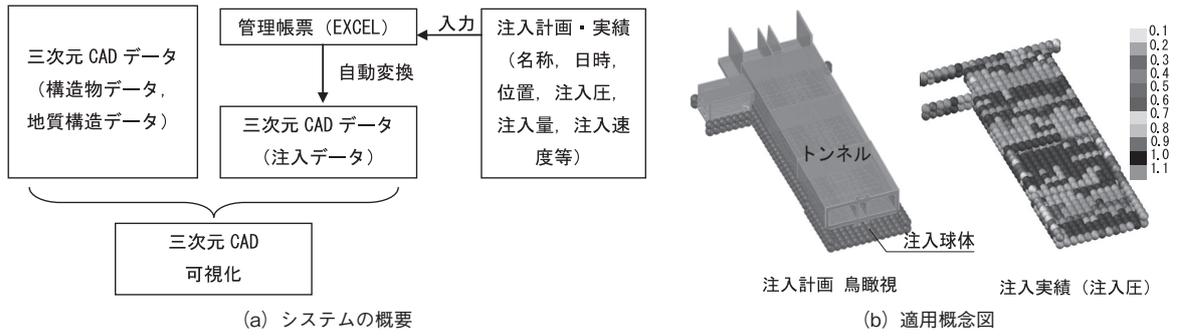


図-4 3次元注入管理・支援システム

表-1 トンネル躯体のブロック当り並びに継目部当りの計測項目と数量

計測項目	内容および目的	使用計器	数量
躯体の傾斜挙動	<ul style="list-style-type: none"> 躯体に傾斜計を設置し、構造物の移動の有無の確認 管理基準値との比較による安全管理 	固定式傾斜計	2台/箇所 (トンネル軸方向, 軸直角方向)
躯体の継目変位	<ul style="list-style-type: none"> 躯体の継目部に変位計を取り付け、継目の目開き、目違いの変位の有無を確認 管理基準値との比較による安全管理 管理基準値との比較による安全管理 	変位計	3台/箇所

(3) ドレーン孔並びに間隙水圧観測孔の設置による間隙水圧の管理

本工事では、躯体の浮き上がりが懸念される深度の浅い工事範囲に、ドレーン孔並びに間隙水圧観測孔を本工法の精度の高い削孔技術で設置し(図-5参照)、水圧の消散と監視を強化して、浮き上がりの抑制に努めた。

ドレーン孔は、注入孔と同様の設置手順で削孔した後、ストレーナータイプの有孔管と通常の無孔管を使用し、先端から39.5m(3.95m/本×10本)を有孔管とし、39.5mから地上までは無孔管を接続した。その後、ライザーパイプをドレーン管内へ挿入し、先端をGL-6mの深度まで下げ、真空ポンプを接続し吸引することで、ウェルポイント方式の揚水を行った。注入時に、揚水前後並びに揚水期間中の間隙水圧、揚水量、及び揚水のpHをそれぞれ常時測定し、注入時に過剰な間隙水圧の蓄積がないこと、並びに注入材を吸引することがないことを監視した。構造物や地盤の変

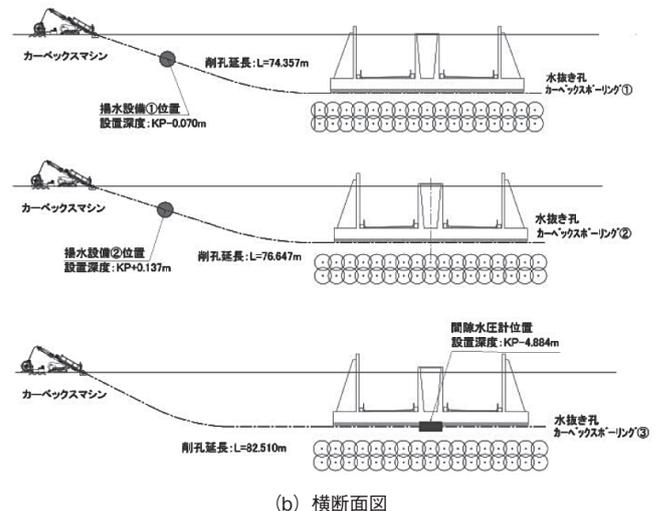
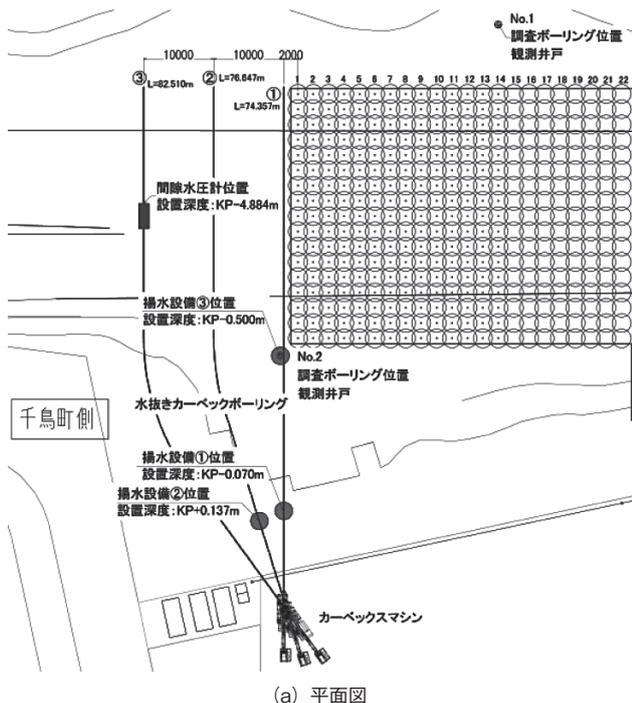


図-5 ドレーン孔並びに間隙水圧観測孔の設置状況

位が見込まれる場合には、注入材のリークを助長しないなど適正な注入を妨げないことを前提に、ドレーン孔や間隙水圧観測孔の設置が有効である。

5. おわりに

川崎港海底トンネルの液状化対策は、非常に浮き上がり易いトンネルの躯体直下地盤の改良のため技術的に難しい工事であった。施工時の注入管理並びに躯体の変状計測の強化、さらには薬液注入で発生する間隙水圧の測定及びウェルポイントによって間隙水圧の上昇抑制を行うことで、施工時の躯体の浮き上がりを防止することができた。

構造物直下の地盤改良工事では、施工条件の制約が多く、高精度かつ高性能な3次元自在ボーリング技術を適用することで、施工が可能になることも多い。カーベックス工法の削孔機は、最大削孔長150m、最小曲率半径が30mで一つの削孔で複数回の曲げが可能であるなど高い性能を有する。また、削孔精度も高い。3次元的にまた時系列で注入実績を自動可視化し、日々変化する現場の施工管理に役立てることもできる。特に繊細かつ安全な施工が必要となる供用中の構造物直下の地盤改良工事に、カーベックス工法が貢献できることを期待している。

J|C|MA

《参考文献》

- 1) 山崎浩之, 向井雅志, 山田岳峰, 三原孝彦, 横尾充: 曲がりボーリングを用いた薬液注入による液状化対策工法の現地実証試験, 土木学会論文集, No.756/VI-62, pp.89~99, 2004年.
- 2) 田中龍夫, 条川政則, 小林正志: 三次元削孔による耐震補強・液状化防止工法の現状-カーベックス工法-, 建設の施工企画, No.720, pp.21~25, 2010年2月.
- 3) 秋山義信, 山崎浩之, 小林正志: 最近の地盤注入工法 自在ボーリング技術とその適用, 基礎工, Vol.36, No.5, pp.40~43, 2008年5月.
- 4) 安宅之夫, 小林正志, 山中一男: 自在ボーリングを用いた構造物下の液状化対策, 基礎工, Vol.34, No.4, pp.69-73, 2006年4月.
- 5) 齋藤潤, 李濟宇, 山田岳峰, 渡邊陽介, 高橋正光: 厳しい・養生条件下での薬液改良土の長期耐久性に関する検討, 第65回土木学会年次学術講演会, III-486, 2010年.
- 6) 深澤哲也, 釘本幹生: 曲線ボーリングを採用した供用トンネル直下における液状化対策工事, 第65回土木学会年次学術講演会, VI-271, 2010年.

【筆者紹介】



深澤 哲也 (ふかざわ てつや)
鹿島建設株式会社
横浜支店 新東名徳定トンネル工事事務所
副所長



鎗田 哲也 (やりた てつや)
鹿島建設株式会社
土木設計本部
設計長



加納 義晴 (かのう よしはる)
ケミカルグラウト(株)
施工本部
地盤改良部
課長

液状化地盤上道路の変状防止対策

タフロード[®]

光 本 純・伊 藤 浩 二・古 屋 弘

近年の大規模地震の頻発を受け、BCP（事業継続計画）への関心が高まってきている。

人間の移動や物流の要である道路は、常時でも機能保全是重要であるが、液状化が予想される地盤上の道路では、地震時の機能確保や緊急車両の通行確保の観点から、一般にサンドコンパクションパイル（SCP）工法等の液状化対策により道路変状（残留沈下，残留傾斜等）を防止する。しかし、これらの方法は、液状化層すべてを改良するなどのため大規模で工期がかかる，周辺環境に与える影響が大きい，対策費が高くなるといった課題がある。

そこで、筆者らは、性能設計の考え方にもとづいた道路本体の変状防止構造により、地震時に原地盤の液状化の発生は許容するが道路の性能を確保する経済的な道路補強技術（タフロード，以下「本工法」という）を考案した。本工法は、液状化地盤で生じる初期せん断応力を低減することを目的としてジオグリッドと軽量土を併用する道路変状対策である。

本稿では、本工法の概要，特長，原理について整理するとともに，道路機能の補強効果検証結果などについて報告する。

キーワード：液状化，道路補強，性能設計，軽量土，ジオグリッド

1. はじめに

近年の大規模地震の頻発を受け、BCP（事業継続計画）への関心が高まってきている。

地震被害の例として、事業所内の構内道路においては、液状化によって段差が発生し、大型消防車等の緊急車両が通行不能になるといった事例が発生した。このため、地震直後の交通を確保する緊急時の道路機能維持が課題と考えられる。

また、海岸沿いや埋立地盤上に立地する事業所では、地震のたびに道路面に不同沈下が発生し、それにより降雨時に水溜りが生じ、走行性が低下する現象も見受けられる。このため、路面排水機能の確保も課題と考えられる。

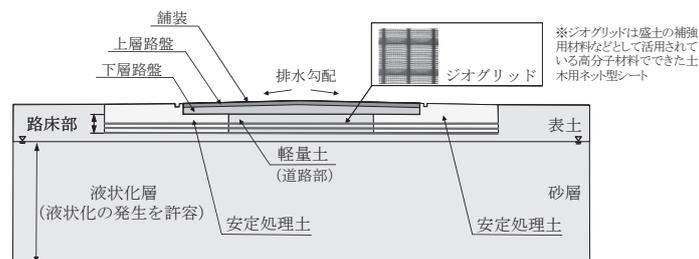
従来、液状化が予想される地盤上の道路では、一般的な対策として地盤の一部もしくは全部を置換する方

法、砂杭を造成することで地盤の密度を増大させる方法などにより、地震時の道路変状（残留沈下，残留傾斜）を防止する対策がとられてきた。しかし、これらの方法には地盤の掘削，削孔に多大な手間や時間がかかる，周辺環境に与える影響が大きい，対策費が高くなるといった課題がある。

そこで、性能設計の考え方にもとづいた道路本体の変状防止構造により、地震時に原地盤の液状化の発生は許容するが道路の性能を確保する経済的な道路補強技術^{1)~5)}を考案した。本稿では、本技術の概要と検証結果等を示す。

2. 工法の概要

工法の概要を図—1に示す。



図—1 本工法概要図

本工法では、道路下の路床部に対して、路床底部にジオグリッドを敷設するとともに、路床部の埋戻しを軽量土と安定処理土の複合とすることで、構造的な道路変状対策を実現する。性能設計の考え方を導入することで、路床部で深い液状化層は無処理とし、液状化の発生を許容することに特色がある。

3. 工法の特長

本工法には以下のような特長がある。

- ・地震時に発生する道路変状（残留沈下、残留傾斜）を抑制し、地震後の道路機能（段差、排水勾配）を確保できる。このため、地震発生直後でも、大型消防車などの緊急車両が走行でき、迅速な災害対応が可能となる。
- ・液状化の発生を許容し、液状化層への対策を行わないため、例えば従来の液状化対策（サンドコンパクションパイル工法）と比較して約50%まで経済化を図れる。
- ・道路路床部までの浅層部での施工となることから、工期を短縮でき、早期に導入できる。
- ・通常の道路工事事用施工機械で施工でき、大きな騒音や振動が発生しないので、周辺環境に配慮した施工が可能である。
- ・石炭火力発電所で発生するクリンカアッシュや製鉄所（高炉）で発生する水砕スラグなどの軽量の副産物を軽量土として有効利用できる。

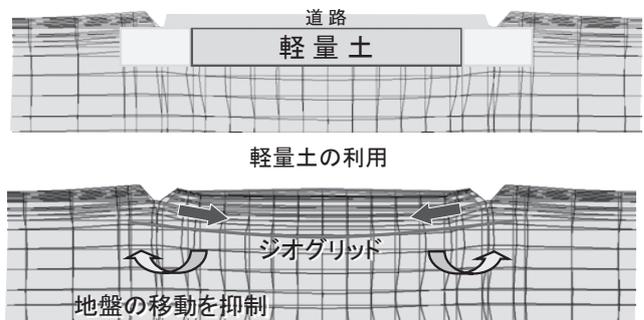
4. 変状抑制原理

本工法の変状抑制原理を表一1に示す。通常の道

路（対策なし）の場合、道路部（舗装部分）の荷重は、舗装や路盤の重量により道路外（周辺地盤）と比較して大きく、道路部と周辺地盤との荷重差が大きい状態である。このため、液状化地盤で生じる初期せん断応力が大きくなり、地震時には液状化地盤が側方へ広がり、大きな残留変位を生じやすいと考えられる。

これに対し、本工法は路床部に軽量土を用いるため、道路部と周辺地盤との荷重差が小さくなる。このため、液状化地盤で生じる初期せん断応力が小さくなり、液状化地盤の地震による残留変位を抑制できる。

なお、路床底部に敷設するジオグリッドは、図一2に示すように、路床部における変状抑制のための引張補強材の効果を発揮する。



図一2 本工法使用材料

5. 道路機能の補強効果検証

本工法の設計では、道路部の残留変位を変状抑制効果の指標としている。このため、地震時の残留変位に着目した対策効果を有効応力解析および遠心力模型実験により確認した。

地震時の過剰間隙水圧の発生を考慮した有効応力解

表一1 本工法の変状抑制原理

工法	対策なし	本工法
原理	<p>道路外の荷重に比べて道路部(舗装部分)の荷重が大きい状態である。 地盤(砂層)が液状化すると、道路外と道路部との荷重差の影響で道路部直下の地盤が道路外の方向に移動し、道路部に大きな沈下変状が発生する。</p> <p style="text-align: center;">道路部と道路外との荷重差大 ↓ 初期せん断応力大 ↓ 地震による残留変形大</p>	<p>道路部に軽量土を用いるため、道路外の荷重と道路部(舗装部分)の荷重がほぼ等しい状態である。 地盤(砂層)が液状化しても、道路外と道路部との荷重差が小さいことから、地盤の移動がほとんど発生せず、道路部の沈下変状も抑制される。</p> <p style="text-align: center;">道路部と道路外との荷重差小 ↓ 初期せん断応力低減 ↓ 地震による残留変形小</p>
液状化後の状況 (有効応力解析結果)	<p>沈下:大</p> <p style="text-align: center;">移動:大</p>	<p>沈下:小</p> <p style="text-align: center;">移動:小</p>

析では、道路横断方向を対象に対策なしと本工法の2ケースを行い本工法の効果を検証した。

道路横断方向の遠心力模型実験では、アルミ製剛土槽(2000 mm × 700 mm × 650 mm, 側面:アクリル)に仕切り板を設け、対策なしと本工法の模型を同時に加振した。

道路縦断方向の遠心力模型実験では、同じアルミ製剛土槽に対策なしの模型(半断面)のみ、本工法の模型(半断面)のみをそれぞれ製作し加振した。

遠心力模型実験では、遠心加速度20G、模型縮尺1/20とし本工法の効果を検証した。

以下に、主な設定条件と得られた結果の概要を示す。

(1) 主な設定条件

① ジオグリッドおよび軽量土幅の設定

ジオグリッドの諸元は、地震時安定解析(等分布荷重 $q = 10 \text{ kN/m}^2$, 水平震度 $kh = 0.35$)より得られる不足する抑止力を3段のジオグリッド(設計引張強さ $TA = 44 \text{ kN/m}$, 敷設長 21.6 m)で分担した。埋戻土の諸元は軽量土をクリンカアッシュ、安定処理土をクリンカアッシュより重量のある現地発生土とした。道路幅 13.0 m に対し、本工法では、軽量土幅を道路部と遠方地盤の有効土被り圧が概ね等価となる 7.8 m とした。

② 地震動

地震動は、有効応力解析、遠心力模型実験ともに海溝型地震を想定し、建設省告示スペクトルの極めて稀に発生する地震動に適合する模擬地震動のうち、図-3に示す乱数位相、継続時間が長い地震動を用いた。

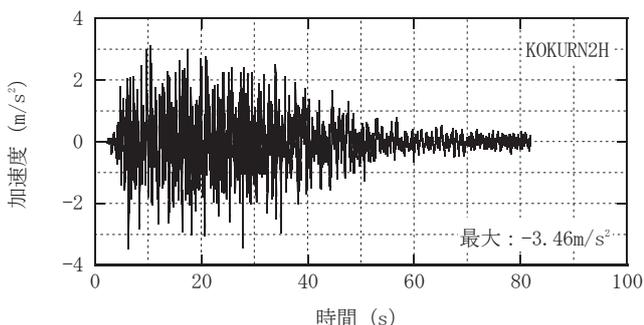


図-3 地震動(入力波)

③ 加振方向

加振方向は、道路横断方向および道路縦断方向の2ケースとした。

(2) 結果の概要

以下に、各ケースで得られた結果の概要を示す。

① 加振方向：道路横断方向

遠心力模型実験の断面と計器を図-4に示す。また、得られた道路部の横断方向の形状を写真-1に示す。

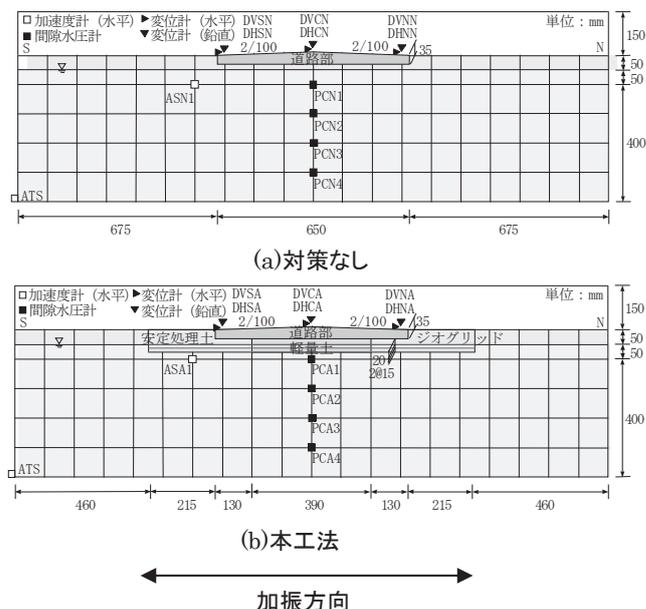


図-4 遠心力模型実験での断面と計器配置(加振方向:道路横断方向)

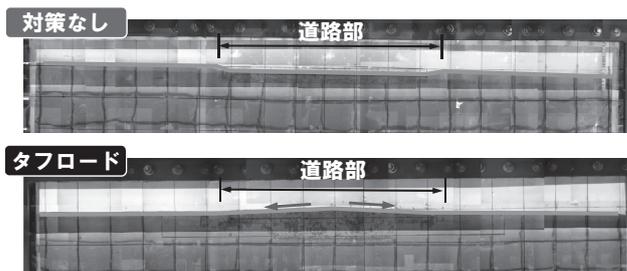


写真-1 加振後の状況(遠心力模型実験結果)

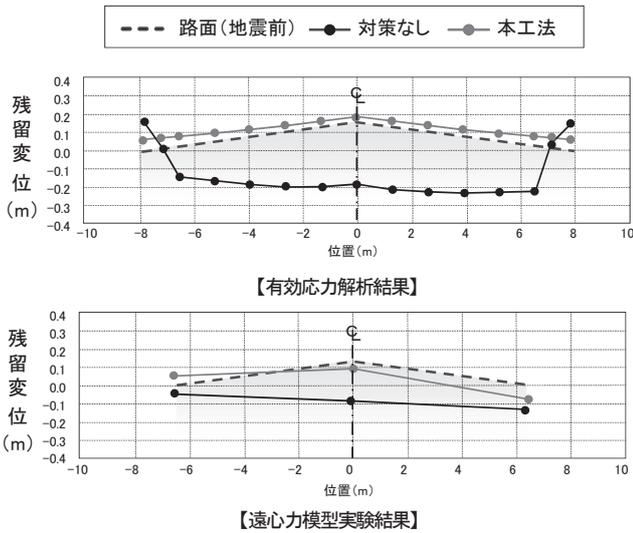
「対策なし」の道路部では、表-1に示した理由により、残留沈下が発生するとともに、横断勾配を確保できていない。これに対し、本工法では、道路部の残留沈下は小さく、路面の排水勾配を概ね維持できている。

有効応力解析および遠心力模型実験の結果より、道路部の横断方向の残留変位分布図を図-5に示す。解析および実験ともに、「対策なし」の道路部で大きな残留変位が発生し、路面の横断方向の排水勾配を確保できていない。これに対し、本工法では、残留沈下は小さく、路面の排水勾配を概ね維持できていることが確認できる。

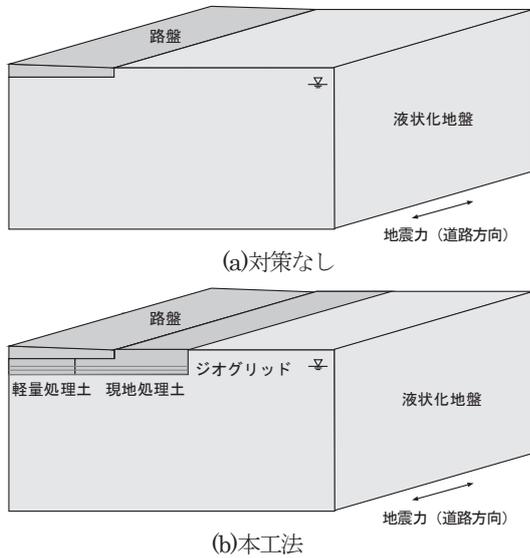
② 加振方向：道路縦断方向

縦断方向の遠心力模型実験の概要を図-6に示す。実験結果より、道路部の横断方向の残留変位を整理して図-7に示す。

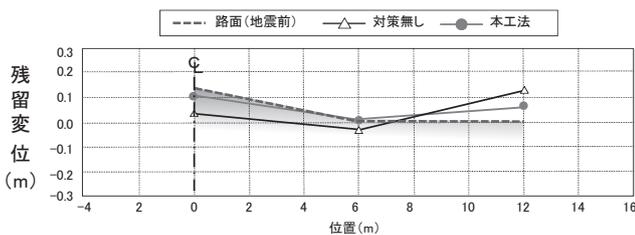
本工法では地盤の初期せん断応力をできるだけ小さくするように軽量土を配置するものの、道路横断方向



図一5 残留変位の検証結果 (地震時)



図一6 遠心力模型実験でのモデル概要図 (加振方向：道路縦断方向)



図一7 残留変位の検証結果 (地震時)

の残存する初期せん断応力に依存して 液状化地盤が道路面外へ少なからず移動し沈下するものと想定される。

実験結果によると、「対策なし」では、液状化地盤の道路面外への移動が大きいため、道路部の沈下が大きくなるとともに、道路外側の地盤は隆起している。

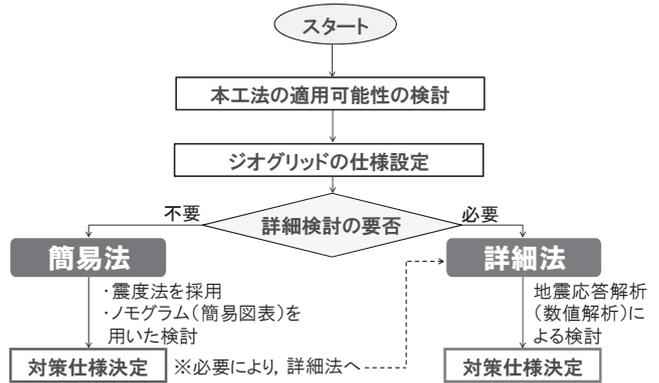
一方、本工法では液状化地盤の道路面外への移動が小さく、道路部の沈下が小さくなっており、また、道路外側の地盤の隆起も小さくなっている。

このように、道路縦断方向でも、本工法により道路部の沈下を低減できることが確認できた。

以上より、本工法では、地震の加振方向にかかわらず、道路部の沈下を低減できるものと考えられる。

6. 設計方法の概要

図一8に概略の設計フローを示す。



図一8 概略設計フロー

ジオグリッドの仕様は、円弧すべりを用いた地震時安定解析より得られる必要最大抑止力に対して設定するものとした。

埋戻材の仕様は、舗装、路盤等の自重により生じる液状化地盤の初期せん断応力、道路下の平均有効土圧をもとに設定するものとした。

道路変状防止効果の指標である道路部の残留変位では、震度法を援用した簡易法 (ノモグラム：簡易図表を使用)、あるいは有効応力解析にもとづく詳細法により推定するものとした。

ここに、詳細検討の要否は、対象の地盤条件が複雑な場合、高精度の道路変状防止効果の必要性を基に判断するものとしている。設計方法の詳細は参考文献⁶⁾を参照されたい。

7. 工事費、工期の削減効果

工事費および工期の試算例を表一2に示す。本工法は、路床部までの浅層部を対象とした対策であり、液状化層には対策を施さないことから、液状化対策技術の中で最も安価と言われているサンドコンパクションパイル工法と比較しても、工事費は50～70%、工期は40～60%と試算され、大幅に工事費を削減できるとともに工期を短縮できる。

表一 2 工事費・工期の比較例

工法	対策なし	本工法
断面図	<p>切込砕石 路盤 サンドマット サンドコンパクションパイル</p>	<p>安定処理土 軽量土 ジオグリッド</p>
主要数量	・道路延長：L=600m、 ・SCP平均打設長：Have=6.0m ・SCP平均打設幅：B'=25.9m	道路幅：B=15.6m ・ジオグリッド敷設幅：B'=21.6m
コスト	100%	50~70%
工期	100%	40~60%

- 2) 伊藤浩二, 疋田喜彦, 古屋弘: 液状化地盤上道路のジオグリッドによる変状防止効果に関する遠心力模型振動実験, 第45回地盤工学研究発表会, pp.1003-1004, 2010
- 3) 伊藤浩二, 疋田喜彦, 古屋弘: 軽量土とジオグリッドを併用した道路変状防止対策の評価方法, 第65回年次学術講演会講演概要集, pp.383-384, 2010
- 4) 伊藤浩二, 疋田喜彦, 古屋弘: 軽量土とジオグリッドを併用した道路変状防止の地震後残留変位に基づく対策効果, 第66回年次学術講演会講演概要集, pp.371-372, 2011
- 5) 伊藤浩二, 疋田喜彦, 古屋弘: 軽量土とジオグリッドを併用した道路変状防止対策の地震時残留変位予測, 第46回地盤工学研究発表会, pp.1125-1126, 2011
- 6) 伊藤浩二, 疋田喜彦, 古屋弘: 液状化地盤上の地震時変状防止対策「タフロード[®]」, 大林組技術研究所報, No.75, 2011

8. おわりに

地震国であるわが国では、近年多くの震災被害が発生し、それらを技術的に検討して耐震性能の強化が実施されつつある。しかし、施設のインフラは、生産や流通を長期間止めて対策を実施することは困難である。

このような背景から、道路補強性能や経済性に加え、工期面でも優れているタフロードは、震災復旧における「強化復旧」や、今後想定される東海地震などに備えた「対策工」として有効な技術と考えている。

JCMA

《参考文献》

- 1) 伊藤浩二, 疋田喜彦, 古屋弘, 熊谷祐一: 液状化地盤上道路のジオグリッドによる変状防止効果, 第63回年次学術講演会講演概要集, pp.75-76, 2008

【筆者紹介】



光本 純 (みつもと じゅん)
 (株)大林組
 生産技術本部 技術第二部
 課長



伊藤 浩二 (いとう こうじ)
 (株)大林組
 技術研究所 構造技術研究部
 担当課長



古屋 弘 (ふるや ひろし)
 (株)大林組
 技術研究所 生産技術研究部
 主任技師

格子状地盤改良工法の液状化対策効果と 工場内での施工

TOFT 工法[®]

小西一生・内田明彦

東日本大震災以降、液状化対策工に対する関心が高まっている。本論では、阪神大震災以降、多くの実績を積み重ね、その信頼性を高めてきた、耐液状化格子状地盤改良工法（TOFT 工法[®]（以下「本工法」という））の効果についてその概要を述べるとともに、今後ニーズが増すであろう既設工場内敷地など狭小地における施工について、対応の現状を紹介するとともに、将来の展望について述べる。

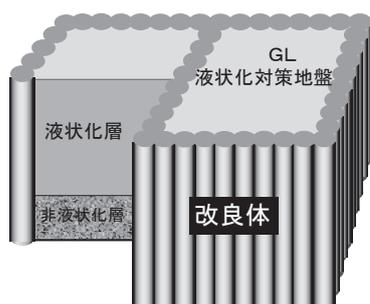
キーワード：液状化対策、格子状地盤改良、TOFT 工法、狭小地施工、小型地盤改良機

1. はじめに

東日本大震災以降、土木構造物や建築施設に対する液状化対策のニーズが高まっている。代表的な液状化対策工法の一つとしてあげられる耐液状化格子状地盤改良工法（本工法）は、1980年代の開発着手以降、兵庫県南部地震においてその対策効果が実証され、以降多くの実績を重ねつつ現在に至っている。また、この度発生した東北地方太平洋沖地震においてもその有効性が報告されつつある。本論では、基本的な本工法の液状化対策効果に加え、工場に代表される狭小地で本工法を適用しようとした場合の課題、ならびにその解決策の一つとして開発した小型地盤改良機について紹介し、既存工場内施設に対する本工法の適用の展望について述べる。

2. 耐液状化格子状地盤改良工法の概要と原理

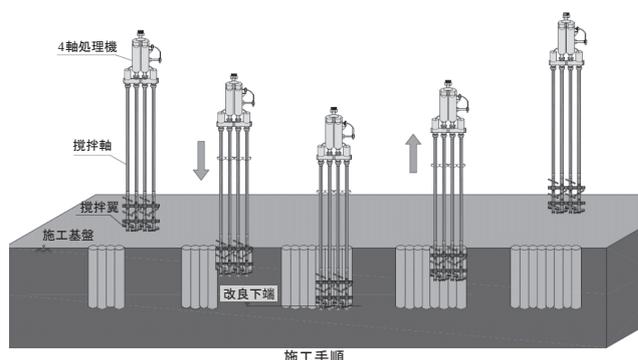
耐液状化格子状地盤改良工法は、主に深層混合処理工法によって地盤中に造成される改良杭をラップさせながら壁状に構築し、それらを平面的に格子状に配置



図一 格子状地盤改良体



写真一 深層混合処理機（4軸機）



図二 施工サイクル（4軸機）

することで図一のような地盤改良体を作成する。施工は写真一に示す2軸～4軸の深層混合処理機によって行われ、地盤にセメントスラリーを注入攪拌しながら直径1mの改良杭を20cmラップで施工する。4軸機による施工手順の例を図二に示す。改良体の設計基準強度は1～3N/mm²までの対応が可能^{※1)}

であり、設計の要求に応じて事前の配合試験により必要な固化材の添加量を決定する。

耐液状化格子状地盤改良による液状化防止のメカニズムを図-3に示す。軟弱な砂地盤において地震によるせん断変形が発生すると、過剰間隙水圧の上昇から液状化が発生するが、本工法により地中に強固な格子状改良体を設けると、その剛性により地盤のせん断変形が小さくなり、過剰間隙水圧の上昇を抑えることから液状化が防止できる。改良壁のせん断剛性は通常原地盤より10倍程度以上大きいため、改良壁を格子状に配置すれば地震時に改良壁が原地盤より多くの水平力を負担し、拘束効果が確保できる。

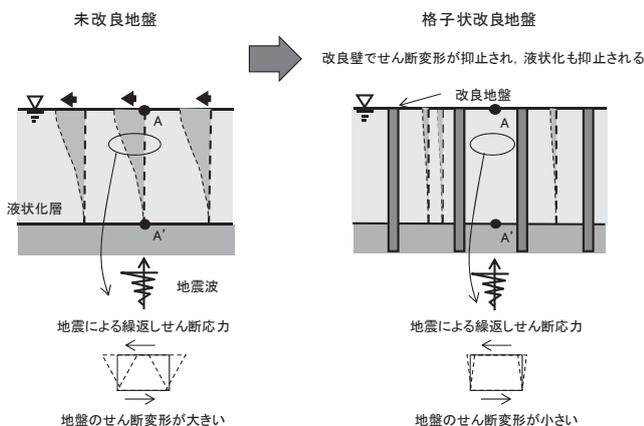


図-3 格子状地盤改良の液状化防止メカニズム

3. 施工事例

(1) 兵庫県南部地震における事例

大地震に対する対策効果を確認できた事例を以下に紹介する。まず兵庫県南部地震を経験し、事後調査を実施した事例^{1), 2)}である。建築地は神戸市中央区のメリケンパークに隣接する埠頭であり、本建物は地上14階塔屋2階建、高さ59.8mのフェリーターミナル兼ホテルである。建物規模は69.0m×134.4m、延床面積53,408m²で、場所打ち杭による杭基礎で支持され、格子状改良体による液状化対策が施されている。建物の全景を写真-2に、また建物の断面を図-4に

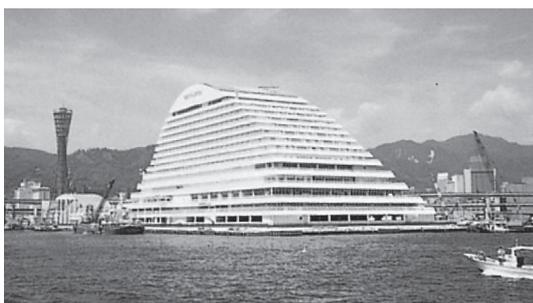


写真-2 建物全景

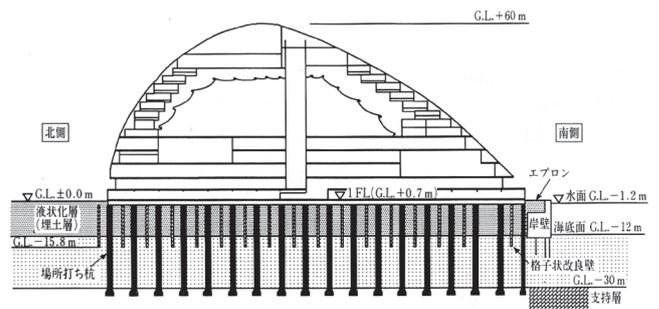


図-4 建物基礎断面



写真-3 埠頭南側岸壁の被害状況

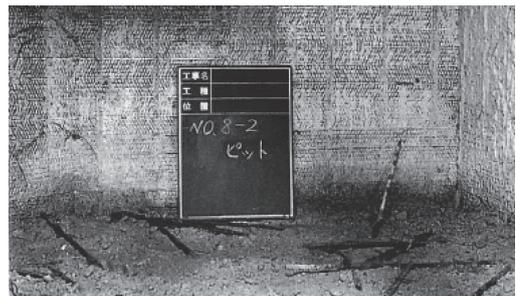


写真-4 ピット内の状況

示す。本建物は1995年1月17日の被災当時、躯体はほぼ完成しており、内装・外構工事が行われていた。地震により埠頭の南側岸壁は写真-3に示すように、海側に約2m水平移動し、50～70cm程度沈下した。また隣接するメリケンパークでは液状化が発生し、大量の噴砂が確認された。ポートアイランドで観測された地震波の地表面加速度は341cm/s²(NS成分)であった。本建物は工事中であったため、地震後に複数箇所のピット内に入ることが出来、格子状改良壁に囲まれた地盤の表土を目視にて確認したところ、写真-4に代表されるように調査箇所全ての地表面にクラックや噴砂の痕跡は認められず、格子内地盤は健全であったことが確認された。なお、格子状地盤改良の液状化防止効果については、設計時と地震後に検証解析を実施している^{3), 4)}。

(2) 東北地方太平洋沖地震における事例

当該地震における事例としては、浦安市内にSRC

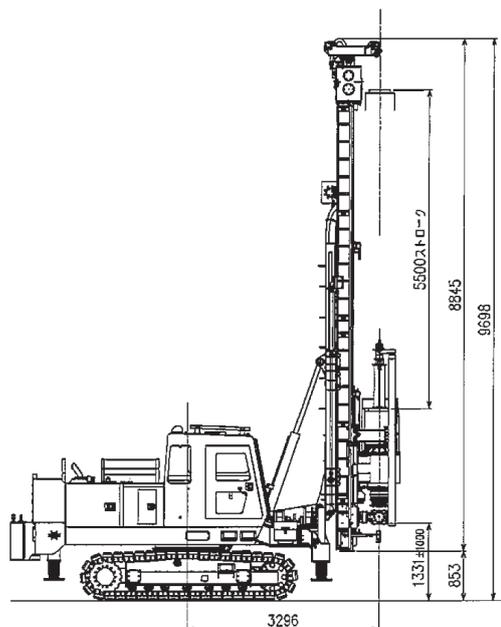
造地上4階建の立体駐車場を建設するにあたり、液状化発生が懸念される深度14mまでの埋土層と沖積砂層に対し格子状地盤改良を適用した事例⁵⁾である。2011年3月に発生した東北地方太平洋沖地震(M=9.0)では、東北をはじめとして震源から遠く離れた関東地方でも広範囲にわたって液状化が発生し、浦安市内では埋立地に建つ木造住宅に甚大な液状化被害が認められた。本建物において地震直後に実施した目視調査では、写真—5に示すように建物極近傍に噴砂等の地盤変状は認められなかった。サイトの近くで観測された本震の地震動は、継続時間5分以上で、地表面加速度は160 cm/s²程度である。別途に計測した土圧計の値は、地震前後で変化が見られないことや現地調査の結果を踏まえると、格子状地盤改良は液状化防止に寄与したと推測される。



写真—5 対象建物の地震直後の状況

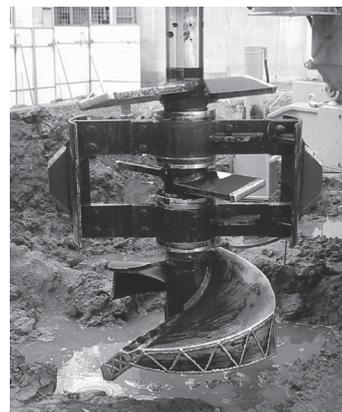
4. 工場内敷地に代表される狭小地に対応した機械攪拌式格子状地盤改良工法^{*2)}

東京湾北部地震や東海、東南海およびその連動型地震の発生が懸念される現在、既設工場内のプラント設備などに対して、BCPを意識しながら効果的に液状化を防止する対策が急務とされている。これまで述べてきたように本工法は液状化抑止性能という点では実績も多く信頼も高いが、その施工機の大きさゆえに、狭小地が多い既設工場内での液状化対策への適用が困難な場合があった。そのような状況下で本工法の施工が可能な小型地盤改良機について紹介する。ベースマシンには0.45 m³級バックホウと同クラスの小型汎用地盤改良機を採用しており、用途に応じて単軸および2軸機を使い分ける。本機の特徴として、センターホール型攪拌装置を備えることで、必要改良長から決まる掘削ロッド長より短いリーダーとすることが可能となり、小型のベースマシンの転倒の安全性を確保できている点が挙げられる。図—5に単軸仕様の小型改良機を示す。本機は最大改良径φ1.6 m、改良深度20 mを施工可能な施工能力を有する。ところでラップ施工



図—5 小型改良機（単軸仕様）

により連続壁を造成しようとした場合、問題となるのが壁の一体性であり、ロッドの剛性が高い多軸の大型機の場合、これまで問題となることは少なかった。しかし小型単軸機の場合、掘削ロッドの剛性や掘削力の弱さから、壁の一体性を左右する鉛直精度を確保することが困難となることが予想された。そこで本機では、掘削翼および共廻り防止翼の形状を、写真—6に示すような特殊な形状に改良することで、施工精度を確保し、本工法の施工に不可欠な改良壁の一体性を確保することを可能としている。次に、上記ベースマシンに攪拌装置を2連装した2軸仕様の改良機を写真—7に示す。仕様は大型2軸機と同等の改良体構築を可能としたもので、最大改良径φ1.0 m × 2軸、最大改良深度は20 m、ラップ長の変更に応じた攪拌装置の軸間調整機能も有する。2軸機とすることで同時に二本の改良体を造成できることから経済性の向上や工期の短縮を図ることが可能となる。実績面では、単軸機に



写真—6 単軸本工法用特殊掘削翼

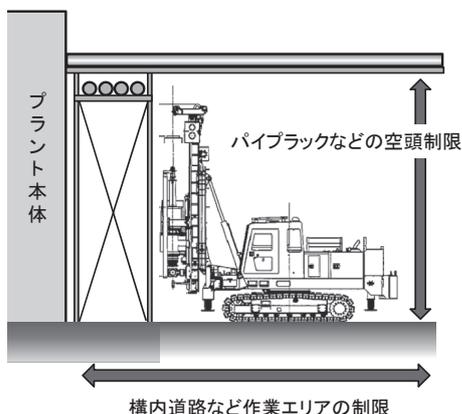


写真一七 小型改良機 (2軸仕様)

において、既存市街地における個人住宅の建替え工事に液状化対策として適用し⁶⁾、小型機ならではの優れた施工性ならびに大型機と同等の施工品質については既実証されている。加えて、これら小型地盤改良機の特筆すべき特徴として、従来の大型機のような大掛かりな機械組み立て用地や、数多くの機材運搬車両は不要であり、施工対象地が既存工場の敷地内や住宅地の奥まった場所などであっても、容易に対応が可能となる点が挙げられる。また、組立解体にかかる費用や日数を低減できるメリットもある。更に施工機自体も機動性に富むことから、その適用範囲の拡大にも期待される。

5. 今後の展望

既設工場敷地内で、機械攪拌による格子状地盤改良工事を想定した場合、先に紹介した施工機械では、まだまだ適用範囲が絞られる可能性が多いのも現状である。例えば、建物の中に入って施工する場合は勿論であるが、図一六のように敷地内には様々な配管が上



図一六 工場内施工環境の例

下に敷設されており、平面的な制限にとどまらず、空間的な制約、所謂空頭制限が課せられる場合が多い。そのような場合においても前述の施工機の場合、構造的にリーダーの短尺化は困難ではなく、計画の要求に応じて対応は可能であると考えられる。

6. おわりに

格子状地盤改良のニーズは、これまでは大型建物や土木構造物を対象とした液状化対策としての適用が主であり、これからも基本的には大きく変わることは無いと考えられる。一方で、東日本大震災における戸建て住宅に対する液状化対策工のニーズの高まりから、小型施工機による格子状地盤改良工法が確立することにより、これまで対象に出来なかった狭小地での対策工のひとつとして、今後は、ますます期待が高まるものと思われる。

JICMA

- ※1) 日本建築総合試験所：GBRC性能証明 第03-12改 DCM-L工法 - スラリー系機械攪拌式深層混合処理工法一 (改定), 2011.8
- ※2) スマートコラム工法：機械攪拌式小型地盤改良機による耐液状化格子状地盤改良工法,

《参考文献》

- 1) 竹中土木・竹中工務店：深層混合処理工法 (DCM-L) による格子状地盤改良壁の耐液状化効果 (第1報), 1995
- 2) 鈴木, 斎藤, 木村, 木林, 細見：格子状地盤改良による液状化対策を施した建築基礎の調査報告, 基礎工, VOL.23, No.10, pp.54-58, 1995
- 3) 河野, 木林, 福山, 鬼丸, 畑中：埠頭に建つ高層建築の格子状地盤改良による地震時液状化対策, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.1431-1432, 1994
- 4) 鈴木, 鬼丸, 内田：兵庫県南部地震における格子状地盤改良効果の検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.629-630, 1996
- 5) Uchida, A., Yamada, T., Odajima, N., Yamashita, K.: Piled raft foundation with grid-form ground improvement subjected to the 2011 earthquake, 9th International conference on urban earthquake engineering/4th Asia conference on earthquake engineering, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, 2012
- 6) 香川, 小西, 大西：戸建住宅地を対象とした耐液状化格子状地盤改良工法の施工事例, 地盤工学会第47回地盤工学研究発表会, pp.1499-1500, 2012

【筆者紹介】

小西 一生 (こにし かずお)
 (株)竹中土木
 技術・生産本部 技術開発部
 課長



内田 明彦 (うちだ あきひこ)
 (株)竹中工務店
 技術研究所 建設技術研究部 基礎構造グループ
 グループリーダー



免震装置の信頼性

茂木正史

免震構法を採用した建物の積層ゴムを建設以来20年にわたり調査し、積層ゴムのクリープ量は設計時に考慮した範囲内で推移していること、建物と同一環境下に保存した積層ゴムの鉛直剛性および水平剛性の経年変化が設計時に想定した範囲内であることを確認した。また、同建物で使用されている鋼棒ダンパーについて疲労破壊試験結果からダンパーが破断する地震波の回数を予測し、マイナー則を用いれば破断の予測が可能であることを実験で確認した。この方法で、東北地方太平洋沖地震におけるダンパーの疲労損傷度を算定し、10回程度と同規模の地震に耐えられるとの予測を得た。

キーワード：積層ゴム、ダンパー、クリープ、ゴムの劣化、鋼材の疲労損傷、マイナー則

1. はじめに

我が国初の実用的免震建物として1986年9月に竣工した技術研究所研究管理棟は、建設以来、遠方から直下までの様々な場所で発生した地震に対して免震効果を発揮してきた。建物の免震装置は積層ゴムと鋼棒ダンパーで構成されている。免震建物の信頼性を保つにはそれらの長期的な健全性の確保が必要である。

積層ゴムの長期にわたる経年変化の予測には、ゴムの化学反応速度理論に基づく加熱促進試験が適用されている。しかし、免震構造の主要構造部材である積層ゴムの歴史は浅く、自然環境下での経年変化のデータは、免震構造が採用されて10年経過時までの報告¹⁾は見られるもののその数は少ない。さらに、加熱促進試験との関係も必ずしも明確になっていない。そこで、積層ゴムの経年変化を把握するために、当免震建物に採用した積層ゴムの経年変化を20年にわたり調査してきた。その竣工後20年目までの結果は積層ゴムの経年による剛性変化は設計時に見込んだ範囲内であった。

また、建物に採用されている4巻のループ状の鋼棒弾塑性ダンパー（以下鋼棒ダンパー）については、実用化の過程で実験や解析が実施され、その力学的特性が明らかになっている²⁾。しかし、建物の維持管理には鋼材の疲労に関する信頼性を確認しておくことが重要であり、疲労特性の把握を目的とした実験的研究を実施した。その結果、鋼棒ダンパーの疲労寿命がマイナー則³⁾により予測できることを確認した。さらに、

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震で受けた損傷度を算定し、同規模の地震の今後の発生に対しても信頼性を有していることを確認した。

本報告では上述した免震装置の信頼性に関する観測結果と実験結果を紹介する。

2. 免震建物の概要

免震建物は、鉄筋コンクリート造4階建てで免震装置は天然ゴム系積層ゴムと鋼棒ダンパーで構成されている。建物重量は約2,250tで図-1に示すように25個の積層ゴムで支持され、12台の鋼棒ダンパーが配置されている。積層ゴムの諸元を表-1に、鋼棒ダンパーの諸元を表-2に示す。

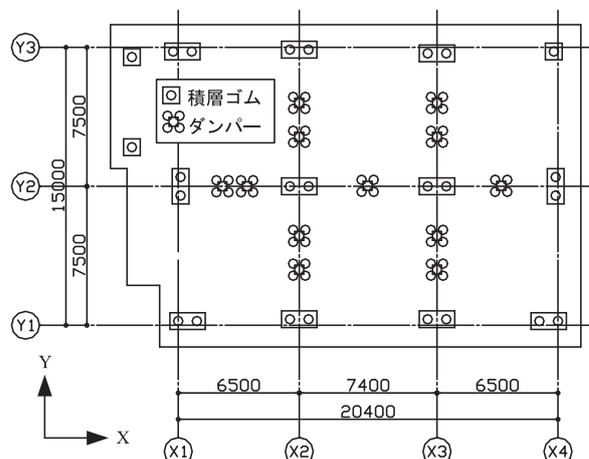


図-1 積層ゴムと鋼棒ダンパーの配置

表一 積層ゴムの諸元

形状	ゴム直径	500 mm
	ゴム厚さ	7 mm × 14 層
物性	ゴム硬度	40
	せん断弾性率	0.43 Mpa
	使用面圧	4.9 Mpa
配合	天然ゴム	55%
	カーボン	18%
	加硫剤など	27%

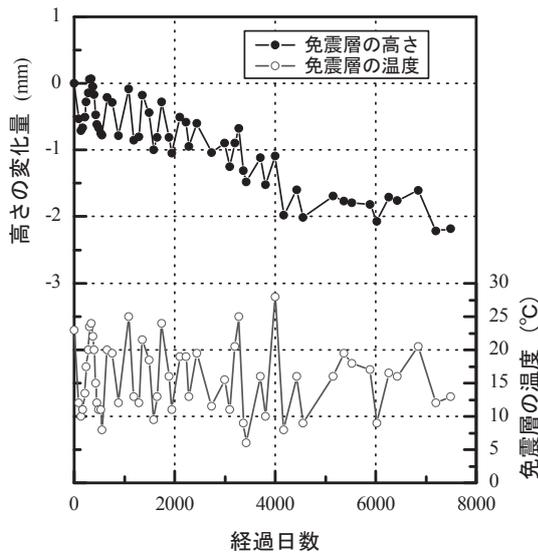
表二 鋼棒ダンパーの諸元

部材	形状	材質
ロッド	φ70, R285	SCM415
ベースプレート	PL45 × 530 × 530	SM490A
固定金物	PL30 × 30 × 60	SS400

3. 積層ゴムの経年変化

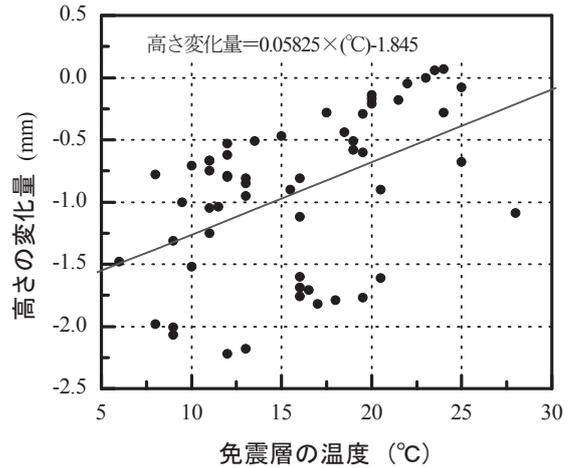
(1) 積層ゴムのクリープ量

竣工後の経過日数と積層ゴム全 25 基の高さの変化量の平均値（免震層の高さ）を図一2に示す。併せて測定日の免震層の温度を示す。積層ゴムの高さは、上下ベースプレートの四隅にガラス板を貼り付け、ダイヤルゲージを用いてその間隔を測定した。積層ゴムの高さの変化量は、ばらつきがみられるものの、経過日数に伴い高さが低くなる傾向が見られる。また、そのばらつきは温度に大きく依存していることがわかる。



図一2 免震層の高さの変化量と温度変化

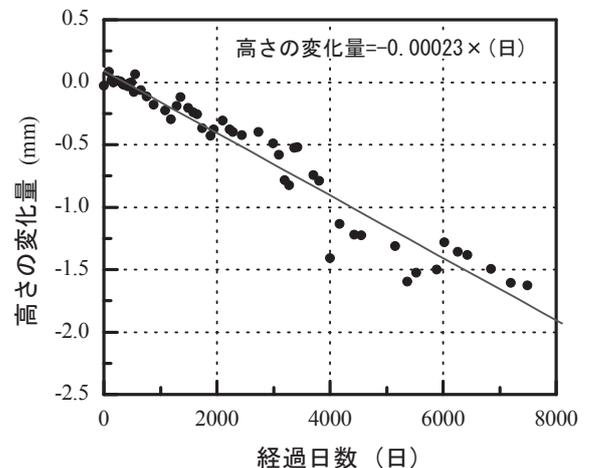
そこで免震層の温度と高さの変化量の平均値の関係を図一3に示す。温度が高くなると高さの変化量が増大する、つまり積層ゴムの高さが高くなる傾向が見



図一3 免震層の温度と高さの変化

られる。積層ゴムの高さの変化量と免震層の温度の関係を1次近似すると温度補正係数は+0.05825 mm/°Cとなる。これは夏季と冬季とで免震層の温度差が5℃から30℃までの25℃あるとすれば、積層ゴムの高さの変化量が約1.5 mm生じることになり、免震層の高さ変化にはクリープによる高さの変化の他に免震層の温度差による変化も大きく影響している。

積層ゴムの高さの変化量に前記の温度補正係数を用いて温度補正を行った。補正後の経過日数と高さの変化量の関係を図一4に示す。ややばらつきが残るものの、経過日数が増加するにつれて積層ゴムの高さが線形的に低くなっている様子がうかがえる。線形近似により高さの変化量を推定すると、測定した20年間で約-1.7mm、60年後を推定すると約-5.0mmとなる。本建物の計画時に実験室の加熱促進試験結果を対数近似して、60年後のクリープ量を3 mm（積層ゴム高さの約3%）と推定したが、それより大きくなった。しかし、設計で考慮したクリープ量は積層ゴム高さの15%（15 mm）であり、この値で鉛直クリアランスを設計しているため問題はない。



図一4 経過日数と免震層の高さの変化量

(2) 積層ゴムの剛性

積層ゴムの剛性変化を積層ゴム試験体で測定した。積層ゴム試験体は、免震建物に使用したものと同一の積層ゴムで、建物に使っている積層ゴムと同一環境下になるよう免震層に4個保存している。建物建設時に性能確認試験を行った圧縮・せん断試験機を用いて試験を行った。試験は建物竣工1年、2年、3年、5年、10年、15年目、20年目に実施した。

鉛直剛性を求めるための圧縮試験は2軸試験機の油圧ジャッキを用いて0~2,942 kN (300 tonf:設計荷重の3倍)までの荷重を3回繰り返し行った。図-5に初期値、5年、10年、15年経過時および20年経過時の鉛直変位-鉛直荷重曲線を示す。鉛直剛性は3回目の履歴曲線の設計荷重(1,373 kN:140 tonf)の±40%である824 kN (84 tonf)と1,922 kN (196 tonf)の割線剛性から求めている。図-5の履歴曲線には大きな変化は見られず、表-3に示す鉛直剛性の平均値の変化率は8%以内の変化にとどまっている。

水平剛性を求めるための圧縮せん断試験は油圧ジャッキで設計荷重1,373 kN (140 tonf)を鉛直荷重した状態で、加振機により±150 mm、平均加振速度

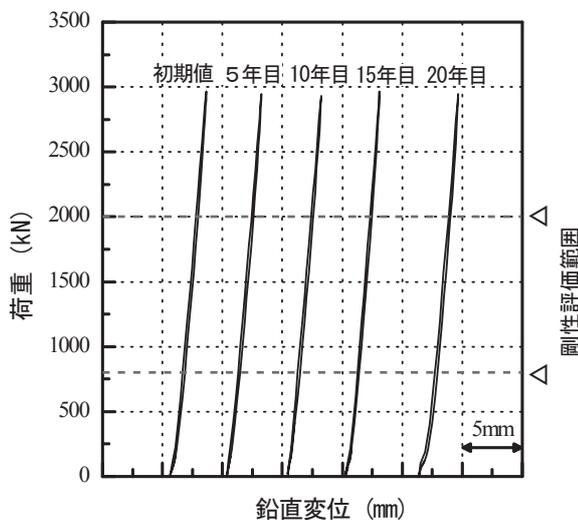


図-5 圧縮試験

表-3 積層ゴムの剛性一覧 (平均値)

	計測年月	鉛直剛性 (kN/mm)	変化率 (%)	水平剛性 (N/mm)	変化率 (%)
初期値	'87.02	1058	-	848	-
1年目	'88.01	1080	2.1	857	1.1
2年目	'89.02	1081	2.2	865	2.0
4年目	'91.02	1079	2.0	879	3.7
5年目	'92.11	1076	1.7	886	4.5
10年目	'97.03	1096	3.6	884	4.2
15年目	'02.03	1139	7.7	878	3.5
20年目	'07.01	1105	4.4	915	7.9

2 mm/secの正弦波加振を3回行った。図-6に初期値、5年、10年、15年および20年経過時の水平荷重-水平変位曲線を示す。水平剛性の算定方法は初期実験時に定め、3回目の履歴曲線の90 mmと140 mmの割線剛性の正負の平均値としている。履歴曲線には大きな変化やゴムの異常は見られず、表-3に示すように水平剛性の平均値の変化率は8%以内にとどまっている。なお、免震建物をジャッキで10 cm押し込んだ後にそのジャッキを解放する自由振動実験を建物竣工時と20年経過時に実施した⁴⁾。これによって得られた各振幅における周期は20年の経過で約4%短くなった。また、免震建物を1質点の振動系として積層ゴムの水平剛性変化を算出すると、初期値に比べて20年経過時は約7%硬くなっている。

設計時にばらつきを含めて60年後の剛性変化を30%以内と想定しており、これまでの実測結果より想定範囲内に収まると予測できる。

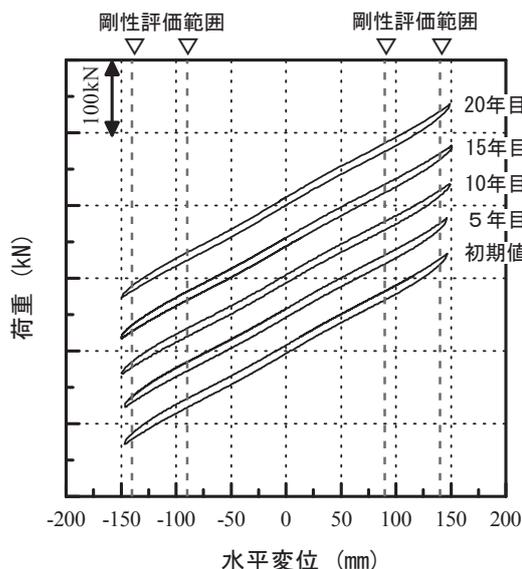


図-6 圧縮せん断試験

4. 鋼棒ダンパーの疲労特性

(1) 試験概要

図-7に試験体と加力方向を示す。鋼棒ダンパーの諸元は表-2に示した。鋼棒ダンパーとして実際に使われるのは図-7(a)に示す4巻ループの製品であるが、試験では図-7(b)に示す1巻ループの試験体を用いた。加力方向は図に示した耐力が最大となる中心方向と最少となる接線方向である。鋼棒ダンパーの疲労曲線を得るために動的繰り返し加力を行った。振幅をそれぞれ3, 5, 7.5, 16.5, 27 cmに固定してダンパーが破断するまで加力し、破断までの繰り返し数を求めた。最大速度が50 kineとなるように加力周波数を調

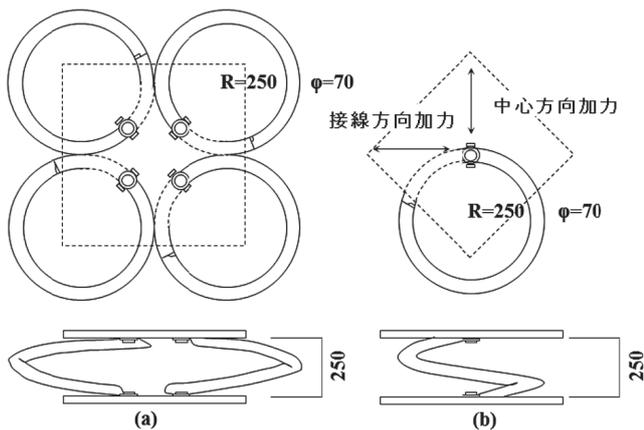


図-7 試験体と加力方向

整した。次にマイナー則で地震波によるダンパーの破断が予測できるか検証するために地震破を用いたランダム波加力をダンパーが破断するまで繰り返した。加力には当免震建物を対象に地震応答解析を実施して得られた応答波を用いた。解析に用いた地震波は、八戸 EW25 kine, 50 kine そしてエルセントロ NS50 kine である。図-8 にランダム波の変位時刻歴を示す。

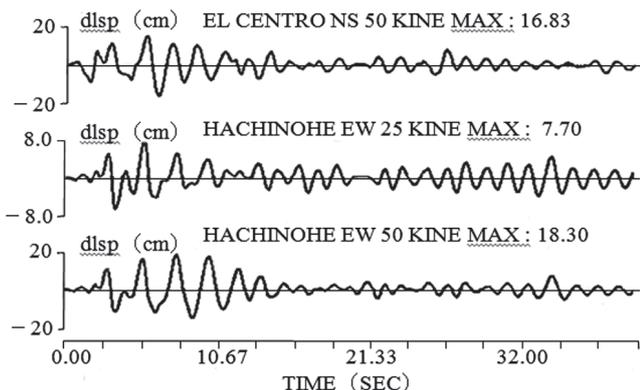


図-8 ランダム波の変位時刻歴

(2) 試験結果

図-9, 10 に鋼棒が破断するまで繰り返し加力した際の水平荷重, 水平変位履歴曲線を示す。図より水

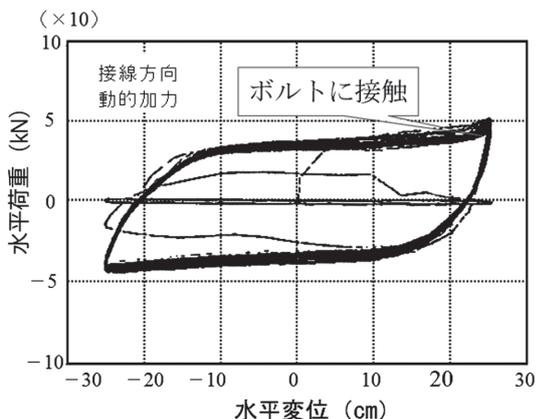


図-9 水平変位と水平荷重 (動的・接線方向)

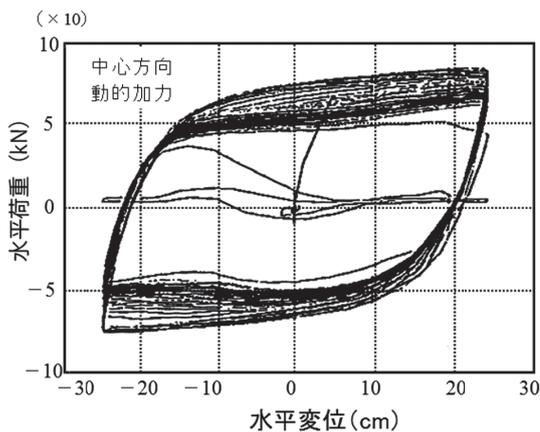


図-10 水平変位と水平荷重 (動的・中心方向)

平荷重はサイクル数の増加に従って小さくなる傾向を示す。水平荷重の低下率の平均は接線方向加力で 14.5%, 中心方向加力で 17.4% である。

(3) 疲労特性

図-11 に 1 巻ループ試験体の振幅と破断までの繰り返し回数との関係を回帰曲線, 回帰式とともに示す。接線方向加力の破断までの繰り返し回数は, 振幅 5 cm で 2,241 回, 振幅 27 cm で 80 回であり, 中心方向加力では, 振幅 5 cm で 1,287 回, 振幅 27 cm で 35 回である。接線方向の同振幅で破断までの繰り返し数は中心方向の約 2 倍である。また試験データは $y = ax^b$ の式で良く回帰できる。

表-4 に鋼棒が破断するまでランダム波で加力し

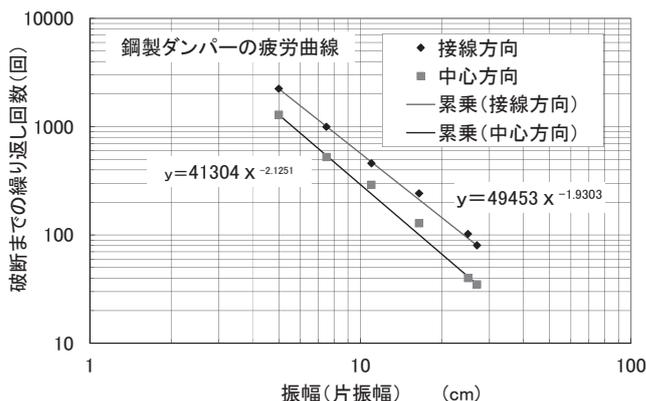
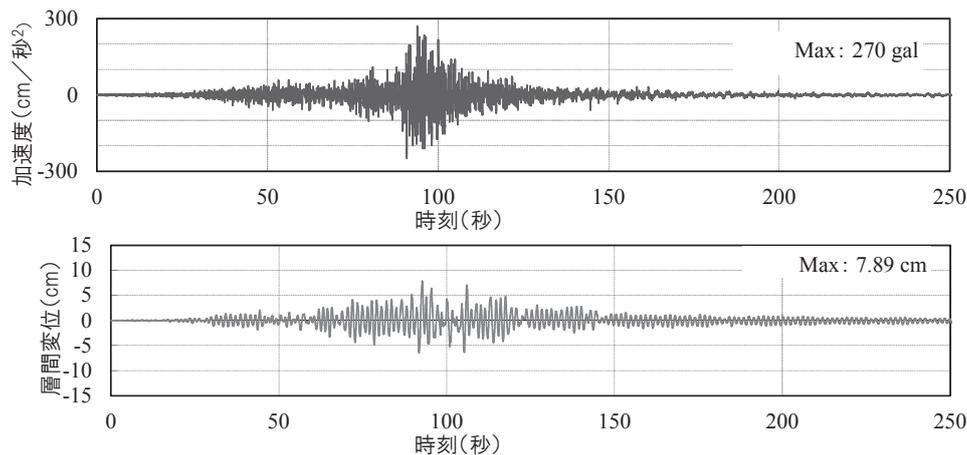


図-11 振幅と破断までの加力回数

表-4 ランダム波加力試験結果

加振方向	入力波	最大変位 (cm)	破断までの波数	累積疲労損傷率
接線方向	八戸 25 kineEW	7.70	239	0.967
	八戸 50 kineEW	18.30	67	1.108
	エルセントロ 50 kineNS	16.83	68	0.944
中心方向	八戸 25 kineEW	7.70	141	0.870
	八戸 50 kineEW	18.30	27	0.827



図一 12 東北地方太平洋沖地震における免震層下部加速度と免震層の変位

た結果を示す。破断までの波数の最小は、中心方向、八戸 50 kine 相当入力で 27 波，最大は，八戸 25 kine 相当入力時の 239 波であった。加力波には各地震波による免震ビルでの応答波を用いており，これより，当ダンパーは代表的な地震波の繰返しに対して十分な健全性を有していると考えられる。

つぎに，マイナー則による鋼棒ダンパーの疲労損傷度評価結果を示す。図一 11 の疲労破断の回帰式に示すようにダンパーの疲労特性は次のように表せる³⁾。

$$\delta \cdot Nf^a = b \quad (1)$$

δ : 振幅, Nf : 破断に至る繰返し回数

マイナー則による累積疲労損傷度 $DK(n)$ を式 (2) に示す。

$$DK(n) = \sum_{i=1}^k n_i / Nf_i = \sum_{i=1}^k \{ (\delta_i / b)^{1/a} \times n_i \} i \quad (2)$$

n_i : 変位 δ_i で繰り返した回数

Nf_i : 破断までに必要と想定される繰返し数

なお，本検討における波形計数法はヒステリシスループによる。表一 4 に各ランダム波加力における累積疲労損傷度を示す。破断時の累積疲労損傷率はほぼ 1 となっており，累積疲労損傷度が 1.0 に達したとき破断が発生すると定義するマイナー則が成り立っており，マイナー則は地震入力を繰返し受けるダンパーの疲労破断の予側に有効であると判断できる。

(4) 東北地方太平洋沖地震による損傷度

東北地方太平洋沖地震において当免震建物は免震層下部で最大加速度 270 gal (震度 5 強)，最大変位 8 cm を記録し，免震効果による加速度低減率は 46% であった。図一 12 に地震時の免震層下部の加速度履

表一 5 東北地方太平洋沖地震による損傷度

加振方向	入力波	最大変位 (cm)	疲労損傷率
接線方向	東北地方	7.89	0.0681
中心方向	太平洋沖地震 NS		0.1144

歴と免震層の変位履歴を示す。この変位で受けたダンパーの疲労損傷度をマイナー則にしたがって算定した結果を表一 5 に示す。ダンパーは中心方向で同規模の地震に約 10 回まで耐えられると予測できる。

5. おわりに

1986 年に建設された免震建物 (奥村組技術研究所 研究管理棟) において，免震装置の長期信頼性を検討し，設計で想定した建物の耐用年数に対して安全であるとの結果が得られた。今後も免震構法の高性能化に加えて，その長期信頼性を評価する技術の向上に取り組みでいきたい。

JICMA

《参考文献》

- 1) ㈱日本ゴム協会「設計者のための免震用積層ゴムハンドブック」, 理工図書, 2000.1
- 2) 長谷川他, 「大容量ダンパーの基本性状に関する研究」, 日本建築学会大会梗概集, 1990.10
- 3) Miner, M. A, Cumulative Damage in Fatigue, Trans. of ASME, Journal of Applied Mechanics, 1945
- 4) 安井他, 「免震建物に設置された積層ゴムの経年変化」, 日本建築学会技術報告集, 2006.12

【筆者紹介】

茂木 正史 (もてき まさふみ)
 ㈱奥村組
 技術研究所
 建築研究課長



既存施設直下および周辺地盤の液状化対策工法

バルーングラウト工法

大野 康年

バルーングラウト工法（以下「本工法」という）は、ボーリングマシンにて地盤を削孔（ $\phi 96$ mm）し、長期耐久性を有する薬液を地盤に低圧にて注入することで地盤強度を高める地盤改良工法である。このような施工方法により、既存施設の直下地盤の改良を可能とし、既存施設を傷めることなく、しかもその稼働を止めることなく施工を行うことができる。本文では、本工法の概要、特長および効果について示すとともに、供用中岸壁の液状化対策として適用した事例について紹介する。

キーワード：液状化対策、薬液注入工法、恒久型薬液

1. はじめに

近年、岸壁施設、空港滑走路、工場施設等、既存構造物直下地盤の液状化対策や、岸壁裏埋め土砂の吸い出し対策に長期耐久性を有する特殊シリカ液を用いた薬液注入工法が多く適用されている^{1),2)}。この理由は、薬液注入工法が既存施設を供用しながらの施工が可能であること、および狭隘箇所にも適用可能であることによる。しかしながら、従来の薬液注入工法には、地盤へ注入した薬液が逸走することにより改良品質が低下するといった施工上の課題があった。

本文では、従来の薬液注入工法の施工上の課題に対応した薬液注入工法（本工法）について示すとともに、同工法による現地注入試験結果および供用中岸壁の液状化対策例について示す。

2. 従来の薬液注入工法における施工上の課題

改良品質低下の原因である注入時の薬液の逸走は、図-1に示すように、地盤割裂による薬液の逸走と削孔軌道および注入管に沿った薬液の逸走とに分類される。

地盤割裂による薬液の逸走は、注入圧力を低くして薬液を注入することによりおおむね対応可能であるが、削孔軌道および注入管に沿った薬液の逸走は、施工方法の工夫が必要となる。

従来の薬液注入工法は、削孔軌道および注入管に沿った薬液の逸走を防止するため、注入外管と地山との隙間にセメントベントナイト等のシール材を充填し

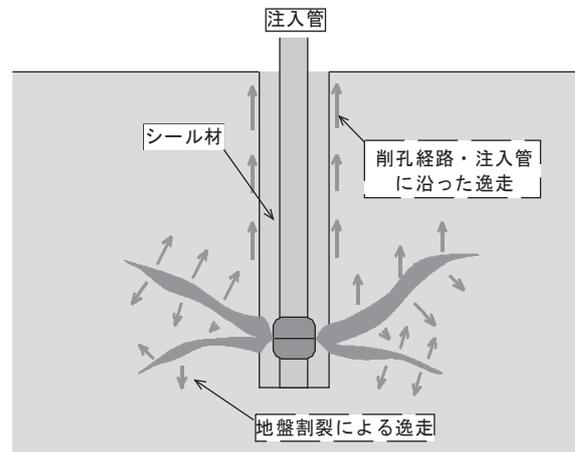
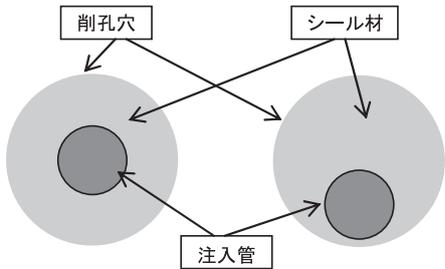
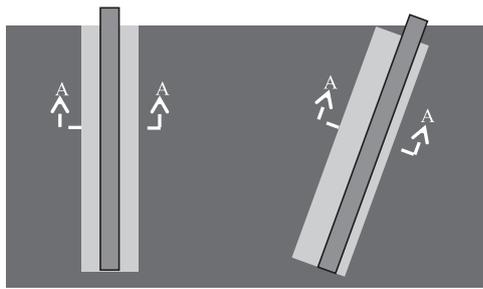


図-1 薬液注入時の薬液逸走箇所

たり、注入外管に設置されたパッカーを地山に押付けるといった施工方法を採用していた。しかし、以下にそれぞれの施工方法には a), b) に示す課題があった。

a) シール材を充填する施工方法では、図-2 (a) に示すようにシール材が注入外管と地山との間に均等に充填されている必要がある。しかし、削孔深度の深い場合や斜め削孔および曲り削孔時には注入外管の建て込み精度や注入外管の自重により、図-2 (b) に示すように注入外管周りのシール材厚に偏りが生じる。シール材の薄層部では、薬液逸走を防止する性能が低下するため、注入外管と地山の間隙に沿って薬液が逸走しやすい。

b) 注入外管にパッカーを設置する方法では、礫混じり土砂等の地盤種別によっては削孔穴周辺地盤の乱れやパッカーと地山との密着性の不足に



(a) 正常な状態 (b) 偏りが生じた状態
 図-2 シール材を用いた注入方法の施工上の課題

より、削孔により乱れた地盤領域や地山とパッカーの間隙を通して薬液が逸走しやすい。

3. 本工法

(1) 工法概要

本工法は、前述した既往の薬液注入工法の施工上の課題を克服するため、注入外管の構造を工夫することにより、薬液の逸走防止性能を向上させている。本工法では、図-3の注入外管構造に示すように5~20秒程度でゲル化する特殊水ガラス系の瞬結材にて注入管と地山との隙間を充填することで、注入管と地山との隙間への薬液の逸走防止性能を向上させている。具体的には、写真-1に示すように注入外管の注入口の上下に二つのバルーンとバルーン間に瞬結材の吐出口を配置し、瞬結材充填によるバルーンの膨張と削孔地山周辺地盤への瞬結薬液の注入により注入管と地山

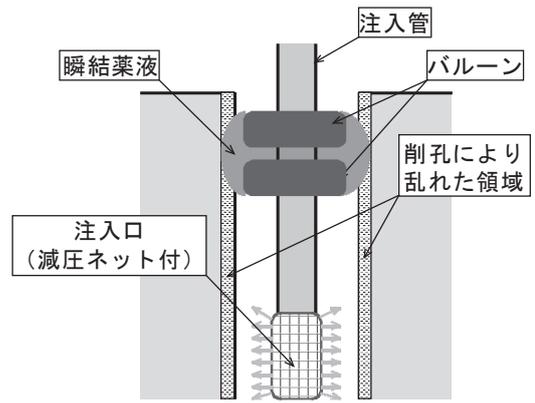


図-3 注入外管概要



写真-1 注入外管

との隙間への薬液の逸走を防止する。

図-4に鉛直・斜め削孔時の施工手順を示す。①ケーシングにて所定の深度まで削孔する。②注入外管をケーシング内に建て込み、ケーシングを引き抜く。③ダブルパッカー付きのバルーン用内管を注入外管内に挿入し、所定位置にて固定する。④バルーン用内管から溶液型の瞬結薬液を注入して二つのバルーンを膨張するとともにバルーン間の吐出口からバルーンと地山の境界部等に瞬結薬液を充填する。なお、地盤性状等によっては孔壁防護材を充填する。⑤ダブルパッカー

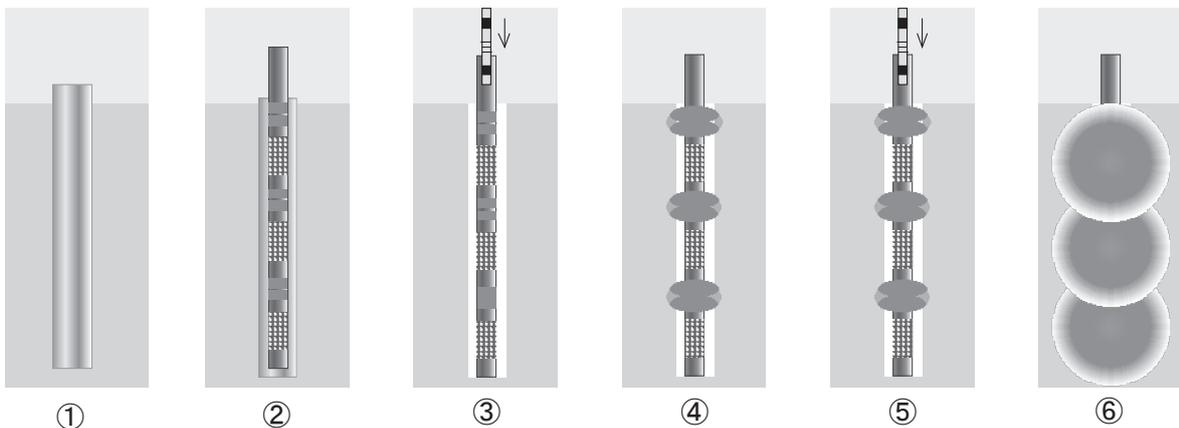


図-4 施工手順 (鉛直, 斜め削孔時)

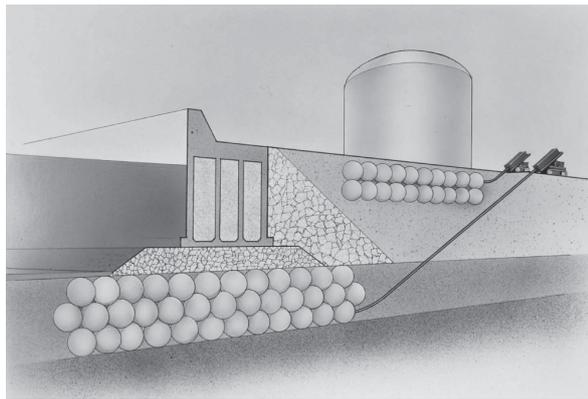


図-5 工法イメージ (曲り削孔時)

付きの薬液注入用内管を注入外管内に挿入し、所定位置にて固定する。⑥注入圧を低くして薬液を地盤内に注入することにより、割裂を伴わない浸透形態³⁾にて注入を行い、改良体を形成する。また、同工法は、図-5の適用イメージに示すように曲り削孔による改良も可能である⁴⁾。

(2) 工法の特長

本工法の特長を1)～4)に示す。

- 1) 瞬結材にて注入管と地山との隙間を充填することで注入管と地山との隙間への薬液の逸走防止性能が向上している。
- 2) 薬液の注入圧力が低く (1～2 kPa 程度)、周辺への影響がほとんどない。
- 3) 注入材は、溶液型の特種シリカ液 (恒久型) の他、特種シリカ液の10倍程度の発現強度を有する微粉末スラグ系注入材も地盤条件に応じて使用可能である。
- 4) 作業ヤードは、削孔時：28 m²程度、注入時：120 m²程度とコンパクトである。

(3) 現地注入実験

本方法の現地における改良効果を確認するため、愛知県津島市神守町内の自然堆積地盤にて現地注入実験を実施した。

実験サイトは、地表面からGL-0.45 mまで盛土、その下部に細砂～中砂が分布する。図-6に柱状図と標準貫入試験結果を示し、図-7に改良対象層である細砂層の粒径加積曲線を示す。細砂層は、N値が5～10程度、地下水位はGL-1.59 m、土粒子密度は深度によらず $\rho_s = 2.65 \text{ g/cm}^3$ と一定である。また、平均粒径 $D_{50} = 0.18 \text{ mm}$ 、細粒分含有率 $F_c = 16.5\%$ で、緩く液状化危険度が極めて高い地盤であることがわかる。

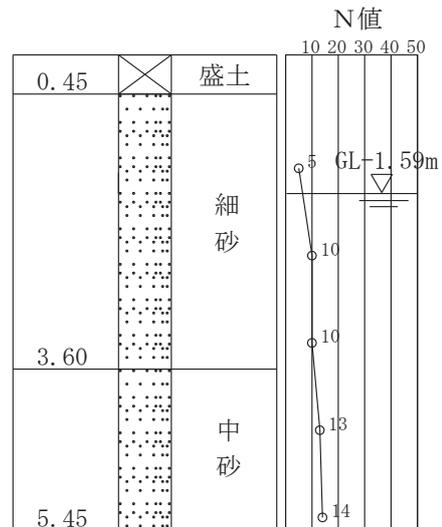


図-6 柱状図と標準貫入試験結果

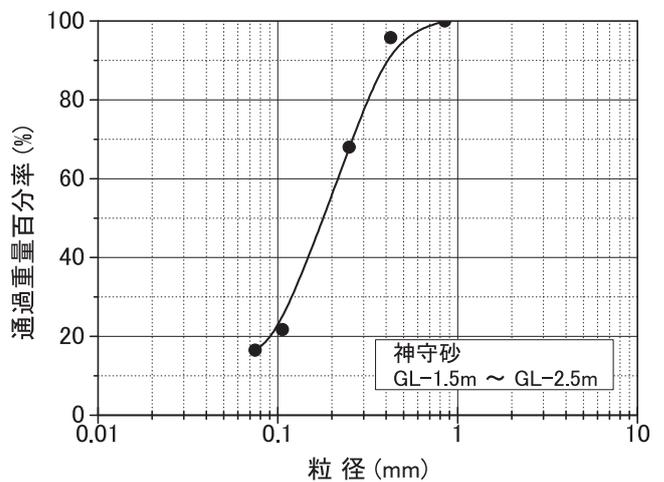


図-7 粒径加積曲線 (細砂層)

実験は、GL-3 m位置に注入口を配置した注入外管を地盤内に設置した後、特種シリカ液⁵⁾を浸透形態にて注入した。注入仕様は、注入率 $\lambda = 40.5\%$ 、1改良体当たりの薬液注入量 $Q = 4,172 \text{ l}$ 、注入速度 $q = 10 \text{ l/分}$ および薬液シリカ濃度は8%とした。注入完了14日後に改良体を発掘し、出来型を確認するとともにブロックサンプリングにより改良体の不攪乱試料を採取し、一軸圧縮試験、非排水繰返し中空ねじりせん断試験等の力学試験を実施した。以下に原位置における a) 改良地盤の出来形、b) 改良地盤の強度について記述する。

a) 改良地盤の出来型

写真-2に改良地盤の発掘写真を示す。改良天端は、計画天端GL-1.65 mに対して実測天端GL-1.59 m、計画改良径 $\phi 2.7 \text{ m}$ に対して実測改良径 $\phi 2.75 \text{ m}$ と計画出来型を満足している。また、現地観察により改良体には未改良領域は見られず、改良範囲に薬液が十分浸透し、地盤が固結していることがわかる。

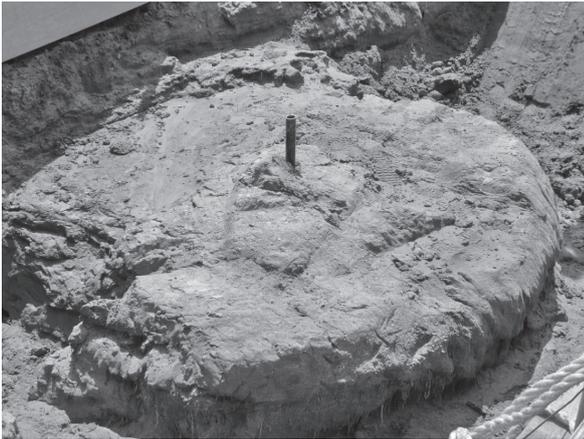


写真-2 改良地盤の発掘写真

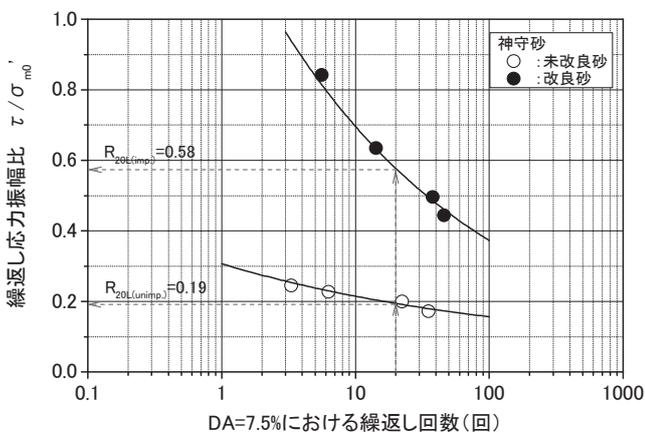


図-8 7.5%せん断ひずみ両振幅における繰返し回数と応力比の関係

b) 改良地盤の強度

改良地盤の一軸圧縮強さ q_{uf} は、 $q_{uf} = 99.4 \sim 137.6$ kPa の範囲にあり、平均では $q_{uf} = 119$ kPa であった。改良体の現地における一軸圧縮強さは、現地砂を使用した室内配合試験にて得られた室内平均強度 $q_{ul} = 199$ kPa の約 1/2 であった。

図-8 に改良地盤の 7.5%せん断ひずみ両振幅における繰返し回数と応力比の関係を示す。同図には、比較のため改良前の結果も示している。液状化強度比 R_{20L} (20 回の繰返しせん断によってせん断ひずみ両振幅が 7.5%に達するようなせん断応力振幅比) は、未改良地盤では $R_{20L(unimp)} = 0.19$ であるのに対して、改良地盤では $R_{20L(imp)} = 0.58$ となっており改良体の液状化強度比 R_{20L} は未改良砂の 3 倍以上に大きくなっている。

4. 適用例⁶⁾

当該工事は、供用中岸壁の直下地盤（置換砂）の液状化対策である。

当該施工場所は、原塩や原木の荷役作業等、供用中

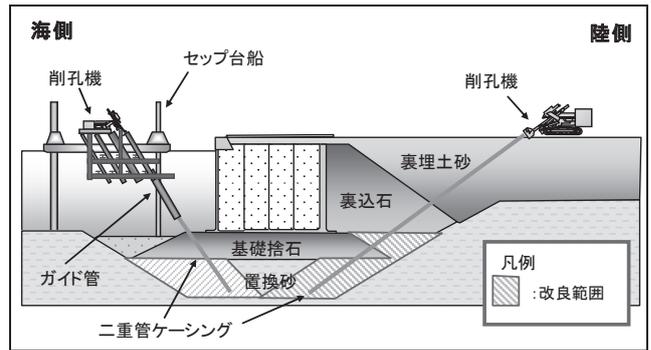


図-9 (a) 施工図 [削孔時]

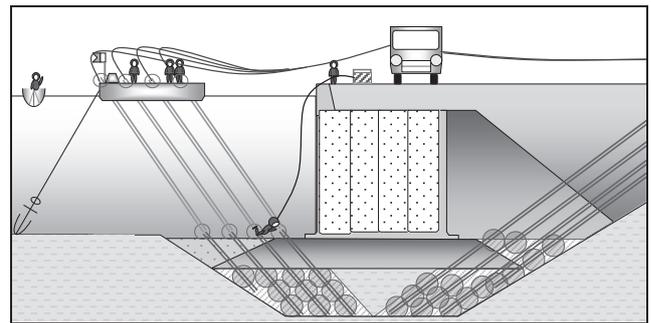


図-9 (b) 施工図 [注入時]



写真-3 (a) 施工状況 (海側)



写真-3 (b) 施工状況 (陸側)

の岸壁であったため、使用する機材を全て車載式とすることによって岸壁の供用に大きな影響を与えることなく、施工を実施した。

図9 (a), (b) に削孔時及び注入時の施工図を示す。施工は、岸壁直下の置換砂を海側および陸側より斜め削孔により施工した。海側からの施工は、写真—3 (a) に示すようにセップ台船上にスキッド型の削孔機を載せ、プラントは車載式にて岸壁側に配置して施工した。陸側からの施工は、写真—3 (b) に示すようにクローラー型の削孔機を用い、プラントは車載式にて実施した。

5. おわりに

バルーングラウト工法は、2008年に開発されて以来、2012年6月現在で35件の施工実績がある。その内訳は、液状化対策23件、岸壁・護岸裏埋土砂の吸出し対策：8件、止水対策2件、土圧軽減対策1件およびすべり対策1件である。また、液状化対策では、岸壁・護岸、タンク基礎、河川堤防、工場建屋他の既存施設下部地盤の液状化対策が多い。このようにバル-

ーングラウト工法は、既存施設の稼働を止めずに、その直下および周辺地盤の地盤強化に有効な工法である。今後は、耐震性を満足しない既存の岸壁・護岸、河川・海岸堤防、地下埋設物等の液状化対策に提案していきたいと考えている。

JCMA

《参考文献》

- 1) 玉山具夫他：供用中岸壁における薬液注入固化工法による岸壁背面土砂の吸出し対策例，土木学会第64回年次学術講演会，VI-133.
- 2) 瀬賀康浩他：薬液注入工法による既設護岸直下地盤の液状化対策，第17回土木学会四国支部技術研究発表会，VI-1.
- 3) 地盤工学会：地盤工学実務シリーズ11「地盤改良効果の予測と実際」，pp.268-272，2000.
- 4) 大野康年他：水圧式自在ボーリングを用いた薬液注入工法—バルーングラウト工法—，平成20年度土木学会西部支部技術発表会.
- 5) 富士化学：クオリティシリカ パンフレット.
- 6) 東亜建設工業株式会社ホームページ (<http://www.toa-const.co.jp/>)

【筆者紹介】

大野 康年（おおの やすとし）
東亜建設工業(株)
土木事業本部 エンジニアリング事業部 防災事業室
室長



大口径岩盤削孔工法の積算

——平成24年度版——

■改訂内容

- ・国交省の損料改正に伴う関連箇所の全面改訂
- ・ダウンザホールハンマ工、ロータリ掘削工法の積算方法の改定
- ・工法写真、標準積算例による解りやすい説明
- ・施工条件等に対応した新たな岩盤削孔技術事例の追加
- ・施工実績の改定

- A4判／約250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 平成24年5月

一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）

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

微細な水粒子幕を用いた防火設備

ウォータースクリーン

井田 卓造

ウォータースクリーン防火設備（以下「本防火設備」という）は微細な水粒子を噴出する特殊なヘッドを連続配列し、水幕で防火区画を形成するシステム。避難に使用できる幅が広いこと、および透視性は高い避難安全性と救援・消火活動支援を可能にした。従来の防火シャッター等では難しいカーブした区画や複雑な断面形状での区画が可能になり、空間の可能性を飛躍的に広げた。また、特定防火設備としての国土交通大臣一般認定を取得し、使いやすい環境を整えた。

キーワード：防火設備、特定防火設備、遮炎性能、遮熱性能、性能評価、加熱試験、避難、消火活動、地下駅

1. はじめに

雑居ビル火災、老朽化したホテルの火災、量販店火災などが尊い人命を奪うリスクは増大している。また、個室ビデオ店での放火や地下鉄駅での放火などテロに近い人為的な危害は大きな被害をもたらす。

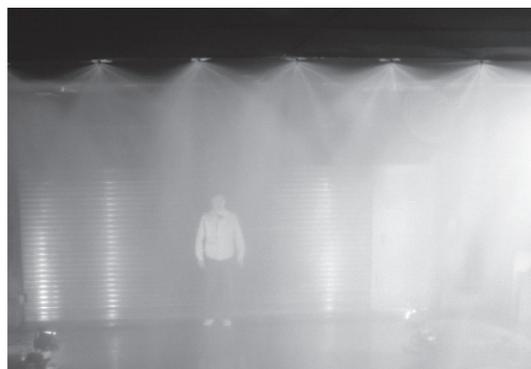
一般に火災や火災による煙の進展は急激であるため、火災の拡大をその発生箇所にとどめ、区画化することは人命の安全確保に有効な手段である。この区画化設備（防火戸や防火シャッターなど）においては一方で以下のような問題が指摘されている。

- ・防火シャッターや扉の作動により、ふだん見慣れた空間や避難経路が異なった空間と感じられる。
- ・多数の人を迅速に避難させるためには、防火扉やシャッター脇のくぐり戸の幅では不十分。
- ・くぐり戸の靴摺部分は段差があることが多く、スムーズな通過が難しい。車椅子は通過しにくい。
- ・区画化設備の多くは鉄製であり、近接して火災がある場合、高温をそのまま伝えてしまうおそれがある。

火災時の区画化と避難安全性を両立させながら、さらに日常の利便性を確保し空間デザインの自由度をさらに高めることができる次世代の防火設備を開発したので紹介する。また地下駅施設やトンネルなど建築分野のみならず、土木の分野にも広範に適用が可能である。

2. 本防火設備の概要

本防火設備は、少々乱暴に言うと「水でできたシャッター」であり、建築基準法施行令第112条1項に規定される特定防火設備である（写真—1）。特定防火設備とは2000年5月までは甲種防火戸と言っていたもので、同施行令条文では下記のように書かれている。



写真—1 本防火設備は水によるシャッター

第109条に規定する防火設備であって、これに通常の火災による火熱が加えられた場合に、加熱開始後一時間当該加熱面以外の面に火炎を出さないものとして、国土交通大臣が定めた構造方法を用いるもの又は国土交通大臣の認定を受けたものをいう。

本防火設備はこの「国土交通大臣の認定を受けたもの」に相当する。

スプリンクラーなどに似て水を噴出することや構成

部品の一部に消防の認定品などが使われていることから、消防法に規定された消火設備等と誤解されることがしばしばあるが、そうではなく建築基準法上の防火区画を構成する防火設備の一種と理解いただきたい。

本設備は直径約 $200\mu\text{m}$ の水粒子を水噴霧ヘッドから放出、落下の過程で火災の熱を気化熱として奪うことによって遮熱する。一般に雨粒やドレンチャー設備の水粒子は $1,000\mu\text{m}$ (1mm) であるが、この大きさであると十分な気化熱を奪うよりも早く落下してしまう。一方、霧やミストなどの水粒子は $50\sim 100\mu\text{m}$ ($0.05\sim 0.1\text{mm}$) と小さすぎるため浮遊して落下しにくい。直径約 $200\mu\text{m}$ という大きさが、ゆっくり降下し気化熱を奪う最適な大きさなのである (図-1)。この水粒子径の発見と、その大きさの水粒子を作り出すことが、本防火設備開発の最大のポイントであった。

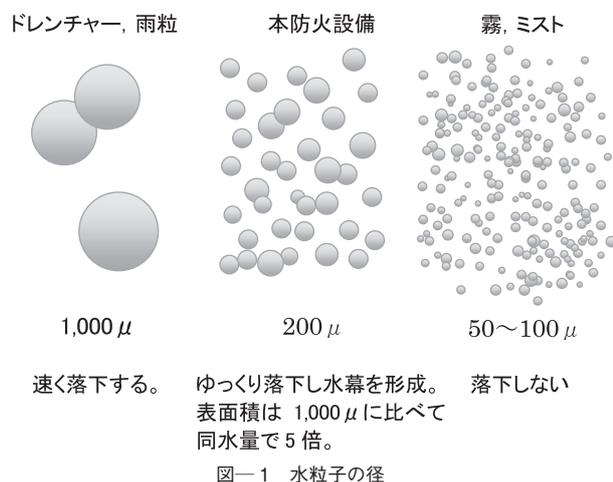


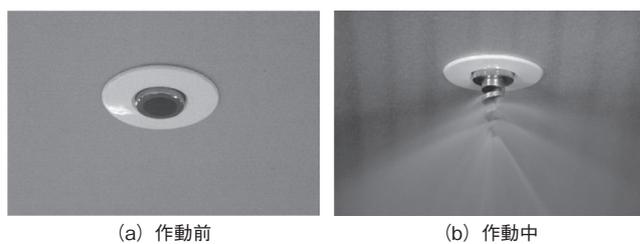
図-1 水粒子の径

3. 本防火設備の構成と動作

特殊な水噴霧ヘッドが区画面の天井ラインに沿って配列されており、ヘッド列から一斉に水を噴出することで水幕の区画面を形成する防火設備である。写真-2に作動前の様子と水噴霧ヘッドからの噴出の様子を示す。水噴霧ヘッド1個当たりの流量は毎分 10l である。

水幕の形状は図-2に示すように高さ 6m 、幅 50m までの大きさが可能で、その水幕の厚さは 1.6m 程度である (一列タイプ)。水粒子は上記に述べたように直径約 $200\mu\text{m}$ であり、フワツとしたソフトなスクリーンである。

本防火設備のシステム構成を図-3に示す。大きくは水系の部分と起動用の火災感知器と制御系の部分で構成されており、火災発生時には火災感知器からの火災情報に基づき自動的に放射制御される。水系の部



(a) 作動前 (b) 作動中

写真-2 水噴霧ヘッド

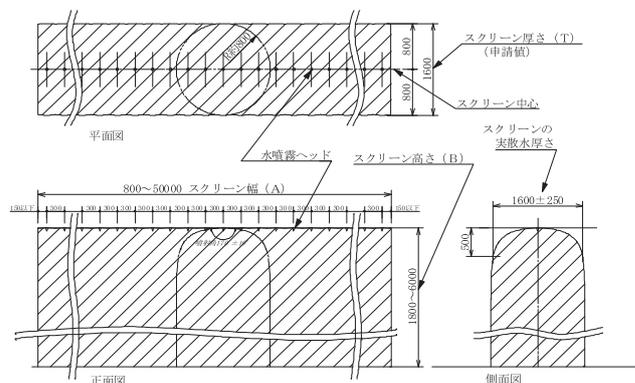


図-2 本防火設備の全体形状

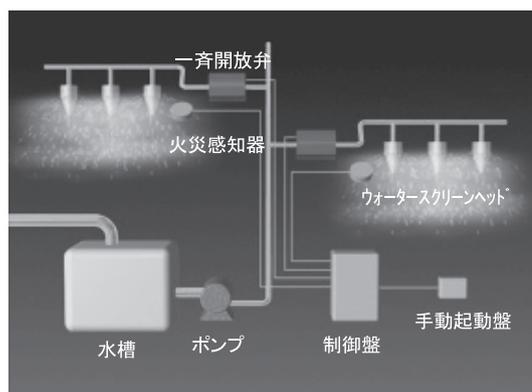


図-3 設備系統図

分は、天井面に一定間隔で配置する水噴霧ヘッド、一斉開放弁、ポンプ、貯水槽、接続する配管、火災感知器、制御系で構成される。主要な構成要素について解説する。

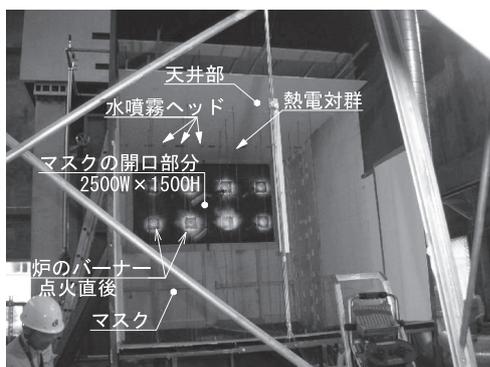
- ・水噴霧ヘッドは作動時には写真-2(b)に示すように、内部からスパイラル状のノズル部が出て放射が開始される。常時はフラッシュ型のデザインになっており写真-2(a)に示すように目立たない。天井面からの出っ張りがほとんど無いことおよび散布性能に重要なノズル部が収納されていることから、外部打撃等に強く、経年汚れや腐食の影響からもノズル部を保護することができる。一列仕様と二列仕様の2種類があり、一列仕様では水噴霧ヘッドは 30cm 以内、二列仕様では 50cm 以内、列間の距離は 160cm である。

- ・水源として60分間以上の放射水量を貯蔵する。この60分とは、通常の特防火設備に要求されている遮炎性の持続時間である。なお、屋内消火用水源など他設備の水源とは共用しない。
- ・火災感知器は熱感知器であり、防火設備の建築基準法に基づく告示(昭和48年12月28日建告第2563号)にて消防法による検定合格品であること等が規定されている。

4. 国土交通大臣の一般認定取得

本防火設備は、建築基準法上の防火区画に用いる特定防火設備として遮炎性能を満足しており(施行令第112条第14項一号)、水幕を用いた防火設備として性能試験をクリアし、国土交通大臣の一般認定(認定番号EA-0157)を取得した。自動作動性能についても国土交通大臣の一般認定を取得しており、いわゆる建築物の面積区画に用いる特定防火設備として防火シャッターや防火戸と同様に用いることができる。

性能評価試験(遮炎性能試験)の様子を写真-3に示す。性能評価試験では遮炎性能を遮熱性能に読み替えて行った。まず耐火炉で945℃まで加熱。この温度は、ISO 834の標準加熱温度曲線で60分経過時の温度であり、通常建築物内で起きる火災が60分経過後になり得る温度である。本防火設備を加熱面の前面に



(a) 本防火設備作動前



(b) 本防火設備作動中

写真-3 性能評価試験(遮炎性能試験)の様子

配し、加熱面の裏面で可燃物燃焼温度以下に温度を下げるができるかどうかを確認する。可燃物燃焼温度とは、建築基準法施行令107条第二号に規定され平成12年告示「可燃物燃焼温度を定める件」にて、加熱面の裏面で最も温度が高い部分で200℃、平均で160℃と定められている。結果、加熱面に対する本防火設備の裏面で、一列仕様と二列仕様ともに可燃物燃焼温度をクリアすることが確かめられた(表-1)。

表-1 加熱試験結果

項目		規定値	測定	
			一列配置	二列配置
裏面温度 [℃]	最高	200以下	156	102
	平均	160以下	77	62

本設備は建築基準法施行令112条14項一号に規定する特定防火設備であり、面積区画に使用が可能である。遮煙性(防火設備として同条14項二号に規定)は認められていないため、堅穴区画や異種用途区画等に使用することはできない。

5. 避難安全性が格段に向上

韓国テグ市地下鉄火災で、多くの人命を奪った防火シャッターによる避難者滞留の悲劇はまだ記憶に新しいところである。まさに区画化のための防火設備と避難性のジレンマであった。

本防火設備の水粒子径は約200μm。微噴霧のスクリーンは、高齢者や子供でもそのまま容易にくぐり抜けることができる。さらに、区画の幅全体が避難幅として利用できることから、車いすや担架、多人数でも問題なく通り抜けることができる(写真-4)。



写真-4 本防火設備をくぐる様子

水幕を通して反対側の状況が確認できるため、避難者は火災の様子や避難方向先を視認して行動することができる(図-4(a))。また、防火戸のように開き勝手に方向性がないこと、および人が通れる開口部を広く確保で



(a) 迷わず避難方向に移動が可能



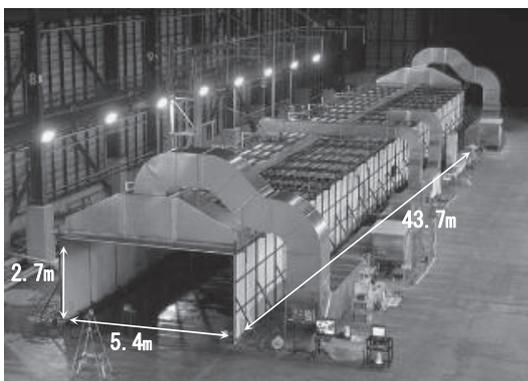
(b) 消防隊の進入が容易

図一4 避難しやすく、救援・消火活動にも資する

きることにより、避難方向と一般に逆方向となる消防隊の進入を容易にするメリットも大きい(図一4(b))。

閉鎖又は作動するに際して、扉やシャッターのように挟まれたり衝突することにより人に重大な危害が及ぶようなことがないという点で国土交通大臣の一般認定(認定番号CAT-0299)を取得している。シャッターの作動により、見慣れた空間が全く異なる場所を感じられて感覚を失い、パニックに陥ることも防ぐことができる。避難の分野でバリアフリーを達成した防火設備である。

これらの性能の概要を把握するために、地下街を模した実験を行っている(写真一5)。



写真一5 地下街を模した実大模型実験装置

またこうした実験結果により避難安全性に関して、下に示すような特長についても確認された。

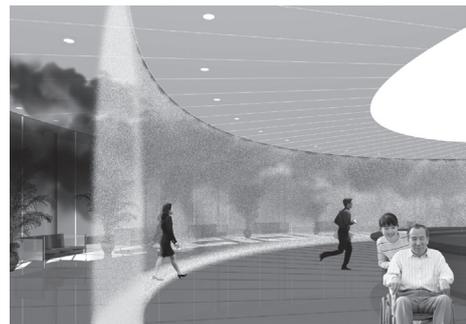
- ・隣接区画への輻射熱遮断効果としては、熱を90%

遮断する。鋼製シャッターは遮熱性を有さないが(遮炎性のみ)、本防火設備は火災室近傍の避難者を守る。

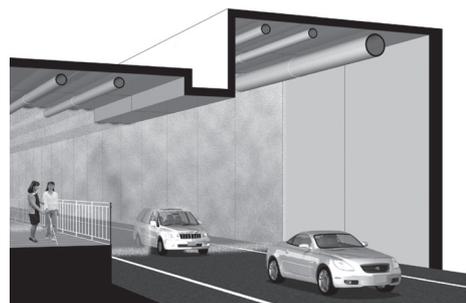
- ・煙粒子を200 μ mの噴霧水で洗い落とす効果により、煙を60%遮断する(無風時)。国土交通大臣の一般認定の中では遮煙性は含まれないが、実際の火災で煙を有効に遮断する性能を有するとも言える。
- ・一酸化炭素濃度の急激な増加を防止する効果が確認された。本防火設備による区画化では、不完全燃焼が起こりにくく一酸化炭素濃度の増加が少ない。区画内避難者に避難時間の余裕が生じると考えられる。
- ・真下に障害物が置かれた場合でも遮熱等の性能をある程度発揮できる。鋼製シャッターの場合、障害物があるとそこで降下が止まり火炎や煙の拡散を抑止できない。これまで多くの火災で、障害物が置かれていたため防火シャッターや防火扉が適切に作動せずに多数の犠牲者を出している。

6. 形態自由性の高さを生かす

「まっすぐで四角いもの」という防火扉や防火シャッターの常識を覆し、空間の可能性を広げる。円弧状などカーブした区画も可能(図一5(a))。床や天井に勾配や凹凸がある場合、段差がある場合でも設置できる(図一5(b))。またシャッターのような支柱が不要。防火設備の常識を覆す防火設備である。天井フトコロ内



(a) 区画をカーブさせることが可能



(b) 天井や床の段差にも対応可能

図一5 様々な形状の空間に対応可能

は噴霧ヘッドと配管だけであり、防火シャッターの巻き取り部分などと比べて大きなスペースが不要である。

意匠的に防火設備の存在がほとんどわからないこと、および高さ6m、幅50mまでの大きさが可能であることから、防火区画の存在を意識させない一体感のある空間をデザインすることができる。

7. 駅施設への適用事例

地下鉄道駅では、韓国テグ市地下鉄火災以降、火災安全に関する基準が強化されている(2004年12月に「地下鉄道の火災対策解釈基準」が改正され規制が厳しくなった)。プラットホーム上また電車の中の多くの乗客を安全に避難させるために、上階(改札やコンコース)へ至る階段を防火区画することが規定された。

竣工の年度の古い駅では、階段が区画されていない例が多い。この状態を改善するために防火区画を設置する場合、防火シャッター+くぐり戸による方法だと、多くの乗客を短時間で避難させることは難しい場合がある。大人数が乗降する地下ターミナルに自主的に設置された事例を写真—6に紹介する。



写真—6 地下駅ホーム階の階段下部に設置された本防火設備作動の様子
(京王電鉄新宿駅)

8. 工場など生産施設への適用について

生産施設・物流施設の火災のニュースが多い。火災は焼失した部分の被害に留まらず、取引先や関わる業界全体に波及するケースも多く、また周辺住民に対し煙や有害なガスの被害が及ぶなど社会問題化することもある。BCPの観点からも本防火設備は有効であろう。具体的には、

- ・塵埃を極度に嫌う半導体工場、精密機械工場

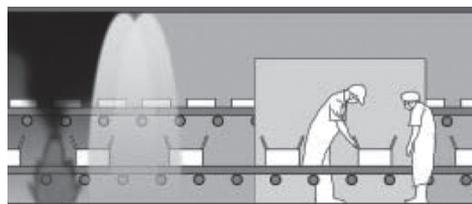
- ・防火シャッターなどを設けることのできない生産ライン
- ・ひとつのフロアに火災の危険度合いの異なるゾーンが混在する配送スペース
- ・重要物保管倉庫

などのケースで有効であろう(図—6)。

大規模な工場では建築基準法上、防火区画を適用除外することも可能である(建築基準法施行令第112条1項第一号)。しかし、法適合できても火災リスクが小さくなるわけではないことに注意したい。



(a) 大切な商品、製品、財産を煙から守る



(b) 生産ラインの被害を最小化

図—6 生産施設の火災リスク低減

9. おわりに

ウォータースクリーンシステムは第6回環境・設備デザイン賞(主催:社建築設備総合協会)設備器具・システムデザイン部門にて最優秀賞を受賞している。また、2011年日本建築学会賞(技術部門)を受賞した。アイデア段階から本開発、国土交通大臣一般認定の取得を経てようやく認知されるまでになった。今後、新築、増改築における火災安全性向上に寄与できるよう普及を推進していきたい。

JICMA

[筆者紹介]

井田 卓造 (いだ たくぞう)

鹿島建設㈱

建築設計本部

技師長



CSG 製造プラントのユニット化

1日で組立解体できる CSG 製造プラント

中 根 亘・蔵 元 一 成

厳しい社会情勢の中、台形 CSG ダムでは施工方法の工夫・仮設備の合理化を図り、より一層のコスト縮減を進める必要がある。そこで、コスト競争力を高めるために、過去に開発した「CSG 混合装置」を搭載したプラントについて、開発コンセプトを「一日で組立、解体できる CSG 製造プラント」としてユニット化を図る技術開発を行った。

本報文では、この CSG 製造プラント（以下 CSG プラント）のユニット化について述べる。

キーワード：台形 CSG ダム、CSG プラント、ユニット化、コスト縮減

1. はじめに

近年、河床堆積物や掘削ズリなど、現場近くで容易に入手できる岩石質材料にセメントと水を添加し、簡易な混合により製造される CSG (Cemented Sand and Gravel) を使用した台形 CSG ダムが建設されるようになった。コンクリートダムと比較した場合、現地発生材を有効利用するため、経済性や環境保全に優れていることや、強固な基礎岩盤を必要とせず、ダム建設箇所選定の自由度が大きいことなどから、今後の増加が見込まれている。

台形 CSG ダムの施工にあたっては、大量且つ所要の品質を満たす CSG が必要となるため、過去に CSG 混合装置として、「大容量連続ミキサ (DKP-VI ミキサ)」（図-1）を開発した。

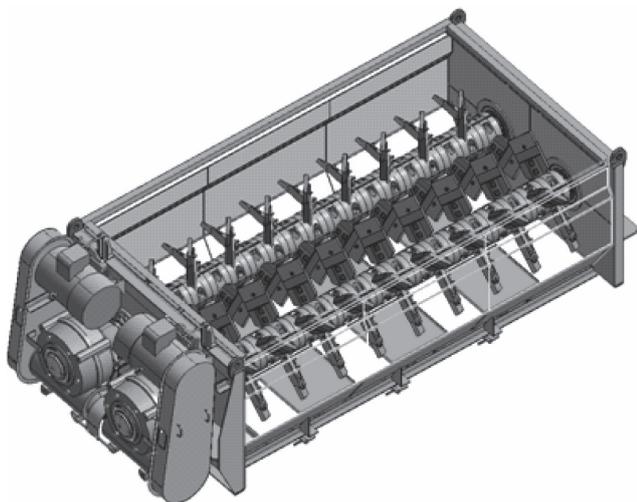


図-1 大容量連続ミキサ

今回、この混合装置を搭載したプラントのコスト縮減を図るため、「一日で組立、解体できる CSG プラント」をコンセプトに、ユニット化を図る技術開発を行った。

2. 技術的な背景と課題

CSG プラントは、大きく分けて、CSG 材供給部・固化材（セメント）供給部・給水装置・CSG 混合装置および操作室の5部分で構成（写真-1）され、従来（CSG 混合装置認定時）のプラント総重量は130tであった。CSG プラントは大きな製造能力と、可傾式ミキサと同等の混合性能を有しているが、小規模工事で使用される自走式土質改良機（写真-2）と比べると現場組立作業に日数と費用を要することが課題となっていた。

そこで、既に開発・保有している DKP-VI ミキサの利点（混合装置の設置高が低く CSG プラント全体が他形式に比較してコンパクト）を最大限に生かし、各構成部分をユニット化することにより CSG プラントの機械の性能をかえないで、現場組立・解体等のコス

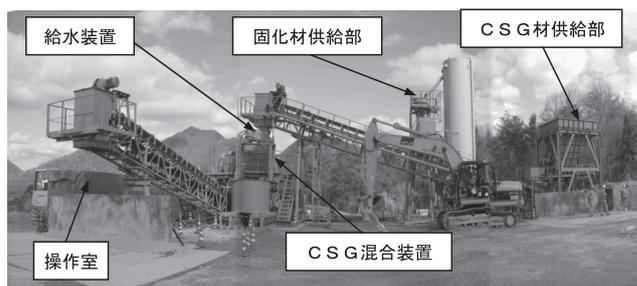


写真-1 CSG プラント



写真一 2 自走式土質改良機



写真一 3 組立状況

トダウンを目指した。

3. ユニット化の開発

(1) 開発の目標

下記に開発コンセプトを示す。

- ①一日で組立・解体が可能である。
- ②溶接不要な構造（ボルト結合，ピン結合）
- ③全体重量を削減（組立・解体費用の削減）
- ④基礎工事を不要とする（基礎工事費用の削減）

(2) CSG 製造プラントのユニット化の概要

各構成部分を，低床トレーラの荷台寸法に適合する大きさにピース化するとともに，現場溶接作業を最少化することによって現場組立作業日数を低減した。従来型プラントの現場組立部材 30 ピースに対しユニット式プラントでは約半分の 16 ピースになっている。また，現場接合をボルト接合方式に，電気設備配線接続はコネクタ方式とし，現場組立・配線工事を容易にした。プラント据付基盤は重機の進入が可能であれば十分であり，敷鉄板上に設備を配置すればコンクリート基礎工事も不要となる（写真一 3）。

(3) 現地確認

浅川ダムにて平成 22 年 11 月に組立を行った結果をもとに，従来型プラントとの対比を行った。

表一 1 に現地確認結果を示す。

表一 1 現地確認結果

項目	従来型プラント	ユニット式プラント	効果
トラック台数	10 tトラック 32台 トレーラ 2台	10 tトラック 5台 トレーラ 6台	10 tトラック 27台削減 トレーラ 4台増加
組立日数	6日	1日	5日短縮
総重量	130 t	70 t	60 t削減
ピース数	30ピース	16ピース	14ピース削減
基礎	コンクリート112 m ³	敷鉄板24枚他	コンクリート量削減

①トラック運搬

組立工数を減らすために，低床トレーラの荷台寸法に適合する大きさにピース化したため，トレーラでの運搬が増えている。結果，全体数量は 34 台から 11 台に削減された。

②設備重量

設備重量については，130 t から 70 t までに軽量化した。

③基礎

CSG プラントの設置期間は短期間であり，コンクリートの基礎は撤去しなければならない。工事費（設置・撤去）の削減ならびに産業廃棄物（コンクリート殻）発生量の削減を目的として，プラント基礎について，敷鉄板基礎方式として施工した。

(4) コスト縮減効果

浅川ダム工事を対象に，プラントの組立解体に関するコスト縮減効果の試算結果を表一 2 に示す。

表一 2 コスト縮減効果

名称	コスト縮減率 (従来型-ユニット式)/従来型
運搬費（往復）	40%
組立費	83%
解体費	83%
基礎工事費	46%
全体	60%

(5) 今後の課題

今回の現地確認結果により、CSGプラントのユニット化の効果を十分に確認できたが、同時に以下の課題も明らかになった。

- ①全ての基礎にて敷鉄板で行うことは困難であり、基礎作用荷重が大きくなるベルトコンベアの一部と、セメントサイロについては、敷鉄板方式でなく鉄筋コンクリート基礎で施工することとした。
- ②プラント材料の軽量化は検討していない。今後、費用対効果に着目した検討が必要である。
- ③ユニット化により1ピースが大型化するため、現場への搬入経路によっては運搬に支障がないかを検討する必要がある。

4. おわりに

今回の開発では、既に関発・保有している「DKP-VI型ミキサ」を搭載した従来型プラントを改良し、130tから70tまで軽量化を図ると共に、各構成部分のユニット化を実現させた。結果として、従来機の特徴である「機器全体が他形式に比較してコンパクト」という利点を生かしつつ、CSGプラントの現場組立作業の大幅な省力化とコスト縮減を達成できた(図-2)。また、従来型プラントでは現場組立作業に6日間を要していたが、今回導入した浅川ダムにおいては計画通り1日で組立作業を完了し、組立解体費(運搬、基礎工事含む)を60%縮減できることを確認した。浅川ダムでは今年度から本格的に運用を開始し、CSGによる押え盛土を約7万 m^3 行う予定である。

今後、当ユニット式プラントを台形CSGダムや地すべり対策工法、緊急時の災害復旧対応及びセメント安定処理工等に使用することにより、品質確保、工期短縮、コスト縮減を実現していきたいと考えている。

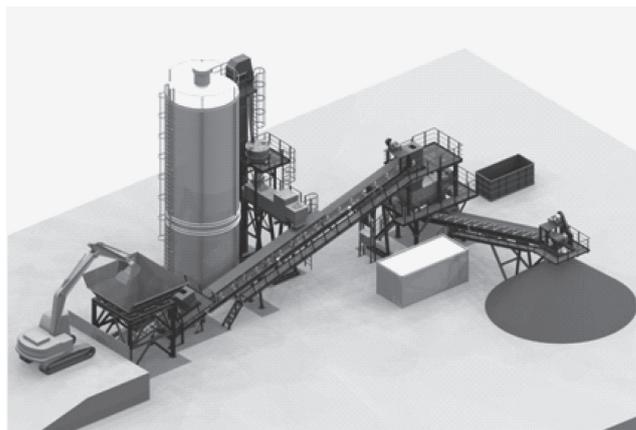


図-2 CSGプラント全体配置図(3D-CAD)



写真-4 CSGプラント(ユニット式)全景

JCMA

[筆者紹介]

中根 亘 (なかね わたる)

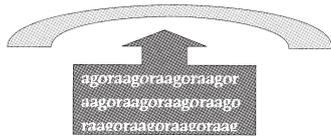
㈱大林組
土木本部 生産技術本部 ダム技術部
部長



蔵元 一成 (くらもと かずなり)

㈱大林組
土木本部 生産技術本部 ダム技術部
担当課長





最近の大水深海底油田開発技術の紹介

渡 邊 啓 介

海底油田開発技術は、原油価格の高止まりを受けて、1990年代後半から大水深化が非常に進み、現在では、ブラジル沖プレソル開発において、3,000 m 水深に向けての技術開発も進められている。日本では、1980年代に掘削プラットフォームやジャケット構造物が建造され、近年ではFPSOの建造等もなされているが、産業規模及びR&D規模において欧米に比べあまり活発とは言えない現状である。本稿では、大水深プラットフォームの形式、サブシープロダクションシステム、インストレーションの観点から、最近の話題について簡単に紹介する。

キーワード：海底油田開発、浮遊式生産システム、サブシープロダクションシステム、フレキシブルライザー、インストレーション

1. はじめに

海底油田開発は、近年の原油需要の急増と価格の高止まりを背景に、大水深化の傾向が続いている。一般に、プラットフォームを設置する水深が1,000 ft程度までをshallow, 1,000 ft～5,000 ftまでをdeep, 5,000 ft以上をultra deepと分類しているが、1990年代には、それまでの着底固定式であるジャケットやコンクリート重力式プラットフォームから、Floating Production System (FPS), 及び海底に設置するSubsea Production System (SPS)と呼ばれる技術セットが飛躍的に進歩し、表1に示すように大水深開発の記録が更新され続けてきた。ごく最近では、ブラジル沖プレソル油田開発が本格的に開始されるため、日本の海洋産業界も含め世界中の注目が集まっていることはご存じの方も多いと思う。これは、サンパウロ州とリオデジャネイロ州の300 km程度沖合にある、推定120,000 km²以上（日本の本州の半分以上）とも言わ

れる非常に大規模な海底油田及びガス田であるが、水深は2,000 m～3,000 m、海底下数千mに存在するものであり、さらに新しい技術的チャレンジが進行中である。

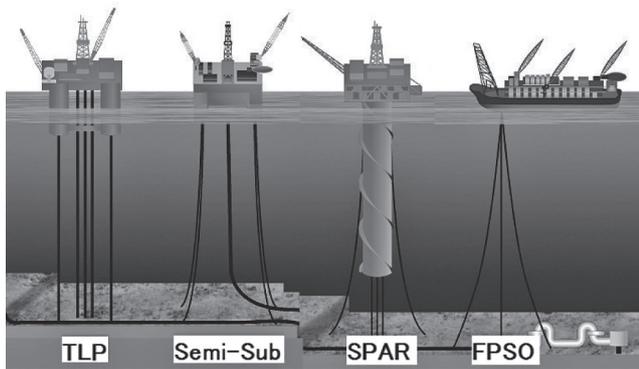
このような海底油田開発技術は、非常に多岐に亘るが、本稿では、筆者が関連している内容について、以下に簡単に紹介したい。

2. プラットフォームの形式

Shallow Waterでは、ジャケットとも呼ばれるFixed Platformが一般的であり、今でも多く使用されている。水深が深くなるにつれて、構造重量が増えると同時に長大化するため構造物の固有周期が長くなり、波のエネルギーが集中する領域を避けられなくなるため、FPS (Floating Production System) と呼ばれる形式が採用される。大別して、図1に示すように、セミサブ (Semi-Submersible), TLP (Tension

表1 大水深開発プラットフォームの水深記録

タイプ	CPT	TLP	SPAR	FPSO	Semi	SPS
海域	Gulf of Mexico	GOM	GOM	ブラジル沖	GOM	GOM
フィールド名	Petronius	Big Foot	Perdido	Lula	Independence HUB	Tobago
オペレータ	Chevron	Chevron	Shell	Petrobras	Anadarco	Shell
水深 [m]	531	1,581	2,383	1,853	2,415	2,934
年	1999	2014	2010	2009	2007	2010

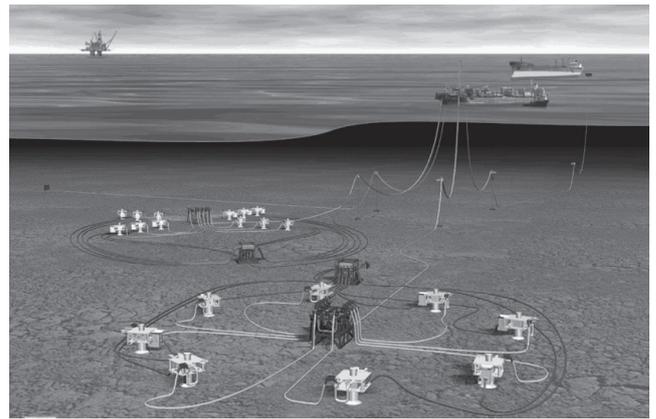


図一 大水深プラットフォームの形式

Leg Platform), SPAR, FPSO (Floating Production Storage and Offloading) がある。セミサブは、最も歴史があり良く知られた形式である。TLPは、非係留状態のセミサブを過剰浮力にしておき、海底とプラットフォーム脚を繋ぐ係留索に高張力をかけてプラットフォームを引き込んで係留（緊張係留）する方式である。SPARは1990年代に入って実用化された方式で、波力が水深につれて指数関数的に減少する点に着目し、巨大なブイのような形を利用して波浪中動揺を抑えた形式である。普通の係留方式なのでTLPよりも建造コストは抑えられると言われている。FPSOは、タンカーに石油精製工場を搭載したようなもので、実際にタンカーを改造して建造される場合もある。移動できるため、ハリケーン時には退避できる、一つのプロジェクトが終了してから容易に他のプロジェクトに再利用できる、リースできる、など多くのメリットがあり、現在、大水深では最も多く使用されているプラットフォーム形式である。近年には、ライザーを着脱できるシステムが実用化され、荒天時の退避がより容易になっている。

3. サブシープロダクションシステム

SPSは、図一2に示すように、機器とフローラインが海底上に配置される。大別して、サブシーウェルヘッド、サブシープロセス設備、フローライン、サブシーコントロールモジュール、ライザーから構成される。1990年以前の海底油ガス田の開発においては、生産プラットフォームを油井の直上に配置する方式が一般的であったが、SPSでは、プラットフォームは生産油井から離れた場所にあっても問題ない。FPSOなどを用いた大水深開発や、生産プラットフォームから遠くない場所で発見された比較的小規模な油ガス田開発において低コストに開発を進めることができる重要なシステムである。海洋油ガス田開発の大水深化には



図二 サブシープロダクションシステム (Courtesy of Mcdermott Subsea Engineering)

3D物理探査技術の向上と同時に、SPSの発展が不可欠であった。

海底下の油井は、外側のケーシングと内側のチューブの2重構造になっている。ケーシングは、海底下を掘削しながら、鋼管を挿入しつつ地面と鋼管の間にセメントを打って安定させたものである。この鋼管内にさらに細いチューブを挿入し、原油はこの内部チューブを通して坑口まで上がってくる。2重構造になっているのは、原油にさらされるチューブの交換などのメンテナンスができるように、また、ケーシングとチューブの間で原油中の砂などをある程度除去するためである。油井の海底面には、ケーシングに蓋をし、チューブ内の流体を海底上に敷設されたフローラインに送るためのクリスマスツリーと呼ばれる装置があり、さらに、BOP (Blow Out Preventer) と呼ばれる防噴装置が設置される。

複数の油井があるため、複数のフローラインをマニフォールドに集合させて、さらに太いフローラインを通して、生産プラットフォームに送るが、その間に、砂やガス成分を海底で分離するためのセパレーターや、長距離になる場合には自噴圧力が減少するためブースターが設置され、これらをサブシープロセス設備と呼んでいる。

これらのプロセス設備や管内の流体圧力などは全てプラットフォームでモニタリングされており、また、バルブの開閉を遠隔操作するため、Subsea Control Module (SCM) が、ツリーやマニフォールドの中にインストールされる。温度が低く、高圧であるため、アスファルトやパラフィン、ハイドレートが析出してフローラインを詰まらせたり、バルブの開閉ができなくなる、などの問題が生じる可能性があり、全てのフローラインとバルブが健全に保たれるかどうかは、非常に重要である (flow assurance)。そのため、例えば、

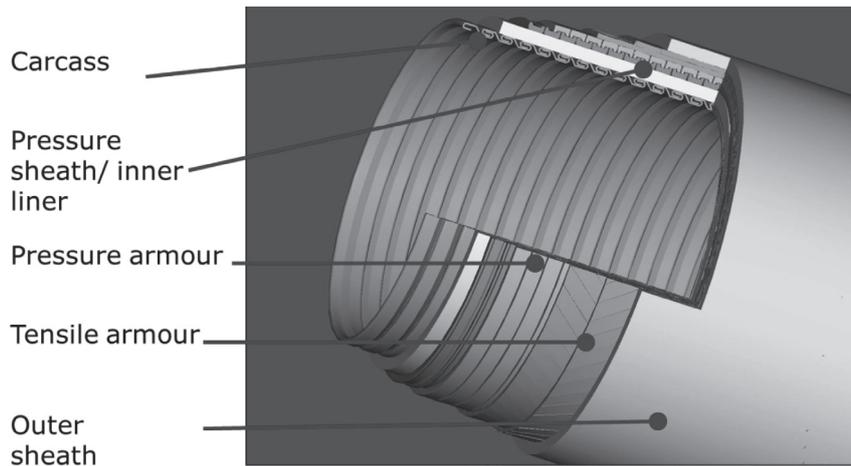


図-3 フレキシブルパイプの構造

パイプを暖める、ガスと水をフローライン以前に分離する、ハイドレート生成阻害剤を注入するなどの工夫がなされる。SPSの各装置は、海底に据え付けられると、生産が終了するまで操業を続けなければならないため、長寿命で信頼度の高い、品質保証精度の高い製品の供給が重要である。

生産ライザーは、サブシー設備を通った生産流体がプラットフォームまで上昇していくルートである。大水深化では、フレキシブルライザーが重要である。フレキシブルライザーは、図-3に示すように、多層に編みこまれた構造のパイプで、変形可能なため、浮体の動揺をある程度許容できる。ハリケーンなど荒天時には、FPSOが退避する必要があるが、ライザーを切り離して退避し、再度接続できるようになり、システム全体の運用フレキシビリティが向上した。潮流が速い海域では、VIV (Vortex Induced Vibration) が問題となることが多く、疲労破壊の可能性があるため、VIVを低減するための工夫と研究が行われている。

4. インストレーション

浮体の洋上での結合や、係留、SPSやパイプラインのインストレーションは、専用の敷設船を用いて行われる。作業船としては、Pipelay, Heavy Lift, Construction, Flexlay, Diving Support, IMR (Inspection Maintenance and Repair), Surveyのように分類されるのが一般的である。図-4は、筆者が2008年11月から1年間 senior engineering specialist として滞在したインストレーション専門会社 Acergy (現 Subsea7) の Pipelay Vessel の一つ Acergy Eagle である。この船では、パイプラインやケーブルを図-5のように船内のカールセルに巻いて搭載し、敷設現場で図-6のようなパイプライン敷設装置のカーブしている部分 (Chute と

呼ばれる) を通し、ちょうど裏側になってしまっているが、図-7のようなテンショナーでテンションをかけながら、海底にパイプラインなどを敷設していく。

これらの船においては、DP (Dynamic Positioning) 技術が重要である。海底に設置する機器や多数のフローラインのレイアウトは厳密に設計されており、フ



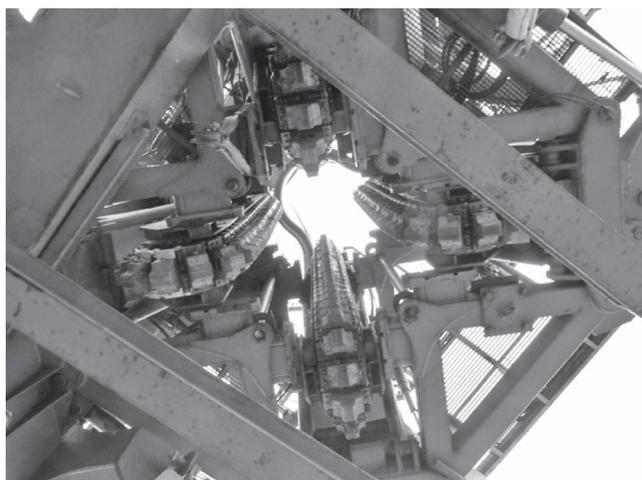
図-4 ガルベトン港に停泊中の Acergy Eagle (渡邊撮影)



図-5 カールセルに巻かれたパイプライン (Courtesy of Acergy)



図一六 Acergy Eagle のパイプライン敷設装置 (渡邊撮影)



図一七 パイプ敷設装置のテンショナー部分 (渡邊撮影)

ローラインの長さや井戸の位置は容易に変更できないため、作業の航路維持が必要不可欠だからである。多くの Installation/Construction Vessel では、クレーンと ROV (Remotely Operated Vehicle) を搭載しており、デッキ上で組み上げた構造物を海中に投入したり、ROV で海中の様子をモニタリングしたり、ROV でワイヤをカットしたり、複雑な作業が行えるような設備が専用のコントロールルームと共に船内に装備されている。

5. おわりに

本稿では、大水深海底油田開発技術の基礎的な内容について、いくつかの話題を紹介した。筆者も情報収集に訪れた毎年5月に開かれる OTC (Offshore Technology Conference, 第一回は1969年) では、今年は過去30年間で最高の89,400人が参加、企業展示は46か国の2,500社、技術論文数は300件であった。このように世界では非常に活発な技術開発と産業活動が続けられている分野である。近海に大きな油田がなかったこともあって、これまで日本では自動車やエレクトロニクス分野に比べあまり世界的に進出しているとは言えない現状ではあるが、今後、日本の技術がこの分野でもプレゼンスを発揮できるようになって欲しいと願っている。

JICMA

【筆者紹介】

渡邊 啓介 (わたなべ けいすけ)
 東海大学
 海洋学部 航海工学科 海洋機械工学専攻
 准教授、博士(工学)



ずいそう

あたかも川が造ったように

小林 一郎



記録的な豪雨により、鹿児島島の川内川が出水したのは、平成18年7月のことであった。その後、激甚災害対策特別緊急事業の一環として、曾木の滝の左岸に分水路が建設されることとなった。国土交通省では、災害助成に対し「多自然川づくりアドバイザー制度」が運用されている。この工事に対しても、翌年の7月に「景観検討会」が立ち上がった。同年、九州に「風景デザイン研究会」という、景観デザインの実践を目指す組織が作られた。最年長という理由で、私が会長を引き受けることとなり、本分水路の検討会の委員長も務めた。

伊佐市長をはじめとする地域代表10名の方々と、模型やVRを用いて、将来のあるべき姿を議論した結果、分水路のデザイン・コンセプトは、以下の3点にまとめられた。①滝と分水路を一体として考える、②分水路線形を3次的に考える、③分水路内のアメニティを確保する。早い話が、標題のように、自然に川ができたような景観を造り出したいということである。その成果は、「日経コンストラクション12年1月9日号」の「土木のチカラ」に取り上げられているので、参照していただければ幸いである。

さて分水路は、延長400m、平均河床幅30mで、土砂掘削量約9万立米、岩掘削量約16万立米であった。施工は中間地点を境に上下流の2工区に分かれ、仕上げ面まで5m程度を残す1次掘削、河床まで数mを残し法面を仕上げる2次掘削、仕上げを行う3次元掘削である。のべ6社に対し、設計段階で合意したデザイン方針を発注者・施工者と共有する必要があった。

試掘の意味合いが強い1次掘削の段階から、完成予想のスケッチや200分の1の粘土模型を現場に持ち込み、その場でみんなに集まってもらい、趣旨を説明した。設計の確認にとどまらず、実際の地質の確認、仕上げ方法によって異なる岩盤の表情等々の情報を全員で共有し、「造りながらも考える」を実践できた。1次掘削は全く形は残らないが、この段階で試行錯誤を行い、仕上げの状態を考えていけるかが重要であった。岩盤の仕上げ方にはいくつかの種類を試しても

らい、その後、満足のいく仕上がりを指示することができた。

2次掘削以降は、岩の節理に沿った発破・掘削を行うことで自然な表情を出すこととなる。業者が自主的に工夫し、硬質で角のとがった岩や、不安定に残った岩などは、ワイヤーブラシを固定したバックホーで、撫でるように丁寧な仕上げをしてくれた。

3次掘削の前にも、出かけ現場の皆さんと、仕上げについて話し合った。「舐めるように丁寧に」、「水が何千年もかけて洗い出したような表面…」などお願いすると、そんなことはできないという失笑も起こった。すべてが美談ばかりであったわけではない。しかし、可能な限りの努力は行われた。河床に変化をつけるために、発破を細かく丁寧にするといった工夫もしてもらった。

その結果、呑み口付近の広々とした風景、中流部のゴツゴツとした河床、下流部の巨石の残る迫力のある空間が実現した。一部岩ではなく土砂が出た部分では、石を積んだ。あるところでは布積を、別の場所では乱れ積を試み、自然なたたずまいを表現した。4か所に階段を設けたが、分水路側の石積を20～30cm高くすることで、転落防止策を実現した。どれも、いい仕事とってよい。

この現場が上手くいった要因は、①施工イメージの共有ができたこと、②発注者と施工者が、一緒に考え、答えを出す仕組みができたこと、③私たちがこまめに（ほぼ毎月）現場に出向いたことで、フォローアップ体制もできた。

実は、現場は体制が整えば、いい仕事をする。誇れるデザインは、現場にとっても誇れる仕事を生み出すということを実感した。近年、維持管理の時代なのだそうである。しかし、いい施工ができない者たちにいい管理などできるのだろうか。是非とも、良い設計に呼応するいい施工を望みたい。きっと、現場はそれを望んでいるはずだ。

ずいそう

究極の省エネポンプ場



石崎 顕史

昨年の震災以降、今まで以上に太陽光、小水力、風力などの再生可能エネルギーによる発電設備の記事を多く見るようになりましたが、同じように自然エネルギーを活用し、昭和10年から現在まで77年間も現役で活躍している究極の省エネポンプのことを紹介したいと思います。

そのポンプとの出会いは、私が鹿児島県の担当をしていた平成15年に遡ります。鹿児島県庁を営業に訪れた若き日の私は、当時親しかった農政部技監に「昭和初期に製作され今も稼働しており、電気を全く使わないポンプがある。そのポンプが御社のものだと聞いたが、知ってるか？」と聞かれ、私は恥ずかしながら聞いたこともなかったため、「さっそく見に行ってみます」とその足で鹿児島県の薩摩半島中央部に位置した南九州市川辺町にある「穴川四号井堰ポンプ場～高田タービン揚水場」に向かいました。

そこには、図-1にあるように二級河川の永里川より導水した水で約900ミリの水車を回し、平ベルトとVベルトを介して口径250ミリの両吸込渦巻ポンプ(H8m×Q6.8m³/min×1,380rpm×21PS)を動かしている機場。つまり、川の水流を動力源として水車を回し、その力でポンプを回転させ水を揚水するという、電力を全く必要としない究極の省エネポンプ場がありました。

ポンプで揚水された水は、コンクリート製の分配槽に送られそこから2方向の水田へ自然流下で配水されます。当時は39haの水田があり6月から9月頃まで稼働していましたが、近年は減反政策で受益面積が減り7月と8月の稼働となっているようです。

このような貴重な設備を世間に知ってもらいたいと思い、平成15年当時「農村振興」という連盟誌に紹介してもらいましたが、最近では鹿児島県のTV局でも紹介されるほどになっているようです。また、認定されるかどうかはわかりませんが、日本機械学会の「機械遺産」に認定されるよう動き始めているところです。海外など電気の行き届かない地域もまだまだ多いため、このような設備がもっと普及すればよいのに、と思います。

先日、本原稿の取材をかねて約10年ぶりに揚水場に行ってみると、機場の目の前に住んでいる爺様が出てきて、この機場の建設当時10歳ぐらいで、当時の様子を今でもよく覚えており、現役で動いていることは大変嬉しいという話を聞きました。今回の訪問で、先人の知恵と人の歴史を改めて心に刻み、次回訪れた際には、揚水場のある川辺町で作られ、鹿児島県内でも森伊蔵や魔王よりも最近手に入りにくいと言われている「八幡」という焼酎を爺様と酌み交わしたいと思います。

—いしざき あきふみ (株)西島製作所 九州支店 支店長—

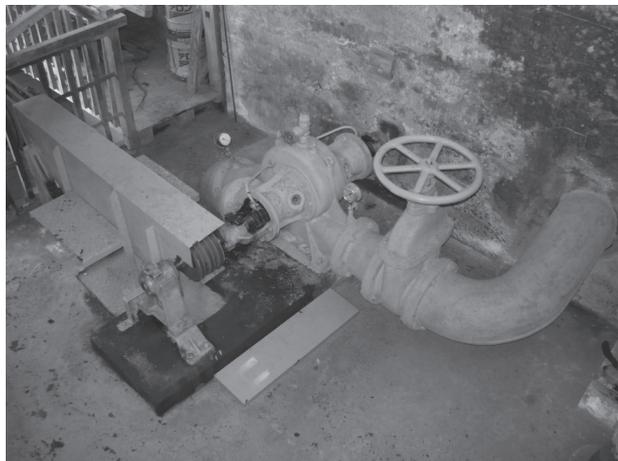


写真-1 現地写真(吐出側より)

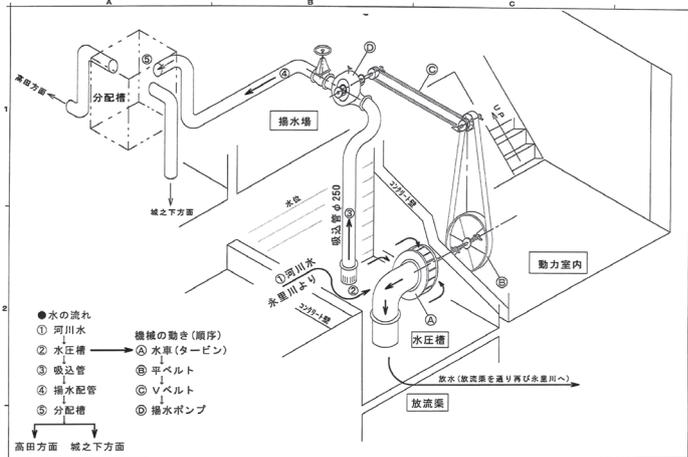


図-1 高田タービン揚水場 全体図

CMI 報告

環境対策工事における CM

横澤 圭一郎・藤田 一宏・鈴木 健之

1. はじめに

本論文は、静岡県浜松土木事務所から CM 方式にて発注された「環境対策工事に伴う施工監理業務」における業務内容について報告するものである。

2. 工事概要

本工事は、静岡県浜松市にある元クレール射撃場（図-1 参照）における環境対策工事である。工事の目的は、鉛による汚染土壌を汚染の程度（鉛含有量・鉛溶出量）に応じて適切に処理し、施工対象範囲から汚染土壌を除去するものである。

工事を実施するにあたっては、事前調査として、土壌汚染対策法に準じて、施工対象範囲を図-2 に示すように基本的には 30 m × 30 m の格子状の区画に区分し、それぞれの区画における溶出量・含有量試験を実施して、平面および深度方向の土壌の汚染状況を確認した。

工事の実施に際しては、事前調査の結果に基づき、鉛溶出量・含有量の程度に応じた汚染土壌の処理方法を設定する必要があるため、土壌を以下のように分類した。

- ・ 健全土（鉛含有量、溶出量とも基準値以下）
- ・ 不溶化対象外土（鉛溶出量は基準値以内で鉛含有量が基準値を超過）
- ・ 不溶化対象土（鉛溶出量が基準値を超過するが、薬剤（不溶化材）を混合することにより基準値以下）
- ・ 場外搬出土（鉛溶出量が基準値を大きく超過）

当該工事では、上記区分毎に汚染土壌を図-3 に

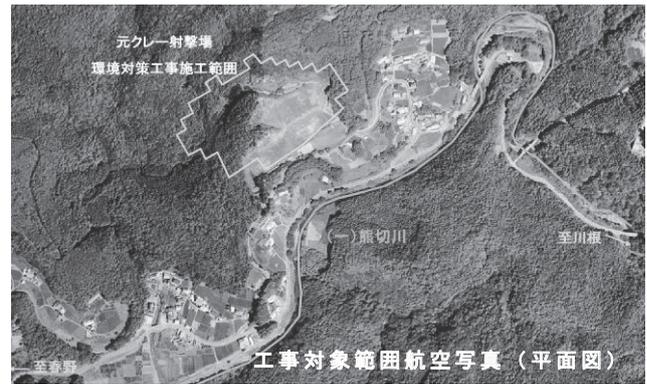


図-1 工事対象範囲

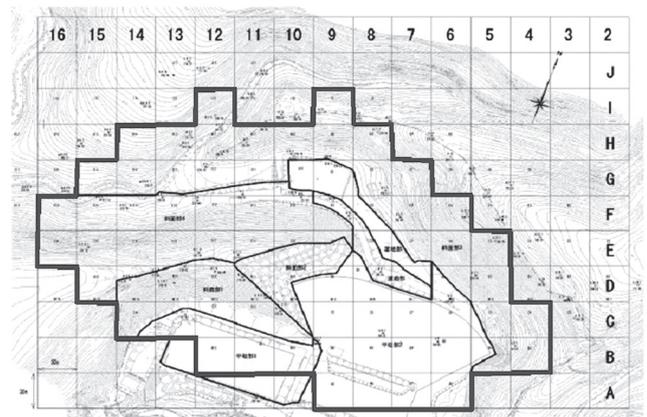


図-2 施工区画区分図

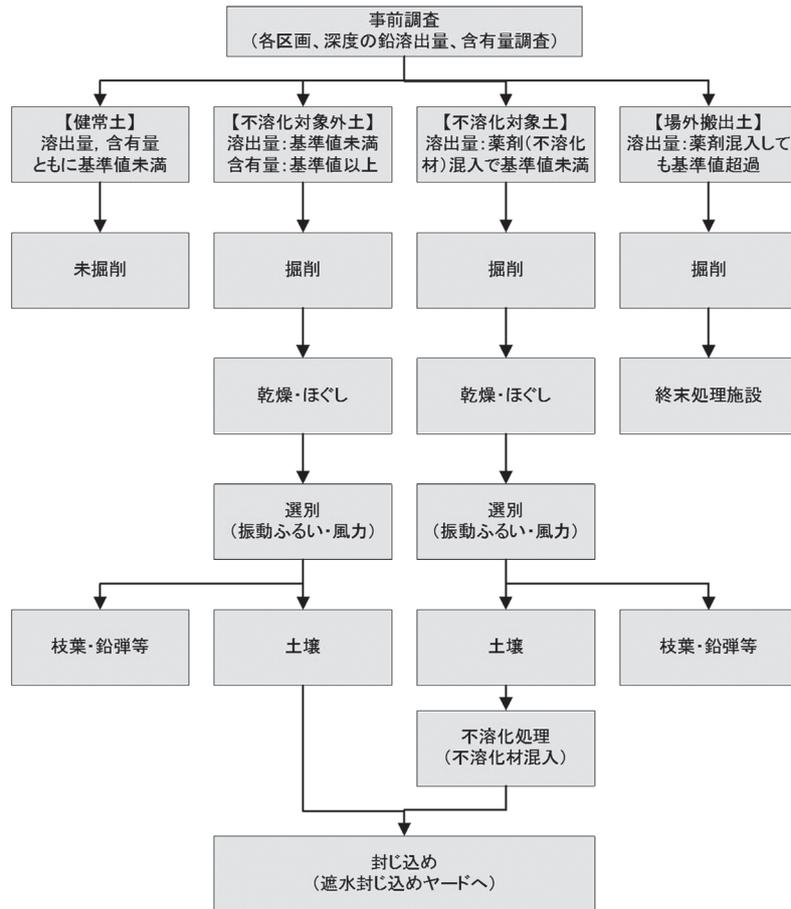
示す流れで処理を行った。以降にそれぞれの工種における作業内容を示す。

(1) 土壌掘削工

斜面部、平坦部及び湿地部から健全土と鉛含有量および溶出量の基準値を超過した汚染土壌を掘削する。掘削土壌の計画土量は、36,800 m³であり、その内、18,765 m³が汚染土壌である。

(2) 選別工（乾燥・ほぐし、選別）

掘削した汚染土壌を乾燥させた後、水平振動式ふるいや風力選別機により、土壌とそれ以外（草木、クレール、クロス、鉛弾等）に分別する。



図一 3 元静岡県クレー射撃場環境対策工事の流れ

(3) 不溶化処理工

分別した不溶化対象土に不溶化材を混合し、鉛溶出量を基準値未満にする。

(4) 遮水封じ込め工

不溶化した汚染土壌および不溶化対象外土を封じ込め、土砂の拡散防止や雨水・地下水の流入防止が図られるよう、底面部にペントナイト遮水工及び表面部に遮水シート工を実施する。

3. 業務の概要

(1) 目的

本業務は、発注者（静岡県）としても鉛汚染土壌を処理する工事は初めてであることに加え、施工事例が少ないことから、様々な課題、リスクを伴うことが想定されたために、工事が適正かつ確実に施工されるように、CMR（コンストラクション・マネージャー）として中立的な立場で施工者および発注者を技術的に支援し、綿密な施工監理を実施することにより、鉛汚染対策に万全を諳ることを目的としたものである。

(2) CM方式について¹⁾

CM方式とは、米国で多く用いられている建設生産・管理システムの一つであり、CMRが技術的な中立性を保ちつつ発注者側に立って、設計・発注・施工の各段階において、設計の検討や工事の発注方式の検討、工程管理、品質管理、コスト管理などの各種マネジメント業務の全部もしくは一部を行うものである。近年では、我が国でもCM方式が採用される事例が増えてきているが、制度、文化、慣習の異なる米国の方式をそのまま導入することは困難であるため、米国のCM方式を採用しつつ、日本型のCM方式の検討を行っている状況である。

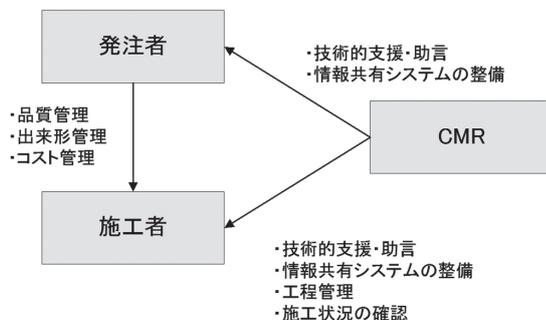
CM方式業務において、一般的にCMRが担う業務は表一1に示す通りである。なお、実際の業務におけるCMRの業務は、表一1に示す業務が全てではなく、発注者のニーズによって選択されて、決められるのが実態である。

(3) 当該工事におけるCMRの役割

本業務におけるCMRの役割は、図一4に示す通りである。表一1に示す一般的なCMRのマネジメント業務とは異なり、当該業務では、CMRは必要に応じて現

表一 1 CMR のマネジメント業務 (施工段階)

施工段階
①施工者間の調整
②工程計画の作成
③工程管理
④施工者が作成する施工図のCMRの立場からチェック
⑤施工者が行う品質管理のCMRの立場からチェック
⑥労働力、資機材の発注のチェック
⑦施工者の評価
⑧請求書の整理・管理
⑨コスト管理
⑩発注者に対する工事経過報告
⑪施工に関する文書管理
⑫施工者からのクレームに対する技術的対応支援
⑬情報の行き違いによるトラブル防止のための情報伝達システムの形成
⑭中間検査、完了検査への立会
⑮引き渡し書類の立会
⑯業務報告書の作成



図一4 CMRの役割

場に赴くことを基本としているため、品質管理、出来形管理やコスト管理等は、発注者側で行い、工程管理はCMRが行うなど施工監理業務を発注者と分担している。それ以外のCMRの業務としては、工事情報を一括管理する情報共有システムの整備と現地確認を行いながら、技術的支援および助言が主たるものであった。

4. 当該工事におけるCM業務内容

当該工事におけるCMの主な業務項目を以下に示し、以降にこれらの業務項目を「工程管理」、「施工者が行う品質管理のチェック」「その他」と分類し、それぞれの業務内容を示す。

- ・工程管理
- ・施工者が行う品質管理のチェック
- ・発注者に対する工事経過の報告
- ・施工に関する文書管理
- ・情報の行き違いによるトラブル防止のための情報伝達システムの形成

(1) 工程管理

本業務では、工程を管理するために、現地確認、打合せ協議、発注者に対する技術支援を行った。

1) 現地確認

現地確認は、月2回を原則として実施した。現地確認では、現地での施工状況、各種試験状況、試験施工の状況確認を主体として行った。

2) 打合せ協議

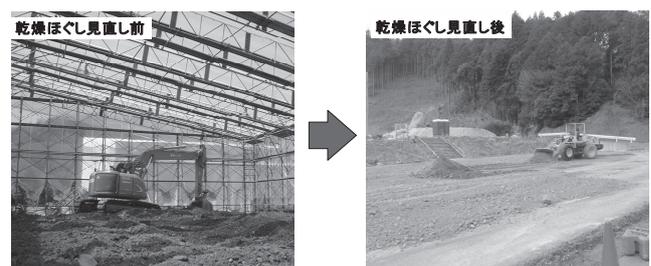
打合せ協議は、施工状況や各種測定結果を報告する月1回の定例会議の他に、技術的課題が発生する毎に、対策や方針を協議するための打合せを3者（発注者、施工者、CMR）で行った。

3) 技術支援

技術支援では、前述の現地確認、打合せ協議で明確になった技術的課題に対する、対応（案）の検討やそれに関する資料の作成を行った。

ここで、技術支援の一例として「乾燥ほぐし工の歩掛かりの見直し」について記す。

- ①月例打合せで施工業者から報告される乾燥作業の実績（ $30\text{ m}^3/\text{日}$ ）が設計時に想定していた乾燥能力（ $100\text{ m}^3/\text{日}$ ）よりもかなり少なく、工程が遅延する恐れがあるため、乾燥能力の向上対策を検討することとした。【打合せ協議】
- ②乾燥作業（写真一1参照：ミキシングバケットのバックホウによる攪拌主体）を確認するとともに、ヒアリングを行い、乾燥能力を向上するためには、乾燥ヤードの増設、乾燥方法、建設機械の見直しが必要と判断した。【現地確認】



写真一1 乾燥ほぐし見直し前後の施工状況

- ③乾燥ヤードの増設案（増設箇所、面積）と乾燥方法および建設機械変更案を作成した。【技術支援】
- ④上記③で作成した対策案を基に乾燥ヤードを増設するとともに、乾燥ほぐし作業の試験施工を行う方針とした。【打合せ協議】
- ⑤現地にて試験施工を行い、その際の歩掛調査を行った。なお、試験施工では、 100 m^3 程度の土量を乾燥することができた。【現地確認】
- ⑥上記⑤の歩掛調査の結果を基に歩掛の見直しを行っ

た。【技術支援】

- ⑦ 3者で協議を行い、試験施工の結果から乾燥方法および建設機械の見直し(写真—1参照:ホイールローダによる撒き出し、集土の繰り返し)を行うとともに歩掛を変更する方針とした。【打合せ協議】

(2) 施工者が行う品質管理のチェック

本工事は工事エリアから汚染土壌を環境基準値以内になるよう処理することと、汚染土壌を除去することを目的としたものである。そのため、汚染土壌が適切に処理または除去されたか確認を行うために、汚染土壌の処理履歴の追跡可能性(以後、汚染土壌のトレーサビリティと呼ぶ)を確保することが重要となる。

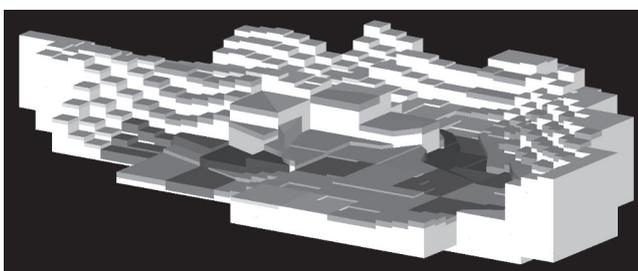
本業務では、品質管理のチェックとして、工事エリアの3Dモデルを作成し、そのモデルに設計・施工情報を付与することで汚染土壌の処理に関する情報の一元管理を行うこととした。

① 工事エリア 3Dモデルの作成

3Dモデルを作成するために、レーザースキャナとTS(トータルステーション)を用いて測量を実施し、その測量結果(図—5参照)を基に現場の地形を3Dモデル化する。3Dモデルは図—6に示すように現況地形および造成計画形状を精度良く表現するために、積み木のように細かいブロックを積み重ねたソリッドモデルにより構築する。



図—5 レーザースキャナ測量結果



図—6 施工対象範囲の3Dモデル

② 設計モデルへの設計・施工情報の付与

3Dモデル構築後、それぞれのブロックに対し、図—7に示すトレーサビリティ管理帳票を作成して管理するとともに、これらの情報を3Dモデルの各ブ

ロックに付与することにより、3Dモデル上でもブロックを指定するだけで汚染土壌のエリア、深度、区分、現在の処理状況などの各種情報が図—8に示すように表示することができるため、汚染土壌に関する情報を一元管理することが可能となる。また、各種情報がブロックに属性として付与されているため、汚染土壌のトレーサビリティを確認することも可能となる。

平成21年度 元静岡県クレー射撃場環境対策事業工事(鉛除去・不溶化封じ込め工)					
掘削開始日	2010年6月21日	掘削エリア	D14		
掘削完了日	2010年6月22日				
掘削予定深さ	20 cm				
掘削深さ	20 cm				
掘削土量	健全土			-	m ³
	不溶化対象外土			-	m ³
	不溶化対象土	180	m ³		
場外搬出土	-	m ³	掘削完了時		
選別作業実施日	2010年7月7日	仮置きエリア	B6		
テント内仮置き場移動日	2010年7月7日				
不溶化処理実施日	2010年7月9日				
公定分析実施日	2010年7月9日				
公定分析判定日	2010年7月23日				
不溶化処理後	溶出量(<0.01mg/g)			0.002 mg/g	
	pH(6~9の範囲内)	7.5			
封じ込め処理実施日	2010年7月25日	仮置き状況			

○: 掘削エリア
○: 仮置き場所

図—7 トレーサビリティ管理帳票(例)

項目	マテリアル	3D属性管理項目	エンティティ
プロパティ		値	
管理ブロック名称	G7		
処理区分		不溶化対象外土	
設計時の掘削深さ	0.2		
掘削深さ	0.2		
掘削土量	119.1		
施工状況		公定分析中	
掘削開始		2011/1/18	
掘削終了		2011/4/11	
簡易分析 開始		2011/4/18	
簡易分析 終了			
簡易分析結果...	0.02		
簡易分析結果...	0.005		
簡易分析結果...	150		
簡易分析結果...	64		
公定分析 開始		2011/4/19	
公定分析 終了			
公定分析結果...	0.01		
公定分析結果...	0.005		
公定分析結果...	150		
公定分析結果...	260		
公定分析結果...	0.01		
公定分析結果...	0.005		
公定分析結果...	150		
公定分析結果...	36		
仮置エリア		C9	
選別工 開始			
選別工 終了			
不溶化処理 開始			
不溶化処理 終了			
不溶化後の公定...	0.01		
不溶化後の公定...	0		
不溶化後の公定...	6~9		
不溶化後の公定...	0		
処理 開始			
処理 終了			

図—8 ブロックへの情報付与のイメージ



図一 9 情報共有システム

(3) その他

「情報の行き違いによるトラブル防止のための情報伝達システムの形成」をするために、各種ファイルのアップロードや掲示板等の機能を有する情報共有システムを整備した(図一 9 参照)。

情報共有システムに工事関係者が各種測定結果や協議書などの情報、データをアップロードすることで、「施工に関する文書管理」を行った。

また、情報共有システムの掲示板に日々の施工実績を施工業者に書き込んでもらい「発注者に対する工事経過の報告」を行った。

5. おわりに

今回の工事は、あまり前例のない工事であることから、技術的課題も多く、それに対する対応に時間を要したことから、当初の工程よりも遅延してしまったことは、CMR として反省すべき点である。

一方、CM 方式業務の課題であるコストが高いということに対しては、情報共有システムと 3D モデルを組み合わせることにより、現場に常駐せずに現地の状況把握を可能とし、技術的課題になる点を比較的早い段階で指摘したことで、対応できたものとする。

JICMA

《参考文献》

- 1) 国土交通省：CM 方式活用ガイドライン

【筆者紹介】

横澤 圭一郎 (よこざわ けいいちろう)
一般社団法人 日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所
技師長

藤田 一宏 (ふじた かずひろ)
一般社団法人 日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所 研究第一部
次長

鈴木 健之 (すずき たけゆき)
一般社団法人 日本建設機械施工協会
施工技術総合研究所 研究第一部
主任研究員

訂正

本誌平成 24 年 4 月号に掲載した CMI 報告は、関東技術事務所殿の委託による「平成 22 年度大規模災害対応のサイフォン排水技術調査業務」の成果に基づくものであり、文中で使用した図表、写真は同業務報告書からの引用であることをここに追加・訂正いたします。

部 会 報 告

ISO/TC 195 (建設用機械及び装置専門委員会) オランダ・デルフト国際会議報告

標 準 部 会

2012年5月22日～25日の4日間、オランダ国デルフト市で開催されたISO/TC 195 (建設用機械及び装置専門委員会)、SC 1 (コンクリート機械及び装置分科委員会) 及び各WG (作業グループ) の国際会議に日本代表として出席したので、その内容を報告する。

1. はじめに

ISO/TC 195 国際会議は例年5月に開催され、今年はおランダ規格協会 NEN (Netherlands Standardization Institute) の主催によりデルフト市内にある同協会ビルで下記日程にて行われた。

- 5月22日 ISO/TC 195/SC 1 (コンクリート機械及び装置；日本が幹事及び議長国) 会議
- 5月23日 WG 8 (自走式破碎機；日本がコンビナー)、WG 2 (用語) 各会議
- 5月24日 WG 5 (道路建設及び維持作業用機械) 会議
- 5月25日 ISO/TC 195 本会議

当協会は経済産業省施策による「国際幹事等国際会議派遣事業」の支援を受け、日本からは表-1に示す3名の関係者が参加した。

表-1 日本からの出席者

氏名	役割
大村高慶	ISO/TC 195 /SC 1 議長
田丸正毅	ISO/TC 195 /WG 8 コンビナー (主査)
小倉公彦	協会 ISO/TC 195 事務局, ISO/TC 195 /SC 1 及び WG 8 国際幹事

各国からの会議出席者は、[中国 (12)・ドイツ (10)] (ツイニング幹事国)、フィンランド (1)、スウェーデン (3)、フランス (4)、オランダ (2) (ホスト国)、英国 (1)、米国 (2) (暫定議長国)、韓国 (2)、日本 (3) 及び ISO 中央事務局 (1) で計 10ヶ国 + 1、計 40名であった。

※ ISO 規格関連略語の解説

NWIP：新規業務項目提案、WD：作業ドラフト、

CD：委員会ドラフト、DIS：国際規格ドラフト、DTR：技術報告書ドラフト、TMB：技術管理評議会、SC：分科委員会、WG：作業グループ

※※ CEN：欧州標準化委員会

【会議出席の目的】：

ISO/TC 195/SC 1 では、議長国として各国提案の進捗状況を確認するとともに、日本から新たに2件のNWIP (トラックミキサー Part 1：用語及び商業仕様、Part 2：安全要求) を提案する。

また、ISO/TC 195/WG 8 では、コンビナー国として昨年NWIPを行ったISO/NP 21873-1 自走式クラッシャー Part 1：用語及び商業仕様の投票結果見直しによる推進を図るとともに、各国意見につき議論する。

その他の各WG会議にも出席し、Pメンバー国として日本の意見を具申する。

さらに、ISO/TC 195 本会議においてSC 1、WG 8 の決議を報告するとともに、新たにツイニング幹事国となったドイツ・中国が選出したTC 195 新議長 (ドイツ) の就任に立会い、今後の方向性を確認する。

2. 会議概要

1) 5月22日 (終日) : ISO/TC 195/SC 1 (コンクリート機械及び装置) 会議

【出席者】：中国 (8)、ドイツ (8)、韓国 (2)、米国 (2)、スウェーデン (1)、ISO 中央事務局 (1)、日本 (3) / 議長：大村高慶、幹事：小倉公彦、他 田丸正毅 計 6ヶ国 + 1；25名

ISO/TC 195/SC 1 会議では、次の項目につき報告・討議・検討を行い、下記12件の決議が採択された。

決議 1：2011年5月以降1年間のSC 1の活動について、議長国日本より報告し承認された。

決議 2：ISO 18650-2 及び ISO 21573-1 の定期的見直しについて、コメントに対処する軽微な改訂を提案する為、日本は1ヶ月投票を開始する。

決議 3：ポーランド提案 Test code on Compaction

diameter measurement(コンパクションダイアメターの測定方法)について、昨年行ったDTR投票の結果を受けて、プロジェクトを廃案とする。

決議4: 昨年末に自主キャンセルした日本提案 Concrete batching plants - Safety (コンクリートバッチングプラント—安全要求)について、CEN/TC 151/WG 8における prEN 12151 ドラフト作成の進捗を待って、日本はプロジェクトの再開につき CEN/TC 151/WG 8と協議する。

決議5: 昨年行ったNWIP投票の結果、不成立となった日本提案 Concrete placing machinery-Safety (コンクリートブーム付きポンプ車—安全要求)について、2013年中頃に完了予定の EN 12001 改訂を待って、日本は今後の対応につき CEN/TC 151/WG 8と協議する。

決議6: 米国提案 Concrete floating machine (コンクリートフローティングマシン)について、「第1部:用語及び商業仕様」及び「第2部:安全要求」の2部構成による作業項目としてISO中央事務局で登録する。新しいWGを結成し、日本は各国の専門家を招集する。米国がプロジェクトリーダーとなり、ワーキングドラフトを修正し回付する。

決議7: 日本新提案 Truck mixer (トラックミキサ)—「第1部:用語及び商業仕様」及び「第2部:安全要求」について、日本はウィーン協定下での合同作業グループとして prEN 12609 をベースにしたプロジェクトの提案が、本年9月のCEN/TC 151 WG会議で決定されるのを待つ。ドイツは、CEN/TC 151 会議の結果を連絡する。(CEN/TCにおけるWGはTCの直下に位置する組織で、ISO/TCにおけるSCに相当する)

決議8: 本年3月末に第2次NWIP投票を開始した中国提案 Concrete delivery pipes(コンクリート配管)—「寸法及び安全要求」について、日本はデルフト会議での中国プレゼンテーション資料を各国に回付し、各国は締切までに投票する。

決議9: 昨年行ったNWIP投票の結果、承認された韓国提案 Concrete placing booms (コンクリート打設ブーム)—「第1部:用語及び商業仕様」について、作業項目としてISO中央事務局で登録する。新しいWGを結成し、日本は各国のエキスパートを招集する。韓国がプロジェクトリーダーとなる。なお、今後、「第2部:安全要求」を提案する際は、別の作業グループで行う。

決議10: SC 1/WG 1 (コンクリートポンプ車—安全要求)は既に活動を停止しているため、解散する。

決議11: 中国新提案 Dry mixed mortar batching plant (ドライミクストモルタルバッチングプラント)—「用語及び商業仕様」について、日本はデルフト会議での中国プレゼンテーション資料を各国に回付し、各国は意見をフィードバックする。寄せられた意見を元に、日本は中国と協力して提案の内容を修正し、NWIP投票を開始する。

決議12: 米国は、次回ISO/TC 195/SC 1会議を2013年5月にイリノイ州シカゴで開催するよう招致する。

以前より難航していた日本提案2件のうち、決議4においては、DIS登録期限切れで自動キャンセルされるのを避ける為、いったんプロジェクトを自主キャンセルした上で、EN規格のドラフト作成完了後に再度協議することとした。また、決議5においては、欧米の主張と平行線のままであった為、EN規格の改訂完了後に改めて協議する余地を残し、いったんプロジェクトを削除した。

一方、決議7においては、ウィーン協定に従いCEN/TC 151との協業でISO規格化を進めるかたちで、日本の提案が受け入れられた。



写真—1 ISO/TC 195/SC 1会議風景(中国, 米国, ドイツ他)

2) 5月23日(午前): ISO/TC 195/WG 8 (粗骨材処理用機械及び装置) 会議

【出席者】: 中国(3), ドイツ(2), 韓国(2), スウェーデン(1), 英国(1), 米国(2), ISO中央事務局(1), 日本(3) / コンビナー: 田丸正毅, 幹事: 小倉公彦, 他 大村高慶 計7ヶ国+1; 15名

ISO/TC 195/WG 8会議では、次の項目につき報告・討議・検討を行い、下記4件の決議が採択された。

決議1: 専門家参加国数がNWIP成立基準に達したことを受け、投票結果を見直す。7ヶ国の専門家が積



写真一 2 ISO/TC 195/WG 8 会議風景 (米国, スウェーデン, 日本, 中国)

極参加する。日本は ISO/NP 21873-1 の投票書式 6 最終版を幹事国に提出し、プロジェクト成立を ISO 中央事務局に確認する。

決議 2: 日本コメントに従い、ISO/NP 21873-1 プロジェクトを WD 段階へ進めることが WG 8 内において基本的に了承された。日本は試験手順・方法や重複する要求事項を省くというコメントを織り込んだドラフトを作成し、メンバー国へ送付する。

決議 3: ISO 21873-1 に記載されている商業仕様の性能レベルについて、製造業者が安定的に測定できる方法の規格化には意義がある。更に、性能試験に関する専門家の知見を集め、昨年の会議で NWIP 否決された ISO/NP 21873-3 ドラフトをベースに新たな文書を作成するが、固有の試験方法だけを用い、ISO 21873-1 で既に規定した内容と重複しないよう配慮する。その他の国家及び地域規格が自走式破碎機に適用されるので、これらを考慮したうえで作業を進める。日本は ISO/NP 21873-3 の投票書式 4 を用意し、TC 195 幹事国から ISO 中央事務局へ提出し処理する。ISO/NP 21873-3 の目標準備時期は、NWIP 投票の締切後、投票結果を考慮したうえで、可能な限り ISO/WD 21873-1 と同じタイミングで回付するよう配慮する。

決議 4: 日本は必要に応じ、次回 WG 8 会議（ウェブ会議或いは実際の会合）を設定しプロジェクトの進捗を図る。また、2013 年 5 月にシカゴで開催予定の次回 TC 195 本会議の際にも、WG 8 会議を開催する。

今回復活することとなった ISO/NP 21873-3 は、昨年の北京国際会議で米国他から「WD 21873-3 の試験項目は ISO 21873-1 (用語及び仕様) の引用が殆どであり、独立させる程の内容に乏しく制

定不要」と指摘され、やむなく否決を受け入れ、ちょうど定期的見直し時期が来ていた ISO 21873-1 にその内容を織り込むに至った経緯がある。それが、決議 3 において、ドイツ新議長の方針により再び評価され、ISO 21873 シリーズ開発当初の目標達成を改めて目指すこととなった。自走式破碎機の性能試験に関わる専門家の知見が不可欠であり、席上で参加各国にドラフト作成への積極的協力を呼びかけた。

3) 5 月 25 日：ISO/TC 195 第 21 回本会議

【出席者】: 中国 (6), ドイツ (7), フィンランド (1), フランス (4), オランダ (1), スウェーデン (2), 英国 (1), 米国 (2), 韓国 (2), ISO 中央事務局 (1), 日本 (3) / 議長: Hartdegen 氏 (ドイツ), 幹事: Kampmeier 氏 (ドイツ) / 書記: ドイツ 2 名, 中国, フランス, 日本より各 1 名, 計 10 ケ国 + 1 ; 30 名

今回のデルフト国際会議に先立ち、上位組織である ISO/TMB 投票において議長に推薦、承認されたドイツ Hartdegen 氏が、本会議の冒頭で暫定議長 Moss 氏より議長職を継承した。



写真一 3 ISO/TC 195 議長就任セレモニーの一幕 (ドイツ, 中国, 米国)

ISO/TC 195 の適用範囲及び用語規格との整合について議論するにあたり、ドイツ新議長 Hartdegen 氏は、交代を契機に ISO/TC 195 の再構築及び改編を提案し、将来の方向性として、新しい組織構造、TC での作業を反映した用語規格、責任範囲の明確化、WG 及び SC における作業の構造的なプロセス一体化などを通じて ISO/TC 195 の発展を図りたいとの意向を表明した。ISO/TC 127 との協業、ウィーン協定の下で

CEN/TC 151 との協業を図り、重複した作業の削減を目指す。

ドイツ幹事 Kampmeier 氏が、中国・ドイツによるツイニング幹事国体制、及びツイニング議長体制について報告し、議長任期に関するドイツ提案についても ISO/TMB 決議で確認されたことを明らかにした。今後5年間(2012-2016年)は、Hartdegen氏が正式なTC 195議長である。(2015-2016年はドイツと中国のツイニング議長、2017-2019年は中国 Li Jing 女史が議長、以降3年毎に交代する予定)暫定議長としての Moss 氏のこれまでの貢献に対し、参加各国は感謝の意を表した。

ISO/TC 195 本会議では、次の決議が採択された。

決議 1: TC 195 幹事 Kampmeier 氏が新幹事国体制について紹介した。SAC(中国国家標準化管理委員会) Jiang Hui 女史と DIN (ドイツ規格協会) Kampmeier 氏が新しいツイニング幹事となる。

決議 2: TC 195 幹事 Kampmeier 氏による TC 195 の活動報告が承認された。

決議 3: SC 1 大村議長による決議報告が承認された。

決議 4: WG 2 コンビナー代理 Moss 氏による決議報告が承認された。

決議 5: WG 5 コンビナー Piller 氏による決議報告が承認された。

決議 6: WG 8 田丸コンビナーによる決議報告が承認された。

決議 7: ISO/TC 195 議長及び幹事は、ISO/TC 195 の適用範囲見直し及びそれに伴う組織改編の原案を作成する。これによって他 TC の様に、より明確に区別されると期待するが、複数の SC を設立した場合の P メンバー年会費への影響も考慮する。次回 2013 年 5 月シカゴで開催予定の ISO/TC 195 本会議の 4 ヶ月前迄に原案作成作業を完了させる。全ての参加国は、年会費について自国の標準化機関に問い合わせる。各国の幹事は、回答を ISO/TC 195 幹事国へ提出し、前記の提案において考慮する。

決議 8: Moss 氏を WG 2 のコンビナーとして支持する。

決議 9: WG 1 (分類) を解散する。

決議 10: WG 6 (手持ち式機械及び装置) を解散する。

決議 11: WG 7 (手押し式締めめ機器) を解散する。

決議 12: ISO グローバルディレクトリ上の専門家登録手続に関する Kampmeier 氏の説明に従い、各国標準化機関は各 SC, WG の専門家を登録し、定期的に ISO グローバルディレクトリサービスの登録情報を確認すること。必要な場合、専門家は連絡先のアップデートを所属する国の標準化機関に要求する。

決議 13: ISO ライブリンクに関する Kampmeier 氏の説明に従い、各 SC, WG の幹事は ISO ライブリンクシステムを通じた情報提供の責任を有する。専門家はこのシステムを活用し、作業文書を入手する。

決議 14: ISO 専門業務指針の最近の変更に関する ISO 中央事務局 Kennedy 氏の説明を受けた。詳細は右記 URL を参照。www.iso.org.

決議 15: ISO/TC 127 のリエゾンレポートに関する Crowell 氏の説明を受けた。

決議 16: ISO/TC 214 の活動に関する Moss 氏の口頭報告を受けた。

決議 17: ISO/TC 110/SC 4 の活動に関する Patrice Caulier 議長代理 Moss 氏の報告を受けた。

決議 18: CEN/TC 151 のリエゾンレポートに関する Kampmeier 氏の説明を受けた。

決議 19: 次回 ISO/TC 195 本会議及び関連 SC, WG 会議は、2013 年 5 月 13 ~ 17 日に米国イリノイ州シカゴで開催される予定。(ミルウォーキーも検討中)

決議 20: 参加者一同は、会議場所を提供したオランダ NEN に感謝すると共に、会議及び晩餐会を主催したオランダ NEN とドイツ DIN に対し感謝の意を表す。



写真—4 ISO/TC 195 本会議出席者

4) その他の WG 会議

5月23日午後に WG 2 の会議が、5月24日には WG 5 の会議が開催されたので、それぞれ下記に結果概要を記す。

(1) 5月23日(水) WG 2(用語)会議

ISO/TC 195/WG 2 会議では、次の3件の決議が採択された。

決議 1: TC 195 の適用範囲と用語規格の調整について Hartdegen 氏より提言があり、5月25日の TC 195 本会議で更に議論する。(前述)

決議 2: コンビナー代理 Moss 氏の提案を支持し、5月25日の TC 195 本会議で新コンビナーを確認する。(前述)

決議 3: 今後の作業項目について、5月25日の TC 195 本会議で議論する。(前述)

(2) 5月24日(木) WG 5(道路建設及び維持作業用機械)会議

ISO/TC 195/WG 5 会議では、次の4件の決議が採択された。

決議 1: 定期的見直しにおいて ISO 15643 結合材撒布車規格を見直した結果、FDAM 投票が承認され、まもなく発行される。

ISO 15645 路面切削機械、ISO 16039 スリップフォームペーパ、ISO 22242 用語の各規格を見直した。幹事国ドイツはコメントへの回答を専門家に回付し、専門家は軽微な修正(Minor amendment) / 軽微な改訂(Minor revision) のいずれで処理するか、判断材料をドイツに示す。

決議 2: ISO 15878 定期的見直しの結果、変更なしで確認したが口頭コメントあり。参加国は追加コメントを幹事国ドイツへ送付する。コンビナーと幹事国はコメントを見直し、今後の進め方につき提言をまとめたうえ、参加国へ回付する。

決議 3: ISO/TC 195 が新体制を確立するまでの間、2010年ワルシャワでの決議に基づき WG 5 と WG 7 が協力し WG を結成する。これらのプロジェクトはウィーン協定の下、ISO/TC 195 のリードで進める。

幹事国ドイツは新たな WG の専門家を招集すると共に提案国としてドラフトを準備し、各国専門家はドラフトに対するコメントを返送する。

決議 4: ISO 15143, ISO 13766 に関する ISO/TC 127 との協業、及びオフロード・シナジー(協同)グループに関するドイツの報告を受けた。

5) ISO/TC 195 の動向

昨年の北京国際会議の後、ドイツと中国が幹事国ツイニングに合意したことが伝えられたが、ポーランド退任後、本年1月から両国が活動を開始した。また、TMB 投票でドイツ Hartdegen 氏が新議長として承認された。今回の本会議での方針表明を受け、ISO/TC 195 の新組織体制構想が次回会議で示される予定である。

6) 所感

この国際会議は今回で21回目になる。これまで O メンバーだったオランダがホスト国となり、合わせて P メンバーに仲間入りしたことで、ISO/TC 195 の P メンバーは計17ヶ国となったが、永年幹事国を務めてきたポーランドが退任、ドイツ・中国のツイニング幹事国・議長による新体制となり、転換期を迎えたといえる。日本は SC 1 議長国・WG 8 コンビナー一国の地位を堅守しながら、P メンバー国の一つとして ISO/TC 195 の組織改編に参画して行くことが、建設機械産業における国際競争力維持・発展の為に重要と考える。

7) その他

今回初めて ISO/TC 195 国際会議の開催地となったデルフトは、デン・ハーグの南に位置するオランダの古都であり、アムステルダム - スキポール国際空港からデルフト駅へは NS (オランダ鉄道) を利用して1時間ほどで移動できる。

昨年までは、開催国の市街地にある大きなホテルの会議室で国際会議が開催され、同じホテルに宿泊できたが、今回は NEN 会議室 "Delftzaar" での開催となり、出席国は自分でホテルを予約し、自力で NEN へ辿り着くことが要求された。(各国の標準化機関が会議室を無償で提供している為、ISO/TC 127 など他の TC, WG 国際会議では以前から行われている。)



写真一五 ISO/TC 195/WG 5 会議風景 (ISO 中央事務局, ドイツ)



写真一六 NEN (オランダ規格協会) ビル

日本の使節団が宿泊した Hotel de Ark は、デルフト駅の東側に位置し、市街を縦横に走る運河沿いにあり、古い街並みに溶け込んでいた。

デルフト駅前には路面電車や市営バスの乗降場もあり、

NS と共通の IC カードで利用できる。駅東側の広場は大規模再開発工事中で、コンクリートブーム付きポンプ車をはじめとする様々な建設機械が稼働していた。



写真一七 ホテル前の運河に架かる橋の上から旧デルフト教会を望む



写真一〇 デルフト駅前の工事現場で稼働中の路面清掃車



写真一八 デルフト駅舎前の工事現場で稼働中のコンクリートブーム付きポンプ車とトラックミキサ



写真一一 デルフト駅前の工事現場で駐機中のタイヤ式油圧ショベル（軌陸車仕様）



写真一九 デン・ハーグ市内で駐機中の屈折ブーム式高所作業車



写真一二 デルフト駅前の公道を走行中のホイールローダ

NENは、すぐ隣のデルフト南（Delft zuid）駅から徒歩約10分の処にあるが、会議初日にデルフト駅から各駅停車（Splinter）に乗るべきところ、同じホームに来る急行（Intercity）に乗った為、3駅先のロッテルダムまで行き過ぎ、反対方向へ引き返すハプニングもあった。なお、他日、デルフト駅前から市営バスでNENまで行く方法を試したが、時間当りの本数や所要時間、バス停からの距離など、NSと大きな差はなかった。

フェルメールの故郷として知られるデルフトは、青色の陶芸品でも有名で、市内にはその歴史を物語る中国・景德鎮の磁器を模した街灯なども見られた。



写真一 13 中国より伝来した景德鎮の磁器を模したデルフト市内の街灯

また、NSの乗継ぎ駅であるデン・ハーグには、フェルメールの代表作が所蔵されているマウリッツハイス美術館があり、会議開催時には「真珠の耳飾りの少女」が日本へ貸し出される直前で、まだ展示されていた様である。



写真一 14 デン・ハーグ市内のマウリッツハイス美術館

ギリシャ財政危機、フランス首相交代など、欧州の不安定な経済・政治情勢が日々伝えられるが、オランダでは沢山の列車が滞りなく運行され、至る処で建設工事が行われており、短い道中で不景気を感じさせる事象に巡り合うことはなかった。

（協会標準部会事務局記）

新工法紹介 機関誌編集委員会

03-165	竹中ハットダウン工法	竹中工務店
--------	------------	-------

▶ 概要

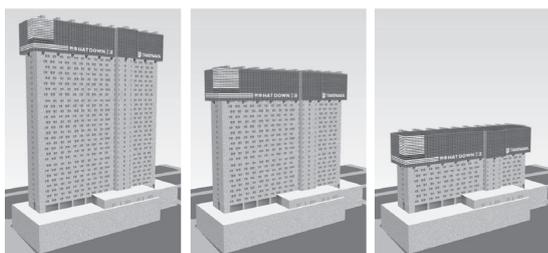
1960年代後半、超高層ビルの建設ラッシュが始まり、以来およそ40年が経過し、耐震安全性、設備の老朽化、IT化への対応など、こうした建物は建替え時期を迎えようとしている。竹中工務店は、都心における超高層ビル解体工法として、ビルの上部に周囲を覆った移動式解体工場（ハット）を設け、各階の解体とともに順次ハットを降下（ダウン）させていく「竹中ハットダウン工法」を開発した。

▶ 特徴

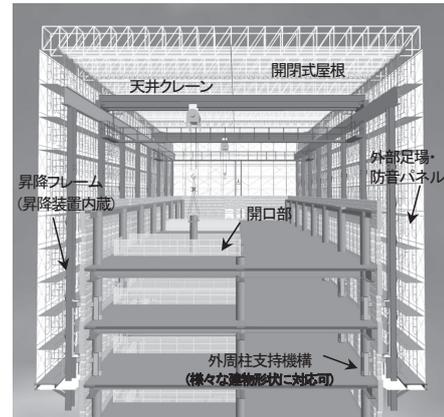
「竹中ハットダウン工法」による躯体の解体は、ハットの中でカッターやワイヤーソーなどを用いてブロック単位に切断し、建物内部から天井クレーンで降ろすため、粉塵・騒音の拡散や飛来落下リスクが低減できる。また、ハットは天井クレーンを含む解体設備が一体となっており、解体する建物と隙間なく降下できるので、在来工法に比べより安全で環境にやさしい都心部に有効な超高層ビル解体工法である。また、本工法は、天井クレーン荷降ろし時の負荷による発電や太陽光発電などの自然エネルギーを活用した省エネ技術も導入されている。

▶ 適用実績

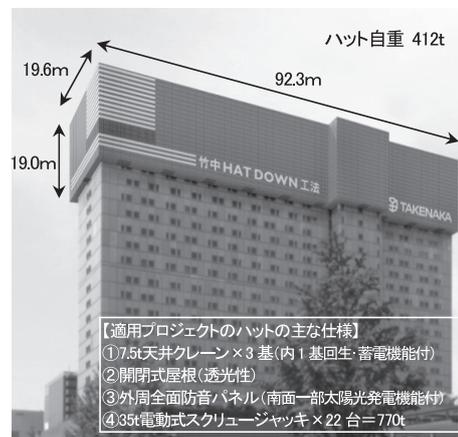
適用プロジェクトのハットの主な仕様は、高さ19m、幅19.6m、長さ92.3m、自重412tで、外周全面を防音パネルで覆い、天井部は解体作業内容や天候、温度などの状況に応じて開閉できる屋根構造となっている。ハットは昇降フレームと解体する建物の外周柱を22箇所固定し、1フロア解体毎に、ハット全体を同時に1フロア降下（2.95mを約40分で降下）させ、次フロアの解体作業に移行する。躯体の解体は1フロアを3工区に分け、各工区に天井クレーンと荷降ろし開口部を設け、3工区同時作業で床・梁・壁・柱をブロックに切断し、開口部より天井クレーンで1Fまで吊り降ろす。1フロアの解体作業は、ブロック解体3日、ハットダウン1日の4日タクトで実施した。



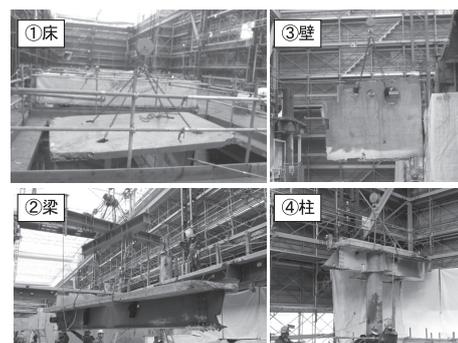
図一 竹中ハットダウン工法による解体イメージ



図一 移動式解体工場「ハット」概要図



写真一 竹中ハットダウン工法の適用状況



写真二 ハット内部のブロック解体状況

また、在来工法に比べ、CO₂排出量55%削減、騒音レベルを約20%低減し、環境面における本工法の適用効果を確認した。

▶ 実績

・超高層ビル解体工事（実績1件）

▶ 問合せ先

（株）竹中工務店 生産本部

〒136-0075 東京都江東区新砂1-1-1

TEL：03-6810-5000

04-330	山岳トンネルの天端傾斜計による切羽前方地山予測技術	大成建設
--------	---------------------------	------

▶ 概要

本技術は、日常のトンネル施工管理で把握される切羽近傍の地山状況に加え、切羽前方の地山状況の変化を早期に捉えることを目的として開発されたものである。

▶ 特徴

本技術は、トンネル天端に設置する高精度の傾斜計とデータ取得・転送装置および独自の分析法から構成されるシステムである（図-1参照）。この傾斜計とシステムをTT（Tunnel Tilt）-Monitor と名付けた。

傾斜計はトンネル掘削箇所（切羽）近傍の天端部に設置され、トンネル掘削の進行とともに生じる微小な傾斜の変化を捉える。TT-Monitorでは、この傾斜変化のデータを用いて前方の地山状況の変化を予測する。切羽前方の地山に変化（硬化、軟化）がある場合、本手法では、その変化を10m程度手前から予測することができる。図-2にトンネルの三次元逐次掘削解析結果を示す。硬い岩盤から軟弱層に遭遇する手前10m近傍で前方の地山の軟化を示唆するデータが得られている。

TT-Monitorには傾斜計の他にロガーと無線によるデータ通信装置が搭載されており、傾斜角度を自動かつ連続的に取得・転送することが可能である。掘進10m間隔でTT-Monitorを設置すれば、1掘進毎の傾斜角度の変化を取得・分析することで切羽前方地山の変化を見逃さずに評価することができる。

▶ 用途

山岳トンネルの施工においては、事前調査で軟弱層の存在が予測されている場合でも、実際に掘削を継続しながらその正確な位置を特定することは難しい。TT-Monitorは、切羽を止めることなく軟弱層の出現位置を捉えられる。

▶ 実績

山岳トンネルの2現場において実証試験を行った。中生代の頁岩を主体とする現場において約10m間隔で13か所に傾斜計を設置し、地山状況変化の事前把握を試みた（図-3）。軟弱層部で変位が大きくなった区間（I、II）では、切羽離れ0.5D時点の計測値（図中の予測グラフのプロット）で既に傾斜角が大きくなっており、早期に兆候を捉えているといえる。また、軟弱層が20m程度と厚い区間IIでは、軟弱層の手前の計測点で傾斜が変化し始めており、予兆が現れている。

今後は多くの山岳トンネル現場に適用し、実績を増やしていく予定である。

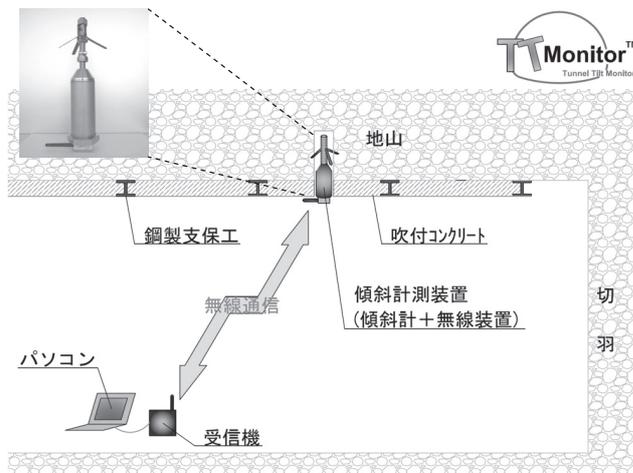


図-1 切羽前方地山予測システム (TT-Monitor)

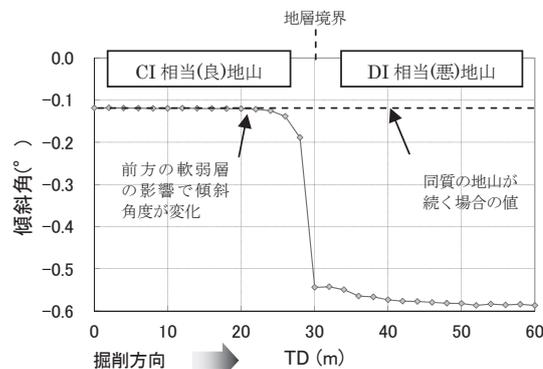


図-2 前方地山の軟化予測例 (数値解析結果)

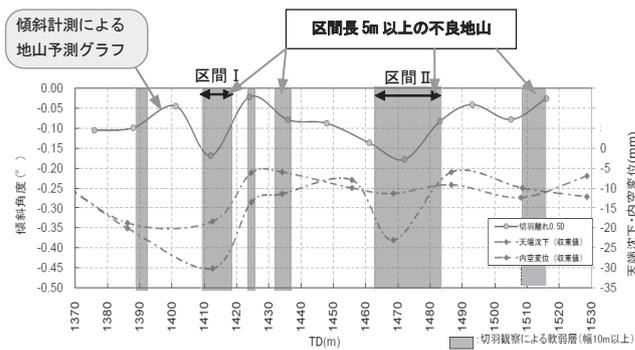


図-3 地山状況の予測グラフと坑内計測結果

▶ 産業財産権

関連特許を出願済みである。

▶ 問合せ先

大成建設(株) 技術センター地盤・岩盤研究室
〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1
TEL : 045-814-7236 FAX : 045-814-7257

新工法紹介

06-11	粉塵防止装置をつけた 自走セメントミルク製造機械	鹿島道路
-------	-----------------------------	------

▶ 概要

特殊母体アスファルト混合物による舗装体の空隙に、セメントミルクを注入・硬化させることによって、撓み性舗装に圧密・流動を防止する「剛性」を持たせた全浸透型の半たわみ性舗装が得られる。次の特徴を有し、交差点やバス停などの車道用特殊舗装として採用されている。

- ① 圧密・流動に対して優れた抵抗性を発揮する。
- ② 対磨耗耐熱性を有しすべりに対しても安全な路面が得られる。
- ③ カラーセメントを使用することにより、カラフルな舗装面を構築できる。

大規模工事では生コンプラントで大量のセメントミルクを製造するが、一般に中小規模の工事では現場でセメントと水と添加剤を混合してセメントミルクを製造する。鹿島道路ではこの混合装置を自社開発し、「スリーエスマシン」と呼んで1980年以来現場に供用してきた。

▶ 問題点

現場でセメントミルクを製造する際に問題となるのは、袋詰の粉体セメントまたはプレミックス材を解袋し、ミキサに投入する際に微量粉塵となって飛散することである。作業時には、防塵マスクとメガネを着用して作業を行なっているが、このことは作業環境ばかりでなく現場周囲の環境さえも悪くする、イメージのよくない工法作業である（写真—1）。

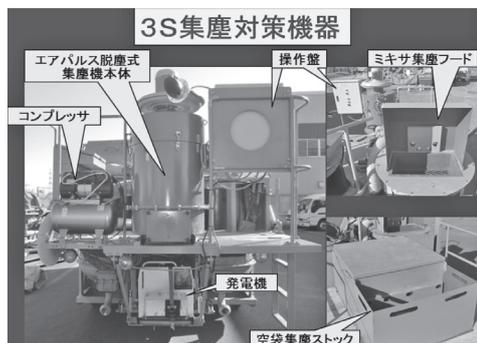


写真—1 従来の施工状況

そこで、「スリーエスマシン」に対セメント粉塵を考慮した集塵システムを開発し現場供用した。

▶ 特徴

今回開発した粉塵防止システムは、スリーエスマシンに集塵機・コンプレッサ・発電機を搭載し、ミキサ投入口と空袋仮置きスペースに集塵ダクトを設け、主にセメント袋の開封・ミキ



写真—2 スリーエス集塵対策機器

サへの投入・空袋の処理作業時に発生するセメント粉塵を効率的に集塵・回収するものである。集塵機に吸い取られたセメント粉塵は、特殊な耐セメント用のフィルタに捕獲される。フィルタはコンプレッサによるエアパルスにより一定時間と間隔で叩かれ、捕獲したセメント粉塵はその衝撃で払い落とされ、集塵機下部から回収される仕組みである（写真—2）。

▶ まとめ

現場に於いて粉塵飛散は目視確認出来ないほど抑えられ、担当者や作業員からも粉塵の発生が無く、作業がし易いと好評であった（写真—3）。今後、集塵効率の良いシステムに改良するとともに、コンパクト化および内蔵型への計画や、ユニット化による他の現場での集塵対応などに展開する予定である。



写真—3 商店街現場施工状況

▶ 適応

- ・粉体材料を取り扱う工事施工現場
- ・人家、商店周りで粉塵が立てられない現場作業

▶ 実績

- ・駅前ロータリ舗装工事（東京） 1件
- ・商店街リニューアル舗装工事（広島） 1件

▶ 問合せ先

鹿島道路(株) 生産技術本部 機械部
〒112-8566 東京都文京区後楽 1-7-27
TEL：03-5802-8015

新機種紹介 機関誌編集委員会

▶ 〈02〉 掘削機械

11-(02)-17	キャタピラージャパン 油圧ショベル Cat 316E L	'12.01 発売 新機種
------------	--	------------------

オフロード法 2011 年基準をクリアする環境性能と燃料生産性を両立した 16 トンクラスの油圧ショベルとして新たに導入された Cat 316E L は Cat 315D L のフルモデルチェンジ機で、道路工事、林道開設等の一般土木作業のほか、林業、解体、ストックヤードでの積込作業等で使用される。

環境対応パワーユニットには、低エミッションと低燃費を両立する「Cat 電子制御システム」、高効率燃焼を実現し排出ガス成分を抑制する「燃料噴射システム」、排出ガスの一部を、冷却して吸気側に循環することで NOx の排出を低減する「NOx リダクションシステム」、一酸化炭素、炭化水素をディーゼル酸化触媒 (DOC) により低減・無害化するとともに、ディーゼルパーティキレートフィルタ (DPF) により PM を低減・除去する「アフタートリートメント技術」など数々のテクノロジーを搭載し、オフロード法 2011 年基準をクリアしている。

高効率油圧システムによって作業速度、掘削性能の向上を図り、また作業に応じて最適な流量配分を行うスマートワークシステムによって良好な運動性を実現している。

作業負荷によらずエンジン回転を一定に維持するアイソクロナス制御を採用することで軽負荷時のエンジン回転を抑制する。さらに、軽負荷時エンジン回転低減制御やブーム下げエンジン回転低減制御等、エンジンおよび油圧システムの統合制御により、生産性はそのままに、従来機比で燃料消費量を約 6% 低減 (スタンダードモード)、エコノミーモードではスタンダードモードからさらに約 8% 低減する。また、一定時間アイドル状態が続くと自動的にエンジンを停止させるオートアイドルストップ機能を新たに搭載している。エンジン停止までの時間や機能の ON/OFF はモニタ上で容易に設定可能である。こうした燃料消費量を低減するさまざまな機能は、CO₂ 排出量の削減にも貢献している。

国土交通省低騒音型建設機械の基準値をクリアしている。

ノンバケットアプリケーションの拡大に対応するため、油圧アタッチメント回路の改良により、アタッチメントとブーム・アームを同時に操作する場合の運動性の向上を図っている。

ROPS (転倒時保護構造) キャブの搭載、後方および側方の作業視界を確保するリアビューカメラとミラーを標準装備、さらに機体上面からの転落を防止する大型ガードレールを装着している。

キャブガラス面積を従来機比 9% 拡大、またキャブ内騒音を従来機比で約 3.5 dB 低減している。さらに、視認性に優れた 7 インチ大型画面のフルグラフィックカラーモニタにより、各種設定のほか稼働状況、リアビューカメラ映像、各種警告の確認が行える。

チルトアップアフタークローラの採用によるターリングパッケージ清掃の容易化を始め、メンテナンス・ポイントへのアクセス性向上とメンテナンス作業の省力化を図っている。

表一 Cat 316E L の主な仕様

運転質量	(t)	17.2
標準バケット容量	(m ³)	0.65
最大掘削力 (アーム)	(kN)	80
最大掘削力 (バケット)	(kN)	114
全長	(m)	8.57
全幅 (トラック全幅)	(m)	2.49
全高 (ガードレール上端)	(m)	3.02
後端旋回半径	(m)	2.50
登坂能力	(度)	35
接地圧	(kPa)	49
エンジン名称	Cat C44 ディーゼルエンジン	
総行程容積	(ℓ)	4.4
定格出力/回転数	(kW(ps)/min ⁻¹)	85(115)/1,950
最大掘削深さ	(m)	6.07
最大掘削半径	(m)	8.91
最大掘削高さ	(m)	8.89
価格	(百万円)	15.47



写真一1 キャタピラージャパン Cat 316E L 油圧ショベル

問合せ先：キャタピラージャパン 人事企画室 広報グループ
〒158-8530 東京都世田谷区用賀 4-10-1

▶ 〈14〉 維持修繕・災害対策用機械および除雪機械

12-(14)-01	ケルヒャー ジャパン 搭乗式スーパー KM 130/300 RD	'12.05 発売 新機種
------------	--	------------------

KM 130/300 RD は、建設現場のアスファルト・砂塵・コンクリ粉塵および産廃工場内の漏れ落ちた廃棄物や破砕物などを、効率良く回収する重工業・産廃業向けの搭乗式スーパーである。

コンパクトサイズで後輪 1 輪駆動と小回りが利き、最小回転半径は 1.4 m と旋回性にも優れている。

大きな車体では不便な、狭い場内の清掃に適している。限られた

新機種紹介

敷地であっても、大きな保管スペースを要しない。

肉厚のスチール製ボディとコンテナ、金属片や石、粉砕物を踏んでもパンクしないタイヤ、粉塵や鉄粉が舞う中でもエンジンを保護する独自のプレフィルターと、過酷な環境下でも耐えられる重装備を採用している。

また、掻き落としタイプのフィルター清掃機能により、吸い込んだ大量の鉄粉や粉塵による目詰まりを防ぎ、持続した吸引力を実現している。

シンプルなダイヤル操作が可能であり、またフィルターの取り外しは時間をかけずに交換可能で、メンテナンス性の向上を図っている。

表-2 KM130/300 RD の主な仕様

動力	4ストロークディーゼルエンジン	
清掃時走行スピード	(km/h)	10
登坂能力	(%)	18
最大作業能力	(m ² /h)	13,000
コンテナ容量	(L)	300
標準清掃幅	(m)	1.3
質量	(kg)	951
全長×全幅×全高	(m)	2.04 × 1.33 × 1.43
価格	(百万円)	6.825



写真-2 ケルヒャー ジャパン KM 130/300 RD 搭乗式スイーパー

問合せ先：ケルヒャー ジャパン(株)

〒 981-3408 宮城県黒川郡大和町松坂平 3-2

E-mail : contact@karcher.co.jp

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

12-〈16〉-02	アイチコーポレーション 30 m 級高所作業車 スカイマスター SJ30ARS	'12.04 発売 新機種
------------	---	------------------

作業床最大地上高 30.6 m を、限定中型自動車運転免許で運送が可能な車両総重量 8 t 以下で実現したトラックマウント式高所作業

車である。各部軽量化により使用原材料の低減と、走行・作業時の燃料消費量の低減により CO₂ 排出量の大幅低減を果たした環境配慮型「エコアイチ」商品でもある。

ビル、看板、橋梁、プラントなどの建設・点検・メンテナンス作業において、30 m を超える作業床高さと先端屈折アームの機能により、同クラスシャシの従来機種では届かなかった位置の作業が可能となり、足場レス工事の拡大に貢献するものである。

当社従来機種（作業床最大地上高 27 m）と比較して、車両全幅やアウトリガ張出幅を同寸法に抑えながら、車両全高を 3.3 m 以下としたことで車両の運行、設置を容易にしている。

軽量化による最大作業半径の拡大と共に、ブーム起伏角度を 85° まで拡大し、車両の真上付近の作業領域を拡大したことにより、車両の近くから遠くまで実作業高さでの広い作業領域を確保している。



写真-3 アイチコーポレーション SJ30ARS 高所作業車

新機種紹介

表—3 SJ30ARS の主な仕様

作業床最大積載荷重	(kg)	200
最大作業床高さ	(m)	30.6
最大作業半径	(m)	16.2
作業床内側寸法 長さ×幅×高さ	(m)	1.47 × 0.75 × 1.0
作業床首振角度 左～右	(度)	左 90～右 90
ブーム長さ／起伏角度	(m／度)	7.6～24.2／-10～85
アーム旋回角度	(度)	連続 360
屈折アーム長さ	(m)	3.5
アウトリガ張出幅	(m)	1.99～4.42
架装シャシクラス／車両総重量	(-/t)	4トン車クラス／8.0未満
全長×全幅×全高 (格納姿勢)	(m)	9.0 × 2.2 × 3.3
価格 (税別)	(百万円)	29.8

ブーム先端を車両後ろ向きに格納する形態を採用したことにより、ブーム旋回をしなくても地上付近への作業床の移動が容易となり、地上からの作業床への乗込み性や資材の積み込み性を向上させている。

先端屈折アームは2箇所の屈折部を有する構造により174°の広角屈伸を実現すると同時に、アームとブーム間の油圧シリンダの露出を最小限に抑えたレイアウトを採用することにより、障害物をかわす際のシリンダ損傷のリスクを低減している。

ブーム操作では、一本のレバー操作で作業床が水平面及び垂直面に沿って直線移動する機能を有し、ビルの壁面に沿った連続作業時などで有効である。さらに、起伏下げ作動時に作業範囲規制で停止せず、作業範囲の内側に沿って移動するノンストップ制御を付加することで、安全で使い易い操作性を実現している。

その他に、安全性への配慮として、アウトリガ張出幅より旋回台が側方に出ないようにする機能や、ブーム～バスケットがキャビンやフレームと接触破損しないようにするブーム・キャビン干渉防止機能、ブームをスイッチ一つで格納する自動格納機能など、多彩な機能を盛り込み、安全と安心、使い勝手の良さを実現している。

問合せ先：(株)アイチコーポレーション 国内営業部 営業企画二課
〒338-0014 埼玉県さいたま市中央区上峰 1-15-4

▶ 〈18〉 原動機および発電・変電設備等

11-(18)-05	やまびこ ディーゼルエンジン発電機 DGM600MK-P	'11.03 発売 新機種
------------	------------------------------------	------------------

三相電力と単相三線電力を独立した出力端子に同時出力することで、あらゆる負荷設備に対して一台で対応が可能な発電機である。

マルチ発電機を搭載していない自家用発電機においては、三相もしくは単相三線を利用の都度選択して切り換える作業が必要となり、そのどちらかしか使用できなかった。

また、三相専用発電機から単相三線の電源を利用するためには変圧器を介入させる方法が一般的であるが、マルチ発電機はその必要性もないうえに出力ロスを減少させることができ、トータルコストの低減が期待される。

マルチ発電を可能とした新発電体はジグザグ結線を利用しない代わりに、三相スター結線と単相三線結線を同時に巻き込む独自の結線方法としているため、波形歪みが少ない特性を有している（特許取得）。

また、新発電体は、単相三線出力波形の歪率が低い良質な電気が供給できる利点も有している。

マルチ発電機の特長

①エコモード機能

通常運転に比べ、約2～9%の燃費向上が図れる。

★エコモードとは電子ガバナによる最適制御機能である。

②各出力電源の残容量デジタル表示機能

電源の種類別に、使える電気の残容量

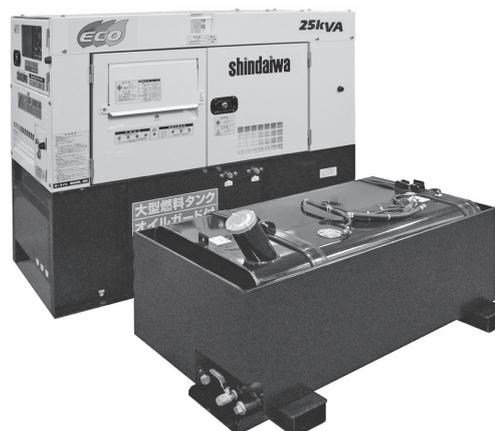
(=発電能力ー使用中の電気)がひと目で確認できる。

③ブレーカ選択遮断機能

過負荷時のブレーカ遮断順序を選択することができる。



写真—4 やまびこ DGM600MK-P 発電機



写真—5 オイルガード

新機種紹介

表—4 DGM600MK-Pの主な仕様

周波数		50	60
3相	出力 (kVA)	50	60
	電圧 (V)	200	220
	電流 (A)	144	157
	力率 (%)	80	80
単相3線	出力 (kVA)	30	36
	電圧 (V)	100/200	110/220
	電流 (A)	150	163.6
	力率 (%)	100	100
エンジン	ディーゼルエンジン		
使用燃料	軽油		
燃料タンク容量 (L)	420		
外形寸法 (mm)	1,970 × 880 × 1,630		
乾燥質量 (kg)	1,290		
価格 (税込) (百万円)	4.49		

④大型燃料タンクの搭載

長時間運転に対応した大型燃料タンクを搭載しており、最大70時間連続運転が可能(50Hz, 50%負荷時)。

⑤オイルガードの採用

自然環境保護および工場内の安全衛生の観点から、河川や土壌(工場敷地内)への燃料やオイル漏れを防止するオイルガードを採用している。運転中でも雨水が浸入しにくい耐水設計である。また、オイルガード一体式燃料タンクは本機と簡単に分離でき、メンテナンス性も重視した設計である。

非常用発電機として使用する場合には、発電装置も停電を自動的に検出して発電機を起動させ安定した電力供給を確保できる。

別途設置が可能な自動始動盤には充電器が内蔵され起動用バッテリーの保守を行う、定期保守運転機能を装備している。

問合せ先：(株)やまびこ 宣伝課

〒731-3167 広島県広島市安佐南区大塚西6-2-11

平成 24 年度 建設投資見通しの概要

はじめに

国土交通省から「平成 24 年度建設投資見通しの概要」が発表されました。発表資料に基づきその概要を報告します。

わが国の建設投資が、GDP の動きや社会経済活動、市場動向等に与える影響は極めて大きく、こうした状況を踏まえ、国土交通省では、国内建設市場の規模とその構造を明らかにすることを目的とし、昭和 35 年度から毎年、年度当初に建設投資推計及び建設投資見通しを作成し公表しています。

東日本大震災からの復旧・復興等は昨年に引き続き緊急の課題であるとともに、人口減少、少子高齢化、財政制約に加え、震災を契機としたエネルギー制約等の課題を克服し、わが国の明るい未来を築くためには「持続可能で活力ある国土・地域づくり」が求められているところである。

このため、今回公表の「建設投資見通し」は、昨年度に引き続き東日本大震災からの復旧・復興等に係る投資額の見直しを示すとともに、地域別の動向やリフォーム・リニューアル投資についても推計を行っています。

作成の方法と留意点

・「建設投資推計」とは、我が国の全建設活動の実績を出来高ベースで把握したものであり、建築着工統計、建設工事施工統計や建設事業費の実績値等を基に作成している。今回は、平成 21 年度分について公表している。

・「建設見通し」とは、我が国の全建設活動の見通しを出来高ベースで把握したものである。

政府投資については、事業別の予算状況及び繰越率、支出率等を考慮して推計を行っており、地方単独事業については、地方財政計画等を参考に推計している。民間投資については、建築着工統計の分析や政府財政計画見通し等を参考に推計している。今回は、平成 24 年度分について公表している。

1. 建設投資見通しと地域別の動向

平成 24 年度の建設投資は、前年度比 7.9% 増の 45 兆 3,100 億円となる見通しである。そのうち、東日本大震災の復旧・復興等に係る建設投資は 4 兆 2,500 億円となる見通しである。

政府・民間別に見ると、政府投資が 19 兆 600 億円（前年度比 12.5% 増）、民間投資が 26 兆 2,500 億円（前年度比 4.8% 増）となる見通しである。これを建築・土木別に見ると、建築投資が 24 兆 5,400 億円（前年度比 6.1% 増）、土木投資が 20 兆 7,700 億円（前年度比 10.1% 増）となる見通しである（表—1、図—1、2）。

平成 23 年度の建設投資は前年度比 2.7% 増の 41 兆 9,900 億円と

なる見込みである。このうち、政府投資は 16 兆 9,400 億円（前年度比 0.2% 増）、民間投資は 25 兆 500 億円（前年度比 4.5% 増）と見込まれる。これを建築・土木別に見ると、建築投資が 23 兆 1,200 億円（前年度比 4.5% 増）、土木投資が 18 兆 8,700 億円（前年度比 0.6% 増）、となる見込みである。

建設投資は、平成 4 年度の 84 兆円をピークに減少傾向であり、平成 22 年度には平成 4 年度の半分程度まで減少した。平成 23 年度は、数字にわたる東日本大震災からの復旧・復興等に向けた財政措置が講じられたことから総額は 3 年ぶりに増加した。

平成 24 年度は、東日本大震災からの復旧・復興等に向けた投資を含め、総額として 45 兆 3,100 億円となる見通しである。

平成 24 年度の建設投資を地域別に見ると、最も多い地域は関東で 16 兆 6,900 億円である。次いで東日本大震災の復旧・復興等に係る投資額が大きい東北の 5 兆 8,700 億円である（表—2）。

2. 東日本大震災の復旧・復興等に係る建設投資の動向

東日本大震災の復旧・復興等に係る政府建設投資額は、平成 23 年度に 1 兆 4,900 億円程度、24 年度に 4 兆 2,500 億円程度であり、総額で 5 兆 7,400 億円程度となる見通しである。

また、投資額を地域別に見ると、24 年度は東北で 2 兆 2,200 億円、関東で 1 兆 2,100 億円となる見通しである。24 年度においては、建築・土木別の構成は、表—3 に示すとおり、平成 24 年度は建築が 1 兆 3,100 億円、土木が 2 兆 9,400 億円となる見通しである。

24 年度においては、この建設投資により、名目国内総生産は 1.05% 程度引き上げられ、生産誘発効果は 8 兆 3,300 億円程度、雇用創出効果は 49 万 8 千人程度になることが見込まれる。

復旧・復興等に係る建設投資のマクロ経済に及ぼす効果及び生産誘発効果等について政府による震災復旧・復興等に係る建設投資がマクロ経済に及ぼす効果を推計すると、名目国内生産を 23 年度に 0.32% 程度、24 年度に 1.05% 程度引き上げ、実質国内総生産を 23 年度に 0.28% 程度、24 年度に 0.90% 程度引き上げる。

3. 建築物におけるリフォーム・リニューアル投資の動向

建築物におけるリフォーム・リニューアル投資の額は、平成 23 年度に 8 兆 4,600 億円程度、24 年度に 8 兆 6,800 億円程度と推計される。

また、建築投資全体に占める建築物リフォーム・リニューアル投資の比率は、24 年度に住宅・非住宅の総計で 28.9% となる見通しである。

統計

表一 平成 24 年度建設投資 (名目値)

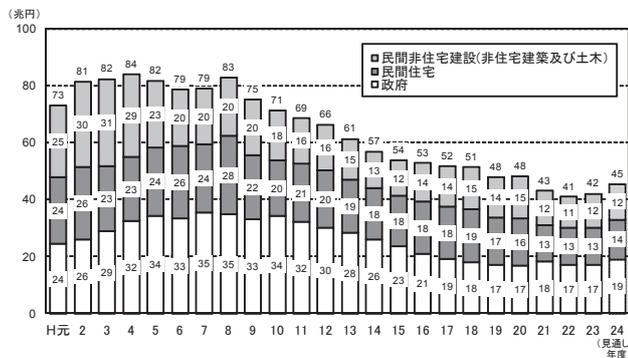
(単位: 億円, %)

項目	年度	投資額				対前年度伸び率			
		平成 21 年度 実績	22 年度 見込み	23 年度 見込み	24 年度 見通し	平成 21 年度	22 年度	23 年度	24 年度
総計		429,649	408,700	419,900 (14,900)	453,100 (42,500)	▲ 10.8	▲ 4.9	2.7	7.9
建築		226,902	221,200	231,200 (5,800)	245,400 (13,100)	▲ 20.2	▲ 2.5	4.5	6.1
住宅		134,019	135,000	137,500 (2,000)	146,400 (3,600)	▲ 20.8	0.7	1.9	6.5
政府		5,615	5,200	6,100 (2,000)	7,400 (3,600)	5.0	▲ 7.4	17.3	21.3
民間		128,404	129,800	131,400	139,000	▲ 21.6	1.1	1.2	5.8
非住宅		92,883	86,200	93,700 (3,800)	99,000 (9,500)	▲ 19.4	▲ 7.2	8.7	5.7
政府		16,501	17,000	19,900 (3,800)	24,600 (9,500)	7.7	3.0	17.1	23.6
民間		76,382	69,200	73,800	74,400	▲ 23.5	▲ 9.4	6.6	0.8
土木		202,747	187,500	188,700 (9,100)	207,700 (29,400)	2.9	▲ 7.5	0.6	10.1
政府		157,232	146,900	143,400 (9,100)	158,600 (29,400)	7.3	▲ 6.6	▲ 2.4	10.6
公共事業		139,143	129,800	126,100 (9,100)	141,300 (29,400)	8.5	▲ 6.7	▲ 2.9	12.1
その他		18,089	17,100	17,300	17,300	▲ 1.0	▲ 5.5	1.2	0.0
民間		45,515	40,600	45,300	49,100	▲ 10.0	▲ 10.8	11.6	8.4
再掲	政府	179,348	169,100	169,400 (14,900)	190,600 (42,500)	7.3	▲ 5.7	0.2	12.5
	民間	250,301	239,600	250,500	262,500	▲ 20.4	▲ 4.3	4.5	4.8
(再掲) 民間非住宅建設		121,897	109,800	119,100	123,500	▲ 19.0	▲ 9.9	8.5	3.7

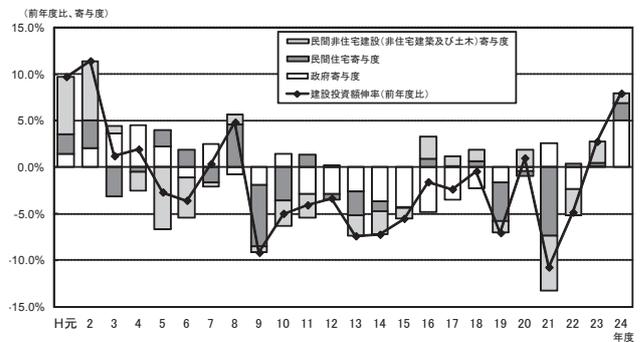
民間非住宅建設 = 民間非住宅建築投資 + 民間土木投資

* 下段 () の金額は、東日本大震災の復旧・復興等に係る建設投資である。24 年度は昨年度からの繰越分を含んでいる。

** 平成 23 年度見込みの政府住宅には応急仮設住宅への投資額 2,000 億円を含んでいる。



図一 建設投資額 (名目値) の推移



図二 建設投資額 (名目値) の伸び率と寄与度

表一 平成 24 年度の建設投資額（名目値）の地域別の動向

（単位：億円）

地域 項目	北海道	東北	関東	北陸	中部	近畿	中国	四国	九州	沖縄	計
建築	7,900	23,200	101,600	9,400	28,800	33,900	11,500	6,500	19,400	3,100	245,400
土木	9,700	35,500	65,200	13,200	21,800	22,100	11,600	6,700	19,900	2,000	207,700
計	17,600	58,700	166,900	22,600	50,600	56,000	23,100	13,200	39,300	5,100	453,100

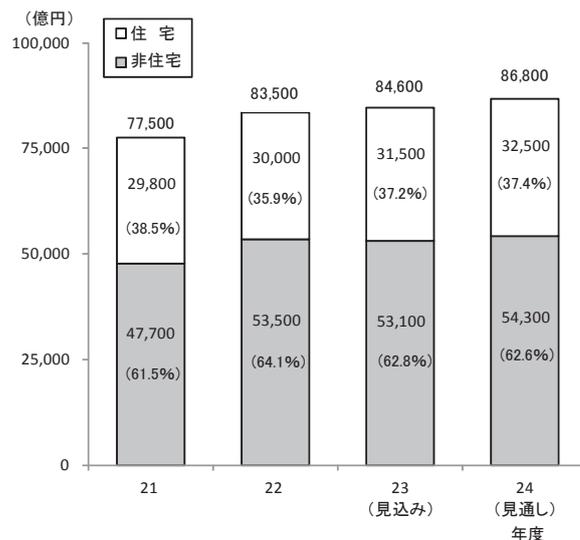
*建設投資額（名目値）は、地域毎に四捨五入により 100 億円単位の値としたため合計とは必ずしも一致しない。

表一 3 復旧・復興等に係る政府建設投資の構成と推移

（単位：億円）

		23 年度 (見込み)	24 年度 (見通し)	合計
全国計		14,900	42,500	57,400
	建築	5,800	13,100	18,900
	土木	9,100	29,400	38,500
うち 東北計		9,800	22,200	32,000
	建築	4,200	7,400	11,600
	土木	5,600	14,800	20,400
うち 関東計		3,900	12,100	16,100
	建築	1,200	3,600	4,800
	土木	2,700	8,500	11,300

*項目毎に四捨五入により 100 億円単位の値としたため合計とは必ずしも一致しない。



図一 3 建築物リフォーム・リニューアル市場の投資額

①建築物リフォーム・リニューアル投資の構成と推移

人口減少、少子高齢化、財政制約に加え、震災を契機としたエネルギー制約等を背景に、これまでの「住宅を作っては壊す」という社会から、「いいものを作って、きちんと手入れして、長く大切に使う」というストック重視社会への移行が求められる中、既存ストックを生かす建築物リフォーム・リニューアル市場が益々重要となってきている。

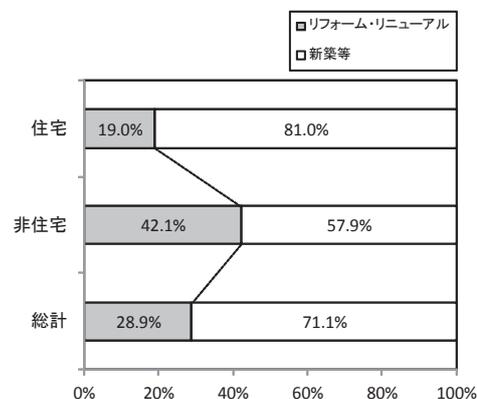
しかし、従来の「建設投資見通し」においては、公共事業・民間土木工事の維持・更新工事は対象としてきたものの、民間が行う建築工事については、増改築を除き建設投資に含んでこなかった。

そこで、今年度の見通しから、平成 20 年度上半期より実施している「建築物リフォーム・リニューアル調査」の結果を基に、建築物リフォーム・リニューアル市場における投資額の見通しについても推計・公表を行うこととした。

21 年度から 24 年度における建築物リフォーム・リニューアルの投資額及びその見通しの推計結果は、図一 3 のとおり近年増加傾向にあり、24 年度は 8 兆 6,800 億円程度（対前年度比 2.6% 増）となる見通しである。また、その内訳は、24 年度に住宅 37.4%、非住宅 62.6% となる見通しである。

②建築投資全体に占める建築物リフォーム・リニューアル投資額の割合

建築物リフォーム・リニューアル投資（増築、改築等の重複分を除く）を加えた建築物投資の全体額は 30 兆 500 億円となる見通し



*投資額とその比率は、国土交通省「建築物リフォーム・リニューアル調査報告」等を元に算出

*「リフォーム・リニューアル」とは、既存建築物の増築、一部改築、改装のことであり、劣化等の維持・修繕に加え、従前の建築物の機能を高めるものを含む

図一 4 建築投資全体に占める建築物リフォーム・リニューアル投資額の割合 (24 年度見通し)

である。そのうち、建築物リフォーム・リニューアル投資額の占める割合は、図一 4 のとおりであり、24 年度には、住宅で 19.0%、非住宅 42.1%、総計で 28.9% となる見通しである。

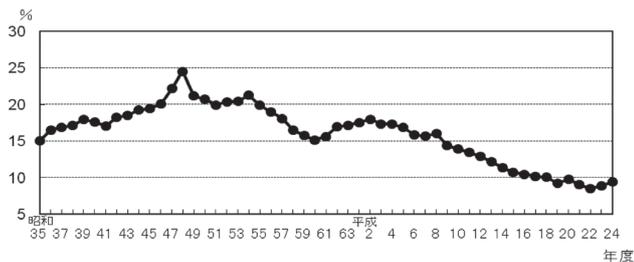
また、この建設投資の総額にリフォーム・リニューアル投資（増築、改築等の重複分を除く）を加えた、24 年度の建設投資の総計は、50 兆 8,200 億円となる見通しである（図一 4）。

統計

4. 国内総生産と建設投資の関係

国内総生産に占める建設投資の比率は、昭和50年頃は20%以上であったが、その後、減少傾向となった。昭和61年度から平成24年度にかけて一時増加したものの、その後再び減少基調となった。

平成24年度には建築投資の増加により、9.4%となる見通しである（図一5）。



図一5 建設投資の国内総生産に占める比率

5. 建設投資の構成と推移

建設投資の構成

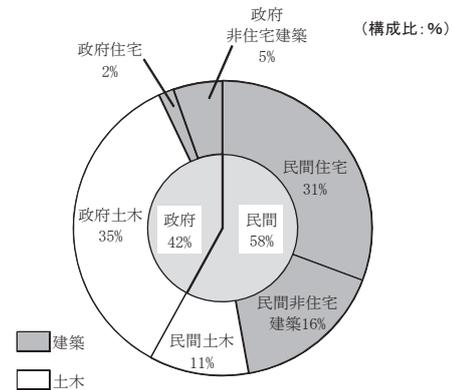
平成24年度の建設投資の構成を見ると、民間投資が58%、政府投資が42%である。

民間投資のうち住宅と非住宅を合わせた建築投資が47%を占めている。政府投資は土木投資が35%を占めており、この両者で建設投資全体の約8割を占めている（図一6）。

①政府建設投資の動向

平成24年度は、東日本大震災から復旧・復興等に係る建設投資により、前年度比12.5%増加し、19兆600億円となる見通しである。

このうち、建築投資は前年度比23.1%増の3兆2,000億円、その内訳は住宅投資が7,400億円（前年度比21.3%増）、非住宅建築投資が2兆4,600億円（前年度比23.6%増）となる見通しである。



図一6 平成24年度建設投資の構成（名目値）

土木投資は前年度比10.6%増の15兆8,600億円、そのうち公共事業が14兆1,300億円（前年度比12.1%増）、公共事業以外が1兆7,300億円（前年度比0.0%）となる見通しである。

東日本大震災からの復旧・復興等に係る政府建設投資額は、4兆2,500億円となる見通しである。

②住宅投資の動向

民間住宅投資は、前年度比5.8%増の13兆9,000億円となる見通しである。これに政府住宅投資を合わせた、平成24年度の住宅投資全体では、前年度比6.5%増の14兆6,400億円となる見通しである。

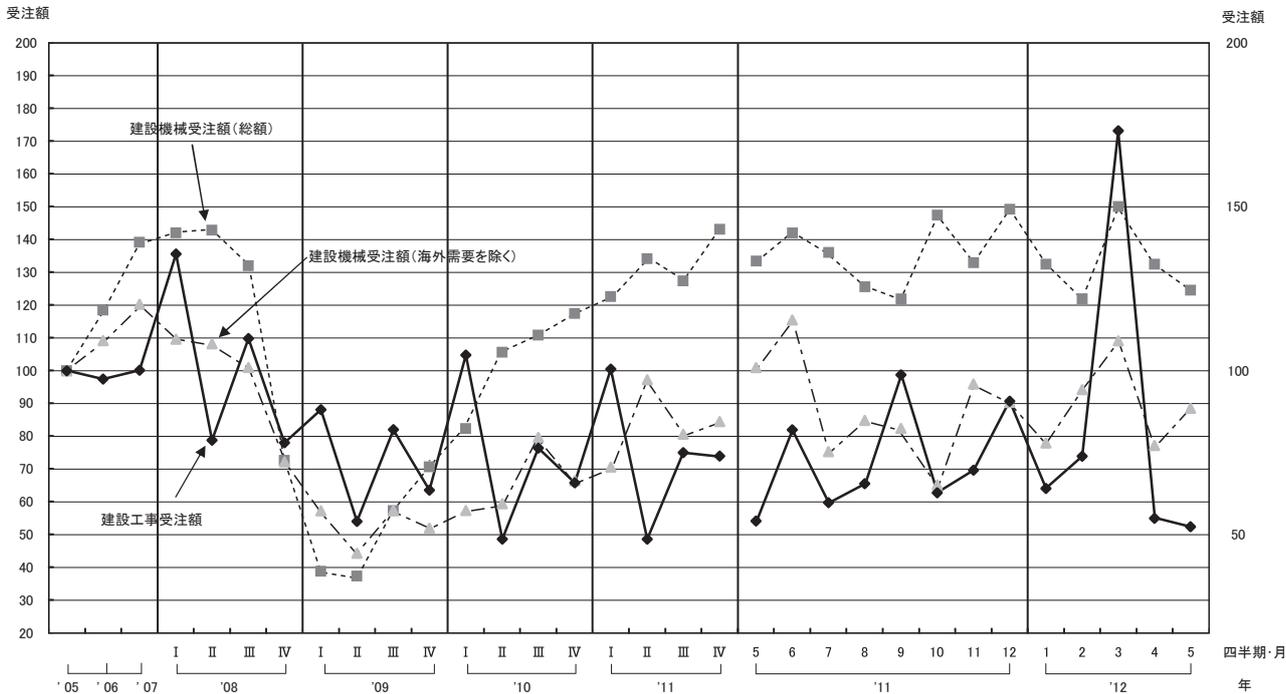
平成24年度の民家住宅着工戸数は、経済情勢は予断を許さない状況にあるものの、東日本大震災からの復旧・復興の動きが見られるほか、経済対策の効果等も一定程度見込まれることから、一昨年を上回る見通しである。

平成23年度の新設住宅着工戸数は、前年度比2.7%増の84.1万戸であった。利用関係別に見ると、持家は30.5万戸（前年度比1.2%減）、貸家は29.0万戸（前年度比0.7%減）、給与住宅は0.8万戸（前年度比15.1%増）、分譲住宅は23.9万戸（前年度比12.7%増）となっている。

統計 機関誌編集委員会

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査（大手50社）
 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 2005年平均=100）
 （指数基準 2005年平均=100）



建設工事受注動態統計調査（大手50社）

（単位：億円）

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未消化 工事高	施工高
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非製造業							
2005年	138,966	94,850	19,156	75,694	30,657	5,310	8,149	95,370	43,596	136,152	136,567
2006年	136,214	98,886	22,041	76,845	20,711	5,852	10,765	98,795	37,419	134,845	142,913
2007年	137,946	103,701	21,705	81,996	19,539	5,997	8,708	101,417	36,529	129,919	143,391
2008年	140,056	98,847	22,950	75,897	25,285	5,741	10,184	98,836	41,220	128,683	142,289
2009年	100,407	66,122	12,410	53,712	24,140	5,843	4,302	66,187	34,220	103,956	128,839
2010年	102,466	69,436	11,355	58,182	22,101	5,472	5,459	71,057	31,408	107,613	106,112
2011年	106,577	73,257	15,618	57,640	22,806	4,835	5,680	73,983	32,596	112,078	105,059
2011年 5月	6,232	4,133	1,028	3,105	1,068	319	712	4,041	2,191	111,213	6,754
6月	8,280	6,194	1,251	4,943	1,471	356	259	5,958	2,322	111,336	10,102
7月	6,933	5,174	1,303	3,871	1,124	363	273	5,052	1,882	111,681	6,563
8月	7,585	5,247	1,484	3,764	1,600	338	399	5,300	2,285	111,469	7,730
9月	11,468	7,561	1,669	5,892	3,420	433	54	7,059	4,409	111,797	11,948
10月	7,290	4,424	1,079	3,345	2,204	440	222	4,427	2,864	113,424	6,867
11月	8,124	5,202	1,179	4,023	1,587	431	904	5,811	2,313	113,297	8,208
12月	10,327	6,989	1,753	5,237	2,184	391	763	7,301	3,026	112,078	11,030
2012年 1月	7,449	4,990	933	4,058	1,727	333	399	5,241	2,208	112,743	7,001
2月	8,576	5,387	1,056	4,330	2,442	404	343	5,695	2,880	112,603	9,034
3月	20,021	13,216	2,021	11,196	5,148	540	1,117	13,976	6,045	117,803	15,393
4月	6,443	4,721	1,083	3,638	1,110	418	194	4,577	1,866	107,458	16,171
5月	6,176	4,284	960	3,324	1,309	337	246	4,171	2,005	—	—

建設機械受注実績

（単位：億円）

年 月	05年	06年	07年	08年	09年	10年	11年	11年 5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	12年 1月	2月	3月	4月	5月
総 額	14,749	17,465	20,478	18,099	7,492	15,342	19,520	1,638	1,744	1,662	1,542	1,502	1,802	1,634	1,831	1,641	1,500	1,851	1,627	1,532
海 外 需 要	9,530	11,756	14,209	12,996	4,727	11,904	15,163	1,191	1,238	1,333	1,173	1,145	1,517	1,208	1,441	1,306	1,089	1,378	1,290	1,147
海外需要を除く	5,219	5,709	6,268	5,103	2,765	3,438	4,357	447	506	329	369	357	285	426	390	335	411	473	337	385

（注）2005～2007年は年平均で、2008年～2011年は四半期ごとの平均値で図示した。
 2011年5月以降は月ごとの値を図示した。

出典：国土交通省建設工事受注動態統計調査
 内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

…行事一覧…

(2012年6月1日～30日)

■ 機 械 部 会

■ 情報化機器技術委員会

月 日：6月1日(金)

出席者：白塚敬三委員長ほか6名

議 題：①国土交通省九州地方整備局「大規模災害を想定した超長距離からの遠隔操作実装実験」のDVD上映 ②情報化施工器機の取付け容易化、共用化についての意見交換第2回 ③その他

■ コンクリート機械技術委員会

月 日：6月7日(木)

出席者：大村高慶委員長ほか9名

議 題：①コンクリート機械の変遷について ②コンクリート機械の事故事例について ③建設機械要覧2013の総説・概説の見直し原稿の確認作業について ④その他

■ 自走式建設リサイクル機械分科会

月 日：6月7日(木)

出席者：佐藤文夫分科会長ほか5名

議 題：①日本建設機械要覧2013第10章 環境保全およびリサイクル機械の総説と概説原稿の見直しについて ②5/23オランダデルフト市にて開催のISO/TC195WG8会議におけるISO 21873-1(自走式破碎機-第1部)についての報告 ③その他

■ ショベル技術委員会

月 日：6月8日(金)

出席者：尾上裕委員長ほか6名

議 題：①平成24年度活動計画とその進め方について ②油圧ショベルのCO₂排出寄与率(過去実施のCMIデータとの整合性)(CMIと過去実施状況の確認と今回データ収集方法についての確認) ③建設機械要覧2013の油圧ショベル「総説」の見直し結果の確認について ④環境省(4/10)・国交省自動車局(4/27)への2014年規制に向けた業界要望の提出・説明についての報告 ⑤その他

■ 平成24年度第1回機械部会全体技術連絡会

月 日：6月12日(火)

出席者：大野俊弘部会長ほか42名

議 題：①機械部会の平成23年度事業報告と平成24年度事業計画について ②路盤舗装機械のホールド・ツー・ラン機構についての追加調査結果の報告

と今後の安全推進活動の進め方についての意見交換 ③2011年および2014年排ガス規制に向けたエンジンオイル・燃料についてのアンケート結果の報告と注意・問題の啓蒙について

④国土交通省公共事業調整課の平成24年度の重点方針について ⑤次期2014年排ガス規制に対する3省への業界要望について ⑥100年後のトンネル機械を考える ⑦その他情報・意見交換

■ 基礎工用機械技術委員会

月 日：6月13日(水)

出席者：篠原慶二委員長ほか9名

議 題：①各自が持ち寄った基礎工事関連建設現場での災害事例および基礎機械の製造現場での災害事例の内容確認について ②上記災害事例を基にした「ヒヤリハットの調整フォーマット」の作成について ③建設機械要覧2013の総説・概説の見直し状況について ④その他

■ 路盤・舗装機械技術委員会 要覧分科会

月 日：6月20日(水)

出席者：行川恒弘委員長ほか14名

議 題：①建設機械要覧2013第12章、第13章の前回(5/17)各担当者から提出し内容検討した結果を反映させた修正原案の確認 ②その他

■ トンネル機械技術委員会第2回幹事会

月 日：6月21日(木)

出席者：篠原望委員長ほか7名

議 題：①各分科会の平成24年度活動状況について(各分科会長) ②キャタピラージャパン秩父デモセンター見学会について ③日本建設機械要覧2013第8章の総説・概説の見直し結果の報告 ④その他

■ 除雪機械技術委員会

月 日：6月22日(金)

出席者：江本平委員長ほか16名

議 題：①ホームページの作成について ②除雪機械の変遷について ③ロータリ除雪車性能試験方法の改定について ④除雪ドーザ規格見直しについて ⑤除雪グレーダの見直し(除雪機械技術ハンドブック)について ⑥ロータリ除雪車の見直し(除雪機械技術ハンドブック)について ⑦日本建設機械要覧2013の見直しについて ⑧範多機械本社工場(大阪市)の見学会(10/2予定)について ⑨その他

■ トンネル機械技術委員会 環境保全分科会

月 日：6月22日(金)

出席者：掛川敏弘分科会長ほか7名

議 題：①各チーム毎にそれぞれのテー

マ項目について改善・環境保全の情報、技術を持ち寄り検討を行う ②その他

■ トンネル機械技術委員会新技術・施工技術分科会

月 日：6月27日(水)

出席者：赤坂茂幹事ほか5名

議 題：①今後の進め方について ②前年度の成果品を山岳トンネル・シールドトンネルで応用できるものを選別を行う ③その他

■ トラクタ技術委員会

月 日：6月29日(金)

出席者：阿部里視委員長ほか4名

議 題：①6/12開催の機械部会技術連絡会の報告について ②各社のトピックス(コマツ) ③ブルドーザ、ホイールローダに求められる安全・安心についての検討 ④ホームページの更新内容の検討について ⑤建設機械要覧2013の総説・概説の見直し原稿についての審議 ⑥4/10、6/1環境省への2014年排ガス規制の業界要望提出説明の報告 ⑦その他

■ 製 造 業 部 会

■ 国交省・作業燃費検WG・ミニショベルメカ打合せ

月 日：6月22日(金)

出席者：田中利昌リーダーほか18名

議 題：①国交省からの説明 1) 低燃費型建機認定制度の開始時期の前倒しについて、2) ミニショベルの燃費基準のクラス分けの設定について、3) 質疑応答 ②作業燃費検WG・ミニショベルメカ打合せ 1) 国交省からの相談内容に対する打合せと意見集約

■ 建 設 業 部 会

■ 機電技術者交流企画WG

月 日：6月7日(木)

出席者：久留島匡繕主査ほか6名

議 題：①会員各社へのアンケート結果集計について ②その他

■ 三役会

月 日：6月13日(水)

出席者：増子文典部会長ほか4名

議 題：①夏季現場見学会候補地の検討 ②機電技術者交流企画WGの中間報告 ③ドラッグショベル吊上げ作業の事故予防検討会の中間報告 ④合同部会のもちかた ⑤その他

■ドラグショベル吊り上げ作業の事故予防検討会

月 日：6月28日（木）

出席者：坂下誠委員リーダーほか4名

議 題：①アンケート項目の検討 ②その他

■ レンタル業部会

■コンプライアンス分科会

月 日：6月12日（火）

出席者：隼直毅分科会長ほか9名

議 題：①「建設機械等レンタル契約の手引き」解説欄の検討 ②その他

■レンタル業部会

月 日：6月14日（木）

出席者：隼直毅部会長ほか13名

議 題：①関東地方整備局・JCMAの災害協定について ②分科会活動状況報告 ③会員各社の取組事項、部会員共通の問題・課題等 ④その他

■ 各種委員会等

■機関誌編集委員会

月 日：6月6日（水）

出席者：田中康順委員長ほか23名

議 題：①平成24年9月号（第751号）の計画の審議・検討 ②平成24年10月号（第752号）の素案の審議・検討 ③平成24年11月号（第753号）の編集方針の審議・検討 ④平成24年6～24年8月号（第748～750号）の進捗状況の報告・確認

■新機種調査分科会

月 日：6月26日（火）

出席者：江本平分科会長ほか6名

議 題：①新機種情報の持ち寄り検討 ②新機種紹介データまとめ ③その他

…支部行事一覧…

■ 北海道支部

■北海道開発局に於けるコンプライアンス強化に係る説明

月 日：6月1日（金）

場 所：日本建設機械施工協会北海道支部

出席者：北海道開発局 森田康志事業振興部長、熊谷勝弘北海道支部長、野坂隆一企画部会長、服部健作技術部会長、鬼澤正美事務局長

内 容：①平成24年度の内部統制及び

コンプライアンスの取組について

②北海道開発局のコンプライアンス強化に関するご理解・ご協力のお願い

■平成24年度除雪機械技術講習会テキスト編纂（除雪の施工方法部会）第1回打合せ

月 日：6月4日（月）

場 所：日本建設機械施工協会北海道支部

出席者：古賀修也札幌開発建設部施設整備課長ほか9名

内 容：①除雪機械・除雪の施工方法について ②その他の配布資料についての説明 ③北海道支部テキストの構成について ④今後の予定について

■第1回施工技術検定委員会

月 日：6月12日（火）

出席者：林勝義企画部会委員ほか19名

内 容：①建設機械施工技術検定学科試験の実施要領と監督要領の打合せ

■平成24年度除雪機械技術講習会第1回打合せ

月 日：6月15日（金）

場 所：北海道開発局職員研修室

出席者：山田義弘技術部会副部会長ほか13名

内 容：①平成23年度までの実績について ②平成24年度除雪機械技術講習会 ③その他

■建設機械施工技術検定学科試験

月 日：6月17日（日）

場 所：北広島市、道都大学

受検者：1級293名、2級477名（延べ589名）

■平成24年度除雪機械技術講習会（メーカー）打合せ

月 日：6月19日（火）

場 所：日本建設機械施工協会北海道支部

出席者：近藤保技術委員会委員ほか8名

内 容：①平成24年度除雪機械技術講習会について ②講習会テキストの改定について ③その他

■情報化施工推進検討第1回WG

月 日：6月25日（月）

出席者：田中勝座長ほか41名

内 容：①平成24年度情報化施工推進検討WG活動方針（案） ②北海道開発局に於ける情報化施工の取組について ③情報化施工の最新動向について ④平成24年度情報化施工推進検討WG及び事務局体制について

■ 東 北 支 部

■施工部会

月 日：6月1日（金）

場 所：支部会議室

出席者：稲村正弘部会長ほか10名

議題①平成24年度施工部会事業計画（案）について ②平成24年度除雪講習会開催一覧表（素案）について ③平成24年度除雪講習会資料作成分担について ④その他

■ゆきみらい in 秋田 2013 作業部会（施工部会）

月 日：6月19日（火）

場 所：秋田地方総合庁舎

出席者：秋田市建設部次長ほか28名

議 題：①「ゆきみらい 2013 in 秋田（仮称）」の概要 ②実行委員会について ③広報活動 ④予算計画 ⑤規約関係 ⑥開催内容の検討 ⑦全体スケジュール

■建設機械施工技術検定試験学科試験

月 日：6月17日（日）

場 所：仙台保健福祉専門学校

受検者：延人員表示 1級：304名、2級：642名 計946名

■技術部会 技術施工講習会（映画会）

月 日：6月27日（水）

場 所：フォレスト仙台

参加人数：127名

題 名：①施工パッケージ型積算方式について…東北地方整備局 ②FLIGHT TO THE WORLD（史上初ハイブリッド/Wの完成）…鹿島建設㈱ ③姫路城天守閣 保存修理工事（素屋根工事編）…鹿島建設㈱ ④鹿島カットアンドダウン工法（旧本社ビル解体工法）…鹿島建設㈱ ⑤砂圧入式静的締固め工法「SAVE-SP工法」…㈱不動テトラ ⑥NIPPO安全運行システム…㈱NIPPO ⑦残置鋼材を削って進む！支障物切削シールド工法 どこからでも分岐OK！坑内分岐シールド工法…㈱竹中土木 ⑧パーマコート工法…㈱竹中土木 ⑨大規模災害を想定した超長距離からの遠隔操作実証実験…九州地整、（助先端センター、㈱インターボイス ⑩オールインタイプ万能表面処理車（WJE-100：ウォーターイレーサ）…範多機械㈱ ⑪国道1号線原宿交差点立体工事（ハーモニカ工法）…大成建設㈱ ⑫ボスポラス海峡横断鉄道トンネル（海底をわたる風）…大成建設㈱

■ 北 陸 支 部

■第 12 回北陸道路舗装会議

月 日：6月5日(火)～6日(水)
場 所：ANAクラウンプラザホテル新潟
内 容：会議への協賛、会議への参加

■建設機械施工技術検定学科試験

月 日：6月17日(日)
場 所：朱鷺メッセ 新潟コンベンションセンター
受検者：1級149名、2級347名

5月分行事報告追加

■情報化施工研修会

月 日：5月31日(木)
場 所：新潟ユニゾンプラザ
受講者：23名
内 容：現場実務を中心とした研修会
講 師：施工技術総合研究所 上石技術
参事ほか3名

■ 中 部 支 部

■「建設 ICT 施工ガイドブック(仮称)」 作成実行委員会

月 日：6月14日(木)
出席者：小川支部長ほか9名
議 題：発刊までのスケジュール、編集
方針について

■建設機械施工技術検定学科試験

月 日：6月17日(日)
場 所：名城大学
受検者：1級335名、2級631名

■建設機械等損料、橋梁架設、大口径岩盤 掘削孔の施工技術と積算講習会

月 日：6月20日(水)
受講者：23名

■「建設技術フェア2012 in 中部」事務局 会議に出席

月 日：6月21日(木)
出席者：永江豊事務局長
議 題：「建設技術フェア2012 in 中部」
実施計画について

■広報部会

月 日：6月25日(月)
出席者：高木広報部会長ほか7名
議 題：「中部支部ニュース」第31号に
ついて

■ 関 西 支 部

■平成24年度1・2級建設機械施工技術 検定試験(学科)

月 日：6月17日(日)
場 所：関西大学 天六キャンパス
受検者：1級528名、2級890名(1種

74名、2種800名、3種4名、4種53名、
5種23名、6種14名)

■建設用電気設備特別専門委員会(第388回)

月 日：6月22日(金)
場 所：中央電気倶楽部 会議室
議 題：①前会議事録確認
②「JEM-TR121 建設工用電気設備機
器点検保守チェックリスト」の見直し
検討 ③「JEM-TR104 建設工用受
配電設備点検保守チェックリスト」の
見直し検討 ④「新エネルギー最新情
報について」説明会(317号会議室)

■広報部会

月 日：6月27日(水)
場 所：関西支部 会議室
出席者：高橋通夫広報部会委員以下8名
議 題：①施工技術報告会について
②建設技術展2012について ③建設
施工研修会について ④「JCMA 関
西」第101号の発刊について

■ 中 国 支 部

■第2回企画部会

月 日：6月5日(火)
場 所：協会事務所
出席者：高倉寅喜部会長ほか5名
議 題：①平成24年度事業実施計画に
ついて ②中国地方整備局との「懇談
会」の進め方について ③平成24年
度大規模津波防災総合訓練について
④中国地方整備局との「防災協定」の
関連について ⑤その他懸案事項につ
いて

■平成24年度建設機械施工技術検定試験

月 日：6月17日(日)
場 所：広島工業大学
受検者：1級167名、2級353名

■「建設機械等損料・橋梁架設・大口径岩 盤削孔の施工技術と積算」講習会

月 日：6月21日(木)
場 所：広島YMCA 会議室
参加者：11名
内 容：①大口径岩盤削孔の施工技術と
積算…日本建設機械施工協会大口径岩
盤削孔委員会委員 渡辺元二氏 ②建
設機械等損料の積算…日本建設機械施
工協会中国支部事務局長 清水芳郎氏
③PC橋架設の施工技術と積算…日本
建設機械施工協会橋梁架設工事委員会
委員 梶原省一氏 ④鋼橋架設の施工
技術と積算…日本建設機械施工協会橋
梁架設工事委員会委員 島田清明氏

■第2回施工技術部会

月 日：6月25日(月)
場 所：協会事務所

出席者：齋藤実部会長ほか7名
議 題：①情報化施工セミナーの実施計
画(案)について ②情報化施工技術
研究会(第2回)の企画について
③道路除雪講習会の企画について
④情報伝達訓練の実施計画(案)につ
いて ⑤大規模津波防災総合訓練につ
いて ⑥その他懸案事項について

■第2回部会長会議

月 日：6月29日(金)
場 所：広島YMCA 会議室
出席者：高倉寅喜部会長ほか9名
議 題：①平成24年度事業実施計画に
ついて ②事業別行事予定について
(平成24年度中国地方建設技術開発交
流会・建設技術フォーラム2012 in 広
島・情報化施工技術研究会・情報化施
工体験セミナー・平成24年度大規模
津波防災総合訓練) ③その他懸案事
項について

■ 四 国 支 部

■協賛事業「情報化施工実機研修会」を開催

月 日：6月6日(水)
場 所：徳島県徳島市小松海岸
主 催：(株)アクティオ四国支店
参加者：55社 165名
内 容：①TS出来形管理システムに関
する座学 ②TSを用いたグレーダ敷
均し作業の実機操作 ③TSを用いた
タイヤローラ締め作業の実機操作
④GNSSマシンガイダンスを用いた
バックホウの実機操作

■平成24年度建設機械施工技術検定試験 【学科試験】を実施

月 日：6月17日(日)
場 所：英明高等学校(高松市)
受検者：727名(1級・2級合計)

■「工事の新たな積算方式及び入札契約制 度等に関する講習会」を開催

月 日：6月27日(水)
場 所：香川県土木建設会館(高松市)
参加者：80名
内 容：①総合評価落札方式の平成24
年度実施方針等について：国土交通省
四国地方整備局企画部技術管理課長補
佐 門田隆志氏 ②施工パッケージ型
積算方式について：国土交通省四国地
方整備局企画部技術管理課長補佐 山
下学氏 ③新技術の活用促進につ
いて：国土交通省四国地方整備局企画部
施工企画課長補佐 岩佐隆氏

■ 九州支部

■企画委員会

月 日：6月5日（火）

出席者：久保田正春企画委員長6名

議 題：①情報化施工講習会実施結果について ②橋梁・大口径・損料積算講習会について ③建設機械施工技術検定学科試験について ④平成23年度協会決算報告について

■建設機械施工技術検定試験—学科試験について

月 日：6月17日（日）

場 所：九州産業大学

受検者：1級491名、2級933名

■「建設の施工企画」投稿のご案内■

—一般社団法人 日本建設機械施工協会 機関誌編集委員会事務局—

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はご遠慮なく下記迄お問い合わせ下さい。

一般社団法人 日本建設機械施工協会
機関誌編集委員会事務局

Tel：03(3433)1501, Fax：03(3432)0289,

e-mail：suzuki@jcmanet.or.jp

編集後記

2012年7月27日、4年に一度開催されるスポーツの祭典オリンピックがロンドンで華々しく開幕しました。

開会式前に先行して行われたサッカーの予選リーグで日本は男女とも勝ち点3を取って幸先良いスタートを切り、これからの日本チームのメダルラッシュかと期待が膨らみました。そして編集後記を執筆している現在は、オリンピックが始まってはや1週間が過ぎ、金メダル2個と予想よりは少ないものの、金・銀・銅合わせて17個と中国、アメリカについて3位とこれからさらに期待されます。

これら大会の各競技に取り組む各国選手の姿は、それぞれ勝敗に対する表現の違いはあっても、全世界の人々に「夢」と「力」と「希望」を与えていることだと思います。

一方、国内に目を向けると、日本の夏の風物詩のひとつである「夏の甲子園」が8月8日から始まります。こちらは若者の試合にかける情熱と清しさが、夏の空に眩しく映ります。かたや日本国民の代表として、

かたや郷土の代表としてひた向きに頑張る姿は、閉塞気味の日本社会は言うに及ばず、未だ震災の傷跡も癒えない中で復興に頑張っている方々にとっても大きな支えと、一服の清涼剤となっているのではないのでしょうか。

さて今回の特集は「工場、プラント、生産設備の災害対策」ということで、基礎、地盤改良、耐震補強、液状化防止などの事前予防対策、既存施設における防災対策の処置例などを編集方針として技術報文を9件掲載しておりますが、少し液状化対策に特化したものとなっています。

巻頭言では、早稲田大学の濱田教授が「対津波工学の構築と津波対策の推進」として津波に対する新たな提唱をされています。また、交流の広場では東海大学の渡邊教授、随想では熊本大学の小林教授にご寄稿頂きました。

最後になりましたが、ご多忙中にもかかわらず、快くご執筆を引き受けて頂いた方々、またその仲介をして頂いた方々、並びに編集を担当して頂いた方々に、心から厚く御礼申し上げます。

(藤島・船原)

機関誌編集委員会

編集顧問

浅井新一郎	今岡 亮司
加納研之助	桑垣 悦夫
後藤 勇	佐野 正道
新開 節治	関 克己
高田 邦彦	田中 康之
塚原 重美	中岡 智信
中島 英輔	橋元 和男
本田 宜史	渡邊 和夫

編集委員長

田中 康順 鹿島道路(株)

オブザーバ

山下 尚 国土交通省

編集委員

桑原 一登	農林水産省
伊藤 健一	(独)鉄道・運輸機構
篠原 望	鹿島建設(株)
和田 一知	(株)KCM
安川 良博	(株)熊谷組
渥美 豊	コベルコ建機(株)
原 茂宏	コマツ
藤永友三郎	清水建設(株)
赤神 元英	日本国土開発(株)
山本 茂太	キャタピラージャパン(株)
岡崎 直人	(株)竹中工務店
齋藤 琢	東亜建設工業(株)
相田 尚	(株)NIPPO
船原三佐夫	日立建機(株)
岡本 直樹	山崎建設(株)
中村 優一	(株)奥村組
石倉 武久	住友建機(株)
江本 平	範多機械(株)
京免 継彦	佐藤工業(株)
野元 義一	五洋建設(株)
藤島 崇	施工技術総合研究所

9月号「防災、安全を確保する社会基盤整備特集」予告

- ・東北地方太平洋沖地震を踏まえた津波警報の改善
- ・断層用鋼管の開発
- ・耐震補強等に用いるあと施工型せん断補強技術 RMA 工法
- ・杭頭と構造物底盤を絶縁・分離する杭頭絶縁免震工法の開発
- ・地盤の不飽和化による液状化対策技術 空気注入不飽和化工法 (Air-des 工法) の開発
- ・マイクロバブルによる液状化対策技術
- ・地下鉄道の火災と排煙対策
- ・250,000kL LNG 地下タンク建設に向けた取り組み
- ・高知県における堤防の耐震・津波対策
- ・上層階先行供用開始後の下部免震化工事 岐阜市民病院施工報告
- ・GPS 津波計測システム GPS を搭載した海洋ブイによる津波早期検出システム
- ・ダム貯水池内における地すべり対策工事 大滝地区地すべり対策工事

No.750「建設の施工企画」 2012年8月号

〔定価〕1部840円(本体800円)
年間購読料9,000円

平成24年8月20日印刷

平成24年8月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 辻 靖三

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 一般社団法人日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

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

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話 (0545) 35-0212
北海道支	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話 (011) 231-4428
東北支	〒980-0802 仙台市青葉区二日町16-1	電話 (022) 222-3915
北陸支	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1	電話 (025) 280-0128
中部支	〒460-0008 名古屋市中区栄4-3-26	電話 (052) 241-2394
関西支	〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22	電話 (082) 221-6841
四国支	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-8-26	電話 (092) 436-3322

本誌上への広告 (株)共栄通信社までお問い合わせ下さい。

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