

新工法紹介 機関誌編集委員会

02-154	二重鋼管とコンクリートで構成された基礎 SC 工法「KSCP 工法®」	熊谷組
--------	-------------------------------------	-----

▶ 概要

建築構造物の基礎梁は、上部構造が鉄骨造（S造）、鉄筋コンクリート造（RC造）にかかわらず通常RC造としているが、昨今、基礎梁をS造として工期の短縮を図る計画が増加している。しかし、基礎梁をS造としても杭との接合部である基礎フーチング（パイルキャップ）は主にRC造であり、鉄筋工事及び型枠工事を必要とする。また、パイルキャップ部分は杭頭補強筋、基礎梁配筋、基礎配筋が重なるため配筋が複雑になり、干渉を避けるための事前検討や施工で時間を要しており、基礎梁をS造とすることで現場作業の省力化のメリットが十分に生かされていない。

そこで当社は、基礎梁を鉄骨造とした場合に、杭基礎のパイルキャップを鋼コンクリート造（SC造）とすることにより、現場での型枠、鉄筋工事を省略して施工の合理化と生産性の向上とともに、パイルキャップのスリム化が図れるKSCP工法®（Kumagai Steel Concrete Pile cap 工法）を考案した（図-1）。

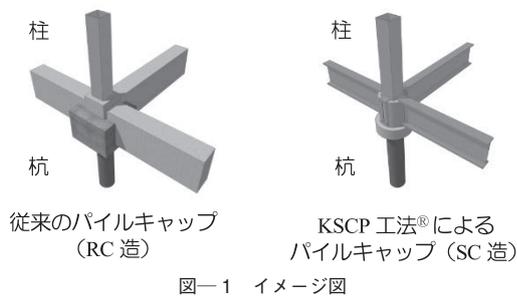


図-1 イメージ図

KSCP工法®におけるパイルキャップは鉄骨基礎梁と一体化する内鋼管と杭頭および内鋼管の外側に設置する外鋼管の2つの鋼管により構成されているのが特徴となっており、これら鋼管内をコンクリートで充填することにより、杭-パイルキャップ-基礎梁の一体化を図るシステムとしている。

▶ 特徴

本工法の詳細図を図-2に示す。内鋼管は鉄骨基礎梁と溶接することにより、RC柱S梁混合構造の柱梁仕口部のように、パイルキャップの鋼コンクリートの応力を鉄骨基礎梁に伝達する役割を果たす。また、内鋼管は工場加工により、基礎梁、柱およびふさぎ板と一体化して現場に搬入することができる。

施工手順は、杭施工および地業後、現場で杭心に合わせて外鋼管を設置し、内鋼管下端まで一次コンクリートを打設する。

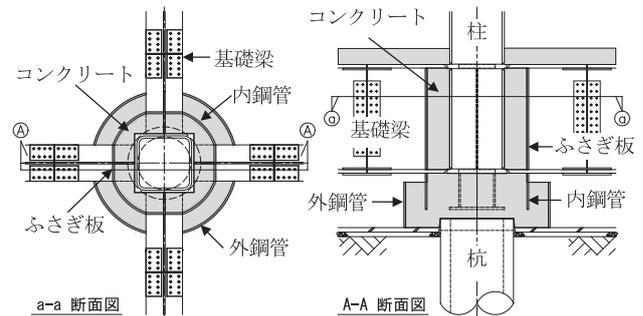


図-2 詳細図

その後、柱と一体化している内鋼管を通り心に合わせて設置すると同時に0節（基礎鉄骨）の建て方施工を行うことができる。その後、二次コンクリート打設前に基礎梁を接合し、場合によっては引続き上層の建方を進めてもよい。二次コンクリートの打設は、任意の時期に行うことができる。

一次コンクリートは内鋼管設置時のレベル調整を兼ねており、0節の建て方を容易にする。また、外鋼管は施工した杭の杭心に、内鋼管は柱心に合わせて設置し、外鋼管と内鋼管を偏心させることで、杭の施工時偏心に追従することができる（図-3）。

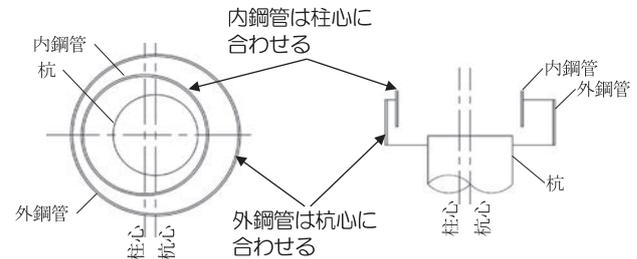


図-3 施工時偏心の処理

▶ おわりに

就労人口の減少や高齢化、コスト縮減、工期短縮要請等多様な社会変化に対応すべく、今後もより合理的な設計、施工を目指し、物流施設をはじめとした様々な建物への適用を積極的に行っている。

▶ 用途

- ・基礎梁を鉄骨造とした場合の杭基礎フーチング

▶ 実績

- ・加古川平岡町NKビル新築工事
他施工中案件2件

▶ 問合せ先

㈱熊谷組 建築事業本部 建築技術統括部 建築構造技術部

〒162-8557 東京都新宿区津久戸町2-1

TEL：03-3235-8722

04-450	帯電ミストを用いた粉じん除去工法	戸田建設 マシノ 有光工業
--------	------------------	---------------------

▶ 概 要

トンネル工事などの建設工事現場では、施工時に大量の粉じんが発生する場合があります。トンネル工事における坑内環境を改善し、作業員の健康を守るため、粉じん除去に関する技術は重要である。また、令和3年4月に厚生労働省「ずい道等建設工事における粉じん対策に関するガイドライン」が改正され、粉じん濃度目標レベルが 3 mg/m^3 から 2 mg/m^3 に引き下げられている。

粉じんの粒子は電荷を帯びており、正または負のどちらかに帯電するかはその発生源の物性によって決まることが分かっている。本工法は、粉じんと逆の電荷を帯びさせたミスト（以下、帯電ミスト）を噴霧することにより、帯電ミストと粉じんがクーロン力により吸着・凝集し、落下することで粉じんを除去できる技術である（図一1）。これにより、電荷を帯びていないミスト（以下、通常ミスト）を噴霧するよりも効率的に粉じんを除去することが可能となる。

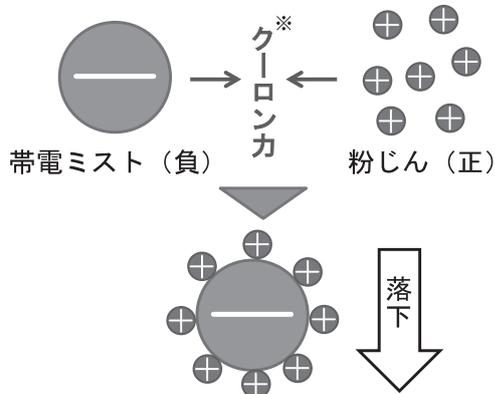
例えば、トンネル切羽付近で帯電ミストを噴霧し粉じん濃度を低下させることや、坑口で帯電ミストを噴霧し施工範囲外への粉じん飛散を抑制させることができる。

また、覆工コンクリート養生架台に180°回転するノズルを搭載することで、坑内の粉じん除去と同時に覆工コンクリートの湿潤養生が可能となる（E-WALK ミスト[®]、図一2、3）。

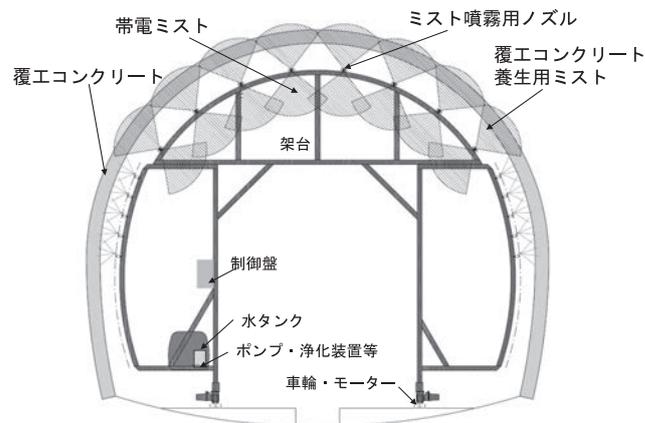
▶ 特 徴

①作業環境の向上

帯電ミストを噴霧することにより、通常ミストと比較して、



図一1 帯電ミストによる粉じん除去のメカニズム
※クーロン力:帯電した物体に働く力。異なる極性の静電気は引き付けあう。



図一2 E-WALK ミスト[®]設備概要



図一3 E-WALK ミスト[®]設置状況

約1.5倍の粉じん除去効果が期待できる。これにより、作業員の作業環境・安全衛生水準を向上できる。

②覆工コンクリートの品質向上

トンネル覆工コンクリート養生架台に帯電ミストを搭載することにより、覆工コンクリートの養生と粉じん除去を同時に行うことが可能となる。これにより、覆工コンクリート表面の湿潤状態を確保し、乾燥によるひび割れ発生を抑制することができる。

▶ 用 途

- ・トンネル工事
- ・粉じんが発生する工事

▶ 実 績

- ・鉄道トンネル工事
- ・山岳トンネル工事

▶ 問 合 せ 先

戸田建設(株) 技術研究所 社会基盤再生部
〒104-0032 東京都中央区八丁堀 2-9-1 RBM 東八重洲ビル 6階
TEL : 03-3535-2641

新工法紹介

04-451	出来形・監視 UGV	大林組
--------	------------	-----

概要

近年、建設業ではデジタルトランスフォーメーション（DX）の動きにより、様々な工種において自動化、遠隔化が盛んになっている。当社でも、山岳トンネルの安全、品質と生産性を飛躍的に向上させる統合システム OTISM（Obayashi Tunnel Integrated System）[®] に取り組んでいる。トンネル掘削作業で、発生する災害の多くは、切羽崩落災害、狭隘区間による重機との挟まれである。従来、切羽掘削完了や吹付け完了は、人が切羽に近づき目視で設計断面を確保できているかどうか、数m手前からの仕上がり断面と比較して判断している。この作業は、人が切羽に近づくことで切羽崩壊災害、同時に重機にも近づくので接触災害が懸念される。また、人の目視での判断のため定量的でないことから、再度、ブレイカーやアタリ発破などすることもある。

そこで、切羽から人を離すことを目的として、人の目をカメラ、人の判断に必要な位置感覚をスキャナーにそれぞれ替え遠隔操作で掘削面・吹付けコンクリート面の計測が可能な出来形・監視 UGV を開発した。

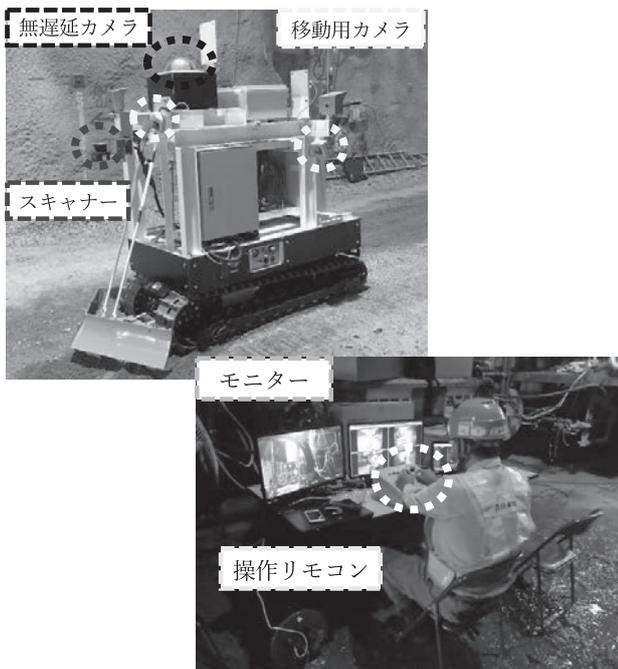


写真1 出来形・監視 UGV および操作状況

特徴

①スキャナーによる出来形測定

UGV が切羽や重機に近づき、搭載したスキャナーで、掘削や吹付けコンクリートの出来形を測定する。スキャナーは、3次元絶対座標での測定が可能であり、設計断面との比較や吹付けコンクリート厚を即座に算出できる。これにより、高精度な出来形管理が可能である。

②カメラによる切羽監視

切羽監視用に、無遅延カメラを搭載している。職員および安全監視員の目のかわりとして、遠隔で切羽状況をリアルタイムで見ることができる。これにより、切羽作業の安全性が飛躍的に向上する。

遠隔臨場や AI による切羽評価、崩落検知システムにも適用できる。また、遠隔吹付け作業にも利用でき、スキャナーによる測定と併用することで、吹付け不足箇所をスキャナー画面上のコンター表示で確認できる。

③遠隔操作方式 UGV

UGV（縦 1.2 m、横 1.0 m、高さ 1.5 m）は、前後左右に4台の移動用カメラを搭載し、映像を無線 LAN により伝送することで、400 m 程度離れた場所まで、遠隔操作が可能になる。また、湧水箇所、小岩塊や路盤の悪い場所でも走行できるように改良した。このため、人が切羽や重機に近づかず、出来形測定や作業状況の監視が可能となり、安全性が向上する。

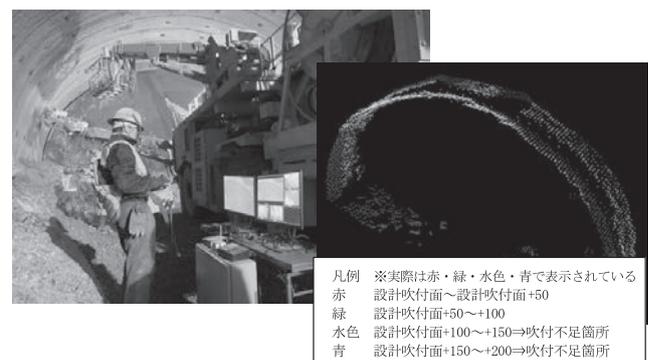


写真2 遠隔吹付け状況および測定結果

用途

- ・山岳トンネルの掘削工事

実績

- ・山岳トンネルの掘削・吹付け（一部区間で試験導入）

問合せ先

(株)大林組 コーポレート・コミュニケーション室

〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2

TEL：03-5769-1014

04-499	AI 切羽画像評価システム	安藤・間
--------	---------------	------

▶ 概 要

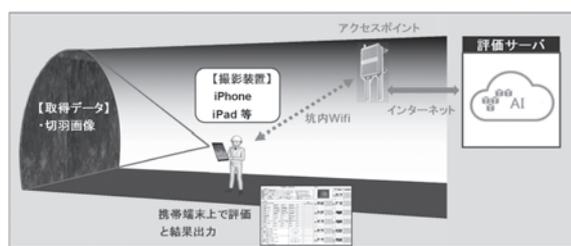
安藤ハザマは、ICTにより山岳トンネル工事の生産性を大幅に高める取り組みとして、山岳トンネル統合型掘削管理システム (i-NATM[®]) の開発を推進している。その一環で、トンネル切羽の地質をAI・センシング等の手法を用いて評価する技術の開発を進めてきたが、このたび携帯端末を用いた山岳トンネルの切羽評価の全11項目をAIが切羽画像から評価する「AI切羽画像評価システム」を開発した。2021年10月から実現場での試行を開始し、地質技術者と同等以上の精度で切羽の地質を評価できることを確認した。

▶ 特 徴

①概要

本システムは山岳トンネルで実施している切羽観察シートの作成を自動化するものである。撮影した切羽画像から、切羽地質評価の全11項目をAIが画像から自動で評価する。さらに評価結果から切羽評価点を自動で算出し、切羽観察シートを自動で出力する (図一1)。

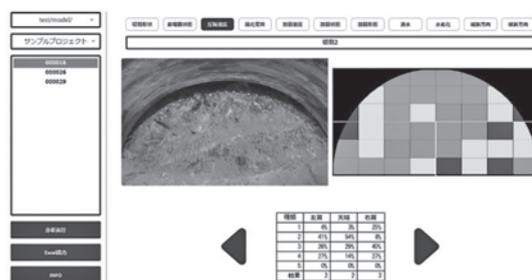
カメラ搭載の携帯端末であれば、OSや機種を問わずシステムの利用が可能である。端末を用いて撮影から切羽評価、切羽観察シートの出力までの一連の作業を、切羽から離れず数分で行うことができる。



図一1 「AI切羽画像評価システム」の運用イメージ

②評価手法

デジタルカメラやスマートフォン、タブレットといった汎用のカメラ付き携帯端末で取得した画像を評価材料とする。インターネットを経由して取得した画像をサーバ上にアップロードし、サーバ上で切羽の評価を行う (図一2)。評価プログラムには岩種別に10種類のAI評価モデルが搭載されており、現場に応じた岩種を選ぶことで最適な評価が可能となる。切羽評価の結果は、各発注者の様式に準拠した帳票出力が可能である。

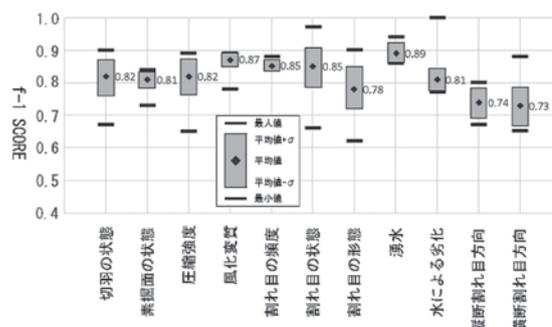


図一2 携帯端末上のシステム評価画面イメージ

各評価項目の区分に加えて、切羽上の評価分布がヒートマップとして表示される。

③評価の精度

AI評価モデルを作成した主要な10種類の岩種について、評価精度の検証を行った。精度の指標には統計解析において精度を測る指標の一つである f-1 Score を用いた。システムの評価結果を地質技術者の目視評価結果と比較した場合、全項目で0.7以上、最も高い項目では約0.9の精度で評価できることを確認した (図一3)。システムが評価した支保パターンと実績の支保パターンは全て一致しており、支保パターン選定の評価精度は100%であった。本システムはAI評価モデルを更新する機能も搭載しているため、導入現場の地質状況に応じて、AI評価モデルを最適化できる。



図一3 AI評価モデルの評価精度 (花崗岩モデルの例)

▶ 用 途

・ NATMによる山岳トンネル工事

▶ 実 績

・ 国道13号横堀トンネル工事 (NATM, トンネル延長684m)

▶ 問合せ先

(株)安藤・間 土木技術統括部 土木設計部
〒105-7360 東京都港区東新橋1-9-1
TEL: 03-3575-6001

新工法紹介

05-73	高压喷射併用機械攪拌工法 N. ロールコラム工法	日特建設 日本基礎技術
-------	---	------------------------------

▶ 概要

地盤改良工法の一つである機械攪拌工法は、軟弱地盤の補強や止水性の向上を目的として、地盤とセメント等の硬化材を攪拌翼を回転させながら攪拌混合し柱状の改良体を造成する工法である。その改良径は、回転させる攪拌翼の長さによって決まり、それ以上に大きくはならない。そのため、既設の土留め壁等の構造物と改良体との付着を必要とする改良はできない。また、改良体同士のラップが大きく必要となる改良（例えば改良率100%となるような改良）も、先に造成した改良体を切削破壊しながら改良する必要があるため困難である。そのようなケースでは、一般的には高压喷射攪拌工法が適用されるが、施工費が高価であることに加え、セメント混りの排泥が多量に排出されるといったデメリットを抱えている。

「N. ロールコラム工法」は、それらを解決するべく、「機械攪拌工法」と、「高压喷射攪拌工法」を組み合わせた技術として、日特建設と日本基礎技術が共同で開発した工法である。

以下に、本工法の適用範囲を示す。

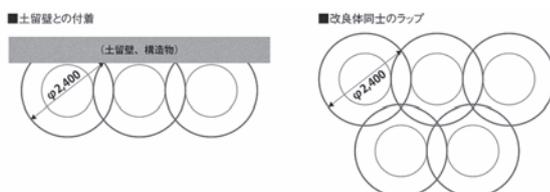
- ・標準改良径 ϕ 2,400 mm
- ・標準適用土質 砂質土 $N \leq 15$, 粘性土 $N \leq 4$
- ・適用最大深度 GL-20 m

▶ 特徴

写真—1 に示すように攪拌翼先端から、超高压の硬化材を噴



写真—1 水喷射テスト状況



図—1 N. ロールコラム工法 配孔イメージ図

射させることにより、大径の改良体を短時間で造成するとともに、従来の機械攪拌工法ではできなかった、既設構造物と改良体の付着や改良体同士のラップ改良を可能としている（図—1）。

同径の高压喷射攪拌工法に比べて、施工速度が速く工期短縮が図れるほか、排出される排泥量も減少しているため、環境保全の観点においてもCO₂の削減や産業廃棄物の減少を実現しており、施工費用も抑えることが可能となっている。

本工法では、写真—2 に示すような小型の施工機械を使用しているため高い機動性を有しており、大型の施工機械の場合に必要な施工基盤の地耐力増強対策（表層改良等）が不要である。また、この施工機械は、一般的な柱状体を造成する機械攪拌工法で使用しているものであり、N. ロールコラム工法仕様への換装は、特殊攪拌翼、特殊ロッドおよびスイベルの交換のみで、現場で容易に可能である。セメントスラリープラントも、一部の機械の入れ替えのみで対応することが可能となっている。このため本工法は一般的な柱状改良工法に併用して用いるような条件の現場において、絶大な効果が得られる。



写真—2 N. ロールコラム工法施工機械

▶ 用途

- ・軟弱地盤の強度増加を目的とした地盤改良工法

▶ 実績

- ・民間施設建設工事 1件

▶ 問合せ先

日特建設(株) 技術開発本部

〒103-0004 東京都中央区東日本橋 3-10-6

TEL : 03-5645-5110

日本基礎技術(株) 技術本部

〒151-0072 東京都渋谷区幡ヶ谷 1-1-12

TEL : 03-5365-2500