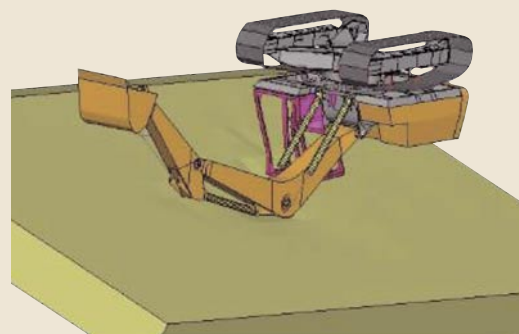
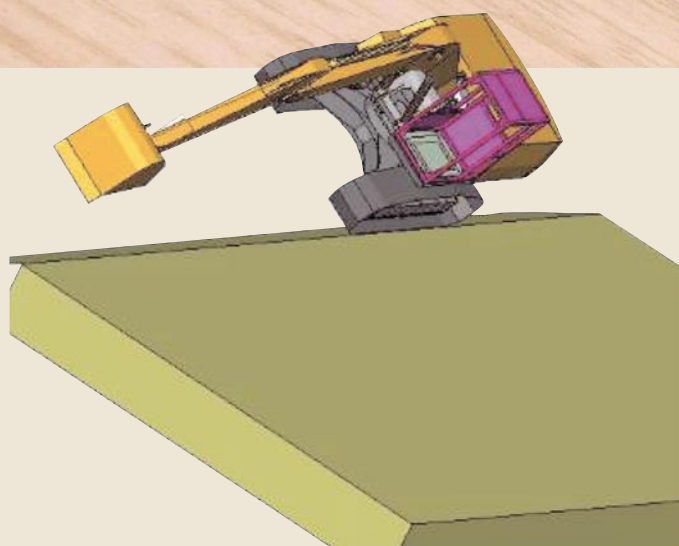


建設の施工企画 8

2009 AUGUST No.714 JCMMA

油圧ショベルの
実車転倒試験とシミュレーション



建設施工の安全対策 特集

クレーン、搬送台車、建設機械、特殊車輛他 産業機械用無線操縦装置

今や、業界唯一。日本国内自社自力生産・直接修理を实践中！

ポケットサイズ ハンディ～ショルダー機

フルラインアップ!!

ケーブルレス サテライト 離操作

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

- ◆ 業界随一のフルラインの品揃えとオーダー対応制度で多様なニーズに対応！
- ◆ 常に！業界一のコストパフォーマンス！
- ◆ 迅速なメンテナンス体制！
- ◆ 未来を見据えた過去の実績を見て下さい！
代々互換性を継承、補修の永続

スリムケーブルレス

より安価なオーダー対応を実現！

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階押し・特殊
スイッチ装着可能

フルオーダー対応で
最大32点まで対応可！

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

標準型
RC-5708N

- 8操作8リレー
- 軽量・コンパクト受信機

セットで
15.75万円



標準型
RC-5712N

- 12操作12リレー
- 照明出力リレーの保持を標準採用

セットで
17.85万円



マイコンケーブルレス

N/U/Gシリーズ

標準型

RC-6016N

- 16操作16リレー

最大24操作まで
対応可能

セットで
21万円



防爆形無線機 対応可能
《ボーバ》(微弱電波・特定小電力)

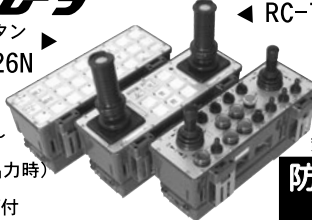
マイティサテライト

N/U/Gシリーズ

全押しボタン
RC-7126N

セットで
47.25万円

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



3ノッチジョイスティック型

RC-7132N

セットで
94.5万円

ジョイスティック
2本装着オーダー例

無段変速対応可

防爆形無線機 対応可能
《ボーバ》(微弱電波のみ)

マイコンケーブルレス

N/U/Gシリーズ

標準型
RC-8416N

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

セットで
23.1万円



裏側
スイッチ
装着例

新 チップケーブルレス

コンパクトという選択肢!!
～機能を絞ると、こんなに小さくなりました～

微弱電波モデル
対応

標準型
RC-3208N

- 6操作8リレー

セットで
12.6万円



スリムなので
片手で握り替えずに、
正逆操作が行えます!

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

チップケーブルレス
(親指が遠くまで
届きます)



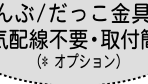
ケーブルレスミニ

微弱電波・ラジコンバンド
両モデル対応

標準型
RC-4303N/R

- 3操作3リレー
- 最大5リレーまで対応可能

セットで
10.5万円



ポケットサイズの本格派!

リ・センサー
離操作

Nシリーズ
Uシリーズ

微弱電波・特定小電力
両モデル対応

2段階押し・特殊
スイッチ装着可能

標準型

RC-2512N

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

セットで
23.1万円



価格もサイズも
ハンディー並み!

軽量コンパクト
ショルダータイプ



データケーブルレス

N/R/U/Gシリーズ

微弱電波・特定小電力
ラジコンバンド
全モデル対応

- 機器間の信号伝送に!
- 多芯の有線線の代わりに!

標準型 セットで

TC-1305R 21.525万円

TC-1308N(微弱電波) 23.1万円

送信機
(外部接点入力型)

写真はUシリーズ

7100型

6300型

5700型

3200型

受信機

アンテナ等の
標準付属品付
セットで
42万円

発破番 ES-2000R

音声 一般電話へ
自動転送!

音声 音声メッセン

2km (6km)

ER-2000R(受信機) ET-2000R(送信機)

火薬庫

● 長距離伝送
到達距離約2km～(6km)

● 受信機から
電話回線接続機能、
携帯電話へもOK!

● 高信頼性
異常判定アルゴリズム

● 音声メッセージで
異常箇所を連絡(受信側)

● 大音量警鳴音発生
110dB/m

MAXサテライト

Uシリーズ
Gシリーズ

特定小電力
専用モデル

ジョイスティック
特殊スイッチ装着可能

全押しボタン
装着タイプ

RC-9300U

- 多機能多操作
(比例制御対応可)

セットで
99.75万円



金属シャシの
多操作・特注仕様専用機!!



無段変速ジョイスティック
2本装着例



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

常に半歩、先を走る



ベンチャー企業創出支援投資 対象企業

朝日音響株式会社

〒771-1350 徳島県板野郡上板町瀬部

FAX: 088-694-5544(代) TEL: 088-694-2411(代)

http://www.asahionkyo.co.jp/

東日本地区販売代理店/技術拠点

FAX 042-492-0411

東海地区販売代理店/技術拠点

FAX 0562-46-1908

大阪地区販売代理店

FAX 06-6393-5632

株式会社 広進

TEL 042-492-0410

(有)キノシタ・E・システムズ

TEL 0562-46-1905

中川システム

TEL 06-6393-5635

情報化施工研修会のご案内 ～ICT建設機械の实地研修～

社団法人 日本建設機械化協会

(社)日本建設機械化協会は、3次元データを利用した建設機械制御に関する実践的な教育により、情報化施工に対応できる技術者を育成することを目的として、昨年7月より「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： 平成21年 9月10日(木)～11日(金)
(開催日の追加・変更など最新情報については当協会ホームページにてご確認ください。)
2. 場 所：(社)日本建設機械化協会施工技術総合研究所 (静岡県富士市大淵3154)
『情報化施工・安全教育研修センター』
3. 主 催：社団法人 日本建設機械化協会
4. 対 象：建設現場管理者、建設機械オペレーター、その他マシンコントロールの体験あるいは習得を希望する方。(实地研修は道路路盤工で実施)
5. 研修会のコース

コース名	研 修 目 標	受 講 資 格	受 講 費 用
体験コース (開催期間 の初日1日) CPDS認定 研修(6unit) 定員:20名	○マシンコントロール(MC)を用いた施工の概要(システム構成、運用)を把握する ○マシンコントロール(MC)用データを使用した 実機施工を試乗体験 する	①特になし (「車両系建設機械(整地・運搬・積み込み用及び掘削用)運転技能講習」修了者であれば、施工機械の運転体験が可能)	<u>20,000円/人</u>
実務コース (2日間) CPDS認定 研修(13unit) 定員:20名	○設計図面を読みMC用データ作成をマスターする ○測量データを利用し データ作成、出来形管理の基本 を習得する ○ 実機を用いた実習 によりMC施工の基本を習得する	①「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」の修了者 ②パソコン(エクセルなど)操作経験がある者	<u>88,000円/人</u> ○ 研修用パソコンを利用(一人一台) ○「 研修修了証 」を発行

- ・体験コースを既に受講した方が**実務コースを再受講する場合、68,000円/人**で受講できます。
- ・現時点で日程が決まっている研修会では、トプコン社製のMCシステムを使用する予定です。
- ・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。

6. 講 師

- ・日本建設機械化協会 情報化施工委員会 ・施工技術総合研究所
- ・その他、施工会社、建設機械メーカ、測量器械メーカなどの専門家

第 3 回 日本建設機械化協会 研究開発助成について

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

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

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

公募期間： 平成 21 年 8 月 1 日（土）～ 10 月 31 日（土）

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

助成期間： 助成決定通知の翌日～平成 23 年 3 月 31 日（木）

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

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

助成対象者： 助成対象とする研究者は下記の通りです。

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

助成内容： 助成の額及び助成の方法は下記の通りです。

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

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

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

問合せ先：（社）日本建設機械化協会 研究開発助成事務局（担当 阿部）

〒105-0011 東京都港区芝公園3-5-8 機械振興会館2F

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

建設の施工企画

2009 年 8 月号 No. 714

目次

建設施工の安全対策 特集

グラビア ・ 保護具の安全対策
・ 社団法人日本建設機械化協会 創立 60 周年記念講演会

- 11 巻頭言 ヒューマンエラーはなぜ起こる～失敗学からの提案～ …… 畑村洋太郎
- 13 足場等の墜落防止措置等の充実を目的とする労働安全衛生規則の改正
…… 厚生労働省労働基準局安全衛生部安全課建設安全対策室
- 19 油圧ショベルの転倒時保護構造 (ROPS) (ISO12117-2)
—日本発信の国際規格に至るまで— …… 田中 健三
- 26 アクセスシステム規格の改訂動向 (ISO 2867 改訂) …… 田中 健三
- 31 バックアップアラームの車載試験方法 (ISO9533) 改訂 …… 出浦 淑枝
- 35 山岳トンネル工事用機械の事故事例及びヒヤリ・ハットに関する報告書
…… (社)日本建設機械化協会 機械部会 トンネル機械技術委員会
事故災害防止分科会 (山岳)
- 40 シールドトンネル工事用機械の事故事例及びヒヤリ・ハットに関する報告書
…… (社)日本建設機械化協会 機械部会 トンネル機械技術委員会
事故災害防止分科会 (シールド)
- 45 新型シティコンシャスクレーンの特徴とそれによってもたらされる安全効果
…… 佐藤 浩人
- 50 保護具の安全対策 …… 堀内 正好・相沢 宜也
- 56 レンタルで活用できる安全対策機器 …… 山田 隆
- 62 エレクタージャンボコンクリート吹付システムの安全対策 …… 中村 博則
- 66 建設機械向けアラウンドビューモニターの現場検証結果
…… 高橋 健一・藤本健治郎・阿子島 学
- 69 建設機械と作業員との接触事故防止システムに対する要求仕様の一考察
～能動型 RFID を用いたバックホウ安全対策補助装置の研究開発について～
…… 篠原 雅人・加藤 弘志
- 75 交流の広場 時空を超えたランドスケープの創出 …… 吉野 繁
- 79 ずいそう 宇宙のロマンを追って …… 西村 章
- 80 ずいそう 飛驒トンネル開通に『莊川桜』を想う …… 鈴木 哲成
- 81 JCMA 報告 社団法人日本建設機械化協会 創立 60 周年記念講演会 土木技術継承の課題
- 88 CMI 報告 建設工事における事故の実態 …… 飯盛 洋
- 92 部会報告 アスファルトフィニッシャの変遷 (その 2)
…… 機械部会 路盤・舗装機械技術委員会 舗装機械変遷分科会
- 96 新工法紹介 …… 機関誌編集委員会
- 97 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
- 98 行事一覧 (2009 年 6 月)
- 102 編集後記 …… (安川・富樫)

◇表紙写真説明◇

油圧ショベルの実車転倒試験とシミュレーション

写真提供：施行技術総合研究所 (実車転倒試験)
日立建機㈱ (シミュレーション)

実車転倒の写真は、傾斜角度 30 度の硬い粘土地盤の斜面上で
44t の油圧ショベルを転倒させた時の様子である。できるだけキャ

ブに負荷がかかる条件にするため、作業機最大リーチ姿勢で、バケッ
トを地面よりわずかに浮かした状態で、道路わきに転倒した事態を
想定したものである。

また試験結果検証の一つの手段としてシミュレーション解析を実
施。シミュレーションモデルを確立できた結果、様々な転倒モード
の解析を実施でき非常に有用であった。

2009 年 (平成 21 年) 8 月号 PR 目次

【ア】

朝日音響㈱……………表紙 2

イータス㈱……………表紙 4

【カ】

カヤバシステムマシナリー㈱……………後付 10

コベルコ建機㈱……………後付 2

【ク】

大和機工㈱……………表紙 3

㈱鶴見製作所……………後付 7

デンヨー㈱……………後付 5

【ナ】

日本印刷㈱……………後付 9

【ハ】

日立建機㈱……………後付 3

【マ】

マルマテクニカ㈱……………後付 4

三笠産業㈱……………後付 6

㈱三井三池製作所……………表紙 3

【ヤ】

吉永機械㈱……………後付 9

【ラ】

㈱流機エンジニアリング……………後付 1

情報化施工研修会のご案内 —ICT 建設機械の実地研修—

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21年9月10日（木）～11日（金）

3. 受講費用

体験コース：20,000円/人

実務コース：88,000円/人 ※

（※研修用PCを利用、修了証を発行）

詳細問い合わせ先：

（社）日本建設機械化協会（担当：白鳥）

TEL：03-3433-1501

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

第3回 日本建設機械化協会 研究開発助成

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

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

1. 助成対象者

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

2. 助成内容

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

3. 公募期間

平成21年8月1日（土）～10月31日（土）

詳細問い合わせ先：

（社）日本建設機械化協会

研究開発助成事務局 阿部

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

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

平成21年度「建設施工と建設機械シンポジウム」開催のお知らせ

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

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

会期：平成21年11月10日（火）～11日（水）

会場：機械振興会館 地下2階ホー

ル、地下3階研修—1・2号室、B3-2

詳細問い合わせ先：

（社）日本建設機械化協会 調査研究部

阿部、野村

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

e-mail：t-abe@jcmanet.or.jp

平成21年度版 橋梁架設工事の積算 発刊のお知らせ

—橋梁架設工事及び設計積算業務の必携書—

■改訂内容

1. 積算の体系

- ・共通仮設費率の一部改定

2. 橋種別

1) 鋼橋編

- ・送出し設備質量算出式の改定
- ・少数主桁架設歩掛の改正
- ・歩道橋（側道橋）一部歩掛改定

2) PC橋編

- ・多主版桁橋 主桁製作工歩掛の追加
- ・架設桁架設工法 歩掛の改定
- ・トラッククレーン架設工法 歩掛の改定

発刊：平成21年5月20日

体裁：B5判 本編約1,100頁

別冊約120頁セット

価格：（送料別途）

一般 8,400円（本体8,000円）

会員 7,140円（本体6,800円）

詳細問い合わせ先：

（社）日本建設機械化協会 総務部

TEL：03-3433-1501

FAX：03-3432-0289

e-mail：info@jcmanet.or.jp

http://www.jcmanet.or.jp



BICES 2009

10th Beijing International Construction Machinery Exhibition & Seminar

Nov 3-6, 2009 Jiuhua International Exhibition Center, Beijing, China

- Leading the industry for 20 years in cooperation with domestic and foreign associations to stage a key industry exhibition in Asia-Pacific region
- Over 150,000sq.m show area with a strong line-up of worldwide exhibitors – a good choice to get you through the current crisis
- Theme “safety, environmental protection, science & technology innovation” leads the development of the industry

Organizers

China Construction Machinery Association
China Construction Machinery Co.Ltd.
CCPIT Machinery Sub-Council

BICES Office:

Tel: 86-10-52220922/ 52220919/ 52220950 Fax: 86-10-52220900 Email: info@e-bices.org

International partner

Association of Equipment Manufacturers (AEM)
Messe Munchen GmbH (MMG)

保護具の安全対策

衝撃吸収性能試験

5 kg の鉄半球や鉄平円板を高さ 1 m の地点から落下させて測定。
(厚生労働省 保護帽の規格)



⇩ 飛来落下物用試験



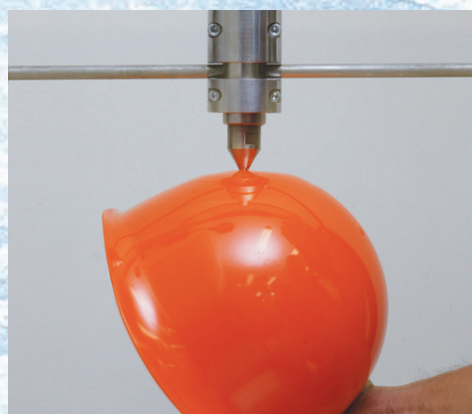
⇩ 墜落時保護用試験

耐貫通性能試験

円錐形ストライカを落下させ保護帽の変形具合を調べる。
(厚生労働省 保護帽の規格)



⇩ 飛来落下物用試験



⇩ 墜落時保護用試験

保護帽の屋外曝露試験



各種安全帯の比較



⇩ 従来型安全帯



⇩ フルハーネス型安全帯

社団法人日本建設機械化協会
創立 60 周年記念講演会

「土木技術継承の課題」

政策研究大学院大学 教授
運輸政策研究所 所長
森地 茂

内容

はじめに

1. 日本の経済発展と国土・社会資本政策
 2. 国土と地域の課題
 3. 地域発展モデル
 4. 個別事例
- おわりに

1

はじめに

- ・ 継承すべき土木技術とは？



2

継承すべき土木技術

- ・ 目指すべき国土・地域、人々の望む将来像の実現
- ・ それを支える技術
 - 将来像への構想力
 - 現象理解・分析力
 - 計画と合意形成
 - 建設技術
 - 組織マネジメント力

それらを分解してどの技術継承に問題があるのか？

3

現場対応力に問題あり？

設計、施工、組織マネジメント・・・

基礎技術に不足あり？

土木工学の基礎技術とは？

構造力学、水理学、材料学、土質力学、計画学
新たな学問領域への展開？

情報学、環境科学、バイオ科学・・・
人間学、制度設計学・・・

土木分野の志望者不足？

大学志望者、就職志望者？

4

1. 日本の経済発展と国土・社会資本政策

(1) 戦後の国土・社会資本政策の主たる目的

- ① 需要追随
 - 都市化と住宅・鉄道・上下水、モータリゼーションと道路等
- ② 災害対策
 - 台風、豪雨、地震、火山等
- ③ 経済効率性向上
 - 高速交通体系、工業団地、水・エネルギー資源等
- ④ 環境対応
 - 水質、大気、土壌等
 - 生活環境、自然環境、地球環境
- ⑤ 地域格差是正
 - 人口、雇用、所得、生活水準等

5

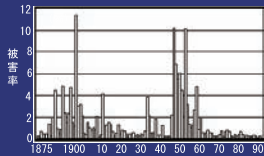
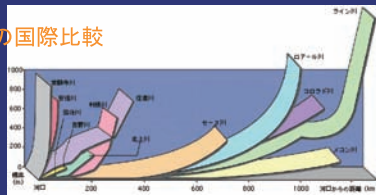
戦後の道路状況



6

日本の河川と水害

河川勾配の国際比較

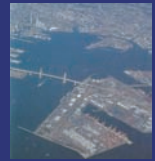


水害被害額 / GDP

7

戦後20年間のシナリオ模索時代

- GHQによる港湾整備禁止
- 臨海工業地帯構想
- 極東の北東端に世界の生産拠点



横浜港中心部



大阪港拠点整備

16mバース計画
(横浜南本牧)

8

(2) 社会資本整備：戦後から1980年代半ば

社会資本整備が地域構造を変革させた時代
農業、漁業の市場の拡大
工業立地、観光振興
流通革命

官制BOT (Build - Operate - Transfer)
公団等の財政投融资等による社会資本整備
内部補助による平等性と財源確保



日本型地域発展モデルの成功

高度経済成長
所得格差の小さい社会

9

(3) 社会資本論議：プラザ合意(1986年)以降

生産機能の海外移転
国内地方部への投資減少
地域経済の公共投資依存体質

欧・米・発展途上国の地域づくりシナリオの模索

リスクが伴うシナリオ選択

意見が分かれる中での1つのシナリオ追求



地域づくりシナリオが単純に見えた日本

90年代：新たな地域発展モデルの模索時代

10

国土計画の役割

- ① 国の方向性を分野横断的に議論
- ② 土地利用、社会資本の基本政策



新全総までは②が中心
三全総は①中心
四全総は①②のバランス
五全総は①中心



- ①は抽象的と地方部からの批判
- ②は公共投資中心と首都圏での批判

11

社会資本整備の論点

- 1) 社会資本の蓄積で積み残してきた課題
 - ・未整備事業と新規戦略事業の選択(リニアと新東名等)
 - ・質的向上(都市の風格等)
 - ・情勢変化への対応(国際競争力等)
- 2) 問題対応型投資 ➡ 国家・地域戦略型投資
問題解決型投資
安全な国民生活のための投資
- 3) 日本特有のアセットマネジメントへ
 - ・急増する高齢社会資本
 - ・維持管理と改良改築のあり方
 - ・災害での破壊のリスク評価と現状復旧原則
 - ・大量の既存不適格施設
- 4) 世代を越えた技術力の継承、自治体の技術力

12

2. 国土と地域の課題

(1) 国土形成計画の問題提起

- ① 人口減少が衰退を意味しない国土
- ② 東アジアにおける各地域の個性と競争力の発現
- ③ 新たな「公」を機軸とする地域力の結集
- ④ 多様な自立広域圏からなる状況対応力ある国土

13

(2) 地域間所得格差の原因と対策の変化

戦後～1975：高度経済成長と所得格差縮小に成功

- ・大都市と地方部の産業構造格差
➡雇用拡大、農家の兼業化による所得向上
- ・インフラ、生活サービス水準格差
➡機会格差の縮小

1975～80年代後半：所得格差縮小から拡大へ

- ・金融、情報などサービス産業、中枢管理機能の格差
➡東京、地方中枢都市の成長
- ➡生活大国、内需拡大政策：サービス水準向上

1990年代～：将来展望に関する地域格差の問題

- ・経済のグローバル化、生産施設の海外移転
- ・高齢化、人口減少の地域格差

14

「国土の均衡ある発展」に関する誤解

国土形成計画は「国土の均衡ある発展」の放棄との誤解
 国土の均衡ある発展＝地方部での公共投資
 ＝地域格差解消 }との誤解

日本の成功体験：世界の奇跡
 高度経済成長と所得格差縮小の同時達成

手段としての

- ・ 社会資本整備による
第2次、第3次産業の地方部への誘導
- ・ 農業関係公共投資による
農水産業の効率性向上

15

大都市と地方部の格差解消の原則

大都市の先行成長

その消費・投資の地方部への波及：A
 大都市のストロー効果：B

A > B の時：地方部の成長と格差解消
 A < B の時：地方部の疲弊と格差拡大
追加的地域政策の必要性

**公共投資、開発金融、税制優遇、補助制度、
 技術支援、自立的活動のインセンティブ、etc**

* 地域活性化戦略としての社会資本整備の位置づけ

もう一つの環境変化：経済のグローバル化と東アジアの成長

16

経済のグローバル化による地域格差

経済のグローバル化、生産施設の海外流出

国家間所得格差の縮小
 国家内地域格差の拡大

地域格差の縮小策：
 アジアの繁栄を地域内に取り込むこと

各地域のアジアの中での個性
 国際競争力のための広域対応

17

(3) 東アジア交通市場をめぐる競争

- ・ 海運ネットワークの変化
船会社・港湾運営会社の急変
- ・ 航空ネットワークの変化
低価格航空会社の急成長
- ・ ロジスティック・システム
世界の物流・流通業界の急変
輸送業から物流・商流・金融支援業へ
IT化、マルチモーダル化
郵政民営化と3PLの世界企業化
ゲートウエイ拠点、サプライチェーン拠点競争

18

(4) 圏域構造の改変

- ① 国際競争力：
県単位ではなく、広域地方圏で
- ② 人口減少化での生活サービス維持・向上：
市町村単位ではなく、広域生活圏で

広域地方圏の国際競争力強化、個性発揮の為の、
広域生活圏形成の為の、

社会資本整備のあり方

19

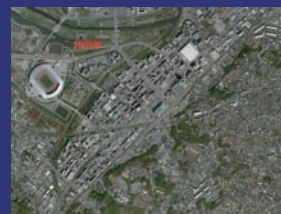
新横浜駅（1964）

1966year



Flood Reservoir Area

2008year



Business District

Source: Blog@shinyokohama
 (Japanese HP site)

Source: Blog@shinyokohama
 (Japanese HP site)

20



21

佐久平駅

・新幹線開業にあわせ土地区画整理事業を実施



土地区画整理施工前



工事施工中

22



23

(5) 社会資本整備重点計画の問題提起

- 暮らし
 - 安全
 - 環境
 - 活力
- 15の課題 + 社会資本の老朽化対応

広域地方計画と

社会資本整備重点計画の地方計画に
具体的プロジェクトをどこまで書けるかが課題

24

3. 地域発展モデル

(1) 新たな地域発展モデルの事例

地域づくりシナリオが単純に見えた時代の終焉

日本型地域発展モデルに代わるモデルの模索

事例

- 東京、札幌、仙台、福岡等の都市再生
- 成田空港周辺の高機能ロジスティック、
海外企業の物流投資
- 北関東自動車道と日立那珂湊港、
新名神・東海環状道路と沿道産業団地
- ニセコ、沖縄等リゾートへの海外からの投資
- 農水産品の輸出 etc

25

(2) 新たな地域発展モデルの要点

地域活性化に不足しているもの

- ① 居住人口、② 雇用 ③ 交流

かつての地域発展モデルに欠けていたもの

- ① 地域の個性の追求
- ② 直接投資: 地域競争力と産業競争力との分離
- ③ 民間投資誘発型政策展開と公共投資
- ④ 「新たな公」: 地域力結集(企業、人材)
- ⑤ インセンティブ型地域政策への対応

26

(3) 投資の生産性に関する地域の課題

- ① 公共投資の時間管理概念
 - ・最適投資時期
 - ・プロジェクト実施期間短縮
 - ・プロジェクト完成時期の明示
- ② 地域政策と公共投資の整合性
 - ・地域課題、将来展望と公共投資の関係
 - ・公共投資と民間投資の整合性
 - ・民間投資への支援策
- ③ 戦略型社会資本のリスク対応制度

新たな地域発展モデルの中心課題

27

4. 個別事例

(1) 新宿駅、渋谷駅プロジェクト

複合施設の再開発
利用しながらの大規模工事
10年以上の工事期間の短縮
工事ヤードの不足

28



29

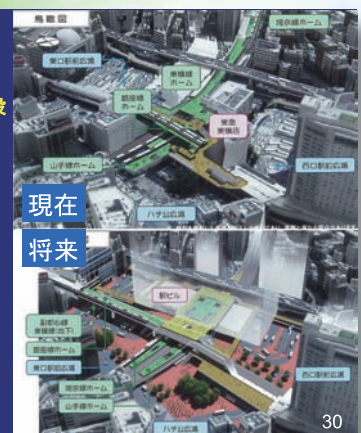
渋谷再開発

東急線: 副都心線直通化
銀座線、埼京線ホーム移設

駅前広場機能向上

渋谷川移設、強化

デパート改築
周辺再開発



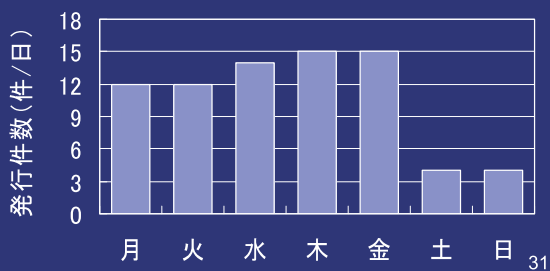
30

(2) 通勤鉄道の定常的な遅延の発生

運輸政策研究所 飯屋崎圭司研究員資料

東京メトロ9路線の遅延発行履歴 (H20.8.27～H20.10.27)

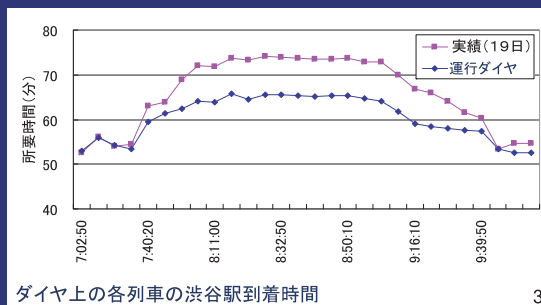
〔5分以上の遅延に対して朝・昼・夜の3回/日発行〕



31

所要時間の増加

田園都市線 中央林間～渋谷間(普通)

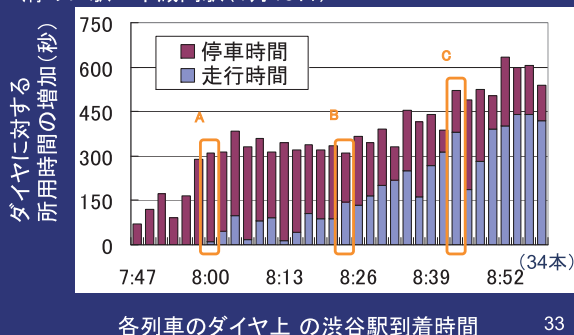


ダイヤ上の各列車の渋谷駅到着時間

32

ダイヤに対する遅れの内訳

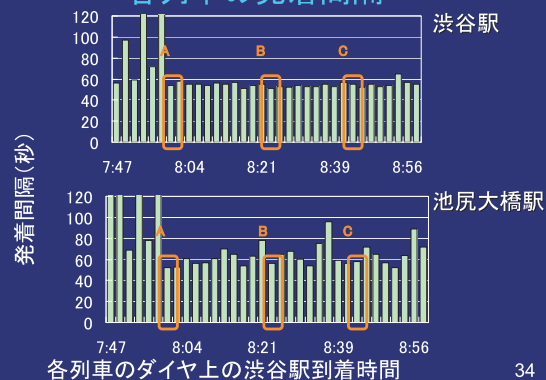
溝の口駅～半蔵門駅(1月19日)



各列車のダイヤ上の渋谷駅到着時間

33

各列車の発着間隔

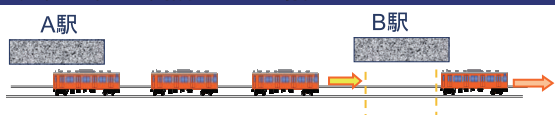


各列車のダイヤ上の渋谷駅到着時間

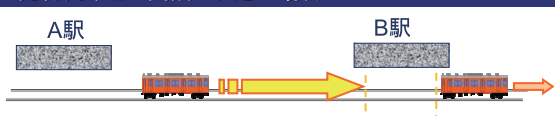
34

列車間隔と駅の到着時間

先行列車との間隔が小さい場合



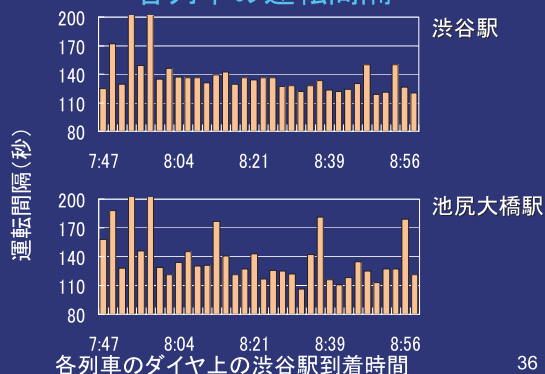
先行列車との間隔が大きい場合



ダンゴ運転の発生が列車間隔に依らない領域がある

35

各列車の運転間隔



各列車のダイヤ上の渋谷駅到着時間

36

【田園都市線→半蔵門線】 渋谷駅(9/4) 7:38～9:38



37

都市鉄道は概成

VS

日本の鉄道神話は崩れた

相互直通運転, 高頻度運行, 高密度ネットワーク



慢性的遅れ, 遅れの広域波及, 回復の長時間化

対策技術の低価格化, 工期短縮

運行管理技術の見直し

駅の追い越し施設

地下鉄の急行運転化

38

(3) 既存不適格インフラと災害復旧制度

- * 大量の耐震既存不適格インフラの存在
市町村道橋梁, 鉄道ターミナル, 消防署 etc
- * 局地的大雨と下水道容量
都市型水害, 都市河川の悪臭 etc
- * 災害復旧制度の不整合
現状復旧原則, 高千穂鉄道の廃業 etc

39

災害復旧負担補助制度～国負担補助の有無と負担補助率

	通常の災害復旧負担補助 (災害負担法, その他)	激甚 災害 (高上げ)	阪神 特例
港湾(自治体管理)	○; 2/3～全額(災害負担法)	○	○
港湾(埠頭公社・会社等)	×	×	○
空港(国・自治体管理)	○; 8/10(空港法)	×	×
空港運営事業者 (成田等)	×	×	×
空港ビル会社	×	×	×
鉄道	○; 1/4(鉄道軌道整備法)	×	○
道路・河川 (国・自治体管理)	○; 2/3～全額(災害負担法)	○	×
高速道路会社	×	×	×

40

	通常の災害復旧負担補助(災 害負担法, その他)	激甚 災害 (高上げ)	阪神 特例
下水道	○; 2/3～全額(災害負担法)	○	×
上水道	○; 国庫補助率は要綱(水道法)	×	○
農地	○; 5/10～(農林水産施設補助法)	○	×
公立学校	○; 2/3(公立学校災害負担法)	○	×
私立学校	×	○	×
医療機関 (公立等)	○; 予算補助(要綱)	×	○
電気, ガス, 通信	×	×	×

運輸政策研究所 内田傑主任研究員 作成 41

(4) プロジェクト発掘不足と技術開発

- * 予算削減とプロジェクトづくりの関係
- * 技術開発とプロジェクトづくりの関係
- * 地域の課題と個別インフラの関係
- * 社会基盤関係技術開発の特殊性
 - 社会的技術: 対象領域の広範性 ex センサー技術
 - 社会的受容性 ex PI技術
 - 関連要素技術の多様性 ex 応用技術

42

おわりに

地域のおかれた状況

- 1) 地域の国際競争
- 2) 二つの高齢化
 - ・人口の高齢化
 - ・インフラの高齢化

土木技術への期待

- 1) 社会のニーズと技術
- 2) 土木技術の再構成
- 3) 伝承すべき技術特定
- 4) 産官学の連携強化

土木界に求められる新たな時代への対応力

43

巻頭言

ヒューマンエラーはなぜ起こる ～失敗学からの提案～

畑 村 洋太郎



世の中で起こる様々な失敗や事故について考えているうちに、共通の法則があることに気付き、そのことを知って対処することで不必要な失敗を防ぐことができるのではないかと考えるようになった。これが失敗学ができたきっかけである。

本稿は本誌特集の主旨に合わせて失敗学の基本となる考え方をまとめたものである。

日本の産業界で起こっている失敗に共通する要因をいくつか挙げてみよう。

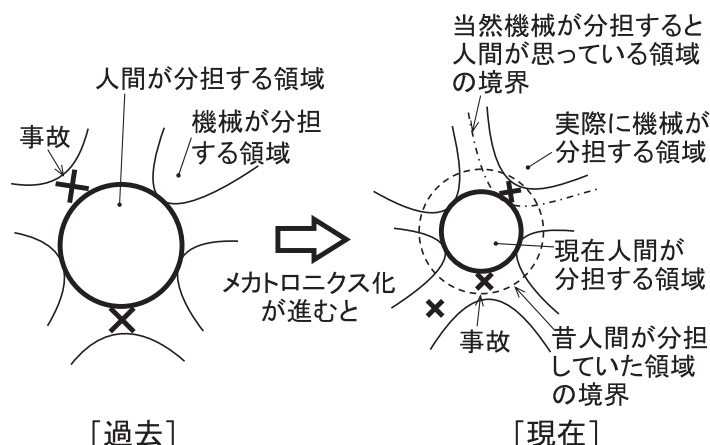
まず、“マニュアル化の弊害”である。仕事がうまくいくように作業の方法や手順を細かく決め、そのマニュアルに従うことを求める。それが次第にマニュアルを守りさえすればよいと考えるようになり、なぜそのマニュアルを守らなければならないか、守らなかったら何が起こるか、を各々が考えなくなる。このようにマニュアルが形骸化すると、そこで失敗や事故が起こる。

次に“隙間組織”の発生がある。多くの人間や組織が共同で一つの仕事を成し遂げようとするときは必ず仕事を分担し、それぞれが分担に従って努力することになる。分担がはっきりしないことがあると、そこで摩擦と軋轢が生じる。組織が成熟してくると、その内

部摩擦を防ぐために境界がより明確になる。いつしか“内部摩擦を起こさない”ことが最終目標にすり替わって誰も分担しない領域が発生し、そこで失敗や事故が起こる。しかも、失敗や事故が起こっても皆が自分のせいではないと考えて誰も対応しないため、事態は一層悪化する。

“局所最適・全体最悪”が起こる。大規模な活動に際しては必ず全体を見ている人間が必要である。部分を担当している人が全体を理解せず、自分の担当範囲で最適解を求めようとすると、その解は全体にとって最悪の選択になりかねない。全体像を持つ人がいなければ、この最悪の選択が実行されてしまう。これを防ぐには、各々が全体像を共有する以外にはない。

人間と機械の分担領域が変化している（図—1）。昔は機械の分担領域が狭く、人間が広い領域を分担していた。ところが機械が便利で安全なものになるにつれて、人間は機械やシステムが安全に動くことを前提に判断や行動をするようになり、人間が機械に依存する領域が次第に広がった。このような状況の中で、人間と機械の分担領域に隙間があるとそこで失敗や事故が起こるのである。典型的な例がカーナビである。かつては運転者が頭の中に持っていた地図をカーナビが



図—1 人間と機械の分担領域の変化がもたらす事故

持つようになり、ひとたびカーナビが故障すると、運転操作はできるのにどこにもいけないという事態が起こる。

注意すべきことには階層性がある。人の注意力には限りがあるにもかかわらず、注意すべきことを細かいことまであれやこれやとあげつらうと、注意すべきことに階層性があることが見失われてしまう。たとえば鉄道の運行や飛行機の運航で注意すべきことを重要なものから順に挙げると、まず安全性、次に定時性、その次に快適性、さらにその下に経済性、となる。細かい事柄への注意ばかりが求められると、次第に重要な事柄が疎かにされるようになり、事故が起こるのである。その典型的なものがJR西日本の福知山線の重大事故で、定時性が強く求められているうちに、安全性が疎かになった例である。

では、このような要因で起こるヒューマンエラーを防ぐにはどうしたらよいだろうか。

組織の中にいるとその組織特有の“気”に包まれていることに気付かない。その“気”の中では当たり前のように思えることの中に危険が隠されていることを知るべきである。

見たくないものは見えないということを知らなければならぬ。潜んでいる危険を発見するためには、見ようとして見ること・考えることが重要である。

まずくなったときのことを考えることが必要である。計画するときには人間誰しも、計画が実現することでどれだけのメリットが出てくるかなど、うまくいくことだけを考えたものである。しかし、まずくなったときのことをうまくいくことと同じだけ深く考えなければならぬ。車の両輪のごとく両方を考えることによって物事が滑らかに動き、結果として危険が回避される。また、まずくなったときのことを予め考えておくことにより、それが現実のものとなったとしても、正しく対応ができ、重大な事態に至らずに済む。

“仮想演習”と“逆演算”が必須である。計画や企画において一通りの脈絡を決めたとき、制約条件を考えたりや予備的な脈絡を作ったりする必要がある。このようなことを考えるのが仮想演習である。また、どのような事故が起こり得るかを考えて事故を予め想定し、事故に至る脈絡を逆に辿っていくのが逆演算である。どのような計画・企画であれ、この仮想演習と逆演算を行わないものは必ず失敗に結びつき、大きな事故に至る。

全員が“危険地図”を持つことが有効である。通常のマニュアルには方法や手順だけが書かれており、マニュアルから外れたら何が起こるか、どこにどんな危険があるかは書かれていない。どこにどんな危険があるかを書いたのが危険地図である。従来は、あれはいけない、これはいけない、これをやれ、あれをやれ、という形で安全を求めようとしてきた。究極の目標として安全を求めるとき、安全・安全と唱えるばかりでは意味がない。大切なのは、各々がどこにどのような危険があり、どのように対応すればよいか、ということ意識することである。各人が危険地図を頭の中に持ち、それが組織内の全員に共有されたとき、危険回避が可能になると考えられる。危険地図を考える上では、物理的な条件だけでなく、人間の特性についても十分考えに入れなければならない。

筆者はこのような考えに基づき、現在『危険学プロジェクト』を実施している。どこに危険があるかを調べ、調査・実験によってそれらの危険の性質を明らかにし、その情報を毎年3月末に開催する公開報告会や新聞・雑誌・テレビ・ラジオ等の媒体によって社会に発信することによって、危険の顕在化を防ごうという活動である。(次回公開報告会予定：2010年3月28日(日)於：東京六本木森ビル。)

——はたむら ようたろう 工学院大学グローバルエンジニアリング学部
教授、東京大学 名誉教授——

足場等の墜落防止措置等の充実を目的とする 労働安全衛生規則の改正

厚生労働省労働基準局安全衛生部安全課建設安全対策室

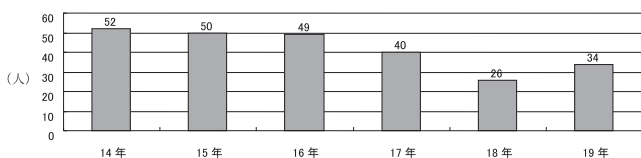
足場からの墜落災害については、長期的には減少傾向にあるものの、平成 19 年においては 34 件の死亡災害が発生している。足場からの墜落防止等対策の強化を図るため、厚生労働省では、「足場からの墜落防止措置に関する調査研究会」における報告書の提言を踏まえ、労働安全衛生規則の一部を改正した。

キーワード：労働安全衛生規則、足場、作業床、架設通路、作業構台

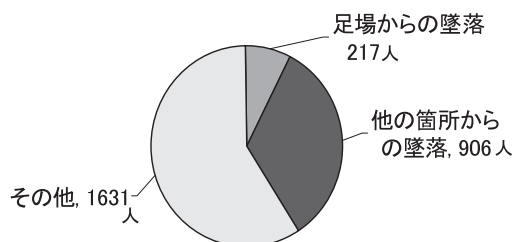
労働安全衛生規則の一部を改正する省令（平成 21 年厚生労働省令第 23 号。以下「改正省令」という。）が平成 21 年 3 月 2 日に公布され、平成 21 年 6 月 1 日から施行されている。関係する事業者等においては、改正規則に基づく措置を講じることが義務付けられている。

1. 改正の趣旨

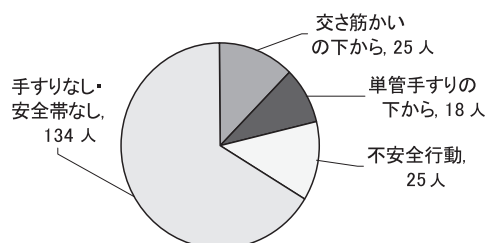
建設業における労働災害、特に死亡災害の発生状況を見ると、図一 1～3 に示すように墜落災害は多く、交さ筋かいの下や単管手すりの下から 5 年間で 43 人が墜落し死亡している。このような墜落災害の発生状況等に鑑み、足場、架設通路及び作業構台（以下「足場等」という。）からの墜落及び物体の落下（以下「墜落等」という。）に係る労働災害防止対策の強化を図ることとし、労働安全衛生規則を改正した。



図一 1 足場からの墜落による死亡災害発生状況（建設業）



図二 死亡災害発生状況（建設業）（平成 14 年～平成 18 年）



図三 足場からの墜落による死亡災害発生状況（建設業）（平成 14 年～平成 18 年）

2. 改正の要点

改正の要点を以下に示す。

1 事業者は、架設通路の墜落の危険のある箇所には、次に掲げる設備（丈夫な構造の設備であつて、たわみが生ずるおそれがなく、かつ、著しい損傷、変形又は腐食がないものに限る。）を設けなければならないものとしたこと。ただし、作業上やむを得ない場合は、必要な部分に限って臨時にこれを取りはずすことができるものとしたこと。（安衛則第 552 条関係）

(1) 高さ 85 センチメートル以上の手すり
(2) 高さ 35 センチメートル以上 50 センチメートル以下のさん又はこれと同等以上の機能を有する設備（以下「中さん等」という。）

2 事業者は、足場（一側足場を除く。(1) において同じ。）における高さ 2 メートル以上の作業場所には、次に定めるところにより、作業床を設けなければならないものとしたこと。（安衛則第 563 条関係）

(1) 墜落により労働者に危険を及ぼすおそれのある箇所には、わく組足場（妻面に係る部分を除

く。以下同じ。)にあってはア又はイ、わく組足場以外の足場にあつてはウに掲げる設備(丈夫な構造の設備であつて、たわみが生ずるおそれがなく、かつ、著しい損傷、変形又は腐食がないものに限る。)を設けるものとしたこと。ただし、作業の性質上これらの設備を設けることが著しく困難な場合又は作業の必要上臨時にこれらの設備を取りはずす場合において、防網を張り、労働者に安全帯を使用させる等墜落による労働者の危険を防止するための措置を講じたときは、この限りでないこと。

ア 交さ筋かい及び高さ15センチメートル以上40センチメートル以下のさん若しくは高さ15センチメートル以上の幅木又はこれらと同等以上の機能を有する設備

イ 手すりわく

ウ 高さ85センチメートル以上の手すり又はこれと同等以上の機能を有する設備(以下「手すり等」という。)及び中さん等

(2) 作業のため物体が落下することにより、労働者に危険を及ぼすおそれのあるときは、高さ10センチメートル以上の幅木、メッシュシート若しくは防網又はこれらと同等以上の機能を

有する設備(以下「幅木等」という。)を設けるものとしたこと。ただし、(1)の規定に基づき設けた設備が幅木等と同等以上の機能を有する場合又は作業の性質上幅木等を設けることが著しく困難な場合若しくは作業の必要上臨時に幅木等を取りはずす場合において、立入区域を設定したときは、この限りでないこと。

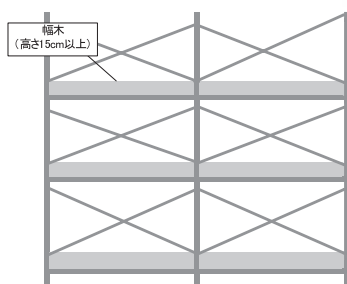
3 事業者は、足場(つり足場を除く。)における作業を行うときは、その日の作業を開始する前に、作業を行う箇所に設けた2の(1)のアからウまでに掲げる設備の取りはずし及び脱落の有無について点検し、異常を認めたときは、直ちに補修しなければならないものとしたこと。(安衛則第567条関係)

4 事業者は、強風、大雨、大雪等の悪天候若しくは中震以上の地震又は足場の組立て、一部解体若しくは変更(5において「悪天候等」という。)の後において、足場における作業を行うときは、作業を開始する前に、次の事項について、点検し、異常を認めたときは、直ちに補修しなければならないものとしたこと。(安衛則第567条関係)

(1) 2の(1)のアからウまでに掲げる設備の取りはずし及び脱落の有無

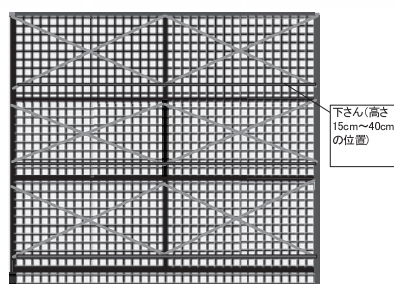
改正後 措置例1

交さ筋かい+幅木(高さ15cm以上)



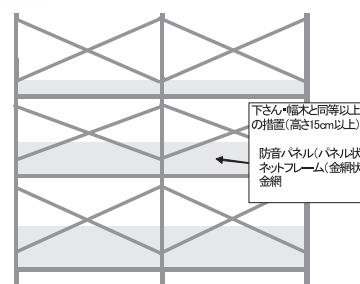
改正後 措置例2

交さ筋かい+下さん(高さ15~40cmの位置)+メッシュシート



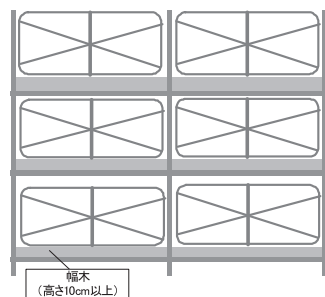
改正後 措置例3

交さ筋かい+下さん・幅木と同等以上の措置(高さ15cm以上)



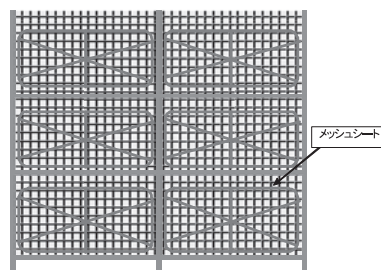
改正後 措置例4

手すりわく+幅木(高さ10cm以上)



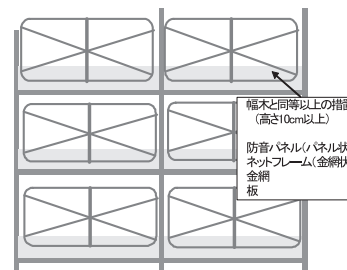
改正後 措置例5

手すりわく+メッシュシート



改正後 措置例6

手すりわく+幅木と同等以上の措置(高さ10cm以上)



図一4 労働者の墜落防止及び物体の落下防止のための措置を講じた例(わく組足場)

(2) 幅木等の取付状態及び取りはずしの有無

5 事業者は、悪天候等の後において足場における作業を開始する前に行う点検について、次の事項を記録し、足場を使用する作業を行う仕事が終わるまでの間、これを保存しなければならないものとしたこと。(安衛則第 567 条関係)

(1) 当該点検の結果

(2) (1) の結果に基づいて補修等の措置を講じた場合にあっては、当該措置の内容

6 事業者は、つり足場における作業を行うときは、その日の作業を開始する前に、4 の (1) 及び (2) に掲げる事項について、点検し、異常を認めたときは、直ちに補修しなければならないものとしたこと。(安衛則第 568 条関係)

7 事業者は、作業構台の高さ 2 メートル以上の作業床の端で、墜落により労働者に危険を及ぼすおそれのある箇所には、手すり等及び中さん等（それぞれ丈夫な構造の設備であつて、たわみが生ずるおそれがなく、かつ、著しい損傷、変形又は腐食がないものに限る。）を設けるものとしたこと。ただし、作業の性質上手すり等及び中さん等を設けることが著しく困難な場合又は作業の必要上臨時に手すり等又は中さん等を取りはずす場合において、防網を張り、労働者に安全帯を使用させる等墜落による労働者の危険を防止するための措置を講じたときは、この限りでないこと。(安衛則第 575 条の 6 関係)

8 事業者は、作業構台における作業を行うときは、その日の作業を開始する前に、作業を行う箇所に設けた手すり等及び中さん等の取りはずし及び脱落の有無について点検し、異常を認めたときは、直ちに補修しなければならないものとしたこと。(安衛則第 575 条の 8 関係)

9 事業者は、強風、大雨、大雪等の悪天候若しくは中震以上の地震又は作業構台の組立て、一部解体若しくは変更(10 において「悪天候等」という。)の後において、作業構台における作業を行うときは、作業を開始する前に、手すり等及び中さん等の取りはずし及び脱落の有無について、点検し、異常を認めたときは、直ちに補修しなければならないものとしたこと。(安衛則第 575 条の 8 関係)

10 事業者は、悪天候等の後において作業構台における作業を開始する前に行う点検について、次の事項を記録し、作業構台を使用する作業を行う仕事が終わるまでの間、これを保存しなければならないものとしたこと。(安衛則第 575 条の 8 関係)

(1) 当該点検の結果

(2) (1) の結果に基づいて補修等の措置を講じた場合にあっては、当該措置の内容

11 注文者は、請負人の労働者に、足場を使用させるときは、当該足場について次の措置を講じなければならないものとしたこと。(安衛則第 655 条関係)

(1) 強風、大雨、大雪等の悪天候又は中震以上の地震の後においては、足場における作業を開始する前に、4 の (1) 及び (2) に掲げる事項について点検し、危険のおそれがあるときは、速やかに修理するものとしたこと。

(2) 強風、大雨、大雪等の悪天候又は中震以上の地震の後において足場における作業を開始する前に行う点検について、次の事項を記録し、足場を使用する作業を行う仕事が終わるまでの間、これを保存しなければならないものとしたこと。

ア 当該点検の結果

イ アの結果に基づいて修理等の措置を講じた場合にあっては、当該措置の内容

12 注文者は、請負人の労働者に、作業構台を使用させるときは、当該作業構台について、次の措置を講じなければならないものとしたこと。(安衛則第 655 条の 2 関係)

(1) 強風、大雨、大雪等の悪天候又は中震以上の地震の後においては、作業構台における作業を開始する前に、手すり等及び中さん等の取りはずし及び脱落の有無について点検し、危険のおそれがあるときは、速やかに修理するものとしたこと。

(2) 強風、大雨、大雪等の悪天候又は中震以上の地震の後において作業構台における作業を開始する前に行う点検について、次の事項を記録し、作業構台を使用する作業を行う仕事が終わるまでの間、これを保存しなければならないものとしたこと。

ア 当該点検の結果

イ アの結果に基づいて修理等の措置を講じた場合にあっては、当該措置の内容

3. 主な留意事項等

改正に関する主な留意事項等は、次のとおりである。

1 安衛則第 552 条関係

(1) 第 4 号の「丈夫な構造の設備であつて、たわみが生ずるおそれがなく、かつ、著しい損傷、

変形又は腐食がないものに限る」とは、繊維ロープ等可撓性の材料で構成されるものについては認めない趣旨であること。

- (2) 第4号ただし書の場合において、作業の必要上臨時に同号イ又はロに掲げる設備を取りはずしたときは、当該作業の終了後直ちに元の状態に戻しておかなければならないこと。
- (3) 第4号イ及びロの「高さ」とは、架設通路面から手すり又はさんの上縁までの距離をいうものであること。
- (4) 第4号ロの「さん」とは、労働者の墜落防止のために、架設通路面と手すりの中間部に手すりと平行に設置される棒状の丈夫な部材をいうものであること。
- (5) 第4号ロの「これと同等以上の機能を有する設備」には、次に掲げるものがあること。
 - ア 高さ35センチメートル以上の幅木
 - イ 高さ35センチメートル以上の防音パネル（パネル状）
 - ウ 高さ35センチメートル以上のネットフレーム（金網状）
 - エ 高さ35センチメートル以上の金網
 - オ 架設通路面と手すりの間において、労働者の墜落防止のために有効となるようにX字型に配置された2本の斜材

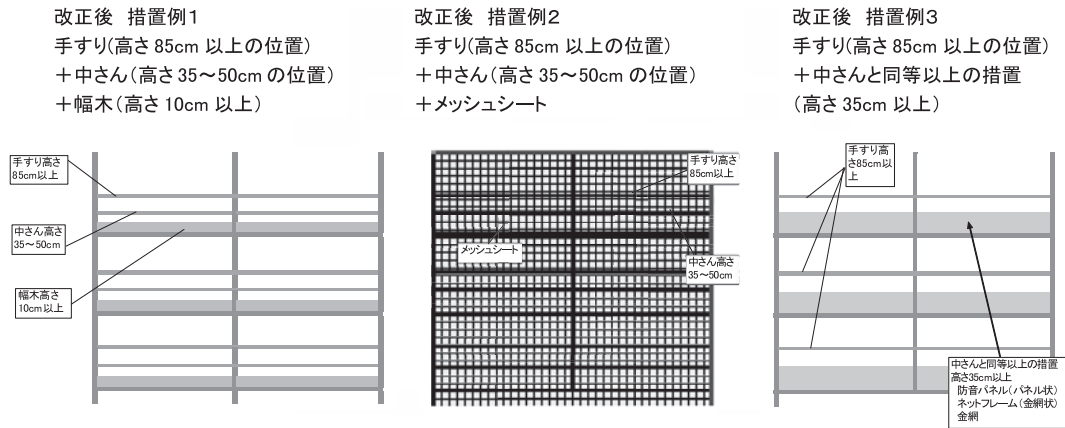
2 安衛則第563条関係

- (1) 第1項第3号の「丈夫な構造の設備であつて、たわみが生ずるおそれがなく、かつ、著しい損傷、変形又は腐食がないものに限る」とは、繊維ロープ等可撓性の材料で構成されるものについては認めない趣旨であること。
- (2) 第1項第3号のただし書の場合において、作業の必要上臨時に同号イからハまでに掲げる設備を取りはずしたときは、当該作業の終了後直ちに元の状態に戻しておかなければならないこと。
- (3) 第1項第3号の「わく組足場（妻面に係る部分を除く。以下この号において同じ。）」とは、わく組足場のうち、妻面を除いた部分を対象とする趣旨であり、わく組足場の妻面に係る部分については、「わく組足場以外の足場」として、同号ハの措置を講じなければならないこと。
- (4) 第1項第3号イの「高さ」とは、作業床からさんの上縁までの距離をいうものであること。
- (5) 第1項第3号イの「さん」とは、労働者の墜落防止のために、交さ筋かいの下部のすき間に

水平に設置される棒状の丈夫な部材をいうものであること。

- (6) 第1項第3号イ及び第6号の「幅木」とは、つま先板ともいい、物体の落下及び足の踏みはずしを防止するために作業床の外縁に取り付ける木製又は金属製の板をいうものであること。
- (7) 第1項第3号イの「これらと同等以上の機能を有する設備」には、次に掲げるものがあること。
 - ア 高さ15センチメートル以上の防音パネル（パネル状）
 - イ 高さ15センチメートル以上のネットフレーム（金網状）
 - ウ 高さ15センチメートル以上の金網
- (8) 第1項第3号ロの「手すりわく」とは、作業床から高さ85センチメートル以上の位置に設置された手すり及び作業床から高さ35センチメートル以上50センチメートル以下の位置等に水平、鉛直又は斜めに設置されたさんより構成されたわく状の丈夫な側面防護設備であつて、十分な墜落防止の機能を有するものをいうものであること。

なお、手すりわくについては、図—5、6に示すものであること。
- (9) 第1項第3号ハの「高さ」とは、作業床から手すりの上縁までの距離をいうものであること。
- (10) 第1項第3号ハの「これと同等以上の機能を有する設備」とは、次に掲げるものがあること。
 - ア 高さ85センチメートル以上の防音パネル（パネル状）
 - イ 高さ85センチメートル以上のネットフレーム（金網状）
 - ウ 高さ85センチメートル以上の金網
- (11) 第1項第6号の「メッシュシート」とは、足場等の外側構面に設け、物体が当該構面から落下することを防止するために用いる網状のシートをいい、作業床と垂直方向に設けるものであること。
- (12) 第1項第6号の「これらと同等以上の機能を有する設備」には、次に掲げるものがあること。
 - ア 高さ10センチメートル以上の防音パネル（パネル状）
 - イ 高さ10センチメートル以上のネットフレーム（金網状）
 - ウ 高さ10センチメートル以上の金網

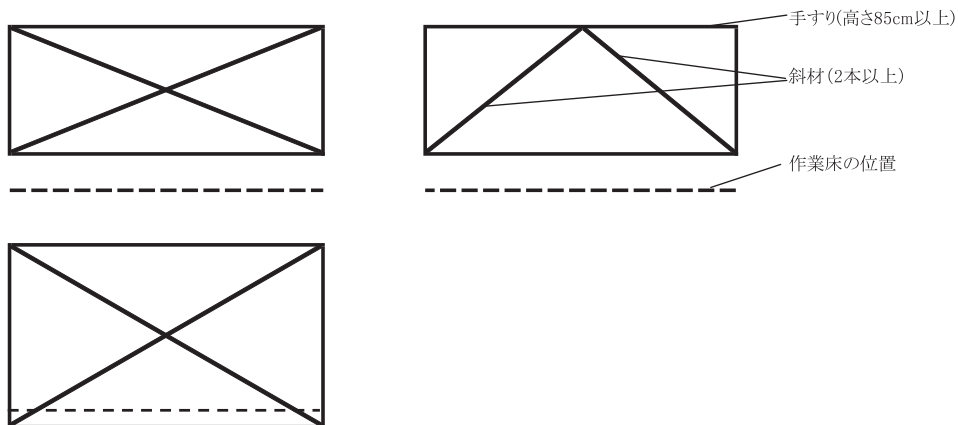


図—5 労働者の墜落防止及び物体の落下防止のための措置を講じた例（わく組足場以外の足場）

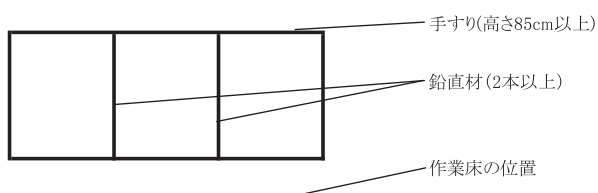
- (1) 手すり及び労働者の墜落防止のために有効な水平材を有する設備
(作業床から高さ85センチメートル以上の位置に手すりがあり、かつ、高さ35センチメートル以上50センチメートル以下の位置に水平に設置されたさんを有する設備)



- (2) 手すり及び労働者の墜落防止のために有効な斜材を2本以上有する設備
(作業床から高さ85センチメートル以上の位置に手すりがあり、かつ、作業床と手すりの間に労働者の墜落防止のために有効な斜材を2本以上有する設備)



- (3) 手すり及び労働者の墜落防止のために有効な鉛直材を2本以上有する設備
(作業床から高さ85センチメートル以上の位置に手すりがあり、かつ、作業床と手すりの間に労働者の墜落防止のために有効な鉛直材を2本以上有する設備)



図—6 手すりわくの例示

- (13) 第1項第6号のただし書の場合において、作業の必要上臨時に幅木等を取りはずしたときは、当該作業の終了後直ちに元の状態に戻しておかなければならないこと。

3 安衛則第567条関係

第3項の「足場を使用する作業を行う仕事が終わるまでの間」とは、それぞれの事業者が請け負った仕事を終了するまでの間であって、元方事業者にあつては、当該事業場におけるすべての工事が終了するまでの間をいうものであること。

4 安衛則第575条の6関係

- (1) 第4号の「丈夫な構造の設備であつて、たわみが生ずるおそれがなく、かつ、著しい損傷、変形又は腐食がないものに限る」とは、繊維ロープ等可撓性の材料で構成されるものについては認めない趣旨であること。
- (2) 第4号のただし書の場合において、作業の必要上臨時に手すり等又は中さん等を取りはずしたときは、当該作業の終了後直ちに元の状態に戻しておかなければならないこと。

5 安衛則第575条の8関係

第3項の「作業構台を使用する作業を行う仕事が終わるまでの間」とは、それぞれの事業者が請け負った仕事を終了するまでの間であって、元方事業者にあつては、当該事業場におけるすべての工事が終了するまでの間をいうものであること。

6 安衛則第655条関係

第2項の「足場を使用する作業を行う仕事が終わる

までの間」とは、注文者（元方事業者）が請け負ったすべての仕事が終わるまでの間をいうものであること。

7 安衛則第655条の2関係

第2項の「作業構台を使用する作業を行う仕事が終わるまでの間」とは、注文者（元方事業者）が請け負ったすべての仕事が終わるまでの間をいうものであること。

4. その他

- 1 改正省令は、平成21年6月1日から施行されている。
- 2 厚生労働省では、改正省令に併せて、「[手すり先行工法に関するガイドライン]について」（平成21年4月24日付け基発第0424001号）及び「足場等からの墜落等に係る労働災害防止対策の徹底について」（平成21年4月24日付け基安発第0424003号）を発出し、足場等からの墜落等に係る労働災害防止対策を推進している。

改正省令について、更に詳しく知りたい場合は、厚生労働省ホームページ「労働安全衛生規則（足場等関係）が改正されました（<http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei26/index.html>）」をご覧になるか、お近くの都道府県労働局又は労働基準監督署へお問い合わせください。

J C M A

油圧ショベルの転倒時保護構造 (ROPS) (ISO12117-2)

—日本発信の国際規格に至るまで—

田 中 健 三

油圧ショベルの転倒時保護構造 (ROPS) が、2008 年 12 月に ISO12117-2 として制定・発行された。この規格化に当たって、国内の油圧ショベルメーカー、日本建設機械化協会や ISO/TC127 (土工機械専門委員会) 日本委員会など関係者が協同して ISO 規格化に取り組んだ。日本として、国際規格への発信を標榜している中、この規格の ISO 化は日本提案の ISO として日本の地位を大きく高めた。

この規格制定に至った経緯と ISO12117-2 の規格概要について記述する。

キーワード：油圧ショベル、運転者保護構造、ROPS、TOPS、ISO12117-2、ISO3471、

1. はじめに

転倒時保護構造 (ROPS) の規制・規格制定の歴史を調べて見ると、1960 年代の後半に米国において、建設現場や木材伐採現場における建設機械の転落・転倒によるオペレータの死亡事故が多発したことにより、表—1 に示すように、OSHA (アメリカ連邦職業安全・保険局) が 1970 年に規制化したのが最初であろう¹⁾。この ROPS に関する規定は OSHA 規制 (§ 1926.1000) として、現在も生きている。

この当時の建設機械としては、タイヤローダ・ドーザやブルドーザ、モーターグレーダが主要な建設機械であったことから、それぞれの機械毎に、米国の SAE 規格 (SAE J394, J395, J396) が準拠規格として制定された。これら個別機械毎の規格も建設機械全般の ROPS 規格 SAE J1040 として 1974 年に SAE 規格は統一された。一方、国際規格化の動きから、この SAE 規格をベースに 1980 年には ISO3471 が制定され、そして 2003 年には SAE J1040 は廃止され、ROPS の SAE 規格は国際規格 ISO3471 に置き換わった。

建設機械以外の産業用トラックや農業・林業用トラクターでも、機械の転倒による死亡事故を防止するため、ISO で ROPS 規格が制定されてきた。又、最近では搭乗式の芝刈り機も ISO 規格が制定された。

このように、転落・転倒によるオペレータの死亡事故を防止するための運転者保護構造として ROPS の有効性が認知されてきた。

しかし、建設機械全般の ROPS 規格である ISO3471 も油圧ショベルは適用外となっていた。これは、油

圧ショベルは、前方に大きな作業機を持ち (写真—1 参照)、機体が転倒する前に作業機で支えることができるので、転倒を未然に防止できる可能性が高い、そして、走行の比率が低いので転倒の比率も低いと考えられ適用されなかったと思われる。



写真—1 油圧ショベル

ところが、国内でも油圧ショベルは平地作業が多い都市土木から、より転倒の危険がある傾斜地や不整地での作業が多い林道・碎石・ダム工事へと使われ方が拡大・変化するにつれ、油圧ショベルの事故の中でも転倒事故が大きな割合を占めていることがわかった。

そこで、業界でも運転席を強化する必要性を認識し、強度基準を作成することになった。安全に関わることなので、各社ともに同一基準レベル以上の強度を持つことにより、どこの会社の油圧ショベルでも安心して使用できるようにするというのが業界の一致した意見であった。ここでは、業界協調の規格づくりから、日本発信の ISO 規格に仕立て上げるまでを順を追って、紹介する。

油圧ショベル)が横転(90°の横倒し)しやすいとされ、横転時保護構造(TOPS: Tip Over Protective Structure)が1997年にISO規格化されている。これは対象が6tまでの機械に限られていて、6tを超える油圧ショベルで、「360°転がり落ちる」のに耐えるROPSの規格はなかった。

油圧ショベルはメーカーが日本に集中していることから、まず、日本国内で業界規格を作成することとした。日本建設機械化協会の標準部のISO規格部会の中に「TOPS分科会」(ROPSがTOPSの延長線上にあると意味を込めて)を設け、油圧ショベル国内各メーカーと当時の建設機械化研究所(現施工技術総合研究所)とで、検討を開始した。

(1) 機械転倒試験

従来の油圧ショベルの運転室(キャブと呼ぶ)は、風雨に晒されない運転空間をオペレータに提供するためのもので、できるだけ軽量の構造とし、転倒に耐える強度は特に必要とされなかった。このため、機械が転倒すると、機械の重量がキャブにかかり、写真—2のように原形をとどめず変形する事例もあった。



写真—2 転倒後のキャブ損壊の例

転倒時に、オペレータの空間を確保するキャブ構造はどの程度の剛性が必要かを把握するため、実際の機械を用い、転倒試験を実施した。この転倒試験には、転倒してもオペレータ空間を確保できるよう特別に設計したキャブ構造物を油圧ショベルに装着し転倒させ変形させた。一方、同一構造の新品のキャブ構造物に油圧シリンダを用いて載荷し変形させ、その時の変形量を転倒試験での変形量と一致させた。このときに要した荷重から構造物が吸収したエネルギーを把握した。試験の概要については次の通りである。

(a) 供試油圧ショベル

転倒時のキャブへの衝撃は機体重量の大きさに関係するので、市場で稼動実績がある、12t、20t、44tの油圧ショベルを転倒させることとした。ただし、従

来のキャブは転倒した際に機体重量相当に耐える強度は有していないので、ある程度は変形するが衝撃を吸収し得る強度の擬似キャブを製作し、転倒させた。

(b) 転倒地面の条件

従来のISO3471「ROPS試験方法」は、傾斜角度30°の硬い粘土地盤の斜面上を転がって、機械の前後方向軸を中心に360°転倒する、ことを前提条件としているので、油圧ショベルもこの条件に従った。

(c) 転倒姿勢

油圧ショベルが転倒するときの姿勢は、走行中に道路わきの斜面に車体が乗り入れ、バランスを崩し転倒するということを想定した。走行姿勢は、作業機最大リーチ姿勢、作業機先端のバケットを地面よりわずか上方に位置するようにした(写真—3参照)。実際の転倒事故の写真から類推すると、作業機は比較的キャブより高い位置にあり、その結果キャブの変形を小さく抑えることになるが、試験としては、できるだけキャブに負荷がかかる条件を想定して試験した(写真—4参照)。



写真—3 転倒姿勢と試験斜面



写真—4 転倒の様子

(d) 試験結果

転倒試験後のキャブの変形量を測定し、同一の新品キャブをシリンダで押してその変形量を再現させ、要した荷重と変形量を記録した(写真—5参照)。

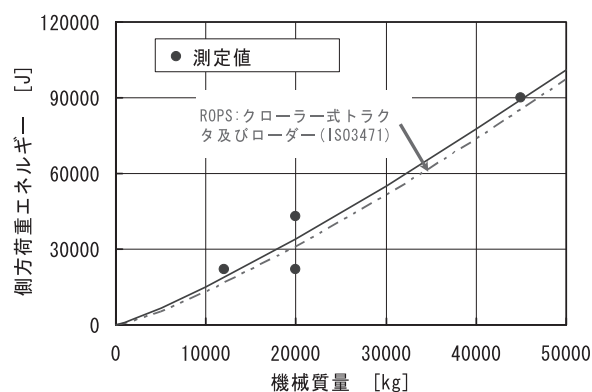
① エネルギーを計算

360°転倒の場合、キャブに伝わる最初の衝撃は斜



写真—5 変形再現試験

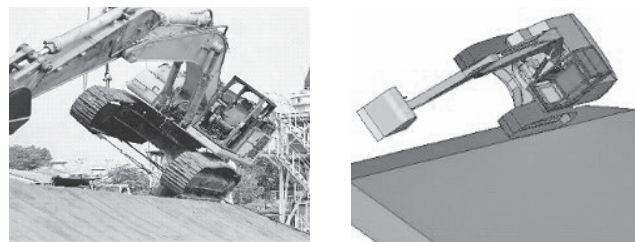
面に対して90°回転し、キャブが斜面と衝突した時に生じる。このときにキャブは横方向荷重を受ける。この荷重により変形が進行するが、荷重の変形量に対する積分値がエネルギーとなる。その結果、車体重量に対するエネルギー値は図—2のグラフのようになり、ISO3471のブルドーザで規定されたエネルギー値に近い値となった。これは、6t未満の油圧ショベルのTOPS規格の横方向エネルギー値とも一致した。



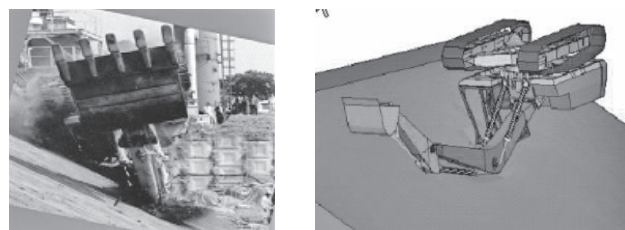
図—2 機械質量に対する側方荷重エネルギー

②シミュレーションの実施 (写真—6, 7)

試験結果の検証の一つの手段として衝撃問題を取り扱うのに適した解析ソフトを使いシミュレーションを実施した³⁾。キャブ自体は擬似ROPSの材料の非線形塑性域の応力-ひずみ特性をインプットし、機械の他の構成要素はそれぞれの材料に応じて、均一な質量の固まりとして扱い、転倒地面の反発力は、土の貫入試験結果から、貫入量-貫入力を、土の変形力特性としてインプットした。この結果、試験を再現できた。このシミュレーションモデルは、後のISO規格作成時にも、様々な転倒モードの要求にシミュレーション解析して対応することができ、非常に有用であった。



写真—6 実車転倒試験とシミュレーション (その1)

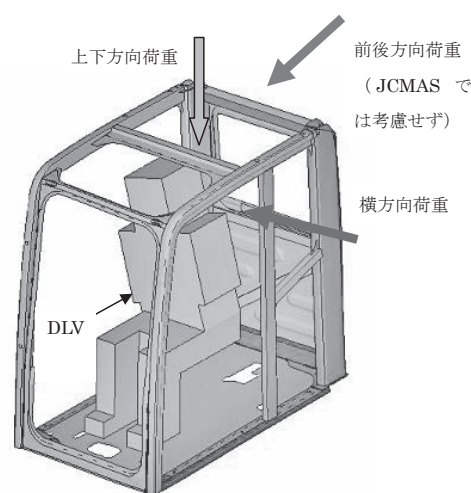


写真—7 実車転倒試験とシミュレーション (その2)

(2) 日本建設機械化協会規格

規格化にあたり、転倒モードは実機の試験結果から、機械左横方向への転倒とし、前後方向の転倒は無視できるとした。この典型的な転倒モードでの荷重条件を、前述の試験結果を基にシミュレーション結果を参照しながら試験方法と規格値を策定した。

転倒のプロセスを解析し、最初の衝撃を吸収するのに必要なエネルギー、そしてキャブが機械本体の下に位置した時のキャブにかかる荷重を室内試験での荷重条件にした。又、試験による負荷荷重によるキャブの変形に対するDLV¹を15°傾けた状態で、変形したキャブがDLVに接触または、侵入しないことを合格基準とした(図—3参照)。



図—3 DLVと載荷方向

¹ DLV (Deflection-limiting volume: たわみ限界領域) はISO3164で規定されており、通常の服装でヘルメットを装着した大柄運転員 (ISO3411で規定) の着席時の近似的箱形空間形状を示し、この空間内は安全が確保されているとしている。

そして、荷重条件は横方向の吸収エネルギーと上下方向の荷重を次の通り決めて、2003年に日本建設機械化協会規格 JCMAS H018 として発行された。

- ・横方向の吸収エネルギー： $13000 (M/10000)^{1.25} (J)$
(M は機械質量：kg)
- ・上下方向荷重：9.8 M (N) (これは、機械1台の重量と同じ)

4. ISO 規格作成作業

世界で生産・販売している油圧ショベルの80%が日本設計である現状を考えると、ISO/TC127（土工機械専門委員会）日本委員会としても日本主導でISO規格化に取り組むのが当然のことと考えた。

2000年10月にリオ・デ・ジャネイロで開催されたISO/TC127国際会議で、日本から新規作業項目として提案し、各国メンバーの承認を得て国際ワーキンググループを設立し、著者がプロジェクトリーダー兼議長（コンベンナー）に就任し、ISO土工機械専門委員会の日本委員会が事務局を務めた。ワーキンググループ参加国は、米国、イギリス、ドイツ、イタリア、スウェーデン、ニュージーランド、オーストラリア、日本であった。メンバーは、メーカーの設計者、試験担当者、各国の安全担当機関や試験機関の行政官・担当者と、この規格に興味を持つもので構成された。メンバーのバックグラウンドが多彩であるだけに様々な意見が出、そのたびに検討し、結果、より多様な転倒モードに対応することになり充実した規格となり、荷重条件は以下のように見直された。

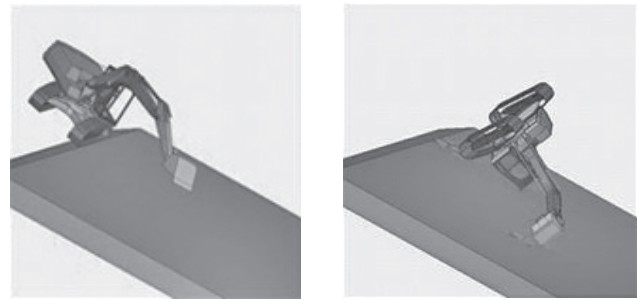
(1) 横方向荷重

現行ROPS規格ISO3471では、横方向のエネルギー値に加え、荷重も規定している。JCMASでは、TOPSと同様、横方向のエネルギー値のみを規定し、荷重を規定せず、変形するのに必要な荷重を加え、変形量あたりの荷重を積分してエネルギー値に到達するまで負荷し続けることとした。ROPSでは90°を超えて回転し続けるために必要な反力があるはずであるから、TOPSと違い、目安としての荷重が必要との意見が国際ワーキンググループから出てきた。現行規格（ブルドーザ等のROPS）との整合のため、横荷重を追加した。

(2) 前後方向荷重

機械上方からみて、上部旋回体が左に旋回した状態で転倒すると、転倒の方向に作業機が位置するため、

最初にバケットが斜面に接してバケット刃先が転倒の支点となり、転倒を続け、キャブ屋根の左後ろ角が当たる（図—4参照）。



図—4 上部旋回体が左方向に旋回した状態での転倒

また、上部旋回体が右に旋回した状態では、作業機は転倒地面から遠く、最初にキャブ屋根左後ろ角が当たる。最初のインパクトは作業機ではなく、キャブ屋根左後ろ角が受ける。荷重としては、右旋回した時のほうが大きい。

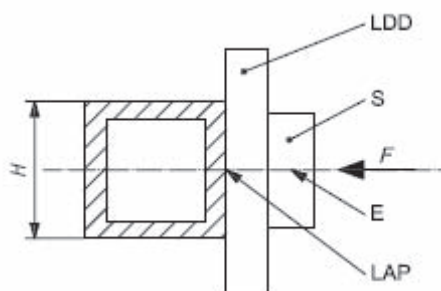
左角部が受ける荷重の前後方向分力を計算すると、横方向荷重と比べ、約1/8と小さい値となった。いくらかの前後方向荷重があるということで、ミニ油圧ショベルで実績がある前後方向吸収エネルギーとして、 $4300 (M/10000)^{1.25}$ と決定した。

(3) 上下方向荷重

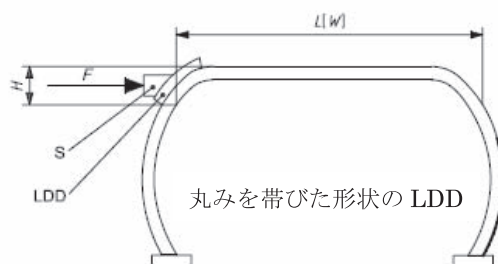
JCMASでは、油圧ショベルが作業機がない場合に転倒することは想定していなかった。作業機がない場合の転倒とは、輸送時に作業機を本体から外して輸送することがあり、トレーラに載せるとき、道板を踏み外し転倒するというリスクの存在である。又、作業機が付いている場合でも、地下作業では作業機がキャブの高さよりも低い位置での作業が多く、このときに転倒すると作業機の保護を期待できない。そこで、シミュレーションモデルで作業機位置を低くし、転倒した時も作業機が地面に接触しない状態として計算した結果、上下方向荷重は12.75M (N) となり、作業機がキャブを保護する場合に比べ、1.3倍の力がかかる計算結果となった。

(4) 負荷分散装置（LDD：Load distribution device） （図—5）

ROPS試験は横方向荷重、前後方向荷重、上下方向荷重の順に負荷を掛け試験を実施するが、油圧ショベルのキャブが曲面構成の構造物が多いことから、負荷分散装置LDDは従来の規格では規定されていなかった曲面形状に対しての試験方法が追加となった。ま



図一5 負荷分散装置 (LDD : Load distribution device)



た、このLDDに関する規定は従来からのROPS規格ISO3471の2008年版にも反映された。

(5) キャブライザ仕様機の検討

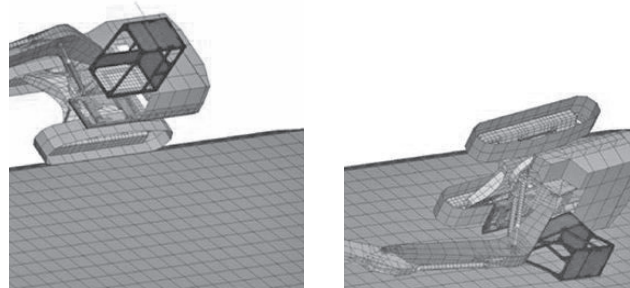
ISOの林業機械を扱う専門委員会(TC23/SC15)では、ROPS規格を見直していたが、油圧ショベルと同様、上部が旋回する機械があり、構造が似ているとして油圧ショベルを扱うわれわれの土工機械専門委員会と合同で規格作りを進めることとなった。しかし、従来から林業機械はブルドーザと同じ荷重条件を使用していたため、作業機がキャブにかかる荷重を軽減するという油圧ショベルの荷重条件と相容れず、結局、調和作業は断念した。

このとき、林業機械でも油圧ショベルをベースとした機械は、構造が同じで、転倒モードも同じといえるので、土工機械専門委員会(TC127/SC2)で扱うこととした。林業機械の特徴としては、森林の中での移動や作業に際し、枝葉に視界が邪魔されるので視界性を確保することが重要である。そのため、キャブライザといい、キャブの位置を高くしている機械がある。解体機械にも同様、キャブライザ仕様の機械がある。これらのキャブライザ仕様の機械について、キャブの高さにより負荷荷重が異なることをシミュレーションで確かめた。

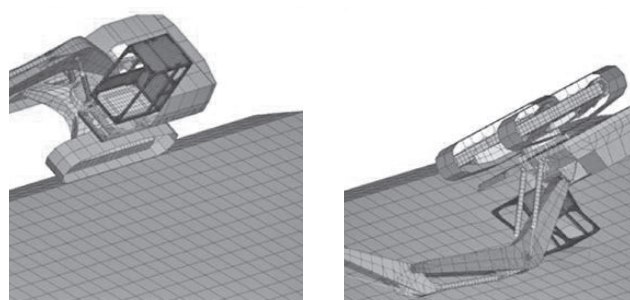
予想されたことであるが、キャブライザを高くすると、作業機よりキャブの高さが高くなり、地面に対し180°転倒時(キャブが下になる状態)には、作業機が受けていた荷重分担がなくなり、キャブに全荷重がかかることになる。さらにキャブライザを高くすると、90°転倒し、地面に接地から次の90°に回転する時の支点となる。キャブの屋根左端が支点となるが、機体中心から遠くなり、それ以上回転せず、そのままの姿勢で傾斜面を滑るようになる(図一6、7参照)。

(6) 最終規格案

以上の結果、表一2の規格となった。JCMAS規格



図一6 キャブ高さを1m高くした場合の転倒



図一7 キャブ高さを0.5m高くした場合の転倒

とISO規格最終案(発行版)を比較すると、前述の転倒モードが追加された結果、荷重条件が厳しくなり、より多くの転倒形態にも対応できるようになった。

なお、キャブライザの高さにより、表一3の荷重条件を推奨値として規格に追加した。

5. 終わりに

2008年12月に本規格が発行されたが、この規格に適合したROPSキャブを搭載した油圧ショベルでは、転倒リスクに晒される現場での作業でも、ユーザの方々には、今までにない安全・安心の感覚で機械を運転していただけると確信している。当社では、規格発行に先行して同等以上の強度のキャブを搭載した油圧ショベルを2005年から販売しているが、転倒したにも関わらずキャブの変形が少なく、オペレータが助かった報告もあった。このような報告は、規格制定に

表—2 ROPS 規格 試験荷重・エネルギー一覧表

		ROPS for TTT (ISO 3471)	TOPS for Compact excavator (ISO 12117-1)	EOPS for Excavator (JCMAS H 018)	ROPS for Excavator (ISO 12117-2)
Scope		machine mass ≥ 700kg	Operating mass of 1000 to 6000kg	6000kg< <50000kg exclude excavators with fixed and elevating cab risers	6000kg< <50000kg exclude excavators with elevating cab risers
Load and Energy Criteria	Machine mass M (kg)	4630~59500 (crawler EMM)	1000~6000	6000~50000	6000~50000
	Lateral load force F (N)	70000 (M/ 10000) ^{1.2}	---	---	35000 (M/10000) ^{1.2}
	DLV inclination	no inclination	---	---	15 degrees
	Lateral load energy U (J)	13000 (M/ 10000) ^{1.25}	13000 (M/ 10000) ^{1.25}	13000 (M/10000) ^{1.25}	13000 (M/10000) ^{1.25}
	DLV inclination	no inclination	15 degrees	15 degrees	15 degrees
	Vertical load force F (N)	19.61M (=2W)	---	9.8M (=1.0W)	12.75M (=1.3W)
	DLV inclination	no inclination	---	no inclination	no inclination
	Longitudinal load force F (N)	56000 (M/ 10000) ^{1.2}	---	---	---
	DLV inclination	15 degrees	---	---	---
	Longitudinal load energy U (J)	---	4300 (M/10000) ^{1.25}	---	4300 (M/10000) ^{1.25}
	DLV inclination	---	15 degrees	---	15 degrees

表—3 キャブライザ高さによる荷重条件 (推奨値)

	With low cab riser up to 500 mm	With medium height greater than 500 up to 1300 mm cab riser	With greater than 1300 mm high cab riser (TOPS)
Lateral load energy U_x (J)	13,000 (M/10,000) ^{1.25}	13,000 (M/10,000) ^{1.25}	13,000 (M/10,000) ^{1.25}
Lateral load force F_x (N)	35,000 (M/10,000) ^{1.2}	50,000 (M/10,000) ^{1.2}	50,000 (M/10,000) ^{1.2}
Longitudinal load energy U_r (J)	4,300 (M/10,000) ^{1.25}	4,300 (M/10,000) ^{1.25}	4,300 (M/10,000) ^{1.25}
Vertical load force F_v (N)	12.75 M	19.61 M	7 M

携わった者の一人として望外の喜びである。

2000年10月にリオ・デ・ジャネイロでのISO/TC127国際会議に提案し、各国メンバーの承認を得てISO規格化の活動が始まり2008年12月の規格発行にこぎ着けることができた。日本として、国際規格への発信を標榜している中、この規格のISO化は日本提案のISOとして日本の地位を大きく高めた。ここまで来ることができたのも、国内の油圧ショベルメーカー、日本建設機械化協会の関係者の皆さんの努力の賜物である。改めて謝意を表したい。

JCMAS

《参考文献》

- 1) W. C. Jackson : A Historical Review of the Evolution of Farm

Tractors, Earthmoving Machines, and Concurrent Evolution of Safety and Operator Rollover Protection, SAE paper 851498 : 1985

- 2) 建設業安全衛生年鑑：建設業労働災害防止協会
- 3) 田村和久：ISO/TC127/SC2/WG5 東京国際会議 (2006/2/16), Roll Over Simulation (Presentation)
- 4) ISO/TC127 部会報告資料：建設の機械化' 01.1,' 02.10,' 04.4, 建設の施工企画' 04.9,' 06.4,' 07.2
- 5) TOPS 報告書：日本建設機械化協会 ISO 部会第2委員会 TOPS 試験分科会資料 (2002/4)
- 6) 田中健三：油圧ショベルの転倒時保護構造 (ROPS), 精密工学会誌 Vol.75, No.3, 2009

〔筆者紹介〕

田中 健三 (たなか けんぞう)
TC127 (土工機械委員会)
SC2 油圧ショベル ROPS 規格ワーキンググループ議長
(コマツ 開発本部 業務部
規制・標準グループ 主査)



アクセスシステム規格の改訂動向 (ISO 2867 改訂)

田 中 健 三

建設機械の人身事故の中でも、アクセスシステムに起因する事故の割合が大きいこと、又、欧米の採石業者とその団体および所轄の安全官庁から ISO2867 (アクセス規格) 見直しの強い要望があり、現在、ISO の土工機械の専門委員会 (ISO/TC127) のワーキンググループ (WG11) で改訂作業が進められている。

建機機械のアクセスシステムに関わる規制・規格の状況を概説するとともに、ISO2867 の制定経緯と規格で規定されている項目毎の変遷もレビューし、アクセス規格の全貌を紹介した上、現在のドラフト (ISO/DIS 2867) での最新動向について紹介する。

キーワード：ISO2867, 規格, アクセス, 動向, 手すり, 取っ手, ステップ, 階段, はしご, 保護さく, 通路, 足場, 建設機械

1. はじめに

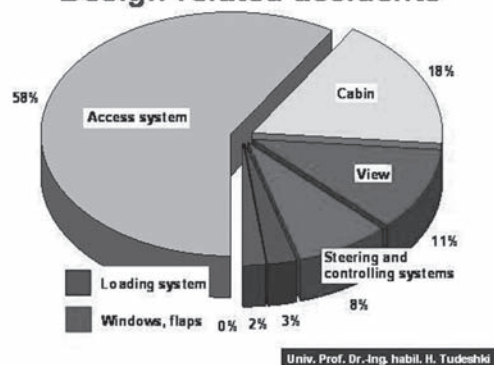
現在、ISO/TC127 (土工機械の専門委員会) では、ISO2867 (Earth-moving machinery - Access systems: 土工機械一運転員・整備員の乗降、移動用設備) の改訂作業に取り掛かっている。本稿では、運転員・整備員の乗降、移動用設備のことを ISO 規格のタイトル表現となっている Access systems に対し、日本語読みにしてアクセスシステムと呼ぶ。

建設機械の人身事故の中でも、アクセスシステムに起因する事故の割合が大きいこと、そして、欧米の採石業者とその団体および所轄の安全官庁からなる Atlantic Alliance から ISO2867 見直しの強い要望があり、2006 年 4 月の ISO/TC127/CAG (議長諮問グループ、ベルギー・ブリュッセル) 会議で改訂作業を実施することが決定された。現在、ISO/TC127 の安全を扱う分科会 (SC2) のワーキンググループ (WG11) で改訂作業を進めている。

このワーキンググループ (WG11) には、筆者と砂村和弘氏 (日立建機株) が日本代表の委員として参画している。第 1 回 (イギリス・キャノック) の作業が 2006 年 9 月に開始され、今迄 5 回のワーキンググループ会議が持たれた。現在 (2009/6), ISO/DIS 2867 として草案が出来上がり各委員からの意見を聴取している状況である。

製品安全は時代と共に進化するものであり、アクセスシステムについても同様である。以下、アクセスシステムの規格化の歴史的経緯も含め考察してみる。

Design-related accidents



図一 1 ドイツでの事故事例解析¹⁾

2. 規制・規格化の経緯

おそらく初の事故防止規定と見られる文書は、旧約聖書 申命記 (モーセ第 5 書) 22 章 8 節にある「新しい家を建てる時は、屋根に欄干を設けなければならない。それは人が屋根から落ちて、血のとがをあなたの家に帰することのないようにするためである。」の記載である²⁾。この典型的な聖書の短文中には、まさにアクセス時の災害防止の内容が記載されている。

階段や手すりなどのアクセスシステムは日常生活の中でも、事故を起こさないための大事な安全装置である。そのために、米国の OSHA (Occupational Safety and Health Act) や、日本の労働安全衛生規則などの法律でも、作業者の安全を守るため作業現場の安全規定として定められている。

建設機械のアクセス規格としては、SAE J185 (Access Systems for Off-Road Machines) が米国で1970年に制定されたのが最初であろう。その後、SAE J185をベースとした国際規格ISO2867が1973年に制定された。日本では、このISO2867に対応する規格として、JIS A8302が1986年に制定された。又、オーストラリアでも、ISO2867をベースとしたAS規格が1991年に制定されてきた。細かな点で基準値が異なる項目もあるが大半はISO2867の基準値に準じている。

安全に関する規格のガイドラインとしてISO/IEC Guide51が1991年に制定され、安全規格をピラミッド構造で構成することが示された。これらの建設機械のアクセス規格は特定の製品の安全規格C規格に相当する。上位のB規格(類似の製品に適用)としては、「機械類の安全性—機械類への常設接近手段—」の規格としてISO 14122が2001年に、「機械の安全のた

めの人間工学的設計」ISO15534が2000年に制定されている。最上位のA規格(広範な製品に適用)では、リスクアセスメントについての規格ISO12100が2003年に制定されている。このピラミッド構造の意図するところは、リスクアセスメントを実施し機械ごとのハザード(危険源)の特定とリスク評価をすることが製品安全確保の大前提であることを示している。そして、C規格に規定されていない事項に対する安全検討に当たっては、その上位のA,B規格に沿った考え方で対応することが必要である。

3. アクセス規格の規定内容と基準値の変遷

ISO2867は建設機械の運転員や整備員の乗降または機械上の移動が安全にできるようにするためのステップ(step), 階段(stairway)またははしご(ladder), 通路(walkway), 足場(platform), 手すり(handrail), 握り(handhold), 保護さく(guardrail)及び運転室出入り口(primary opening)の基準について規定している。

ISO2867は1973年に制定後5回改定され、現在は2006年版(Sixth edition)が最新版である。1980年版(Third edition)から2006年版(Sixth edition)の基準値の変遷を表1にまとめてみた。(表中の薄塗り部は改定された基準値、() 値は目標値を示す)

(ア) ステップ(step)

1989年版(Fourth edition)から、蹴上げ、踏み代、等について項目追加となり、新たに基準値が規定された。更に1994年版(Fifth edition)からひとまたぎの距離、トラックフレームでの許容傾斜の項目と基準値が追加された。

基準値の変更では、踏み代(ステップ, はしご)のミニマム値が130 mmから150 mmへ、トラックフレームでの許容傾斜が引込み量から出っ張り部の傾斜角度へと変更された。

(イ) はしご(ladder), 階段(stairway)

1989年版(Fourth edition)から、蹴上げ、踏み代、上方空間、1ステップ/段の最大引込み量、の項目と基準値が追加となった。2006年版(Sixth edition)から、踏み代について、より細かな踏み代形状についても基準値が追加された。1ステップ/段の最大引込み量については、上記と同様、傾斜角度の規定が追加された。

(ウ) 握り(handhold)

1989年版(Fourth edition)から階段及び傾斜路手すり部の規定項目が新たに追加され、はしごやステップの握り部直径の基準値が人間工学的な配慮から

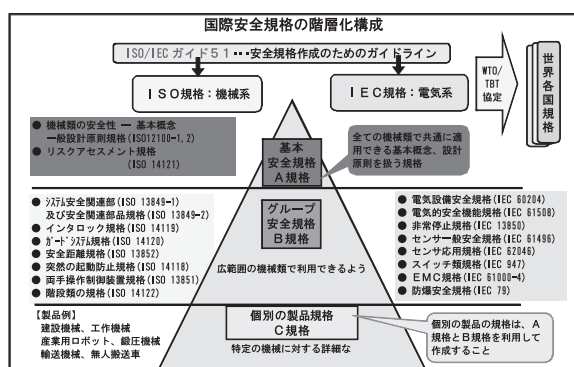


図-2 国際安全規格の階層化構成

No.	規制・規格	規制・規格No.	1970年代	1980年代	1990年代	2000年代
米 国	OSHA	29CFR Subpart X S 1926.1050 stairways and ladders used in construction	●	●	●	●
日 本	労働安全衛生法	労働安全衛生規則 第二編 安全基準 第十章 通路、足場等	●	●	●	●
建設機械の規格	SAE	SAE J185 Access Systems for Off-Road Machines	●	●	●	●
	ISO	ISO 2867 Earth-moving machinery — Access	●	●	●	●
	JIS	JIS A 8302:2000 土工機械 — 運転員・ 整備員の乗降、移動用 設備	●	●	●	●
	AS	AS1657:1992 platforms, walkways, stairways and ladders	●	●	●	●
	AS	AS3668:1991 Earth-moving machinery — access systems	●	●	●	●
	ISO	ISO 12100:2003 Safety of machinery — Basic concepts, general principles for design	●	●	●	●
リスクアセスメント	ISO	JIS B 9700:2004 機械類の安全性—設計 のための基本概念	●	●	●	●
	JIS	JIS B 9700:2004 機械類の安全性—設計 のための基本概念	●	●	●	●
	ISO	ISO 14122-1,-2,-3,-4 Safety of machinery	●	●	●	●
	JIS	JIS B 9713-1,-2,-3,-4 機械安全	●	●	●	●
機械全般の規格	ISO	ISO 15534-1,-2,-3 Ergonomic design for the safety of machinery	●	●	●	●
	ISO	ISO 4252 Agricultural tractors — Operator's workplace, access and exit	●	●	●	●
	ISO	ISO 11660-1,-2 Cranes — Access, guards and restraints	●	●	●	●

図-3 アクセス関連規格の制定経緯

表－1 ISO2867 基準値 経緯

大項目	No.	項目	国際規格			
			ISO 2867 1980	ISO 2867 1989	ISO 2867 1994	ISO 2867 2006
ステップ	1	一段目地上高さ	≤700 (400)	≤700 (400)	≤700 (400)	≤700
	2	蹴上げ(ステップ、梯子)		230～400 (300)	230～400 (300)	230 *～400 * (300)
	3	蹴上げ(階段)		≤250 (180)	≤250 (180)	≤250 (180)
	4	踏み板 幅 (両足)	≥320 (400)	≥320 (400)	≥320 (400)	≥320 (400)
	5	踏み板 幅 (片足)	≥160 (200)	≥160 (200)	≥160 (200)	≥160 (200)
	6	開口部高さ	≥150 (190)	≥150 (190)	≥150 (190)	≥150 (190)
	7	踏み代(ステップ、梯子)		≥130 (200)	≥130 (200)	≥150 (200)
	8	踏み代(階段)		240～400 (300)	240～400 (300)	240～400 (300)
	9	つま先のすきま	≥150 (200)	≥150 (200)	≥150 (200)	≥150 (200)
	10	ひとまたぎの距離			≥130	≥130
	11	ステップの突き出し		≤25 (0)	≤25 (0)	≤25 (0)
	12	上方空間	－ (2010)	2000	2000 (>2000)	2000 (>2000)
	13	踏み板間水平垂直距離 (X+2Y)	≤800 (600)	≤800 (600)	≤800 (600)	≤800 (600)
	14	トラクレームでの許容傾斜			≤10 *	≤15°
	15	ステップ最上段から通路への横断移動距離	≤300	≤300	≤300 (0)	≤300 (0)
梯子、単または複数ステップ	1	地上又は足場からの第一ステップまでの高さ	≤700 (400)	≤700 (400)	≤700 (400)	≤700 (400)
	2	けあげ:		230～400 (300)	230～400 (300)	230～400 (300)
	3	ステップ幅 (片足)	≥160 (200)	≥160 (200)	≥160 (200)	≥160 (200)
	4	ステップ幅 (両足)	≥320 (400)	≥320 (400)	≥320 (400)	≥320 (400)
	5	踏みしろー 円形		19～60	19～60	19～60
	6	踏みしろー 正方形又は長方形				≥6 (50)
	7	踏みしろ厚さー 複数要素ステップ				≥3
	8	踏みしろ間隔ー 複数要素ステップ				≤50 (50)
	9	ステップ開口部高さ	≥150 (190)	≥150 (190)	≥150 (190)	≥150 (190)
	10	つま先のすきま	≥150 (200)	≥150 (200)	≥150 (200)	≥150 (200)
	11	上方空間	－ (2010)	2000	2000 (>2000)	2000 (>2000)
	12	1ステップ/段の最大引込み量				≤15°
	13	はしごから次のステップ面までの半径	≤300	≤300	≤300 (0)	≤300 (0)
握り	1	握り部直径 (はしご、ステップ又は通路)	16～38 (25)	16～38 (25)	16～38 (25)	15～38 (25)
	2	握り部直径 (階段及び傾斜路手すり)		16～80 (50)	16～80 (50)	15 ²⁾ ～80 (50)
	3	有効長さ	≥150 (250)	≥150 (250)	≥150 (250)	≥150 (250)
	4	取付け面との間隔	≥75	≥75	≥75	50～75
	5	取付け位置 地上高さ	≤1600 (900)	≤1600 (900)	≤1600 (900)	≤1700 (900)
	6	踏み板上端からの上方突出値	(900)	850～960 (900)	850～960 (900)	850～960 (900)
	7	踏み板側面からの距離	≤200	≤200	75～200 (150)	50～200 (150)
	8	平行な手すり間の幅(はしご)	≤600 (400)	≤600 (400)	≤600 (400)	≤600 (400)
	9	通路、ステップからの手すり高さ	850～1400 (900)	850～1400 (900)	850～1400 (900)	850～1400 (900)
大項目	No.	項目	国際規格			
			ISO 2867 1980	ISO 2867 1989	ISO 2867 1994	ISO 2867 2006
		16 1 平行な手すり間の幅(階段及び傾斜路)	(600)	≥460	≥460 (700)	≥460 (700)
		17 2 踏み板上端から手すりまでの垂直高さ	(900)	850～960 (900)	850～960 (900)	850～960 (900)
		19 3 保護欄の通路面からの高さ	1000～1100 (1100)	1000～1100 (1100)	1000～1100 (1100)	1000～1100 (1100)
		20 4 中間欄高さ	上記の1/2	上記の1/2	上記の1/2	上記の1/2
		21 5 踏み外し防止板高さ	≥50	≥50 (100)	≥50 (100)	≥50 (100)
		6 踏外し防止板と床面とのすき間		0～10 (0)	0～10 (0)	0～10 (0)
		22 1 通路幅(通路)	≥300	≥300 (600)	≥300 (600)	≥300 (600)
		2 通路幅(プラットフォーム)		≥300 (600)	≥300 (600)	≥300 (600)
		3 通路幅(Forward-facing)		≥550 (650)	≥550 (650)	≥550 (650)
		4 通路幅(Sideways)		≥330 (450)	≥330 (450)	≥330 (450)
		5 通路幅(Passing others)		≥900 (1300)	≥900 (1300)	≥900 (1300)
		6 天井高さ(直立)		≥2000 (>2000)	≥2000 (>2000)	≥2000
		7 天井高さ(ひざまづき)		≥1500 (>1500)	≥1500 (>1500)	≥1500
		8 天井高さ(直立)		≥1000 (>1000)	≥1000 (>1000)	≥1000
通路	No.	項目	国際規格			
			ISO 2867 1980	ISO 2867 1989	ISO 2867 1994	ISO 2867 2006
		9 点検整備用通路幅 (3m以下のプラットフォーム)	≥230 (300)	≥230	≥230	≥230
		1 推奨値	(680)	≥450 (680)	≥450 (680)	≥450 (680)
		2 ≤770mm	≥300			
		3 ≤460mm		250	250	250
		4 770～1550	≥450			
		5 460～1550		≥450	≥450	≥450
		6 1550～1800	≥350	≥350	≥350	≥350
		7 ドア高さ	着座式 (≥1300)	≥1300 (>1300)	≥1300 (>1300)	≥1300 (>1300)
		8 起立式	(≥1800)	≥1800 (>1800)	≥1800 (>1800)	≥1800 (>1800)
		9 ドアハンドルの高さ	300～1500 (900)	500～1500 (900)	500～1500 (900)	500～1500 (900)
		10 ドアハンドルの高さ	≤1700	≤1700	≤1700	≤1700
		11 着座式	500～850	500～850	350～850 (>350)	350～850 (>350)
		12 起立式	800～1000	800～1000	800～1000 (>800)	800～1000 (>800)
非常出口	No.	項目	国際規格			
			ISO 2867 1980	ISO 2867 1989	ISO 2867 1994	ISO 2867 2006
		1 円形状		≥650	≥650	≥650 (>650)
		2 四角形状		≥600*600	≥600*600	≥600*600 (>600*600)
		3 長方形		≥470*600	≥470*600	≥450*600 (>450*600)
		1 幅		≥450 (680)	≥450 (680)	≥450 (680)
		2 高さ		≥760 (1100)	≥760 (1100)	≥760 (1100)
		3 開口部下端高さ		≤500 (250)	≤500 (250)	≤500 (250)
		4 コーナR		≤0.5*H (150)	≤0.5*H (150)	≤0.5*H (150)
		整備用開口部				
		1 幅		≥450 (680)	≥450 (680)	≥450 (680)
		2 高さ		≥760 (1100)	≥760 (1100)	≥760 (1100)
		3 開口部下端高さ		≤500 (250)	≤500 (250)	≤500 (250)
		4 コーナR		≤0.5*H (150)	≤0.5*H (150)	≤0.5*H (150)

25 mm から 50 mm に握りが太くなった。取り付け面との間隔寸法は、2006 年版 (Sixth edition) から、従来の基準値 (≥ 75 mm) より、50 ～ 75 mm とスキマ寸法は弛められた。これは、極寒地手袋の進歩とあいまって超小旋回車などの機能要求値から、基準値緩和につながったものと思う。

(エ) 階段手すり (handrail), 保護さく (guardrail), 通路 (walkway)

1989 年版 (Fourth edition) から、踏外し防止板と床面とのすき間、通路幅がより詳細化され、天井高さの規定が追加となった。項目と基準値は、1989 年版 (Fourth edition) の値が、2006 年版 (Sixth edition) までほぼ踏襲されている。

(オ) 運転室の出入り口 (primary opening)

1989 年版 (Fourth edition) から、出入り口幅の高さと幅の基準値が変更されたが、ほとんどの項目と基準

値は1980年版(Third edition)から変更されていない。

(カ) 非常出口(alternative opening)、整備用開口部(service opening)

1980年版(Third edition)には、この項目は規定されていなかったが、1989年版(Fourth edition)から新たに項目が追加され、基準値も2006年版(Sixth edition)までほぼ踏襲されている。

以上、アクセス規格の規定内容と基準値の変遷を整理してみたが、その時代毎の各社建設機械のアクセスシステムの装備状況を踏まえ、製品安全の立場から、そして人間工学的見地から検討を加え、項目や基準値を見直しISO規格として充実してきていることが分かる。実際、ISO/TC127/SC2は人間工学(Ergonomics)の専門委員会であるISO/TC159とも連携を取っている。

4. アクセス規格の改訂動向

先述したように、ISO/TC127の安全を扱う分科会(SC2)のワーキンググループ(WG11)で改訂作業を進めている。今迄5回のワーキンググループ会議が持たれ、2009年5月にはISO/DIS 2867として草案が出来上がり、現在各委員からの意見を聴取している段階である。

今回の改訂に当たって、第1回のミーティング('06/12:イギリス・キャノック)で、今迄のアクセスシステムの改善要求事項として、各委員から次のような指摘があった。

- ・オペレータの特性:高年齢化、女性の増加、快適性と安全性の要望増加
- ・機械毎の要求事項:基となる要求事項と機械の多様化に伴う追加要求事項
- ・安全性対快適性、利便性の追求
- ・昇降手段の損傷と補修の課題(最低地上高、複雑さ、重量サイズ超過)
- ・機械のグローバルな支持と要求事項
- ・碎石業から(機械使用者として)の昇降手段改良の要望および優しい作業環境
- ・昇降手段について回る機械の制約:機械の幅、重量
- ・昇降時に何かを持っていること

又、各国の事故状況の解析データのレビューと、Atlantic Allianceからの要望の面から、次のような問題点・課題が指摘された。

- ・垂直なはしごの廃止
- ・道理にかなって配置され、切れ目の無い手すり
- ・足がかりや、障害物をみるための十分な照明
- ・妥当な高さおよびスペースの第1段

- ・第1段は揺れることなく、履帯をステップのひとつとして使わない
- ・十分な幅の足がかり
- ・滑りやすい表面の排除
- ・簡単に開き、安全に閉まるドア
- ・安全な足場で開くドア
- ・誰もが、工場内、作業場、事務所などの仕事場にいるのと基本的に同じ基準
- ・代替的な昇降手段
- ・パワー昇降の安全性考慮
- ・バンダリズム防止に関して、昇降の工夫
- ・可動キャブライザーの非常出口

このような問題点・課題・要望を背景に、第2回('07/2:イギリス・ロセスター)、第3回('07/6:イギリス・マンチェスター)、第4回('08/3:アメリカ・サンフランシスコ)、第5回('09/4:フランス・パリ)と審議を重ね、ドラフトとしてISO/DIS 2867がまとめられた。

この中で、注目すべき改訂内容について記してみる。

(ア) 一般通則として、リスクアセスメントが規定された。

機械安全の原則の規格はISO/TR 12100(機械類の安全性)として1993年に発行され、その後1999年にISO 14121リスクアセスメントの原則が発行された。これらの規格を契機として、機械の開発・設計における安全確保のツールとしてのリスクアセスメントの考え方が普及した。

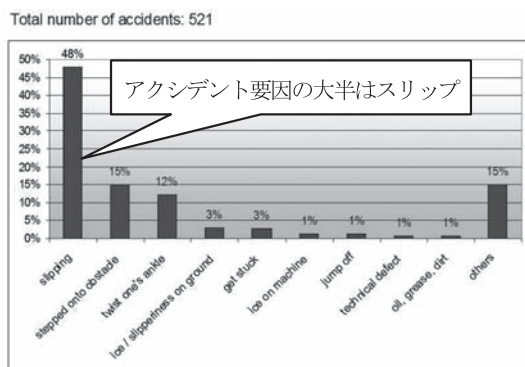
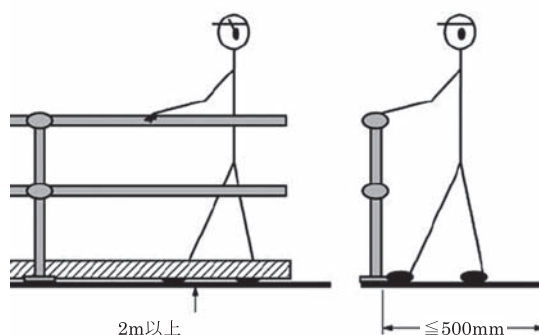
この考え方はアクセスシステムの設計の基本的考え方としてISO/DIS 2867の一般通則の第一項に引用され、まずリスクアセスメントありきとして規定された。

(イ) 履帯のアクセス手段としての取扱い

クローラ式機械では、運転席にアクセスする際、構造的にも履帯をステップ・通路として使用せざるを得ないのが実情である。そのことから、履帯をアクセス手段として使っても良いが、3点支持できることが条件となった。

(ウ) 滑り止めについて

機械へのアクセスの際のアクシデントの大半は滑りによるものである(図—4参照)。2006年版の規格にも「アクセスシステムの表面は、滑りにくいもの」と規定されているが、それ以上の具体的な記載はなかった。今回の審議過程においても、滑りに対する規格化の議論はされたが、具体的な基準を裏付けるまでの技術情報は未だ不十分で、Annexとしての事例紹介にとどまった。

図—4 建設機械のアクセシビリティ要因¹⁾

図—5 保護さく

(エ) 足場・通路の保護さく

「地上からの高さ2m以上で、端部から500mm未満の箇所で作業する必要がある場合には、保護さくを装着すること」が新たに規定された。1994年版では「望ましくは、2mを超える場合」の記載はあったものの、2006年版ではその記載もなくなっていた。しかし、リスクアセスメントの面からみても、2mの高さから落下すれば大きな怪我になる恐れは高く、この規定が追加された。

(オ) 第一段目のステップ高さ

2006年版の規格では「実用的には600mmをこえるべきではない」とリコメンデーションの記載はあったが、ドラフト版では、第一段目のステップ高

さは600mmが最大値として規定された。機械によっては構造的な制約があることより、スキッドステアローダやコンパクトエキスカバータ等はこの規定値は700mmまで許容された。

5. おわりに

冒頭にも記したように、建設機械での大半の傷害事故はアクセスシステムに起因している。そのためにもアクセスシステムの規格が充実し、事故の減少につながれば、規格見直し作業に携わった者の一人として大きな喜びである。それだけに、建設機械を開発・設計する際の製品安全のツールとして、この規格を十二分に活用してもらいたいものである。

今回の草案には、新たに一般通則として、リスクアセスメントが規定された。このことは、規格の各基準値に準拠した設計が前提であるが、それ以前に製品安全として、リスクが低減され本質的に安全な設計であることが求められていることを意味していると考え

JICMA

《参考文献》

- 1) Univ. Prof. - lng. Habil.H.Tudeshki : ISO/TC127/SC2/WG11 審議資料
- 2) アルフレッド・ノイドルファー工学博士：「安全工学講座」長岡技術大学 客員教授
- 3) ISO/IEC Guide51 : 1999
- 4) ISO ホームページ : <http://www.iso.org/iso/home.htm>
- 5) ISO/DIS 2867 Draft for WG11 review
- 6) ISO/TC127/SC2/WG11 議事録
- 7) 難波義久：「建設機械の規制・規格のグローバル化と安全性の向上」建設の施工企画 '08. 7月号

【筆者紹介】



田中 健三 (たなか けんぞう)
TC127 (土工機械専門委員会)
SC2 アクセスワーキンググループ委員
(コマツ 開発本部 業務部
規制・標準グループ 主査)

バックアップアラームの車載試験方法 (ISO9533) 改訂

出 浦 淑 枝

ホーンとバックアップアラームが車載状態で十分な音量を確保できていることを確認する試験方法を定めた規格 ISO9533 (Earth-moving machinery—Machine-mounted forward and reverse audible warning alarm—sound test method) の改訂が 20 年ぶりに行われている。今般の改訂では、周辺作業員への警告と環境騒音緩和を両立させるために、周囲騒音を感知して音量を変更するアラームの試験方法が追加される。また油圧ショベルのように上部構造が旋回する機械に装備するトラベルアラームの定義とその試験方法も追加される。以上を盛り込んだ改訂 ISO は、2010 年 8 月発行の見込みである。

キーワード：バックアップアラーム、ホーン、トラベルアラーム、ISO9533、試験方法、可変音量アラーム、ISO10906

1. はじめに

ISO9533 (Earth-moving machinery—Machine-mounted forward and reverse audible warning alarm—sound test method) は、前方作業員への警告ホーンと後方作業員への継続的な警告アラーム(以下、バックアップアラーム)が車載状態で十分な音量を確保できていることを確認する試験方法を定めた規格であるが、1989 年の第 1 版発行以来、長らく改訂されていなかった。近年、安全志向の高まりからアラーム搭載を希望する声がある一方、早朝に作業する除雪車両や病院の近く等の静粛を要求される作業現場では騒音に対する苦情も聞かれる。そのような状況の中、ストロボライトによる警告灯の条項を追加したいボルボ社、周波数帯域を広くとったアラームを推進したいブリゲード社、機械騒音に連動して音量を変化させるアラームの搭載を始めたキャタピラー社等の希望により、2005 年に改訂作業が開始された。

従来規定されていない視覚アラームも含めて、アラーム全体を見直すという主旨で始まった改訂作業は、音響式アラーム (Part1)、視覚式アラーム (Part2) に分けて規格化する方針で進められた。その後 5 回の専門家会議を経て、2009 年 2 月に音響式アラームの DIS (Draft International Standard) 投票が可決されたところで、次回 FDIS (Final Draft International Standard) の投票を経て、2010 年 8 月には ISO として発行の見込みである。本稿では、音響式アラーム改

訂の背景と概要、および今後の課題について報告する。

2. 日米欧の規制状況

まずバックアップアラームに関する主な規制・規格について紹介する。

日本では、労働安全衛生法車両系建設機械構造規格において「車両系建設機械は、警報装置を備えているものでなければならない」と規定されている。また欧州でも、建設機械全般の安全規格である EN474-1 で、93dB (A) 以上のホーンを要求しており、試験方法は ISO9533:1989 を引用している。

5.9 Warning devices and safety signs

Earth-moving machinery shall be equipped with:

- an audible warning device (horn) controlled from the operator's station, the A-weighted sound pressure level of which shall be greater than or equal to 93 dB. The value shall be measured 7 m from the foremost point of the machine with equipment/attachment in its travel position as defined in ISO/DIS 6395:2004.

The test procedure shall be in accordance with ISO 9533:1989;

一方、米国では OSHA (Occupational Safety and Health Act) の規定によりホーンに加えて、前後進する建設機械には音響式警報を装着することが義務付けられている。

(a) Earthmoving equipment: General

(9) Audible alarms.

(i) All bidirectional machines, such as rollers, compacters, front-end loaders, bulldozers, and similar equipment, shall be equipped with a horn, distinguishable from the surrounding noise level, which shall be operated as needed when the machine is moving in either direction. The horn shall be maintained in an operative condition.

以上のように、ホーンは日米欧共通、バックアップアラームは米国のみが規制している。

3. 事故発生の状況

ところで、このような音響式アラームの効果はどれほどあるだろうか。平成 19 年度に建設業で発生した死亡災害事例 461 件のうち、ホーンまたはバックアップアラームが聞こえれば防げた可能性のある事例は 13 件あった。たとえば「家屋を解体・撤去し、整地作業をしていたと

ころ、被災者が地面に残った草木の根を剪定していたときに、近くで整地作業を行っていたドラグショベルが後退してきて轢かれた」というように、後進してきた機械に周辺作業者が轢かれる事例がほとんどである。

このような事故の対策には、バックモニター等による後方視界補助、視覚式アラームによる警告、超音波トランスポンダのように周辺作業者に直接警報を出す方法等、複数の手段が考えられるが、音響式アラームもまた有効な方法の一つである。ISO 改訂を機に、改訂 ISO に準拠したアラームが普及することで、建設業の事故防止に寄与することが期待される。

4. 現行 ISO 規格の概要

次に改訂前の ISO 規格に定められている試験方法と基準についてまとめておく。

(1) バックアップアラームの試験方法と基準

① 周囲音の試験

図一 1 の測定点 1 から 7 までの 7 箇所の測定点す

ISO 9533 Alarm Test Worksheet									
Alarm Description Backup Forward Manufacturer _____ Model No. _____ Output level _____ Type _____ Type A 112 dB (A) Type B 107 dB (A) Type C 97 dB (A) Type D 87 dB (A) Type E 77 dB (A) Type F Other _____				Machine Description Model _____ S/N _____ Eng. RPM _____		BU Alarm Test Method Used ☐ 1 - Alarm ON at Idle or Engine Off ☐ 2 - Alarm ON at WOT ☐ 3 - 1/3rd Octave Band Method			
Location	Alarm	Coordinates and Directions (meters)				As Measured From	Sound Level, dB(A)		
							"Alarm ON"	"Alarm OFF"	Difference
1	Reverse	0.7	Right	0.7	Rear	Corner			
2	Reverse	0.7	Left	0.7	Rear	Corner			
3	Reverse	4.9	Left	4.9	Rear	Rear Center			
4	Reverse	2.7	Left	6.5	Rear	Rear Center			
5	Reverse	0.0	Center	7.0	Rear	Rear Center			
6	Reverse	2.7	Right	6.5	Rear	Rear Center			
7	Reverse	4.9	Right	4.9	Rear	Rear Center			
8	Forward	0.0	Center	7.0	Front	Front Center			
9	Reverse	Operator Location (260 mm Radius) Closed cab / Open Canopy				Ear Height			
5	Travel	0.0	Center	7.0	Rear	Rear Center			
8	Travel	0.0	Center	7.0	Front	Front Center			
10	Travel	0.0	Center	7.0	Right	Right Side			
11	Travel	0.0	Center	7.0	Left	Left Side			
BU Alarm Ext Method 1 - For All Locations 1-7 the "Alarm On" - "Alarm Off" difference must be ≥ 0 dB BU Alarm Ext Method 2 - For All Locations 1-7 the "Alarm On" - "Alarm Off" difference must be ≥ 3 dB Horn Ext For Location 8 the "Alarm On" - "Alarm Off" difference must be ≥ 10 dB BU Alarm Int For Location 9 the "Alarm On" - "Alarm Off" difference must be ≤ 3 dB									
Remarks: _____ Date: _____ Test Person: _____									

図一 1 測定位置 (ISO/DIS9533:2008 より抜粋)

べてにおいて、以下の2条件の騒音値を記録する。

- a) エンジン無負荷最高回転中
- b) エンジン無負荷低速回転（またはエンジン停止）中にアラームを鳴らす

基準は、どの測定点においてもb)がa)よりも大きい値であること。

②オペレータ位置の試験

SIP (Seat Index Point, ISO5353) の上方 635 mm ± 25mm の位置（オペレータの耳元位置に相当する）で、a) b) の条件で騒音値を記録する。

基準は、b) と a) の差が 3dB 以下であること。

(2) ホーンの試験方法と基準

図—1の測定点8で、エンジン無負荷最高回転中にホーンを鳴らす。

基準は、b) と a) の差が 10dB 以上であること。

5. 改訂 ISO 規格の概要

今回の改訂のポイントは、バックアップアラーム試験方法に関する以下の2点である。ホーンについては、従来どおりで変更はない。

(1) 可変音量アラームの試験方法

改訂規格では、周囲騒音を感知してアラーム音量を変更させる可変音量アラームの試験方法が追加された。追加された試験方法および基準は、

- c) エンジン無負荷最高回転中にアラームを鳴らす

基準は、どの測定点においてもc)がa)よりも3dB以上大きい値であること。

(2) トラベルアラームの試験方法

従来規格でも対象とするアラームを“forward and reverse warning alarm”として定義しているが、油圧ショベルのように上部構造が回転するために前後方向が必ずしも明確でない機械に装備するアラームは、一般にトラベルアラームと呼ばれる。改訂規格ではトラベルアラームの定義とその試験方法について追加された。

トラベルアラームの定義は“an audible signal intended to warn personnel, especially those near the machine, that the machine has been activated to travel under its own power”と記載されている。

試験方法は測定点が変わるのみで、測定および評価方法は通常のアラームと同じである。測定点は、図—1の測定点5, 8, 10, 11の4点を計測することとなっている。これはどの方向に走行しても、周囲にいる人々

が感知するようにとの配慮からである。ただし音響式アラームには指向性があるので、全方位で基準を満足させるには音量が大きくなるおそれがある。実際には、アラームは旋回する上部構造に装着するので、上部構造が旋回した場合にもオペレータにとっての後方はいつも同じ方向になる。このことから「4点の測定点は過剰であり、バックアップアラームと同様でよい」という主張を日本の油圧ショベルメーカーから機会あるごとに行っているが、いまだ受け入れられない。引き続き、議論の余地がある点である。

6. 今後の課題

今回の改訂規格は車載状態でのアラーム音量を標準化するものであるが、かねてより機械メーカーはアラーム自体の音量ばらつきが小さくなることを切望している。現在、アラーム自体の試験方法を定めるISOはなく、ほとんどのアラームメーカーは米国規格SAE J994を採用している。そのSAE J994で定める公差は±4dB (A) であるが、ISO9533ではアラーム音量とエンジン騒音の差を0dBまたは3dBと定めているのに比べて、アラーム自体の公差が±4dB (A)（ばらつきの幅としては8dB）というのは大きい。

そこで、この公差縮小を盛り込むべく、2007年9月から新たにアラーム自体の試験方法を定めるISO10906“Earth-moving machinery—Auditory Warning Devices—Laboratory Test Procedure and Requirements”の策定作業が始まった。当初は2012年にISO発行見込みであったが、折からの経済情勢悪化のため、作業は延滞気味である。規格策定もさることながら、適切な品質・価格のアラームを供給していただくよう、アラームメーカーのご協力をお願いしたいところである。

またバックアップアラームはあくまで一つの補助装置であり、まずは作業範囲内にむやみに作業者が立ち入らないように現場の安全管理をしていただくこと、また機械を操作するオペレータの方が確実に後方確認をしていただくことも欠かせない。

7. まとめ

周辺作業者への警告と環境騒音緩和を両立させるために、20年ぶりとなるISO9533の改訂が行われている。今般の改訂では、周囲騒音を感知して音量を変更するアラームの試験方法が追加される。これによりアラームから必要以上に大音量を発することなく、現場

の安全向上が期待できる。引き続き、音響式アラーム自体の ISO 化も推進し、安全と環境の双方に配慮した建設現場づくりに貢献していきたい。

J C M A

《参考文献》

- 1) ISO9533:1989 Earth-moving machinery—Machine-mounted forward and reverse audible warning alarm—sound test method
- 2) ISO/DIS9533:2008 Earth-moving machinery—Machine-mounted audible travel alarm—sound test method
- 3) 建設業労働災害防止協会、平成 20 年版 建設業安全衛生年鑑
- 4) Michael S. McDaniel, David C. Copley and Daniel E Zimmermann, "Application of a Self-Adjusting Audible Warning Device as a Backup Alarm for Mobile Earthmoving Equipment", SAE2005-01-3507, 2005



【筆者紹介】

出浦 淑枝 (いであら よしえ)
コマツ開発本部業務部
規制・標準グループ
主査

「建設機械施工ハンドブック」改訂 3 版

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

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

「基礎知識編」

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

「掘削・運搬・基礎工事機械編」

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

「整地・締固め・舗装機械編」

1. モータグレーダ
2. 締固め機械
3. 舗装機械

● A4 版／約 900 ページ

● 定 価

非 会 員：6,300 円（本体 6,000 円）

会 員：5,300 円（本体 5,048 円）

特別価格：4,800 円（本体 4,572 円）

【但し特別価格は下記◎の場合】

◎学校教材販売

〔学校等教育機関で 20 冊以上を一括購入申込みされる場合〕

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも沖縄県以外 700 円、沖縄県 1,050 円

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

●発刊 平成 18 年 2 月

社団法人 日本建設機械化協会

〒 105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

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

山岳トンネル工事用機械の事故事例及び ヒヤリ・ハットに関する報告書

(社)日本建設機械化協会 機械部会 トンネル機械技術委員会 事故災害防止分科会 (山岳)

近年の建設業労働災害発生状況は、年々減少傾向にあるとは言え、製造業に次ぐ事故の多さで、死亡災害及び休業4日以上死傷災害では全産業の約22%前後であり、特に、死亡災害は全産業の35%近くあり全産業の中でも一番多くなっている。一方、全産業の機械による労働災害は、平成18年労働者死傷病報告によると休業4日以上死傷災害で26.5% (35,642人)を占めていて、さらに、このうち建設用機械による災害は、5.6% (1,971人)となっている。特にトンネル工事は、各工種のなかでも機械化が最も進んでおり、使用する機械も多く、過酷な条件下での使用から事故も起きやすいと考えられる。トンネル機械の発展を見るように、建設機械はますます多様化が進み、新たな建設機械での事故も懸念され、さらなる事故防止対策が必要となってくる。これを受けて機械部会トンネル機械技術委員会では事故災害防止を事業活動とし分科会を立ちあげ、現状の山岳トンネル機械の事故事例およびヒヤリ・ハットを調査・研究し、それぞれの機械の事故防止対策としてまとめることとした。

キーワード：トンネル工事，トンネル機械，安全，安全対策，事故事例，事故対策

1. はじめに

機械による全労働災害の課題は、大きく分けると以下の3項目と言われている。

- ①機械は大きなエネルギーを有することから、指の切断など身体に障害を残す重篤な災害が少なくないこと。
- ②機械は製造段階で安全対策（機械の危険部分をなくす、危険部位にガードを設ける等の保護方策）を施すことにより、危険性を確実に低減させることができること。
- ③非定常作業（保守点検、清掃、トラブル処理等）時の災害も多く発生しており、このような作業を想定した対策も必要であること。

以上の課題は、建設機械も同様であり、しかも一般の製造業が工場で使用するのは異なり、施工条件に左右されることが多く、リスクはさらに大きくなる。

特にトンネル機械は、作業空間が狭隘で施工延長も長く、作業環境や地質に左右されるため、施工条件を十分に考慮し、安全対策を行う必要がある。

(1) トンネル機械の現状と課題

トンネル機械による労働災害を撲滅するためには、安全対策として考えられる全てのリスク対策を機械側に安全装置として組み入れていく必要がある。究極は機械のロボット化、自動化であり、危険作業を人ではな

く機械に任せていくことである。

しかし、現状では、技術的にもまだまだ困難であり、機械のコストが大幅に高くなる。また、究極のロボット化・自動化に至らないまでも多くのリスクを機械側に安全対策として装備するとコストが高くなるだけでなく、安全確認の現状技術では機械の方が人の感覚よりも遅く、施工効率が低下する場合があります、全体として工期が延び工事原価が高くなる。

従って、この安全性と施工性とコストのバランスを考えて、機械の安全対策としての確認・操作を人に任せられることは任せ、リスクの大きいものに対しては機械に安全装置として設計・製作されているのが現状である。しかしながら機械による労働災害のより一層の減少を図るためには、大きなコストアップに至らず、施工効率を低下しないで、リスクを安全装置として機械側に装備することを見直していかなければならない。

本報告書では、アンケート調査のデータ分析に基づき、トンネル機械のリスク対策及び改良・改造から新技術の方向性を検討していく。

(2) トンネル機械における安全性への考え方

平成13年6月厚生労働省より、全ての機械は製造段階から使用段階の両方において機械の安全化を図る目的から、「機械の包括的な安全基準に関する指針」(機械包括安全指針)が公表された。また、労働安全衛生

法の改定、国際的な機械安全規格の動向から平成19年7月にこの指針を全面的に改定した。この指針の内容は、全ての機械に適用できる包括的な安全確保の方策に関する基準を示したもので、機械メーカ、ユーザのそれぞれが実施すべき事項を示している。

本報告書の考え方もこの指針に基づき、機械メーカ、ユーザとしての施工者、それぞれの立場からトンネル工事特性のリスクを考慮し、トンネル機械の製造から使用に至るまでの安全対策を検討する。

2. アンケート調査における事故事例及びヒヤリ・ハットの現状

(1) 調査の概要

トンネル機械技術委員会では、過去の山岳トンネル機械の事故及びヒヤリ・ハットの事例を調査し、機械の製作段階での改良から現場での使用における事故再発防止対策についてまとめていく方針とした。

そこで、トンネル機械技術委員会構成会社の製作メーカ、レンタル会社、施工会社に「山岳トンネル機械の事故事例及びヒヤリ・ハットに関するアンケート調査票」を平成19年10月1日に発行した。アンケート調査対象会社は機械部会トンネル機械技術委員会、建設業部会の構成会社54社とし、対象は山岳トンネルで使用する全ての機械での事故事例及びヒヤリ・ハットとした。

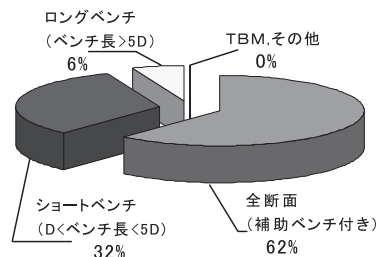
回答数については、事故事例が17社37件、ヒヤリ・ハットが11社23件であった。これらを分科会で集計し、重複回答等を除いた結果、有効回答数として事故事例35件、ヒヤリ・ハット22件を得ることができた。全国の工事实績に対して少ない件数ではあるが、ほぼ包括した山岳トンネル機械の事故事例及びヒヤリ・ハットを収集できたと考えられる。

(2) トンネル概要別の分類

事故事例、ヒヤリ・ハット事例をトンネル概要別の分類として工事場所、掘削工法、掘削延長、掘削断面積、掘削方式、ズリ運搬方式、トンネルの用途の7項目に分類した。その中の一例を下記に示す。

(a) 掘削工法別の事故事例（図—1）

掘削工法別の事故事例は、回答数34件中、全断面が21件62%で、次いで、ショートベンチが11件32%、残り2件がロングベンチという結果であった。全断面およびショートベンチの事故比率が高く、掘削工法別の実際の工事实績傾向に近いと考えられる回答を得られた。



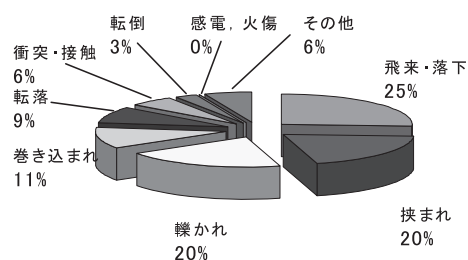
図—1 掘削工法別の事故事例

(3) 現場調査における現状分析

事故事例、ヒヤリ・ハット事例を現場調査における現状分析として事故の発生した年、月、被災原因、被災時の作業、被災した人数、被災者の職種、年齢、経験年数、就労日数、被災状況、事故発生時間帯、使用機械、事故発生の要因、機械的要因の14項目に分類し現状分析を行った。その中の一例を下記に示す。

(a) 被災原因別の事故事例（図—2）

被災原因別の事故事例は、回答数35件中9件が飛来・落下によるもので25%を占める。次いで7件が“挟まれ”と“轢かれ”で各々20%であった。



図—2 被災原因別の事故事例

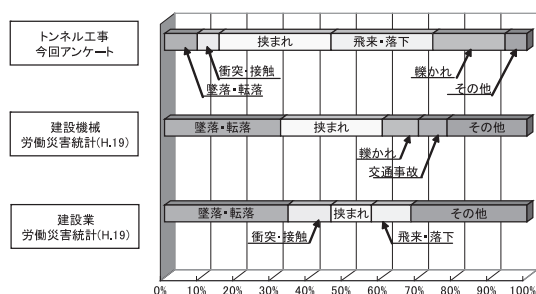
3. アンケート調査を踏まえた発生状況の分析

(1) 建設業と建設機械の原因別死亡災害

安全衛生情報センターの労働災害統計（平成19年）によると建設業全体の休業災害の原因別では『墜落・転落』34.4%、『衝突・接触』11.6%、『挟まれ』10.9%、『飛来・落下』10.8%の順で68%を占める。建設機械（建設機械、動力運搬機、車両）での休業災害の原因別分類では、『墜落・転落』32.2%、『挟まれ・巻き込まれ』27.5%、『轢かれ』10.0%、『交通事故』8.1%の順で78%を占めている。

これに比べ、今回のアンケートの集計によるトンネル工事での原因別の分類では『飛来・落下』、『轢かれ』、『挟まれ』、『巻き込まれ』の四つの原因で82%を占めている。建設業で最も多く34%も発生している『墜落・転落』はトンネルでは9%と少なく、建設業全体では11%しか発生していない『飛来・落下』が今回のアンケートのトンネル工事では28%も発生している。ま

た、建設機械系で比較すると『墜落・転落』が32%と最も多いが、トンネル工事では『轢かれ』が上位を占めている（図—3）。以上のことからトンネル内での災害の特徴が見えてくる。



図—3 建設業全体の原因別分類と今回アンケートの比較

- ①『飛来・落下』が多いことは、トンネルの危険箇所が切羽に集中しており、落石や吹付モルタルの剥離に起因する事故が多いことがうかがえる。
- ②『挟まれ』『巻き込まれ』が多いことはトンネル内が狭く、重機が多く稼働していることに起因することがうかがえる。
- ③『轢かれ』が多いことはトンネル内が狭いことや、照明の影が出来るために暗いことなどの理由が挙げられる。
- ④『墜落・転落』が少ないことは切羽付近で稼働する建設機械に関しては手摺、昇降設備等が完備されており、対策は整っていると言える。
- ⑤いわゆる交通事故に該当する車両との接触事故が少ないことは、通常作業での交通ルール（制限速度の遵守や歩車道の分離）が良く守られていることを物語っている。

従って今回のアンケートで集計した被災原因のうち、『飛来・落下』、『轢かれ』、『挟まれ』、『巻き込まれ』の四つの原因についての分析を以下に述べる。

(2) 主要原因の分析

(a) 飛来・落下の分析

28%を占める『飛来・落下』が9件と最も多い。このうち装薬中のモルタルの肌落ちや、コソク中の落石など切羽面からの飛来落下による災害は3件、掘削の際の岩塊の跳石による災害は2件、吹付作業における急結剤の噴出による災害が2件である。それ以外は吹付機の配管の落下とジャンボブーム上を歩行中落下した災害がそれぞれ各1件ある。NATMの普及により切羽以外のトンネル部分からの飛来落下災害が激減している。また、切羽面に吹き付けを行い、切羽の養生が一般化してきたことも減少の理由であろう。しか

しながら依然切羽が不安定な状態であることに変わりなく、切羽からの落石やモルタルの落下は重大災害となっており死亡や重度障害が残るケースが多い。コソクや装薬の作業を切羽から離れて作業可能な方法やそのための機械の開発を考えていかなければならない。

(b) 轢かれの分析

轢かれが原因での災害は7件ありこのうち3件はバックホウ、残り2件はトラックによるものでドリルジャンボとバッテリー機関車が各1件である。この災害の特徴的なことは、ブレーキの制動不能による暴走で轢かれた事例が1件で、それ以外は停止している状態から動き出した場合に被災した事例が6件である。そのうち5件は後退時に被災している。このことはトンネル内が照明の関係で視認しにくいことや、騒音が大きく合図が聞こえないこと（耳栓を着用している）などが二次的な要因となっており、トンネル特有の作業環境と関連しているといえる。

(c) 挟まれの分析

挟まれの原因の多くは人的要因により発生している。誤操作や近道行為、取り付け金具の不良など不安全行動によるものが多い。運転者からの死角で発生した挟まれ災害が吹付機アウトリガで1件発生している。

(d) 巻き込まれの分析

巻き込まれは穿孔機械や運搬機械で発生しており、定常的な稼働状況での災害は削孔中のロッド接続時、合図の不徹底によるものが1件で、それ以外は機械トラブル等の発生による故障修理中あるいは緊急時での発生となっている。いずれも不安全行動や合図の不徹底によるもので、人的要因が発生原因となっている。

4. アンケート調査を踏まえたトンネル機械の安全対策

事故事例及びヒヤリ・ハットのアンケート調査において災害時の機械を選定し、事例と対策を紹介するとともに各機械の安全対策を分析した。特に、アンケート調査における事故発生の要因が仮に人的要因、管理的要因であっても、機械側としてどのような安全対策を施せば、この事故が回避できたのかを検討した。その一例を下記に示す。

(1) ブレーカの事故事例での発生状況と対策及び改善

①発生状況

ブレーカで切羽を掘削中、掘削時の飛来石が運転席前面に張ってある防護用の金網を通過し、オペレータの目を直撃した（図—4）。

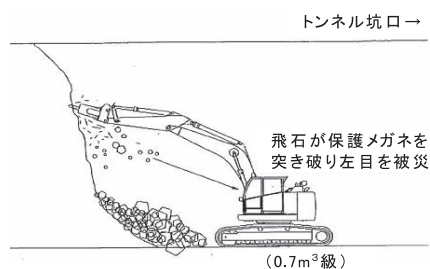


図-4 プレーカでの事故発生状況



写真-2 ダンプトラックでの事故発生状況

②対策及び改善

運転席の前面窓に張ってある金網（メッシュ 80 × 150 mm）の内側に、窓全体を覆う透明のポリカーボネート板を設置し、飛来する大塊は金網、それ以下の塊はポリカーボネート板でブロックすることで、キャビン内の運転者を防護することとした（写真-1）。



写真-1 対策及び改善

ブレーカ使用中の事故事例はヒヤリ・ハットと合わせて4件であった。発破後の落ちそうな岩を取り除いたり、掘削面の整形をしたりと作業の性格上、機械の機能上、飛来や落石による事故事例が多い。

ブレーカの機械メーカーとしての安全対策は、防護ネット・柵などの防護設備を機械側に取付けて飛来・落下物を受け止めるようにする。また、粉塵抑制のための散水時の事故報告からベースマシンに水タンク・水ポンプ・噴射ノズルを設置し、ブレーカ掘削時に自動散霧する事で散水する等の措置が取られている。

施工者としての安全対策は、飛石・落石に対する防護設備の設置や作業指揮者の配置、作業員の配置計画や作業範囲・立入禁止区域の明示及び側方通過、横断時の合図の取り決め、危険予知訓練等が上げられる。

(2) ダンプトラックの事故事例での発生状況と対策及び改善

①発生状況（写真-2）

トンネル切羽掘削ズリを 20t ダンプトラックで坑外へ運搬中、トンネル坑口から 100 m 付近でベッセルと運転席を連結しているヒッチという部品φ 245 mm、肉圧 35 mm の中空ロッドが破断した。このため運転

席とベッセルが完全に切り離されて、運転席が前に傾き急停車したため膝を骨折した。

②対策及び改善

事故車両を検証すると、ヒッチ部分の肉盛加修、溶射などの修理の前歴があったことが分かり、そのため熱応力による歪み、疲労破壊が原因であった。その対策としてリース業者の整備点検書、修理内容確認を徹底した。

ダンプトラックに関する事故事例及びヒヤリ・ハットのアンケート調査結果は8件と多く、このうち事故事例では4件、ヒヤリ・ハットでは4件であった。

狭隘な坑内で、各重機の稼働及び修理、走行のため各作業員が死角になり、バック時、走行中での接触及び轢かれたり、過酷な条件下による整備不足、運転操作ミスの中で発生している。これらの発生状況に対して、機械メーカーとしての安全対策はバックモニターの標準装備、全輪制動のロックブレーキ装備、乗降の安全性の考慮、走行スピード制限装置等の安全性を優先した装備としている。

施工者としての安全対策は、施工条件、使用条件の確認や操作訓練、坑内照度、誘導員・合図・坑内速度等の坑内基準の規定と管理的要因事項が求められている。ダンプトラックは坑内を搬入出する重機の中でも最も多いため坑内の運行規則の根幹となるものである。このため、作業員、機械メーカー、リース業者と一体となって、上記安全性を高めていくことが必要である。

5. トンネル機械の安全性に対する今後の方向性

前章においてアンケート調査結果での事故事例及びヒヤリ・ハットを分析し、現状技術を踏まえて安全対策を述べた。それらを発展的に捉え、技術開発を含めた安全性の将来的にあるべき方向性の一例を示す。

(1) 掘削機械（油圧ショベル）

事故事例では、機械が動き始める時点での事故が多く報告されており、その原因としては、合図の不徹底、

走行方向安全確認不足や旋回範囲内の機体近くへの侵入が挙げられている。機械メーカーとして事故事例を踏まえた安全対策の開発が進められている。しかし機械の安全装置のみでは事故災害を完全に無くすことは出来ず、事故やヒヤリ・ハットの発生は、殆どの場合、人的要因が複合して発生している。近接センサーや作業員に取り付けられた発信装置による自動停止機能では、不十分な識別機能が施工性を阻害する場合もあり、システムの改善開発が進められている。さらなる安全技術の向上には、機械メーカーと施工側との協調による技術や経験の融合が不可欠といえる。

(2) 積み込み機械（ホイールローダ）

機械メーカーによる操作性、構造面での現状の安全技術は、過去の事故発生状況やユーザからの要望を踏まえて改善されている例が多い。また、施工者による現状の安全対策は、機械メーカーの現状の安全技術を施工者が現場に受入れて、安全管理を行うというシステムになっている。したがって、現場での安全性向上のためには、機械メーカーと施工者が相まって、安全技術の向上とそれに基づく現場管理を行う必要がある。

今後の改善方向として、例えば、切羽の立入禁止区域（ホイールローダ稼働中）に作業関係者以外が立ち入った場合、または、稼働中のホイールローダに人が接近した場合に、ホイールローダを自動停止させる装置やオペレータ以外がホイールローダに接近している場合はエンジン始動できないなどの改善方法が考えられ、機械メーカーおよび施工者にて、開発が一部進んでいるようである。安全性に対する今後の方向性は、機械メーカーと施工者が各々の技術と管理を互いに分掌し、協調することにより、さらに、向上できる方向にあり、それぞれに大きな期待が持たれている。

(3) 運搬機械（ダンプトラック）

ダンプトラックの災害は、トンネル工事の中でも比較的多く、その事故の反省から最近では、今までオプションだった技術が標準化されている機械メーカーもある。バックモニターなどが良い例である。今後は、多くの技術を含めてオプションとしている機械メーカーでも標準化が益々進んでいくと考える。今後のダンプトラックの安全性に対する技術開発の方向性は、轢かれ、挟まれ防止のための対物、障害センサーや運行管理の一環としての無線もしくは映像によるオペレータと作業員あるいは作業員同士のリアルタイムな同時連絡、将

来的には、GPS 等を利用した運行管理技術が開発され、無人化の方向にコストも踏まえて進んでいくと考える。

6. まとめ

山岳トンネル機械の事故事例及びヒヤリ・ハットに関する報告書を纏める中で、実に多くの事故やヒヤリ・ハットが現場で日常のように発生しているものであると考えさせられる。ここで、これまでの日本の機械安全、労働安全における安全確保の仕方を振り返ってみると、機械の設計では、その機械を使用することを前提に安全に製作するというよりは、機能とコストが重視されて来た。実際の現場の安全確保は、これまでの現場の作業員・技術者が優秀であったためか、主として現場内での安全教育や作業員の注意で実現されて来た。安全は、技術で確保するよりは、どちらかというと教育・訓練で実現することに重点が置かれて来たのである。たとえ事故が発生しても、責任は現場の作業員や、機械性能に帰され、真の原因を追究して、現場の意見を取り入れて機械の設計にまでフィードバックすることが少なかったために、機械を用いて作業する場合の安全を確保する技術が十分に育たなかったように思われる。

「絶対安全」はあり得ないという認識に立てば、リスクを洗い出し、リスクの排除が可能である。作業現場における安全対策の考え方は、従来の防護具と作業員への教育や訓練に依存する受け身の安全から、ヒューマンエラーは必ず起こるものと仮定し、機械メーカーはヒューマンエラーが事故につながらないように機械に安全設計を施し、万一の場合にも事故を起こさない機械を目指す考え方へと移り変わっていく必要があるであろう。安全として望ましい形は、例えば機械であれば「機械の包括的な安全基準：平成 18 年厚生労働省」に則って、倫理観と使命感を持って製品に安全を作り込んで行くこと、例えば現場であれば「法の遵守」を基本に自己の経験と知識の蓄積に基づき信念をもって施工に携わることであろう。両者がお互いに安全の重要性を認識し、大事にする文化を構築することが大事である。

最後に、今回「山岳トンネル機械の事故事例及びヒヤリ・ハットに関する報告書」を作成するにあたりアンケート等にご協力頂いた方々に感謝すると共に皆様のご安全を祈願致します。

シールドトンネル工事用機械の事故事例及び ヒヤリ・ハットに関する報告書

(社)日本建設機械化協会 機械部会 トンネル機械技術委員会 事故災害防止分科会 (シールド)

トンネル工事は、土木工事の各工種のなかでも機械化が進んでおり、使用する機械も多く、また過酷な条件化での使用を余儀なくされることから故障が発生しやすく、事故も起きやすい。

(社)日本建設機械化協会機械部会トンネル機械技術委員会は山岳トンネルとシールドトンネルの二つの事故災害防止分科会を立ち上げ、現状機械の事故事例及びヒヤリ・ハットを調査し、本誌 2008 年 7 月号において中間報告をしている。

今回は 2009 年 3 月に報告書を取りまとめたので、中間報告の続きを報告するものである。

キーワード：トンネル機械、事故事例、ヒヤリ・ハット、機械災害

1. はじめに

シールドトンネル工事は、各工種のなかでも機械化が最も進んでおり、使用する機械も多く、過酷な条件下での使用から故障等も比較的多く事故も起きやすい。

また、今後、トンネル機械の発展を見るように、建設機械はますます多様化が進み、新たな建設機械での事故も懸念され、さらなる事故防止対策が必要となってくる。

このような状況のなかで、(社)日本建設機械化協会は事業課題のひとつとして安全、災害対策を挙げた。これをうけて機械部会トンネル機械技術委員会では事故災害防止を事業活動とし、その中に山岳トンネルとシールドトンネルの二つの分科会を立ちあげ、現状の山岳トンネル機械とシールドトンネル機械の事故事例およびヒヤリ・ハットを調査・研究し、それぞれの機械の事故防止対策としてまとめることとした。

アンケート調査の概要については本誌 2008 年 7 月号において中間報告している。

本報告は、報告書が完成したので、一部中間と重複する部分もあるが、活動の成果を報告するものである。

2. アンケート調査の概要

(1) 調査の内容

調査依頼に当たっては、トンネル機械技術委員会構成会社の機械メーカ、レンタル会社、施工会社に対し「トンネル機械の事故事例及びヒヤリ・ハットに関するアンケート調査票」を平成 19 年 10 月に発行し、記

入を依頼した。このアンケート調査で収集したデータは、トンネル工事の事故防止に役立てるものであり、事故災害防止分科会の基礎資料とするため、できるだけ多くのデータを集めたいと考え、特定の会社名、工事名、工事内容等を公表しないものとした。

具体的には、以下の要領により、アンケート調査を実施した。

- ①調査対象会社は機械部会トンネル機械技術委員会、建設業部会の構成会社 54 社とした。
- ②調査対象はトンネルで使用する全ての機械での事故事例及びヒヤリ・ハットとした。
- ③事故事例及びヒヤリ・ハットは、できる限り近年の事例とした。ただし、近年の事例がない場合は、過去 10 年位までとした。
- ④施工会社で JV の場合は、スポンサー会社とした。ただし、メーカ、レンタル会社は、施工会社と事故事例が同じでも可とし、使用機械の恒久対策等があれば記入するものとした。
- ⑤できる限り多くのデータを希望し、事故事例とヒヤリ・ハットそれぞれ 1 件以上を各社に依頼した。
- ⑥アンケート調査票は可能な限り電子データでの提出とし、図面等どうしても不可の場合は、その部分の FAX での提出を依頼した。
- ⑦アンケート調査票は各社の委員で取りまとめて(社)日本建設機械化協会へ提出した。

(2) 回答結果

シールドトンネル工事用機械にかかわる回答数につい

ては、事故事例が 32 件、ヒヤリ・ハットで 17 件であった。

3. アンケート調査におけるシールドトンネル工事用機械での現状分析

(1) 事故の概要

今回アンケートの集計によるシールドトンネル工事での事故被災内容別の分類では、『挟まれ』で半分以上を占めている。

①『挟まれ』は下記状況で発生

- ・狭いシールド機内・後続台車付近・立坑下作業床で発生
- ・逃げ場のない組立解体作業
- ・鋼車・台車・トラバーサに起因

②『衝突』『轢かれ』は下記状況で発生

- ・バッテリー機関車や台車の逸走

③『墜落』『転倒』は下記状況で発生

- ・ 歩行通路作業床の足場板の不備
- ・ 作業台作業床以外に乗って作業を行う不安全作業

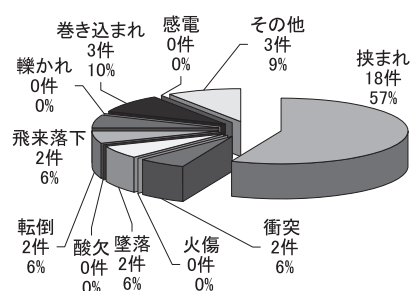
④『飛来落下』は下記状況で発生

- ・鏡切り時の土塊の落下
- ・機械取付けボルトの破断等

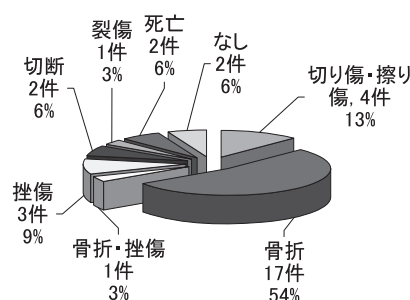
⑤『巻き込まれ』は下記状況で発生

- ・ベルトコンベア，ポンプ，ボーリングマシンなど
回転機に起因

被災の詳細については、骨折が17件と半数以上を占め、切り傷・擦り傷4件、挫傷3件と続き、死亡は2件であった。



図一 1 事故事例における被災内容

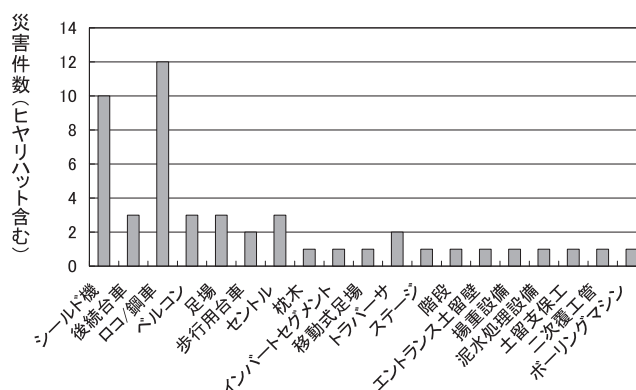


図一2 被災の詳細状況

(2) 事故、ヒヤリ・ハット発生機械

事故やヒヤリ・ハットが発生した機械を見ると機関車／鋼車が12件と最も多く、シールド機10件、後続台車、足場、ベルトコンベヤ、セントルが3件と続く。

以下、事故やヒヤリ・ハットの発生が多かったシールド機とバッテリー機関車／鋼車について詳述する。



図一3 事故、ヒヤリ・ハット発生機械

①シールド機

シールド機における事故形態は下記の通りである。

- ・ローリングの影響による挟まれ
- ・エレクターアタッチメント固定ミスによるアタッチメント落下
- ・カッター面付着の土塊の落下
- ・スプレッド落下
- ・組立て・解体中・メンテナンス中の挟まれ
- ・シールドジャッキとセグメントの間の挟まれ

②バッテリー機関車／鋼車

バッテリー機関車／鋼車に係る事故は下記の通りである。

- ・台車の連結不備・未確認での台車逸走
- ・車止めの不実施による逸走
- ・鋼車を足場代りに使用し転落
- ・材料台車に乗車し、挟まれ
- ・機関車無線運転の操作ミス
- ・機関車の動きを確認せずに挟まれ
- ・ズリ鋼車の吊り上げ作業の荷振れによる挟まれ
- ・機関車運転士が、風管止め番線にひっかかる

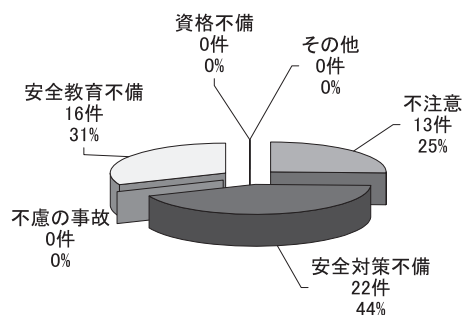
(3) 事故、ヒヤリ・ハットの発生原因

アンケート調査票に設けた発生原因に関する質問項目回答は以下のような結果であった。

事故事例，ヒヤリ・ハットともに安全対策不備を原因としている事例が多くなっている。

(a) 事故發生原因

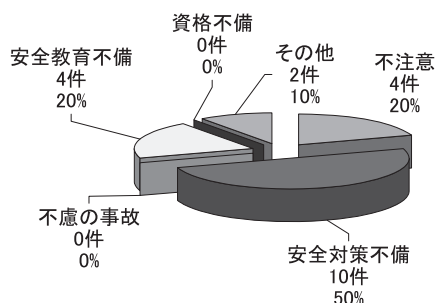
事故事例 32 件に対して安全対策不備が 22 件と約半数を占め安全教育不備 16 件、不注意が 13 件と続く。



図ー4 事故発生原因

(b) ヒヤリ・ハットの発生原因

ヒヤリ・ハット 17 件に対して、ヒヤリ・ハット発生原因としては安全対策不備が 10 件と 50% を占め、安全教育不備と不注意が 4 件と続く。



図ー5 ヒヤリ・ハット発生原因

(4) 事故対策の傾向

これら被災内容別の事故発生要因を①人的要因，②管理的要因，③設備的要因，④機械的要因の各要因に分け，それぞれの事故発生要因に対する対策をまとめることにより事故対策の傾向を示す。

以下災害形態別に，採られている対策を示す。

(a) 挟まれ

①人的要因に対して

- ・ KYK 活動強化
- ・ 合図の確認・実施
- ・ 立ち入り禁止区域の立ち入り禁止遵守
- ・ 作業手順の遵守
- ・ 道具・器具の作業開始前点検
- ・ セグメント台車に乗らない
- ・ シールドジャッキの動作はゆっくりであるが，近接位置にいる作業員はシールドジャッキがセグメントに接するまで目を離さない

②管理的要因に対して

- ・ 立ち入り禁止場所・時間時期の周知徹底
- ・ 合図の確認
- ・ 作業手順の手直し
- ・ 作業指揮者による，作業手順の厳守

- ・ 後続台車転倒防止金具の機能確認を安全点検項目に追加

- ・ トラバサ操作者の限定
- ・ 作業員の作業分担変更は元請で管理
- ・ 作業標準手直し

③設備的要因に対して

- ・ 風管設置方法の改善
- ・ 点検通路の整備
- ・ 逸走防止装置の機能を果たすよう確実な設置

④機械的要因に対して

- ・ セグメント台車の巾をセグメントより大きくする
- ・ 台車間の連結装置を 2 重
- ・ 連結ピンの強度増加

(b) 衝突・轢かれ

①人的要因に対して

- ・ KYK 活動強化

②管理的要因に対して

- ・ 非定常作業時の機関車運行確認手順の設定

③設備的要因に対して

- ・ 逸走防止装置を 2 重とした
- ・ 逸走防止装置の設置場所を変更

④機械的要因に対して

- ・ 台車間連結装置を 2 重とした
- ・ 連結ピンの黄色に塗装し，ピンの取り付け状況を分かり易くした

(c) 飛来落下

①人的要因に対して

- ・ 作業手順の遵守

②管理的要因に対して

- ・ 作業手順の見直し
- ・ 締め付けトルクの管理
- ・ 地山の点検頻度を増やす
- ・ 立入り禁止場所・時間時期の周知徹底

③設備的要因に対して

- ・ 作業足場の見直し

④機械的要因に対して

- ・ エレクターアタッチメント固定をボルトナットに変更（建て込みボルトをやめる）ボルトが脱落してもアタッチメント等の脱落がない構造

4. シールドトンネル工事用機械の安全に対する今後の方向性

バッテリー機関車／鋼車やシールド機に関する安全対策に関する今後の方向性について示す。

(1) バッテリ機関車／鋼車の安全対策について

線形の急勾配化や施工の長距離化が進み、高速搬送や複数編成による搬送など坑内運行の安全確保のため逸走防止のための自動停止や居眠り防止技術が求められる。

アンケート調査を踏まえた安全対策を示すと共に今後の安全対策の方向性を示す。

(a) 機械メーカーとしての安全対策

従来、トンネル工事においてはバッテリー機関車とディーゼル機関車がしたが、最近ではバッテリー機関車の使用がほとんどである。

バッテリー機関車においてはサーボモータの使用が普及し、これまでの抵抗式制御方式、チョッパー制御方式からほとんどサーボ制御方式に変わっている。このサーボモータの採用によりブレーキ制御、スピード制御、無線操作制御が従来の制御方式に較べて、改造コストが低く容易になったため、安全面に対して大きく貢献している。

(b) 施工者としての安全対策

最近の事故例は、アンケート調査事例にもあるが、バッテリー機関車自体の不具合で起こる労働災害よりも狭隘でお互いの作業員同士が死角で確認できない、あるいは、合図の不徹底で確認できないといった事故が多い。これらの事故をユーザとしての施工者として、管理的要因と安全施設での機械的要因に分けて対策を述べる。

①管理的要因での対策

- i) 作業員の教育訓練。
- ii) バッテリ機関車のオペレータの教育訓練。
- iii) 狭隘な場所での立入り禁止範囲及び安全通路の方法、機械の移動方法、合図方法を含めた坑内運行規則（作業手順）の作成と教育。

②機械的要因での対策

- i) 安衛法に基づく切羽、坑内照明の確保。特に死角になる部分の照度の確保。
- ii) ボイスセンサ、無線によるオペレータと作業員あるいは作業員同士の連絡合図確認。

これらの安全対策は、コスト面では大きな負担が少ないため、施工性と合わせて作業手順の作成及び教育実施をする必要がある。

(c) 自動停止装置について

軌条設備上の走行可能範囲からの逸走を防止する。

進行方向前方にある、設備などの手前の軌条設備（レール部）に永久磁石を設置し、その上を磁気センサーのsetされたバッテリー機関車が走行すると、磁気センサーが感知し、ブレーキが作動してバッテリー機関車が停止する。センサについてはRFIDの活用も考えられる。

再走する場合は、コントローラーをニュートラルに

方式名	磁気センサー
概要図	
方式概要	- 特定の位置に取付けた発磁体を認知 - 情報量を持たせることが出来ないため簡易な制御のみ可能
感知可能距離	最大10cm程度
メンテナンス性	発磁体重量は、2kg前後となるが、取付、盛替えは容易
信頼性	感知距離が短いため誤動作の可能性は少ない
経済性	安価

図－6 自動停止装置

し、「リセット」ボタンを押すことで、通常走行に戻る。

停止位置を逸走しての衝突、脱線、挟まれ事故に対する対応策の1つである。

(d) 居眠り防止装置

走行を開始すると2分後から15秒間配電盤上の回転灯（黄色）点灯し、15秒間シグナルホーンが鳴り出す。この30秒間にリセット押釦を押せば、回路リセットされ走行可能となるが、そのまま走行していれば、ブレーキが作動し停止する。

これは走行時の運転者の居眠り防止対策として、現在開発されたもので長距離のシールドで利用されている。

(2) シールド機の安全対策について

シールド機においては据付、解体工事などの掘削工事以外に付随する工事での安全性への対策・改善は特筆すべきものだと考える。

また、昨今のシールド工事は、長距離化、難土質への対応、二次覆工省略などの掘進自体の難度が上がってきているとともに、環境への配慮、矮小空間での発進など工事全体の要求難度も上がってきており、シールド機に付随する工事も増加すると考えられる。

このため、今後、シールド機については、掘削工事以外の付随する工事、例えば解体時の安全対策などシールド機に付随する工事における安全性への配慮が必要である。

- (a) 狭い空間での作業の安全性の確保では、例えばセグメント組立時のエレクタ装置付近のセグメント組立足場の安全対策が必要である。

- (b) 環境への配慮については、解体時のグリスや作動油の回収対策が必要である。また掘削中にグリスが掘削土砂に混合しないようにする対策が必要である。
- (c) ソフト面では、取扱説明書に安全に対する書き込みや、別冊の安全マニュアルの提出、機器への安全表示の貼り付け、更にシールド解体要領で安全注意事項の書き込みなど、確実な安全フォローがシールドメーカーとして今後は必要である。

以上が、ゼネコンや施工者からも求められていくと考えられ、これらの内容を具体的にメーカーへの提案として記述する。

(d) 具体的な提案

提案1：解体時の安全対策

- ①解体を考慮したシールド機的设计
- ②重心位置の明示や吊ピース設置
- ③エレクタ装置の解体時、重心の違いから、油圧モータを解体した場合にエレクタリングが回転してしまうので、このストッパの設置が必要。
- ④高压の作動油が残留する配管には、圧抜き配管やバルブを設ける。アキュムレータなど圧力が蓄積されている装置には圧力危険の書き込みを入れる。

提案2：狭小作業空間の安全対策

- ①セグメント組立足場を充実する。
- ②小口径シールドでも避難通路を確保する。
- ③切羽作業場所の照明は100ルクス以上を確保する。
- ④人がメンテナンスや通路として使う空間には、鋭角形状を極力避ける。
- ⑤高所作業場所には安全ベルトの親綱や引掛けピースを予め設けておく。

提案3：環境への配慮

- ①カッタ駆動装置部分のグリスや潤滑油が抜きやすいように、グリスや潤滑油用の抜き配管をあらかじめ設けておく。
- ②掘削土砂にグリスや油圧作動油が混合しない配慮が必要である。掘削土砂が産業廃棄物にならない配慮をする。
- ③油圧作動油やベルトコンベヤのベルト（ゴムベルト）を難燃性の材料を使用する。
- ④ガス検知器や酸素濃度の監視器をシールド機内と後方台車付近に設けて、警報音やパトライトで危険を知らせる。

提案4：安全対策のソフト面

- ①シールド機の各装置に、安全警報の表示を必要な場所に必ず貼り付ける。

- ②シールド機の取扱説明書に安全注意の項目を必ず記入する。また、別冊で安全マニュアルを機械の納入時に提出する。
- ③シールド機の解体要領と安全注意の図書を提出する。

5. おわりに

アンケート調査の結果、シールドトンネル工事における事故やヒヤリ・ハットについては、シールド機とバッテリー機関車／鋼車に係る事例が半数を占めていた。

シールド工事は、事業のコストダウン、用地確保難や施工効率化のために、長距離化や急勾配、急曲線、二次覆工省略による小断面化など、施工機械設備に対してより厳しい条件が求められてきている。

そのため、実際に発生した事故やヒヤリ・ハットについては本来遵守すべき手順が守られていない人為的原因のものも多く、対策は教育や打ち合わせ、手順確認の強化としている例が多い。

バッテリー機関車／鋼車については、急勾配や急曲線に起因する逸走等による衝突事例が多く報告されている。

バッテリー機関車はサーボ制御のものがほとんどであり制動性能は決して低いものではないが逸走に対しては万全ではない。このため切り離し連結作業を勾配区間で行うなど初歩的なミスによる事故が発生している。

機械的な対策として、磁気センサを用いた自動停止システムなどが挙げられている。

衝突については事故事例では報告されていないが、長距離化を反映しバッテリー機関車オペレータが走行中居眠りする可能性もあり、その対策案も提案されている。

またシールド機については、工事ごとに製作される場合が多く、都度施工条件に対して最少コストを追求するため、制約空間に機器類を高密度配置するため解体など掘進以外の作業に対する安全や環境配慮が採られ難い側面もある。

今後より施工条件の難易度が上がっていく中で、作業員の高齢化、施工ノウハウの伝承難が想定される。

シールド工事での災害を防ぐためには、発注者、機械メーカー、施工者の三者が、災害に関する情報を共有し、機械設備の設計や選定、運用時に危険要素を把握、対策を行っていく必要がある。

最後に、「シールドトンネル工事用機械の事故事例及びヒヤリ・ハットに関する調査」にご協力を頂いた方々に感謝するとともに、本報告書をシールドトンネル工事用機械の安全性向上に役立てていただければ幸甚である。

新型シティコンシャスクレーンの特徴とそれによってもたらされる安全効果

佐藤 浩 人

近年、ホイールクレーンを取り巻く環境が大きく変化してきており、特に特殊車両通行許可制度の厳格運用等、企業のコンプライアンスの姿勢が問われるようになってきている。この様な中ホイールクレーンに求められる安全を指向した構造・機能とその特徴についての紹介と共に、それによりもたらされる安全効果について紹介する。

キーワード：クレーン、ラフテレーン

1. はじめに

近年、ホイールクレーンを取り巻く環境は大きく変化してきている。中でも、特殊車両通行許可制度の厳格運用化は大きな問題であり、コンプライアンスの観点からも、企業の姿勢が問われるようになってきている。

一方、市場では機械のストック台数の減少による元請の機械調達難や、コスト削減のため、機械1台あたりの稼働率を向上させ、これまで以上の作業効率向上が求められるようになってきており、よりスムーズにかつ安全に現場間を移動したいというニーズが高まっている。

この様な状況の中、新型シティコンシャスクレーン（写真—1）は、公道を安全かつ、スムーズに走行する車両として求められるコンパクト化・軽量化を図りつつ、クレーンとして要求される能力の維持という、相反する課題に取り組み、両立させることで、より一

層の安全性向上に貢献する。

新型シティコンシャスクレーンは、車両のコンパクト化・軽量化とクレーン能力維持を両立させるため、ラフテレーンクレーンとしては初めて、エンジンを上部本体に搭載するとともに、ブームを多段化し、ブーム先端を下方に傾斜させて配置するスラントブームの採用により、車両全長を大幅に短縮することを実現する。さらに、走行駆動システムには、HST（静油圧変速機）を採用することにより、燃費の向上、変速時のショックの解消、発進加速性の向上も実現する。

また、第3次排出ガス規制適合エンジンの搭載、クレーン遠隔稼働管理システム「KCROSS」を標準搭載するなど、環境や安全への対応も行う。

以下に、25t吊り新型シティコンシャスクレーンの主な特徴と、それによりもたらされる安全効果について検討したので紹介したい。なお主な諸元について、

表—1 シティコンシャスクレーン主要諸元

型式	新型シティコンシャスクレーン	従来機
全長	8.960 m	10.990 m
全幅	2.490 m	2.620 m
全高	3.475 m	3.475 m
車両総重量	25.995 t	26.495 t
ホイールベース	4.000 m	3.500 m
車体長	7.415 m	7.350 m
ブーム長さ	7.35 ~ 30.62 m	9.32 ~ 30.62 m
ブーム段数	6 段	4 段
ジブ長さ	5.8/8.9/12.0 m	7.5/12.0 m
最大定格総荷重	25 t × 3.5 m	25 t × 3.5 m
エンジン型式	日野 J08E-TM	三菱 6M60-TLE2A
基本通行条件	B	C



写真—1 新型シティコンシャスクレーン

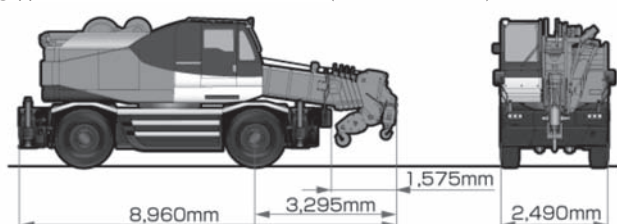
従来機との比較を表―1に示す。

2. コンパクト化

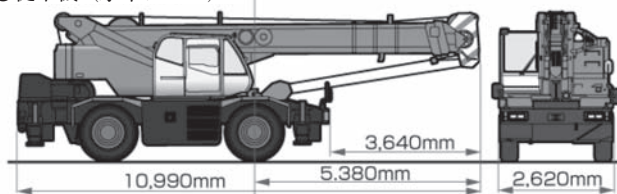
(1) フロントオーバーハング、車両全長の縮小

ブームの多段化により、走行姿勢でのフロントオーバーハングは3.925mと従来機比約40%短縮し、車両全長も、8,960mmと約20%の短縮を実現する(図―1)。

●新型シティコンシャスクレーン (スラントブーム)



●従来機 (水平ブーム)



図―1 サイズ比較

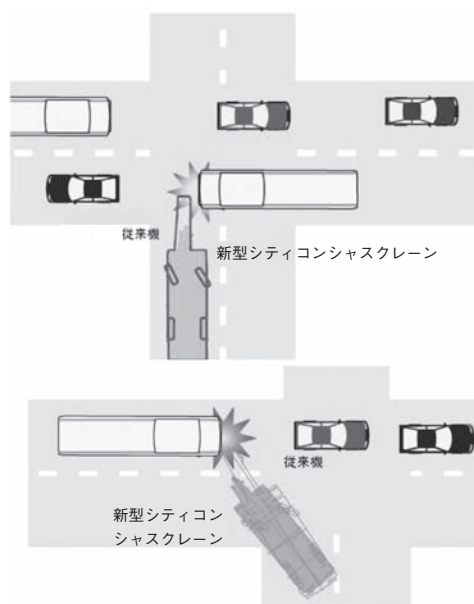
フロントオーバーハングの縮小は、ホイールベースの延長と相まって、走行時のピッチング、ブレーキング時のノーズダイブの低減につながり、走行安全性の向上につながる。更に、交差点進入時、左折時の対向車との衝突事故等の危険性が大幅に低減し、神経を使うことなく運転することができる(図―2)。

(2) 低重心化

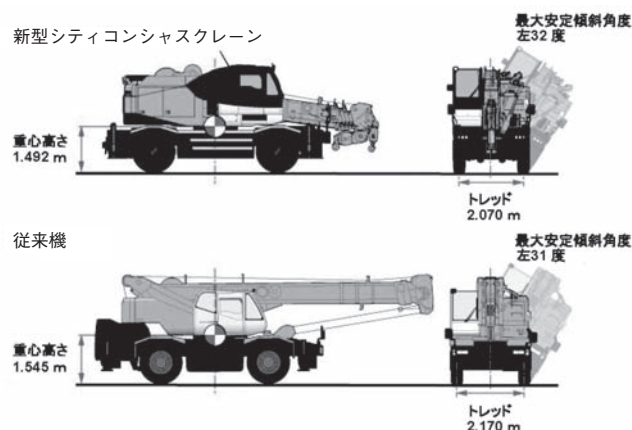
スラントブームの採用により、ブームの重心を下げることで、車両全体の重心高さの低減を実現する(図―3)。

これにより、トレッドの縮小が可能となり、保安基準で定められている車幅2.5m以下を実現する。当社従来機比130mmの全幅縮小は、4m幅の道路に電柱がある場合でも、余裕を持って安全に走行できることを考慮した。

なお、最小回転半径も2輪ステアリング時8.5m、4輪ステアリング時4.8mであり、車幅4.90mと相まって狭隘地での安全走行が可能である。



図―2 交差点進入時の危険性



図―3 重心高さと最大安定傾斜角度

3. 軽量化

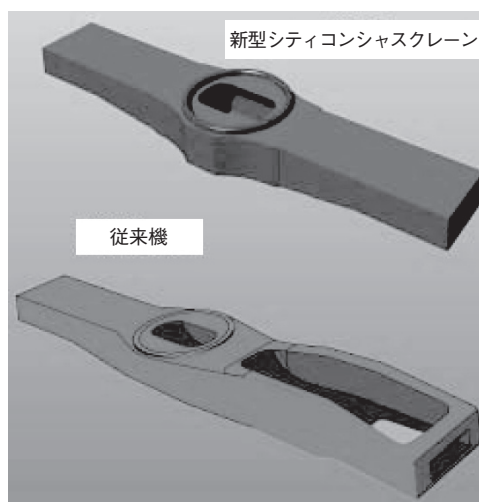
新型シティコンシャスクレーンは、基本通行条件―B条件適合及び、ブームの多段化による重量増加分の取り込みのため、主要構造物の徹底した軽量化を実施する。

ブームは、従来機の高剛性断面を継承しつつ、多段シリンダの採用により断面枳寸の増加を抑え、伸縮機構の軽量化を行うことで、従来機とほぼ同等の重量での構成を実現する。

アッパーフレームは、クレーンとして求められる強度と剛性を満足する最適形状を生み出し、従来機比約15%の重量軽減を実現する。

キャリアフレームは、従来下部走行体に搭載していたエンジンを上部本体に搭載し、これまでエンジン搭載用としてフォーク状となっていた形状を前後対称の

箱型閉断面構造とすることで、従来機比約 20%の重量軽減を達成する（図—4）。

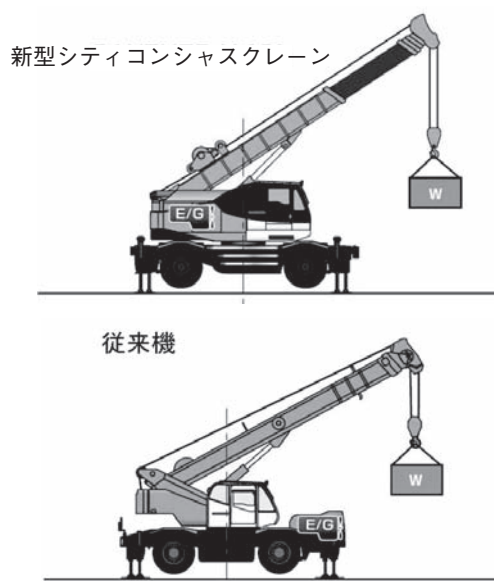


図—4 キャリアフレーム構造の比較

また、前後対称の形状とすることにより前後同一の剛性バランスを実現する。

前後の剛性バランスの均等化は、吊り荷を吊っての回転時に、キャリアフレームの方向の違いによる剛性変化により、吊り荷の地上からの高さが変化する現象を改善することとなり、安全なクレーン作業が可能である。

一方、クレーンにとって軽量化は、安定性能の確保と相反するものであるが、エンジンを上部本体へ搭載することにより、常に旋回中心に対し吊り荷と反対側にエンジンを配置することができ、エンジンがカウンターウェイト代わりとなることで、従来機よりも、より効率的にエンジンの重量を安定性能へ貢献させることができる（図—5）。



図—5 エンジンのカウンターウェイト効果

4. 視界性の向上

(1) 走行時視界

スラントブームの採用により、走行時の左前方視界は死角の少ない良好な視界を実現する（写真—2）。



新型シティコンシャスクレーン



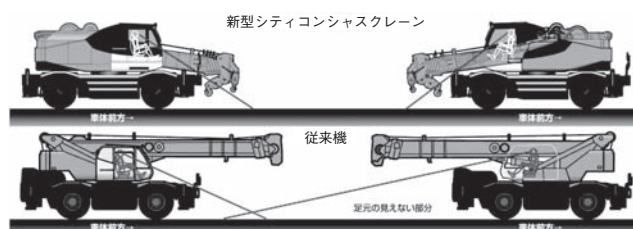
従来機

写真—2 左前方走行視界比較

良好な走行時左前方視界の確保は、フロントオーバーハングの縮小と相まって、交差点での巻き込み事故などの危険性を大幅に低減する。

(2) 作業時視界

エンジンを上部本体に搭載することで、従来下部本体にあったエンジンフードを廃止することが可能で旋回時の視界が全周で良好となり、クレーン作業の安全性が向上する（図—6）。



図—6 作業時視界比較

5. 走行用ブレーキ

走行時の安全面で最も重要な機能として、ブレーキが挙げられるが、新型シティコンシャスクレーンでは、海外規格も考慮し、駐車時のホイールパーク（車輪制動）を前提とした、フルエア制御のブレーキシステムを採用する。

このブレーキシステムは、従来と異なりブレーキ液を使用しないため、頻繁なブレーキ操作でのベーパーロックの心配がない。さらに、補助ブレーキとしてHSTシステムを使用したHSTブレーキを搭載することにより、25tトレーラのリターダーと同等の減速度が得られる。これは、従来のリターダーとは違い温度上昇による機器保護のための制動力低下が少なく、長い下り坂の走行でも安心して運転でき、フットブレーキの負担を軽減し、ブレーキライニングの寿命延長にもつながる。

また、駐車ブレーキについては、従来機がプロペラシャフトをホールドするのに対し、直接全輪がホールドされるため、信頼性が向上する。

6. 安全対応

従来機より継承した機能を含め、新型シティコンシャスクレーンに搭載している主要な安全装置と効果について以下に示す。

①旋回自動停止装置

前後左右のアウトリガの張り出し幅が同一でない場合の旋回時に、アウトリガ張り出し幅に応じて変化する負荷率を演算し、負荷率が100%になる手前から旋回速度を減速させて、負荷率が100%に達すると、旋回速度と吊り荷の状態に応じて緩やかに旋回を停止させる機能を搭載している。アウトリガ張り出し状況に応じた過負荷防止が確実に行え、旋回操作ミスによる転倒事故防止に効果がある。

②作動範囲制限装置

あらかじめ設定したブーム角度、ブーム先端部高さ、作業半径、旋回角度で自動的に動作が停止するもので、障害物のある現場での接触・衝突事故防止に効果がある。

③アウトリガ張出幅自動検出装置

アウトリガの実際の張り出し幅を自動的に検出して過負荷防止装置に入力・表示・演算を行い、アウトリガの張り出し忘れや実際の張り出し幅と異なる数値を過負荷防止装置に入力するなど、アウトリガの使用ミスによる過負荷、転倒事故防止に効果がある。

④サスペンション異常時対応システム

ハイドロニューマチックサスペンション（油圧シリンダと窒素ガスを封入した蓄圧器で構成したシステム）の異常時には、アウトリガを使用しないクレーン作業中の場合はサスペンションロック状態を保持、走行中の場合は緩衝機能を保持するというように、状態に応じ、サスペンションを制御するもので、突然のサスペンション状態の変化による事故防止に効果がある。

⑤アウトリガ敷板

車両への搭載状態で車検取得が可能な樹脂製敷板を標準装備し、軟弱地盤での作業時の地盤陥没による事故防止に効果がある。

⑥大型天井ワイパー

従来機より約190mm長いワイパーブレードで、天井ワイパーのふき取り面積を約20%アップすることにより、雨天での高揚程作業時にもクリアな上方視界が得られ、安全作業に効果がある。

⑦遠隔稼働管理システム「KCROSS」

Webにより、機械の稼働状況（アワーメーター、クレーン操作、旋回、走行等の作業別時間、最大負荷率、過負荷・過巻き状態及びそれらの解除記録）の把握により、過負荷作業の抑止など安全作業の推進、安全操作の指導に効果がある。

また、安全、補給交換、異常、調整、その他のグループごとの警報・故障の発生状況または発生・解除履歴の表示が可能で、それらの情報把握により定期交換部品の管理、稼働状況に応じた消耗部品の交換が効率的に実施でき、予防保全、ひいては安全作業に効果がある。

7. 環境対応

①第3次排出ガス規制適合

平成18年度規制適合のエンジンを搭載する。

②低騒音型建設機械認定

騒音エネルギーの低減、音質改善により、国土交通省低騒音型建設機械認定値をクリアする。

③デザイン

安全、安心、コンパクト、安心感をキーワードに「威圧感なく、街に溶け込み、軽快にフットワーク良く走り、疲れないクレーン」をコンセプトに、カラーリングやデザインを実施する。なお新型シティコンシャスクレーンは、2008年度グッドデザイン賞を受賞している（写真—3）。



写真—3 新型シティコンシャスクレーン

8. おわりに

本稿の新型シティコンシャスクレーンは当社 PANTHER-X 250（パンサーエックス 250）として実

現を図ったが、それによりもたらされる安全効果について述べた。

本稿が、新型シティコンシャスクレーンの優れた機能をご理解いただくとともに、現場での安全性向上の参考になれば幸いである。

今後とも、更なる安全性向上のため、新技術の開発を行い、クレーンメーカーとして社会貢献してゆきたい。

J C M A

〔筆者紹介〕

佐藤 浩人（さとう ひろひと）
コベルコクレーン(株)
開発本部
ホイールクレーン開発部
マネージャー



大口径岩盤削孔工法の積算 ——平成 20 年度版——

■内 容

平成 20 年度版の構成項目は以下のとおりです。

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

● A4 判／約 240 頁（カラー写真入り）

● 定 価

非会員：5,880 円（本体 5,600 円）

会 員：5,000 円（本体 4,762 円）

※学校及び官公庁関係者は会員扱いとさせていただきます。

※送料は会員・非会員とも

沖縄県以外 450 円

沖縄県 340 円（但し県内に限る）

●発刊 平成 20 年 5 月

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

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

保護具の安全対策

堀 内 正 好・相 沢 宜 也

土木・建設工事においてよく使用される安全衛生保護具についての質問のうち、保護帽（ヘルメット）の耐用年数・フルハーネス安全帯の優位性・電動ファン付き呼吸用保護具の保守点検について、メーカーとしての見解を述べる。

キーワード：保護帽の耐用年数、フルハーネス安全帯の優位性、電動ファン付き呼吸用保護具の保守点検

1. はじめに

労働災害防止の観点から、作業内容によって有効な保護具の使用を労働安全衛生法などで定めている。今回、取り上げる保護具は全てこのような規格が定められており、製造業者はその規格に合格した製品を供給することとされている。しかし保護帽やマスクでは新品時には優れた機能を持っていたとしても、使用年数や使用環境によりやがて機能が低下することもあるため注意点を述べる。安全帯ではフルハーネス型安全帯の、胴ベルト型安全帯に対する優位性を紹介するとともに、使用中の安全帯の点検結果を報告する。

2. 保護帽の経年劣化

我々、保護帽製造・販売業者によせられる質問で最も多いのは、いわゆる「耐用年数」に関わるものである。耐用年数と一口に言っても実際の使用環境は千差万別であり、それら環境の全ての要因それぞれが、数種の部品で構成される保護帽に対して与える影響を全て把握・検証を行うことは現実的に難しい。

ここでは、保護帽の構成部品のうち、性能維持に最も重要な部分である帽体についての調査結果として平成19年度全国安全衛生大会の機械・設備等の安全分科会で(株)谷沢製作所茨城工場品質保証課課長 渡辺光史氏が発表した内容¹⁾を基に、保護帽製造・販売業者である(株)谷沢製作所としての見解を述べる。

(1) 調査方法の概要

保護帽、特にその主たる構成部品である帽体は様々な材質で作られている。

材質により、物理的な外傷による性能低下の度合いは大きく異なるが、これらは目視検査での確認が比較的容易と思われることから今回は調査範囲に含めない。むしろ多くのユーザーが気に掛けるのは、目だった外傷のない場合での経年劣化であろうことから、今回はこの一点に絞ることとした。

そこで、各種材質の帽体につき、5年間の屋外大気曝露による経年劣化を調査し、その結果を基に「保護帽の経年劣化」について考察した。

(2) 屋外大気曝露した場所と期間

茨城県北茨城市の海岸から約4km入った小高い丘の南側傾斜面で、太陽光や風雨が何にも遮られずに直接当たり、潮風の影響や排気ガスなどによる大気汚染については殆ど考慮しなくてもよい場所で、都会地よりも強い紫外線に晒される環境にある。

一般に経年劣化試験はウェザーメータを用いる場合が多いが、自然曝露と食い違いが出ないとは言いきれず、出てきた結果の判断に迷うことが懸念されたので、実際の使用条件に近く、かつ過酷な条件の下で経年劣化を調べることにした。

屋外大気曝露期間は、1996年7月～2001年6月である。

なお、試験時の年間平均降水量は1,360mm、年間平均日照時間は1,883時間であった。

(3) 調査した帽体の材質の種類

下記の4種類の材質の当社製の帽体で、色は「黄色の標準色」で実施した。

- ・FRP製 ……ポリエステル樹脂+ガラス繊維
- ・PC製 ……ポリカーボネート樹脂

- ・ABS 製 ……ABS（アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン共重合体）樹脂
- ・PE 製 ……高密度ポリエチレン樹脂

(4) 調査結果

①試験方法及び試験結果

厚生労働省「保護帽の規格」に基づく下記の試験を行い、次の結果を得た（但し、内装及び内装取付具は新品を使用）。

・衝撃吸収試験

FRP 製は、5 年経過時点で安定した衝撃吸収性能を保持していた。PC 製は 5 年目、ABS 製は 3 年目、PE 製は 4 年目で、新品に適用される規格の衝撃吸収性能が得られなくなったものが出た。

・耐貫通試験

4 種類の材質とも、5 年経過時点で耐貫通性能を満足した。

・耐電圧試験

PC 製、ABS 製、PE 製とも、5 年経過時点で安定した耐電圧性能を保持した。なお、FRP 製はこの試験は行っていない。

②各材質と経年劣化についての考察

〈FRP 製〉

保護帽としての保護性能上の大きな変化はなかった。ただし、帽体の色は徐々に変化し、4 年を過ぎると外観の変化（色差など）が顕著になっている。FRP はポリエステル樹脂とガラス繊維で構成されるが、長期間の屋外曝露でポリエステル樹脂が痩せ、帽体表面にガラス繊維が露出してくるためである。

実際の作業環境では、露出したガラス繊維が外的要因により傷むことが想定される。前項の試験結果で、5 年目までは安定した性能を示しているが、帽体表面色差が大きく変化する 5 年を超えての使用は推奨できない。

FRP 製については、5 年以内の交換を推奨する。

〈PC 製〉

5 年経過後に衝撃吸収性能試験で破壊が生じたが、5 年経過後の平均分子量を測定したところ新品時の約 80% 程度まで落ちていた。

PC の場合、この平均分子量を測定し、その変化から劣化（即ち、樹脂組成の分解）程度を調べるという方法は一般的によく用いられる方法でもある。今回の調査では、平均分子量は 4 年経過後には新品時の約 85% 程度にまで落ちていた。

PC は ABS より比較的耐候性に優れた樹脂だが、有機溶剤による劣化、加水分解による劣化、高温あるいは高湿下におかれることによる劣化、疲労による劣化

表一 1 FRP 製 厚生労働省規格試験結果

材質			FRP（供試帽体：118-E P）								
試験方法		性能基準	新品	半年	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年		
厚生労働省規格試験	試験	衝撃荷重 500kgf (4.90kN) 以下	高温	215	250	240	220	230	240	240	
			低温	295	290	310	290	295	280	230	
			浸せき	240	290	250	260	255	260	260	
			常温	250	270	265	240	235	240	220	
	試験	製品耐貫通	判定	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	
			ストライカの 先端が人頭模 型に接触しないこと	頂部 (右)	接触 せず	接触 せず	接触 せず	接触 せず	接触 せず	接触 せず	接触 せず
				頂部 (左)	接触 せず	接触 せず	接触 せず	接触 せず	接触 せず	接触 せず	接触 せず
			判定	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
	試験	帽体耐貫通	貫通垂直距離 が15mm 未満 であること	前頭部	12.3	11.3	12.8	10.5	10.8	11.3	11.3
				後頭部	13.3	12.5	14.0	12.2	12.3	13.2	12.3
				右頭部	13.7	12.5	13.2	11.8	12.6	12.8	12.7
				左頭部	12.8	11.1	12.3	10.7	10.3	10.5	11.7
			判定	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
	試験	帽体耐電圧	1 分間耐え漏洩電流が 10mA 以下	—	—	—	—	—	—	—	
			判定	—	—	—	—	—	—	—	
参考	(ΔE)	帽体表面色差 ΔE 値 15.0 以下	—	3.63	4.71	5.57	6.77	8.81	18.94		
総合判定			合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格		

表一 2 PC 製 厚生労働省規格試験結果

材質				P C（供試帽体：1 4 0－E）								
試験方法		性能基準		新品	半年	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年		
厚生労働省規格試験	試験	衝撃吸収性	衝撃荷重	高温	230	205	200	220	210	370	320	
			500kgf (4. 90kN) 以下	低温	280	360	320	350	320	300	破壊	
				浸せき	265	285	350	270	250	240	265	
				常温	240	280	250	260	260	240	265	
		判定			合格	合格	合格	合格	合格	合格	不合格	
	試験	製品耐貫通	ストライカの先端が人頭模型に接触しないこと	頂部 (右)	接触せず	接触せず	接触せず	接触せず	接触せず	接触せず	接触せず	
			頂部 (左)	接触せず	接触せず	接触せず	接触せず	接触せず	接触せず	接触せず		
			判定			合格	合格	合格	合格	合格	合格	
		試験	帽体耐貫通	貫通垂直距離が 15mm 未満であること	前頭部	10. 3	10. 7	11. 5	9. 7	11. 7	12. 3	9. 8
					後頭部	9. 5	9. 5	10. 2	8. 7	9. 3	10. 3	9. 8
	右頭部				9. 3	8. 5	9. 3	7. 5	8. 0	9. 0	7. 7	
	左頭部				10. 3	9. 5	10. 5	9. 0	9. 7	11. 0	9. 8	
	判定			合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格		
	試験	帽体耐電圧	1 分間耐え漏洩電流が 10mA 以下		6. 3	6. 5	6. 0	6. 3	6. 2	6. 3	6. 5	
				判定			合格	合格	合格	合格	合格	合格
参考	分子量	帽体	平均分子量 M22, 000 以上	24, 990	24, 450	24, 000	23, 933	22, 400	21, 633	20, 100		
	応力測定	帽体残留	残留応力値 42kgf/cm ² 以下	合格	合格	—	合格	—	合格	合格		
	(ΔE)	帽体表面色差	Δ E 値 15. 0 以下	—	7. 40	11. 66	26. 95	26. 96	26. 99	42. 00		
総合判定				合格	合格	合格	合格	合格	合格	不合格		

など幾つかの劣化要因があり、使用環境によって劣化の程度に大きな差があることを考慮する必要がある。

したがって、平均分子量が4年経過後には新品時の約85%程度まで落ちていること、多くの劣化要因があり様々な使用環境下で使用されること、更にそれらの複合作用で劣化が加速することなどを考え合わせると、3年以内の交換を推奨する。

〈ABS製〉

ABSが耐候性に劣る材料であることはよく知られている。屋外曝露1年後で、帽体表面の色（色差）に早くも劣化の兆候が現れ、耐衝撃吸収性能試験において3年経過後のものでも破壊した。

一般に、ABSは耐候性を高めるために紫外線吸収材を混ぜている。それでも、屋外でも屋内の蛍光灯下でも長期間の使用においては変色や特定の物性値の低下を招く。

ABSの耐候性の問題はポリブタジエン成分の光劣化に起因し、この劣化は耐衝撃強度をもたらししている“ゴムの役割”の低下を意味する。また、この劣化は、表層に限定されることが特徴である。帽体表面の光沢がなくなっていくのも、劣化の進行を表している。

ABS製については、3年以内の交換を推奨する。

〈PE製〉

衝撃吸収性能試験で、4年経過後から鉤欠け（帽体の鉤部が衝撃によって欠損する）が発生した。これは、屋外曝露による劣化がもたらしたもので「PEは紫外線や炎熱に弱い」という特性が明確に現れたものである。因みに、電線の被覆材にはPEが多く使われているが、耐紫外線対策としてカーボンブラックを混ぜている（黒色化している）ことを考えても、対策無しのPE製保護帽の劣化の早さは十分に推測できる。

以上のことから、使用期間が長くなるほど使用環境と劣化因子により複合作用で劣化が加速することを考え、3年以内の交換を推奨する。

なお、PEについては、保護帽着用者の汗や皮脂や使用している整髪剤その他の化粧品・医薬品の類が保護帽の“その色”を出すための添加剤との相性がよくない場合、帽体の色調によっては“黄ばみ（いわゆる黄変現象）”を生じることがある。ただし、この“黄ばみ（いわゆる黄変現象）”が生じたとしても、保護性能が低下することはない。

③内装について

調査の都合上、今回はあえて対象から外したが、性能維持という観点からは内装部材も重要である。

保護帽は、帽体・着装体・衝撃吸収ライナー・あご紐（耳紐を含む）など全ての構成要素が上手く組み合

表－3 ABS製 厚生労働省規格試験結果

材質			ABS（供試帽体：164-E2）									
試験方法		性能基準		新品	半年	1年	2年	3年	4年	5年		
厚生労働省規格試験	試験	衝撃吸収性	衝撃荷重	高温	230	250	240	260	255	250	230	
			500kgf (4.90kN)以下	低温	390	420	430	405	破壊	破壊	破壊	
				浸せき	350	360	310	320	310	290	260	
				常温	300	325	310	315	310	290	260	
		判定		合格	合格	合格	合格	不合格	不合格	不合格		
	試験	製品耐貫通	ストライカの先端が人頭模型に接触しないこと	頂部(右)	接触せず	接触せず	接触せず	接触せず	接触せず	接触せず	接触せず	
			頂部(左)	接触せず	接触せず	接触せず	接触せず	接触せず	接触せず	接触せず		
			判定		合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	
		試験	帽体耐貫通	貫通垂直距離が15mm未満であること	前頭部	7.5	6.5	8.0	7.0	7.7	8.7	8.3
					後頭部	7.8	6.8	8.0	7.8	8.5	9.2	9.8
	右頭部				7.3	6.5	7.0	6.8	6.8	9.2	7.3	
	左頭部				8.0	7.0	8.5	8.0	9.3	10.2	9.8	
判定		合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格				
試験	帽体耐電圧	1分間耐え漏洩電流が10mA以下	4.7	4.7	5.0	5.0	5.5	4.9	5.1			
		判定	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格		
参考	(ΔE)	帽体表面色差	ΔE値 15.0以下	—	5.45	21.07	14.85	17.95	18.86	25.57		
			総合判定	合格	合格	合格	合格	不合格	不合格	不合格	合格	

表－4 PE製 厚生労働省規格試験結果

材質			P E（供試帽体：1 4 7－E）							
試験方法	性能基準		新品	半年	1年	2年	3年	4年	5年	
厚生労働省規格試験	試験	衝撃吸収性 500kgf (4.90kN)以下	高温	215	210	210	235	230	200	190
			低温	295	425	380	395	410	鉤欠け	鉤欠け
			浸せき	240	320	280	320	290	315	240
			常温	250	320	260	300	290	300	275
		判定	合格	合格	合格	合格	合格	不合格	不合格	
	試験	製品耐貫通 ストライカの 先端が人頭模 型に接触しないこと	頂部 (右)	接触 せず	接触 せず	接触 せず	接触 せず	接触 せず	接触 せず	接触 せず
			頂部 (左)	接触 せず	接触 せず	接触 せず	接触 せず	接触 せず	接触 せず	接触 せず
			判定	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
		試験	帽体耐貫通 貫通垂直距離 が15mm未満 であること	前頭部	9.5	9.3	9.8	8.2	9.0	9.5
	後頭部			9.2	8.7	9.7	7.8	9.2	9.3	7.7
	右頭部			9.3	8.5	9.5	7.3	8.7	9.0	8.0
	左頭部			8.8	7.8	9.2	7.0	8.3	8.8	7.3
	判定		合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	
	試験	帽体耐電圧 1分間耐え漏洩電流が 10mA以下		3.6	3.6	3.5	3.5	3.5	3.6	3.7
			判定	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
	参考	測定 (ΔE)	帽体E S C R 24時間浸せき内に限度 見本以上のクラック 又はクレージングが 表面及び内面に発生 しないこと	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格
帽体表面色差 Δ E 値 15.0以下			－	9.10	11.57	7.57	6.02	5.67	4.59	
総合判定			合格	合格	合格	合格	合格	不合格	不合格	

わさって、初めて保護性能を発揮する。その中のひとつでも、性能が落ちていると、十分な保護性能が発揮できなくなるので、内装部材についても「こまめに点検し、こまめに交換する」ことを推奨する。

内装は、直に人体に触れるので、清潔を保つためにも「汚れが目立つようになったら交換の時期」と考えていただきたい。汗や油などで滑りやすくなっていると、保護帽の役割を果たせないことがある。なお、あご紐の縫い目がほつれたり、あご紐が損傷している場合は、速やかに交換するのが望ましい。

内装は機会がある度に点検し、1年毎に交換することを推奨する。

(5) まとめ

以上、屋外曝露試験の結果に基づいて「保護帽の経年劣化」について述べた。安全に作業していただく上で、保護帽の交換時期を考える一助になれば幸いである。

紫外線劣化については、屋外曝露実験で一応の検証ができた。しかし、全ての材質に共通することだが、炎天下の酷熱、屋内作業環境で遭遇する熱・薬品、大気汚染ガスが溶け込んだ雨水、汗・整髪剤の類の影響など、保護劣化の要因は他にもたくさんある。

他方、著しい外観上の傷跡は衝撃や摩擦を受けたなどの機械的要因（日頃の取扱いによるものも含む）による劣化の現れであり、危険の前兆でもある。そのときは「問題ない」と思っても、それを続けて使用することで「目に見えない形」で劣化が進行し、急激に保護性能を発揮できなくなることが想定される。著しく傷が付いた保護帽はもちろんのこと、早め早めの交換を推奨する。

3. ハーネス型安全帯の優位性と点検保守

わが国の労働安全に関する法体系で、墜落災害発生時に有効な保護具として安全帯は存在している。この安全帯は、その名称が示すとおり胴締めベルト形状のものとして発展、普及してきた。本稿では、その形状面からくる特質と注意点、今後の発展の展望及び保守点検について述べたい。

墜落阻止に用いられる安全帯は、柱上作業等で身体保持に使われるいわゆるU字吊り用のものと区別して「一本吊り用」と呼ばれている。その構造・性能については、厚生労働省「安全帯の規格」に規定がある。

規格において胴締めベルトのものは、「胴ベルト型」と呼ばれる。これは、ベルト形状の胴締め部と命綱部だけの簡単な構造である。簡単な構造ゆえに、比較的軽量で安価なものが製造できることが特徴である。最

近は、命綱部が巻取り式やショックアブソーバ付きなどの手の込んだ高価格品もあるが、胴締め部の構造に変化は無い。この、胴ベルト型の墜落阻止時の作用は、命綱部を始めとする各部の伸び変形による衝撃の吸収である。このとき、着用者には、命綱等で吸収しきれなかった荷重が身体接触部すなわち腰・腹部に集中的に掛かることとなる（写真—1）。



写真—1 胴ベルト型吊り姿勢

ここで問題とされるのは、荷重が掛かる部位が腹部周辺であることである。骨格により保護されていない部分を強く圧迫されることによる苦痛だけでなく、内部損傷の可能性すら考えられる。さらに、身体の中央付近から「くの字」に折れ曲がる体勢になるが、このとき、背面が下になると脊椎損傷の危険があるため正しい装着が必要不可欠である（図—1）。



図—1 脊椎損傷の危険

また、胴締め部の装着位置が下すぎたり緩すぎる場合には、墜落阻止時の反動で胴締め部から身体の「抜け」が発生しやすい。

このように、普及させやすく使用しやすい反面、保護具としての性能面では若干の問題を内包するのが胴ベルト型の特徴である。

次に、近年普及してきた、腿や肩、全身にベルトが廻るスタイルのものは「ハーネス型」と呼ばれる。これは、外見のとおり腿を始めとして複数個所で身体に荷重が掛かるよう設計・製造された製品である。胴ベルト型に比べ大掛かりで複雑な形状のため、重く高価格になる。当然、装着の際は胴ベルト型に比べて手間が掛かる。また、身体各部にベルトが接触するため違和感が大きく、背中や胸を覆われることでとくに夏場は蒸れ感が強くなりがちである。

このように表現するとメリットが感じられないが、ハーネス型は墜落阻止時にその真価を発揮する。胴ベルト型と同じく命綱部とハーネスベルトの伸び変形に

より衝撃を吸収するだけでなく、さらに身体に荷重の掛かる位置が複数に亘るため身体への負担が少ない。また、墜落阻止時の姿勢をほぼ垂直にし、主な荷重を臀部周辺で受けるようになっている（写真—2）。



写真—2 ハーネス型吊り姿勢

これにより、胴ベルト型で問題になる腹部周辺への荷重による苦痛や身体内部損傷の危険性について、荷重を臀部・骨盤で受ける垂直姿勢により軽減効果が期待できる。また、垂直姿勢ゆえに胴ベルト型と異なり脊椎損傷の危険性が少ない。また、股部と肩部に掛かる形状のため、ハーネスから身体が脱落しにくい構造になる。

胴ベルト型に比べて取り廻しが多少悪いために、わが国での普及が遅れているのが実情のハーネス型ではあるが、墜落阻止用の保護具としての性能は圧倒的に高い。事実、欧米ではこの性能差から鑑みて墜落阻止用安全帯としてはハーネス型以外は認められていない。今後、わが国でも安全分野への意識が高まる中で安全帯の保護性能について注目され、ハーネス型への切り替わりが進む可能性が高いと考えられる。さらに、規格等でも国際整合性が進展しているため、いずれ安全帯はハーネス型一本化へと進んでいくものと予想される。

このように、高い保護性能をもつハーネス型安全帯であるが、基本的な保守点検とは無縁ではいられない。胴ベルト型と同様に、命綱部の衝撃吸収能力に頼っていることに変わりはないのである。

建設業労働災害防止協会発行の小冊子「続・正しく使おう安全帯」に興味深いデータが掲載されている（表—5）。

ある大手ゼネコンが自社内で安全帯の点検を実施し

表—5 安全帯点検結果表²⁾

現場の点検結果		
使用して問題のないもの	234 本	(59.5%)
交換まで至らないチェック有り	109 本	(27.7%)
交換が必要とされるもの	50 本	(12.7%)
合 計	393 本	

た結果とのことであるが、そのうち 12% 以上のものが要交換と判定されていた。交換まで至らないチェック品と合わせると、実に 40% のものが何らかの問題を抱えたまま使用されていたとの結果である。

安全帯メーカーで構成する団体、日本安全帯研究会では「安全帯点検チェックリスト」等の交換の目安を公表している。高所からの墜落災害という大きなリスクに対するの保護具であることを再認識し、日常点検を怠らず正しい使い方で万が一に備えることが肝要である。

4. 電動ファン付き呼吸用保護具の保守管理

厚生労働省から粉じん障害防止規則等の一部を改正する省令が、平成 19 年 12 月 4 日に公布され、平成 20 年 3 月 1 日から施行された。

今回の改正は、ずい道等の建設を行う作業場において、近年の技術進歩や作業方法の変化により、粉じんの発生量が増加し、従来通りの粉じん発生源対策を講じてもおお一定の粉じんが発生する場合がみられるようになったこと等から、主に、ずい道等建設工事における粉じん障害防止対策を強化したものである。

(1) 防じんマスク等有効な呼吸用保護具の使用

事業者は、坑内の作業に労働者を従事させる場合には、坑内において、常時、防じんマスク、電動ファン付き呼吸用保護具（以下、PAPR）等有効な呼吸用保護具（動力を用いて掘削する場所における作業、動力を用いてずりを積み込み若しくは積み卸す場所における作業又はコンクリート等を吹き付ける場所における作業にあつては、PAPRに限る）を使用させる。

PAPR については、日本工業規格 T8157「電動ファン付き呼吸用保護具」に適合したものを使用すること（写真—3）。



写真—3 電動ファン付き呼吸用保護具

(2) 保守管理について

保護具着用管理責任者を次の者から専任し、呼吸用保護具の適正な選択、使用、顔面への密着性の確認等に関する指導、呼吸用保護具の保守管理及び廃棄を行わせること。

①衛生管理者の資格を有する者

②その他労働衛生に関する知識、経験等を有する者

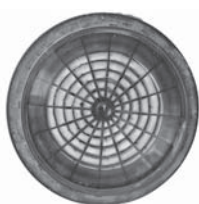
呼吸用保護具のフィルタの交換の基準を定め、交換日等を記録する台帳を整備し、3年間保存することが望ましい。

管理面の対策として、多くの質問を受ける内容は「フィルタ交換の基準作成」である。

PAPRのフィルタ交換の目安は、面体内部が陽圧を維持できるかどうかが基準となる。現在販売されているフィルタは、粉じんが表面に堆積（写真—4）して目詰まりを起こす。この状態でも粉じんは裏面（接顔部側）（写真—5）に透過することはないが、本来期待している送風量が得られなくなるため、面体内部が陽圧に保たれなくなり、PAPRとしての防護効果を得ることができなくなる。



写真—4 防じんフィルタ表面



写真—5 防じんフィルタ接顔部側

なお、本来は、PAPRがその必要な風量を確保できていることを簡易風量計（写真—6）で確認すべきである。できれば、毎回の使用に際して測定し、常に状態を確認しておくことを薦める。

とはいえ、現実的には毎回の測定は実施が難しいものと考えられるため、一定の条件下でのフィルタの使用可能時間について目安を設けることがある。一例として当社製ST#271についてその使用可能時間を試算してみたところ、結果は以下の通りとなった（表—6）。



写真—6 簡易風量計

表—6 フィルタの粉じん濃度使用限度時間

マスクの型式	粉じん濃度		
	3 mg/m ³	2 mg/m ³	1 mg/m ³
ST#271	60	100	260

条件：粉じん濃度3 mg/m³として成人男子の軽作業時の呼気量を20 L/minとした時の使用時間

これを基に、実際の使用可能日数のおおよその目安を求めるならば、一例として以下のような手順が考えられる。

まずは、条件として作業環境中の粉じん濃度を想定

する。ここでは、今回の粉じん障害防止規則の一部改正による最大値3 mg/m³としてみる。

この時、標準積算CⅡタイプ（掘削断面積80 m²）のサイクルを基に粉じん濃度を仮定し、フィルタ交換時期を算出する（表—7）。

表—7 1方作業当りの粉じん捕集量

項目	サイクルタイム			試算粉じん濃度	
	1サイクル (min)	1方当り (min)	1方当り (h)	基準量 (mg/m ³)	1方当り (mg/m ³)
吹き付け	54	81	1.35	3.0	4.05
ずり出し	72	107	1.78	0.5	0.89
その他	236	352	5.87	0.0	0.0
計	362	540	9.00		4.94

この時の使用可能日数をnとする。

$$n = 60 \text{ 時間} \div 4.94 \text{ mg/m}^3 = 12.1 \text{ 日 (約 2 週間)}$$

ただし、上記期間は基本的に最低基準とすべきものである。

もちろん現場の諸条件により粉じん濃度は以上の例とは異なる可能性があり、かつまたPAPR製品によって使用限度時間の違いもあるため、各自の現状に即した交換基準を設定すべきである。なお、設定した基準のとおりで性能が維持できているか簡易風量計で確認することを忘れてはならない。また、測定により交換基準を変更する際は測定記録を保存する。

5. おわりに

労働災害は年々減少しているが、墜落・転倒災害や職業性疾病（じん肺等）は依然として発生している。作業環境の改善、適切な予防策を求められているが、まだまだ安全衛生保護具に依存することが多くある。特に今回述べた保護帽を始めとする個人用保護具について、安心して快適に使用できる製品作りを今後も目指していくつもりである。

J C M A

《参考文献》

- 1) 中央労働災害防止協会「第66回（平成19年度）全国産業安全衛生大会研究発表集」, 2007, P292～294
- 2) 建設業労働災害防止協会「続・正しく使おう安全帯」, 2004, P27

【筆者紹介】

堀内 正好（ほりうち まさよし）
（株）谷沢製作所
営業部 土木担当部長

相沢 宜也（あいざわ よしなり）
（株）谷沢製作所
開発部 企画グループ
主任

レンタルで活用できる安全対策機器

山 田 隆

建設現場における安全対策に活用される様々な機器を紹介する。従来からの重機災害、クレーン災害など、建設機械にかかわる事故への対策だけでなく、最近では総合評価方式での技術提案や公衆災害への対応、さらに環境対策も考慮した最新の技術を応用した機器が導入されている。今回は、これらの中から、レンタルで調達利用できる機器とその活用事例をまとめた。

キーワード：総合評価方式、公衆災害防止、LED、レーザー、情報化施工、IT化、CO₂削減、転圧密度測定、重機・クレーン災害

1. はじめに

今回の特集では、最近の労働災害の発生状況やこれに対する各行政官庁の取り組みも紹介されていることと思う。毎年、これらのデータの分析や重点対策が発表され、発注者側と施工会社側の双方で労災事故の撲滅に向かって活動が繰り広げられているが、最近では現場のIT化や環境対策もあわせて、安全対策機器の開発が進み、導入現場も増えてきている。

この動きの背景には発注者側が採用している「総合評価制度」における技術提案があり、従来の工法や機械を使用する発想から脱して、その現場の状況に即した創意や工夫を盛り込む必要性が高まってきたことにある。

つまり、「この工事には、これらの機材を用意すればOK」というわけにはいかなくなり、常に新工法や機器の情報をもとめ、入札案件に即した提案ができるように準備し、実際に落札した場合は、それらの機器を現場に投入されている。

そして、これらの商品はレンタル業界から供給されるケースが多い。

今回は、その中でも主に、工事現場における「交通事故防止」と「重機事故防止」として建設機械や自動車に関係する事故の防止抑制に役立つ機器を紹介する。

2. 現場の「交通事故防止対策」向けの機材

ここでは、道路工事の際に問題となる「もらい事故対策」と「通行車両の安全対策」に役立つ機器を紹介する。

(1) 通行車両への工事の告知

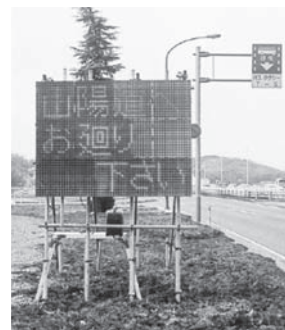
通行車両にとって、道路工事は“迷惑”であり、予想外の場所で規制されている場合には、車線の変更や急ブレーキを招くこともある。そして、工事現場の発見が遅れたりボンヤリ運転で作業エリアに突っ込み、作業員が被災するケースが後を絶たない。

対策としては、通行車両に早めにしっかりと工事中であることを認識してもらい、対応できるように促す必要がある。そのためには、視覚的に脳を刺激するように、大型で様々な文字・絵をあざやかな色合いや動きのある画面表示ができるLED表示板が効果的である。そこにどのような表現や絵を入れるか。これは、施工者の創意工夫でいかようにもなる。

また、夜間工事には後述するような遠方からでも視認できる照明機器が効果的である。



フルカラーLED搭載車



パネル式大型LED表示板

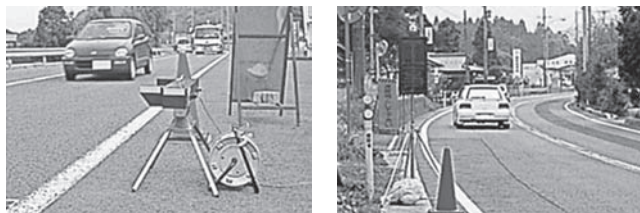
(2) 現場作業員の安全確保

通行車両への事前告知にもかかわらず、居眠りや脇見運転により、工事エリアに接近してくる車両には、

路面に置くだけで、通行時に振動で警告することができるのが、「体感マット」である。

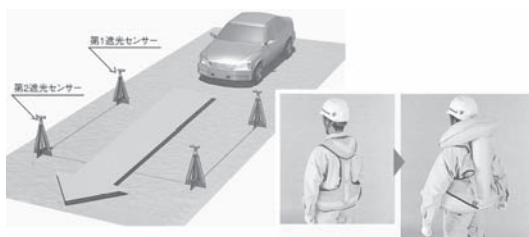
それでも侵入してくる車両には交通監視員をおいても間に合わないケースがある。

これには、車両が危険なエリアに危ないスピードで侵入してきたらセンサーで感知し、運転者へ警告表示するとともに作業員にブザーと振動で危険を知らせる装置が有効と思われる。



速度センサー付警報装置（左：センサー、右：警報機）

それでもなお突っ込んできて、作業員が逃げ遅れた場合は、衝突の際の衝撃を少しでも緩和するための“ライフジャケット”が商品化されている。



エブリー2（右：膨張時）

なお、作業エリアを囲む保安機材にも工夫が凝らされ、一般道路の補修工事などでも以前に比べ相当“派手”な電光掲示板や警告灯が増えてきた。

一方、バリケード自体もスマートになり、視認性にも優れているものが様々な現場で採用されている。



上：KY ブロック 赤と白で視認性向上
下：ロードマーカー 踏まれても起き上がる構造の反射板

(3) 夜間工事用照明機器 他

夜間工事は、作業員にとっても通行車両のドライバーにとっても“怖い”ものである。その危険を少しでも解消できるのが照明機器と言える。もちろん、作業効率を高める意味がもっとも大きいですが、遠方から注意を喚起するための安全対策機器でもあり、その両方の効果が期待できるのが今や定番となったバルーン式の照明装置である。



ルミエアー（三脚式）、小型発電機付

また、従来からの電球式のランプでも省エネタイプのものや最近ではLEDによる照明装置も登場している。CO₂削減効果も期待できる機材である。

テラスターシリーズ



6灯式車載型、ポータブルタイプ、エコセラランプ式

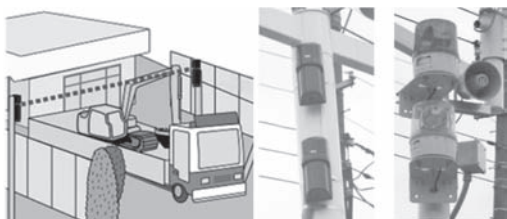
(4) 現場作業所への入退場車両の安全

自動車に関する災害で、現場事務所から車両が入退場する際に通行人を巻き込むケースがある。また、車載式のクレーンのブームやダンプの荷台を上げたまま道路へ出てしまうことで、近隣の施設や電線を破損切断する事故も起こっている。



車両出入口警報システム（イメージ写真）

これらを防止するためにセンサーを応用した監視警報装置を活用する現場がある。



車高制限監視システム（イメージ図、センサー、警報装置）



クレーン未格納警報装置（左：運転席に設置する警報機）

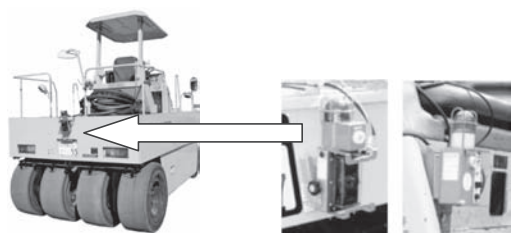
3. 車両系建設機械の周囲の安全

(1) 重機の後方センサーと警報装置

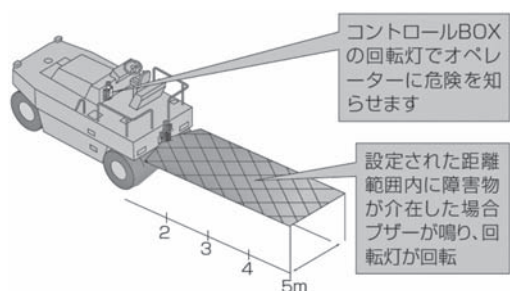
重機災害の中で最も多いのが「パワーショベル等」がからむ事故である。旋回・移動時に周辺の作業員が巻き込まれるケースである。

対策としては、オペレータから死角にあたるゾーンをセンサーなどで監視しオペレータと作業員へ警報を発する装置があり、検知方式や監視エリアによって選択できる。

また、高騒音下での作業で警報音が聞き取りにくい場合には回転灯や作業員へ振動で知らせる装置など、センサーとの組み合わせも進んでいる。



LED 光線測距方式で設定したエリアに障害物が介在した場合に警報を発する（安全くんⅡ-2）



安全くんⅡ-2の検知エリアの設定例

この他、作業員の超音波応答センサー付のベストで検知、警報する方式やヘルメットにセンサー・警報機のシステムを付ける方式などがあり、使用機械や現場状況等にあわせて選択が出来る。

なお、これらの後方センサーはパワーショベルだけでなくローラ類にも有効である。

また、これらのセンサー&警報装置を活用し、様々な頭上の危険や接触防止などにも応用されている。

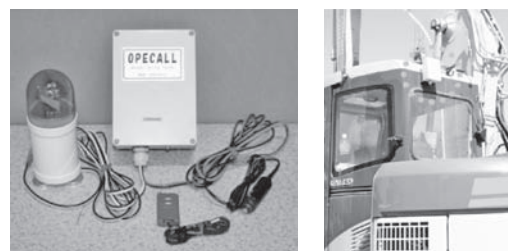
(2) 車両後方確認カメラシステムと無線警報装置

重機の後方センサー以外にも、運転操作の際にオペレータが目で安全を確認できるように CCD カメラを設置する方法もある。これらは重機以外にも大型車両や散水車のような後方の安全がバックミラーだけでは確認しづらい場合に有効である。

また、誘導員との連携を確実にするために、トランシーバーや無線警報装置が使用される事例も多い。



後方確認カメラシステム



無線警報装置

オペコール

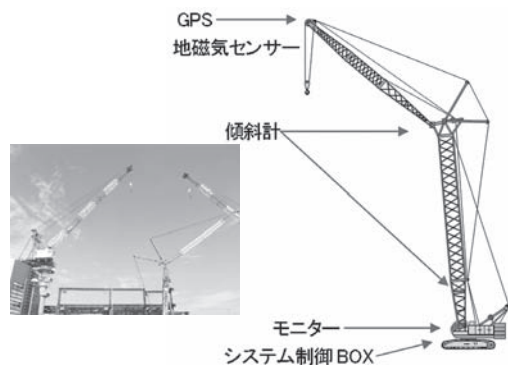
4. クレーンによる事故の防止

(1) 大型クレーンの衝突、接触の防止

複数のクローラクレーン、タワークレーンを運用する現場ではクレーンの移動やブームの旋回によりクレーン同士や隣接する建造物、鉄道高架、高圧線との接触の危険が考えられる。

これには、ブームの先端に GPS を取り付け、それぞれの位置情報を得ることで危険エリアに入ると警報するシステムがある。

この他にも、いままでも用いられてきた赤外線センサーによる検知・警報システムがある。



GPS を利用したクローラクレーンの衝突防止（警報式）システム



SS ウォッチマン

(4) ガス検知器等

レンタル機器のなかでもその精度が問われるものとして各種ガス検知器や酸素濃度計がある。最近では、作業員一人一人に持たせて安全を確認させていけるように小型軽量のマルチモニターがよく利用されている。



マルチガスモニター

(1) 侵入検知・警報システム

最近、登場した「レーザスキャナ」は、パソコンを使って危険な場所・重要施設隣接での作業に対し、監視エリアを任意（水平面もしくは垂直面）に設定できるもので、エリア内（最大 80 m、角度 100°）への侵入物（作業車・人等）を感知し、警報を出力する装置である。回転灯、サイレンや無線警報送信機も接続が可能である。警報出力時間は、1 秒単位で分・時間までの可変式。エリアを 2 箇所同時に設定できる。



(2) 各種監視カメラ

やはり侵入等の監視に使われるが、カメラの位置や監視ルームの設置、記録方法など、現場の必要に応じて機器を選ぶことができる。

(3) 携帯型自動監視通報システム

様々なセンサーによって危険を遠方へ連絡する必要がある場合、自動的に携帯電話で情報を伝達できるシステムもある。たとえば水位センサーとの組み合わせで、夜間に発生した異常を関係先にいち早く連絡し、対策をとることが可能になる。

(5) 防爆仕様構内運搬車

建設現場ではそれほど需要はないと思われるが、工場プラント関係で危険エリアの移動運搬用の防爆仕様の軽車両も近々開発完成しレンタルできるようになる。



(6) 地中埋設物探査装置とエアスコップ

市街地での道路掘削工事で問題になるのは、地中にある水道、ガス、通信関係の埋設管である。

間違って切断破壊すると大事故にもつながることもあり、慎重な作業が求められる。図面どおりなのか、それ以外に埋設物はないか、という問題に対して電磁波で計測できるのが簡易型の地中探査装置である。

また、掘削時には圧搾空気ですりを吹き飛ばしたり、強力な吸引でそれらの土を処理が出来る装置（エアスコップ等）も提案している。



埋設物損傷事故防止対策機 Seeker (シーカー)

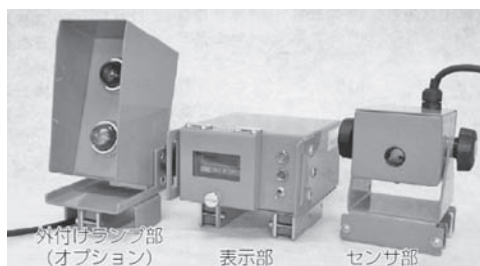


エアスコップとエア吸引装置



(7) 道路転圧時の測定器

道路転圧施工時、アスファルトフィニッシャーで敷きつめた合材の温度がポイントになるが、路面温度を運転席で確認できる装置があり、これによりローラの周囲での温度の計測作業がなくなり安全につながる。



ローラ搭載型放射温度計「転圧名人」

また、最近登場したアスファルト転圧密度測定器は、品質管理面と作業の安全性にも有効な機器といえる。



PQI 301

(8) 風速計 (瞬間・平均)

高所作業やクレーン作業の際、平均風速 (10 分間) が 10 m を越えると作業を中止しなくてはならない。

平均風速や瞬間風速が異常な数値を示した時、即座に警報を発する装置がこれである。現場作業者は離れた場所からでも 3 色回転灯の色により大体の風速値を

知ることができ、危険を回避できる。

同じく天候に左右される現場の問題として最近、“熱中症”が大きく採り上げられている。これには、ミストファン、テントなどを提案しているが、事前に危険な状況を把握するために WBGT 値 (湿球黒球温度) を測定できる“熱中症チェッカー”を現場に導入するケースが増えている。(販売商品)



オリジナル風速計「風速くん」



熱中症チェッカー

(9) IT 施工による安全対策

◆情報化施工 マシンコントロール他

情報化施工による重機のコントロールシステムは、事前に計画データと実測データを設定しておくことにより作業時での測量作業がなくなり、安全性も高まる効果がある。



情報化施工対応重機

◆無人化施工通信システム

火山噴火、山崩れ、その他の危険地帯での重機による施工で採用されている無人化施工。離れた場所での機械操作を容易ならしめるために映像通信機器が活躍

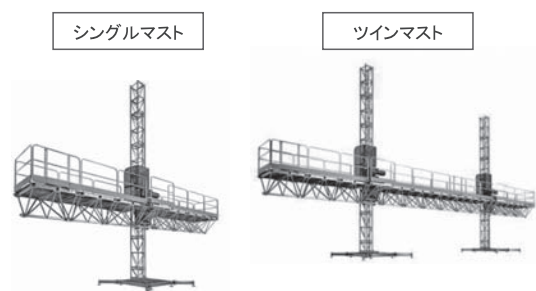
している。無人化施工通信システムとして小型カメラと映像伝送装置，モニターからなる簡易システムも好評である。



簡易型無人化車両カメラシステム「オペカムⅡ」

◆昇降式足場 ワークプラットフォーム

組立・解体・移設が容易で，緊急用足場や工事用足場，補修・点検工事，メンテナンス時の足場として最近導入した機材である。このワークプラットフォームはマストを設置し，作業床のみが昇降する構造で，作業足場として工期の短縮，安全性向上等のメリットが期待されている。マンション・ビル外壁の改修工事や煙突改



ワークプラットフォーム MCM450

修・補修・解体工事，橋脚・橋梁耐震補強工事，さらにボイラー・タンク等プラント定検工事に提案している。最大設置高さ 200 m まで可能である。

6. むすびとして

現場での“安全対策機器”を集めて紹介してきたが，建設機械メーカーもそれぞれ安全対策や環境対策に力を注いでいる。一方，施工現場では品質管理と工程の短縮にも苦心しており，これらに対しては新工法の開発だけでなく，様々な機器の活用で対応できれば，と常に有効な新商品の情報を収集している。

レンタル業では，いわゆる重機などの施工機械だけでなく今回の安全対策機器や品質管理に役立つ機器の開発，導入にも力を注いでおり，現場ニーズへの対応を図っている。

今後さらに，機器の保有・供給だけでなく，その運用面でもご提案できるようにノウハウの蓄積に努め，期待に応えるように努力していきたい。

JCMIA

〔筆者紹介〕
山田 隆（やまだ たかし）
西尾レントオール㈱
広報宣伝室

エレクタージャンボコンクリート吹付システムの 安全対策

中 村 博 則

エレクタージャンボコンクリート吹付システム（以下「EJS」と呼ぶ）は、トンネル施工時の作業員の安全性の配慮とトンネルという限られた空間での合理化・効率化に応えるべく開発した機械で、エレクターに吹付システムを搭載することにより、安全性・効率性を軸に、サイクルタイムの大幅な短縮化を実現する。

今回は安全性に主眼を置き、その開発上の施策を述べる。

キーワード：ヒューマンエラー、墜落・転落、誤操作、視認性、安全確保

1. はじめに

トンネルという制限された空間内での作業では、環境問題としての粉塵対策、施工面での安全対策、工期の短縮の為に効率化が常に課題として存在する。

施工面での安全対策では、ヒューマンエラーによる事故が後を絶たない。

「気をつければミスはなくなる」という精神論ではなく、「人は本来エラーするもの」という前提のもとで、各種の安全上の施策を実施する必要がある。

EJSの開発に際しては、予測される危険を把握し、災害を未然に防止するという観点より各種の施策を実施した。

2. EJSの安全対策と重点となる危険性

(1) 墜落・転落の危険性

予測される危険としては、バスケット及びバスケット

へのアクセスルート（高所）（写真—1）からの墜落・転落、添加装置の作業台（低所）からの墜落・転落が考えられる。

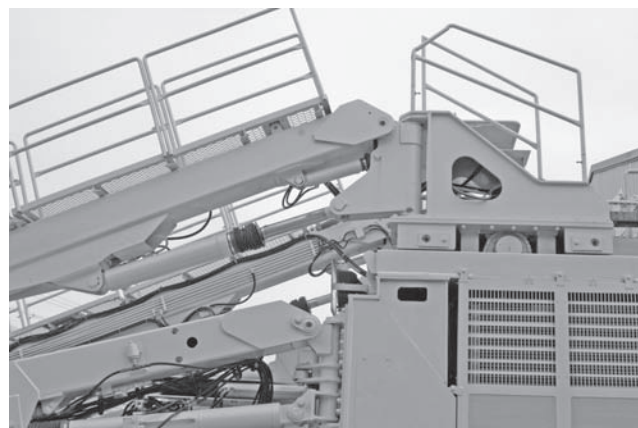
EJSはドリルジャンボをベースにしており、EJSは、労働安全衛生法にいう高所作業車には該当しない（平成10年3月5日労働者労働基準局安全衛生部安全課長事務連絡）為、バスケットの操作は、資格のない者でも操作が出来る状況にあり、その状況を踏まえ、下記の施策を実施した。

①バスケット及びバスケットブーム上のアクセスルートの手すりの高さを90cm〔注1〕とし、各手すりには、中さん、下さんを設けて滑り落ちないようにした。

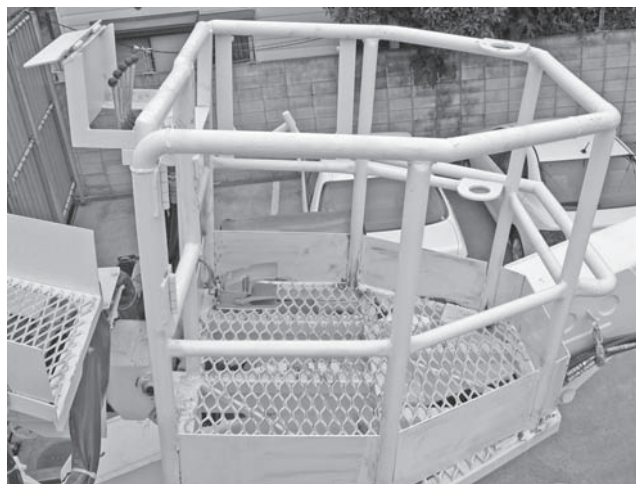
〔注1〕手すりの高さ等について、足場関係の法律の一部が改正され、手すりの高さは85cm以上と改正された。

平成21年6月1日改正「労働安全衛生規則（足場関係）の一部改正」

②バスケットの開口部からの乗り降り時、扉を設け、内開き方向しか開かない構造とした（ドリルジャン



写真—1 バスケットブームのアクセスルート



写真—2 バスケットの安全ボール・安全バー

ボの方式をそのまま採用)。

③上記墜落・転落以外で、バスケットに係わる危険として、

〈1〉バスケットに安全ボール（脱着式）（写真—2）を取付け、作業員の誤操作によりトンネルの天井と挟まれないようにした。

〈2〉バスケットの手すりの上部にトンネルの壁との挟まれを防止する為の安全バー（写真—2）を取付けた。

〈3〉バスケットブームのトラベルのレールを機械の両端に設置する外レール方式を採用することにより、切り羽（トンネルの最先端で常に危険が予測される場所）に近づかずにバスケットへの乗り降りを可能とした。

④添加装置の作業台についても、上記①②と同じである。

（2）視認性の確保～狭い作業環境での危険からの回避

①支保工建込み作業時の視認性の確保

〈1〉支保工建込み作業時、バスケットブームにトラベル機構を採用することにより、バスケットブームを後部に移動させることが出来る。また、吹付ロボット

も、スライド機構、ブーム伸縮機構を採用することにより、縮めることが可能となり、支保工建込み時の作業の視認性を確保した。

〈2〉操作オペレーティング部も前側中央部の高い所に設置されており、〈1〉と合わせて視認性を確保している。

②機械の後退時の死角部の視認性を確保する、バックモニター（写真—3）、バックミラーを配置した。

③作業中を表示する回転灯（写真—4）により、人と機械を分離し、人が機械に近づかないようにした。

（3）操作上の危険からの回避

①フットスイッチの採用

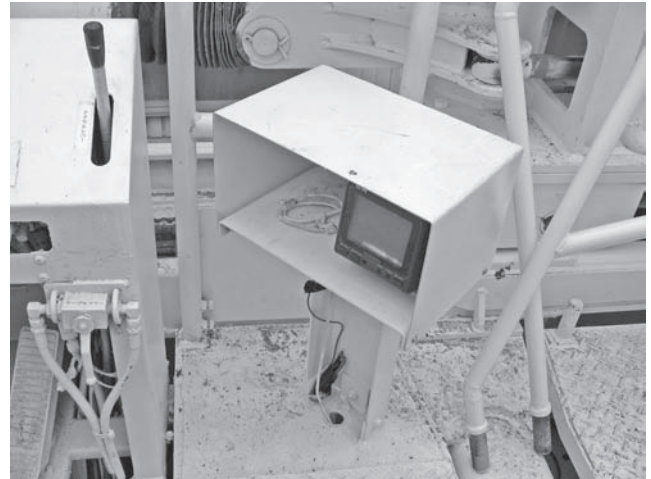
各操作レバーは安全装置としてのフットスイッチを踏まなければ動かない構造になっており、作業員に慣れ等による操作ミスのないように注意を喚起する。

②支保工建込み時のワンマンコントロール（写真—5）の採用

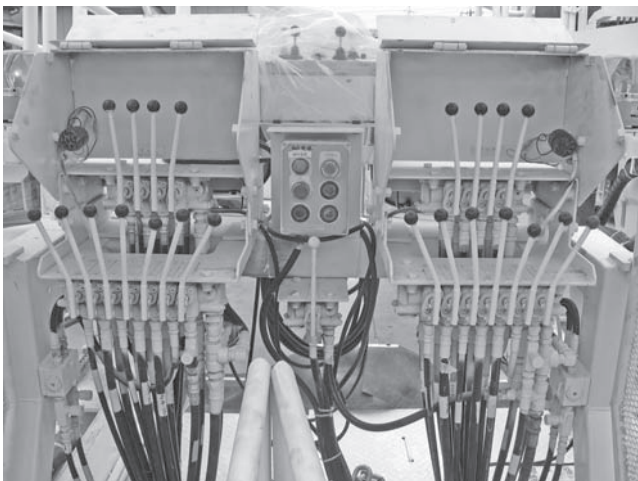
支保工建込み時、左右の支保工を2名の作業員で操作して、中央で合わせるよりは、1名で作業する方が危険性が少ないので、ワンマンコントロールとした。



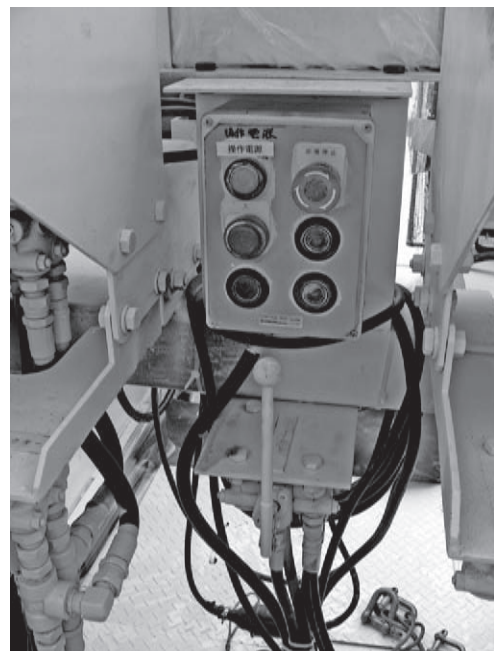
写真—3 運転席・運転席横のバックモニター



写真—4 バックカメラ・回転灯



写真—5 ワンマンコントロール用操作席



写真—6 非常停止押釦スイッチ

3. EJS の作業手順工程と安全対策

① EJS の設置

↓

②一次吹き…「視認性が確保」されている為、EJS の操作席より実施が可能（他の吹付機では機械の外からの操作となる）

↓

③一次鏡吹き

↓

④右側の支保鋼の建て込み…「ワンマンコントロール」により実施が可能

↓

⑤左側の支保鋼の建て込み

↓

③非常停止装置（写真—6）

緊急時、電動機を停止させる為、バスケット側、操作席側に非常停止用押釦スイッチを設置。

④走行時の安全性

前進走行時のリアの振れを少なくし、後退走行時のフロントの振れを少なくする事により、走行時の安全性を確保するホイール式を採用した。

- ⑥タイロット取付作業…操作席より「アクセスルート」
を通過してバスケットへの移動が可能



- ⑦二次吹き



- ⑧吹付作業終了 後退…回転灯, バックモニターによる安全の確保

4. EJS の構造上の安全対策

(1) サブフレームによるフロント部分の強化

フロント部分には, エレクターブーム (2 基), 吹付ロボット (1 基) を取り付ける為, 本来のフレームにサブフレームを増設することにより構造的な補強を施し安全性を向上させている。

(2) 車両重量の軽量化及び機器のバランス配置

90 kW の電動コンプレッサーを分解配置し, 不要な鋼材を取り除き機器をバランスよく配置する事により, 機械自体の重心を本来の前荷重が可能になるようにした。

これにより機械の走行安定性, 斜路でも後部に無理な荷重がかからないようにした。

(3) 後部リフトの取付

溶接で固定するのではなく, 手間のかかるボルト止めにする事により, 溶接部の二番割れによる事故がないようにした。

(4) 支保鋼キャッチャーの安全対策

エレクターは支保鋼を掴んで切羽まで移動する為,

支保鋼を掴むキャッチャー部の把持力は強力なものでなければならない。EJS のキャッチャー部は支保鋼重量 1250 kg / 基を保持出来る能力を有する (通常は 1000 kg 以下)。

(5) その他

① EJS はドリルジャンボをベースにコンクリート吹付機 (エレクター付) として開発したもので, 初期型は全長が長く重心位置も後側にあったが, 現在は機器をバランスよく配置する事により, 全長の短い前重心が可能となりコンパクトでより軽量の機械となっている。

② トンネル内での使用で問題となるディーゼルエンジンの黒煙についても, 国交省の第三次 (トンネル工事用) 排出ガス規制の適合認定を受け, 今後は坑内作業での健康面への安全に対する配慮が可能となった。

5. おわりに

ヒューマンエラーはどのようにして発生し, その原因はどこにあり, それを防止するにはどのようにしたら良いかを常に念頭において, 機械自体に安全対策を実施していく必要があり, EJS もこのような観点から改良, 改善を実施していく。

J C M A

【筆者紹介】

中村 博則 (なかむら ひろのり)
ニシオティーアンドエム㈱
大阪支店 業務部 業務部長

建設機械向けアラウンドビューモニターの 現場検証結果

高橋 健一・藤本 健治郎・阿子島 学

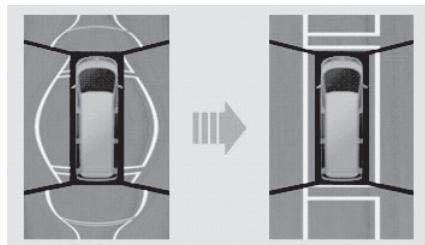
近年、コンピュータによる画像処理技術の進展はめざましいものがある。「アラウンドビューモニター（AVM）」とは、車体の前後左右に4台の広角カメラを設置して、周囲の画像をリアルタイムに処理し、あたかも上空から車を見下ろしているように見せるシステムであり、一部の乗用車で実用化されている。

一方、建設機械は死角が多く、毎年死亡事故や他車両の破損事故、仮設・本設構造物への破損事故などが発生している。今回、建設機械向け AVM プロトタイプ機を開発し、某トンネル工事のダンプに試験導入して効果を確認した。実証実験を通じて、いくつかの課題も明らかになったので紹介する。

キーワード：建設機械、安全、重機事故、労働災害、画像処理、アラウンドビューモニター、ダンプ、油圧ショベル

1. アラウンドビューモニター（AVM）とは

近年、コンピュータによる画像処理技術の進展はめざましいものがある。その中の一つアラウンドビューモニター（AVM）とは、車体の前後左右に4台の広角カメラを設置して、周囲の画像をリアルタイムに処理して、あたかも上空から車を見下ろしているように見せるシステムである。日産自動車が新型「エルグランド」に搭載して注目を集めている¹⁾（図—1）。



車体の前後左右にカメラを設置 スムーズな画像に再構成して表示

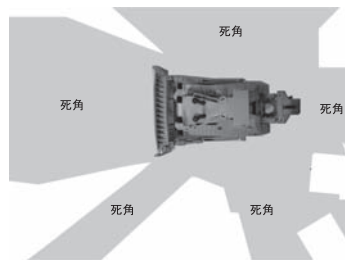
図—1 日産のアラウンドビューモニター（AVM）

2. 建設機械への適用

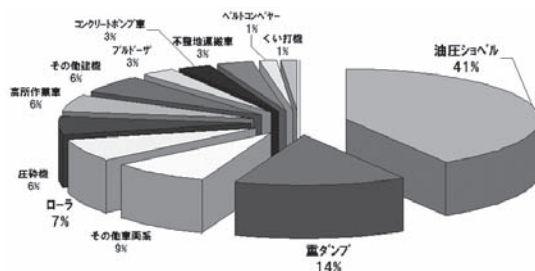
建設機械には死角が多く（図—2）、毎年死亡事故

や他車両の破損事故、仮設・本設構造物への破損事故などが発生している。平成19年の建設業における死亡災害発生状況を災害の種類別に見ると、機械（建設機械等、自動車等、クレーン等）による災害が126人（27.3%）を占め、現在も高い割合を占めている²⁾。

また、種別に見ると油圧ショベルと重ダンプの2機種で大きな割合を占めている（図—3）。建設機械が関わる災害の形態は「挟まれ」、「轢かれ」、「転倒」、「激突」が多く、油圧ショベルと重ダンプでは特に「挟まれ」、「轢かれ」が多いと報告されている³⁾。



図—2 ブルドーザーの死角エリア



図—3 建設業における死亡災害の種別発生状況⁴⁾

その原因としては「接近に気付かない」「対応困難」「距離が近過ぎ」などがある。特に、建設機械が大型化するほど運転席からの視界は悪くなり、オペレーターはミラーによる目視に頼らざるを得ない。

近年、バックモニターを搭載した建設機械も増えてきたが、普通乗用車で実用化された AVM を建設機械へ適用することで、さらなる安全性向上が期待されている。

今回、複数の現場にヒアリングした結果、油圧ショベルと重ダンプに AVM のニーズが高いことがわかった（他にはクローラークレーンなどの要望もあった）。上記等を考慮して、以下の 3 機種について検討した。

- ・油圧ショベル CAT 320D（写真—1）
- ・重ダンプ CAT 773F（写真—2）
- ・アーティキュレート型ダンプ M26C（写真—3）



写真—1 油圧ショベル CAT 320D



写真—2 重ダンプ CAT 773F



写真—3 アーティキュレート型ダンプ M26C

3. AVM システムの実証実験

今般、メーカーの協力を得て建設機械向け AVM プロトタイプ機を新たに開発し、2009 年 3 月に某トンネル工事におけるアーティキュレート型ダンプに試験導入して効果を確認した。現場社員に実際の AVM 画

像を見せてヒアリングし、協力会社のダンプ運転手にトンネル構内を実際に走行していただいて効果を確認した。

その結果、今回以下のような知見が得られた。

- ・アーティキュレート型ダンプでは車体が中央で折れ曲がるため前後左右 4 ヶ所にカメラを設置しようとすると、リアルタイムの画像合成が非常に難しい。そのため前左右または後左右の 3 ヶ所に限定する必要があるが、前部は視界が比較的良好のため、後左右にカメラを設置した（写真—4）。
- ・左右に設置したカメラ撮影範囲は一定の近辺まで見れば十分であり、あまり遠方まで表示すると、トンネル内に設置された防音扉などが異常に近く見えるなど、オペレーターには逆に違和感を生じる（写真—5）。
- ・乗用車用 AVM は、駐車場の線をできるだけ正確に表示するようにパラメーターをチューニングするが、建設機械では死角をできるだけ減らすため多少重なるエリアがあっても視界をカバーした方がよい。
- ・懸念されていたトンネル構内の暗さは全く問題なく、クリアな画像が得られた。トンネル工事では、狭い空間内での切り返しや他の建設機械との連携作業が多いため、AVM のように死角を低減するシステムは特に有効である。



写真—4 左側カメラの装着



写真—5 AVM 画像

4. 実証実験における課題

AVMの建設機械適用を検討する実証実験では、以下のような課題が明らかになった。

①キャリブレーション(画像補正)に時間と手間がかかる
事前準備として、建設機械の周囲にプレートを多数、できるだけ正確に配置してパラメーターを計算する必要がある。プレートは現状は紙製のため、できるだけ風雨に邪魔されない、十分広い屋内での作業が望ましい。

プレートの配置からAVMユニット本体にパラメータを転送するまでに半日程度かかった。現在、効率的な簡易キャリブレーション方法を検討中である。

②現場に専門エンジニアを派遣する必要がある

現行のシステムでは、同一機種の同じ位置に広角カメラを装着しても、現地にて専門のエンジニアによる再調整が必要である。実用化には、作業員や現場社員、あるいは建機メーカーのサービスマンが簡単に現地でキャリブレーションや修理等を行える仕組みやサポート体制が必要である。

③AVMプロトタイプ機の大きさ

今回のプロトタイプ機はデスクトップPC並みの大きさがあり、運転席の設置スペースが十分取れない場合もある。実用化には、本体を十分小型化することが望まれる。また、電源(シガーソケットの無い機種もある)やケーブル類の配線方法も工夫しなければならない。

④カメラ、取付け金具、AVM本体の耐久性

現場は振動・ホコリ・雨水等が多く、機器にとって過酷な環境である。今後、実際の現場で一定期間AVMシステムを稼働させて、カメラ、取付け金具、AVM本体等が問題ないか耐久性の検証が必要である。実際の使用状況を考えると、カメラに瓦礫が当たらないようにするカバー等が必要かも知れない。耐久性については、建機メーカーから適切な品質基準が提示される必要がある。

上記に挙げた課題は、あくまでも今回開発したプロトタイプ機についてであり、今後改良型を開発することで、これらの課題を一つずつ解決していく予定である。

5. おわりに

現場でのヒアリングや実証実験を通じて、AVMが建設機械の安全性に大きく寄与する可能性があることがわかった。

万一、建設現場において死亡事故が発生した場合、死亡した作業員の家族が受ける精神的・経済的損失は量り知れなく、また事故を起こした建設会社も様々な直接的・間接的な損失を被ることになる。

今後は現場での実証実験を通じて、カメラおよびAVMシステム本体等の耐久性や簡易キャリブレーション等を検証する予定である。

AVMシステムを開発するメーカーは、今後実用化を目指して技術開発を進め、できるだけ安価な製品を市場に供給することを希望する。

各建機メーカーにおかれては、今回報告したような周囲の安全を確認できるシステムの有効性を認識し、新型の建設機械については同種のシステム装備を積極的に検討していただきたい。

さらに、新型機種だけでなく既存の建設機械にも装着できるように後付けシステムも開発する必要がある。この際、後付けシステムの導入費用が普及の足かせとなることが懸念される。そこで、関係省庁や業界団体が、ガイドラインの策定や購入補助制度などを整備することで、建設機械の安全性を向上するシステムを世界に先駆けて普及促進することが望まれる。

最後に本アラウンドビューモニターの現場検証にご協力を頂いたキャタピラージャパン(株)、クラリオン(株)殿に謝意を表します。

J C M A

《参考文献》

- 1) 金岡：アラウンドビューモニター、建設の施工企画 2008年11月号 No.705, pp86-89
- 2) 「平成19年度建設業における死亡災害の工事の種類・災害の種類別発生状況」建設業労働災害防止協会ホームページ：http://www.kensaibou.or.jp/data/statistics_type_2007.html (アクセス日：2009/6/2)
- 3) 西ヶ谷：建設機械接近警報装置による事故防止、建設の施工企画 2008年7月号 No.701, pp41-46
- 4) 建設業労働災害防止協会：「平成19年度建設業安全衛生年鑑」

【筆者紹介】

高橋 健一 (たかはし けんいち)
鹿島建設㈱
ITソリューション部 施工ITプロジェクト
課長



藤本 健治郎 (ふじもと けんじろう)
鹿島建設㈱
ITソリューション部 施工ITプロジェクト



阿子島 学 (あこしま まなぶ)
鹿島建設㈱
ITソリューション部 施工ITプロジェクト



建設機械と作業員との接触事故防止システムに対する要求仕様の一考察 ～能動型 RFID を用いたバックホウ安全対策補助装置の研究開発について～

篠原 雅人・加藤 弘志

建設現場におけるニーズとして、建設機械と作業員との接触事故防止システムの開発が求められている。この開発に際しては、優れた要素技術を選定し、効果的、効率的に開発することが鍵となるが、さらに重要なことは、接触事故防止システムとしての要求仕様をどのように設定しているかであると考えられる。

この観点から、本稿では、能動型 RFID を用いたバックホウ安全対策補助装置の研究開発成果を報告するとともに、本研究開発の一考察として、研究開発を通じて明確となった接触事故防止システムに対する要求仕様について報告するものである。

キーワード：事故防止システム（安全対策補助装置）、ヒューマンエラー防止、要求仕様、バックホウ（油圧ショベル）、能動型 RFID

1. はじめに

建設現場における建設機械による作業は、現在まで極めて一般的な方法として普及しているが、すべての作業を全く人手を用いずに行うことは現在も不可能であり、建設機械と協調して施工などを行う作業員に対する事故防止対策は、現在も必要不可欠である。

また、建設機械別の死亡災害（図—1 参照）に着目すると、建設機械と作業員との接触事故を要因とする死亡災害は依然として高い割合を示しており、この事故防止に対する施工現場からのニーズも大きい。

このような背景を受け、本稿では、建設現場における建設機械と作業員との接触事故防止のために研究開発した、能動型 RFID を用いたバックホウ安全対策補助装置を報告し¹⁾、本研究開発の一考察として、本研

究開発の成果を通して明確となった安全対策補助装置に対する要求仕様について報告する。

2. 安全対策補助装置の研究開発

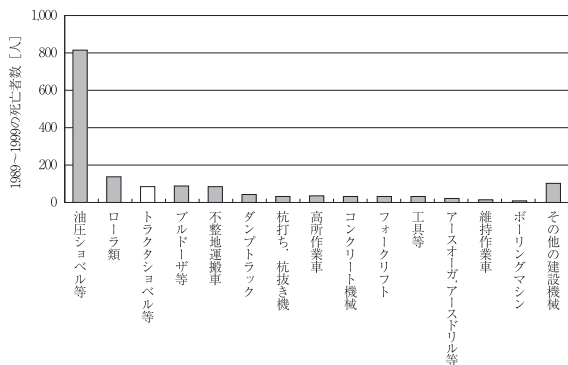
(1) 研究開発の流れ

本研究開発は、安全対策補助装置の試作機（以下、試験装置と記す）開発を目的に2カ年で実施した。

本研究開発の特徴は、安全対策補助装置の要求仕様を明確にすることを前提とした点にある。

本研究開発では、初年度に、机上検討により要求仕様を設定するとともに、この仕様を満足できる試験装置を設計・製作した。この上で、設定した要求仕様を確認する観点から、要素試験（写真—1 参照）、運転員へのアンケート調査等を行い、試験装置を評価した。

また、次年度には、前年度の評価に基づき、要求仕様の見直し、試験装置の機能追加・改良を行った。この



データは建設業安全衛生年鑑²⁾より引用して集計したもの

図—1 建設機械別の死亡災害



写真—1 要素試験（要求仕様の確認状況例）

上で、現場適応性を確認することを目的に、実際に行われていた整備工事（写真—2 参照）に試験装置を適用し、実際の作業員の動きに対する性能の確認、工事関係者へのアンケート調査等により、試験装置を評価した。



写真—2 実工事への適用（現場適用性試験状況）

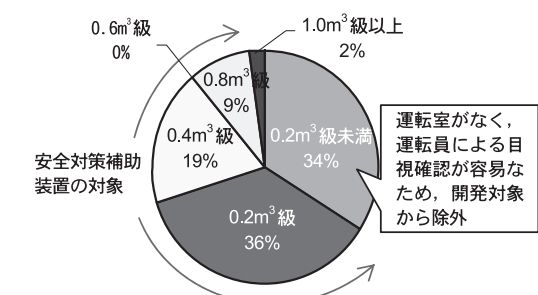
(2) 開発目的と対象範囲

本研究開発により製作した試験装置は、作業員個別の進入したエリアや属性を識別できる能動型RFID（受信感度感応型、300 MHz 帯）を用いて、運転員の目視確認に基づく操作判断を支援するものであり、安全確認時のヒューマンエラー防止に寄与する（図—2 参照）。

また、対象範囲は、作業員との接触事故の発生頻度が高く（図—3 参照）、日本の建設現場への普及が最も進む、0.8 m³ 級以下のバックホウを対象とした。



図—2 建設機械操作における安全確認時のヒューマンエラー



データは建設工事事故データベース(SAS)より引用し集計したもの

図—3 バックホウ規格別事故事例件数

(3) 特徴と導入効果

試験装置の特徴を以下に示すが、作業員を識別（工事関係者、協調作業員・誘導員別）する点で、既存の超音波反射式警報装置やトランスポンダ式警報装置³⁾とは一線を画す。

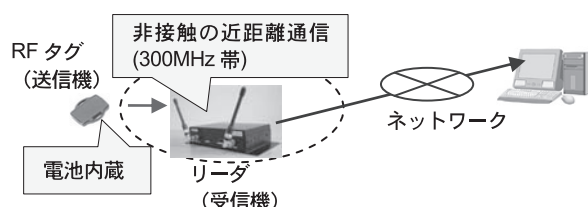
- ①運転員の死角を含むバックホウ全周の危険範囲に対し、識別した個別の作業員の立入、退出を常時監視し、この監視結果を運転員に提供する。
- ②監視結果に基づき、運転員に対して、あらかじめ設定した作業員区分や、バックホウ操作状態に応じ、音と光により適宜警告する。
- ③作業員の配置や現場条件に応じた安全措置の見直しや安全教育などを行う安全衛生責任者に、監視結果を事後提供する。

(4) 能動型 RFID とは

RFID（Radio Frequency Identification）は、誘導電磁界又は電波によって、非接触で半導体メモリのデータ読み出し等のために近距離通信を行うものの総称であり、送信機であるRFタグに固有の属性情報を予め与えておくことで、受信機であるリーダで読み出した際に、個体識別が可能となる。

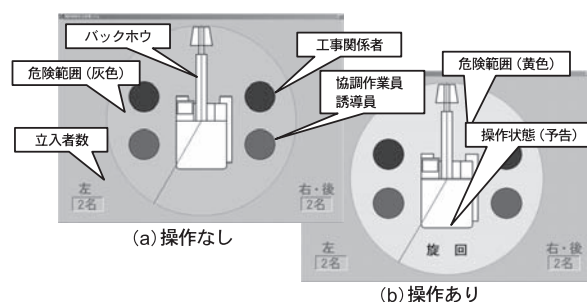
このRFIDは、物流分野での活用が広がっており、現在ではトレーサビリティ確保といった建設分野での応用が図られるなど、技術的な進歩が著しい。

また、能動型RFIDは、電池を内蔵して数十m程度の通信が可能なものであり、その中でも受信感度感応型は、データ取得と同時に通信距離に応じた受信強度を取得できる（図—4 参照）。



図—4 能動型 RFID

(5) ユーザインターフェイスおよび機器構成・仕様
バックホウの運転員へ提供される監視画面を図—5に、試験装置の機器構成を図—6に、仕様を表—1にそれぞれ示す。



図—5 監視画面

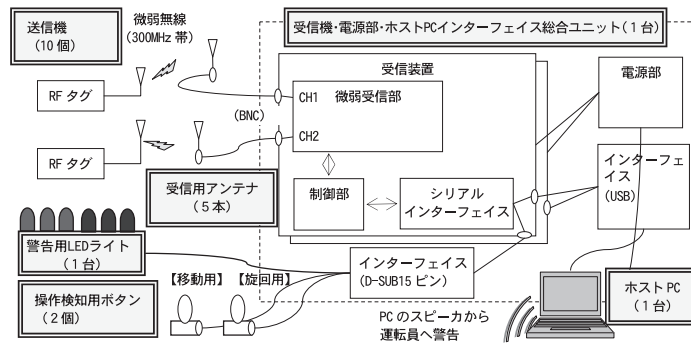


図-6 試験装置の機器構成

表-1 試験装置の仕様

区分	項目	仕様	開発年度		備考
			初年	2年	
送信機 	送信周波数	314.5473 MHz	○	-	
	送信電力	500 μ V/m (3 m 法)			
	通信方式	単向方式			
	送信間隔	0.2 秒～24 時間			
	電源	DC3V (リチウム電池 CR2032 1 個)			
	電池寿命	送信間隔による (例: 送信間隔 3 秒で 1 年以上)			
	動作温度	-10℃～+50℃			
	防水 (防滴) 機能	JIS 保護等級 5 (防噴流形) を想定			
受信アンテナ 	使用周波数	314.5473 $\pm$ 5.0 MHz	○	-	0.8 m ³ 級バックホウで 8 本, 0.28 m ³ 級で 5 本を使用
	アンテナ方式	λ /2 (ノンラジアル) ホイップ型			
	入力インピーダンス	公称 50 Ω			
	指向性	垂直偏波水平面内無指向性			
	使用環境条件	-20～60℃ (95%RH), 屋外仕様 (BNC コネクタは除く)			
受信総合ユニット 	受信周波数	314.5473 MHz	○	改良	10 ポートまで対応可能
	受信帯域幅	150 kHz			
	受信方式	シングルスーパーヘテロダイン方式			
	ダイバシチ	検波後ダイバシチ			
	最大認識数	50 個 (1 秒周期時)			
	電界強度出力	128 段階系統出力 (ダイナミックレンジ 50 dB)			
	外部接点	入力: 10 ポート /D-SUB15 ピン, 出力: USB/D-SUB15 ピン			
操作検出ボタン 	形式	ボタン式 (タクティルスイッチ)	-	○	操作検出装置は 4 個使用 (前進, 後退, 右・左旋回に対応)
	ボタン寸法	直径 2 cm (丸形)			
	検出	移動 (走行レバー) 及び旋回 (旋回レバー) 各 1 個			
	外部接点	出力: D-SUB15 ピン			
	操作力	3 $\pm$ 0.8 N			
警告用 LED 	形式	発光ダイオード (LED)	-	○	
	表示色	赤・青 2 色			
	消費電力	2.5 W 以下 (全灯)			
	外部接点	入力: D-SUB15 ピン			
	寸法	10 cm $\times$ 5 cm			
ホスト PC 	OS	Microsoft ^(R) Windows ^(R) XP Professional with Service Pack 1a (NTFS ファイルシステム)	○	-	処理装置, 監視画面, 警報装置を兼用, 誘導員による監視確認用に別途 1 台
	CPU	インテル ^(R) Pentium ^(R) M プロセッサ 900 MHz (システムバスクロック: 400 MHz) $\cdot$ 1 MB (CPU 動作周波数: 1.2 GHz)			
	チップセット	インテル ^(R) 855 GM チップセット			
	メモリ	標準 512 MB (増設) DDR SDRAM			
	HDD	約 40 GB (Ultra ATA 対応)			
警報機 	出力	5 W	○	×	基本的には不要
	負荷インピーダンス	8 Ω			
	マウス開口部	172 mm $\times$ 126 mm			
	電源	DC20～32 V			

3. 安全対策補助装置に対する要求仕様

前述2に示す研究開発にあたり設定した安全対策補助装置に対する主な要求仕様（機能要件、性能要件、品質要件）を、以下に述べる。

（1）開発範囲

安全対策補助装置は、継続的に取得した建設機械周辺の監視情報を効率的に利用し、運転員が目視確認に基づき行う操作判断等を支援することで、図—2に示すように、安全確認不足等のヒューマンエラーに起因する建設機械と作業員との接触事故発生を未然に防ぐことを目指す。この開発範囲は、以下のとおりである。

- ①運転員の死角を含むバックホウ全周の危険範囲に対し識別した個別の作業員の立入、退出を常時監視し、この監視結果を運転員に提供することで、機械操作に支障のない安全確認を実施させる。
- ②個別の作業員とバックホウとの相対位置を定量的な範囲で把握し、接触事故の危険性がある場合は運転員に適切な警告を与えることで、安全確認不足や判断ミスの発生を少なくする。
- ③安全衛生責任者に対して、建設機械周辺の監視情報をトレース可能にすることで、安全教育や安全措置の見直しを可能にする。

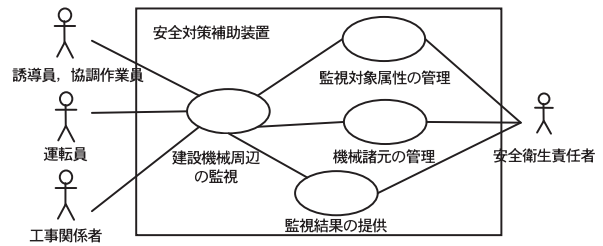
（2）機能要件

安全対策補助装置の機能は、上記（1）を達成できる4つの機能に規定した（表—2、図—7参照）。

表—2 機能要件

機能名	概要
監視対象属性の管理	安全衛生責任者が、確認した監視対象属性を装置に登録（個人情報の取り扱いに注意）。
機械諸元の管理	①安全衛生責任者が、確認した機械諸元を装置に登録。②登録された機械諸元に応じ、自動的に検知範囲、機械範囲を設定。
建設機械周辺の監視	①運転員（および誘導員）に対し、検知範囲の監視情報（作業員が進入したエリアと人数）を継続的に提供。②運転員と作業員に対し、危険範囲に作業員が進入した場合に、バックホウ操作状態に応じて、それぞれに警告。
監視結果の提供	安全衛生責任者に、建設機械周辺の監視状況（機械別、作業員別の危険度※）を事後提供。

※個別運転員、個別作業員に対する危険度の評価成果の扱いには注意する。



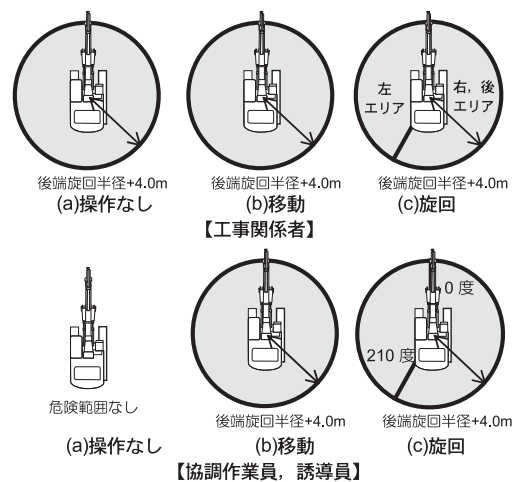
図—7 機能要件

（3）性能要件

（a）危険範囲

運転員に危険性を警告する危険範囲の大きさと範囲は、以下のとおりとする。

- ①接触事故発生時の操作状態の実態に基づき、後退操作（移動操作）と旋回操作に応じた危険範囲を規定（図—8参照）。



図—8 危険範囲

- ②検知範囲、危険範囲を頻繁に出入りする者とこれ以外に作業員を大別して規定（表—3参照）。

表—3 作業員区分

作業員区分	対象者
工事関係者	下記に属さない作業員を含む、測量、施工管理、監督を行う工事関係者
協調作業員、誘導員	バックホウ作業と協調して人力作業を行う協調作業員、協調作業を行う際に配置が必須で運転員への操作指示を行う誘導員などの危険範囲を頻繁に出入りする人

- ③移動操作時の危険範囲の大きさは、警告後に安全停止するまでに必要な余裕代を加えた旋回中心からの距離で規定。旋回操作時は、最大掘削半径での旋回作業は行わない前提で、移動操作時の同じ距離で規定（表—4参照）。

表—4 バックホウ規格別の危険範囲（大きさ）

規格	最大掘削半径 (m)	後端旋回半径 (m)	危険範囲 (m)
0.2 m ³ 級	6.26	1.75	6
0.4 m ³ 級	8.12	2.12	6
0.6 m ³ 級	8.91	2.45	6
0.8 m ³ 級	9.88	2.75	7
備考	メーカー 8 社のカタログ寸法の平均値		

④旋回時の危険範囲のみ、旋回時の運転員の死角（右・後）と、これ以外の範囲に分けて規定（図—8 参照）。

（b）検知範囲

作業員を監視する検知範囲の大きさと範囲は、建設機械を用いた作業を頻繁な安全確認のために中止したくないとの運転員からの要望を踏まえ、安全柵等の併用を前提に少なくとも危険範囲以上にすることを規定した。

（c）その他の性能要件

上記以外に規定した性能要件を表—5 にまとめる。

表—5 性能要件（危険範囲、エリア特定を除く）

性能要件	概要	性能値
監視情報の同時取得数	バックホウ周辺の監視を行う場合に同時に（1 秒以内）に取得する最低数	10 以上
警告の応答時間	計測情報取得から、運転員に危険性の警告を発するまでの応答時間の許容値	300 msec
監視画面の更新間隔	運転員に提供する監視画面の更新間隔の最低値	1 秒間に 1 回以上
危険範囲進入時の取得所要時間	実際に作業員が危険範囲に進入した場合における計測情報の取得所要時間の許容値	1 sec 以内
操作状態の取得所要時間	運転員が操作開始後に操作状態を検出する応答時間の許容値	300 msec

（4）品質要件

（a）エリア特定

作業員が危険範囲内へ立ち入った場合に特定する進入方向および範囲は、操作判断に最低必要な右・後エリアと、左エリアに規定した（図—8 参照）。

（b）警告

作業員が危険範囲内へ立ち入った場合の警告は音を基本に、夜間作業等への対応可能な光の 2 つ手段を用いることを規定した（表—6 参照）。

（c）作業員区分

作業員区分は、前掲表—3 に示すとおりであり、この区分により、危険範囲を頻繁に出入りする協調作業

表—6 警報、警光のパターン（信頼性）

警報パターン		操作状態		
作業員区分		操作なし	旋回操作	移動操作
—	危険範囲立入なし	警報なし	警報なし	警報なし
工事関係者	危険範囲立入あり	⑤間欠音	②連続音	①連続音
協調作業員 誘導員	危険範囲立入あり	警報なし	④間欠音	③連続音
備考		異なる作業員区分が同時に危険範囲立入した場合、丸数字の小さい警告		
警光パターン		操作状態		
作業員区分		操作なし	旋回操作	移動操作
—	危険範囲立入なし	警光なし	警光なし	警光なし
工事関係者	危険範囲立入あり	点灯（赤）	点滅（赤）	点滅（赤）
協調作業員 誘導員	危険範囲立入あり	点灯（青）	点灯（青）	点灯（青）
備考		作業員区分が異なる作業員の危険範囲立入を 2 色の光で警告する。		

員、誘導員に対して、接触事故の危険性が高い操作状態の場合にのみ警告することと規定した。

（d）その他の品質要件

上記（a）～（c）以外の品質要件を表—7 に示す。

表—7 品質要件（エリア特定、警告、作業員区分以外）

性能要件	概要	品質値
危険範囲進入時の信頼性	作業員が危険範囲に立ち入った場合の、計測情報に基づく警報の信頼性	確実に警告を発する（漏れがない）
故障時の保守性	装置故障発生時の復旧作業に対する要求	容易に入手可能な機器で構成、短期、安価で復旧可能
稼働時間の信頼性	装置の連続使用に対する信頼性	6.4 時間以上の連続使用、監視結果の記録に対応する

4. おわりに

本稿では、建設機械と作業員との接触事故を防止するために開発した安全対策補助装置（試験装置）と、この研究開発で導き出した要求仕様について述べた。

本稿で提示した要求仕様は、一つのコンセプトに基づく成果であるが、建設機械と人との作業分担が変わらない限り、建設機械と作業員との接触事故を防止に対する要求仕様としてその多くは不変であると考え

る。

この要求仕様が、今後の既存要素技術の進歩、新たな要素技術の開発によって生まれるであろう、新たな安全対策補助装置の開発の一助となれば幸いであり、更なる建設現場の安全対策に繋がることを期待する。

謝辞：本報告は、国土交通省 中国地方整備局 中国技術事務所からの業務委託（平成 16 年度、平成 17 年度）に基づく成果であり、本報文の作成にあたってご指導を頂いた。ここに感謝の意を表する。

J C M A

《参考文献》

- 1) 和田慎司, 能動型 RFID を用いた建設機械施工の安全対策補助システムの開発, 平成 19 年度建設施工と建設機械シンポジウム論文集, pp105 ~ 109, 2007.10

- 2) 建設業労働災害防止協会, 建設業安全衛生年鑑, 平成元年 ~ H11 年版
- 3) 飯盛洋, 建設機械用の危険検知装置及び視覚補助装置, 建設の施工企画, pp75 ~ 76, 2004.7

【筆者紹介】

篠原 雅人（しのはら まさと）
 (社)日本建設機械化協会
 施工技術総合研究所 研究第三部
 技術課長



加藤 弘志（かとう ひろゆき）
 (社)日本建設機械化協会
 施工技術総合研究所 研究第四部
 研究員



橋梁架設工事の積算 ——平成 21 年度版——

■改訂内容

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

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

■定 価

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

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

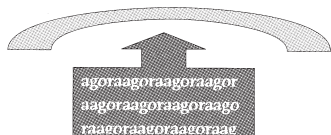
※送料は会員・非会員とも
 沖縄県以外 600 円
 沖縄県 450 円（但し県内に限る）

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8（機械振興会館）

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

交流のひろば/agora—crosstalking—



時空を超えたランドスケープの創出

吉 野 繁

東京の東、かつて江戸文化で栄えた隅田川に面した業平橋、押上地区に、タワーの計画が持ち上がったのは、2005年2月に東武鉄道がこの事業に取り組むことを放送事業者・墨田区に表明したときです。プロジェクトのスタート時、クライアントから言われたはじめての一言が、この地に「時空を超えたランドスケープ」を造ってほしいというコメントでした。その後の約4年間にわたる設計期間の中で、何度も繰り返しこの言葉に対する回答を求め続けました。

1. 下町に建つタワー

東京スカイツリー®が聳えるのは、東京都墨田区の業平橋（なりひらばし）・押上（おしあげ）地区。浅草、向島（むこうじま）などの伝統ある下町に囲まれ、東武線、地下鉄、水上バス等が行き交う交通の要所です。そしてそのタワーは地上デジタル波TV放送を発信する最新の電波塔施設であると共に、江戸文化の色濃い観光名所である浅草との連携を図りつつ下町とその文化の再興を担う新しいシンボルとして期待されます。この場所の持つ地勢と密接に関連付けされたタワー形

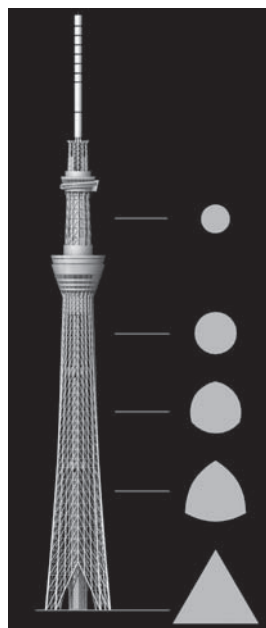
状を検討しました。

計画地は時代を越えて悠久の流れを育む隅田川と荒川、そして南側に東西に走る鉄道や幹線道路等の交通軸に囲まれた三角形の地勢の中心に位置し、その3辺に直行する様々な“通り”がタワーに向けて集まる焦点に位置しますが、これらの通りに正対する3つのゲートが人々を迎える三角形の平面架構を考えました。

この3点に絞られ地盤に降り立つ構造体は、古代中国の礼儀に用いられた鼎（3つの足でどの様な場所でも自立する）を想起させ、見るものに安定感を与えます。また、三角形は最小の部材数で安定した構造解を導き、周辺地域への構造体の圧迫感を押さえ、鉄骨数



計画地



タワー平面

量の軽減という環境への配慮も意図しました。一方、展望ロビーは、1周360度の関東一円を見渡せる体験を重視し、円形がふさわしいと考えました。この結果、平面的には低層部の三角形から高層部の円形へと変化する世界にも例のないタワー形状が生まれました。

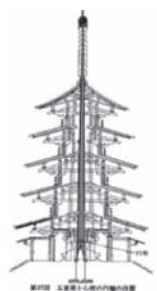
2. 高さ 610 m への挑戦

前例のない高さ 600 m を超える建築の可能性について、検討を重ねました。タワーの構造計画には東京という地域が持つ大きなハードルがありました。この地は関東大震災という大地震にみまわれ、また台風による強風にも対抗しなければなりません。これらの条件に立ち向かうために世界でも例のない長寿命な日本の寺院建築の塔構造を参考にしました。

日本の五重塔は心柱を中央に配し、地震や風に対して“しなる”動き方をします。これに対して各層の屋根根は別なゆれ方をするので、互いがゆれのエネルギーを吸収しあい、数回あったであろう大地震でも倒壊しなかったと言われています。5年前のプレスタディー

の段階から、スカイツリーの構造は、中央に、階段を内蔵したコンクリート造の心柱を設け、外周の鉄骨部との接続部にダンパーを設けることで、ゆれのエネルギーを吸収するという計画であり、その後の基本設計、実施設計段階においても変わることはありませんでした。

1000 年以上前の日本の伝統的木造建築の技法が、そのまま現代の技術に生かされたことは、構造設計者にとっても大変な驚きであり、まさに時間を越えた日本の「わざ」と言えます。



法隆寺五重塔断面図



法隆寺五重塔

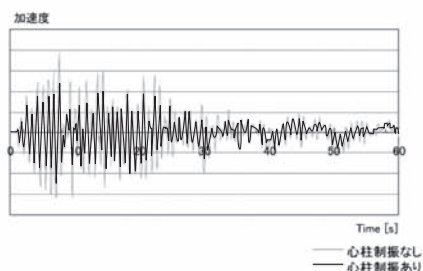
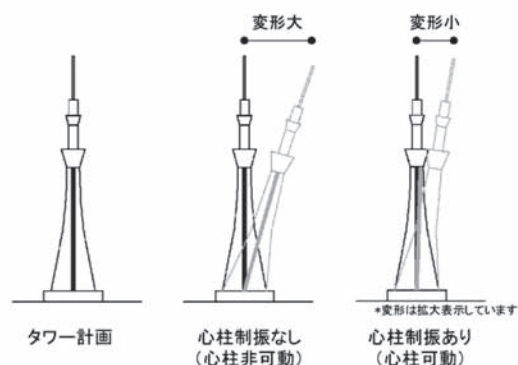
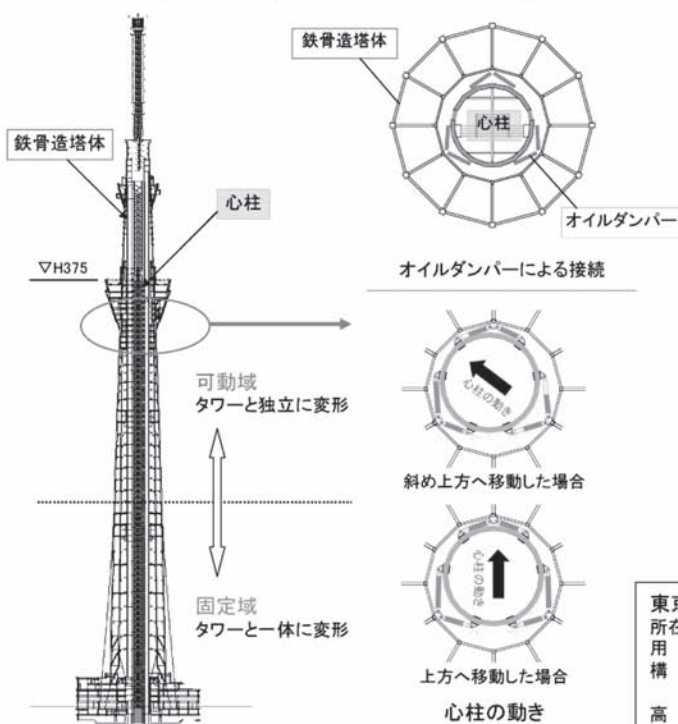


東寺五重塔



心柱制振

中央部に設けた心柱と鉄骨造塔体を構造的に分離することで二つの異なる挙動を生み出し、相互作用により全体の揺れを抑えるシステム



タワー全体の振動性状の比較 H=375m

東京スカイツリー
所在地：東京都墨田区
用途：デジタル放送用電波塔
構造：タワー部 鉄骨造（鋼管トラス構造）
心柱 プレストレストコンクリート造
高さ：約610m

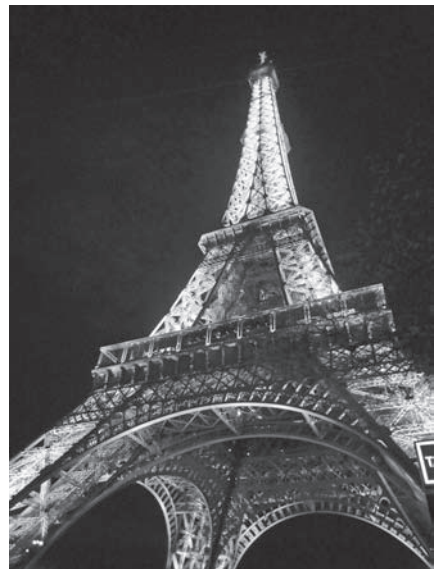
3. 変化するタワーの形状

三角形から円形への変化は、タワーのデザインに日本の伝統文化に見られる「そり」や「むくり」という形状も生み出しました。三角形の頂点が描く稜線は日本刀の持つ「そり」を、円形に変化する部分からは、奈良平安時代の寺院建築の列柱が持つ中央がゆるやかに膨らんだ「むくり」というデザインを持つことになりました。



世界中の著名なタワーは、エッフェル塔のような明確な都市軸上や、トロントのCNタワーや上海のテレビ塔のように湖畔や海川沿いに位置することが一般的です。

平面的に相似形状のタワーの風景は、地平に立つ立面としての形状「遠景」と、足元から見上げた天空を背景とする形状「近景」が、そのタワーの記憶として捉えられています。



4. 時空を超えて

東京スカイツリーは、隅田川越しの「遠景」が代表的な記憶に残る風景となります。そして、下町の様々な方向の“通り”からタワー直下の3つのゲート「近景」に至るまでの間に、三角形から円形への変容が「そ



り」、「むくり」という独特の形状と変化を生み出します。見る場所によって、様々な景観を持つタワーは、路地空間に芽生えた下町の「いき」や江戸町人文化の持つ自由や変化・オリジナリティーと連動し、タワーが単独で新しい風景を造るのではなく、下町の個性と結集した場が出来上がることを期待します。

この新しい賑わいの風景が世界に発信され、一般的に「遠景」と「近景」というタワー風景に、この地特有の文化と一体となった「中景」という景観が生まれることが、「時空を超えたランドスケープ」というテーマへのひとつの回答ではないかと考えています。

J C M A



東京スカイツリー資料提供：東武鉄道株式会社・東武タワースカイツリー株式会社

【筆者紹介】
吉野 繁（よしの しげる）
㈱日建設計 設計部門
デザインパートナー

ずいそう

宇宙のロマンを追って

西村 章



夏の暑い季節になると夜空の星の涼しさがうれしいです。

南の方にさそり座を見つけ、赤いアンタレスが心臓だとか、夏の夜空の大三角形を探し、こと座のベガ（織姫）、白鳥座のデネブ、鷲座のアルタイル（彦星）を見て、七夕の季節を実感する。

わが故郷指宿の JR 本土最南端駅に近い中学校で、夜空観測会を開いたり、長崎鼻の夜の浜辺で寝そべりながら、宇宙のロマンに浸った頃を懐かしく思い出します。

東京の夜空もきれいになったとはいえ全く較べものにはなりません。

田舎の空は光害もなく、満天の星空、銀河のミルキーウェイの小さな星々の輝き、何億光年も遠い星なのに降ってくるような感動さえあります。

北緯 31° 30' のこの地では南十字星が見えるのではないかと登山観測に何回かトライしたこともありました。

1965 年 10 月には、日本人二人が同時に発見した巨大彗星イケヤ・セキ彗星も出現し、日本国中に大きな感動を与え、自作の口径 12 cm の反射望遠鏡で天体写真に熱中していたのもこの頃でした。

当時、田舎ではちょっとした天キチ少年で、漁業用の双眼鏡をもらったり、反射鏡を磨いたりして、大小 5 本の望遠鏡を作ったりしていて夜な夜な出かけるので、あやしまれることもありました。

さて今年は、ガリレオ・ガリレイが望遠鏡を自作し、天体観測を始めてから 400 年になります。

ガリレオは観測で月のクレーター、木星の衛星、太陽の黒点、金星の満ち欠けなど大きな発見をしたことで知られますが、このとき使用した天体望遠鏡は ϕ 26 mm, f1331 mm, 倍率 20 倍、しかも単レンズと貧弱なものでした。

専門的には、 $F=0.02$ と暗く、色収差や球面収差もあり現代人が観測しても判別できないぐらいで、ガリレオはよっぽど目が良く根気強く観測したと思われます。

ガリレオは優れたエンジニアで、記録によると 100 台以上の望遠鏡を製作し、そのうち 10 台程しか使いものにならなかったそうで、レンズなど部品は数百も

製作していたと考えられ、改良に改良を重ねつづけ、成果を上げた執念とそれを支えた探究心には畏怖の念をいただく程、現代の我々エンジニアに訴えるものがあります。

現代の話では、NASA のハッブル宇宙望遠鏡が 5 月に修理され、高性能化して運用が再開され、宇宙の起源に迫る成果が期待されているそうです。

宇宙のビッグバンは 137 億年前とされ、この直後誕生した星の光がやっと地球に届いて観測できるのです。

そういえば近所の住職さんに教わったことがあります。

仏教の世界では「劫」という単位があり、その意味は「一辺 20 里の岩の表面を 100 年に 1 回天女が舞い降りて羽衣で撫で、岩がすり切れて無くなるまでの時間」、これが 43 億年とのこと。とほうもない時空の流れの中に自分たちが居ることが神秘的にさえ感じます。

100 年に一度の大不況と世間が騒いでいることが宇宙の時間の壮大さから見ればチッポケなことに思えます。

ところで、当社は「トンネルから宇宙まで」を標榜して宇宙開発のお手伝いを始めて 33 年になります。

N II ロケットから H II A ロケットまで、各種試験設備、装置を開発してきましたが、全て一品物で、トライ＆エラーの連続でやりがいのある仕事でした。

トンネルと宇宙の接点は「極環境の制御」であり、宇宙は真空、低温、微少重力、放射線など苛酷な環境で、宇宙服、宇宙基地では人類が活動するための「ミニ地球」を作り出す必要があります、そのためにはその性能を評価するための「ミニ宇宙」も必要です。

トンネルの極環境も高温、粉じん、爆発性ガスなどの閉鎖環境ならではのリスクがあり、どちらも閉鎖環境制御が最も重要な技術で、トンネルも宇宙もフロンティアスピリッツが求められる最高の舞台です。

科学技術により宇宙へ観光する時代が訪れようとしていますが、宇宙の神秘的な魅力はますます多くの人を虜にしていってほしい。

宇宙のロマンを追いかけて、宇宙ビジネスに携えることができたのは幸せなことです。

—にしむら あきら（株）流機エンジニアリング 代表取締役社長—

ずいそう

飛驒トンネル開通に『莊川桜』を想う

鈴木 哲 成



難関工事であった飛驒トンネル全長（10.7 km）が完成し東海北陸自動車道は全通となった。

お蔭でチューリップで有名な砺波・文化都市金沢・新鮮な魚介類の豊富な氷見漁港へのアクセスが大変良くなり有難く思っている。白川郷は、白川郷 IC を降りれば目と鼻の先である。白川郷は、私の心の故郷であり、十数年通いつづけてきた。白川郷のどぶろく〔にぎり酒〕は、毎年出来が違い、味が違う。ことのほか美味である。高冷地野菜も格別に旨い。春の山間に観る白川の芽吹きは、実に神秘的で、自然の気高さを覚える。また岐阜県指定天然記念物になっている莊川桜は 500 年以上の命をつなぎ開花の美しさと尊厳さには、心を奪われる。この莊川桜は東海北陸自動車道のルートが御母衣ダム湖を通らなくなった為、旅をされる皆さんの目に触れることが少なくなるのが残念である。

とりわけこの莊川桜は、歴史に残る大工事により現在も命を燃やしているのである。時を去ること、莊川村の一部は御母衣ダムに沈んだ。かつては光輪寺と照蓮寺に巨桜がそれぞれ生い茂っていたが、今は湖畔で見事に咲き、春爛漫を告げ、白川郷の古い歴史と飛驒で浄土真宗が発祥した当時を忍ばせてくれる。

2 本の桜は樹齢およそ 500 年と言われているから寺の創建時に植えられたものと思われる。ご当地の説明によれば桜はアズマヒガンサクラで幹の周り約 6 m、高さは共に 30 m を超える巨桜である。ダム水没住民にとってはこの巨桜の莊川桜は故郷の唯一の名残である。そしてこの巨桜移植に関する大工事は莊川町の秘話として伝えられているが後世に語りつがれるべき美しい心の通う桜物語である。

昭和 27 年に御母衣ダム建設のことが総理府から発表されたことは平和で静かな佇まいにあった莊川町にとっては、たいへんな出来事であっただろう。なにしろ町の 3 分の 1 にあたる 5 集落が湖底に沈むとあっては、地元民の驚きと嘆きは想像を絶する。ダム建設反対には全力を尽くして行動されたことであろう。反対運動は長年にわたり曲折があったが、昭和 34 年の秋、電発会社との間に妥協が成立している。電発初代総裁高碕達之助氏は、やがて湖底に沈む集落を思い深い愛惜に胸をいためながら散策し光輪寺境内の老桜が眼に留まった。ここからが桜物語の圧巻である。地元の説明を引用すれば、高碕氏は通産大臣も務めた人で、人格高潔の名をもって知られた人であった。電発総裁には珍しい自然愛好者で、特に植物に深い関心と愛情をもっ

ていて、東京の自宅には植物研究室を持っておられたという。その高碕氏がこの巨桜を見て、このまま水没させてしまうのは、いかにも耐え難いと強くおもわれた。

高碕氏は大学の専門家を訪ね、移植のことを相談してみたが誰一人賛成してくれる人がなく、かえってその無謀さを笑われたという。氏は困惑して数日の間考えこんでいたが、桜博士といわれた笹部新太郎翁のことを思い出し、神戸に同氏を訪ね、その念願を打明け移植に力を貸してほしいと熱心に頼みこんだ。笹部氏は、一生をかけて桜の研究に打ち込んできた人である。高碕氏の水没からあの桜のいのちをまもりたいという切々たる愛情と、水没住民へのせめてもの心の償いのもと、懇願するその申入れを、むげに拒むことはどうしてもできなかった。その人が私財を投げうって、この桜のいのちを助けたいというのである。笹部氏は、奇蹟ともみえるこの難事業に命をかける決意をし、老軀をひっさげて現地に赴いたのである。移植は 500 人の人夫を動員してはじまった。笹部氏の懇情に動かされた当時日本一の庭師丹羽政光氏が、選りぬきの植木職人 10 人をひきつれて、この大計画に参画した。

樹幹や枝を藁縄でていねいに巻き、100 m も張っている根を伐って、直径 5 m の根廻りは完全に巻かれた。40 t という巨大な桜を鉄橋にのせて、運搬のため、わざわざ新しく造った路を、コロを使ってブルで少しずつ引きずって、現在の中野展望台まで約 200 m を曳きあげたのである。

植林史上、かつてない大がかりな移植であった。翌くる年の 4 月、人びとの見守る中で、細枝にやわらかい芽が出た。そして、ポツッ、ポツッと花をつけた。まさに活着したのである。笹部氏の蘊蓄を傾けての努力が芽吹いたのである。年々少しの衰えもみせず、現在ではかつて両寺の境内にあったときのように、毎年美しい花が咲くようになった。…と云う桜で飛驒真宗発祥の気力をかんじる。

私は思うのである『学問は徳行にある』と。白川郷で頂くどぶろくは、この桜物語をして私の胸に感動を深めてくれる。



御母衣ダム湖畔の樹齢 500 年余の莊川桜

——すずき てつしげ
（株）施設技術研究所 副社長——

土木技術継承の課題

講師：政策研究大学院大学 教授／運輸政策研究所 所長

森地 茂

ご紹介いただきました、森地でございます。日本建設機械化協会創立 60 周年、大変おめでとうございます。

今から 5 年ぐらい前、私が土木学会の会長のときに「技術の伝承について」という特別委員会をつくりまして、官民学の方々にお集まりいただいて議論をしたことがあります。その中では大学教育の中で欧米と比べてどうも個別学問、応用力学だとか、水理学だとかということに重点が置かれてしまって、プロジェクトだとか技術そのもの、あるいはセットになった技術教育ができていないという批判がありました。これは日本だけではなくて、アメリカの人たちからも「日本の教育は少し違うのではないか」という議論がされておりました。

そういう時代から、ずいぶん努力がなされてきましたが、なおこの技術力の伝承の問題というのは、大変我々にとって大きな課題なのではないかと思います。

日本の技術開発、特に国交省の技術部会で「社会的技術をどうするか」というような議論を数年間やって、技術基本計画をつくりました。

我々はこの景気の中で、あるいは予算制度の様々な変化の中で大変だという議論があちこちで聞かれるわけですが、我々が自信を持ってやるべきこと、続けるべきことは続けなきゃいけないということを思っている次第です。

ではパワーポイントにより話を進めます [スライド 1]。

「継承すべき土木技術とは」。これは大河津分水路に久々に行って写真を撮ってきたものです [スライド 2]。「人類ノ爲メ國ノ爲メ」という青山士大先輩のここでの技術と、我々の技術、あるいは今の技術的な課題というのは、どう関連しているのか考えました。

継承すべき土木技術というのはたくさんあるかと思いますが、もともとは目指すべき国土・地域、あるいは人々の望む将来像の実現に我々の本志があったはずでありますし、これはずっと変わりがないわけです。

それを支える技術として [スライド 3]、将来像への構想力をはじめとして、現象理解、分析力、計画論、合意形成、個々

の建設技術、組織マネジメントの力とか、それぞれの分野について分解して、一体どの技術が継承に問題を起しているのか、こういうことを、素直に考えてみる必要があるんじゃないかと思っています。

現場対応力に問題があるという議論はたくさんあります [スライド 4]。

土木工学の基礎技術、我々の学生時代は構造力学、水理学、材料学、土質力学、計画学、こういう体系にちょうど移行したところでした。その前は、鉄道工学とか、道路工学とか、トンネル工学とか、こういう時代でした。

そのころアメリカを中心にして、土木工学だけでなく工学分野の教育体系ががらっと変わった時期であります。その前の、それぞれの現場に近いところの話から、それをもう少し抽象化した学問体系の方に教育がシフトした時期でした。

例えば、機械なんかは歯車の設計とか、金属工学、材料工学では、何と何を混ぜたら何ができるという経験的・実験的やり方から、非常にミクロな物性で、金属工学も、化学工学も、材料工学も同じような格好で研究するという状況に変わりました。

その後、例えば機械工学科は、今、マイクロエンジニアリングとか、ロボティクスとか、極めて現場に近いところが中心になっております。

それから考えたときに、我々大学にいる人間として土木工学科で学生たちを教育するそのベースとなるものは、昔通り構造力学とか、水理学とかなのか。あるいは、もう少し実際の応用分野に近いところの素養、組織力、マネジメント力を付けるような教育にもシフトしなきゃいけないのかという議論があります。

現実には、衛星情報を使って交通流はどう解析できるか、全く昔と違う分野の研究がたくさんありますし、情報学、環境科学、バイオ、あるいは人間学っていう言い方がいいかどうか分かりませんが、我々から見た人間の研究というのも、個別にはずいぶん進んできております。こういうところを、我々として一体どう考えるのか。こんなことも気になるところです。

それから、土木分野に志望者が不足している、大学の土木学科で学生が集まらないという議論がよくあります。実は東大の土木工学科の理Ⅰから来る学生は、電気よりも、あるいは建築よりも、都市工よりも、機械よりも、上位の学生が集まっております。従って、土木工学科に魅力がないのではなくて、その説明なり、内容なりにむしろ問題があるだろうと思っています。

また、土木学科で卒業生が建設会社に行かないとか、役所に行かないとか、こういう議論がでておりますが、それは学生の問題じゃなくて、教師の問題だと、説明力が文字通り足りない、あるいは、そういう熱意が十分伝わってない、こういう問題ではないかと思っている次第です。

我々、土木工学のマーケットが段々小さくなっているという議論があるんですが、そもそも、この国をどういう国にするのかという話から見たときに、土木工学あるいは土木技術というのはどこに視点を置くべきなのかということは、大変重要なポイントではないかと思っています。

ちょっと技術の話から離れますが〔スライド5〕、戦後の国土とか社会資本政策の主たる目的が需要追従としての都市化と住宅、あるいは通勤地獄と鉄道、モータリゼーションと道路、災害対策としての台風、豪雨、地震、火山への対応とか、経済効率性向上で、工業団地とか、水・エネルギー資源とか、高速交通体系とかです。

あるいは環境対応として、生活環境、自然環境、さらには地球環境という体系、さらには地域格差の是正ということに、戦後ずっと努力がなされてきたわけです。

有名なワトキンスレポートの写真〔スライド6〕ですが、こういう状況から今の時代になりました。それから、この下のグラフ〔スライド7〕は、縦軸が水災害のGDPに対する比率です。戦後間もなくは、大体GDPの6～10%ぐらいの財産が水害だけで失われていた時代がありました。

それから〔スライド8〕、GHQによる港湾の整備禁止の時代から、臨海工業地帯構想がなされ、極東北東端に世界の生産拠点が集まるという時代にいったわけです。

それを支えてきたものは何かと考えますと、結局、社会資本整備が地域構造を大きく変化させ得たものです〔スライド9〕。例えば、農業も漁業も市場が拡大する、あるいは工業立地が進む、観光振興、流通革命。社会資本整備をすると、民間の投資が、あるいは民間の消費が回って全体が豊かになっていくというルーチンです。

もう一つは、BOT、今でいう「PFI」ですが、日本で先輩たちが作り上げてきた有料道路制度はいわば官制のBOTです。公団をつくり、そこが借金をし、後で利用者が返して、それが社会資本として国に渡されるという、そういう仕組みでもありました。

それから、何より内部補助によって、例えば東名で稼いだ

お金で地方の高速道路もできる。あるいは、同じようなサービスを行き渡らせるという仕組みでありました。この数年間「駄目、駄目」って言われたものが、我々の国の成功のベースだったわけです。

日本型の地域発展モデルの成功は、世界の奇跡と言われ、高度経済成長と同時に地域格差、あるいは個人間格差が非常に小さい国をつくり上げました。

ところが、1985年のプラザ合意で為替レートのルールが変わって、生産機能の海外移転が一気に進みました〔スライド10〕。国内、地方部への投資が減少して、地域経済の公共投資依存体質というものに移行してまいりました。

その間、欧米、発展途上国の地域づくりのシナリオは模索の時代でした。私、どん底の時代にアメリカに住んでおりましたが、アメリカがレーガンの時代からクリントンの時代まで立ち上がるのに15年かかっております。イギリスはどん底時代からサッチャーの時代を経て、25年間かかりました。一番の問題は、欧米も発展途上国もリスクが伴う中でシナリオの選択をし、意見が分かれる中で一つのシナリオを追求することに成功したところだけが浮かび上がったということだと思います。

それに比べて、日本は少なくとも地域づくりのシナリオは非常に単純に見えた数十年を過ごしたために新たな地域発展モデルの議論があまり煮詰まらずに、不況になると公共投資をやることですべての問題が解決するという思いがずっと続いたことに一つの問題があったのかも分かりません。

国土計画については〔スライド11〕、①国の方向性を分野横断的に議論するという機能と、それから②土地利用とか社会資本の基本政策を決めるという、二つのミッションがありますが、新全総まではこの2番目を中心です。全国の拠点開発とか、ネットワーク整備とか、これに対するいろいろな議論、環境の問題が深刻化した三全総では、①が中心に戻りました。四全総で再びこの二つのバランスを取ろうという議論になり、それから五全総でまた①の抽象論に戻りました。

①が中心になりますと地方部からは「抽象的だ」という批判を受け、②を中心にする「公共投資の議論ばかりしている」といって、首都圏でいろいろなマスコミの方々から批判を受けるという中での議論でありました。

社会資本整備の論点をもう1回振り返りますと〔スライド12〕、結局、我々が社会資本の蓄積で積み残してきた課題は具体的には何であろうか、それは、質的向上、都市の風格ですとか、安全ですとか、安心ですとか、こういう問題なのか、あるいは情勢変化への対応、国際競争力等であるのか。それから、問題対応型投資、つまり、ミッシングリンクがどうした、未舗装がどうした、下水道普及率がという、こういう話からもう1回国家とか地域戦略型の投資と、問題解決型の投資と、それから安全な国民生活のための投資、こういうことのバラ

ンスを一体どうしていこうかという議論に、原点に戻る必要があるのかも分かりません。

この国は小学校も、消防署も、あるいは多くの市町村道の橋梁も耐震が十分でない既存不適格の施設が多くありますが、これに資金を全部つぎ込んだら戦略的な投資はできないわけです。あたかも、ずいぶんでき上がってきたから社会資本は縮小すればいいという議論ばかりなんですけど、実はそうではなくて、限られた資源の中でどうしていくかという、もともとの原点の議論があるはずなんです。

アセットマネジメントについては、1980年代にアメリカで落橋、あるいは下水道が機能しなくなったとかの時期に、アメリカで始まりました。それから約20年たって、日本でも中心的な議論、あるいは研究課題として、あるいは現場の議論としてなされるようになりましたが、アメリカでの議論と違って、この国は災害での破壊のリスク評価とか、あるいは現状復旧原則をどうするかとか、大量の既存不適格施設をどうするのかとか、アメリカとは違う課題がまだまだあります。こんなところも、一つの対象になろうかと思えます。

国土と地域の課題について [スライド 13]、国土形成計画の計画部会報告の冒頭には、この四つのことが重要であるということが書かれております。

まず、人口減少が衰退を意味しない国土とは何なのか。

それから、東アジアにおける各地域の個性と競争力をどうやって発現するのか。隣の県と比べてとか、東京と比べてではなくて、四国は東アジアの中でどんな特色を持ちうるのかという議論です。

それから、新たな「公」を機軸とする地域力の結集というのは、何だかんだ議論するんですが、結局役所は何をしてくれるのか、国は何をしてくれるのかという議論に収まっているくらいがあります。それを、何とか企業も、あるいは個人も、専門家も、総力を上げて地域力を結集するのにどうしたらいいのかというのが課題です。

それから、それぞれの自立広域圏です。九州とか、東北とか、中国とか、それぞれが多様な戦略を持つことが国土全体を状況対応力のあるものにするんだという四つのことが提起されております。

所得格差の問題が、やはり大変重要であります [スライド 14]、戦後から1975年までは、高度成長と所得格差縮小に成功した時代でした。この格差の原因は二つありました。

一つは、大都市は工業とかサービス業、地方は農業とか水産業、こういう構図では産業間の付加価値率の差が文字通り地域格差になりますので、それをどうやってミックスしていくのかということでもあります。

もう一つは、インフラとかサービス水準格差が非常に大きかったんで、これが機会格差になっていろいろな民間の投資が来ない、これを何とかしたい。この二つを同時に達成した

のが、この時期でありました。

その後、1975年から1980年代後半までオイルショックで若干苦しい時代もございましたが、直ぐ立ちなおって世界の優等生になった時期であります。好景気の時は民間の投資が中心になりますので、どうしても大都市に投資が集まり格差がやや開いた時代でした。そのときの原因は、金融とか情報などのサービス産業とか、中枢管理機能が大都市に集まったということです。特に、東京、札幌、福岡とか、地方中枢都市とその他の都市の格差が開いた時期でもあります。

それから、1990年代以降の格差は、高齢化の格差とか、人口減少の差とか、こういうものがベースにあるわけですが、結局、経済のグローバル化とか生産施設の海外移転があって、将来展望に関する地域格差の問題、つまり、なかなか夢が持ちにくいという、こういう格差が非常に大きな課題になりました。

「国土の均衡ある発展を、国土形成計画は放棄したんじゃないか」というご批判を、直接何人もの政治家の方からいただきました [スライド 15]。実はそれは誤解でありまして、「国土の均衡ある発展は重要なんだ」ということが文章の中には書かれております。ただし、かつてと違うのは、それぞれ地方部での公共投資を均等にやっていくことが格差を解消するのではなくて、それぞれ違うやり方をすることが必要なんだ。こういうことが書かれている。ここが差です。

大都心の成長とか、先進国と後発国の関係とか、こういうことについてはたくさん論文があります [スライド 16]。その中の一番ベースになっているのは、大都市あるいは中心的な、アジアの中の日本のような、先導的な地域が成長すると、その地域の消費や投資が地方部へ波及していき、より安い土地を求めて、より安い労働力を求めて、あるいはよりいい環境を求めて、投資が起こります。この、地方へ波及していく力をAとします。

日本ではストロー効果と呼んでいますが、逆のことがあります。熊本のデパートがつぶれて、その出資した人たちがむしろ福岡に投資した方が得だという行動です。また熊本の人が福岡に買い物に行きます。これをBとします。

AがBより大きいときは、地方部は自動的に成長して格差は解消していきます。フリーマーケットにしたらいいいという議論は、主としてこれが強く働くという前提に立った理論構築です。

それに対して、AがBより小さいときはどうするかというと、地方部の疲弊とか格差拡大が起こりますから追加的な地域政策が必要です。その追加的な地域政策というのは、公共投資であり、開発金融であり、税制優遇であり、補助制度であり、技術支援であり、自立支援型の、あるいは自立的活動を引き出すようなインセンティブ制度であります。

「補助金がよくない」という議論がこの国では盛んにされ

ますが、地方分権の話と補助金がよくないという話が、全く同義語で使われている不思議な国です。世界中で地方分権の議論はありますが補助金が駄目だという議論は全くなくて、補助金をもっとインセンティブ型に変えろという議論です。頑張るところにはもっと支援するのが、国のやり方であるという議論であります。日本は二つのことがごっちゃにされているために、全部同じようにばらまけ、目的なくばらまけという議論です。

それから、経済のグローバル化による地域格差という議論があまりされませんでした [スライド 17]。「地域格差の拡大は、小泉政権のせいだ」という議論が盛んにされておりました。しかし、ヨーロッパでも経済のグローバル化によって、生産施設が海外流出しました。例えば、アイルランド、ポーランド、スペインとか、それまでやや成長が遅れた地域に投資が向かいました。結果、何が起ころうかという、ドイツの中の地方にいついた投資が海外にいきますから、ドイツの中の地域格差は拡大します。日本で国内格差が拡大するのと同じです。

片や、受ける方、例えば、中国では満遍なく先進国からの投資がいくわけではありませんで、当然、発展途上国側でも格差は拡大します。

つまり、経済のグローバル化というのは国家間の所得格差は縮小するけれども、国家内の地域格差は拡大する、こういうのが一番ベースの原因ですから、これを一体、我々はどう解いていくのかというのが最大の課題です。

アジアの繁栄を地域内にいかに取り込むか、ここに最大の戦略ポイントがあるんだろうと思います。その取り込み方が、北海道の取り込み方と、沖縄の取り込み方では違うんだということではないかと思っています。それが、各地域のアジアの中での個性、あるいは国際競争力のための広域対応につながっているわけです。

特に、交通の分野では [スライド 18]、アジアが最大の戦場になっておりまして、海運ネットワーク、航空ネットワーク、あるいはロジスティックス、こういうところで、ものすごい勢いでこのエリアが変動しております。ついこの間まではヨーロッパ、アメリカが戦場だったわけです。

例えば、DHL と FedEx のヨーロッパにおける攻防戦で、FedEx が 1 回引き揚げてまた出て行ったり、ドイツの郵政が民営化されて、これが DHL を買ったり、あるいは、オランダの郵政が民営化されて、これが TNT、第 4 位の物流会社ですが、これを買収したりということが起こりました。

その中で日本の郵政が民営化されて、これと物流、あるいは高機能ロジスティックスがどう変わるかということが起こってきたわけですが、その世界中の企業の最大の戦場が、このアジアに起こりつつあります。

そういう中で、圏域構造を変えていこうということですが

[スライド 19]、これは二つあります。「二層の広域圏」という言い方をした時期もあります。

一つは、国際競争力のために県単位ではなくて、広域地方圏でいろんな議論をする部分が非常に大きいということです。

それからもう一つは、市町村単位ではどうしても人口減少で、生活サービスが維持できなくなる。例えば、病院はあるけれどもお医者さんがいないとか。あるいは、図書館はあるんだけど来る人がいないとか。こういうことであります。

この答えは、そういう中で人口減少しても生活サービス水準を維持、向上する方法はたった一つ、マーケットを大きくすることです。これも、データでいろいろな分析をしております。

しかしながら、言うが易しで、例えば市町村合併ができたところはまだいいのですが、残ったところは本当に大変なことです。

こういう状況から何とか脱却して、広域生活圏でやっているのだ、あるいは、県を越えた広域戦略はどれぐらいとれるのか、こういうことが最大のポイントになってきました。

こういうことがもし真実だとすれば、そのための社会資本整備というのは一体どういうことなのか、どういう順序で何をするのかという論点に、話が移ってくるはずであります。

さて、インフラ投資が民間投資を誘発した写真 [スライド 20, 21] をお見せします。これは新横浜の駅で、鶴見川の遊水池でずぶずぶのところがこんな町に変わってきました。今では、大きな都市機能が集積しております。

それから、もっと最近、これ [スライド 22, 23] は長野新幹線の軽井沢の次の佐久平駅周辺ですが、左側のようなきれいに農地整備されたところに、新幹線の駅ができ上がりました。そこにものすごい勢いでいろんな集積が進んで、すっかり違う町が出現しました。民間の新規立地や住宅がたくさん立地しました。しかし、当然のことながら、旧来の中心市街地は壊滅的な危機に瀕している状況ですが。

広域地方計画と社会資本整備重点計画が同時進行で出てきたわけですが [スライド 24]、社会資本整備重点計画の方は、暮らし、安全、環境、活力、15 の課題と社会資本の老朽化対応を政策としては打ち出しています。

今の課題は、全国計画は打ち出されたんだけど、そこには抽象論しか書いてありませんので、具体的にどういうプロジェクトを起こしていくのかという話をどこまで明解に書き、説得力を持って書ききれんかというのが、広域地方計画と社会資本整備重点計画の地方計画の今の最大の課題です。もう間もなく、まとまる段階です。

新たな地域発展モデルというのは、どういうものがあるのか、一番中心的な問題は、公共投資が民間投資と相まって地域をよくしていく、あるいは、民間消費と相まって地域をよ

くしていく、そのシナリオをどうやって描き切れるかということです [スライド 25]。

事例は多数ありまして、東京とか、札幌とか、仙台とか、福岡の都市再生のいろんなプロジェクトはこういう例です。

成田空港周辺には高機能ロジスティックスがものすごく、100 以上立地しております。

それから、北関東自動車道がもうでき上がるということが分かった途端に、日立那珂湊港、以前は広大な釣り堀と言われていた工業団地用地がすべて売り切れました。

あるいは、新名神とか東海環状道路の沿道の産業団地も、ほとんど土地が完売をする状況になっております。

それから、ニセコとか沖縄等のリゾートへ、海外からの投資がずいぶん来しました。このファンドは 9 月以来の動きで若干状況は変わっておりますけれども、それでもまだこういうところに海外から投資がある。この問題を、現地では「ウエルカム」の状態だと考えるか、あるいは「外国にみんな買われちゃって」と思うか、この差は、現地での受け止め方の差はあるんですが、少なくとも海外から見たときに投資の対象になるくらい魅力的な部分であるということだけは間違いのないわけです。

それから、農水産品の輸出もずいぶん進むようになりました。中国の人たちが安全でおいしい食べ物が嫌いなわけではないわけで、できることなら日本のそういうものを食べたいというのは当然のことです。

結局、新たな地域発展モデルの要点というのは、地域活性化に不足しているもの、基本的には、居住人口と、雇用と、交流機会、この三つが何とかしたいものです [スライド 26]。

では、かつての地域発展モデルで何が欠けてたのかと考えますと、一つは地域の個性の追求です。あるいは、直接投資、これは、海外あるいは域外からの投資ですが、これに対して、地域競争力と産業競争力との分離がうまくいかなかったことです。これは、日本ではつい最近まで外国の自動車メーカーが来ると日本の自動車メーカーが不利になるから、来ては困るんだ、あるいは、島に東京の資本のホテルが建つと、地場のホテルがつぶれるから嫌なんだと、つまり、地域の競争力と地元の産業競争力が一体のものだという、理解をしてきたわけです。

これは、ヨーロッパもアメリカもそうだったんですが、不況から脱出するときにこの流れががらっと変わりました。1980 年代ですが、どこの大統領もトヨタの幹部が来たら、「うちに工場を造ってくれ」という、行動に変わったわけです。この変わり方が、日本は特に地域ではなかなかできない。

それから、民間投資の誘発型の政策展開と公共投資が、どうもうまくマッチしない。公共投資は大体 20 年というオーダーでやっておりますが、民間の行動は 2～3 年で行動しま

すので、先ほどのように、完成間近になると投資が来るということがあります。

それから、地域力の結集の話とか、インセンティブ型の地域政策がなかなかうまく機能しない。各省庁とも、この数年間インセンティブ型の補助制度にずっとシフトしてきましたが、なかなかこれを地域で受けきれない。これは地域の財政事情もありますが、もう一つはそういうことに慣れていなくてなかなかアイデアが出せないという問題もありました。

投資の生産性に関する地域の課題というのは [スライド 27]、一つは今申しましたようにプロジェクトの実施期間の短縮ですとか、プロジェクト完成時期の明示とか、最適な投資時期とか、こういう公共投資の時間管理概念がありますし、地域政策と公共投資の整合性の問題、戦略型の社会資本のリスク対応制度があまりないという問題があります。

典型的な例は、工業団地の造成ですが、造って公募して、それで企業が来るのを待つというのが日本のかつてのやり方です。アメリカとかヨーロッパは、どっかの工場が来るとなるとそこにばたばたと投資をして道路を造るというようなことをやりますし、その雇用の支援策をやります。かつて日本でそれをやると「官民癒着だ」とか言われる風潮がありました。それが、1980 年代、アメリカやヨーロッパの地域政策と、地域競争力と、産業競争力の考え方の転換のときに、がらっと変わりました。そのことが、1990 年代の半ばから、日本でも「どことこの企業が来てくれれば、地域が補助金を出しますよ」というように変わったわけです。

結局、もし先行投資型でやっていくとすると、そのリスクを一体どういう格好で公が負うのかという議論がほとんど煮詰まらないままに、官と民の関係は切り分けなければいけないという思いが、この日本には広く行き渡っております。

抽象的な話で恐縮ですが、これらのことが新たな地域発展モデルの中心的な課題であろうかと思えます。

幾つかの事例でお話をしたいんですが [スライド 28]、例えば、新宿駅とか渋谷駅のプロジェクトですが、新宿は甲州街道の橋の架替えと、駅の改築ですし、渋谷は川もあれば、建物も、デパートもあれば、鉄道もあれば、道路もあればという複合のもんですが、両方とも既存不適格施設です。地震が来たら壊れるという施設ですが、長年手が打てなかったものがようやく動きだしました。複合施設の再開発とか、鉄道、道路を利用しながらの大規模工事とか、10 年以上の工事期間をどうやって短縮するかとか、工事ヤードがほとんどないところでやるのにどうしたらいいとか。技術的な対応なくして解けないような問題ばかりです。

新宿南口の再開発は、国道 20 号跨線橋の架替え拡幅が発端となった事業でして、この上では毎年 30 件から 80 件交通事故が起きていましたし、駅前広場がないので、6 車線道路

の2車線以上は積み卸し車両や駐車、タクシーで常に封鎖されるという状況でした。あの橋は関東大震災の直後に架かった、ピン構造の橋で、造り直すことで今、工事真っ盛りです[スライド29]。

渋谷は東急線と東京メトロの副都心線直通化で、東急の土地が空いたときに初めてあの山手線の変則のホームの駅が変えられるものです[スライド30]。

その上デパートが耐震補強ができてないのも何とかできる。あるいは、駅の下にある渋谷川を一体どうにかできる。大変大きな問題がたくさんある中で、ようやく近々都市計画をするということで、もう手続きに入りました。

大変驚いたことに、「これがそういうことになってます」って言った途端に周辺の今まで何十年も再開発を拒んできた地域、まとめられなかった地域の方々が、「再開発をするんだ」、「これよりも早く完成したい」ということで動きだしています。これは東京の特有かも知れませんが、公共の基盤施設が動きだした途端に民間が動き出す典型ではないかと思います。

次にちょっと違うかも知れませんが、例えば「通勤鉄道は、東京が世界一のネットワークだ」と皆信じています。これ[スライド31]は、メトロ9路線で毎日1回5分以上遅れるのが一体何回起きているかの図です。1日9路線で平均3回、多い時は15回起きている。皆さん、朝、正確に会合に間に合わないっていう経験をされてるのではないかと思います。

これ[スライド32]は田園都市線の例ですが、下の青がダイヤで、ピンクが実績です。つまり、ダイヤであらかじめ「ピークは遅れるよ」と組んであるんだけど、そこからさらに遅れてるという状況です。

面白いのは[スライド33]、このA、B、Cと書いてある、それぞれの列車ですが、Aの列車はほとんど赤の棒になっておりますが、これは停車時間が長くなって遅れているものです。いわゆる、団子現象と言われるものです。それから、ブルーの方は走行時間。前に電車が詰まってるから走れないという状況です。

実は、鉄道はご承知の通り閉塞区間で、ある区間に一列車しか入れないとなってるんですが、東急の場合、渋谷駅の閉塞区間が250mに対し列車の長さが200mです。人身事故等で1列車が遅れると後続列車がほとんどびっしり詰まるわけです[スライド34、35]。詰まったら、渋谷で1分半ほど乗降にかかるので、1分半で250m進めるわけで、この速度が長津田までずっと続くことが起こるわけです。

このため、こんな努力がされております。半蔵門線の渋谷駅では、ほとんど同じ時間で発着整理をしているわけです[スライド36]。つまり、プラットホームから電車が離れたら、次の電車が来るまでほとんど同じ時間、つまり乗り降りの時間は均一になされております。

これがどうやってやられてるのかというのは、こういうことです[スライド37]。各ドアに駅員がいて、昔のように押したり放したりはしないんですが、携帯を持ってうろうろしているお客さんを早くどけてみたりです。こういう努力で、渋谷が原因の団子運転は起こらないということです。こういう状態を、我々、土木技術者としてどう思うか、つまり、この状態でないと本当に解決できないのかと考えますと、実は解決する道はあります。

結局、都市鉄道は概成した日本の鉄道神話という議論か、日本の鉄道神話は崩れたと認識するか[スライド38]。相互直通運転とか、高頻度運行とか、高密度ネットワークとか、これは我々が誇ってきたものですが、実はこれらすべてが問題を引き起こす原因になっております。

メトロ線が遅れると、必ず東急線が遅れます。高密度ネットワークであるが故に起こります。みんなぎりぎりの状態でお客を運んでますから、お客が1割増えた途端に、その列車運行がばたばたと乱れるということが起こります。実感として感じておられることかと思えます。

実は、何でこんなことを話したかといいますと、運行管理技術の見直しがありますが、しかしながら、ソフトでできることは限りがありますから、駅の追い越し施設を造らなきゃいけない。それが、昔なら新しい路線を引いたんですが、お客がどんどん増える状況でない。しかも民営化された会社ばかりです。そこで、1線だけ線増して3線にする。4線にしない。これは、上野毛の駅で現実にそういうことが行われました。

あるいは、地下鉄の急行を運転するために、シールドを一部駅の区間だけでも穴開けてというような、こういうことができないか。こういう議論をした途端に、「いや、それはできない。しかしながら、信じ難い金がかかる」と言われます。トンネルの片側の土を取るとトンネルが動くから、だから凍結して固めて工事しなきゃいけないっていう話になるわけです。

別の掘り方っていうのは本当はないのか、生きた線路のそばで、そういうことが本当にできないのかと思えます。実は、ものすごく高いということですが、やった事例は幾つかあります。

それから、既存不適格インフラと災害復旧制度です[スライド39]。大震災に対する既存不適格インフラが大量にあります。災害復旧について、例えば都市内の局地的豪雨に対し、河川が決壊すると、河川の災害復旧対策として補助すると容量を上げる話はよく聞くのですが、下水道の容量があふれても、それを増やすという話はあまり聞かない。

災害復旧制度で現状復旧原則があるそうですが、自分の家がつぶれたら元通りに造る人が本当にいるのかと考えますと、我々の持ってる制度は本当に大丈夫なのか。

高千穂鉄道というのは、国鉄民営化後、三セクになった鉄道ですが、水害の復旧ができずに廃業したということは、こ

れから水害がある度に日本中の地方鉄道が廃業に追い込まれる事態があるということです。

災害復旧の負担補助制度は通常の災害復旧負担補助があり、激甚災害法があり、それから阪神のような特例法があります [スライド 40, 41]。また、水道とか学校とかの手当てが規定されておりますが。こうやって並べてみますと、実に先輩たちの苦勞の跡がうかがえます。

例えば、私立学校は激甚災害でしか支援はしてもらえない。公立の病院は普通の予算制度はあるんですが、特例で面倒をみてもらえる。しかし、民間の病院は駄目だという制度になっております。道路の民営化とか、鉄道の民営化のときに大規模災害がどれくらい議論されたかと考えますと、どうもこの国のインフラに対する保険制度とかセーフティーネット制度は、実はあまり整合的にはつくられていないという気がします。

我々の技術支援あるいは技術の継承が危ういと言い出したのは、もともとプロジェクトが少なくなったこと、つまり、公共投資が小さくなったことが契機でした。公共投資が小さくなくても、技術力を何とか維持するためにという方向がもちろんあります。土木学会で様々議論してレポートも出ております。

しかし、もう一つ大きな問題として、プロジェクトを発掘していない、発掘できないという問題があります [スライド 42]。

多くの方々から、「予算が削減されたから大変だ」と言われます。しかし、プロジェクトがないのに予算は増えないわけですから、いいプロジェクトをどうやって発掘するかということが、実は非常に大きな問題ではないかと思えます。予算削減とプロジェクトづくりの関係を、予算がないからプロジェクトができないではなくて、プロジェクトがあって予算が付いてくるという本来の姿に戻すべきで、その議論を進めていただきたいと思います。

「入札制度が変わったから、民間会社がプロジェクトづくりなんかやってもメリットがない」とか「お金の余裕がなくなったから、そんな余裕はなくなったんだ」と多くの方々と言われるのですが、実は、我々がプロジェクトをどういう格好で提示し、市民の合意を得るかということが大変重要なのではないかと。

そのプロジェクトづくりのベースに実は技術開発があるんじゃないかと思う次第であります。

社会基盤関係技術開発の特殊性ということで、国交省の定めた技術基本計画の中で「社会的技術」というような概念規定がされております。その一番の特色は、対象領域が非常に広く、地球規模の話から、人間社会の話から、関連要素技術の話まで、たくさんあります。

また、社会的受容性が大変重要ですから、合意形成できる

技術がなければうまくいきません。

実は、政府では、産官学の技術開発表彰という表彰制度を持っております。つい最近表彰されたばかりですが、残念ながら、国土交通省関係の技術開発のアウトプットは、ほかの省庁と比べると極めて見劣りします。

この日本建設機械化協会、昭和 24 年に設立されたといいましたが、その年は建設省ができた年ではないかと思えます。戦前に大先輩であります宮本武之輔が、技術屋がもっと役所の中で大きな役割を果たさなければいけないという運動を起こします。戦後それを引き継いだ兼岩傳一が「技術屋が役所をつくらないと、科学的な行政ができないではないか」と言って建設省をつくらうと行動し建設省がで上がりました。兼岩傳一の本に、「鉄道省は国鉄に、商工省は工業技術院に、通信省は電電公社に技術屋を追いやられた。建設省だけが技術屋の省をできた」と書いております。兼岩は後で共産党に行った人なのですが、「私は軍事的投資を反対はしない。民間の人たちにちゃんと説明をし、彼らが受け入れるという手続きを踏んでいないから反対しているんだ」と書いていて、いま言いました社会的受容性の話と同じだなと思うわけです。

そういう技術屋がつくったこの役所から出て来ている技術開発のアウトプットが、ほかの省庁に比べ見劣りするというのを、我々はどう認識するのか。その原因は、要素技術は人がやることで、それを組み合わせるのが我々の仕事だと、多くの大学の研究者も言うのですが、本当にそうしているのか。もっと要素技術を理解し開発して、それに社会的技術を組み合わせ、プロジェクトを立ち上げることに結びつけることができていないのではないかと思う次第です。

最後に [スライド 43]、地域の置かれた状況ですが、地域の国際化ということと、二つの高齢化、一つは人口の高齢化、一つはインフラの高齢化です。それに対し、土木技術への期待も社会ニーズと技術など、この最後に書いてあることまでいろんなことの期待がございます。

実は、国土交通省は産官学というときに、例えばほかに研究費を出している部分は極めて少ない。建設省時代はそういう制度がありませんでしたが現在は制度ができましたが、厚生省とか、経産省とか、農水省は、数百億円から一千億ぐらいのお金が研究開発費として役所外に出て行っておりますが、国土交通省は 2～3 億円ぐらいではなかったかと思えます。私はお金の多寡を必須とはしてませんが、そんなことも含めて我々が土木界に求められる新たな時代に対応するために、取り込むべき技術は何かと、我々の周りを見渡して、意識を変えるべきところは直し、異なる技術のアイデアも取り込むようなことができればとお願いをして、私の話を終わらせていただきます。

CMI 報告

建設工事における事故の実態

飯盛 洋

1. はじめに

建設工事の分野においては、これまで関係各方面で多大な努力がなされてきたにも拘わらず、建設業における死亡者数の全産業における死亡者数に対する比率は約 35% 強と、依然として高いレベルで推移している。また、第三者に被害を与えるいわゆる公衆災害もしばしば発生しており、ときに大きな社会問題となることがある。

当研究所においても、これらの災害防止を目的とする調査検討業務を継続的に実施しているが、今回これらの事故の最近の実態を調査する機会を得たので、本稿においてその一部を紹介する。

2. 調査方法

(1) 調査対象データベース

調査の対象とした事故データベースは「建設工事事故データベース」である。これは、国、地方自治体等が発注する公共工事で発生した一定規模以上の事故の事故報告データの集合体であり、これの登録・検索システムを SAS (Safety Analysis System) と呼ぶ。

SAS への登録対象となる事故には、労働災害、もらい事故、公衆（第三者）災害があり、登録するための事故報告書の様式は、一般事故、墜落事故、重機事故、交通事故の 4 種類に分けられている。

(2) 対象事故（検索条件）

今回の調査対象とした事故、すなわち SAS の検索条件は下記のとおりとした。

①工事発注機関：国直轄

②事故報告書様式：重機事故、交通事故

③災害分類：労働災害、公衆災害、もらい事故

④工事分類：「その他」を除くすべて

⑤事故発生日：H16 年 2 月 1 日～H21 年 1 月 31 日

今回の調査では労働災害だけでなく、公衆災害およびもらい事故も対象とし、また、重機事故に加えて交通事故も対象とした。

(3) 調査対象工種

上記検索条件で検索した 5 ヶ年間の全事故 419 件の内容を精査し、あらためて工種を分類した。これを多い順に並べ、上位 5 工種を選定した。その際、除草作業、清掃作業、巡回作業、除雪作業については役務的な性格が強く、建設業法第 2 条 1 項の建設工事とはみなされず、建設業の許可も必要としないことから、これらは除外して選定した。

これより、①舗装工、②土工、③トンネル工、④土留工、⑤基礎工の 5 工種を対象工種とした。

3. 調査結果

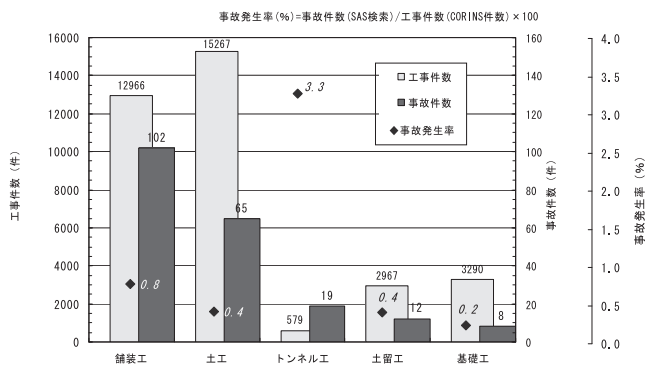
(1) 事故件数および事故発生率

前記 5 工種の事故件数について、事故の分類別の内訳および調査対象期間中に施工されたそれぞれの工種の工事件数（CORINS による）も含めた一覧表を表 1 に示す。図 1 はこれを図化したものである。なお、表中に示した事故発生率は、各工種の事故件数を同じ期間（平成 16 年 2 月 1 日～平成 21 年 1 月 31 日）に施工された同じ工種の工事件数で除したものである。

これによると、5 工種の 5 年間の全事故件数は 206 件で、その半数は舗装工で発生している。これは工事件数が最も多い土工における事故発生件数の 65 件を大きく上回っている。残りの 3 工種は 5 年間で 8～

表 1 対象事故の発生件数一覧

工 種			舗装工	土工	トンネル工	土留工	基礎工	計
事故発生件数（件）	労働災害	重機事故	25	34	10	9	7	85
		交通事故	8	4	1	0	0	13
		計	33	38	11	9	7	98
	公衆災害 （第三者災害）	重機事故	0	0	0	1	0	1
		交通事故	22	16	4	0	0	42
		計	22	16	4	1	0	43
	もらい事故	重機事故	0	0	0	0	0	0
		交通事故	47	11	4	2	1	65
		計	47	11	4	2	1	65
	計	重機事故	25	34	10	10	7	86
		交通事故	77	31	9	2	1	120
		計	102	65	19	12	8	206
工事件数（件）		12,966	15,267	579	2,967	3,290	35,069	
事故発生率（％）		0.8	0.4	3.3	0.4	0.2	0.6	



図—1 工事件数、事故件数および事故発生率（工種別）

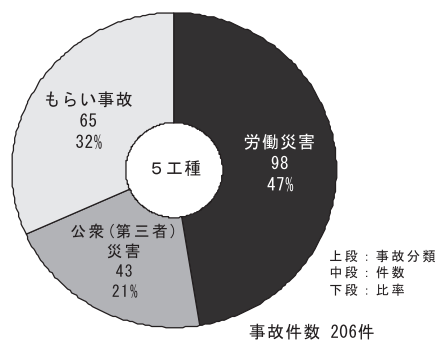
19件であった。

事故率はトンネル工が際立って高く、3%を超えている。舗装工も0.8%と比較的高いが、土工および土留工はともに0.4%、基礎工は0.2%であった。

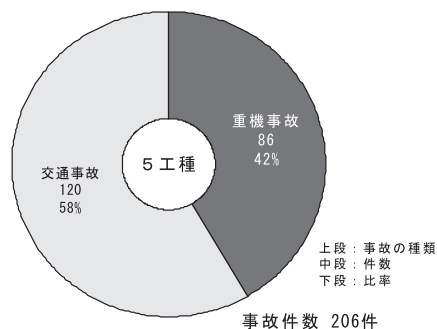
(2) 事故の分類

対象事故206件を、「労働災害」、「公衆（第三者）災害」、「もらい事故」の3区分に、また、「重機事故」、「交通事故」の2区分に分類すると図—2および図—3のようになる。

5工種全体で見ると、労働災害が50%弱、公衆災害が約20%、もらい事故が約30%という結果であった。また、重機事故と交通事故の比率は約2:3であった。前掲表—1からもわかるように、労働災害の大半は重機事故であるが、公衆災害ともらい事故はほとんど



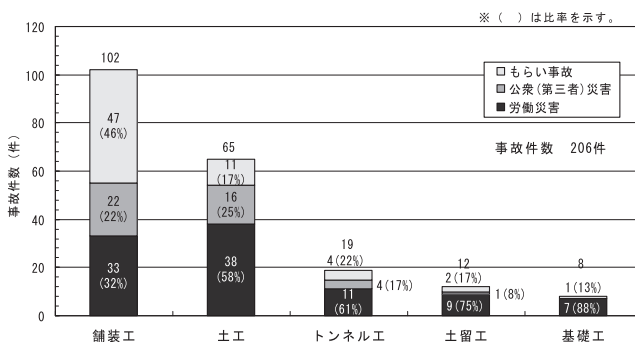
図—2 労働災害、公衆災害、もらい事故の比率（5工種）



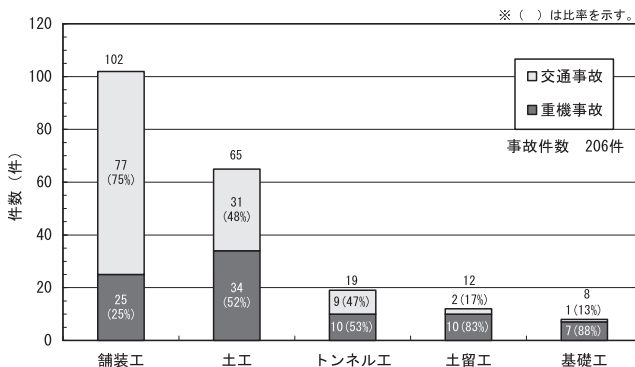
図—3 重機事故、交通事故の比率（5工種）

が交通事故である。

これらを工種別に表したものが図—4および図—5である。これによると、他工種では労働災害が60～90%程度で最も多いのに対し、舗装工だけはもらい事故が半数近くを占めている。また、重機事故と交通事故の比率についても、他工種では重機事故が50～90%程度になっているのに対し、舗装工では交通事故が3/4を占めており、舗装工のみ他の工種と傾向が異なっている。これは舗装工は公道上での工事が多く、一般車両の突入事故が多いためと考えられる。この点からも、工事現場とくに道路上の工事現場では交通事故対策も重要であることがわかる。



図—4 労働災害、公衆災害、もらい事故の比率（工種別）



図—5 重機事故、交通事故の比率（工種別）

(3) 事故に関係した機械

対象事故206件を、事故に関係した機械で分類すると図—6のようになる。これは5工種全体で見たものであるが、交通事故も含んでいるため、一般車（乗用車、トラック）が上位に来ている。一般車を別にして多い順に並べると、運搬機械、バックホウ、移動式クレーン、ローラという順になる。

また、交通事故は除き、重機事故に限定して機械別に事故の種類（死傷事故、負傷事故、物損事故の別）を示したものが図—7である。これより、重機事故に関係した機械はバックホウが圧倒的に多いことがわかる。以下、移動式クレーン、運搬機械、ローラと続

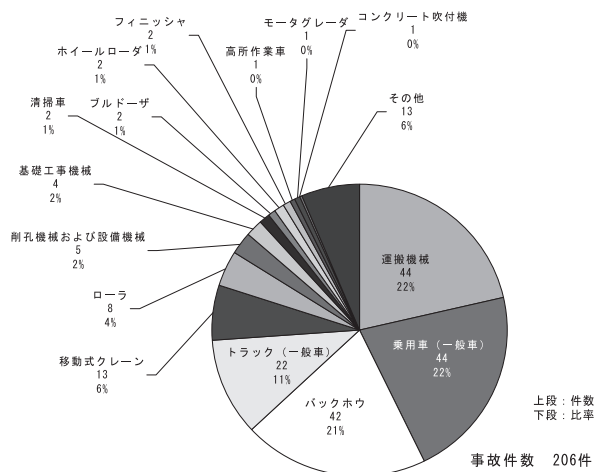


図-6 事故に関係した機械の比率 (5工種)

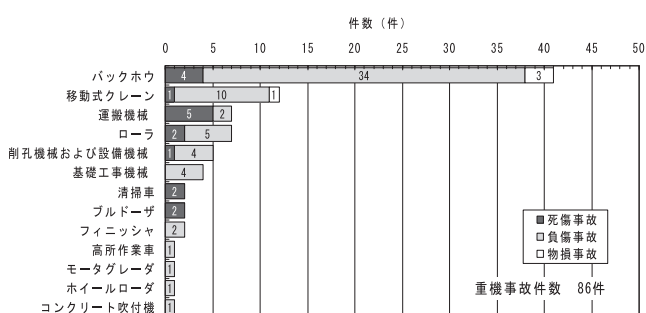


図-7 重機事故における関係した機械と事故の種類

く。死傷事故（死亡者が発生した人身事故）だけ見ると、運搬機械がバックホウより多くなっている。

次に、重機事故の大半に関係しているバックホウについて、その事故の形態を見てみると図-8のようになる。これによると、「接触」が約40%、「轢かれ」が24%、次いで「転倒・転落等」(20%)、「挟まれ」(15%)となっており、旋回体やバケット等の可動部が多いことと機械自身が走行することによる両面の事故形態が表れている。

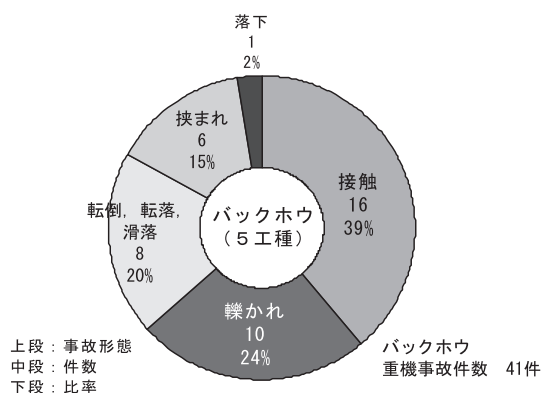


図-8 バックホウが関係した重機事故の形態

(4) 事故発生要因

事故報告書（請負業者用）には事故要因の記入欄があり、コード（選択式）を入力するようになっている。

206件の対象事故について、事故当事者により事故報告書に記載された事故発生要因を整理すると以下のようになる。

①人的要因

事故報告書では人的要因は、加害者、被害者および自らが原因となった場合の3つに分けられているが、ここでは紙面の都合上、加害者分のみを図-9に示した。

加害者側の人的要因としては、「油断、軽視した」という気の緩みが圧倒的に多い。これは被害者および自らが原因となった場合の人的要因でも第一位に挙げられている要因である。

次いで「相手の動作を確認しなかった」という共同作業上のミスもかなり多い。さらに、「作業標準を守らなかった」や「指示、命令を守らなかった」等の規律の無視がこれに続く。これらは後出の管理的要因とも関連してくるが、安全意識の向上を図る安全教育の徹底によってかなりのケースが予防できるのではないと思われる。

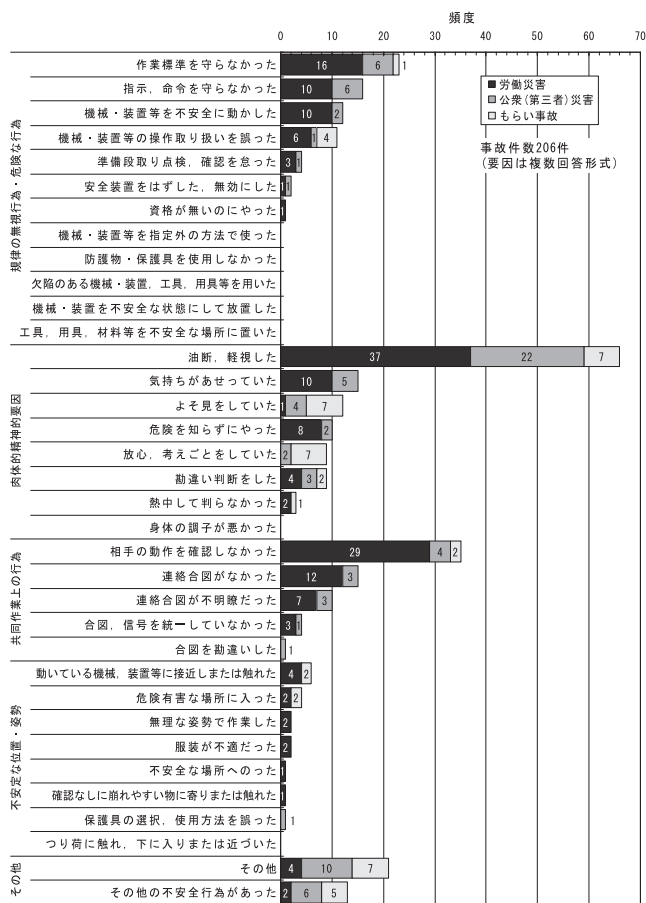
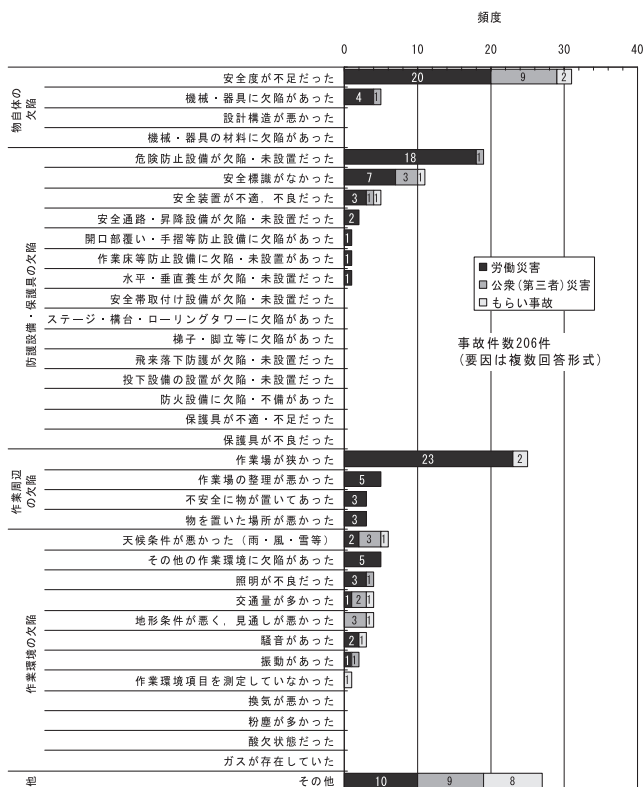


図-9 加害者の人的要因 (5工種)

②物的要因

物的要因とは、機械、器具、設備、周辺状況、作業環境等の不具合による要因であるが、事故報告書に記載された物的要因を整理したものが図-10である。



図—10 物的要因 (5工種)

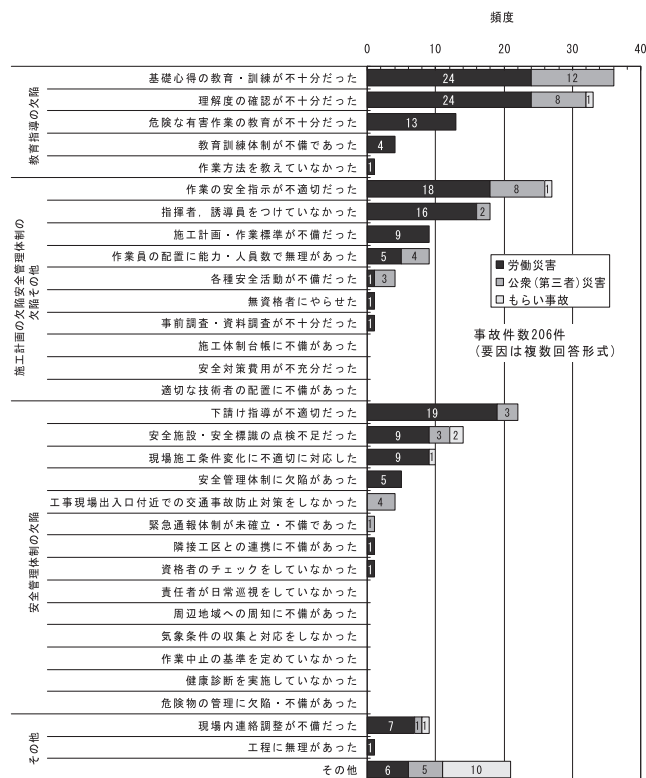
最も多く挙げられた要因は「安全度が不足していた」という物自体の欠陥で、機械等に改善の余地があることがうかがえる。また、対策は難しいかもしれないが、「作業場が狭かった」という要因が第2位に挙げられている。第3位には「危険防止設備が欠陥・未設置だった」という防護設備や保護具の不備が挙げられており、機械も含めたハード面の対策が重要であることがわかる。

③管理的要因

管理的要因は、教育指導、施工計画、安全管理体制等の欠陥によるものであるが、事故報告書に記載された管理的要因を整理すると図—11 のようになる。

これによると、教育指導の欠陥である「基礎心得の教育・訓練が不十分」や「理解度の確認が不十分」が多く、施工計画の欠陥による「作業の安全指示が不適切」、「指揮者、誘導員をつけていなかった」や安全管理体制の欠陥による「下請指導の不適切」がこれに次いで多かった。

この結果から、前記の人的要因のところでも触れたが、あらためて安全管理体制の確立、安全教育の徹底が重要であることがわかる。



図—11 管理的要因 (5工種)

4. おわりに

建設工事の安全は終わりのないテーマである。当研究所が関わることの多い建設機械の安全対策はハード面の対策であり、これについてはJISで個別機械の安全規格(C規格)が着々と整備され、今後、実効を上げていくことが期待される。

一方で、これと並行して安全管理体制の確立、安全教育の徹底等のソフト面の対策を推進することもきわめて重要である。これに関して国交省では、安全管理水準の高い(安全管理に熱心に取り組んでいる)事業者を積極的に評価し、企業の安全管理にインセンティブを与えることにより、建設工事における事故を減少させようとする取組みが行われつつある。

施工技術総合研究所としてもこれらのソフト面における安全対策にも積極的に取り組み、建設工事の事故防止に少しでも寄与できれば幸いである。

JCMIA

【筆者紹介】
飯盛 洋 (いいもり ひろし)
(社)日本建設機械化協会
施工技術総合研究所
研究第四部
次長

部 会 報 告

アスファルトフィニッシャの変遷 (その2)

機械部会 路盤・舗装機械技術委員会 舗装機械変遷分科会

第3章 国産機の誕生と変遷 (その1)

昭和30年代に入り、我が国経済の急速な発展の中、自動車の普及とともに道路整備の推進が強く求められていた。当時の舗装は、白か黒かが議論されており一部でコンクリートフィニッシャの開発も検討されたが、アスファルト舗装でも路盤改良技術の進展もあり、十分役割を果たせるとの意見が大勢を占めるようになった。その結果、次第にアスファルト舗装の比率がコンクリート舗装の比率を上回るようになりこれがアスファルトフィニッシャのニーズを高め、いよいよ国産メーカーが米国機をモデルにアスファルトフィニッシャの開発に乗り出すこととなった。

昭和31年(1956年)

東京工機(株)(昭和45年より(株)三井三池製作所に吸収されながら昭和60年まで存続)が、高野建設(株)(昭和43年より前田道路(株))が硫黄島より持ち帰ったバーバグリーン873をスケッチして国産初のアスファルトフィニッシャTK-6(写真3-1)を国内の技術で設計製作し実用化する。このとき、輸入機では左側にあった運転席を右側に設置した。クローラ式で施工幅員は、1.8~2.4mであった。

(アスファルトフィニッシャの表記は、製造会社名 型式 走行方式 施工幅員 締め固め装置 その他とし以下同じ)

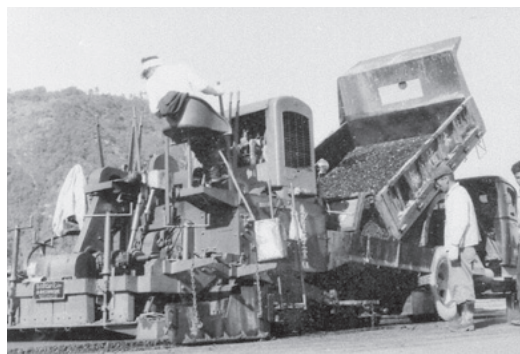


写真3-1 東京工機(株) TK-6

昭和32年(1957年)

この年の日本建設機械要覧には、東京工機(株) TK-6 6ft (1.83m)~8ft (2.44m), TK-10 10ft

(3.05m)~12ft (3.66m)のアスファルトフィニッシャが掲載された。

昭和33年(1958年)

住友機械工業(株)(平成13年より住友建機(株))は東亜道路工業(株)から注文を受け、米国ブローノックス社製PF65をモデルに、国産初のホイール式アスファルトフィニッシャHA32(写真3-2)ホイール式最大施工幅員3.2mを製作し納入した。これが後のHA35の開発へ繋がる。



写真3-2 住友機械工業(株) HA32

昭和34年(1959年)

住友機械工業(株)は、東亜道路工業(株)へ納入したHA32をベースにホイール式アスファルトフィニッシャHA35(写真3-3)を開発し販売を開始した。重量が6945kg、エンジンはいすゞC221を搭載してトラック用4速トランスミッションと高低速サブミッションの組み合わせにて施工、移動の切り換えを行った。左側運転席でクラッチペダルにコラムシフト式チェンジレバー、ブレーキは左右独立制動可能でピボットターンができる方式は農耕トラクタと同じ方式



写真3-3 住友機械工業(株) HA35

であった。コンベヤは二条式でこのクラスで当時としては画期的でありスクリュと連動しており機械式多板クラッチを運転席のレバーでON、OFF操作する構造であった。

昭和35年(1960年)

新三菱重工業(株)(2008年よりキャタピラージャパン(株))が、米国ブローノックス社製のホイール式アスファルトフィニッシャをモデルに試作したAF-1(写真3-4)を大阪建設機械展示会に出品し注目をあびた。AF-1は米国製品をモデルにしたため車検取得ができず公道の走行ができなかったが、累計11台が販売された。

東京工機(株)より、TK363(写真3-5)クローラ式3.6mが発表された。タンパとスクリードの段差設計に苦勞をした機械で製作当初は10台/年予定で設計したため足回りもすべて溶接構造だったが、需要が多く急きょ鋳物構造に変更し、10台/月ペース(昼夜兼行)で生産、年間100台を出荷した。



写真3-4 (株)新三菱重工業 AF-1

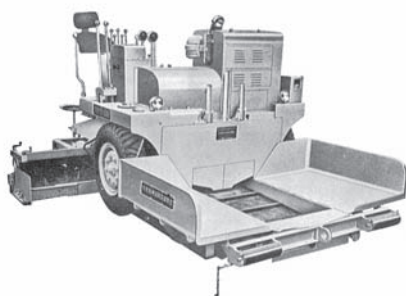


写真3-5 東京工機(株) TK363

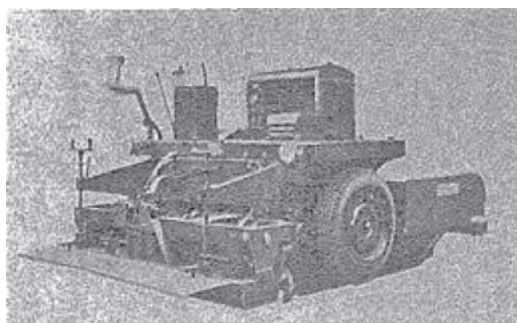


写真3-6 (株)新潟鐵工所 NF35

(株)新潟鐵工所は、バーバーグリーン873をモデルに製造したNF35(写真3-6)より、本格的な製造および販売を開始した。NF35は、最大施工幅員3.6mのけん引用のタイヤも装備しているクローラ式アスファルトフィニッシャであった。

昭和36年(1961年)

この年の日本建設機械要覧には、新三菱重工業(株)、住友機械工業(株)、(株)加藤製作所、(株)北川鉄工、(株)小松製作所、東京工機(株)、(株)新潟鐵工所、日平産業(株)、(株)三井三池製作所のアスファルトフィニッシャが掲載された。

昭和38年(1963年)

高速道路などの工事の大型化が進む中で、舗装幅拡大のニーズが強くなり、最大施工幅員が4.0mを超える国産大型アスファルトフィニッシャが、製造開始された。

(株)新潟鐵工所 NF40(写真3-7)クローラ式3.0～4.0mタンパ式がその代表機種であった。

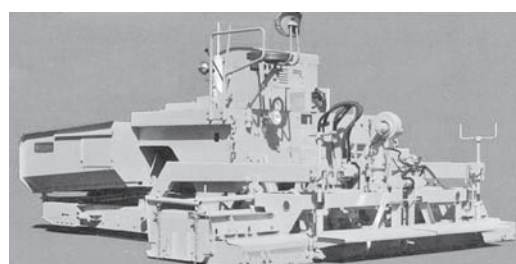


写真3-7 (株)新潟鐵工所 NF40

昭和39年(1964年)

本格的な国産アスファルトフィニッシャが開発されるのと並行し小規模工事に対応する安価な簡易型フィニッシャも開発された。

範多機械(株)より、AF-260(写真3-8)トラック牽引簡易型1.7～2.6mが発売された。AF-260は、自走装置を持たず合材搬入ダンプに牽引チェーンを固定し施工する構造で1.7～2.6mまでの舗装が可能であった。



写真3-8 範多機械(株) AF-260

この年の日本建設機械要覧には、新三菱重工業(株)、(株)酒井工作所(昭和42年より酒井重工業(株)) 205(写真3-9)作業時クローラ、移動時は牽引用タイヤ施工幅員2.0mタンパ式、範多機械(株)、東京工機(株)、(株)新潟鐵工所、日平産業(株)のアスファルトフィニッシャが掲載された。

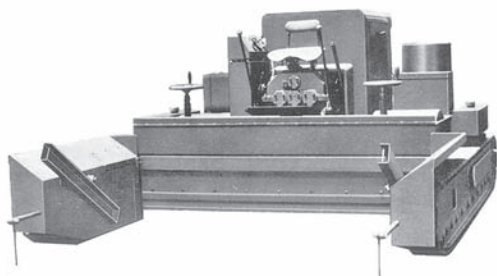


写真3-9 (株)酒井工作所 205

昭和40年(1965年)

この時期から、スクリーン自動制御装置を取り付けることが出来る機械が多数開発された。

三菱重工業(株)より、大型工事向けとしてMF-1(写真3-10)クローラ式 3.0～4.6m タンパ式が発売された。MF-1は、スクリーン自動制御装置を取付ける事ができる機械であり、累計190台が販売された。

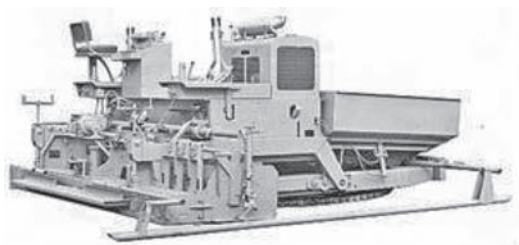


写真3-10 三菱重工業(株) MF-1

昭和41年(1966年)

(株)新潟鐵工所より、スクリーン自動制御装置が搭載できるNF50(写真3-11)クローラ式 3.0～5.0m タンパ式が発売された。NF50は、バーバーグリーンSA41をモデルに開発された国産初の施工幅員5.0m級の大型アスファルトフィニッシャであった。

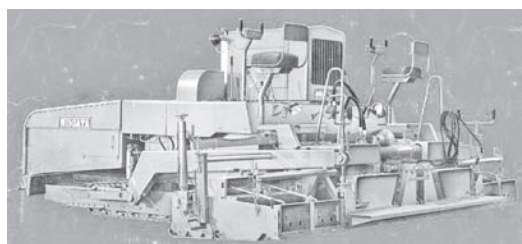


写真3-11 (株)新潟鐵工所 NF50

昭和42年(1967年)

東京工機(株)が、セダラピッドBSF-2をモデルに本体幅3.0mクラスで最大施工幅員5.0mのクローラ式大型アスファルトフィニッシャTK-502を製作した。

浦賀重工業(株)(当年住友機械工業(株)と合併後、住友重機械工業(株)となる)が、セダラピッドBSF-2をモデルにUAF400クローラ式 2.5～4.0mを開発した。

昭和43年(1968年)

三菱重工業(株)より、AF-4D(写真3-12)ホイール式2.4～3.6mタンパ式が発売された。AF-4Dは、油圧駆動式タンパ、二条式バーフィーダ、バーフィーダとスクリュコンベアの連動、ゲートの遠隔操作等を取り入れたアスファルトフィニッシャであり寒冷地仕様も同時に発売された。

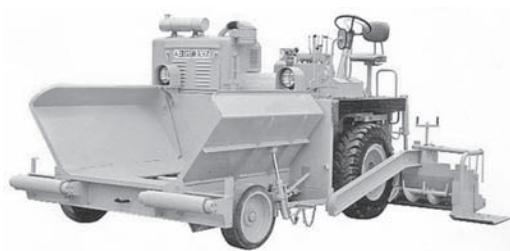


写真3-12 三菱重工業(株) AF-4D

昭和44年(1969年)

住友重機械工業(株)は、浦賀重工業(株)が昭和42年に開発したUAF400を住友機械工業(株)と浦賀重工業(株)との合併を機にSAF400と名前を変えて発売した。

さらにHA45C(写真3-13)クローラ式 2.4～4.5mが発売された。HA45Cは、SAF400の格上モデルとして電磁式バイブレータや直流モータによる電気式レベリング装置はSAF400の構造を踏襲した。



写真3-13 住友重機械工業(株) HA45C

昭和 45 年 (1970 年)

この時期に、舗装幅 3.6 m の基本モデルに加え、4.5 m、5.0 m クラスの機械が積極的に開発されて小型機と大型機が出揃うようになる。

範多機械(株)より、AF-200 (写真 3—14) ホイール式 1.55 ～ 2.4 m バイブレータ式が発表された。

AF-200 は、本格的ミニアスファルトフィニッシャーとして発表され、スクリーンは跳ね上げ式延長スクリーンと折畳み式ウイングプレートの併用により 1.55 m から最大 2.4 m まで施工することができた。

(株新潟鐵工所より、NFW405 (写真 3—15) ホイール式 2.49 ～ 4.5 m タンパ式、NFW360 (写真 3—16) ホイール式 2.49 ～ 3.6 m タンパ式が発表された。NFW405 は、昭和 43 年に開発された NFW40 の改良機であり NFW360 は、昭和 44 年に開発された NFW36 の改良機であった。



写真 3—14 範多機械(株) AF-200

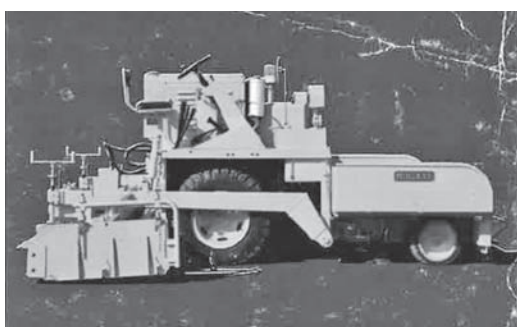


写真 3—15 (株新潟鐵工所 NFW405



写真 3—16 (株新潟鐵工所 NFW360

昭和 46 年 (1971 年)

三菱重工業(株)より、AF-5 (写真 3—17) ホイール式 2.4 ～ 3.6 m タンパ式が発売された。AF-5 は、前モデル AF-4 に種々の改造を施し開発されたアスファルトフィニッシャーで、これが後に MF36W と改称された。ホイール式で最大施工幅員 3.6 m のタンパ式スクリーンを装備したこのクラスは当時の国内における代表格のアスファルトフィニッシャーであり AF-4 シリーズから MF36W まで累計 1,333 台が販売された。

この年の日本建設機械要覧には、三菱重工業(株)、(株)酒井重工業、(株)堀田鐵工所 (平成 7 年より(株)三協メカニック)、東京工機(株)、(株)新潟鐵工所、富士自動車(株)のアスファルトフィニッシャーが掲載された。



写真 3—17 三菱重工業(株) AF-5

次号では、第 3 章 国産機の誕生と変遷 (その 2) を掲載いたします。

参考文献

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

写真提供

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

新工法紹介 機関誌編集委員会

11-92	締固め検知機能を付加した コンクリートの充填検知システム	東洋建設
-------	---------------------------------	------

▶ 概 要

良質なコンクリート構造物を施工するには、鉄筋など埋設物の周囲や型枠の隅々までコンクリートの充填状況を確認しながら、打込み・締固めを行うことが重要です。逆にコンクリートが打込まれた状況を目視確認できにくい場合は、未充填などの欠陥が生じる恐れがあります。

東洋建設(株)は、まず充填不良を確実になくすため、曙ブレーキ工業(株)との共同研究により「コンクリート充填検知システム」(商品名『ジュテンダー』)を開発し、2003年6月より曙ブレーキ工業(株)から総合建設会社や検査会社等への販売を行ってきました。このシステムは、振動デバイスに接触した物質(コンクリート、水、空気)を瞬時に識別できるため、コンクリートだけでなくグラウトの充填確認にも幅広く利用されています。

今回、東洋建設(株)が曙ブレーキ工業(株)と共同開発した「締固め検知機能を付加したコンクリートの充填検知システム」(写真1)は、充填確認と同時に、振動締固めが適切に行っているか否かを施工時に瞬時に判断できるシステムで、コンクリート構造物の品質保証に大きく貢献できるものです。なお本システムの信頼性については、東洋建設(株)技術研究所における種々の実大モデル試験体による評価をはじめ、過密配筋された箇所など実際のコンクリート工事への適用を通じて、本システムの利便性と有効性を確認しています。

▶ 特 長

本システムは、振動デバイスに接触した物質(コンクリート■、水■、空気■)を識別するとともに、同時にバイブレータ

の振動を検知して締固め度合を判定し、画面表示するものです。

①廉価な振動デバイスを利用し、識別の校正が不要

確認したい位置に、振動デバイスを予め設置します。事前の校正は必要ありません。

②振動レベルと振動時間による締固め度合いの判定

振動デバイスは、コンクリートを介してバイブレータの振動を検知します。所定の計測時間内に任意設定の振動レベルのしきい値を超えた場合、青玉●が画面に表示されます。最大3ランクまで表示させることが出来るので、これによって締固め度合いを判定できます(図1)。

③振動デバイス周囲の充填確認で品質保証へ

締固め度合いを判定することで、振動デバイスの設置箇所のみならず、その周囲へもコンクリートが充填されたと判断できるので、良質なコンクリート構造物の施工を保証できます。

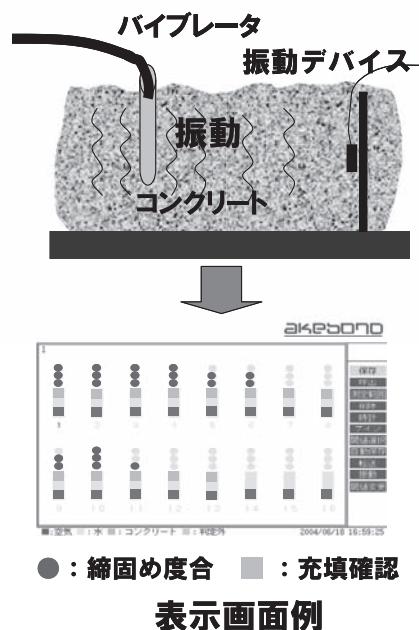


図1 システムの概要

▶ 用 途

コンクリート工事
施工プロセスの妥当性確認

▶ 実 績

ケーソン製作工事、水門工事、他

▶ 問 合 せ 先

東洋建設(株) 経営企画室企画部広報課

〒135-0064 東京都江東区青海二丁目43番地

Tel : 03-6361-5461



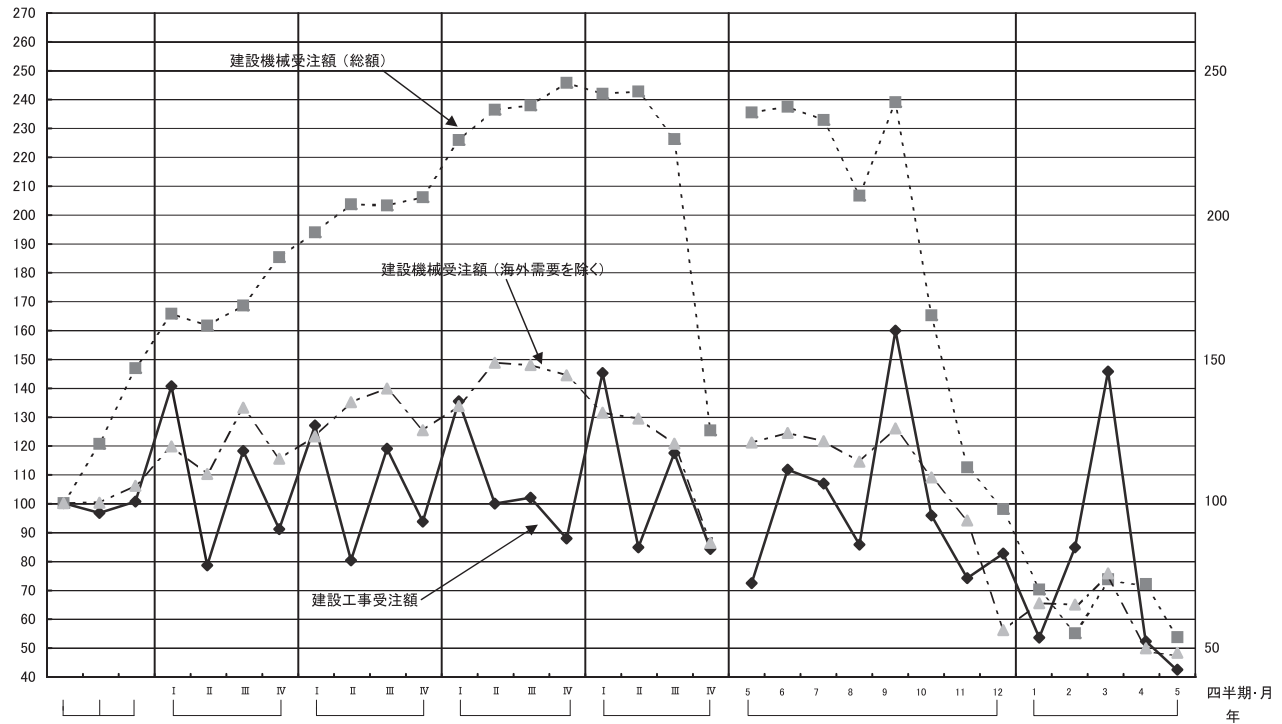
写真1 締固め機能付きジュテンダー

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査(大手50社) (指数基準 2002年平均=100)
 建設機械受注額：建設機械受注統計調査(建設機械企業数24前後) (指数基準 2002年平均=100)

受注額

受注額



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							
2002 年	129,862	80,979	11,010	69,970	36,773	5,468	6,641	86,797	43,064	146,863	145,881
2003 年	125,436	83,651	12,212	71,441	30,637	5,123	5,935	86,480	38,865	134,414	133,522
2004 年	130,611	92,008	17,150	74,858	27,469	5,223	5,911	93,306	37,305	133,279	131,313
2005 年	138,966	94,850	19,156	75,694	30,657	5,310	8,149	95,370	43,596	136,152	136,567
2006 年	136,214	98,886	22,041	76,845	20,711	5,852	10,765	98,795	37,419	134,845	142,913
2007 年	137,946	103,701	21,705	81,996	19,539	5,997	8,708	101,417	36,529	129,919	143,391
2008 年	140,056	98,847	22,950	75,897	25,285	5,741	10,184	98,836	41,220	129,919	142,289
2008 年 5 月	7,829	6,064	1,515	4,550	839	440	485	5,816	2,012	132,608	9,642
6 月	12,078	8,114	1,840	6,275	2,447	560	957	8,516	3,562	132,533	11,917
7 月	11,553	8,471	2,543	5,928	2,057	496	530	8,479	3,074	134,214	9,759
8 月	9,276	6,525	1,522	5,003	1,530	464	758	6,461	2,816	132,644	10,626
9 月	17,287	12,873	2,870	10,003	1,637	490	2,287	12,343	4,943	135,704	13,747
10 月	10,369	5,638	1,504	4,133	3,016	526	1,189	6,451	3,918	136,081	9,553
11 月	8,015	6,067	1,143	4,924	1,259	457	232	5,803	2,212	133,514	11,014
12 月	8,942	6,447	1,149	5,298	2,315	423	-243	6,224	2,718	128,683	13,628
2009 年 1 月	5,789	4,138	715	3,423	1,248	374	29	3,758	2,031	125,703	9,300
2 月	9,168	5,968	1,269	4,699	2,476	472	251	5,765	3,402	123,985	11,178
3 月	15,863	8,455	1,563	6,892	6,394	652	362	9,160	6,703	121,164	17,732
4 月	5,628	4,201	932	3,269	856	454	117	3,619	2,009	115,323	12,276
5 月	4,548	3,120	783	2,337	815	429	185	2,703	1,845	—	—

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	02 年	03 年	04 年	05 年	06 年	07 年	08 年	08 年 5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	09 年 1 月	2 月	3 月	4 月	5 月
総 額	8,667	10,444	12,712	14,749	17,465	20,478	18,099	1,699	1,713	1,680	1,491	1,725	1,192	812	708	506	397	528	515	386
海 外 需 要	4,301	6,071	8,084	9,530	11,756	14,209	12,996	1,259	1,261	1,237	1,075	1,267	796	470	504	268	161	258	333	210
海外需要を除く	4,365	4,373	4,628	5,219	5,709	6,268	5,103	440	452	442	416	458	396	342	204	238	236	270	182	176

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

2008 年 5 月以降は月ごとの値を図示した。

出典：国土交通省建設工事受注動態統計調査

内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

…行事一覧…

(2009年6月1日～30日)

■ 機 械 部 会

■ トンネル機械技術委員会・シールドマシン等安全技術調査分科会

月 日：6月8日(月)

出席者：高村勝之進分科会長ほか8名

議 題：①調査項目の選定について

②その他

■ コンクリート機械技術委員会

月 日：6月11日(木)

出席者：大村高慶委員長ほか5名

議 題：①コンクリート機械の変遷について ②その他

■ クリーンエネルギー建機燃費測定標準作成ワーキング

月 日：6月16日(火)

出席者：此村靖リーダーほか9名

議 題：①対象機種について ②測定方法について ③その他

■ 運営連絡会

月 日：6月16日(火)

出席者：青柳幸雄部会長ほか9名

議 題：①平成21年度活動計画について ②7月の技術連絡会について

③11月のシンポジウムについて

④機械部会の運営について ⑤低燃費型建機指定制度と次期排ガス規制対応

の状況について ⑥その他

■ 土工機械技術委員会

月 日：6月16日(火)

出席者：田中健三委員長ほか4名

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

②その他

■ 基礎工事用機械技術委員会・技術変遷調査分科会 A チーム

月 日：6月17日(水)

出席者：青柳隼夫委員長ほか5名

議 題：①工法概説シートの検討について ②その他

■ 基礎工事用機械技術委員会・技術変遷調査分科会 B チーム

月 日：6月17日(水)

出席者：村手徳夫分科会長ほか6名

議 題：①工法概説シートの検討について ②その他

■ 路盤・舗装機械技術委員会・舗装機械変遷分科会

月 日：6月17日(水)

出席者：戸川裕文分科会長ほか10名

議 題：①アスファルトフィニッシャの変遷について ②その他

■ ショベル技術委員会

月 日：6月18日(木)

出席者：此村靖委員長ほか8名

議 題：①JIS A8340-4 C規格の見直し ②その他

■ トンネル機械技術委員会 山岳品質・安全確保分科会

月 日：6月18日(木)

出席者：坂下誠分科会長ほか9名

議 題：①活動項目の選定検討について ②その他

■ 情報化機器技術委員会

月 日：6月19日(金)

出席者：加藤武雄委員長ほか5名

議 題：①ISO22448 盗難抑止情報交換 ②電気火災防止ガイドライン審議

③その他

■ 自走式建設リサイクル機械分科会

月 日：6月19日(金)

出席者：佐藤文夫委員長ほか2名

議 題：①木材破砕機 C 規格 JIS 原案の検討について ②その他

■ 原動機技術委員会

月 日：6月19日(金)

出席者：有福孝智委員長ほか21名

議 題：①次期排出ガス規制の対応について ②技術紹介 実機運転に即した

動力計制御・次期排出ガス測定設備要件の紹介

■ トラクタ技術委員会

月 日：6月22日(月)

出席者：斉藤秀全委員長ほか7名

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

③ホームページの改訂について

④その他

■ 油脂技術委員会 グリース分科会・規格普及促進分科会

月 日：6月29日(月)

出席者：杉山玄六委員長ほか7名

議 題：①GK, GKB に関する石油連盟打合せ報告 ②オンファイル運用マ

ニュアルの訂正について ③油脂規格普及促進協議会について

④その他

■ トンネル機械技術委員会 幹事会

月 日：6月30日(火)

出席者：篠原慶二委員長ほか6名

議 題：①分科会活動経過状況報告

②見学会開催について ③その他

■ 製 造 業 部 会

■ 作業燃費検討会

月 日：6月3日(水)

出席者：溝口孝遠幹事長ほか11名

議 題：①国土交通省提案に対する検討 ②指定制度の今後の進め方について

③ISO フランクフルト会議での燃費測定についての報告 ④その他

■ 作業燃費検討会

月 日：6月24日(水)

出席者：溝口孝遠幹事長ほか13名

議 題：①国土交通省提案に対する意見および統一見解について ②指定制度の今後の進め方について ③その他

■ 建 設 業 部 会

■ 建設業部会 三役会

月 日：6月29日(月)

出席者：坪田章部会長ほか4名

議 題：①夏季現場見学会(施工技術総合研究所)について ②第13回機電

技術者意見交換会について ③(仮)安全情報技術会議小委員会への派遣委員の選出について ④その他

■ レンタル業部会

■ レンタル業部会

月 日：6月4日(木)

出席者：外村圭弘部会長ほか7名

議 題：①「建設機械等レンタル標準契約と解説」の見直しについて ②各社の

取組み事項、部会員共通の問題、課題について ③その他

■ 建設施工研修会

■ 建設施工研修会

月 日：6月5日(金)

出席者：概ね80名

題 材：①URUP 工法 ②スラリー連続脱水システム ③岩盤切削工法

④環境の再生から創造へ ⑤長尺鋼管先受け工 AGF-WJ 工法 ⑥立川駅

ソード工法 ⑦バックホウ型スーパーグラブバケット浚渫工法 ⑧大規模工

事現場で活躍するキャタピラー製品

■ CP 車総合改善委員会

■ 第一分科会

月 日：6月19日(金)

出席者：宇治公隆分科会長ほか8名

議 題：①新規委員紹介 ②コンクリートポンプ車プームの設計基準について ③構造部品交換基準について ④分科会報告書のまとめ方について ⑤その他

■ 各種委員会等

■新工法調査分科会

月 日：6月2日（火）
出席者：安川良博分科会員ほか3名
議 題：新工法情報の検討・選定

■機関誌編集委員会

月 日：6月3日（水）
出席者：岡崎治義委員長ほか21名
議 題：①平成21年9月号（第715号）の計画の審議・検討 ②平成21年10月号（第716号）の素案の審議・検討 ③平成21年11月号（第717号）の編集方針の審議・検討 ④平成21年6～8月号（第712～714号）の進捗状況の報告・確認 ⑤平成22年 特集テーマの検討

■新機種調査分科会

月 日：6月25日（木）
出席者：渡部務分科会長ほか6名
議 題：①新機種情報の検討・選定 ②技術交流・討議—VTR（クロマグロの養殖）

…支部行事一覧…

■ 北海道支部

■部会長懇談会

月 日：6月1日（月）
場 所：北海道支部会議室
出席者：野坂企画部会長、杉岡広報部会長、吉田調査部会長、服部技術部会長
議 題：第57回支部通常総会について

■第57回支部通常総会

月 日：6月4日（木）
場 所：札幌市、センチュリーロイヤルホテル
出席者：小林支部長ほか88名
内 容：①平成20年度事業報告および決算報告承認の件 ②平成21年度事業計画および予算に関する件 ③役員の一部改選に関する件 ④本部および施工技術総合研究所の事業概要報告 ⑤建設機械優良運転員・整備員の表彰

■第2回運営委員会

月 日：6月4日（木）
場 所：札幌市、センチュリーロイヤル

ホテル

出席者：三浦副支部長ほか17名
内 容：支部長、副支部長の選任について

■支部講演会

月 日：6月4日（木）
出席者：熊谷支部長ほか88名
演 題：「最新ディーゼルエンジンへの期待」
講 師：北海道大学大学院工学研究科教授 小川英之氏

■第2回技術部会技術委員会

月 日：6月9日（火）
出席者：山田技術部会副部長ほか6名
内 容：①平成21年度除雪機械技術講習会について ②その他

■第1回施工技術・整備検定委員会

月 日：6月16日（火）
出席者：林総括試験監督者ほか25名
内 容：建設機械施工技術検定学科試験の実施要領と監督要領の打合せ

■建設機械施工技術検定学科試験

月 日：6月21日（日）
場 所：北広島市、道都大学
受験者：1級322名、2級403名（延521名）

■第2回施工技術・整備検定委員会

月 日：6月26日（金）
出席者：宮崎委員ほか11名
内 容：①建設機械整備技能検定実技試験の協力体制に関する協議 ②建設機械整備技能検定の講習会に関する協議

■ 東北支部

■EE東北'09

日 時：6月3日（水）～4日（木）
場 所：仙台市 夢メッセみやぎ
新技術展示会支部会員出展社（12社）：
（株）興和、コマツ宮城（株）、スバル興業（株）、全国エボ工法協会東北支部、（株）拓和、西尾レントオール（株）、東日本コベルコ建機（株）、日立建機（株）東日本事業部、万六建設（株）、置賜建設（株）、東北建設機械販売（株）

■支部第57回通常総会

日 時：6月5日（金）
場 所：仙台ホテル
出席者：鈴木支部長ほか92名
議 題：①平成20年度事業報告について ②平成20年度事業決算について ③平成21年度事業計画（案）について ④平成21年度事業予算（案）について ⑤人事異動に伴う役員交代について

本部および施工総合研究所事業報告：本部および施工総合研究所より平成20年度事業報告および平成21年度事業

計画の報告があった。

本部感謝状贈呈および支部長表彰：本部会長感謝状が6社に贈呈された。
支部長の災害時の応援協定に基づく出勤に対する感謝状が2社に、建設機械化功労者の表彰が1名に、優良建設機械運転員の表彰が4名に、優良建設機械整備員の表彰が2名に、優秀建設施工技術の表彰が4テーマ5社に贈呈された。

支部特別講演会：演題「情報化施工の現状と将来展望」と題して立命館大学理工学部建築都市デザイン学科の建山和由教授が講演を行った。

■建設機械施工技術検定打合せ

日 時：6月9日（火）
場 所：ハーネル仙台
出席者：齋野事務局長ほか19名
議 題：試験実施要領、注意事項について

■施工部会

日 時：6月12日（金）
場 所：東北支部会議室
出席者：山田部会長ほか13名
議 題：①平成21年度除雪講習会について ②役割分担とスケジュールについて

■広報部会

日 時：6月16日（火）
場 所：東北支部会議室
出席者：阿部部会長ほか11名
議 題：①平成20年度事業報告について ②平成21年度事業計画について

■建設機械施工技術検定試験

日 時：6月21日（日）
場 所：仙台保健福祉専門学校
学科試験：受験者1級237名、2級517名

■ 北陸支部

■北陸舗装会議

月 日：6月2日（火）
場 所：ANAクラウンプラザホテル新潟
出席者：和田惇支部長ほか1名

■企画部会幹事会

月 日：6月4日（木）
場 所：新潟東映ホテル
出席者：穂苅正昭企画部会長ほか10名
議 題：北陸支部総会の運営役割分担について

■第47回北陸支部通常総会

月 日：6月9日（火）
場 所：新潟東映ホテル
出席者：和田惇支部長ほか105名

議 題：①平成 20 年度事業報告および
同決算報告承認の件 ②平成 21 年度
役員選任に関する件 ③平成 21 年度
事業計画および同収支予算に関する件
④本部および建設機械化研究所の事業
概要報告 ⑤第 32 回優良建設機械運
転員および整備員の表彰
特別講演：新潟県の「近代化」と国際社会
講 師：新潟県立歴史博物館 学芸課
主任研究員 田邊幹氏

■建設機械整備技術委員会

月 日：6 月 10 日（水）
場 所：新潟県建設会館
出席者：渡部敏男委員長ほか 15 名
議 題：除雪機械標準作業工数表の改定
について

■建設機械施工技術検定委員会

月 日：6 月 16 日（火）
場 所：新潟県建設会館
出席者：穂苅正昭企画部長ほか 14 名
議 題：建設機械施工技術検定学科試験
の運営について

■建設機械施工技術検定学科試験

月 日：6 月 21 日（日）
場 所：新潟大学工学部
受験者：1 級 165 名、2 級 282 名

■ 中 部 支 部

■第 52 回 支部通常総会実施

月 日：6 月 5 日（金）
場 所：中日パレス
出席者：小川敏治支部長ほか 104 名
議 題：①平成 20 年度事業報告および
決算報告承認の件 ②平成 21 年度補
欠運営委員選任および運営委員会の報
告 ③平成 21 年度事業計画および収
支予算（案）承認の件

■建設機械優良技術員の表彰式

月 日：6 月 5 日（金）
場 所：中日パレス
受表彰者：運転部門 6 名、整備部門 5 名、
管理部門 1 名。受表彰者に対し小川敏治
支部長より表彰状および記念品が贈ら
れた

■建設機械施工技術検定試験監督者打合せ

月 日：6 月 11 日（木）
出席者：五嶋政美事務局長ほか 12 名
内 容：検定試験（学科）実施要領・監
督要領について説明および打合せを
行った

■建設機械施工技術検定試験（学科）実施

月 日：6 月 21 日（日）
会 場：名城大学 4 号館 4 階
受験者：1 級 352 名、2 級 545 名

■ 関 西 支 部

■編集委員会

月 日：6 月 1 日（月）
場 所：支部会議室
出席者：安田佳央広報部長ほか 5 名
内 容：JCMA 関西 第 95 号の編集につ
いて

■第 60 回支部通常総会

月 日：6 月 3 日（水）
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 104 名
議 題：①平成 20 年度事業報告および
決算報告の件 ②平成 21 年度事業計
画および予算の件 ③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 3 名）

■支部創立 60 周年記念式典

月 日：6 月 3 日（水）
場 所：大阪キャッスルホテル 7 階お
よび 6 階会議室
内 容：①表彰式 ・会長表彰 3 名
・感謝状贈呈 71 社 ・支部長表彰 11
名 ②記念講演 高野浩二名誉支部長
「新しい出発」 ③懇親会

■平成 21 年度 1・2 級建設機械施工技術 検定試験（学科）試験監督者打合せ

月 日：6 月 10 日（水）
場 所：支部会議室
出席者：松本克英事務局長ほか 37 名
内 容：①試験当日の対応について
②試験実施関係職員の業務内容につ
いて ③不正防止対策の徹底・強化につ
いて ④その他留意事項

■「建設技術展 2009 近畿」主催・共催者 会議

月 日：6 月 11 日（木）
場 所：OMM ビル 2 階会議室
出席者：松本克英事務局長
議 題：①「建設技術展 2009 近畿」開
催概要について ②出展企業の募集に
ついて

■意見交換会・課題検討会 ポンプ設備部 会

月 日：6 月 19 日（金）
場 所：支部会議室
出席者：松本克英事務局長ほか 6 名
内 容：①平成 20 年度意見交換会の総
括 ②平成 21 年度の取り組みにつ
いて ③トラブル発生実態調査の提出・
取りまとめについて

■平成 21 年度 1・2 級建設機械施工技術 検定試験（学科）

月 日：6 月 21 日（日）

場 所：関西大学 天六キャンパス
受験者：1 級 387 名、2 級 541 名（1 種
63 名、2 種 477 名、3 種 7 名、4 種 35 名、
5 種 24 名、6 種 9 名）

■建設用電気設備特別専門委員会（第 355 回）

月 日：6 月 22 日（月）
場 所：中央電気倶楽部 316 号会議室
議 題：①「建設工事用電気設備の接地
工事」の規格化検討 ②「JEM-TR121
建設用負荷設備機器点検保守のチェッ
クリスト」の見直し検討 ③経済講演
会について

■意見交換会・課題検討会 水門部会

月 日：6 月 24 日（水）
場 所：支部会議室
出席者：松本克英事務局長ほか 11 名
内 容：①平成 20 年度意見交換会の内
容確認 ②設備メンテ事業の問題点
③デザインビルド方式について ④平
成 21 年度のテーマについて

■「機器、材料等の価格調査の現状」講習 会

月 日：6 月 26 日（金）
場 所：支部会議室
出席者：松本克英事務局長ほか 27 名
講 師：財建建物価調査会 大阪事務所
足利建築調査課課長
内 容：①価格調査とは ②調査方法
③最近の動向

■ 中 国 支 部

■第 58 回支部通常総会

月 日：6 月 9 日（火）
場 所：ホテルセンチュリー 21 広島
出席者：中村秀治支部長ほか 92 名
議 題：①平成 20 年度事業報告書およ
び同決算報告承認の件 ②平成 21 年
度事業計画および同収支予算に関する
件 ③平成 21 年度補欠役員選任など
に関する件 ④日本建設機械化協会創
立 60 周年感謝状贈呈 ⑤施工企画行
政の最近の話題～情報化施工の取組み
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山口 崇氏

■平成 21 年度建設の機械化施工優良技術 者表彰

月 日：6 月 9 日（火）
場 所：ホテルセンチュリー 21 広島
受賞者：運転・整備部門 4 名、管理部門
6 名、技術開発部門 3 名、計 13 名

■記念講演会

月 日：6 月 9 日（火）
場 所：ホテルセンチュリー 21 広島
演 題：「既設構造物の維持管理の重要

性とその対策について」

講 師：東電設計(株)顧問 中村秀治氏

■平成 21 年度建設機械施工技術検定試験

月 日：6 月 21 日（日）

場 所：広島工業大学

受験者：1 級 146 名、2 級 273 名

■第 2 回部会長会議

月 日：6 月 22 日（月）

場 所：協会事務所

出席者：高倉寅喜企画部会長ほか 11 名

議 題：①平成 21 年度事業の実施体制について ②平成 21 年度行事予定について ③整備局との意見交換会について ④情報化施工（試行工事）への支援について ⑤建設機械等災害対処・復旧支援について

■ 四 国 支 部

■防災協定に係る情報伝達訓練実施要領打合せ

月 日：6 月 4 日（木）

場 所：高松シンボルタワーオフィスサポートセンター（17 階）

出席者：四国地方整備局：山本博久防災課長ほか 2 名、当協会四国支部：小松修夫常任運営委員ほか 14 名

議 題：①四国地方整備局の防災体制について ②四国支部における災害応急対策業務の実施体制について ③情報伝達訓練の実施要領について ④その他

■第 35 回通常総会の開催

月 日：6 月 9 日（火）

場 所：ホテル マリンパレスさぬき

出席者：望月秋利支部長ほか 104 名

議 事：次の議案について審議決定した
・第 1 号議案 平成 20 年度事業報告承認の件
・第 2 号議案 平成 20 年度決算報告承認の件
・第 3 号議案 平成 21 年度事業計画に関する件

・第 4 号議案 平成 21 年度収支予算に関する件

本部等の事業概要報告：本部および施工技術総合研究所の平成 20 年度事業報告および平成 21 年度の事業計画について概要報告があった

表彰式：会長賞および永年会員・永年役員への表彰状等伝達式と平成 21 年度優良建設機械運転員 7 名および整備員 4 名の表彰式を実施した

特別講演：総会終了後特別講演を実施した

演題：四国地方整備局の最近の話

講師：四国地方整備局 企画部 企画調査官 高松諭氏

■建設機械施工技術検定学科試験実施要領打合せ

月 日：6 月 12 日（金）

場 所：四国支部事務局

出席者：尾崎宏一総括試験監督者ほか 5 名

内 容：学科試験の実施要領について

■排水ポンプ車操作訓練に参加

月 日：6 月 19 日（金）

場 所：高松市東植田町（公測池）

参加者：四国支部排水ポンプ車班 4 名

使用機械：排水ポンプ車 2 台（150 m³/min および 30 m³/min）

内 容：排水ポンプの設置および操作訓練

■建設機械施工技術検定学科試験の実施

月 日：6 月 21 日（日）

場 所：高松市立玉藻中学校

受験者：1 級 188 名、2 級 312 名

■防災協定に係る情報伝達訓練の実施

月 日：6 月 25 日（木）

参加者：望月秋利支部長ほか 19 名

内 容：下記 3 件に関する情報伝達訓練
①排水ポンプ設備に関する出動要請
②ゲート設備に関する出動要請 ③建設機械所在情報提供要請

■説明会の開催

月 日：6 月 29 日（月）

場 所：香川県土木建設会館

参加者：172 名

内 容：四国地方整備局の平成 21 年度主要事業概要と新たな入札契約方式等
①四国地方整備局の平成 21 年度主要事業概要 ②工事の入札契約方式の実施方針と解説 ③業務の入札契約方式の実施方針と解説 ④工事成績評定要領の改正等について

■ 九 州 支 部

■総会

日 時：6 月 3 日（水）

出席者：古川恒雄支部長ほか 65 名

議 題：①平成 20 年度事業報告および決算報告 ②平成 21 年度事業計画および収支予算書 ③平成 21 年度役員の選任

■企画委員会

日 時：6 月 9 日（火）

出席者：相川亮委員長ほか 6 名

議 題：①損料・橋梁架設工事積算説明会について ②建設機械施工技術検定試験について ③情報化施工講習会について ④その他

■建設機械施工技術検定試験

日 時：6 月 21 日（日）

場 所：福岡市九州産業大学

受験者：1,100 名

■総合評価落札方式等説明会

日 時：6 月 25 日（木）

出席者：25 名

議 題：総合評価方式および機械設備管理について

■「橋梁架設工事の施工技術と積算および建設機械等損料」講習会

日 時：6 月 26 日（金）

参加者：44 名

内 容：鋼橋架設の施工技術と積算、PC 橋架設の施工技術と積算、建設機械等損料の積算

編集後記

建設業における労働災害の発生状況は、ここ30年減少傾向にあります。近年は景気後退の影響で、建設施工件数そのものが減っているため、楽観視はできません。建設業での死亡者数の割合は、全産業中依然30%以上の高い水準となっており、中でも「墜落」、「建設機械」に関する災害件数は常に上位を占めています。最近もクレーン車による事故の報道を時々耳にします。一度災害が起きてしまうと、その影響は回りしれないため、安全に関しては、ハード・ソフト両面の環境を整えると共に、工期、人件費を含む安全への対価を評価する土壌を整備し続ける事が重要だと痛感しています。

さて8月号の建設施工の安全対策特集、読者の皆さん参考にして頂けたでしょうか？

巻頭言は「失敗学」、「危険学」で皆さんに御馴染みの畑村洋太郎先生にお願いしました。畑村先生は、かつて重工メーカで建設機械の設計・製作にも携わられた経歴をお持ちで業界にも大変造詣が深いお方です。

行政情報としては、建設業における災害件数の約半数を占める「墜落」災害の防止を目的とし、平成21年6月1日から施行されている労働安全衛生規則の改正省令について説明して頂きました。足場からの墜落による死亡災害件数は、平成19年に残念ながら対前年度比で、30%増加しましたので、より一層の労働災害撲滅運動が必要になると考えております。

今月号の表紙は、2008年12月に発行されたISO規格の油圧ショベ

ルの転倒時保護構造（ROPS）のテスト風景です。30度の斜面を転がっていく油圧ショベルは、大迫力ですが、この様な事態に至っても作業者の命を救う事ができるROPSキャブの規格を日本が中心となり制定できた事は、非常に喜ばしい事と感じています。

特集報文では、試験導入が始まったアラウンドビューモニタの技術を紹介しています。乗用車用CMで話題になりましたので、ご存知の方も多技術かと思います。死角が多い建設用重機械の非常に頼もしい技術になると考えています。

また今月号では、比較的発表される機会の多い建設機械の安全対策に関する報文、標準・規制情報のほかに、建設施工現場で使用される保護具の点検や安全表示機器類といった掲載例が少ない報文を特集に入れました。

さらに、JCMAトンネル機械技術委員会の活動報告でトンネル機械の事故、ヒヤリ・ハットに関する報告は、山岳トンネル、シールドトンネル工事それぞれについてアンケートを集計して分析し、それを解説したもので、建設施工現場での安全管理にも役立てて頂けるのではないかと考えております。

交流の広場では、東京の話題の新名所となる「東京スカイツリー」の設計について話題提供を頂きました。次第に高さを増すツリーの施工が楽しみです。

最後になりますが、お忙しい中執筆頂いた方々、話題を紹介して頂いた方々大変有難うございました。誌面を借りて厚く御礼申し上げます。
(安川・富樫)

機関誌編集委員会

編集顧問

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

編集委員長

岡崎 治義 (社)日本建設機械化協会

編集委員

森川 博邦	国土交通省
山田 淳	農林水産省
松岡 賢作	(独)鉄道・運輸機構
圓尾 篤広	(株)高速道路総合技術研究所
石戸谷 淳	首都高速道路(株)
高津 知司	本州四国連絡高速道路(株)
平子 啓二	(独)水資源機構
松本 敏雄	鹿島建設(株)
和田 一知	(株)KCM
安川 良博	(株)熊谷組
渥美 豊	コベルコ建機(株)
富樫 良一	コマツ
藤永友三郎	清水建設(株)
赤神 元英	日本国土開発(株)
山本 茂太	キャタピラー・ジャパン(株)
星野 春夫	(株)竹中工務店
泉 信也	東亜建設工業(株)
斉藤 徹	(株)NIPPO コーポレーション
高木 幸雄	日本道路(株)
宮路 勝善	日立建機(株)
岡本 直樹	山崎建設(株)
中村 優一	(株)奥村組
石倉 武久	住友建機(株)
京免 継彦	佐藤工業(株)
久留島匡繕	五洋建設(株)
藤田 一宏	施工技術総合研究所

9月号「防災、安全・安心な社会基盤整備特集」予告

- ・災害対策の現況
- ・航空レーザ測量活用による中小河川の治水安全度評価
- ・GPS波浪計による沖合波浪の観測
- ・XバンドマルチパラメータレーダネットワークーX-NETー
- ・都市型水害の現状と流出解析モデルを用いた内水解析及び対策検討
- ・甚之助谷地すべり対策事業
- ・環境面に配慮した斜面防災技術「柔構造物工法」
- ・高エネルギー吸収型落石防止柵の開発（ハイジュールネットの開発）
- ・KaNaFゲート（浮体構造起伏ゲート）ー樋門・樋管の逆流防止ゲートー
- ・海底から浮上する防波堤ー直立浮上式防波堤ー

No.714「建設の施工企画」 2009年8月号

〔定価〕1部840円（本体800円）

年間購読料9,000円

平成21年8月20日印刷

平成21年8月25日発行（毎月1回25日発行）

編集兼発行人 辻 靖三

印刷所 日本印刷株式会社

発行所 社団法人 日本建設機械化協会

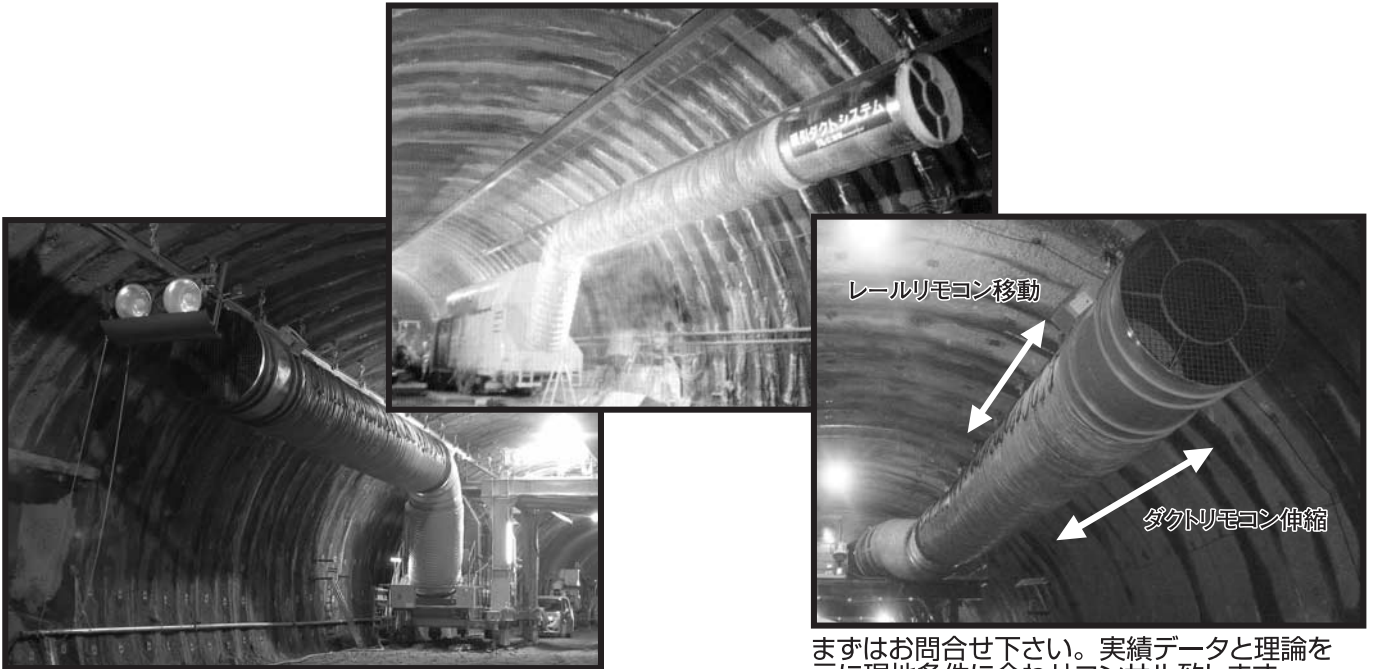
〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

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

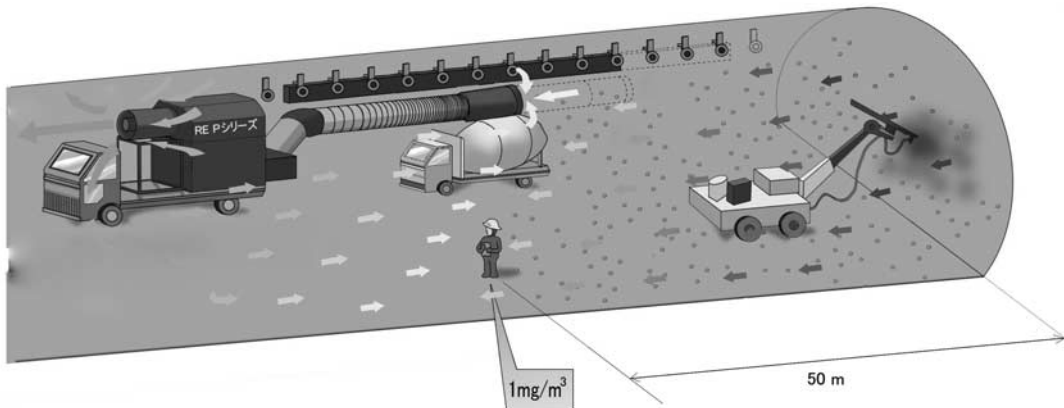
吸引ダクトシステム

吸引ダクトシステム特許取得【第3883483号】
ガイドラインを大幅にクリア $1\text{mg}/\text{m}^3$ を達成!!



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

- ・発生源粉塵対策の決定版。
- ・ダクトはもちろん吊下げレールも無線リモコンで楽々前進。
- ・掘削工法や作業サイクルに適応。**操作のお手間をとらせません。**
- ・**最低限の切羽送気量**と後方の**高い清浄空間**の確保で換気コスト・ランニングコストの大幅なコストダウンに。
- ・適応径は $\phi 600 \sim \phi 1500$ 、負圧-2kpa、収縮率1/5、100m以上もレンタルで対応可。移動照明を使用することで切羽作業効率、安全性が大幅にアップ。
- ・その他の口径・延長はご相談下さい。



 **株式会社流機** エンジニアリング

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

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

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

KOBELCO

さすがコベルコ!

選択される「商品」「社員」「会社」へ

“さすが”を 証明



後方超小旋回の小・中型機には

通常形の中・大型機には

極低騒音 低燃費

超低騒音基準より -5dB (SK70SRは -0dB)

当社従来機より $-18\sim 20\%$

SK70SR SK125SR
SK135SR [LC] SK225SR
SK235SR [LC]

SK200 SK210LC SK250
SK260LC SK330 SK350LC
SK460 SK480LC

※燃費は同等作業土量で比較

ACERA アセラ・ジオスペック
GEOSPEC

フルラインナップ完成!



全機種
オフロード法適合

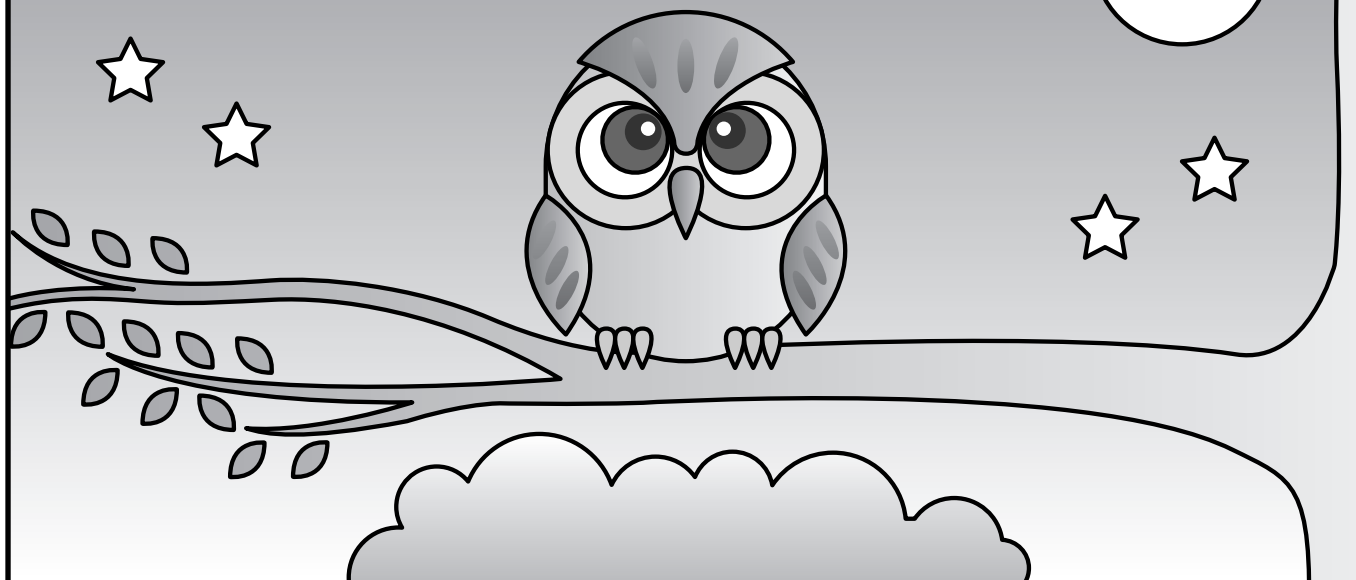
コベルコ建機株式会社 <http://www.kobelco-kenki.co.jp>

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



ハイオス

★ ホホッ、Hi-OSSとは
考えたものじゃ。



環境に。リサイクルに。日立オンサイトスクリーニング アンドソリューション・Hi-OSS<ハイオス>

環境や廃棄物のことを考えると、わしは気が気じゃなかった。都市開発が進むと、山や森が減り、逆に土やガレキ、木材などの廃棄物や、CO₂も増えてくる。さすがのわしも、心配でおちおち寝てはあらなかった。そこへいくと、日立建機のHi-OSS<ハイオス>は、見上げたものじゃよ。様々な廃棄物を現場で処理したり、土壌を改良したりして、その場でリサイクルしようというんじゃからな。これなら、遠くへ運んで処理する必要もなく、CO₂も減らせるから、まさしく一石二鳥というわけじゃよ。しかも、これからは、Hi-OSS<ハイオス>をもっと世界にも広げていくそうじゃ。ホホッ～、よく考えてあるものじゃよ。

※「オンサイトスクリーニングアンドソリューション」「ハイオス」「Hi-OSS」は、日立建機株式会社の登録商標です。



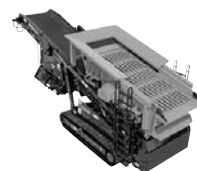
自走式ジョークラッシャー ZR/HRシリーズ



自走式土質改良機 SR2000G



自走式木材破砕機 ZRシリーズ



自走式スクリーン VRシリーズ



日立建機株式会社

東京都文京区後楽2-5-1 〒112-8563 ☎ダイヤルイン (03) 3830-8033
URL: <http://www.hitachi-kenki.co.jp>

木質粉碎の処理機械・廃棄物の高速選別機械は マルマにおまかせください。

粉碎機械

特 長

- ◎抜群の生産量
- ◎均一チップの生産
- ◎独自のドラムカッターによる大幅コスト低減
- ◎自動負荷制御
- ◎ヘビーデューティ
- ◎コンパクト設計
- ◎安定した機動性
- ◎移動しながらの高効率粉碎
- ◎チップ飛散極小

木材・巨根の粉碎

自走式大型木質系粉碎処理機 (タブグラインダー)



長材・家屋廃材の粉碎

横投入式木質系粉碎処理機 (ホリソナルグラインダー)



自走式混合廃棄物高速選別機

特 長

- ◎大量選別
- ◎星型ブレード
- ◎過負荷防止機能
- ◎残土、混廃、チップ等選別可能
- ◎コンパクト設計
- ◎材料を跳ね上げて選別
- ◎優れた輸送性

木材チップの選別

モービル・スタースクリーン



混合廃棄物の選別

モービル・スタースクリーン



日本輸入総代理店

マルマテクニカ株式会社

本社・相模原事業所 神奈川県相模原市大野台6丁目2番1号 〒229-0011

営業部 TEL 042 (751) 3091 FAX 042 (756) 4389

東京事業部 東京都世田谷区桜丘1丁目2番22号 〒156-0054
TEL 03 (3429) 2141 FAX 03 (3420) 3336

名古屋事業所 愛知県小牧市小針2丁目18番地 〒485-0037
TEL 0568 (77) 3311 FAX 0568 (77) 3719

Denyo

抜群の操作性／低燃費・低騒音／高い安全性

デンヨーの確かな技術が現場を支える

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

極超低騒音型
DCA-15USYB

より静かにクリーンに



超低騒音型
DCA-150ESKB

パワーと環境性能を両立



一体型環境ベース仕様

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

ディーゼルエンジン発電機DCAシリーズ



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

eモードで低燃費・低騒音
従来機より25~30%燃費を改善!!

超低騒音型
DLW-200×2LS

小型・軽量・低燃費



超低騒音型
DLW-400ESW

短絡電流調整器付



次代を超えた画期的な高性能に
「経済性能」「環境性能」をプラス

2人同時溶接機種も充実

ディーゼルエンジン溶接機DLWシリーズ

アフタークーラ内蔵で寒いとき
エアーツールが凍らない

超低騒音型
DIS-70AC

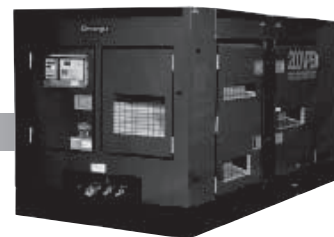
アフタークーラ内蔵タイプ



フルデジタル制御が実現した
可変圧カシステム

超低騒音型
DIS-200VPB

可変圧カタイプ



21世紀をリードするエアパワー

高性能・高効率エアエンドと
排出ガス対策型エンジンを搭載

ディーゼルエンジンコンプレッサーDISシリーズ



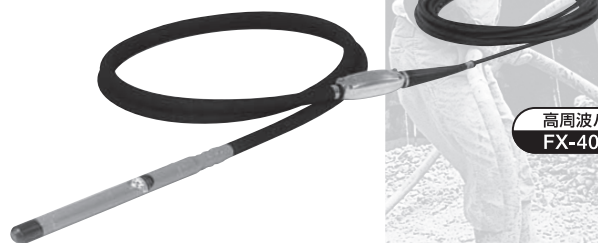
株式会社 本社：〒103-8566 東京都中央区日本橋堀留町2-8-5 03(6861)1111 www.denyo.co.jp

札幌営業所 011(862)1221／東北営業所 022(254)7311／信越営業所 025(268)0791／北関東営業所 027(360)4570／東京営業所 03(6861)1122／横浜営業所 045(774)0321
静岡営業所 054(261)3259／名古屋営業所 052(935)0621／金沢営業所 076(269)1231／大阪営業所 06(6488)7131／広島営業所 082(278)3350／高松営業所 087(874)3301
九州営業所 092(935)0700

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



バイブレーションローラー
MRH-600DSA



高周波バイブレーター
FX-40RB/FU-161



コンクリートカッター
MCD-216VDXS



パイプロコンパクター
MVH-306DS



タンピングランマー
MT-55L

三笠産業株式会社

MIKASA SANGYO CO., LTD. TOKYO, JAPAN

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

三笠建設機械株式会社

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

無駄な電力を抑え CO₂排出量を 大幅に削減。

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



KTVE型

三相200V

吐出し口径：50～100mm
出力：0.75～5.5kW
全揚程：10～22m
吐出し量：0.18～0.6m³/min



HSE型

単相100V

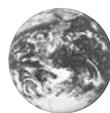
吐出し口径：50mm
出力：0.4kW
全揚程：8m
吐出し量：0.1m³/min



LBA型

単相100V

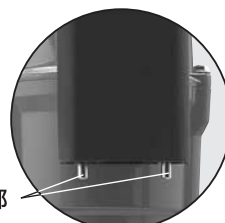
吐出し口径：40・50mm
出力：0.25・0.48kW
全揚程：6・8m
吐出し量：0.1・0.12m³/min



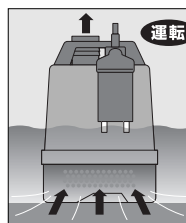
電極式水位センサで 自動運転を実現



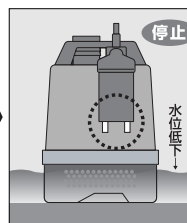
電極部



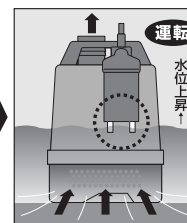
例：LBA型イメージ図



排水開始



水位低下を電極が検知



水位上昇を電極が検知

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

株式会社 鶴見製作所

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

営業拠点

国内60ヶ所・海外10ヶ所

生産拠点

国内2ヶ所・海外2ヶ所

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

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

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

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

www.tsurumipump.co.jp

- (社)日本産業広告協会会員
- 学術誌広告業協会会員



心から心へのメッセージ

We will serve you a message from heart to heart.



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



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

お問合せ・お申し込みは・・・



学術・技術誌専門広告代理業
株式会社 共栄通信社

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

本誌掲載広告カタログ・資料をご希望の方に・・・

建設の施工企画(月号) 広告掲載下記カタログを請求します。

ご 芳 名			
会 社 名 (校 名)		所 属 部 ・ 課 名 (学 科)	
所 在 地 (または住所)	〒		TEL
			FAX
会 社 名		製 品 名	

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

ダム工事用コンクリート運搬テルハ(クライミング機能付)

重力式コンクリートダム等の新しいコンクリート運搬装置

コスト・安全・環境に配慮した最適な施工が行えます。

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



吉永機械株式会社

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

お客様の役に立つこと。
私たちがお手伝いします。



Creative

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

Footwork

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

NPC



情熱



Total Solution

お客様のお役に立てることを
つねに考える。
それが、私たちの誠意です。



Printing Quality

優れた品質を
お届けするために、
私たちは、努力をする
姿勢を忘れません。

堂々完成!
NPC
新工場

NPC 日本印刷株式会社

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

○NPC日本印刷は、神田税務署より優良申告法人の表彰状をいただいています。

○NPC日本印刷は、ISO9001・2000の認証を営業・生産・総務の全部門で取得しています。

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



ミニベンチ工法 両用型 ショートベンチ工法

RH-10J-SS

強力型ブームヘッダー



主な特長

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

KYB カヤバ システム マシナリー株式会社

KAYABA SYSTEM MACHINERY CO., LTD

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

本社・営業/カスタマーサービス
中部支店
西部支店
三重工場

〒105-0012 東京都港区芝大門2丁目5番5号 住友不動産芝大門ビル
〒514-0396 三重県津市雲出鋼管町6番地2
〒812-0013 福岡県福岡市博多区博多駅東2丁目6番26号 安川産業ビル
〒514-0396 三重県津市雲出鋼管町6番地2

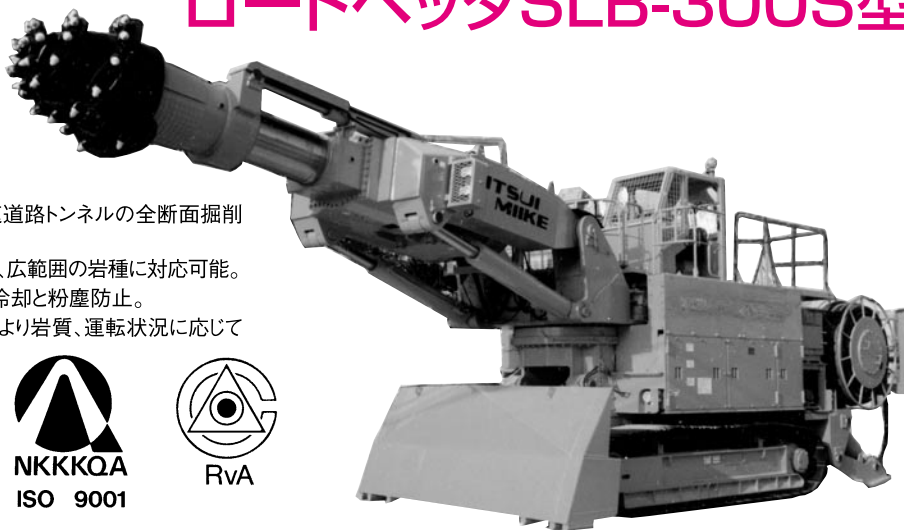
TEL. 03-5733-9443
TEL. 059-234-4139
TEL. 092-411-4998
TEL. 059-234-4111

安全・高能率な掘削を実現!

全断面对応中硬岩用トンネル掘進機 ロードヘッダSLB-300S型

特長

1. 最大8.8mの掘削高さで、新幹線、高速道路トンネルの全断面掘削が可能。
2. 300kW:2速切換型電動機の採用により、広範囲の岩種に対応可能。
3. ピック先端に高圧水を散水させ、ピック冷却と粉塵防止。
4. モード切換式パワーコントロール装置により岩質、運転状況に応じて作動設定の変更が可能。
5. 運転操作が優れ、全操作がリモートコントロールで運転可能。
6. ケーブルリール装置により、電源ケーブルの取扱いが容易で移動が迅速。



製造元
販売元



株式会社 三井三池製作所

本店/〒103-0022 東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号 三井ビル2号館
TEL.03-3270-2006 FAX.03-3245-0203

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

E-mail: koken@mail.mitsumiike.co.jp

販売・レンタル
及びメンテナンス



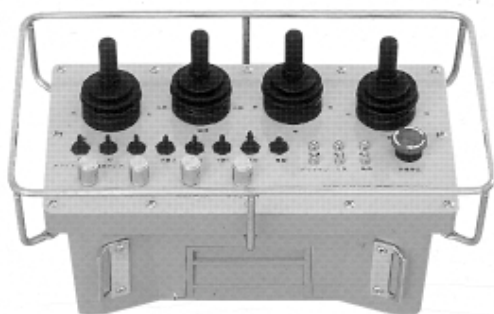
ミイケ機材株式会社

本社/〒116-0013 東京都荒川区西日暮里5丁目11番7号 西日暮里ワイエムビル
TEL.03-3241-4711 FAX.03-5615-1180

建設機械用
無線操作装置

ダイワテレコン

あらゆる仕様に対応
指令機操作面はレイアウトフリー



ダイワテレコン 572 ※製作例 比例制御4本レバー仕様



受令機



ダイワテレコン 522

《新電波法技術基準適合品》

- スイッチ・ジョイスティック・その他、混在装備で最大操作数驚異の**96CH。**
- コンパクトな指令機に業界最大**36**個の押しボタンスイッチ装着可能。
- 受令機の出力はオープンコレクタ（標準）リレー・電圧（比例制御）又は**油圧バルブ**出力仕様も可能。
- 充電は急速充電方式（一△V検出+オーバータイム付き）
- その他、特注品もお受けいたします。お気軽にご相談ください。

DAIWA TELECON

大和機工株式会社

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

エコロジーのための電子制御化 イータスがお手伝いします

制御開発、ソフトウェアコード生成、計測・適合までを一貫してサポート



ETAS Group
Automotive LifeCycle
Solutions



制御機能開発 / 自動コード生成ツール ASCET ファミリー

制御 / 診断機能のモデリング、デザインからシミュレーション、ラビッドプロトタイピング、量産用コードの自動生成に至る開発環境を提供します。



統合型ラビッドプロトタイピング環境 INTECRIOファミリー

ラビッドプロトタイピングや組み込みソフトウェアの検証・評価を行うための統合型プラットフォームと実験環境を提供します。



計測・適合・診断ツール INCA ファミリー

計測データを分析し、適合データを管理するための多彩な機能を装備しておりテストベンチ・ラボ・実車を問わず、制御機能を最適化する環境を提供します。



HiL システム LABCAR ファミリー

組み込み制御ソフトウェアの検証・評価を行うテスト環境を提供します。洗練された自動化機能によるテストの構造化、モデルの容易な取込み、モデルとハードウェア情報の分離、車両特有の要求に対応したハードウェア等の特長を備えています。

ETASは、電子制御システム開発の工程全般を包括的に支援するツールおよびエンジニアリングを幅広く提供しています。今日、電子制御は自動車のみならず建設機械、鉄道車両、船舶などオフロード分野にも活用され、効率的な開発のニーズが高まっています。

ETASの開発支援ツールは、オープンアーキテクチャーを基礎とした、拡張性に富んだモジュール構造で、あらゆる高度な要求にも対応します。

ローエンドからハイエンドまで、お客様の開発規模にあわせたツールをお選び頂くことができます。

低炭素社会に向け、様々な業界でさまざまな取組みがなされている中、ETASでは少しでもそのお役に立てるよう、より良い電子制御化に向けたシステム作りのお手伝いをします。

「理想の開発環境」を
ETASのソリューションと共に。

イータス株式会社

<http://www.etas.com>

〒220-6217

横浜市西区みなとみらい2-3-5

クイーンズタワー C 17F

TEL : 045-222-0900

FAX : 045-222-0956

E-mail : sales.jp@etas.com

自動車制御システム開発のパートナー

ETAS

