

明星大学 正員 鈴木博之、○鈴木孝洋、永崎央輔
宮根孝夫、山崎義実
(株)東京鐵骨橋梁 田中慶治

1. はじめに

波形鋼板ウェブPC橋には、ウェブのアコーディオン効果による高いせん断耐力、現場での施工性に優れているなどの特徴がある。この橋梁形式においては、ウェブに波形鋼板を用いるため桁全体が複雑な挙動を示し、これに伴って、現場継手部に高い局部応力が発生することが懸念される。本研究では、新しいタイプの現場継手構造とドール橋で採用されている現場継手構造を有する試験体を用い、現場継手部の疲労強度について検討した。

2. 実験方法

試験体形状を図-1に示す。ここで、紙面表面をCO面とし、紙面裏面をMO面と定義する。ウェブには高さ1,200mm、板厚9mmの波形鋼板を用い、波形鋼板の波形形状は、1波長1,600mm、波高220mmである。また、鋼フランジは幅320mm、板厚16mmである。材質はいずれもSM490YAである。鋼フランジと上下床版との接合にはアングルジベルを採用した。なお、上床版には600kN、下床版には900kNのプレストレスを導入した。

試験体にはJ1、J2、J3およびJ4の4つの現場継手部を設けた。現場継手部の構造を図-2に示す。J1、J2およびJ4は新しいタイプの継手構造で、J3はドール橋の継手構造とした。新しいタイプの継手構造は、溶接施工上必要となるスカーラップと重ね継手の溶接線を170mm離れたものである。これにより、現場継手部に発生する応力を低減させ、疲労耐久性の向上を計った構造となっている。

疲労試験は、図-1に示すように3点曲げで行った。当初、最大荷重650kN、最小荷重50kNで1320万回の繰返しを行ったが亀裂の発生が認められなかったため、最大荷重を増加させて750kNで100万回載荷した後、さらに最大荷重を850kNに上げて600万回の繰返しを行った。載荷速度は1.5Hzである。なお、疲労試験中に、19回の静的載荷試験を行った。また、繰返し回数100~200万回ごとに磁粉探傷を行って亀裂の有無を調べた。

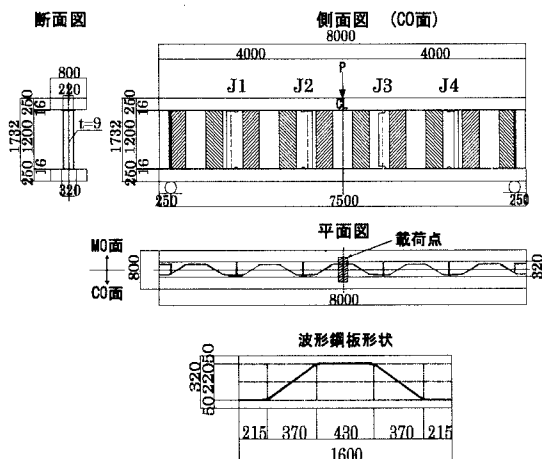


図-1 試験体形状(単位:mm)

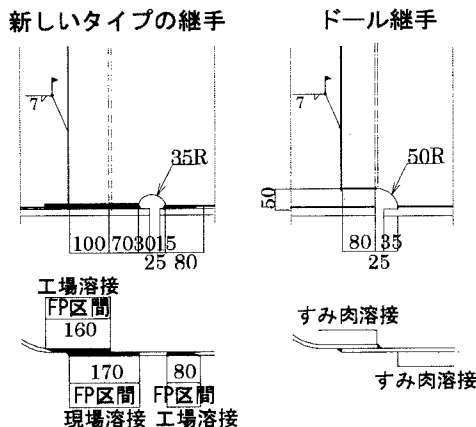


図-2 現場継手構造(単位:mm)

キーワード：波形鋼板ウェブ合成梁、現場継手、疲労試験

連絡先：〒191-8506 東京都日野市程久保 2-1-1 明星大学理工学部土木工学科 Tel 042-591-9645

3. 実験結果および考察

図-3にJ2およびJ3の現場継手部のスカーラップ近傍および溶接ビード近傍の650kN時の主応力を示す。図-3は疲労試験を開始する前に行った静的载荷試験の結果である。

J2のゲージ番号②および③の主応力は、CO面およびMO面共に、最大主応力がスカーラップの曲率に沿って作用している。ゲージ番号①および④の主応力は、CO面およびMO面共に、最小主応力がスカーラップの曲率に沿って作用している。また、スカーラップ近傍の主応力の大きさ（絶対値）は、上部、下部共に、載荷点側に大きく発生し、MO面に比べ、CO面の方が大きいことがわかる。

J3においては、主応力の大きさ（絶対値）は、ゲージ番号①、②、⑦、⑧および⑪ではCO面に大きい値が出ていて、⑤、⑥ではMO面に大きい値が出ている。したがって、継手部では、膜応力だけでなく、面外変形に伴った板曲げ応力が発生していることがわかる。これは、①継手部の位置がフランジの中心線に対して偏心していると共に、載荷点のウェブの位置が載荷点の中心からずれていること、②継手形式が重ね継手であることに起因していると思われる。しかし、J2、J3でCO面とMO面の主応力の大きさの違いを見ると、J2の方が違いが小さく、面外変形が小さいことがわかる。

図-4、図-5にS-N線図を示す。図-4は、図-3の主応力図の中で、引張の最大主応力が比較的大きく発生しているJ2の③の両面、J3の⑦および⑧のCO面、J3の⑩および⑪のMO面の値をプロットしたものである。図-4より、新しいタイプの現場継手構造の③のCO面ではE等級を満たし、③のMO面、ドール橋の現場継手構造の⑦および⑧のCO面ではF等級は満たしていることがわかる。

図-5の応力範囲はウェブ端部の応力である。このウェブ端部の応力は、650kN時と850kN時のたわみの実験値 δ_c と、ウェブが真っ直ぐなプレートガーダーの理論値 $\delta_p = Pl^3/48EI$ が等しいとして、 $\delta_c = \delta_p$ よりウェブが真っ直ぐなプレートガーダーに等価な断面二次モーメントを求め、それを使用して $\sigma = My/I$ より求めた。図-5からは、新しいタイプの現場継手構造、ドール橋の現場継手構造のどちらもG等級は満たしていると言える。

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。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、応力範囲の求め方が不明確なので、今後、この点について検討を行いたいと考えている。

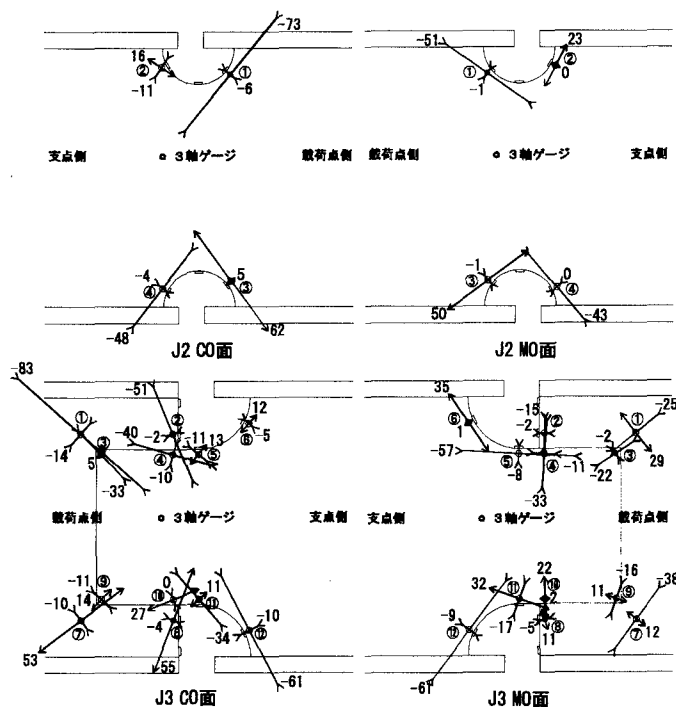


図-3 主応力図 (単位: MPa)

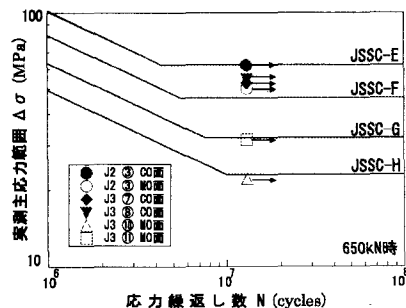


図-4 S-N線図

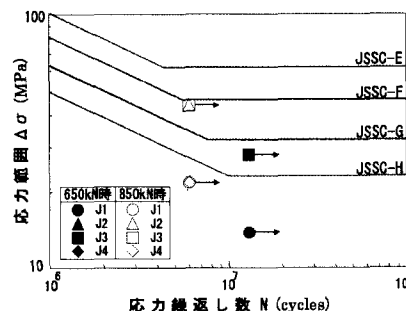


図-5 S-N線図