

Ⅲ-B219

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

JR 東日本 東京工事事務所 ○正会員 石原 義之

正会員 桑原 清

正会員 相沢 文也

1. まえがき

我々は現在、線路下に挿入した鋼製エレメントを PC ケーブルによる緊張を行わず、継手により引張応力を 100% 伝達させて箱型躯体を構築する工法(以下鋼製エレメント工法、図-1)の開発に取り組んでいる。今までもエレメントの継手の引張強度をある程度評価しようという研究¹⁾はなされているが、実用化されてはいない。今回、鋼製エレメント継手開発の一環として直線鋼矢板の継手を用いて疲労試験を行ったので報告する。

2. 開発方針

鋼製エレメント継手の設計強度は、使用状態では疲労強度、終局状態では引張耐力で決まると考えられる。しかし継手形状を一から決めることは大変困難である。そこでまず市場にあり、必要引張耐力を有しているもので実用化に一番近いと考えられる直線鋼矢板継手(保証引張強度 612tf/m)を用いることとした。形状からも明らかなように、試験のポイントは、グラウトを充填した継手の目開きの繰り返しによる疲労破壊および残留変位量である。よって試験の目的を以下のように定め、疲労試験により実用性および形状の改良点を確認することとした。

①破壊形態を明確にする。

②疲労強度特性を確認する。

3. 試験概要

(1)供試体：表-1 に供試体の一覧を示す。供試体は直線鋼矢板継手(SM490 相当)を噛み合わせ、その目地部にグラウトを注入して一体化したものである。グラウトは試験練りを行い、充填可能と考えられるプレミックス製品を用いて、メーカー規定の W/C 値にて目標強度 300, 500kgf/cm² に設定した。

表-1 供試体種別および数量

継手	数量	グラウト	供試体番号
FXL-500 (SY-295)	2 体	W/C=37%	No.3, No.4
	3 体	W/C=47%	No.1, No.2 No.5

(2)試験方法：載荷荷重条件は、設計許容応力度 2000kgf/cm² 相当値を上限とし、0 から設計活荷重レベルで応力振幅を変えて行った。荷重波形は Sin 波、荷重周波数は 8Hz、載荷方法は、最初の 5 回は静的に載荷し初期の変位量の確認を行い、この後、動的に荷重繰り返し周波数 1Hz~8Hz まで 1Hz 毎に 50 回載荷しながら 8Hz まで増加し、疲労試験を行った。

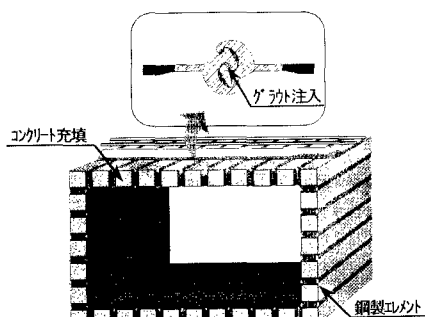


図-1 鋼製エレメント工法

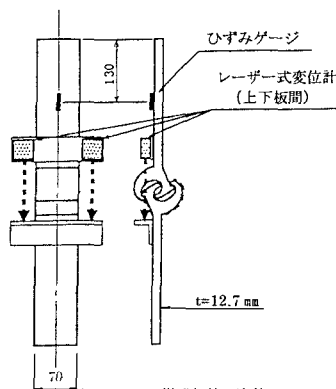


図-2 供試体形状

表-2 荷重条件一覧表

供試体 番号	荷重条件 (kgf/cm ²)	
	最大	最小
No.1	2000	56
No.2	1500	900
No.3	1500	56
No.4	1500	500
No.5	1500	700

線路下横断構造物、鋼製エレメント、直線鋼矢板、継手、疲労試験

〒151-8578 東京都渋谷区代々木 2-2-6 TEL(03)3220-3482 FAX(03)3372-7980

4. 試験結果および考察

(1) 試験結果

表-3 試験結果一覧

供試体 番 号	W/C	軸圧縮強度 (kgf/cm ²)	最大応力 (kgf/cm ²)	応力振幅 (kgf/cm ²)	破壊回数 (回)	変位量 200 万回(mm)	
						最大	最小
No.1	47%	450	2000	1944	74,410	***	***
No.2	47%	450	1500	600	5,272,720	0.38	0.33
No.3	37%	550	1500	1444	156,700	***	***
No.4	37%	550	1500	1000	654,790	***	***
No.5	47%	450	1500	800	2,085,070	0.78	0.66

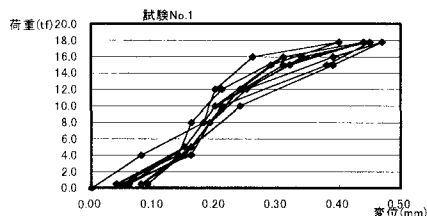


図-3 荷重-変位曲線

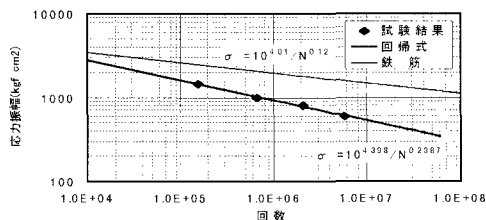


図-4 S-N 線図

(2) 考察

破壊形態は、目開きにより継手の腕部分の内側が裂けて、互いの継手が抜け出すような形で破壊に至っている(写真-1)。No.1 の荷重-変位曲線をみると 14tf を超えたあたりで傾きがねてきており、母材の許容応力度以下で継手の腕の部分が降伏し始めているのがわかる。弾性範囲は、応力で 1500kgf/cm² 程度である。また途中で傾きが立つのは、グラウトがずれるためと考えらる。継手噛合わせ部破断後の No.2~No.5 のグラウトは、若干ひび割れが見られたものの粉碎はされておらず、当初の形状を保持していた。No.2~No.5 より得られた S-N 線図は、グラウト強度により若干差がみられるが影響は少ないといえる。しかしながら鉄筋と比較すると疲労強度の低下が大きく、この継手ではスパンの制限なく RC 換算で設計することはできない。構造物の変位に関しては、死荷重による継手変位は内空の拡大や軌道整備でキャンセルできるため、活荷重による継手変位のみが問題となる。No.5 の継手変位は 0.1mm 程度に収まっているが、200 万回を超えて急激に変位が増大して破壊に至っている。No.2 では 0.05mm で、これは 10m スパンの中央で数ミリの沈下に相当し、列車の走行に影響はない。結果としては、直線鋼矢板継手を用いた鋼製エレメントは、応力振幅 600 kgf/cm² 程度の荷重条件で、許容応力度 1500 kgf/cm² 以下が妥当な使用範囲であると考えられる。

5. あとがき

今回の試験により直線鋼矢板継手は、強度的にはスパン 10m 以下の短スパンボックスカルバートには使える目処がたった。今後、今回の試験データをふまえて継手形状を改良し、許容応力度 2000 kgf/cm²、応力振幅 1000 kgf/cm² 程度で疲労繰り返し回数 200 万回以上まで期待できる継手を開発して鋼製エレメント工法を実用化したいと考えている。

参考文献：1) (財)鉄道総合技術研究所 研究業務資料 No.88-018

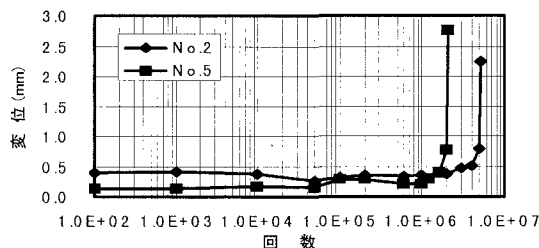


図-5 変位-繰り返し回数曲線



写真-1