

03-195	PPCa ボックスカルバート	東急建設 旭コンクリート 工業
--------	----------------	-----------------------

▶ 概 要

近年、建設工事の生産性向上が求められており、コンクリート工では、プレキャスト製品によるコスト、工期の削減及び生産性の向上が注目されている。しかし、ボックスカルバートの構築には、以前からプレキャスト製品を用いられているものの、運搬車両や揚重機等の制約から、中型以下のボックスカルバートに適用が限られてきた。

そこで当社は、大型のボックスカルバートに対して、側壁および頂版を部分的にプレキャスト部材に置換えた Partial PreCast (PPCa) 構造を開発し、施工機械等の制約下においても、プレキャスト化による生産性向上を可能とした。

部分プレキャスト部材は、プレキャスト側壁部材①、②およびプレキャスト頂版部材から構成され、軸方向鉄筋、幅止鉄筋及び配力鉄筋等が内蔵されている。プレキャスト側壁部材①は、側壁の内側と外側をそれぞれプレキャスト化した部材である。プレキャスト側壁部材①は側壁一般部として用い、プレキャスト側壁部材②は側壁最上段にプレキャスト頂版部材の対として用いる。プレキャスト頂版部材は、頂版の下側をプレキャスト化した部材で下側軸方向鉄筋、幅止鉄筋、配力鉄筋及びハンチ鉄筋が内蔵されている (図-1)。

施工手順は、現場打ちコンクリートにより構築した底版上に、内外側を対にしたプレキャスト側壁部材①を架設し、道路横断方向はモルタル充填継手にてプレキャスト部材を接合する。道路縦断方向は、隣接する部分プレキャスト部材を架橋する配力

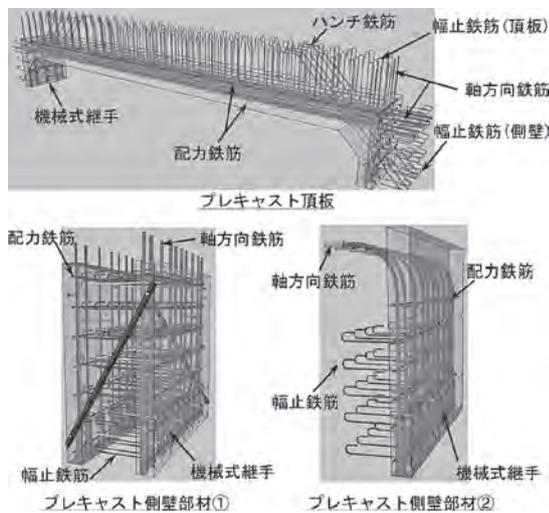


図-1 プレキャスト頂版部材・側壁部材の概要

鉄筋を配置した後、中詰めコンクリートを充填する。頂版は、プレキャスト頂版部材とプレキャスト側壁部材②を側壁上に架設し、モルタル充填継手により側壁と接合した後、上側軸方向鉄筋・配力鉄筋を配置し、中詰めコンクリートを打ち込んでボックスカルバートを構築する (図-2)。

▶ 特 徴

①工期短縮

鉄筋を組み込んだ PCa 部材は型枠も兼ねることから、鉄筋組立工、型枠組立・解体工が削減可能である。さらに、プレキャスト頂版部材が、施工時荷重を負担するため、頂版コンクリート打込み時の支保工の削減が可能である。これにより、現場打ちボックスカルバートと比べて、約 36%*の工期短縮が可能となる。 (*：内幅 7m, 内高 5.2m, 延長 10m の試算結果)

②構造性能

現場打ちコンクリートにて構築したボックスカルバートと同等以上の耐力、変形能を有することを実大構造物実験で確認している。

③構造計算不要

現場打ちボックスカルバートから本工法に変更する場合、断面諸元を変更しないため、改めて構造計算をする必要がなく、図面の修正等のみで比較的容易に本工法への変更が可能である。

④実物大の載荷試験・施工試験により、先端建設技術審査証明を取得している (第 202101 号)。

▶ 用 途

・大型ボックスカルバート工事

▶ 実 績

・R2 国道 246 号渋谷駅周辺地下道工事 (関東地方整備局発注)

▶ 問 合 せ 先

東急建設(株) 土木事業本部技術統括部 技術推進部 技術管理グループ

〒150-8340 東京都渋谷区渋谷 1-16-14 (渋谷地下鉄ビル内)

TEL : 03-5466-5272

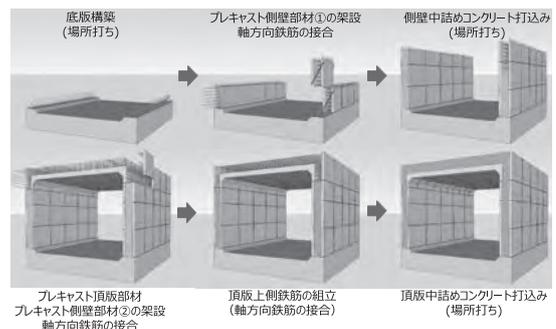


図-2 施工手順の概要

新工法紹介

04-452	山岳トンネルにおける 防水シート自動溶着技術	五洋建設 大栄工機
--------	---------------------------	--------------

概要

山岳トンネルにおける防水シートは、敷設から溶着までの一連の作業を足場台車上の高所で狭小な環境下で2～3人の熟練作業員が手作業で行うのが一般的である。しかしながら近年は、熟練作業員が少なくなるとともに、山岳トンネル工事においても省力化や効率化が期待されており、防水シートの敷設についても例外ではないと考えられた。

本技術は、標準的な防水シート同士の溶着を自動で行うものである。走行部、回転部、バランス、シーソーおよび溶着装置からなる自動式溶着機をシート張り台車に設けたガイドレール上を走行させ、シート間の溶着を行うものである。走行部の駆動には歯車を用い、ガイドレールに設置したチェーンにかみ合わせることで、走行の安定性を確保した。また、シーソー端部に設けたバランスで溶着機の上下方向の位置をコントロールするとともに、回転部による首振り機構で溶着機を走行方向の前後に移動させることでシートによれやたるみがあっても安定した拌み溶着が行える機構を有している。加えて、溶着機防水シートへの溶着機セットから走行まで作業員一人で行うことができる。

今後は、防水シートの展張、張り付け、溶着および品質管理を含めて施工の最適化を目指す。

特徴

本技術の特徴としては、以下のとおり。

- ① 作業開始、緊急停止の2つのボタンで制御可能であることから作業員の熟練度によらず容易に操作できる。
- ② 走行部には首振り角度を把握するセンサーがあり、溶着機が走行部より先行した場合には走行部の速度を増加させ、遅れた場合には走行部の速度を遅くすることでシートのよれやたるみに対応できる。
- ③ 溶着機の前方に設けたシート取込み装置によって、しわなくシートを溶着することができる。
- ④ 走行にガイドレールに設けたチェーンと走行部の歯車によって登り方向、下り方向を問わず走行時の滑りを防止することができる。

用途

・山岳トンネルの防水工

実績

・西日本高速道路(株) 佐世保自動車道 弓張トンネル工事



図一 本技術の概要



写真一 本技術を搭載した足場台車と実証試験状況



写真二 自動溶着機

問合せ先

五洋建設(株) 土木部門 土木本部 土木技術部
〒112-8576 東京都文京区後楽 2-2-8
TEL : 03-3817-7531

04-453	深層学習を活用した トンネル切羽評価技術 Auftakt for Tunnel Face (アフタクト フォー トンネル フェイス)	飛鳥建設
--------	--	------

▶ 概 要

山岳トンネル工事では、掘削直後の切羽状況を評価項目ごとに評価・記録し、切羽観察記録を作成する業務である切羽観察が日々実施されている。この際、切羽観察記録の完成には現場と事務所間の往復が必要となることや、掘削直後の切羽直近で目視判定を行うため安全確保に留意する必要があることなど、業務効率と安全面に課題がある。

このような背景から当社では、深層学習技術を「業務を補助する技術」として活用した切羽観察システム Auftakt for Tunnel Face を開発した。このシステムには画像を入力する深層学習モデルが組み込まれており、切羽全体を撮影した写真を用意するだけで自動的に切羽観察記録が生成される。これによって、切羽観察記録完成までの観察者の操作は「写真の撮影とアップロード」と「自動的に作成された切羽観察記録を修正する作業」の2つだけに集約され、業務量の大幅な軽減が期待できる(図-1)。自動入力の対象は、圧縮強度や風化変質度などの観察項目ごとの各評価点と、岩種や風化による見た目の特徴を簡略化して示した切羽スケッチとしている。

▶ 特 徴

①複数の深層学習モデルを構築し適用

切羽写真を入力として一切の手作業を介さずに切羽観察記録を出力できるよう、複数の深層学習モデルを適用している。具体的には、切羽スケッチの出力には敵対的生成ネットワーク(GAN)(図-2)を用いており、切羽評価点は切羽上半検出ネッ

トワークと画像識別ネットワークを組み合わせることで算出している。各深層学習モデルは、当社のトンネル工事実績から3,000枚以上の切羽写真とその評価結果(2023年5月現在)を収集し、構築したものである。

②利便性を追求した実装

切羽写真や測点情報を迅速にアップロードして深層学習モデルを動作させることができるよう、スマートフォンとPCのどちらでも動作するアプリケーション(図-3)を開発した。これにより、導入に際して専用のPCやタブレット端末、撮影機器を用意する必要がなくなり、利便性が高く運用しやすい。また、アプリケーションや深層学習モデルはクラウド上に保存されているものを使用するため、保守性においても優れたシステムとなっている。

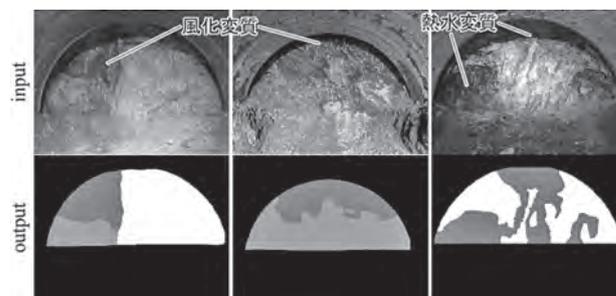


図-2 GANによる切羽写真からスケッチへの変換例



図-3 アプリケーションの動作例



図-1 システムの実行フロー

▶ 用 途

・山岳トンネル施工現場での切羽観察業務

▶ 実 績

・国内山岳トンネル建設工事

▶ 問 合 せ 先

飛鳥建設(株) 技術研究所
 〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472
 TEL: 04-7198-1101 (代表)

新工法紹介

04-458	山岳トンネル 施工管理システム 「Hi-Res」	スガキカイ 安藤ハザマ
--------	--------------------------------	----------------

概要

山岳トンネル工事では、一般に掘削から吹付け・ロックボルトまでの一連の作業を繰り返すことで施工を進めます。この作業サイクルにおける無理・無駄を排除することによる生産性の向上が重要となります。そのため、昼夜の作業状況を作業日報などから分析し作業の最適化を図ってきましたが、手間を要するため、より精度良く効率的な情報収集技術が求められていました。

近年ではトンネル切羽に設置したカメラ映像から作業状況を解析するなどの新技術導入も進んでいます。しかしながら、これらの情報については教師データ作成の手間や、精度の面で課題が残されていました。

また、昨今のエネルギー事情を背景に、無理・無駄を無くした適切な仮設備運用を行う技術が求められていました。

これらを背景に、従来販売していた工種別風量自動制御システム「i-Res (NETIS QS-180047-A)」を、更に発展させたものが山岳トンネル施工管理システム「Hi-Res」です。

特徴

Hi-Resは電気信号を得ることができる機械設備であれば接続できるため、エンジン駆動の重機なども対象とすることができ、掘削方法やブリー運搬方法の制約を受けません。

- ・坑内の重機および仮設備の稼働情報を電氣的に取得、作業工種（サイクル）を判別し、サイクルチャートを分単位で自動作成します。
- ・判別された作業工種に合わせて、粉塵が拡散する前に送風機・集塵機の出力制御を行うため、坑内作業員の健康に配慮した、最適な換気制御が可能です。
- ・使用電力量監視（デマンド監視）を行い、換気設備ほか指定する設備の制御を行うことで、契約電力量の抑制（ピークカット）を図ります。

- ・収集した各種データはクラウドサーバーに集約され、現場事務所などの遠隔地から閲覧および操作が可能であり、作業の効率化に活用することができます。

用途

- ・山岳トンネル工事における坑内作業の管理
- ・山岳トンネル工事における使用電力量の管理

実績

- ・全国の様々な山岳トンネル工事で運用中
- ・菅機械工業(株)よりシステムレンタル対応中です。

問合せ先

菅機械工業(株) 営業本部

〒101-0042

東京都千代田区神田東松下町13番地 神田プラザビル4F

TEL：03-5296-0551

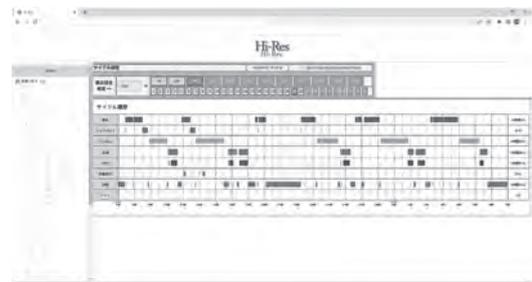


図-2 サイクルチャート画面



写真-1 操作ユニット画面

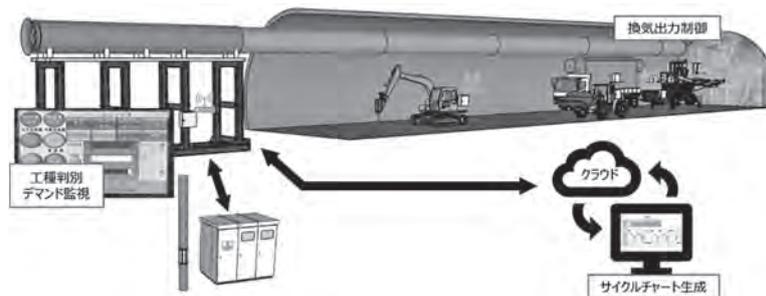


図-1 Hi-Res システム全体図

新工法紹介

08-56	海上工事デジタルツインシステム	東洋建設
-------	-----------------	------

▶ 概 要

沖合における海上工事は、一般的に港付近の広大な海域が作業区域となり、作業船の配船状況を俯瞰して見られる場所の確保は困難である。新設の海上構造物の築造工事における基礎工など水中部の施工では海上に複数の船舶が散在している状況を一見しても、どの位置で何の作業をしているのか遠目からでは判断しづらい。従って現場担当者が各船舶に乗船し、電話や無線連絡、複数の ICT システムを併用した人的な監視によって統合管理を実施している。このような現状から、より効率的に現場管理を行うために現場から得られる情報をリアルタイムに仮想空間に反映し集約表示させることにより、理解しやすく直感的に扱えるデジタルツインシステムを構築し現場へ適用した。これによりデータ入力手間を省略するとともにクラウド経由でデータ共有を行えるため、現場事務所や支店など遠隔地での BIM/CIM によるリアルタイムデータ管理が可能となった。

▶ 特 徴

デジタルツインとは現実空間から収集したデータを仮想空間上に再現する技術のことであり、本システムにおける当該データは、気象情報、ICT ツール「ガット船測りマス (エム・ソフト製)」にて得る情報、船舶位置情報である。これらの情報

について、3D モデルを配置した仮想空間上にリアルタイムに表示させることにより、管理者等が遠隔地より現場を様々な角度から俯瞰して管理できるシステムとなっている。図-1 に本システム画面を示す。船舶位置情報は専用アプリケーションを搭載したスマートフォンからクラウドへ一定時間ごとにアップロードすることにより取得する。これと事前に用意した船舶 3D モデルを紐づけてシステム画面上に表示させる。船種や船名等の情報はスマートフォンアプリへの入力によりテキスト表示される。「ガット船測りマス」は、iPhone/iPad アプリケーションであり、端末に搭載されているカメラやセンサーを駆使した AR 画像技術により体積自動計算が可能である。これより投入石材の検取数量を得る。本システムでは、この検取データがデジタルツインシステム内にタグ表示されるとともに管理表に自動出力される機能が付加されている。このような ICT ツールとの連携により機能拡張が可能なシステムである。

▶ 用 途

- ・海上工事の統合管理

▶ 実 績

- ・名古屋港新土砂処分場埋立護岸基礎工事

▶ 問 合 せ 先

東洋建設(株) 土木技術部
 〒 101-0051 東京都千代田区神田神保町 1-105
 TEL : 03-6361-5464

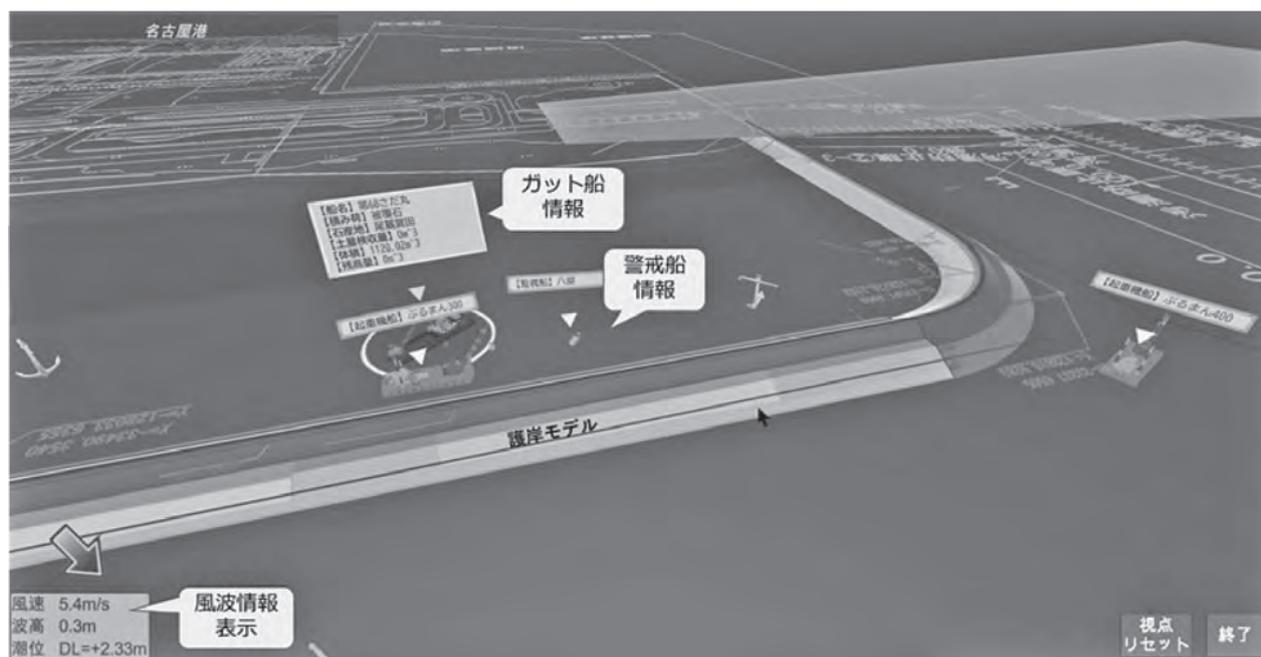


図-1 システム画面