

4

新しい線路下横断工法の開発

中村征史*1・山村康夫*2・鈴木唯夫*1

概 要

アンダーパス工法の1つであるHEP & JES工法の施工性向上の一環としてエレメント幅の大型化が検討されている。しかし現況は、矩形のエレメント外周面に沿って余掘りなしに掘削することは困難である。特に、砂礫層や転石などが存在する場合は、礫や転石全体を撤去するために、エレメント外側の地山に緩みが発生して、土被りが少ないほど軌道面や道路面に沈下等の影響を及ぼすことが懸念される。

本開発は地盤切削ワイヤーを用いてエレメント外周面に沿って余掘りなしに掘削を行い、上部の軌道や道路に影響を与えることなく横断構造物を構築するものである。

本稿では試作切削装置を装備した刃口を用いた切削試験について報告するものである。

キーワード：HEP & JES・ワイヤーソー・アンダーパス

DEVELOPMENT OF A NEW CONSTRUCTION METHOD FOR A STRUCTURE
CROSSING UNDERNEATH A RAILWAY

Seishi NAKAMURA *1, Yasuo YAMAMURA *2, Tadao SUZUKI *1

Abstract

Increase of element width is under consideration as a way to improve ease and efficiency of work of the HEP and JES method, a technique for constructing an underpass. However, at present, it is difficult to perform excavation without any overbreak along the rectangular external circumference of the element. Especially in cases where a gravel layer or boulders exist, the ground outside the element is loosened after gravel and boulders have been entirely removed. The smaller the overburden, the higher the risk of subsidence of the rail track or road surface.

The development discussed in this paper is aimed at performing excavation without overbreak along the external circumference of the element. The new technique uses a ground cutting wire that has been successfully employed in the COMPASS method, to construct a crossing structure without affecting the railway track or the road above the structure.

This paper reports the cutting test using the edge equipped with a prototype cutting machine.

Keywords: HEP and JES, wire saw, underpass

*1 Construction Technology Group, Engineering Technology Center, Engineering Division

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

新しい線路下横断工法の開発

中村征史*1・山村康夫*2・鈴木唯夫*1

1. はじめに

アンダーパス工法の1つであるHEP&JES工法の施工性向上の一環としてエレメント幅の大型化が検討されている。しかし現況は、矩形のエレメント外周面に沿って余掘りなしに掘削することは困難である。特に、砂礫層や転石などが存在する場合は、礫や転石全体を撤去するために、エレメント外側の地山に緩みが発生して軌道面や道路面に沈下等の影響を及ぼす懸念がある。地山の緩みは土被りが少ないほど短時間に大きな変位を地表面に与え、列車の運休や道路の通行止めなどの工事事務につながることを考えられる。

本開発の目的はエレメント外周面に沿って余掘りなしに掘削を行い、上部の軌道や道路に影響を与えることなく横断構造物を構築することである。

2. 開発概要

本工法は図-1に示すように、鋼製刃口（幅 2,500mm, 高さ 850mm）の前方に装備した地盤切削ワイヤーを用いて、刃口外周の形状に合わせて地山（礫や転石も含む）を切削しながら、その切削された地山部分に刃口を

貫入して、地山を支保しながら上部に影響を与えることなく横断構造物を構築するものである。

3. 性能確認試験

平成19年度は鋼製刃口と地盤切削ワイヤー取り回しのプーリーを試作し、以下の性能確認試験を実施した。

3.1 気中ワイヤー回転試験

鋼製刃口とプーリー、地盤切削装置を設置して、気中でワイヤーを回転させ推進設備、地盤切削設備の動作確認を行った。試験状況写真を写真-1に示す。



写真-1 気中ワイヤー回転試験状況

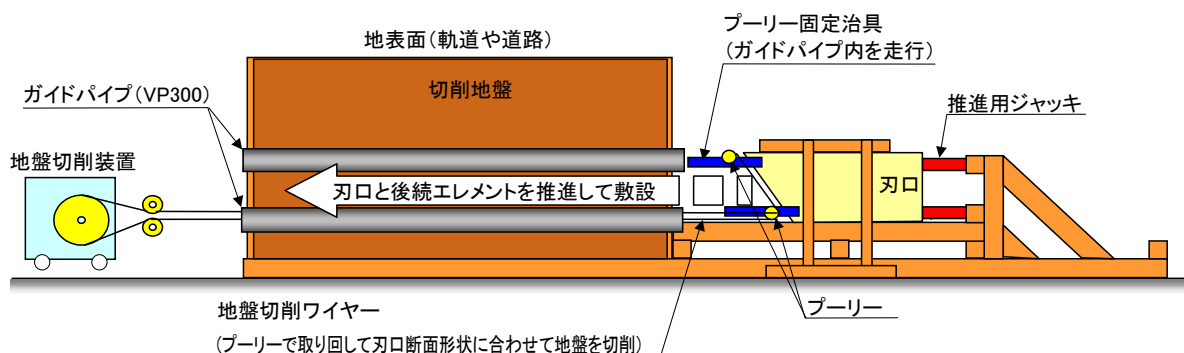


図-1 新しい線路下横断工法概要図

*1 エンジニアリング本部 建設技術総合センター 施工技術グループ

*2 エンジニアリング本部 建設技術総合センター 施工技術グループ・リーダー

(1)ワイヤーの負荷

ワイヤーの回転方向による負荷の差は見られず、また、回転時にワイヤーに散水することで負荷が軽減された。

しかしながら試験中にワイヤーが切断する事象があり、対策としてプーリーによる曲げ回数を減らしたところワイヤーの負荷が軽減された（写真－2参照）。



写真－2 プーリー改良

(2)プーリーの耐久性

ワイヤーを4時間回転させたがプーリーに片減りや摩耗などの異常は生じなかった。

(3) プーリー固定金具の変形量

固定金具はワイヤーで引っ張られる方向に変形したが、いずれも1mm程度で施工に影響を与える変形ではなかった。

(4) 切削装置の動作

切削装置の動作に異常は見られなかった。

3. 2 抵抗力切削試験

気中ワイヤー回転試験後に刃口前部に地盤改良体で製作した抵抗力を置き、地盤切削ワイヤーで切削しながら刃口を推進し地盤切削時の各部の動作確認を行った。試験状況写真を写真－3に示す。



写真－3 抵抗力切削試験状況

(1) 切削の可否

地盤切削ワイヤーによる抵抗力切削は十分に可能であった。

(2) 切削速度

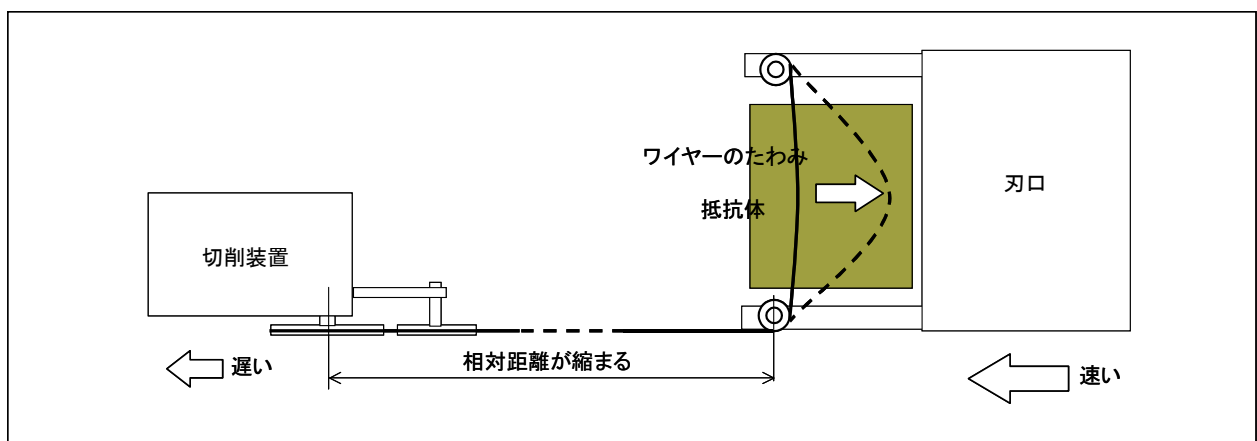
切削速度は最大で40mm/分を記録し、平均では20mm/分であった。

(3) プーリーの耐久性

ワイヤーを8時間回転させたがプーリーに片減りや摩耗などの異常は生じなかった。

(4) 切削装置と推進装置の動作

切削装置と推進装置の動作に異常は見られ



図－2 ワイヤーのたわみによるワイヤーと刃口の相対距離の減少

なかったが、双方の移動距離の同調が取れておらず推進装置（刃口）の移動が切削装置（ワイヤー）の移動より速かったために相対距離が短くなった。これは図-2に示すようにワイヤーが抵抗体を切削する際にたわみが生じたことに起因していると考えられる。

3.3 塩ビ管切削試験

本工法ではプーリーを通すために事前に塩ビ管（VP300）を敷設しており、切削時は地盤だけでなく塩ビ管も切削する。地盤切削ワイヤーによる塩ビ管の切削性能を確認するために刃口の前部に抵抗体と塩ビ管を設置して地盤切削ワイヤーで切削しながら刃口を推進し塩ビ管の切削性能確認を行った。試験状況写真を写真-4に示す。



写真-4 塩ビ管切削試験状況

(1) 切削の可否

地盤切削ワイヤーによる塩ビ管切削は十分に可能であった。

(2) 切削速度

切削速度は抵抗体だけの切削時は平均 20mm/分、抵抗体と塩ビ管の切削時は平均 10mm/分であった。

(3) 推力

推力は抵抗体だけの切削時は 5～8 kN、抵抗体と塩ビ管の切削時は 10～15kN であった。

(4) 切削装置と推進装置の動作

切削装置と推進装置の動作に異常は見られ

なかった。なお抵抗体切削試験時の相対距離減少を踏まえて双方の移動距離が同等になるように操作を行った。

3.4 土槽切削試験

実現場を想定して、刃口前部に支障物（コンクリートガラと木杭）を埋設し、プーリー用の塩ビ管を敷設した土槽を設置して地盤切削ワイヤーで切削しながら刃口を推進させて実施工を想定し、地盤の切削性能確認を行った。試験状況写真を写真-5、6に示す。



写真-5 土槽切削試験状況（発進側）



写真-6 土槽切削試験状況（到達側）

(1) 支障物切削の可否

地盤切削ワイヤーによる支障物切削は切削速度は低下するものの十分に可能であった。

(2) 切削速度

切削速度は土のみの切削時は平均 30mm/分、コンクリートガラ切削時は平均 15mm/分、木杭切削時は平均 5 mm/分であった。

(3) 推力

推力は 40～100kN あり、支障物によるものではなく刃口の周面摩擦抵抗によるものが

大きく、推進距離の伸びに追従して推力も上昇した。

(4) 土槽上面の変位

発進側では刃口通過時に 5mm 程度の隆起があり、到達側では 10mm 程度の沈下が生じた。

隆起したのはワイヤー（ $\phi 11\text{mm}$ ）に対して刃口上部の板厚が 12mm と大きかったために押し上げられたものと考えられる。

一方、沈下したのは支障物によって切削速度が低下していた場所で支障物切断中に土砂を塩ビ管内に引き込む量が増えたことが主因であると考えられる。

(5) ワイヤーの摩耗

切削の前後でワイヤー径に変化はなく、摩耗はしていなかった。

(6) ワイヤーの耐久性

本試験終了後に気中でワイヤーを回転させつづけたところ累計 9 時間 37 分でワイヤーが破断した。摩耗していなかったことからプーリーの曲げによる疲労破断であると考えられる。

(7) プーリーの耐久性

プーリーが 1 つ片減りしていた（写真-7 参照）。これは写真-8 に示すようにワイヤーによって塩ビ管内に土砂が入り、プーリーのベアリングに噛み込んだためである。



写真-7 片減りしたプーリー



写真-8 土砂が入った塩ビ管

4. まとめ

本実験の結果から得られた知見をまとめると以下の通りである。

- ①地盤切削ワイヤーを配置した刃口を用いて礫や木杭を含む模擬地盤の切削は可能であった。ただし、塩ビ管と支障物切削には時間を要するため、塩ビ管については切削速度を向上させるために薄肉化などの対策が必要である。
- ②地盤切削ワイヤーの直径が刃口板厚より小さいため、刃口貫入時に地盤が隆起した。また、ワイヤーに散水するとワイヤーへの負荷は下がるが塩ビ管内に土砂を引き込む量を増加させ地盤沈下の原因となった。
- 今後、地盤切削ワイヤーをダブルにして貫入抵抗の低減や散水なしに切削するなどの対策が必要である。
- ③刃口形状に合わせ矩形に切削するためにプーリーを用いて地盤切削ワイヤーの回転方向を変化させるが、このプーリーの数が多くとワイヤーの屈曲が多くなり負荷がかかり破断しやすくなる。このため、プーリー数の減少とプーリー径を大きくするなどの対策が必要である。
- ④推力は支障物より周面摩擦によるため、地盤によっては滑材を使用して推力増加防止を図る必要がある。

今後、得られた知見を基に、塩ビ管の効率的な切削方法、止水などによる塩ビ管内への土砂流入防止、地表面沈下対策などを講じて本工法の実用化を図っていきたい。