

建設の施工企画 ③

2005 MARCH No.661 JCMMA



深度50m級ニューマチックケーソン施工の安全対策

建設機械施工の安全対策特集

- 建設機械施工の安全施策の取組み
- 建設機械による事故撲滅を目指して
- 深度50m級のニューマチックケーソン施工における安全対策
- 鋼・コンクリート複合アーチ橋工事における安全
- 可燃性ガス噴出の可能性のある地盤でのシールドトンネルの安全対策
- 採石現場におけるホイールローダの安全管理
- 大型重機土工における安全対策
- 欧州における建設現場の安全衛生管理の現状

建設機械施工 の安全対策

○ 深度50m級のニューマチックケーソン施工における安全対策



↑全景

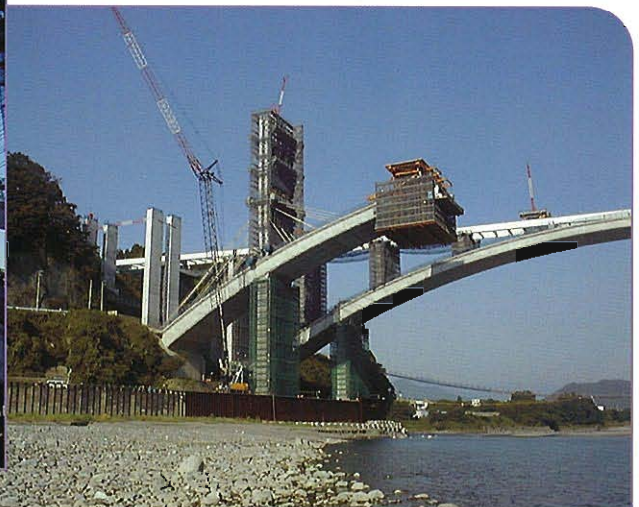


↑函内状況 遠隔操作掘削(天井走行式掘削機3機)

○ 鋼・コンクリート複合アーチ橋工事における安全



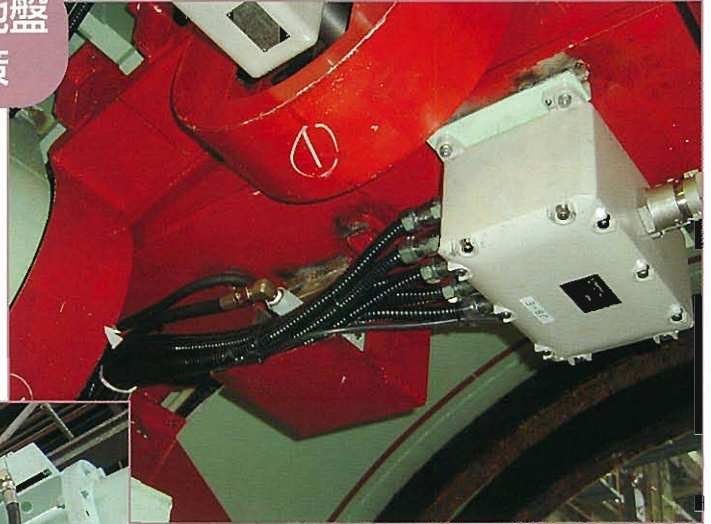
↑PC床版架設足場



↑PC床版架設足場

○ 可燃性ガス噴出の可能性がある地盤
でのシールドトンネルの安全対策

↓ 防爆スクリュ踊場上シールド操作部



⇨ 防爆箱エレクタ把持部



⇨ 坑内のガス検知警報装置

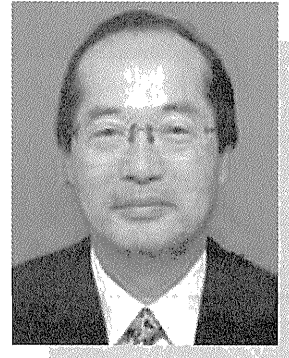


⇨ 強制排気プロア

巻頭言

リスクアセスメントと災害の未然防止

向 殿 政 男



リスクアセスメント ■□□

リスクアセスメントという言葉が、やっと我が国でも一般的に言われたり、聞かれたりするようになって来た。建設や労働の現場でも常識的な用語になり始めたようである。事実、例えば機械安全に関する国際安全規格では、リスクアセスメントをすることが大前提となっている。リスクアセスメントはすべての安全確保の始まりであると考えてのが常識となって来つつある。厚生労働省が出している機械の包括的な安全基準の指針でも、リスクアセスメントの手順について詳しく述べられている。労働安全衛生マネジメントシステムでも、リスクアセスメントが必須になっている。しかし、それでは、リスクアセスメントとは何で、実際にどのようにやるのか、その意義は、となると残念ながら、我が国では現段階でそれほど浸透しているとは思えない。

リスクアセスメントとは、簡単に言ってしまうと、前もって危険性（リスク）の高いところをすべて見つけ出しておき、その危険性の大きさに対応して、事前に安全装置など安全対策の手を打っておくということである。それを、統一的に、網羅的に、合理的に、科学的にやろうと言うものである。災害の未然防止の科学的対処法ということが出来る。

危険なところを前もって予測しておき、先回りして手を打っておくのは当たり前のような話であるが、我が国の実際の災害や事故を見ると、起きてから手打つという事後対策が実に多い。起きるまでは、安全と考えている。被害者が出てから、対策を施す場合が多い。危険性に気が付いていても、これまで事故や災害が起きなかったし、注意をしているから、安全である、と考えがちである。これまで事故や災害が起きなかったから安全であるというのと、危険性のあるところには前以て手が打ってあるという安全では、安全のレベルが違う。現代の国際安全の常識から言うと、後者のように未然防止のための事前対策の手が打ってある時、はじめて安全であるという。前者をもって安全であるとはいってはいけないのである。

リスクと安全 □■□

それでは、何をもちいて安全であるとするのであろう

か。「受け入れることが出来ないリスクが存在しないこと」、これが現代の安全の定義である。ここでリスクとは、危険性の程度のこと、被害の大きさとそれが起きる確率とを考慮して決められる。一般に、設計した装置やシステムには、取巻く環境も考慮して、危ないところ（ハザード：危険源）が多数ある。すべての危険源に対して、そのリスクの大きさを見積もり、危ないと判断したら前もって、安全対策を施す。その結果、すべての危険源に対して、メリットやコスト等を考慮して、そのリスクを受け入れることが出来ると判断した時、はじめて安全である、と言う。ここでは、絶対安全は存在しないことを宣言している。安全であるといっても、常にリスクは残っていることを明言している。従って、使用者は、それから得られるメリット等を考えて、敢えてそのリスクを受け入れて利用しているという自覚が必要である。

未然防止と主体的活動 □□■

リスクアセスメントは、これまで漠然とやっていた災害の未然防止活動とは、根本的に異なるところがある。すべての危険源を前もって見出しておき、そのリスクをどのように見積もり、それぞれどのような対策を施したかを文書化しておくからである。神ならぬ人間に見落とししたり、想定外の危険源が災害を引き起こす可能性がある。その時、この文書は、災害対策に対する説明責任という役割を果たす。一方で、その災害原因を、改めて危険源のリストに追加することが出来る。更に、何をもちいて安全とするか、すなわち、何をもちいて受け入れ可能なリスクと判断するかは、施設、設備、システム、機械ごとに異なるが、そこでの合意を取るという行為により、関係者の安全への参加意識を高めることが出来る。そして、現場からの「ひやり、ハット、気がかり」等の情報を取り込むことで、危険源リストを更に充実させることが出来る。リスクアセスメントには、安全確保の継続的な自主的活動が組み込まれている。ここにリスクアセスメントのもう一つの意義がある。

建設機械施工の安全対策 特集

建設機械施工の安全施策の取組み

鹿野 安彦

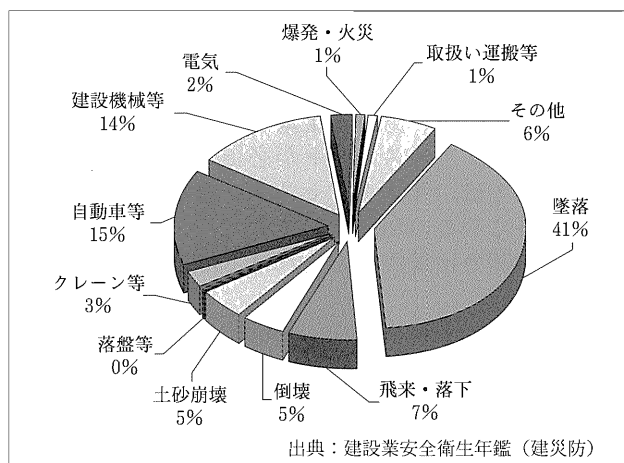
建設機械等に関連する建設労働災害（特に死亡災害）は、数年前の2割程度から1割の半ばまで下がってきてはいるが、依然として高い水準にあると認識している。

このため、機械施工技術の進歩によりあらゆる工事が機械化施工によって実施されている状況を踏まえると、その安全性を向上させ、建設機械等による労働災害を減少していくことは喫緊の課題である。このような状況から、国土交通省として建設機械施工に係る事故防止対策に関し、「建設機械」と「施工」に起因する事故を減少させるための具体策について検討を重ね、実行しているところである。

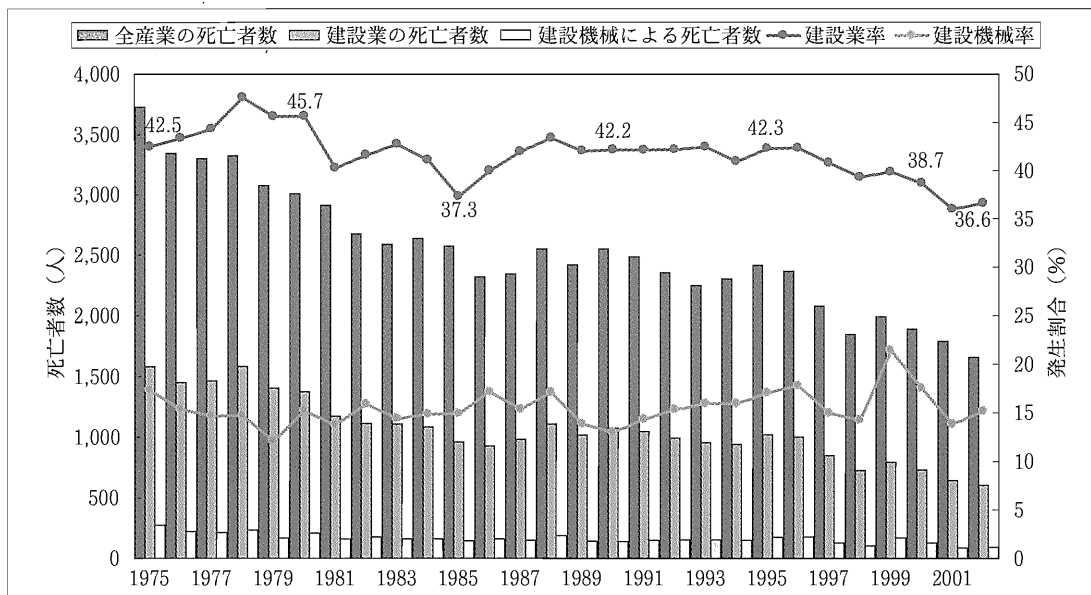
キーワード：建設労働災害、機械化施工、指針、マニュアル

1. はじめに

我が国の建設工事における建設労働災害は、平成8年（1996年）までは死亡者数が1千人を超える状況にあり、平成13年（2001年）にはその6割強となるまで減少している。しかしながら、依然として全産業に占める建設業の占める割合は約36%強（2001年）と高く、その中でも建設機械等に関連する死亡災害は、建設業における死亡災害の約14%（2001年）を占めており、機械施工技術の進歩によりあらゆる工事が機械化施工によって実施されている状況を踏まえると、



図一2 建設業における死亡者の要因内訳（平成13年）



図一1 労働災害死亡者数の推移

その安全性を向上させていくことは喫緊の課題である。

建設機械別では油圧ショベルによる死亡災害が最も多く、続いてローラ等（振動ローラ、タイヤローラ、ロードローラ）、トラクターショベルの順となっている。

本報文は、建設機械施工に係る事故防止対策に関し、国土交通省としての取組みについて紹介する。

2. 安全施策の取組み

国土交通省では、平成6年に建設機械施工に関する安全に必要な技術的留意事項や措置を示した「建設機械施工安全技術指針」を策定し、建設現場における事故防止に努めてきた。しかしながら、建設機械の技術進歩による操作の複雑化や小型化による重心位置の変化、安全装置が適切に活用されないことによるヒューマンエラー的な事故ケース等、事故要因が変化している。

このような状況から様々な事故要因のうち、特に「建設機械」と「施工」に起因する事故を減少させるための具体策について検討を重ね、実行しているところである。

(1) 施工としての視点からの安全対策

(a) 「建設機械施工安全技術指針」の改正

昨今の事故事例において、狭小現場に対応させた超小旋回型バックホウが、小型化のため重心位置が高くなったことによる転倒や、クレーンの過負荷防止装置を施工上の煩雑さから適切に使用せず、転倒事故に至っているケースが多くなっていることなど、近年の機械化施工による事故形態が変化している状況にある。

これらのことから、平成6年度に制定された「建設機械施工安全技術指針」について、現状の施工現場との整合や建設機械施工に関する新たな法・通達等との整合性を踏まえ、安全施工の速やかな対応を図るべく、年度内通知に向け改正作業を行っているところである。

改正作業における主な点は、新たな工種（地盤改良工等）及び現行工種に係る留意事項の追加、安全確認項目における現状との整合等についての修正、追記を行っている。

(b) 建設機械施工安全マニュアル（案）の作成

請負契約の重層化から元請け、専門工事業者、オペレータの安全管理が一元化されていない傾向が見られることなどから、「建設機械施工安全技術指針」の改訂作業と同時に、発注者、請負者、専門工事業者及び建設機械メーカー等がお互いの安全管理の補完と安全

施工に対する共通意識を持つことを主旨とした、「建設機械施工安全マニュアル（案）」の作成を行っている。

その内容については、主要な工種における標準的な施工手順に沿って安全確保のための留意点や措置手段などについてイラスト等を交えた構成としている。さらに建設現場の第一線で従事している現場技術者や職長等の方々に対し、記述内容や使い勝手について意見照会を行っており、現場に即したものに仕上がっている段階である。

なお、本安全マニュアル（案）は、個別の工事現場の安全対策を規定するものではなく、施工現場における事故発生要因の発見、対処に関して担当者を支援するものである。

(2) 建設機械としての視点からの安全対策

(a) これまでの取組み内容

安全対策の検討対象機種については、被災者数が多い油圧ショベル、保有台数当たりの被災率が高いローラ、さらに事故発生時の社会的影響が大きい移動式クレーン、また近年多様な現場で使用されつつある高所作業車の4機種とした。これら4機種の建設機械について事故事例の分析を実施し、具体的な安全対策方法等の検討を行った。その主な対策検討内容は表1のとおりである。

表1 建設機械安全対策検討内容

建設機械名	対策検討内容	
① 油圧ショベル (バックホウ)	ミニバックホウ (6t未満)	検討中
	バックホウ (6t以上)	・TOPS・ROPS、シートベルト ・走行警報装置 ・危険探知及び視界補助装置 ・バックミラー (ミニバックホウを除く)
② ローラ類	振動ローラ、 タイヤローラ、 ロードローラ	・ROPS、シートベルト ・走行警報装置 ・危険探知及び視界補助装置 ・ハンドガイドローラの hold-to-run ・バックミラー
	ホイールクレーン	検討中
③ 移動式クレーン	クローラクレーン	検討中
	トラッククレーン	・ワンウェイコール ・キー付き解除スイッチ (過負荷防止装置の解除スイッチ)
	クレーン機能付 トラック	・過負荷制限装置（警報） ・アウトリガー接地検知装置
④ 高所作業車	・セーフティスイッチ	

(b) 今後の取組み

工事現場において使用されている危険検知警報及び視覚補助装置がどのように使われているか、精度、使

い勝手の良否等についての実態を調査する予定である。また、建設機械用バックアップアラームの問題点を整理し、他の機械類（産業車両、バス・トラック等）の警報装置と比較、評価を行い、標準装備化等の検討を実施する。

3. おわりに

建設機械の安全装置については、技術開発動向や国際規格整合等を勘案し、また関連業界と調整しつつその普及を推進するものである。建設機械による安全施工については、現場で適切に活用されるよう使いやすい安全マニュアルを作成し、事故を未然に防ぐための一方策としたい。

また、平成16年12月に建設機械のリコール届出に伴い、施工現場における対象建設機械の使用に際し、

事故防止の観点から正しい使用方法等についての周知を図っていただくよう関係者等に対し対応方をお願いしたところである。今後もリコール届出のあった建設機械については、同様の対応を行っていくこととしている。

建設施工の安全対策は、建設機械と施工が噛み合っこそ効果を発揮するもので、今後も「機械」と「施工」の両面から建設施工の安全性の向上に努めるものである。

JCMA

【筆者紹介】

鹿野 安彦 (かの やすひこ)
国土交通省総合政策局
施工企画課
課長補佐



大深度地下空間を拓く 建設機械と施工技術

最近の大深度空間施工技術について取りまとめました。
主な内容は鉛直掘削工、単円水平掘削工、複心円水平掘削工、曲線掘削工等の実施例を解説、分類、整理したものです。
工事の調査、計画、施工管理にご利用ください。

定価 2,310円（本体2,200円）送料500円

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



建設機械による事故撲滅を目指して —建設業従事者の方々の安全のために—

大田 晋吾

建設業における事故の撲滅は、建設業施工管理者の方々、建設業務を行う会社の方々、建設機械のオペレータや周囲作業者の方々、及び建設機械製造メーカーの方々の共通の課題である。

オペレータや周囲作業者の方々の安全性を確保するためには、その作業形態に沿って起こりうる原因に対して、関係する人々がそれぞれの立場に立って工夫した安全対策を実施していくことが重要である。その工夫の一端を建設機械を中心に、オペレータや周囲作業者の方々の立場から見た施策、建設機械の耐久性・信頼性への方向性、取扱い説明書の位置付け、安全規制に対する期待に関して将来的な考え方を述べる。

キーワード：建設機械、建設業、事故防止、安全性、安全規制、耐久性、信頼性

1. はじめに

建設業における死亡者数は近年減少しているものの毎年600人以上の方が亡くなっている（図一）。

一方、道路交通事故の死亡者数は2003年で7,702人である。これを日本の保有台数の割合で示すと、例えば2000年において、建設機械は1台当り0.011%で、自動車は0.012%であり、ほぼ同一であることが分かる。このことから、建設業の死亡者数は決して少ないとは言えない。

建設業における安全性については、さらなる向上が必要であることは周知のことである。建設機械製造に従事するものとして、オペレータの方々や周囲の作業

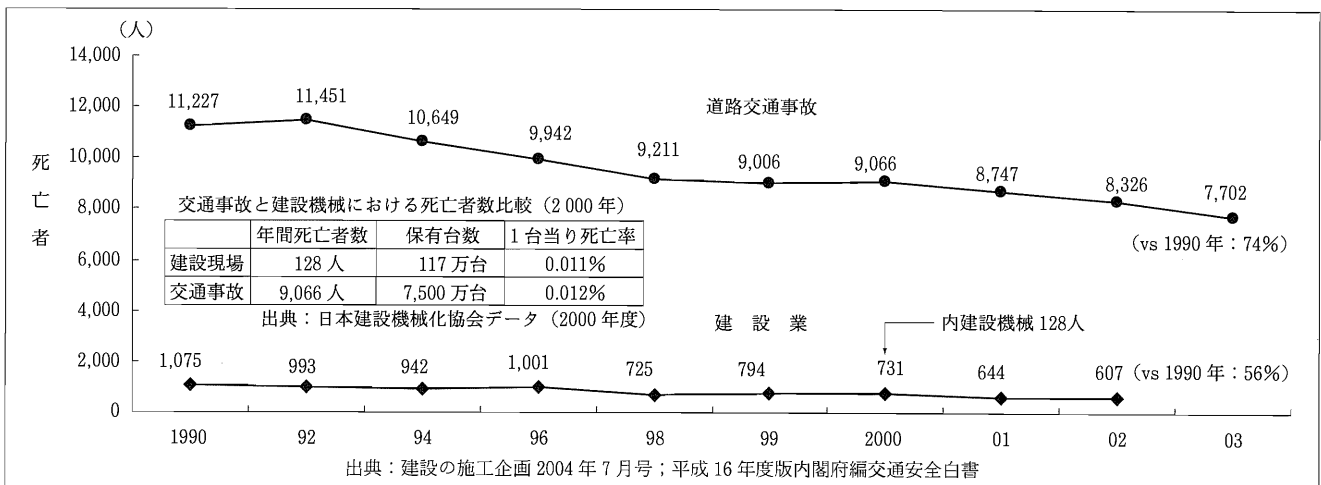
者の方々が、少しでも安全に働いていただくために、今後の建設機械の課題について、私見の夢として述べたい。もとより、製品安全に関する製品技術仕様等の部分については専門家でないので、逸脱している所もあるかと思われるがお許し願いたい。

2. 安全を考えるうえでの稼働状態

安全性を考えた場合、オペレータの方々の立場

表一 オペレータの方々の立場

作業時	(a) 転落、横転 (b) 土砂飛来
走行時	(c) 転落、横転 (d) 衝突
昇降時	(e) 昇降時のオペレータの転落
休車時	(f) 休車時のうっかり運転（整備時を含む）



図一 建設業と交通事故による死亡者数

表一2 周囲作業や通行人の方々の立場

作業時	(a) 作業機による挟まれ、巻込まれ
走行時	(b) 後進時の轢かれ
走行+作業時	(c) オペレータの誤操作等による事故
その他	(d) 排気ガス、騒音

(表一1)と周囲の作業や通行人の方々の立場(表一2)に立って考慮する必要がある。

以下、安全性向上施策について検討する。

(1) オペレータの方々の立場

(a) 作業時の転落や横転時の事故防止

建設機械で最も多い死亡事故は、作業時における転落や横転による死亡事故であることは、既に読者の方々に周知のことであり、また建設機械の中では油圧ショベルであることは言うまでもない。

油圧ショベルの転落、横転における事故を少しでも少なくするためには、他の建設機械にて採用されているROPSが有効である。ぜひ関係諸氏の方々のご尽力により、日本での標準装備の規制化を願っている。

さらに、オーナーや作業現場監督者の方々をお願いしたい事は、時々路盤状態が非常に劣悪な現場にて稼働している油圧ショベルが見受けられるが、例えば、ロープ等で機械を保持して最悪の事態だけでも避けるような処置が出来ないであろうか？

(b) 作業時の作業物の落下・飛来時の事故防止

建設機械は、崖下での作業による土砂の落下及び土砂のオペレータ席への飛来が多い機械である。

これらの土砂の落下・飛来からオペレータの方々の事故を防止するには、小型・中型建設機械でのCAB(出来ればROPS CAB)の装着及びCAB窓へのガード設置、またはワイヤ入りガラスの採用が有効であると思われる。

(c) 走行時の転落、横転時の事故防止

走行時の転落、横転事故が多い建設機械は一般的に言えばタイヤ物(ホイールショベル、ダンプトラック)であり、下り坂における路肩からの転落や、コーナでのハンドル操作の誤りによる道路からの逸脱が主要であると思われる。

これらの転落からオペレータの方々の事故を防止するには、建設機械においては現場監督者が稼働現場に基づいて自ら設定できる速度段リミッターや車速制限リミッターの制御システム(極端な言い方をすれば、遠隔操作で全ての車両が車速上限に設定出来る制御システム—オペレータの方々に依存しないやり方)設置が有効であると思われる。

さらに、オーナーや作業現場監督者の方々をお願いし

たい事は、急な坂道の減少化、コーナワークを大きくとれる曲がり道、道路幅を大きくとり、ちょっとしたミスハンドルでも車両が転落しないような工夫やぬかみ道等をなくすことが有効と判断する。

(d) 走行衝突時の事故防止(公道、現場内)

建設機械の中には公道や現場間を高速で走行する機械があるが、これらの建設機械には自動車におけるエアバック、またブレーキ時のスリップを防止するABSシステムも将来的には考えていく必要があるのではなかろうか。

(e) 昇降時の転落による事故防止

この事故例は少ないが、散見される事故である。

昇降時の転落からオペレータの方々の事故を防止するには、確実なステップ及び手すり(この手すりは高所においては転落防止のガードにもなるので、高さや設置場所も単なる手すりと考えないで大きさや形状を決定する)に留意することである。

(f) 休車時のうっかり運転による事故防止

近年、休車中や点検整備時にうっかり運転を行って、点検整備中の方々が不幸な事故に遭遇される例が散見される。これは運転する方々の「周りには誰もいないだろう」という早合点と点検整備の方々の「自分がここにいるから誰も運転しないだろう」という先入観が相まって起こる事故である。

このような事故を防止するためには、こんなことが起こり得ると思われる建設機械にエンジンを始動する所を1箇所ではなく、3箇所ぐらい設置(運転席、地上、作業機周り等)して、最低1個のキーは点検整備の方々が保有する始動システム、またエンジンが始動する前に警報ブザーが鳴る始動システムが有効であると思われる(例えばエンジンキーでスタートOnすると、10秒位警報ブザーが鳴り、20秒後にエンジンがかかり出すような始動システム等。但し、公道走行や頻繁に移動する機械への採用には不向きか?)。

さらに、オーナーや作業現場監督者の方々には、点検整備する方々が機械の中に入る場合には、看板の設置やエンジンキーを点検整備の方々自ら保有するようオペレータや点検整備の方々へ指導を再度お願いしたい。

(2) 周囲の方々の立場

(a) 作業機による挟まれ、巻込まれ時の事故防止

本来、建設機械の周囲は非常に危険な場所であるが、ミニ・小型建設機械作業における補助作業の必要性、また矢板作業や吊作業の荷の案内係として、建設機械の周りには多くの作業者の方々が存在していることは現実である。

これらの方々が挟まれたり、巻込まれたりする原因は、オペレータ及び周囲作業の方々の方々のちょっとした不注意が原因であるが、原因が多岐にわたっており妙手がないのが実情ではなかろうか？（例えば作業の方々にとって「こんな時に旋回しないだろう」と思っていた時に旋回され、壁と機械に挟まれる事故等）。建設機械において、これらの事故を防止する工夫を少し述べたい（表—3）。

表—3 建設機械の周囲作業者の事故防止施策事例

項目	事故防止施策事例
1 オペレータの方々の視界確保	さらなる後方視界性・サイド視界性の確保、バックミラーの設置（後方下にいる人を写すミラー）
2 旋回や作業開始時の警報	従来よりホーンは存在するが、さらに大きな音量のホーン設置
3 作業の方々からの警報	周囲作業者も押しやすい位置または身体に警報器を保持し、オペレータの方々にブザーで知らせる。 〔さらに機械が自動停止する仕掛けがあればもっ〕と良い
4 車体幅から旋回体が出ない構造	小旋回油圧ショベルの普及化
5 レーダシステムによる人体感知	例えば1m以内に作業が入ると、赤外線センサーが働いて警報ブザーが鳴ったり、作業機が停止するシステム

(b) 走行後進時の轢かれ事故防止

建設機械製造メーカーに従事する者として、数年来当社が入手した事故情報を見てきているが、意外にも多い事故は後進時の轢かれ事故である。

事故に遭われた方々の多くはアルバイトや女性であったりしておよそ専門家でない方々だったと記憶している。

この痛ましい事故をなくするための一つの方策としては、バックアップアラームやトラベルアラームの標準装着化を実施することである。

しかしながら、日本の建設機械作業は都市型が多い

ゆえに夜間作業時の周囲居住者からの騒音苦情、早朝除雪作業時の沿線居住者からの騒音苦情が発生する可能性があるので注意が必要である。

(c) 走行時や作業時における誤操作による事故防止
最近、建設機械兼公道走行車において、公道で事故が発生したことは周知の通りである。建設機械メーカーとして今後取組むべき方向を強く示唆してくれた貴重な教訓であった。

これを踏まえて、建設機械のコントロールシステムの方向性を求める。本事例（表—4）は、誤操作上の安全性をいかに確保するかの事例であり、必ずしも全てが必要とは限らないし、同時に全てがあれば安全という訳でもない事を申し添えておきたい。

(d) その他、排気ガスや騒音について

建設機械においても、排気ガス規制や騒音規制が設定されてきているので、公害防止や地球環境にとって有効に作用すると判断する。

3. 建設機械における耐久性、信頼性

建設機械は走る機能と土を掘削し（破碎する場合もあり）運ぶ機能の両方を必要とする機械であり、地球を相手に作業する機械であると言っても過言ではない。

その歴史を簡単に言えば、時代の要請やお客様の要求に従って、多機能化、高性能化を追求し、そしてお客様の使い方や稼働状態の変化に合わせて、メーカー自身が耐久性や信頼性アップを積重ねてきた。

今後、さらにお客様が安全で安心出来る耐久性や信頼性のある建設機械を使用できるように、建設機械メーカーの努力に加えて、お客様とメーカーが一緒になって、安全に対して取組んでいく事が必要と考える。

表—4 走行時や作業時における誤操作による事故防止

走行安全検討事例	これからの対応課題	備考（パラダイム変換）
1 オペレータの方々に対して走行安全を保証しなければならないコントロールシステム上の配慮例	自動コントロールから操作確実なマニュアル化	利便性重視から操作確実性重視へ、機械式は信頼性が高いという認識
2 オペレータの方々に走行状態異常を知らせる警報ランプや警報ブザーの設置例 〔作業時の走行状態と高速走行時の走行状態が異なる機械の場合その状態を確実に伝える〕	誤動作（接触してはいけないスイッチに接触）した場合に異常を知らせるスイッチ、センサ、回路の異常を知らせる警報ランプの併設は必要になる場合もある	静粛な機械から異常時を敏速に伝える機械へ
3 オペレータの方々が意識せず、スイッチに接触した場合、または勘違いしてスイッチを押した場合でも、誤作動しないための配慮例	必要な安全スイッチは2個設置し、容易に誤作動しないようなスイッチ個数配置 またスイッチを押しても数秒間押し続けないと作動しないか、2度押さないと作動しないシステム	操作容易性から操作困難性へ
4 オペレータの方々が作業中または車両停止中に操作しなければならないスイッチを走行中に万が一押した場合の配慮例	エンジンコントローラやトランスミッションコントローラと連動して、そのスイッチの信号を無視するコントロール制御システム	コントロール制御システムの有効活用。但し、コントローラのない機械は困難
5 オペレータのスイッチ操作の勘違いを防止するスイッチの構造を配慮例 〔建設機械には走行用スイッチと作業用スイッチ、及び走行時と作業時の切換えスイッチの3通り〕のスイッチがある	走行用スイッチ、作業スイッチ、及び走行状態、作業状態切換えスイッチの配置は明確に分離する。またその状態が分かるランプ内蔵式にする 走行状態、作業状態切換えスイッチは、スイッチをガード付きにして手がその付近を接触してもスイッチには触れない構造とする	スイッチ状態の明確化 ガード付きスイッチ 〔手の指を中に入れないと操作出来ない〕スイッチ

(1) 作業機の安全性について

建設機械の作業機の設計は疲労寿命設計に基づいており、その負荷条件や作業姿勢は過去の市場調査データを使用している。しかしながら、作業機部分はお客様が購入後その使い方を工夫され、結果的に製造メーカーが判断した以上に過酷度が増加している所でもある。

これらを克服して、お客様が満足する（この場合耐久性があって安全に使用出来る作業機を意味する）作業機を提供するために、今後は表-5のような考え方が必要になるであろう。

この考え方は製造メーカー単独で出来るものでなく、表-6のようなお客様のご協力も必要になってくる時代になるであろう。

表-5 製造メーカー自身が検討すべき課題

1	作業機の種類（他構造物含む）	耐久性が必要な部品と定期交換する部品のお客様への伝達
2	作業機の寿命	自動車以上に耐用年数が必要となってきた時代を考慮して、耐用寿命を見直してお客様へ伝達
3	作業機の使われ方による寿命の予測	近年ますますお客様が製造メーカーの予想を超える使われ方を行っていることを踏まえ、想定外の作業での寿命の把握
4	製造のばらつきを押さえる製造工法	もっとも安定した製造工法の確立や製造メーカー自身が設定している製造規格値の見直し
5	CAB解析の利用	コンピュータを利用して応力測定出来ない箇所（溶接内部）の応力予測を実行

表-6 製造メーカーとお客様が協力する課題

1	使用初期の使われ方検証	納入初期に製造メーカーとお客様が一体となって、使われ方に基づくシビアリティを予測し、寿命的な要素の合意をする
2	使用中における過酷度の追跡	自動車・トラックにおけるタコグラフや積算計のごとく、お客様の使い方の荷重と回数を記録出来るシステムを搭載し、定期的にチェックするシステム 近年 GPS を利用したシステムの実用化も進んでおり、遠隔チェックのシステム化（エンジンの回転頻度等）

(2) パワーライン、電子部品の信頼性

建設機械のエンジン、トランスミッション、アクス

表-7 製造メーカー自身が検討すべき課題

	検討課題	対応の方向性
1	エンジンやトランスミッションの故障防止と耐久性アップ（製造メーカー自身の耐久性アップの努力はもちろんであるが、メンテナンスの状態が機械の故障度を大きく左右することを考慮して）	エンジンやトランスミッションのエアフィルタやオイルフィルタの目詰まり状況を自動感知して、お客様に知らせるシステム化 エンジンのブローバイ圧力やエンジンやトランスミッション等のオイル中の金属量を自動感知して、お客様に知らせるシステム化 以上は、GPSを利用して常時監視するシステム化も可能である
2	電子部品の信頼性確保（建設機械は自動車や他の機械と違い、高温、高振動、多湿等劣悪な環境下で使用されることを考慮して）	電子部品の故障を前提に、重要なセンサやスイッチ、ポテンシオメータは2個使用し、1個が故障しても正常に作動し、かつお客様には警報ランプなどにより交換を知らせるシステム 部品が故障した場合、お客様にとって安全側に作動するか、機械が自動減速するシステム

ル等が故障して機械が動かなくなってしまうことは、稼働現場における生産性低下に直接つながることは明白であるが、オペレータの安全性にとっても重要である。また建設機械も、電子噴射エンジン、オートマチックトランスミッション、自動ブレーキシステム等ますます電子化が進み、その制御も複雑化してきている。パワーラインの機械システムの故障予知や電子部品の信頼性をいかに確保していくかの考え方の一端を、表-7に述べる。

4. 建設機械における取扱い説明書への配慮

近年、各建設機械製造メーカーにおいてはオペレータの方々や整備や故障修理をされる方々の安全性を確保するために、各製造メーカーが取扱い説明書の充実化を図っていることは、関係者として大変喜ばしいことである。しかしながら一方においては、建設機械のレンタル化、オペレータや周囲の作業者の流動化が進み、その機械が保有する安全性厳守事項の認識や建設機械自体の危険性を知らないで運転するオペレータや周囲作業の方々が増加していることも事実である。

その結果、取扱い説明書が機械に帯同されていなくて、オペレータの方々が一読しようと思っても読めない場合や運転前に読まなかったために不幸な事故が発生している例が多い。安全性を確保するために取扱い説明書の文量が確かに多くなってきて、悪循環的要素がないこともないわけであるが、建設機械は自動車と違って走行機能と作業機能の両方を備え、かつ製造メーカー毎にその機能や確保すべき安全性装置が異なっていることも事実である。

ここでオーナや現場監督者の方々をお願いしたい事は、運転前に知らなければならない事を、オペレータの方々、周囲作業の方々を取扱い説明書の安全編を復習して作業にとりかかっていたくことを、製造メーカーにたずさわっている者として願ってやまない次第である。

例えば点検整備中の事故防止のために、点検者自らが運転席に「危険：運転するな」の警告札をエンジンスイッチや作業機レバーに掛けておけば、不幸な事故が発生しなかった事例等がある。

製造メーカーとしても、取扱い説明書の一層の読みやすさ、さらに機械自体の目に付く所にコーションプレート（caution plate）設置の工夫、スイッチ類の識別工夫等をさらに追求していかねばならない事は言うまでもない。

5. 建設機械における安全規制への期待

筆者は建設機械における安全規制の専門家ではないが、規制化や統一基準化について、筆者なりの意見を述べてみたい。

世間では規制緩和が叫ばれているが、こと安全性に関しては規制を強化していただくことが必要と判断する。特に公害面だけではなく、オペレータや周囲の作業者的の方々の安全を守るためには、日本全体で統一化された規制の実施あるいは施行も必要であると判断している。

一方、グローバルに展開する建設機械においては、各国の規制が違うことも建設機械製造メーカーの安全性に関する統一した方針の実現を困難にしている事も考えられるので、世界統一規制・規格化も今後必要ではなかろうか。

現在、先進国においてはEU規制、USA規制、オーストラリア規制などが存在し、日本においては労働安全衛生法（構造規格）、鉱山保安法、JCMAS安全規準等が存在しているが、まず他国の良い規制は取込み、規制の充実化や統一業界標準の制定・充実化を図ることも一方法であると思われる。

これらの統一化は、建設機械製造メーカーの団体、使用者の団体、関係省庁の方々の一致団結した推進力が必要であり、関係する方々の今後のご活躍を期待する次第である。

6. 品質保証と製品の安全性

品質保証の世界では、4M保証の考え方がある。この4Mとは、

- Management：マネジメント（M1）
- Man：人（M2）
- Medium：環境（M3）
- Machine：機械（M4）

という意味であり、この考え方は建設現場における

事故防止にも当てはまると思われ、記述し直すと以下のようなになる。

- ① M1：オーナーや現場監督者の方々の工事施工管理
- ② M2：オペレータや周囲作業者的の方々の安全への注意・努力
- ③ M3：建設機械が稼働する自然環境（ぬかるみ道路、雨、降雪、etc.）と社会環境（作業時間帯、狭さ、etc.）への考慮
- ④ M4：お客様に製品自体の安全な構造を提供
即ち、4Mが実現して初めて事故の低減が図れるのではなかろうか。

7. あとがき

上述の内容は、筆者自身の個人的見解として述べており、当社の考え方を示したものではないことを再度付け加えたい。またその内容においては、各関係省庁、各業界団体、各使用メーカー、各製造メーカーで既に織込み済み、活動中のものも数多く存在するはずであり、検討違いであるのご立腹される方々もあると思われるが、その場合は筆者の未調査、不勉強をお詫びしたい。

しかしながら、建設機械メーカーに属するものとして建設機械での不幸な事故撲滅を達成することは、何ものにも換えがたい喜びである。したがって、上述した内容の一部はこれから実現させたいという願望でもある。

本報文が、日本における建設機械の安全と事故低減に少しでも役立つ契機になれば幸いである。 **JCMAS**

【筆者紹介】

大田 晋吾（おおた しんご）
株式会社小松製作所
品質保証部長



深度50 m級のニューマチックケーソン施工における安全対策

中野敏彦・吉川清

伏木富山港新湊地区において2002年11月に着工した臨港道路富山新港東西線は、航路により分断された東西の地区を結ぶもので、港口部は複合斜長橋である。A型形状の主塔（高さ127 m）2本で吊った中央径間（360 m）が鋼桁、側径間がPC桁の複合構造である。主塔基礎にはニューマチックケーソン工法を採用し、橋梁基礎としては国内最深のCDL-47 mの圧気工事となった（2005年1月現在）。ここでは主塔（P22）基礎工事（以下、当工事）で取組んだ高気圧障害防止のための各種の安全対策を紹介する。

キーワード：ニューマチックケーソン、高気圧障害、無人化、遠隔操作、酸素減圧、ヘリウム混合ガス

1. はじめに

ニューマチックケーソン工法は、1929年に我が国に導入されて以来、技術向上につれ大規模、大深度掘削を可能にしてきた。しかし、圧気工法であるがゆえに作業従事者は高気圧障害（減圧症）の危険と常に隣合わせであった。高気圧障害の危険を低減するために業界各社は技術躍進に取り組んでいるが、臨港道路富山新港東西線の港口部の複合斜長橋の主塔（P22）基礎工事（図-1）では、

- ・ケーソン内作業の無人化及び酸素減圧
- ・ヘリウム混合ガスの使用など技術的・医学的安全対策

を実施したことにより減圧症の発生ゼロを実現した。

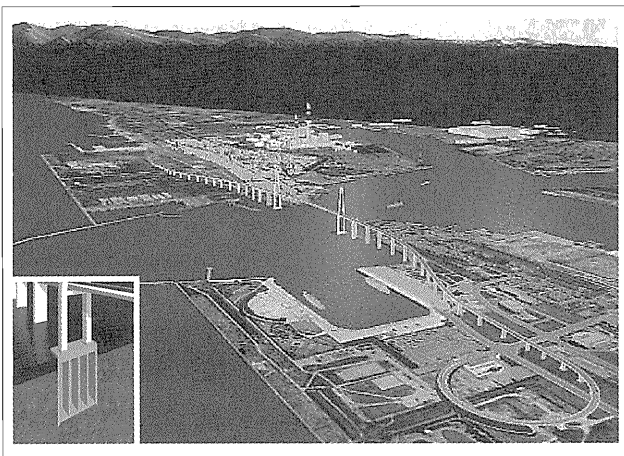


図-1 臨港道路富山新港東西線完成イメージ

2. 減圧症とは

減圧症とは、一般に高気圧環境下において体内に溶解した窒素ガスが、減圧速度が速すぎるといった原因で肺からの排出が間に合わず、ビールの栓を抜いたときのごとく気泡化し、神経や組織を圧迫したり血流を遮断することで、疼痛、感覚異常、麻痺、発疹などの症状を呈し、極端な場合は死に至るものである。

通常、減圧症の発症は作業圧力が高くなるほど、また同一圧力でも作業時間が長くなるほど発生率は増加

表-1 作業圧力別減圧症発症率の比較

作業圧力 (kg/cm ²)	1980~1985年			1986~1990年		
	延べ 作業員数	減圧症 発症数	発症率 (%)	延べ 作業員数	減圧症 発症数	発症率 (%)
~1.0	10,208	0		2,675	0	
~1.2	2,032	2		657	0	
~1.4	2,768	2	0.16	741	0	0.13
~1.6	2,152	5	(15/9,649)	1,341	1	(7/5,310)
~1.8	1,714	4		1,355	1	
~2.0	983	2		1,216	5	
~2.2	743	9		2,947	12	
~2.4	489	16	1.37	2,348	12	0.83
~2.6	665	9	(49/3,586)	2,023	21	(195/23,470)
~2.8	1,287	11		4,326	13	
~3.0	402	4		11,826	137	
~3.2	212	9		287	6	
~3.4	57	0		16	1	2.86
~3.6	25	0	3.06	36	2	(11/384)
~3.8	0	0		11	0	
~4.0	0	0		34	2	
4.1~	0	0		77	1	1.30 (1/77)
総計	23,737	73	0.31	31,916	214	0.67
kg/cm ² 以上	13,529	73	0.54	29,241	214	0.73

注) 1 kg/cm²=0.098 MPa

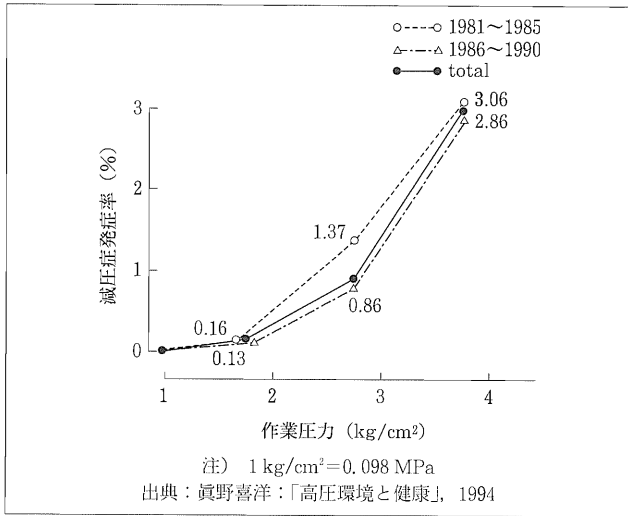


図-2 作業圧力別減圧症発症率の比較

する。統計的に作業圧力が 0.2 MPa 以下では発症率はごく低いが、0.2 MPa を超えると発症率は急増する (表-1, 図-2)。

3. 安全対策

当工事では、高気圧障害防止のため、作業気圧の増加に伴い下記①~③の対策を実施した (図-3)。

ケーソン内圧力が、

- ① 0.18 MPa より遠隔操作による函内無人掘削。

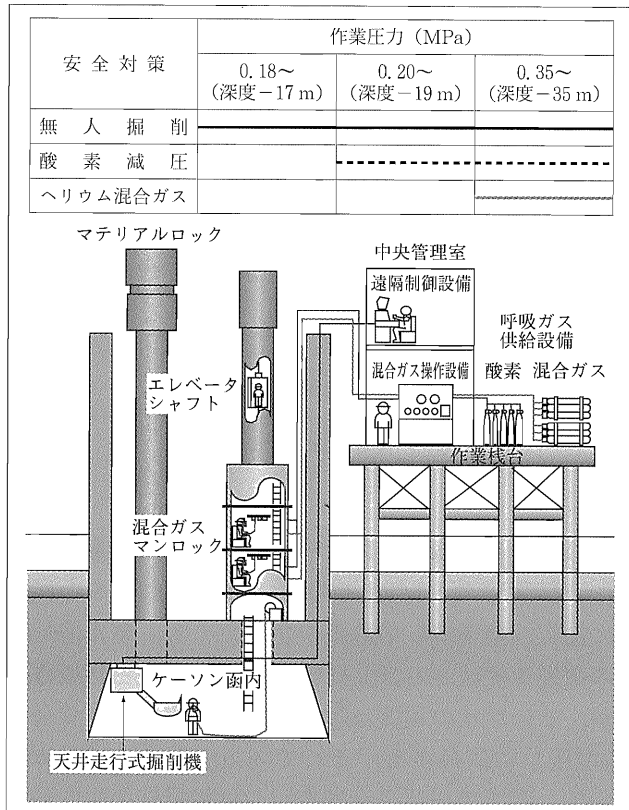


図-3 安全対策設備概要図

さらにその後の函内作業に関しては、

- ② 0.20 MPa より減圧時に酸素減圧。
- ③ 0.35 MPa よりヘリウム混合ガス呼吸による函内作業と酸素減圧。

(1) 函内無人掘削

沈下掘削は 3 台の天井走行式掘削機 (0.25 m³) で行い、作業圧力 0.18 MPa までは、高気圧障害の危険が少なく作業効率が良いためオペレータが函内で直接作業する有人掘削で行った。0.18 MPa 以降は、天井走行式掘削機 (図-4) を手動から遠隔操作に切換え、作業桟台上の遠隔操作室に操作場所を移した。

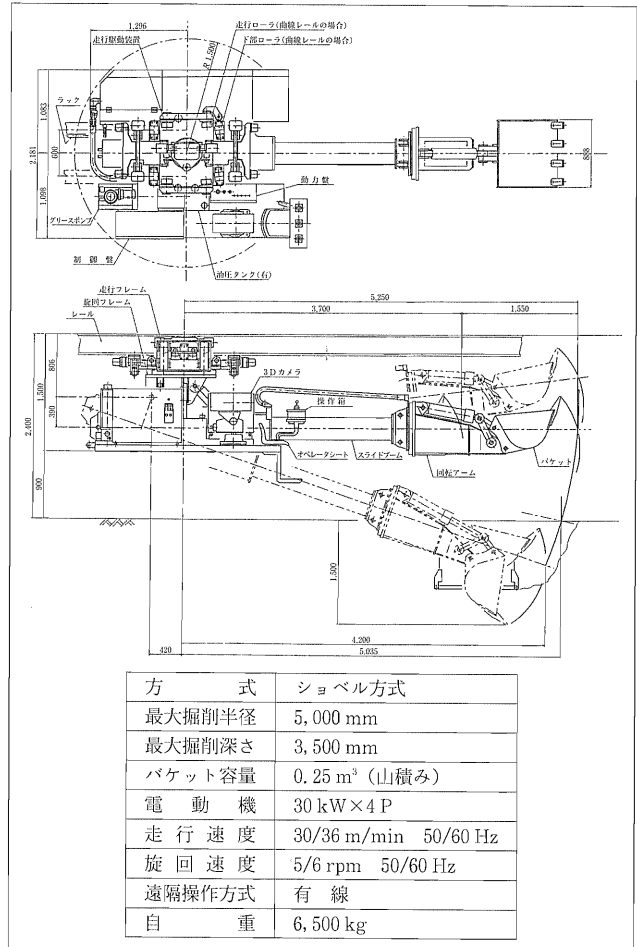


図-4 天井走行式掘削機の仕様

オペレータは、掘削機に搭載したテレビカメラと函内監視テレビカメラから送られてくるモニター画面を見ながら遠隔操作盤により操作を行った (写真-1)。

掘削機に搭載されたテレビカメラにより常に掘削箇所を監視することができ、正確な掘削を行うことができる。また掘削機の過掘防止および掘削機同士の衝突防止などの制御・監視システムを備えている。

これにより、作業員を高気圧環境に暴露させることなく沈下掘削作業を行うことができた (写真-2)。



写真-1 函内掘削機遠隔操作状況



写真-3 酸素減圧状況 (混合ガスマンロック内)

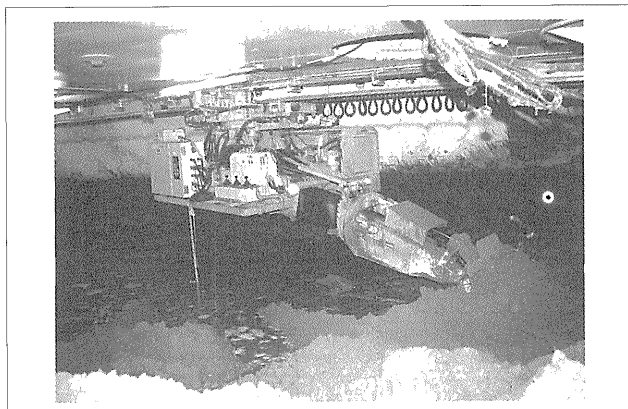


写真-2 函内掘削状況

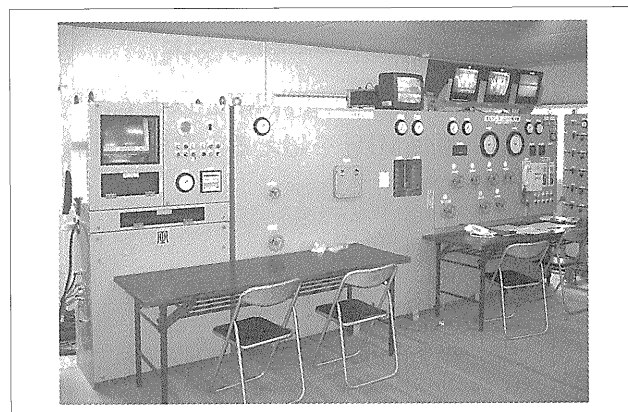


写真-4 混合ガスマンロック送排気操作設備

(2) 酸素減圧

沈下掘削の函内作業無人化においても、函内掘削設備のメンテナンス、解体撤去、支持地盤の地耐力試験など、少人数の作業員が短時間函内に入ることは避けられない。そこで作業圧力が0.20 MPaを超える減圧時には酸素減圧を行った。

酸素減圧とは、酸素の性質で過剰な酸素は「酸素窓効果」により体内窒素の洗出し効果が大きいことを利用したもので、減圧の際に一部純酸素を利用し減圧症発症を予防するものである。酸素減圧で使用した減圧表は、現場指導医師である東京医科歯科大学医学部附属病院高気圧治療部・眞野喜洋博士がイギリスのブラックプール減圧表を参考にして一部改訂したもので安全性の向上が図られている。

酸素減圧は混合ガスマンロック内で行い(写真-3)、ロック内圧力や純酸素呼吸時間などの減圧スケジュール管理は中央管理室(写真-4)で行った。純酸素呼吸は、減圧時間内で0.12 MPa以下の停止圧力から減圧完了まで安静状態で酸素呼吸25分-空気呼吸5分を繰り返すことを基本としている。また、0.12 MPa以上の圧力下では絶対に酸素呼吸をしないことを遵守した。これは、中枢神経系酸素中毒を防止するため、

約1,823 hPa以上の酸素分圧に暴露した時、個人の体質にもよるが数分から数十分以内で発症し、最終的には全身に痙攣が起こることに依る。

図-5に酸素減圧のスケジュール例を示す。

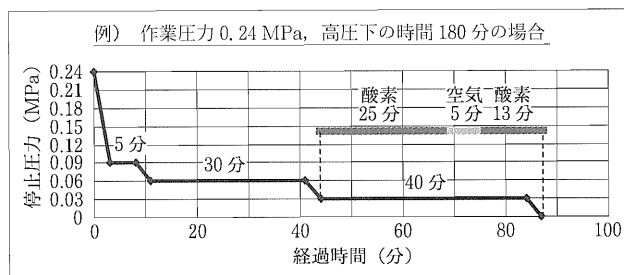


図-5 酸素減圧のスケジュール

(3) ヘリウム混合ガス呼吸による函内作業

作業気圧が0.3 MPaを超える高気圧になると減圧症に加え、窒素酔いの危険が生じてくる。窒素酔いはその徴候や症状がしばしばアルコール酔いと比較されるが、その症状の程度は呼吸している空気の窒素分圧(環境圧)に依存する。そこで高気圧下での呼吸ガスとして、窒素の一部を麻酔作用や呼吸抵抗の少ないヘリウムと置換えたヘリウム混合ガスを使用した。混合

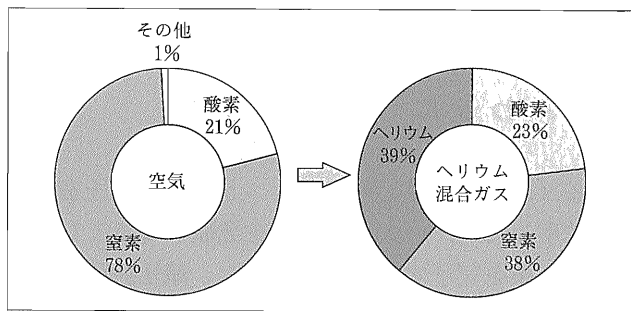


図-6 混合ガス成分比

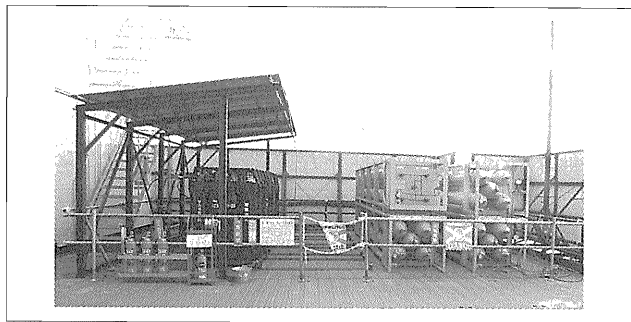


写真-5 呼吸ガス供給設備 (㊸酸素, ㊹混合ガス)



写真-6 ヘリウム混合ガス呼吸による函内作業状況

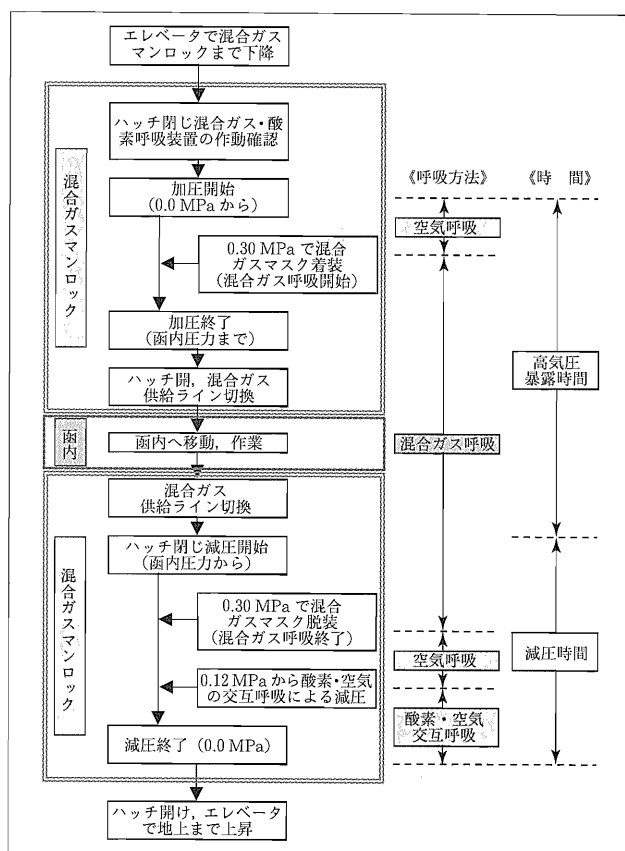


図-7 混合ガス使用函内業務フロー

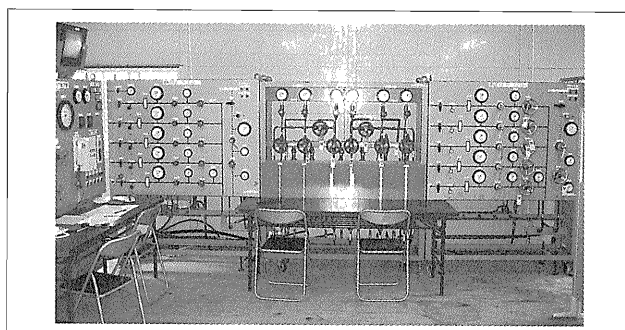


写真-7 混合ガス・酸素コントロール設備

ガス（図-6）は正確な組成を確保するためガス製造メーカーで混合したものを搬入した（写真-5㊸）。

呼吸ガスとしてヘリウム混合ガスを使用した函内業務は1日1回作業を厳守した（写真-6）。図-7に作業フローを示す。

混合ガスマンロックは、上から上部トランク、副室（主室の予備）、主室、下部トランクの4室で構成され最大収容人数は5名である。加圧・減圧は主室（副室）で行い、上部トランクには炭酸ガスや酸素ガスの分析計などの機器を設置し、下部トランクには混合ガスマスクの函内作業用延長ホースリールを設置している。主室・副室には CCD カメラやインターホン、電話機を備え、加圧・減圧時の状態を中央管理室で常に監視できるようにになっている（写真-7）。また、シャフト

内の螺旋階段を昇降することが減圧症のリスクを大きくするため、0.2 MPa より混合ガスマンロックへの昇降用エレベータを設置し、作業員の身体的負担を軽減した（図-3）。

（4）緊急時の対策

これまで述べてきた対策にもかかわらず、減圧症が発症した場合の救急設備として、現場内にホスピタルロックを設置した（写真-8）。

ホスピタルロックは減圧症治療のため再加圧を行う再圧室で減圧症の初期対策として使用する。最大定員は6名で酸素再圧にも対応している。

減圧症発症時の対応は、現場指導医師の眞野博士の指導のもとで実施するものとした。図-8に減圧症発

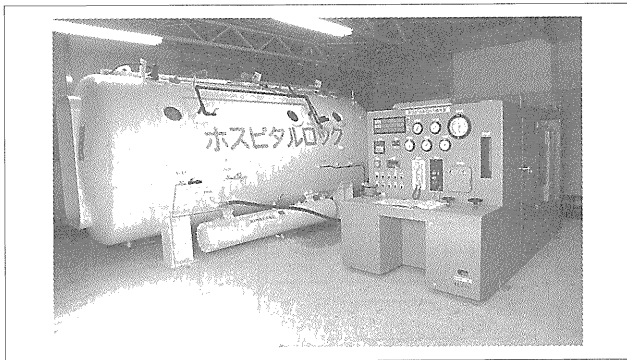


写真-8 ホスピタルロック

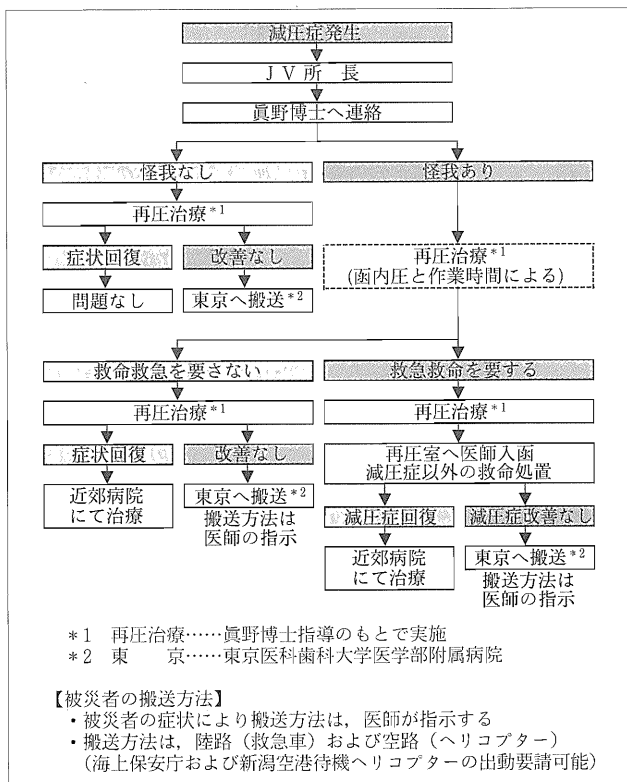


図-8 減圧症発症時フロー

症時のフローを示す。

4. おわりに

主塔（P 22）基礎工事では延べ 525 人が高圧室内業務に従事したが、一人も減圧症を発症することなく沈下掘削工事を完了することができた。減圧症防止に尽力された関係各位に深く感謝する。

今回紹介した無人化掘削，酸素減圧，ヘリウム混合ガス呼吸などの高気圧障害防止対策はニューマチックケーソン工法において主流になってきているが，高圧環境下で作業する限り減圧症の発症率をゼロにすることはできない。函内掘削設備のメンテナンスフリー化や掘削機解体作業の自動化などの一層の技術開発とともに，いかに高圧気下業務を減らせられるかが引き続き重要と考えられる。

JICMA

《参考文献》

- 1) 眞野喜洋：「高圧環境と健康」，1994年9月
- 2) 日本圧気技術協会：「圧気工事の安全施工マニュアル」，2003年8月

【筆者紹介】

中野 敏彦（なかの としひこ）
 国土交通省
 北陸地方整備局
 伏木富山港湾事務所
 所長



吉川 清（よしかわ きよし）
 五洋建設株式会社
 北陸支店
 新湊橋梁工事事務所
 所長



建設機械施工の安全対策 特集

鋼・コンクリート複合アーチ橋工事における安全

—第二東名高速道路富士川橋工事における施工及び安全の特徴—

山村 徹・利波 宗典・園部 文明

第二東名高速道路富士川橋は、鉄筋コンクリートアーチとPC床版鋼2主桁との複合構造を持つ、アーチ支間265mの国内最大となるアーチ橋である。RC造の仮支柱を併用したピロン工法によるアーチリブの構築、隣接するトンネル内で組立てた鋼桁の送出し架設、大型プレキャストPC床版の製作・架設など特徴的な工法を多く採用している。本報文では、富士川橋の橋梁概要、工事概要を説明した後、安全に対する取組みについて紹介する。

キーワード：橋梁、複合アーチ橋、PC床版、鋼2主桁、仮支柱併用ピロン工法

跨ぎ出来るアーチ橋が採用された。

1. はじめに

第二東名高速道路富士川橋は、山梨県に源を發し富士山の西側を流れて、駿河湾に注ぐ富士川の河口から約7km上流に架かる、上下線分離型の鋼・コンクリート複合アーチ橋である(図-1、写真-1)。富士川橋の架橋地点は、両側に山が迫出した狭隘でかつ大きく屈曲する地形であり、水理上問題があるため、川を一

2. 橋梁概要

富士川橋は、上下線分離型のアーチ橋である。図-2に構造一般図を示す。本橋の橋梁形式は、鋼とコンクリートの材料特性を活かした複合構造形式を採用している。上部桁には、重量を軽減しアーチリブ及び下部工基礎を縮小するため鋼2主桁を採用している。アー

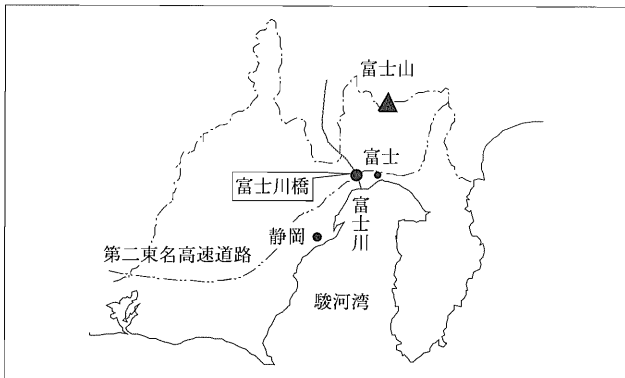


図-1 位置図

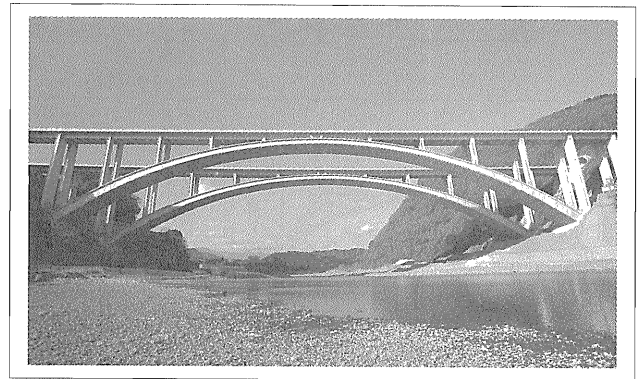


写真-1 上部工完成写真

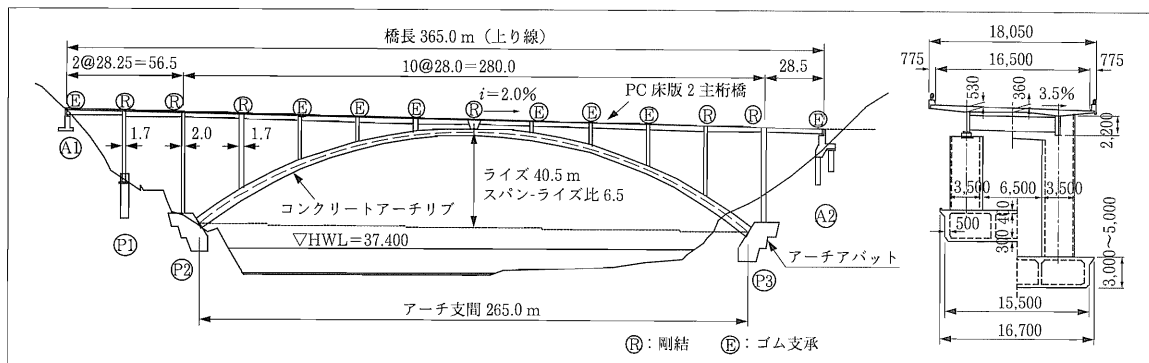


図-2 一般構造図

チリブは、軸圧縮力が卓越する部材であることから、圧縮特性に優れたコンクリートが選定された。表-1に富士川橋の橋梁概要を示す。

表-1 橋梁概要

工事名	第二東名高速道路富士川橋工事
路線名	高速自動車国道 第二東海自動車道横浜名古屋線
施工場所	静岡県庵原郡富士川町南松野～富士宮市星山
工期	(その1) 平成10年7月31日～同13年10月12日 (その2) 平成13年9月27日～同17年3月9日
発注者	日本道路公団静岡建設局
施工者	大成建設(株)・(株)フジタ・(株)ピース三菱共同企業体
橋種	鋼・コンクリート複合アーチ橋
構造形式	
上部桁	PC床版鋼2主桁(有効幅員16.5m)
アーチ	鉄筋コンクリート固定アーチ (アーチ支間265m, アーチライズ40.5m)
下部工	直接基礎及び深礎基礎
橋長	(上り線)365m, (下り線)381m

2. 工事概要

本橋の施工順序を図-3に示す。本橋の施工は四つ

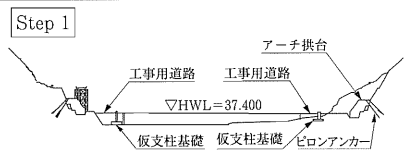
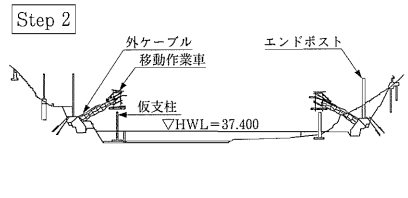
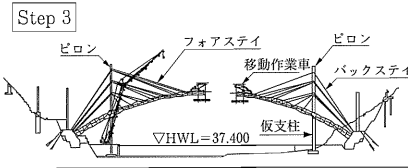
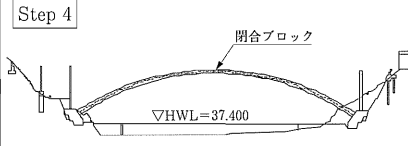
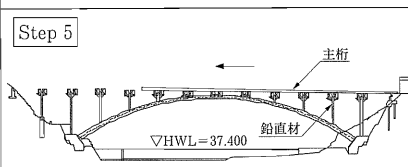
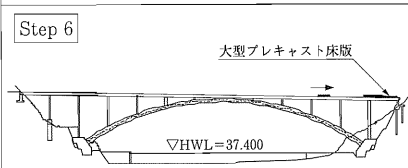
	<p>下部工の施工</p> <ul style="list-style-type: none"> ・構造物掘削 ・仮支柱基礎の構築 ・工事用道路の造成 ・アーチ拱台の構築
	<p>アーチリブの1次張出し施工</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スプリングの接地式支保工による構築 ・移動作業車の組立て ・外ケーブルによる張出し施工 ・仮支柱の構築
	<p>アーチリブの2次張出し施工</p> <ul style="list-style-type: none"> ・仮設ピロンの構築 ・斜吊りケーブルによる張出し架設
	<p>中央閉合 仮設材の撤去</p> <ul style="list-style-type: none"> ・移動作業車の撤去 ・斜吊材の解放及び撤去 ・仮ピロン柱の撤去
	<p>鉛直材・主桁の施工</p> <ul style="list-style-type: none"> ・鉛直材の構築 ・主桁の一括送出し架設
	<p>PC床版の施工</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大型プレキャストPC床版の製作および移動 ・主桁との結合 ・橋面工

図-3 施工順序

に大きく分けられる。

- ① アーチアバットの構築
- ② アーチリブの構築
- ③ 鋼桁の架設
- ④ PC床版の製作・架設

以下にそれぞれの特徴について述べる。

(1) アーチアバットの構築

アーチアバットは1基あたりのコンクリート量が約5,000m³～6,000m³のマスコンクリートであり、温度応力によるひび割れの発生が予想された。対策として温度解析により打設リフトの割付け及びコンクリートの仕様を検討した。その結果、リフト割は6層とし、コンクリートは設計基準強度24N/mm²、最大骨材寸法は40mmで、低発熱ポルトランドセメントを採用した。

(2) アーチリブの構築

本橋のアーチリブは、幅16.7m、高さ3.0～5.0mの3セル箱形断面となっており、部材寸法は上床版厚400mm、下床版厚300mm、ウェブ厚500mmと非常に薄く、かつ軽くなっている。

本橋の張出し架設は大きく二つのステージに分けられる。

(a) 第1ステージ(写真-2, 3～11BL.)

アーチリブの上面に配置した外ケーブル(SWPR7B12S15.2)とアーチリブ上床版内のPC鋼棒(SBPR930/1180φ36)により保持しながらの張出し架設。

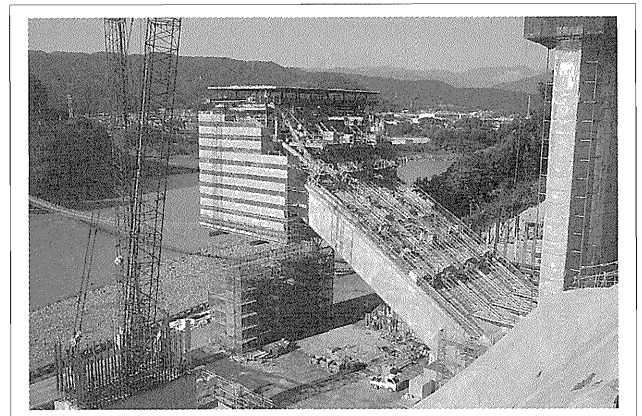


写真-2 第1ステージ施工状況

(b) 第2ステージ(写真-3, 12～25BL.+閉合BL.)

通常エンドポスト上に設けるピロン柱をアーチリブの途中に設け、斜ケーブル(SWPR7B7～12S15.2)

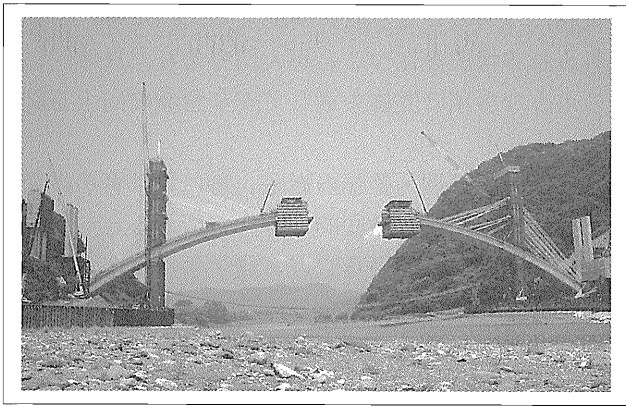


写真-3 第2ステージ施工状況

及びアーチリブ上床版内の PC 鋼棒 (SBPR 930/1, 180φ36) により保持しながらの張出し架設。

具体的には、河川区域内に構築した鉄筋コンクリートの仮支柱によりアーチリブの9ブロック目を支持したうえで、アーチリブ上に鋼製のピロン柱を設置し、フォアステイケーブル及びバックステイケーブルを14段架設しながら、アーチリブを構築するものである。第1ステージの外ケーブル及び第2ステージのバックステイケーブルのカウンターウェイトとしては、アーチアバット本体を利用した。

(3) 鋼桁の送出し架設

本橋の鋼桁は2主桁で(桁高2.2m, フランジ幅0.7m), 富士川橋に近接してすでに完成している富士宮第二トンネル内で, 上り線365m, 下り線381mの全橋分を組立て, 一括送出し・降下により所定の位置に架設した(写真-4)。

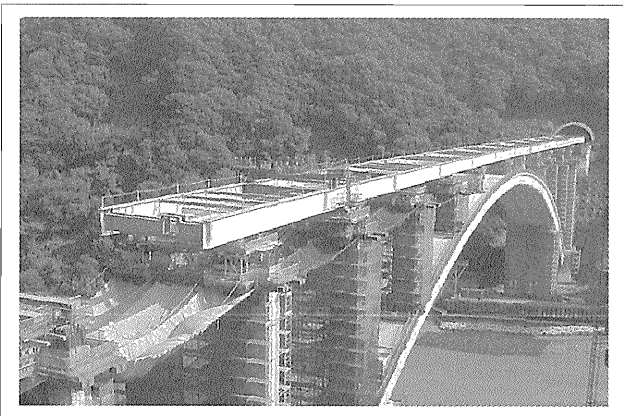


写真-4 鋼桁の送出し架設状況

(4) PC 床版の施工

本橋では上下線合わせて82枚のプレキャスト床版を製作・架設した。床版の平面寸法は9.5m×17.68mで, 1枚あたりの重量は約160~170tである。コ

ンクリートは設計基準強度 $\sigma_{ck}=50 \text{ N/mm}^2$, 最大骨材寸法 25 mm, スランプ 15 cm とした。床版は名古屋方の A1 橋台背面に設けた製作ヤードにて製作した後, 専用開発した架設機械(写真-5, 図-4)により東京方より順次設置し, 床版重量による鋼桁及びアーチリブの変形の影響を考慮しながら, 鋼桁との一体化及び床版間の間詰めを行った。

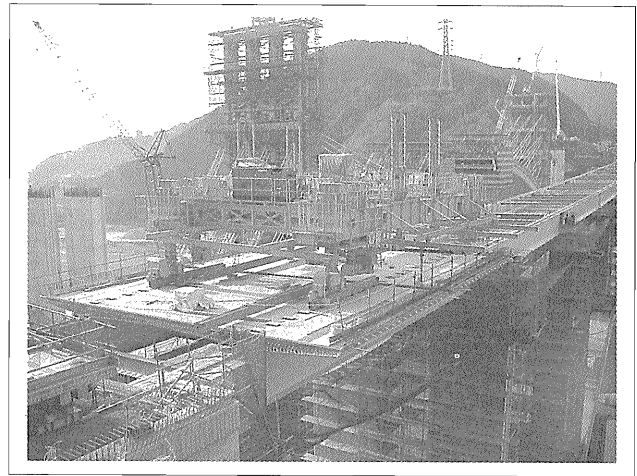


写真-5 PC 床版架設状況

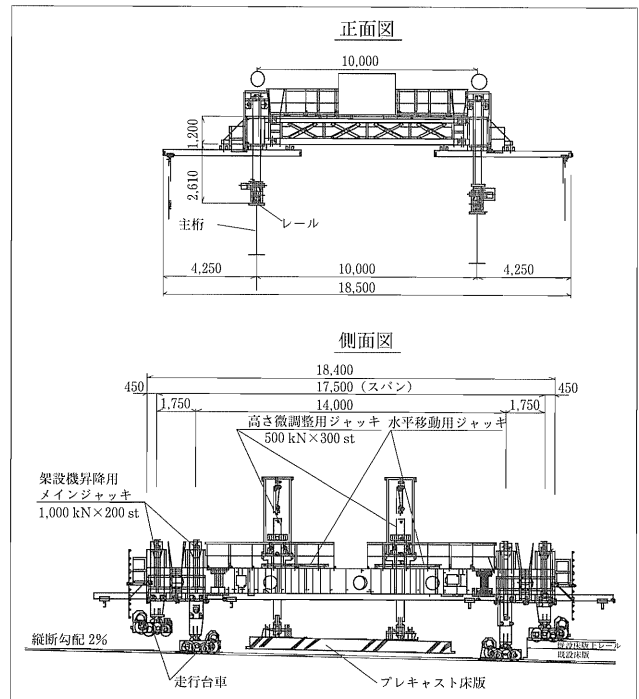


図-4 床版架設機構造図

3. 安全に関する取組み

本橋の施工は平成10年の着手から6年以上が経過しているが, その間に安全に対する取組みは日々改善されてきた。以下に特徴的な事項を挙げる。

(1) アーチリブ架設工法の変更による危険作業の削減

前述したように本橋のアーチリブ架設は仮支柱併用ピロン工法を採用したが、当初はエンドポスト・ピロン工法で計画されていた(図-5)。

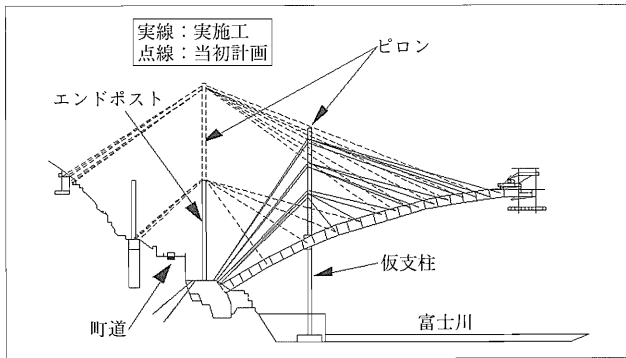


図-5 アーチリブ架設方法の比較図

これを見直すことで大幅なコストダウンと同時に、施工における危険要因の削減を行った。

- ① 架設する斜ケーブルの長さを大幅に短くすることで、架設重量を40%削減。この結果、転落・墜落及び飛来・落下災害の危険性が高い作業の量も同様に削減した。
- ② バックステイのカウンターウエイトとしてアーチアバット本体を使用することで、仮設のグラウンドアンカーを施工延長で75%削減。さらに実際に施工したアンカーは全てアーチアバット上の平坦な場所での作業であり、急斜面で滑落等の危険性が高い作業を皆無とした。
- ③ 名古屋方はアーチアバットの背面に町道が通っており、エンドポスト・ピロン工法では町道上空に架設する必要があったバックステイケーブルを、アーチアバットに定着させることで、町道との干渉を無くした。

(2) 安全に対する意識の向上

安全な施工を行うために最も重要なことは、作業を行う一人一人の安全に対する意識を向上させることである。

本橋においては以下のような取組みを行った。

(a) 来客対応を通しての安全意識の向上

当工事はいろいろな方々に見学していただく機会が大変多く、その数は施主及び企業体構成会社からの見学を除いても、年間3,500人以上(平成15年は上り線の完成を記念して一般開放を行ったため11,000人を超えた)であった。

これだけの数の見学者に対応するためには、常に受け入れられる状況を保つことが大切であり、具体的に以下のような事項の実施を通して安全意識の向上を図った。

- ① 場内の整理・整頓の徹底。特に見学者が最初に目にする場所は徹底的にきれいにする。
- ② 作業を行っている直近で見学する場合もあり、常に周囲に気を配る。
- ③ 立入ると危険な場所の明示は確実に行う。

(b) 絵葉書による新規入場者の安全教育

当工事では、平成13年10月の上り線アーチリブ閉合を記念して、写真-6のような絵葉書を作成し、それ以降、新規入場教育時に全員に配布してきた。これは、絵葉書により工事及び安全について説明することで、新規入場教育への興味を向上させ、安全作業に繋げることを目的として実施した。

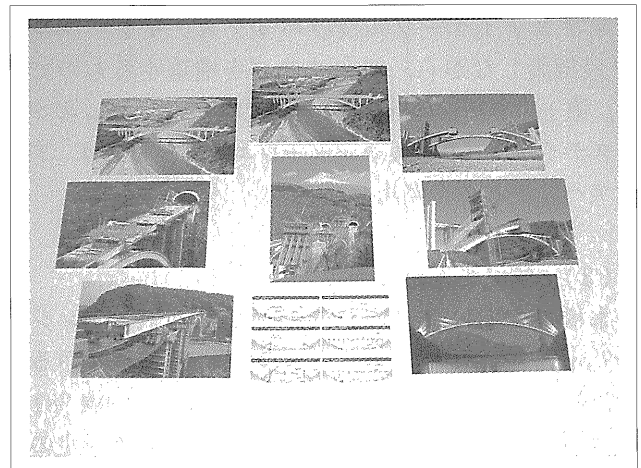


写真-6 絵葉書

(c) 声掛け運動の実施

「おはようございます」、「ご苦労様」など、日々の挨拶を積極的に行うことを通して、仲間が危険な行動を取った場合など、気軽に注意し合える環境創りを目指したものである。

(3) 安全設備

本橋の工事では、その特異性に対応した設備面での安全対策を実施している。以下の特徴的な事例を紹介する。

(a) アーチリブの昇降設備

アーチリブ上面及びボックス内には、進捗に合わせて昇降階段を設置するが、富士川橋では踏み面の角度を自由に調整でき、かつ軽量で組立て部材数が少ないアルミ製のタラップを採用した(写真-7)。

なお既成品の対応可能角度は20~70°であったが、

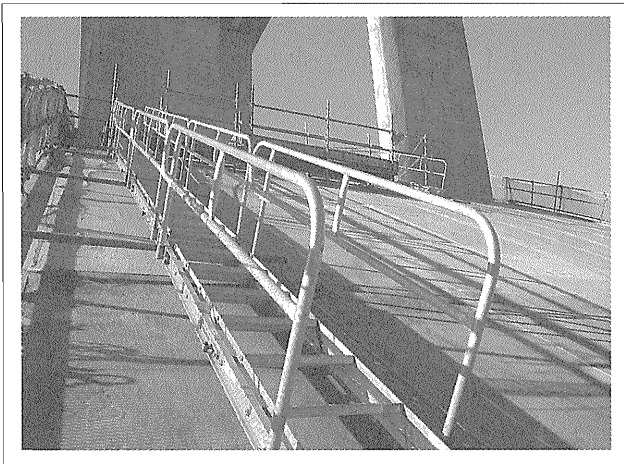


写真-7 アーチリブ上角度可変ステップ

アーチリブの傾斜変化に合わせて最低角度を 10° に改良した。

(b) プレキャスト PC 床版架設機

今回開発した架設機械は、昇降機能と走行機能を併せ持つ 8 本の脚を操作することで、吊上げ、運搬、架設が可能である (図-6)。

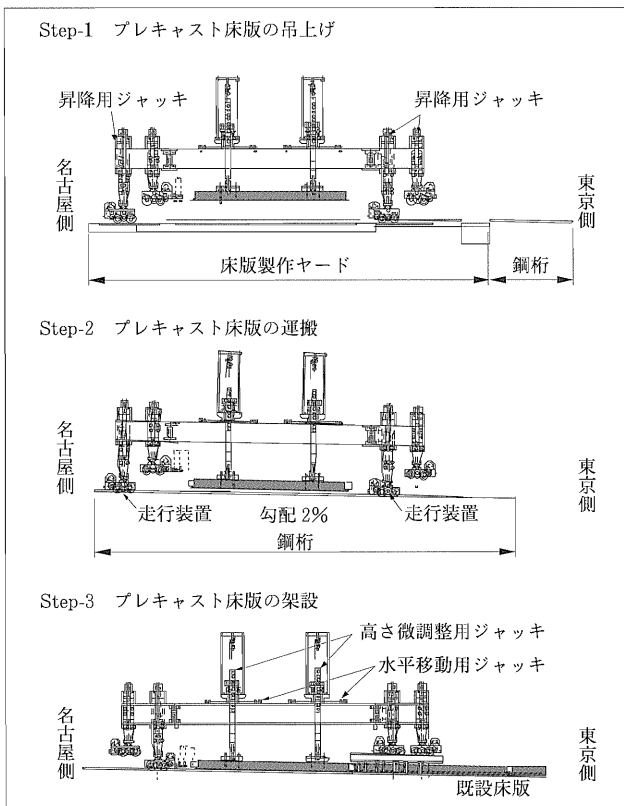


図-6 PC 床版架設順序図

本橋で採用したプレキャスト床版は前述したように 1 枚が大変重く、架設機械に掛かる負担も大きなものとなる。そのため、安全に機能するよう以下のような対策を取った。

- ① 8 本の脚に装備された油圧ジャッキは単動でも連動でも操作可能であるが、床版の昇降は連動で行い、その場合の同調精度を ±10 mm とし、特定の脚に荷重が集中することを防いだ。
- ② 走行装置は急激な発進、停止を行った場合、機械の損傷や脱輪等により大きな災害が想定されたため、インバータ制御を取入れることで滑らかな発進、停止を可能とした。
- ③ 各脚に緊急停止ボタンを配置し、万一トラブルが発生した場合、最寄りの者が押すことで、昇降及び走行の停止を可能とした。

5. おわりに

本橋は平成 16 年 12 月には下り線も完成し、現在は平成 17 年年 3 月 9 日の竣工に向けて、河川内の仮設物の撤去を行っている状況であり、最後まで無事故、無災害を目指し、安全意識の向上に努めていきたい。



《参考文献》

- 1) 福永, 山村, 園部, 渡辺, 大友: わが国最長スパン [265 m] の鋼・コンクリート複合アーチ橋を架ける, セメント・コンクリート, No. 674, pp. 36-44, 2003. 4
- 2) 貞光, 山村, 園部, 渡辺: 日本初の鋼・コンクリート複合アーチ橋の施工—第二東名高速道路・富士川橋一, 土木施工, Vol. 44, No. 5, pp. 65-72, 2003. 5
- 3) 山村, 松橋, 石井: 専用架設作業車による大型プレキャスト PC 床版の架設—第二東名高速道路富士川橋の施工一, 建設の機械化, No. 644, pp. 22-26, 2003. 10

【筆者紹介】



山村 徹 (やまむら とおる)
大成建設株式会社・株式会社フジタ・株式会社ピーエス三菱第二東名高速道路富士川橋 (その 2) 工事共同企業体 所長



利波 宗典 (とらみ むねのり)
大成建設株式会社・株式会社フジタ・株式会社ピーエス三菱第二東名高速道路富士川橋 (その 2) 工事共同企業体 工務課長



園部 文明 (そのべ ふみあき)
大成建設株式会社・株式会社フジタ・株式会社ピーエス三菱第二東名高速道路富士川橋 (その 2) 工事共同企業体 工事課長

可燃性ガス噴出の可能性のある地盤でのシールドトンネルの安全対策

脇山 一郎

シールド工事開始前の地質調査・可燃性ガス調査により、可燃性ガス（メタンガス）が、対象深度の地層の間隙や地下水に含まれていると判定をされたため、当シールド工事の施工に際し、可燃性ガスがシールドトンネル坑内へ流入するとともに、坑内での可燃性ガス滞留による爆発災害の起こる可能性の高いことが懸念された。

今回実施した可燃性ガス対策は、「レベル2：シールド機本体および切羽部に限定した防爆化」で、①シールド切羽部の防爆化、②エアカーテン+強制排気+局所送気の換気設備、③自動ガス検知警報装置、④避難救護設備等の設備と可燃性ガス対策安全管理体制を組織し、⑤掘削土砂搬出をずり鋼車方式で一次覆工を施工した。

本報文では、シールド一次覆工で採用した可燃性ガス対策の機械電気設備の例を紹介する。

キーワード：可燃性ガス、メタンガス、防爆、エアカーテン、泥土圧式シールド

1. はじめに

本シールド工事は、大阪府東部にある生駒山地から大阪湾に流れる寝屋川の流域下水道事業の一環である。

工事箇所が位置する周辺は、寝屋川によって形成された東大阪平野に属し、メタンガスの噴出や湧出が、

工事以外においても報告されている場所がある地帯である。寝屋川流域下水道事業の他工区の工事においても、メタンガスの量の差はあるが、メタンガスが湧出または噴出したという地質調査結果の報告がなされている。

本工事においても、例外ではなく、地質調査・ガス調査でメタンガスが検出され（図-1）、可燃性ガス対策を施すことが施工管理での責務となり、可燃性ガスへの安全対策の法規則および技術指針を基に、社内・社外および発注者・関係諸官庁と協議を重ねて、防爆対策を実施しつつ、シールド掘進管理を遂行した。

2. 工事概要

(1) 工事概要（表-1）

本工事（写真-1、表-2）は、既設大東幹線（一）の雨水レベルアップ計画による能力不足の補充と、新設される「なわて水環境保全センター」からの送泥管

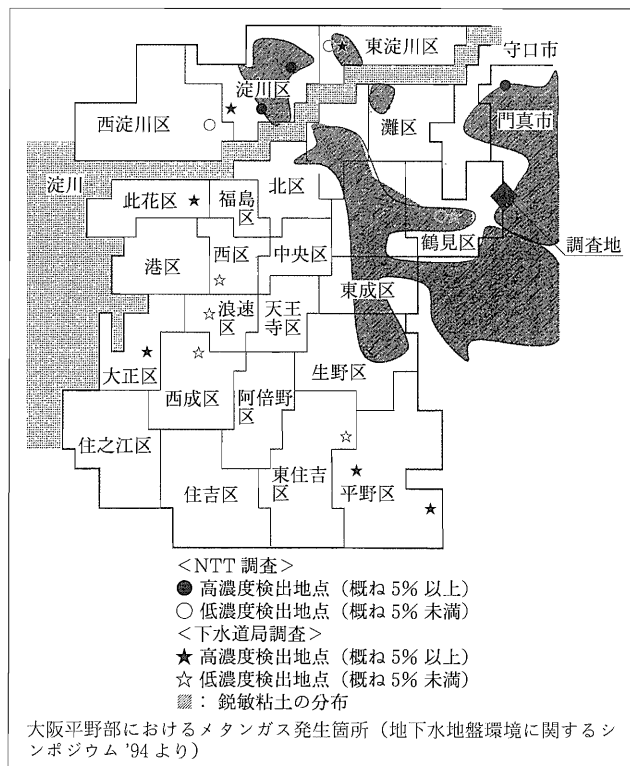


図-1 大阪平野のメタンガス発生箇所と工事位置（調査地）

表-1

工事名	寝屋川流域下水道 大東（一）増補幹線（第2工区） 下水管渠築造工事
場所	大阪市鶴見区安田2丁目～大東市新田本町
発注者	大阪府東部流域下水道事務所
施工者	間組・東急建設・みらい建設工業共同企業体
工期	平成14年12月18日～平成18年2月28日
土質	粘土シルト層、洪積砂層
土被り	11.0～14.0m
線形	縦断線形1.0パーミリ。平面線形40mR×2箇所、 200mR×2箇所、480mR×1箇所
請負金額	2,483,346,600円（消費税含）

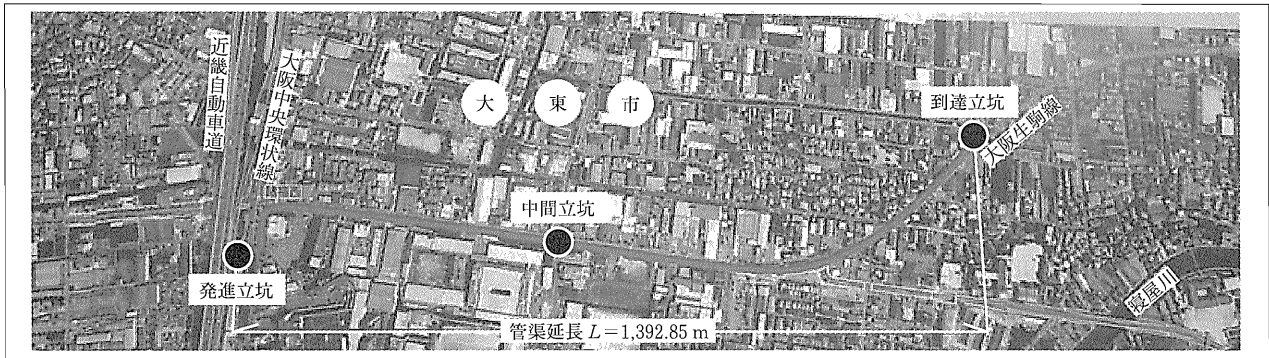


写真-1 シールド路線

表-2 主な工事数量

主要工種	工事内容	数量・諸元
シールド一次覆工	掘進外径 3,940 mm	L=1,381.5 m
シールド二次覆工	仕上がり内径 3,000 mm	L=1,386.1 m
管きょ工 (汚泥圧送管)	φ250 mm×2列	n=279 本
立坑工	NO ₂	1 箇所
地盤改良工	三重管高圧噴射攪拌方式	W=605 kL
	二重管複相注入	W=800 kL
	CJG 注入	W=240 kL
特殊マンホール工	No. 2	1 箇所
付帯工		1 式
共通仮設		1 式

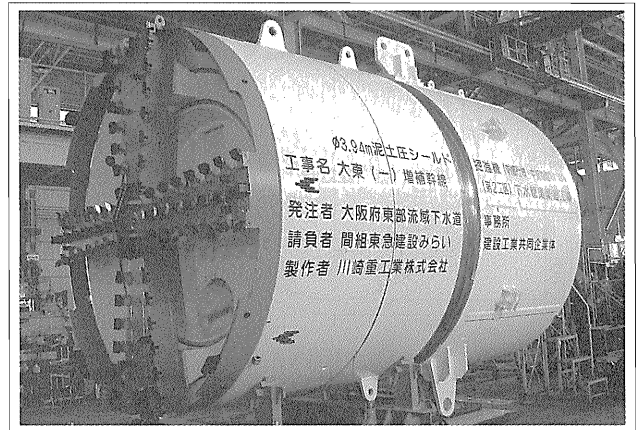


写真-2 泥土圧式シールド機 (防爆仕様、中折れ型)

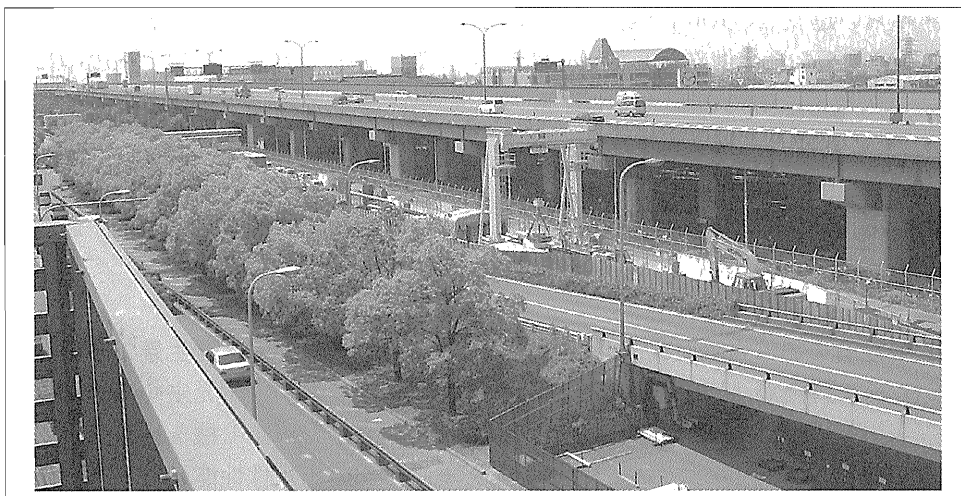


写真-3 発進基地

北東より南西方面を撮影。奥の高架道路 (JH 近畿自動車道) と、手前の大阪中央環状線に挟まれた発進基地ヤード

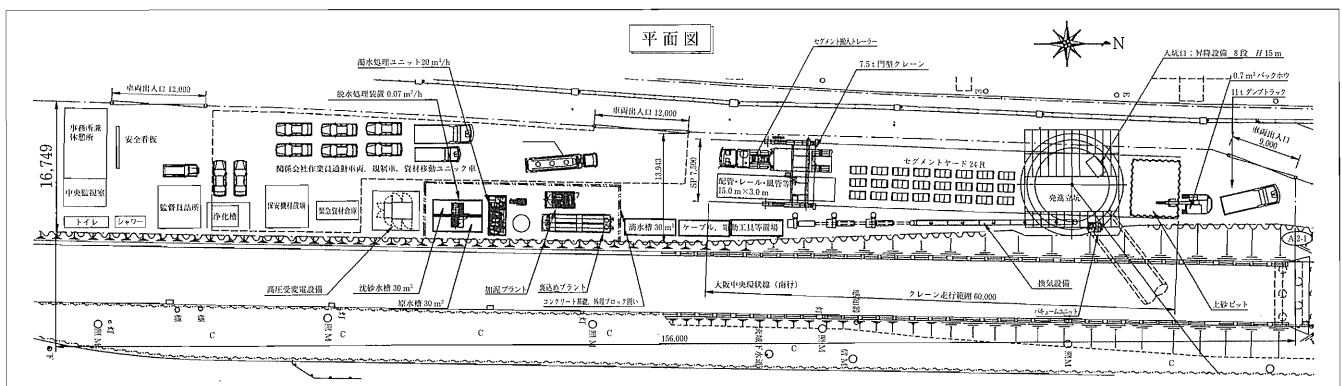
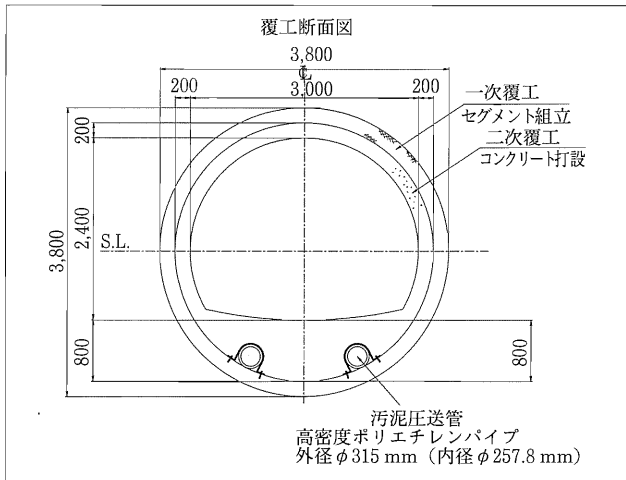


図-2 発進基地平面図

を布設するため、大阪市鶴見区安田2丁目地先の発進立坑から府道大阪生駒線の道路下約11mの深さで縦走し、大東市新田本町地内までの区間約1.4kmを、泥土圧式シールド工法（写真—2にシールド掘進機、写真—3及び図—2に発進基地を示す）によって、仕上がり内径 $\phi 3,000$ mmの下水管渠を築造するものである（図—3に覆工断面図を示す）。



図—3 覆工標準断面図

間組・東急建設・みらい建設工業共同企業体（以下、当JV）は、別途工事で施工した発進立坑を利用して、シールド一次覆工、二次覆工、中間立坑と人孔築造、および地盤改良工を約37ヵ月の工期で実施する。

3. 可燃性ガスの調査

(1) 調査概要

地質調査と共に、発注者である大阪府東部流域下水道事務所より可燃性ガス調査が12箇所実施された（平成13年8月）。

予備調査（現位置の簡易ガス測定）において、メタンガスが噴出したという現象は無いが、可燃性ガス濃度が100LEL%を超える箇所が4箇所あり、このうちの2箇所について本調査（分析機関により、対象深度の気体と地下水の試料を、詳細に成分検査する）を実施した。

平成15年6月に、当JVは、発進立坑付近と中間立坑付近の2地点について、平成13年8月の調査位置よりも、さらに工事箇所に近い地質と可燃性ガスのデータを得るために、予備調査と本調査を実施した。予備調査の際に、メタンガスが噴出したという現象は確認されなかった。

(2) 調査結果

2度の調査により得た分析結果によると、対象深度のメタンガス濃度は、最大で、気体中に遊離ガスとして3.0 vol%，地下水中に溶存ガスとして10.8 mg/Lであった（表—3）。

表—3 本調査結果のメタンガス濃度最大値

対象深度で検出したメタンガス濃度	
遊離ガス	3.0 vol%
溶存ガス	10.8 (mg/L)

また、ガスの全圧を算定したところ、対象深度での拘束圧（大気圧+間隙水圧）より低い値となった。ガスの全圧が最高値は1.51 atmでその箇所の拘束圧は1.955 atmであった。

(3) 調査結果の考察

調査結果より、メタンガスが発生する度合いを以下のように想定した。

- ① 予備調査の際にメタンガス噴出が確認されなかったため、地層の空隙に遊離ガスとして賦存している可能性は低い。
- ② メタンガス以外の有害なガス（硫化水素、一酸化炭素）はほとんど無い。
- ③ メタンガスは、地下水の中に溶存しており、対象深度では地下水圧と大気圧によって拘束されている状態である。
- ④ メタンガスが溶込んでいた対象深度の地下水は、大気圧下に開放されると、遊離ガスになる（気化する）。

(4) メタンガス発生量の予測

メタンガスが一番発生する箇所は、シールド機切羽部であり、シールド機テールシールド部およびセグメント継手部の止水性能が低下した箇所、また、シールド機のスクリュコンベヤ出口部で取込んだ掘削土砂を開放した時である。個々の箇所では、メタンガス成分を溶存している地下水が、大気圧下に開放されて、気化し、遊離ガスとして発生することとなる。

よって、メタンガス発生量の予測最大値は、止水性能低下箇所の湧水量および掘削土砂量の最大値と、可燃性ガス調査で得られたメタンガス濃度の最大値を適用し算出した（表—4）。

さらに、表—4のメタンガス予測発生量から、最もメタンガスが発生する状況（シールド掘進中）に換算すると、シールド坑内1m当りの空間で、そのメタンガス発生量は 0.39105 m^3 となり、気中濃度で3.4

表-4 メタンガス予測発生量

発生項目	メタンガス発生量	算式
① 坑内湧水	0.01452 m ³ /min	発生量=湧水量×(溶存メタンガス量)×{1+(9.8×地下水压)/101}
② 掘削土砂	1.12×10 ⁻³ m ³ /min	発生量=掘削土量×(掘削土中の水による発生量+掘削土中の気体による発生量)×(圧力補正)

注1) 坑内湧水によるメタンガス発生量は、表-3の溶存ガス量10.8 mg/Lを持つ地下水が、坑内湧水量0.5 m³/minで発生した時に、坑内で大気圧下に開放されて、全て気化した場合の量
 2) 掘削土砂による発生量は、表-3の溶存ガス量10.8 mg/Lを持つ地下水を含む掘削土砂を、1日あたりの掘削量が146.35 m³/24 hrで取込んだ時に、スクリュコンベヤ出口部で大気圧下に開放されて、全て気化した場合の量

vol%になるという結果に至った。

4. 可燃性ガス対策レベルの判定と対策

(1) メタンガスの特徴(表-5)

シールド工事を含め地下工事で発生する可燃性ガスは、通常メタンガス(CH₄)がほとんどであり、地下掘削の覆工版下やシールド機内など空気の還流が滞る場所で滞留する事が多い。滞留したメタンガスは、周囲の空気(酸素)と混ざりあい、ある一定の濃度・爆発下限界の濃度(5.0 vol%)に達すると、燃焼・爆発現象を起こす危険性が非常に高まる。

そしてこの時に、電源スイッチ操作時や静電気により発生する火花などの着火源の発生と共に、一瞬にして燃焼・爆発に至るもので爆発性ガスともいい、非常に危険なガスである。

表-5 メタンガス(CH₄)の主な特徴

<ul style="list-style-type: none"> ・有機物や腐食土を含む層、石油・天然ガス地帯などに存在する ・無色、無臭、水に溶解する ・人体に無害 ・空気の比重=1としたとき、比重0.55 ・空気中の濃度が、5~15 vol%の範囲で、着火源があれば、爆発する

(2) 可燃性ガス対策レベルの判定と対策実施項目概要

可燃性ガス対策は、メタンガス発生量(最大3.4 vol%)の予測算出結果より、管理基準値(Ⅱ)が該当する(表-6)。

表-6 トンネル工事の可燃性ガス(メタンガス)対策基準(大阪市下水道局の技術指針より)

管理基準(Ⅰ): 検出濃度5.0%以上
管理基準(Ⅱ): 検出濃度1.5%以上~5.0%未満
管理基準(Ⅲ): 検出濃度0.5%以上~1.5%未満

管理基準値(Ⅱ)(以下、対策レベル2という)は、エアカーテン併用によるシールド切羽部の限定的な防

爆化、送排気併用式の換気、定置式および携帯式のガス検知併用、シールド切羽部の防爆構造採用である。

(3) 可燃性ガス対策の項目

可燃性ガス対策の項目は、爆発災害を予見した体制と装備の十分な検討を行い、使用する機器の防爆化、強制換気設備、自動ガス検知警報、切羽坑内の湧水漏水対策としてセグメントの止水等の徹底、安全衛生管理体制・作業員への教育の徹底など、下記の6項目について計画立案した。

- ① シールド機内および防爆エリアの機器の防爆化。
- ② エアカーテンを装備することにより、防爆エリアと非防爆エリアを隔離する。
- ③ 坑内全域の風速を0.5 m/s以上確保する換気設備を設ける。
- ④ メタンガス滞留エリアにおいては、風速1.0 m/s以上を確保する換気設備を設ける。滞留エリアとは防爆エリアおよびスクリュコンベヤの掘削土砂吐出口などである。
- ⑤ 自動ガス検知警報装置
切羽を含め、坑内の環境(酸素濃度、メタンガス濃度、硫化水素濃度)をリアルタイムで計測監視するとともに、計測値により警報を自動発信し、作業関係者全員に即時異常事態を通報する設備とする。
- ⑥ 作業基準
メタンガスの濃度に対する作業基準を表-7のように定めた。

表-7 メタンガス濃度と作業基準

可燃性ガスの安全管理基準							
可燃性ガス濃度 Vol%	管理基準	警報	作業	火気制限	電源	ガス測定	換気
0.00	平常作業	なし	定常作業	作業届出	制限無し	通常測定	通常換気
0.25	一次警戒	警戒警報		作業制限		測定強化	換気改善
0.50	二次警戒		中断退避	作業中止		発生源調査	換気増強
1.00	退避基準	非常通報	作業中止		切羽遮断	自動測定	
1.50 (法規制濃度)	入坑内禁止		全員退避		坑内全停電		
5.00 (爆発下限界濃度)	電源遮断基準						

5. 可燃性ガス対策設備

(1) 定置式自動ガス検知警報装置

可燃性ガス対策の中で、ガス検知は重要な設備で、日々の作業判断、安全対策を行ううえでの情報源とな

る。特にメタンガスは、無色、無臭という特徴を持つ（表—5）ことから、人間の臭覚、視覚ではその存在を判定できないので、定置式でガス検出を行う方法（定置式自動ガス検知警報）と携帯式の可燃性ガス測定器を併用した。

定置式のガス検知センサ（メタンガス、酸素、硫化水素、一酸化炭素）は、シールド機内、エアカーテン近傍、後続台車後方のほか、坑内は200m毎と、発進立坑に設置した（グラビヤ）。

ガス検知は、現場事務所設置の監視コンピュータにより、24時間リアルタイムに自動計測しデータを記録するとともに、シールド機運転席、発進立坑入坑口に設けたデジタル表示機器に計測値を表示し、常に確認ができるものとした。また、計測値が1次警報値ならびに2次警報値の値に達した場合は、即座に、坑内全域（シールド機内および坑内200m毎）と、発進立坑入坑口、現場事務所の警告警報機を動作させるシステムとした。

携帯型の検出測定器は、定置式で計測できないシールド切羽部の箇所を測定することと、作業開始前の坑内巡視の際に携帯して、可燃性ガス有無の点検に使用した。

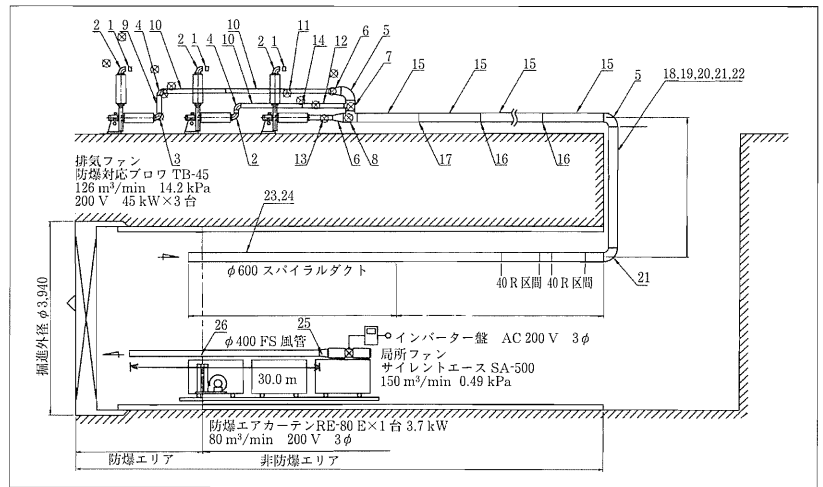
（2）換気設備（表—8）

換気設備は、強制排気ファン+局所送気ファン+エアカーテン方式とした（図—4、図—5）。

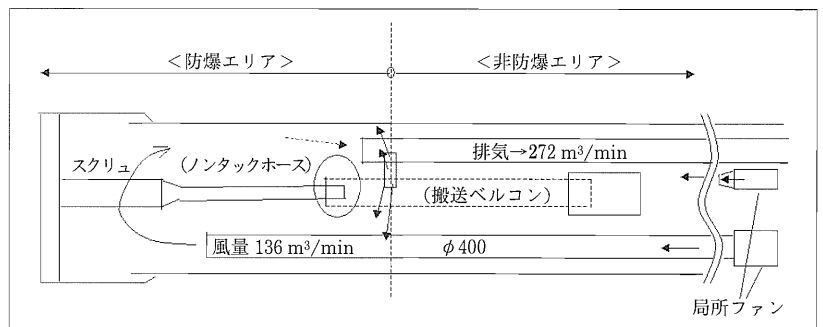
強制排気ファン+局所送気ファンは、発生した可燃性ガスをすばやく希釈して坑外へ排出する機能を持ち、エアカーテンは、防爆エリアと非防爆エリアの境界を築き、発生した可燃性ガスを非防爆エリアへ移動させない機能を持つ。防爆エリアの空気の流れは、図—5

表—8 換気設備一覧

項目	風管, 換気量	仕様	備考
① 強制排気	φ600, 272 m ³ /min	ターボプロア 45 kW/14.2 kPa×3台, インバータ制御	特徴 ・ダクト延伸時, 坑内高圧ケーブル延長時も, 排気続行可能。 ・外気がトンネル内を流れるので, マシンの余熱の空冷化など坑内環境が快適となる。 ・主換気プロアが坑外にあることで, 坑内の騒音源が少なく会話可能となる。
② 局所送気	φ400, 136 m ³ /min	軸流ファン 3.7 kW×1台, 0.49 kPa, インバータ制御	
③ 局所送気	—, 80 m ³ /min	サイレントファン 1.5 kW×1台, 風速 20 m/s	
④ エアカーテン	—, 80 m ³ /min	風量 80 m ³ /min, ノズル風速 20 m/s, 3.7 kW×1台	



図—4 換気設備レイアウト



図—5 シールド切羽部・防爆エリアの換気（平面図）

に示すように、エアカーテンの吐出口を境界として、シールド機内側の平均風速1.0 m/s以上となるように、排気ダクトと、送風ダクトを左右に分け、さらに前後方向で5 m以上離れるような配置とした。

主換気量（強制排出換気量）は、その算定条件（坑内全域の平均風速0.5 m/s以上、作業員の呼気量10 m³/min・人、後続台車油圧ユニットの熱による坑内平均温度の冷却維持）より、所要換気量を算出し、送風機的能力と機体寸法、風管口径を比較検討した結果、地上設置のターボプロアにより吸出す方式とした。

① 強制排気（グラビヤ）

地上に排気ファンを設置し、φ600の風管（スパイラル鋼管）を地上よりシールド機切羽の防爆エリア内にまで延伸し、切羽部の有害な空気を強制吸出しする。

② 局所送気ファン

シールド後方台車（5号台車）上に局所送気ファンを設置し、φ400風管（ビニールダクト）をシールド機テールシールド部まで延伸し、坑口より流入する新鮮な空気を送り、防爆エリアの風速を1.0 m/s以上を確保する。

③ 局所送気ファン

メタンガス滞留エリアとして、土砂搬送ベルトコンベヤの積込み付近での風速1.0 m/s以上を確保でき

るよう、切羽用の局所送気ファンとは別の送風機を設置し、後方台車最後尾に配置して切羽方向へ送風する。

④ エアカーテン (写真-4)

シールド切羽の後方台車先頭にエアカーテン用のファンを設け、ノズル風速 20 m/s をトンネル円周方向に噴出すことで、防爆エリアと非防爆エリアを隔離する。

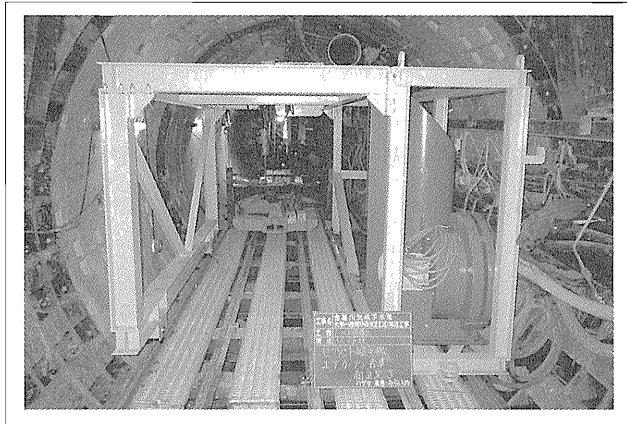


写真-4 エアカーテン

(3) シールド機の防爆化

シールド機内は、防爆仕様機器とし、エアカーテンの境界から2号台車以降の後続台車側は、通常の非防爆機器とした(図-4)。

シールド機本体の防爆仕様のうち電気機器の防爆仕様は、メタンガスの発生濃度が最大3.4 vol% であることと、強制排出の換気設備方式を取ることによって、

表-9 可燃性物質を処理または貯蔵するプラント対象の工場防爆電気設備のレベル

危険のレベル	爆発性の度合い	備考
0 種危険場所	爆発性の雰囲気特に高い	完全防爆
1 種危険場所	爆発性の雰囲気が高い	
2 種危険場所	爆発性の雰囲気が低い	
3 種危険場所	爆発性の雰囲気が無視するほど低い	

出典：労働省の技術指針「ユーザーのための工場防爆電気設備ガイド (ガス防爆 1994年) 労働省産業安全研究所技術指針」

表-10 シールド機の主な防爆機器

機器名	防爆構造
油圧電磁切換弁 (シールドジャッキ選択弁以外)	安全増防爆構造
油圧電磁切換弁 (シールドジャッキ選択弁)	耐圧防爆構造
中継端子箱	耐圧防爆構造
エレクトラ操作箱	本質安全防爆構造
機内スクリュゲート操作箱	本質安全防爆構造
油圧ジャッキストローク計	本質安全防爆構造
土圧検出器	本質安全防爆構造
近接スイッチ (SC 回転)	本質安全防爆構造
ピッチング計, ローリング計	耐圧防爆構造
機内蛍光灯, コンセント, バトライト	耐圧防爆構造
運転台車の操作盤	本質安全防爆構造

爆発性の雰囲気が低い2種危険場所に相当すると判断し(表-9), その防爆仕様は、機器の種類と用途によって表-10 に示すように、本質安全防爆構造, 耐圧防爆構造, 安全増防爆構造とした。

また、シールド機内のカタヘッド駆動とスクリュコンベヤ駆動は、防爆性の高い油圧モータ駆動方式とし、非防爆エリアの後続台車に電動機駆動式油圧ポンプを配備した。

(4) 防爆エリアに装備した防爆仕様の機器

シールド機内装備の防爆機器以外で、防爆エリアに装備した防爆仕様の機器を表-11 に示す。

表-11 防爆エリアに装備した防爆仕様の機器

機器名	仕様	数量
セグメント搬送機	揚重 エアホイスト 2.0t	1台
	走行 防爆電動機駆動式	1台
局所照明	防爆水銀灯 400 W	2台
	防爆蛍光灯 40 W (シールド機内以外)	3台
通信	防爆インターホン	1台
ガス検知警報機	定置式 防爆型検出部と警報部	3台
ジャイロコンパス	防爆ケース入り検出部	1台
自動レベル計	防爆ケース入り検出部	1台

緊急避難用で装備した防爆機器などを以下に示す。

- ① 坑内の非常用蛍光灯を防爆型とした (40 W, 50 m 毎設置)。
- ② 緊急避難用具の懐中電灯を、防爆型とした (200 m 毎設置)。

6. 可燃性ガス対策設備の保安維持管理

(1) 定置式自動ガス検知警報装置

管理項目は、日常点検 (作業開始前に行う携帯式可燃性ガス測定器との値の整合性の確認, 機器の外観点検) と、月次点検 (月1回行う検出センサの校正と警報装置の試運転) である。

定置式の可燃性ガス検出センサは、設置した位置の環境変化 (温度, 湿度の変化) で微妙に、検出感度に狂いが生じる場合がある。今回、シールド機内に装備したセンサにおいて、季節の変わり目で (冬から春, 春から夏) 2回ほど発生し、わずかであるが検出値が大きい値を示した現象があった。この発見は、日常作業開始前に行う携帯式可燃性ガス測定器との比較により発見したものである。

(2) 換気設備

管理項目は、日常点検 (作業開始前に行う換気装置

の作動確認・損傷異音有無点検と風管の漏風有無点検)と、半月に1回行う換気量測定、月次点検(月1回行う全負荷運転による設備の機能確認)である。

換気量の測定は、各地点の風速測定であり、シールド切羽部の防爆エリア(エアカーテン吐出口、排気ダクトの吸込み口、局所送気ダクト吐出口)と、坑口、200 m地点、トンネル中間点で実施した。管理基準は、可燃性ガス対策の項目で設定した値(防爆エリア1.0 m/s以上、坑内全域0.5 m/s以上)である。

(3) 防爆仕様の機器

管理項目は、日常点検(機器の損傷有無、動作機能確認)である。今回、シールド機内装備品のストローク計と、搬送機の電動機が機能不全となり、6回ほど機器本体を交換した。

7. あとがき

本工事の一次覆工は、掘進開始から約10カ月後、平成16年8月に延長1,385 mの施工を終えた。施工期間中の可燃性ガスは、微量(0.1 vol%未満)の値が二、三度検出されたが、わずかな時間で、ガス検出センサの検出誤差とも判断できるような値であった。今回設備した換気設備が十分に機能した結果と考える。現在現場では、二次覆工、中間人孔築造を主体に施

工を進めており、平成17年9月には、発進基地の復旧工などを残して主要な工種を終える予定である。

本報文で紹介した可燃性ガス対策とその施工設備計画は、土木工事施工の計画知識の他に、メタンガスを相手にすることから化学の知識が必要となる。可燃性ガス調査の段階から、発注者、本社支店の設計技術部門、ガス分析機関、機械設備メーカー等各方面の協力支援を頂いて、今回の可燃性ガス対策を無災害で完了することができた。

本報文が今後、高濃度ガス予測箇所の施工、保安対策等に係る会員諸兄弟の一助となれば幸いです。

JCMA

《参考文献》

- 1) 大阪市下水道局：「平成6年1月 トンネル工事における可燃性ガス対策技術指針」
- 2) 建設業災害防止協議会：「平成14年 ずい道等建設工事における換気技術指針」
- 3) 株式会社間組：「平成8年 爆発性ガス及び有害ガスに関するマニュアル(土木編)」(社内マニュアル)

【筆者紹介】

脇山 一郎(わきやま いちろう)
株式会社間組
大阪支店
土木部
大東シールド作業所
機電課長



建設機械図鑑

本書は、日本建設機械要覧のダイジェスト版として、写真・図版を主体に最近の建設機械をわかりやすく解説したものです。建設事業に携わる方々、建設施工法を学ばれる方々、そして建設事業に関心のある一般の方々のための参考書です。

A4判 102頁 オールカラー 本体価格2,500円 送料600円

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

建設機械施工の安全対策 特集

採石現場におけるホイールローダの安全管理

伊藤 和之

企業の社会的責任が重視される近年、安全管理体制の充実が非常に重要となっている。

本報文では採石現場にてホイールローダを使用する場合を例にとり、建設機械を使用する工事現場での安全対策を紹介する。

キーワード：安全、建設機械、ホイールローダ、工事現場、採石

1. 労働災害の現況

労働災害による死亡者数は、長期的には減少してきており、平成15年(2003年)には労働災害による死亡者数はピーク時の1/4を下回る程度になった(図-1)。

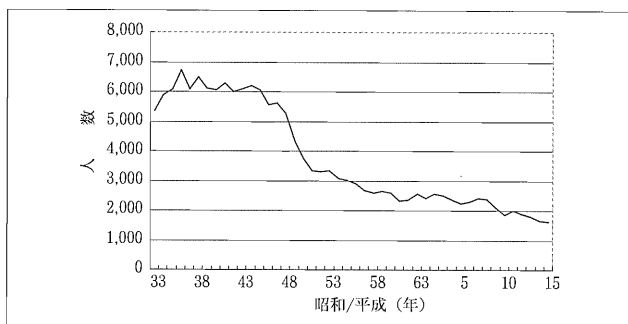


図-1 労働災害による死亡者の推移 資料出所：厚生労働省

しかし、近年の労働環境は、作業形態の複雑化、輻輳した場所での作業の増加、あるいは熟練労働者不足など労働を取巻く環境は年々悪化している。このような状況の中では、労働災害の減少に甘んずる事無く、この減少傾向が再び増加傾向に転換する事が無いよう安全対策を推進する事が必要である。

ここでは、具体的例として採石現場においてホイールローダを使用する場合を例に取り、安全対策を紹介する。

2. 採石業における労働災害

採石業における労働死傷者数も、長期的には減少傾向にある。採石業における労働死傷者数及び死亡者数

の過去10年間の推移をみると、図-2に示すように労働死傷者数は徐々に減少してきているが、死亡者数はほぼ横ばい状態である。つまり全体としての災害は減っているが、死亡に繋がる重大災害は減っていない。

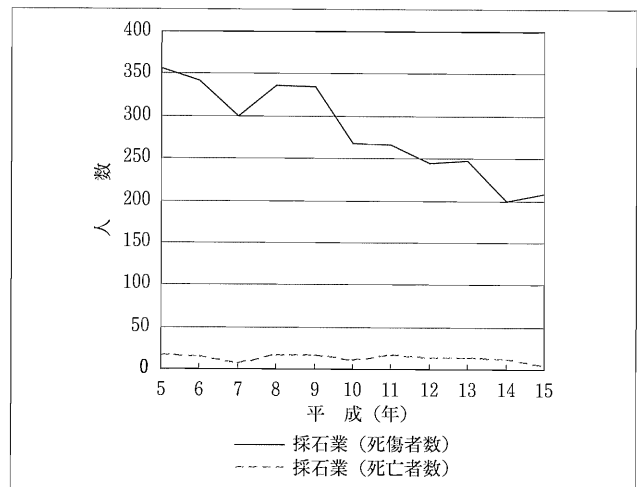


図-2 採石業における労働死傷者数 資料出所：労働者災害統計年報

過去4年間の採石業における労働災害を、労働災害でよく用いられる分類基準「事故の型」と「起因物」により分類したものが図-3、図-4である。

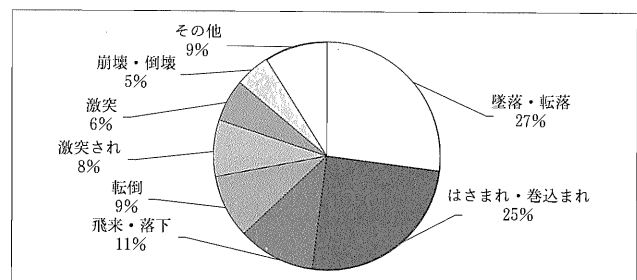


図-3 採石業における事故の型別労働者死亡者数 (平成15年) 資料出所：労働省死傷病報告

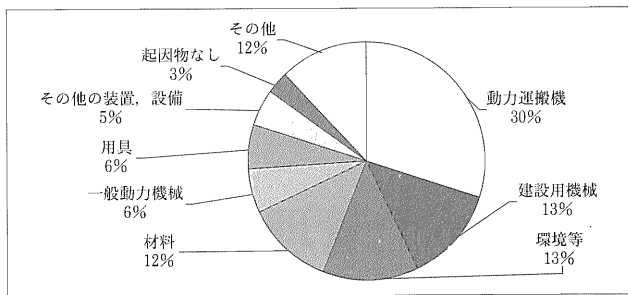


図-4 採石業における起因物別労働者死亡者数 (平成 15 年)
資料出所: 労働者死傷病報告

「事故の型」とは労働災害を受けるもととなった起因物が関係した現象をいう。

「起因物」とは災害をもたらすもととなった機械、装置もしくはその他の物または環境等をいう。

「事故の型」別分類によると、墜落・転落、はさまれ・巻き込まれで全体の 50% を占めている。また、飛来・落下、転倒、激突されの割合も大きい。

一方、「起因物」別分類では、動力運搬機の割合が最も大きく、建設機械がこれに続いて大きい割合を示す。

3. ホイールローダによる労働災害

ホイールローダとは、バケットを装着し土砂などの掘削、積込みなどの作業を行うホイール式の機械である (写真-1)。



写真-1 ホイールローダ外観写真

ホイールローダの大きさは様々であり、数トンのものから 100 トン近いものまであり、用途によってそれぞれ使い分けられている。

近年、ホイールローダは土砂掘削以外にも、製鉄所作業 (溶融スラグの運搬)、ごみ処理事業、木材運搬、除雪作業、ドーピング作業など様々な用途に使用されるようになっており、その安全対策もますます重要になってきている。

表-1 は、ホイールローダにかかわる重大災害例を示しており、墜落・転落、飛来・落下、転倒等の災害が発生していることがうかがえる。

表-1 ホイールローダの重大災害例

発生状況	原因
石灰石の露天採掘現場にて、残土積み込み作業をするためダンプトラック 3 台のあとをホイールローダで鉱山道路右側を下っていたが、緩やかな右カーブを過ぎてほぼ直線路を走行中、ベンチ進入道路法面に右車輪を乗上げ、転倒したホイールローダのバケット操作レバーとヘッドガード支柱パイプに胸部を挟まれた。	鉱山道路の異常なし、ホイールローダ速度は 10 km、ブレーキの跡無し、事前の定期点検での異常なし。以上より、運転者に何らかの異常があったか、運転をやめたかが考えられる。
石灰石の採掘現場にて、パワースプリットのせん孔作業用足場として使用していたずりを 250 m 離れたずり捨て場までホイールローダにて運搬する途中、残壁管理道路 (平均道路幅約 4.5 m、平均傾斜約 8 度、転落防止用土盛高約 0.9 m) にて横転、キャビン棒上部と地面に頭部を押しつぶされた。	残壁法面に、ホイールローダの右側後輪が乗上げた時つけたと思われるタイヤ痕があったこと、整備士による検査の結果車体に異常がなかったことから、運転者が何らかの理由で、禁じられた長い坂道の後進をさせた際、残壁法面に乗り上げて横転したものと考えられる。
ドロマイトの採掘現場にて、2 台のホイールローダでずりを下段ベンチへ押す作業の途中、その内 1 台がずり押しを終えた後 (もう 1 台は待機中であった)、普段とは異なる方向へバックしたため 3.7 m 下へ転落。運転者はホイールローダのハンドルと運転席に挟まれた。	共同作業の手順打ち合わせ不足。作業フロアに接近した切羽に転落防止措置がなされていなかった。
石灰石の採掘現場にて、残壁の緑化のための黒土をホイールローダにて運搬中、ピンカープで右にハンドルを切ったが左前輪が斜面に当たったので、切返そうとバックしたところ、転落防止土堤を乗り越え、36 度の斜面を転落し、車外放出された。	重機道路 (勾配、幅員、転落防止用土堤等) が適切でなかった。重機道路の通行方法及び通行制限が明確化されていなかった。
勾配が約 90 度の法面下でホイールローダを用いて採石作業中、上方の地山が高さ 3.5 m、幅 4.8 m、奥行き 40 cm にわたって崩壊し、ホイールローダの運転席の屋根に落下、支柱が倒れ、下敷きとなった。	崩壊の恐れがあるにもかかわらず地山を安全な勾配としなかった。ホイールローダに堅固なヘッドガードが取り付けられていなかった。

「資料出所: 安全衛生情報センター」

機械運転中に発生する事故の原因としては次の事が考えられるが、多くの事故はこれらの原因が単独でなく、幾つか複合しているため、事故の原因を特定する事は簡単でない。

- ① 運転の誤り
- ② 作業方法、作業計画の不明確
- ③ 作業環境の安全対策不足
- ④ 機械の安全装置不備
- ⑤ 機械の整備不足

また、これら運転中に発生する事故以外に、機械点検・整備中にも幾つかの原因により事故が発生する危険性がある。

4. 安全対策

建設機械を使用する建設現場における安全対策へのアプローチは、工事現場側からのアプローチ及び建設

機械側からのアプローチの二つに分けられる。

この二つが実行され、はじめて現場の安全が達成される。いかに工事現場の安全管理の徹底を図ったとしても、建設機械に安全上不備があれば、決して現場の安全は保障されない。逆に、いかに建設機械を安全に配慮し仕立てたとしても、その使い方によっては危険な機械となってしまう。

2章、3章で述べた採石業及びホイールローダにおける労働災害の現況に基づき、以下に、採石現場にてホイールローダを使用する場合の重要安全管理ポイントを、工事現場側、建設機械側のそれぞれの視点から捉えてまとめてみよう。

(1) 工事現場側からのアプローチ

ホイールローダを使用する採石現場において、安全管理上重要なポイントは次のとおりである。

(a) 施工現場の安全整備

採石現場では高台での作業、山道での走行もあり、このようなところでは、

- ・切羽には転落防止設備を設ける
- ・道幅はホイールローダが十分安全に走行できるものとする

など、万一の操作ミス等による墜落・転落事故を防止する対策が必要である。

また採石現場では、先の事故例でも紹介したように、地山の崩壊などによる岩石の落下も考えられる。このような危険のあるところは、

- ・落石防護ネットを設ける
- ・地山を安全な勾配とする

などの処置が必要である。これらの処置に加え、後で記述するように、ホイールローダにFOPS、ヘッドガードを装着するなど、ホイールローダ自体の安全性を向上させる事も重要である。

上記以外に、ホイールローダによる接触事故を防止するため、バリケード等で立入り禁止範囲を明示する、誘導員を配置するといった事も大切である。

(b) 作業の明確化

採石現場において、ホイールローダは採取した岩石をダンプトラックに積込む目的としても使用される。積込みの方式として、I作業、V作業、T作業、L作業がある(図-5)。

いずれの作業も、ダンプトラックオペレータとの協力が必要であり、作業方式、作業順序、合図などをあらかじめ明確にしておく必要がある。

このように採石現場では、複数の機械が輻輳して不規則に運転される場合が多く、それゆえ、あらかじめ

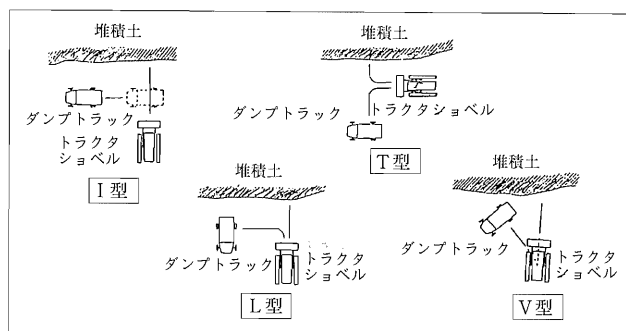


図-5 ホイールローダの積込み方式

作業計画を綿密に決定しておくことが、安全上重要である。

(c) 作業員の管理

作業員の技量、知識に応じた作業分担、または作業員自体の質を向上させるなど、作業員の管理も安全対策として欠かせない。

ホイールローダの運転については、労働安全衛生法によって危険有害業務として就業制限の対象業務となっており、有資格者でなければ、その業務に就かせてはならない。したがって、有資格者以外の運転を禁止し、さらに有資格者であっても未熟な場合は、より簡単な作業を担当させるといった管理が必要である。

また、定期的に安全教育を実施することにより、作業員の安全に対する知識を深め、安全意欲の高揚を図ることも重要である。

しかし、作業員の技量、知識を向上させても、作業員自体の健康状態が損なわれては、重大な事故が発生する危険がある。労働安全衛生法に基づく健康診断を実施し、その結果を基に保健指導等を確実に実施する必要がある。また、中央労働災害防止協会のホームページにおいて、疲労蓄積度チェックリストなどが提供されており、これらを活用し健康状態を自己判定する事も有効である。

(d) 点検・整備

ホイールローダ本体の不備による労働災害を防止するため、点検・整備を定期的実施しなければならない。労働安全衛生規則でも、車両系建設機械であるホイールローダについては、1年以内ごとに1回、1月以内ごとに1回、それぞれ定められた事項の自主検査が義務付けられている。また、ホイールローダメーカーによっても定期点検、定期整備事項が定められており、これらを遵守することは、安全管理上からも、機械寿命の点からも望ましい事である。

さらに、点検・整備を実施する際の安全管理もまた重要である。安全性を高めるために行う点検・整備中に被災してしまつては、何のための安全管理かわから

ない。ホイールローダの点検・整備にあたっての注意事項としては、

- ・荷役下で作業をするときは、不意な荷役装置の落下を防止するため、安全支柱、安全ブロックを使用する、
- ・車体屈折部付近での作業時は、不意な車体屈折を防止するため、アーティキュレートストップを使用する

などがある。これらの注意事項はメーカーが提供するメンテナンスマニュアル等にまとめられているので、これらを熟読し、安全管理の徹底を図ることが求められる。

以上、採石現場において安全管理上重要なポイントを述べたが、これだけでは満足といえない。なぜなら各々の作業現場によって作業形態、作業環境が異なり、それぞれ独自の危険因子が潜む可能性があるからである。これらに対応するため、過去の災害事例或いはニアミス事例等を収集し、それらを基に現場に潜む危険因子を特定し、それらを排除すべく安全対策を施すといったリスクアセスメントを実施し、継続的な安全管理体制の改善が必要不可欠である。

(2) 建設機械側からのアプローチ

採石現場にてホイールローダを使用する場合、安全上重要なポイントは次のとおりである。

(a) 基本機能の安全性

ホイールローダの基本機能とは、オペレータによる機械の走行、停止、操舵、荷役装置による作業といった動作である。したがってこれらを安全に行えるように、以下の項目に留意する必要がある。

① 停止

ブレーキシステムには、泥水、軟弱地、水溜りの中でも確実に制動力を発揮する密閉湿式型のディスクブレーキを採用する。またブレーキ回路を独立2系統とし、1系統が作動不能に陥った場合でも、もう1系統により車両を安全に停止できるようにする等、ブレーキの安全性を高めることが重要である。

② 操舵

ステアリングには、車両運転中なんらかの理由でステアリングポンプが正常に作動しなくなったとき、それに代わるステアリング油圧源を供給するシステムを設けるなど、安全性の向上が求められる。

③ 転倒

先に挙げた災害事例でもあったが、ホイールローダの転倒により被災するケースがあり、これを防ぐため、荷役装置の軽量設計、カウンタウエイトの取付けなど

により車体安定度を高める事が必要である。

④ 視界

車体を死角の少ない形状とする、キャブガラスの面積を広げる、ピラーレスキャビンを採用する、バックモニタを設置するなどの視界確保が重要である。

(b) 誤操作防止装置の装備

運転中或いは整備中の誤操作により、挟まれ、巻込まれ、接触事故などが発生しないよう、誤操作防止装置を設ける必要がある。

ホイールローダに代表的なものを以下に示す。

① レバーロック

荷役操作レバーロック機構は、運転室内で荷役操作レバーをロックするもので、誤操作で作業機が作動して起こる事故を防止する装置である。

② ニュートラルリレー

ニュートラルリレーはトランスミッションがニュートラル位置にあるときのみエンジン始動可能するもので、不意の発進を防止するものである。

③ アーティキュレートストップ

アーティキュレートストップは車体屈折式ホイールローダが、点検・輸送時、不意に車体が屈折しないように固定するものである（写真-2）。

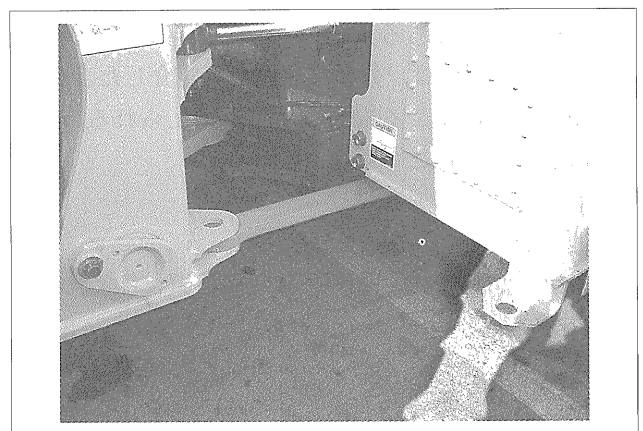


写真-2 アーティキュレートストップ

(c) 保護装置の装備

ホイールローダの災害事例でもあったように、採石現場では岩石などの飛来による事故の発生する恐れがある。これらの飛来物からオペレータを保護するため、ホイールローダにFOPSやヘッドガードを装着することが求められる。また、ホイールローダが転倒した際、オペレータを保護する、ROPSの装着も求められる。

この他、運転席へのアクセス中や点検・整備の際、オペレータ又は整備員が車体から落下する事故を防止するため、ハンドレール、保護柵を適切に設置することも重要である。

さらに人が接する恐れのある可動部にはガードを設け、思わぬ接触事故が発生することが無いようにしなければならない。この例として、回転するファンを隔離するファンガードがある（写真-3）。

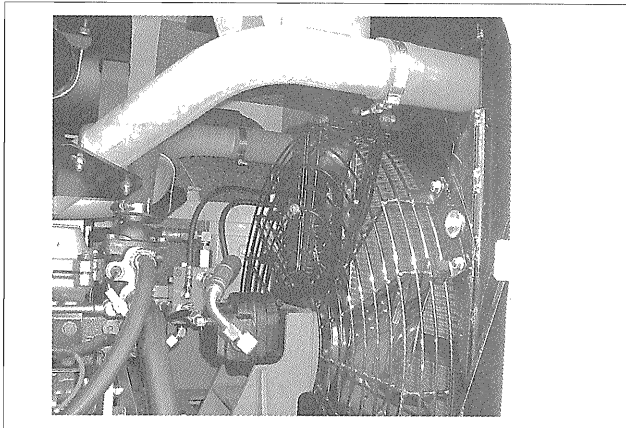


写真-3 ファンガード

(d) 警告装置の装備

前項(a)~(c)のように、機械に潜む危険因子を特定し、それらを排除するような装置を装備する事が重要であるが、それでもなお、様々な制約条件等により、取除く事が困難な危険因子が存在する場合がある。このような場合、危険因子がどこに潜み、さらにその危険をいかに回避するかをオペレータ又は整備員に知らせる必要がある。その手段として警告ラベルなどがある（写真-4）。

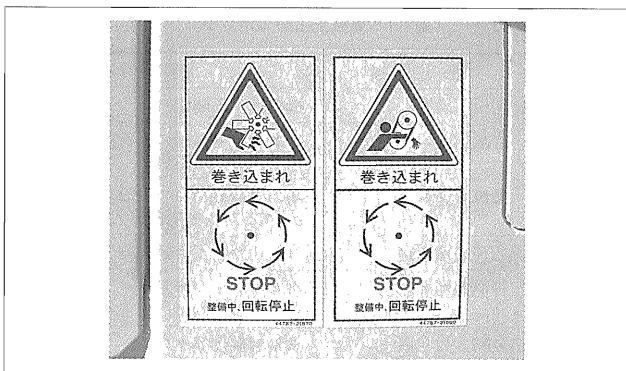


写真-4 警告ラベル

また、機械に発生した異常をできる限り早く、確実にオペレータに知らせ、適切な処置をとることにより、事故を未然に防ぐための警告灯や警告ブザーを設けることも重要である。

(e) 用途に応じた装備

先にも述べたが、各々の採石現場によって作業形態、作業環境が異なり、したがって機械に要求されるレベルも異なる。

地山が不安定で落石の危険性が高いところには、FOPSやヘッドガード以外にも、キャブガラスの破損防止のためのキャブガラスガード等、追加ガードを装着することが望まれる。また、ホイールローダやダンプ等建設機械、作業員などが輻輳しているところには、接触防止のためのバックセンサなどを追加することが望まれる。

このように各々の作業形態、作業環境に合わせた装備も重要である。

以上、ホイールローダの安全上重要なポイントを述べたが、これ以外にも機械に潜む危険因子についての研究とその対策を継続的に実施し、より安全な機械を仕立てていく事が必要不可欠である。

5. ま と め

近年、企業の社会的責任が重視されており、安全管理は企業価値の重要なファクターとなっている。

また、これに伴い、安全に関するガイドライン、法規・法律の整備が急ピッチで進められている。

平成11年には建設業労働災害防止協会により建設業労働安全衛生マネジメントシステム（通称、COHSMS）が公表された。平成16年には土木機械の安全に関するJIS規格がISO規格及びEN規格をベースに発行された。さらに、これらJIS, ISO, EN規格は一つのグローバルスタンダードとして統一される動きにある。

これらのガイドライン、法規・法律を踏まえ、建設機械、作業現場に潜む危険因子をリスクアセスメント手法により特定し、その対応策を実施することにより、企業の社会的責任を果たすことが期待される。JICMA

【筆者紹介】

伊藤 和之（いとう かずゆき）
川崎重工業株式会社
車両カンパニー
機械ビジネスセンター
技術部



大型重機土工における安全対策

岡本直樹・村上 誠・金津 守

1958年の利根川築堤工事に始まったと言われる機械土工は年を追うごとに大型化してきた。初期の段階では施工現場、使用重機ともに必ずしも安全対策に対する認識が十分であったとは言えず、不幸にして人身事故の犠牲になられた方々が少なくなかった。

年を追うごとに機械の大型化、機能の多様化、施工の複雑化、稼働条件の悪化が進んできたが、安全に対する施工側・機械メーカー側両方の改善努力が続けられている。本報文では大型機械土工における安全対策を工程毎に整理して紹介する。

キーワード：機械土工，安全対策，工程毎の危険性，安全教育，安全装置

1. はじめに

我が国の機械土工の幕開けは1951年の利根川築堤工事といわれている。1947年のキャサリン台風、1950年のジェーン台風等の大規模な災害に対応すべく1950年には国土総合開発法制定、建設省建設機械課が発足、建設機械化協会も設立された。翌年には電源開発促進法も制定され、電力用ダム建設が活発になると共に、洪水調節と農業利水用のダム建設等、数多くのダム建設が行われるようになった。

大規模なものとしては、佐久間ダム、御母衣ダム、奥只見ダム等があり、特に1953年から施工された佐久間ダム工事は米国アトキンソン社の指導の下、15トンダンプ20台と大型ブルドーザ20台が稼働する本格的な大型重機土工となった。

その後、建設機械の大型化は進み、ダンプトラックでは32トン・45トンが主流となり、それに伴い一連の機械（掘削機械、積込機械、撒出機械、転圧機械）も大型化されていった。1982年、1983年にスタートした山形県の寒河江ダム、群馬県の奈良俣ダムでは77トンダンプトラックが使われ、積込み機には10m²のバックホーと9m²のタイヤショベルが導入され、我が国最大級の大型ロックフィルダムの早期完成に貢献した。

また、1989年よりスタートした関西国際空港向け土砂採取現場では約1億8千万m³の急速施工を実現するため、19m³の電気ショベル2台と136tダンプ

9台が導入された。

初期の機械土工においては工事期間中の人身事故発生率も高かったが、工事規模、使用機械の大型化、多様化が進むに従ってそこで働く方々の安全確保を目的とした様々な予防策が施工側、使用重機の両面で実施されるようになった。

本報文では工程ごとに予想される危険性とその対策を整理して紹介する。

表-1に我が国の機械土工のエポックを示す。

表-1 機械土工のエポック

西 暦	施工現場	工事の特徴
1951	利根川築堤	機械化土工開始
1953~1956	佐久間ダム	アトキンソン社による機械化施工の指導、15t DT 導入
1957~1960	御母衣ダム	初の大規模ロックフィルダム、4.5 m ³ ケーブル掘削機導入
1958~1965	名神高速道路	高速道路土工の始まり
	神戸市西部埋立	ベルコン・バージェインシステムによる大量土砂搬出
	長崎大村空港	大量岩掘削盛土
1971~1975	浅間山土砂搬出	大型MS等
1974~1980	秋田空港	大量急速盛土、ゾーン型盛土
1978~1980	島地川ダム	コンクリートダムの機械化施工：初のRCD
1972~1990	寒河江ダム	77tダンプ初導入、トータル管理システム
1989~1992	関西国際空港	大量急速埋立、136tダンプ初導入
1996~1999	常陸那珂港	2,500万m ³ /3年をBWE×4
1994~	普賢岳水無川砂防工事	無人化施工
1998~	第二東名	ダム用大型重機の導入、ゾーン盛立て、厚層締固め
	中部・神戸、関西空港2期、京極・小丸川ダム	情報化施工を導入

2. 作業サイクルと組合せ機械

機械土工の作業は図-1のような作業サイクルから成っている。また、使用する機械から工法をスクレーパ工法とショベル & ダンプトラック工法に大別でき、図-2のような組合せ機械による編成となる。

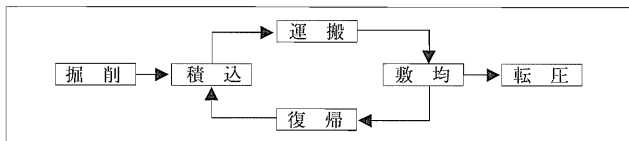


図-1 土工の作業サイクル

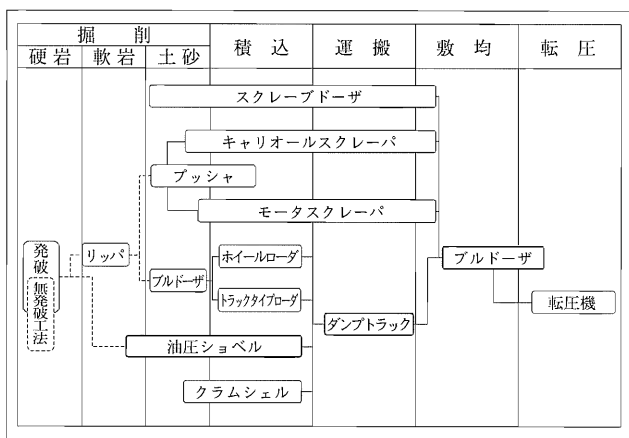


図-2 組合せ機械

スクレーパは、自己完結的な機械で掘削、積込み、運搬、敷均しを1台で行え、敷均しブルドーザは端掻き程度でよい。キャリアールスクレーパとモータスクレーパはプッシュドーザを積込み補助に付ける。

一方、ショベル & ダンプトラック工法は、積込み機としてローダや油圧ショベルが使われ、開削等ではクラムシェルが用いられる。ドラグラインは近年ほとんど使われていない。

運搬のダンプトラックは汎用のリジット型と軟弱地や急勾配登坂用のアーティキュレート型があり、海外では長距離運搬にトレーラダンプトラックが用いられている。近年、造成地の立地条件等からスクレーパ工法の適用が急激に減少し、反対にアーティキュレートダンプトラックの増加が著しい。

3. 作業別の危険性と安全対策

建設業における労働災害は長期的に減少しているが、重大災害は依然として全産業の1/3を占めていて、なかでも建設機械による比率は高い。

土工機械の運転者は、車両系建設機械の技能講習や特別教育の修了資格を持ち、土工機械の基本的な安全知識を有しているが事故は絶えない。重機土工における災害は機械の転落による運転者の被災、機械の後進・旋回時等における周辺作業者の接触、轢車、挟撃によるものが大半であるが、重機土工の災害例から作業別の危険性と安全対策を洗い出してみる。

(1) 掘削作業

掘削作業時の災害には、落石、切羽崩壊による事故や重機の転落・横転が多い。そこで施工時の安全対策として、地山掘削作業主任者を専任・配置し、掘削勾配や浮石等を点検し、地山崩壊や落石の予防措置が取られる。場合によっては監視人の配置や落石防護柵を設置する。

ブルドーザの押土時の転落防止策としては、一山残しの原則を遵守する。予防が困難な危険箇所では、ラジコンによる無人化施工も検討する。機械側の装備としては、視界性の向上が図られた大型キャブ、坂道での逆ステアリング現象が発生しない機構、前後進が迅速に切替えられるフィンガーコントロールタイプの走行レバー等が採用されるようになった。

またオペレータ安全確保のために転倒保護ガードのROPS (図-3) や落下物保護ガードとしてFOPSがある。



図-3 ROPSと大型ハンドレール

(2) 積込み作業

積込み場は落石の危険があるので人の立入りを制限し、浮石等は機械で処理する。機械に乗務しているオペレータは比較的安全であるが、機動性の低い大型ローディングショベル等は切羽崩壊時に土岩を被ることがある。機械の防御策としてフィンガーコントロールタイプ走行レバー (図-4)、FOPS (図-5) があるが、施工対策として適切なベンチ設計 (切羽高、勾配、バツ



図-4 フィンガーコントロールレバー

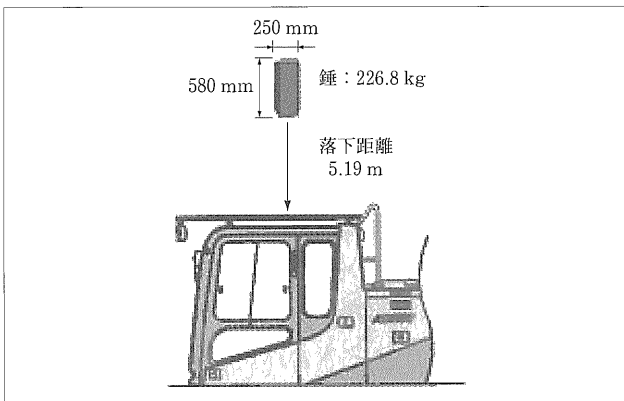


図-5 FOPS

クブレーク対策等)による発破と発破後の切羽点検、浮石処理等が大切である。

(3) 運搬作業

多数の運搬機械が速度を出しての走行となり危険頻度が高まるので、適切な運行管理が求められる。

ダンプトラック等の工事用道路設計は、使用する運搬機種種のブレーキ性能、牽引力、車幅、最小旋回半径等を考慮して、機械性能に適した縦断勾配、幅員、曲率、片勾配、視距、制限速度、車種分離等を採用することが重要である。また、道路構造として谷側の路肩には土堰堤を築き、必要に応じて暴走止めを設置しておくことが有効である。

山岳地の重ダンプトラック使用ではブレーキトラブル対策が重要であったが、最近の重ダンプは湿式多板ブレーキ(図-6)の採用により性能が格段に向上し、オートリターダ(降坂時の自動ブレーキ装置)を装備した機種もある。

しかし、ブレーキの弱い機種もまだあるので、ドライバーへのブレーキ教育は必須である。即ち、ブレーキの構造と原理、機種によるブレーキの性能、構造の違い、降坂時のオイル冷却を考慮した適正速度、シフト、

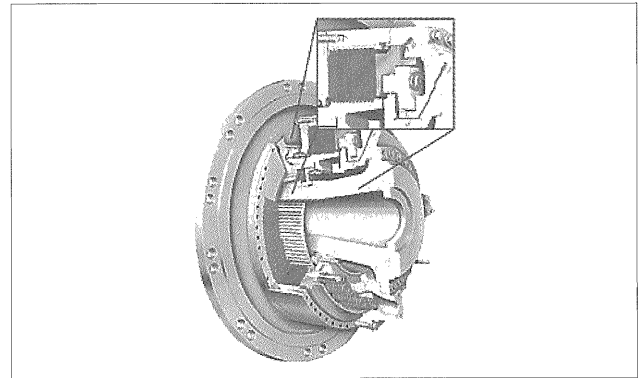


図-6 湿式多板ブレーキ

リターダの使い方等を教育する。また、作業前のブレーキテストも重要である。

また、高速・長時間運転を行うとタイヤがヒートセパレーションを起こしタイヤの寿命を縮めるだけでなく、バーストの危険がある。大型ORタイヤのバーストはリングが吹き飛ぶことがあり周辺に対しても危険である。長距離運搬ではTKPH(Ton Kilometer Per Hour)を計算し、適正な積載量と走行速度設定やタイヤのTKPH許容値を調べ、使用条件に合ったタイヤ、空気圧を使用することが必要である。

大型機械は直近部分に死角が多いので、重機走路は一般車との分離走行が望ましいが、一般車を乗入れる場合は、目印の旗を高く立てての走行や発進時の警笛による合図が大切である。

方向転換箇所や盛場等での後退箇所には、立入り禁止措置をとる。また、方向転換時の路肩等からの転落事故が多いので路肩接近禁止措置や路肩堰堤等の対策を行う。また、ホッパ投入でも転落の危険があるのでタイヤ止めの大型化、停止位置、後退速度等に留意する。

走行中は積荷からの落石の恐れがあるので、適正な荷姿とし、急ハンドルや急発進、急制動を避ける。そして、盛場ではダンプアップ時に誘導員等がダンプトラック脇に近づかないことが大切である。また、盛場

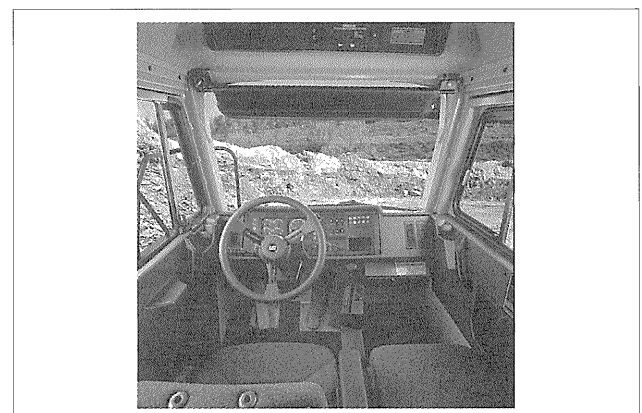


図-7 大型キャブ・ウインドウ

では誘導員の事故が多いので、無闇な配置は避け、適切な配置、安全措置、安全教育の徹底を図る。

機械側の対策としては前述のブレーキ性能の向上とともに、ブレーキ配管の独立化による信頼性の向上、走行中にステアリング回路が故障した場合でも機能を保持させるための自動緊急ステアリング装置等がある。また少しでも視界性を改善するために、大型キャブ・ウインドウ (図-7)、大型バックミラー、後方サイドランプ、後方モニタリングカメラ (オプション) 等が装着されている。

(4) 敷均し作業

敷均し作業では、敷均しブルドーザの法肩からの横転、後進時の誘導員等の轢車対策が重要である。

(5) 転圧作業

ローラ等の転圧機は路肩からの転落事故が多いので、路肩接近時の注意喚起と高速運転の禁止措置等を行う。機械側では、エンジン停止や油圧ポンプ故障等の緊急時に自動的に作動するネガティブブレーキの採用、始動時等の飛出し防止の前後進レバーのインターロック、ブレーキペダルとの連動等がある。また、土工用振動ローラについても平成15年度からROPSが標準装備化された。

周辺誘導員等の接触、巻き込みに対しては立入り禁止措置等の安全対策や安全教育の他、場合によっては接近警報チョッキの着用がある。

(6) その他の作業

その他の事故として、重機移動中の横転・転落も多く、駐停車中の暴走もある。最近の機械は駐車ブレーキやエンジン停止時のロック機構が良くなっているが、駐車時のエンジン停止、作業装置の接地やタイヤ止めの励行が重要である。

(7) 修理整備中

修理整備中の事故も意外と多く、二人以上で作業する場合は作業指揮者を定め、作業手順を遵守する。作業装置の降下止め措置を確実にを行う。無断発進で轢車を起こさないよう運転席に整備中運転禁止の掲示を行う等の安全対策が重要である。また安全に機械の乗降、点検、修理ができるように、機械側でも、自動点滅式ステップライト、大型ステップ、大型キャットウォーク、大型ハンドレール等が装着されている。回転部分や高温部分にはカバーを装着し、整備時の安全性も図られている (図-8、図-9、図-10)。



図-8 大型ステップ、大型ハンドレール

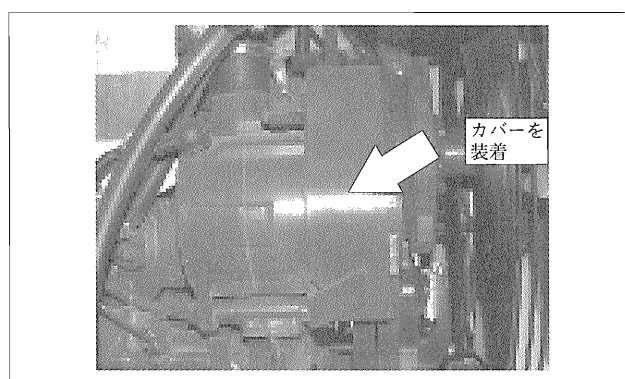


図-9 オルタネータベルトカバーの装着

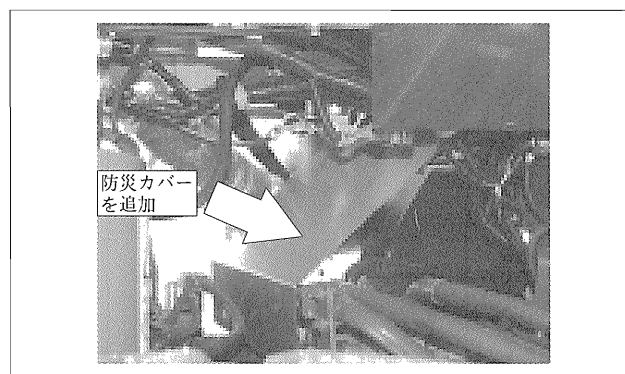


図-10 油圧ホース破損時にオイルがエンジンルームへ飛散しないためのカバー

一方、オペレータによる点検・整備時間そのものの削減を図るために、オイル、エレメントの交換インターバルの延長が図られ、自動給脂装置、リモート集中給脂装置が装着され、さらには稼働中の故障内容を即時に自動的にメーカーサイドに電送する監視システムの普及も進んできた。

(8) 全般的な安全対策

上記の作業別の安全対策の他に、工事全般的からの

表-2 重機土工の危険性対策

作業の種類	予想される危険性	安全対策		
		ブルドーザ	ホイールローダ	ダンプトラック
工事全般	ヒューマンエラー 予想外の突如トラブル	標準作業手順書の作成と周知 入所時教育、安全朝礼、始業点検、 KY活動、指差呼称、5S運動、7Yリハット積出 安全ハトロー、安全打合せ	主に使用される大型重機に採用されている安全装置、システム等 油圧ジョypad	①火災防止用防炎カバーの装着 ②消火器の装着
移動中	取水車着込 斜面で傾転 踏肩傾転 転落機転死(指定席外乗務) 停止時暴走	誘導員配置、安全教育 踏肩工環境の構築、標識設置 安全教育 搭乗制限(安衛則162条) エンジン停止、作業装置下ろし、歯止め 作業指揮者の指名 安全手配 降下止め措置(安全支柱、安全ブロー等) エンジン停止、歯止め、作業装置を降ろす、 斜面駐車禁止 運転席に整備中運転禁止の掲示、 発進時の整備台図	①管理システムでのメンテ時間短縮と効率向上 ②ホテリ(周囲)に大型ハトローの装着 ③ホテリ(周囲)に大型キャットウォークの装着 ④エンジンルームに大型ミストトラップの装着 ⑤エンジンルームの延長 ⑥夜間乗降時のライトアシストアップの装着 ⑦やけど防止のケミカルカバーの装着 ⑧オート給脂、リフト給脂システムの装着 ⑨整備中運転禁止カバーの装着	①管理システムでのメンテ時間短縮と効率向上 ②ホテリ(周囲)に大型ハトローの装着 ③ホテリ(周囲)に大型キャットウォークの装着 ④オート給脂、リフト給脂システムの装着 ⑤整備中運転禁止カバーの装着
修理・整備中 機械の乗降	乗車時暴走 作業装置降下 暴走 無断発進機転死	搭乗制限(安衛則162条)	①管理システムでのメンテ時間短縮と効率向上 ②ホテリ(周囲)に大型ハトローの装着 ③ホテリ(周囲)に大型キャットウォークの装着 ④エンジンルームに大型ミストトラップの装着 ⑤エンジンルームの延長 ⑥夜間乗降時のライトアシストアップの装着 ⑦やけど防止のケミカルカバーの装着 ⑧オート給脂、リフト給脂システムの装着 ⑨整備中運転禁止カバーの装着	①管理システムでのメンテ時間短縮と効率向上 ②ホテリ(周囲)に大型ハトローの装着 ③ホテリ(周囲)に大型キャットウォークの装着 ④オート給脂、リフト給脂システムの装着 ⑤整備中運転禁止カバーの装着
試走中	転落機転死(指定席外乗務)	搭乗制限(安衛則162条)	①管理システムでのメンテ時間短縮と効率向上 ②ホテリ(周囲)に大型ハトローの装着 ③ホテリ(周囲)に大型キャットウォークの装着 ④エンジンルームに大型ミストトラップの装着 ⑤エンジンルームの延長 ⑥夜間乗降時のライトアシストアップの装着 ⑦やけど防止のケミカルカバーの装着 ⑧オート給脂、リフト給脂システムの装着 ⑨整備中運転禁止カバーの装着	①管理システムでのメンテ時間短縮と効率向上 ②ホテリ(周囲)に大型ハトローの装着 ③ホテリ(周囲)に大型キャットウォークの装着 ④オート給脂、リフト給脂システムの装着 ⑤整備中運転禁止カバーの装着
掘削	押土中転落、横転 法面崩落作業員 土留崩壊 落石 崩落 浮石処理	押土一山残し、誘導員の配置 地山掘削作業主任者の配置と地山点検、 切土勾配、安息角 土止め支保工作業主任者の配置と点検 警戒、落石防護網、点検、除去 適切な切羽高、浮石処理 ハックプレーク対策	①FOPS(転倒保護装置)の装着 (Roll Over Protective Structure) ②アンカー・コンクリートロータリフの走行レバー (車やかな後進レバー) ③FOPS(転倒保護装置)の装着 (車やかな後進レバー)	①FOPS(転倒保護装置)の装着 (Roll Over Protective Structure) ②アンカー・コンクリートロータリフの走行レバー (車やかな後進レバー) ③FOPS(転倒保護装置)の装着 (車やかな後進レバー)
積込	切羽崩落で被る(フロントヨバ)	適切な切羽高、浮石処理 ハックプレーク対策	①FOPS(転倒保護装置)の装着 (Roll Over Protective Structure) ②アンカー・コンクリートロータリフの走行レバー (車やかな後進レバー)	①運転席上に落石防止用ガードの装着 ②フロントヨバ採用による視界性の向上 ③大型ミスト、後照灯による後方視界性向上 ④自動緊急ステアリングの採用 ⑤後方監視カメラの装着 ⑥FOPS(転倒保護装置)の装着 ⑦自動緊急ステアリングの採用 ⑧オートブレーキシステムの採用 ⑨独立3系制ブレーキの採用 ⑩エアードラムの採用 ⑪積載重量計の装着(過積み防止) ⑫積載重量計の装着(過積み防止) ⑬落石防止用ガードの装着
運搬 ダンプ走行	接触、衝突 路肩転落 下り勾配ブレーキオーバーヒート ブレーキ570Lによる暴走	接触、衝突 路肩転落 下り勾配ブレーキオーバーヒート ブレーキ570Lによる暴走	①FOPS(転倒保護装置)の装着 (Falling Object Protective Structure) ②キャブ・フロントガードの装着 ③アンカー・コンクリートロータリフの走行レバー (車やかな後進レバー) ④FOPS(転倒保護装置)の装着 (車やかな後進レバー)	①運転席上に落石防止用ガードの装着 ②フロントヨバ採用による視界性の向上 ③大型ミスト、後照灯による後方視界性向上 ④自動緊急ステアリングの採用 ⑤後方監視カメラの装着 ⑥FOPS(転倒保護装置)の装着 ⑦自動緊急ステアリングの採用 ⑧オートブレーキシステムの採用 ⑨独立3系制ブレーキの採用 ⑩エアードラムの採用 ⑪積載重量計の装着(過積み防止) ⑫積載重量計の装着(過積み防止) ⑬落石防止用ガードの装着
盛場 方向転換時等 ホッパ	盛場 方向転換時等 ホッパ	TKPH計算・対策(タイヤのTKPH許容値、 走行速度等) 走行速度等 適正な積荷状態、急カーブ・急制動の禁止、 タンク脇に近づかない 搭乗制限(安衛則162条) 通行区分、旗を立てる、発進時の整備台図	①FOPS(転倒保護装置)の装着 (Falling Object Protective Structure) ②キャブ・フロントガードの装着 ③アンカー・コンクリートロータリフの走行レバー (車やかな後進レバー) ④FOPS(転倒保護装置)の装着 (車やかな後進レバー)	①運転席上に落石防止用ガードの装着 ②フロントヨバ採用による視界性の向上 ③大型ミスト、後照灯による後方視界性向上 ④自動緊急ステアリングの採用 ⑤後方監視カメラの装着 ⑥FOPS(転倒保護装置)の装着 ⑦自動緊急ステアリングの採用 ⑧オートブレーキシステムの採用 ⑨独立3系制ブレーキの採用 ⑩エアードラムの採用 ⑪積載重量計の装着(過積み防止) ⑫積載重量計の装着(過積み防止) ⑬落石防止用ガードの装着
盛場後退時等 方向転換時等 ホッパ	盛場後退時等 方向転換時等 ホッパ	TKPH計算・対策(タイヤのTKPH許容値、 走行速度等) 走行速度等 適正な積荷状態、急カーブ・急制動の禁止、 タンク脇に近づかない 搭乗制限(安衛則162条) 通行区分、旗を立てる、発進時の整備台図	①FOPS(転倒保護装置)の装着 (Falling Object Protective Structure) ②キャブ・フロントガードの装着 ③アンカー・コンクリートロータリフの走行レバー (車やかな後進レバー) ④FOPS(転倒保護装置)の装着 (車やかな後進レバー)	①運転席上に落石防止用ガードの装着 ②フロントヨバ採用による視界性の向上 ③大型ミスト、後照灯による後方視界性向上 ④自動緊急ステアリングの採用 ⑤後方監視カメラの装着 ⑥FOPS(転倒保護装置)の装着 ⑦自動緊急ステアリングの採用 ⑧オートブレーキシステムの採用 ⑨独立3系制ブレーキの採用 ⑩エアードラムの採用 ⑪積載重量計の装着(過積み防止) ⑫積載重量計の装着(過積み防止) ⑬落石防止用ガードの装着
荷下ろし時	荷下ろし時	TKPH計算・対策(タイヤのTKPH許容値、 走行速度等) 走行速度等 適正な積荷状態、急カーブ・急制動の禁止、 タンク脇に近づかない 搭乗制限(安衛則162条) 通行区分、旗を立てる、発進時の整備台図	①FOPS(転倒保護装置)の装着 (Falling Object Protective Structure) ②キャブ・フロントガードの装着 ③アンカー・コンクリートロータリフの走行レバー (車やかな後進レバー) ④FOPS(転倒保護装置)の装着 (車やかな後進レバー)	①運転席上に落石防止用ガードの装着 ②フロントヨバ採用による視界性の向上 ③大型ミスト、後照灯による後方視界性向上 ④自動緊急ステアリングの採用 ⑤後方監視カメラの装着 ⑥FOPS(転倒保護装置)の装着 ⑦自動緊急ステアリングの採用 ⑧オートブレーキシステムの採用 ⑨独立3系制ブレーキの採用 ⑩エアードラムの採用 ⑪積載重量計の装着(過積み防止) ⑫積載重量計の装着(過積み防止) ⑬落石防止用ガードの装着
盛場	盛場	TKPH計算・対策(タイヤのTKPH許容値、 走行速度等) 走行速度等 適正な積荷状態、急カーブ・急制動の禁止、 タンク脇に近づかない 搭乗制限(安衛則162条) 通行区分、旗を立てる、発進時の整備台図	①FOPS(転倒保護装置)の装着 (Falling Object Protective Structure) ②キャブ・フロントガードの装着 ③アンカー・コンクリートロータリフの走行レバー (車やかな後進レバー) ④FOPS(転倒保護装置)の装着 (車やかな後進レバー)	①運転席上に落石防止用ガードの装着 ②フロントヨバ採用による視界性の向上 ③大型ミスト、後照灯による後方視界性向上 ④自動緊急ステアリングの採用 ⑤後方監視カメラの装着 ⑥FOPS(転倒保護装置)の装着 ⑦自動緊急ステアリングの採用 ⑧オートブレーキシステムの採用 ⑨独立3系制ブレーキの採用 ⑩エアードラムの採用 ⑪積載重量計の装着(過積み防止) ⑫積載重量計の装着(過積み防止) ⑬落石防止用ガードの装着
モーターロー 一般道	モーターロー 一般道	TKPH計算・対策(タイヤのTKPH許容値、 走行速度等) 走行速度等 適正な積荷状態、急カーブ・急制動の禁止、 タンク脇に近づかない 搭乗制限(安衛則162条) 通行区分、旗を立てる、発進時の整備台図	①FOPS(転倒保護装置)の装着 (Falling Object Protective Structure) ②キャブ・フロントガードの装着 ③アンカー・コンクリートロータリフの走行レバー (車やかな後進レバー) ④FOPS(転倒保護装置)の装着 (車やかな後進レバー)	①運転席上に落石防止用ガードの装着 ②フロントヨバ採用による視界性の向上 ③大型ミスト、後照灯による後方視界性向上 ④自動緊急ステアリングの採用 ⑤後方監視カメラの装着 ⑥FOPS(転倒保護装置)の装着 ⑦自動緊急ステアリングの採用 ⑧オートブレーキシステムの採用 ⑨独立3系制ブレーキの採用 ⑩エアードラムの採用 ⑪積載重量計の装着(過積み防止) ⑫積載重量計の装着(過積み防止) ⑬落石防止用ガードの装着
敷均	敷均	TKPH計算・対策(タイヤのTKPH許容値、 走行速度等) 走行速度等 適正な積荷状態、急カーブ・急制動の禁止、 タンク脇に近づかない 搭乗制限(安衛則162条) 通行区分、旗を立てる、発進時の整備台図	①FOPS(転倒保護装置)の装着 (Falling Object Protective Structure) ②キャブ・フロントガードの装着 ③アンカー・コンクリートロータリフの走行レバー (車やかな後進レバー) ④FOPS(転倒保護装置)の装着 (車やかな後進レバー)	①運転席上に落石防止用ガードの装着 ②フロントヨバ採用による視界性の向上 ③大型ミスト、後照灯による後方視界性向上 ④自動緊急ステアリングの採用 ⑤後方監視カメラの装着 ⑥FOPS(転倒保護装置)の装着 ⑦自動緊急ステアリングの採用 ⑧オートブレーキシステムの採用 ⑨独立3系制ブレーキの採用 ⑩エアードラムの採用 ⑪積載重量計の装着(過積み防止) ⑫積載重量計の装着(過積み防止) ⑬落石防止用ガードの装着
転圧	転圧	TKPH計算・対策(タイヤのTKPH許容値、 走行速度等) 走行速度等 適正な積荷状態、急カーブ・急制動の禁止、 タンク脇に近づかない 搭乗制限(安衛則162条) 通行区分、旗を立てる、発進時の整備台図	①FOPS(転倒保護装置)の装着 (Falling Object Protective Structure) ②キャブ・フロントガードの装着 ③アンカー・コンクリートロータリフの走行レバー (車やかな後進レバー) ④FOPS(転倒保護装置)の装着 (車やかな後進レバー)	①運転席上に落石防止用ガードの装着 ②フロントヨバ採用による視界性の向上 ③大型ミスト、後照灯による後方視界性向上 ④自動緊急ステアリングの採用 ⑤後方監視カメラの装着 ⑥FOPS(転倒保護装置)の装着 ⑦自動緊急ステアリングの採用 ⑧オートブレーキシステムの採用 ⑨独立3系制ブレーキの採用 ⑩エアードラムの採用 ⑪積載重量計の装着(過積み防止) ⑫積載重量計の装着(過積み防止) ⑬落石防止用ガードの装着

安全管理活動として、標準作業手順書の作成と周知、入所時教育、健康診断、安全朝礼、始業点検、KY（危険予知）活動、指差呼称、5S（整理、整頓、清潔、清掃、躰）運動、ヒヤリハット摘出、安全パトロール、安全打合せ、職長会、定期自主検査等を実施している。

以上、作業別に「予想される危険性とそれの安全対策」を記述したが、前ページに表-2として項目を整理した。

4. おわりに

近年、建設機械の排出ガス規制や低騒音化等に見られるように地球環境や人間尊重の考え方が重視され、安全対策もより重要となり、安全装備、規格等の国際標準化（ISO規格）が進められている。また、一般的な安全A・B規格に加え、土工機械個々の安全C規格の制定が進行している。

こうしたなかで、建設機械の安全対策は格段に向上し、自動化、省力化でもメカトロニクス等の高度な技術を取入れている（図-11）。

しかし、新たな機械の取扱い等に関する知識不足からの災害例もあるようで、運転経験10年以上のベテランによる事故も少なくない。新機種・新技術の構造、整備方法等の知識習得や操作熟練等の教育を進め、より一層の安全管理活動の徹底に取り組む必要がある。また近年、安全管理へのリスクアセスメントの有効性が報告され、その取組みと普及も新たな課題である。

今回、ユーザとメーカーが一緒になって機械土工の危険性と安全対策を考えてみた。今後も一層連携して、施工側と機械メーカー側の両面から安全対策を図り、事故撲滅に近づけたいと願っている。 J C M A



図-11 究極の安全作業：無人化施工

[筆者紹介]



岡本 直樹（おかもと なおき）
山崎建設株式会社
土木本部
技術部
課長



村上 誠（むらかみ まこと）
新キャタピラー三菱株式会社
直販部
次長



金津 守（かなつ まもる）
株式会社小松製作所
開発本部
業務部
主査

欧州における建設現場の安全衛生管理の現状 —文化の違い・安全管理の違い—

林 利 成

ここ10年ほどの間に欧州の建設現場を3回視察することができた。これらの視察のうちでも、労働安全衛生マネジメントシステムの導入以降の視察が、強く印象に残っている。欧州の建設現場の安全衛生管理が大きく変わろうとしている時期に巡りあったからかもしれない。

自主管理が当然の欧州の安全衛生管理と、規律重視型のわが国の安全衛生管理との違いも含めて、いま欧州の建設現場で進められている安全衛生管理を紹介しよう。

キーワード：安全文化、労働安全衛生マネジメントシステム、自己管理・自己責任、リスクアセスメント

1. 安全文化—その落とし穴—

ロンドンは大好きな都会の一つである。

落ち着きがあり、大人のエンタテイメントも多いからである。昼間は、美術館巡りを楽しめるし、夜は夜でオペラ、ミュージカルも楽しめる。もちろんパブでスコッチをとというのも結構である。

ところが、この都会で、落ち込んでしまいそうな落とし穴がある。それは、交通事故である。ピカデリーサーカスなど繁華街の交差点を渡るときも、要注意だ。

ロンドンの人は、信号など関係なしに、道路を横断していく。たとえば、日本で銀座通りを横断するとき、赤信号で渡れるだろうか。信号無視で渡る人は、ほとんど見かけない。

ロンドンでは、たとえ赤信号であっても、自分の判断で、大丈夫と思えば、渡る。日本流の考え方で、みんなが渡っておれば、当然青信号だと思い安心していると、突然車が突っ込んでくることもある。実は赤信号なのにみんなが、渡っていたのである。

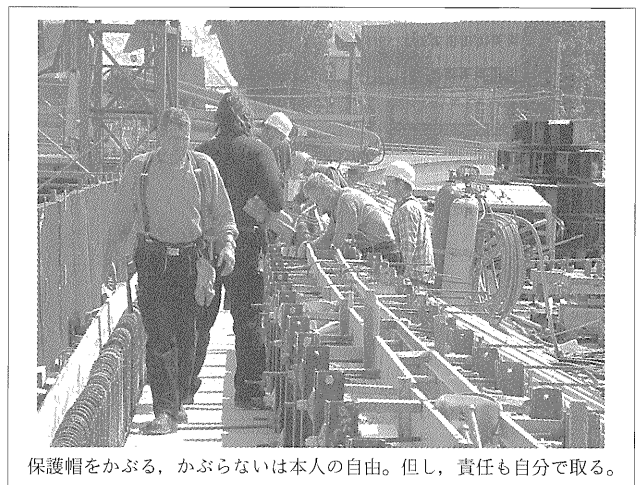
「みんなが渡れば、恐くない」ではなく、「みんなが渡っていても怖い」のです。

だから、ロンドンで道路を渡るときは、周りの人がどう行動しようと、「自分の判断で、自分の責任で」渡るかどうかを決めなければならない。もちろん、信号に従って渡れば良いのであるが、この都会で1日でも過ごすと、そうは行かなくなる。「郷にいれば、郷に従え」、いや「朱に交われば赤くなる」と言うことか。

(1) 建設現場も自己判断、自己責任

この背景には、「自分で判断し行動する。そしてその責任は自分がとる」と言う考え方が、欧州の社会に定着していることがある。

建設工事現場の安全衛生管理でも、この基本的な考え方が、前面にでてるように思われる。わが国から、はじめて欧州の工事現場の視察に出かけた人が、一様に驚くのは、「作業員で保護帽を被っていない作業員が見受けられる」ことである（写真—1）。



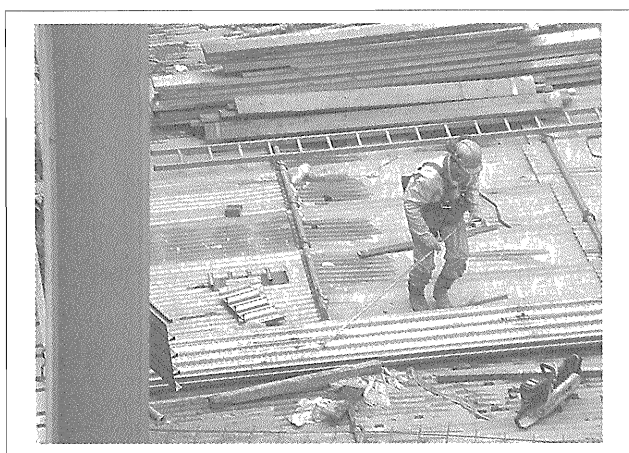
写真—1 欧州の建設現場

これを見て、「な ぁーんだ、欧州の安全管理も、たいたことはないな」と思ってしまう方が多いようである。特に、ビル工事が内装工事段階になってくると保護帽を被らない作業員が増える。しかし、「なぜ保護帽を被らない作業員がいるのか」。その理由を聞くと納得がいく。

これは、「保護帽を被る，被らないは，個人の判断で，個人の責任で」という考え方が基本にあるためである。職長も，わが国のように，「強制してでも被らせよう」ということは，しない。あくまで「自己判断，自己責任」が基本だ。

規律型の安全管理の国から行くと，戸惑うが，欧州では当然のことなのだ。

安全帯についても，同様のことが言える。工事現場を見回しても，安全帯を装着している作業員はあまりいない。実際に高所作業に従事するときには，安全帯を装着しないからだ。「いつ使用するか分からないから，装着しておく」という考え方は，ないようである（写真一2）。



写真一2 安全帯の工事現場

保護具を使用していないときに，労働災害を発生させたら，労災保険はどうなるのであろうか。この割り切りも，欧州ならでは，の感がある。

保護具を支給されているのに，自分の判断で，保護具を使わなかったのであるから，労災保険は，割引かれる。作業員もそれは，当然のこととして，受入れているようである。

（2） 専門工事会社の安全は元方責任や統括責任だけで守られるものではない

「自己管理，自己責任」という流れは，専門工事業者の安全衛生管理にも共通している。専門工事会社の安全衛生管理も，基本は自己管理，自己責任である。

ロンドンからテムズ川を約4km下ったところに，ドックランドヤード地区がある。中小の造船所があったところを再開発した地域で高層ビルが立ち並んでいる。

この再開発工事現場の安全衛生管理の視察に行った。大規模工事ということで，どのような安全管理手法が

用いられているのか，興味津々で，出かけた。

特に，専門工事会社も多数従事しているので，元方責任や統括責任がどのような仕組みで果たされているのであろうか。聞きたいことは，山ほどあった。

勢い込んで，「元請が果たしている統括責任としては，どのようなものがありますか」と工事のセーフティオフィサーに尋ねた。

返ってきた答えは，「統括責任。なんのことか」

全然分からないというのである。大変なことになった。通訳も使い慣れない単語を並べて説明するが，埒があかない。当たり前のことだ。「元方責任」「統括責任」という考え方は，先方にはまったく無かったのだ。

専門工事会社の安全衛生管理は，「自己管理」「自己責任」の基本に従い，当然のことながら，それぞれの専門工事会社が行っている。「自社の方法で，自社の責任」で。

この基本は，変わっていないが，1994年 CDM (Construction Design and Management Regulation) 規則が公表され，元請会社に専門工事会社に対し「安全衛生に関する情報の提供」，「安全衛生に関する法令を遵守するよう調整する」という義務が課せられた。

2. 安全衛生標識—必要最小限か，最大限の活用か—

（1） 安全衛生標識は作業場所にはない

欧州の工事現場に入ると，入場口に，安全意識の啓蒙のためのポスターや掲示板などが，掲示してある（写真一3）。



写真一3 安全意識啓蒙のポスター

しかし，工事現場内では，安全衛生に関する標識を見かけることは，ない。

わが国ではおなじみの、「足元注意」、「頭上注意」「開口部注意」などといった標識は、まったく見かけない。

「作業員の安全意識の高揚，注意喚起のため，もう少し標識があっても」などと，最初のうちは考えたものだ。

現場の責任者やセーフティオフィサーに，これらのことについて質問すると，「作業員に初めから注意を要求しなければならない安全設備」というのは，本来的には，おかしいというのである。

そもそも「作業現場に安全標識を掲示することにより安全意識を高揚しよう」という考え方はないようである。したがって，「安全帯を使おう」などという標識も作業現場には，ない。

ここでも，「自己管理」「自己責任」の考え方が，大きな影響を及ぼしているように思われる。

機械や器具でも，あるいは足場のような安全設備でも，「まず本質的に安全化を追求する，そして，そのうえで労働者に注意を促す」という考え方で設置されている。したがって，開口部や通路の養生は，これでもかという具合に厳重になされている（写真—4，写真—5）。



写真—4 開口部安全設備



写真—5 通路養生の安全設備

これだけ厳重な開口部や通路の養生をしているのであるから，「開口部注意」，「足元注意」等といった安全衛生標識は不要だという考え方である。頑丈な手すりを見まわすと，納得がいく。

一方，わが国は標識の効用に頼る傾向がある。以前，国内のビルの新築工事現場へ安全パトロールに行ったときのことであるが，講評の時に「もう少し安全標識を増やして下さい」といった方がおられた。この方に「どこにどのような標識が必要なのか，はっきり言わないと現場の方も困りますよ」と，それとなく，たしなめたことがあった。

今でも，「安全パトロールが来るから，もう少し安全衛生標識を増やしておくように」という現場責任者もおられるようであるが……。

(2) アニメ文化で新しい日本発の標識を

さて，注意や警戒等の標識の国際標準は，今でも欧州がイニシアチブを取っているようだ。

これだけ工事現場で安全衛生標識を多用しているわが国なので，世界の最先端を行くといわれるアニメーション文化の力を借りて，日本発の安全衛生標識を世界に向けて，発信しては如何か，と思う。

夢のある，若者に受ける日本発の新しい感覚の図案が生まれる日がくることを願っている。

3. 労働安全衛生マネジメントシステム—自主管理か法律重視か—

(1) 単一でない労働安全衛生マネジメントシステムの取組み

いま，安全衛生管理の新しい手法として，導入が進められているのが労働安全衛生マネジメントシステム（OSHMS; Occupational Safety and Health Management System）である。これは，欧州生まれだ。特に，熱心に進めてきたのは，イギリスである。

1999年12月に，日本建設業団体連合会が欧州の労働安全衛生マネジメントシステムの現状調査団をイギリスおよびドイツに派遣した。

筆者はこの調査団に参加し，2カ国の建設現場における労働安全衛生マネジメントシステムの実態をつぶさに見学する機会を得た。

この視察で労働安全衛生マネジメントシステムについて学んだことが，その後，会社はもとより，建設業界として労働安全衛生マネジメントシステムとどう向き合えば良いかという点で，大いに役立った。

視察を終えて，すぐに役立ったのは，英国規格協会

(BSI; British Standard Institution) が、1999年12月にISOに提出した「労働安全衛生マネジメントシステムの専門委員会(TC)の設立」提案への対応であった。

わが国は同提案について、賛成するか、反対するか、意見は纏まらなかった。

建設業界の代表として、この意思決定に参画していたが、イギリス、ドイツの視察を終えた直後であったので、欧州の建設業界の実状を踏まえた、幅広い意見を述べる事が出来た。

その後、いろいろな変遷を経て、ILO版「OSHMSガイドライン(ILO-OSH 2001)」が提出されたのは、

表一 労働安全衛生マネジメントシステム(OSHMS)の推移

年 月	国 外	国 内
1994年5月	ISOの環境マネジメント技術委員会総会でカナダがOHSMSの企画化に向けた検討を開始	
1996年6月		中災防が安全衛生マネジメントシステム評価基準を策定
1996年9月	ISOがOHSMSについての国際ワークショップを開催	国際ワークショップで日本は「現段階では反対」を表明
1997年1月	ISOの技術管理評議会において、「安全衛生に関する国際規格について、ISOとしてこれ以上作業を行わない」ことを決定	
1999年4月	ILOの第15回世界労働安全衛生会議において、ILOのOSHMSに関する取組み状況を報告さらに6月には、OSHMSの国際的ガイドラインの作成および専門家会議の開催を2000年の実施計画に取入れた英国規格協会が中心となり複数の有力審査機関が審査登録用規格「OHSMS 18001」を制定	労働安全衛生マネジメントシステムに関する指針(労働省告示第53号)を公表
1999年11月		建設業労働災害防止協会が「建設業労働安全衛生マネジメントシステムのガイドライン」を策定
1999年12月	英国規格協会(BSI)がISOに対して、「労働安全衛生マネジメントシステムの専門委員会(TC)の設置」を提案ISOのメンバーによる投票を行うこととなった。2004年4月投票締切り	日本建設業団体連合会が、OSHMS視察団をイギリス、ドイツに派遣
2000年4月	ISOのメンバーによる投票締切り	通産省工業技術院事務局が、ISOに対し、日本としては「投票を棄権する」と回答
2000年6月	ISOがBSI提案を否決(投票結果:賛成29,反対20,保留3)3分の2以上の賛成が得られず	
2000年6月	ILOがOSHMSガイドライン1次草案を策定	
2000年11月		OHSMS促進協議会設立総会を開催(事務局:中災防)
2001年2月	ILOがOSHMSガイドライン草案(加盟国提示案)を策定	
2001年6月	ISO理事会でOSHMSガイドライン(ILO-OSH 2001)を承認	
2001年6月	ILOは、呼称を「OHSMS」でなく「OSHMS」に統一することを決定	

読者諸兄のご承知のとおりである(表一)。

(2) イギリスとドイツの取組みの違い

イギリスとドイツの2カ国の労働安全衛生マネジメントシステムの取組みには、かなりの違いを感じた。視察した1999年12月の時期には、わが国にはイギリスの労働安全衛生マネジメントシステムの情報が先行して入ってきていた。

視察前には、欧州はすべてイギリス方式で労働安全衛生マネジメントシステムに取り組んでいるものと思いついていたが、ドイツの取組みを見て、労働安全衛生マネジメントシステムの進め方も一意的でないことが分かった。

この違いを、一言で言えば、両国の法体系の違いによるものである。イギリスは、30年近く前から、それまでの詳細な法体系から、簡潔な法体系に移行していた。一方、ドイツは綿密、詳細な法体系を維持している。このお国柄の違いが大きく影響している。

イギリスでは、1970年初頭の急激な産業界の技術革新や労働態様の変化の中にあって、硬直化していた当時の労働安全衛生に関する法制の改善が、大きな問題として持ちあがってきた。

このための処方箋として出されたのが、ローベンス報告である。同報告では、当時の労働安全衛生法とその執行体制について、次の3点が指摘された。

- ① 法律が余りにも多く、複雑であり、法律的な専門家でないとい理解が困難である。
- ② 個人の自主性や自助努力が軽視されている。法規制と政府施策の役割は、細かな規定を制定することではなく産業界自身による安全衛生とその活動への影響を与える枠組作りである。
- ③ 労働安全衛生に関する機関が細分化されている。

この提言を受け、1974年に新労働安全衛生法が制定されるとともに、あらたに安全衛生に関する統合された権限を有する安全衛生庁(Health and Safety Executive: HES)が発足した。

イギリスの現在の法体系は、図一1のとおりで、法律は基本事項を定め、実施規範は、業界団体等の自主基準にまかされている。自主基準であるので、労働安全衛生マネジメントシステムによって補完する必要がある(図一2)。

一方、ドイツは、詳細基準まですべて法律で定められている。労働安全衛生マネジメントシステムで補完すべき部分が、少ないといえる。

ドイツの現場で、施工計画のリスクアセスメントを実施したのを見たが、実施事項の横に「法律の第何

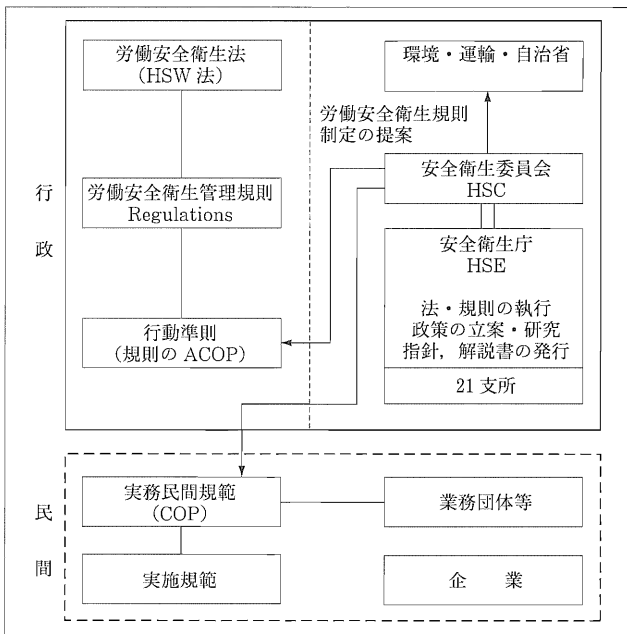


図-1 イギリスの労働安全衛生法体系

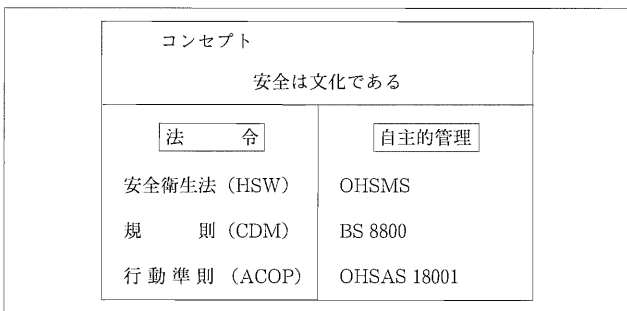


図-2 イギリスの建設業における安全衛生管理

条による」と記入してあるのを見て、イギリスとの違いを強く感じた。

危険有害要因を出して、その対策を考えると、ほとんどが法律で定められている項目に重なるというわけである。自主的安全衛生管理よりも、法律中心的安全衛生管理といえよう(図-3)。

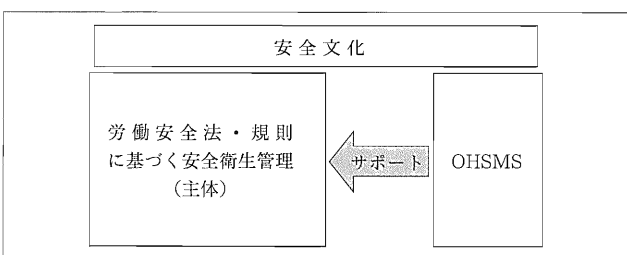


図-3 ドイツの建設業における安全衛生管理

(3) 工事現場のリスクアセスメント

イギリスの工事現場でのリスクアセスメントは、専門工事会社も含めて、展開されていた。元請会社は、専門工事会社を決めれば、最初にその

専門工事会社の安全担当者を工事現場へ来させる。そして、元請会社が施工する工事の全般的な施工安全衛生管理計画および主な危険・有害要因とその対策を示す。

次に、専門工事会社は、これらの指示に従い、自社の「工事安全衛生管理計画」を作成する。従事する工事現場における、施工に伴う危険・有害要因とその対応策に重点を置き「工事安全衛生管理計画」を作成して元請会社へ提出する(図-4)。

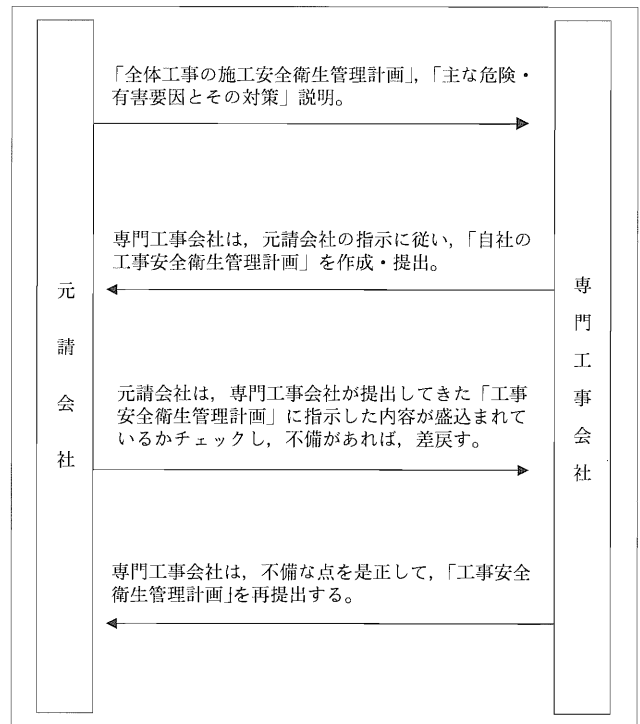


図-4 施工安全衛生管理計画書の提出手続き

次に、元請会社では、指示した内容が盛り込まれているか、工事の特性を踏まえた、危険・有害要因とその対策が盛り込まれているかなどを判定して、不備があれば、専門工事会社に差戻す。

最後に、計画を差戻された専門工事会社は、修正を加えたうえ、再提出する。このように、工事の安全衛生管理計画は、かなりのエネルギーを注いで、作成されている。これは、いったん施工段階に入れば、安全衛生管理は、協力会社が自主的に進め、元請会社はその自主性に委ねる、という長いしきたりがあるからである。

(4) Risk Assessment Record

専門工事会社がこれらの安全衛生管理計画を作成するための、標準(「Risk Assessment Record」)が作成されている。この標準は、作業別に作成されており、危険・有害要因とその対策、

- ・特に注意しなければならない人は誰か、
- ・作業員が使用するべき保護具、

表-2 Risk Assessment Record

HAZARD / WORK ACTIVITY ASSESSED		Reference No: WAH003			
MOBILE SCAFFOLD TOWERS					
LOCATION					
H = HIGH RISK, M = MEDIUM RISK, L = LOW RISK, I = INSIGNIFICANT					
SIGNIFICANT RISKS		H	M	L	I
1	Fall of persons	X			
2	Falls of materials		X		
3	Falls of plant and equipment		X		
4	Collapse of tower			X	
5	Overturning of tower	X			
6					
7					
8					
9					
10					
WHO MAY BE HARMED					
EMPLOYEES <input checked="" type="checkbox"/>					
SUBCONTRACTORS <input checked="" type="checkbox"/>					
OFFICIAL VISITORS <input checked="" type="checkbox"/>					
GENERAL PUBLIC <input checked="" type="checkbox"/>					
CONTROL MEASURES					
1 Only trained competent operatives will erect, modify or dismantle scaffolding towers in accordance with relevant standards and manufacturers instructions.					
2 Towers should not be specified for use in the vicinity of overhead powers lines.					
3 Specification for use of tower scaffolds will take into account the site ground conditions expected, height restrictions and obstructions.					
4 Ladder access should be internal and fixed to the narrowest side.					
5 Maximum height to base ratio will not exceed 3:5:1 inside use and 3:1 external use without ties.					
6 Ties will be used in exposed or windy conditions.					
7 All tower platforms will be fully boarded and fitted with toeboards and guardrails.					
8 Personnel and materials to be removed before the tower is moved.					
9 All tower scaffolding shall be inspected on erection, and on handover to or from contractors.					
10 After alteration or adverse weather conditions, towers must be inspected by a competent person					
11 Towers over 2m in height must be inspected every seven days if they remain in place, and the results recorded					
INFORMATION, INSTRUCTION AND TRAINING					
1 Persons erecting tower scaffolding must be competent to do so, some proof should be obtained.					
2 Operatives using mobile scaffold towers should be provided with information and instruction on safe access, use, and movement of the structure.					
PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT					
SAFETY HELMET	<input checked="" type="checkbox"/>	EAR DEFENDERS	<input type="checkbox"/>	RESPIRATORY PROTECTION:	<input type="checkbox"/>
SAFETY BOOTS	<input checked="" type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>
GOGGLES / VISOR	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>
OVERALLS	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>
GLOVES	<input type="checkbox"/>			REMEMBER PPE IS	<input type="checkbox"/>
EAR PLUGS	<input type="checkbox"/>			ALWAYS A LAST RESORT	<input type="checkbox"/>
COMPLETED BY		SIGNATURE		DATE	

などが記されている。

Risk Assessment Record を見せられたときに、リスクアセスメントを建設現場の中で、どう進めているのかが、はっきり見えたような気がした。

リスクアセスメントの考え方を、今後わが国の建設現場で展開していくためには、作業ごとの危険・有害要因とその対策が盛り込まれた標準の作業手順を作成することであると痛感した。

OHSMS 視察団の団員は、ほとんどが建設労務安全研究会のメンバーであったので、建設労務安全研究会で日本版の「リスクアセスメントを盛り込んだ作業手順」を作成しようということになり、完成したのが、「建設作業における危険・有害要因特定標準モデル」である。

この標準モデルは、「土木工事編」、「建築工事編」が作成され、後に、「設備工事編」が追加されている。

本モデルが、わが国建設業の危険・有害要因特定のベースとしての役割を果たしたことは、誠に意義深いことであると考えている。

JCMA

【筆者紹介】

林 利成 (はやし としなり)
 大林組協励会社災害防止協会
 本部事務次長
 建設労務安全研究会特別顧問
 中小企業診断士
 社会保険労務士



移動式クレーン Planning 百科

社団法人日本建設機械化協会機械部会建築生産機械技術委員会移動式クレーン分科会（石倉武久分科会長）では、約2年間の編集作業を終え標記の図書を刊行しました。

本書は、

- ・建築工事計画担当者、
- ・工事担当者、
- ・作業実施担当者、

にとって、短期間に移動式クレーン作業の要点を習得するのに最適な書物です。担当する建築工事に適合する移動式クレーンをより迅速に、より効果に選定・運用する際に大いにご活用下さい。

A 4判 159頁 定価 2,000円 (消費税別) 送料 400円

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

パートナーロボットの実用化に向けて

—愛知万博のロボット—

後藤久典

国際博覧会の大きな使命は新しいテクノロジーを広めるということにある。2005年3月25日から9月25日まで、名古屋東部丘陵で開催される「2005年日本国際博覧会（愛・地球博）」も新しいテクノロジーの実用化へ向けた社会実験の場である。愛・地球博では、燃料電池やバイオマスエネルギー、生分解性プラスチックなど、これからの循環型社会へ向けた環境技術とともに、ロボット技術が注目を集めている。人間の労働を代替するこれまでの産業用ロボットとは異なった、人間とともに作業し共生をはかろうとする「パートナーロボット」が今、社会に飛び出そうとしている。

キーワード：ロボット、パートナーロボット、国際博覧会

1. 世界をリードする日本のロボット技術

わが国のロボット産業は、製造業の進展とともに、工場における生産財として普及、拡大発展してきた。今では世界のロボットの約6割が日本製で、世界でもトップレベルの技術を擁しロボット大国と言われるまでになった。こうした高度なロボット技術を背景に、近年わが国では様々なロボットの開発が進められており、なかでも、人間のように二足歩行するヒューマノイド（人間型）ロボットの研究では世界を大きくリードしている。

こうしたロボット産業をより拡大発展することをめざし、わが国の国家戦略として、経済産業省は2002年2月に「21世紀ロボットチャレンジプログラム基本計画」をまとめた。この目的は、これまで製造業をはじめとする一部の分野に限られてきたロボットの活躍の場を、必要な技術的ブレークスルーや制度的な整備によって、家庭や医療・福祉、災害救助など、幅広い分野に広げていくことにある。

この基本計画のなかでは、「2006年度までに、国民のニーズが高いと思われる家庭、医療・福祉分野や、二次災害が心配される災害救助分野などのうち、いくつかの分野においてロボットの実用化を目指し、2009年までにこれらロボットの商用化を図る。さらに、2010年以降、ロボットの応用範囲の拡大を図り、2020年までには、ロボット産業を現在の自動車産業と同様の基幹産業に成長させることを目指す」として

いる。産業用ロボットや電子部品実装機を中心としたわが国の産業ロボットの市場規模は約5,000億円であるが、これを家庭向けや医療・福祉向けなど、パートナーロボットという新たな市場を開拓することで、2010年には1.8兆円に市場規模が拡大すると言われている。次世代ロボット産業は21世紀のわが国の基幹産業として期待が集まる。

2. 今、なぜロボットなのか

わが国の少子化のスピードはとどまるところを知らない。合計特殊出生率は1.29（2003年）となり、やがては人口の減少が予想される。少子社会による労働力不足を補うためには労働生産性を高めていくことが必要である。わが国の労働生産性は欧州諸国とは同程度であるがアメリカと比較するとその70%程度と低い。わが国の製造業の労働生産性は高い水準にあるが、それ以外の分野の労働生産性が低く、これを高めることが急務となっている。その意味でも、病院、福祉施設など製造現場以外で活用される次世代ロボットに対する潜在ニーズが高まりつつある。

しかしながらロボット産業を振興する意味は、労働力不足の解消だけではない。自動車や家電・AV機器が様々なハイテク技術の集積であると同様、ロボットも最先端技術の結晶である。ロボットの頭脳に使われる人工知能や情報処理技術、ネットワーク・通信技術、ロボットの知覚となる画像や音声認識技術、各種センサ技術、ロボットを動かすためのモータ、アクチュ

エータなどメカニカル技術と、ロボットに使われるハイテク技術を数え上げればきりが無い。さらには、ロボットの動力源としてのバッテリーや燃料電池、軽量化や人と接触することを想定した柔らかい外装のための人工皮膚などの新素材…。今後の進歩が期待される技術分野はすべてロボットに集約されているといっても過言ではない。

ロボットの開発を進めるためには様々な新技術が必要であり、また、それらの新技術から、それぞれの新しい市場が生み出される。ロボット産業の発展はロボット市場を拡大するだけでなく、新たな別の新市場をも切り開く波及効果を持っている。ロボットの研究開発を進めることは、21世紀のわが国のモノづくりにも大きく貢献することにつながる。

3. 労働力の代替から人と共生するロボットへ

2003年は「鉄腕アトム」誕生の年として、わが国は大きなロボットブームに沸いた。1960年代後半から1970年代前半、テレビの普及とともに、アニメーションを通じて、わが国ではロボットは未来の身近な存在となった。当時のロボット御三家といえ、鉄腕アトム、エイトマン、鉄人28号。なかでも鉄腕アトムは自分の考えで動く等身大のロボットとして、わが国ではロボットの理想的なイメージとして定着した。

現在、わが国でロボットの研究開発に携わる研究者、技術者の多くが、鉄腕アトムをつくりたいのでロボットの研究開発の道に入ったと言うのはよく耳にすることだ。わが国で二足歩行のヒューマノイドロボットの研究が盛んなのはそのためと揶揄されるが、ヒューマノイドロボット開発の目的はそれだけではない。

溶接や塗装、組立てのための産業用ロボットは、人間が行う作業を代わりに行うことが開発の目的であった。そのため、ロボットが稼働するのは人がいない空間であった。産業用ロボットの安全性は人がロボットの稼働空間に立入らないことで確保されている。しかし、今後のロボット市場となる家庭や医療・福祉の現場では、人が働き暮すのと同じ空間で、ロボットが稼働しなければならない。さらには、人との接触や共同作業をすることも求められる。そのため、人と同程度の大きさで、人と同じように歩き、また、人と同じように手を使って人と同じ道具を使うことができるヒューマノイドロボットは、その機能面からも最も人との共生に向けたロボットだと言えよう。また、人間に似せてつくられたデザインはサービスを提供される人の側に、親しみやすさや安心感をもたらす効果も考

えられる。

このように、人のいない空間で人に代わって作業をする産業用ロボットから、人がいる空間で仕事をし、人とふれあうパートナーロボットへとロボットは進化してきた。そしてその進化がロボットの新しい市場を生み出し、私たちにより豊かな生活をもたらしてくれるものと期待が高まってきている。

しかしながら人間と同じように考え判断し何でもできるヒューマノイドロボットの実用化までには、まだまだ道は遠い。まずは人が暮す空間の中で、特定の機能・役割に特化したロボットが社会に登場するだろう。

4. 愛・地球博開催

2005年3月25日から9月25日までの185日間、「自然の叡智」をテーマに、名古屋東部丘陵（長久手町、豊田市、瀬戸市、会場面積＝約173ha）で2005年日本国際博覧会（略称：愛知万博、愛称：愛・地球博）が開かれる。

愛知万博は、21世紀の人類が直面する地球規模の課題の解決の方向性と人類の生き方を発信するため、「自然の叡智」をテーマとした新しい文化、文明の創造を目指している。国際博覧会としては1990年に大阪で開かれた「国際花と緑の博覧会」以来15年ぶり、総合的博覧会としては、1970年の大阪万博（日本万国博覧会）以来35年ぶりとなる。これまでの万博史上最大の121カ国が参加し、21世紀初めての万博として大きな盛り上がりを見せている。

万博は世界の文化・価値観の発信と交流の場であるが、一方で、新しい技術や文化・文明の実験場でもある。今回の万博でも、わが国の様々な最先端技術が発表され、実用化へ向けた実験が行われる。

会場へ向かう新交通システム（Linimo：リニモ）はわが国初の磁気浮上式リニアモーターカー。入場券には0.4ミリ角の超小型ICチップを内蔵し、パビリオンやイベントの予約システムと連動。会場内では専用道路をバスが無人走行し（IMTS：インテリジェント・マルチモード・トランジット・システム）、燃料電池やバイオマスエネルギーなどのクリーンエネルギーで一部の電気がまかなわれ、長久手会場と瀬戸会場の間をFC（燃料電池）駆動ハイブリッドバスが結ぶ。飲食店では生分解性プラスチックの食器を使用…。まさに新技術のショーケースである。さらには、環境に配慮し、自然の地形、景観をいかし、3R（リデュース、リユース、リサイクル）に基づいた会場そのものが、大きな社会的実験である。こうした新技術のなか

でも特に注目されるのが、万博で活躍するロボットたちである。

5. 愛・地球博ロボットプロジェクト

今回の万博では様々なロボットが活躍する。トヨタグループ館や三菱未来館などの民間パビリオンでもロボットが主役になるが、NEDO（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）と博覧会協会では、21世紀において人間と共生する次世代ロボットの実用化をめざして、愛・地球博ロボットプロジェクトを実施する。本プロジェクトでは、わが国の国家戦略である「21世紀ロボットチャレンジプログラム」の一環として、NEDOが民間企業に委託し開発した実用

化ロボットとプロトタイプロボットの実証実験を行うものである。

本プロジェクトの中核となるのは、実用化ロボットプロジェクト。2010年に大きな市場となることが予想される掃除ロボット、接客ロボット、警備ロボット、チャイルドケアロボット、インテリジェント車いすロボットの5分野のロボットを開発し、万博会場で3月25日から9月25日までの185日間、実証実験を行うものである（図-1）。

会場の各所で働くロボットは、それぞれのロボットごとに実用化をめざした細かな仕様が決められ公募が行われた。安全性や耐候性、耐久性のほか、警備ロボットには遠隔監視機能、接客ロボットには日本語、英語、中国語、韓国語の4カ国語を雑踏のなかで認識する能力など、ロボットの実用化を意識した目標が設定された。平成16年2月25日～平成16年3月25日の期間で公募を実施し、13件（掃除ロボット：2件、警備ロボット：2件、チャイルドケアロボット：1件、接客ロボット：4件、インテリジェント車いすロボット：4件）の応募があった。

東京大学名誉教授で日本学術振興会監事の井上博允氏を委員長とする技術委員会で審査し、その結果に経済産業省の政策点を加え、委託先が決定しロボットの開発が進められた（表-1）。

各ロボットの働く姿が会場各所で見られる（ただし、掃除ロボットについては閉場後の夜間に作業を行う）ほか、会場内の「遊びと参加ゾーン」にあるロボッ

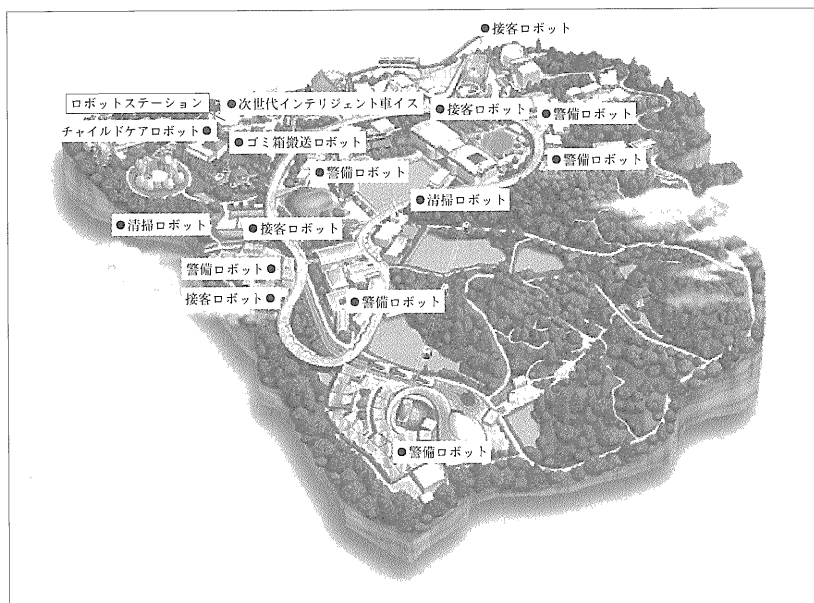


図-1

表-1 実用化ロボットの概要

種類	名称	開発メーカー	稼働場所	特徴
掃除ロボット	スウィッピー (SuiPPi)	松下電工(株)	グローバルループ、西ターミナル	ロボット自ら経路を選択し、障害物を避けながら自動走行によって屋外の床面を清掃
	スバルロボハイター RS 1	富士重工業(株)		
警備ロボット	スバルロボハイター RS 2	富士重工業(株)	ロボットステーション入口	人と接触しないよう安全にごみ箱の設置場所まで自動走行で移動し、ごみ箱を回収して空の新しいごみ箱と交換
	ALSOK ガードロボ	総合警備保障(株)	グローバルコモン1~6	遠隔監視により、ロボットの周囲の安全を監視するとともに、ロボットに備えたセンサを用いた火災の検知や遠隔地操作による不審物処理を行う
接客ロボット	ムジロー、リグリオ	テムザック(株)	グローバルコモン5	4カ国語(日・英・中・韓)の会話機能を用いて来場者への会場案内や、博覧会協会への来客者の受付を行う
	ワカマル (wakamaru)	三菱重工業(株)	協会本部棟受付	
インテリジェント車いすロボット	アクトロイド	(株)アドバンスト・メディア、(株)ココロ	総合案内所(北ゲート、東ゲート、西ゲート)	人を乗せながら、自動走行機能を用いて目的地まで障害物を避けながら安全に移動する
	TAO Aicle	アイシン精機(株)、富士通(株)	ロボットステーション内車いす体験コース	
チャイルドケアロボット	パペロ (PaPeRo)	日本電気(株)	ロボットステーション内ロボットふれあいルーム	個人識別能力と音声認識能力を用いて、こども一人ひとりを特定し、コミュニケーションしながら遊びやお話をする

表-2 プロトタイプロボットの概要

①ネットワークロボティクス・RTミドルウェア	(株)東芝	人とのインタラクションにおける高性能聴覚機能ロボット
	東京理科大学工学部機械工学科	マルチモーダルインタラクションにより対人追従するお供ロボット
	電気通信大学院情報システム学研究科	知的情報インフラ活用型マルチ作業ロボットシステム
	東京大学大学院情報理工学系研究科知能機械情報学専攻	家庭内分散ロボットを統合して人にサービスするハイパーロボット
	(株)日立製作所	使い走りロボット
	(株)安川電機	7自由度双腕ユニットと双腕移動型ロボット
	J-Sip Walton(株)	無線リンクによる超分散・合体ロボット
	(財)九州システム情報技術研究所	ロボットコンテンツを用いたコンテンツ指向ロボット
②体験型ロボット	富士電機システム(株)関西支社 A プロジェクト推進部	環境型ロボット
	岐阜県セラミックス技術研究所	陶磁器製飲食物器ロボット
	(株)吉川機械製作所	似顔絵ロボット絵師
	NECシステムテクノロジー(株)	人口舌を持つパートナーロボット
	岐阜大学工学部人間情報システム工学科	未来科学百科事典と多指ハプティックインターフェイスロボット
	東京大学大学院情報理工学系研究科システム情報学専攻	再帰性投影技術を用いた相互テレプレゼンスロボット
	立命館大学理工学部	マイクロ世界との遭遇ロボット
	埼玉大学工学部機械工学科	サイバーアシスト・マイスター・ロボット
③屋外熟練作業ロボット	早稲田大学 WABOTO-HOUSE 研究所	森林作業支援ロボット
	東北大学大学院情報科学研究科	自然地形散策用登場型移動ロボット
	(株)テクノネットワーク四国	ユビキタスロボット
	(株)ニルバーナテクノロジー研究開発部	キャディロボット
	特定非営利活動法人国際レスキューシステム研究機構	NBC テロ対応型探査・汚染物質採取ロボット
	京都大学工学研究科	レスキュー活動支援用操縦型重作業ロボット
	神戸大学工学部機械工学科	瓦礫内探索ロボット
	岐阜大学工学部	衝撃弾性波法管路診断システム・ロボット
④特殊環境ロボット	名古屋工業大学大学院産業戦略工学専攻	マラソン用ペースメーカーロボット
	菱明技研(株)装置技術制御技術課	金の鯨ロボット
	(財)にいがた産業創造機構	雪国の生活を支援する自立型除雪ロボット
	広島大学大学院工学研究科複雑システム工学専攻	時速 160 km の剛速球を打ち返す超高速バッティングロボット
	(財)理工学振興会	水陸両用ヘビ型ロボット
	(独)産業技術総合研究所知能システム研究部門	アクロバット飛行船ロボット
	(社)岐阜県工業会	情報収集鳳凰型飛行ロボット
	特定非営利活動法人大田ビジネス創造協議会	高機能飛行ロボット
⑤医療福祉ロボット	(財)福岡県・科学技術振興財団	緊急救護対応ロボット
	名古屋大学大学院工学研究科	医療技術トレーニングのための超精密人体ロボット
	(財)NHK エンジニアリングサービス	オフィス・家庭用・医療用ロボット等に用いる 3 次元視野認識・表示装置および医療・手術用マイクロハンド
	名古屋大学大学院工学研究科	遠隔微細手術用ロボット
	大阪大学大学院工学研究科電子制御機械工学専攻	手首を含む上肢リハビリ訓練 6 自由度ロボット
	広島大学大学院工学研究科複雑システム工学専攻	超学習機能を有するハンディキャップ支援型バリアフリーロボット インターフェースシステム
	九州工業大学情報工学部機械システム工学科	自己介護用半自律ロボットシステム
	東京理科大学工学部機械工学科	筋肉を補助するウェアラブルロボット：上肢用マッスルスーツ
⑥パートナーロボット	立命館大学理工学部	パワー増幅ロボット
	筑波大学機能工学系	人間を強化するロボットスーツ
	アイシン精機(株)、富士通(株)	次世代インテリジェント車椅子
	電気通信大学情報システム学研究科	緊急性の要求される用途において屋外でも高い運動能力を発揮する移動体プラットフォームとしての大型ロボット
	大阪大学大学院工学研究科	人と自然に関わるアンドロイド
	(株)国際電気通信基礎技術研究所	異種ロボット協調機構
	岡山県立大学情報工学部情報システム工学科	子供を元気づける身体的コミュニケーションロボット
	公立はこだて未来大学	オーサリング可能なシナリオ研究用ロボット
⑦パフォーマンスロボット	(株)ビジネスデザイン研究所開発部	次世代コミュニケーションロボット
	三菱重工(株)	対話する異種ロボット
	東北大学大学院工学研究科バイオロボティクス専攻	ダンスパートナーロボット
	岡谷商工会議所	強化学習型(動作制御自己開発型)6脚歩行ロボット
	(独)産業技術総合研究所知能システム研究部門	構造可変モジュール型ロボット
	九州工業大学大学院生命体工学研究科	アーティスティックロボット
	大阪大学大学院基礎工学研究科	腕脚統合型ロボット
	石川島播磨重工業(株)	3脚車輪型移動ロボット
⑧ヒューマノイドロボット	立命館大学理工学部	移動跳躍ソフトロボット
	(独)産業技術総合研究所知能システム研究部門	探査型ヒューマノイドロボット
	奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科	ヒューマノイドロボットのためのインタラクション・ミドルウェア
	東北大学大学院工学研究科航空宇宙工学専攻	HRP-2用インパクト動作生成ソフトウェア
	東京大学大学院情報理工学系研究科知能機械情報学専攻	アニマトロニック・ヒューマノイドロボット
	東京大学大学院情報理工学系研究科知能機械情報学専攻	超多自由度可変柔軟脊髄筋骨格型ヒューマノイドロボット
	ロボス(株)	ダイナミック動作研究用ヒューマノイドロボット
	(社)岐阜県工業会	豊かな生活サポートするヒューマノイドロボット
早稲田大学理工学部機械工学科	人体運動シミュレータとしての2足ヒューマノイド・ロボット	

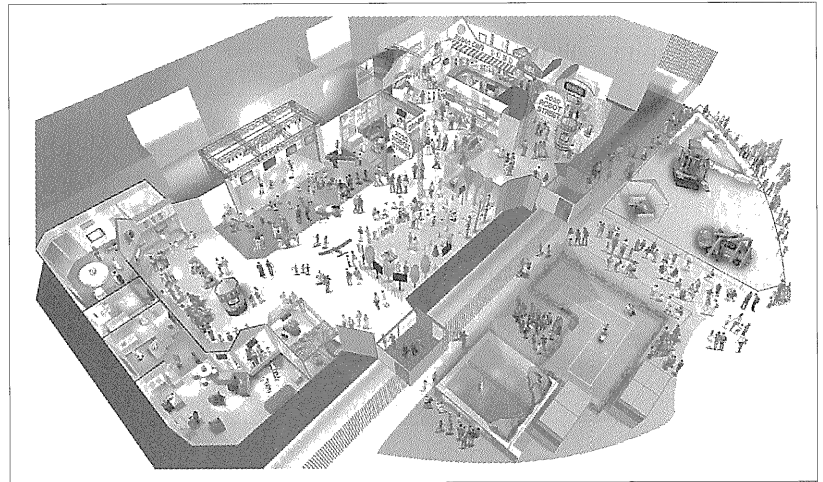
トステーションにはすべてのロボットが展示されており、ステージでのデモンストレーションを見ることができ。制御やセンシングなど、ロボットとしての技術面では既に実用化段階に達したロボットに耐候性や踏破性能、長時間駆動、雑踏での音声認識、屋内外でのシームレスな位置測定、昼夜の画像認識など、実際の使用において不可欠となる性能を新たに開発し、擬似的な都市環境である博覧会会場で実証実験を行うことで、5年以内の商品化をめざす意欲的なプロジェクトである。

一方、プロトタイプロボットは2020年の実用化を前提に、中長期的な視点から、産業界や大学等において取組まれている新たなロボット技術に係る実用的なアイデアを発掘し、一般市民のロボットへの理解を深めながら当該技術をプロトタイプとして開発し、幅広いロボット関連産業の振興とロボット技術の発展を図っていくことを目的にする。

平成16年2月25日～平成16年3月25日の期間で公募を実施し、日本全国から249テーマの応募があった。これらのテーマを地域別に分類すると、応募件数は、北海道5件、東北10件、関東107件、中部37件、近畿55件、中国16件、四国2件、九州17件。また、これらのうち、企業からの応募件数は92件、団体からは34件、大学・大学院からは117件、高専からは6件となった。応募のあったもののなかから、1次審査においては、有識者と地域振興の観点から地方経済産業局の協力を得て書類審査を実施し、選定した121件についてヒアリングを川崎、大宮、大阪の3地区で実施した。その結果を踏まえて2次審査（審査委員長・井上博允氏（東京大学名誉教授、日本学術振興会監事））を実施し、その結果に経済産業省からの政策点を加えて65件を選定した（表一2）。

これらのロボットは、会期中の6月9日から19日までの11日間、万博会場内「遊びと参加ゾーン」にあるモリゾー・キッコロメッセで開催されるプロトタイプロボット展で展示される。

プロトタイプロボット展では専門家ではない一般の来場者にも将来のロボットの実用化のイメージをわかりやすく示すために、「2020年の人とロボットが暮らす街」をコンセプトに、工場や病院、カフェなどの並ぶ町並みや、災害現場、住宅内など暮らしの場面を設定した。それぞれのシーンの中でロボットが機能を発揮するデモンストレーションを行う（図一2）。



図一2 2020年の人とロボットが暮らす街

さらに、ロボットステーション内では、経済産業省が1998年から5ヵ年計画で実施した「人間協調・共存型ロボットシステムの研究開発（HRP：Humanoid Robotics Project）」の一環として、NEDOから財団法人製造科学技術センター（MSTC）への委託、独立行政法人産業技術総合研究所との共同研究により開発された人間型ロボットであるHRP-2をベースにした「恐竜型ロボット」のデモも行われる。HRP-2は、不整地歩行や転倒制御、転倒回復動作等の人間型ロボットの共通基盤技術と人間との共同作業等の応用技術の研究開発に利用されており、その研究の一環として本物そっくりの迫力ある恐竜ロボットが闊歩する。

6. ロボットの安全性

NEDOはロボットの実証運用を行うにあたり、社団法人日本ロボット工業会に委託し、対人安全ルールについて、現時点で考えられる限りの合理性と運用可能性のもとでロボットの安全性の考え方を、「愛知万博のロボット安全性ガイドライン調査専門委員会」（委員長：杉本 旭北九州市立大学教授）のもとでまとめた。

欧州からはじまり、国際的な主流となりつつある「グローバルな安全の考え方」は、技術の有効性を踏まえつつ、その技術のリスクを評価し、社会として受容できるものかどうかを判断するという考え方に変ってきている。サービス用ロボットの未来は、この「グローバルな安全の考え方」を取入れていく必要があり、ロボットの提供するサービスの有効性とそのリスクを受容して余りあるものでなければならない。当然、社会によるリスクの受容を獲得するには、開発者に課せられた責任を果たさなければならない。

一般に開発者は、事前の責任と事後の責任の両面から責任ある開発を行わなければならない。安全のために講ずる事前の対策には自ずから限界があるが、開発者は、少なくともその限界（State-of-the-art）を達成する事前の責任と新しい技術には予想できないアクシデント（不可抗力による事故）が起きると見なして、事故の被害者を救済するための補償（損害・傷害保険）する事後の責任を想定される。本プロジェクトにおけるロボットの安全性もこの二つの責任の観点から議論が行われた。

愛知万博のロボット安全性ガイドライン調査専門委員会では、ガイドライン検討WGを設置し、本プロジェクトで開発される5分野のロボットを開発者が検討した安全仕様書の審査などを行った。

ガイドライン検討WGは、開発者に対してグローバルな安全の考え方に基づいて事前の責任を果たすよう指導し、安全確保対策が講じられ、社会が受容できるよう十分リスクを低減しているかを評価した。開発者はロボットのリスクを厳しく評価し、許容可能な低い水準にまでリスクを低減、すなわち、期待されるサービスの見返りとして受容される残留リスクは、ALARP（可能な限り低く）の原則に従って低減することが求められた。このため、ロボットの設計には「本質安全設計」の考え方を求め、想定される危険源に対して、安全設計により十分リスクが低減できているかが評価された。例えば、人に危害を与えないよう十分安全な形状、構造、材料、駆動構造、動力源の採用等を設計仕様とすることや接触センサや非常停止装置による機能停止に加え、非接触センサにより人が近接した場合には一時停止するなどの機能を持たせることとした。

そして、それでもなお残る小さなリスク（残留リスク）については、その残留リスクによって可能性の残る危険性の回避のために、スタッフによる監視業務が無理なく遂行できるかという評価を行い、これらの評価が得られることによって愛知万博での展示を可能とした。プロトタイプロボットについても同様にガイドライン検討WGによる安全技術の助言が行われた。

安全性の評価を行ったロボットの事後の責任を果たすために、同調査専門委員会の中に安全性の責任・体制検討WGを設置し、展示運用における安全確保の

ための体制・運用等に関する指針についての検討も行われた。

7. おわりに

人類社会にとってロボットが有益な存在として発展するよう社会とロボットの関わりを例示的に示し、産業・公共・生活分野での利用を目的とした、わが国のロボット技術開発の取組みとともに、わが国のロボット技術開発における先駆的な役割と実績を、世界に向けて発表するが、本プロジェクトの大きな目標である。

万博会場を、ネットワーク環境や物理的環境をロボットの運用のために整備し、多数の来場者が往来する万博会場を未来社会の擬似的な生活環境としてとらえ、ロボットの安全性を確保し、人とロボットが共存し、対人サービスを提供する実証実験を行うことで、今後の次世代ロボット産業の発展に弾みをつける。国際博という大舞台に、国（たとえば、経済産業省）が多額の予算（平成16年度は30億円）の予算をつけ、わが国でロボットの開発に携わる産学がオールジャパンの体制で取組んだ今回のプロジェクトは、パートナーロボットの実用化を一機に加速させる。

今、ロボットは工場から飛びだし、パートナーロボットという新しい形で、家庭へ、街へ、そして社会へ進出しようとしている。特に、人が作業するうえで危険をとめない、労働力の不足が言われる建設現場への応用はいち早く進むことだろう。建設現場で人とロボットと一緒に作業する光景がそう遠くない将来、現実のものとなるだろう。再び、わが国で国際博覧会が開かれるときには、会場建設から会期中、終了後の撤去工事まで、多くのロボットが働いていることだろう。

今回のプロジェクトはその第一歩となる。 **JCMA**

【筆者紹介】

後藤 久典（ごとう ひさのり）
財団法人2005年日本国際博覧会協会
事業企画本部
企画事業グループ長



づいそう

「思い」を伝える

吉見 憲一



数年前の冬、酒作りを十数名の仲間と茨城の蔵元で体験したことがある。寒いなかでの洗米、上半身裸がちょうどいい麴室こうじむろでの麴菌繁殖作業等、寒暖差が大きい環境でのクライマックスの仕事は袋吊りと呼ばれる搾り作業。できたばかりの酒をビン詰めした後、思い思いの自作ラベルを貼り付けて完成。2カ月間、毎週毎週片道1時間以上かけて通い続けた後の大吟醸の味は格別なものであった。

棟までの高さが10m以上はありそうな凜とした空間での、60過ぎの素朴・実直な杜氏さんの津軽三味線のバチさばきは、今でもその音色とともに情景が浮かんでくる。なお、杜氏とは酒造りの最高責任者のことで、彼は南部杜氏（岩手県）の出である。

杜氏さんは、我々は今、人類最高の酒を飲んでいるという意味のことを言われた。その理由の一つは、高度な精米技術の進歩である。大吟醸用の米は、玄米重量の50%以下に精米している。それも、米の表面を丁寧に磨き、芯の方を残すようにしないと雑味が残るそうで、50時間以上かけて精米している。ご飯が80%位だから、吟醸酒のなんと贅沢なことか。その他、バイオテクノロジーの進歩による新型酵母の開発や、山田錦に代表される酒用米の品種改良などもあるが、なんといっても、現在の杜氏の平均年齢が約60歳で円熟の頂点にあるからである。彼は控えめにしか語らなかったけども、古くから伝承されてきた職人芸とも呼ぶべき伝統技術と、バイオなどの最新技術が見事に融和しているのが今だから、最高の酒ができていうことである。ただ、残念なことにその労働環境の厳しさから次の世代の杜氏があまり育っていないそうであり、我々がこれから先もおいしい酒が飲めるかどうかはわからない。

先日、友人と話をしている、この酒作りのことを思い出した。彼は、行政の立場からODA（政府開発援助）に携わり、アジア、アフリカ等の開発途上国を舞台に活躍してきた人である。いろいろな地域にプロジェクトを計画し実施してきたが、彼の「思い」を伝えることが中々難しかったというのである。

彼のいう「思い」とは何か。そのプロジェクトがな

ぜ必要か、自分の言葉で熱情を持って語れば、その国の人たちが本当に理解してくれることになる。お互いが真に必要なプロジェクトと認識すれば、たとえばオペレーション段階においても必要な人材が確保され、その結果、その地域に本当に根付いたものとなる。ところが、現実には、契約書、図面、マニュアル等、活字となった文書がすべてであり、そこに至った「思い」などには関心をなかなか持ってもらえないということであった。

話はさらに、後輩達と一杯やることが少なくなったよね、ということにまで進んだ。その理由として、後輩達も西洋文明の影響を多く受けているこれらの国の人たちと同様に、メールなども含めて文書となったのがもっとも重要と考えているからではないかという仮説にまで及んだ。会話を楽しむこと（お互いの「思い」を伝え合うこと）が苦手なのか、わずらわしいのが先なのかはよくわからないけども、たしかにそのように思うことがある。

私自身、入社以来を振り返ったとき、熱い思いを持った先輩達の影響を大きく受けてきたと感じる。酒の席などのいろんな場面で時間を忘れてお話を伺い、たまにはお小言もいただいたけれど、それらを通じて先輩を理解し、仕事を覚えていったように思う。

前述の杜氏さんには、実は大学の発酵学科を出たばかりの後輩がいる。おたくという部類に入るのかもしれないが、一つのこと打ち込もうとする若者は捨てたものじゃあないと、「思い」を伝えられる後輩を得たことをうれしそうに語ってくれた。お酒好きの自分にとってもちょっぴり安心できそうだ。

私も「思い」を伝え合える機会を今まで以上に作ってあげたいと思う。後輩達の話聞くよう心がけ、長話、説教話のご法度と肝に銘じつつ…。皆さんもいかがであろうか。

ちなみに、私の作った酒のラベルには、仏教語で和やかな顔で語り合おうといった意味合いを持つ「和顔愛語」という好きな言葉を選んだことを思い出した。

ずいそう

越後雑感

徳田尚志



東京生まれの東京育ちが、北陸新潟の地に暮らすようになってから、はや7年の月日が経たんとしている。新潟に着任して疑問に感じたこと2点。

一つ目は、新潟県は北陸地方なのかということ。

名刺でご挨拶すると、「あれ、新潟は北陸なんですか?」と、異議を唱える方が、多い。特に、富山、石川、福井各県の方々にとっては、新潟県は北陸三県ではないのである。

北陸本線は滋賀県米原から直江津までであり、新潟駅は信越本線、上越線のターミナルである。電気は、北陸電力より供給を受けている富山、石川、福井の各県と異なり、東北電力より受電している。確かに何か変な気はしないではない。北陸の冠をつけた企業も新潟県には少なく、富山県、石川県に多い。

しかし、我々建設業においては、まぎれもなく、新潟県は北陸である。何故なら、国土交通省北陸地方整備局及び日本道路公団北陸支社は、新潟市に所在するし、金沢市に所在する農林水産省北陸農政局は、新潟県も管轄している。

また、歴史的にみても、五畿七道の一つ北陸道は、若狭・越前・加賀・能登・越中・越後・佐渡の七ヶ国なのである。

次に疑念を抱いたのは、何故信濃川は信濃川なのだという事。

信濃の国長野県で千曲川と呼ばれていた大河が、越後の国新潟県で何故信濃川と呼ばれるのか、釈然としない。かつて、戦国の世においては、常に敵対視していたであろう国名を、地域の母なる大河の冠にすると、越後人のなんたる寛容さであろうか。元来、河川の名称は源流地域の名、または流域地域の名をつけたであろうから、不思議は無いのだが、それなれば長野県において呼称が変わるのは、いかなる理由があったのか。不可解ではある。

そこはともかく、まずは郷に入らば郷に従えという有難い先達の言葉を実践し、住めば都という境地にならねばならぬ。そのためには、まず地域を知らねばとの理由と、また運動不足の解消も兼ねて、朝の散歩を日課とすることと、暇を見て里山を登ることとした。

散歩においては、信濃川の堤防（やすらぎ堤という

や海岸まで足を伸ばしたが、快適に歩けたのは11月までであり、4月に再開するまでの間ただひたすら体重を気にして過ごすばかりであったのだが。

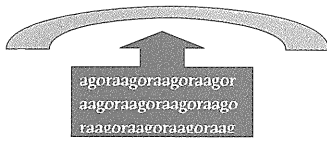
里山のハイキングは、社内に呼びかけ同好の士を募ったところ、10人ほど集まり、早速ハイキング同好会を結成した。

第1回は、足慣らしとして初心者コースである田上町の護摩堂山と決め、6月の上旬に登った。紫陽花の名所という幹事のふれこみであり、そちらへも大きな期待をもって274メートルの山頂をめざす。1時間ほどの心地よい汗で、無事頂上に到着した。しかし、道中も頂上も紫陽花はまだつぼみであり、幹事は参加者の大きな非難を浴びる事となり、面目丸つぶれ。山頂での豚汁、煮込みうどんは格別の美味しさで、他のハイカーを大いに羨ましがらせた。また、帰りに立ち寄った日帰り温泉で、手足を思い切り伸ばし、登山と日頃の疲れを取るのには、まさに温泉天国越後ならではの醍醐味であった。この鍋料理と温泉は、我がハイキング同好会の山行の定番メニューとなっている。

その後、日本国・笹川流れ・櫛形山・大峰山・角田山・弥彦山・鋸山・八海山・奥清瀬・尾瀬ヶ原・山古志の棚田・松乃山の美人林…等に脚をのぼしてきた。その都度、四季（正確に言えば、春夏秋の三季）折々の自然に巡り合い、木々の芽吹き、新緑、素朴な山野草、野鳥のさえずり、紅葉そして落葉、ほんの少しではあるが、越後の豊かな自然を楽しんできた。

天候に恵まれた日に眺望できる佐渡島は、まさに手に届かんばかりであり、越佐海峡は川の如く見えてくる。信濃川がゆったりと蛇行し、豊かな沃野が越後の平野を覆っている景観は、目をみはるものがある。

そんな越後の風土が、昨年幾多の自然の脅威にさらされた。被災された方々が、速やかに元の生活に戻れることをお祈りしたい。それとともに、荒れた大地が、我々の人工的な災害復旧作業以上に、自然の治癒作用により元のみずみずしさ、豊かさを取り戻す事を願ってやまない。



建設現場におけるフリッカと高調波

新 谷 一 志

環境問題や公害という言葉から、大抵の方が真っ先に連想されるのは、大気汚染や水質汚濁、地球温暖化などであろう。われわれの市民生活の中において話題となることは少ないが、実は電気を使う環境の中にも公害問題が存在している。電気の公害と言われる電圧障害、即ち、後述するフリッカと高調波は、使用する機器の特性から、工場や建設現場も発生源の一つとなっている。近年、電力会社や行政による抑制基準が定められ、対策を強く求められており、その実態と対策について本報文中で紹介する。

キーワード：環境、電気の公害、電圧障害、建設現場、波及、電圧変動、高調波、フリッカ

1. ま え が き

近年、建設現場において、フリッカや高調波という言葉がよく使われるようになったが、これらは電圧障害の一種である。

電気は目に見えないものであるが、電力会社から供給される電気の配電線を川に例えると、これらの電圧障害は川の汚れであったり、著しい流量変化に例えられる。河川が汚染されれば、流域に被害が及ぶのと同様、これらは、発生源と同一系統の配電線から電気の供給を受けている不特定多数の需要家（電気を使用している家庭や店舗、工場など）に対して、電気的な公害を及ぼすことになる。

フリッカとは、電源の連続的な電圧変動により、照明のちらつきや、機器の誤動作が発生する現象を指す。建設現場においては、大容量の負荷機器の稼働時に発生する。また、そのような負荷機器は、起動時に大電流が瞬間的に流れるため、瞬時電圧降下という形で電圧変動が発生する。

一方、高調波とは、インバータなどの半導体を使用した機器から発生するひずみ波のことで、機器の誤動作や通信線などに障害をもたらす。

これらは、機器の使用現場のみでの障害を引起こすばかりにとどまらず、同じ配電線で繋がっている離れた地域の需要家にまで波及するため、非常に社会性が強く、まさに公害と言うべき問題となっている。そのため、これらの問題に対して、速やかな対策を強く求

められる一方、対策にかかる費用負担が発生源の需要家を悩ませている。

2. 影 響

(1) フリッカによる影響

電力会社の変電所より比較的遠距離にある家庭の照明がちらつくという現象が生じることがある。これは家庭への給電電圧が、連続的に電圧変動を起こしているためである。このような現象を電圧変動の中でもフリッカと呼んでいる。

実際に、フリッカや瞬時電圧降下を引起こす機器と、その影響の種類を表—1に示す。

表—1 フリッカ、電圧降下の障害を受ける機器と影響の種類

障害機器	影響の種類
誘導電動機	起動不能、トルク低下
蛍光灯、白熱灯、水銀灯	ちらつき、消灯
コンピュータ	誤動作、暴走、故障
家電機器	映像のちらつき、誤動作
電子機器	自動制御機械の誤動作

(2) 高調波による影響

高調波によって主に影響を受けるのは、電力用機器としてはコンデンサ、リアクトルが挙げられ、過大電流による焼損や騒音を引起こす。また、漏電遮断器や保護継電器の誤動作も挙げられる。その他の影響については、表—2に示す。

表一2 高調波による障害を受ける機器とその影響の種類

分類	障害機器	影響の種類
電力用機器	コンデンサ, リアクトル	過大電流による過熱, 焼損, 振動, 騒音
	変圧器	過熱, 騒音, 鉄損・銅損の増大
	ヒューズ, ブレーカ	過大電流による溶断, 誤動作
	誘導電動機	回転数の周期的変動, 過熱, 損失の増大
	保護継電器	誤動作
電子・家電機器	家電機器	映像のちらつき, 雑音の発生, 誤動作, 故障
	蛍光灯, 水銀灯	安定器・コンデンサの焼損, ちらつき
	コンピュータ	誤動作, 暴走, 故障
	電子機器	自動制御機械の誤動作

3. 発生源

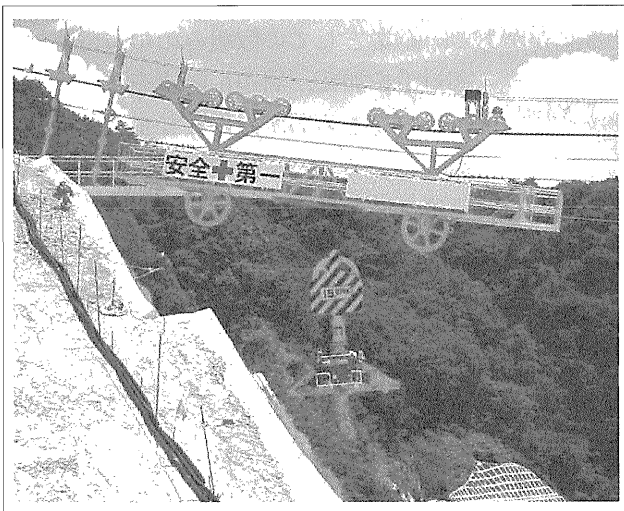
フリッカの発生源としては、短時間に大きな負荷変動があるものである。また容量が大きく、起動・停止を繰り返すものは、起動時に瞬時電圧降下を引起こす。

一方、高調波の発生源は、波形を歪ませる要素を持つ負荷設備で、ほとんどがインバータやサイリスタなどの半導体を用いたものとなっている。これらを工事別に負荷設備を挙げると、下記の通りである。

(1) ダム建設現場

主に重力式コンクリートダムの建設現場で問題となっており、中でも生コンクリートや資材の運搬に用いるケーブルクレーン(写真一1)、タワークレーンは、直流電動機を使用するため、サイリスタを用いた制御となっており、高調波が発生する。また、それらは大容量の電動機を使用するため、起動時の電圧降下も発生する。

骨材設備では、原石を破砕するためのクラッシャや

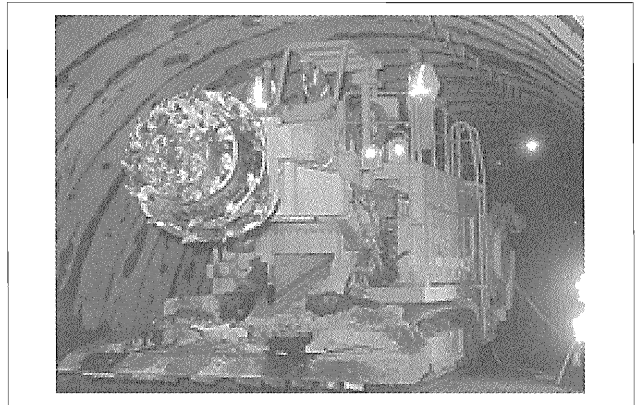


写真一1 ケーブルクレーン

ロッドミルにおいて、運転時に激しい負荷変動が起こるため、フリッカが発生する。

(2) トンネル建設現場

軟岩のトンネル工事においては、主に自由断面掘削機(写真一2)を用いて掘削カッタを直接岩盤に押し当てるため、大幅な負荷変動が連続して発生し、フリッカの原因となる。また、カッタモータの容量も大きいいため、起動時には電圧降下も発生する。



写真一2 自由断面掘削機

TBM(トンネルボーリングマシン)を使用する際は、カッタモータ起動時の電圧降下、及び稼働時にフリッカが発生する。カッタモータの起動にインバータを採用することにより、起動時の電圧降下を抑制することはできるが、逆にインバータによって高調波の発生源となってしまう。

その他、大容量電動機を用いたドリルジャンボ、コンクリート吹付け機、送風機、集塵機なども起動時に電圧降下が発生する。また、最近では、送風機の制御にインバータを用いたものもあり、これによる高調波の対策を要する場合もある。

(3) シールド工事現場

シールド工事では、都市部の施工が多いため、電力会社の変電所から受電場所までの距離が近くなり、インピーダンスが低くなる。そのため電圧変動の幅が許容値を超えるまでには至らず、対策を要するケースは少ないようである。しかし、大容量のカッタモータを使用する場合や、カッタモータの制御にインバータを用いた場合など、機器の仕様に応じて、対策を必要とすることもある。

(4) 建築現場

建築においては、フリッカや高調波が問題になることは少ない。タワークレーンやエレベータは高調波の

表-3 高調波抑制対策方法

方 法	内 容	効 果	備 考
インバータ用リアクトル (ACL, DCL)	インバータの交流側にリアクトル (ACL) または直流側にリアクトル (DCL) を設置	5次, 7次を主体に約50%を低減	インバータの入力電流の波形率を良くし, 力率を改善する
高圧進相コンデンサ設備	高圧側にリアクトルとコンデンサを設置	5次, 7次を主体に3~10%を低減 (電源インピーダンス, 次数により変わる)	配電系統の潜在高調波も考慮して直列リアクトルが過負荷にならないようにする
アクティブフィルタ (能動フィルタ)	高調波電流の逆位相の電流を流すことにより高調波を相殺する	25次以下に対して1台で対応できる。80~90%を低減	負荷の運転状況に即座に反応して, 確実に高調波を抑制する
多相化変圧器	12パルス効果により高調波電流を低減。12K±1の高調波次数が発生する (K: 正の整数)	5次, 7次を主体に50~90%を低減 (同一容量, 同時運転負荷のとき)	$\Delta-\Delta$, $\Delta-Y$ のように位相角が30度異なる2台の変圧器の組合せでも同じ効果がある
低圧進相コンデンサ設備	低圧側にリアクトルとコンデンサを設置	5次, 7次を主体に20~40%を低減 (次数により変わる)	直列リアクトルが過負荷にならないようにする。進み力率にならないように力率調整をする
ACフィルタ (受動フィルタ)	5次, 7次, 11次の3種類のフィルタ (コンデンサとリアクトルの組合せ) で高調波電流を吸収する	5次, 7次, 11次の70~90%を低減 (電源インピーダンスにより変わる)	過大な高調波電流が流れるとフィルタ自体が過熱する。負荷の入切にフィルタも連動させる

発生源となるが, 一般に稼働率が低い (長時間連続した稼働が少ない) ため, 対策を求められることも少ない。スタッド溶接機や半自動溶接機などは, 高調波の発生源となるインバータ制御を用いたものもあるが, 発電機を電源とするものがほとんどである。

4. 対 策

フリッカの発生が予測される現場に対しては, 電力会社より許容値が与えられ, それを超過する場合は何らかの対策をとる必要がある。代表的な対策方法として, コンデンサ方式, リアクトル方式, アクティブフィルタ方式 (写真-3) があるが, 連続的な電圧変動であるフリッカに対しては, 応答速度の速いリアクトル方式, アクティブフィルタ方式が有効である。

高調波については, 経済産業省より「高圧または特別高圧で受電する需要家の高調波抑制対策ガイドライン」が制定されており, その中に, 高調波流出電流の上限値が定められている。上限値を超える場合, 表-3に示す対策を講じる必要がある。

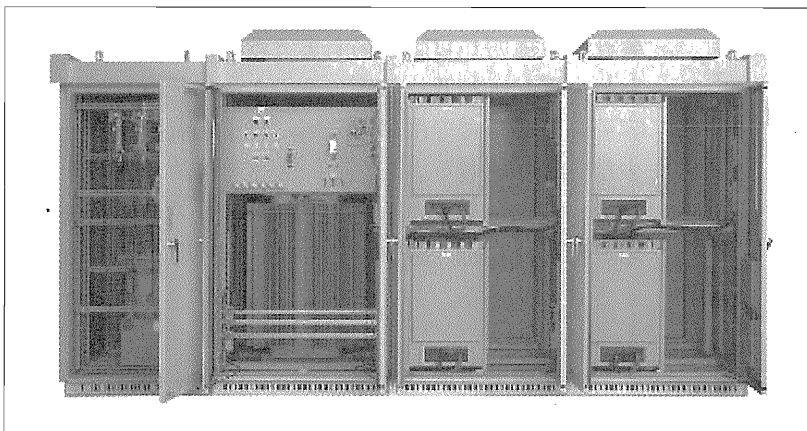


写真-3 フリッカ抑制装置 (アクティブフィルタ方式)

5. あとがき

これらの電圧障害であるフリッカや高調波は, 工事の計画段階から考慮に入れる必要がある。今後は, 建設現場においてもコンピュータなどの電子精密機器が増えていくにつれ, このような電圧障害に対しての関心も高まっていくものと予測される。同時に, 電圧障害が周知され, 対策の需要が高まることにより, 当社のような対策装置を供給する側にとっては, 市場に投入する対策機器をより高性能かつ低コストなものにするべく, 技術をはじめとした企業力が試されることとなる。当社では計算書の作成から, 機器のレンタル, 効果測定などのアフターフォローまで自社一貫で行っているが, 市場のニーズを的確に捉え, サービスの質も磨いていきたいと考えている。

現在, 環境に配慮した工法や, 工事機械は次々と開発され, 採用されている。空気や水, 土壌の他, 冒頭で述べたように, 今後は電気も環境の要素に含めて考える必要がある。企業としての取組みの中に, 電圧障害対策を加え, 周辺に障害を起こさない企業努力や姿勢が, 新たな企業価値の創造に繋がっていく日は, そう遠くないのではないかと思われる。

JCMIA

【筆者紹介】
新谷 一志 (しんたに かずし)
淀川変圧器株式会社
営業部
課長



トピックス TOPICS

スマトラ沖地震の復旧支援

藤川 浩 生

2004年12月26日スマトラ沖地震による津波が発生し、インド、スリランカ、タイ、インドネシア等の国々で未曾有の大災害をもたらした。

本文は丁度スリランカにおいてADB南部高速道路を施工していた株式会社熊谷組が携わった国道2号線復旧支援活動を報告するものである。

1. はじめに

このスマトラ沖地震による津波により、スリランカ国南西部・東部沿岸地域においては多くの犠牲者が出るとともに、橋梁、道路、鉄道、護岸、港湾等のインフラストラクチャー及び小・中学校、病院などが多大な被害に遭った。

熊谷組（以下、当社）は現在、ADB南部高速道路工事のメインコントラクターとしてスリランカ国南西部のGalle市内陸部を中心として、Kurundugahahetekma-Matara間の約66kmの高速道路を建設中である（図-1）。

以下に、スリランカ国Galle市を中心とする南西部の被災状況及び実施した緊急復旧支援について述べる。

2. 被災状況

(1) Hambantota市

南西部沿岸地域で最も被災規模が大きかったのはColombo市から235kmに位置するHambantota市で、写真-1、写真-2に示すとおり、多くの家屋、ホテルが全壊し、漁港の堤防・道路が壊滅した。

(2) Galle市内の国道2号線

Colombo市より116kmに位置するGalle市内の国道2号線は、写真-2に示すとおり路上に、バス等の車両、瓦礫の山により交通が遮断された。

(3) Hikkaduwa市

Colombo市より100kmに位置するHikkaduwa市には、当社ADB南部高速道路工事所寮があり、写真-3に示すとおり家屋の煉瓦塼が崩壊し、国道2号線は瓦礫の山と化し、一般交通が遮断された。

(4) 橋 梁

国道2号線の内、南西沿岸部では、シングルスパンの道路橋4橋の橋台及び上部工が破壊され、道路は全面的に瓦礫が散乱するとともに、6箇所で陥没、洗掘が確認された

(5) 鉄 道

南西沿岸部を走行する鉄道は、以下のような現象が顕著であった。

- ・線路下の築堤のほぼ全体が洗い流される（写真-4）。
- ・鉄橋部分では、橋本体よりも、橋台背面部の埋戻し部のみが洗掘される（写真-5）。

復旧には時間がかかると考えられたが、2005年2月21日にはColombo-Galle間が全線開通した。

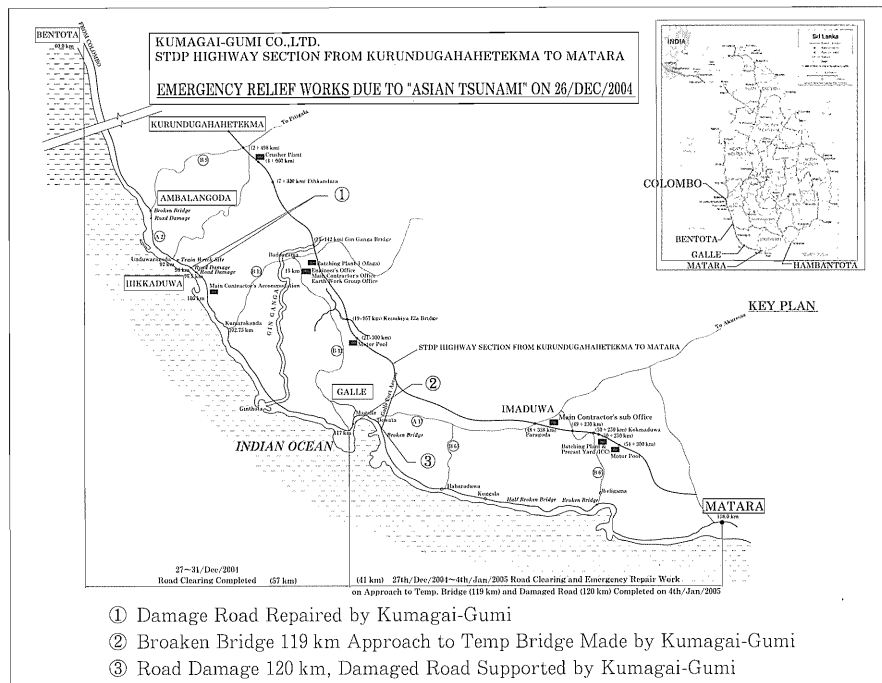


図-1 ADB南部高速道路工事



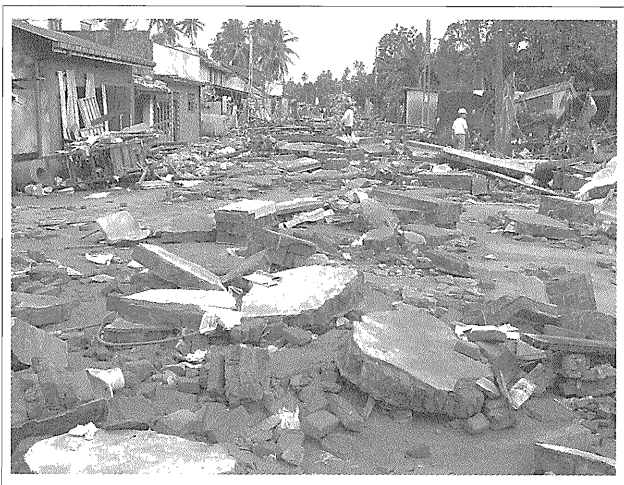
写真—1 Hambantota 市の被災状況



写真—2 路上に横転した大型バスはホテルの前で積み重なっている



写真—4 流された鉄路



写真—3 瓦礫の山と化した国道2号線



写真—5 洗掘された橋台

3. 復旧活動 (図—1)

(1) 概要

被災の翌日、スリランカ国道路開発公社 (RDA) から国道 2 号線 (Colombo-Wellawaya 間 318 km) 内の南西沿岸部約 100 km の緊急復旧要請を受けた。当社のみならず韓国系及び中国系建設会社がそれぞれの被災地に分かれ、緊急復旧作業にあたった。

これに基づき、当社 ADB 南部高速道路工事所が保有する日本から持込んだ道路工専用建設機械を用いて、2004 年 12 月 27 日より復旧支援を実施し、わずか 9 日間で、2005 年 1 月 4 日には Bentota-Matara 間の約 100 km 区間で一般交通の通行を可能にした。このことによりその後の復旧活動、物資供給活動等の基盤が効果的に整備されたことになったといえる。しかも短期間に行われた意義は大きかったといえる。

(2) 道路の障害物撤去作業

まず、写真—6 に示すとおり、Galle 市から南北に向け、ホイールローダ、モータグレーダによる国道 2 号線の道路

全面に散乱する瓦礫の撤去作業を展開した。この作業は 12 月 29 日まで継続され、ある程度の一般車両の交通を確保した。

また、写真—7 に示すとおり、Galle 市内のバスターミナルに横たわるバス、一般車両の撤去作業を翌日 27 日から開始した。

(3) 道路寸断部の復旧作業

障害物除去を終えた後には、道路寸断部の復旧へと作業を進めていった。作業箇所の一つとしてこれらの状況を、写真—8 (a), (b), (c) に示す。Colombo 市より 96~97 km 付近での道路復旧作業である。道路が寸断され基礎部分より全て流出している状況ではあったものの、迅速な交通の再開を念頭に、近傍で確保できる材料にて修復した。

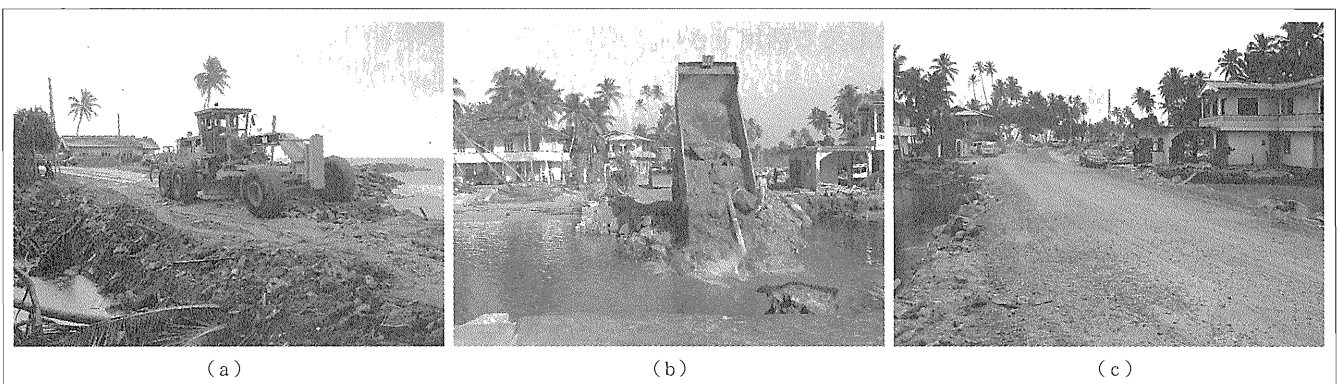
まず、道路基礎部を近傍の海岸付近にあった岩と、災害で発生した瓦礫で埋戻した (a)。その後、厚さ約 20 cm の海砂 (現場協の海岸より確保) を敷き空隙を充填した後 (b)、当社的高速道路工事に保有していた碎石を現地へ緊急運搬後、約 20 cm 敷均し、道路の緊急復旧とした (c)。



写真—6 国道 2 号線の瓦礫の撤去



写真—7 バス、一般車両の撤去



写真—8 道路復旧作業

(4) 作業日程

前述した道路寸断部（道路洗掘部）の補修の完了により、12月31日までは Bentota-Galle 間の約 57 km 区間の通行が可能となった。1月からは Galle-Matara 間の道路補修を開始し、1月4日には Bentota-Matra 間の約 100 km 間の交通が可能となった。

4. おわりに

国道というライフラインの復旧は被災地復旧、物資供給のうえからいって重要かつ緊急課題であった。又、スリランカ政府のすばやい対応、支援要請もあって、概ね、重機、車両延べ 202 台、職員、スタッフ、オペレータ、作業員 305 名を緊急投入してわずか 9 日間という予想外の速さで復旧が進んだものと考えている。

今回は、当社の工事所近傍及び職員の居住場所そのものが津波の被災地区となったため、災害復旧者側としての活動と同時に被災者側としての経験もすることとなった。

津波被災当日は職員、スタッフ一同が被災者そのものであったが、当時の状況から翌日より一変して災害復旧側に立つこととなった。

こういった状況下で今回の緊急復旧活動が安全、迅速かつ効率良く実施できた要因の一つに、当社がかねてより整備していた緊急時の意思決定のフローやその緊急連絡網があった。被災直後から時間単位での作業のスピードが要求される中、被災地現地、スリランカ国の代表事務所であるコロンボ側、当社本社の東京側がそれぞれの段階で、状況

に応じたタイミングで各レベルでの権限で判断、報告、相談を繰り返しながら活動できたことも非常に重要であった。我々のこの経験が、今後の災害時の緊急復旧の一助となれば幸いである。

電気、水道の止まった状況での復旧支援作業は、従事する職員、スタッフにも困難を伴ったが、この支援に対して地元有力紙にも紹介記事が掲載されたり、又、道路開発公社の会長とスリランカ国首相からそれぞれ、感謝状を受領した。これは日本の技術支援に対して与えられたものであり、その責任の一端を果たせたのではないかと考えたい。

今回の復旧作業は一般交通を可能にしただけの応急処置であり、今後の本格的な道路補修、橋梁架替えが必要となる。

未曾有の災害に対する様々な復旧活動はまだほんの緒についたばかりであり、多くの問題を抱えている。又、不幸にして被災した多くの方々を目の当たりにして技術者として出来る限りの支援事業に携わりたいと思うと同時に亡くなられたの方々に対して心からご冥福をお祈りします。

JICMA

【筆者紹介】

藤川 浩生（ふじかわ こうせい）
株式会社熊谷組
ADB 南部高速道路工事所
所長



絵で見る安全マニュアル 〈建築工事編〉

本書は実際に発生した事故例を専門のマンガ家により、わかりやすく表現しています。新入社員の安全教育テキストとしてご活用下さい。

■要因と正しい作業例

- ・物動式クレーン
- ・電動工具
- ・油圧ショベル
- ・基礎工用機械
- ・高所作業車
- ・貨物自動車

A 5 判 70 頁 定価 650 円（消費税込） 送料 270 円

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



新潟県中越地震に伴う除雪機械の支援報告

北陸支部

新潟県中越地震で道路、家屋、施設など被害が多数発生し、冬期の除雪が心配された。

特に、各市町村では仮設住宅周辺の除雪を新規に行う必要が出てきており、除雪機械の不足の起きることが予想されました。

社団法人日本建設機械化協会では、国土交通省北陸地方整備局、新潟県からの情報提供を基に、それらの仮設住宅周辺の除雪を支援するため、当協会の会員会社である建設機械メーカー、建設業の方々に建設機械の支援を要請したところ8社から25台の申し出があり、そのうち希望のあった長岡市、川口町、小千谷市、山古志村にホイルローダ9台、小形除雪車2台を無償で貸出しました(写真-1)。

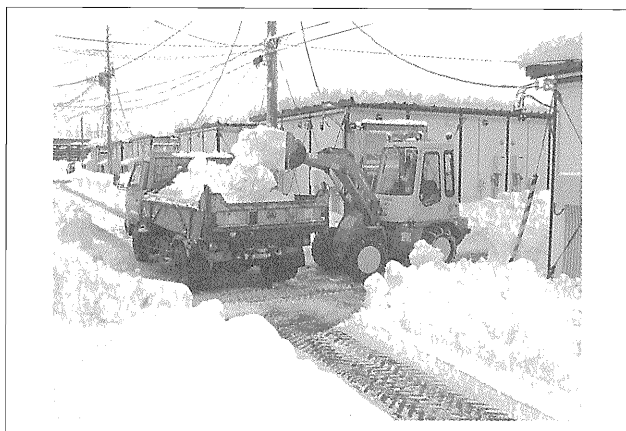


写真-1 仮設住宅の除雪機械支援活動状況

1. 経 緯

地震発生から支援態勢の決定、配置の経緯は以下のとおりです。

平成16年10月23日(土)	新潟県中越地震発生
平成16年11月9日(火)	新潟県中越地震に伴う除雪機械事前調査
平成16年11月16日(火)	新潟県中越地震に伴う除雪支援検討会
平成16年11月22日(月)	本部、支部からメーカー、建設業に支援依頼
平成16年11月30日(火)	除雪支援機械8社、25台準備
平成16年12月1日(水)	除雪機械支援台数決定(2市町、9台)
平成16年12月17日~	支援機械配置
平成17年2月10日(木)	追加支援(2市村、2台)

2. 支援機械

中越地震に伴う仮設住宅周辺除雪のための除雪機械支援(無償貸付)は迅速にかつ有効に実施されています。

支援市町村	支援会社	機械名、規格、台数	支援期間
長岡市	キャタピラー三菱	ホイルローダ、0.4m ³ 、4台	12/17~3/31
川口町	キャタピラー三菱	ホイルローダ、1.3m ³ 、1台	12/21~3/31
川口町	コマツ	ホイルローダ、1.3m ³ 、2台	12/28、1/21~3/31
川口町	TCM	ホイルローダ、0.5m ³ 、2台	12/21~3/31
小千谷市	新潟トランス	小形除雪車、28PS、1台	2/10~3/31
山古志村	新潟トランス	小形除雪車、28PS、1台	2/10~3/31
計	4社	11台	

3. その他

新聞報道、感謝状等下記のとおり頂きました。

- ・新潟県知事から日本建設機械化協会、支援各社に礼状(平成16年12月)(図-1)

謹 啓

厳寒の候、ますます御清栄のこととお喜び申し上げます。このたびの新潟県中越地震に際しましては、貴職から復旧・復興に多大なる御支援をいただきまして、誠にありがとうございました。

今回の大震災では、本県中越地方を中心に多数の市町村で被害が発生し、10万世帯を超える住宅が被害を受け、被害額はおよそ3兆円に上るなど、極めて厳しい状況の中、被災住民のために御尽力くださいましたことに重ねて感謝申し上げます。

皆様からの御支援を心に刻み、新潟県としましても「元気だしていこー!新潟」を掛け声に地域の復興に向けて全力で取り組んでまいりますので、今後とも御支援、御協力を賜りますようお願い申し上げます。

本来ならば、お伺いしてお礼を申し上げるべきところでございますが、略儀ながら書中をもちましての失礼をお許しくださいようお願い申し上げます。

末筆ではございますが、貴職のますますの御発展と御活躍をお祈り申し上げ、お礼のあいさつとさせていただきます。

敬 具

平成16年12月

新潟県知事

泉田裕彦

社団法人日本建設機械化協会北陸支部
支部長 和田 惇 様

図-1 泉田新潟県知事からの礼状

建機各社が無償貸与
 仮設住宅の除雪機 計9台活躍

新潟県中越地震の被災地で八台が活躍中だった地の仮設住宅の除雪に建機各社が、二十一日は川口町除雪機メーカーが、無償で一台を追加された。長岡市には日本キャタプラー三連機販売の、昨午十二月下旬から長岡市川口町、四角、川口町には同社の

ほか、北越T.C.M、コマツ新潟が無償で貸し出している。

各市町村は従来の除雪地域に加え、仮設住宅周辺の除雪を新たに行う必要があり、日本建設機械北陸会が北陸地方整備局や県からの情報提供をもとに会員企業に建設機械の貸与を依頼していた。

図一 日本経済新聞



写真一 北陸地方整備局長から感謝状伝達（塚本宏昭北陸支部副支部長）

- ・新聞報道（三条新聞平成 17 年 1 月 21 日，日本経済新聞平成 17 年 1 月 22 日）（図一）
- ・国土交通省北陸地方整備局長から感謝状の贈呈（平成

17 年 2 月 21 日）（写真一）
 除雪機械の提供の申し出のありました会員の方々，及びご支援を頂いた各社に心より感謝申し上げます。

現場技術者のための

建設機械整備用工具ハンドブック

- ・建設機械整備用工具約 180 点の用語解説と約 70 点の使い方を収録。
- ・建設機械の整備に携わる初心者から熟練者まで幅広い方々の参考書として好適。

■ A 5 判 120 頁
 ■ 定 価：会 員 1,050 円（消費税込），送料 420 円
 非会員 1,260 円（消費税込），送料 420 円

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

JCMA 報告

包括安全小会議の活動報告

安全技術会議包括安全小会議事務局

1. 包括安全小会議の位置づけ

包括安全小会議は、専門部会の一つである安全技術会議の下部組織で、平成13年6月1日付け厚生労働省通達「機械の包括的安全基準に関する指針」への対応策を検討するのが主たる任務である。傘下にC規格原案作成委員会とリスクアセスメント(RA)支援委員会を持ち、

- ① 「指針」への対応方針、全体計画の策定
- ② 下部委員会間の調整
- ③ 各委員会から生じる広域問題の上部機関への提言
- ④ 成果の広報
- ⑤ 各関連規格・法令のウォッチング、その他必要事項などを活動内容としている。

この包括安全小会議は、平成14年6月に発足した包括的機械安全専門委員会を引継ぎ、平成16年4月から新メンバーで活動している。

2. 小会議の構成

小会議のメンバー構成は、平成17年1月現在次のとおりである。

関係官庁（経済産業省2、厚生労働省1、国土交通省1）4名、下部機関代表（C規格原案作成委員会、RA支援委員会）2名、各部会代表（建設業部会、商社部会、レンタル業部会各幹事長）3名、(社)日本建設機械工業会代表1名、学識経験者（外部3、日本建設機械化協会1）4名、事務局1名、計15名。

C規格原案作成委員会は、機械部会の中に設置され、各機械技術委員会の委員長がメンバーとして参加している。RA支援委員会は、今までメーカーを対象としてきた関係か

らメーカー委員だけで構成されているが、今後の活動内容によってメンバー構成を変更する必要がある。

3. これまでの主な活動

(1) C規格JIS原案の作成

ある特定の機械について、その機械全般にわたり安全に関する要求事項を1冊にまとめたものが安全C規格（個別機械安全規格¹⁾である。

日本の労働災害の中で発生比率も高く災害の重度も大きい建設機械関係の安全化を図る目的で、より事故率、事故件数の高いものから順に、日本版の安全C規格を作成することを大方針として決定し、機械部会C規格原案作成委員会に諮って具体的な機種を選定し、毎年見直ししながら主要機種種のC規格の早期整備を目指して進めている。作成に当たっては、欧州の整合EN規格を参考とし、日本独自の使われ方、現場環境、産業技術、経済・社会通念、関連法規なども考慮してまとめるようにしている。

各年度のC規格JIS原案作成状況及び今後の予定（当協会での原案完成段階）は、表-1のとおりである。

表-1 JIS原案作成状況

■平成14年度	<ul style="list-style-type: none"> ・土工機械—安全—第1部：一般要求事項（JIS A 8340-1） ・土工機械—安全—第2部：油圧ショベルの要求事項（JIS A 8340-4）
■平成15年度	<ul style="list-style-type: none"> ・土工機械—安全—第5部：ダンプ（重ダンプトラック及び不整地運搬車）の要求事項 ・道路工事機械—安全—第1部：一般要求事項 ・道路工事機械—安全—第4部：締固め機械の要求事項 ・コンクリート及びモルタル圧送ポンプ、吹付け機、ブーム装置—安全要求事項
■平成16年度（作成中）	<ul style="list-style-type: none"> ・土工機械—安全—第2部：ブルドーザの要求事項 ・土工機械—安全—第3部：ローダの要求事項 ・基礎工事機械—安全—第1部：くい打ち機の要求事項 ・トンネル掘削機械—安全—第1部：シールド及び推進機の要求事項 ・トンネル掘削機械—安全—第2部：自由断面トンネル掘削機の要求事項
■平成17年度（計画）	<ul style="list-style-type: none"> ・道路工事機械—安全—第2部：路面切削機の要求事項 ・道路工事機械—安全—第3部：ソイルスタビライザの要求事項 ・道路工事機械—安全—第5部：コンクリートカッターの要求事項 ・コンクリート及びモルタル用機械及びプラントの要求事項

残りの主要13機種（クレーン関係を除く）については、一部機種種のISO規格での審議状況も見定めながら、平成18年度以降3年間で整備することとしている。

(2) リスクアセスメントの啓蒙

従来からチェックリストの活用は、製品安全化の重要な

1) この他に、すべての機械類に適用できる基本概念、設計原則及び一般面を規定したA規格（基本安全規格）、広範な機械類に使用できる安全面又は安全防護物を規定するB規格（グループ規格）がある。

一つの手段であった。しかし、この手法には潜在リスクがあっても過去に事故例がなければ安全対策を講じられないまま放置されること、技術進歩の結果新たなリスクが機械に内蔵されても、事故が起きるまで安全対策が省みられないことなど、問題点も少なくない。

リスクアセスメントは、製品の開発時点で、その製品の出荷から使用後廃棄されるまでの間に起こりうるあらゆるリスクを事前に抽出（危険源の特定）し、そのリスクの発生頻度と起きた場合の危害のひどさからリスクの大きさを見積もり（リスクの見積もり）、そのリスクが社会通念、業界基準、PL思想などとも勘案して許容しうるリスクレベルかどうかを評価する（リスク評価）ものである。その結果許容できないリスクについては、許容できるレベルまでリスクを低減する安全方策を講じなければならない。リスクアセスメントが設計者によって適切に行われ、経営者の厳正な判断に基づいてリスク低減方策（①本質的安全設計、②安全防護、③使用上の情報、をこの順に行うこと）が行われるならば、製品が市場に出たときにすでにその製品は安全なものになっているはずである。この方法が広く実施された暁には、労働災害も大幅に低減することが期待される。

ただ、リスクアセスメントの考え方は、日本人にとって比較的新しく、かつ安全に対する文化が欧州と異なると言われるなかで、それを理解し、適切に運用することがなかなか難しい。

RA 支援委員会では、表—2 の活動を行ってきた。

表—2 RA 支援委員会の活動

■平成 14 年度
・「基準」、リスクアセスメントの説明会開催（中堅・中小メーカーの経営者対象）
・リスクアセスメント手法のテキスト作成
■平成 15 年度
・リスクアセスメントセミナー開催
■平成 16 年度
・ユーザの現場におけるリスクアセスメントに機械側面を導入検討

（3）成果の広報

（1）、（2）節とも関係するが、平成 14 年度に作成した C 規格 JIS 原案が平成 16 年 3 月末に JIS として発行されたのを契機に、建設機械にかかわる安全化をハード、ソフト両面から見つめ直してもらう目的で、「建設施工の安全化」の講演会を経済産業省、国土交通省後援の表—3 に示すとおり実施した。

表—3 建設施工安全化講演会

日 時：平成 16 年 12 月 24 日（金）13.00～17.30
場 所：機械振興会館地下 3 階研修 2 号室
演 題：
①「リスクアセスメントと災害の未然防止」（ISO/TC199 日本委員長、明治大学理工学部）向殿政男
②「C 規格に適合した建設機械の安全レベル」（機械部会土工機械委員長、コマツ）田中健三
③「建設業労働安全衛生マネジメントシステムと危険有害要因の特定等」（建設業労働災害防止協会）山崎弘志
④「人間工学から見た事故予防のあり方」（国土交通省建設施工安全対策検討分科会長、神奈川大学）堀野定雄

それぞれ棋界の第一人者に関心のあるテーマを分かりやすく講演いただき、ほぼ満室の聴講者（メーガ関係 43 名、ユーザ関係 45 名、その他 19 名、計 107 名）も満足いただけたようである。当日いただいた紙上での質問には、後日講演者から回答をいただき、一部事務局からも回答した。総じて最先端の安全化手法について理解と興味を持っていただいたと理解している。

（4）広域問題の検討

平成 15 年度に作成した C 規格 JIS 原案の対象としたある機種において、ここ数年重大な事故が続けて発生しており、その要因を詰めたところ、作成した JIS 原案では不十分であることが分かり、協会外も含む関係者協議の結果 C 規格原案にユーザ側の規定も盛り込むこととし、合わせてメーカーの技術開発を促す内容も盛り込んで改定した。

更に、この問題を本質的に解決するため、C 規格とは離れて本来その機械はどうあるべきか、施工条件の変化、ユーザニーズ、機械技術の進歩など多方面から見直し、加えてこの機械の安全な使い方やメンテナンスのやり方等についても見直すため、上部機関である安全技術会議の下に、大学教授を委員長とし、関係省庁、学識経験者、関係他協会等、ユーザ、メーカーからなる当該機種の総合改善委員会を設置し、向こう 2 年間で答えを出すこととしている。

4. 今後の活動

当初の目的とおり、主要機種 of C 規格 JIS 原案の早期作成・整備と、より根源的なリスクアセスメント手法の関連業界への浸透を図ることを第一とし、更に境際部分の問題解決にも上部機関とともに努めていきたい。

一方、土工機械の分野においては、C 規格の ISO 化の活動が平成 15 年秋から始まっているので、日本版 C 規格作成で得られた成果を反映するよう努めたい。

CMI 報告

建設作業振動の苦情実態

飯盛 洋・佐野 昌伴

1. はじめに

建設作業は我々の身近な場所で行われることが多いため、発生する振動が日常生活に少なからず影響を及ぼすケースがある。現場ではその対処方法に苦慮している面があるが、実際の詳細な苦情内容までは不明なため、アンケート調査を実施して、その原因の究明と対処方法の把握を試みた。

これは今後の建設作業振動の低減及び防止に役立てることを目的としたもので、この成果は環境省環境管理局大気生活環境室が平成16年度に全国の地方自治体に配布した「よくわかる建設作業の振動防止の手引き」にも活用されている。

施工技術総合研究所では、振動・騒音に関する業務を幅広く行っているが、今回は建設作業振動の苦情の実態について報告する。

2. 振動苦情の推移

環境省が毎年実施している振動規制法施行状況調査を見ると、振動苦情件数は長期的には減少傾向にあるものの、平成15年度は2,500件を超え、ここ数年は増加傾向にある。またその内訳を見ると、建設作業振動に関する苦情割合は約6割を占め、最も重要視すべき項目となっている(図-1)。

3. アンケート調査の概要

(1) 内 容

調査内容は、建設作業に伴う振動苦情の詳細、振動防止のための指導事例等である。

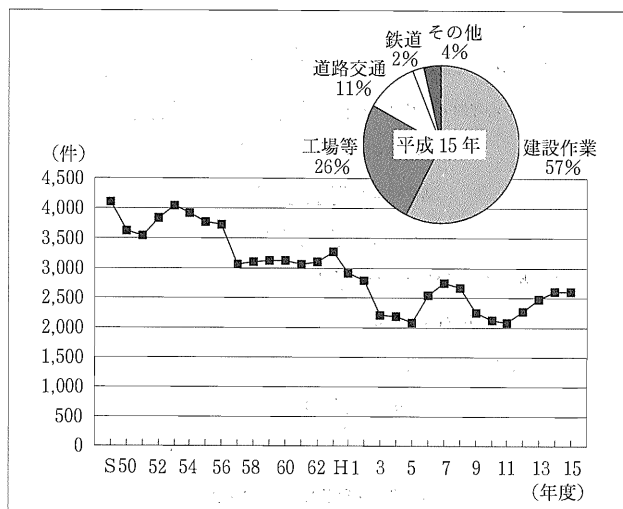


図-1 振動苦情件数の推移と内訳 (平成15年度振動規制法施行状況調査より引用)

(2) 対 象

近年の建設作業振動に関する苦情の多くは、人口密集地で発生していることから、アンケート調査の対象は人口の多い136地方自治体とした。

(3) 期 間

調査期間は平成15年の4月~12月とした。

4. 調査結果

アンケートの集計結果を表-1に示す。

表-1 アンケート集計結果

都市区分	自治体数		回答率 %	9ヵ月間の苦情件数 件
	配布数	回答数		
政令指定都市	13	13	100	161 (1.4)*
中核市	35	35	100	82 (0.3)*
特例市	39	38	97.4	78 (0.2)*
東京特別区	23	21	91.3	203 (1.1)*
東京都の市	26	24	92.3	23 (0.1)*
合 計	136	131	96.3	547 (0.5)*

* () は自治体1ヵ月当たりの平均

回答率は96%で、苦情件数の総数は547件であった。

アンケート調査結果のうち重要度の高い項目を図-2~図-8に示す。また、この調査結果について、その傾向を以下に整理した。

(1) 主な要因

苦情の主な要因は、振動発生源の「作業方法・機械運転操作上の問題」及び人体が受ける「心理的・生理的影響」が大きく、建物や機械等の物的被害は少ない(図-2)。

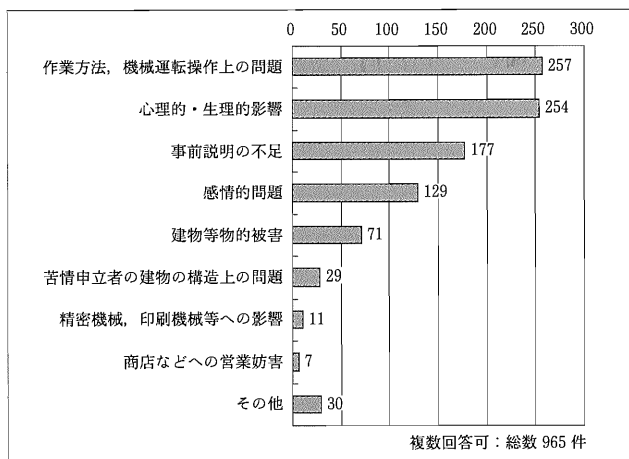


図-2 振動苦情の主な要因

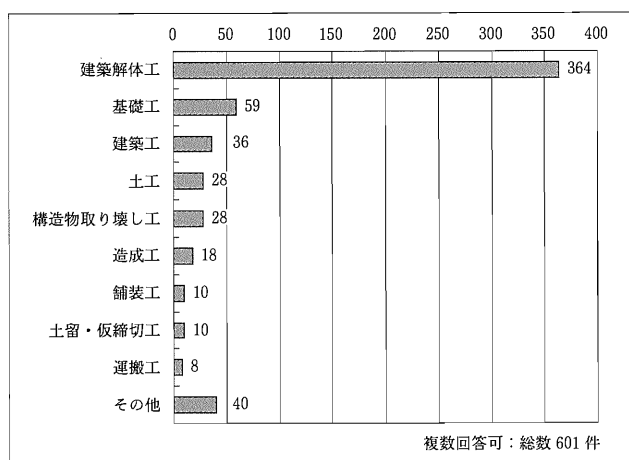


図-3 苦情対象工程

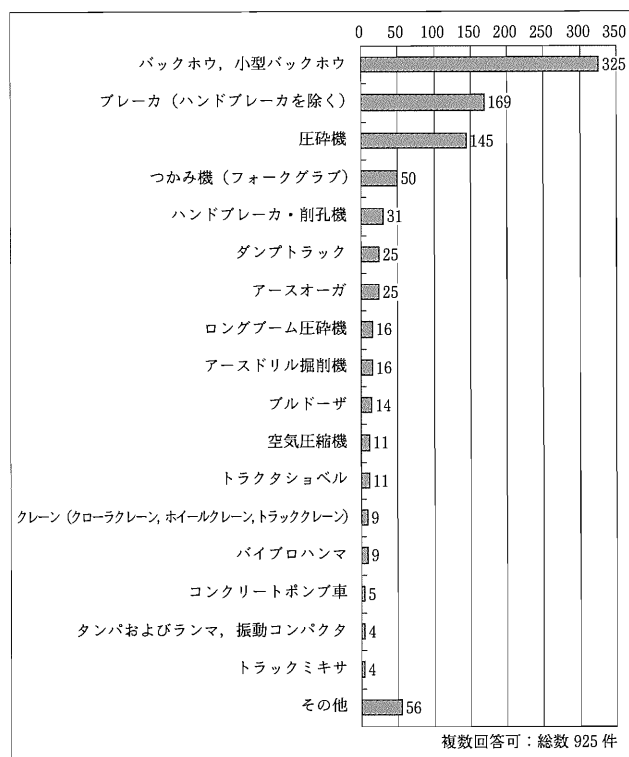


図-4 苦情対象機種

(2) 主要な工種・機種

振動苦情の70%近くは解体工事によるものである。

なかでも建築解体工が圧倒的に多く(図-3), 苦情対象機種は建築解体工に係わるバックホウ(小型バックホウを含む), ブレーカ, 圧砕機が上位を占めている(図-4)。

(3) 被害の種類

振動被害の種類は, 苦情の60%近くが「感覚的・心理的」被害であり, また約20%が「建物や建具の揺れ・がたつき」である(図-5)。

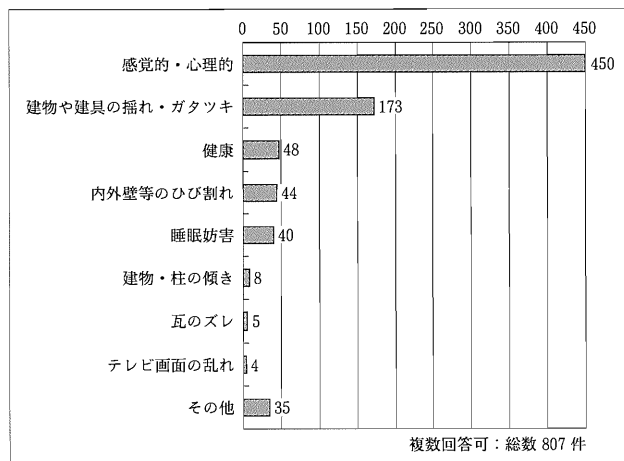


図-5 被害の種類

(4) 振動の大きさ

実測データを見ると, 敷地境界付近では, 特定建設作業に関する規制値75 dBを超えるものは2件しかなく, ほとんどはこれ以下の振動レベルで苦情が発生している。また, 振動感覚閾値55 dB以下でも20件の苦情が発生している(図-6)。なお, 測定値を5m地点における振動レベルに換算して比較した結果, 55 dBを境にして振動苦情の発生が増加している。

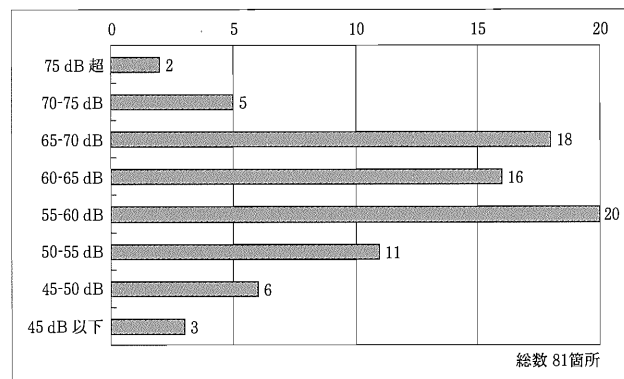


図-6 敷地境界付近での実測値

(5) 指導内容

行政側の対応は, 約80%は業者に伝え, その約40%は

その旨を申立者に連絡している。

特に施工業者に対しては、技術的な指導よりも、説明や話し合いなどソフト面での指導内容が多い(図-7)。ただし、指導による効果は「どちらとも言えない」が54%を占め、指導方法に苦慮していることがわかる。

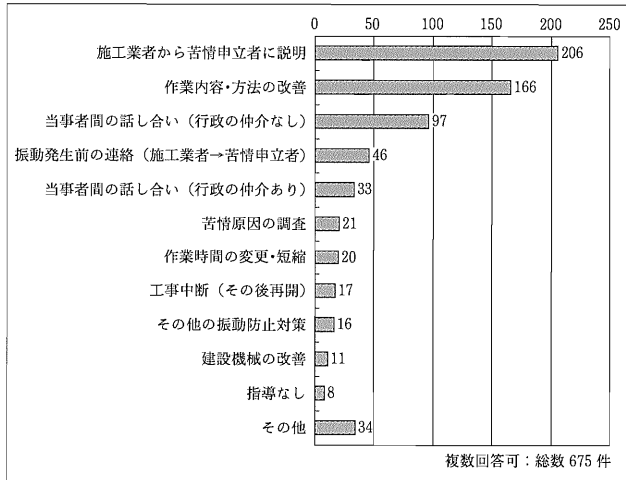


図-7 施工業者に対する指導

(6) 対策方法

対策内容は、「作業内容・方法の改善」と「その他の振動防止対策」に二分され、作業内容・方法の改善は、「重機の操作を丁寧に行う」が圧倒的に多く、その他の振動防止対策もソフト面での対策が大半を占めており、技術的な対策(ハード面)よりもソフト面での指導がほとんどである(図-8)。

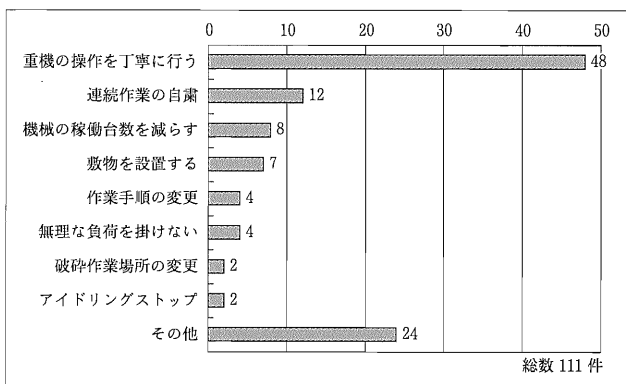


図-8 作業内容・方法の改善

5. 今後の課題

調査結果を踏まえ、今後の課題を以下に整理した。

- ① 建設作業振動の技術的な対策は、コストと時間を要

するものが比較的多いため現実的には対応が難しい。このためソフト面での対策を建設工事に携わる者に対して広めていく必要がある。

- ② 建設作業振動の苦情の多くは解体工事であるので、この分野における技術開発、施工方法の改善、制度の見直しなどが望まれる。
- ③ 建設作業における振動対策にインセンティブを与えるため、プロポーザル型の入札や総合評価方式などの試みに取組むことも重要である。

6. おわりに

今後、この調査結果が建設作業振動の対策に苦慮されている方々や、これからこの分野に携わられる方々に少しでもお役に立てば幸いです。

最後に、このアンケート調査にご協力していただいた地方自治体の皆様、数々の助言をいただいた振動防止技術事例集策定検討会の皆様に深く感謝いたします。

なお「よくわかる建設作業の振動防止の手引き」は、以下の環境省のWebサイトでご覧になれます(図-9)。

(http://www.env.go.jp/air/sindo/const_guide/index.html)



図-9 配布用パンフレット

[筆者紹介]

飯盛 洋(いもり ひろし)
 社団法人日本建設機械化協会
 施工技術総合研究所研究第四部
 研究課長

佐野 昌伴(さの まさとも)
 社団法人日本建設機械化協会
 施工技術総合研究所研究第四部
 主任研究員

新工法紹介 広報部会

04-273	ロックボルト打設作業一連の 遠隔操作施工	清水建設
--------	-------------------------	------

▶開発の経緯

トンネル掘削（NATM工法）におけるロックボルト打設作業は、掘削直後の切羽での近傍作業であり、作業員の安全性の確保が課題とされている。

このような課題に対して、一連のロックボルト打設作業を遠隔操作で行う施工法を開発し、施工中の大断面トンネル現場での実証実験をこのほど終了、施工性能の有効性を確認した。トンネル切羽近傍でのロックボルト打設作業を無人で行えるため、安全性が格段に向上するほか、機械化により作業員の苦渋作業の軽減を図ることができる。

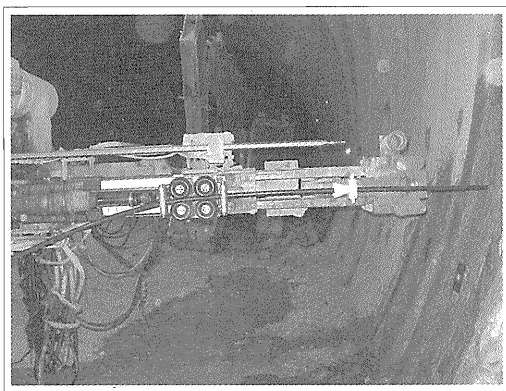
▶概要及び特徴

ロックボルト孔削孔作業は、ドリルジャンボに装着した削岩機で、所定の深さまで削孔する作業であるが、これに関しては従来手法と変わりはない。

（1）モルタル充填

作業員が作業床に乗ってロックボルト孔に近づき、モルタル充填用のパイプを掘削孔の最奥部まで挿入し、モルタルを充填しながら、パイプを引抜いていく作業。

- モルタル充填装置（写真—1）は、削岩機の削孔回転力をゴム製の延伸ローラに伝達し、モルタル充填用パイプの送出し、引抜き力に変換する機構をもつ。

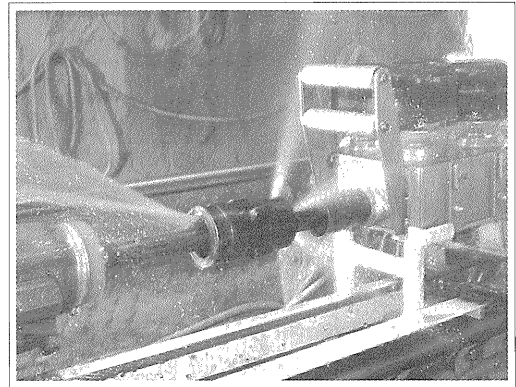


写真—1 モルタル充填作業施工状況

- スリップの原因となるパイプ表面に付着するモルタルを水噴射により除去する洗浄機構を備えている（写真—2）。
- パイプの引抜き速度を調整してモルタル充填量をコントロールでき、定量的な管理が可能。

（2）ロックボルト挿入

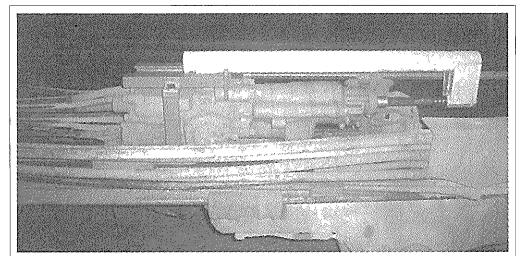
モルタル充填が完了したロックボルト孔に、ロックボ



写真—2 高圧水による洗浄機構

ルトを挿入する作業。

- ロックボルト挿入については、削岩機の前後進及び打撃機能を利用してロックボルトを挿入できる治具（写真—3）を装着する。



写真—3 ロックボルト挿入治具

- 安全性の確保と共に、人力による作業に比べて効率よく挿入ができる。
- 長尺ボルト施工時に、ガイドセルと補助ベンチの接触する問題を解決するため、治具の形状を工夫している。

（3）機器の特徴

- ロックボルト削孔作業に用いるドリルジャンボに設置するため、一連の作業中において機械の入替えがなく、専用重機を必要としないため、現場への導入が容易である。
- アタッチメント方式のため、地山の状況に応じて装着・脱着することで、安全性と作業性の両方に配慮できる。
- 簡素かつ軽量であるため、作業時の取付けについては重機操作者と取付け作業員の2名で行うことができる。

▶問合せ先

清水建設(株)土木事業本部機械技術部

〒107-8007 東京都港区芝浦1-2-3 シーバンスS館

Tel.03(5441)0568 ; Fax.03(5441)0515

古河機械金属(株)特機営業部

〒101-0047 東京都千代田区内神田2-15-9

Tel.03(3252)2544 ; Fax.03(3252)2548

04-274	山岳トンネルにおける割岩技術 (EG-Slitter)	西松建設 戸田建設
--------	--------------------------------	--------------

▶概要

最近の山岳トンネルでは、坑口周辺の民家や重要構造物との近接工事、坑口周辺の落石対策、リニューアルを目的としたトンネル拡大などの事例が増え、騒音や振動への対策がより重要となってきている。このような背景から、発破工法に代わる低振動・低騒音掘削工法としての割岩技術が注目されている。

西松建設・戸田建設が共同開発した割岩技術 (EG-Slitter) は、このうち自由面形成および割岩孔穿孔に関わる技術である。自由面を形成するための穿孔方法としては、単一孔連続方式と多連ドリル方式が挙げられるが、EG-Slitter では伸縮自在のガイド管を用いた単一孔連続方式を採用し、トンネル工事用のドリルジャンボに簡易に装備できるアタッチメント方式となっている (図-1、写真-1)。

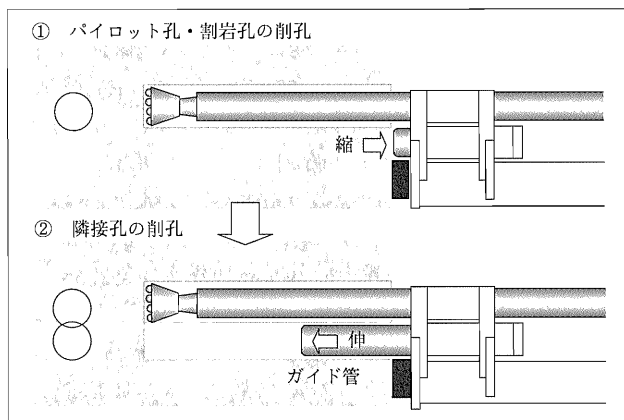


図-1 連続孔の形成方法

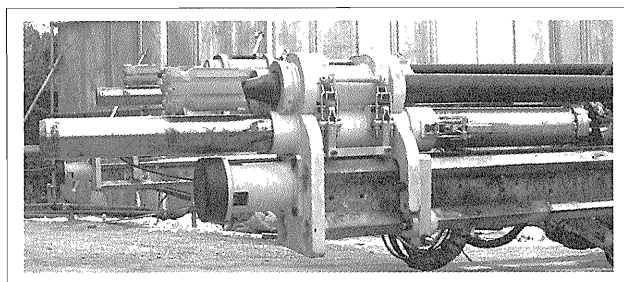


写真-1 装置の設置状況

▶特長

- ① 専用重機を必要としない

ドリルジャンボに専用装置を装着する。

- ② 高剛性ロッドにより直進性を確保する
パイロット孔への孔曲がりを防止する。
- ③ ガイド管長が短い
パイロット孔への挿入時のトラブルを軽減するとともに削孔時のくり粉の排出が容易となる。
- ④ 伸縮機能を備えたガイド管の使用
パイロット孔・割岩 (単独) 孔削孔時にガイド管を取外す必要がなく作業効率が向上する。
- ⑤ 部材の損耗率が小さい

▶用途

- ・硬質地山において振動・騒音の抑制が必要な条件下での掘削

▶実績

- ・日本道路公団東九州自動車道長野トンネル

本トンネルの坑口周辺には民家が密集しており、掘削作業に伴う騒音・振動による周辺環境への悪影響が懸念されていた。しかし、トンネル周辺に分布する岩盤は、硬質 (一軸圧縮強度: 100~150 MPa) で亀裂の非常に少ない花崗閃緑岩であったことから、振動騒音の

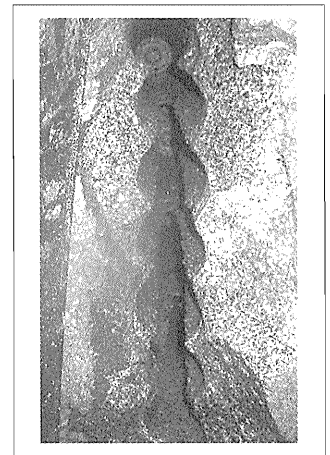


写真-2 連続孔の形成状況

抑制が期待されるトンネル掘削工法の一つである割岩工法を採用し、連続孔および割岩孔の形成にEG-Slitterを適用した。現場適用の結果、装置の作動性、操作性は良好で、効率的な自由面形成、穿孔能力を有していることが実証された (写真-2)。

▶工業所有権

- ・特許出願中

▶問合せ先

西松建設(株)技術研究所土木技術研究課
〒242-8520 神奈川県大和市下鶴間 2570-4
Tel. 046(275)0055

戸田建設(株)土木工事技術部
〒104-8388 東京都中央区京橋 1-7-1
Tel. 03(3535)1614

新機種紹介 広報部会

▶ <03> 積込機械

04-<03>-10	TCM ホイールローダ (スキッドステアリング形) 703 ほか	'04.12 発売 モデルチェンジ
------------	---	----------------------

コンパクトボディと小回り性を生かして土木作業、除雪作業、農作業、畜産作業などに幅広く使用されるホイールローダ6機種についてのモデルチェンジである。国土交通省の排出ガス対策(2次規制)基準値をクリアするエンジンを搭載し、2ポンプ2モータのHST駆動でスムーズなその場旋回を可能とする。ダンピングリーチとダンピングクリアランスを大きくして積込み作業を容易にし、バケットの上昇時においては、油圧式セルフベリング機構の作用によりバケットの水平を保持して荷ごぼれを少なくしている。運転席には左右開閉式のセーフティバーを設け、バケット、ブーム、アタッチメントベダルと連動して安全ロックを確保している。セーフティバーが開放状態にある時は荷役ベダルが確実にロックされる。

表一 703 ほかの主な仕様

	703	704	705
標準バケット容量 (m ³)	0.14	0.17	0.22
機械質量 (t)	1.07	1.12	1.68
定格出力 (kW(PS))/(min ⁻¹)	11.5(15.6)/2,800	11.5(15.6)/2,800	20.1(27.3)/2,400
ダンピングクリアランス×同リーチ (m)	1.815×0.47	1.815×0.47	2.13×0.48
走行速度(前後進共) (km/h)	0~9.0	0~9.0	0~11.0
最小回転半径(最外側) (m)	1.665	1.685	2.050
最大けん引力 (kN)	9.8	10.8	15.7
軸距×輪距(前後輪とも) (m)	0.72×0.74	0.72×0.825	0.83×0.965
最低地上高 (m)	0.155	0.155	0.17
タイヤサイズ (—)	5.70-12-6 PR	23×8.50-12-6 PR	27×8.50-15-6 PR
全長×全幅×全高 (m)	2.515×0.9×1.77	2.515×1.05×1.77	2.83×1.23×1.83
価格 (百万円)	2.13	2.34	2.96

	706	707	709
標準バケット容量 (m ³)	0.28	0.31	0.35
機械質量 (t)	1.75	2.48	2.71
定格出力 (kW(PS))/(min ⁻¹)	20.1(27.3)/2,400	33.5(45.5)/2,400	33.5(45.5)/2,400
ダンピングクリアランス×同リーチ (m)	2.13×0.48	2.20×0.61	2.20×0.61
走行速度(前後進共) (km/h)	0~11.0	0~12.0	0~12.0
最小回転半径(最外側) (m)	2.090	2.250	2.300
最大けん引力 (kN)	17.7	22.5	24.5
軸距×輪距(前後輪とも) (m)	0.83×1.03	0.93×1.25	0.93×1.25
最低地上高 (m)	0.17	0.185	0.185
タイヤサイズ (—)	27×9.50-15-6 PR	10-16.5-6 PR	10-16.5-6 PR
全長×全幅×全高 (m)	2.83×1.42×1.83	3.09×1.54×1.94	3.09×1.67×1.94
価格 (百万円)	3.37	3.83	4.25



写真一 TCM「SSL」706 ホイールローダ (スキッドステアリング形)

707, 709 においては、ブーム幅を広げて乗降間口を広げるとともにステップ高さを下げて乗降性を向上している。ティップアップ方式のヘッドガード、ワンタッチ開閉式のテールゲートとボンネットの採用で、エンジン回りや油圧装置、バッテリーなどの点検、整備を容易にしている。

▶ <05> クレーン、エレベータ、高所作業車およびウインチ

04-<05>-07	アイチコーポレーション 高所作業車(伸縮ブーム形) SH 15 B	'04.12 発売 モデルチェンジ
------------	---	----------------------

配電工用高所作業車として使用されている旧 SH15 A について、作業効率、安全性、サービス性などの向上を図ってモデルチェンジしたものである。トラックシャシマウント形で、3段伸縮のメインブーム先端に取付けるサブブーム(オプション仕様)は、走行時においてメインブーム側面に分解格納できるようになっている。今回の改正で、現場内での小移動や現場間の移動時においては、ウインチにサブブームをセットしたままの簡易格納状態での走行を可能にした。バケットは FRP 製、耐電圧 20 kV (5 分間) とし、内側ライナーにポリエチレン製、耐電圧 20 kV (5 分間) を使用している。また、メイン第 3 ブームは FRP 製、耐電圧 100 kV (5 分間) で、サブブーム(オプション仕様)は FRP 製、耐電圧 20 kV (5 分間) としている。ブーム起状、旋回、伸縮の操作レバーに誤作動防止用

表二 SH 15 B の主な仕様

最大積載荷重(搭乗人員)	(kg)	200(2名)
最大地上高(バケットスライド付き)	(m)	14.6(15.1)
作業床旋回角度 左/右	(度)	100/100
作業バケット内側寸法(幅×奥行×高)	(m)	0.68×1.01×0.9
最大作業半径	(m)	11.8
ブーム長さ(3段)	(m)	5.235~12.795
ブーム旋回角度	(度)	360
ウインチ吊上げ荷重	(kg)	490
アウトリガ張幅	(m)	1.71~3.35
架装シャシ	(—)	3.0tクラス
価格(バッテリー駆動・シャシ含む)	(百万円)	14.92

(注) (1) バケットスライド、サブブーム・ウインチ吊上げ荷重はオプション仕様値。

(2) 作業バケット内側寸法はポリエチレン・ライナー付き(標準)仕様値。

新機種紹介

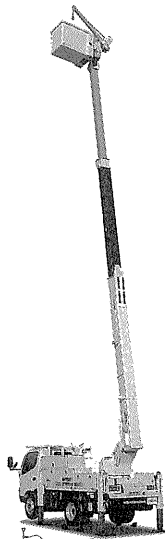


写真-2
アイチコーポレーション
「スカイマスター」SH15B
高所作業車

スイッチを追加し、油圧系安全措施、作動停止スイッチ、過負荷防止装置、ブーム干渉装置などとともに安全装置を充実した。自己診断システムにおいては、システムの高度化により、始業前点検における操作内容を簡素化して作業の効率化を図った。作業機への乗降性にも配慮しており、アウトリガジャッキ操作後に車両後方から乗降できるようにしている。

▶ <12> モータグレーダ、路盤機械および締固め機械

05-〈12〉-01	新キャタピラー三菱 振動ローラ (タンデム形/コンバインド形) CB-334 E/CB-335 E	'05.01 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

小規模舗装や小回りを必要とするような現場で使用される、アーティキュレート式・HST 駆動方式のタンデム形 CB-334 E とコンバインド形 CB-335 E の輸入 2 機種である。国土交通省の排出ガス対策 (2 次規制) 基準値をクリアするエンジンを搭載し、騒音対策によって同省の超低騒音型建設機械にも適合する。曲面を多用したスタイリングによって車両前後の視認性を確保し、左右幅広のベンチシートの採用や、大径で幅張出し量の大きなドラムによってドラム端部の確認を容易にしている。走行は、レバー 1 本で走行速度調整と前後進切換えができる HST 駆動方式を採用しており、低速/中速/高速の 3 モードの切換え選択により、レバーストロークをフルに活用して定速走行やスムーズな発進・停止を容易にしている。コンバインド形 CB-335 E では、左右後輪を独立した油圧モータで駆動させる 2 モータダイレクト駆動システムを採用し、2 個のモータによるディファレンシャル効果でカーブ施工時でも引きずりのない仕上がりを可能にしている。起振装置はオイルバス式とし、エンジンオイルおよびエンジンオイルフィルタの交換間隔を 500 h に延長、エンジンフードをフルオープン・チルトアップ式とするなどメンテナンス性を向上している。スイッチ類や計器類はハンドル周りに配置して運転操作性にも配慮している。

表-3 CB-334 E/CB-335 E の主な仕様

	CB-334 E (タンデム形)	CB-335 E (コンバインド形)
運転質量 (前輪/後輪) (t)	4.00(1.99/2.01)	3.68 (1.97/1.71)
静線圧 (前輪/後輪) (N/cm)	150/151	148/—
締固め幅/ドラム径 (m)	1.3/0.8	1.3/0.8
起振力 (kN)	24.4×2	24.4
振動数 (Hz)	60	60
定格出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	24.4(32.2)/2,800	24.4(33.2)/2,800
走行速度 高速/中速/低速 (km/h)	11.3/7.5/3.0	11.4/7.5/3.0
最小回転半径 (m)	4.3	4.3
登坂能力 (度)	23	25
軸距 (m)	2.32	2.32
サイドオーバーハング (m)	0.048	0.048
最低地上高 (m)	0.255	0.255
散水タンク容量 (L)	300	300
タイヤサイズ (—)	—	10.5/80-16×6 PR
全長×全幅×全高 (m)	3.12×1.395×1.895	3.12×1.395×1.895
価格 (百万円)	7.2	7.0

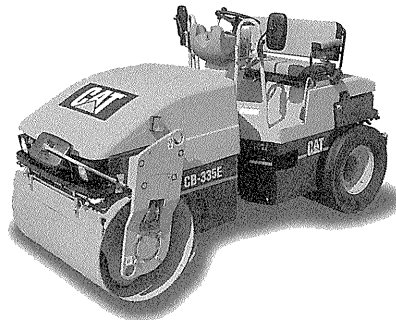


写真-3 CAT CB-335 E 振動ローラ (コンバインド形)

▶ <14> 維持修繕・災害対策用機械および除雪機械

04-〈14〉-03	加藤製作所 清掃車 (吸引式) MV-600 S	'04.04 発売 新機種
------------	-----------------------------	------------------

汚泥や木材チップのほか砂などの粉体も吸引できる水環流式のブロワを備えた清掃車で、道路側溝の清掃、用水路の浚渫、土木工事の汚泥回収、破碎アスファルトの回収など多岐にわたって使用される。ブロワのケーシングやロータなど主要部品はアルミニウム合金を使用し、軽量化と車両のコンパクト化を実現している。羽根数の多いロータ式を採用して連続的な吸排気音による低騒音化を図っているため、夜間作業や市街地での作業にも対応できる。ブロワの冷却にはインタークーラを装備して高負荷の連続運転を可能にしており、冷却水の補給は予備の水タンクからスイッチ操作で行うようになっている。吸込みと吐出しの作動は 1 本のレバー操作のみであり、ブロワ・ロータの軸受け部はオイルバス潤滑方式なのでメンテナンスが簡単である。また、ブロワの洗浄は水洗だけで特別な手入れは不要としている。オプションとして、高圧水ポンプ、ホースリール、増量水タンク、ステンレス仕様、ラジコン仕様などが用意されている。

新機種紹介

表-4 MV-600 Sの主な仕様

積載質量	(t)	5.5
ホッパタンク容量	(m ³)	6.1
風量	(m ³ /min)	50
静圧	(kPa)	-90
圧送	(kPa)	70
水タンク容量	(L)	100
全長×全幅×全高	(m)	6.68×2.34×2.98
車量総質量	(t)	12.6
乗車定員	(名)	3
価格	(百万円)	18

(注) (1) 風量は理論値を示す。

(2) 適用シャシ5.5tの仕様値を示す。



写真-4 加藤製作所「マルチバック」MV-600 S清掃車（吸引式）

表-5 DIS-685 ESS-Dの主な仕様

吐出圧力	(MPa)	0.7
吐出空気量	(m ³ /min)	19.4
空気槽容量	(m ³)	0.192
エンジン定格出力	(kW(PS/min ⁻¹))	134.5(183)/1,800
燃料タンク容量	(L)	280
機械質量	(t)	3.69
タイヤサイズ 前/後	(—)	6.00-13-8 PR/6.50-14-8 PR
全長×全幅×全高	(m)	3.95×1.60×2.035
価格	(百万円)	8.9

(注) 全長はドローバー折りたたみ時の寸法を示す。

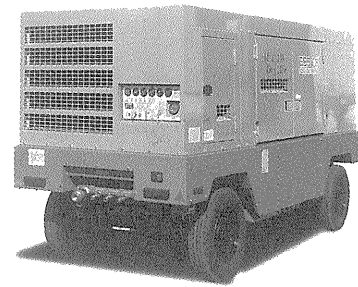


写真-5 デンヨー DIS-685 ESS-D 空気圧縮機（被けん引式）

塗装の実施やステンレスボルトの使用などで塩害対策にも配慮している。

▶ <16> 空気圧縮機，送風機およびポンプ

05-〈16〉-01	デンヨー 空気圧縮機（被けん引式） DIS-685 ESS-D	'05.01 発売 新機種
------------	---------------------------------------	------------------

塗装やサンドブラストなどで需要の高まっている、水分を含まない圧縮空気の供給を可能とする4輪トレーラ式のコンプレッサである。オイルセパレータで油分を取除いた圧縮空気は、アフタクーラで冷却され、圧縮空気中の水分は凝縮して水滴となりドレンセパレータで分離される。水分を除去した圧縮空気はアフタウォーマで再加熱されることにより高温でドライな圧縮空気となる。水分が除去された低温のエアとドライで高温のエアの切換えは、バルブの操作で簡単に得られる。国土交通省の排出ガス対策（2次規制）基準値をクリアするエンジンを搭載しており、防音構造対策によって音響パワーレベル96dB(A)を実現して同省の超低騒音型建設機械にも適合する。コンプレッサはツインスクリュー回転形・1段圧縮・油冷式（Ingersoll-Rand社製）を採用し、摺動部がなく、脈動のないエアを供給するとともに低燃費を実現した。吐出空気温度、エンジン水温上昇、エンジン油圧低下など異常が発生すると非常停止装置が作動し、エンジンが停止して警報ランプが点灯する。ラジエータとオイルクーラの並列配置やワンスайдメンテナンス方式の採用などのほか、長時間運転に備えて機外の燃料タンクと機内の燃料タンクを切換え使用できる燃料配管切替え装置（三方弁）を装備し、耐塩害

▶ <17> 原動機，発電装置等

05-〈17〉-01	デンヨー エンジン溶接機（TIG型） DAT-270 ES 2	'05.01 発売 新機種
------------	---------------------------------------	------------------

建築工事、水道管やガス管の配管工事などで使用されるエンジンTIG溶接機である。TIG溶接は、タングステン電極と溶接対象の間にアークを発生させて不活性ガスでシールドして溶接するもので、ステンレスや銅、真鍮などの溶接にも適している。溶接電流をパルス制御（0.5～500Hz）して裏波溶接（溶接側と裏側に継目がないようにする溶接）、薄板溶接、異種金属継手溶接などを可能にする機能を装備しているほか、溶接負荷に応じて最適なエンジン回転を無段階制御する機構を採用している。また、回転が変化しても高速制御でアークを安定化するIGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）チョッパ制御を採用している。操作パネルにはデジタル・モニタを採用し、屋外でも見やすい高輝度表示としている。交流電源はインバータ制御されており、周波数切替えスイッチにより50/60Hzが選択できる。交流出力は、低速回転でも3kVが使用でき、溶接と同時に使用時は自動的にエンジン回転速度が制御されるので溶接電流には影響しない、エンジンは、国土交通省の排出ガス対策（2次規制）基準値をクリアしており、ブラシレス、ベアリングレスの高効率発電機の採用などで、音響パワーレベル83dB(A)を実現して国土交通省の超低騒音型建設機械にも適合する。

新機種紹介

表-6 DAT-270 ES 2 の主な仕様

溶接定格出力	TIG/手溶接	(kW)	4.8/7.5
溶接定格電流	TIG/手溶接	(A)	250/250
溶接定格電圧	TIG/手溶接	(V)	19.0/30.0
溶接電流範囲	TIG/手溶接	(A)	15~270/30~250
溶接パルス周波数	TIG	(Hz)	0.5~500
適用溶接棒径	手溶接	(mm)	φ2.0~5.0
単相交流定格出力		(kVA)	3.0
交流周波数		(Hz)	50/60
交流定格電圧		(V)	100
エンジン定格出力	(kW(PS)/min ⁻¹)		10.9(14.8)/2,800
機械質量		(t)	0.377
燃料タンク容量		(L)	26
全長×全幅×全高		(m)	1.32×0.68×1.0
価格		(百万円)	1.65

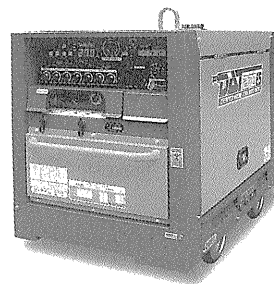


写真-6 デンヨー DAT-270 ES 2 エンジン溶接機 (TIG 型)

建設工事に伴う 騒音振動対策ハンドブック

「特定建設作業に伴って発生する騒音の規制に関する基準」(環境庁告示)が平成8年度に改正され、平成11年6月からは環境影響評価法が施工されている。環境騒音については、その評価手法に等価騒音レベルが採用されることになった等、騒音振動に関する法制度・基準が大幅に変更されている。さらに、建設機械の低騒音化・低振動化技術の進展も著しく、建設工事に伴う騒音振動等に関する周辺環境が大きく変わってきている。建設工事における環境の保全と、円滑な工事の施工が図られることを念頭に各界の専門家委員の方々により編纂し出版した。本書は環境問題に携わる建設技術者にとっては必携の書です。

■掲載内容：

- 総論 (建設工事と公害、現行法令、調査・予測と対策の基本、現地調査)
- 各論 (土木、コンクリート工、シールド・推進工、運搬工、塗装工、地盤処理工、岩石掘削工、鋼構造物工、仮設工、基礎工、構造物とりこわし工、定置機械(空気圧縮機、動発電機)、土留工、トンネル工)
- 付録 低騒音型・低振動型建設機械の指定に関する規程、建設機械の騒音及び振動の測定値の測定方法、建設機械の騒音及び振動の測定値の測定方法の解説、環境騒音の表示・測定方法(JIS Z 8731)、振動レベル測定方法(JIS Z 8735)

■体 裁：B5判、340頁、表紙上製

■定 価：会 員 5,880円(本体5,600円) 送料 600円

非会員 6,300円(本体6,000円) 送料 600円

・「会員」本協会の本部、支部全員及び官公庁、学校等公的機関

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

…行事一覧…

(2005年1月1日～31日)

■ 広報部会

■ 機関誌編集委員会

月 日：1月13日(木)
出席者：星隈順一委員長ほか16名
議 題：①平成17年3月号(第661号)、4月号(第662号)の計画 ②平成17年5月号(第663号)の計画素案

■ 新機種調査委員会

月 日：1月13日(木)
出席者：渡部 務委員長ほか5名
議 題：①新情報の持寄り検討 ②技術交流討議

■ シンポジウム実行委員会

月 日：1月19日(水)
出席者：近藤 悟委員長ほか8名
議 題：①優秀論文賞選考について ②シンポジウム開催準備状況について ③今後の予定について

■ 建設経済調査委員会

月 日：1月19日(水)
出席者：山名至孝委員ほか3名
議 題：2月号原稿検討

■ 新工法調査委員会

月 日：1月19日(水)
出席者：村本利行委員ほか2名
議 題：新工法調査

■ 機械部会

■ トンネル機械技術委員会未来技術開発分科会

月 日：1月12日(水)
出席者：森 政嗣委員ほか5名
議 題：山岳トンネル関連技術評価表の作成

■ 基礎工事中用機械技術委員会C規格分科会

月 日：1月14日(金)
出席者：濱野 衛委員ほか10名
議 題：審議用最終原案の検討

■ ダンプトラック技術委員会

月 日：1月17日(月)
出席者：大貫廣明委員長ほか5名
議 題：①ホームページ開設準備 ②不整地運搬車仕様書様式案審議

■ ショベル技術委員会自走式リサイクル機械分科会

月 日：1月17日(月)

出席者：森谷幸雄分科会長ほか6名
議 題：磁力選鉱機、遠隔操縦、非常停止などの審議

■ ショベル技術委員会

月 日：1月18日(火)
出席者：此村 靖委員長ほか7名
議 題：①燃費測定法について ②低騒音型建設機械指定の機種区分について

■ 路盤舗装機械技術委員会安全対策分科会

月 日：1月18日(火)
出席者：小葉賢一分科会長ほか12名
議 題：①ロードスタビライザ JIS案の検討 ②路面切削機の JIS案の検討

■ トンネル機械技術委員会C規格さく岩機分科会

月 日：1月21日(金)
出席者：阿部裕之委員ほか4名
議 題：EN和訳分の精査と審議

■ トンネル機械技術委員会C規格TBM分科会

月 日：1月26日(水)
出席者：寺田紳一分科会長ほか2名
議 題：EN815和訳の精査

■ トンネル機械技術委員会幹事会

月 日：1月26日(水)
出席者：大坂 衛委員長ほか8名
議 題：①平成16年度各分科会活動報告 ②見学会について

■ 油脂技術委員会

月 日：1月28日(金)
出席者：大川 聡委員長ほか13名
議 題：①燃料分科会の完結について ②HK/HKB普及分科会の立上げとオンファイル化の課題検討 ③シンポジウムその他

■ 業種別部会

■ 製造業部会マテリアルハンドリングWG

月 日：1月10日(金)
出席者：溝口孝遠リーダほか9名
議 題：リフマグ、グラップルの取扱い審議

■ 製造業部会作業燃費検討会

月 日：1月21日(金)
出席者：雨宮信一幹事長ほか14名
議 題：作業燃費の検討に関する審議

■ 建設業部会三役会

月 日：1月20日(木)
出席者：西上雅朗部会長ほか4名
議 題：①分科会活動まとめ案 ②来年度分科会方針 ③平成16年度事業方針まとめ ④平成17年度事業計画 ⑤来年度役員について

■ 機電技術者活性化分科会

月 日：1月21日(金)
出席者：荒井政男分科会長ほか5名
議 題：機電技術者活性化に関する検討

■ 建設機械の安全提案分科会

月 日：1月25日(火)
出席者：西田光行分科会長ほか6名
議 題：①製造業部会との意見交換会について ②分科会活動報告(案)について

…支部行事一覧…

■ 北海道支部

■ 第5回広報部会広報委員会

月 日：1月20日(木)
出席者：林 勝義委員長ほか6名
議 題：①除雪機械展示・実演会の準備作業状況報告 ②支部だより90号の発行について ③広報部会平成16年度第4四半期事業及び次年度事業について

■ 除雪機械展示・実演会北海道支部実行委員会

月 日：1月27日(木)
出席者：小林豊明実行委員長ほか20名
議 題：①除雪機械展示・実演会実施要領について ②除雪機械展示・実演会開会式要領について

■ 東北支部

■ 建設業部会

月 日：1月12日(水)
出席者：歌代 明部会長ほか10名
議 題：①建設機械部会との合同部会に向けての調整 ②今後の活動計画について ③平成17年度活動計画について

■ 建設機械部会除雪分委会

月 日：1月17日(月)
出席者：山崎 晃部会長ほか5名
議 題：除雪講習会アンケート結果について

■ 北陸支部

■ ローター除雪車実技講習会

月 日：1月13日(木)～15日(土)
受講者：13名
会 場：新潟県塩沢町地内

■企画部会正副委員長会議

月 日：1月21日（金）
出席者：新田恭士部会長ほか6名
議 題：①平成16年度支部活動について ②新潟県中越大地震に伴う除雪機械支援について ③ゆきみら2006除雪機械展示会準備について

■広報委員会

月 日：1月27日（木）
出席者：古沢孝史委員長ほか8名
議 題：①支部機関誌の発刊について ②支部ホームページの充実について

■ 中 部 支 部

■災害対策部会

月 日：1月6日（木）
出席者：西郷芳晴部会長ほか6名
議 題：災害対策支援協定締結について中部技術事務所と協議

■技術部会

月 日：1月12日（水）
出席者：本部近藤治久部長ほか6名
議 題：業務委託（機械設備制御システム施工管理）内容を検討

■建設技術フェア事務局会議

月 日：1月19日（水）
出席者：梅田佳男事務局長
議 題：「建設技術フェア2005 in 中部」の実施について協議

■第3回土のリサイクルセミナー in 名古屋

月 日：1月20日（木）
会 場：愛知県産業貿易会館西館
参加者：150名
内 容：①自走式土質改良機について ②中性固化剤について ③汚染土壌の処理工法についてのセミナー（協賛：コマツ）

■災害対策部会

月 日：1月27日（木）
出席者：土屋功一支部長ほか6名
議 題：国土交通省中部技術事務所との災害対策支援協定について協議

■ 関 西 支 部

■新年賀詞交換会

月 日：1月13日（木）
出席者：星野 満支部長ほか125名
会 場：大阪キャッスルホテル

■水門技術委員会

月 日：1月19日（水）
出席者：林 俊克委員長ほか23名
議 題：①「水門工学」勉強会について ②平成16年度検討テーマ別協議Ⅰ水門扉運転操作の信頼性向上Ⅱ水門扉の施工・運用における（トラブル防止対策）Ⅲ水門扉の新技術導入③水門扉の要素技術に関する新技術に関する勉強会 ④平成16年度見学会について

■平成15年度施工技術報告会

月 日：1月21日（金）
参加者：180名
会 場：建設交流館グリーンホール
演 題：①本杭・避難杭・換気所・立坑で構成される大規模長大トンネルの施工一箕面有料道路山岳トンネル築造工事（北工区）②チタン・亜鉛溶射方式による電気防食工事の施工実績—42号古座大橋上部修繕工事 ③既設大断面トンネルとのシールドT字接合一平野川調節池築造工事・6 ④自然環境の保全と活きた対話と情報公開を行った旭川市廃棄物処分場一産官学共同の研究による、三学会受賞建設事例 ⑤地盤凍結工法を用いた大深度連絡水路の施工—大津放水路事業盛越川分水施設建設工事

■広報部会

月 日：1月27日（木）
出席者：名竹利行部会長ほか8名
議 題：①JCMA 関西86号の発行報告及び87号の取組みについて ②平成6年度部会活動について

■ 中 国 支 部

■第5回部会長会議

月 日：1月20日（木）
出席者：清水芳郎企画部会長ほか8名
議 題：①中国支部ホームページリニューアルについて ②Cmnavi編集委員会設立について ③平成17年度

通常総会・記念講演について

■機械設備技術講習会

月 日：1月27日（木）
場 所：国際教育センタ
参加者：88名
内 容：①機械化施工の動向について（中国地方整備局道路部機械課長）清水芳郎 ②機械設備新技術導入事例について（中国支部水門技術委員会委員長）松川 徹

■水門設備技術分科会

月 日：1月27日（木）
出席者：高畑勝義分科会長ほか8名
議 題：①機械設備パンフレット作成要領について ②水門設備技術分科会の今後の作業内容の進め方について

■揚排水ポンプ設備等技術分科会

月 日：1月27日（木）
出席者：藤中辰夫分科会幹事長ほか11名
議 題：①機械設備パンフレット作成要領について ②揚排水ポンプ設備等技術分科会の今後の作業内容の進め方

■ 九 州 支 部

■部会長・企画委員会

月 日：1月26日（水）
出席者：相川 亮委員長ほか18名
議 題：支部行事の推進について：①支部長表彰者推薦依頼の件 ②平成17年度事業計画の件 ③九州建設技術フォーラム実行委員会開催の件 ④1・2級建設機械施工技術検定試験実施の件 ⑤ホームページの設定について

■コンサルタント・積算委員会

月 日：1月28日（金）
出席者：吉竹正致委員長ほか9名
議 題：①ユニットプライス型積算方式の動向 ②工事監理連絡会の設置（試行）③継続教育（CDP）を指名に反映 ④公共工事の品質確保の促進に関する法律案 ⑤情報化施工について ⑥新技術の取組について ⑦平成17年度事業計画について

編集後記

梅の開花も終わり春の訪れも間近に感じられる中、桜の開花が待たれます。

一方、まだまだ寒い日が続きます。風邪も流行っているようですが、このような中、いかがお過ごしでしょうか。また、今年例年に比べ花粉の量が多く、飛散時季も早かったと聞きます。花粉症の方にとっては憂鬱な日々が続きます、お見舞い申し上げます。

3月、4月号は、新たな取組みとして「建設機械施工の安全対策」というタイトルで2号にわたり特集を編集します。

編集企画段階で、様々な提案がなされ、その中から、3月号に土木工事に関する記事を中心に、4月号に建築など一般工事や機械設備を中心に、安全対策に関するビジョンや手法、最新技術、および現場における実施例などを紹介する内容としました。また、トピックスとして「スマトラ沖地震の復旧支援」「新潟県中越地震に伴う除雪機械の支援報告」について紹介しました。

遠藤功著の「現場力を鍛える」(東洋経済新報社)の中で、トヨタの「三現主義」と言う言葉が紹介さ

れていました。三現とは、「現地」「現物」「現実」のことで、トヨタ社員に染込んでいるDNAの一つであるとの事。頭であらうかと考えるよりも、まず現地に飛び現物を認識することが何よりも重要であり、それがすべての思考、行動の出発点となるべき考え方である、と紹介しています。皆様も、まったく同意見だと思いますが、建設機械施工の安全対策についても言える事ではないでしょうか。

この現地に飛び現物を認識することなど三現を基本としたうえで、これからは高度情報化社会を背景に、建設機械と情報機器との融合が益々進み、安全についてもトータルに総合管理され、かつリアルタイムな情報・データを各部署が共有できるなど、より適切な施工の安全対策が可能となります。

今回の特集記事は、現状を踏まえ、今後の建設機械施工の安全対策の方向性やあり方などを検証するうえで、少しでも読者の皆様のお役に立てれば、幸いです。

最後となりましたが、ご多忙の中、執筆いただいた方々に、心より御礼申し上げますとともに、会員および読者の皆様のご健勝と益々のご活躍をお祈り申し上げます。

(内田・梅本)

機関誌編集委員会

編集顧問

浅井新一郎	石川 正夫
今岡 亮司	上東 公民
岡崎 治義	加納研之助
桑垣 悦夫	後藤 勇
佐野 正道	新開 節治
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

関 克己

編集委員

星隈 順一	国土交通省
小幡 宏	国土交通省
西園 勝秀	国土交通省
佐藤 隆	農林水産省
伊藤 早直	原子力安全保安院
夏原 博隆	鉄道・運輸機構
軍記 伸一	日本道路公団
新野 孝紀	首都高速道路公団
坂本 光重	本州四国連絡橋公団
山崎 劭	水資源機構
吉村 豊	電源開発
西田 光行	鹿島
和田 一知	川崎重工業
岩本雄二郎	熊谷組
嶋津日出光	コベルコ建機
金津 守	コマツ
山崎 忍	清水建設
村上 誠	新キャタピラー三菱
芳賀由紀夫	大成建設
星野 春夫	竹中工務店
加藤 謙	東亜建設工業
内田 克己	西松建設
森本 秀敏	日本国土開発
斉藤 徹	NIPPO
梅本 慶三	ハザマ
宮木 克己	日立建機
岡本 直樹	山崎建設
庄中 憲	施工技術総合研究所

4月号「建設機械施工の安全対策特集」第2部(予告)

- ・建設業労働安全衛生マネジメントシステム
- ・ビル建設におけるテレスコプラムでの安全作業
- ・建設現場における移動式クレーン(タワークレーン)での安全作業
- ・ダンプ等車両の運搬経路(公道)における安全管理対策
- ・定置式クレーンの安全対策
- ・道路工事におけるショベル系掘削機の安全管理(安全作業)
- ・安全の確保(作業現場でのKY活動の推進)
- ・三次元コンピュータを活用した安全教育
- ・ユニット・プライス型積算方式について

No.661「建設の施工企画」 2005年3月号

(定価) 1部 840円(本体 800円)
年間購読料 9,000円

平成17年3月20日印刷

平成17年3月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 小野 和日児

印刷所 株式会社 技報堂

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 仙台市青葉区二日町 16-1	電話 (022) 222-3915
北陸支部	〒951-8131 新潟市白山浦 1-614-5	電話 (025) 232-0160
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	〒810-0041 福岡市中央区大名 1-8-20	電話 (092) 741-9380