

建設の施工企画 ③

2006 MARCH No.673 JCMMA



環境特集 環境改善(水質浄化・土壌浄化)

巻頭言

水環境の改善とまちづくり

久保田 勝



公害問題が顕在化してきた昭和40年代以降、全国の河川では水質汚濁の著しい進行で、「汚い、臭い、遊べない」といわれる河川が多くなった。河川を考える上で最も重要な要素の一つである河川の水質について、国土交通省では昭和33年から一級河川の直轄管理区間において調査を開始し、全国の調査結果をとりまとめ始めたのは昭和46年であった。その当時、有機性汚濁の指標であるBOD（生物化学的酸素要求量）の平均値が5 mg/Lを超え、水質改善が急務であった地点は、全調査地点（662地点）の3割近くを占めていた。

しかし、このような一級河川の水質は、これまでの排水規制、下水道整備、河川浄化事業等の推進により着実に改善されている。平成16年の調査結果では、サケやアユが生息できるような水質（BOD 75% 値が3 mg/L以下）である地点は、河川の調査地点全体の9割以上となっている。

例えば、昭和40年代の多摩川は水質悪化が進み、洗剤の泡が浮く汚濁河川であった。その後、昭和50年代後半には、アユの遡上が確認されるまでに水質が改善され、近年では清流といわれている四万十川と比較しても遜色のない程度 of 良好な水質となっている。同様に、綾瀬川や大和川は、昭和40年代には水質汚濁が著しく、BOD 75% 値で30 mg/Lを超え、一級河川の中では常にワースト5に入る河川であったが、各種取り組みにより確実に改善が図られ、特に大和川では流域住民一体となった取り組みにより、平成16年の代表地点のBOD 75% 値が5 mg/L以下となり、コイやフナが生息できる水質を満足するまでになっている。

このように、BODによる調査結果では、ほとんど全ての河川で良好な水質となってきている中、河川水質の管理において、住民や利水者の河川水質・河川環境に対して多様化するニーズに応えるため、昨年3月に「今後の河川水質管理の指標について（案）」をまとめた。この河川水質管理の指標は、従来の有機性汚濁の指標であるBODのみならず、住民参加できるこ

とや人と生態系のリスク管理に対応できるなど、新たな視点で作成しており、

- ・人と河川の豊かなふれあいの確保
- ・利用しやすい水質の確保
- ・下流域や滞留水域に影響の少ない水質の確保

という4つの水質管理の視点別に指標のランクを設定している。この指標は、住民との協働による測定項目及び河川管理者等による測定項目からなり、今年度から全国の一級河川で実施し、地域住民の河川水質に対する理解を深めるよう役立てていく予定である。

河川の水質改善は、そこに生息する魚類などの生物だけではなく、地域社会にも大きな効果をもたらす。例えば、島根県松江市の松江堀川（北田川等9河川の総称）は、400年ほど前に松江城築城に伴い開削された水路であり、かつては水上交通網、生活用水、豊かな漁場として市民生活に欠かせない存在であった。しかし、明治以降の地形改変、生活排水の流入等により水質が大きく悪化し、松江堀川に面していた街並みも、いつの間にか背を向け、単なる排水路と化している状況であった。昭和40年代後半から底泥の浚渫や下水道整備などに地域を挙げて取り組み、確実に対策を進めた結果、平成9年から「ぐるっと松江 堀川めぐり」と銘打って遊覧船を就航させるまで水質を改善することができたのである。年間30万人以上が松江堀川遊覧を楽しむなど地域の新たな観光資源になるとともに、遊覧船の船頭には高齢者等を積極的に採用して、地域の雇用拡大や生きがいづくりにも大きく貢献している。また、松江堀川周辺の商店街など街並みと一体となった河岸や遊歩道の整備などを進め、かつての賑わいを取り戻し、まちづくりにも大きな効果をもたらしている。

水環境とまちづくりは、元来密接な関係を有しており、今後も松江堀川のように地域に愛される水辺を創出するよう取り組んでいきたい。

土壌・水質の汚染対策に関する関係法令

石田 雅博

土壌汚染や地下水等の水質汚染を防止するための関係法令について解説する。まず、水質汚濁防止法に基づく地下水の環境基準の概要と施行の状況について述べる。次に、平成15年に施行された土壌汚染対策法および関係法令の概要と施行の状況について述べる。

キーワード：土壌汚染，水質，地下水，土壌汚染対策法

I はじめに

土壌は、人の生活及び経済活動の基盤である土地を構成しており、物質の循環や生態系維持の要としても重要な役割を果たしている。土壌は、いったん汚染されるとその影響が長期にわたり蓄積されるという特徴を有しており、汚染土壌から有害物質が溶け出した地下水を飲用することなどにより、人の健康に大きな影響を及ぼす。

公害問題を契機に大気汚染防止法（昭和43年）や水質汚濁防止法（昭和45年）が制定されてきた。

一方、土壌汚染については、近年、工場跡地等の再開発・売却の際や、都道府県や事業者による汚染調査の実施などに伴い、鉛、砒素、6価クロムなどの重金属や、トリクロロエチレン、ベンゼンなどの揮発性有機化合物による土壌汚染事例が大きな問題となった。

さらに、土壌汚染は上述のような人への健康被害だけでなく、公共工事の円滑な実施や安全・安心な宅地供給の妨げになるといった社会問題も引き起こす。

具体的には、汚染された土地の処理が進まず公共事業の遂行が妨げられたり、用地取得において汚染された土地の適切な評価がなされないまま取得価格が決定されるといった事態が起きている。

また、処理の遅延により住宅地等への利用転換・流動化が円滑に進められず汚染された土地が遊休化して放置されたり、宅地開発事業者や最終ユーザーが宅地取得をした後に汚染が発覚して開発断念や契約解除に発展するというトラブルなども発生している。

このような状況を踏まえ、土壌汚染対策の確立への

社会的要請が強まり、国民の健康を保護し、安全と安心を確保するため、土壌汚染の状況の把握や土壌汚染による人の健康被害の防止に関する措置の実施などを定めた「土壌汚染対策法」が、平成15年から施行された。

2. 地下水対策について

地下水については、環境基本法第16条の規定に基づき、カドミウム等26項目について、人の健康を保護するうえで維持することが望ましい基準（環境基準）を設定している。

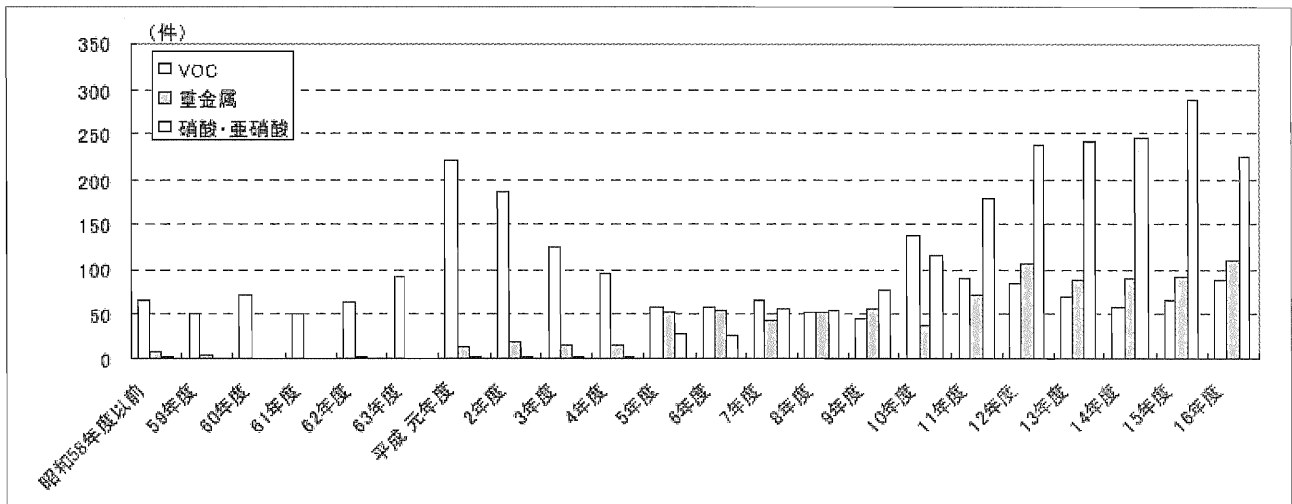
水質汚濁防止法においては、次のような事項が定められている。

- ①有害物質を含む水の地下への浸透の禁止すること
- ②都道府県知事は測定計画に基づいて地下水の水質汚濁の状況を常時監視し結果を公表すること
- ③人の健康被害が生じ、または生ずるおそれのある場合、都道府県知事が特定事業場の設置者に対して浄化措置をとることを命令できること

環境省の調査によると、都道府県等が平成16年度末までに把握している地下水の汚染判明事例は4,668件である（図-1）。

平成16年度に新たに判明した事例は429件で、このうち、226件（53%）が硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素に係る事例であった。

硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、ふっ素、ほう素が環境基準項目に追加された平成11年以降、地下水の常時監視による調査数の増加等に伴い、新たな汚染が判明し、超過事例の増加が見られる。



図一 地下水の汚染判明事例件数

3. 土壌汚染対策法について

土壌・地下水汚染は、水質汚濁防止法上の契機から明らかになる場合が多かったため、従来は汚染地下水対策に特に、重点の置かれることが多かった。しかし、土壌汚染が顕在化するに従って、地下水汚染を引き起こす土壌汚染がクローズアップされるようになってきた。

土壌汚染については、土壌汚染対策法施行以前より企業による自主的な調査が行われてきたが、平成14年5月に土壌汚染の調査・対策及び情報の公表に係る手続を定めた「土壌汚染対策法」が公布され、平成15年2月に施行された。

これにより法に基づく調査の結果、土壌汚染が発見されるとともに、以前にも増して企業の自主的な取り組みが行われるようになってきている。施行後2年間の実施状況は表一のとおりである。

表一 土壌汚染防止法の施行状況

(平成17年2月15日現在の環境省調査結果)

土壌汚染状況調査の結果報告件数	221件
土壌汚染状況調査を実施中の件数	33件
基準に適合しない汚染が認められ指定区域として指定した件数	56件
指定区域解除件数(全部解除)	20件
指定区域解除件数(一部解除)	4件

以下に、土壌汚染対策法の概要を述べる。

(1) 目的

土壌汚染対策法は、

- ・土壌特定有害物による汚染状況の把握に関する措置

- ・その汚染による人の健康被害の防止に関する措置を定めること等により、土壌汚染対策の実施を図ることと国民の健康を保護することをその目的としている。

(2) 土壌汚染状況調査

土壌汚染の状況を把握するため、汚染の可能性のある土地について、適宜契機をとらえて調査を行う。

(a) 使用が廃止された有害物質使用特定施設に係る工場又は事業場の敷地であった土地の調査
有害物質使用特定施設とは、有害物質の製造、使用又は処理をする水質汚濁防止法の特定施設である。

使用が廃止された有害物質使用特定施設に係る工場又は事業場の敷地であった土地の所有者等は、当該土地の土壌汚染の状況について、環境大臣が指定する者(指定調査機関)に調査させて、その結果を都道府県知事に報告しなければならない(土地利用の方法からみて人の健康被害が生ずるおそれがない旨の都道府県知事の確認を受けたときを除く)。

(b) 土壌汚染による健康被害が生ずるおそれがある土地の調査

都道府県知事は、土壌汚染により人の健康被害が生ずるおそれがある土地があると認めるときは、当該土地の土壌汚染の状況について、当該土地の所有者等に対し、指定調査機関に調査させて、その結果を報告すべきであると命ずることができる。

(3) 指定区域の指定・台帳の調製

都道府県知事は、土壌の汚染状態が基準に適合しない土地については、その区域を指定区域として指定・公示するとともに、指定区域の台帳を調製し、閲覧に供する。

(4) 土壌汚染による健康被害の防止措置

(a) 汚染の除去等の措置命令

①都道府県知事は、指定区域内の土地の土壌汚染により人の健康被害が生ずるおそれがあると認めるときは、当該土地の所有者等に対し、汚染の除去等の措置を講ずべきことを命ずることができる。

②汚染原因者が明らかな場合であって、汚染原因者に措置を講じさせることにつき土地の所有者等に異議がないときは、①によらず、都道府県知事は、汚染原因者に対し、汚染の除去等の措置を講ずべきことを命ずることができる。

汚染の除去等の措置としては、立入制限、覆土、舗装（直接摂取の場合）、汚染土壌の封込め、浄化等が挙げられる。

(b) 汚染の除去等の措置に要した費用の請求

(a) ①の命令を受けて土地の所有者等が汚染の除去等の措置を講じたときは、汚染原因者に対し、これに要した費用を請求することができる。

(c) 土地の形質変更の届出及び計画変更命令

指定区域内において土地の形質変更をしようとする者は、都道府県知事に届出なければならない。都道府県知事は、その施行方法が基準に適合しないと認めるときは、その届出をした者に対し、施行方法に関する計画の変更を命ずることができる。

(5) 指定調査機関

土壌汚染状況調査の信頼性を確保するため、技術的能力を有する調査事業者をその申請により環境大臣が指定調査機関として指定する。

(6) 指定支援法人

土壌汚染対策の円滑な推進を図るため、

- ・汚染の除去等の措置を講ずる者に対する助成
- ・土壌汚染状況調査等についての助言
- ・普及啓発等の業務を行う指定支援法人に関し基金の設置

等の必要な事項を定める。

(7) 土壌汚染対策法に関する政省令について

特定有害物質や調査命令の要件等を具体的に定めた「土壌汚染対策法施行令」および土壌汚染状況調査の方法や指定区域の指定基準等を具体的に定めた「土壌汚

表—2 特定有害物質及び指定区域の指定基準

項目	溶出量基準	含有量基準
カドミウム	0.01 mg/L 以下	150 mg/kg 以下
全シアン	検出されないこと	(遊離シアン) 50 mg/kg 以下
有機燐	検出されないこと	
鉛	0.01 mg/L 以下	150 mg/kg 以下
6 価クロム	0.05 mg/L 以下	250 mg/kg 以下
砒素	0.01 mg/L 以下	150 mg/kg 以下
総水銀	0.0005 mg/L 以下	15 mg/kg 以下
アルキル水銀	検出されないこと	
PCB	検出されないこと	
ジクロロメタン	0.02 mg/L 以下	
四塩化炭素	0.002 mg/L 以下	
1,2-ジクロロエタン	0.004 mg/L 以下	
1,1-ジクロロエチレン	0.02 mg/L 以下	
シス-1,2-ジクロロエチレン	0.04 mg/L 以下	
1,1,1-トリクロロエタン	1 mg/L 以下	
1,1,2-トリクロロエタン	0.006 mg/L 以下	
トリクロロエチレン	0.03 mg/L 以下	
テトラクロロエチレン	0.01 mg/L 以下	
1,3-ジクロロプロパン	0.002 mg/L 以下	
チウラム	0.006 mg/L 以下	
シマジン	0.003 mg/L 以下	
チオベンカルブ	0.02 mg/L 以下	
ベンゼン	0.01 mg/L 以下	
セレン	0.01 mg/L 以下	150 mg/kg 以下
ふっ素	0.8 mg/L 以下	4,000 mg/kg 以下
ほう素	1 mg/L 以下	4,000 mg/kg 以下

染対策施行規則」が制定されている（表—2）。

(a) 土壌汚染対策法施行令（政令）について

①特定有害物質

法の対象物質として、カドミウム、トリクロロエチレン等の 25 物質を定める。

②調査命令の要件

調査命令が行われる場合として、以下の場合を定める。

- ・地下水汚染が発見され、その周辺で地下水を飲用等に利用している場合
- ・土壌汚染のおそれがある土地が、一般の人が立入ることができる状態になっている場合

(b) 土壌汚染対策法施行規則（省令）について

①土壌汚染状況調査の方法

物質の種類ごとに、以下の調査を行う。

- ・揮発性有機化合物は、「土壌ガス調査」*1 と「土壌溶出調査」*2
- ・重金属等は、「土壌溶出量調査」と「土壌含有量調査」*3
- ・農薬類は、「土壌溶出量調査」
- ・サンプリング地点の数は、100 m² に 1 点とし、

*1 「土壌ガス調査」：土壌中のガスを採取し、濃度を測定する。

*2 「土壌溶出量調査」：土壌を採取して、水に溶出させる試験を行い、検液中の濃度を測定する。

*3 「土壌含有量調査」：土壌を採取し、土壌に含まれる物質の量を測定する。

土壌汚染の可能性が低い場所は 900 m² に 1 点とする。

②指定区域の指定基準

土壌汚染のある土地として指定される「指定区域」の指定基準を定める。

③汚染の除去等の措置に関する技術的基準

(i) 汚染土壌の直接摂取によるリスクの観点からの措置

- ・盛土（覆土）措置を原則とする。土地利用状況や措置実施者等の希望によっては、立入り禁止措置、舗装措置、掘削除去措置等を実施する。

(ii) 地下水等の摂取によるリスクの観点からの措置

- ・地下水汚染が発生していない場合は、地下水のモニタリングを実施する。
- ・地下水汚染が既に発生している場合は、汚染の状況や措置実施者等の希望により、封込め措置、掘削除去措置、原位置浄化措置等を実施する。

4. おわりに

建設工事における汚染土壌の周辺への二次拡散防止や、安全に工事を進めるための検討手順、調査、措置、モニタリングに関する考え方について独立行政法人土木研究所が「建設工事で遭遇する地盤汚染対応マニュアル（暫定版）」をとりまとめ出版している¹⁾。

国土交通省としては、今後もガイドラインの策定作業等に積極的に関わっていき、土壌汚染対策が適切に実施されるよう努めてまいりたいと考えている。

J C M A

《参考文献》

- 1) 独立行政法人土木研究所編著：建設工事で遭遇する地盤汚染対応マニュアル（暫定版）、株式会社社鹿島出版会（2004年）

【筆者紹介】

石田 雅博（いしだ まさひろ）
国土交通省
総合政策局
国土・環境調整課
課長補佐



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

廃棄物最終処分場適正閉鎖工事 —新しい原位置攪拌混合ソイルセメント壁構築工法 (CSM 工法)—

則松 勇・辻本 洋次郎・齋藤 隆

大分県豊後大野市にある旧東部清掃センター埋立処分場は、平成10年3月の旧厚生省生活衛生局水道環境部長通知「一般廃棄物最終処分場の適正化について」において不適正処分場と指摘を受け、国庫補助事業を活用し、国の閉鎖基準に適合する処分場へ向け対策を実施した。対策工としては、主に埋立地への周辺からの地下水流入の防止および浸出水（汚水）の下流地下水への流出を防止するための鉛直遮水壁の構築、雨水の埋立地への浸透を制御するための最終覆土工からなる。最終処分場の閉鎖基準である鉛直遮水壁は壁厚50cm以上、透水係数 1×10^{-6} cm/s以下が求められており、本工事では鉛直遮水壁工（ソイルセメント壁）の構築工法として、原位置攪拌混合工法であるTRD工法とCSM工法を併用した。最終処分場の鉛直遮水壁構築としては我が国において初の適用であるCSM（カッターソイルミキシング）工法は、従来行われてきた鉛直遮水壁工法と比べると、岩盤の削孔能力に優れており他の機械による先行削孔なしで遮水壁が構築できることが可能である。

キーワード：廃棄物最終処分場、適正閉鎖、鉛直遮水壁、ソイルセメント壁、CSM工法

1. はじめに

大分県豊後大野市にある旧東部清掃センター埋立処分場は、埋立面積14,200 m²、埋立容量71,000 m³の焼却残渣、不燃物・粗大ゴミ選別残渣が埋立てられている一般廃棄物最終処分場で、昭和51年6月に埋立が開始され平成10年3月に埋立が終了している。表—1に本処分場の概要を示す。

表—1 処分場の概要

施設名称	大野広域連合旧東部埋立て処分場
施設所管	大野広域連合
設置場所	大分県大野郡三重町大字上田原1973
埋立対象物	焼却残渣、不燃・粗大ゴミ選別残渣
埋立形式	衛生的嫌気性埋立
埋立場所	山間
施設全体面積	23,700 m ²
埋立地面積	14,200 m ²
埋立容量	71,000 m ³
埋立開始年	昭和51年6月
埋立終了年	平成10年3月
共用期間	21年10ヵ月

本処分場は平成10年3月の旧厚生省生活衛生局水道環境部長通知の「一般廃棄物最終処分場の適正化について」において不適正処分場と指摘を受け、国庫補

助事業を活用し、国の閉鎖基準に適合するように対策を実施中である。

対策工としては、

- ①主に埋立地への周辺からの地下水流入の防止および浸出水（汚水）の下流地下水への流出を防止するための鉛直遮水壁の構築
- ②雨水の埋立地への浸透を制御するための最終覆土工からなる。

本施工では鉛直遮水壁工（ソイルセメント壁）の構築工法として、原位置攪拌混合工法であるTRD工法とCSM工法を併用した。

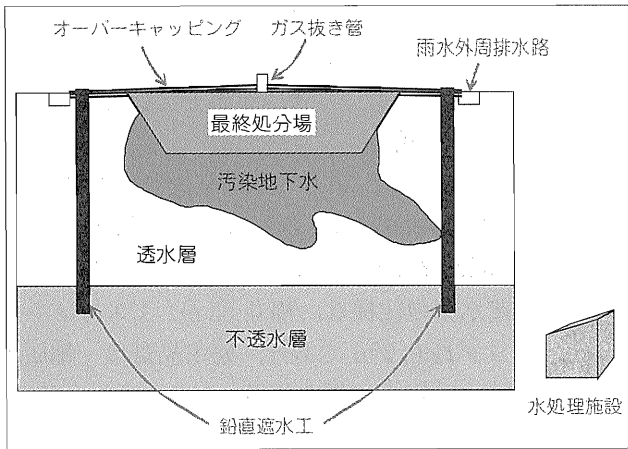
2. 最終処分場の適正閉鎖

閉鎖が必要な処分場とは、一般的に埋立地からの浸出水が公共の水域や地下水を汚染する可能性がある処分場である。その対策としての適正閉鎖技術とは

- ・主に遮水工の整備
- ・最終覆土の整備
- ・水処理施設の整備

からなる。図—1に適正閉鎖の概念図を示す。

本処分場では、既設の水処理施設があることから、適正化事業においては遮水工の整備と最終覆土の整備を実施している。そのうち、遮水工の整備は浸出水の埋立処分場外への流出防止、埋立地外からの地下水の



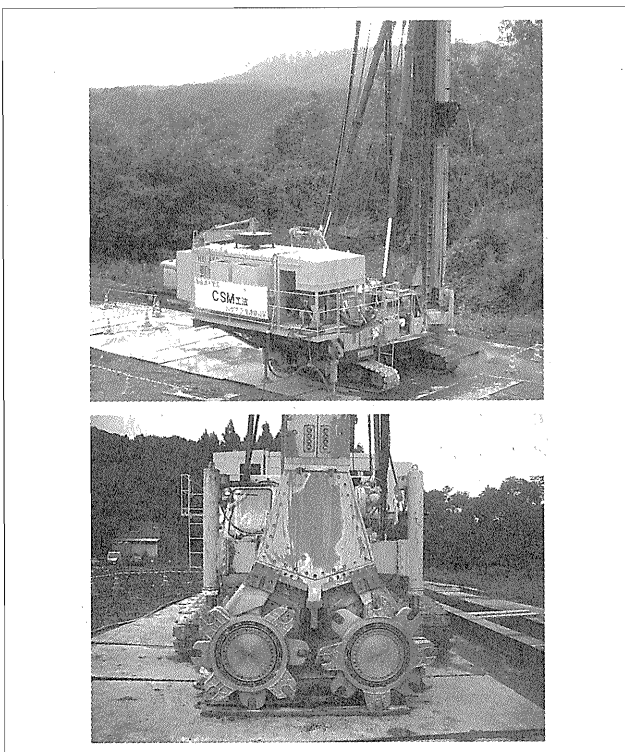
図一 適正閉鎖概念図

流入防止および浸出水量の削減を目的に鉛直遮水壁を構築とするものである。鉛直遮水壁工は、平成10年6月16日付けの改正共同命令（総理府・厚生省令第2号）¹⁾の新構造基準の適用を原則と考え、以下のよう

- 鉛直遮水壁の幅は0.5m以上、遮水壁の遮水性は、透水係数で 1×10^{-6} cm/s以下とする。
- 鉛直遮水壁は、経済性、施工性を考慮し、遮水性の高いソイルセメント壁とする。

3. 鉛直遮水壁工法

近年、最終処分場適正閉鎖工事で採用される鉛直遮



写真一 CSM工法

水壁工法には

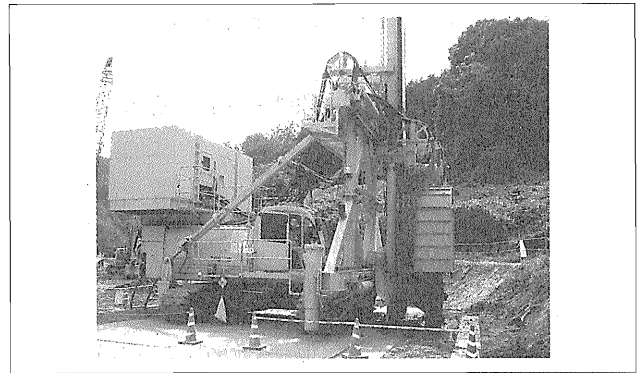
- ソイルセメント壁
- 薄鋼板による連続壁
- 遮水シートによる連続壁

がある。そのうち、ソイルセメント壁構築工法には原位置攪拌混合工法としてCSM工法、TRD工法、SMW工法等がある。以下に各工法の概要を述べる。

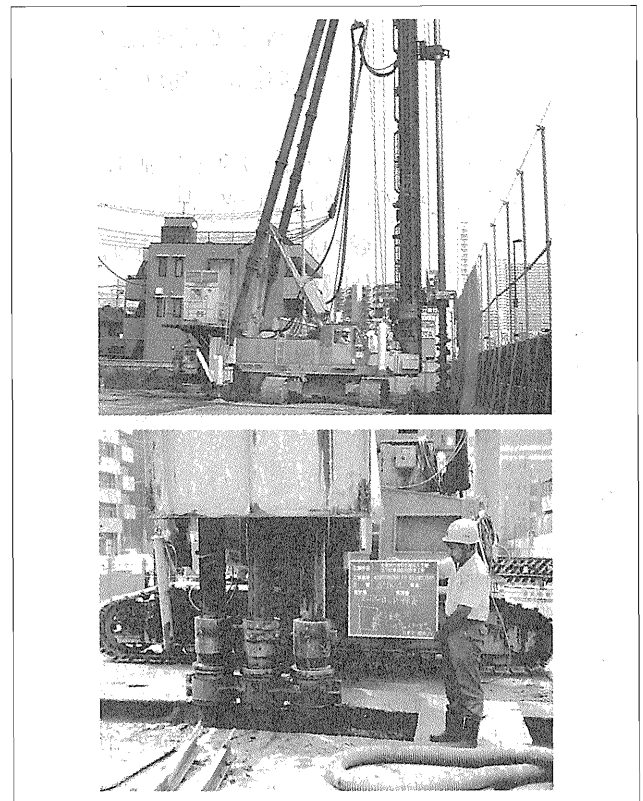
(1) CSM工法

水平多軸回転カッタを用いて鉛直方向に掘削を行いながら、原位置土とセメントミルクを地中で混合攪拌し、矩形のソイルセメント壁を構築する。矩形連続壁の連続性を維持するためラップ施工となる。

写真一にCSM工法の施工状況およびカッタの外



写真二 TRD工法



写真三 SMW工法

観を示す。

(2) TRD (Trench Cutting Re-mixing Deep wall method) 工法

地中に挿入したチェーンソー型のカッタを回転させ、地盤を切削しながら、水平方向に連続した溝を掘削、固化液の注入および原位置土との混合攪拌を行い、ソイルセメント壁を構築する。

写真—2にTRD工法の施工状況を示す。

(3) SMW (Soil Mixing Wall) 工法

多軸(3軸, 5軸)オーガにて鉛直方向に削孔と同時にセメントミルクを注入し混合攪拌を行い、柱列式のソイルセメント壁を造成する。

柱列式連続壁の連続性を維持するためラップ施工となる。写真—3にSMW工法の施工状況を示す。

4. CSM (Cutter Soil Mixing) 工法

本処分場では、鉛直遮水壁工法として一部にCSM工法が採用された。CSM工法は最終処分場適正閉鎖工事における鉛直遮水壁としては国内初の適用である。CSM工法は透水係数 1×10^{-6} cm/s以下のソイルセメント壁を構築することが可能で以下のような特徴がある。

- 水平多軸回転カッタを用いた掘削・攪拌方式の採用により、玉石混じり砂礫や硬質地盤(～40 N/mm²)においても先行削孔等の補助工法なしで施工が可能である。
- 継手部はカッティング方式のラップ施工とするため、壁体の連続性に優れている。
- カッタユニットに傾斜計を挿入してあり、モニタでカッタポストの位置傾斜をリアルタイムに確認ができる。
- 鉛直方向に削孔を行うため、コーナー部においても通常の施工サイクルにて施工が可能である。

5. 施 工

(1) 工事概要

工事概要を以下に示す。

- 工 事 名：大野広域連合旧東部埋立処分場適正閉鎖工事
- 工 期：平成17年3月16日～平成18年3月15日
- 主要工事：鉛直遮水壁工 8,022 m², 造成工事

遮水壁内(廃棄物) 18,000 m³, 遮水壁外(普通土) 12,000 m³, 雨水排水設備工 一式, 発生ガス対策設備工 一式他

鉛直遮水壁工 8,022 m²のうち、下流側 5,626 m²をロックオーガ(φ600)による先行削孔+TRD工法で施工し、上流側 2,396 m²をCSM工法により施工した。CSM遮水壁の仕様は、幅0.55 m, 1エレメント2.4 m, ラップ長0.2 mであり、要求品質は一軸圧縮強度0.5 N/mm²以上、透水係数 $=1.0 \times 10^{-6}$ cm/s以下であった。

(2) CSM工法導入までの経緯

本工事の鉛直遮水壁は、ロックオーガにより先行削孔を行い、その後TRD工法でソイルセメント壁を構築する計画であった。しかし、この場合、ロックオーガの削孔に時間がかかるため、工期内に工事を終わらせるためには、ロックオーガ4台、TRD機2台が必要になり、10,000 m²の施工ヤードに大型機械が数多く配置され、コスト面もさることながら、安全面も危惧された。

そこで、硬質地盤においても補助工法なしでソイルセメント壁が構築可能なCSM工法の適用性について検討を行った。

本工事の計画段階で、場内12本のボーリング調査を行い、鉛直遮水壁の深度、工法等が決められていた。しかし、上流部の遮水壁近傍での資料不足、下流域での廃棄物位置の確認のため、さらに12箇所の調査ボーリングを実施し、岩盤の性状を確認した。その結果、

①上流側エリアは鉛直遮水壁の根入れ層である岩盤の強度が25～34 N/mm²である。

②下流側エリアは廃棄物下部に比較的硬質な火砕流堆積物が分布し、その下部にある根入れ層は風化の影響が少なく30～80 N/mm²と強度が大きい。ということがわかった。

CSM工法は一軸圧縮強度が30～40 N/mm²以下であれば削孔可能であるとされていることから、現地にて試験施工を行い、導入の可否を判断することとなった。

(3) 試験施工

試験施工の目的は、CSM機で当現場の岩盤が削孔可能なこと、また、構築されたソイルセメント壁が所定の品質(一軸圧縮強度0.5 N/mm²以上、透水係数 1×10^{-6} cm/s以下)を満足するかの確認をするためである。

表-2 試験施工予定数量

番号	種別	壁厚 (m)	掘削長 (m)	壁深度 (m)	壁面積 (m ²)	壁体積 (m ³)
No.1	先行エレメント	0.550	2.400	12.62	30.3	16.7
No.2	後行エレメント	0.550	2.000	11.22	22.4	12.3
No.3	先行エレメント	0.550	2.400	10.79	25.9	14.2
計			6.800	34.63	78.6	43.2

試験施工は、既ボーリング箇所近傍において、設計の鉛直遮水壁の内側に1エレメント幅2.4mの壁を3エレメント(0.2mラップ)分を施工した。このときの水平延長は6.8mである。表-2に試験施工予定数量を示す。

試験施工後の品質管理結果より、ウェットサンプリング、ボーリングコアともに一軸圧縮強度、透水係数とも所定の品質を満足していることがわかった。これ

表-3 CSM工法機械一覧

機械・資材名		規格・形状・寸法等	数量
施工機本体 DHP-80 BCM-5型	本体	全装備重量: 85.0 t 平均接地圧: 1.12 kg/cm ² 最大接地圧: 1.24 kg/cm ²	1式
	掘溝性能	最大掘削深度: 35.0 m 掘溝幅: 550 mm 出力軸トルク: 最大 45 kN-m ホイール回転数: 最大 40 rpm	
	油圧ユニット	HD 460, 260 kW	
クレーン	65 ton 吊りクローラクレーン	1台	
油圧ショベル	0.4 m ³	1台	
敷鉄板	1,524 mm×6,096 mm×22 mm	40枚	
空気圧縮機	定格出力: 175 PS 5 m ³ /min	1台	
ハイウォッシャー	高圧洗浄機 3.7 kW	2台	
全自動プラント	性能: 24 m ³ /h	1台	
セメントサイロ	30 ton 縦型	1台	
発電機	規格: 125 kVA	1台	
水槽	規格: 25 m ³	2台	
溶接機	規格: 200 A	1台	
測量機器	トランシット・レベル	1式	

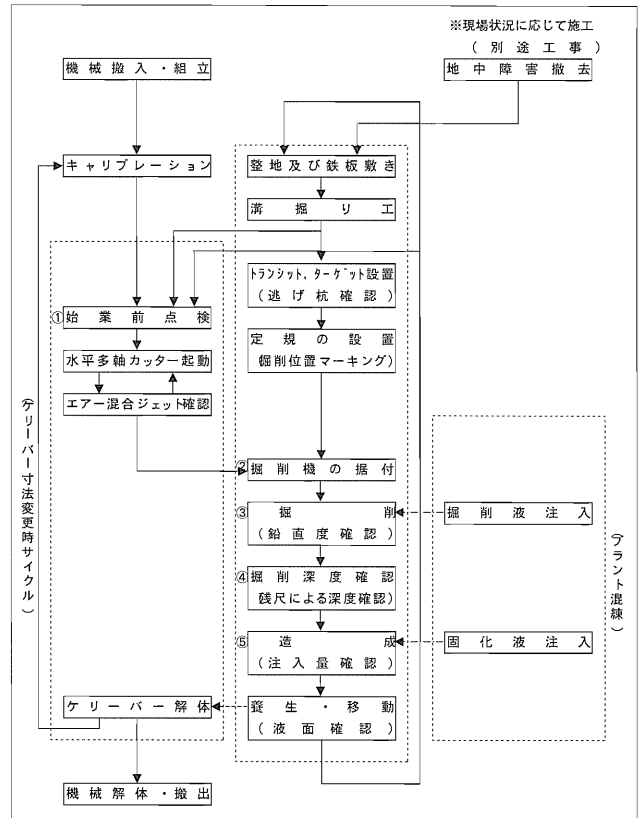


図-3 CSM工法フロー図

表-4 ソイルセメントの配合

工種	種別	セメント C (kg)	ベントナイト B (kg)	水 W (L)	B/W, W/C (%)	注入量 (L)
TRD工 CSM工 共通	掘削液	0	13	260	5	266
	固化液	250	12	500	200	587
	(掘削液+固化液)	250	25	760	304	853

らより、当工事の上流側エリアでCSM工法の適用が可能であることが確認された。

(4) 本施工について

平成17年7月末よりCSM工法による鉛直遮水壁構築を開始した。表-3にCSM工法機械一覧を、図-2に施工平図面を示す。

また、CSM工法によるソイルセメント壁構築のフローを図-3に示す。なお、ソイルセメントの配合は、現地より採取した資料で配合試験を行い、表-4に示す配合とした。

遮水壁の造成手順は、1エレメントおきに2.4mの壁を3~4エレメント先行構築した後、後行エレメントを施工した。

本工事の鉛直遮水壁は平面的なコーナー部が多く、また、根入れ層のラインに応じて深度を変えているので、深度の高低差が大きくなっている。

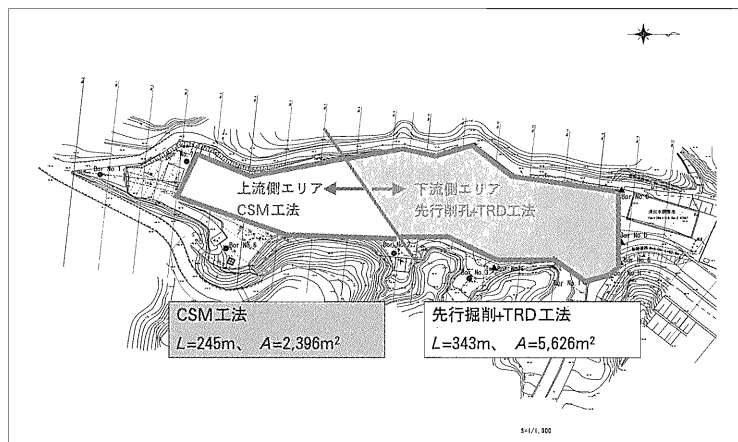


図-2 鉛直遮水壁工施工平図面

表-5 ウェットサンプリング品質管理結果

施工日	材 齢	試験日 (日)	一軸圧縮強さ N/mm ² (kN/m ²)		透水係数 (cm/s)	
			測定値	平均値		
平成 17 年 7 月 20 日	7	平成 17 年 7 月 27 日	1.80 (1,797)	1.94 (1,940)	1.42×10^{-8}	
			2.04 (2,041)			
			1.98 (1,981)			
	28	平成 17 年 8 月 17 日	3.57 (3,572)	3.54 (3,542)		4.06×10^{-9}
			3.54 (3,540)			
			3.52 (3,515)			
平成 17 年 9 月 1 日	7	平成 17 年 9 月 8 日	0.67 (670)	0.82 (822)	7.63×10^{-7}	
			0.91 (905)			
			0.89 (891)			
	28	平成 17 年 9 月 29 日	1.76 (1,759)	1.91 (1,913)		1.90×10^{-7}
			2.11 (2,107)			
			1.87 (1,873)			
平成 17 年 9 月 15 日	7	平成 17 年 9 月 22 日	0.90 (895)	0.87 (864)	3.21×10^{-8}	
			0.86 (860)			
			0.84 (837)			
	28	平成 17 年 10 月 13 日	2.03 (2,029)	2.21 (2,214)		4.46×10^{-7}
			2.29 (2,289)			
			2.32 (2,323)			

従来の TRD 工法では平面コーナー部で一度カットポストの抜き差しが必要である。また、TRD 工法では、深度が変わると、施工能率が下がってしまう。しかし、CSM 工法は 1 エlement 2.4 m の壁を構築していくため、平面上のコーナー部では機械の移動だけで済む。

また、深度に関しても 1 エlement 毎に変わっても全く施工ロスが発生しない。このように、最終処分場の鉛直遮水壁構築には非常に適していることが実施工でも確認できた。

工事は順調に進み、2005 年 10 月末には完了した。表-5 にウェットサンプリングにより実施した一軸圧縮強度試験、透水試験の結果を示した。また、表-6 には構築した鉛直遮水壁（ソイルセメント壁）をボーリングして得られたコアの一軸圧縮強度および透水試験結果を示す。これら品質管理結果より十分な品質が確保されていることが確認された。

6. おわりに

最終処分場の鉛直遮水工構築に CSM（カットソイルミキシング）工法を適用した事例を報告した。

表-6 ボーリングコア品質管理結果

施工日	材 齢	試験日 (日)	供試体採取深度	一軸圧縮強さ N/mm ² (kN/m ²)	透水係数 (cm/s)
平成 17 年 10 月 19 日	28	平成 17 年 11 月 16 日	1 GL-2.20~ -2.50m	1.03 (1,030)	7.18×10^{-7}
			2 GL-3.70~ -4.00m	1.50 (1,495)	6.51×10^{-7}
			3 GL-4.10~ -4.40m	1.58 (1,575)	4.96×10^{-7}
平成 17 年 9 月 16 日	61	平成 17 年 11 月 16 日	1 GL-2.20~ -2.50m	3.49 (3,486)	3.90×10^{-8}
			2 GL-3.60~ -3.90m	3.16 (3,159)	2.11×10^{-8}
			3 GL-4.20~ -4.50m	3.21 (3,208)	1.63×10^{-8}

CSM 工法は、従来行われてきた鉛直遮水壁工法と比べると、岩盤の削孔能力に優れており、他の機械による先行削孔なしで遮水壁構築できること、十分な品質が確保できることも確認された。

特に、最終処分場での鉛直遮水壁のように、平面的なコーナー部が多い場合は、従来の TRD 工法と比べると機械移動に手間がかからず、工程の短縮および工費の低減が可能となり、極めて有効な施工法であるものと考えられる。

JCMA

《参考文献》

- (社)全国都市清掃会議：廃棄物最終処分場整備の計画・設計要領、2001 年 11 月

【筆者紹介】



則松 勇 (のりまつ いさむ)
株式会社間組
技術・環境本部
環境事業部環境技術課
主任



辻本洋次郎 (つじもと ようじろう)
株式会社間組
九州支店土木部
三重作業所
所長



齋藤 隆 (さいとう たかし)
株式会社間組
九州支店土木部
三重作業所
主任

special issue: environmental restoration engineering

環境特集 環境改善 (水質浄化・土壌浄化)

モバイル型土壌洗浄プラントによる汚染土壌浄化

毛利光男・田中仁志・菅原尚也

汚染サイトへ洗浄プラントを車輛運搬し、現地で土壌洗浄処理を行う「モバイル型土壌洗浄プラント」が稼働している。モバイル型プラントの場合は、掘削した汚染土壌と洗浄処理土の運搬及び埋戻しをすべて現場で行うため、運搬（車輛）コストを大幅に削減することが可能である。現地の汚染サイトと汚染土壌の特性に合わせた効率的な土壌洗浄システムを現場別に構成するため、洗浄処理コストの低減と処理工期の短縮の両方を達成することができる。

キーワード：土壌洗浄，モバイル型プラント，汚染土壌浄化，重金属汚染，油汚染，ハイドロサイクロン，泡浮遊式分離

1. はじめに

清水建設株式会社は、2002年に「土壌洗浄プラント」を環境先進国であるオランダから技術導入し、土壌浄化・修復事業の大きな柱として事業展開している。

首都圏からの汚染土壌を受入れるのに便利な神奈川県川崎市に土壌洗浄プラント事業所を設立し、2002年9月から本格的な土壌洗浄事業を展開している^{1)~3)}。

川崎市では土壌洗浄プラントを汚染土壌の洗浄処理工場（固定式）として使用し、月10,000 ton~15,000 tonのペースで汚染土壌の洗浄処理を実施している。2005年3月までの土壌洗浄処理の累計処理トン数は約310,000 tonであり、洗浄処理を行った汚染物質も油から重金属類まで多岐にわたる。

2004年度からは汚染サイトへ洗浄プラントを運搬し、現地で土壌洗浄処理を行う「モバイル型（オンサイト型ともいう）土壌洗浄プラント」を稼働させている³⁾。

本報文では、モバイル型土壌洗浄プラントの洗浄処理フロー、モバイル型プラントの優れた特長、及びシステム構成について説明を行った後、モバイル型プラントによる高濃度油汚染土壌の浄化事例を紹介する。

2. モバイル型土壌洗浄プラント

モバイル型土壌洗浄プラントは、固定式の土壌洗浄プラントをベースに改良を加えたもので、車輛によって汚染サイトへ運搬することができる。

例えば20,000 m³の汚染土壌であれば、準備工事（シートパイル打設を含む）に1ヵ月、プラントの組立てと試運転に0.5ヵ月、土壌洗浄処理に4ヵ月、プラントの解体・撤去に0.5ヵ月と、計6ヵ月間の全工期で浄化を完了することができる。モバイル型土壌洗浄プラントの設置イメージを図-1に示す。

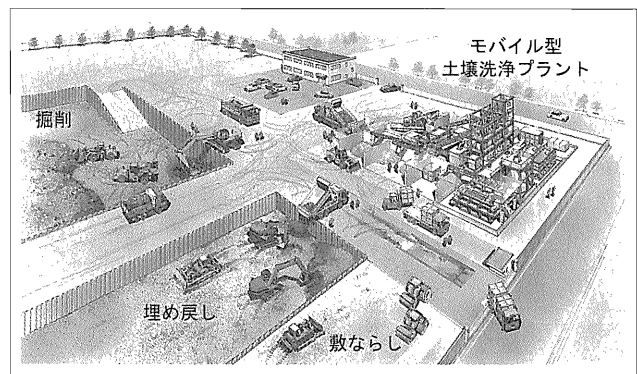


図-1 モバイル型土壌洗浄プラントの設置例

(1) 洗浄処理フロー

モバイル型土壌洗浄プラントでは、

- ・湿式ふるい
- ・ハイドロサイクロン
- ・泡浮遊式分離機
- ・重力式分離機

の分級・洗浄プロセスを用いて、重金属類や油の汚染物質を、細粒子分を主体とする濃縮汚染土に分離、濃縮する。

汚染物質を濃縮汚染土へ分離・濃縮することによって、場外処分の対象量が汚染土壌全量（100%）から

濃縮汚染土（細粒子分）の量（10～30%）へ大幅に減量できるため、低コストの土壌処理が可能となる^{1)~3)}。

汚染土壌は重機によってストックヤードから受入れバンカーへ順次投入される。受入れバンカーに投入された汚染土壌は、湿式ふるいにより2mm以上の礫・粗砂を取除いた後、2段のハイドロサイクロンによってアンダーフロー（63μm以下、細粒子分）とオーバーフロー（63μm～2mm、砂・細砂分）に分離される⁴⁾。

一般的に汚染物質はその多くが細粒子分に付着・吸着しているため、細粒子分を分級することによって、砂・細砂分から汚染物質を効率良く分離、除去することができる。

砂・細砂分は、スクラバーにおいて洗浄薬剤とよく混合された後、泡浮遊式分離機に入る。ここで土壌中の汚染物質は、清浄な土壌粒子との表面性状の違いを利用して洗浄・分離される。

泡浮遊式分離機で洗浄された砂・細砂分は、重力式分離機と脱水サイクロンを経て洗浄処理土となる。洗浄処理土が環境基準を満足していることは、ロット単位で行われる品質検査によって確認される^{1)~2)}。

汚染物質が濃縮されている濃縮汚染土は脱水ケーキとして外部処分場へ搬出される。

(2) モバイル型土壌洗浄プラントの特長

モバイル型洗浄プラントは、

- ①汚染土壌と洗浄処理土の搬出・搬入車輛を大幅に削減すること
 - ②汚染サイトと汚染土壌の特性に合わせて洗浄システムを構成すること
- の2点を大きな特長とする。

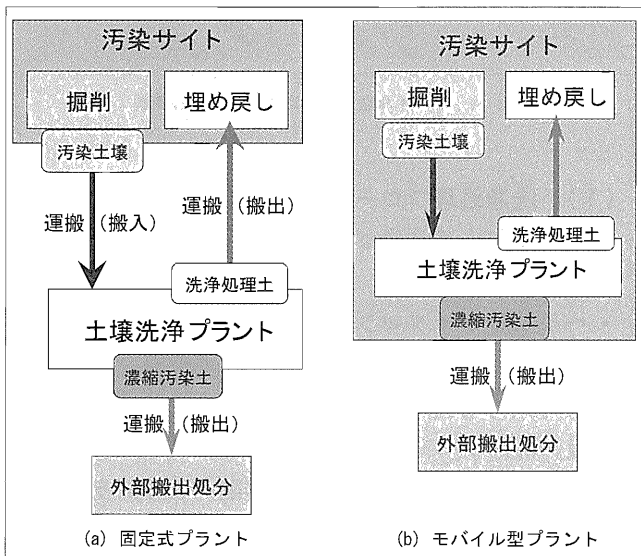


図-2 固定式及びモバイル型の土壌洗浄プラントによる土壌浄化・修復の流れ

図-2 (a) に固定式プラントによる土壌修復の流れを、また図-2 (b) にモバイル型プラントによる土壌修復の流れを示す。

モバイル型土壌洗浄プラントを用いた土壌修復の場合、掘削した汚染土壌と洗浄処理土の運搬及び埋戻しを全て現場で行うため、運搬（車輛）コストを大幅に削減するだけでなく、周辺道路の混雑緩和と騒音・排気ガスが大きく低減する。洗浄処理土の埋戻しも現地サイト内で行うため、容易に行うことができる。

モバイル型土壌洗浄プラントのもう一つの特長は、対象とする汚染土壌とサイトの特性に適した洗浄システムを構成することによって効率の良い土壌洗浄を実施できることである。

効率的な洗浄処理を行うことによって、洗浄処理コストの低減と洗浄処理工期の短縮の両方を達成することができる。泡浮遊式分離や重力式分離を用いなくても環境基準を満足することができる低濃度汚染土壌の場合には、ハイドロサイクロンを中心とする簡易なシステムを構成することによって低コスト処理を行う。

モバイル型のシステム構成例を図-3 (a)～(d) に

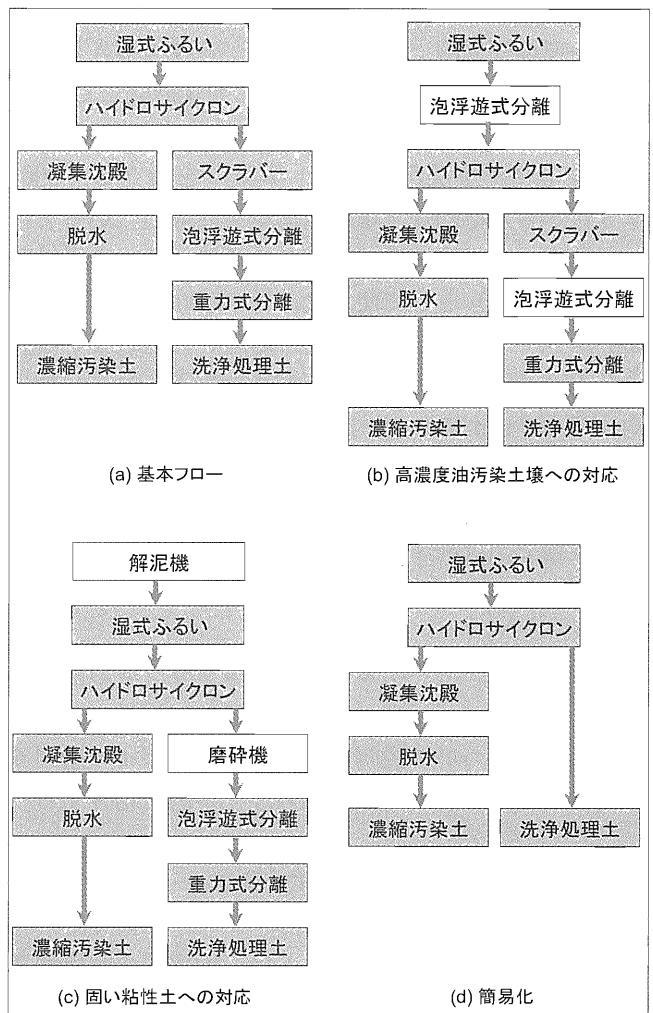


図-3 モバイル洗浄プラントのシステム構成例

示す。

図-3 (a) はモバイル型土壌洗浄プラントの基本フローである。

図-3 (b) は高濃度油汚染土壌に対応するため湿式ふるいの後に泡浮遊式分離を追加した処理フローである。

図-3 (c) は固い粘性土（粘土・シルト系土質）を含む汚染土壌を解泥するために湿式ふるいの前に解泥機を使用したフローである。

図-3 (d) は低濃度の重金属汚染土壌を低コストで

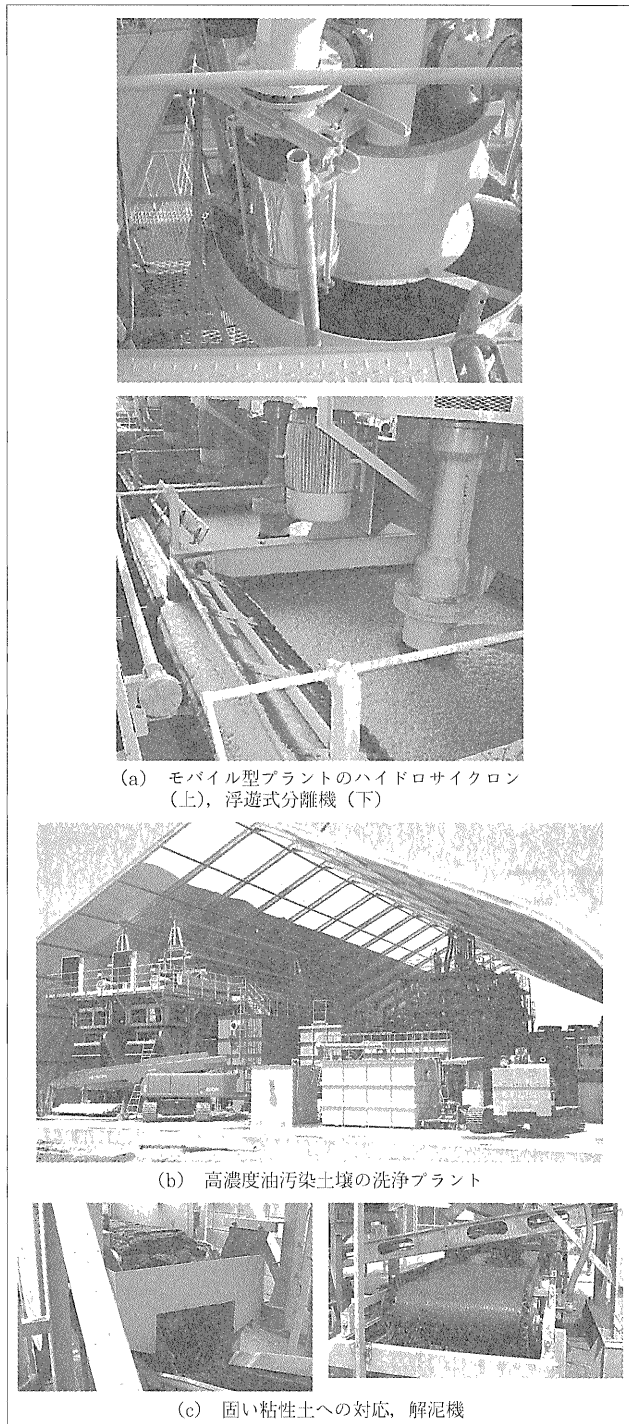


写真-1 モバイル型土壌洗浄プラント

洗浄する簡易化した処理フローである。

写真-1 (a)~(c) にモバイル型土壌洗浄プラント, 高濃度油汚染土壌の処理プラント, 及び固い粘性土をスラリー化する解泥機を示す。

3. モバイル型プラントによる汚染土壌の浄化事例

鉱物油によって高濃度に汚染された土壌を浄化するためにモバイル型土壌洗浄プラント（写真-2）を汚染サイトへ運搬し、現地で高濃度油汚染土壌の洗浄処理を行った事例を紹介する。

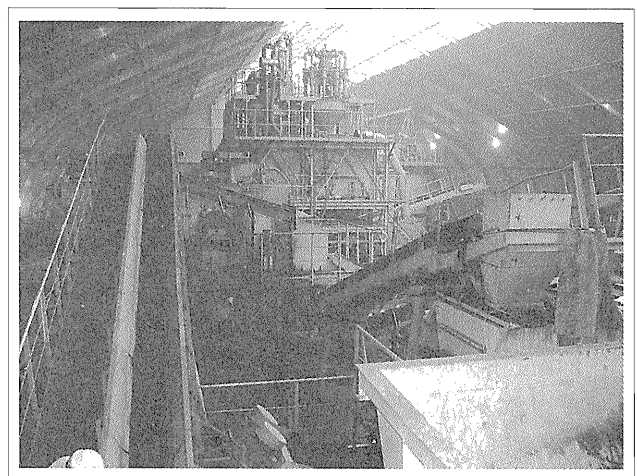


写真-2 高濃度油汚染土壌の洗浄処理（稼働中）

汚染サイトは広範囲にわたって鉱物油で汚染されていた。高濃度油汚染エリアの油分含有量（*n*-Hex）は10,000~20,000 mg/kg であり、低濃度油汚染エリアのそれは1,000 mg/kg 程度であった。この現場に運搬したモバイル型土壌洗浄プラントのシステム構成は図-3 (b) に示したとおりであり、湿式ふるいの後に泡浮遊式分離を追加し、高濃度の鉱物油汚染土壌に対応できるように工夫した。

このモバイル型土壌洗浄プラントの土壌洗浄量は1

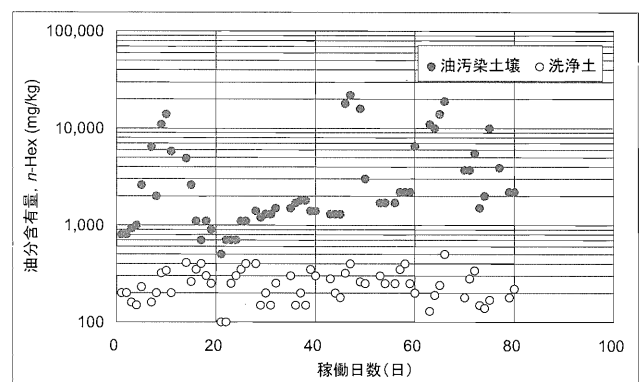


図-4 モバイル型プラントによる高濃度油汚染土壌の浄化例

日当たり 500~700 ton であり、汚染レベルや土質条件によって処理量を可変した。土壤洗浄処理を稼働してから 80 日間までの油汚染土壌（フィード）と洗浄処理土の油分含有量値を図-4 に示す。

図-4 より油分含有量が非常に高い場合でも、本モバイル型土壤洗浄プラント洗浄処理土の品質が安定していることが認められる。

4. おわりに

汚染サイトへ洗浄プラントを車輛運搬し、現地で土壤洗浄処理を行う「モバイル型土壤洗浄プラント」を稼働している。

モバイル型プラントの場合は、掘削した汚染土壌と洗浄処理土の運搬及び埋戻しを全て現場で行うため、固定式プラントに比べて運搬コストを大幅に削減することができる。また、現地の汚染サイトと汚染土壌の特性に合わせた効率的な洗浄システムを個別に構成するため、洗浄処理コストの低減と処理工期の短縮の両方を達成することができる。

今後は、川崎市の固定式土壤洗浄プラントとモバイル型土壤洗浄プラントの両方で、首都圏及び全国各地の汚染土壌の洗浄処理を行い、良好な土壤環境の創造に貢献する所存である。

JCMA

《参考文献》

- 1) 田中仁志, 毛利光男, 熊本進誠, 羽田義治, 今沢正樹: 高効率土壤洗浄プラント (MRP) による汚染土壌の浄化, 土壤環境センター技術ニュース, Vol. 7, pp. 36-38 (2003).
- 2) 毛利光男, 田中仁志, 菅原尚也, 今沢正樹: 土壤洗浄法による油・重金属汚染土壌の浄化, 基礎工, Vol. 33, No. 7, pp. 61-63 (2005).
- 3) 今沢正樹, 田中仁志, 菅原尚也, 毛利光男: 最新の土壤洗浄技術を用いた油・重金属汚染土壌の浄化, 産業とエネルギー, Vol. 398, pp. 22-25 (2005).
- 4) 毛利光男, 田中仁志, 赤木寛一: 土壤洗浄における液体サイクロン系統のモデル化, 水環境学会誌, Vol. 27, No. 8, pp. 535-540 (2004).

[筆者紹介]



毛利 光男 (もうり みつお)
清水建設株式会社
エンジニアリング事業本部
土壤環境本部
技術部
課長



田中 仁志 (たなか まさし)
清水建設株式会社
エンジニアリング事業本部
土壤環境本部
土壤洗浄プラント事業所
副所長



菅原 尚也 (すがわら なおや)
清水建設株式会社
エンジニアリング事業本部
土壤環境本部
土壤洗浄プラント事業所
主任

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
- ・基礎工専用機械
- ・高所作業車
- ・貨物自動車

A 5 判 70 頁 定価 650 円 (消費税込) 送料 270 円

社団法人 日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 (機械振興会館) Tel. 03(3433)1501 Fax. 03(3432)0289

special issue: environmental restoration engineering
 環境特集 環境改善 (水質浄化・土壌浄化)

ソイルセパレータ工法トータルシステムによる 建設発生土のリサイクル

—伏木富山港（新湊地区）橋梁下部工事における土砂のリサイクル—

小泉 哲也・池田 純・居場 博之

航路により隔てられている新湊地区の東西両地区を結ぶ伏木富山港（新湊地区）「道路（東西線）」を平成14年11月に着工し、現在は主橋梁部下部工事を施工している。本橋脚下部工事では、場所打杭工をリバースサーキュレーション工法で施工し、その際発生する泥水に対して、ソイルセパレータ工法トータルシステムを適用した。ソイルセパレータ工法トータルシステムは分級・脱水システムと固液分離システムで構成され、建設発生土および建設汚泥を建設材料として100%リサイクルすることを可能とした技術である。本報文では当システムの概要および実工事での施工事例について紹介する。

キーワード：リサイクル，減容化，分級・脱水，固液分離，建設発生土，建設汚泥

1. はじめに

新湊地区の東西両地区を結ぶ伏木富山港「道路（東西線）」は、富山新港（新湊地区）の西側埋立地より、航路上を横断し東側埋立地を経て、国道415号線に接続する総延長3,600mの臨港道路である（図-1）。本線橋脚（P20, P21）の基礎杭においてリバースサーキュレーション工法が採用された。

この工法は、掘削土が泥水状となって大量に発生することから、建設汚泥の処分量が多くなる。また孔壁崩壊を防ぐため、掘削用循環水中の砂分を取除き、泥水の比重を調整する必要がある。よって掘削で発生する泥水を分級し、取出した良質土（粒径75μm以上の砂）を活用することにより建設汚泥処分量の減容化を図り、土砂処分場の延命化と場外搬出運搬車両台数

低減による地域住民ならびに環境への負荷低減を目的として、ソイルセパレータ工法トータルシステムを適用した。

本報文では、ソイルセパレータ工法トータルシステムの概要および本システムが適用された橋脚下部工事の事例を紹介する。

2. ソイルセパレータ工法トータルシステムの概要

ソイルセパレータ工法トータルシステムは、建設発生土を砂分とシルト・粘土分に分級し、砂分を取出す「分級・脱水システム」と、砂分を取出した後の泥水やもともと砂分が少ない泥水中のシルト・粘土分を凝集・脱水する「固液分離システム」から構成されている（図-2）。

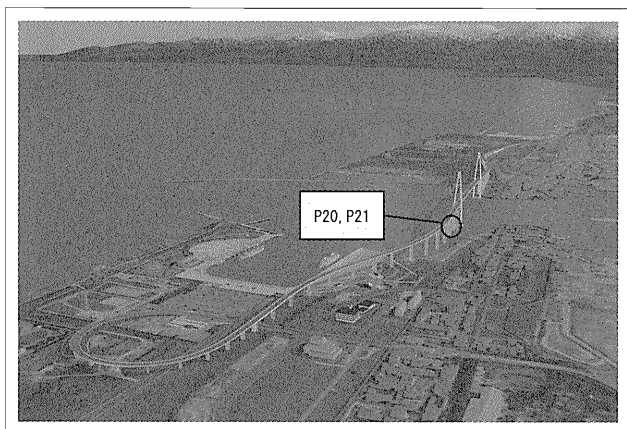


図-1 道路（東西線）完成予想図

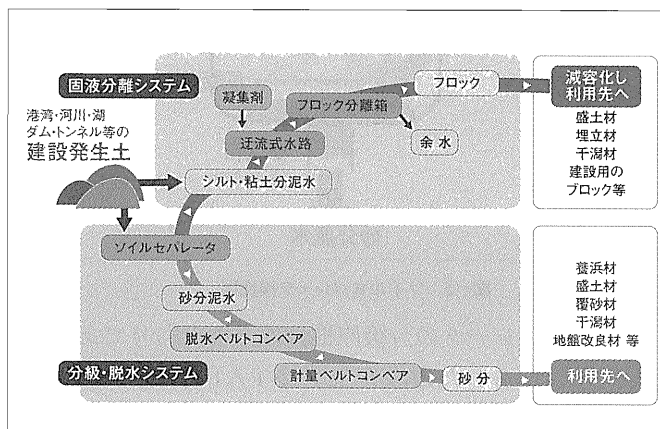
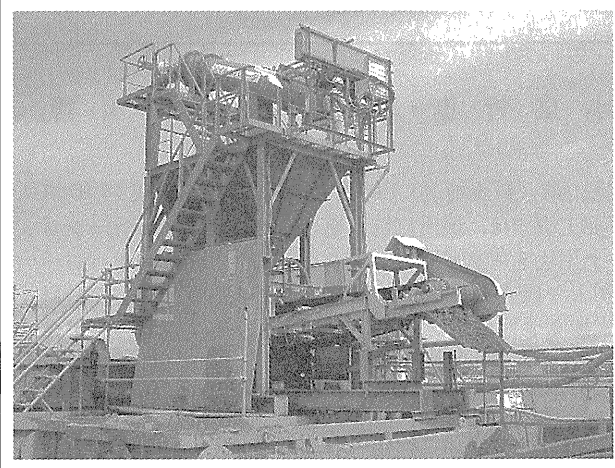


図-2 ソイルセパレータ工法トータルシステムフロー図

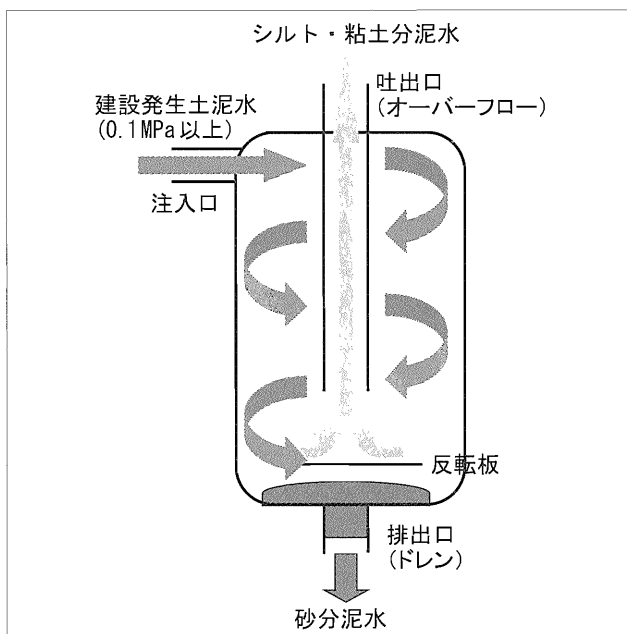
(1) 分級・脱水システム

分級・脱水システムは、建設発生土を泥水状にし、遠心分離装置の一種であるソイルセパレータにより、砂分泥水とシルト・粘土分泥水とに分離（分級）した後、砂分泥水を脱水ベルトコンベアによって二次脱水して砂を取出す連続処理システムである（写真—1）。



写真—1 分級・脱水システム

ソイルセパレータは、図—3 に示すように円筒形の単純な構造となっている。ソイルセパレータには泥水処理能力 6~16 m³/hr クラスから 1,785~2,895 m³/hr クラスまで 13 機種あり、発生泥水量に応じて機種を選定ができる。

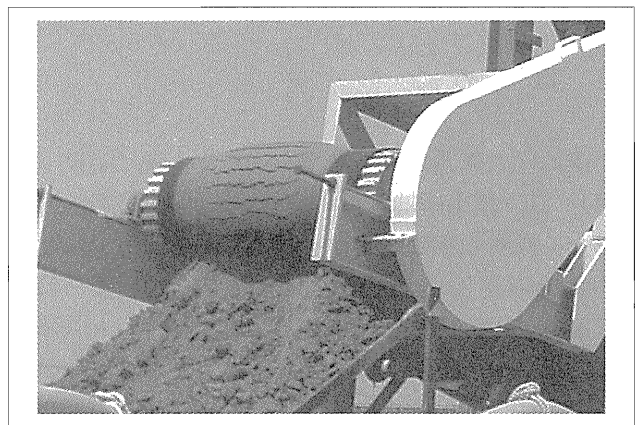


図—3 ソイルセパレータ構造図

ソイルセパレータの分級原理は以下のとおりである。
①泥水状にされた建設発生土は注入口から、接線方向でソイルセパレータに打込まれ、一様な渦流を起こしながらゆっくりと下降する。

- ②遠心力により粒径の大きな砂分は渦流の外側、粒径の小さなシルト・粘土分は渦流の中心側に分離される。
- ③砂分は内壁に沿って沈降し、本体下部に貯まり、排出口から連続的あるいは間欠的に排出される。
- ④シルト・粘土分を主体とする泥水は下部の反転板によって瞬間的に急減速された後、負圧の中心渦に沿って急上昇し、本体上部の吐出口から外部に排出される。

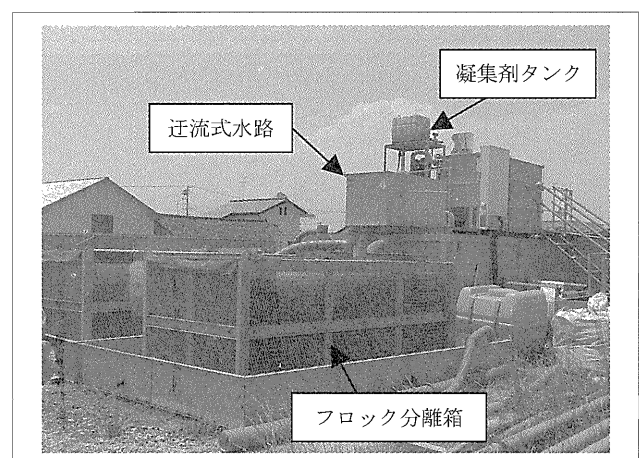
本システムは 1 時間当りの泥水処理量が最大約 3,000 m³ と従来工法の 10 倍以上の処理能力を持つうえに、得られた分級砂のシルト・粘土分含有率が 5% 以下、建設発生土に含まれる砂分の 90% 以上を分級砂として回収できるなど分級性能に優れている。また脱水ベルトコンベアにより脱水された分級砂の含水比は平均 25% 程度であり、ダンプ等で容易に積込み・運搬することが可能である（写真—2）。



写真—2 脱水ベルトコンベアから排出される分級砂

(2) 固液分離システム

固液分離システムは、ソイルセパレータにより分級されたシルト・粘土分主体の泥水やもともと砂分が少



写真—3 固液分離システム

ない泥水を連続的に粗粒化・脱水処理するシステムであり、凝集剤注入装置、迂流式水路、フロック分離箱から構成されている（写真—3）。

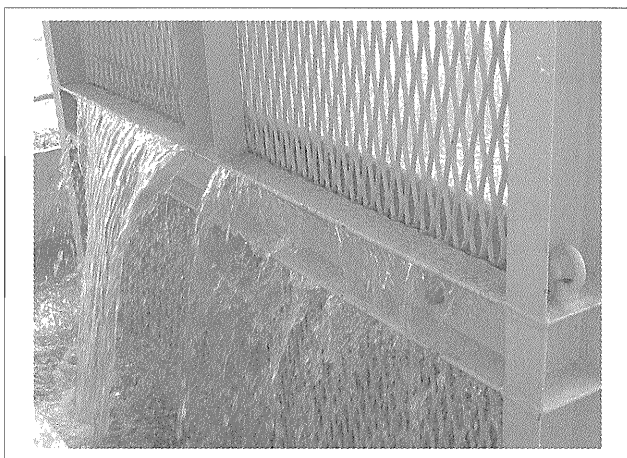
本システムは、写真—4 に示す迂流式水路により凝集剤を効率良く攪拌・混合するため、凝集剤の添加量を最小限に抑制することができる。



写真—4 迂流式水路

また、本システムにより凝集・脱水されたフロックは十分に粗粒化され、脱水が容易であることから、利用目的に合った二次処理（土木の脱水、安定処理、機械脱水等）を行うことで各種建設材料として有効利用することが可能である。

固液分離後の余水は、分級用加水材として循環利用することができ、最終的には排水基準に則り、排水することができる（写真—5）。

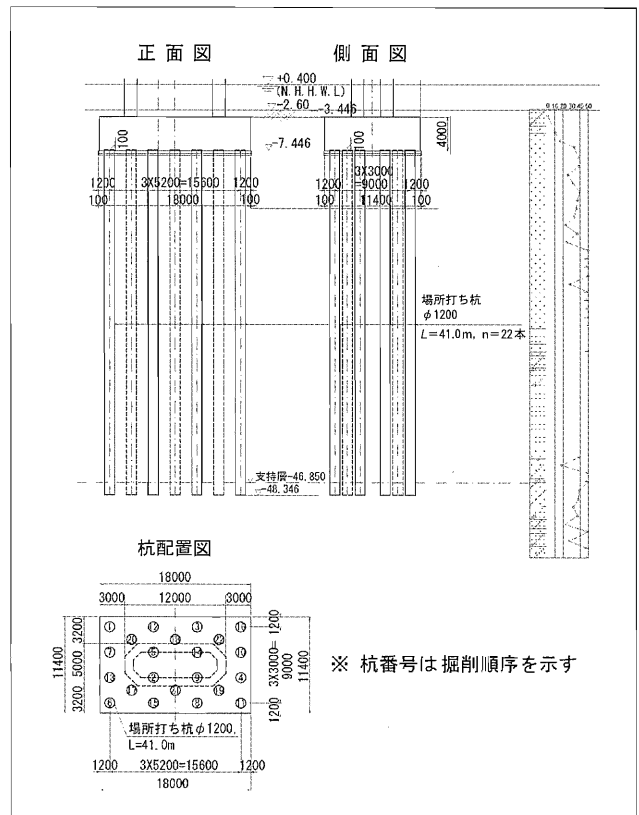


写真—5 固液分離後の余水

3. 実工事への適用

(1) 工事概要

工事の概要は以下のとおりである。図—4 に場所打ち杭（P20）の詳細図を示す。



図—4 場所打ち杭詳細図（P20）

- ・ 工事名：平成 16 年度（国債）伏木富山港（新湊地区）道路（東西線）橋梁（P20, P21）下部工事
- ・ 工期：平成 16 年 8 月 23 日～平成 18 年 3 月 24 日
場所打ち杭工施工期間（準備、片付け含む）
平成 17 年 4 月 1 日～平成 17 年 7 月 28 日
- ・ 施工場所：富山県新湊市海王町地先
（現在、富山県射水市海王町地先）
- ・ 主要工種および施工数量
土工：土砂除却、掘削、埋戻（P20, P21）
 $V=25,816 \text{ m}^3$
仮設工：二重締切鋼矢板構築
（鋼矢板Ⅳ型 $L=14.0 \text{ m} \sim 22.0 \text{ m}$ ）1,032 枚
波受補強杭、タイロッド、腹起・切梁設置
撤去 $W=602,894 \text{ kg}$
場所打ち杭工： $\phi 1,200, L=39.0 \sim 41.0 \text{ m}$ 50 本
橋脚駆体工：P20： $(B) 18.0 \text{ m} \times (L) 11.4 \text{ m} \times (H) 13.6 \text{ m}$ 1 基
P21： $(B) 20.4 \text{ m} \times (L) 11.4 \text{ m} \times (H) 15.0 \text{ m}$ 1 基

(2) 主要設備

本工事で用いた分級・脱水システムおよび固液分離システムの主要設備を表—1 および写真—6 に示す。



写真-6 現場全景

表-1 主要設備一覧

名称	形式・能力	数量(単位)	備考
振動ふるい	1.5 W×3.6 L	1 (台)	水平二段式
スラリーポンプ	190 kW	1 (台)	
スクリュウデカンタ	23~32 m³/hr	1 (台)	
分級・脱水システム			
ソイルセパレータ	RFD-1000, 375~705 m³/hr	1 (台)	
脱水ベルトコンベア	0.9 W×6.0 L, 最大 16 m³/hr	1 (台)	
固液分離システム			
迂流式水路	30 m³/h	1 (基)	ノッチタンク
ブロック分離箱	10 m³	2 (基)	
沈殿槽	20 m³	1 (基)	
原水ポンプ	0.5 m³/min	1 (台)	
薬注ポンプ	80 L/min	1 (台)	

(3) 泥水処理フロー

本工事の場所打ち杭工において、掘削時に発生する泥水に対して分級・脱水システムが適用され、砂分とシルト・粘土分主体の泥水に分級された。分級された砂は堤内の埋戻し等に用いられ、シルト・粘土分主体の泥水はスクリュウデカンタにより比重調整された後、

再び掘削時に循環利用された。また、コンクリート打設時に発生する余剰泥水に対して固液分離システムが適用され、ブロックと余水とに分離された。本工事における泥水処理フローを図-5に示す。

(4) 施工管理

本工事では、図-6に示すように、計測した泥水の

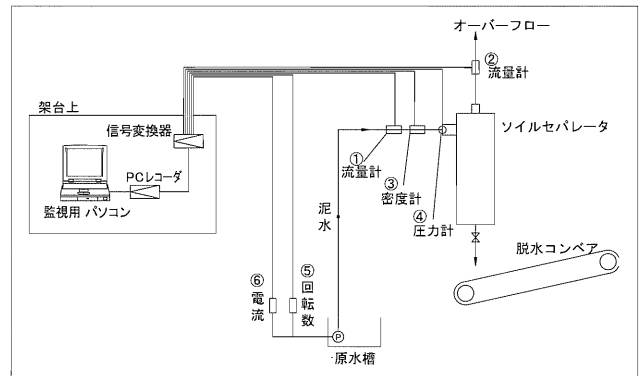
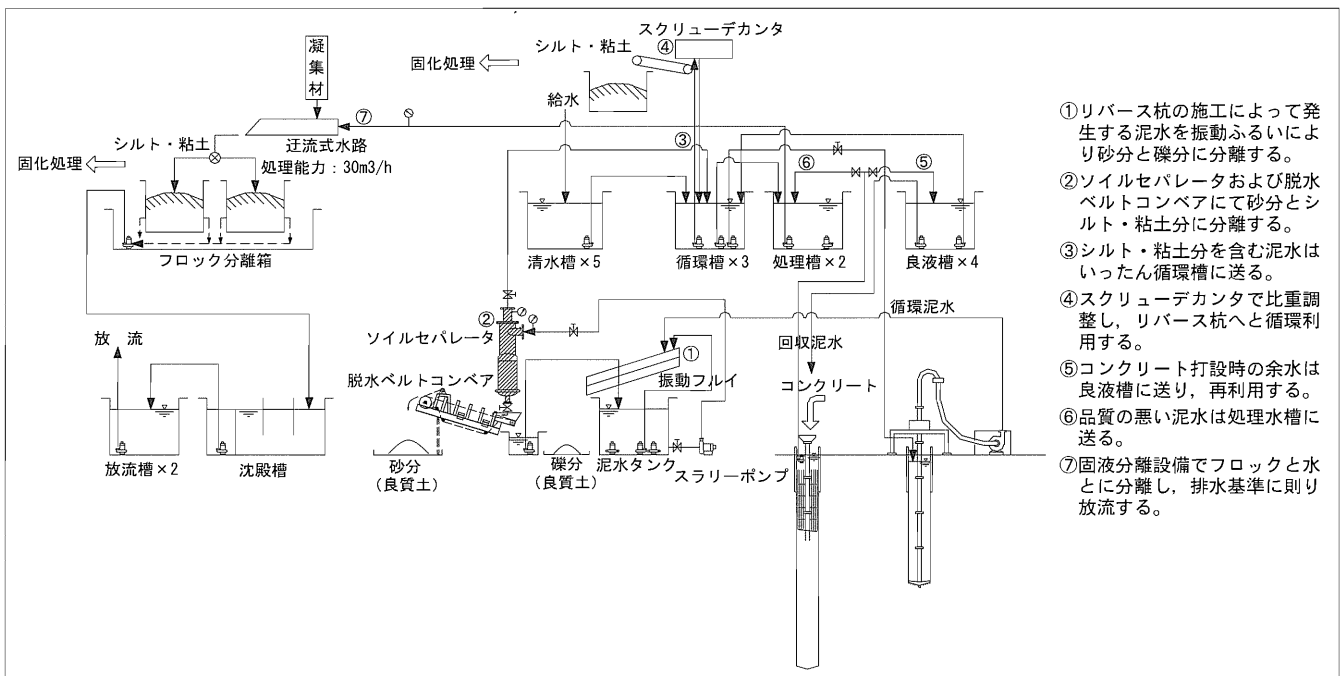


図-6 施工管理装置



- ①リバース杭の施工によって発生する泥水を振動ふるいにより砂分と礫分に分離する。
- ②ソイルセパレータおよび脱水ベルトコンベアにて砂分とシルト・粘土分に分離する。
- ③シルト・粘土分を含む泥水はいったん循環槽に送る。
- ④スクリュウデカンタで比重調整し、リバース杭へと循環利用する。
- ⑤コンクリート打設時の余水は良液槽に送り、再利用する。
- ⑥品質の悪い泥水は処理水槽に送る。
- ⑦固液分離設備でブロックと水とに分離し、排水基準に則り放流する。

図-5 泥水処理フロー図

密度、流量、圧力、送泥ポンプの回転数、負荷電流をパソコンに画面表示し、リアルタイムに監視しながら運転管理を行った。また、TVカメラによる局所監視や、振動ふるい、送泥ポンプ等の遠隔操作による集中管理にて、施工の効率化、省力化を図った。

(5) 品質管理

本工事の場所打ち杭工における掘削土量、分級して得られた分級砂量および固液分離システムにて処理した泥水量を表一2に示す。

表一2 工事実績

掘削土量	2,255 m ³
分級砂量	1,535 m ³
固液分離処理泥水量	2,640 m ³

分級・脱水性能を確認するため、ソイルセパレータに供給される前の原泥水、分級された分級砂およびシルト・粘土主体の泥水（オーバーフロー泥水）のサンプリングを行い、土質試験（含水比、粒度、土粒子密度）を実施した。表一3に土質試験結果を示す。

表一3 土質試験結果

項目	原泥水	分級砂
含水比 (%)	247.3	25.5
砂分含有率 (%)	60.9	95.2
シルト・粘土分含有率 (%)	39.1	4.8
土粒子の密度 (g/cm ³)	---	2.662

*各数値は、土質試験結果の平均値

これらの結果より、砂分含有率 60.9% の原泥水から砂分含有率 4.8%、含水比 25.5% の高品質な砂が得られ、高い分級・脱水性能が確認された。分級されたシルト・粘土分主体の泥水は、孔壁崩壊を防ぐため、スクリーデカンタにより泥水比重を 1.02~1.08 に管理され、掘削用循環水として利用された。また、固液分離された余水は、表一4に示すように環境基準値を満たすのを確認した後、放水された。

表一4 固液分離処理結果

	データ①	データ②	データ③	データ④	データ⑤	環境基準値
濁度(処理前)	60,000	46,000	58,000	60,000	50,000	—
濁度(処理後)	10	10	10	6	5	—
水素イオン濃度(pH)	7.83	7.83	7.84	8.03	7.45	5.8以上 8.6以下
化学的酸素要求量(COD)	7	7	5	5	5	20 mg/L
浮遊物質(SS)*	10.9	10.9	10.9	6.5	5.5	70 mg/L

*水質試験結果より、SS=濁度×1.0916

4. おわりに

今回、ソイルセパレータ工法トータルシステムを橋梁下部工事の場所打ち杭工（リバース杭）に適用し、2,255 m³ の掘削土砂から 1,535 m³ の分級砂を回収することができた。

これにより、土砂処分量が削減され、土砂処分場の延命化および場外搬出運搬車両台数低減による地域住民ならびに環境への負荷低減が図られた。また、得られた分級砂は堤内の埋戻等に有効利用され、山砂等の新材採取による自然環境への負荷を低減することができたと考えられる。

最後に、本工事に関してご指導、ご協力頂きました関係者各位に深く感謝いたします。

JCMA

《参考文献》

- 1) 三浦 仁・加藤 謙・薄井治利：浚渫土砂を材料化する新しい分級システム，第38回地盤工学研究発表会，pp.2303-2304，2003.7
- 2) 村山伊知郎・渡辺洋一・薄井治利・加藤 謙：関門航路浚渫土分級工事，土木学会第58回年次学術講演会，pp.429-430，2003.9
- 3) 井上俊輔・古田幸三・田中泰弘：分級による浚渫土砂の画期的な有効活用—関門航路浚渫工事における土砂の分級—，建設の機械化，No.643，pp.4-8，2003.9
- 4) 加藤 謙・薄井治利：浚渫土砂を100%リサイクルするソイルセパレータ工法，第39回地盤工学研究発表会，pp.2245-2246，2004.7

[筆者紹介]



小泉 哲也 (こいずみ てつや)
国土交通省
北陸地方整備局
伏木富山港湾事務所
所長



池田 純 (いけだ じゅん)
東亜・若築特定建設工事共同企業体
新湊臨港道路作業所
所長



居場 博之 (いば ひろゆき)
東亜建設工業株式会社
技術研究開発センター
研究員

施工段階における二酸化炭素排出量削減対策 ——輸送車輛への省燃費運転法の普及とその効果把握——

水野良治・飯塚孝司

建設業は、地球温暖化防止活動の一環として、建設施工段階で排出される二酸化炭素量の削減に努めているが、その手段として有効な輸送車輛の「省燃費運転法」について報告する。株式会社大林組は、「省燃費運転法」の普及のために「省燃費運転研修会」を開催しており、平均して20～40%の燃費改善効果を達成している。また、「省燃費運転研修会」開催後の効果持続に関しては、研修会時と比較して研修会直後に燃費改善効果は若干下落するものの、その後は効果が持続されていることを確認している。

キーワード：地球温暖化、二酸化炭素、建設、施工、輸送車輛、燃料消費率、省燃費運転

1. はじめに

建設業は、地球温暖化防止活動の一環として、2010年までに施工段階で排出される二酸化炭素量を1990年比で12%削減することを目標に掲げ、環境保全活動に取り組んでいる。また、株式会社大林組（以下、当社）は更に厳しい17%という削減目標の実現に向け、様々な環境保全活動を展開している*1。

ここでは、施工段階において排出される二酸化炭素の削減策として有効な、輸送車輛に対する省燃費運転法の普及について紹介すると共に、その効果確認についても言及する。

2. 燃費の改善による二酸化炭素排出量の削減

図-1に示すように、1995年に日本全体で排出された二酸化炭素は13億6,300万トンであり、42.7%が建設活動に関連していた¹⁾。その半分は施設運用段階

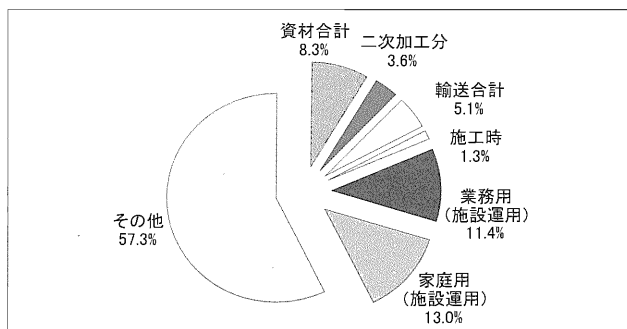


図-1 日本の二酸化炭素排出量 1.363 Gton-CO₂ (1995年)¹⁾

に排出され、施工段階に排出される二酸化炭素は全体の1.3%である。

著者らの調査によると、施工段階で排出される二酸化炭素量の60～70%はトラックや建設機械が消費する軽油に起因する。

図-2に示す2004年度の当社実績においても、施工段階で排出される二酸化炭素の72%が、ダンプトラック、掘削機械及びその他建設機械といった軽油を使用する排出源によることが確認された²⁾。

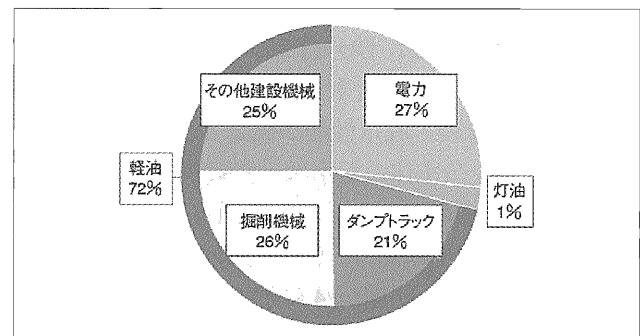


図-2 大林組の二酸化炭素排出源 施工段階 (2004年)²⁾

以上から、施工段階に排出される二酸化炭素への影響が大きいトラックや建設機械の燃費に着目し、その改善により二酸化炭素排出量が削減できないか検討した。

トラックメーカーは、1970年代のオイルショック時に発生した軽油不足や軽油の価格高騰に対応するため、燃費改善あるいは経費削減のための運転方法を考案し、ユーザーに紹介していたが、これが結果として二酸化炭素排出量の削減にも貢献することから、「省

*1 建設業は原単位による比較、大林組は総量による比較

燃費運転研修会」(以降、研修会と略す)の仕組みとして再構築し、以降その活動を推進している。なお、研修会の実施については、トラックメーカー各社の全面的な協力が不可欠である。

大林組は、1999年12月に建設業界で初の研修会を開催して以来、ダンプトラック、各種建設機械の研修会を延べ50回以上開催し、2005年12月現在1,000名近い修了者を送り出している。

3. トラックの省燃費運転法

省燃費運転法の特長のうち、最も重要なものの一つは、導入に際して経常的な設備や新たな経費が不要であるという点である。車輛に特殊な機械などハード面で変更を加えることなく、運転手が運転方法というソフト面を変えるだけで二酸化炭素排出量の削減を図ることができる。

省燃費運転法の基本はエンジンの力を最大限に引出すことであるが、トラックの場合、運転手がその性能を正確に認識していないため、通常はエンジンの力の20~30%を利用してにすぎないと言われている。これを可能な限り100%に近づける運転方法が省燃費運転法である。

表一に、一般道路におけるトラックの省燃費運転のポイントを示す。

表一 一般道路での省燃費運転のポイント

1	急発進、急加速を避ける
2	早めのシフトアップ、遅めのシフトダウン
3	一定速度運転の励行(波状運転の防止)
4	惰力走行の多用(エンジンブレーキの多用)
5	経済速度での走行

また、省燃費運転法の実施は、結果として安全な運転に繋がるため、交通事故の減少とその結果としての保険費用の減少、各種メンテナンス費用の減少など副次的なメリットも多い。

4. トラックの研修会における効果測定

燃費改善の効果を測定するため、研修会では表一2の研修会スケジュール例に示すように、同じコースを「通常走行」と「省燃費走行」の2度走行し、1cc単位で計測可能な燃料計を用いて計測した燃料消費量の差によって、省燃費運転法の有効性を実証する。2度の走行の間に、講習「CO₂排出削減のための運転」を座学にて受講し、前述した省燃費運転のポイントを学ぶ(写真一)。

表一2 研修会スケジュール例

ダンプ・トラック省燃費運転研修会スケジュール
(工事事務所で実施の場合)

日 時	2004年〇月〇日(〇)午前9時~午後4時				
場 所	大林組〇〇支店〇〇工事事務所				
受 講 者	〇〇株式会社				
協 力	〇〇自動車				
時 間	講 習 (分)	内 容	会 場	担 当	進 行 役
9:00~9:05	5	お願い及びお知らせ	会議室	大林組	大林組
9:05~9:10	5	開会挨拶	会議室	大林組	
9:10~9:15	5	受講にあたって	会議室	協力会社	
9:15~9:45	30	講習「地球環境問題と二酸化炭素(CO ₂)」	会議室	大林組	〇〇自動車
9:45~9:50	5	〇〇自動車関係者の紹介	会議室	〇〇自動車	
9:50~10:00	10	実技走行コースと走行方法の説明	会議室	〇〇自動車	〇〇自動車
10:00~11:40	100	第1回目走行(通常走行) 10分/人 x 10人/台	路上及び待機場	〇〇自動車	
11:40~12:25	45	昼食	会議室	大林組	大林組
12:25~12:55	30	講習「CO ₂ 排出削減のための運転」	会議室	〇〇自動車	〇〇自動車
12:55~13:05	10	第2回目走行(省燃費走行)の説明	会議室	〇〇自動車	
13:05~14:45	100	第2回目走行(省燃費走行) 10分/人 x 10人/台	路上及び待機場	〇〇自動車	
14:45~15:15	30	〇〇自動車の環境保全技術 (データ処理時間を活用)	会議室	〇〇自動車	〇〇自動車
15:15~15:45	30	走行データの解説	会議室	〇〇自動車	
15:45~15:55	10	開会にあたって	会議室	〇〇自動車	大林組
15:55~16:00	5	開会挨拶	会議室	大林組	



写真一 講義形式の座学研修

走行コースは、データの信頼性と研修会の進行のバランスを考慮し、通常2~3km程度の距離で設定する。その走行に10分程度を要するため、1日の研修会スケジュールから逆算すると、受講できる運転手数は、車輛1台当たり最大で10名程度となる(写真二)。

「通常走行」では、トラックメーカーの技術者が指導員として同乗するものの、受講者は可能な限り通常通りの運転に努め、使用した燃料の量を計測する(写真三)。

「省燃費走行」では、やはりトラックメーカーの技術者が指導員として同乗するが、今度は受講者はその指示に従って省燃費運転し、使用した燃料の量を計測



写真-2 実際に車両を使った走行研修

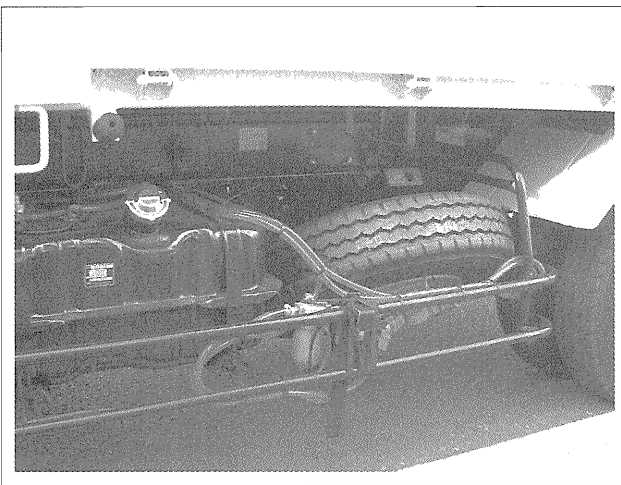


写真-3 車両に取付けられた燃料計

する。特に、エンジン回転数の低減および惰力走行の多用など燃費改善に有効なポイントが指導されることが多い。

研修会の最後に行われる「走行データの解説」では、受講者各者の研修結果についてトラックメーカーの技術者が解説し、特に優れた燃費改善に結びついた取組みなどを受講者で共有する。

受講者は座学において、講習「CO₂排出削減のための運転」の他に、講習「地球温暖化と二酸化炭素(CO₂)」を受講する。この研修会が、燃費改善からイメージされやすい「経費削減」を目的として実施されているのではなく、あくまでも「地球温暖化防止」のための活動であることを参加者全員で再認識するために重要な講習である。

大林組では、省燃費運転による二酸化炭素排出量削減活動を広く普及すべきとの判断から、2001年以降、研修会についてのこれらのノウハウを一般に公開している。

5. 研修会での効果

2004年5月に、実際の研修会を受講したA社の結果を表-3および表-4に示す。10トントラック1台を使用し、5名の運転手が参加した。

2.1kmのコースを使って実施した研修会の結果は、受講者により10.8~31.0%の範囲で異なるが、平均では21.8%の燃費改善率を達成した(表-3)。

表-3 研修会の結果(燃費改善率)

受講者	燃費 (km/L)		改善率 (%)
	通常走行	省燃費走行	
受講者1	2.68	2.97	10.8
受講者2	2.30	2.89	25.7
受講者3	2.29	3.00	31.0
受講者4	2.18	2.79	28.0
受講者5	2.46	2.85	15.9
平均	2.38	2.90	21.8

表-4に示すように、研修会で2.1kmのコースを走行するのに要した時間は、受講者によって差はあるものの、通常走行と省燃費走行でほぼ同じであった。

表-4 研修会の結果(所要時間)

受講者	時間	所要時間 (分・秒)		変化率 (%)
		通常走行	省燃費走行	
受講者1	3:49	3:49	4:10	+9.2
受講者2	3:34	3:34	3:52	+8.4
受講者3	4:34	4:34	3:40	-32.8
受講者4	4:26	4:26	3:30	-31.2
受講者5	3:04	3:04	3:52	+26.1
平均	3:53	3:53	3:49	-1.7

実際の状況では、省燃費走行時に通常走行時よりも多くの時間を要すると思われるが、特に市街地の走行においては、信号機による停止や交通渋滞などにより、この差は減少する。

6. 研修効果の持続性の検証

研修会で習得した省燃費運転法を日常の業務の中で実践し、如何に燃費効果を持続するかが更に重要である。

研修会においては、指導員が助手席で省燃費運転について指示するため燃費改善効果が達成されやすいが、研修会後は一般的に、指導員が同乗しない、あるいは日常的な運転や作業状況の中では必ずしも省燃費運転が可能ではない等の理由により、研修時と比較してその燃費改善効果が低下すると予想される。

前出のA社において、研修会後の効果について測定した結果を図-3および表-5に示す。

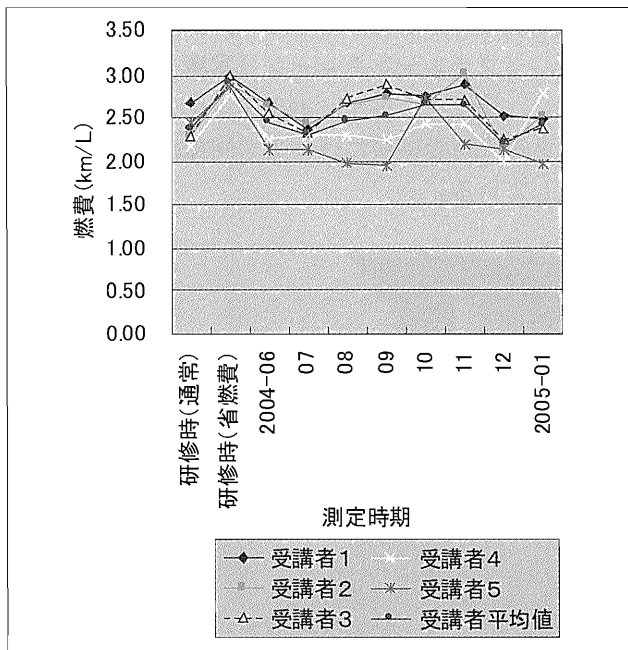


図-3 研修会後の効果持続

表-5 研修会後の効果 (燃費: km/L)

年月	2004年~2005年							
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
受講者1	2.68	2.37	2.69	2.78	2.75	2.89	2.52	2.49
受講者2	2.65	2.43	2.67	2.73	2.67	3.01	2.14	2.53
受講者3	2.56	2.33	2.73	2.89	2.72	2.72	2.25	2.38
受講者4	2.26	2.29	2.29	2.25	2.44	2.43	2.00	2.78
受講者5	2.14	2.15	1.99	1.95	2.74	2.20	2.14	1.96
受講者平均	2.46	2.31	2.47	2.52	2.55	2.65	2.21	2.43
全運転手*2 平均	2.46							
全運転手*2 平均	2.19	2.14	2.27	2.41	2.51	2.59	2.32	2.40

受講者の平均燃費は、研修会直後の1カ月間が2.46 km/L、研修会後8カ月間の平均も同じ2.46 km/Lであり、研修会後の経過時間によらず、その効果を持続していることを確認した。

研修会後8カ月の平均値2.46 km/Lは、研修会での通常走行時平均燃費2.38 km/Lと比較すると3.4%の改善にすぎないが、これは研修会という特殊条件から通常走行時の燃費が普段よりも高めに計測されたためと思われる。

より現実的な通常時の燃費として、研修会直後1カ月の非研修受講者（A社運転手の内、研修会を受講していない運転手）を含むA社全運転手18名の平均燃費2.19 km/Lを採用すると、改善効果は12.3%となり、研修会の効果がより顕在化する。

また、表-5の全運転手平均データを見ると、研修会後の2.19 km/Lから徐々に燃費が改善され、一時的には受講者5名の平均を上回ってさえいることが分かる。全運転手には研修会を受講した5名も含まれて

いるが、残りの13名は研修会を受講していない運転手である。

これは、A社内で定期的実施している社内勉強会等の機会を通じて、省燃費運転法について継続的に啓蒙した結果である。実際に車輛を使用した研修会の受講が理想であるが、座学による研修によってもある程度の効果の上がること分かる。

7. 研修効果の二酸化炭素排出量削減への寄与

A社における研修会の結果を基に、省燃費運転がどの程度の二酸化炭素排出量削減に寄与するのか計算した結果を表-6に示す。

表-6 研修効果の二酸化炭素排出量削減への寄与

対象車輛	10トントラック
研修会受講前の燃料消費率	2.19 km/L
年間の走行距離	50,000 km
年間の軽油使用量	22,831 L
軽油1リットルから発生する二酸化炭素排出量*1	2.62 kg-CO ₂ /L
車輛1台当り年間の二酸化炭素排出量	59,817 kg-CO ₂ /L
省燃費運転による二酸化炭素排出量削減効果	12.3%
1年間に削減される二酸化炭素排出量	7.36 ton-CO ₂
2003年度日本の二酸化炭素排出量*5	12億5,900万 ton-CO ₂
国民1人当り二酸化炭素排出量*5	9.87 ton-CO ₂
2003年度日本の二酸化炭素排出量*5の6%	7,554万 ton-CO ₂

非研修受講者を含むA社全運転手と比較した研修会後の燃費改善率12.3%を採用し、10トントラック1台が1年間、省燃費運転を実施した場合に削減できる二酸化炭素排出量を計算すると、日本全体から排出される二酸化炭素を国民1人当りに換算した値の約75%に相当することが分かる。

また、クールビズ、ウォームビズなどの広告効果もあって、「チーム・マイナス6%」*3のキャンペーンが広く普及した2005年であったが、例えば年間5万kmを走行する10トントラック1,000万台が、省燃費運転を1年間継続して実施すれば、日本全体から排出される二酸化炭素を約6%削減することができることも分かる。

*2 「全運転手」は18名、受講者5名を含む。

*3 京都議定書の目標を達成するための国民的プロジェクト。

*4 地球温暖化対策の推進に関する法律施行令第三条排出係数一覧表(平成14年12月19日一部改正)による。

*5 平成17年度環境白書による。

8. 省燃費運転補助装置を使った研修会の実施

通常の研修会では、トラックメーカーの技術者が指導員として同乗し、運転手に省燃費運転法を指示するが、同様の指示をリアルタイムで音声にて知らせる装置(写真-4; ミヤマ製エコドライブナビゲーションシステム)を使用した研修会を開催したところ、通常の研修会とほぼ同等の燃費改善効果を確認した。詳細については、本誌 654 号³⁾に報告済みである。



写真-4 省燃費運転補助装置

この装置については、省燃費運転について均質な指示が可能であるといったメリットがある反面、信号の状況など前方の情報を有効に利用した運転ができないといったデメリットもあるが、省燃費運転法の効率的な普及と、研修会後の効果持続には有効であると思われる。

9. おわりに

施工段階における二酸化炭素排出量の削減対策には種々の方法があるが、従来より実施されているアイドリングストップによる効果は5~10%程度と言われている。

今回紹介した省燃費運転法の実施による効果は、著者らの実績によると研修会時に20~40%とそれを大きく上回る。建設施工段階における二酸化炭素排出量削減のために、非常に有効な対策であることといえる。

また、今回の事例で検証されたように、研修受講者の燃費は研修会後若干低下するものの、非研修受講者よりも優位であり、かつその効果が低下することなく維持されていることから、省燃費運転法が継続的に維

持可能な活動であることも確認した。

なお、ラフテレーンクレーン(写真-5)、クローラクレーン、油圧ショベル、ホイールローダ、重ダンプトラック等の建設機械についても同様に省燃費運転法を確立している。



写真-5 ラフテレーンクレーンによる研修

研修会の開催には、受講者の所属する会社やトラックメーカーの全面的な協力が不可欠であり、また、研修会当日は、丸一日という時間を費やさなければならないなど、省燃費運転法の普及はかなり手間のかかる環境保全活動でもある。

施工段階で排出される二酸化炭素量削減に貢献するために、今後は、更に手軽にこの活動を推進するための仕組みを構築していく必要がある。

JCM A

《参考文献》

- 1) 漆崎 昇, 水野 稔, 下田吉之, 酒井寛二: 産業連関表を利用した建築業の環境負荷推定, 日本建築学会計画系論文集, No. 549, pp. 75-82, 2001年11月
- 2) 大林組環境報告書・社会活動報告書 2005
- 3) 大林組: 省燃費運転補助装置を使った研修会の実施, 建設の施工企画, No. 654, p. 72, 2004年8月

【筆者紹介】

水野 良治 (みずの りょうじ)
株式会社大林組
東京本社地球環境室
環境保全推進グループ
主査



飯塚 孝司 (いづか たかし)
株式会社大林組
東京本社地球環境室
環境保全推進グループ
グループ長



ざいそう

建設施工分野の海外協力に携わって —ベトナム「第1交通技術訓練校」を訪ねる旅—

中澤 秀吉



2005年12月中旬にベトナム旅行を実施した。今回の目的は道路建設機械の技術者を養成するための第1交通技術訓練校を訪ねることにあつた。私の訓練校訪問は2回目で、1999年道路建設機械技術者養成計画事前調査団に参加したのが最初であった。

当時ベトナム政府はドイモイ（刷新）政策の下、継続的な経済成長を目標としており、このためのインフラ整備を重要な課題としていた。道路建設事業においても、建設機械の近代化が急速に進んでいるが、それらの運転及び保守・点検のできる技術者が不足しているため、使用している建設機械の修理ができない場合もあり、円滑な施工の妨げとなっていた。そのため、時流に沿った道路建設技術者の養成が求められていた。

交通運輸省直轄の第1交通技術訓練校は、唯一の全国レベルの道路建設技術者訓練機関であるが、体制・設備の不備により十分な技術者を養成できていないことから、ベトナム政府は、我が国に対し同訓練校の訓練能力の向上を目的とした技術協力を要請してきた。

本計画は、無償資金協力・技術協力により訓練校内に新たな施設を建設するとともに、年間約250人の熟練技術者を養成し、道路整備事業の効率化、活性化に資することを目的に道路建設技術者養成計画が2001年1月～2006年1月（5年間）で開始された。

日本から長期専門家5名が赴任しベトナム国における道路建設技術者訓練のモデル校となるため、①ベトナム教員に対して道路建設機械の操作・整備方法を指導し質の向上を図る、②道路建設技術者の再訓練コース（新設）のためのカリキュラムとテキストを開発し、機能的・効率的な訓練の実施、③訓練コースに必要な機材を整備する、等を実施した。

私は、プロジェクト開始前の事前調査団の一員として参加したこと、ベトナム人教員28名の日本国内研修（2～3カ月間）のカリキュラムの作成、講師の決

定、実施場所の選定等の訓練校との係わりを持ったことからプロジェクトが終わる前にどうしても訓練校を訪問し長期専門家の木下氏、井上氏、近藤氏、剣地氏、ベトナム人教員の方々、現地JICA関係者とお話がたくさんベトナム訪問となった。

訓練校は新たに建設された施設で、新設のカリキュラム、ベトナム語のテキスト、新たな教材でベトナム人教員による授業と熱心に勉強に取り組んでいる生徒を拝見しその成果が達成されていることに感動しました。長期専門家が引き上げた後も、訓練校の運営に必要な総合的なマネジメント技術、建設機械の運転・整備、道路建設施工・品質管理等の専門技術の移転が行われ、ベトナム国の発展に資する技術者の育成が図られることでしょう。

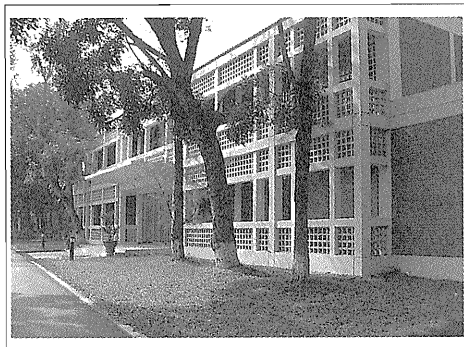
木下氏の案内で国道18号バンチャイ橋（全長903m、幅員25.3m、4車線、斜張橋）の建設現場見学した折、日本の建設会社責任者は、世界遺産に指定されているハロン湾上の橋のため環境、景観保護に重点をおいていること、日本人技師の指導でベトナム人が高度な建設を行っている、しかも予定より2カ月も工程が進んでいることを聞き勤勉さ、能力の高さを実感した。

現在ベトナムの道路建設事業における円借款額は非常に大きく各所で道路建設、橋梁建設が進められて地域の発展に寄与している。また、ベトナムにとって道路建設機械の最大の輸入相手国は日本であり、当該分野で我が国が果たす役割は大きくなっている。

数年前に比べて北部のハノイ周辺は大きく変わってきている。空港からハノイ市内に向かう国道沿いの工業団地に日本の大手会社が多数進出し活況を呈している。ハイウェイの交通量も非常に増大している。

私と海外協力の関係は、建設省に在職中の1971年タイ道路技術訓練センターに専門家として3年間、エジプト建設機械訓練センター巡回指導、ベトナム訓練校事前調査、日本建設機械化協会在職中海外からの研修生受け入れJICA研修「建設機械管理・整備」「建設施工監理」を担当したことです。

今後とも、NPO法人国際建設機械専門家協議会（略称セコネック）を通して発展途上国の道路建設、建設機械の有効活用を図る技術移転活動を続けて行きたいと考えている。



写真—1
ドミトリ—棟／外観

—なかざわ ひできち 前社団法人日本建設機械化協会調査部長/
株式会社新潟トランスス除雪機事業部部長—

ずいそう

凡人の人生最終計画

川合雄二



この2月に週2日で従事していた経済産業省施策「国際規格共同開発調査研究」の当協会担当分年度事業の特別研究員としての業務終了を最後に12年間お世話になった日本建設機械化協会を辞し、3月より標記の「人生最終計画」を開始させた。先ず、目には遠視の眼鏡、耳には補聴器、口には入れ歯、腰には万歩計と最新の技術を駆使して身体の弱点補強を行って計画の円滑遂行のためのハードウェア（肉身体制）を整備した。

計画にある主な項目を挙げると、

(1) 友達関係の復活

業務多忙のためご無沙汰して、年賀状だけの繋がりになってしまっていた学友、企業職場の先輩、仲間等の人間関係を小、中、高、大の同期会、クラス会、会社の同期会、職場のOB会等に積極的に参加して復活させ、社会的動物である人間としての任務を遂行する。まともに出ると月2回位になる。

(2) コントラクトブリッジへの復帰参加

商社マンであった父が毎土曜日の夕方になると客を家に招いてやっていた2人1組、4人でプレイするトランプゲームがあり、8時までという前提でその観戦を親から許され小学校4年生のとき覚えたものである。発祥は、欧州で貴族の交際の場での遊びとして始められたが、「ホイスト」、「オークション・ブリッジ」を経て「コントラクトブリッジ」となり、その中心も米国に移り、専門の学校まで設立され、夫婦ぐるみでの付き合いには欠かせないものとして普及している。日本でも日本コントラクトブリッジ連盟が国内での普及取纏め及び公式戦の実施等を行っていて、現在約20万人の会員を擁する。非会員を含めるとその愛好家は、約100万人以上と予想される。

企業に入社時に先輩に勧められ一時期、会員になったが、業務多忙で殆ど公式戦に参加できず脱会し、現在まで32年間のギャップ（空位期間）が生じてしまった。親から譲り受けたものでもあり、余生の第1の趣味として取組むつもりであるが、この間にゲームの慣行も大幅に変わったので、早期会員復帰をめざして連

盟発行の基本的教科書の勉強と、地区のボランティア活動での勉強会に参画を開始した。週3日は必要。

(3) 囲碁愛好会の維持

昨年8月に協会の一部のOB愛好家による「かやの木会」が月例で行われるようになったが、会員を増やし更なる充実を図る。

(4) ウォーキングによる体重及び体脂肪率の改善

現在の住いは、最寄の駅（横浜線の成瀬駅）より約7分南西に位置する住宅団地内にあるが、南に2kmに行けば境川（東京・神奈川県の間境）、北に2.5km行けば恩田川に出ることができ、いずれも遊歩道が整備されていてウォーキングには、格好の場所である。毎日2時間以上、万歩計で12,000歩以上歩く。

(5) 自論、自説の文書化

70年の過去の経験、知識、思想（ソフトウェア）も肉体の消滅とともに無に帰してしまう。

自分として後世に残したいと思うことを文書として残すことは、自己満足だけに終わるかもしれないが、日に1~2時間かけて蓄積する。併せて1~2時間かけて関連文書の読書を行う。

(6) 旅行

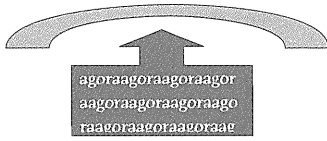
業務上海外には多く出掛けたが、日本国内にも今までに訪問したことのない県が多くあり、旅行好きの妻と時間をかけて資力、体力、気力のある限り訪問する（五街道めぐり、桜前線とともに北上し、紅葉前線とともに南下する日本縦断旅行等）。

(7) その他

地域活動の要請（防犯パトロール、学童登下校の見守り等）への対応、ゴルフの練習、家事の分担等、時間の許す範囲で行う。

いずれの項目も非常に一般的なものとはいえ、時間的には、勤務していた時よりむしろ多忙になることが予想され、残りの人生の短さが嘆かわしく思われるが、実績をみながら時間配分を調整する予定である。

“忙しくも楽しき哉人生”



家庭用燃料電池の開発動向

池田 紳一

家庭用燃料電池の実用化に向けて、筆者らは自社開発活動に加えて新エネルギー財団（NEF）等の実証試験に参画し、様々な実使用環境下における運転試験等を通して家庭用燃料電池システムの改善を図ってきた。平成17年度からは、新たに開始された「定置用燃料電池大規模実証事業」にも参画し、多数台の実フィールド試験を通して信頼性及び耐久性の検証にも取り組んでいる。また家庭用燃料電池の本格的な導入・普及をめざして他社とも協調したコスト低減活動も行っている。これらの取組み状況を紹介するとともに最後に規制見直しや今後の課題についても触れた。
キーワード：家庭用燃料電池システム、電池本体、省エネルギー性、大規模実証事業、耐久性、規制見直し

1. はじめに

地球温暖化対策として二酸化炭素削減への取組みが強まるなか、家庭における省エネルギーの実施が、従来にもまして重要になっている。東芝燃料電池システム株式会社（以下、当社）では、りん酸形燃料電池で培った技術をベースに家庭用固体高分子形燃料電池（PEFC）の早期商用化を目指した活動を進めている。

平成14年度から平成16年度にかけて新エネルギー財団（NEF）による「システム実証等研究」や建築環境・省エネルギー機構（IBEC）の「住宅用燃料電池の実用化に関する総合研究」に参画し、様々な実使用環境下における家庭用燃料電池システムの運転試験、系統連系時の影響評価試験等を通してシステムの改善を図ってきた。

平成17年度からは、新たに3年計画で「定置用燃料電池大規模実証事業」が開始され、当社は初年度よりエネルギー事業者と共に参画してきた。この大規模実証事業では、3年後の平成20年度からの本格的な導入・普及をめざして信頼性及び耐久性の検証、さらにはプレ量産に取組むなかで大幅なコスト低減の取組みが行われる。以下、家庭用燃料電池の実用化に向けた最近の技術開発動向について紹介する。

2. 家庭用燃料電池の概要

家庭用燃料電池システムの外観を図-1に、仕様を表-1に示す。また、基本構成例を図-2に示す。

燃料電池発電システム（パッケージ）は、

- ・都市ガスや液化石油ガス（LPG）等の原燃料から

- 水素リッチガスを生成する燃料処理装置
- ・水素リッチガスと空気から発電する電池本体
- ・電池本体からの直流電力を交流電力に変換するインバータ



（燃料電池発電システム（左）：幅870×奥行350×高さ885、貯湯システム（右）：幅750×奥行440×高さ1,900）

図-1 家庭用燃料電池システムの外観

表-1 家庭用燃料電池システムの仕様

目標仕様	（単位）	2005年度
定格出力	（W, Acnet）	700
発電効率*	（%, LHV）	>35
排熱効率	（%, LHV）	>46
出力電圧	（V）	200
貯湯温度	（°C@出口）	>60
燃料		LPG/都市ガス
騒音	（dB@1m）	<42
運転方式		系統連系
運転制御		自動・遠隔

*LPGでは発電効率>33%

*起動・停止操作は、壱素不要

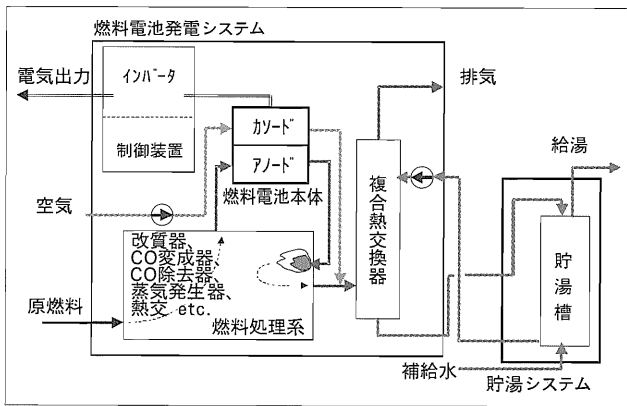


図-2 家庭用燃料電池システムの基本構成

・燃料電池からの排熱回収を行う熱交換器や補機類
 ・制御装置
 などから構成され、これらをパッケージ内に収納している。

家庭用燃料電池は「電気の出る給湯器」として、従来のガス炊き給湯器の代わりに設置され、発電した電気は家庭内で使用され、排熱（約60℃）は給湯、風呂、シャワーや床暖房などに利用できる。高い総合効率が得られるので家庭での二酸化炭素削減に大きく貢献する。

日本の平均的な4人家族のライフスタイルを前提に日常生活でのエネルギー消費を当社で分析すると、700Wが燃料電池を最も効率良く使える出力との結果がでた。なお、ピーク等の不足する電力は電力会社から購入する。当社の分析例では、電気と熱を有効に活用することにより家庭での二酸化炭素削減量を21%以上も削減できる結果が得られている。

3. 技術開発の現状

(1) 省エネルギー特性の向上

高い省エネルギー特性を実現するためには、燃料の1次エネルギーを何処まで利用するかにつける。この指標は発電効率と排熱回収効率からなる総合効率で表わされる。

火力発電等による従来の発電システムでは需要家での発電効率は37%HHV（高位発熱量基準）であるが、燃料電池発電システムでは70～80%の総合効率が期待できる。発電効率の向上のためには、

- ・電池本体の性能向上
- ・燃料処理装置の効率向上
- ・インバータの効率向上
- ・ポンプ、ブローアなどの周辺機器損失の低減
- ・熱損失の低減

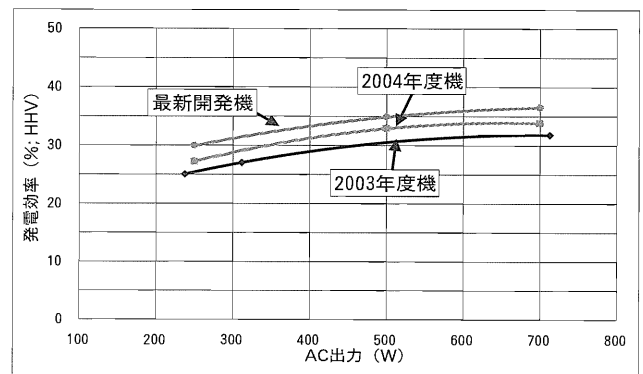


図-3 家庭用燃料電池発電システムの発電効率

などを併行して実現する必要がある。また、家庭用では使用電力負荷の変化が大きいため、部分負荷においても高い発電効率が求められる。図-3に経年的な発電効率の改善経緯を示す。

最新のシステムでは、定格発電効率で37%HHV、250Wの低負荷においても30%HHVを達成することができた。現状でも、既に実用化レベルまで特性が向上していると言える。

また、実際の運用において高い省エネルギー特性を出すためには発電効率の向上だけでなく、上手な熱の利用が必要である。一般的には熱の利用と電気の利用する時間帯が異なるため、貯湯設備が必要であるが、発電量と家庭での熱の利用量と利用時間を勘案して適切な貯湯量を200リットルに決めた。

種々のライフスタイルに対し、燃料の1次エネルギーの利用を最適にするためには有用な熱を無駄なく、使い切ることがポイントである。そのためお湯を使う時間の前からシステムが自動的に動き出し、必要な時まで貯湯タンクに十分な湯をためる事のできる機能が求められる。実際の家庭用燃料電池システムにおいては、電力と給湯の需要を日々学習し、当日の需要を予測して制御を指示する「最適運転制御システム」が開発され、現在、実フィールドで有効性の検証を進めている。

(2) 耐久性の向上

家庭での利用のためには長期間安定して使用できることが重要である。商用化の初期段階では連続4万時間以上の耐久性が期待されている。現在、電池本体レベルでは2万時間以上の運転が確認されているが、更なる耐久性の向上のため、高分子電解質膜や触媒層の耐久性改善等に取り組んでいる。すでに、高分子膜の劣化については過酸化水素の生成が関与しているなどの知見が得られ、その対策案の検証を進めている。

また、高耐久性の燃料電池システムを実現するため、

新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の下で平成16年度より産業技術総合研究所がリーダーとなり、「固体高分子形燃料電池劣化解析基盤研究プロジェクト」の活動を行っている。

本来、競合するシステムメーカーが過去に集積した知見を持寄り、産官学で連携して劣化メカニズムの解明と加速劣化試験方法の確立に向け、協調して研究を進めている。今後はより安価な材料で長時間の耐久性を実現するための研究開発が期待される。

(3) コストダウン活動

一般家庭での普及のためには給湯器を含んで50万円の価格を達成することが必要であると言われている。そのため主要なベンダーと協力して高価な電極触媒、高分子電解質膜やセパレータなどの主要電池材料のコストを現状の1/10以下を目標にコスト低減の検討を進めている。一方、燃料電池発電システムのコスト分析から周辺機器の占める割合が現状でも全体の35%もあり、今後、年間1万台の生産規模になると、これが46%まで増大すると予測されている。

そのため、システムメーカー単独でのコスト低減活動に加えて、NEDOによる「家庭用燃料電池システムの周辺機器の技術開発」が平成17年度より始められている。当社も参画のうえ、平成20年度の市場の立ち上がりに向けて補機類の耐久性向上とシステムメーカー間の共用化、共通化による大幅コストダウンを目指している。本プロジェクトの推進体制を図-4に示す。

燃料電池業界での協調活動に加えて経済産業省の燃料電池推進室もシステムメーカーを支援するべく、周辺機器共通仕様書を一般に公開し、部品、材料メーカーの幅広い参画を後押ししている。

(4) 大規模実証事業での実証活動

新エネルギー財団（NEF）

が、平成17年度においてNEDOから助成金を受け、定置用燃料電池大規模実証事業を行っている。本実証事業は、家庭用燃料電池システムを大規模に設置し、一般家庭等での実際の使用状況における実測データを取得することにより、民間技術レベル及び問題点を把握し、今後の燃料電池技術開発の開発課題を抽出することを目的としている。また、エネルギー事業者やシステムメーカーにとっては燃料電池システムの性能や信頼性検証だけでなく、小ロット生産の機会を得ると共に、輸送、据付けと試験、保守サービス等の商用化に欠かすことの出来ない諸活動における貴重な知見を得ることができる。

第1期は平成17年3月18日～平成17年4月15日に公募され、175台が補助金を交付された。当社は40台を納入した。高い省エネルギー特性を実証すると共に関連する貴重なデータを収集した。本事業では二酸化炭素の削減率では最大44.2%のデータが得ら

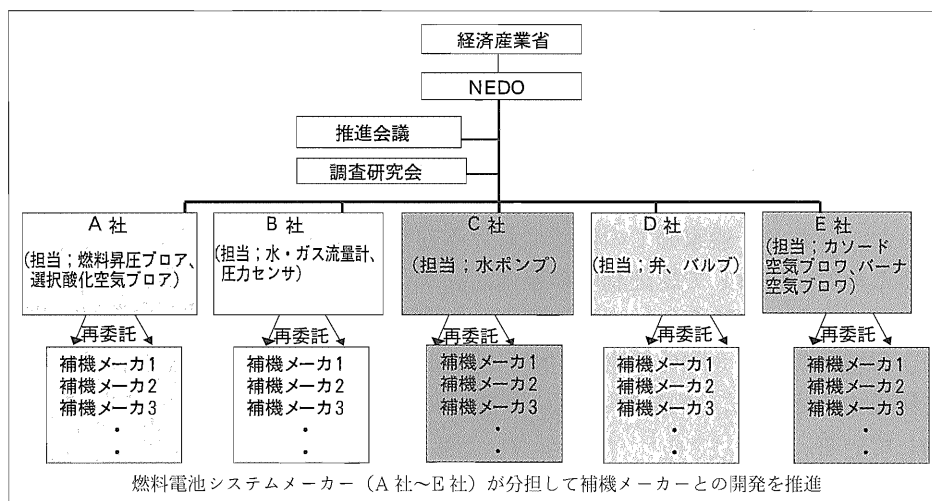


図-4 家庭用燃料電池の周辺機器の技術開発推進体制

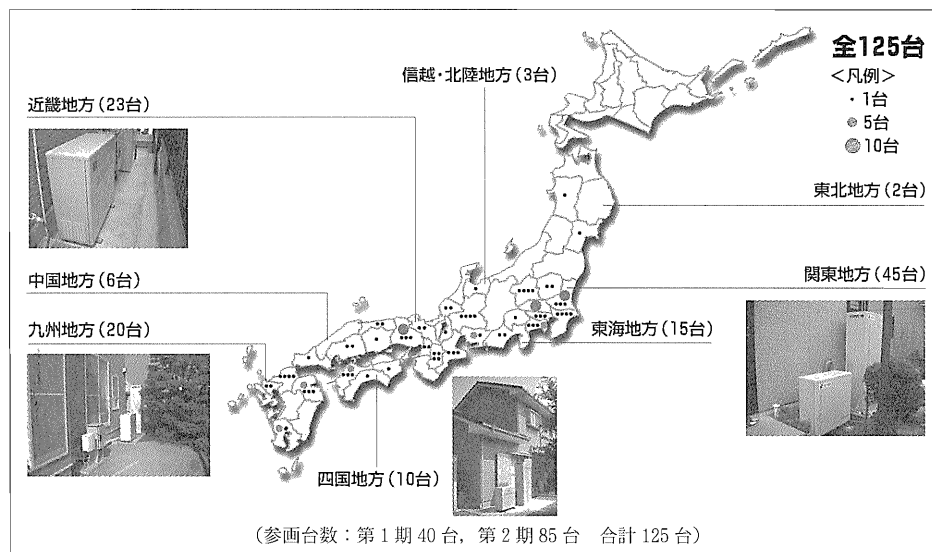


図-5 平成17年度の大規模実証事業への参画状況

れており、温暖化対策への効果を実証している。現在、第2期の305台が設置中であり、当社は85台を納入する。

図一5に当社の大規模実証事業への参画状況を示す。設置と使用条件の異なる多数の実サイトでの運転データの収集と分析により、更に省エネルギー特性と信頼性を向上させるための取組みを進めている。

4. 商用化にむけた環境整備（規制見直しと認証制度）

家庭用燃料電池システムの実用化のためには、規制の緩和も重要である。そのため、燃料電池実用化推進協議会（FCCJ）が核となり、これらの課題を整理し、国に対して対策に向けた要望活動を行ってきた。国の指導により規制の再点検に向けた各種委員会が設置され、そこでの検討結果を受けて、家庭用燃料電池に関しては電気事業法と消防法に関わる5項目の見直しが平成17年度までに完了した。

小型燃料電池発電設備が一般用電気工作物としての扱いとなり、従来、必要とされた電気主任技術者等の選任、不活性ガスによる置換や消防長への設置届出、離隔距離（3m）の確保や逆火防止装置などが不要となった。なお、一般家庭での使用における安全を担保するために、併行して認証制度の整備活動が行われ、日本ガス機器検査協会、日本燃焼機器検査協会、電気安全環境研究所の3団体が家庭用燃料電池の認証体制を整備すると共に、平成17年度より認証の受検を開始している。

5. 今後の課題

家庭用燃料電池などの分散電源の設置台数が増加すると、電力系統の電圧安定性や単独運転防止機能のあり方などが連系上の問題として生じてくる。電力会社との将来を見据えた検討が必要である。また、今までの家庭用燃料電池の開発は導入の容易さなどから1戸建てを対象としているが、更に普及を拡大するためには都会の集合住宅に適用可能なシステムの開発が望ま

れる。

近年、地震、洪水や予想外の積雪などの自然災害により、電力の供給が停止する例が散見されるが、LPGや灯油などの燃料を使用する家庭用燃料電池の適用に際して、非常用電源としての機能を付与し、社会インフラストラクチャのセキュリティーを一層高めることも検討されるべきであろう。将来的には燃料電池自動車の実用化を含む水素社会の構築に向けた具体的な検討と準備が必要であり、その中で家庭用を含めた定置用燃料電池も対応の検討を開始すべきであろう。

6. おわりに

燃料電池は社会生活の快適性を犠牲にすることなく、環境改善を実現できる発電システムである。一方、エネルギーの安定供給の観点からは従来の電力インフラストラクチャや他の自然エネルギーとのベストミックスを図る社会の実現が望まれる。家庭用燃料電池システムの早期商用化・普及のためには、国の強い指導のもと、産・官・学の一層の連携強化が望まれる。当社はこれらの協調スキームを生かしながら、着実な技術課題の解決とコストダウンにより、家庭用燃料電池システムの商用化に貢献していきたい。

JICMA

《参考文献》

- 1) 第13回燃料電池実用化戦略研究会資料 定置用燃料電池市場化戦略検討会報告書（2005年04月19日）
- 2) 建築環境・省エネルギー機構：住宅用燃料電池の実用化に関する総合研究（その1）～（その3）平成15年度、平成16年度、平成17年度報告書
- 3) 白岩義三：燃料電池，Vol.4，NO.3（2005）
- 4) 財団法人新エネルギー財団ホームページ：<http://www.nef.or.jp/>
- 5) 日本電気協会：平成14年度 家庭用燃料電池保安技術検討会報告書 平成15年3月

【筆者紹介】

池田 紳一（いけだ しんいち）
東芝燃料電池システム株式会社
企画部
企画統括担当部長



JCMA 報告

荒川ロックゲートと
日比谷共同溝の見学会

機械部会基礎工事中用機械技術委員会

機械部会基礎工事中用機械技術委員会は、平成 17 年 11 月 4 日（金）に国土交通省関東地方整備局のご協力を得て、東京都区内にある荒川ロックゲートと日比谷共同溝の見学を行いました。

秋晴れの当日、当委員会の 11 名が江東区の大島駅に集まりました。荒川下流河川事務所の齊藤英晴機械課長に案内していただき小松川リバーステーションで、平成 17 年 10 月 1 日に完成したばかりの荒川ロックゲートを見学しました。

荒川と旧中川とを結ぶ閘門（ロックゲート）と呼ばれる施設です。荒川と旧中川は水面差が最大 3.1 m にもなるため、船の往来が不可能でしたが、ロックゲートの完成によって、荒川と旧中川、小名木川、そして隅田川が結ばれます。

そして、災害時に鉄道や道路が使えなくなったとき、川を通して救援物資や復旧資材の運搬、被災者の救出など災害復旧活動の支援が出来るようになるなど、地域の防災拠点として活躍が期待されています。



写真一1 閘門内の船上から見た荒川ロックゲートの旧中川側ゲート

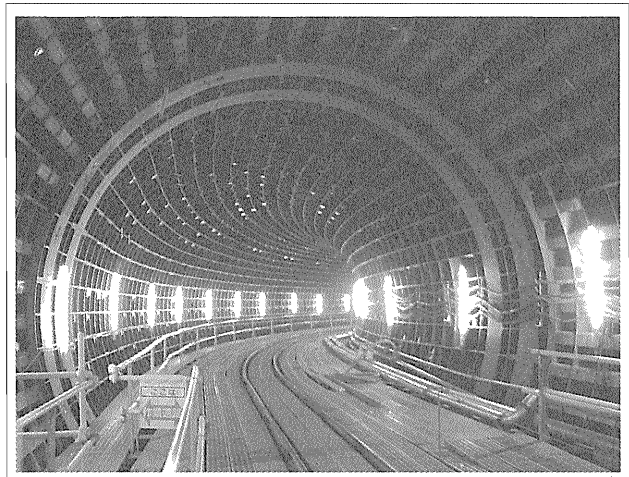


写真一2 荒川ロックゲート見学

一行は「あやせ号」「いわぶち号」に乗船して荒川からロックゲート（写真一1、写真一2）を通行して旧中川、小名木川を往復する約 1 時間の航行を体験し、災害時の水運が果たす重要性を実感しました。

次に、一行は地下鉄を乗継いで日比谷共同溝へ向かいました。文部科学省前の虎ノ門交差点で東京国道事務所の西尾文宏共同溝課長に出迎えていただき、平成 17 年 6 月に掘削が完了した日比谷共同溝を見学しました。道路の地下空間は私たちの生活に欠かせないガス・電気・電話・上下水道などの公益施設の通り道として使用されています。

現在、東京都区内の直轄国道 161 km の約 7 割に相当する 106 km で幹線ライフラインが通る共同溝の整備が完了しています。日比谷共同溝は泥水シールド工法で作られました。虎ノ門立坑を発進した直径 7.3 m のシールド機は掘削とセグメントの組立てを交互に行いながら桜田門立坑で右折して（写真一3）、日比谷立坑に到達しました。



写真一3 桜田門立坑付近で右折するシールドトンネル

見学者は虎ノ門の地上出入り口から階段とエレベーターで地下 40 m の地底に降り立ちました。立坑の直径は 24 m



写真-4 日比谷共同坑見学

もあり、その巨大な地下空間に驚きました(写真-4)。見学者は完成したシールドトンネル内を虎ノ門立坑から日比谷立坑まで1,457mの地底ウォーキングを体験しました。

作業用エレベーターで地上に上がるとそこは交通量の多い日比谷交差点でした。ライフラインを道路地下空間にまとめて収容する共同溝がそれぞれの物件ごとに道路を掘返す工事を減らし、あわせて交通渋滞を軽減していることを実感しました。

最後に、親切丁寧に説明して下さった関東地方整備局荒川下流河川事務所の齊藤英晴機械課長、東京国道事務所の西尾文宏共同溝課長はじめ関係各位に深く感謝いたします。

(基礎工事用機械技術委員会委員長・青柳隼夫
基礎工事用機械技術委員会幹事・中島雄治)

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

CMI 報告

低品質骨材の ダムコンクリートへの適用性

日向 正

1. はじめに

近年、ダム建設においては公共事業費の削減や自然保護・保全に対する意識が高まり、これまで以上のコスト縮減や、環境に配慮した技術開発が望まれています。さらに、ダムサイト近傍で良質な原石山を確保することが困難となり、従来では廃棄していた低品質骨材の有効利用や、河床砂礫や掘削ずりなどの現地発生材を有効利用する CSG (Cemented Sand and Gravel) 工法といった、材料の合理化や有効利用を積極的に図ることが必要となっています。

これらの工法をダム建設に採用した場合、廃棄岩が縮減され、原石山の省略もしくは大幅な規模の縮小、また骨材製造設備などの省略や簡略化が可能になると考えられ、建設コストの縮減、環境保全が期待できます。

このような背景より、社団法人日本建設機械化協会施工技術総合研究所ではダム関係のあらゆる調査・試験・研究に対応できるよう、試験用骨材製造設備、乾式製砂設備、ダム関係試験設備等の諸設備を保有し、低品質骨材の有効利用に関する研究、新技術・新工法の検討、ダムコンクリート配合の検討等を行っています。

本報文は、これまで実施した低品質骨材のダムコンクリートへの有効利用の検討、骨材破碎仕様の検討及びCSGに関する研究成果の事例を紹介致します。

2. 低品質骨材のダムコンクリートへの有効利用 検討

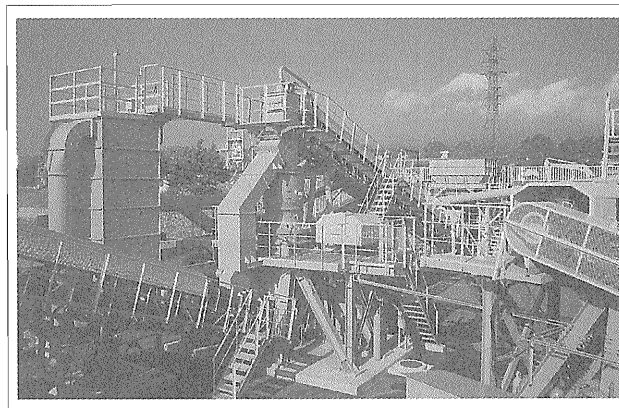
(1) 施工技術総合研究所保有の試験用骨材製造設備

低品質骨材の検討においては、適切な品質をもつ骨材を製造するために、骨材製造プラントにおける破碎等の製造

仕様を検討することが重要です。このような試験検討には、小規模な試験用プラントよりも、現場で使用できるように実機プラントのほうが、より実状に近い状態で骨材の品質を評価することができます。

当研究所では、実際のダム現場において使用された骨材製造プラントを設置しており、試験研究機関において、このような実物大の骨材製造プラント（写真—1）を有する機関は他にありません。

この設備より得られる試験結果は現場での実際の骨材製造に対する適合性が高く、骨材製造設備計画はもとより、ダム施工計画においても有効に活用できるものです。



写真—1 施工技術総合研究所内の骨材製造プラント（実機）

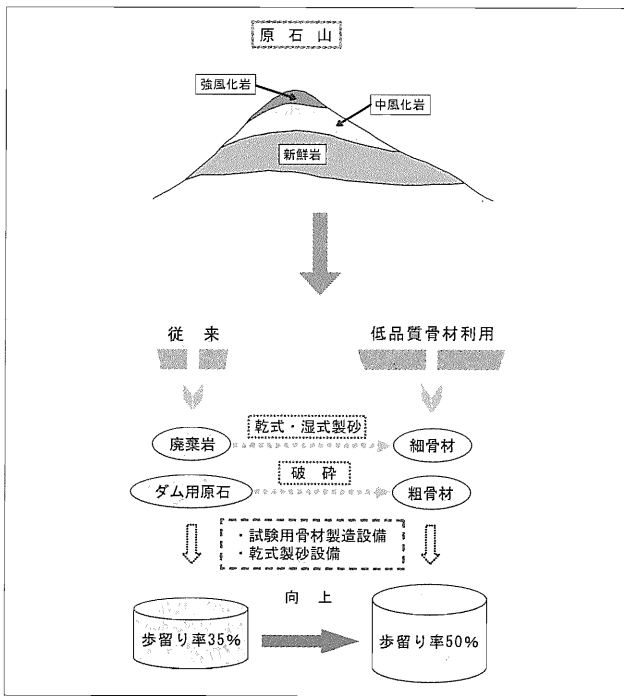
(2) 検討事例

A ダムにおいては、予定している原石山（花崗岩、閃緑岩）における骨材の歩留まり率は、高標高部での岩石風化が深いために、約35%であることが判明しました。これに対し、歩留まり向上の可能性を探るため、実物大の骨材製造プラントを用いて低品質骨材（中風化岩）のダムコンクリートへの有効利用の検討を行いました。試験として以下を実施しました。

- ・中風化岩の製砂試験（乾式・湿式）
- ・新鮮岩の破碎試験
- ・骨材試験
- ・コンクリート試験
- ・外部コンクリートの凍結融解試験

検討の結果、中風化岩の製砂方法の違いによる細骨材物性、コンクリート性状の違いは見られず、中風化岩からの細骨材を使用したRCD用コンクリートおよび外部コンクリートは、ダムコンクリートとしての所要の品質を十分確保できることがわかりました。さらに、中風化岩を細骨材の原料として使用する場合には、原石山の歩留まり率は、35%から50%と大きく向上することがわかりました（図—1）。

この検討結果からわかるように、低品質骨材のダムコン



図一 低品質骨材の有効利用検討フロー

クリートへの有効利用の検討には実物大の骨材製造プラントは大変有効です。

3. ダムの原石特性に適した骨材破碎仕様の検討

ダムコンクリート用骨材の品質は、密度、吸水率に代表される改善しにくい品質と、粒度、粒形といった改善可能な品質に大別できます。コンクリートになった場合、密度、吸水率だけでなく、この粒度、粒形という品質の影響も無視できません。すなわち、粒度・粒形を改善することでコンクリートの高品質化を図ることができ、ひいては材料物性的に低品質である骨材の有効利用の可能性も向上させることが期待できます。

Bダムでは、この改善できる骨材品質である、

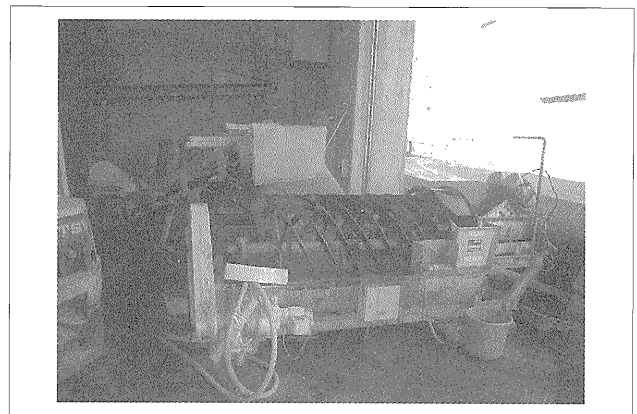
- ①骨材粒形
- ②細骨材微粒分量

に着目して、ダムの原石特性に適した骨材破碎仕様について以下の検討を行いました。

- (a) 粗骨材の形状改善のための機械導入の可能性検討
 - ①インパクトクラッシャの導入
 - ②堅型回転式破碎機の導入
 - ③ジャイレトリークラッシャの導入
- (b) 細骨材特性改善のための機械導入の可能性検討
 - ①湿式：ロッドミル+クラッシュファイア
(基本製砂仕様)
 - ②湿式：ロッドミル+ハイメッシュセパレータ
 - ③湿式：ロッドミル+ベルト式分級機

- ④湿式：堅型回転式製砂機+クラッシュファイア
- ⑤乾式：インパクト製砂機+乾式分級機
- ⑥乾式：ローラミル型製砂機+乾式分級機
- ⑦乾式：堅型回転式製砂機+乾式分級機

アンケート調査及び破碎試験による検討の結果、ダム骨材製造仕様として、粗骨材製造においては、コンクリート品質への影響が大きな20~5mm骨材の粒形改善効果が大きく、導入設備規模の面からも有効な二次、三次破碎産物を粒形改善する堅型回転式破碎機を選定し、また、細骨材製造の仕様は、微粒分量の回収効果が十分認められ、設備コストの面から有利と考えられたハイメッシュセパレータを選定しました(写真一2)。

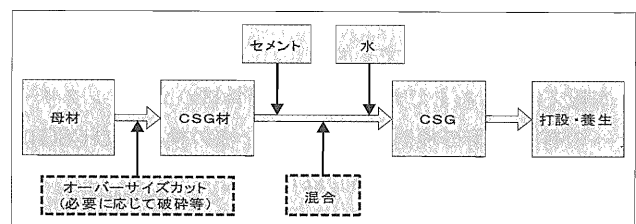


写真一2 ハイメッシュセパレータ

4. 現地発生材を用いたCSGに関する試験・研究

(1) CSGの概要

CSGとは、Cemented Sand and Gravelの略で、河床砂礫や掘削りなど、ダムサイトの近くで容易に入手できる現地発生材にセメントと水を添加し簡易な混合により製造される材料です(図一2)。CSG工法とは、このCSGを敷均し転圧することによってダム堤体などを構築する工法です。

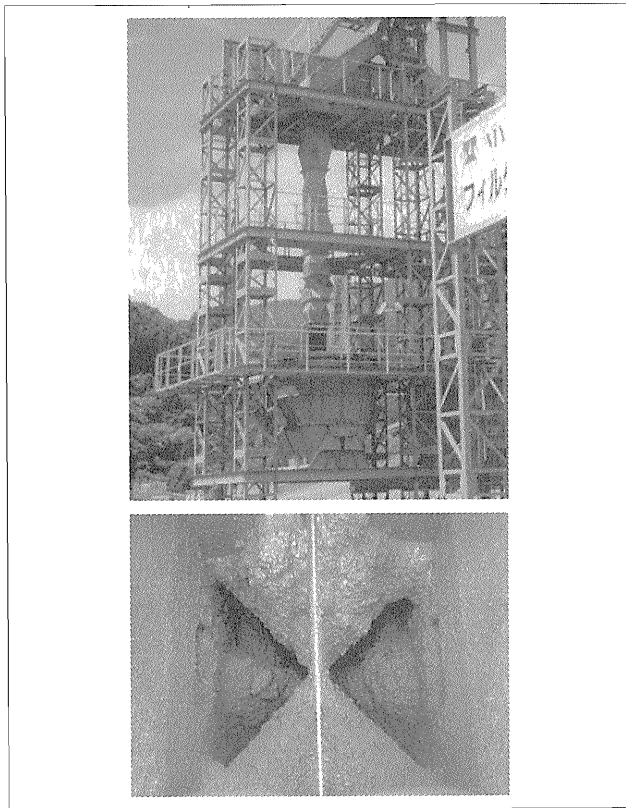


図一2 CSGの製造工程

(2) 段階加水(減水混合)の必要性とその効果

CSGの混合方式は、工法の開発主旨からできるだけ簡易な設備で混合される事が求められたため、多種の混合機が開発・考案されました(写真一3)。ところが、微粒分が

適量含まれる CSG 材では問題なく混合することが可能でしたが、微粒分が多量に含まれる CSG 材（掘削ずり）を使用した場合、CSG が混合機に付着し、十分に混合できないという問題が発生しました。

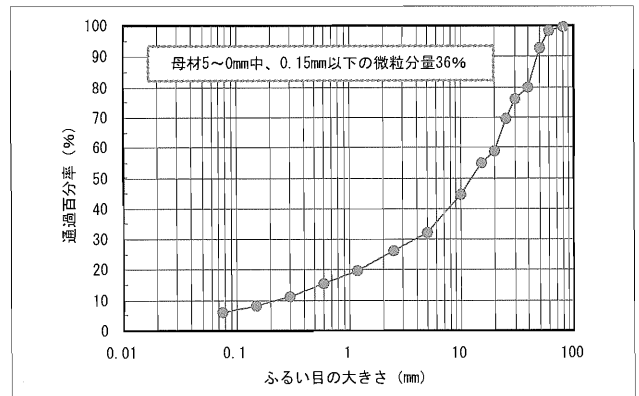


写真—3 CSG の混合機の一例（上）と混合機への CSG 付着状況（下）

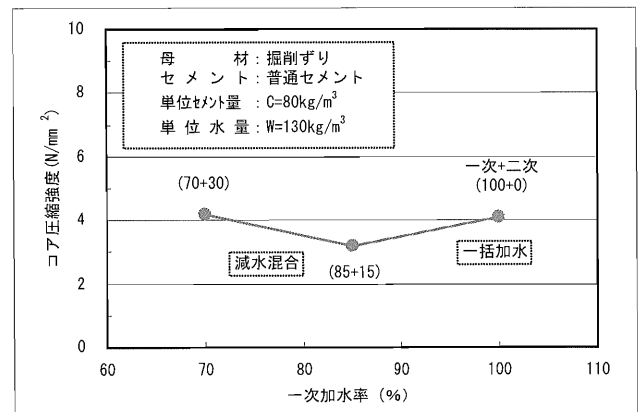
このような CSG 材に対処する混合方法である減水混合（混合時の水量を減じて、打設までに残りの水量を添加する方法）の効果を、大型供試体試験、標準供試体作製装置を用いた室内試験で検証しました。

この大型供試体試験は、大粒径の粗骨材を含んだまま（フルミックス）の状態の試料を使用し、現場施工で用いる振動ローラとほぼ同等な締固め性能を有する加振機で振動締固めを実施することにより、より現実に近い CSG の評価ができるものです。また、標準供試体作製装置は、40 mm ウェットスクリーニングの試料を使用して、CSG 供試体作製には CSG の締固めエネルギーを正確に制御できることから、この装置で作製された供試体は、手動の振動タンパに比べて人為的なばらつきが少なく、CSG の性状を精度良く評価できるものです。

室内試験の結果、適切な減水混合を行うことで混合しやすくなり（ミキサ内部での CSG 付着の減少）、硬化後の供試体密度、圧縮強度は一括加水の場合と遜色のないことから、減水混合は微粒分の多い CSG 材の混合方法として有効な方法であることを確認することができました（図—3、図—4）。



図—3 現地発生材（掘削ずり）の粒度分布



図—4 減水混合とコア圧縮強度

5. おわりに

現代の社会情勢の背景から、建設業全般においてコストの縮減や環境への負荷の低減は重要な検討課題と言えます。このような課題に対して、ダム施工においても、設計や施工または材料について、あらゆる面から合理化が検討されておりあります。

平成 14 年 6 月に、沖縄総合事務局奥首ダム（ダム高 39 m）が台形 CSG ダム第 1 号として、国土交通大臣により承認され、国内では台形 CSG ダムの実現に向けた取組みが活発になっており、試験施工などを通じて官民一体となった技術開発が盛んに行われております。

今後ますます注目される低品質骨材の有効利用や CSG について、当研究所においてもこれまでの実績を基に、様々な角度からの検証によるさらなる研究を行い、より合理的な設計・施工方法や、より自然環境への負荷の低減に貢献できるように微力ながら取組んでいきますので、今後ともご支援のほど宜しくお願い致します。

JICMA

【筆者紹介】

日向 正（ひなた ただし）
 社団法人日本建設機械化協会
 施工技術総合研究所研究第一部
 専門課長

新機種紹介 広報部会

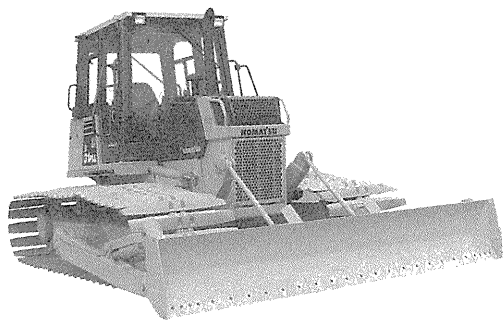
▶ <01> ブルドーザおよびスクレーバ

06-<01>-01	コマツ ブルドーザ (超湿地車) D31PLL-21A	'06.01 発売 モデルチェンジ
------------	-----------------------------------	----------------------

広幅ストレート・チルトブレードの装着, HST 駆動, ロングトラックとワイドゲージ設計による車体バランスの最適化, ワイドシュー(980 mm) 装着による低接地圧化などによって, 軟弱地における作業性と走行安定性を実現したブルドーザである。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環境対応を図っている。自動変速機能を持つ変速機では, up/down スイッチを一回押す毎に1速→2速→3速の変速が出来るクイックシフトモードと up/down スイッチを一回押す毎に約0.4 km/h 増減して任意の車速設定ができるバリアブルシフトモードの2種類の車速選択を可能として, 現場状況や作業負荷に応じた運転性を向上している。操作レバーは, 電子制御のブレード操作レバーと走行レバーの2本レバーで, パーム・コマンド・コントロール・システムを採用している。ROPS/FOPS 一体構造の大形キャブを標準装備し, エアコンを搭載して安全性と居住性に配慮している。作業機を除く車体幅は2.98 m で3 m 幅のトレーラによる輸送が可能であり, 油圧配管にワンタッチカプラを採用して輸送時における分解・組立てを容易にしている。

表一 D31PLL-21A の主な仕様

機械質量	(t)	9.25
定格出力	(kW(PS)/min ⁻¹)	63(86)/2,000
ブレード幅×同高さ	(m)	3.455×0.545
ブレードチルト量	(m)	0.45
走行速度 クイックシフトモード		3.4/5.6/8.5/4.1/6.5/8.5
前進/後進 (前後進とも1/2/3速)	(km/h)	
走行速度 バリアブルシフトモード		0.8~8.5/0.8~8.5
前進/後進	(km/h)	
接地圧	(kPa)	15.7
最低地上高	(m)	0.385
全長×全幅×全高	(m)	4.645×3.455×2.72
価格	(百万円)	12.7



写真一 コマツ「GALEO」D31PLL-21A ブルドーザ (超湿地車)

▶ <02> 掘削機械

05-<02>-16	ヤンマー建機 ミニショベル (超小旋回形) B6-6	'05.12 発売 モデルチェンジ
------------	----------------------------------	----------------------

狭所作業性, 居住性, 安全性, 環境適合性などを向上してモデルチェンジしたミニショベルである。Σ形状のブーム・アームの変更により, 掘削深さ性能は維持しながら作業機高さを従来機より350 mm 低くして高さ制限における通過性を向上した。ブームシリンダは旋回体フレームに格納し, アームシリンダ, バケットシリンダには板ばね式シリンダガードを採用して損傷を防止した。バケットの動きでは, 運転席スペースとの干渉を防止するため, 信頼性のある機械式構造の干渉防止機構を採用した。作業機の右側配置や形状の変更, 部品配置の工夫により運転席スペースをより広く確保し, 従来機の右側にあった仕切り板をなくして視界性を向上した。キャノピ仕様では, TOPS および労働安全衛生法に基づくヘッドガード構造とし, キャブ仕様では, TOPS/FOPS 構造として安全性を向上している。エンジンは国土交通省の排出ガス対策(2次規制)基準値をクリアしており, また, 同省の超低騒音型基準値もクリアして環境対応を図っている。

表二 B6-6 の主な仕様

標準バケット容量	(m ³)	0.2
機械質量	(t)	5.40[5.47]
定格出力	(kW(PS)/min ⁻¹)	28.8(39.2)/2,400
最大掘削深さ×同半径	(m)	4.05×6.15
最大掘削高さ	(m)	6.45
バケットオフセット量 左/右	(m)	1.180/0.355
最大掘削力 (バケット)	(kN)	42.2
作業機最小旋回半径/後端旋回半径	(m)	1.025/0.995
走行速度 高速/低速	(km/h)	4.2/2.2
接地圧	(kPa)	30.1[30.0]
全長×全幅×全高 (輸送時)	(m)	5.38×1.99×2.62
価格	(百万円)	6.6

(注) (1) キャノピ仕様。ゴムクローラ [鉄クローラ] 書式で示す。
(2) 作業時旋回半径はスイング時を示す。



写真二 ヤンマー建機「B6Σ」B6-6 ミニショベル (超小旋回形)

新機種紹介

▶ <03> 積込機械

06-<03>-01	TCM, 日立建機 ホイールローダ ZW220 ほか	'06.01 発売 新機種
------------	----------------------------------	------------------

TCM と日立建機が共同で開発した ZW シリーズ 3 機種で、低燃費生産性、操作性、居住性、安全性などの向上と環境保全対応を図った新機種である。エンジンは、日米欧の排出ガス対策（3次規制）に対応するものを搭載しており、騒音、振動についても機器、隔壁、吸音材等の最適配置による低減対策によって、国土交通省の低騒音型建設機械や欧州の騒音規制に適合する。

キャブ内耳元騒音では、ZW220 で 68 dB (A)、ZW250 で 70 dB (A)、ZW310 で 72 dB (A) を達成している。けん引力と作業機動力のマッチングバランスを可変にしたエンジン/ポンプ制御システム (Total Torque-control System) が開発されており、作業内容に応じて、Power, Normal, Light の作業モードから最適モードが選択でき、低燃費生産性を向上している。また、走行速度や負荷を検知して変速のタイミングを最適とする新開発の負荷感应型オートトランスミッションが搭載されており、作業内容に応じて、設定の走行モード (L:長距離移動など, N:通常の積込みなど, H:負荷により1速までシフトダウン, M:マニュアルシフト) から任意に選択が可能である。さらに、ペダル踏み代位置の設定 (クラッチカットオフポジションスイッチ) により、クラッチカットオフのタイミング調整ができるクラッチカットオフ 3 モード (S:平地積込み作業, N:緩斜面作業, D:急斜面積込み作業) 機能があり、現場条件に応じてスムーズな積込み作業が出来る。

ROPS/FOPS 内蔵型加圧式キャブは、温度上昇を抑える中空構造の樹脂ルーフを採用し、視界性を良くする曲面ガラスの使用、リヤウインドウのピラーレス化などで居住性を向上している。開閉構造の温度感应型油圧駆動冷却ファン (逆転機能付)、アルミ製ラジ



写真-3 TCM・日立建機 ZW220 ホイールローダ

エータ/オイルクーラ、作業機ピン回り給脂間隔 500 h の含油ブッシュ (HN ブッシュ) などの採用と、フィルタ類の交換時間 500 h、作動油交換時間 4,000 h への延長によりメンテナンス性を向上している。さらに、稼働情報やメンテナンス情報を管理するモニタ機能やワーニング表示機能を装備して、効率的な稼働を確実にしている。

▶ <04> 運搬機械

05-<04>-02	新キャタピラー三菱 (英 キャタピラー社製) 重ダンプトラック (アーティキュ レート式) CAT 725 ほか	'05.10 発売 モデルチェンジ
------------	---	----------------------

積込み性、軟弱地の走破性、小回り性などの特長をもって使用されているフルタイム 6 輪駆動の重ダンプトラック 3 機種について、生産性、居住性、安全性、耐久性、メンテナンス性などの向上と環境適合性を図ってモデルチェンジしたものである。エンジンは、EPA (米国環境保護局) および EU の排出ガス対策 (3次規制) 基準値をクリアする ACERT Technology 採用のものを搭載しており、740 では国土交通省の排出ガス対策 (2次規制) 建設機械の指定を受けている。3 機種とも出力アップ (5.8~8.6% アップ) を図っており、冷却ファンは水温に応じて回転速度を自動的に調節する油圧駆動式を採用している。電子制御フルオートマチックトランスミッションには、ECPC (電子式トランスミッションクラッチ圧制御システム) 機能を装備しており、スムーズな変速を可能としている。725 には油圧式リターダを、735 と 740 にはオートマチック 4 段階減速の機能を有するエンジンコンプレッションリターダ (吸気リターダ) を装備している。走路条件に合わせて、3 車軸全部を直結するインタアクスルディファレンシャルと各軸の左右車輪を直結するクロスアクスルディファレンシャルの組み合わせが可能であり、3 軸 6 輪全てのデフロックなどで、不整地や軟弱地における走破性を高めている。前軸にはニューマチックオイルサスペンションを、後軸にはバランスビームサスペンションを採用して安定した乗り心地を確保している。ステアリングシステムでは、ロードセンシング式パワーステアリングのほかに万一、エンジンが停止してもステアリング操作が可能な電動式セカンダリステアリングシステムを標準装備しており、エンジンニュートラルスタート機構や異常のレベルに

表-3 ZW220 ほかの主な仕様

	ZW220	ZW250	ZW310
標準バケット容量 (m³)	3.4	3.7	4.0
運転質量 (t)	17.37	19.69	22.37
定格出力 (kW(PS)/min⁻¹)	139(189)/ 2,170	163(222)/ 2,240	216(294)/ 2,000
ダンピングクリアランス×同リーチ (m)	2.88×1.15	2.95×1.12	3.13×1.18
最大掘起力 (バケットシリンダ) (kN)	150	169	198
最大けん引力 (kN)	158	177	194
最高走行速度 F _d /R _d (km/h)	34.5/34.5	34.5/34.5	34.5/34.5
最小回転半径 (最外側部) (m)	6.62	6.78	6.97
登坂能力 (度)	25	25	25
軸距×輪距 (前後輪とも) (m)	3.30×2.16	3.35×2.20	3.45×2.30
最低地上高 (m)	0.450	0.425	0.485
タイヤサイズ (---)	23.5-25-16PR	23.5-25-16PR	26.5-25-16PR
全長×全幅×全高 (m)	8.245×2.91× 3.375	8.385×3.05× 3.405	8.760×3.15× 3.465
価 格 (百万円)	約 25	約 28.5	約 33.5

(注) バケットはボルトオンカッティングエッジ (BOC) 付を示す。

新機種紹介

応じて4段階の信号でオペレータに警告するエレクトロモニタリングシステムなどとともに安全性を高めている。ROPS/FOPS 構造のセントマウント式キャブは、ラジエータやオイルクーラなどの冷却システムをキャブ後部へ配置して視界性を向上し、キャブ内騒音や振動の低減も図っている。ベッセルには耐摩耗性と耐衝撃性に優れたスウェーデン鋼 (HARDOX400) を使用、サービスに便利なキャブチルト機構や電動チルトアップ式エンジンフードを採用、エンジンオイルの交換間隔 500 h に延長などでメンテナンス性を向上している。

表-4 CAT725 ほかの主な仕様

	CAT725	CAT735	CAT740
最大積載質量/ 山積容量 (t/m ³)	23.6/14.3	32.7/19.7	38.0/22.9
運転質量 (t)	22.35	30.25	32.84
定格出力 (kW(PS)/min ⁻¹)	227(304)/ 1,800	290(394)/ 1,700	327(445)/ 1,700
荷台上縁高さ (m)	2.76	2.975	3.175
最高走行速度 (km/h)	F ₆ /R ₁ 56.8/7.9	F ₈ /R ₁ 58.3/8.2	F ₇ /R ₂ 54.7/11.6
最小回転半径 (最外側) (m)	7.6	8.6	8.6
最低地上高 (m)	0.495	0.535	0.575
輪距 (前後とも) × 軸距 (m)	2.275 × 4.67	2.69 × 5.23	2.69 × 5.23
タイヤサイズ 前輪/後輪 (ラジアル) (—)	23.5-R25/ 23.5-R25	26.5-R25/ 26.5-R25	29.5-R25/ 29.5-R25
全長 × 全幅 × 全高 (m)	9.92 × 2.88 × 3.44	10.89 × 3.355 × 3.70	10.89 × 3.43 × 3.745
価格 (百万円)	47.9	72	76.61



写真-4 新キャタピラー三菱 CAT740 重ダンプトラック (アーティキュレート式)

▶ <10> 環境保全装置およびリサイクル機械

05-<10>-06	日立建機 建設廃材破砕機 (クロラ・自走 ZR900TS)	'05.12 発売 モデルチェンジ
------------	-------------------------------------	----------------------

廃プラスチック、廃タイヤ、家屋廃材など幅広く破砕処理ができる全油圧式の自走式破砕機で、ランニングコストの低減、操作性やメンテナンス性の向上を図ってモデルチェンジしたものである。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環境対応を図っている。破砕機は2軸せん断式で、対象物に合わせてカッタの回転速度を3段階に調整できる。耐久性のあるモノカッタを採用しており、モノカッタは補修研磨により再利用が可能で、ランニングコストを低減できる。破砕機は設定時間ごとに逆転させて、内壁に堆積した破砕物を除去する自動クリーニング機能を装備している。走行以外の全ての操作は地上からできるよう主操作盤が配置しており、エンジン周りのメンテナンスでは折りたたみ式ステップの引出しで安全に作業が出来るようにしている。排出コンベヤはフルカバー装備で、排出高さは、4tトラックへの積み込みクリアランスを確保している。オプション装備として、油圧駆動式永久磁石式磁選機、車載式散水タンク (容量 1,000 L、水ポンプ付き)、ホッパミラー (投入機からの確認用)、無線リモコンなどが用意されている。

表-5 ZR900TS の主な仕様

破砕機開口寸法 (幅 × 長さ)	(m)	0.915 × 0.920
運転質量	(t)	18.9
定格出力	(kW(PS)/min ⁻¹)	103(140)/1,900
カッタ径 × 厚さ	(mm)	φ 514 × 50
ホッパ上縁高さ	(m)	2.94
排出ベルトコンベヤ幅/同排出高さ	(m)	0.75/2.55
走行速度	(km/h)	2.1
登坂能力	(度)	20
全長 × 全幅 × 全高 (作業時/輸送時)	(m)	9.51 × (3.61/2.85) × (3.93/3.17)
価格	(百万円)	33.4

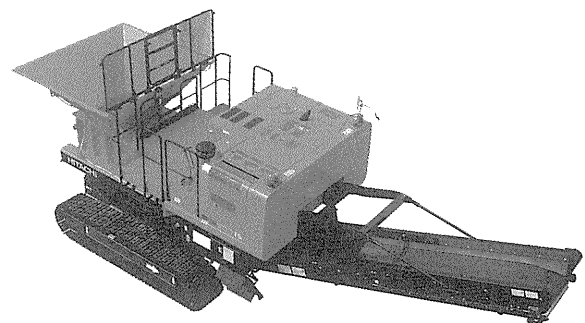
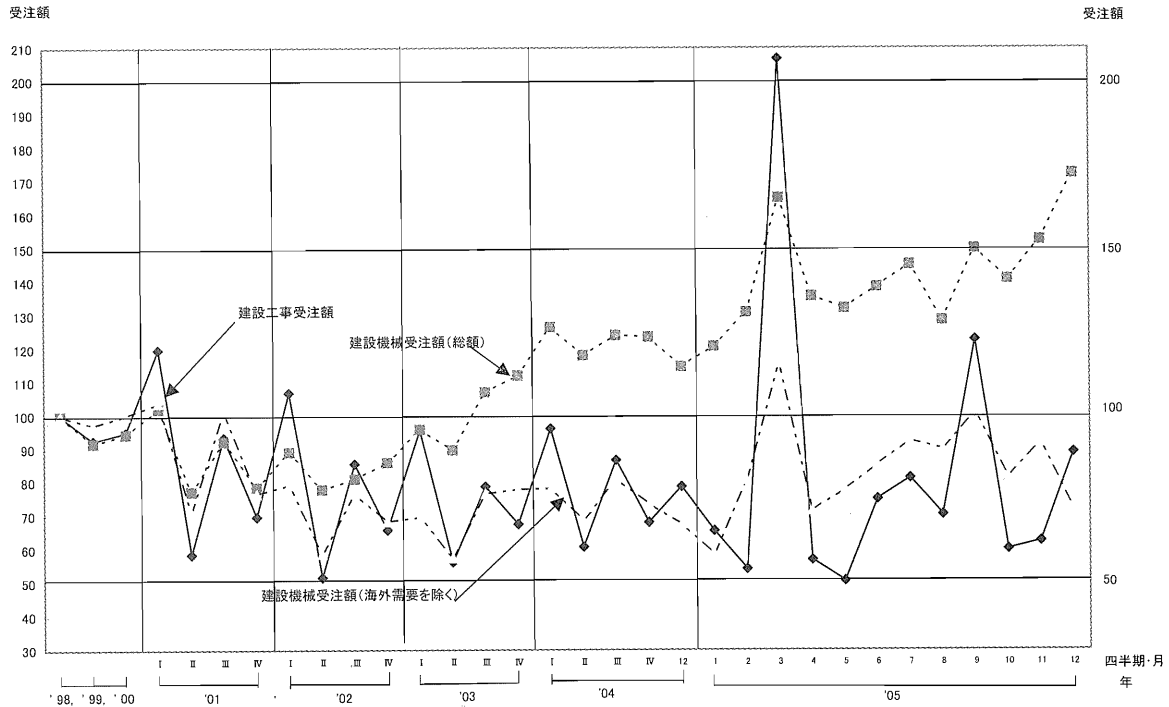


写真-5 日立建機 ZR900TS 建設廃材破砕機

統計 広報部会

建設工事受注額・建設機械受注額の推移

建設工事受注額：建設工事受注動態統計調査(大手50社) (指数基準 1998年平均=100)
 建設機械受注額：建設機械受注統計調査(建設機械企業数20前後) (指数基準 1998年平均=100)



建設工事受注動態統計調査(大手50社)

(単位：億円)

年 月	総 計	受 注 者 別					工 事 種 類 別		未 消 化 工 事 高	施 工 高	
		民 間			官 公 庁	そ の 他	海 外	建 築			土 木
		計	製 造 業	非 製 造 業							
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
2004年	130,611	92,008	17,150	74,858	27,469	5,223	5,911	93,306	37,305	133,279	131,313
2004年11月	9,199	6,602	1,612	4,991	1,904	441	252	6,783	2,416	134,761	10,534
12月	10,984	8,113	1,619	6,494	2,032	469	370	8,456	2,528	133,279	12,491
2005年1月	9,157	6,510	1,350	5,160	1,564	383	700	6,666	2,492	133,104	9,782
2月	7,565	4,826	997	3,829	1,965	434	340	5,005	2,559	129,801	10,949
3月	28,900	16,277	3,296	12,982	10,169	604	1,849	16,275	12,625	138,632	19,897
4月	7,938	6,566	1,681	4,885	793	406	172	6,105	1,832	137,516	9,018
5月	7,071	5,231	1,221	4,010	1,161	383	295	5,205	1,866	136,004	8,865
6月	10,464	7,729	1,489	6,240	1,768	435	533	7,650	2,814	135,675	10,799
7月	11,348	6,949	1,273	5,677	2,239	416	1,743	7,076	4,272	137,122	9,743
8月	9,830	7,234	1,614	5,621	2,054	416	126	7,153	2,677	136,119	10,925
9月	17,164	12,623	2,111	10,513	3,422	513	605	13,073	4,091	140,240	13,001
10月	8,382	5,560	1,034	4,526	2,057	405	360	5,755	2,627	138,588	10,028
11月	8,718	6,326	1,243	5,082	1,354	433	605	6,321	2,396	136,731	10,857
12月	12,429	9,019	1,848	7,171	2,110	481	819	9,085	3,344	—	—

建設機械受注実績

(単位：億円)

年 月	'98年	'99年	'00年	'01年	'02年	'03年	'04年	'04年11月	12月	'05年1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
総 額	10,327	9,471	9,748	8,983	8,667	10,444	12,712	1,035	987	1,040	1,127	1,422	1,169	1,138	1,193	1,250	1,107	1,292	1,213	1,314	1,484
海外需要	4,171	3,486	3,586	3,574	4,301	6,071	8,084	664	641	740	714	829	802	740	756	776	646	775	794	843	1,115
海外需要を除く	6,156	5,985	6,162	5,409	4,366	4,373	4,628	371	346	300	413	593	367	398	437	474	461	517	419	471	369

(注) 1998年～2000年は年平均で、2001年～2004年は四半期ごとの平均値で図示した。
 2004年12月以後は月ごとの値を図示した。

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

…行事一覧…

(2006年1月1日～31日)

■ 機 械 部 会

■ ショベル技術委員会

月 日：1月12日(木)
出席者：此村 靖委員長ほか14名
議 題：①燃費測定法について ②建
機用OBDⅡについて

■ コンクリート機械技術委員会

月 日：1月12日(木)
出席者：大村高慶委員長ほか8名
議 題：①コンクリートプラント及び
ミキサの安全要求事項の審議

■ トンネル機械技術委員会・環境保全分科会

月 日：1月18日(水)
出席者：坂下 誠分科会長ほか9名
議 題：①アンケート調査データのま
とめ方について ②粉塵対策に関する
取りまとめ方について

■ 路盤・舗装機械技術委員会・安全対策分科会 コンクリートカッター部門

月 日：1月19日(木)
出席者：小栗賢一分科会長ほか9名
議 題：①コンクリートカッターの安
全要求事項のJIS案検討

■ 路盤・舗装機械技術委員会・安全対策分科会

月 日：1月19日(木)
出席者：小栗賢一分科会長ほか12名
議 題：①路面切削機及びロードスタ
ビライザーの安全要求について

■ 建築生産機械技術委員会・移動式クレーン分科会

月 日：1月20日(金)
出席者：石倉武久委員長ほか2名
議 題：①EN 474-12のC規格作成
検討

■ 原動機技術委員会

月 日：1月20日(金)
出席者：山田太郎委員長ほか14名
議 題：①オフロード新法について

■ トンネル機械技術委員会・TBM分科会

月 日：1月24日(火)
出席者：寺田紳一分科会長ほか10名
議 題：①EN 815和訳の精査

■ 機械部会・運営連絡会

月 日：1月25日(水)
出席者：山口 武部会長ほか7名
議 題：①平成18年度JCMA事業
計画策定について ②機械部会の活動

方針及び平成18年度事業計画策定に
ついて ③燃費試験標準の改正案審議

■ 建築生産機械技術委員会幹事会

月 日：1月25日(水)
出席者：石倉武久委員長ほか2名
議 題：①各分科会活動報告 ②委員
会の活動審議

■ ダンプトラック技術委員会

月 日：1月25日(水)
出席者：伊戸川 博委員長ほか5名
議 題：①ホームページ開設準備

■ トンネル機械技術委員会・未来技術開発分科会

月 日：1月26日(木)
出席者：森 政嗣分科会長ほか6名
議 題：①シールド分岐合流関連技術
一覧表の編集 ②報告書形式の検討

■ 建 設 業 部 会

■ 建設業部会環境分科会

月 日：1月20日(金)
出席者：杉沢 博分科会長ほか5名
議 題：①分科会長交代の挨拶 ②キー
ワード候補の絞込み ③一覧表のま
とめ方および用語解説分担について ④
成果物(環境用語辞典)について

■ 建設機械の安全提案分科会

月 日：1月26日(水)
出席者：篠原 望分科会長ほか7名
議 題：①建設機械事故再発防止を
目的とした組織の仕組みおよび運営方法
の検討 ②同情報の活用方法の検討
③今年度の活動報告 ④不具合情報の
建設業部会内での公開

■ 広 報 部 会

■ 広報部会

月 日：1月24日(火)
出席者：村松敏光部会長ほか8名
議 題：①平成16年度第3回広報部
会議事録の確認 ②広報部会の組織、
役割 ③委員会活動 ④「平成17年度
建設施工と建設機械シンポジウム」開
催報告 ⑤広報ツールの現状と今後の
予定 ⑥平成17年度事業報告及び平
成18年度事業計画

■ 製 造 業 部 会

■ 製造業部会・適正燃料検討会

月 日：1月6日(金)
出席者：大塚和夫リーダほか7名
議 題：①適正燃料使用に関する啓蒙
活動、パンフレット作成について

■ 製造業部会・マテリアルハンドリングWG

月 日：1月19日(木)
出席者：溝口孝遠リーダほか13名
議 題：リフマグ、グラブルの対応
について

■ 製造業部会・作業燃費検討WG

月 日：1月23日(月)
出席者：田中利昌リーダほか8名
議 題：①作業燃費測定法(JCMAS)
の検討結果と改正案 ②今後の進め方

■ 各 種 委 員 会 等

■ 機関誌編集委員会

月 日：1月12日(木)
出席者：清水 純委員ほか13名
議 題：①平成18年4月号(第674
号)の計画 ②平成18年5月号(第
675号)の素案

■ 新機種調査分科会

月 日：1月18日(水)
出席者：渡部 務分科会長ほか5名
議 題：①新機種情報の検討 ②技術
交流討議

■ 新工法調査分科会

月 日：1月25日(水)
出席者：村本利行委員ほか2名
議 題：①新工法調査資料について

■ 建設経済調査分科会

月 日：1月26日(木)
出席者：山名至孝委員ほか5名
議 題：3月号のテーマ資料検討

■ 外国人評価試験委員会

月 日：1月17日(火)
出席者：保坂益男ほか4名
議 題：外国人技能実習生用中級・専
門級教本の校正

…支部行事一覧…

■ 北 海 道 支 部

■ 第4回広報部会広報委員会

月 日：1月23日(月)
出席者：林 勝義委員長ほか5名
議 題：①支部だより92号の発行に
ついて ①広報部会第4四半期事業及
び次年度事業について

■ 東 北 支 部

■ 建設部会

月 日：1月5日(木)

出席者：歌代 明建設部会長ほか 11 名

議題：①特殊工事現場研修会 ②建設機械部会との意見交換会 ③建設機械所在地調査ほか

■秋田臨時除雪講習会

月 日：1月13日（金）

講習受講者：32名

場所：秋田県仙北市：秋田河川国道事務所・仙岩道路防災ステーション

講習内容：①作業方法及び施工のポイント ②除雪機械の取扱い ③ロータリ除雪車取扱い（実機編）

■秋田特殊工事現場研修会

月 日：1月17日（火）

場所：秋田県秋田市：秋田中央道路整備事業工事現場（シールド工区）

参加者：歌代 明建設部会長ほか 9名

■広報部会

月 日：1月23日（月）13:00～15:00

出席者：山田仁一広報部会長ほか 3名

議題：支部たより第148号編集計画

■建設機械分科会

月 日：1月23日（月）15:00～17:00

出席者：山崎 晃建設機械部会長ほか 5名

議題：建設部会との合同部会事前打合わせ

■北陸支部

■除雪機械展示会設営班会議

月 日：1月12日（水）

場所：上越観光物産センター会議室

出席者：山崎祐治設営班長ほか 7名

議題：①除雪機械展示会実施運営計画について ②作業分担について

■企画部会委員長会議

月 日：1月26日（木）

場所：新潟東映ホテル

出席者：和田 惇支部長ほか 6名

議題：①支部長会議結果について ②支部運営について

■けんせつフェア in 北陸実行委員会

月 日：1月27日（水）

場所：北陸地方整備局会議室

参加者：三日月事務局長

議題：①けんせつフェア実施結果 ②次回のけんせつフェア開催

■中部支部

■建設技術フェア事務局会議

月 日：1月25日（水）

出席者：阪井則行広報部会副部会長

内容：建設技術フェア 2006 in 中

部の実施について協議

■関西支部

■新年賀詞交歓会

月 日：1月12日（木）

会場：大阪キャッスルホテル

出席者：星野 満支部長ほか 95名

■水門技術委員会

月 日：1月16日（月）

出席者：岡本 修ワーキンググループ

長代理ほか 8名

議題：水門扉のトラブル防止対策

■水門技術委員会

月 日：1月23日（月）

出席者：岡村信光ワーキンググループ

長ほか 11名

議題：水門扉運転操作の信頼性向上

■意見交換会

月 日：1月25日（水）

会場：ドーンセンター会議室

出席者：近畿地方整備局・足立敏之企画部長ほか 11名、関西支部・瀧谷一英事務局長ほか 14名

議題：①近畿地方整備局事業の動向 ②関西支部の事業概要

■平成17年度施工技術報告会

月 日：1月27日（金）

参加者：165名

会場：建設交流館グリーンホール

演 題：①新機構による大深度土留壁の施工について（UD-HOMET 工法）—中之島新線建設工事のうち土木工事— ②掘削土再利用連壁（CRM）工法を用いた山留めの計画と施工—1級河川寝屋川松原南調節池築造工事（土留工）— ③ジャッキによる揺動式矩形断面密閉式推進工法（翼推進工法）の施工—神戸第一共同溝に伴う新兵庫低区汚水幹線接続工事— ④アンダーピニングにおける仮受ジャッキ自動制御システムの開発—神戸高速鉄道交差部開削トンネル工事— ⑤約80年間供用されたコンクリートアーチ橋の撤去—道頓堀川水辺整備事業における戎橋掛替工事—

■摩耗対策委員会

月 日：1月30日（月）

出席者：深川良一委員長ほか 11名

議題：①ジャッキによる揺動式矩形断面密閉式推進工法の施工について（（株）銭高組主任研究員）森 正嗣 ②摩耗に関する文献調査

■建設インキュベーション委員会

月 日：1月31日（火）

出席者：建山和由委員長ほか 9名

議 題：①レーザートンネル掘削について（光産業創成大学院大学教授）山中正宣 ②新技術に関する文献紹介

■中国支部

■第36回「最近の機械化施工」映画会

月 日：1月19日（木）

場所：国際教育センター

参加者：59名

題 名：①新北風に挑む—那覇沈埋トンネル—（飛鳥建設） ②UD-HOMET（大成建設） ③センターホールジャッキ方式によるシールド発進方法—広い立坑を確保する—（佐藤工業） ④全断面斜坑 TBM（総集編）—神流川発電所新設工事—（奥村組） ⑤飛鳥の地下空間利用（飛鳥建設） ⑥雪は利用出来るんだ（利雪倶楽部） ⑦暮らしを支える道路—雪国の暮らしと道路—（テレビ新潟） ⑧プロジェクト X 厳冬黒四ダムに挑む—断崖絶壁の輸送作戦—（NHK ビデオ）

■部会長会議

月 日：1月25日（水）

場所：支部会議室

出席者：清水芳郎企画部会長ほか 11名

議題：①中期事業計画（案）の取りまとめについて ②18年度支部通常総会、記念講演会について

■四国支部

■建設機械関係会員懇談会

月 日：1月26日（木）

場所：高松市・サン・イレブン高松

出席者：宮本正司企画部会副部会長ほか 10名

議題：①現状の問題点と行政に対する要望事項 ②日本建設機械化協会及び四国支部に対する意見並びに要望事項 ③大規模災害発生時の四国支部対応策について

■九州支部

■第2回部会長・委員長連絡会・第11回企画委員会

月 日：1月18日（水）

出席者：古川恒雄支部長ほか 19名

議題：①平成17年度第4四半期支部事業 ②平成18年度支部事業の取組み ③災害時の応急対策業務協定

編集後記

昨年、戌年の今年の気象予想は当初暖冬と予想していましたが、年末からの大雪と寒冷前線の異常発達により大寒と修正されました。理由は北極圏の寒気団が冷気の吸収から放出の時期に変わったためと報道されています。しかも10年ほどの周期で繰返されるとの事ですが、それであればある程度は予測できたのではと考えるのは小生だけでしょうか。昨年も1月初めは渇水の心配をしていましたが後半に何年ぶりかの大雪が降り、今年は気象観測以来の大雪で、住居が崩壊したり死傷者もたくさん出ています。

やはり地球温暖化の影響で気象予測も難しくなってきたのでしょうか。

さて、2月・3月号は「地球環境の負荷低減」をテーマに環境特集とし、大気汚染防止/軽減と水質/土壌浄化についての最新情報を関係各省や各方面のご協力により纏めさせていただきます。

地球環境を改善していこうと言う動きが活発に議論されるようになり法制化が進んだのは1990年代に入ってからであり、ペットボトルに代表される「容器包装リサイクル法」は

施行されてからまだ10年足らずでペットボトルの回収率もやっと50%を超えたところとか(ちなみにビンや缶は80%を超えているそうです)。

さる会社の社長さんから友人が行って来たと言うスイスのマッターホルンの写真を見せられました。近年は特に地球温暖化の関係から曇天や霧のかかった日が多く、この時期に澄み切った晴天が見られるのは限られるそうです。そしてこの友人はヨーロッパ各地を回ってきて気が付いたことがあるそうです。それは観光地を含めてごみ箱が非常に少ないことだそうです。日本の観光地には大抵どこにでも大きなごみ箱が設置され、シーズンになると飲み物の缶やペットボトル、食べ物の箱等でいっぱいになっていますが、ヨーロッパでは持ち帰るのがエチケットだとか。家庭に持ち帰ってごみの分類を子供に教えながら捨てることでマナーを維持しているようです。

環境改善は始まったばかり。まずは家庭の躰けからと言うことでしょうか。

最後になりましたが、ご多忙中にもかかわらずご執筆いただいた皆様方に深くお礼申し上げ感謝いたします。

(夏原・松本・梅本・嶋津)

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
関 克己	高田 邦彦
田中 康之	田中 康順
塚原 重美	寺島 旭
中岡 智信	中島 英輔
橋元 和男	本田 宣史
渡邊 和夫	

編集委員長

村松 敏光

編集委員

清水 純	国土交通省
西園 勝秀	国土交通省
照井 敏弘	農林水産省
夏原 博隆	鉄道・運輸機構
岩本 弘之	中日本高速道路
新野 孝紀	首都高速道路
坂本 光重	本州四国連絡高速道路
平子 啓二	水資源機構
吉村 豊	電源開発
松本 敏雄	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
星野 春夫	竹中工務店
銅冶 祐司	東亜建設工業
中山 努	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
三柳 直毅	日立建機
岡本 直樹	山崎建設
庄中 憲	施工技術総合研究所

4月号「公共工事の品質確保 特集」予告

- ・品質確保法に付いて
- ・民間技術の活用方策に付いて
- ・建設工事の品質確保に付いて
- ・ITを活用したコンクリートの品質管理システム
- ・コンクリート施工性能評価システム
- ・ソイルレイヤー工法の新しい品質保証支援システム
- ・3Dプロダクトデータを用いた土工事施工支援システム

No.673 「建設の施工企画」 2006年3月号

(定価) 1部 840円 (本体 800円)
年間購読料 9,000円

平成18年3月20日印刷

平成18年3月25日発行(毎月1回25日発行)

編集兼発行人 小野 和日児

印刷所 株式会社技報堂

発行所 社団法人日本建設機械化協会

〒105-0011 東京都港区芝公園3丁目5番8号 機械振興会館内

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

施工技術総合研究所	〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154	電話 (0545) 35-0212
北海道支	部 〒060-0003 札幌市中央区北三条西 2-8	電話 (011) 231-4428
東北支	部 〒980-0802 仙台市青葉区二日町 16-1	電話 (022) 222-3915
北陸支	部 〒950-0965 新潟市新光町 6-1	電話 (025) 280-0128
中部支	部 〒460-0008 名古屋市中区栄 4-3-26	電話 (052) 241-2394
関西支	部 〒540-0012 大阪市中央区谷町 2-7-4	電話 (06) 6941-8845
中国支	部 〒730-0013 広島市中区八丁堀 12-22	電話 (082) 221-6841
四国支	部 〒760-0066 高松市福岡町 3-11-22	電話 (087) 821-8074
九州支	部 〒810-0041 福岡市中央区大名 1-8-20	電話 (092) 741-9380