

## 線路下横断工法におけるエレメント広幅化による施工性への影響

東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所 正会員 ○齊木 美由紀  
 東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所 正会員 川崎 徹  
 東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所 フェロー 清水 満

## 1. はじめに

当社における非開削工法による線路下横断工事は、安全・工期・コストの面から JES 工法が多く採用されているが、支障物や土質の状況により、人力で施工する事例が多くなってきている。エレメントの断面寸法は、当初オーガーを用いた機械掘進を基本に決めていたため、人力施工では施工に時間を要し、狭隘なエレメント内で非効率な施工となっていた。今回、JR 中央線立川・日野間で施工している中央線と都道との立体交差工事（以下「日野」と称する）において 2 本のシングルエレメントを PC 鋼棒で事前に連結し、2 本分を同時に推進する工法（以下「W エレメント」と称する。図-1, 2）を、JR 横浜線片倉・八王子間で施工している横浜線と都道との立体交差工事（以下「打越」と称する。）において従来型シングルエレメントの約 2 倍の幅があるエレメント（以下「広幅エレメント」と称する。図-3, 4）を採用し、JES 工法の施工速度向上と工期短縮を行ったのでここに報告する。

## 2. 施工結果

## (1) W エレメント・広幅エレメントの採用に伴う検討

W エレメント・広幅エレメントを採用することで、刃口幅が2倍になることからエレメント推進時の上載土の安定の検討を行った。これは、エレメント上載土がエレメントと共に前方に移動しようとするのに対し、土のせん断耐力で抵抗するものとして検討を行った。施工の結果、軌道の鉛直方向変位量（高低）、水平方向変位量（通り）、ともに施工に伴うトラブルや大きな軌道変位は発生しなかった。軌道の通り変位は、日野・打越ともにシングルエレメントと比較して同程度であった。

## (2) 施工精度について

今回の結果、シングルエレメントに比べ W エレメント・広幅エレメントは推進時のローリング（回転蛇行）が大きくなる傾向を示すことが分かった。また、日野は 2 つのシングルエレメントを連結しているため、基準エレメント側のエレメントのローリングが大きくなり、左右でずれが生じた。ここで、ローリングの指標について表-1 のように定義し、施工精度の評価を行った。結果を表-2 に示す。日野は 4 本の W エレメントで差があるものの、ほとんどのエレメントで、最大ローリング量が打越より大きくなることから、一体型に比べ、連結型の W エレメントはローリング量が大きいことが確認できた。また、トータルローリン

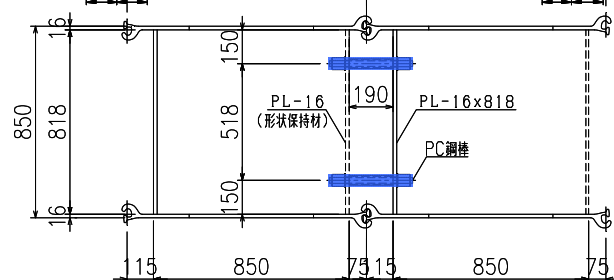
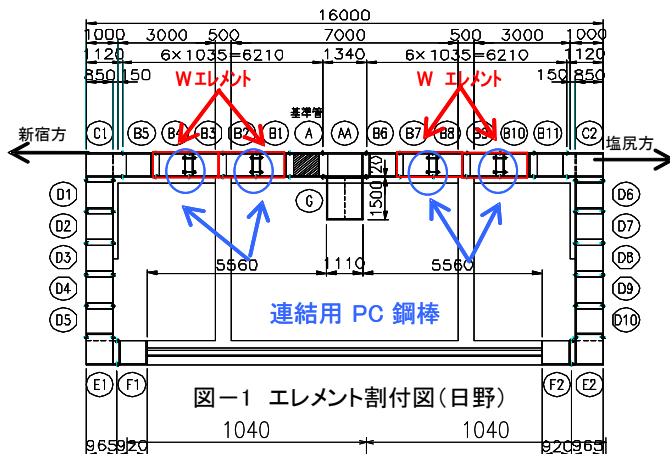


図-2 W エレメント詳細図(日野)

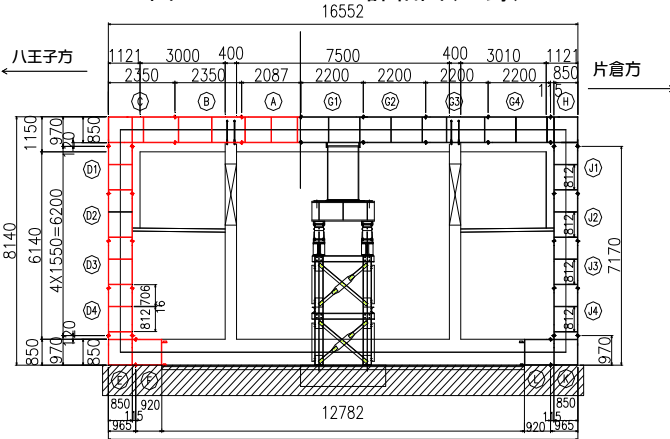


図-4 広幅エレメント詳細図(打越)

キーワード 線路下横断工法, JES 工法, エレメント, 施工精度, ローリング, 設計推進 (けん引) 力

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6 JR 東日本東京工事事務所 立体交差課 TEL03-3370-1087

グ量は、日野・打越ともにほとんどのエレメントで小さく、エレメントの復元しやすさは違いが見られないことが分かった。また、トータルローリング絶対量を比べてみると、日野、打越ともにシングルエレメントに比べ、ローリングしやすいことが分かった。これらの結果より、連結型のWエレメントより、一体型の広幅エレメントの方が、ローリング量が小さいことが分かった。また、どちらもローリングしやすいが、コントロールが容易であることが分かった。

### (3)設計けん引(推進)力について

エレメントの設計けん引(推進)力は過去の実績より図-6の式により算出したが、実際は、日野・打越ともに設計けん引(推進)力の半分以上となった。先端抵抗(P1)はQrが経験値より98kN/mで一定である。しかし、これまでの算出式は機械施工を想定して定められており、人力施工では小さくとなると考えられる。そこで、初期のけん引(推進)力をP1として計算したところ、打越はほぼ実けん引力に近い値となった(図-7)。しかし、日野は直線の傾きが図-6の算出式に比べ小さかった。

エレメント全周の摩擦抵抗(P2)は、 $\mu \cdot P_m = 9.8 \text{ kN/m}^2$  (経験値で一定)であることに注目し、算定式の元になった推進力算定の簡便式<sup>1)</sup>を用いて、土質の影響を考慮し、シルト質粘土の $\mu \cdot P_m = 3.9 \text{ kN/m}^2$ を用いた。その結果、実推進力にほぼ近い値となった(図-8)。

### 3. おわりに

今回、Wエレメント・広幅エレメントを採用したが、どちらも軌道への影響はシングルエレメントと同程度であり、30~40%程度の工期短縮が確認できた。また、施工精度や、経済性から広幅エレメントが有利であると考える。今後、設計けん引(推進)力は、検証ケースを増やした上で、人力や土質の影響を考慮した算出式を導き出すことで様々な現場に適用できるよう提案していきたい。

### 参考文献

1) 現場技術者のための土と基礎シリーズ 推進工法の調査・設計から施工まで 地盤工学会 1986年1月

表-1 ローリング指標の定義

|                  |                          |                    |
|------------------|--------------------------|--------------------|
| 最大ローリング量(mm)     | : 日々の推進後のローリング最大量        | ⇒ 日々のローリングの影響      |
| トータルローリング量(mm)   | : 施工期間中のローリング変化量の総和      | ⇒ 復元コントロールに関わる指標   |
| トータルローリング絶対量(mm) | : 施工期間中のローリング変化量(絶対値)の総和 | ⇒ ローリングのしやすさに関わる指標 |

表-2 ローリングの比較

|    | エレメント    | エレメント幅(mm) | 最大ローリング量(mm) | トータルローリング変化量(mm) | トータルローリング絶対量(mm) |
|----|----------|------------|--------------|------------------|------------------|
| 日野 | B6(シングル) | 920        | 6            | -3               | 19               |
|    | B1B2     | 2080       | -11          | -11              | 27               |
|    | B3B4     | 2080       | 11           | 1                | 27               |
|    | B7B8     | 2080       | -21          | 2                | 48               |
|    | B9B10    | 2080       | -5           | -1               | 15               |
| 打越 | B        | 2355       | -7           | 4                | 38               |

推進力  $P = P1$  (先端抵抗) +  $P2$  (エレメント全周の摩擦抵抗) +  $P3$  (継手部の摩擦抵抗)

$$P1 = S \cdot Qr$$

$$P2 = \beta \cdot \mu \cdot P_m \cdot F \cdot L$$

$$P3 = k \cdot L$$

S : 刃口周長 (m)

Qr : 刃口の単位長さ当たりの抵抗力 = 98kN/m [経験値]

$\beta$  : 滑材注入による低減係数(70%) 滑材を使用しないときは100%

$\mu$  : 土とエレメントの摩擦係数  $\mu \times P_m = 9.8 \text{ kN/m}^2$  [経験値]

$P_m$  : 周辺平均土圧 (kN/m<sup>2</sup>)

F : エレメント単位長さ当たりの外周面積(m<sup>2</sup>)

L : 推進貫入長 (m)

k : エレメント単位長さ当たりの継手摩擦抵抗力 (10~20kN/m)

図-6 設計けん引力の算出式

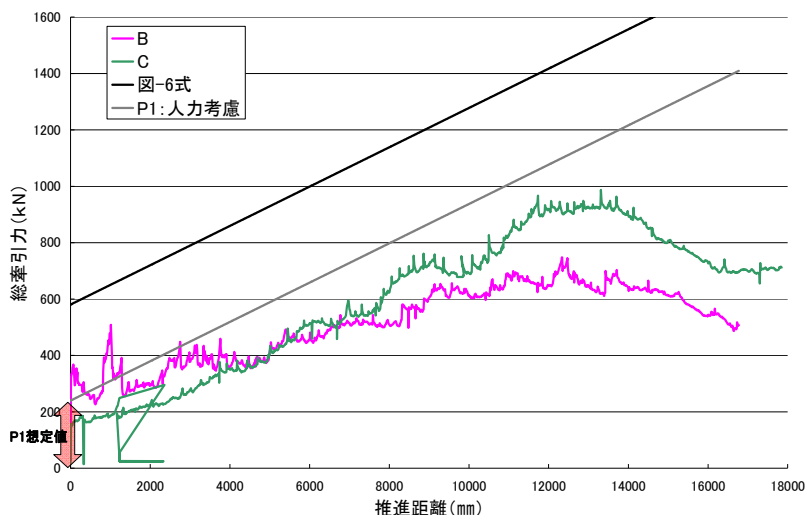


図-7 けん引力実績(広幅エレメント)

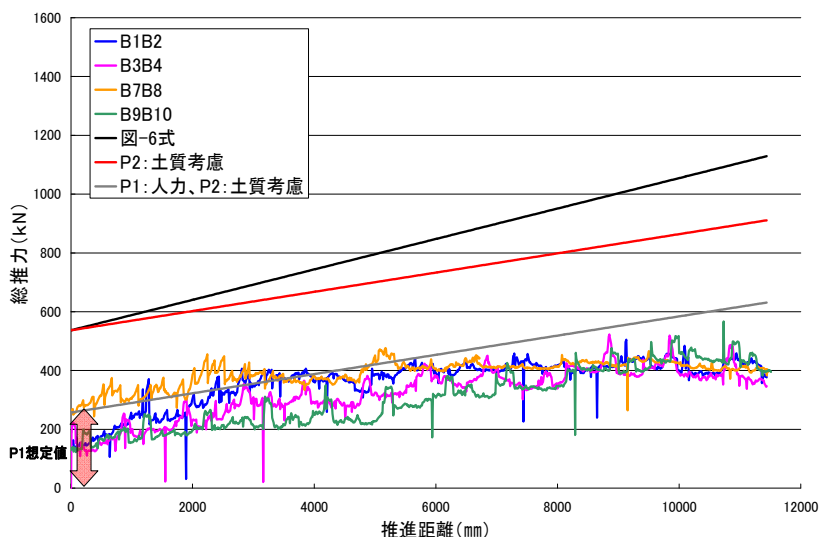


図-8 推進力実績(Wエレメント)