

6

地盤切削 JES 工法の実施工（打越こ道橋）

中井 寛*1・長尾 達児*2・山村 康夫*3・加藤 義文*4

概 要

鉄道の線路下に道路函体などを非開削工法で構築する場合、比較的浅い部分に位置することが一般的である。施工時は土被りが小さいために、隆起・沈下など地表面に影響が生じやすく、列車が運行していない時間帯しか施工できないことが多い。そこで、軌道への影響を抑制し、24 時間施工可能な、「新しい線路下横断工法」の開発を平成 18 年度より行い、従来の JES 工法に無水ワイヤーソーを組み込んだ、「地盤切削 JES 工法」が完成した。

今回、「地盤切削 JES 工法」初の実施工として、横浜線片倉・八王子間打越こ道橋新設工事に導入した。

キーワード：24 時間施工・無水ワイヤーソー・地盤切削・JES 工法

A CONSTRUCTION PROJECT USING THE GROUND-CUTTING JES
(UCHIKOSHI OVER-BRIDGE)

Hiroshi NAKAI *1, Tatsuji NAGAO *2

Yasuo YAMAMURA *3, Yoshifumi KATO *4

Abstract

Underpasses constructed by the non-open cut method below railway tracks are usually located in shallow depths. Due to small overburden, impact upon the ground surface such as heaving and settlement may be prone to occur during construction. Therefore, in many cases, the work is performed only when trains are not in service. Aimed at controlling impact on the railway tracks, a new under-track crossing technique that enables 24-hour work has been under development since 2006, and the ground-cutting JES was completed, which integrated a waterless wire saw into the JES method.

The first practical application of this technique was the construction project of the Uchikoshi over-bridge between Katakura and Hachioji on the Yokohama line.

Keywords: 24-hour work, waterless wire saw, ground cutting, JES

*1 Underground structural group, Civil Engineering Technology Department, Engineering Division

*2 Manager, Underground structural group, Civil Engineering Technology Department, Engineering Division

*3 Manager, Construction Technology Group, Construction Technology Center, Engineering Division

*4 Manager, UCHIKOSHI JV Site Office, Tokyo Railway Project Branch

地盤切削 JES 工法の実施工（打越こ道橋）

中井 寛*1・長尾 達児*2・山村 康夫*3・加藤 義文*4

1. はじめに

HEP&JES 工法などの非開削工法により線路下横断構造物を構築する際、エレメントの掘進は、刃口を地山に貫入させながら、刃口前面の土砂を掘削する方法が一般的である。しかし、対象地盤が礫層や玉石混じり層である場合や、コンクリートガラ等の障害物が存在した場合には、支障物を刃口で押し込むことにより地表面を隆起させるケースや、支障物を除去した後の空隙の影響で地表面を陥没させるケース等、掘進作業に起因して地表面を変状させるリスクが大きいという問題がある。そのため、JR東日本では、土被りが少ない上床版エレメントの掘進は、夜間線路閉鎖間合いでの作業計画を余儀なくされ、工期および工事費が増大するという課題があった。

そこで、刃口前方に装備した無水ワイヤソー（以下、地盤切削ワイヤー）で地盤および支障物を切断しながらエレメントを掘進することにより、地表面への影響を抑制し、土被りが少ない箇所においても列車運行時間帯での作業を可能にする工法として、地盤切削 JES 工法を開発した。

今回、地盤切削 JES 工法を初の実施工として横浜線片倉・八王子間打越こ道橋新設工事に導入したので、その結果について報告する。

2. 地盤切削 JES 工法の概要

地盤切削 JES 工法は図-1、2 に示すように JES 工法（以下、従来工法）をベースとして、

刃口前面上部に地盤切削ワイヤーを組み込んだ工法である。地盤切削ワイヤーの回転により、刃口前方の支障物を含む地山を切削し、刃口ローフを挿入し、ローフ下面を人力により掘削を行う。そのため、従来工法で懸念された支障物の押し込みによる地盤の隆起や、支障物除去による空隙、陥没の発生などの地表面の変状リスクを抑制することができる。

なお、刃口先端部に地盤切削ワイヤーを取り回すためのプーリーと呼ばれる滑車を設置する空間が必要であるため、内径 300mm の塩ビ管（以下、ガイドパイプ）を事前に刃口の両肩部に敷設しておく必要がある。

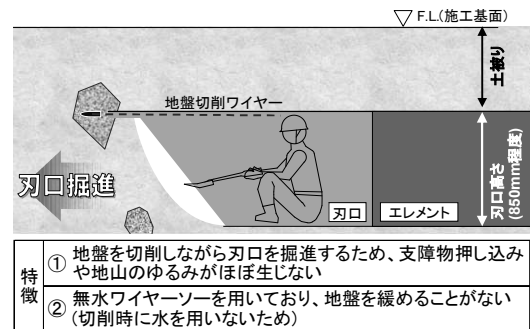


図-1 地盤切削 JES 工法概要図 1

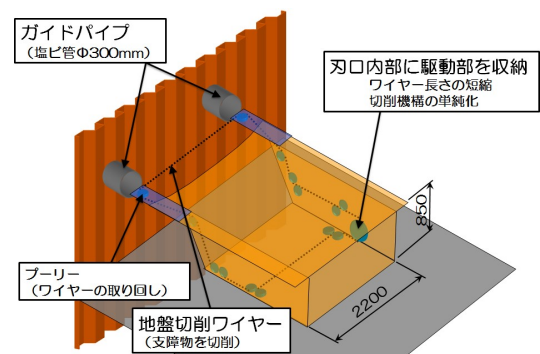


図-2 地盤切削 JES 工法概要図 2

*1 エンジニアリング本部 土木技術部 地下構造グループ

*2 エンジニアリング本部 土木技術部 地下構造グループ グループリーダー

*3 エンジニアリング本部 研究開発部 施工技術グループ グループリーダー

*4 東京鉄道支店 JV打越作業所 所長

3. 導入現場概要

3.1 工事概要

横浜線片倉・八王子間打越こ道橋新設工事は、**図-3**に示すJR横浜線と北野街道が平面交差する打越踏切に線路下横断構造物（L=18m）を構築する工事である。道路の切り回しを行うために2期に分けて施工を行っており、1期工事では、現北野街道に隣接する位置に3本のエレメント（A～C）を従来のJES工法で貫入し、道路切り回し後に、2期工事として、旧踏切下部に5本のエレメントを2本（G1, H）はJES工法、3本（G2～G4）は地盤切削JES工法で貫入して、線路下横断構造物を構築する。なお、G1エレメントは1期工事との取り合い部で既設エレメント側にガイドパイプを敷設できない、Hエレメントはエレメント幅が1.0mと狭く地盤切削装置をエレメント内部に配置できないため、従来のJES工法で施工を行った（**図-4**参照）。

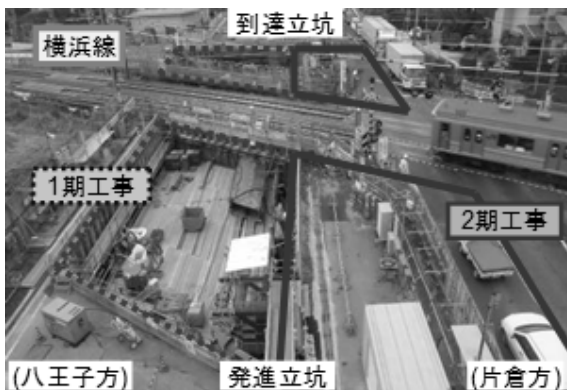


図-3 導入現場全景（1期工事）

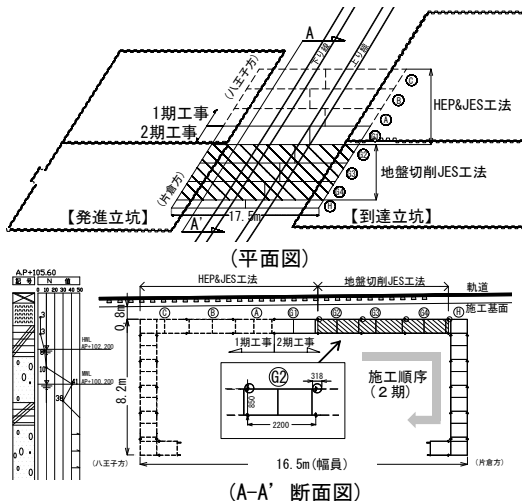


図-4 エレメント割り付け図

地盤切削 JES 工法は列車運行時間帯での施工が可能であるが、今回は初の実施工であることから、従来の JES 工法に準じて夜間線路閉鎖間合にて施工した。線路閉鎖間合時間は 0:30～4:30 (240 分) であり、掘削作業の実作業時間は 140 分程度である。

3.2 土質条件

本現場の土質条件は、深度 3.6m まで N=2, 3 程度のローム層であり、以深は密な礫層 (N>50) で構成される。事前に埋設物確認を行った際、既設杭および埋設物が確認されたため、既設杭は砂利に、埋設物は水砕スラグを主成分とした水硬性の透水性路盤材 (1.0m 厚) に置き換えた（**図-5**参照）。ガイドパイプ布設時も埋め戻しに透水性路盤材を用いているため、上床版エレメントは**図-6**、**図-7**に示すように上部 200mm 程度が透水性路盤材になっている。

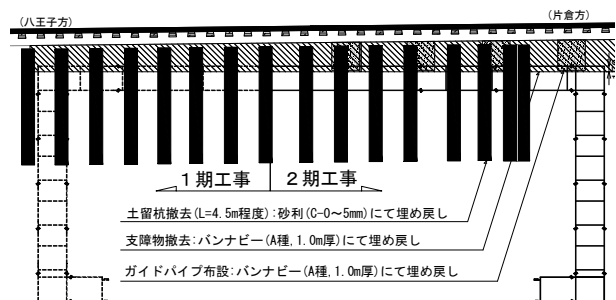


図-5 埋設物確認後の埋戻し状況

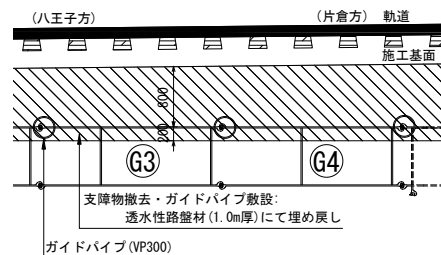


図-6 透水性路盤材置換範囲拡大図

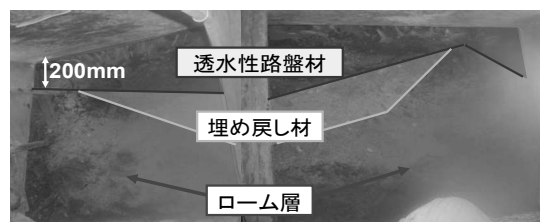


図-7 切羽の状況(刃口内部)

4. 施工管理

4.1 地盤切削JES

地盤切削 JES 工法では、地盤切削ワイヤーを取り回すためのプーリーやワイヤー駆動装置といった各種設備(以後、地盤切削装置とする)およびエレメントの施工管理を行うために、表-1、図-8 に示す各種計測機器を設置し監視を行った。

4.2 計測工

線路下横断構造物を施工する際には、列車の走行安全性を確保しながら工事を行うため、軌道の高低・通り・水準変位を把握する必要がある。本現場においても、リンク型計測器および水準計を上下線に各々2.5m ピッチで設置し、軌道監視を行った。計測機器の設置位置を図-9 に、配置状況を図-10 に示す。

軌道の管理値については、本現場の軌道の整備基準値 19 mm を限界値とし、工事中止値±13 mm(限界値×0.7)、警戒値±7 mm(限界値×0.4)として設定した。

表-1 地盤切削装置計測項目

計測項目	計測機器
エレメント	掘進距離・速度 ロータリーエンコーダー ジャッキ推力 圧カトランスマッタ
地盤切削装置	ワイヤー走行時間 モーター(運転時間)
	ワイヤー速度 主・副プーリー(回転速度)
	ワイヤー抵抗 モーター(駆動電流値)
	ワイヤー張力 テンション用シリンダ空気圧
ワイヤー遅れ量 テンション用シリンダストローク	

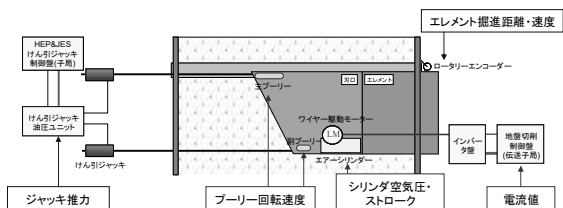


図-8 地盤切削装置計測機器配置図

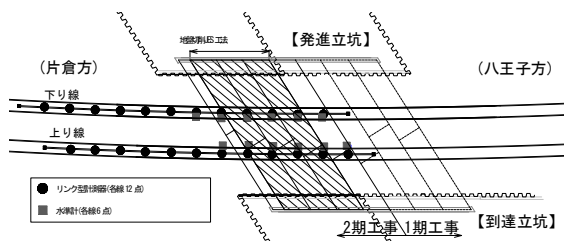


図-9 軌道計測機器設置位置平面図

5. 施工結果

5.1 地盤切削状況

G2 エレメント施工中、事前の埋設物調査において把握できなかった既設コンクリート杭(旧電柱基礎)に遭遇したが、けん引力値の上昇や軌道の隆起等を生じることなく切削できた(図-11 参照)。地盤切削 JES 工法では刃口ロープ面に沿って土中の支障物等を切削できるため、刃口挿入時の支障物の押し込みによる隆起や、支障物取り込みによる陥没等の地盤変状を抑制する効果があると考えられる。

また、G2~G4 の3エレメント施工中、地盤切削ワイヤーの破断や摩耗による交換は生じなかった。今回、ダイヤモンドビーズ径φ10.5 mmの地盤切削ワイヤーを用い、φ9.0 mmを下回った時点で交換することとした。G2 エレメントにおいて、14.1m 切削後のダイヤモンドビーズ径はφ10.0~10.2 mmであり、顕著な摩耗は認められなかった。

5.2 掘進速度

1期工事で行った従来工法と地盤切削 JES 工法の掘進速度について、地山の状態別の比較結

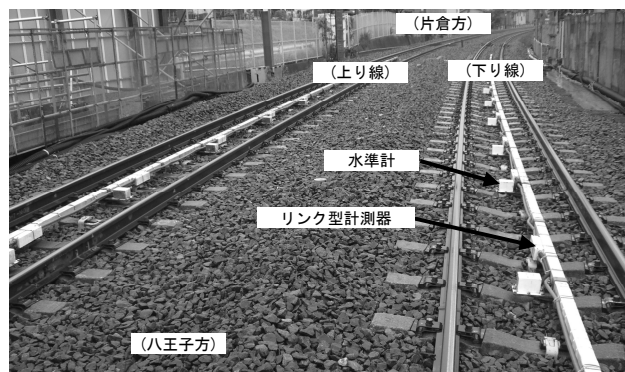


図-10 軌道計測機器設置状況



図-11 地盤切削ワイヤーによる切削状況

果を図-12 に示す。ローム層での掘進速度は、従来工法による実績(0.43m/h)に対し、地盤切削 JES 工法は 0.31m/h であった。一方、透水性路盤材層では、従来工法の実績 (0.24m/h) に対し、地盤切削 JES 工法では 0.31m/h であった。

従来工法では、ローム層に比べ透水性路盤材層では掘進速度が半分近くまで低下したのに対し、地盤切削 JES 工法では、ローム層と透水性路盤材層の掘進速度がほぼ同等であった。地盤切削 JES 工法では地盤を切削しながら掘進するため、地山の状態によらず、安定した速度で施工できるものとする。

5. 3 エレメントけん引力

エレメントのけん引力は、従来工法とほぼ同等であった。例として、1 期工事における B エレメントと G4 エレメントのけん引力の比較を図-13 に示す。

エレメントのけん引力に影響を及ぼす要素として、①エレメント周面摩擦抵抗、②継手部摩擦抵抗、③先端抵抗の 3 項目が挙げられる。地盤切削 JES 工法では刃ロール面の地山をあらかじめ切削しているため、③先端抵抗の上フランジ分は低下するが、縦ウェブや下フランジに生じる貫入抵抗は変わらない。また、①エレメント全周摩擦抵抗、②継手部摩擦抵抗も変わらないため、従来工法と地盤切削 JES 工法でけん引力に顕著な差が生じなかったと考える。

5. 4 軌道変位計測結果

(1) 軌道変位計測結果(全体)

先に述べたとおり、本現場では施工期間中の軌道監視として、リンク型計測器および水準計を用い、軌道の高低・通り・水準を計測した。このうち、軌道の高低について、各エレメント直上の計測機器の設置位置を図-14 に、計測結果を図-15 に示す。

軌道計測の結果、G2~G4 エレメントの施工期間中、警戒値(±7 mm)を超える軌道変位は生じなかった。従来工法では、上下線の線路中心から 1.5m の影響範囲と呼ばれるエリアに刃口先端部が入る際に 3 mm~5 mm 程度の軌道の隆

起を生じ、刃口が軌道中心を通過後は緩やかな沈下を生じる傾向があった。しかし、地盤切削 JES 工法では、刃口先端部が影響範囲に入った際も隆起はわずかしこ生じておらず、地盤切削 JES 工法による軌道隆起の抑制効果が確認された。沈下については、従来工法同様に、軌道下を刃口が通過している間は継続的な沈下傾向を示したが、急激な沈下は生じなかった。

(2) 軌道変位計測結果(日単位)

各エレメントについて、掘進作業を行った日の軌道変位量(高低)を図-16 に示す。ここでいう軌道変位量とは、本現場の線路閉鎖着手時刻である 0 時 30 分から翌日の同時刻までに生じた変位量を意味するものである。

G2 エレメント施工期間で 0.6 mm/日、G3 エレメント施工期間で 1.3 mm/日、G4 エレメント施工期間で 0.9 mm/日がそれぞれ最大値となった。いずれも警戒値(±7 mm)に対して小さな値であり、けん引掘進作業終了後の軌道整備で対応できる範囲であった。

6. まとめ

本現場での施工を通じ、以下の知見が得られた。

- (1)地盤切削 JES 工法により軌道変位の抑制効果が得られる。
- (2)支障物の有無や地盤の条件によらず、安定した掘進速度の施工が可能である。
- (3)1 日あたりの軌道変位量は、日々の軌道整備で対応できる範囲である。

今回の施工では大きな軌道変位もなくエレメントを貫入することができた。しかし、これまでの実験では把握できなかった課題が確認されたため、これらを解決し、列車運行時間帯も含めた 24 時間施工ができるように、工法の向上を図る予定である。

