

## 2. 効率的な線路下横断工法の開発

鉄建建設(株)：\*小室 好孝, 齋藤 雅春  
東日本旅客鉄道(株)：有光 武

### 1. はじめに

近年、我が国では国土の開発、都市機能の発展が急速に進み、それに伴ってインフラ施設の整備のための工事が急増している。こうした状況のなかで、交通施設相互の交差は避けることは出来ず、交差工事、なかでも鉄道線路下を横断する工事が増加している。この場合、従来は推進機によってエレメントを線路直角方向に挿入し、構造物を構築する工法が採用されてきた。しかしながら、これらの方法は、施工期間が長くなること、これに伴って列車の徐行や軌道保守なども長期に及ぶため、工事費や運転コストの増加をもたらすなどの課題がある。こうした課題を解決するために、新工法の開発が求められている。図-1に線路下横断工法を示す。

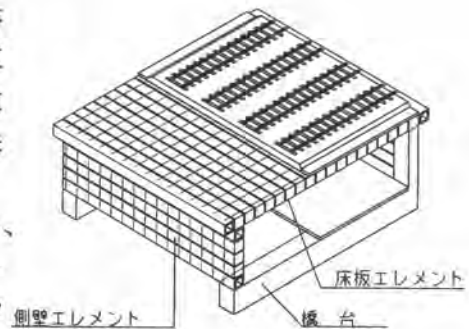


図-1 線路下横断工法

今回は、こうした課題の中で高速施工を実現する工法として、エレメントけん引工法を考案し、試験によりその施工性を調査した。本工法は、高速施工に伴う設備の増加が少ないとともに、高速施工により懸念される施工精度の低下を抑制する効果が期待できる。

### 2. エレメントけん引工法の概要

本システムは、掘削機構を内蔵した掘削装置（刃口）、センターホールジャッキからなるけん引装置、吸引排土方式による排土装置、および管理システムから構成されている。システムを図-2に示す。

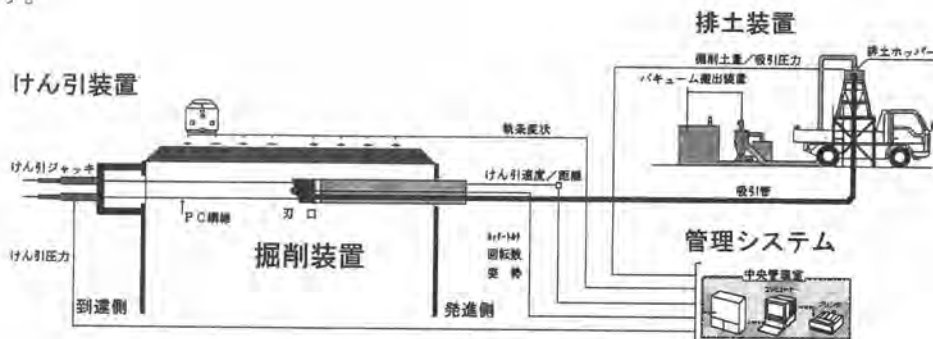


図-2 けん引工法システム

本工法は、到達側から水平ボーリングによって削孔した穴にPC鋼線を貫通させた後、このPC鋼線を到達側から油圧ジャッキでけん引することにより、発進側からエレメントを引き込む方法である。施工手順図を図-3に示す。

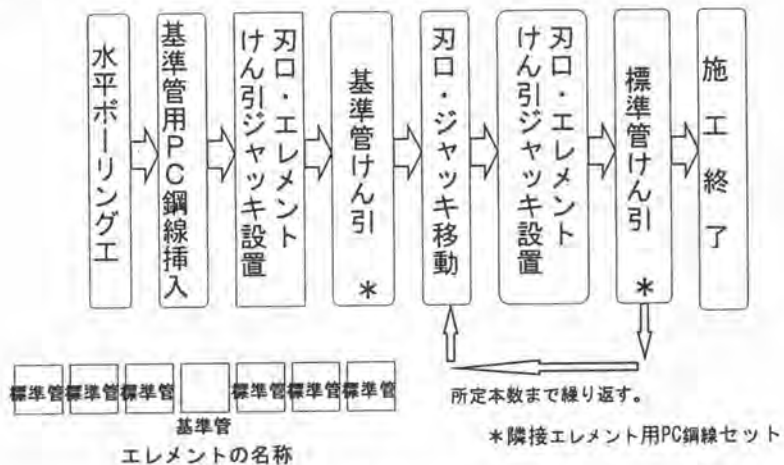


図-3 施工手順図

なお、PC鋼線挿入のための水平ボーリングは、基準管施工時のみ行い、標準管については隣接する先行エレメントがPC鋼線を引き込む方法とした。けん引方法を図-4に示す。

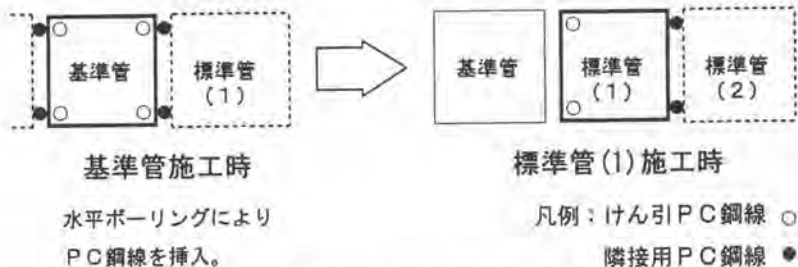


図-4 けん引方法

### 3. エレメントけん引工法施工設備

今回の開発では、けん引速度は複々線の距離を線路閉鎖間合（3時間）で施工するとして、後続のエレメント延長の作業時間を考慮し 250mm/min. を目標とした。またエレメント寸法は□850mmとした。

#### (1) 掘削装置（刃口）

オーガー長を短くし、駆動部を刃口内に装備することにより、装置の簡略化を行った。また支障物対策として、駆動部が後方に解体できる構造とした。オーガー径はφ650mm、カッタートルクは、1,185kgf-m、重量2.6tonである。掘削装置を図-5、写真-1に示す。



図-5 掘削装置

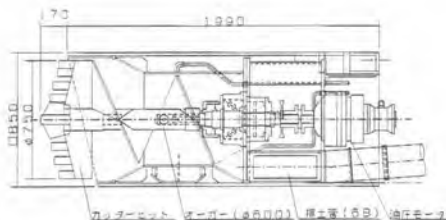


写真-1 掘削装置

(2) けん引装置

けん引装置は、けん引ジャッキ、PC鋼線、定着材で構成されている。施工条件から必要けん引力を算定し、それぞれの仕様を決定する。

けん引力 $P$ は、 $P = P_1$ (先端抵抗) $+ P_2$ (桁外周摩擦による抵抗) $+ P_3$ (桁自重による摩擦抵抗)で求められる。<sup>1)</sup>

今回は、けん引ジャッキとして能力70tonf、ストローク1,200mmのセンターホールジャッキを使用した。また油圧ポンプには、各ジャッキ間のストローク差が生じないようにマルチフローポンプを採用した。けん引装置を写真-2に示す。



写真-2 けん引装置

(3) 排土装置

刃口からの排土については、高速施工に対応するため、ホース一本で連続排土が行える吸引排土装置による吸引排土方式とした。排土は、吸引排土装置と刃口の間に、排土ホッパー1.2m<sup>3</sup>を設置し行った。使用する吸引排土装置の仕様を表-1、吸引排土装置を写真-3に示す。

表-1 吸引排土装置諸元

形式	SS-11BWP	
風量	100 m <sup>3</sup> /min.	
静圧	-650 mmHg	
寸法	全長	9,900 mm
	幅	2,490 mm
	高さ	3,350 mm
処理能力	25ton/hr(ト <sup>ラ</sup> イ <sup>ク</sup> )	



写真-3 吸引排土装置

#### (4) 管理システム

従来工法における施工管理は、オペレーターの経験により行っており、変化に対して迅速な対応が難しかった。特に本工法では高速で施工するために厳密な施工管理が重要となる。本工法の管理システムは、エレメントの進行に伴い変化する、軌条変状、掘削土量、けん引力、けん引速度、位置・姿勢などをリアルタイムで把握、解析し、軌道への影響を最小限に抑制できる。全作業の制御、管理が中央管理室において可能である。管理項目を表-2、管理画面を写真-4に示す。

表-2 管理項目

①軌条変状	②けん引力/けん引速度
②掘削土量	④刃口姿勢
③刃口(カッタートルク、回転数)	⑥排土圧力

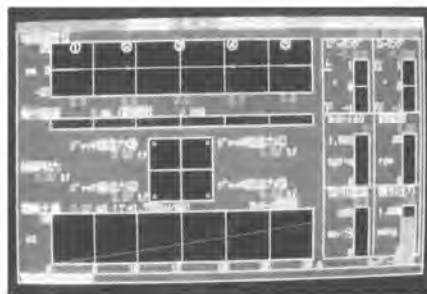


写真-4 管理画面

#### 4. 実証試験

実証試験は、模擬地盤による基礎試験、次に現場における場施工試験を行った。基礎試験は模擬地盤として関東ローム、砂質土を使用した土槽で基準管を5mけん引した。現場施工試験は、PCR工法の工事現場で上床・側壁両エレメントの施工が終了した時点で、その内側部分で基準管30m標準管10mの2本のけん引を行った。試験状況を写真-5に示す。試験により、以下の項目が確認できた。



写真-5 現場施工試験状況

- ①けん引速度は、基礎試験では250mm/min.を確保出来たが、現場施工試験では掘削地盤が粘性土であったため、50~100mm/min.であった。
- ②けん引は、特に問題なく施工できた。標準管の片側けん引についても支障なく施工できた。
- ③施工精度を向上させる為には、水平ボーリングの精度を確保する必要がある。
- ④吸引排土装置により、従来工法で人力で行っていた排土作業がなくなり、排土効率と労働環境の改善ができた。但し粘性土の場合、閉塞対策が必要である。
- ⑤管理システムは計画通り機能した。経験に頼って行っていた施工管理の信頼性が大幅に向上した。

#### 5. まとめ

今回の試験により、けん引工法が実施工にも適応可能なことが確認出来た。今後も、より施工性の向上を計り、実用化に向けて研究開発を進めていくことにより、けん引工法が、従来工法の問題を解決して安全かつ、短期間に線路下に構造物を施工することが可能になると考えている。

【参考文献】1)東日本旅客鉄道株式会社監修：PCR工法計画・設計・施工の手引き、1991