

一般社団法人
日本建設機械施工協会誌 (Journal of JCMA)

2019

建設機械施工 10

Vol.71 No.10 October 2019 (通巻836号)

特集 防災, 災害対応, 復旧 復興, 国土強靱化



2016年4月16日



2017年4月14日



2019年9月19日

熊本地震発生直後
阿蘇大橋地区土砂崩落直後の現場状況

土留盛土工完了状況（上下2段）
土留盛土上部進入路工施工中

阿蘇大橋地区斜面对策工事
恒久対策工事
緩斜面部土留工施工中

巻頭言 防災の本質は命を守ること

行政情報 平成30年の土砂災害

- 技術報文
- VR技術を用いた災害情報の共有
 - 土砂災害警戒避難のための線状降水帯等の自動抽出システム
 - リアルタイム浸水予測情報の活用
 - 堤体盛土工事におけるICT建設機械の活用とその課題
 - 大規模崩壊斜面における対策工とCIMの実施 他

投稿論文 建造物解体現場における高強度繊維織物を利用した飛散防止シートの開発

- 統計
- 令和元年度 主要建設資材需要見通し
 - 令和元年度 建設投資見通し

一般社団法人 日本建設機械施工協会

KOBELCO

誰でも働ける現場へ
KOBELCO IoT

「掘削」も「敷き均し」も、



業界初! 「掘削」と「敷き均し」、両方の施工を効率化する
2Dマシンガイダンスシステム「iDig Dozer」登場。

* 国内マシンガイダンスシステムとして

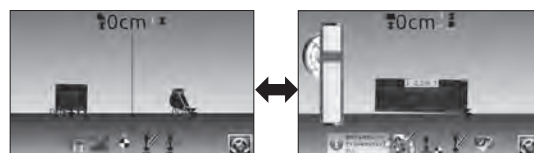


2D^M_{ACHINE}
GUIDANCE iDig, iDig Dozer

オフセットブーム対応

ドーザマシンガイダンス
後付け対応

設定も操作もかんたん!



ショベルモードからドーザモードへは、
モニタでワンタッチで切り替えます。

コベルコ建機株式会社



第 13 回 （一社）日本建設機械施工協会 研究開発助成 対象者の募集の告知

一般社団法人日本建設機械施工協会（以下「JCMA」という。）は、第 13 回 研究開発助成 対象者を下記のとおり公募します。詳細は、募集要綱を参照して下さい。

1. 実施スケジュール

- （１） 公募期限は、令和元年 10 月 31 日までです。
- （２） 助成対象者の決定は、令和 2 年 1 月下旬頃の予定です。
- （３） 助成期間は、助成決定年度の年度末から令和 3 年 3 月 31 日までです。
- （４） 研究成果報告書を、令和 3 年 6 月 30 日までに提出して頂きます。
- （５） 研究成果を、JCMA へ論文として投稿して頂き、「令和 3 年度 建設施工と建設機械シンポジウム（例年 11 月中旬～12 月上旬開催）」での積極的発表をお願いいたします。

2. 研究開発助成の対象

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

- ①施工の合理化、生産性向上
- ②施工の品質管理
- ③建設工事における安全対策
- ④建設工事における環境保全
- ⑤災害からの復旧及び防災
- ⑥社会資本の維持管理・保全技術の向上又は合理化
- ⑦その他建設機械又は建設施工に関する技術等の向上と普及

助成件数は、1 ～ 2 件を予定しております。
(審査の結果、助成対象となるテーマがない場合もあります。)

3. 研究開発助成の金額及び期間

- ①金額：1 件当たり 2 0 0 万円以内
- ②期間：1 年間（令和 2 年 3 月末から令和 3 年 3 月末）
複数年に渡る同一の研究テーマは助成を 2 回受けることが可能です。
但し、二期続けて助成を受けたい場合であっても二期目は新たに申請を行う必要があり、かつ、一期目の中間報告書を提出し審査を受ける必要があります。
詳細は募集要綱「Ⅱ 3. 研究開発助成の方法、金額及び期間」を参照下さい。

4. 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・開発者及び研究・開発グループ

5. 申請手続きと注意事項

- (1) 助成を希望する研究者、開発者、研究グループの代表者、又は開発グループの代表者は、申請書（様式－1①②④⑤）（共同研究・開発の場合は様式－1③を追加）に必要な事項を記入のうえ、正本1部及び電子データ（Word形式とPDF形式の両方）を記録した媒体（CD、DVD、USBメモリ、SDカードのいずれか）を、期限まで（当日消印有効）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・開発の場合は1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技術開発若しくは研究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。

6. 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、役職名、申請書に記載された技術開発名（若しくは研究名）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。

7. 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－2①～④）を提出して下さい。必要な審査・手続きを経て、速やかに全額を交付します。
- (2) 助成金は手続き終了後に助成対象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下さい。

8. 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26年度	7件	1件
	平成27年度	11件	1件
	平成28年度	8件	1件
	平成29年度	6件	1件
	平成30年度	5件	1件

〒105-0011 東京都港区芝公園3－5－8 機械振興会館2階
(一社)日本建設機械施工協会 研究開発助成事務局 担当 梶田
TEL:03-3433-1501 FAX:03-3432-0289
ホームページ（募集要綱・様式のダウンロード）はこちらから
<https://jcmanet.or.jp/>

ISO/TC 195 神戸国際会議のご案内

当協会は JISC(経済産業省の審議会)による了承を受けた国内審議団体として、会員各社の国際的な活躍に寄与すべく、長年にわたり建設機械の ISO 国際標準化活動に参画しております。

コンクリート機械、道路建設機械などの国際標準化を推進する ISO/TC 195「建設用機械及び装置」専門委員会は、加盟各国の持ち回りで国際会議を毎年開催しておりますが、日本使節団による招致が認められ、第 28 回となる今年、日本での初開催が実現しました。2019 年 11 月 18 日～22 日に兵庫県(ポートアイランド)の神戸商工会議所で開催予定であり、各国代表機関へも幹事国を通じて案内を送付致しました。

ISO/TC 195 は中国(議長国・幹事国)、ドイツ、フランス、米国などから 40 名前後の専門家が参加し、建設用機械及び装置の用語及び仕様、安全要求事項、試験方法などに関する国際標準化を議論する場であると同時に、製品や使用方法を取り巻く国際的状況について相互理解を深め、異文化交流を通じて親睦を図る機会でもあります。

2017 年 6 月に当協会が開催した ISO/TC 127「土工機械」広島国際会議の実績も踏まえ、以下の要領で ISO/TC 195 神戸国際会議を開催致しますので、ご関心のある会員各社の御参加を心よりお待ちしております。なお、ISO/TC 195 委員各社より次々ページの如く協賛いただいております。厚く感謝申し上げます。

2019 年 9 月

記

ISO/TC 195 国際会議

1. 日程:

11 月 18 日(月)	WG 9(自走式道路建設用機械及び装置の安全要求事項)会議
11 月 19 日(火)	午前:WG 9 会議(前日の続き)
	午後:WG 5(道路建設及び維持用機器—用語及び商業仕様)会議
11 月 20 日(水)	SC 1(コンクリート機械及び装置:日本が議長及び幹事国)総会
11 月 21 日(木)	SC 2/WG 1(道路作業機械及び関連機器—冬期保守用機器)会議
	夕刻～:社交行事
11 月 22 日(金)	TC 195(建設用機械及び装置)総会

2. 場所: 神戸商工会議所 〒650-8543 兵庫県神戸市中央区港島中町 6 丁目 1 番地

<http://www.kobe-cci.or.jp/>

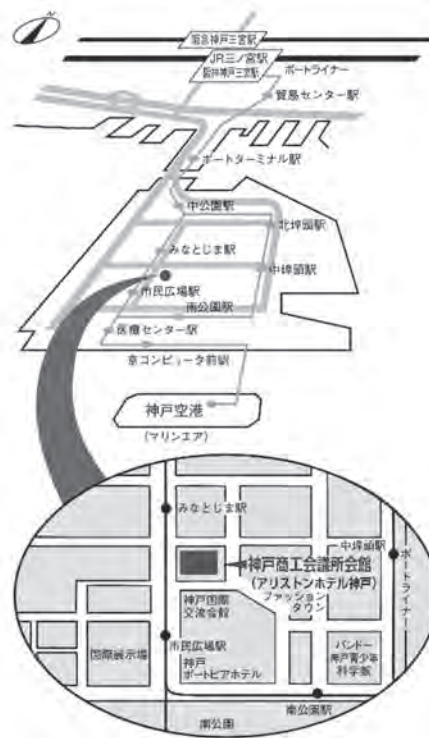
3. 問い合わせ窓口: 協会標準部 小倉 Tel 03-5776-7858

e-mail: jcmastd@jcmanet.or.jp

以 上

ISO/TC 195 神戸国際会議のご案内

神戸商工会議所 周辺地図



交通案内 (主要交通機関での所要時間)

- (1)山陽新幹線 新神戸駅から 神戸市営地下鉄利用→三宮駅((2)へ)
- (2)JR 三ノ宮駅、阪急 神戸三宮駅、阪神 神戸三宮駅から ポートライナー利用((4)へ)
- (3)神戸空港から ポートライナー利用((4)へ)
- (4)ポートライナー「みなとじま」駅から徒歩約 5 分 または「市民広場」駅から徒歩約 5 分
(詳細は神戸商工会議所ホームページ等を参照 : <http://www.kobe-cci.or.jp/contact/access/>)

ISO/TC195 Kobe meeting Official Sponsors

ISO/TC195 神戸国際会議協賛企業



SAKAI



前田道路株式会社

KOMATSU



株式会社 NICHIGO



HITACHI



CATERPILLAR®

SUMITOMO

KYB

EXEN



Kitagawa



KATO

N/GATA



Howa



IGIKEN



大成ロテック株式会社

2019年版 日本建設機械要覧 電子書籍(PDF)版 発売通知

当協会では、国内における建設機械を網羅した『日本建設機械要覧』を2019年3月に刊行し、現場技術者の工事計画の立案、積算、機械技術者の建設機械のデータ収集等に活用頂き、好評を頂いております。

このたびこの建設機械要覧に関して更に便利に活用いただくよう新たに次の2種類の電子書籍(PDF)版を発売いたしますので、ここにご案内申し上げます。

是非とも活用いただきたく、お願い申し上げます。

1	商品名	日本建設機械要覧2019 電子書籍(PDF)版		建設機械スペック一覧表、 電子書籍(PDF)版
2	形態	電子書籍(PDF)		電子書籍(PDF)
3	閲覧	Web上で閲覧 パソコン、タブレット、 スマートフォンからアクセス		Web上で閲覧 パソコン、タブレット、 スマートフォンからアクセス
4	内容	要覧全頁		spec一覧表
5	改訂	3年毎		3年毎
6	新機種情報	要覧クラブで対応		要覧クラブで対応
7	検索機能	1.単語検索		1.単語検索
8	附属機能 注) タブレット・スマートフォンは、 一部機能が使えません。	・しおり ・拡大・縮小 ・付箋機能 ・ペン機能 ・目次からのリンク ・各 章ごと目次からのリンク ・索引からの リンク ・メーカーHPへのリンク		・しおり ・拡大・縮小 ・付箋機能 ・ペン機能 ・メーカーHPへのリンク
9	予定販売 価格 (円・税込)	会員	55,000(3年間)	49,500(3年間)
		非会員	66,000(3年間)	60,500(3年間)
10	利用期間	3年間		3年間
11	同時ログイン	3台		3台
12	認証方法	ID+パスワード		ID+パスワード
13	購入方法	WEB上にて申込み(HP参照下さい)		WEB上にて申込み(HP参照下さい)

発売時期

令和元年5月 HP: <http://www.jcmanet.or.jp/>

様々な環境で閲覧できます。
タブレット、スマートフォンで外出先でもデータ
にアクセスできます。

Webサイト 要覧クラブ

2019年版日本建設機械要覧およびスペック一覧表電子書籍(PDF)版購入の方への特典として、当協会が運営するWebサイト(要覧クラブ)上において2001年版から、2016年版日本建設機械要覧のPDF版が閲覧及びダウンロードできます。これによって2019年版を含めると1998年から2018年までの建設機械データが活用いただけます。

また、同じ要覧クラブ上で新機種情報も閲覧およびダウンロードできます。



お問合せ先：業務部 鈴木英隆 TEL: 03-3433-1501 E-mail: suzuki@jcmanet.or.jp

関係部署にも回覧をお願いします

橋梁架設工事及び設計積算業務の必携書

橋梁架設工事の積算

令和元年度版

∞ ∞ ∞ 改定・発刊のご案内 ∞ ∞ ∞

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 31 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 令和元年度版」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 令和元年度版」を別冊（セット）で発刊致します。

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

◆内容

令和元年度版の構成項目は以下のとおりです。

- 〈本編〉 第 1 章 積算の体系
- 第 2 章 鋼橋編
- 第 3 章 P C 橋編
- 第 4 章 橋梁補修編
- 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

国交省基準の改定に伴う歩掛等の改訂のほか、平成 30 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

- ・アルミ検査路設置歩掛の策定
- ・地組溶接架台施工写真の追加
- ・架設用製作部材単価の改訂

2. P C 橋編

- ・地覆高欄作業車の計算例を追加
- ・桁下足場、橋台・橋脚回り足場ブラケット工の設置月数について追記
- ・外ケーブル工の P E 保護管について規格変更

3. 橋梁補修編

- ・工種毎適用足場の考え方についての表を掲載
- ・支取替工（施工パッケージ以外）の歩掛等改定
- ・落橋防止システム工の掲載構成を変更
- ・外ケーブル工の参考写真を掲載
- ・ブラスト、湿式剥離養生工の歩掛および環境対策費と安全衛生保護具費用の改定

別冊「橋梁補修補強工事 積算の手引き」

- ・施工パッケージを考慮した積算要領への改訂



- A 4 判／本編約 1,050 頁（カラー写真入り）
別冊約 250 頁 セット

●定価

一般価格：11,000 円（本体 10,000 円）
会員価格：9,350 円（本体 8,500 円）

※ 別冊のみの販売はいたしません。

※ 送料は一般・会員とも
沖縄県以外 900 円
沖縄県 710 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 令和元年 5 月 20 日

<図書紹介>

令和元年度版 建設機械等損料表

- 発刊日 : 令和元年5月6日
- 体 裁 : A4判 モノクロ 約475ページ
- 定 価 : 一般価格 本体 8,000円 (税別)
 会員価格 本体 6,800円 (税別)

■ 内 容

令和元年度版の構成項目は以下のとおりです。

- 第Ⅰ章 機械損料の構成と解説
- 第Ⅱ章 関連通達・告示等
- 第Ⅲ章 損料算定表の見方(要約版)
- 第Ⅳ章 建設機械等損料算定表
- 第Ⅴ章 船舶損料算定表
- 第Ⅵ章 ダム施工機械等損料算定表
- 第Ⅶ章 除雪用建設機械等損料算定表



一般社団法人 日本建設機械施工協会

2019年版 日本建設機械要覧

発売のご案内

本協会では、国内における建設機械の実態を網羅した『日本建設機械要覧』を1950年より3年ごとに刊行し、現場技術者の工事計画の立案、積算、機械技術者の建設機械のデータ収集等に活用頂き、好評を頂いております。

本書は、専門家で構成する編集委員会の審査に基づき、良好な使用実績を示した国産および輸入の各種建設機械、作業船、工事用機械等を選択して写真、図面等のほか、主要緒元、性能、特長等の技術的事項、データを網羅しております。購読者の方々には欠かすことのできない実務必携書となるものと確信しております。



発 刊 日

平成31年3月

体 裁

- ・B5判、約1,276頁／写真、図面多数／表紙特製
- ・2016年版より外観を大幅に刷新しました。

価 格（消費税10%含む）

一般価格 53,900円（本体49,000円）

会員価格 45,100円（本体41,000円）

（注）送料は1冊900円（複数冊の場合別途）

特 典

2019年版日本建設機械要覧購入の方への特典として、当協会が運営するWebサイト（要覧クラブ）上において2001年版から2016年版までの全ての日本建設機械要覧のPDF版が閲覧及びダウンロードできます。これによって2019年版を含めると1998年から2018年までの建設機械データが活用いただけます。

なお同じ要覧クラブ上で2019年版要覧以降発売された新機種情報もご覧いただけます。

2019年版 内容

- ・ブルドーザおよびスクレーパ
- ・掘削機械
- ・積込機械
- ・運搬機械
- ・クレーン、インクラインおよびウインチ
- ・基礎工事機械
- ・せん孔機械およびブレーカ
- ・トンネル掘削機および設備機械
- ・骨材生産機械

- ・環境保全およびリサイクル機械
- ・コンクリート機械
- ・モータグレーダ、路盤機械および締固め機械
- ・舗装機械
- ・維持修繕・災害対策用機械および除雪機械
- ・作業船

- ・ICT建機、ICT機器
（新規）

- ・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
- ・空気圧縮機、送風機およびポンプ
- ・原動機および発電・変電設備等
- ・建設ロボット
- ・WJ工法、CSG工法、タイヤ、ワイヤロープ、燃料油、潤滑剤および作動油、検査機器等

◆ 購入申込書 ◆

一般社団法人 日本建設機械施工協会 行

日本建設機械要覧 2019年版	冊
-----------------	---

上記図書を申込み致します。令和 年 月 日

官 公 庁 名 会 社 名			
所 属			
担当者氏名	TEL		
	FAX		
住 所	〒		
送 金 方 法	銀行振込 ・ 現金書留 ・ その他（ ）		
必 要 事 項	見積書（ ）通 ・ 請求書（ ）通 ・ 納品書（ ）通 （ ）単価に送料を含む、（ ）単価と送料を2段書きにする（該当に○） お願い：指定用紙がある場合は、申込書と共に送付下さい		

◆ 申込方法 ◆

①官公庁：FAX（本部、支部共）

②民 間：（本部へ申込）FAX

（支部へ申込）現金書留のみ（但し会員はFAX申込可）

※北海道支部はFAXのみ

※沖縄の方は本部へ申込

（注）関東・甲信・沖縄地区は本部へ、その他の地区は最寄の下記支部あてにお申込み下さい。

〔お問合せ及びお申込先〕

本 部	〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館	TEL 03 (3433) 1501 FAX 03 (3432) 0289
北海道支部	〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8 さっけんビル	TEL 011 (231) 4428 FAX 011 (231) 6630
東 北 支 部	〒980-0014 仙台市青葉区本町3-4-18 太陽生命仙台本町ビル5F	TEL 022 (222) 3915 FAX 022 (222) 3583
北 陸 支 部	〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル	TEL 025 (280) 0128 FAX 025 (280) 0134
中 部 支 部	〒460-0002 名古屋市中区丸の内3-17-10 三愛ビル	TEL 052 (962) 2394 FAX 052 (962) 2478
関 西 支 部	〒540-0012 大阪府中央区谷町2-7-4 谷町スリースリースビル	TEL 06 (6941) 8845 FAX 06 (6941) 1378
中 国 支 部	〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22 築地ビル	TEL 082 (221) 6841 FAX 082 (221) 6831
四 国 支 部	〒760-0066 高松市福岡町3-11-22 建設クリエイティブビル	TEL 087 (821) 8074 FAX 087 (822) 3798
九 州 支 部	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-4-30 いわきビル	TEL 092 (436) 3322 FAX 092 (436) 3323

記入いただいた個人情報は、お申込図書の配送・支払い確認等の連絡に利用します。また、当協会の新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）送付に利用する場合があります。

（これらの目的以外での利用はいたしません）当協会のプライバシーポリシー（個人情報保護法方針）は、ホームページ（http://www.jcmanet.or.jp/privacy_policy.htm）でご覧いただけます。

当協会からのダイレクトメール（DM）送付が不要な方は、下記口欄にチェック印を付けてください。

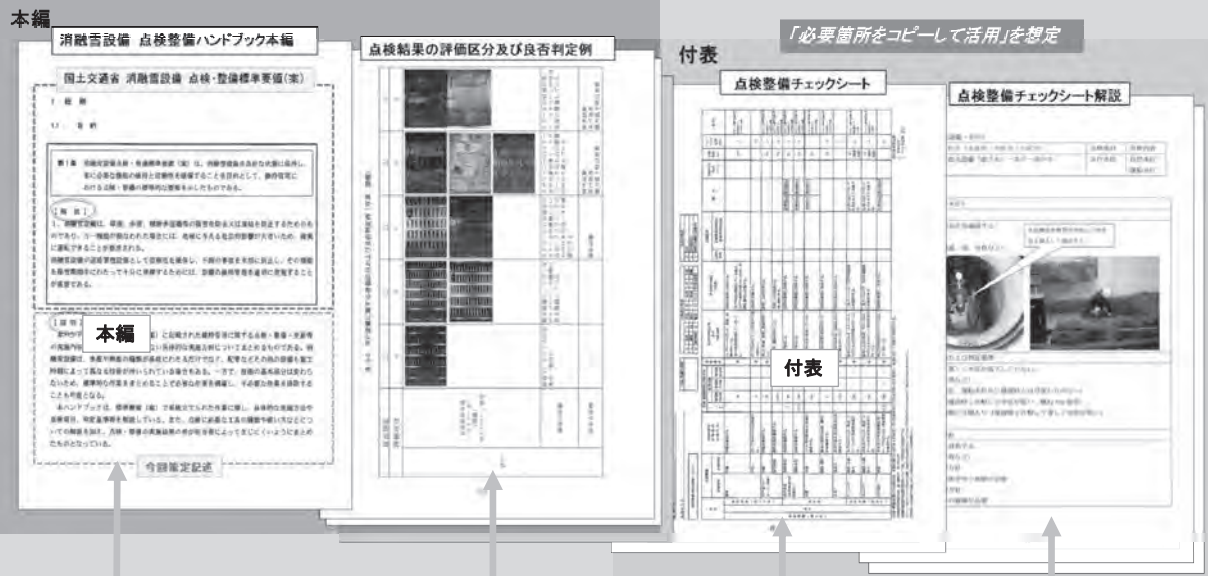
☐ 当協会からの新刊図書案内や事業活動案内のダイレクトメール（DM）は不要

消融雪設備 点検・整備ハンドブック

平成30年7月発刊

本書は、消融雪設備の老朽化対策として平成28年3月に国土交通省が策定した「消融雪設備点検・整備標準要領（案）」の技術者向け解説書です。

■消融雪設備 点検・整備ハンドブック



○箱枠内に「消融雪設備点検・整備標準要領（案）」を掲載し、【説明】として解説事項を箱枠外に掲載。

標準要領の目的理解を支援

○5段階状況写真等を利用した評価例と施設の状態解説、対処方法例を掲載。

的確な判定を支援

○「消融雪設備 点検・整備標準要領（案）」に、実際の点検内容の解説等を追加掲載。

本書の購入者は、出版元ホームページからID、PASSでチェックシートのダウンロードが可能です

技術の継承・支援

○点検方法、判定方法および判定基準、不良時の措置方針を掲載。

若手技術者育成・支援

消融雪設備 点検・整備ハンドブック策定委員会

（一社）新潟県融雪技術協会

〒950-0965 新潟市中央区新光町 6-1 TEL (025) 282-1114/FAX (025) 281-1507

（一社）日本建設機械施工協会 北陸支部
北陸融雪技術協議会

〒950-0965 新潟市中央区新光町 6-1 TEL (025) 280-0128/FAX (025) 280-0134

〒950-0965 新潟市中央区新光町 6-1 TEL (025) 281-8812/FAX (025) 281-8832

※ 裏面に注文書があります。

消融雪設備 点検・整備ハンドブック注文書

注文日： 令和 年 月 日

官公庁・会社名			担当部署：
担当者			
電話番号	-	-	
FAX番号	-	-	
メールアドレス			
お届け先	住所	〒	
注文内容	会員 ・ 非会員 ← どちらかに○印をつけて、必要部数を記入してください。		
		会員	非会員
	必要部数	冊	冊
	価 格	11,000円/冊	13,200円/冊
	消費税	1,000円/冊	1,200円/冊
	送 料	700円/冊	700円/冊
	合 計		
備考	請求書の宛名等ご希望をお知らせください 		

※ 送料(送料・手数料)は冊数が複数になる場合は、変更になります。

【申し込み先】(一社)日本建設機械施工協会 北陸支部 他 最寄の本部・支部。
 ※ 北陸支部については、北陸支部ホームページからご注文が可能です。
<http://www.niigata-inet.or.jp/jcmahoku/>

【内容問合せ先】(一社)日本建設機械施工協会 北陸支部
 TEL 025-280-0128
 FAX 025-280-0134

初の
実務者向け入門版!!

情報化施工 デジタルガイドブック

2014.3
発刊!

土木工事の施工現場においては、施工および施工管理の省力化、品質向上を目的として、モーターグレーダやブルドーザなどのマシンコントロール技術やトータルステーションを用いた施工管理・出来形管理技術をはじめ、ICT技術の活用事例が大規模工事現場はもちろんのこと、小規模工事においても適用されはじめています。

このような中、国土交通省は、平成25年3月に今後の情報化施工の普及促進のための新たな施策「情報化施工推進戦略」～「使う」から「活かす」へ、新たな建設生産の段階に挑む!!～を発表しています。

当協会では、情報化施工を考えておられる実務者の皆様のために新しい情報化施工入門書「情報化施工デジタルガイドブック」を刊行いたしました。本書によって、情報化施工技術を理解していただき、現場施工に役立てていただきたいと考えています。

特 徴

本書では、情報化施工を担当する現場技術者の皆様を対象として作成したもので、DVD版の主な特徴は以下のとおりです。

- ★画像・映像による解りやすい技術紹介
- ★業務の流れに沿った解説
- ★導入効果の概説
- ★50項目以上の用語説明
- ★インターネット・エクスプローラ等のブラウザを使用して画面を切り替えながら見ることができる

Windows版

情報化施工デジタルガイドブック

第1版(2014年発行)

JCMA
一般社団法人 日本建設機械施工協会
(禁複製)

デジタルブックDVD版
(デジタル画像・動画等)

プレビューA4版冊子付

情報化施工 デジタルガイドブック

JCMA
一般社団法人
日本建設機械施工協会

定 価

一般価格

2,200 円 (本体2,000円)

会員価格

1,980 円 (本体1,800円)

※送料別途

主な内容

1

情報化施工
のあらまし

2

情報化
施工技術の
種類

3

情報化施工
の適用工種

4

情報化施工
の運用手順

5

建設機械・
測量機器リスト

6

情報化
施工データ

7

情報化施工
の導入効果

8

導入事例

9

用語の説明

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>

JCMA 図書

検 索

論文投稿のご案内

日本建設機械施工協会では、学術論文の投稿を歓迎します。論文投稿の概要は、以下のとおりです。なお、詳しいことは、当協会ホームページ、論文投稿のご案内をご覧ください。

当協会ホームページ <http://www.jcmanet.or.jp>

★投稿対象

建設機械、機械設備または建設施工の分野及びその他の関連分野並びにこれらの分野と連携する学際的、横断的な諸課題に関する分野を対象とする学術論文(原著論文)の原稿でありかつ下記の条件を満足するものとします。なお、施工報告や建設機械の開発報告も対象とします。

- (1) 理論的又は実証的な研究・技術成果、あるいはそれらを統合した知見を示すものであって、独創性があり、論文として完結した体裁を整えていること。
- (2) この分野にとって高い有用性を持ち、新しい知見をもたらす研究であること。
- (3) この分野の発展に大きく寄与する研究であること。
- (4) 将来のこの分野の発展に寄与する可能性のある萌芽的な研究であること。

★部門

- (1) 建設機械と機械設備並びにその高度化に資する技術部門
- (2) 建設施工と維持管理並びにその高度化に資する技術部門

★投稿資格

原稿の投稿者は個人とし、会員資格の有無は問いません。

★原稿の受付

随時受け付けます。

★公表の方法

当協会機関誌に掲載します。

★機関誌への掲載は有料です。

★その他：優秀な論文の表彰を予定しています。

★連絡先

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8（機械振興会館）

日本建設機械施工協会 研究調査部 論文担当

E-mail : ronbun@jcmanet.or.jp

TEL : 03 - 3433 - 1501

FAX : 03 - 3432 - 0289

◆ 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

- 「建設機械施工」を機関誌として毎月お届け致します。(一般購入価格 1冊880円/送料別途)。
「建設機械施工」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)
- 附属機関として「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「建設機械施工」をはじめ各種技術図書・専門図書の発行。
- ・建設機械と施工技術展示会“CONET”の開催。除雪機械展示会の開催。
- ・シンポジウム、講習会、講演会、見学会等の開催。海外視察団の派遣。 etc.

■主な出版図書

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

その他、日本建設機械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)3432-0289

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。

令和 年 月 日

個人会員入会申込書		
ふりがな		生年月日
氏名 (自署)		昭和 平成 年 月 日
勤務先名		
所属部課名		
勤務先住所	〒 TEL _____ E-mail _____	
自宅住所	〒 TEL _____ E-mail _____	
機関誌の送付先	勤務先 自宅 (ご希望の送付先を○印で囲んで下さい。)	
その他 連絡事項	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「建設機械施工」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。

一般社団法人日本建設機械施工協会 発行図書一覧表（令和元年 10 月現在） 消費税 10%

No.	発行年月	図 書 名	一般価格 (税込)	会員価格 (税込)	送料
1	R 元年 9 月	大口径岩盤削孔工法の積算 令和元年度版	6,600	5,610	700
2	R 元年 6 月	日本建設機械要覧 2019 年電子書籍 (PDF) 版	66,000	55,000	—
3	R 元年 6 月	建設機械スペック一覧表 2019 年電子書籍 (PDF) 版	60,500	49,500	—
4	R 元年 5 月	橋梁架設工事の積算 令和元年度版	11,000	9,350	900
5	R 元年 5 月	令和元年度版 建設機械等損料表	8,800	7,480	700
6	H31 年 3 月	日本建設機械要覧 2019 年版	53,900	45,100	900
7	H30 年 8 月	消融雪設備点検・整備ハンドブック	13,200	11,000	700
8	H30 年 5 月	よくわかる建設機械と損料 2018	6,600	5,610	700
9	H30 年 5 月	大口径岩盤削孔工法の積算 平成 30 年度版	6,600	5,610	700
10	H30 年 5 月	橋梁架設工事の積算 平成 30 年度版	11,000	9,350	900
11	H30 年 5 月	平成 30 年度版 建設機械等損料表	8,800	7,480	700
12	H29 年 4 月	ICT を活用した建設技術 (情報化施工)	1,320	1,100	700
13	H28 年 9 月	道路除雪オペレータの手引	3,850	3,080	700
14	H28 年 5 月	よくわかる建設機械と損料 2016	6,600	5,610	700
15	H28 年 5 月	大口径岩盤削孔工法の積算 平成 28 年度版	6,600	5,610	700
16	H26 年 3 月	情報化施工デジタルガイドブック 【DVD 版】	2,200	1,980	700
17	H25 年 6 月	機械除草安全作業の手引き	990	880	250
18	H23 年 4 月	建設機械施工ハンドブック (改訂 4 版)	6,600	5,604	700
19	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャーの変遷	3,300		700
20	H22 年 9 月	アスファルトフィニッシャーの変遷 【CD】	3,300		250
21	H22 年 7 月	情報化施工の実務	2,200	1,885	700
22	H21 年 11 月	情報化施工ガイドブック 2009	2,420	2,200	700
23	H20 年 6 月	写真でたどる建設機械 200 年	3,080	2,608	700
24	H19 年 12 月	除雪機械技術ハンドブック	3,143		700
25	H18 年 2 月	建設機械施工安全技術指針・指針本文とその解説	3,520	2,933	700
26	H17 年 9 月	建設機械ポケットブック (除雪機械編)*	1,048		250
27	H16 年 12 月	2005「除雪・防雪ハンドブック」(除雪編)*	5,238		250
28	H15 年 7 月	道路管理施設等設計指針 (案) 道路管理施設等設計要領 (案)*	3,520		250
29	H15 年 7 月	建設施工における地球温暖化対策の手引き	1,650	1,540	700
30	H15 年 6 月	道路機械設備 遠隔操作監視技術マニュアル (案)	1,980		700
31	H15 年 6 月	機械設備点検整備共通仕様書(案)・機械設備点検整備特記仕様書作成要領(案)	1,980		700
32	H15 年 6 月	地球温暖化対策 省エネ運転マニュアル	550		250
33	H13 年 2 月	建設工事に伴う騒音振動対策ハンドブック (第 3 版)	6,600	6,160	700
34	H12 年 3 月	移動式クレーン、杭打機等の支持地盤養生マニュアル (第 2 版)	2,724	2,410	700
35	H11 年 10 月	機械工事施工ハンドブック 平成 11 年度版	8,360		700
36	H11 年 5 月	建設機械化の 50 年	4,400		700
37	H11 年 4 月	建設機械図鑑	2,750		700
38	H10 年 3 月	大型建設機械の分解輸送マニュアル*	3,960	3,520	250
39	H9 年 5 月	建設機械用語集	2,200	1,980	700
40	H6 年 8 月	ジオスペースの開発と建設機械	8,382	7,857	700
41	H6 年 4 月	建設作業振動対策マニュアル	6,286	5,657	700
42	H3 年 4 月	最近の軟弱地盤工法と施工例	10,266	9,742	700
43	S 63 年 3 月	新編 防雪工学ハンドブック 【POD 版】	11,000	9,900	700
44	S 60 年 1 月	建設工事に伴う濁水対策ハンドブック*	6,600		250
45		建設機械履歴簿	419		250
46	毎月 25 日	建設機械施工 【H25.6 月号より図書名変更】	880	792	700
			定期購読料 年 12 冊 9,408 円(税・送料込)		

購入のお申し込みは当協会 HP <http://www.jcmanet.or.jp> の出版図書欄の「ご購入方法」から「図書購入申込書」をプリントアウトし、必要事項をご記入のうえ、FAX してください。

※については当協会 HP <http://www.jcmanet.or.jp> の出版図書欄をご参照ください。

特 集

防災，災害対応，復旧，復興， 国土強靱化

巻頭言

- 4 防災の本質は命を守ること
技術や情報が真に人々の中で活かされるために
海堀 正博 広島大学大学院 総合科学研究科 教授

行政情報

- 5 平成 30 年の土砂災害
安藤 詳平 国土交通省 水管理・国土保全局 保全課 課長補佐

特集・ 技術報文

- 9 VR 技術を用いた災害情報の共有
房前 和朋 国土交通省 九州地方整備局 九州技術事務所 (併任) (災害対策マネジメント室 課長補佐)

- 15 土砂災害警戒避難のための線状降水帯等の自動抽出システム
野村 康裕 国土交通省 国土技術政策総合研究所 土砂災害研究部 土砂災害研究室 主任研究官
中谷 洋明 国土交通省 国土技術政策総合研究所 土砂災害研究部 土砂災害研究室長

- 20 リアルタイム浸水予測情報の活用
都市域における浸水被害の防止・低減に向けて
瀬能 真一 国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 水害研究室 研究官
板垣 修 国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 水害研究室 室長

- 28 リアルタイム津波浸水被害予測システムの開発と運用
鈴木 崇之 国際航業㈱ 防災環境事業部 防災ソリューション部 災害解析ソリューショングループ
田野邊 睦 国際航業㈱ 防災環境事業部 防災ソリューション部 災害解析ソリューショングループ
村嶋 陽一 国際航業㈱ 防災環境事業部 事業部長

- 32 鉄筋コンクリート構造物用の大地震対応 TMD の開発
セミアクティブ制御により建物の振動周期の変動に対応
中井 武 鹿島建設㈱ 建築設計本部 構造設計統括グループ チーフ
栗野 治彦 鹿島建設㈱ 建築設計本部 構造設計統括グループ 統括グループリーダー、博士 (工学)

- 37 超硬質地盤に適応した深層混合処理工法の開発
CI-CMC-HG 工法
田中 肇一 ㈱不動テトラ 地盤事業本部 開発部 施工機械課 課長
伊藤 竹史 ㈱不動テトラ 地盤事業本部 技術部 技術企画課 課長
武田 尚也 ㈱不動テトラ 地盤事業本部 技術部 技術企画課

- 41 災害対応の役割も果たす海底ケーブル敷設船「きずな」
伊藤 環 NTT ワールドエンジニアリングマリン㈱ 企画総務部 部長

- 48 堤体盛土工事における ICT 建設機械の活用とその課題
藤本 栄治 大成建設㈱ 東北支店土木部 工事課長
鶴飼 泰希 大成建設㈱ 東北支店土木部 作業所長

- 54 大規模崩壊斜面における対策工と CIM の実施
阿蘇大橋地区斜面对策工事における「のり面 CIM」の開発と適用
石濱 茂崇 ㈱熊谷組 土木事業部 土木設計部 地質グループ グループ課長
江口 秀典 国土交通省 九州地方整備局 副所長
山上 直人 国土交通省 九州地方整備局 課長

- 59 大槌町復興事業におけるまちのデザイン
平井 一男 ㈱東京建設コンサルタント 地域環境事業本部 流域文化部 グループ長

	66	熊本市市民病院再建事業の早期開業に向けた工期短縮の取り組み事例	中村 敦史 (株)大林組 九州支店 建築工事業部 生産技術課 課長
投稿論文	71	建造物解体現場における高強度繊維織物を利用した飛散防止シートの開発	立山 耕平 立命館大学 助教 理工学部機械工学科 清酒 芳夫 (株)大林組 上條 宏明 (株)大林組 山田 浩之 防衛大学校 准教授 システム工学群機械工学科
交流のひろば	79	女性目線を活用した中小建設業者の強靱化 ～なでしこ BC 連携～	大山 浩治 (株)井上組 常務執行役 営業兼企画統括 古江 早苗 天野産業(株) 総務部 課長 BCM 推進チームリーダー 佐藤 佳世 (株)北岡組 営業部 働き方改革推進室 室長
ずいそう	83	定年後の生活と趣味	立石 洋二 成和リニューアルワークス(株) 取締役常務執行役員 機械統轄部長
	85	深圳訪問記	荒谷 悦嗣 (株)荒谷建設コンサルタント 代表取締役社長
	88	新工法紹介	機関誌編集委員会
	90	新機種紹介	機関誌編集委員会
統計	94	令和元年度 建設投資見通し	国土交通省 総合政策局 情報政策課 建設経済統計調査室
	100	令和元年度 主要建設資材需要見通し	国土交通省 土地・建設産業局 建設市場整備課
	104	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
	105	行事一覧 (2019 年 8 月)	
	108	編集後記 (斉藤・赤坂)	

◇表紙写真説明◇

阿蘇大橋地区斜面防災対策工事

写真提供：国土交通省 九州地方整備局 熊本復興事務所

平成 28 年 4 月の熊本地震により、阿蘇大橋地区では大規模な斜面崩壊が発生し、周辺一帯は壊滅的な被害を受けた。この災害に対して緊急的な対策が国土交通省九州地方整備局により講じられ、(株)熊谷組が、建設 ICT や無人化施工、遠隔操作などを駆使しながら、土留盛土工やラウンディング、斜面安定工等の様々な斜面对策工事を施工中である。

2019 年(令和元年)10 月号 PR 目次
【ア】朝日音響(株)…………… 後付 1
【カ】コスモ石油ブリカンツ(株)… 後付 3

コベルコ建機(株)…………… 表紙 2
【サ】サイテックジャパン(株)…………… 表紙 4
【タ】デンヨー(株)…………… 後付 4

大和機工(株)…………… 表紙 3
【マ】マルマテクニカ(株)…………… 後付 6
三笠産業(株)…………… 後付 5

(株)三井池製作所…………… 表紙 3
【ヤ】吉永機械(株)…………… 後付 2

巻頭言

防災の本質は命を守ること

技術や情報が真に人々の中で活かされるために

海堀 正博



広島県は土砂災害危険箇所が日本で一番多いところとして知られている。その意味は土砂災害の素因が一番多いということであり、実際の土石流発生数や災害の発生頻度が一番多いという意味ではない。ふだん雨が少なくない地域であることから崩れやすい物質がそのまま斜面に大量に残されているのだが、一般の人々には災害の起きないところという意識が形成されやすく、危険なところに生活場が近づく傾向にある。その結果、崩壊や土石流等により人家に被害の出そうな場所として認定される土砂災害危険箇所が非常に多くなってしまっているのである。

1999年6月29日には、270 mm 程度の雨により32人の死者が出る災害が発生した。当時はまだハザードマップが公開されていなかった。そのため、住民に危険箇所を伝えていないことが犠牲者の多く出た原因とされ、翌年以降のハザードマップ等の公開につながった。また、インターネットを使った防災情報の伝達システムも始まり、広島県内の約290の雨量観測所の毎正時の観測データが1時間ごとに公表されるようになった。また、全国的には2000年に土砂災害防止法が制定され、翌年から施行され始めた。これによってがけ崩れや土石流等による土砂災害の発生危険のあるエリアが示され、特に、著しい被害の想定される土砂災害特別警戒区域（レッドゾーン）の範囲内での居住制限・建築制限により知らぬ間にそのような危険度の高いところに住んでしまうことがなくなるように期待された。すでに住んでいる人にも、その位置での土砂災害の危険を周知することにより自主的・自発的な警戒・避難行動に結びつけてもらうことも期待された。もちろん、ソフト対策だけでなく、砂防堰堤などによるハード対策も進められてきた。

しかし、2014年8月20日未明、3時間足らずで最大239 mmという強雨により、広島市のごく一部のエリアで77人の死者を出す大災害が発生してしまった。安佐南区の被災地域では、土砂災害危険箇所図は公開

されていたが、土砂災害防止法に基づく土砂災害警戒区域図はまだ公開されていなかった。住民には事前に土石流の発生可能性や土砂災害危険箇所図の存在自体が知られておらず、自主的な警戒・避難にはつながらなかった。当時は、自治体からの避難勧告等の発令が土砂災害発生後になったことがより著しい被害の拡大につながったと解釈された。そのため、それ以後は避難勧告等の早期の発令につながる改善に力が注がれた。また、土砂災害警戒区域図等については急ピッチで指定作業が完了できるように改善が図られた。

しかし、2018年7月6日夜、前日から続く雨の影響で一時的に強雨になったことにより、崩壊や土石流等が集中発生し、広島県内だけで140人を超える犠牲者（2019年9月15日時点）が出る大災害となってしまった。この災害においては、人的犠牲者の出たすべての地域で土砂災害警戒情報が発表されていたこと、すでに7月5日の段階から異常な豪雨への警戒を促す気象情報の発表、自治体からの避難に関する準備や勧告等の情報がほぼ事前に発令されていたこと、また、ハザードマップ等の周知もなされていたわけだが、結果的には平成に入って最大の被害を出す風水害となってしまった。

防災とは命を守ることである。災害発生前には未然防止のための防災、発生時には被害の拡大防止と減災のための防災、発生後には被災した人々や地域が助かった命を大切にしながら再び前向きに歩み出し、次の災害に備えられるように手助けする復旧・復興のための防災、という3つの柱で成り立っている。防災のためのソフト対策・ハード対策とともに、まちづくりや地域の活性、自然や環境の保護・保全、子どもたちの教育や人材育成などが総合的にうまく組み合わさることにより、はじめて魅力的で災害にも強い地域づくりにつながるのである。みんなが相互に得意なところから支え合うことができる環境を目指したい。

行政情報

平成 30 年の土砂災害

安 藤 詳 平

平成 30 年に発生した土砂災害は 3,459 件であり、集計を開始した昭和 57 年以降最多件数を記録した。国土交通省における土砂災害の発生状況の調査には、衛星画像や航空写真の活用のほか、ヘリによる上空からの調査、UAV の活用も含めた地上からの調査を行っている。土砂災害が発生した箇所については、地方公共団体などにより大型土嚢や強靱ワイヤーネットなどを活用した応急対策が行われ、その後災害関連緊急砂防事業等により緊急的な砂防堰堤等の整備が行われている。本稿では平成 30 年の土砂災害発生状況およびその対応について以上の観点から紹介する。

キーワード：土砂災害、土石流、地すべり、がけ崩れ、災害関連事業

1. はじめに

まず土砂災害という現象とその対策工について概要を紹介する。国土交通省では昭和 57 年以降、都道府県砂防担当部局からの報告を基に土砂災害の発生件数を毎年集計しており、平均すると毎年 1,000 件以上もの土砂災害が発生している。土砂災害の形態は大きく分けて 3 種類あり、土石流、地すべり、がけ崩れである。土石流は、山腹や川底の石や土砂が長雨や集中豪雨などによって一気に下流へと押し流されるものであり、その流れの速さは規模によって異なるが、時速 20～40 km という速度で一瞬のうちに人家や畑などを壊滅させる。また、火山噴火によっても、大量の火山灰が降下し、これが渓流内に堆積することで、降雨に伴い土石流が発生しやすくなる。地すべりは、斜面の一部あるいは全部が地下水の影響と重力によってゆっくりと斜面下方に移動する現象のことであり、一般的に移動土塊量が大きいため、甚大な被害を及ぼす。また、一旦動き出すとこれを完全に停止させることは困難であり、日本では地質的にぜい弱であることに加えて梅雨あるいは台風などの豪雨により発生している。がけ崩れは、地中にしみ込んだ水分が土の抵抗力を弱め、雨や地震などの影響によって急激に斜面が崩れ落ちることであり、突然起きるため、人家の近くで起きると逃げ遅れる人も多い。

このほか、山崩れ・崖崩れなどの斜面崩壊のうち、すべり面が表層崩壊よりも深部で発生し、表土層だけでなく深層の地盤までもが崩壊土塊となる比較的規模

の大きな崩壊現象である深層崩壊や、この深層崩壊などに伴い土砂が渓流内に堆積し、水の流れをせき止めてしまう河道閉塞のような現象もある。また、近年では豪雨により上流域から流出した多量の土砂が谷出口より下流の河道で堆積することにより、河床上昇・河道埋塞が引き起こされ、土砂と泥水の氾濫が発生する現象である土砂・洪水氾濫も頻発している。平成 29 年九州北部豪雨における赤谷川流域や平成 30 年 7 月豪雨における呉市天応地区の大屋大川などではこのような現象が発生している（写真—1）。なお、土砂災害の件数を集計する際には、道路法面やそれに準ずるもの、宅地造成に伴う斜面については含めていない。

土砂災害への対策としては、主として都道府県砂防担当部局が対策工事を担っており、土石流対策としては砂防堰堤などの整備、地すべり対策としては集水井工などの整備、がけ崩れ対策としては法枠工などの整



写真—1 土砂・洪水氾濫被害（平成 30 年 7 月豪雨呉市天応地区）

備をそれぞれ、砂防事業、地すべり対策事業、急傾斜地崩壊対策事業として実施しているところである。採択要件を満たせば、国による財政的支援を行っている。また、特に荒廃が進んだ流域や大規模な土砂災害が発生した地域などにおいては、国による直轄事業を実施している。

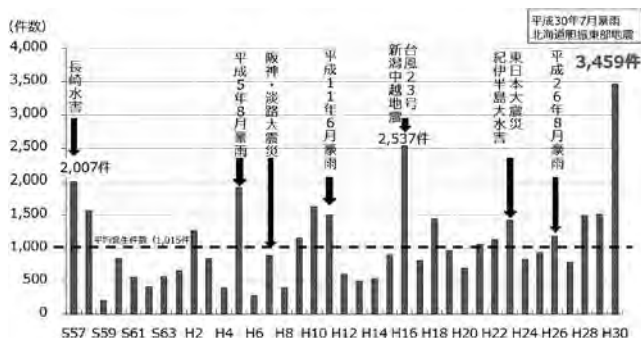
2. 平成 30 年の土砂災害発生状況

平成 30 年に発生した土砂災害は 3,459 件（内訳：土石流等 985 件、地すべり 131 件、がけ崩れ 2,343 件）であり、集計を開始した昭和 57 年以降最多件数を記録した（図—1）。これは、長崎水害が発生した昭和 57 年の 2,007 件や、新潟県中越地震が発生した平成 16 年の 2,537 件を超える記録である（図—2）。それまでの毎年の平均発生件数は 1,015 件であることから、平均の約 3.4 倍を記録したことになる。

特に発生が多かったのが 7 月豪雨に伴う土砂災害であり、2,581 件を記録した。これは全体の 75% を占める割合である。7 月豪雨に伴う土砂災害を都道府県別に見てみると、広島県が 1,242 件で最多、次いで愛媛県の 413 件、このほか山口県、高知県、福岡県と続いているなど、西日本を中心に土砂災害が多く発生したことがわかる。



図—1 平成 30 年の土砂災害



図—2 土砂災害発生件数の推移

また、9月6日に発生した北海道胆振東部地震では、厚真町吉野地区において大規模ながけ崩れが発生し、19 名の方が犠牲になる土砂災害が発生した。このほかにも厚真町富里地区においては、がけ崩れにより浄水場が被災し、広域的に断水が発生するなど、住民生活に多大なる影響与える状況となったほか、同じく厚真町内を流れる日高幌内川において大規模な河道閉塞が発生するなど、全部で 227 件もの土砂災害が発生した。

このほかにも、積雪・融雪期に新潟県などにおいて地すべりやがけ崩れが 43 件、台風 24 号により宮崎県などにおいて 175 件の土砂災害が発生した。

3. 土砂災害への対応

土砂災害はまずどこで発生しているか情報を把握することが第一に必要となるが、土砂災害は山間部で発生すると、発生直後に情報が入らないこともある。そのため国土交通省では、迅速に土砂災害発生状況を把握するため、衛星画像や航空写真を活用し、大規模な土砂災害発生可能性箇所の抽出を行うことで、優先的にヘリ調査を行う地域を選定し、そのうえで天候が回復次第、地方整備局等によりヘリ調査を行っている。7 月豪雨や北海道胆振東部地震の際にもこのような対応が行われた（写真—2）。また、地上からは TEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊）が土砂災害発生箇所調査を行い、各箇所の不安定土砂の状況や、対策の必要性検討の基礎情報を整理し、関係地方公共団体へ報告する（写真—3）。このほか、国土交通省では、土砂災害専門家（TEC-FORCE 高度技術指導班）を派遣し、二次災害の危険性や応急対策工についての技術的助言を行っている。これを受け、地方公共団体では大型土嚢等による応急的な流路整備や強靱ワイヤー



写真—2 ヘリ調査状況



写真—3 地上調査状況

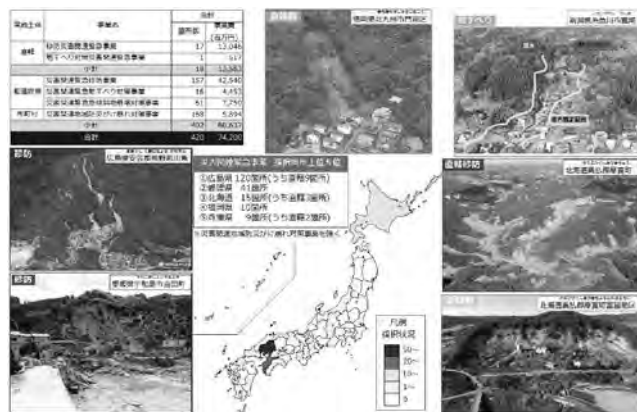


図—3 応急対策実施状況

ネット設置などによる応急対策の実施により安全性確保などの取組が行われている（図—3）。

「はじめに」でご紹介したように、砂防関係事業は主として都道府県によって行われており、国土交通省では防災・安全交付金などにより財政的に事業の実施を支援しているところであるが、事前の予防的な対策だけでなく、土砂災害が発生し、土砂の崩壊等の危険な状況に緊急に対処するための砂防堰堤等を整備する場合においても、災害関連緊急事業として採択し、緊急的な砂防工事への支援をしているところである。

平成30年度に都道府県が実施する災害関連緊急事業について、国土交通省では砂防事業157箇所（事業費約425億円）、地すべり対策事業16箇所（事業費約45億円）、急傾斜地崩壊対策事業61箇所（事業費約76億円）を採択した（図—4）。さらに7月豪雨では、その被災の甚大さから、内閣府において「激甚災害に対処するための特別の財政援助等に関する法律」に基づく激甚災害指定が行われたが、このような場合、国土交通省では、がけ崩れ発生箇所への支援をさらに手厚く支援する制度を設けており、小規模であっても地域防災上重要な箇所の復旧のためであれば、市町村が実施するがけ崩れ防止工事についても特別に財政支援を行うこととしている。これも平成30年度においては、全国で168箇所（事業費約59億円）を採択し、

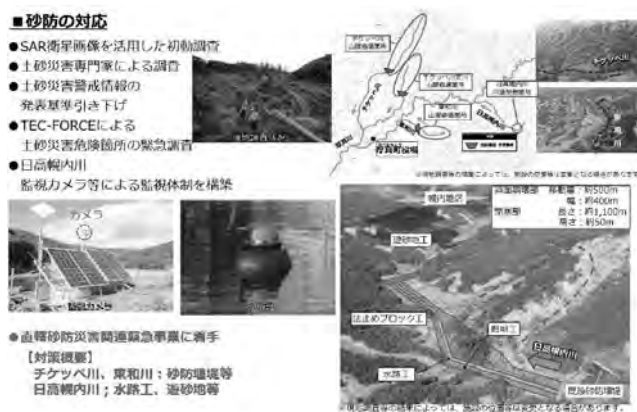


図—4 平成30年度災害関連緊急砂防事業等採択状況

支援しているところである。

現在、災害関連事業の採択を受けた現場では、地方公共団体により鋭意砂防堰堤等の整備が進められているところではあるが、不安定土砂に対する応急的な対策のみならず、再度災害防止のため万全を期すため、特に被災が激しかった箇所については、災害発年度の災害関連事業のみならず、砂防激甚災害対策特別緊急事業などにより、集中的・重点的な対策の実施を財政支援しているところであり、令和元年度から広島県と愛媛県において、砂防激甚災害対策特別緊急事業が実施されることとなった。

直轄においても災害関連事業を実施しており、7月豪雨における土砂災害については、中国地方整備局や四国地方整備局などにおいて砂防堰堤等の整備、北海道胆振東部地震における土砂災害については、北海道開発局において、河道閉塞への対応として緊急的な水路工等の整備に着手するなどの工事が行われているところである（図—5）。



図—5 北海道胆振東部地震への対応（直轄）砂防

4. 先進技術の積極導入

上記で説明したように、国土交通省では土砂災害発生状況の調査について、ヘリによる上空からの調査のほか、地上からの調査を行っているが、溪流への進入が困難な場合や危険な状況が生じている場合、また、崩壊等の発生を確認しても崩壊事象全体が把握しにくい場合がある。このような場合にはUAVを活用し、安全かつ効果的な調査を実施することを可能としている。実際、7月豪雨では国土交通省により多数のTEC-FORCEが現地調査を行い、UAVを活用した調査が実施された。更に今後は、このような災害発生時の活用に限らず、砂防堰堤等の点検への活用も想定しており、現在、技術の現場実証を行っているところである。

国土交通省では、建設現場の生産性向上を図るi-Constructionの取組において、3次元モデルを活用し社会資本の整備、管理を行うCIMの導入を進めており、「CIM導入ガイドライン（案）」の策定がされているところである。砂防関係では既に地すべり編が公表されているところであるが、地すべりは地質調査等からすべり面深度や地下水面等の地中の情報を評価・検討したうえで、すべり面や地下水面等の地中の情報と地すべり防止施設の3次元的な位置関係を適切に把握し設計・施工する必要があるため、CIMの活用により3次元的な位置関係が視覚化され、地すべり災害における機構解明や対策工事の検討の際に今後効果を発揮するものと考えている。

5. おわりに

国土交通省では災害発生後の調査から対策の実施という一連の流れで都道府県の支援や、状況により国の直轄事業に着手するなどの対応を実施してきているところではあるが、土砂災害発生後は、次期降雨により二次災害が懸念される状況が生じることから、これら危険な箇所への応急対策の迅速性が今般求められており、更なる国と地方公共団体との連携が必要となって



図—6 防災・減災、国土強靱化のための3か年緊急対策（砂防関係）

いると考えられる。また、そのような危険な状況に対しては、ハード対策に限らず、気象警報などを活用した警戒避難があわせて実施されることが不可欠であり、都道府県に限らず避難勧告等の権限を有する市町村との連携も必要になっている。

このように、平成30年の土砂災害は近年まれに見る発生規模の災害となり、災害対応では砂防担当部局が対策を実施してきているところであるが、このような災害を未然に防ぐための取組も推進する必要がある。政府全体で推し進めている「防災・減災、国土強靱化のための3か年緊急対策」においては、「インフラ・ライフライン対策」や「円滑な避難の確保対策」など、緊急的に実施すべきメニューを設定し、平成30年度から集中的に土砂災害対策を実施しているところである（図—6）。今回は多くの土砂災害が発生したが、その一方で土石流などを砂防堰堤が人家の手前で止めるなどの効果を発揮した施設も確認されており、これらについても広く国民に理解を頂き、砂防関係事業の更なる推進を期待したい。

J C M A



【筆者紹介】
安藤 詳平（あんどう しょうへい）
国土交通省
水管理・国土保全局 保全課
課長補佐

VR 技術を用いた災害情報の共有

房 前 和 朋

VRとは「Virtual Reality (バーチャル・リアリティー)」の略で、日本語では「仮想現実」とも言われている。VRの特徴はその名前の通り「目の前にある現実とは違う任意の作られた現実を体験できる」ことである。様々な分野でVRの活用が進められているが、建設分野は今後労働力の確保が大きな課題となるため、VRの活用による業務の効率化や労働環境の改善は大きな意味がある。特に災害現場は安全面や衛生面、移動手段の確保等の多くの課題があるが、VRを用いて災害現場を「疑似体験」することで、何のリスクもなく瞬時に災害現場の情報を多人数で共有することができる。本稿では九州地方整備局におけるVRの技術開発についての取り組みを、主に災害に関連した事例について紹介する。

キーワード：VR、360°カメラ、クラウド、物理エンジン、ゲームエンジン

1. はじめに

VRとは「遠く離れた場所の出来事」や「コンピュータ上に作られた世界」をあたかも現実のように知覚させるシステムである。

2000年代の初めから軍事訓練などに使用されていたが、人間を「別の場所にいる」ように錯覚させるには不十分であった。

ところが2016年にソニー、サムソン等IT大手企業がVR市場に参入し、現在ではFacebook、Google、Microsoft、Apple等、多くの企業がVR市場に参入している。莫大な投資が継続して行われることや、これらの参入企業が保有するAI、クラウド、ビッグデータ、IoT等の技術と融合することで急速に技術が発達している。

報道は「知識」が主体だったが、VRを用いることで「体験」を記録・伝達・保存することが可能となったことは非常に大きな変化だと考える。

(2) ものづくり分野

たとえば車や飛行機を設計するためには、風洞に模型を入れて「模型がどう風の影響をうけるか」などを調べる必要があった。こうした実験装置は高価で、大きさなどの制約もある。そこでコンピュータの中に「仮想の世界」をつくり、そこで実験を行うという手法が広く用いられるようになった。雨や風等の条件も自由に設定できる上、いつでも実験可能で、コストや時間も大幅に削減することができる。「ものづくりの前に仮想世界で実験や確認、体験」することは土木分野においても有用な手法と考える。

2. 他分野におけるVRの活用

(1) 報道分野

NHK等ではVRを用いたニュース報道が行われている。インターネットの「NHKVR/AR」では、「全校児童が津波で避難した小学校」等をVR(360°静止画・動画)で体験できる。

たとえば、ニュースで「全壊家屋200軒」という情報を読む・見る・聞く場合と、VRでその被害状況を疑似体験するのでは、ニュースに対する考えやその後の行動が大きく異なる場合もあると思われる。従来の

3. 九州地方整備局におけるVRの取り組み

(1) 360°カメラを用いた情報共有

九州地方整備局では平成30年度に九州技術事務所において360°カメラの実証実験を行い、令和元年度から九州内の21の事務所等に360°カメラを配備するとともに、専用の情報共有クラウドの運用を開始した。また360°カメラを用いた防災訓練を実施し、災害発生時の速やかな情報共有の体制づくりを行っている。

(a) 360°カメラとは

360°カメラは「表と裏に2枚のレンズ」をもち「平たい棒」の形状が主流である。このレンズは1枚につき180°以上の画角（撮影範囲）を持つため、1回の撮影で全方位を切れ目なく撮影することができる。

表—1に整備局で使用している機材のスペックを示す。

(b) 耶馬溪山崩れにおける試験運用

2018年4月11日に大分県中津市耶馬溪町において大規模な土砂崩れが発生した。九州地方整備局では即座にTEC-FORCEによるドローン撮影のため職員を派遣し、併せて360°カメラの試験運用を行った。このとき現地から360°カメラで撮影した写真を電子メールで送信、九州技術事務所を受信し災害対策車両の配備に役立てることでの的確な指示を実施することができた。

写真—1は実際の耶馬溪山崩れで撮影した360°写真の一部を切り出したものである。各組織の配置や作業状況、重機の数や種類、法面をタイヤで移動可能か、敷鉄板が必要かなど、多くの判断に必要な情報が1枚の写真で入手可能である。

(c) 北海道胆振地方東部地震における試験運用

2018年9月6日には、北海道胆振地方東部を震源とした震度7の地震が発生した。

九州地方整備局では、TEC-FORCEとして災害対策機器を迅速に現地に派遣した。写真—2は現地の写真である。平坦な土地にたくさんの重機が動いている

る事がわかる。

このとき通常のデジタルカメラで撮影した写真では現場で何を行っているか理解できなかったが、360°カメラで撮影後の写真のアングルを左右に動かして周囲を確認することで、撮影位置が「道路ではなく橋梁」であり、「河川が周囲の土地と同レベルになるほど閉塞」しており、下流側を見ることで「どの程度の深さで土砂が堆積しているか」を理解することができた。また「何台の重機がどう配置されているか動いているか」については通常の写真では重複や撮影もれが生じやすいが、360°カメラでは簡単・確実に把握することができる。

また写真—3は同じ場所で24時間経過後に撮影した写真で、作業の進捗が一目でわかる。360°カメラはどこに向けているかに関係なく同じ位置でシャッターを押せば、同じ写真が撮影できるため、現場の変化や施工の進捗などが非常にわかりやすいという利点がある。

(d) 360°カメラの問題点とクラウド導入

耶馬溪・北海道での運用で、360°カメラの有用性は確認できたものの、いくつかの課題があることがわかった。

1点目はメールでの画像伝送である。メールは現地と九州技術事務所など、1対1の場合では大きな問題は生じないが、多数との共有には不向きである。

2点目は、360°写真は、撮影後の写真のアングルやズームを変更する特殊なソフトウェアをインストール必要がある。

表—1 360°カメラ スペック

	製品名	THETA V
	メーカー	リコー
	内蔵メモリ	約19GB
	撮影容量	
	静止画	4,800枚
	動画	通常 最大5分 合計 約40分



写真—1 耶馬溪山崩れ 360°写真



写真—2 北海道胆振東部地震（災害直後）



写真—3 北海道胆振東部地震（復旧後）

3点目は写真のサムネイルが見つらいことである。360°写真を強制的に四角に表示するため、写真中心部はいいが、周辺部に非常に大きな歪みが生じるため、求める情報が周辺部にある場合非常に不便である（写真—4）。

このため、九州地方整備局では、専用のクラウドを構築することでこの問題を解消した（写真—5）。クラウドを用いることの利点は以下の通りである。

- ①クラウドを用いることで写真の閲覧にソフトウェアが不要となり、インストール、アップデート等の作業も不要となる。
- ②PC やスマートフォン、タブレットなど様々な機種で閲覧、登録が可能となる。
- ③現地からスマートフォンで簡単にクラウドに登録できる。メールと異なり個別にデータを送信する必要がない。
- ④自動的に写真に組み込まれたGPSデータを用いて地図（任意に航空写真に切り替え可能）上に整理されるため、整理に要する作業が不要。
- ⑤データの管理はクラウドが行うため、バックアップや機器故障でデータが失われることがない。
- ⑥クラウドは写真を無制限の枚数を保管できるため、記録容量を気にする必要がない。
- ⑦災害で情報共有に使用した後は、そのまま360°写真の災害アーカイブとなる。

(e) 360°動画共有に向けた技術開発

現在までの技術開発で、静止画像の共有については



写真—4 360°写真のサムネイルの例



写真—5 クラウドによる360°写真の表示

実用レベルとなった。次のステップとして、「動画共有」を目的とし研究開発を行っている。

災害現場での使用を想定しているため天候・気温・湿度・埃・衝撃等の悪条件でも長時間安定動作する事が必須条件である。

現在でも運用が可能な4G回線を用いた試作1号機、5G次世代の通信技術を用いた試作2号機を用いて実証実験を行った。

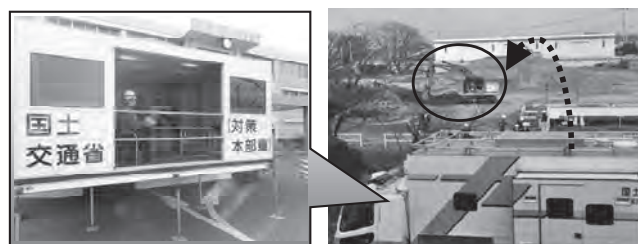
試作1号機は現在使用可能な技術を用いて360°動画をリアルタイムで共有する装置である。360°カメラに4Gの通信装置、大容量バッテリーを組み合わせたもので、20時間以上安定して動画を送信することができる。

しかし4G回線を用いることから、通信能力がネックとなりフルハイビジョン相当の画像しか送信できない。通常のビデオカメラであれば十分だが、「360°全方位をすべて記録しその一部を表示する」という特性から、画面に表示されている実質的な解像度が低くなってしまった。

試作2号機は次世代の通信技術である5Gを用いているため、ネックであった通信能力が数十～百倍程度に向上した。このため4K動画についても問題なく共有できる。しかし、当然ながら5Gの通信エリアがまだ我が国にはないため、現在では実運用はできない。

表—2 動画実証実験使用機材

	試作1号機	試作2号機
機器		
		
設置箇所	地上	バックホウ（遠隔操縦用）
通信技術	4G	5G



写真—6 動画実証実験の様子

この2種類の試作機での実証実験結果から、現時点では4Gベースの技術で動画共有を行い、5G普及後は速やかに高品質の動画共有に移行することが技術的には可能と考える。

(f) ドローンを用いた360°写真の活用

九州地方整備局では、災害現場の把握のためTEC-FORCEによるドローン撮影を積極的に行っている。そこでドローンに360°カメラを搭載することで、災害現場をリアルに死角なく把握できるのではないかと考えた。

撮影を行ったところ、想定通りの結果にはなったが、多くの360°写真から自分のニーズに合った写真を選ぶのが非常に困難であるという問題が判明した。とくにドローンからの360°写真のサムネイルはどれもよく似ているので、選択が非常に難しくこのままでは実運用はできないと判断した。

この問題を解決する手法の開発として、九州技術事務所では、360度写真内の任意の場所に移動できるドローン版のストリートビューを試作した(写真—9)。

写真内の白い点をクリックするとその場所に移動できる仕組みのため、簡単に目的に合った位置の写真を選択可能である。

画像内の白い点をクリックするとその位置に移動する。ドローン撮影の際に、メッシュ状に飛行することで災害現場上空の任意の箇所から全方位を確認できる。

(2) VRによる災害のアーカイブ

アーカイブ(archive)とは、重要記録を保存・活用し、未来に伝承することをいう。従来のアーカイブは、文字や写真、音声等の「知識」が主体だが、VRを用いることで「体験」をアーカイブすることが可能となった。

現在VRのアーカイブは、基本的には360°カメラで撮影されたものがほとんどである。仮想空間に3D

モデルを構築して災害現場を記録した事例はほとんどない。

そこで災害記録の新しい手法の開発として、九州技術事務所では航空機によるレーザ測量や航空写真、その他デジタルデータを用いて震災直後の阿蘇地区を仮想世界に再構築した(写真—8)。

高精度な測量データとハリウッド映画などで用いる、物理エンジン(ゲームエンジン)を用いることで「映画画質」を実現し、HMD(VR体験用の眼鏡状の機器)を使用することで、震災直後の阿蘇を自由に歩く体験が可能である。

また、あわせて復興後の未来の阿蘇地区についても仮想世界に構築した(写真—9, 10)。

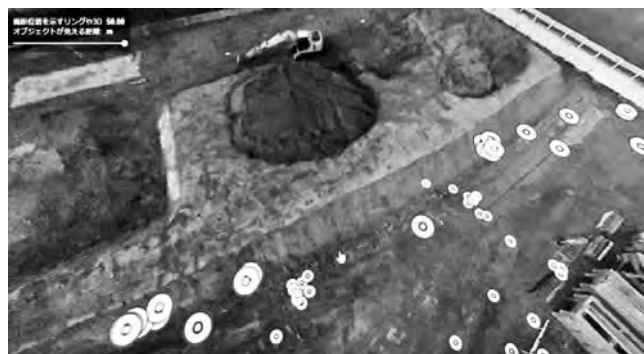
将来的にはこうした大規模災害の復興を議論するうえで、復興後の世界をVRで体験することはより迅速かつ確実な合意形成に役立つものと考えている。また被災を受けた方の希望にすこしでもなれば良いと考えている。

(3) 災害現場の3Dモデル化

災害現場における測量は非常に重要で、復旧のためには欠かせない。特に3Dモデルがあれば、設計や積算を精度良く行う事ができる。



崩壊後 視点場：対岸
写真—8 震災直後の阿蘇



写真—7 ドローンからの360°写真



復旧後イメージ 視点場：新阿蘇大橋付近
写真—9 復興後の阿蘇(イメージ)



写真—10 復興後の阿蘇（イメージ）

しかし従来の技術では測量の実施から3Dモデル化を行うにはかなりの時間を要するため、災害現場の3D化は行われていなかった。

そこで九州技術事務所では、ボタン一つで災害現場を3D化する試作機を用いて実証実験を行い、迅速に3Dモデルの作成が可能か検証を行った。

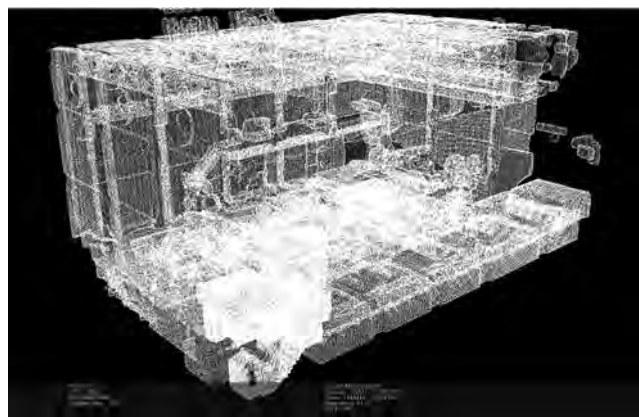
試作機は360°カメラとレーザスキャナ、高性能のタブレットを3Dプリンタで組み合わせたものである（写真—11）。この試作機は、ボタンを押すと360°水平方向に回転しながらレーザ測量と写真撮影を行い、その後自動で3Dモデルを作成する。1回の測定は約70秒である。測定対象が大きい場合は、できるだけ死角がない位置に装置を移動しボタンを押すと、自動的に複数の測定結果を合成して3Dモデルを作成する。

従来の技術では、レーザ測量データをフィルタリング（ノイズを除去）し、レジストレーション（点群の位置合わせ）、メッシュ化（点から面を作成）、テクスチャマッピング（面に切り取った写真を貼り付ける）をすることで3Dモデルとなる。

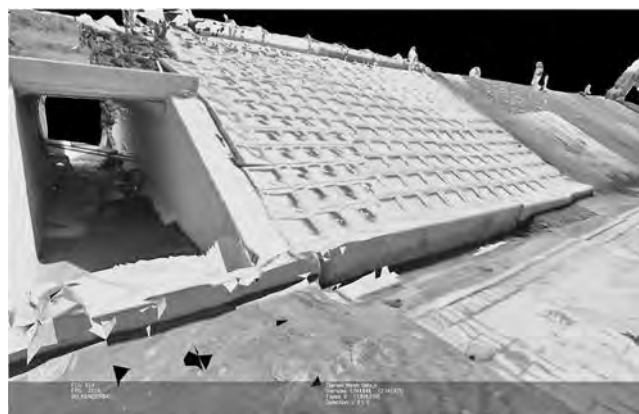
この試作機は、ボタンを押すだけでこれらの作業を自動で行う。また従来であればデータを事務所等のPCで処理する必要があるが、この装置は現地ですべ



写真—11 試作機



写真—12 蒲田津排水機場



写真—13 実物大堤防模型の3Dデータ

での処理を行う事ができる。

写真は九州最大のポンプ場である蒲田津排水機場の3Dモデルである（写真—12）。このような巨大な施設でも装置を移動しながら18回ボタンを押すだけで3Dモデルが完成する。作成に要した時間は2時間程度である。

また、写真—13は九州技術事務所内に作成中の実物大堤防模型の施工中のデータである。ボタンを1回押すだけで、レーザ測量を行い、3Dモデルが作成できる。作成に要した時間は10分程度である。

条件にもよるが、災害現場を想定した場合では、従来の数十倍の速さで3Dモデルの構築が可能となると考えられる。

この技術が実用化されれば、迅速かつ高精度な3Dモデルを用いることで、手戻りが少なく精度の良い復旧が可能になると考えている。

（4）VRを用いた遠隔操作技術開発

VR技術の応用の代表としては、「遠隔操作」があげられる。VRを使用することによって、遠方から操縦しているのではなく、離れた場所にいるロボットに自分が乗り移って行動しているような感覚になる、い

いわゆる「テレグジスタンス」「遠隔存在感」が現実となりつつある。

現在の遠隔操作重機の作業効率は、通常に比較し4割程度と言われている。九州地方整備局ではVR等を用いることで、「実際に運転しているよりも作業効率を高める」事を目標とした技術開発を行っている（写真—14）。

令和元年5月に技術公募を行い、「全周囲立体モニターシステムと高解像度カメラによる遠隔操作技術：(株)フジタ」「360° 半球カメラを用いたリアルタイム高画質動画配信技術：富士通コネクテッド(株)」等5つの最新技術を採用した（写真—15）。



写真—14 VRを用いた立体映像による遠隔操作
左右の目に別の映像を見せることで立体を知覚する。より正確な操作が可能。



写真—15 360°カメラを用いた遠隔操縦
同時に全方位の動画を高画質で伝送可能。AIを搭載しており、人間の接近などを検知可能。

本年10月～11月に雲仙復興事務所管内において実証実験を行い、実際の現場にてこれらの技術の有用性を評価する予定である。実験に用いる360°カメラは、カメラ自体にAIによる物体認識機能を搭載している。AIにより360°全方位の画像を解析し、たとえば動く物体が「人間」であるかを判定、重機周辺の危険なエリアに入った場合AIがオペレータにその旨を伝えることも技術的には可能である。また全方位画像をほぼ瞬時に解析するため死角や遅れがほとんどなく、様々な機能を持つAIを追加で搭載することも可能である。

4. おわりに

現在、VRは様々な産業で実用化されており、今後も急速に技術が発達すると考えられる。

他分野と比較すると土木分野での活用は少ない状況だが、土木、特に災害対応の分野で有用な技術であることがわかった。またVRは汎用性の高い技術であり、九州技術事務所等では研修や遠隔操作機器の操作など様々な分野での活用をめざし研究開発を進めたいと考えている。

謝 辞

また今回の執筆に当たり、貴重な資料や情報をいただいた日本建設情報総合センター、日本工営(株)、富士通(株)、富士通コネクテッドテクノロジーズ(株)、(株)リコー、(株)フジタの皆様に感謝の意を表します。

J C M A

【筆者紹介】

房前 和朋（ふさまえ かずとも）
国土交通省 九州地方整備局
九州技術事務所（併任）
（災害対策マネジメント室 課長補佐）



土砂災害警戒避難のための 線状降水帯等の自動抽出システム

野村 康裕・中谷 洋明

近年、線状降水帯等による甚大な土砂災害が発生している。事前に予測することの難しい線状降水帯等の強雨域を自動抽出することは土砂災害に対する警戒避難の判断を支援するために不可欠である。そこで、2次元のレーダー降雨データや豪雨ポテンシャルに関する指標等を用いて線状降水帯の自動抽出システムを開発し、近年大規模な土砂災害を発生させた豪雨に適用した。さらに、XバンドMPレーダの三次元降雨データや高解像度ナウキャストデータを用い、線状降水帯抽出手法の高度化について検討を行った。本稿ではこれらの取り組み状況について紹介する。

キーワード：線状降水帯、土砂災害、警戒避難、システム開発

1. はじめに

強雨域を自動抽出することは土砂災害に対する警戒避難の判断を支援するために不可欠である。実際、風上で発生した積乱雲が次々と流れ込むバックビルディング型をはじめとする線状降水帯等が形成された場合、強雨域がほとんど動かず数時間にわたって激しい雨が降り続くことから、甚大な土砂災害の被害が発生している（平成29年7月九州北部豪雨、平成26年8月豪雨など）。現状では、これら豪雨は台風や温帯低気圧に伴う降雨と異なり、数値予報により量・場所・時間について数時間～十数時間前に予測出来ていない。

土砂災害に対して警戒を呼びかける情報としては、気象庁及び各地方気象台と都道府県が共同で発表している土砂災害警戒情報がある。局所的な集中豪雨の場合、土砂災害警戒情報は発表から災害発生までの時間が短くリードタイムが確保できない等の課題がある。このことから、國友ら（2016）¹⁾、村田ら（2017）²⁾は気象庁数値予報GPVを用いて、12時間程度先までの豪雨発生危険度を評価する手法（豪雨ポテンシャル）について検討を行うとともに、重大な土砂災害を引き起こすバックビルディング型の線状降水帯等に伴う集中豪雨の抽出手法の研究を行った。

先行研究の結果を踏まえ線状降水帯等の自動抽出システム（プロトタイプシステム）を開発し、平成30年7月豪雨等、近年土砂災害を発生させた豪雨に適用した。結果を紹介する。本システムに実装されている線状降水帯抽出と同様のアルゴリズムを適用し、国土

交通省XバンドMPレーダの三次元降雨データや気象庁の高解像度ナウキャストデータを用いた線状降水帯等の自動抽出手法についても併せて紹介する。

2. 豪雨ポテンシャルの評価

豪雨の生起ポテンシャルの検討に使用した環境パラメータを表1に示す。使用した環境パラメータは、大気的不安定度を表す指標であるKIとSSI、積乱雲の発達に不可欠な水蒸気に関する指標であるPWとCFLX、線状降水帯が形成される気象場の特徴的な指

表1 豪雨ポテンシャルの検討に用いた環境パラメータ

可降水量 (PW)	大気中に含まれる水蒸気に関する指標。値が高いほど積乱雲のもとになる水蒸気が多く、豪雨になりやすい。
ショワルター安定指数 (SSI)	大気的不安定度を表す指標。値が低いほど下層が高温状態で大気が不安定であることを意味し、積乱雲が上空に向かって発達しやすい。一般にSSIが-3℃以下であれば、雷雨が発生しやすいとされている。
K指数 (KI)	SSIと同じく大気的不安定度を表す指標だが、上空約3000mまでの大気の湿り具合を加味している。値が高いほど大気が不安定であることを意味し、積乱雲が上空に向かって発達しやすい。
ストームに相対的なヘリシティ (SREH)	風速と風向が上空に向かって変化する度合いを表し、積乱雲内部において回転する上昇気流のできやすさを表す指標。竜巻発生ポテンシャルとしても使われる。値が高いほど線状降水帯が形成されやすい。
下層の水蒸気フラックスの収束量 (CFLX)	積乱雲の発達の元となる大気下層（約1500m以下）の水蒸気が周囲から集まる強さを表す指標。値が高いほど、豪雨をもたらす積乱雲が発生しやすい。

標である SREH の 5 種類である。また、環境パラメータ算出に利用する GPV は LFM モデルを用いた。

集中豪雨と短時間強雨を識別するために、環境パラメータにしきい値を設定し、しきい値を超えた場合の点数を KI, SSI, PW は各 1 点、両者の識別に特に有用な CFLX, SREH は重みを大きくし各 5 点として計 13 点満点で豪雨ポテンシャルを評価した。それぞれのしきい値は、 $KI > 35$, $SSI < 0$, $PW > 50$, $CFLX > 1000$, $SREH > 90$ とし、國友ら (2016) が検討した値を用いた。

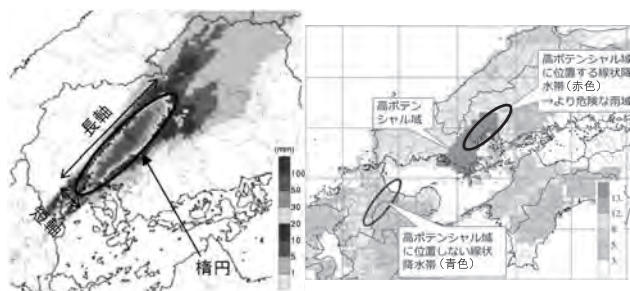
3. 線状降水帯の抽出手法

ここでは 50 mm/h 以上の降雨を含み、かつ 20 mm/h の降雨領域が楕円に近似できる場合を線状降水帯の条件とした。これは津口・加藤 (2014)³⁾ の線状降水帯の定義と國友ら (2016) での検討条件を基本としつつ近年の大規模な土砂災害が発生した際の雨量条件を考慮して設定した。楕円の大きさは 95% の確率長円 (強雨域を 95% の確率でカバーする楕円) とした。軸比 (長軸/短軸) は線状という形状を表す要件として津口・加藤 (2014) において線状降水帯の判定に用いられている値を参考とした。また、ここでは、バックビルディング型等の線状降水帯を対象とするため、中層風の風向と楕円の走向がほぼ同じであることも条件を加えた。線状でない形状の雨域にもかかわらず軸比等の要件を満たしてしまう楕円を棄却するため、楕円に占める 20 mm/h 以上の面積割合を設定している。詳細な

表—2 入力データの諸元等 (上) と線状降水帯の定義 (下)

入力データ	気象庁レーダ (1 km メッシュ) の前 15 分平均値
更新頻度	5 分間隔
情報内容	線状降水帯の領域を楕円表示
ランク	青: 線状降水帯 赤: 線状降水帯 (高ポテンシャル域に存在)

項目	値
線状降水帯の面積	$\geq 200 \text{ km}^2$
線状降水帯を定義する雨量	$\geq 20 \text{ mm/h}$
線状降水帯内に必要な最大雨量	$\geq 50 \text{ mm/h}$
軸比 (長軸/短軸)	≥ 2.4
長軸の長さ	$\geq 40 \text{ km}$
楕円の走行と雨域の移動ベクトルの差	22.5 度
20 mm/h 以上の面積/楕円面積	$\geq 40\%$
高ポテンシャル域の定義	豪雨危険度 12 点以上の領域



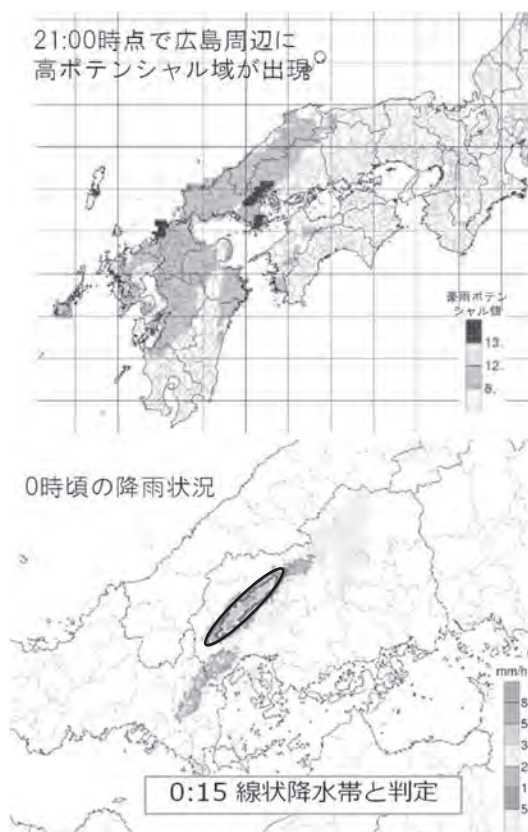
図—1 線状降水帯の抽出とランク

判別条件を表—2 に、実際に判定する場合の例を図—1 に示す。

4. 近年の主要土砂災害発生事例での適用性

(1) 平成 26 年 8 月広島市での土砂災害

平成 26 年 8 月豪雨による広島市での線状降水帯抽出を行った結果を図—2 に示す。8 月 19 日 21 時頃に豪雨ポテンシャルが高い判定 (実況) となり 20 日 0 時頃には線状降水帯を検知し 3 時頃まで停滞していた。その間、1 時頃に広島市で土砂災害警戒情報が発表され 3 時頃に土砂災害が多発したと考えられる。大規模な土砂災害発生の約 6 時間前に豪雨ポテンシャルが高くなり災害発生の 3 時間前に停滞性の線状降水帯が現れたと判定した。



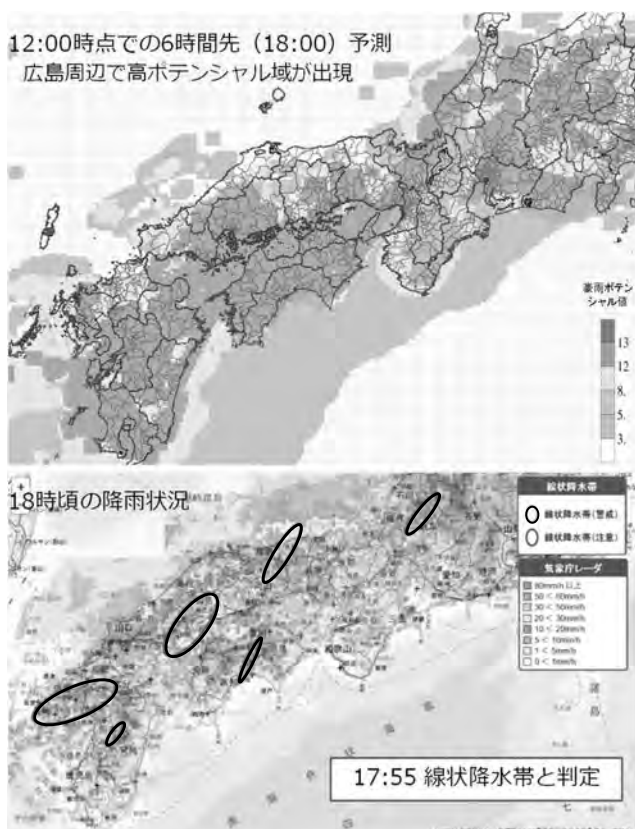
図—2 平成 26 年 8 月広島豪雨土砂災害時の線状降水帯抽出事例

(2) 平成 29 年 7 月九州北部での土砂災害

7 月 5 日 9 時頃に豪雨ポテンシャルが高い判定となり 5 日 13 時頃には線状降水帯を検知し 20 時頃まで概ね停滞していた。その間、14 時頃に朝倉市で土砂災害警戒情報が発表され 15 時以降土砂災害が多発したと考えられる。大規模な土砂災害発生約 6 時間前に豪雨ポテンシャルが高くなり災害発生の約 2 時間前に停滞性の線状降水帯が現れたと判定した。

(3) 平成 30 年 7 月豪雨での土砂災害

平成 30 年 7 月豪雨（西日本豪雨）による広島周辺での線状降水帯抽出を行った結果を図—3 に示す。6 日 12 時の時点で豪雨ポテンシャルの 6 時間先（18 時）の予測値が高くなり 18 時頃に線状降水帯が出現したと判定した。その後、他地域とは異なり 22 時頃まで継続的に停滞した。14 時～19 時頃に広島県内の各市町村で土砂災害警戒情報が発表され 16 時～翌未明に土砂災害が多発したと考えられる。豪雨ポテンシャルは広範囲で高い状態が長時間見られ危険地域の絞り込みは困難であった。また、同豪雨で愛媛県宇和島市周辺でも多くの土砂災害が発生した。愛媛県宇和島市周辺では 5 日 22 時頃、6 時間先（6 日 4 時頃）の豪雨ポテンシャルが高くなり実際に 4 時頃に線状降水帯が現れたと判定した。その後、6 日 12 時頃までの約 8 時

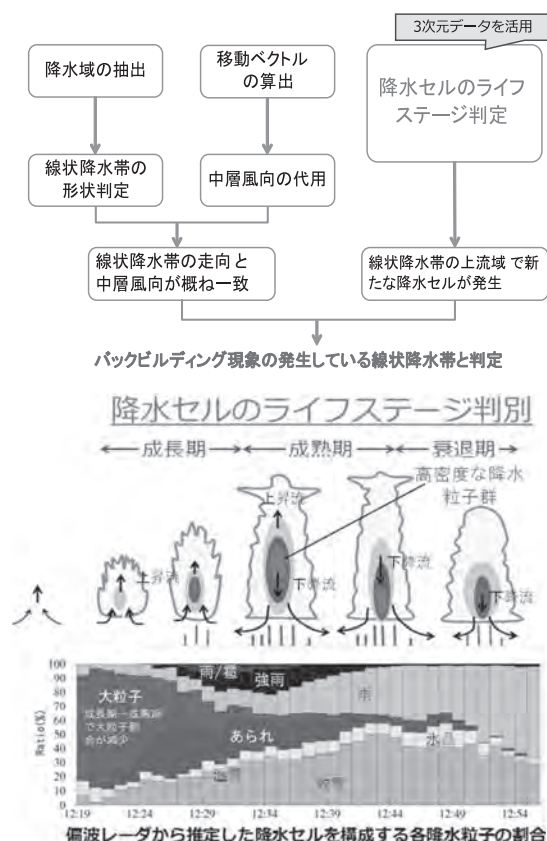


図—3 平成 30 年 7 月西日本豪雨時（広島周辺）の抽出事例

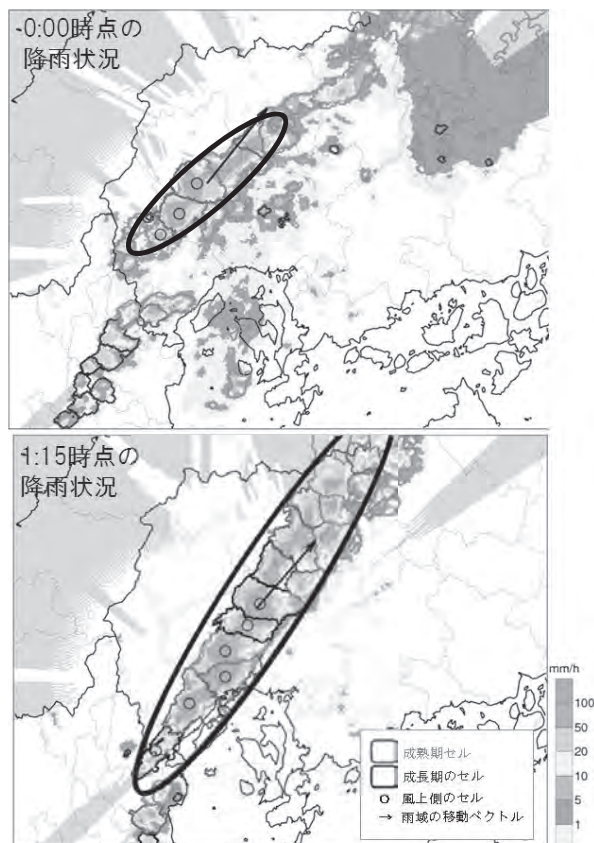
間にわたり線状降水帯が停滞したものの大規模な土砂災害の発生は翌 7 日 0 時～7 時頃であった。

5. 線状降水帯抽出手法の高度化

バックビルディング型の線状降水帯等では風上側に新たな降水セルが発生し、発達しながら下流に移動する特徴がある。X バンド MP レーダの三次元観測値を活用することで、線状降水帯等の風上側に位置する降水セルの発達段階（ライフステージ）を判別することができ線状降水帯等の判定精度の向上が期待出来る。ここでは MP レーダの観測値から推定した降水セル内部の粒子の構成状況から降水セルの発達段階の判別を行う増田（2016）⁴⁾の方法（図—4）を用いた。図—4（下）はセルが成長期から成熟期に移行するとセル内の高密度な粒子群（降水エコー強度の高い部分）が上昇から下降に転じ大粒子の割合が大きく減少することを模式図で示した。平成 26 年 8 月広島土砂災害での線状降水帯等の抽出を試みた結果を図—5 に示す。0 時の時点で線状降水帯の兆候がありその風上側で新たな成長期の降水セルが現れ始めた。0 時 30 分にはそれらが別の小さな線状降水帯となり 1 時に両者が合体し 1 つの線状降水帯を形成し、土砂災害警戒情



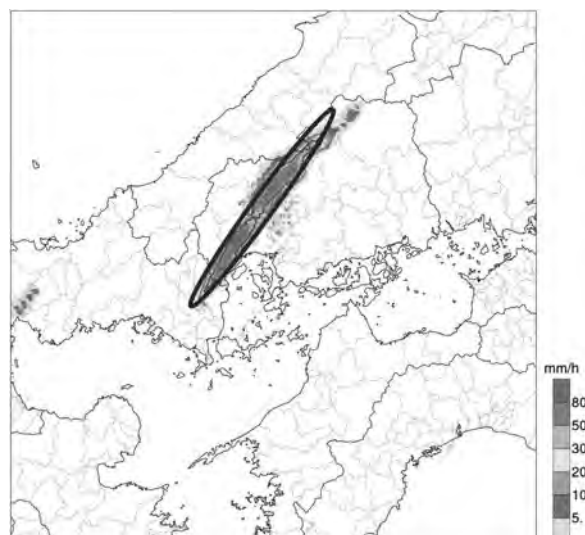
図—4 三次元観測データによる線状降水帯抽出手法（上）と降水セルのライフステージ判別（下、増田（2016）の図に加筆）



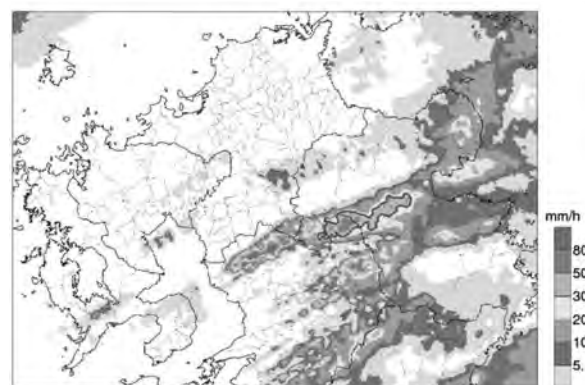
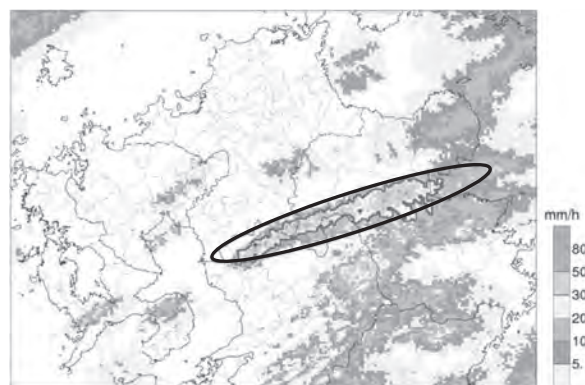
図—5 三次元観測データを用いた線状降水抽出の例（平成26年8月広島豪雨土砂災害時）

報が発表された1時15分頃にはほとんど停滞している状態であった。広島市内で土砂災害が頻発したのは3時過ぎと考えられる。この線状降水帯は4時前まで継続して線状降水帯として判定された。その後、線状形状ではなくなり降雨域は北東方向に移動しながら衰退していった。MPレーダによる三次元観測データを用いることで、線状降水帯を構成する個々の降水セルについて発達段階にあるのか衰退段階にあるのかライフステージをリアルタイムで評価しつつ追跡出来る可能性がある。

気象庁が配信している高解像度ナウキャストデータを用いることで、2次元の実況値で抽出された線状降水帯の強雨域が1時間後も同じ地域にとどまるかどうかを予測値で確認しとどまるものを停滞性の線状降水帯として抽出する手法を開発した。平成26年8月の広島豪雨土砂災害を引き起こした降雨に適用したところ停滞性を示す紫色の楕円が0時40分頃検知された。線状降水帯は4時頃まで広島市付近に停滞した(図—6)。また、平成30年6月に九州北部の土砂災害の発生していない移動性の線状降水帯の事例について適用したところ、従来の手法では線状降水帯として抽出するものの、高解像度ナウキャストデータを用いた手法では停滞性の線状降水帯として抽出されなかった(図—7)。



図—6 高解像度ナウキャストを用いた停滞性の線状降水抽出の例（平成26年8月広島豪雨土砂災害時（8月20日0:50））



図—7 高解像度ナウキャストを用いた線状降水抽出の例（平成30年6月土砂災害非発生事例（上：従来の二次元レーダ判定、下：ナウキャスト判定、いずれも6月19日23:40））

6. 考察

近年の主要な土砂災害を発生させた豪雨に対して二次元観測データを用いた線状降水帯抽出のプロトタイプシステムを適用したところ、豪雨生起ポテンシャルによる実況値もしくは予測値による評価によって大規模な土砂災害の発生もしくは線状降水帯発生の際ね6

時間前に土砂災害の危険性の高まりを把握出来た。平成 30 年 7 月の西日本豪雨における愛媛周辺の土砂災害への適用結果でも線状降水帯の発生について事前にポテンシャルの高まりを把握し線状降水帯の発生を判定・監視出来た。ただし土砂災害の発生までに約 12 時間の時間があった。広島周辺では花崗岩、九州北部では花崗岩や安山岩等といった火山岩類が中心であるのに対して愛媛周辺では付加体为中心となっており地質特性が異なる。また土地利用形態も大きく異なる。これは地質等の地域特性によっては土砂災害が発生するまでの時間に大きな幅があることを示唆しているものと考えられる。

二次元観測データに加え、X バンド MP レーダによる三次元観測データや高解像度ナウキャストデータを活用することで、線状降水帯の抽出だけでなくその停滞性について分析出来る。これまでのシステムでは二次元観測データから平面的な強雨域の形状等から概略的に線状降水帯を抽出しているが、その時々雨域の形状等から線状降水帯を抽出するため、その後数時間、線状降水帯が停滞するのかなどかの評価が難しかった。三次元データを用いて線状降水帯を構成する個々のセルを抽出し発達段階をリアルタイムで評価することやナウキャストの予測値を用いて 1 時間後の強雨域の移動状況を考慮することによって、線状降水帯の停滞性をより明確に表現出来る。現在、三次元データを活用した手法は関東地方に限定している。また、高解像度ナウキャストを活用した手法は全国を対象としてプロトタイプシステムに用いている。今後、過去のレーダ観測データ等を用いて線状降水帯の停滞性について事例検証を行い判別学習することでこれら手法による停滞性の評価の適切さを確認したいと考えている。

7. おわりに

本稿では、国土技術政策総合研究所で開発中の土砂災害を引き起こす線状降水帯等の自動抽出システムの検討状況について紹介した。プロトタイプシステム

は、現在、全国の地方整備局及び都道府県の土砂災害担当部局で土砂災害危険度評価の観点で試用中である。今後、利用者アンケート等を行いその結果を踏まえて、防災担当者に使いやすいシステムにしていきたい。三次元観測データによる線状降水帯抽出手法の高度化については、X バンド MP レーダに加え、将来的には高精度なフェーズドアレイレーダ(MP-PAWR)の活用等についても検討していく。

線状降水帯等による土砂災害の危険度評価を適切に行うためには、誘因である降雨等のデータ活用による線状降水帯抽出手法の改良等に加え、地形・地質等の素因を加味する必要がある。本研究は総合科学技術・イノベーション会議の SIP (戦略的イノベーション創造プログラム) によって実施された。

JICMA

《参考文献》

- 1) 國友 優, 渡 正昭, 神山嬢子, 池田 寛, 増田有俊, 片山勝之: 土砂災害発生予測の精度向上に向けた集中豪雨生起ポテンシャル評価の試み, 平成 28 年度砂防学会研究発表会概要集, B184 ~ 185, 2016
- 2) 村田郁央, 野呂智之, 神山嬢子, 池田 寛: 環境パラメータを用いた同時多発的な土砂災害予測技術, 土木技術資料, 第 59 巻, 第 6 号, pp.8 ~ 11, 2017
- 3) 津口裕茂, 加藤輝之: 集中豪雨事例の客観的な抽出とその特性・特徴に関する統計解析, 天気, No.61, pp.455 ~ 469, 2014
- 4) 増田有俊: X バンド偏波レーダによる積乱雲の構造解析を基礎にした降水セルのライフステージ判別と局地的豪雨予測手法の開発に関する研究, 2016, 京都大学学位論文
- 5) 野村康裕, 神山嬢子, 野呂智之: 土砂災害警戒避難のための線状降水帯等の自動抽出システムの開発, 土木技術資料, 第 60 巻, 第 12 号, 2018

〔筆者紹介〕

野村 康裕 (のむら やすひろ)
国土交通省 国土技術政策総合研究所
土砂災害研究部 土砂災害研究室
主任研究官



中谷 洋明 (なかや ひろあき)
国土交通省 国土技術政策総合研究所
土砂災害研究部
土砂災害研究室長



リアルタイム浸水予測情報の活用

都市域における浸水被害の防止・低減に向けて

瀬 能 真 一・板 垣 修

集中豪雨や局所的な大雨（ゲリラ豪雨）による水災害の頻発に伴い、特に都市化に伴う人口・資産の集中や地下の高度利用等が進む都市域では、内水等浸水による被害が甚大となる傾向にある。

引き続き河川や下水道の整備水準向上により浸水発生頻度を低下させていくことが重要であるが、短期間での整備やいかなる豪雨規模に対しても被害を防止するような施設整備は不可能であり、豪雨時の浸水被害の防止・軽減方策の充実が必要である。

本稿では、国土交通省国土技術政策総合研究所が開発したリアルタイム浸水予測システム（以下、「浸水予測システム」という。）について概要を述べるとともに、現場実装に向けた社会実験による浸水予測精度の検証及び、浸水予測システムの活用について紹介する。

キーワード：集中豪雨、ゲリラ豪雨、リアルタイム、浸水予測、都市域、内水被害

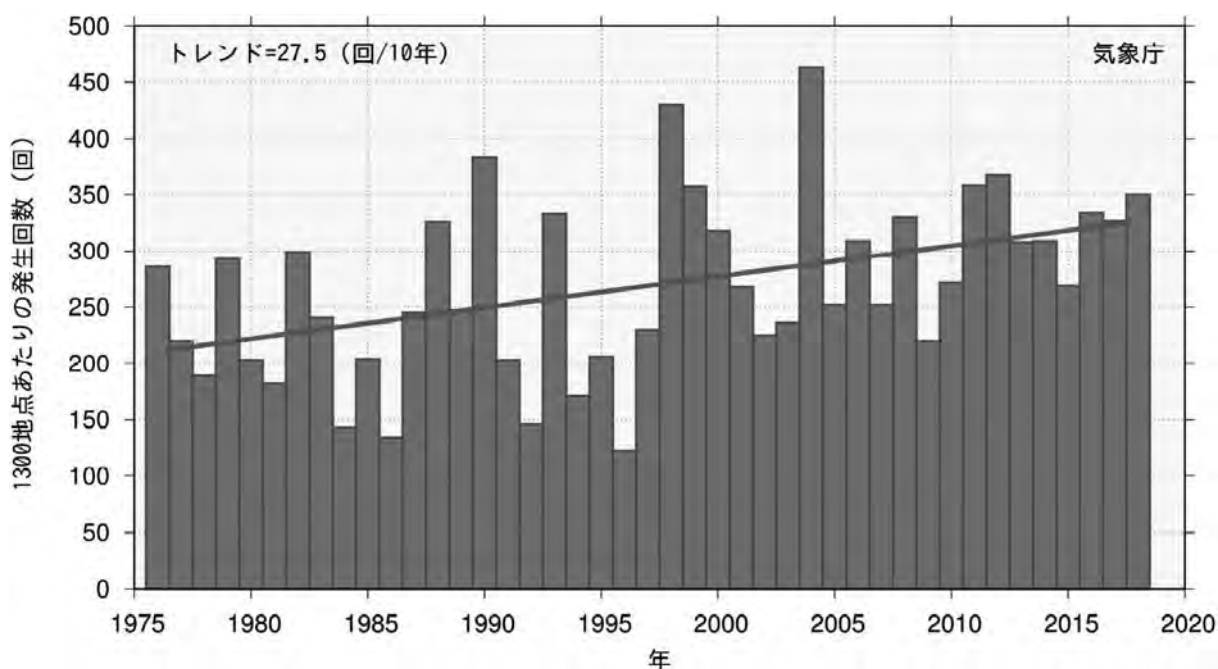
1. はじめに

これまで経験したことのない規模の集中豪雨などにより水災害が頻発しており、気象庁の統計データでは、全国1時間降水量50mm以上の年発生回数として、近年10年間（2009～2018年）の平均年発生回数と統計開始からの10年間（1976～1985年）と比べると約1.4倍に増加している（図－1）。

特に都市化に伴う人口・資産の集中や地下の高度利

用等が進む都市域では、浸水による被害が甚大となり、下水道や河川の整備が進められているところであるが、施設整備規模を超える豪雨が全国的に頻発している昨今、豪雨時の被害低減対策の充実が必要とされている（写真－1）。

2014年より実施されたSIP（戦略的イノベーション創造プログラム（レジリエントな防災・減災機能の強化：豪雨・竜巻予測技術の研究開発）（内閣府））における水災害・土砂災害予測技術の研究開発の一つと



図－1 全国（アメダス）1時間降水量50mm以上の年間発生回数¹⁾

写真-1 1999年6月福岡水害²⁾

して都市域における浸水予測システムによる浸水予測情報を活用した浸水被害の防止・低減方策について国総研で研究を進めてきた。

浸水予測システムは、実測レーダ雨量（X-RAIN（以下、「実測雨量」と呼ぶ））・予測雨量（高解像度降水ナウキャスト（以下、「予想雨量」と呼ぶ））、河川水位（テレメータ水位（以下、「河川水位」と呼ぶ））等

の情報を取得し、河川、下水道、地表面の水の流れを浸水予測計算プログラムにより一体的に計算することで、1時間先までの予測浸水範囲及び予測浸水深等をデータ受信後約10分以内に計算、配信するシステムである。また、このシステムは利用者が必要とする浸水予測地点や目安となる浸水深を事前に登録することにより、利用者のメールアドレスへアラートメールとして自動配信する機能を実装している。浸水予測システムの取得データを図-2に、浸水予測計算プログラムの概念図を図-3に示す。

2. 浸水予測システムの開発と社会実験

(1) 浸水予測計算プログラム及び浸水予測システムの開発

実測雨量及び予測雨量、河川水位データを基に河川、下水道施設（下水管は内径600mm以上を対象）、地形（25mメッシュ）の水の流れを一体的に計算できる浸水予測計算プログラム並びに同計算プログラム



図-2 浸水予測システムの取得データ

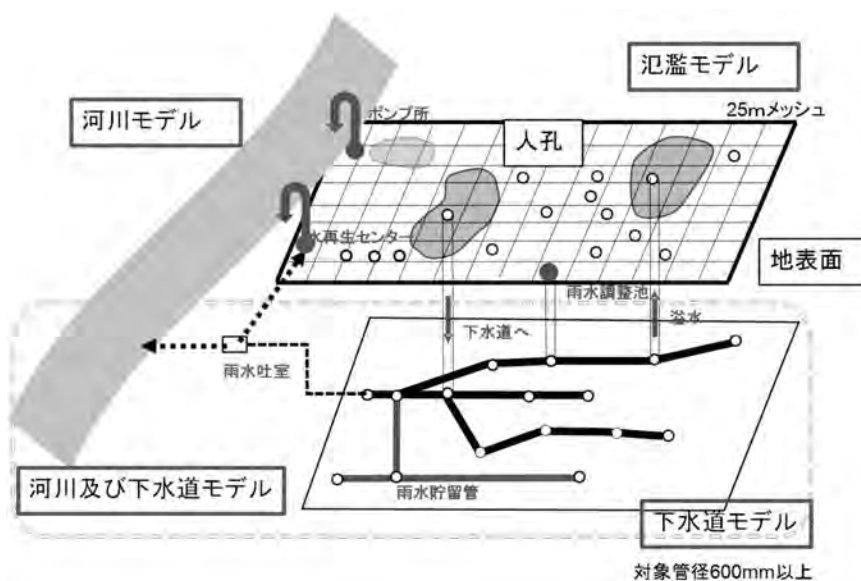


図-3 浸水予測計算プログラムの概念図



図—4 浸水予測結果・アラートメール表示例

を用いることにより、データ入手より10分以内に1時間先までの10分毎の予測浸水範囲及び深さを表示・閲覧できる浸水予測システムについて、大沼ら³⁾により開発が進められてきた。

なお、浸水予測計算プログラムの開発にあたっては、直轄河川事務所や各地方自治体の協力により、河川横断データ、下水道施設データなどを収集・整理し、利用している。浸水予測結果・アラートメールの表示例を図—4に示す。

(2) 社会実験

現時点でクラウド上での試験運用を行っている浸水予測システムの対象地域は神田川流域及び、石神井川流域、東京都内東部5区(図—16)であり、浸水予測情報等の表示、アラートメール配信が可能となっている。2016年から開始した社会実験では、神田川流域内の地方自治体防災関係者や要配慮者利用施設管理者、地域防災会など約50名のIDを登録の上、試験的に利用いただいているところである。

(3) 研究会開催による学識経験者との意見交換

浸水予測システムについては、予測精度や活用方法について学識者からのご意見をいただくため、「都市浸水予測システム構築に関する研究会(座長:佐藤慎司(前東京大学教授,現高知工科大学教授))」を2015年に立ち上げ、2019年までに計3回開催した。研究会では、浸水予測システムの活用方法はもとより、浸水予測に関連した研究が進められている大学等から情報を共有いただいております、今後も継続する予定である。

3. 社会実験結果とシステム改良

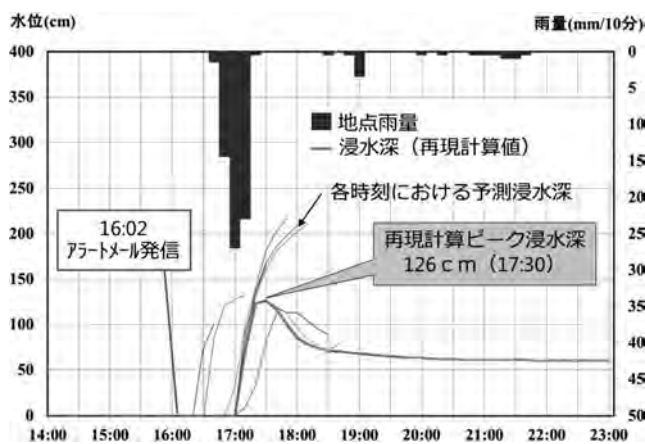
(1) 浸水予測結果の検証とアラートメール配信の試験運用

(a) 2017年8月19日

同日の集中豪雨により、東京都武蔵野市の一部地域で実際に浸水が発生した。

当日の実測雨量から浸水範囲、浸水深の再現計算を行うとともに、聞き取り調査により、実際に浸水が発生した時刻及び浸水深を推定した。結果、実際に浸水が起こったと推定される時刻の概ね1時間前にアラートメールが配信されており、浸水深の再現計算結果は聞き取り調査等から推測される浸水深($H = 0.7 \sim 0.8$ m)より大きめ($H = 1.26$ m)となった。

当日の地点雨量、予測雨量、予測浸水深、実測レーダ雨量からの再現計算浸水深とアラートメールの配信時刻との関係を図—5に示す。



図—5 予測浸水深・再現計算浸水深とアラートメール配信時刻との関係(2017.8.19)

(b) 2018 年 8 月 13 日

新聞報道⁴⁾ 及び WEB 上に掲載された浸水画像より、同日の集中豪雨により、東京都杉並区内の京王井の頭線久我山駅付近で浸水が発生した。

久我山駅付近は事前に重点監視地点としてシステム登録されていなかったため、同地点を対象としたアラートメールは配信されていない。また、高強度の降雨を予測するデータの入手時刻が実際の浸水発生時刻の寸前（約 10 分前と推定される）であったため、たとえアラートメールが配信されていたとしても、減災・水防活動を行うための時間（リードタイム）の確保は難しかったと考えられる。

浸水予測計算精度の確認として、実測雨量・予測雨量に基づく予測・再現浸水深と写真判読による浸水深との比較を行った。

結果、実測雨量に基づく再現計算浸水深は 0.15 m,



図—6 浸水状況写真からの浸水深判読結果 (2018.8.13)

予想雨量に基づく予測浸水深は 0.12 m, 写真判読による推定浸水深が 0.2 m 程度と考えられ、再現計算浸水深と予測浸水深、並びに写真判読に基づく実際の浸水深が概ね同程度となっており、雨量からの浸水深計算精度は比較的良かったと考えられる。

図—6 に浸水状況写真からの浸水深判読結果を示す。図—7 に実測雨量と予測雨量に基づく浸水範囲及び浸水深の比較を示す。

(c) 2018 年 8 月 27 日

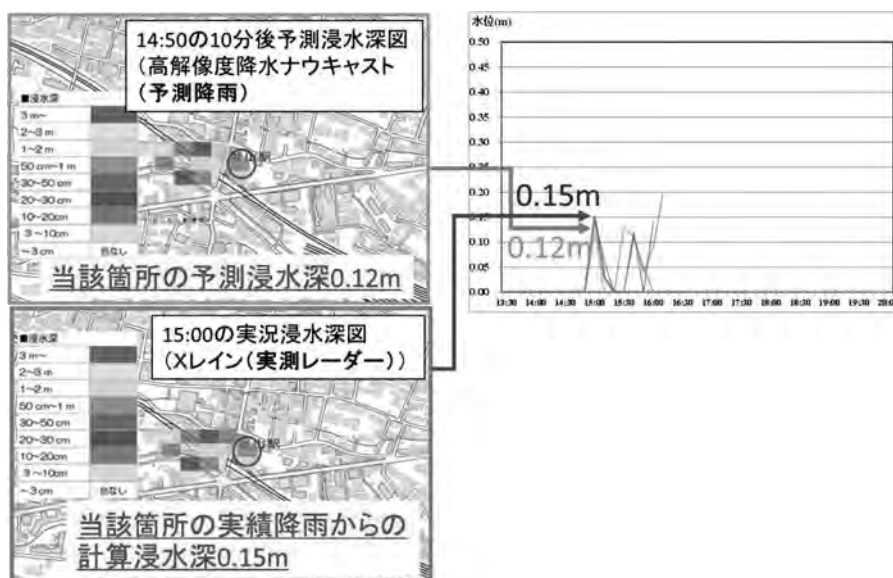
WEB 上に掲載された浸水画像より、同日の集中豪雨により、東京都杉並区内の京王井の頭線久我山駅付近及び、同区内の中央線阿佐ヶ谷駅付近で浸水が発生した。

阿佐ヶ谷駅付近については、重点監視地点としてシステム登録された地点はあったものの、比較的地盤が高い場所であったことから、今回アラートメールは配信されていない。また、8 月 27 日 19 時 50 分時点の予測雨量データに基づき 1 時間後（20 時 50 分）の浸水深を 30cm と予測したが、WEB 上に掲載されていた浸水画像からは 20 時 17 分時点で既に浸水が発生していたことを確認している。この豪雨においても 8 月 13 日の豪雨と同様、たとえ重点監視地点の登録がされていたとしても水防活動を行うための時間の確保は難しかったと考えられる。

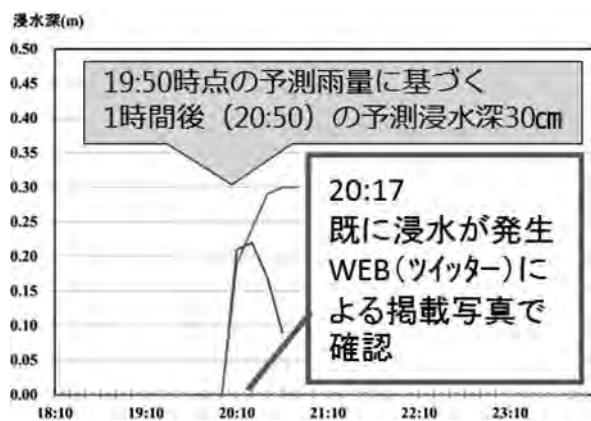
予測雨量からの浸水予測結果を図—8 に示す。

(2) 社会実験参加者からの意見・要望の聞き取り

2016 年から開始した社会実験では、今回開発した浸水予測システムによる浸水予測情報を実際に試験配信し、浸水被害の防止・軽減効果並びに浸水予測シス



図—7 予測雨量（高解像度降水ナウキャスト）と実測雨量（X-RAIN）に基づく浸水範囲及び浸水深の比較



図—8 浸水予測結果とWEBによる浸水確認 (2018.8.27)

テムの使い勝手などについて社会実験参加者から意見を聴取した。

参加者からの主な意見をまとめると以下のとおりである。

- ①各利用者、立場によって浸水予測情報に求める内容・精度が異なっている。
- ②直接浸水予測情報を提供されるより、自治体を通じた(避難等の判断を含めた)情報提供を望んでいる住民もいる。
- ③浸水予測精度は降雨予測精度に大きく影響される。
- ④浸水予測情報(アラートメール)は他の情報(TV等)を得る「きっかけ」として利用されている。

(3) スマートフォン用アプリの開発

浸水予測システムの利便性の向上を目的に携帯端末(スマートフォン)で容易に浸水予測情報を確認できるスマートフォン用アプリ(LINE アプリ)を開発した。

これにより、スマートフォンに装備されているGPS機能を活用し、外出時にも現在地と浸水が予測された区域の位置関係が把握できることで浸水域を回避した送迎ルート設定など、防災・減災行動を支援することが可能となると考えられる(図—9)。

(4) 新たな気象観測・予測技術を用いた浸水予測

SIPにおける豪雨竜巻予測技術開発の一環として開発された新型気象レーダ(MP-PAWR)を用いた降雨観測データ及び防災科学技術研究所で開発中の新たな降雨予測技術(ブレンド(VIL等))⁵⁾に基づく予測雨量(以下、「ブレンド(VIL等)」)と呼ぶ)を浸水予測システムに導入できるよう機能の追加を行い、現在用いている高解像度降水ナウキャストの予測雨量から算出される予測浸水範囲及び浸水深との違いについて



図—9 スマートフォン用アプリ(LINE アプリ)画像例



図—10 高解像度降水ナウキャストの予測雨量データに基づく浸水予測結果 (2018.8.13)

図—11 ブレンド(VIL等)⁵⁾の予測雨量データに基づく浸水予測結果 (2018.8.13)

2018年8月13日の集中豪雨を対象に比較を行った。

なお、以下の記述は限られた事例に基づくものであり、引き続き分析・研究が必要である。

結果、浸水範囲は、図—10及び図—11に示すとおり、高解像度降水ナウキャストの予測雨量に比べて、ブレンド(VIL等)⁵⁾の予測雨量に基づく予測浸

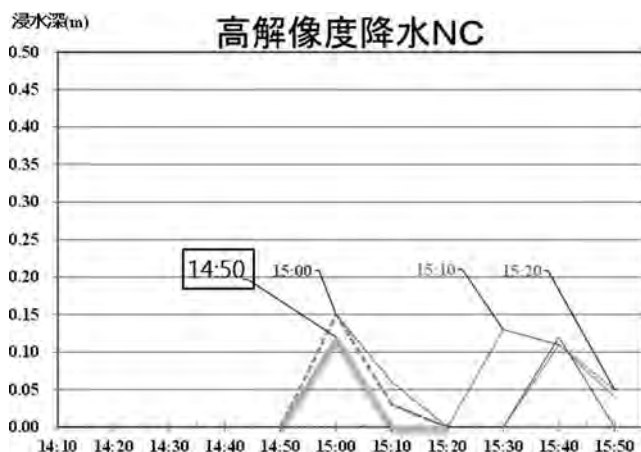
水範囲及び浸水深が大きくなる傾向となった。

高解像度降水ナウキャストの予測雨量データに基づく時系列の浸水予測結果を図—12にブレンド（VIL等）⁵⁾に基づく同結果を図—13に示す。

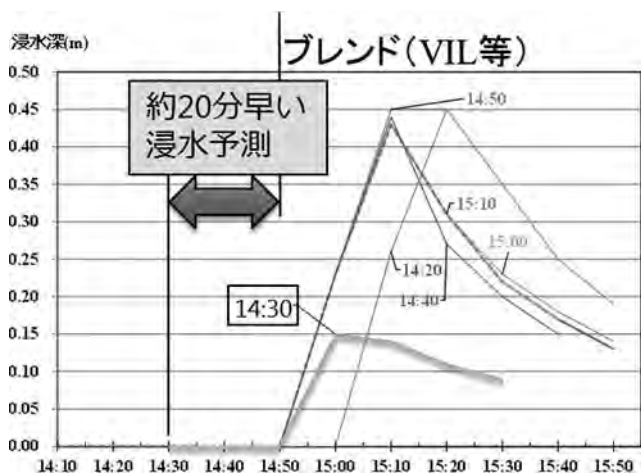
高解像度降水ナウキャストに比べてブレンド（VIL等）⁵⁾は約20分早く降雨を察知していたため、ブレンド（VIL等）⁵⁾の降雨予測を用いていたとするなら浸水予測情報はより早く提供されていたこととなる。

高解像度降水ナウキャストの予測雨量に基づく浸水予測結果のばらつき（予測された浸水深の最大・最小値の差）を図—14、ブレンド（VIL等）⁵⁾の予測雨量データに基づく浸水予測結果のばらつきを図—15に示す。

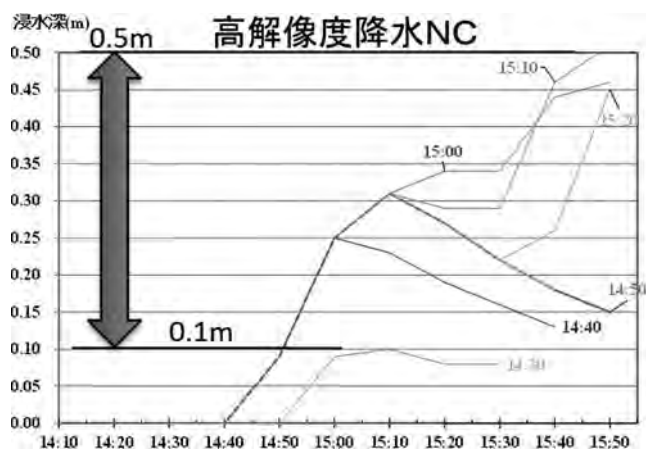
10分毎に計算される予測浸水深のばらつきを比較した結果、高解像度降水ナウキャストの予測雨量に基づく予測浸水深のばらつきが約0.4m（最大0.5m，最小0.1m）であるのに対して、ブレンド（VIL等）⁵⁾では約0.04m（最大0.21m，最小0.17m）とばらつきが少ない傾向となった。



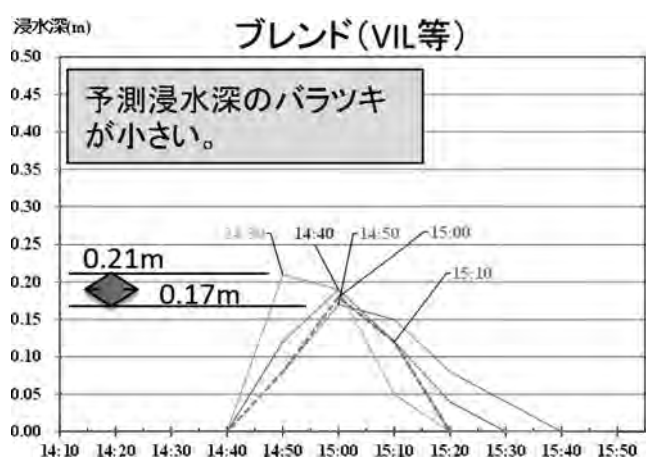
図—12 高解像度降水ナウキャストの予測雨量データに基づく浸水予測結果（2018.8.13）



図—13 ブレンド（VIL等）⁵⁾の予測雨量データに基づく浸水予測結果（2018.8.13）



図—14 高解像度降水ナウキャストの予測雨量データに基づく浸水予測結果（2018.8.13）



図—15 ブレンド（VIL等）⁵⁾の予測雨量データに基づく浸水予測結果（2018.8.13）

4. 浸水予測システムの防災教育ツールとしての活用

2018年7月15日（日）に都内中野区立南中野中学校で開催された水防訓練（東京青年会議所中野区委員会主催）で浸水予測システムを活用した避難訓練が実施された。訓練では、豪雨により現在地が浸水したことを想定し、浸水予測システムをスマートフォンにより確認しながら浸水深が深い所から浅い所に徒歩で避難する訓練が行われた（写真—2）。

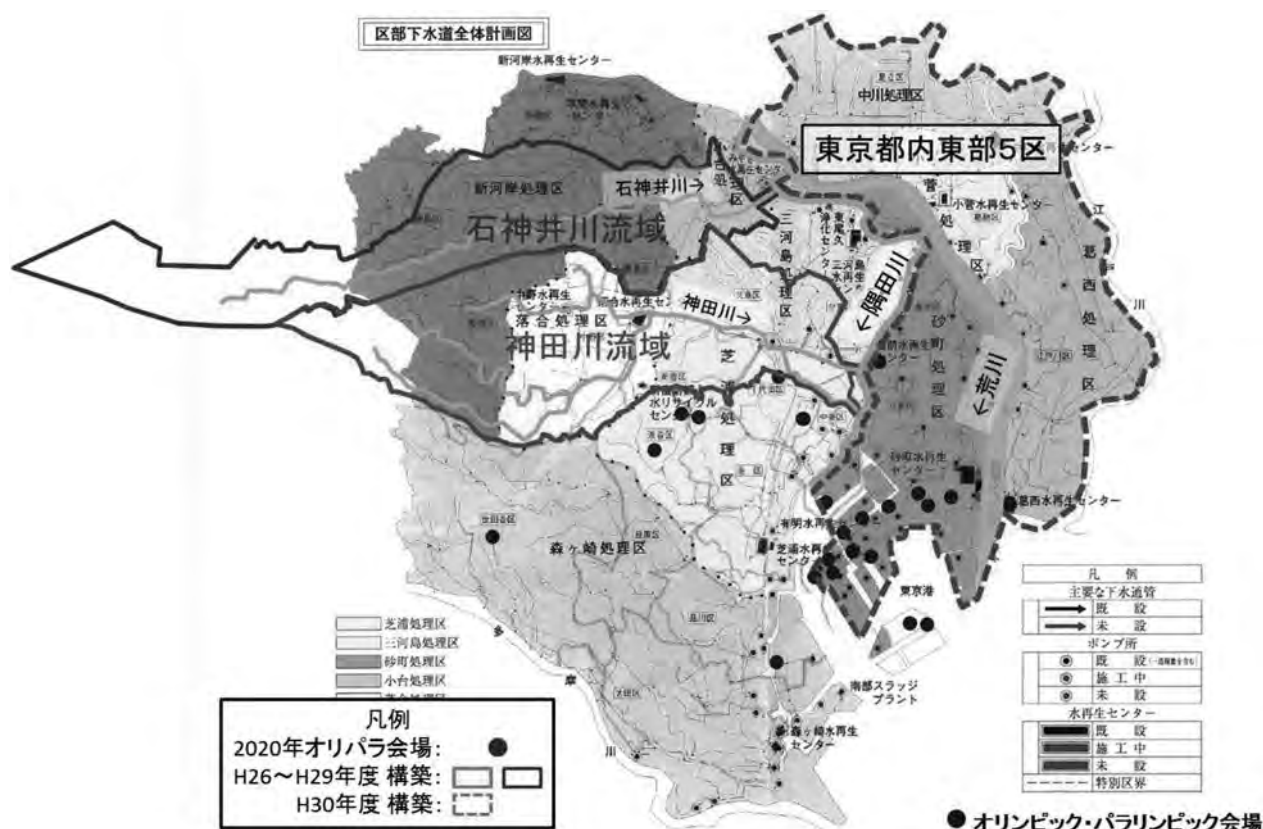
このように、浸水予測システムは防災訓練・教育の一つのツールとしても活用可能であると考えられる。

5. 今後の展望

引き続き社会実験で得られた意見・要望に応じた浸水予測システムの改良を進めるとともに浸水予測及び検証について実績を重ねていくことが重要と考える。また、浸水予測情報提供対象区域の拡大や増加する外



写真—2 浸水予測情報を活用した避難訓練の様子



国人観光客への対応、特に2020年の東京オリンピック・パラリンピックの開催に向け、外国人観光客⁶⁾にとっても利用しやすい多言語化、並びに、新たな降雨観測・予測技術の成果の活用など、浸水予測情報を活用した浸水被害防止・軽減方策に関する研究を引き続き進めていく予定である。現在の浸水予測システム対象範囲と東京2020オリンピック・パラリンピックの会場位置を図—16に示す。

6. おわりに

謝 辞

最後に、これまでの研究開発に必要な下水道・河川データを提供いただいた東京都下水道局・河川部、関東地方整備局荒川下流河川事務所・江戸川河川事務

所、都内で実施中の浸水予測システムの社会実験関係者、浸水予測情報の活用可能性及び同情報提供対象区域の拡大について意見交換をさせていただいた関東・中部・近畿・中国・九州地方整備局河川部・建政部・河川事務所、自治体関係者、ブレンド予測情報を提供いただいた国立研究開発法人防災科学技術研究所の清水慎吾主任研究員、加藤亮平研究員、並びに東京都内東部5区への浸水予測システムの拡大について格段のご配慮を頂いた荒川下流河川事務所（再掲）に心から御礼申し上げます。なお、本研究は、総合科学技術・イノベーション会議のSIP（戦略的イノベーション創造プログラム）「レジリエントな防災・減災機能の強化」によって実施された。

《参考文献》

- 1) 気象庁：全国（アメダス）1時間降水量 50 mm 以上の年間発生回数
- 2) 九州地方整備局：主な災害の概要：[17] 福岡水害（H11.6.29）
- 3) 大沼克弘，伊藤弘之，小林正和，堀江真，五十嵐孝浩，松原健二，小林隆洋，飯田進史：高速演モデルを使った浸水予測情報配信システムの構築，河川技術論文，第 23 卷，2017 年 6 月
- 4) 朝日新聞 DIGITAL（2018.8.13 掲載）
- 5) Ryohei Kato, Kenichi Shimose, and Shingo Shimizu: Predictability of Precipitation Caused by Linear Precipitation Systems During the July 2017 Northern Kyushu Heavy Rainfall Event Using a Cloud Resolving Numerical Weather Prediction Model, Journal of Disaster Research Vol.13 No.5, 2018, K. Iwanami, K. Hirano, and S. Shimizu, Statistical Validation of the Predicted Amount and Start Time of Heavy Rainfall in 2015 Based on the VIL Nowcast Method," J. Disaster Res., Vol.14, No.2, pp. 248-259, 2019
- 6) 日本政府観光局（JNTO），外国人観光客数の推移

[筆者紹介]

瀬能 真一（せのう しんいち）

国土交通省

国土技術政策総合研究所 河川研究部 水害研究室
研究官



板垣 修（いたがき おさむ）

国土交通省

国土技術政策総合研究所 河川研究部 水害研究室
室長



リアルタイム津波浸水被害予測システムの開発と運用

鈴木 崇之・田野 睦・村 嶋 陽 一

リアルタイム津波浸水被害予測システムは、スーパーコンピュータを活用し、地震発生から20分以内を目安に津波浸水予測・被害推計情報を地図情報として配信するシステムで、被災地支援、災害に対するレジリエンスの向上とわが国の国土強靱化に資するべく、産学連携、理学・工学・情報科学の学際連携で開発したものである。

本稿では、東北地方太平洋沖地震津波後の新たな防災・減災の取り組みとして、研究開発・運用されているフォワード型リアルタイム津波浸水被害予測システム（以下「本システム」という）について紹介する。
キーワード：津波、減災、フォワード型、リアルタイム津波浸水被害予測、被害推計

1. はじめに

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震に伴う津波では、死者行方不明者が1万人以上におよぶ未曾有の大災害となり、被害の大きかった岩手県から福島県の沿岸では海岸線から数kmまで浸水域が広がり人命のみならず多くの建物が流出した。その全容の把握には津波被害が広範囲にわたったこともあり、日中の発生にもかかわらず直後の被害把握が困難となり、すべての対応が遅れ数日を要した。このように広域巨大災害の発生直後は、激甚な被害を受けた地域からの情報が断片的となり、被害の全容把握が極めて困難になるとともに、被災地の救援、復旧活動が難航する。被災地では震災から8年が経過した現在も、津波災害に強い安心安全なまちづくりに向けた復興への取り組みが行われている。

本稿では、震災後の新たな防災・減災の取り組みとして産学連携で研究開発を進め、最先端技術により実現したフォワード型リアルタイム津波浸水被害予測システムについて紹介する。

2. 開発・運用までの取り組み

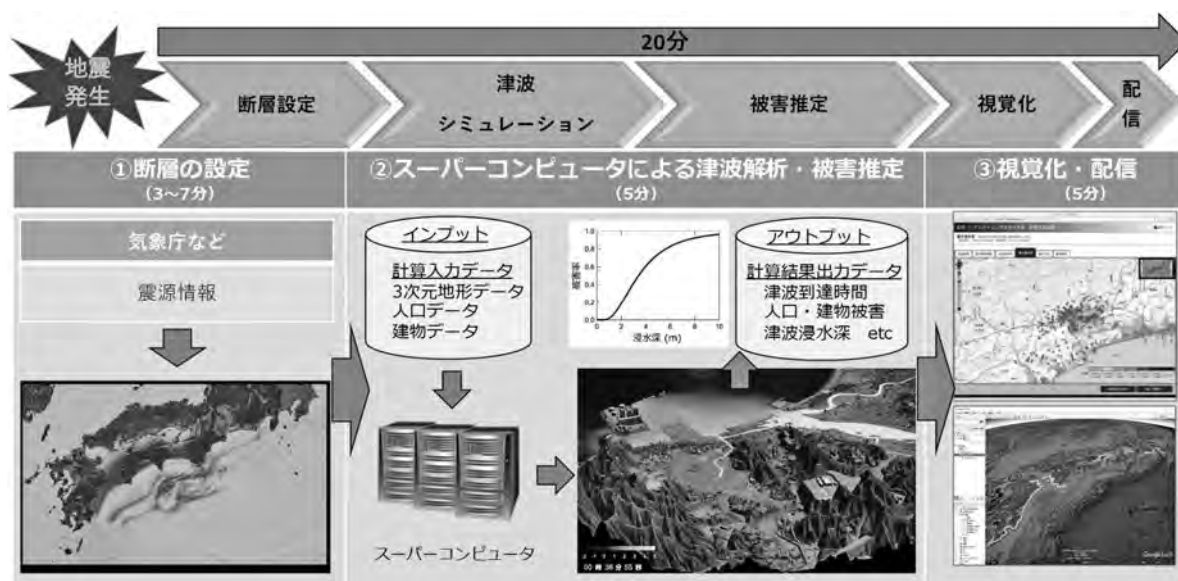
リアルタイム津波浸水被害予測システムは、気象庁の緊急地震速報或は津波注意報をトリガーにシステムが起動し、地震発生直後に断層推定、スーパーコンピュータを用いた津波浸水予測・被害推計計算、情報配信までを20分以内を目安に全自動で行うシステム

（図—1）で、産学連携、理学・工学・情報科学の学際連携で開発したものである^{1)~3)}。

本システムは災害に対するレジリエンスの向上とわが国の国土強靱化に資するべく、二回の社会実証実験を通じて即時性・有効性・実用性を高めていった。平成26年度のG空間シティ構築事業⁴⁾ではスーパーコンピュータを用い空間解像度10mの対象エリアにおける津波浸水予測・被害推計を10分以内に行い、その計算結果を自治体システムへの発信を実証した。また、平成27年度のG空間防災システムとLアラートの連携推進事業⁵⁾では異なる利用状況である複数のスーパーコンピュータサイトで並列にシステムの実行制御を行う技術を開発しシステムの冗長性を確保する仕組みを実証した。このような取り組みを続けてきた結果、本システムは、巨大地震の発生が懸念されている南海トラフ域（静岡県～鹿児島県の沿岸域約6000km）における津波による浸水被害状況を早期に把握・迅速かつ的確な意思決定・初動対応に利用する内閣府総合防災情報システムの一機能として導入され、平成30年4月より運用が開始されている。

3. 本システムの優位性

リアルタイムで津波を予測するシステムは、事前に大量のシナリオを計算しておく「データベース型」と、地震発生後に即時解析を行う「フォワード型」の2種類に大別される。前者としては、気象庁の量的津波予測や防災科学技術研究所のS-net、DONETといった



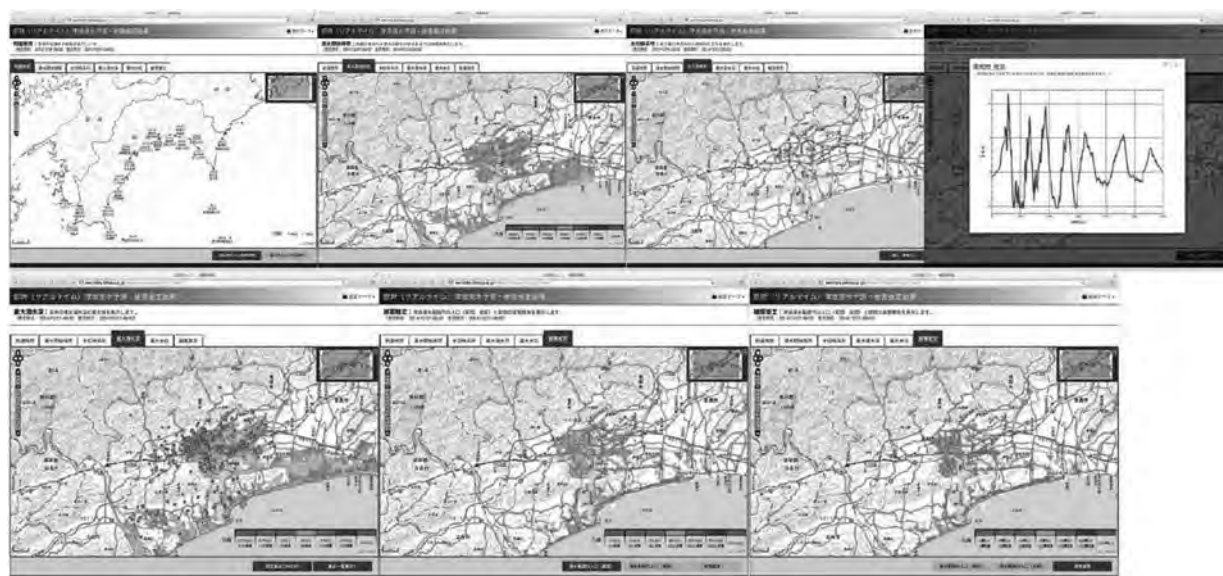
図一 リアルタイム津波浸水被害予測システムの概要

沖合観測データに対応する浸水予測データベース（シナリオバンク）などが挙げられる。データベース型では、事前に仮定した津波断層モデル・地形・潮位等の条件下において津波浸水計算を実施しその計算結果に基づきデータベースを構築する。大量のシナリオを計算しデータベースを構築するという仕組み上、組み合わせ数の劇的な増加を回避しつつ細かな条件設定に対応することは非常に困難である。更には、データベースの構築・保守には膨大な費用と時間が必要なうえ、構築後の地形改変などの土地利用状況の変化に対して経年的な精度低下を免れないといった課題がある。現在運用されている気象庁の量的津波予測は、地震発生から3分程度で情報が配信される即時性の非常に高いものだが、予測情報は、全国を66の予報区に分割し、

予報区ごとの海岸線での津波の高さ及び到達時間であり、陸域の浸水被害情報は得られないのが実情である。

一方、本システムは、地震発生後にスーパーコンピュータを用いて解析を行うフォワード型の津波浸水予測であり、海岸線における津波の高さだけでなく、詳細な陸域の浸水範囲と被害を予測し配信するシステムである（図一2）。本システムはフォワード型の予測であるため、地震発生時の潮位条件の取り込みが可能であり、データベースを構築しないため定期的なデータ更新が容易であり、浸水・被害予測の精度向上に重要となる地形・土地利用・海岸施設の変化に柔軟に対応できるメリットがある。

津波予測を行う上で重要となるのが、津波解析の初期条件となる津波断層モデルである。本システムで



図二 リアルタイム津波浸水被害予測システムの配信情報（例）

は、主に以下の二つの方法を採用している。一つは、地震波の初動に基づく気象庁の緊急地震速報等の情報に、経験的なスケーリング則を併用して断層の広がりやすべりの大きさを仮定し、1枚の矩形断層として断層モデルを推定する方法である。もう一つは、人工衛星による全地球測位システム（GNSS）を利用した地殻変動のリアルタイム連続観測データに基づき、地震による永久変位を算出し即時的に断層モデルを推定する方法である^{6), 7)}（図—3）。

一つ目の経験的なスケーリング則に基づく方法では、地震規模を適切に把握することが肝要であるが、2011年東北地方太平洋沖地震のように緊急地震速報のマグニチュードが過小評価されてしまう可能性があることに加え、1枚の矩形断層では波源断層の空間的な特徴を表現しにくいといった課題もある。一方で二つ目のGNSS測位による方法は、地震波だけではなく永久変位も直接的に測定できるため、推定マグニチュードが飽和することはなく、巨大地震に対しては

地震発生後数分という短時間でマグニチュードや断層の広がり等を推定可能となる。また、プレート境界型の巨大地震の場合は断層面上でのすべり不均質等を考慮することで、より実際の現象に近い初期水位変動量を推定することも可能である（図—4）。

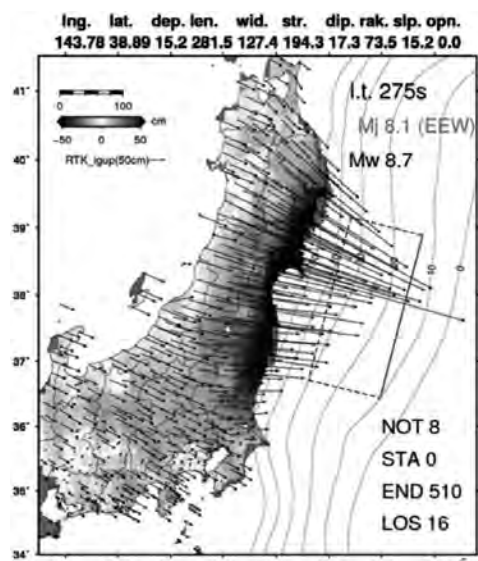
このように、フォワード型のため津波予測は津波解析の初期条件となる波源モデル選択の自由度が高く、将来的にはGPS波浪計等の沖合観測情報に基づいた、より高精度で複雑な波源モデルも利用できるなど、現状が完成形ではなく、さらなる精度向上・機能拡張が可能である。

なお、本システムの津波浸水・被害予測は、2次元非線形長波理論による津波解析を1:3接続による領域結合を実施しているため、ユーザニーズ及び目的に応じた空間解像度の選択が可能であり、解析領域間のネスティング形状についても従来の矩形から多角形に拡張し、効率的な多角形領域接続・MPI並列モデルを構築・最適化している^{8), 9)}。

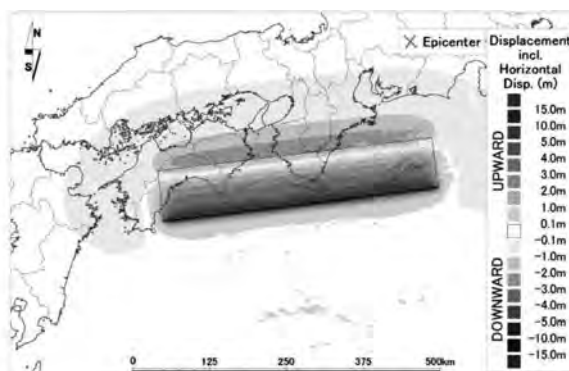
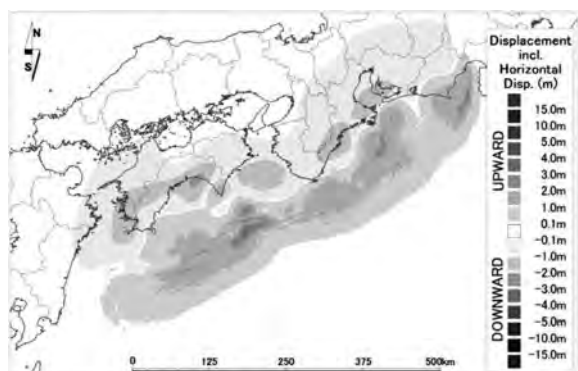
被害予測は、解析格子ごとに統計情報に基づく昼間・夜間の浸水域内人口および木造・非木造別を考慮した被害率曲線に基づく建物被害を予測している。本システムで利用している被害曲線は、2011年東北地方太平洋沖地震における石巻市の被害調査結果によるものを採用し、流失或は全壊被害に関する被害率を用いている¹⁰⁾。

4. リアルタイム津波浸水被害予測システムの運用

本システムは、スーパーコンピュータを利用することで実現したシステムであるが、スーパーコンピュータは、平時の稼働率が非常に高く利用されているため、通常利用する場合ではシステムの混雑状況・利用状況によっては計算資源が空いておらず実行待ちが発生するのが実情である。一方で実行待ちをしない専用シス



図—3 GNSS測位による断層モデルの推定（G空間シティ構築事業成果報告書より抜粋，http://www.soumu.go.jp/main_content/000352866.pdf）



図—4 プレート境界型の巨大地震による地殻変動量，左：GNSS測位による手法，右：経験則

テムの構築には専用のスーパーコンピュータの導入が必要であり、莫大な費用がかかるため非現実的である。そこで本システムの開発・運用にあたっては、緊急時のみスーパーコンピュータの運用を切り替え、稼働中のジョブをサスペンドし、防災上重要なプログラムを緊急ジョブとして実行する仕組みを構築している。なお、サスペンドされたジョブは緊急ジョブ完了後に再開されるため、一般利用者へ与える影響は極めて小さい。前述の仕組みにより、本システムは研究等で平時利用されているスーパーコンピュータを利用することが可能となり、スーパーコンピュータを利用しながらもシステムの構築費用を抑え導入することが可能となっている。

また本システムは、災害時における迅速な情報配信により、的確な意思決定・初動対応を支援することを目的としているため、24時間365日確実に稼働する必要がある。そのため本システムは、断層設定・津波解析被害推計・計算結果の可視化配信といった各処理階層を多重化し、さらにシステムそのものも二重化・分散させることで冗長性を確保し、激甚災害により片系統のシステムが被害を受け停止した場合や保守点検により片系統を停止した場合でもユーザーへの情報配信を行えるよう設計がされている。

5. おわりに

本稿では、東日本大震災後の防災・減災の取り組みとして新たに開発した、フォワード型のリアルタイム津波浸水・被害予測システムについて紹介した。

広域巨大津波災害時には広域にわたる浸水被害を早期に把握することが減災の鍵であり、このシステムが普及すれば、災害発生時の限られた情報の中での救援や救護活動、人的リソースの振り分け判断といった災害対応だけでなく、企業のBCP対策、ライフラインやインフラ系企業の復旧対応等の効率化、意思決定などの一助となると考える。

今後の展開としては、日本海溝・千島海溝や相模トラフヘシステムを拡張することで日本全国の防災・減災に資すること、自治体の防災情報システムと連携することでより高度な即時予測情報の利活用を行うことがあげられる。この目的において、計算リソースや精度といった技術的な課題、情報利活用に関する法制度上の課題を解決しつつ、Society 5.0で実現する社会の実現に向けてユーザーニーズの多様性を踏まえたシステムの高度化、継続的な技術開発を進めているところである。また、本技術は、わが国同様に津波災害のリスクを抱えている米州・アジア諸国でも適用可能であ

り、国際展開することで世界的な貢献を果たすことも視野に活動を進めていく予定である。

謝 辞

最後になりますが本稿作成にあたり、ご協力及びご助言をいただきました、(株)RTi-castの皆様には、感謝申し上げます。

JCMA

【参考文献】

- 1) 津波浸水予測システム, 制御装置, 津波浸水予測の提供方法及びプログラム, 特許第6161130号, June 23, 2017.
- 2) 津波浸水予測システム, データ処理サーバー, 津波浸水予測の依頼方法及びプログラム, 特許第6323880号, April 20, 2018.
- 3) 津波浸水予測システム, 制御装置, 並列計算機システムの制御方法及びプログラム, 特許第6362178号, July 6, 2018.
- 4) “G空間シティ構築事業”. 総務省. http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/top/local_support/02ryutsu06_03000054.html, (accessed 2019-7-12).
- 5) “G空間防災システムとLアラートの連携推進事業”. 総務省. http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/top/local_support/95151.html, (accessed 2019-7-12).
- 6) Ohta Y., T. Inoue, S. Koshimura, S. Kawamoto, and R. Hino, Role of real-time GNSS in near-field tsunami forecasting, J. Disaster Res., 2018.
- 7) Ohta, Y., T. Kobayashi, H. Tsuchida, S. Miura, R. Hino, T. Takasu, H. Fujimoto, T. Iinuma, K. Tachibana, T. Demachi, T. Sato, M. Ohzono, and N. Umino: Quasi real-time fault model estimation for near-field tsunami forecasting based on RTK-GPS analysis: Application to the 2011 Tohoku-Oki earthquake (Mw 9.0), J. Geophys. Res., 117, B02311, 2012.
- 8) 井上拓也, 阿部孝志, 越村俊一, 撫佐昭裕, 村嶋陽一, 小林広明: 多角形領域接続・MPI並列による広域津波解析の効率化, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.72, No.2, pp.I_373-I_378, 2016.
- 9) Musa, A., H. Matsuoka, Y. Murashima, S. Koshimura, R. Hino, Y. Ohta, and H. Kobayashi: A Real-Time Tsunami Inundation Forecast System for Tsunami Disaster Prevention and Mitigation, SC15 Extended Abstract, 2015.
- 10) 越村・郷右近 (2012): 2011年東北地方太平洋沖地震津波災害における建物脆弱性と津波被害関数, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. 68, No. 2, pp.I_336-I_340.

【筆者紹介】

鈴木 崇之 (すずき たかゆき)
国際航業(株)
防災環境事業部 防災ソリューション部
災害解析ソリューショングループ



田野邊 睦 (たのべ あつし)
国際航業(株)
防災環境事業部 防災ソリューション部
災害解析ソリューショングループ



村嶋 陽一 (むらしま よういち)
国際航業(株)
防災環境事業部
事業部長



鉄筋コンクリート構造物用の 大地震対応 TMD の開発

セミアクティブ制御により建物の振動周期の変動に対応

中 井 武・栗 野 治 彦

超高層建物の長周期地震動対策技術として、TMD (Tuned Mass Damper: 同調質量ダンパ) が用いられる事例が増加しているが、現在のところその適用対象の多くは鉄骨 (S) 造に限られており、鉄筋コンクリート (RC) 造の超高層建物への適用事例はほとんど見られない。RC 造の建物は経年や地震によって、躯体にひび割れが発生することにより建物の固有周期が徐々に長くなっていく特性をもつため、共振現象を利用して建物の揺れを抑制する TMD の適用が難しいためである。本稿では、この課題を解決するために開発された、セミアクティブ (電気制御) 式の大型 TMD について紹介する。

キーワード: 制震、鉄筋コンクリート造、TMD、セミアクティブ、周期変動

1. はじめに

近年、大地震対応 TMD (Tuned Mass Damper: 同調質量ダンパ) の開発が活発に行われており、様々な機構の TMD が発表されている^{1)~3)}。筆者らは、2015年に高さ210mの鉄骨造の既存超高層建物の屋上に計1800tonの錘を有する大地震対応 TMD を設置して制震改修を行うとともに、地震や台風に対して期待通りの制震効果を発揮することを、観測記録の分析によって実証した¹⁾。屋上などの特定階に集中配置できる TMD は、建物の外観の変化や建物内部の使い勝手の悪化を最小限に抑えながら耐震安全性を向上させることができるため、とりわけ既存超高層建物の耐震改修構法として魅力的なシステムである。

図-1に TMD の原理を模式的に示す。振り子の周期を建物周期に同調させておくと、共振現象が生じ、振り子は建物より1/4サイクル (位相90度) 遅れて揺れるため、錘の反力は建物の速度に対する抵抗力 (減衰力) として作用する。なお図-1には示していないが、振り子の運動エネルギーに変換された建物振動エネルギーは、TMD に付属するオイルダンパにより熱と

して消散される。

一方、このタイプの TMD を鉄筋コンクリート造 (RC 造) に用いるには解決しなければならない課題がある。前述したように、TMD では振子と建物の周期が同調することが大前提である。しかしながら、RC 造の建物は、地震時に躯体にひび割れが発生することによって、固有周期が初期の1.5倍から2倍程度まで長くなるという特性がある。長くなった固有周期は時間が経過しても、もとの固有周期には戻らないため、同調ずれを起こした TMD では期待通りの制震効果を発揮することができない。このような周期変動する対象に適用する TMD の既往の研究開発として、主に以下の3ケースがこれまで考えられてきた。1つ目の手法は、はじめから大地震によって周期が伸びた状態を想定し、それに対して TMD の同調周期を合わせておくというものである。この手法では従来通りの単純な機構で実現できるという利点があり、いくつかの実施例も報告されている⁴⁾。一方、このタイプの TMD は周期が伸びる前は十分な制震効果を発揮できないため、中小地震や風揺れに対する効果の面で課題が残る。2つ目の手法としては、互いに異なる同調周期を有する複数の TMD を設置することで、適用対象の周期変動に対して冗長性を持たせようというものである⁵⁾。この手法も従来通りの機構で実現可能であるが、変動する周期に対して全ての TMD が同調するわけではないので、投入した錘の総質量に対する制震効果の面で弱点が残る。また、複数の TMD を建物屋上の限られたスペースに設置しなければならないという

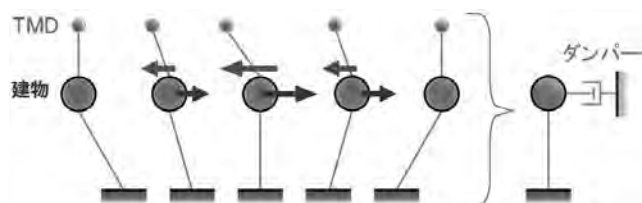


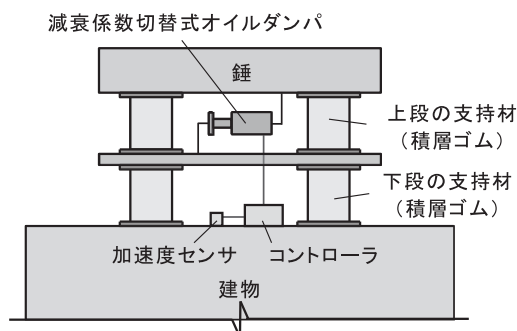
図-1 TMD の原理

面で実施上の制約も大きい。3つ目の手法として、TMDの剛性・減衰を可変とし、変動する周期に対して時々刻々追従させるというアイデアが提案されている⁶⁾。これが実現できれば全ての錘質量を振動周期に同調させることができるため、制震効率に優れる。しかし、超高層建物における大地震対応 TMD では、制震効果と設計可能なストロークを両立させるために 1000 ton 級の錘が必要となるため、これを安定的に支持しながら剛性を任意に変えられる支持機構を実現するのは容易ではない。

これら既往の手法の課題を解決するために、筆者らはセミアクティブ（電気）制御によって、適用対象の周期変動に適応可能な TMD を開発した^{7), 8)}。本 TMD では、減衰係数切替型のオイルダンパが周期調整と減衰付与の二役を担うため、剛性要素の操作を一切必要としない。そのため、大きな外部エネルギーを用いずに、単純な機構で幅広い周期帯域に適応することができ、RC 造の超高層建物や超高煙突など、様々な周期変動する対象に適応可能な合理的なシステムとなっている。本 TMD の開発項目は、機構の開発、設計法の構築、制御アルゴリズムの開発、振動台実験による確認など多岐にわたるが、本稿では TMD の機構の紹介と、原理確認のために行った振動台実験の概要を報告する。

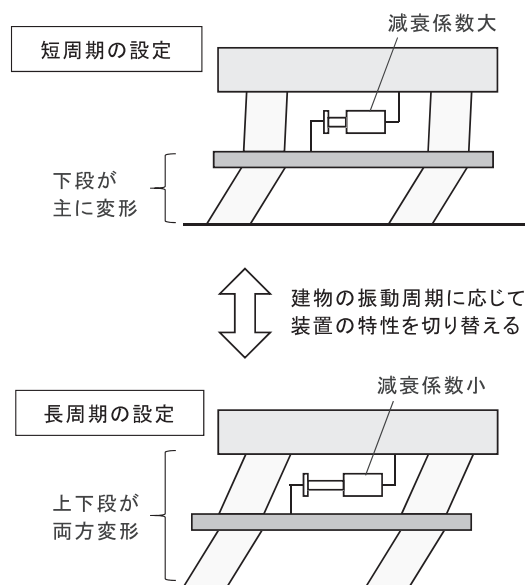
2. 基本構成と周期調整の原理

図—2 に装置の基本構成を示す。TMD の復元力要素としては二段に積み重ねた積層ゴムを用いる。また、TMD の減衰要素として、一方の段に並列に設置した減衰係数切替型のオイルダンパを用いる。制御システムは、加速度センサとコントローラで構成される。地震の最中に、建物屋上での振動を加速度センサで計測し、コントローラに実装された新開発のアルゴリズムによって、オイルダンパの減衰係数をオンラインで切り替えることによって、TMD と建物の同調を保つ。



図—2 開発した TMD の基本構成

図—3 に本 TMD の周期調整の原理を示す。オイルダンパの減衰係数が大きいときは、動的な荷重に対するオイルダンパの抵抗が大きくなるため上段の変形が拘束され、装置全体としては短周期の設定となる。一方、オイルダンパの減衰係数が小さいときは、上段・下段の両方の積層ゴムが大きく変形するため、装置全体としては長周期の設定となる。オイルダンパの減衰係数の設定に従って、装置の固有周期は連続的に変化していくが、制震性能という観点でみると 2 段階～3 段階程度の切替えて RC 建物に対して十分な性能を発揮できる。なお本 TMD の対応可能な周期範囲は、上段と下段の積層ゴムの剛性比で決まるが、その設定は既往の TMD の最適設計式を準用して簡単に求めることができる⁷⁾。

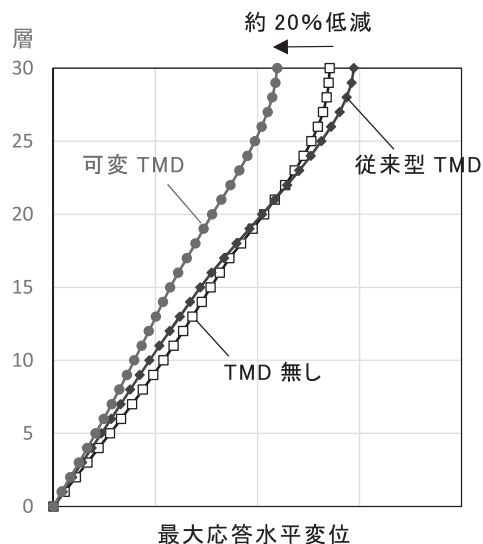


図—3 周期調整の原理

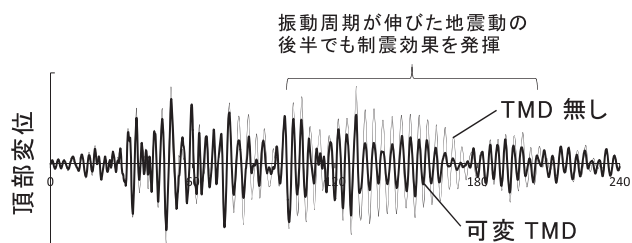
3. 解析による効果の確認

上記で示した周期変動に適応可能な TMD の効果を確認するため、地震応答解析による検証を実施した。解析モデルは 30 階（120 m）の RC 造超高層建物を質点モデルに置換したものとし、その最上階に有効質量比 5%（建物総質量の約 2%）の TMD を設置して応答を確認した。入力地震動として、超高層の設計に用いられる模擬地震動（告示波（極稀））を入力した。

図—4 に最大応答水平変位を示す。「従来型 TMD」は初期状態の建物に同調させた通常の TMD を、「可変 TMD」は今回開発した TMD を示す。従来型 TMD は、建物の塑性化によって振動周期が延びた状態では制震効果を発揮することができないため、TMD を設置しない場合と比較して、最大応答の低減



図—4 地震応答解析結果



図—5 地震応答解析結果

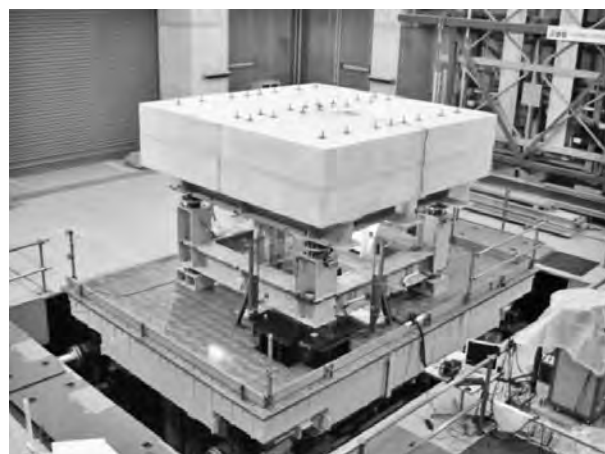
効果は確認できない。それに対して可変 TMD は、建物の状態に追従して同調することが可能なため、TMD 無しと比較して 20% 程度最大応答を低減できていることが確認できる。また、図—5 に頂部変位の時刻歴を示すが、建物のひび割れなど塑性化が進行した地震動の後半部分においても、可変 TMD が制震効果を発揮していることが確認できる。

4. 縮小試験体の製作

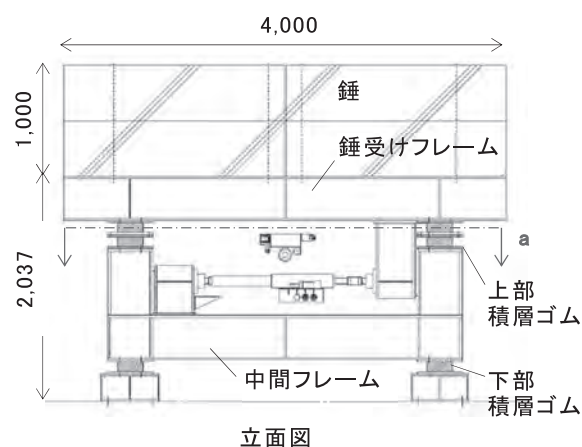
本 TMD の原理を振動台実験により確認するための縮小試験体を製作した。写真—1 に試験体写真を、図—6 に試験体の立面図、断面図を示す。錘はプレキャストコンクリート製とし、錘重量は 40 ton とした。復元力要素は、上段は 2 段組、下段は 1 段の積層ゴムとした。可変減衰要素には新規に開発した減衰係数切替型のオイルダンパを用い、X・Y 両方向の実験を行うために十字型に配置している。

本試験体は高さ約 120 m の RC 建物の頂部に設置する TMD を想定しており、振動台の能力などの制約から、錘重量を約 1/10 に、TMD の周期を約半分にした縮小試験体である。

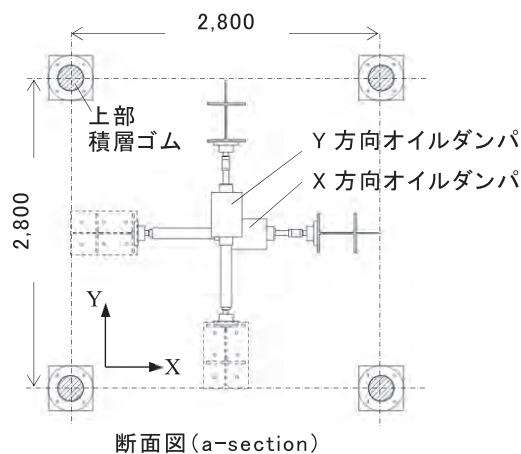
写真—2 に減衰係数切替型オイルダンパの単体試験



写真—1 振動台実験の試験体

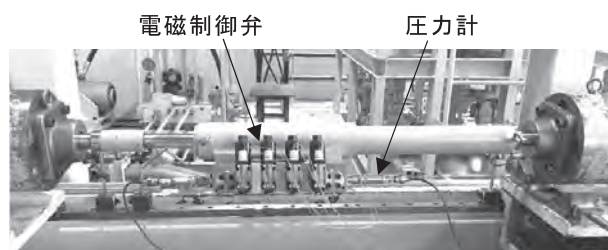


立面図



断面図 (a-section)

図—6 試験体の概要

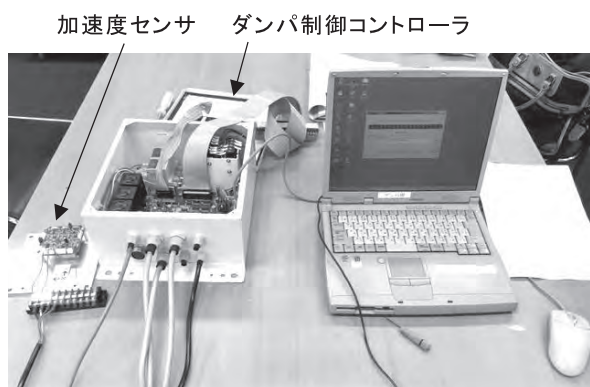


写真—2 減衰係数切替型オイルダンパの単体試験

験の様子を示す。このオイルダンパは4つの電磁制御弁を内蔵しており、電気制御によって各弁を開閉することで減衰係数を多段に切り替えることができる。本試験では、急激な内部油圧の変動などがないスムーズな切替動作が実現できていることが確認された。

写真—3に、振動台実験で用いた加速度センサとダンパ制御コントローラを示す。加速度センサは高層建物の被災度判定システムで多数の実績がある静電容量式の製品を採用した。この加速度センサは1つのユニットでX・Y両方向の計測を行うことができる。

ダンパ制御コントローラは、加速度計からの信号を分析して制御の要否を判定し、オイルダンパの制御弁を開閉する。本コントローラは、常時フィルタ処理や制御のための解析処理を実行し続けることになるが、消費電力は最大でも150 W程度とわずかである。また故障に対する自己チェック機能と、断電や過大入力に対するフェイルセーフ機能を備えた耐久性と信頼性の高いシステムとなっている。

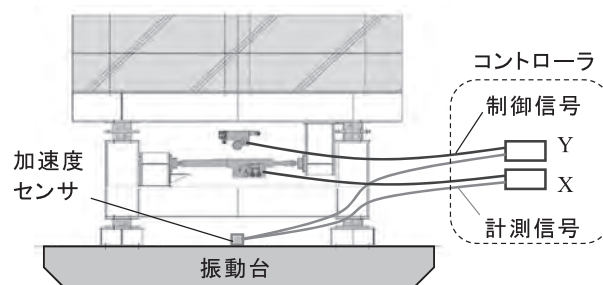


PCはコントローラの内部プログラムの書換え用
写真—3 制御システム

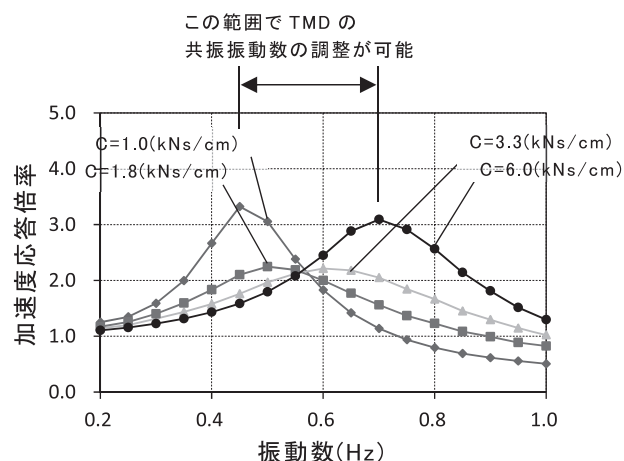
5. 振動台実験

図—7に振動台実験の制御系の配線図を示す。振動台のテーブル面を建物屋上に見立て、テーブル上に制御用の加速度センサを設置する。加速度センサの計測記録はコントローラに送信され、専用のアルゴリズムによって建物の振動状態が分析され、自動的にオイルダンパの減衰係数の切り替えが行われる。

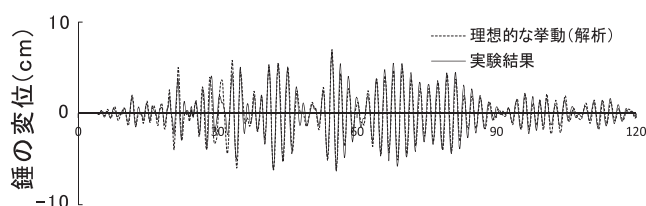
TMDの周期調整の原理を実験的に確認するために、正弦波を入力してオイルダンパの減衰係数とTMDの共振振動数の関係を確認した結果を図—8に示す。図の横軸は振動台から入力された正弦波の振動数、縦軸は加速度応答倍率（錘の応答加速度の最大値／振動台加速度の最大値）を示す。オイルダンパの減衰係数を小さくするにしたがって、TMDの共振振動



図—7 振動台実験の制御系



図—8 試験体の加速度応答倍率



図—9 錘の変位の時刻歴

数（加速度応答倍率のピーク振動数）も小さくなっている。この結果から、試作した試験体は剛性要素の操作なしに、0.45～0.70 Hzの広い振動数帯域に共振振動数を変化させられることが確認された。

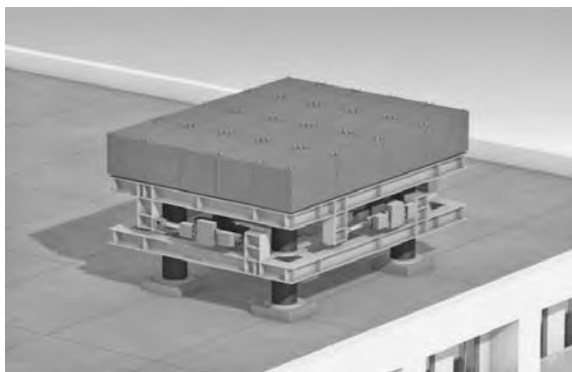
図—9に地震応答波加振実験の結果を示す。ここでは、TMDを設置したRC造建物に地震動を入力した際の、屋上の応答加速度を解析によって求め、それを振動台への入力として用いた。図中には解析から得られた、理想的に挙動した場合の錘の変位時刻歴を併記しているが、解析結果は実験結果と良好に対応しており、試験体が想定通りの挙動を示していることが確認できた。また、コントローラの所定通りの動作も併せて確認している。

6. 効果と特長

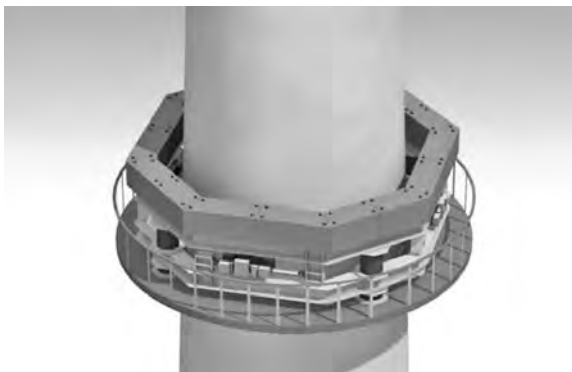
以下に本TMDの効果と特長をまとめる。

- ①年単位の長期的な周期変動だけでなく、地震動の最中に時々刻々変化する構造物の振動状態に追従し、揺れを効果的に抑制可能
- ②風揺れから大地震までの様々なレベルの揺れに有効であり、方向による周期の違いにも対応できるため、建物全方向の揺れを一つの装置で抑制可能
- ③TMDを設置した場所の情報のみで建物の振動周期を判断するため、それ以外の場所へのセンサやコントローラの設置や配線が不要
- ④屋外使用（全天候型）に対応しており、建物屋上や煙突など、様々な場所に設置可能
- ⑤消費電力は制御時でも150W程度とわずかであり、小型の無停電電源装置（UPS）で停電時にも作動する。万一の断電時にはパッシブ型のTMDに切り替わり、さらに設計想定以上の地震時にも錘の動きを安全に制御する、ソフト・ハード両面のフェイルセーフ機構を内蔵する。

図一10にRC超高層住宅への設置例を、図一11にRC超高煙突への設置例を示す。本TMDの基本構成は適用対象の条件に応じて、様々な形状で実現することが可能であり、実適用に当たっては最適な形状を物件ごとに検討・設計する予定である。



図一10 RC超高層住宅への設置例のCG



図一11 RC超高煙突への設置例のCG

7. おわりに

本稿では、鉄筋コンクリート造建物などの周期変動する構造物に適用可能な大地震対応TMDの開発について報告した。本開発により、鉄骨造の建物に加え、鉄筋コンクリート造の超高層建物や超高煙突への大地震対応TMDの適用が可能となった。

TMDによる制震構法は、屋上などの特定階に制震機能を集中させることができるため、居住空間への影響を最小限に抑えることができ、建物内部に制震装置を設ける一般的な制震構法には無い優れた価値を提供することができる。今後、本技術の適用を積極的に推進し、鉄筋コンクリート造構造物の安全性の向上に寄与していきたい。

J C M A

《参考文献》

- 1) Nakai, T, Kurino, H, et al.: Control effect of large tuned mass damper used for seismic retrofitting of existing high-rise building. Japan Architectural Review. vol.2, issue 3, p.269-286, 2019.7
- 2) Sone, T, et al.: Experimental verification of a tuned mass damper system with two-phase support mechanism. Japan Architectural Review. vol.2, issue 3, p.250-258, 2019.7
- 3) Ishikawa, Y, et al.: Development and analysis of long stroke tuned mass damper for earthquakes. Japan Architectural Review. vol.2, issue 3, p.259-268, 2019.7
- 4) Makino, A, et al.: Seismic Vibration Control of a High-rise R.C. Building by a Large Tuned Mass Damper Utilizing Whole Weight of the Top Floor, The 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, 2008.10
- 5) 岩浪孝一, 背戸一登: 2個の複合動的吸振器の最適設計法とその効果, 日本機械学会論文集 (C編), 50巻449号, p.44-52, 1984.1
- 6) Nagarajaiah, S.: Adaptive Stiffness Systems: Recent Developments in Structural Control Using Semiactive/Smart Variable Stiffness and Adaptive Passive Stiffness, 5th World Conference on Structural Control and Monitoring, Tokyo, 2010.7
- 7) 中井武, 栗野治彦: 周期変動に適用可能なセミアクティブ同調質量ダンパの機構及び設計法の提案, 日本建築学会構造系論文集, 83巻744号, P.233-243, 2018.2
- 8) 鹿島建設㈱: 鉄筋コンクリート構造物用の大地震対応TMD「D²SKY-RC」を開発～建物の振動周期の変動に対応した, セミアクティブ式(電気制御式)TMD～, プレスリリース 2019.3

【筆者紹介】

中井 武 (なかい たけし)
鹿島建設㈱
建築設計本部 構造設計統括グループ
チーフ



栗野 治彦 (くりの はるひこ)
鹿島建設㈱
建築設計本部 構造設計統括グループ
統括グループリーダー, 博士 (工学)



超硬質地盤に適応した深層混合処理工法の開発

CI-CMC-HG 工法

田 中 肇 一・伊 藤 竹 史・武 田 尚 也

深層混合処理工法とは、固化材液と軟弱土を地盤中の原位置で攪拌混合し、両者の化学的な結合作用を利用して軟弱土を改良し、強度を増加させる地盤改良工法である。東日本大震災以来、これまで強度が十分に地盤改良が不要とされていた硬い地盤でも改良が必要となる場合や、構造物によっては改良体を堅固な支持地盤へ確実に根入れすることが求められるケースが増えている。このような硬い地盤では、貫入不能や貫入に時間を要するなどの問題がある。

そこで、これらの課題を解決するため、従来の深層混合処理工法である CI-CMC 工法（以下「従来工法」という）の貫入能力をより高める施工機能を導入し、新しく CI-CMC-HG 工法（以下「本開発工法」という）を開発し、実績を重ねているので紹介する。

キーワード：地盤改良、深層混合処理工法、超硬質地盤、高トルクインバータモータ、根入れ

1. はじめに

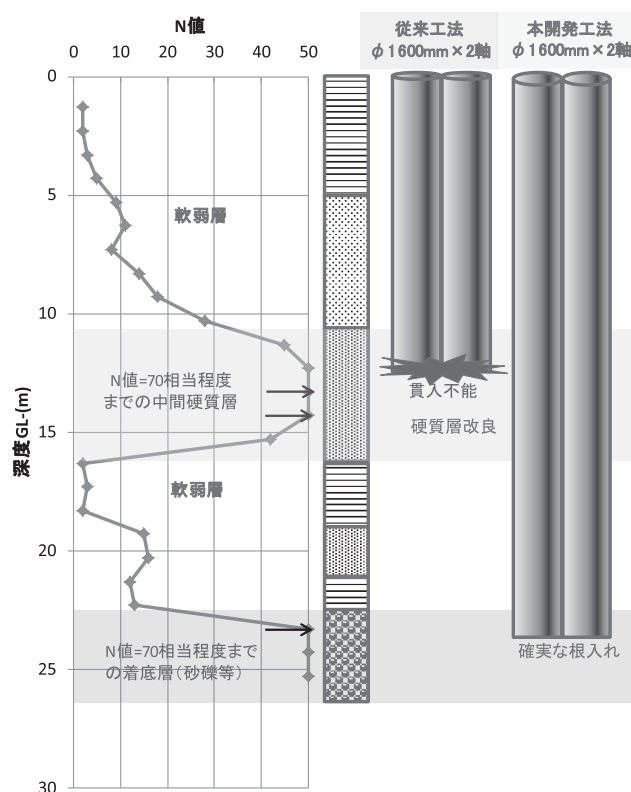
本開発工法は、広く採用され信頼性の高い高品質な大径深層混合処理工法である従来工法に貫入能力を高める機能を付加した技術で、適用地盤の拡大と支持層への確実な着底施工を実現する工法である。従来工法は、高品質の改良体を高速で施工できる大径の深層混合処理工法の代表的な技術として国内外で広く採用されている工法で、数多くの実績を持ち高い評価を得ている。一方、東日本大震災以来、これまで強度が十分に地盤改良が不要とされていた硬い地盤でも改良が必要となる場合や、構造物によっては改良体を堅固な支持地盤へ確実に根入れすることが求められるケースが増えている。このような硬い地盤では、貫入不能や貫入に時間を要するなどの問題があり、安定した品質確保に特別な施工対応が必要で、超硬質地盤に適用できる工法の開発が求められてきた。

このような社会的要請に応え、課題を解決するため、信頼性の高い従来工法の貫入能力をより高める施工機能を導入し、新しく本開発工法を開発、実用化した。

2. 本開発工法の概要

従来工法は、エアを用いてスラリーを霧状に吐出する「エジェクター吐出」機構の開発により大径かつ高

品質な改良体を造成する深層混合処理工法である。この霧状スラリーが土をほぐし土粒子の流動性を高めることから貫入・攪拌の負荷を低減することができ、N 値 50 程度の砂質地盤、N 値 14 程度の粘性土地盤への適用が可能である。



図一 本開発工法の適用イメージ

表一 1 適用地盤の最大 N 値
適用地盤の最大 N 値 (ϕ 1600 mm $\times$ 2 軸)

工法名	従来工法 通常タイプ	CI-CMC-HA 硬質地盤対応	本開発工法 超硬質地盤対応
砂質土	35	50	70
粘性土	14	14	20

本開発工法は更なる貫入能力の向上を目指し、同じ大きさのモータで現状オーガーの約 2 倍のトルクを有する高トルクインバータモータを採用した超硬質オーガーにより、N 値 50 を超える砂礫地盤等への適用も可能になった。適用イメージを図一 1 に、適用地盤の最大 N 値を表一 1 に示す。また、貫入補助として攪拌軸の先端からエア・スラリーを噴射する先端吐出機構の併用も可能であり、幅広い硬質地盤へ適応できる。

これまで超硬質地盤が介在する地盤への深層混合処理工法の適用では、アースオーガー（二軸同軸式）による先行削孔工を併用してきたが、本開発工法は先行削孔工の併用が必要ないため、大幅なコストの低減、工期の短縮を実現した。

3. 本開発工法の特長

①貫入能力の大幅向上により超硬質地盤に対応

機械仕様の比較を表一 2 に示す。表一 2 に示す通り、約 2 倍の回転トルクを有する超硬質オーガー（写真一 1）による高能力施工ができる。また、貫入補助として先端吐出機構（写真一 2）による貫入抵抗の大幅低減が可能である。

②安定した工程の確保

インバータモータの回転数制御（写真一 3）により、通常の軟弱層では従来と同等の高速回転施工を行い、超硬質地盤層では低速回転施工を行うことで従来のサイクルを損なわずに施工できる。また、地中障害物が存在する地盤では低速回転施工を行うことで、機械負荷を低減できる。これにより故障頻度が大幅に低減できるため、安定した工程の確保が可能である。

表一 2 機械仕様の比較

	従来工法	本開発工法
オーガー	90 kW (4/8P)	90 kW (4/8P) インバータ専用モータ
発電機	600 kVA	600 kVA
トルク最大	50 kN・m	104 kN・m
回転	18~36 m^{-1}	3.3~29.5 m^{-1}



写真一 1 施工機全景



新技術先端吐出 エジェクター
先端吐出機構

写真一 2 先端吐出機構



写真一 3 インバータモータによる回転数制御

③低コストの実現

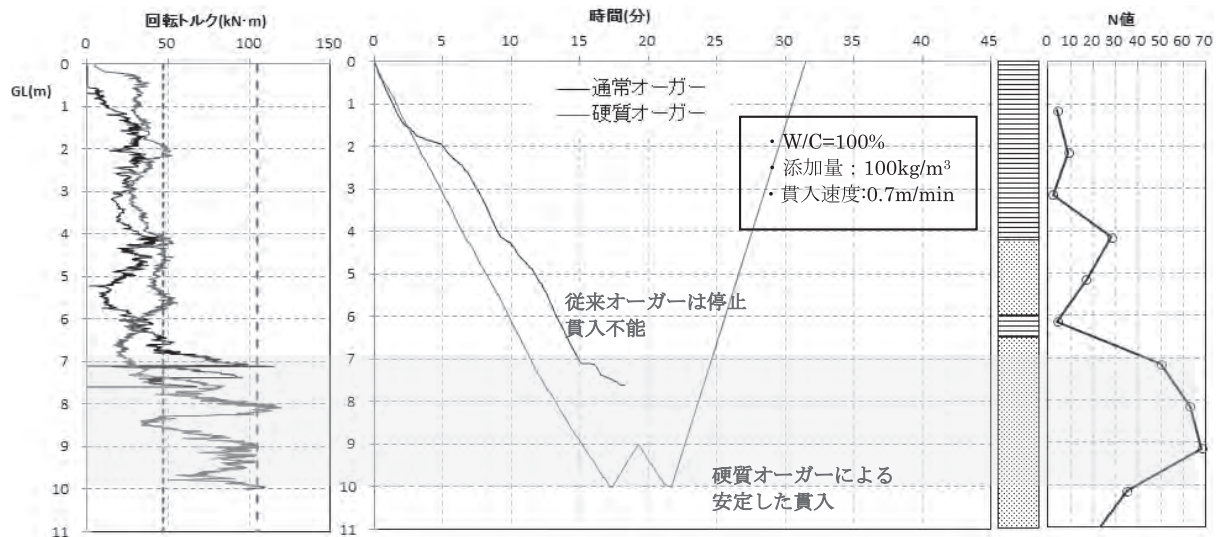
従来、超硬質地盤が介在する地盤への深層混合処理工法の適用では、アースオーガー（二軸同軸式）による先行削孔工の併用が必要であった。本開発工法は先行削孔工の併用が必要ないため、大幅なコストの低減、工期の短縮ができる。

④見える化施工への対応

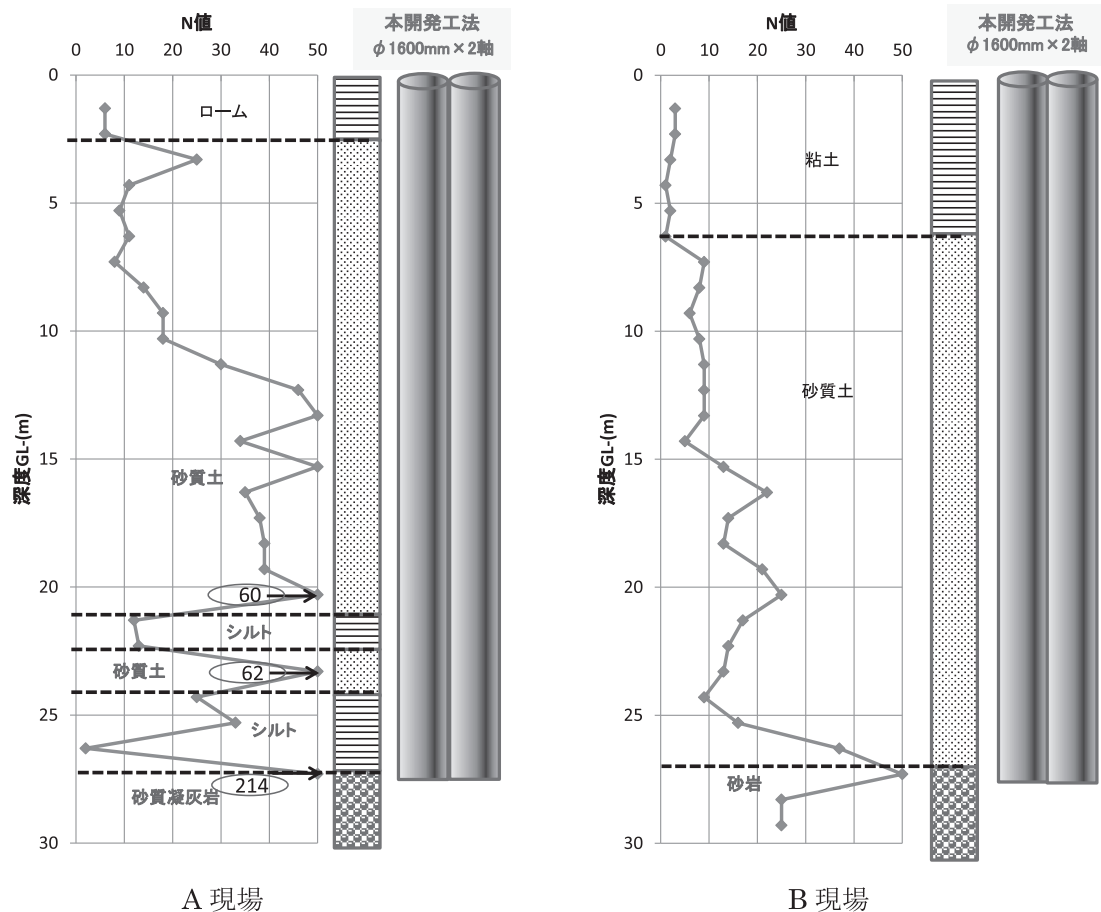
地盤改良のBIM/CIMに対応した施工管理システム「Visios-3D[®]」を搭載可能である。これにより従来分りにくいとされてきた地盤改良現場の見える化施工や、施工結果の3次元モデル作成が可能となり、地盤改良の信頼性の向上と、より確かな品質の確保が可能である。

4. 適用事例

本開発工法の適用事例を紹介する。従来工法と本開発工法の貫入能力の比較を図一2に示す。従来工法ではN値50程度でオーガーが停止し貫入不能となっているのに対し、本開発工法ではN値70程度を貫入できており、機械負荷が少ない安定した工程を確保し



図一2 従来工法との貫入能力の比較



図一3 適用事例

て施工できることを確認した。

図—3には別現場で適用した事例を示す。A現場では、N値214相当の砂質凝灰岩に根入れすることができた。また、B現場では、N値50以上の砂岩に根入れすることができた。

5. おわりに

我が国では時代のニーズに応じて地盤改良に関する機械や機器が開発、実用化されている。本稿では、新たに開発した深層混合処理工法である本開発工法 CI-CMC-HG 工法の特徴および適用事例について紹介した。

今後、大都市圏周辺をはじめ、大規模な地震の発生が予想される。それらの地域に計画される多くの施設やその敷地、重要構造物等の将来にわたる安全性を確保するために、本開発工法の積極的な適用を目指す。

JCMA

【筆者紹介】

田中 肇一（たなか けいいち）
 (株)不動テトラ
 地盤事業本部 開発部 施工機械課
 課長



伊藤 竹史（いとう たけし）
 (株)不動テトラ
 地盤事業本部 技術部 技術企画課
 課長



武田 尚也（たけだ なおや）
 (株)不動テトラ
 地盤事業本部 技術部 技術企画課



災害対応の役割も果たす海底ケーブル敷設船「きずな」

伊 藤 環

「きずな」（以下「本船」という）は、インターネットをはじめとした国内外にシームレスに拡がる通信インフラとして、非常に重要な通信用海底ケーブルの保守を主に担う船として、2017年4月に就航した。

従来の海底ケーブル関連業務のみならず、敷設船としては初めて、災害時の通信インフラの迅速な復旧を目的とした災害対応機能も備えている。情報通信環境が極めて重要な現代において、その基盤を守る使命を持つ船として、主な機能と実際の災害発生時の対応例について報告する。

キーワード：通信インフラ、海底ケーブル敷設・保守、災害対応機能

1. はじめに

現代社会における電話やインターネット、配信映像・音楽、企業のビジネスデータ、世界中のIoT関連データなどは、世界中の海の底に張り巡らされた光ケーブルが、情報の流通を支える重要インフラとなっており、我が国において特に国際間のデータは、海底ケーブルを利用した通信が全体の99%以上を占めており、ここ数年GAFA（Google, Apple, Facebook, Amazon）と呼ばれる米国巨大IT企業が、海底ケーブルへの建設投資をけん引している。

国内においても情報格差は正の観点から、離島への光海底ケーブルの建設が進められており、島国日本での通信に海底ケーブルは不可欠である。光海底ケーブルは、陸揚げ局、光ケーブル、海底中継器から構成されている。陸揚げ局には、伝送装置、海底中継器への給電装置等の装置類が設置され、ケーブル、中継器は、海底の起伏に沿うように設置され、水深1,500m未満

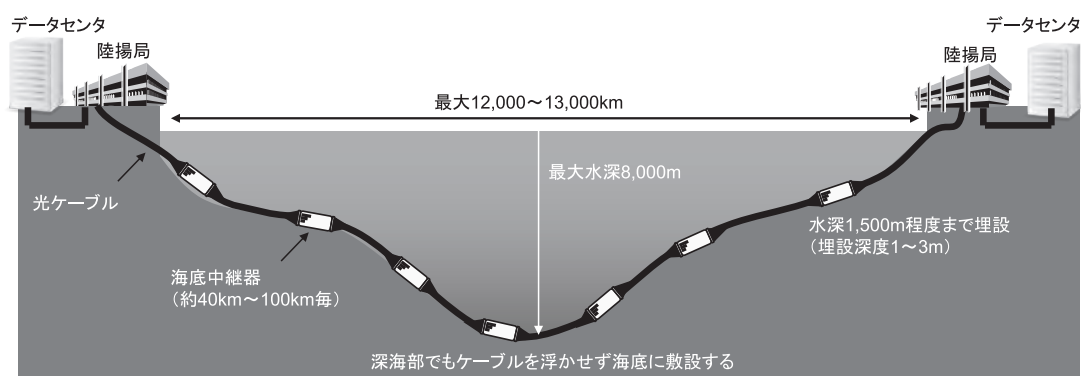
は必要に応じて海底に1～3m埋設して構築されている（図－1）。

この海底ケーブルを新たに敷設したり、修理したりするのに用いられるのが、ケーブル敷設船であり、海底ケーブルの保守の重要性が高まる中、保守を主体とする船として本船を建造した。

また、最近の地震等における大規模災害において、船の災害対応の有効性が高まる中、今回の本船の建造計画にあたっては、過去の災害での復旧工事の知見を生かして、通信インフラの迅速な復旧を目的として、災害対応機能を付加し、社会貢献性を高めている。

2. 海底ケーブル敷設船としての機能と装備

ケーブル敷設船の主な業務は、海底ケーブルを建設することと、既設ケーブルの故障時などに修理することである。



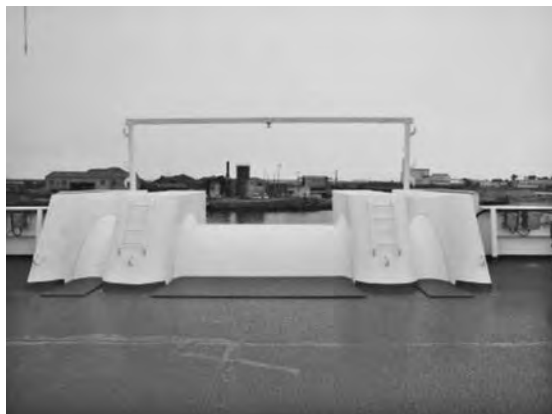
図－1 海底ケーブルシステムの構成

(1) 建設作業

建設作業は、船内の「ケーブルタンク」(写真—1)からケーブルを繰り出し、船尾の「シーブ」(写真—2)と呼ばれる滑車を通じて敷設していくのが基本形である。



写真—1 ケーブルタンク



写真—2 シーブ

ケーブル敷設ルートは、海底の複雑な地形や地質、既設のケーブルの位置などを考慮し事前に入念に設計し、この計画ルートに沿って正確に敷設すると共に、海底には起伏があるため、ただ繰り出すだけではケーブルの一部が宙吊り状態になり、故障の一因になることから、海底地形になじむようケーブルの繰出速度を船速に対し0.1%単位で微調整する等、繊細に施工している。

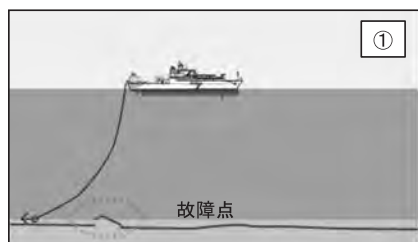
また、沿岸部や漁場などではケーブルを海底面にそのまま敷設するとアンカーや漁具などで損傷する可能性があるため、海底に埋設する作業が必要になる。このため主に鋤式の埋設機で敷設と同時に海底に埋設している。

(2) 修理作業

修理作業は、陸上から故障点を確認しそこに船で向かい、故障付近の海底ケーブルを探線し、ケーブルを船上に収容後、船上でケーブルを切断して故障のある側を特定、問題のない側のケーブルを一旦、海底に戻しブイを設置しておく。次に故障がある側のケーブルを巻き上げ、故障点を光学試験や絶縁試験、目視によって判定後、故障点を除去して搭載ケーブルと接続、先ほどのブイへ向け敷設した後、ブイを収容して問題の無い側のケーブルと接続して海底に沈下する(図—2, 3)。

故障個所の水深が3,000 mの場合、海底にあるケーブルを見つけて洋上に引き揚げける作業は、いわば「富士山の頂上から釣り糸でひっかける」ような仕事となる。

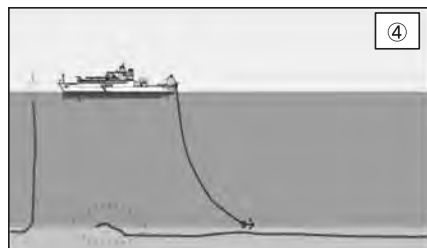
① 探線アンカーによるケーブル捕捉



② 探線したケーブル先端を船上に回収



④ 反対側のケーブルを①と同様の方法で探線

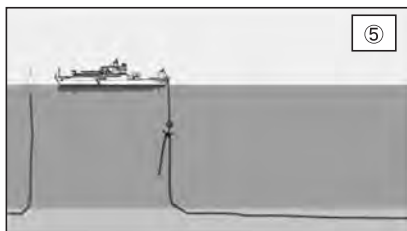


③ ケーブルを試験し、良好なことを確認したら、先端に防水措置を施し浮標(ブイ)を設置

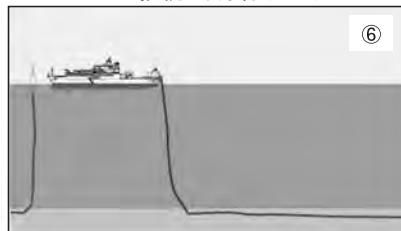


図—2 故障修理手順 1 (ケーブル探線)

⑤ 探線したケーブル先端を船上に回収



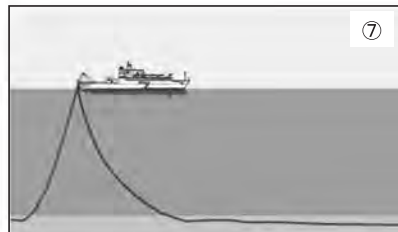
⑥ ケーブル不良部分を除去後、船上の修理用ケーブルと接続し、浮標(ブイ)に向けて敷設



⑧ 沈下されたケーブルを必要に応じROVで埋設



⑦ 浮標(ブイ)およびケーブル端を船上に回収し、敷設してきたケーブル端と接続。両陸揚からケーブル試験を行いケーブル沈下。



図一3 故障修理手順2 (ケーブル捕線～故障点除去)



写真一3 全景



写真一4 オープンハッチ

(3) 本船の主要目

長さ 109 m, 幅 20 m, 総トン数 8,598 トン, 定員 60 人で, これまでの敷設船より, 狭隘な水域などでも機動的に動けるよう船体をコンパクト化し, 少人数で効率的に作業ができるように, 機器の最適な配置, 船内スペースの有効利用を図った設計としている。

また, 海底ケーブルの敷設・保守だけでなく, 多目的作業船として活躍できるように, 船首部に操船, 機関, 居住区域を集中させている。これにより作業区画を船体後方に広く確保し, 多目的に作業を行いやすい構造にしている (写真一3)。

この船体後方の作業区画には, 上部をオープンハッチ型とし, 船尾作業甲板と合わせて広い作業スペースを確保すると共に (写真一4, 5), 資機材搭載, 作業のため 10 トンと 5 トンのクレーン各 1 基を設置し, この 2 基のクレーンで作業区画全域をほぼカバーできる配置にしている。



写真一5 作業スペース

(4) 本船に装備された主な設備

① ケーブルタンク

敷設船ならではの設備として, 船内のケーブルタンクがある (写真一1)。

本船には容量 935 m^3 のケーブルタンクが2基設置されており、1タンクあたり、細いケーブルなら約1,000 km 分を収納できる。

タンクは円筒状で、ケーブルをタンク内の突起物に引っかけて小さな傷がつくと、故障の原因になることから、天井や床、壁面の凹凸を無くして平滑にし、ここに、ケーブルをレコードの溝のように円状に巻き取って格納する。

②ケーブルエンジン

ケーブルの繰り出しや巻き取る装置としてケーブルエンジンがある（写真—6）。



写真—6 ケーブルエンジン

直径3.6 mの巨大なドラムにケーブルを巻きつけこれを回転させて、海底からの引き上げや繰り出しを行う。ケーブルエンジンは左右に各1基搭載し、ケーブルを同時に巻き上げ、片方は巻き上げ、一方は繰り出しといった多様なオペレーションができる。

③遠隔操作型無人潜水機（Remote Operation Vehicle：ROV）

現在の海底ケーブルの故障修理に欠かせないのが、海中でのケーブル故障点の確認や修理後のケーブル埋設作業等を担うためのROVである（写真—7）。

ROV「CaRBIS-IV」は、最大適用水深2,500 m。8基のスラスターで海中を移動し、前方に備えた磁気センサーを用いて海底に埋まっているケーブルの探査、埋設深度の確認等を行い、前方下部のマニピュレーターやケーブルグリッパなどでケーブル作業の補助を行う。また底部のジェッターから海水を噴射して、修理後のケーブルを埋設する機能もある。ROVの操作は、ROVに搭載している各種カメラやセンサーからの情報により、船上から遠隔で行う。

④電気推進及び自動操船システム（Dynamic Positioning System：DPS）

海底ケーブル工事では、長時間連続で1～2ノット



写真—7 ROV



写真—8 アジマススラスター



写真—9 トンネルスラスター

程度の低速、荒れた海象・気象下での航行、長時間にわたる定点保持において高い船位保持精度が求められるなど、繊細な操船が求められる他、一刻も早く故障現場に到達する必要もあり、DPSと相性の良い電気推進システムを採用している。

推進器としては、水平方向に360度回転するアジマススラスターを船尾に2基装備し、船首部には2基のト

ンネルスラスタを装備した（写真—8, 9）。

これにより、風速14m、波高3m（海況5）、海潮流3ノット程度の状況下での船位保持を可能とする高い操縦性能を確保した（写真—10）。

⑤敷設を支援するハイテクシステム

船位や船速、方位、ケーブルの繰り出し速力や長さ等の各種データを一元的に収集し、各種工事に活用するため敷設支援システム「Makai Lay」、本船を効率的に操船、工事を記録するために「Navlog」を搭載している。

これらを活用することにより、ROVの位置とケーブル敷設データを照らし合わせて、ケーブルを効率的に探し出したり、敷設前にあらかじめシミュレーシ

ンを行い、船の位置や船速、潮流、海底地形などをモニタリングし、シミュレーション結果とケーブルの着底位置をリアルタイムで補正しながら、ブリッジやケーブルエンジンの制御室に適切な敷設の指示を与えることにより、ケーブル作業をソフト面でサポートしている。

⑥船内ネットワーク

船内には有線、無線によるLANを構築し、船内各所からの衛星通信等による陸上とのデータ通信環境、27台のIPカメラによる各所の作業状況、各種計器類をタブレット等を利用して随所でリアルタイムに確認できるようになっている。

3. 災害対応機能

(1) 資材、車両の運搬

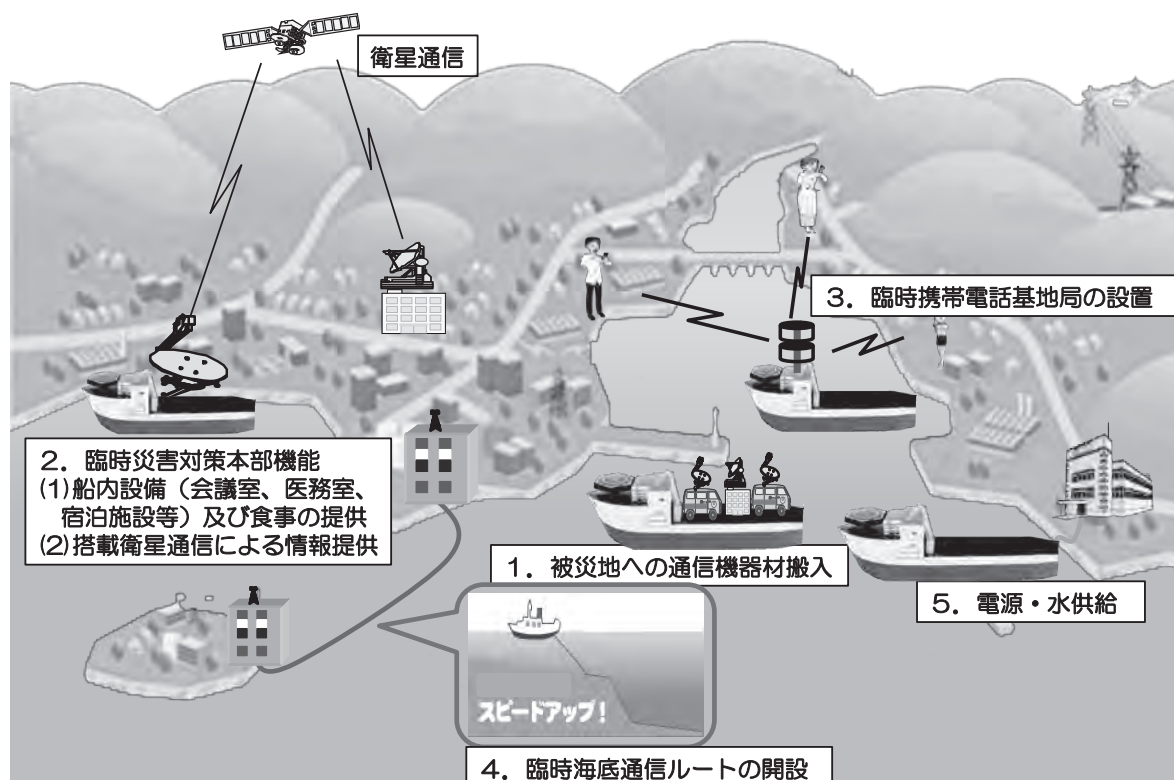
災害時に本船が想定している役割は、まず被災地への災害復旧資機材の搬入、現地臨時災害対策本部としての機能、携帯電話の臨時基地局などの機能、被災地への水や電気などを供給するというもの。もちろん、敷設船として能力を生かして臨時海底通信ルートの開設にも活躍する（図—4）。

このため、まずは資機材輸送の能力を増強した。

通常の敷設船には貨物などを積載するスペースが少ないが、本船には船体後部に十分な作業スペースと貨



写真—10 DPS 操作盤



図—4 大規模災害発生時の敷設船活用イメージ

物積載スペースを確保し、作業甲板へのオープンハッチを設置したことにより、ケーブルタンク内や船内の作業区画にデッキクレーンを用いて資機材を容易に搭載できる。電柱やケーブルドラムなどの大型資材も積載が可能としている。

また、作業甲板には資機材輸送用に 20 フィート型コンテナ 6 個を搭載できる設備を設けている。さらに、大型のデッキクレーンを使用して、非常用移動電源車や移動基地局車など災害復旧用車両も複数搭載できる（写真— 11、12）。



写真— 11 船尾搭載スペース



写真— 12 10 トンクレーン

(2) 災害対策本部機能

災害時に対策本部として利用することを考慮し、大型会議室を設置したほか（写真— 13）、最大 40 人程度の対策要員が宿泊・移動で乗船できるようにしている。

また、岸壁停泊中において災害対策要員を支援するため、簡易ベッドの搬入等により多数の休憩場所を確保すると共に、最大 60 人が利用できる食堂や厨房、冷蔵庫を備え、医務室や入浴施設なども利用できるようにしている。

このほか、船から岸壁への給水、電力供給が可能な



写真— 13 会議室

設備も設置している。

災害対策本部が必要な外部との通信手段として、衛星利用による大容量データ通信システム (VSAT) や、衛星船舶電話、インマルサット電話など、複数の通信手段と前出船内ネットワーク設備を備え、被災地でも情報収集、発信を可能としている。

合わせて、非常用携帯基地局など、非常用通信設備を設置できる構造としている点も特徴である。例えば衛星パラボラアンテナを使用する際に死角が生じないような構造としているほか、ブリッジ上部に非常用携帯基地局を吊り上げられるようにクレーンを設置し臨時設備に対応できる配線設備を設けている。

4. 実際の災害復旧支援のための派遣

(1) 北海道胆振東部地震への対応（2018 年 9 月）

2018 年 9 月に北海道で発生した地震により大規模な停電（ブラックアウト）が発生した。通信ビルでは、電力会社からの給電が断たれても通信サービスが途絶えることが無いように、軽油を燃料とする非常用発電機が配備されているが、各通信ビルの燃料の貯蔵量には限りがあるため、長時間継続的な発電には定期的に



写真— 14 作業区画への燃料搭載状況

燃料を補充する必要がある。この補充用の燃料、小型発電機、車両等を積んで北海道苫小牧まで運ぶという役割を果たした（写真—14）。

（2）台風24号被害への対応（2018年10月）

台風の暴風雨により、鹿児島県と沖縄県を結ぶ海底ケーブルが被災するとともに、沖縄県内では、陸上の通信ケーブルが広範囲にわたり断線となった。この海底通信ケーブルの修理のための出動の際に、沖縄県域



写真—15 作業甲板への車両搭載状況

で不足した工事用車両を「きずな」に搭載し、沖縄本島まで運搬するという役割を果たした（写真—15）。

5. おわりに

本船の船名は、グループ会社内で、船名を公募したところ、通信会社らしく最も応募が多かったのが「きずな」だった。まさに、人と人のつながり、人とモノのつながりを支える通信イメージにも合致し、次世代に必要なキーワードとしてもふさわしいことなどから、選考審査で高く評価され、船名として採択された。本業の通信インフラのみならず、災害復旧の両面で、重要な役割を担う船としてあり続けたい。

J C M A

〔筆者紹介〕

伊藤 環（いとう たまき）
NTT ワールドエンジニアリングマリン(株)
企画総務部
部長



堤体盛土工事における ICT 建設機械の活用とその課題

藤 木 栄 治・鶴 飼 泰 希

現在の建設現場において調査・測量から施工・品質管理まで幅広い範囲で ICT を用いた設計・施工が急速に普及しつつある。そうした中で特に建設機械に ICT を用いることは重機メーカー、建設会社、リース会社など多くの業者が参入してシステムの開発を行い実用化されている。本稿ではそうしたシステムの一つを用いて東日本大震災で被災した堤体復旧のための盛土工事を約 1 年間にわたり施工した実績から使用者の視点に立った効果や今後への課題について紹介する。

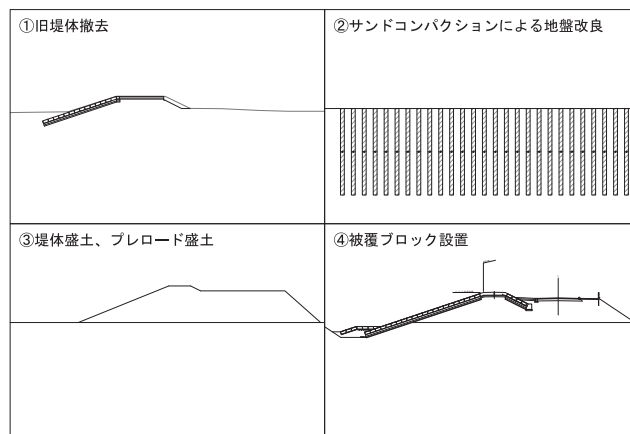
キーワード：災害復旧、復興、ICT 建設機械、GNSS、マシンコントロール

1. はじめに

州崎地先海岸は宮城県東松島市にあり一級河川鳴瀬川水系鳴瀬川の河口部右岸側に位置した延長約 3 km の海岸である。付近は住宅地が広がり JR 仙石線が敷設された市街地を形成しており、海岸は海水浴場等で使用され近くには大型宿泊施設や運動公園や体育館もあり多くの観光客でにぎわっていた。

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災によってこの海岸は甚大な被害を受けた。海岸線沿いにあった防潮堤（堤体高さ T.P+3.9 m）を超える津波（津波浸水高 10.35 m）が襲い、後背地である野蒜地区を含む東松島市では人的被害 1,109 人、家屋被害 15,080 棟の被害を被った。防潮堤については、ほぼ全延長にわたり法面崩壊・洗掘・全壊等が発生し復旧工事を行う必要があった。

今回の工事は震災で被災した防潮堤の撤去を行い、新たに L1 津波のせり上がりを考慮した堤防高（T.P+7.2 m）の防潮堤にかさ上げして復旧するものであり、堤防全体を 5 つの工区に分けた内の 1 工区で延長約 1.25 km の施工を行った。工事全体のフローとしてまず旧堤体の撤去を行い地表面の整形を行ったのちに軟弱地盤対策のサンドコンパクションによる地盤改良を行った。その後堤体盛土を行いさらに圧密促進のためのプレロード盛土を行った。沈下収束後にプレロード盛土の撤去を行い、捨石・碎石・割栗石の基礎工を行った後に被覆ブロックを設置する流れとなる（図—1）。工事数量としては堤体盛土工（プレロード盛土含む）が約 30 万 m³、護岸工が 2.1 万 m² に及ぶ。



図—1 施工フロー図

この堤体盛土を行うにあたり ICT 建設機械を用いた施工を行ったことによる効果や今後への課題について紹介する。

2. 使用機械

この工事に ICT 建設機械を用いた目的は主に 2 点ある。1 点目は大量の重機が現場内を縦横無尽に走行するため重機に乗車しない作業員（手元作業員、測量作業員、誘導作業員など）を極力減らすことにより事故を防止すること、2 点目は今回の防潮堤工事では線形が曲線を描いていることもあり大量の丁張が必要となり人為的エラーによる測量ミスを削減することを目的として導入を行った。

ICT 建設機械を使用するにあたり、建機から得られたデータを処理するシステムを導入する必要があ

表—1 使用重機一覧表

機械の種類	作業内容	使用数量	使用延べ期間
ICT0.8 m ³ 級バックホウ	法面整形	1 台	12 か月
ICT21 t 級ブルドーザー	敷均し	2 台	20 か月
標準 0.8 m ³ 級バックホウ	法面整形	1 台	12 か月
標準 0.8 m ³ 級スーパーロングバックホウ	法面整形	2 台	15 か月
11 t 級振動ローラー	転圧	2 台	23 か月

盛土工期間：2017 年 11 月～2018 年 11 月（12 か月）

る。盛土工では主に敷均し・転圧・法面整形の3つの作業が発生するが、その中で敷均しと法面整形を1つのシステム、転圧は別の違うシステムを用いて施工を行った。

盛土工の敷均し・法面整形作業には ICT 建設機械として 0.8 m³ 級バックホウと 21 t 級ブルドーザーを用いて施工を行い、これに加えて標準タイプの 0.8 m³ 級バックホウとスーパーロングブームバックホウを用いた（表—1）。これは、高額となる ICT 建設機械の使用を最小限にする事でコストを低減するとともに、機械的特性から誤差が大きくなるスーパーロングブームタイプの ICT 建設機械が実用化されていないからである。この ICT 建設機械とシステムの組み合わせは盛土工完了後の護岸工施工時において法面整形、捨石整形、碎石敷均し、割栗石敷均しにおいても活用を行っている。

盛土工の転圧作業には、ICT 建設機械として 11 t 級振動ローラーを用いて施工を行った。こちらについては、ICT 建設機械のみを使用している。

3. ICT システム

(1) 敷均し・法面整形

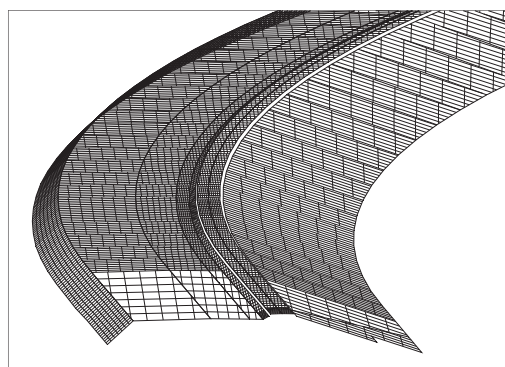
最初に設計図面の 2 次元の断面図、平面図を用いて完成形の 3 次元図面を作成する（図—2）。この図面データをクラウド上に置き ICT 建設機械がインターネットを通して読み取ることで、座標管理している排土板・バケットの先端部を自動でマシンコントロールしていく。

敷均し作業を行うブルドーザーは、完成形の図面を敷均しの各層ごとに輪切りにした図面を読み取り、どの層を施工しているかを選択して作業を行う。運転手はキャビン内の液晶画面を確認することで、敷均し設計高さに対しての高低差を色と数値で視認しつつ作業を行う（写真—1）。

法面整形作業を行うバックホウは、完成形の法面形状に対してバケットがどのように接しているかをキャビン内の液晶で確認しつつ、またどの程度すきとる必

要があるかを数値で明確に把握することができる（写真—2）。

施工した出来形については、排土板・バケットの軌



図—2 完成形の 3 次元図面



写真—1 ブルドーザー内 液晶画面



写真—2 バックホウ内 液晶画面

跡データをクラウドに送りクラウド内でデータ処理し、事前に登録してあるパソコンを用いて確認・出力を行うことができる。同時に出来形だけでなく、日々の進捗数量や重機稼働時間、消費燃料などのデータについてもリアルタイムで確認することができる。

(2) 転圧

敷均しのブルドーザーと同様に各層ごとの図面を読み取り、施工している層を選択して作業する。施工中は、キャビン内の液晶画面を用いて 34 cm のメッシュに区切られた施工面が転圧回数により着色されることで、事前に定められた既定の転圧回数を満足しているかを確認することができる（写真—3）。得られた転圧データはクラウドを通して集計され、指定した範囲について転圧回数の分布状況を確認することができる（図—3）。

4. ICT 建設機械を用いた施工による従来工法との比較

(1) 敷均し・法面整形

ブルドーザーによる従来施工では、層厚を明示した盛土定規を目安に敷均しを行っており盛土定規が設置

してある付近については層厚の確認が容易だが、離れた箇所についてはレーザーレベル等を準備しなければ確認する方法がなかった。ICT 建設機械を用いることで排土板の高さをマシンコントロールにより自動で制御し、定められた層厚を確実に施工でき面的に均一な仕上がりを容易に確保することができるようになった。また盛土工を行うにあたり試験施工で転圧による沈下を加味した敷均し厚を定めるが、盛土定規では転圧後の完成厚は明示されているが、敷均し厚は明示されていないためオペレーターの感覚によるところが大きかった。しかし、ICT 建設機械を用いることで全ての施工面において、確実に敷均し厚を確保することができることにより、敷均しのムラによる品質低下を防ぐことができるようになった。

バックホウによる従来施工では、法面丁張を使用して整形を行っていたが、バケットの刃先の位置をマシンコントロールにより自動制御することで丁張を全く使用することなく整形作業を行うことができるようになった（写真—4）。表法は法長が 20 m 以上に及ぶため通常の法面を断面方向に 3 分割して施工を行う必要があったが、その際に上段と下段について ICT 建設機械を用いて施工を行い、中段部分については ICT 建設機械ではないスーパーロングバックホウを用いた。これはロングブームの ICT 建設機械が存在しないためであり、上段・下段を先行して掘削することにより法面を丁張の代替として利用して掘削を行った。また、上段・下段の掘削について ICT 建設機械での法面整形を 5 m 間隔で行いその間の部分については標準タイプのバックホウを用いて施工を行った。これも ICT 建設機械による法面整形された面を丁張の代わりとして掘削を行うことで、作業の高速化と費用の低減を図った。法面整形作業は特にオペレーターそれぞれの癖や経験年数などにより特徴が出やすく、オペレーターが変更になった場合や違うオペレーターとの



写真—3 転圧回数表示状況



図—3 転圧回数表示状況



写真—4 法面整形状況

施工範囲の境界部分に段差が出やすくなるといったことがあったが、ICT 建設機械ではこのような問題が解決された。

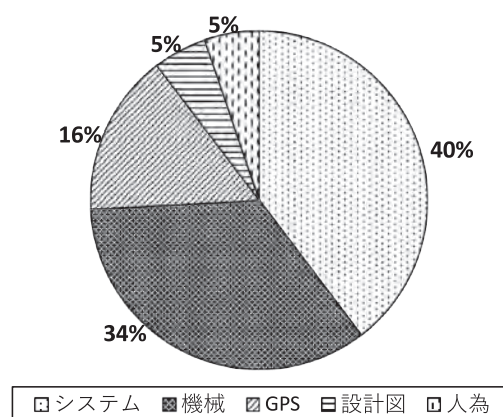
(2) 転圧

振動ローラーによる従来施工では、試験施工によって定められた転圧回数を全ての敷均し箇所で満足するようにどこを何回転圧したかをオペレーターが記憶しながら作業を行っていた。そのため、オペレーターのミスにより転圧回数が不足している箇所が発生する場合や逆に転圧回数が規定回数を上回っている箇所が発生することがあった。ICT 建設機械を導入することで、34 cm のメッシュで区切られた施工範囲を運転席内の液晶画面で常時確認し、どの場所を何回転圧したかが分かるようになっており、人為的なミスの発生を防ぎ過不足の少ない効率的な転圧作業を行うことができるようになった。また、この転圧した回数の状況について、事務所内のパソコン画面でモニタリングすることができるため、ダブルチェックによる管理を行うことが容易となった。さらに、その転圧した回数のデータがクラウド上に蓄積されるため、いつ・どの場所を・何回転圧したかを過去にさかのぼって瞬時に調べることができるため、トレーサビリティに優れたシステムであった。

5. ICT 使用時のトラブル

図—4, 5, 表—2 は ICT 施工時に発生したトラブルをまとめたものである。主にシステムと機械に起因するトラブルが全体の約 75% であることがわかる。最も発生したトラブルはシステムに起因するものであり、このトラブルは ICT 導入開始から 3 か月の間に

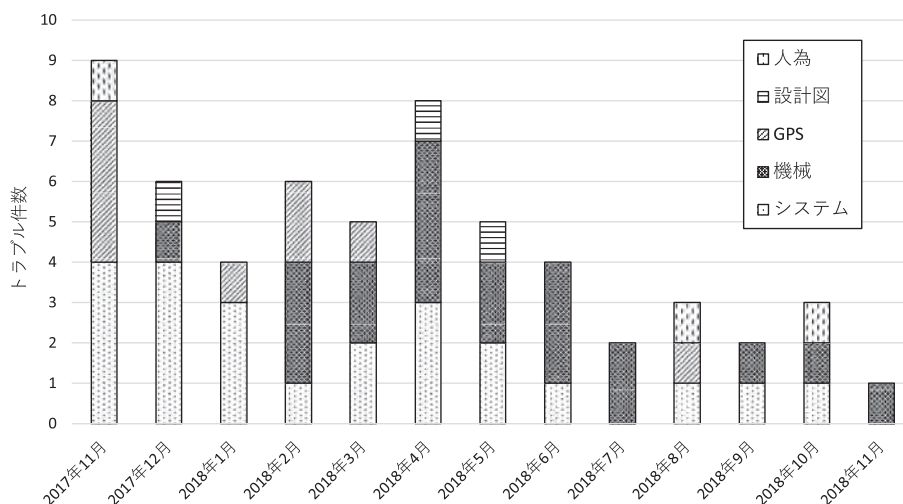
特に頻発しており時間の経過とともに減少していく傾向があった。具体的なトラブル内容として多かったのが現場で測定した実績や転圧回数などがクラウド上のシステムに反映されないトラブルであった。このトラブルの影響で一時的に作業を中止せざるを得ない場合があり、1 年間の施工期間中で中止期間はのべ 4, 5 日程度あった。トラブルの原因についてヒアリングを行った結果、施工内容や現場条件によっては施工当初にトラブルが発生しやすく、経験やノウハウを蓄積することで減少させつつあるとのことであった。対処方法として早期にトラブルを解決することができるようにバックアップ体制を充実させることが非常に重要で



図—5 ICT トラブル集計図

表—2 ICT トラブル一覧表

要因	内容
システム	ICT のシステムに起因するトラブル
機械	ICT 機器に起因するトラブル
GPS	GPS やインターネット通信に起因するトラブル
設計図	作成した 3D 設計図に起因するトラブル
人為	人為的ミスに起因するトラブル



図—4 ICT トラブル経時変化

ある。

次に多かったトラブルは ICT 機器等の機械に起因するものであり、キャビン内のモニターが作動しないなどのトラブルがあった。このトラブルは施工開始時にはあまり発生していないが、3 か月を経過した付近から増加している。施工に伴い機器に累積された疲労がトラブルの原因ではないかと考えられる。特に大きなトラブルとして振動ローラーの GPS アンテナが脱落するといった致命的なトラブルが数回発生した。これは、振動ローラーについては ICT 関連機器を建機完成後に後から追加で設置したため、強度が弱かったことや機械自体に日常的に振動が加えられるため故障を起こしやすい素地があったことが考えられる。対応方法として通常のグリスアップなどのメンテナンスに加えて ICT 建設機械の場合、ICT 関連の故障を起こしやすい場所を日常的に点検する必要がある。さらに、ICT 関連機器を後から設置するタイプではなくメーカー出荷の時点で ICT 機器が装備されている建機を選択することで、故障の原因を減らすことができると考えられる。

6. 施工費用の比較

一般重機を用いた場合と ICT 建設機械を用いた場合について、施工費用の比較を行った。費用の比較を行うにあたり施工期間が重要になってくるが、今回の工事では一般重機を用いた施工を行っていないため、どの程度の歩掛になるかについて明確に判明していない。そこで、一般重機と ICT 建設機械を用いた時に必要となる施工期間・使用重機台数が同等であった場合として比較を行った。各機械の延べ使用期間についてまとめた表が表—3 となる。これらを踏まえて金額を比較した表が表—4 となる。

機械費に含まれている費用は、使用機械全てのリース費、燃料費、さらに ICT 関連費用として 3 次元図面作成費用やクラウドシステム使用料等を加えたものの合計となる。比較した結果、ICT 建設機械のリース費用が高価であること（約 2 倍）、ICT 関連費用が追加で必要となることが要因で ICT 建設機械を用いたほうが高額になることが分かった。

労務費については、各機械のオペレーター費、手元作業員費、測量費、管理職員費の合計とした。比較した結果、一般重機を用いた場合の方が高い結果となっ

表—3 使用重機 比較表

工事内容	施工数量	一般重機での施工		ICT 建設機械での施工	
		使用機械数	施工期間	使用機械数	施工期間
提体盛土および整正	約 138,700 m ³	0.8 m ³ 級 BH 2 台	約 24.0 ケ月	ICT BH 1 台	約 12.0 ケ月
道路盛土および整正	約 154,900 m ³	21 t 級ブル 2 台	約 20.0 ケ月	ICT ブル 2 台	約 20.0 ケ月
		11 t 振動ローラー 2 台	約 23.0 ケ月	ICT ローラー 2 台	約 23.0 ケ月
		0.8 m ³ 級 SLBH 2 台	約 15.0 ケ月	0.8 m ³ 級 SLBH 2 台	約 15.0 ケ月
				0.8 m ³ 級 BH 1 台	約 12.0 ケ月
合計	約 293,600 m ³	計 8 台	計 82.0 ケ月	計 8 台	計 82.0 ケ月

表—4 金額比較表

名称		一般重機での施工	ICT 建設機械での施工	概要
		金額 (千円)	金額 (千円)	
【機械費】				
機械費	リース費	26,000	53,000	使用重機全て
	燃料費	35,000	35,000	
ICT 費	ICT 関連費用	0	7,000	初期費用含む
小計		61,000	95,000	
【労務費】				
労務費	重機オペレーター	55,100	55,100	
	手元作業員	7,000	0	
	測量工	25,900	1,100	
管理費	元請職員	48,000	36,000	
小計		136,000	92,200	
合計		197,000	187,200	

表―5 重機使用台数別 金額比較表

重機使用台数	一般重機での施工	ICT 建設機械での施工
	金額 (千円)	金額 (千円)
1 セット	135,500	115,600
2 セット	197,000	187,200
3 セット	258,500	258,800

た。これはブルドーザーによる敷均し作業時に高さを確認する手元作業員が必要となることや丁張の設置といった測量業務による費用が発生すること、また出来形・出来高数量確認のための管理職員の人数を増やす必要があることが要因であった。

機械費・労務費を合計した結果、ICT 建設機械を用いた方が今回の施工条件においては約 1,000 万円安価になることが分かった。これは、ICT 建設機械費用の方が一般重機を用いた時の測量工等による費用よりも安いことが理由であり、今回の工事の様にバックホウ、ブルドーザー、振動ローラーを各 2 台 (2 セット) 使用した場合には ICT 建設機械を使用した方が費用面でメリットがあることが分かった。また同一施工規模 (測量工、元請職員は同一) で施工期間を 1 年と仮定して重機の使用台数ごとに一般重機での施工と ICT 建設機械での施工について比較した (表―5)。その結果 3 セットまでは費用はほぼ同じとなることが分かった。重機の台数が増えるごとに差額が少なくなることから、測量の手間が多大な小規模工事について ICT 建設機械を導入するメリットが大きいことが分かる。

7. おわりに

施工者として ICT 建設機械を用いて施工を行ったときに求めるものは、安全に安価で正確な施工を早く可能であるかどうかにある。その中で今回の工事での 2 つの目的、作業員削減による安全確保、測量削減による正確な施工についてはどちらも十分な成果を上げることができた。特に安全について、従来の方法ではエリア全体に丁張を設置して重機オペレーターがこれを確認しながら作業を進めることとなるが ICT 活用工事の場合、丁張は一切不要となるため手元作業員、測量作業員、誘導作業員による作業が発生しない。これは重機近傍での生身の人間の作業が存在しないこと

であり、重機と人の接触災害が発生する要因がないことを示している。今後建設業に携わる人口が減少することが予想されているが、この労働人口の減少を ICT 建設機械の使用によって補えるだけでなく現場での作業員削減が事故発生確率の低減に寄与している。

今後について大きく 3 つの要望があり、1 つは ICT 建設機械の導入費用 (リース費) の低減である。一般重機のリース費の約 2 倍であり、工事費全体として比較するとメリットがあることは上述の通りだが導入時の障害になっていることは否めないため、より安価になることを要望する。また、2 つ目は、ICT のシステム・機械の改良である。ICT 部分が精密機器であるためか一般重機と比較して故障が多い。現場条件にかかわらず安定して使用できるように修正する必要がある。3 つ目は、ICT 建設機械の汎用性の向上である。使用する ICT システムによって使用する重機のメーカーが固定されることが多い。重機については施工業者所有のものを使う場合、ICT 建設機械を所有していても使えない場合がありどのシステムであっても ICT 建設機械であれば使用可能となるようにすると ICT の間口が広がることが考えられる。

謝 辞

最後に、本資料のとりまとめにあたり情報提供をしていただいた宮城県仙台土木事務所の監督職員の方々に御礼申し上げます。

J C M A

《参考文献》

東松島市 HP：東松島市の被害状況
宮城県東松島市：あの日を忘れずともに未来へ～東松島一心～ 東日本大震災の対応と復旧・復興について

〔筆者紹介〕

藤木 栄治 (ふじき えいじ)
大成建設㈱
東北支店土木部
工事課長



鶴飼 泰希 (うかい ひろき)
大成建設㈱
東北支店土木部
作業所長



大規模崩壊斜面における対策工と CIM の実施

阿蘇大橋地区斜面对策工事における「のり面 CIM」の開発と適用

石 濱 茂 崇・江 口 秀 典・山 上 直 人

平成 28 年 4 月の熊本地震により、阿蘇大橋地区では大規模な斜面崩壊が発生し、周辺一帯は壊滅的な被害を受けた。この災害に対して緊急的な対策が国土交通省九州地方整局により講じられ、建設 ICT や無人化施工、遠隔操作などを駆使しながら、土留盛土工やラウンディング、斜面安定工等の様々な斜面对策工事が施工されてきた。本稿では、これまで実施してきた斜面对策工の概要と斜面の恒久的な安定化対策にて採用した CIM について紹介する。

キーワード：熊本地震、大規模斜面崩壊、砂防、斜面对策工、CIM

1. はじめに

阿蘇大橋地区では、平成 28 年 4 月 16 日の熊本地震（本震）により大規模な斜面崩壊が発生した。崩壊の規模は、長さ約 700 m、幅約 200 m、崩壊土砂量は約 50 万 m³（推定）にも及び、斜面の下部に位置する国道 57 号や JR 豊肥本線が押し流され、国道 325 号の阿蘇大橋が落橋する大災害となった（図—1）。これらの寸断された交通網は、熊本都市圏と大分・宮崎を結ぶ、生活、経済、観光を支える重要交通であることから、早期復旧を目指し、国が高度な技術力をもって砂防工事等の崩壊斜面对策に取り組むこととなった。

崩壊斜面の周辺には、開口亀裂や段差がみられ、余震や降雨の影響により崩落が拡大する恐れがあったことから、国土交通省では「直轄砂防災害関連緊急事業」として斜面に残っている不安定土砂の崩落による災害を防止するための緊急的な対策工事（阿蘇大橋地区斜面对策工事）を平成 28 年 5 月に着手した。この工事では、崩壊斜面上部の不安定土塊が崩落することによる二次災害の恐れがあることから、対策前の崩壊

地内は立入禁止とし、作業は無人化施工にて実施した。無人化施工では、土留盛土工の整備や頭部不安定土砂の除去（ラウンディング）、ガリー浸食部岩塊除去を行った。これらの施工では、これまでの技術を進展させ、「ネットワーク対応型無人化施工システム」や「高所のり面掘削機の無人化施工」を実現した。

このような無人化施工による対策工の完成を受けて、平成 29 年 7 月より斜面の恒久的な対策工事（阿蘇大橋地区斜面对策工事）として有人作業による植生マット・ネット工等の作業に移行した。この工事では、密着型安定ネット工や高強度ネット工、鉄筋挿入工等の対策工を実施した。なお、崩壊地内が立入禁止であり、ボーリング等の地質調査が困難であったため、地山状況が把握されていない状況で施工を進めなければならなかった。一方、密着型安定ネットにおけるアンカー工の確実な施工のためには、土岩境界等の地山状況の把握が重要であり、地山に応じた適切なアンカータイプの選定を行う必要がある。このため、本工事では、施工中に地山状況を把握するための調査を行い、その結果に基づいてアンカータイプを決定することとしたことから、迅速かつ効率的に施工管理を行うことが求められた。このような状況から、本工事において CIM を導入し、効率的に斜面对策工を実施する体制を整えることとした。なお、斜面对策工において CIM が実施されている事例は少ないことから、適応するソフトウェアが存在しないため、本工事において専用の CIM（のり面 CIM）を開発した。



図—1 阿蘇大橋地区の被災状況

2. 阿蘇大橋地区斜面崩壊対策の概要

この工事では、余震や降雨による斜面の不安定化が懸念されたため、地震計や雨量計の設置に加え、動態観測として崩壊斜面を取り囲むように地表面伸縮計や地盤傾斜計等を設置し、定点カメラおよび見張り員を配置して視覚的な監視を合わせて行った。このような長大な崩壊地における調査・計画・施工にあたっては、UAV (Unmanned aerial vehicle) 測量等による三次元地形データを用い、調査・設計・施工・施工のすべての段階において i-Construction を取り入れ、安全かつ迅速な災害対応を成し遂げた¹⁾。

阿蘇大橋地区では図—2 に示すステップごとに施工を進めた。以下にその詳細を示す。



図—2 阿蘇大橋地区斜面对策の施工ステップ

(1) ステップ1：崩落地内の進入路の整備（無人化施工）

このステップは、無人化施工により実施した。災害時の緊急的な対応として、従来に比べて短い準備日数で工事に着手することができる高機能遠隔操作室を用いた方式により実施した²⁾。また、進入路の準備と平行して、航空レーザー測量や UAV 測量を実施し、調査・測量を進めるとともに、後述する「ネットワーク対応型無人化施工システム」の準備を進めた。

(2) ステップ2：土留盛土工の整備（無人化施工）

ここでの施工においては、ネットワーク対応型無人化施工システムを採用している¹⁾。このシステムは、従来と比較すると、無線環境の設定が容易で、かつ長距離伝送が可能で、接続機器の多重化、データの大容量高速伝送が可能となっている。この特長を活かし、施工箇所より約 1 km 離れた場所に「超遠隔操作室」

を設置し、安全な作業環境を整えるとともに、崩落地内で作業する無人化施工機械が最大 14 台稼働することを可能とした。

(3) ステップ3：頭部不安定土砂の除去（ラウンディング）

ここでの施工においては、崩壊地周辺の作業であることから、安全を確保するために高所作業掘削機を用いて遠隔操作にて実施した。斜面上端部の広い範囲に対してラウンディングを行うことから、可動範囲の大きいセイフティークライマーを採用した。掘削機に搭載した可動カメラと施工付近の固定カメラの画像を、操作者がカメラモニターで確認することにより視認性を向上させた。

(4) ステップ4：ガリー浸食部岩塊除去

地震によって不安定化した斜面のうち、後の大雨の影響によりガリー浸食が拡大した箇所について、不安定化した岩塊を取り除く工事を行った。ここでは、ステップ3と同様に高所作業掘削機を用いて遠隔操作にて実施した。なお、不安定岩塊の規模が大きかったことから、より大きな重機を用いるロッククライミングマシンを採用した。

(5) ステップ5：恒久対策工事に向けた準備工事

ステップ3やステップ4の完了にともない、土留盛土工の下部では有人施工が可能となったことから、恒久対策に向けて有人での地質調査を実施した。また、斜面の恒久的な安定化対策に備えて、崩壊斜面中の土砂の撤去を行った。ここでは、長大な崩壊斜面内での作業となることから、従来は目視確認による遠隔操作が行われていたロッククライミングマシンにおいて、ステップ2と同様のネットワーク対応型無人化施工システムを導入し、高所のり面掘削機における無人化施工を実現した³⁾。

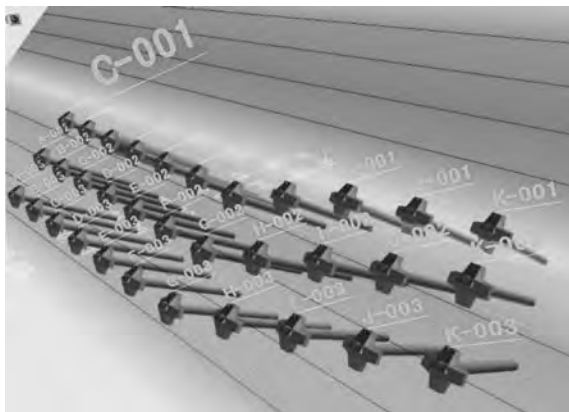
(6) ステップ6：斜面の恒久的な安定化対策

斜面上方から順次、植生マット・ネット工を実施した。地盤条件が不明確な中で施工となったことから、土砂厚の確認を施工中に実施した。確認はネット工のアンカー全数で実施するため、効率的な施工管理を行う必要があったことから CIM を適用した。

3. 開発したのり面 CIM の概要

阿蘇大橋地区斜面对策工事では、既存のシステムで

は目的とする施工管理は困難であったことから、斜面の恒久的な安定化対策において適用する「のり面 CIM」を新たに開発した。このシステムは、斜面对策工事で実施するグラウンドアンカー工や鉄筋挿入工などに対し、設置位置やアンカー諸元、当該箇所の地質情報、施工日、試験結果などの属性情報をアンカーに付与し、3次元空間に配置するものである（図—3）。配置したアンカーには、施工状況写真や試験結果の



図—3 のり面 CIM 表示例

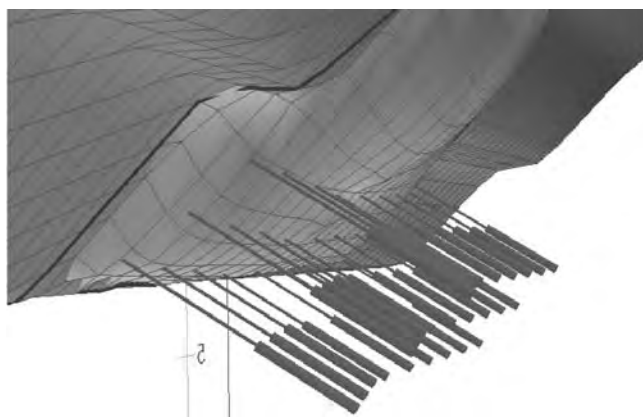


図—4 属性情報および施工写真表示例

データシート等もリンクさせて直接ファイルを閲覧できるようにになっている（図—4）。このように、本システムでは、施工中に得られたデータを集約・3次元モデル化（可視化）し、一元管理した情報を次ブロックの施工へフィードバックすることにより、施工の効率化を図ることができる。

本システムでは、Excel[®]等の表計算ソフトにて整理した施工実績のデータベースを読み取る仕様となっていることから（図—5）、現場での入力作業の負担が少なくなっている。

なお、本システムは、3次元地質解析ソフトウェアを基本としていることから、調査ボーリングの3次元空間への配置や地質構造の3次元的な解析も可能となっており、すべり面の形状や定着層の位置も3次元で表現できる（図—6）。特にグラウンドアンカーにおいてこの機能は有効と考えられ、すべり面と定着層の広がり関係を3次元的に把握することが可能であることから、施工中に確認する定着層の異常値の発見が容易となる。さらに、斜面安定計算のソフトウェアとの連携も可能となっており、地質状況が想定と異なった場合には、早急に再計算ができる仕組みとなっている。



図—6 すべり面の3次元表示例



図—5 Excel[®]による入力画面の例

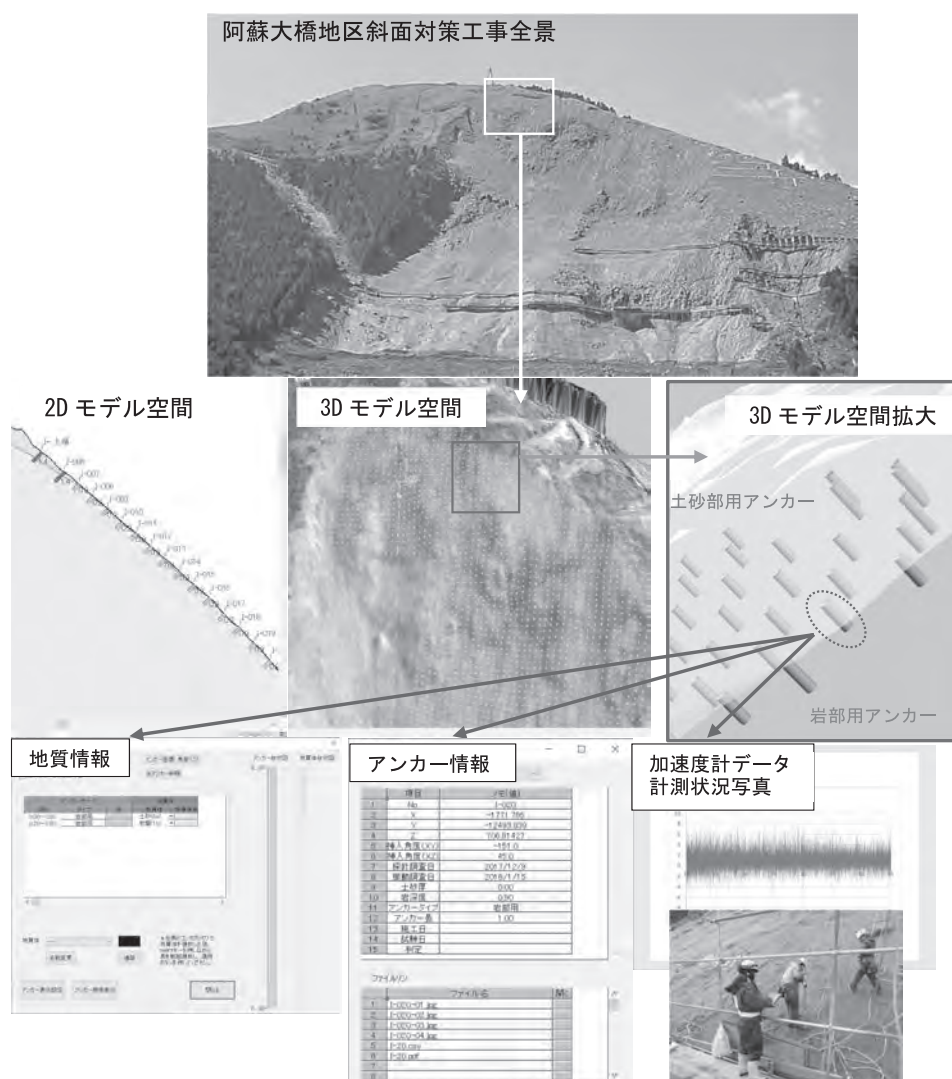
4. 阿蘇大橋地区斜面对策工事での CIM の適用

阿蘇大橋地区斜面对策工事においては、密着型安定ネット工に対して CIM を適用した。密着型安定ネット工は、土砂厚に応じて適切な鉄筋挿入型のアンカーのタイプを選定する必要があるものの、前述したように、崩壊地内では地質調査が実施されていなかったことから、対象の地山状況（土岩境界）が把握されていなかった。よって、本工事では、土砂中に鉄筋を挿入する探査および振動センサーを使用して土砂層の厚さをアンカー施工箇所の全点で確認する調査を施工中に実施した。確認した土砂層の厚さを用い、のり面 CIM 上において土砂と岩の境界を 3D モデル化し、アンカー諸元（種別、アンカー長）、アンカー配置、アンカー強度を CIM により一元管理した（図一7）。

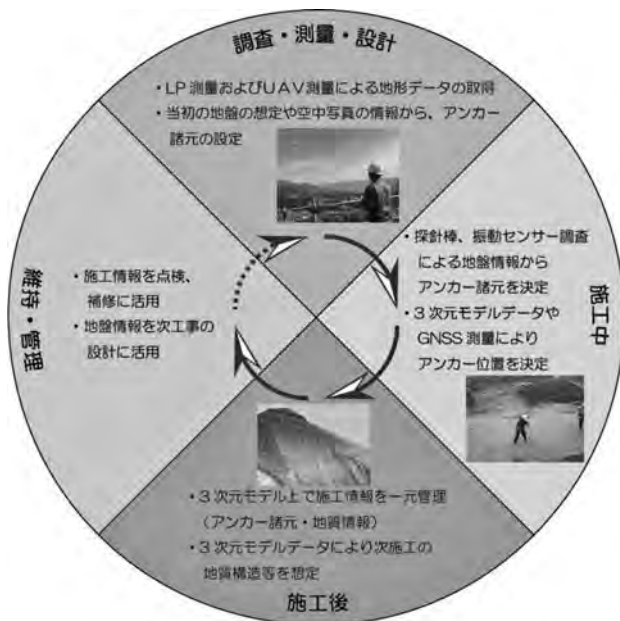
また、のり面 CIM は、アンカーの属性（諸元）を一本ごとに表示する機能を有しており、状況写真や帳票等もリンクさせることが可能である。このように、

施工中の調査データや施工実績を集約・3次元モデル化（可視化）し、一元管理した情報を次ブロックの施工へフィードバックすることで、施工の効率化を図った（図一8）。仮に、のり面 CIM を導入しなかった場合、地盤条件が定かでない状況であったことから、抽象的な感覚でアンカー諸元を決定していたと考えられ、ある程度の規模の手戻りが発生していた可能性がある。

また、本工事の密着型安定ネット工ではアンカーの 10% において引抜き試験を行っている。通常であれば、対象のアンカーだけが施工時のデータとして維持・管理に引継がれるが、本工事で実施したのり面 CIM は、アンカー施工箇所全てのデータを維持・管理に引継ぐことができることから、斜面对策工事における建設生産システムの高度化につながったと考えられる。これらのデータは、維持更新や同種工事に活用することが期待される。



図一7 阿蘇大橋地区斜面对策工事におけるのり面 CIM の事例



図ー8 阿蘇大橋地区斜面对策工事におけるのり面 CIM 実施概念図

5. 今後の課題

今回実施したのり面 CIM は、専用のシステムを用いていることから、維持・管理に引き渡す場合、現況では費用の掛かる専用のシステムを導入してもらう必要がある。このままでは、特定のメンバーだけが使用できる状態になってしまうため、現在簡略化したシステムを考案中であり、広く展開したいと考えている。

また、今回開発したシステムの特長として、Excel[®]等の表計算ソフトにて入力できることから、維持・管理データの追加も容易となることが考えられ、維持・管理手法が高度化することが期待される。

6. おわりに

今回適用した CIM は、地震による大規模斜面災害という特殊条件であることから開発できたと考えられる。しかしながら、同様の斜面对策工において今回開発した CIM を用いることは、生産システムの業務効率化や高度化につながることが期待される。現在、阿蘇大橋地区斜面对策工事のその他の斜面对策工（グラウンドアンカー等）への適用を行っており、その有用性を確認している。

J C M A

《参考文献》

- 1) 中出 剛, 北原 成郎, 光武 孝弘, 野村 真一, 「無人化施工技術を核とした i-Construction による緊急災害対応—阿蘇大橋地区斜面防災対策工事—」, 地盤工学会誌, Vol.66, 1, pp.20-23, 2018 年 1 月
- 2) 飛鳥馬 翼, 北原 成郎, 「大規模災害へ柔軟に対応する拡張型高機能遠隔操作室の開発」, 建設機械, Vol.55, 7, pp.8-13, 2019 年 7 月
- 3) 北沢 俊隆, 佐藤 裕治, 飛鳥馬 翼, 「阿蘇大橋地区大規模法面崩壊におけるロッククライミングマシンの適用事例（ネットワーク対応型無人化施工システムの適用）」, 平成 30 年度建設施工と建設機械シンポジウム, 2018 年 11 月

【筆者紹介】

石濱 茂崇 (いしはま しげたか)
 (株)熊谷組
 土木事業部 土木設計部 地質グループ
 グループ課長



江口 秀典 (えぐち ひでのり)
 国土交通省 九州地方整備局
 副所長



山上 直人 (やまがみ なおと)
 国土交通省 九州地方整備局
 課長



大槌町復興事業におけるまちのデザイン

平井 一男

本稿は、東日本大震災により被災した大槌町において、復興事業をどのような体制、方法で検討してきたか、そして市街地の区域をどこに定め、道路などの公共施設や主要な公益施設を配置し、どんな街並みを考えてきたかという検討経緯とともに、大槌町の復興事業におけるデザイン面での取り組みを紹介する。これらの取り組みについては、住民との対話を重ねてた成果をもとに作成した「大槌デザインノート」を用いて紹介する。また、復興まちづくり計画を立案してから数年経過し、実際にできたものなどもあることから、現時点での評価と反省を述べる。

キーワード：東日本大震災、大槌町、復興事業、公共空間、デザイン

1. はじめに

(1) 大槌町の地形等

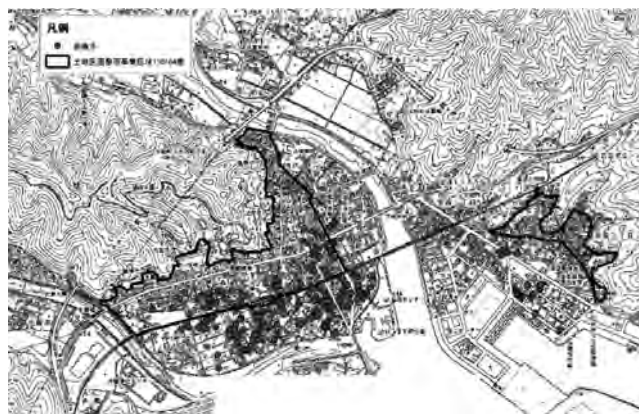
大槌町は、岩手県沿岸部に位置する。

大槌町の東日本大震災津波（以下「震災」という）で被災した沿岸部の地形は、平地が狭くリアス海岸の典型的な地形であり、傾斜地にも住宅等の建物が立地している。別の見方をすれば、斜面に立地する住宅等からは海がよく見え、漁業が盛んなことも相まって海が身近な存在であった。地形もあって、ある程度集落が点在する形で分布しており、それぞれの集落が独自のコミュニティを形成していた（図—1）。

また、大槌町は、町方地区や安渡地区の至る所で自噴井があり、まちの特徴の1つであった（図—2）。



図—1 大槌町の地形と沿岸部の主な集落



図—2 自噴井の分布状況¹⁾

(2) 震災で変わったこと、変わらなかったこと

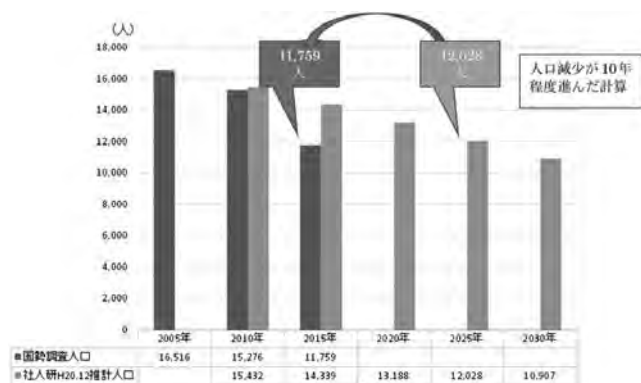
(a) 住民の津波に対する恐怖心が増大

平成23年度に行った住民意向調査では津波被害に対する恐怖心が強く表れた。住宅再建希望場所の意向調査では内陸部を希望する人が多く、津波防御についてもできるだけ高い防潮堤を望む意向が強かった。調整の結果、元の市街地も再建場所と位置づけられたが、地盤を嵩上げてレベル2津波でも津波シミュレーション上浸水しない条件とすることで落ち着いた。

震災直後は津波に対する恐怖心が残っていたため仕方ない面はあるが、その後、防潮堤の高さをもっと低くしてもいいのではないかと活動する町民も現れている。津波防御に対する地盤の嵩上げは、結果的に町方、安渡地区の多くの自噴井が失われることにも繋がってしまった。

(b) 早まった人口減少, 超高齢化

大槌町の人口（国勢調査）は、平成 22 年（2010 年）以前から減少傾向が続いていたが、東日本大震災津波被害（以下「震災」という）により平成 22 年（2010 年）～平成 27 年（2015 年）の人口が大きく減少し、平成 27 年（2015 年）は 11,759 人であった。国立社会保障人口問題研究所が震災前に推計した人口（平成 20 年 12 月推計）において約 12,000 人は、2025 年に相当する人口規模であり、人口減少が約 10 年前倒しになったとも言える（図－3）。



図－3 大槌町の推計人口²⁾

また、国勢調査における人口集中地区（DID）について、大槌町では平成 17 年（2005 年）までは人口集中地区（DID）があったが平成 22 年（2010 年）にはなくなってしまった。

(c) 失われなかったコミュニティ

大槌町は、トンネル等が出来る前は隣の地区（集落）には船で移動した方が早いと思うくらい地形的な要因などもあり、震災前から地区（集落）内の結びつきが強い地域であった。

地区（集落）のコミュニティは震災後、力を発揮した。例えば赤浜地区では、震災後、赤浜の復興を考える会が設立され、独自に復興計画案を作成するなど、地域のまとまりは失われるどころか、強固なものになったようにも感じる。

(3) 復興まちづくりの姿勢

(a) 復興まちづくりのスローガン

震災から 5 か月後の平成 23 年 8 月、町長選が行われ、しばらく続いた町長不在は解消された。この町長選で当選したのが、前町長の碇川豊氏だ。

碇川氏は選挙公約に『海が見える、つい散歩したくなるこだわりのある美しいまち』を掲げた。津波に対する恐怖心が支配的だった当時の雰囲気の中、“景観”に係る目標をよく示したものだと感じさせられた。景

観を大切にしたい復興事業が進められてきたのは、トップの掲げたスローガンが大きく影響していると言える。

(b) 町民との対話を重視

前町長は町民との対話を重視した。当選後まずはじめに、復興計画の策定に先だって、大槌町災害復興基本条例が 9 月に制定され、町は復興方針を決定する。そして、条例に基づいて住民が全員参加する「地域復興協議会」を組織。10 月 10 日第 1 回の全体会が行われ、その後、町内 10 地区に分かれて住民の話し合いが行われ、12 月 4 日第 2 回全体会で各地区の計画が発表された。町としての大槌町東日本大震災津波復興計画・基本計画は、議会の議決を経て 12 月 26 日に決定された。

できるだけ多くの町民の意見交換を行う中で策定された復興基本計画は時間はかかった。しかしその後の復興事業を進めるにあたっては、合意形成は比較的円滑に運んだと言える。

2. 復興まちづくりの概要

(1) 復興まちづくり検討の進め方

(a) 住民と対話（合意形成）しながら決める

復興事業は、住民と対話（合意形成）しながら決めてきた。平成 23 年度は地域復興協議会を組織し、復興計画を議論。平成 24～25 年度は大槌デザイン会議を組織し、主要な用途、公益施設の配置を議論。平成 26 年度はワークショップ等を開催し、主要な歩行経路（街路、広場）のデザインを議論したが、いずれも住民参画により進めている。

(b) 地区単位（集落単位）で議論する

震災前から強固で失われなかったコミュニティを生かして町方、沢山、小枕・仲松、安渡、赤浜、吉里吉里、浪板の 7 地区別に議論した。

町役場の担当の都市整備課は、“事業割”ではなく“地区割”をとっていた。また、地区担当の学識者、コンサルタントは数年間継続して同じ担当者が携わったなど、地区単位で議論する体制を担保した。

(c) 復興事業を遅らせない

復興事業で最も優先すべきはスピードであり、デザイン検討のために事業を遅らせてはならないという考えだった。そのため、復興事業の進捗を見ながら進めるものとして取組んだ。

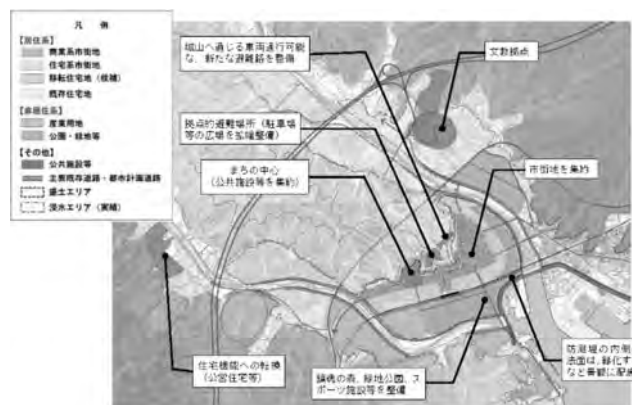
(2) 復興まちづくりの検討経緯

(a) 検討経緯

大槌町の復興まちづくり（主に市街地整備）につい

表—1 大槌町復興まちづくりの検討経緯

	H23年度	H24年度		H25年度		H26年度	
		上期	下期	上期	下期	上期	下期
復興まちづくり	■8月末_町長選挙 H23.10～復興協議会 ■12月_復興基本計画			H25.3～デザイン会議 ■3月_大槌デザインノート		H25.7～街並み検討 H25.6～ワークショップ	
復興事業	■3月_復興市街地パターン検討		■9月_区画整理事業都決 ■9月_防集事業認可	■3月_区画整理事業認可 H25年度_基本設計		下期～_順次実施設計 年度末～_順次工事(盛土)	
まちのデザイン	H23.10～12 復興市街地の区域		H25.3～H26.3 主要用途の配置 主要公益施設の配置		H26.6～H27.3 主要歩行経路(街路、広場)のデザイン		

図—4 山沿いにコンパクトに計画した市街地(町方地区)³⁾

ては、表—1のとおりを検討してきた。

「まちのデザイン」については、復興基本計画の策定時には復興市街地の区域の検討、公共施設の計画時にはデザイン会議を通じた公共施設の配置や基本的な考え方の検討及び検討結果のとりまとめ(大槌デザインノートの作成)、復興事業の工事に移った段階では具体の街路や広場のデザイン検討などを重ねてきた。

(b) 主な検討内容

①復興市街地の区域(平成23年度)

平成23年度は、再整備する市街地の範囲を検討した。震災前から進んでいた人口減少に加え、震災による犠牲者や流出者が発生したことで、各地区の人口が大きく減った。また、高台への避難を考慮し、山裾に近いところでコンパクトに市街地を再整備することを決めた(図—4)。

集団移転先についても既存集落に近いところなど、なるべくまとまって市街地形成できる区域を選定した。

なお、並行して検討していた津波防御の考え方は、レベル2津波に対して浸水しない場所に市街地を再整備することになった。このため、自噴井のある町方地

区でも嵩上げすることになった。

②主要な用途、公共公益施設の配置(平成24～25年度)

平成24～25年度は、前年度策定した復興基本計画に基づく土地区画整理事業などの事業計画を立案した。大槌デザイン会議を組織し、商業地や住宅地などの主要な用途、骨格となる道路や大きな公園などの公共施設、及び、集会所や公民館などの公益施設の配置などについて議論した。検討成果は大槌デザインノートにとりまとめた。

なお、町民との議論により、例えば町方地区の中心市街地は現役場がある区域から、御社地のある区域に位置づけが見直された(図—5)。

③主要な歩行経路(街路、広場)の設計(平成26年度)

平成26年度は、前年度とりまとめた大槌デザインノートを実現化させるために、より具体的なデザイン検討を行い、詳細設計に反映させるための作業(大槌デザインノートの翻訳)を行った。検討に際しては、維持管理を担当する部局と調整しながら進めた。

図—5 中心市街地の位置づけが見直された町方地区⁴⁾

3. 大槌デザインノート

(1) 大槌デザイン会議

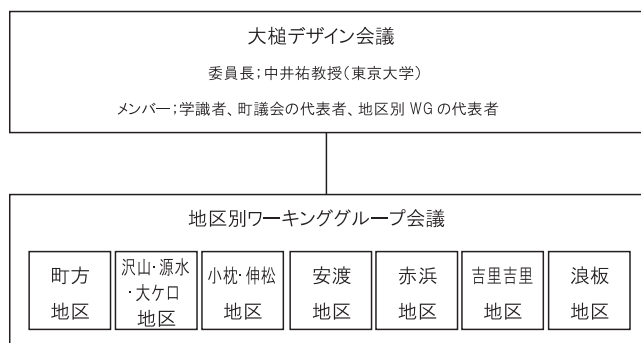
大槌デザインノートは、大槌デザイン会議での議論の成果であることから、まずは大槌デザイン会議について確認しておきたい。

(a) 大槌デザイン会議の目的

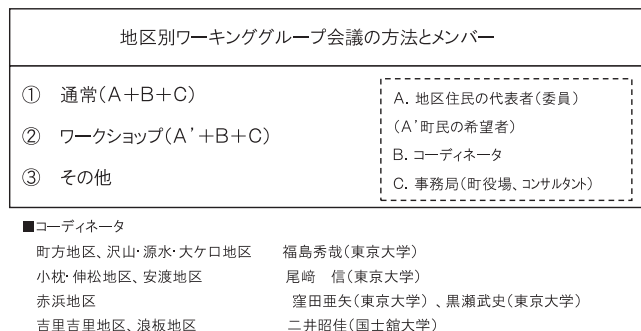
大槌デザイン会議の目的は、大槌デザイン会議設置要綱によれば『復興基本計画に示された町の将来像の実現へ向け、復興まちづくり事業により整備する公共施設・公共空間の計画・設計の調整を行うとともに、町並みの誘導方策の考え方を整理するため、大槌デザイン会議を設置する。』とされている。

(b) 大槌デザイン会議の体制

大槌デザイン会議は、デザイン会議（全体会議）と地区別のワーキンググループ会議で構成される。デザイン会議（全体会議）は、地区間の調整を行うことを主な目的とし、学識者、町内の有識者及び各地区の代表者によって組織され、委員会スタイルで運営される。地区別ワーキンググループ会議は、実質的な議論の場であり、町民の意見をくみ取る場でもある。平成23年度から継続して同じ学識者がコーディネータを務め、公募による町民委員で構成されるが、テーマによっては自由参加のワークショップスタイルでの開催も可能とした（図—6、7）。



図—6 大槌デザイン会議における検討体制



図—7 地区別ワーキンググループの検討体制

(c) 大槌デザイン会議の活動実績

大槌デザイン会議は、通常の会議に加え、参加自由なワークショップスタイルなども含め、延べ73回開催した（表—2）。

(2) 大槌デザイン会議の成果

大槌デザイン会議は延べ73回の会議を重ね、その成果である大槌デザインノートは町民の意思が詰まった計画書であることを印象づけた。大槌デザインノートの位置づけは景観法などの法に基づく計画ではないが、以降の復興事業において無視できないという雰囲気醸成できたという意味で、計画の実現性担保に一定の効果が認められる。

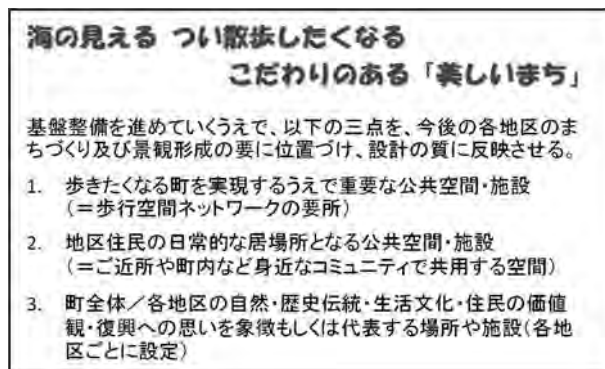
(a) 公共空間・施設のデザイン方針

公共空間・施設のデザイン方針は、前町長の掲げた選挙公約を考慮して図—8の通りとした。

基盤整備を行っていく上での重要箇所を3つ挙げている。1つ目の「歩きたくなる町を実現するうえで重要な公共空間・施設」は、歩行空間ネットワーク上の要衝のこと。2つ目の「地区住民の日常的な居場所となる公共空間・施設」は、近所や地区内など身近なコミュニティで共用する空間、集落全体というより、もう少し小さな単位で、地区内で自由に使うものまで含めたイメージである。3つ目は「町全体／各地区の自然・歴史伝統・生活文化・住民の価値観・復興への思いを象徴もしくは代表する場所や施設」。

表—2 大槌デザイン会議の開催回数

	全体会議	地区別ワーキンググループ会議(WG)							計
		町方	沢山・源水・大ケ口	小枕・伸松	安渡	赤浜	吉里吉里	浪板	
通常	6回	5回	6回	5回	6回	4回	5回	6回	43回
WSほか	—	10回	3回	5回	5回	3回	3回	1回	30回
計	6回	15回	9回	10回	11回	7回	8回	7回	73回



図—8 公共空間・施設のデザイン方針⁵⁾

これらはいずれも、住民との議論の中で明らかになった、住民が大切にしているものを整理し、表現したものである。

(b) 大槌デザインノートの構成

大槌デザインノートの構成は、住民から頂いた沢山の意見がどの部分に反映されたが見えるように、住民の意見と方針を関連づけてとりまとめた(図—9)。



図—9 デザインノートの構成⁵⁾

(c) 大槌デザインノートの紹介

大槌デザインノートの内容については、誌面の関係もあり一部を紹介する。

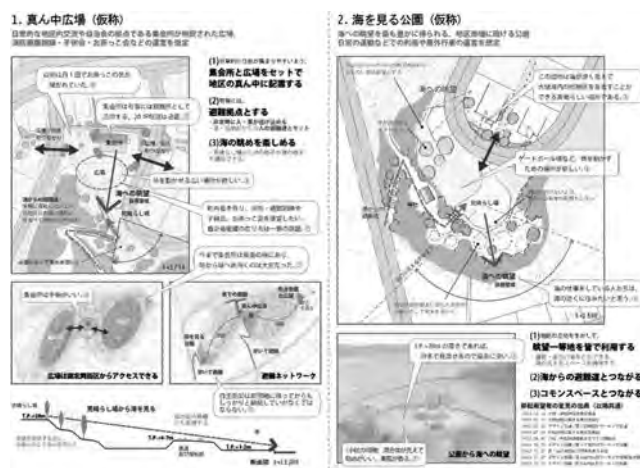
①常時と非常時を考える

元々、海沿いの漁師町であることなどから、今後も海とともに暮らすことを前提に復興市街地(防集団地)をデザインした。例えば、小枕・伸松地区では、海沿いの高台にできる立地性を生かした海への眺望と、小さいけれどまとまりのあるまちをコンセプトに掲げた(図—10)。

防集団地内に3つの広場を設けたが、そのうちの1つが海を見る公園だ。この広場は、海への眺望が一番良い場所に配置されているが、なおかつ海(低地部)からの避難道とも繋がった避難場所にもなっている。



図—10 小枕・伸松地区のコンセプト⁵⁾



図—11 小枕・伸松地区の公園づくりの方針⁵⁾

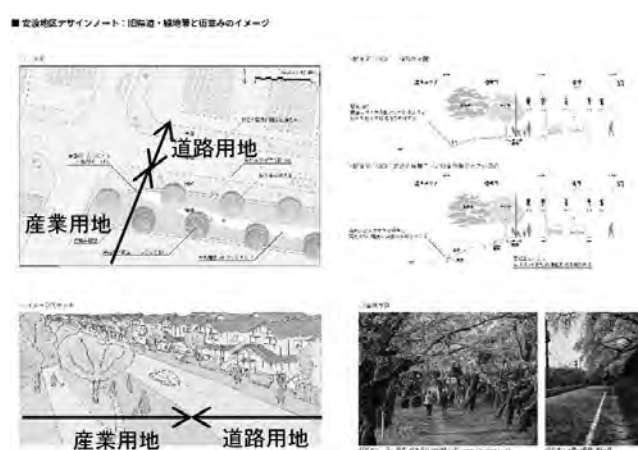
海への意識は、常時は景観の良さを生かされた設計、非常時には逃げやすさに配慮した設計の両方が盛り込まれている(図—11)。

②地区を総合的に捉えた施設設計

施設整備では、施設別(事業割り)ではなく地区全体で捉えて実施した。例えば、町方地区・旧末広町の



図—12 町方地区・旧末広町のコンセプト⁵⁾



図—13 安波地区の旧県道・緑地帯と街並みのイメージ⁵⁾

歩行者専用道路では、隣接する運動公園の動線と連携した位置に決められた（図—12）。安渡地区の旧県道は、隣接する産業用地に歩道と同様の機能を設けるなど、一体的な街路景観の創出を立案した（図—13）。

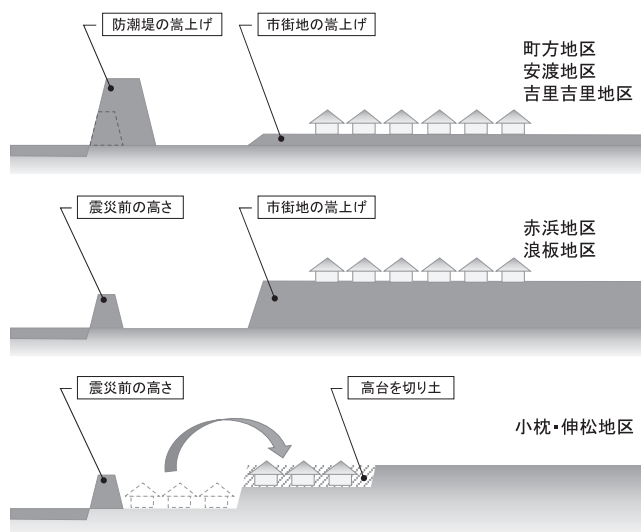
4. 復興まちづくりの評価と反省

(1) 評価

(a) 地区（集落）ごとの議論を反映した津波防御の考え方

大槌町では、2011年9月に災害復興基本条例が制定され、それを受けて10月～12月の3ヶ月間で、住民が自由に参加できる地域復興協議会を10地区で計38回開催した。地域復興協議会では、建物の被災状況や津波シミュレーションを住民に提示し、防潮堤の高さや復興する市街地の配置と高さなどが協議され、地区ごとに津波防御の考え方が異なる結果となった（図—14）。地区ごとの議論をきちんと計画に落とし込めたと考えている。

例えば赤浜地区では、被災地の多くで防潮堤を高くする中、海やひょうたん島が見えるまちづくりを復興



図—14 各地区の津波暴挙の考え方



写真—1

のテーマに掲げ、防潮堤の高さを震災前から変えない（高くしない）選択をした（写真—1）。

(b) 住民意向、まちの歴史・文化を空間デザインに反映

住民意向やまちの歴史・文化を踏まえた空間デザインは、各種の復興事業のよりどころとなった。例えば、住民との自噴井を残すため盛土をしない区域（御社地）を設けたり（写真—2）、コミュニティの核となる場所を作るために公民館とまちの広場を一体的に配置する（写真—3）などにおいて反映された。



写真—2



写真—3

(2) 反省

(a) 計画変更に対する対応

平成30年8月24日公表の町方地区土地区画整理事業区域内の概況によると、町方地区の想定人口は、平成30年7月現在で1,107人である。当初の計画人口2,100人に対して53%である。計画に対する未達の理由は様々あると思うが、思い描いた状況ではないと言える。

反省点として筆者は、計画の見直し手順を当初計画に盛り込んでおくなどの対応をしておくべきだったと考えている。

(b) 大槌デザインノートの条例化

大槌デザインノートは、復興事業のより所となっている点では評価出来る。ただし、応援職員が毎年入れ替わる状況であることなどを考えると、筆者は、都市

計画法や景観法に基づく計画決定は馴染まないとしても、例えば町の条例として議決しておくべきだったように考えている。

5. おわりに

今回紹介した大槌町復興まちづくりにおけるデザイン検討の事例は、特殊な事例かもしれない。ただ、ここで経験した知見は、通常のまちづくりやデザイン検討に生かされるものであるし、生かしていかなければならないとも考えている。

謝 辞

取り組みに関わって頂いた東京大学・中井教授をはじめ多くの学識者、そして全国から応援職員としてともに汗をかいた町役場の職員など、沢山の皆様のご協力に厚く謝意を表する。また、震災から8年が経過し

た現在でも復興は道半ばであり、大槌町の復興が一日も早く達成されることを願う。

J C M A

《参考文献》

- 1) 鷺見哲也, 鷺見哲也ブログ <http://sumisumi.cocolog-nifty.com/sumisumi/2013/05/post-9704.html>
- 2) 総務省, 国勢調査, 国立社会保障人口問題研究所, 平成20年12月推計人口
- 3) 大槌町, 大槌町東日本大震災津波復興計画・基本計画, 平成23年12月
- 4) 大槌町, 大槌町東日本大震災津波復興計画・基本計画, 平成23年12月, 大槌町, 大槌町都市計画マスタープラン, 平成26年8月
- 5) 大槌町, 大槌デザインノート, 平成26年3月

【筆者紹介】

平井 一男 (ひらい かずお)
 (株)東京建設コンサルタント
 地域環境事業本部 流域文化部
 グループ長



熊本市民病院再建事業の早期開業に向けた 工期短縮の取り組み事例

中 村 敦 史

当事業は、2016年4月に発生した熊本地震で被災した熊本市民病院の再建事業である。被災により病院機能の大半が失われ、市域はもとより広域な影響を及ぼしており、本院がこれまで担ってきた機能を一日も早く取り戻すことが命題となっていた。

これに対し、設計段階及び施工段階において、工期を短縮するために行った様々な取り組み事例について報告する。

キーワード：工期短縮

1. はじめに

熊本市民病院は2016年4月14日及び16日に発生した熊本地震により被災した。病棟の天井や壁の一部崩落、給水施設等の被害により、診療の継続ができない状況となり、一部の診療科を除き外来診療を再開したものの、本来の病院機能の大半は失われた。特に、新生児・未熟児の命を守る拠点である総合周産期母子医療センターの機能停止により、高度な医療措置が必要な妊婦や新生児の受け入れが困難となり、市域はもとより広域な影響を及ぼした。このような状況から、本院がこれまで担ってきた機能を一日も早く取り戻すことが急務であった。

当事業は設計・施工一括発注公募型プロポーザルで発注され、本院の早期開業を最優先事項として工期を短縮するため、設計段階及び施工段階での様々な取り組みを提案し受注に至った。

本稿では、受注後、実際に取り組んだ事例について、報告する。

2. 工事概要

工事名称：熊本市民病院再建事業

発注者：熊本市病院事業管理者 水田博志

設計者・施工者：大林組・久米設計・産絃設計・西松建設・豊工務店特定建設工事共同企業体（設計：久米設計・産絃設計，施工：大林組・西松建設・豊工務店）

監理者：山下設計・ライト設計共同企業体

工事場所：熊本県熊本市東区東町4丁目1番60号

工事概要：構造：鉄骨造+CFT（免震構造）

規模：地上7階、延床面積39,823.67㎡（病床数388床）

契約期間：2017年4月1日～2019年6月30日（27カ月）

工期：2018年2月1日～2019年6月30日（17カ月）

発注方式：設計・施工一括発注公募型プロポーザル

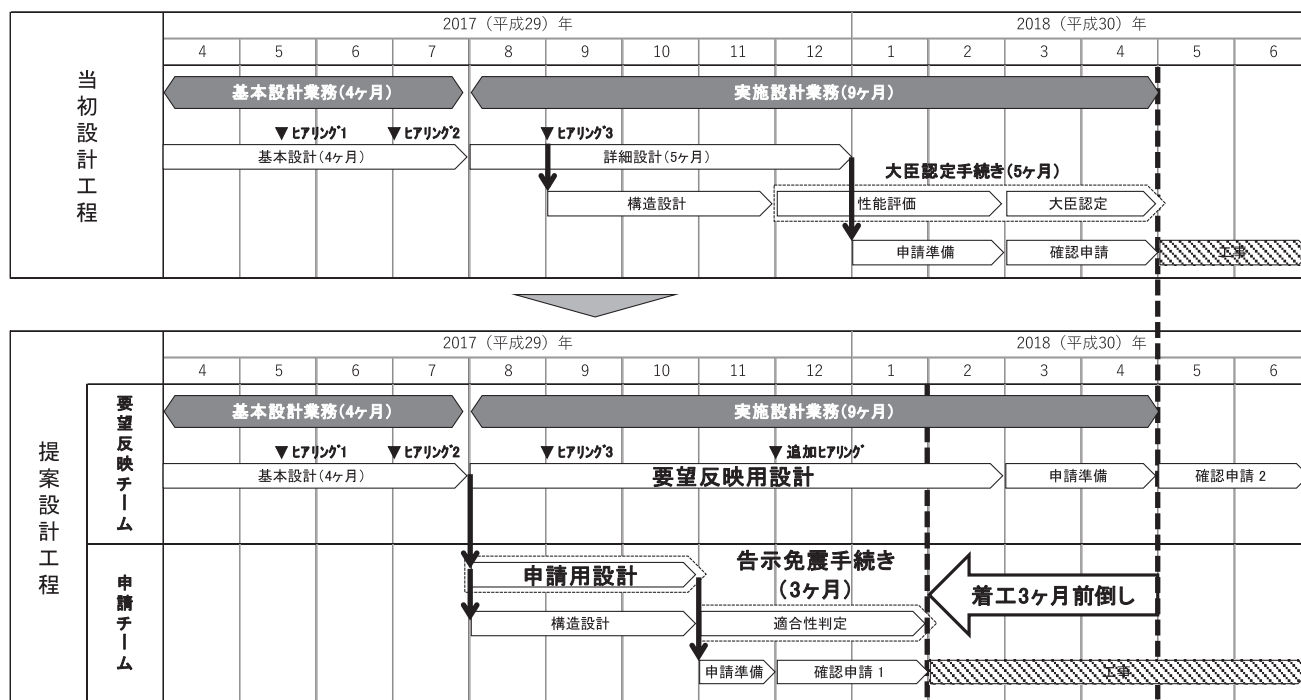
3. 設計

この章では設計工期の短縮に対する取り組みと施工工期の短縮に直結する施工者のアイデアを設計仕様に取り入れた事例を紹介する。

（1）設計工期の短縮

通常、設計時には施主の要望をヒアリングし、その要望を反映させて設計図書を完成させ、確認申請を提出する。しかし、施主の中には様々な関係者が存在し、その要望をまとめ上げるのに時間を要し、確認申請を提出するまでの期間が長く必要となる。この期間を短縮するため、基本設計が完了したのちに、申請用の設計と施主要望を反映させた設計を分け、ダブルチームで設計を進めた。申請用設計が完了した段階で確認申請を提出することで、設計期間を1カ月短縮した。要望反映用設計完了後は、変更申請を提出し、変更に関わる施工に着手することで、工事の早期着手と施主の要望反映を両立することを可能にした。

また、本事業は免震構造を採用しているため、確認



図一 設計工程の短縮手法

申請と合わせて大臣認定が必要になり、法的な手続きに時間を要することになる。しかし、当敷地の地盤調査より液状化の恐れが少ないことから、法手続きが簡略な告示免震の申請を行い、大臣認定の手続きを不要とし、申請手続き期間を2カ月短縮した。

上記の二つの手法により、設計・申請期間を3カ月短縮し、3カ月前倒しの工事着工を実現した(図一)。

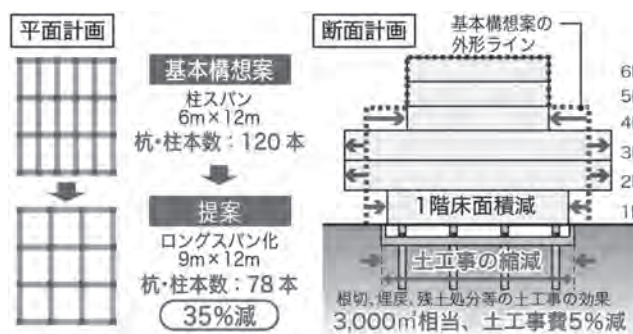
(2) 施工者の知恵を設計内容に反映

杭と柱本数を削減するため、柱スパンの見直しを行い、杭工事の工期短縮を計った。

外周部の柱の配置を内側に寄せ、地上階は片持ち梁で床を跳ね出し、所要面積を確保した。柱の配置を内側に寄せることにより、免震ピットの面積が小さくなり、掘削範囲を縮小することで、掘削数量を削減することができた。また、掘削完了後も周囲にクレーンを設置するスペースを確保することができた。更に、掘削が深くなるピットを建物中央部に配置することで自立山留めを採用することができ、施工性を向上させた(図二)。

4. 施工

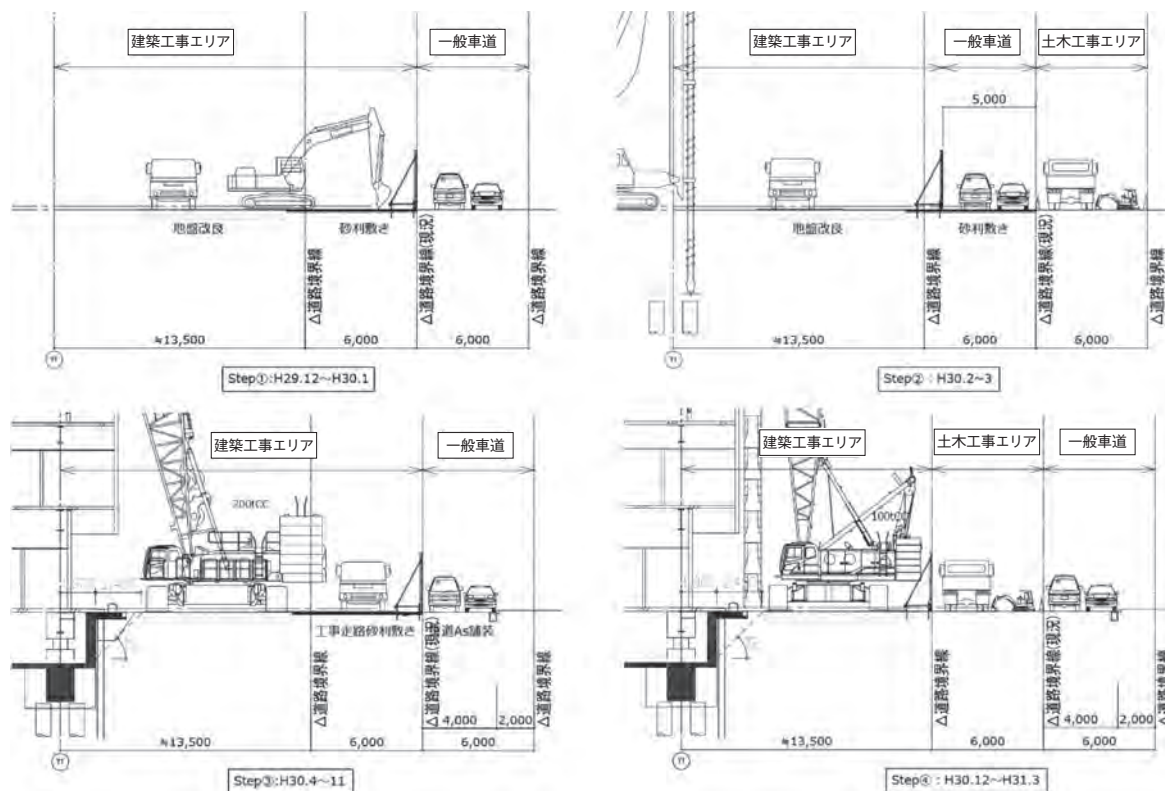
この章では、基本計画時の工期を1カ月短縮した17カ月という短工期を遵守するために施工段階で取り組んだ事例を紹介する。



図二 設計見直しによる工事量の削減

(1) 周辺道路工事との調整

当事業の周囲の道路では道路の拡幅工事やインフラの整備工事が予定されていた。病院開業後は、これらの道路が病院への進入路となるため、当事業と同じ工期で工事を完了させる必要があった。しかし、道路拡幅によって当敷地が狭くなると鉄骨工事で使用する200tクローラークレーンが設置できなくなってしまう問題点があった。この問題を解決するため、本工事着工前から道路工事関係者との協議を行い、本工事と道路工事の両方の施工性や工期及び工事の第三者の交通を両立させることを念頭に、道路工事の分割施工と施工ステップを当方から提案することで、当初の計画通りに鉄骨工事のクレーンの設置ヤードを確保することができ、工期への影響を最小限にすることができた(図三)。



図一3 道路拡幅工事ステップ図

(2) 杭工事

熊本市の水道水源は地下水を利用している。当敷地はこの水源の影響範囲にあるため、杭工事において水質への影響を防止する必要がある。杭工事施工中に地下水の汚染があった場合は、工事の中断を余儀なくされ、対策を再考する必要がある、工期に大きく影響する懸念があった。

杭の工法はコスト・工程面及び周辺での工事実績から既成杭のセメントミルク工法を採用したが、セメントミルクが地下水の水質に悪影響を及ぼす恐れがあった。そのため、杭先端はGL-33m付近で止め、地下水を採取している砥川溶岩層に貫入させない計画とした。また、セメントミルクに繊維添加剤を混入し、セメントミルクの流出を防止するとともに、杭施工時には、観測井戸を2カ所設け、毎日2回の水質の計測を行い、地下水に影響がないことを確認しながら施工を行った（図一4）。

約2カ月にわたって杭打ち機を4台投入して杭工事を行ったが、地下水の計測結果に異常はなく、工事を中断することなく杭工事の工期を遵守することができた。

(3) 基礎工事

基礎躯体工事は、杭工事が5割程度完了後に着手し、杭工事と並行して工事を行うことで、工期を短縮

した。山留は背面を一部鋤取り、親杭横矢板自立工法を採用し、切梁支保工を不要とすると共に、建屋周囲の作業スペースを確保した。南・東・西面に120tクローラークレーンを配置し、揚重エリアを大きくカバーすることで、施工性を向上させた。北面は狭隘であるため、鋤取りを行うとクレーンを設置するスペースが不足するため、鋤取りをなくし、山留頭部にタイロッドを設置することで、クレーンの設置スペースを確保した（図一5）。

建屋周囲からの揚重を可能にすることで構台を削減することができたが、埋戻し工事では建屋中央に埋戻し土を運搬するのに時間を要し、工期を圧迫する懸念があった。埋戻しの工期を短縮するため、建屋中央部の基礎型枠にキーストン型枠を採用した。これにより、掘削と並行して、埋戻しを先行して行うことができ、基礎躯体工事完了後の埋戻しの工期を削減することができた。

(4) 免震工事

免震装置の設置に際しては、免震装置ベースプレート下部の基礎コンクリートの充填度が重要になる。充填度が不足した場合には、施工の手戻りが発生し、工期の遅延につながる。この手戻りのリスクを削減するため、免震基礎コンクリートの試験体を作成し、充填性の確認を行った。事前に問題点を洗い出し、品質を

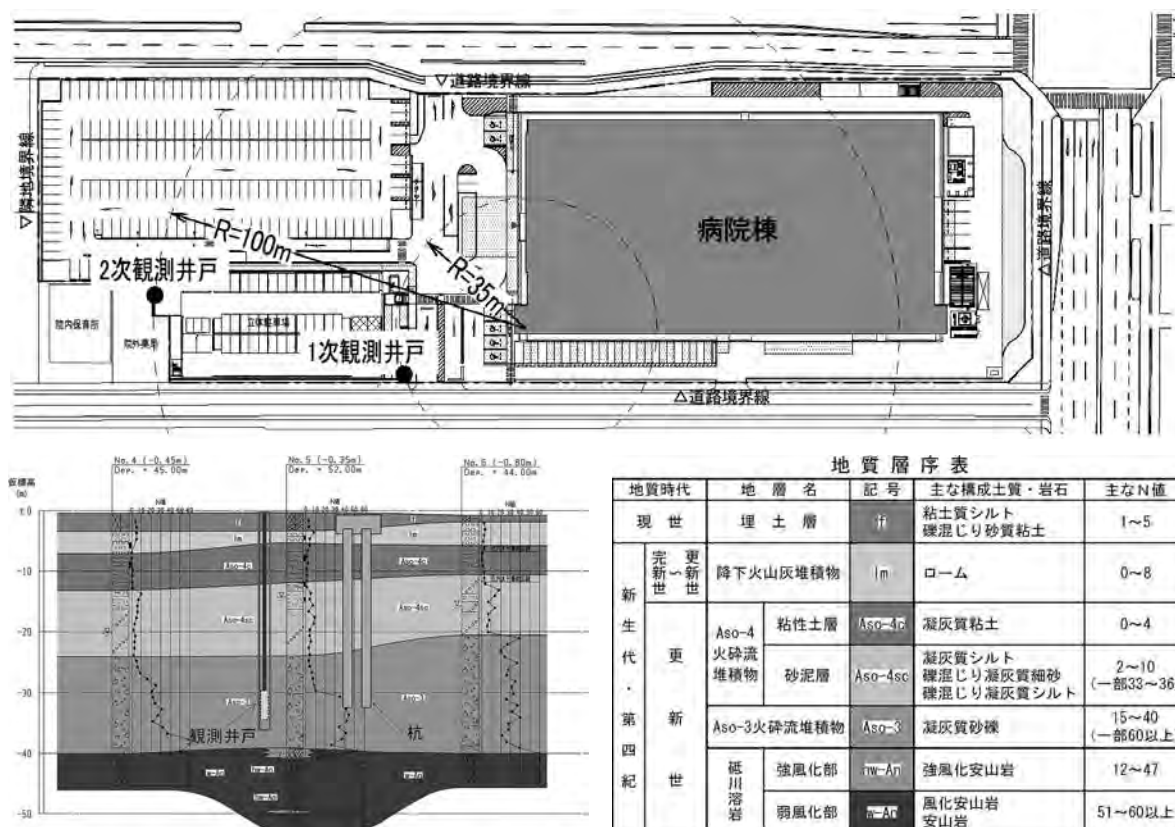


図-4 観測井戸

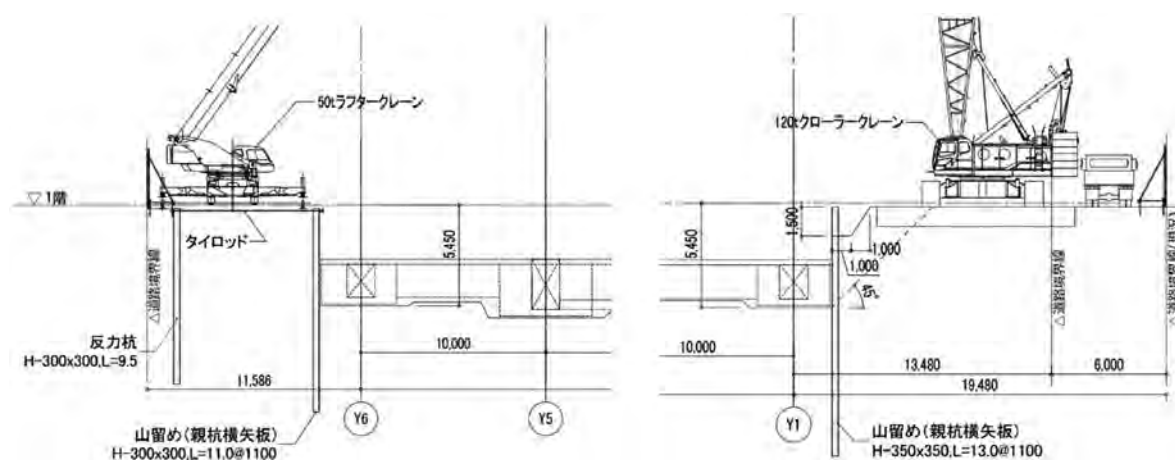


図-5 掘削・山留計画断面図

確保できる施工方法を確立することで、手戻りをなくし、工期を遵守した（写真-1）。

(5) 地上躯体工事

地上鉄骨建方は建屋北側に120tクローラークレーン、南側に200tクローラークレーンを配置し、2班体制で施工した（写真-2）。

犬走りの1F片持ちスラブと屋上のパラペットは、工場製作のプレキャスト製品とし、現場での躯体工事量の削減と外壁の早期着手を実現した（写真-3）。



写真-1 免震下部基礎充填試験



写真—2 鉄骨建方状況



写真—3 パラペット PCa

(6) 屋上設備架台

屋上の発電機は重量が約8tであり、一体で揚重するには北側に120tクローラークレーンが必要であった。通常、屋上の床コンクリート及び設備基礎コンクリートを打設し、防水工事完了後に設備機器を揚重する。しかし、この時期になると北側道路の拡幅工事でクローラークレーンを設置するスペースがなくなってしまうため、早期に設備機器を屋上に揚重する必要があった。



写真—4 設備架台

鉄骨建方と同時に本体鉄骨に仮設の束材を設置し、設備機器の架台を組み、鉄骨建方完了時点で、発電機を屋上に設置した。仮設の束材は設備基礎のコンクリートで根巻きし、防水を施し、撤去不要とした。通常通り防水完了後に揚重するには、狭隘敷地に設置できるクレーンで揚重可能な重量に機器を分解し、揚重後屋上で再度組み立てる工期が必要であったが、この手間を削減することができ、工期短縮に寄与した(写真—4)。

5. おわりに

本院の早期開業の大命題に対し、発注者・監理者・設計者・施工者が一体となり、短工期の事業に取り組み、2019年6月30日に無事竣工することができた。当事業に関わる全ての人が同じ目標に向かって協力し合ったこと、発注者・設計者の意思決定の迅速であったこと、設計・施工一括発注で施工者の知恵を設計に取り込むことができたこと、現場のスタッフ・作業員が一体となり工期順守に取り組んだことで、設計から施工までを当初の想定より4.0カ月短縮し、短工期で成し遂げることができた。短工期の事業に共に取り組んだ関係者に謝意を伝えたい。

熊本地震の復興事業に携わるのは建設会社の責務であり、施主の要望に応え、短工期で事業を成し遂げることができたのは誇りである。

本事業で取り組んだ種々の事例が、同種の工事の参考になれば幸いである(写真—5)。



写真—5 完成写真

J C M A

【筆者紹介】

中村 敦史 (なかむら あつし)
 (株)大林組
 九州支店 建築工事部 生産技術課
 課長



|| 投稿論文 ||

建造物解体現場における高強度繊維織物を利用した飛散防止シートの開発

立山 耕平¹・清酒 芳夫²・上條 宏明³・山田 浩之⁴

¹ 立命館大学 助教 理工学部機械工学科 (〒525-8677 滋賀県草津市野路東 1-1-1)

E-mail: koheit@fc.ritsume.ac.jp

² 株式会社 大林組 (〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 28F)

E-mail: seishu.yoshio@obayashi.co.jp

³ 株式会社 大林組 (〒573-1153 大阪府枚方市招堤大谷 1-1-1)

E-mail: kamijo.hiroaki@obayashi.co.jp

⁴ 防衛大学校 准教授 システム工学群機械工学科 (〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20)

E-mail: ymda@nda.ac.jp

建造物の解体工事において、作業時にコンクリートや締結ボルトが周囲に飛散することがある。この飛散物は場合によって高速で飛翔し、人に傷害を与える危険性を有する。しかし現在、解体工事において用いられている養生シートは、主に防音・防塵が目的であり、高速で飛散する飛散物の貫通防止が考慮されていない。そこで本論文では、高強度繊維織物を用いた飛散防止シートを開発するため、飛散する可能性のある締結ボルトを模擬した飛翔体を用いて高強度繊維織物の耐貫通性能を調査した。本研究で用いたアラミド繊維織物では、563～680 J 付近の運動エネルギーを持つ鋼球およびボルト付き六角ナットに対して一枚で飛翔体の貫通を防止することができた。また、ポリエステル繊維織物では、約 600 J の運動エネルギーを持つ鋼球に対して二枚（厚・薄タイプ）で飛翔体の貫通を防止することができた。高強度繊維織物を重ねて使用する際は、二枚の繊維で効果的に衝撃エネルギーを吸収するためには、その重ね合わせ順序が重要となることがわかった。

キーワード: *high strength fiber fabric, scattering prevention, impact, collision, penetration*

1. 緒言

日本では、戦後の高度経済成長(1954年～1973年)に伴い鉄筋コンクリートを用いた建造物の建設が急速に進められてきた。この傾向は、家屋やビルといった建物だけに限らず、道路、空港、橋梁、公園や学校といったインフラについても同様であり、実に多くの建造物がこの時期に集中的に建設されている。そして、この高度経済成長期に建設された建造物は、今後一斉に高齢化することが懸念されている。例えば、今後15年で建設後50年以上経過する道路橋(橋長2m以上)の割合は約65%を上回るなど、建造物高齢化の割合は加速度的に増加することが予想されている¹⁾。このような建造物の高齢化に伴い、改築、増築および新築を行うための建造物解体工事が各地で盛んに行われている。

建造物解体工事に関わる法整備の観点からは、2016年6月1日(改正建設業法施行日)から、従来の建設業法では「とび・土工事業」に含まれている「工作物の解体」を独立させ、建設業許可に係る業種区分として新たに「解

体工事業」が追加された²⁾。この背景には、実際の解体現場において施工管理の不備等による事故が発生している等の状況に鑑み、「解体工事業」について、業種区分を新設することで当該工事に必要な技術が専門性を増し、専門工事業の地位の安定、技術の向上を図る目的がある。このように、今後大幅な増加が予想されている解体工事に備え、近隣への安全・安心に配慮した施工体制・現場環境を整えることは不可欠である。

建造物の解体工事では、鉄骨切断機、コンクリート圧碎機、解体用つかみ機といった解体用機械を使用し、この作業時にコンクリートや締結ボルトなどの金属片が周囲に飛散することがある。特に、締結ボルトが飛散する場合はコンクリート片等が飛散する場合と様相が異なり、締結ボルトには強い引張応力がかかっていることから飛散時に高速で飛翔することが多く、人に傷害を与える危険性を有する。解体工事に係る死傷災害の調査を行った研究報告³⁾によれば、2008年から2012年の4年間における休業4日以上死傷災害の割合として、その15%は材料、木材や砂、金属等の飛来・落下による災害

であることが報告されており、実際に解体工事に伴う飛散物の衝突による災害は十分に脅威であることがわかる。例えば、2016年に長野県の解体工事では、現場から約40mmの金属片が飛散、約40m離れた長野市役所の網入りガラスに衝突する事故が起こっている⁴⁾。この際、網入りガラスには数十mmの貫通穴が生じており、人体に衝突すれば重大な事故となり得た事例といえる。

しかし、新業種区分として「解体工事業」が追加された現在においても、解体現場での金属片等の飛散防止に関する法的な制限はない。多くの解体現場では、解体業者によって自主的に養生シート等が使用されているが、これは防音・防塵が目的であり、飛散物の貫通防止が考慮されたものではない⁵⁾。一部、飛散物の貫通防止を考慮したシートとして、ハイテンションボルト(締結ボルト)の飛散防止シートの使用について検討されているが、その耐貫通性能に具体的な根拠は示されておらず、経験則として使用されるにとどまっている⁵⁾。そこで本研究では、実際の現象に近い再現試験を行い、定量的に耐貫通性能を評価した飛散防止シートを開発することとした。

解体工事において使用される防音シートのほとんどは、ポリエステル繊維織物にポリ塩化ビニル樹脂をコーティングしたターポリンと呼ばれる繊維織物であり、その引張強度は2000N/30mm程度である。本研究では、飛散防止シートを開発するにあたり既存のポリエステル繊維製防音シートと比較して引張強度が2～4倍である高強度繊維織物の使用を検討する。アラミド繊維織物に代表される高強度繊維織物は、重量に対する引張強度が非常に高く柔軟性を有することから様々な研究が報告されており、その利用法には大きく2種類の方向がある⁶⁾。一つは、コンクリートや樹脂等の各種材料との複合による材料の補強、一つは、繊維織物の単独使用および他繊維織物との複合による利用である。前者の例として、例えば鉄筋コンクリート構造物や樹脂材料の補強として使用することで、被補強材料の曲げ強度や靱性を大きく増加できることが報告されている⁷⁾⁻⁹⁾。しかし、上述のような材料の補強といった使用方法では軽量性が大きく利点となる反面、繊維織物の特徴である柔軟性は失われてしまう。そのため、本研究で開発する飛散防止シートへの応用には不向きである。後者の例としては、防弾チョッキ¹⁰⁾⁻¹³⁾や防刃スーツ¹⁴⁾⁻¹⁶⁾、スペースデブリバンパ¹⁷⁾⁻¹⁹⁾等が報告されているが、例えば防弾チョッキやスペースデブリバンパに関する研究では、飛翔体の速度が数百～数千m/sであり、解体現場を飛散する飛翔体速度としては現実的ではない。また、防刃スーツに関する研究では、貫通対象の先端が非常に鋭利なもののみを扱ってお

り、コンクリートや締結ボルト等の飛散物形状とは異なる。このため、これらの研究結果を飛散物防止シート開発へと拡張することは困難である。その他、複合膜の耐貫通特性として気球皮膜の貫通特性を総合的に調査した研究²⁰⁾が報告されているが、複合膜と繊維織物とでは貫通挙動が異なると考えられる。このように、高強度膜状体の耐貫通特性については多くの研究が行われているが、高強度繊維織物を単独で使用し、かつ解体現場において飛散する可能性のある速度域および対象物での研究はこれまでにほとんど報告がないといえる。

そこで本報告では、高強度繊維織物を用いた飛散防止シートの開発にあたり、飛散する可能性のある締結ボルト等の金属片を模擬した飛翔体を用いて、高強度繊維織物単体での耐貫通性能を調査した。

2. 試験方法

2.1 飛翔体

本研究で使用した飛翔体の外観を図-1に示す。飛翔体には、実際に解体工事現場において飛散する締結ボルトの模擬として、ボルト付き六角ナットを用意した。これは、接合部の破断によって飛散する締結ボルトを模擬するため、ボルトを六角ナットに締めこんだ後にボルト頭部を切断したものである(図-1(a))。図-1(a)はボルト付き六角ナットの衝突側の面を示しており、ネジ先端部が約5mm突出した状態となっている。ボルト切断面は裏面側である。ボルトの材質はSCM435(クロム・モリブデン鋼、密度約7800kg/m³)製であり、六角ナットは呼び径M22を使用した。比較のため、図-1(b)に示す鋼球を用意した。硬球は、凹凸部のない理想的な飛翔体であり、凹凸部が多く存在するボルト付き六角ナットと形状が大きく異なる。材質はSUJ2(高炭素クロム軸受鋼、密度約7800kg/m³)製であり、球直径はφ36.5mmである。ボルト付き六角ナットの質量は192.8g、鋼球の質量は199.1gであり、両者ともほぼ同様の質量を有している。

飛翔体は、後述するサボ分離付き高速投射型衝突破壊

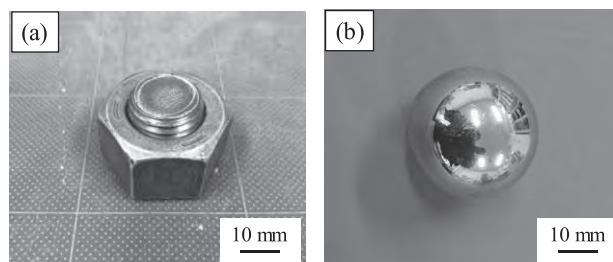


図-1 飛翔体の外観 (a: ボルト付き六角ナット, b: 鋼球)



図-2 飛翔体（銅球）が埋め込まれたサボの外観

試験装置によって射出するため、サボに埋め込まれた状態で試験装置に設置される。図-2に、飛翔体（銅球）が埋め込まれたサボの外観を示す。ボルト付き六角ナットを試験装置に埋め込む際、ボルトの切断面とは逆側のネジ先端部が約5 mm 突出した面が先頭になるように埋め込んでいる。サボには直径98 mm、高さ170 mmの発泡スチロール製の円筒を用いた。サボの中心部に飛翔体直径と同じ直径の穴をあけて飛翔体を埋め込むことで、サボ付き飛翔体とした。

2.2 ターゲット

ターゲットに用いる試験体には、アラミド繊維織物とポリエステル繊維織物の二種類の高強度繊維織物を用いた。今回使用したアラミド繊維織物には、火山の水蒸気噴火で飛散する噴石による建物被害を防ぐために開発されたアラミド繊維織物（東レ製：屋根補強用ケブラー[®]製織物、FS3300）を用いた²¹⁾。ポリエステル繊維織物には、熱や水による劣化がほとんどなく、乾湿による影響を受けない材料として産業用に広く用いられているポリエステル製繊維織物を2種類（東レ製：トレシート、500T および 800T）用意した。織り方はすべて平織りである。試験体の外観および飛翔体とのサイズの比較を図-3に、試験体の基礎物性を表-1に示す。一番繊維径の大きい800Tにおいても、飛翔体のサイズに対して経糸および緯糸が15本以上配置されていることが確認できる。

この試験体を外径550 mm × 550 mm、内径450 mm × 450 mmの固定用鉄枠治具に弛まないように挟みこみ、四方をそれぞれ四つの万力を用いて締付けトルク5 N・mの拘束条件で固定したものをターゲットとした（図-4）。実際にアラミド繊維織物を飛散防止シートとして使用する場合、湿気および紫外線対策のため防水シートなどで包む必要がある^{22), 23)}。そのため本研究では、実使用環

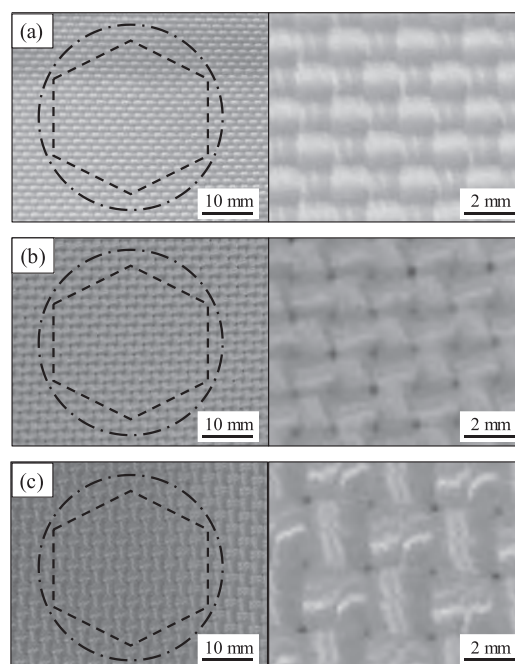


図-3 試験体の外観 (a: アラミド繊維織物 [FS3300], b: ポリエステル繊維織物 [500T], c: ポリエステル繊維織物 [800T]) および飛翔体の投影面積 (破線: ボルト付き六角ナット, 一点鎖線: 銅球)

表-1 試験体の基礎物性

Type of fiber fabrics	Aramid	Polyester	
Model number	FS3300	500T	800T
Thickness [mm]	0.6	0.9	1.2
Mass [kg/m ²]	0.45	0.55	0.86
Tensile strength [N/30 mm]	9000	5600	8500

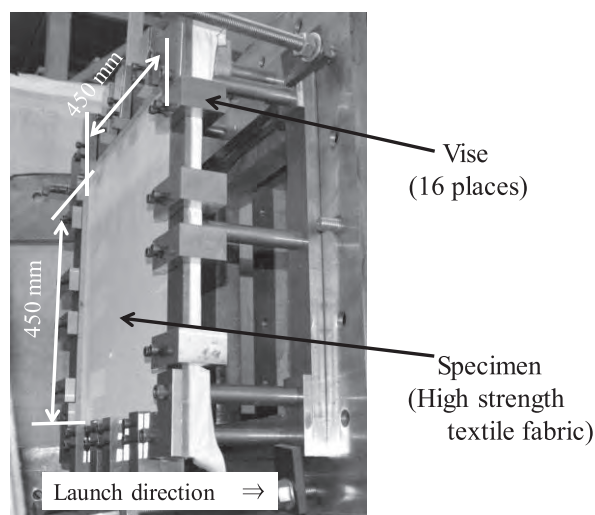


図-4 固定用鉄枠治具に挟み込んだターゲットの一例（ポリエステル製繊維織物）

境を想定し、アラミド繊維織物を使用する場合に限り、両面に防水シートを一緒に挟み込んでいる。この防水シートにはほとんど強度はなく、試験結果に影響を及ぼ

さないことを確認している。

2.3 サボ分離式高速投射型衝突破壊試験装置

図-5 にサボ分離式高速投射型衝突破壊試験装置の概略を示す。装置は発射部、サボ分離部およびターゲット台で構成されている。圧力タンクに圧縮空気が貯められた状態で発射針により隔膜を破裂させると、圧縮空気が発射管に放出される。飛翔体が埋め込まれたサボは放出された圧縮空気によって加速し、発射管内を 6000 mm 走行した後、発射管から発射されサボ分離部に衝突する。サボ分離部には図-6 に示すように直径 40 mm の通過口を設けてあり、サボが通過口の内径に衝突することで飛翔体のみが通過口を通過してターゲットに衝突する構造となっている。

飛翔体の速度は、発射管の先端 2 箇所に 50 mm の間隔で設置したレーザーおよび受光部を用いて測定を行う。飛翔体がレーザーを通過し、受光部への照射を遮ると受光部から出力される電圧が低下し、飛翔体が通過し終わると再度受光部にレーザーが照射され、電圧が増加する。この電圧低下点および電圧上昇点の時間差を利用して衝突速度を測定した。この際、ハイスピードカメラ（ナックイメージテクノロジー製：HX-3）によって撮影された画像から算出した飛翔体速度とレーザーより得られた飛翔体速度の比較を行い、両者がよく一致している

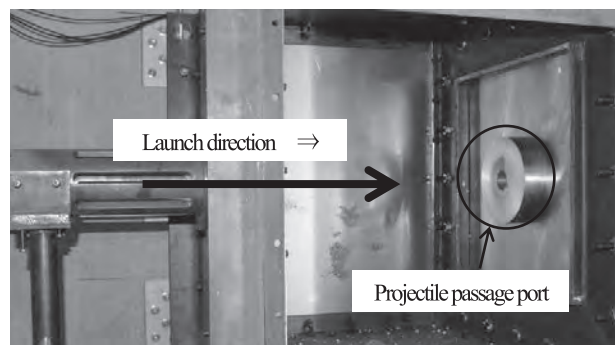


図-6 サボ分離部の外観図

ことを確認している。本研究では、サボ分離後の飛翔体の速度は約 60 m/s ～ 130 m/s の範囲で行った。

3. 衝突試験結果および考察

3.1 アラミド繊維織物の耐貫通特性

アラミド繊維織物に対して行った衝突試験での試験条件を表-2 に示す。また、各飛翔体における耐貫通エネルギー特性を図-7 に、衝突試験後のターゲットの外観の一例を図-8 にそれぞれ示す。この際、飛翔体の持つ運動エネルギーを衝突エネルギーとし、衝突エネルギー量と飛翔体の貫通の有無に着目して各試験の評価を行った。ボルト付き六角ナットでは、貫通境界エネルギーが

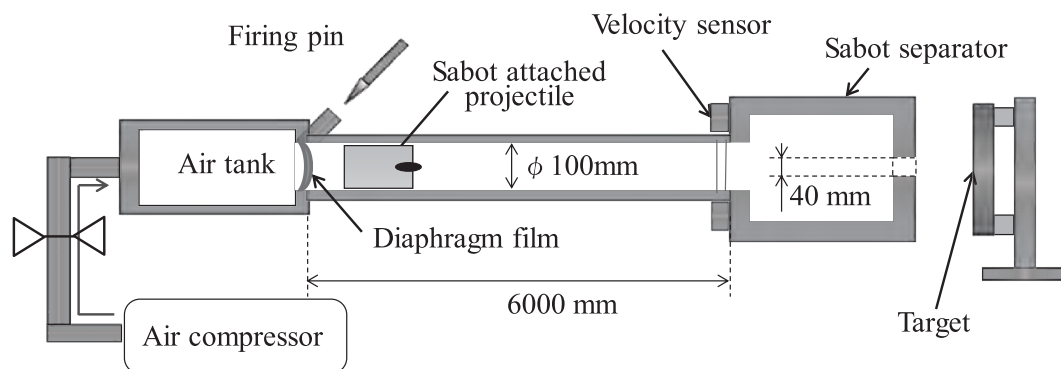


図-5 サボ分離式高速投射型衝突破壊試験装置の概略図

表-2 アラミド繊維織物に対して行った衝突試験の試験条件

Projectile	Projectile mass [g]	Velocity [m/s]	Impact energy [J]	Penetration
Hex. nut with bolt	193	128	1579	Penetrated
		103	1023	Penetrated
		84	680	Penetrated
		76	563	None
		74	528	None
		58	324	None
Steel ball	199	82	669	None
		79	621	None

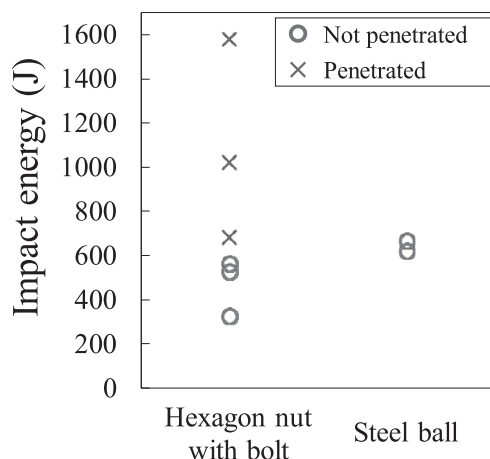


図-7 各飛翔体における耐貫通エネルギー特性（アラミド繊維織物）

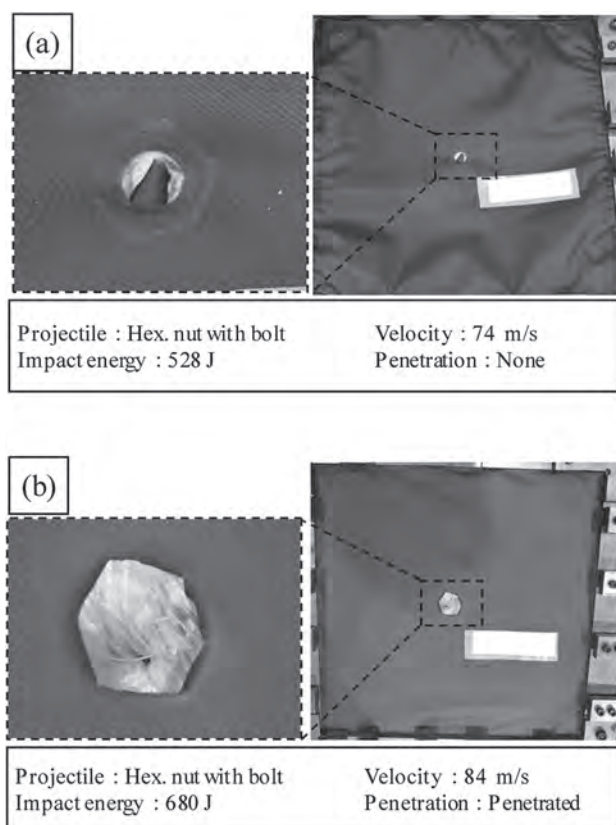


図-8 衝突試験後のターゲットの外観の一例 (a:非貫通, b:貫通)

563 ～ 680 J 付近であることが確認できた。一方、鋼球を衝突させた際の結果についてはボルト付き六角ナットの結果との比較を優先したため貫通する結果を得ることができていないが、少なくとも 669 J においても貫通しないことがわかった。衝突エネルギー約 670 J の結果に注目すると、ボルト付き六角ナットでは 680 J において貫通が確認されたのに対し、鋼球では 669 J においても貫通しなかった。これより、飛翔体速度が 60 ～ 130 m/s の範囲において、飛翔体形状が繊維織物の耐貫通特性に

影響を及ぼすことが試験的に示された。

繊維織物の耐貫通特性に及ぼす飛翔体形状の影響については過去にも報告されている。Lim ら¹⁴⁾は、繊維織物の耐貫通特性に及ぼす飛翔体先端形状の影響を調査しており、先端形状が球面の場合と平面の場合では、平面形状の方が繊維の伸びが減少し、耐貫通特性が低くなることを示している。Lim らの研究では、飛翔体が小さく（約 10 mm）速度も高速（100 ～ 600 m/s）であるが、本研究においても同様の傾向が得られた。これは、図-9 のようにボルト付き六角ナットでは鋼球と比較して角部が存在することで衝突された繊維にせん断力が作用したためと推察される。繊維織物は引張強度と比較してせん断強度が低い²⁴⁾ため、ボルト付き六角ナットの角部において繊維の破断が早期に生じたものと考えられる。

ここで、飛翔体がボルト付きナットの場合における飛翔体の衝突角度を確認するため、図-8の衝突点に注目した。図-8(a)では、防水シートの下層に見える黄色部分が貫通されなかったアラミド繊維織物である。図-8(b)では、アラミド繊維も破断して飛翔体は貫通したが、貫通後に破断した繊維が元に戻って開口部を塞いでいる。貫通・非貫通にかかわらず衝突点には六角形の衝突痕（図-8(b)ではシート破断痕）が残っており、飛翔体はサボ分離後に正面から衝突していることがわかる。図-8(a)の防水シートに生じた円形の穴は、ボルト付き六角ナットのボルト部分が防水シートのみを切断したもので、飛翔体は貫通していない。本研究では、ボルト付き六角ナットの試験結果すべてにおいてこの六角形の衝突痕を確認できたため、飛翔体の衝突角度はほぼ一定であり、衝突角度の影響はなかったと考えられる。

今後、上記に示した飛翔体先端形状および衝突角度の及ぼす影響については、高速度カメラでの撮影等によって精確に評価する必要がある。このように、飛翔体形状が高強度繊維織物の耐貫通特性に大きく影響することが明らかになったが、解体現場のように飛散する飛翔体形状が未知の場合、一般的に行われるような球体を用いた衝突試験ではなく、実際に飛翔する可能性のある形状の

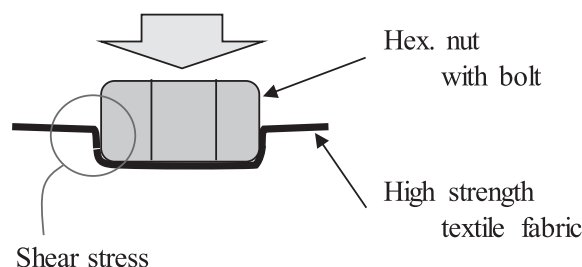


図-9 ボルト付き六角ナットが繊維織物に衝突した際に生じるせん断力のイメージ図

飛翔体を用いて衝突試験をしなければ正確な評価ができないといえる。

3.2 ポリエステル繊維織物の耐貫通特性

ポリエステル繊維織物についてもアラミド繊維織物と同様に試験を行ったが、飛翔体に鋼球を用いて飛翔体速度 67 ～ 77 m/s (衝突エネルギー約 450 ～ 590 J) で試験したところ、ポリエステル繊維織物一枚のみではすべての条件で貫通することがわかった。そこで、ポリエステル繊維織物でも不貫通の結果を得るために、厚みの異なるポリエステル繊維織物を二種類重ね合わせた試験体を作製した。重ね合わせ条件は、衝突面から 500T, 800T の順で重ねた厚－薄タイプ、800T, 500T の順で重ねた厚－薄タイプの二種類を用意した。表-3 に試験条件および結果を、図-10 に二種類の重ね合わせ条件で行った試験体の衝突試験後の様子を示す。この際、ポリエステル繊維織物に対する試験で用いた飛翔体は鋼球のみであり、ボルト付き六角ナットでの試験は実施していない。試験の結果、二種類の試験片に対してほぼ同一の衝突エネルギーを与えたにもかかわらず、厚－薄タイプでは貫通したのに対し、厚－薄タイプでは貫通しないことがわかった。このとき、治具平面から中心までの凹み量を測定すると、厚－薄タイプでは約 55 mm の凹み量に対して厚－薄タイプでは約 80 mm の凹み量であり、厚－薄タイプの方が繊維織物の伸びが大きく効果的に衝突エネルギーを吸収していることを示している。これは、図-11 に示すように厚－薄タイプでは前面の繊維織物の強度が高いため、前面の繊維織物が破断するまで裏面の繊維織物が補強となり二枚の繊維織物に荷重が分散する効果が生じたと推察される。しかし、厚－薄タイプでは前面の繊維織物の強度が低いため、前面の破断が早期に生じ、二枚重ねの荷重分散効果が生じなかったと考えられる。

これらの結果から、高強度繊維織物を重ねて衝突エネルギーを受ける際は、その重ね合わせ順序によって耐貫通特性が異なることがわかった。今後、ボルト付き六角ナット等の先端形状が異なる飛翔体を用いて同様の試験を行い、重ね合わせた高強度繊維織物の貫通メカニズムを解明することで、より効果的な耐貫通特性を有する耐飛散防止シートの開発が可能になると考えられる。

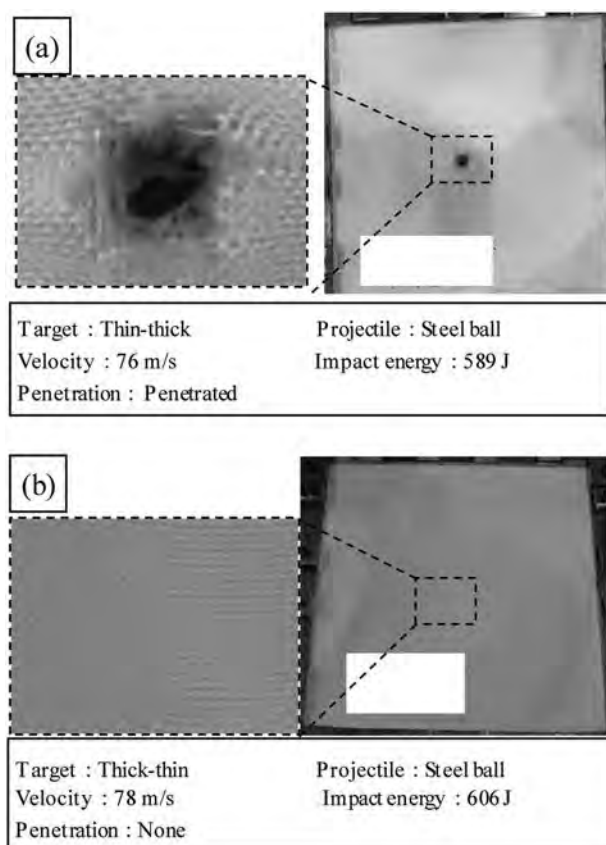
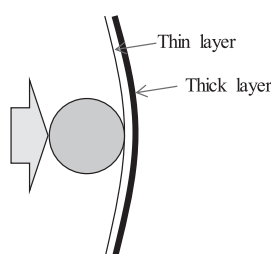


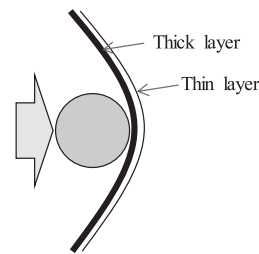
図-10 二枚重ねのターゲットに対する衝突試験後のターゲットの外観の一例 (a: 薄－厚タイプ, b: 厚－薄タイプ)

Thin-thick type target



First layer breaks early

Thick-thin type target



Second layer has a reinforcing effect until first layer fractures

図-11 二枚重ねのターゲットの重ね合わせ順序による効果のイメージ図

4. 結 言

本研究では、高強度繊維織物を用いた飛散防止シートの開発にあたり、飛散する可能性のある締結ボルト等の金属片を模擬した飛翔体を用いて高強度繊維織物単体での耐貫通性能を調査することで、飛散防止シートの開発

表-3 ポリエステル繊維織物に対して行った衝突試験の試験条件および結果

Type	Target	Projectile mass [g]	Velocity [m/s]	Impact energy [J]	Penetration
(a)	Thin-thick	199	76	589	Penetrated
(b)	Thick-thin		78	605	None

指針を示した。以下に得られた結果を示す。

- (1) サボ分離式高速投射型衝突破壊試験装置を用いることで、直径 30 mm 程度の金属片を、形状にかかわらず衝突速度約 60 ～ 130 m/s の範囲で射出することができた。
- (2) アラミド繊維織物では、563 ～ 680 J 付近の運動エネルギーを持つ鋼球およびボルト付き六角ナットに対して一枚で、また、ポリエステル繊維織物では、約 600 J の運動エネルギーを持つ鋼球に対して二枚(厚－薄タイプ)で、それぞれ飛翔体の貫通を防止することができた。
- (3) 飛翔体形状が高強度繊維織物の耐貫通特性に影響を及ぼすことがわかった。飛翔体が球体に対して角部が多くなるほどせん断変形に起因する繊維の破断が早期に生じ、貫通特性は低下する。
- (4) 高強度繊維織物を重ねて使用する場合、二枚の繊維で効果的に衝撃エネルギーを吸収するためにはその重ね合わせ順序が重要である。

本研究結果より、飛散物の形状および飛散速度が重要であることが示唆された。今後、飛散防止シートの開発にあたっては、実際の解体現場における飛散物との関連性についてより詳細な調査が課題である。

謝辞：本研究の実施において、有限会社清和工業に多くのご協力を頂いた。また、アラミド繊維織物は東レ株式会社に、ポリエステル繊維織物は泉株式会社にご提供頂いた。ここに記して、謝意を表する。

参考文献

- 1) 国土交通省：インフラ長寿命化基本計画，インフラ老朽化対策の推進に関する関係省庁連絡会議，pp.1-20, 2013.
- 2) 国土交通省：解体工事業追加に係る制度について（施行：平成 28 年 6 月 1 日），pp.1-40, 2016.
- 3) 高橋弘樹，堀智仁，大幡勝利，高梨成次：建築物の解体工事における死傷災害の調査・分析，平成 29 年解体工事に係る研究報告書梗概集，pp.1-11, 2017.
- 4) 信濃毎日新聞：金属片で長野市役所の窓ガラス割れる，信濃毎日新聞，11 月 22 日，pp. 2, 2016.
- 5) 河村広明：ハイテンションボルト飛散防止シートの開発および強度安全性研究，平成 27 年解体工事に係る研究報告書梗概集，pp.41-51, 2015.
- 6) 高田忠彦：スーパー繊維の用途，繊維機械学会誌，Vol.48, No.12, pp.455-461, 1995.
- 7) 伊藤嘉則，横谷榮次，相場豊史，茂木順一：アラミド繊維と鋼板を併用して耐震補強した RC 造柱の構造特性—骨格曲線を用いた曲げ強度増大効果と靱性指標の実験的検証—，日本建築学会構造系論文集，Vol.77, No.671, pp.55-64, 2012.
- 8) 山野辺慎一，曾我部直樹，河野哲也：超高強度繊維補強コンクリートを用いた RC 橋脚の二方向地震動に対する耐震性能，土木学会論文集 A，Vol.66, No.3, pp.435-450, 2010.
- 9) 植村政彦：複合材料の歴史—釣竿から自動車まで—，繊維と工業，Vol.48, No.12, pp.636-642, 1992.
- 10) M.M. Moure, I. Rubio, J. Aranda-Ruiz, J.A. Loya, M. Rodriguez-Millan: Analysis of impact energy absorption by lightweight aramid structures, *Composite Structures*, Vol. 203, pp.917-926, 2018.
- 11) Antonio F. Avila, Aline M. de Oliveira, Suchilla G. Leao, Marina G. Martins: Aramid fabric/nano-size dual phase shear thickening fluid composites response to ballistic impact, *Composites Part A*, Vol. 112, pp.468-474, 2018.
- 12) Abhijit Majumdar, Animesh Laha, Debarati Bhattacharjee, Ipsita Biswas: Tuning the structure of 3D woven aramid fabrics reinforced with shear thickening fluid for developing soft body armour, *Composite Structures*, Vol. 178, pp.415-425, 2017.
- 13) C.T. Lim, V.B.C. Tan, C.H. Cheong: Perforation of high-strength double-ply fabric system by varying shaped projectiles, *International Journal of Impact Engineering*, Vol. 27, pp.577-591, 2002.
- 14) M. Rodriguez-Millan, A. Diaz-Alvarez, J. Aranda-Ruiz, J. Diaz-Alvarez, J.A. Loya: Experimental analysis for stabbing resistance of different aramid composite architectures, *Composite Structures*, Vol. 208, pp. 525-534, 2019.
- 15) 榎本一郎，長尾梨紗：高強度繊維不織布を用いた防護材料の開発，東京都立産業技術研究センター研究報告，Vol.11, pp.75-78, 2016.
- 16) 坂口明男，萩原秀成，木村裕和，鮑力民，森川英明：絡み織物の耐突刺し防護服素材としての特性，*Journal of Textile Engineering*, Vol.63, No.6, pp.159-163, 2017.
- 17) 東出真澄，小野瀬直美，仁田工美，松本晴久，長谷川直，松澤遼，竹場敦史，片山雅英：微小デブリ衝突に対するアラミド繊維織物の貫通限界，平成 25 年度スペースプラズマ研究会・講演集，2013.
- 18) J. Michael Pereira, Gary D. Roberts, and Duane M. Revilock: Elevated temperature ballistic impact testing of PBO and Kevlar fabrics for application in supersonic jet engine fan containment systems, *NASA Technical Memorandum 107532*, pp.1-5, 1997.
- 19) 東出真澄，小野瀬直美，黒崎裕久，長谷川直，松本晴久：微小粒子衝突に対する高強度繊維織物の防衛性能評価，日本惑星科学会誌，Vol.24, No.3, pp.263-268, 2015.
- 20) 小川欽也：衝撃力を受ける気球被膜の貫通挙動，材料，Vol.54, No.11, pp.1166-1172, 2005.
- 21) Hiroyuki Yamada, Kohei Tateyama, Hisashi Sasaki, Shino Naruke, Hiroshi Kishimoto, Mitsuhiro Yoshimoto: Impact resistance to ballistic ejecta of wooden buildings and a simple reinforcement method using aramid fabric, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, Vol. 359, pp.37-46, 2018.
- 22) 勝木太，魚本健人：アラミド繊維の耐アルカリ性および耐酸性の評価方法に関する一試案，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.17, No.1, pp.519-524, 1995.
- 23) 山口明伸，西村次男，魚本健人：紫外線による各種繊維の劣化現象の評価方法に関する基礎研究，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.18, No.1, pp.1161-1166, 1996.
- 24) 高田忠彦：アラミド繊維補強 FRP (ArFRP) の界面とその問題，複合材料と界面，Vol.44, No.2, pp.67-73, 1988.

(2019.4.9 受付，2019.6.3 採用決定)

DEVELOPMENT OF SCATTERING PREVENTION SHEET USING HIGH STRENGTH FIBER FABRIC AT THE SITE OF CONSTRUCTION DEMOLITION

Kohei TATEYAMA¹, Yoshio SEISHU², Hiroaki KAMIJO² and
Hiroyuki YAMADA³

¹ Assistant Professor, Department of Mechanical Engineering, Ritsumeikan University

² Member of OBAYASHI, OBAYASHI Corp.

³ Associate Professor, School of Systems Engineering, National Defense Academy

Concrete and metal pieces may be scattered during demolition work. This scattered material can sometimes fly at high speed, which creates the risk of personal injury. However, the curing sheets typically used in demolition work are mainly intended for soundproofing and dustproofing, and are not designed to prevent the penetration of scattering matter traveling at high speeds. To address this problem, we have developed a scattering prevention sheet that uses high-strength fiber fabric. First, the penetration resistance performance of high-strength fiber fabric was investigated using a projectile that simulates metal shrapnel. This test showed that the shape of the projectile influences the penetration resistance of the high-strength fiber fabric. In addition, the test clarified that the order in which layers are superposed is relevant when using high-strength fiber fabrics.



女性目線を活用した中小建設業者の 強靱化 ～なでしこ BC 連携～

大 山 浩 治・古 江 早 苗・佐 藤 佳 世

「なでしこ BC 連携」は、災害対応力の向上を目的として、徳島県の地域建設業者が中心となって発足した女性を中心となって活躍する地域建設業ネットワークである。安全環境点検活動「なでしこパトロール」、緊急支援受援訓練、炊出し訓練、救急救命訓練などの活動を参画企業が合同で実施している。本稿では、発足の経緯と展開、活動内容、活動の硬化、現状の課題と今後の取組み予定について紹介する。

キーワード：災害対応力、事業継続能力、BC（事業継続）連携、地域ネットワーク、なでしこパトロール

1. はじめに

建設企業は、建設技術者や技能者の持つ技術・技能や工事経験、建設機械等による機動性、地元の地形・地質・地域コミュニティに関する情報の保有などの特徴を活かし、従来から自然災害時の応急・復旧活動の中心的な担い手となっている。

それゆえ、建設業界では、自然災害や事故に備えるため、多くの会社がBCP（事業継続計画）を策定している。

しかし、ある地域の建設会社がどれほど災害対応力を向上させたとしても、一企業単独ですべての不測事態に対応することはできない。

災害発生時に事業継続能力を確保するためには、同業他社と連携し、相互に支援するネットワークを構築する必要がある。そんな考えから、「なでしこ BC 連携」は生まれた。

本稿では、発足の経緯と展開、活動内容、活動の効果、現状の課題と今後の取組みについて紹介する。

2. 発足の経緯と展開

なでしこ BC 連携は、平成 26 年の大雪の際に、徳島県つるぎ町の(株)井上組が、社員が疲弊しながらも災害対応に追われた経験から、災害対応時に他の地域からの支援受援の必要性を感じ、徳島県鳴門市の(株)福井組と取り組み始めたものである。

この企業連携は、当初、企業トップ間で検討が行われていたが、連携を行う上で、社員を含めた企業間の相互理解が重要な課題であると考えた。そこでまずは、

「連携の相手を知る」ことから取組みを始めることとした。

また、建設業の男性社員は現場等の外勤が多く、本社業務の多くを女性社員が担っており、災害発生時に各社が連携体制を組むには女性社員の果たす役割は大きいと考えた。

そこで、まずは連携相手を知ることが目的として、女性社員による現場安全パトロール「なでしこパトロール」を、(株)福井組の現場で実施した。

この「なでしこパトロール（写真—1）」を通じて、連携企業の営業拠点への交通経路の理解や社員同士による意見交換を行い、相互理解を深めていった。

こうした女性目線の安全環境点検活動「なでしこパトロール」をきっかけに、多くの賛同者が集まり、県内企業間での強固な連携だけでなく、岡山県や和歌山県、高知県企業との連携を実現している（図—1）。



写真—1 なでしこパトロール実施状況



図-1 BC 連携ネットワーク (令和元年度)

3. 活動内容

本格的な BC 連携を開始した平成 26 年度からこれまでの主な活動を以下に紹介する。

(1) なでしこパトロール

なでしこパトロールは、平成 27 年 2 月から令和元年 7 月までに、13 回実施している。お互いに他社の工事現場を見学し合い、職場環境・衛生面のチェックを行い、業務内容、工法等の相互理解を深め、社員同士による意見交換を通じて多くの成果を挙げることができている。その結果、各社の現場力・現場環境の向上につながっている。

(2) 災害支援合同訓練

当初 2 社から始めた取組みに、徳島県牟岐町の(株)大竹組が参加し、平成 27 年 9 月に 3 社で初となる災害支援合同訓練(図-2)を脇町堤防工事現場において実施して、「なでしこパトロール」、「緊急時連絡訓練」及び「炊出し訓練(写真-2)」を行った。



写真-2 炊出し訓練の実施状況



写真-3 第2回災害支援合同訓練の状況

平成 28 年 6 月には、徳島県内の建設業者 7 社、飲食業者 1 社、岡山県内の建設業者 2 社、和歌山県内の建設業者 1 社との BC 連携提携へ発展し、第 2 回災害支援合同訓練を脇町・東みよし町の堤防工事現場にて実施した(写真-3)。

これにより、徳島県内だけでなく四国外の建設会社との連携が構築され、災害時における更なる対応力向上に大きな期待が広がった。

この訓練では、BC 連携企業間の安否確認訓練や炊き出し訓練を実施した。さらに、恒例の「なでしこパトロール」も実施して、現場の安全衛生面や作業環境整備を女性目線で点検を行った。

(3) 分科会活動

第 2 回合同訓練の後に、「安全」、「品質」、「BC 連携」、「女性雇用・環境」の 4 分科会を開催し、それぞれの担当部会で意見交換を行った(写真-4)。

当初は、災害時各会社の地域特性や災害リスクが異なるため、短所を補うことができれば事業継続につながるという考えから始まったが、災害対応だけでなく平常時から多様な共通の課題を連携して取り組むこと

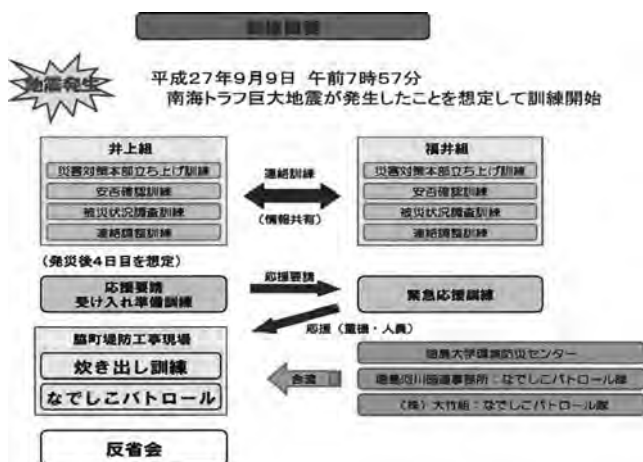


図-2 第1回災害支援合同訓練の概要



写真—4 第2回合同訓練の状況



写真—6 図上演習の状況



写真—5 ICT 施工見学会の集合写真

により各会社の企業力向上につながる取組みに変化しつつある。

(4) ICT 見学会

国土交通省を中心に ICT 技術を全面活用し土木施工を行う i-construction の導入が進められ、平成 28 年以降は BC 連携企業による「なでしこパトロール」を行うとともに、ICT 技術の現場見学会（写真—5）を実施している。

(5) 女性目線の座学訓練

平成 29 年 8 月には、「道路啓開等の災害初動期を女性目線で考える図上演習」を行った（写真—6）。女性の特性である情報処理能力に注目した座学訓練は、初の試みであった。後方支援の役割を担う女性を中心となり、知り得た情報を共有することで、迅速な支援を提供できる体制の構築に繋がった。大規模災害発生時の対応が必須となる官及び建設業者にとって、官民連携で情報共有の在り方を学ぶことは、相互理解・改善に繋がる活動となった。



写真—7 なでしこ BCP パトロールの状況

また、平成 29 年 11 月には、「なでしこ BCP パトロール」として他社の BCP のチェックを行った（写真—7）。これは、客観的視点で BCP の状況を確認し、改善につなげることで実効性を高める活動となった。

4. 活動の効果

なでしこパトロールを年数回実施する以外に、緊急時連絡訓練を取り入れる等、各社の連絡体制の強化に当たっている。また、平成 29 年 8 月より『なでしこ掲示板』を設置し、情報共有・情報提供の場として活用している。平成 30 年 12 月には、掲示板を利用した「女性職員による情報収集・整理訓練」を行い、事務職員を中心に被災状況・周辺被害状況・支援情報などをまとめるなど、平時からの訓練の場としても活用している。災害時対応訓練では、作業服を使用した担架作成や重量物移動訓練、救命救急訓練なども実施した。なでしこパトロールやその他訓練により、女性の活動幅を広げると共に意識向上にも繋がっている。

更に「なでしこパトロール」は、新聞やテレビ等のメディアに 20 回以上取り上げられ、連携業者、ひいては建設業のイメージアップになっている。メディア

を活用し、なでしこ BC 連携の取り組みを発信する事で、若者に建設産業の魅力を感じてもらい入職促進に繋げることは有益であると考えます。また、現場従事以外の女性の現場理解や、連携業者間の従業員・現場担当者などの交流にも繋がっている。

5. 今後の取組み

平成 26 年 12 月から始まった活動が 5 年目を迎える。参加規模が拡大していることもあり、なでしこパトロールだけでなく災害時対応訓練や図上訓練など様々な手法を取り入れながら活動を行っている。

平成 30 年度からは地域に特化した小規模化でのなでしこパトロールを実施するなど、さらなる展開を開始している。また、今年度は協議会を発足し、情報共有・円滑な組織運営、組織の更なる発展を目指している。今後も災害対応能力向上・女性活躍推進を軸に、柔軟な対応体制で取り組んでいきたいと考えている。

また、BCAO（事業継続推進機構）地域勉強会への参加や、HP・Facebook 等により情報発信を強化し、質の高い連携体制の構築を目指す。

6. おわりに

なでしこ BC 連携は、南海トラフ巨大地震の発生時等にそなえ徳島県内 2 社で発足した。近年、建設業における人手不足が懸念される中、災害対応力強化に加え、若者や女性に建設産業の魅力を感じてもらい入職促進に繋げることは有益であると考えます。

この活動を通して、現場従事以外の女性の現場理解や、連携業者間の従業員・現場担当者などの交流にも繋がっている。現在、なでしこ BC 連携参加企業は、

徳島県・岡山県・和歌山県・高知県の計 18 社となった。

なでしこ BC 連携の活動は、これまで新聞やテレビで報道されるとともに、いくつもの賞^{注)}を受賞しており、この評価に応じて、今後とも災害対応力と事業継続能力の向上を目指して、連携を進めて行きたいと考えている。

謝 辞

最後に、徳島大学環境防災研究センター 中野晋先生の助言・ご指導があつて「なでしこ BC 連携」に取り組むことができました。ここに謝意を表します。

注)

- ・ジャパン・レジリエンス・アワード 2019「最優秀レジリエンス賞」
- ・BCAO アワード 2017 事業継続部門「大賞」
- ・BCAO アワード 2015「特別賞・優秀実践賞」

【筆者紹介】

大山 浩治（おおやま こうじ）
㈱井上組
常務執行役
営業兼企画統括



古江 早苗（ふるえ さなえ）
天野産業㈱
総務部 課長
BCM 推進チームリーダー



佐藤 佳世（さとう かよ）
㈱北岡組
営業部
働き方改革推進室 室長



ずいそう

定年後の生活と趣味

立石 洋二



長年勤めた会社を定年で卒業し、その後関連会社で引き続き働いている。今の所は後2年ほどで再び会社員人生も卒業ということになるが、その後はどのような暮らしをしていくのか、家で毎日ゴロゴロと退屈な時間を過ごすことにならないように考えてみたい。やはり趣味の一つも持たないと、人生もつまらないように思えてならない。趣味とは一体何であろうか？余暇に好んで習慣的に繰り返しおこなう行為・事柄やその対象のことというのが定義であるが、自分が好きなもので長続きするものというのが一番であるように思う。良く多趣味という人もいる一方で、何の趣味も持たないという人もいる。趣味は殆どなくて仕事が趣味みたいなもので……などという人もたまにいるが、定年後はどのような生活を送るのか？と心配してしまう。まあ、人の心配をしても仕方が無いので、自分のことを考えてみた。

かくいう私の趣味は何であろうか？とふと考えてみると意外によくわからない。ピアノやギターを弾くこと？音楽を聴くこと？読書に関して老眼が進んでからは面倒で減る一方、スポーツはやるのも見るのも好きだが、ゴルフにしても趣味と言えるほどのレベルではないような気がする。寺社仏閣を巡って仏像を拝すること？美術館で絵画を鑑賞すること？花の綺麗な場所に出かけてウォーキングすること？色々な料理を作ること？興味のあること、好きなことをちょこちょこやっている感じで何が本当の趣味なのか考えても良くわからない。まあ、定年後も健康で元気で、好きなことができれば良いのだと思い、長く続けられる趣味が何だったのかは後にわかれば良いということにする。

若い頃にやっていたものを定年後に再び始めることは良くあることのようにだが、ピアノを弾くことは頭の体操にも老化防止にも良いと聞いたこともあり、小学生の頃に弾いていた曲にチャレンジしようと思いたち、60歳を超えたこの年になって久しぶりに弾いてみた。すると、いらいらするぐらいに指が思うようには動かず、以前には比較的に簡単に弾けていた筈のものが、全くもって指が動かず、関節がバキバキと音を立てているのではないかと思うほど不自由で笑ってし

まう。無論ピアノを弾くといってもショパンやリスト等の難しい曲にチャレンジするほどの無謀な考えをもっているわけではないが、ランゲの「花の唄」やシベリウスの「樅ノ木」などの、ある程度弾けていた曲は弾いてみたいと思うが、いかんせん年齢と共に忍耐力と持久力が低下しており、これを続けることは難しいと感じたので趣味としては除外した方がよさそうである。多分、ギターについても同様な気がするのでこれも除外と考えた方が良さそうである。

ゴルフに関しては、多分年齢と共に飛距離が落ちて、スコアもどんどん低下の一方をたどって、えーい止めたとなるような気がしてならず、これも趣味としては長くは続きそうにない。

さて、料理はどうだろう。今でも毎週とは言わないが、休みの日には料理を作ることが多い。中華、洋食、日本料理等、その日の気分で種々のものを自分好みの味で作れるのが楽しいから、比較的長時間でも続けることが出来る。きっと建設業界でモノづくりをずっとやってきたので、仮設計画を考えるように料理の下ごしらえから仕上げまでを、同じようなモノづくりの感覚で作っているような気がする。男の料理と言うと、どちらかという素材に凝って高いものにつくようなことを思う人も多いようだが、私の場合はどちらかと言えば、昔ながらの家庭料理が多く、野菜のお浸しや煮浸し、筑前煮やひじきの煮物、ポテトコロッケ、鯛のアラ煮、鰯の南蛮漬、肉じゃが、後は蕪の甘酢漬、茄子とミョウガの揉み漬のような簡単な漬物等を作ることが多い。たまに、マカロニグラタン、ピザ、ミートソース等も作ることにはあるが、いずれもソースも手作りなので、時間がかかるため月に1回程度である。ピザなどは生地から作らないと気が済まないもので、これも結構時間を要する。ホワイトソースもバターと小麦粉を丁寧に弱火で加熱して、サラサラな状態にしてから、牛乳を加えてダマにならないように弱火で根気よく作るために時間がかかる。ピザソースもトマトの水煮缶を網目の細かいシノワ等の濾し器で濾して、みじん切りにした玉ねぎ・セロリ・人参をオリーブオイルにニンニクのみじん切りを加えて弱火で温めていた鍋で、丁寧に弱火で炒めた後に加えて、トロミがつ

くまで煮詰めて、最後に塩・胡椒・ドライバジル等を加えて完成である。まあ、これは実益も兼ねた趣味と言えるような気がするので、定年後も続けていくような気がする。

花が咲いている野山を散策するのは健康にも良いので、これもきっと続けていくのではないかと思う。何より日本らしい四季の移ろいや季節感を感じられることが何よりである。春を告げるフクジュソウ、カタクリをはじめとして、イカリソウ、ヤマブキソウ、シュンラン、エビネ、クマガイソウ、アツモリソウ、キンラン、ギンラン等数え始めるときりないほど野山には種々の花々が咲き乱れている。上高地などに行けば6月になるとニリンソウ、エンレイソウ、ツバメオモト、サンカヨウ等の綺麗な花々に出会いながら、穂高連峰の景色も眺めた散策は時間を忘れるほどである。また初夏になればコイワカガミやノビネチドリ、アオチドリ等の花々にも出会える。何度行っても飽きない場所である。花の綺麗な場所はいたるところにあるが、上高地や乗鞍は自家用車の乗り入れ禁止もあり、自然が良く保たれている割にはアクセスも悪くは無いので、毎年のように季節を変えて訪ねてみたくなる。一方花

は綺麗で行ってみたいが、夫婦二人で行くには難しい場所もある。秋田の森吉山は花も多く訪ねたいが車で行くにも不便で、このような場所は旅行会社のツアーで行くことになるが、日程も花にぴったり合うとも限らず、何よりツアーが催行されないことも多く、また団体行動となるため自分達のペースで花を見ながらの散策とはならないのが頭の痛いところである。もっとも、そんなに遠くに行かずとも結構都会の近くで花も多いところは意外に多い。しかし、それが広まると直ぐに盗掘などで荒らされることも多く、最近の日本人のマナーの悪さに呆れることが増えてきたような気がする。交通費を上手く抑えれば、比較的金のかかることも少なく、老後の楽しみにはもってこいの趣味のような気がする。何より、夫婦二人の趣味がゴルフ以外は同じであるというのが奇跡的ではあるが非常にありがたい。同じ花を見ながらの散策でも夫婦二人で楽しみながら行けるのが何より幸せであるように思う。定年後も様々な趣味を女房と二人で共用したいものである。

——たていし ようじ 成和リニューアルワークス(株)

取締役常務執行役員 機械統轄部長——



ずいそう

深圳訪問記

荒谷悦嗣



1. はじめに

日本総合研究所の理事長であった寺島実郎氏が執筆した「世界を知る力」は、私が大きく影響を受けた書籍の一つだ。図-1は本書からの引用だが、樺太から日本列島があたかもロシアから突き出た半島のようにあり、日本海は瀬戸内海のような内海に見える。日本がいかにユーラシア大陸に近接しているかがよく分かる。

普段、私たちが世界地図を眺めるときは自然と米国に向かいがちになり、イデオロギーの対立もあり太平洋側が「表」、日本海側が「裏」という感覚が身についてしまっている。しかしながら、米国を通してしか世界を見ることができないことの危うさは、ドナルド・トランプ大統領就任後から現在に至る米中関係のニュースから推して知るべしである。真に世界を知るには、地上波の報道やインターネットの特定サイトの情報を鵜呑みにすることなく、自らの力で広く情報を集めて判断し、色眼鏡をかけずに米国の動向や中国をはじめとしたアジアの近隣諸国を理解することが大切であると考えている。

そんな中、本年5月末に同業者の若手の集まりで香港～深圳を視察する機会があった。奇しくも、令和初の国賓として来日したトランプ大統領とちょうど入れ違いの行程であった。

図-1 南北を逆にした日本地図¹⁾

2. 港珠澳大橋

香港と珠海市とマカオ（澳門）を結ぶ海上橋は、それぞれの地名を取って港珠澳大橋と呼ばれる（写真-1）。昨年10月に開通したばかりの全長55kmからなる世界最長の海上橋であり、日本では考えられない圧巻の構造物である。3地点の税関間でシャトルバスが24時間運行されており、その運賃も香港～マカオ間は私が乗車した時点では日本円にして1,000円ほど、所要時間は30分ほどであった。ただし、3地点それぞれで入出国管理を行う「三地三検」と呼ばれる方式が採用されているため、我々外国人は香港市街地からマカオ市街地や珠海市街地に直接行けるわけではなく、橋のたもとのイミグレでそれぞれ入国および出国の手続きを取らなければならない。

なお、香港とマカオは日本と同じ左側通行・右ハンドルだが、港珠澳大橋においては中国本土の影響が強いためか右側通行となっている。



写真-1 港珠澳大橋

3. DJI のドローン

DJIは中国の深圳に本社を置くドローンメーカー。今や世界で11,000名の社員を抱え、ドローンの個人向け製品では世界シェアの7割を占める最大手である。研究開発から製造、販売までを外部に依存することなく全て自社で行うことが強みとのこと。筆者が



写真—2 DJI ドローンのデモ

DJI のショールームを訪れたときは、ドローンをプロポを使わず手でジェスチャーコントロールするデモが行われていた（写真—2）。手のひらの上げ下ろしで機体をコントロールするだけでなく、両手の指で四角形を作ると自分の写真を撮ってくれたり、両手を挙げたら機体に戻ってきたりと、マジックショーさながらである。わずか13年前、2006年に深圳でわずか20名の社員で創業したDJIが、こうしたイノベーションを創出し続けていることに驚きを禁じ得ない。

4. バーコード型電子決済の普及

日本では2024年に発行される新紙幣が発表された。渋沢栄一や津田梅子らの図柄とともに、3Dホログラムや「すき入れ」といった紙幣偽造を防止する最新技術の導入が話題となった。一方、中国本土では偽札が横行しており、人民元への両替はレートが悪くても香港やマカオで済ませておくよう言われるほどである。紙幣の偽造防止に技術の粋を尽くす日本に対して、中国は早々に偽札対策を諦めて政府主導で電子決済へと舵を切った。かくして電子決済は大型店舗のみならず小規模な個人商店にも取り入れられ、爆発的に普及していた。

深圳市内で普及している電子決済は、中国のIT大手アリババ系の「AliPay」と、深圳に本社を置く同じくIT大手テンセント系の「WeChat Pay」の主に2つである。日本で言えば、交通系のSuicaやセブンイレブンのnanacoのような非接触型決済やクレジットカード決済ではなく、昨年末に100億円キャンペーンで話題になったソフトバンク系の「PayPay」や不正アクセスによりサービス停止となったセブンイレブンの「7pay」のようなバーコード決済である。

5. 電気自動車（EV）の普及

中国は世界最大の電気自動車（EV）市場であり、昨年時点で世界のEV販売数の半数以上を占めている。深圳では既にタクシーの8割程度、路線バスのほぼ全てがEVに切り替わっており、図のように街の至る所に充電スタンドが設置されている（写真—3）。これを支えているのが、深圳に本社を置くBYDである。1995年にバッテリーメーカーとして設立、2003年から自動車メーカーとなり、2016年に米国のテスラを超えてEV販売台数世界一となった。

今回は、テンセントが出資する新鋭EVメーカーであるNIOのショールームを見学する機会があった。NIOは設立からわずか4年ほどだが、当初からテスラを意識して世界市場を目指しているようだ。ショールームにはSUV数台とスポーツカー1台が展示されていたが、垢抜けたデザインとEVらしからぬスピードとパワーの追求、コクピットとAIとの融合など、いずれも未来のクルマそのものである（写真—4）。



写真—3 深圳市内の充電スタンド



写真—4 NIOのスポーツカー

6. 広深港高速鉄道

深圳－香港間の最新かつ最速移動手段は「広深港高速鉄道」という新幹線である。乗車時間はわずか13分ほど、運賃は日本円で1,200円ほど。とはいえ、乗車券を購入する手続き、出国手続きの後に広大な駅舎を徒歩移動してようやく乗車、車窓からの景色がほとんどトンネルの13分間を終えて降車後は入国手続きを踏まなければならないため、乗車券購入から改札が出るまでは1時間以上を要することになる。

私が乗車した深圳北駅は、建築面積約18万m²、ホームが11面20線というとんでもない規模の駅舎であった。今回は中国製の最新型車両「動感号」に乗ることができた（写真－5）。2等席（普通車）はのぞみ号などと同じく2列×3列で座席は座り心地が良くWi-Fiやコンセント等も完備されており、わずか13分とはいえ非常に快適であった。



写真－5 広深港高速鉄道「動感号」

7. おわりに

今回の視察から帰国直後に、香港でいわゆる「逃亡犯条例」の改正案に反対する大規模デモが勃発し、本稿執筆時点（8月半ば）でも解決の糸口が見えていない。地上波のニュースでは、香港国際空港でデモ隊にスパイ容疑をかけられた人物が拘束されて殴打される衝撃的な映像が流れ、いつの間にかデモ隊が非難される流れになっている。一方で、このタイミングで香港から帰国した方の話を聞くと、空港でデモに遭遇したがデモ隊はむしろ礼儀正しく、妨害を受けることは皆無だったという。

あるいは、中国のファーウェイに関する問題もまた然りである。ファーウェイの端末は情報漏洩するそうだが、少なくとも日本国内では技術的に立証されていない。逆に、実は中国で組み立てられているiPhoneが情報漏洩せず安全だと信ずる拠り所は、米国が日本と同盟国ということだけである。

こうした問題に向き合う際に私たちに必要なことは、冒頭にも記載したが、自ら広く情報を集め、イデオロギーに偏ることなく米国の動向や中国をはじめとしたアジアの近隣諸国を理解することが大切であると、改めて考えるきっかけとなった視察旅行であった。

《引用文献》

- 1) 寺島 実郎：世界を知る力，PHP 新書，2009

新工法紹介 機関誌編集委員会

04-406	ブラストマスタ (差し角自動制御システム)	清水建設 サンドビック
--------	--------------------------	----------------

▶ 概 要

山岳工法（NATM）は国内に導入されてはや 40 年以上が経過し、その間、機械の大型化や掘削工法、補助工法等の新技术の開発により、不良地山の克服や大断面トンネルの施工に見られるように工法としての進化を遂げてきた。しかし、コンクリート等、品質・規格の一定した材料を使用する橋梁や躯体構造物に比べ、山岳トンネルは地山が主要な施工材料であるため、その不均一性、不確実性から熟練技能労働者の経験や感覚に頼らざるを得ない側面は依然として残っている。

今般、機械化、自動化による省力化や施工方法自体の改善も含めた生産性の向上は時代の要請でもあり、積極的に取組んでいく必要がある。また、公共工事としての性格から、事業推進にあたっての透明性、客観性もあわせて向上していかなければならない。

このような背景を踏まえて、できるだけ客観的情報を収集・活用し、経験や勘に頼らない施工を目指し、今後の熟練技能労働者不足の解消、安全・生産性・品質の向上の要請に応えるために山岳トンネル余掘り低減技術「ブラストマスタ（差し角自動制御システム）」の開発を行った。

このシステムは、新東名高速道路高取山トンネル西工において運用を開始し、多くの余掘り低減効果を実証した。現在はその実績を携えて、同高速道路川西工事、萱沼トンネル工事、高松トンネル工事にも順次展開しており、様々な地質において余掘り低減効果を確認、実績をあげているところである。



写真—1 SANDVIK社のコンピュータジャンボによる削孔状況

▶ 特 徴

この余掘り低減技術のコンセプトは、爆破掘削において熟練技能に左右されない最適な設計断面を形成することにある。これにより生産性の向上を目指すものである。本システムを適用することで発生ずりが減少し、ずり出し時間、およびコンクリートの吹付け時間が短縮されるばかりでなく、掘削面が平滑になることで地山のゆるみ抑制にも効果がある。また、爆破掘削に必要な削孔作業の過程で二次的に取得される削孔エネルギーを活用することで、従来地質技術者の技量に頼らざるを得ない切羽評価に対し、削孔エネルギーという指標を補完的に関連付けることでより客観的な切羽評価も可能とした。さらに、削孔エネルギーは、鏡全体で取得することができるため鏡の面的な情報となり、切羽の肌落ち災害防止のための安全指標としても活用でき、切羽災害防止にも貢献できる。

▶ 用 途

・発破掘削を基本とする山岳トンネル工事

▶ 実 績

- ・新東名高速道路 高取山トンネル西工事
- ・新東名高速道路 川西工事
- ・新東名高速道路 萱沼トンネル工事
- ・新東名高速道路 高松トンネル工事（導入予定）

▶ 問 合 せ 先

清水建設(株) 土木技術本部 地下空間統括部

〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目16番1号

TEL：03-3561-3891



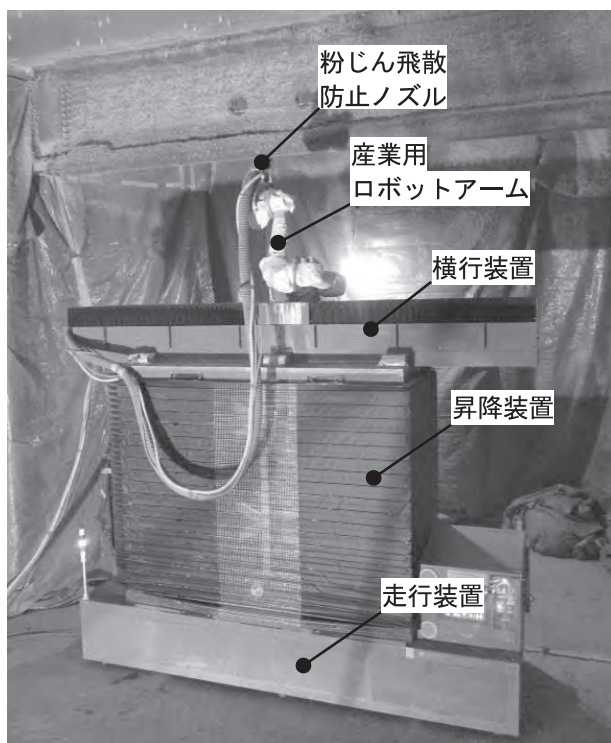
写真—2 発破パターンに準じて削孔している状況

11-116	耐火被覆吹付けロボット	大林組
--------	-------------	-----

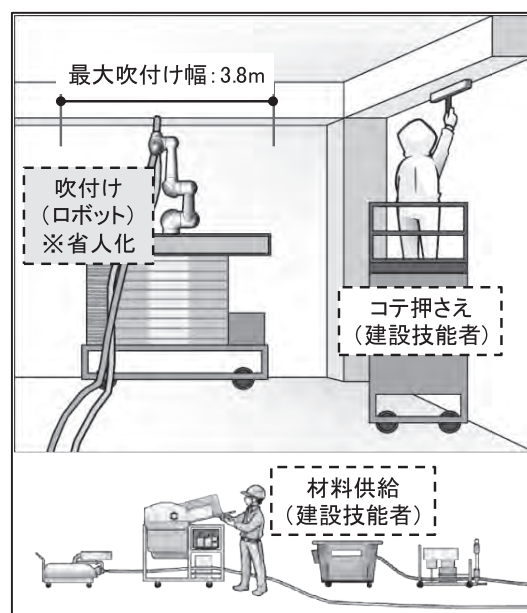
▶ 概 要

鉄骨造の建築物では、火災による鉄骨への損傷を防止するため、鉄骨表面にロックウールなどを吹付けて耐火被覆処理を施す。耐火被覆工事で主に採用される半乾式吹付けロックウール工法（以下、耐火被覆工事）では、吹付けたロックウールが大量に飛散するため、夏場でも防護服を着用する必要があり、大きな負担を強いられることが建設技能者不足の主要因であった。耐火被覆工事は、建設技能者が確保できない場合、後続する仕上げ工事の遅延にもつながりかねないことから、建設技能者不足の解消が喫緊の課題となっていた。

そこで、耐火被覆工事における建設技能者不足の解消をめざし、耐火被覆吹付け作業を自動化するロボットを開発した。今回開発した耐火被覆吹付けロボットは、走行装置、昇降装置、横行装置、産業用ロボットアームで構成されている。あらかじめ登録した作業データに従って現場内を走行し、半日もしくは1日単位の吹付け作業を自動化することで、省人化を実現した。また、横行装置によって、移動せずに吹付けられる最大幅が建設技能者と比較して約2倍となるため、作業効率が3割程度向



図一 耐火被覆吹付けロボットの構成



図一 2 ロボット施工時の作業体制

上した。さらに、専用の粉じん飛散防止ノズルを開発したことで、ロックウールの飛散量を低減できることから、ロボットと協働する建設技能者の作業環境も改善した。

▶ 特 徴

①耐火被覆を自動で吹付けることで省人化を実現：

吹付け作業データはBIMモデルを利用して生成し、事前にロボットへ作業データを登録することで、自律移動・吹付けを長時間継続して行えるため、作業中、ロボット専用のオペレーターを確保する必要はない。

②最大吹付け幅の拡幅により作業効率が向上：

一箇所での吹付け可能な幅を建設技能者の約2倍の3.8mとしたことで、ロボットの昇降・移動回数が減るため、建設技能者に対して吹付け作業効率が約3割向上する。

③協働する建設技能者は快適・安全に作業可能：

専用の粉じん飛散防止ノズルは吐出したロックウールを水ミストで包み込むため、作業環境内に浮遊するロックウール飛散量を約7割削減できる。安全対策として、ロボット近傍に侵入した建設技能者や障害物を認識して、自動的に減速・停止する機能を備えている。

▶ 用 途

・半乾式吹付けロックウールの吹付け

▶ 問 合 せ 先

(株)大林組 コーポレート・コミュニケーション室

〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2

TEL：03-5769-1014

新機種紹介 機関誌編集委員会

▶ 〈02〉 掘削機械

19-〈02〉-04	加藤製作所 ミニショベル（超小旋回型） HD30VZ4	'18.04 発売 新機種
------------	-----------------------------------	------------------

道路の水道管やガス管などの配管工事，住宅などへの配管接続工事等，狭小現場で使用される 3t クラスの超小旋回型ミニショベルである。

操作レバーを中立に戻すと 4 秒後にエンジンはアイドル状態となり，再び操作レバーを動かすと即座に元のエンジン回転に復帰するオートアイドル機能により，燃料の節約や騒音を低減している。また，作業状況に応じてキビキビとした動きの Vmax モードと経済性を重視した ECO モードの選択が可能である。

表ー1 HD30VZ4 の主な仕様

バケット容量	(m^3)	0.09
最大掘削深さ	(m)	2.94
最大掘削半径	(m)	4.43
最大掘削高さ	(m)	5.06
機械質量	(t)	2.99
定格出力	(kW (PS) / min^{-1})	16.8 (22.8) / 2,200
走行速度 高速／低速	(km/h)	4.6 / 2.7
登坂能力	(度)	30
接地圧	(kPa)	28
最低地上高	(m)	0.305
クローラ中心距離	(m)	1.25
クローラ全幅（シュー幅）	(m)	0.3
全長×全幅×全高（輸送時）	(m)	4.15 × 1.55 × 2.45
価格（税抜）	(百万円)	4.9



写真ー1 加藤製作所 HD30VZ4 ミニショベル

アタッチメントが干渉領域を回避しながら作業する干渉防止機能によりノンストップ作業が可能なほか，右側オフセット量を大きくし，シュー外側の掘削作業効率を高めている。自社従来機（30 VZ）比で掘削力は 10% 向上，燃料消費量は 14% 低減させており，経済性と作業性の向上を図っている。

TOPS（横転時乗員保護構造）対応のキャノピーを搭載したほか，操作レバーが安全位置にある時のみエンジンが始動できるニュートラルエンジンスタート式により不意の動作を防止し，安全性を高めている。

給油口を機械外側に配置し給油作業を容易にしたほか，メンテナンスのし易さを考慮し主要な点検部品は大きく開口する右側カバーとエンジンカバー内に配置している。

問合せ先：(株)加藤製作所 HICOM 事業部営業戦略部
〒140-0011 東京都品川区東大井 1-9-7

19-〈02〉-05	キャタピラージャパン 油圧ショベル Cat 330/330GC	'19.2 発売 モデルチェンジ
------------	---------------------------------------	---------------------

オフロード法 2014 年基準に適合し，電子制御式コントロールバルブを採用した油圧ショベルのモデルチェンジである。

ペイロード計測システム Cat プロダクションメジャメントにより，ブーム・アームを停止させることなく，持ち上げ旋回中に積荷の重さを計測できる。また，Cat グレードコントロールにより，目標の勾配を少ないパス工数で作業仕上げができる。3D システムが必要な際はアップグレードが可能である（330 のみ）。

Cat Connect テクノロジーにより，車両の位置や状態をリアルタイムに把握し，燃料消費量やアイドリング時間の分析も可能である。

ROPS（運転者保護構造）規格適合のキャブを採用し，エアサスペンションシートには，シートヒーター・ベンチレータを装備している。標準のリアビューカメラで周辺の状況を LED モニタで確認できる。

表ー2 Cat 330GC/330 の主な仕様

		330GC	330
運転質量	(kg)	27,600	29,900
標準バケット容量	(m^3)	1.5	1.5
エンジン名称		Cat C7.1 ディーゼル エンジン	Cat C7.1 ディーゼル エンジン
総行程容積	(ℓ)	7.01	7.01
定格出力／回転数	(kW / min^{-1})	151 / 1,750	203 / 1,750
全長	(mm)	10,420	10,420
全幅（トラック全幅）	(mm)	2,990	3,190
全高	(mm)	3,050	3,060
後端旋回半径	(mm)	3,130	3,130
標準販売価格 （販売標準仕様，工場渡し，税別）	(千円)	27,367.9	32,481.4

新機種紹介



写真一2 キャタピラー・ジャパン Cat330 油圧ショベル

問合せ先：キャタピラー（同）GCI Marketing Innovation
〒220-0012 神奈川県横浜市西区みなとみらい3-7-1

▶ 〈07〉 穿こう機械およびブレーカ

19-〈07〉-01	工機ホールディングス ロータリハンマドリル DH 28PEC	'19.05 発売 新機種
------------	--------------------------------------	------------------

設備工事のアンカー施工の下穴あけなどに使用されるロータリハンマドリルである。

衝撃解析による最適化された打撃機構部と定速度制御による安定した回転打撃により穿孔スピードの向上を図っている。従来の整流子モータに対して AC ブラシレスモータ搭載としたことで、アマチュアコイルの断線・レアショートなどのトラブルをなくし、カーボンブラシの交換を不要としメンテナンス性の向上を図っている。

オートストップ機能により穿孔時間を記憶しその時間でモーターを自動停止することで安定した連続穿孔をサポートする。回転打撃数切り替え機能により、作業内容に応じて高速・低速の回転打撃を選択する。RFC（リアクティブフォースコントロール）機能により、急激な負荷に対し本体内蔵のコントローラーが自動的に穿孔を停止し振り回されを軽減する。ハンドルと打撃機構部の間に防振ダンパーと防振スプリングを設置する UVP 機能により、打撃による衝撃を吸収する。これら4つの機能により操作性の向上を図っている。

表一3 DH 28PEC の主な仕様

穿孔最大ドリル径（コンクリート）	(mm)	28
消費電力	(W)	900
回転数	(min ⁻¹)	950
打撃数	(min ⁻¹)	4,300
振動値	(m/s ²)	10.7
本体全長	(mm)	355
本体質量※（1）	(kg)	3.0
価格	(円)	44,500

（注）（1）質量は、サイドハンドル含む、コードは除く。



写真一3 工機ホールディングス DH 28PEC ロータリハンマドリル

問合せ先：工機ホールディングス(株) 研究開発本部 第二設計部
〒312-8502 茨城県ひたちなか市武田1060番地

▶ 〈19〉 建設ロボット、情報化機器

19-〈19〉-11	安藤ハザマ BIM データと連携した 自律走行ロボット	'19.06 発表 基盤技術
------------	-----------------------------------	-------------------

建築工事における作業の効率化、苦渋作業や危険作業の削減など生産性および安全性の向上を目的とした施工自動化の基盤となるロボットである。

「自律走行ロボット」（写真一1）は、ロボット自身が建物内（工事施工範囲）のどの位置に存在しているかを高精度に認識する装置で、位置を測定するためにプリズム自動追尾型測量機を使用し、ロボットの位置確認および移動指示を行う「位置認識・移動制御システム」（図一1）から構成されている。

ロボットは、BIM データと連携した自己位置認識技術で制御され、SLAM（※1）により自律走行する。移動部には全方位移動台車を採用しており 360° の方向にも移動可能である。移動指示は、システムから2次元座標（X, Y）により行い、ロボットがその位置近傍まで移動し停止すると、ロボット上部の四隅に設置した 360° プリズムを測量機で検出し、システムの画面から停止位置を3次元座標（X, Y, Z）で確認することができる。なお、測量機は、複数のプリズムを同時に検出することができないため、測量機から検出しやすいプリズムを1カ所ずつ順次露出し、それ以外を遮蔽する機構と測量機の向きを制御する機構により、複数のプリズムを自動検出することができる。プリズムを2カ所検出することでロボットの停止位置を計算することができ、3カ所以上検出した場合は、向きや傾きまで計算することが可能となる。

一般的に BIM データは情報量が増えるほど処理速度が遅くなるが、システムの画面描画にゲームエンジンを採用することによって、高速に処理を行い、タブレット端末や汎用 PC でも快適な動作が可能となっている。

このロボット技術を建築現場における材料の取り付け作業やそのアシスト、および資機材の運搬や検査・点検など、さまざまな作業

新機種紹介

の自動化装置に搭載することにより、作業を省力化し、生産性の向上を図っていく。

※1：SLAM（Simultaneous Localization and Mapping）
レーザーレンジスキャナなどの各種センサーから取得した周辺環境の情報から、自己位置推定と地図作成を同時に行うこと。

表一 4 主な仕様

幅×奥行×高さ	(mm)	770 × 770 × 800
重量	(kg)	60
走行速度	(m/秒)	0.5
価格	(百万円)	—



写真一 4 安藤ハザマ 自律走行ロボット



図一 1 位置認識・移動制御システム

問合せ先：(株)安藤・間 建設本部先端技術開発部
〒107-8658 東京都港区赤坂 6-1-20

▶ 〈20〉 タイヤ、ワイヤロープ、検査機器等

19-〈20〉-01	ケルヒャー ジャパン 業務用冷水超高压洗浄機 HD 9/100-4 Cage クラシック	'19.07 発売 新機種
------------	--	------------------

大型バンやトラックの荷台に積載して輸送ができるポータブルサイズの超高压洗浄機である。造船現場の藻類・腐食した塗装の除去、工場のタンクや機械部品、建設現場の足場の洗浄に有効である。

同社が扱う超高压洗浄機の中で、最も高い 100 MPa の吐出圧力を備えており、塗装のはく離や熱交換器のパイプ洗浄が可能で、強固な汚れも洗浄剤を使用せずに取り除くことができる。

表一 5 HD 9/100-4 Cage クラシックの主な仕様

動力	3 相 400 V
電流値	(A) 63
モーター出力	(kW) 30
吐出水量	(L/h) 980
吐出圧力	(MPa) 100
最大給水温度	(℃) 45
水道ホース	(m) 7.5
質量	(kg) 398
寸法 (長さ×幅×高さ) (m)	1.395 × 0.789 × 1.088
標準装備品	●ダンプガン ●スプレーランス 700 mm ●バイパスチューブ ●ホースコネクション ●ホースコネクションアダプター ●ノズルホルダー ●オーリング ●F19 ノズル 1.10 mm 20 度 ●フィルターハウジング ●ゲカカップ リング オス/メス
価格 (税抜き)	(百万円) 5.5



写真一 5 ケルヒャージャパン HD 9/100-4 Cage クラシック 業務用冷水超高压洗浄機

新機種紹介

また、高圧噴射していない状況では、水を低圧で開放する仕組みが作動し、高圧ホース内に圧力がかからずホースが固くならないため、洗浄作業中の取り回しが容易に行える。

問合せ先：ケルヒージャパン(株) 業務用製品コールセンター
TEL：045-777-7410

19-〈20〉-02	ケルヒージャパン 業務用冷水高圧洗浄機 HD 7/15 M	'19.07 発売 新機種
------------	-------------------------------------	------------------

ミドルサイズの高圧洗浄機である。食品加工工場の調理用器具や床（オプションアクセサリーの使用が必要）、工場の機械設備で日常的に発生する汚れの洗浄に有効である。

ポンプの故障原因となりやすいバルブを、保持圧の解放機能があるオーバーフローバルブに変更し、ポンプへの異物侵入を防ぐフィルターを大型化することにより耐久性が50%向上した*¹。

ポンプ本体の圧力の損失を防ぐ構造により、吐出圧力が高まり洗浄力の向上とトリガーを握り続ける必要がない独自のトリガーガンにより、長時間洗浄作業時の疲労軽減を図っている。

※1：自社前モデル HD 7/15 C との比較による。



写真—6 ケルヒージャパン HD 7/15 M 業務用冷水高圧洗浄機

問合せ先：ケルヒージャパン(株) 業務用製品コールセンター
TEL：045-777-7410

表—6 HD 7/15 M の主な仕様

動力	3 相 200 V
吐出水量 (L/h)	700
吐出圧力 (Mpa)	15
最高給水温度 (℃)	60
モーター入力／出力 (kW)	3.8／4.3
電源コード (m)	5
水道ホース (m)	10
質量 (kg)	28
寸法（長さ×幅×高さ）(m)	0.455 × 0.40 × 0.70 ※ (2) ※ ⁽²⁾ ハンドル 収納時
標準装備品	●高圧ホース 10 m ●トリガーガン ●スプレーランス 0.84 m ●ワンタッチカップリング ●ノズル チップ固定ホルダー ●ノズルチップ 25 度パワーノズル
価格（税抜き）（百万円）	0.3

令和元年度 建設投資見通し

国土交通省 総合政策局 情報政策課 建設経済統計調査室

1. はじめに

我が国の建設投資は、社会経済活動・市場動向等に与える影響が極めて大きい。

このため、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年度から毎年度、建設投資推計及び建設投資見通しを作成し、「建設投資見通し」として公表している。

2. 建設投資見通しの概要

令和元年度の建設投資は、前年度比3.4%増の62兆9,400億円となる見通しである。

令和元年度の建設投資は、前年度比3.4%増の62兆9,400億円と

なる見通しである。このうち、政府投資は21兆6,300億円（前年度比4.5%増）、民間投資が41兆3,100億円（前年度比2.8%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41兆2,700億円（前年度比1.9%増）、土木投資が21兆6,700億円（前年度比6.3%増）となる見通しである（表—1、図—1）。

平成30年度の建設投資は、前年度比0.3%増の60兆8,800億円となる見込みである。このうち政府投資は20兆7,000億円（前年度比2.6%減）、民間投資は40兆1,800億円（前年度比1.9%増）と見込まれる。建築・土木別に見ると、建築投資が40兆4,900億円（前年度比0.7%増）、土木投資が20兆3,900億円（前年度比0.3%減）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基調となり、平成22年度には平成4年度の半分程度にまで減少した。その後、東日本大震災からの復興等により回復傾向となっている。令和元年

表—1 令和元年度建設投資（名目値）

（単位：億円，%）

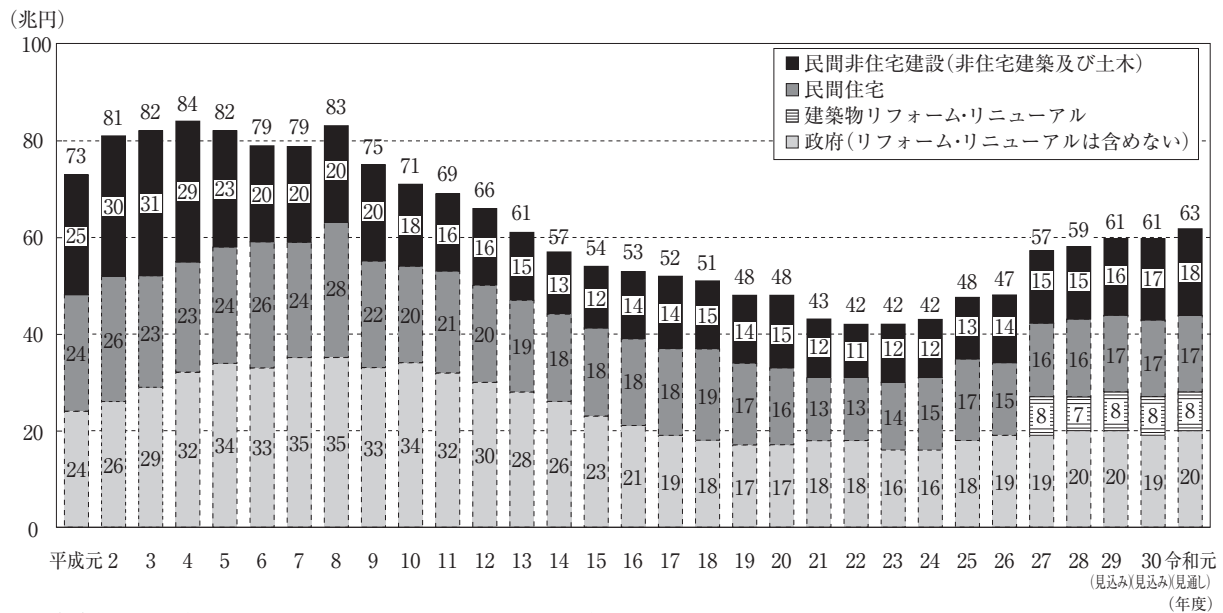
項 目	年 度	投 資 額				対 前 年 度 伸 び 率			
		平成28年度 実績	29年度 見込み	30年度 見込み	令和元年度 見通し	平成28年度	29年度	30年度	令和元年度
総 計		587,399	606,800	608,800	629,400	3.7	3.3	0.3	3.4
建 築		383,061	402,200	404,900	412,700	3.3	5.0	0.7	1.9
住 宅		172,209	174,500	174,700	179,600	4.5	1.3	0.1	2.8
政 府		7,583	6,100	5,500	5,700	▲ 4.0	▲ 19.6	▲ 9.8	4.7
民 間		164,626	168,400	169,200	173,900	4.9	2.3	0.5	2.8
非 住 宅		137,223	151,600	155,000	157,300	4.9	10.5	2.2	1.5
政 府		34,795	37,300	37,300	39,100	▲ 0.3	7.2	0.0	4.7
民 間		102,428	114,300	117,700	118,200	6.8	11.6	3.0	0.4
リフォーム・リニューアル		73,629	76,100	75,200	75,800	▲ 2.2	3.4	▲ 1.2	0.8
政 府		13,433	13,200	13,400	13,600	1.1	▲ 1.7	1.5	1.5
民 間		60,196	62,900	61,800	62,200	▲ 2.9	4.5	▲ 1.7	0.6
土 木		204,338	204,600	203,900	216,700	4.5	0.1	▲ 0.3	6.3
政 府		154,051	156,000	150,800	157,900	5.5	1.3	▲ 3.3	4.7
公共事業		128,986	133,300	128,400	134,400	7.9	3.3	▲ 3.7	4.7
そ の 他		25,065	22,700	22,400	23,500	▲ 5.1	▲ 9.4	▲ 1.3	4.7
民 間		50,287	48,600	53,100	58,800	1.4	▲ 3.4	9.3	10.7
再 掲	政 府	209,862	212,600	207,000	216,300	3.9	1.3	▲ 2.6	4.5
	民 間	377,537	394,200	401,800	413,100	3.6	4.4	1.9	2.8
	民間非住宅建設 ^{注1}	152,715	162,900	170,800	177,000	5.0	6.7	4.8	3.6

（注）1. 民間非住宅建設＝民間非住宅建築投資＋民間土木投資

2. 令和元年度の伸び率は、平成31年度の経済見通しと経済財政運営の基本的態度（平成31年1月28日閣議決定）及び令和元年度内閣府年次試算（令和元年7月29日）の公的固定資本形成及び民間住宅の指標から算定している。

3. 見込み・見通しの投資額は、四捨五入により100億円単位にしているため、対前年度伸び率と合わない場合がある。

4. ▲はマイナス。



図—1 建設投資額(名目値)の推移

度の建設投資については、平成30年度の補正予算等に係る政府建設投資が見込まれること等から、総額として62兆9,400億円となる見通しである。

3. 国内総生産と建設投資の関係

令和元年度の建設投資が国内総生産に占める比率は、9.8%となる見通しである。

国内総生産に占める建設投資の比率は、昭和50年頃は20%以上あったが、その後、減少傾向となった。昭和61年度から平成2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。近年では、約10%程度で推移している(図—2、3)。

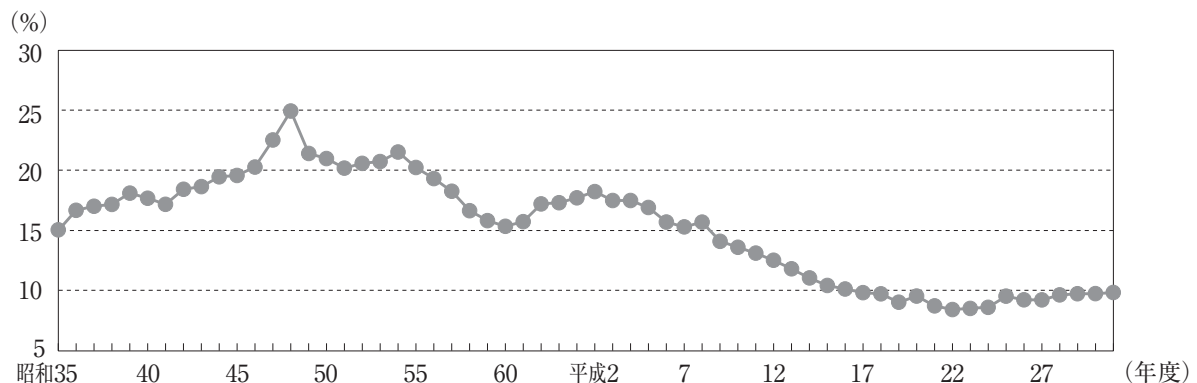
4. 建設投資の構成と推移

(1) 建設投資の構成と推移

令和元年度建設投資見通しにおける建設投資の構成を見ると、政府土木投資と民間建築投資の合計が全体の82%を占めている。

令和元年度の建設投資の構成を見ると、民間投資が66%、政府投資が34%である。

民間投資のうち住宅、非住宅及びリフォーム・リニューアル投資を合わせた建築投資が全体の57%を占めている。政府投資は土木投資が全体の25%を占めており、この両方で建設投資全体の82%を占めている(図—4、5)。



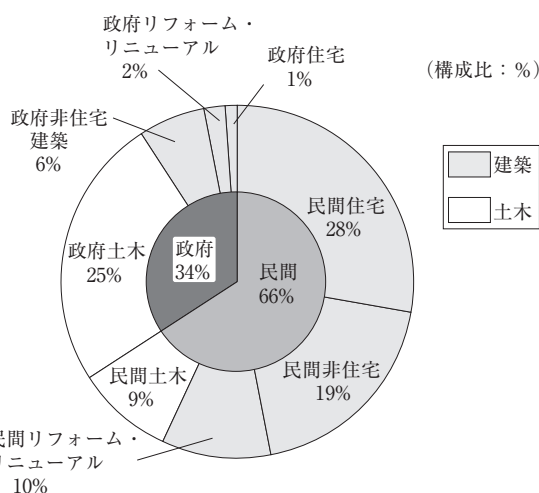
図—2 建設投資の国内総生産に占める比率

統計

GDE(=GDP) 547.4兆円							
消費 410.8兆円 (75.0%)		投資 131.7兆円 (24.1%)				輸出 98.2兆円 (17.9%)	輸入(控除) -93.3兆円 (-17.0%)
民間消費 303.2兆円 (55.4%)	政府消費 107.6兆円 (19.7%)	民間住宅 17.2兆円 (3.1%)	民間企業設備投資 86.2兆円 (15.7%)	政府投資 27.6兆円 (5.0%)	在庫 0.8兆円 (0.1%)		
		機 械 等				機 械 等	
民間住宅 16.8兆円 (3.1%)		民間非住宅建設投資 16.3兆円 (3.0%)				政府建設投資 21.3兆円 (3.9%)	
		民間土木 4.9兆円				民間非住宅建築 11.4兆円	
						在庫	

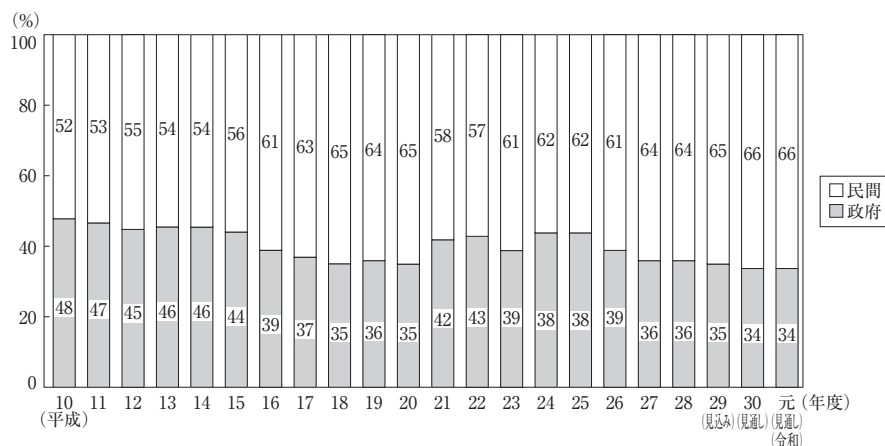
- (注) 1. 国内総生産は「国民経済計算」及び「平成 31 年度の経済見通しと経済財政運営の基本的態度」(平成 31 年 1 月 28 日閣議決定)による。
 2. 建設投資(名目値)の平成 29、30 年度は見込み額、令和元年度は見通し額である。
 3. 建設投資(名目値)には、建築物リフォーム・リニューアル投資額は含まれていない。
 4. 国内総生産の昭和 35 年度から昭和 54 年度までは「平成 2 年基準(1968SNA)」, 昭和 55 年度から平成 5 年度までは「平成 12 年基準(1993SNA)」, 平成 6 年度以降は「平成 23 年基準(2008SNA)」による。
 5. 計数はそれぞれ四捨五入しているため合計と必ずしも一致しない。

図一 3 国内総支出と建設投資の関係(平成 29 年度)



- (注) 計数はそれぞれ四捨五入しているため合計と必ずしも一致しない。

図一 4 令和元年度 建設投資の構成(名目値)



図一 5 政府・民間別構成比の推移

(2) 建築・土木別構成比の推移

令和元年度の建設投資は、建築投資が66%で、土木投資が34%となる見通しである。

建築と土木との構成比については、平成10年度以降、建築投資が増加する一方で政府土木投資が減少し、建築投資の占める比率が平成18年度には60%となった。

その後、一時的に土木投資が増加したが、近年は建築投資の占める比率が高まる傾向にあり、建築投資が60%台、土木投資が30%台で推移している（図—6）。

(3) 政府建設投資の動向

令和元年度の政府建設投資は、前年度比4.5%増の21兆6,300億円となる見通しである。

令和元年度は、前年度比4.5%増加し、21兆6,300億円となる見通しである。

平成30年度は、前年度比2.6%減少し、20兆7,000億円となる見込みである。

※令和元年度の伸び率は、平成31年度の経済見通しと経済財政運

営の基本的態度（平成31年1月28日閣議決定）及び令和元年度内閣府年次試算（令和元年7月29日）の公的固定資本形成の指標から算定している。

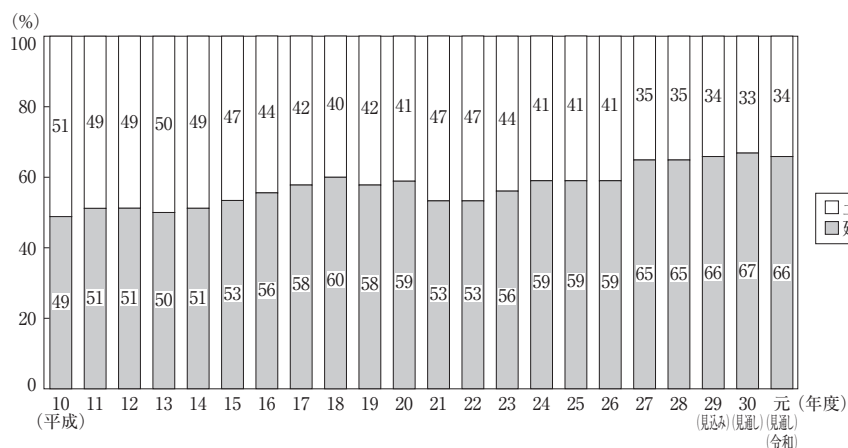
(4) 住宅投資の動向

令和元年度の住宅投資は、前年度比2.8%増の17兆9,600億円となる見通しである。

令和元年度の民間住宅投資は、前年度比2.8%増の17兆3,900億円となる見通しである。また、政府住宅投資を合わせた令和元年度の住宅投資全体では、前年度比2.8%増の17兆9,600億円となる見通しである。

（参考）

平成30年度の新設住宅着工戸数は、前年度比0.7%増の95.3万戸であった。利用関係別に見ると、持家は28.8万戸（前年度比2.0%増）、貸家は39.0万戸（前年度比4.9%減）、給与住宅は0.8万戸（前年度比46.4%増）、分譲住宅は26.7万戸（前年度比7.5%増）となっている（表—2）。



図—6 建築・土木別構成比の推移

表—2 新設住宅着工戸数と伸び率の推移

【着工戸数】		(単位：戸)				
年 度		総 計	持 家	貸 家	給 与	分 譲
	平成27年度	920,537	284,441	383,678	5,832	246,586
	平成28年度	974,137	291,783	427,275	5,793	249,286
	平成29年度	946,396	282,111	410,355	5,435	248,495
	平成30年度	952,936	287,710	390,093	7,958	267,175

【伸び率：前年同期比】		(単位：%)				
年 度		総 計	持 家	貸 家	給 与	分 譲
	平成27年度	4.6	2.2	7.1	▲25.9	4.5
	平成28年度	5.8	2.6	11.4	▲0.7	1.1
	平成29年度	▲2.8	▲3.3	▲4.0	▲6.2	▲0.3
	平成30年度	0.7	2.0	▲4.9	46.4	7.5

(注) 1. 「住宅着工統計」(国土交通省)による。

2. ▲はマイナス。

統計

※令和元年度の伸び率は、平成31年度の経済見通しと経済財政運営の基本的態度（平成31年1月28日閣議決定）及び令和元年度内閣府年次試算（令和元年7月29日）の民間住宅の指標から算定している。

(5) 建築物リフォーム・リニューアル投資の動向

令和元年度の建築物リフォーム・リニューアル投資は、前年度比0.8%増の7兆5,800億円となる見通しである。

令和元年度の民間建築物リフォーム・リニューアル投資は、前年度比0.6%増の6兆2,200億円となる見通しである。また、政府建

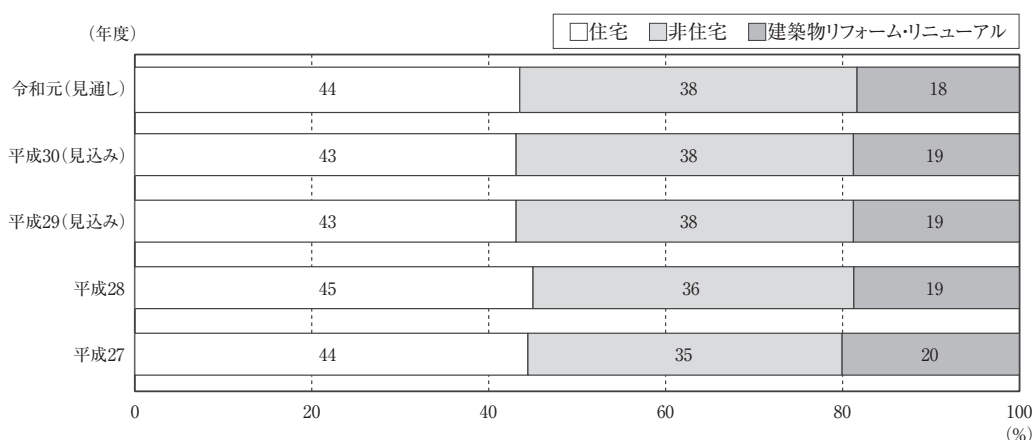
築物リフォーム・リニューアル投資を合わせた令和元年度の建築物リフォーム・リニューアル投資全体では、前年度比0.8%増の7兆5,800億円となる見通しである。

建築物リフォーム・リニューアル投資は、建築投資全体に対し約20%を占めている（図－7）。

(6) 民間非住宅建設投資（建築＋土木）の動向

令和元年度の民間非住宅建設投資（民間非住宅建築及び民間土木）は、前年度比3.6%増の17兆7,000億円となる見通しである。

令和元年度の民間非住宅建築投資は、前年度比0.4%増の11兆



- (注) 1. 平成27年(2015年)産業連関表の建設補修に関する産出額において、「建築物リフォーム・リニューアル調査」の調査結果を適用し、「維持・修理」及び「改裝・改修」に該当する金額を推計し、「改裝・改修」については国内総固定資本形成に計上した。
 これまで「建設投資見通し」とは別に、建築物リフォーム・リニューアル投資額を推計していたが、平成27年(2015年)産業連関表に準じ、平成27年度から建設投資額として計上している。
2. 「建築物リフォーム・リニューアル」とは、既存建築物の増築、一部改築、改裝・改修工事等のことであり、劣化等の維持・修理に加え、従前の建築物の機能や耐久性を高めるものを含む。

図－7 住宅・非住宅・建築物リフォーム・リニューアル構成比の推移

表－3 民間非住宅建設投資額（名目値）と伸び率の推移

【投資額】		(単位：億円)	
	民間非住宅建築	民間土木	合計 (民間非住宅建設投資)
平成27年度	95,919	49,591	145,510
平成28年度	102,428	50,287	152,715
平成29年度（見込み）	114,300	48,600	162,900
平成30年度（見込み）	117,700	53,100	170,800
令和元年度（見通し）	118,200	58,800	177,000

【伸び率：前年比】		(単位：%)	
	民間非住宅建築	民間土木	合計 (民間非住宅建設投資)
平成27年度	4.7	2.3	3.9
平成28年度	6.8	1.4	5.0
平成29年度（見込み）	11.6	▲3.4	6.7
平成30年度（見込み）	3.0	9.3	4.8
令和元年度（見通し）	0.4	10.7	3.6

(注) ▲はマイナス。

8,200 億円となる見通しである。また、民間土木投資は、前年度比 10.7% 増の 5 兆 8,800 億円となる見通しである。

これにより、令和元年度の民間非住宅建設投資（民間非住宅建築及び民間土木）は、前年度比 3.6% 増の 17 兆 7,000 億円となる見通しである。

平成 30 年度の民間非住宅建設投資（民間非住宅建築及び民間土木）は、前年度比 4.8% 増の 17 兆 800 億円となる見込みである。

このうち、民間非住宅建築投資は 11 兆 7,700 億円（前年度比 3.0% 増）、民間土木投資は 5 兆 3,100 億円（前年度比 9.3% 増）となる見込みである（表-3）。

建設投資見通しは、国土交通省のホームページで公表しているのを参照されたい（https://www.mlit.go.jp/report/press/joho04_hh_000850.html）。



令和元年度 主要建設資材需要見通し

国土交通省 土地・建設産業局 建設市場整備課

1. はじめに

国土交通省では、建設事業に使用される主要な建設資材の年間需要量の見通しを公表することにより、建設資材の安定的な確保を図り、円滑に建設事業を推進することを目的として、昭和51年度より「主要建設資材需要見通し」を毎年公表している。

本稿では、令和元年8月26日に公表した「令和元年度主要建設資材需要見通し」の概要を報告する。

2. 対象建設資材

令和元年度主要建設資材需要見通しでは、「①セメント」、「②生コンクリート」、「③骨材、砕石」、「④木材」、「⑤普通鋼鋼材、形鋼、小形棒鋼」および「⑥アスファルト」の6資材9品目を対象とする。

3. 需要見通し推計方法

令和元年度の主要建設資材の需要見通しは、「令和元年度建設投資見通し（国土交通省総合政策局情報政策課建設経済統計調査室令和元年8月13日公表）」の建築（住宅、非住宅）、土木（政府、民間）等の項目ごとの建設投資見通し額（建築物リフォーム・リニューアル投資除く）に、建設資材ごとの原単位（工事費100万円当たりの建設資材需要量）を乗じ、さらに各建設資材の需要実績等を考慮して、令和元年度の主要な建設資材の国内需要の推計を行った。

4. 令和元年度主要建設資材需要見通し

(1) 概況（平成30年度および令和元年度）

平成30年度の主要建設資材の需要量実績は、同年度の建設投資見込み（名目値）が前年度比0.5%の増加で、うち建築部門は1.1%の増加、土木部門は0.3%の減少となり、平成29年度の実績値と比べて木材は減少となったが、その他の資材は増加となった。

令和元年度の主要建設資材の需要見通しは、同年度の建設投資見通し（名目値）が前年度比3.7%の増加で、うち建築部門は2.2%の増加、土木部門は6.3%の増加と見通されていることから、全ての資材において昨年度実績値と比べて増加と見通される（建築物リフォーム・リニューアル投資を除く）。

令和元年度主要建設資材需要見通しは、図—1および表—1のとおりである。

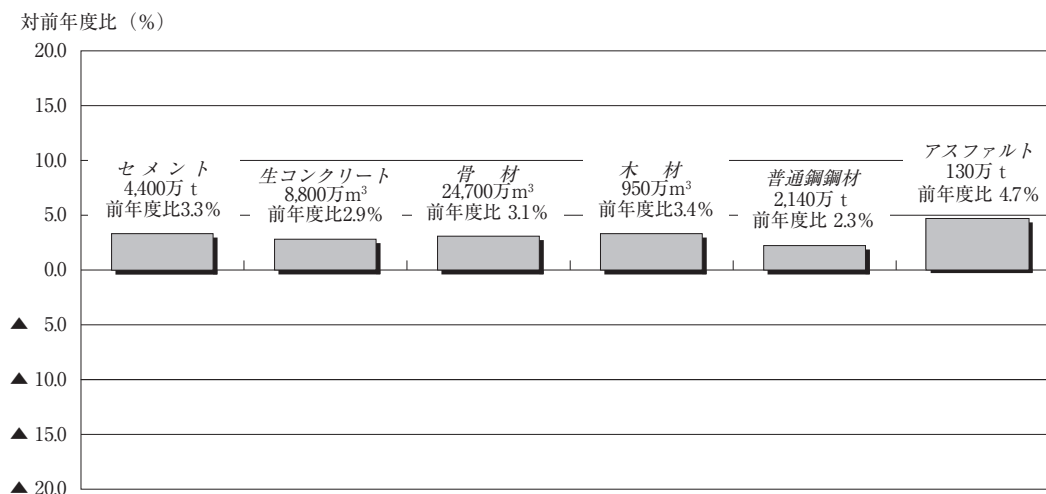
(2) 主要建設資材の需要見通し

①セメント、②生コンクリート

平成30年度における需要量実績は、セメントが前年度比1.7%増加の4,259万t、生コンクリートが前年度比2.1%増加の8,548万m³であった。令和元年度については、セメントが前年度比3.3%増加の4,400万t、生コンクリートが前年度比2.9%増加の8,800万m³と見通される。

③骨材、砕石

平成30年度における需要量実績は、骨材が前年度比1.7%増加の23,957万m³、砕石が前年度比1.7%増加の11,858万m³となると推



図—1 令和元年度の主要建設資材需要見通し

(注) 棒グラフは、平成30年度の実績値（骨材は推計値）と令和元年度見通し値との対比です。

表―1 主要建設資材の需要量実績値および推計値

資材名称	単 位	需 要 量			伸 び 率	
		H29 年度 実績値	H30 年度 実績値	令和元年度 見通し	H30/H29	R1/H30
セメント	万 t	4,188	4,259	4,400	1.7%	3.3%
生コンクリート	万 m ³	8,370	8,548	8,800	2.1%	2.9%
骨 材	〃	23,568	23,957	24,700	1.7%	3.1%
砕 石	〃	11,665	11,858	12,200	1.7%	2.9%
木 材	〃	929	919	950	-1.1%	3.4%
普通鋼鋼材	万 t	2,075	2,091	2,140	0.8%	2.3%
形 鋼	〃	476	478	480	0.4%	0.4%
小形棒鋼	〃	713	736	750	3.3%	1.9%
アスファルト	〃	124	124	130	0.3%	4.7%

- (注) 1. 本見通しは、「令和元年度建設投資見通し（国土交通省総合政策局 情報政策課 建設経済統計調査室 令和元年 8 月 13 日公表）」をもとに推計したものである。
2. 各資材の対象は、セメントは〔内需量〕、生コンクリート、砕石は〔出荷量〕、木材は〔製材品出荷量〕、骨材は〔供給量〕、普通鋼鋼材、形鋼は〔建設向け受注量〕、小形棒鋼は〔建設向け出荷量〕、アスファルトは〔建設向け等内需量〕。
3. 本見通しの有効数字は、セメントは〔100 万 t〕、生コンクリート、骨材および砕石は〔100 万 m³〕、木材は〔25 万 m³〕、普通鋼鋼材、形鋼および小形棒鋼は〔10 万 t〕、アスファルトは〔5 万 t〕。
4. 平成 29 年度需要量のうち、骨材、平成 30 年度需要量のうち、骨材、砕石、小形棒鋼は推計値を使用しているため、見込み値（イタリック体）。
その他の資材については実績値。

計される。令和元年度については、骨材が前年度比 3.1%増加の 24,700 万 m³、砕石が前年度比 2.9%増加の 12,200 万 m³と見通される。

④木 材

平成 30 年度における需要量実績は、前年度比 1.1%減少の 919 万 m³であった。令和元年度については、前年度比 3.4%増加の 950 万 m³と見通される。

⑤普通鋼鋼材、形鋼、小形棒鋼

平成 30 年度における需要量実績は、普通鋼鋼材が前年度比 0.8%増加の 2,091 万 t、うち形鋼が前年度比 0.4%増加の 478 万 t、小形棒鋼は前年度比 3.3%増加の 736 万 t となると推計される。令和元年度については、普通鋼鋼材が前年度比 2.3%増加の 2,140 万 t、うち形鋼が 0.4%増加の 480 万 t、小形棒鋼が 1.9%増加の 750 万 t と見通される。

⑥アスファルト

平成 30 年度における需要量実績は、前年度比 0.3%増加の 124 万 t であった。令和元年度については、前年度比 4.7%増加の 130 万 t と見通される。

5. 主要建設資材需要量の推移

主要建設資材の国内需要量推移を表―2 および図―2 に示す。各主要建設資材の需要量実績、需要見通しの対象は、次の (1)～(8) のとおりである。

(1) セメント

国内メーカーの国内販売量に海外メーカーからの輸入量を加えた

販売等の量を対象としている。「内需量」＝「国内販売量」＋「輸入量」。

なお、表―2 および図―2 の平成 30 年度までは実績値で、(一社)セメント協会の「セメント需給実績」の値を用いている。

(2) 生コンクリート

全国生コンクリート工業組合連合会組合員工場の出荷量とその他の工場の推定出荷量とを加えた出荷量を対象としている。「出荷量」＝「組合員工場出荷量」＋「その他工場推定出荷量」。

なお、表―2 および図―2 の平成 30 年度までは実績値で、全国生コンクリート工業組合連合会・協同組合連合会の「出荷実績の推移」の値を用いている。

(3) 骨材

国内における供給量を対象としており、輸入骨材も含んでいる。

なお、表―2 および図―2 の平成 28 年度までは実績値で、経済産業省の「骨材需給表」をもとに算出した値である。平成 29 年度、平成 30 年度は推計値で、経済産業省の「砕石等統計年報」「砕石等統計四半期報」「骨材需給表」をもとに算出した値である。

(4) 砕石

メーカーの国内向け出荷量を対象としている。

なお、表―2 および図―2 の平成 29 年度までは実績値で、経済産業省の「砕石等統計年報」「砕石等統計四半期報」をもとに算出した値である。

統計

表一-2 主要建設資材の国内需要量実績の推移

国土交通省 土地・建設産業局 建設市場整備課
令和元年 8 月 26 日 現在

	セメント (内需量)		生コンクリート (出荷量)		骨材 (供給量)		砕石 (出荷量)		木材(製材品出荷量)		普通鋼鋼材 (建設向け受注量)			小形棒鋼 (建設向け出荷量)			アスファルト (建設向け等内需量)	
	千 t	前年度比 (%)	千 m ³	前年度比 (%)	千 m ³	前年度比 (%)	千 m ³	前年度比 (%)	千 m ³	前年度比 (%)	千 t	前年度比 (%)	千 t	前年度比 (%)	千 t	前年度比 (%)	千 t	前年度比 (%)
平成 7 年度	80,377	0.8	175,723	▲ 0.0	530,625	▲ 0.4	258,875	▲ 0.4	23,880	▲ 6.7	28,667	2.8	7,226	1.2	11,988	1.3	4,243	▲ 2.7
平成 8 年度	82,417	2.5	180,256	2.6	538,750	1.5	275,125	6.3	24,395	2.2	30,659	6.9	8,114	12.3	11,836	▲ 1.3	4,266	0.5
平成 9 年度	76,573	▲ 7.1	167,292	▲ 7.2	512,500	▲ 4.9	253,250	▲ 8.0	21,103	▲ 13.5	28,642	▲ 6.6	7,303	▲ 10.0	11,373	▲ 3.9	4,117	▲ 3.5
平成 10 年度	70,719	▲ 7.6	153,308	▲ 8.4	459,375	▲ 10.4	228,688	▲ 9.7	18,924	▲ 10.3	25,715	▲ 10.2	6,399	▲ 12.4	10,554	▲ 7.2	3,777	▲ 8.3
平成 11 年度	71,515	1.1	151,167	▲ 1.4	455,625	▲ 0.8	222,438	▲ 2.7	18,396	▲ 2.8	26,863	4.5	6,704	4.8	10,726	1.6	3,823	1.2
平成 12 年度	71,435	▲ 0.1	149,483	▲ 1.1	458,750	0.7	219,156	▲ 1.5	17,282	▲ 6.1	28,024	4.3	6,896	2.9	11,001	2.6	3,804	▲ 0.5
平成 13 年度	67,811	▲ 5.1	139,588	▲ 6.6	466,250	1.6	209,089	▲ 4.6	15,196	▲ 12.1	26,004	▲ 7.2	6,011	▲ 12.8	10,695	▲ 2.8	3,580	▲ 5.9
平成 14 年度	63,514	▲ 6.3	131,413	▲ 5.9	442,500	▲ 5.1	191,503	▲ 8.4	14,270	▲ 6.1	25,828	▲ 0.7	5,615	▲ 6.6	10,700	0.0	3,366	▲ 6.0
平成 15 年度	59,687	▲ 6.0	123,735	▲ 5.8	414,237	▲ 6.4	179,269	▲ 6.4	14,042	▲ 1.6	25,177	▲ 2.5	5,704	1.6	9,827	▲ 8.2	3,229	▲ 4.1
平成 16 年度	57,569	▲ 3.5	118,982	▲ 3.8	368,750	▲ 11.0	165,265	▲ 7.8	13,446	▲ 4.2	25,066	▲ 0.4	5,623	▲ 1.4	9,725	▲ 1.0	3,014	▲ 6.7
平成 17 年度	59,089	2.6	121,549	2.2	343,130	▲ 6.9	164,219	▲ 0.6	13,161	▲ 2.1	24,703	▲ 1.4	5,659	0.6	10,089	3.7	2,478	▲ 17.8
平成 18 年度	58,985	▲ 0.2	121,903	0.3	340,000	▲ 0.9	166,472	1.4	12,791	▲ 2.8	25,781	4.4	5,926	4.7	10,991	8.9	2,400	▲ 3.1
平成 19 年度	55,506	▲ 5.9	111,881	▲ 8.2	317,500	▲ 6.6	153,616	▲ 7.7	11,912	▲ 6.9	24,984	▲ 3.1	5,616	▲ 5.2	10,508	▲ 4.4	2,323	▲ 3.2
平成 20 年度	50,087	▲ 9.8	101,009	▲ 9.7	285,000	▲ 10.2	136,105	▲ 11.4	10,809	▲ 9.3	21,240	▲ 15.0	4,738	▲ 15.6	8,722	▲ 17.0	1,882	▲ 19.0
平成 21 年度	42,732	▲ 14.7	86,030	▲ 14.8	243,750	▲ 14.5	118,691	▲ 12.8	9,282	▲ 14.1	17,384	▲ 18.2	3,696	▲ 22.0	7,360	▲ 15.6	2,092	11.2
平成 22 年度	41,614	▲ 2.6	85,278	▲ 0.9	237,500	▲ 2.6	117,084	▲ 1.4	9,498	2.3	18,473	6.3	3,791	2.6	7,450	1.2	1,796	▲ 14.2
平成 23 年度	42,650	2.5	87,964	3.1	233,125	▲ 1.8	116,998	▲ 0.1	9,217	▲ 3.0	19,243	4.2	3,973	4.8	7,759	4.2	1,739	▲ 3.1
平成 24 年度	44,577	4.5	92,098	4.7	238,130	2.1	121,670	4.0	9,380	1.8	20,604	7.1	4,314	8.6	8,234	6.1	1,566	▲ 10.0
平成 25 年度	47,705	7.0	98,849	7.3	253,130	6.3	129,390	6.3	10,232	9.1	21,920	6.4	4,886	13.3	8,824	7.2	1,455	▲ 7.1
平成 26 年度	45,551	▲ 4.5	94,014	▲ 4.9	248,750	▲ 1.7	124,780	▲ 3.6	9,249	▲ 9.6	21,071	▲ 3.9	4,570	▲ 6.5	8,289	▲ 6.1	1,329	▲ 8.6
平成 27 年度	42,668	▲ 6.3	87,077	▲ 7.4	239,375	▲ 3.8	116,970	▲ 6.3	9,199	▲ 0.5	19,897	▲ 5.6	4,481	▲ 1.9	7,698	▲ 7.1	1,288	▲ 3.2
平成 28 年度	41,777	▲ 2.1	83,912	▲ 3.6	230,000	▲ 3.9	113,843	▲ 2.7	9,226	0.3	20,493	3.0	4,677	4.4	7,206	▲ 6.4	1,270	▲ 1.3
平成 29 年度	41,876	0.2	83,701	▲ 0.3	235,676	2.5	116,653	2.5	9,288	0.7	20,747	1.2	4,759	1.8	7,125	▲ 1.1	1,239	▲ 2.5
平成 30 年度	42,589	1.7	85,481	2.1	239,569	1.7	118,579	1.7	9,190	▲ 1.1	20,912	0.8	4,780	0.4	7,360	3.3	1,242	0.3

(注) 1. 各資材の需要量は四捨五入して算出しているため、各月の合計と年度計とは一致しない。

2. 前年度比欄の▲はマイナス。

3. 骨材は、平成 28 年度までは実績値、平成 29 年度、平成 30 年度は推計値 (イタリアック体) で、経済産業省「砕石等統計年報」「砕石等統計四半期報」「骨材需給表」をもとに算出。

4. 木材の平成 23 年度実績値には、東日本大震災の影響により、平成 23 年 4 月～6 月の岩手県、宮城県および福島県分の出荷量が含まれていない。

5. 小形棒鋼は、平成 29 年度までは実績値、平成 30 年度は推計値 (イタリアック体) で、(一社) 日本鉄鋼連盟の資料の値 (国内向け受注総量から国内建設向け受注量を推計したもの) および国土交通省「主要建設資材月別需要予測」をもとに算出。

(出典)・セメント… (一社) セメント協会 (セメント需給実績)

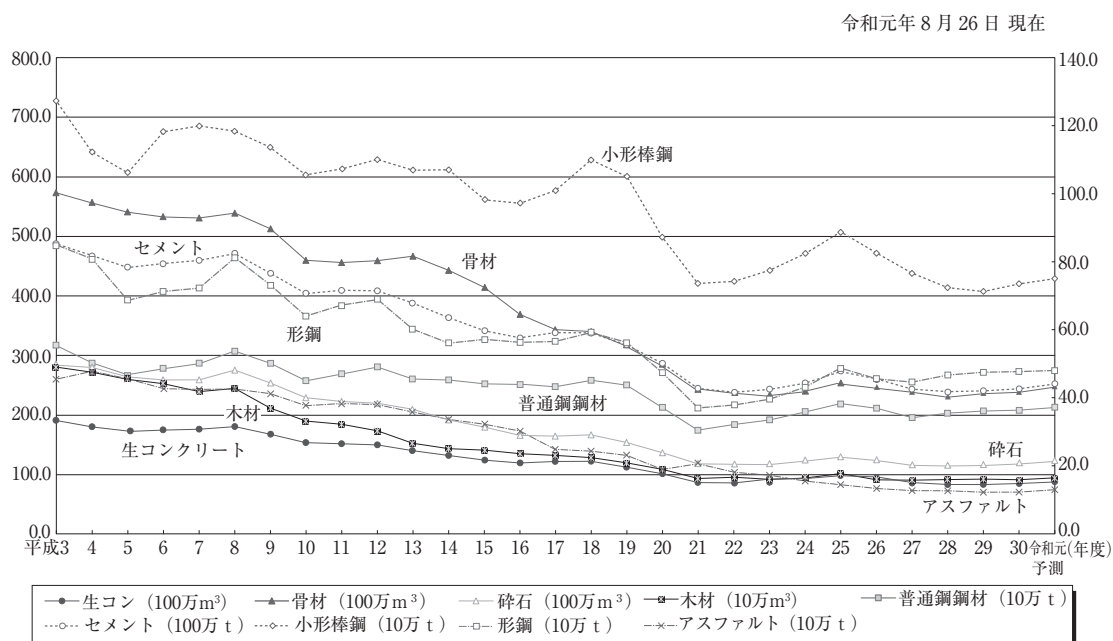
・木材… 農林水産省 (製材統計)

・アスファルト… 石油連盟 (石油アスファルト統計月報)

・生コンクリート… 全国生コンクリート工業組合連合会・協同組合連合会 (出荷実績の推移)

・普通鋼鋼材、形鋼… (一社) 日本鉄鋼連盟資料

・小形棒鋼… 経済産業省「鉄鋼需給動態統計調査」



(注) グラフの見方・実線(生コンクリート、骨材、砕石、木材、普通鋼鋼材)については左軸、点線(セメント、小形棒鋼、形鋼、アスファルト)については右軸を参照。

・平成 30 年度の需要量は、骨材、砕石、小形棒鋼については推計値、その他の資材については実績値。ただし、木材の平成 22・23 年度実績値には、東日本大震災の影響により、平成 23 年 2 月～6 月の岩手県、宮城県および福島県分の出荷量が含まれていない。

・令和元年度の需要量は、見通しの値。

(資料出所)

- セメント…(一社)セメント協会(セメント需給実績)
- 生コンクリート…全国生コンクリート工業組合連合会・協同組合連合会(出荷実績の推移)
- 骨材…経済産業省(骨材需給表)
- 砕石…経済産業省(砕石統計年報、砕石等統計四半期報)
- 木材…農林水産省(製材統計)
- 普通鋼鋼材…(一社)日本鉄鋼連盟資料
- 形鋼…(一社)日本鉄鋼連盟資料
- 小形棒鋼…経済産業省「鉄鋼需給動態統計調査」
- アスファルト…石油連盟(石油アスファルト統計月報)

図一 2 主要建設資材需要量の年度推移

(5) 木材

国内メーカーの製材品出荷量を対象としており、建設向け以外の量を含んでいる。また、製材用素材として外材を含んでいる。

なお、表一 2 および図一 2 の平成 30 年度までは実績値で、農林水産省「製材統計」の値を用いている。

(6) 普通鋼鋼材 および 形鋼

国内メーカーの国内建設向け受注量を対象としている。

なお、表一 2 および図一 2 の平成 30 年度までは実績値で、(一社)日本鉄鋼連盟の資料の値(国内向け受注総量から国内建設向け受注量を推計したもの)を用いている。

(7) 小形棒鋼

国内メーカーおよび国内販売業者からの国内建設向け出荷量を対象としている。ただし、海外メーカーからの輸入量は含まれていない。

なお、表一 2 および図一 2 の平成 29 年度までは実績値で、経済

産業省「鉄鋼需給動態統計」の値を用いて算出している。平成 30 年度は経済産業省「鉄鋼需給動態統計」を用いた推計値。

(8) アスファルト

国内メーカーの建設向けストレートアスファルト内需要のうち、燃焼用および工業用を除いた国内建設向け等内需要を対象としている。「建設向け等内需要」=「国内建設向け内需要」+「建設向け輸入量」。

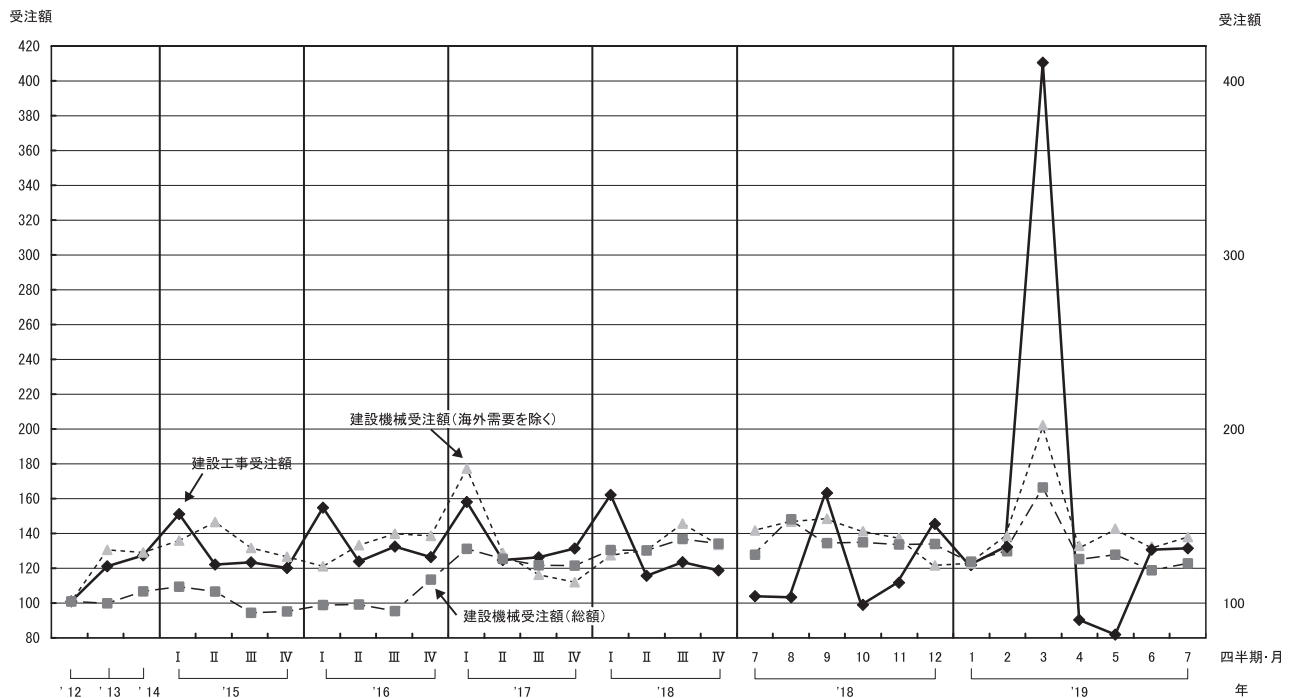
なお、表一 2 および図一 2 の平成 30 年度までは実績値で、石油連盟の「石油アスファルト統計月報」の値を用いている。

6. おわりに

「主要建設資材需要見通し」は、国土交通省のホームページ(統計情報のページ)で公表しているので参照されたい(http://www.mlit.go.jp/statistics/details/kgyo_list.html)。

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査(大手50社) (指数基準 2012年平均=100)
建設機械受注額：建設機械受注統計調査(建設機械企業数24前後) (指数基準 2012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							
2012 年	110,000	73,979	14,845	59,133	26,192	4,896	4,933	76,625	33,374	113,146	111,076
2013 年	132,378	89,133	14,681	74,453	31,155	4,660	7,127	90,614	41,463	129,076	120,941
2014 年	139,286	80,477	16,175	64,302	43,103	4,822	10,887	86,537	52,748	138,286	125,978
2015 年	141,240	96,068	19,836	76,235	35,633	4,993	4,546	95,959	45,281	141,461	141,136
2016 年	146,991	99,541	17,618	81,923	38,894	5,247	3,309	98,626	48,366	151,269	134,037
2017 年	147,828	101,211	20,519	80,690	36,650	5,183	4,787	99,312	48,514	165,446	137,220
2018 年	142,169	100,716	24,513	76,207	30,632	8,561	5,799	95,252	46,914	166,043	141,691
2018 年 7 月	9,439	6,656	2,205	4,451	1,445	358	980	6,221	3,217	170,204	9,200
8 月	9,390	6,336	1,863	4,474	2,564	380	109	6,512	2,878	169,495	10,528
9 月	14,917	11,535	2,443	9,092	2,382	444	555	10,589	4,328	169,770	14,265
10 月	8,982	6,236	1,417	4,820	2,029	430	285	6,052	2,930	170,072	9,948
11 月	10,161	7,584	1,656	5,929	1,869	325	383	7,261	2,900	168,450	11,647
12 月	13,271	10,259	2,337	7,922	2,295	394	323	9,283	3,988	166,043	15,551
2019 年 1 月	11,088	7,006	1,799	5,207	2,713	314	1,054	6,304	4,783	166,472	9,832
2 月	12,055	8,533	1,375	7,158	2,966	382	174	8,339	3,716	165,316	12,640
3 月	37,732	29,551	3,326	26,225	6,349	426	1,406	29,178	8,554	181,913	21,085
4 月	8,183	6,409	1,394	5,015	1,282	369	124	4,853	3,331	179,654	9,115
5 月	7,410	5,107	1,322	3,785	1,588	375	340	4,951	2,459	177,577	9,975
6 月	11,907	8,683	3,285	5,398	2,583	449	193	8,455	3,453	179,151	13,337
7 月	11,979	8,579	2,677	5,901	1,943	464	994	8,102	3,878	－	－

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	12 年	13 年	14 年	15 年	16 年	17 年	18 年	18 年 7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	19 年 1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月
総 額	17,343	17,152	18,346	17,416	17,478	21,535	22,923	1,836	2,132	1,932	1,940	1,921	1,925	1,777	1,864	2,397	1,799	1,835	1,705	1,763
海 外 需 要	12,357	10,682	11,949	10,712	10,875	14,912	16,267	1,250	1,525	1,318	1,356	1,353	1,423	1,292	1,292	1,558	1,250	1,245	1,158	1,193
海外需要を除く	4,986	6,470	6,397	6,704	6,603	6,623	6,656	586	607	614	584	568	502	507	572	839	549	590	547	570

(注) 2012～2014 年は年平均で、2015～2018 年は四半期ごとの平均値で図示した。

2018 年 7 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

(2019年8月1日～31日)

機械部会



■基礎工事用機械技術委員会

月 日：8月7日（水）

出席者：遠藤智委員長ほか14名

議 題：①日立建機(株)の技術プレゼン：ICT 施工 (Solution Linkage) について ②各社トピックス：アポロンシステム(株)「既存杭引抜工法と埋め戻しについて」の説明、鹿島建設(株)「パイプロ使用時のクレーン作用荷重について」の説明 ③建設機械施工11月号協会70周年特集記事の確認 ④(株)加藤製作所 群馬工場 見学会の概要説明

■トンネル機械技術委員会 幹事会

月 日：8月26日（月）

出席者：橘伸一委員長ほか7名

議 題：①トンネル工事全般に係わる安全技術に関するアンケート調査について（回答状況、各回答に対するヒヤリング項目、ヒヤリングスケジュール等） ②技術講演会について（講演者の確認等） ③見学会について：シールドトンネル現場見学会の最終確認、山岳トンネル現場見学会の詳細内容確認 ④ホームページ改訂の件

■コンクリート機械／油脂技術委員会

合同見学会

国道17号線 新三国トンネル工事見学

月 日：8月29日（木）

参加者：清水弘之委員長ほか16名

見学内容：山岳トンネル工事現場、および使用されたコンクリート機械、その他建設機械の見学

標準部会



■ISO/TC 127/SC 2/WG 24 土工機械—機械制御系の機能安全 国際 WG 会議

月 日：8月28日（水）～30日（金）

出席者：田中国際専門家（コマツ）ほか22名

場 所：協会内会議室

議 題：①衝突回避を含む、システムレベルでの自動化における機能安全の考慮及び戦略 ②ISO/DTS 19014-5に関する5月米国会議及び7月オーストラリア会議以降の進捗状況及び次段階の確認 ③DTS 投票 ISO/DTS 19014-5.2「土工機械—機能安全—第5部：

パフォーマンスレベルの表」に関する協議 ④今後の会議スケジュール確認：9月～10月フランス、11月英国、1月米国、2月ドイツ

建設業部会



■クレーン安全情報 WG

月 日：8月1日（木）

出席者：久松栄一主査ほか10名

議 題：①教本改訂に向けての検討（災害事例報告・改訂に伴う校正作業分担） ②災害事例報告 ③その他

レンタル業部会



■コンプライアンス分科会

月 日：8月6日（火）

出席者：平清二郎部会長ほか14名

議 題：①基本契約書に関する諸問題の検討 ②各社からの報告書 ③その他

各種委員会等



■機関誌編集委員会

月 日：8月7日（水）

出席者：見波潔委員長ほか24名

議 題：①令和元年12月号（第838号）の計画の審議・検討 ②令和2年1月号（第839号）の編集方針の審議・検討 ③令和元年8月号～令和元年10月号（第834～836号）の進捗状況報告・確認

■新工法調査分科会

月 日：8月20日（火）

出席者：石坂仁分科会長ほか3名

議 題：①新工法情報の持ち寄り検討 ②新工法紹介データまとめ ③その他

■新機種調査分科会

月 日：8月28日（水）

出席者：江本平分科会長ほか4名

議 題：①新機種情報の持ち寄り検討 ②新機種紹介データまとめ ③その他

支部行事一覧

北海道支部



■第2回施工技術検定委員会

月 日：8月26日（月）

場 所：支部会議室

出席者：伊藤正樹技術部会副部会長ほか17名

議 題：建設機械施工技術検定実施試験の実施要領について

■令和元年度第1回建設技術担い手育成プロジェクト会議

月 日：8月28日（水）

場 所：かでの2・7 1040 会議室

出席者：鈴木勇治プロジェクトリーダーほか27名

内 容：①令和元年度8月までの活動状況 ②令和元年度今後の計画について ③実施予算計画（中間報告） ④今後の実施体制について ⑤その他

東北支部



■情報化施工技術委員会 第2回 幹事会

月 日：8月7日（水）

場 所：東北支部 事務局会議室

出席者：鈴木勇治 情報化施工技術委員会委員長ほか12名

議 題：①人材育成協議会への対応について ②建設 ICT 総合研修への対応について ③仙台工科大学の出席授業について ④委員会参画に関するアンケート ⑤EE 東北'20 30 周年記念イベントへの取り組みについて

■ICT, UAV (i-Construction) 基礎技術講習会（主催：東北土木人材育成協議会）

【座学】

東北地方整備局における i-Construction の取り組み、各県・仙台市における取り組み、3次元測量の概要と留意点（3次元測量の基礎知識、安全対策、事例等）、ICT 建機、ICT 活用工事の監督・検査の留意事項、点群ソフト・3D 設計データ、TS・GNSS 3次元計測（検査等現場計測）

【実習】

ICT 建機操作実習に関する概要説明、ICT 建機操作実習、TS・GNSS ローバー計測実習

①青森県会場

【座学】

月 日：8月8日（木）

場 所：青森市 ラ・プラス青い森

受講者：79名

【現場見学】

月 日：8月9日（金）

場 所：五所川原市 五所川原地区河道掘削工事

受講者：35名

②秋田県会場

【座学】

月 日：8月22日（木）

場 所：秋田市 秋田県立総合プール 大会議室

受講者：62名

【実習】

月 日：8月23日（金）
場 所：秋田県秋田郡五城目町 恋地スキー場
受講者：31名

■建設機械施工技術検定実地試験の新規試験監督者講習

月 日：8月9日（金）
場 所：東北支部会議室
出席者：阿曾貢貴事務局長ほか9名
内 容：実地試験実施要領、出題・採点基準の説明と打合せ

■建設機械施工技術検定実地試験の試験監督者事前打合せ

月 日：8月21日（水）
場 所：宮城県仙台市 西尾レントオール(株) 東北テクノヤード
出席者：阿曾貢貴事務局長ほか20名
内 容：実地試験実施要領、出題・採点基準の説明と打合せ

■建設機械施工技術検定実地試験

月 日：8月22日（木）～27日（火）
場 所：宮城県仙台市 西尾レントオール(株) 東北テクノヤード

受験者数：種別	1級	2級	合計
1種	62	75	137
2種	73	467	540
3種	5	17	22
4種	52	19	71
計	192	578	770

北 陸 支 部

■北陸防災連絡会議 幹事会

月 日：8月8日（木）
場 所：北陸地方整備局 4F 共用会議室
議 題：①運営要領の改正案 ②受援計画について（情報提供） ③主な防災・減災関連施策 ④自然災害伝承碑 ⑤台風進路の予想の改善

■建設機械施工技術検定 実施試験

月 日：8月23日（金）～25日（日）
場 所：石川県小松市 コマツ教習所栗津センタ

受検者：1級延べ64名、2級延べ155名
内訳 1種 51名
2種 139名
3種 8名
4種 21名

■除雪機械管理施工技術講習会 メーカー講師打合せ

月 日：8月29日（木）
場 所：北陸支部 事務局
出席者：堤事務局長
議 題：①令和元年度 除雪講習会の開催について ②除雪講習会の実態について（過去5カ年の実態） ③H30除

雪講習会アンケート結果について
④H30 除雪講習会受講者の企業数について ⑤H30 除雪講習会に使用した説明資料比較・改善案

中 部 支 部

■i-Construction 施工講習説明者認定試験及び更新講習

月 日：8月1日（木）
場 所：愛知県名古屋市中区栄 5-25-25 MKD ビル 4 階会議室
受験者：9名
更新講習者：14名

■建設機械施工技術検定実地試験

月 日：8月30日（金）～9月2日（月）
場 所：愛知県刈谷市「住友建機販売(株) 愛知教習センター」
受験者：1級 延べ受験者112名、2級 延べ受験者244名

関 西 支 部

■令和元年度 1・2 級建設機械施工技術検定試験（実地）試験監督者打合せ

月 日：8月1日（木）
場 所：関西支部 会議室
出席者：松本克英事務局長以下12名
議 題：①実地試験実施要領について ②その他

■広報部会

月 日：8月2日（金）
場 所：関西支部 会議室
出席者：河村謙輔広報部会長以下7名
議 題：①行事予定 ②「JCMS 関西 115号」について

■令和元年度 1・2 級建設機械施工技術検定試験（実地）試験監督者打合せ

月 日：8月7日（水）
場 所：関西支部 会議室
出席者：松本克英事務局長以下6名
議 題：①実地試験実施要領について ②その他

■建設用電気設備特別専門委員会（第454回）

日 時：8月8日（木）
場 所：中央電気倶楽部 会議室
議 題：①「JEM-TR121 建設工事用電機設備機器点検保守のチェックリスト」見直し検討 ②その他

■令和元年度施工技術報告会第1回幹事会

月 日：8月20日（火）
場 所：関西支部 会議室
出席者：松本克英事務局長以下9名
議 題：①H30 精算報告書 ②令和元

年度施工技術報告会運営要領 ③令和元年度講演募集会告文 ④令和元年度予算（案）

■意見交換会事前打合せ

月 日：8月22日（木）
場 所：エル・おおさか
出席者：松本克英事務局長以下27名
議 題：意見交換会事前打合せ

中 国 支 部

■第2回開発普及部会

月 日：8月1日（木）
場 所：中国支部 事務所
出席者：飯國卓夫部会長ほか5名
議 題：①令和元年度部会事業活動の実施について ②その他懸案事項

■情報化施工技術研究会（i-Construction 研究会）

月 日：8月5日（月）
場 所：IG 石田学園ビル会議室
参加者：27名
議 題：①講話 中国地方建設現場の生産性向上について…中国地方整備局企画部 担当官 ②事例紹介 施工技術部会 ③意見（情報）交換等 ④まとめ 施工技術部会

■第1回広報部会

月 日：8月6日（火）
場 所：中国支部 事務所
出席者：錦織豊部会長ほか3名
議 題：①広報誌（CMnavi）52号の発行と53号の編集について ②支部ホームページの管理について ③支部広報活動について ④その他懸案事項

■1・2 級建設機械施工技術検定実地試験

月 日：8月24日（土）～26日（月）
場 所：大竹市晴海地先（大竹晴海商業施設等用地）
受検者：1級45名、2級188名
（1種28、2種169、3種7、4種29）

四 国 支 部

■令和元年度 1・2 級建設機械施工技術検定【学科】試験 合格発表

月 日：8月1日（木）
場 所：支部事務局
対象者：試験地【高松市】分のみ

■令和元年度建設機械施工技術検定【実地】試験監督打合せ会議

月 日：8月28日（水）
場 所：建設クリエイティブビル（高松市）
参加者：小松修夫総括試験監督者ほか6名参加
議 題：R1 実地試験の実施要領と注意

事項について

九州支部



■試験監督者説明会

月 日：8月21日（水）

場 所：リファレンス駅東ビル 3階 H5
会議室

出席者：試験監督者 15名

議 題：試験実施要領等の確認

■企画委員会

月 日：8月21日（水）

場 所：リファレンス駅東ビル 3階 H5
会議室

出席者：原尻克己企画委員長ほか 10名

議 題：①建設機械技術検定試験について
②機械設備関係会員との意見交換
会開催について ③その他

■試験監督者説明会

月 日：8月26日（月）

場 所：コマツ教習所(株)九州センタ

出席者：試験監督者 10名

議 題：試験実施要領等の確認

■建設機械施工技術検定試験（実地試験）

月 日：8月27日（火）～9月4日（水）

場 所：コマツ教習所(株)九州センタ

受験者：1級 197名, 2級 580名



編集後記

本誌10月号を編集集中に東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会開幕まで、1年を切りました。

1964年東京大会のとき、小生は、小学1年生で、重量挙げや体操、柔道、レスリング、バレーボールなどの競技での日本選手の活躍に興奮し、閉会式で異なる国々の選手が腕を組んで和気あいあいと入場行進する光景に感動するとともに、オリンピックが平和の祭典であることを深く印象付けられました。

来年の大会が、どのような興奮と感動をもたらしてくれるのか、今から開幕を待ち遠しく感じています。

さて、今月号は「防災・災害対応・復旧・復興・国土強靱化」特集です。

今年は9月中旬時点で激甚災害に指定されたのは、台風3号・5号の1件、激甚災害指定見込みが台風10号・13号・15号の1件ですが、昨年は、平成30年7月豪雨、台風19号・20号・21号、北海道胆振東部地震、台風24号など多くの激甚災害が発生しました。

特に7月豪雨では、広島県と愛媛県を中心に広域にわたり土砂災害が

多発し、その発生件数は通常の国内1年分の約2.5倍となる2,581件に達し、死者224名、家屋全壊6,758棟などの甚大な被害が発生しました。

そこで本号では、巻頭言を広島大学大学院の海堀先生に土砂災害対策についての提言を執筆していただきました。

また、国土交通省の行政情報では、昨年の土砂災害発生状況とその対応について紹介していただいています。

技術報文としては、九州地方整備局のVR技術を用いた災害情報の共有、国土技術政策総合研究所のSIP開発成果である線状降水帯自動抽出システムやリアルタイム浸水予測システム、および協会会員等の防災・減災・災害対応・災害復旧・復興などの取組みについて紹介しています。

本号が当協会関係者の今後の防災・減災活動に少しでも役立つことがあれば幸いです。

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

(斉藤・赤坂)

機関誌編集委員会

編集顧問

今岡 亮司	加納研之助
後藤 勇	佐野 正道
新開 節治	関 克己
高田 邦彦	田中 康之
田中 康順	中岡 智信
渡邊 和夫	

編集委員長

見波 潔 村本建設(株)

編集委員

小櫃 基住	国土交通省
竹迫 勝久	農林水産省
瀧本 順治	(独)鉄道・運輸機構
岡本 直樹	(一社)日本機械土工協会
穴井 秀和	鹿島建設(株)
赤坂 茂	大成建設(株)
宇野 昌利	清水建設(株)
玉記 聡	(株)大林組
内藤 陽	(株)竹中工務店
宮川 克己	(株)熊谷組
松本 清志	(株)奥村組
京免 継彦	佐藤工業(株)
竹田 茂嗣	鉄建建設(株)
松澤 享	五洋建設(株)
飯田 宏	東亜建設工業(株)
鈴木 貴博	日本国土開発(株)
斉藤 徹	(株)NIPPO
中川 明	コマツ
山本 茂太	キャタピラー・ジャパン
花川 和吉	日立建機(株)
上田 哲司	コベルコ建機(株)
石倉 武久	住友建機(株)
新井 雅利	(株)加藤製作所
村上 進	古河ロックドリル(株)
山下純一郎	(株)前田製作所
太田 正志	施工技術総合研究所

事務局

(一社)日本建設機械施工協会

11月号「協会70周年特集」予告

- ・インタビュー「これからの建設機械施工について」
- ・活動を支えて頂いた方からの寄稿
- ・各部会活動の歩みと今後の展開
- ・建設機械施工技術の移り変わり
- ・建設施工技術の研究・開発への取り組み 他

【年間購読ご希望の方】

①お近くの書店でのお申込み・お取り寄せ可能です。②協会本部へお申し込みの場合「図書購入申込書」に以下事項をもれなく記入のうえFAXにて協会本部へお申込み下さい。

…官公庁／会社名、所属部課名、担当者氏名、住所、TELおよびFAX

年間購読料(12冊) 9,408円(税・送料込)

建設機械施工

第71巻第10号(2019年10月号)(通巻836号)

Vol.71 No.10 October 2019

2019(令和元)年10月20日印刷

2019(令和元)年10月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 田崎 忠行

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 本部 一般社団法人 日本建設機械施工協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

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

施工技術総合研究所 〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154

電話 (0545) 35-0212

北海道支 部 〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8

電話 (011) 231-4428

東北支 部 〒980-0014 仙台市青葉区本町 3-4-18

電話 (022) 222-3915

北陸支 部 〒950-0965 新潟市中央区新光町 6-1

電話 (025) 280-0128

中部支 部 〒460-0002 名古屋市中区丸の内 3-17-10

電話 (052) 962-2394

関西支 部 〒540-0012 大阪市中央区谷町 2-7-4

電話 (06) 6941-8845

中国支 部 〒730-0013 広島市中区八丁堀 12-22

電話 (082) 221-6841

四国支 部 〒760-0066 高松市福岡町 3-11-22

電話 (087) 821-8074

九州支 部 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東 2-4-30

電話 (092) 436-3322

本誌上への
の広告は



有限会社 サンタナ アートワークスまでお申し込み、お問い合わせ下さい。

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町 2-21-5 井手口ビル 4F TEL: 03-3664-0118 FAX: 03-3664-0138

E-mail: san-mich@zam.att.ne.jp 担当: 田中

FA機器の 最適無線化提案

クレーン、搬送台車、建設機械、特殊車輛他
産業機械用無線操縦装置

①微弱電波 ②429MHz帯特定小電力 ③1.2GHz帯特定小電力
④315MHz帯特定小電力 ⑤920MHz帯特定小電力

スリム ケーブルレス

N/U/Gシリーズ
微弱電波・特定小電力両モデル対応

**No.1の
オーダー対応!**

- 優れた耐塵・防雨性能
- 選べる2段階押しスイッチ!
ストロークの異なる2種類
から選択可能!



8操作
標準型
RC-5808N
15万円～



12操作
標準型
RC-5812N
17万円～



16操作
標準型
RC-5816N
19.5万円～

※ボタン配置自在

タフ 頑強ケーブルレス

N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力両モデル対応

**タフな現場に!
落下にタフ、
水にタフ!**

- 堅牢なボディ!
- 特殊スイッチ装着可能

標準型
RC-8616N
22万円～



チップ ケーブルレス

N/Mシリーズ
微弱電波・特定小電力両モデル対応

**使えば分かる、
コストパフォーマンス!**

- トコトン機能を絞って
コストダウン!
- 乾電池仕様
- 優れた耐塵・防雨性能



8操作
標準型
RC-3208N
12万円～



5操作
標準型
RC-3205M
11万円～



12操作型
標準型
RC-3212M
14万円～

マイコン ケーブルレス

N/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力両モデル対応

**あらゆる環境での
無線化に対応!**

- 16操作16リレー
最大25リレーまで対応可能

標準型
RC-6016N
20万円～



ケーブルレスミニ

Nシリーズ
微弱電波モデル対応

標準型
RC-4403N
10万円～

**ポケットサイズの
本格派!**

- 最大5リレーまで対応可
- 2段階押しスイッチ追加可能
(オプション)



防爆形無線機 ボーパー (BoBa)

N/Uシリーズ

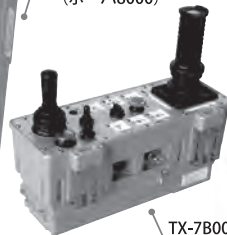
7B/8B...微弱電波のみ
6B...微弱・特定小電力両モデル対応

**爆発の雰囲気がある
危険場所での
遠隔操作に!**

TX-6B00N/U型送信機例
(ボーパー6000)



TX-8B00N型送信機例
(ボーパー8000)



危険場所設置用(オプション対応)
耐圧防爆箱入り受信機



TX-7B00N型送信機例
(ボーパー7000)

双方向データケーブルレス100S

Sシリーズ(920MHz帯)
特定小電力モデル対応

標準型
TC-1000808S
26万円～

- ・FA機器の制御に特化!
- ・双方向制御が、1セットで対応可能
- ・8点の送受信が可能!



データケーブルレス

N/U/Gシリーズ

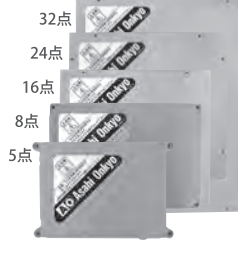
微弱電波・特定小電力両モデル対応

**工夫次第で
用途は無限!**

- 機器間の信号伝送に!
- 多芯の有線配線の代わりに!



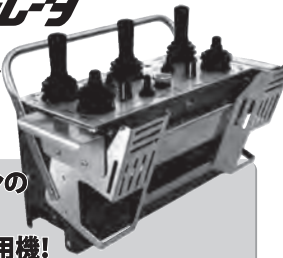
▼受信機



MAXサテラ

U/Gシリーズ
特定小電力専用モデル

**金属シャーシの
多操作・
特注仕様専用機!**

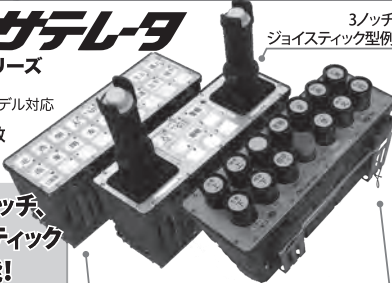


マイティサテラ

N/U/Gシリーズ
微弱電波・特定小電力両モデル対応

- 操作信号数
最大32点

**特殊スイッチ、
ジョイスティック
装着可能!**



全押しボタン例

コマンドスイッチ例

リソーサー 離操作

N/U/Gシリーズ
微弱電波・特定小電力両モデル対応

標準型
RC-2512N
22万円～

**価格もサイズも
ハンディー並み!**

- 最大32リレー
- 2段階押し・
特殊スイッチ装着可



* 価格は全て、セット価格および、税抜表示となっています。



朝日音響株式会社

〒771-1311 徳島県板野郡上板町引野字東原43-1(本社工場) FAX.088-694-5544 TEL.088-694-2411
<http://www.asahionkyo.co.jp/>

無線化工事のこともフルライン、フルオーダー体制の弊社に今すぐご相談下さい。また、ホームページでも詳しく紹介していますのでご覧下さい。

朝日音響 検索



ダム工事用コンクリート運搬テルハ(クライミング機能付)

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

特長

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



吉永機械株式会社

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

建設機械施工 広告掲載のご案内

月刊誌 建設機械施工では、建設機械や建設施工に関する論文や最近の技術情報・資料をはじめ、道路、河川、ダム、鉄道、建築等の最新建設報告等を好評掲載しています。

■職業別 購読者

建設機械施工／建設機械メーカー／商社／官公庁・学校／サービス会社／研究機関／電力・機械等

■掲載広告種目

穿孔機械／運搬機械／工事用機械／クレーン／締固機械／舗装機械／切削機／原動機／空気圧縮機／積込機械／骨材機械／計測機／コンクリート機械等

広告掲載・広告原稿デザイン——お問い合わせ・お申し込み

 **サンタナアートワークス**

広告営業部：田中 san-mich@zam.att.ne.jp

TEL:03-3664-0118 FAX:03-3664-0138

〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町2-21-5 井手口ビル4F

本誌に掲載されている広告のお問い合わせ、資料の請求はメール、FAXでお送りください。

※カタログ／資料はメーカーから直送いたします。
※カタログ送付は原則的に勤務先にお送りいたします。

お名前： 所属：

所 属：

会社名(校名)：

資料送付先：

電 話： FAX：

E-mail：

広告掲載 メーカー名	製品名

FAX 送信先 サンタナアートワークス 建設機械施工係 **FAX 03-3664-0138**

コスモECOディーゼル

DH-2 対応ディーゼルエンジンオイル
SAE10W-30 / SAE15W-40

それはいつまでも
青い空のために



DH-2F 対応ディーゼルエンジンオイル
SAE5W-30



★ 新星



★ 彗星



★ 快星

美しい地球、豊かな環境を目指して
ひた走るパワー、コスモルブ・ウェイ

コスモ石油ルブリカンツの 環境対応潤滑油



省電力型油圧作動油

コスモ
スーパーエポック **UF**



省電力型工業用ギヤー油

コスモ
ECOギヤー **EPS**

それはいつまでも
蒼い地球のために

地球環境へ、

さらに新しい対応を求められている今、オイルもまた、次の課題をクリアする進化が問われます。
コスモ・ルブは、地球に、人に、優しい環境LUBEソリューションを提案してまいります。

コスモ石油ルブリカンツ株式会社 <http://www.cosmo-lube.co.jp/>
カスタマーサポートセンター：0120-15-4899

www.denyo.co.jp

発電機・溶接機・コンプレッサは抜群の性能を誇るデンヨー製品で!



DCA-25MZ

A portable generator unit, likely a Honda model, featuring a control panel with a digital display and various outlets. It has a sturdy frame and four wheels for portability.

GAW-155ES

DIS-8

DIS-80LBE



デンヨー株式会社

本社：〒103-8566 東京都中央区日本橋堀留町2-8-5
TEL:03(6861)1122 FAX:03(6861)1182

札幌営業所 011(862)1221
東北営業所第1課 019(647)4611
東北営業所第2課 022(254)7311
信越営業所 025(268)0791
北関東営業所 027(360)4570

東京支店 03(6861)1122
横浜営業所 045(774)0321
静岡営業所 054(261)3259
名古屋営業所 052(856)7222
金沢営業所 076(269)1231

大阪支店 06(6448)7131
 広島営業所 082(278)3350
 高松営業所 087(874)3301
 九州営業所 092(935)0700

Mikasa 

<http://www.mikasa.com>

街づくりを支える、信頼の三笠品質。



転圧センサー

バイプロコンパクター

MVH-308DSC-PAS

NETIS No. TH-120015-VE

タンピングランマー

MT-55H

NETIS No. TH-100005-VE



MVC-F60HS

NETIS No. TH-100006-VE



MRH-601DS

低騒音指定番号5097



MLP-1212A



FX-40G/FU-162



MCD-318HS-SGK

低騒音指定番号6190

三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

本社 〒101-0064 東京都千代田区神田猿樂町1-4-3 TEL: 03-3292-1411 (代)

大阪支店 TEL: 06-6745-9631
札幌営業所 TEL: 011-892-6920
仙台営業所 TEL: 022-238-1521
新潟出張所 TEL: 090-4066-0661

北関東営業所 TEL: 0276-74-6452
長野出張所 TEL: 080-1013-9542
中部営業所 TEL: 052-504-3434
金沢出張所 TEL: 080-1013-9538

中国営業所 TEL: 082-875-8561
四国出張所 TEL: 087-868-5111
九州営業所 TEL: 092-431-5523
南九州出張所 TEL: 080-1013-9558

沖縄出張所 TEL: 080-1013-9328

確かな技術で世界を結ぶ *Attachment Specialists*

可動式ハイキャブ



任意の高さに停止可能

油圧式マグネット



産廃物からの金属片取り出しなどに効果を発揮

自動車解体機



車の解体・分別作業を大幅にスピードアップ

ラバウンティシア サーベルシリーズ



船舶・プラント・鉄骨物解体に威力を発揮

マテリアルハンドラ



ワイドな作業範囲で効果の良い荷役作業

ウッドシア



丸太や抜根を楽々切断



マルマテクニカ株式会社

■ 名古屋事業所

愛知県小牧市小針2-18 〒485-0037
電話 0568(77)3312
FAX 0568(77)3719

■ 本社・相模原事業所

神奈川県相模原市南区大野台6丁目2番1号 〒252-0031
電話 042(751)3800
FAX 042(756)4389

■ 東京工場

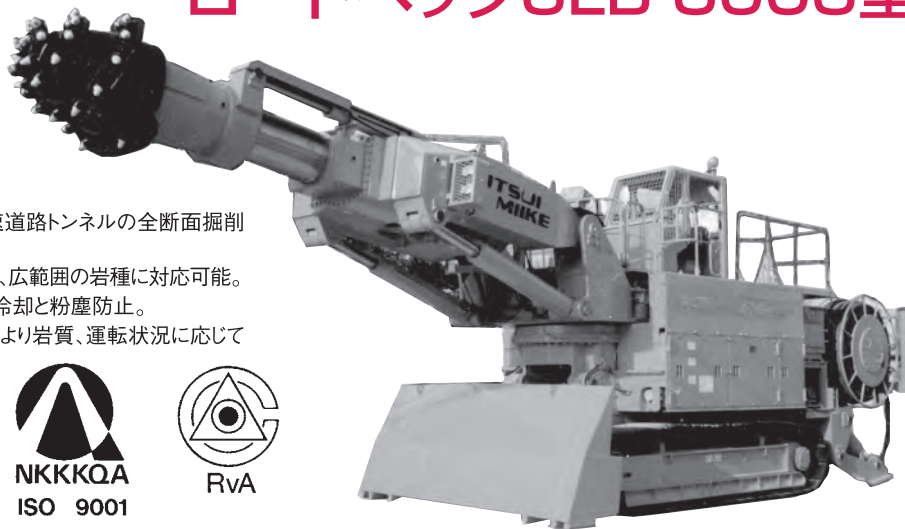
東京都世田谷区桜丘1丁目2番22号 〒156-0054
電話 03(3429)2141
FAX 03(3420)3336

安全・高能率な掘削を実現!

全断面对応中硬岩用トンネル掘進機 ロードヘッダSLB-300S型

特長

1. 最大8.8mの掘削高さで、新幹線、高速道路トンネルの全断面掘削が可能。
2. 300kW:2速切換型電動機の採用により、広範囲の岩種に対応可能。
3. ピック先端に高圧水を散水させ、ピック冷却と粉塵防止。
4. モード切換式/パワーコントロール装置により岩質、運転状況に応じて作動設定の変更が可能。
5. 運転操作が優れ、全操作がリモートコントロールで運転可能。
6. ケーブルリール装置により、電源ケーブルの取扱いが容易で移動が迅速。



製造・販売・レンタル及びメンテナンス



株式会社 三井三池製作所

本店/〒103-0022 東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号 三井ビル2号館
TEL.03-3270-2005 FAX.03-3245-0203

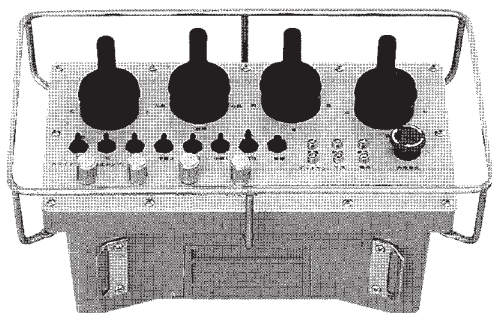
<http://www.mitsumiike.co.jp>

E-mail : sanki@mitsumiike.co.jp

建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

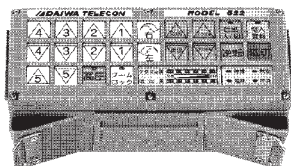
あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

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

DAIWA TELECON

大和機工株式会社

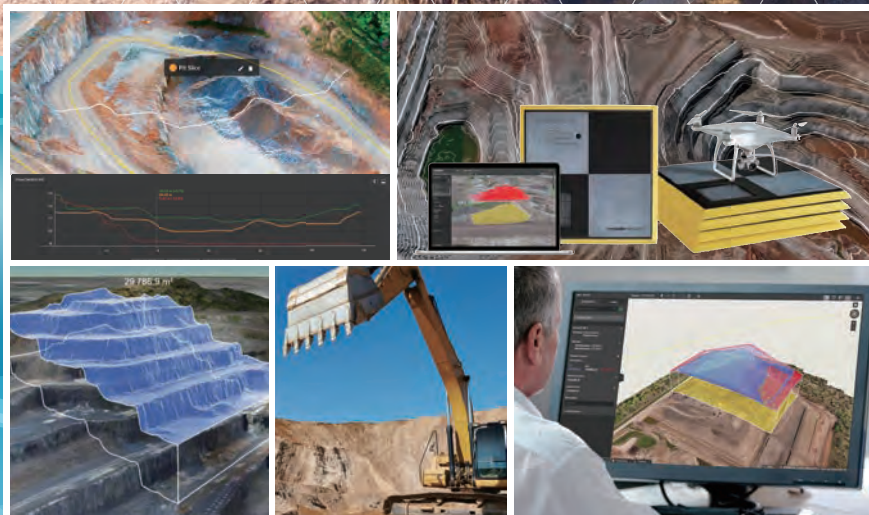
本社工場 〒474-0071 愛知県大府市梶田町 1-171
TEL 0562-47-2167 (直通) FAX 0562-45-0005
ホームページ <http://www.daiwakiko.co.jp/>
e-mail mgclub@daiwakiko.co.jp
営業所 東京、大阪、他

未来を動かす力になる



ドローンデータ3D解析ソリューション
DRONE DATA ANALYTICS

トリンブル ストラタス
TRIMBLE STRATUS



SITECH
YOUR CONSTRUCTION TECHNOLOGY PROVIDER

SITECH-JAPAN.COM
サイテックジャパン株式会社 info@sitechjp.com
東京都大田区南蒲田 2-16-2 テクノポート大樹生命ビル

Trimble
Authorized Dealer

