

03-191	テコアップシステム	大成建設
--------	-----------	------

▶ 概 要

「テコアップシステム」は、超高層建物の環境配慮解体工法「テコレップシステム」に用いた仮設架構昇降技術を応用・発展させ、タワークレーンを搭載した専用鉄骨フレームを施工の進捗に併せ上昇させながら建物を構築する技術である（写真—1）。

RC 積層工法で高層建築物を構築する場合、揚重用のタワークレーンは設置場所の制約から、建物外部に設置することが多く、建物全体を揚重エリアとするためには、内部建てと比較してクレーンのサイズが大きくなり、それに伴ってコストも高くなる傾向にある。

また、従来の工法では、タワークレーンを施工中の建物に固定して使用するため、建物内部に設置する場合は、タワークレーンの基礎部分が建て方階より5～6層以上下方となり、クレーンマスト周囲に後施工部分が発生し、躯体内部に雨水の流入等もあり後工程に影響を与える可能性がある。

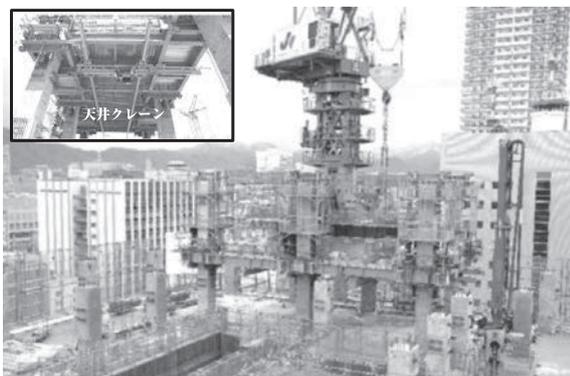
本技術では、専用鉄骨フレームが常に施工最上階より上方に位置するため、下階に開口部を設ける必要がない。また、本設柱で支持する専用フレームとタワークレーンの位置を自由に設定できるため、クレーンの能力を最適化することが可能である。

更に、クレーン基礎荷重に対して必要となる躯体の構造補強は、フレーム全体の荷重を含め、本設柱で負担するため、大掛かりな補強が不要で、効率的な施工を実現できる。

▶ 特 徴

①本設柱を利用する上昇機構

本設柱の頂部に取付けた仮設の反力治具から吊材（ストランドワイヤー）を使用して専用鉄骨フレーム全体を安全かつ短時間でクライミングを完了する（図—1）。



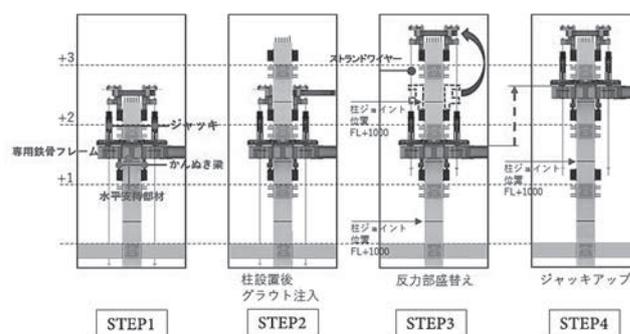
写真—1 テコアップシステム実施状況

②クライミング機構

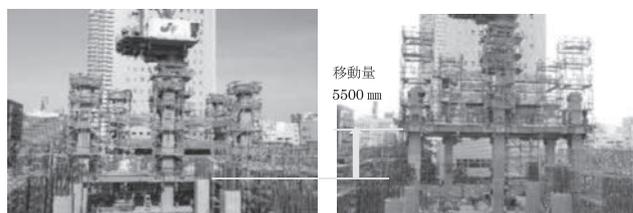
専用鉄骨フレームにジャッキ・水平支持部材・荷重受けのかんぬき梁等を装備し、通常のクレーン作業及びクライミング作業も安全に実施することが可能なシステムとしている（写真—2）。

③専用鉄骨フレーム下部天井クレーン

タワークレーンで揚重が困難な専用鉄骨フレーム下部には、走行レール外部も揚重可能な天井クレーンを設置することにより、フレーム下部の作業を効率的に実施することが可能である（写真—1の左上）。



図—1 テコアップシステム上昇手順



写真—2 専用フレーム下部天井クレーン

▶ 用 途

- ・RC 積層工法を用いた超高層建築の新築工事

▶ 実 績

- ・北8西1地区第一種市街地再開発事業 施設建築物（A棟）

▶ 問合せ先

大成建設(株) 建築総本部生産技術イノベーション部
〒163-0606 東京都新宿区西新宿1-25-1
TEL：03-5381-5445

新工法紹介

04-438	i-NATM [®] (発破の高度化技術と全自動ドリル ジャンボの連携による生産性向上の 取組み)	安藤ハザマ
--------	---	-------

概要

山岳トンネルの施工は、いまだに多くの部分を熟練作業員の技能に頼っている現状があり、近年は、熟練作業員の減少や新規入職者の不足への対応が喫緊の課題となっている。熟練作業員の技能に大きく依存する作業の代表的な例として、切羽掘削における発破作業が挙げられる。発破掘削は硬岩から中硬岩地山を対象としており、地山の変化に対して比較的容易に対応できるため、効率と経済性の面から山岳トンネルでは一般的な掘削方式である。発破作業はトンネル切羽における施工サイクルの約3割を占めており、その効率が山岳トンネル工事の生産性に大きく影響する。

このような背景のもと、当社はICTにより山岳トンネル工事の生産性を飛躍的に高める取組みとして「山岳トンネル統合型掘削管理システム (i-NATM[®])」の開発を推進しており、その一環として、「切羽出来形取得システム」、「発破パターン作成プログラム」などの発破の高度化技術を開発してきた。

この度、当社施工の山岳トンネル工事に、これまで開発してきた発破の高度化技術と古河ロックドリル社製の全自動ドリルジャンボを適用し、これらの技術を連携することで発破における穿孔作業の完全自動化を実現した。

特徴

①切羽出来形取得システム

切羽出来形取得システムは、3D スキャナを搭載した計測車両とトンネル坑内に設置したトータルステーションを連携させることで、発破後の切羽出来形を短時間かつ高精度に取得することができる。

②発破パターン作成プログラム

発破後の切羽出来形、装薬孔の穿孔位置など過去の施工データを蓄積し、それらを分析することで当社独自の発破理論を構築した。発破パターン作成プログラムは、構築した発破理論にもとづき、トンネル断面、進行長および岩盤の硬軟に応じた発破パターンを自動で作成することができる。

③全自動ドリルジャンボ

発破パターンや穿孔順序などの情報を事前に登録しておくことで、穿孔作業を自動で行うことができる。これにより、従来はオペレータ2～3人で行っていた穿孔作業を1人で行うことが可能となる (写真-1)。

現場での運用

現在、発破の高度化技術と全自動ドリルジャンボを連携することで穿孔作業を1名で行っている。さらに、発破の最適化サイクル (図-1) を実践することにより、オペレータがドリルジャンボを直接操作する従来の施工方法に比べ、約40%の余掘り量低減効果も確認できている。今後は、長孔発破を行う硬岩地山区間において、本技術を適用し、余掘り量を低減しつつ、岩盤を確実に破碎することで山岳トンネル工事の大幅な生産性向上を目指していく。



写真-1 全自動ドリルジャンボ

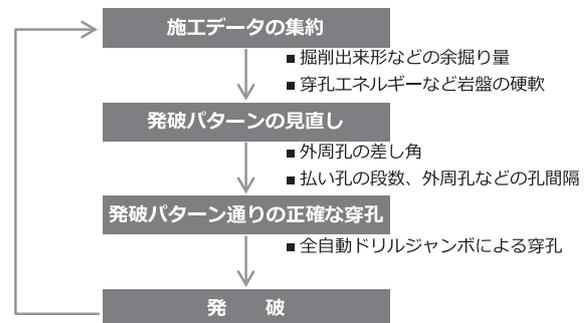


図-1 発破の最適化サイクル

用途

・山岳トンネルにおける発破作業

適用実績

工事名：北海道新幹線、後志トンネル (天神) 他
 発注者：独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構
 北海道新幹線建設局
 施工者：安藤ハザマ・伊藤・堀口・泰進北海道新幹線、
 後志トンネル (天神) 他特定建設工事共同企業体

問合せ先

(株)安藤・間 建設本部 土木技術統括部 技術第三部
 〒107-8658 東京都港区赤坂6-1-20
 TEL：03-6234-3673

04-439	新型6 m継ぎ仕様ロックボルト専用機 (ボルティンガー)	・大成建設株 ・古河 RD 株
--------	---------------------------------	--------------------

▶ 概 要

山岳トンネルの掘削は NATM 工法による施工が一般的であり、ロックボルトによりトンネル断面の周辺地山を補強している。なかでも 6 m ロックボルトを人力で挿入する作業は、その長さや重量のため大変な苦勞を強いられる。2021 年 8 月に導入した新型 6 m 継ぎ仕様のロックボルト専用機では、打設位置を示すガイダンス機能、モルタル充填機能および空調機能を備えた操作キャビンを追加し、一連の作業を正確かつスピーディに施工するとともに安全で快適な作業空間を実現した。

この新型ロックボルト専用機に搭載したロックボルトガイダンス機能は、キャビン内のモニター表示に従って各ブームを操作するだけで、正確な位置、方向に打設することができるため、作業員による打設箇所へのマーキング作業が不要になった。また、500 kg サイロを装備したモルタル供給装置を機械後方に搭載したことにより、キャビン内よりモルタル充填操作を可能にした。さらにブーム操作は、これまでの複数レバー方式から 2 本のジョイスティックレバー方式とし、操作性も向上させた。

従来 5 人で作業を行っていたロックボルト打設作業が、ロックボルト専用機を用いることで、旧型機では 3 人で施工できるようになり、さらに今回開発した新型機では、モルタル充填操作までキャビン内から行えるため、すべての作業を 2 人で施工可能となった。

▶ 特 徴

①モルタル供給装置をロックボルト専用機と一体化

従来 2～4 t 級の車両に搭載していたモルタル供給装置をロックボルト専用機の後方に搭載し、この操作をキャビン内から可能とした。

②ガイダンス機能により正確かつスピーディな施工を実現

予め計画したロックボルト施工位置・角度・長さを操作席のモニター画面上表示し、画面を見ながらの正確な操作、施工を実現した。

③穿孔時に取得した地山情報を BIM/CIM へ統合

穿孔時に得られた様々なデータ（位置情報・穿孔速度・各種圧力など）を BIM/CIM モデルに自動統合し、三次元的に地山状況を把握することが可能になった。

▶ 用 途

・山岳トンネルロックボルト打設



図一 1 (左)旧型機 (右)新型機



図一 2 ロックボルト専用機機構



図一 3 モルタル供給装置の搭載



図一 4 ガイダンス機能他

▶ 実 績

・国道 57 号滝室坂トンネル東工区工事 他 2 件

▶ 問 合 せ 先

大成建設株

〒 163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1

TEL : 03-3348-1111

新工法紹介

04-440	掘削発破を震源とする 長距離探査法「T-BEP」	大成建設
--------	-----------------------------	------

概要

山岳トンネル工事では、大量湧水が想定される湧水帯や岩盤が脆い状態になっている破砕帯がある場合、その位置や規模などの地山状況をできるだけ早期に把握し、掘削作業の安全性や作業効率を考慮して、様々な対策を講じることが求められる。これまで山岳トンネル前方の地山状況を把握するための方法として、坑内で探査用発破により生じる地震波を活用する弾性波探査が用いられてきた。しかし、従来の探査法は探査のみを目的として発破を行うことから工事を中断することになり、また探査用の火薬量の制限から切羽前方探査距離は最大でも150m程度で、長距離に渡り地山状況を把握することは困難であった。そこで当社は、従来の2倍以上の探査が可能な長距離地質探査法「T-BEP (= Blast Excavation Prospecting)」を開発した(図-1)。また、福井県にある荒島第一トンネル(発注者:国土交通省近畿地方整備局)建設工事において、本探査法の効果を検証した。

特徴

T-BEPの特徴は以下の通りである。

①探査用発破が不要となり工期を短縮

トンネル掘削用の発破を震源とするため、従来、毎月1回程度の頻度で終日掘削を止めて行っていた探査用の削孔・装薬・発破に関する一連の作業が不要となった。

②前方地質を長距離で把握し長期施工計画を立案可能

発破の時間間隔調整(図-2での段飛ばし参照)と受振装置の設置方法に改良(地盤中にモルタルで確実に設置)を加え、

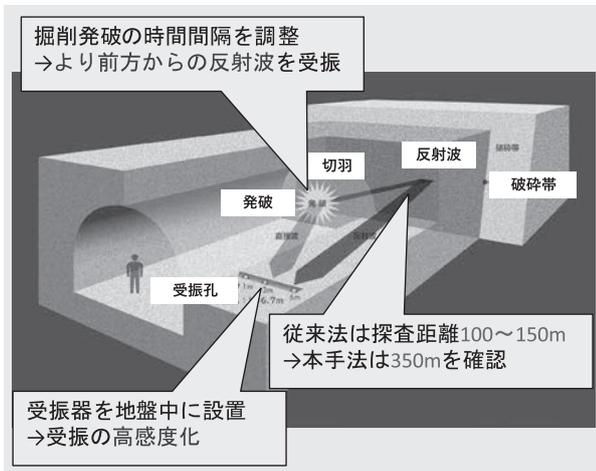


図-1 概要図

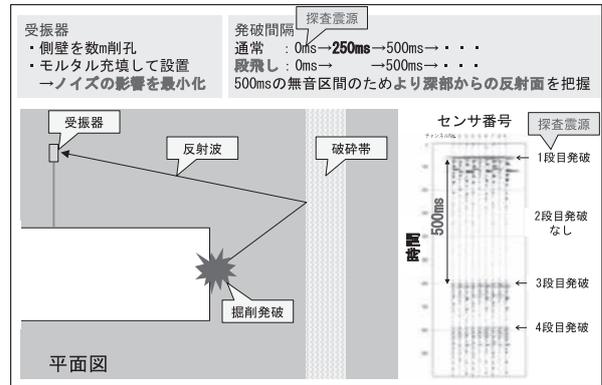


図-2 開発技術の概要

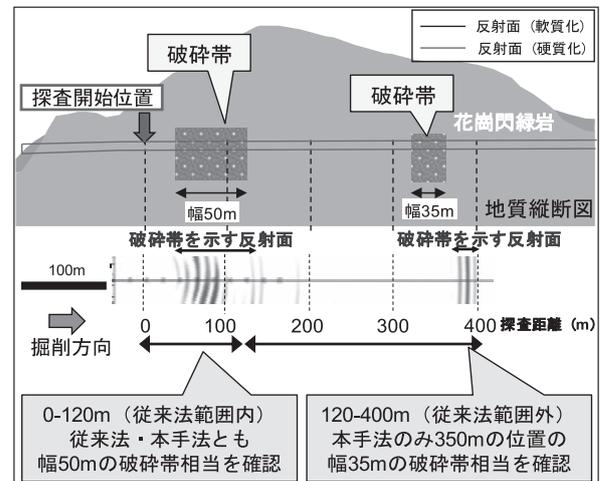


図-3 効果検証実験結果

地中を伝わってきた地震波を高感度で精度よく把握できるシステムを構築した。荒島第一トンネルでの効果検証の結果、従来の2~3倍である350m前方の幅35mの破砕帯を誤差40mで探査できていることを確認した(図-3)。また、従来に比べ、早期に切羽前方の地質を把握できるため、長期(約4か月程度)のトンネル施工計画立案が可能となった。今後、当社は調査の精度が低いとされる大土被り(トンネルの標高と地表面の標高の差が大きい)トンネルに対して本探査法を提案するなど、山岳トンネル工事での地質探査に積極的に展開していく方針である。

用途

・掘削発破で施工するトンネル

実績

・国土交通省近畿地方整備局 荒島第一トンネル

問合せ先

大成建設(株) 技術センター 社会基盤技術開発部
〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1
TEL: 045-814-7221

11-123	「ものづくりをデジタルで」 Shimz Smart Site	清水建設
--------	-----------------------------------	------

1. Shimz デジタルゼネコン

清水建設では、新型コロナウイルスの脅威の中、デジタル技術を積極的に活用して事業変革・業務変革を実現しなければ、顧客の要求に応えることができず、生き残ることができないのではないかという危機感を抱いている。

加えて、日本の建設業界の動きとして、単体の建物から「街づくり」へと重心が変化し、スマートシティやスーパーシティ、シンガポールに代表されるデジタルシティなど、デジタルな空間やサービスを提供することが、新しい街づくりのキーコンセプトになってきているという状況もあることから、これらを総合的に判断して、当社のこれまでのデジタル戦略を見直すことにした。

我々清水建設の原点は、リアルなものづくりを提供してきた210年余りの歴史と、「宮大工」であった清水喜助の「匠」の心である。この原点を忘れることなく、最先端の技術を活用したデジタル化をどのように進めて行くのかという議論の中から生まれたコンセプトが、「ものづくり（匠）の心を持ったデジタルゼネコン」である。

リアルなものづくりの知恵と、先端デジタル技術とを活用して、ものづくりをデジタルで行い、リアルな空間とデジタルな空間・デジタルなサービスを提供するゼネコンを「デジタルゼネコン」と表現するが、これに、当社の業務すべてをデジタルで支えるという考え方を加えた、「ものづくりをデジタルで」、「ものづくりを支える業務をデジタルで」、そして「デジタルな空間・サービスを提供する」の3つが、「Shimz デジタルゼネコン」の軸である。

2. 「ものづくりをデジタルで」

清水建設の建築事業では、プロジェクトの上流段階である企画設計から下流の運用まで、一貫したデータの連携体制を構築している。

上流段階の企画設計は、当社が培ってきたものづくりのDNAと、最新のコンピューテーショナルデザイン手法とを融合させて構築した独自のデジタルプラットフォームである「Shimz DDE」を用いて行う。これにより、これまで独立して使われていたCGや、設備・構造シミュレーション、図面化だけではなく新たなデザインアプローチが可能になる。

「Shimz DDE」を利用して行われた試行錯誤の結果は「Shimz

One BIM」に連動させる。「Shimz One BIM」とは、設計者が作成する構造図などの設計 BIM データを施工や製作、運用段階まで連動・連携させて業務の効率化を実現するシステムのことであり、オートデスクの BIM 用ソフトウェアである Autodesk® Revit® をベースに構築されている。これにより、設計・施工・保全の各側面において、ものづくり業務のデジタル化を強力に推進することができる。

3. 次世代生産システム Shimz Smart Site を策定

施工段階においては、デジタル技術を活用するための基本コンセプトとして「Shimz Smart Site」を策定し、BIM モデルを基盤とするデータプラットフォーム上で、デジタル管理「Management」、ロボット施工「Robot Work」、BIM 生産連携「Digital Fabrication」を展開する。デジタル管理「Management」では、さまざまな管理業務をデジタル化し、統合監視室「Smart Control Center」で複数台の大型ディスプレイでデジタルデータを集中監視することができる。ロボット施工「Robot Work」では、自動搬送、床貼り、巡回など多様な業務を行う自律型ロボットを順次投入していく予定である。さらに、BIM 生産連携「Digital Fabrication」では、3D プリンティングなどの業務に BIM データを展開していく。



図-1

▶ 問合せ先

清水建設(株) 生産技術本部ロボット・ICT 開発センター
〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目16-1
TEL : 03-3561-1111 (代表)