

波形鋼板ウェブ PC 橋の梁型試験体における現場継手部の疲労試験

東京鐵骨橋梁 正会員○永崎央輔 田中慶治
東京鐵骨橋梁 正会員 入部孝夫 田中雅人
明星大学 正会員 鈴木博之

1. はじめに

近年、鋼とコンクリートの複合構造橋梁の一つとしてPC箱桁橋のウェブに波形鋼板を用いた橋梁が数多く建設されている。波形鋼板ウェブは、PC箱桁の死荷重軽減策として採用され、橋軸方向のプレストレスの導入が容易なこと（アコーディオン効果）が特徴である。本研究は波形鋼板ウェブの現場継手構造に着目した各種実験のうち、梁型試験体による疲労試験の結果について報告する。

2. 試験体形状と現場継手構造

梁型試験体を図-1に示す。試験体は現在、数多く使用されている1波長1600mmタイプ（波高220mm）の波形とし、支間長を7.5m、ウェブ高を1200mm、ウェブ厚を9mm、鋼フランジは、幅320mm、板厚16mmである。材質はいずれもSM490YAを使用し、試験体は紙面表面を桁内面、紙面裏面を桁外面と定義する。

波形ウェブとコンクリートとの上下床版の接合は、フランジにアングルジベルを溶接したタイプとし、桁方向のプレストレスは下床版側に900kN、上床版側に600kNで導入した。現場継手構造を図-2に示す。現場継手構造は試験体中に4箇所設け、3箇所は重ね継手とフランジ不連続部のスカーラップを分離した提案構造継手とし、1箇所は比較検討するためフランスのドール橋の継手とした。試験体すべての現場継手の溶接は、実橋に即して立向き上進溶接により施工し、溶接方法は提案構造継手もドール継手もガスシールドアーク溶接（FCAW CO₂）により行った。

3. 実験方法

静的載荷および疲労試験は、3点曲げで行い、載荷荷重は、幅500mm、長さ200mmの載荷範囲で、試験体中心位置に200kNの予備載荷を数回行なった。予備載荷後、載荷過程、除荷過程50kN刻みで最大800kNまでの静的載荷試験を行いひずみ測定およびたわみ測定を行った。

疲労試験は、同じ試験体と同じ載荷位置で、載荷荷重範囲600kN（周波数1.5Hz）で1300万回、載荷荷重範囲700kN（周波数1.5Hz）で100万回、載荷荷重範囲800kN（周波数1.0Hz）で600万回 合計2000万回繰り返し載荷を実施した。また繰り返し回数100万回ごとに、現場継手部の磁粉探傷試験を行い亀裂の有無を調べた。

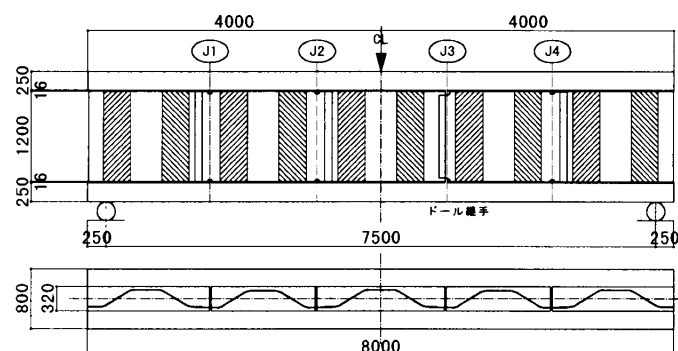


図-1 梁型試験体 (単位:mm)

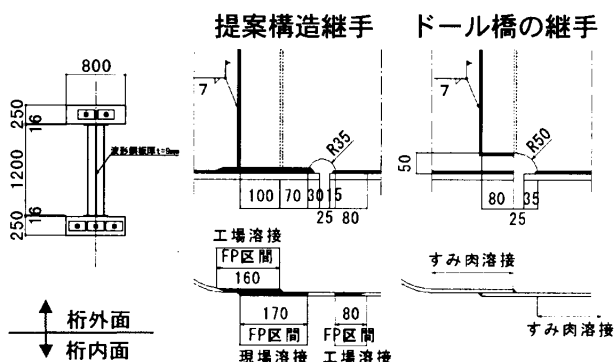


図-2 現場継手構造 (単位:mm)

キーワード：波形鋼板ウェブ, 合成構造, 現場継手, 疲労試験

連絡先 〒302-0038 茨城県取手市下高井 1020 東京鐵骨橋梁 取手工場 TEL.0297-78-1114 FAX.0297-78-2681

〒191-8506 東京都日野市程久保 2-1-1 明星大学 TEL& FAX.042-591-9645

3. 実験結果

図-3 にゲージの添付位置と静的載荷試験の載荷荷重 800kN 時でのスカーラップ近傍の主応力値を示す。また J1、J4 に関しても、J2 と同様にゲージを添付し測定した。J1 から J4 のゲージ添付位置での主応力値（絶対値）を比較すると載荷点側の J2、J3 側の主応力値（絶対値）が大きく、各継手間では、桁内面上フランジ側の主応力値（絶対値）が大きかった。疲労試験では、載荷荷重範囲 600kN 時で繰り返し回数 375 万回で、コンクリート下床版にひび割れが発生したが、鋼部材には疲労亀裂は発生しなかった。その後、700kN、800kN と載荷荷重範囲を上げ疲労試験を進めたが、コンクリート床版のひび割れが進行しただけで、繰り返し回数 2000 万回終了時でも、鋼部材には疲労亀裂は発生しなかった。

図-4 に実測応力に基づく S-N 線図を示す。図-4 は、各継手部の最も主応力の大きい値（絶対値）の等価実測応力をプロットしたものである。提案構造継手位置のプロット値は、J1、J2 で図-3 に示す桁内面上フランジ側ゲージ番号①にあたり、J4 は桁内面上フランジ側で、J2 に示すゲージ番号②位置での値を使用した。ドール継手では重ね継手部角まき部ゲージ番号①での値を使用した。等価実測応力範囲より、ドール継手は D 等級程度、提案構造継手は E 等級を満たす結果となった。

図-5 の S-N 線図の応力範囲は 3 次元弾性有限要素解析 (FEM) によって算出されたスカーラップ位置での解析値およびウェブを直として算出した梁理論（簡易計算値）の値をプロットしたものである。なお、波形鋼板ウェブの現場継手部の公称応力の算出法は確立されていないため、3 次元弾性有限要素解析では、連続した波形鋼板ウェブとフランジだけでモデル化を行い、床版をソリッド要素、鋼板部をシェル要素として応力を算出した。図-5 からは、解析結果と簡易計算値の応力範囲に大きな差があるが、図-4 の各継手部の等価実測応力範囲と比べると小さな値といえる。解析結果から評価すると、F 等級は満たしているといえる。

4. まとめ

今回の実験においては、2,000 万回の応力の繰返しにおいても鋼板部分に疲労亀裂は認められなかった。等価実測応力範囲で評価すると、すべての継手で JSSC E 等級を満たす結果となった。また、波形鋼板ウェブの現場継手部の疲労強度を評価する場合、公称応力範囲の算出法が定まっていないので、今後、この点について検討をする必要がある。

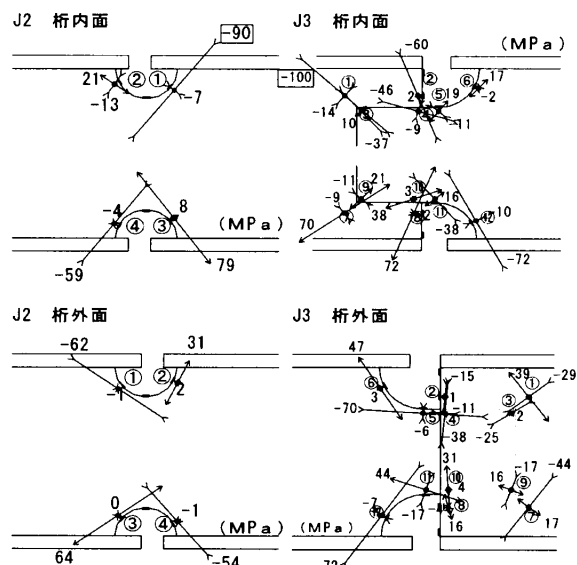


図-3 現場継手部主応力図

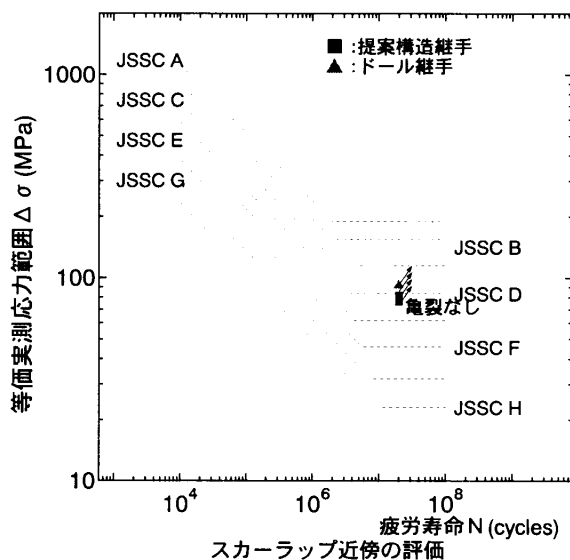


図-4 S-N 線図（等価実測主応力範囲）

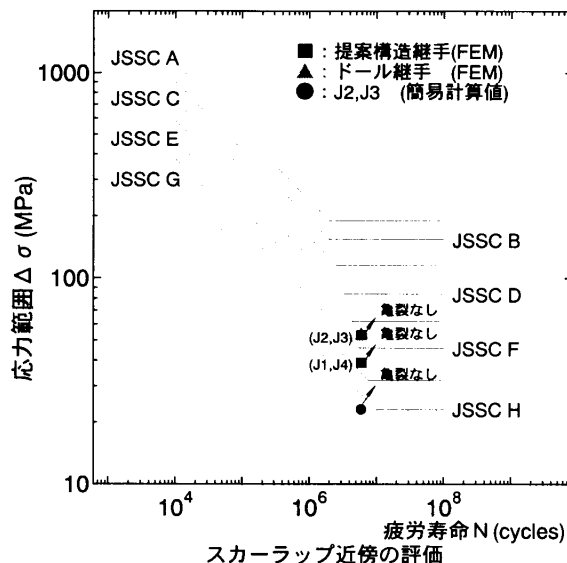


図-5 S-N 線図（応力範囲）