

Ⅲ－B220

鋼製エレメントによる線路下横断構造物の合理的構築法

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 松沢 素子 正会員 富田 修司
正会員 清水 満 正会員 森山 智明

1. はじめに

線路下を横断して道路、河川、人道用地下通路等を構築する施工法の選定を行う場合、列車走行の安全性を確保し、施工期間が短いことが望ましい。これまでも各種線路下横断工法が採用されてきたが、最近地中に挿入したエレメントを本体として利用する施工例が増えてきている。この工法では、連続したエレメントが躯体として所定の剛性を有するため、エレメントの横締めが必要となる。そのため躯体とは別に横締め作業用エレメントを両サイドに設けている。そこで今回、エレメント相互を連結する継手部の曲げ剛性を向上させ、横締めが不要の工法を開発した。

2. 構造形式

鋼製エレメント（図1）を連続して地中にボックス状に配置する（図2）。このエレメントは、内空寸法を800mm×800mm以上（人がエレメントに入って作業できる最小空間）とし、支障物ができた場合にも、人力による撤去作業が可能な大きさとするのが望ましい。

継手部分は、エレメントに突合わせ溶接で取付け、推進時の抵抗とならないように出来る限り短かいことが望ましい。ただし、継手の余裕が少ないと継手どうしが競り合い、推進できない場合も想定されるので、継手部分の長さについては慎重な検討が必要である。

2.1 エレメントの板厚

エレメントの板厚は、常時と施工時の一時的荷重を考慮して定める。常時については、表1の事例1～4においてエレメント鋼材を単鉄筋として考え、母材に要求される強度を検討した。施工時の一時的荷重については、事例1のケースで高流動コンクリート打設後を想定し、エレメントに全土被り荷重をかけた状態で検討した。

なお、空気、水、土砂と直接接する外面については腐食代を考慮する必要がある。

2.2 継手強度

これまでに継手はエレメント推進時のガイドとして使用されており、本体構造物の合成部材としては使用されていなかった。新工法では、継手相互の曲げ剛性を向上させることを考えており、例として直線鋼矢板の継手を使用し、静的荷重よりみると以下のようなのである。

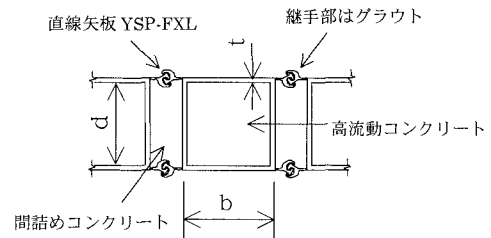


図1 エレメント

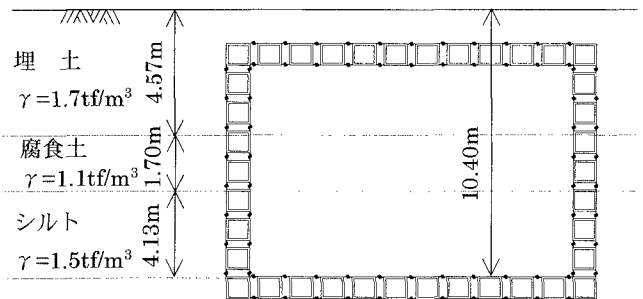


図2 構造物イメージ（事例1）

キーワード：線路下横断構造物、エレメント、継手剛性、骨組解析、直線鋼矢板

連絡先：〒151-8578 東京都渋谷区代々木2-2-2 JR 東日本 建設工事業部 TEL (03) 5334-1288 FAX (03) 5334-1289

直線鋼矢板：厚さ $t=12.7$ mm

SY-295 材 引張強さ 490 N/mm^2 以上

降伏点 295 N/mm^2 以上

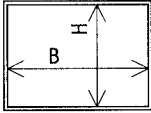
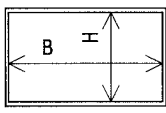
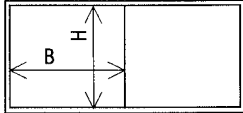
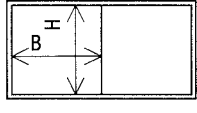
継手強度 $6\text{MN/m} \leftarrow \text{SS400 材に置換えると厚さ } t=14 \text{ mm 相当}$

この継手強度は、事例 1, 2, 4 では、引張部材として使える範囲である。

2.3 その他の構造

エレメント推進後は、エレメント内を高流動コンクリート ($\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$) で充填し、エレメント相互を連絡する継手にはグラウト注入を行う。これは、エレメント施工時には、継手に余裕が必要であるが、この余裕が内部の土砂掘削時にたわみを誘発させるので、たわみを極力小さくするために実施する。なお、若干のたわみは施工余裕分で吸収させることを考えている。

表 1 母材に要求される強度

事例 1	事例 2	事例 3	事例 4
土被り $H=3.5 \text{ m}$ $M_{\max}=90.0 \text{ tf}\cdot\text{m}$  $H=8.5 \text{ m}$ $B=11.8 \text{ m}$ 常時 板厚 $t=9 \text{ mm}$ 以上	土被り $H=2.7 \text{ m}$ $M_{\max}=116.0 \text{ tf}\cdot\text{m}$  $H=7.3 \text{ m}$ $B=14.4 \text{ m}$ 常時 板厚 $t=12 \text{ mm}$ 以上	土被り $H=0.4 \text{ m}$ $M_{\max}=141.9 \text{ tf}\cdot\text{m}$  $H=6.3 \text{ m}$ $B=12.0 \text{ m}$ 常時 板厚 $t=14 \text{ mm}$ 以上	土被り $H=1.3 \text{ m}$ $M_{\max}=59.8 \text{ tf}\cdot\text{m}$  $H=7.1 \text{ m}$ $B=7.0 \text{ m}$ 常時 板厚 $t=6 \text{ mm}$ 以上
事例 1 [常時] 幅 $b=100 \text{ cm}$ 、有効高さ $d=80 \text{ cm}$ SS400 材 $\sigma_{sa}=150 \text{ N/mm}^2$ $M_{\max}=90.0 \text{ tf}\cdot\text{m}$ $A_s = (90.0 \times 10^5) / (1500 \times 7/8 \times 80)$ $= 85.71 \text{ cm}^2$ $100 \times 0.9 = 90 \text{ cm}^2$ $\therefore$ よって板厚は 9 mm 必要となる	[施工時] 荷重 ①軌道荷重+②土被り荷重+③エレメント+④中埋めコンクリート+⑤活荷重= 20.90 tf/m^2 両端固定ばりで考えると、 $M=20.90 \times 0.80^2 / 24 = 0.56 \text{ tf}\cdot\text{m}$ $\sigma = 6M / bh^2$ $= 6 \times 0.56 \times 10^5 / 100 \times 1.6^2 = 1312 \text{ kg/cm}^2$ $(< \sigma_{sa} = 1500 \text{ kg/cm}^2)$ $\therefore$ よって板厚は、16 mm 以上必要となる。		

3. 設計に用いる構造モデル

設計は、高流動コンクリート充填後のエレメントを鋼材とコンクリートの合成構造とし、応力が許容応力度内におさまるか否かで判断をする。継手部は、エレメント本体に比べ、剛性が低下することを考慮して、回転ばねに置換える。躯体に作用する地盤反力は、側壁部、底板部の地盤を地盤ばねに置換え、法線方向と接線方向にかけると。土圧については、鉛直土圧は全土被り土圧、側方土圧は静止土圧とする。

4. おわりに

この工法は、まだ検討段階であり、今後の継手部の強度試験やグラウトの施工性能試験結果によるところが大きい。線路下横断構造物の構築においては、線路の隆起、陥没、施工性の低さ等々の課題が残されているのが実状の中であり、これらの問題点を改善していくためにも今回の技術開発をすすめていきたいと考えている。

参考文献：石原ら：鋼製エレメント継手としての直線鋼矢板継手の疲労試験 第 53 回年次学術講演会論文発表

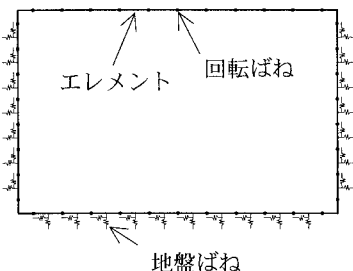


図 3 設計モデル