

建設の施工企画 **10**

2009 OCTOBER No.716 **JCMA**

平成20年岩手・宮城内陸地震
での使用状況

土研式投下型水位観測ブイ



災害・災害復旧 特集

クレーン、搬送台車、建設機械、特殊車輛他 産業機械用無線操縦装置

今や、業界唯一。日本国内自社自力生産・直接修理を实践中!

ポケットサイズ ハンディ～ショルダー機 フルラインアップ!! ケーブルレス サテライト 離操作

Nシリーズ：微弱電波
Rシリーズ：産業用ラジコンバンド
Uシリーズ：429MHz帯 特定小電力
Gシリーズ：1.2GHz帯 特定小電力
ポーバ：防爆形無線機

- ◆ 業界唯一のフルラインの品揃えとオーダー対応制度で多様なニーズに対応!
- ◆ 常に! 業界一のコストパフォーマンス!
- ◆ 迅速なメンテナンス体制!
- ◆ 未来を見据えた過去の実績を見て下さい! 代々互換性を継承、補修の永続

スリムケーブルレス

より安価なオーダー対応を実現!

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階押し・特殊
スイッチ装着可能

フルオーダー対応で
最大32点まで対応可!

- スリムなボディ…従来品(TX-5600)との体積比約88%
- 自由度の高い操作スイッチ配置など、多様なオーダー対応性
- 優れた耐塵防雨性能…送信機はIP65相当
- 衝撃に強い新ブラケースを採用
- 自社開発! 新生2段階押しスイッチで高い耐久性
- パネルゴムに突起部を追加、操作感を向上(標準釦位置のみ)
- 見易くなった 電池残量告知ランプ付

標準型
RC-5708N

- 8操作8リレー
- 軽量・コンパクト受信機

セットで
15.75万円



標準型
RC-5712N

- 12操作12リレー
- 照明出力リレーの保持を標準採用

セットで
17.85万円



マイコンケーブルレス

N/U/Gシリーズ

標準型

RC-6016N

- 16操作16リレー
- 最大24操作まで対応可能

セットで
21万円



防爆形無線機 対応可能
《ポーバ》(微弱電波・特定小電力)

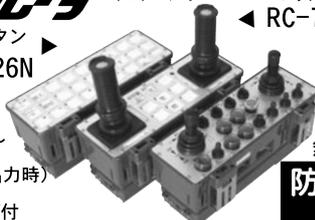
マイティサテライト

N/U/Gシリーズ

全押しボタン
RC-7126N

セットで
47.25万円

- 最大操作数64 (オープンコレクタ出力時)
- 見易くなった 電池残量告知ランプ付



3ノッチジョイスティック型
RC-7132N

セットで
94.5万円

- ジョイスティック2本装着オーダー例
- 無段変速対応可

防爆形無線機 対応可能
《ポーバ》(微弱電波のみ)

メガケーブルレス

N/U/Gシリーズ

標準型
RC-8416N

- 16操作16リレー
- 最大32リレーまで対応可能
- ハンディーなのにロータリー・トグルスイッチ装着可能
- 見易くなった 電池残量告知ランプ付

セットで
23.1万円



裏側
スイッチ
装着例

チップケーブルレス

コンパクトという選択肢!!
～機能を絞ると、こんなに小さくなりました～

微弱電波モデル
対応

標準型
RC-3208N

- 6操作8リレー

セットで
12.6万円



スリムなので
片手で握り替えずに、
正逆操作が行えます!

- スリム・小型・軽量
- 送信機ケース強度が増大!
- 防水性アップ(送信機はIP65)
- 価格がさらに安価に!
- 従来機と信号互換あり!



チップケーブルレス
(親指が遠くまで
届きます)

従来機
(ケーブルレス)

ケーブルレスミニ

ポケットサイズの本格派!

微弱電波・ラジコンバンド
両モデル対応

- 3操作3リレー
- 最大5リレーまで対応可能

特別
テルハには
ゼロ線電源*と
おんぶ/だっこ金具*で
電気配線不要・取付簡単!
(*オプション)

N/Rシリーズ

- 微弱Nシリーズは、240MHz化でより安定した電波の飛び!
- 2段階押しスイッチ追加可能!(オプション)

標準型
RC-4303N/R

セットで
10.5万円



リソーサー 離操作

Nシリーズ
Uシリーズ

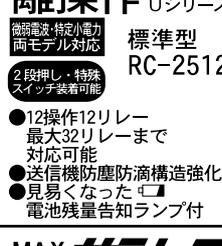
微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階押し・特殊
スイッチ装着可能

標準型
RC-2512N

- 12操作12リレー
- 最大32リレーまで対応可能
- 送信機防塵防滴構造強化
- 見易くなった 電池残量告知ランプ付

セットで
23.1万円



価格もサイズも
ハンディー並み!



軽量コンパクト
ショルダータイプ

データケーブルレス

工夫次第で用途は無限!

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

全モデル対応

標準型

TC-1305R

21.525万円

送信機

TC-1308N(微弱電波) 23.1万円

(外部接点入力型)

写真はUシリーズ



7100型

6300型

5700型

3200型

受信機

写真

受信機

MAXサテライト

Uシリーズ
Gシリーズ

特定小電力
専用モデル

ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

全押しボタン
装着タイプ
RC-9300U

- 多機能多操作 (比例制御対応可)

セットで
99.75万円



金属シャーシの
多操作・特注仕様専用機!!



無段変速ジョイスティック
2本装着例

無線式火薬庫警報装置

発破番 ES-2000R

アンテナ等の標準付属品付
セットで
42万円

音声
一般電話へ自動転送!

音声
音声メッセージ

2km
(6km)

ER-2000R(受信機) ET-2000R(送信機)



● 長距離伝送
到達距離約2km～(6km)

● 受信機から
電話回線接続機能、
携帯電話へもOK!

● 高信頼性
異常判定アルゴリズム

● 音声メッセージで
異常箇所を連絡(受信側)

● 大音量警鳴音発生
110dB/m

無線化工事のことならフルライン、フルオーダー体制の弊社に今すぐご相談下さい。また、ホームページでも詳しく紹介していますのでご覧下さい。 朝日音響 検索

常に半歩、先を走る

ベンチャー企業創出支援投資 対象企業

朝日音響株式会社

〒771-1350 徳島県板野郡上板町瀬部
FAX: 088-694-5544(代) TEL: 088-694-2411(代)
http://www.asahionkyo.co.jp/

東日本地区販売代理店/技術拠点
FAX 042-492-0411

東海地区販売代理店/技術拠点
FAX 0562-46-1908

大阪地区販売代理店
FAX 06-6393-5632

株式会社 広進
TEL 042-492-0410

(有)キノシタ・E・システムズ
TEL 0562-46-1905

中川システム
TEL 06-6393-5635

情報化施工研修会のご案内 ～ ICT 建設機械の实地研修 ～

ICTを活用した新しい施工技術である情報化施工は、施工品質の向上や熟練度に左右されない高い精度の施工などを実現する方法として、更なる普及が期待されています。昨年7月、国土交通省が設置した『情報化施工推進会議』は、「情報化施工推進戦略」を提言しましたが、その中でも「人材育成」が非常に重要であることを指摘しています。

(社)日本建設機械化協会は、3次元データを利用した建設機械制御に関する実践的な教育により、情報化施工に対応できる技術者を育成することを目的として、「情報化施工研修会」を開催しております。

次回の研修会は下記日程で実施することとしておりますので、研修生の募集についてご案内申し上げます。

なお、当協会ホームページにおいてもご案内をしております。

記

1. 開催日程： 平成21年11月26日(木)～27日(金)
2. 場 所：(社)日本建設機械化協会施工技術総合研究所（静岡県富士市大淵3154）『情報化施工・安全教育研修センター』
3. 主 催：社団法人 日本建設機械化協会
4. 対 象：建設現場管理者、建設機械オペレーター、その他マシンコントロールの体験あるいは習得を希望する方。
5. 研修会のコース

コース名	研 修 目 標	受 講 資 格	受 講 費 用
体験コース (開催期間 初日の1日) CPDS認定研修(6unit) 定員:20名	○マシンコントロール(MC)を用いた施工の概要(システム構成、運用)を把握する ○マシンコントロール(MC)用データを使用した 実機施工 を試乗体験する	①特になし (「車両系建設機械(整地・運搬・積み込み用及び掘削用)運転技能講習」修了者であれば、施工機械の運転体験が可能)	<u>20,000円/人</u>
実務コース (2日間) CPDS認定研修(14unit) 定員:20名	○設計図面を読みMC用データ作成をマスターする ○測量データを利用し データ作成、出来形管理の基本 を習得する ○ 実機を用いた実習 によりMC施工の基本を習得する	①特になし (「車両系建設機械(整地・運搬・積み込み用及び掘削用)運転技能講習」修了者であれば、施工機械の運転体験が可能)	<u>88,000円/人</u> ○研修用パソコンの利用(一人1台) ○「研修修了証」を発行

- ・体験コースを既に受講した方が**実務コース**を再受講する場合、**68,000円/人**で受講できます。
- ・**11月の研修会では、主にトプコン社製のMCシステム**を使用します。
- ・受講費用には、建機・機材のレンタル費、パソコンの利用、傷害保険、テキストなどの費用が含まれています。宿泊費、食事代は含みません。
- ・ヘルメット、安全チョッキは当方で準備します。なお、実習の際は安全靴の着用をお願いします。
- ・諸般の事情により内容を変更する場合があります。

第3回 日本建設機械化協会 研究開発助成について

趣 旨： 当協会は、建設の機械化に関する我が国唯一の学術団体として、建設機械や建設の機械化及びそれらを活用した施工法などについて、シンポジウムの開催、会長賞の授与、機関誌による論文発表、各種講演会や、常設技術委員会の開催などを通じて学術調査・研究、技術開発、標準化事業等の活動を実施してまいりました。

これらの活動に加え、平成19年度より優れた研究開発・調査研究に対して助成を行う「日本建設機械化協会研究開発助成制度」を創設し、今年度も継続・実施いたします。

本助成は、建設機械及び建設施工技術に係る研究開発・調査研究を対象としており、研究の成果は、当協会主催の平成23年度「建設施工と建設機械シンポジウム」において発表して頂きます。

公募期間： 平成21年8月1日（土）～10月31日（土）

助成決定： 平成21年12月中旬頃に、採・否、助成額及び必要な条件については、厳正な審査会を経た上、当協会会長が決定します。

助成期間： 助成決定通知の翌日～平成23年3月31日（木）

助成対象： 建設事業の機械化を推進し、もって国土開発と経済発展に寄与すると考えられる建設機械及び建設施工技術に係る研究開発・調査研究であって、以下の要件のいずれかに該当する新規性、必要性又は発展性の高いものを助成の対象とします。

- ① 建設機械と建設施工の合理化
- ② 建設機械と建設施工の環境保全
- ③ 防災・安全対策・災害対応
- ④ 建設施工の品質確保

助成対象者： 助成対象とする研究者は下記の通りです。

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

助成内容： 助成の額及び助成の方法は下記の通りです。

- ① 助成の額は1件につき原則として200万円以内とします。
- ② 助成の額は原則として研究着手時に助成総額全額を交付します。
- ③ 研究は単年度で完結させるものとし，同一の研究テーマに対する研究開発助成は2回を限度とします。

応募方法： 助成を希望される研究者ご本人又は研究グループの代表者は，研究開発助成実施要綱等を当協会ホームページからダウンロードし内容を確認の上，所定の申請書に必要事項を記入し，書類とその電子データを期限（当日必着）までに当協会に郵送により提出するものとします。なお，電子メールによる受付は行いません。

* 当協会ホームページ(<http://www.jcmanet.or.jp/>)

問合せ先：(社) 日本建設機械化協会 研究開発助成事務局（担当 阿部）

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2F

T E L : 03-3433-1501 F A X : 03-3432-0289

平成 21 年度 建設施工と建設機械シンポジウム 参加のご案内

会 期：平成21年11月10日(火)～11日(水) (2日間)

会 場：機械振興会館 地下3階研修一、2号室、B3-2会議室及び地下2階ホール
(東京都港区芝公園3-5-8)

基調講演：「国内外の情報化施工」 (仮題)

社団法人日本建設機械化協会 施工部会 情報化施工委員会委員長 福川光男 様他
・米国の情報化施工の現状紹介(米国施工業者予定)
・国土交通省の試験施工状況の報告
・国内業者の施工報告等を予定

発 表：論文5分野41編、ポスターセッション9編、当協会平成19年度研究開発助成研究成果2件
施工技術総合研究所研究発表4編、機械部会活動報告2編、標準部会活動報告1編、
施工部会活動報告1編

レセプション：懇親会(1000円/人) 11月10日(火) 17:00～

於：機械振興会館地下3階 レストラン・ニュートーキョー

主 催：社団法人 日本建設機械化協会

後 援：国土交通省、経済産業省、独立行政法人土木研究所、社団法人日本機械土工協会
社団法人土木学会、社団法人日本機械学会、社団法人地盤工学会、社団法人日本建設
機械工業会、一般社団法人日本測量機器工業会 (順不同)

趣 旨：本協会では事業活動の一環として、毎年、建設機械と施工法に関する技術の向上を図る
ことを目的に、日頃の研究・開発の成果を発表する「建設施工と建設機械シンポジウム」を
開催して参りました。

本年度は、11月11日に基調講演として「国内外の情報化施工」(仮題)と題し、米国の
施工業者による米国における情報化施工の現状紹介、国土交通省における情報化施工
の試験施工の状況報告、国内業者の施工報告等を予定しております。

また、産学官の交流を深めるため、各界から41編の論文と、ポスターセッション9編の
発表が予定されており、さらに平成19年度より実施してまいりました協会研究開発助成の
成果報告、本協会の施工技術総合研究所の研究発表、機械部会、標準部会、施工部会の
活動報告も予定しております。

協会といたしましては、建設施工と建設機械分野の専門家相互の情報交換と技術力の
研鑽の場を提供できればと願っておりますので、ご多忙中とは存じますが、是非ご参加い
ただきますようご案内申し上げます。

内 容：「プログラム」は当協会ホームページをご参照下さい。

参 加 費：会員…4,000円 非会員…5,000円 (資料含む・税込)

申込方法：裏面「参加申込書」にご記入の上、FAXにてお申込み下さい。

* 当協会ホームページ(<http://www.jcmanet.or.jp/>)からもお申込みできます。

申込期限：平成21年10月30日(金)

※本シンポジウムは、「土木学会継続教育(CDP)プログラム」として認定されております。

問合せ先：(社)日本建設機械化協会 シンポジウム実行委員会事務局(阿部)

〒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

(社)日本建設機械化協会 シンポジウム実行委員会事務局 行
FAX: 03-3432-0289

平成 21 年度 建設施工と建設機械シンポジウム 「参加申込書」

下記のとおり「平成 21 年度 建設施工と建設機械シンポジウム」への参加を申し込みます。

【注意事項】

- この申込書にて複数の参加者をお申込み頂けますので、社内・部署内等で取りまとめのうえお申込み下さい。
- 参加費の「請求書」及び「聴講券」等はお申込者様宛に一括送付致しますので、「聴講券」はそれぞれ参加者にお渡し下さい。「聴講券」は参加者各自、当日受付にご提出下さい。
- 参加費は「請求書」に記載の銀行口座へ11月11日迄にお振込下さい(お支払いが会期終了後となる場合は下記の連絡事項欄に予めご記入下さい)。また、当日現金でのお支払いはご遠慮下さい。
- ご記入頂きました個人情報は、当協会のプライバシーポリシー(個人情報保護方針)に基づき適正に管理いたします。当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。

◆シンポジウム参加費

区 分	参加費(1人)	参加人数	参加費合計
会 員	4,000円	人	円
非会員	5,000円	人	

◆お申込者

官公庁名 ／会社名等			
所属部課名			
(フリガナ) 申込者氏名			
住 所	〒		
TEL		FAX	
E-mail			
その他 連絡事項			

◆シンポジウム参加者

No.	参加者氏名	所属部課名
1		
2		
3		
4		
5		
6		

目次

災害・災害復旧 特集

3	巻頭言 災害戦略の失敗学とならないための温故知新	当麻 純一
4	鶴岡市七五三掛地区で発生した地すべり	大沼 秀幸
11	鉄筋コンクリート橋脚の地震損傷を早期に検知・復旧する技術の開発	堺 淳一・運上 茂樹
16	投下型水位観測ブイ	田村 圭司・山越 隆雄・伊藤 洋輔・成田 秋義
19	火山観測用航空機搭載型リモートセンシング装置	
	—装置の概要と浅間山の温度観測事例—	實測 哲也
24	「世界文化遺産・宮島」における災害関連緊急砂防工事	金子 弘幸
29	2000年三宅島噴火災害における災害調査及び対策施設設計の紹介	末吉 満
34	4足歩行双腕作業ロボットの紹介	片山 周二
39	災害監視における小型無人機システムの活用	和田 昭久
44	交流の広場 ロボカップレスキューロボットリーグ	田所 諭
48	ずいそう ベトナムの日本語学校に勤めての生活	金子 典由
50	ずいそう 社史との対話	池上 義信
51	CMI報告 災害復旧支援に向けた応急橋の開発	谷倉 泉・小野 秀一
54	部会報告 アスファルトフィニッシュの変遷 (その4)	
	機械部会 路盤・舗装機械技術委員会 舗装機械変遷分科会	
65	部会報告 施工技術の現地調査	
	Re. ボーン-パイル工法技術調査 (場所打ち杭除去工法)	
	機械部会 基礎工事用機械技術委員会	
67	新工法紹介	機関誌編集委員会
69	新機種紹介	機関誌編集委員会
73	統計 平成21年度建設業の業況	機関誌編集委員会
75	統計 建設工事受注額・建設機械受注額の推移	機関誌編集委員会
76	行事一覧 (2009年8月)	
78	編集後記	(京免・赤神)

◇表紙写真説明◇

土研式投下型水位観測ブイの平成20年岩手・宮城内陸地震で発生した湯浜地区天然ダムへの設置状況
写真提供：国土交通省東北地方整備局

地震や豪雨によって形成される天然ダムは決壊による土石流などの二次災害を引き起こす危険性があり、早期からの湛水位監視が重

要である。土研式投下型水位観測ブイは、ヘリコプターで運搬・投下設置することのできる新しい水位計であり、同地区のように地形が急峻で地上からのアクセスが困難であっても迅速にアクセスし、安全に設置することが可能である。測定された湛水位データは国土交通省東北地方整備局にリアルタイムで配信され、防災対策に活用されている。

2009年(平成21年)10月号PR目次

【ア】朝日音響㈱……………表紙2
【カ】カヤバスシステムマシナリー㈱……………後付10
コスモ石油ブリカンツ㈱……………後付3

コベルコ建機㈱……………後付2
【ク】大和機工㈱……………表紙3
㈱鶴見製作所……………後付7
デンヨー㈱……………後付5

【ナ】日本印刷㈱……………後付9
【ハ】日立建機㈱……………表紙4
【マ】マルマテクニカ㈱……………後付4

三笠産業㈱……………後付6
㈱三井三池製作所……………表紙3
【ヤ】吉永機械㈱……………後付9
【ラ】㈱流機エンジニアリング……………後付1

情報化施工研修会のご案内 — ICT 建設機械の实地研修 —

3次元データを利用した建設機械制御に関する実践的な教育により、情報化施工に対応できる技術者を育成することを目的として「情報化施工研修会」を開催しております。次回の研修生を次のとおり募集いたします。

1. 申込み方法

所定の申込書に記入の上、郵送、Fax

またはメールにて申込み。申込書は当協会ホームページより入手できます。

開催日1週間前をもって締切とします。

2. 開催日 (以降、順次開催予定)

平成21年11月26日(木)～27日(金)

3. 受講費用

体験コース：20,000円/人

実務コース：88,000円/人 ※

(※研修用PCを利用、修了証を発行)

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会 (担当：白鳥)

TEL：03-3433-1501

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

第3回 日本建設機械化協会 研究開発助成

建設機械及び建設施工技術に係る研究開発・調査研究であって、以下のいずれかに該当する新規性、必要性又は発展性の高いものを対象とします。

- ①建設機械と建設施工の合理化
- ②建設機械と建設施工の環境保全
- ③防災・安全対策・災害対応
- ④建設施工の品質確保

1. 助成対象者

大学、高等専門学校及びその附属機関、もしくは法人格を有する民間企業等に所属する研究者及び研究グループ

2. 助成内容

- ①1件につき原則200万円以内
- ②原則として研究着手時に全額を交付
- ③研究は単年度で完結させるものとし、同一テーマへの助成は2回まで

3. 公募期間

平成21年8月1日(土)～10月31日(土)

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会

研究開発助成事務局 阿部

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

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

平成21年度「建設施工と建設機械シンポジウム」開催のお知らせ

“建設機械と施工法”に関する技術の向上などを目的に、技術開発、研究成果の発表の場として「建設施工と建設機械シンポジウム」を毎年開催しております。本シンポジウムでは、「未来を拓く建設施工と建設機械」をテーマとし、関連する各分野からの発表が行われます。

ぜひご参加いただき建設機械関係技術者の資質向上の場としてはもとより、産官学あるいは異業種間の交流連携の場として本シンポジウムを活用していただけることを期待しております。

会期：平成21年11月10日(火)～11日(水)

会場：機械振興会館 地下2階ホー

ル、地下3階研修—1・2号室、B3-2会議室

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会

シンポジウム実行委員会事務局 阿部

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

平成21年度版 建設機械等損料表 発売中

— 機械経費積算に必携 —

■国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に基づいて編集

■損料積算例や損料表の構成等をわかりやすく解説

■機械経費・機械損料に関する通達類を掲載

■各機械の燃料(電力)消費量を掲載

■主な機械の概要と特徴を写真・図入

りて解説

■主な機械には「日本建設機械要覧(当協会発行)」の関連ページを掲載

発行：平成21年5月14日

体裁：B5判 約720頁

価格：(送料別途)

一般 7,700円(本体7,334円)

会員 6,600円(本体6,286円)

詳細問い合わせ先：

(社)日本建設機械化協会 総務部

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

e-mail：info@jcmanet.or.jp

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

巻頭言

災害戦略の失敗学とならないための 温故知新

当 麻 純 一



この2ヵ年ほどの間でも、我が国は大きな地震災害に見舞われた。平成19年新潟県中越沖地震による原子力発電所の被災、平成20年岩手・宮城内陸地震によるダム湖の山体崩壊、平成21年の駿河湾の地震による高速道路盛土の崩落などがある。いったい、経済の成長や文明の発展とともに、安全・安心が高まるどころか、地震災害のリスクが大きくなってきているのではないかと思うほどである。

地震工学の研究に携わってきたひとりとして、耐震技術は飛躍的に進化しており被害は限定的だなどと、反駁はいくらでもしたいところであるが、最近はどうも分が悪い。地震の度の報道に接しても、火災現場や崩落現場が長々と放映される。一方で、これほどの震度であったけれども、耐震建築の被害は全体としてこの程度に止まった、というようなフォローは皆無に等しい。悔しい思いもする。

地震はきわめて複雑であり、その発生や被害は確率的な現象でもある。それだから、地震に関わるさまざまな学問分野が発達してきた。寺田寅彦は、大正大震災の翌年に、「地震雑感」というエッセイを出している。地震災害の研究や実務に携わる現代の人々への教訓や予言に満ちている。

「現在のように科学というものの中に、互いによく連絡のとれて居ない各分科が併立して、各自の窮屈な狭い見地から覗い得る範囲だけについて所謂専門を称えて居る間は、一つの現象の概念が科学的にも雑多であり、時として交互に矛盾する事さえあるのは当然である。」と言う。地震を、統計研究の対象としか見ない者、地震計の記録にしか関心が及ばない者、地質学現象から地変を見ても波動現象には力が及ばない者、…。専門家とは、各分科の眼鏡を透して見得る事象にしか力量が及ばないことに警鐘を鳴らしている。

以来80余年、地震の学問や技術は大きく発展したが、同時にそれは寺田のいう「各分科」にますます細

分化された。現在、我が国において、地震に関わる学協会数は両手に余るほどであるし、行政、研究、教育機関は数え切れないほどである。

これらのキーパーソンが互いに連絡をよくするべきである。しかし、一堂に会しても、互いを理解しようとするだけで精一杯であって、共通の目標とそこに至るロードマップを共有して、災害予防や復旧対策の任務を分担することは、至難の業かもしれない。

技術のガラパゴス化という指摘が、最近の技術経営の失敗においてよく表現される。これに倣えば、地震に関する各分科の専門領域に過剰に適応した思考や研究スタイルでは、論文の山は出来ても、国民が経済社会生活において真に望んでいる地震防災に対する答を適時に与えられないのではないかと。

寺田はこうも言う。「要は、予報の問題とは独立に、地震の災害を予防する事にある。想うに、少なくとも或る地質学的時代においては、起こり得べき地震の強さには自ら最大限が存在するだろう（中略）。そうだとすれば、この最大限の地震に対して安全なるべき施設をさへして置けば地震というものはあっても恐ろしいものではなくはなるはずである。」これは、今日の、原子力発電所の耐震設計における基準地震動 S_s の考え方の基調をなすとみていい。寺田は、しかし、経済社会におけるその合意形成の容易でないことは認めており、国民や為政家の態度にこれを委ねる。

いま、私達、地震災害の研究や実務に関わる多くの者にとって、最も重要な思考と行動は、この合意形成のための情報の提供と互いの連絡であろう。そのためには、一旦、各分科における消化不良気味な調査研究活動を停止するくらいの覚悟で、過去80余年の蓄積を咀嚼し、その知的財産を共有することが必要なのかもしれない。

——とうま じゅんいち（財電力中央研究所地球工学研究所長、
社土木学会地震工学委員会委員長）——

鶴岡市七五三掛地区で発生した地すべり

大 沼 秀 幸

本文は、即身成仏を祀る注連寺や「おくりびと」のロケ地がある、山形県鶴岡市七五三掛地区で発生した地すべり災害の経緯、災害への対応、直轄砂防災害関連緊急事業の採択に関係する事項について、取りまとめたものである。また、地下水排除のための集水井、集排水ボーリングの稼働機械と材料等の施工方法、集水井施工で生じた困難な事象に対し、安全施工の観点から現場で判断した内容等について、紹介したものである。

排水ボーリングについては、連結井戸の一部で「小断面トンネル排水工法のST集排水工法」、「小口径管推進工法のロックマン工法」を採用した事例の紹介である。

キーワード：地すべり、直轄砂防災害関連緊急事業、地下水排除、地表面のGPS観測、集水井、集水ボーリング、排水ボーリング、ディープウェル

本文は6月12日に採択された「直轄砂防災害関連緊急事業」における、山形県鶴岡市七五三掛地区での災害関連緊急事業のうち、国土交通省東北地方整備局新庄河川事務所で施工中の工事について、報告するものである。

次に、現状の地すべり被害について、写真で確認することとし、以下に示すものである。また、国交省のGPS観測において、地すべりによる地表面の移動距離は、3月27日より5月1日までの融雪期間で、1,141 mm 超の数値を示した後、6月12日で亡失の状態になっている観測杭も出てきている。また、山形県庄内総合支庁のGPS観測では、観測開始から7月1日まで、6,000 mm 超の地表面の移動を観測した箇所もでてきている。



写真一2 道路の寸断・最大段差3.5m程度



写真一1 家屋の陥没・最大3m程度



写真一3 家屋の基礎部分崩壊 3.5m程度

1. 地すべりの概要と経緯

山形県鶴岡市七五三掛地区は、山形県の北西部に位置し、そく身仏が祀られている注連寺や映画でアカデミー賞を受賞した「おくりびと」のロケ地となった家屋がある集落である。

地すべりによる亀裂は、今年2月25日住民の方が発見し、その後融雪とともに拡大し、道路、家屋等に被害が発生した。

鶴岡市では、亀裂の拡大が1時間あたり2mm以上を観測したことから、4月9日に3戸、4月17日には、新たに2戸自主避難を要請した。5戸（25名）の住民の方々は、市営住宅等に避難し、現在も自主避難を継続中である。



写真—4 そく身仏が祀られている注連寺



写真—5 公開中の「おくりびと」のロケ地

2. 山形県、国の対応

本地区はもともと、農林水産省農村振興局所管の地すべり防止区域であったことから、山形県農林水産部

としては、地すべり発生後、地質調査、監視体制の整備と応急対策工事にあたった。

しかし、地すべりの移動が非常に速く緊急に対策が必要なこと、高度な技術力を要することから、山形県知事、鶴岡市長等地元から国土交通省に対し、対策工の強い要望があった。

国土交通省としては、地すべり活動によって人家に影響を及ぼす恐れがあること、また、地すべりによって、一級水系赤川に影響が想定されることから、「直轄砂防災関連緊急事業」を採択し、緊急対策工事を実施することにした。

また、山形県では、猫谷川、刈谷川への地すべりによる土砂崩壊や土砂流出を防止する目的で「災害関連緊急砂防事業（補助）」が採択された。

3. 直轄砂防災関連緊急事業

国交省では、七五三掛地区集落頭部における地すべりに関連する対策として、地下水排除を目的とした集水井を13基設置する計画で、現在施工中である。工事については、昼夜24時間体制で工事を実施しており、今年の冬季までに終了させるよう工事を進めている。

また、夜間の工事に際して、東北管内から照明車を手配し、作業にあたったほか、災害支援として、山形県へも同様に照明車の貸し出を行った。このほか、現地の画像を山形県、鶴岡市へも提供している。



写真—6 集水井の夜間掘削作業

4. 緊急工事の施工開始

国土交通省では、6月12日に「直轄砂防関連緊急事業」が採択され、同日、山形県建設業協会へ災害協定に基づく3社への出動要請及び、東北地質調査

業協会へ同様に1社への出動要請を行い、翌13日に七五三掛地区現地において、工事施工業者3社に対して工事概要の説明と資材調達の要請を行った。また、地質調査業者に対して地質調査の概要を説明した。

並行して、13日午後に関係住民に対し現地説明会を開催して工事施工への理解を得ることが出来た。14日には工事施工業者3社が七五三掛地区の現地施工に着工すると共に、地質調査業者は現地の確認に着手した。

加えて、15日に社団法人建設コンサルタンツ協会東北支部、社団法人電気技術協会東北支部へ災害協定に基づく出動要請を行い、一連の施工業者が決定されて、緊急工事が動きだした。

5. 集水井施工における稼働機械と材料

集水井を掘削する工法は、現場の条件と掘削深さの違いにより工法が異なる。「土木工事標準積算基準書・国土交通省」では、次の3工法に分類される。

- ①現場にクラムシェル（油圧クラムシェル・テレスコピック式・クローラ型・平積 0.4 m^3 、通称：パイプクラム）又はクローラクレーン（排出ガス対策型、油圧伸縮ジブ型 4.9 t 吊）が搬入設置できる場合は、掘削深さ 20 m までは、クラムシェルとクローラクレーンによる掘削を行う。
- ②また、掘削深さが 20 m を超えた場合は、小型バックホウ（電動式・クローラ型・平積 0.015 m^3 ）とクローラクレーンによる掘削を行う。
- ③現場にクラムシェル又はクローラクレーンが搬入設置できない場合は、掘削深さにかかわらず、小型バックホウと簡易やぐら（鋼管 $\phi 60.5 \times 4.0\text{ m}$ 、 2.0 t 吊、モーターウインチ式）で全掘削深を施工する工法となっている。

なお、施工3業者は独自で機械を調達し、1ランク大きなクラムシェルで施工する業者があったり、近くに注連寺や七五三掛桜の障害物により、地表から完成まで全て人力による掘削を余儀なくされた業者があったりと、現場条件に合わせた工事施工が行われている。

ライナープレート土留工法による径 3.5 m の集水井施工の材料は、ライナープレートは深さ方向が 0.5 m 、7枚で円周 3.5 m を形成する板厚が 3.2 mm の亜鉛メッキ塗装鋼板。補強リングはライナープレート4枚（深さ 2 m 毎）に1箇所挿入するH形鋼、4本で円周を形成する（ $H125 \times 125$ ）亜鉛メッキ塗装製。また、パーティカルスティフナーは、集水井を補強する柱で、地表より底版コンクリートまで直角方向に4本の柱、H形

鋼製（ $H175 \times 175$ ）の亜鉛メッキ塗装。その他、等辺山形鋼加工梯子や丸鋼製の背もたれ、踊り場等の階段材料や井戸蓋等いずれも亜鉛メッキ塗装製の材料を使用するものである。



写真一七 完成したW-7集水井の内部

6. 集排水ボーリング工稼働機械と材料

集・排水ボーリングの施工は、ロータリーパーカッション式（スキッドタイプ） 55 kw ・ボーリングマシン、横型二連複動ピストン式 200 L/min ・グラウトポンプ、給水・排水用の $\phi 50$ ・揚程 30 m 程度の工用水中ポンプ2台、排出ガス対策型ディーゼルエンジン駆動 125 kVA の発動発電機を用いて削孔し、保孔管として、波形ハイストローク集水管を挿入して、集水井内に地下水を集めるものである。

7. 難航する集水井の施工

前述のとおり、集水井の施工と地質調査ボーリング、集水井の設計等が同時に走らざるを得ないという現状に、監督職員、施工業者、地質調査業者・設計業者それぞれに課題を抱えたスタートとなった訳である。しかし、降雪期までに工事を完成させることは当初からの目的であり、工期の延長等は許されない。

なお、山形県鶴岡市七五三掛地区での災害関連緊急事業の実施説明図は、別添図一1のとおりである。また、集水井及びディープウェルの配置図、計画掘削深さは、別添図一2のとおりである。

(1) 施工基地、工事用道路の整備

施工業者に資材調達の要請を行い、3社が集水井施工に必要なライナープレートの調達を行ったところ、

製造業者は1社に絞られ、メッキ処理がネックとなり、現地への材料搬入が最短で6月30日と判明した。

材料搬入時期をにらみながら、集水井施工が最盛期になった場合に、とぎれることが無いような施工を実現するため、最初に監督員詰所を設置するための借地、山地の土地造成及び通路の拡幅整備等を行った。国交省では、前線基地としての監督員詰所の1階部分には、地域住民及び施工業者間の会議等が開催できるような「地域対策室」としてのスペースを設けた。また、2階部分は、本来の「監督員詰所」機能を持たせた仮設の建物（11m×5.7m）を設置した。



写真一八 地域対策室兼監督員詰所

次に、施工業者の現場事務所及び材料保管及び、車両の駐車をするためのスペースとして土地の造成を行った。現場事務所敷地は監督員詰所に近接し、3業者が同一場所に建てられるよう水田に盛土を施工、約3,800m²の敷地を造成し、この場所も前線基地の機能を持たせた。また、機械化施工を実現するためのダンプトラックが搬入可能な工事用道路の整備も急ピッチに行い、集水井施工の本番に備えた。



写真一九 3業者利用の現場事務所敷地

(2) 砂質シルトと湧水にウレタンが活躍

ライナープレート製造会社の在庫をかき集めて、6月20日に13基の集水井の最初の掘削として、W-14の施工を開始した。その場所は自主避難を要請されなかった1戸7名の世帯に近接しているため、作業時間を午前6時から午後9時までとの了解のもと、掘削作業も振動をなるべく少なくするように、ひとランク小さなパイプクラムシェル（0.4m³級）を使用して施工を行った。しかし、掘削深度が進むにつれて湧水量も次第に多くなり、ライナープレートの裏面を伝い掘削面から砂質シルト粒子を削り取る状態となり、ライナープレートと掘削面の間に最大2.1mの空洞を発生させるまでに進行した。その対応策を検討した結果、①現場の作業員が24時間態勢で注入が可能で、②新たな空洞が発生した場合には注入材料が落下した衝撃で、集水井のライナープレートに変形を生じさせない等を勘案し、ウレタン注入で対応することとした。その後、合計3回のウレタン注入を実施して、W-14の集水井は苦勞しながらも完成にこぎ着けた。



写真一〇 ウレタン注入機械と混合液の空缶

(3) 毎分3,800Lの水脈を掘り当てる

集水井の施工で井戸が完成し、集水ボーリング掘削完了で、毎分3,800Lも水が集められれば、事業の効果が絶大で喜ばしい事であるが、緊急事業で集水井掘削時に毎分3,800Lもの水は、安全を脅かすなものでもない。通常の集水井の施工は排水部の末端から1箇所ずつ井戸を掘り、排水ボーリングを実施し、集水ボーリングを施工し、上流部の地下水を下げたから安全な施工を行うものであるが、今回の緊急事業では井戸を先行し、連結排水のため、排水ボーリングが未完成でも集水ボーリングの掘削をしなければならぬなど、工期に縛られた施工を余儀なくされている。

「弘法大師の^{さんこすい}三鈷水」の言い伝えのある注連寺裏手の上部に W-5 の集水井がある。その掘削は水との戦いの毎日で、深さ 13 m で毎分 90 L の湧水だったが、深さ 18 m で毎分 800 L となったので、安全施工の観点からディープウェル 2 基（揚水量・毎分 1,000 L）を施工して井戸を掘り進めた。その後、外部のディープウェルと井戸内の揚水量をあわせて、深さ 22 m で 1,480 L、深さ 25 m で 2,960 L、深さ 26 m で毎分 3,800 L となり、2 度目のディープウェル追加に追い込まれた。何とか外部排水を追加して、苦労しながら W-5 は完成にこぎつけた。



写真一 11 揚水した毎分 3,800 L の地下水

(4) 注連寺の建物評価 8 億円

W-13 の集水井は、生命保険会社が評価した 8 億円の注連寺本堂と樹齢 200 年の七五三掛桜（カスミザクラ）の間に施工しなければならない。注連寺本堂は少し傾き加減で、柱はつかい棒で守られている。また、七五三掛桜は枯れ枝も目立ち始めた老木である。加えて、土質は W-14 に類似した砂質シルトで、悪条件が重なり合った施工場所である。

ここでの集水井施工は、注連寺本堂に影響を与えないように、深さ 13 m 程度まで薬液注入を実施した後の掘削施工とした。薬液は集水井の周囲に 3 重に注入する予定であったが、注連寺の土台石が持ち上がる危険性を避け、2 重で注入本数が 33 本、94,450 L で止める結果となった。次に老木の七五三掛桜には、パイプグラムシエルの排気風が影響し、枝折れの危険が生じたため、人力掘削を余儀なくされたが、対策の効果もあり、計画より少し遅れて完成することが出来た。



写真一 12 W-13 と注連寺及び七五三掛桜

(5) φ300 mm の排水管の施工

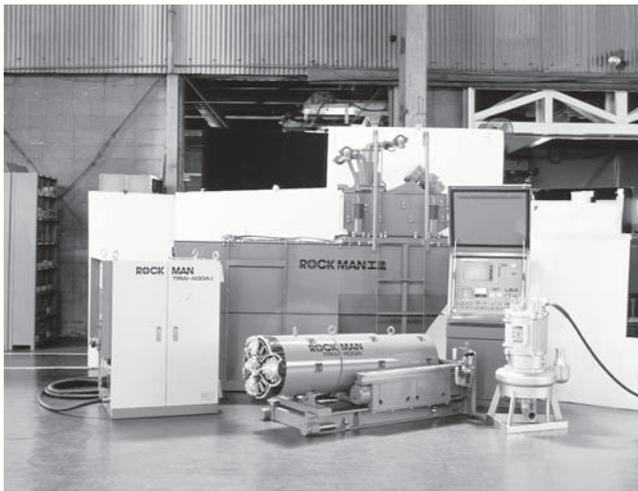
一つの集水井で 8 基もの連結井戸の排水をまかなうためには、内径 90 mm の排水管（90 A のガス管）ではとても間に合わない。そこで、φ300 mm の排水管の施工を考慮した。（φ300 mm で勾配 2 度の排水量は毎分 11,200 L で、φ90 mm で勾配 5 度の排水量の約 13 倍）

W-4 からの排水ボーリングは、周囲が田んぼや農道のため、ST 集・排水工法で施工した。また、W-14 からの排水ボーリングは、上部に家屋や市道等があるため、泥水掘の推進工法（ロックマン）φ400 mm で施工した。

特に W-13 ~ W-14 に向かう排水ボーリングは、注連寺の直下を掘削するため、表面の地盤沈下を避ける慎重な施工を心がけた。



写真一 13 ST 集・排水工法（φ300 mm）
（写真提供：小断面トンネル排水工法研究会）



写真—14 ロックマン工法（小口径管推進工法）
（写真提供：ロックマン工法協会）

8. 今後の対応

現在、地すべりの移動速度は遅くなっているものの、観測を始めてからの移動量が6mを超える箇所もあり、引き続き集中豪雨等により地すべり活動の懸念もある。

今後も地すべり活動に影響する気象条件や地震等が想定されることから、より一層警戒を強化しつつ、一日も早く地すべりが止って欲しいという、地区住民の方々の願いに応えることができるよう全力を挙げて取り組んでいく予定である。

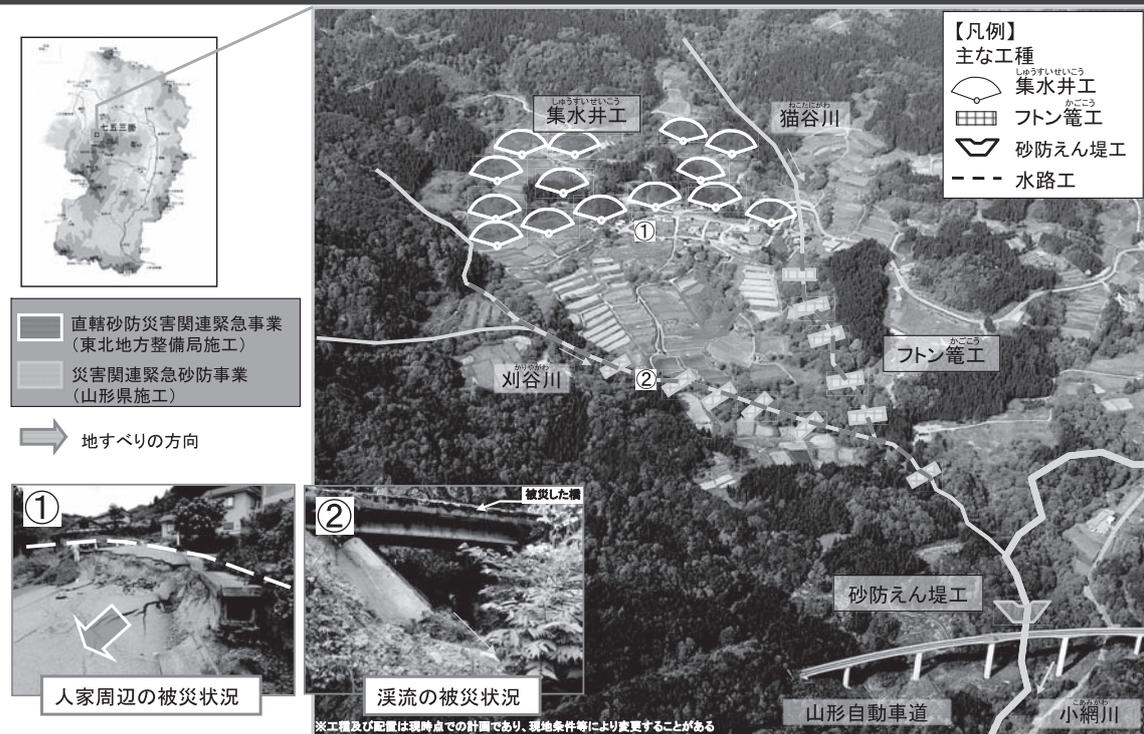
JCMA

【筆者紹介】

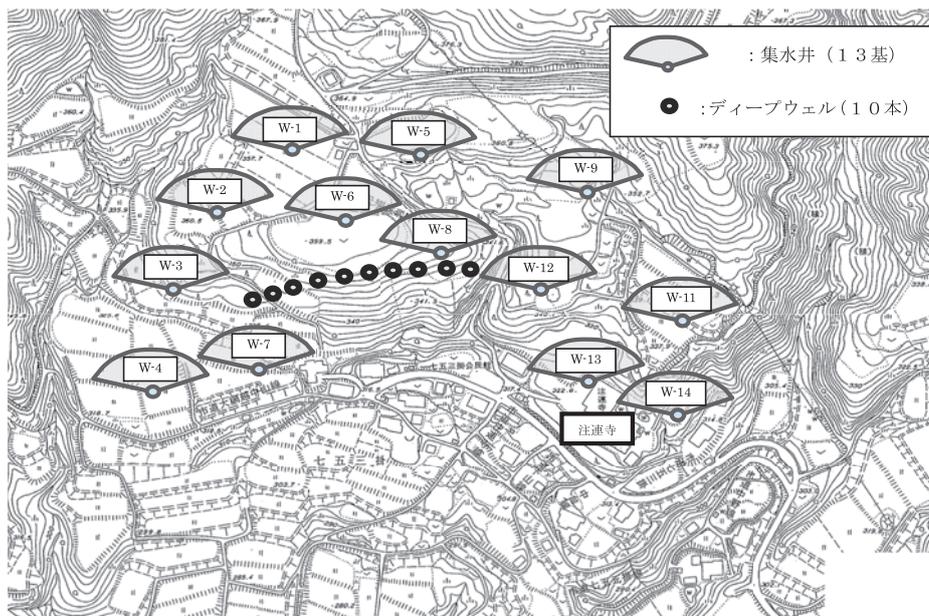
大沼 秀幸（おおぬま ひでゆき）
国土交通省 東北地方整備局
新庄河川事務所 赤川砂防出張所長



山形県鶴岡市七五三掛地区での災害関連緊急事業の実施について



別添図—1 山形県鶴岡市七五三掛地区での災害関連緊急事業説明図



集水井の計画掘削深さ

集水井	直径(m)	計画掘削深さ(m)
W-1	3.5	26.5
W-2	3.5	28.0
W-3	3.5	21.0
W-4	3.5	15.0
W-5	3.5	33.0
W-6	3.5	39.0
W-7	3.5	10.5
W-8	3.5	39.5
W-9	3.5	35.5
W-11	3.5	30.5
W-12	3.5	32.0
W-13	3.5	18.5
W-14	3.5	23.0

ディープウェルの計画掘削深さ

ディープウェル	計画掘削深さ(m)
1	55.5
2	62.5
3	66.5
4	42.0
5	70.0
6	69.5
7	56.0
8	65.5
9	66.5
10	42.0

※ W-10は欠番

別添図-2 集水井及びディープウェルの配置図等

鉄筋コンクリート橋脚の地震損傷を 早期に検知・復旧する技術の開発

堺 淳一・運上 茂樹

大規模な地震が発生した場合、道路橋などのライフライン構造物の被災状況の把握とそれに基づく災害時道路ネットワークの確保は、地震直後の救急救命活動、被災者の避難、救援物資輸送等の震後対応において極めて重要である。道路橋が被災した場合には、まずはその被災を発見するとともに、被災の程度を把握することが重要であり、その後、必要に応じて道路橋の機能を応急的に確保するために修復が行われる。本研究では、鉄筋コンクリート橋脚を対象に、その地震被災度を客観的かつ速やかに推定する手法および被災発見後に即効性のある復旧工法を用いて迅速かつ合理的に機能回復を図るための応急復旧技術の開発を行った。

キーワード：橋、地震被害、損傷検知、応急復旧、鉄筋コンクリート橋脚、インテリジェントセンサ、繊維バンド巻き立て、振動台加震実験

1. はじめに

大規模な地震が発生した場合、道路橋などのライフライン構造物の被災状況の把握とそれに基づく災害時道路ネットワークの確保は、地震直後の救急救命活動、被災者の避難、救援物資輸送等の震後対応において極めて重要である。道路橋が被災した場合には、まずはその被災を発見するとともに、被災の程度を把握することが重要であり、その後、必要に応じて道路橋の機能を応急的に確保するために修復が行われる。

地震後の被災調査・被災診断、応急復旧や本復旧工法の選定に関しては、兵庫県南部地震の経験を含む過去の震災経験を反映した道路震災対策便覧（震災復旧編）¹⁾が活用されている。一方、2004年10月に発生した新潟県中越地震では、橋梁構造物の被災発見後、被災診断、復旧工法の選定、復旧工事の実施に約1週間を要し、この間通行止めを余儀なくされるという事例が見られ、機能回復に要する時間を短縮することの重要性が再認識された²⁾。このため、構造物の被災を速やかに検知し、その被災程度を推定する手法および被災発見後に即効性のある復旧工法を用いて迅速かつ合理的に機能回復を図るための応急復旧技術の開発が必要とされている。

（独）土木研究所構造物メンテナンス研究センターでは、こうした震後の対応を支援する技術を開発するための研究を行っており、鉄筋コンクリート（RC）橋

脚の応答周期の変化に基づき被災度を迅速かつ客観的に判定する手法（橋梁地震被災度判定手法）^{3,4)}および地震によるRC橋脚の損傷を1日以内に応急的に修復する手法⁵⁾を開発した。ここではその概要を紹介する。

2. 橋梁地震被災度判定手法

（1）橋梁地震被災度判定システムの概要

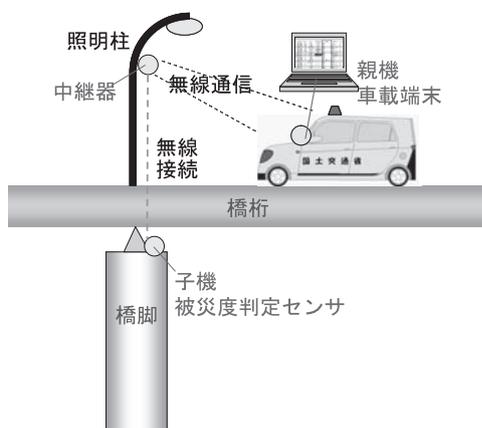
構造物の被災を速やかに検知し、その被災程度を推定する手法として、橋梁地震被災度判定システムを開発した。本システムは、道路管理者が地震発生後に実施する緊急巡視点検の際に利用することを想定している。地震による橋梁の被害としては橋脚、特にRC橋脚の被害が多いこと、また、橋脚の被害は地震後の橋梁の使用可能性に大きな影響を及ぼすことから、主としてRC橋脚の被害を検知することを目的とし、その性能目標を以下のように設定した。

- i) 地震直後に橋梁の地震被災度判定が可能である。
- ii) センサが小型で設置、取り扱いが容易である。
- iii) センサの製作および設置が安価である。
- iv) 道路管理者が緊急巡視点検車から降りずに情報を収集できる。
- v) 停電に対して非常用のバッテリーを備えている。

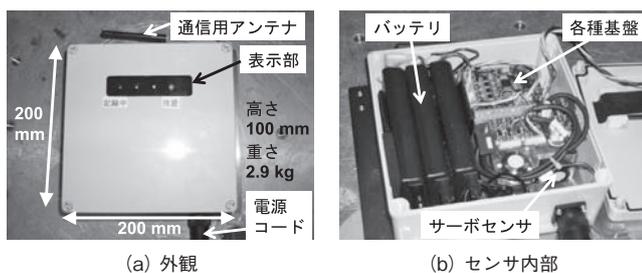
1つ目は、本手法の目的であり、最も重要な性能目標である。2つ目、3つ目の性能目標は、既設橋梁への設置を念頭においたシステムであることから、小型で

取り扱いや設置が容易であり、かつ、安価であることとした。4つ目、5つ目の性能目標は、センサで得られた被災情報を緊急巡視点検の際に確実にかつ簡便に把握できるようにするための性能である。

本システムの構成を図一^{3,4)}に示す。これは、子機（被災度判定センサ）、中継器、親機からなる。子機には、センサ、センサの観測記録の変換を行うAD変換器、計測結果に基づく被災度を演算・判定するためのマイクロコンピュータ、データを収録するメモリ、無線通信機、非常用バッテリーを内蔵している。図一2に子機の試作機を示す。中継器は無線通信機、マイクロコンピュータ、非常用バッテリーを内蔵しており、そのサイズは子機と同じである。親機は一般的なノートパソコンの使用を想定しており、これに専用ソフトウェアをインストールする。



図一1 橋梁地震被災度判定システム



図一2 地震被災度判定センサ（子機）の試作機

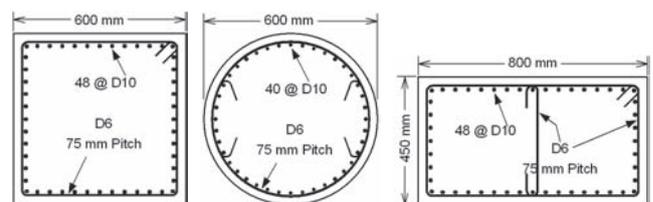
橋脚の損傷度をセンサにより検知する子機は橋脚天端に設置し、子機で得られた橋脚の損傷度を表示する親機は緊急巡視点検車の車中に設置する。中継器は、無線により子機から親機にデータを転送するために、必要に応じて用いられる。本システムを利用することにより、道路管理者は大規模地震後の緊急巡視点検中に走行する車中で橋梁の地震被災度に関する情報を収集することが出来る。また、本システムでは中継器に被災度判定結果の表示機能を装備させ、親機を持たな

い一般の道路利用者にも地震後の橋の状態に対する情報提供を行うことも可能である。

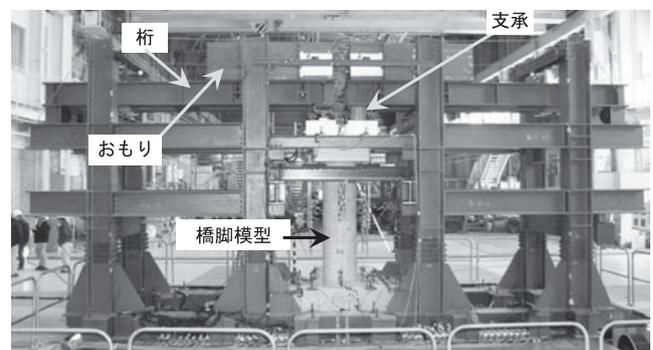
ここで、地震被災度を判定する技術の開発が重要となる。橋梁の地震後の使用可能性等は、局所的な損傷程度よりも橋梁全体の被災程度により判断されることから、本研究では、橋脚天端に設置する加速度センサにより計測される応答加速度をもとに、橋脚の応答周期が損傷によって変化する特性を利用して被災度を判定する手法を用いることとした。

(2) 被災度判定手法の開発

被災度判定手法の開発のために、柱基部で曲げ破壊するRC橋脚模型に対して実施された振動台加震実験結果を分析した。分析対象としたのは図一3に示すような実験セットアップにより加震された円形、正方形、長方形断面を有するRC橋脚模型9体に対する33ケースの加震である。



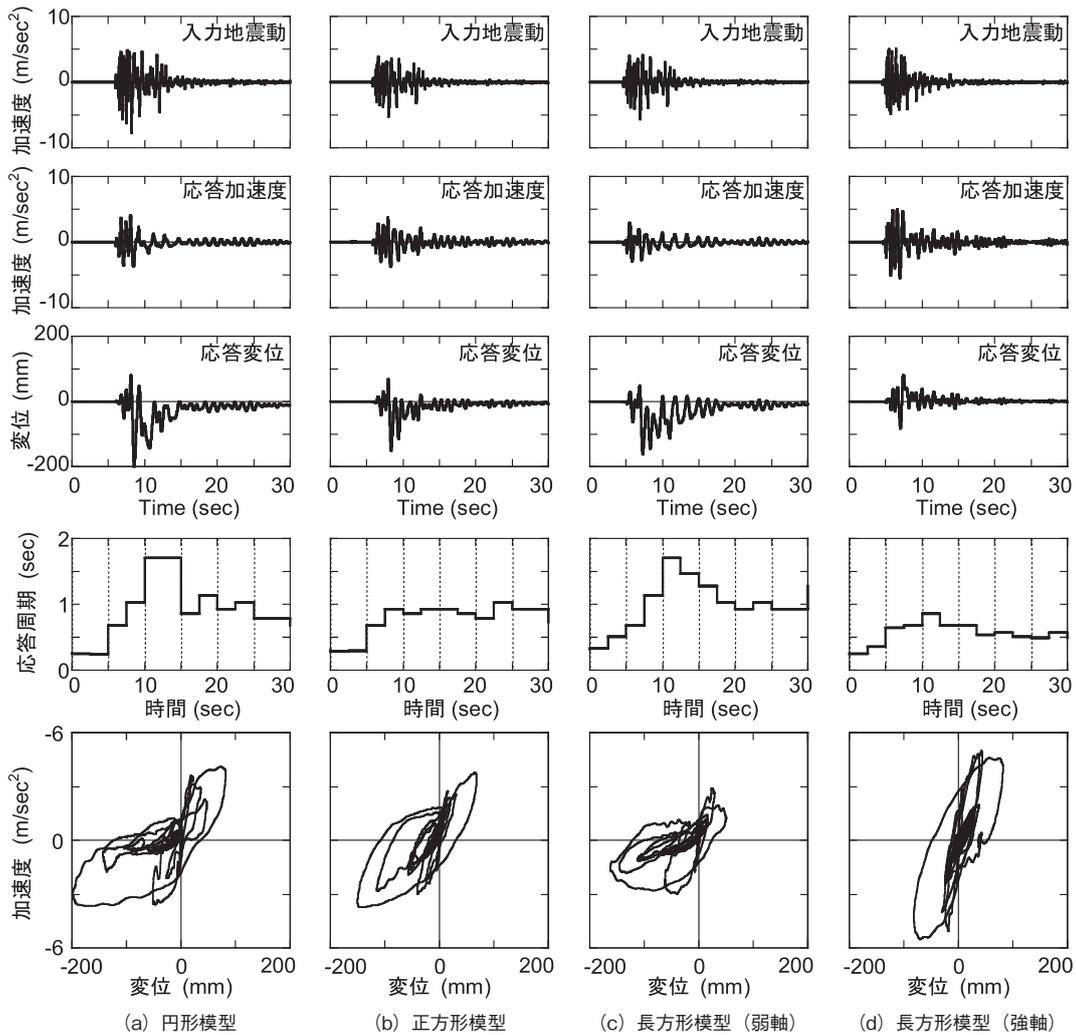
(a) 模型の断面の例



(b) セットアップの例

図一3 RC橋脚模型に対する振動台加震実験

図一4は、RC橋脚模型に対する振動台加震実験から得られた入力地震波、橋脚天端の応答を示した結果である。主要動によって橋脚模型に大きな応答変位が生じた後は橋脚天端の応答加速度、応答変位に固有周期が増加する特性が見られる。こうした特性を定量的に評価するために、橋脚天端で観測された応答加速度に対する時系列的な推移を考慮した高速フーリエ変換（FFT）解析による卓越周期を橋脚の応答周期として算出し、その変化を求めることとした。この結果も図一4に示している。これによれば、主要動が入力されて橋脚が大きく応答すると、固有周期は初期の値か



図一 4 RC 橋脚模型の地震応答と応答周期の変化

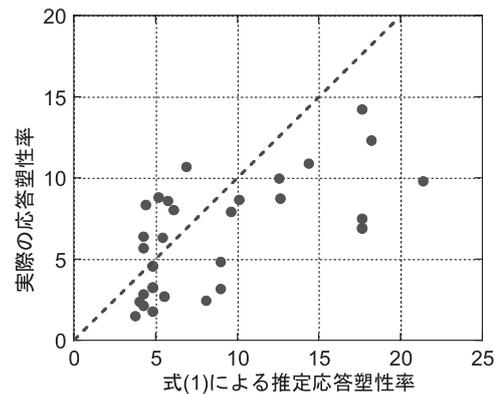
ら大きく増加し、その後、応答の減衰につれて固有周期はやや低下するが、最終的な値は初期値に比べて大きくなる事が分かる。

こうした特性を定量的に評価するために、ここでは1質点系の振動モデルを仮定し、構造物の復元力特性に弾完全塑性型の骨格曲線を用いて、損傷前後の周期の変化と最大応答塑性率 μ_{QEDDM} の関係を次式のように与えることとした^{3),4)}。

$$\mu_{QEDDM} = \frac{d_{r,max}}{d_y} = \left(\frac{T_d}{T_0} \right)^2 \quad (1)$$

ここで、 $d_{r,max}$ は最大応答変位、 d_y は降伏変位、 T_0 、 T_d はそれぞれ損傷前後の固有周期である。応答塑性率は構造物の損傷度合いに密接な関係があるため、これにより構造物の被災度を推定する。

図一 5 は、本提案手法による応答塑性率の推定精度を示した結果である。これより、結果にばらつきはあるものの本手法により応答塑性率をおおむね推定出来る事が分かる。



図一 5 被災度判定手法の精度

3. RC 橋脚に対する即効性のある応急復旧工法

(1) 即効性のある応急復旧工法の要求性能

本研究で提案する応急復旧工法に対する要求性能は以下の通りとした。

- a) 余震に対する応急的な安全性の確保のため、脆性的な破壊を防止すること

- b) 品質管理が容易であること
- c) 1日程度で復旧作業が完了すること
- d) 重機等による施工を必要としないこと
- e) 資材は長期間、備蓄可能なこと

上記の a), b) は耐震性能の観点からの要求性能である。a) の脆性的な破壊を防止するという性能は、せん断破壊を防止すること、あるいは変形性能を確保すること、もしくはその両者により満足される。また、b) は復旧後の性能（品質）を確保するという観点から重要である。これについては、作業に特殊な技術を要しないことも要求される。c), d) は応急復旧の作業において迅速、簡便であることを要求するものである。e) は平成 16 年の新潟県中越地震の例では修復資材の調達にもある程度の時間を要したという報告がある¹⁾ことから、震災後にすぐに利用できるように、例えば橋を管理する事務所や「道の駅」等に資材を長期間備蓄できるようにするための要求性能である。

こうした要求性能をふまえ、本研究では機械式定着による繊維バンド巻立て工法を提案した。

(2) 機械式定着による繊維バンド巻立て工法

本工法は、断面修復は超速硬性無収縮モルタルにより行い、断面修復後に繊維バンドを機械式定着によって巻立てる工法である。一般的な工程は図一6および以下に示すとおりである。

- 1. 損傷したコンクリートの除去、修復部の清掃

- 2. 下地処理剤（プライマー）の塗布
- 3. モルタル等による断面修復
- 4. 機械式定着による繊維バンドの巻立て

繊維バンドを巻立てる作業は、簡単な作業であり特殊な技術は要さない。また、繊維バンドは軽いため、施工には重機を要さない点もポイントである。さらに、本工法で用いた材料は、用いる繊維材によっては紫外線による劣化等があるため、備蓄には紫外線を防ぐ等の対策が必要な場合もあるが、こうした対策を施せば、長期間備蓄可能な材料である。

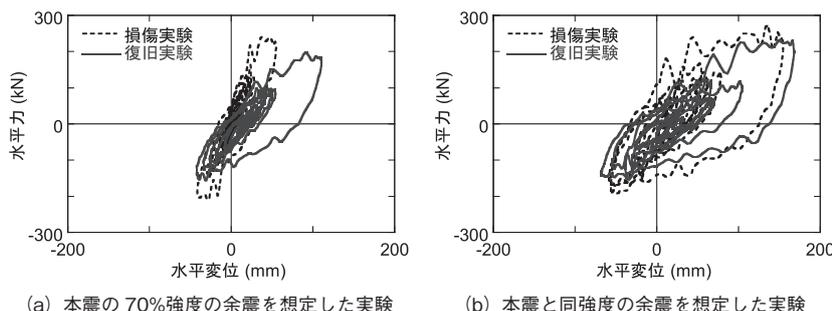
(3) 提案工法の効果

提案する応急復旧工法の効果を検証するために、柱基部に曲げ損傷が生じた模型に対して提案工法による応急復旧を行い、復旧された模型に対して振動台加震実験を行った。入力地震動には、兵庫県南部地震において JR 鷹取駅で観測された記録を用いた。損傷を生じさせた実験（以下、損傷実験と呼ぶ）では、徐々に加震振幅を大きくし、最大で鷹取記録の振幅 120% 加震を行った。この結果、かぶりコンクリートの剥落、軸方向鉄筋のはらみ出しが生じた。この後、提案工法により損傷を修復し、本震の 70% 強度および本震と同強度の余震を想定して、入力地震動の振幅をそれぞれ 80% と 120% とする場合の加震実験（以下、復旧実験と呼ぶ）を行った。

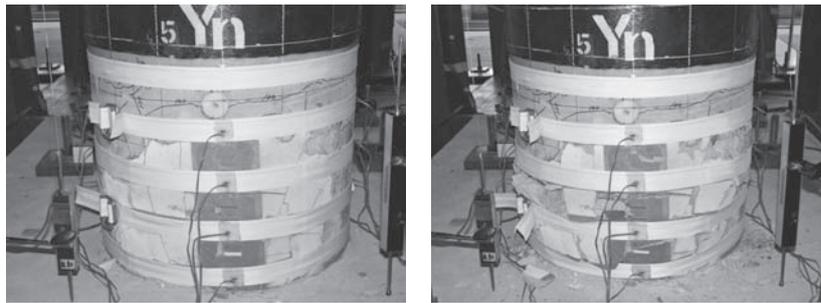
図一7に本震の 70% 強度の余震を想定した実験と



図一6 曲げ破壊した柱基部の提案工法による修復



図一7 水平力～水平変位の履歴



(a) 本震の70%強度の余震を受けた後

(b) 本震と同強度の余震を受けた後

図一8 損傷状況

本震と同強度の余震を想定した実験で得られた水平力～水平変位の履歴を示す。ここでは、損傷実験と復旧実験の履歴を比較している。また、各加震後の損傷状況を図一8に示す。

提案工法により応急復旧すると、本震の70%強度の余震により断面修復材にひび割れが生じ、繊維バンドのひずみが最大で0.01に達し、バンドがわずかにはらみだした。本震と同強度の加震では断面修復材の損傷は大きくなったが、バンドの伸び性能が高く破断しなかったため、断面修復材は剥落しなかった。図一7によれば、修復後の初期剛性は、損傷前の健全な状態に比べて40～50%程度低下したことが分かる。応答変位としては、損傷を生じさせた実験よりも大きくなるが、提案工法で修復された橋脚はいずれも安定した地震応答を示しており、こうした応急復旧により損傷前とほぼ同程度の耐震性能を確保できたと考えられる。

4. まとめ

大規模地震が発生した後の震後対応を支援する技術として、鉄筋コンクリート橋脚を対象とした橋梁地震被災度判定手法および地震損傷を1日以内に応急的に修復する技術を開発した。橋梁地震被災度判定手法については、試作機を実橋梁に設置し、運用上の課題点の抽出を行うとともに、これを活用した道路橋の緊急点検手法の開発を行っている。また、地震損傷を1日以内に応急的に修復する技術として提案した機械式定

着による繊維バンド巻立て工法については、せん断破壊や軸方向鉄筋の途中定着部（段落し部）の損傷等への適用に向けた研究を進めている。これらの技術により、大規模な地震によって道路橋に損傷が生じても、道路啓開までに要する時間を飛躍的に短縮することが期待される。

JICMA

《参考文献》

- 1) (社)日本道路協会：道路震災対策便覧（震災復旧編），2007.
- 2) 国土交通省国土技術政策総合研究所，独立行政法人土木研究所，独立行政法人建築研究所：平成16年（2004年）新潟県中越地震被害に係わる現地調査概要，2005.
- 3) 国土交通省：国土交通省総合技術開発プロジェクト「社会資本の管理技術の開発」総合報告書 第3章大規模地震発生直後に橋梁の被災度を迅速に把握する技術の開発，2008.
- 4) 堺淳一，運上茂樹：インテリジェントセンサを用いた橋梁地震被災度判定手法の開発に関する研究，土木研究所報告，No.213，2009.
- 5) 堺淳一，運上茂樹：震災を受けた道路橋の応急復旧技術の開発に関する振動台加震実験，土木技術資料，50-9，pp.32-35，2009.

【筆者紹介】

堺 淳一（さかい じゅんいち）
 (株)土木研究所構造物メンテナンス研究センター
 橋梁構造研究グループ
 主任研究員



運上 茂樹（うんじょう しげき）
 国土交通省 国土技術政策総合研究所
 危機管理技術研究センター
 地震災害研究官



投下型水位観測ブイ

田村 圭司・山越 隆雄・伊藤 洋輔・成田 秋義

平成20年岩手・宮城内陸地震によって発生した天然ダムの中には、地上からアクセスが困難なため、水位監視が難しいものがあった。このため、投下型水位観測ブイを開発し、天然ダムの水位観測を行った。

キーワード：地震災害、緊急監視技術、天然ダム、水位監視、投下型水位観測ブイ

1. はじめに

平成20年6月14日、岩手・宮城内陸地震が発生し、栗駒山を中心に数多くの大規模な斜面崩壊・地すべりが発生した。特に、河川沿いの斜面崩壊・地すべりは、河道を閉塞し、栗駒山東南麓を中心として数多くの天然ダムが河川に連続して縦列的に発生した¹⁾。

天然ダムが発生すると、流水が上流に貯留されて湛水部が形成される。その結果、上流部では浸水による被害が、下流部では閉塞部の決壊による土石流、洪水、崩壊部の拡大崩壊など甚大な二次災害が発生する恐れが生じる。このような危険性に対し、天然ダムの監視は極めて重要であり、これまでも平成16年新潟県中越地震による天然ダム発生事例等を踏まえて、天然ダム発生直後の応急監視手法がとりまとめられている²⁾。

今回発生した岩手・宮城内陸地震による土砂災害の特徴は、アクセスの悪い山間地域に発生したことである。地震による斜面崩壊によって山間地の交通網は寸断され、その復旧に多くの時間と労力を必要とした。このため、天然ダムの監視体制を整備するために、箇所によっては数週間を要するという事態となった。

宮城県栗原市の花山ダムに流れ込む一迫川の流域は、今回の地震によって特に多くの斜面崩壊・地すべりが発生した流域であり、比較的規模の大きい天然ダムが多く形成されている。特に、湯浜地区に形成された天然ダムは(図-1)、一迫川沿いに連続して形成された天然ダムのうち、最も上流に位置し、周辺の地形も非常に厳しいことから湛水部にアクセスできず、既存の監視方法をとる限り、計測が困難な状況であった。このため、現地に立ち入ることなく、ヘリコプター等の空輸により観測機器を設置して湛水位を計測する必要が生じた。



図-1 湯浜地区に形成された天然ダム(平成20年6月28日撮影)

2. 新たな水位監視手法の開発

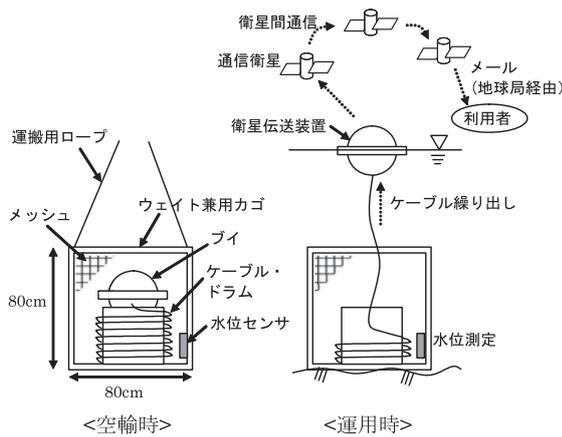
山間部で発生した天然ダムに水位計を設置する場合の問題点は、周辺の地形が急峻である上に道路が通じていないこと、仮に道路があっても土砂崩壊により寸断されて作業や資機材の陸送が困難であること、山間部のためにデータ伝送設備がなかったり地震で破損していたりすることである。

このような場所に迅速に投下設置できる水位計として、以下の機能を有する観測機器を開発した。

- ・ヘリコプターで空輸し、投下できること
- ・人が地上に降り立っての機器調整が不要なこと
- ・水位計の水深測定上限が10m以上あること
- ・衛星通信を利用してデータ伝送できること
- ・内蔵バッテリーで必要期間駆動すること

投下型水位観測ブイは、主にブイ、ウェイト兼用カゴ、ケーブル、水位センサなどから構成され、総重量は約30kgである(図-2, 3)。

運搬時はカゴにブイが収容されて、ヘリコプターで



図一 2 投下型水位観測ブイの構造等



図一 3 湯浜地区に投下した観測ブイの外観

空輸しやすい形となっている。水中投下後はカゴと水位センサが河床に沈降・着床するとともに、ブイは水面に浮上し、水深に応じた長さのケーブルが繰り出されて、観測姿勢となる。

水位センサによって測定された水位データは、ブイに収容された衛星伝送装置によって通信衛星を通じて利用者にメール配信される。なお、今回利用した伝送方式は、数10機の低軌道周回衛星により衛星間伝送するものであり、比較的狭隘な山間部でも安定した通

信を確保でき、指向性アンテナが不要であるという特長を有する。

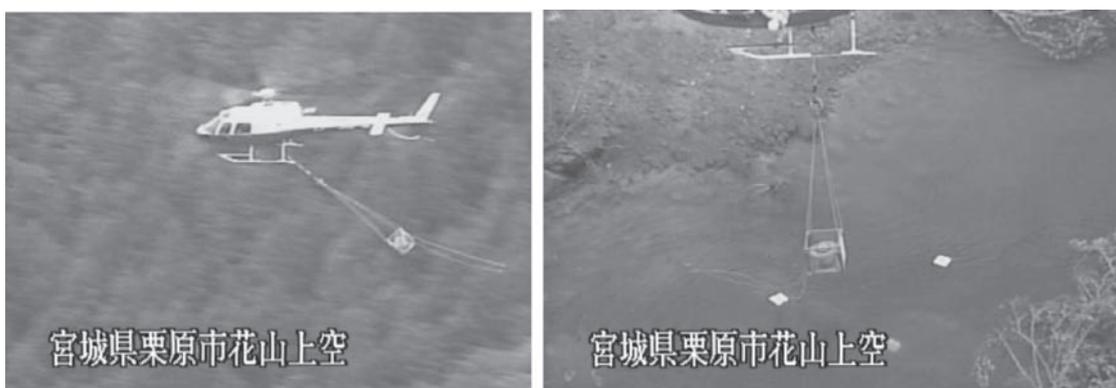
3. 設置・計測

今回利用したヘリコプターは、ユーロヘリ社製 AS350B3 Ecureuil というタイプで、小型であること、機外に荷物を吊り下げることが可能であることなどの特徴を有する。このヘリコプターに投下型水位観測ブイを吊り、花山ダム湖畔に臨時設置されたヘリポートから約18 km離れた湯浜地区まで空輸した(図一4)。

到着後、まずブイ投下地点を決定するために、ロープの両端に浮きと錘をつないだ簡易な測深器具をヘリコプターから水面に投げ入れて適当な水深の地点を探した。これは、今回用いた水位計の測定可能範囲が10 mであるため、水深が大き過ぎる地点にブイを投下してしまうと増水時に測定上限を超えてしまうからである。

投下地点を決めた後、ヘリコプターを水面上約10 mまで降下させてカゴを着水させた。着水後、カゴは河床に沈下するとともにブイはカゴから離脱し水面に浮上して正常に観測姿勢となり、直ちに水位測定・衛星通信を開始することが可能となった。

設置後のデータ観測状況を図一5に示す。この図は設置時の水位を0 mとした水位変動を示す。設置後約1日で約0.6 m上昇して天然ダムの最低天端高に達した。その後、非降雨時には+0.4 m前後で推移し、降雨時には+1.1 ~ 1.9 m程度まで上昇した。最大水位は10月24日の大雨によって発生し、+1.75mを記録した。この時は下流側の別の天然ダム(湯ノ倉温泉地区)で決壊が生じたため、湯浜地区の天然ダムの状況も懸念されたが、本水位計によって大きな問題が生じていないことがリアルタイムで確認することができた。



図一 4 投下型水位観測ブイの設置状況 (左:ヘリコプターで輸送中の様子, 右:設置中, 国土交通省東北地方整備局提供)

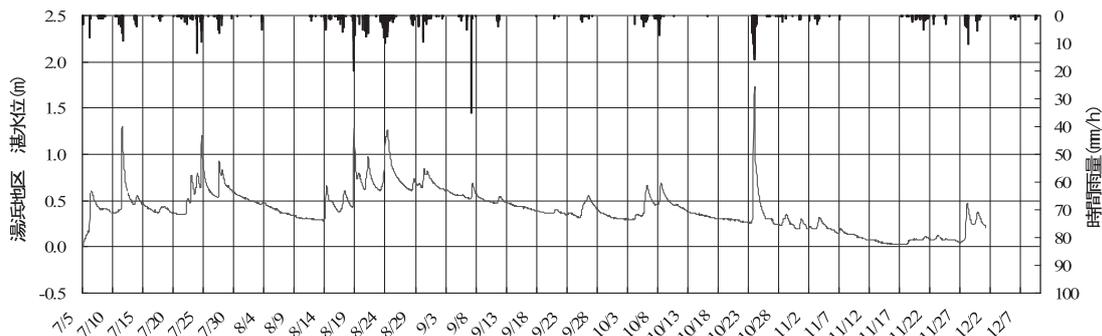


図-5 得られた水位変動データ（設置時を0mとした値）

4. おわりに

今回新たに開発した投下型水位観測ブイは、ヘリコプターによって設置作業が完結するため、二次的な災害の恐れを受けることなく迅速に水位観測を開始することができる。これまでは、車両の通れる道を啓開し、機材を搬入・組み立てを行う、という作業を行っていたため、水位観測を始めるまで少なくとも数日の時間を要していた。しかし、今後は、このブイを事前に複数持っておくことにより、天然ダム水位監視を即日開始することが可能となる。天然ダム災害対応の迅速化に今後大きな進歩をもたらすものと期待される。

J|C|M|A

《参考文献》

- 1) 国土交通省砂防部砂防計画課：平成20年岩手・宮城内陸地震により発生した河道閉塞（天然ダム）箇所について，2008.6.19 記者発表資料
- 2) 天然ダム監視技術マニュアル（案）：土木研究所資料，No.4121，2008.12

【筆者紹介】



田村 圭司（たむら けいじ）
 (独)土木研究所
 つくば中央研究所土砂管理研究グループ
 火山・土石流チーム
 上席研究員



山越 隆雄（やまこし たかお）
 (独)土木研究所
 つくば中央研究所土砂管理研究グループ
 火山・土石流チーム
 主任研究員



伊藤 洋輔（いとう ようすけ）
 (株)拓和 社長室付企画室
 課長代理



成田 秋義（なりた あきよし）
 国土交通省 東北地方整備局
 北上川下流河川事務所
 工務第一課長

火山観測用航空機搭載型リモートセンシング装置

—装置の概要と浅間山の温度観測事例—

實 測 哲 也

防災科学技術研究所では、火山噴火の短期的予知や噴火災害状況の把握に役立てるため、火山体の表面温度や降灰分布を画像計測できる、独自の火山観測用航空機搭載型リモートセンシング装置の開発とその活用を1980年代より実施している。ここでは、防災科学技術研究所での最近の技術開発の成果と、同装置による火山観測結果を報告する。

キーワード：航空機、リモートセンシング、火山、噴火災害、表面温度、熱的活動

1. はじめに

日本には108の活火山がある。火山の噴火による被害を軽減する最善の手段は、的確な情報にもとづく適切な避難である。的確な情報は、火山の活動状況をできるだけ正確に評価するための指標となる現象を多角的に観測することで得られる。その代表的なものは、火山活動に由来する地震活動、地殻変動、電磁気的变化、温度、火山性ガス等の観測である。最近までの20年ほどの間、これらの観測技術は、着実に進歩している。実際、2000年の有珠山噴火、三宅島噴火、2004年、2009年の浅間山噴火等では、噴火の直前予知や、噴火活動の状況把握が、これらの観測情報をもとに行われ、被害の軽減につながっている。

本報文では、上にあげた火山活動状況評価に活用する代表的観測項目のうち、防災科学技術研究所（防災科研）で実施している、温度や火山性ガスの観測に関するリモートセンシング技術の開発に焦点をあて、その最近の進歩を報告する。またこの技術を用いた、実際の噴火活動の観測事例として、浅間山の温度観測事例を紹介する。

2. 火山観測用航空機搭載型リモートセンシング装置

火山は噴火すると地表からは近づけない場合もあり、火山の状況を把握するには、衛星や航空機を活用したリモートセンシング技術が役立つ。とりわけ、航空機によるリモートセンシングは、航空機の機動力を生かした観測が可能で、災害現場の情報を緊急に計測

することができ、災害時の状況把握手法として利用価値が高い。また、平常時の火山体表面温度分布を把握することで、異常時の火山体の熱的な活動状況把握が行え、噴火災害の推移の評価に役立てることもできる。

防災科研では、衛星による観測では達成できない、火山の熱的活動評価に役立つ高空間分解能（1～3m程度）熱画像データの取得や、噴火活動に対応した機動的な火山観測を実現する火山観測用航空機搭載型リモートセンシング装置の開発を、1980年代より継続的に実施しており、1990年に初代装置VAM-90A、2006年に2代目の装置ARTSを完成させた。

(1) VAM-90A

VAM-90A（火山専用空中赤外映像装置）は、火山体の表面温度観測、降灰状況把握およびその観測手法の開発を主目的に、防災科研が1990年に製作・開発した航空機搭載型のリモートセンシング装置である。

VAM-90Aは、図-1に示すWhisk broom動作で

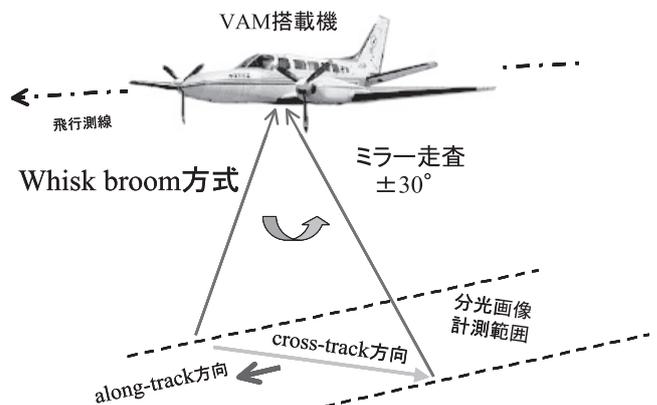
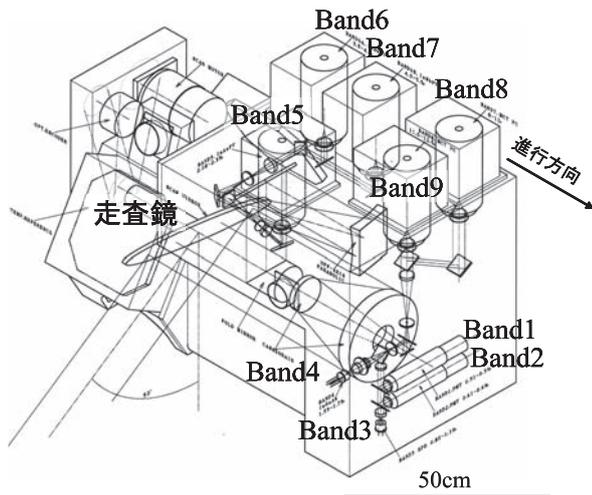


図-1 VAM-90Aの観測の様子（Whisk broom動作）

データを取得する。航空機に搭載されたVAM-90Aは、対地高度1～6 kmから航空機の機首方向に垂直な面内で直下点を中心にcross-track方向に±30°の角度でミラーを走査し、可視光から赤外光までの光を9つの波長帯(Band1～9)で捉える。この走査と航空機の進行(along-track方向)を利用することで地表の分光画像情報を計測する。VAM-90Aの走査検出器部を図一2に、VAM-90Aの主な諸元を表一に示す。



図一2 VAM-90Aの走査検出器部

表一1 VAM-90Aの主な諸元

主な機器構成	性能	用途・特徴
可視光センサ		降灰域の分布把握、植生の活性評価、水域の濁度評価
Band1	0.51～0.59 μm	
Band2	0.61～0.69 μm	
最高空間分解能	3m	
近赤外線センサ		降灰域の分布把握、植生の活性評価
Band3	0.80～1.10 μm	
Band4	1.55～1.75 μm	
Band5	2.08～2.35 μm	
最高空間分解能	3m	
赤外線センサ		地表の温度分布把握 (-20～1500℃)
Band6	3.50～4.20 μm	
Band7	4.30～5.50 μm	
Band8	8.00～11.00 μm	
Band9	11.00～13.00 μm	
最高空間分解能	1.5m	
幾何補正関連装置	動揺補正装置 光ファイバージャイロ	手動幾何補正作業 (処理時間:2～3日)

VAM-90Aは、赤外センサ(Band6～9)の高空間分解能により、数m以下の空間スケールで出現する地熱由来の高温スポットの温度が、周囲の常温域と空間平均されずに計測可能である。また赤外センサの広い温度観測レンジ(-20～1500℃)と精度(NETD:0.2K@300K)により、通常地表面から溶融した溶岩(約1100℃)の温度分布まで計測可能である。さらに、緊急時の情報提供を想定した速報機能(電話回

線利用)により、着陸後20分以内に観測画像の一部を速報画像(1MB程度)として提供可能である。

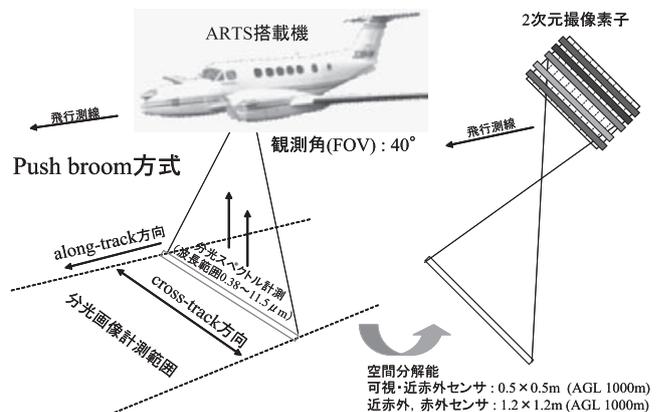
防災科研はVAM-90Aを用いて、1990年から2005年までに、日本の20の活火山を観測した^{1), 2)}。

(2) ARTS

防災科研は、2006年に、航空機搭載型放射伝達スペクトルスキャナ(Airborne Radiative Transfer Spectral Scanner: ARTS)を開発した³⁾。ARTSは、VAM-90Aの後継機として開発された、高波長分解能・高空間分解能を有する最新鋭の火山観測用航空機搭載型リモートセンシング装置である。

ARTSは、図一3に示すPush broom動作で、データを取得する。ARTSは、対地高度0.7～6 kmから、航空機直下のスリット状領域(観測角:cross-track方向40°(FOV), along-track方向0.49～1.2 mrad)を、その幾何形状を保持しながら分光し、波長別のスリット状領域の形状を、2次元撮像素子上に投影、配置する。素子のフレームレートを、積算時間を適切に設定し、航空機の移動にともない刻々と変化するスリット状領域のデータを取得することで、スペクトル別の帯状の画像を取得する。ARTSは中心感度波長が連続的に異なる狭い周波数帯域幅(バンド)の複数のセンサを有し、各バンドで地表の画像情報(空間情報)を得ると同時に、各画素についてスペクトル分布情報を計測する。ARTSは、可視光から赤外光までの光を最大421の異なる波長(超多波長)で観測できる。最高空間分解能は、可視域で0.3 m、近赤外～赤外域で0.85 mである。ARTSのセンサユニットを図一4に、主な諸元を表二に示す。

一般に、地表、大気、火山性ガスは、可視から赤外の電磁波(光)に対し、固有のスペクトル分布特性をもつ光学的特性(透過率、吸収率、反射率、放射率)を有する。ARTSの観測画像(超多波長データ)は、



図一3 ARTSの観測の様子(Push broom動作)

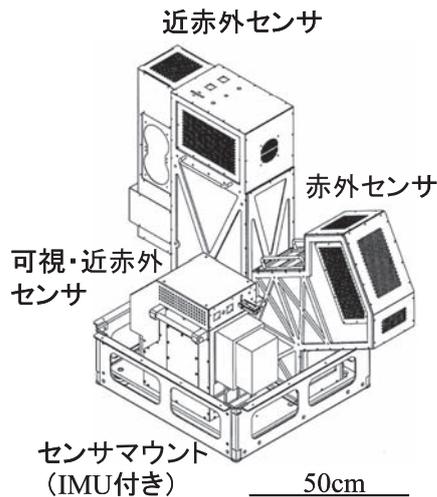


図-4 ARTSのセンサユニット

表-2 ARTSの主な諸元

主な機器構成	性能	用途・特徴
可視光センサ		
観測波長領域	0.38~1.05 μm	・降灰域の分布把握、 植生の活性評価
band数	288	・スペクトル波形による 地表被覆物同定
band幅	2.4nm	(地質、植生、水の物性)
最高空間分解能	0.3m	・高温計測(900~1200°C)
近赤外線センサ		
観測波長領域	0.95~2.45 μm	・降灰域の分布把握、 植生の活性評価
band数	101	・スペクトル波形による 地表被覆物同定
band幅	15nm	(地質、植生の物性)
最高空間分解能	0.85m	・高温計測(300~1200°C)
赤外線センサ		
観測波長領域	8.00~11.50 μm	・温度計測(-20~1200°C)
band数	32	・スペクトル波形による 地表被覆物同定
band幅	110nm	(溶岩の物性)
最高空間分解能	0.85m	・SO ₂ ガスの濃度分布計測
幾何補正関連装置	空中直接定位 GPS/IMUシステム	・自動幾何補正(2hr以内)、 精度0.3m ・地図との重ね合わせ可

各画素について、連続的なスペクトル分布情報を計測できるため、画素を構成する観測対象物質の固有のスペクトル分布特性が推定可能である。

ARTSは、この超多波長データの活用によって、VAM-90Aよりも火山体の表面温度観測精度が向上し、さらに火山ガスの濃度分布計測もできるようになった。また植生の変化や溶岩流など火砕物の分布もこれまで以上の識別精度で観測できる。さらに観測データには空中直接定位装置(GPS/IMU装置)による位置情報が付加されており、地図に合わせた画像化も容易である。このようなARTSの性能は、火山活動の現況や噴火後の被災状況の迅速な把握に役立つと期待できる。

防災科研では、2006~2007年度をARTSの性能検証期間とし、性能検証観測を完了した。これより、同装置の公称性能が達成されていることを確認し、2008年度からARTSによる火山観測を開始した。

3. 火山観測事例紹介：浅間山の温度観測

群馬・長野県境に位置する浅間山(標高2568m)は、活動が活発な活火山である。最近では、2003年、2004年、2008年、2009年に噴火活動が記録されている。

防災科研は、これまでにVAM-90A(2005年以前)とARTS(2007年以降)を用い、10回の観測を実施している。これらの観測により、火口内温度分布の推移をとらえることで、浅間山の熱的活動の推移を把握できている。以下では、その観測結果を紹介する。

(1) VAM-90Aによる観測(2000~2005年)

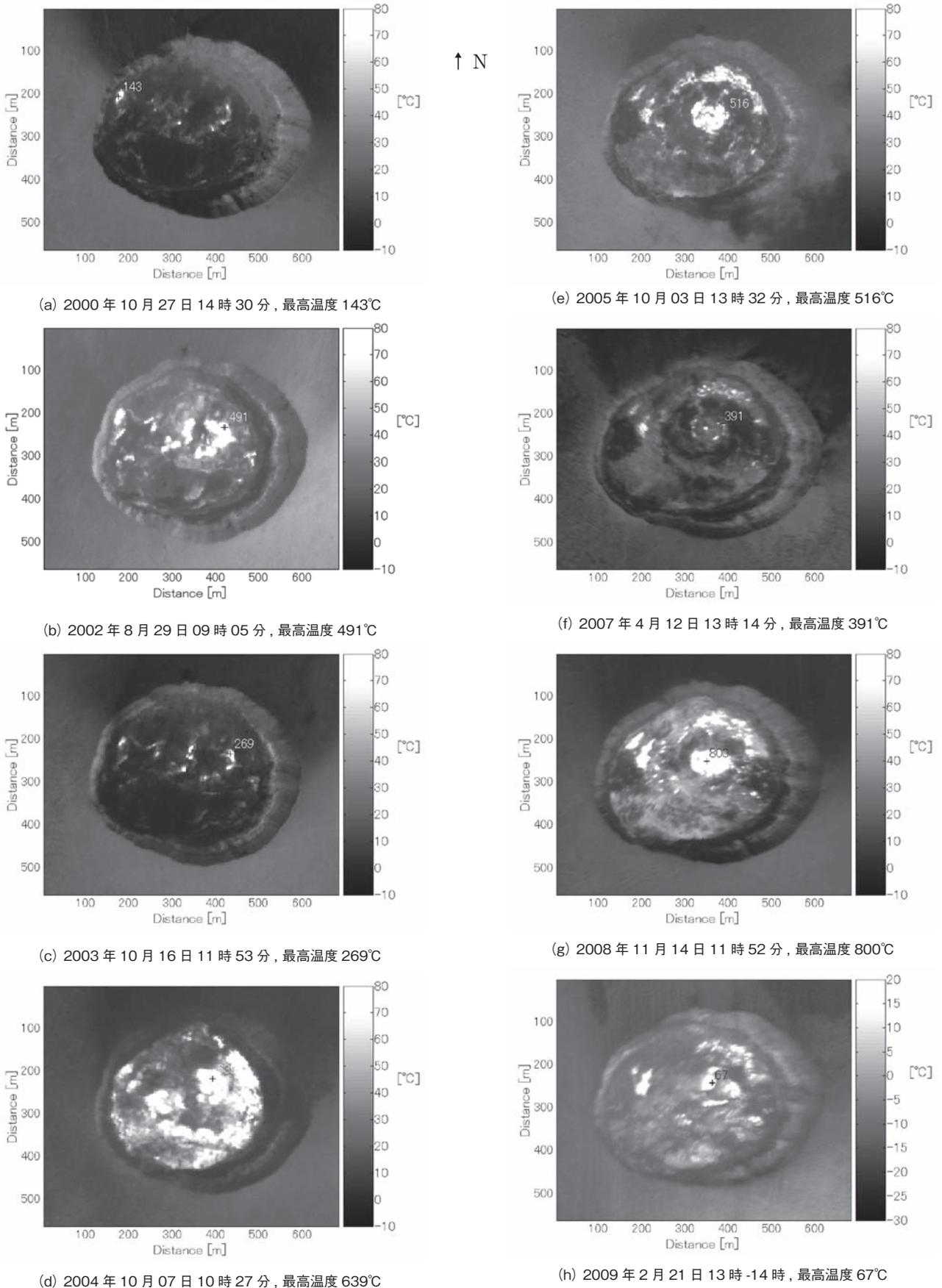
浅間山で火山性地震活動の増加が2000年夏頃より認められたことを受け、防災科研は、浅間山の山頂火口内温度分布観測を2000年9月より開始した。

[2000年9月~2003年10月の期間]:2000年9月、10月(図-5(a)),2002年8月(図-5(b)),2003年10月(図-5(c))に観測を実施した。図-5(a)(2000年10月)と図-5(b)(2002年8月)を比較すると、温度の上昇や噴気量、地熱分布域の増加が認められる。しかし、火口内の東部、中央部、西部に区別できる大局的な温度分布パターンが維持されている。2003年2月~4月に極小規模噴火があったが、火口内の大局的な温度分布パターンは、図-5(c)(2003年10月)にかけて大きくは変化していない。大きな噴火を伴わない場合、浅間山は比較的安定な熱分布形状を維持していることが推定される。

[2004年10月~2005年10月の期間]:2003年に低下した熱活動であったが、2004年の初夏頃から、浅間山の地震活動の活発化とともに、火口内の温度上昇が認められるようになり、浅間山は2004年9月1日に21年ぶりの爆発を伴う噴火をした。その後、9月~12月に複数回の噴火が記録された。我々は噴火活動中の温度分布形状の把握を目的として、2004年10月7日(図-5(d)),22日に観測を実施した。火口内の温度分布は噴火以前にくらべ図-5(d)のように大きく変化し、噴気や高温部が増加した。これは火口底に出現したマグマをとらえた結果である。この一連の噴火活動が終了した後、我々は、火口内の温度分布形状把握の為の観測を2005年10月3日(図-5(e))に実施し、噴出した溶岩が徐々に冷えていった様子をとらえた。この火口内の温度分布形状は、以後の熱的活動の推移を把握する上で、基準となる熱分布データとなった。

(2) ARTSによる観測(2007~2009年)

[2007年4月~2009年2月の期間]:2005年から



図—5 (a)～(e) 2000～2005年にVAM-90Aで観測した浅間山の山頂火口温度分布。(f)～(h) 2007～2009年に、ARTSで観測した浅間山の山頂火口温度分布。対地高度2000～3000mより観測、大気補正、オルソ幾何補正済み。2004年9月～12月には複数回の噴火活動があり、火口底の温度やその分布の変化が観測された。この噴火活動が低下し、2007年にかけて火口底が徐々に冷えていった様子や2008年に再び温度が上昇した様子等が一連の観測で把握できる。

2007年にかけて浅間山の活発な活動はなかった。我々はARTSの試験観測として、2007年4月12日に観測を実施した(図-5(f))。その結果、2005年の温度分布形状が保たれたまま、全体的に温度が低下していることを把握できた。その後、2008年夏頃より、再び地震活動が活発化したため、2008年11月14日(図-5(g))に温度観測を実施した。前回の2007年4月12日のARTSによる試験観測結果と比較すると、11月14日の輝度温度分布には、70℃以上の領域の拡大や噴気の増加が認められる。また、2005年10月3日(図-5(e))の観測結果と輝度温度分布の形状は類似しており、爆発を伴わない熱的な活動状況の増加を示している。

この後、2009年2月1日、浅間山は小規模噴火した。この噴火は、関東地方に降灰をもたらすものであった。この噴火直後の熱的活動の推移を評価するため、我々は2009年2月21日に浅間山の火口内温度観測を実施した(図-5(h))。この観測では火口内に噴煙が充満していたため、火口内の温度観測は、噴煙による減衰の影響を強く受けた。この影響を低減するため約15分間隔で5回の繰り返し観測を行い、各画素について5回の観測の最大温度を採用した温度分布画像を図-5(h)のように求めた。2008年11月14日の図-5(g)と図-5(h)を比較すると、火口底中心部、北側、南側、西側、東側の温度分布形状は、大きくは変化していない。火口底中心部の熱源の形状が3つに分裂したように見える。今回と同程度(やや多い)の噴煙の下で観測が行われた2004年10月7日の観測(火口底にマグマが出現)では、短時間の繰り返し観測(5回)を実施した結果、火口内の高温域は、噴煙の影響が小さい場合は600℃程度に観測され、噴煙の影響が大きい場合には300℃程度に減衰し観測されることを確認している。仮に、今回600℃程度以上の熱源が火口内に存在すれば、そのエネルギーは、2004年10月よりもやや少ない量である今回の噴煙を透過し、少なくとも300℃程度以上に計測されると思われる。しかし、今回の結果では、5回の観測いずれでも70℃以上の温度分布は計測されていないことから、火口内には少なくとも600℃程度を超える部分はなく、2004年の噴火時の様に、火口底にマグマは出現していないと推定される。以上より、2月の噴火後の浅間山の熱的活動は、噴火前と比較し拡大していないと推定された。この後、4月にかけて浅間山の火山活動レベルは低下し、現在にいたっている。

4. 浅間山の放熱率(2000～2009年)

一連の観測結果から Sekioka らの方法⁴⁾により求めた浅間山の放熱率を図-6に示す。これより噴火に伴って放熱率の増加が認められることがわかる。

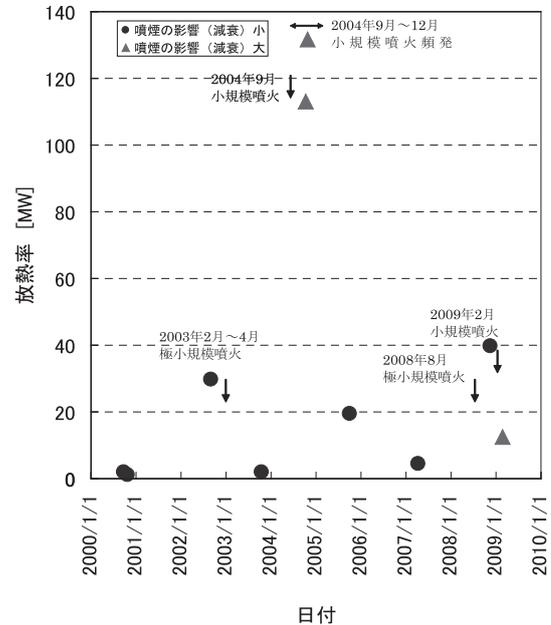


図-6 浅間山の放熱率の推移(2000年9月21日～2009年2月21日)。噴火に伴い、放熱率が大きくなる傾向が認められる。

5. おわりに

本報文で示した火山の熱的活動状況を推察できる観測情報は、衛星リモートセンシングでは取得できない航空機リモートセンシングならではの結果である。

防災科研では今後も火山観測用航空機搭載型リモートセンシング装置の技術開発とそれを活用した火山活動状況把握を実施し、火山の活動評価に資する有益な観測情報の取得のための研究開発を実施する予定である。

JICMA

《参考文献》

- 1) 植原, 熊谷, 矢崎: 航空機搭載 MSS による雲仙岳火山の熱観測, 日本リモートセンシング学会誌, 487/493 (1991)
- 2) 實測, 鷓川, 藤田, 岡田, 宮坂, 赤池, 松岡: 航空機搭載型多波長走査計による有珠山2000年噴火の多次期観測, 火山, 47, 297/323 (2002)
- 3) Tetsuya Jitsufuchi: Airborne Radiative Transfer Spectral Scanner: A new airborne hyperspectral imager for hyperspectral volcano observations, AGU 2007 Fall Meeting, V11D-0812 (2007)
- 4) Sekioka, M. and Yuhara, K.: Heat Flux Estimation in Geothermal Areas Based on the Heat Balance of the Ground Surface, J. G. R., 79 (14), 2053-2058, 1974

[筆者紹介]
實測 哲也(じつふち てつや)
(独)防災科学技術研究所
火山防災研究部
主任研究員

「世界文化遺産・宮島」における 災害関連緊急砂防工事

金子 弘 幸

この工事は、日本三景の1つである安芸の宮島の島内を流れる白糸川において、平成17年9月の台風14号に伴う豪雨により発生した土石流災害の災害関連緊急砂防事業である。

施工場所は、自然公園法に基づく瀬戸内海国立公園特別保護地域、文化財保護法に基づく特別史跡・特別名勝厳島、さらに国の天然記念物である「彌山原始林」といった法の保護のもとに「世界文化遺産」にも登録されている特殊な場所に位置している。このことから仮設道路が設置できず、資機材の運搬は、モノレール、ヘリコプターによって行った。また本堤の施工においては、工期短縮、掘削残土の有効利用、環境負荷の低減を図るため、本堤の内部材を砂防ソイルセメントを使用して盛立てを行った。このような特殊な環境の中での施工について報告する。

キーワード：災害関連緊急砂防工事、世界文化遺産、資機材運搬、工期短縮、環境負荷の低減

1. 土石流災害

平成17年9月6日の台風14号の接近により、宮島では連続雨量237mm、最大時間雨量33mm/hrを記録した。それに伴い発生した土石流が、白糸川を通り家屋一部損壊9戸、床上浸水11戸、床下浸水3戸という被害をもたらした。土石流の発生源である白糸川源頭部の崩壊箇所は幅30m、長さ90mの扇状の形をしており、崩壊土量は約1万8千 m^3 にまで達した。この源頭部にはまだ巨石が露出しており、斜面の途中

にも不安定土砂が堆積しているため、大雨等により、いつ土石流が発生してもおかしくない状況であった(写真1~3)。

このような状況下での災害復旧方法を以下に述べる。

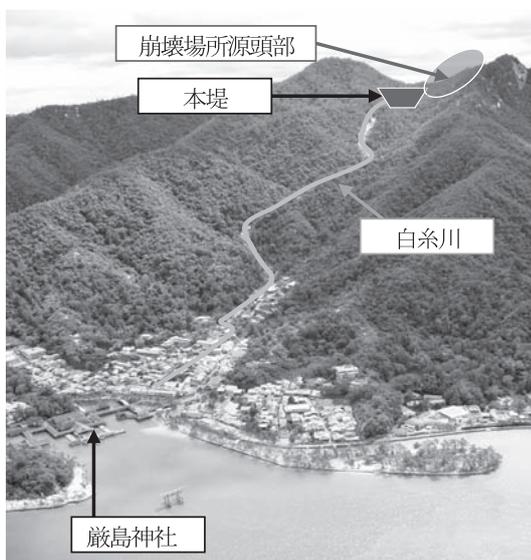


写真1 土石流流出ルート



写真2 本堤施工箇所



写真3 被災状況 (大聖院上部)

2. 工事概要

工事概要：砂防指定地内河川白糸川災害関連緊急砂防工事

工事場所：広島県廿日市市宮島滝町（1工区）

発注者：広島県

工期：自）平成18年3月21日
至）平成19年3月30日

工事数量：砂防堰堤…1基

本堤（H = 7.5 m, L = 43.0 m, V = 1,821 m³）

垂直壁（H = 4.72 m, L = 20.0 m, V = 111.8 m³）

側壁（V = 157.5 m³）

水叩き（V = 104.1 m³）

付替え登山道…L = 198.6 m

修景工……………一式

本堤の側面図を図-1に示す。

900 m, 運搬期間8ヶ月という条件で、コンクリート材料（大型土のうで運搬1t/袋）、鋼材等常時3t（台車1両1t積を3両連結で運搬）を積載し、最大斜度16°の急勾配に耐えられる機種を選定することであった。耐久性を重視して選定したが、繰り返しの走行でレール上部がすり減り、工事途中でのレール交換という想定外の問題も発生した。また、ルート選定にあたっては、登山道を利用し、草木の伐採を行わないよう自然保護に配慮した。そのため、モノレールの走行に障害となる枝葉についても、紐で束ねる等の工夫をした（写真-4）。



写真-4 モノレール（3t積）

次にヘリコプターによる運搬であるが、モノレールで運搬できない長尺物、重量が1t積台車を超える資機材運搬にヘリコプターを使用した。ここで問題となったのは、民間ヘリコプターでの最大運搬重量は、3.5tのため、コンクリートミキサー、濁水プラントのような最小に分割しても5t近くある機材は運搬できないということである。そのため、自衛隊の所有する大型ヘリコプターによる輸送支援を、広島県が国土交

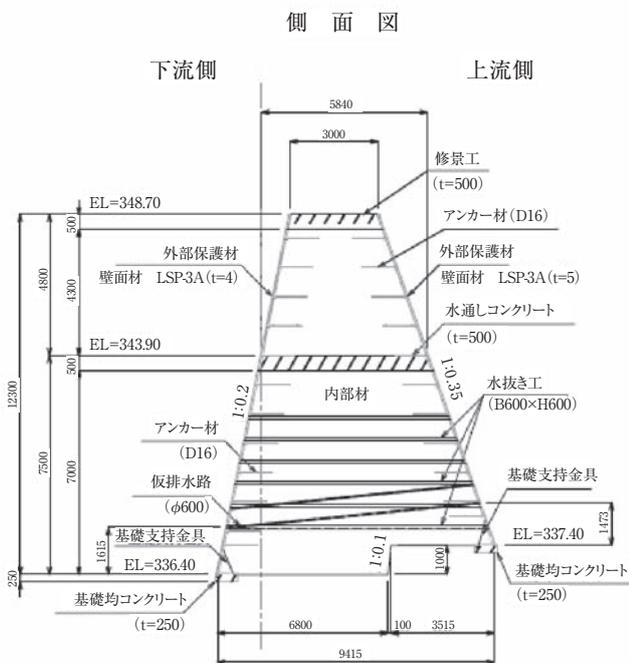


図-1 本堤側面図

3. 資機材運搬

資機材の運搬は、文化材保護法等の制約により施工場所までの仮設道路が設置できないため、モノレール（3t積）とヘリコプターを使用した。本堤の掘削作業機械、コンクリートプラント、仮設構台組立機械等は、モノレール及びヘリコプターで運搬できる重量、形状にして搬入しなければならないため、詳細な打合せを実施した。

まず、モノレールによる運搬であるが、モノレールの能力選定の中で特に考慮した点は、設置延長



写真-5 自衛隊による輸送

通省を通じ防衛省に依頼した。輸送支援に先立ち、運搬機材の荷造り方法やヘリの飛行経路、現場の状況等の様々な調整に3ヶ月を要したが、平成18年6月27日に無事に機材を設置箇所に搬入することができた（写真-5）。

このヘリコプターによる輸送で留意したことは、猛禽類であるミサゴの巣に対して、影響を及ぼさないように迂回ルートを選定したことである。また、落下物が無いように入念な資機材の荷造りを行う等、二重三重の対策も実施した。

4. 本堤の施工

土石流対策として、白糸川に1号堰堤、大聖院の上流に2号堰堤を設置する計画である。1号堰堤は、厳島の景観に配慮し、宮島棧橋、宮島航路の船上からは、見えないように計画された。また、堰堤本体についても、以下のように景観に配慮した施工方法となった。

砂防堰堤の表面は、コンクリート、鋼材の露出を抑え、現地で採取した石を張る方法とした。植生については、移植による再利用を基本とし、登山道に敷く石畳も、1号堰堤により埋没する「女郎道」を移設して施工する等、現地発生材料を有効利用する方法を多く採用した。

当初、1号堰堤は、コンクリート堰堤の設計であったが、工期短縮、コスト削減、環境負荷の低減を図るため、現地で採取した土砂を利用し、セメントと混合した砂防ソイルセメントを堰堤の内部材として使用し盛り立てを行うINSEM（IN-situ Stabilized Excavation Materials）工法に変更となった。

以下に、INSEMの施工方法と修景工について報告する。

(1) INSEM工法とは

砂防ソイルセメントを活用した工法の一つで、バックホウを使用して、現地発生土とセメント材を混合攪拌機内で混合攪拌しINSEM材を作成する（写真-6）。INSEM材は堤体へ運搬後、小型のバックホウと振動ローラーを使用し、敷均しと転圧を繰り返して堰堤を盛り立てる工法である（写真-7）。

(2) INSEM工法の特徴

(a) INSEM工法は堰堤掘削の際に発生した掘削残土（現地発生土）を有効利用することができる。現地発生土を有効利用することにより残土処分量の低減・コストの削減及び環境負荷の低減にも繋がる工法である。

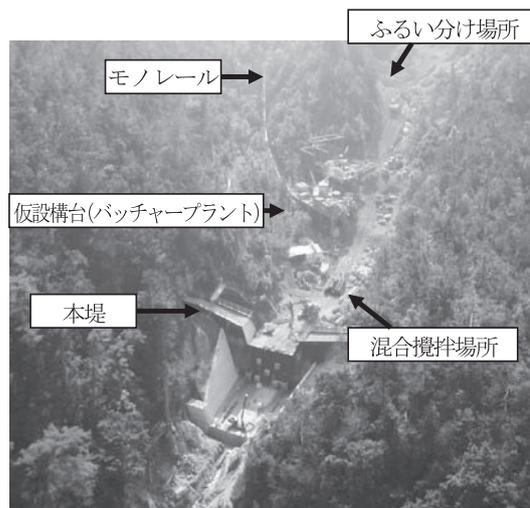


写真-6 施工ヤード全景



写真-7 施工状況

- (b) INSEM工法は現地発生土を有効利用するため、コンクリート堰堤の材料であるセメント・粗骨材・細骨材の材料運搬を低減することができる。このことによりコストの削減及び工期の短縮に繋がる。
- (c) INSEM工法は連続施工が可能であることからコンクリート堰堤に比べて工程を短縮することができる。

(3) INSEM工法の配合

INSEM工法の施工にあたり、現場発生土の適正を確認するため現場発生土を採取し配合試験、六価クロム溶出試験を行った。配合上求められる条件として、配合強度 $\sigma_{28} = 4.5 \text{ N/mm}^2$ 、単位体積重量 $= 2.1 \text{ t/m}^3$ を確保することであった。また含水比は現地発生土の「突き固めによる土の締固め試験」で得られた最大乾燥密度に対して、95%以上の密度を与える含水比で設定し、10%（乾燥）、14%（最適）、18%（湿潤）を選定した。セメントの種類、セメント量については、六価クロムが不検出であったため、高炉B種とし、

単位セメント量は 150 kg/m³, 200 kg/m³, 250 kg/m³ について試験を行った。

試験の結果強度について、含水比が乾燥側に近づく場合は急激に強度が低下し、湿潤側に近づく場合は強度低下が小さいという結果が得られた。各含水比での配合強度 = 4.5 N/mm² を確保する単位セメント量は、10%⇒約 160 kg/m³(図-2) 14%⇒130 kg/m³(図-3) 18%⇒160 kg/m³(図-4) であった。

密度については、単位セメント量の影響を殆ど受けず、含水比の変化に左右され、強度と同様に乾燥側で急激に密度が低下した。このため、含水比は所要密度 2.1 t/m³ を確実に確保できる 12% から 18% とし、単位セメント量についてはこの含水比幅の中で、所要強度を確保可能な最大量である 160 kg/m³ とした(図-5)。

高炉B まさ土

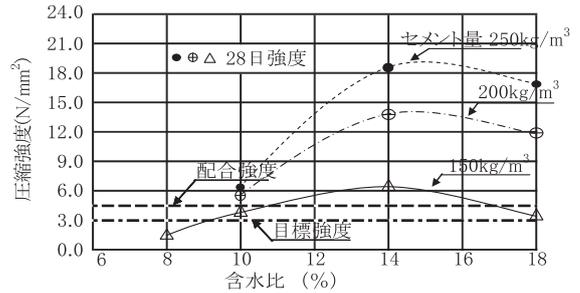


図-5

以上より、単位セメント量は、普通コンクリートの 2/3 程度まで低減することができた。

(4) 施工方法

施工場所は狭小で、資材置場、運搬路等の仮設ヤードも河川内に設置しなければならず、河川内に暗渠排水管(φ 600 × 2 系統)を配置し、その上にあふり分けした材料置場や攪拌場所、セメント置場等を工夫して配置した。

掘削した土砂は、80 mm 以下と礫材とにあふり分け、80 mm 以下は、セメントと攪拌する骨材に利用し、礫及び岩は、修景工に利用した。

ふるい分けした材料とセメントを攪拌機内でセメント 1 t に対して土砂 6.25 m³ を投入してバックホウにて混合した。品質を確保する方法として、含水比の測定から加水量を決め、最適含水比の状態にして堤体へ運搬し、敷均し転圧を行った。

堤体の外側は、外部保護材として軽量鋼矢板に腹起し材及びアンカー材を使用して、人力で組立可能な加工を施し、設置した。

INSEM 工法は、各層連続施工が可能のため、コンクリート堰堤より急速施工が可能であり、また骨材の搬入量の大幅な軽減、コスト削減ができかつ大幅な地形改変を行うことなく施工できた。

(5) 修景工

堰堤の表面は、コンクリート、鋼材等を露出させずに、現地発生石材を使用する石張の方法が採用された(写真-8)。

石材は、島外からの持ち込みが禁止されていたため、石材の確保には苦勞を要した。流出土砂、掘削土砂、堤体基礎部の岩掘削から採取した掘削土から、土砂と石材にあふり分けることにより、その確保に努め、最終的には、現地発生材利用率 100% を実現することができた。

高炉B まさ土(含水比10%:乾燥側)

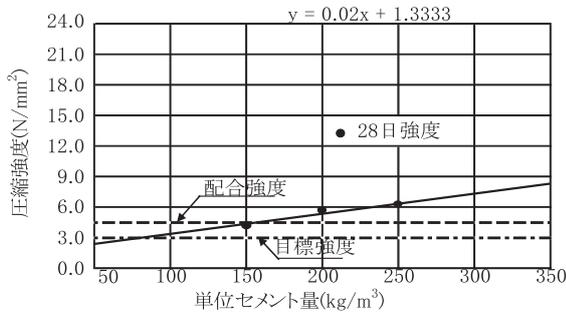


図-2

高炉B まさ土(含水比14%:最適)

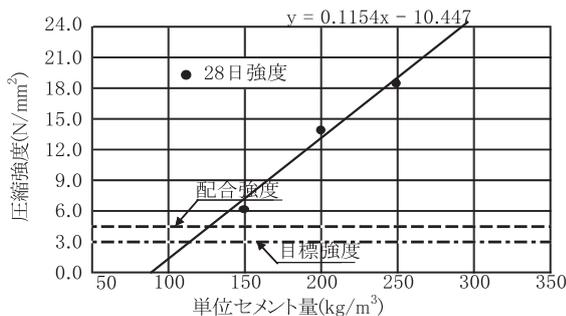


図-3

高炉B まさ土(含水比18%:湿潤側)

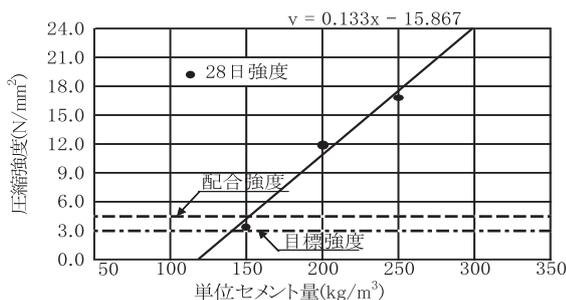


図-4



写真—8 堰堤完了全景

(6) 登山道

1号堰堤の完成により、水没する登山道の一部を堰堤脇に沿って付替えるものである。

登山道の一部に石畳が広がる場所があり、この石畳は、宮島内外の遊郭の遊女が寄進して作られたと云われており、「遊女の石畳」や「女郎道」と呼ばれている。

そのため、新たに設置する登山道へ移設することにより史跡保存にも配慮した形としており、石に番号を書き、慎重に組み合わせ石畳を完成させた(写真—9)。



写真—9 登山道

5. まとめ

いつ土石流が発生してもおかしくない状況の中、一刻も早く下流域の安全・安心を確保するため、早期復旧に全力を挙げ、無事完成することができた(写真—10)。



写真—10 完成写真

前述したように、国の天然記念物である「彌山原始林」内で行った工事中の自然への配慮、自然公園法、文化財保護法等に基づく規制の中での施工は、周辺的环境や景観にも十分配慮した計画となっており、自然保護の大切さを強く実感した工事であった。

それと同時に「世界遺産の中で工事を無事に完成させた」という強い誇りも生まれた工事であった。

JCMA

【筆者紹介】

金子 弘幸 (かねこ ひろゆき)
大豊建設株式会社
東京支店 直江津作業所
所長



2000年三宅島噴火災害における災害調査及び 対策施設設計の紹介

末吉 満

三宅島において2000年（平成12年）6月26日に始まった火山活動によって、大量の火山灰が噴出・堆積し降雨のたびに泥流や土石流が発生した。これにより家屋や道路、橋梁が損壊するなど島内全域で土砂災害に見舞われた。本報告では三宅島噴火災害に対して実施した災害調査、対策施設の計画・設計及び施工後の状況など、災害対策に係わる砂防事業の取り組みについて紹介するものである。

キーワード：火山活動、噴火災害、土砂災害、泥流、災害対策

1. はじめに

三宅島は東京から約180km南方の太平洋上に位置する火山島であり、島のほぼ中央に位置する雄山を取り囲むように神着・伊豆・伊ヶ谷・阿古・坪田の5つの集落が点在している。島の直径は約8kmで雄山山頂部には中央火口丘（2000年の噴火で崩壊）を有する大火山口があり、山腹部は所々に火口列跡がみられる¹⁾。

2000年の火山活動では大量の火山灰が噴出・堆積し、降雨のたびに発生する泥流や土石流は、島内の至るところに大きな被害を与えた。さらに、同年9月には島民全員の避難措置がとられるなど、2000年の噴火は泥流と火山ガスに苦しめられた国内でも例を見ない火山災害となった。

2. 三宅島火山活動の状況について

2000年の火山活動は、6月26日の群発地震に始まり、7月の雄山山頂における断続的な水蒸気爆発により大量の火山灰が島内の北東～東側に降下堆積した²⁾。これを踏まえ実施した緊急調査により、火山灰の付着等による森林被害と併せて、降雨による泥流発生が危惧される状況にあることが判明した。

8月にはいと噴火活動は活発となり、大量の噴石や火山灰の噴出、さらに地震・泥流・火山ガス等により島内全域に被害が及んだ²⁾。このため、復旧作業は困難を極め、当初は防災対策要員がホテルシップを拠点に対応を行っていたが、特に火山ガスによる人体への影響を考慮し、2000年10月7日に拠点を神津島に移し、船舶にて三宅島に通い作業を実施した。

なお、三宅島では、表1に示すように、2000年の噴火以前にも過去幾度となく火山活動が繰り返されていたが、主に山腹からの割れ目噴火が主体で、溶岩流の流出とスコリアの噴出を繰り返しており、2000年噴火に見られたような大量の細粒火山灰を放出する噴火はまれである。さらに過去に大規模な土石流が発生した痕跡も確認されていない²⁾。

1900年以降では1940年、1962年、1983年に噴火活動がみられたものの、このときの噴火も山腹の割れ目噴火によるマグマ流出が主体であり、比較的短期間

表1 三宅島の噴火史（西暦1000年以降）¹⁾

年月日	噴火間隔	噴火発生・溶岩流出場所	噴火期間
1085(応徳2)年	69年	西側山腹	不明
1154年11月 (久寿元年10月)	315年	北東山腹	不明
1469年12月24日 (文明元年11月12日)		西側山腹	不明
1535年3月 (天文4年2月)	66年	南東山腹	不明
1595年11月24日 (文禄4年10月21日)	60年	南東山腹	不明
1643年3月31日 (寛永20年2月12日)	48年	南西山腹	約3週間
1712年2月4日 (正徳元年12月28日)	69年	南西山腹	約2週間
1763年8月17日(宝暦13年7月9日)～1769(明和6)年1811年1月27日 (文化8年正月3日)	51年	山頂・南西山腹	6年間
1811年1月27日 (文化8年正月3日)	42～48年	北東山腹	約1週間(噴出時間6時間程)
1835年11月10日 (天保6年9月20日)	24年	西側山腹	約10日間(噴出時間12時間程)
1874(明治7)年7月3日～6日	39年	北側山腹	4～5日
1940(昭和15)年7月12日～8月5日	66年	北東山腹	約23時間(山頂)約25日間(山腹)
1962(昭和37)年8月24日～26日	22年	北東山腹	約30時間
1983(昭和58)年10月3日～4日	21年	南西山腹	約15時間
2000(平成12年)6月26日～	17年	山頂	—

で終息している³⁾。

3. 被害の発生状況

(1) 火山ガスによる被害

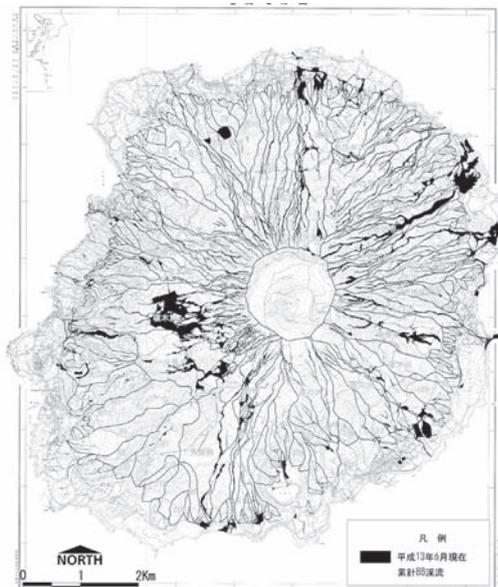
火山ガスによる被害は主に樹木の枯死であり、特に風下側にあたる東部斜面の被害が顕著である。また、森林被害面積は2004年1月から2007年3月までの約3年間で30%増大しているとの報告もある²⁾。

(2) 泥流による被害

雄山噴火以降最初の泥流・土石流の発生は7月26日の降雨によるものであった。当初、泥流の発生は降灰のあった島の東側が中心であったが、8月18日の大噴火により島内全体に火山灰が堆積すると、その後は連続雨量30mm程度の降雨でも島内全体で泥流や土石流が頻発することとなった²⁾ (図一1)。これにより、家屋被害や都道・林道の通行不能、水道ポンプ施設の損傷や、送・配水管、電気・電話線の切断など生活の基盤となるライフラインにも被害が生じた²⁾ (図一2)。

なお、現地調査の結果、三宅島における土砂流出形態は次の2種類に大別することができる。

- ①破壊力の大きい50cm～1mの礫を伴った泥流で、大量の流木を伴う場合がある。家屋全壊・半壊が多く見られ、都道の被害も大きい。
- ②礫を含んでも粒径1～5cm程度の河床侵食による土砂流出である。家屋の構造に関わる被害はなく、床上・床下浸水となり、都道も土砂の堆積・水没程度となっている。



図一1 泥流流出状況、氾濫区域



図一2 泥流による被害状況

(3) 応急対策

泥流に対する応急対策として、大型土のうを使用した仮設流路や簡易流木止などのキャッチネットの設置(図一3)、中空コンクリートブロックによる護岸の嵩上げ、既設堰堤の除石などのハード対策を行った。また、ソフト対策として、泥流感知センサーやITVカメラなどの泥流監視装置を設置し二次災害防止を図った⁴⁾。

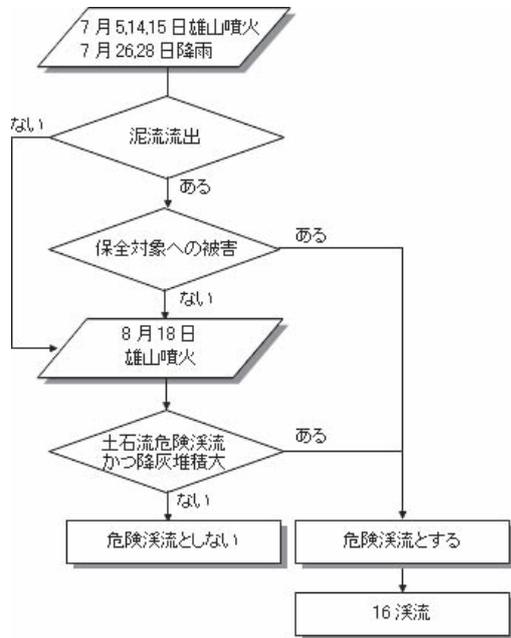


図一3 キャッチネットの設置状況

4. 施設配置計画

2000年7月～8月の噴火後、降灰堆積状況の確認、溪流の荒廃状況等についての現地調査を実施した。そ

の調査結果、被害が予想される16 渓流を抽出し（図一4）、砂防堰堤や溪流保全工などの施設配置計画を策定した。この調査・計画に基づき、東京都は「平成12 年度災害関連緊急砂防事業」（以降、「H12 災関」）を申請し、事業を実施した。



図一4 「平成12 年度災害関連緊急砂防事業」の対象溪流選定フロー

その後、噴火に伴う降灰により、泥流発生危険性が高い11 渓流を「火山砂防激甚災害対策特別緊急事業」（以降、「激特事業」）の対象溪流とし、先の16 溪流と併せ27 溪流を激特事業として計画を策定し採択を受けた。さらに、平成13・14 年度に「激特事業」対象外の溪流において泥流災害が発生したため、災害関連緊急砂防事業として10 溪流を新たに追加し採択を受けた。

また、砂防堰堤等のハード対策と併せて、ソフト対策として泥流ハザードマップを東京都ならびに三宅村共同で作成し、2003 年4 月より実施された島民の在宅型帰宅事業に合わせて公表した。

こうした火山砂防事業の基本的な考え方は、三宅島火山活動及び神津島近海地震による伊豆諸島の災害対策について専門的見地から検討する目的で平成12 年度に設置された「伊豆諸島土砂災害対策検討委員会」の提言や助言に基づくものである⁴⁾。

(1) 「H12 災関」における施設配置計画の基本方針

施設配置計画の基本方針として、100 年超過確率規模の計画流出土砂に対して、土砂整備率で概ね50% 以上を目標として砂防施設の整備を実施した。なお、砂防施設の整備に当たっては、砂防堰堤と溪流保全工・

導流工を適切に組み合わせ、泥流被害の軽減を目指した施設配置とした⁴⁾。

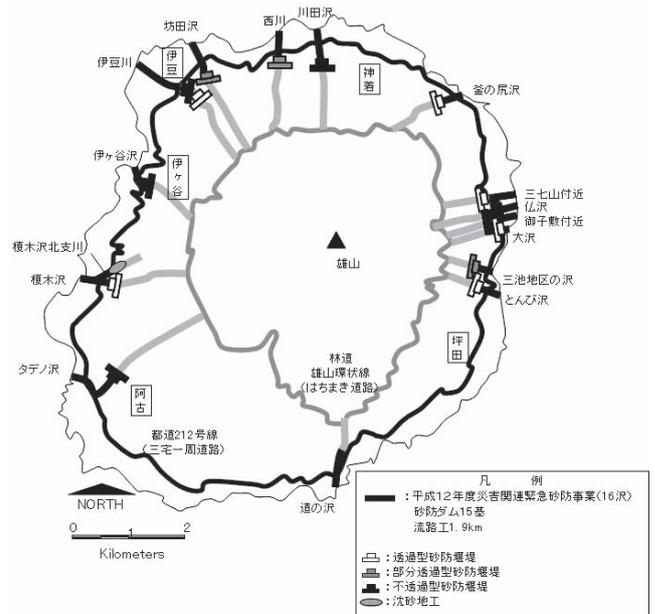
また、設置する堰堤については、流域最下流端堰堤は保全対象としての人家がなければ透過型堰堤とし、人家がある場合は不透過型堰堤を原則とした。ただし、流木が多く、ダムサイトの設置条件が限定される溪流で、下流に人家がある場合は部分透過型堰堤とした。

流木については透過型堰堤（部分透過型堰堤を含む）によって捕捉する（流木対策技術指針（案））ものとして配置を行った。

(2) 施設配置計画

「H12 災関」における施設配置計画の基本方針に基づいて施工された砂防施設は、不透過型砂防堰堤6 基、部分透過型砂防堰堤3 基、透過型砂防堰堤6 基、ならびに沈砂土工1 基、流路工1.9 km である。

砂防事業施工箇所を図一5 に示す。



図一5 「平成12 年度災害関連緊急砂防事業」配置計画箇所

5. 対策施設の概要

(1) 施設の分類・特徴

三宅島に整備された砂防堰堤には不透過型、透過型、部分透過型の3 種類があり、不透過型砂防堰堤は河床侵食による土砂流出が想定される溪流を対象とし、洗掘防止を図ることを目的として配置するものである。

不透過型に対し、透過型は流木や巨礫の捕捉を主な目的とし、平常時の土砂流出が少ない溪流を対象としている。さらに部分透過型は土砂流出が想定され、なおかつ流木や巨礫を伴う溪流を対象としている（図一6）。

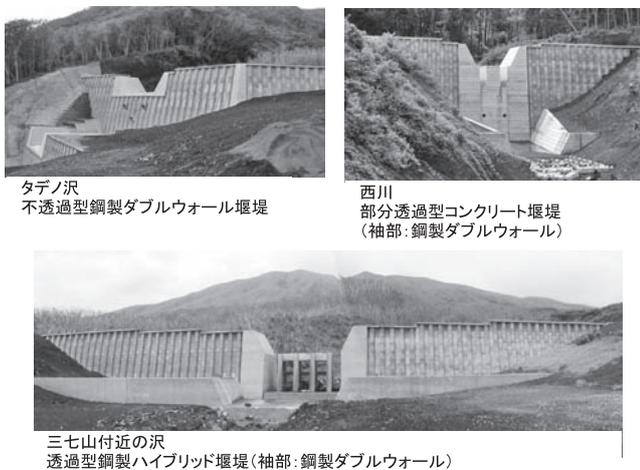


図一6 不透過型・透過型・部分透過型堰堤

(2) 設計上の工夫

三宅島は離島のため資材運搬が制限されることから、砂防堰堤を設計・計画する上で可能な限り現地発生土砂を有効活用すると共に、以下の理由から図一7、8に示すダブルウォール構造の砂防堰堤を積極的に整備した。

①コンクリートダムと比較して経済性に優れる。



図一7 ダブルウォール構造堰堤



図一8 ダブルウォール構造堰堤の施工状況

- ②掘削残土処理と島内の火山灰処理に僅かであるが貢献できる。
- ③地質構成が不均一で許容地耐力が小さい地盤であることから有利である。
- ④現場内工期についてコンクリートダムと比較し工期短縮が図れる。

「H12 災関」においては当初透過型砂防堰堤で計画した箇所は、すべてHB（ハイブリッド）工法で行う予定であったが、島内のコンクリートプラントの復旧が予想以上に早かったため、最初に着手した「三七山付近の沢」の堰堤をHB（ハイブリッド）工法にて施工を実施したが、透過部に鋼材を使用するような工法は材料の調達・加工および現場への搬入に時間がかかることが判明した。また、災関ダムは二次災害を起こさないためにも早期の施工が義務づけられているため、現場条件にて総合的に判断した結果、透過型堰堤については時間が短縮できるコンクリートスリット形式を採用した。

ただし平成13年度からは、物資の調達等についても大きく改善されてきたため、鋼製またはコンクリートスリットを比較検討し、適材適所で優れた形式のものを採用した。

(3) 苦勞した点

三宅島での災害復旧作業ならびに現地調査については、作業員用の脱硫装置付宿舍が完成する2001年7月まで神津島から渡航して行っていたため、港から作業現場に移動する車両の確保が重要であった。特に着岸する港は火山ガスの噴出状況によって変わるため、車両を分散して各港に配置する必要があった。

また、三宅島では水の確保ができず、休憩場所の確保も困難であった。さらに、火山ガスの噴出が継続していたため、作業員の安全確保に十分注意する必要があった。

なお、神津島から船で渡島しての作業の場合、三宅島での作業は開始から終了までが5～6時間程度しか確保することができなかった。このため作業効率は悪く、天候によっては三宅島へ渡航することができないことや、雨の日には泥流が発生し作業を中止することもあった。このようなことから、作業が予定通り進まず精神的なストレスが溜まると共に、渡船による疲労の蓄積も相まって、長期間にわたっての作業従事が困難であった。

災害対策本部を神津島から三宅島に移設してからは、宿泊施設が不足し人員確保がままならず、脱硫装置付宿舍では集団生活による精神的負担も多く職員管

理が困難であった。

6. 対策施設の施工状況

三宅島での厳しい作業環境の中においても、いち早く火山砂防計画を策定し本格的な工事に着手したことにより、計51基（平成13年度から平成17年度の5年間で40基、平成18年度以降11基）の砂防堰堤が整備²⁾されるなど、ほとんどの施設が完成し、着実に土砂・流木を捕捉し二次災害もなく現時点に至っている。

ただし、火山活動開始から9年が過ぎた現在、土砂堆積が進行している砂防堰堤もみられる。また、ダブルウォール構造を取り入れた砂防堰堤については、堰堤に使用されている鋼矢板が火山ガスにより腐食するなど、除石や補修が必要とされる箇所が現れはじめている状況にある。

7. 今後の課題

砂防堰堤の整備が進んだ結果、泥流などによる被害を防ぐことが可能となったが、土砂堆積の進行により、泥流や土石流に対する捕捉能力が低下している砂防堰堤も現れ始めている。このため既設の砂防堰堤の堆砂状況を調査すると共に、必要に応じて除石などの措置を施すことが求められている。

また、2000年の噴火活動以降、火山ガスが溶解した酸性雨等が地盤に浸透・蓄積されたことで酸性土壌が形成され、三宅島は非常に強い酸性環境下となった²⁾。このため、先述したようにダブルウォール構造を取り入れた鋼製砂防堰堤では腐食の症状が現れはじめてきている。さらに、コンクリート堰堤においても変色が認められるなど、酸性雨などの影響が出始めていると想定される²⁾。このため、今後は鋼材やコンクリートの腐食状況等を継続的に調査すると共に、構造物としての健全性を検証し、必要に応じた対策を講じる必要がある。

8. 終わりに

2000年6月に始まった三宅島の火山活動では、火山ガスによる樹木の枯死や、火山灰に起因する土砂流出による被害が島内全域にわたって発生した。

これを踏まえて東京都は「H12災関」、続いて「激特事業」を策定し砂防堰堤等の整備を促進してきた。この結果、泥流による保全対象への被害は現時点において報告されておらず、一定の成果をあげることができたといえる。

平成17年2月の避難指示解除により島民の生活が再開されるとともに、生活基盤の確保と観光産業の復興のために、砂防施設の担う役割は大きい。しかしながら、土砂整備率が概成目標に達していない溪流もあり、更なる砂防施設の整備が必要であるとともに施設の適切な維持管理と継続的な調査と対策が求められている。

本報告にあたり、東京都建設局高橋係長、足立係長並びに島内施工会社の皆様に貴重なご意見を頂きましたことに心より深く感謝の意を表します。

JICMA

《参考文献》

- 1) ㈱東京都地質調査業協会：技術トピックス「三宅島」—2000年噴火と火山災害、技術ノート、No.33、P.1-38、2001.9
- 2) ㈱地盤工学会関東支部：委員会活動報告および三宅島2000年噴火に関する論文集、三宅島火山噴火災害の復興に関するシンポジウム、P.2-4～4-22、2008.5
- 3) 平野祐康：平成12年三宅島噴火災害と砂防・治山、砂防学会誌、Vol.60、No.2、p1-2、2007
- 4) 峰岸正孝、足立 健：三宅島火山砂防事業の取り組みについて、砂防学会誌、Vol.56、No.2、P.37-41、2003

【筆者紹介】

末吉 満 (すえよし みつる)
アジア航測(株)
事業推進本部 防災地質部
SABO課 主任技師



4足歩行双腕作業ロボットの紹介

片山周二

近年、建設機械へのロボット技術の応用は目覚しく、自動化や安全装置の発達には目を見張るものがある。現在の建設機械は一昔前であれば「建設ロボット」と称して通用する機械に進化している。また、災害復旧にも数多く使用され活躍している。さらに新技術を追加してより災害復旧支援機に近づける試みも行われているが、元来、建設機械は災害用に供するために企画されたものではないため不満足な部分も多い。今回、移動式油圧クレーンで使用している技術を再構成して全く異なる機械「4足歩行双腕作業ロボット (ROBOTOPS)」を製作する機会を得たので、これを紹介し被災者救出支援、災害復旧機としての可能性を探る。

キーワード：建設機械，油圧クレーン，レスキューロボット，4足歩行ロボット，遠隔操作

1. はじめに

レスキューロボットは最終的に被災者の救助を第一の目的としている。その役割は、①被災者の捜索、②瓦礫などの撤去作業による被災者救出の支援、の二つに大別される。各大学や民間企業で、地震などの災害を想定して、レスキューロボットの研究開発が進められている。しかし、その多くは特殊な移動機構やセンサーを装備して行方不明被災者の探索を目的とし瓦礫の中を移動する前述①の場合が大半である。

一方、②の瓦礫撤去など救出支援に供するレスキューロボットの開発事例が少ないのは、倒壊家屋や瓦礫などの撤去作業が、建設・土木作業に類似しており、現有の建設機械を流用する事で、ある程度その目的が達せられる。また現在の建設機械は、急な調達や過酷な作業環境にも十分応えられる機械である事が主要因と考えられる。このため災害復旧にはバックホーやクレーンなど市販の移動式建設機械が数多く投入されている。しかし、厳密には建設機械は元来、その作業場周辺に不明被災者の存在などを想定しての設計はなされておらず、レスキュー隊員と共同で被災者の救出支援に当たるには限度がある。危険地域なるがゆえのオペレーターの二次災害も考慮すると、災害発生後の投入時期、場所は限定され、被災者救出活動の多くの部分は未だに人手に頼らざるを得ない。将来想定される大規模災害を思うと、人手に代わり人と共同作業できる「救出支援レスキューロボット」の出現が望ま

れる所であろう。

今回油圧式クレーンに使われている「構造設計、油圧システム、電子制御」の3技術を分離・再構成し、写真—1に示す「4足歩行双腕作業ロボット (ROBOTOPS)」を開発したのでこれを紹介し、より受災初期段階へ投入できるレスキューロボット実用化への足掛かりとしたい。



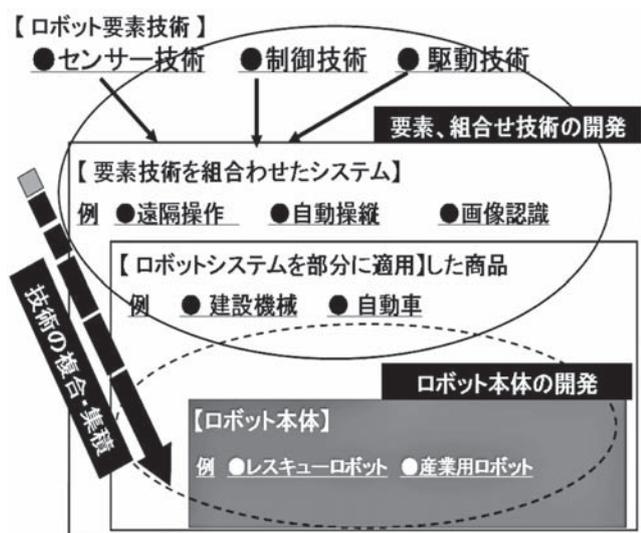
写真—1 「ROBOTOPS」 走行姿勢

2. ロボット開発のねらい

(1) 建設機械とロボット要素技術

ロボットの研究開発には図—1に示すようにロボットテクノロジーと呼ばれる①「要素技術」の開発と、②「ロボット本体」そのものの開発の2つの側面が

ある。要素技術はセンシング技術，制御技術，駆動技術の3技術に分類され，これら3技術を組み合わせる事により様々なシステム（新機能）を創造・構成する事ができる。ここで構成された機能は建設機械と重複するものも多く，安全装置や自動化などに利用されオペレーターの操作を補助することにより安全作業に役立っている。各メーカーは競合他社と商品の差異化を図るため，要素技術や新機能の研究開発にしのぎを削っている。その結果，建設機械はロボットと要素技術を共有しロボット化が急速に進んでいる。



図一 要素技術とロボット本体の関係

(2) 建設機械の将来像

実現までに長期間を要する新技術や機能は，現有の商品にすぐに適用実施できる例は少ない。何かの形に集約して研究開発を継続する必要がある，そこから新たな機能が創造される場合が多々ある。自動車メーカーなどで長年にわたり「ロボット本体」の研究を継続させているのはこの辺りに理由があるのではと推測している。我々建設機械メーカーも保有技術，現有商品から建設機械の将来像をイメージし，要素技術を集約した形で研究を進化させ新機能を創造する必要がある。そのために②の「ロボット本体」を開発する意義があると考えている。自社商品の将来像を描き進化させていくには具体的な目標を想定し，その用途に特化して新しい機能を付加する工夫が大切である。今回は建設機械の未来の用途分野の一つとして災害復旧支援作業を想定し，その第一段階で遠隔操作，多軸制御など保有技術を集積・高度化した。

3. 「ROBOTOPS」の概要

(1) 主要仕様

(a) 格納時

全長	3.84 m
全高	2.1 m
全幅	2.1 m
機体重量	2.7 t
動力源	エンジン駆動 油圧式

(b) 上部

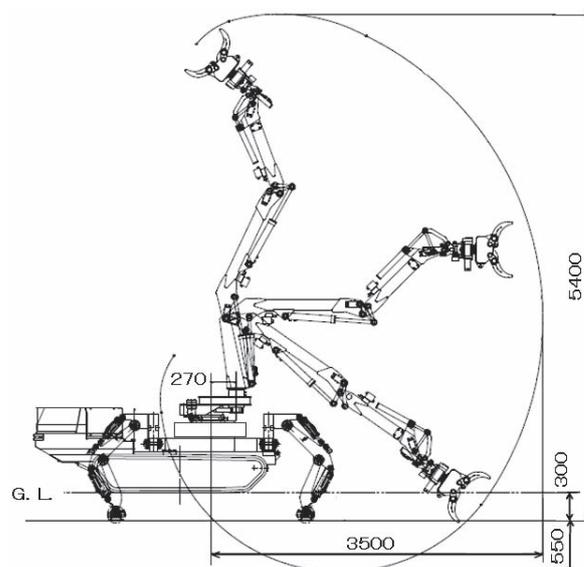
手	4自由度（把持開閉，手首捻り，手首左右，手首チルト）× 2本 油圧シリンダ駆動 グラブ最大開き幅 550 mm
腕	3自由度（肘上下，肩上下，肩旋回）× 2本 油圧シリンダ駆動
腰	1自由度（旋回） 油圧モーター駆動
把持重量	片腕 各 100 kg（全域）

(c) 下部

脚	3自由度（股関節左右，前後，膝）× 4本 油圧シリンダ駆動
歩行速度	150 m/h
※走行速度	クローラ 0～7.2 km/h
※エンジン	3気筒水冷ディーゼルエンジン
※走行体は他社製	

(d) 作業範囲（図一2に示す）

到達高さ	5.4 m
作業半径	3.5 m



図一2 作業範囲図（単位：mm）

(2) 歩容方式

本ロボットは総重量 2.7 トンと大型なため、安定的な移動を実現できる静歩行とし、図-3 に示す重心移動と運脚を交互に繰り返して歩行する間歇クローラ歩容を採用した。まず (a) でボディ重心を 3 本の支持脚が構成する 3 角形内に移動する。(b) で遊脚 (脚 1) を前方に運び接地する。(c) (d) (e) に示すように脚 2 から脚 4 へと同様の動作を繰り返し、(f) で初期状態に戻る。前後を左右に置き換える事で、横方向にカニ歩きする事ができる。歩行時にボディを重心移動するための左右の動きを少なくするために歩行姿勢での重心位置は 4 脚のほぼ中心に配置した。

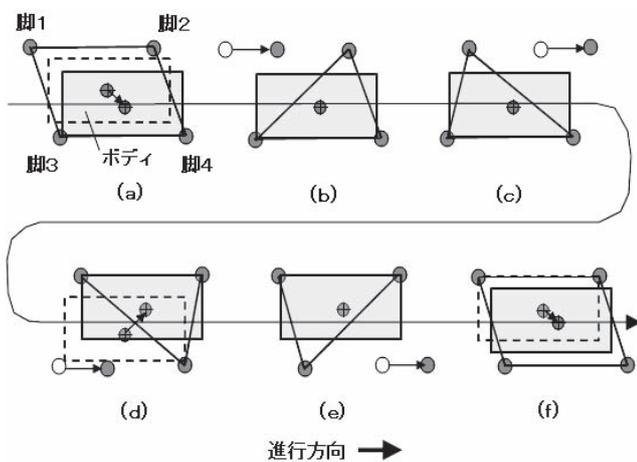


図-3 間歇クローラ歩容

(3) 災害復旧支援用途としての工夫

災害復旧支援を想定し、従来に無い機能を付加したので特徴的な部分を次に説明する。

(a) 走行～歩行～作業支持

脚部には①移動、②作業時の安定確保の 2 つの機能を持たせ 4 足とした。災害現場のさまざまなフィールドで活躍するためにはまず多様な路面に対応しアプローチできる移動能力が必須となる。クローラ走行と 4 足歩行の各々の長所を組合せ、あらゆる路面に対応できる移動体を目指した。つまり傾斜地、泥濘地などの連続路面はクローラの低面圧と走行性を生かし、クローラが不得手とする凸凹、瓦礫、溝など不連続路面を 4 足歩行に任せ、状況に応じてクローラ走行と 4 足歩行を選択する方式とした。それぞれに対応路面を特化する事により、4 足歩行は移動速度よりも踏破性向上を優先する事ができる。4 足のメリットは足先をピンポイントで下ろせる所にもある。被災者を避けての歩行や、崩れやすい瓦礫を避けながら移動する事ができる。今回共同研究した大学からの提案もあり、写真-2 に示す動物に似た関節方式を初めて採用した。

この結果、4 足歩行は前後進、左右転回はもとより真横へのカニ歩きも可能になった。従来の建設機械では難しかった横移動は当初想定した以上の動きで、踏破性と合わせて様々な現場への状況に対応できる可能性を上げた。このロボットの最大の特徴は 4 足で歩行し現場に着いた後、4 足を油圧ロックする事で上部体の支持脚となり重作業時の安定を確保する所にある。作業時の反力を十分支えられる地盤、崩れにくい箇所に足を設置し、さらに上部体を水平にレベリングする事で、より安全で安定した作業が可能となる。

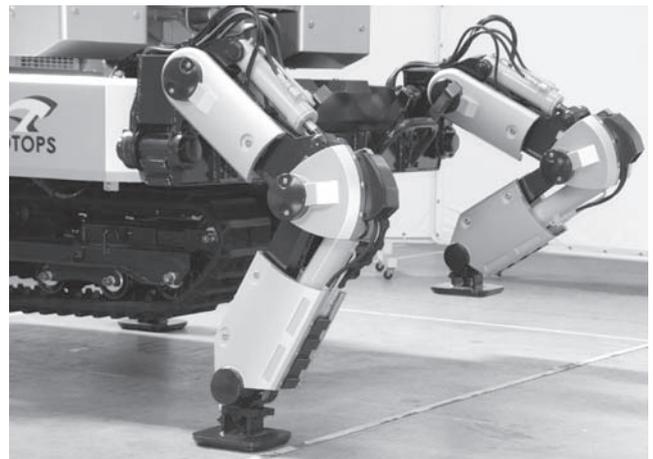


写真-2 歩行脚

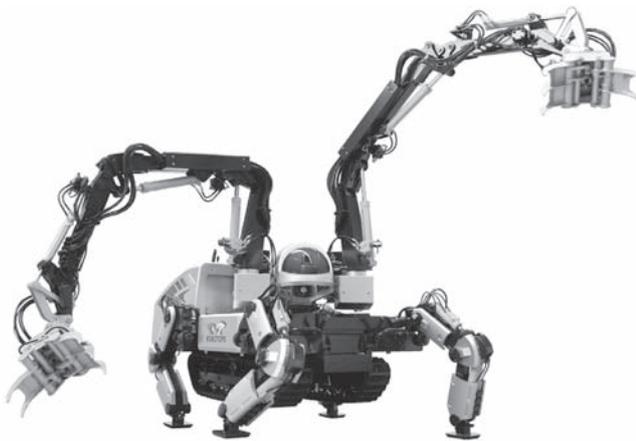
(b) 双腕

産業用ロボットや建設機械でも最近双腕の機械が見られるようになった。災害現場のような狭いスペースで 2 台分の作業ができるだけでも、より災害復旧支援機に近づいたといえる。双腕にする主目的は単腕では難しい複雑な作業を左右のアームが協調してこなせる所にある。例えば片方の腕で固定し、もう一方の腕で曲げる、除去する等の作業である。さらに、ROBOTOPS では、写真-3 に示すように双腕の肘部を従来のクレーンではできない上向きまで可動範囲を広げ、自機の真上の作業も可能にした。これにより、倒壊しかけた建物や瓦礫の崩落を支え救出スペースを確保しながら他方の腕で被災者周辺の障害物を取り除く作業などもできるのではと考えている。また、将来は左右の腕を協調させ双腕を一对の大型グラップルとして機能させる事により、嵩物を抱え上げて動かす動作や、一旦抱えた把持物を機体上に預ける、運搬する事なども想定している。

写真-4 に 4 足で踏ん張り、双腕を使用した時の作業姿勢を示す。4 足を移動式クレーンのようにアウトリガー (安定支持脚) として機能させる事で傾斜地、段差地での上部双腕作業は格段に安定する。これは従



写真一三 双腕上向き姿勢



写真一四 「ROBOTOPS」作業姿勢

来機に無い機能で、現在人手に頼っている被災者救出時の重量物ハンドリング作業を機械に置き換えていけるのではと考えている。

(c) 操作装置

操作者が被災地で二次災害を受けるリスクを軽減するため遠隔操作のみとした。写真一五に示すように操作はコブラ型4軸ジョイスティック2本で上部2腕と下部4足の操作を可能にした。また、作業場所から離れて操作することを想定し機体中央頭部に当たる部分に全体監視用、左右のグリップ中心には把持物捕捉用の合計3台のカメラを装備した。操作者は操作ボックスモニターの3画面のカメラ画像を見ながら把持物を全景、正面、横からと3次元的に捉え操作する。また、モニターにはロボットの状態をCG画像でリアルタイムにシミュレーション表示し、離れた所から自機の動作状況を確認する事もできる。カメラ画像とCG画像は適宜切り替えて使用する。



写真一五 操作装置とカメラ画像

4. 今後の課題

(1) 踏破性の改善

前述したように、災害救出支援ロボットで最優先される機能は多様な災害現場にアプローチできる4足歩行の踏破性であると考えている。今回前後・左右転回・横歩きと全方向への歩行が可能となり移動性に関しては従来機から進化したが、路面の状況に応じた踏破能力はかなり限定的であり実用面から見ると未だ改良の余地は大きい。今後踏破能力を高めるためには路面の凹凸や障害物などの外界センシング技術、足先を着地点に正確に下ろす動作・位置制御技術、制御値を正確かつ円滑に実行する油圧駆動技術、さらには乗り越え段差に応じた可動範囲の確保と足首など機構部分の路面状況への適合が求められる。

(2) 作業性の向上

4足には作業機の移動と作業の安定を確保するという相反する二つの機能が要求される。段差越えなどの踏破性を改善するために関節の可動範囲やストロークを増やす事は、結果的に安定幅を上げたり作業機の上部を水平に保つ機能も向上する。一方、双腕には作業現場に適合できる多様性が望まれる。まずは現在の建設機械のように災害の種類、把持物に合わせて先端のグリップを交換することで対応する。左右の腕を協調制御し把持物の形状により柔軟に対応することは前述した通りである。将来はグリップの自由度を増すことにより掴み機能を進化させ、レスキュー隊員が手動工具を使うように、より大型の手動工具をロボットがグリップを手として使うようになればスピーディで効率的な作業が可能になると考えられる。

(3) 人と協調, 親和

踏破性と作業性の進化に合わせて災害救出支援機に要求されるのはいかに人との共同作業が可能かという点だ。作業機械は被災者のみならず救助者をも傷つける事があるとはならない。そのためには、作業現場周囲の被災者位置情報の入手に基づいた人に優しい制御, 駆動システムが望まれる。被災者探索情報により瓦礫処理作業では作動範囲を制限したり, 救出作業においてはグラップルの力を制御することも必要となるだろう。人と接する部分の機構は油圧, 空圧, 電動とそれぞれの特徴を活かした複合システムになる可能性も大きい。

5. おわりに

世界各地で大規模災害が発生し, その度に悲惨な光景を目の当たりにする。にもかかわらず, 救出支援ロボット開発のテンポは遅く, 現段階では未だ実用レベルには至っていない。そこには, 純技術的な課題があるが, これは開発に着手さえできれば技術革新の目覚ましい今日, 時間が有る程度解決してくれるだろう。それよりも, 開発を阻害しているのは企業活動に起因すると考えられる。最近, 企業が採算性の問題でロボット事業から撤退を余儀なくされる事例をよく耳にする。ただ歩行するだけでは付加価値を生まず, 商品には成りえない。救出作業を支援できる専用ロボットを新たに開発するには多大な費用と長期間を必要とす

る。商品としての費用対効果を想定できない事が民間企業にとって開発をためらわせる足かせとなる。

しかしながら将来, 建設機械もロボット化が進み人に頼っている作業のかなりな部分が機械にとって代わる時代が来ると予測している。前述したようにそれに必要な新技術はロボット技術と共通するものが多い。今回, 企業歴史の節目ということもあり, 保有技術を4足双腕ロボットという形で他に先駆けて報告する機会を得た。一企業が継続して進めるには難しいテーマではあるが, これで滞る事無く建設機械メーカーとして災害復旧支援機の実用化を目指し次のステップを模索していくべきと考えている。それが延いては今後建設機械をさらに安全で効率的な機械に進化させていき, 合わせて災害復旧支援機をより現実へ引き寄せるものと確信している。

JICMA

《参考文献》

- 1) 空気圧駆動型4脚移動ロボットの開発: 趙子磊 則次俊郎 高岩昌弘 佐々木大輔 (岡山大)

【筆者紹介】

片山 周二 (かたやま しゅうじ)
 (株)タダノ
 技術研究所
 所長



災害監視における小型無人機システムの活用

和田 昭久

近年、大規模災害時における初期状況の迅速な把握について関心が高まっており、人が近づきにくい現場に対する空中からの情報収集の重要性も指摘されている。そのような用途に対応して小型無人機による災害現場上空からの状況監視が可能なシステムを開発した。翼長 1.9 m、質量約 3 kg の小型無人機は現場への展開が容易であり、かつ可視カメラ／赤外カメラを搭載していることから夜間等低視野時の監視にも活用ができる。また、独自開発の伝送モジュールを搭載することにより、使用者が免許申請をせずに画像とテレメトリ情報との同時伝送を可能とした。今後、本システムが災害現場等での安全かつ迅速な状況把握に貢献できることを期待する。

キーワード：災害監視、小型無人機、画像伝送モジュール

1. 小型無人機と近年の災害活動

近年の技術開発の著しい進展に伴い、小型無人機は地震・山林火災など災害監視用途に対しても実用期に入りつつあると言える。例えば、平成 17 年 11 月 10 日には新潟県旧山古志村（現長岡市）において東京大学と三菱電機㈱が共同開発した無人飛行機が映像と画像データを収集する公開実験を行っている¹⁾。また、2006 年 2 月には岐阜県の県工業会が総務省消防庁の委託を受けて開発した防災観測機が実用段階に入ったことが報じられている²⁾。

前述のような小型無人機による監視システムの応用としては、地震等による土砂崩れや道路状態の観察、山林火災の状況確認、救難活動、原子力発電所事故等に伴う核汚染地域へ初動時の状況把握などへの活用に期待が高まっている。

平成 16 年 9 月に「武力攻撃事態等における国民の保護のための措置に関する法律」（以下、国民保護法という）が施行された。それに伴い都道府県をはじめとする各自治体においても地域特性を踏まえて、安全確保対象施設（電気、ガス、水道、鉄道、港湾、空港など）の状況把握、周辺住民の避難誘導、安否情報収集といった国民保護計画が策定されている。また、国民保護計画に基づく実働訓練、図上訓練も毎年実施されている。

一例として、平成 17 年 11 月 27 日には内閣官房、福井県、美浜町、敦賀市の主催で「平成 17 年度福井

県国民保護実働訓練」が実施された。当該訓練は都道府県レベルとしては全国初の訓練であり、先の主催 4 機関に加え、自衛隊、警察庁、海上保安庁、地元放送局、関西電力㈱など 100 以上の機関から約 1,300 人が参加する大規模なものであった。初動対応のための最初期情報の収集システムについては「災害スケールを把握するため、全体を鳥瞰的に捉えることが必要である」との指摘³⁾もあり、筆者らは小型無人機の試験的運用による有効性検証を行った⁴⁾。検証は美浜原子力発電所近辺の状況把握のための飛行を行い、結果として関係者からは「危険のある地域を広範囲に、かつ具体的に状況把握するうえで、無人機によるカメラ撮影は有効であった」との評価を得た。

さらに平成 21 年 5 月 21 日には、国土交通省の「大規模自然災害時の初動対応における装備・システムのあり方検討委員会」により災害時装備・システムに関する提言がまとめられた。その中には大規模自然災害時の初動対応の具体的な対策として、被災状況の迅速な把握と監視の一環として、局所的・継続的監視（虫の目）の必要性が謳われている。その提言中では「空中からの「虫の目」情報の収集にあたっては、無人航空機（UAV：Unmanned Aerial Vehicle）による手法が有効である。UAV は立ち入り困難な危険地域においても、局所的かつ継続的な監視に有利な手段であり、災害時以外の様々な調査・観測に対する汎用性も高い。⁵⁾」と述べられている。他方、UAV の実用化に向けては、安全な運用の確立のための技術開発や運用実験が必要

との指摘もされている。

本論文では、まず2章で小型無人機システムが抱えていた開発時の課題を示す。3章ではその課題解決のための技術的な施策の一例を示し、4章ではその施策を行った災害監視用無人機システム（以下、本システムという）について紹介する。最後に5章ではまとめとして運用上の課題と現在の技術開発動向などを踏まえて将来への展望を述べる。

2. 小型無人機システムの初期課題

平成17年の実働訓練において実施した小型無人機の有効性検証については以下のような課題が残った。

①電波使用上の制約

現在、小型無人機はラジコンの範疇に分類される機材であり、飛行状況の把握や取得した映像・画像の伝送に使用できる無線電波は厳しく制限される。美浜町での実働訓練においては無人機への指令用無線は小型無人機制御用無線局として特定実験局の免許を取得した。この実験局は場所・期間（1週間）限定での使用が許されたものであり、日常的な運用には供し得ないものであった。また、無人機からの情報伝送については映像用として広帯域が必要とされるため、短期間での周波数免許取得は困難であった。そこで映像伝送用の技術基準適合証明取得済みの市販伝送装置を使用した。飛行機の位置、高度、姿勢角等のテレメトリ情報の伝送はできなかった。テレメトリ情報による飛行位置、状況の把握は安全性の確保という観点からは極めて重要である。電波法の制約の範囲内で映像とテレメトリ情報が同時に伝送できるような仕組みを開発することは、小型無人機システムを災害等監視活動に活用するための最重要課題となる。

②マルチセンサによる低視界時の運用

美浜においては訓練が早朝（日の出以後）であったこともあり、通常の可視カメラによる監視活動のみを実施した。実際の災害現場においては夜間等の低視野時においても状況把握の必要が生じることは十分想定される。その場合には可視カメラ単一のセンサより、可視カメラと赤外センサというような複数センサの組み合わせによる状況把握が有効である。可視カメラだけでは視認できないような暗夜でも熱源探知が可能な赤外センサであれば目標認識ができる可能性があるからである。

③取得情報の配信

小型無人機システムで利用できる電波の到達距離は一般に数kmであり、危険な区域に立ち入らなくても

よい十分な離隔を取りながらも、取得した映像等のセンサ情報をどのように関係者、関係機関に配信するかという仕組み作りが必要である。

美浜での飛行検証時にはFOMA回線を通じて約50km離れた福井県庁に映像を伝送した。このような情報配信インフラを整備することは今後ますます重要となってくる。

以上の他にも飛行安全性の向上、取得画像の高精細化などの課題があるが、それらについては5章に記載する。

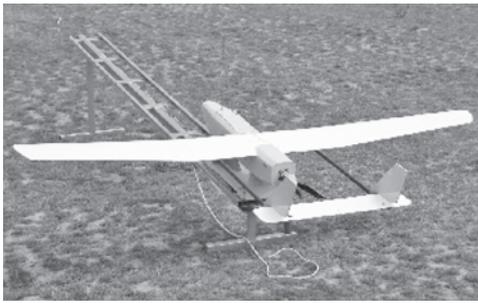
3. システム開発時の技術施策

前章で述べた課題に対する本システムでの開発施策について述べる。

まず電波使用上の制約に対しては、取得したセンサ映像の伝送を電波法の制約内で容易に行えるようにするため「特定無線設備」として分類される画像伝送モジュールの独自開発を行った。特定無線設備とは、特定小電力無線局などを含む免許不要局である。当該モジュールについてはメーカー側にて技術基準適合証明を受けることで、ユーザが電波取得申請などの手続きを行うことなく使用できる。送信出力は10mW以下に制限されているため通信距離にはおのずと限界があるが、受信装置側のアンテナ方式の工夫、データの誤り訂正機能の付与などにより通信距離延伸を行っている。また、映像を伝送するだけでなく、映像取得時のテレメトリデータ（無人機の位置、高度、姿勢角等）を多重して同時に送信しているため、取得した映像が地図上のどの辺りの景色に該当するのかということがわかりやすく表示できる。小型無人機に搭載するには小型軽量であることが必須となるが、筆者らは以上の機能を有する画像伝送モジュールを質量約50gで実現しており⁶⁾、小型無人機からの簡易な画像+テレメトリデータの同期伝送を可能としている。

マルチセンサによる運用については、機体の搭載可能重量（ペイロード）とセンサ質量とが問題となる。小型無人機本体は日本飛行機㈱がフジ・インバック㈱の協力を得て開発したものであり、全備重量3kgに対し約500gのペイロードを有している。機体外観を写真—1に、また主な性能諸元を表—1に示す。

機体規模に対し比較的大きなペイロードを活かして、可視カメラおよび熱源探知が可能な遠赤外線（IR）カメラを並列に搭載し、複数センサによる目標監視を可能とした（マルチセンサ化）。これらのセンサは地上装置からの指令により地上への送信映像を切り替え



写真—1 小型無人機外観

表—1 小型無人機主要諸元

項目	無人機システム諸元
全長／翼長	1290 mm/1900 mm
離陸重量／ペイロード質量	3 kg/500 g
最高速度／最低速度	110 km/h / 40 km/h
飛行時間	約 20 分（標準，飛行距離 10 ～ 30 km 相当）
推進方式	電動モータ駆動（バッテリー使用）
飛行方式	経路プリプログラムによる自動飛行
離着陸	ランチャ式（自動離陸）／パラシュート着地
搭載センサ	可視カメラ／赤外カメラ同時搭載
映像伝送可能距離	約 2 km（見通し，専用アンテナ使用時）
映像伝送周波数	2 GHz 帯（技術基準適合証明取得済み。電波申請不要）
その他機能	定点旋回監視機能，位置座標標定機能

る機能を有している。IR カメラは低温を暗く，高温の箇所を明るく映像化することができるため，マルチセンサ化により，例えば山林火災の消火活動において燃え残り（熾き火）が残っていないかが IR カメラにより探知可能となり，同時に現場付近の状況を通常のカメラ映像により監視するなどといった用途に有効だ

と考えられる。

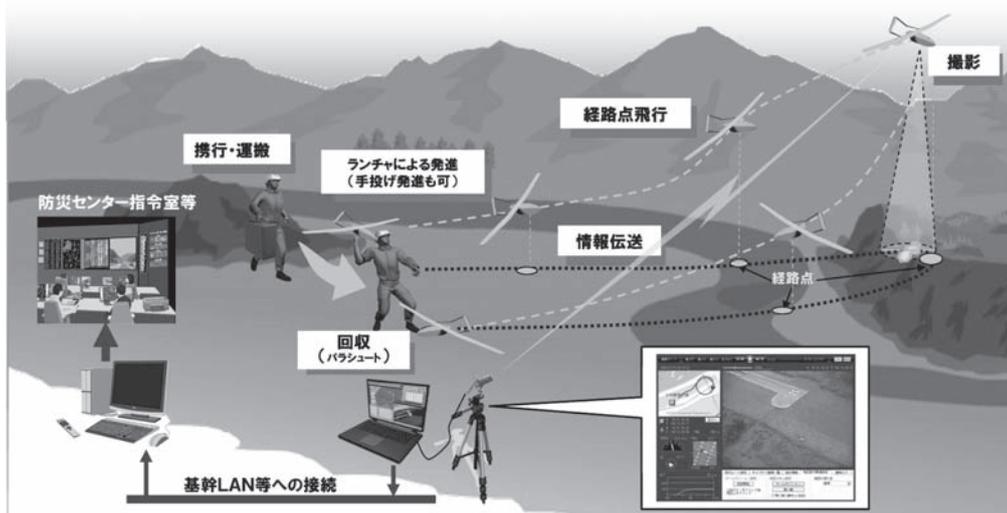
小型無人機で取得した映像等の情報を，現地の作業者だけでなく，関係諸機関にいかに関開するかということは重要な課題である。このような情報展開のための回線として衛星回線による小型無人機との直接通信という案もあるが，小型無人機に搭載できるアンテナなど通信機材の制約から映像伝送が可能な衛星回線構築は現時点では困難である。従って一旦地上装置で映像を受信し，そこから必要な機材を使用して携帯電話網，衛星回線，インターネット，専用回線などへ接続することが現実的である。但し，どのような通信回線を使用するかについては，無人機システムの運用者側が決定する事項である。そこで本システムの開発においては回線としてはインターネットのようなネットワークを想定し，本システムと遠隔地にある状況監視用の PC 端末（以下，クライアント PC という）とを接続して動画，静止画，その他の情報を送信できる機能を開発した。また，携帯電話網を対象としての取得映像の配信機能についても試作を行い動作検証を行っている。

4. システムの概要

本章では本システムの運用イメージ，主要機能・性能について述べる。

本システムの運用イメージを図—1 に示す。本システムは小型無人機，地上装置（管制装置，画像受信装置）およびランチャ（質量約 5 kg）から構成される。また地上装置はノート PC 2 台，アンテナ 3 式と送受信機とから成る。写真—2 に地上装置外観を示す。

本システムは災害発生直後の状況把握への活用を想



図—1 システム運用イメージ



写真一2 地上装置（画像受信装置）外観

定している。従って監視対象となる地域周辺までの運搬・携行が容易であり、展開・組み立ても迅速に行えることが求められる。そのため機体は本体、主翼両翼および尾翼部の4部品に分解して容易に運搬できる。また、本システムは2～3名の人員により30～40分程度で収納状態からの展開が実現可能な構成となっている。尚、監視範囲が決まっている場合にはあらかじめ地上装置などを現地に設置しておくことにより、上記の展開時間はさらに短縮することができる。

発進にはバンジーランチャを使用し安定した離陸を可能としている。また、山腹からの発進等ランチャ設置が困難な場合には手投げによる発進も可能である。小型の無人機の場合、耐風性が課題となるが、本機は風速5～7 m/s程度、上空最大風速では10 m/s以上(推定)での飛行実績がある。

飛行計画の入力は事前に地上装置のパソコン上で経路点(ウェイポイント)を設定することにより行う。小型無人機はGPS、ジャイロなどを一体化した独自の制御モジュールを搭載しており、発進後は自己位置を認識し、経路点に沿った自動飛行を行う。

また、重点的に監視したい目標に対してはその地点を中心とした旋回飛行を行い機体側面に搭載したカメラで継続的に目標を捕捉することができる。経路点に沿った飛行から旋回飛行へのモード変更は飛行中に地上装置からの指令により切り替えを行う。

取得した映像および無人機のテレメトリ情報は前述の画像伝送モジュールにより伝送され地上装置に表示される。送信電力が10 mWに制約されているが、圧縮による狭帯域化、誤り訂正符号の付与、受信側アンテナのダイバーシティ方式の採用などにより、低指向性アンテナでも2 km以上の伝送距離を実現している。

システムの操作者は地上装置の表示画面の地図上

(写真一3, 左上)で、小型無人機の飛行位置を常時把握しながら同時に無人機からの映像(写真一3, 右)を監視・記録するとともに、静止画として切り出すことができる。



写真一3 情報表示画面

また、画像データにテレメトリデータが同期しているため、取得した画像上に撮影されている目標位置(緯度、経度)をその時の無人機位置、高度、姿勢角から算出できる(位置座標標定機能)。実験により得られた位置算出精度は約50 m(1 σ)程度であった。さらに取得画像(または映像)と撮影時刻、目標位置とをネットワークを介して前述の遠隔地にあるクライアントPCに送信することができる。これら一連の機能は、災害現場の状況把握と情報の配信、例えば河川監視において土砂ダム発見時の位置通報などに有効であると考えている。

尚、当該画像伝送モジュールは周波数、送信出力の変更が可能な構成となっており、電波申請により専用周波数の取得ができれば、データの伝送距離を数倍に延伸することができる。

飛行終了後は地上からの開傘命令によりパラシュートを開いて降下することにより、操縦スキルを必要としない着地・回収が可能である。また、パラシュートは降下速度が遅いため比較的 안전한回収方法であると言える。安全対策として不測の事態により経路を大きく逸脱した場合にはパラシュートを開き着地するような設定を行うこともできる。

5. 課題と将来展望

以上述べたように災害監視を目的とした小型無人機システムの開発を行ったが、本章では本システムの課題と将来展望とについて述べる。

本システムの最大の課題は運用範囲（飛行区域）の拡大と考えている。現時点での本システムの運用範囲は、無人もしくは過疎地域上空での飛行を前提としている。また、使用部品などもラジコン用のものを使用している箇所があるため、人家が多い市街地での飛行については、安全面の観点から通常は避けるべきだと考えている。

他方、消防活動などにおいては市街地での運用についても高いニーズがある。そのためには市街地などが密集している地域上空においても安全に飛行させる無人機の開発が必要となる。現在、宇宙航空研究開発機構（JAXA）において市街地上空の飛行までを視野に入れた無人機の開発を計画⁷⁾しており、安全性を高めるための様々な新規技術について今後の展開に期待したい。

また、本システムのような小型無人機の利用にあたっては、製造者、運用者ともに安全を守るために遵守すべきルール作りも重要となる。現在、日本産業用無人航空機（JUAV）協会⁸⁾において、小型無人機を対象とした安全のための基準策定に取り組んでいる。同協会は、平成16年に「無人航空機に関する技術の発展とその安全かつ健全な利用を促進する」ことを目的として設立され、正会員15法人、賛助会員6法人（2009年2月現在）が参加している。現在までに、無人回転翼機および固定翼機の無人地帯用について産業用無人航空機安全基準を策定し、より小型の無人機に関する安全基準策定についても検討中である。安全基準の策定に当たっては、設計に関わる事項に加え、保守・点検、操縦者認定、運用、顧客管理、悪用防止といった幅広い視点での要件について検討を行っている。本システムのような小型無人機の運用においては製造者、運用者が共に安全に関する意識を共有し、不測の事態を招かないようにすることが大切である。

前述のような技術開発が進み、安全ルールが確立されることにより、本システムのような小型の無人機システムは活躍の場が一層広がっていくことが予想される。さらにこれから実用化されていく技術としては、無人機の協調制御技術があげられる。この技術は無人

機単独の運用ではなく、複数の無人機あるいは無人機と無人車両による連携作業を行うことを目的とするものであり、より高度な災害復旧作業などへの対応が期待できる。すでに米国においては無人機と無人車との空地連携による協調作業についての研究・実験が行われている⁹⁾。例えば複数の無人機／無人車両の協調による監視エリアの効率的な拡大は、地震などにより道路が寸断された場合の緊急車両のための迂回路探索の効率を上げることができると考えられる。また、被災地での搜索活動において、大域的な搜索を無人機が行い重点箇所を特定した後に無人車両が狭域かつ詳細な搜索を行うというような応用も検討されている¹⁰⁾。

以上述べてきたように小型無人機は、災害監視目的をはじめとして、新たな技術開発、運用ルールの浸透とともに今後様々な用途への活用が期待できるシステムであると考えられる。

JICMA

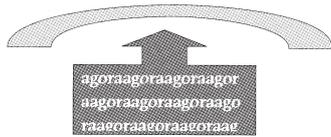
《参考文献》

- 1) 日本経済新聞 2005年11月11日刊
- 2) 朝日新聞（岐阜県版）2006年2月8日刊
- 3) 大規模災害時対応の決め手は情報収集と初動活動—西川一誠福井県知事の講義から—、近代消防'05年11月号 p23-27
- 4) 和田：小型無人機の防災活用 航空宇宙学会誌 54巻 625号 2006年2月5日発行
- 5) 国土交通省：大規模自然災害時の初動対応における装備・システムのあり方検討委員会：大規模自然災害時の初動対応における装備・システムのあり方（提言）H21年5月21日
- 6) 荒井、山下、仲森：小型無人機搭載用データリンクモジュールの開発、08'第46回飛行機シンポジウム論文集
- 7) 佐々、松田、中館、石川（JAXA）：災害監視無人機システムの検討、06'第44回飛行機シンポジウム論文集
- 8) 日本産業用無人航空機協会 <http://www.juav.org/>
- 9) B.Grocholsky et al.: Cooperative Air and Ground Surveillance, IEEE Robotics and Automation Magazine, Volume13, Issue 3, September 2006, pages 16-25.
- 10) O. Amidi et al.: Integrated Air/Ground Vehicle System for Semi-Autonomous Off-Road Navigation, AUVSI Symposium, July 9-11, 2002

【筆者紹介】

和田 昭久（わだ あきひさ）
日本電気㈱
誘導光電事業部 ISR システム部
シニアエキスパート、工学博士





ロボカップレスキューロボットリーグ

田 所 論

ロボカップレスキューロボットリーグは、実物大の模擬災害フィールドにおいて、要救助者を捜索し、その場所や状態をマッピングすることを目的としたレスキューロボットの競技会である。米国 NIST が DHS からの委託事業で行っているレスキューロボット性能評価の標準化のテストベッドとして活用され、実用的な技術開発への著しい貢献が見られる。日本からも毎年数チームが参加し、世界優勝など好成績を収めてきている。

キーワード：レスキューロボット、災害救助、災害情報収集

1. はじめに

ロボコンという言葉からは、子供たちの教育用の発表会を連想させられる。これに対して、ロボカップレスキューは、都市型災害捜索救助 (Urban Search and Rescue; USAR) に実際に役立つ技術を創ることを目的とし、研究開発を中心課題に据えているところが他のコンテストとは一線を画している点である^{1,2)}。

ロボカップレスキューは、競技のメカニズムを活用することによって、多くの研究者が自主的に災害救助の問題の求解に参加し、緩やかな競争と協調を通じてレスキューロボットの技術を相互に高め合うことを目指している。この分野は、日本ではマーケットが小さく、企業の積極的な技術開発投資は困難であり、経済原理だけでは技術の高度化を図ることが難しいため、この方法論は研究開発の奨励に高い効果を有している。

ロボカップレスキューロボットリーグは、実物大の災害地を模擬した競技フィールドの中で、要救助者の発見、周囲の状況の報告、周辺のマッピングの作成、危険物体のマニピュレーションなどを競う、遠隔操縦及び自律ロボットによる競技である。

ロボカップレスキューには、その他に計算機シミュレータによるシミュレーションリーグがある。サイバースペースの中に設けられた数 km 四方の都市空間の中で、消火、救助、交通啓開などの災害対応部隊の自律エージェントの活動戦略を競うのがエージェント競技である^{3,4)}。USARSim と呼ばれるゲームエンジンを使った計算機シミュレータの中に設けられた数

百 m 四方の街区で、自律ロボットが要救助者の発見と状況報告などを競うのがロボット競技である (図-1)。

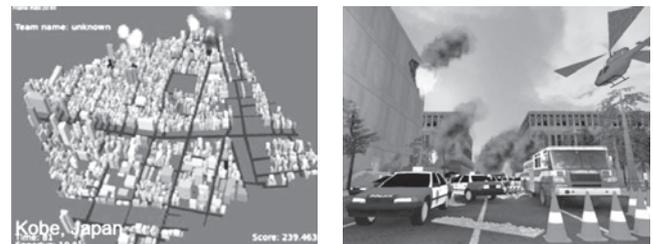


図-1 ロボカップレスキューシミュレーションリーグ (左：エージェント競技, 右：ロボット競技)

2. レスキューロボットリーグの競技設定

実際の災害現場ではロボットの移動は困難であり、要救助者の発見は困難を極める。競技会としては、要素技術の発展を奨励し、一歩ずつ現実問題に適用可能なレベルに近づけていくことが重要なため、難易度をレベル分けしたカテゴリを設けている (図-2)^{5,6)}。

1) Yellow Arena

壁で囲まれ、床が 15 度程度の傾斜をもつ迷路の中に、要救助者が隠されている。要救助者のほとんどはふたの開いたボックスの中などに設置され、発見は容易である。完全自律ロボットによる要救助者捜索をテーマとした競技フィールドである。

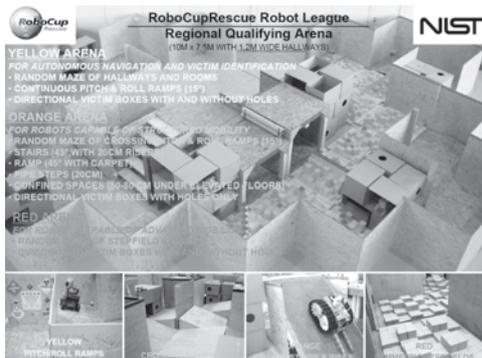
2) Orange Arena

45 度の階段や坂道が設けられた 2 階建てのフィールドであり、床は段差や傾斜のある不整地で構成され

ている。段差には非常に滑りやすい場所も設けられ、高さ 50～80 cm の穴をくぐる場所もある。要救助者は、穴の開いた箱の奥など、発見がやや困難な場所に設置されている。階段昇降などが可能なロボットを対象とした要救助者搜索の競技フィールドである。

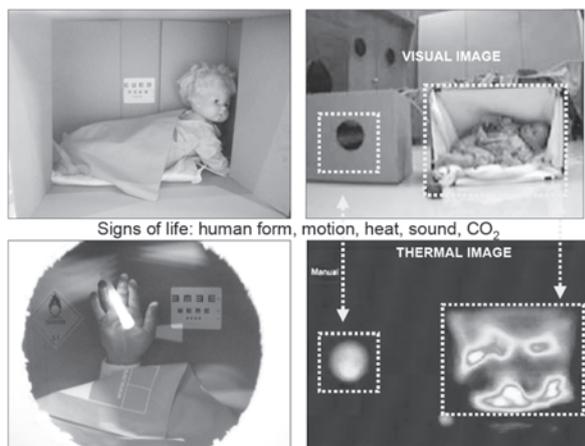
3) Red Arena

厳しい段差や傾きのある不整地で構成され、要救助者は、のぞき込むことが容易でないように設置された箱の中に置かれている。運動性能を重視したロボットを対象とした要救助者搜索の競技フィールドである。



図一2 レスキューロボットリーグの競技フィールド

要救助者は、図一3のようなさまざまな生体信号を発生する人形である。生体信号としては、人体の一部の形状、動き、体温、音声、二酸化炭素、などが採用されている。要救助者を発見した際には、オペレータは審判に対してそれぞれの信号の説明（計測した体温、音声の内容、要救助者に付けられた視力検査表の文字など）を行い、確実に認識できていることを示さねばならない。容易に発見できない場所に隠されているものもあり、たとえばアーム先端のカメラを箱の中に入れて搜索するなどが必要である。



図一3 要救助者（左上：体温を発生する赤ん坊，左下：動きのある手，右上：隠されたボックス，右下：サーモグラフィーによる温度計測結果）

3. 競技ルール

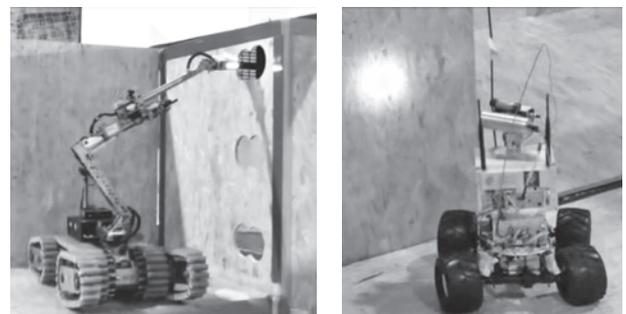
レスキューロボットの目的は、要救助者を発見し、その状態や周囲の地図などを人間の救助隊に提供し、救助活動を支援することにある。ロボットには運動能力、センシング機能、自律機能、マニピュレーション機能、ヒューマンインタフェース、通信機能、など、様々な能力が求められる。

(1) 総合競技（図一4）

ロボットの総合力を試すための競技である。1名の操縦者がロボットやフィールドが見えない場所で遠隔操縦を行い、発見した要救助者、周囲の状況、作成した地図などを審判に報告する。自律ロボットの場合は、スタート後は操縦装置に触れることはできない。

ロボットの遠隔操縦の困難さは、操縦者の状況認識が困難なこと、ロボットに適切な運動指令を与えられないこと、通信の遅れや中断、ロボットの能力不足、操縦者の能力オーバー、ロボットの（半）自律性能の不足、などが原因である。これらの問題を競技得点に反映し、かつ、ロボットの遠隔操縦や自律能力の研究を奨励するために、次の項目により総合得点を決めるルールとしている。

- 1) 発見した要救助者の数
- 2) 報告された要救助者の状況に関する情報のクオリティ（完全瓦礫内、一部が見える、他）
- 3) 要救助者の状態（意識無し、声が出せる、他）
- 4) 映像情報のクオリティ（字が読める程度か、など）
- 5) 報告されたマップのクオリティ
- 6) 要救助者の位置推定精度
- 7) ロボットが要救助者や周囲に与えたダメージ

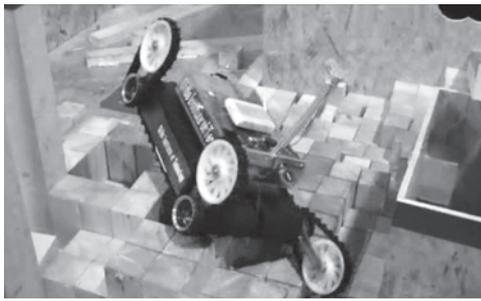


図一4 総合競技の様子（RoboCup 2009 Graz）

(2) 運動性能競技（図一5）

遠隔操縦による運動性能を競う競技。難易度の高い Red Arenaにおいて、決められた時間内に多くの加地点を通過し、得点を競う競技。機械性能だけでな

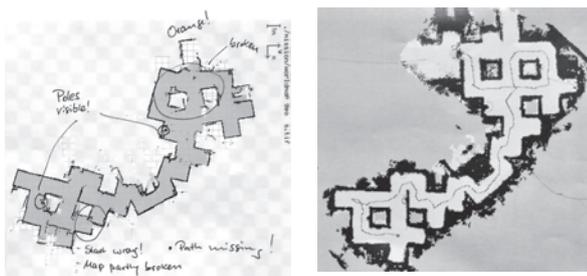
く、ヒューマンインタフェースなどを含め、総合的に優れたシステムでなければ勝てない。



図一5 運動性能競技の様子 (RoboCup 2009 Graz)

(3) 自律性能競技 (図一6)

完全自律制御によるマップ生成を競う競技。Yellow/ Orange Arenaにおいて作成した地図の精度を競う。センシングや地図構築のみならず、不整地でのナビゲーションなど、さまざまな技術要素が必要である。



図一6 自律ロボットが作成した2次元マップ (RoboCup 2009 Graz)

4. NIST/ASTM レスキューロボット評価国際標準化

米国標準技術研究所 (NIST) は米国ホームランドセキュリティ省 (DHS) からレスキューロボットの評価を標準化するプロジェクトを受託しており、米国材料試験協会 (ASTM) の E54.08 Homeland Security Applications, Operational Equipment による国際標準の策定を行っている^{7,8)}。これは将来におけるレスキューロボットの調達基準を策定することを意味し、米国連邦緊急事態管理局 (FEMA) の全米最大の USAR トレーニング施設である Disaster City (テキサス州) 他を活用し、全米の FEMA TF の隊員の協力を得て、様々なロボットを試験することによって、評価法の検討を進めてきている (図一7)。

ロボカップレスキューはそのためのテストベッドとして活用され、これまでにさまざまな標準提案の評価法のプレテストが行われてきた。そのため、この競技

で採用された評価法は現実のレスキューロボットのニーズに即したものとなっている。また、米国で試験が可能なありとあらゆるロボットがこの基準でテストされるため、世界レベルから見たロボットの正当な性能評価が可能であることは興味深い。



図一7 Response Robot Exercise (Disaster City)

5. おわりに

2001年から開催されている世界大会には、日本からも毎年数チームが参加し好成績を挙げている。RoboCup 2009 Graz の成績を表一に示す。国内大会であるロボカップジャパンオープンでも同競技が行われ、全国の大学等からの参加がある。

表一1 RoboCup 2009 Graz Rescue Robot League の成績

カテゴリ	チーム名 (国)	
総合	世界優勝	iRAP_Pro (タイ)
	世界2位	Pelican United (日本)
	世界3位	MRL (イラン)
運動	世界優勝	Pelican United (日本)
	世界2位	Team CASualty (オーストラリア)
	世界3位	Shinobi (日本)
自律	世界優勝	Team CASualty (オーストラリア)
	世界2位	Pelican United (日本)
	世界3位	RRT Uppsala (スウェーデン)

ロボカップレスキューロボットリーグは、特に下記の点において新しい技術的貢献があったと考えている。

- 1) 要救助者の搜索技術とそのためのシステムインテグレーション
- 2) 不整地における運動性能
- 3) 不整地や2階を含むリアルタイム地図生成
- 4) 入り組んだ場所における遠隔操縦
- 5) 不整地における自律移動

実物大の模擬災害フィールドを使い、要救助者の発見などの現実的な問題を取り上げたことの意義は大きい。本物の災害現場で研究開発を進めることが、レスキューロボットの発展には望ましいが、予算や場所の面で困難である。解くべき課題の本質を切り取ったベンチマーク問題を適切に設け、それに対する解決を研究することが、ここで採られた方法論である。競技会形式を採用することにより、緩やかな競争原理に加えて、他のロボットが動く様子を見ながら他人のアプローチを学ぶという緩やかな協調が、研究推進に貢献していると考えられる。

また、多くの学生や若手研究者が、競技会にて説明力や交渉力を鍛え、友人を増やし、国際的に活躍するための基礎力を身につけていることも、大きな収穫で

ある。

ロボカップレスキューが、レスキューロボット実用化のための大きな技術基盤を形成することを願っている。

JICMA

《参考文献》

- 1) <http://www.robocup.org/>
- 2) <http://www.robocup.or.jp/>
- 3) 田所, 北野, ロボカップレスキュー, 共立出版, 2000.
- 4) H. Kitano, S. Tadokoro et al., RoboCupRescue: search and rescue in large-scale disasters as a domain for autonomous agents research, Proc. IEEE SMC, pp. 739-743, 1999.
- 5) A. Jacoff et al., Test arenas and performance metrics for urban search and rescue robots, Proc. IROS, pp. 3396-3403, 2003.
- 6) <http://www.isd.mel.nist.gov/projects/USAR/>
- 7) http://www.isd.mel.nist.gov/US&R_Robot_Standards/
- 8) <http://www.astm.org/>

【筆者紹介】



田所 諭 (たどころ さとし)
ロボカップ日本委員会理事
The RoboCup Federation 理事
国際レスキューシステム研究機構会長
東北大学大学院情報科学研究科教授

平成 21 年度版 建設機械等損料表

■内 容

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

■ B5判 約 730 ページ

■ 一般価格
7,700 円（本体 7,334 円）

■ 会員価格（官公庁・学校関係含）
6,600 円（本体 6,286 円）

■ 送料 沖縄県以外 600 円
沖縄県 450 円（但し県内に限る）
（複数お申込みの場合の送料は別途考慮）

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

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

ずいそう

ベトナムの日本語学校に勤めての生活

金子典由



2008年12月31日に佐藤工業を早期退職しました。定年退職後に、日本語教師をしたいと3年前から準備をしていましたが、会社の早期退職制度に応募して、計画より2年ほど早くその時がやってきました。まだ、準備不足だったのですが、とにかく、ホーチミンにある日本語学校の、高田馬場での説明会に出席しました。その返事は、「教師の口は一杯です。事務員なら空いています…」でした。ホーチミンに行けば教えるチャンスもあると思って決定しました。家族も、「人生の最後に、自分の夢を叶えられる人はそんなにいないし、折角のチャンスだから」と承諾してくれました。今、2009年9月、ホーチミン市3区にある日本語学校で事務員をしています。そして、ちょっと教えています。

2009年3月5日の深夜にベトナム ホーチミン タンソニェット空港に到着しました。日本の3月の冬からいきなりの常夏のホーチミン。暑い。汗が出る。のどが渇く。水は飛行機の中でもらった小さなペットボトル1本きりです。空港から学校の寮に直行で案内され、「あした、10時に迎えに来ます。」ベトナム人の事務員が帰っていきました。「空港で両替した300万ドンはあるが、朝飯どうしよう。」何処に何があるのかわからないし、第一レストランに行っても注文できないし、途方にくれました。次の日の朝を迎えました。昨日もらったカップラーメンに、大事なペットボトルの水で湯をわかつて腹ごしらえをしました。

10時、寮の前に迎えのバイクが現れました。「行きましょう」「えっ はい」。『そうか寮から学校までの道順を覚えるためにバイクで行くのか』と一人で納得してバイクの後ろに乗りました。ディエン ビエンフー通りに出た瞬間、そこは、バイクの河です。バイクの轟音と、クラクションの音と音、頭がぐらくらします。バイクから落ちそうになるのを手に力を込めて後部座席につかまります。信号で止まる度に、それぞれのバイクがスタートダッシュの好位置を確保しようと轟めき合う。信号が青になる前から、フライングスタートするせっかちさ。みんなが我先に、先を争って先頭を争っています。これがベトナム名物の交通事情かと実感しました。



写真一 1 バイクの洪水

日本語学校は、ナム キー コイ ギア通りとの交差点にあります。

「おはようございます。」日本人とベトナム人の教師達が授業に向かいます。その日以降の日程が示されました。学校は朝7時20分から始まり11時までが朝の2時限の授業、11時30分から14時までが休み時間、17時20分から21時までが夜の2時限です。

みんなは、11時30分になると食事や昼寝のために自宅に帰ります。そして15時か16時に再び出勤してきます。フレックスタイムで先生方は授業スケジュールに合わせて勤務時間が変化します。日本語学校なので校内は日本語が公用語です。日本人には都合が良いのですが、ベトナム人にとっては大変な職場だろうと察します。ベトナム人教師の勉強のための方針なのだそうです。私にとって、ベトナムに居るのに、仕事は日本語、ベトナム語は職場の外だけという生活環境です。

学校の敷地内に Canteen と呼ばれる、簡単な屋根がある屋外食堂が付属しています。朝にはコーヒーと朝食、昼には昼食を提供してくれる。さっそく、コーヒーを買いに行きました。「カフェいくら How much? バオ ニュー ティエン」「カフェ スイーダ」「イエス」何が出てくるか興味津々でした。ベトナムはコーヒーの輸出世界第二位の国で、みんなコーヒーにはうるさいそうです。ろ紙とか布が入ってない、アルミの容器の底に微妙に穴が開けられた容器にコーヒーの粉を入れ、お湯を注ぎ、底の穴から抽出された濃いコーヒーが、ゆっくりと滴り落ちます。これを、バイクに乗ってせっかちに競争していたと同じ人とは思えないほどの優雅さで、この時だけはタップリと時

間を使って待っています。ベトナムは、美味しいもののためには、時間を惜しまない美食家の国なのかもしれません。ゆっくり滴り落ちたコーヒーにたっぷりの練乳を混ぜます。そして、氷に入ったグラスに注ぎ込むドロツとしたミルクコーヒーの出来上がりです。一口飲むと、甘い、甘い。でも美味しい。この暑さでたっぷり汗をかいた体に滲みていく幸福な琥珀のエキス。気がつくともう飲み干してしまいました。日本じゃ、コーヒーはアメリカン、タツプリのほろ苦いコーヒーと決まっていたのに、コーヒーの定義が変わった瞬間でした。

昼はこの屋外の食堂が定番です。お皿に盛られた白いご飯の上に、本日のおかずと野菜を載せた主食とスープと氷の入ったお茶（チャダ）で1人前。時々、もう1品おかずを追加します。好みに応じてヌックナムか醤油をかけ、味を個人の好みに整えます。唐辛子をかじりながら食べる人もいます。定食は15,000ドンです。日本円にして85円程度です。市街の中心に行けば1食40,000ドン位と比べると、気軽な定食屋といった感じでしょうか。

昼の食事が終わったら近くのスーパーに寄って、明日の朝食の買物です。スーパーでのお目当ては、なんといってもドリアンなどの果物です。生鮮野菜・果物売場に近づくと、異臭がしてきます。最近には気にならなくなりましたが、はじめはかなり気になりました。どうして、きれいなスーパーなのに、こんな臭いがするのかと。その元がドリアンでした。こんな臭いものを、スーパーで売っていいのかと思ったものでした。でも、今は、つい、買ってしまいます。寮に戻って食べると、しばらくの間、食堂がドリアン臭になります。ドリアンの嫌いな人もいますから、その臭いには気を遣わなければなりません。でも、ドリアンは美味しい。特に熟したドリアンに巡り合った時は幸せが120%になります。でも、ドリアンが果物の王様なのは味だけでなく、値段も王様です。マンゴスチンも値段は女王様です。バナナは兵隊です。しかし、バナナは、子供の頃、遠足と病気の時に食べた高級な果物の思い出があり、私にとっては心強い生活の味方です。それ以外に、ドラゴンフルーツ、竜眼、マンゴ、ジャックフルーツ、スイカ、パイナップル、りんご、柿、ブドウ、スターフルーツ、数え上げたらきりが無い果物のオンパレードです。

そして、デザートには、お米のお菓子。外郎のような食感ですが豆が練りこんであります。もちろんスナック菓子やチョコレートなどは日本と同じでそろっています。

寮でちょっと昼寝をして、14時に再び学校に戻ります。15時頃に小腹が空くと、近くのケーキ屋も兼



写真—2 お米からきたおやつ



写真—3 路上のおやつのお店

ねているパン屋でサンドイッチを購入します。フランスの植民地だった時期があったせいでフランスパンも美味しく、このフランスパンにソーセージと野菜を挟んだサンドイッチです。外がカリカリで中がフワフワ、これとカフェ スィーダでお腹を満足させます。

夜は5時30分が終業時間です。夜の食事はフーティエに決めています。ベトナムは米の文化。米を粉にして、きしめんのようにしたフォー、そうめんのように細くしたフーティエがあります。これをうどんやラーメンのように食べます。ちょっと変わった料理は、ビーフシチューの中にフーティエが入ったフーティエボーコー。これは、はじめ、「えっ」と思いましたが食べると美味しい。「お米を、麺にして食べる。」このアイデアは日本でもどうでしょうか。古古米と敬遠しないで、お米を麺にしたり、ライスペーパーにしたりして食べれば、日本の食文化の幅が一層広がるのではないかと思います。

ホーチミンに来てから、今、6カ月になりました。1日の生活を食べ物から見てご紹介しました。これまでとは、全く違った環境の中で、第二の人生を送っています。この決断を支えてくれた家族に感謝しています。そして、第二の人生を少しでも有意義になるように支援していただいた元の会社の皆様にも感謝しております。

日本語学校に勤務してのお話は、また別の機会に、お話ししたいと思います。

ずいそう

社史との対話

池上 義信



55歳で新入社員になった。

入社後3年経ったころ、会社の中期経営計画の策定に当たって、その基礎作業を会社が委託した経営コンサルタントから、ヒアリングがあった。行政という外部の世界から入社した立場で、今のどこがよくて、またどこを改善すべきかについて、個別具体的に、アンケート式に訊くという。

私にとって荷の重いアンケートだったので、ヒアリングは雑談に代えてもらった。

ヒアリングの時間が終わって、ふと、思った。私は、線路の途中の駅で乗車した人間で、どこが発発でどこが終点の電車かを知らずに乗っている。私自身、会社が築いてきた線路を知らないのである。

そこで、社史をひもといてみることにした。良質の紙で300ページを超える本のお厚さにひるむ。

私は、色鉛筆で線を引かないと頭に入らないたちなので、総務部長にたのんで在庫を一部譲り受けた。

文章の要所に遠慮なく線を引くことで、難攻不落の社史に入城した気分になる。読み進むうち、会社が築いてきた線路が次第に見えてきた。

「わが社の線路」は、地理的には朝鮮半島や中国大陸東北部から、時間的には戦前から敷かれていたのである。

満鉄や朝鮮鉄道といった当時の先端インフラ部門で活躍し、戦後帰還した技術者の救済と活用をはかるために、敗戦1年後、社団法人復興建設技術協会が発足した。

その中国四国支部が、私の勤務する復興調査設計株式会社の前身である。支部発足時の職員は30人であるが、朝鮮鉄道と満鉄の技術者が中心であったことをおもえば、わが社の発祥はアジア大陸にあるとってよからう。

14年経過した昭和35年には、建設コンサルタント業らしい組織体制へと株式会社に移行し、中国四国復興事務所と名を変えた。「復建」とは「復興建設」の略であるが、戦後という時代が必要とした理念や気概がよく出ていると思う。

6年後の昭和41年、社名から地域名をはずして復

建調査設計株式会社になる。中国四国に根をおろす会社の全国に枝を張る姿が、社名からみてとれる。

こうしてわが社の線路は、アジア大陸から発し、海を伝って中国四国に線路の要を築き、さらに日本列島を縦貫するように線路を拡張してきたのである。

日本の戦後の歩みは、技術的側面に限らず、復興建設（復建）の歩みでもあった。その間、建設コンサルタント業も育ち、独立的な業種に成長した。

しかし、我が国が発展国から成熟国に進展するにしたがい、「建設」のパイは減り、会社の「生き方」に警鐘を鳴らしている。

また、公共事業手法への市場競争原理の徹底化は、会社の「行き方」に、意識改革を催促している。

こうして、縮減するパイを獲得する自由競争の風雪にさらされ、わが社の線路も安泰ではない。

わが社の、社会への協力を何にも増して大切にする誠実な社風は、自由競争の極みに近づいていく仕事の獲得手続きに、ためらいを感じてしまう気風とも通じていることを感じさせる。これは、会社の成り立ちが日本の復興を支える社団法人であった、そのDNAによるのかもしれない。

この小文は、途中乗車した社員の社史対話からの随想である。戦後と戦前が、人的にも、技術的にも、切断されずにつながっていて、そういう線路に途中乗車できたという臨場感も湧いてくる。私がひもといいた社史は、会社への想いを誘う物語が詰まっていた。

ところで、わが社の社史は、製本、装丁が立派で、いかにもとっつきにくい。図書館の社史コーナーを訪ねてみると、多くの社史もそうである。

いったい、読まれることを歓迎してくれているのかと、疑問さえわいてくる。社長室などの書棚に、文化財のように飾っておくことが似合いそうであり、少なくとも、社員に対話を誘うような作り方、置かれ方はされていないように見える。

社史は「企業が出す自分史」である。途中から社史の世界に入る新入社員のためにも、「対話しやすい社史」を工夫する余地がありそうである。

——いけがみ よしのぶ 復興調査設計(株) 企画開発本部技師長——

CMI 報告

災害復旧支援に向けた応急橋の開発

谷倉 泉・小野 秀一

1. はじめに

地震、豪雨、地すべり等の自然災害に伴う橋梁流出や道路崩壊による交通路の遮断(写真一1参照)は、「地域の孤立化」を招き、その被災地の人々にとっては生命線の切断となるため、交通路の迅速な復旧方法の開発は災害対応の重要課題である。平成16年の中越地震では、橋の崩壊や段差の発生などで生活道路の一部が各地で寸断され、その対策に追われた記憶は生々しい。



写真一1 中越地震時の被災現場例

現在の一般的な応急橋(例えば写真一2)は、大型車両の荷重をもとに設計されるので、短い橋であっても重厚な構造物となる。そのため、応急橋の架設を含めた道路復旧までには1ヶ月単位の時間がかかり、緊急対応が困難であると言ったような課題がある。

被災により孤立した村などから被災者を救助する場合や、救援物資を届けるような場合には、大きな応急橋ではなく、歩行者はもちろん軽トラックや二輪車などが通行可能な小型、かつ迅速に組み立てられる応急橋を各地方に分散配備しておくことができれば、災害



写真一2 既往の応急橋の一例

の多い我が国における意義は大きいと考える。

そこで当研究所では広島大学と共同で、人命救助や被災地の孤立化などの災害復旧を目的に、従来の応急橋よりも格段に迅速な組立・施工が可能な軽量展開型の新しいスマート構造概念に基づくプロトタイプの応急橋を研究開発中である。この応急橋は現場での簡便な展開が可能な可搬構造であることから「モバイルブリッジ」と命名し、実用化を目指している。

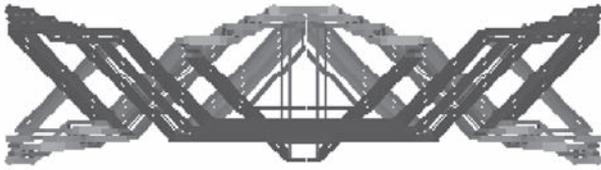
ここでは、そのモバイルブリッジの概要を紹介する。

2. 開発のコンセプト「折畳み」と構造最適化

本研究開発で目指すモバイルブリッジは、災害時の緊急的な社会基盤復旧システムを迅速に構築するために、軽トラック程度の車両を通行可能にする機動性の高い展開橋システムを想定している。ここで目指す仕様は下記のとおりである。

- ①スパン長20m程度
- ②軽トラックで運搬可能
- ③組立て時間6時間以内
- ④軽トラック車両(10kN)が30km/h程度で通行可能

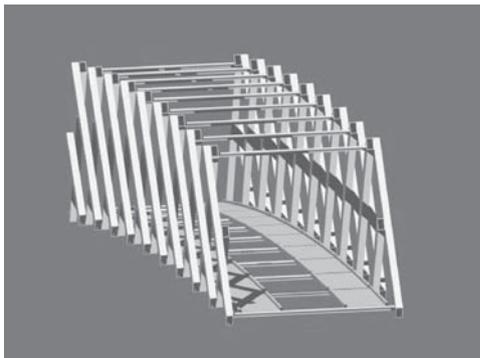
これらの仕様を満たすため、軽トラック車両一台の荷重(10kN)対応の橋構造体を容易に収納・可搬・移動することができる折畳み構造とするとともに、様々な制約条件下の現場でも迅速にシステム施工できる仮設応急橋の機構仕様を設計開発する必要がある。そのため、応急橋には機動性と、その役割から軽量化と強度を同時に具備していなければならない。それらを満足するため、使用部材の形状は数値シミュレーションを繰り返して決定した。ここで用いたマイクロトラス法による最適構造の骨組レイアウト例を図一1に示すが、解析結果は一般的なワーレントラス形状となった¹⁾。これらの最適化レイアウト解析結果の特徴は、部材がトラス状に周期的に現れ、支間中央で左右対称となっており、力学的な平衡バランスがとれていることである。その周期対称性を利用して折畳む



図一 1 マイクロトラス手法による位相最適化構造解析結果 (赤: 圧縮力の領域, 青: 引張力の領域)

ことができれば、コンパクトな展開構造「Deployable Structures」とする可能性が生まれる。折畳み構造は軽量構造物に適用されることが多いが、橋などの重量構造物への適用は不可能と思われがちである。しかし、設計荷重などの要求スペックを明確化するなどの設計クライテリア論を展開していけば実現は可能ではないかと考えている。「折畳み」構造は日本のお家芸的な製品が多いが、橋を折畳むにはそれなりの高度なバランス制御が必要である。その課題もプロトタイプでは解決できている。

以上の検討結果から、モバイルブリッジは、展開・収納を考慮して、下路タイプの主構面がダブルワーレントラス (X 型トラス) 状とした。モバイルブリッジの完成イメージを図一 2、運搬・展開イメージを図一 3 に示す。

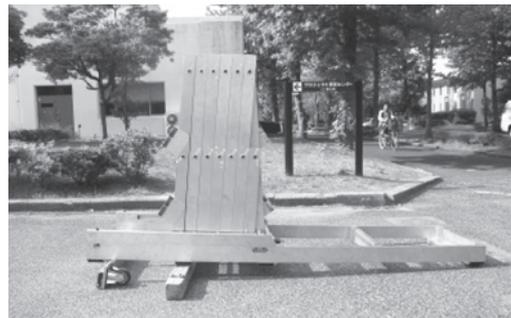


図一 2 モバイルブリッジの完成イメージ

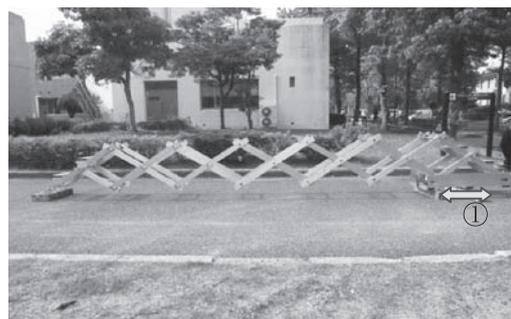
3. プロトタイプの概要

実機製作に向けた基礎データの収集と課題の整理を行うことを目的として、人荷重として 100kgf を想定した支間長 6m のプロトタイプモバイルブリッジを製作した。このプロトタイプでは、展開・収納機構の確認や、各部のひずみ測定から応力変形挙動の把握を行った。すべてにアルミニウム合金製の部材を使用し、主な部材の断面形状は肉厚 2.0 (一部 3.0) mm、幅 30 mm × 高さ 70 mm の平角型とした。

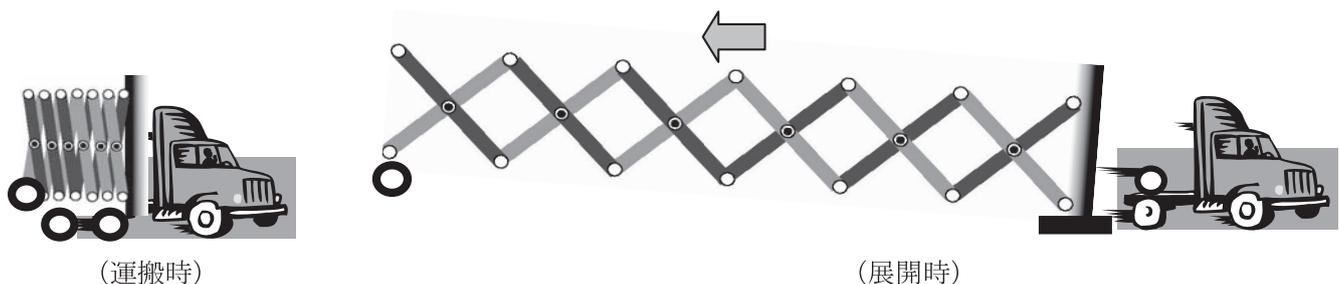
応急橋収納時の状況を写真一 3、展開時の状況を写真一 4 に示す。収納時においては、約 1 m 程度の長さとなりコンパクトである。展開時においては、写真一 4 に示す「①」部を伸ばさせることで、モバイルブリッジ全体が展開される。その後、上部の格点上に上支材を兼ねるデッキを載せて 1 次構造の完成である。その後でケーブルやタイバー等を用いて補強することによって、構造全体の強度を高めた完成構造とするも



写真一 3 モバイルブリッジ収納時の状況



写真一 4 モバイルブリッジ展開時の状況



図一 3 モバイルブリッジの運搬・展開イメージ

のである。

大人3人がデッキ上に乗載した状況を写真-5に示す。大人一人の体重を約65kgfとすると、200kgf程度の荷重が載荷されたことになる。部材各部で計測したひずみデータ等の掲載はここでは省略するが、部材の座屈や降伏などを伴う非線形挙動は認められず、線形挙動の橋梁構造として成立することが確認された。

この基本構造概念に基づいた技術開発を進めることにより、わが国のような災害の多発する国におけるモバイルブリッジは、地域の災害復旧ツールとして重要な役割を担う可能性を秘めている。今後は、この折畳み構造とケーブルとの組み合わせ、さらに格点部や支点部の強度および耐久性を高めるとともに、大型の展開型の応急橋へ発展させていく方針である。



写真-5 載荷試験状況 (大人3名で載荷)

4. おわりに

本研究開発における応急橋は、支間長6mのプロトタイプモバイルブリッジであり、構造解析ならびに試作模型においては、今後の実用化に向けて、ある程度の成果が得られたものと考えている。

このような軽量の応急橋は、比較的橋長の短い橋梁流出部や盛土等の土砂崩れに対しても応急的にリカバリできる手段のひとつとして期待され、その安全性と有効性が確認されれば、施工時間のかかる土工作业が割愛でき、組立コストもほとんどかからない利便性の高い災害支援ツールとなる可能性が高い。

また、著者らは今年の8月中旬に、静岡沖地震を経験し、この際、大きな被害を受けることはなかったが、各種メディアで報道されたような東名高速道路の寸断や土砂崩れは各地で生じた。さらにはその直前の兵庫

県佐用町等での水害もあり、このような災害で迅速に対応可能な大型のモバイルブリッジの必要性を強く感じた次第である。今後も我が国の経済活動や日常生活を支える上で重大な責務を担っている社会資本を安全に利用、提供できるようにするために、鋭意、モバイルブリッジの実用化を目指して研究開発を進めたいと考えている。

また当研究所では、この他の災害時支援ツールとして、写真-6に示すような自動交通遮断機も開発している。これは遠隔操作で伸縮・収納が可能なバルーン式(テント地)としているため、救急車等の緊急車両は、40km/hで脇を通過することも可能である。道路のアンダーパス等での冠水箇所への進入を防止する装置として、地方自治体での採用も始まっている。



写真-6 バルーン式自動交通遮断機

謝辞：本研究は広島大学大学院工学研究科 有尾一郎助教との共同研究として実施したものである。ここで、有尾助教はじめ関係者の方々に感謝の意を表したい。

JICMA

《参考文献》

- 1) 有尾, 谷倉, 中沢, 小野: 構造最適化と折畳み構造に基づくモバイルブリッジの創造, 第84回土木学会年次学術講演会, I-434, 2009.9

【筆者紹介】

谷倉 泉 (たにくら いずみ)
 (株)日本建設機械化協会 施工技術総合研究所
 研究第二部
 部長



小野 秀一 (おの しゅういち)
 (株)日本建設機械化協会 施工技術総合研究所
 研究第二部
 次長



部 会 報 告

アスファルトフィニッシャの変遷 (その4)

機械部会 路盤・舗装機械技術委員会 舗装機械変遷分科会

第3章 国産機の誕生と変遷 (その3)

平成になると建設現場の作業環境改善や機械施工が大気環境に与える負荷の低減からハイテク仕様や環境対策型、超小型、省力化、新工法へ対応したアスファルトフィニッシャが相次いで開発された。

平成元年 (1989年)

アスファルトフィニッシャが、建設省の「低騒音型建設機械」指定制度の適用を受けた。

新キャタピラー三菱(株)より、MF55WH・VS・TV (写真3-39) ホイール式 2.5~6.0m タンパ・バイブレータ式が発表された。

MF55WHは、全油圧式のアスファルトフィニッシャであり、全油圧化に加え4輪駆動、コンベア無段変速機構を採用し、またスクリード構造の強化を図り舗装性能の向上を狙った。

住友建機(株)より、HA60C (写真3-40) 全油圧型クローラ式 2.46~6.0m 超低騒音機が発表された。

HA60Cは、走行を2ポンプ、2モータにて構成されステアリング性の向上はもちろん、スピントーン機能にて狭所での方向転換を可能にした。施工時の発進もスムーズでソフトなスタートが出来、負荷変動による速度変化もなく、舗装の平坦性を一段と向上させた。クロー



写真3-39 新キャタピラー三菱(株) MF55WH

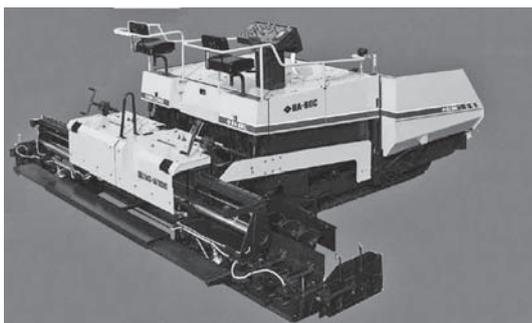


写真3-40 住友建機(株) HA60C

ラにはゴムパッド付リンクシューを採用して牽引力をさらに上げ、油圧駆動の効果を発揮出来る形となった。

範多機械(株)より、AF240CS III (写真3-41) クローラ式 1.3~2.4m バイブレータ式が発売された。

AF240CS IIIには、走行方式に駆動軸一体型油圧ホイールモータと共に静油圧トランスミッション (HST方式) が採用された。

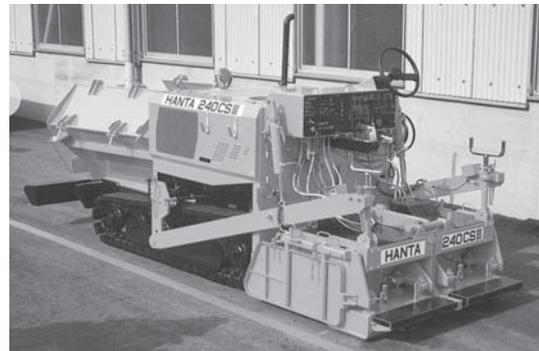


写真3-41 範多機械(株) AF240CS III

平成2年 (1990年)

機関紙「舗装」平成2年9月号に『舗装のメカトロニクス利用による情報化施工』が、掲載される。

(株)新潟鐵工所より、セントリー21 (写真3-42) ホイール式 2.4~6.0m デュアルマット型バイブレータ式が発表された。

セントリー21は昭和末期から平成初期のバブル最盛期の頃、アスファルトフィニッシャのオペレータ不足に対応する為、ハイテク化によるイージーオペレーティングや作業環境改善などをコンセプトに開発された。



写真3-42 (株)新潟鐵工所 セントリー21

平成3年(1991年)

範多機械(株)より、F14C(写真3-43)クローラ式0.8~1.4mバイブレータ式が発表された。

ミニアスファルトフィニッシャの使用される現場がどんどん増えて行くなかで当時標準的なミニアスファルトフィニッシャの最小施工幅員である1.2mから更に狭い舗装への需要があり、範多機械(株)は、最小施工幅員0.8mの超小型アスファルトフィニッシャF14Cを発表。ガス管等の復旧工事や狭い歩道の舗装工事の他、ゴルフ場のカート道等、アスファルトフィニッシャによる機械施工の範囲がよりいっそう広がる事となった。



写真3-43 範多機械(株) F14C

(株)新潟鐵工所より、NFB6C-TVDMZ(写真3-44)クローラ式2.5~6.0mデュアルマット型タンパ・バイブレータ式が発表された。

NFB6Cは、昭和58年(1983年)に開発されたNF330のコンセプトを引き継ぎ、1ポンプ1モータと遊星歯車を用いた旋回機構を装備し、優れた直進性と旋回性が特徴であった。

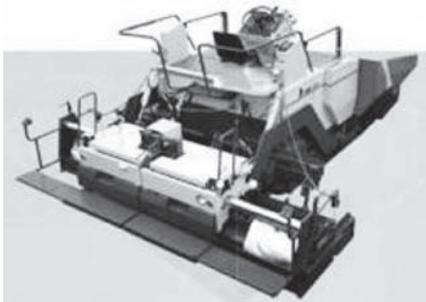


写真3-44 (株)新潟鐵工所 NFB6C-TVDM

平成4年(1992年)

新キャタピラー三菱(株)より、MF44WB(写真3-45)ホイール式2.48~4.4mバイブレータ式が発表された。

MF44WBは、それまで小型機で採用されていたFV式伸縮スクリーンを採用した最大施工幅員4.4m

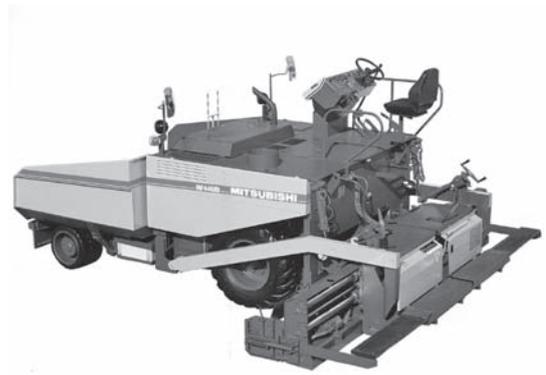


写真3-45 新キャタピラー三菱(株) MF44WB

のコンパクトなホイール式中型機である。走行機構には前後輪同期の4輪駆動により、安定した牽引性能と機動性を発揮した。

平成5年(1993年)

日本舗道(株)が、無型枠施工用補助機器のサイドフォーマ(写真3-46)を開発した。

(株)新潟鐵工所より、NF5WG(写真3-47)全油圧駆動ホイール式2.5~4.75mデュアルマット型バイブレータ式、伸縮式スクリーン、自動温度制御熱風循環バーナ、運転席ワンマンコントロール、エアコン付きキャビン採用機種が発表された。

範多機械(株)より、F31CD(写真3-48)クローラ式1.7~3.1mバイブレータ式。BP31W-4WD(写真3-49)ホイール式1.7~3.1mバイブレータ式が発



写真3-46 日本舗道(株) サイドフォーマ



写真3-47 (株)新潟鐵工所 NF5WG



写真3-48 範多機械(株) F31CD

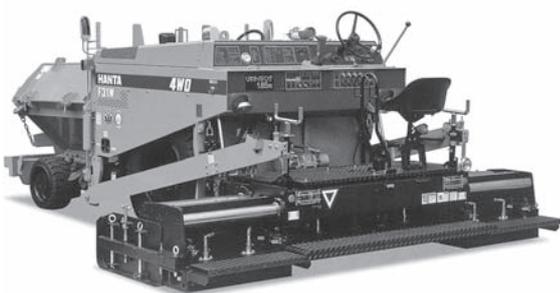


写真3-49 範多機械(株) BP31W-4WD

表された。

従来ミニアスファルトフィニッシャは合材を送るバーフィーダは一条式が標準となっていたが範多機械(株)は、この年に中大型機と同様の二条式バーフィーダを採用した最小施工幅員1.7mのF31CDを発表した。またホイール式のミニアスファルトフィニッシャでも中大型機と同様に牽引力アップや軟弱路盤でのスリップ対策として4輪駆動式への移行が始まりF31W-4WDを発表した。更に路盤の施工をアスファルトフィニッシャで行うベースペーパー工法に対応すべく、バーフィーダチェーンやスクリーンの底板を強化し、又10cm以上の舗装厚に対応したBP31W-4WD等各機種にベースペーパー仕様機(BPシリーズ)を追加した。

平成7年(1995年)

新キャタピラー三菱(株)より、MF60D(写真3-50)クローラ式 2.5~6.0m。MF60WD ホイール式 2.5~6.0m が発表された。

MF60D・MF60WDは、国内初の二段伸縮式5枚スクリーンを搭載し油圧伸縮で最大施工幅員6.0mを実現した。締固め機構はバイブレータ式とタンパ・バイブレータ式から選択可能であった。この時期より本格的な6.0mクラス機の時代に突入した。

(株)新潟鐵工所より、セントリー80E ホイール式 3.0~8.0m タンパ・バイブレータ式が発表された。

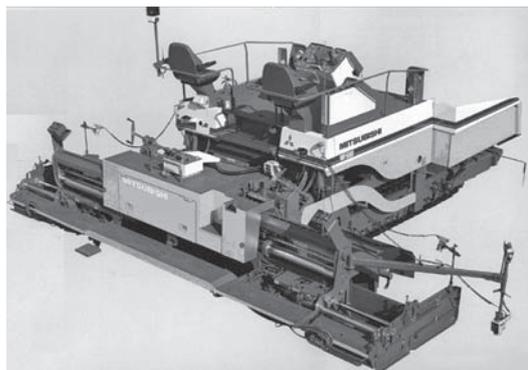


写真3-50 新キャタピラー三菱(株) MF60D

セントリー80Eは電気の高精度、高効率に目をつけ、タンパ、バイブレータの駆動やスクリーンの加熱等の電氣化を行った。キャビン付き、6輪駆動の大型ホイール式アスファルトフィニッシャである。

この頃、油圧機器の発達で4輪駆動方式のホイール式機械が著しい伸びを示した。

平成8年(1996年)

日本舗道(株)・(株)新潟鐵工所より、NSP45TVTM(写真3-51)タックペーパー(乳剤散布装置付アスファルトフィニッシャ)クローラ式 2.5~6.0m タンパ・バイブレータ式が発表された。

タックペーパーは合材を敷きながら直前に乳剤散布する事により、既設路面を汚さないなどの特徴があり、特に排水性舗装に多く使われた。日本舗道(株)ではその工法をセーフペーパー工法と呼んで普及に努めた。



写真3-51 日本舗道(株)・(株)新潟鐵工所 NSP45TVTM

平成9年(1997年)

建設機械施工法シンポジウム(平成9年10月)に『セーフペーパー工法の開発』が、発表された。

MAP工法研究会・(株)新潟鐵工所より、マルチアスファルトペーパーNMAP60TVTM(写真3-52)クローラ式 2.5~6.0m タンパ・バイブレータ式が発表された。



写真 3—52 MAP 工法研究会・(株)新潟鐵工所 NMAP60TVTM

マルチアスファルトペーバは、ホッパやスクリード等を2セット装備し、それぞれ別の材料を敷きながら施工ができ、2層同時施工やマルチレーン施工が出来る。

この年に、平成の大不況が始まる。建設機械の開発にも大きな影響を及ぼすことになった。

平成 10 年 (1998 年)

機関紙「建設の機械化」平成 10 年 1 月号に『アスファルト舗装工事の情報化施工』が、掲載される。

新キャタピラー三菱(株)より、MF41WD (写真 3—53) ホイール式 1.8～4.2 m バイブレータ式が発表された。

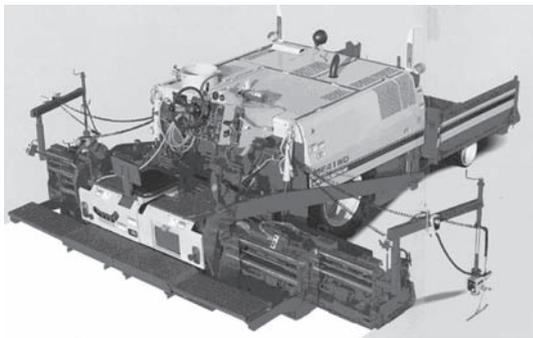


写真 3—53 新キャタピラー三菱(株) MF41WD

MF41WD は、FV 式二段伸縮スクリードを搭載し、ミニアスファルトフィニッシャで初めて 4.0m を超過する油圧伸縮最大施工幅員を実現、クローラ式も同時発売した。

範多機械(株)より、F1740C (写真 3—54) クローラ式 1.75～4.0 m バイブレータ式が発表された。

範多機械(株)も最小施工幅員 1.7 m クラスのミニアスファルトフィニッシャに RV 式二段伸縮スクリードを搭載した F1740C を発表し本体幅 2.0 m 以下のミニアスファルトフィニッシャが従来の中型機種種の施工幅員をカバーすることとなった。

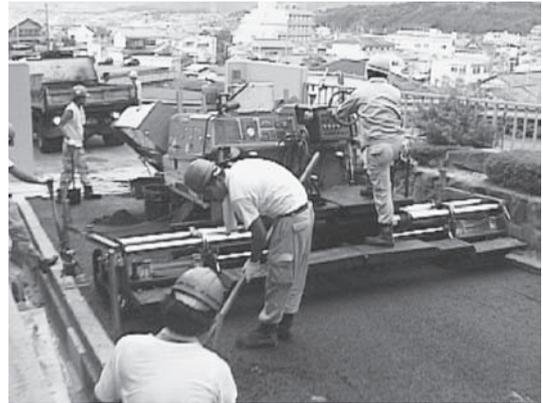


写真 3—54 範多機械(株) F1740C

平成 11 年 (1999 年)

新キャタピラー三菱(株)より、MF61WD (TV) (写真 3—55) ホイール式 2.5～6.0 m タンパ・バイブレータ式が発表された。

MF61WD は、MF60WD の改良機で、二段伸縮スクリード、前後輪同期 4 輪駆動が採用された。

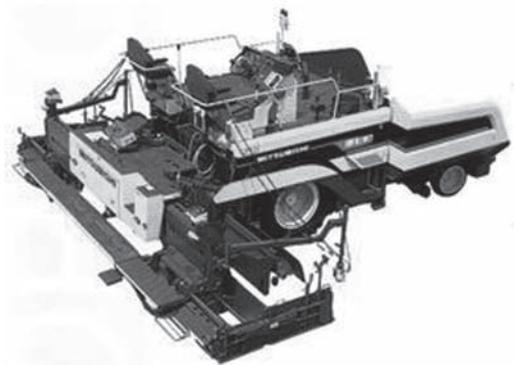


写真 3—55 (株)新キャタピラー三菱 MF61WD

平成 12 年 (2000 年)

住友建機(株)より、J ペーバ 2360 2.3～6.0 m 主スクリードの倍以上に延びる三連式スクリードが開発された。

平成 13 年 (2001 年)

新キャタピラー三菱(株)より、SP61 (乳剤散布装置付アスファルトフィニッシャ) クローラ式 2.5～6.0 m タンパ・バイブレータ式が発表された。

SP61 は、乳剤散布装置に分解剤の散布装置を追加装着しさらに機能を高めた遮水型排水性舗装工法にも使用された。

住友建機(株)より、HA60W-3-JP-V (写真 3—56) ホイール式 2.3～6.0 m バイブレータ式が発表された。

HA60W-3 は、前年に開発したスクリード J ペーバ 2360 を搭載したアスファルトフィニッシャであった。



写真 3-56 住友建機株式会社 HA60W-3-JP-V

平成 14 年 (2002 年)

範多機械株式会社より、F2045W (写真 3-57) ホイール式 2.0 ~ 4.5 m バイブレーション式が発表された。

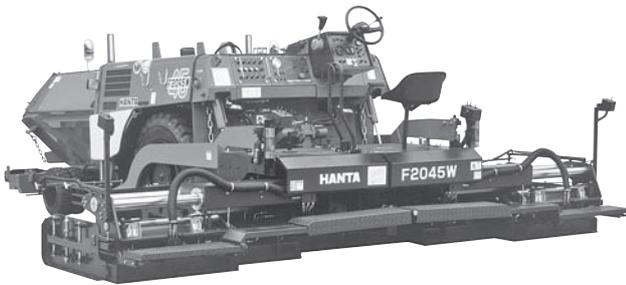


写真 3-57 範多機械株式会社 F2045W

F2045W は、本体幅が 2.0 m 以下の小型アスファルトフィニッシャーで最大施工幅員が 4.5 m と中型機なみに舗装が出来る機械で、このクラスの機種が開発されたことにより小型と中型の境界線が無くなった。

平成 15 年 (2003 年)

機関紙「建設機械」平成 15 年 3 月号に『乳剤散布装置付アスファルトフィニッシャー』が、掲載された。

平成 20 年 (2008 年)

住友建機株式会社より、HMP60C-7 クローラ式 2.5 ~ 4.5 m タンパ・バイブレーション式が発表された。

HMP60C-7 は、(株)新潟鐵工所より譲渡を受け、新たに開発した 2 層同時舗設機械で環境に対応した機械である。

近年、機種開発よりも環境対策機能や情報化への対策に重点が置かれている。

第 4 章 特殊ニーズへの対応

1) グースアスファルトフィニッシャー

グースアスファルトフィニッシャーとは、温度が高く、流動性のあるグースアスファルトを敷きならす機械である。適用箇所は、橋梁等の鋼床版であり、その目的は鋼床版の防錆、防水等である。

フェーゲル GAF82 (独) (写真 4-1)

GAF82 は、昭和 48 年 (1973 年) に大倉商事株式会社より輸入され、世紀建設株式会社と大成道路株式会社に納入された。



写真 4-1 フェーゲルグースアスファルトフィニッシャー GAF82

(株)新潟鐵工所 NFB6WS-VG (写真 4-2)

NFB6WS-VG は、アスファルトフィニッシャーをベースにし、クッカー車から材料を投入し易いようホップの形を変え、材料を加熱するバーナ、および支持輪の付いた敷きならし装置を備えていた。



写真 4-2 (株)新潟鐵工所 NFB6WS-VG

2) 路上表層再生機

昭和 50 年代後半、当時省エネルギー、省資源等の観点から現位置で舗装を補修する新工法として路上表層再生工法 (SR 工法: Surface Recycling) が脚光を浴び始め、そのニーズに基づき各社により施工機械が開発された。

三菱重工業株式会社 (鹿島道路株式会社が導入)

酒井重工業株式会社 (株)渡辺組が導入)

住友重機械工業株式会社 (大成道路株式会社が導入)

(株)東洋内燃機工業株式会社 (世紀東急工業株式会社、日本道路株式会社が導入)

範多機械(株) (福田道路(株), 国土道路(株)が導入)
 (株)新潟鐵工所 (日本舗道(株), 日本道路(株), 東亜道路
 工業(株), 大成ロテック(株)が導入)
 東京工機(株) (前田道路(株), 熊谷道路(株)が導入)

三菱重工業(株)リペーパー RP40 (写真4-3)

昭和59年(1984年)に発売。リペーパー専用機で、ヒータ車にて加熱された舗装を掻きほぐしその上に新材を舗設する機能を持つ。掻きほぐし部分をタイヤで踏まないよう車体前部中央と車体後部左右に掻きほぐし用のスカリファイヤを装備している。また掻きほぐし材(旧材)を追加加熱し新材との接着性を高めるために後述のRH40と同様の熱風式ヒータを装備している。

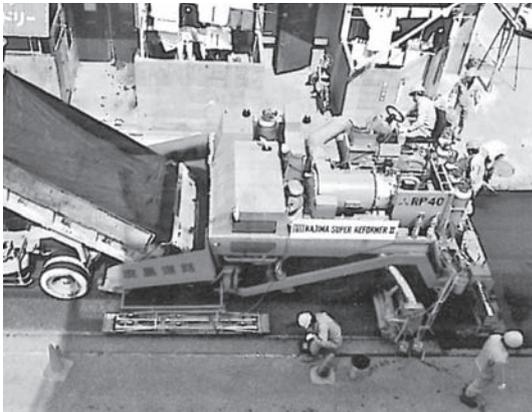


写真4-3 三菱重工業(株) リペーパー RP40

三菱重工業(株)ロードヒータ RH40 (写真4-4)

リペーパー RP40 と同時に開発・市場導入されたヒータ車。リペーパーまたはリミキサの前方を走行し、補修対象アスファルト路面を加熱する。安全性、加熱効率が高かつ加熱路面の劣化を防止できる三菱重工業(株)独自の熱風循環加熱式ヒータを装備(中外炉 PAT)。またその特長を利用しアスファルトの補修以外に融雪作業にも使用された。



写真4-4 三菱重工業(株) ロードヒータ RH40

三菱重工業(株)リミキサ RM40 (写真4-5)

昭和61年(1986年)に開発。中央部のスカリファイヤにて掻きほぐした旧材とローディングヒータ車から供給される新材を内蔵のミキサで混合して敷き均す機能をもつ。三菱重工業(株)独自のバッチ式ミキサを搭載、精度の高い混合・計量システムが特長。



写真4-5 三菱重工業(株) リミキサ RM40

三菱重工業(株)ローディングヒータ RH40L (写真4-6)

RH40L は前記ロードヒータにコンベア機能を追加装備したもの。路面を加熱しつつ、ダンプから新材を受け入れ後方のリミキサに供給する。昭和61年, RM40 と同時に開発導入された。



写真4-6 三菱重工業(株) ローディングヒータ RH40L

酒井重工業(株)レミキサ RM1000 型 (写真4-7)

昭和58年(1983年)に発売。新新材の必要供給量は、可変速度フィーダーとフィーダーゲートの調節により制御でき、フィーダーには合材の温度が下がらないよう保温装置を搭載。また、リペーパー、リミックス等の工事において、スイッチ一つでロータリースカリファイヤを逆転させることによって、余剰旧材または不良旧材を排出するシステムが取り入れられた。



写真4-7 酒井重工業(株) レミキサ RM1000 型

範多機械(株)リミキサ HRM-4500 (写真4-8)

昭和63年(1988年)から販売。本体内の旧材と新材を混合するパグミルミキサーを簡略化し、車体をアスファルトフィニッシャと同じ程度まで小型化させた機械。フェーゲル社製の最大4.5m級スクリードを装備している。同社製LPG赤外線式ヒータ車と組合せ販売された。



写真4-8 範多機械(株) リミキサ HRM-4500

(株)新潟鐵工所は昭和58年(1983年)にリミキサ NRF400を開発した。同時にロードヒータ NRH400も開発し、セットで使用された。その後、昭和62年(1987年)には掻きほぐし装置と混練装置を分離し、掻きほぐし能力とミキサの混合能力をアップしたNRC400(写真4-9)とNRM400(写真4-10)を開発した。



写真4-9 (株)新潟鐵工所 リミキサ NRC400



写真4-10 (株)新潟鐵工所 リミキサ NRM400

東京工機(株)リペーバ RF40 (写真4-11)

昭和57年(1982年)に前田道路(株)の発注を受けてMTF50N型アスファルトフィニッシャの本体を利用し、クローラ部をタイヤに変更してスクリード部の前にルーザ(回転式掻きほぐし装置)を追設し開発された。

東京工機(株)ロードヒータ RH240 (写真4-11)

昭和57年(1982年)に前田道路(株)の発注を受けてRH240は80万kcalのヒータユニットを全長15mに3セット連結して加熱効率の向上を図り開発された。



写真4-11 東京工機(株)
リペーバ RF40, ロードヒータ RH240

東京工機(株)リミックスペーバ RMF40型(写真4-12)
昭和58年(1983年)にRF40型をベースとしミキサ、補助ヒータを追加、新設計し開発された。



写真4-12 東京工機(株) リミックスペーバ RMF40

3) ハイテクアスファルトフィニッシャ

平成2年(1990年)になると昭和末期からのバブル期では、建設業界、とりわけ舗装工事は汚い・きつい・危険という当時流行した3Kとして嫌われ、アスファルトフィニッシャなどのオペレータが不足していた。それに応えるため、(株)新潟鐵工所ではセンターレ21(写真4-13)を開発した。このセンターレ21は外観からわかるようにアスファルトフィニッシャでは例



写真4-13 (株)新潟鐵工所 セントーレ 21

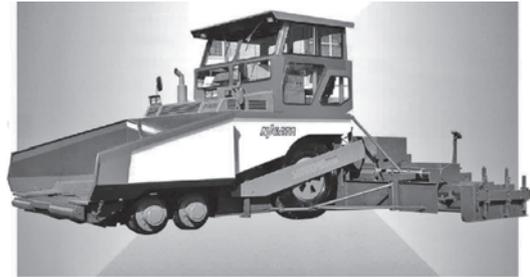


写真4-15 (株)新潟鐵工所 セントーレ 80E

を見ないフルキャビンを装備して難しい舗装作業は全てコンピュータが行いオペレータはエアコンの効いた快適なキャビン内でタッチパネル(写真4-14)を見ながら簡単な操作をするだけで舗装が行え、女性でも運転ができるという画期的なものであった。自走による回送も35 km/hと一般のアスファルトフィニッシャの2倍以上のスピードで走ることができ、ハイドロニューマチックサスペンションを装備し乗り心地も快適となったため、近くの現場なら自走で移動する事ができた。また4輪駆動、4輪操舵機能も備えていた。当時1億円を超える高価な機械であったが、バブル期ということで4台が実際に納入され、稼動したが平成8年(1996年)にはバブルが崩壊、市場の状況が一変し、セントーレ21は姿を消すこととなった。



写真4-14 セントーレ21 運転席タッチパネル

バブル末期の平成7年(1995年)には(株)新潟鐵工所ではセントーレ21の技術を応用して、電気の高精度、高効率に目を付けより実用的なアスファルトフィニッシャ、セントーレ80E(写真4-15)を開発し、販売した。型式の80は舗装幅を表し、Eはエレクトリックを意味している。セントーレ21と同様にキャビン装備していたが、回送時は折りたたんで輸送時の高さ制限内に納める構造となっていた。セントーレ80Eはスクリーンをオール電気として、ヒータは勿論タンパやバイブレータを電気モータで駆動しインバータ制御していた。

4) 乳剤散布装置付アスファルトフィニッシャ フェーゲル S1800SF (独) (写真4-16)

平成8年(1996年)日本で初めて乳剤散布装置付S1800SFが輸入されワールド開発工業(株)へ納入、その後前田道路(株)へ納入され、日本国内に合計4台の輸入実績があった。

本機械の特徴は舗装の直前に適量の乳剤(0.5~1.0 L/m²)を撒き、乳剤の養生時間短縮による施工量の拡大とダンプトラックのタイヤの乳剤無付着により、舗装の接着精度の向上に効果があった。尚、本装置は国内メーカー開発の先駆けともなった。



写真4-16 フェーゲル S1800SF

(株)新潟鐵工所 タックペーバ NSP45TVTM (写真4-17)

排水性舗装が導入されその普及とともに、その施工コストが一般舗装に比べて高くコストの縮減が課題となっていた。この課題を解決するため、平成8年(1996年)に国内で初めて高付着型薄層排水性舗装が開発され、その施工機械として(株)新潟鐵工所と日本舗道(株)が乳剤散布装置付アスファルトフィニッシャ(タックペーバ)を開発・実用化した。高付着型薄層排水性舗装は舗装の直前に適量の乳剤(0.8~1.2 L/m²)を撒き、薄層の排水性合材を強力に接着できることが特長で、機械もこれに合わせ適量の乳剤を散布できるものであった。乳剤散布装置付アスファルトフィニッシャを使った場合、乳剤の養生時間短縮による施工量の増

大, ダンプトラックのタイヤに乳剤の付着がなく, 舗装の接着精度の向上と見映えの良さ, また, ディストリビュータの後退作業がなく安全等, 多くの効果が得られる。その後一般工事においても上述の効果が評価され広く使われている。



写真4-17 株式会社新潟鐵工所 タックペーバ NSP45TVM

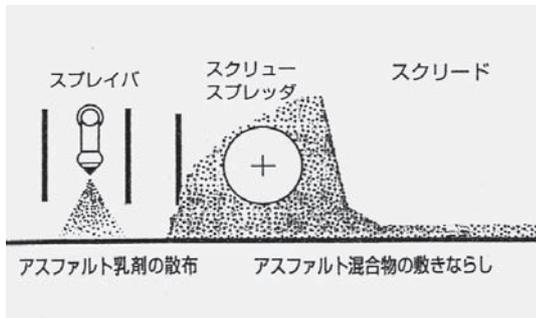


図4-1 タックペーバ施工断面模式図

新キャタピラー三菱(株) SP61 (写真4-18, 19)

平成13年(2001年)折からの排水性舗装の急増を背景にその舗装品質の向上, 施工の効率化を狙った乳剤散布装置付フィニッシャ SP61を開発・発売した。合材を敷きならす直前に特殊な散布装置により専用の加熱乳剤を路盤面に散布し接着強度を確保するとともに施工時間を大幅に短縮することが可能となった。



写真4-18 新キャタピラー三菱(株) SP61

SP61の特長は独自の乳剤散布システムにより走行速度に関係なく設定量(L/m²)の散布が容易にできることである。最近では乳剤散布装置に分解剤の散布装置を追加装着し機能を高めた遮水型排水性舗装工法にも使用されている。



写真4-19 乳剤散布状況

住友建機(株) タックペーバ HTP60W (写真4-20)

平成14年(2002年), 住友建機(株)は株式会社新潟鐵工所の譲渡を受け, タックペーバを生産することになり, クローラ式に加えてホイール式を開発・発売している。平成18年(2006年)からスクリーンはJP2360を搭載し, 両社が融合した機械となった。



写真4-20 住友建機(株) タックペーバ HTP60W

5) 2層同時施工アスファルトフィニッシャ (株)新潟鐵工所 マルチアスファルトペーバ NMAP60TVM

マルチアスファルトペーバは性能規定発注工事などに代表される, 低騒音性や排水性, 透水性, 耐久性など高いレベルの舗装性能要求や, また一方ではコストの縮減, 工期短縮等の多様な要求に対応する機械である。平成9年(1997年)に大林道路(株), 世紀東急工業(株),

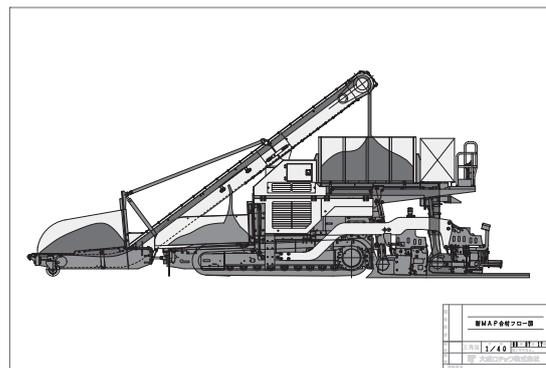


図4-2 マルチアスファルトペーバ施工断面模式図

大成ロテック(株)、東亜道路工業(株)、前田道路(株)、ユアサ商事、(株)新潟鐵工所が共同で2層を同時に舗設する工法やその施工機械を開発・実用化した。2層同時舗設機械は日本が世界に先駆けて開発し、年毎に施工実績を伸ばし、近年その工法は定着しつつある。また、マルチアスファルトペーパーは上述の上下2層の同時施工以外に進行方法に対しても2種類の材料を同時に敷き分けるマルチレーン工法(写真4-21)もできる。この工法は道路の轍部には強度の高い材料を使い、それ以外の部分は、安価な材料を使って、施工コストを縮減できる。



写真4-21 マルチアスファルトペーパーマルチレーン工法

(株)NIPPO コーポレーション DLペーパー(写真4-22)

DL(Double Layer)ペーパーは、(株)NIPPO コーポレーションとヴィルトゲンジャパン(株)で共同開発した2層同時施工を行う機械で、クローラ2.8～4.75mタンパバイブレート式のアスファルトフィニッシャーである。



写真4-22 (株)NIPPO コーポレーション DLペーパー

住友建機(株)マルチアスファルトペーパー HMP60C-7(写真4-23)

平成20年(2008年)には近年の環境に対する配慮や、交通規制にも配慮した新しいマルチアスファルトペーパーを大林道路(株)、世紀東急工業(株)、大成ロテック(株)、東亜道路工業(株)、福田道路(株)、前田道路(株)、住友建機(株)が開発した。オフロード法に対応したエンジンを搭載し、且つ、従来の半分の出力として、小型、省

エネルギー型で、重量は従来に比べ軽量化され輸送時の制約が緩和された。



写真4-23 住友建機(株) HMP60C-7

6) 斜面舗装用アスファルトフィニッシャー(写真4-24, 25)

平成15年(2003年)、揚水式発電ダムの上貯水池の斜面舗装用として新キャタピラー三菱(株)が開発した。斜面に遮水性能の高い特殊合材を舗設するアスファルトフィニッシャーであり、ジョイントヒータ等の特殊アタッチメントを装備している。直線部用のFP50S および扇状の舗装ができるコーナ部用のFP40Cの2機種を製作した。



写真4-24 新キャタピラー三菱(株)
斜面舗装用アスファルトフィニッシャー



写真4-25 斜面舗装施工状況

次号では、第5章 スクリードの自動制御による舗装精度の向上を掲載いたします。

参考文献

建設機械の輸入と共に 森垣 英彦 著
 建設の機械化（建設の施工企画）
 建設機械
 舗装
 日本建設機械要覧
 日本舗道五十年史
 舗装機械アスファルトフィニッシャの変遷
 住友建機(株) 美濃 寿保 著 建設機械 2006.10

写真提供

大林道路(株)
 鹿島道路(株)
 世紀東急工業(株)
 大成ロテック(株)
 東亜道路工業(株)
 日本道路(株)
 (株)NIPPO
 福田道路(株)
 前田道路(株)
 ヴィルトゲンジャパン(株)
 キャタピラー・ジャパン(株)
 住友建機(株)
 酒井重工業(株)
 日本ゼム(株)
 範多機械(株)

橋梁架設工事の積算

——平成 21 年度版——

■改訂内容

1. 積算の体系
 - ・ 共通仮設費率の一部改定
2. 橋種別
 - 1) 鋼橋編
 - ・ 送出し設備質量算出式の改定
 - ・ 少数主桁架設歩掛の改定
 - ・ 歩道橋(側道橋)一部歩掛改定
 - 2) PC橋編
 - ・ 多主版桁橋 主桁製作工歩掛の追加
 - ・ 架設桁架設工法 歩掛の改定
 - ・ トラッククレーン架設工法 歩掛の改定

■ B5判／本編約 1,100 頁（カラー写真入り）
 別冊約 120 頁 セット

■定 価

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

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

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

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

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

部 会 報 告

施工技術の現地調査

Re. ボーン-パイル工法技術調査 (場所打ち杭除去工法)

機械部会 基礎工事用機械技術委員会

1. はじめに

基礎工事用技術委員会では、平成21年9月16日(水)に東京都台東区内の既存建物杭解現場で、Re. ボーン-パイル工法を用いた既存杭の地中切断・撤去工事の見学会を実施した。参加者は青柳委員長他16名の委員であった。当日は天候にも恵まれ、約1時間ではあったが施工の一工程の見学ができた。

2. 現場見学

Re. ボーン-パイル工法は日特建設(株)と日立住友重機械建機クレーン(株)とで共同開発した工法で、オールケーシング機を用い、ケーシングの先端に油圧駆動切断翼を取り付け、既存杭を地中で切断撤去する工法である。低騒音・低振動であることと切断長さを自由に選定できるため安全・確実・低コストで施工できるのが特長である。

最初に青柳委員長から見学会へのお礼の言葉があり、引き続いて本工法の開発者で施工会社でもある日特建設(株)の工事責任者から概要説明を受けた後、現場を見学した。



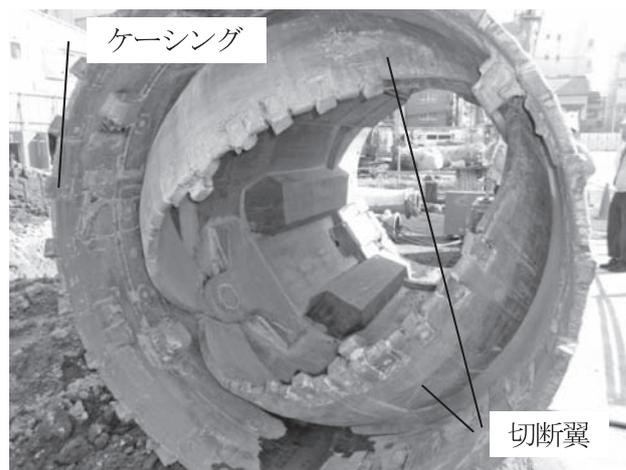
写真一 現場見学記念写真

(1) 工事概要

現場はφ800からφ1,500mmまでの場所打ち杭既存杭約30本(杭長約30m)を除去し、その後流動化処理土にて埋め戻し、地盤を元に近い状態までに戻す工事で、低振動・低騒音で環境に優しい工法として採用された。既存杭撤去後は連続壁と場所打ち杭を施工してマンションを建てる予定になっている。当初は3台のオールケーシング機が稼働していたが、当日は1台での施工であった。

(2) 施工方法

施工順序は、オールケーシング機を既存杭の中心に据え、目的の深度まで回転圧入する。切断する深度まで圧入した後、切断翼操作リモコンで切断翼を閉じケーシングを回転しながらコンクリート、鉄筋を切断する。杭体切断に要する時間は20～30分である。切断後はハンマグラブをケーシング内に挿入し、切断した杭体をつかみ取り出す。これを繰り返しながら杭を撤去する。



写真二 油圧駆動切断翼

(3) 見学内容

見学は、地上に置いてあった油圧駆動切断翼のリモコンによる作動と構造説明の後、既に切断した杭の置いてある場所で、コンクリートと鉄筋の切断状況説明

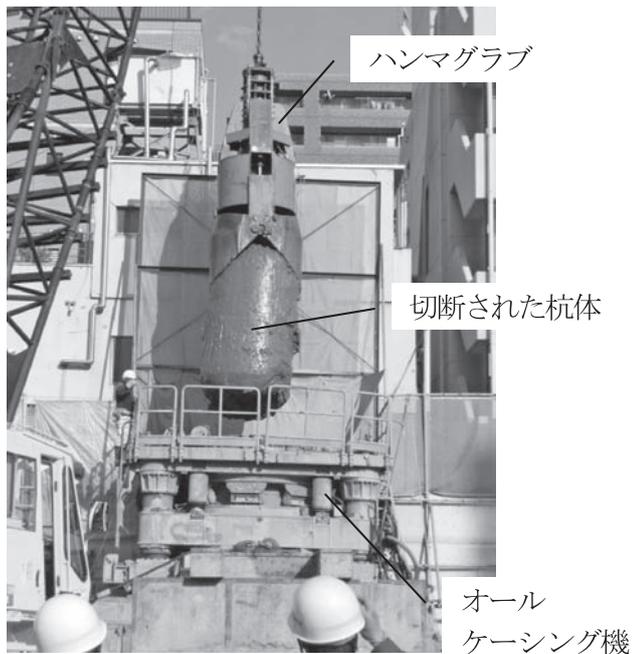


写真-3 切断した杭の除去



写真-4 杭切断面

があった。その後、オールケーシング機の実際の杭の切断とハンマグラブによる杭の除去までの一工程を見学することができた。現場では騒音と振動をほとんど感じられないほど静かな施工であり、周辺への影響も少なく都市再開発の工法として優れていると感じた。

3. 見学を終えて

時間的に1時間と少なく、杭切断とハンマグラブによる撤去までは難しいと思っていたが、なんとか撤去までの状態を見学でき安心した。切断した杭をハンマグラブで掴んできたときには委員から思わず拍手がでるなど、見学は成功裡に終了することができた。

最後に大変お忙しい中、懇切丁寧な説明と案内をしてくださいました日特建設(株)の金子様、並びに見学会にご協力くださいました関係各位に深く感謝するとともに今後の発展をお祈り申し上げます。

J C M A

【筆者紹介】

網代 秀一 (あじろ しゅういち)
日立住友重機械建機クレーン(株)
生産統括本部 技術部



04-308	計測結果見える化プロジェクト 山岳トンネル用「光る変位計」	鴻池組
--------	----------------------------------	-----

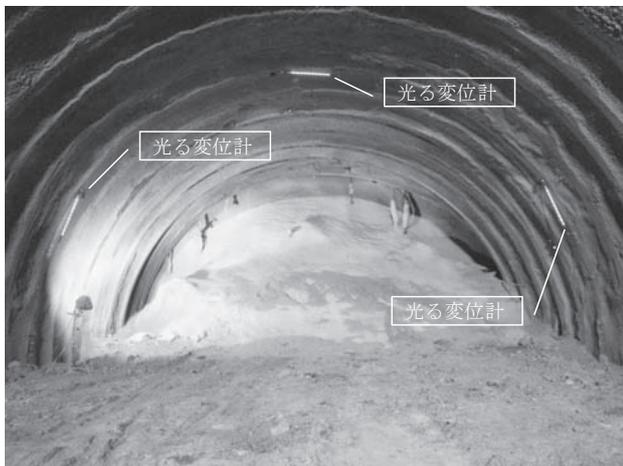
▶ 概 要

現場に適用した山岳トンネル用「光る変位計」は神戸大学の芥川教授（大学院工学研究科市民工学専攻）と北斗電子工業㈱が共同で開発した5色に変わる発光ダイオード（LED）を使い、変位量の大きさに応じて色を変化させ、危険度を作業員に認識させることができる装置である。トンネルの変形（縮み）に対して十分な硬さを持ったケーブルに10 cm 間隔でLEDを取り付け、パネの長さの変化をLEDの光の色に変換する仕組みで、例えば、普段は青色に設定し、変位が大きくなり危険度が高まるにつれて赤色に変化する。

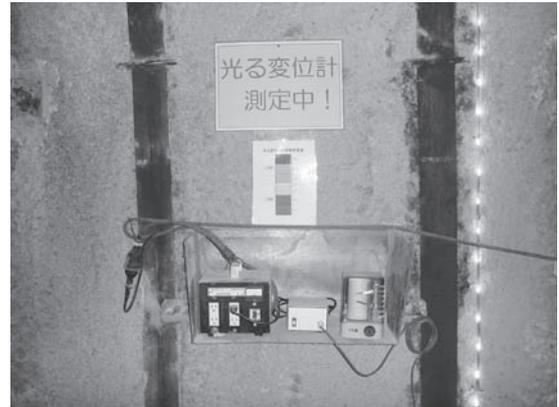
なお、計器の設置が容易であり、検測部のパネの変形能力を変化させることで測定範囲を変えることができ、初期の設置状況により伸び、縮みどちらの変位に対しても色を変化させることが可能である。また、地山の変形モードに合わせて容易に設定が可能である。

「光る変位計」の設置により、最も危険性の高い切羽近傍での掘削直後の初期変位を作業員自身が「いつでも」、「どこでも」、「誰でも」すぐに確認できることにより切羽作業の安全性を飛躍的に高めることができる。

（株）鴻池組は土被り300 mを超える大土被りの蛇紋岩地山という大変形を生じやすい特殊地山条件下で施工中の北海道横断自動車道穂別トンネル西工事（鴻池・飛鳥特定建設工事共同企業体）において、現場における安全管理技術向上の目的で「光る変位計」を国内で初めて山岳トンネル工事に適用した。写真一1に切羽、写真二に側壁での設置状況を示す。



写真一 切羽設置状況（初期色 緑色）



写真二 側壁設置状況（初期色 紫色）

▶ 特 徴

本工法の特徴は、以下のとおりである。

- ①トンネル内で簡単に設置、移動することができ、知りたい場所の変位が容易に確認できる。
- ②変位量に応じて色が変化するため、掘削直後の危険性を切羽で作業員が目視で直接判断でき、機械騒音の大きい切羽における作業の安全性が飛躍的に高まる。
- ③電源は電池仕様とし、繰り返し充電可能であるため、特別な電線は不要である。
- ④トンネルの変形はアーチであるため測定位置によって伸び、縮み様々であるが、設定により伸び、縮みどちらの変形についても対応可能である。
- ⑤掘削作業に支障がない位置に設置可能であり、設置後は作業に影響することなく観察が可能である。

▶ 用 途

【安全管理技術】

- ・道路、鉄道、水路、電気ガス等山岳トンネル変位管理
- ・斜面崩壊、地すべり監視
- ・小土被り地表面沈下監視
- ・近接施工時の構造物への影響監視

【防災技術】

- ・既設の法面・構造物の監視
- ・災害時・緊急時の二次災害防止

▶ 実 績

北海道横断自動車道 穂別トンネル西工事

▶ 問 合 せ 先

（株）鴻池組 土木技術部

〒530-8517 大阪市北区梅田3丁目4番5号

Tel: 06(6343)3290 Fax: 06(6343)3176

新工法紹介 機関誌編集委員会

09-29	3次元GISとGPSを組み合わせた建設ICTによる「汚染土壌掘削管理システム」	ハザマ
-------	---	-----

▶ 概要

国土交通省は2008年度に「情報化施工推進戦略」を策定し、建設機械施工に関しての様々な取組みを始めている。一方、環境省では、増加する土地再開発や民間企業の設備投資に絡んだ汚染土壌の円滑な活用促進のため土壌汚染対策法を施行し、安全安心な環境で土地を利用できるルールづくりを推進している。

このような背景からハザマは、3次元GISとGPSを組み合わせた建設ICTによる「汚染土壌掘削管理システム」(図-1)を開発した。

本システムは土壌汚染対策工事に対応し、綿密な掘削計画の作成や掘削実績管理業務に3次元GIS(地理情報システム)を、現地での地盤掘削管理にはGPS(衛星測位システム)を採用し、それらを組み合わせた情報化施工技術では他に例を見ないものとなっている。

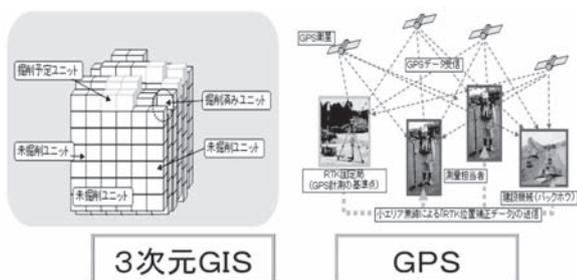


図-1 システム構成の概要

▶ 特徴

1. 汚染状況把握の迅速化

土壌汚染対策法に準じた事前調査により得る地盤内部の汚染状況及びそれに応じた処理パターンのデータをあらかじめ格納しておき、日々の掘削実績情報を登録し更新することにより、進行状況や最新の汚染状況が全域にわたり瞬時に把握できる。

2. 掘削計画の最適化による工期短縮

現場技術者は事務所で更新された3次元GISの画面を見ることにより、複雑な処理パターンを適切に組み合わせ、建設機械の施工能力を最大限に活かす掘削方法を容易に計画することができる。施工管理の省力化が飛躍的に向上し、工期短縮にも大きな効果を発揮する。

3. 情報の見える化

本システムを構成する3次元GISでは深度方向の情報の

視認性を高めている。図-2に地盤情報表示例(掘削計画画面)を示すが、施工ヤードを立体的に表現するのではなく、平面図に縦断面図と横断面図を並列表示させ、加えて1つの平面ブロックに対する深度方向の情報を同時に同一画面に表示することで擬似的な3次元表示を実現している。このことにより、現場技術者だけでなく建設機械オペレータや測量担当者までもが地盤(地表面下)の様子を理解しながら施工を進めることができる。

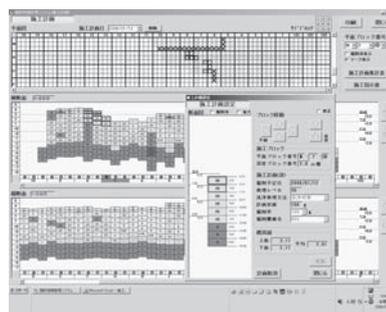


図-2 掘削計画画面例

4. 施工信頼性の向上

掘削作業中は建設機械に搭載されたコンピュータの画面に表示されるブロック番号とGPSで取得した建設機械の現在座標を照合することにより、3次元的な現在位置ばかりではなく、掘削している地盤の性状をも確認しながら、計画した掘削作業を行う。これにより汚染土壌の掘削履歴や処理土のトレーサビリティが自動的に確保できる。

5. 現場技術者の判断を求めるシステム運用

掘削位置や掘削土量の記録、集計業務のような定型業務は自動化を図っているが、掘削工事は不測の事態により計画どおりに施工できないことも多い。そのため、フルオートメーションシステムにするのではなく、建設機械の配置や浄化方法の選定など施工の要所では必ず人間の判断を求めるところが本システム最大の特長である。

▶ 用途

- ・土壌汚染対策工事
- ・ダム 原石山掘削工事 等

▶ 実績

- ・大規模土壌汚染対策工事(約20ha)

▶ 問合せ先

ハザマ 土木事業本部 機電部
〒107-8656 東京都港区虎ノ門2-2-5
TEL: 03(3588)5775(直通)

新機種紹介 機関誌編集委員会

▶ 〈02〉 掘削機械

09-〈02〉-09	コベルコ建機 ミニショベル (後方超小旋回形) ① SK008 / ② SK10SR-2	①'09.07 ②'09.08 発売 新機種
------------	--	------------------------------

管工事、宅地造成工事など、狭隘な現場で使用されることを考慮して設計されたミニショベル2機種で、ブームスイング機構、トラック幅拡張機構を備えている。また、環境適合性、操作性、メンテナンス性などの向上が図られている。

SK008は、1.5mの通路幅内での180度旋回を可能としており、クローラ幅縮小による走行進入性ととも狭所における作業性を良くしている。SK10SR-2は、1.0m程度の通路幅内でブームスイング機構を使用した壁際掘削が可能であり、通路幅が1.6m程度あれば180度旋回が可能である。SK10SR-2はまた、作業機レバーを油圧パイロット式として運転席サイドに配置しており、スムーズな操作性と広い足元スペースを確保している。

両機とも機体バランスや下部転輪に外つばタイプを採用するなど横安定性を確保している。バケットシリンダホースのアーム内装化、ブーム背面部ホースやブームシリンダに保護カバーを装着、2分割タイプのブームシリンダホースやジョイント式ドーザホースの採用 (SK10SR-2) などで損傷防止に配慮している。そのほか、アルミ製ラジエータやフルオープンボンネットなどの採用でメンテナンス性を向上している。



写真-1 コベルコ建機 SK008 (上) と「ビートル」SK10SR (下)

表-1 SK008 / SK10SR の主な仕様

	SK008	SK10SR-2
標準バケット容量 (m ³)	0.022	0.022
機械質量 (t)	0.89	0.99
定格出力 (kW(ps)/min ⁻¹)	7.7 (10.5)/2,400	5.9(8.0)/2,000
最大掘削深さ×同半径 (m)	1.50 × 2.83	1.75 × 3.30
最大掘削高さ (m)	2.75	3.16
最大掘削力 (バケット) (kN)	10.5	10.8
作業機最小旋回半径 / 後端旋回半径 (m)	1.18/0.50	1.39/0.51
バケットオフセット量 左/右 (m)	0.54/0.33	0.48/0.525
走行速度 高速/低速 (km/h)	3.7/1.8	3.7/2.0
登坂能力 (度)	30	30
接地圧 (kPa)	26.5	26
最低地上高 (m)	0.13	0.15
全長×全幅(拡張/縮小)×全高 (m)	2.60×(0.84/0.68)×1.39	2.88×(0.98/0.75)×1.44
価格 (百万円)	2.26	2.63

- (注) (1) ゴムクローラ装着。トラック幅拡張機構付。
 (2) ブームスイング機構付・SK008左45°/右90度、SK10SR-2左80°/右50度。
 (3) 国土交通省・超低騒音型建設機械。

09-〈02〉-10	IHI 建機 ミニショベル (超小旋回形) 40VZ	'09.08 発売 モデルチェンジ
------------	----------------------------------	----------------------

管工事、宅地造成工事など、狭隘な現場で使用されている超小旋回形ミニショベルについて、環境適合性、操作性、安全性、耐久性、メンテナンス性などの向上を図ってモデルチェンジしたものである。

バケットが運転室を自動的に回避しながら作動するノンストップ干渉防止装置、電線など上方障害物との接触を防ぐブーム高さ制限機構、上方視界を確保する天窓付キャノピなどを採用して、効率的で安全な作業性を実現している。また、オフセットシリンダと平行リンクを運転席側に配置して視認性を高めるとともに、オフセットシリンダと平行リンクが上下に重なるよう配置して狭い溝の掘削作業に支障がないようにしている。作業機操作レバーは運転席サイドに配置したジョイスティック式を採用して足元を広くしており、排土板操作レバーには走行速度・低/高切換えスイッチを設けて整地作業などにおける速度切換えを容易にしている。別に、低速、高速の固定スイッチも設けられている。作業機のホースは内装化し、排土板シリンダホースは分割式としてメンテナンス性を良くしている。運転席への出入りゲートを兼ねたロックレバーを採用しており、レバーを跳ね上げた時に、バケット、アーム、ブーム、旋回、走行、排土板、ブームスイングの全ての操作がロックされるようにして安全確保を充実している。また、輸送時や傾斜地における旋回ずり落

新機種紹介

ち防止に旋回自動駐車ブレーキを備えて安全性を高めている。ゴムクローラにはスパイラル・エンドレス構造のスチールコードを採用して耐久性を向上しており、そのほか泥落ちの良い山形トラックフレーム、錆に強いアルミ製のラジエータとオイルクーラ、カートリッジ式作動油フィルタ、機器類の点検交換が容易なフルオープンカバーなどを採用してメンテナンス性を向上している。

クレーン仕様機（最大定格荷重 0.9 t）が確立されているほか、鉄クローラ、キャブ、ロングアーム（+ 0.3 m）などがオプションとして用意されている。

表一 2 40VZ の主な仕様

標準バケット容量	(m^3)	0.11
機械質量	(t)	3.5
定格出力	(kW (ps)/ min^{-1})	20.3 (27.6)/2,300
最大掘削深さ×同半径	(m)	3.25 × 4.86
最大掘削高さ	(m)	5.5
最大掘削力 (バケット)	(kN)	26
作業機最小旋回半径/後端旋回半径	(m)	0.87/0.855
バケットオフセット量 左/右	(m)	0.80/0.575
走行速度 高速/低速	(km/h)	4.9/2.9
登坂能力	(度)	30
接地圧	(kPa)	29.6
全長×全幅×全高 (輸送時)	(m)	4.34 × 1.74 × 2.46
価格	(百万円)	6.3

- (注) (1) ゴムクローラ、キャノピを装着。
 (2) 特定特殊自動車排出ガス基準適合車。
 (3) 国土交通省・低騒音型建設機械。



写真一 2 IHI 建機 40VZ ミニショベル (超小旋回形)

▶ 〈05〉クレーン、インクラインおよびウインチ

09-(05)-04	コベルコクレーン クローラクレーン (ラチスブーム形) SL4500J-350	'09.05 発売 新機種
------------	---	------------------

大形の建築工事、土木工事、設備工事などのクレーン作業に能力を発揮するクローラクレーンで、環境対応性、操作性、安全性、信頼性などの向上を図ったほか、分解・輸送・組立性を考慮した新機種である。

巻上ウインチを下部ブームに搭載して本体の軽量化を図っており、輸送時においては、巻上ウインチ搭載の下部ブームと、ブーム起伏ウインチ（作業時は本体に搭載）を装着したクレーンマストを輸送ピースとして合理化を図っている。また、ブーム幅を 2.5 m に抑え、中間ブームの内部に中間ラフティングジブを収納できるネスティングブームを採用している。スイングキャブを採用し、輸送時にはキャブを本体前方へ旋回・格納して、上部旋回体幅を 3.0 m に収めるようにしている。ラフティングジブの組立てにおいては、スペースのある現場では外張方式を、狭い現場では内抱き方式を選択できるようにしている。カウンタウエイトは薄形とし、本体の左右に積重ね式にして脱着を容易にしている。下部本体にはジャッキ装置を装備し、トレーラからの積降ろしをリモコン操作で単独で行えるようにしている。

ウインチ操作レバーはパイロットバルブ直結式で、レバークリップには ON/OFF できる微速制御スイッチを設けている。巻上 1、巻上 2、起伏 1、起伏 2、起伏 3 の各ウインチドラム速度はダイヤル式・無段階調整が可能で、同期巻上などの複合操作が行える。エンジン制御は電気式スロットルレバーを、旋回操作は反力感知機能付き油圧パイロット式を採用している。旋回レバーにおいては、傾斜地の旋回発進などで使用する中立ブレーキ、連続的に旋回を繰返す作業などで使用する中立フリー（高速/低速）の 3 モードが選択できるようになっており、中立ブレーキモードにおいては、旋回スピードの上昇を抑え、停止時の荷振れを軽減する低速旋回制御機能が自動的に働くようになっている。走行駆動モータをクローラ前端と後端に装備しており、大きなけん引力を安定して発揮できるようにしている。ブーム反転防止の安全システムとして、ブーム起伏操作時に所定の角度に近づくと自動的に緩停止させるブーム第 1 過巻防止装置、クレーン作業時にブーム角度を対地角センサーで監視する装置、また、ラフティングジブ作業ではブーム角度を対地、対機で 2 重に監視して危険を素早く感知する装置を装備している。さらに、自動停止の解除を許さない極限停止機能のブーム第 2 過巻防止装置を装備して、安全を 2 重に確保している。ラフティングジブに対しても同様に第 1 過巻防止装置、第 2 過巻防止装置を備えて反転防止を図っている。自動停止時における緩停止システムを採用しており、過負荷防止装置によるブーム下げ停止時、ラフティングジブ巻下げ停止時、ブーム過巻による自動停止時においてショックを和らげて荷振れを抑えている。過負荷、フック過巻、ブーム過巻の自動停止解除は、マスターキーと個別スイッチによる 2 段階解除方式を採用して安全性を高めている。

新機種紹介

表-3 SL4500J-350 の主な仕様

	クレーン メインブーム/ ロングブーム	ラフティングジブ
最大吊上げ能力 (t) × (m)	[350×6.0]180×10/90×14	80 × 16
最大作業半径×吊り荷重 (m) × (t)	646×7.9/76.0×4.1	84 × 4.7
ブーム長さ (m)	[24]24~72/48~96	30 ~ 60
ジブ長さ (m)	-	24 ~ 60
最大ブーム + ジブ長さ (m)	-	60 + 60
ブーム起伏角度 (度)	30 ~ 84/30 ~ 84	66 ~ 86
ジブ起伏角度 (度)	-	15 ~ 72
旋回角度 (連続) (度)	360	360
キャブ前チルトアップ角度 (度)	0 ~ 15	0 ~ 15
機械質量 (作業時) (t)	310/314	324
定格出力 (kW(ps)/min ⁻¹)	320 (435) /2,000	320 (435)/2,000
走行速度 高速/低速 (km/h)	1.0/0.6	1.0/0.6
登坂能力 (度)	11.3	11.3
接地圧 (kPa)	134/135	140
全長×全幅×全高 (本体) (m)	15.09×8.72×4.31	15.09×8.72×4.31
価格 (百万円)	522	-

- (注) (1) クレーン・メインブーム関係数値は、[特殊ブーム装着時]標準ブーム装着時の書式で示す。
 (2) 全長×全幅×全高 (本体) 数値は、クレーンマスト後倒、ブーム・ジブ無しの場合。
 (3) 価格はクレーン仕様、72m・特殊ブーム付の場合。
 (4) 特定特殊自動車排出ガス基準適合車。



写真-3 コベルコクレーン SL4500J-350 クローラクレーン

09-(05)-05	前田製作所 クローラクレーン (伸縮ブーム形) LC1385M-8	'09.07 発売 モデルチェンジ
------------	---	----------------------

建築工事、土木工事、設備工事などに使用されているクローラクレーンについて、クレーン能力、環境対応性、安全性、信頼性などの向上を図ってモデルチェンジしたものである。

吊り上げ能力、最大作業半径、最大地上揚程などをアップしており、ブームヘッド形状変更による揚程の増大や、ブーム先端のワイヤ間隔を広げてワイヤの絡みを少なくしている。ブーム起伏シリンダを2本から1本にして運転席右側の視界を向上、また、後方監視カメラを装備して後方の視界を確保、キャブ天窓にはワイパを装着している。安全装置として、過負荷防止装置、過巻防止装置、過巻下防止装置、玉掛けワイヤロープ外れ止め、油圧安全弁、油圧自動ロック装置、警報ブザー、警報音声出力、15度傾斜時警報装置、三色回転灯 (LED タイプ)、水準器、操作ロックレバーなどを装備して万全を期している。

表-4 LC1385M-8 の主な仕様

最大吊上げ能力 (t) × (m)	4.9 × 3.2
最大作業半径×吊り荷重 (m) × (t)	16.095 × 0.43
最大地上揚程 / 最大地下揚程 (m)	16.7/24.5(4本掛)・50.5(2本掛)
ブーム長さ(5角形断面・自動伸縮5段) (m)	4.745 ~ 16.265
ブーム起伏角度 (度)	- 4 ~ 80
旋回角度 (連続) (度)	360
後端旋回半径 (m)	1.6
機械質量 (t)	14.77
定格出力 (kW(ps)/min ⁻¹)	68.4 (93) /2,200
走行速度 高速 / 低速 (km/h)	0 ~ 5.1/0 ~ 2.9
登坂能力 (度)	34
接地圧 (kPa)	50
全長×全幅×全高 (m)	6.46 × 2.49 × 2.965
価格 (百万円)	26.5

- (注) (1) 特定特殊自動車排出ガス基準適合車。
 (2) 国土交通省・超低騒音型建設機械。
 (3) 最大地下揚程は、ブーム水平・ブーム長さ4.745m時の値。(オプション仕様に 35.5m(4本掛)・73m(2本掛)がある)。
 (4) ブーム長さ自動伸縮は、2・3段順次、4・5段同時伸縮。
 (5) 車両稼働管理機能 (KOMTRAX) を搭載。
 (6) 走行吊り荷重×作業半径: 2.0t × 2.5m (ブーム長さ4.745mの時) ~ 0.44t × 10.335m (ブーム長さ10.505mの時)



写真-4 前田製作所 LC1385M-8 クローラクレーン

新機種紹介

▶ 〈07〉 せん孔機械およびブレーカ

09-(07)-02	アトラスコプコ クローラドリル (油圧式) ROC D9CS	'09.06 発売 輸入新機種
------------	--------------------------------------	--------------------

砕石、鉱山、土木工事などで広く使用されているアトラスコプコ AB(スウェーデン)製のクローラドリルで、市街地近辺作業、地下作業、夜間作業などでの周囲騒音に配慮して対策を施した新機種である。

GPSと補正局の併用で±5cmの孔位置決めができるホール・ナビゲーション・システム、設定したせん孔角度にドリフタ・ガイドセルが自動で作動する自動ドリルガイドポジショニングシステム、設定したせん孔長までロッドを自動で継ぎ足してせん孔する自動ロッド継ぎ足しシステム、ロッドが折損した場合、検知してせん孔作動を自動停止する自動ロッド折損検出システム、せん孔作業中の機器を高精度にコンピュータ制御する高精度油圧制御システム、せん孔箇所のベンチレベルを検出し、せん孔長を自動補正するレーザーブレーン、せん孔した孔の傾斜を3次元で測定、記録するせん孔偏差測定器、ドリル掘削作業および発破作業の作成や記録したせん孔傾斜データを解析する解析ソフト(ROCマネージャー)などのシステムを搭載している。また、適切な出力制御による燃費改善とともにガイドセルのフルカバー化を可能にして、従来機よりも騒音レベル10dB(A)の低減を実現している。

表—5 ROC D9CS の主な仕様

掘削径	(m)	φ 0.076 ~ 0.115
掘削深さ	(m)	約 28
機械質量	(t)	14.9
定格出力	(kW(ps)/min ⁻¹)	168 (22.5)/2,000
コンプレッサ 容量/圧力	(L/sec)/ (MPa)	136/11
フィード長	(m)	7.14
最低地上高	(m)	0.455
全長×全幅×全高 (走行姿勢)	(m)	11.20 × 2.49 × 3.20
価格	(百万円)	95



写真—5 アトラスコプコ ROC D9CS クローラドリル

09-(07)-03	アトラスコプコ 油圧ブレーカ MB 750	'09.08 発売 輸入新機種
------------	-----------------------------	--------------------

砕石、鉱山、解体工事などで、油圧ショベルアタッチメントとして使用されるコンパクトなアトラスコプコ AB(スウェーデン)製の油圧ブレーカである。

鋼製のブロックから機械加工で製作された一体形ボディを特徴とするもので、打撃力/質量比が大きく、スリムな外形で比較的狭い用途において作業性を発揮できる。リテーナバーが長く、ツールおよびハンマ下部との接触面が広いので使用寿命の延長が期待できる。粉塵の進入を軽減する2重防塵システム(ダストプロテクタII・オプション)や、自動的に給脂する自動潤滑装置(コンティルプII)を採用して、メンテナンスを容易にしている。

表—6 MB750 の主な仕様

機械質量 (チゼル付)	(kg)	750
シャック径	(mm)	100
本体長さ (チゼルなし)	(mm)	1360
打撃数	(min ⁻¹)	370 ~ 800
作動油圧	(MPa)	14 ~ 17
所要流量	(L/min)	80 ~ 120
適合油圧ショベル	(t)	10 ~ 17
価格	(百万円)	3.15



写真—6 アトラスコプコ MB 750 油圧ブレーカ

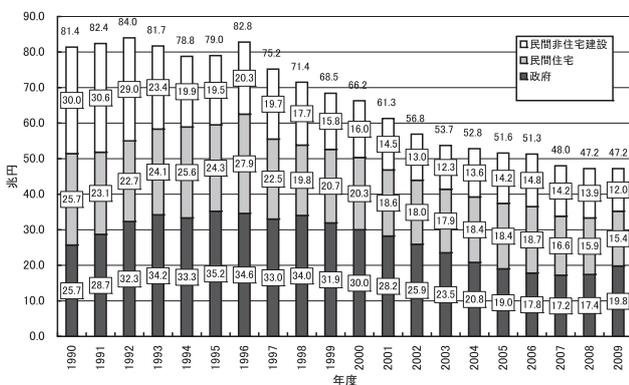
平成 21 年度建設業の業況

1. まえがき

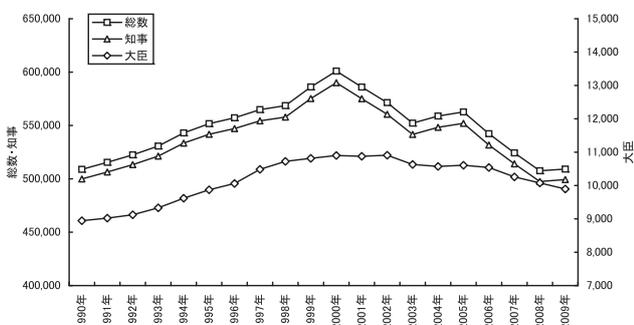
建設投資の低迷が続く受注環境が大きく変化するなかで、建設業は依然厳しい環境が続いている。そのような中で建設業の業況について直近のデータを交え、その内容について紹介する。

2. 建設投資の推移

平成 21 年度の建設投資は、前年度並みの 47 兆 2,200 億円となる見込みである。このうち、政府投資が 19 兆 8,400 億円（前年度比 14.1% 増）、民間投資は 27 兆 3,800 億円（前年度比 8.2% 減）と見込まれる。これを建築・土木別に見ると、建築投資が 27 兆 7,600 億円（前年度比 1.1% 増）、土木投資が 19 兆 4,600 億円（前年度比 1.6% 減）となる見通しである。平成 8（1996）年度に約 83 兆円であった建設投資は、その後、減少傾向をたどっているが、平成 21 年度については、ほぼ前年度並みとなっている（図一 1）。



図一 1 建設投資推移 (資料出所: 国土交通省)



図一 2 全国建設業許可業者数 (資料出所: 国土交通省)

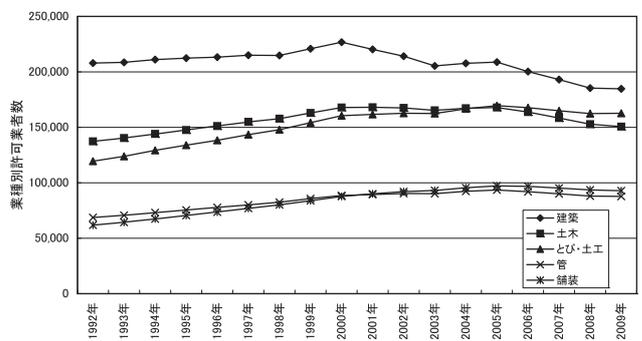
3. 全国許可業者数の推移

平成 21 年 3 月末現在の建設業許可業者数は 509,174 業者で、前年同月比 1,646 業者 (0.3%) の増加となった。また、建設業許可業者数が最も多かった平成 12 年 3 月末時点と比較すると 91,806 業者 (-15.3%) の減となる (図一 2)。

4. 業種別許可業者数の推移

平成 21 年 3 月末現在の業種別許可の総数は、1,428,516 で前年同月比 0.5% 増となった。(図一 3)。

前年同月に比べて増加した許可業種は 20 業種であり、増加率は熱絶縁工事業が 4.1% と最も高く、以下ガラス工事業 (3.6%)、防水工事業 (3.2%)、板金工事業 (3.2%) が続く。また、前年同月に比べ取得業者数が減少した許可業種は 8 業種となっている。前年比減少率が高い 5 業種を表一に示す。



図一 3 業種別許可業者数の推移 (資料出所: 国土交通省)

表一 1 減少率が高い 5 業種の業者数 (前年比)

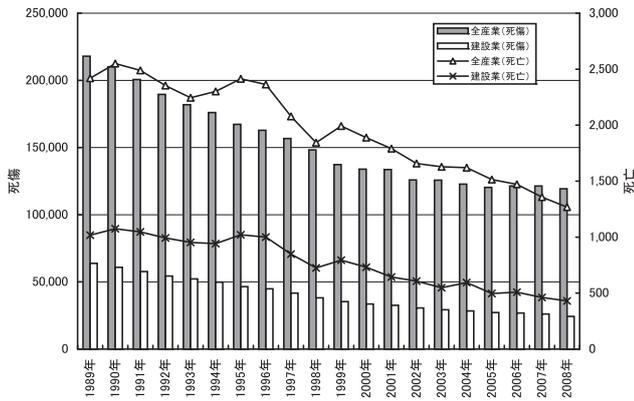
	減少率の高い 5 業種				
	清掃	造園	土木	さく井	舗装
2009 年	608	31,515	150,664	2,941	92,861
2008 年	634	32,461	152,883	2,973	93,587
前年比	- 4.1%	- 2.9%	- 1.5%	- 1.1%	- 0.8%

5. 死傷者及び死亡者数の推移

2008 年の全産業死傷者数は前年比 -1.7% の 119,291 名であった。建設業の死傷者は 24,382 名 (6.6% 減)、死亡者は 430 名 (6.7% 減) で減少傾向となっている。

また、建設業における死亡災害の工種別発生状況では、土木 39.1%、建築 42.1%、設備工事 18.8%、を占めており、各工種共に墜落が最も多い (図一 4)。

統計

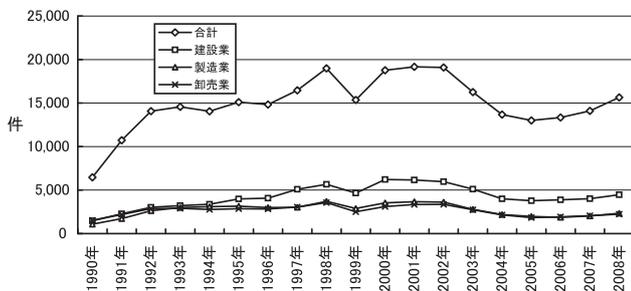


図一四 死傷者、死亡者の推移 (資料出所：建設業労働災害防止協会)

6. 産業別倒産件数の推移

2008年の全国企業倒産件数(負債総額1,000万円以上)は、15,646件(前年同月比11.0%増)で5年ぶりの15,000件を超えた。また、負債総額は12兆2,919億5,300万円となり、前年比(負債)114.5%増となった。

産業別で倒産件数の最も多いのは建設業で4,467件(全体の28.5%)となり、負債総額の最も多いのは金融・保険業で5兆4,885億1,500万円(全体の44.7%)となった(図一五)。

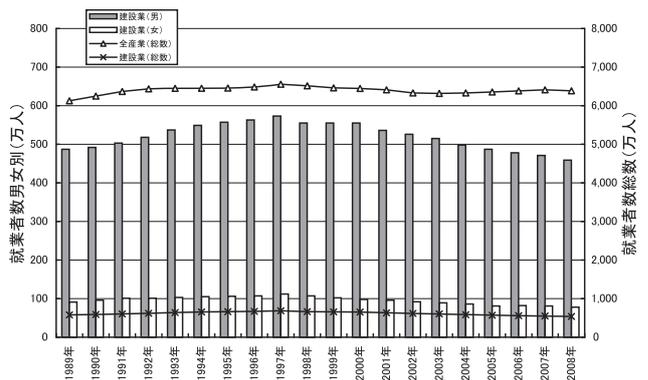


図一五 産業別倒産件数の推移 (資料出所：東京商工リサーチ)

7. 産業別・男女別就業者数の推移

就業者数は、平成20年平均で6,385万人となり、前年に比べ27万人減少し、5年ぶりの減少となった。男女別にみると、男性は3,729万人と24万人減少し、4年ぶりの減少となった。女性は2,656万人と3万人減少し、6年ぶりの減少となった。

また、建設業の就業者数は15万人減少し537万人となり、1997年の685万人をピークに11年連続で減少している(図一六)。また、建設業の男女別就業者数とピーク年(1997年)との比較を表一に示す。



図一六 産業・男女別就業者数推移 (資料出所：総務省)

表一 建設業の男女別就業者数とピーク年との比較

(単位：万人)

	男性就業者数	女性就業者数	総数
2008年	459	78	537
1997年	573	112	685
ピーク年比	- 19.9%	- 30.4%	- 21.6%

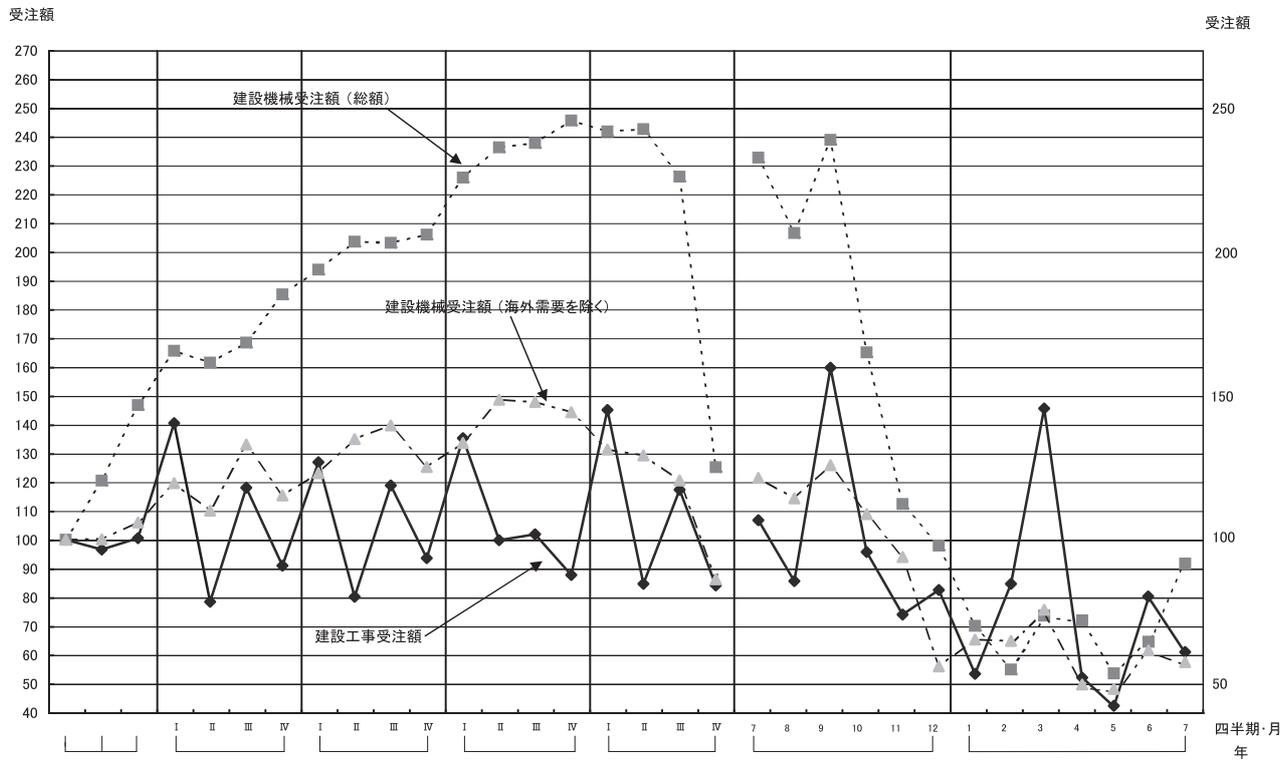
8. まとめ

平成8年度に約83兆円であった建設投資は、その後減少傾向をたどっているが、平成21年度については、ほぼ前年度並みとなっている。しかし、厚生労働省がまとめた2008年の雇用動向調査結果によると建設業の入職者数は、前年から7万人減り28万人である一方、離職者数は2万人増え39万人で、離職者が入職者を11万人も上回っている。厳しい雇用状況とともに、他産業と比べ相対的に大きな離職超過が、建設業の就業者数の減少に大きく影響を与えている。

統計 機関誌編集委員会

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査(大手50社) (指数基準 2002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 2002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							
2002年	129,862	80,979	11,010	69,970	36,773	5,468	6,641	86,797	43,064	146,863	145,881
2003年	125,436	83,651	12,212	71,441	30,637	5,123	5,935	86,480	38,865	134,414	133,522
2004年	130,611	92,008	17,150	74,858	27,469	5,223	5,911	93,306	37,305	133,279	131,313
2005年	138,966	94,850	19,156	75,694	30,657	5,310	8,149	95,370	43,596	136,152	136,567
2006年	136,214	98,886	22,041	76,845	20,711	5,852	10,765	98,795	37,419	134,845	142,913
2007年	137,946	103,701	21,705	81,996	19,539	5,997	8,708	101,417	36,529	129,919	143,391
2008年	140,056	98,847	22,950	75,897	25,285	5,741	10,184	98,836	41,220	129,919	142,289
2008年7月	11,553	8,471	2,543	5,928	2,057	496	530	8,479	3,074	134,214	9,759
8月	9,276	6,525	1,522	5,003	1,530	464	758	6,461	2,816	132,644	10,626
9月	17,287	12,873	2,870	10,003	1,637	490	2,287	12,343	4,943	135,704	13,747
10月	10,369	5,638	1,504	4,133	3,016	526	1,189	6,451	3,918	136,081	9,553
11月	8,015	6,067	1,143	4,924	1,259	457	232	5,803	2,212	133,514	11,014
12月	8,942	6,447	1,149	5,298	2,315	423	- 243	6,224	2,718	128,683	13,628
2009年1月	5,789	4,138	715	3,423	1,248	374	29	3,758	2,031	125,703	9,300
2月	9,168	5,968	1,269	4,699	2,476	472	251	5,765	3,402	123,985	11,178
3月	15,863	8,455	1,563	6,892	6,394	652	362	9,160	6,703	121,164	17,732
4月	5,628	4,201	932	3,269	856	454	117	3,619	2,009	115,323	12,276
5月	4,548	3,120	783	2,337	815	429	185	2,703	1,845	112,001	8,611
6月	8,697	5,501	979	4,522	1,788	463	946	6,332	2,365	110,113	11,237
7月	6,609	4,488	1,409	3,079	1,549	407	165	4,496	2,112	—	—

建設機械受注実績

(単位：億円)

年月	02年	03年	04年	05年	06年	07年	08年	08年7月	8月	9月	10月	11月	12月	09年1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
総額	8,667	10,444	12,712	14,749	17,465	20,478	18,099	1,680	1,491	1,725	1,192	812	708	506	397	528	515	386	464	663
海外需要	4,301	6,071	8,084	9,530	11,756	14,209	12,996	1,237	1,075	1,267	796	470	504	268	161	258	333	210	239	452
海外需要を除く	4,365	4,373	4,628	5,219	5,709	6,268	5,103	442	416	458	396	342	204	238	236	270	182	176	225	211

(注) 2002～2004年は年平均で、2005年～2008年は四半期ごとの平均値で図示した。
 2008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…

(2009年8月1日～31日)

■ 機 械 部 会

■ 除雪機械技術委員会・幹事会

月 日：8月4日(火)

出席者：江本平幹事長ほか12名

議 題：①平成21年度活動計画について ②次期排ガス規制対応について ③JIS C規格について ④安全マニュアルについて ⑤その他

■ 土工機械技術委員会

月 日：8月4日(火)

出席者：田中健三委員長ほか5名

議 題：①JIS A8340-1 土工機械—安全—第1部：一般要求事項の見直し ②その他

■ 路盤・舗装機械技術委員会・安全環境分科会

月 日：8月5日(水)

出席者：戸川裕文分科会長ほか11名

議 題：①アスファルトプラントの安全対策について ②その他

■ コンクリート機械技術委員会

月 日：8月6日(木)

出席者：大村高慶委員長ほか5名

議 題：①全生連からのコンクリートミキサに関するコメントの検討 ②コンクリート機械の変遷について ③ISO バッチャプラントの安全に関するコメントについて ④その他

■ クリーンエネルギー建機燃費測定標準作成ワーキング

月 日：8月7日(金)

出席者：此村靖リーダーほか9名

議 題：①対象機種(ハイブリッド、バッテリー、系統電源)の検討と整理 ②JCMAS 追加記述について ③その他

■ 路盤・舗装機械技術委員会・舗装機械変遷分科会

月 日：8月18日(火)

出席者：戸川裕文分科会長ほか9名

議 題：①アスファルトフィニッシャの変遷について ②その他

■ クリーンエネルギー建機燃費測定標準作成ワーキング

月 日：8月25日(火)

出席者：此村靖リーダーほか8名

議 題：①JCMAS 追加記述の検討 ②その他

■ トンネル機械技術委員会・山岳品質・安全確保分科会

月 日：8月26日(水)

出席者：坂下誠分科会長ほか9名

議 題：①担当作成資料の確認と内容の検討 ②その他

■ トラクタ技術委員会

月 日：8月31日(月)

出席者：斉藤秀企委員長ほか6名

議 題：①低燃費型建機指定制度についての状況報告 ②JCMAS 燃費測定標準改訂について ③クリーンエネルギー建機燃費測定標準作成ワーキングについて ④その他

■ 製 造 業 部 会

■ 作業燃費検討会

月 日：8月3日(月)

出席者：田中利昌リーダーほか13名

議 題：①7月6日国交省への検討報告会の内容報告 ②低燃費型建設機械指定制度に向けての基準値の設定について ③その他

■ マテリアルハンドリングWG・海外製品輸入会社への説明会

月 日：8月4日(火)

出席者：生田正治リーダーほか7名

議 題：①国内におけるマグネットの取扱いに関する説明 ②(株)日本鉄リサイクル工業会向け資料の説明 ③輸入機に対するクレーン対応に関する意見交換

■ 作業燃費検討会・国土交通省報告会

月 日：8月20日(木)

出席者：田中利昌リーダーほか10名

議 題：①低燃費型建設機械指定制度についての検討結果の報告 ②燃費データ登録についての検討結果報告 ③その他

■ マテリアルハンドリングWG

月 日：8月27日(木)

出席者：生田正治リーダーほか8名

議 題：①海外製品輸入会社への説明会の報告 ②(株)日本鉄リサイクル工業会向け資料の内容確認 ③マグネット外装メーカー等への技術支援について ④海外法規の概要と国内法規との整合について ⑤その他

■ レンタル業部会

■ レンタル業部会

月 日：8月7日(金)

出席者：外村圭弘部会長ほか5名

議 題：①不適正燃料の使用実態調査に

ついて ②「建設機械等レンタル標準契約と解説」の見直し作業計画について ③「建設機械」誌からの原稿依頼について ④9月4日業種別合同部会での報告について ⑤その他

■ 各種委員会等

■ 機関誌編集委員会

月 日：8月5日(水)

出席者：松岡賢作委員ほか21名

議 題：①平成21年11月号(第717号)の計画の審議・検討 ②平成21年12月号(第718号)の素案の審議・検討 ③平成22年1月号(第719号)の編集方針の審議・検討 ④平成21年8～10月号(第714～716号)の進捗状況の報告・確認

■ 新機種調査分科会

月 日：8月25日(火)

出席者：渡部務分科会長ほか5名

議 題：①新機種情報の検討・選定 ②技術交流・討議—VTR(冷凍食品)

■ 建設経済調査分科会

月 日：8月26日(水)

出席者：山名至孝分科会長ほか4名

議 題：平成21年9月号原稿の検討

…支部行事一覧…

■ 北 海 道 支 部

■ 情報化施工現場見学会

月 日：8月4日(火)

工事名：道央圏連絡道路 千歳市 祝梅改良工事

場 所：千歳市

参加者：情報化施工推進検討WG委員等13名

■ 第2回広報部会広報委員会

月 日：8月20日(木)

出席者：杉岡部会長ほか6名

議 題：支部だよりの発行及び建設現場見学会等について

■ 第3回技術部会技術委員会

月 日：8月21日(金)

場 所：服部部会長ほか24名

議 題：除雪機械技術講習会のテキスト等について

■ 第4回技術部会施工技術・整備検定委員会

月 日：8月24日(月)

場 所：伊藤委員ほか9名

議 題：平成21年度建設機械施工技術

検定実地試験の実施要領について

■情報化施工推進検討WG事務局会議

月日：8月25日(火)

出席者：沖野座長ほか6名

内容：①第3回WGに向けての議題について ②道内における情報化施工についての話題について ③今後の活動について、その他

■東北支部

■技術部会

月日：8月6日(木)

場所：東北支部会議室

出席者：阿部部会長ほか13名

議題：土木機械設備工事における問題点について

■建設機械施工技術検定実地試験

月日：8月21日(金)～23日(日)

場所：多賀城市日立建機教習センター

受験者：1級47名、2級318名

■技術部会

月日：8月25日(火)

場所：東北支部会議室

出席者：阿部部会長ほか4名

議題：平成21年度防災訓練について

■北陸支部

■けんせつフェア in 北陸実行委員会

月日：8月3日(月)

場所：北陸地方整備局会議室

出席者：三日月事務局長

議題：「けんせつフェア in 北陸2009」実施計画について

■けんせつフェア in 北陸推進連絡会

月日：8月24日(月)

場所：(社)日本土木工業会北陸支部事務局

出席者：三日月事務局長

議題：けんせつフェア in 北陸推進連絡会の発足について

■建設機械施工技術検定実地試験

月日：8月29日(土)～30日(日)

場所：コマツ教習所粟津センタ

受験者：1級41名、2級126名 計167名(延べ)

■中部支部

■「建設技術フェア2009 in 中部」事務局会議に出席

月日：8月19日(水)

出席者：五嶋政美事務局長出席

議題：「建設技術フェア2009 in 中部」の実施について協議

■調査部会

月日：8月26日(水)

出席者：山本芳治調査部会長ほか8名

議題：平成21年度秋季講演会の開催について検討

■建設機械施工技術検定実地試験監督者要領説明会

月日：8月26日(水)

出席者：実地試験監督者9名

内容：検定試験(実地)実施要領・監督者要領について説明及び打合せ

■「最近の建設施工」映画会

月日：8月27日(木)

内容：①URUP(Ultra Rapid Under Pass)工法(株大林組) ②スラリー連続脱水システム(株奥村組) ③岩盤切削工法(奥村組土木興業株) ④環境の再生から創造へ(鹿島建設株) ⑤長尺鋼管先受け工AGF-WJ工法(株熊谷組) ⑥線路上空建物の工期短縮工法(立川駅ソード工法)の施工事例(鉄建建設株) ⑦バックホウ型スーパーグラブバケット浚渫工法(東亜建設工業株) ⑧大規模工事現場で活躍するキャタピラー製品(キャタピラージャパン株)

参加者：約40名

■関西支部

■平成21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20日(木)

場所：関西支部会議室

出席者：松本克英事務局長ほか19名

内容：①実地試験実施要領(全般)について ②試験当日の時間割と採点の留意事項について ③連絡事項等

■第34回施工技術報告会 第三回幹事会

月日：8月28日(金)

場所：32土木学会 関西支部会議室

出席者：松本克英事務局長ほか6名

内容：①運営要領の確認 ②第34回施工技術報告会について ③次回幹事会の議題

■中国支部

■1・2級建設機械施工技術検定実地試験試験監督者会議

月日：8月18日(火)

場所：中国支部事務所

出席者：森口正喜施工技術部会長ほか15名

■新技術活用現場研修会

月日：8月20日(木)

①主要地方道本郷大和線橋梁整備工事(空港大橋：仮称)

場所：広島県三原市本郷町舟木花園

②尾道・松江自動車道 御調舗装工事(情報化施工)

場所：尾道・松江自動車道御調PA予定地

参加者：22名

■四国支部

■新技術・新工法等に関する映写会

月日：8月24日(月)

場所：サン・イレブン高松

参加者：24名

内容：URUP(Ultra Rapid Under Pass)工法等8件

■「防災に関する講演会」の開催

月日：8月27日(木)

場所：香川県土木建設会館

参加者：66名

内容：①四国地方整備局の防災の取組について(講師)四国地方整備局 企画部 防災課 課長補佐 元木真二氏 ②地震被害で学んだことと、これからの展望(講師)徳島大学大学院教授 望月秋利氏

■九州支部

■企画委員会

月日：8月25日(火)

出席者：相川亮委員長ほか11名

議題：①建設機械施工技術検定試験学科試験結果について ②建設機械施工技術検定実地試験について ③施工安全講習会について ④情報化施工講習会について ⑤その他

編集後記

今回のテーマは「災害・災害復旧」でしたが、幸い、私自身これまでの人生でそういった場面に出くわした事はありません。と、言い切ろうと思ったのですが、良く思い出してみると結構あるようです。

最初に思い出したのが、入社3年目の「座礁船からの油流出事故」です。能登の工事現場の目の前の海で起きました。油処理やら海岸の掃除やらで大騒ぎした事を思い出しました。次は、ダム工事での「台風による仮締切の越流」でした。施工途中のダムが流木で埋まりました。高さが20mはあったと思います。待避箇所へ移動した重機も完全水没で、かろうじてブームの肘が水から顔を出しているのを、対岸から呆然と眺めていた覚えがあります。この台風は、周辺に大きな被害をもたらしました。ただ、このダムで流木を大量に抑えたので、下流の被害を食い止めたかもしれない、なんて話もありました。この水害は2年続きました。平成10年ごろの話です。ここ最近では本土の台風被害は少ないですが、このころは、毎年大きな台風被害が各地で起きていた気がします。

もう一つは高知県の現場でした。高知には3年居たのですが、高知は、本当に信じられないほど雨が降ります。予報で1,000mmなんていう数字が平気で出てきます。毎年梅雨時期に周辺地区は、床下、床上浸水に見舞われます。現場ヤード周囲も土手とコンクリートで遮水した中での仕事でした。もちろん、ちょっと危なくなったらスタコラ逃げ出しましたが。天然シャワーの様な雨で、降り出すと車を洗っていた覚えもあります。施工していた工事自体も大雨洪水対策のトンネルでした。

こうやって思い出してみると、当たり前ではありますが、私たちの仕事は、災害対策・災害復旧に関する工事の割合が高いぞと改めて認識しています。「建設の施工企画」という機関誌のテーマとしてネタ集めをしている時は、なかなか集めにくい面倒なテーマと思っていました。もっと、私たちの仕事の基盤をなす重要なテーマのはずと、編集後記を書きながら今更ながら気づいた次第です。

最後になりますが、お忙しい中ご執筆をいただいた皆様には深く感謝申し上げます。

(京免・赤神)

11月号「道路」予告

- ・道路橋の保全・補強に関する施策
- ・道路工事における情報化施工技術の本格的展開に向けた取り組み
- ・正面衝突事故対策としてのランブルストリップスの開発と整備効果
- ・高速道路舗装の構造診断に関する研究
- ・高速道路における小型施工機械を用いた締め固め特性
- ・関門トンネルリフレッシュ工事—開通後50年経過したトンネルの老朽化対策—
- ・既設鋼床版の疲労耐久性向上を目的としたSFRC舗装による上面増厚工法
- ・Kui Taishin-SSP工法の概要および施工事例—パイルベント橋脚の耐震補強—
- ・TDRショット工法の道路トンネル坑口部補強工事への適用—硬化促進剤を用いた高品質モルタルの湿式吹付け工法—
- ・LCCに基づくトンネル補修・補強技術の分類と未来型補修機械の方向性
- ・除雪機械技術の動向
- ・舗装工事における監督・検査の効率化

機関誌編集委員会

編集顧問

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

編集委員長

岡崎 治義 (社)日本建設機械化協会

編集委員

森川 博邦	国土交通省
山田 淳	農林水産省
松岡 賢作	(独)鉄道・運輸機構
圓尾 篤広	(株)高速道路総合技術研究所
石戸谷 淳	首都高速道路(株)
高津 知司	本州四国連絡高速道路(株)
平子 啓二	(独)水資源機構
松本 敏雄	鹿島建設(株)
和田 一知	(株)KCM
安川 良博	(株)熊谷組
渥美 豊	コベルコ建機(株)
富樫 良一	コマツ
藤永友三郎	清水建設(株)
赤神 元英	日本国土開発(株)
山本 茂太	キャタピラー・ジャパン(株)
星野 春夫	(株)竹中工務店
泉 信也	東亜建設工業(株)
齊藤 徹	(株)NIPPOコーポレーション
高木 幸雄	日本道路(株)
宮路 勝善	日立建機(株)
岡本 直樹	山崎建設(株)
中村 優一	(株)奥村組
石倉 武久	住友建機(株)
京免 継彦	佐藤工業(株)
久留島匡繕	五洋建設(株)
藤島 崇	施工技術総合研究所

No.716「建設の施工企画」 2009年10月号

[定価] 1部840円(本体800円)
年間購読料9,000円

平成21年10月20日印刷

平成21年10月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 辻 靖 三

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

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

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

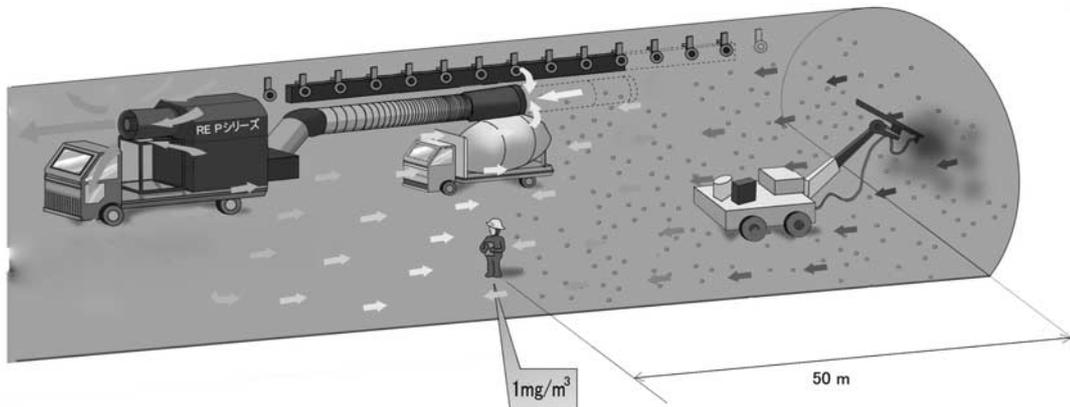
吸引ダクトシステム

吸引ダクトシステム特許取得【第3883483号】 ガイドラインを大幅にクリア 1mg/m³を達成!!



まずはお問合せ下さい。実績データと理論を元に現地条件に合わせコンサル致します。

- ・発生源粉塵対策の決定版。
- ・ダクトはもちろん吊下げレールも無線リモコンで楽々前進。
- ・掘削工法や作業サイクルに適応。**操作のお手間をとらせません。**
- ・**最低限の切羽送気量**と後方の**高い清浄空間**の確保で換気コスト・ランニングコストの大幅なコストダウンに。
- ・適応径はφ600～φ1500、負圧-2kpa、収縮率1/5、100m以上もレンタルで対応可。移動照明を使用することで切羽作業効率、安全性が大幅にアップ。その他の口径・延長はご相談下さい。



 **株式会社流機** エンジニアリング

URL : <http://www.ryuki.com> E-mail : eigyobu@ryuki.com

本社 / 〒108-0073 東京都港区三田3-4-2 COI聖坂ビル
TEL : 03 (3452) 7400 (代) FAX : 03 (3452) 5370

つくば / 〒308-0114 茨城県筑西市花田90-1
テクニセンター TEL : 0296 (37) 7680 (代) FAX : 0296 (37) 7681

KOBELCO

さすがコベルコ!

選択される「商品」「社員」「会社」へ

“さすが”を
証明



後方超小旋回の小・中型機には

通常形の中・大型機には

極低騒音 低燃費

超低騒音基準より -5dB (SK70SRは -0dB)

当社従来機より $-18\sim 20\%$

SK70SR SK125SR
SK135SR [LC] SK225SR
SK235SR [LC]

SK200 SK210LC SK250
SK260LC SK330 SK350LC
SK460 SK480LC

※燃費は同等作業土量で比較

ACERA アセラ・ジオスペック
GEOSPEC

フルラインナップ完成!



全機種
オフロード法適合

コベルコ建機株式会社 <http://www.kobelco-kenki.co.jp>

東京本社/〒141-8626 東京都品川区東五反田2-17-1 ☎03-5789-2111

それはいつまでも
青い空のために



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
SAE 10W-30 / SAE 15W-40

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。

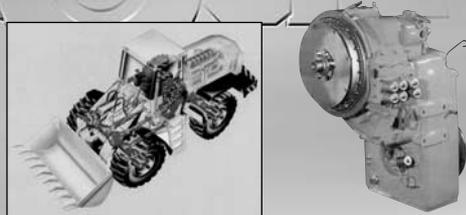
コスモ石油ルブリカンツ株式会社 <http://www.cosmo-lube.co.jp/>
カスタマーサポートセンター：0120-15-4899

MARUMA

あらゆる建設機械／シールドマシン・・・ 油圧機器の整備・再生

建設機械用ZFトランスミッション

点検・整備は、日本ではマルマのみが対応



建設機械のあらゆる油圧機器

斜板式ダブルポンプ



斜板式ピストンポンプ



斜軸式ピストンモータ



シールドマシン用油圧機器



シールド用ジャッキ

電動モータ付ピストンポンプ

建機と共に半世紀以上。確かな「信頼」をお届けします！

整備・再生された各Ass'yは、自社独自開発の多機能油圧機器試験機により性能を確認。各テストのデータはデータベースとして保存され、出荷後、マッチング調整や、搬送されてきた同等品の確認テストに活用します。この万全を期した体制がマルマの高い信頼性のゆえんです。



MARUMA マルマテクニカ株式会社

本社・相模原事業所 営業部 整備油機課

〒229-0011 神奈川県相模原市大野台6-2-1

TEL042 (751) 3809 FAX042 (756) 4389

E-mail:yuki@maruma.co.jp

東京事業部 〒156-0054 東京都世田谷区桜丘1-2-22

E-mail:tokyo@maruma.co.jp

TEL03 (3429) 2141 FAX03 (3420) 3336

名古屋事業所 〒485-0037

E-mail:service@maruma.co.jp

愛知県小牧市小針2-18

TEL0568 (77) 3311 FAX0568 (77) 3719

URL <http://www.maruma.co.jp/>

Denyo

抜群の操作性 / 低燃費・低騒音 / 高い安全性

デンヨーの確かな技術が現場を支える

細部にまでこだわった環境装備と安全・親切設計
使う人にやさしいメンテナンス性

極超低騒音型
DCA-15USYB

より静かにクリーンに



超低騒音型
DCA-15OESKB

パワーと環境性能を両立



一体型環境ベース仕様

環境オイルガード・ビッグタンク・本体発電機を一体化
オイル流失を防ぎ、一回の給油で長時間運転

ディーゼルエンジン発電機DCAシリーズ



アイドリングストップで
さらに燃費・CO₂排出量50%削減!! ※比DLW-400ESW

eモードで低燃費・低騒音
従来機より25~30%燃費を改善!!

超低騒音型
DLW-200×2LS

小型・軽量・低燃費



超低騒音型
DLW-400ESW

短絡電流調整器付



次代を超えた画期的な高性能に
「経済性能」「環境性能」をプラス

2人同時溶接機種も充実

ディーゼルエンジン溶接機DLWシリーズ

アフタークーラ内蔵で寒いとき
エアーツールが凍らない

フルデジタル制御が実現した
可変圧カシステム

超低騒音型
DIS-70AC

アフタークーラ内蔵タイプ



超低騒音型
DIS-200VPB

可変圧カタイプ



21世紀をリードするエアパワー

高性能・高効率エアエンドと
排出ガス対策型エンジンを搭載

ディーゼルエンジンコンプレッサーDISシリーズ



本社：〒103-8566 東京都中央区日本橋堀留町2-8-5 03(6861)1111 www.denyo.co.jp

札幌営業所 011(862)1221 / 東北営業所 022(254)7311 / 信越営業所 025(268)0791 / 北関東営業所 027(360)4570 / 東京営業所 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(935)0621 / 金沢営業所 076(269)1231 / 大阪営業所 06(6488)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

多様な現場環境に柔軟に対応する技術とパワー。
 進化を続ける三笠が確かな未来を約束します。



バイブレーションローラー
MRH-600DSA



パイプロコンパクター
MVH-306DS



高周波バイブレーター
FX-40RB/FU-161



コンクリートカッター
MCD-216VDXS



タンピングランマー
MT-55L

三笠産業株式会社
 MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

本社 / 〒101-0064 東京都千代田区猿樂町1-4-3 TEL : 03-3292-1411 (代)
 ●営業所 : 札幌 / 仙台 / 関越 / 長野 / 静岡 ●出張所 : 山梨

三笠建設機械株式会社

本社 / 〒550-0012 大阪市西区立売堀3-3-10 TEL : 06-6541-9631 (代)
 ●営業所 : 中部 / 金沢 / 中国 / 九州 ●出張所 : 鹿児島 / 沖縄 / 四国



無駄な電力を抑え CO₂排出量を 大幅に削減。

地球温暖化防止に貢献し、環境にやさしい
ツルミの電極式自動運転ポンプシリーズ



KTVE型

三相200V
吐出口径：50~100mm
出力：0.75~5.5kW
全揚程：10~22m
吐出量：0.18~0.6m³/min



HSE型

単相100V
吐出口径：50mm
出力：0.4kW
全揚程：8m
吐出量：0.1m³/min

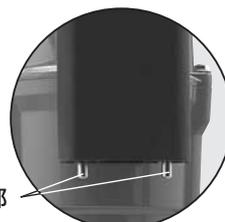


LBA型

単相100V
吐出口径：40・50mm
出力：0.25・0.48kW
全揚程：6・8m
吐出量：0.1・0.12m³/min

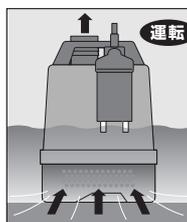


電極式水位センサで 自動運転を実現

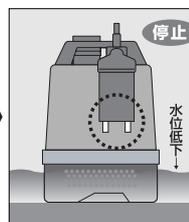


電極部

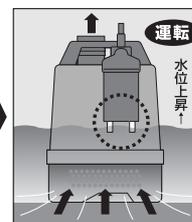
例：LBA型イメージ図



排水開始



水位低下を電極が検知



水位上昇を電極が検知

湧水などにより水位が上昇し、ポンプ電極部に水面が接すると運転を開始、またポンプ排水により水位が低下し電極部から水面が離れると、約1分後に自動停止する。このきめ細かい運転による省エネが大幅なCO₂削減効果に貢献します。(当社、非自動運転形ポンプ比)

株式会社 鶴見製作所

大阪本店：〒538-8585 大阪市鶴見区鶴見4-16-40 TEL.(06)6911-2351(代) FAX.(06)6911-1800
東京本社：〒110-0016 東京都台東区台東1-33-8 TEL.(03)3833-9765(代) FAX.(03)3835-8429

営業拠点 国内60ヶ所・海外10ヶ所 生産拠点 国内2ヶ所・海外2ヶ所

北海道支店：TEL.(011)787-8385
東北支店：TEL.(022)284-4107
東京支店：TEL.(03)3833-0331

北関東支店：TEL.(048)688-5522
新潟支店：TEL.(025)283-3363
中部支店：TEL.(052)481-8181

北陸支店：TEL.(076)268-2761
近畿支店：TEL.(06)6911-2311
兵庫支店：TEL.(078)575-0322

中国支店：TEL.(082)923-5171
四国支店：TEL.(087)815-3535
九州支店：TEL.(092)452-5001

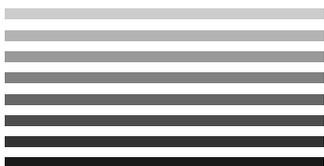
www.tsurumipump.co.jp

- (社)日本産業広告協会会員
- 学術誌広告業協会会員

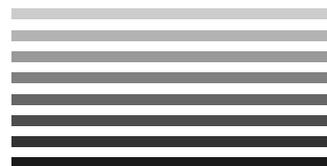


心から心へのメッセージ

We will serve you a message from heart to heart.



数ある情報誌のうちの確に
ユーザーの脳裏を捕えるものは？
それは学会・協会誌です。



的確な判断、敏速な対応そして広い視野を持った時、初めて時代の変化をキャッチし広告することの意義を考えさせられます。弊社は、皆様の心をアピールする手助けをモットーに心がけております。

お問合せ・お申し込みは・・・



学術・技術誌専門広告代理業
株式会社 共栄通信社

本社：〒105-0004 東京都港区新橋3-15-8 精工ビル5階
電話：03-5472-1801(代表) FAX:03-5472-1802
E-mail: info@kyoeitushin.co.jp
神戸出張所：〒655-0046 神戸市垂水区舞子台6-10-13-406
電話&FAX: 078-785-5658

本誌掲載広告カタログ・資料をご希望の方に・・・

建設の施工企画(月号) 広告掲載下記カタログを請求します。

ご 芳 名			
会社名(校名)			所属部・課名(学科)
所 在 地 (または住所)	〒	TEL	
		FAX	
会 社 名		製 品 名	

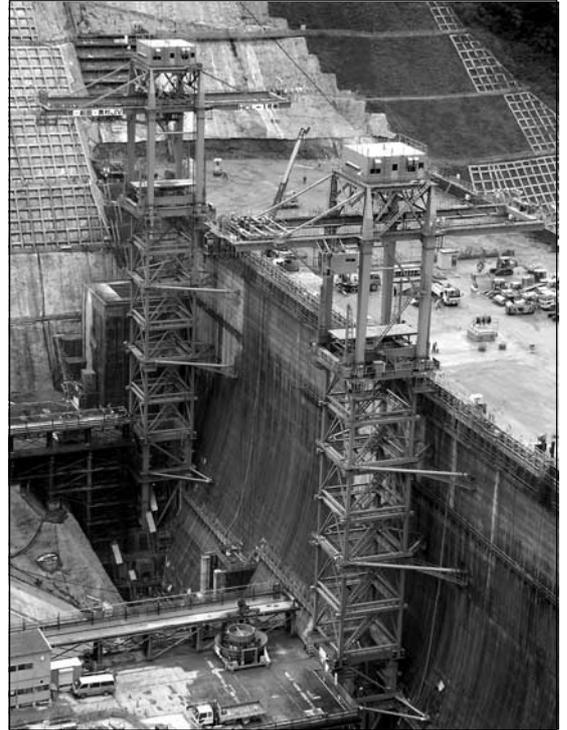
上記に所要事項ご記入の上(株)共栄通信社『建設の施工企画』係宛
(〒105-0004 東京都港区新橋3丁目15番8号 TEL03-5472-1801/FAX03-5472-1802)にお送り下さい。

ダム工専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>

お客様のお役に立つこと。
私たちがお手伝いします。



Creative

私たちの役割は、印刷会社の枠を超え、クリエイティブな分野にも進出しています。

Footwork

私たちNPC日本印刷は、お客様の笑顔のためなら、時間やエネルギーを惜しみません。

NPC



情熱



Total Solution

お客様のお役に立てることをつねに考える。それが、私たちの誠意です。



Printing Quality

優れた品質をお届けするために、私たちは、努力をする姿勢を忘れません。

堂々完成!
NPC
新工場

NPC 日本印刷株式会社

●名称/NPC 日本印刷株式会社 ●所在地/〒101-0021 東京都千代田区外神田6-3-3 電話 03(3833)6971(代表) ○営業部/東京都文京区湯島3-20-12
○プロザセンター/東京都文京区湯島3-20-12 ○NPCビル/東京都文京区湯島3-20-13 ○本社工場/東京都千代田区外神田6-3-3 ○工場予定地/埼玉県草加市弁天2-21-6 ●設立/1969年4月 ●従業員/営業担当50名・総務担当5名・プロザセンター・印刷担当150名 ●業務内容/○クリエイティブ/企画・デザイン・プレゼンテーション・コピーライティング・編集・イラストレーション・撮影・フォトリリース・リサーチ・分析○製版・印刷・製本/DTP・画像加工・オフセット印刷・特殊印刷・各種製本全般○デジタルコンテンツ/Webデザイン・VTR制作・CD-ROM ●営業種目/○定期刊行物・社内報○マニュアル・テキスト・報告書・名簿・書籍一般○カタログ・パンフレット・DM・ポスター・ステッカー・パネル・旗・カレンダー○年史・記念誌・アルバム○紙器関係一式○その他 印刷全般・出版補助

<http://www.npc-tyo.co.jp/>

○NPC日本印刷は、神田税務署より優良申告法人の表彰状をいただいています。
○NPC日本印刷は、ISO9001・2000の認証を営業・生産・総務の全部門で取得しています。



ミニベンチ工法 両用型 ショートベンチ工法

RH-10J-SS 強力型ブームヘッダー



カッター出力 330kW
総質量 120ton



主な特長

- カッター出力は330kWで、強力な切削力を発揮し、軟岩から硬岩まで幅広い地質に対応。
- 機体寸法は、高さ3.9m×幅4.2m×長さ16.5m（ケーブルハンガーを除く）
- 定位置最大切削範囲は、高さ8.75m×幅9.5m
- 高圧水ジェット噴射で粉塵抑制とピック消費量低減。
- 接地圧が低く、軟弱地盤にも対応。

KYB カヤバシステム マシナリー株式会社

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO., LTD

<http://www.kyb-ksm.co.jp>

本社・営業/カスタマーサービス	〒105-0012 東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル	TEL. 03-5733-9443
中部支店	〒514-0396 三重県津市雲出鋼管町6番地2	TEL. 059-234-4139
西部支店	〒812-0016 福岡県福岡市博多区博多駅南1丁目7番14号 ボイス博多	TEL. 092-411-4998
三重工場	〒514-0396 三重県津市雲出鋼管町6番地2	TEL. 059-234-4111

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 ロードヘッド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.03-3270-2008, TEL.03-3241-4711
FAX.03-3245-0203

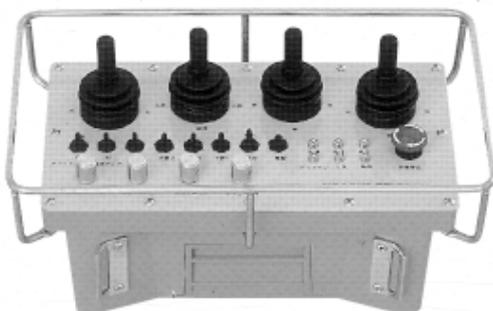
<http://www.mitsumiike.co.jp>

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（-ΔV検出+オーバータイムタイマー付き）
- その他、特注品もお受けいたします。お気軽にご相談ください。

DAIWA TELECON

大和機工株式会社

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

