

建設の施工企画 10

2004 OCTOBER No.656 JCMMA



都心部における現場循環型工法

環境対策特集

- 建設施工と環境対策
- 国土交通省環境行動計画の概要
- ダム施工における材料の有効活用と重力を利用した混合プラント
- 固化処理底泥土を用いた老朽化ため池の堤体改修法とその適用事例
- 表土の移植復元
- 鉛散弾分別回収システムとリサイクル
- コンクリートカッター工事における環境対策への取組み
- 建設機械における振動・騒音対策
- 排出ガス3次、4次規制に対応する新型エンジンの開発
- 環境に優しい建設機械の消耗部品、補助資材

ダム施工における材料の有効活用と

重力を利用した混合プラント



⇩重力を利用したCSG製造設備



⇩CSG撤出し締固め状況(左右岸分割)



⇩CSG撤出し締固め状況(上下流分割)





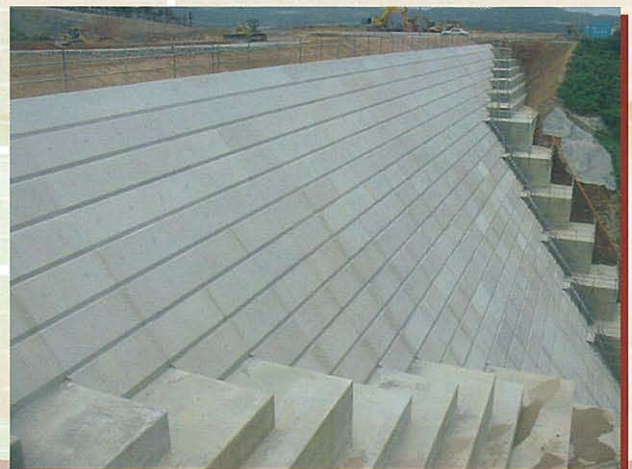
⇩ 法肩締固め状況



⇩ プレキャスト型枠設置状況



⇩ 保護・遮水コンクリート打設



⇩ 沢処理工完成



巻頭言

建設機械環境規制の導入と
情報技術の利用

井口 雅一



我が国の建設機械に対する排出ガス規制は、1991年に旧建設省が「建設機械に関する技術指針」を制定して排出ガスの第一次基準値を定め、「排出ガス対策型建設機械」を指定して使用を推進している。2001年度からは第二次基準値の指定を開始しているし、トンネル工事用には黒煙浄化装置の装着も推進してきている。しかし、今後は、オフロード車として新たな法体系の下に規制が行われることになり、指定制度だけでは済まなくなる。

普通自動車の場合は規制の歴史が長く、使用車の登録制度が完備しており、販売規制、使用過程車の車検制度が整備されている。建設機械の場合は、普通自動車用に開発された低排出ガス技術を導入できる利点はあるが、登録制度は完備しているとは言い難いし、普通自動車の車検制度に相当する制度はない。

新たな環境規制を導入すると先ず気になるのは、規制値の設定、それを実現する技術的可能性と必要なコスト、それに誰がそのコストを負担するかである。

規制値は内燃機関を使う自動車に準ずることになる。内燃機関の排出ガス対策技術には、自動車用に開発された技術を導入できるので、技術的な実現性に大きな問題はないと思われる。またコストも自動車技術を導入するので、そう過大にはならないであろう。するとその他コストはクリーンなエンジンの使用とメンテナンスを正しく行うことを強制する方策、さらにそれらを施行する行政コストである。

内燃機関は一般に回転数・出力状態によって排出ガス状態が変わる。そのため自動車では標準的な走行パターン（自動車の停止状態から決められた加速度で速度を上げ、決められた一定速度で走行して停止するなど）を定めて排出ガスを測定する。建設機械のエンジン動作状態は作業内容次第で大幅に変わる可能性がある。自動車のように標準的な使用パターンが決められ

ればよいが、簡単ではなさそうである。

機械の動作状態を常時自動的に診断する自己異常診断技術が開発されつつある。エンジンの排気管から出る排出ガスの分析センサーと排気量を計測して、問題となるガス（二酸化炭素、窒素酸化物、微粒子など）を常時計量し、累積して記録することも技術的に不可能ではない。排出ガス総量記録を定期的に無線で管理センターで収録して管理することも技術的には可能である。無線を使った一体管理以外にも、これから普及が見込まれているICタグに排出ガスを記録しておく、定期的な巡回で近接無線を通して簡単に集録することもできるだろう。排ガスの総量記録から基準値を超える異常が発見されれば、使用者に検査・修理を通知する。また、異常を起こす原因となるエアフィルターやオイルフィルターの目詰まりを自動検知して、交換を要求するモニター情報も使用者に知らせて、適切なメンテナンスを指示する。使用者ではなく、管理組織が使用者に代行してこの様な排出ガス規制管理を行うこともあり得よう。

GPS（全地球測位システム）を使って、建設機械などの移動する機械の位置を常時管理するシステムも商品化されようとしている。排出ガスセンサー、排出ガス総量計測、異常モニター、無線による排出ガス情報収集、GPSを利用した位置情報収集と管理などこれからの情報技術を活用することで、登録と検査・管理を合理的に実現する技術開発と方策とを検討する価値があると考えられる。

管理を合理化するにせよ、幾ばくかのコストや手間の負担は生じる。この様な情報システム利用の環境規制管理に参加すれば得をするような、また、参加しなければ損をする、あるいは罰則が科せられるような法制度の整備も必要であろう。

環境対策 特集

建設施工と環境対策

JCMA メンバー並びに「建設の施工企画」の読者の皆さんにとって「環境対策」は長年にわたってのテーマであり、日頃の活動において大きなウェイトを持っている重大関心事であり、今後も継続的に取り組んでゆかねばならないテーマであることと思います。

本誌では過去にもたびたび「環境」に関連した報文、特集を取上げてきました。今月号では施工企画、施工現場、使用機械などで実行されているさまざまな対策活動の中でも読者にとって比較的に興味深いあるいは目新しいと思われる事例を取上げてご紹介します。

報文をご紹介する前に、改めて「環境対策」というテーマの理解のために「環境要素と対策事例」を右頁(表一)に整理しました。ここでの「環境要素区分」は環境影響に係る調査、予測、評価あるいは環境保全

のための措置に関する指針等を定める省令などでも使われている区分を使用しました。また「対策事例」については本誌編集委員会で集めた情報を基に整理して掲載してあります。

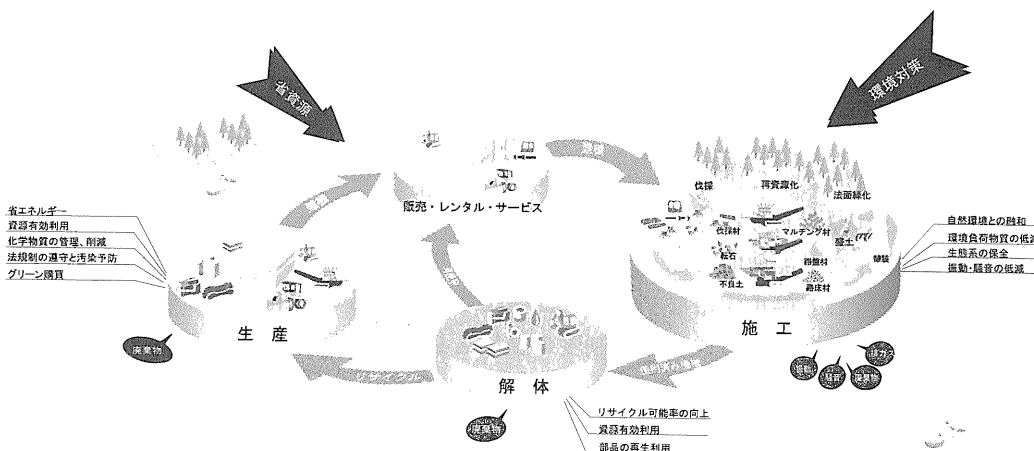
実際の施工では、他にも誌面に収まらないほどの対策が実行されており、日々新しい対策も追加実行されていますが、ここではそのごく一部だけを掲載しています。

又、「環境関連年表」(表一)は主に行政面から環境対策への指針の主だったものを並べてあります。

「建設施工におけるライフサイクル」(図一)は、使用される建設機械の製造/使用/廃棄という各段階での環境影響とその対策をイメージ化したものです。

表一 環境関連年表

年度	国内外の主な出来事	年度	国内外の主な出来事	年度	国内外の主な出来事
1967	公害対策基本法の制定	1984	湖沼水質保全特別措置法が制定	1995	容器包装リサイクル法制定
1969	公害に関わる健康被害の救済に関する法律が制定	1987	オゾン層保護のためのモントリオール議定書の採択	1996	ISO 14001 制定
1970	水質汚濁防止法、廃棄物の処理と清掃に関する法律などが制定 東京都で光化学スモッグ注意報制度が制定	1988	オゾン層保護法の制定	1997	京都で気候変動枠組条約第3回締約国会議(COP3)開催 経団連環境自主行動計画策定、大気汚染防止法にダイオキシン規制が追加
1971	環境庁設置 国連人間環境会議の開催(ストックホルム) <人間環境宣言採択>	1989	有害物質の国境を越える移動及びその処分規制に関するバーゼル条約発効	1998	省エネルギー法改正 地球温暖化対策推進法制定
1973	絶滅の恐れのある動植物の野生種の国際取引条約(ワシントン条約)採択	1990	スパイクタイヤの粉塵の発生の防止に関する法律が制定	1999	化学物質排出管理促進法制定 ダイオキシン類対策特別措置法制定
1974	国土利用法制定 硫酸化物の総量規制を導入 総水銀・アルキル水銀水質基準強化	1991	経団連地球環境憲章の制定、再生資源の利用の促進に関する法律が制定	2000	循環型社会形成推進基本法、建設資材リサイクル法、食品リサイクル法制定 廃棄物処理法、再生資源利用促進法改正、グリーン購入法制定
1979	野生動物の移動性の種の保存に関する条約(ボン条約)が採択	1992	リオデジャネイロで環境と開発に関する国連会議(地球サミット)開催 環境と開発に関するリオ宣言採択、アジェンダ21採択 通産省「環境に関するボランティアプラン」の策定を企業に要請	2001	PCB廃棄物特別措置法制定 フロン回収・破壊法制定
1983	第38回国連総会で持続可能な開発を促進する国連環境特別委員会を設置	1993	環境基本法の制定、省エネルギー法制定	2002	PRTR法が施行 土壌汚染対策法制定、京都議定書批准
		1994	環境基本計画が設定される	2003	国土交通省「技術基本計画」制定



図一 建設施工におけるライフサイクル

環境要素 対策事例	環境の自然的構成要素の良好な状態の保持を目的とした環境要素										生物の多様性の確保, 自然環境の体系的保全を目的とした環境要素		人と自然との豊かな触れ合いの確保を目的とした環境要素		環境への負荷軽減を目的とした環境要素	
	大気環境					水環境		土壌に係わる環境, その他の環境			動物	植物	生態系	景観		人と自然との触れ合いの活動の場
	大気質	騒音	振動	水質	水	地形	地質	その他環境要素	重要な種, 注目すべき生息地	重要な種, 群落						
環境要素	二酸化窒素	浮遊粒子状物質	粉じん等	水質汚濁	水の濁り	水の汚れ	貴重な地形, 地質	日照阻害	重要な種, 注目すべき生息地	重要な種, 群落	地域を特徴づける生態系	主要な眺望点, 景観資源, 眺望景観	主要な人と自然との触れ合いの活動の場	建設工事に伴う副産物		
企画	重量貨物の総合輸送改善 (輸送量の削減)										環境アセスメント実施				リサイクル法	
施工	アイドリング・ストップ (省エネ運転)										代替燃料の使用促進 (熱帯材の低減)				現場循環型工法	
	建機, トラック等の通正整備										土壌浄化				発生土搬送量削減	
機器材	新規工法採用 (ウォータージェット工法, 放電衝撃破砕工法等)										大気浄化				搬入資材量の削減	
	電動機駆動への転換, ハイブリッド化										屋上緑化					
	有害物質使用量の削減, 外部放出の規制										廃棄フロン回収				自走式土質改良機	
	燃費効率の改善										石綿混入材料不使用				自走式木材破砕機	
	排ガス対応エンジン										生分解性作動油					
	排ガス浄化装置										潤滑油等の交換時間延長					
	新エネルギーの導入										環境負荷の低い副資材の使用					



国土交通省環境行動計画の概要

—国土交通分野における新たな環境施策とは—

麓 裕 樹

国土交通省では、これまでの環境施策全体を総点検するとともに、今後の方向性について検討するため2004年6月28日に「国土交通省環境行動計画」を公表した。本行動計画では、これからの国土交通省の環境政策の基本的な考え方を示すとともに、国土交通省が環境分野においてここ数年（3ヵ年程度）で新たに取組もうとしている施策についてとりまとめている。

具体的施策として、「国土交通行政のグリーン化」を効果的に進めるために「6つの改革」を掲げているが、例えば社会資本整備においては、事業の構想、計画段階から実施、維持管理、廃棄に至るまでの事業全体のライフサイクルで総合的に評価する仕組みを検討することとしている。国土交通省では、環境行動計画の策定を機に、環境分野における取組みにおいて新たなステップを踏み出しており、これからの国土交通省の環境への取組みに御注目いただきたい。

キーワード：国土交通省、環境行動計画、国土交通行政のグリーン化、地球温暖化、循環型社会の形成、建設機械、排出ガス対策

1. はじめに

国土交通省は4省庁統合による発足から4年目を迎えた。横断的な課題である環境政策の分野においては、省内関係部局間の連携を、これまで以上に一層進めていく必要がある。

また、本年は政府の「地球温暖化対策推進大綱」の見直しの年にあたっていることから、国土交通分野の地球温暖化対策について、改めて検討する必要がある。

このような背景のもと、国土交通省では、これまでの環境施策全体を総点検するとともに、今後の方向性について検討するため、2003年10月、省内に事務次官以下局長クラスからなる環境行動計画策定のための検討委員会を設置して議論を進め、1年近くにわたる検討の結果、2004年6月28日に「国土交通省環境行動計画」を公表した。

本行動計画では、これからの国土交通省の環境政策の基本的な考え方を示すとともに、国土交通省が環境分野においてここ数年（3ヵ年程度）で新たに取組もうとしている施策についてとりまとめている。以下に行動計画の概要を紹介する（表—1）。

2. 基本的な考え方

—国土交通行政のグリーン化—

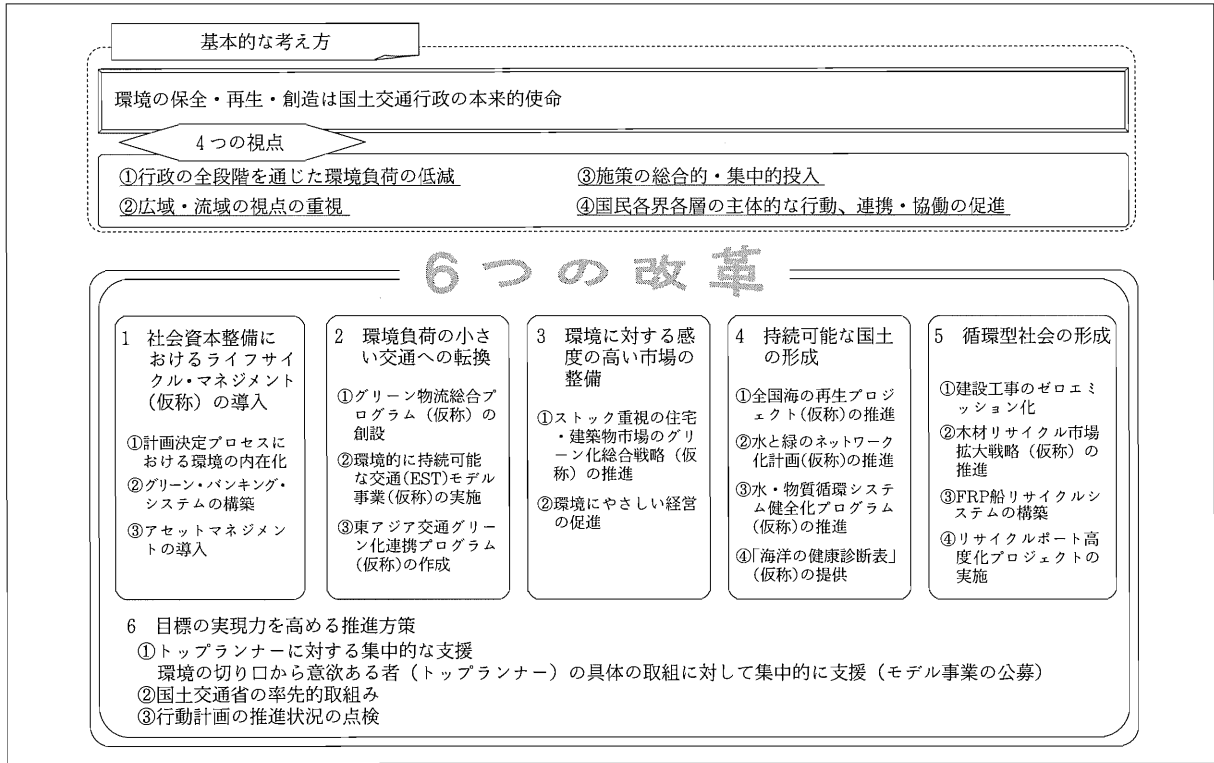
本行動計画は2部構成となっており、第1章では行動計画をまとめるに当たっての基本的な考え方として「4つの視点」を掲げるとともに、主な取組みの内容を「6つの改革」として分かりやすくまとめている。

（1）4つの視点

環境行動計画の策定に当たり、重要と考えた4つの視点として、以下の点を挙げている。

- ① 例えば公共事業に見られるように、構想・計画段階から事業実施、維持管理、そして廃止に至るまで、行政の全段階を通じた環境負荷の低減を促進していく必要がある。
- ② 例えば水質改善を見ればわかるように、関係流域、原因発生源の陸域における対策など、広域的な視点が必要である。
- ③ 例えば地域における環境の観点からの交通対策のように、関係する主体が参加する総合的な計画に従い、各種施策を効果的に組合せ、集中的に投入することが必要である。
- ④ 現在の地球環境問題では、市民、NPO、企業等、国民各界各層の主体的な行動と相互の連携・

表一 国土交通省環境行動計画（案）—国土交通行政のグリーン化—



協働を促進していくことが必要である。

(2) 6つの改革

前述の4つの視点を踏まえ、「国土交通行政のグリーン化」を効果的に進めるため、主たる施策として以下の「6つの改革」を掲げている。

(a) 社会資本整備におけるライフサイクル・マネジメント（仮称）の導入

事業の構想，計画段階から実施，維持管理，廃棄に至るまでの事業全体のライフサイクルで総合的に評価する仕組みを検討する。また，事業の実施によって緑地や干潟等を減少させないための仕組みづくり（グリーン・バンキング・システムの構築）を進める。この他，総合的な資産管理手法の導入により，公共施設の長寿命化を推進していく（表一2）。

(b) 環境負荷の小さい交通への転換

環境負荷の小さい交通体系の実現を図るため，利用者への経済的な誘引の付与など需要面に着目した施策や，地域と交通事業との連携強化による公共交通機関の利用促進などが重要であり，具体的には，荷主と物流事業者が協力して燃料消費量の削減を図るための環境整備を行う「グリーン物流総合プログラム（仮称）」の創設や，環境的に持続可能な交通（EST）の実現を目指す先導的な地域を募集し集中的に支援策を講じる「ESTモデル事業（仮称）」の実施等が挙げられる。

(c) 環境に対する感度の高い市場の整備

国民や企業の合理的な選択行動が環境負荷の軽減につながっていくような市場の整備が必要である。

具体的には，特に住宅の省エネルギーリフォームを進めるための支援等，住宅のストック対策を進めるほか，住宅等の総合的な環境性能に関する情報提供を強化し，消費者の的確な選択を支援していく。

また，トラック事業等の分野に導入されている企業の環境取組みを評価する「グリーン経営認証制度」の充実・拡大などを通じ，市場のグリーン化を進めていく。

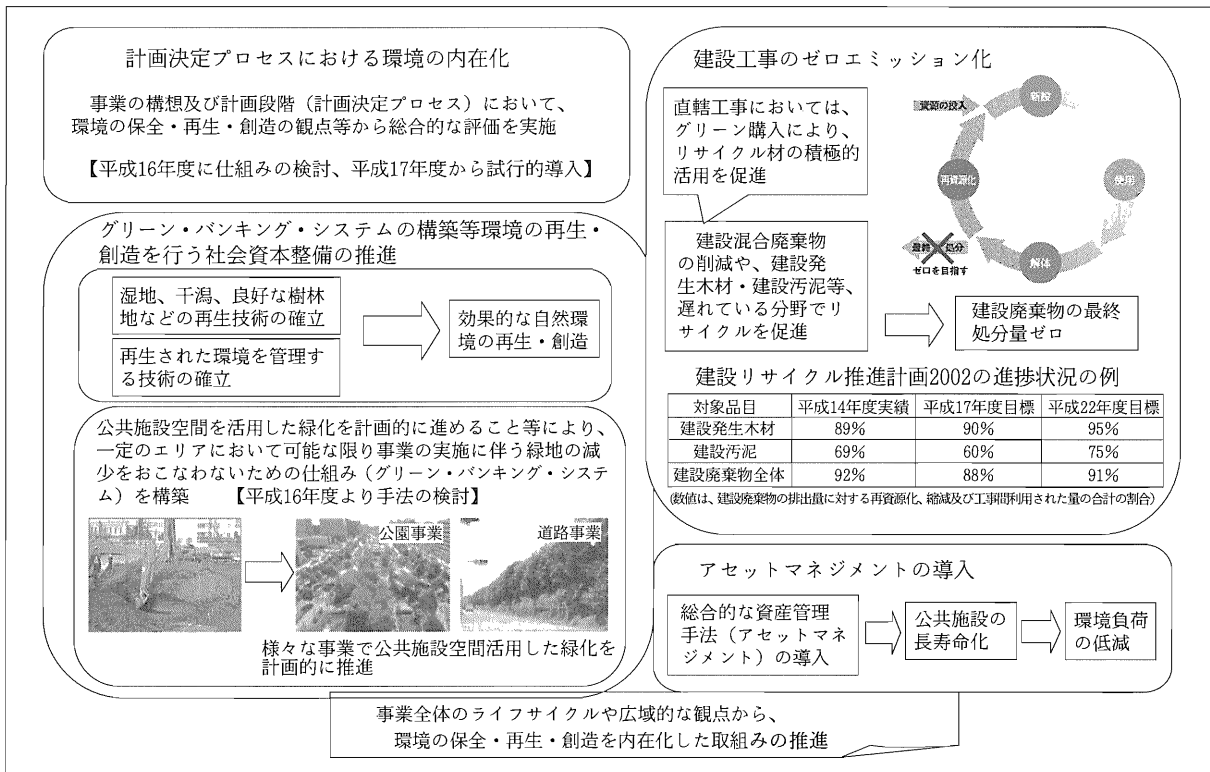
(d) 持続可能な国土の形成

最近の環境問題は，原因者が多岐にわたる，因果関係が複雑である等の事情により，個別課題への対応では対応が困難である。このため，閉鎖性水域の水質改善を目指す「全国海の再生」プロジェクトや，水と緑のネットワーク化に関する計画などの取組みを通じ，地方公共団体，市民やNPO等との幅広い連携・協働を進めていく。

(e) 循環型社会の形成

社会における物質循環を確保し，資源の消費を抑制し，環境負荷を低減することが重要である。建設発生木材やFRP船のリサイクルへの取組み等において関係者の連携を強化するほか，建設廃棄物の最終処分量をゼロにする等の取組みを進める。また，直轄工事ではリサイクル材の積極的活用等，率先的取組みを進めていく。

表一 社会資本整備におけるライフサイクル・マネジメントの導入



(f) 目標の実現力を高める推進方策

環境に関して先進的な取組みを進めようとする意欲ある主体（トップランナー）の取組みを支援することにより、先進事例の波及させる手法を推進する。具体的には、一定の地域において集中的な支援を行い、その効果を検証するモデル事業の公募を考えている。

また、本行動計画の実施に当たっては、既存の具体的な数値目標の見直しや設定を行うとともに、その実施状況について定期的に点検していく。

3. 新たな施策展開—具体的な各種施策—

第1章では、新たな施策展開として、ここ数年で新たに取組んでいく施策について、施策分野毎にまとめている。

- ① 地球温暖化問題への対応、
- ② 循環型社会の形成、
- ③ 健全な自然環境の確保・水循環の構築、
- ④ 良好な生活環境の形成、
- ⑤ その他各種環境課題に共通する取組み、

に分け、各分野の中でさらにテーマを設定して具体的な施策を記述している。

建設施工分野においては、地球温暖化対策として建設施工における建設機械からの二酸化炭素排出量を削減するため、省エネルギー運転方法の普及、低燃費型建設機械の普及促進策を検討すること、また排出ガス対策型建設機械の使用を普及・促進するための措置等が位置付けられているところである。

その他の個別の施策については、紙面が限られており御紹介できないが、「国土交通省環境行動計画」の本文は国土交通省のホームページ (http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha04/01/010628_.html) から参照していただきたい。

国土交通省では、環境行動計画の策定を機に、環境分野における取組みにおいて新たなステップを踏出しており、これからの国土交通省の環境への取組みに御注目いただきたい。

J|C|M|A

【筆者紹介】

麓 裕樹（ふもと ひろき）
国土交通省
総合政策局
国土環境・調整課
課長補佐



ダム施工における材料の有効活用と重力を利用した混合プラント

佐藤 健一・吉岡 一行・矢野 栄一

大保脇ダム建設工事の沢処理工は台形 CSG ダムによる設計理論が日本で初めて適用され、永久構造物として施工されたものである。台形 CSG ダムとは CSG (Cemented Sand and Gravel) 工法と台形ダムを組合わせたダム形式で材料の合理化、設計の合理化、施工の合理化を同時に達成可能なダム形式といえる。また、沢処理工では CSG の混合プラントとして環境にやさしい重力を利用して混合を行う MY-BOX を使用した。この CSG の材料採取から製造、打設について報告する。

キーワード：台形 CSG ダム、堤体、CSG、混合設備、MY-BOX

1. はじめに

近年のダム建設は、公共事業費の削減、自然環境の保護・保全に対する強い要望を受け今まで以上の施工の合理化と環境への配慮が望まれている。そうした中、機械化施工によるフィルダムの建設促進や RCD 工法によるコンクリートダムの施工など汎用機械による「施工の合理化」を中心に検討が重ねられてきた。

最近では台形形状のダムに CSG 工法を適用し「設計の合理化」「材料の合理化」「施工の合理化」を同時に満足する新しいダム形式「台形 CSG ダム」が注目を集めている。

本報文は、沖縄本島北部に建設中の大保ダムにおいて、台形 CSG ダムの理論に基づいて建設された大保脇ダム沢処理工における CSG の施工および製造について述べたものである。

2. 大保ダム工事概要

大保ダムは、沖縄北西部河川総合開発事業の一環として沖縄本島北部大宜味村の大保川水系大保川に建設されるダムで、洪水調節、下流河川の適正な流量の確保、水道用水の供給を目的とする多目的ダムである(図-1)。

大保ダムは、重力式コンクリートタイプの本ダムとロックフィルタイプの脇ダムで構成される。大保本ダム、脇ダム、沢処理工の平面位置を図-2 に、ダムの諸元を表-1 に示す。ダム完成後には、総貯水容量は 2,005 万 m³ と沖縄県内第 2 番目の大規模ダムとなる。

3. 沢処理工の概要

沢処理工は脇ダム左岸の止水ライン上にある沢に貯

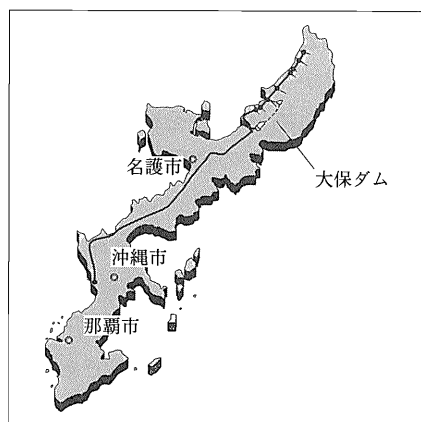


図-1 大保脇ダム位置図

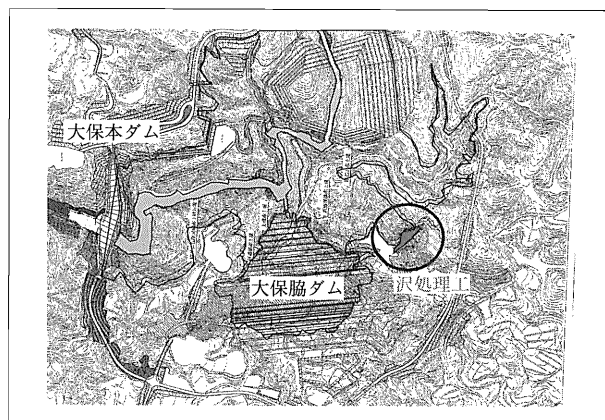


図-2 大保ダム平面図

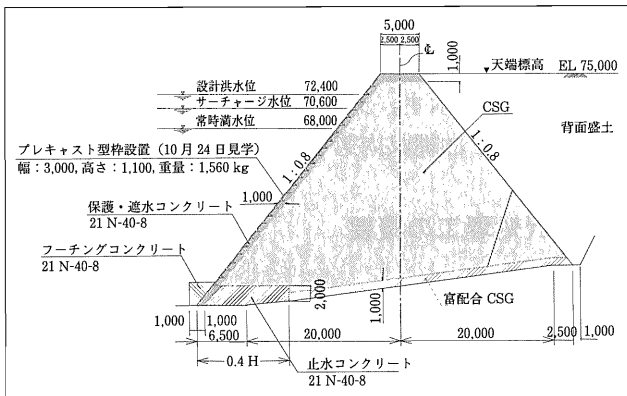
表—1 大保本ダムおよび脇ダム諸元

位置	沖縄県国頭郡大宜味村字田港地先
型式	本ダム：重力式コンクリートダム 脇ダム：ロックフィルダム
堤高	本ダム：77.5 m 脇ダム：66.0 m
堤頂長	本ダム：363.3 m 脇ダム：445.0 m
堤頂標高	本ダム：73.5 m 脇ダム：75.0 m
堤体積	本ダム：410,000 m ³ 脇ダム：1,823,000 m ³
集水面積	13.3 km ²
湛水面積	0.89 km ²
総貯水容量	20,050,000 m ³
有効貯水容量	19,530,000 m ³

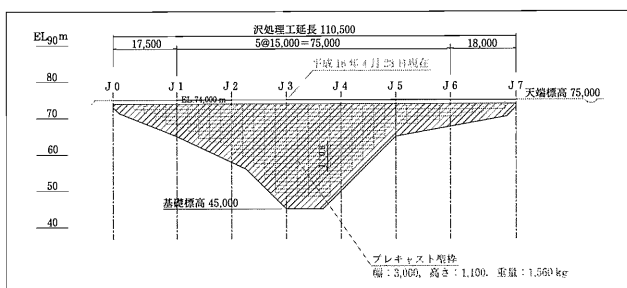
流水が浸透すると脇ダム下流へ漏水が発生し安全性を損なう恐れがある。その止水処理を目的として沢処理工が計画された。沢処理工の諸元を表—2 および図—3、図—4 に標準断面図、上流面図を示す。

表—2 沢処理工諸元

堤高	30.0 m
堤頂長	110.6 m
堤体積	33,860 m ³
富配合CSG	5,200 m ³
CSG	23,450 m ³
保護・遮水コンクリート	3,160 m ³
止水コンクリート	790 m ³
フーチングコンクリート	1,250 m ³
上流面型枠（プレキャスト）	1,494 m ³



図—3 沢処理工標準断面図



図—4 沢処理工上流面図

4. 台形 CSG ダム

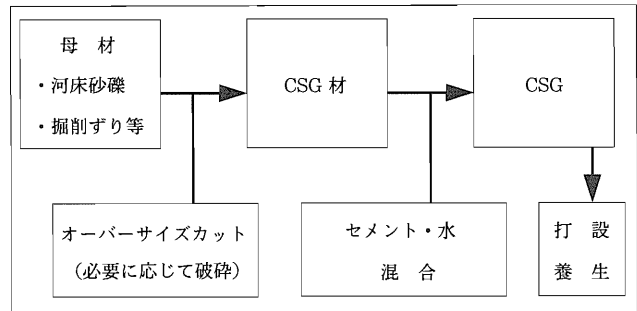
(1) CSG 工法

CSG 工法とは、河床砂礫などの岩石質の母材を基本的に分級等の調整を行わず水とセメントを加えて混合するものである。CSG 工法の特徴として、

- ① 効率の良い母材（材料）の確保が可能。
- ② CSG 製造が簡易な設備で可能。
- ③ 急速施工が可能

などの特徴があり建設コストの縮減、環境負荷の低減が可能である。

従来この工法は仮締切りなどの仮設構造物としての使用実績が多く報告されているが、本沢処理工の規模で永久構造物としての実績は日本で初めてとなる。標準的な CSG の製造工程を図—5 に示す。



図—5 CSG 製造工程

(2) 台形 CSG ダム

台形ダムは、堤体形式を台形することで堤体内に発生する応力および応力変動を大幅に低減し堤体材料に要求される必要強度を最小限にできる特徴を有している。

また、基礎地盤の強度や変形性に対してもコンクリート構造物に比べて許容範囲が広い設計となり、大幅な設計の合理化を図ることができる。この台形ダムと先に述べた CSG 工法と組合せたものが台形 CSG ダムであり以下の特徴が上げられる。

- ① 材料に応じた堤体設計を行うダムである。
- ② 材料、設計、施工の合理化を同時に達成可能なダム形式である。
- ③ 建設工事に伴う環境負荷の軽減を図るダムである。

沢処理工は、日本で初めて台形 CSG ダムの設計理論に基づいて設計された永久構造物である。

(3) 沢処理工における CSG の施工

(a) CSG 母材の選定

ロックフィルダム型式である脇ダム本体は、堤体材料を貯水池内の原石山から採取する計画である。沢処理工における CSG についても同じ原石山より産出する千枚岩を母材として採取することにした。対象岩級については CSG の予備配合試験の結果、CLD 級の材料では CSG の必要強度を得られない事が判明したため、千枚岩 CL 級以上に限定した。

使用する材料の最大粒径は 80 mm で計画されており当初 80 mm 以上の粒径をグリズリ等でカットすることにより CSG 材として使用する予定であった。しかし母材の粒度試験の結果、粒径 80 mm 以上の割合が多く、オーバーサイズカットによる調整方法では経済的に不利なため、破碎設備により 80 mm 以下に破碎調整することとした。

この破碎した材料の粒度のばらつきを考慮した結果、粒度分布の特性を示す値として粒径 5 mm 以下の割合が 20~50% の範囲を想定して施工を実施するものとした (図-6)。

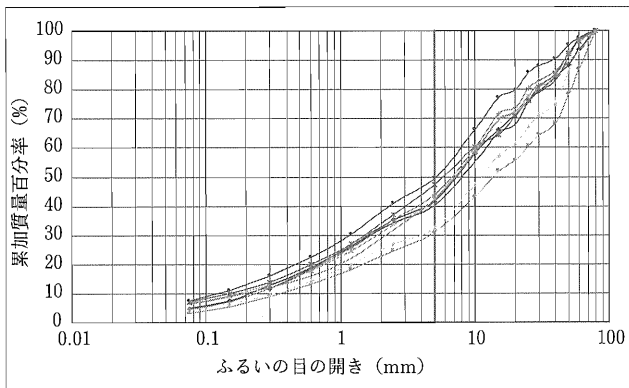


図-6 CSG 材の粒度分布

(b) 母材採取から CSG 材製造の流れ

図-7 には CSG 母材の採取から粒度調整、貯蔵までのフローを示す。CSG 母材は原石山で採取され CSG 材製造プラントで 80 mm 以下に破碎調整、貯蔵される。

CSG 母材は自然発生材であり採取量や材質の変動が予想される。打設工程を確保するために、母材の仮置きを行った。今回は母材の品質に大きな変化が生じた場合、配合の修正確認に約 1~2 カ月は必要なことから月最大計画打設量の 2 カ月分、約 8,000 m³ の仮置きを実施した。また破碎後の CSG 材の貯蔵としては日平均打設量の 5 日分に相当する 2,500 m³ を最大貯蔵量とした (写真-1)。

CSG 材は粒度分布や気象状況の変化によって表面

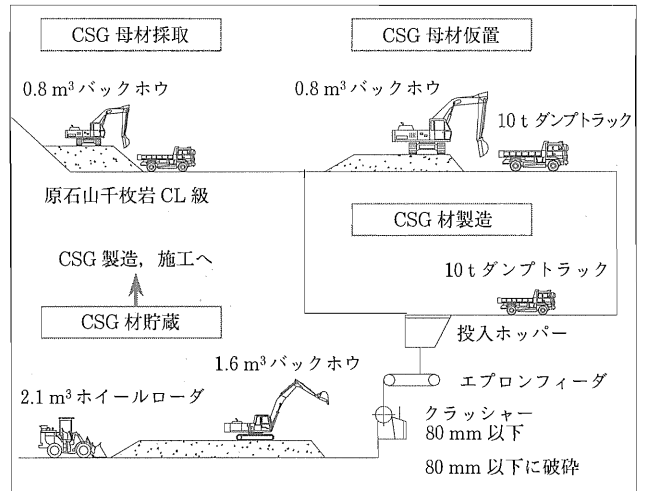


図-7 CSG 材製造フロー

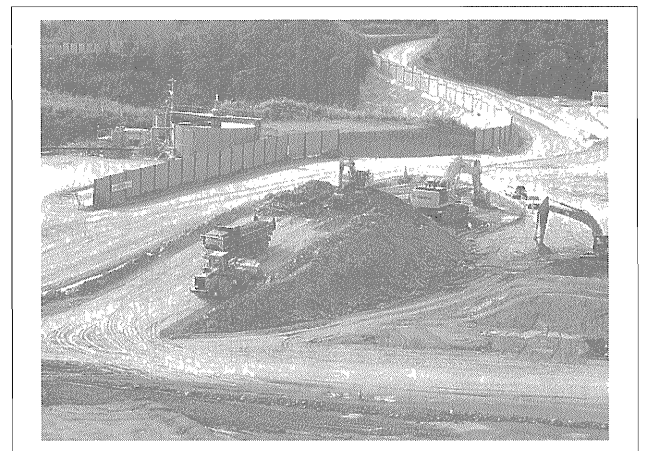


写真-1 母材仮置き状況

水率などが逐次変動する。この粒度分布の変動、および表面水率のばらつきに伴う単位水量の変動を逐次把握したうえで施工を行った。さらに、できる限り表面水率の変動を抑えるために降雨が予想される場合はシート養生、逆に風が強く表面が乾燥しすぎる場合は散水を行い表面水率の変動を極力抑えるようにした (写

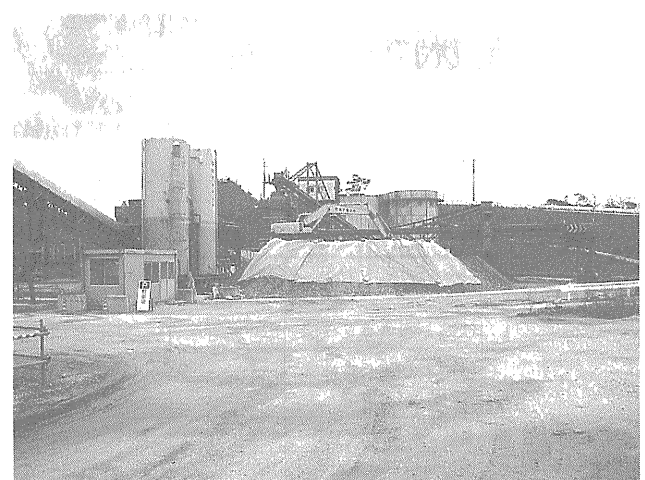


写真-2 CSG 材シート養生状況

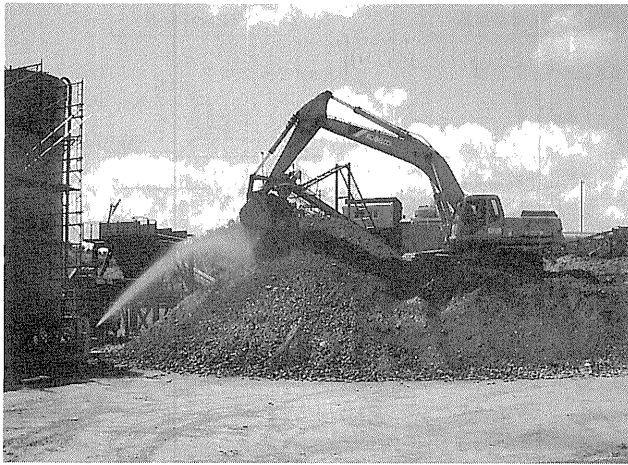


写真-3 CSG材散水状況



写真-4 CSG混合装置 (MY-BOX)

真一2, 写真一3)。

(c) CSG 製造設備

CSGの混合設備は、傾胴式ミキサを計画上の標準と設定されており、当初計画においても、傾胴型1.0 m³×2のコンクリート製造設備を用いて、CSGを混合する予定であった。

この製造設備の製造能力は42.0 m³/h (公称能力57.6 m³/h) で限られた作業時間内 (9時間) で一連の打設作業 (準備工—撤出し—転圧—片付け) を完了させるには、日打設量を250 m³程度にせざるを得ない。打設最盛期の1リフト当たりの打設数量は概ね600 m³程度あるため、理論上1リフト当たり3分割

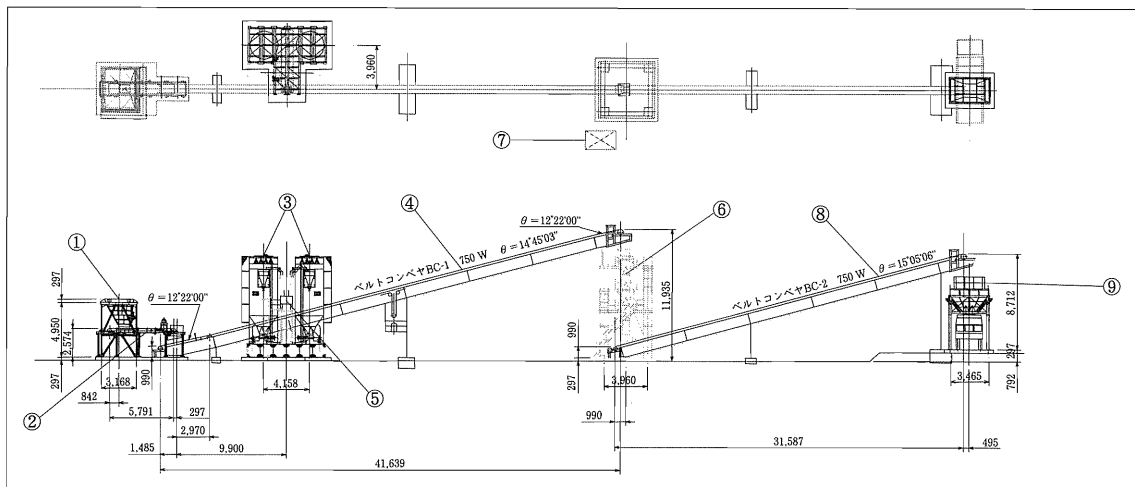
しなければ施工できなくなり、結果として工期が延びてしまうこととなる。

したがって、当該工事では、混合に重力を利用するため環境に優しく、連続的かつ大量にCSGを混合できる混合装置として、MY-BOXを使用することとした (図-8, 写真-4)。

(d) 設備の特長および工夫点

CSG混合設備は、以下の特徴を有している。

- ① 混合に動力を必要とせず、連続的にCSGの混合を行うことができる。
- ② 各材料の供給速度を変えることで、製造能力を任意に設定できる。今回は80 m³/h以上とした。



主要機械一覧表

番号	名称	規格・仕様	数量	能力 (t/h)	出力 (kW)	番号	名称	規格・仕様	数量	能力 (t/h)	出力 (kW)
1	CSG材投入ホッパ	6 m ³				5	セメント定量供給設備	600×4,500	1	20.0	2.2
2	CSG材切出し設備 (ベルトフィーダ)	900×5,850	1	303.8	5.5	6	MY BOX	650×650	4		
3	セメントサイロ	30 t	2		0.75	7	給水設備	5 m ³	1		
4	供給コンベヤ No.1	750×39,500	1	333.8	22.0	8	供給コンベヤ No.2	750×32,000	1	333.8	22.0
						9	製品ホッパ	6 m ³	1		

図-8 CSG製造設備

③ 各材料の計量値を記録できる。

当初 CSG の混合水は、MY-BOX 上部の材料投入口より材料と同時に給水する前給水方式としていたが、実際に CSG を混合したところ混合装置内で閉塞が生じ、閉塞の除去のため製造速度として約 15 m³/h 程度しか得られなかった。対策として、MY-BOX 内部の閉塞を生じる部分に直接給水する中間給水方式によって対応することで問題を解決することができた。これにより、80 m³/h 以上の速度で CSG を製造することが可能となった。

(e) 製造設備の混合性能

本施工に入る前に、傾胴型ポットミキサと実機混合プラントの混合性能の比較確認を行った。ポットミキサにより室内で混合作製した供試体と実機プラントで混合作製した供試体の強度比較を行った。

図-9 に示すように室内で確認された供試体強度範囲の中に実機混合供試体強度もプロットされた。このことから実機プラントはポットミキサとほぼ同等の混合性能を有していることが証明された。

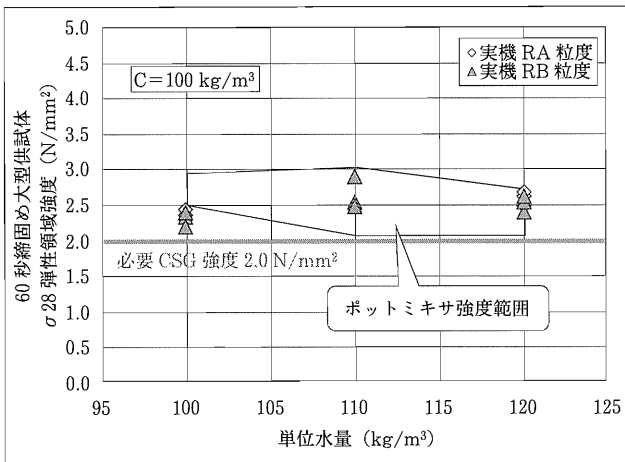


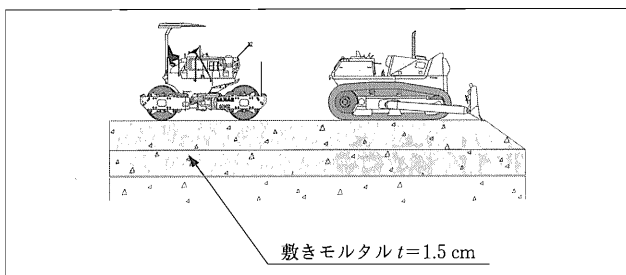
図-9 実機混合試験結果

(f) CSG の施工

沢処理工の CSG 施工フローは以下に示す通りである。標準では 4 日で 1 m を施工した。

① 1 層目 CSG 撤出し、締固め

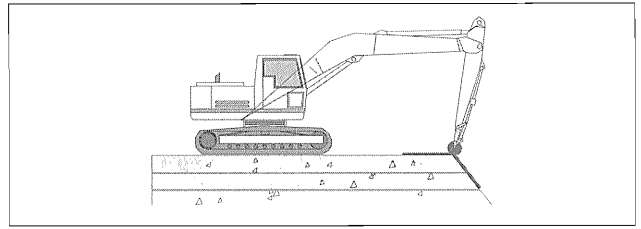
16 t ブルドーザで CSG 25 cm を 2 層撤出し、11 t



ローラで 6 回締固め、50 cm で仕上げる。

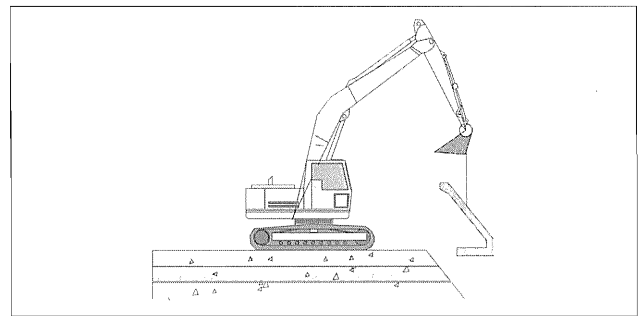
② 1 層目法肩締固め

締固め機を装着したバックホウ 0.8 m³ で法肩を締固める。



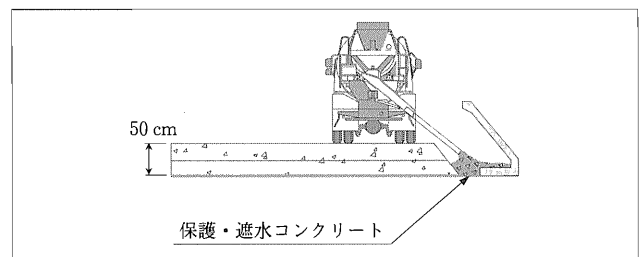
③ 保護・遮水コンクリート (型枠 (プレキャスト方式) 設置)

1 層 50 cm 締固め後に 2.9 t クレーン仕様のバックホウ 0.8 m³ でプレキャスト型枠を設置する。



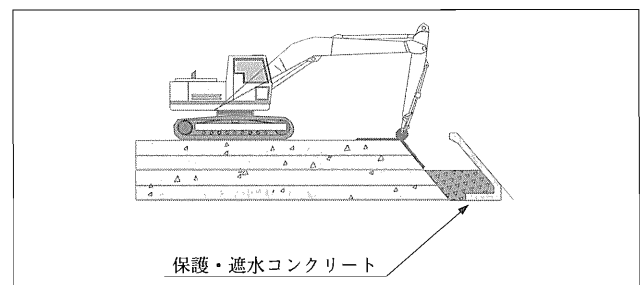
④ 保護・遮水コンクリート打設

1 層 50 cm まで打設する。



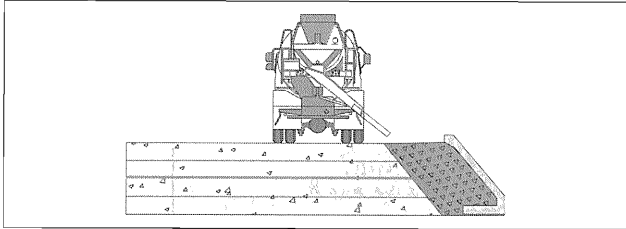
⑤ 2 層目 CSG 打設

更にその上部に 50 cm CSG を打設した後、その法肩を締固める。



⑥ 2層目保護・遮水コンクリート打設

プレキャスト型枠の最上部までコンクリートを打設する。



5. おわりに

今回の沢処理工 CSG の施工は平成 15 年 9 月～16 年 4 月の 8 カ月で完了することができた。これは、当初計画より 3 カ月程度工程を短縮する結果となった。当初計画より大きな製造能力 (80 m³/h 以上) を有する MY-BOX を採用したこと、および上流面型枠にプレキャスト型枠を採用したことがこのような工程短縮に結びついた大きな要因と思われる。日最大打設量においても 655 m³ を達成する等、当初計画以上の実績となった。

またここでは詳しく述べることができなかったが、上流面のプレキャスト型枠の採用、法肩締め機の開発など、沖縄総合事務局をはじめ財団法人ダム技術セ

ンターの御指導を賜ることで新技術にも積極的に取り組み、実現へこぎつけることができた。この経験は、将来の台形 CSG ダムにおける施工および施工機械の合理化に必ず結びつくものと確信している。

ダム事業を取巻く環境は、今後ますます厳しさを増すものと思われるが、コスト縮減、環境負荷低減に結びつく施工および施工機械の合理化に向けて引き続き努力していきたい。

JCM A

[筆者紹介]

佐藤 健一 (さとう けんいち)
前田・三井住友・大城特定建設工事共同企業体
大保協ダム作業所
所長



吉岡 一行 (よしおか かずゆき)
前田・三井住友・大城特定建設工事共同企業体
大保協ダム作業所
副所長



矢野 栄一 (やの えいいち)
前田・三井住友・大城特定建設工事共同企業体
大保協ダム作業所
課長



建設機械用語集

- 建設機械関係業務者一人一冊必携の辞典。
- 建設機械関係基本用語約 2000 語 (和・英) を収録。
- 建設機械の設計・製造・運転・整備・工事・営業等業務担当者用辞書として好適。

B5 判 200 頁 定価 2,100 円 (消費税込) : 送料 600 円
会員 1,890 円 (消費税込) : 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

固化処理底泥土を用いた老朽化ため池の堤体改修法とその適用事例

福島伸二・谷 茂・北島 明

筆者らは、老朽化ため池を対象に池内に堆積した底泥土の除去処分と堤体改修を同時に行うために、底泥土を固化処理して築堤土として有効活用できる砕・転圧盛土工法を開発してきた。ここでは、この工法における目標強度の設定法、これを現場で達成するための固化材添加量の決定法と、施工手順の概要を説明するとともに、この工法を適用したため池の改修事例を報告する。

キーワード：老朽化ため池、底泥土、固化処理、築堤土、堤体補強、漏水防止

1. はじめに

ため池は築造年代が古く、堤体が老朽化による断面不足や漏水等により早急な改修が必要なものが多いが、最近では池近傍で改修に必要な遮水性や強度に適した築堤土が入手しにくく、計画的な改修が難しい状況にある。一方、ため池内には貯水容量低下や水質悪化の原因になる底泥土が厚く堆積してその除去処分が必要とされているが、その土捨て場が最近なくなっている。

そこで、筆者らは、底泥土を土捨て処分することなく、セメント系固化材により固化処理して築堤土として有効活用できる砕・転圧盛土工法を開発してきた^{1),2),3)}。この工法は築堤土のための土取り場や掘削発生土の土捨て場が不要で、自然破壊や土砂搬出入に伴う交通問題がないなど、環境面で優れている。ここではこの工法の設計・施工法の概要と、これを適用したため池の改修事例を紹介するものである。

2. 砕・転圧盛土工法の設計・施工法

(1) 工法の概要

砕・転圧盛土工法は、図-1に概念的に示すように、池内の底泥土を所要の強度と遮水性をもつようにセメント系固化材により一定期間 t_s だけ固化させた初期固化土を規定の最大粒径 D_{max} で解砕し、さらに通常の築堤土と同様に一定の層厚で撤出して築堤土を製造し、敷均してから転圧して（これを砕・転圧土という）、堤体補強や漏水防止のための築堤を行うものである。

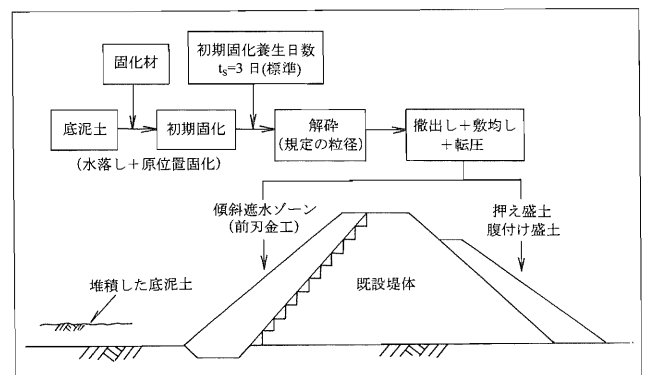


図-1 砕・転圧盛土工法の概念図

砕・転圧土の養生期間は初期固化期間 t_s と解砕・転圧後の期間 t_{CC} を合わせた $t=t_s+t_{CC}$ になるが、 t_s は解砕・転圧後の再固化強度に、また D_{max} は遮水性と強度の両方に影響する。

このため、砕・転圧土により所要の強度と遮水性を有する堤体を築造するには、 t_s や D_{max} の管理が必要であり、この点が一般の土質改良工と異なる点である。

従来、単に固化しただけの底泥土（ここでいう初期固化土）は、強度を固化材添加量 ΔW_c の加減により容易に確保できるが、通常の築堤土と比較して破壊ひずみが小さく既設堤体との間に極端な剛性差が生じるため堤体には使用できなかった。本工法では、この問題を初期固化させた底泥土を解砕・転圧して築堤すると通常の築堤土に近いひずみ硬化型の応力-ひずみ特性になる性質を利用して既設堤体との密着性（なじみ）を良くしたものである。

例えば、同一配合での $t=t_s=10$ 日目の初期固化土と、 $t=t_s+t_{CC}=3+7=10$ 日目の砕・転圧土の圧密・非排水三軸圧縮試験による応力-ひずみ曲線の比較を

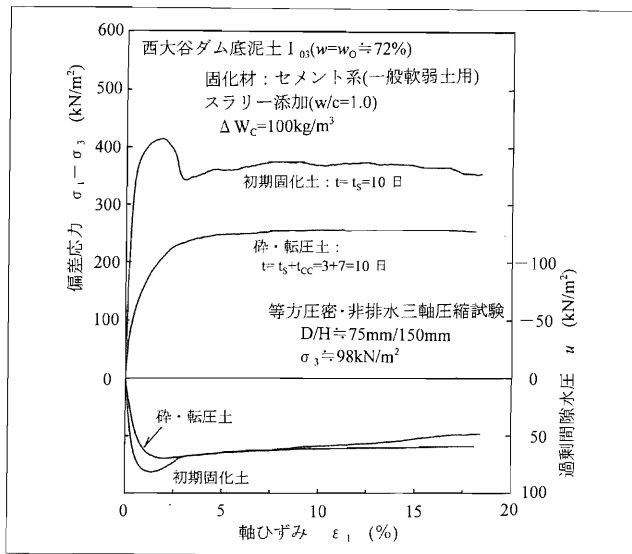


図-2 初期固化土と砕・転圧土の応力-ひずみ曲線の比較

図-2に示すが、初期固化土の応力は小さいひずみで最大値に達した後に低下し、ひずみ軟化型のクラックが生じやすい性質を示すが、砕・転圧土ではこれがなく通常の築堤土に近いひずみ硬化型になっている。

次に、図-3には初期固化土の一軸圧縮強さ $(q_u)_{is}-t(=t_s)$ 関係と、 $t_s=1, 3, 5, 7$ 日の砕・転圧土の一軸圧縮強さ $(q_u)_{cc}-t(=t_s+t_{cc})$ 関係の比較例を示す。

図中の左半分黒塗りの記号は初期固化土を解砕・転圧した直後 $t_{cc}=0$ 日の強度 $(q_u)_{cc0}$ であり、これは築堤面上の施工機械のトラフィカビリティーに関係し、短い t_s ほど低くなる。

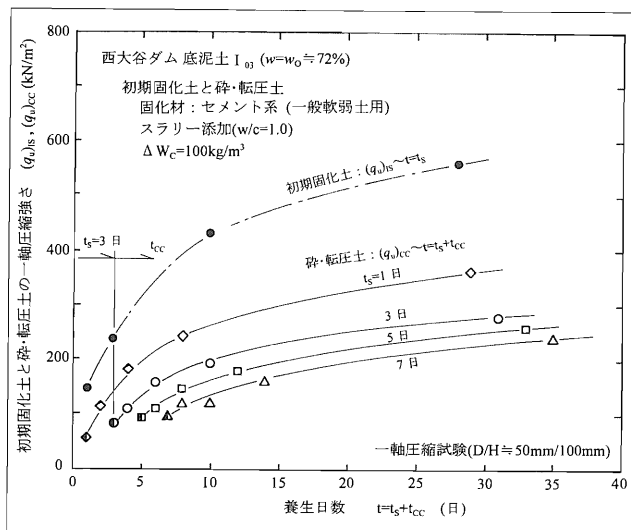


図-3 砕・転圧土の強度に及ぼす初期固化日数の影響

この図から、砕・転圧土は解砕・転圧後でも再固化するが、強度は初期固化状態よりも低く、かつ t_s により影響を受け、短い t_s ほど高い値を示すことがわかる。このため、砕・転圧土により所定の強度を有する堤体を築造するには適切な t_s を選択しなければ

ならない。短い t_s では解砕・転圧による強度低下が少なく固化効率は良いが、 $(q_u)_{cc0}$ が低くトラフィカビリティーが不足し施工性に問題がある。一方、長い t_s では $(q_u)_{cc0}$ が高く施工性は良いが、砕・転圧による強度低下が著しく、強度確保のためにより多くの ΔW_c を必要とし固化効率が悪い。そこで、施工性や固化効率を考え、強度低下傾向が鈍くなり、かつある程度のトラフィカビリティーが期待できる $t_s=3$ 日を標準としている。

(2) 目標強度の設定と固化材添加量の決定

初期固化土あるいは砕・転圧土の強度は一般の土質改良工での取扱い⁴⁾ になって一軸圧縮強さ q_u で表示し、強度パラメータは内部摩擦角 ϕ を無視して、粘着力 c だけを考慮し、 q_u との関係

$$c = q_u / 2 \tag{1}$$

とおく。

一般にセメント系固化材により固化処理した底泥土の強度は養生日数 t とともに発現するが、その傾向は $t=10$ 日以降急に低下する¹⁾。そこで、目標強度 $(q_u)_{cc}^*$ は強度発現が急減する $t=10$ 日目、つまり初期固化土では固化材の添加後 $t=t_s=10$ 日目の強度 $(q_u)_{is}^* = (q_u)_{is10}$ 、砕・転圧土では t_s を標準の3日とすれば、砕・転圧後 $t_{cc}=7$ 日目の強度 $(q_u)_{cc7}^* = (q_u)_{cc7}$ ($t=t_s+t_{cc}=3+7=10$ 日) により設定する³⁾。

$(q_u)_{cc}^*$ は、安定計算により求まる堤体全体が所定の安全率を満足して安定するのに必要な砕・転圧土部の粘着力 $c_{Stability}$ を変換した $(q_u)_{ccStability} (=2c_{Stability})$ と、築堤時に施工機械のトラフィカビリティーに必要な強度に関連した $(q_u)_{ccTrafficability}$ と比較して大きい方を採用する。

堤高 $H=10$ m 未満の堤体では、 $(q_u)_{ccStability}$ が $(q_u)_{ccTrafficability}$ より小さく $(q_u)_{cc} = (q_u)_{ccTrafficability}$ となることが多く、これは以下のように求められる。

砕・転圧土の築堤時における施工機械のトラフィカビリティーに必要な強度は、解砕した初期固化土を転圧する時の強度、すなわち $t_{cc}=0$ 日目の強度 $(q_u)_{cc0}$ である。 $(q_u)_{cc0}$ はため池の堤体基礎地盤で要求される機械施工が可能な支持力(コーン指数 $q_c=490 \text{ kN/m}^2$ が目安)⁵⁾ を満足しなければならないとすると、 q_u-q_c 変換式 ($q_u=q_c/7.5$)³⁾ より $(q_u)_{cc0}=65 \text{ kN/m}^2$ となる。

したがって、 $(q_u)_{cc}^*$ は築堤時の $(q_u)_{cc0}$ から再固化が進み $(q_u)_{cc}^*$ の設定日である $t_{cc}=7$ 日目までに発揮される $(q_u)_{cc7}$ となるので、配合試験による $(q_u)_{cc7}-(q_u)_{cc0}$ 関係から決定される。

$(q_u)_{CC}^*$ は初期固化状態での強度 $(q_u)_{IS}^*$ で表示すると、配合試験から求まる初期固化土を砕・転圧したことによる強度低下比 R_3 (標準の $t_s=3$ 日での R の値)³⁾ より

$$(q_u)_{IS}^* = (q_u)_{CC}^* / R_3 \quad (2)$$

となる。

現場での ΔW_C は、この $(q_u)_{IS}^*$ に現場/室内強度比 $\alpha_{FL}=1/1.5$ (トレンチャー式攪拌混合機でスラリー添加を行った場合の実績²⁾) を考慮した室内配合強度 $(q_u)_{IS}^* / \alpha_{FL}$ に対して決める。配合試験は底泥土の実施工で想定される含水比 $w=w_0$ を基準に実施するが、底泥土の w は堆積場所などで一定ではない。このため、実施工での ΔW_C は底泥土の固化前含水比 w を測定し、 w_0 との差に応じて $w=w_0$ における値を加減しなければならない。

(3) 施工手順

本工法の施工手順は、底泥土の初期固化、初期固化土の解砕、解砕土の築堤の各工程からなる。

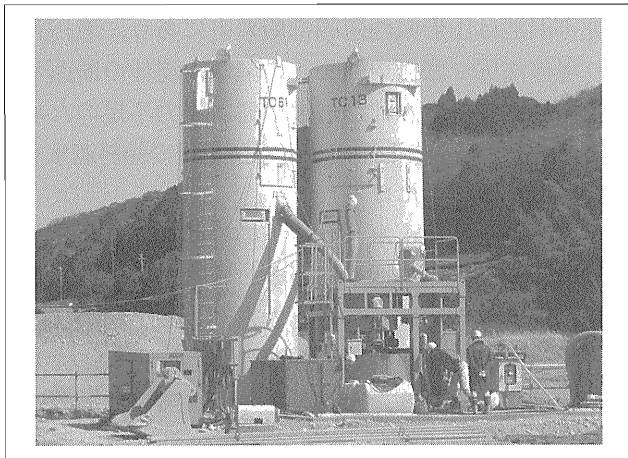
初期固化工程は固化材を写真—1 に示すスラリーブ

ラントにより水、固化材比 $w/c=1.0$ のスラリーにして、底泥土に添加、混合して一定期間固化させるものであるが、これは深さ方向に均一に混合できる写真—2 に示すようなトレンチャー型攪拌混合機などを使用する。

解砕工程は一定期間 t_s だけ養生した初期固化土を



写真—3 押土板を装着したスケルトンバケット



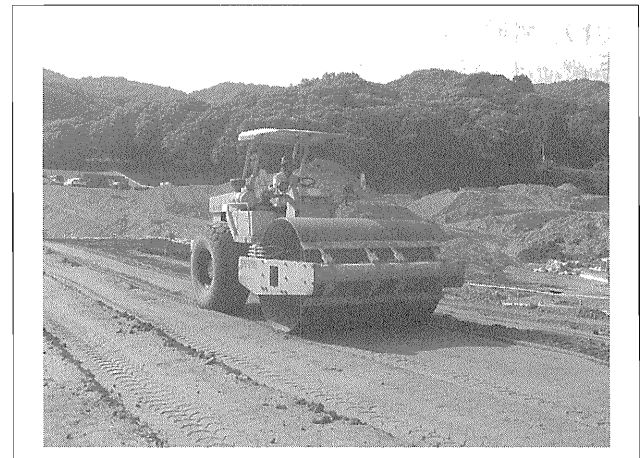
写真—1 スラリープラント



写真—4 バケット式解砕機による解砕状況

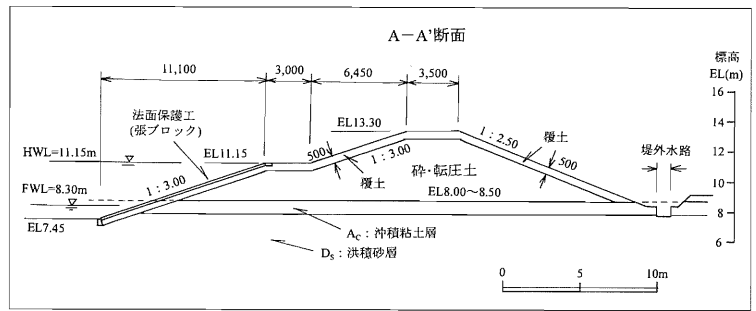


写真—2 トレンチャーによる初期固化状況



写真—5 振動ローラによる転圧状況

規定の D_{max} で解砕するもので、写真—3 に示すような最大力約 200 kN の押土板を装着したスケルトンバケット（ベースマシンは 0.7 m³ 級バックホウ）により掘削した初期固化土を、写真—4 に示すように押土プレートでスケルトンから押出して解砕と積込みを行うものである。この時の D_{max} はスケルトンの格子間隔を変えて制御する。



図—4 寺家池堤体の改修後の標準断面

築堤工程は、解砕土を粗粒から細粒子までの解砕土粒子が均一に混合されるようにバックホウで撒出し、ブルドーザで一定層厚に敷均してから写真—5 に示すような振動ローラ等により転圧するものである。なお、法面表層部には、植栽や砕・転圧土の乾・湿練返しによる劣化や高アルカリ水溶出の防止のために、法面垂直方向に既設堤体からの掘削土を用いて層厚 30~50 cm で覆うものとする。

3. 適用事例

本章では砕・転圧盛土工法を適用して改修した老朽ため池堤体の事例を 4 件紹介する。表—1 にそれらの堤体諸元をまとめて示す。

表—1 砕・転圧盛土工法を適用した事例の堤体仕様

堤体仕様	寺家池	虎吉沢池	皿池	北谷池	
堤体型式	均一型	傾斜ゾーン型	傾斜ゾーン型	傾斜ゾーン型	
堤高 (m)	5.3/4.5	8.4/7.0	10.6/9.4	14.0/12.0	
堤長 (m)	400/90	70/65.5	120/112	116/116	
堤体積 (万 m ³)	3.30/0.70	1.38/1.37	2.29/1.30	3.60/2.55	
貯水量 (万 m ³)	14.0/2.0	0.31/0.31	1.29/1.29	15.0/15.0	
砕・転圧土築堤量 (万 m ³)	3.2	0.4	0.9	1.5	
法面勾配	上流側	3.0/約 2.0	2.0/1.5	2.1/2.0	2.1/平均 1.6
	下流側	2.5/約 1.8	2.0/1.8	2.1/1.8	

(注意：14.0/12.0 などは改修後/改修前の値であることを示す)

(1) 寺家池の池拡張工事

寺家池は三重県鈴鹿市にあり、貯水量を灌漑用約 20,000 m³ に洪水調節用 120,000 m³ を付加するために旧池周辺を掘削拡張（掘削土量は約 110,000 m³）し、主堤体を旧堤体より約 30 m 下流に移し皿池状の堤体を新規に築造したものである。

改修後の堤体は標準断面を図—4 に示すが、基礎地盤に軟弱箇所があることや、掘削土を場内で使用して場外処分量を少なくするために均一型とした。この池では、旧池内の底泥土の処分地がないこと、遮水性に優れた築堤土を入手

できなかったことから本工法を採用した。

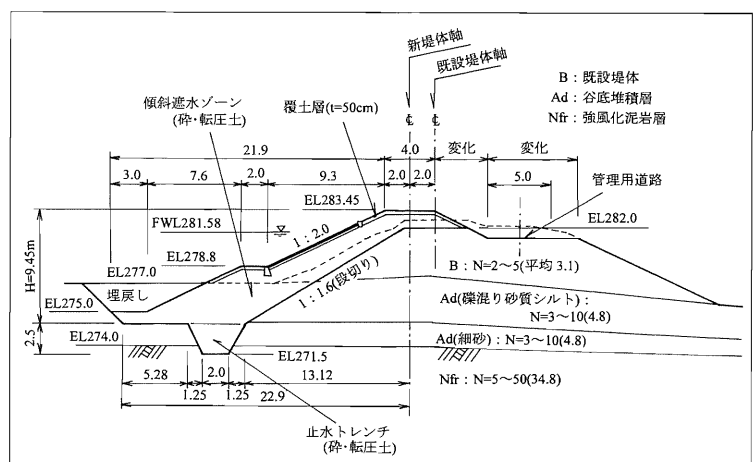
本工法は底泥土のみを固化処理して築堤土とすることを基本としているが、この池の底泥土が約 10,000 m³ で全築堤土量の約 32,000 m³ に不足したので、これに掘削土を加えて混合泥土として利用した。底泥土と掘削土の混合割合は均一型堤体として必要な遮水性基準値、 $k_{Lab} \leq 1 \times 10^{-5}$ cm/s（室内試験）を満足するように決めた。また、 $(q_u)_{CC}$ は堤高が小さく、勾配も緩いのでトラフィカビリティ確保に必要な強度 $(q_u)_{CCTrafficability}$ とした。

(2) 虎吉沢池の漏水対策工事

虎吉沢池は山形県西置賜郡飯豊町にあり、老朽化により堤体法尻や底樋周囲からの漏水、堤体の断面不足や余裕高不足、洪水吐の破損や通水能力不足のため、底樋と洪水吐の全面改築と、漏水防止用の傾斜遮水ゾーンを築造することになった。

この池の改修は止水トレンチの掘削により発生する大量の底泥土の処分地や、所要の強度と遮水性を有する築堤土が入手できなかったことから本工法を採用した。図—5 に改修後の堤体標準横断面を示す。

傾斜遮水ゾーンは、堤体のほぼ中央部において横断方向に V 字形に開削した部分に底樋を改築、さらに洪水吐の改築、止水トレンチを掘削してから、既設堤



図—5 虎吉沢池堤体の改修後の標準断面

体の段切り掘削をしながら一層毎に傾斜遮水ゾーンを築造した。なお、 $(q_u)_{CC}^*$ は施工機械のトラフィカビリティに必要な強度 $(q_u)_{CCTrafficability}$ から決めた。

(3) 皿池の漏水対策工事

皿池は兵庫県神戸市西区にあり、築年代不明で老朽化により堤体からの漏水や、底樋の亀裂・破損により危険な状態にあり早急な改修が必要とされていた。特に、池周辺が地すべり区域にあたり堤体からの漏水が付近の地すべりブロックに悪影響を及ぼしている可能性があったことから、底樋と洪水吐の改築、堤体の漏水防止のための傾斜遮水ゾーンを築造した。

図-6には改修後の堤体の標準横断面を示す。皿池では近くで所要の強度と遮水性を有する築堤土を入手できなかったこと、池内に大量に堆積した底泥土や止水トレンチ掘削により発生する底泥土の土捨て場を確保できなかったことから、これらを築堤土に利用できる本工法を採用した。

傾斜遮水ゾーンは堤体のほぼ中央部を横断方向にV字形に開削した部分に底樋を築造し、止水トレンチの掘削後に、既設堤体を段切り掘削しつつ固化処理した底泥土により一層毎に傾斜遮水ゾーンを築造した。なお、 $(q_u)_{CC}^*$ は施工機械のトラフィカビリティに必要な強度 $(q_u)_{CCTrafficability}$ から決めた。

(4) 北谷池の堤体補強工事

北谷池は三重県松阪市にあり、堤体が老朽化による断面不足と法尻や底樋周囲からの漏水により安定性不足の状態にあったことから、底樋や洪水吐の改築とともに傾斜遮水ゾーンによる堤体の補強と漏水防止をすることになった。

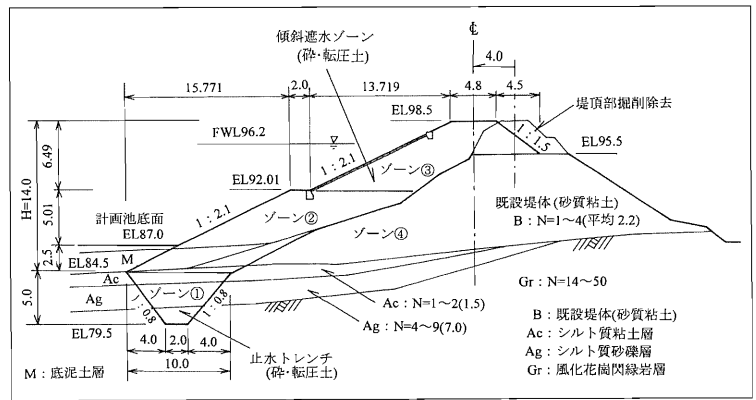


図-7 北谷堤体の改修後の標準断面

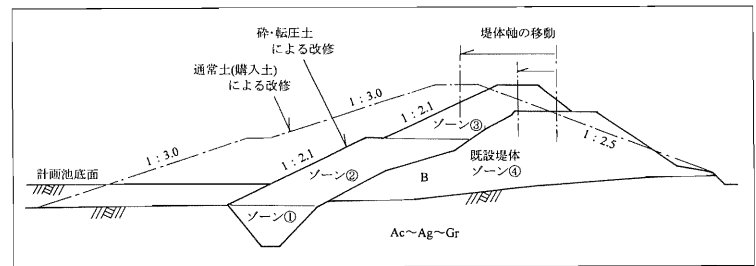


図-8 北谷池における工法採用の効果

改修後の堤体の標準断面を図-7に示すが、堤高は約14mとため池として規模の大きい堤体に属する。しかしながら、入手可能な購入土による改修では、法面勾配を図-8に示すように1:3.0以上に緩くする必要があり、大量の築堤土を必要とするだけでなく、貯水容量の大幅な減少を招くなど現実的な改修が不可能であった。そこで、急勾配堤体でも築堤可能な強度を有する築堤土を人工的に製造できる本工法を採用した。

上流側の堤体の法面は土地改良事業設計指針「ため池整備」⁹⁾で許容される最急勾配である1:2.1とし、この部分の砕・転圧土の $(q_u)_{CC}^*$ はこの勾配でも堤体全体が所定の安全率を満足して安定化できる強度 $c_{Stability}(=(q_u)_{CCStability}/2)$ を安定計算により決定した。

この時の $(q_u)_{CC}^*$ は隣接する既設堤体部の強度よりも高くなるので、これとの間に極端な剛性差が生じないように、傾斜遮水ゾーンの上・下層部の $(q_u)_{CC}^*$ を変えた強度ゾーンングを行った。つまり、地震時変形が小さく剛性差による影響が少ない、かつ堤体安定にとって重要な小段下層部のゾーン②は $(q_u)_{CC}^*=(q_u)_{CCStability}$ の高強度ゾーンとし、地震時変形が大きく剛性差の影響が大きい小段上層のゾーン③はトラフィカビリティに必要な強度 $(q_u)_{CC}^*=(q_u)_{CCTrafficability}$ の低強度ゾーンとした。

また、止水トレンチのゾーン①は軟弱なAc

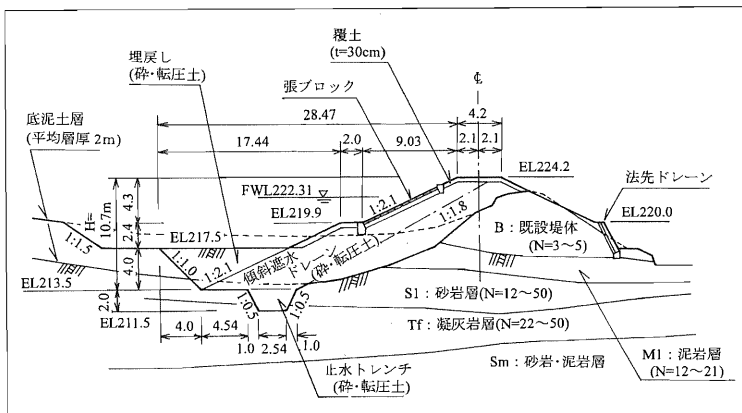


図-6 皿池堤体の改修後の標準断面

層や Ag 層をすべり面が通らないようにできる強度に設定した。なお、この池では、寺家池の事例と同様に、池内に堆積した底泥土のみでは計画盛土量に不足したため、底泥土に池敷等の掘削土を加えて混合泥土として利用した。このときの土砂と底泥土の混合比は堤体に必要とされる遮水性基準値、 $k_{Lab} \leq 1 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$ を満足するように決めた。

4. おわりに

砕・転圧盛土工法は、ため池内の底泥土を築堤土として有効活用して、底泥土の除去処分と堤体改修を同時に可能にした効率的で経済的な老朽ため池改修法であり、固化処理土ではあっても、砕・転圧土として利用することで通常の築堤土に類似したひずみ硬化型の応力-ひずみ曲線をもち、隣接する既設堤体との密着性（なじみ）のよい堤体築造を可能にしたものである。

また、この工法は、北谷池の事例で紹介したように、堤体補強や漏水防止のために新設する堤体を強度ゾーンニングするなどの工夫をすることで隣接する既設堤体との間の極端な剛性差が生じないようにできるので、ため池（堤高 $H < 15 \text{ m}$ ）よりも堤高の大きいフィルダム（ $H \geq 15 \text{ m}$ ）の堤体改修にも適用できるものである。

最後に、本工法は農林水産省官民連携新技術研究開発事業により開発したことを記して、農林水産省農村振興局などの多数の関係者に謝意を表するものである。

J C M A

《参考文献》

- 1) 福島伸二・石黒和男・北島 明・池田康博・酒巻克之・谷 茂：固化処理したため池底泥土の盛土材への適用性の研究，土木学会論文集，No. 666/Ⅲ-53，pp. 99-116，2000.
- 2) 福島伸二・石黒和男・北島 明・谷 茂・池田康博・酒巻克之：固化処理したため池底泥土の堤体盛土材への適用性確認のための現場実証試験，土木学会論文集，No. 680/Ⅲ-55，pp. 269-284，2001.
- 3) 福島伸二・北島 明・谷 茂・石黒和男：固化処理した底泥土を砕・転圧した築堤土の目標強度設定・配合試験法と施工管理法の提案，土木学会論文集，No. 715/Ⅲ-60，pp. 165-178，2002.
- 4) (社)セメント協会編：セメント系固化材による地盤改良マニュアル（第二版），技報堂出版，1994.
- 5) 農林水産省構造改善局建設部設計課：土地改良事業設計指針「ため池整備」，農業土木学会，p. 21，2000.

【筆者紹介】

福島 伸二（ふくしま しんじ）
株式会社フジタ
土木本部
土木技術統括部
主席コンサルタント



谷 茂（たに しげる）
独立行政法人農業工学研究所
造構部
首席研究官



北島 明（きたじま あきら）
株式会社フジタ
技術センター
土木研究部
主任研究員



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

表土の移植復元 —表土マット移植工法—

梁川 俊晃・内田 渉・徳永 正夫

表土移植は、地域の植生相を保全し早期に自然回復させることができる理想的な緑化手段である。これまでも表土をまるごと採取し移植する工法が試みられた事例はあるが、使用する重機や採取する表土が大きすぎて、急斜面での表土採取や切土のり面など勾配が急なのり面に移植することは困難であった。

そこで、起伏の多い自然地形でも自在に表土を採取し、採取した表土をのり面に貼付けることができるよう、表土を効率よく小さなマット状（縦 50 cm×横 50 cm）に採取できる機械を開発し、採取からのり面貼付けに至る一連の作業を、効率的に行うことのできる施工方法を考案した。

キーワード：表土移植、根株移植、移植装置、のり面、緑化、自生種、表土マット

1. はじめに

表土は、植物の生長に必要な有機物やその土地における自生種の根茎、種子を豊富に含んでいるため、早期の自然回復に最も適した植生基盤である。

表土の性状は場所によって様々であるが、一般的に地表面から深さ 10～30 cm 程度の厚さで適度に粘性があり、その中には無数の根茎が複雑に絡み合い緊縛しあっており、切取ると崩れることなくそのままの形状で採取できる場合が多い。表土のこの性質に着目し、乱さず採取して、そのまま皮膚移植のようにのり面に貼付ければ、ある程度の勾配ののり面でも形状を保持し、自生種による早期自然回復が可能になると考えられる。

これまでも表土をまるごと採取し移植する工法が試みられた事例はあるが、使用する重機や採取する表土が大きすぎて、急斜面での表土採取や切土のり面など勾配が急なのり面に移植することは困難であった。

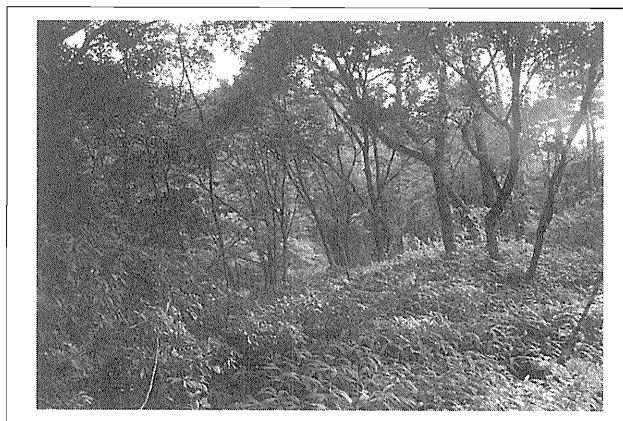
そこで、起伏の多い自然地形でも自在に表土を採取し、採取した表土をのり面に貼付けることができるよう、表土を効率よく小さなマット状（縦 50 cm×横 50 cm）に採取できる移植装置を開発し、採取からのり面貼付けに至る一連の作業について、試験施工を通じて、効率的な施工方法の確立を目指した。

2. 表土の移植復元

（1）開発の背景

生物多様で緑豊かな自然が残された地域において道路建設等の開発を行う場合、工事に伴う伐採作業などで失われた植生を早期に再生し、速やかに動植物生息環境を復元・創出することが必要である（写真一）。

しかしながら、従来の種子吹付け等ののり面緑化技術では、植物の生長に長期間を要するうえ、購入種とりわけ外来種の導入により、植生相の破壊や遺伝子の攪乱などの問題があり、生態系への少なからぬ影響が避けられなかった。



写真一 周辺地域の豊かな森

今回、この工法の開発にあたった現場は、自然公園特別地域内を通過する、第二名神高速道路、信楽 IC

の東側から甲南トンネル西坑口までの延長約1kmの建設区間である。現場では、十数種類の貴重植物を含め多様で豊かな植生相をもつ森と清流を開削し付替える必要があった。

このため、植生相の保全と早期回復が最大の課題となり、外来の購入種を排除し、自生種のみによる植生の回復を実現させるべく、効率的な表土の移植復元工法の開発に着手した。

(2) 表土の性状調査

現場周辺は、林床植生としてミヤコザサを主体としたササ類が繁茂している。工法の検討に先立ち、部分的にチェーンソーを使って表土の切取り試験を行った(写真-2)。その結果、表土の厚さは概ね15cm前後でその下の地山は境界が明瞭であり、切取った表土は根茎の緊縛によりマット状に形状を保持していることから、持ったり動かしたりすることが十分可能であることが確認された。



写真-2 チェーンソーによる表土の切断採取状況

また、このマット状の表土の中にはササ類の根茎の他にヤマツツジ、イヌツゲなど種々の灌木やコナラなどの根株が含まれていた。このことは、移植後これらの根株が伸長し早期に灌木林を形成することで適度に日光を遮り、自然条件の厳しい切土のり面などにおいても、ササ類に適した環境が早期に再現されることが期待できると考えられた。

3. 表土移植装置の開発

(1) コンセプト

従来の表土や根株移植は、ある貴重な樹木の保全やスポット的な景観確保など造園的な目的で行われてい

た。このため枯損リスクの最小化に重点がおかれ、対象となる植物周辺の表土を乱さず一度に大量に採取するために、大掛かりでコストがかかり、しかも、急斜面での表土採取や勾配が急なり面に移植することは不可能であった。

今回は、高速道路の建設により発生する一般的な切土や盛土のり面が対象であり、この約1km区間だけで、対象のり面が約45,000m²もある。したがって起伏の大きな自然斜面から大量の表土を効率よく採取する汎用性が、移植装置に求められた。

(2) 移植装置の設計

前述のコンセプトから以下のような移植装置を考案し試作機の製作を行った。

- ① 起伏のある自然斜面でも縦横に移動できる機動性を確保するため0.25m³級の油圧ショベルをベースマシンとし、汎用性を考慮してアタッチメント方式とした。
- ② 採取、運搬、保管、のり面への貼付けなど一連の作業を通じて崩れず一体として扱えるよう乱さず採取するため、油圧による押抜きせん断方式とした。
- ③ マット状に採取した表土(以下、表土マットと記す)の大きさは、型崩れせず人力で取扱える大きさ(縦50cm×横50cm)とした。

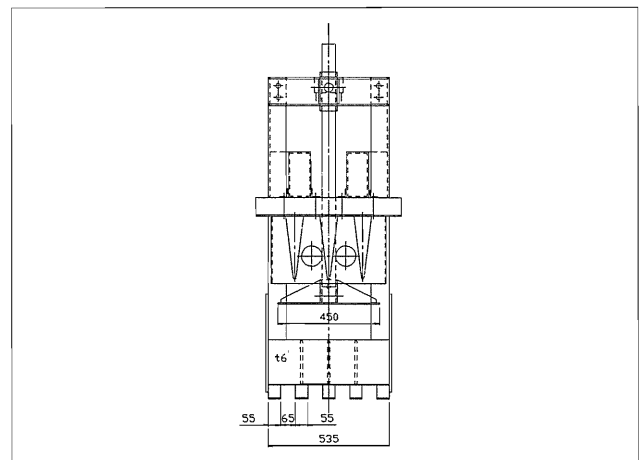


図-1 表土移植装置の概要図

図-1は、製作した試作機の概要図である。

装置は、下刃と棒状の上刃から構成されており、表土の下に下刃を敷入れた後、油圧により上刃を降下させ表土を押抜くような構造となっている。上刃は、根株や石などに当たり破損しやすいため、交換可能な構造とした。

採取する厚さは上刃がスライドすることから表土の

厚さに応じて 10~30 cm 程度の範囲で調整が可能である。

(3) 表土マットの採取 (写真—3, 写真—4)

試作機の試運転を行っていく中で、いくつか改良の必要を生じた。主な改善点を以下に示す。

- ① 採取する斜面の傾斜に応じて、下刃の敷入れ角度を変える際、押抜き用の油圧バルブがアームに接触し、作業範囲を狭めるため、油圧バルブの接続位置を変えて接触しないようにした。
- ② 押抜いたあと、表土マットが上刃から容易に離れないため、上刃に傾斜をつけ、さらに上刃の上に押し出し板を取付けた。これにより、押抜き後上刃がもとの位置に戻るときに、上刃の中の表土マットが押し出し板に当たり、確実に押出されるようになり、作業効率が著しく改善された。

改良後の採取作業は順調で、オペレータもすぐに操作に慣れていった。採取作業能力について調査した結



写真—3 採取機による表土マット採取状況



写真—4 採取した表土マット

表—1 移植装置の採取能力

	斜面勾配		全 体
	1 : 1.5 以上	1 : 1.5 未満	
対象面積 a (m ²)	13,062	6,997	20,059
採取面積 b (m ²)	4,911	461	5,372
採取率 b/a (%)	38	7	27
作業時間 c (h)	704	104	808
採取能力 b/c (m ² /h)	7.0	4.4	6.6

果を表—1 に示す。

当初は、勾配が急で移植装置が直進で登れない 1 : 1.5 未満の斜面までは採取できないであろうと考えていたが、写真—5 のように地山掘削のバックホウとベアを組み、表土採取と斜路の構築を並行して行いながら、ほとんどの斜面で採取作業ができたことは特筆すべきことである。



写真—5 急傾斜地での採取状況

採取できる自然斜面の対象面積に対する、実際に表土マットとして採取できた面積の割合を表した採取率は、平均約 27% であった。状態の良い場所では部分的に 80% 近く採取できたところもあった。採取率が低下する要因としては、著しい急傾斜地の他に、立木伐採時のかく乱、立木の根株、岩や転石の露頭などがある。また、表土の土質が砂状の扇状崖錐地で、採取後すぐ崩れるところも一部にあった。

採取能力は、地形など諸条件に左右されるが、平均的に約 7 m²/h を記録し、コスト面も含めて汎用化にむけた実用性を確認できた。

採取した表土マットを任意に取出し、重量を測定した結果、重量は 30~40 kg 程度、比重にすれば 1 程度であった。これは当初の予定通り作業員の持ち運びや施工等に対しほどよい重さであった。

4. 移植手法の確立

(1) 表土マットの保管、仮置き

現場で表土を採取できる時期は工事着手早々であり、採取してから貼付け対象となるのり面が形成されるまでの間は、切取った表土を一時仮置き保管しておく必要がある。一方、移植という視点で考えると仮置き期間は短い方が望ましく、また夏場の採取や仮置きは極力避ける必要がある。今回の試験施工においては、以下の原則を暫定的に定めて実施した。

- ① 表土は仮置き期間の水分の蒸発を防止するために、採取前に地上に伸びている枝葉の刈取りを行う。また仮置き中も、木陰等の場所を選定するなど乾燥防止に留意する。
- ② 仮置きが必要な表土は、植物の生長が止まる10月～翌年3月の冬期間に採取する。
- ③ 仮置き期間は採取から6ヵ月以内とし、酷暑となる7月～9月は仮置きしない。

仮置きや小運搬を効率的に行うために、溶接金網（鉄線径φ5mm、網目100mm角）を加工して、縦100cm×横100cm×厚さ15cmのパレットを作製した（写真—6）。



写真—6 表土マット用パレット

採取場所で、このパレットに表土マットを4個組入れて小型トラックで集積する。表土を入れたパレットは、8段程度積重ねての保管や、専用吊り金具を用いた積降ろしが可能であり、仮置き場所での保管スペースの集約化や採取～集積、仮置き～貼付けに至る小運搬を効率的に施工することができた（写真—7）。

(2) 切土のり面の施工

施工現場の切土のり面は、風化花崗岩の土砂および

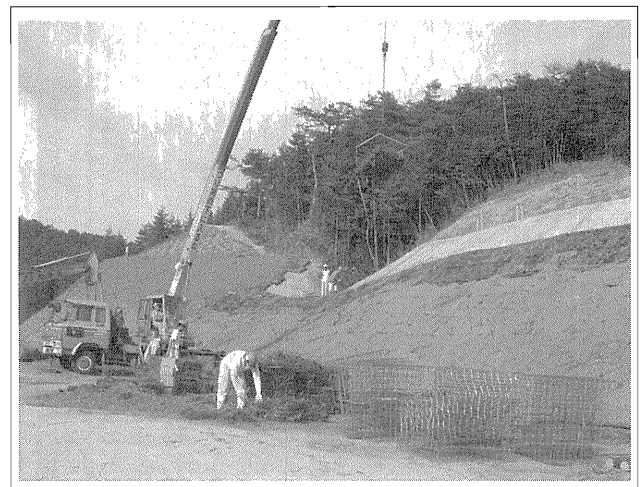


写真—7 表土マットの仮置き（採取後3ヵ月）

軟岩で、のり面勾配は1:1.0である。切土のり面では、前述の専用吊り金具を使用して、表土マットをパレットごとのり面に貼付けアンカーピンで縫い付け固定した。パレットは運搬・保管具であるとともに、急勾配のり面では表土マットの植生が回復し、のり面に根付くまでの間の形状保持と表面崩落防止のためにも必要なものである。

貼付け作業は、移動式クレーンを使用して行い、のり面の下部より順次パレットを据付けていくが、横方向パレット2段毎に伐採材の丸太を設置してパレットの滑落防止と施工中の足場とし、また切土面と表土マット背面の隙間に目土を入れて地山との密着性を向上させた。

写真—8は平成14年3月に採取した表土マットを同年6月に現地切土のり面に貼付けている状況を示している。また写真—9は同じ場所の施工後約2年が経過したのり面の状況である。現在までの経過確認では、生育環境により若干の差はあるが、概ね順調に植生の回復が図られている。



写真—8 表土マット貼付け状況（平成14年6月）

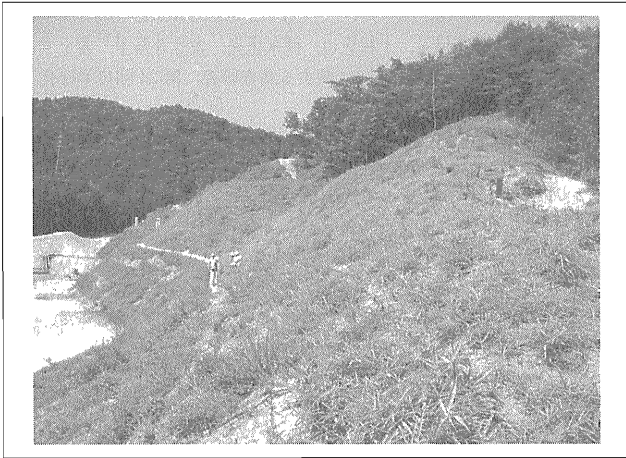


写真-9 施工後約2年経過（平成16年6月）

（3）盛土のり面の施工

盛土のり面など、勾配が1:1.5より緩やかなのり面ではパレットがなくても安定しているため、直接表土マットをのり面に貼付けた。

写真-10は盛土のり面に市松模様（50%）で貼り付けた施工状況であり、写真-11は約2年後の植生の回復状況である。間土部分にもササなどの伸長が確

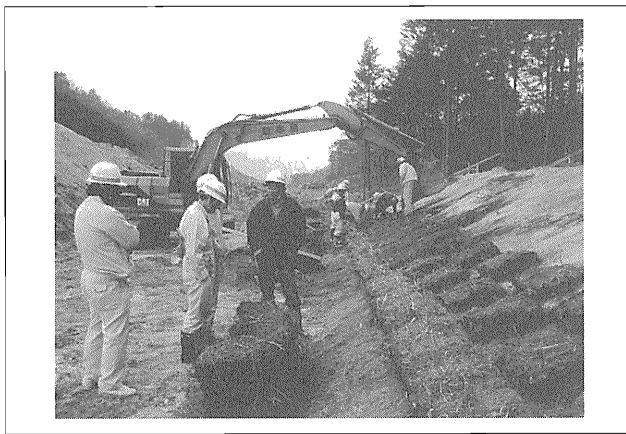


写真-10 盛土のり面の施工状況（平成14年3月）



写真-11 施工後約2年経過（平成16年6月）

認できる。

（4）汎用化に向けた課題と取組み

表土マットは、地形的要因の他、切株や転石などの制約により自ずと採取量に限界があり、すべてののり面を、採取した表土マットでカバーすることはできない。当現場での採取面積は約8,500m²で、可能な限り表土採取を試みたにもかかわらず、切盛土施工のり面面積約45,000m²の2割程度にとどまった。これでは表土マットにより施工できるのり面は特定の場所に限られ、全面的に採用するような汎用化は望めない。

このため、表土マットを自生種の核として散在させ、不足箇所には伐採木の枝葉や切株など建設発生木材を再資源化した基盤材やチップマルチング材で補う手法を試みている。写真-12は、切土のり面におけるその一例である。この基盤材には購入種子を入れていない。まずは混合した表土に含まれる根茎や埋土種子、あるいは飛来種子からの植生と、散在させた表土マットからのササ等の伸長、増殖等自生種のみによる植生回復を目指していく。



写真-12 建設発生木材と表土を混合した基盤材の吹付け

5. おわりに

表土マットには、ササだけではなくコバノミツバツツジ、アセビ、ウツギ属、コナラ、アカマツ、ナツハゼ、ソヨゴ、ヒサカキ、モチツツジ、ヤマツツジ、ヤマハゼなど、多様な木本類の根株が豊富に含まれており、これらの木本類も順調に生長している。

また、表土マットの移植地から、事前の生息調査では確認できなかったササユリなどの貴重植物の芽吹きも確認されている（写真-13）。



写真-13 表土マットから芽吹いたササユリ

今後も順調に生育し、むしろ植林地であった建設前よりも、多様で豊かな森が形成されることに期待を込めて、現在、継続的な追跡調査を行っているところである。

最後になるが、本工法の開発にあたり、貴重なアドバイスをいただいた京都大学大学院・柴田昌三先生を始めご協力をいただいた関係諸氏に謝意を表してこの報告を終わる。

J C M A

《参考文献》

- 1) 梁川俊晃, 宮崎雅人, 高戸順一: 表土マット移植工法の開発, EXTEC,

No. 66, pp. 67-70

- 2) 梁川俊晃, 柴田昌三, 上村恵也, 徳永正夫, 衣笠斗基子: 表土マット移植工法を用いた法面緑化に関する調査研究, 第34回日本緑化工学会大会, 2003年9月
- 3) 村尾光弘, 梁川俊晃, 宮崎雅人, 内田渉, 関文夫, 石野和男: 森と水に囲まれた高速道路, 土木学会土木建設技術シンポジウム 2004, 2004年7月

【筆者紹介】

梁川 俊晃 (やながわ としあき)
日本道路公団関西支社
大津工事事務所
工事長



内田 渉 (うちだ わたる)
大成・五洋・フジタ共同企業体
第二名神甲南トンネル上り線工事
作業所長



徳永 正夫 (とくなが まさお)
大成・五洋・フジタ共同企業体
第二名神甲南トンネル上り線工事
副所長



環境対策 特集

鉛散弾分別回収システムとリサイクル

—射撃場の環境保全対策技術—

吉岡由郎・西村良平・大山 将

近年、射撃場場内に蓄積した鉛散弾による土壌・水質汚染が顕在化しており、鉛散弾が混入した鉛含有土壌を適切に回収・撤去することが求められている。鉛散弾分別回収システムは、風力選別と鉛の導電性を利用した磁力選別との併用により、汚染土壌から「鉛散弾」「標的のクレー破片」「薬莖内で散弾を包むコロス」を機械的に分別回収することを可能とし、国内で初めて環境保全対策工事に適用したものである。分別回収した鉛散弾は有価物、土壌はセメント原料としてリサイクルし、クレー、コロスはセメント工場の原料や燃料に使用した。本報文では、本システムの概要と施工実績について報告する。

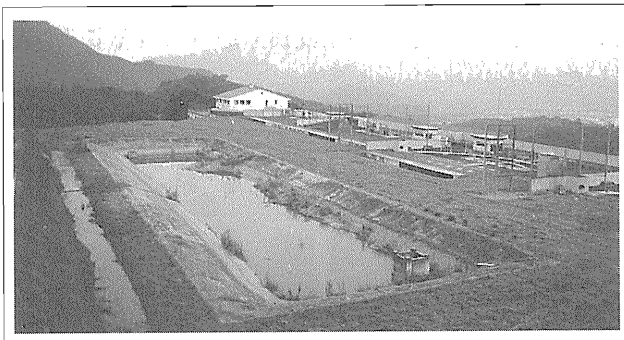
キーワード：環境保全対策，リサイクル，射撃場，鉛散弾，クレー，コロス，磁力選別，風力選別

1. はじめに

全国各地の射撃場では、場内に蓄積した鉛散弾による土壌・水質汚染が顕在化している。また水鳥が小石と間違えて釣りの錘や鉛散弾を飲み込み、中毒死を起こすケースが全国で報告されており¹⁾、過去に環境中に放出された鉛散弾等を適切に回収・撤去することが求められている。

散弾銃より撃ち出された鉛散弾は大気や水にさらされることにより風化作用を受け、金属鉛表面には白色の皮膜が形成される。この皮膜は炭酸鉛 (PbCO_3) や炭酸水酸化鉛 ($2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$; 鉛白) からなり、やがて鉛散弾から剥離して微粉末となる。これらの風化作用の過程で、鉛散弾から鉛成分 (懸濁性鉛および溶解性鉛) が水中に遊離し、また土壌中に蓄積すると考えられている²⁾。

埼玉県長瀨総合射撃場 (写真—1) は 1994 年 6 月の



写真—1 施工前の埼玉県長瀨総合射撃場

開場以来、約 8 万人が利用していた。2001 年 11 月～2002 年 3 月に実施された環境保全対策調査で鉛汚染の分布が確認され、水質では国の定めた環境基準 (0.01 mg/L) の最大 16 倍、土壌では最大 280 倍の鉛溶出が明らかとなった。

株式会社鴻池組 (以下、当社) は風力選別と鉛の導電性を利用した磁力選別との併用により、汚染土壌から「鉛散弾」「標的のクレー破片」「薬莖内で散弾を包むコロス」を機械的に分別回収するシステムを開発し、国内で初めて埼玉県長瀨総合射撃場の環境保全対策工事に適用した。本報文では、鉛散弾分別回収システムの概要と施工実績について報告する。

2. 鉛散弾分別回収システムの構築

(1) システムの設計条件

設計条件として次の 2 項目を設定した。

- ① 鉛散弾は再生鉛として再資源化する
精錬施設受入れ基準は鉛含有率 90% 以上とする。
- ② 鉛含有土壌はセメント材料としてリサイクルする
セメント工場受入れ基準は鉛含有濃度 4,000 mg/kg (0.4%) 以下とする。

(2) 室内トリータビリティ試験 (基本システム構築)

長瀨総合射撃場において採取した 4 種類の鉛散弾混入土壌を用いて室内トリータビリティ試験を実施した。

(a) 原土壌の調査

表一1に試料土壌の鉛含有量、鉛溶出量および土質試験結果を示す。

表一1 鉛含有量・溶出量および土質試験結果

	試料 A	試料 B	試料 C	試料 D	
鉛散弾混入率 (%)	1.7	15.9	20.3	18.1	
鉛散弾混入土壌の鉛含有量 (mg/kg) ^{*)}	18,000	164,800	206,300	183,600	
鉛散弾除去後土壌	鉛含有量 (mg/kg)	1,000	5,800	3,300	2,600
	鉛溶出量 (mg/L)	0.47	2.67	0.60	0.18
	pH	6.4	5.2	6.4	5.2
	含水比 (%)	24.9	16.1	11.1	35.9
	強熱減量 (%)	8.5	11.8	8.8	18.4
	土粒子密度 (g/cm ³)	2.670	2.634	2.713	2.692
	粒度区分				
	礫分 (%)	37.9	29.3	46.3	30.6
	砂分 (%)	29.8	34.3	30.8	23.8
	シルト以下 (%)	32.3	36.4	22.9	45.6
土質分類	細粒分質砂質礫 (GFS)	細粒分質礫質砂 (SFG)	細粒分質砂質礫 (GFS)	細粒分質砂質礫 (GFS)	

*) 鉛散弾の鉛含有率を100%として鉛散弾混入率から算出

鉛散弾除去後土壌の溶出試験は平成3年環境庁告示第46号に、また、含有量試験は「底質調査方法」に従って実施した。鉛含有量は全ての土壌で含有量参考値(環境庁, 1999年)の600 mg/kgを超過していた。鉛溶出量は全ての土壌で土壌環境基準0.01 mg/Lを大幅に超過しており、試料Dを除いて埋立て処分基準である0.3 mg/Lを超過していた。

粒度試験の結果、試料土は礫質土および砂質土に分類されるが、シルト以下の細粒分が23~46%程度と比較的多かった。鉛散弾混入率は試料Aが1.7%と低かったが、試料B~Dは16~20%程度と多量に混入していた。目視による観察では、草の根に付着した土塊の内部にもかなり多くの散弾が混入していた。

(b) 乾式および湿式分別による土壌処理方法の検討
鉛散弾分別および汚染土壌の浄化について、まず湿式分級・洗浄による処理を検討した。試料土壌はシルト以下の細粒分が23~46%と多いこと、鉛散弾除去後の粒度区分別の鉛溶出量(表一2)は、ほとんどの粒度区分で埋立て処分基準(0.3 mg/L)を超過していることから、鉛散弾は回収できるが汚染土壌の減容化効果は期待できないと考えられた。

表一2 鉛散弾分別後および高圧洗浄後の鉛溶出量

		単位: mg/L			
	粒度区分	試料 A	試料 B	試料 C	試料 D
乾式分別	26.5 mm 以上	0.37	1.29	0.26	0.13
	26.5~2.8 mm	0.37	0.89	0.66	0.21
	2.8~1.4 mm	0.27	1.61	1.04	0.39
高圧洗浄	2 mm 以上	0.18	0.46	0.24	0.14

また、汚染土壌の浄化を検討するために、洗浄効果が大きいと考えられる2 mm以上の礫分に対して高圧水洗浄実験を実施した。その結果、多少の洗浄効果は見られたが、洗浄後の鉛溶出量が土壌環境基準(0.01 mg/L)の10倍以上を依然として示しており、土壌環境基準を満足する土壌を回収することはできなかった。

以上の結果より、鉛散弾の分別は乾式で行い、鉛散弾分別後の粒度の大きい土壌についても洗浄せず、セメント原料として全量をセメント工場へ場外搬出することが最も効果的な処理方法であると判断した。

(c) 鉛散弾分別方法の検討

原土壌調査結果から、草の根に付着した土塊の内部にもかなり多くの散弾が混入しており、乾式による分別で鉛散弾を回収するためには土塊を適切に解砕すること、土壌をある程度乾燥させることが重要であると考えられた。

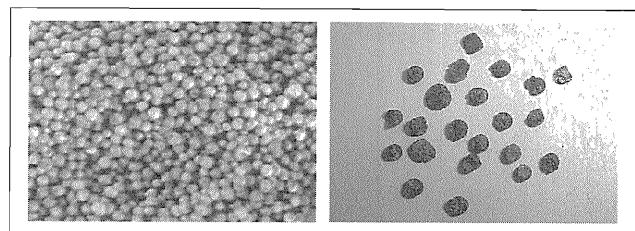
土壌を一昼夜風乾し、団粒化した土壌を丁寧にほぐしながら26.5 mm, 2.8 mm および1.4 mmのふるいで分級した後に、風力により鉛散弾と土壌に分別した。ふるい目は鉛散弾径2.7~1.7 mmから選定した。

粒度区分別の鉛混入率(表一3)から、2.8~1.4 mmの土壌に鉛散弾のほとんどが含まれること、それ以外の土壌への混入率は0.0~0.4%であることを確認した。

表一3 粒度区分別の鉛散弾混入率 単位: %

粒度区分	試料 A	試料 B	試料 C	試料 D
全体	1.7	15.9	20.3	18.1
26.5 mm 以上	0.4	0.0	0.0	0.1
26.5~2.8 mm	0.3	0.2	0.1	0.4
2.8~1.4 mm	10.9	38.5	49.4	70.8
1.4 mm 以下	0.0	0.0	0.0	0.0

また乾燥・解砕後の土壌では風力により鉛散弾を分別・回収することが可能であるが、扁平形状や破片などの変形弾(写真一2)は選別しにくいことが判明した。このため非鉄金属選別機(磁力選別機)による選別試験を行い、変形弾が精度良く選別できることを確認した。

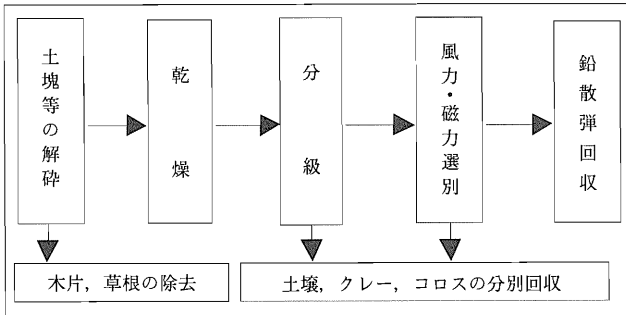


写真一2 分別回収した鉛散弾(左)と変形弾(右)

(d) 基本システムの構築

室内トリータビリティ試験の結果、鉛散弾混入土壌は適切に乾燥、解砕して分級および風力、磁力で選別することで、鉛散弾を分別回収することが可能であることを確認した。

この結果に基づき図一に示す鉛散弾分別回収の基本システムを構築した。



図一 鉛散弾分別回収システムの基本フロー

(3) 実証試験（実規模システムの構築）

(a) 使用試料および各設備概要

室内トリータビリティ試験を基に構築したシステムの性能を確認するため、長瀨総合射撃場で再度採取した土壌（表一）を用いて実証試験を行った。

表一 実証試験使用試料

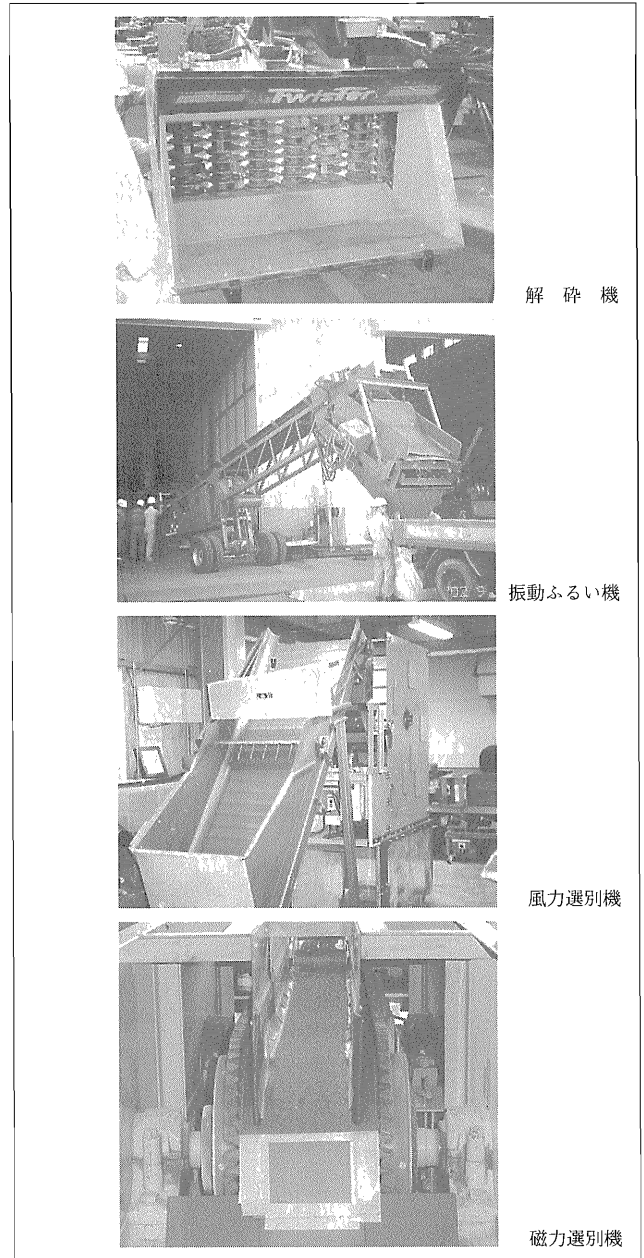
	試料 E	試料 F	試料 G	試料 H
混入物	コロス、木、根：少	クレー、コロス、木、根：多	木、根：多	クレー、コロスが主体
含水比 (%)				
乾燥前	21.0	11.0	20.1	9.0
乾燥後	14.4	8.1	13.6	2.9

試験に使用した設備の仕様を表一に、外観を写真一に示す。

また、風力選別機と磁力選別機の原理を表二に示す。

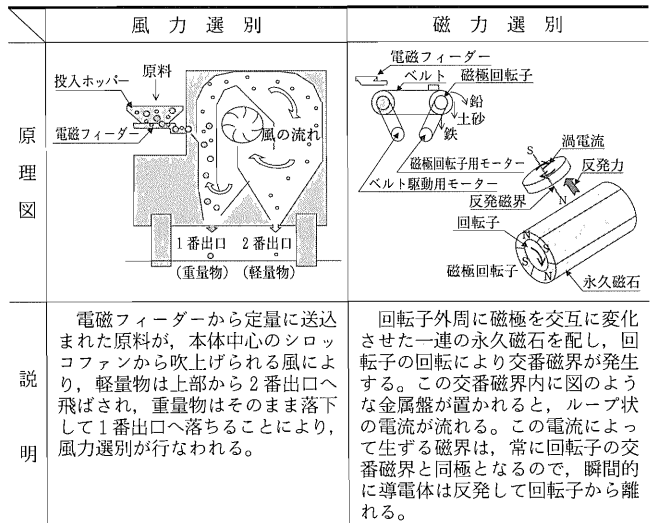
表二 実証試験設備仕様

解砕機	アタッチメント型、メッシュ：60 mm
乾燥機	送風機
振動ふるい機	ふるい目：1次 15 mm 2次 3 mm 3次 1 mm
風力選別機	密閉循環式 フィーダ幅：750 mm
磁力選別機	フィーダ幅：150 mm ベルト表面最大磁束密度：約 3,900 Gauss



写真一 実証試験使用設備

表二 風力選別と磁力選別の原理説明



(b) 実証試験結果

分別の結果(表一7), 回収した鉛散弾側の鉛含有率91.8%以上となり, 精錬所の受入れ下限値90%を満足した。

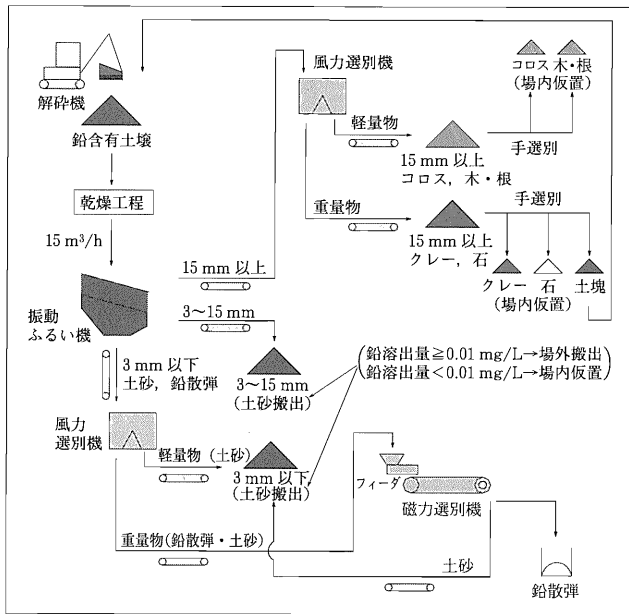
また, 鉛散弾を除去した土壌側での鉛散弾混入率0.18%以下となり, セメント会社受入れ上限値0.4%および鉛散弾除去後の土壌に含まれる鉛含有量とから設定した処理管理値0.2%未満を満足した。

表一7 分別後の鉛含有率および鉛散弾混入率 単位: %

	試料E	試料F	試料G	試料H	管理値
鉛側	93.1	91.8	96.2	96.9	≥90.0
土壌側	0.02	0.06	0.08	0.18	<0.2

(c) 実規模システムの構築

実証試験結果を基に構築したシステムを図一2に示す。



図一2 鉛散弾分別回収システムフロー図

3. 環境保全対策工事への適用

平成14年11月から飛散防止と雨対策用の建屋, 分別回収プラント(写真一4)を設置し, 11月下旬から鉛散弾分別作業を開始した。

工事概要を表一8に示す。なお, 工期は平成14年9月~平成15年5月であった。



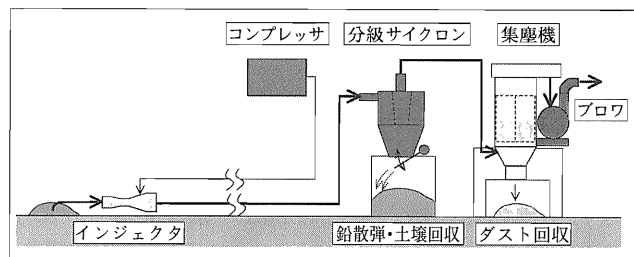
写真一4 プラント建屋およびプラント全景

表一8 工事概要

工事名称	長瀬総合射撃場環境保全対策工事	
工事場所	埼玉県秩父郡長瀬町大字野上下郷地内	
発注	埼玉県環境防災部みどり自然課	
工事内容	土壌等収集・運搬工	8,426 m³
	土壌等分別工	8,426 m³
	クレー、コロス集積工	1,046 m³
	土壌運搬・処理工	3,456 m³
	鉛運搬	417 t

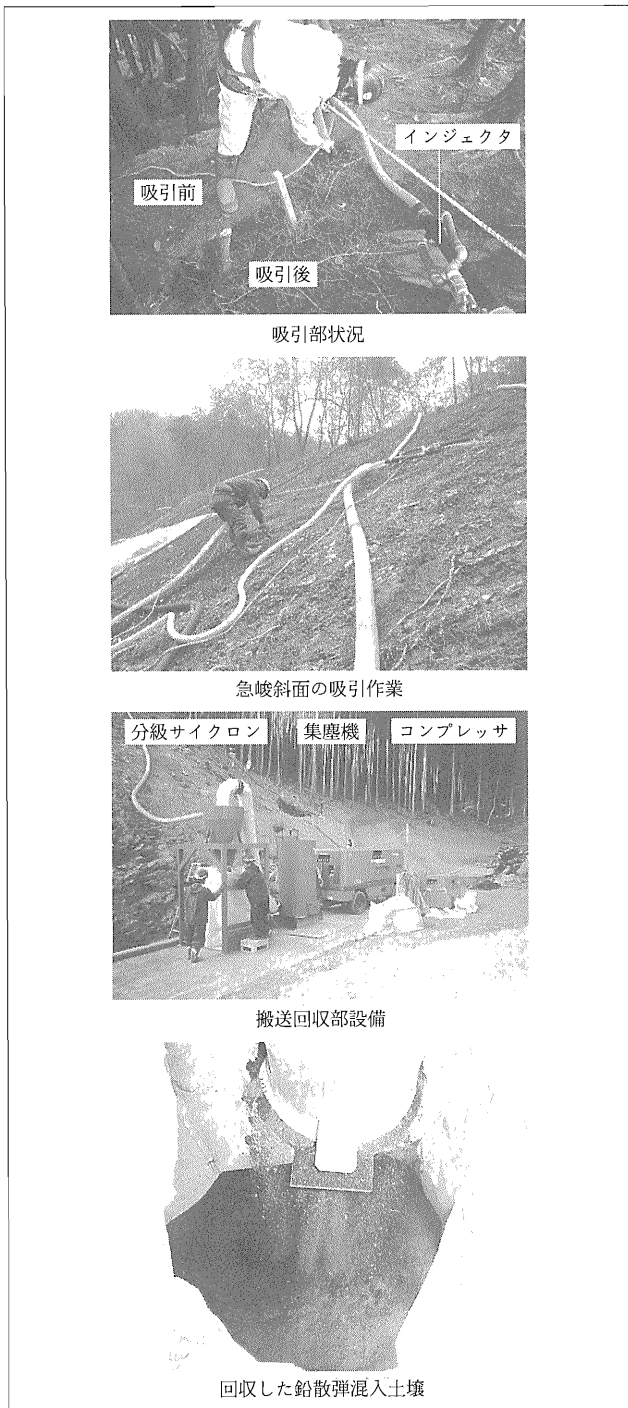
(1) 表層土壌除去

鉛散弾が混入した表層土壌は手作業で収集後, バックホウでクローラキャリヤに積込み, 分別ヤードまで運搬した。しかしながら, 射撃場内の急峻な場所や竹や木の根が繁茂する場所, 金網養生されている傾斜地などでは人手による除去が困難となるため, 高圧空気により吸引搬送する設備を導入した(図一3, 写真一5)。



図一3 鉛散弾混入土壌吸引搬送フロー図

表層土壌はインジェクタの吸引力(-40~-50 kPa)により吸引され, 搬送ホース内をコンプレッサの圧縮空気によって空気搬送される。分級サイクロンで鉛散弾混入土壌を回収し, 後段の集塵機でダストを除去する。本設備により鉛散弾混入表層土壌の除去対象面積約69,000 m²のうち, 人手により除去できない約15,500 m²を吸引搬送した。



写真一五 土壌吸引搬送設備

(2) 土壌乾燥

工期中の12月から3月の平均の日最高平均気温は8.4℃、日最低平均温度は-2.6℃、平均相対湿度は69%、年末年始を除いた降雨は5日間、降雪は6日間であった。この気象条件により、プラント建屋内にキルンタイプの土壌乾燥機(約25万kcal)を設置して土塊解砕後の土壌の乾燥に対処した。土壌の含水比が高い場合、風力・磁力選別機内部等への土壌細粒分付着により分別精度の低下を招くため、含水比の管理を適切に行う必要があった。図-4に土壌の含水比と分

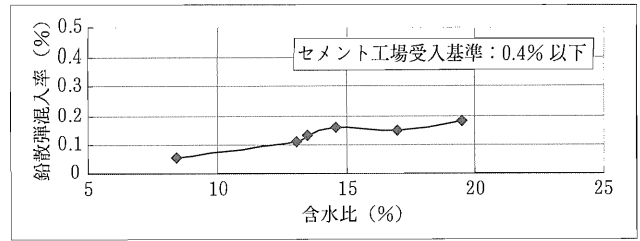


図-4 含水比と鉛散弾混入率

別後土壌の鉛散弾混入率の関係を示す。

(3) 品質管理と分別精度

現場で実施した品質管理項目の一例を表-9に示す。写真-6に収集された土壌と分別後の鉛散弾、クレー、コスを示す。分別後の土壌側の鉛散弾混入率は平均0.2%以下となり(表-10)、分別後土壌は全てセメント工場でリサイクルされた。また鉛側では鉛含有率95%以上を確保でき、分別鉛散弾は全て精錬所で再生された。クレー、コロスもセメント工場で原料や燃料として使用された。

なお、木片や草根については場内に残置した。

表-9 品質管理項目(一例)

測定項目	頻度	対応
鉛溶出量	1回/50t	環境基準以下は場内残置
鉛含有量	1回/100t	—
鉛散弾混入率	1回/25t	0.2%以上は再分別

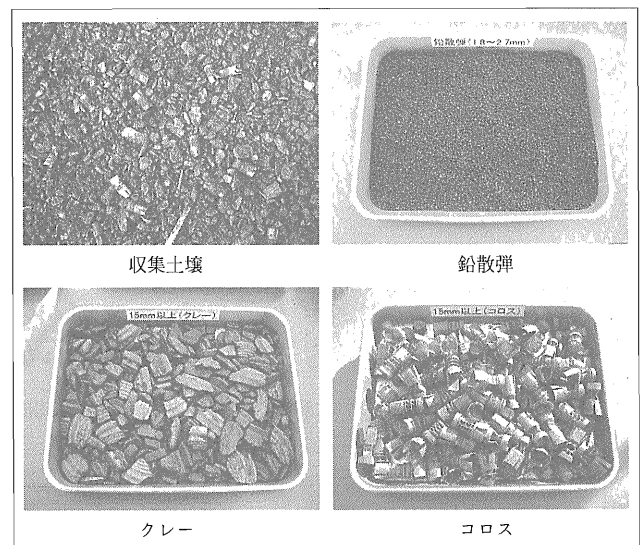


写真-6 収集土壌と分別物

表-10 鉛散弾混入率(分別後)

	平均	最大
土砂主体の鉛含有土壌	0.13%	0.33%
クレー、コロス主体の鉛含有土壌	0.02%	0.15%

(4) 作業環境

鉛散弾の分別回収作業時のプラント建屋内における作業環境を測定した結果を表-11に示す。

表-11 作業環境測定結果

	測定値 (第1評価値)	管理濃度
浮遊粉塵濃度	1.31	2.9
鉛及び化合物濃度	0.03	0.1

粉塵対策として設置した集塵機 (300 m³/min) および密閉循環式の風力選別機の効果により第1管理区分と総合評価され、作業環境管理が適切であることが確認された。

(5) 適用の成果

分別後の鉛散弾、鉛含有土壌、クレー、コロスは処理先の受入れ基準を満足する分別精度で全てリサイクルできた。この結果より、乾式による土壌の3mm以下の分級技術と非鉄金属である小径鉛散弾の分別技術を確立することができた。

4. おわりに

再資源化およびリサイクルできる商品を現場で製造するという観点で鉛散弾分別回収システムを構築し、適用工事では処理先の受入基準を満足するように鉛散弾、クレー、コロス、鉛含有土壌等の分別精度向上に努めた。

このような分別技術は廃棄物の分別、回収にも有効

であり、今後は不法投棄廃棄物の原状回復や最終処分場の延命化等に適用範囲を拡大し、近年顕在化している環境保全対策事業に役立てられればと考えている。

最後に、当システムの施工にあたり、ご協力頂いた埼玉県環境防災部の皆様に深く感謝の意を表します。

JCMIA

《参考文献》

- 1) 神和夫：日本におけるガンガモ類及びワシ類の鉛汚染の実態解明に関する研究，第11回環境化学討論会講演要旨集，pp.6-7 (2002)
- 2) Chen, M., Daroub, S., Ma, L., Harris, W.G. and Cao, X.: Characterization of Lead in Soils of a Rifle/Pistol Shooting Range in Central Florida, *Soil & Sediment Contamination*, Vol. 11, No. 1, pp.1-17 (2002)

【筆者紹介】

吉岡 由郎 (よしおか よしろう)

株式会社鴻池組
大阪本店
土木技術部
機電グループ
部長



西村 良平 (にしむら りょうへい)

株式会社鴻池組
土木本部
技術統括部
課長



大山 将 (おおやま しょう)

株式会社鴻池組
技術研究所
土木・環境技術研究部門
研究員



建設機械用語集

- 建設機械関係業務者一人一冊必携の辞典。
- 建設機械関係基本用語約2000語(和・英)を収録。
- 建設機械の設計・製造・運転・整備・工事・営業等業務担当者用辞書として好適。

B5判 200頁 定価2,100円(消費税込)：送料600円
会員1,890円(消費税込)：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

環境対策 特集

コンクリートカッター工事における環境対策への取り組み

大西 潔

コンクリート切断といっても土木建設業の中で用途に応じて色々な機械がある。一般的に道路の掘削のためのカッターマシン、解体などに使われるワイヤソー、ウォールソー、構造物に穴を開けるコアマシン、道路、空港等で表面排水スリップ止め等に使うグルーピング等がある。全てとっていいほど冷却水を使用するため、泥水が出る。ここ数年前から機械の発達とダイマーカーの努力があってドライ仕様（水を使わない）が一部ではあるが出てきた。どちらにしても産業廃棄物には変わりはない。そこで発生する泥水処理の現状と課題対策について報告する。

キーワード：産業廃棄物、汚泥、廃アルカリ、中間処理、マニフェスト

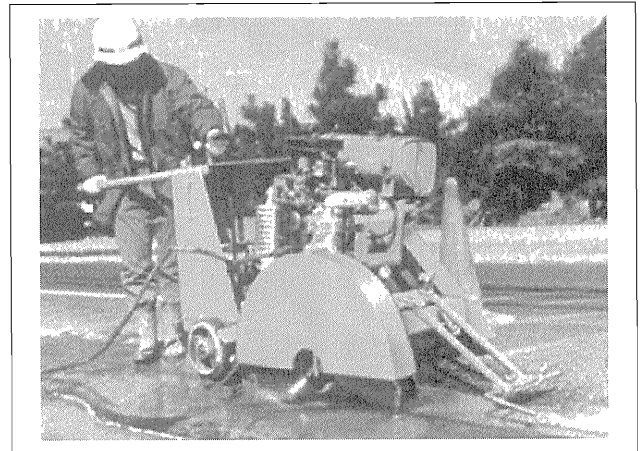
1. はじめに

カッター機械の歴史は、高度成長期のカッター工事普及に伴い、高馬力化、低騒音化が進み現在に至る。東京オリンピック前後は海外からの輸入機械が主流で、工事の施工要求に対して低すぎる能力の小型機械か、使用場所が限られるような超大型機械しか無かった。

日本の実情に合わせて小回りが効く、切断能力が高い機械が必要になった（写真—1）。この要求に沿って搭載エンジンも EY 21（排気量 618 cc, 最大出力 15 ps）、EY 80（排気量 749 cc, 最大出力 19 ps）と少しずつ大きくなってきた。

時代とともに道路の舗装も厚くなり、より高馬力の機械が必要になったが、カッター機械に搭載できる日本製の空冷エンジンでは EY 80 以上のものは無く、より高能力の機械には水冷エンジンを搭載するように

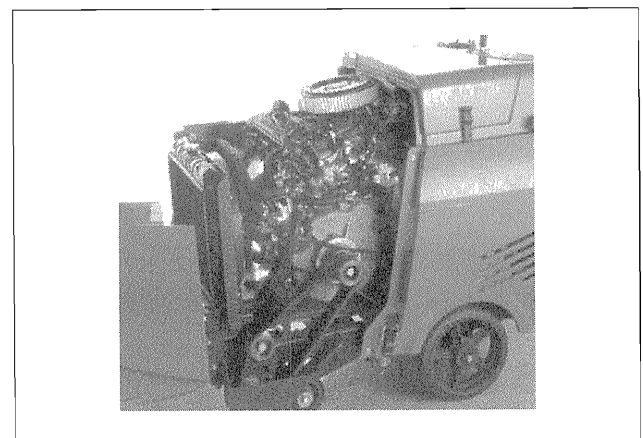
なった。比較的浅い切削を目的とした空冷エンジンを搭載した機械と（写真—2）、深切りを目的とした高馬力の水冷エンジンを搭載した機械とに大別された。前者を代表するエンジンとして EY 80、後者を代表する



写真—2 空冷エンジン EY 80/19 馬力



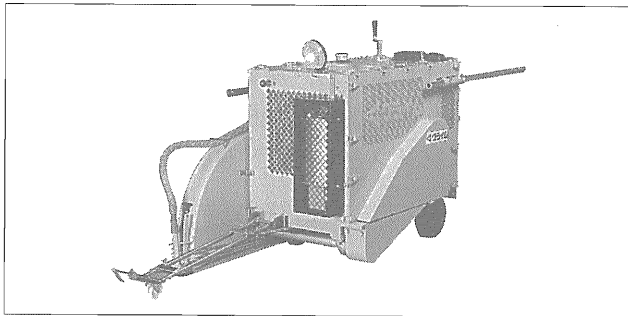
写真—1 昔の機械写真



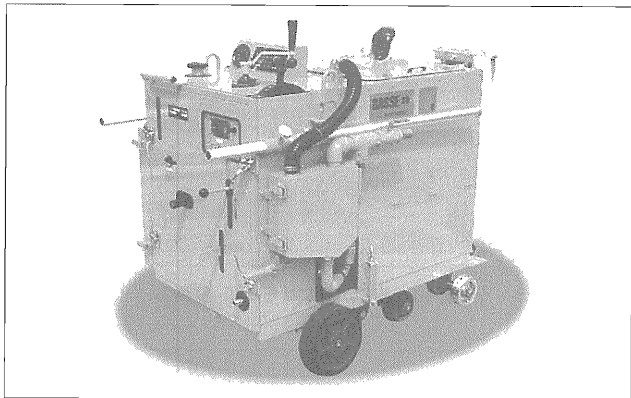
写真—3 水冷エンジン CG 13/40 馬力

エンジンとしてEW 140（後にEW 180）が長く使われてきたが、どちらも平成11年をもってメーカーである富士重工業が生産を中止した。現在はGX 670（空冷24馬力、本田技研）、CG 13（水冷40馬力、日産自動車）が一般的に使われている（写真—3）。

昭和43年騒音規制法制定以来、各メーカーが機械の低騒音化に取り組んだ。その後、昭和58年「機械積算要領」「低騒音型・低振動型建設機械指定要領」が制定された。コンクリートカッターは当初指定対象の機械ではなかったが、住居近接地での稼働が多いため対象機械となった。その頃から騒音対策、ならびにブレードカバーがオープンになっていたのが苦情等のため、吸引装備付きカッターが登場してきた（写真—4、写真—5）。現在は平成9年10月に全面改定された国土交通省規定「低騒音型、低振動型建設機械の指定」に準拠した機械が主流である。



写真—4 低騒音カッター最新型（例1）



写真—5 低騒音カッター最新型（例2）

2. カッター工法概要

現在、施工されている代表的なカッターの工法について以下に示す。

（1）道路切断

道路における上下水道管、ガス管の埋設工事や路面補修工事等では、道路の損傷を防止するために開削部

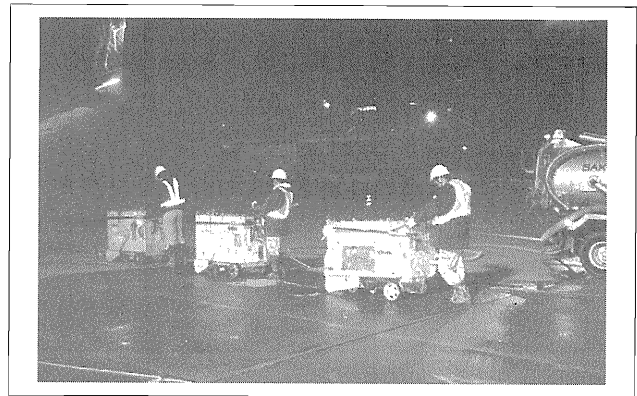


写真—6 コンクリート舗装（切断作業）

と周囲との縁切り切断が必要になり、ダイヤモンド・ブレードによる切断が行われている（写真—6）。

（2）目地切り

コンクリート舗装の場合は乾燥収縮に伴う不規則なひび割れを防ぐために、目地と呼ばれる幅6~10mm、深さ全厚の1/3~1/4程度の溝が入られる。従来この溝は舗装工事前に木板を挿んで舗装し、舗装後に木板を除去する方法が採られていたが、この場合には、コンクリート面に段差が出来て走行中の自動車に振動を与えたり、工事の能率が悪いため、全面舗装後にダイヤモンド・ブレードで溝切りが行われるようになった（写真—7）。



写真—7 空港のエプロン目地切り作業

（3）グルーピング

高速道路においてハイドロブレイン現象によるスリップ事故が問題となっている。これは濡れた道路を自動車が高速で走っている場合、タイヤと道路面の上に水層が生じることで、その結果運転者は車のコントロールを失うことになる。同様のことで空港でも生じる。しかも航空機の離発着の場合はスピードが非常に速いためその危険性はより大きくなる。

この問題は道路面、滑走路面に小溝を多数切込むことにより解決できる。水は溝の底部に流れて行き表面の凸部が常にタイヤに密着してようになるからである。この溝切り作業はグルーピングマシンと呼ばれる機械で行う。通常は直径10～12インチのダイヤモンド・ブレード複数枚を同時に使い、刃幅と間隔を適時組替えて現場に適した溝を入れる（写真-8）。

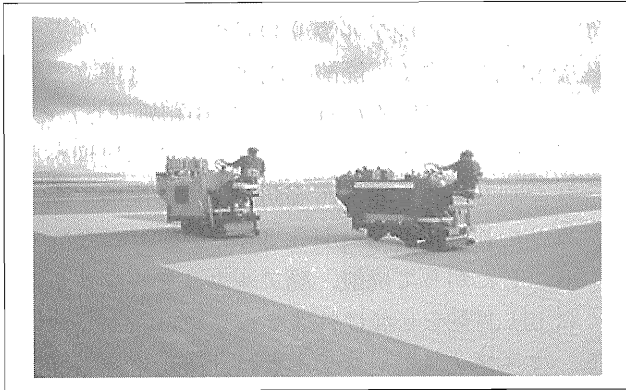


写真-8 空港滑走路の乾式グルーピング

(4) ウォールソーイング

コンクリート構造物の壁などにレールを定着させ、そのレールに軽量化した特殊駆動部の主軸にダイヤモンド・ブレードを取付け、レールの上を滑らせて切断する。主にリニューアル工事・解体工事などに多く使われる（写真-9）。

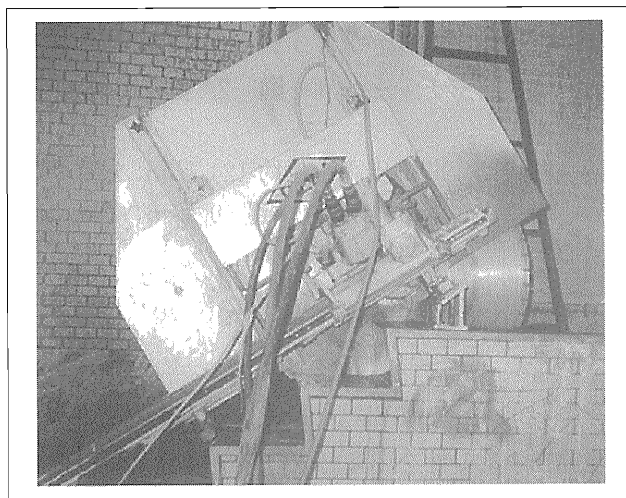


写真-9 ウォールソーイング

(5) ダイヤモンド・ワイヤソー

大型の鉄筋コンクリート構造物の切断・解体（橋梁、護岸、水中構造物など）に威力を発揮する。切断対象物にダイヤモンド・ワイヤソーを環状に巻付け高速移動させて切断する（写真-10）。

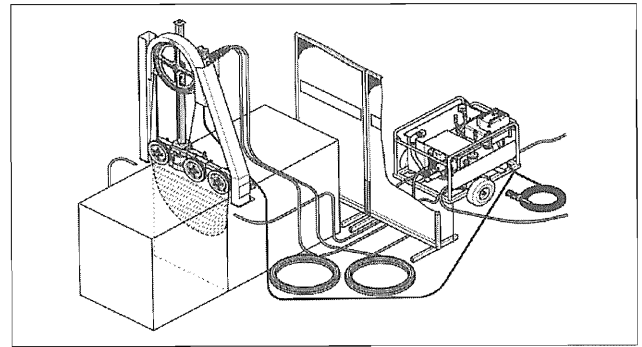


写真-10 ワイヤソーイング

3. 泥水問題の現状

近年、環境問題に対して世論は敏感である。今後さらに建設工事の現場においても、環境問題は避けては通れない問題である。現代の国民生活に欠かせない上下水道、ガス、電気等のライフラインに加え、情報通信網の整備等は、地下埋設によって供給されている。

これらの工事は、工事初期段階でコンクリートカッターによる切断工事がある。また老朽化によるビルの解体、橋の撤去等にもダイヤモンド工具による切断工事がある。切断工事の施工技術は確実に進歩を遂げている。各種材質へのブレードの開発、騒音問題の解決、新工法による施工など、技術の実用化により、着実に問題点の解決に取り組んできた。

また、切断時に発生する泥水（ノロ）処理の問題も課題の一つである。これまでカッター機本体に吸引装置を装備するなどの解決策に取り組んできたが、根本的な解決策を見つけるまでには至っていない。従来の切

表-1 全国各地カッター汚水の検査報告表

カッター汚水採取場所	地域	汚水種類	pH	計量方法
福島県いわき市明治	東北	コンクリート	11.6	環水管第127号
神奈川県三浦市間口港	関東	コンクリート	12.2	環境庁告示第64号
山梨県韭崎市	関東	コンクリート	11.9	環境庁告示第64号
新潟県東蒲原郡三川村	北陸	コンクリート	12.2	環境庁告示第64号
山口県周南市銀座通り	中国	コンクリート	12.6	環水管第127号
島根県松江市富士見町	中国	コンクリート	11.9	環水管第127号
和歌山県和歌山市砂山	近畿	コンクリート	11.6	環水管第127号
徳島県海部郡穴倉町	四国	コンクリート	12.4	環水管第127号
宮崎県宮崎市	九州	コンクリート	11.8	環水管第127号
島根県松江市R9	四国	アスコン	11.3	環水管第127号
宮崎県宮崎市	九州	アスファルト	8.6	環水管第127号
福島県いわき市四倉	東北	アスファルト	8.8	環水管第127号
神奈川県三浦市岩堂山	関東	アスファルト	12.2	環境庁告示第64号
山梨県甲西バイパス	関東	アスファルト	12.2	環境庁告示第64号
新潟県岩船郡朝日村	北陸	アスファルト	8.3	環境庁告示第64号
新潟県中蒲原郡小須戸	北陸	アスファルト	11.4	環境庁告示第64号
山口県川上村R262	中国	アスファルト	9.6	環水管第127号
和歌山県和歌山市築港	近畿	アスファルト	10.5	環水管第127号
山口県徳山市晴海	中国	アスファルト	9.5	環水管第127号
島根県松江市西津田	中国	アスファルト	9.1	環水管第127号
香川県高松市福岡町	四国	アスファルト	9.5	環水管第127号

断時に発生する泥水は、施工後そのまま放置するか、用水路・雨水溝・下水等に流しており、環境問題となっている。カッターの泥水は廃アルカリである。

現在、専門カッター工事車両推定3,400台における年間排出汚水量は約124万 m^3 、東京ドーム1個分である。調査漏れプラス、ワイヤソー、コア等の排出量をプラスするとこの数値の倍以上の数量になると思う。

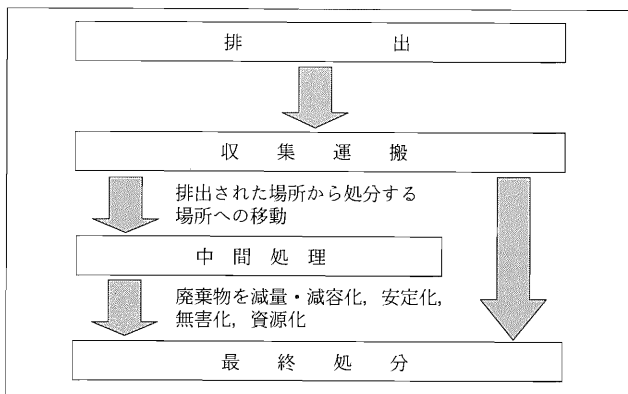
4. 産業廃棄物概要

(1) 廃棄物処理法について

産業廃棄物処理法第1章第2条4の1では、産業廃棄物とは「事業活動に伴って生じた廃棄物のうち、燃え殻、汚泥、廃油、廃酸、廃アルカリ、廃プラスチック類その他政令で定める廃棄物」、第3条では「事業者は、その事業活動に伴って生じた廃棄物を自らの責任において適正に処理しなければならない」、第16条では「何人も、みだりに廃棄物を捨ててはならない」とあり、不法投棄が禁止されており、違反した場合には5年以下の懲役若しくは1千万円以下の罰金又はこの併料といった厳しい罰則が設けられている。

(2) 産業廃棄物抽出から最終処分まで

① 産業廃棄物処理の流れ(図—1)



廃棄物を適正に貯留し、生活環境の保全上支障のない方法で、自然界の代謝機能を利用し安定化、無害化することです。

図—1 産業廃棄物処理の流れ

② 中間処理とは技術を駆使、廃棄物を減量・減容化、安定化、無害化、資源化することである。最終処分場が著しく不足している現在、重要な役割を担っている。

- ・減量・減容化→焼却・脱水・濃縮・破碎・乾燥・圧縮等
- ・安定化→焼却・熱分解・溶融・コンクリート固化等

- ・安定化→焼却・滅菌等
- ・無害化→分解・中和・抽出等
- ・資源化→リサイクル等

- ③ 汚泥は多量に含まれる水分を除去するため、多くの処理方法がある。脱水処理では除去された水分(ろ液)の処理が重要で、水質汚濁防止法や各地域の条例をクリアしなければならない。よって排水処理施設が必要となる。
- ④ 主に廃酸、廃アルカリの処理方法で中性近くまでpH調整する。廃酸、廃アルカリは埋立て処分が禁止されているため中和剤で中和処理したのち、多くは廃水処理する。したがって廃水処理が重要な役割を持つ。水質汚濁防止法では廃酸、廃アルカリの排水基準がpH5.8~8.6と定められている。したがって廃酸、廃アルカリを廃棄するためにpH調整をしなければならない。
- ⑤ マニフェストシステムとは、排出事業者が産業廃棄物の処理を委託する際に、産業廃棄物の名称、運搬業者名、処分業者名、取扱い上の注意事項等を記載した産業廃棄物管理票(マニフェスト)を産業廃棄物と一緒に流通させることにより、産業廃棄物についての正確な情報を伝達するとともに、委託した産業廃棄物が正確に処理されているかどうかを確認するものである。排出事業者は委託して終わりではなく、最後まで適正に処理されたかどうかをマニフェストにより確認しなければならない。
- ⑥ 現状開発されているコンクリートカッター汚水処理フローチャート例を図—2、図—3、図—4に示す。
例えば年間排出汚水量約124万 m^3 を脱水処理することにより約25%の量30万 m^3 に減容される。

5. 泥水処理の考え

コンクリートカッター、泥水は、産業廃棄物である。環境問題の重要性を認識し、自然環境の保全と環境改善に積極的に取り組むものとする。そこで図—5は、カッター泥水処理の現状における考え方である(法規制を考慮した業者間の関係)。

6. おわりに

発注者、元請業者、専門カッター工事業者共に環境問題の重要性を認識し、関連する環境法令を遵守する

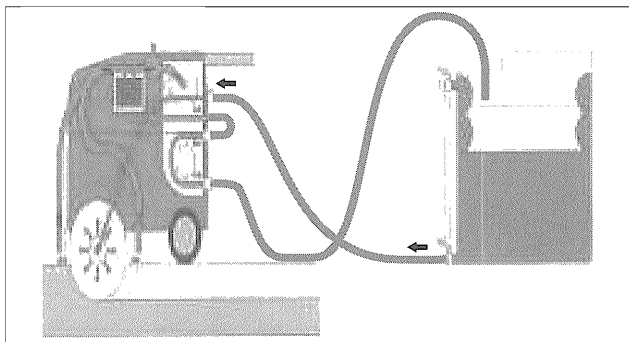


図-2 汚水回収タンク

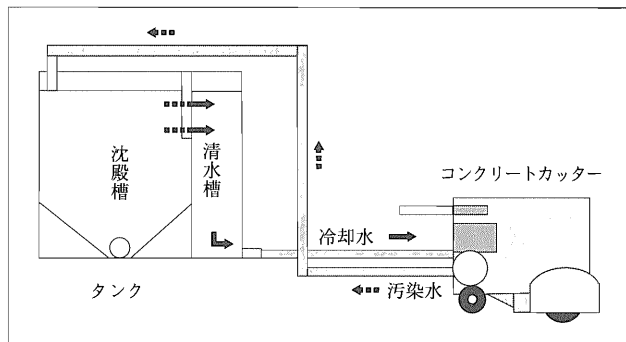


図-3 汚水リサイクルタンク

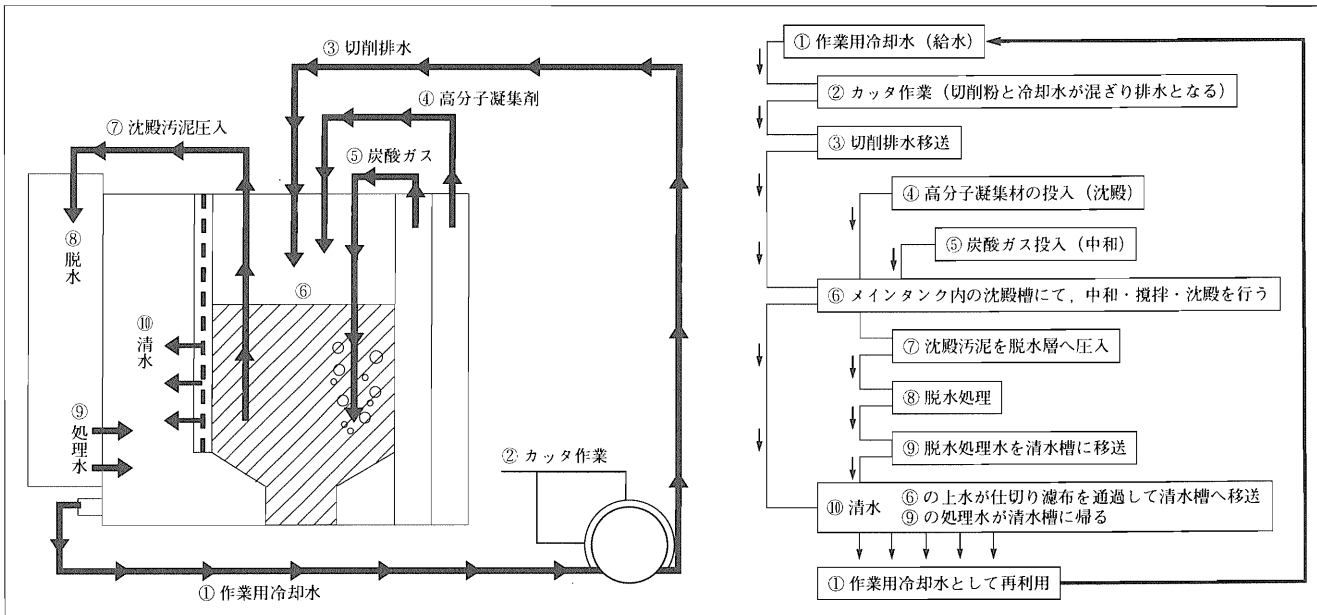


図-4 汚水中和脱水処理タンク

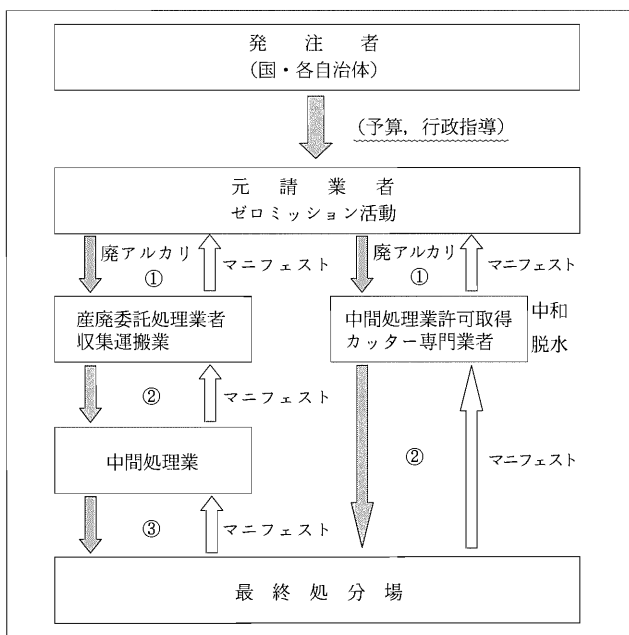


図-5 泥水処理, マニフェストの流れ

と共に、環境管理の向上に努めている。高度な技術を習得することにより、環境リスクを低減させ、環境保全のための教育をし、環境問題を啓発し、最新の情報を習得して提供できるように努めている。施工時の騒音を削減し、汚水を適正処理し、新機種、新工法、新技術の向上を図っている。

JCM A

【筆者紹介】
 大西 潔 (おおにし きよし)
 全国コンクリートカッター工業協同組合
 副理事長
 環境委員会委員長





建設機械における振動・騒音対策

竹下 清一郎

建設機械に対する振動，騒音の低減要求は近年益々強くなってきており，それに呼応して国内外の規制も強化されてきている。建設機械の振動，騒音を効果的に低減して環境改善を行うには，起振源を正確に把握し，寄与度に応じて振動，騒音の発生部位を改善する必要がある。

本報文では，稼働現場周辺やオペレータの環境改善を図ることを目的に，国内外の規制状況も加味して建設機械の発する振動，騒音を如何に低減しているかを油圧ショベルの例を中心に紹介する。

キーワード：振動，騒音，乗り心地，寄与度，ファン音，マフラ音，吸遮音，油圧音

1. はじめに

建設機械の振動，騒音低減に対する要求が，稼働現場周辺の住民やオペレータの環境改善の観点から近年益々強まっている。そのため，建設機械メーカーにとっても振動，騒音低減は他社製品との差別化の観点から重要な課題である。

国内においては国土交通省が建設機械に対する低振動及び低騒音型建設機械の型式指定制度を設け，生活環境を保全すべき地域で行う工事で使用することを推進している。一方，EU (European Union) においてはEUの定める騒音規制値を超える機械の流通規制が行われている。また，2005年7月からはオペレータの被る振動レベルに対する規制が機械所有者（雇用主）に課せられる予定である。

2. 振動低減による環境改善

(1) 振動測定方法と規制値

国土交通省では，油圧ショベルの中心から2方向（挟角90°）に4m，7m，15m，30m離れた4地点（計8点）に設置した振動ピックアップ（JIS C 1501）で振動レベルを計測し，距離に関する減衰特性に基づき統計的に算出した15mの地点における振動レベルが55dB以下であれば低振動型建設機械であるとの認定を行っている。なお，振動レベルの評価値は各フロントの単独操作時におけるピーク値である。また，低振動の型式指定は標準バケット容量が山積みで0.5

m³以上の機械に適用される。

一方，EUではオペレータの被る振動をISO 2631-1に記載の「健康影響の評価の測定方法」に準じてシート座面の振動加速度（3軸）で評価し，オペレータが1日に受けた振動加速度の2乗和を28800（8時間を秒に直した値）で割り，その平方根をとった値A(8)が0.5 m/s²を超えないことを機械所有者（雇用者）に課す予定である。

オペレータが各時間に被る振動加速度を $A_w(t)$ ，1日の作業時間を T (s) とすると，振動評価値A(8)は(1)式のように表される。

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{28800} \int_0^T \{A_w(t)\}^2 dt} \quad (1)$$

(2) 車体振動低減技術

油圧ショベルにおいて国土交通省の低振動型建設機械の振動レベルをクリアするためにはフロント操作時の振動を低減する必要がある。フロント操作時の振動低減の手法としては下記のようにパイロット圧を制御してフロントの振動を低減する機能が実用化されている。

- ① ブーム，アーム，バケット急操作時のショックレス制御を強める
- ② ブーム下げ最大速度の抑制
- ③ バケットダンプストロークエンドにおけるクッション制御

一方，フロントの急起動，急停止時に最も大きな残留振動を生じるブームフロントについてはブームシリンダボトム圧の変動を制御して振動を低減する機能が

実用化されている。

ただし、これらの機能が作動していると操作スピードが若干落ちるので、作業状況に応じて On-Off の切替えが可能にしてある。

図-1 にブームシリンダボトム圧の制御システム構成を示す。制御システムはブームシリンダのボトム側に圧力センサ、可変絞り、アキュムレータを付加し、圧力に基づく可変絞り量をコントローラで演算処理してシリンダとアキュムレータ間の油の流量を制御する構成となっている。

本システムでは圧力変動に応じて絞り量を積極的に変えているため振動抑制の効率が高く、固定絞りを用いた振動抑制システムに見られる応答性の低下は生じない。また、外部からエネルギーを供給していないのでエネルギーロスが少なく、万一の場合でも制御系が発振する危険性はない。

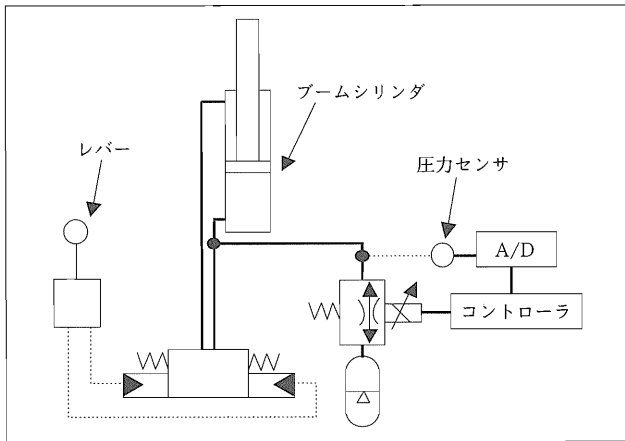


図-1 振動抑制制御システムの構成

(3) 乗り心地改善技術

オペレータの振動乗り心地に関する改善には、シリコンオイルの粘性による大きなダンピング効果を利用した液体封入式キャブマウントの採用や、キャブベッドフレームの剛性アップ等が必要である。これらはいずれも走行時に足回りから発生する周期振動によるキャブの共振低減を目的としており、固有値解析や周波数応答解析等のシミュレーションを上手く活用すれば効率的に改善を行える。

また、人間の感覚を考慮した振動系の最適化を行うには、その指針を得るために対象とする機種（油圧ショベル、ホイールローダ、etc.）ごとの多変量解析を利用した乗り心地評価式を事前に開発しておくことが望まれる。乗り心地評価式が完成していれば、評価指針を基に乗り心地シミュレータ等を用いてキャブ、マウント、シートの振動系の最適化を確実に行うことがで

きる。

3. 騒音低減による環境改善

(1) 音響パワーレベルの測定方法と規制値

現在、建設機械の周囲騒音レベルは国内、EU共にISO 6395に記載の測定方法に準じて実作業を模擬した動作時の音響パワーレベルを評価している。

音響パワーレベル W (dB) は、建設機械を囲む所定の半球面6点（横方向4点、上空2点）に設置した騒音計で測定される実作業を模擬した動作時の等価騒音レベルのエネルギー平均値を A (dB(A))、測定半球の面積を B (m²) とすると(2)式により算出される。

$$W = A + 10 \log(B) \quad (2)$$

図-2 に、油圧ショベルにおける国内の騒音基準値とEUにおける騒音規制値を示す。図-2 からわかるように、EU規制値は単純にエンジン出力にリンクした値となっているが、国内の基準値はエンジン出力範囲に応じて3段階に分かれている。なお、EU規制値は2006年から3dB厳しくなることが決まっている。

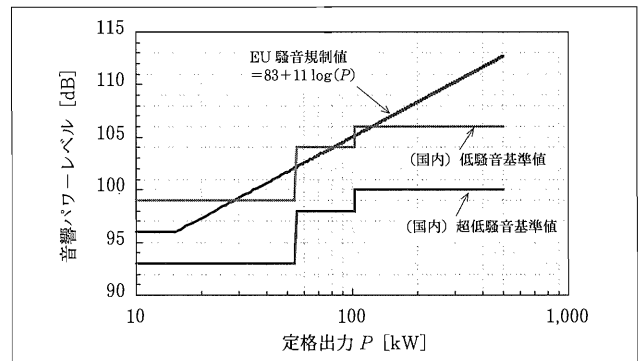


図-2 油圧ショベルの騒音基準値（国内、EU）

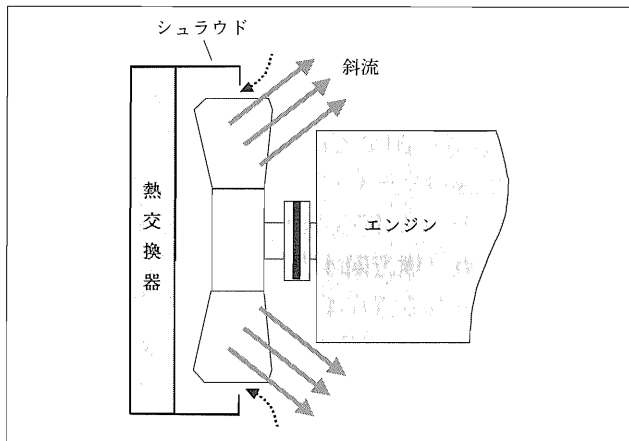
(2) 音源寄与度分析

実機の騒音を効果的に下げるには、音源寄与度に基づく実現可能な騒音低減方法を立案する必要がある。音源寄与度は騒音の時間領域にわたる多角的な周波数解析や、音源となる各機器を取外したり囲ったりして寄与度を求める消去法を用いて算出される。

(3) ファン音低減技術

建設機械では冷却用のファンとして主にトラック用の軸流ファンを流用している場合が多い。軸流ファンの冷却風は空気抵抗が小さい場合にはファンの回転軸と平行に吹出されるが、空気抵抗が大きくなるにつれ

図—3 に示すように遠心成分の割合が増え冷却風は斜流方向に吹出されるようになる。

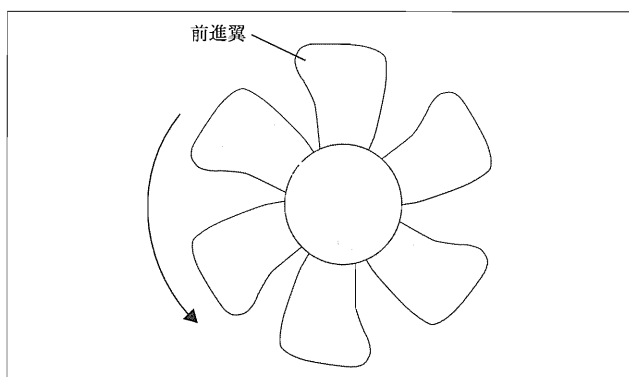


図—3 抵抗がある場合の軸流ファンの冷却風

したがって、ファンに熱交換器側から冷却風を多く掻きとらせてエンジン側へ吹出させるには、シュラウドの先端ができるだけ冷却風の抵抗にならないようシュラウドとファンとのかぶり量を空気抵抗に応じて最適化させる必要がある。

また、ファンを覆っているシュラウドとファンの隙間から熱交換器側に逆流する流れ（点線）は広帯域の風切音の原因となっている。このシュラウドとファンの隙間は通称チップクリアランスと呼ばれており、その値が小さい程騒音が低くなる。なお、近年はシュラウドの先端を滑らかな半円形状にすることにより通風抵抗を小さくし、広帯域にわたる騒音を低減させている建設機械も増えている。

一方、ファンの羽根形状に関しては、図—4 に示すように径方向に向かって幅が広がっていき、さらに羽根先端がファンの回転方向に向かってほぼ三角形に張り出したものが低騒音のようである。また、回転に依存したピーク音を大幅に低減するために隣合う羽根と羽根の間隔を不等ピッチにしたファンを搭載した



図—4 前進翼タイプの軸流ファン（不等ピッチ）

建設機械も増えてきている。

（4）吸遮音技術

開口部や隙間を遮蔽すればコストを掛けずに大幅な騒音低減を達成できるが、エンジン室の開口部の遮蔽は冷却風の通気抵抗を増やし冷却効率を悪化させる要因になるので注意を要する。各開口位置からの騒音と冷却風量を測定してから遮蔽部位を決められれば理想的であるが、各開口位置における騒音と風量の測定には多大な労力と時間を要する。そこで、シミュレーションを利用した最適開口位置の検討が近年盛んに行われている。

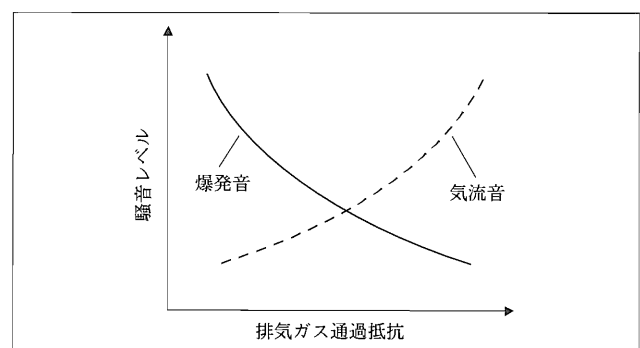
現状では、エンジン室の各開口位置からの騒音を精度良く予測することは難しいと考えるが、各開口位置の風量は3D-CADを利用した流れ解析を行うことにより実用的な精度で予測可能である。

一方、吸音を行えばコストは上がるが確実に騒音低減が可能である。ただし、建設機械でよく使われるウレタンシートやグラスウールは高周波領域に対する吸音効果は大きいですが、エンジン爆発音や油圧脈動音等の低周波領域に対する吸音効果は小さい。なお、コストと効果を勘案したうえで、低周波領域の吸音効果を上げるために、格子状の吸音ダクトを機械に装着する場合もある。

（5）マフラ音低減技術

マフラは排気ガスのマフラ内部における圧縮膨張による減衰効果を利用して排気音（爆発音、気流音）を低減している。そのため、圧縮膨張の回数を増やすほど排気音の減衰量は増えるが、現実的にはスペース（コスト含む）や排気圧の制限で外形や内部構造の仕様が決められている。

図—5 は外形やマフラ内部構造が決まった場合に、マフラ内部の小穴等の大きさを変えて排気ガスの通過抵抗を変えた場合の爆発音と気流音の関係を模式的に表したものである。図—5 からわかるように、一般的



図—5 排気ガスの通過抵抗と騒音レベルの関係

に通気抵抗に対して爆発音と気流音はトレードオフの関係にあり、マフラ騒音低減には爆発音と気流音の比率とエンジンの許容排気圧の観点から排気ガスの通過抵抗をチューニングすれば良い。また、マフラ内部に吸音材を配置すれば気流音が低減するので通気抵抗を大きくして更に爆発音を低減することも可能になる。

(6) 油圧音低減技術

建設機械において問題となる油圧音としては主にポンプやモータの回転数に依存した高調波ピーク音が挙げられる。ポンプの高調波油圧ピーク音の低減にはその起振源であるポンプ自身の脈動低減が最も効果的であり、特に弁板ノッチ形状の良否が脈動レベルの大きさを左右する。

実際に弁板ノッチを最適化して脈動を低減するには、弁板の下死点及び上死点における瞬時流量を緩和してシリンダ内圧を緩やかに変化させれば良い。ただし、建設機械に使用する油圧ポンプの低脈動化には低圧大流量から高圧低流量までの全域をカバーした弁板ノッチ形状の最適化が必要不可欠である(図-6)。なお、瞬時流量の大きさは低圧大流量時より高圧小流量時の方が大きくなるようにした方が実機操作時の音色の観点から望ましい。

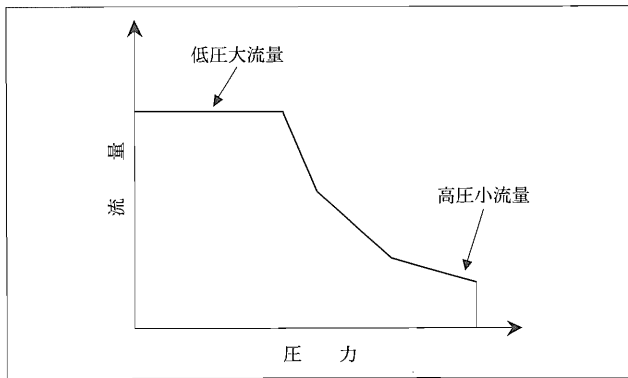


図-6 ヒストンポンプの動作点(圧力, 流量)

一方、ポンプの脈動を低減しても車体としての油圧騒音が問題となる場合には、脈動吸収器を用いてポンプから出た油圧脈動を低減する必要がある。建設機械では油圧脈動吸収器としてサイドブランチ型がコストと信頼性の観点からよく用いられている。

サイドブランチ型脈動吸収器はメイン配管からサイドブランチ内に分岐させた脈動を端面で反射させ、再びメイン配管に戻ってきた脈動をメイン配管の脈動と干渉させることにより脈動を低減している。サイドブ

ランチ型脈動吸収器の脈動低減中心周波数 F (Hz) はサイドブランチ内の作動油の音速を V (m/s)、サイドブランチの長さを L (m) とすると(3)式で表される。

$$F = \frac{V}{4L} \quad (3)$$

なお、ゴムホース内ではホースの弾性変形のために鋼管内と比べて作動油の音速が1/3程遅くなるので、同一長さで比較した場合、ホースサイドブランチの方が鋼管サイドブランチより脈動低減中心周波数が1/3程低くなることに注意する必要がある。これは、ホース中を伝播する作動油の音速がホース自身の弾性変形により見掛け上遅くなることに起因する。

また、アキュムレータ型の脈動吸収器も使われる場合もあるが、その際は油圧に依存して空気室の体積が変化し脈動低減中心周波数がシフトすることに留意する必要がある。

4. おわりに

今回は建設機械の発する振動、騒音を如何に低減しているかを簡単に紹介した。近年、デジタルエンジニアリングを設計の構想段階で活用する解析主導型設計が自動車、電機メーカーを中心に盛んに行われており、成功事例も多数報告されつつある。

解析主導型設計を活用すれば試作機での手戻り対策を減らすことが出来るので開発期間の短縮やコスト低減が期待できる。ただし、本手法を実際に多くの製品開発に活用して行くためにはシミュレーションの精度を多角的に検証するための実験やシミュレーションソフトの管理、運用に木目細かく対応できる体制を社内に構築しておく必要がある。

今後解析主導型設計が建設機械の振動、騒音低減にも活用されて行くことは想像に難くない。尽きることのない環境改善の要求に対応して行くためにも、振動、騒音に関連したデジタルエンジニアリングの更なる進展に期待したい。

JICMA

[筆者紹介]

竹下 清一郎 (たけした せいいちろう)
日立建機株式会社
技術開発センター
主任研究員



排出ガス3次、4次規制に対応する 新型エンジンの開発

岩 脇 通 仁

建設機械に対する排出ガス規制は、2006年から3次規制が予定されているが、窒素酸化物（NO_x）、微粒子状物質（PM）ともに1次規制と比較すると約6割の削減となっており、厳しい規制となっている。更に、規制値がほぼゼロに近い4次規制（2011年以降）が米国EPAから提案されている。今後益々厳しくなる排出ガス規制に対応するため、キャタピラーでは、従来培ってきた吸排気システム、燃料噴射システム、及び電子制御システム技術の最適化を図ることにより、EGRを使用しないで将来規制に対応するACERT（Advanced Combustion Emission Reduction Technology）技術を開発したので、その概要について紹介する。

キーワード：建設機械、ディーゼルエンジン、排出ガス規制

1. はじめに

キャタピラーと聞くと、多くの人は建設機械のメーカーを想像すると思うが、実はキャタピラーは立派なエンジンメーカーでもある。

キャタピラーのエンジンの歴史は、今から約75年にも遡る。1925年に当時のHolt ManufacturingとC. L. Best Tractorが合併してCaterpillar Tractorが設立された。設立当時、ディーゼルエンジンは、重くかつ大きく、さらには、回転数が低いためそのほとんどが定置や船用といった用途に使用されていた。そのためもっぱら建設機械用のエンジンはガソリンエンジンであった。米国内外からディーゼルエンジンを購入し搭載試験を行ったが、どれも建設機械に使用できるスペックを持合わせていなかった。そこで、設立5年後の1930年にディーゼルエンジンの自社開発に取組み、翌年の1931年には自社の建設機械（当時Sixty Tractor）用にD 9900エンジン（86.8 HP×700 rpm）の生産を開始した。

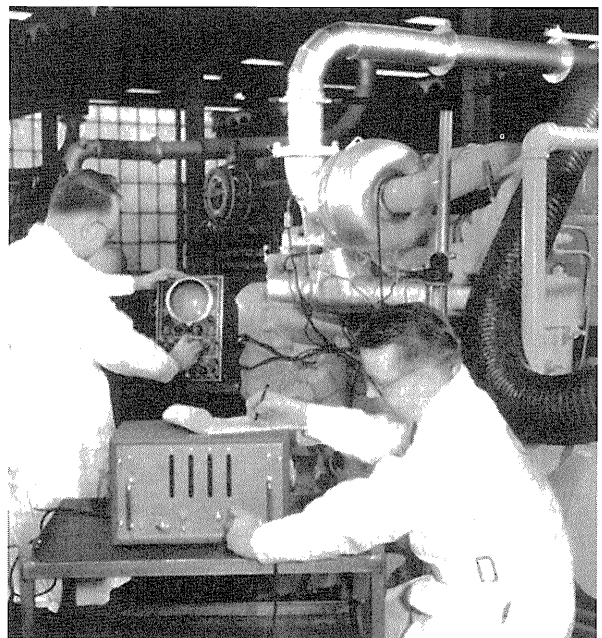
また1939年にはトラック向けにD 468（90 HP×1,800 rpm）の生産を開始した。その後、高出力化、高性能化、信頼性・耐久性向上、そして排出ガス対応と幾多の技術開発・改良を重ね、今日の建設機械に搭載しているエンジンとして大きく成長した。現在では、自社建設機械向けのみならず、北米オンハイウェイトラック用エンジンとして、1/3のシェアを誇っている。

2. これまでの技術開発

これまでのキャタピラーエンジンの技術開発について紹介したいと思う。

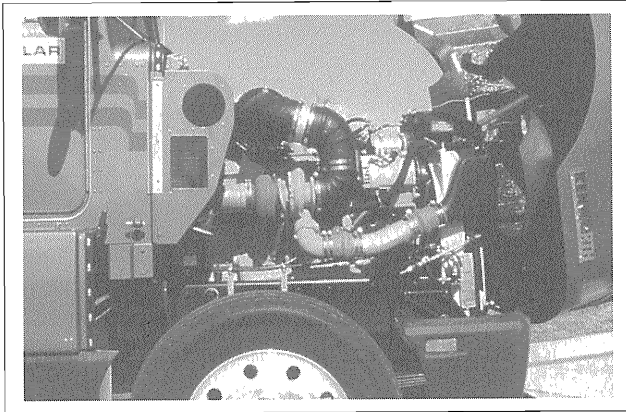
自社エンジンの生産を開始した翌年の1932年には米国のディーゼルエンジンメーカーとして初の自社噴射装置の生産も開始した。

1955年には、オンハイウェイトラックエンジン向けに現在のターボチャージャの技術とさほど変わらないターボチャージャを開発した（写真—1）。



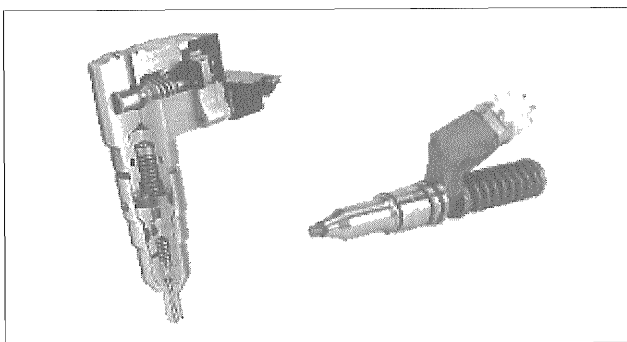
写真—1 1955年当時のターボチャージャ開発試験

また、1985年、オンハイウェイエンジンに、エア・ツリー・エア・アフタークーラ（ATAAC、空冷式給気冷却器）を導入し、より給気密度を増加させ高出力化を図った（写真—2）。



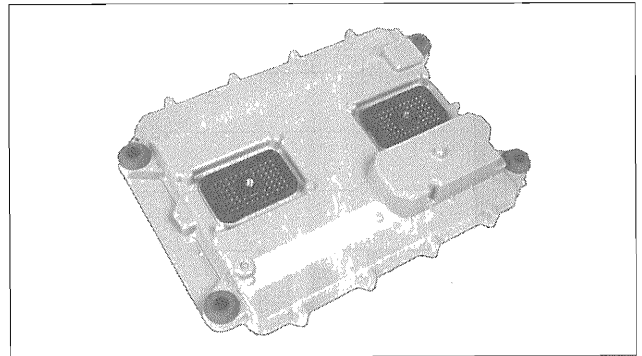
写真—2 トラックに搭載されたATAACエンジン

1995年、HEUI（Hydraulic actuated Electronically controlled Unit Injector）と呼ぶ電子制御式ユニットインジェクタを開発・導入した。従来ユニットインジェクタはカムシャフトで駆動していたが、HEUIは油圧駆動としたため低速域でも（エンジンの回転速度によらず）高圧噴射が得られる、当時では画期的な電子制御式高圧噴射ユニットインジェクタであった。もちろんカムシャフト駆動の電子制御式ユニットインジェクタMEUI（Mechanical Electrical UI）も自社開発・生産をしている（写真—3）。



写真—3 HEUI（左）とMEUI（右）

またキャタピラー社では、電子制御の要であるコントローラも自社開発している（写真—4）。ADEM（Advanced Diesel Engine Management）と称するECUは高速マイクロプロセッサを搭載しており、瞬時のうちにエンジンの状態を分析し、ユニットインジェクタの燃料噴射を最適に制御することが可能である。また建設機械という過酷な使用環境下でも信頼性、耐久性を確保した非常に頑丈な設計となっている。コントローラの開発陣を自社で抱えているエンジンメーカ



図—4 自社開発のADEMコントローラ

は、恐らくキャタピラーだけであろう。

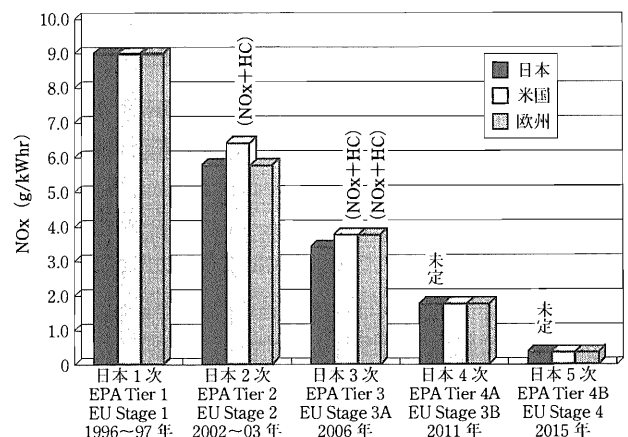
3. 排出ガス規制

さて、前置きが少し長くなったが、本題に入りたいと思う。

建設機械に対する排出ガス規制は、この10年間で大きく変化した。筆者が社会人となった1985年は、建設機械に排出ガス規制がかかるなど思いもしていなかった。したがって、建設機械用エンジンに対しては、信頼性、耐久性の向上と、燃費の向上を主に追及していた。

1988年頃だったか、オンハイウェイの排出ガス規制に適合するための技術（ユニットインジェクタ）を建設機械にも導入した。エンジンの仕様をオンハイウェイトラックと建設機械とを合わせるのには、エンジン設計にとっては非常に有利なことであるが、当時はまだ、建設機械に対する排出ガス規制など無く、周りからずいぶん無駄なことをすると言われていた。しかし、後に排出ガス規制が建設機械に適用されるようになった時は、お陰でスムーズな対策導入を図ることができた。

さて、建設機械に対する排出ガス規制も年々厳しく



図—1 130~560 kWクラスのNO_x

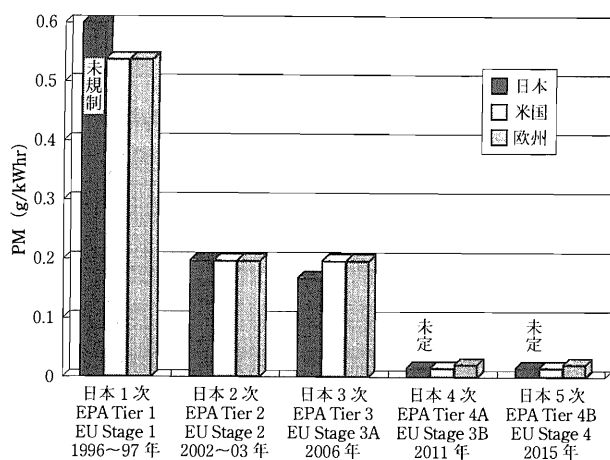


図-2 130~560 kW クラスの PM 規制値の推移

なってきた。第3次規制の開始は、第1次規制が始まってから約10年である。窒素酸化物 (NO_x)、微粒子状物質 (PM) とともに、排出基準値は第1次規制の約40%となっている。また EPA (米環境保護局) より示されている第4次規制最終基準値 (Tier 4 B) は、ほぼ排出量をゼロに抑えなければならないゼロエミッション規制となっている (図-1 及び 図-2)。

第3次規制も非常に厳しい規制であるが、第4次規制以降は一体どうやって適合させればよいのか、技術者の頭を抱えさせる規制である。

4. 排出ガス対策

ここでは、まず第3次規制に焦点を合わせて話を進める。

第3次排出ガス規制対応として、一般的に各エンジンメーカーでは Exhaust Gas Recirculation (EGR) の採用が検討されているようである。日本では、既にトラック用ディーゼルエンジンで採用され、ある程度の実績はあると考えるが、建設機械の環境下での使用に対し、まだまだ信頼性、耐久性に懸念があると考えられる。

EGR には、排気を外部回路を通して吸気に入れる外部 EGR (その中でも排気をそのまま入れるホット EGR と冷却するクールド EGR) と、排気を排気バルブから一部シリンダ内へ戻す内部 EGR がある。トラック用ディーゼルエンジンでは、クールド EGR が一般的なようだ。内部 EGR は余計な外部回路を必要としないので、新たな EGR の装置が不要であり、その分信頼性を損うことは少ないと考える。

しかしながら、いずれにしても EGR は排気をシリンダ内に取込むので、シリンダの摩耗や腐蝕が起り、エンジンの耐久性を著しく損ねることに間違はないと

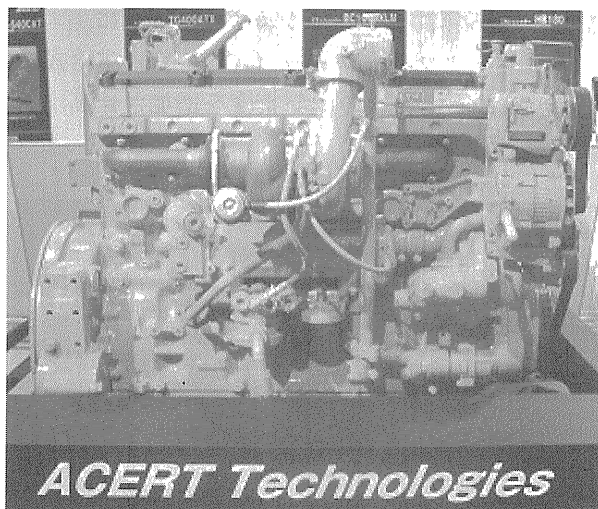


写真-5 ACERT C13 エンジン (2004 NEW 環境展出展)

考える。

キャタピラーも当初はクールド EGR の調査を行ったが、多岐にわたる検討の結果、クールド EGR の採用を取りやめた。なぜなら、クールド EGR は排気ガスの抑制に効果的である反面、頻繁な整備が必要とされるなどメンテナンス上の問題や、燃料消費の増大、信頼性の損失、耐久性の減少などの多くの弊害をもたらす可能性がある。

EGR のデメリットを考慮し、なんとか EGR 無しで第3次規制をクリアできないかを考えた。そして、先ほど紹介したキャタピラーが自ら開発し培って来た技術を集結し、第3次規制をクリアする技術を開発した。それが ACERT (アサート, Advanced Combustion Emission Reduction Technology) 技術である。

5. ACERT 技術 (第3次排出ガス規制対応)

ACERT 技術の原理はいたって簡単である。燃焼工程を効率的に制御できれば、排出ガスを最小限に抑えることができると考えた。燃焼工程を制御するには空気と燃料という2つの要素を精密に制御する技術が要求されるが、キャタピラーは信頼と実績のあるエンジン技術を駆使して、オンハイウェイ及びオフロードの双方において効果的な排出ガス低減対策を研究してきた。

そこで開発された技術が ACERT 技術である。この技術開発に、キャタピラーは過去最大級の新製品開発投資を行った。ACERT 技術は、最適な燃焼効果により排気ガスを最小限に抑制するシンプルで洗練された技術を要する考えに基づいている。

ACERT エンジンの中心となる技術に、

- 吸排気システム
 - 燃料噴射システム
 - 電子制御システム
 - 後処理（オフロードの第3次規制対応には不要）
- の4つがある。

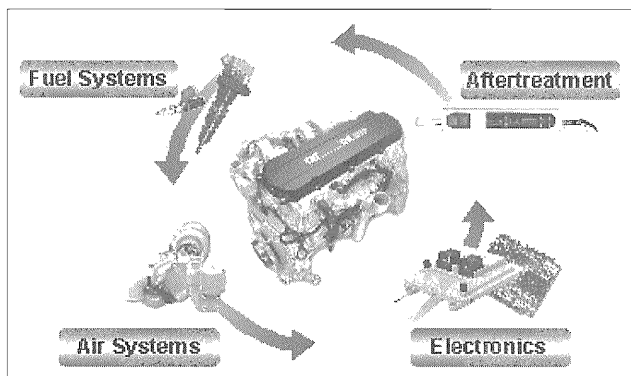


図-3 ACERT エンジンの中心技術

オフロード（建設機械）用第1次世代 ACERT 技術（排出ガス第3次規制対応）は、後処理を除く3つの技術を採用している。

ACERT エンジンは、1,000万通りにも及ぶさまざまな燃焼パターンがプログラミングされたコンピュータの制御により、非常に正確な燃焼を行うことができる。従来のエンジン制御方式は、エンジン回転数と負荷の影響を受け、正確な燃焼は非常に困難なものであったが、この ACERT 技術により、極めて正確かつ素早く燃焼工程をコントロールすることができるようになった。

(1) 吸排気システム

ACERT エンジンは、EGR を使用していないので、吸排気システムが非常にシンプルである。

図-4 に ACERT エンジンの吸排気システムの概略図を示すが、従来のエンジンと全く変わりがないこと

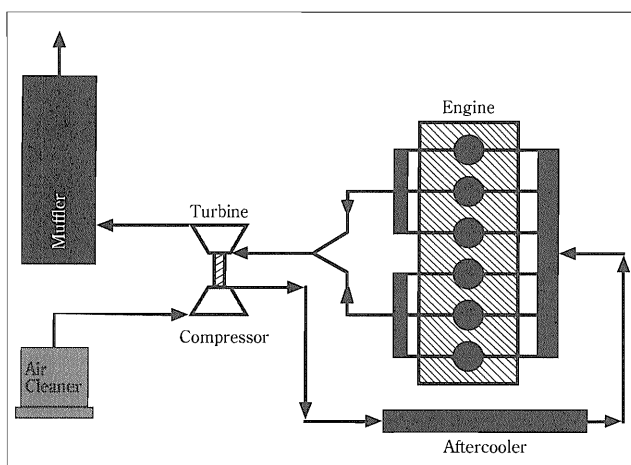


図-4 ACERT エンジン吸排気システム

がわかる。それが ACERT の大きな特徴でもある。

ACERT エンジンは、クロスフロー型のシリンダヘッドを採用し、そのほとんどが4バルブを採用している。それには次の2つの狙いがある。

- ① エンジンによりクリーンな空気を吸入させること。
- ② 吸入された空気をより一層均一に拡散させること。

吸入された空気の均一化を適切に行うことは、本当にチャレンジングな技術である。その時間は非常に短く、数千分の1秒の世界である。燃焼室は、非常にダイナミックな環境のもとにある。すなわち、あちらこちらの場所で熱や圧力の大きな相違があり、また作動するピストンは規則的に燃焼室を幾何学的に変化させる。クロスフロー型のヘッド及び4バルブ設計により、吸入空気システムの制御を飛躍的に向上させることができた。

改良型のターボチャージャーも吸入空気の制御を向上させている。大半の ACERT エンジンは、性能を向上させるために、ウエイストゲート付きターボチャージャーを採用している。

(2) 燃料噴射システム

空気の流れを制御する以上に重要なのは、燃料供給を制御することである。最適な条件を維持するためには、適切な圧力の下、適正なタイミングで適正量の燃料が供給されることが必要である。

燃料の主噴射を行う前後に、マイクロレベルの噴射を行うことによって、排気ガスをより抑制できる。こうした僅かな時間に行われる工程を管理するには、先に述べた油圧作動式電子制御ユニットインジェクタ (HEUI) または機械式電子制御ユニットインジェクタ (MEUI) の技術が必要となる。HEUI 及び MEUI とも、3次規制対応からマルチ・インジェクション・システム（多段噴射）を採用している。また、両システムの技術は実際に数百万時間もの稼働実績に裏付けられている（写真-6）。

さらに、この高度な電子制御技術によるレートシェープ技術（可変噴射率制御）は、騒音、振動、耳鳴り音の制御にも貢献している。図-5 に示すように ACERT エンジンでは、マルチ・インジェクションとレートシェープを、負荷条件に応じ自在に組み合わせることができるようになった。

(3) 電子制御システム

1985 年、エンジン用の電子制御システムには、

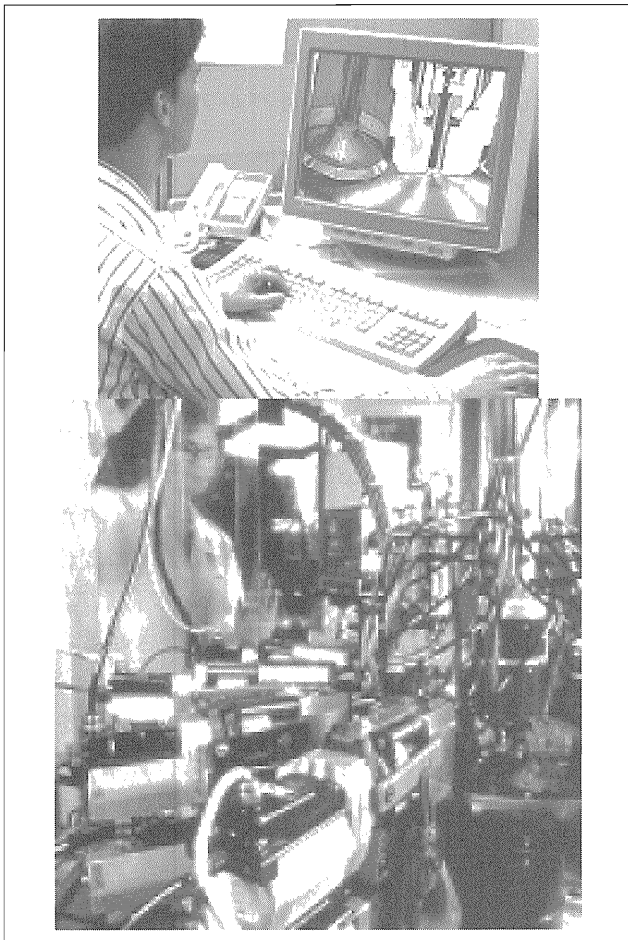
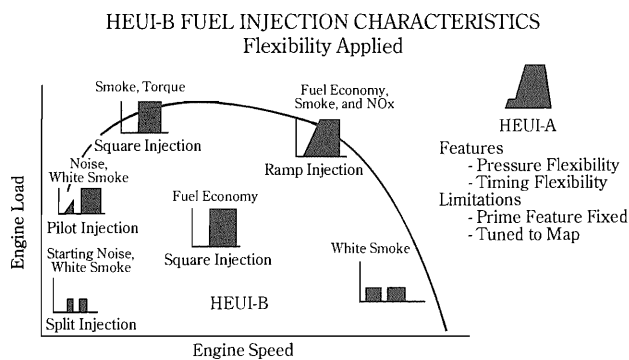


写真-6 燃料噴射システム開発風景



This is a graphical representation of the adaptability and flexibility of HEUI-B. The diagrams represent rate "shapes" that may be electronically selected to optimize performance and emissions at various engine operating conditions.

図-5 マルチ・インジェクションとレートシェープの組み合わせが自在となった ACERT エンジン

PEEC (Programmable Electronic Engine Control) モジュールを採用していた。この電子制御システムには、8ビット・プロセッサ、20Kのメモリ容量及び28本のI/O(入出力)ピンが搭載されていた。1993年に導入された ADEM II 電子制御システムは、21MHzで作動する8ビット・プロセッサ2基、そして128Kメモリ容量、80本のI/Oピンが搭載されていた。

そして、今年2004年に導入予定の電子制御システムは ADEM 4 である。ADEM 4 は、32ビットのアー

キテクチャ、動作周波数56MHz、2メガバイトメモリ容量及び190本のI/Oピンを特徴としている。

この ADEM 電子制御システムによって、エンジンは他のコンポーネントとの情報を交換することができる。エンジン作動パラメータは油圧システムからの要求、作動中の周囲環境条件及びオペレータの作動要求に回答するように最適調整を行う。この対話型のコミュニケーションにより、排気ガスを低減するだけでなく建設機械の性能改善も行うことが出来るようになった。

6. 将来排出ガス規制への対応

第4次以降の排出ガス規制は非常に厳しい規制となることが予定されている。それらの規制に適合するためには現状の ACERT に、さらに多くの基盤技術を採用する必要がある。

まず第4次規制(EPA Tier 4 A)に適合するためには、オンハイウェイ ACERT エンジンではすでに採用している次の3つの技術を採用することが不可欠となると考える。

- 可変バルブタイミングシステム
- 直列2段ターボチャージャ
- 後処理

(1) 可変バルブタイミングシステム

電子制御された可変バルブシステムは、吸入空気を効率よく供給し、クリーンな燃焼を行う。この技術の実際の魅力は、冷却水温、エンジン回転数、スロットル位置などのさまざまな要因に基づいて、変化しやすいエンジンの要求を満たすための空気の供給を形作れることである。

(2) シリーズ(直列)2段ターボチャージャ

小型のターボチャージャは低速域でのレスポンスが良い反面、高速域で必要条件に適合することができない。大型のターボチャージャは、高速域での要求を満たすが、低速域でのレスポンスが遅い場合がある。こ

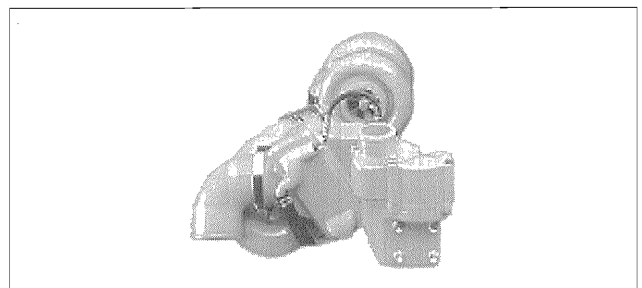


写真-7 直列ターボチャージャ

の2基の直列ターボチャージャーを使った精巧なアプローチは、小型ターボチャージャーの低速域でのレスポンスの良さと、大型ターボチャージャーの定格域でのブースト圧を確保するという良さを兼ね備えることができた。これにより燃費をより一層改善することができる。

(3) 後処理

ディーゼルエンジン用酸化触媒装置は触媒により排出ガスの成分を無害化させる。例えば、炭化水素を無害な二酸化炭素と水にする。そのプロセスは迅速、効率的かつ信頼できるものである。キャタピラーの触媒装置は、すでに多くのオンハイウエイトラックに採用されている。

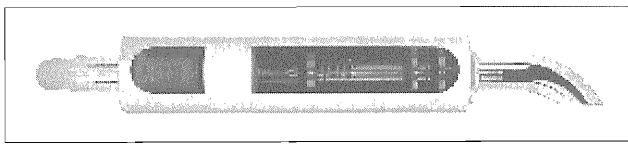


図-6 後処理装置 (触媒装置)

上述の3つのコンポーネント (可変バルブシステム、直列2段ターボチャージャー及び後処理) を追加することで、キャタピラーの ACERT 技術は第4次排出ガス規制 (Tier 4 A) もクリアすることが可能と考えられる。しかしながら、その後の Tier 4 B 規制 (ゼロエミッション) には、更なるチャレンジが必要かもし

れない。

7. おわりに

オンハイウエイトラックのテストで、ACERT 技術は他の排出ガス抑制技術と比較して高い信頼性と容易な保守点検性、低コストオペレーションを可能にするものであるということが実証された。

同様の特性が、オフロード用エンジンの ACERT 技術にも備わっている。

キャタピラーは厳しくなる排出ガス規制に対応しつつ、お客様の負担を極力軽減するようエンジンの開発に取り組んでいる。 JCMIA

《参考文献》

- 1) All In A Day's Work, Seventy-five years of Caterpillar (Caterpillar)
- 2) キャタピラー産業用エンジン ACERT テクノロジー (キャタピラー・パワーシステムズ・インク)

【筆者紹介】

岩脇 通仁 (いわわき みちひと)
新キャタピラー三菱株式会社
システム設計部
機器設計課
課長



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 |
| ・基礎工事用機械 | ・高所作業車 | ・貨物自動車 |

A5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

環境対策特集

環境に優しい建設機械の消耗部品，補助資材 —作動油，グリース，クーラント等の環境対応—

福田 達

2000年6月に制定された「循環型社会形成促進基本法」の下で，更に各種リサイクル法が施行され各産業分野でこれらのルールに基づく活動が進んでいる。建設機械においては各種排ガス規制や騒音規制等の各種環境規制は製造メーカーとして確実に対応することが義務付けられた活動であるが，それ以外の，作動油，グリースおよびクーラント等の言わば人間の血液や内分泌物に当る消耗部品の環境対応も，企業の自主的な活動として着実に進められており，その結果大幅な環境付加低減が図られる各種環境対応商品が開発されている。ここではこれら建設機械の各種副資材の環境負荷低減商品の開発の背景，およびメーカーの地道な活動による環境商品の開発状況等の紹介とその周辺の課題について述べる。

キーワード：生分解性作動油，生分解性グリース，環境対応クーラント，コンパクトフィルタ，サイクロン式気泡除去装置，ゼロエミッション

1. はじめに

メーカーにおける環境の対応はまず製造サイトの汚染とそれへの環境対応から始まっている。1960年代からの製造サイトからの汚染と対応，1970年代の省エネルギー対応の時代を経て1980年には地球環境問題への高まりの下にリオデジャネイロ・サミットが開催され，世界的な環境対応の仕組み作りの努力が続けられている。循環型社会を形成することで汚染の循環を絶とうという試みはドイツで1996年に法制化され冒頭の我が国の循環型社会形成の基本法に受継がれている。建設機械においてもまず製造サイトの環境対応が進められている。製造サイトの汚染の防止に続き工場の省エネルギー化が進められており，ここ数年は製造部門の大変な努力により工場からごみ処分場に直接行くごみのほとんど出ない，いわゆるゼロエミッション工場が続々と出現している。

建設機械自体の環境対応は技術対応の困難性からこの製造の環境対応の後を追うように，やはり同じような展開を見せて今日に至っている。建設機械の作業現場は，どうしても湖沼，河川や林野という自然の中での作業や，都市部等人間の生活環境の中での作業であるという点を考慮すると，建設機械は環境負荷を押える必要性の高い建設機械に属すると言える。排ガスや騒音等の周囲環境への直接的な環境負荷の低減は建設機械メーカーとして当然の責務であるが，機械としてこ

のような自然環境や生活空間での作業に際して可能な限り環境負荷のゼロエミッションを目指すことも，マナーとして求められている存在と考えられる。

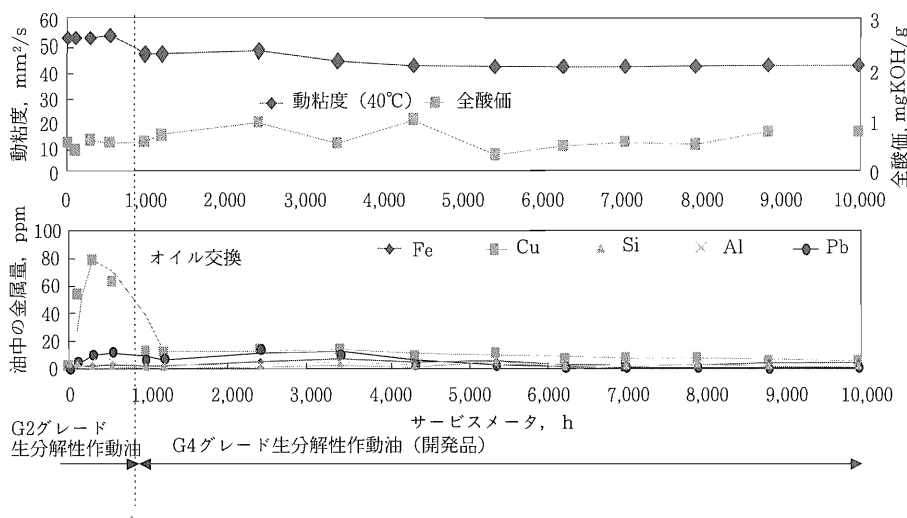
2. 副資材の環境対応

(1) 作動油

建設機械は河川，湖沼での作業が多いが，油圧ホースの破損等により鉱油の漏洩が生ずれば油膜による河川，湖沼の汚染等による生態系の影響や景観への深刻な影響の可能性が懸念される。欧州ではすでに1980年代にはこれらのリスクの高い地域で作動油に菜種油を使用する油圧システムの採用に関して自治体での行政指導が始まっている。菜種油等の植物油は漏洩しても，ほぼ1ヵ月以内にバクテリアにより分解されて炭酸ガスと水になるため環境汚染はほとんど食い止められるし，鉱油のように油膜が薄く広範囲に広がることも無いので，生態系や景観がダメージを受けることも無い，など環境汚染を最小限に抑制できる。株式会社小松製作所（以下，当社）ではこれらの欧州情報を元

表一 生分解性作動油の品質区分¹⁾

品質区分	基油	推奨油圧	推奨油温	オイル交換時間 (油圧ショベルの場合)	その他 注意
G1	植物油	31.3 MPa 以下	80℃ 以下	標準の 30%	駐車ブレーキ 容量不足
G2	植物油または 合成エステル	34.3 MPa 以下		標準の 50%	
G3	合成エステル		100℃ 以下		
G4	合成エステル	エンジン油 SAE 10 W と同じ			



図一 大型油圧ショベルによる生分解性作動油のフィールド試験

に欧州の市販の生分解性作動油を調査して品質グレードをG1~G4までの品質に分類してそれぞれの使い分けをユーザに示してきた(表一)。しかし当時市販生分解性作動油には鉱油系エンジン油SAE10と同等の性能を持つG4グレードの品質を持つ銘柄が無かったため、十分な潤滑特性の要求される建設機械用の油圧システムには向かずポンプ損傷の生じる場合があった¹⁾。

そこで当社では基油の開発から行い、更には多数の専用添加剤試作を通じて新たにG4グレードの生分解性作動油を開発し、エコマークを取得して純正油として販売するに至っている。この生分解性作動油の大型油圧ショベルでのフィールド試験結果が図一である。本油圧ショベルは当初G2グレード油を使用していたため軸受け摩耗が起り、摺動材料が油中に溶け出した結果油中の銅量が急増した。そこで本G4グレード油に交換するだけで銅の増加を抑制できた。つまり焼付き摩耗が抑制できたことになる。

生分解性作動油の環境評価に関して言えば、エコラベルでおなじみのエコマーク(図二)が単に生分解性能ばかりでなくISOの水質の環境毒性も横にらみして規定するなど十分に評価し得る内容になっている



図二 日本環境協会エコマーク

ので生分解性作動油の選定にはエコマーク取得の有無の確認が必要である。

国内での生分解性作動油の普及状況に関してはまだ十分に普及しているとは

言いがたい状況であるが主な用途は図三のような主に水中作業および水上作業用の建設機械である。またそれ以外では造園等で自身の植物保護のための使用や、港湾近傍の大手ユーザが漏洩による港湾汚染リスクを避ける目的での使用などがある。

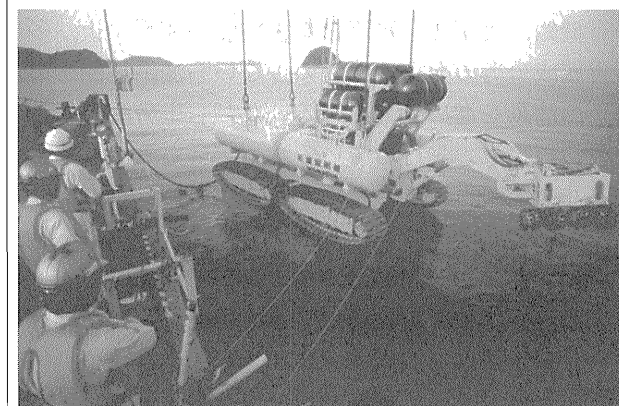
欧州での生分解性作動油の普及状況に関して言えば多い国で10%程度と言われている。ここまでの普及には行政からの後押しが効いていると考えられるが、単に農業へのバランス施策

というよりは、環境保護サイドの強い要求や一般住民のそれら施策への賛同が行政を後押ししていることによるのではないであろうか。筆者の北欧での建設機械ユーザとの供用体験や低硫黄燃料の採用の動きなどを見ているとそのように考えることの方が自然なように思える。

国内での普及の低迷は、生分解性作動油自体の情報が十分伝わっていないことによるとも考えられるが、建設機械が生産財であることから生分解性作動油自体



(a) 水中捨石均し機



(b) 海底岩盤掘削機

図三 生分解性作動油の実用例

のコスト高（鉱油の3～6倍）に主な原因があると思われる。建設機械用として鉱油並みの性能を求めるとG4グレードとなり、基油の精製コスト等からどうしても割高となる。結局、国内での普及は現状では漁業等の漏洩による明確なリスクの存在するところに限定されている。生分解性作動油の情報は少しずつ国内市場でも広がり、それに伴って徐々に普及も進むとは思いますが、欧州並みの普及に至るには国内においても欧州並みに環境保護プレッシャーが高まることを待つしか現状では手段が無さそうに思える。

なお生分解性作動油の性能評価に関してはISO規格（ISO 15380）が2002年3月に発行されている。ただこの規格は高い油圧の建設機械用には必ずしも十分な規格とはいえない。日本建設機械化協会油脂技術委員会ではこの建設機械用の使用を意識した生分解性作動油の規格（JCMAS P 042）を生分解性グリース（JCMAS P 040）と共に2004年5月に公布している（<http://www.jcmanet.or.jp/jcmas/>）。生分解性作動油の使用が国内でももう少し拡大し、これに伴いデータベースの充実することが更なる使用の拡大には不可欠と考えられる。それには地球の環境負荷を軽減するという意味合いで行政からのインセンティブ等の後押しが使用拡大のために期待されるところである。

（2） グリース

一般に建設機械ではグリースは給脂により古い部分を自然界に排出してしまう場合が多い。給脂間隔を延長することや自動給脂装置を取付けることはユーザに取っては整備性の向上になるが、結果的に排出グリース量の減少に繋がっており環境負荷軽減という視点からも好ましいメーカーの対応と言える。

グリースメーカー自身も個々に10年～20年を掛けて環境対応を進めてきている。内容としてはグリース中の防錆剤としてのアミン塩、亜硝酸塩、極圧添加剤としての有機鉛、塩素化合物等の有害物質の使用中止、多環芳香系成分等の発癌性物質の少ない石油系基油への変更等の活動を進めてきている。ただし生分解性作動油では行政指導の先行している欧州ではあるが、生分解性グリースに関してはまだ行政指導は行われていない。

生分解性グリースによる環境負荷の低減ははっきりと目とすることが可能である。図4は実際の生分解性の効果を確認するために、グリースメーカーと共同で植物に対する生分解性グリースと石油系基油の一般リチウムグリースとの影響度を比較検討をした結果である。土中に一般リチウムグリースを注入した周辺の芝生は枯れてしまうのに対して、生分解性グリースを埋

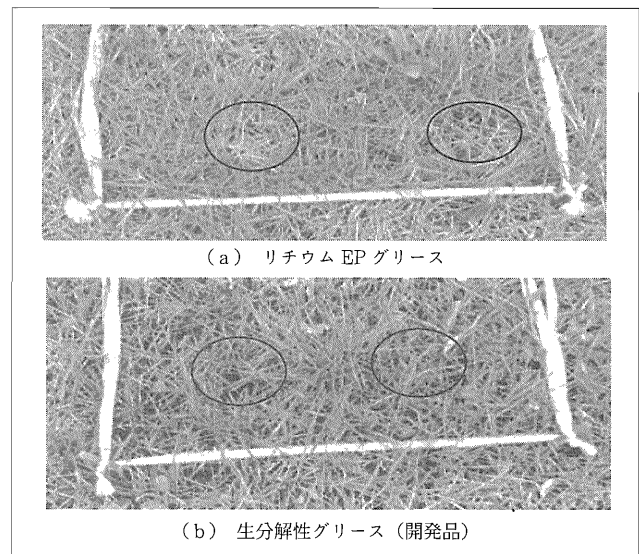


図4 生分解性グリースの芝への影響（○印にグリース埋入1ヵ月放置、リチウムEPグリースは芝が枯れた）

めた箇所では当初は少し枯れかけるが、直に回復が始まり1ヵ月も経過すると元の状態の芝に復元するのが観察された。これに対して一般リチウムグリースの注入場所は枯れたまま回復しない。当社では生分解性グリースを開発しエコマークを取得している。

表2には生分解性グリースの耐熱性、耐荷重能試験や転がり軸受け試験結果を示すが、高い性能が得られていることが分かる。生分解性グリースは生分解性作動油と同様に生分解性能ばかりでなく環境毒性の無いことがエコマークの取得の条件となっている。ユーザはまず自己防衛的に自分の土地や湖沼等環境リスク対応として生分解性グリースを今後使用するようになることが考えられる。

表2 生分解性グリースの品質性能

試験項目	生分解性グリース (開発品)	リチウムEP グリース
基油	合成エステル	鉱油
グリース種類	複合リチウム石けん	リチウム石けん
稠度分類 (NLGI)	No. 2	No. 2
滴点 °C	260 以上	187
高速4球耐荷重能試験 (融着荷重), N	4,903	2,450
転がり軸受け寿命試験 (ASTM D 1741), h	3,000	500

（3） クーラント

建設機械の補助材料としてクーラント（エンジン冷却水）もかなり以前から環境対応が求められている。1977年にスウェーデンでクーラント添加剤に使用されているアミンと亜硝酸の化学反応により発ガン物質であるニトロソアミンを生成する恐れがあることを指摘され問題となった。

これを受け、欧米ではアミン類を、日本では亜硝酸

を使用しないという対策がとられてきた²⁾。1987年にノルウェーでアミン入り不凍液を全面輸入禁止とする法律が施行された。日本は亜硝酸不使用の方式で建設機械の厳しい使用条件下で対応してきたためアミン不使用（ノンアミン）クーラント（JIS第2種ノンアミンクーラント）のキャビテーション性能が未発達であり、ノルウェーほか欧米に輸出する場合は、このJIS第2種ノンアミンクーラントを充填し、そのうえ不足分のキャビテーション性能を補うためにカートリッジ式の防食剤を併用するという方法で対応せざるを得なかった。クーラントには前述のアミン類、亜硝酸の他に、ホウ酸や富栄養化の原因となるリン酸等の環境負荷物質が使用されており（表—3）、当社ではこれらの環境負荷物質を大幅に削減した建設機械用の一步進んだ低公害のノンアミンクーラントの開発に成功している。

表—3 主な添加剤の毒性

添加剤	環境毒性
無機系インヒビタ リン酸, リン酸塩 ホウ酸塩 亜硝酸塩 クロム酸塩	富栄養化 生体毒性, 環境毒性 発癌性物質生成（ニトロソアミン）, 環境毒性 重金属毒性（法規制）
有機系インヒビタ アミン類	発癌性物質生成（ニトロソアミン）

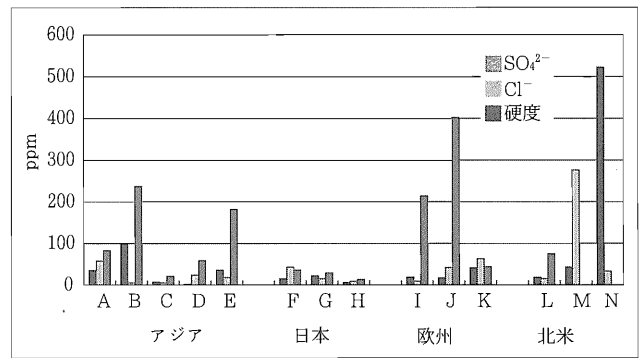
前述のように国内ではJIS第2種アミンクーラントが使用されていたが、防食性能が高く長寿命の第3種アミンクーラントを当社では建設機械用に開発し（AF-ACL）純正クーラントとして十分な実績を持っていたが、上記状況に対応するために第3種ノンアミンクーラントの開発が待たれていた。しかしアミンの高い鉄系防食剤としての特性に替る添加剤の開発は容易なことではなかったが、クーラントに使用する添加剤を根本から見直し、更に環境負荷の観点からも満足できる低公害型かつ耐熱性を向上させたコマツ KES（コマツ・エンジニアリング・スタンダード）第3種ノンアミンクーラントを開発した。

クーラント添加剤の働きという意味ではまずエンジンクーリング・システムの各種材料への適合性が挙げられる（表—4）。

またクーラントは一般に希釈して使用されるが、水質と言う意味では世界の各地域で大きな差が有る。腐蝕性のイオン（硫酸イオン、塩素イオン等）を多量に含んでいる場合とか、カルシウム、マグネシウムを多量に含有する硬水なども使用されることを配慮して添加剤を選定する必要がある。世界の中では日本の水質は良好と言える（図—5）。

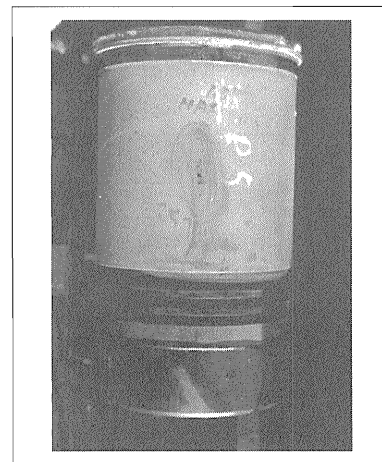
表—4 エンジンクーリング部品の材質

部品名	材質
ウォータポンプ	鋳鉄, フェノール樹脂, ナイロン
オイルクーラ	アルミニウム, 超硬/カーボン
シリンダブロック	鋳鉄
シリンダヘッド	VMQ, NBR, EPDM, CR
サーモスタット	鋳鉄, 黄銅
ラジエータ	黄銅, アルミニウム, 鋳鉄
ホース	黄銅, はんだ
アフタークーラ	SBR, NBR, EPDM, VMQ
	鋼, 銅クラッド材



図—5 世界のクーラント希釈水質

建設機械用クーラントの要求特性としては耐キャビテーション・ピッチング性が挙げられる。市販ノンアミンクーラントを使用したエンジンテストではシリンダライナに図—6のような著しいキャビテーションピッチングが発生している。これは市販のノンアミンクーラントはその多くが自動車用であり、建設機械のような過酷な使用条件を想定したものではないことに起因していると言える。その他の問題点としてスケールによるラジエータの目詰まりも散見されたがこのスケールの成分はリン酸鉄を主成分としたものであることが分かった。このリンはクーラントの添加剤からのものと推定された。



図—6 市販クーラント使用例（エンジンベンチテスト, 500h）

したがってこのスケール発生を抑制するために、添加剤へのリンの使用を抑制することも併せて検討され対応が取られた。

キャビテーションピッチング対策としては、

- ① 増粘剤による粘度増加により気泡破壊

力を低減

- ② 界面活性剤による表面張力低下により、気泡破壊力を低減
- ③ 有機系防錆剤吸着による金属表面の保護
- ④ 不動態皮膜形成による金属表面の保護

の対応がまず机上検討として取上げられ単体のキャビテーション・ピッチングテストにより基本性能テストで確認された。図-7にキャビテーション防止メカニズム概念図を示す。

その後エンジンベンチテストに入ったが実際のエンジンでのキャビテーションの発生・防止メカニズムは必ずしも単体キャビテーションピッチング・テストと同じではないため、実機の現象をシミュレートできなかった。すなわち単体キャビテーションピッチング・テストでは耐キャビテーションピッチング性能が得られたクーラントが、実際のエンジンテストではシリンダライナの表面にキャビテーションピッチングが発生した。そこで添加剤の作用条件、机上テスト条件を再検討したところ、エンジン冷却水中の溶存酸素の影響が大きい事が判明した。すなわち試作ノンアミンクーラントに使用していた添加剤には酸素溶存下では十分な作用をするが、無酸素状態では作用しない場合があることが分かった。

従来のクーラントに使用される添加剤成分は無酸素状態でも高い防食能力を発揮する。実機のクーラントは昇温による脱気のため、ほとんど溶存酸素の無い状態で使用されている。そこで解放系の机上テスト方法を改良し、酸素除去処理等の前処理を行い机上テスト性能を確認することでエンジンテストをクリアすることができた。エンジンベンチテストによる品質確認後にベンチ耐久試験並びに実車でフィールドテストを実施し、オーバーホールによるシリンダライナの調査並びに使用クーラント自体の性状、添加剤の消耗度合いの分析も実施した。その結果従来のアミンタイプ・クーラントに較べて消耗が少なく、耐熱性、長寿命性

が確認された(図-8)。

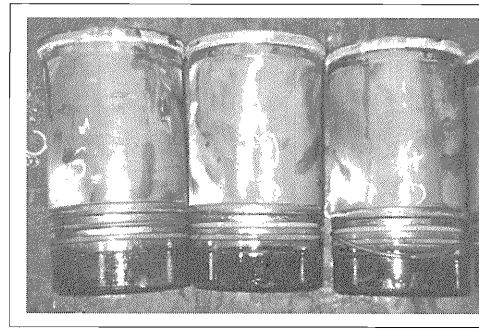


図-8 ノンアミンクーラント・フィールドテスト結果

本クーラントは2001年8月よりコマツ純正クーラントとして発売され国内工場充填クーラントとして全面採用されている。

(4) 補助部材とリサイクル

つぎに補助部材のリサイクル状況の実際について述べる。

(a) 廃オイル

使用済みの作動油等の廃油は、一般には燃料用オイルとして燃料業者によって回収されている。最近では幾らかの僅かな費用で使用済みの作動油等を買取っていくのが現状と聞く。これも廃掃法対応のため有価取引と言う事での対応と考えられる。また土壌の油汚染に関わる法律は現在検討がなされており、あと1年程度で公布される可能性があると聞くので、廃油漏洩による環境負荷の評価も今後明らかになってくるものと思われる。

(b) フィルター

廃フィルタの処理も小型簡易焼却炉での処理が難しくなっているためユーザにとって潜在的に煩わしい課題の一つと言える。そこで近年フィルタのサイズを半分以下にすることや交換の容易で汚れ難い構造のフィルタが好まれ評価されている(図-9)。

特に着実なフィルタ交換が求められる大型建設機械から、5トンクラスの建設機械まではフィルタの小型化が進められている。このコンパクトなフィルタは従来の沱紙とは異なり繊維の強度の強かつ細い高性能沱紙を使用しているためダートキャパシティが向上し、従来の2倍のロングライフ

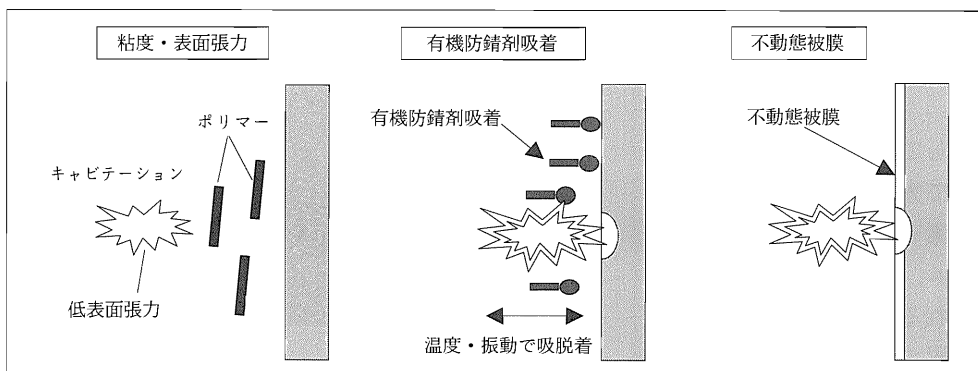


図-7 キャビテーション防止メカニズム概念図

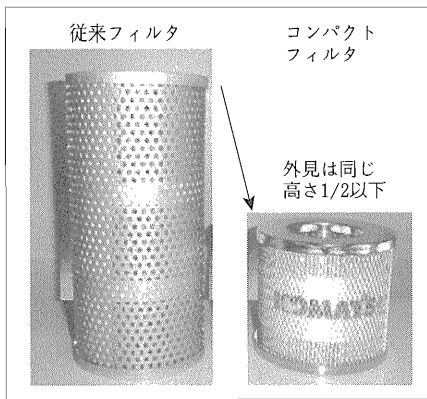


図-9 コンパクトで高性能なフィルタ

化を可能にしている。フィルタ自体のサイズは1/2となっているため、結果としてフィルタの廃棄量は1/4と環境とユーザにとって双方に優しいフィルタとなっている。廃フィルタは通常は産廃物として処理されているが一部の地区（関西地区等）では産業廃棄物（専ら物）として廃ゴムクローラ、廃ホースと一緒に廃フィルタを集めて電気炉に入れて鉄分を回収している例がある。つまり既存の廃棄物回収業者は産廃処理業の許可の対象となっておらずしたがって manifests の発行も不要な場合がある。しかし大半は産廃処理として処理されているのが実状である。

（c） 使用油量の削減

フィルタの小型化は比較的中・大型の機種で進んでいるが、小型ショベルでは近年、作動油タンク構造自体に改良を加えて小型化することで使用する油量そのものを低減する技術が注目されている。建設機械の油圧タンクは油面からのエアの巻き込みや、溶存エア等による気泡の混入による油圧ポンプへのダメージを避けるために、油圧タンクを通常大きめに設定してタンク内で気泡の分離、浮上をさせており、油量も多めに使用している。この気泡の除去に着目しこれを積極的に進めるためにサイクロン式気泡除去装置を油圧内に設置し、タンクの小型化（容積で35%減）と作動油量の削減（30%）を達成している。環境的には廃棄油量の削減であり、ユーザにとっては窮屈になり勝ちな小型車における運転席回りの空間確保につながり、交換油量も低減するなど、環境と経済性の両立に繋がる効果が得られている。

廃オイルにしても廃フィルタにしても自動車でも同様な廃棄物が生ずるが、自動車の場合は大量に発生する廃棄物処理の必要性から多くの場合リサイクル等の処理システムが構築されている。建設機械の上記廃棄物もそのシステムに沿って動いていると言える。

今後問題となってくるのは自動車とは異なる種類の

廃棄物の処理であろう。つまり建設機械用大型の使用済み OR タイヤやゴムクローラおよび廃クーラントの処理である。また作業の結果に洗浄で生ずる汚泥対応等に対しても、今後はメーカーにも知恵、工夫出しの努力が求められていくことになるものと考えられる。

3. ま と め

建設機械の補助部材の環境対応の状況に関しては、油脂として生分解性作動油、生分解性グリース、それに環境対応クーラント及びその補助部材の廃棄・処分状況について述べた。

以上述べたことはトータルに建設機械の環境負荷を低減すると言う意味では皆、同じ根につながる問題である。つまり拡大生産者責任と言う面で建設機械メーカーは生産財としての機械の性能、効率を高める一方、今まで以上に使用時、廃棄時の環境対応をユーザと共に考えて行く必要性があると言える。

生分解性作動油の欧米における市販のシェアと販売量の実績（2002年）について言うと³⁾、欧州：34,935 kL（全作動油販売量の5.1%）、米国：14,850 kL（全作動油販売量の2.2%）であり CO₂ 対応で余り評価されない米国での販売が予想外に多い事が分かる。前述したように我が国においては、特に自動車や家電の廃棄システムに乗ってこないような建設機械独自の産業廃棄物に関しては、対応に相当の努力が必要であるが、上述の欧米の環境対応状況を見ると、事態は予断を許さないとと言える。これら廃棄物に対して構造を工夫してその発生を抑えたり、業界として又は官の支援も考慮してでもその合理的な処理・処分方法について配慮をしていくことが求められる時代に入ってきたと言えるし、それが循環型社会に生きる企業の「もの作り」のあるべき姿と考えたい。

J C M A

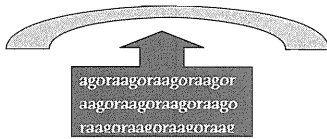
《参考文献》

- 1) 大川, ほか:「建設機械」, 2001年8月号
- 2) 飯島, ほか:「ノンアミンクーラントの開発」, *Komatsu Technical Report*, 2002 ① vol.48, No.149
- 3) R. D. Whitby, "Market share of bio-lubricants in Europe and the USA", *Lipid Technology*, 16, No.6 (2004) pp.125-130

【筆者紹介】

福田 達（ふくだ とおる）
株式会社小松製作所
開発本部
モノ作り技術改革室
担当部長





交流のひろば

IC タグの異分野への応用現況

村山 裕 樹

IC タグは第二の IT 革命と言われ、幅広い業界で大きな関心事となっています。米国では DoD やウォールマートで 2005 年 1 月より IC タグの貼付けを義務化しています。

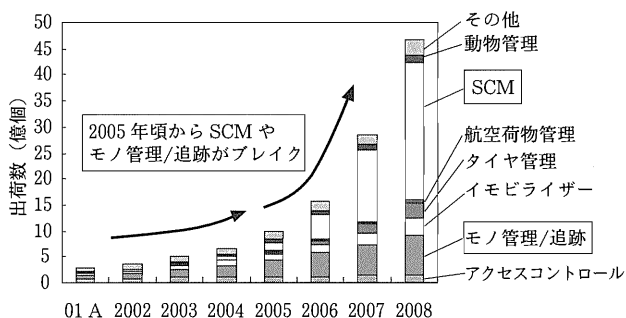
NEC はミドルウェアの開発、業種・業務ソリューションの開発など、IC タグソリューション事業を展開しています。具体的な事例についても説明します。

キーワード：IC タグ、個人認証、SCM、RFID、情報追跡、食品トレーサビリティ、タグ ID、固体識別番号、入出荷情報

1. IC タグの動向

IC タグが我々の社会や暮らしに及ぼす変化、あるいは影響は非常に大きいということで、第 2 の IT 革命と言われており、幅広い業界で大きな関心が寄せられ、既に、SUICA や車両盗難防止のイモビライザ、生産管理等に使用されています。

IC タグは、RFID (Radio Frequency Identification)、無線タグなどさまざまな呼ばれ方をしています。IC タグは情報などを記憶する IC チップとデータの送受信を行うアンテナとからなっています。IC タ



(出典：Allied Business Intelligence 2003/7 にもとづいて作成)
Copyright(C) NEC Corporation 2004, All rights reserved.

- ・我々の社会や暮らしに及ぼす変化と影響が大きくなり、「第二の IT 革命」とも呼ばれている。
- ・幅広い業界にて大きな関心が寄せられ、各種実証実験が進められている。
- ・IC タグ活用市場のうち、SCM+モノ管理が占める割合。
2005 年度全体の約 55%
2007 年度全体の約 70%
- ・総務省によれば IC タグの経済波及効果は 2010 年に 9~31 兆円と試算されている。

図一 IC タグ活用事業の市場性

グにデータを書込んだり、IC タグのデータを読取ったりするリーダ/ライタは、IC タグと無線通信によりデータ交信します。

図一は IC タグの活用事業の市場性です。

IC タグの活用市場のうちサプライチェーンマネジメント (SCM) と物の管理が占める割合は、2005 年度で全体の約 55%、2007 年度で約 70%、2008 年度ではさらに増える予測となっています。また総務省では、IC タグの経済波及効果は 2010 年で最低で 9 兆円、最高で 31 兆円と試算しています。

次に米国での動きとしては米国国防総省 (DoD : Department of Defense) とウォールマートが 2005 年 1 月から IC タグの貼付けを義務化しています。DoD は IC タグを付けた物資のみ納入を受付けるとしております。またウォールマートは上位 100 社に対し、パレットやケース単位での IC タグ貼付けを義務化しております。

各省庁の IC タグへの取組みとしては、国土交通省、経済産業省、総務省、農林水産省などで様々な実証実験を行っており、NEC も総務省の「農業分野等における IT 利活用のあり方」、農林水産省の「食品トレーサビリティ：野菜」などの実証実験に携わっています。

2. NEC の IC タグソリューション

NEC は事業ラインやグループ会社などの総員 300 名で IC 関連事業の強化にあたり、NEC グループと

してチップの供給からシステム構築に至るまでのトータルな IC タグソリューション事業を展開しております。NEC の IC タグソリューションの核となる 3 要素を説明します。

第 1 は、RFID ミドルウェアの開発と販売です。

リーダーで読取った IC タグの情報を様々なユーザ業務に最適なデータ形式、内容に加工して、アプリケーションと連携させることのできるミドルウェアを新たに開発して、2004 年 8 月以降順次販売を予定しております。

RFID ミドルウェアの主な機能には次の 3 つがあります。

① デバイス管理機能

異なるベンダの IC タグやリーダー/ライターなどのデバイスを統合的に制御・監視する機能です。

② イベント流通機能

IC タグ検出の通知間隔を制御するなど、必要な情報を適宜アプリケーションに通知する機能です。

③ タグ ID 関連情報検索機能

IC タグ内「タグ ID」データとともに、ネットワーク経由で必要な情報をデータベースから呼び出す、などを実現する機能です。

第 2 は、業種・業務別ソリューションの提供として、本年 3 月に資産管理ソリューションを発表しました。

今後、順次メニューの強化に関し、製造業向けとしては、「生産工程管理」ソリューション及び「施設内資産管理」ソリューション、流通向けには「小売店向

け商品管理」ソリューション等を計画しております。

第 3 に、標準化に対する取組みです。

米国発のグローバルな標準化活動である EPCglobal に、2004 年 5 月 20 日に正式に加入しました。また、国内発で、東京大学の坂村教授が中心となって「モノ」を自動認識するための基盤技術の確立と普及、さらに最終的にはユビキタスコンピューティングの実現を目標に活動しているユビキタス ID センタがあり、こちらには 2004 年 1 月 16 日に加入しています。NEC は、幹事会社として活動しております。

3. 事 例

次に NEC 社が取組んだ 2 つの事例を紹介します。

(1) e!プロジェクト

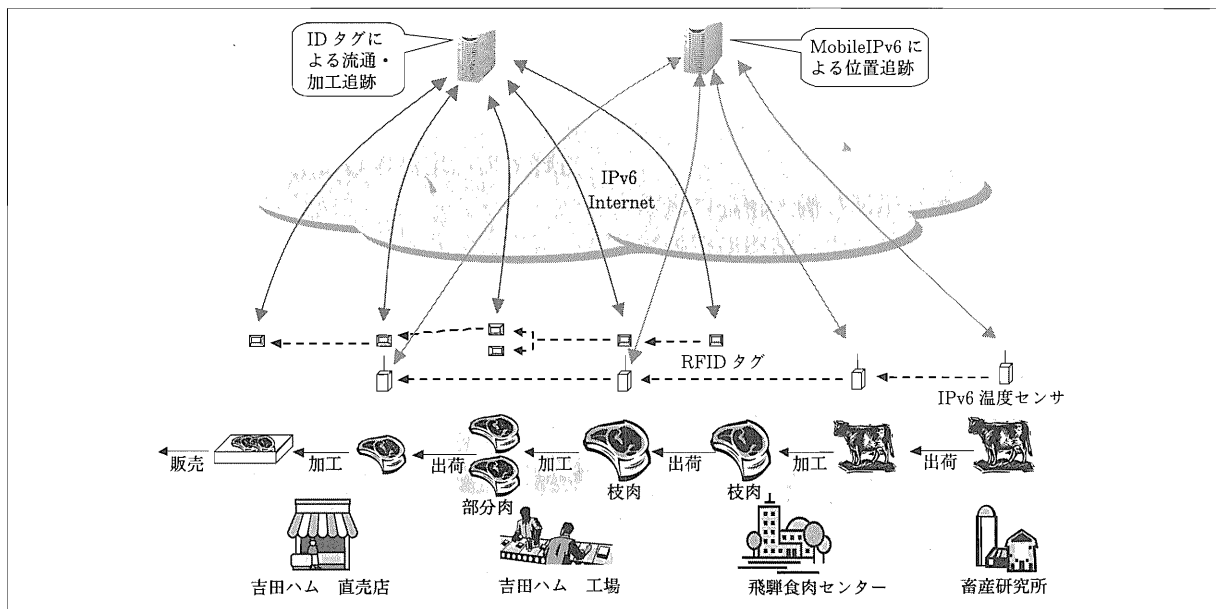
これは畜産物情報追跡管理システムの実験で、実験の目的は BSE の問題から食の安全への関心が高まった中で、牛肉の情報追跡の実証実験を行うことです。

平成 14 年度は牧場から食肉センタまでの情報追跡でしたが、平成 15 年度は牧場から小売店までの流通追跡として実証実験を実施しました。

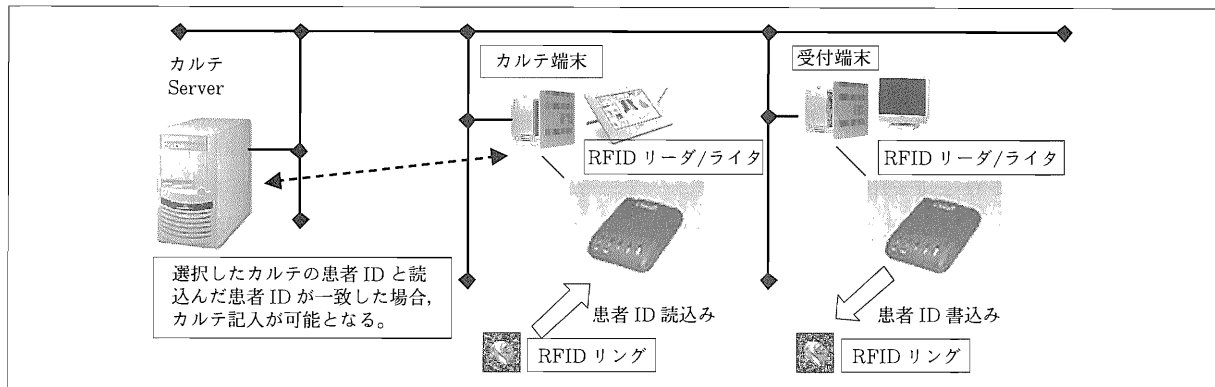
図-2 に平成 15 年度実験システムの動作イメージを表します。

IC タグは、13.56 MHz を使用しております。IC タグは牛の固体識別番号をキーにして、その入出荷情報を書込まれています。

牛が畜産研究所から加工場（飛騨牛食肉センター）



Copyright(C) NEC Corporation 2004, All rights reserved.
 図-2 平成 15 年度実験システムの動作イメージ



—RFID リング及び RFID スキャナー
本 RFID の指輪化加工は、ソーワコーポレーションが担当し、RFID リングの
書き込み/読み出し用スキャナはウェルキャットが担当する。

図-3 システム構成詳細

に出荷され、ここで枝肉になります。この時点で新たな IC タグが必要になりますが、牛の固体識別番号がずっと継続して使われていくため、それまでのデータは全部保管されており、それに追加する形で色々な情報が書込まれていきます。

加工するときもあらかじめ用意したタグに固体識別番号、入出荷の情報等を含めて書込んでおき、販売用に加工した段階で IC タグを貼付ける、という形で実証実験を実施しています。

この実験では消費者が牛肉を購入した場合に、生産者、飼育場所、屠畜場、血統、BSE の検査結果、加工日などの情報がわかるような実験を実施しています。

(2) ID-Ring

IC タグ内蔵型の ID-Ring の開発とユビキタス・メディカルシステムへの研究開発の目的は次の 4 つです。

- ① 指環型認証装置 (ID-Ring) 採用
- ② 医療の安全確保
- ③ 情報セキュリティ
- ④ 患者情報一元管理

医療の安全確保、正確、かつ迅速な個人認証による医療ミスの防止が一番大きな目的です。指環型認証装置は耐環境性に優れ、人体に対するアレルギー反応や違和感が少ないという理由で採用されています。

情報セキュリティでは、データのセキュリティ確保や医療関係者の認証による特定領域への入出管理などを行います。

患者情報の一元管理ということでは予防、診療、救

急における医療情報迅速処理と病診連携、あるいは二重検査や多剤内服副作用の防止などが挙げられています。図-3 にシステム構成図を表します。

左側にカルテサーバーがあり、中央にカルテ端末、RFID リーダ/ライタがあります。中央が各先生の居られる場所になります。

ここで先生が患者の ID を認識して、カルテを自動的に見られる形になっています。指環型の ID-Ring の中にチップとアンテナが組込まれており、指にはめた状態のままリーダで読み、認証が OK となるとカルテの画面が表示され、書き込みも可能になります。

4. ま と め


IC タグは DoD やウォールマートの活用が始まる 2005 年を契機に、本格的に普及することが期待されています。国内では、資産の管理や生産工程での活用など SCM での活用が具体的に始まっています。今後 IC タグの低価格化に伴って、建設産業を含む幅広い分野での活用がさらに進んでいくと考えています。

J C M A

【筆者紹介】

村山 裕樹 (むらやま ひろき)
日本電気株式会社
市場開発推進本部
RFID 事業推進センタ
センター長




 ずいそう

ウォーキング雑感

宮地 明彦



還暦を過ぎてから（といってもまだ4ヵ月だが）はじめに減量に取り組み始めた。娘に還暦祝いにランドセル風のバッグを買ってもらったのがきっかけである。これは誠に具合が良くてA4サイズの書類が入り、手で持ってもいいしリュックのように肩にも担げる。私は肩に担いで通勤している（もっとも、中には書類ではなく合唱の楽譜とタオルであるが）。朝は表参道から会社のある赤坂まで、帰りは赤坂から代々木公園駅まで歩く。暑いときは上着を脱いでバッグにいれ、タオルを取り出して流れる汗をぬぐう。表参道界隈には目を見張る美女達がキラ星のごとく闊歩しているが見向きもせずひたすら歩く。

このような通勤スタイルでノルマ10万歩/週を実践している。きちんとやれば、通勤だけで一日1万2千歩は稼げる。したがって月曜の朝万歩計をリセットすると、真面目にやれば金曜日の夜はだいたい7万歩位はカウントしている。こうなれば楽勝である。しかしなかなかそうはいかない。寄り道することもあるし、雨も降る。そうなると金曜日の夜5万歩そこそこという事態も生じる。そのときは週末が勝負となる。

1日3万歩というのはなかなかきつい。それを2日間続けるとなると尚更こたえる。そこを何とか持ち堪えて今のところ4ヶ月間ノルマを達成している。その秘訣は川である。車で目的地に移動するときは道路を使うが、歩くために歩くには川沿いの道がいい。まず平坦であり心臓に負担がこない。風があり緑も多い。最近は大きな河川ではサイクリングロードや遊歩道が整備されていて車もこない。1日3万歩稼ぐにはこれしかないのである。

私は昨年まで関西に勤務していた。私の個人的印象では関西人は川沿いをリフレッシュの空間として利用する発想が関東に比べると弱い気がする。淀川や、神崎川の川辺の道は緑と言うより落書きと空き缶の印象が強く、行き届いた管理がされているとはいいいにくい。また川辺を歩いている人も少ない。では関西人はどこを歩くのか。私の場合は古道であった。関西には古道がある。奈良、京都、大阪を結ぶ古道は今でもよく整備されていて訪れる人が絶えない。山辺の道、葛城の

道、山背古道、当尾の道、柳生街道等みなそれぞれの趣があり、そこを行き来していた人々の歴史の重みを感じながら歩くのも格別である。関東には古道がない。ないと言っては語弊があるかもしれないが、私が歩いたのは箱根の山くらいで人が歩く道として残されている道が少ない。そういう事情からやむなく関東人は川辺の道をリフレッシュ空間として利用するようになったのではないかと勝手に解釈している。とまれ、私にとって川辺の道は有難い。

私のお気に入りの川辺コースをいくつか紹介すると、
・玉川上水コース_4代将軍家綱が江戸の水不足対策として多摩川の水を四谷まで引いたというのが始まりだとか。これを施工した玉川兄弟にちなんで玉川上水という。拝島から井の頭公園までがよく整備され、武蔵野の面影を色濃く残している。拝島から上流の羽村まで辿ろうとしたが途中で道がなくなってしまった。総延長は20~30kmであり、適当に分割して歩くとよい。

・野川コース_国分寺を源流とし二子玉川で多摩川に合流する20km位のコース。遊歩道は最上流部と下流部でなくなってしまうが中間部はきれいに整備されている。スタートは東京経済大学の東南部付近から突如として出現する。そこから下流へ歩き始めると武蔵野公園を経て広大な野川公園に入る。身近にこんな立派な公園があったのかとびっくりする。成城学園あたりまで気持ちよく歩ける。二子玉川まで案内板が設置されている。

・二ヶ領用水_小田急登戸のすぐ下流にある宿河原堰から久地近くまで桜の名所として知られている。玉川上水ほど整備されておらず、久地あたりで訳がわからなくなってしまうが元住吉付近まで続いているらしい。私は途中で多摩川に出る。

ほか、ポピュラーな多摩川、江戸川、浅川等あるが紙面がなくなってしまった。ところで肝心の減量の方であるが目標までまだ大分時間がかかりそうだ。人生それほど甘くはない。

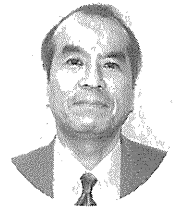
「継続は力なり」と念じつつ今日も又ひたすら歩く。

— みやじ あきひこ 日本国土開発株式会社取締役専務執行役員 —

ずいそう

辺境の地に日本と結ばれた糸を見た

木本 公平



中央アジア・カザフスタンのセミパラティンスク市（以下、セメイと記述する）は西シベリアに位置し、文豪ドストエフスキーが流刑された辺境の町で、近くに大規模な核実験場があったことでも知られる。筆者は、円借款プロジェクトに参画し昨年までこの地に6年間滞在した。その間、思いがけない幾つかの日本とのつながりを見たので、その一端を紹介する。

この地と日本の最初のつながりは、20世紀初頭の大谷探検隊（西本願寺西域探検隊）の橋瑞超を挙げることが出来る。第三回大谷探検隊の瑞超は当時20歳の青年で短身瘦躯ながら、自分より年下のイギリス人の従僕とロシア人の通訳を引き連れていた。彼らはロシア北西部の都ペテルスブルグを汽車で出発後、イルティッシュ河を汽船で遡りセメイにたどり着いた。1910年のことである。当時のセメイの印象を「ちょっとした都会です。大阪付近で申せば住吉ぐらいでしょうか。ホテルもあれば商店もあります。けれどもこのホテルには風呂がない。これには私も甚だ困りました」と探検記に書いている。

橋瑞超の最初の訪問から87年後の1997年3月に、私達は建設コンサルタント業務を契約しセメイでの滞在を始めた。その時、首都アルマティの日本大使館から「セメイに住む婦人が日本人孤児だということで、いろいろ調査したが、手がかりが不十分で日本人孤児とは確定できない。しかし、生活に困っているようなので、助けてやって欲しい」との話があった。私達日本人が面接すると聞き、婦人は日本での調査の結果で身元がわかったのかと大いに期待したが、話が違ったのでがっかりしたらしい。当時、婦人は42歳で娘と息子の3人家族だった。面接の結果、私達は婦人を食事賄いとして雇用することにした。彼女が言う自身の生い立ちは、「昭和29年（1954）に樺太の恵庭で生まれた。両親は北海道から移住してきた日本人だが、相次いで亡くなったので2歳の時に朝鮮人夫婦に預けられた。日本人両親の名前は不明だが、本人の名前はリムラ・カシコだという（日露通訳の話では、ロシア語の訛りから推測して、木村かず子ではないかとのことだっ

た）。18歳の時にカザフスタン出身の軍人と結婚しセメイに来た」という。その後2度離婚し生い立ちから身についたのであろう、とても気の強い女性であった。

セメイ核実験場が1989年まで40年間も核実験を続けた影響が多くの人たちに被害を与えており、上述の一家も例外でなく3人ともそれぞれ治療や手術を受けている。このような被爆者を援助する人たちの中に、大学を退官後も草の根活動を続ける高木昌彦博士がいた。奥様は広島の実験場被爆者で、もとは高木先生の研究室の助手をしていたとのことだった。高木先生は70歳のお年からカザフ語の勉強を始めマスターされたという。いつも小さな民俗帽をかぶり、人懐っこい笑顔で飄々と歩く様子は、まさしく現地のお爺さん風であった。

現地では、8月6日になると多くの人たちが集まり非核の誓いを立て、風船や花を河に流して広島の実験場被爆者を慰霊する。かような離れた地でまことに有難く感動したものである。この集会で先生が壇上に上がり、遠慮がちに、しかし堂々とカザフ語で挨拶され、拍手喝采を浴びられたことが昨日のように思い出される。先生は、一昨年、日本帰国中、77歳で永眠された。合掌。

後日談だが、先生の死後まもなく、現地赴任中の筆者は思いがけなく中学時代の恩師から手紙をいただいた。そこには偶然この高木先生のこと書かれており、一時、医療関係の仕事で一緒したことがあるとのこと。恩師は高木先生の現地での活動もご存知だった。卒業以来、恩師との40年振りの通信であった。

セメイには日本から医学・医療をはじめとする関係者が援助に訪れ、カザフスタンからも多くの留学生や研修生が日本へ来て、結びつきは毎年強くなっている。この小文でとりあげたものよりもっと太く強い糸が数多くあるだろう。二国間の交流は、被爆市民を抱えるという共通点がひとつの大きな原動力になっている。筆者が帰国後、昨年夏から被爆地広島に勤務することになったのも、思えば不思議な縁である。

JCMA 報告

建設業部会見学会報告

—ハツ場トンネル工事現場—

建設業部会

1. はじめに

建設業部会の見学会として、7月23日(金)、西上部会長以下21名の参加でハツ場トンネル工事現場を見学してきたので報告する。

群馬県のハツ場ダム建設では、JR吾妻線の川原湯温泉駅を含む約6km区間が水没することになり、国土交通省による機能補償として、岩島駅から長野原草津口駅間の約10.4kmの線路付替え工事が施工中である。このうちハツ場トンネル工事では、鉄道単線トンネルとしては国内初となるTBMによる全断面掘削施工が進められている。

2. JR吾妻線付替え工事の概要

国土交通省が、利根川総合開発計画の一環として、下流域の洪水被害を軽減する目的で吾妻川中流域の長野原町に

建設を進めているハツ場ダム(重力式コンクリートダム)の水没区域内を通っているJR吾妻線を移転させるため、関東地方整備局から委託を受けたJR東日本が、岩島駅から長野原草津口駅(延長約10.4km)の付替え線を建設する。

移転先はJR吾妻線に沿って流れる吾妻川の南側山間で、水没する川原湯温泉駅の代替え駅予定地と両端の駅を最短で結ぶルートが選定された。

付替え工事における構造概要は、吾妻線起点側岩島駅から第二吾妻川橋梁(4径間連続PC斜版橋、 $L=431\text{m}$)、ハツ場トンネル(NATM工法・TBM掘削、 $L=4,582\text{m}$)、新川原湯温泉駅(仮称)(1面2線の橋上駅、ホーム延長、 $L=165\text{m}$)、川原湯トンネル(NATM工法・発破掘削、 $L=1,870\text{m}$)、横壁トンネル(NATM工法・自由断面機械掘削、 $L=1,737\text{m}$)、第三吾妻川橋梁(3径間連続複合構造中路アーチ形式、 $L=203\text{m}$)であり、終点側長野原草津口駅へ至る工事である(図-1)。

3. ハツ場トンネル工事の概要

今回の見学先であるハツ場トンネル工事は全長 $L=4,582\text{m}$ のうち、両坑口部 $L=219\text{m}$ ($169\text{m}+50\text{m}$)をカルバートボックスで計画し、両坑口部 $L=239\text{m}$ ($180\text{m}+59\text{m}$)をNATM工法(機械掘削)で施工する。中央部の $L=4,160\text{m}$ は、全断面TBM工法を採用するが、鉄道単線トンネルでのTBM工法適用は我が国初めての事例となる。

地質の概要は、最小土被りは終点側大沢部で6m、最大土被り約350mで、起点側(写真-1)から大部分をハツ場安山岩類が占め、終点側には川原湯斜長斑岩が分布し、これらの間の一部区間に川原原層(主として安山岩系)が出現する。ハツ場安山岩類中には、川原湯斜長斑岩と同じ頃に貫入した矽岩や安山岩の貫入岩が認められる。また、両坑口付近は、これらの基盤岩を覆う形で崖錘堆積物、泥流堆積物、段丘堆積物、ローム層などの未固結堆積物が分布する。

トンネルは、両坑口では未固結層の中を通過するが、それ以外では比較的良好な地質が予想され、事前の調査結果では、地山等級ⅡN以下のものが全体の10%程度であり、60%程度は地山等級ⅣNに区分され、一軸圧縮強度 $30\sim 130\text{N/mm}^2$ となっている。弾性波探査で検出された低速度帯は5箇所あり、多亀裂帯であると予測されているが、小規模な変質帯や破碎帯に遭遇する可能性があるものの、大きな影響はないものと予想される(表-1)。

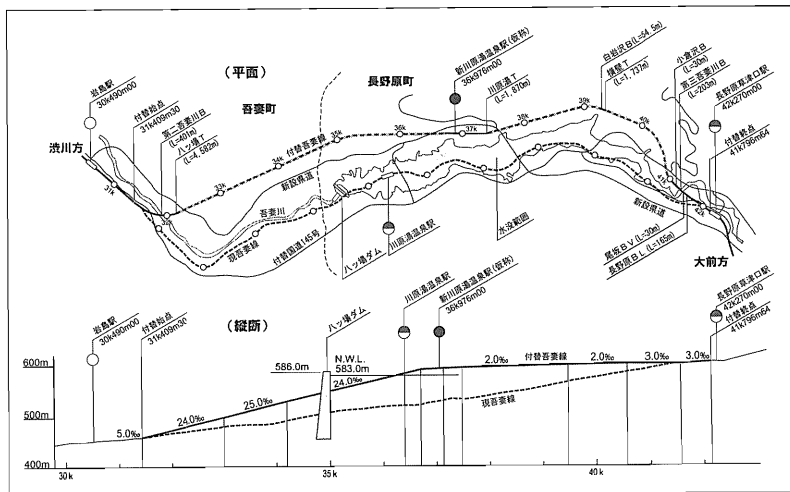


図-1 JR吾妻線付替え工事の概要

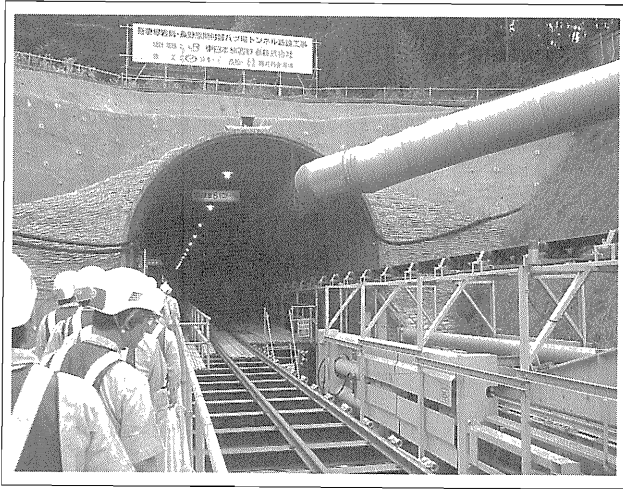


写真-1 ハツ場トンネル起点側坑口

表-1 ハツ場トンネル工事仕様

工事名称	吾妻線岩島・長野原間代替えハツ場T新設
工事場所	群馬県吾妻郡吾妻町～長野原町
工期	(自)平成11年11月30日 当初 (至)平成15年9月30日 変更 (至)平成18年1月18日 (工事一時中止により変更)
発注者	東日本旅客鉄道株式会社上信越工事事務所
施工業者	清水建設(株)・西松建設(株)・(株)間組共同企業体

4. 工事内容

本工事に採用されているTBM掘削機(写真-2)はオープン型であり、掘削径φ6,820mmである。掘削したずり

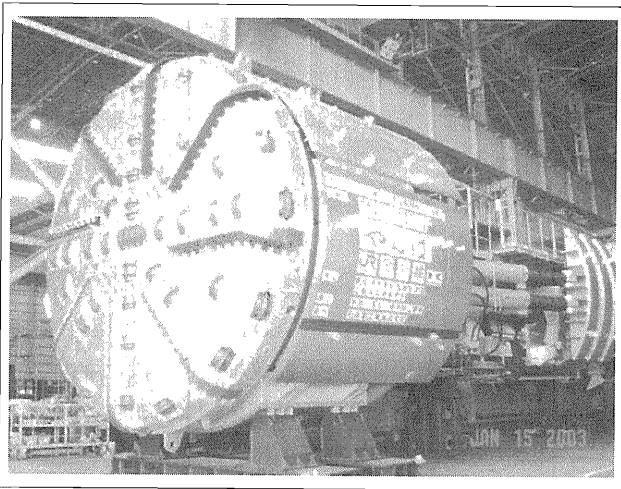


写真-2 TBM「やんば」

表-2 工事内容

掘削延長	(NATM) L=239 m (TBM) L=4,124 m 計=4,363 m
掘削断面	(NATM) 51.4 m ² (TBM) 34.5 m ²
掘削量	153,116 m ³
吹付けコンクリート	695 m ³
防水シート	75,614 m ²
覆工コンクリート	28,584 m ³
インバートコンクリート	7,895 m ³

は、延伸ベルトコンベヤにて坑外へ搬出される。

本工事の主要な工事内容は表-2、図-2の通りである。

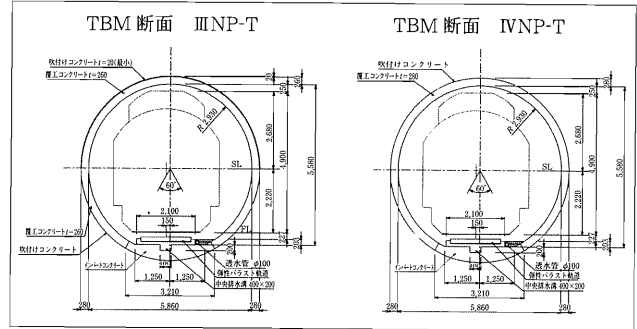


図-2 ハツ場トンネル断面図

5. 機械設備

本工事で使用されている機械設備は、トンネル掘削を進めるTBM、吹付け・ロックボルト施工を行うTWS、掘削したずりを坑外まで搬出するための延伸ベルトコンベヤ、換気設備、給水設備などからなっている。主な設備の概要は以下の通りである。

(1) TBM掘削機

本現場は全般的に固結度が高く比較的良好な地山と予想されたことからTBMはオープン型としている。カッターヘッドの形状はドーム型であり、カッターは17インチカッターを48個配置している。

カッター支持方式は周辺支持方式、カッターヘッド支持に使用される軸受けは3ローラ型軸受けをとっており、カッターヘッドの駆動方式はインバータ制御による電動モーター駆動であり、カッター回転数は0~6回転までの可変速となっている。

TBM掘削機の主な仕様は表-3の通りである。

表-3 掘削機の仕様

型式	オープン型
外径	φ6,820 mm
機長	17,830 mm
掘進ストローク	1,800 mm
純スラスト推力	12,124 kN
カッター駆動装置	
電動機	315 kW×6台
回転数	0~6 rpm
トルク	常用 3,071/最大 6,142 kN-m
グリッパー推力	35,280 kN

(2) TWS (トンネルワークステーション) (写真-3, 写真-4)

TBM本体と後続台車の間の作業床に各種機能を有するユニットが搭載されており、各ユニットは作業床に敷設し

たレール上を走行し必要に応じた作業ができるよう移動可能となっている。搭載されている各ユニットは次の通りである。

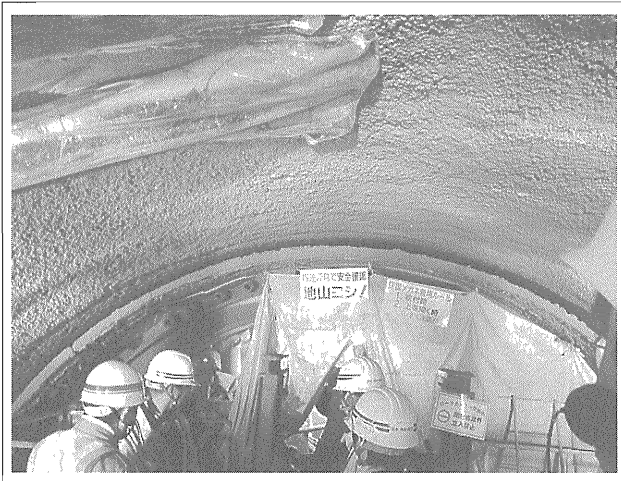


写真-3 TBM 本体後部状況

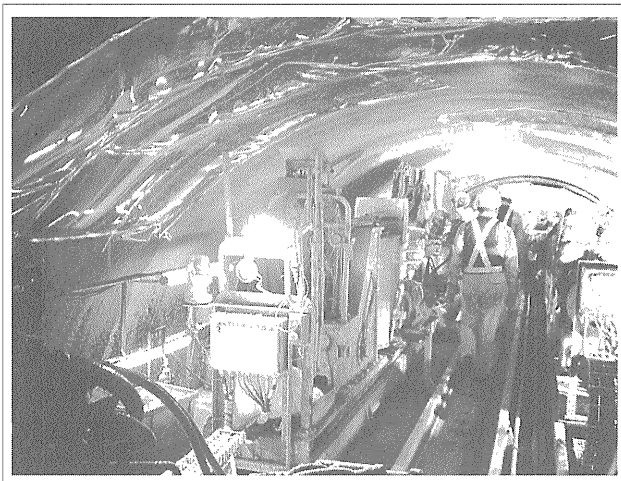


写真-4 TWS (トンネルワークステーション)

① 前方マンケージユニット

ルーフサポート直後の天端部の吹付け作業を行うためのマニピュレータ部、作業員が乗込み足場とするケージ部、リング支保工を組立てる把持装置部で構成されている。

② 前方穿孔機ユニット

上半部のロックボルト打設、及びフォアボーリング穿孔に使用する。ドリフタは190 kg級を使用している。

③ 後方穿孔機ユニット

後方での下半ロックボルトの打設、及び前方でのフォアボーリング穿孔を行う。

④ 後方マンケージユニット

後方でのロックボルト打設時の足場となる。

⑤ 吹付けロボット

吹付けロボットはTBMメインビーム上の作業床に設置された走行用レール上を走行し、吹付け位置まで移動した

後、本体を90度回転させて吹付けノズルをガイドリングに沿って移動させ、トンネル内全周を吹付ける。

⑥ クレーンユニット

バッテリーロコで搬入された鋼製支保工およびロックボルト、モルタルなどの資材をTBM作業床上に上げるために使用する。

(3) 掘削ずり搬出設備

本工事は急曲線施工もなく、掘削距離も4,000 m以上の長距離掘削のため、掘削ずり搬出には延伸ベルトコンベヤによる連続ずり出し方式が採用されている(写真-5)。掘削した土砂は連続ベルトコンベヤ及びトリップベルトコンベヤ(横持ち用)により、ずり仮置きヤードまで搬出される。

ずり搬出設備の主な仕様は表-4の通りである。

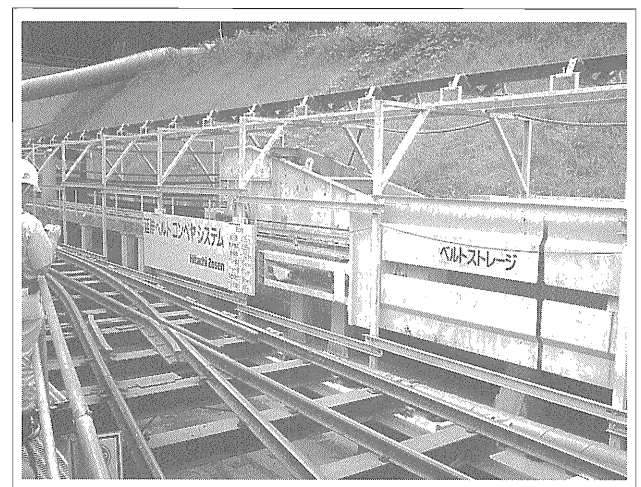


写真-5 坑口部の延伸ベルトコンベヤ

表-4 ずり搬出設備の主な仕様

・No.1 ベルトコンベヤ	
土砂搬送量	450 m ³ /h
ベルト速度	130 m/min 可変速
ベルト幅	750 mm
・No.2 ベルトコンベヤ	
土砂搬出量	450 m ³ /h
ベルト速度	180 m/min
ベルト幅	750 mm
・延伸ベルトコンベヤ	
土砂搬出量	265 m ³ /h
ベルト速度	180 m/min
ベルト幅	610 mm
メインドライブ出力	110 kW
ブースタドライブ出力	110 kW
・トリップベルトコンベヤ	
土砂搬出量	275 m ³ /h
ベルト速度	80 m/min
ベルト幅	750 mm

(4) 支保工設備

本トンネルにおける主要支保部材は吹付けモルタル(写真-6)と、鋼製支保工ならびにロックボルトである。

吹付け設備はモルタルを保管するモルタルサイロとモルタルを輸送するリフトタンク，圧送吹付けを行うミキシングポンプ，急結材供給ポンプから構成されている。吹付け材は早期強度が高いビニロン系短繊維ファイバーと混和材を工場でプレミックスした繊維補強吹付けモルタルを採用し，急結材は液体急結材を使用している。

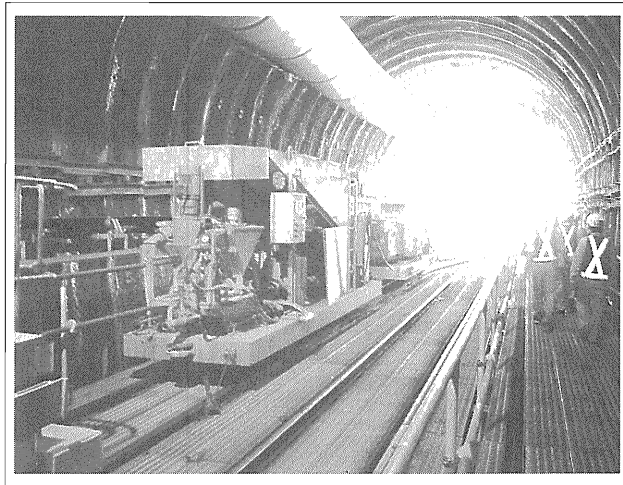


写真-6 モルタル吹付けシステム

(5) 軌条設備

資材の搬入はレールゲージ 762 mm のサーボ付きバッテリーロコが使用されている。坑内は単線となっており，500 m 毎にすれ違い用の分岐部が設置されている。

(6) 換気設備

換気方式は送気方式が採用され，坑口に 30 kW×3 連のコントラファンが設置されている。風管はカートリッジ式のカプセル風管（長さ 100 m）を後続台車に設置して順次延長するようになっている。また TBM 掘削時に発生する粉塵を処理するために，電動機容量 22 kW×6, 400 m³/min の集塵機を 2 台使用している。

(7) 給水処理設備

坑内作業での水使用量は 600~700 L/min であり，37 kW 給水ポンプによる給水が行われている。

(8) 通信設備

TBM の後続台車は長く，各作業位置が離れているため相互に確実に連絡がとれる通信設備が必要である。そのため，坑内に PHS アンテナを設置して各職員，職長に PHS を携帯させて，坑内のどこでも連絡が取れる体制としている。

る。

(9) 掘削管理システム

本工事では，TBM 掘削の測量管理に自動追尾型のトータルステーションを使用し，マシンのピッチング，ローリング，ヨーイング，水平偏差，垂直偏差をリアルタイムに計測し，運転席で掘削機の位置が把握できるようにしている。

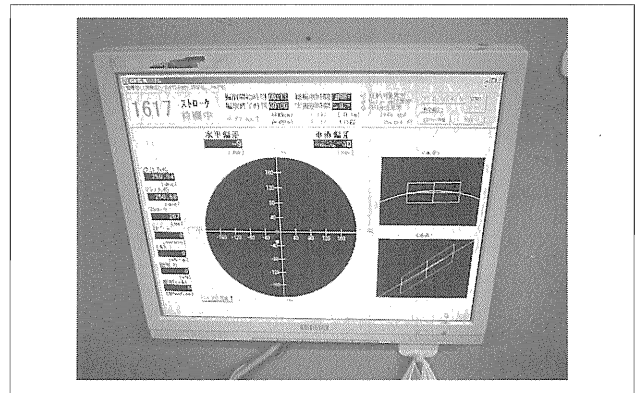


写真-7 掘削監視システム画面

6. TBM 掘削状況

TBM 掘削は平成 15 年 10 月から行われており，見学会のあった 7 月 23 日現在で約 2,869 m の掘進であった。それまでの最大月進は 424 m/月であり，目標月進 330 m/月に対し，平均月進 300 m/月程度とのことである（表-5）。また，切羽の前方探査として HSP（3 成分）を低速度帯で実施している。

表-5 7月23日現在の掘削進行状況

工種	設計延長	累計進行	残	備考
NATM 掘削 (m)	180.0	180.0	—	平成 15 年 7 月 7 日完了
TBM 掘削 (m)	4,124.0	2,868.6	1,255.4	平成 15 年 10 月 1 日掘削開始

7. おわりに

本見学会は天候にも恵まれ，スケジュール通り遂行できた。今回の見学会を快く引受けて下さり懇切丁寧な現場を案内して頂いた清水建設株式会社，西松建設株式会社，株式会社間組共同企業体の皆様には心より感謝申し上げます。

JCM/A

CMI 報告

トンネル内歩道部環境改善の 新たな試み

安井 成豊

1. はじめに

施工技術総合研究所は、トンネルやトンネル設備関連の設計・施工・維持管理に関する検討業務を多く行っています。ただし、今回紹介するのは、それらとは異なり、道路としてのトンネルの建設や交通環境の維持のための設備に対する検討ではなく、道路トンネル内に設けられた歩道部の環境改善に対して行った検討内容について紹介します。

都市部や山村部におけるトンネルにおいては、自動車交通ネットワーク整備目的で建設するのと合わせて、トンネルを介して周辺地域の生活圏拡大（通勤、通学等の利便性向上）を考慮して、車道部の他に歩道部がトンネル内に設けられる例が見られます。

今回紹介する国道1号静清せいしんバイパス賤機山しずはたやまトンネル（写真-1）についても、日交通量約43,000台（大型車混入率：日平均30～40%）を示す幹線道路であるとともに、周囲に高校が6校あることから、主に通学等を目的とした歩道



写真-1 対策前のトンネル内歩道部状況

利用者数も1日当たり約1,200人と他の歩道併設トンネルでの利用者数と比べても特に多いトンネルとなっています。

ただし、トンネル内に設置された換気設備等は、一般的に通行車両の安全かつ円滑な交通確保を主な目的として目標管理値が設定され、設置・運転管理がなされています。そのため、トンネル内の交通条件（交通量、大型車混入率等）によっては、歩行者にとって不快に感じる歩道環境となる場合があります。賤機山トンネルにおいても、トンネル供用開始後からトンネル内歩道環境の改善要望が利用者から出され、当該トンネルを管理する事務所も換気設備の運転制御等にて対応することがなされてきました。しかし、大きな改善には到らず、利用者からの環境改善要望は出されていたため、これまでとは異なる環境改善策が必要と考え、今回紹介する新たな対策を実施するに至りました。

2. 検討概要

トンネル内歩道環境の改善というこれまでにない試みであることから、検討に際しては、

- ① 歩道部環境計測に基づく現状把握、
- ② 利用者へのアンケート調査による問題点の集約と要望事項の把握、
- ③ 利用者代表者を交えたワークショップを通じての様式検討、

といった利用者と意見交換しながら検討を進めることにしました。

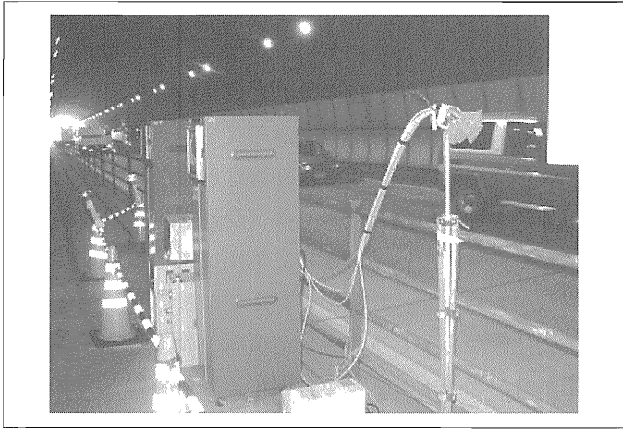
また、机上検討では把握できない感覚的な部分についても意見を集める目的で、トンネル内歩道部に区間毎に仕様を変えた仮設の対策工を設置して、直に体験してもらう現地体験も実施しました。以下にそれらの実施内容を中心に紹介します。

（1）歩道部環境計測

検討を進めるに当たり、当該トンネル内歩道部の環境として具体的にどのような点が問題となっているのかを数値化する目的で、歩道部に各種環境計測機器（風速、騒音、大気質、照度等）を設置し、昼夜連続2日間以上の環境計測を実施しました（写真-2）。

計測の結果と計測のために現地トンネル内に長時間滞在した経験から、以下の問題点が想定されました。

- ・大型車通過時に発生する突風（瞬間最大8～10 m/s）
- ・隣の人と会話ができないうるさい騒音（約90 dB(A)）
- ・排ガス等の不快な臭い
- ・巻上がる粉塵やほこり
- ・明るい屋外から急に暗くなる坑内（20 Lx以下）



写真一 対策前の歩道部上での環境計測

(2) 利用者へのアンケート調査

上記環境計測結果を基に、実際に日々歩道を利用している利用者（地元高校生、周辺住民）の方々に対してトンネル内歩道を通行している際に「何とかして欲しい（改善）」点は何かを意見聴取するとともに、想定される対策イメージ案を数案提示し、実施して欲しい対策案についてアンケート調査を実施しました。アンケートは、静岡県道事務所を通じて配布および回収を行い、計 630 の回答が得られました。その結果、

- ・「大気環境」「騒音」「走行風」「明るさ」に対する不満が多く、それに対する改善要望割合が多数を占めた。
- ・実施して欲しい具体的な対策案として、歩道部を完全に覆う案が約 50% を占める結果でした。

(3) ワークショップの開催

具体的な対策工の詳細な検討に際しては、アンケートに回答いただいた高校関係者（先生および父母）、地元自治会代表者といった利用者の方々と、防犯・防災面で御協力いただく必要のある警察および消防関係者の方々とをメンバー



写真二 ワークショップ開催状況

とした「賤機山トンネル歩道環境改善ワークショップ」を開催し、「車道が見える窓の必要性と範囲」「歩道内の明るさ」「非常用扉の大きさ」「歩道内の色」など具体的な仕様について意見交換をしながら、検討を進めました（写真一3）。なお、各ワークショップにおける内容については、静岡県道事務所ホームページに実施概要を紹介しています（<http://www.shizukoku.go.jp/>）。

また、ワークショップの中で、実物大実験を得意とする当研究所からの提案として、改善対策案としてアンケート調査結果において要望意見の多かった歩道部を覆う案を模擬した仮設の実物モデルを実際のトンネル内に約 20 m 設置し、高校生やワークショップメンバーの方々に通行人に感じる感覚を実際に体験してもらうことを企画し、具体的な仕様について意見収集を行いました（写真一4）。



写真三 実物モデルによる現地体験

3. 対策後の状況

上記までの検討により計画設計された環境対策工の工事が平成 15 年度に発注され、平成 16 年 3 月に完成しました。

完成後（写真一5）に実施した環境計測結果において、特に顕著な改善が確認された点は以下の通りです。

- ・車両走行に伴い生じる突風はシャットアウト
- ・騒音低減（約 10 dB 減）により、歩道内での会話が可能
- ・歩道内の明るさが大幅にアップ（70 Lx 程度）

また、対策前は、歩道の端から 1 m 弱のすぐ横を大型トラックが時速 60~80 km の速度にて通過すること自体に一種の恐怖感があったが、対策後は、その間に壁が設けられたことで恐怖感がなくなり、大きな安心感が得られた点も数値化されていない大きな改善点でした。



写真-5 対策工完成後のトンネル内歩道部

う非常に特殊な状況下において、これまで表だって問題視されていなかったトンネル内歩道部環境に着目して検討実施されたという点で珍しい検討ケースと思われます。ただし、当該トンネル以外にも同じ目的で歩道部と分離する壁を計画、設置あるいは施工中のトンネルが数例出てきており、今後も利用者の意見を反映させた取組みが広がる可能性は高いものと考えられます。

なお、今回、高校生や地元住民の方へのアンケートやワークショップの開催など通常の技術検討では経験し得ない活動に共に取り組んでいただいた国土交通省静岡国道事務所に感謝申し上げる次第です。

JICMA

【筆者紹介】

安井 成豊（やすい しげとよ）
 社団法人日本建設機械化協会
 施工技術総合研究所
 研究第三部
 研究課長

4. おわりに

今回紹介した環境対策は、道路トンネル内の歩道部とい

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

新工法紹介 広報部会

04-266	弾性波によるシールドマシンの位置検知システム	フジタ
--------	------------------------	-----

▶概要

シールド工事における到達方法は、立坑到達するケースが多い。到達地点での安全確保の方策として、通常薬液注入や凍結といった補助工法により、地盤補強が実施されている。しかし、何らかの事情により接合用立坑が設置できない場合等は、地中接合が実施されている。

シールド掘進に伴う位置確認は、毎日測量作業を実施している。方法は、地表面に設置した中心線及び水準点を立坑内に導入して、これを基準としてシールドの位置測量を行っており、掘進に伴いこの基準点を移動させ、基準線との離れ (X, Y, Z) とシールド機の姿勢データ (ピッチング, ヨーイング) を管理している。

到達近辺の施工は、進行を押さえ、坑内測量データや地上からのボーリングによる観測孔からの確認測量により、到達姿勢を追尾確認しながら推進到達させている。

長距離、急曲線並びに大深度といった特殊工事の場合は、上記だけでなく、さらなる確認と精度が要望される。

フジタでは、AE (アコースティック・エミッション) 技術を利用した、施工管理を実施しており、今回、地中接合最終段階におけるマシン位置検知方法にこの AE 技術を採用した。写真-1 に計測状況、図-1 に概念図を示す。



写真-1 シールドマシン位置検知システム計測状況

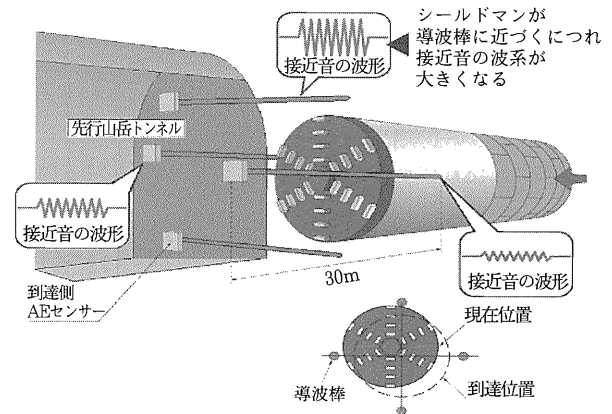


図-1 シールド位置検知システム概念図

本システムは、あらかじめ到達側にシールドマシンに向けて放射状に配置した導波棒 (材質: アルミニウム, 長さ: 30 m) 4 本と、その端部に取付けた AE センサー、地上の計測室に設置した AE 計測装置およびパソコンにより構成される。

シールドマシンのカッターが導波棒に接近或いは接触する音の変化を解析してマシンの現位置を検知するもので、計測データはインターネットを経由して中央制御室に即座に転送され、シールドマシン姿勢制御にフィードバックして、到達精度を向上させるものである。

▶用途

- AE を応用した施工管理技術
 - シールド音響診断システム
 - 岩盤崩壊予知システム
 - 地滑り検知システム
 - リベッカー (剝離診断システム)

▶実績

- 横浜市下水道局工事に使用: 横浜市栄処理区東俣野幸浦線 (第 4 工区) 下水道整備工事

▶工業所有権

- 特許申請中

▶問合せ先

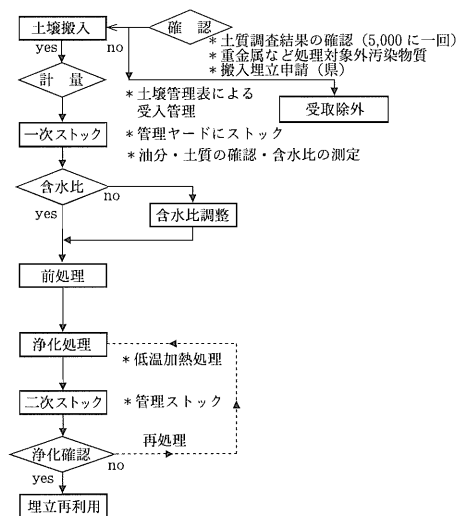
(株)フジタ広報・IR 室
〒151-8570 東京都渋谷区千駄ヶ谷 4-25-2
Tel: 03(3402)1911, Fax: 03(3402)2346

09-18	ドラムソイル工法 (低温加熱浄化工法)	鹿島道路
-------	------------------------	------

概要

産業構造の変遷による既存施設の用途変更に伴い、ガソリンスタンド、燃油タンクの閉鎖が増加し、解体掘削工事によって含油土壌の発見が増加している。現在、油は特定有害物質ではないが、油を含んだ土壌はその土地の評価額への影響が大きく、土地売買のために浄化の要請が求められている。

ドラムソイル（低温加熱浄化）工法は土壌に付着している油分を200～300℃程度の比較的低い温度で加熱揮散させ、分離された乾燥油分ガスを更に加熱分解することによ



図一 含油浄化処理フロー



写真一 ドラムソイル技術による定置式浄化事業「ソレック栃木」

て土壌を浄化する技術である。

本工法は、加熱アスファルト混合物を製造する設備をベースに1999年度より研究・開発が行われ、2004年7月より定置式含油土壌処理施設（ソレック栃木）として事業を開始した。

油分を含む土壌は、有害物質の有無確認および前処理工程を経た後、乾燥ドラムに定量供給され、ここで加熱されることにより油分が揮散する。揮散した油分ガスは約750℃の二次加熱によって水と炭酸ガスに分解され、冷却・除塵のあと放散される。

加熱された土壌は貯蔵ビンに蓄えられ、均熱化して残留油分を十分に揮散する。その後、冷却ドラムで加水冷却され、油分の無いことを確認した後、リサイクル土壌（残土）として埋戻しなどに再利用される。

特長

- ① 短期間に大量の処理が可能
 - ・連続投入方式で効率の良い処理。
 - ・従来工法と比べ同等以下のコスト。
- ② 油分を効率よく分離・分解
 - ・並行流式乾燥ドラムによる連続加熱。
 - ・二次加熱による油分ガスの安定酸化分解。
- ③ 均熱化による残留油分分離
 - ・貯蔵ビンで加熱土壌を蓄える事により残留油分を確実に揮散できる。
- ④ 土壌の性質を変えない
 - ・低温加熱なので浄化土は変質せず、通常の土として利用することができる。
- ⑤ 環境への配慮
 - ・散水冷却やバグフィルタによる確実な除塵。

用途

- ・ガソリン、灯油、軽油などの燃料油を含む土壌の浄化

産業財産権

本工法は、鹿島建設、鹿島道路、エムコ、日工、中外炉工業の共同研究による開発であり、特許申請中

問合せ先

- ・鹿島建設(株)環境本部土壌環境グループ
〒163-1029 東京都新宿区西新宿 3-7-1
新宿パークタワー 29F
Tel : 03(5321)7325 ; Fax : 03(5321)7331
- ・鹿島道路(株)生産技術本部環境事業室
〒112-8566 東京都文京区後楽 1-7-27
Tel : 03(5802)8340 ; Fax : 03(5802)8045

新工法紹介

11-79	コンクリート構造物 劣化診断支援システム 「コンスファインダーⅢ」	小田急建設
-------	---	-------

▶概要

これまで一般には、コンクリート構造物は、メンテナンスフリーで、半永久的に健全であると考えられてきた。しかし、平成12年のトンネル覆工や高架橋からのコンクリート片の落下事故が、適切な維持管理をしなければコンクリート構造物の耐久性が低下し、ひいては、重大な事故に繋がりがねないことを示した。

これまで、構造物の劣化箇所を注出する方法として、目視検査や打音検査が行われてきた。この方法によって大多数の構造物が適切に維持管理されてきたことから、今後も目視・打音検査法の重要性には基本的な変化はないと考えられる。しかし、前述のコンクリート片の落下事故から構造物の状況によって、目視検査や打音検査のみでは、対策に限界が生じていると考えられるのも事実である。

地表からの目視・打音検査を補完する方法として、最近では、コンクリート表面の温度分布から浮きや剝離などの変状を検出しようとする赤外線法が注目されている。中でも、赤外線コンクリート診断支援システムは、変状箇所を特定するため赤外線画像と可視画像を自動的に重ね合わせることで、作業効率や経済性、また診断精度の面でもすぐれており、前述の検査法を補完する方法として期待されている。

▶特長

- ① 赤外線画像及び可視画像の同時撮影
 - ・1シャッターで赤外線画像と可視画像を同時撮影
- ② 無歪・正射投影画像
 - ・画像から対象箇所の寸法を直接計測
- ③ 同一視野・合同画像
 - ・赤外線画像と可視画像の比較照合による診断支援

▶測量・数量積算

- ・検出した欠陥、損傷の位置、規模、数量を計算、集積

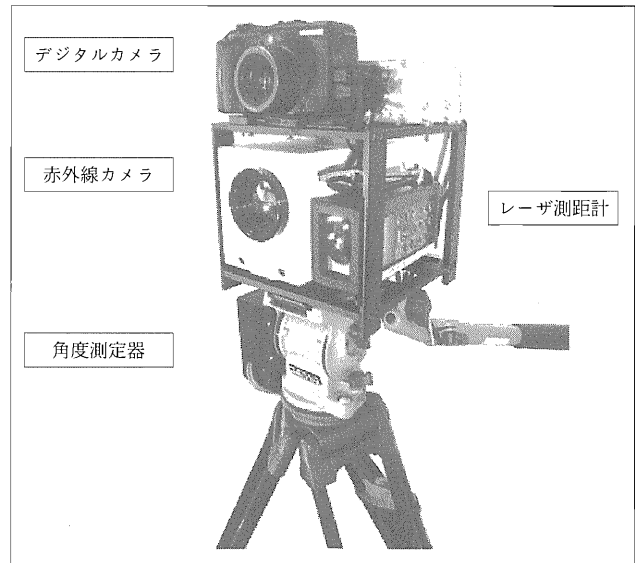


図-1 コンスファインダーⅢの外観写真

▶可搬システム

- ・バッテリー動作によるユビキタス化

▶用途

- ・建物の外壁診断
- ・コンクリート高架橋などの剝離診断など
- ・モルタル吹付け^{のり}法面診断

▶産業財産権

本システムは、(財)鉄道総合技術研究所、(株)コンステック、小田急建設(株)、3者の共同開発で、特許出願中である。

▶問合せ先

- ・小田急建設(株)技術本部技術部
〒220-0023 神奈川県横浜市西区平沼 1-19-5
Tel: 045(323)3974; Fax: 045(323)3926
- ・製造・販売
(株)コンステック
〒108-0075 東京都港区港南 2-12-27 イケダヤ品川ビル
東棟 4F
Tel: 03(5715)3307; Fax: 03(3450)2896

新機種紹介 広報部会

▶ <02> 掘削機械

04-<02>-09	コマツ ミニショベル (後方超小旋回形) PC 20 MR ₂	'04.07 発売 モデルチェンジ
------------	--	----------------------

けん引力、ダンプトラック積込み高さ、最大リーチなどの基本性能のほか、安全性、居住性、メンテナンス性、環境対応性などを向上してモデルチェンジしたものである。エンジンは日、米、欧の排出ガス対策（2次規制）基準値をクリアするものを搭載し、低騒音設計によって国土交通省の超低騒音型建設機械にも適合する。変速ペダルレスとした自動変速機能とアップしたけん引力（従来機比11%アップ）により不整地や坂道での確実な走行作業性を発揮する。キャノピ仕様では、前方視界性が良く、ウォークスルースペースを確保した2本柱のROPS & ヘッドガードキャノピ（特許出願中）を、キャブ仕様では、ROPS & ヘッドガードキャブを標準装備している。作業機、旋回、走行の全ての操作を同時にロックする安全レバーを備え、ロック状態でのみエンジンをスタートできるニュートラルスタート機構を採用している。泥落ちの良い形状のX形トラックフレーム（特許出願中）、チルトアップフロア機構、フルオープンカバーなどの採用と給脂間隔を全て500hに延長することでメンテナンス性を向上している。作業安定性を増強しているX仕様車（増量ウエイト装着車）では、旋回時における後端部（ウエイト部）の履帯からはみ出し量を80mmとおさえて、後方超小旋回形の特長を残している。

表-1 PC 20 MR₂の主な仕様

標準バケット容量	(m ³)	0.066
機械質量	キャノピ/キャブ (t)	1.99(2.18)/2.155(2.345)
定格出力	(kW(PS)/min ⁻¹)	15.5(21)/2,500
最大掘削深さ×同半径	(m)	2.35×4.30
最大掘削高さ	(m)	4.10
バケットオフセット量	左/右 (m)	0.525/0.770
最大掘削力(バケット)	(kN)	18.8
作業機最小旋回半径	(m)	1.79
後端旋回半径	キャノピ/キャブ (m)	0.725(0.805)/0.865(0.865)
走行速度	高速/低速 (km/h)	4.6/2.8
登板能力	(度)	30
接地圧	キャノピ/キャブ (kPa)	24.5(26.5)/26.5(28.4)
全長×全幅×全高	(m)	3.81×1.45×2.52
価格	(キャノピ付) (百万円)	2.8

(注) 増量カウンタウエイト付き (Xウエイト) 仕様を [] 書きで示す。



写真-1 コマツ「GALEO」PC 20 MR₂ ミニショベル (後方超小旋回形)

04-<02>-10	クボタ ミニショベル	K 030-3 S ほか	'04.08 発売 モデルチェンジ
------------	---------------	--------------	----------------------

3t以上のミニショベルの標準形 (Kタイプ)、後方超小旋回形 (Uタイプ)、超小旋回形 (RXタイプ) について、安全性、サービス性、環境保全対応性などの向上を図るとともに、特殊キー (ICチップ埋込みキー) の採用で盗難防止にも配慮したものである。エンジンは日、米、欧の排出ガス対策（2次規制）基準値をクリアするものを搭載し、冷却ファンの改良や防音対策で国土交通省の超低騒音型建設機械にも適合する。作業機の油圧システムには、バケット容量0.11m³以下では3ポンプシステム (可変ポンプ (2)+ギヤポンプ (1)) を、バケット容量0.14m³以上では負荷に応じて吐出圧を制御する操作弁と2ポンプシステム (可変ポンプ (1)+ギヤポンプ (1)) を採用して、ブーム、アーム、旋回などの連動操作性を確実にしている。K、Uタイプにおいては、4ポストROPS/FOPSキャノピ (RXタイプは2ポストキャノピ) を標準装備とし、RXタイプでは、バケットと運転室の干渉を自動的に回避する防止機構

表-2 K-030-3 S ほかの主な仕様

	K-030-3 S	K-035-3 S	U-30-3 S
標準バケット容量	(m ³) 0.10	0.11	0.09
機械質量	(t) 2.94(3.09)	3.2(3.35)	2.99(3.11)
定格出力	(kW(PS)/min ⁻¹) 19.9(27)/2,200	20.6(28)/2,300	19.9(27)/2,200
最大掘削深さ×同半径	(m) 2.91×5.005	3.18×5.315	2.88×4.965
最大掘削高さ	(m) 4.82	5.2	4.765[4.48]
バケットオフセット量	左/右 (m) 0.475/0.410	0.475/0.410	0.635/0.6
最大掘削力(バケット)	(kN) 26.5	27.6	26.5
作業機最小旋回半径/後端旋回半径	(m) 1.87/1.31	2.055/1.31	1.95/0.79
走行速度	高速/低速 (km/h) 4.6/3.0	4.6/3.0	4.6/3.0
登板能力	(度) 30	30	30
シュー幅×タンブラ中心距離	(m) 0.3×1.56	0.3×1.67	0.3×1.665
全長×全幅×全高	(m) 4.76×1.55×2.36(2.44)	5.04×1.55×2.36(2.44)	4.485×1.55×2.35(2.44)
価格	(百万円) 4.35	4.60	4.00

	K-35-3 S	K-40-3 S	U-50-3 S
標準バケット容量	(m ³) 0.11	0.14	0.16
機械質量	(t) 3.36(3.51)	4.03(4.18)	4.6(4.75)
定格出力	(kW(PS)/min ⁻¹) 20.6(28)/2,300	28.7(39)/2,200	29.4(40)/2,250
最大掘削深さ×同半径	(m) 3.135×5.265	3.35×5.755	3.56×5.995
最大掘削高さ	(m) 4.955[4.73]	5.43	5.63
バケットオフセット量	左/右 (m) 0.635/0.6	0.545/0.825	0.545/0.825
最大掘削力(バケット)	(kN) 27.6	31.8	36.5
作業機最小旋回半径/後端旋回半径	(m) 1.96/0.85	2.31/0.99	2.375/0.99
走行速度	高速/低速 (km/h) 4.6/3.0	4.8/2.7	4.4/2.5
登板能力	(度) 30	30	30
シュー幅×タンブラ中心距離	(m) 0.3×1.665	0.4×1.99	0.4×1.99
全長×全幅×全高	(m) 4.665×1.70×2.35(2.44)	5.34×1.96×2.455(2.54)	5.51×1.96×2.455(2.54)
価格	(百万円) 4.30	4.90	5.35

新機種紹介

	RX-303 S	RX-403 S	RX-503 S
標準バケット容量 (m ³)	0.09	0.11	0.22
機械質量 (t)	2.95(3.07)	3.5(3.62)	5.1(5.25)
定格出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	19.9(27) /2,200	20.6(28) /2,300	29.4(40) /2,250
最大掘削深さ ×同半径 (m)	2.87×4.51	3.24×4.85	4.035×5.695
最大掘削高さ (m)	5.22	5.51	6.38
バケットオフセット量 左/右 (m)	0.8/0.505	0.81/0.53	0.93/0.75
最大掘削力 (バケット) (kN)	27.0	27.6	36.4
作業機最小旋回半径 /後端旋回半径 (m)	—/0.77	—/0.85	—/1.0
走行速度 高速/低速 (km/h)	4.5/2.7	4.6/3.0	4.2/2.4
登坂能力 (度)	30	30	30
シュー幅× タンブラ中心距離 (m)	0.3×1.665	0.3×1.665	0.4×1.99
全長×全幅 ×全高 (m)	4.14×1.55 ×2.37(2.44)	4.28×1.70 ×2.37(2.44)	5.15×2.0 ×2.52(2.555)
価格 (百万円)	4.75	5.60	6.60

- (注) (1) 2ポストキャノピ仕様〔キャブ仕様〕の書式で示す。
(2) ゴムクローラ付き仕様を示す。



写真-2 クボタ「KINGLEV」U-40-3S ミニショベル (後方超小旋回形)

を備えて安全性を高めている。また、サービスポート仕様のK、UタイプとRXタイプでは、アームかき込み制限機構を装備して、ブレーカ装着などによるブームシリンダの破損を防いでいる。エンジン停止時に作用する旋回ネガティブブレーキ機構、操作レバー中立時のオートアイドル機構、自己診断機能付き液晶ディスプレイ、クレーン仕様機における過負荷警報装置などの各種装置を採用して効率的で、安全な運転を実現している。建設機械の盗難防止対策として、簡単に固有の認証登録ができるキーシステム (登録用キーとエンジン始動用キーのセット) を開発しており、機械管理の安心面にも配慮している。

▶ <03> 積込機械

04-<03>-07	新キャタピラー三菱 ホイールローダ CAT 901 B ほか	'04.08 発売 新機種
------------	-----------------------------------	------------------

作業範囲は大きく、機体はコンパクトにコンセプトとして開発された、除雪仕様車、畜産仕様車としても広く使用される3機種で

ある。エンジンはロングストローク、高トルクのもので、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いる。走行はHST駆動としており、作業・走行負荷が増しても安定スピードを維持できる。また、HSTブレーキ効果により素早い減速が可能である。ブレーキは密閉湿式ディスクブレーキで、ごみや水の浸入がなく、着雪によるトラブルの心配もない。アーティキュレート角度は40度と大きく、狭い現場での旋回を容易にしている。標準車および除雪仕様車では騒音対策を施しており、国土交通省の超低騒音型基準値をクリアして、市街地や夜間、早朝における作業に配慮している。畜産仕様車では、防塵フィルタ付きラジエータ、メンテナンスフリーのブレックリーナ、樹脂コーティングバケットおよび樹脂コーティングタイヤリムの採用などで防塵対策と防錆対策を施している。そのほか、仕様に応じてマルチパーパスバケット、除雪アンダリングプラウなどの各種アタッチメントが用意されている。

表-3 CAT 901 B ほかの主な仕様

	901 B	902 B	903 B
標準バケット容量 (m ³)	0.4	0.5	0.6
運転質量 (t)	2.985(3.155)	3.285(3.465)	3.645(3.815)
定格出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	22(30) /2,500	28(38) /2,500	28(38) /2,500
ダンピングクリアランス ×同リーチ (m)	2.155×0.82	2.445×0.85	2.52×0.93
走行速度 (km/h)	0~15	0~15	0~15
最小回転半径 (最外側) (m)	3.515	3.740	3.860
登坂能力 (度)	30	30	30
軸距×輪距 (前後輪とも) (m)	1.7×1.18	1.8×1.25	1.8×1.25
最低地上高 (m)	0.260	0.295	0.290
タイヤサイズ (-)	12.5/70 -16-6 PR	15.5/60 -18-8 PR	15.5/60 -18-8 PR
全長×全幅 ×全高 (m)	4.03×1.55 ×2.495(2.505)	4.255×1.69 ×2.53(2.54)	4.595×1.69 ×2.525(2.535)
価格 (百万円)	4.98	5.80	6.28

- (注) キャノピ仕様〔キャブ仕様〕の書式で示す。



写真-3 新キャタピラー三菱 CAT 901 B ホイールローダ

▶ <04> 運搬機械

04-<04>-03	コマツ 重ダンプトラック HD 255 _S	'04.06 発売 モデルチェンジ
------------	-------------------------------------	----------------------

鉱山や大規模土木工事の現場で使用されているオフロードダンプトラックについて、低燃費生産性、運転操作性、居住性、安全性、

新機種紹介

環境対応性などの向上を図ったものである。高圧電子制御噴射システム（コモンレール方式）や空冷アフタクーラを採用したエンジンは、低燃費を実現すると同時に国土交通省の排出ガス対策（2次規制）基準値もクリアしている。リターダに油冷湿式多板ディスクを採用し、リターダ操作時またはアクセルペダルを放した時に自動的に作動する切換えスイッチ式の排気ブレーキを併用している。また、一定車速（範囲7~45 km/h）での降坂を可能とするオート・リタード・スピード・コントロール（ARSC）をオプションとして用意している。トランスミッションでは、全段電子モジュレーションシステム（K-ATOMiCS）を採用して変速をスムーズにしており、安全機構によって、一定速度以上での前後進シフト制限や誤操作によるシフトダウン防止を図っている。燃費低減と乗り心地を向上するラジアルタイヤやROPS内蔵型キャブの標準装備のほか、ボディに超硬耐磨耗鋼板（HB500）の使用、前輪・後輪サスペンションにオイルと窒素ガス使用のハイドロニューマチックサスペンションの採用、降坂時などに積載物が運転席前方へこぼれるのを防ぐボディ前方スピルガード（高さ15 cm）の装備、エンジンオイルパンの大容量化によるオイル交換間隔500 hへの延長など、居住性、安全性、メンテナンス性などに配慮している。

表-4 HD 255-5の主な仕様

最大積載質量/山積容量	(t/m ³)	25/17.7
最大車両総質量	(t)	48,105
車軸荷重（最大積載時）前/後	(t)	15,395/32,710
定格出力	(kW(PS)/min ⁻¹)	235(320)/2,100
荷台上縁高さ	(m)	2.975
最高走行速度	(km/h)	47.5
登坂能力	(度)	20.5
最小回転半径（最外輪）	(m)	7.0
最低地上高 空車時	(m)	0.44
輪距（前/後）×軸距	(m)	(2.7/2.25)×3.6
タイヤサイズ	(—)	16.00 R 25(E4)×6
全長×全幅×全高	(m)	7.39×3.2×3.795
価 格	(百万円)	33



写真-4 コマツ「GALEO」HD 255-5重ダンプトラック

レート式ダンプトラックである。EPA（米国環境保護局）、EU（欧州連合）の排出ガス対策（2次規制）基準値をクリアする高出力・電子制御エンジンを搭載して環境適合性を図るとともに、車体の軽量化によって加速性、降坂制動性、湿地走破性などの走行性能の向上と燃費低減、タイヤ寿命の延長などによる運転コストの低減を実現した。トランスミッションでは、積載荷重や路面の状況に応じて最適な速度段を選択し、アクセルペダルのリリースによって自動的にシフトダウンが行われる。ブレーキシステムとして、6段階調整可能なオートリターダ、油冷湿式多板ディスク式サービブレーキ、エンジンバルブブレーキ、排気ブレーキ、駐車ブレーキなどを備えて安全を確保する。車両のフロントアプローチ角度は31度として乗越え性を大きくし、スイッチ操作のインタックスロック、デフロックとともに悪路や軟弱路での走行性を良好にしている。ROPS/FOPS内蔵形のキャブは、室内耳元騒音75 db(A)以下を実現しており、メンテナンス時においては、右30度のチルトアップ機構により点検整備作業を容易にしている。さらに、耐磨耗鋼板HB400を使用したボディにはヒーティングを採用、リヤテールランプに長寿命の発光ダイオード（LED）を使用、エンジンオイル500 h交換、トランスミッションオイル2000 h交換などメンテナンス性を良くしている。

表-5 AH 400-Dの主な仕様

最大積載質量/山積容量	(t/m ³)	37/22.5
運 転 質 量（空車）	(t)	28,95
総質量車軸配分 前/後前/後後	(t)	19,425/23,425/23,10
定格出力	(kW(PS)/min ⁻¹)	308(419)/1,800
荷台上縁高さ	(m)	3.197
最高走行速度	F ₀ /R ₁ (km/h)	52
最小回転半径 外側/内側	(m)	9.2/4.98
最低地上高	(m)	0.588
輪距（前/後）×軸距	(m)	(2,606/2,606)×5.449
タイヤサイズ	(—)	29.5 R 25
全長×全幅×全高	(m)	10.527×3.357×3.855
乗車定員	(人)	2
価 格	(百万円)	69



写真-5 日立建機 AH 400-D重ダンプトラック（アーティキュレート式）

04-〈04〉-04	日立建機 重ダンプトラック （アーティキュレート式） AH 400-D	'04.07 発売 新機種
------------	--	------------------

▶ 〈05〉 クレーン、エレベータ、高所作業車およびウインチ		
04-〈05〉-06	日立住友重機械建機クレーン クローラークレーン SCX 700-2	'04.05 発売 新機種

不整地や軟弱地における運搬作業に適した軽量機体のアーティキュ

基礎工事、架設工事、建築工事などに幅広く使用される全油圧式

新機種紹介

のクローラクレーンとして、操作性、居住性、安全性、輸送性、環境対応性などの向上を図ったものである。エンジンは国土交通省の排出ガス対策（2次規制）基準値をクリアするものを搭載しており、同省の低騒音型建設機械にも適合する。巻上げ装置は、湿式多板ディスクブレーキと減速機がワイドドラム（φ22.4mm、23列巻取り、1層目37m）に内蔵形となっており、ブレーキ部は強制的に作動油で冷却して、連続重掘削作業を可能にしている。作動油の冷却にはアルミ製オイルクーラを採用し、ブレーキ引きずり抵抗を減ずる機構を工夫して、高粘度オイル使用による油圧機器の長寿命化も図っている。エンジン回転速度は、旋回コントロールレバーに装備のグリップスロットルの指先操作で制御し、旋回ポンプには連続可変容量型を採用して高低速の切替えなしで無段階制御を可能にしている。2ポンプ合流式巻上げ回路を採用して、フロントとリアのドラム速度の同調を図っているほか、ドラムの動きに合わせてレバー上部の

表-6 SCX 700₂の主な仕様

	クレーン仕様	タワー仕様
吊上げ能力 (t×m)	70×4.0	13×12.0
全装備質量 (t)	75	83
定格出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	136(185)/2,000	136(185)/2,000
ブーム長さ 基本/最長 (m)	9.5/54.5	—
ブーム+クレーンジブ最長 (m)	45.5+18.0	—
タワー長さ/タワージブ長さ (m)	—	21.7~42.7 /16.0~31.0
タワー+タワージブ最長 (m)	—	42.7+31.0
後端旋回半径 (m)	3.98	3.98
走行速度 高速/低速 (km/h)	1.8/1.3	1.8/1.3
登坂能力 (度)	17	17
接地圧 (kPa)	93	98
全長×全幅 (張出時~引込時) ×全高 (本体) (m)	6.06×(4.79~3.20) ×3.200	6.06×(4.79~3.20) ×3.200
価 格 (百万円)	74.2	—

(注) (1) 全装備質量および接地圧は、クレーン仕様（基本ブーム、70tフック付き）とタワー仕様（タワー+タワージブ最長）で示す。
(2) 全高は、A フレーム折りたたみ時キャブ高さで示す。

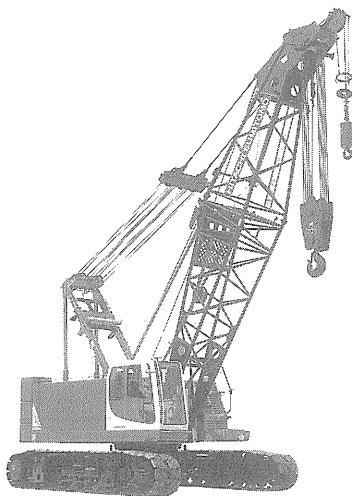


写真-6 日立住友重機械建機クレーン「PAX」SCX 700₂クローラクレーン

パイプレタ部が振動するドラム回転感知装置を採用して、インテック操作を容易にしている。作業状態画面、音声、文字で警報する多機能モーメントリミッタ、フックやバケットなどの位置確認が容易な揚程計、ブーム起伏緩停止装着、本体の左前方と右後方に備えた作業停止スイッチなど、安全機能を各種装備している。ジャッキアップ装置（オプション装備）の使用でトラック・サイドフレームの取外しが容易であり、28t積みトレーラによる輸送ができる。

▶ <17> 原動機、発電装置等

04-<17>-02	デンヨー エンジン・バッテリー溶接機 GHW-280 ES	'04. 07 発売 新機種
------------	-------------------------------------	-------------------

ガソリンエンジン溶接機とバッテリー溶接機の2種類の溶接機能を統合するハイブリッド溶接機である。エンジンとバッテリーの動力源を融合することにより、φ6mm 棒までの溶接を可能にするとともに、小形軽量化を実現した。エンジン溶接機やバッテリー溶接機としての独立した使用方法のほか、交流発電機としての使用も可能である。溶接のための電流とバッテリーへの充電電流は内蔵コンピュータにより最適に制御され、各モードへの切り換えは自動的に判断されて行われる。交流発電機はインバータ制御により、コンピュータ負荷にも使用できる波形歪みの少ない（無負荷波形歪率1%）電気を供給できる。エンジン溶接機部分（上部）とバッテリー溶接機部分（下部）は分割式・2段積上げ式で、設置面積をとらないように、また、持ち運びにも便利のように配慮されている。

表-6 GHW-280 ESの主な仕様

溶接定格電流/同電圧 (A)/(V)	250/30
溶接電流範囲 最大 (バッテリー+エンジン) (A)	30~280(150+130)
適用溶接棒 130 A/280 A (mm)	φ3.2/φ6.0
単相交流定格出力 (kVA)	2.5
交流周波数 (Hz)	50/60
交流定格電圧 (V)	100
エンジン定格出力 (ガソリン) (kW(PS)/min ⁻¹)	5.1(6.9)/3,600
機械質量 (下部バッテリー+上部エンジン) (t)	0.162(0.082+0.080)
燃料タンク容量 (L)	10
全長×全幅×全高 (m)	0.68×0.605×0.895
価 格 (百万円)	1.0

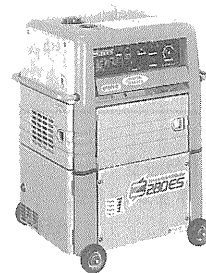


写真-6 デンヨー GHW-280 ES エンジン・バッテリー溶接機

建設機械市場の現状

1. 建設機械出荷金額推移

2003年度の建設機械出荷金額（内需・外需の合計）の総合計は、1兆4,224億円で前年度比21.2%の増加となった。内需は、6,777億円で11.1%の増加、外需は、7,447億円で32.2%の増加となった。その結果、内需は1996年以来7年振りの増加、外需は3年連続の増加と、総合計では2年連続の増加となった。また今年度初めて、内外需の金額が逆転した。

製品別の出荷金額を見ると、コンクリート機械の外需が21.9%

減、基礎機械及び、補給部品の内需が若干の減少となった以外は、全製品、内需、外需で前年度を上回った。

特に伸びが大きかったのは、内需では、建設機械の主力製品である油圧ショベルの前年度比20.4%増加、出荷額1,921億円を中心に9製品が増加し、内需全体で11.1%増加した。

また外需では、内需同様に油圧ショベルの前年度比40.2%増加、出荷額3,459億円を中心に9製品と補給部品が増加し、外需全体では32.2%の増加という結果となった。地域別に見ると、全9地区中8地区で増加、とりわけ北米、中国が大きく増加した。

表一に過去9年間の建設機械出荷金額実績（内需・外需）の推

表一 建設機械出荷金額実績（内需・外需）

（百万円）

		1995年度	1996年度	1997年度	1998年度	1999年度	2000年度	2001年度	2002年度	2003年度
トラクタ	内需	128,953	144,529	111,500	88,576	89,095	91,587	87,567	63,612	67,375
	外需	109,209	130,673	151,012	185,873	93,258	83,276	87,020	100,236	108,696
	計	238,162	275,202	262,512	274,449	182,353	174,863	174,587	163,848	176,071
油圧ショベル	内需	376,808	402,362	312,824	247,496	263,380	267,425	188,967	159,521	192,052
	外需	172,868	189,301	214,421	208,604	176,600	163,180	172,457	246,681	345,935
	計	549,676	591,663	527,245	456,100	439,980	430,605	361,424	406,202	537,987
ミニショベル	内需	131,932	140,899	113,169	84,133	82,904	77,058	62,286	50,683	57,222
	外需	17,968	15,988	25,405	34,978	45,808	48,200	41,716	51,793	77,065
	計	149,900	156,887	138,574	119,111	128,712	125,258	104,002	102,476	134,287
建設用クレーン	内需	247,535	290,949	235,651	146,524	121,583	114,087	88,509	75,703	88,724
	外需	35,341	43,155	52,596	33,711	26,689	15,814	16,801	23,539	29,454
	計	282,876	334,104	288,247	180,235	148,272	129,901	105,310	99,242	118,178
道路機械	内需	62,549	69,138	56,413	44,681	39,171	39,754	35,182	32,521	34,443
	外需	10,862	16,283	15,078	15,605	11,556	16,661	11,917	12,338	14,134
	計	73,411	85,421	71,491	60,286	50,727	56,415	47,099	44,859	48,577
コンクリート機械	内需	56,954	62,161	49,335	32,857	30,707	32,612	24,787	20,312	23,955
	外需	5,338	5,061	3,446	1,924	1,320	1,651	1,302	3,290	2,571
	計	62,292	67,222	52,781	34,781	32,027	34,263	26,089	23,602	26,526
トンネル機械	内需	59,064	65,755	63,684	53,323	40,213	38,231	28,503	31,639	34,896
	外需	2,426	3,142	2,568	5,895	2,734	2,902	5,652	3,398	12,887
	計	61,490	68,897	66,252	59,218	42,947	41,133	34,155	35,037	47,783
基礎機械	内需	44,318	41,789	31,437	20,466	19,882	18,067	14,267	14,257	13,983
	外需	4,580	2,638	2,147	986	986	994	818	260	654
	計	48,898	44,427	33,584	21,452	20,868	19,061	15,085	14,517	14,637
油圧ブレーカ・圧碎機	内需	24,090	25,503	19,816	15,120	15,435	15,563	13,808	11,758	13,135
	外需	5,226	6,433	8,116	8,105	8,375	7,391	6,709	7,414	8,060
	計	29,316	31,936	27,932	23,225	23,810	22,954	20,517	19,172	21,195
その他建設機械	内需	92,251	90,239	76,093	57,690	60,752	60,908	46,610	43,285	45,605
	外需	22,150	30,175	27,798	24,997	27,897	23,696	26,339	50,797	74,008
	計	114,401	120,414	103,891	82,687	88,649	84,604	72,949	94,082	119,613
補給部品	内需	156,471	166,352	156,443	138,426	128,335	126,242	115,766	106,865	106,343
	外需	69,018	74,430	82,118	66,029	60,474	64,871	63,170	63,616	71,189
	計	225,489	240,782	238,561	204,455	188,809	191,113	178,936	170,481	177,532
合計	内需	1,380,925	1,499,676	1,226,365	929,292	891,457	881,534	706,252	610,156	677,733
	外需	454,986	517,279	584,705	586,707	455,697	428,636	433,901	563,362	744,653
	計	1,835,911	2,016,955	1,811,070	1,515,999	1,347,154	1,310,170	1,140,153	1,173,518	1,422,386

<参考>

- ・道路機械：ロードローラ、タイヤローラ、振動ローラ、平板式締固め機械、アスファルトフィニッシャ、モータグレーダ、ロードスタビライザ、アスファルトプラント等
- ・コンクリート機械：コンクリートポンプ車、トラックミキサ車、コンクリートパイプレータ、コンクリートプラント等
- ・その他建設機械：ドリル、可搬式コンプレッサ、重ダンプトラック、不整地運搬車、建設廃棄物破砕機等

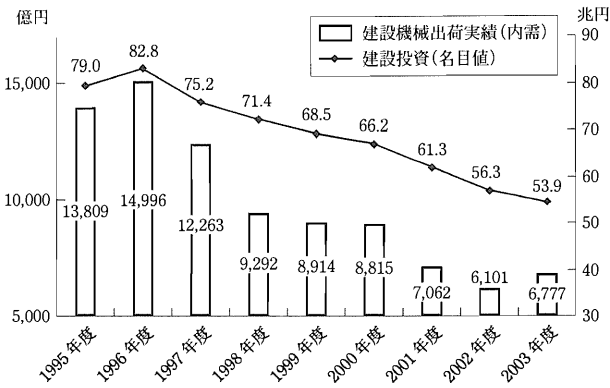
統計

移を示す。

2. 市場動向

(1) 国内市場

建設機械の国内出荷金額実績は、図一に示す通り、建設投資の増減を反映した推移を示しており、我が国の建設投資動向は、建設機械ユーザの投資意欲に大きな影響を与えていることを裏付けている。しかしながら、2003年度については、建設投資（名目値）が前年度比3.6%減少の見通しに対して、建設機械の国内出荷金額は、表一に示す通り、全製品で前年度を上回り、総額は前年度比11.1%増加した。これは海外需要の拡大に伴い、国内からの中古車輸出増加を背景とし、油圧ショベルの更新を主とした新車需要が高まった結果と思われる。

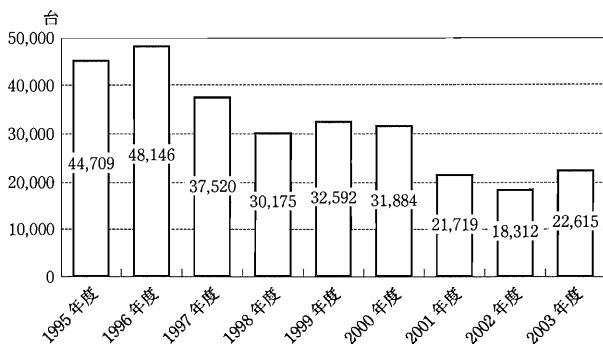


図一 建設機械出荷実績（内需）/建設投資（名目値）

図一に過去9年間の建設機械出荷実績（内需）と建設投資（名目値）の推移を示す。

油圧ショベルの国内出荷台数は、1996年をピークに下降、1990年代終盤には持ち直すかに見えたが、再度下降に転じた。国内建設市場は既に成熟していることから、需要は景気動向、建設投資等によって左右され、これまで推移してきたが、2003年度については、前年度比23.5%増と4年振りに前年度を上回る結果となった。

図二に過去9年間の「油圧ショベル国内出荷台数」の推移を示す。



図二 油圧ショベル国内出荷台数

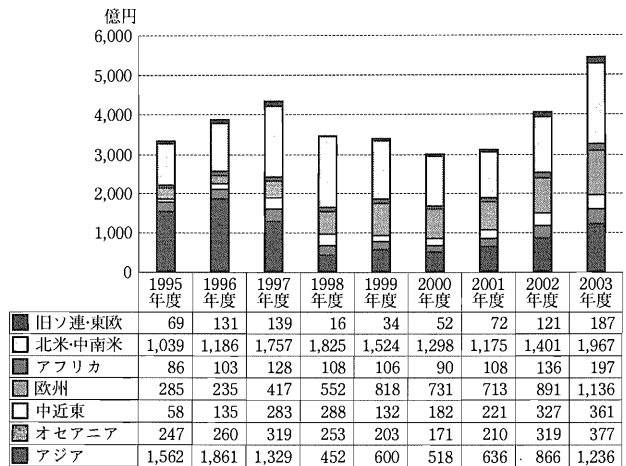
(2) 海外市場

バブル崩壊以降、国内建設機械の各メーカは北米・アジア地区を中心に海外市場の開拓に積極的に取り組み、出荷金額を伸ばして来たが、1999年以降米国の景気減速感、アジア地区の景気低迷などから出荷金額は減少傾向を示していた。2002年度は中国市場向け出荷の急激な伸長に支えられ、増加傾向に転じた。

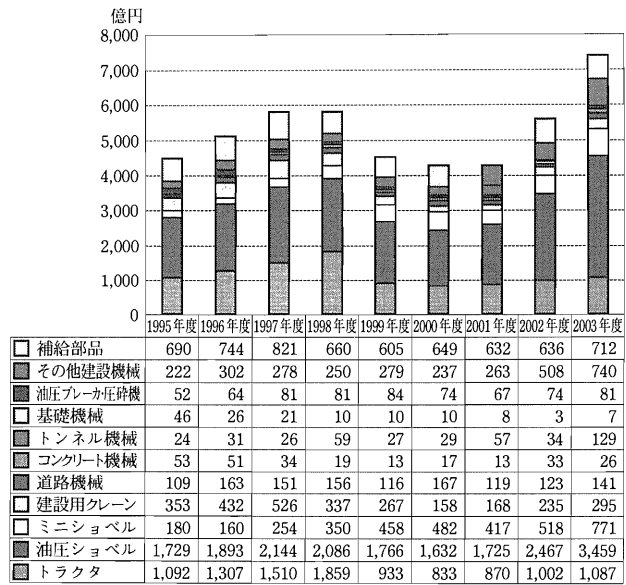
2003年度についても、高成長の著しい中国を中心としたアジア地区が引続き大幅に拡大し、前年度比42.7%増の1,236億円と急増した。また、主要な北米地区も好調な住宅着工や優遇税制を背景に、前年度比40.4%増の1,967億円となり、総額では前年度比32.2%増の7,447億円となった。

図三に過去9年間のコンポーネントを除いた建設機械完成品地域別輸出金額の推移を示す。

製品別では、国内建設機械市場と同様に油圧ショベルの出荷割合



図三 建設機械完成品地域別輸出金額



図四 建設機械別海外出荷金額

が増加してきており、2003年度は総出荷金額の46.5%を占めるに至り、海外市場においても油圧ショベルの需要が増加している。また、ミニショベルについても前年度比48.8%と大幅に増加しており、総出荷金額の10.3%を占めるに至っている。

図-4に建設機械別海外出荷金額の推移を示す。

3. リース・レンタル動向

国内建設業界における建設機械のリース・レンタル化は引き続き上昇傾向にある。国内へ出荷される建設機械の内、リース・レンタル業へ出荷される比率は33.5%と前年度比1.6%増加している。

表-2に補給部品を除いた建設機械本体の業種別（リース・レンタル/その他）国内出荷金額実績の推移を示す。

図-5にリース・レンタル業向け出荷金額比率（主要5製品）を

示す。国内市場の主力製品である油圧ショベル、ミニショベルのリース・レンタル比率は依然として増加傾向を示しており、今後共この傾向は継続するものと思われる。

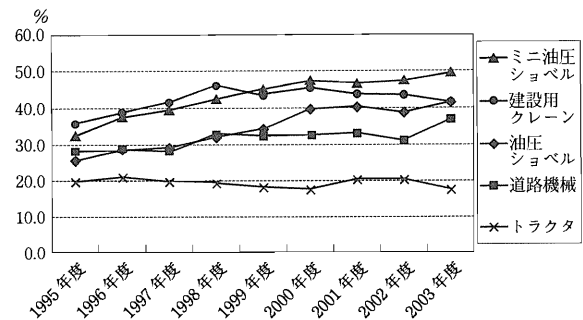


図-5 リース・レンタル業向け出荷金額比率（主要5製品）

表-2 業種別（リース・レンタル/その他）国内出荷金額実績

(百万円)

		1995年度	1996年度	1997年度	1998年度	1999年度	2000年度	2001年度	2002年度	2003年度
トラクタ	ユーザ等	103,771	113,959	88,823	70,655	72,173	75,113	69,478	50,435	55,305
	リース・レンタル	25,182	30,570	22,677	17,921	16,922	16,474	18,089	13,177	12,070
	計	128,953	144,529	111,500	88,576	89,095	91,587	87,567	63,612	67,375
油圧ショベル	ユーザ等	281,586	287,539	222,438	168,490	172,588	161,046	112,477	97,831	111,964
	リース・レンタル	95,222	114,823	90,386	79,006	90,792	106,379	76,490	61,690	80,088
	計	376,808	402,362	312,824	247,496	263,380	267,425	188,967	159,521	192,052
ミニショベル	ユーザ等	89,138	87,978	68,568	48,473	45,470	40,588	33,206	26,678	28,675
	リース・レンタル	42,794	52,921	44,601	35,660	37,434	36,470	29,080	24,005	28,547
	計	131,932	140,899	113,169	84,133	82,904	77,058	62,286	50,683	57,222
建設用クレーン	ユーザ等	159,938	178,796	138,509	78,603	68,845	61,643	49,841	42,624	51,665
	リース・レンタル	87,597	112,153	97,142	67,921	52,738	52,444	38,668	33,079	37,059
	計	247,535	290,949	235,651	146,524	121,583	114,087	88,509	75,703	88,724
道路機械	ユーザ等	45,060	48,900	40,638	30,058	26,454	26,708	23,477	22,443	21,587
	リース・レンタル	17,489	20,238	15,775	14,623	12,717	13,046	11,705	10,078	12,856
	計	62,549	69,138	56,413	44,681	39,171	39,754	35,182	32,521	34,443
コンクリート機械	ユーザ等	51,520	58,059	46,137	30,234	27,978	29,894	21,929	18,065	21,228
	リース・レンタル	5,434	4,102	3,198	2,623	2,729	2,718	2,858	2,247	2,727
	計	56,954	62,161	49,335	32,857	30,707	32,612	24,787	20,312	23,955
トンネル機械	ユーザ等	55,133	64,735	61,252	50,975	37,901	36,303	26,742	31,294	34,746
	リース・レンタル	3,931	1,020	2,432	2,348	2,312	1,928	1,761	345	150
	計	59,064	65,755	63,684	53,323	40,213	38,231	28,503	31,639	34,896
基礎機械	ユーザ等	42,375	39,778	28,763	18,722	17,149	15,601	13,184	12,831	12,510
	リース・レンタル	1,943	2,011	2,674	1,744	2,733	2,466	1,083	1,426	1,473
	計	44,318	41,789	31,437	20,466	19,882	18,067	14,267	14,257	13,983
油圧ブレーカ・圧砕機	ユーザ等	22,234	22,862	18,096	10,938	10,915	11,614	12,183	10,541	10,850
	リース・レンタル	1,856	2,641	1,720	4,182	4,520	3,949	1,625	1,217	2,285
	計	24,090	25,503	19,816	15,120	15,435	15,563	13,808	11,758	13,135
その他建設機械	ユーザ等	63,778	57,981	48,696	36,731	40,734	41,338	31,436	30,119	31,233
	リース・レンタル	28,473	32,258	27,397	20,959	20,018	19,570	15,174	13,166	14,372
	計	92,251	90,239	76,093	57,690	60,752	60,908	46,610	43,285	45,605
本体計	ユーザ等	914,533	960,587	761,920	543,879	520,207	499,848	393,953	342,861	379,763
	リース・レンタル	309,921	372,737	308,002	246,987	242,915	255,444	196,533	160,430	191,627
	計	1,224,454	1,333,324	1,069,922	790,866	763,122	755,292	590,486	503,291	571,390
補給部品	ユーザ等	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	リース・レンタル	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	計	156,471	166,352	156,443	138,426	128,335	126,242	115,766	106,865	106,343
内需計		1,380,925	1,499,676	1,226,365	929,292	891,457	881,534	706,252	610,156	677,733

注) ユーザ等とは、建設業者、官公庁など、リース・レンタル以外の全てを言う。

統計

4. 中古車市場動向

建設機械中古車の国内市場動向は、国内新車市場の動向だけではなく、海外の中古車市場動向とも密接に関係している。たとえば国内中古車の価格は、国内需要が落ちている現在では海外中古車価格に大きく依存している。また中古車輸出が低迷すれば国内の建設機械ストックが増加し、新車販売にも影響が出ることになる。

過去8年間の中古車発生・新車販売台数（主要6機種）を図-6に、中古車需要の国内・海外構成（主要6機種）を図-7に示す。なお、主要6機種とは油圧ショベル、ミニショベル、クローラトラクタ、ホイールローダ、クローラクレーン、ラフテレーンクレーンである。その他3機種（トラッククレーン、締固め機械、高所作業車）については2000年度以降のデータが無いため省略した。

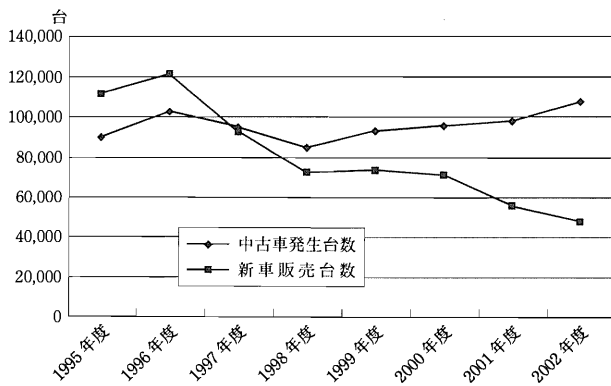


図-6 中古車発生・新車販売台数 (主要6機種)

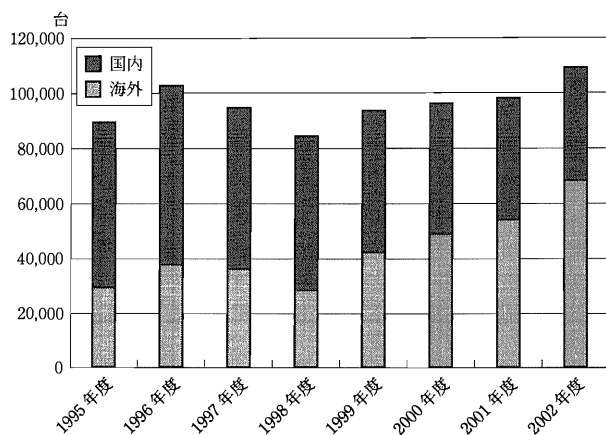


図-7 中古車需要台数の国内・海外構成 (主要6機種)

図-6に示すとおり、1997年度に中古車発生台数が新車販売台数を上廻って以来、新車販売台数の落込みもあって年々その差を広げ、2002年度においては新車販売台数48,500台に対し、中古車発生台数が109,125台と実に約2.3倍にもなった。これはエンド・ユーザが不要機械処分のために、新車購入1台に対して複数台数を下取りに出したり、中古車販売店へ直接売却する等の対策をしていること

や、レンタル会社が保有機を見直し不要機の大量処分をしているためと思われる。また建設機械メーカが低迷している国内新車販売の梃入れのために積極的に下取り車を受入れを進めていることも増加の要因になっている。

需要面においては図-7に示すとおり国内需要は1996年をピークに年々減少している。反面、海外需要は1999年度の大幅増（対前年度比47.3%増）以来年々増加し、2000年度に海外と国内需要が逆転してから、年々その差は広がっている。2002年度には海外需要が68,580台（前年度比25.8%増）と大幅増加、一方でそれに伴い、国内流通分が減少し、40,545台（前年度比8.8%減）となった。

中古車輸出状況を見てみる。図-8は主要6機種の1999年度から2002年度までの4年間の推移を示している。このグラフに示すとおり、機種としては油圧ショベルの割合が圧倒的に高く、主要6機種中のシェアは2002年度には57.9%となっている。これとミニショベル17.7%と合わせると掘削機械のシェアは約76%にもなっている。

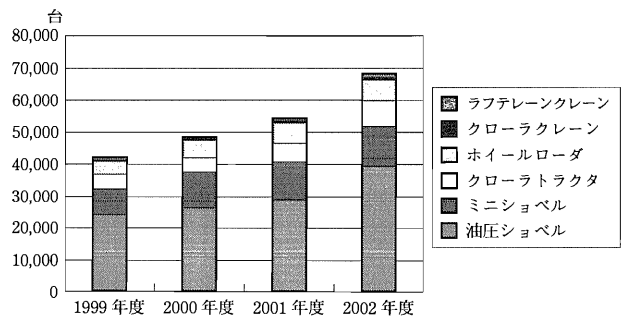


図-8 機種別輸出台数 (主要6機種)

国別の輸出台数については、前年度までの統計資料ではロシア、中近東など一括りにされていた中国が、急速に拡大発展した中古車市場を踏まえて、今回の調査からは香港を含めて中国として取纏められている。それによれば、油圧ショベルにおいては香港を含めた中国向けが台数14,720台、シェア37%と最も大きい。なお、油圧ショベルの国別の第2位はベトナムであり、台数4,150台、シェア10.5%となっている。近年のベトナム経済の躍進振りが垣間見える数字である。

最近の中古車市場状況について言及すると、中古車の販売形態として、大規模なパレードオークションやインターネットオークション、インターネットテンダー（入札）が定着してきた。特に大規模なパレードオークションは国内外のバイヤーが集まり、1回当たりの扱い台数が1,000~2,000台にもなり、中古車流通では重要な手段となってきている。なお、オークションで売買された台数が、2002年度には12,040台（前年度比98%増）となっており、これは中古車販売店へ流れた台数の約15%となっている。

今年に入ってから建設機械大手が相次いで神戸港に中古建設機械のオークション会場を開設しているが、海外バイヤーが集まりやす

く、落札した中古建機を神戸港からすぐに輸出出来る利点がある。反面、中国の景気減速の影響で中古車輸出が落ち込むことも予想される。

5. 建設機械市場の今後の見通し

国内建設機械市場は、公共工事は減少するものの、引続き中古車の海外輸出等により国内保有台数が減少したこと及び更新時期を超

えた機械の入替え需要等により、引続き堅調に推移するものと推測される。

一方、海外市場においては、中国向けは金融引締め等により減少しているものの、他の海外全地域向けでカバーし、全体として好調に推移するものと推測される。

なお、上記掲載統計諸資料は社団法人日本建設機械工業会発表の統計資料による。

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

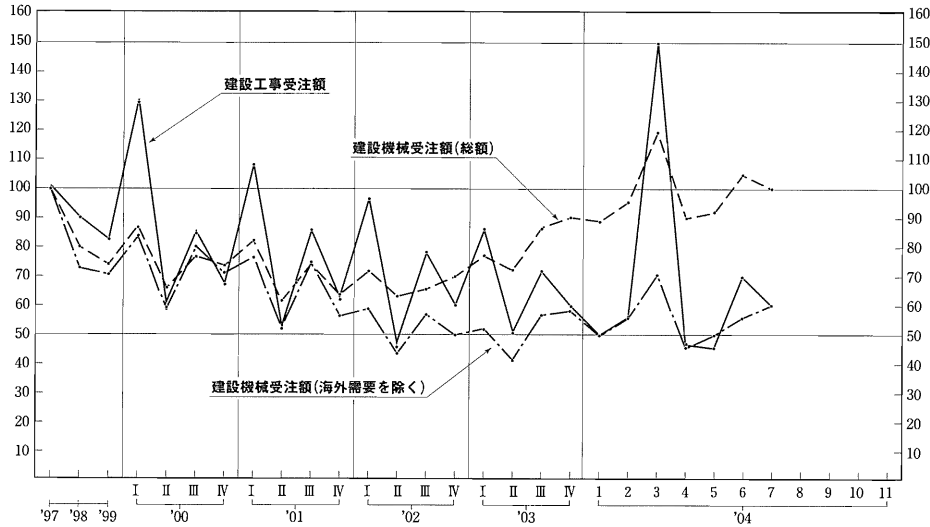
社団法人 日本建設機械化協会

〒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

統計

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査（大手50社）（指数基準 1997年平均=100）
 建設機械受注額：機械受注統計調査（建設機械企業数26前後）（指数基準 1997年平均=100）



建設工事受注動態統計調査（大手50社）

（単位：億円）

年月	総計	受注者別						工事種別		未消化工事高	施工高
		民間			官公庁	その他	海外	建築	土木		
		計	製造業	非製造業							
1997年	188,683	116,190	21,956	94,234	55,485	5,175	11,833	122,737	65,946	204,028	201,180
1998年	167,747	103,361	16,700	86,662	51,132	4,719	8,535	106,206	61,541	193,823	183,759
1999年	155,242	96,192	12,637	83,555	50,169	4,631	4,250	97,073	58,169	186,191	164,564
2000年	159,439	101,397	17,588	83,808	45,494	6,188	6,360	104,913	54,526	180,331	160,536
2001年	143,383	90,656	15,363	75,293	39,133	6,441	7,153	93,605	49,778	162,832	160,904
2002年	129,862	80,979	11,010	69,970	36,773	5,468	6,641	86,797	43,064	146,863	145,881
2003年	125,436	83,651	12,212	71,441	30,637	5,123	5,935	86,480	38,865	134,414	133,522
2003年7月	9,039	6,001	882	5,119	2,178	379	481	6,209	2,830	137,348	10,548
8月	9,127	5,913	730	5,183	2,495	385	334	6,556	2,571	136,652	9,883
9月	15,655	11,002	1,574	9,428	3,491	510	652	11,400	4,255	139,461	12,860
10月	8,321	5,288	836	4,452	2,288	338	407	5,731	2,590	137,588	10,165
11月	8,891	6,297	851	5,446	1,738	437	419	6,343	2,548	135,082	11,690
12月	10,831	7,216	987	6,228	2,484	445	687	7,724	3,107	134,414	11,288
2004年1月	7,910	4,989	742	4,246	2,129	405	388	5,254	2,656	132,518	9,474
2月	8,884	5,717	1,034	4,683	2,285	449	434	6,112	2,772	130,925	10,702
3月	23,526	15,435	2,484	12,951	6,642	571	878	15,507	8,019	137,397	16,781
4月	7,383	5,867	1,225	4,642	720	259	438	5,571	1,813	136,486	8,919
5月	7,033	5,175	862	4,313	1,098	370	391	5,183	1,851	134,961	8,635
6月	11,032	7,882	1,494	6,388	1,896	465	790	7,791	3,241	136,290	9,561
7月	9,391	6,505	1,230	5,275	2,009	404	473	6,684	2,787	—	—

建設機械受注実績

（単位：億円）

年月	'97年	'98年	'99年	'00年	'01年	'02年	'03年	7月	8月	9月	10月	11月	12月	'04年1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
総額	12,862	10,327	9,471	9,748	8,983	8,667	10,444	865	880	1,030	985	857	1,045	955	1,021	1,291	965	975	1,110	1,076
海外需要	3,931	4,171	3,486	3,586	3,574	4,301	6,071	513	509	563	513	487	676	606	659	800	653	624	718	652
海外需要を除く	8,406	6,156	5,985	6,162	5,409	4,365	4,373	352	371	467	472	370	369	349	362	491	312	351	392	424

（注）1997年～1999年は年平均で、2000年～2003年は四半期ごとの平均値で図示した。

出典：国土交通省建設工事受注動態統計調査
 内閣府経済社会総合研究所機械受注統計調査

●お 知 ら せ●

国 総 施 第 44 号
平成 16 年 9 月 3 日

社団法人日本建設機械化協会長殿

国土交通省総合政策局
建設施工企画課長

排出ガス対策型エンジンの認定について（追加）

建設工事に使用する排出ガス対策型建設機械の普及促進については、かねてより御協力願っているところでありますが、国土交通省所管直

轄工事では、平成 8 年度からトンネル工用建設機械 7 機種、平成 9 年度から一般工用建設機械主要 3 機種、平成 10 年度から一般工用建設機械 5 機種を使用する場合、「排出ガス対策型建設機械指定要領」（平成 3 年 10 月 8 日付け建設省経機発第 249 号、最終改正平成 14 年 4 月 1 日付け国総施第 225 号）で定められた排出ガス対策型建設機械の使用を原則としております。

このたび、「排出ガス対策型建設機械指定要領」に基づき、別紙のとおり排出ガス対策型エンジンの追加認定がなされ、平成 16 年 9 月 3 日付けで各地方整備局等に通知されました。つきましては、引き続き排出ガス対策型建設機械の普及に一層努めるよう、貴会傘下関係会員に対し御指導の程よろしく申し上げます。

表一. 排出ガス対策型エンジン認定一覧表

認定番号	申請者名	エンジン モデル名称	出力設定	定 格 点		最大トルク点		無負荷回転数		適 用
				出 力 (kW)	回転数 (min ⁻¹)	最大トルク (N・m)	回転数 (min ⁻¹)	最 高 (min ⁻¹)	最 低 (min ⁻¹)	
2-336	(株)クボタ	D 782-K 2 B	高回転・高負荷	14.7	3,200	49.3	2,400	3,475	900	第 2 次基準値
			高回転・低負荷	10.5	3,200	38.6	2,200			
			低回転・高負荷	9.9	2,000	47.3	2,000			
			低回転・低負荷	8.0	2,000	38.2	2,000			
2-337	(株)クボタ	V 1505-K 2 A	高回転・高負荷	26.2	3,000	95.5	2,200	3,220	800	第 2 次基準値
			高回転・低負荷	14.0	3,000	64.9	2,000			
			低回転・高負荷	19.9	2,000	95.0	2,000			
			低回転・低負荷	13.6	2,000	64.9	2,000			
2-338	(株)クボタ	V 3300-K 2 A	高回転・高負荷	49.0	2,300	227	1,400	2,550	700	第 2 次基準値
			高回転・低負荷	41.0	2,300	207	1,400			
			低回転・高負荷	41.8	1,800	227	1,400			
			低回転・低負荷	36.8	1,800	207	1,400			
2-339	(株)小松製作所	3 D 67 E-1	高回転・高負荷	14.7	3,200	49.3	2,400	3,475	900	第 2 次基準値
			高回転・低負荷	10.5	3,200	38.6	2,200			
			低回転・高負荷	9.9	2,000	47.3	2,000			
			低回転・低負荷	8.0	2,000	38.2	2,000			
2-340	DEUTZ AG	BF 4 M 2012 CE	高回転・高負荷	74.9	2,500	390	1,500	2,900	800	第 2 次基準値
			高回転・低負荷	60.0	2,500	300	1,500			
			低回転・高負荷	70.0	1,800	390	1,500			
			低回転・低負荷	55.0	1,800	300	1,500			
2-341	キャタピラー・パワー・システムズ・インク	2372/2400	仕様 1	84.8	2,400	388	1,400	2,640	700	第 2 次基準値
2-342	井関農機(株)	RE	高回転・高負荷	62.0	2,200	309	1,400	2,380	800	第 2 次基準値
			高回転・低負荷	50.0	2,200	273	1,400			
			低回転・高負荷	58.9	2,000	309	1,400			
			低回転・低負荷	49.5	2,000	273	1,400			
2-343	井関農機(株)	RG	高回転・高負荷	74.5	2,400	418	1,250	2,570	800	第 2 次基準値
			高回転・低負荷	59.0	2,400	345	1,400			
			低回転・高負荷	72.6	2,000	418	1,250			
			低回転・低負荷	61.2	2,000	345	1,400			
2-344	井関農機(株)	RK	高回転・高負荷	106.0	2,200	520	1,400	2,420	700	第 2 次基準値
			高回転・低負荷	80.0	2,200	457	1,400			
			低回転・高負荷	100.5	2,000	520	1,400			
			低回転・低負荷	81.7	2,000	457	1,400			
2-345	エム・エス・ケー農業機械(株)	RE	高回転・高負荷	62.0	2,200	309	1,400	2,380	800	第 2 次基準値
			高回転・低負荷	50.0	2,200	273	1,400			
			低回転・高負荷	58.9	2,000	309	1,400			
			低回転・低負荷	49.5	2,000	273	1,400			
2-346	エム・エス・ケー農業機械(株)	RG	高回転・高負荷	74.5	2,400	418	1,250	2,570	800	第 2 次基準値
			高回転・低負荷	59.0	2,400	345	1,400			
			低回転・高負荷	72.6	2,000	418	1,250			
			低回転・低負荷	61.2	2,000	345	1,400			
2-347	エム・エス・ケー農業機械(株)	RK	高回転・高負荷	106.0	2,200	520	1,400	2,420	700	第 2 次基準値
			高回転・低負荷	80.0	2,200	457	1,400			
			低回転・高負荷	100.5	2,000	520	1,400			
			低回転・低負荷	81.7	2,000	457	1,400			

●お 知 ら せ●

表—2 排出ガス対策型エンジン及び建設機械の認定・指定状況

1. 排出ガス対策型エンジン認定状況（第1次基準値）

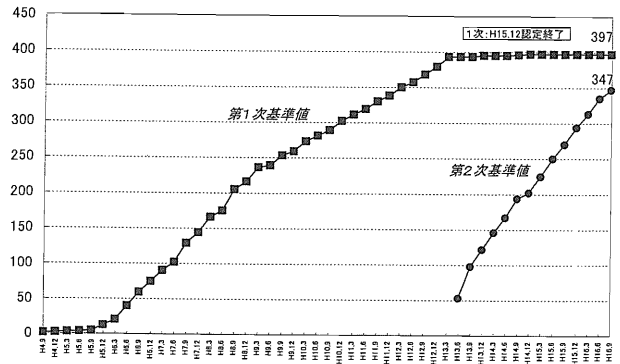
(平成16年9月現在)

	既認定分	今回申請分	認定後の合計
排出ガス対策型エンジン	型式 397	型式 0	型式 397

2. 排出ガス対策型エンジン認定状況（第2次基準値）

(平成16年9月現在)

	既認定分	今回申請分	認定後の合計
排出ガス対策型エンジン	型式 335	型式 12	型式 347



…行事一覧…

(2004年8月1日～31日)

■ 広報部会

■ CONET 企画分科会

月 日：8月5日(木)
出席者：及川 仁分科会長ほか10名
議 題：①会長・事務局による分類詳細の説明 ②分類別のまとめ資料による説明 ③今後の進め方

■ 新機種調査委員会

月 日：8月18日(水)
出席者：渡部 務委員長ほか4名
議 題：①新情報持寄り検討 ②技術交流討議

■ 建設経済調査委員会

月 日：8月18日(水)
出席者：山名至孝委員ほか5名
議 題：①9月号原稿検討

■ 機関誌編集委員会

月 日：8月19日(木)
出席者：星隈順一委員ほか16名
議 題：①平成16年11月号(第657号)の計画 ②平成16年12月号(第658号)の計画素案

■ 機械部会

■ 基礎工事用機械技術委員会幹事会

月 日：8月3日(火)
出席者：青柳隼夫幹事ほか4名
議 題：基礎工事用機械技術委員会委員長の選任について

■ 機械部会幹事会

月 日：8月4日(水)
出席者：山口 武部会長ほか23名
議 題：①機械化協会中期事業計画と機械部会の活動方針について ②技術委員会(トンネル、原動機、油脂)からの活動報告

■ 基礎工事用機械技術委員会環境対策分科会

月 日：8月18日(水)
出席者：川本伸司分科会長ほか7名
議 題：アンケートまとめ方検討

■ 基礎工事用機械技術委員会 C 規格分科会

月 日：8月18日(水)
出席者：濱野 衛分科会長ほか11名
議 題：①適用範囲(用語の定義見直し含む) ②和訳内容の検討

■ 基礎工事用機械技術委員会基礎工事用機

械の変遷調査分科会

月 日：8月18日(水)
出席者：鈴木勇吉分科会長ほか8名
議 題：資料収集方法について

■ トンネル機械技術委員会未来技術開発分科会

月 日：8月19日(木)
出席者：森 政嗣分科会長ほか2名
議 題：①各社ホームページの調査 ②未来の姿について検討

■ トンネル機械技術委員会・C規格削岩機分科会

月 日：8月23日(月)
出席者：阿部裕幸分科会長ほか6名
議 題：①用語のチェック ②削岩機用語集との比較/JIS 施工機械用語との比較

■ コンクリート機械技術委員会

月 日：8月25日(水)
出席者：大村高慶委員長ほか9名
議 題：コンクリートプラント及びミキサのC規格審議

■ トラクタ技術委員会

月 日：8月26日(木)
出席者：斉藤秀企委員ほか9名
議 題：①C規格(ホイールローダ)懸案事項審議 ②C規格004年版にて再見直し

■ 路盤・舗装機械技術委員会安全対策分科会

月 日：8月26日(木)
出席者：小栗賢一分科会長ほか13名
議 題：EN規格の和訳検討

■ 原動機技術委員会

月 日：8月27日(金)
出席者：沼田 明委員長ほか16名
議 題：①排ガス規制動向 ②国土交通省オンライン申請について

■ 建築生産機械技術委員会移動式クレーン分科会

月 日：8月27日(金)
出席者：石倉武久分科会長ほか2名
議 題：EN 474-12のC規格作成検討

■ 標準部会

■ ISO/TC 127 土工機械委員会 SC 1 及び SC 2 分科会合同

月 日：8月2日(月)
出席者：政次知己分科会長ほか20名
議 題：①DIS 21507 “非金属製燃料タンク”(2004-09-29期限)対応 ②DIS 10567 “油圧ショベル吊上げ能力”(2004-10-05期限)対応 ③DIS 7451 油圧ショベルバケット定格要領

(2004-12-22 期限) 対応 ④WD 22448 盗難防止システム 工業会ガイドラインに基づく案文提出 ⑤ISO 6016 機械全体、作業装置及び構成部品の質量測定法改訂新業務項目提案 ⑥ISO 5006 運転員の視野改訂 ⑦全身振動測定

■ ISO/TC 127 土工機械委員会 SC 2 分科会 TOPS 作業グループ

月 日：8月5日(木)
出席者：田中健三グループ主査ほか9名
議 題：①ミュンヘン国際会議報告 ②ミュンヘン国際会議宿題事項 ③シカゴ国際会議対応

■ ISO/TC 127 土工機械委員会 SC 3 分科会

月 日：8月24日(火)
出席者：齋藤恒夫分科会長ほか7名
議 題：① FDIS 6405-1 シンボル(2004-09-15 期限) ② DIS 15998. 2 電子式機械制御の要求事項及び試験 WG 会議(9/20～21) 対応 ③ FDIS 6750 取扱説明書出版用案文準備 ④ WD 16714 リサイクル性 ⑤ NP 15143 土工機械及び壮行式道路建設機械一施工現場情報交換 ⑥ DIS 15818 リフティングアンドタイピングダウン ⑦ 報告事項(定期的見直し結果など) ⑧ CD 16080 油圧ショベルアタッチメント取合部の寸法再提案の可否 ⑨ その他(シンボル、バッテリーなど)

■ 業種別部会

■ 製造業部会・マテリアルハンドリング機械 WG

月 日：8月3日(火)
出席者：溝口孝速リーダほか7名
議 題：リフマグの取扱い

■ 建設業部会機電技術活性化分科会

月 日：8月20日(金)
出席者：荒井政男分科会長ほか4名
議 題：機電技術者意見交換会の案内内容の討議

■ 建設業部会建設機械の安全提案分科会

月 日：8月27日(金)
出席者：西田光行分科会長ほか8名
議 題：①活動計画書作成 ②メーカー意見交換会の内容検討

■ レンタル業部会

月 日：8月5日(木)
出席者：稲富 弘部会長ほか10名
議 題：①オフロード建設機械排出ガス規制の動向調査 ②業種別部会(製造業・建設業)との共通取組みテーマについて ③関西支部リースレンタル

業部会行事参加報告

…支部行事一覧…

■ 北海道支部

■第2回広報部会広報委員会

月 日：8月6日(金)

出席者：林 勝義委員長ほか7名

議 題：平成16年度広報部会の事業計画について

■新技術セミナー（現場循環型工法リサイクルセミナー）

月 日：8月9日(月)

場 所：札幌市ポリテクセンター北海道

参加者：60名

内 容：①建設副産物リサイクル実現に向けて「現場循環型工法」紹介 ②稼働実例ビデオ（全国及び北海道） ③機械稼働基本事項紹介

■第4回施工技術・整備検定委員会

月 日：8月24日(火)

出席者：中山克己委員ほか17名

議 題：平成16年度建設機械施工技術検定実地試験の実施要領

■第1回技術部技術委員会

月 日：8月31日(火)

出席者：西島将博委員長ほか15名

議 題：平成16年度除雪機械技術講習会の実施方法について

■ 東北支部

■除雪分科会

月 日：8月5日(木)

出席者：山崎 晃建設機械部会長ほか2名

議 題：東北地方整備局と除雪講習会打合せ

■除雪分科会

月 日：8月24日(火)

出席者：山崎 晃建設機械部会長ほか13名

議 題：除雪講習会の計画、テキスト編集計画

■ 北陸支部

■参画行事「ほくりく橋の日」イベント実施

月 日：8月4日(水)

場 所：石川県地場産業振興センターほか

出席者：上村 弘企画副委員長ほか8名

内 容：①「ほくりく橋の日」講演会 ②橋の見学会 ③はしの橋コンテストほか

■雪氷部会道路除雪オペレータの手引きワーキング

月 日：8月19日(木)

出席者：柴澤一嘉座長ほか5名

議 題：除雪作業に伴う事故事例の改訂検討

■建設機械施工技術検定実地試験

月 日：8月25日(水)～26日(木)

場 所：コマツ教習所粟津センタ

受 験 者：1級66名, 2級216名

■ 中部支部

■災害支援協定団体等会議

月 日：8月4日(水)

出席者：西郷芳晴災害対策部会長ほか2名

議 題：①災害時の情報連絡及び資器材情報の共有化（一元化）について ②防災訓練について

■道路ふれあい月間「みちフェスティバル」に協賛参加

月 日：8月7日(土)

場 所：名古屋栄オアシス21

内 容：建設機械ペーパークラフト・建設機械のぬりえを提供

来 場 者：約10,000名

■建設技術フェア実行委員会幹事会

月 日：8月23日(月)

出席者：梅田佳男事務局長

議 題：建設技術フェア実施内容について委員会に上申すべく審議

■「最近の建設施工」映画会

月 日：8月26日(木)

参加者：100名

内 容：①「プラズマによる破碎技術」（熊谷組） ②「NIPPOの環境舗装」（NIPPOコーポレーション） ③「大地を繋ぐ—新水吉橋建設工事」（前田建設工業） ④「ハイ・イータス工法—NATMで画期的な防水型トンネルを実現」（前田建設工業） ⑤「ドライアップ不要の水中橋脚耐震補強工法—PRISM工法」（前田建設工業） ⑥「矩形のシールドトンネル—Wagging Cutter Shield工法」（鹿島建設） ⑦「リファイン建築」（西松建設） ⑧「中国電力広島中央変電所竹屋町ビル—建築工事記録」 ⑨「アンダーパスの急速施工法」（大林組） ⑩「小里川ダム建設の記録」（小里川ダム管理所） ⑪

「第二東名・豊田JCT」（日本道路公団中部支社） ⑫「最後の難関・飛騨トンネル克服に挑む」（日本道路公団中部支社） ⑬「山岳トンネル/シールドトンネル/沈埋トンネル/ダム工事」（日本建設機械化協会）

■施工部会

月 日：8月27日(金)

出席者：建設機械施工技術検定試験監督者11名

議 題：操作施工試験実施要領採点について

■技術部会

月 日：8月31日(火)

出席者：中西 睦部会長ほか7名

議 題：「新技術・新工法発表会」の応募発表内容の審査選考

■ 関西支部

■広報部会

月 日：8月4日(水)

出席者：名竹利行部会長ほか9名

議 題：①JCMA 関西第86号の取組について ②平成16年度部会活動について

■水中ポンプ分科会

月 日：8月9日(金)

出席者：朝比奈忠嘉分科会長ほか15名

議 題：①各委員自己紹介 ②近畿地方整備局のご意向（幹事長川崎和来機械課長補佐より） ③平成15年度水中ポンプ分科会活動報告 ④意見交換（平成16年度水中ポンプ分科会活動について）

■建設機械施工技術検定試験監督者会議

月 日：8月20日(水)

出席者：岡田道弘総括試験監督者ほか19名

議 題：①平成16年度建設施工技術検定実地試験実施要領について ②採点基準について ③打合せ事項について

■ 中国支部

■第34回「最近の機械化施工」映画会

月 日：8月27日(月)

場 所：広島YMCA

参加者：96名

議 題：①広島中央線洞通新設工事—発進立坑編・シールド工事編（中国電力） ②小口径推進機（ロックマン工法）（富士機械工業） ③大長見ダムRCD工法—奥村式ダムCO打設自動

化（奥村組）④プラズマによる破碎技術（熊谷組）⑤NIPPOの環境舗装（NIPPOコーポレーション）⑥水中橋脚耐震補強工法—ドライアップ不要（前田建設工業）⑦広島中央変電所建築工事記録—中国電力竹屋町ビル（清水建設）⑧アンダーパスの急速施工法（大林組）⑨プロジェクトX—絶対絶命 650人決死の脱出劇—NHKビデオ

■ 四 国 支 部

■支部 30周年記念事業準備委員会

月 日：8月5日（木）
出席者：小松修夫委員長ほか7名
議 題：①前回までの経緯とその後の

検討状況について ②今後の検討事項と作業分担、タイムスケジュールについて

■見学会

月 日：8月26日（木）
場 所：阿南市及び徳島市
参加者：36名
内 容：①熊谷川樋門新設工事現場
②日亜化学工業（LED製品等製造）
③徳島河川国道事務所防災センター

■ 九 州 支 部

■ポンプ委員会

月 日：8月6日（金）
出席者：坂井芳晴委員長ほか17名
議 題：排水機場機械設備の点検整備

資料の保存方法について

■第3回企画委員会

月 日：8月11日（水）
出席者：相川 亮委員長ほか14名
議 題：支部行事の推進について ①建設機械施工技術検定実地試験の件 ②建設工事現場見学研修会の件 ③建設技術フォーラム・プレゼンテーション会場の司会・進行等の選出について

■実地試験監督者会議

月 日：8月20日（金）
出席者：牧野千代春総括試験監督員ほか32名
議 題：平成16年度建設機械施工技術検定実地試験実施要領及び採点の件

建設機械技術者必携

建設機械施工ハンドブック（改訂版）

建設機械による土木施工現場における監理技術者、専任の主任技術者、オペレータ、世話役、監督等の現場技術者、建設機械メーカ、輸入商社、リース・レンタル業、サービス業などの建設機械の技術者や、大学、高等専門学校、工業高等学校において建設機械と建設施工を勉強する学生などを対象として本書は書かれています。

今回、最近の技術動向、排気ガス対策、安全衛生管理体制、建設副産物、適正な施工体制等について最新の技術と内容をより充実させ、機械化施工における環境の保全、効率的な工事の施工が図られることを念頭に改訂編纂し出版しました。

建設機械技術者にとって必携の書でありますのでご案内申し上げます。

■掲載内容（三分冊）

- ・基礎知識編（土木工学一般、建設機械一般、安全対策・環境保全、関係法規）
- ・掘削・運搬・基礎工事機械編（トラクタ系機械、ショベル系機械、運搬機械、基礎工事機械）
- ・整地・締固め・舗装機械編（モータグレーダ、締固め機械、舗装機械）

■体 裁：A4判 全約910頁

■価 格：会 員 10,000円（消費税込）送料 600円
非会員 11,550円（消費税込）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

編集後記

紅葉の季節となった。毎年繰返すのはずであるが、今年はどこへ見に行くか考えるだけで楽しくなる。そう思うのは私だけではあるまい。日本人の多くがそう考え紅葉見物に出かける。紅葉人口が減らないのは、若い世代も年を経るとともに紅葉に魅せられてゆくからであろう。そんな魅力が日本の紅葉にはある。写真、絵画、ビデオ等メディア情報としても多々あるが、自然の刹那的な変化を実感することに優るものは無い。

“自然に帰れ”とはかのルソーが教育の場で述べた名言とされている。文明、文化が発展する中で、やはり人間には心の面からも自然という環境が不可欠なのだろう。

今回の特集テーマは「環境」である。“建設＝自然破壊”と捉えられやすい我々の環境であるが、“そうではない、こんなにやっている”と反論すべしとの編集方針を立て作業を開始した。諸先輩、各位の努力をアピールするため協会員多数に情報提供、ご協力を頂いた。この場を借りて感謝致したい。しかしテーマと

建設業との関わりを改めて整理してみると、編集担当委員の環境対応への情報収集不足・認識不足とお叱りを受けるかも知れないが、抱いていた感覚以下に対応事例が少ないのに驚いた。もちろん優れた対応例も多いが、関連する「環境」分野は質、量共に多いからであろう。

今は転換期と認識し、より社会へアピールできる建設業となるため、関係各位の一層の注力、若い発想力が益々必要とされるのではないだろうか。

数年前に飛騨高山のトンネル現場を訪れる機会があった。狭い谷間は世界遺産に指定されており、訪れる観光客も多く施工に当たっては、ボーリング・マシンの組立ても地下空間で行う等のご苦労をされていた。今月号の表紙は東京都心まで地下鉄で10分ほどの場所で工場を解体、大型店舗を建築する現場で撮影した物である。従来は環境＝自然というイメージがあったが都市部工事においては環境＝周辺地域、住民の日常生活という要素が加わっていることを地域住民の一人として実感した次第である。（森本・金津）

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	両角 常美
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 克巳	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
庄中 憲	施工技術総合研究所

11月号「除雪技術特集」予告

- ・近年の除雪事業を取巻く状況
- ・除雪機械の実態調査報告
- ・横断歩道部の除雪機械の開発状況
- ・新技術を活用した消融雪システムの効果検証
- ・東北地方整備局における効率的な道路除雪の取組み
- ・北陸地方整備局における効果的な道路除雪の取組み
- ・札幌市の雪対策
- ・除雪作業の効率化を目的とした凍結制御舗装の効果検証
- ・除雪作業の効率運用
- ・IT技術を用いた除雪機械の管理システム

No.656 「建設の施工企画」 2004年10月号

〔定価〕1部840円（本体800円）
年間購読料9,000円

平成16年10月20日印刷

平成16年10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 〒1060-0003 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 1-12-56	電話 (092) 741-9380