

J R 東日本 東京工事事務所 正会員○森山泰明

J R 東日本 構造技術センター 正会員 森山智明

1. はじめに

鉄道営業線下を横断交差する構造物については、従来から多くの工法が存在するが、箱型の線路下横断構造物の構築においては、線路横断距離に制限を受けない箱型ラーメン形式の構造物が施工可能であり、施工期間中に列車運行に影響を与えず、しかも経済的で施工が容易な工法が望ましい。このような観点から、従来鋼製エレメント挿入時のガイドとしてのみ使用してきたエレメント継手を構造部材の一部として用いる新しい線路下横断トンネルの構築法を考案し、各種実験を実施して開発を行ってきた。本報告では、この工法に用いるエレメント継手について行った力学試験とその結果を報告する。

2. 継手部の設計

本工法では部材に発生する応力を鋼製エレメント継手が伝達することで躯体を構築するため、継手が十分な強度と施工時の遊びを（余裕部）有する形状である必要がある。特に活荷重として作用する列車荷重による疲労の影響を考慮しなければならない。なお継手余裕部にはグラウトを充填することで完成時には応力を伝達できる構造とする。

このことからエレメント継手の設計は、使用状態での疲労強度、終局状態での引張強度で決まる。そこで実施工にあわせ継手余裕部にグラウトを充填した継手を用いた静的引張試験および疲労試験を行った。

3. 直線鋼矢板継手による試験結果

継手については当初、直線鋼矢板の継手（SM490 相当）を用いることを考えた。供試体は継手を噛合せて余裕部にグラウト（ $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$, 25N/mm^2 ）を充填した。静的引張試験では応力増加率一定で継手部が破断するまで載荷し、荷重-変位曲線を求めた。疲労試験は荷重加振振動数 8Hz の片振試験とし、応力振幅を変化させて疲労破壊を確認することで S-N 曲線を求めた。

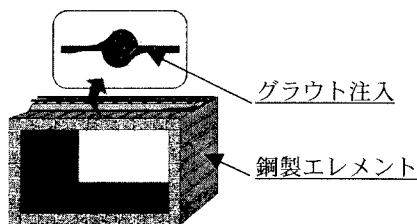


図-1 構造形式

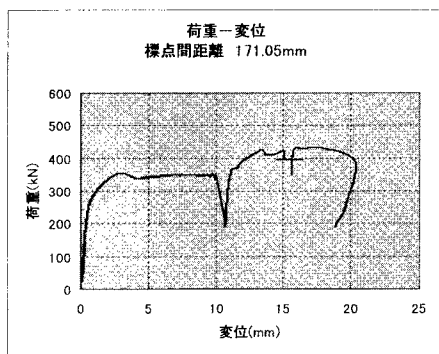


図-2 静的引張試験結果

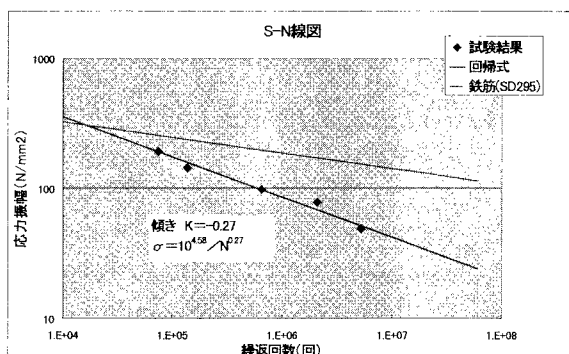


図-3 疲労試験結果

図-2 に示す静的引張試験結果からは 150kN を超えたあたりで変位が増大しており、この継手の弾性範囲は 150N/mm^2 程度と考えられる（供試体断面 $13\text{mm}\times 75\text{mm}$ ）。一方、図-3 の疲労試験結果から継手の疲労強度低下が顕著であり、この継手を用いたエレメントでは、応力振幅 50N/mm^2 程度の荷重条件で許容応力度は 150N/mm^2 以下の構造物で使用可能と考えられる。

線路下横断構造物、鋼製エレメント、直線鋼矢板、引張試験、疲労試験

〒151-8578 東京都渋谷区代々木 2-2-6 TEL(03)3379-4353 Fax(03)3372-7980

4. 継手形状の改良

試験結果から求まる継手の箱型ラーメン構造物への適応範囲はスパン 10m 以下と限られるため、疲労破壊した継手外腕部分を改良（5.5mm 厚）することで発生応力を低減して疲労強度の向上を図った。



図-4 継手破壊状況

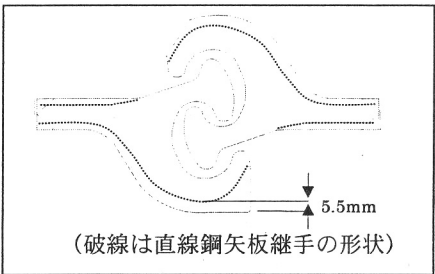


図-5 改良した継手形状

この継手について直線鋼矢板継手と同様に疲労試験を行ったところ図-6 に示すように疲労強度の向上が確認された。S-N 曲線の近似式は

直線鋼矢板継手： $\sigma=10^{3.57/N^{0.27}}$

改良型継手： $\sigma=10^{3.4/N^{0.19}}$

となっており、傾き(=K)も 0.27 から 0.19 となり、疲労強度の低下も緩やかになった。

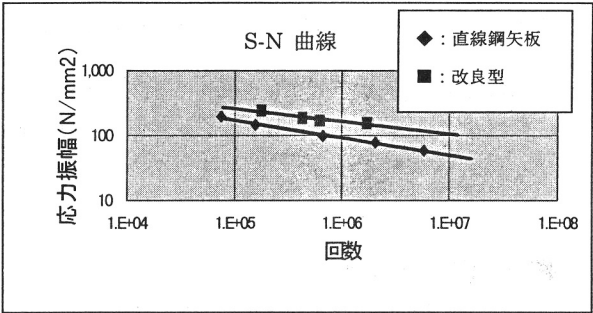


図-6 改良型継手の疲労試験結果

5. 応力度の照査

表-1 に高さ 850mm、板厚 13mm のエレメントを用いた箱型トンネルに発生する曲げモーメントによる最大引張応力度の一覧表を示す。この表は、軌道面までの土被りを 0.5m として計算を行ったものである。表に示すとおり、スパン 15m の 1 径間箱型トンネルや 12.0m×2 の 2 径間箱型トンネルにおいては 60N/mm² 近い応力振幅の繰返し荷重が作用することになり、直線鋼矢板で対応できなかったのが改良型で対応できることが確認できた。

表-1 発生応力と継手疲労強度の照査 (N/mm²)

スパン		L=6m	L=10m	L=15m	L=12m×2
発生応力	死荷重	5.7	26.1	58.7	76.0
	活荷重	15.9	29.7	58.9	58.9
疲労強度	直線鋼矢板	28.4	35.0	40.8	37.1
	改良型	67.9	90.1	91.6	84.4

6. 考察

今回の試験により改良した継手が十分な力学的性能を持つことが確認された。今後は継手を用いたエレメントを組み合わせることで梁モデルでの実験を行い、本工法の設計法を確立していく所存である。

<参考文献>

- (1)松沢、富田他: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、土木学会第 53 回年次学術講演会、98 年
- (2)石原、相沢他: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、土木学会第 53 回年次学術講演会、98 年
- (3)松沢、成田:鋼製エレメントを用いた線路下横断構造物の構築法、地盤工学会第 33 回地盤工学研究発表会、98 年