

施工速度向上を目指したエレメント施工法の開発（その1）

～施工方法と刃口の設計～

東日本旅客鉄道（株） 正会員 ○加藤 佑基，フェロー会員 森山 智明，正会員 大塚 隆人
鉄建建設（株） 正会員 西村 知晃，正会員 山田 宣彦
（株）ジェイテック フェロー会員 桑原 清， 益田 彰久

1 はじめに

線路下に非開削で道路や水路などを構築する工事は、土被りや土質条件によって夜間線路閉鎖時間での施工となることがある。この場合、1日あたりの作業時間が短く、工期の長期化とコストアップが課題であった。そこで、非開削工法の一つである HEP&JES 工法の施工速度向上を目指して、新たなエレメント施工法（以下、本工法）の開発を行った。

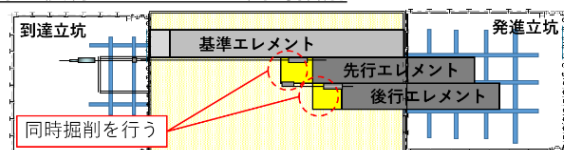
2 本工法の概要

HEP&JES 工法は特殊な継手（JES 継手）を有する鋼製エレメントを嵌合させることで連続した構造部材として函体構造を形成する JES 工法（Jointed Element

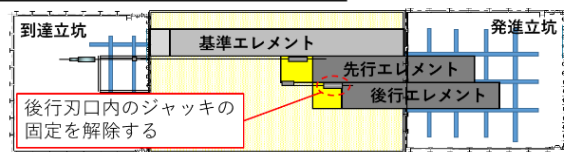
Structure method）と、到達側に設置したけん引装置で、発進側から掘削装置に連結されたエレメントを土中に挿入する HEP 工法（High speed Element Pull method）を組み合わせた工法である。通常の HEP&JES 工法は、エレメントごとにけん引装置を設置し、これを盛替えながらエレメントを1本ずつ施工する。

これに対し本工法は、図-1、2のように先行エレメントの刃口（以下、先行刃口）と後行エレメントの刃口（以下、後行刃口）を PC 鋼棒で接続し、後行刃口内部にセンターホールジャッキ（以下、ジャッキ）を設置することで、到達立坑のけん引装置を盛替えずに複数本のエレメントの同時施工を可能にした。

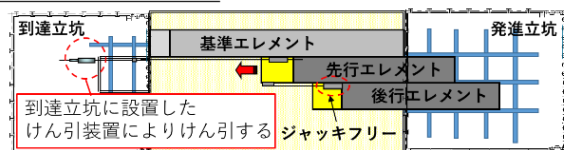
①先行・後行エレメントの同時掘削



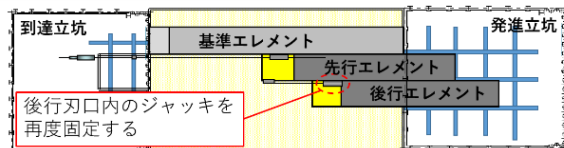
②後行刃口内のジャッキの固定解除



③先行エレメントの掘進



④後行刃口内のジャッキの固定



⑤後行エレメントの掘進

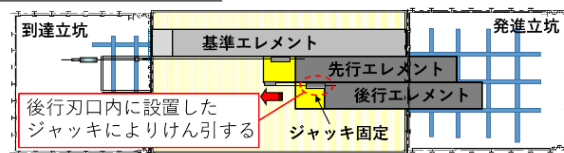


図-3 本工法の施工手順

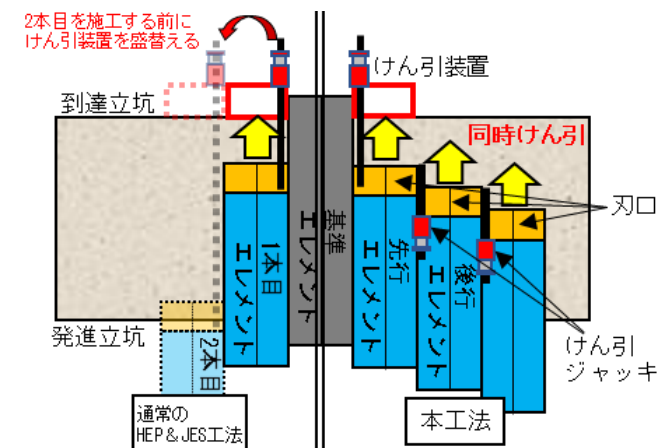


図-1 本工法の概要図

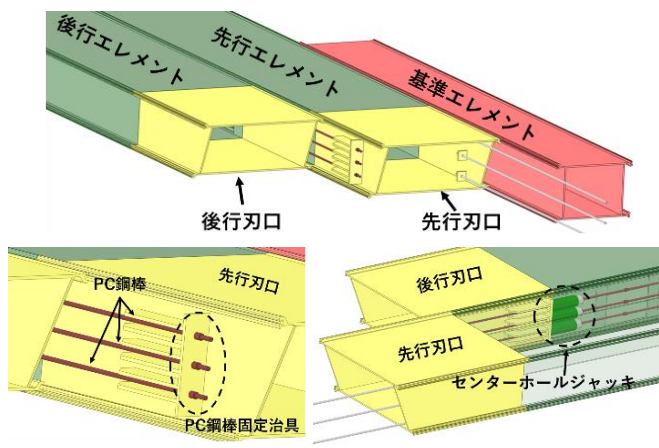


図-2 刃口の構造

キーワード HEP&JES 工法，施工速度向上，FEM 解析

連絡先 〒980-0811 仙台市青葉区一番町3番1号 TM ビル 6 階 TEL 022-266-9663

3 施工方法

本工法の施工手順を図-3及び以下に示す。

- ① 先行・後行エレメントの掘削を同時に行う
 - ② 後行刃口内のジャッキの固定を解除する
 - ③ 先行エレメントを通常の HEP&JES 工法と同様に到達立坑側のけん引装置でけん引する
 - ④ 先行エレメントのけん引終了後、後行刃口内のジャッキを固定する
 - ⑤ 先行エレメントを反力として、後行エレメントをジャッキによってけん引する
- ①～⑤を繰り返すことにより、けん引装置を盛替えることなく、複数のエレメントの同時施工を行う。

4 検討事項

4.1 本工法の課題

本工法は通常の HEP&JES 工法と掘削方法やけん引機構が異なるため、開発にあたり次の2点について検討を行うこととした。

- ① 複数エレメントを同時に掘削・けん引することによる地表面への影響
- ② 先行刃口を反力に後行エレメントをけん引することによる、ジャッキ定着部の局部応力への対応

4.2 地表面への影響

複数のエレメントを同時に掘削する際、先行刃口と後行刃口の位置が近いと、刃口先端の地盤が大きく開放され地表面変状のリスクが高まる。そのため、本工法では各刃口の掘削の影響が及ばないようにすること、また軌道直下に複数の刃口が同時に存在しないようにするため、図-4に示すように各刃口を枕木幅(約2m)以上である2~4mの離隔を確保しながら施工することとした。

4.3 ジャッキ定着部の補強材

本工法の後行エレメントは、先行エレメントを反力にけん引する。そのため、先行刃口のジャッキ定着部に局部応力が発生する。これに対応するため、ジャッキ定着部の掘進方向に補強材を取り付けることとし、先行刃口の FEM 解析を実施しジャッキ定着部の補強材の検討を行った。本工法は、高さ0.85m、幅約2mの幅広エレメントを使用する。新しいけん引機構により刃口に発生する反力として、けん引距離24m相当の性能確認試験¹⁾を想定し、設計けん引力の最大値2100kNを3分割して载荷した。刃口の背面はエレメントがあるため、掘進方向に拘束した。解析はジャッキ定着部

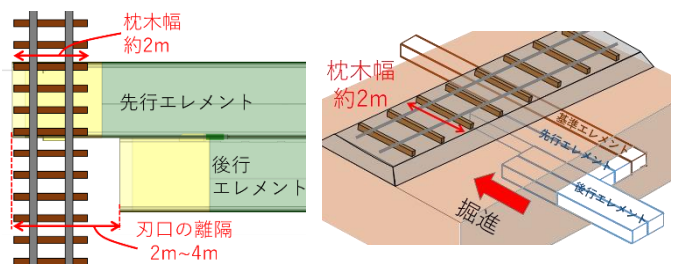


図-4 枕木と刃口の離隔の関係

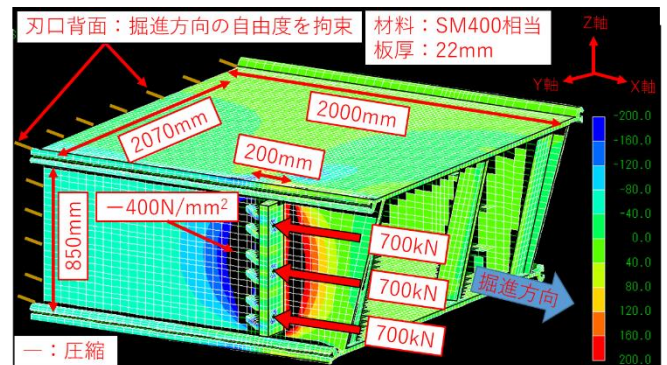


図-5 掘進方向応力図（補強材：200mm）

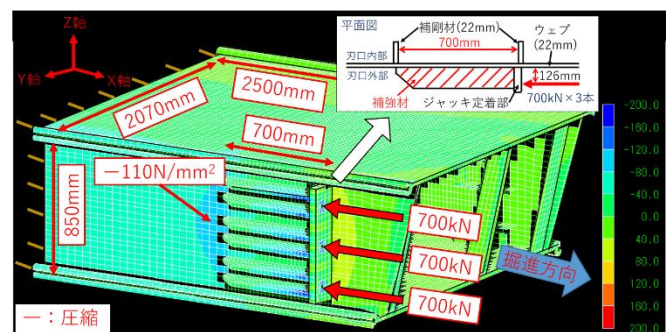


図-6 掘進方向応力図（補強材：700mm）

の補強材の長さを200mm~700mmと変更し行った。図-5、6に200mm、700mmの場合の解析結果を示す。

解析の結果、補強材の長さを200mmとした場合、先行刃口側面に400N/mm²の応力が発生し、補強材の長さを700mmとした場合、発生する応力は110N/mm²となった。補強材の長さを700mmにすることで刃口に発生する応力が許容応力内（175N/mm²）になることが確認された。

5 まとめ

以下に結果をまとめる。

- ① 同時施工による地表面への影響を抑えるため、刃口同士を2m~4m離して施工する
- ② けん引距離を24mと想定した場合、ジャッキ定着部の補強材を700mmにすることで先行刃口に発生する応力を許容応力内に抑えられる。

参考文献

- 1)中村ほか：施工速度を目指したエレメント施工法の開発（その2）～性能確認試験結果について～、土木学会第75回年次学術講演会、2020.9