

建設の施工企画 7

2011 JULY No.737 JCOMA



(高圧気下の)
天井走行型無人掘削機



保護具装備例



レーザーバリア



後方確認用モニター

建設施工の安全 特集

- 足場からの墜落・転落災害防止対策の徹底
- 労働災害防止の観点からみる建設施工における安全対策
- 墜落災害防止のための仮設構造物
- 巨勢山トンネルでの掘削作業における安全対策
- 九州新幹線西九州ルート俵坂トンネル(西)工区での安全対策
- 北陸新幹線 神通川橋りょう工事での橋りょう施工における安全対策
- 新鋭深層混合処理船における安全対策
- 労働安全衛生マネジメントシステム
- 安全建設気象モバイルKIYOMASAの活用
- 山岳トンネル施工機械における品質および安全確保技術
- 移動式クレーンの施工時安全対策
- 除雪機械の安全対策

情報化施工研修会のご案内 ～ICT建設施工の現地研修～

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。2008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等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・技能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。

記

1. 開催日程：

平成23年 9月15日(木)～16日(金)

平成23年10月20日(木)～21日(金)

2. 主 催：社団法人 日本建設機械化協会

3. 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』

アクセスマップはこちらです。(→) <http://www.cmi.or.jp/cmi/map.htm>

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（MC）、マシンガイダンス（MG）、トータルステーション（TS）による出来形管理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	受講費用	備 考
TS出来形管理コース (1日間) 定員:20名	○情報化施工の概要を把握する ○TSによる出来形管理用データを作成し、実習により出来形管理の基本を習得する	<u>20,000円/人</u>	OCPDS認定研修(6unit) ○開催期間の初日の1日
実務コース (2日間) 定員:20名	○設計図面を読みMC、MG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、MG施工の基本を習得する	<u>88,000円/人</u>	OCPDS認定研修(14unit) ○研修用パソコンの利用(一人1台) ○「研修修了証」を発行 ○(独)雇用・能力開発機構のキャリア形成促進助成金制度に基づき、受講料及び賃金の助成を受けられる場合がありますので、雇用・能力開発機構都道府県センター等でご確認いただくことをお勧め致します。

- ・受講資格は特にありませんが、「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、施工機械の運転が可能です。
- ・旧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。
- ・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。

6. お問い合わせ先：(社)日本建設機械化協会(担当：白鳥)
〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5-8(機械振興会館)
TEL：03-3433-1501 Fax：03-3432-0289

7. お申込み方法：参加申込書(当協会HP(<http://www.jcmanet.or.jp>)からもダウンロードできます)に必要な事項をご記入の上、下記までメール又はFaxにてお申込み下さい。お申し込みは開催日1週間前までにお願いします。申込み受付後、確認メールを送信致します。

(社)日本建設機械化協会 施工技術総合研究所(担当：総務部 引地)
〒417-0801 静岡県富士市大淵3154
E-mail：joho-kenshu@cmi.or.jp Fax：0545-35-3719 TEL：0545-35-0212

「情報化施工研修会」参加申込書

2011年 月 日

No. _____

(フリガナ) 参加者氏名	(年齢： 才)			
機関名(会社名) 所属・役職				
連絡先住所	〒			
	TEL		Fax	
E-mail				
希望日程	※希望の日程に○をお付け下さい 1. 平成23年 9月 2. 平成23年10月			
希望コース	※希望のコースに○をお付け下さい。 1. TS出来形管理コース(20,000円/人) 2. 実務コース(88,000円/人) 3. 実務コース(再受講)(68,000円/人)			
受講にあたっての 確認	※どちらかに○をお付け下さい。 1) 「車両系建設機械運転技能講習(整地・運搬・積み込み用及び掘削用)」 の修了 ・ 済 ・ 未 2) パソコン(エクセル等の使用)経験 ・ あり ・ なし			
請求書	※どちらかに○をお付け下さい。 必 要 ・ 不 要 通 ※その他必要な送付書類(見積書、領収書等)をご記入下さい。			
送金日	※あらかじめお分かりでしたらご記入下さい。 月 日 銀行 支店より送金			
昼食の希望 (1食450円)	※どちらかに○をお付け下さい。 必 要 ・ 不 要			

※申込の人数が少ない場合、中止する場合があります。また、定員オーバーなどの場合、受付をお断りする場合がありますので、予めご了承願います。

第 5 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 25 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 23 年 8 月 1 日（月）～ 10 月 31 日（月）

助成決定： 平成 23 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 25 年 3 月 31 日（日）

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、必要性又は発展性が高いとともに、研究計画に妥協性があると判断される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
- ⑤ 東日本大震災からの教訓に基づく技術開発

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 鈴木）

〒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

橋梁架設工事及び設計積算業務の必携書

橋梁架設工事の積算

平成 23 年度版

∞ ∞ ∞ 改訂・発刊のご案内 ∞ ∞ ∞

平成 23 年 5 月 社団法人 日本建設機械化協会

謹啓、時下益々ご清祥のこととお喜び申し上げます。

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

さて、このたび国土交通省の土木工事積算基準が改正され、平成 23 年 4 月以降の工事費の積算に適用されることに伴い、また近年の橋梁架設工事の状況、実績等を勘案し、当協会では「橋梁架設工事の積算 平成23年度版」を発刊致しました。

なお前年度版同様、橋梁の補修・補強工事の積算に際し、その適用範囲や積算手順をわかりやすく解説した「橋梁補修補強工事積算の手引き 平成23年度版」を別冊(セット)で発刊致しました。

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

敬 具

◆内容

平成 23 年度版の構成項目は以下のとおりです。

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

◆改訂内容

平成 22 年度版からの主な改訂事項は以下のとおりです。

1. 鋼橋編

- ・セッティングビーム工追加 (歩掛設定)
- ・製作工労務単価、間接労務費率の変更に伴う架設用の製作部材単価改訂
- ・積算例題の見直し

2. P C 橋編

- ・支保工関連
仮設材賃料、損料算定式、供用日数補正方法、及び積算例の追加
- ・トラッククレーン架設の適用範囲拡大と据付条件の追加
- ・橋台・橋脚回り足場ブラケット歩掛の追加
- ・枠組足場日当り賃料、基本料の追加



● B 5 判／本編約 1,100 頁 (カラー写真入り)
別冊約 120 頁 セット

●定価

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

※ 別冊のみの販売はいたしません。

※ 学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※ 送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 600 円

沖縄県 450 円 (但し県内に限る)

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

●発刊日 平成 23 年 5 月 19 日

発刊のお知らせ

平成23年度版 建設機械等損料表

■発刊 : 平成23年5月30日

■本の体裁 : B5判 モノクロ 約710ページ

■価格(税込) : 7,700円(一般) 6,600円(会員等)

■送料(単価) : 600円(沖縄県を除く日本国内)

* 複数発注の場合は送料単価を減額します。

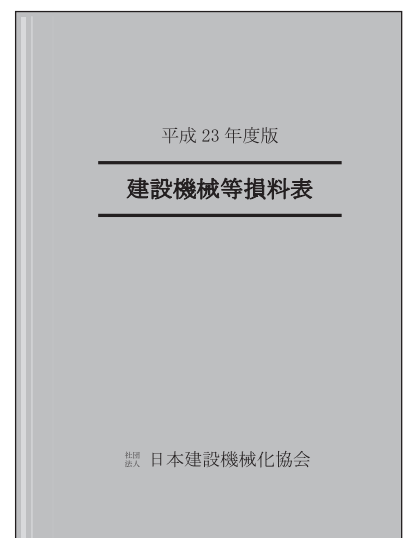
* 沖縄県の方は一般社団法人沖縄しまたて協会(TEL:098-879-2097)にお申込み下さい。

■内容

- ・国土交通省制定「建設機械等損料算定表」に基づいて編集
- ・機械経費・機械損料に係る通達告示類を掲載
- ・損料積算例や損料表の構成、用語を解説
- ・各機械の燃料あるいは電力消費量(率)を掲載
- ・主要機械は写真・図で概要を紹介
- ・主要機械は「日本建設機械要覧」の関連ページを掲載

★参考(平成22年度版との相違点)

- ・「Q&A(よくある質問)」を追加
- ・低炭素型建設機械認定制度に関する通達類を追加
- ・その他



(社)日本建設機械化協会

建設の施工企画

2011 年 7 月号 No. 737

目 次

建設施工の安全 特集

3	巻頭言 ものづくり安全とその基本	向殿 政男
4	足場からの墜落・転落災害防止対策の徹底 足場からの墜落防止措置の効果検証・評価検討会	船井雄一郎
9	労働災害防止の観点からみる建設施工における安全対策	松本 徹
15	墜落災害防止のための仮設構造物	武石 和彦
19	巨勢山トンネルでの掘削作業における安全対策	林下 敏則・永里 純一
24	九州新幹線西九州ルート俵坂トンネル(西)工区での安全対策 トンネル掘削及び一般道における安全対策	高山 藤博・福田 浩二
29	北陸新幹線 神通川橋りょう工事での橋りょう施工における安全対策	塚本 英樹
34	新鋭深層混合処理船における安全対策 ポコム 12 号	松藤 広行・八島 慎治
39	労働安全衛生マネジメントシステム 労働災害・公衆災害の根絶を目指して	土屋 良直
44	安全建設気象モバイル KIYOMASA の活用	清水 一雄
50	山岳トンネル施工機械における品質および安全確保技術 機械部会トンネル機械技術委員会 品質・安全確保分科会	
57	移動式クレーンの施工時安全対策	腰越 勝輝
62	除雪機械の安全対策	梅田 佳彦
67	建設紀行 スカイツリー 未知の高さへの挑戦 超高層建設工事における揚重機械の安全への取り組み	椎名 肖一
71	ずいそう 大変な時代に、「寅さん」の効用	伊藤 健一
72	ずいそう 先を読む	鈴木 正信
73	社団法人日本建設機械化協会 第 62 回通常総会開催	
74	平成 23 年度 社団法人日本建設機械化協会会長賞 受賞業績	
79	JCMA 報告 準天頂衛星初号機みちびきの情報化施工への活用可能性に関する 実証実験報告	白鳥 昭浩
82	CMI 報告 運転員保護構造 (FOPS, ROPS) の性能試験	佐々木隆男
86	新工法紹介 機関誌編集委員会	91 行事一覧 (2011 年 5 月)
88	新機種紹介 機関誌編集委員会	94 編集後記 (和田・伊藤)
90	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	

◇表紙写真説明◇

近年の建設施工における安全対策

写真提供：大成建設㈱、㈱大林組

【左上下】北陸新幹線 神通川橋りょう他工事において、河川内橋脚はニューマチックケーソン工法による掘削作業であったが、その際 1.8 気圧以上の圧気下では天井走行型無人掘削機を導入し作業を行った。また JR 高山本

線沿いにレーザーバリアを設置し、列車運転阻害事故防止を図りながら施工を行っている。

【右上下】巨勢山トンネル工事は、京都と和歌山を結ぶ京奈和自動車道の一部 1,538 m を、NATM の発破掘削によるタイヤ方式で施工するものである。坑内作業員等には電動ファン付防塵マスク他の保護具装備を徹底、大型重機類には後方確認カメラを設置している。

平成 23 年度「建設施工と建設機械シンポジウム」のご案内

“建設機械と施工法”に関する技術の向上を目的に、技術開発、研究成果の発表の場として「建設施工と建設機械シンポジウム」を毎年開催しております。本シンポジウムでは、「社会を支える建設施工と建設機械」をテーマとし、以下の 6 項目に関連する発表を行う予定です。

①災害、防災、復旧・復興 ② ICT の利活用 ③品質確保とコスト縮減
④環境保全、省エネルギー対策 ⑤安全対策 ⑥維持・管理・補修
ぜひご参加ください。
会期：平成 23 年 11 月 30 日(水)
～ 12 月 1 日(木)
会場：機械振興会館

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 両角
TEL：03-3433-1501
FAX：03-3432-0289
<http://www.jcmanet.or.jp>

情報化施工研修会のご案内 —ICT 建設機械の実地研修—

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 23 年 9 月 15 日(木)～16 日(金)
平成 23 年 10 月 20 日(木)～21 日(金)
3. 受講費用

TS 出来形コース：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 白鳥
TEL：03-3433-1501
<http://www.jcmanet.or.jp/>

平成 23 年度建設機械施工技術検定試験

— 1・2 級建設機械施工技士 —

平成 23 年度 1・2 級建設機械施工技術検定試験を次の通り実施しております。

この資格は、建設事業の建設機械施工に係る技術力や知識を検定します。(次の記載内容は概略ですので、詳細は当協会ホームページを参照又は電話

により問合せください。)

1. 申込み受付

4 月 8 日(金)終了

2. 試験日

学科試験：6 月 19 日(日)終了

実地試験：平成 23 年 8 月下旬から 9 月中旬

※実地試験は、学科試験合格者のみ受検でき、日程は 8 月上旬に決定、通知します。

詳細問い合わせ先：
(社)日本建設機械化協会 試験部
TEL：03-3433-1575
<http://www.jcmanet.or.jp>

2012 年開催「国際大ダム会議」出展募集のご案内

「国際大ダム会議第 80 回年次例会及び第 24 回大会」が 2012 年に開催されます。会議の一環として展示ブースが設置されることとなっており、当協会においても出展を行います。この展示ブースにパネル展示を希望される会員様を募集致します。

1. 募集内容

展示パネルサイズ(基本)：A1 縦長パネル
利用料 (A1)：30,000 円 / 枚

申込期限：平成 23 年 8 月 1 日(月)

2. 展示概要

期間：平成 24 年 6 月 5 日～8 日

場所：国立京都国際会館

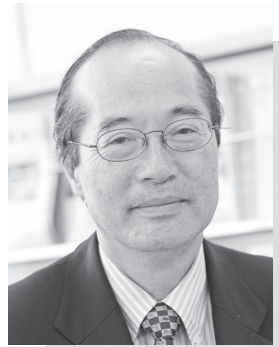
展示ブース(1 ブース)の大きさ：
3.0 × 3.0 × 2.5 m (幅×奥行き×高さ)

詳細問い合わせ先：
(社)日本建設機械化協会 白鳥
TEL：03-3433-1501
FAX：03-3432-0289
e-mail：shiratori@jcmanet.or.jp

巻頭言

ものづくり安全とその基本

向 殿 政 男



いわゆる3・11災害、すなわち2011年3月11日の大地震、大津波、福島原発事故の三重災害となった東日本大震災は、我が国の在りかたを、特に安全の考え方の面から根本的に変えることになるのではないだろうか。ものづくり安全においても、このことは同様である。

ものづくり安全とは、お客に安心して使ってもらえる安全な製品をつくる、安全に設計・製造された機械設備や道具を用いてつくる、作業者が安心して現場で安全に作業してつくるという三つの場面を含んだ概念である。これを実現するためには、更に別の三つのアプローチが必要となる。一つは技術による安全の実現であり、もう一つは人間の注意による安全の確保であり、三つ目がそれらを制度や組織、ルール等の仕組みにより安全を管理するという構造である。実際に安全に関連する人は、これらのどれかに主として従事することになるが、上記の総合的な構造を理解しつつ、その中で自分の役割を自覚して、それぞれの立場で安全の実現のために貢献するという自覚が是非とも必要である。

上記のものづくり安全において、最も基本的な考え方は、人間の注意に基づく安全確保の前に、機械設備側での安全確保を優先せよ、という理念である。機械設備は劣化等でいつかは壊れ、人間はいくら注意してもいつかは間違えるものである、という厳然たる事実を受け入れると共に、両者の信頼性の違いからこの理念は導かれている。機械設備側での安全の確保にも、いわゆるスリー・ステップ・メソッドと呼ばれる安全方策の順番がある。まず本質的安全設計（初めから危険なところがないように、避けられない場合には事故の被害や頻度が小さくなるように設計する）を第一とし、それでも残った危険なところには安全防護や安全装置などを設置することを第二とし、それでも残ったリスクについては、第三として使用者に使用上の情報としてその危険情報を公開・提供することで、残ったリスクの取り扱いを使用者に委ねる、という順番である。ここでのキー概念は、事故が発生する前の未然防止を目指したリスクアセスメントの考え方である。と

ころで、ものづくり安全において大きな課題は、どこまでやったら安全と言えるか、すなわちどこまで危険源を想定し、どこまでのリスクを許容するかという点である。ここには、我々の安全に対する価値観が関与して来る。上記の三つの技術、人間、組織による安全確保のアプローチの上に、更に安全に関する理念、すなわち安全哲学が存在しなければならない。これがいわゆる安全学の構造¹⁾である。

我が国の安全の在り方を根本から変えることになるかもしれないと記したのは、我々はどこまでリスクを想定し、どこまでのリスクを許容するかを、そしてリスク情報の公開と共有という安全哲学の面を根本から考え直すことになるだろうからである。一方で、日常の現実でもっと怖いのは、例えば建築施工の場合で言えば、手抜き工事等の倫理観にもとる行為であろう。基準や検査をいくら細かく、厳密にしても、これらはなかなかなくなるものではない。上記の三つのアプローチには、それを担っている現実の人間が常に存在している。結局は、最も大事なものは、倫理観に基づいて真摯に取り組むという事業者と現場の技術者の姿勢であり、良い業者を選択し、安全にはそれなりの対価を支払うという市民の姿勢である。いわゆる安全文化を育成するのが本道であろう。これは一朝一夕にはいれないが、企業は長期的に安全に取り組むことで信用、信頼を培い、社会はこのような安全を重視する企業を見抜き、評価し、育てるという地道な活動しかない。3・11震災が、日本における新しい安全哲学の議論と、世界に誇れる安全文化を築ききっかけとなることを期待したい。今後、政府、教育機関、事業者、市民活動の役割が大きい、また各業界の果たす役割りも、大きなものがあるはずである。

《参考文献》

- 1) 向殿政男、北野大、他：安全学入門～安全の確立から安心へ～、研成社、2009

足場からの墜落・転落災害防止対策の徹底

足場からの墜落防止措置の効果検証・評価検討会

船 井 雄一郎

足場からの墜落防止措置については、労働安全衛生規則の一部改正（2009年6月1日より施行）により、ハード面、ソフト面からの対策の強化が図られるとともに、同規則の確実な実施と併せて実施することが望ましい「より安全な措置」が安全衛生部長通達により示されている。

厚生労働省においては、足場からの墜落・転落による労働災害の一層の減少を図るため、平成21年度に発生した災害を対象として、「災害発生状況」や「災害発生時の墜落防止措置の状況」等进行分析するとともに労働安全衛生規則や安全衛生部長通達に基づく足場からの墜落防止措置の効果について検証・評価を行った。

また、今後は、検証・評価の結果明らかとなった問題点を踏まえ、足場からの墜落・転落災害防止対策の徹底を図ることとしている。

キーワード：足場、墜落・転落災害、墜落防止措置、手すり、安全帯、より安全な措置、リスクアセスメント

1. 足場からの墜落・転落災害防止対策の強化

足場は、高所作業を安全かつ円滑に行うために設置するものであり、多くの建設業や製造業の現場で設置され、労働災害防止に大きな効果を上げている。

しかしながら、本来、安全を守るはずの足場から墜落する災害も少なからず発生しており、以前と比較すると大幅に減少したものの、毎年30～40人の労働者が足場からの墜落・転落により亡くなるという状況が続いている。

このような状況を踏まえ、厚生労働省においては、平成21年3月に労働安全衛生規則の一部を改正し（平成21年6月から施行）、対策の強化を図っている。

具体的には、図-1のとおり、「わく組足場」と「それ以外の足場」について、それぞれ設備的な墜落防止

措置を強化するとともに、これらの措置が確実に実施されるよう、足場の点検について、点検項目の拡充、点検実施時期の拡大を行うなど、「ハード面」、「ソフト面」の両面から足場からの墜落防止対策を強化し、その徹底を図っている。

また、上記のような労働安全衛生規則に基づく措置の実施と併せて実施することが望ましい「より安全な措置」として「上さん」の設置や「手すり先行工法」による足場の組立・解体、足場の点検の実施者として望ましい要件や、点検時のチェックリストについても安全衛生部長通達により示し、その普及を図っている。

なお、上記の墜落防止対策以外にも、同規則の改正により、「足場からの物体の落下による危険を防止するための措置」として、「幅木」や「メッシュシート」等の設置を義務付けている。

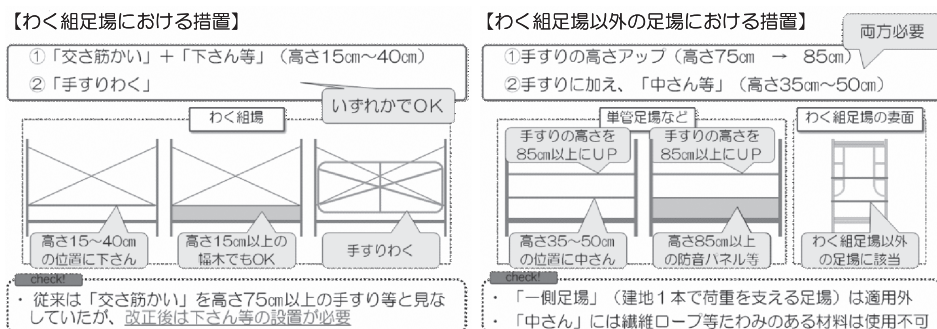


図-1 改正労働安全衛生規則に基づく足場からの墜落防止措置

2. 平成 21 年度における災害発生状況

平成 21 年度に発生した足場からの「墜落・転落」による休業 4 日以上の方働災害について、労働安全衛生法第 100 条及び労働安全衛生規則第 97 条に基づき、労働基準監督署長あて「労働者死傷病報告」が提出されたものは 828 件あったが、これは、表―1 に示したとおり、過去数年間における災害発生状況と比較して、死亡災害、死傷災害ともに減少傾向にあり、「墜落・転落」による災害についても、足場からによるものも含めて減少傾向にあることが判った。

表―1 労働災害発生件数の推移

年度	H19	H20	H21
全体	143,529 (1,317)	132,609 (1,269)	108,081 (1,034)
うち、 墜落、転落	24,383 (348)	22,529 (315)	18,721 (279)
うち、 足場から	1,552 (32)	1,227 (34)	828 (29)

※（ ）内の数値は死亡で内数

3. 足場からの墜落防止措置の効果検証・評価検討会

厚生労働省においては、労働安全衛生規則や安全衛生部長通達に基づく墜落防止措置の効果を的確に把握するため、上記 2 の平成 21 年度に発生した足場からの墜落・転落災害 828 件のうち、労働安全衛生規則上、墜落防止措置の実施が義務付けられている高さ 2 m 以上の箇所からの墜落・転落災害 490 件について、「墜落箇所における墜落防止措置の状況」、「墜落時の作業状況」等について集計するとともに、労働安全衛生規則や安全衛生部長通達に基づく墜落防止措置の効果について、「足場からの墜落防止措置の効果検証・評価検討会」において検証・評価を行い、平成 23 年 1 月にその結果を報告書として取りまとめの上公表した。

4. 検証・評価結果の概要

(1) 検証・評価の方法

検証・評価に当たっては、墜落箇所における労働安全衛生規則や安全衛生部長通達に基づく墜落防止措置の実施状況、被災時に行っていた作業において、「足場から身を乗り出して作業を行う等の不安全行動（※）」や、「作業床の緊結不備等構造上の問題」のほか、足場の点検の実施状況、足場の組立て等作業主任者の選任状況等についても併せて分析を行った。

※ 一般に「不安全行動」とは、本人や他人の安全を阻害するような行為を意図的に行うものをいうが、「不安全行動」には、①労働者の判断のみに依存するもの、②作業設備や作業手順から誘発されるものがある。「不安全行動」を防止するためには、上記①、②を区別して対策を講ずることが必要であるが、今回分析の対象とした労働者死傷病報告の記載からは、これらの区別が困難であったため、「通常の作業では想定し難い行動」が認められた場合には「不安全行動」として集計した。

(2) 各論

(a) 組立・解体時における足場の最上層からの墜落・転落災害について

①安全帯の使用等労働安全衛生規則第 564 条第 1 項第 4 号に基づく措置について（表―2）

- ・組立・解体時における足場の最上層において、労働安全衛生規則第 564 条第 1 項第 4 号に基づく措置を実施していたにもかかわらず、被災した事案は 90 件中 6 件（約 6.7%）であり、このうち、不安全行動等がなかったにもかかわらず被災した事案は 2 件（約 2.2%）であったことから、労働安全衛生規則に基づく措置の災害防止効果は高いと考えられる。
- ・また労働安全衛生規則第 564 条第 1 項第 4 号に基づく措置を実施しておらずに被災した事案のうち、不安全行動等がなかったものの割合は約 71%（73 件中 52 件）となっているが、同条に基づく措置を実施していた事案については、この割合が約 33%（6 件中 2 件）となっていることから、労働安全衛生規則に基づく措置の災害防止効果は高いと考えられる。
- ・以上により、安全帯の使用等労働安全衛生規則第 564 条第 1 項第 4 号に基づく組立・解体時における墜落防止措置を直ちに強化する必要はなく、引き続き、労働安全衛生規則に基づく措置の徹底を図ることが適当であると考えられる。

表―2 組立時の際の最上層からの墜落・転落による災害

	不安全行動あり	作業床の緊結不備等	不安全行動等なし	合計
安衛則第 564 条第 1 項第 4 号に基づく措置あり	2 (2.2%)	2 (2.2%)	2 (2.2%)	6 (6.7%)
安衛則第 564 条第 1 項第 4 号に基づく措置不十分	1 (1.1%)	4 (4.4%)	6 (6.7%)	11 (12.2%)
墜落防止措置を全く実施していなかったもの	3 (3.0%)	18 (20.0%)	52 (57.8%)	73 (81.1%)
	6 (6.7%)	24 (26.7%)	60 (66.7%)	90 (100%)

②足場の組立・解体等作業主任者の選任状況等について（表―3）

- ・組立・解体時における足場の最上層からの墜落・

転落災害による死亡災害 14 件のうち、必要な資格を有する作業主任者を選任しており、かつ、その職務を適切に実施していたと認められたものはなかった。

- ・また、安全帯の使用等労働安全衛生規則第 564 条第 1 項第 4 号に基づく措置を実施していたにもかかわらず被災した 1 件については、安全帯を使用していたものの、ロープが破断したことによるものであり、作業主任者が労働安全衛生規則に基づき職務（安全帯の機能点検）を適切に実施していれば防ぐことができた可能性が高いものである。
- ・以上により、労働安全衛生規則第 565 条に基づく作業主任者の選任及び第 566 条に基づく作業主任者の職務について、直ちに強化する必要までは認められず、引き続き、労働安全衛生規則に基づく措置の徹底を図ることが適当であると考えられる。

表—3 組立等の際の最上層からの墜落・転落による死亡災害

	不安全行動あり	作業床の緊結不備等	不安全行動等なし	合計
安衛則第 564 条第 1 項第 4 号に基づく措置あり	0	0	1	1
安衛則第 564 条第 1 項第 4 号に基づく措置不十分	0	1	0	1
墜落防止措置を全く実施していなかったもの	0	4	8	12
	0	5	9	14

(b) 通常作業時等における墜落・転落災害について

①労働安全衛生規則第 563 条第 1 項第 3 号に基づく墜落防止措置について（表—4）

- ・通常作業時等において、労働安全衛生規則第 563 条第 1 項第 3 号に基づく措置を実施していたにもかかわらず、被災した事案は、314 件中 18 件（約 5.7%）であり、このうち、不安全行動等がなかったにもかかわらず被災した事案は 2 件（約 0.6%）であったことから、労働安全衛生規則に基づく措置の災害防止効果は高いと考えられる。
- ・また、労働安全衛生規則第 563 条第 1 項第 3 号に基づく措置が不十分であった事案のうち、不安全行動等がなかったものの割合は約 72%（276 件中 199 件）となっているが、同条に基づく措置を実施していた事案については、この割合が約 11%（18 件中 2 件）となっていることから、労働安全衛生規則に基づく措置の災害防止効果は高いと考えられる。
- ・以上により、労働安全衛生規則第 563 条第 1 項第

3 号に基づく通常作業時等における墜落防止措置を直ちに強化する必要はなく、引き続き、労働安全衛生規則に基づく措置の徹底を図ることが適当であると考えられる。

②「より安全な措置」について（表—4）

- ・安全衛生部長通達に基づく「より安全な措置」については、労働安全衛生規則第 563 条第 1 項第 3 号の実施に加えて実施するものであるため、同号に基づく措置と同等以上の災害防止効果があるものと考えられる。
- ・なお、労働安全衛生規則第 563 条第 1 項第 3 号に基づく措置は実施していたが、安全衛生部長通達に基づく「より安全な措置」は実施していなかった 15 件のうち、「より安全な措置」を実施していれば防ぐことができたことが明らかな災害はなかった。
- ・このため、上記①の評価結果も踏まえると、現時点においては、「より安全な措置」を最低基準として義務付けるまでの必要性はないが、望ましい措置として、引き続きその普及を図ることが適当であると考えられる。

表—4 通常作業時等における墜落・転落による災害

	不安全行動あり	作業床の緊結不備等	不安全行動等なし	合計
安全衛生部長通達に基づく措置あり	1 (0.3%)	1 (0.3%)	1 (0.3%)	3 (1.0%)
安衛則第 563 条第 1 項第 3 号に基づく措置あり	9 (2.9%)	5 (1.6%)	1 (0.3%)	15 (4.8%)
安衛則第 563 条第 1 項第 3 号に基づく措置不十分	19 (6.1%)	3 (1.0%)	50 (15.9%)	72 (22.9%)
安衛則第 563 条第 1 項第 3 号に基づく措置なし	18 (5.7%)	37 (11.8%)	149 (47.5%)	204 (65.0%)
その他、不明	10 (3.2%)	4 (1.3%)	6 (1.9%)	20 (6.4%)
	57 (18.2%)	50 (15.9%)	207 (65.9%)	314 (100%)

③足場の点検について（表—5）

- ・今回分析した死亡災害については、「点検実施の有無」や、「点検実施者の資格等」、「点検項目」と直接関係のある事案はなく、足場の設置段階から労働安全衛生規則第 563 条第 1 項第 3 号に基づく措置が不十分であった事案がほとんどを占めていた。
- ・このため、現時点においては「点検実施者の資格等」や「点検項目」の強化を図るまでの必要性はなく、引き続き労働安全衛生規則第 563 条第 1 項第 3 号に基づく措置と併せて足場の点検の徹底を図ることが適当であると考えられる。

表—5 通常作業時等における墜落・転落による死亡災害

	不安全行動 あり	作業床の 緊結不備等	不安全行動 等なし	合計
安全衛生部長通達 に基づく措置あり	0	0	1	1
安衛則第 563 条第 1 項第 3 号に基づ く措置あり	0	0	0	0
安衛則第 563 条第 1 項第 3 号に基づ く措置不十分	1	0	5	6
安衛則第 563 条第 1 項第 3 号に基づ く措置なし	0	0	4	4
	1	0	10	11

④手すり先行工法について（表—6）

- ・厚生労働省が平成 21 年度に全国の約 5,000 現場を対象として実施した調査結果では、「手すり先行工法」については、建設現場の約 31%（わく組足場については約 41%）に普及しているが、今回の分析結果によると、手すり先行工法を採用した現場における墜落・転落災害は、足場の組立・解体時における最上層からの墜落・転落災害の約

表—6 通常作業時等における墜落・転落による災害

災害の概要	不安全行動等
足場の解体作業中、解体した部材を荷降ろし場所へ運ぶ際にバランスを崩して墜落したもの。足場は手すり先行工法を用いて解体していたが、墜落箇所は入隅部分であり、先行手すりわくが設置できず、親綱が設置してあったが安全帯は使用していなかった。 【分析に当たったの考え方】 手すり先行工法を採用していたが足場の形状から、一部、先行手すりの設置ができなかったもの。不安全行動とまでは言えないが、親綱が設置されていたにもかかわらず安全帯を使用していなかった。	なし
手すり先行工法を用いた足場の組立作業中、何らかの原因により転倒し、手すりわくの中さん（40 cm）の下から墜落したもの。なお、既に組立済みの箇所には交差筋交いに加え、下さん及び上さんが設置されていた。 【分析に当たったの考え方】 転倒に至った原因は不明であるが、労働者死傷病報告の記載からは不安全行動等は認められなかった。	なし
足場の解体作業中、足場から身を乗り出して下層の労働者に解体した部材を手渡ししていたところ、誤って墜落したもの。手すり先行工法を用いていたが、安全帯は使用していなかった。 【分析に当たったの考え方】 安全帯を使用せず、身を乗り出して部材を手渡すという不安全行動が見られた。	不安全行動
外部足場の解体作業中、荷降ろし用のロープをほどこうとして足場の外側に手を突き出したところバランスを崩し、手すりわくに倒れかかった際に被災者の重みで手すりわくが外れ、地上に墜落したもの。安全帯は着用していたが使用していなかった。 【分析に当たったの考え方】 手すり先行工法で組み立てられた足場の解体に当たり、手すりわくの金具の一部を外した状態で作業を行っていたという床材の緊結束不備等が見られた。また、手すり先行工法（据置式）を採用していたにもかかわらず、手順を無視した方法により解体作業をしていた。	床材緊結 不備等

4.4%（90 件中 4 件）であったことを踏まえると、調査対象が異なることなどから一概に比較することはできないが、手すり先行工法は組立・解体作業時における最上層からの墜落・転落災害防止に効果が高いものであると考えられる。

- ・このため、上記 4（2）（a）①を踏まえると、現時点においては、手すり先行工法を組立・解体時における最上層からの墜落防止措置として義務付けるまでの必要性があるとは言えないが、望ましい措置として、作業に必要な手順の徹底も含め、引続きその普及を図ることが適当であると考えられる。

(3) 総括評価

図—2 のとおり、平成 21 年度に発生した足場からの墜落・転落災害のうち、労働安全衛生規則に基づく墜落防止措置を実施していなかったものが約 94%を占めていることから、労働安全衛生規則に基づく墜落防止措置の効果は高いと考えられる。

このため、直ちにその強化を図る必要はなく、その徹底を図るとともに、労働災害防止効果について継続して検証を行うことが適当であると考えられる。

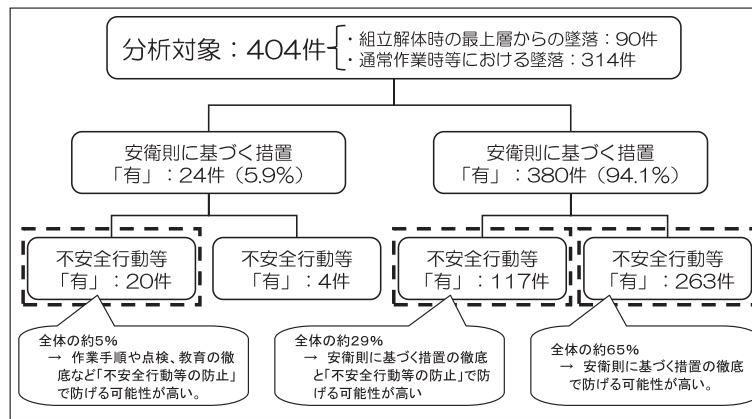
しかしながら、労働安全衛生規則に基づく墜落防止措置を実施していても、不安全行動等により被災している事案も見られることから、足場からの墜落・転落災害の防止を図るためには、労働安全衛生規則に基づく墜落防止措置の徹底も含め、以下のような対策の推進が必要であると考えられる。

(a) 組立・解体時における足場の最上層からの墜落・転落災害の防止

- ①労働安全衛生規則第 564 条第 1 項第 4 号等に基づく措置の徹底
- ②労働安全衛生規則第 565 条等に基づく作業主任者の選任及び職務の徹底
- ③労働者による不安全行動をなくすための対策の徹底（作業手順の徹底や労働者に対する安全衛生教育の実施、作業主任者による作業監視など）
- ④手すり先行工法の更なる普及
- ⑤組み立てやすい足場機材の開発と普及

(b) 通常作業時等における墜落・転落災害の防止

- ①労働安全衛生規則第 563 条第 1 項第 3 号等に基づく措置の徹底
- ②足場上での作業に伴って墜落防止設備を取り外す際における安全帯の使用と作業終了後の復旧
- ③上記①及び②の状況の点検の実施
- ④労働者による不安全行動をなくすための対策の徹底（労働者に対する安全衛生教育の実施、適切な



図一 2 墜落防止措置の実施状況と不安全行動等の状況

数の昇降設備の設置など)

- ⑤足場上での作業に支障を来さないような使いやすい部材の開発と普及

5. 検証・評価結果を踏まえての今後の対策

(1) 検討の方向性

今回は、平成21年度に発生した足場からの墜落・転落災害の事例をもとに、事業者団体等からのヒアリング結果も踏まえ、足場からの墜落・転落災害を防止するために必要なハード面、ソフト面の措置の効果について、検証・評価を行った。

今回の検討会において実施した業界団体等ヒアリングにおいては、「手すり先行工法の義務化」や「労働安全衛生規則第563条第1項第3号に基づく措置の更なる強化」について議論がなされ、賛否両論の意見が出されたところであるが、足場からの墜落・転落災害の防止に当たっては、特定の対策を一律に適用するのではなく、ヒアリングの際に業界団体等から出された意見にもあるとおり、リスクアセスメントの観点を踏まえ、各現場の実情に応じた安全対策を設計、計画の段階から適切に検討することが必要であると考えられる。

また、安全対策の検討に当たっては、表一7に掲げるような考え方にに基づき、本質的な安全対策を優先的に講ずるよう努め、検討した対策を適切な管理のもと、総合的に実施することが効果的である。

なお、検討に当たっては、墜落防止措置を適切に実施しない背景として、足場上での作業性の低下も大きく関係していると考えられることから、対策が確実に履行されるよう、実際に足場上で行われている労働者の作業の実態等を十分に踏まえ、作業性の低下や不安全行動等による新たなリスクの誘発等が生じないような対策とすべきであることにも留意する必要がある。

表一7 足場からの墜落・転落災害防止対策の検討に当たっての考え方の例

安全対策を検討する 上での基本的考え方	足場からの「墜落・転落」 について考えた場合の例
【検討の優先順位①】 危険な作業の廃止・ 変更等、設計や計画の 段階から労働者の就業 に係る危険性又は有害 性を除去又は低減する 措置	・ 無足場工法や大組・大払工法 など高所作業が少なくて済む工 法や作業方法の採用 等
【検討の優先順位②】 インターロック、局 所排気装置等の設置等 の工学的対策	・ 通常作業時における手すり等 の設置等 ・ 組立・解体時における最上層で の作業に当たり手すり等をあらか じめ設置する
【検討の優先順位③】 マニュアルの整備等 の管理的対策	・ 墜落危険箇所への立ち入り禁 止措置 ・ 作業主任者による作業指揮、 点検等の適切な実施 ・ 安全衛生教育の実施 等
【検討の優先順位④】 個人用保護具の使用	・ 臨時に手すり等を取り外す際等 における安全帯の使用 ・ 墜落のリスクに応じた安全帯の 「2丁掛け」の徹底

(2) 具体的な対策の推進

厚生労働省においては、報告書において示された評価結果を踏まえ、労働安全衛生規則に基づく足場からの墜落防止措置の徹底を図るとともに、検証・評価の対象とした災害から明らかとなった種々の問題点も踏まえ、足場に関係する各作業段階に応じ、リスクアセスメントの視点を踏まえた対策を講ずるよう事業者に対する指導を徹底することにより、足場からの墜落・転落災害の一層の防止を図ることとしている。

J C M A

【筆者紹介】

船井 雄一郎（ふない ゆういちろう）
厚生労働省
労働基準局 安全衛生部 安全課
技術審査官



労働災害防止の観点からみる 建設施工における安全対策

松 本 徹

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災による未曾有の被災から、復興という課題を背負っての新年度である。建設業における労働災害は、長期的には減少傾向にある。本稿では、平成 22 年に発生した死亡災害の分析と発生に見られる主な特徴を示すとともに、平成 23 年度における本会の労働災害防止の主要重点対策等について述べる。さらに、東日本大震災の復興工事における労働災害防止対策についても本会の方針を紹介する。

キーワード：死亡災害、三大災害、現場入場経過日数、東日本大震災、復興工事

1. はじめに

建設産業を取り巻く経済環境は、不況による民間工事の減少、公共工事の見直し等により、一段と厳しい状況にあるが、いかなる状況にあっても労働災害は絶対にあってはならないものである。また、建設産業がわが国の基幹産業として今後も健全に発展を続け、より豊かな経済・社会の実現に貢献していくためには、労働災害防止は必要不可欠である。

ところで、平成 23 年は東日本大震災の復興工事における労働災害の多発が懸念される。このため、新たに「災害復興工事安全対策チェックリスト」を作成するとともに、その活用等について本会の安全指導者が現場指導を行うなど労働災害防止対策の徹底を図るとしたところである。

2. 平成 22 年における建設業の労働災害と傾向

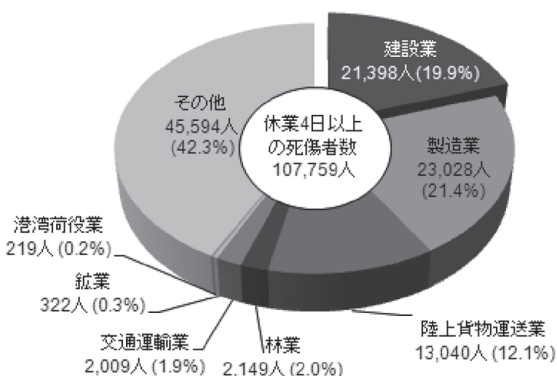
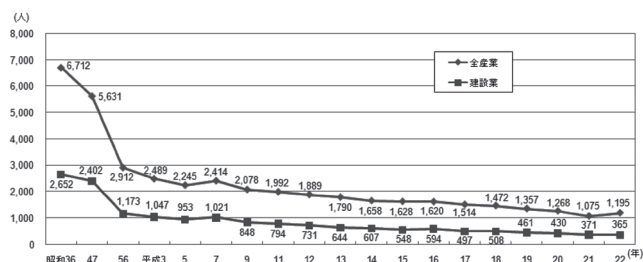
(1) 平成 22 年の建設業における労働災害の動き

建設業における労働災害は、長期的には減少傾向を示し、死傷災害では平成 13 年の 32,608 人から平成 22 年には 21,398 人となり、この 10 年間に 34.4% の減少となった（表一）。

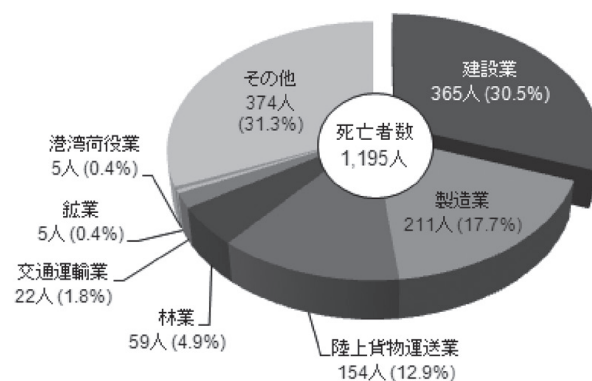
また、平成 22 年の死亡者数は 365 人で、前年より 6 人減少し、過去最少となった。

しかし、建設業の労働災害が全産業（107,759 人）に占める割合は 19.9%（21,398 人）であり、死亡災害では 30.5% と依然として高い比率を占めている（図一、2）。

表一 建設業における死亡災害の発生状況



図一 業種別死傷災害発生状況（休業4日以上）



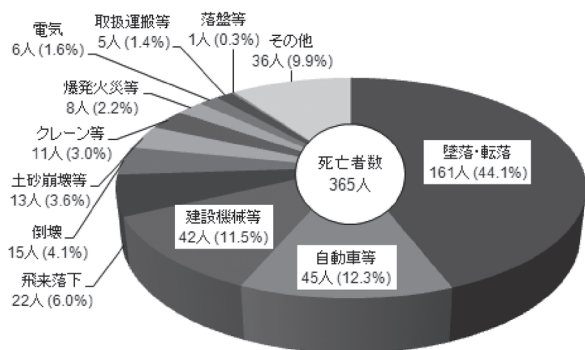
図二 業種別死亡災害発生状況

(a) 三大災害による死亡災害

建設業の死亡災害(365人)を種類別発生状況でみると、墜落・転落災害、建設機械・クレーン災害、倒壊・崩壊災害のいわゆる三大災害は、長期的には減少傾向にあるが、あいかわらず類似の災害が繰り返し発生している。

加えて、酸素欠乏症、じん肺、振動障害、腰痛等の業務上疾病については、表—4のとおりである。

平成22年は、墜落・転落が161人(44.1%)、建設機械・クレーン等が53人(14.5%)、倒壊・崩壊が28人(7.7%)となっていて、三大災害による死亡災害が242人となり、全体に占める割合が66.3%となった。

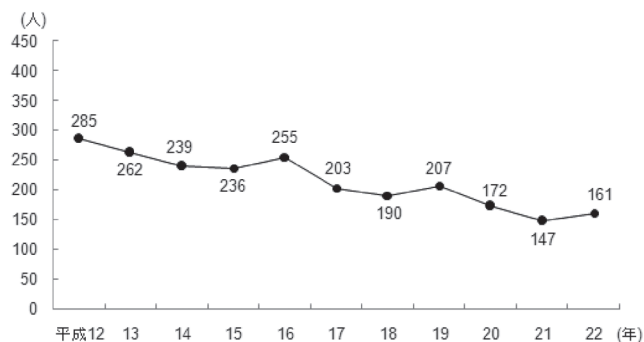


図一3 災害の種類別死亡災害発生状況

また、三大災害（死亡災害）発生推移については、図—4のとおりである。

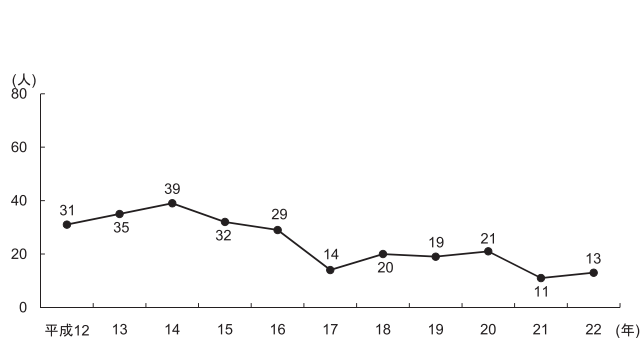
●墜落・転落災害

●前年より14人増加した。



●土砂崩壊等災害

●前年より2人増加した。



(b) 工事の種類別死亡災害発生

工事の種類別死亡災害（表—2）については、土木工事が前年に比し10人（6.7%）の減少、建築工事が8人（5.4%）の増加、設備工事が4人（5.5%）の減少となった。

(c) 重大災害の発生状況

建設業における重大災害（一時に3人以上の死傷者を伴う災害）の発生状況は、平成22年の発生件数が平成21年の75件から87件となった（表—3）。

一方、重大災害の死傷者数は、平成21年の305人から351人で、死亡者数については、平成21年の14人から16人となり、2人の増加をみた。

(d) 業務上疾病の発生状況

建設業における業務上疾病の発生は、昭和54年以降減少傾向にある（表—4）。

①じん肺症等の発生状況（平成21年）

じん肺症及びじん肺合併症の発生状況は、全産業で531件（前年587件）、その内訳は建設業184件（前年229件）、製造業190件（前年176件）、鉱業134件（前年166件）であった。

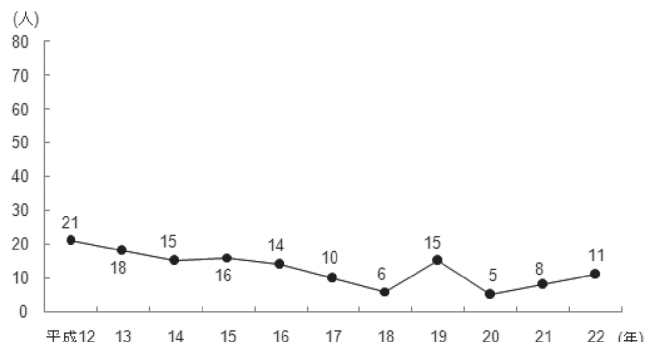
また、建設業におけるじん肺症等は、全産業の約35%である。

②振動障害の発生状況（平成20年）

振動障害で新規に業務上疾病として労災補償を受けたものは、平成3年を境に概ね増加傾向にあったが、

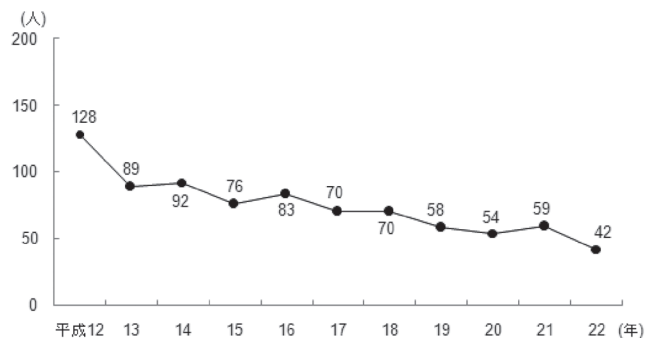
●クレーン等災害

●前年より3人増加した。



●建設機械等災害

●前年より17人減少した。



図一4 三大災害（死亡災害）発生推移

表一２ 工事の種類別死亡災害発生状況

年別	工事の種類	土木工事											
		水力ダム	トンネル	地下鉄	鉄道	橋梁	道路	河川	砂防	土地整理	上下水道	港湾	その他
21	死亡者数	1	5	0	3	11	23	14	8	13	17	5	50
	割合（％）	0.7	3.3	0.0	2.0	7.3	15.3	9.3	5.3	8.7	11.3	3.3	33.3 (40.43)
22	死亡者数	1	2	0	1	14	30	15	12	8	18	4	35
	割合（％）	0.7	1.4	0.0	0.7	10.0	21.4	10.7	8.6	5.7	12.9	2.9	25.0 (38.36)

年別	工事の種類	建築工事					設備工事				分類不能	合計
		ビル	木造	建築設備	その他	小計	電気通信	機械	その他	小計		
21	死亡者数	51	36	4	57	148	20	16	37	73	0	371
	割合（％）	34.5	24.3	2.7	38.5	100.0 (39.89)	27.4	21.9	50.7	100.0 (19.68)	0	(100.0)
22	死亡者数	49	35	7	65	156	22	13	34	69	0	365
	割合（％）	31.4	22.4	4.5	41.7	100.0 (42.74)	31.9	18.8	49.3	100.0 (18.90)	0	(100.0)

- (注) 1. 各欄の割合は、土木工事、建築工事、設備工事それぞれの小計に対するものである。
 2. 小計欄の割合のうち、（ ）内は小計が全体に占める割合である。
 3. 各項目における割合の合計値は四捨五入により必ずしも 100% とならない場合がある。

表一３ 事故の型別重大災害発生状況

業種別	年別	件数 死傷者数	死傷者数	原因別（件数）													合計
				爆発	破綻	土砂崩壊	落盤	雪崩	倒壊	墜落	クレーン等	交通事故	火災高熱物	中毒薬傷	電気	海難	その他
全産業計	21	1,531 (46)	15	2	2	0	0	11	3	3	99	13	52	1	0	27	228
	22	1,394 (45)	9	0	2	0	1	7	7	1	116	14	46	0	0	42	245
建設業	21	305 (14)	4	1	1	0	0	11	2	2	39	3	10	1	0	1	75
	22	351 (16)	3	0	2	0	0	7	4	1	48	5	9	0	0	8	87

() 内の数字は死亡者数

平成 11 年から減少傾向に転じ、平成 20 年は 251 人（前年 315 人）であった。

また、建設業においては、平成 3 年から増加傾向にあったが、平成 11 年から減少傾向にあり、平成 20 年は 154 人（前年 178 人）であった。

③酸素欠乏症等の発生状況（平成 21 年）

酸素欠乏症発生状況は、全産業の被災者 6 人のうち死亡者が 4 人（前年 8 人のうち 5 人）であるが、うち建設業における被災者は 1 人（死亡 0 人）である。

また、硫化水素中毒の発生状況については、被災者 3 人のうち死亡者が 0 人（前年 3 人のうち 2 人）で、発生は建設業であった。

④有機溶剤中毒の発生状況（平成 21 年）

平成 12 年から平成 21 年までの 10 年間の有機溶剤中毒の発生状況は、被災者が全産業で 327 人であり、建設業においては、全産業の死亡者 29 人のうち 6 人、中毒は全産業 298 人のうち 75 人であった。

(2) 建設業の労働災害の特徴

建設業の労働災害発生の特徴は、表一５（平成 22 年の現場入場経過日数別・災害の種類別死亡災害発生状況）によって、現場入場初日に発生した死亡者数が、平成 22 年の死亡者数 365 人（経過日数不明を除く・283 人）中 82 人（約 29.0%・不明を除く）、入場 2 日

表—4 年次別業務上疾病発生状況（平成18年～平成21年）

年		18		19		20		21	
業 種		建設業	全産業計	建設業	全産業計	建設業	全産業計	建設業	全産業計
全産業計									
(1) 負傷に起因する疾病		538 (323)	5,962 (4,889)	494 (302)	6,252 (5,230)	505 (313)	6,625 (5,509)	399 (267)	5,721 (4,816)
物理的因子による疾病	(2) 有害光線による疾病		6	2	9	1	7		9
	(3) 電離放射線による疾病					0	1		1
	(4) 異常気圧下による疾病	5	20	4	18	3	6		3
	(5) 異常温度条件による疾病	112	422	129	474	90	463	51	288
	(6) 騒音による耳の疾病	2	12	2	9	5	9	5	10
	(7) (2)～(6)以外の原因による疾病	6	27	7	42	3	16	2	17
作業態様に起因する疾病	(8) 重激業務による運動器疾患と内臓脱	5	92	9	119	7	89	5	109
	(9) 負傷によらない業務上の腰痛	1	31	2	57	0	47	5	54
	(10) 振動障害	1	6	1	5	0	3	1	3
	(11) 手指前腕の障害及び頸肩腕症候群	12	233	7	245	12	246	6	163
	(12) (8)～(11)以外の原因による疾病	3	70	5	92	5	105	5	59
(13) 酸素欠乏症		4	12	2	12	3	11	4	9
(14) 化学物質による疾病（がんを除く）		72	320	39	258	34	220	23	191
(15) じん肺症及びじん肺合併症		269	765	242	640	229	587	184	531
(16) 病原体による疾病		2	241	5	257	3	207	1	137
がん	(17) 電離放射線によるがん					0	0	0	0
	(18) 化学物質によるがん		1	6	9	5	10	5	10
	(19) (17)、(18)以外の原因によるがん					0	0	0	0
(20) その他業務によることの明らかな疾病		25	149	18	186	25	222	22	176
合 計		1,057	8,369	974	8,684	930	8,874	718	7,491

資料：厚生労働省「業務上疾病調」

(注) 1. 表は休業4日以上のものである。

2. 疾病分類は労働基準法施行規則第35条によるものを整理したものである。

3. (1)負傷に起因する疾病欄内（ ）は腰痛の内数である。

4. (18)の化学物質は労働基準法施行規則別表1の2の第7号に掲げる名称の化学物質である。

5. 本統計の数字はその年内中に発生した疾病で翌年3月末までに把握したものである。

目に30人（10.6%）であり、入場1～7日の間173人と死亡者全体の47.4%を占め、現場入場経過日数における死亡災害が発生する傾向は、毎年ほぼ同じである。

建設現場では、一つの会社が長期にわたって仕事を続けることは稀であるが、それにしても死亡災害発生数において頗る短期間に多数の労働者が被害していると言えるのである。これは、建設業で発生する死亡労働災害の傾向において著しい特徴である。

3. 平成23年度の労働災害防止対策実施事項

2. で述べた労働災害に対応して、本協会が実施する主な労働災害防止対策実施事項のみを以下に簡単に述べる。

(1) リスクアセスメントの推進

建設現場に内在する潜在的な危険性や有害性を明らかにし、それらに対して対策を検討し、現場で実行するとしたリスクアセスメントを導入した安全衛生教育を実施する。

(2) 建設業労働安全衛生マネジメントシステム（コスモス）の普及、促進

リスクアセスメントの確実な実施と安全衛生管理活動を組織的、継続的に取り組むためのコスモスの普及、導入活動を実施する。

(3) 三大災害の絶滅

労働災害防止の実施事項をそれぞれ以下に箇条書きにすれば、以下のとおりである。

(a) 墜落・転落災害の防止

- ①一定の作業での作業主任者の選任と直接の指揮及び安全帯使用の監視
- ②安全な作業床の設置と設置できない場所における安全帯の使用
- ③開口部、作業床の端等に柵、囲い等、墜落・滑動防止設備を設置
- ④足場の最大積載荷重の表示
- ⑤作業者の安全順守

(b) 車両系建設機械による災害の防止

- ①機械の種類、能力、運行経路、作業の方法等を盛込

表一 5 現場入場経過日数別・災害の種類別死亡災害発生状況（平成 22 年）

	墜 落	飛 来 落 下	倒 壊	土 砂 崩 壊	落 盤 等	ク レ ン 等	自 動 車 等	建 設 機 械 等	電 気	爆 発 ・ 火 災 等	取 扱 運 搬 等	そ の 他	合 計	割 合 (%)	不明 を除く 割合 (%)
初日	41	2	3	3	0	1	10	7	2	2	1	10	82	22.47	28.98
2 日目	16	2	2	0	0	1	0	2	0	1	1	5	30	8.22	10.60
3 日目	14	3	1	2	0	1	1	1	0	0	0	3	26	7.12	9.19
4 日目	6	1	1	0	0	0	1	4	0	0	0	1	14	3.84	4.95
5 日目	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	1.37	1.77
6 日目	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	1.37	1.77
7 日目	5	1	0	0	0	0	0	2	1	0	0	2	11	3.01	3.89
2～7 日小計	49	7	4	2	0	2	2	9	1	1	1	13	91	24.93	32.16
～2 週間以内	12	2	2	0	0	1	3	5	1	0	1	1	28	7.67	9.89
～3 週間以内	4	1	0	0	0	0	3	3	0	0	0	2	13	3.56	4.59
～1 ヶ月以内	8	2	0	2	0	2	2	1	1	1	0	3	22	6.03	7.77
～2 ヶ月以内	6	1	2	1	0	1	5	1	0	1	0	3	21	5.75	7.42
～3 ヶ月以内	4	2	0	1	0	0	2	3	0	0	1	0	13	3.56	4.59
～4 ヶ月以内	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.55	0.71
～5 ヶ月以内	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	4	1.10	1.41
～6 ヶ月以内	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.55	0.71
～1 年以内	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	4	1.10	1.41
1 年超	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.27	0.35
経過日数不明	30	4	4	4	0	3	16	12	1	3	1	4	82	22.47	28.98
合計	161	22	15	13	1	11	45	42	6	8	5	36	365	100.00	
割合 (%)	44.11	6.03	4.11	3.56	0.27	3.01	12.33	11.51	1.64	2.19	1.37	9.86	100.00		
経過日数不明を除く計	131	18	11	9	1	8	29	30	5	5	4	32	283		100.00
経過日数不明を除く割合 (%)	46.29	6.36	3.89	3.18	0.35	2.83	10.25	10.60	1.77	1.77	1.41	11.31	100.00		

んだ作業計画の作成

- ②有資格者による運転と氏名の掲示
- ③誘導者の配置と安全教育の実施
- ④作業時の機械の安定度の保守
- ⑤用途外使用の禁止

(c) 高所作業車による災害の防止

- ①作業計画を定め作業指揮者を選任
- ②アウトリガの使用（最大に張り出す）
- ③合図者の指名
- ④作業床内での走行の禁止
- ⑤作業床作業での安全帯使用

(d) クレーン等による災害の防止（移動式クレーンに準用）

- ①有資格者による運転及び氏名の掲示
- ②作業計画による玉掛け作業を含む荷の運搬
- ③合図の決定と合図者の指名
- ④関係者以外作業半径内への立入禁止措置
- ⑤玉掛け用具（ワイヤロープ等）の作業前点検
- ⑥安全装置の有効機能の確保
- ⑦アウトリガの使用（最大に張出す）
- ⑧定格荷重内での荷吊り励行

(e) コンクリートポンプ車による災害の防止

- ①作業開始前点検と補修、交換
- ②構造上の安定度、最大使用荷重の厳守
- ③ブーム使用時におけるブーム下の作業禁止

(f) 倒壊災害の防止

- ①足場、型枠支保工等の強度の確保
- ②組立時における作業計画の決定及び組立図の作成
- ③一定の作業での作業主任者の選任と直接の指揮
- ④経年仮設材の点検
- ⑤悪天候時の作業中止
- ⑥水平つなぎ、筋かい、壁つなぎ等強度の確保
- ⑦軟弱地盤での支柱沈下の防止措置

(g) 崩壊災害の防止

- ①小規模溝掘削工事では、土止め先行工法を導入
- ②地山掘削作業では、地勢の調査を基に計画を立てる
- ③地山崩壊に対応して、落下防止柵、防護網等を設置、関係者以外の立入禁止措置
- ④作業主任者の配置と直接指揮（地山掘削、土止め支保工組立て）
- ⑤組立図による土止め支保工組立て
- ⑥地震、大雨等の後の点検
- ⑦掘削面の状態の点検及び補修

⑧浮石等の除去

(h) 解体、改修工事の災害防止

①コンクリート造工作物の解体作業時の作業主任者の配置

②作業計画書の作成と確実な施工

③感電災害、ガス爆発災害の防止措置

④ガス管等の切断作業における図面確認及び施設管理者の立会い

⑤不意の落下や倒壊防止措置として控え、やらずの設置

⑥合図者等の指名

(4) 業務上疾病の予防

(a) じん肺の防止

ずい道等建設工事における粉じん対策を推進するため、「ずい道等建設工事における粉じん対策に対するガイドライン」に基づき、事前に粉じん対策に係る計画を策定する等の措置を講ずる。

(b) 石綿障害の予防

①工作物の解体、破碎作業等における事前の建物目視、設計図等による調査

②石綿使用建築物解体作業における施設、保護具等を含んだ作業計画の作成

③作業主任者等による作業の徹底

④除去石綿の保管と管理

⑤作業者の健康診断の励行

(c) 振動障害の予防

「チェーンソー以外の振動工具の取扱い業務に係る振動障害予防対策指針」に基づく振動障害予防対策として、振動値に応じて振動工具の使用時間を管理するとともに、振動ばく露限界時間等について教育を実施することとする。

①作業方法の改善、作業手順の作成による作業時間の管理

②防振手袋、耳栓、耳覆等保護具の使用

③振動障害特殊健康診断の実施

(d) 有機溶剤中毒の予防

「建設業における有機溶剤中毒予防のためのガイドライン」に基づく措置を講ずる。

(e) 酸素欠乏症等の防止

ケーブル、下水道管、し尿汚泥、ガス管等を収容する暗きょ、マンホール、地下室、貯槽タンクの内部等

の酸素欠乏等の危険箇所における作業においては、作業主任者に測定、管理、指揮を行わせるとともに、作業者の教育を実施する。

(f) 熱中症の予防

平成22年は前年に比し、熱中症による死亡災害が大幅に増加した。そのため、「職場における熱中症の予防について」の通達に基づき、作業環境管理、作業管理、健康管理、労働衛生教育、救急措置等に対応した措置を講ずる。

4. おわりに

建設業の仕事はそのほとんどが危険作業であるために、本会はコスモスを推進することにより、企業の安全衛生管理体制の整備及び各種の安全衛生教育の計画、実施等、労働災害防止に努めることとしている。

本稿では、2. において建設業における労働災害の発生とその傾向の特徴について述べ、3. において主な防止対策を示したが、誌面の都合、統計数字の決定の遅れによって、一部、現時点の確定値、その他速報値に依らざるを得なかった。

一方、この度の東日本大震災の復興工事における労働災害防止対策としては、阪神・淡路大震災の発生後3年間死亡災害の発生が3倍近くに達したこともあり、急ぎ、安全・衛生管理士及び本会が委嘱した安全指導者等が中心となり、チェックリストを復興現場に携行し、復興工事において労働災害防止対策に漏れないことを事前確認するための動機付けに寄与することとしている。

本稿で参考にした資料は、“平成23年度版早わかり”、“平成22年版建設業安全衛生年鑑”（いずれも本会発行）である。

最後に、大変拙い原稿となったことをお詫びするとともに各位のご指導、ご指摘をお待ちする。

J C M A

【筆者紹介】

松本 徹（まつもと とおる）
建設業労働災害防止協会
理事・業務部長



墜落災害防止のための仮設構造物

武 石 和 彦

建設業の労働災害による死亡者数は、関係者の努力により長期的には減少を見ている。しかしながら墜落による死亡者数は、毎年建設業全体の約40%と大きな割合を占めており、その災害対策は従来から関係者が総力を挙げて取り組んできてはいるものの、今後も最重要課題の一つであると言える。

墜落災害が特に重要視されるのは、その災害の頻発性、災害による被害が極めて重く、また、致死率が非常に高いことなどがある。安全設備を正しく使用することにより墜落死亡災害等のさらなる減少を図りたいものである。

本稿は、筆者の所属する(社)仮設工業会が行う仮設機材等の安全性確認の制度等を通じて、墜落災害を防止するため、本会の様々な活動と最近の活動を紹介する。

キーワード：墜落災害、手すり先行工法、移動昇降式足場

1. 墜落災害防止のための本会のこれまでの取り組み

本会は、昭和43年に労働大臣の認可を受けて社団法人として設立した。設立に至った背景には、当時の仮設機材に対する安全問題がある。すなわち、構造、材料、工作、性能等から見た仮設機材の安全性において、必ずしも最良の製品が製造され、それが建設現場に供給されているとは言えないのではないか、それが多発している労働災害の背景にあるのではないかといった問題意識があった。さらに、建設技術の進歩に即応するように仮設機材の開発や改良、品質の向上を通じて仮設機材のハード面からの安全性の向上とともに、建設現場での使用に伴う損傷等の点検・整備や経年管理等のソフト面の技術向上を推進しなければならないのではないか、このような活動が労働災害の防止のために重要ではないかということで、関係者が集って発足した。

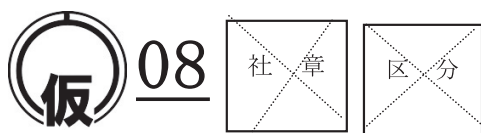
本会は、40年ほど前に、先ほど申し上げたような問題意識を背景に事業活動を開始し、以後、一貫して、建設工事用の仮設機材の安全性向上によって建設現場で働く人達が命を落とすようなことを根絶したいとの思いをもって、仮設機材の製造段階と使用段階における安全確保に努めてきた。製造者については、仮設機材の認定・承認制度を通じて製造過程での品質管理や製品の性能試験等により安全性をチェックするこ

とにより製造段階でのハードの安全性を確保し、リース・レンタル会社については、現場で使用して機材センターに戻ってきた仮設機材をしっかりと選別・整備・修理・廃棄して再び安全な仮設機材として現場に供給するという経年管理に優れた機材センターを認定することにより使用段階での安全性の向上を推進してきた。一方で、仮設構造物等に関する設計、組立、使用基準等に関する各種技術基準を作成して関係者に提供してきた。これらにより、ハード、ソフトの両面から建設現場の安全を支え、労働災害の防止に貢献してきたものと思っている。

認定制度は、仮設機材に係る厚生労働大臣の定める規格と本会が定める仮設機材認定基準に適合していることを証明する制度である。

認定対象とする仮設機材は、「鋼管足場用の部材及び附属金具」、「つり足場用のつりチェーン」、「安全ネット」、「移動式室内足場」、「親綱支柱」、「くさび緊結式足場」、「幅木」等の約50品目がある。これらは型式ごとに「認定合格証」を交付するとともに、個々の製品には、刻印(図—1)、シール(図—2)等により本会の認定品であることを表示しているので、これら機材を購入されるときは是非確認していただきたい。また、有効期間は1年であり、1年ごとに更新認定を受けて有効期間を更新する(写真—1～3)。

承認制度は、システムとして組み立てられた大型の仮設機材の安全性を確認し、承認する制度である。書



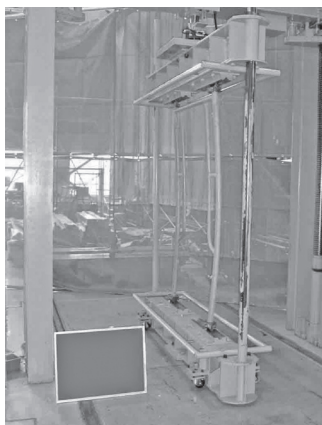
図一 1 刻印の例



図一 2 ラベルの例



写真一 1 手すり枠落下阻止性能試験



写真一 2 建わく圧縮試験



写真一 3 4層1スパン足場実大試験

類審査、工場調査、部材試験及び構造物試験を実施し、組立方法、使用方法等を含めた安全性の確認を行い、承認証を交付する。

単品承認制度は、認定制度に該当しない先行手すり、作業台、支保工その他の仮設機材を対象として、個々の機材ごとに材料、構造、性能等の具備すべき要件と試験方法を検討して安全性を確認し、単品承認証を交付する。また、個々の製品には刻印により単品承認品である旨を表示している。

認定制度、承認制度、単品承認制度は、いずれも第三者委員会により公正・厳正に判定する仕組みになっている。

仮設機材は現場使用や保管状態により破損、腐食、劣化等を生じることが避けられないため、製造段階の安全性を維持するには使用段階での適正な管理が不可欠だ。適用工場制度は、使用段階にある経年仮設機材の安全性を確保するため、平成8年4月4日付け労働基準局長通達「経年仮設機材の管理について」に基づいて仮設機材の選別、整備及び修理を適正に行う機材センターを本会が「経年仮設機材管理基準適用工場」として認定する制度である（図一3）。



図一 3 「経年仮設機材管理基準適用工場」の表示

適用工場には、建設会社等の管理する機材センター（登録工場）とリース・レンタル会社の管理する機材センター（指定工場）があり、認定の有効期間は3年であり、社内管理規程の遵守状況、仮設機材管理者及び整備作業責任者の選任と職務履行状況、機材整備用機械器具・設備の管理状況、仮設機材の選別、整備、修理等の状況、教育訓練実施状況等を書面審査及び実地検査によって調査し、適正と確認した場合に更新することができる。

仮設機材の製造段階での安全対策として認定制度、承認制度を運営し、使用段階における経年管理対策として適用工場制度を運営していることは、先ほど申し上げたとおりである。これら以外に主な取り組みは次

のとおりである。

- ① 本会の東京試験所及び大阪試験所では、ISO/IEC17025:2005に基づく試験所認定を取得しており、ここではメーカーでの開発段階の仮設機材や建設現場で実際に何年も使用した仮設機材の安全性能試験等、あらゆる仮設機材の性能確認試験を実施している。
- ② 講習としては、厚生労働大臣が定める計画作成参画者研修、仮設機材管理者講習、機材センター総合管理講習、整備作業責任者講習、品質管理責任者講習、試験機操作責任者講習などを実施しており、これらを通じて、仮設機材の製造や経年管理等に携わる人達の能力向上による体制強化に取り組んでいる。
- ③ 安全な仮設機材の普及とその正しい使い方及び経年管理の重要性を広く周知するため、厚生労働大臣の後援の下に「仮設機材安全推進月間」（全国安全週間の初日である7月1日から7月31日まで）を実施している（写真—4）。



写真—4 仮設機材安全推進月間のポスター

また、東京試験所及び大阪試験所には仮設機材製品の展示室を設けて一般開放したり、足場や型わく支保工等に関する書籍や仮設機材マンスリー（月刊誌）を発行するなど、仮設機材の安全についての広報活動に努めている。

これまでの取り組みでは、改正労働安全衛生規則を周知するため行政機関と本会の連名によるリーフレットを作成して広く配布したり、通達に準拠した本会版の足場点検表を作成して本会のホームページより自由にプリントアウトできるようにしたり、平成22年度建設業労働災害防止協会全国安全大会（10月）に機材や点検表を出展したり、平成21年度中央労働災害防止

協会が開催された「あんぜんミュージアム特別展（防ごう墜落・落下災害（安全な足場等の普及のために）」に試験により破壊した仮設機材や試験説明ビデオ等を出展したりといった広報活動を中心に展開してきた。

また、改正労働安全衛生規則や安全衛生部長通達では各種の仮設機材の使用が定められており、その殆どが私共の認定品や単品承認品に該当するので、それらが適正に使用されるよう周知するとともに、建設現場の人達の声を聞きながら仮設機材メーカーとともに作業性や安全性の一層の向上に向けた仮設機材の開発に取り組んでいくのが大きな役割と思っている。

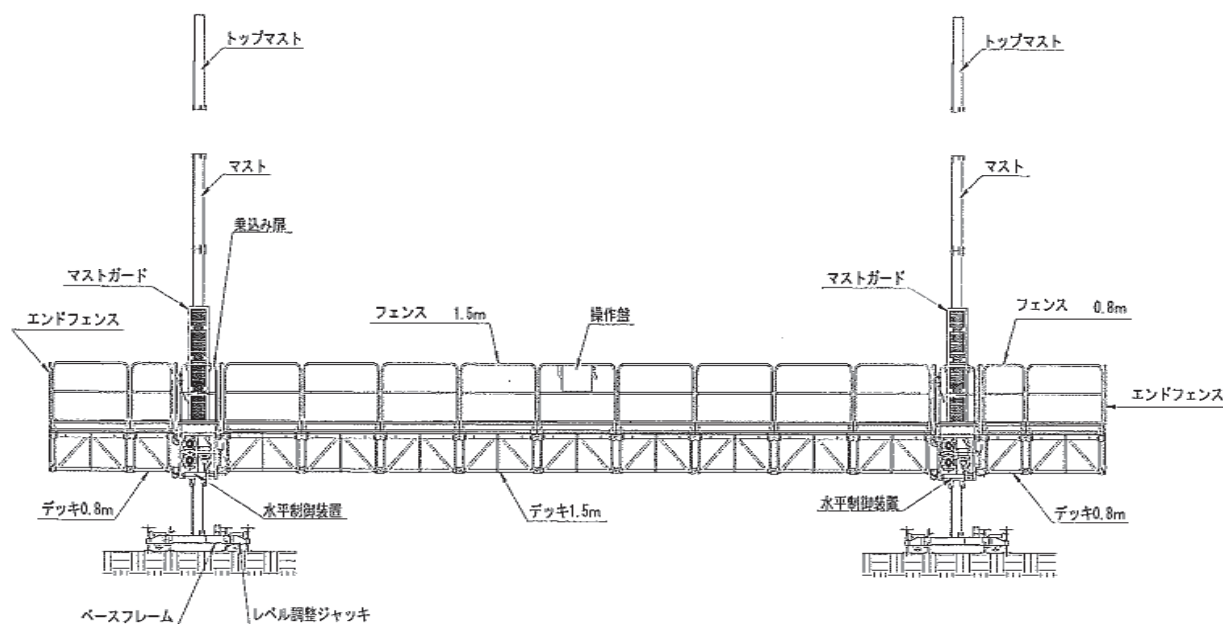
2. 墜落災害防止のための本会のこれからの取り組み

本会では、今後とも仮設機材の安全専門団体として事故を未然に防止できるように積極的に貢献したいと思っている。そのため、ヒヤリ・ハット情報や事故情報を注視し、これまでの40年の経験を踏まえながらヒヤリ・ハットや事故の背景、原因等を捉えて、仮設機材認定・承認制度や適用工場認定制度に反映させていきたいと思っている。また、仮設機材メーカー、リース・レンタル会社、建設会社がともに事故情報等を共有し、一致して安全対策を推進していきたいと考えている。

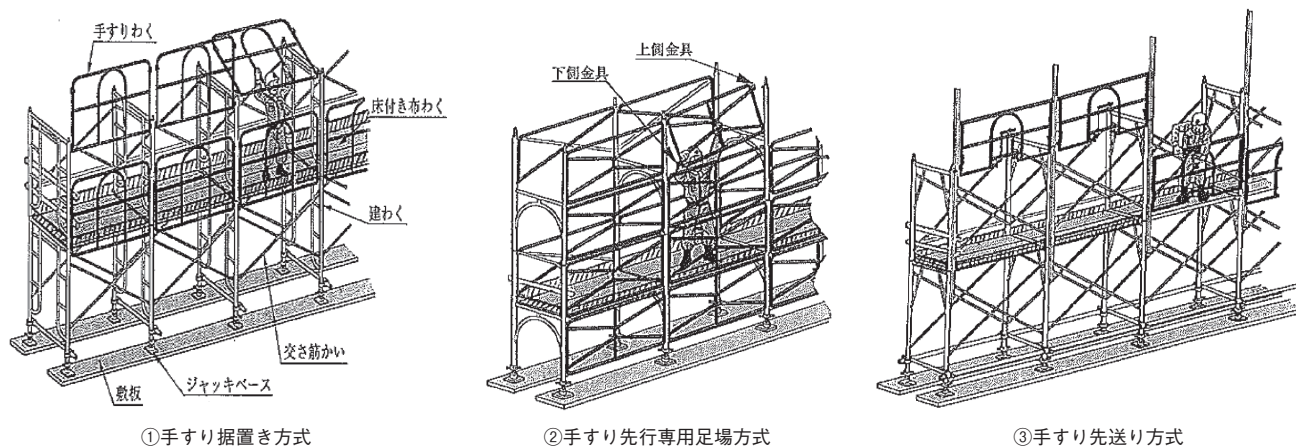
さらに、現在、現場を熟知した専門の技術者が減少しているので、真の仮設技術者を育てるお手伝いをしたいと考えている。安全のためにはコストがかかる。しかし、事故や災害が起これば、本人や家族、会社も大変なことになる。仮設機材のハード面の安全対策に加えて、安全技術教育というソフト面の充実を図り、両面から仮設機材の安全性をより高めていくことにより、仮設機材にかかる労働災害、なかんずく死亡災害ゼロに向けて貢献していきたいと思っている。

平成22年度においては、最近使用され始めている移動昇降式足場の技術基準の作成を行った。この種の足場は、作業台上で建設作業を行うことを目的とする足場で、ベースと一体化されるマスト（「昇降塔」とも言われている。）が、工作物の側面・地面等に固定・定置され、作業台はベースと一体化されたマストに支えられ、作業台はマスト等に取り付けられた「ラック&ピニオン」を介して動力により昇降する方式の足場である（図—4）。この移動昇降式足場は、今後、手すり先行工法（図—5）とともに、大いに墜落災害防止に役立つ足場と考えている。

また、本年度においては、「墜落防止設備等に関する技術基準」の見直しを行うための委員会を設置した。こ



図—4 移動昇降式足場の例



図—5 手すり先行工法による足場の例

の委員会は、手すり、安全ネット、親綱支柱等墜落防止に関するこれまでの各種基準を現状に照らして見直すためのものである。この基準の見直しにより、さらなる墜落防止対策の徹底に寄与することを望んでいる。

さらに本年度は、「くさび緊結式足場の組立て及び使用に関する技術基準」見直しの委員会を設置した。この委員会では、くさび緊結式足場についても、先行手すりが近年普及が進んでいることから、これらの内容を取り入れた基準の見直しを予定している。特に、足場の両面に先行手すりを使用することが可能なかどうか、可能であれば、足場の揺れ等の問題が発生しないのかどうかを検証したいと考えている。これらの基準の見直しにより、くさび緊結式足場においても、さらに先行手すりの普及が期待されるところであり、なお一層の墜落災害防止に貢献できるものと考えている。

最後に、仮設機材製品について、本会の認定・承認・単品承認品の仮設機材であれば推奨できるので、購入等をされる時は個々の仮設機材の刻印やシールにマル仮マークがあるかどうかをご確認いただきたい。また、経年仮設機材であれば適用工場で整備したものであれば一定の水準の整備が行われているものといえる。

また、これら仮設機材の使用方法については、本会において各種技術基準を示しているので、これらに基づき使用することにより、現場における墜落防止対策に繋がるものと考えている。

J C M A

【筆者紹介】

武石 和彦 (たけいし かずひこ)
 (株)仮設工業会
 技術部長



巨勢山トンネルでの掘削作業における安全対策

林 下 敏 則・永 里 純 一

当工事はNATM（ナトム）の発破掘削によるタイヤ方式でのトンネル施工である。近年トンネル工事での使用機械の大型化が進むに連れ、安全面での対策強化や内燃機関の使用による坑内環境の悪化等、坑外の周辺環境を含めた作業環境対策が必要となってきた。

本稿では当現場における新型重機械・仮設備の採用によるトンネル作業環境の改善と、建設機械を主体にしたトンネルの安全対策について紹介する。

キーワード：トンネル、NATM、発破掘削、建設機械、設備、安全対策、環境対策

1. はじめに

当工事が位置する大和御所道路は、京都と和歌山を結ぶ延長約120kmの高規格幹線道路【京奈和自動車道】のうち、大和区間と御所区間で構成される延長約27.2kmの道路である。その内、御所区間の13.4kmは橿原市新堂町から五条市居傳町までの4市を通過し五条道路へと接続、奈良の拠点都市と和歌山を繋ぐ懸け橋となる幹線道路である（図—1）。

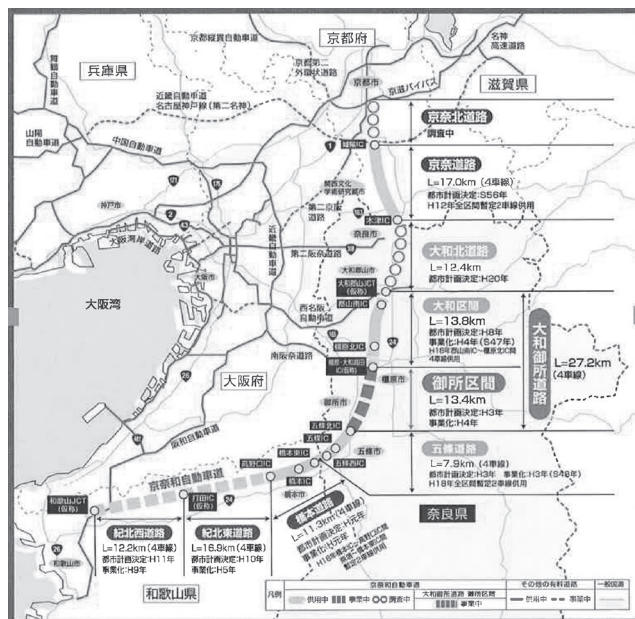
「巨勢山トンネル」は、国土交通省近畿地方整備局発注の工事で、奈良県御所市室地先を起点とし同朝町地先に至る、明り部L=244m、トンネル部L=1,538m、工事延長L=2,200mの、山岳トンネルを主とした工事である（図—2）。

トンネルは、NATM、発破掘削方式で重ダンプトラックによるズリ出し方法で施工する。

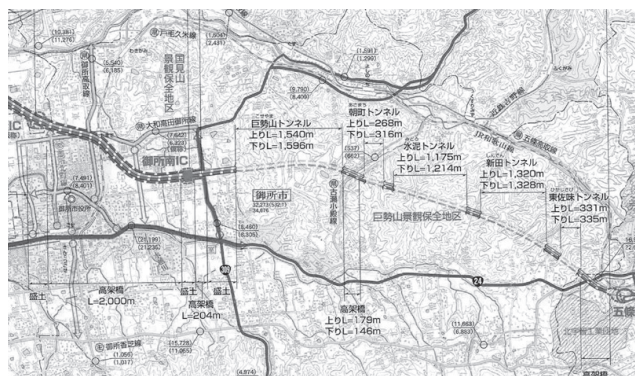
工事は、国道309号より延長約600mの工事用道路を取付け、坑外のトンネル仮設ヤードを造成、仮設備の設置を行い、平成22年11月末より坑口付けからトンネル掘削に着手した。平成23年4月末で約300mのトンネル掘削を行っており、平成25年2月末の完成を目標に工事を進めている。

トンネルは限られた空間のなかで大型機械等を使用してトンネル掘削工、防水工、覆工の施工を繰り返し行い、並行してトンネル仮設備の維持管理を行う。

発破掘削や吹付けコンクリート作業での粉じん発生、ズリ搬出時の重機械や重ダンプトラック等の内燃機関からの煤煙等の発生、路盤の泥濘化などにより作業環境が悪化し、作業員への負担が非常に大きな



図—1 京奈和自動車道位置図



図—2 大和御所道路巨勢山トンネル位置図

ることが懸念され、坑内作業環境改善を含めた様々な安全対策を講じて工事に臨む必要があった。

2. 当トンネル工事の安全に対する取り組み

(1) 作業環境の改善

坑内では各作業に応じた様々な機械類が稼働する。

当工事においては、従来に比べ特に環境対策に配慮した新型重機械や仮設備を採用し、作業環境の改善を図っている。

主たる工種の主要建設機械に関する大気環境対策として、トンネル切羽での掘削機械には、PMやNO_x排出量を大幅に低減したクリーンエンジンを搭載し、第三次排出ガス規制に適合した、超低騒音型のトンネル建設用機械（油圧バックホウ、大型ブレーカ、サイドダンプローダ）を採用した（写真—1～3）。

また、主要建設機械に関するCO₂排出量削減に対する環境対策として、トンネル掘削ブリの坑内運搬車両には25t級の重ダンプトラックを採用し、従来のダンプトラックに対し1回あたりの積み込み容量を増やすことから運搬回数を削減し、燃料消費量とCO₂排出量の低減を図った（写真—4）。

坑外ブリ仮置場でのトンネル掘削ブリ積み込みにおいては、旋回電気モータで旋回減速時のエネルギーをキャパシターに蓄え、旋回起動とエンジン加速時に発電機モータを経由させる機能を有するハイブリッドバックホウを採用し、燃料消費量とCO₂排出量を低減した（写真—5）。

また、坑内での覆工コンクリート打設作業では、コンクリートポンプをエンジン掛けより電動駆動方式に変更し、排出ガスの発生やエンジン騒音の発生を低減した（写真—6）。

換気設備については、切羽での粉じん対策として電気式集塵機（2,400 m³/min）を採用したほか、坑外の仮設ヤードで昼夜において稼働する送気ファンには、超低騒音型送風機を採用し周辺環境への騒音対策を行った（写真—7,8）。

これらの工事機械の採用により、トンネル坑内の作業環境が向上すると共に、周辺環境の改善も図られた。

(2) 当現場の安全目標に対する危険有害要因の低減

トンネル掘削作業では、限られた空間の中で常に大型重機械を稼働しながら、トンネル特殊作業員等が作業を進める形態となる。

そのような状況を加味して当現場では「災害ゼロ」を安全目標に掲げ、以下に示す5項目を重点災害防止



写真—1
油圧バックホウ 0.45 m³



写真—2
大型ブレーカ 1,300 kg 級



写真—3
サイドダンプローダ 3.0 m³



写真—4
重ダンプ 25 t 級



写真—5
ハイブリッドバックホウ 0.8 m³



写真—6
電動コンクリートポンプ



写真—7
電気式集塵機 2,400 m³/min



写真—8
コントラファン 2,000 m³/min

目標として現場管理を行っている。

- ①重機、機械による災害の防止
- ②肌落ち、土砂崩落災害の防止
- ③火薬類取扱い災害の防止
- ④交通災害、第三者災害の防止
- ⑤粉じんによる健康障害の防止

また、工事における危険・有害要因の特定を行い、それに対する除去または低減策を策定、施工段階で具体的に実施しながら作業を進めている（表—1）。

①重機・機械による災害の防止に対する安全対策

重機・機械による災害の危険有害要因の除去または

表―1 巨勢山トンネル工事の危険有害要因の特定と低減策

工 種		危険・有害要因	危険・有害要因に対する除去または低減策
大項目	小項目		
トンネル掘削工	掘削作業	・切羽崩壊、落盤 ・浮石の剥離 ・火薬の爆発	・切羽の監視、点検の徹底 ・コソクの徹底 ・火薬取扱い法令の遵守
	鋼製支保工	・機械による挟まれ ・墜落 ・切羽崩壊、落盤	・合図方法の徹底 ・安全帯の使用 ・切羽の監視、バックプロテクターの使用
	ロックボルト工	・機械による挟まれ ・墜落 ・切羽崩壊、落盤	・合図方法の徹底 ・安全帯の使用 ・切羽の監視、バックプロテクターの使用
	二次覆工	・墜落 ・車両との接触	・親綱、安全帯の使用 ・立入禁止措置の徹底 ・通路の確保
その他	残土運搬工	・追突、激突 ・第三者との接触	・運行ルールの周知徹底 ・誘導合図の徹底
	鉄骨組立・足場組作業	・墜落 ・吊り荷の落下	・安全帯の使用 ・玉掛け、地切り、退避の徹底

低減を目的とし、重機械が稼働する範囲への立入禁止措置を講じている。

また、坑内で使用するサイドダンプローダ・吹付けロボット・油圧バックホウ・大型プレーカ・重ダンプトラック・アジテータトラック等について後方確認カメラを設置、後方の死角を運転席から確認できるようにしている（写真―9, 10）。

それ以外に、重機械等が移動する際のクラクションによる合図方法を統一したほか、現場ルールとして重機械へ乗込む前の周囲確認を取り決め、確実な実施を促すためステッカーによる注意喚起を行っている。

鏡面に吹付けコンクリートを施工する等、各種の安全対策を講じている（写真―11, 12）。

さらに、掘削作業の事前に切羽前方の地山確認を行うため、油圧ジャンボを使用したノンコア削孔検層システム（トンネルナビ）による前方探査を、トンネル全線で実施している。

この前方探査ボーリングは約 50 m/ 回の頻度で実施、切羽前方の地質や地山の硬軟を推定し、破碎帯や湧水の範囲を確認することにより切羽の変化に対応し、最適支保パターンを選定や対策工の実施を可能としている（写真―13）。



写真―9
後方確認カメラ



写真―10
後方確認用モニター



写真―11
鏡面コソク



写真―12
切羽監視状況

②肌落ち・土砂崩落災害の防止に対する安全対策

切羽での肌落ち、土砂崩落災害要因の除去及び低減を図るため、切羽の点検・観察及び大型プレーカでの確実なコソクの実施と、保護具の完全使用を徹底している。

また、火薬の装薬等、切羽直下に作業員が立ち入る作業では、切羽監視員を専任するほか、不良地山では



写真―13
前方探査ボーリング

③火薬類取り扱いに対する安全対策

火薬類の取り扱いに際しては、火薬類取締法の確実な遵守を基本方針としている。

また、発破時の連絡合図には、坑内用 PHS 電話機からの起動停止が可能な自動発破放送設備を採用、発破 5 分前より坑内外に設置のページングスピーカーから合図放送を流すことにより、発破作業を全作業員へ周知し、退避に万全を期している（写真—14～16）。



写真—14
坑内放送設備



写真—15
坑内スピーカー



写真—16 PHS 操作状況

さらに、雷への対策として、従来からのサンダーホーンおよびラジオの設置の他、気象情報配信システム（KIYOMASA）により、半径 10 km 以内での落雷を 60 分先まで 10 分単位で予測、携帯電話に配信させることにより、早期対応を図っている（写真—17, 18）。



写真—17
KIYOMASA による落雷予測の配信



写真—18

④交通災害の防止に対する安全対策

トンネルで発生したズリは、指定の土捨て場へ一般道

路を利用して運搬している。

出入口へは交通誘導員の配置を行うほか、運搬経路における安全運行上の重要ポイントを写真入りで明記したハザードマップを作成、ダンプトラック運転手への確実な教育指導に役立てている。

また、工事用出入口に横断している架空線やトンネル入口の防音扉、覆工セントル等への、重ダンプベッセルやユニック車ブームによる接触事故への防止対策として、ベッセル・ブームの格納忘れ防止装置を設置、未格納の場合は運転席の回転灯を作動させることにより注意喚起を促している（写真—19, 20）。



写真—19
ブーム格納忘れ防止装置



写真—20
運転席回転灯

⑤粉じんによる健康障害対策

トンネル坑内は粉じん作業場であるため、坑内作業員・職員への電動ファン付防塵マスクの着用や定期健康診断等が義務付けられており、確実に実施している（写真—21）。



写真—21 保護具装着状況

また、切羽近傍には電気式集塵機を配置し、吹付け作業や発破作業による粉じん濃度を 3 mg/m^3 以下に管理している。

また、ズリ出し作業・覆工作業での工事車両等の坑内走行による粉じんの飛散防止措置として、適宜走行路盤への散水を行うほか、配管等への堆積粉じんの除去を定期的に行っている。

3. おわりに

上記のような作業環境の改善・安全対策を講じることにより、トンネル施工の安全性が大きく向上するばかりでなく、作業効率も高まるものと思われる。

巨勢山トンネルは施工中であるが、より安全により良い品質のものをより早く顧客に提供できるよう、事務所一丸となって鋭意努力して行く所存である。

また、地元地域との良好な関係に努め、多くの現場見学会等の開催によりトンネル工事のイメージアップにも貢献して行きたいと考える（写真—22）。

【筆者紹介】

林下 敏則（はやした としのり）
（株）大林組
巨勢山トンネル工事事務所
所長



永里 純一（ながさと じゅんいち）
（株）大林組
巨勢山トンネル工事事務所
機電工事長



写真—22 地元見学会

J C M A

大口径岩盤削孔工法の積算 ——平成 22 年度版——

■改訂内容

- ・国交省の損料改正に伴う関連箇所の全面改訂
- ・ケーシング回転掘削工法のビット損耗量の設定
- ・工法写真、標準積算例による解りやすい説明
- ・施工条件等に対応した新たな岩盤削孔技術事例の追加
- ・“よくある質問と回答”の追加

- A4 判／約 250 頁（カラー写真入り）

●定 価

非会員：5,880 円（本体 5,600 円）

会 員：5,000 円（本体 4,762 円）

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 450 円

沖縄県 340 円（但し県内に限る）

- 発刊 平成 22 年 5 月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

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

九州新幹線西九州ルート 俵坂トンネル(西)工区での安全対策 トンネル掘削及び一般道における安全対策

高山 藤博・福田 浩二

産業界における労働災害は長期的には減少してきている。しかしながら、今なお、1,000人を超える尊い命が労働の場で失われている。建設業における労働災害は、長期的には着実な減少が続けているが、死亡災害は、全産業の中で建設業が最も多く、工事種別では土木工事が最多となっている。建設産業を取り巻く経済環境は、不況による民間工事の減少、公共事業の見直し等により、極めて厳しい状況にあるが、いかなる状況にあっても労働災害は絶対にあってはならないものである。当現場では作業所方針である「危険ゼロ」を目標に無災害達成と作業所スローガンである①墜落災害ゼロ、②重機車両接触災害ゼロ、③肌落ち崩落による災害ゼロ、④交通災害ゼロ、⑤粉じん障害ゼロを基に事故防止に努めている。今回、土木工事の中でも、危険性が高いとされる山岳トンネル工事における安全対策について紹介する。

キーワード：連続延伸ベルトコンベア、重機接近検知・警報システム、GPS車両位置管理システム

1. はじめに

九州新幹線西九州ルートは、福岡市から佐賀市を経由して長崎市に至る計画路線のうち、武雄温泉・諫早間約45kmの工事実施計画が平成20年3月に認可され、着工されている。そのなかで、俵坂トンネルは、延長5,666mの新幹線鉄道トンネルであり、佐賀県嬉野市と長崎県東彼杵町との県境に位置している(図-1, 2)。「九州新幹線(西九州)、俵坂トンネル(西)他」工事は武雄温泉起点14km400m～17km460m(延長

L=3,060m)間のトンネル及び橋りょう等の工事である。このうち、14km400m～17km430m(L=3,030m)が山岳トンネルであり、NATM工法にて施工するものである。また、本坑施工に先だって斜路(L=318m)があり、本坑の工区境である工事始点より50m終点側で取り付くものである。

本坑の3,000mを超えるトンネルに加え、小断面で、下り勾配(9%)の斜路があり、狭隘で限られた空間でのトンネル工事である。その中で大型機械を使用するトンネル掘削工、防水工、覆工コンクリートを行う必要があり、吹付けコンクリート等による粉じんや重機車両等の煤煙抑制が課題であった。また、坑外でのずり運搬においては、非常に閑静な場所にある坑外設備ヤードから小学校前を通過して、温泉で有名な観光地である嬉野町の中心街を抜けて残土処分地に運搬する必要があり、坑内及び坑外の環境を含めて様々な



図-1 九州新幹線西九州ルートにおける俵坂トンネル位置図

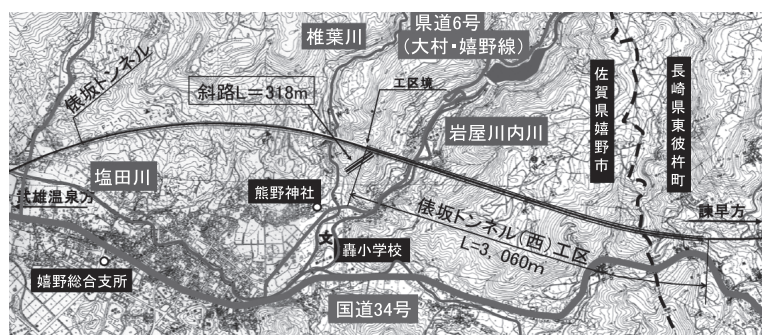


図-2 俵坂トンネル平面図

安全対策を講じて工事に望む必要があった。

2. 当トンネル工事の安全に対する取組み

(1) トンネル坑内での安全の取組み

(a) 車両による災害の防止に対する安全対策

トンネル掘削におけるずり運搬を標準のダンプトラックで行った場合、急勾配(9%)の斜路によるブレーキの不具合や本坑との交点での交通災害、覆工コンクリートやインパートコンクリートの生コン車との輻輳作業・接触災害、施工サイクルにも大きく影響することが懸念された。

そのため、ずり出し方式(図—3)は、坑内における車両走行の低減による安全性の向上・坑内環境の改善・路盤泥濘化の抑制、さらに環境負荷の低減等の効果が期待できる連続延伸ベルトコンベアとした。

また、工事車両同士の衝突や工事車両と作業員の接触災害が懸念される斜路と本坑の合流部には車両感知センサーと回転灯を設置し、工事車両の接触災害を防止している。

また、斜路は小断面に加え連続延伸ベルトコンベアと給排水管を設置しているため、安全通路の確保が困難であった。安全通路を明示するため路盤に白線のラインを引き50m毎に退避場所を設置し車両の通過時に退避している。また、「見える化」(目で見える管理)としてひと目で判断できるように退避場所の看板とグリーンの蛍光灯を合わせて設置した(写真—1)。

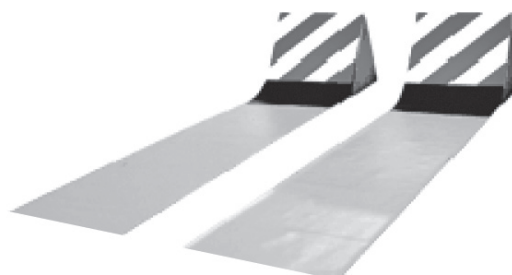
さらに、蛍光灯による表示は給水設備としての消火栓(50m毎)にはブルーの蛍光灯、停電時の照明としての非常灯にはイエローの蛍光灯を使用している。その他、急勾配の斜路では拡幅部に緩衝材(デルタクッション(図—4))を設置し、万一の衝突に備え作業員と運転者の安全を確保している。暗所での視認性を向上させ、重機と作業員との接触事故を防止するため、LED付トラチョッキを着用している。

(b) 重機との接触災害の防止に対する安全対策

インパート工は坑内の狭隘な場所で、インパート栈橋を使用しての作業となるため、インパート掘削作業



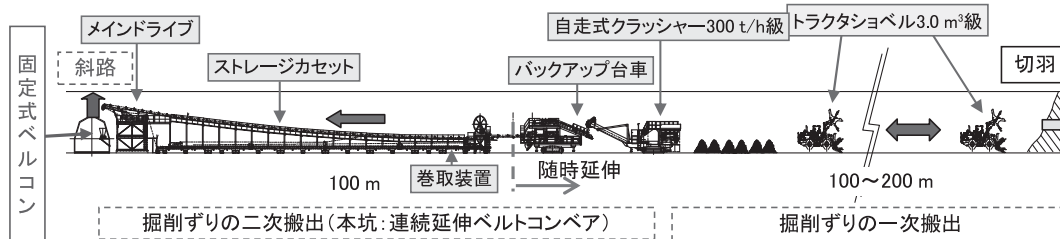
写真—1 退避場所の「見える化」



図—4 デルタクッション

では、重機と作業員との接触災害が懸念された。そこで、「超音波通信を応用した重機と周辺作業員との接近検知・警報システム」を採用した。重機に装備した監視装置により、運転席から視認できない危険範囲に監視エリアを形成し、そこに応答装置を装着した作業員が侵入すると運転者と作業員の双方に警報を直接発信してお互いが接近したことを知らせることができる。これにより、重機と作業員との接触災害防止を図っている(図—5)。

また、坑内は坑外に比べて視認性が悪いため、坑内で使用する重機(ドリルジャンボ、吹付けロボット)にバックモニター(写真—2)を設置し、後進時における作業員との接触事故の防止を図っている。その他、トンネル掘削のコソクに使用するブレイカーに静音設計で打撃騒音と振動を大幅に低減した低騒音油圧ブレイカー「サイレントボックス」(図—6)を使用し、油圧ブレイカー自体の発生騒音を約9dB低減してい



図—3 ずり出し方式

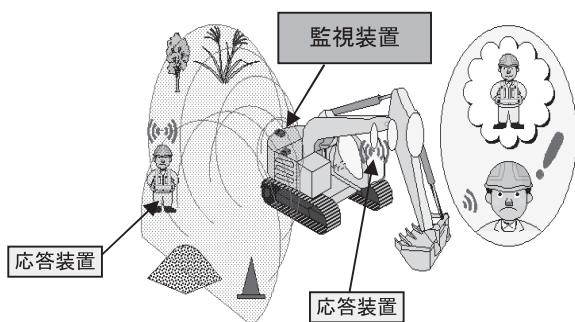


図-5 重機接近検知・警報システム

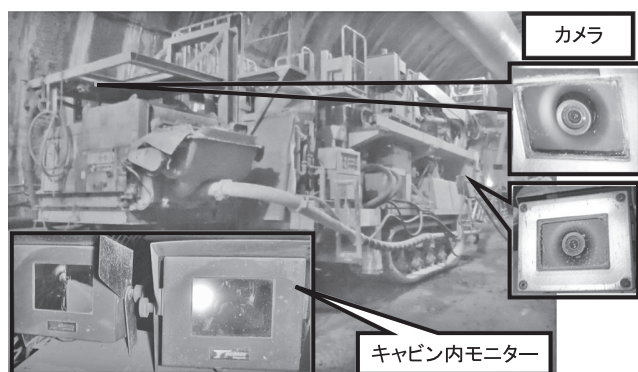


写真-2 バックモニター

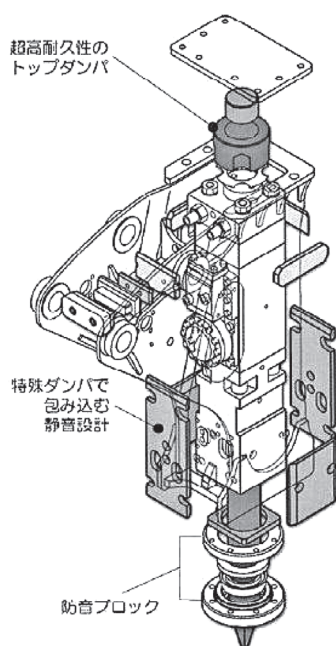


図-6 サイレントボックス

る。これらにより、安全の向上、坑内環境の改善を図っている。また、坑内監視カメラを設置することで、坑内作業状況を24時間事務所にて確認することができ、異常時における早急な対応を図ることが出来る。

(2) トンネル坑外での安全の取組み

仮設ヤード周辺は民家と田畑や茶畑で閑静な場所であり、温泉旅館など観光施設もある。トンネル掘削ず

りや資材等の運搬経路沿線には、学校（小学校2校、中学校1校、高校1校）とその通学路、病院（2軒）がある。また、長崎自動車道嬉野インターやバス路線等の公共性の高い施設、嬉野温泉などの観光地があり、資機材の運搬や掘削土の運搬等の作業における安全対策が重要となり、以下の対策を行った。

(a) 掘削土の運搬に使用するダンプトラック

掘削土の運搬に通常10tダンプトラックを使用するところを12tダンプトラックを採用し、1回あたりの運搬土量を増やすことで走行回数を低減し、安全の向上を図ると共に運搬に伴う騒音・振動の影響回数を低減している。このダンプトラックにはGPS機能を用いた車両位置管理システム（図-7）を搭載し、各車両別に位置や速度等の運行管理を行い、運搬車両の走行の分散化を図っている。さらに、記録したデータを用いた各車両個別の運転指導ができるため、効果的な安全教育が可能となっている。

ダンプの始業前点検時にはタイヤ空気圧確認と点検記録を作成している。これにより適正な空気圧を維持し走行時の安定性の向上により安全性を確保し、合わせて騒音の発生を低減、適正な燃費での走行を可能としている。



図-7 GPS車両位置管理システム

また、学童が多いことから右左折時の方向指示を音声で周囲に案内する装置を設置し、学童等の第三者に対する巻き込み事故防止を図っている。さらに、ダンプトラックの複後輪に石噛み防止ベルト（写真—3）を設置し、タイヤ間に噛み込んだ小石等が走行中に飛散することが無いようにし、これにより公道走行時に一般車や第三者に小石が飛散して当たる事故を防止している。



写真—3 石噛み防止ベルト

その他、ダンプトラックにLED デイライト（写真—4）を設置することで運搬車両の昼間や薄暮の被視認性を向上させ一般交通の安全確保を図っている。



写真—4 LED デイライト

(b) 坑外での設備等による安全対策

工事用道路と公道の合流箇所車両感知センサー（写真—5）と回転等を設置し、工事関係車両が公道へ出る際の一旦停止を徹底し、一般車を優先することで公道合流時の接触事故等を防止している。

また、仮設ヤード内にポータブル型車両重量計（写真—6）を設置し、過積載防止を徹底し、公道の損傷防止と運搬中の荷こぼれによる汚損防止、バウンドによる振動発生の抑制、交通災害の防止を図っている。

その他、ロードスweeperによる清掃（写真—7）や始業前にアルコール検知器（写真—8）により呼気



写真—5 車両感知センサー



写真—6 ポータブル型車両重量計



写真—7 ロードスweeper



写真—8 アルコール検知器

検査を実施し、飲酒運転防止を徹底することで、交通の安全確保を図っている。

3. おわりに

以上のように様々な対策を講じ、積み重ねることで無事故（平成23年3月現在）で施工することが出来ている。これは日々の安全パトロール、打合せ、その他、熱中症対策として坑内に空冷ハウス（写真—9）の設置、小学校での交通指導の講師（写真—10）を行うなど地道な改善活動が基礎となって安全・衛生・環境等の向上に大いに寄与したと考える。



写真—9 改善活動（空冷ハウス：熱中症対策）

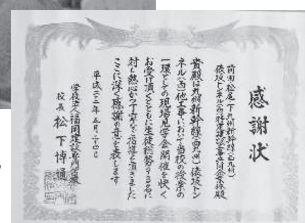


写真—10 交通指導（小学校との協力）

また、当現場では多くの見学者を受け入れ、トンネル工事を広く知ってもらえるようつとめている（写真—11）。これらは、地元の方々や嬉野市等、関係各機関をはじめ、発注者や協力会社の理解と協力、指導を頂いたことによるもので、感謝を申し上げます。今後も、「危険の芽を摘み取る」活動を積み重ねることで無事故を続けたい。



写真—11 現場見学
（斜路の拡幅箇所で見物してもらい、
パワーポイントの使用と合せて説明を
実施）



J C M A

〔筆者紹介〕

高山 藤博（たかやま ふじひろ）
前田建設工業㈱
新幹線俵坂トンネル作業所
現場代理人



福田 浩二（ふくだ こうじ）
前田建設工業㈱
新幹線俵坂トンネル作業所
監理技術者



北陸新幹線 神通川橋りょう工事での 橋りょう施工における安全対策

塚 本 英 樹

現在、長野—金沢間の北陸新幹線工事が繁忙期を迎えている。その中で神通川橋りょう工事は富山駅西側の約 750 m 区間に 4 径間連続エクストラードズド橋、RC 高架橋および PC 桁を構築する上下部一体工事である。

当該工事を進めるにあたり、JR 高山本線及び北陸本線に近接していること、神通川河川内での工事であること等の諸条件により、施工面・安全面に配慮しながら施工を行っている。

キーワード：北陸新幹線、営業線近接工事、湧水期施工、ニューマチックケーソン、エクストラードズド橋

1. はじめに

『神通川橋りょう工事』は、現在建設が進められている北陸新幹線建設工事のうち、富山駅横の神通川に架橋する工事であり、工事延長：751 m の PC エクストラードズド橋・RC 高架橋及び PC 桁を上下部一体で施工する工事である。

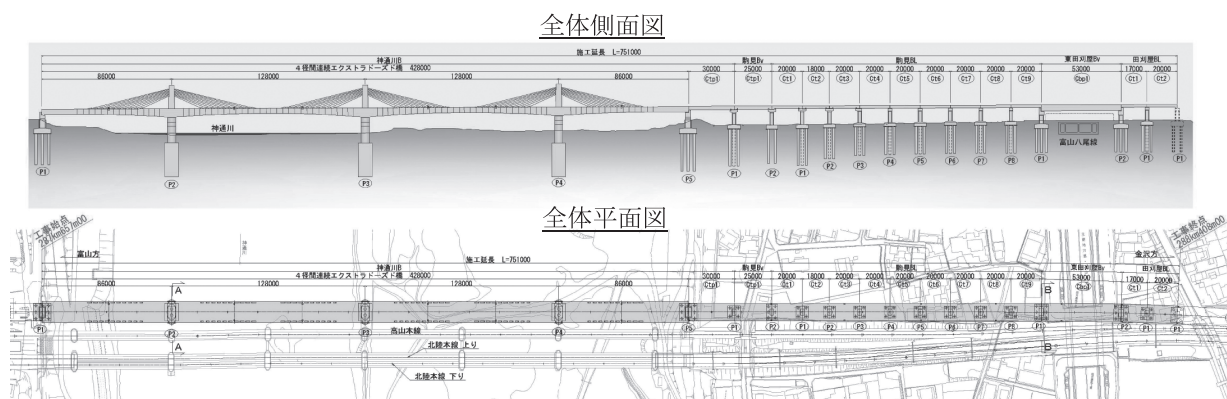
工事のメイン部分である PC エクストラードズド橋は、富山市内を流れる神通川に架橋する 4 径間連続 PC エクストラードズド橋で橋長 428 m、最大支間長は 128 m である。またエクストラードズド橋の基礎 3 基にはニューマチックケーソン基礎が採用されている。



図－1



写真－1



図－2 工事概要

2. 施工環境

本工事はJR高山本線に対して営業線近接工事となっており、施工条件によっては北陸本線の営業線近接工事にもなる。またケーソン工事やPCエクストラード橋工事は神通川河川内での作業であるため、渇水期施工となっており、時間的・場所的な制約を受けながらの作業となっている。河川外作業については住宅街に近接しているため、地域住民に迷惑を掛けないう、安全や環境に対して特別な配慮を行いながら作業を行う必要がある。

3. 安全に対する取り組み

(1) 営業線近接事故防止

当現場はJR高山本線に対して営業線近接工事となっているため、様々な対策を講じながら営業線近接事故防止を行っている。

まずは工事管理者、列車見張り員、重機誘導員の配

置である（写真—2、3）。これはJR高山本線を運行しているJR西日本殿と作業当日の保安要員や配置場所等について日々打合せを行いながら作業を進めている。重機作業については列車接近3分前から作業を中止し、列車が通過するまでは重機作業を行っていない。

本工事において、新設の橋脚をJR高山本線の既設橋脚真横でニューマチックケーソン施工する際、またフーチング施工時に鋼矢板を打設する際に、高山本線既設橋脚の変位が懸念されていた。そのため、下記のように既設橋脚の上に変位測定用のプリズムを設置して、トータルステーションで変位を測定しそれをリアルタイムでわかるように自動計測を行った。また既設橋脚の傾斜を測定するための傾斜計等を取り付けて測定して、異常のないことを確認しながら施工を行った（写真—4、5）。

また橋りょう施工時にはクレーンにて様々な資材を施工箇所へ吊降ろしをしたり、BHにて土砂の掘削・搬出等を行う作業があるが、その際に必要以上にクレーンやBHのブーム等がJR高山本線に近づくのを



写真—2 列車見張り員配置状況



写真—4 トータルステーション設置状況



写真—3 工事管理者・重機誘導員配置状況



写真—5 プリズム・傾斜計設置状況

防止するために軌道部接近警戒装置(レーザーバリア)を設置した(写真—6)。これにより、警戒範囲にブームが入った場合はサイレンが鳴り、警告灯が点灯して、各オペレーターに知らせる仕組みになっている。

営業線近接事故防止として、保安要員及び関連職員に対しては定期的な教育訓練を行い、各人の資質向上に努めている。特に長期休暇明けにはJR 西日本殿の指導の下、立ち上がり教育を実施し、S(指差呼称)T(待



写真—6 レーザーバリア設置状況



写真—7 立ち上がり教育実施状況



避) K (片手水平上げ) 演練や煙管を用いた列車防護実地訓練などを行っている(写真—7)。

(2) 高気圧障害の防止

河川内橋脚の施工についてはニューマチックケーソン工法を採用し掘削作業を行っていたので、これから述べる施工方法及び安全対策を講じて作業を行った。

まずは天井走行型掘削機を用いた無人沈下掘削である(写真—8)。



写真—8 天井走行型無人掘削機

当現場で最大3気圧の圧気下での作業となるため、1.8気圧以上の圧気下では天井走行型無人掘削機を導入し沈下掘削作業を進めてきた。これにより潜函夫の負担を軽減し、高気圧障害の予防に大きく貢献した。

また、高気圧障害について東京医科歯科大学名誉教授の真野先生を講師として、講習会を実施し、高気圧障害の恐ろしさや事故発生時の対応等、具体的事例を元に説明をして頂いた。

ケーソンの沈下掘削の管理は中央監視室を設け、そこで現在の作業状況をモニター画面にて確認できるようにしたり、ケーソン位置・傾斜等がすぐにわかるようにし、システムチックに作業が進むようにした(写真—9)。特にケーソンの作業室内に現在の傾斜値を表示するモニターを設けて、有人掘削の際にオペレーターがその画面を確認しながら作業を行えるようにした。これによりケーソン位置を確認しながら掘削を行うことができ、施工・安全面に関して非常に有効であった(写真—10, 11)。

また、作業環境の向上及び事故防止の目的でガス検知器や高精度電気式圧力調整装置を設置して作業を行った。

ニューマチックケーソン施工時にはコンプレッサーを用いて函内に送気しているが、その際にコンプレッ



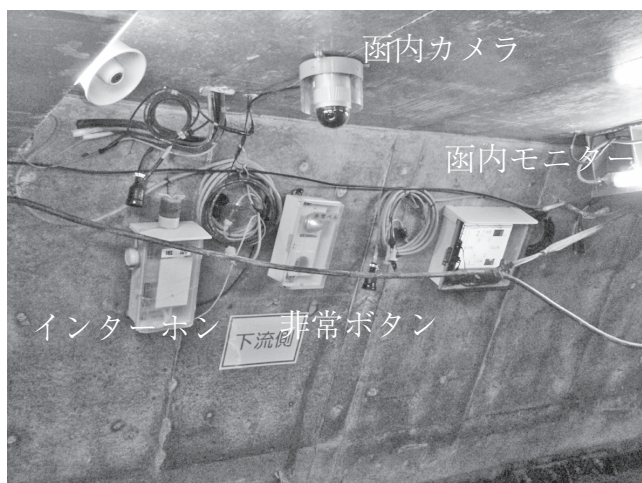
写真—9 中央監視室（無人掘削機操作箇所）



写真—12 防音ハウス



写真—10 自動沈下管理システムモニター



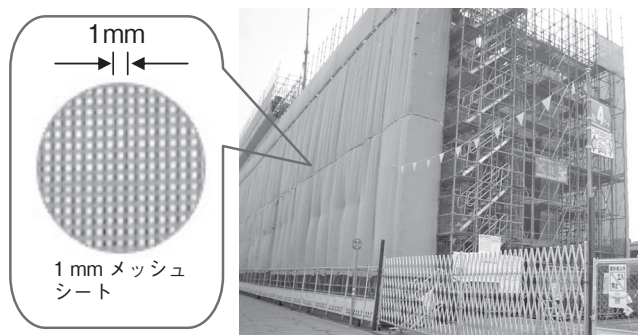
写真—11 ケーソン函内

サーの音が問題になることから、当現場においてはコンプレッサーを防音ハウス内に入れて、近隣住民に対して騒音対策を講じながら作業を行った（写真—12）。

(3) 張出施工の安全対策

張出施工は高所での作業となるため、足場には先行

手摺足場を使用するとともに、昇降はしごには安全ブロックを使用し墜落転落対策を講じた。特に、JR 高山本線の営業線近接作業対策として、JR 高山線への飛散防止対策を兼ねて、列車運転手へ不安感を与えないように、列車運転手の視線から作業員の不意な動きが見えないように足場にメッシュシートを設置して安全対策を行った（写真—13）。



写真—13 シート設置状況

PC エクストラードボード橋に使用する PC 鋼線の緊張作業には、PC 鋼材の取扱いに関する不慮の事故を防止するために、PC 緊張ジャッキ後方の立入禁止措置を行うとともに、防護板を設置して作業を行った（写真—14）。また、JR 高山本線の近接作業となるため、JR 線のダイヤを常に確認しながら、列車見張り員の合図に従い、列車の往來の無い、間合いに PC 緊張作業を行い第三者災害の防止に努めた。

4. おわりに

JR 高山本線や北陸本線の営業線近接工事の中で、上記のような様々な安全対策を講じ、また、住宅街に近接した環境において、地域住民への配慮を行い、第



写真—14 緊張ジャッキセット状況

三者および工事関係者への災害防止に努めております。

本工事において関係各所より様々なご指導とともに、本工事に対する安全対策等にご尽力頂きましたことに感謝申し上げますとともに、今後の工事において無事故無災害を達成すべく、所員一丸となって安全管理に取り組んで参ります。

J C M A

【筆者紹介】

塚本 英樹（つかもと ひでき）
大成・大豊・日本海建興特定建設共同企業体
現場代理人



「建設機械施工ハンドブック」改訂4版

建設機械及び施工の基礎知識、最新の技術動向、排出ガス規制・地球温暖化とその対応、情報化施工などを、最新情報も織り込み収録。

建設機械を用いた施工現場における監理・主任技術者、監督、世話役、オペレータなどの現場技術者、建設機械メーカー、輸入商社、リース・レンタル業、サービス業などの建設機械技術者や、大学・高等専門学校・高等学校において建設機械と施工法を勉強する学生などに必携です。

建設機械施工技術の修得、また1・2級建設機械施工技士などの国家資格取得のためにも大変有効です。

【構成】

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

6. トラクタ系機械
7. ショベル系機械
8. 運搬機械
9. 基礎工事機械
10. モータグレーダ
11. 締固め機械
12. 舗装機械

●A4判／約800ページ

●定 価

非 会 員：6,300円（本体6,000円）

会 員：5,350円（本体5,095円）

特別会員：4,800円（本体4,570円）

【ただし、特別価格は学校教材販売（学校等教育機関で20冊以上を一括購入申込みされる場合）】

※送料は会員・非会員とも沖縄県以外700円、沖縄県1,050円

※官公庁（学校関係を含む）は会員と同等の取扱いとします。

●発行 平成23年4月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

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

新鋭深層混合処理船における安全対策

ポコム 12 号

松 藤 広 行・八 島 慎 治

港湾施設の課題である大水深化や延命化・耐震化に対応するために建造された新鋭深層混合処理船は、長年に渡り培われた技術と最新の技術を融合した作業船である。従来の深層混合処理船よりも環境面や安全面、経済性に配慮した ECO Ship を目指した。自動打設システム、自動操船システム、電源回生システム、風力発電、太陽電池、などを採用しており、新しい時代を担う作業船である。本報ではこの新鋭深層混合処理船の建造における安全に対する考え方や安全設備に関して報告する。

キーワード：作業船、深層混合処理船、自動操船、自動打設、ワイヤーロープテスト、落水者検知、IP カメラ

1. はじめに

深層混合処理工法（CDM 工法）は、セメント系安定固化剤を軟弱地盤中に添加、攪拌混合することにより短期間で高強度の改良地盤を造り、構造物の沈下が無く耐震性に優れた地盤改良工法である。建設発生土も少なく環境に優しいこの工法は、大規模な港湾・空

港プロジェクトや既設港湾構造物の耐震補強はもとより、陸上でも盛土の安定・沈下対策・液状化対策・掘削工事の安定・土圧低減など幅広く活用されている。

新鋭深層混合処理船は海底地盤を大規模に施工するため、2010 年に建造された CDM 工法の専用船であり、30 年を越える CDM 船の運用実績をもとに、環境への配慮、施工精度の向上、信頼性、メンテナンス性の向上、安全性の向上を図った新しい時代を担う作業船として建造された（図—1）。

2. 安全に配慮した設計

安全な作業船を建造するにあたっては、「省力化」、「ヒューマンエラーの防止」、「信頼性の向上」に重点をおいて設計を行った。

①省力化

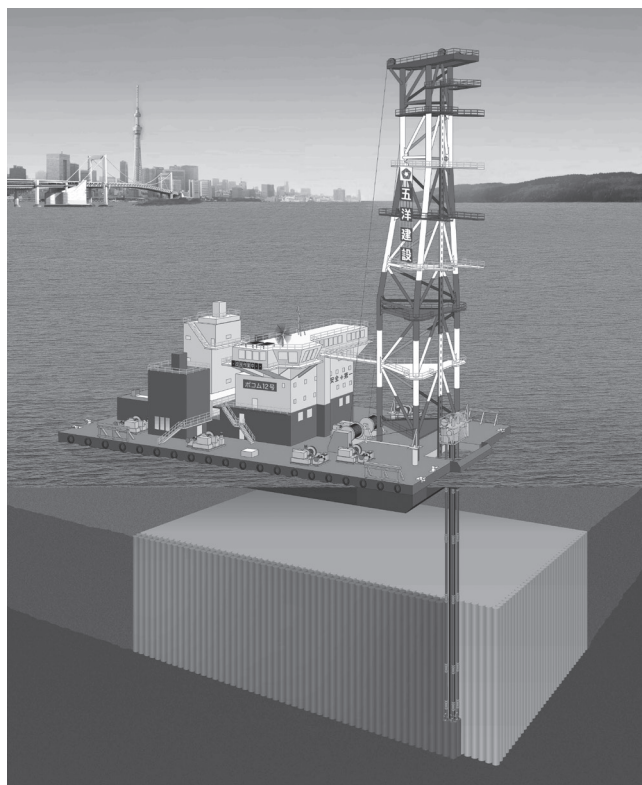
自動化、無人化、遠隔制御の採用と、メンテナンスフリー化で、乗組員の作業自体を削減し、危険要因を排除した。

②ヒューマンエラーの防止

施工状況が把握しやすい設備と乗組員間のコミュニケーションツールの提供により円滑な作業環境を実現するとともに自動化による判断ミスを防止した。また、万が一のヒューマンエラーに備えて、インターロック機構を採用した。

③信頼性の向上

故障しない強靱な設計をすることはもちろんのこと、フェールセーフティにも留意し、機械、システム、



図—1 新鋭深層混合処理船 鳥瞰図

コンピュータが安全な状態で故障するようにしたとともに、バックアップ機器や予備機を搭載した。

3. 安全に配慮した設備

(1) 改良機（写真—1, 2）

改良機は船首に配置された櫓から昇降ウィンチで吊り下げられ、その自重で地盤に貫入される。

回転軸はインバータ制御の電動機で駆動し、4軸同期型減速機を介して回転軸、攪拌翼、刃先に伝達される。また、改良機の上部には鉛直性を維持するために自動調整クランプなどを装備している。

大深度での施工に対応する為、櫓の高さは60mを超え、改良機や回転軸のメンテナンスには高所作業が必要となる。高所作業による危険要因の排除を目指し、



写真—1 改良機上部



写真—2 改良機下部

各機器の設計時にはメンテナンスフリーを考慮した。

また、予測不能なトラブルに備え、メンテナンスの可能性のある箇所を抽出し、全ての箇所にアクセス可能となるよう起倒式のステージを櫓の随所に装備した。

(2) スラリープラント（写真—3）

改良機の先端から注入されるセメント系安定処理剤はスラリープラントで製造される。ミキサーには自動洗浄装置を装備し、狭隘な場所でののはつり作業の頻度を減らし、安全性が向上した。



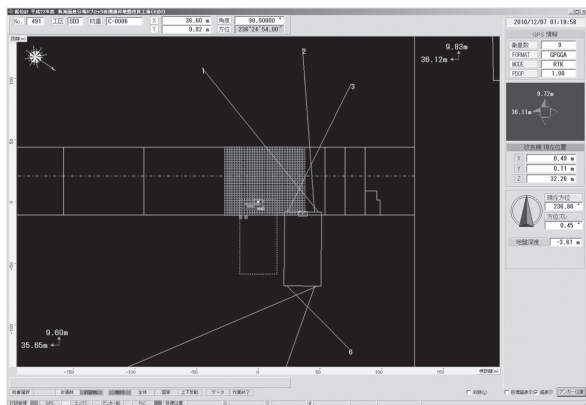
写真—3 スラリーポンプ及びアジテータ

(3) 自動操船システム（写真—4, 5）

推進機を持たない多くの作業船は、周囲にアンカーを打ち、ウィンチの操作で位置決めを行う。自動操船システムは、6台の操船ウィンチが連動し、予め登録されている地盤改良の設計座標に自動で本船を誘導し、位置決めが出来るシステムである。半自動モードでは前後左右のレバーだけで本船の移動も可能であり、従来、6台のウィンチを別々に操作していた場合と比較して、ワイヤーの乱巻を心配することもなく、簡単にかつ安全に本船の移動が可能となっている。ワイヤーの乱巻を防止するには、繰り出される側のワイヤーを常に張っておく必要があり（以下、バックテンション）、ハーフブレーキ



写真—4 操船ウィンチ

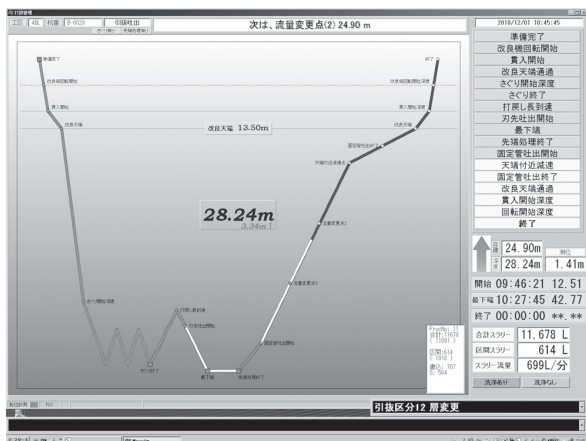


写真—5 船位管理画面

や油圧リリーフで行われることが一般的であるが、本船ではインバータ駆動の電動モータで常にバックテンションをコントロールして安全性を高めたとともに、ワイヤーが繰り出されときのエネルギーを電源回生することで環境面にも貢献している。

(4) 自動打設システム (写真—6)

自動打設システムは、改良機の貫入から引抜、回転軸の速度変更、セメント系安定処理剤の吐出といった地盤改良における一連の動作を自動で行うものである。GPS、潮位計、喫水計、傾斜計などのデータをもとに、トリム及びヒールに対応した自動バラストシステム、自動調整型クランプなどと連動しており、施工精度の向上が図れるとともに、乗組員への負担軽減、操作ミス排除が行われている。



写真—6 打設管理画面

(5) 集中管理装置 (写真—7, 8)

本船は改良機の昇降や本船の移動、スラリープランの運転など、集中コントロールによるワンマン運転が可能である。施工の精度が向上するとともに、省力化が図れ、乗組員に対する安全性も確保できた。



写真—7 操作室



写真—8 機関監視室

(6) 遠隔洗浄装置 (写真—9, 10)

改良機は、点検及び浮き石落下による危険回避の為、放水銃による改良軸の洗浄を毎回行いながら引き上げられる。本船では、放水銃の遠隔制御装置を装備し、省力化と安全性の向上が実現した。



写真—9 遠隔放水銃



写真-10 遠隔洗浄室

(7) 船内のネットワーク

本船では、船用網代 LAN 配線及び、Class NK の「船内無線 LAN 設備に関するガイドライン」に準拠した無線 LAN によって、本船全体がネットワーク化されている。

打設管理画面、船位管理画面を操作室以外の事務室、食堂、応接室、休憩室などでも大型ディスプレイで表示し、作業の進捗状況を乗組員が把握し易くしたほか、携帯型 IP 電話、Web カメラなどにも活用され、乗組員間の連絡や施工状況の把握に役立っており、情報が共有化されることで、安全性が向上している。

フェイルセーフにも配慮し、制御関係の基幹システムやネットワークは 2 重化を図り、一部が故障しても全体がシステムダウンすることが無いよう、強靱なものとした。

(8) 昇降ウィンチ (写真-11)

210 t の改良機を吊り上げる昇降ウィンチは、PWM コンバータによるインバータ駆動とし、高調波を抑制するとともに回生電力の活用による省エネを実現している。昇降ウィンチの故障は重大な事故に繋がる可能



写真-11 昇降ウィンチ

性がある為、昇降ウィンチブレーキは 2 重化を図り、バックアップコンバータや非常用モータを装備した。

(9) ワイヤロープテスタ (写真-12)

改良機を吊り上げている昇降ワイヤーには $\phi 50$ mm が用いられている。本船では、従来の目視による点検に加え、ワイヤーの劣化を検知するワイヤロープテスタで監視を行い、より安全性を高めた。

ワイヤロープテスタは、通過するワイヤーに磁界を与え、その波形の変化で内部の素線切れをも検知するシステムである。計測されたデータはメーカーの専門家にリアルタイムで伝送され、その分析結果をもとにワイヤー交換時期決定の判断材料としている。



写真-12 ワイヤロープテスタ

(10) 電光掲示板 (写真-13)

本船は、風力発電、太陽電池で発電した電力を操作室外壁に設置した電光掲示板で使用している。電光掲示板は周辺に対する作業内容の可視化や注意喚起に役立てている。また、操作室は全方位視野を確保し、通船、及び材料供給船、燃料供給船の確認を容易にした。



写真-13 電光掲示板と全方位視野確保型操作室

(11) IC タグによる水中転落者早期検知システム

甲板上的乗組員はアクティブ型無線 IC タグを携帯している。操作室に設置したレシーバと常時通信を行っており、海中に落水した場合にはその通信が途絶えることで落水者を早期に検知し、操作室でアラームを発するシステムである。IC タグには ID が付いているため、どの作業員が水中に転落したかも特定でき、安全性が向上した（図－2）。



図－2 IC タグによる水中転落者早期検知システム

(12) 漏油対策（写真－14）

万が一の油流出時には、オイルフェンスが迅速に展開できるよう、オイルフェンス巻き取り機と専用の格納庫を設置した。船内にある燃料タンクは二重構造とし、不測の事態でも被害を最小限に抑える構造とした。燃料給油ラインには逆止弁を設置し、燃料タンクレベル計を給油箇所近傍に設置するなど、給油時のヒューマンエラーを防ぐ処置も講じている。甲板上の機器から滲み出る油膜も海へ流れないように甲板外周にはコーミングを設け、回収できるボイドを設置した。



写真－14 オイルフェンス格納庫

4. おわりに

他にも種々の安全対策を講じているが、誌面の都合上省略する。本新鋭深層混合処理船は、2009年11月に建造を開始、2010年9月に引き渡しポコム12号と命名され、2011年3月に護岸工事を無事故無災害で終えた。本船がこれからの作業船の安全に対する参考になれば幸いである。

J C M A

【筆者紹介】

松藤 広行（まつふじ ひろゆき）
五洋建設㈱
土木本部 船舶機械部
課長



八島 慎治（やしま しんじ）
五洋建設㈱
土木本部 船舶機械部
課長



労働安全衛生マネジメントシステム

労働災害・公衆災害の根絶を目指して

土 屋 良 直

労働省（現厚生労働省）が、平成 11 年 4 月「労働安全衛生マネジメントシステムに関する指針」を公表し、同年 11 月、建設業労働災害防止協会が労働省の指針に基づき建設業版のガイドライン（コスモス）を策定した。それに伴い建設業界ではシステムの構築を開始し、順次展開を図りながら今日に至っている。

従来の日本的な相互の意思疎通による安全管理手法から、国際化の時代に相応しい合理的な欧米流のシステム管理手法を取り入れ、安全衛生活動を一層活性化し、高水準の安全衛生管理体制を維持・継続するためである。

キーワード：システムの展開、コスモス、リスクアセスメント、社内基準、災害発生状況

1. はじめに

労働安全衛生マネジメントシステム（以下システムという）とは、簡略化して言えば危険性または有害性を調査、実施事項を特定、実行し、災害の除去・低減を図り、それらが有機的に機能しているかシステム監査で検証するプロセス管理であるが、最終目的は安全を最優先させる企業風土作りや個人の気質を育てることにより、「安全文化」を創造することである。

この背景には、指針を公表する前に大規模製造工場、化学工場の火災・爆発災害や JCO の臨界事故が相次ぎ発生し、企業の安全神話が問われた経緯がある。

またその災害原因として、安全衛生管理体制の不備、設備の老朽化に伴う補修工事等の非常時作業時における施工計画・作業計画の不備、安全衛生教育不足およびベテラン安全担当者の退職に伴う安全管理の継承が十分図られていないことなどが要因とされた。

これらを踏まえ、人による安全管理手法から組織として対応していくシステムの導入を促された。

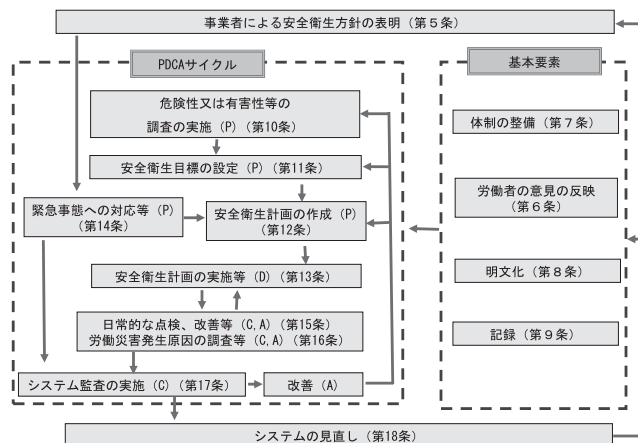
2. システムの概要（図一）

平成 11 年に制定された指針は、平成 18 年 4 月の労働安全衛生法の改正を踏まえ、「危険性又は有害性の調査等に関する指針」と相まってシステムに従って行う措置の適切な実施を促進するために改正された。

以下条文内容は

第 1.2 条 （目的）

第 3 条 （定義）



図一 労働安全衛生マネジメントシステムの概要

- | | |
|--------|------------------------|
| 第 4 条 | （適用） |
| 第 5 条 | （安全衛生方針の表明） |
| 第 6 条 | （労働者の意見の反映） |
| 第 7 条 | （体制の整備） |
| 第 8 条 | （明文化） |
| 第 9 条 | （記録） |
| 第 10 条 | （危険性又は有害性の調査及び実施事項の決定） |
| 第 11 条 | （安全衛生目標の設定） |
| 第 12 条 | （安全衛生計画の作成） |
| 第 13 条 | （安全衛生計画の実施等） |
| 第 14 条 | （緊急事態への対応） |
| 第 15 条 | （日常的な点検、改善等） |
| 第 16 条 | （労働災害発生原因の調査等） |
| 第 17 条 | （システム監査） |
| 第 18 条 | （システムの見直し） |

「計画－実施－評価－改善」の一連の過程を定めて連続的かつ継続的に実施する安全衛生管理に関する仕組みを確立し、事業場の安全衛生水準の向上をさせることにより、災害の一層の減少を図ることが制定の趣旨である。

3. システムにより期待できるメリット

システムを導入・実施・運用することに期待できるメリットは

- ①現行の安全管理手法の整理、再構築により体系的な安全衛生管理が強化され、管理的原因による災害を防止できる。
 - ②システム内で、各級安全衛生管理者の実施すべき事項が文書化されているために、組織的安全衛生活動ができ、一定の安全衛生水準が維持できる。
 - ③専門工事業者に対し、自社の安全衛生管理方針を明確にし、専門工事業者における災害防止の重要性の再認識と責務の自覚を促す。
 - ④安全衛生水準の向上、災害の減少とともに自社の安全衛生管理活動を広く社会にアピールすることができ、会社のイメージアップが図れる。
- 等があげられる。

4. 建設業の現状（災害発生状況）（図－2）

建設業における労働災害は、長期的には減少を続けているが、平成21年度では371人、22年度では365人の死亡災害が発生している。

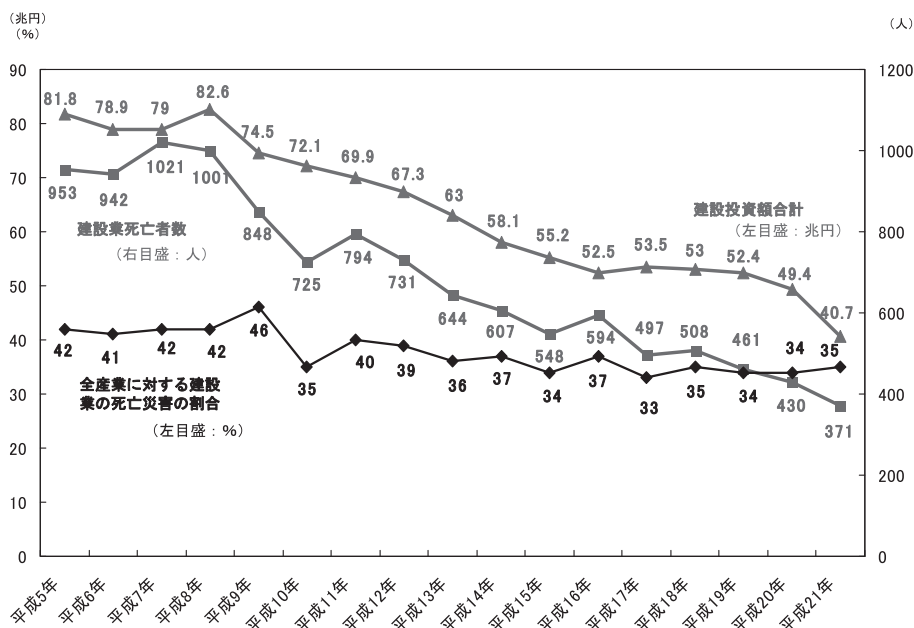
建設業における就業者数は、21年度で517万人で全就業者数の8.2%であるが、全産業での死亡者数の割合は約35%を占め、休業4日以上災害でも21,465人で20%を占めている。従来からいわれた3:2:1の割合（死亡者数）（休業者数）（就業者数）は依然として変わらず、就業者数の減少を見れば災害発生比率の減っていない危険性の高い産業である。死亡災害の種類別発生状況をみても、墜落・転落、建設機械等が上位を占め、同種災害の繰り返しである。

建設業を営むうえで、他産業と比較すると

- ①作業環境が気候、地形等の自然的条件を受ける
- ②機械・設備が大型であり、重量物である
- ③組立・解体等のスポット的な作業が多い
- ④個別生産であるため、工法・設備、作業方法の標準化・規格化が難しい
- ⑤総合生産で、多くの専門工事業者を必要とするため、作業が混雑形態で行う
- ⑥有期事業のため、作業員の移動が著しい
- ⑦作業員の多くは短期雇用者のため、未熟練者・高齢者の構成比が高い

等の建設産業特有の特性があり、また作業所毎の施工環境においても著しい違いがある。これらすべてをハザード・リスクとし、これから派生する危険有害要因を調査し、問題点を解決する実施事項を特定・実行しなければ災害ゼロから危険ゼロの職場が形成されない。

安全・安心かつ快適な職場造りを目指すためにも元請だけでなく専門工事業者自らが自主的安全衛生管理活動を一層推進させなければならない。現在専門工事業者の方々の中には、積極的にシステムの導入を図



図－2 建設投資額と建設業死亡災害

り展開している業者もいる。元請として専門工事業者にシステム構築指導を実施している企業もあり、また建災防ではシステム（コスモス）を普及・定着させるべく構築支援講習および認定制度を推進させている。しかしながら災害の発生状況を鑑みると、システムの実施・運用がすべての事業所に展開されているかといえ、いまだ浸透不足の感がある。認定制度を含めてコスモスが広く活用されることが望まれる。

5. 作業所におけるシステムの展開（図—3）

具体的な内容を図で説明する。

（1）元請＜作業所＞では

安全衛生管理計画書の作成から実施・運用・点検・改善とPDCAを確実に廻すことが重要である。

- ①危険有害要因の調査および実施事項を特定し、安全衛生管理計画書を作成する。
- ②月次安全衛生管理計画書に更に実施工程に沿った細部の実施事項を記入する。
- ③安全作業打合せ時には日々の実施事項を専門工事業者に確認・指導を行い、KY活動に反映させる。
- ④各種実施事項は、安全施工サイクルに取りこみ展開を図る。

（2）元請＜店社＞では

- ①各種情報から危険有害要因の調査および実施事項を特定し、安全衛生管理計画書を作成する。
- ②施工検討会、作業所点検およびシステム監査等において計画の実施状況の確認を行い、不適合事項等の改善を行う。

以上の実施・運用を安全作業打合せ時に確認し、是正事項は即展開を図り日々の管理を実施し、月次安全管理計画表で実施状況の進捗管理を行う。ここでも管理水準を遵守できなかった項目があれば、実施事項の見直し、対策をたて確実に達成できるよう展開を図る。これにより点検・改善が日常的に展開される。店社も各作業所の実施状況の把握を行い計画の実施状況を確認する。

（3）専門工事業者＜作業所＞では

- ①災害防止協議会・安全作業打合せ事項を確実に作業員に展開を図り、KY活動により、元請指示・実施事項の展開を図り、危険有害要因の除去を図るとともに作業中の点検を行い、日々の改善を図る。
- ②安全施工サイクルを日常的に取りこみ、作業手順の見直し等の改善を行う。

（4）専門工事業者＜自社＞では

- ①各種情報から危険有害要因および実施事項を特定し安全衛生管理計画書を作成する。
- ②実施事項を取り入れた作業標準書を作成し、作業所に併せた作業手順書を作成支援する。（元請の実施事項を取り入れる）
- ③事業主パトロールを実施し、実施・運用状況の作業所での確認を行い、未達成事項に対しては改善を行う。

以上が作業所での元請・専門工事業者が日常的に実施していることであるが、これら実施していることを文書でまとめ、各安全担当者の役割分担・職務を明記し、PDCAを廻せばシステムの構築となる。元請としてシステムを展開するとともに専門工事業者も安全衛生水準の向上を図るこのシステムを自主的に展開することが必要だ。システムの展開により管理的要因による災害は防止されるが、残りのヒューマンエラー等による災害は、効果的な安全衛生教育を実施し組織と個人が、安全を最優先にする気風や気質を育てていくことが重要である。

6. リスクアセスメント（RA）の実施（図—4）

前段のシステムの概要で「危険性又は有害性等の調査等に関する指針」、法改正によりシステムの改正の説明をしたが、この改正および指針は、リスクアセスメントの実施を労働安全衛生法第28条の2第1項により、機械設備や原材料、作業行動などの危険性・有害性をあらかじめ調査し、その結果に基づいた危険・有害性を除去・低減する措置を取ることが、事業者の義務として明確に規定されている。

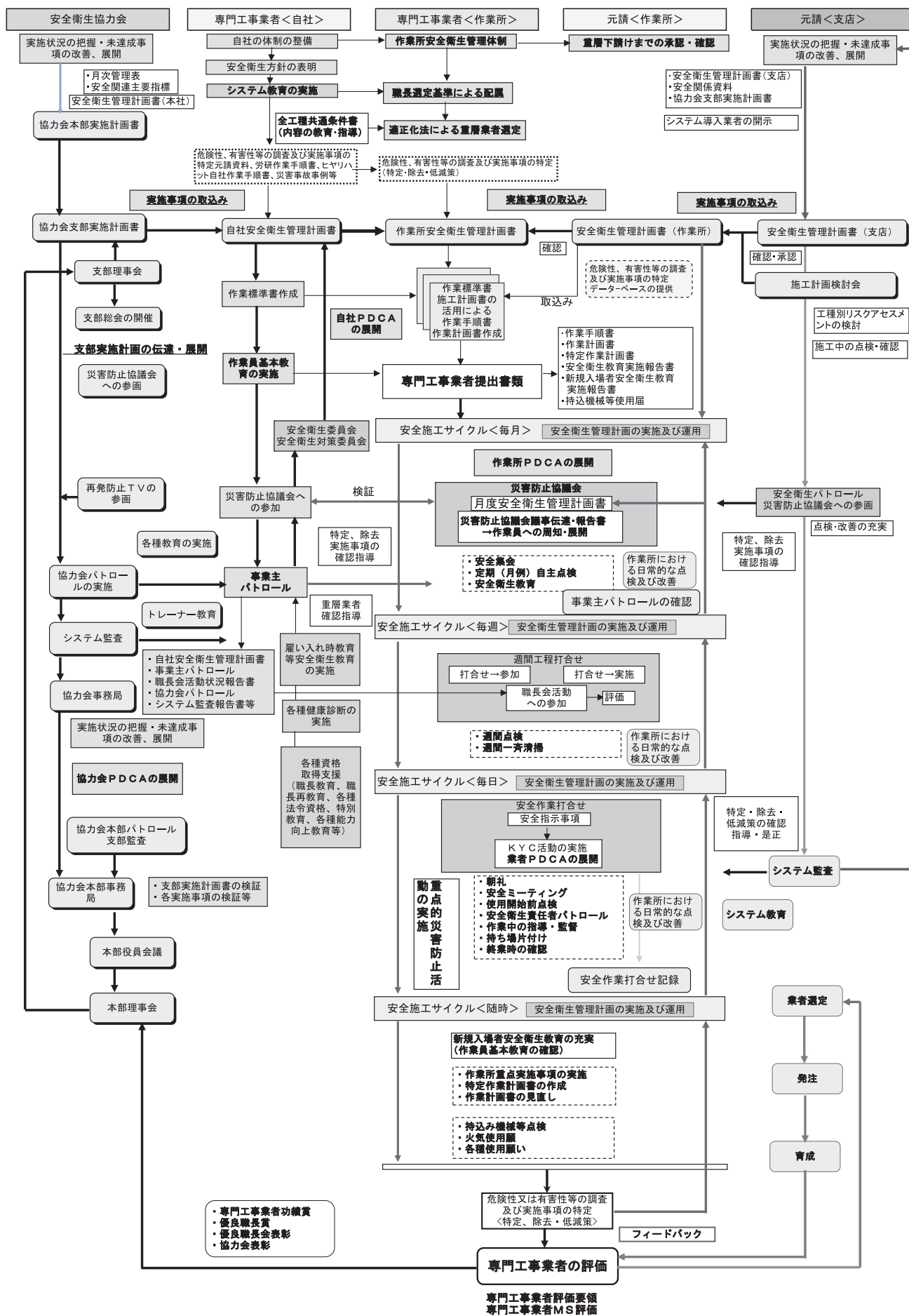
（システムにおける第10条）

リスクアセスメントは作業を行ううえでのリスク要因を洗い出していくものであり、システムの中核をなすものを取り出し法律にしたものである。災害減少の鈍化に伴い再度安全への取り組みを事業者に課している。

建災防では、「リスクアセスメント建設業版マニュアル」を策定し普及に努めている。建設業の特徴を踏まえ、リスクアセスメントがより効果的かつ効率的に行えるよう、統一的な手法を示したマニュアルなので、事業者の実践が望まれる。

リスク低減措置の考え方と実施では

- ①危険有害な作業の廃止や変更を考えるのが基本
 - ②機械や設備面での物的な対策が講じられないか検討する
 - ③教育訓練、作業管理等の管理的対策を行う
 - ④保護具の使用は最終手段と心得る
- ①から順番に対策を講じ、①でできなければ②での



図一3 システムの作業所展開フロー

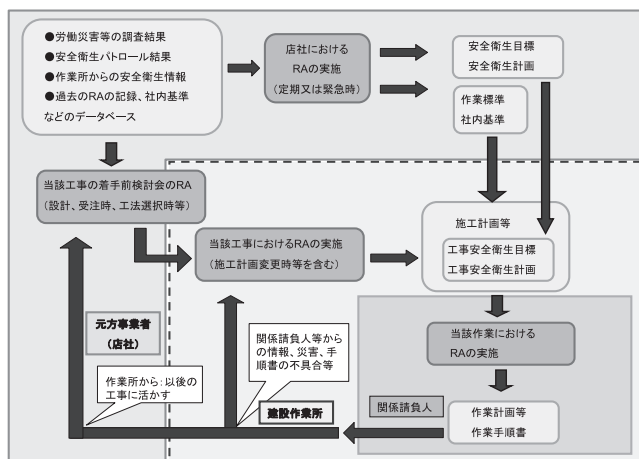


図-4 リスクアセスメント概要

対策を取り、順に下位に降り、最後に安全帯の使用等の保護具使用になる。当然上位の対策が一番有効なので安易に保護具の対策を取らないことが基本である。

その体系図で一部の説明をする（前段の内容と一部重複する）。

（1）元方事業者（店社）におけるリスクアセスメント

- ①労働災害・工事事故等の調査結果
- ②安全衛生パトロール（作業所点検）結果
- ③作業所からの安全衛生情報
- ④過去のリスクアセスメントの記録、社内基準等をデータベース化しておくことが必要になる。

店社が定期的に行うリスクアセスメントでは、災害多発等の工事や作業を選択してリスク評価を行い、特定した実施事項を社内基準や安全衛生規定および安全衛生管理計画に反映させれば、リスク低減が図れ、上流側の対策としてもっとも効果的な手段になる。

（2）建設作業所では

施工前検討会において、設計段階や工法の選択のリスクアセスメントを実施し、施工環境による作業所のリスクアセスメントを取り込んだ施工計画および安全衛生管理計画に反映させる。

（3）関係請負人では

建設作業所におけるリスクアセスメント結果、安全衛生管理計画書および社内基準を取り込んだ作業計画、手順を作成する。更に作業手順書の中でリスク評価を行い、優先順位の高い項目から対策を行い、残留リスクとして残る項目は、KY活動等で除去・低減を図る必要がある。また作業の中で不都合やより安全な方法があれば、作業手順書の見直し、改善を図り、安全施工サイクルを実践することが重要である。

7. おわりに

まず、今回の東日本大震災で、お亡くなりになられた多くの方々のご冥福をお祈りするとともに、現在もなお避難所や仮設住宅等で苦しい生活を強いられている方々に、心からお見舞い申し上げます。

本格的な復旧・復興工事が始まるが、阪神・淡路大震災でも復旧作業中に、40数名の方々が亡くなっている。急ぐあまり施工計画・作業計画・手順の検討不足や施工環境の判断ミス等が原因と思われるが、今回でも、広範囲にわたる被災、労働力・資機材・エネルギー不足のうえ、放射線等のリスクを負っている。システムの運用・実施またリスクアセスメントを確実にこなし、安全先行管理での施工が重要になる。

また本質安全化を目指す必要もある。バックホーとの接触災害防止ならば、小旋回機種の使用・死角部のテレビカメラの設置等、設備・機械の持つ有害要因を排除していくこと。さらに用途外作業にならぬようクレーン機能付バックホーの使用、それに伴い移動式クレーン技能講習や玉掛け技能講習修了者等の有資格者の配置が必要になる。また残材搬出における荷台から墜落災害防止ならば、荷台上に安全帯を掛ける設備や昇降時におけるトラップの設置等が必要になる。

リスクアセスメントにおける設計・工法の選択等最上流部での対策を行い、特に墜落災害においては、安全帯を使用しなくてよい作業床を設置することが基本であり、安全帯使用は最下流の対策との認識を持って実践すること。繰返し・類似災害防止のためにも作業所の施工環境に合わせた実施事項を特定、実行し、高齢者の被災では各作業毎の適性配置の実施等、システムのなかで日常的に取込まれるべき項目になれば災害の除去・低減は図れる。また法違反や社内基準違反等を繰返さないよう、点検・改善を繰返すことにより安全を最優先する企業風土造りが必要である。システムの展開と安全先行管理遵法精神により建設業が危険ゼロの安全・安心な快適職場の形成が望まれる。

J C M A

【筆者紹介】

土屋 良直（つちや よしなお）
 (株)熊谷組
 安全本部 執行役員 本部長



安全建設気象モバイル KIYOMASA の活用

清水 一 雄

工事の施工管理には、安全・品質・出来形・工程・労務・原価等があり、それぞれはリンクしている。天候により安全上作業を中止する日があるように、品質管理上も作業が不可能な日がある。塗装工事を例にとれば、施工可能条件として気温5℃～40℃、湿度85%以下の制限があり晴天であっても、作業のできない日がある。

このような事態をただ傍観しては、いずれ完成させることのみを目標とするような工事（いわゆる突貫工事）に陥る。そうなっては安全管理が疎かになるばかりか、工事原価は膨れあがり、構築物の品質確保さえおぼつかない。

上記理由により、現場の気象把握と予測は、工事の安全管理を含めた施工管理に大きく影響する。

キーワード：気象モバイル、補修工事、気象観測、気象予測、施工管理、工程管理、安全管理

1. はじめに

近年「崩落寸前の橋…」「寿命前に劣化」といった新聞の見出しが目立つ。道路、橋などの社会資本の老朽化が進行する中で既設構造物の維持管理、補修や延命化はより重要度を増してくる。

当工事も国土交通省 北陸地方整備局 高田河川国道事務所発注による、主に国道8号に架かる橋梁を中心としたコンクリート構造物の補修工事である。

施工計画の立案に向け、現場踏査に加えて当地の過去の気象データも調査した。

後述するが、現場は日本海に沿って長く延び、数箇所あるうち、海岸線からは遠い箇所でも100m以内である。このような現場の地理的条件や気象条件の把握は、安全管理計画の作成において不可欠である。河川内での作業（写真1参照）には梅雨時期の豪雨による河川の増水が懸念され、吊足場上作業（写真2参照）では台風シーズンの強風の警戒が必要となり、地震時の津波への警戒はどちらにも必要となる。

当地の過去35年間の気象データによれば、①最高気温37.4℃（2003年9月13日）②最低気温-5.3℃（1997年1月22日）③最大風速22.0m/s（1979年10月19日）同年同月の平均風速は3.7m/sとなっている。感覚的には夏は高温多湿で暑く、冬は季節風が吹き降雪もあり比較的寒い。

調査してわかったことであるが、日本海沿岸は雷日

数が全国的にも多いということである。

このような環境の中で日本海に沿って走る国道8号は、冬期間の融雪剤の散布や、海からの飛来塩分がコンクリート内へ侵入することにより、塩害劣化の可能性が高くなる。コンクリート構造物にとっても、また厳しい環境であるといえる。

橋梁等の補修工事の施工管理を行う中で、安全管理の工夫について、まずは工事概要から説明していく。

2. 工事概要

(1) 工事位置図（図1）

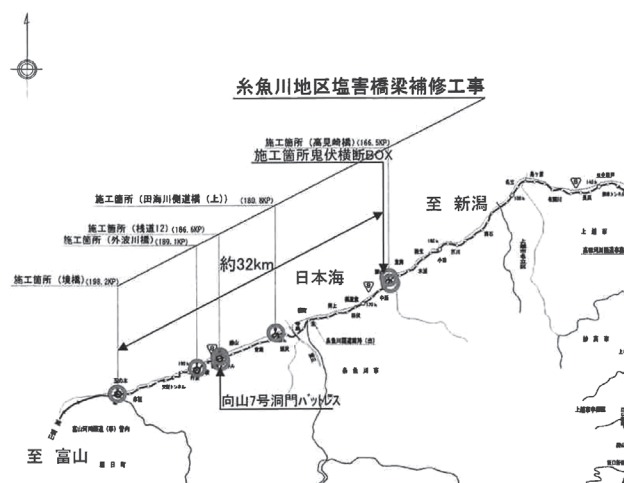


図1 工事位置図

- (2) 工 事 名：糸魚川地区塩害橋梁補修工事
- (3) 工 事 場 所：新潟県糸魚川市崩山～市振地先
- (4) 工 期：自) 平成 21 年 3 月 11 日
至) 平成 21 年 12 月 10 日
- (5) 発 注 者：国土交通省 北陸地方整備局
高田河川国道事務所
- (6) 施 工 者：伊藤・高村建設共同企業体
(代表 (株)伊藤建設)
- (7) 担当技術者：現場代理人 清水一雄
所属 (株)伊藤建設
監理技術者 白石雄一
所属 (株)高村工務所
- (8) 工事箇所施工数量一覧表 (表一 1)

表一 1

工事箇所	補修工法			
	断面修復	ひび割れ注入	現場塗装工	
			柔軟シリコン 樹脂 6 層塗	鉄筋腐食抑 制剤塗布
高見崎橋	0.1 m ³	0	0	244.4 m ²
田海川側道	0.1 m ³ (亜鉛犠牲陽極材)	10 m	14.2 m ²	0
栈道 12	1.1 m ³	21.9 m	0	591.0 m ²
外波川橋	0.3 m ³ (亜鉛犠牲陽極材)	36.5 m	20.5 m ²	117.9 m ²
境橋	2.4 m ³ (亜鉛犠牲陽極材)	16.8 m	204.7 m ²	722.7 m ²
鬼伏横断 BOX	1.4 m ³	0	0	79.2 m ²
向山 7 号洞門受台	0.1 m ³	336.1 m	0	419.8 m ²

(9) 工事施工の流れ (表一 2)

(10) 工事の特徴

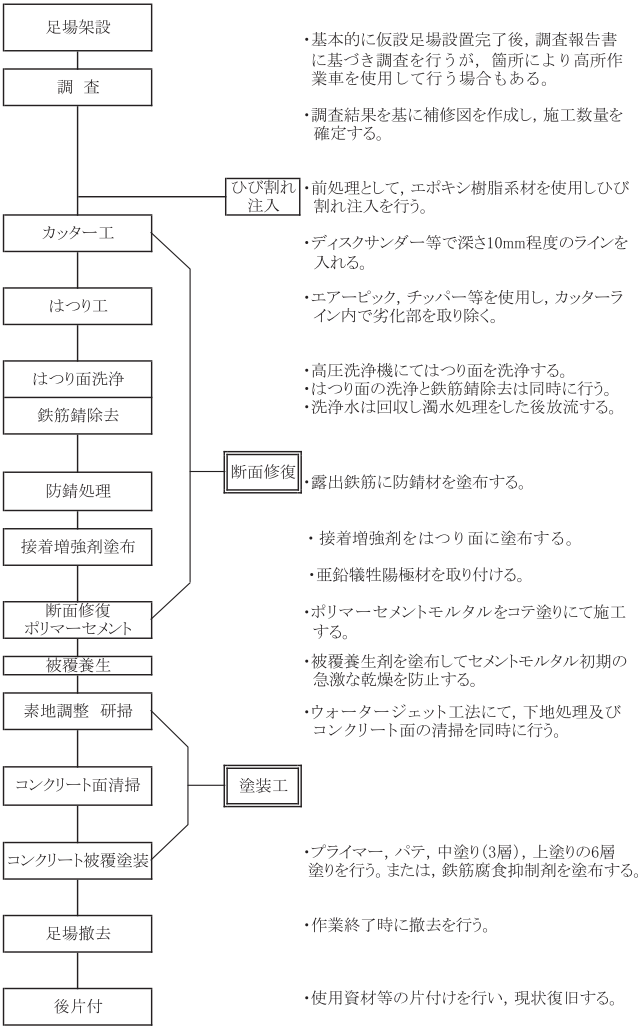
特徴としては、工事区域が富山県境より東に約 32 km と長く、工事箇所 (表一 1 参照) が 7 箇所点
していることである。中には集中して作業を行えば、
一週間程度で完了する現場も含まれる。だが仮設足場
の設置が不要な工事箇所はない (図一 2 ～ 4 参照)。

(11) 施工計画の立案

踏査の結果より、それぞれの工事箇所について仮設
の方法、国道道路規制の必要の有無等を表にまとめた。
各工事箇所には気象状況、地形状況により異なる現場
箇所別を一覧にまとめ把握しやすくした。表一 3 は
寄稿に当たり編集し直したものであるが実際にはさら
に項目として、着手可能時期や避難場所の位置に加え
着手後は進捗状況等が加わる。

工事の着手時期の想定と作業手順の検討も同時に
行う。例えばコンクリート被覆塗装工においては、わ
ずか 0.1m² であろうと 1 日 1 層のみの施工しかできない。

表一 2 施工フロー



表一 3 工事施工箇所一覧表

箇所別	現場状況	施工箇所	作業時交通規制の有無等	仮設備の形態	仮設施工数量	特に懸念される 気象状況	作業中止基準
高見崎橋	歩道に掛る橋	上部工の断面 修復工および 現場塗装工(	交通規制無し	パイプ吊足場	70m ²	強風	雨量 緊急避難 ・15mm/h又は 連続80mm/6hを 超える降雨
※鬼伏 横断 BOX	国道直下の横 断溝	BOX内側壁及 び頂版 断面修復およ び現場塗装工 (含浸材塗布)	交通規制無し	枠組足場	39m ²	高波	風速 警戒態勢 10m/sを超える 場合 風速 緊急避難 20m/sを超える 場合
田海川 側道橋	二級河川に掛 る橋梁	上部工の断面 修復工および 現場塗装工 (6層塗)	交通規制無し	パイプ吊足場	75m ²	強風	地震 緊急避難 有感地震があつ た場合は作業中 断
栈道 12	国道に掛る栈 道橋	上部工及び橋 台の断面修復 工および現場 塗装工(含浸 材塗布)	国道片交規制 (資材搬入・搬 出時・一部作 業時)	枠組・単管傾 斜足場	1,800～m ³	強風 強雷雨	波浪 避難 作業道路、施工 箇所に影響が あつた場合
※向山7 号洞門 受台	国道洞門支柱 受台	支柱の断面修 復および現場 塗装工(含浸 材塗布)	国道片交規制 (資材搬入・搬 出時・一部作 業時)	パイプ吊足場	954m ²	強風	津波 緊急避難 地震等に伴う津 波情報が入り次 第
境 橋	二級河川に掛 る橋梁	上部工の断面 修復工および 現場塗装工 及び下部工断 面修復	国道片交規制 (資材搬入・搬 出時・一部作 業時)	パイプ吊足場	171m ²	強風	道路規制 作業中止
外波側橋	二級河川に掛 る橋梁	上部工の断面 修復工および 現場塗装工	国道路肩規制 のみ	パイプ吊足場	171m ²	強風	視界不良時 春季・夏季連休 中

※印は後に増工となった箇所

(写真—3, 図—7 参照) つまり6層あれば6日間の作業日数を要する。それに加え天候に左右されるため、施工可能日を選択すればさらに工程が延長となる。

工期の短縮を目指して最初に計画したことは、可能な限り仮設足場の設置を全箇所において行うということであった。施工箇所の気象は一樣であるとは限らない。また特に懸念される作業中止事項も異なるため、気象により作業箇所の急遽変更を可能にするためである。

(12) 施工状況代表写真



写真—1 境橋 下部工はつり作業



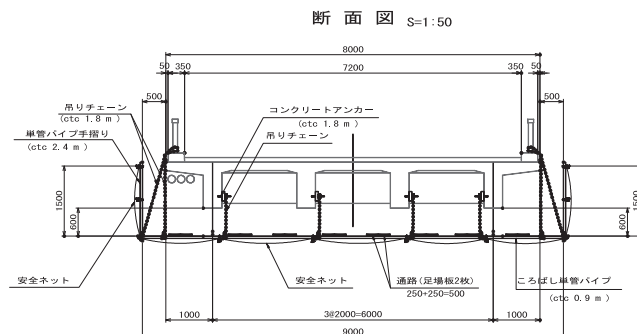
写真—2 境橋 上部工はつり作業



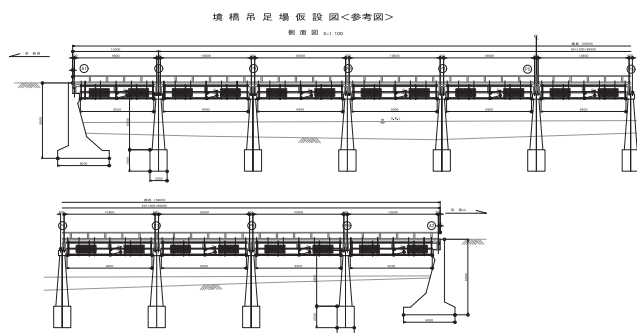
写真—3 境橋 現場塗装工段階確認

(13) 仮設備計画図

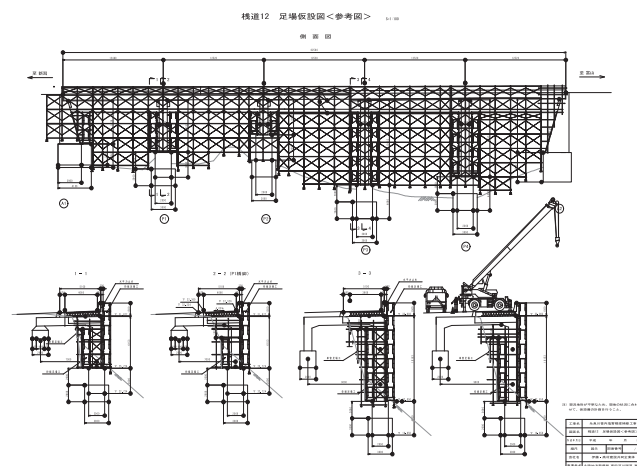
代表的仮設備計画図は以下による。



図—2 境橋 吊足場断面図

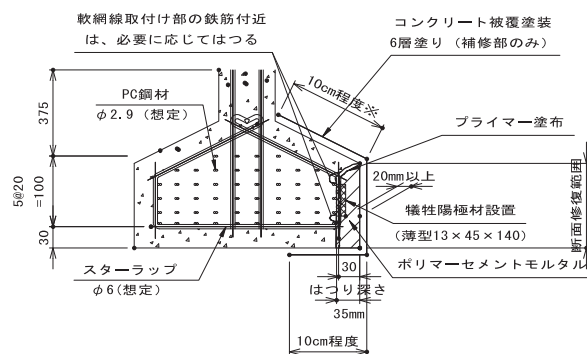


図—3 境橋 吊足場側面図



図—4 棧道12 枠組足場計画図

(14) 補修方法詳細図



図—5 断面修復工

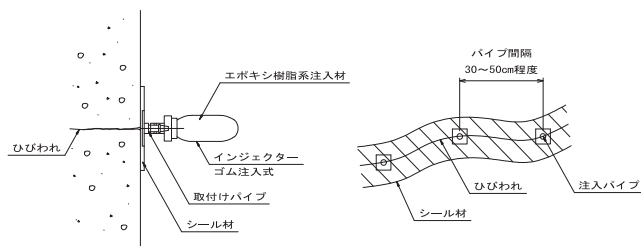


図-6 ひび割れ注入工

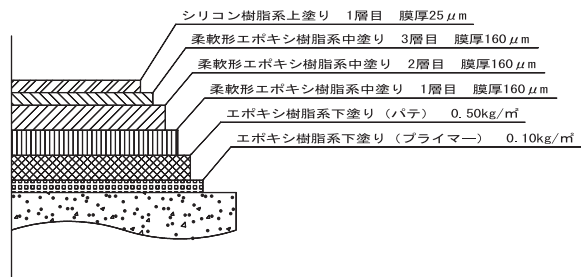


図-7 コンクリート被覆塗装工

3. 懸念される現場条件・気象条件

- ・梅雨末期（7月中旬頃）に起きやすい集中豪雨による河川の増水。
- ・国道交通規制の抑制：8月1日より8月17日までの間の国道交通規制の禁止。
- ・8月中旬以降の台風の到来による突風や高波。
- ・最終工程となる被覆塗装工には、11月以降は施工可能条件を満足する日が極端に少なくなる。
- ・工事箇所が多いこと、仮設備が現場の数だけ必要であること。

4. 対策

(1) 目標工期

気候の安定している4月、5月に集中して作業を行い、7月末までに現場作業を終了させる工程を組む。

(2) 気象観測

風速・風向・雨量・気温・湿度を現場事務所にて24時間観測を行い、作業中の気象を把握し記録する（写真-4参照）。

現場では簡易デジタル風速計（気温・風速観測）を使用しながら作業を行う（写真-5参照）。

(3) 気象予測

境橋においては、河川内作業（写真-2参照）の必要があるため、安全気象モバイル KIYOMASA を使用して気象の把握と予測に努める。（写真-6～9参照）他に携帯iモード、インターネット等を活用する。



写真-4 気象観測機器のPC画面



写真-5 簡易デジタル風速気温計

5. 安全建設気象モバイル KIYOMASA とは

(1) 説明

KIYOMASA とは戦国時代の武将 加藤清正公になぞらえて命名したとのことである。

詳細はホームページに掲載されているが、局地豪雨・落雷・突風等の気象の急変や警報を、現場（携帯）や現場事務所（PC）へ通知してくれるサービスである。

あらかじめ現場位置を緯度経度にて登録することにより10分単位、1kmメッシュ経緯度レベルにて、降水の強弱を7段階予測で行い、現場ごとに条件設定が可能な注意喚起アラートメールとともに、瞬時に携帯とPC合わせて20アドレスまで、配信が可能である。

その他のサービスとしては、週間気象予測、高度別最大風速予測、雷危険度予測、アメダス気象観測報、WBGT熱中症予防情報、ヒヤリ・ハット指数等があり、緊急防災情報やそれぞれの気象の予測アラートメールの送信に加え、オプションではあるが波浪予測（波高、周期、波向、風）がある。

今回主に利用した境橋現場は海岸線に近く、全施工箇所中一番施工数量が多かったこともシステムを利用した理由である。

利用方法としては、現場より1km上流を観測地点として登録。（現場到達前に避難する時間を確保するため）上流での降水量を把握し、現場では橋脚に設置された水位計（写真-15参照）を監視することにより避難時の水位を定めて安全対策とした。

(2) システムにかかる費用

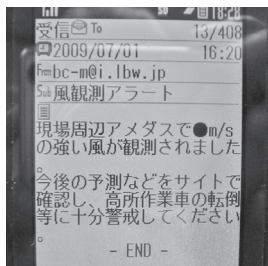
初期設定費 ¥30,000/1 現場

情報料 (オプション含) ¥8,500/月

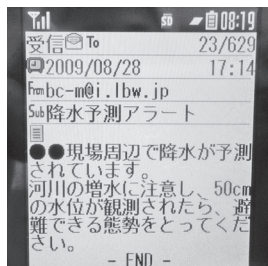
(3) 携帯へのアラートメール例

実際の携帯へのアラートメールを写真—6～9に示す。

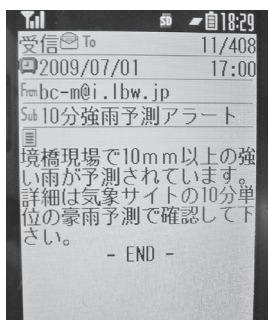
ただし避難時作業中のアラートメールを撮影するほどの余裕があるわけもないので、あくまでも例である。



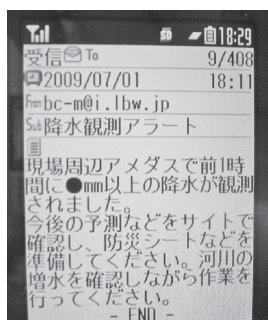
写真—6 風観測アラート



写真—7 降水予測アラート



写真—8 10分強雨アラート



写真—9 降雨観測アラート
※アラートメールの注意書きは
対応策等の入力が可能

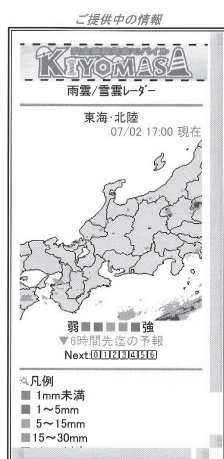
(4) 携帯・PC への配信画面の例 (写真—10～14)

(5) 有義波高

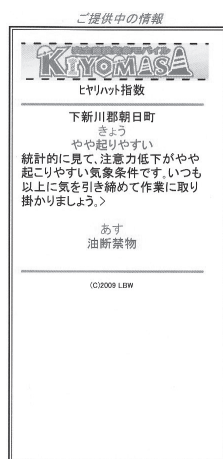
波浪予測は72時間先までの有義波、周期、最大波、波高、風向風速を配信する。



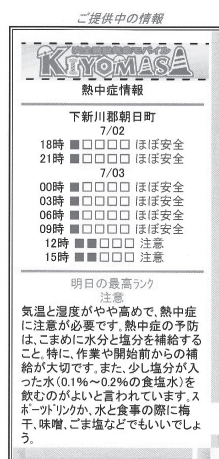
写真—10 豪雨予測



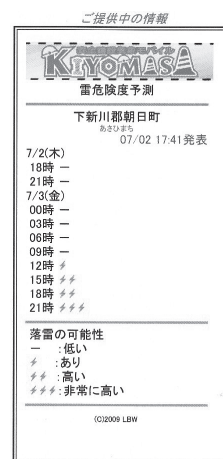
写真—11 雨雲レーダー



写真—12 ヒヤリ・ハット指数



写真—13 熱中症情報



写真—14 雷危険度予測

6. 気象モバイル利用による避難事例

(1) 経緯

日時: 7月10日当日の作業予定

境橋上部工: 吊足場架設作業

境橋下部工: コンクリートはつり作業

6:30a.m. 強雨予測メール着信

7:00a.m. 注意報発令メール着信。水位確認

7:30a.m. ~水位計常時監視。避難水位に達せず

8:00a.m. KY 後、作業開始 (河川内資材等撤去)

8:30a.m. 注意喚起メール着信 (10 mm/h 超の降水確認)

避難水位に達し避難指示

8:35a.m. 河川内より全員避難完了

注意喚起メール 10 分間隔にて着信続く

待機するも連続豪雨は続き水位は上昇する

9:00a.m. 境橋現場の作業を中止し他の現場へ移動

(2) 河川状況写真



写真—15 平常時の境川水位



写真—16 避難後の境川水位

(3) 考察

当日の天候については前日までの気象から予測していたため、当日のミーティングにて全員で気象予報を検討し、中止となった場合の作業工程を確認済みであり、混乱することなく予定の行動がとれた。また避難訓練の実施後であったことも幸いしたことと思う。けっして劇的でなく、また間一髪でもないことが重要だと思っている。

当日の強雨については局地的であったため、他の作業箇所では問題なく作業が可能であり、工事進捗に影響もなかった。点在する工事箇所が決して不利な条件とはならなかったのである。

この現場では別の日にも注意報発令情報メールによる作業中止があったと記憶しているが、まずこのシステムの情報発信の速さと提供情報の多さ、何より正確さに感心させられた。

他の情報としての、ヒヤリ・ハット指数や熱中症情報、雷危険度（写真—12～14 参照）などはプリントして、始業前ミーティング時全員で確認する、といった使用方法をとったがこちらも有意義な情報だったと感じている。

7. おわりに

注意喚起アラートメールは中止基準に近づくほど、頻繁に着信する。どう受け止め行動するかは現場管理者の判断によるが、作業中止基準に達した時点で迷わず指示を出し行動を起こすことである。情報を真摯に受け止める気持ちがなければどんな対策をしても意味はない。

悪天候時は、作業中はもちろん休日・夜間を問わず気が休まることはない。気象の変化をいち早くキャッチし、時期や期間をある程度予測ができたなら、より確実な実施工程が組めるはずと考えたのがこのシステムを導入した動機である。

現場の安全とコンクリートのひび割れの抑制は似ていると個人的に思っている。コンクリートのひび割れは様々な理由により起こり、なくすことはできないともいわれるが、労働災害もまたヒューマンエラーがある限りゼロにはならないものらしい。しかしコンクリートの打設は、手順を守り丁寧な施工を行うことで、ひび割れを減少させることができるし、労働災害もまた作業手順を守り、危険に対する予測と対策を行うことによって少なくなるものと思っている。

危険予知活動というが、作業手順が不明では危険性の予知などできるはずもない。加えて気象も予測することができれば、危険予知もより確実なものとなるはずである。

作業予定が変更になることは時にはあるが、想定外の作業への着手の危険性は高くなる。前もって想定された作業を行うことは、例えば「落石注意」の看板の効果に似てはいないだろうか。避けようもない落石であっても、意識の中に落石があるかも知れないと思えば被災の程度も軽減されると聞く。

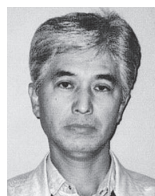
最後に、当工事の現場作業は8月10日で完了した。工期を3か月残しての完了であった。作業班は原則2班（10名程度）で行い作業員の増員もしていない。

工事箇所が2箇所増工になったことを考えれば、当初計画工程の7月末にはほぼ準じたことになる。その理由の一つには気象の予測を効果的に活用できた工程管理にあると思っている。

J|C|MA

【筆者紹介】

清水 一雄（しみず かずお）
（株）伊藤建設
土木部
工事長



山岳トンネル施工機械における 品質および安全確保技術

機械部会トンネル機械技術委員会 品質・安全確保分科会

(社)日本建設機械化協会機械部会のトンネル機械技術委員会では委員会活動において協会の事業計画のなかで調査研究活動の重点項目にあげられている「品質確保の促進」「安全の推進」について分科会を設け活動を行った。分科会は建設業、機械メーカー、建機レンタル業などの会社で構成されている。本稿では分科会活動で行った山岳トンネルで使用されている施工機械について安全確保技術を中心に調査した内容を取りまとめ整理したものの一部を紹介する。

キーワード：機械化協会分科会活動、山岳トンネル施工機械、安全対策機器、保守向上機器

1. はじめに

品質・安全確保分科会では山岳トンネルの施工に使用する代表的な機械（ドリルジャンボ、バックホウ、自由断面トンネル掘削機、ホイールローダ、ダンプトラック、バッテリー機関車、シャトルカー、ベルトコンベア、コンクリート吹付機）を選定しそれぞれの機械に関する品質・安全確保技術について調査・とりまとめを行った。とりまとめを行った構成は以下のとおりである。

- ①概要（代表機種一覧、分類・種類、特徴）
- ②安全対策機器（事故・ヒヤリハット事例、安全機器一覧、主要安全機器の紹介）
- ③保守向上機器（保守向上機器一覧、主要保守向上機器の紹介）

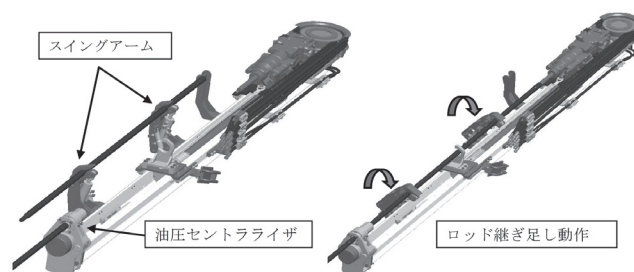
「事故・ヒヤリハット事例」については平成20年度に当委員会の分科会でまとめたものを紹介し、どのような危険がある機械であるかを記述した上でその機械の代表的な安全対策機器を紹介する事にした。施工機械の品質については明確な範囲の設定が困難であり、施工に係わる事柄が含まれると範囲が広くなりとりまとめが難しくなるので、保守向上技術について取り上げ安全確保と同様にまとめた。主要安全機器および主要保守向上機器の紹介は、安全機器一覧・保守向上機器一覧に記載したなかから代表的なものを抽出し機器の機能や特徴をメーカー資料、図、写真などを添付しまとめている。

本稿は分科会で整理したもののうち主要安全機器の紹介についての一部を抜粋したものである。

2. ドリルジャンボ

(1) ロッドセッター

長孔せん孔時のノミ継ぎに油圧クランプ、交換装置を使い自動交換を行い、安全施工と省力化を行う。継ぎ足すロッドをスイングアームでつかみドリフト側に移動させ、ロッドを継ぎ足す（図—1）。



図—1 ロッドセッター説明図

シンプルな構造でロッドを確実につかむことができ、ロッドの継ぎ足し、回収が容易に行える。標準6mせん孔を遠隔操作により、簡単に行える。

【ロッドセッターの効果】

- ①ロッドの継ぎ足しおよび回収作業の全てを機械化し、遠隔操作により、マンゲージ内作業者が不要
- ②重いロッド継ぎ作業からの解放
- ③ワンマンで全ての作業が可能

(2) バックモニター

ドリルジャンボの後退時、死角となる後方をモニターしながら安全を確保する（写真—1, 2）。

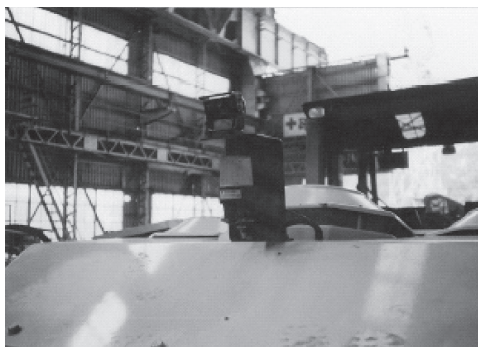


写真-1 CCD カメラ



写真-2 カラー液晶モニター

3. 油圧ショベル

(1) 接触防止装置

車両周辺の作業者と接近した場合に警報音等で危険を知らせるシステム。まだ標準装備とはなっていない模様。感知方法には光電式（図-2）と超音波式（図-3）がある。

4. 自由断面トンネル掘削機

(1) 自由断面掘削機の自動掘削システム

自由断面トンネル掘削機の掘削を自動化することにより、外周掘削の目安としてトンネル切羽へのペイントによるマーキングや掘削直後の掘削進行長等の確認（図-4）を行わなくても良いため安全施工が可能となる。トンネル線形上の断面を簡単な操作で高能率・高精度で自動掘削出来るようにしたものである（写真-3, 4, 図-5）。

光電式障害物センサー（クルージングバル）

- 軽量・コンパクトなシステム制御装置と赤外光を利用した光電スイッチの働きで、障害物を瞬時に捉え、音と点滅光で、即座に知らせてくれる安全補助装置です。
- 主に油圧ショベルやクローラークレーンなどの旋回作業時の接触防止や挟まれ防止に最適。



光電スイッチ



アラームボックス

感知範囲

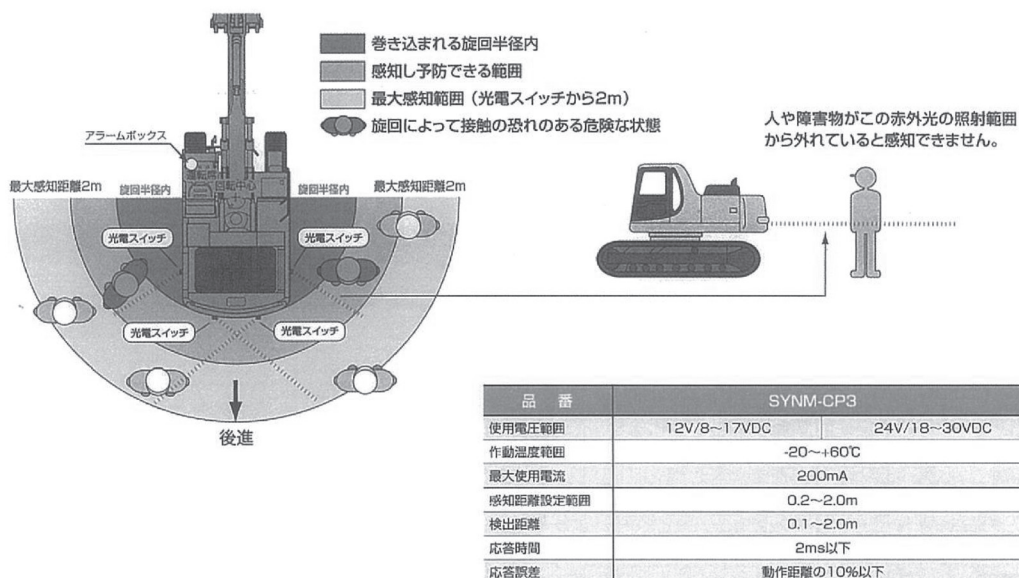


図-2 接触防止装置（光電式）

超音波式障害物センサー（ミハール）

- 超音波を利用した安全補助装置です。
- 検知距離が最大7mと大きくローラーの様な走行する車両への搭載に最適。

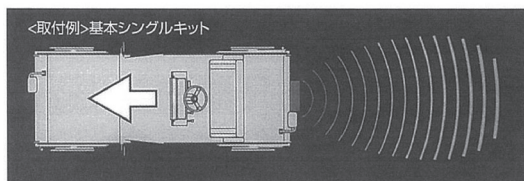
型 式	ミハールⅣ
検知方式	超音波エコー検知方式
検知距離	最大7m（3段階可変式）
使用電源電圧	DC12～24V（12V車/24V車兼用）



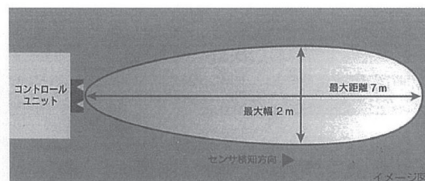
コントロールユニット



警報ブザーユニット

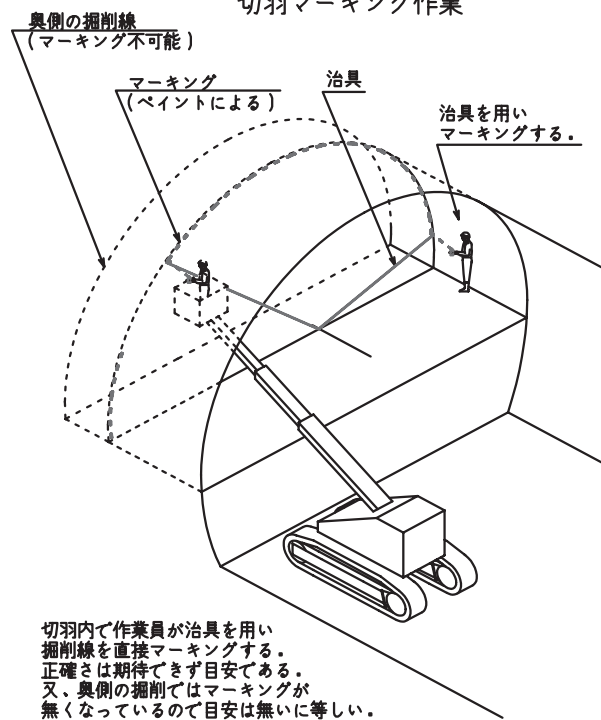


必要に応じ、車両前後・両サイドへのセンサユニットの増設可能（オプション）。

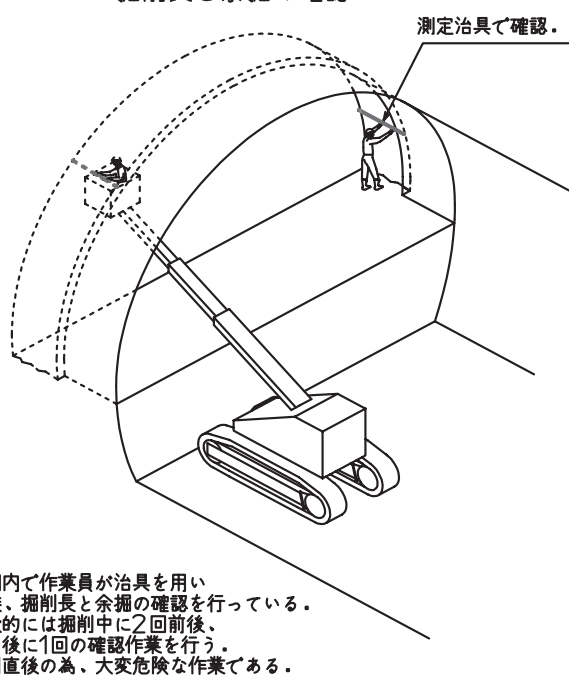


図一 3 接触防止装置（超音波式）

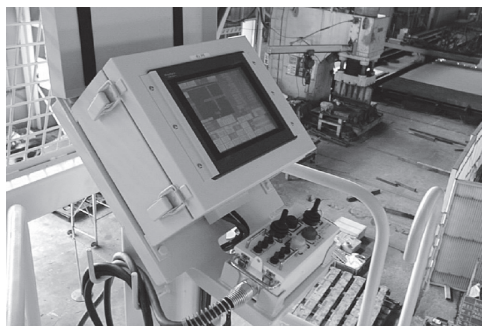
切羽マーキング作業



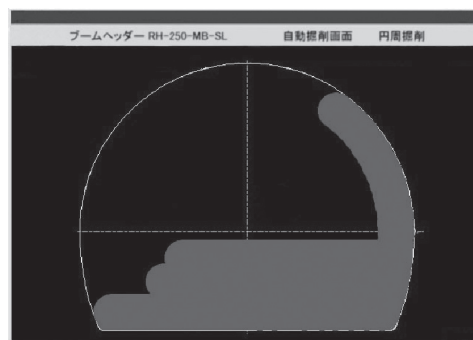
掘削長と余掘の確認



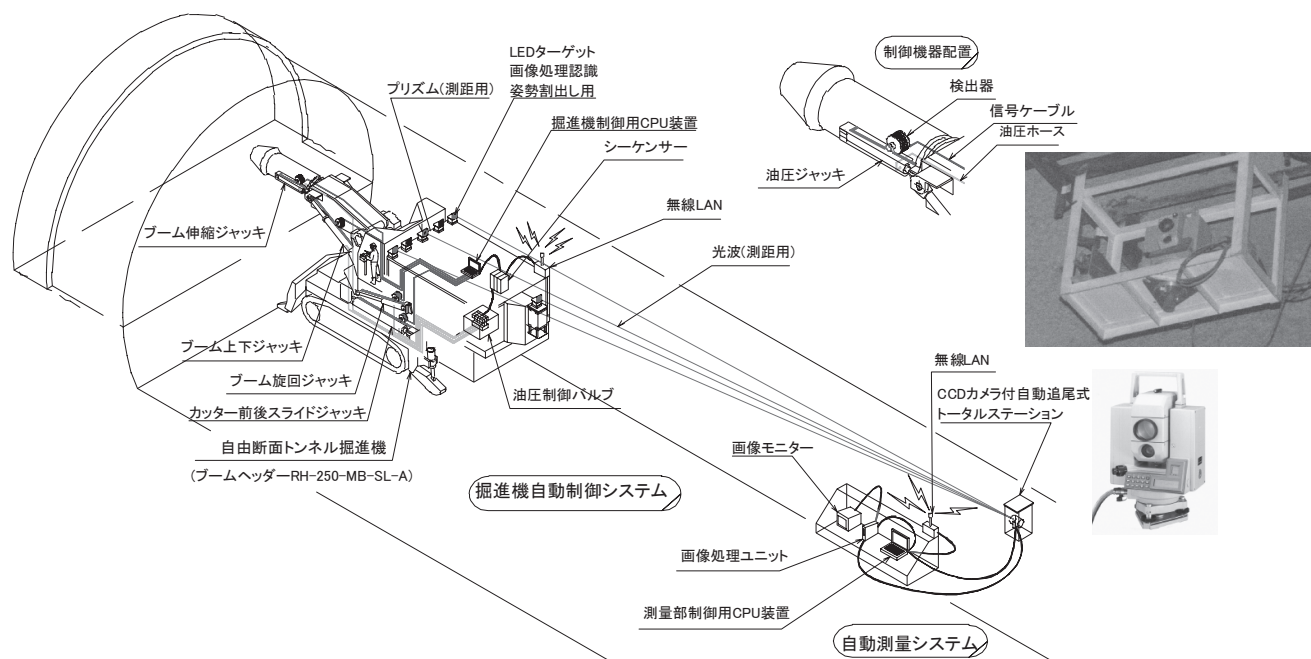
図一 4 無支保区間での作業手順



写真一 3 運転席



写真一 4 自動掘削画面



図ー5 自動掘削システム機器配置詳細図

5. ホイールローダ

(1) 荷役装置ロックレバー

作業機レバー後方には、走行時の作業機の誤作動を防ぐ油圧ロックスイッチを装備し、スイッチをオンにすると作業機レバーが無効となる（写真ー5、6）。



写真ー5 荷役装置ロックレバー（機械式）



写真ー6 荷役装置ロックレバー（電気式）

(2) 荷こぼれ低減装置

荷こぼれ低減装置は走行性と安定性を高める。バケットとリフトアームがアキュムレータ中の窒素ガスを圧縮し、揺動を抑える事により、ロード&キャリア中の走行速度を速め、サイクルタイムを向上、荷こぼれを防止する（写真ー7、8）。



写真ー7 ロード&キャリア中の安定性

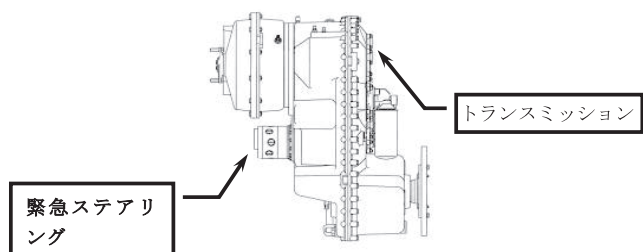


写真ー8 キャブ右上にあるスイッチ

6. ダンプトラック

(1) 緊急ステアリングポンプ

走行中にエンジンが停止した場合に油圧低下を防ぐ緊急ステアリングポンプ（図—6）を装備する場合がある。ポンプ軸がトランスミッションの出力軸に接続されているので、エンジンが停止しても車輪側から動力が供給される。



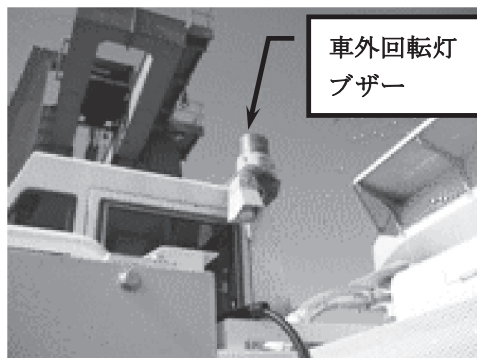
図—6 緊急ステアリングポンプ

(2) ダンプ警告灯，車外回転灯

車両が走行中である，あるいはベッセルが上昇した状態であることなどを回転灯やブザー音を用いて周囲の作業員やオペレータに警告する（写真—9，10）。なお，近年は，車外灯等も含めて玉切れのないLED灯の採用が進んでいる。



写真—9 ダンプ警告灯



写真—10 車外回転灯およびブザー

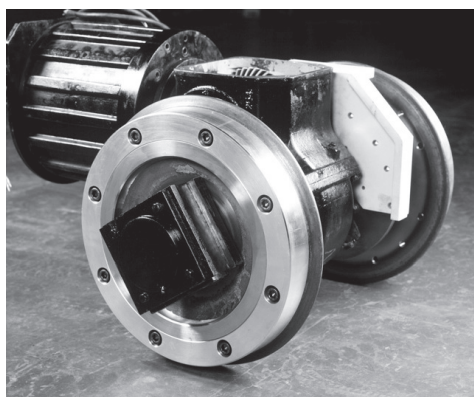
7. バッテリーロコ

(1) 居眠り防止システム

長距離施工等で運転時間が長くなるとレバーを入れっぱなしの半自動走行になるため運転員が眠くなり，周りの安全確認がおろそかになる可能性がある。それを防止するシステムが「居眠り防止システム」である。このシステムで運転中の定期的な確認動作を行うことにより，居眠りや注意力の低下を防ぎ，安全な運転が可能となる。サーボロコの運転時にレバースハンドルを操作し発進させる。このレバースハンドルを投入することにより居眠り防止システムは起動する。レバースハンドルの操作から2分間は通常の走行をするが，2分後に集合表示灯の白色ランプが点滅し始め注意を促す。この集合表示灯点滅時にリセットボタンを押すことによりさらに2分間は走行可能となる。集合表示灯点滅から15秒以内にリセットボタンが操作されなかった場合，運転手に居眠り等の不具合が起きたものと自動的に判断し，走行ホーンの走行音を自動的に変更して周囲にも注意を促す。この走行音変更からさらに15秒後にサーボロコは自動停止する。

(2) 高粘着性車輪装置（アルキャン車輪，写真—11）

車輪とレール間の摩擦抵抗を高めてバッテリーロコの牽引力を増加させ，制動距離を短くするために開発された高粘着性の車輪用新材料。摩擦係数は従来の0.2程度から0.4程度まで増加している。このことから，高粘着性車輪装置付サーボロコは容易な運転操作性だけでなく，高速走行性能および制動距離の短縮が可能になり，長距離輸送時における高速運搬や安定した登降坂と牽引力の増加を図ることが可能である。耐摩耗性は若干劣るが，摩擦係数が非常に大きく，トンネル工事現場における車輪材料としてのメリットは大きい。



写真—11 アルキャン車輪

8. 連続ベルトコンベヤ

(1) 中間ブースター安全通路 (写真—12)

坑内中間ブースタードライブ部に設けられた安全通路事例を示す。



写真—12 中間ブースター安全通路

(2) 連続ベルトコンベヤ下部養生ネット (写真—13)

ベルトコンベヤ下部に巻き込まれ防止用の養生ネットを設置した事例を示す。



写真—13 連続ベルトコンベヤ養生ネット

(3) 切羽部防護、覆工部防護、回転部防護

(写真—14～16)

機械各所において巻き込まれ防護対策を行っているが作業上の運用や教育により補完しなければならない場合も多い。



写真—14 切羽部防護



写真—15 覆工部防護



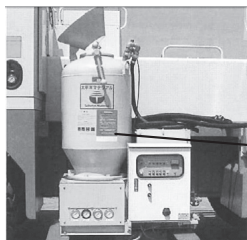
写真—16 回転部防護

9. コンクリート吹付機

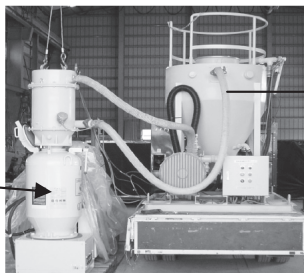
(1) 急結剤補給装置 (写真—17)

粉体急結剤の品質を保ち、異物の混入を防ぐことにより目詰まりトラブルを減少させる。

また吹付け作業中に急結剤を人力で補給することが無くなり作業効率があがる。



急結剤供給機（吹付け機架装）



急結剤補給装置から補給



急結剤補給装置を一体架装した例

写真— 17 急結剤補給装置例

《その他急結剤補給装置採用により期待される安全性》

- ・補給作業が省力化され、粉じん曝露や、荷上作業による高所からの落下事故防止につながる。
- ・強アルカリ粉じんの曝露に伴う被傷を防止できる。

(2) 急結剤リフト装置（写真— 18）

急結剤袋を荷上げストックする装置。人力で荷物を持って台車を昇降する、または受け渡しをする場合の転落リスクを防止し、作業効率改善の為の装置である。



写真— 18 急結剤リフト例

10. おわりに

山岳トンネル工事における事故・ヒヤリハットは様々な要因によって発生する。事故・ヒヤリハット事例によると機械装置による未然防止が困難なものが多く見受けられるが、安全対策機器を装備し使用する事によりいまだ発生していた事故・ヒヤリハットの発生確率を下げる事が可能である事例も多くある。山岳トンネル機械は特殊な環境で使用される事を考えると、使用者と製造メーカーが協力しより安全な機械に改良していく努力が必要と考える。

J C M A

移動式クレーンの施工時安全対策

腰 越 勝 輝

近年、移動式クレーンは大型化、高性能化、軽量化、コンパクト化、運搬トラックの削減化をコンセプトに目覚ましい発展を遂げている。それと同時に高性能・高機能であるがゆえの複雑化が伴い、ヒューマンエラーに繋がることも多かった。

本文では、建設現場等でよく使用され、比較的事故が多い機種であるラフテレーンクレーン、積載形トラッククレーン及びクレーン機能を備えたドラグ・ショベル（油圧ショベル）を例にとって、安全管理をする技術者にとって必要と思われる知識や、安全作業を目指した提案を紹介する。

キーワード：クレーン、移動式クレーン、ラフテレーン、トラッククレーン、ドラグ・ショベル、反力、安全管理

1. はじめに

生産現場において移動式クレーンは便利で無くてはならない機械であるが、誤った使い方をすると大きな事故に繋がることもある。この事故原因として、構造上の特徴の把握不足とヒューマンエラーの複合形が起因要素の一つになっていることも想定される。

近年、移動式クレーンは大型化、高性能化、軽量化、コンパクト化、運搬トラックの削減化をコンセプトに目覚ましい発展を遂げている。それと同時に高性能・高機能であるがゆえの複雑化が伴い、ヒューマンエラーに繋がることも多かった。また、安全を最低限確保するための安全装置を解除しながら作業した結果の事故等が未だに多発している。

移動式クレーンは、作業条件が毎日変化することも

多く、一律の事故防止対策では対応しにくいのが現状である。今後、クレーンの安全管理ができる技術者の人材不足が危惧されるが、建設現場等でよく使用される3機種を主な対象に移動式クレーンを管理する技術者にとって必要と思われる知識や、安全作業を目指した提案を紹介する。

2. 移動式クレーンの分類と運転者の資格

(1) 移動式クレーンの分類

移動式クレーンは、労働安全衛生法施行令で「原動機を内蔵し、かつ、不特定の場所に移動させることができるクレーン」と定義されている。移動式クレーンは、通称で、トラッククレーン、オールテレーンクレー



写真1 ラフテレーンクレーン



写真2 積載形トラッククレーン



写真3 クレーン機能を備えたドラグ・ショベル

ン、積載形トラッククレーン、ホイールクレーン、ラフテレーンクレーン、クローラクレーン、ミニクローラクレーンなどに分類される。

なお、その他の移動式クレーンとして「クレーン機能を備えたドラグ・ショベル（油圧ショベル）」があるが、災害統計上はクローラクレーンに分類されている。また、つり上げ荷重が1t以上5t未満の移動式クレーンを小型移動式クレーンと称している。

(2) 移動式クレーン運転者の資格

移動式クレーンを運転するには、移動式クレーン運転士免許取得、技能講習または特別教育を修了していなければならない。すなわち、つり上げ荷重5t以上は移動式クレーン運転士免許取得者、1t以上5t未満は小型移動式クレーン運転技能講習修了者、1t未満は特別教育修了者でなければ運転してはならない。表―1に移動式クレーンと運転者の資格の一覧を示す。

3. 移動式クレーンの安全管理ポイント

(1) ラフテレーンクレーンの安全管理ポイント

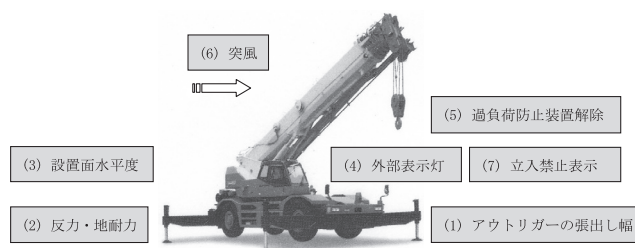
過去の転倒事故例を見ると、過負荷作業での転倒が最も多く、過負荷防止装置の自動停止機能を解除したことが原因と思われる。また、アウトリガーの張出し幅が不均等の場合で、張出し幅が小さいほうへ旋回した結果の転倒事故が多い。

その他、アウトリガーフロート部の沈下・陥没によるものや、長尺ジブ（以降、主ジブをブームと称する）の状態では突風を受け、ブームとつり荷が大きく揺れた結果による事故例もある。

死亡災害の中では、つり荷の落下によるものが多く、つり上げ荷重20t以上30t未満のクレーンで多く発生している。

ラフテレーンクレーンは年を追って大型化し、機動性がある使い勝手の良い移動式クレーンであるが、間違った使い方をすると、転倒等の事故に繋がる恐れがある。

ここで、安全管理上のポイントを示す（図―1）。



図―1 ラフテレーンクレーンの安全管理ポイント

① アウトリガーの張出し幅

アウトリガーの張出し幅は、最大張出しが基本である。中間張出しでも作業可能であるが、定格総荷重が減少すること及びアウトリガー張出幅自動検出装置付きの場合も、張出し幅の入力を間違えないよう注意する必要がある。

② アウトリガー反力と地耐力

アウトリガーの反力は50tラフテレーンクレーンで32t（314kN）前後、25tラフテレーンクレーンでも22t（216kN）前後となる。反力は、ブーム長、作業半径、負荷荷重等によって変化するが、各クレーンメーカーのホームページで算出可能である。

アウトリガーの反力に対する鉄板養生の目安は、(社)日本建設機械化協会発行の「移動式クレーン、杭打機等の支持地盤養生マニュアル」に記載されているので参照されたい。なお、反力30tでN値6～8程度の粘性土の場合は、1.2m×1.2mの22mm鉄板敷となっている。

クレーン等安全規則第70条の3（使用の禁止）に、軟弱地盤、埋設物その他地下に存在する工作物が損壊するおそれのある場所等で、鉄板養生無しでの移動式クレーンの作業を禁止している。その他、不十分な埋め戻し地盤、強度の不明な構台、法肩部、U字溝等地下空洞部には注意が必要である。

③ 設置面水平度

クレーンの安定度は、水平堅土上で静かに運転した場合が前提となっており、傾斜地や構台乗り入れ部等でやむを得ない場合は、傾斜調整架台等の上に設置する。（参考：クローラタワークレーンの場合は、タワーブーム垂直、ジブ上限無負荷時の後方安定度他から、設置

表―1 移動式クレーンと運転者の資格

つり上げ荷重	移動式クレーン運転士免許	小型移動式クレーン運転技能講習	移動式クレーン特別教育	備考
5t 以上	○	○	○	移動式クレーン運転士に対する安全衛生教育：クレーン免許取得後概ね5年を経過した運転士に対して、新しい知識を付与する目的で講習が行われている。 於：(社)日本クレーン協会各支部等
1t 以上 5t 未満	○	○	○	
0.5t 以上 1t 未満	○	○	○	

地盤の傾斜角が厳しく定められているので注意が必要である。)

④負荷状態の外部表示灯

作業中の負荷状態を外部へ表示させる3色表示灯で、クレーンの負荷状態が90%未満の場合は緑ランプが点灯、90%以上100%未満の場合は黄ランプが点灯、100%以上の場合には赤ランプが点灯する。

黄ランプ点灯は要注意である。

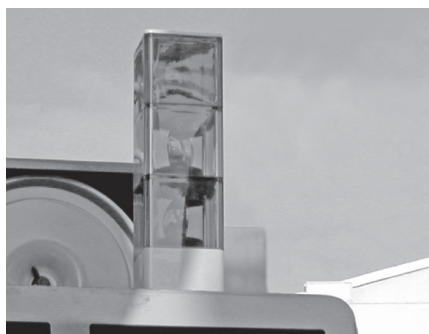


写真-4 外部表示灯

⑤過負荷防止装置解除キー

一般に運転室には過負荷防止装置を解除できるキーが付属されているが、このキーを解除したことによる事故例が多い。解除している場合に、外部表示灯の赤ランプが点灯するものもある。

最近では、当該解除キーを外して現場に入場するケースも多い。

解除キーを無くしたクレーンや、解除しても過負荷時には停止するクレーンが開発されている。

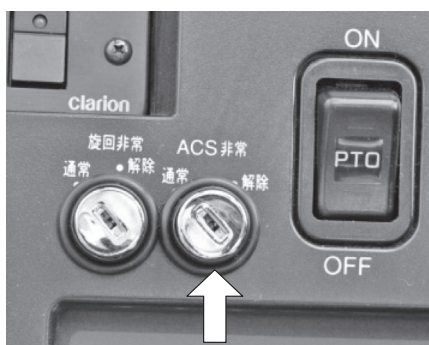


写真-5 過負荷防止装置解除キー

⑥突風

移動式クレーンは、作動時風速が16 m/secで設計されているが、長尺ブームの場合等、突風時には、ブームとつり荷が風を受けることにより転倒の恐れもある。強風(10分間の平均風速が10 m/sec以上の風)のため危険が予想されるときは作業を中止する必要がある(クレーン等安全規則第74条の3)。

(2) 積載形トラッククレーンの安全管理ポイント

積載形トラッククレーンの過去の事故原因をみると、機体、構造部分の折損、倒壊、転倒したものが多く、次いで、つり荷の落下によるものが多くなっている。平成21年のデータを見ても、両者で7割を超えている。

積載形トラッククレーンはブームの方向、空車時・積載時によって性能特性が大きく異なるので特別な注意が必要である。通常、定格総荷重表は空車時、後方・側方領域で、アウトリガー最大張出と最小張出の性能を示している。



図-2 積載形トラッククレーンの安全管理ポイント

①性能特性と作業領域

旋回中心と転倒支点間距離が旋回方向により異なるため、後方・側方・前方の作業領域で安定度に極端な差が出る。

後方領域は最も安定が良く、安定度にほぼ関係無く強度限界内で巻上げウインチの能力一杯の荷物をつり上げることができる。

側方領域の中で、最も安定度の悪いブーム方向は、アウトリガーと後輪とを結ぶ線に直角の方向であり、図-3に示す方向である。空車時定格総荷重表は、この部分の安定度を基に設定されている。

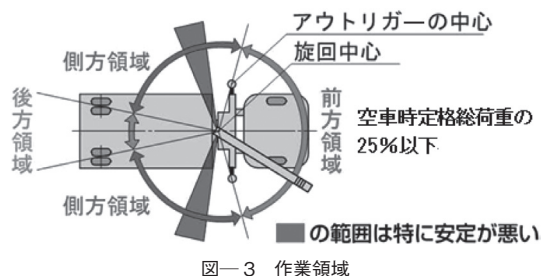


図-3 作業領域

前方領域は安定度が著しく悪く、空車時定格総荷重の25%以下で作業する必要がある。

実際の作業では、荷台の積載により安定度が変動し、同一旋回方向でも積載物の重量、位置により安定性能に差が出る。また、積載物の積み降ろしにより自重が変動し、安定性能も変動する。多くの積載物を降ろす場合は、作

業半径が順次小さくなるように、荷台後方の積荷から降ろす。後方領域から側方領域へ旋回し、更に上記の安定最弱方向を通過させる時は、細心の注意が必要となる。

②アウトリガー反力と地耐力

積載形トラッククレーンのアウトリガー反力は、性能特性が大きく変動するため通常明らかにされていないが、思ったより大きいというのが実感である。積載形トラッククレーンのアウトリガーフロートは比較的小さく、敷板使用が絶対条件となる。また、アウトリガー反力が少なくとも6tを超える場合は、地盤により、敷板の下に更に鉄板敷き等が望ましい。前述の「移動式クレーン、杭打機等の支持地盤養生マニュアル」では、反力10tでN値6～8程度の粘性土の場合は、0.6m×0.6mの厚さ70mm敷板となっている。運転手では地盤の評価が出来ないケースが多い。軟質土の上での作業は、事業者側で鉄板敷き等の必要性を指導されることが望まれる。また、日頃より概略のアウトリガー最大反力を明らかにすると共に、小型移動式クレーンの技能講習時に地盤の強さ（支持力）の項目を、今後更に充実させることが望まれる。

また、技能講習終了後概ね5年を経過した運転手に対しても、移動式クレーン運転士に対する安全衛生教育を受講されることを指導されたい。

③荷重計

つり上げ荷重3t未満の移動式クレーンでは、法令上は検定に合格した過負荷防止装置を必要とせず、過負荷防止装置以外の過負荷を防止するための装置を取り付ければ良い。これは、つり荷の質量のみを検出する装置を含むものであり、荷重計等が該当する。

現在、積載形トラッククレーンで多く使用されている荷重計は、巻上装置用油圧モーターの作動油圧力を荷重に変換したもので、巻上装置の巻上げ時のみ、つり荷の質量を示す。したがって、停止時や巻下げ時、他の操作時には、つり荷の質量を示さないので注意する必要がある。

なお、過負荷を防止するための装置として、(社)日本クレーン協会規格に適合した安全装置が開発販売され



写真-6 荷重計

ているので、事故防止のために積極的な導入の推進指導が望まれる。

④ブームの格納

作業後にブームを未格納のまま走行し、電線等に接触・切断する事故が未だに多発している。作業後のブームやアウトリガーの格納状態を自動検知して、未格納なままでの危険な走行を防止する安全装置も開発されている。

その他として、遠隔操作スイッチ（有線、無線）の押し間違い事故が多い。荷物等を介錯しながらの操作は非常に危険であり、手元をよく確認しながら操作する必要がある。

(3) クレーン機能を備えたドラグ・ショベル（油圧ショベル）の安全管理ポイント

クレーン機能を備えたドラグ・ショベルの過去の事故例を見ると、操作ミス等による、はさまれ事故が最も多く、次いで、機体の転倒によるものが多くなっている。

クレーン機能を備えたドラグ・ショベルには、(社)日本クレーン協会規格に適合した過負荷制限装置をはじめ、各種の安全装置等が備えられている。これらの安全装置は、切替えスイッチによりその機能を有効にするものであり、クレーン作業に際しては必ず安全装置を有効な状態にして使用することが必要である。

①移動式クレーン仕様機の確認

移動式クレーン仕様機は過負荷制限装置他の安全装置等を備えているので、図-4に示す特徴を確認することが必要である。なお、クレーン機能を備えたドラグ・ショベルでクレーン作業を行う者は、車両系建設機械運転技能講習の他に、小型移動式クレーン運転技能講習を修了していなければならない。

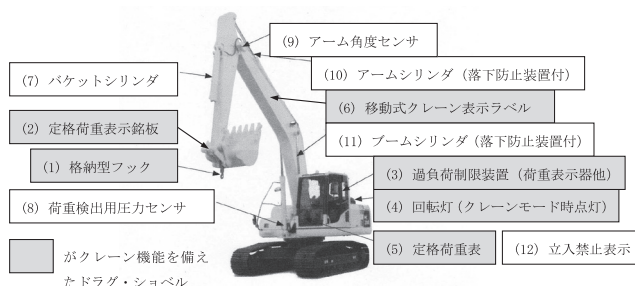


図-4 クレーン機能を備えたドラグ・ショベルの各部の名称と安全装置

②高速旋回の禁止

クレーン仕様への切替えによりエンジン回転数は下がるが、ゆっくりとしたレバー操作を行い衝撃や反動のないようにする。特にドラグ・ショベルの旋回速度

は速いので、低速で旋回操作を行い、つり荷の振れをできるだけ小さくすることが必要である。

③水平で平坦な場所に設置

クレーン機能を備えたドラグ・ショベルは水平で平坦な場所に設置する。やむをえず凸凹のある所でクレーン作業を行う時は、平坦に養生後、敷鉄板などを使用し地面の間にすき間が無いようにする。また、傾斜地や軟弱地盤上でのクレーン作業は行わないようにする。

その他、クレーン機能を有しないにも関わらず、ブームに「移動式クレーン仕様」との表示をし、クレーン機能を備えたドラグ・ショベルを偽装した機械が使用されているので注意が必要である。

4. 安全作業のための提案

移動式クレーンに係る事故の多発に鑑みて、事故防止のために構造上の特徴及び運転・管理上の注意事項の見える化と、基本に忠実な運転・管理が望まれるところである。

安全作業のための提案を下に示すので、このなかでいくつかの項目が採用され、安全作業に結びつくことを期待したい。

- ①安全装置の解除を、移動式クレーン運転士に強要しない風土を構築する（事業者）。
 - ②無理を強要されても妥協しない、移動式クレーン運転士再教育を行う（クレーン拠出会社）。
- 併せて、移動式クレーン運転士安全衛生教育（免許取得後、5年経過者）を受講する。
- ③クレーン運転士を支援する安全システムを構築する。安全装置の解除時は、赤ランプが点灯し“違法作業です、直ちに作業を中止して下さい”と音声警報する（部分的にはすでに採用されている）。
 - ④安全装置を解除して作業しても、致命的な事故に繋がらないための、バックアップシステムを構築する（一部分ではすでに開発されている）。
 - ⑤定格総荷重の90%を超えた場合は、運転速度が自動的に微速になる構造にする。
 - ⑥アウトリガー最大反力（接地圧）を常時確認できるよう、機体の見やすい場所に表示する。

- ⑦いずれかのアウトリガーが反力を失うと同時に、安全側の操作以外は出来なくなる構造にする。
- ⑧機体に風速計を常備し、安全装置に連動させる。平均風速 10 m/sec 及び瞬間風速 16 m/sec を超える風が吹いた時は、警報を発し安全装置モニターに表示する。
- ⑨事業者は設置場所の地耐力等をクレーン拠出会社に提示すると共に、クレーン拠出会社はアウトリガー最大反力（接地圧）を事業者に提示し、荷重分散方法等の協議をし、これを記録に残す。
- ⑩積載形トラッククレーンは過負荷制限装置の取付けはもとより、常時つり荷の質量が表示される荷重計（デジタル式荷重計等）を積極的に導入する。

5. おわりに

移動式クレーンに係る事故・災害を防止するために、安全作業全般について述べてきたが、機械特性の見える化、違法行為の見える化、危険性の見える化が必要であると考えている。

基本的には運転者の自主管理に頼るところが多く、機械特性の把握、つり荷情報の把握、地盤情報の把握、そして基本に忠実な運転が出来れば事故・災害が格段に減少すると考える。同時に、事業者側の管理者もクレーン等の専門知識を吸収し、指導されることが望まれる。

【資料提供】(株)タダノ、古河ユニック(株)

J C M A

《参考文献》

- ・(社)日本クレーン協会：「協会規格」、「安全のすすめ」、「移動式クレーン運転の安全」
- ・(社)日本建設機械化協会：「移動式クレーン、杭打機等の支持地盤養生マニュアル」

【筆者紹介】

腰越 勝輝（こしごえ かつき）
 (社)日本クレーン協会
 「クレーン誌」編集委員 専門委員会委員
 腰越技術士事務所 代表



除雪機械の安全対策

梅 田 佳 彦

冬季における社会経済活動及び物資輸送を始めとするあらゆる分野での移手段を維持するため道路除雪は機械化され、自動車の増加と共にその高度化要求は高まり除雪機械の進化を促してきた。近年では歩道除雪においても機械化が進み、歩行者と除雪機械が共存する事が増えている。除雪機械の中でも除雪専用機械として活躍するロータリ除雪車を中心に、ここでは主に機械側での安全対策を紹介する。

キーワード：除雪機械、ロータリ除雪車、歩道用除雪車、安全対策

1. はじめに

我が国には世界で類を見ない豪雪地帯の都市が多数あり、国土のおよそ6割が積雪寒冷地に指定されている。そこにはおよそ2000万人もの人々が雪と共に暮らし、なかでも北国の大都市札幌では近年地球温暖化が問題化していながらも年間降雪量が約6mにも達し人口はおよそ190万人。積雪地域にこれほどの人が暮らすのは、世界でも極めて稀である。

冬季においての社会経済活動を維持するため、道路の除雪は数十年前にブルドーザなどの土工用機械を使用して開始され、自動車の増加と共に道路は整備延長され、維持・管理の高度化要求は除雪機械の進化を促した。道路除雪の進化と共に歩道の除雪に対する要求も高まり、現在では道路、歩道共に機械での除雪を行っている。

除雪機械にはその場所や作業形態に応じてロータリ除雪車、除雪トラック、除雪グレーダ、除雪ドーザ及び凍結防止剤散布車などがあるが、本稿では、機械除雪の中でも除雪専用機械として活躍するロータリ除雪車における安全対策を最近の動向と併せて紹介する。

2. ロータリ除雪車の概要

除雪専用機械として昭和31年に初の国産ロータリ除雪車が誕生して以来、雪災害を克服するために様々な工夫、改良が行われてきた。南北に積雪地域が伸びる我が国では、北と南での雪質も大きく変化し、それに合わせる様に除雪装置の方式も数種類のものが試されてきたが、雪質変化に対して最も安定した性能が

得られるとして、雪をかき込む「リボンスクリュー式オーガ」と、雪を投げ飛ばす「ブロウ」からなる2ステージ式の現在の形に至った。現在では出力4kW程の家庭用ロータリ除雪機から590kW級の空港用ロータリ除雪車まで種類も多くシリーズ化されているが、搭乗式の道路用及び歩道用ロータリ除雪車全てに、この2ステージ式除雪装置が採用されている。



写真一 道路用ロータリ除雪車



写真二 歩道用小型除雪車

3. ロータリ除雪車の構造概要

ロータリ除雪車は、専用車体の前面にロータリ式の除雪装置を装備した車両である。

車体の主な特徴としてステアリング機構が挙げられる。一般自動車のステアリング機構はフロントタイヤの方向を制御するフロントステアリング方式となっているが、内外輪差が大きすぎるなどの不都合があり、現在ではフレームの中央部で屈折することで方向を制御する、車体屈折式ステアリング方式が採用されている。図—1に一般的なロータリ除雪車の構造概要図、写真—3に車体屈折式ステアリング方式での操向状態を示す。



写真—3 車体屈折式ステアリング

ロータリ除雪車は他の建設機械、産業機械と同じく構造的に多くの危険源が想定されるが、その多くは建設機械に類するものであるのでここでは割愛し、除雪機械における危険源とその対策を述べる。

4. 車体構造

除雪機械は公道走行を行うため、道路運送車両の保安基準を満足しているのは当然であるが、その特徴ある構造から来る独特の危険源がある。

(1) 車体屈折部防護装置

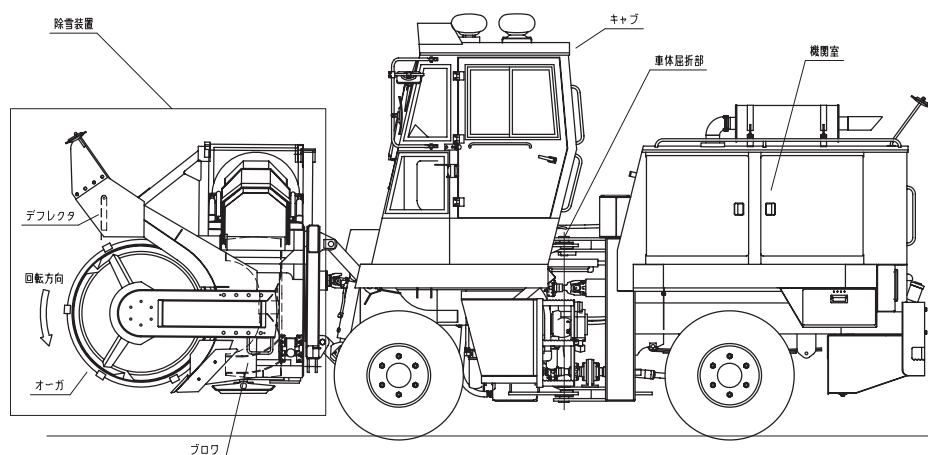
先に述べた車体屈折式のステアリング方式は、他の建設機械にも広く採用されている方式で屈折部に人を挟み込む危険性がある。PL法（製造物責任法）に基づき危険を喚起する銘板を貼り付ける等して安全に努めてはいるが、ロータリ除雪車の場合、ほとんどは大型の車体にキャブ付きであり、更にオペレータがフロントフレーム側に位置するため、屈折部付近に人が近付いたことに気が付きにくい。その為、誤って人間が屈折部に入り込めないようなガードを取り付けた。写真—4に取付例を示す。



写真—4 車体屈折部防護装置



写真—5 拡大写真



図—1 構造概要図

(2) 各種インターロック（誤操作防止）

ロータリ除雪車は走行用変速機の他に、除雪用にも変速機がある。エンジン始動時の必要条件として共に中立（ニュートラル）であることとし、エンジン始動と共にオーガが急に回転しだすことが無いようにしている。

また構造概要図に示す通り、車体前方に大型の除雪装置を備えている。この装置は油圧シリンダによる昇降機構を備えており、公道走行時には最低地上高以上に上げて保持される。走行中誤って下降させる事が無い様に走行速度、或いは走行変速段により自動的にロックがかけられる。このロックは作業開始時に改めて解除ボタンを操作するまで維持されている。

5. 除雪装置

ロータリ除雪装置は最前面にオーガを備えるものである。オーガはロータリ除雪車の中で最も重要な部分であると同時に最も危険な部分（危険源）でもある。それによる危険を少しでも回避しようと今まで様々な工夫がされてきている。その機能を以下に紹介する。

(1) オーガブレーキ

オーガは雪を砕き、かき集めるため作業時は回転するが、回送中には当然ながら停止している事が望ましい。除雪用と走行用の駆動源（エンジン）が同一であるため、エンジン稼働中でもオーガの停止を維持できるように装置とエンジンの間にはクラッチを設け、更にブレーキも設けられている。

作業中に何らかの危険を回避するためオーガを緊急停止させる場合、オーガの最大回転数からでもこのブレーキを使用して極短時間で停止させられる様になっている。またその作動スイッチは操作パネル内から独立させて配置させ、そのような状況下でも間違いなく操作可能な様に配慮されている。このオーガブレーキの機能は現在ほとんど全てのロータリ除雪車に標準的に装備されている。

(2) デフレクタ（写真—6～8）

オーガは進行方向に対し、かき込む方向（地面方向）に回転しているため除雪装置上部では吐き出す事となり、雪の塊や異物などを前方に飛散させる危険性がある。その為、装置前方上部には飛散を防止するデフレクタを装備している。このデフレクタは積雪が多い（高雪堤）時には内側に倒れ込んで除雪の障害にならない様に可倒式になっている。一方、道路除雪においては

対向車或いは側方を通過する車両への飛散が危惧されるため、必要以上に動かない様にバネが組み込まれている。この構造もほとんど全ての除雪装置に採用されている。



写真—6 デフレクタ



写真—7 高雪堤時



写真—8 道路除雪時

(3) 雪こぼれ防止板（写真—9, 10）

前述のデフレクタの発展型ともいえるものであり、除雪装置の前方右側に鉄またはゴム製の板を取り付けたものである。道路除雪時の右側方への雪の吐き出しを積極的に防止することによって、側方通過車両への危険防止となるものである。



写真—9 鉄製雪こぼれ防止板



写真—10 ゴム製雪こぼれ防止板

(4) オーガガード

固い圧雪、もしくは氷をも粉碎するため、オーガ先端には突起を持たせている。車体外部の突起であり、もちろんそのものが危険源ではあるが、それらをカバーしてしまう事は雪の入口を塞ぐ事になり作業が出来ない。

この安全にとっては相反する要求に応えるため、オーガ前面に柵状のガードを取り付けたものがある。写真—11 にその写真を示す。柵の間から雪が流れ込み、一方では人間は誤って触れることが出来ないことを期待したガードである。しかしながらこの装置については固く締まった雪の除雪作業においては柵で雪が崩れずに作業が困難となるため、柵を跳ね上げての作



写真—11 オーガガード



写真—12 跳ね上げ姿勢

業にならざるを得ない。現在のところは降り始めの圧縮されていない雪でしか効果を発揮できないのが実情である。写真—12 に跳ね上げ姿勢を示す。

(5) オーガ遠隔停止装置

ロータリ除雪車による作業は、通常は誘導員を配置し無線機などを使用して機械のオペレータと連絡を取り合って作業を行っている。その為、作業中に起きる危険は誘導員の方がいち早く気が付く事が多い。そこで誘導員が危険に気が付いたとき、無線機でオペレータに指示を出すよりも直接機械を止めることが出来ないかと考え開発された。

これはちょうど自動車のリモコン式エンジンスタータなどに似たようなもので、誘導員が持つリモコンのボタン操作で、作業中のオーガ回転を停止（オーガブレーキを作動）させるものであり、一部の歩道用除雪車に搭載され運用されている。

この装置の開発段階では、危険回避のため、ボタン操作で車両停止させる事も検討されたが、運転手の意図しない走行停止は危険との判断から見送られた。

(6) 誘導員監視装置

歩道除雪作業における誘導員は除雪車の前方を歩き、作業進行方向の安全確保を目的とすることが多い。その為、当然ながらまだ除雪されていない歩道を、後方から迫る除雪車との距離を保ちながら歩くことになる。もし前方の誘導員が足を滑らせ転倒し、更に後方の除雪車のオペレータが吹雪等によって視界不良に陥っていた場合は重大な人身事故に至ってしまう。

土木・建設工事の現場では機械と人が入り乱れる様に作業している事が見受けられる。もし機械のオペレータの死角に人が入った場合も上記と同様に重大な人身事故が起きる可能性がある。そこで作業員が身に着ける安全帯にある装置を埋め込み、機械側にはそれ

を検出するセンサーを装備し、お互いに危険な領域に接近した場合、オペレータ、作業員双方に警報を発するものが開発されている。これを除雪作業時の誘導員と除雪機械に転用できないかと試験運用されたが、荒天時等の検出距離が不安定であること等から実際の作業での運用までには至っていない。今後センサーの改良などができれば安全に大きく貢献する装置として期待される。

6. 今後の課題

(1) 騒音対策

オペレータの耳元騒音低減のため、キャブは気密を高め、床には厚手のマット、内張りなどの工夫が凝らされている。

しかしロータリ除雪車はその作業特性上、作業騒音がとても大きい。先に述べたとおりロータリ除雪車による除雪作業は大変危険を伴う作業であるため、騒音が大きい事は車両の接近を周囲に知らせめると言う役割があるとも解釈は出来る。一方、その騒音によってオペレータが危険を察知する事が遅れることも想像できる。現在のところは残念ながら低騒音型の機械は存在しないが、今後の安全対策としては低騒音型機械の開発も有効と思われる。

(2) 前方視界支援

除雪は一般車両、或いは歩行者が少ない夜間作業となることが多い。当然ながら吹雪になることも多く、視界確保は重要な課題である。現在でも前照灯の他に前方作業灯の配置や前面ガラスを熱線入りにする等、視界確保のための工夫はされている。誘導員監視装置にもある様に、センサー、検出装置の開発状況によって、一般歩行者を検知出来る装置の開発が望まれる。

(3) 雪中異物検知

積雪の中の異物は、如何に視界を確保しても現実的には発見出来ない。もし石塊等があった場合、機械を

損傷するだけでなく、跳ね飛ばす、又は雪と共に投げ飛ばしてしまう危険がある。雪とは比重などが異なるため、飛散方向も雪と異なる場合も多い。

そのため、雪中異物の検出は安全対策の大命題ではあるが、前項同様検出装置の開発が望まれる。

なお、現在のロータリ除雪車は、駆動源のエンジン・走行用の油圧システム・変速機、全てを電子制御されており、前方視界支援装置、雪中異物検知装置、いずれかの装置が開発された場合でも車両コントロールはほとんどが対応可能な状態である。

7. おわりに

除雪の安全対策は、作業時の安全確保のために車両前後に誘導員を配置したりし、基本的な運用面での対応が行われてはいるが、それでもなお危険な作業であることに変わりはない。少しでも安全に、また速やかに危険回避出来る様に機械側でもこれまで述べたような様々な試行錯誤を繰り返してきた。

雪国の人々が安心して暮らせる環境を守るために必要不可欠となった除雪機械である。吹雪の中の視界確保、雪中の異物検知装置の開発など、今後もより一層きめ細かな安全に対する要求に応えながら進化を続けていくものと考えている。

除雪機械に携わる一員として、安全な機械を作ると言う側面から今後も微力ながら貢献していきたい。

J C M A

【筆者紹介】

梅田 佳彦（うめだ よしひこ）
㈸日本除雪機製作所
技術部
グループリーダー



建設紀行



スカイツリー 未知の高さへの挑戦

超高層建設工事における揚重機械の安全への取り組み

椎 名 肖 一

国内では、300 m を超す超高層建設は未知の高さでの施工となり、新タワー建設が決まってからは未知の環境下での揚重計画のリスクを想定し、現場でいかに安全に作業ができ、生産性を向上させ、安心して使用できる揚重装置を提供すべく検討を重ねてきた。ここでは東京スカイツリー®を例にタワークレーン作業に関する各装置を紹介する。

キーワード：超高層建設、タワークレーン、旋回アシスト、ジブ煽り防止、スカイジャスター

1. はじめに

東京スカイツリー®建設は、国内初の300 mを超える建設物で、未知の環境下での作業には、仮設計画、揚重計画においても様々な問題が発生する。リスクとしては、主に高さ、風、地震の3つの要素が大きく影響する。500 m 超に設置されるタワークレーン（以下、TC）は、現行のクレーン構造規格（以下、ク規格）を満たすだけでは安全が確保されたとは言い難く、実環境での風、地震の影響をできるだけ正確に再現し、TCの強度を検証する必要がある。

今回は、実際の施工に大いに貢献した各種安全装置について紹介する。

2. 高さへの挑戦

TCを設置するにあたり、高さに対して有利なフロアクライミング方式を採用した。しかしながらタワーの塔体は高くなるほど細くなるので、TCを設置できるのは限られたスペースで、台数は第一展望台が完成するまでは3台がベストな選択であった。第一展望台完成後は、375 mの展望台屋上に1台追加して、荷揚げ専用機2台、375 m以上の鉄骨建て方用2台の計4台で施工することとした。

375 mまでのTCは、限られたスペース内をフロアクライミングするため、通常の台座では大きすぎるのでクライミング空間形状に合わせた特殊台座が必要となり、耐風、地震強度を考慮した特殊台座を製作し使用してきた。

375 mの第一展望台までの建て方で活躍したTCは揚程420 mの能力を有し、30 tの吊り荷を10分程度で400 m揚重する。巻きドラムウインチには、吊り荷を絶対に落とさない思想から、二重三重の非常ブレーキを備え、安全を期した。

375 m以上の建て方で、先に述べたように2台の荷揚げ専用機と2台の建て方用専用機のペアで作業を行うのは、1台のTCで500 mを揚重する非効率な作業を回避し、TC仕様を必要以上に過大装備せずにすむためである。

2台の建て方用TCはタワー塔内に設置できないため、375 m展望台屋上からマストクライミング方式により約120 mの高さを塔体からの水平控えに支えられて背を伸ばしてゆく。

幅40 cm、長さ約13 mの支えはクレーン運転士の通勤路でもある。最上部では地上500 m付近のこの細い支えの上を渡って運転室へと登って行く。TCを訪れる技術屋にとっては、スリルを味わい、度胸を試される一瞬である。

3. 風への備え

地上500 mでのTCの耐風安全性は、ク規格での風荷重に風洞実験による風力係数の割増と数値解析手法による超高層構造物の影響係数を加味して検討した。これらの結果により今回対策すべき課題が見えてきた。

ク規格では、地上で55 m/secの風速は地上500 mでは85 m/secに相当する。過去の観察記録では、富

士山頂で最大瞬間風速 91 m/sec が記録されているが、実際の TC でそこまでの対応はできないまでも、500 m 高所で作業中に突然発生する突風には充分な対策が必要である。

(1) 作業時煽り防止装置

作業時に TC が空荷の状態でも正面から突風を受けるとジブは煽られて大変危険である。この現象が発生すると大型フックが大きく揺られ、周辺鉄骨、資材、作業員への接触、更にジブ折損、倒壊に至る重大な災害へと直結する。地上 500 m での突風と構造物にあたって回り込む風の影響を加味すると、ジブを破損させる恐れのある突風の発生が予想される。地上高さが高いほどその出現頻度が上がり、なおかつ作業時間帯に大きな突風の発生する確率が高い。このため作業時におけるジブの煽り防止のための安全対策が必要と判断した。

この課題を解決するには、作業時も常にジブをワイヤーで緊張し、張力を調整しながらジブが煽られるのを防ぐ装置を取り付けた。ジブを伏せている時は低張力で、起こしての作業時は高張力で管理できるようにした。

この煽り防止機構により複雑な形状の超高層建築特有な風に対して TC 作業時の安全を確保できた。オペレータからも揚重作業が安心してできるとの声を聞くことができた。写真—1 に煽り防止機構を示す。



写真—1 煽り防止装置

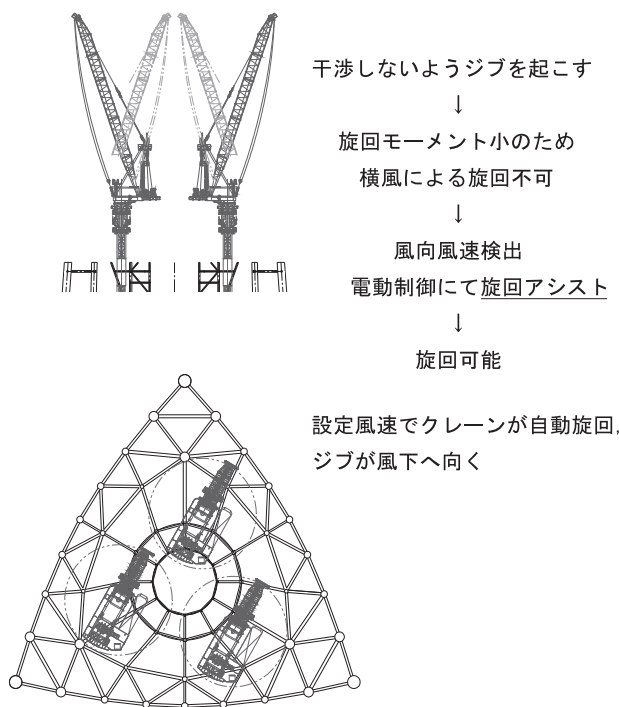
(2) 暴風時への備え ～旋回アシスト装置～

TC の強風対策、台風対策は一般的にジブを伏せて旋回ブレーキを開放し、暴風が吹いた時に風見鶏のようにジブが風下に向くように待機する。TC が風下に向けて旋回するのは、ジブを伏せることで横風による TC 本体の回転モーメントが大きく生ずることに起因

する。

ところが東京スカイツリーのように TC 同士が近接して配置されていたり、既存構造物が近接している場合はジブを伏せて旋回することはできず、暴風時の養生対策は、人と時間を掛ける大掛かりなものとなる。

東京スカイツリーでは、375 m の建て方までは図—1 に示すように 3 台の TC が密集して配置されている。強風・台風時にジブを伏せてしまうとお互いの TC ジブが衝突しジブの折損が生じる。3 台のジブが衝突しないようにジブを起こすと、回転モーメントが小さくなりジブが風下を向かなくなるだけでなく、ジブが風に煽られて、損傷、倒壊の恐れが生じる。台風の年間平均上陸回数は 2～3 個、接近回数は 10 回程度と言われている。東京スカイツリー建設中 TC は 2 年近く設置されているため、数回の台風直撃は避けられないと想定した。



図—1 暴風対応

また、クレーン作業は平均風速 10 m/sec 以上で中止としなければならないが、地上 500 m 以上では風速 30～40 m/sec の強風の出現回数もかなりの頻度が予想され、作業を中断し待機せざるを得ない日数が多くなると予想された。

これらの状況を踏まえ、3 台のジブが旋回しても接触せず、ジブを起こした状態でも風下を向く機構が必要と考えた。なおかつ養生作業が簡単で、少人数で、短時間で安全に対応できる装置が望まれる。

この課題を解決すべく「旋回アシスト装置」を開発

し実用化した。暴風が予想される際に待機する場合、ジブを風下に向けて旋回アシスト装置を作動させると運転室屋根上に設置した風向風速計によって風向きを検知し、一定の風速以上で風向きが変わると TC のジブが風下に向かい自動旋回するという装置である。この装置によりジブの起伏角度に関わらず TC の旋回が可能となる。強風・台風対策が簡易となり、一般の高層建築、狭小現場、近接工事等々の揚重配置計画の自由度を実現し、ジブ損傷の発生を妨げるものである。

劇場型建設現場として世間の注目を集める東京スカイツリーでは、TC のジブが全てそろって同じ方向を向いて待機している姿が話題となっていた。時々でジブがそろって向く方角は異なるにしても、全ての TC が同じ方向を向いていることが、TV のクイズ番組の問題にだされたりもした。一般の方々も細かい所に気がつくものだと感心させられた。現場周辺の道を歩いていると常に大勢の見学者がおられて、これだけ注目されていることを目の当たりにすると施工会社の一員としてうれしくもこの事業の偉大さ、その責任の重さを感じる次第である。

(3) 吊り荷揚重作業の安全、作業効率向上への挑戦 ～スカイジャスターの開発～

高性能吊荷方向制御装置「スカイジャスター」(以下、SJ) は、近年、建築物の超高層化や鉄骨重量の増加に伴い大型 TC の採用が増加している中で、当社で保有するジャイロ原理を利用した吊荷方向制御装置の要素技術を用い、大型 TC で使用可能な高性能高能力の装置を開発する目的から生まれた装置である。この装置がまさに東京スカイツリーの鉄骨建て方、展望台軒天パネルの取り付け作業等、超高層環境下での吊り荷の風対策、高精度位置決め作業に大いに役立つものとして、2 台の装置を投入した。

東京スカイツリーの建設では、複雑な形状の塔体を回り込んだ風の影響を受けやすく、高さが高くなれば強風が発生しやすい。ユニット化された荷や、足場やネットを張った鉄骨は、突風に吹かれると空中でくるくる回りだし重量の重いものは止まりにくい。揚重された 30 t の荷が取り付け位置で回転していると人の手で止めることはできず、危険でどうすることもできない。200 m を超える頃からは、強風により作業のできない日が増加すると予想され、作業可能な日の作業効率の向上が現場の生産性向上に大きく関わってくる。

SJ は高速回転するフライホイールをジンバルモータにより左右に傾転させることで発生するジャイロモーメントによりフライホイールが水平方向に回転す



写真-2 SJ-125 型

る力を得ることを利用し、空中で吊り荷を自在に水平回転させることができる装置である (写真-2)。

今回現場で活躍した SJ-125 型は、吊り荷の慣性モーメント $125 \text{ t} \cdot \text{m}^2$ まで対応し、約 30 t の吊り荷が揚重中に風により回転しだし人の手では止めることのできない状況でも安全に回転を止め、取り付けのべき吊り荷の方向を制御し、高度な位置決めを可能とした。

TC のオペレータの腕も超一級であることに加え、SJ により超高層での作業の安全性、作業効率の向上が図られ、現場作業の生産性向上に大きく寄与したものである。弋職人やオペレータからの意見を反映し改善しながら作り上げたものが高い評価を得ることができた。

4. 地震への備え

地震に対する備えは誰しも一番の関心を示す重大な課題である。鉄骨塔体の地上 375 m にベースを据え、特異な設置条件下で作業を行う TC について従来のク規格のみの検討にとどめず、設置条件を考慮した検討を重ねた。

(1) 検討方針

一般的な仮設計画の際に使用される地震時の水平力は 0.2 G (約 200 gal) である。ク規格においても地震時には同値の規定が定められている。風荷重と同様にク規格では 600 m 級の人口構造物の上にクレーンが設置されていることは想定されていない。応答解析によるクレーン耐震設計指針が検討され始めたが、概案が公表された程度にすぎない。

東京スカイツリーでは、本体鉄骨との連成挙動を含めた詳細な地震時挙動を把握するため、過去の地震波

による応答解析に基づいた検討を行った。

(2) 解析結果

応答解析の結果から TC の各クライミング STEP 検討毎の最も安全な自立高さを決定した。しかしながらジブ端部の最大加速度応答値、マスト基部あるいはステー位置での最大層剪断力係数は比較的大きく、ク規格の静的 0.2 G と比較して過大な値であった。

このことから TC の自立高さの調整を行ってもマストの強度が不足することが判明し、この強度を満足するために従来にはない断面性能を向上させた強化マストを採用した。

また、マストクライミング機の最終レベル（運転室高さ 500 m レベル）では、クレーン旋回体上部の振動エネルギーを半減させるオイルダンパーを取り付けた。動作計測値を検証することで、これらの対策の有効性と今後の活用の有効な資料となり、現場施工に役立ててゆくものである。

5. おわりに

今回、東京スカイツリーという高さ世界一の自立式電波塔建設に携わる機会を得たことは、幸運であり、貴重な時間を得ることができたと感じている。

施工計画の段階から過去にない環境下での大プロジェクトにいかに関心で安心できる揚重設備を提供できるか、無事故無災害で工事を遂行するための機械装置を提供できるかを念頭に検討を重ねてきた。

建設業においてクレーン・重機事故は重大な災害に直結するため、クレーン等関連災害を未然に防止することが重要な課題で、クレーン等に関する安全安心を確保するための努力は今後も一層重要性を増してくる。

今回は、超高層建設物の施工に際し超高層特有の問題がいろいろ提起された。耐風、耐震、高揚程等々の課題解決策を検討する中で、TC に関しここで紹介した装置以外にも今後水平展開が可能な技術が開発され実証された。

これらの技術は、今後の建設工事において揚重作業の工期安定化と安全性向上へ大いに貢献するだろう。

東京スカイツリーは 2011 年 12 月竣工を迎える予定であるが、最後まで全社一丸となり各課題をクリアし完成を目指すものである。

今後これらの技術が数多くの現場で成果を収め、生産性、安全性の向上に役立てば幸いである。

J C M A

【筆者紹介】

椎名 肖一（しいな しょういち）
㈱大林組
機械部
技術第三課長



ずいそう

大変な時代に、「寅さん」の効用

伊藤 健一



山田洋次監督・渥美清主演の映画「男はつらいよ」は、大阪万博の前年、アポロ11号月面着陸の年である1969年に始まりました。終了したのは、阪神大震災の翌年、1996年です。28年間で48本が封切られました。

私は、映画館公開時にリアルタイムで観ていたわけではありませんが、DVD版全作品が公立図書館に常備され、無料で借りられるようになったことで、1年ほど前から、全編を順番に観賞することになりました。また、地デジ化の副産物として大型テレビが格安で購入できるようになったため、シネマ・スコープの横長スクリーン画面を我家で楽しむことが可能になりました。

第1作が公開された頃、私は小学校6年生でしたが、公開から4年ほど経った頃、高校の文化祭で上映されたものを観た記憶があるだけです。それからさらに30数年経って、改めて観てみると、寅さんも、マドンナも、さくら（倍賞千恵子）も、そのほかの出演者も、みんな若い。また、背景がなつかしい昭和の時代そのものです。

寅さんは毎回、マドンナに恋をするわけですが、私が若い頃に観ていた年上の女優さんたち、吉永小百合、栗原小巻、大原麗子、浅丘ルリ子、松坂慶子、田中裕子、竹下景子、…。今、観てみると、皆さん、映像の中では可憐で美しい。

さて、山田洋次監督は、どうも鉄道マニアらしく、毎回、日本各地のローカル線が登場します。函館本線、五能線、上田電鉄、新潟交通、蒲原鉄道、尾小屋鉄道、京福電鉄、…。ウイーンのトラムまで登場します。

ローカル線だけでなく、首都圏の鉄道や駅前風景も、映像の中ではその時代のまま生きています。

告白のシーン・別れのシーンなど数々の名場面を生んだ京成柴又駅は、1969年からずっと、映画の中で定点観測です。現在でも駅の構造はほとんど変わりませんが、唯一、改札口だけが自動改札機に変わりました。

初期の作品に登場した上野駅地下の食堂は、国鉄上野駅中央改札口（正面玄関口）から営団地下鉄銀座線

の駅に降りていく途中にありましたが、今はもうありません。

シリーズ終盤では、寅さんには不釣り合いな東海道新幹線がよく登場します。寅さんも年を取り、さくらの息子である満男（吉岡秀隆）が準主役となりました。その満男と泉（後藤久美子）の恋の駆け引きがメインテーマとなり、新幹線がその舞台の一翼を担っています。この当時はJR東海のシンデレラ・エクスプレスがテレビCMで放映されていた時代で、映画の中でも、0系や100系の新幹線が颯爽と走っています。画面の片隅には、工事中の東北新幹線東京駅ホームのオレンジ色の鉄骨が映っています。

東京駅を発車した新幹線の車窓には、新橋あたりで、汐留貨物駅跡地が映っており、高層ビル群が林立する現在のシオサイトがない時代を垣間見ることができます。「男はつらいよ」はまるでタイムマシンのようです。

昔を懐かしんでいるだけでなく、シリーズを通して観ていると、寅さんは要所々々で人生の本質に関わる名台詞を口にしていることに気がつきます。

柴又駅前での寅さんと満男の会話。

満男「人間てさ」

寅「人間がどうした？」

満男「人間は何のために生きてんのかな」

寅「難しいこと聞くな、お前は。…何というかな、あ一生まれてきてよかった——そう思うことが何べんかあるだろう。そのために生きてんじゃねえか」

今の世の中、何のために生きているのかわからなくなって、自ら命を絶つ人が年間3万人もいます。苦しいときは、この寅さんの台詞を思い出して、肩の力を抜いて、とりあえず、目の前の嫌なことをあの手この手で工夫を凝らして取り除き、少々の無理はしなければならぬかもしれませんが、その後に待っている「あ一生まれてきてよかった」と思える瞬間を楽しみにしたいものです。

寅さんに言わせると、それは「何べんかある」ということです。

——いとう けんいち（株）鉄道建設・運輸施設整備支援機構
設備部 機械課 総括課長補佐——

ずいそう

先を読む

鈴木 正 信



私は、「先を読む」ことに非常に苦手意識を感じている。そのため苦手意識を改善するためにいろいろなことをやってきた。その努力の結果がどうなったか？反省することしきりである。

まずマージャン、トランプ、チンチロリン等の遊びは、常にお客様だった。ところが世の中は大変広いもので、こういうことについては、素晴らしい能力を発揮する人がいる。

たまにこういう人に巡り合うと、「どのような見方で、どう判断して、どう勝負するのか、非常に興味深く話を聞いたものだった。

いろいろとその蘊蓄を、何度聞いても肝心のところは、さっぱりと分からない。そのため20年も30年かかって、腕のほうは全然上達しなかった。もっとも、のめりこんだわけでもないで中途半端が最大の原因かも知れない。

スポーツ神経も同じで、個人技も団体競技も若い時からいろいろやったが、先を読むことが出来ないためにさっぱり上達しなかった。

相手の出方や、球の行方が瞬時にわかったら、こんなに楽しいことはないと思う。これでは、行き当たりばったりのことばかりで後追いの対応では「労多くして効少なし」でくたびれ損で苦労するだけである。

若い時に山歩きを、しばらく一生懸命したことがある。そのときは、地図と磁石、そして高度計（気圧計）までもって現在位置を確認しながら「先を読む」まねごとをした。

そこまでやっていながら、深い霧のなかの雪山で方向を失ってしまい、下る尾根を一本間違っ先の下ってしまったことがあった。

「間違っ」と判断せざるを得なかった時は、既に相当下っていた。遭難を防ぐためには、元に戻るのが、最善の判断であると先輩から教えられていたため、それから苦労して登り、ようやく間違っところまで戻ることが出来た。

何故間違っったか。何のことはない。私の行く前に踏み跡が有ったために、自分で考えることをせずそのまま後を追いかけて行っったのが大きな間違っの原因である。

私の前に踏み跡をつけた人も当然間違っっている。何も疑問を感じず、人の後を追ひ懸ける。という楽をし

たために、その何倍も苦勞してしまっった。

それでは、確率ではどうか。「偶然の出来事」にどう対処したらいいのだろうか。競馬では、本命馬、穴馬、それぞれに狙いをつけて。

これも限り有る資金では、問題解決には、ならない。確率で「先を読む」ことはできても、当てることは、それなりの確率である。

これから先、どうしようか。迷った時に何を「道標」にしたらいいのだろうか。還暦を過ぎてても、まだこのような状況である。不惑の40才は、とっくに過ぎたのに。

仕事柄、天気予報に興味があっった。

この世界も、1日、3日、1週間、1カ月、3カ月、寒候期、暖候期といろいろと種類があり、またそれぞれに手法も異なるようである。

毎年10月頃に来冬の降雪量を予測した。但し、予想は「多い」「並み」「少ない」といったレベルであり、それも自分の住んでいる地域だけであって地域のバラツキは、なんとも言えない。

予想の方法は、暖冬が3年続いたのでそろそろ並み以上の降雪があるのではないかと、いった程度であり予想というレベルでは、ない。

そのなかで「カマキリの産卵の高さ」から降雪高さを予想することも出来ると聞き興味を持って毎年予想と結果を比較したこともあっった。

それなりに興味がありおもしろいと思っった。これから、何か面白いネタがあれば、楽しんで行きたいと思っう。

昨今では、地震予知の分野で相当研究が進んでいるとのこと。今後必ずや実用化されて我々の安全に寄与してくれるのではないかと、期待している。

このように、「先を読む」ことは、興味の尽きないことであるが、なかなか思うように行かない。「神頼み」で行くか。占いで行くか。または、その混合で行くか。理詰めで自己満足で納得して行くか。先行き不明の時代を、安心たらしめる方法は、ないか。

これからも「勝手読み」して、その結果を楽しみながら過ごすことに、したいと思っっている。

平成22年度

社団法人 日本建設機械化協会

第 62 回通常総会開催



本協会の第 62 回通常総会は、平成 23 年 5 月 25 日（水）10 時 30 分から東京都港区海岸 1 丁目 11 番 2 号のアジュール竹芝において関係者約 200 名のもとに開催された。

開会宣言に始まり、出席者全員で東日本大震災の犠牲者に対する黙祷を捧げた後、辻会長の挨拶があり、定款の定めにより辻会長が議長となり、書記の任命、総会の成立宣言、議事録署名人の選任を行って議事に入った。

最初に第 1 号議案 平成 22 年度事業報告承認の件、第 2 号議案 平成 22 年度決算報告承認の件が上程され、満場一致でこれを承認し、ついで第 3 号議案（1）平成 23 年度補欠理事・選任に関する件に移り、補欠理事 13 名の選任を行って総会は小憩に入った。

小憩の間、別室において理事会が開催され、再開後の総会において常務理事 9 名の互選等、理事会の決定事項が理事会議長から報告された。

続いて、第 4 号議案 平成 23 年度事業計画に関する件、第 5 号議案 平成 23 年度収支予算に関する件、第 6 号議案 新公益法人制度の対応について、上程され、満場一致でこれを承認し、12 時 35 分盛会裡に終了した。

なお、総会資料につきましては、当協会のホームページに掲載しています。

平成23年度

社団法人日本建設機械化協会会長賞 受賞業績

社団法人日本建設機械化協会会長賞は、我が国の建設事業における建設機械及び建設施工に関する技術等に関して、調査・研究、技術開発、実用化等により、その高度化に顕著な功績をあげたと認められる業績を表彰する制度であり、平成元年度から実施しています。

平成23年度は、14件の応募の中から会長賞選考委員会（委員長：深川良一 立命館大学理工学部教授）において厳正な審査を行った結果、下記のとおり、4件が選考され、去る5月25日に開催された当協会通常総会后、表彰されましたのでご紹介致します。

受賞業績及び受賞者

■会長賞

- ・エレクトリックドライブブルドーザ「CAT D7E」の開発

キャタピラージャパン株式会社

ブルドーザへ新たな駆動機構を適用した点、温室効果ガスの低減、メンテナンスの軽減、作業性向上が期待できる点、将来の主力ブルドーザになる可能性がある点など、技術的效果、新規性等が評価されました。

■貢献賞

- ・アスファルトフィニッシャの敷均し制御システム「ラインリダー」の開発と実用化

鹿島道路株式会社 ラインリーダー開発チーム

画像処理技術を効果的に適用した点、アスファルトフィニッシャー以外の建設機械への応用が可能な点、技術的完成度が高く、施工実績を積み重ねている点など、経済的效果、将来性等が高く評価されました。

■奨励賞

- ・3次元マシンコントロールシステム 3D-MC2（スクエア）

株式会社トブコン販売 鈴木敏之

従来の三次元制御に加え、三次元の位置及び回転加速度の高精度な計測機器を導入した点、所要の精度を確保しながら施工の高速化を図った点、トータルコストの縮減を図った点など、新規性、経済的效果等が評価されました。

■会長賞選考委員会賞

- ・空輪対応型油圧ショベルの開発

国土交通省東北地方整備局 東北技術事務所

施工能力の大きい油圧ショベルを分解組み立て式とした点、災害が多発している中で、災害時にアクセスが困難となる現場で利用でき災害復旧に貢献できる点など、新規性、将来性等が評価されました。

平成23年度版 建設機械等損料表 発売中

■内 容

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

■B5判 約710ページ

■一般価格

7,700円（本体7,334円）

■会員価格（官公庁・学校関係含）

6,600円（本体6,286円）

■送料（単価） 600円（但し沖縄県を除く日本国内）

注1）複数冊発注の場合は送料単価を減額します。

注2）沖縄県の方は一般社団法人沖縄県建設協会

（電話：098-879-2097）にお申し込み下さい。

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>



エレクトリックドライブブルドーザ「CAT D7E」の開発

キャタピラージャパン(株)

業績の概要

建設機械においては、安全はもとより、より一層省燃費に対するニーズが高まっている。ブルドーザの燃費低減を考えた場合、その構造及び作業の性質上、エネルギー回生を行うことが非常に難しく、ハイブリッド機構は向いていない。そのため、エネルギー回生に大きく頼らず大幅な燃費低減を達成するブルドーザ用『ディーゼルエレクトリックドライブシステム』を開発した。これにより省エネルギー及び温暖化ガス削減に貢献する。

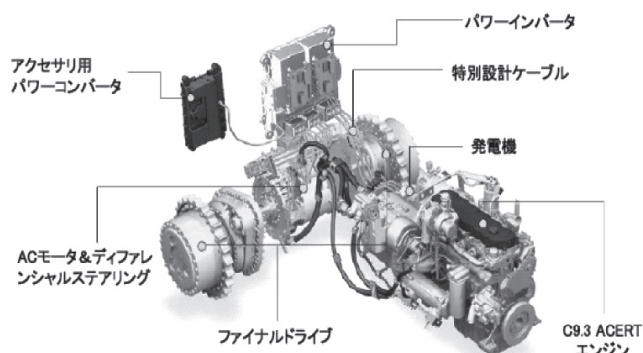


図—1 CAT D7E

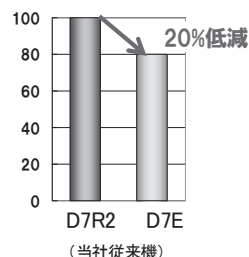
業績の特徴

①エレクトリックドライブシステム

ディーゼルエンジンで発電機を駆動し、その電気をインバータ等の制御機器で制御した後、交流（AC）モータを駆動し、走行するという方式を採用した（図—2）。エンジンは最も効率の良い回転域で駆動することにより、燃料消費を抑えることができ、従来のエンジンより小型化した。発電機は1,600 rpm で175 kW の出力を発揮する高出力な交流発電機を採用し、三相交流を発生させ、パワーインバータによる高度な制御（可変電圧可変周波数制御）により、



図—2 D7E エレクトリックドライブシステム



図—3 燃費低減効果（燃料消費量比較）

交流モータを駆動し、無段階変速や可変トルク制御を可能にした。このエレクトリックドライブの採用により、スムーズな操作性を確保しつつ、伝達ロスを低減し大幅な燃費削減効果を達成した（図—3）。また、パワートレインの多くが電子部品となったことにより稼働部品が減少し、メンテナンス費用の削減を実現した。併せて、発電した電気はパワーコンバータを介してエアコンコンプレッサやウォータポンプの駆動などに利用するためオルタネータが不要となる。そのため、エンジンからベルトがなくなり、この点においても点検・交換費用を削減できる。

②安全性

キャブのフロントピラーがセンター1本になった斬新なデザインのセンターポストキャブにマフラー等を直線状に配置する事により、前方視界を大幅に向上させた（図—4）。また、着座感知シートを装備し、乗降時などに不意にレバーに触れてしまった場合の誤動作を防止するなど、安全性を高めた。



図—4 オペレータ視界

以上のように、『エレクトリックドライブブルドーザ D7E』は、大幅な燃費削減効果だけでなく、メンテナンス性、安全性にも優れた商品となっている。

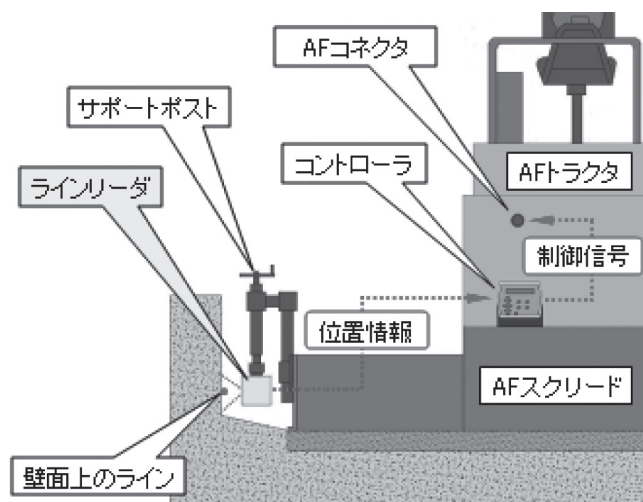
平成 23 年度 社団法人日本建設機械化協会 貢献賞

アスファルトフィニッシャの敷均し制御システム 「ラインリーダ」の開発と実用化

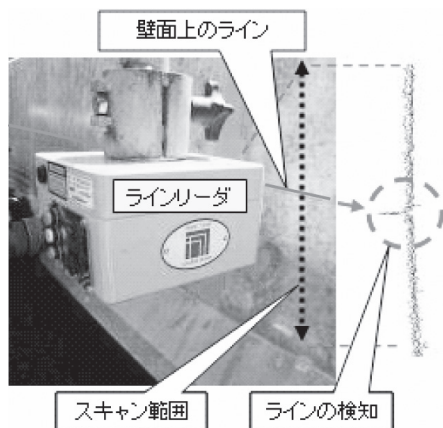
鹿島道路㈱ ラインリーダ開発チーム

業績の概要

ラインリーダは筐体に内蔵された光学センサが壁面を上下にスキャンし、壁面に描かれたラインと壁との色相の違いを検知し、ラインが描かれた箇所の色相の違いをピークとして認識する。これを進行方向に連続的に繰返すことで、このピークの位置を高さの基準として制御を行うシステムである。図一１にシステム構成、写真一１にライン検知イメージを示す。点線矢印の範囲をスキャンし、解析した結果を右側に示しているが、ライン位置が色相の違いとして認識されている。



図一１ システム構成



写真一１ ライン検知イメージ

業績の特徴

ラインリーダは壁面がある狭隘な施工エリアにおいてアスファルトフィニッシャ（AF）のスクリードを自動制御させる目的で開発されたものである。実際には高欄がある橋梁やトンネル内の施工などにおいて、簡単な描線作業によって手間を掛けずにセンサ基準線を得ることができる。ラインリーダの導入により、現場ではセンサワイヤの設置という労力を要する作業から開放され、且つセンサ基準線を高い精度で確保することができるようになるものである。システムは中空にあるヒモ状のものも認識する機能を備えているので、壁面が途切れるようなエリアにおいても、水糸などを張ることで連続して使用することができる。また地面にラインを描くことによりAFのステアリング制御に応用させることもできる。

ラインリーダを用いた場合、従来のセンサワイヤを用いた作業と比較して、約 82% のコスト削減が達成されるものと試算される。



写真一２ ラインリーダによる施工状況

平成 23 年度 社団法人日本建設機械化協会 奨励賞

3次元マシンコントロールシステム 3D-MC2 (スクエア)

(株)トプコン販売 鈴木敏之

業績の概要

(高速施工を実現したマシンコントロールシステム)

“3次元マシンコントロールシステム”による情報化施工は、普及と共に従来施工との比較において“より早くより精度良く”が、求められてきている。

最新式のマシンコントロールシステムである“3D-MC2 (スリーディーエムシースクエア)”では、IMU を搭載。3速フルスロットル状態で自動施工を実現した。これにより、従来のマニュアル施工以上の速度で自動施工が可能となり、更なる施工時間の短縮につながってきている。

業績の特徴

(施工の効率化とあわせて、燃料と CO₂ 削減に効果)

トプコン独自開発の 3D-MC2 慣性センサは加速度計とジャイロセンサを内蔵しており、三軸方向の加速度と回転量をこれまでの 10 Hz (1 秒間に 10 回) から 100 Hz (1 秒間に 100 回) へ高速化し、GNSS の測位データと結合させることで、極めて高精度な制御を可能とした。この慣性センサによりブレードのわずかな動き (方向と傾斜) をリアルタイムに高速に把握し制御する事ができるようになった。

高速施工とブレードの自動制御による高精度施工により、仕上げに対する繰り返し作業が大幅に減少する事で、



ドーザーの作業効率が大幅に向上する。それに伴い“燃料の削減”と“CO₂ の削減”に大きな効果が期待できる。



3 軸 6 方向の重力加速度を
加速度計で測定



3 軸の機体回転率をジャイロ
スコープで同時測定



測位データと結合して制御



空輸対応型油圧ショベルの開発

国土交通省東北地方整備局 東北技術事務所

業績の概要

平成 20 年 6 月 14 日に発生した「岩手・宮城内陸地震」のように、多数の「天然ダム」が形成され、かつ現場への陸路が寸断されると復旧のための重機（油圧ショベル等）輸送をヘリコプターによる空輸によらざるを得ない場合がある。

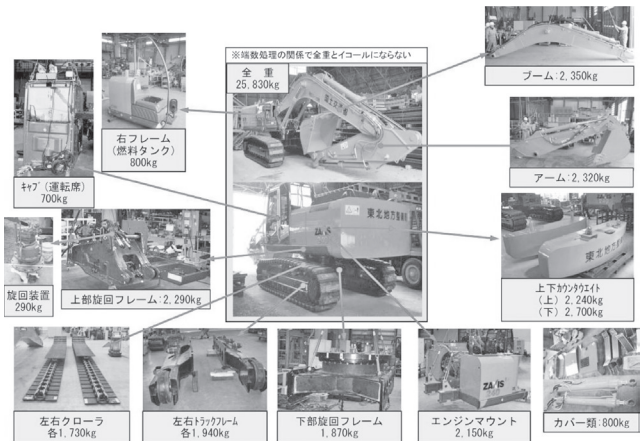
災害時に迅速な復旧作業を行うには、作業能力の大き



図一 1 空輸対応型油圧ショベル全景



図一 2 空輸の状況



図一 3 空輸対応型油圧ショベル分割図（15 ブロック）

く民間ヘリコプターで空輸可能な大型油圧ショベルが必要とされたため、分解可能な「空輸対応型油圧ショベル（1.0 m³）」の開発を行った。

業績の特徴

機械本体（約 25,830 kg）を 2,800 kg 以下の 15 ブロックに分割し、1.0 m³ 級の油圧ショベルとしては初めて「民間の 3t 吊ヘリコプター」で輸送可能とした。

油圧配管の「ワンタッチカプラ化」、電気配線の「コネクタ化」を行い分解組立作業の効率化を実施した。

分解未対応の従来型油圧ショベルを分解空輸組立する場合（実績：9 日）と比較し、約 1/2 の日数（4 日半）で分解空輸組立が可能になった。

天然ダムが発生するような大規模災害において、復旧作業の早急な着手が可能となり、二次災害などによる被害の軽減が期待される。

表一 1 分解組立日数の比較

日数	1 日	2 日	3 日	4 日	5 日	6 日	7 日	8 日	9 日
従来型（分解未対応） ※中越地震の実績	分解（工場）			空輸	組立				
本機【試験結果】 （現地作業時）	分解	空輸	組立		4 日半の短縮（約半減）				
本機【参考】 （工場作業時）	分解（工場）	空輸	組立		※工場作業は分解のみ 組み立ては現地作業の日数				

JCMA 報告

準天頂衛星初号機みちびきの 情報化施工への活用可能性に 関する実証実験報告

白鳥 昭浩

1. はじめに

政府は、地理空間情報活用推進基本法（平成 19 年法律第 63 号）に基づき「地理空間情報活用推進基本計画」を策定し、平成 20 年 4 月 15 日に閣議決定を行った。

その中で、GPS などの衛星測位の利用が国民生活の中に幅広く浸透している状況に鑑み、我が国が衛星測位に係る技術基盤を保有することが必要であるとの認識に立って、第 1 段階として、「1 機の準天頂衛星を打ち上げ、総務省、文部科学省、経済産業省、国土交通省による技術実証、民間、府省庁等による利用実証を行う。」ことが位置づけられるとともに、その結果を評価した上で第 2 段階へ進むこととされた。なお、準天頂とは、仰角 70 度以上を言う。

これを踏まえ、平成 22 年 9 月 11 日に我が国で初めて衛星測位を目的とする衛星が（独）宇宙航空研究開発機構（以下、「JAXA」と言う。）により打ち上げられ、「みちびき」と命名されるとともに、平成 23 年 1 月から（財）衛星測位利用推進センター（以下、「SPAC」と言う。）が、民間が主体で実施する利用実証の取りまとめ機関となって、民間利用実証がスタートした。

特に、L1-SAIF 信号を利用したサブメータ級測位補強および LEX 信号（GPS 測位信号と同じ L 帯の実証用信号）を利用したセンチメータ級測位補強については、JAXA/SPAC 間で締結された協定に基づき、SPAC が補強情報を生成し、JAXA がみちびきから L1-SAIF および LEX 信号を送信して、関心のある企業等に利用実験して頂き、測位補強の効果を利用面から確認することとなった。

これを踏まえ、（社）日本建設機械化協会（以下、

「JCMA」と言う。）においても、LEX 信号を利用したセンチメータ級測位補強信号の情報化施工への活用可能性を検証するため、JCMA における情報化施工の推進組織である情報化施工委員会の下に、「みちびき利用実証 WG」を設置し、SPAC の民間利用実証に関する参加団体の募集に応募するとともに、利用実証実験計画等の検討を行い、実証実験を行ったので、ここではその結果の概要を報告するものである。

2. 実証実験の内容

みちびきは、現段階では、単独で機能するものではなく、米国において打ち上げ・運用が行われている GPS と連携して機能を果たすものであり、みちびきは GPS の補強機能と補完機能を持つとされている。

補完機能は、GPS 衛星のひとつとして機能するものであり、補強機能とは、GPS による測位データの精度向上を図る機能である。

我が国では、近年、GPS やロシアの GLONASS 等の GNSS（全地球測位航法衛星システム）を用いた情報化施工の一種であるマシンコントロールシステム（以下、「MC」と言う。）やマシンガイダンスシステムが建設工事の土工や舗装工などで活用されている。

このような中で、より一層の普及促進を図るためには、MC 等に必要なシステムのコストダウン及び精度の向上が課題となっている。

そこで、みちびきのセンチメータ級測位補強信号を利用した測位データ（以下、「みちびき測位データ」という。）を利用することで、RTK-GNSS による MC と同等以上の精度が確保されれば、LEX 信号により測位信号と同じ L 帯で補強情報を受信できるため、RTK-GNSS に比べて基準局の設置が不要となるなどシステムの簡素化に伴うコストダウンの可能性が出てくること。さらに、より高い精度が確保されれば、出来形管理への活用などにより、利用範囲が広がっていく可能性があることなどから SPAC による利用実証の募集に応募し、JCMA の施工技術総合研究所（静岡県富士市）において、平成 23 年 2 月 7 日（月）～10 日（木）に利用実証実験を実施した。併せて、2 月 9 日（水）に、JCMA 会員を対象に利用実証実験の現場見学会を行った。

実証実験の内容は以下のとおりである。

1) 定点において、RTK-GNSS データとみちびき測位データを連続取得し、RTK-GNSS データとみちびき測位データ（x, y, h）の分布傾向を把握する。

2) RTK-GNSS を用いた MC と、みちびき測位データを用いた MC でブルドーザによる敷均しを行い、

MC の過程で取得できる両者の測位データを比較すると共に、トータルステーションにより敷均しの出来形データを測定して、みちびき測位データを用いた MC の施工精度を確認する。

3. 実証実験に必要なシステム

実証実験に当たっては、通常の MC に一部改造等を行い実施した。

通常のシステムと相違する主な点は以下のとおりである。

(1) LEX 信号受信アンテナ及び受信機

LEX 信号受信アンテナ及び受信機は、みちびきからの補強信号を受信するためのアンテナ及び受信機であり、SPAC から貸与されたものである（写真—1, 2 を参照）。



写真—1 実証試験用ブルドーザ



写真—2 LEX 信号受信機

(2) 低速移動体端末

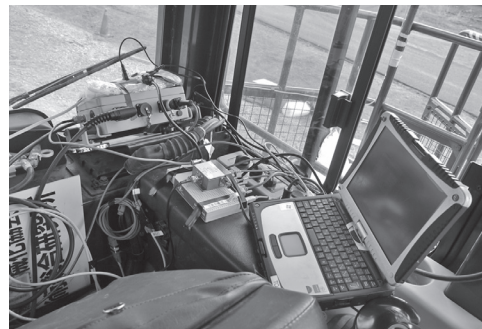
LEXR と表示用（操作用）PC からなり、センチメートル級測位補強信号と GPS 測位信号から測位データを算出し、モニター表示等を行うものであり、SPAC から貸与されたものである（写真—1, 3 参照）。



写真—3 低速移動体端末

(3) 制御データ変換システム

(2) で算出された測位データを MC のコントロールボックスへ入力可能なデータに変換するためのシステムであり、今回実証実験用として開発したものである（写真—4 参照）。



写真—4 制御データ変換システム（写真右の PC）

4. 実証実験結果のまとめ

情報化施工への利活用を想定した場合、みちびき測位データを利用した情報化施工システムが現行の情報化施工システムと精度的及びコスト的に同等以上のシステムとして利用できる環境を整備することが必要と考えられる。

実証実験を踏まえた、このような観点での課題は以下のとおりである。

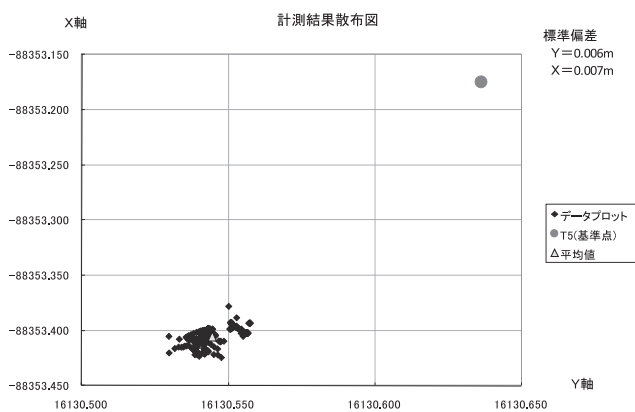
(1) 精度的な課題

みちびき測位データで FIX 解が得られた場合のデータのばらつきは、概ね現行の RTK-GNSS と同程度であることは確認できたが（図—1 参照）、以下のような課題が明確になった。

① みちびき測位データの周波数

今回、利用したみちびき測位データの周波数は 5 Hz であった。

一方、RTK-GNSS 方式の MC で使用している測位データの周波数は、10 Hz 以上であるため、みちびき

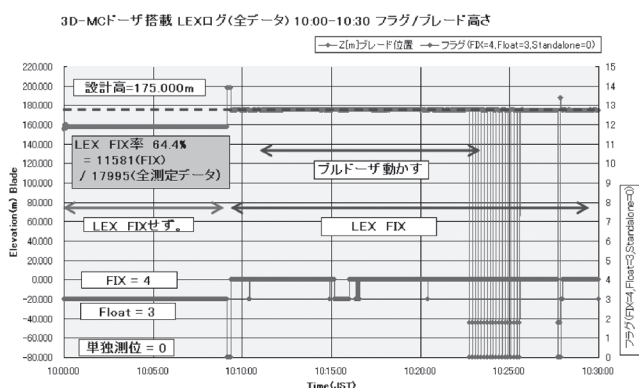


図－1 みちびき測位データ散布図 (y, x)

測位データを現行のMCと組み合わせて利用するためには、みちびき測位データの周波数も10 Hz以上とすることが必要である。

②みちびき測位データの品質

みちびきが準天頂にある場合に、RTK-GNSSデータのFIX率が概ね100%になるのに対して、みちびき測位データのFIX率は44～66%でありFIXする割合が低い(図－2参照)。



図－2 みちびき測位データのFIX状況

このままでは、実用化は困難であり、FIX率を100%とすることが必要である。

③セミ・ダイナミック補正の必要性

みちびき測位データは国土地理院設置の電子基準点データを利用しているにもかかわらずセミ・ダイナミック補正が行われていないため、実験で利用した基準点(T1, T5, T9)の座標値と相当程度差異が発生している。

したがって、実用化のためには、みちびき測位データにセミ・ダイナミック補正を行うことが必要である(図－1参照)。

(2) コスト的な課題

(1)の課題が解決され、現行のRTK-GNSSと同等の精度が確保されたとしても、現行システムと比較し

てコストアップになるようだと利活用は期待できない。

そこで、以下のようなコスト的な課題の解決が必要になる。

① RTK-GNSS方式との比較

現行の実用化されているRTK-GNSS方式と比較した場合、みちびき測位データの利用により基準局の設置が不要になるが、実用化段階においてみちびき測位データを利用する場合の利用料金の有無又その金額などがどのようになるか、現時点では不確定である。

今後、利活用のための仕組みの構築に当たっては、みちびき測位データを情報化施工に利用する場合のトータルコストが、現行の情報化施工システムと比較して同等以下となるような仕組みとすることが必要である。

②ネットワーク型RTK-GNSSとの比較

現行のネットワーク型RTK-GNSSを利用する場合は、基準局を設置する代わりに配信事業者から補正データを有料で購入している。

補正データ受信用の機器費用も含めて、これと比較した場合に、みちびき測位データを利用したシステムのトータルコストが同等以下となるような仕組みとすることが必要である。

5. おわりに

今日、GNSSの我が国における国民生活又は国民経済上の各分野における利用状況に鑑みれば、測位衛星システムは社会インフラとして必要不可欠なものになっている。

そのため、我が国としても将来的に自前の衛星測位システムを保有することは信頼性、サービスの向上等を図っていく意味で重要と考えられる。

今回の実証実験により、いくつかの課題が浮き彫りになったがこれらの課題の解決は十分可能であり、そのための国の政策等に期待するとともに、JCMAとしても、実用化に向けた検討にあたって相応の役割を果たすことが必要と考えている。

最後に、今回の実証実験にあたり、ご協力をいただいたJCMA会員の皆様、SPAC等関係者の皆様にこの場をお借りして謝意を表する。

JCMA

【筆者紹介】

白鳥 昭浩 (しらとり あきひろ)
(社)日本建設機械化協会
技師長



CMI 報告

運転員保護構造 (FOPS, ROPS) の性能試験

佐々木 隆男

1. はじめに

建設機械の係わる事故の際、運転員を死亡事故から守ることを目的とした保護構造物がある。この保護構造物には①飛来落下物からの保護、②機械の転倒・転落での保護の2種類があり、それぞれ保護構造物内の運転員が押しつぶされないように空間を確保する目的がある。これら保護構造物として要求される性能および試験方法は、保護目的および機種ごとに日本工業規格 (JIS) あるいは日本建設機械化協会規格 (JCMAS) に定められている。

なお、JCMASH018については、これを基にした国際規格が発行され (ISO12117-2:2008)、現在 JIS 化が進められている所である。

運転員の保護構造物

- ①飛来・落下物からの保護
 - ・ JISA8920 (土工機械－落下物保護構造 (FOPS))
 - ・ JISA8922 (油圧ショベル－運転員保護ガード)
- ②転倒・転落での押しつぶれからの保護
 - ・ JISA8910 (土工機械－転倒時保護構造 (ROPS))
 - ・ JISA8921 (ミニショベル横転時保護構造 (TOPS))
 - ・ JCMASH018 (油圧ショベル転倒時等保護構造 (EOPS))

施工技術総合研究所 (CMI) は、昭和 51 年から建設機械メーカーの依頼に基づき保護構造物の性能試験を実施している。ここでは、国内規格を基に各種の試験概要と CMI が実施した 2001 年以降の実績などを紹介する。

2. 落下物保護構造の試験とその実績

(1) 規格とその概要

JISA8920 (以下、FOPS という。) は土工機械に適用されるもので、舗装機械や油圧ショベル等は適用外である。ただし、油圧ショベルには別規格として JISA8922 が定められており、この規格では運転室直上に落下する物体に対する保護構造をトップガード (top guard) と呼び、要求される性能は FOPS と同じである。またフロントに飛来・落下する物体からの保護構造はフロントガード (front guard) と言い、これについても性能が規定されている。

FOPS とトップガードの要求性能は全く同じものであり、衝撃保護レベルもレベルⅠ、レベルⅡともにそれぞれ同等である (表—1)。CMI ではそれぞれに対応するため、写真—1 に示す鋼製の打撃重錘を保有している。

表—1 衝撃保護レベルと要求性能

レベル	対象落下物	落下物のエネルギー	保護構造物の要求性能
Ⅰ	小さなコンクリートブロック	1,365 J	落下物の打撃により、 ①落下物が貫通しないこと。 ②構造物の一部が一瞬でも人体に接触しないこと。
Ⅱ	岩石等	11,600 J	



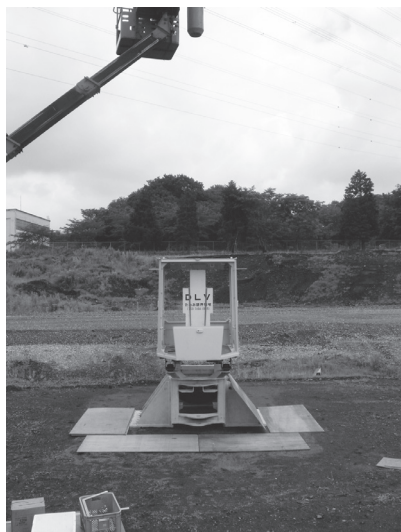
写真—1 打撃重錘 (左：レベルⅠ用、右：レベルⅡ用)

(2) 試験要領と要求性能の確認 (写真—2, 3)

試験は水平堅土上に供試機 (機械フレームに保護構造を組み込んだもの) を据え、移動式クレーンで吊り上げた重錘を打撃位置に合わせ、落下エネルギーが所定となる高さに引き上げた後、重錘を支える鋼線をガス溶断し、自由落下した重錘が構造物を直接打撃する方法を採っている。この方法による打撃位置のずれは 2～3 cm 程度である。

規格で要求される性能は、重錘の貫通はもとより構造物と DLV (たわみ限界領域) の接触も一切許され

ない。重錘の打撃振動により DLV が座席面より離れ、構造物と接触してしまうことを防止するために（SIP 位置が正規位置より動かないように）、DLV と座席をロープで緊縛して固定している。これにより構造物の打撃変形による DLV への接触のみが確認される。



写真—2 FOPS（レベルⅡ）の試験状況



写真—3 トップガードの試験状況

(3) 試験実績

2001 年以降の FOPS やトップガードの試験実績は表—2 のとおりであり、要求性能を満たさなかった供試機はなかった。

油圧ショベルのフロントガードの試験実績はない。

表—2 FOPS、トップガードの試験実績（'01～'10）

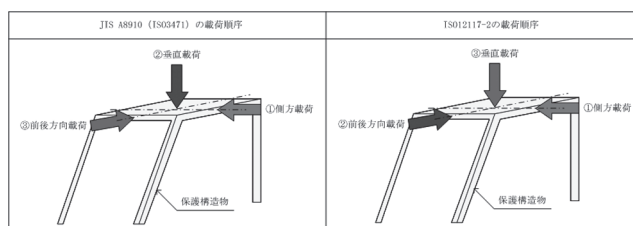
機 種	クローラドリル		ホイールローダ		油圧ショベル	
レベル	I	II	I	II	I	II
台 数	0	3	1	4	3	2

3. 転倒・転落時保護構造の試験とその実績

(1) 規格とその概要

土工機械の転倒時保護構造についての試験および要求性能は JISA8910（以下、ROPS という。）に示されるとおりで、2004 年から締固め機械（ローラ）等にも適用されるようになった。この規格で適用除外とされる油圧ショベルについては、運転質量 6,000 kg 以下の小型油圧ショベルには JISA8921（以下、TOPS という。）が、運転質量 6,000 kg を超えるものは JCMASH018（以下、EOPS という。）が規格化されている。

EOPS については先述したように、2008 年 12 月に国際標準規格 ISO12117 のパート 2 として発行された。同規格のパート 1 は TOPS であり、パート 2 はその流れを汲んでいるのか土工機械の試験（载荷）順序とは異なっている（図—1 参照）。



図—1 ROPS と EOPS の载荷順序の違い

また、ROPS では有り得なかった必要最小空間を示す DLV を TOPS と同様に側方载荷時に横 15 度に傾けられるため、大きな変位量で吸収エネルギーを満足する事も可能となった。なお、ISO では JCMAS の要求性能には無かった側方荷重や垂直荷重が新たに規定された。

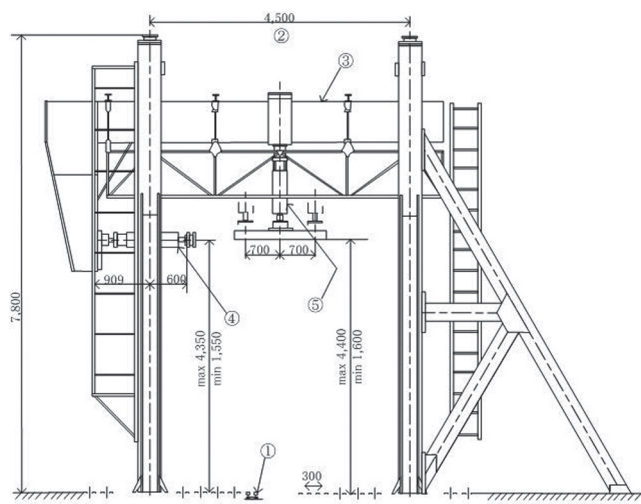
なお、TOPS では垂直载荷は規定されていない。

(2) 試験装置と要求性能の確認（写真—4、5）

CMI では図—2 に示す試験装置を用い各規格の試験を実施している。

また、試験装置の計測・制御は図—3 のとおりであり、水平载荷装置先端の負荷分布装置両端に変位計を設け、この平均値を保護構造のたわみとし、計測処理画面でモニターすると共に、たわみ 5 mm 毎に荷重と演算した吸収エネルギーを記録処理している。

要求性能の確認は、それぞれの载荷によって基準値が満足された時に、保護構造並びに仮想地面が DLV に侵入していないことを目視確認及び写真撮影により行っている。



- ① テストベッド 幅 7.4m×長 11m×深 2.5m
 ② 主桁内面間隔 4m
 ③ 荷重ビーム 昇降範囲 1.55m~4.35m
 ④ 水平荷重装置 油圧式 1,000kN×600mm
 ⑤ 垂直荷重装置 油圧式 1,000kN×500mm

図-2 ROPS 試験装置

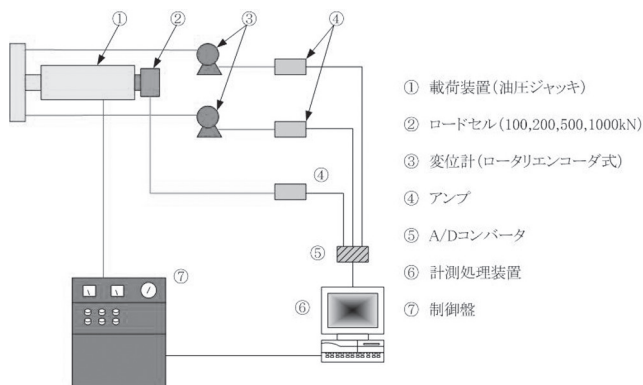


図-3 ROPS 試験装置の計測・制御



写真-4 ROPS 試験状況

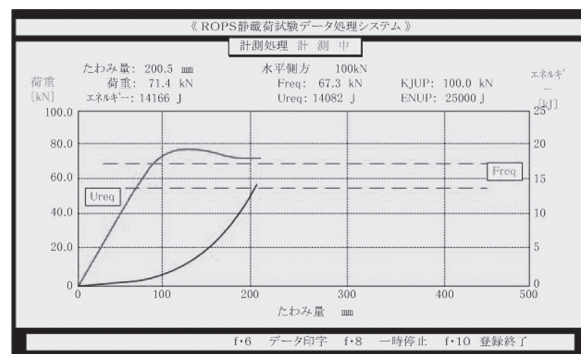


写真-5 計測処理画面

(3) CMI における試験実績

2001 年以降に CMI が実施した保護構造物の試験実績を図-4 に示す。同図の中には油圧ショベルが 2 種類表示してあるが、2005 年以前からのものは JISA8910 のクローラトラクタ基準に準拠して行ったものであり、2005 年以降に新たに表示したものは ISO12117 パート 2 を準拠したものである。

近年では油圧ショベルやホイールローダと肩を並べクローラドリル等の穿孔機械を試験することが多くなってきている。この穿孔機械は JIS 規格では対象機種ではないものの、輸出等を考慮して依頼されたもので、この機種はクローラトラクタ基準に準拠している。

また、その他として示したのがレクリエーションユーティリティビークル (R.U.V) であり、試験規格は R OHVA である。CMI では ROPS 等の規格以外でも試験機仕様に見合うものであれば試験を実施している。

図-4 の供試機の中には、要求基準を満たさなかったものもある。理由のひとつとしては保護構造としての運転室の強度不足、運転室を支えるマウントや機械フレームの強度不足がある。また、油圧ショベルでは保護構造となる運転室は基本薄肉のプレス鋼板の張り合わせであるため、荷重荷重が集中しないように取り付け付けた荷重分散版が、取り付け付けた溶接部から千切れ飛び、試験続行が不可能となったケースがある。

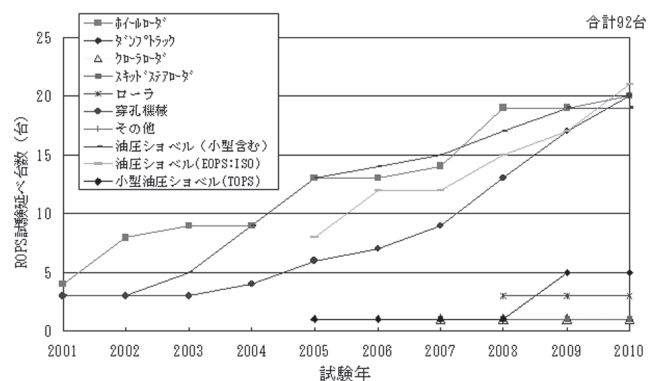


図-4 ROPS 等の試験実績

要求基準を満たさなかった供試機は不具合部を改善した新たな設計が行われ、後日再度試験を行っている。

4. おわりに

建設機械の運転員保護構造は万が一の事故の場合でも人命を守り、死亡事故の大幅削減に寄与すると思われる。労働安全衛生規則第153条では車輛系建設機械にはヘッドガードと呼ぶ保護装置の装備が義務付けられており、これと同等以上の性能を有するものとしてFOPSやROPSが示されている。しかし、日本国内における運転員保護構造はオプション装備扱いとなることが未だに多いのか、運転室等に保護構造であることを示す表示がみられない。

運転員保護構造の今後の更なる普及を図る上で、ユーザとしては安価であるがゆえに未装備の機械を購入するのではなく、人命を第一位に考慮頂き多少高価な保護構造付の機械を選択する。使用者は作業条件にあった保護構造付機械以外での作業は行わない。等の

ユーザや使用者の安全意識も必要であると思われる。

また、機械の転落等の事故においては運転員が自ら飛び出したり又は投げ出された所に、機械が落下して死亡事故に至る事例が多く、ROPS等の保護装置が装備されている場合でも、シートベルト等の付属する装備使用は絶対不可欠である。

近年、建設施工の安全性向上が強く求められており、今後は、運転員保護構造の装備が望まれてくると考えられ、当研究所が行う保護構造の性能試験がその一助になることを願うところであります。

JCMMA

【筆者紹介】

佐々木 隆男（ささき たかお）
 (社)日本建設機械化協会
 施工技術総合研究所 研究第四部
 専門課長



橋梁架設工事の積算

——平成23年度版——

■改訂内容

1. 鋼橋編

- ・セッティングビーム工追加（歩掛設定）
- ・製作工労務単価，間接労務費率の変更に伴う架設用の製作部材単価改訂
- ・積算例題の見直し

2. PC橋編

- ・支保工関連
- ・トラッククレーン架設の適用範囲拡大と据付条件の追加
- ・橋台・橋脚回り足場ブラケット歩掛の追加
- ・枠組足場日当り賃料，基本料の追加 ほか

■ 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）

■発行 平成23年5月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

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

新工法紹介 機関誌編集委員会

11-102	コンクリート充填ウォッチャー	フジタ
--------	----------------	-----

概要

近年、構造物の耐震基準改定、また公共工事において提案型発注の増加によりコンクリート打設時の要求性能が多様化しており、施工者はコンクリート打設時に高度な品質管理手法が必要になってきている。

コンクリート構造物の品質向上のためには、まだ軟らかいフレッシュコンクリートを隔々に充填させ均一に締め固めることが重要であるが、コンクリートの充填状況の目視確認が困難な箇所も多く、このような部位には圧力センサーや温度センサーを補助的に設置することでコンクリートの充填状況の確認を行ってきた。しかし、これらのセンサーではセンサーを設置した位置の点情報しか得られず、コンクリートの充填状況を面的にしかも連続的に把握できるものではなかった。

このような現状から、フジタとセイコーエプソンは型枠内に打ち込まれるコンクリートの充填状況を連続的に把握しビジュアル化することで品質管理を行う手法（コンクリート充填ウォッチャー）を国内で初めて開発した。

本手法では、センサーと計測ケーブルを型枠内に設置し、型枠内に打ち込まれるコンクリートの充填に伴って変化する静電容量を連続的に計測する。このセンサーと計測ケーブルを型枠内に複数本設置し、計測結果を組み合わせることでコンクリートの充填状況としてリアルタイムでビジュアル化することでコンクリート打設の品質管理を行う。既設橋脚の耐震補強工事への本手法の適用例を図-1に示す。

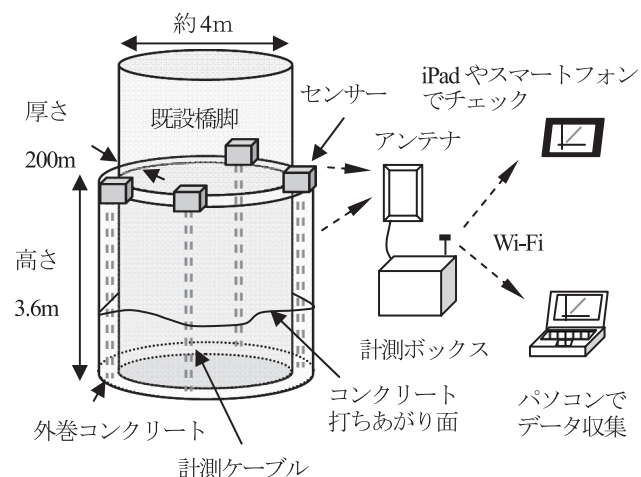


図-1 既設橋脚の耐震補強工事への適用例

特徴

- ①一つのセンサー、計測ケーブルで充填状況を線的にしかも連続的に検知が可能。
- ②本手法では無線を介して計測データを取得できるシステムを組み合わせるため、施工現場から離れた場所において施工状況の確認が可能。（写真-1）
- ③コンクリートの充填状況をリアルタイムでビジュアル的に把握し、コンクリート打設速度や打設量の把握ができ、またコールドジョイントといった不具合の未然防止ツールとしても役立つ。
- ④コンクリート打設時の充填状況の目視確認が困難で、しかも鉄筋量が多い場合や振動締め固め機の使用が困難な部位の打設状況の把握、品質管理に有効。

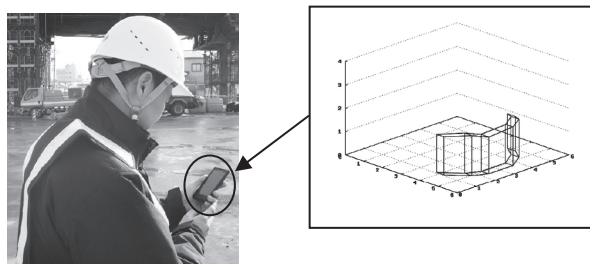


写真-1 コンクリート打設の遠隔での確認状況

用途

コンクリート構造物全般、トンネル覆工コンクリート

実績

既設橋脚の耐震補強工事

橋脚築造工事、ボックスカルバート築造工事

問合せ先

(株)フジタ 広報室

〒151-8570 東京都渋谷区千駄ヶ谷4-25-2

TEL：03-3402-1911（代表）

11-103	GEO-DIVER (ジオダイバー)	前田建設工業 錦城護謄
--------	-----------------------	----------------

▶ 概 要

軟弱地盤対策工法の1つであるプラスチックボードドレーン(PBD)工法では、圧密対象となる軟弱層(粘性土)の層厚や分布位置が改良効果(圧密促進効果)に大きな影響を及ぼすため、地盤内の地質分布を事前に把握し、適切なドレーン配置や圧密放置期間を設定することが重要となる。しかしながら、堆積環境が複雑な地盤では、わずかに数箇所の事前調査結果から地盤内の地質分布を把握することは困難である。また、施工中もPBDを打設した地盤の地質分布や層厚については管理・把握されていない現状にある。このため、期待した改良効果が得られない場合もあり、不等沈下や残留沈下の発生、対策工の追加や工期の延長といった問題の要因ともなる。

そこで、前田建設工業と錦城護謄の2社は、PBDを施工する軟弱地盤の強度分布・地質分布をリアルタイムで推定するシステム「GEO-DIVER (Geological Map Drawing System by Intrusive of Vertical Drains)」を開発した。本システムでは、PBD打設機の油圧抵抗(オシログラフ)を活用して、地盤の強度分布や地質分布を高い精度で管理・評価することができる。これにより、不等沈下や残留沈下の発生予測、対策工追加や工期短縮等の迅速な検討が可能で、高品質で経済性に優れたPBD施工を実現する。

▶ 特 徴

① PBD施工と同時に地盤強度を推定

PBD施工中に計測するPBD打設機の油圧抵抗(オシログラフ)を、リアルタイムで地盤強度(コーン貫入抵抗)に変換する。

② 追加の計測設備は不要

施工管理として従来から取得していた油圧抵抗(オシログラフ)を有効利用するため、新たに計測機器等を追加設置する必要はない。このため、PBDの施工を阻害することなく、簡易かつ安価にシステムを導入することが可能である。

③ 多角的な地盤情報の取得が可能

PBDは改良対象とする軟弱地盤に多数打設されるため、PBDを施工した地盤の強度分布・地質分布を連続的かつ多角的に表示することが可能である(図-1)。



写真-1 PBDの施工状況

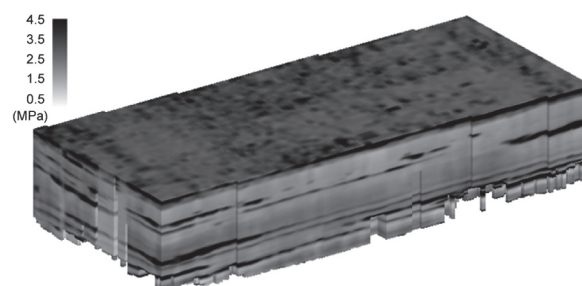


図-1 地盤強度(コーン貫入抵抗)の三次元分布

④ FEM変形解析等の高度化を実現

本システムで取得した地盤の強度分布・地質分布を、沈下計算や安定解析、FEM変形解析等へ直接利用することで、高い精度の予測・検討が可能である。

▶ 用 途

- ・プラスチックボードドレーン工法
- ・真空圧密工法

▶ 実 績

- ・舞鶴若狭自動車道 三方インターチェンジ工事

▶ 問 合 せ 先

前田建設工業(株) 技術研究所

〒179-8914 東京都練馬区旭町1-39-16

TEL: 03-3977-2453

錦城護謄(株) 土木事業本部 技術部

〒581-0068 大阪府八尾市跡部北の町1-4-25

TEL: 0729-92-6630

新機種紹介 機関誌編集委員会

▶ 〈01〉ブルドーザおよびスクレーパ

10-〈01〉-01	キャタピラー・ジャパン ブルドーザ CAT D7E	'10.11 発売 新機種
------------	---------------------------------	------------------

ディーゼルエンジンで発電機を駆動し、稼働に必要な電力を供給する「ディーゼルエレクトリックドライブ」を採用することで、環境性能、生産性の向上、運転・保有経費の抑制、オペレータ環境の改善、メンテナンスサイクルの長期化などを実現したブルドーザである。

ディーゼルエレクトリックドライブは、ディーゼルエンジンで発電機を駆動し、発電した電気をパワーインバータ等で制御のうえ、走行用交流モータに供給し、ファイナルドライブを駆動させる。このため、従来のパワートレインのようにトルクコンバータやトランスミッションが不要となる。これにより、パワーロス減少による高効率（省燃費）化とトルクコンバータ／トランスミッション等の部品削減に伴うメンテナンスコストの削減を実現している。冷却ファンなど駆動系以外のユニットをアクセサリ用コンバータから供給する電力で駆動することで、エンジンベルトをなくし、定期メンテナンスを不要としている。

10,000 時間稼働した場合、CO₂ 排出量は従来機比 183 トン削減を見込んでいる。また、従来機比で押土性能を最大 10%、燃料生産性を 25% 向上した結果、燃料消費量を従来機比で約 20% 低減している。

シングルリフトシリンダ、センターポストキャブを採用。センターポスト、ブレイクリーナ、マフラ、リフトシリンダを運転席から見て一直線上に配置したことで、ワイドな作業視界を実現している。

新型キャブの採用、さらにはディーゼルエレクトリックドライブによるエンジン音の低減により、キャブ内騒音は 73 db という静粛性を実現している。

油脂、オイルフィルタの長寿命化により、交換費用を従来機比約 60% 削減。さらにオプションのローリングブッシュトラックは足回りを長寿命化、足回り経費を最大 70% 削減している。

表ー1 CAT D7E の主な仕様

	D7E（乾地車）	D7E（湿地車）
運転質量 (t)	28.00	27.95
全長（ブルドーザ装置付）(m)	7.190（リッパ付）	5.855（ドローバ付）
全幅（ブルドーザ装置付）(m)	3.695	4.545
全高（キャブ上端まで）(m)	3.395	3.440
ブレード（幅×高さ）(m)	3.695 × 1.525	4.545 × 1.345
定格出力／回転数 (kW(PS)/min ⁻¹)	175 (238)/1,700	
接地長 (m)	3.015	3.450
接地圧 (kPa)	75	43
価格 (百万円)	51.54	49.39



写真ー1 キャタピラー・ジャパン CAT D7E エレクトリックブルドーザ

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

▶ 〈02〉掘削機械

10-〈02〉-08	キャタピラー・ジャパン ミニ油圧ショベル（後方超小旋回形） CAT 305D CR / 305.5D CR	'10.10 発売 新機種
------------	---	------------------

道路工事、住宅基礎工事、上下水道工事等の現場で、掘削・積込・吊作業等で使用されるミニショベルである。CAT ミニショベル「D シリーズ」として初導入となる 2 機種で、従来の基本設計を踏襲しつつ、操作性・作業範囲、省燃費、セキュリティ等、さまざまな面で製品力の向上を図っている。

微操作域のストローク延長および油圧上昇をより緩やかにすることで微操作性を改善したほか、日本人の体格に合わせた操作レバー位置および操作力にすることで、オペレータの疲労軽減を図っている。また、掘削から解体作業までこなす作業範囲を有している。さらに、ダンプクリアランスも高く一般的な 4 トンダンプトラック等への積込において、パケットがダンプトラックのベッセルと接触することなく作業を行える。

スイッチひとつでエンジン回転数をダイヤルアクセルの設定から下げるエコノミーモードを標準装備しており、燃料消費量の低減に貢献する。3 秒以上操作を行わない場合、自動的にエンジン回転数を下げ、騒音や燃料消費量を低減する自動デセル機能を標準装備している。

ID 番号が登録された専用キー以外では車両を始動できないマシンセキュリティシステム（MSS）をオプション設定しており、車両盗難を防止する。

オフロード法に適合しているほか、国土交通省超低騒音型建設機械の基準値をクリアしている。

新機種紹介

表一 2 CAT 305D CR / 305.5D CR の主な仕様

		305D CR	305.5D CR
バケット容量	(m ³)	0.16	
最大掘削深さ	(m)	3.53	3.81
最大掘削半径	(m)	6.04	6.33
最大掘削高さ	(m)	5.69	5.95
機械質量	(t)	4.66	4.93
定格出力	(kW/(ps)/min ⁻¹)	31.0(42.1)/2,400	35.0(47.6)/2,400
走行速度 高速/低速	(km/h)	4.6/2.7	4.6/2.8
登坂能力	(度)	30	
接地圧	(kPa)	25.9	27.4
最低地上高	(m)	0.34	
クローラ中心距離	(m)	1.58	
クローラ全幅 (シュー幅)	(m)	0.4	
全長×全幅×全高	(m)	5.45 × 1.98 × 2.55	5.66 × 1.98 × 2.55
価格	(百万円)	6.15	6.49

写真一 2 キャタピラージャパン CAT 305D CR
後方超小旋回形ミニ油圧ショベル

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

11-(02)-04	日立建機 リチウムイオンバッテリーミニショベル ZX35B	'11.1 発売 新機種
------------	-------------------------------------	-----------------

すべてのモータ・シリンダの動力を、本体に搭載したリチウムイオンバッテリーから供給して稼働し、排気ガスがゼロのため、農作物や植栽に対して立ち枯れをなくすることができ、屋内解体やトンネル工事においても、排気ガスによる換気の必要がないミニショベルである。

エンジンを持たず、静音性に優れているためミニショベルの幅広い現場使用条件に適応でき、CO₂排出削減に寄与し、低炭素社会の実現に貢献できる。

ショベル運転時の電力方式は2電源（2 Way）で、バッテリー、外部電源（商用電源 220 V、直流 100 V）で運転できる。外部電源での運転中であっても、適宜バッテリーの状態を監視しバッテリー充電

を行うことができ、充電は家庭用 100 V でも対応できる。（家庭用 100 V は充電のみ）

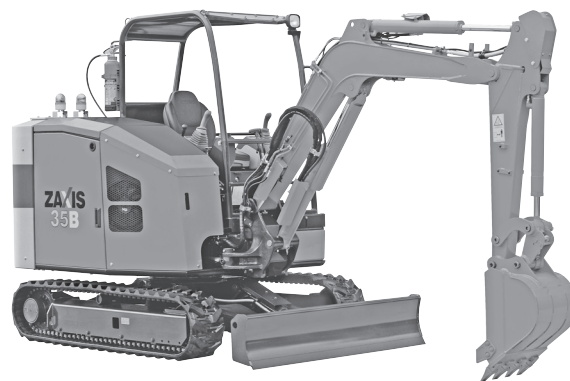
バッテリーフル充電の状態で4～6時間の連続運転ができ昼の休憩時間を利用して商用電源 220 V で急速充電を行えば、1日の内、6～8時間の運転ができる。リチウムイオン電池の搭載はをラック・モジュール方式としているため、バッテリーをショベル本体から分離して点検・交換作業が行える。

水冷式永久磁石同期モータは、強電磁力を発生させる永久磁石であり、モータの小型化、高効率化が図られており、清掃性もメンテナンスフリーである。

熱源である動力室（ポンプ、モータ）とリチウムイオン電池室を分割したレイアウトとし、リチウムイオン電池の安全性を確保する構造である。

表一 3 ZX35B の主な仕様

項 目		ZX35B
標準バケット容量（新 JIS）	(m ³)	0.09
運転質量	(t)	4.2
電動モータ（水冷式）定格出力（kW）		19
バッテリー		リチウムイオン式
充電方式 商用		3 相 AC 220 V、単相 AC 100 V
直流		DC 100 V
最大掘削半径	(mm)	5,010
最大掘削深さ	(mm)	2,830
最大掘削高さ	(mm)	4,680
最大ダンプ高さ	(mm)	3,260
全長	(mm)	4,870
全幅	(mm)	1,740
全高	(mm)	2,460
キャブ高さ	(mm)	2,460
フロント最小旋回半径	(mm)	2,060
後端旋回半径	(mm)	1,350
価格		見積対応

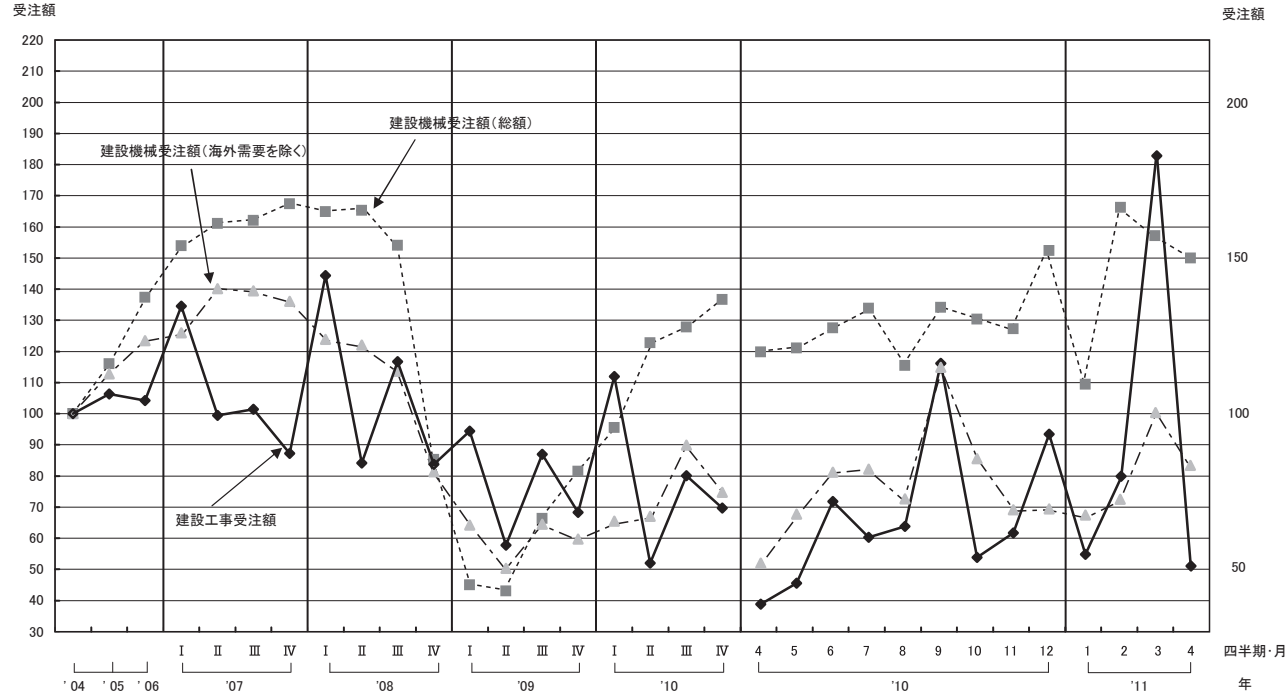


写真一 3 日立建機 ZX35B リチウムイオンバッテリーミニショベル

問合せ先：日立建機株式会社 事業戦略本部企画室技術部
〒112-8563 東京都文京区後楽二丁目5番1号

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 2004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 2004年平均=100)



建設工事受注動態統計調査(大手50社)

(単位：億円)

年 月	総 計	受 注 者 別						工 事 種 類 別		未消化 工事高	施工高
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築	土 木		
		計	製 造 業	非製造業							
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	128,683	142,289
2009 年	100,407	66,122	12,410	53,712	24,140	5,843	4,302	66,187	34,220	103,956	128,839
2010 年	102,466	69,436	11,355	58,182	22,101	5,472	5,459	71,057	31,408	107,613	106,112
2010 年 4 月	4,220	2,885	693	2,191	694	430	211	2,549	1,670	112,318	7,168
5 月	4,966	3,437	636	2,801	704	400	426	3,609	1,357	109,786	6,841
6 月	7,811	5,478	858	4,621	1,599	493	241	5,486	2,325	107,922	9,445
7 月	6,560	4,619	1,128	3,492	1,031	447	464	4,378	2,182	107,333	6,945
8 月	6,942	4,966	895	4,071	1,410	488	77	4,858	2,084	107,326	8,056
9 月	12,639	8,790	1,603	7,187	2,607	511	731	9,501	3,138	109,222	11,384
10 月	5,867	4,131	514	3,716	1,021	411	303	3,873	1,994	108,668	6,762
11 月	6,714	4,409	688	3,722	1,777	433	95	4,622	2,092	107,819	8,293
12 月	10,171	6,605	1,280	5,325	2,197	449	920	7,040	3,131	107,613	10,472
2011 年 1 月	5,980	4,069	677	3,392	1,242	386	283	4,297	1,683	107,012	6,917
2 月	8,729	5,799	1,224	4,574	2,059	448	424	5,983	2,747	107,291	8,513
3 月	20,085	14,615	2,042	12,573	3,938	570	961	14,998	5,086	114,047	13,188
4 月	5,544	3,850	929	2,921	909	360	426	3,756	1,788	—	—

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	04 年	05 年	06 年	07 年	08 年	09 年	10 年	10 年 4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	11 年 1 月	2 月	3 月	4 月
総 額	12,712	14,749	17,465	20,478	18,099	7,492	15,342	1,269	1,283	1,351	1,418	1,222	1,421	1,381	1,348	1,613	1,159	1,756	1,660	1,590
海 外 需 要	8,084	9,530	11,756	14,209	12,996	4,727	11,904	1,068	1,022	1,038	1,101	942	978	1,051	1,081	1,345	899	1,475	1,274	1,269
海外需要を除く	4,628	5,219	5,709	6,268	5,103	2,765	3,438	201	261	313	317	280	443	330	267	268	260	281	386	321

(注) 2004～2006 年は年平均で、2007 年～2010 年は四半期ごとの平均値で図示した。
2010 年 4 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…

(2011年5月1日～31日)

■ 機 械 部 会

(4月分を含む)

■コンクリート機械技術委員会

月 日：4月14日(木)

出席者：大村高慶委員長ほか8名

議 題：①平成22年度活動結果と平成23年度の活動計画について ②コンクリート機械の変遷の審議について(コンクリートミキサ、パッチャプラント、他) ③その他

■トラクタ技術委員会

月 日：4月20日(水)

出席者：阿部里視委員長ほか8名

議 題：①JIS A 8340 安全規格の改訂検討について ②国土省「低燃費型建機認定」制度(ミニローダ)の取扱い：継続審議 ③国土省「低炭素型建設機械の認定」規定の改正について ④その他

■路盤・舗装機械 締固め機械変遷分科会

月 日：4月21日(木)

出席者：戸川裕文分科会長ほか11名

議 題：①奥澤委員宛の各担当「締固め機械の変遷」資料の内容検討について ②資料(時代毎・機種毎)のまとめ方と機関誌掲載手順について ③その他

■路盤・舗装機械 幹事会

月 日：4月21日(木)

出席者：渡邊充委員長ほか10名

議 題：①平成23年度委員会名簿について ②本日後開催の平成23年度第1回総会について ③「アスファルトプラントの事故事例とその対策集」の日合協との出版について ④その他

■路盤・舗装機械 総会

月 日：4月21日(木)

出席者：渡邊充委員長ほか31名

議 題：①平成22年度活動の概要報告と平成23年度の活動計画の説明(安全環境分科会と舗装機械変遷分科会の報告) ②平成22年度の成果発表(1.現場見学会の報告とホームページの報告 2.アスファルトプラントの事故事例編集内容 3.アスファルトフィニッシャの変遷) ③報告会(1.「ラスベガス CONEXPO2011」国際建設機械見本市報告 2.「ネットワーク型 RTK-GPS 配信について」電子基準天網と地殻変動による影響)

■情報化機器技術委員会

月 日：4月22日(金)

出席者：白塚啓三委員長ほか4名

議 題：①2月21日開催の機械部会幹事会の報告 ②ISO 委員会報告(ISO/TC127/SC3/WG9 会議) ③平成23年度活動内容(ウォッチング項目)の情報共有について ④その他

■トンネル機械技術委員会 総会

月 日：4月27日(水)

出席者：篠原望委員長ほか28名

議 題：①平成22年度の活動結果について(トンネル機械の品質と安全確保技術調査、山岳トンネル・シールドトンネル掘削ずりの有効活用、山岳トンネル・シールドトンネルの新技術) ②ビデオ上映「レーザー光線でトンネルを切る」 ③平成23年度活動計画内容と活動メンバ構成について ④委員の意見交換(分科会の進め方、委員会、見学会への要望について) ⑤事務連絡

■原動機技術委員会

月 日：5月12日(木)

出席者：有福孝智委員長ほか19名

議 題：①平成23年度活動計画について ②CONEXPO2011 展示会について ③「世界の排気ガス規制事情」について ④災害復旧に向けた活動についての情報交換・災害復旧における排ガス基準適合表示のない特定特殊自動車の使用について ⑤その他

■原動機技術委員会代表打合せ

月 日：5月19日(木)

出席者：有福孝智委員長ほか3名

議 題：①建設機械用としての尿素 SCR システムはどうあるべきか。課題と対応技術 ②建設機械(オフロード)としての理想のインフラとは ③建設機械の尿素 SCR 技術指针对応 ④その他

■ショベル機械技術委員会

月 日：5月20日(金)

出席者：尾上裕委員長ほか9名

議 題：①平成22年度活動報告と平成23年度の活動計画について ②国土省「燃費基準の創設」について(2月23日開催の「地球温暖化対策検討分科会」の報告) ③国土省「低炭素型建設機械の認定」制度での認証基準値の動きについて(平成23年度電動建機追加について) ④ミニショベルの燃費基準作成に向けた取組み方について ⑤CONEXPO2011の自社展示および他社展示映像とコメントについて ⑥その他

■トンネル機械技術委員会・新技術施工技術分科会

月 日：5月25日(水)

出席者：椎橋孝一郎分科会長ほか9名

議 題：①トンネル機械技術委員会総会の報告について ②「IT 施工における現状と今後の展望」(演算工房プレゼン説明) ③平成22年度活動報告について ④平成23年度活動計画について ⑤その他

■情報化機器技術委員会

月 日：5月27日(金)

出席者：白塚敬三委員長ほか8名

議 題：①電子機器への放射線の影響について ②「エキサイターを用いたパブティクス技術」のプレゼン(日本精機) ③その他

■ 製 造 業 部 会

(4月分含む)

■小幹事会 安全情報技術総会議対打合せ

月 日：4月22日(金)

出席者：田中利昌幹事長ほか7名

議 題：①2月28日開催の安全情報技術小会議での製造業部会の検討事項について ②5月上旬の製造業部会幹事会の議題と開催日について ③5月16日開催の合同部会の案内について ④オンロード特殊自動車に対する融資制度の行政への要望について ⑤災害復旧における排ガス基準適合表示のない特殊自動車の使用について ⑥その他

■合同部会

(業種別部会、機械部会、施工部会と合同開催)

月 日：5月16日(月)

出席者：田中利昌幹事長ほか、他部会含め65名

議 題：①製造業部会の活動紹介と他部会への要望・油圧ショベル応用機の運転資格と定期検査について ②建設業部会の活動紹介と他部会への要望 ③機械部会の活動紹介と他部会への要望 ④レンタル業部会の活動紹介と他部会への要望 ⑤施工部会の活動紹介と他部会への要望 ⑥施工技術総合研究所の活動紹介と各部会への要望

■作業燃費検討会 WG

月 日：5月23日(月)

出席者：田中利昌幹事長ほか10名

議 題：①2月23日開催の地球温暖化対策検討委員会の報告 ②国土省「燃費基準の創設」について ③「燃費基準の創設」制度開始に向けた今後の検討・準備について ④JCMAS 燃費測定標

準の周知・啓蒙活動について⑤低炭素型建機の認定改正について ⑥その他

■幹事会

月 日：5月30日（月）

出席者：田中利昌幹事長ほか10名

議 題：①平成23年度の活動計画について ②国交省「燃費基準の創設」と低炭素型建機認定制度に向けた今後の検討・準備について ③安全情報技術小会議の検討状況の報告について ④5月16日開催の合同部会の報告について・製造業部会に対する他部会からの要望 ⑤低炭素型建設機械の認定の改正について ⑥東日本大地震関連の情報交換について ⑦その他

■建設業部会

■三役会

月 日：5月12日（木）

出席者：川本伸司部会長ほか4名

議 題：①夏季現場見学会について ②三省ヒヤリングの報告 ③合同部会における報告事項の確認 ④建設機械安全情報公開システムについて ⑤その他

■CP車総合改善委員会

■委員会

月 日：5月13日（金）

出席者：宇治公隆委員長ほか9名

議 題：①「報告書」（案）の審議 ②「報告書」の公開等について ③委員会としての今後の活動について ④その他

■各種委員会等

■機関誌編集委員会

月 日：5月11日（水）

出席者：太田宏委員長代行ほか21名

議 題：①平成23年8月号（第738号）の計画の審議・検討 ②平成23年9月号（第739号）の素案の審議・検討 ③平成23年10月号（第740号）の編集方針の審議・検討 ④平成23年5～7月号（第735～737号）の進捗状況の報告・確認

■新機種調査分科会

月 日：5月24日（火）

出席者：江本平分科会長ほか5名

議 題：①新機種情報の検討・選定

■建設経済調査分科会

月 日：5月25日（水）

出席者：山名至孝分科会長ほか2名

議 題：①平成23年6月号原稿の検討

②今後の掲載予定の検討・確認

…支部行事一覧…

■北海道支部

■第1回運営委員会

月 日：5月10日（火）

場 所：札幌市 センチュリーロイヤルホテル

出席者：熊谷支部長ほか30名

内 容：①平成22年度事業報告について ②平成22年度決算報告について ③平成23年度事業計画について ④平成23年度収支予算について ⑤その他（第58回支部通常総会関係ほか） ⑥新公益法人制度への対応について

■第59回支部通常総会

月 日：5月18日（水）

場 所：札幌市 センチュリーロイヤルホテル

出席者：熊谷支部長ほか86名

内 容：①平成22年度事業報告及び決算報告承認の件 ②平成23年度事業計画及び予算に関する件 ③本部及び施工技術総合研究所の事業概要報告 ④感謝状贈呈式 ⑤建設機械優良運転員・整備員の表彰

■支部講演会

月 日：5月18日（水）

演 題：「ビジネスのソーシャル化に商機を見つける」

講 師：札幌学院大学経営学部教授 河西邦人氏

出席者：熊谷支部長ほか82名

■請負工事機械経費積算に関する講習会

月 日：5月24日（火）

場 所：北海道教育会館ホテルユニオン
受講者：112名

内 容：①積算体系と機械経費 ②建設機械等損料の基本と動向 ③損料算定表の見方及び使い方 ④一般土木請負工事の機械経費積算例 ⑤道路維持請負工事の機械経費積算例

■第1回技術部会技術委員会

月 日：5月24日（火）

場 所：札幌第1合同庁舎 10F 4号会議室

出席者：山田技術部会副部会長ほか10名

内 容：①平成23年度除雪機械技術講習会について ②その他

■東北支部

■企画部会

月 日：5月6日（金）

場 所：支部会議室

出席者：菅原次郎企画部会長ほか6名

内 容：運営委員会議事等について

■企画部会

月 日：5月10日（火）

場 所：KKR ホテル仙台

出席者：鈴木基行支部長ほか20名

議 題：運営委員会を開催

■企画部会

月 日：5月13日（金）

場 所：支部会議室

出席者：菅原次郎企画部会長ほか6名

内 容：総会議事等について

■企画部会

月 日：5月23日（月）

場 所：仙台ガーデンパレス

出席者：鈴木基行支部長ほか支部会員103社（委任状67社）

内 容：第59回支部総会開催

■施工部会

月 日：5月11日（水）

場 所：仙台保健福祉専門学校

出席者：稲村正弘部会長ほか3名

内 容：平成23年度建設機械施工技術検定学科試験実施について

■施工部会

月 日：5月18日（水）

場 所：日立建機教習所

出席者：稲村正弘部会長ほか3名

内 容：平成23年度建設機械施工技術検定実地試験実施について

■北陸支部

■運営委員会

月 日：5月9日（月）

場 所：新潟東映ホテル

出席者：丸山暉彦北陸支部長ほか25名

議 題：①平成22年度支部事業報告及び決算報告について ②平成23年度事業計画及び収支予算について ③優良運転員・整備員表彰について ④その他

■建設技術報告会実行委員会

月 日：5月17日（火）

場 所：北陸技術事務所会議室

出席者：榎紀洋委員

議 題：平成23年度建設技術報告会実施計画について

■北陸支部総会

月 日：5月18日（水）

場 所：チサンホテル新潟
出席者：丸山暉彦北陸支部長ほか 89 名
議 題：①平成 22 年度支部事業報告及び決算報告 ②平成 23 年度事業計画及び収支予算
記念行事：優良建設機械運転員並びに整備員の表彰，記念講演会

■ 中 部 支 部

■「建設技術フェア 2011in 中部」実行委員会に出席
月 日：5 月 30 日（月）
出席者：安江規尉運営委員
議 題：「建設技術フェア 2011in 中部」実施計画について

■ 関 西 支 部

■建設用電気設備特別専門委員会(第 376 回)
月 日：5 月 16 日（月）
場 所：中央電気倶楽部 会議室
議 題：①前回議事録確認 ②「JEM-TR121 建設用負荷設備機器点検保守のチェックリスト」解説審議 ③耐熱クラス呼称についての審議 ④その他

■第 62 回支部通常総会
月 日：5 月 17 日（火）
場 所：大阪キャッスルホテル 7 階会議室
出席者：深川良一支部長ほか 80 名
議 題：①平成 22 年度事業報告および決算報告の件 ②平成 23 年度事業計画および収支予算の件 ③本部および施工技術総合研究所事業概要の説明 ④平成 23 年度会長表彰 団体会員 5 社，個人 1 名 ⑤建設機械優良運転員・整備員表彰 優良運転員 3 名，優良整備員 5 名

講 演：「ロボティクスの未来を考える」
立命館大学教授 川村貞夫氏

■平成 23 年度 施工技術報告会幹事会（第 2 回）
月 日：5 月 27 日（金）
場 所：関西支部 会議室
出席者：松本克英事務局長ほか 9 名
議 題：①運営要領の確認 ②平成 23 年度施工技術報告会予算（案）について ③会場の手配

■情報化施工の普及促進(第 1 回)セミナー
月 日：5 月 31 日（火）
場 所：近畿地方整備局 合同庁舎 1 号館 別館 2 階大会議室
参加者：150 名
内 容：①情報化施工の普及について…廣瀬昌治氏（近畿地方整備局企画部機械施工管理官） ② TS による出来形管理用 3 次元データの作成について…田中正規氏（当支部 情報化施工推進委員会委員） ③ TS による出来形管理の実施事例について…友滝康平氏（㈱日本道路建設業協会関西支部） ④ TS を用いた出来形管理横領（案）及び監督・検査要領（案）について…北川順氏（国土技術政策総合研究所）
主 催：近畿地方整備局
協 賛：㈱日本建設機械化協会関西支部、(財)日本建設情報総合センター

■ 中 国 支 部

■第 60 回支部通常総会
月 日：5 月 19 日（木）
場 所：ホテルセンチュリー 21 広島
出席者：河原能久支部長ほか 83 名
議 題：①平成 22 年度事業報告及び同決算報告承認の件 ②平成 23 年度事業計画（案）及び同収支予算（案）承

認に関する件 ③日本建設機械化協会本部感謝状・表彰状贈呈 ④「東日本大震災における中国地整の対応状況について」国土交通省中国地方整備局企画部施工企画課長 津村信昌氏

■平成 23 年度建設の機械化施工優良技術者表彰
月 日：5 月 19 日（木）
場 所：ホテルセンチュリー 21 広島
受賞者：運転・整備部門 3 名，管理部門 1 名，技術開発部門 1 名 計 5 名

■記念講演会
月 日：5 月 19 日（木）
場 所：ホテルセンチュリー 21 広島
演 題：「東日本大震災について」
講 師：土木学会会長 阪田憲次氏

■「中国地方整備局所管施設にかかる応急対策業務に関する協定」による情報伝達訓練
月 日：5 月 25 日（水）
場 所：中国支部事務所ほか
参加者：高倉寅喜企画部会長・齋藤施工技術部会長・役員 3 名ほか協定参加会員 34 社（内支部団体会員 27 社）
内 容：被災想定に対応した訓練（応急対策業務支援）を実施し，協定で定める実施体制・連絡システムの再確認を行った

■ 九 州 支 部

■企画委員会
月 日：5 月 25 日（水）
出席者：高場正富施工部会長ほか 7 名
議 題：①総会の営委について ②橋梁架設工事積算講習会について ③建設機械施工技術検定試験について ④意見交換会について ⑤その他

編集後記

今年は、東日本大震災という未曾有の災害に見舞われ防波堤の破壊や、原子力発電所の被災などによりこれまでの安全に対する考え方や危機管理についてあらためて問い直さされているときだと思います。

建設物に限らず乗り物でも建設機材でも、常にその「安全性」は時代とともに高いレベルのものが求められてきました。しかし、安全性はコストという経済性との妥協により成り立ってきたことも事実です。また、大きな災害や事故の発生が安全性の向上を推し進めてきた一方で、別の見方をすれば、泥縄的な側面が強いものであるとも思います。建設中の安全対策についても、過去を振り返ってみると、同じようなことがいえるのではないのでしょうか。経済活動により国が成り立つことを考えると、ある程度やむを得ないものかもしれませんが、今回の原発の被災による状況を省みると、経済性ということでは済まされない安全があることをあらためて痛感しました。

今号は、「建設施工の安全」というテーマで、建設工事での安全対策を中心に編集しました。国外の建設工事における安全への取り組みについても取り挙げようとしたのですが、特集のテーマに沿うものが見つからず掲載にはいたりませんでした。ただ、外国の安全に対する認識は、やはり自らの安全は、自らが守るという意識が強いようです。昨今、国内の安全対策は、作業そのものに対する対策だけではなく、工事の作業工程管理や作業員の健康管理、気象状況の早期予測を含めた総合的な対策が行われるようになっていきます。

建設工事の安全に係るものとして、安全対策が指導する側からの観点のみで進められるのではなく、機械を使う側、作業を行う側の観点に立つことを忘れてはならないと思うと同時に、「自らの安全は、自らが守る」という基本に立って安全対策を構築する必要があると感じています。

最後になりますが、ご多忙中、御執筆いただきました筆者の皆様によりお礼申し上げます。

(和田・伊藤)

機関誌編集委員会

編集顧問

浅井新一郎	今岡 亮司
加納研之助	桑垣 悦夫
後藤 勇	佐野 正道
新開 節治	関 克己
高田 邦彦	田中 康之
塚原 重美	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

田中 康順	鹿島道路(株)
-------	---------

オブザーバ

山下 尚	国土交通省
------	-------

編集委員

山田 淳	農林水産省
伊藤 健一	(独)鉄道・運輸機構
石戸谷 淳	首都高速道路(株)
松本 久	(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
齋藤 琢	東亜建設工業(株)
相田 尚	(株)NIPPO
田岡 秀邦	日本道路(株)
堀田 正典	日立建機(株)
岡本 直樹	山崎建設(株)
中村 優一	(株)奥村組
石倉 武久	住友建機(株)
江本 平	範多機械(株)
京免 継彦	佐藤工業(株)
松澤 享	五洋建設(株)
藤島 崇	施工技術総合研究所

8月号「舗装特集」予告

- ・直轄工事における総合評価方式の実施状況 平成21年度年次報告
- ・路上表層再生機等を使用した新しい路面維持工法の開発 ヒートスティック工法
- ・遮水型排水性舗装と施工専用機の開発 POSMAC
- ・土の色調と質感をもつ景観舗装 アーバンライト
- ・予防的維持工法として舗装の延命に寄与する加熱アスファルト系表面処理工法の開発 リフレッシュシール Mix
- ・自動車用高速周回路における斜面舗装の施工 交通安全環境研究所自動車試験場傾斜路改修
- ・小型乳剤散布装置付きアスファルトフィニッシャの開発と施工事例
- ・ロードスタビライザによる路上再生路盤工法
- ・アスファルトプラントのCO₂削減技術
- ・低炭素社会に寄与する舗装技術

No.737「建設の施工企画」 2011年7月号

〔定価〕1部840円(本体800円)
年間購読料9,000円

平成23年7月20日印刷

平成23年7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	部〒060-0003 札幌市中央区北三条西2-8	電話 (011) 231-4428
東北支	部〒980-0802 仙台市青葉区二丁目16-1	電話 (022) 222-3915
北陸支	部〒950-0965 新潟市中央区新光町6-1	電話 (025) 280-0128
中部支	部〒460-0008 名古屋市中区栄4-3-26	電話 (052) 241-2394
関西支	部〒540-0012 大阪市中央区谷町2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支	部〒730-0013 広島市中区八丁堀12-22	電話 (082) 221-6841
四国支	部〒760-0066 高松市福岡町3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支	部〒812-0013 福岡市博多区博多駅東2-8-26	電話 (092) 436-3322

本誌上への広告は(株)共栄通信社までお問い合わせ下さい。

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