

新工法紹介 機関誌編集委員会

02-144	WIT 地盤改良管理システム	若築建設
--------	----------------	------

▶ 概要

既に多くの現場で適用が進みつつある CIM (Construction Information Modeling) は、調査・測量・設計段階から 3次元モデルを導入し、モデルに関連する施工情報、品質情報、出来形情報を連携することで、施工管理ならびに施設の維持管理の効率化、高度化を図るものです。

地盤改良工は施工範囲が地中不可視部であり、施工状況、出来形等を直接視認することができません。その上、既設構造物と近接することも多く、改良仕様が地盤状況に応じて変化するケースや、土質によって同一断面で薬液注入工法、高圧噴射工法、機械攪拌工法、締固め工法など複数種の地盤改良を施工するケースがあり、平面図、断面図等だけでは完成後の形状、施工手順をイメージすることが困難です。

また、同一工事に異なる工法の地盤改良がある場合、施工管理記録は工法種類別に整理されることが多く、直接携わった者以外が、膨大な施工管理記録の中から必要な情報へ円滑にアクセスすることは困難です。

そこで弊社は、土木計画・設計用ソフトウェアパッケージを使用して、地盤改良体の 3次元モデル化を行い、出来形、品質情報を属性データとして 3次元モデルへ取込むことで各種関連資料を一元管理するシステムを構築し、この度、地盤改良工事の実施工へ適用しました。

▶ 特徴

- 1) 建設 ICT 情報 (改良体座標等) を基に、地盤改良体を 3次元モデルで表示します。これにより、完成形状や既設構造物との取り合いを視覚的に認識でき、要注意箇所を事前に把握することや、発注者、近隣住民との合意形成に有効です。
- 2) 地盤改良体 3次元モデルに、施工管理記録、出来形情報、品質情報等を属性データとして取込み、表示します。膨大な施工管理記録をひも解くことなく、地盤改良体に関する情報をシステム上で瞬時に確認することができます。
- 3) 地盤改良体 3次元モデルに取込んだ出来形、品質情報を基に、3次元モデルを色分け表示します。例えば締固め工法の場合、地盤改良体 3次元モデルに書き込んだ使用砂量を基に、3次元モデルを色分け表示し、全体の施工記録の傾向を俯瞰できます。
- 4) 地盤改良体 3次元モデルに書き込んだ施工情報 (施工日) を基に、施工の進捗状況をアニメーション表示できます。
- 5) 動態観測記録を、施工の進捗状況と連動して同一画面でアニメーション表示できます。
- 6) 地盤調査結果、施工機のキャリブレーション結果、地盤改良体毎の施工記録 (帳票)、チェックボーリング結果、環境調査結果等あらゆる施工情報をシステム上にひも付け (リンク) し、一元管理できます。
- 7) 本システムは、あらゆる地盤改良工法に適用することができます。

▶ 用途

- ・地盤改良工における施工管理、品質管理の高度化

▶ 実績

- ・津松阪港津地区 (栗屋町屋) 2 工区堤防 (改良) 本体及び防護矢板設置工事

▶ 問合せ先

若築建設(株) 建設事業部門 技術部
〒 153-0064 東京都目黒区下目黒 2-23-18
TEL : 03-3492-0285

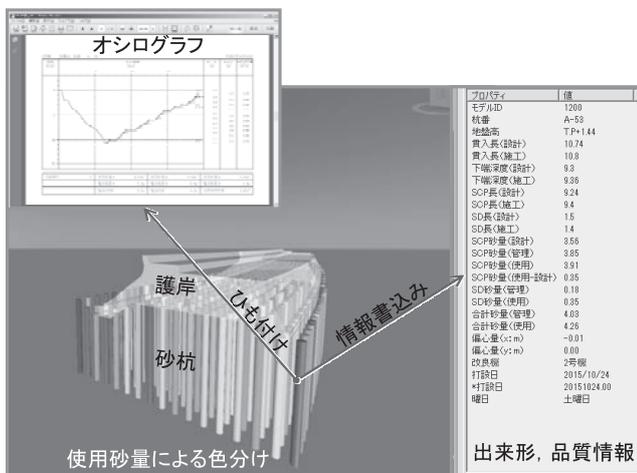


図-1 モニタ表示例

新工法紹介

04-371	<p>山岳トンネル 安全対策・省エネ制御システム 「TUNNEL EYE」</p>	<p>(株)銭高組 株イー・アイ・ソル 株流機エンジニアリング</p>
--------	---	---

▶ 概要

山岳トンネル工事では、入坑者の入坑状況把握や、作業環境改善等の安全管理の充実が求められる。また、トンネル掘削作業のために多くの電気機器が利用されているが、工事の安全を確保できる範囲でエネルギー消費量を削減することが望まれる。

本システム「TUNNEL EYE」は、IoT（モノのインターネット）の仕組みを用いて、入坑者の位置情報や作業環境濃度を計測するセンサーと、現場の施工機械や電気機器をインターネットでつなぎ、電気機器（工事照明や換気装置等）を作業に適した状態に自動制御することで、安全管理の向上と省エネルギー化を両立させたものである（図-1）。

当システムを「高松自動車道 志度トンネル工事」（施工：銭高組）で試験的に導入し、その実用性を確認した。

▶ 特徴

RFID タグを用いた入坑者位置や工事車両の運行管理と、作業環境濃度をリアルタイムに計測する技術、また、使用電力量の計測や、濃度計のデータを利用した換気ファンの出力制御を行うシステムを連動させていることが特徴である。例えば、入坑管理情報と施工機械（電気機器）の稼働情報（電流値）を用いて、サーバーで作業工程を分析・判断し、工事照明や換気装置を作業に適した状態に自動制御する（特許出願中）。また、作業環境濃度の情報に応じて、換気装置の風量を自動制御で変更し、換気の実確性を高める。各種の情報は Web 画面で全て閲覧できるため、入坑管理や坑内作業環境等の安全管理情報と省エネルギー化のための使用電力量の把握や、デマンド監視等を一元管理することができる（図-2）。以下に、本システムの機能を示す。

(1) 安全管理の向上

① アクティブ RFID タグで坑内作業の情報管理

- ・ 入坑位置・行動履歴把握（100m 毎のリーダー）
- ・ 工事車両（大型ダンプ、生コン車等）の運行把握

② 作業環境濃度のリアルタイム監視

- ・ 温度、湿度、CO₂、CO、O₂、CH₄、粉塵、風速等
- ・ 濃度上昇時の警報メール、パトライト通知

(2) 省エネルギー化

① 換気装置の自動制御（例）

- ・ 作業工程判断により、粉塵発生作業前に風量を高め、粉塵

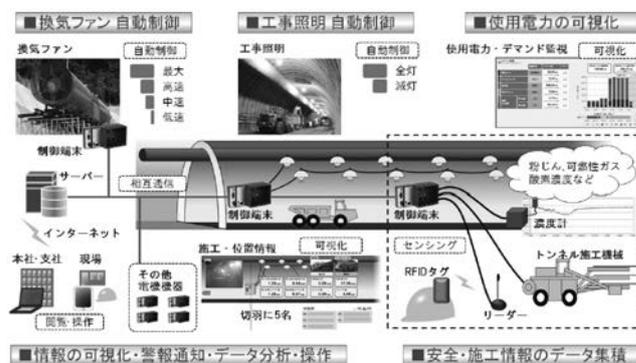


図-1 システムの概要



図-2 閲覧画面の一例（左：メイン画面、右：デマンド監視）

発生が少ない作業の場合は風量を低く自動制御

- ・ 作業工程判断に加え、作業環境濃度（各種ガス、粉塵等）の設定値（閾値）により、換気装置の風量を自動制御

② 工事照明の自動制御（例）

- ・ 作業工程判断により、ずり出し中等の大型ダンプの往来が多い場合は、照度を向上する自動制御
- ・ 作業が少ない場合は、通路照度 20ルクス（最暗部）を確保できる程度に間引きで節電する自動制御

③ デマンド監視

主要な電気機器の使用電力量をそれぞれ計測し、30分の最大需用電力（デマンド値）を予測する。上限設定値（閾値）を超える場合には、警報メールで通知。

▶ 用途

- ・ 山岳トンネル（NATM）工事

▶ 問合せ先

(株)銭高組 技術本部 技術研究所

〒102-8678 東京都千代田区一番町31 TEL：03-5210-2440

(株)イー・アイ・ソル

〒108-0014 東京都港区芝5-33-7 TEL：03-6722-5040

(株)流機エンジニアリング

〒108-0073 東京都港区三田3-4-2 TEL：03-3452-7400

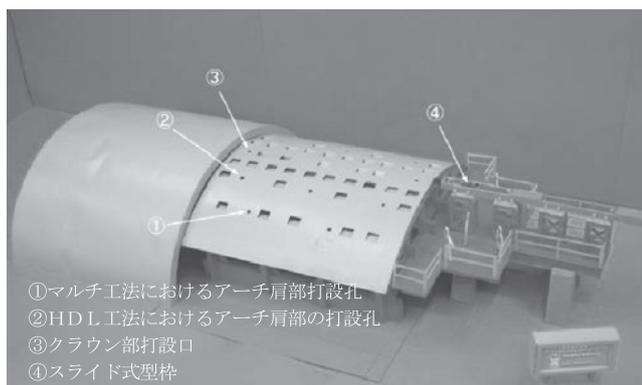
新工法紹介

04-372	HDL (Crowning High Dense Lining System) 工法 (クラウン部密充填ライニングシステム)	前田建設工業
--------	---	--------

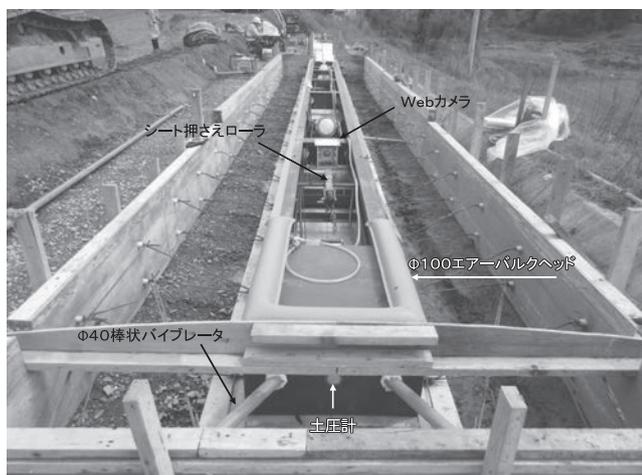
概要

当社はこれまで、覆工コンクリートの品質及び耐久性の向上を実現すべく技術開発に取り組み、覆工マルチ工法を開発している。当工法は多くの施工実績を積み重ねるとともに、コンクリートの品質、耐久性向上の効果も確認している。

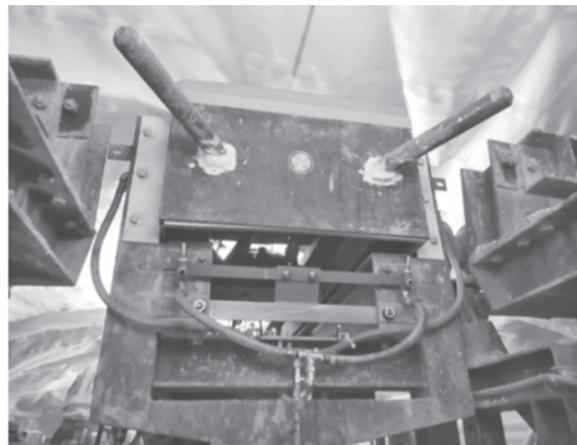
そして、さらなる品質向上をめざし、天端の充填圧アップと平準化および充填状況の可視化を可能にする工法、クラウン部密充填ライニングシステム (略称:HDL 工法) を開発した (写真一1)。HDL 工法は天端部に多機能型スライド式型枠を設置し (写真一2, 3), 増設した7ヶ所の打設口から天端部コンクリートを密充填圧入する工法で、天端に打設口を増設して圧入高さを低くすることで、充填圧入の効果が発揮しやすくなる。



写真一1 HDL 工法全体図 (模型)



写真一2 スライド式型枠全景 (実証実験時)



写真一3 スライド式型枠先端部の圧力計とバイブレータ

覆工マルチ工法と HDL 工法を組合せる事で、覆工コンクリートの隅々までバイブレータを用いて均一に締固めることにより、空洞のない高品質化・長寿命化を実現できる。各工法の相乗効果により、竣工時のひび割れ発生率は標準工法の1/10 以下に低減できるとともに、トンネル覆工コンクリート特有の竹割り縞模様も少なく出来映えも向上する。また、コンクリート締固め作業のシステム化・自動化、遠隔操作による省人化により、従来比約2割の労務費削減を実現することが可能である。さらに HDL 工法により、高密度な覆工を可視化しながら確実に構築することが可能である。

特徴

- ① HDL 工法では、センター吹上口からの打設時間が30分に短縮でき、流動性を確保できる (覆工マルチ工法は90分、標準工法は2.5時間以上)。
- ② 充填圧のアップ (妻側で4倍程度向上) と、平準化ができる。
- ③ スランプ保持・打設時間の短縮・高い充填圧がさらに高度化され、空隙のない高密度な覆工ができる。
- ④ 天端の充填状況を可視化できる (無筋区間)。
- ⑤ 竹割模様の無い、出来映えの良い覆工ができる。
- ⑥ 充填性、密度、ひび割れ抑制、出来映え、可視化など覆工に関する課題の多くを解決できる。

用途

- ・山岳トンネルの覆工コンクリート工事

実績

- ・道路の山岳トンネル工事 (延長: 479 m, 内空面積: 106 m²)

問合せ先

前田建設工業(株) 土木事業本部 土木設計部

〒102-8151 東京都千代田区富士見 2-10-2

TEL: 03-5276-5166

04-373	覆工コンクリート 施工管理システム	フジタ
--------	----------------------	-----

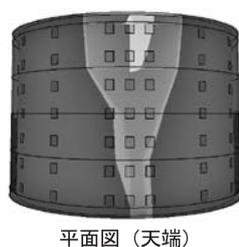
▶ 概 要

山岳トンネルにおける覆工コンクリートはトンネルの内面を覆う構造物であるため、高品質化、長寿命化への要求が高まっている。そのためには、施工方法や施工管理、適切な維持管理が非常に重要であるが、施工中はコンクリート打込みに従事する作業員や施工管理担当者の勘に頼ることが少なくなく、また維持管理時には施工状況の記録が残っていない場合がある。

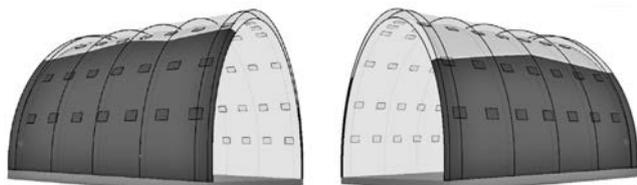
そこで、覆工の打込み状況をリアルタイムに可視化するとともに、施工状況を電子化（データ化）できる『覆工コンクリート施工管理システム』を開発した。覆工ウォッチャー[®]と圧力ウォッチャー[®]等の計測技術を用いて、コンクリートの打込み位置とセントル（移動式型枠）に作用するコンクリートの圧力をリアルタイムに測定し、コンクリートの施工状況を大型モニタに3次元表示させるとともにデジタル保存できる（写真-1）。



打込み位置表示モニタ 圧力状況表示モニタ
写真-1 大型モニタでのコンクリート施工状況の3次元表示



平面図（天端）



側面図（左側）

側面図（右側）

図-1 覆工ウォッチャーによるコンクリートの打込み位置を表示

▶ 特 徴

① 施工管理システム

覆工ウォッチャーを用いた打込み管理システム、圧力ウォッチャーを用いた圧力監視システム等の計測結果をリアルタイムに2次元あるいは3次元的に図化、表示することにより、コンクリートの打込み状況をリアルタイムに把握することができる。

② 覆工ウォッチャー[®]

覆工ウォッチャーは、国土交通省の新技術情報提供システム（NETIS）に登録されている技術（KT-140049-A コンクリート充填ウォッチャー）を覆工用に改良したものである。コンクリートの打込み位置が把握できるため、決められた打込みステップや打込み速度の遵守、打ち重ね時間などの管理に役立つ。また、型枠内に複数設置することにより、より正確にコンクリートの打込み位置を把握することが可能となる（図-1）。

③ 圧力ウォッチャー[®]

圧力ウォッチャーは、セントルの表面に圧力センサを設置し、セントル全体に作用する圧力状況を監視するものである。圧力が左右均等になるように打込み位置や高さ、時間等の管理に役立つほか、コンクリートの密充填が可能となり、天端部の空隙発生を防止することができる。また、複数の圧力値を設定することにより、圧力レベルを色で識別して綿密な充填管理ができる（図-2）。

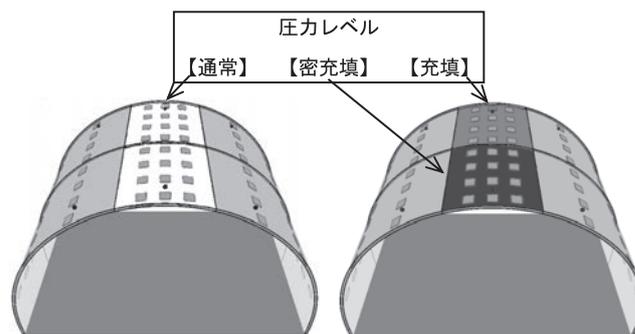


図-2 圧力ウォッチャーによるセントルに作用する圧力状況の表示（圧力レベルを色分けにより表示）

▶ 用 途

・山岳トンネル工事

▶ 実 績

・山岳トンネル（延長 L = 963 m、内空断面積 A = 88.9 m²）

▶ 問 合 せ 先

（株）フジタ 広報室

〒151-8570 東京都渋谷区千駄ヶ谷4-25-2

TEL：03-3402-1911

新工法紹介

11-100	タブレット・ICカードを利用した コンクリート運搬・施工時間の 管理・集計システム	安藤ハザマ
--------	---	-------

概要

構造物の建設において、コンクリートの品質管理は非常に重要である。中でも、コンクリートの練混ぜから荷卸しおよび打ち終わりまでの時間（以下、「運搬・施工時間」という。）は、JIS A 5308 レディーミクストコンクリート（日本工業規格）、コンクリート標準示方書（公益社団法人土木学会）およびJASS5 鉄筋コンクリート工事標準仕様書（一般社団法人日本建築学会）の規格・基準書等に準拠して厳密に管理できるよう、工事現場で管理台帳を作成している。

管理台帳の作成は手書きのため、システム開発会社やゼネコン各社が省力化に取り組んでいるものの、サーバーを利用する既存のシステムは、導入・運用コストが割高となっていた。

開発したシステムは、タブレット・ICカードを用いて、コンクリートの運搬・施工時間をスピーディーに管理・集計のうえ帳票化するものである（図-1）。品質管理情報は、インターネット回線を経由せずICカードに直接記録されるため、システム構成の小規模化と導入・運用コストの低減が可能となった。

特徴

①品質管理

・運搬・施工時間が規格・基準書の許容値であるか否かをタブレットで確認できるため、練混ぜから荷卸しまでの時間および練混ぜから打ち終わるまでの時間のいずれかでも超過したコンクリートは打設前に排除できる。

②省力化

・品質管理情報としての運搬・施工時間が自動で集計・帳票化されるため、業務の省力化が図れる。
・品質管理者は自動集計された帳票を場所を選ばずタブレットで確認できるため、作業性が向上する。

③手軽な小規模システムで経済的

・品質管理情報の記録には、安価なICカード（FeliCa）を使用する。
・ICカード1枚に生コン車1台を対応させ、繰返し使用するため経済的である。
・ICカードへの読み書きは、タブレットに搭載のNFCリーダライタを利用するため、専用の外付けリーダライタ機は不要となる。
・品質管理情報は、インターネット回線を経由せずICカードに直接記録するため、システム構成の小規模化と、導入および運用にかかるコストの低減が可能となる。

用途

・コンクリートの練混ぜから荷卸しおよび打ち終わりまでの時間の管理・集計（帳票出力）

実績

・トンネル工事（国土交通省）2件
・橋梁下部工事（国土交通省、宮城県）2件

問合せ先

安藤ハザマ 土木事業本部土木設計部
〒107-8658 東京都港区赤坂 6-1-20
TEL：03-6234-3670

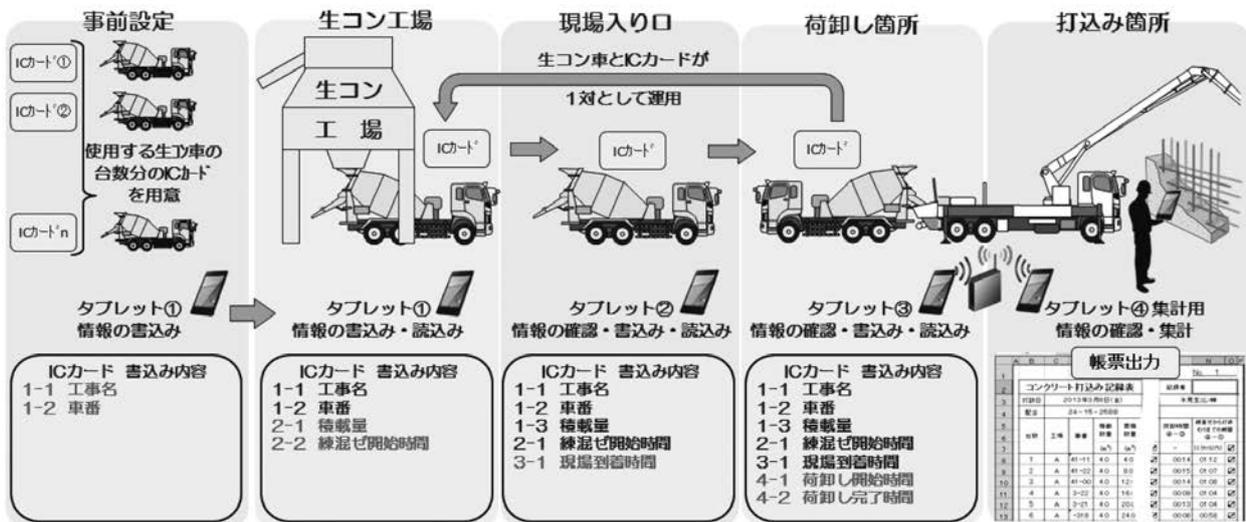


図-1 システムの概要説明図