

せん断補強鋼板を離散的に配置した鋼殻エレメントの疲労試験

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 ○西村 知晃
J R 東日本 建設工事事務所 正会員 渡邊 明之
J R 東日本 建設工事事務所 正会員 西島 和男

1. はじめに

線路下横断工事における新しい工法として、小断面の鋼製エレメントを特殊な継手により連続して地盤中に貫入し構造物を構築する J E S 工法（Jointed Element Structure Method）が開発された。¹⁾

この J E S 工法で用いられる従来タイプのエレメントは、図 1 の左側の様に、継手で連結された上下フランジとウェブ（以下はせん断補強鋼板と呼ぶ）で構成され、内部にコンクリートを充填し、構造部材とする。今回、図 1 の右側の様に、せん断補強鋼板に開口部（1m 当りに 500mm の開口部、これを開口率 50%と呼ぶ）を設けた。本研究では、この開口率 50%の梁形状試験体による疲労試験を実施し、結果を報告するものである。

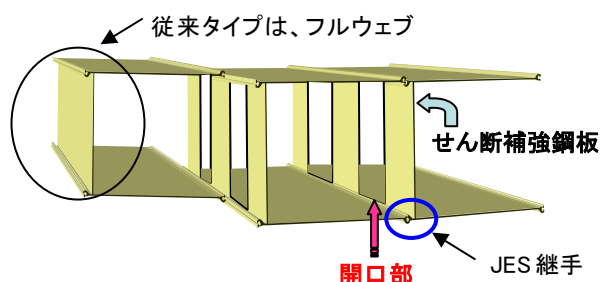


図 1 エレメント概要図

2. 試験概要

試験体を図 2 に示す。No.1 試験体は開口率 50%、No.2 試験体は開口率 0%（フルウェブ）とし、単純桁構造で 2 点荷重にて疲労試験を実施した。ただし、No.1 試験体の荷重点下のせん断補強鋼板には開口を設けていない。

疲労試験に先立ち静的荷重試験を実施した。また、定期繰返し回数 (N=100, 500, 1000, 5000, 10000 回以降 50,000 回毎。10 万回以降は 10 万回毎) ごとに静的荷重試験を行い、荷重重 P、試験体の変位 δ およびエレメント鋼板ひずみ ε を計測した。

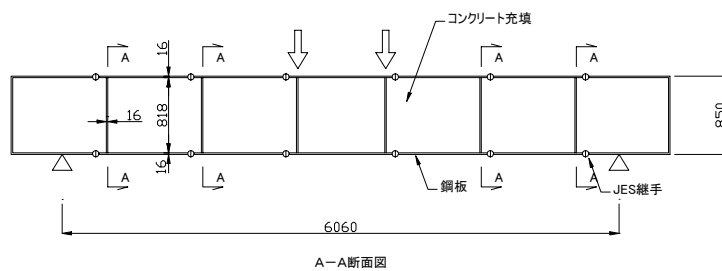


図 2 試験体図

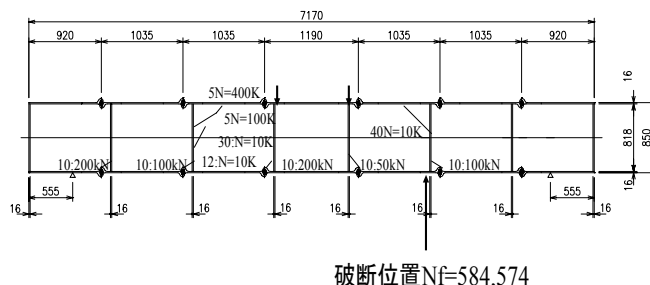
3. 試験結果

3.1 破壊形態

(1) 試験体 No. 1

・荷重振幅を ($P_{max}=350kN$, $P_{min}=10kN$) として片振状態で加振した。

・コンクリートのクラックは、疲労試験前の静的荷重試験時に、図 3 に示すように、下側 JES 継手部に発生した。その後、繰返し回数 1 万回から 10 万回にかけて荷重位置両側エレメントの上部隅角部



注) 図の最初の数字はクラック長さ (cm) を示す。次の数字の kN は静的荷重試験時にクラックが発生した荷重を示す。N で始まる数字はクラックが発生した疲労試験回数で、K=1000 回である。

図 3 供試体 No.1 試験後の外観

キーワード: 線路下横断工、疲労、サンドイッチ構造、合成構造

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 TEL 03-3379-4353 FAX 03-3372-7980

にクラックが発生し、上側へ進展した。荷重繰り返し数 584,574 回で載荷点外側エレメント下のせん断補強鋼板溶接止端部より下フランジが破断した。

(2) 試験体 No. 2

・荷重振幅を ($P_{max}=263\text{kN}$, $P_{min}=10\text{kN}$) として片振状態で加振した。

・コンクリートのクラックは、静的載荷試験時に、図 4 に示すように、荷重載荷位置下部の JES 継手部に発生した。その後、繰り返し載荷を行なったが、クラックの進展は見られなかった。荷重繰り返し数 1,500,000 回で破断せず、荷重振幅を 296kN にして 1,700,000 回まで、荷重振幅を 338kN にして 1,900,000 回まで繰返し、さらに荷重振幅を 380kN にしたところ繰返し数 1,958,423 回で載荷点下のせん断補強鋼板溶接止端部よりフランジに亀裂が発生し破断した。

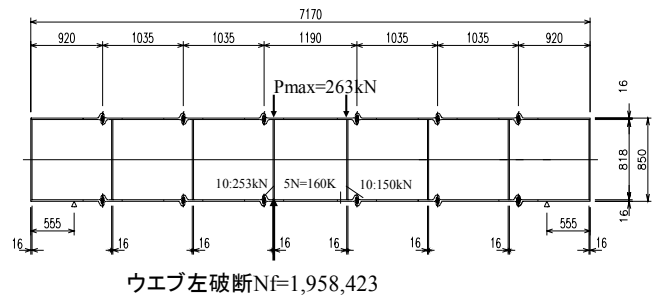


図 4 供試体No.2 試験後の外観

3. 2 鋼殻コンクリートの疲労耐力

既往の実験で、JES 部材の疲労耐力は、せん断補強鋼板溶接箇所の疲労耐力と JES 継手の疲労耐力の弱い方で決定していることが判っている。今回の試験で破断箇所はすべてせん断補強鋼板溶接止端部であった。そこで、既往研究成果で確認されている溶接の疲労耐力と今回の試験結果を比較した。(図 5)

ここで、溶接部の疲労耐力は、溶接部形状から荷重非伝達型十字溶接継手 (E 等級) の疲労耐力とした。

試験体No.2 の破断繰返し回数は、荷重振幅を 253kN とし、マイナー則を用いると、2,488,844 回となる。

応力振幅は破断近傍位置での鋼板ひずみゲージより算出し、板曲げの影響を考慮して補正している。

図 5 より、試験体 1 のように離散的にせん断補強鋼板を配置した場合、荷重非伝達型十字溶接継手の疲労耐力 (E 等級) を下回る結果となった。これは、フルウェブタイプの試験体 2 の場合、引張力が板全面に均等に作用していたのに対して、試験体 1 では、離散的に補強鋼板が設置されるための応力集中や、部分的に溶接があることによる影響ではないかと考えられる。

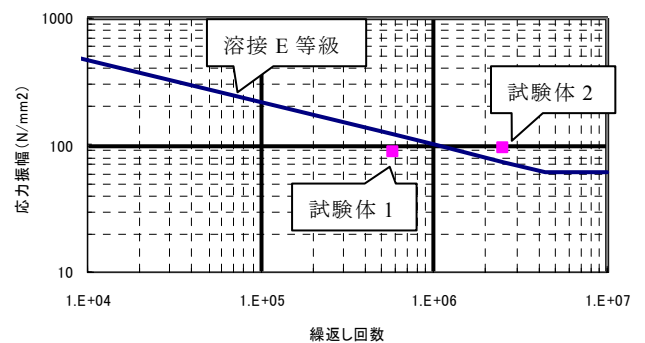


図 5 継手強度 E 等級の S-N 線図

4. まとめ

試験結果より、以下の事柄を確認した。

- (1) 今回の試験体の疲労破断位置は、すべてせん断補強鋼板溶接止端部であった。試験体 1 においては、最大曲げモーメント発生部の溶接止端部ではなく、せん断補強鋼板を離散的に配置した箇所の溶接止端部にて破断した。
- (2) 従来の開口率 0% (フルウェブ) の試験体の疲労強度は、荷重非伝達型十字溶接継手の疲労耐力 (E 等級) を上回った。一方、離散的にせん断補強鋼板を配置した場合、その溶接部の疲労強度は E 等級を下回った。