

新工法紹介 機関誌編集委員会

01-17	汎用遠隔操縦装置 「サロゲート」	大林組 大裕
-------	---------------------	-----------

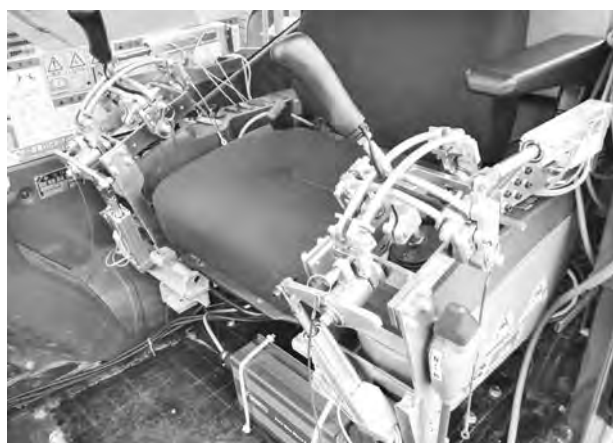
▶ 概 要

近年、日本の各地で地震や台風、局地的な大雨などの自然災害が増加している。災害復旧の初期段階は、危険な場所での作業が多く、二次災害のリスクが高いことから、建設機械の遠隔操縦などによる無人化施工（写真—1）が求められているが、従来の遠隔操縦専用の建設機械は高額であり、また、台数が少ないため調達が難しいことが課題となっていた。



写真—1 バックホウの遠隔操縦による無人化施工

大林組と大裕が共同開発した「サロゲート」（写真—2）は、バックホウなどの一般的な建設機械に装着することで無人化施工を可能にする、低コストで汎用性の高い遠隔操縦装置である。本装置を装着したままで遠隔操縦と搭乗操縦を切り替えられるので、作業環境に応じて使い分け、災害復旧の現場などでの作業を迅速かつ柔軟に進めることが可能となる。



写真—2 運転席の操作レバーに装着したサロゲート

▶ 特 徴

- 1 建設機械へ改造することなく着脱が可能
 - ・建設機械本体の改造は不要
 - ・建機運転席の操作レバー等へ「後付け」で装着することにより遠隔操縦が可能
 - ・装置の取付けは、運転席シート部に固定金具を用いて行い、金具の変更により機種汎用性が広がる
- 2 装着状態で搭乗操縦へ容易に切替可能
 - ・装置を装着した状態で、オペレーターが乗り込んで搭乗操縦が可能
 - ・遠隔操縦と搭乗操縦の切替は、装置内のピンの着脱のみで、3分程度で完了（写真—3）
 - ・あらかじめ装置を装着した状態で現地への搬送ができるため、初動体制の迅速化へとつながる



写真—3 操作レバーガイドステーに装着したピンの着脱

- 3 持ち運びや組み立てが容易
 - ・電気モーターと電動シリンダを使用し、シンプルかつ軽量
 - ・持ち運びおよび取付けが容易なサイズにユニット分割
 - ・取付けに特殊な工具や技能は不要で、短時間で着脱可能

▶ 用 途

- ・災害復旧工事
- ・有人操作では比較的危険を伴う建設機械を用いた一般工事

▶ 実 績

- ・国土交通省発注 八鹿日高道路久斗トンネル工事

▶ 問合せ先

（株）大林組 CSR 室

〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟

TEL：03-5769-1014

新工法紹介

02-147	地盤改良施工管理システム 「Visios-3D」 (ビジオス・スリーディー)	不動テトラ
--------	--	-------

概要

地盤改良工事では地盤内に貫入する施工装置の動作を把握することが重要となるが、施工中は直接見ることができず、運転席の施工支援画面に表示される管理計器の値で施工状況を確認していた。そのため、支持層への到達の判断などは、主にオペレータの判断に委ねられることになる。そこで、施工状況をリアルタイムに、複数のスタッフが共有できる「可視化技術（見える化）」が求められてきた。

さらに、施工記録はオシログラフや集計表の様式で、改良体ごとの帳票に出力してきたが、現場全体で視覚的に評価することも困難であった。

これらの課題を克服するために、不動テトラとソイルテクニカは、地盤改良の施工状況を随時アニメーションで確認できる「リアルタイム施工管理システム」と、施工情報を3次元で表示できる「3次元モデル化システム」を組み合わせた「Visios-3D（ビジオス・スリーディー）」を開発した。従来の施工機に本システムを搭載することで、タブレット端末等を使ってリアルタイムに施工状況を確認できるとともに、3次元モデルで視覚的に情報を表現することができるようになった。

本システムは開発2社の代表的な機械攪拌式深層混合処理工法である「CI-CMC 工法」に適用しており、今後随時、他の地盤改良工法にも展開していく予定である。

特徴

(1) 施工状況をアニメーションで表示

施工中にオペレータが見る施工支援画面に、地盤内の施工状況がリアルタイムにアニメーション表示されると同時に、「攪拌翼の先端深度」、「攪拌翼の貫入・引抜速度」、「セメントスラリーの流量」、「攪拌翼の回転数」、「オーガモーターの電流値（貫入抵抗）」も表示され、視覚的な状況把握により適切な判断ができる（図-1）。

(2) 複数の現場スタッフで施工状況を確認

オペレータの施工支援画面と同じ情報を、現場内 LAN を使用して、タブレット端末や事務所に設置したパソコン等でリアルタイムに見ることができ、施工状況を複数の現場スタッフが確認できる。

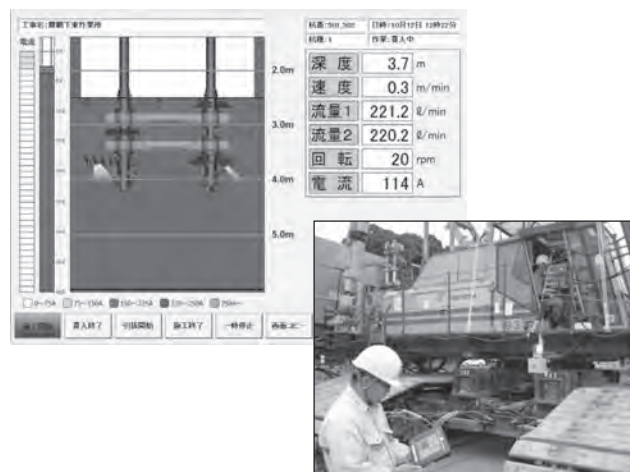


図-1 施工支援画面に表示されるアニメーション（左上）とタブレット端末を使用した確認状況（右下）

(3) GNSS による施工機の誘導と位置情報の記録

GNSS（全球測位衛星システム）を併用することが可能であり、打設位置まで施工機を誘導できるため、施工精度が格段に向上する。また従来は、実際に施工した改良体の杭頭部を掘り起こして確認していた打設位置（設計と実施の差異）を、GNSS 座標データとして記録することができる。

(4) 国土交通省が推進する CIM に適応

地盤改良の成果を従来の帳票（オシログラフと集計表）だけではなく、国土交通省が推進する CIM（Construction Information Modeling/Management）に適応した3次元モデル化でき、現場全体の施工記録を視覚的に評価できる（図-2）。

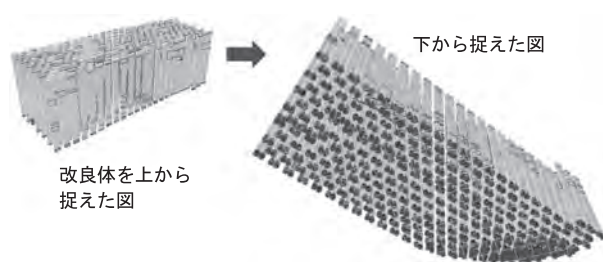


図-2 3次元モデルの図化例（上図では貫入抵抗を示す電流値を色分け表示することで、支持層への到達確認をしている）

実績

・工事名：下東地区基盤整備工事、発注者：国土交通省近畿地方整備局福知山河川国道事務所

問合せ先

㈱不動テトラ 地盤事業本部 工事部 施工技術支援室

〒103-0016 東京都中央区日本橋小網町 7-2

TEL：03-5644-8532

03-178	光ファイバを用いた PC 張力計測システム	鹿島建設 住友電工スチールワイヤー ヒエン電工
--------	--------------------------	-------------------------------

▶ 概 要

PC 構造物の品質と耐久性を確保するためには、施工時に所定の張力が PC ケーブルへ確実に導入されるとともに、供用中も必要な導入力が維持されていることが重要である。従来、施工時には油圧ポンプの圧力値と PC ケーブルの伸びから張力を間接的に評価する手法しかなく、さらに定着後においては、PC ケーブル全長にわたって導入力を計測する手段が確立されていないという課題があった。

そこで、鹿島、住友電工スチールワイヤー、ヒエン電工は、光ファイバによるひずみ計測技術に着目し、光ファイバと PC ケーブルを一体化することで、PC ケーブルの張力を任意の位置で直接計測できる技術を開発した。

本技術は、ひずみ分布を計測可能である光ファイバを全長にわたって組み込んで一体化した PC ケーブルを製作し、同ケーブルを緊張した際の光ファイバに生じるひずみを計測することで、張力の分布を評価するものである(図-1)。光ファイバ組込み式 PC ケーブルについては、裸線の PC ケーブルの表面に光ファイバを設置するタイプ(裸線型)と、内部充てん型エポキシ被覆 PC ケーブルのエポキシ被覆内に光ファイバを埋設するタイプ(ECF 型)の2種類を開発している(図-2)。運搬・挿入時の接触や定着用のくさびとの干渉で光ファイバが損傷しないように、両タイプとも光ファイバは PC ケーブル表面の凹部に収まるように設置されている。

本技術については、PC 橋梁の内、外ケーブルへ適用し、PC ケーブルの全長にわたる張力分布を現場で計測できることを実証している(図-3)。今後は、斜面や法面の崩壊防止に用いるグラウンドアンカーへの応用に向けて、開発を進めていく予定である。

▶ 特 徴

① PC ケーブル全長の張力計測可能：

PC ケーブルの全長にわたる張力が計測可能であるため、任意の断面における実導入力や摩擦による影響を評価できる。

② 供用時の再計測が可能：

光ファイバを人が立ち入りできる場所まで延伸しておくことで、随時導入力を再計測することができる。供用後の再計測にて導入力の変動を評価したり、PC ケーブルの異常の有無や位置を検知したりする等、維持管理に活用できる。

③ 高い耐久性と安定性：

光ファイバは電磁的ノイズに強く、化学的に安定しており、

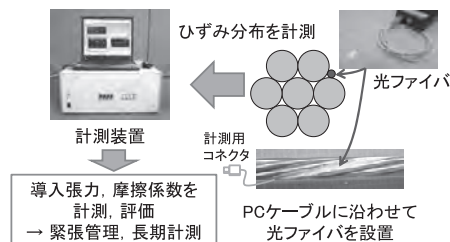


図-1 光ファイバによる PC 張力計測技術

タイプ	裸線型	ECF 型
概要		
	裸線表面に接着剤で光ファイバを直接、接着	エポキシ被覆内に光ファイバを組み込み

図-2 光ファイバ組込み式 PC ケーブル

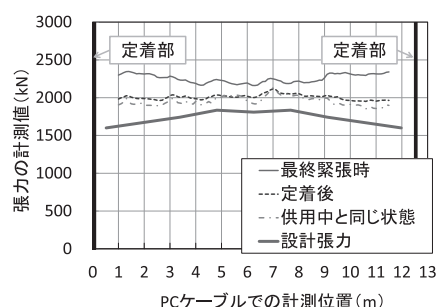


図-3 PC 橋梁内ケーブルでの計測結果の例

高い耐久性を有している。ひずみ計測技術として 20 年以上の実績がある。

④ 通常と同じ手順で PC 緊張作業が可能：

光ファイバ組込式 PC ケーブルは、工場製作であり外径や表面が通常の PC ケーブルと変わらないため、現場での PC 緊張作業を通常と同じ方法で行うことができる。

▶ 用 途

- ・ PC 橋梁における PC ケーブルの緊張管理、維持管理
- ・ グラウンドアンカーの緊張管理、維持管理

▶ 実 績

- ・ PC 橋梁上部工工事の PC 緊張(内ケーブル(裸線型, ECF 型)：約 12 ~ 36 m, 外ケーブル (ECF 型)：約 190 m)

▶ 問 合 せ 先

鹿島建設(株) 広報室

〒107-8388 東京都港区元赤坂 1-3-1

TEL：03-6438-2557

新工法紹介

04-381	覆工コンクリート養生型 吸音バルーンシステム 『ノイズカットバルーン』	竹中土木
--------	---	------

概要

山岳トンネル工事では、坑口に防音扉を設置し工事騒音や発破騒音に対する周辺環境対策を施すことが一般的であるが、発破による爆破エネルギーの大半を占める低周波騒音（100 Hz 以下）は透過性が高く、防音扉では十分な低減効果が期待できない。この低周波騒音は建具や窓ガラス等のがたつきを引き起こし、物理的苦情が発生する大きな要因となっている。

今回開発した減音システムは、発破に伴い発生する低周波騒音を対象とした装置である。装置の形状は、従来の覆工コンクリート養生に用いられる養生バルーンと類似しており、一次又は二次覆工面に対してアーチ状に設置するバルーン型の装置である（写真—1）。

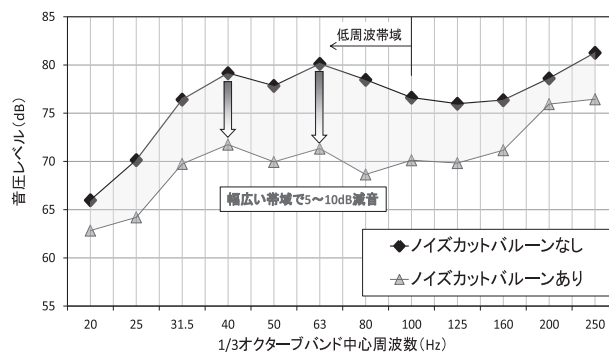


写真—1 ノイズカットバルーン設置状況

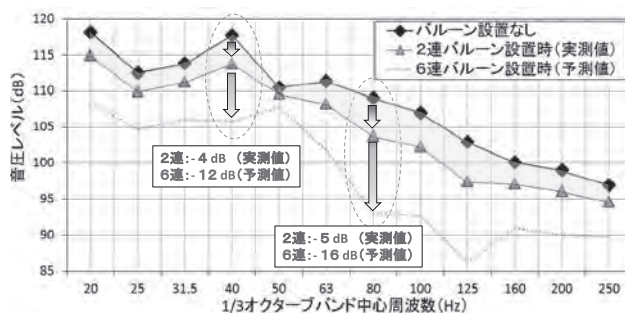
吸音原理はバルーンに音波が入射すると膜材料で形成された空気層がバネとして働き、振動エネルギーを熱エネルギーに変換することで吸音体として作用する。

実際のトンネル工事において2連（10.5 m × 2）のノイズカットバルーンの効果確認を行った結果を以下に示す。

スピーカー音源に対しバルーンを設置することで、40～63 Hz を中心に幅広い周波数帯域で5～10 dB 程度の減音効果を確認した。（図—1）また、実発破音に対し周波数40 Hz の音圧エネルギーを4.0 dB 低減した（図—2）。



図—1 スピーカー試験結果



図—2 実発破音試験結果

特徴

1. 対象周波数の調整が可能
吸音する周波数帯域は膜材料の表面重量と空気層の厚さにより変わるため、形状等を変形させることで発破騒音の特性に合わせて調整可能である。
2. 吸音効果の増加が可能
吸音効果は設置面積に比例するため6連（10.5 m × 6）のバルーンを適用すると、約12 dB の低減効果が期待できる（図—2）。
3. 養生との併用が可能
養生バルーンとして覆工コンクリートの養生を行いながら騒音低減が可能である。
4. 施工性の確保が可能
トンネル坑内の覆工面に設置するため、工事用車両の通行を妨げない。

用途

- ・トンネル発破騒音の低減

実績

- ・実証試験の適用のみ

問合せ先

（株）竹中土木 技術・生産本部

〒136-8570 東京都江東区新砂 1-1-1

TEL：03-6810-6215