

平成16年度

社団法人日本建設機械化協会会長賞の決定

本協会では平成元年創立40周年を記念して会長賞表彰制度を創設しました。その目的は「日本の建設事業における建設の機械化に関して、調査研究、技術開発、実用化等により、その発展に顕著に寄与したと認められる業績を表彰する」ことでもあります。

昨年11月に公募を行い、選考委員会において応募7件のうちから下記の4件の技術が選定されました。

■会長賞

- ・大口径、大深度立坑・斜坑建設技術「斜坑推進工法」の開発と実用化
横浜市下水道局北部下水道建設事務所/清水建設株式会社/株式会社コシハラ

■貢献賞

- ・プラズマによる破砕技術（PAB）
株式会社熊谷組/奥村組土木興業株式会社
- ・「底泥置換覆砂工法」の開発と実用化
大成建設株式会社

■奨励賞

- ・大規模土工事における「施工CALS」の開発
株式会社間組/京都大学/株式会社ジオスケープ

受賞者の表彰式は5月21日（金）、東京都港区・東京プリンスホテルで開催された本協会平成16年度第55回通常総会に引続いて行われました。

平成16年度 社団法人日本建設機械化協会 会長賞

大口径、大深度立坑・斜坑建設技術「斜坑推進工法」の開発と実用化

横浜市下水道局北部下水道建設事務所/清水建設株式会社/株式会社コシハラ

1. 社会的背景

近年、都市基盤整備に必要な各種ライフライン（上下水道、電気、ガス等）や交通施設（地下鉄や道路トンネル等）の輻輳化に伴い、新設される地下構造物が大深度化の傾向にある。

大深度トンネルは、都市域ではシールド工法にて建設される場合が多いが、シールド工事の基地となる立坑用地の取得難やシールド技術の発展等により、その大深度トンネル1箇所あたりの延長は長距離化、超長距離化しつつある。

従来、トンネルへのアクセスは主に基地に作られる立坑内部を利用して建設されていたが、トンネル施設の用途により立坑のみではなくトンネル中間点に換気孔や分岐用のアクセスを必要とする場合が多く、このようなアクセスは主に路上から大規模な開削工事を主体とする方法で建設さ

れている。しかし、近年、開削工事における下記のような課題を解決する「新しい工法」の開発と実用化が求められているといえる。

- ① 路上の交通障害を低減するための分割施工や時間制限
- ② 狭い作業条件での効率の低い施工
- ③ 上記理由による建設コストの増大と工期の延伸

これらの課題を解決する手段のひとつとして大口径、大深度立坑・斜坑建設技術「斜坑推進工法」を開発し、換気立坑工事に適用したものである。

2. 工法の概要

本工法は、水平方向の管渠を施工する工法である推進工法を縦方向の大口径、大深度推進に適用し、立坑および斜坑を建設するものである。



写真一 施工状況（推進管据付け）

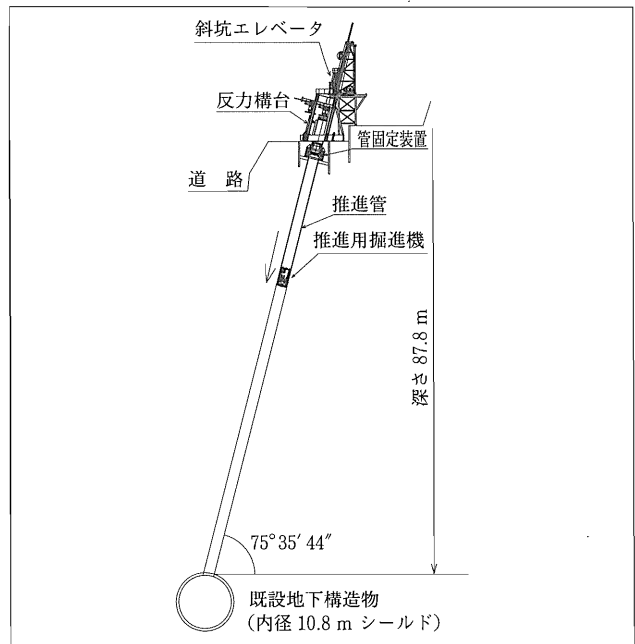
通常の推進工法設備と異なる特徴を下記に示す。

- ① 地盤（大深度地下）の高水圧対応として100 m以深の大深度、高水圧対応シールド掘進機技術の導入
- ② 推進反力の確保は、推進用ジャッキを装備した地上構台をグラウンドアンカーで固定
- ③ 地下水圧による推進管の浮上がりに対抗するためパワーケーシングジャッキを装備した浮上がり防止装置を設置し、グラウンドアンカーで固定
- ④ 推進管接続作業等、管内作業を安全に行うための作業用斜坑エレベータを設置
- ⑤ 推進施工精度を確保するための測量システムと掘進機姿勢制御システムを導入
- ⑥ 到達後に安全かつ迅速に解体が可能な掘進機を製作

3. 施工事例

斜坑推進工法を下記工事に採用した。

- ・工事件名：今井川地下調節池建設工事（その10）
- ・企業者：横浜市下水道局
- ・用途：地下調節池の換気立坑
- ・工期：平成13年12月～平成15年3月
- ・工事諸元：内径 2.0 m
深さ 87.8 m
斜度 75.6 度
掘削工法：泥水式推進工法
推進管種：下水道用ダクト用鋳鉄管



図一 施工事例

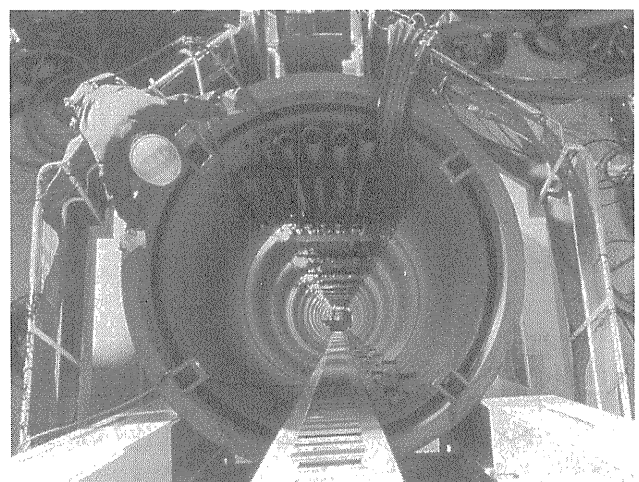
交通量の多い横浜市内の国道1号線下85 mの深さに雨水貯留施設が築造され、すでに暫定供用中である。国道の交通規制を伴う工法では交通への影響が大きいため、道路沿いの公園敷地内を基地として換気立坑を施工することとなった。

公園内に内径4.5 m、深さ89 mの大深度立坑を開削工事で施工し、立坑底部から内径2.0 mの横坑を推進工法で施工するという従来の方法と比較して、大幅な建設コストの縮減が可能な斜坑推進工法を採用した。

公園内を基地とする工事は短期間で完了し、到達精度も誤差37 mmという高精度で施工できた。

4. 技術的、経済的効果

本工法の技術的効果は下記の3点にまとめられる。



写真二 内径2.0 m推進管による立坑

- ① 水深 100 m 程度の高水圧地盤に耐えうる施工システムであるため今後、需要が増す大深度地下への対応が可能である。
- ② 斜度 0 度～90 度の斜坑が任意に設定可能であるため、立地条件に沿った計画が可能になり路上交通や近隣への影響を回避することができる。また、施工設備がコンパクトであるため作業基地の専有面積が少ないなど、周辺環境に配慮した工法である。
- ③ 大規模な土木工事を伴う開削工事に比べ、大幅な工期短縮が可能であるとともに、推進工事の主な作業が地上であることにより工事の安全性が高い。

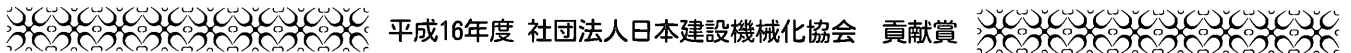
また経済的効果については従来の立坑+横坑施工に比べ、大幅な建設コスト削減が可能である。

5. おわりに

以上の特徴を持つ斜坑推進工法により、今後増加する大深度地下構造物へのアクセス構築が容易になり、都市域での地下空間の開発に一層の貢献ができるものと考えられる。

《参考文献》

- 1) 扇原 博ほか：高水圧下における斜坑泥水推進工法による施工、建設の機械化, No.636, 2003, pp.13-17



平成16年度 社団法人日本建設機械化協会 貢献賞

プラズマによる破砕技術 (PAB)

株式会社熊谷組/奥村組土木興業株式会社

1. 開発の背景

近年、土木工事において住宅や近接構造物等の周辺環境に与える騒音・振動が、大きな問題となっている。発破工法は飛石や保管管理の問題で使用が困難になり、大型ブレーカは連続した騒音や振動等で敬遠されることが多くなっている。

またトンネル工事などでの硬岩破砕技術は、自由断面掘削機や大型ブレーカの発達で掘削能力が大幅に向上しているが、80～100 MPa 以上の一軸圧縮強度を持つ硬岩では、著しく掘削効率が低下する。これはビット先端のチップや

チゼルの性能が限界に近づいていて、これ以上、性能を大きく向上させることは難しい状況であることから、新しい破砕工法が求められている。

そこでこれまでの機械掘削とは異なる破砕技術を検討した結果、放電により発生する衝撃波を利用することで非接触で対象物を破砕することができる本技術が将来性があると判断し、研究開発を進めてきた。こうした背景より「水と電気だけで岩を割る」ことに注目し、環境に優しいプラズマによる岩盤破砕技術 (PAB: Plasma Acoustic Blasting) を開発した。

2. 工法の概要

本技術は、電源から充電器を介してコンデンサに蓄積したエネルギーを、対象物体内に挿入した電極棒の先端で一気に放電させることによってプラズマを生成し、その時に発生する衝撃波により岩等を破砕するものである (図-1)。充電電圧は 10～20 kV、放電時間は 200～300 μs と極めて短い時間に高い電気エネルギーを放出することで大きな衝撃波を発生させるが、一方で、ガス圧は少ないため飛石や振動が少ないことが特徴である。また電極は繰返し利用できるため、破砕状況に応じて繰返し同じ孔で放電することができ、必要以上に対象物を破壊することが少ない。

作業は図-2 に示すように、以下の手順を繰返す。

- ① 初めに削岩機等で電極より一回り大きい削孔径の孔を削孔する。通常は事前に施工しておく。

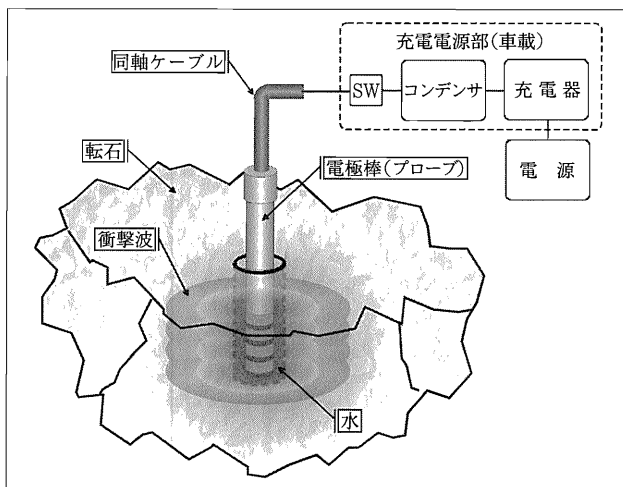


図-1 技術概要図

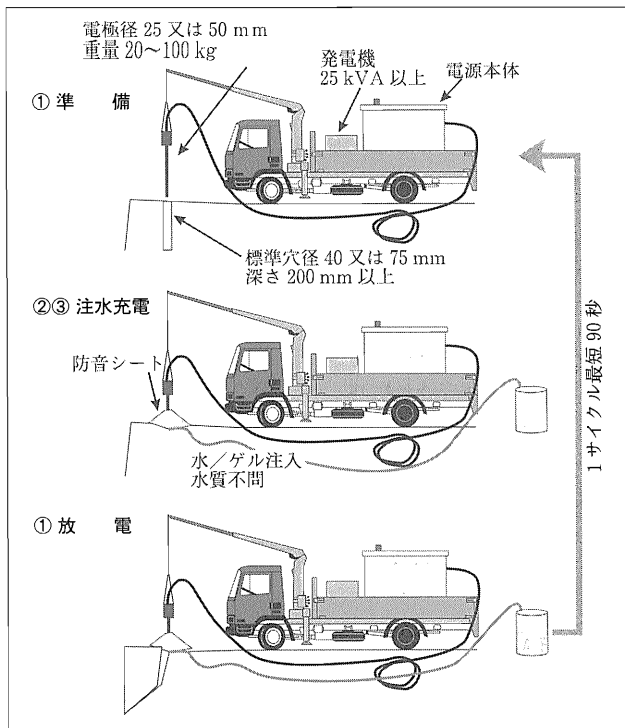


図-2 破碎手順

- ② 水を孔に注入する。クラック等で水が溜まらない場合はゲル化液を入れる。
- ③ 電極（プローブ）を孔に挿入し、充電を開始する。充電時間は1分以内。
- ④ 充電が終了したら、放電を行い、破碎する。作業終了後、バックホウなどで2次破碎し、撤去する。

本装置の構成要素は、主に充電電源部と電極棒（プローブ）およびそれらを接続するケーブルから成る。

重力式擁壁解体工事での PAB 工法の機械構成を表-1 に示す。施工状況を写真-1 に破碎状況を写真-2 に示す。またその時の放電孔の削孔配置を図-3 に示す。充電電源部全体の重量は約 2t であり、発電機とともに 4tトラックに積載可能である。

表-1 機械構成

種類	数量	仕様
PAB 電源装置	1台	0.19 mF SH (Self Healing) 型直流コンデンサ 最大出力 480 kJ (22 kV) 最大電流 150 kA 充電時間 20 秒 放電時間 0.2 ms 電気駆動式主スイッチ W1.2×D2.2×H1.75 m, 重量 2.1 t
電極棒（プローブ）		φ50 mm (削孔径 75 mm), l=2,000 mm φ25 mm (削孔径 40 mm), l=1,500 mm マルチギャップ式放電ギャップ 重り 70 kg, 防音シート付属
ケーブル		l=30 m (PAB 電源装置-発電機)
発電機	1台	3相 200 V, 25 kVA
4tトラッククレーン	1台	※プローブ吊りこみ, PAB 電源装置台車として使用。

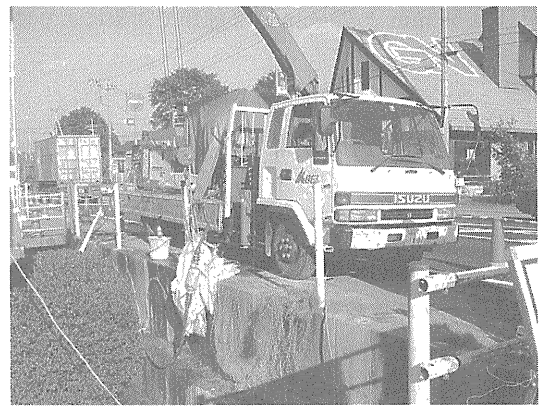


写真-1 重力式擁壁破碎施工状況



写真-2 重力式擁壁破碎状況

本工法の特徴である同軸構造の電極（プローブ）先端の放電部には複数のギャップを設けて放電抵抗が回路の最適値に近づくよう工夫している。各ギャップ間の複数個のアークの発生と、エネルギー効率が向上したことの相乗効果で破碎力が飛躍的に増大した。プローブの長さは 1.0~3.0

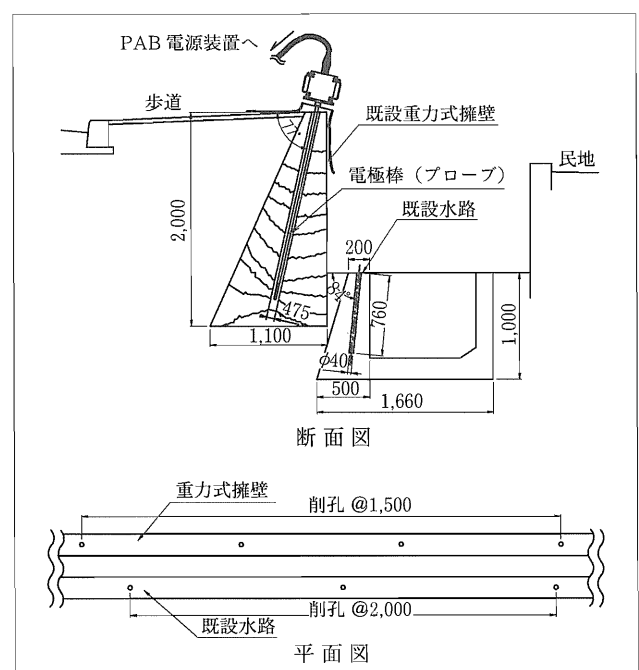


図-3 削孔配置

m, 外径は 50 mm と 25 mm の 2 種類で対象により使い分けている。

3. 技術的・経済的効果

本工法の「技術的特徴」を以下に挙げる。

- ① 本工法は動的破壊であるため、対象物内部の広範囲にクラックを数多く発生させることができ、2次破砕はバックホウなどで容易に解体できる。
- ② 振動、騒音がブレーカと比較し、大幅に低減できる。
- ③ 異なる物質との境界は発生する応力波の反射により

引張り応力が発生するため、鉄筋コンクリートの内部の鉄筋とコンクリートは良好に剝離し分別が容易である。

- ④ 破砕効果が累積できるため、破砕できない孔に対して再度放電することで確実に破砕できる。

これらの特徴を効果的に解体技術に用いることでさらに以下のような「経済的効果」を得ることができる。

- ① 油圧セリ矢や静的破砕剤等と比較すると穿孔長が短くなるため、その分コストと工期が低減できる。
- ② 歩行者への影響が少なく、交通規制の範囲を少なくすることが可能である。
- ③ 騒音、振動が少ないため、防護設備が軽減できる。



平成16年度 社団法人日本建設機械化協会 貢献賞



「底泥置換覆砂工法」の開発と実用化

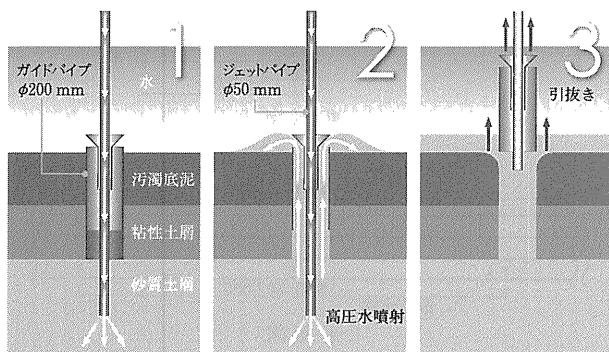
大成建設株式会社

1. 社会的背景

湖沼や内湾などの閉鎖性水域では、アオコ、赤潮の発生や貧酸素化問題に悩まされている。水質浄化対策として汚濁底泥の浚渫や覆砂が実施されているものの、浚渫土の処理場、捨場の確保や砂の入手が困難という課題を抱えている。そこで、現位置で底泥浄化が可能な「底泥置換覆砂工法」を開発した。底泥置換覆砂工法は、底泥下の砂をジェット水流により浮上させ底泥を覆砂する新技術である。

2. 概要

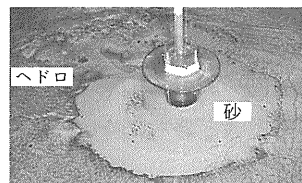
工法の原理を図一1に示す。湖底をジェット水流で掘削しながらジェット管を砂質土層まで沈める。さらに、水流を流しながらジェット管を沈降させると、ジェットにより



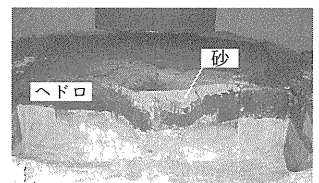
図一1 工法原理

掘削された砂が注入された水とともにガイド管を通して上方に排出される。水と砂は混合し、密度流となって同心円上に広がることにより覆砂が行われる。この際、ガイド管の口から流出する砂はスムーズに汚濁底泥上に沈降するので、濁りや浮泥の巻上げがほとんど発生しない。

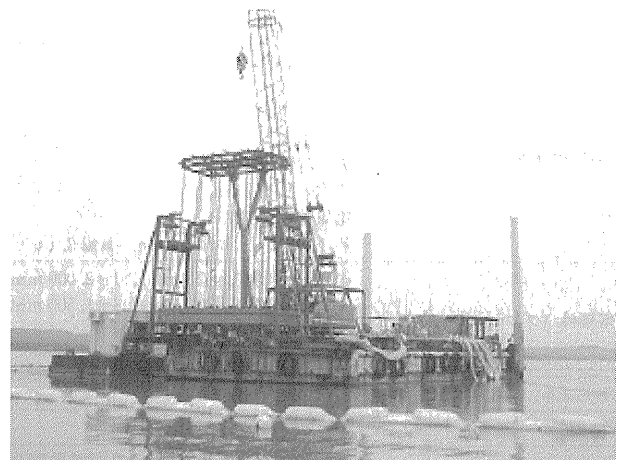
本工法は、室内試験（写真一1、写真二2）、諏訪湖実証



写真一1 覆砂後の状況（平面）



写真二2 覆砂後の状況（断面）



写真三3 作業船（宍道湖）

試験を経てほぼ完成し、国土交通省出雲工事事務所の発注で宍道湖 (2,500 m²) に採用された (写真-3)。

3. 技術的・経済効果

本工法と浚渫工法と比較すると、汚濁底泥の除去がないので浚渫土の処理場問題が発生しない。従来の覆砂工法と比較すると、本工法は底泥下部に堆積している砂を利用するため砂入手の必要がないこと、湖底が浅くならず貯水容量が変化しないこと、などの長所がある。

覆砂工法による水質浄化・環境修復効果として、底泥の酸素消費量や栄養塩溶出量が低減され湖水の貧酸素化、富栄養化が抑制されること、湖底環境が砂質土系の好気性環

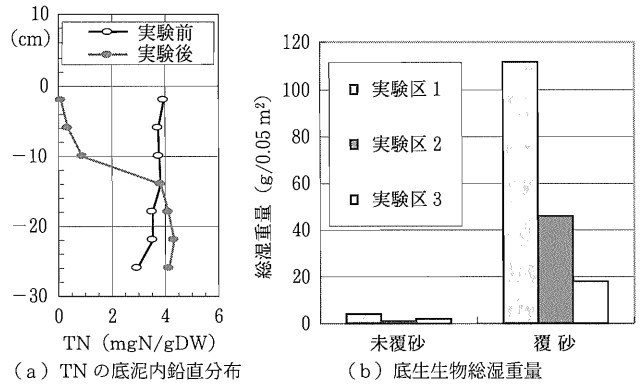
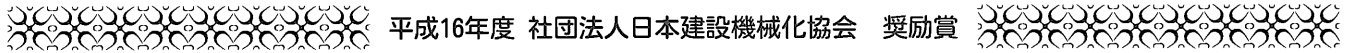


図-2 未覆砂域と覆砂域の違い (諏訪湖: 覆砂後7カ月)

境に変わり底生生物や水生植物が復活すること (図-2) などが挙げられる。



大規模土工事における「施工 CALS」の開発

株式会社間組/京都大学/株式会社ジオスケープ

1. 開発の背景

開発の対象となった工事は、関西国際空港 1~2 期建設工事への土砂供給を主な目的としている。

地山の掘削、積込み、運搬、破碎、2次運搬、栈橋での船積みという一連の作業を連続的に行う、言わば製品工場の生産ラインと同じような工程で土砂生産、出荷が行われる。そのため、いずれかの工程でトラブルが生じると全ての工程に影響が及び、土砂出荷停止や減少を余儀なくされるという問題を常に抱えていた。2期工事の出荷では、1期にも増して、大量の土砂を安定的に供給することが客先から求められた。

そこで、「重機・設備運転の最適化による生産性向上」、「出荷ロスに繋がるトラブルを未然防止するための意志決定の迅速化」を狙いとした「施工 CALS (開発者命名)」を開発し、その運用を行った。

2. 概要

3次元 GIS を核とした施工 CALS のキーワードを以下に示す。

- ① 施工情報の収集・加工・伝達のリアルタイム化
- ② 時間と空間の中での施工情報の一元化

③ 現場運営の最適化

まず、運用サイトで得られるすべての情報のうち、施工

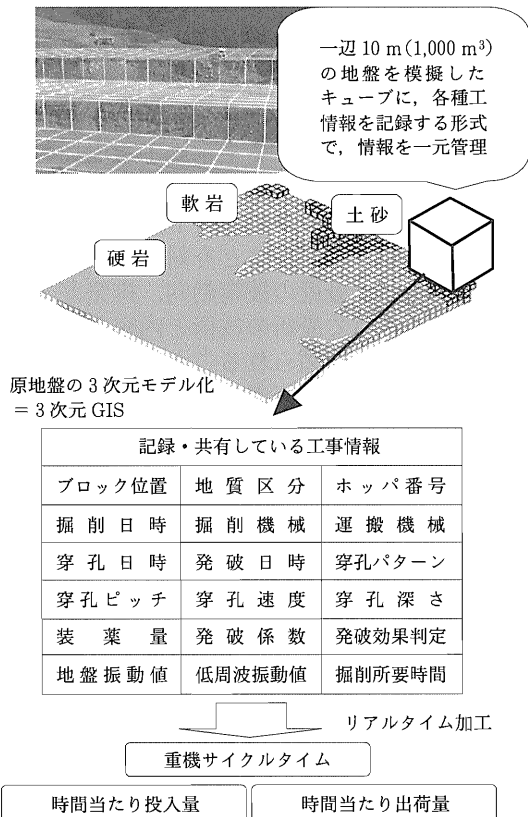


図-1 3次元 GIS を用いた情報管理内容

管理に必要な情報を選択し、リアルタイムで加工して技術者に配信する。そして、技術者は受取った情報を確認・理解し、次工程の判断材料にする。すなわち、この技術者が持つ知識・経験をリアルタイムに反映させる業務プロセスが事業全体の最適化の要となる。

このような施工 CALS を実践するために、採土から船積みまでの生産ラインと現場事務所を大容量光ファイバケーブルで接続するとともに、有線接続が不可能な建設重機に関する情報取得には、双方向時分割無線通信を採用し、情報通信基盤整備を行った。特に採土の各段階で得られる種々の施工情報（積み込み機械毎の時間当り生産量など）は、独自に開発した 3次元 GIS（一辺 10 m 立方体約 32,000 個に分割）を用いて管理するとともに、システム全体の効率的な運用を図った。

3. 効果と今後の発展性

施工 CALS を開発し、前述の現場で約 3 年間運用した

結果、以下のような効果が得られた。

- ① 施工情報の収集・加工・伝達のリアルタイム化、一元化により、施工管理工程数を大幅に削減（コンカレント化）し、施工管理に要する人員を 20% 削減するとともに、意志決定までの時間を半減させることができた。
- ② 施工プロセスの最適化を実現したことにより、21% の生産性向上と、24% の環境負荷低減を実現することができた。

今回適用した大規模土工事以外にも、施工 CALS は、ダム、トンネル、大深度地下、各種構造物工事など様々な工事への適用が可能である。また、調査・計画・設計段階の情報を 3次元 GIS に収納したうえで、施工段階で収集された情報を加え、さらに維持管理情報も付加して加工、分析することにより、構造物の長期にわたる効果的な維持管理が可能になる。すなわち、ライフサイクルエンジニアリングに対応した、社会資本の長寿命化に貢献できる発展性の高い技術とすることができる。

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、建設機械メーカー、輸入商社、リース・レンタル業、サービス業などの建設機械の技術者や、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