

01-16	斜面計測監視 3D-ICT システム	安藤ハザマ
-------	--------------------	-------

▶ 概 要

軟弱な地盤地帯や地すべり地帯、あるいは都市部の近接施工のような難しい条件における建設工事では、斜面の変状や崩落に対して細心の注意を払う必要がある。そこで、地盤の安定評価や施工中の安全確保のため、多数の計測機器を設置し地盤の状況を確認しながら工事を進めることが多い。

しかし、このような計測を行うにあたって、地表に設置もしくは地中に埋設する計測機器は、多種多様なメーカーや機器があることから、計測データを一元管理することが困難であった。さらに、降雨や地震などにより斜面の変状や崩落が発生した場合、状況判断をする上で計測データの包括的かつ迅速な処理が必要不可欠であるが、既往のシステムでは、各種計測器のデータがそれぞれ独立した形で整理されているため、総合的な安定評価や判定に時間がかかるという問題があった。

そこで、これらの問題を解決するため、多種多様な計測機器に対応でき、得られた計測データを統合して、インターネットを利用してリアルタイムに関係者へ配信する斜面計測監視 ICT システム「ハモニス」(Hazama Ando Automatic Monitoring System)を開発した。このシステムについては、掘削法面の安定性やトンネル掘削による低土被り部の変位が懸念されている施工現場で採用され、品質や安全性確保に寄与した。

また、近年 CIM に関する技術開発が進み、種々の検討が実施されている。これに対して、上述した斜面計測監視システムにおいて、より詳細な計測データ整理や総合的な評価を実施できるシステムを構築することを目的として、既往のハモニスにおいて CIM を活用し、3次元斜面計測監視システムを実現することを目的とした技術開発を実施した。

▶ 特 徴

(1) 明かり掘削工事における開発事例

弊社における明かり掘削工事に関する CIM の事例としては、掘削法面における地質状況の3次元写真モデルの構築事例とともに、ダム現場における堤体材料の賦存量管理を3次元地質モデルにより実施した事例がある。これにより、掘削法面における断層破碎帯や強風化部などの3次元的な分布状況を評価することが可能となるとともに、掘削体積の算定などがより簡易かつ精度よく実施することが可能となった。

ここで図-1に、掘削法面の CIM 上で変位計測結果を3次元的に明示した事例を示す、これにより、既往の2次元断面図

における断面ベクトル表示に対して、変位状況を3次元的に確認することが可能になったこととともに、隣接する他の計測点の計測結果との比較、そして法面に分布する地質状況との関連把握などにより、総合的な評価の実施がより詳細かつ簡易に実施することが可能となった。

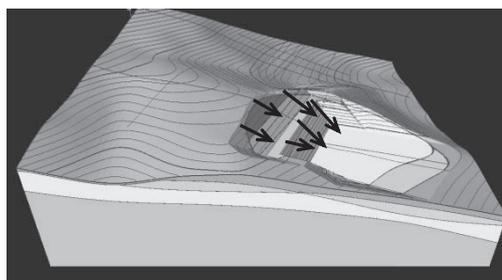


図-1 掘削法面における3次元変位状況

(2) トンネル建設工事における開発事例

弊社におけるトンネル建設工事における CIM の適用事例においては、トンネル線形を3次元的に示したモデル上に切羽写真を所定の位置に並べることにより、トンネルにおける地質状況を3次元的に俯瞰して総合的な評価が実施できるようにした。

ここで図-2に、このトンネル CIM 上に地表面変位計測結果を3次元表示した事例を示す。これにより、既往の2次元断面図における断面ベクトル表示に対して、トンネル掘削の進捗に伴い切羽に向かって変位する状況、トンネルに近いほど変位が大きく離れるほど変位が小さい状況などが詳細に確認できる。



図-2 トンネル坑口における3次元変位状況

▶ 用 途

・地山不良箇所の分布する施工現場における斜面計測監視

▶ 実 績

- ・地すべりの分布するトンネル現場 3箇所
- ・地すべりの分布する道路造成現場 1箇所

▶ 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

新工法紹介

02-145	3D パイルビューアー	安藤ハザマ
--------	-------------	-------

概要

杭・地盤改良施工情報可視化システム「3D パイルビューアー」は、地盤改良や杭工事で施工中に得られる様々な情報を三次元で可視化することが可能なシステムである。本システムにより、出来形の把握や支持層の変化に応じた補正をリアルタイムに行え、施工中での評価や判断が迅速になる。このため、施工の効率化や出来形・品質の確保が可能となる。

特徴

3D パイルビューアーは、①GNSS（汎地球測位航法衛星システム）やTS（トータルステーション）を利用した位置誘導機能、②改良体・杭の施工情報（施工深度、電流値、スラリー量、地盤性状等）を即時に可視化・評価・記録する機能の2つから構成される。本システムの構成を図-1に、表示画面を図-2に示す。

(1) 位置誘導機能との連携

位置誘導機能は、GNSSまたはTSと傾斜計を利用し、杭の設計位置に杭先端を正確に誘導することができる。これにより、目杭のずれやオペレータの見間違いによる施工ミスを無くすることができる。位置については、施工機械のキャビンに設置したモニターに、設計位置と実績位置が表示される。

(2) クラウド管理でリアルタイムに三次元可視化

杭先端の軌跡、電流値、スラリー量、回転数等をリアルタイムにクラウドに集積し、施工状況を三次元で可視化することが可能である。専用モニターには、地中での杭・改良体の形状が立体的に表示され、杭の状態を未施工、施工中、施工後の区分で識別するとともに、進捗状況や地盤抵抗値などを色の変化により直感的に認識できるため、速やかな情報共有が可能である。可視化した情報は、登録ユーザーであれば、インターネットを通じてどこでも確認することが可能である。これより、管理値を超えた場合などは、即時に関係者に通知して異常を把握し、施工上のリスクを低減することができる。

(3) 既存工法に幅広く適用可能

本システムへの取り込みデータは、様々な形式に対応しているため、深層混合処理工法や締固め杭工法、中掘式等の既製杭など、既存の工法に幅広く適用でき、高い汎用性を有する。

(4) N値や強度などの地盤性状をリアルタイムに評価

削孔時の地盤抵抗値と土質に応じた換算係数から、地盤の推定N値をリアルタイムに表示できるため、設計との差異を早

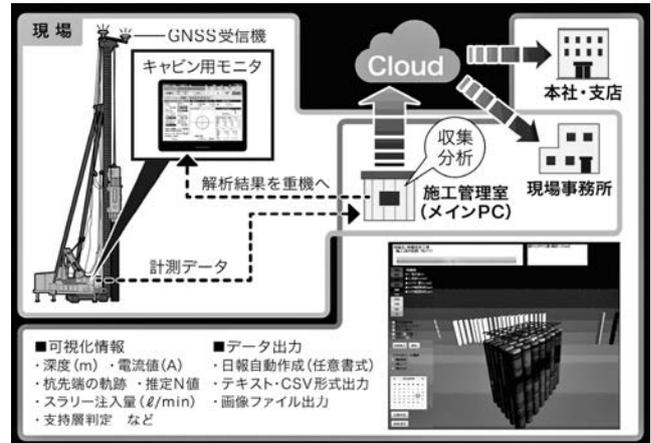


図-1 システム構成

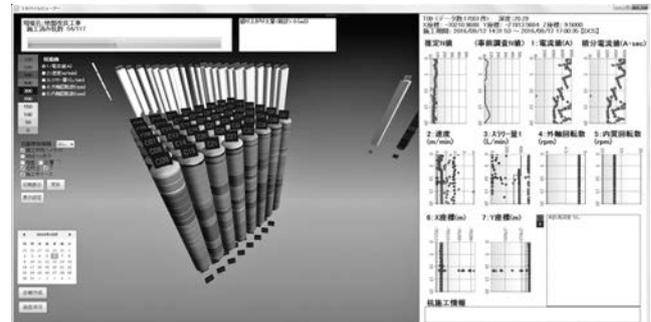


図-2 表示画面

期に判断することが可能である。

(5) 様々な書式に対応した日報作成（データ管理の省力化）

日報やデータ分析に必要な出力項目と書式を自由に設定し、終業時にワンクリックで日報を作成することができる。また、施工済みの大量の改良体や杭の情報を任意のグループに分けて管理したり、改良長、改良強度、施工日ごとの情報を引き出して確認したりすることができる。各種データはCSV形式で出力することも可能である。

用途

・既成杭工法、各種地盤改良工法

実績

- ・防潮堤基礎地盤改良工事（深層混合処理 DCS 工法）
- ・放水路耐震補強工事（深層混合処理 DCS 工法）
- ・高速道路基礎地盤改良工事（深層混合処理 DCS 工法）
- ・新築ビル液状化対策工事（締固め砂杭 DV 工法）

問合せ先

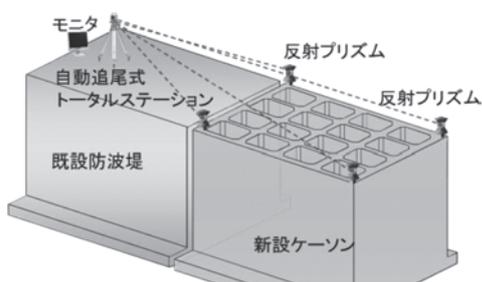
安藤ハザマ 土木事業本部技術第二部 道路・造成グループ
 〒107-8658 東京都港区赤坂6-1-20

TEL：03-6234-3672

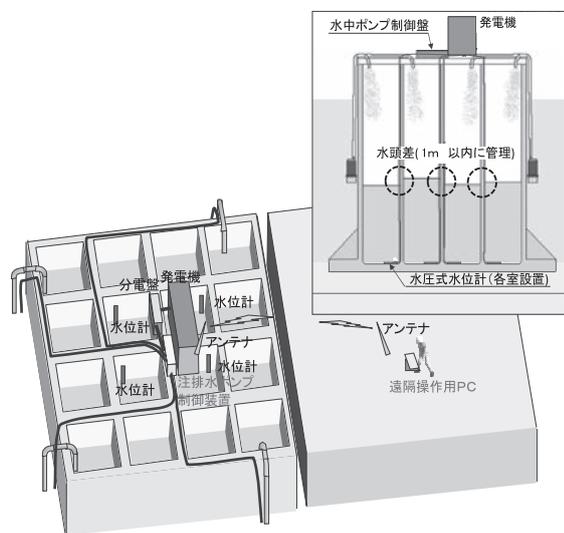
02-146	ケーソン据付時の注排水ポンプの操作を自動制御するシステム	みらい建設工業
--------	------------------------------	---------

▶ 概要

本システムは、ケーソン据付時に使用する分電盤と注排水ポンプの間に制御盤を設置するのみで、遠隔かつ自動で注排水ポンプを制御するものである。図一1の自動追尾式トータルステーション、図一2の水圧式水位計と併せて「ケーソン据付システム」として一体化して用いることができる。



図一1 自動追尾式トータルステーションでの位置確認



図一2 自動注排水ポンプ制御システムによる水平制御

自動注排水ポンプ制御システムは、据付ケーソン上に発電機・分電盤・制御盤から注排水ポンプへ配線を接続して、制御盤の操作は据付ケーソンから離れた場所（既設の防波堤など）のPCから無線により制御信号を送るシステムとしている。

また、据付時、注水中にケーソンが傾き隣り合う桝で1.0m以上の水位差が生じると、該当する注水ポンプが自動停止し50cm以下となると注水ポンプが再稼動するシステムとし、据

付中のケーソンの水平を保つようにした。

▶ 特徴

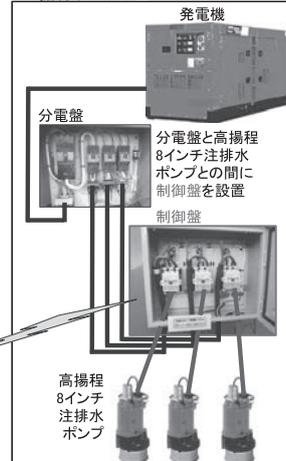
本システムにより施工する場合、図一3に示すとおり分電盤と高揚程8インチ注排水ポンプの間に注排水ポンプ制御盤を設置する以外は、通常のケーソン据付時に使用する機械を包装すればよいから、機械に左右されることはない。また、注排水ポンプ制御盤は人間が持ち運べるように20kg以下の箱に収納し、クレーンなど機械を使用しなくても設置できる小さなサイズとした。なお、制御盤の設置は1時間程度で作業が完了するため、このシステムのために別工程を設ける必要はない。



既設防波堤(または船舶上)



据付ケーソン上



図一3 自動注排水ポンプ制御システムの概要

▶ 用途

・港湾工事のうち、ケーソン据付工事

▶ 実績

- ・釧路港新西防波堤 D 部・E 部建設工事（北海道開発局 2014）
- ・追直漁港外防波堤 B 部建設工事（北海道開発局 2014）
- ・平良港（漲水地区）岸壁（-7.5m）（改良）（耐震）外1件築造工事（沖縄総合事務局 2015）

▶ 問合せ先

みらい建設工業(株) 技術本部 技術部
〒108-0014 東京都港区芝 4-8-2 TCG ビル 4F
TEL：03-6436-3719

新工法紹介

04-374	統合穿孔支援システム ドリル NAVI	鴻池組
--------	------------------------	-----

概要

国内大型プロジェクトとして期待されるリニア中央新幹線では、路線の大半を長大トンネルが占める。

このような山岳トンネル工事で多く採用される発破工法では、一般に余掘りの増大が課題となっている。この余掘りの増大は、材料や施工サイクルのロスになるほか、トンネル周辺地山を痛め、安全性や品質の低下の原因となる可能性がある。一方、山岳トンネルは地下深部にある線状構造物であり、事前に地表から十分な地質調査を行えないのが一般的であり、トンネルの品質を確保しながら安全に施工するためには、トンネル施工中に切羽前方や切羽周辺の地質を適切に評価しながら掘進することが重要である。

今回開発した統合穿孔支援システム「ドリル NAVI」は、山岳トンネルで標準的に使用するドリルジャンボに、①発破やロックボルト、先受け工などの全穿孔作業を正確に行える穿孔誘導技術、②切羽前方探査や日常の穿孔作業で取得した3次元の穿孔データで地山評価を行える地山診断技術、③坑内無線LANにより穿孔データを工事関係者内で共有できる情報共有技術を搭載することで、山岳トンネル工事における品質や安全性の確保、コスト縮減や工程確保を可能としたものである(図-1)。

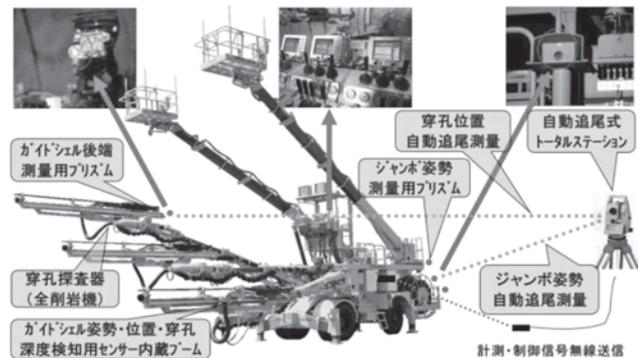


図-1 ドリル NAVI 概要図

特徴

①穿孔誘導技術「ドリル NAVIGATION」(図-2)

穿孔誘導技術は、自動追尾式トータルステーションと位置検知用センサーにより削岩機の穿孔位置を把握し、ガイダンス用モニターにしたがって計画した穿孔位置へ削岩機を誘導する技術である。本技術により、切羽外周のみならず芯抜き孔を含む全穿孔について±5cmの高精度で誘導できるため、熟練工(坑夫)の勤や経験に関係なく穿孔精度が向上する。

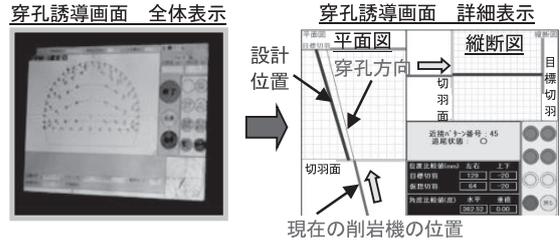


図-2 穿孔誘導技術 概要図

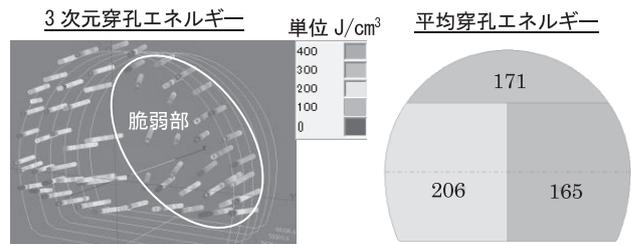


図-3 地山診断技術 概要図

②地山診断技術「ドリル EXPLORA」(図-3)

穿孔中の油圧データ(打撃圧, フィード圧, 穿孔速度, 打撃数等)を取得できる穿孔探査器を全削岩機に搭載し、得られた油圧データから地山状況の定量的な指標となる穿孔エネルギーを算出する。地山診断技術は、本機能と穿孔誘導技術で取得した穿孔位置データとを統合することで、3次元穿孔データを算出して地山評価を行う技術である。本技術により、日常の掘削作業において容易に3次元穿孔データを取得できるため、切羽前方、切羽全面、切羽周辺の地山状況を定量的かつ適切に評価できる。

③情報共有技術「ドリル NET」

情報共有技術は、ドリルジャンボのシステムパソコンと、工事事務所、ドリルジャンボ製造工場、本社技術部等とを坑内無線LANを経由してネットワーク回線で結び、常時、穿孔データや保守データを情報共有することで、各専門分野における迅速かつ確かな技術支援を受ける技術である。本技術により、地山トラブルや機械トラブルを未然に防ぐことができ、トンネル現場での工程遅延を防止できる。

用途

- ・山岳トンネル工事
- ▶実績
- ・鉄道・運輸機構 新長崎トンネル東(他)
- ・和歌山県 新紀見トンネル

問合せ先

(株)鴻池組 土木技術部 若林宏彰
〒541-0057 大阪市中央区北久宝寺町3-6-1
TEL: 06-6245-6580

新工法紹介

04-375	ドラムサイレンサー	フジタ
--------	-----------	-----

▶ 概 要

山岳トンネル工事において、発破掘削時に生じる大音圧の発破音には全周波数帯域の音が含まれているが、遮音のために坑口に設置される防音扉では低周波音を十分に低減させることは困難である。特に、一般的な防音扉の遮音性能は10～20 Hzの周波数帯域で低下し、コンクリート等による重量化を図った場合でも改善効果が十分に得られない場合がある。防音扉を透過した大音圧の超低周波音*は人間の耳には聞こえないものの、近隣建物の窓ガラスや建具を振動させてしまう恐れがある。

そこで当社は、防音扉では遮ることが難しい超低周波音を、トンネル内部で減衰させる吸音装置「ドラムサイレンサー」を開発し、国道115号円測トンネル工事（福島県相馬市）で性能検証を行った。

「ドラムサイレンサー」の本体は、発破時の爆風にも耐え、軽量かつ耐久性に優れた再生オープンヘッドドラム缶(580 mm φ, h = 890 mm)とした。天板部分にレーザー加工によるスリット開口(60 × 300 mm)を設け、内部に構造用合板(t12 mm)で組立てた共鳴箱(320 × 380 × 228 mm)が取り付けられ、総重量は28 kgである(図-1)。天板と本体はレバーバンドにより容易に取り外すことができ、JIS Z 1600規格のドラム缶であれば載せ替えも可能となっている。

開口から取り込まれた発破音が共鳴箱内の空気を激しく振動させ、熱エネルギーに変換させる仕組みとなっており、天板の開口面積や共鳴箱の形状、ドラム缶内容積を変更することで吸音特性が調整できる。坑口防音扉の遮音性能が低下する周波数

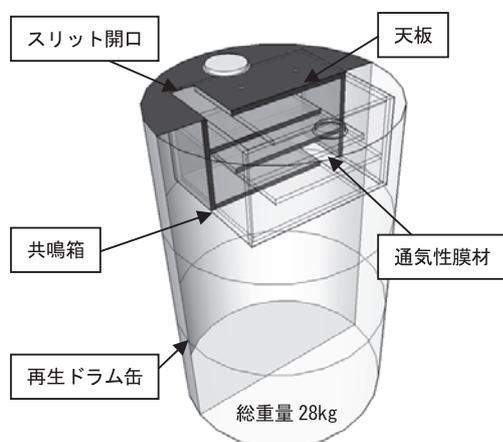


図-1 「ドラムサイレンサー」の概要

帯域に合わせたチューニングを行うことで効果を最大化することができる。

円測トンネル坑内では、200体の「ドラムサイレンサー」を安全通路の仕切りとして設置した(写真-1)。

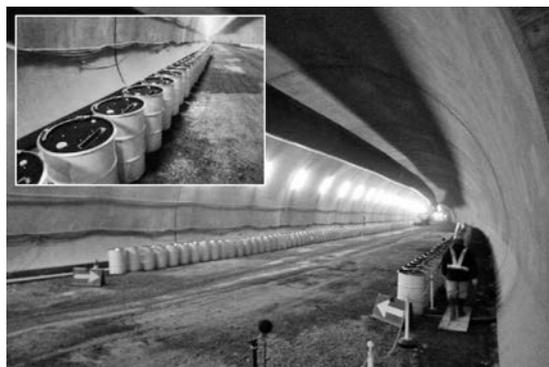


写真-1 トンネル坑内への設置状況

▶ 特 徴

① 200体設置で超低周波音を1/5に

トンネル坑内に「ドラムサイレンサー」を200体設置することで、対象とする発破時の超低周波音を約7 dB低減(エネルギーを1/5に低減)。低減量は設置数に伴い増加し、300体程度の設置で10 dB以上の低減を見込む。

② 小型・軽量化を実現

共鳴箱を内部に組込む事により、超低周波音を対象としながら小型化・軽量化を実現。比較的断面積の小さなトンネルや、設置スペースの確保が難しい初期の掘削段階から適用でき、作業員一人でも移動や設置が可能。

③ 再生材を利用した環境配慮型装置

本体に再生ドラム缶を活用することで、再生材の有効活用と、周辺の音環境への配慮を両立。

※超低周波音：空气中を伝搬する音波のうち可聴周波数(20～20000 Hz)以下の聞こえない音波

▶ 用 途

・山岳トンネル工事

▶ 実 績

・国道115号円測トンネル工事(発注者：国土交通省東北地方整備局、施工者：(株)フジタ、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/門田

〒151-8570 東京都渋谷区千駄ヶ谷4-25-2

TEL：03-3402-1911(代表)