

HEP&JES 工法による営業線直下での長距離・円形大断面トンネルの施工（本施工）

JR 東日本 東京工事事務所 正会員 早川 和利
 JR 東日本 東京工事事務所 奥田 敏明
 JR 東日本 東京工事事務所 正会員 荒川栄佐夫
 鉄建建設 町永 俊洋

1. はじめに

臨海副都心線（りんかい線）二期工事（延長 7.4km）のうち大崎支線直下部分の施工は HEP&JES 工法を採用し、延長 42m と延長 107m の 2 本のトンネルを同工法で施工した。トンネルは円形複線断面で外径 11.8m であり、小断面の鋼製台形エレメント（基準エレメント1、標準エレメント30、L = 6 ~ 8m）を地中に順次牽引した（図 - 1）。

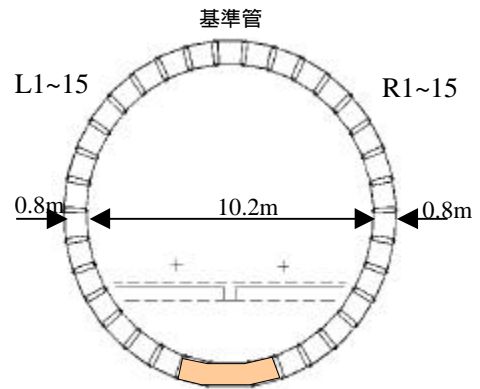


図 1 トンネル断面図

2. 施工設備等の改良

今回の工事では HEP&JES 工法ではじめての円形断面のトンネルを築造、しかも施工延長が営業線縦断方向（最小土被り約 2.6m）に従来の 3 倍以上の長距離施工となること、またりんかい線の開業までに工事期間が短く施工性の向上が求められることなどから試験施工を実施するなどして以下のような対策を講じた。

- (1) 深い立坑内の作業となり、昇降式作業床を用いた（図 - 2）
- (2) 円形施工のため、角度を容易に合わせることが可能な回転式架台を用いた
- (3) 連続牽引ジャッキ、エレメント内格納型掘削機を開発した
- (4) 2トンネル同時施工となり、施工設備の小型化を図った
- (5) 継手防護工はダミー継手に代わり、第 1 トンネルは FRP シート（ $t=1.5\text{mm}$ ）、第 2 トンネルではグリーヌ充填による防護に変更した
- (6) エレメントの併合はメッセル工法による底設導坑にて実施した
- (7) 24時間作業による線路縦断施工となり、必ず軌道が上部にあることから、観測施工を強化した

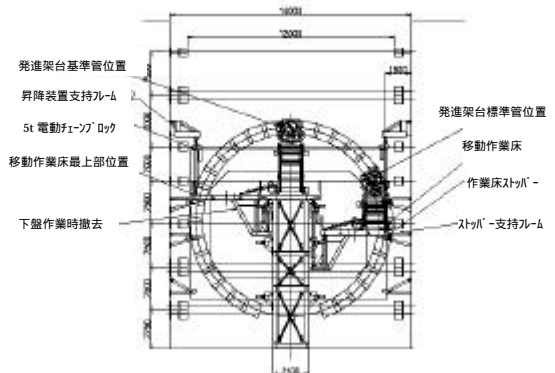


図 - 2 立坑作業床構造図

3. 施工実績

表 - 1 に今回の施工実績を示した。発進段取はマシン組込からセット、油圧ホース延長、鏡切断、エレメント内設備設置、PC 鋼引線設置（1、2 次）、到達反力設置、到達側ワイヤージャッキセット、試運転、空牽引に要した時間であり、牽引日数には支障物撤去の時間を含む。撤去段取は到達鏡切断、マシン撤去、エレメント内設備撤去に要した時間を示す。牽引については特に第 2 トンネルの上部

表 - 1 施工実績（日/1 エレメント）

項目	第 1T 平均	第 2T 平均	備考
発進段取日数	1.32	1.17	
牽引日数	3.32	8.20	
撤去段取日数	0.46	1.05	
合計	5.10	10.42	24 時間施工

約 1/3 程度まで非常に多くの障害物が出現し、人力にて撤去しながらの作業となった結果、非常に多くの時間を費やした。しかし地中障害物が無くなった後は当初計画通りの進捗を確保できた。

4. 牽引力

試験施工のデータを基に計画牽引力を算定した。第 1 トンネル（L = 42m）の計画牽引力は $P = 1310\text{KN}$ で、計算上

キーワード 非開削工法、HEP&JES 工法

連絡先：東京工事事務所 品川工事区 〒141 - 0001 品川区西品川 5 - 5 - 15 Tel. 03 - 3280 - 3986

はPC鋼線（φ28.6mm）の本数は2本でまかなえる計画である。しかし、深度が大きいことから切羽抵抗が計画値より大きく出る可能性があるため、第2トンネルと同じ設備の4本のPC鋼線にて施工を行った。また第2トンネルの計画牽引力はP=2840KNであり、当初計画通り4本のワイヤーにて牽引を行った。第2トンネルの上部5エレメント(L,Rとも)対近まで軌道面からの土被りが小さく、盛土層であることから地中障害物が非常に多く出現したため一部牽引力が計画値を超過し補助ジャッキ（50t×2台）を併用して牽引した区間もあったが、概ね計画牽引力以内で牽引が可能であった。

また、第1トンネルは予想通り牽引力が計画値の約1.5倍程度になるエレメントが多く、2000KN程度まで作用させたエレメントも多数発生した。第1,2トンネルの代表的な牽引力のデータを示す（図-3,4）。

5. 施工精度

エレメントの出来形精度については道路境界まで余裕がないことからL/1000で管理を行なった。施工に際しては先頭エレメントに方向修正用スタビライザーを装備し、方向の修正を行いながら施工した。全体の基準となる基準管の各出来形測量結果を示す（図-5,6）。

6. 軌道監視体制

今回のHEPトンネルはりんかい線開業に間に合わせるため、活線下の24時間施工、酷暑期の牽引作業を実施する必要があり表-2に示す基準管理値¹⁾を定めて以下に示す計測管理、軌道防護を行い施工した。部分的に軌道整備を行い、安全安定輸送を確保しながら施工した。

(1) 軌道計測

- 1) リンク型計測器（自動計測）
- 2) トラックマスターによる計測（毎日1回）
- 3) 列車動揺加速度計測（月2回）

(2) その他

- 1) 地表・地中変位計測（5断面 116点）
- 2) 簡易工事桁設置
- 3) 座屈防止板の設置
- 4) バラスト余盛
- 5) 道床安定剤散布

7. おわりに

当工事は非常に工程が厳しい中、HEP&JES工法としては初めての円形トンネル及び100mを超える長距離牽引であったが上部の軌道に大きな影響を及ぼす事無く牽引を完了した。本工法は技術審査評定²⁾を受けたばかりの新しい工法であるが、今後の類似工事の施工に対しての一助になれば幸いである。

参考文献：

- 1) 無徐行（徐行速度向上）のための構造物の設計・施工の手引き：東日本旅客鉄道株式会社，平成9年4月
- 2) 先端建設技術・技術審査証明報告書 HEP&JES工法：財団法人 先端建設技術センター，平成12年11月

第1T R14 総けん引力分布図

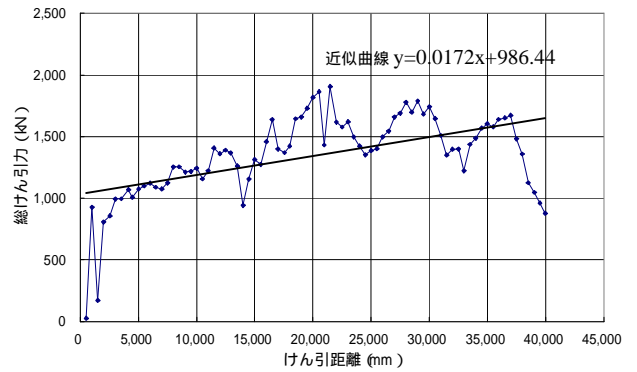


図 3 牽引力分布図(1トンネル R14)

第2T R7 総けん引力データ

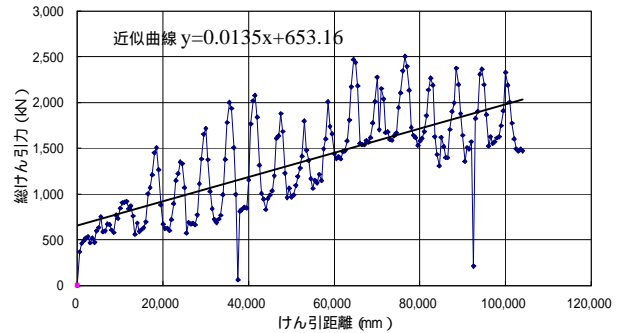


図 4 牽引力分布図(2トンネル R7)

第1トンネル基準エレメント出来形

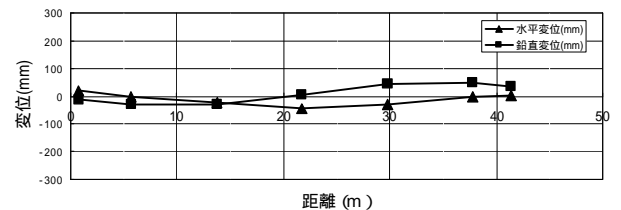


図 5 エレメント出来形(1トンネル基準管)

第2トンネル基準エレメント出来形

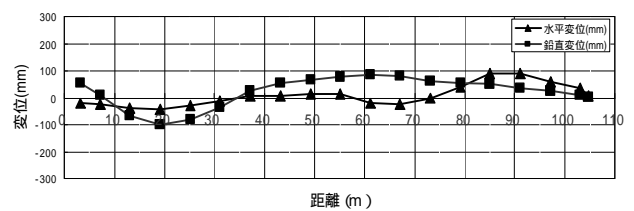


図 6 エレメント出来形(2トンネル基準管)

表 2 軌道管理値一覧表

単位 (mm)					
線路区分	設計速度	85m/h以下、半径200m以上、600m以下の線区			
種別	軌間	水準	高低	通り	平面性
警戒値	7	平面性に基 づき整備す る	8	8	7
工事中止値	13		15	15	12
限界値	19		22	22	18