

434 波形鋼板ウェブを有する鋼・PC 桁の応力性状と疲労性状

法政大学 ○嘉無木 昌之 森 猛

○榎東京鐵骨橋梁 田中 慶治 田中 雅人 入部 孝夫

Stress and Fatigue Properties of Steel or Prestressed Concrete Girder
with Corrugated Steel Websby Masayuki Kamuki, Takeshi Mori, Keiji Tanaka,
Masato Tanaka and Takao Irube

キーワード：疲労強度，波形鋼板ウェブ，応力分布，FEM 解析

Keyword : fatigue strength, corrugated steel web, stress distribution, FEM analysis

1. はじめに

波形鋼板ウェブを PC 桁橋に使用することにより主桁重量が 20~30%軽減され、スパンの長大化・コストの低減が図れる、またウェブが波形になっていることにより耐座屈性能が向上し、補剛材を設ける必要もなく、さらにアコーディオン効果により上下コンクリートフランジへプレストレスが効率よく導入されるため、波形鋼板ウェブを有する PC 桁橋は合理的な新形式橋梁としての位置を確立しつつある。本研究では、波形鋼板ウェブを有する PC 桁の鋼溶接部で疲労が問題と考えられる部位の疲労性状と応力性状を明らかにする目的で、モデル試験体の疲労試験・応力測定試験と 3 次元有限要素応力解析を行う。

2. 疲労試験

供試鋼材は構造用鋼材 SS400 である。試験体の形状と寸法を Fig.1 に示す。フランジの幅と厚さは 320mm と 12mm、ウェブの高さと厚さは 400mm と 9mm である。ウェブには図 1 に示すように台形の波が生じるようにプレス加工している。このウェブに溶接線の交差をさけるために、半径 35mm の半円形のスカーラップを 8 つ (S1U~S4L) 設けている。PC 床版は省略している。疲労試験は、動的能力 $\pm 300\text{kN}$ の電気油圧サーボ式材料試験機を使用し、3 点曲げで行った。繰返し速度は 1.8Hz、繰返し荷重の上限荷重は 196kN、下限荷重は 10kN とした。梁理論から計算される支間中央下フランジ上面の公称応力範囲は 89.6N/mm^2 である。

疲労試験には 2 体の試験体を用いた。一体目は 215 万回の繰返し载荷を行った。疲労亀裂はスカーラップ S2L 北側 (亀裂長さ 21mm)、S4U 南側 (56mm)、S4L 南側 (38mm) の回し溶接止端から生じた。二体目は 371 万回の繰返し载荷を行った。疲労亀裂はスカーラップ S2U 北側 (亀裂長さ 30mm)、S4

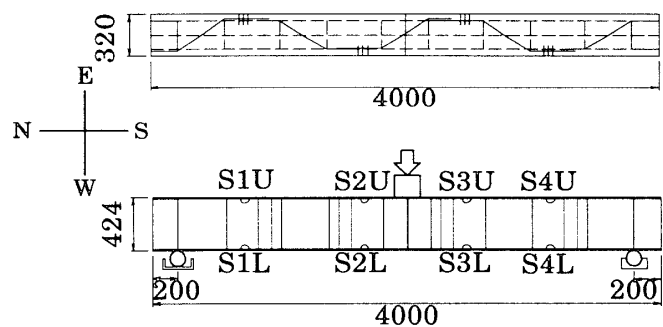


Fig.1 Shape and dimensions of specimen

L 南側 (24mm) の回し溶接止端から生じた。

3. 応力測定試験と応力解析

単純な梁理論から計算される応力が小さいスカーラップ S4 で疲労亀裂が生じ、応力が大きい S3 で疲労亀裂が生じなかった原因を究明する目的で、フランジ内面の応力測定試験とシェル要素を用いた 3 次元有限要素応力解析を行った。また、PC 床版が存在する場合も応力解析を行った。その際、PC 床版は、その幅と厚さを 450mm と 100mm とし、ソリッド要素でモデル化した。応力測定試験と応力解析の結果を Fig.2 に示す。図中の実線は梁理論から計算されるフランジ内面の応力である。解析結果は実験値とほぼ一致している。フランジ幅方向で応力分布は勾配を有し、スカーラップ S3 を含む断面では応力が梁理論から計算される応力よりも小さくなっている。また、S4 を含む断面ではその逆となっている。解析より求めた鋼桁モデル S4L の応力は約 70N/mm^2 であるのに対し、S3L では約 30N/mm^2 にすぎない。PC 床版を設けることにより、応力分布の勾配は小さくなるものの、その傾向は同じである。

スカーラップ内の応力分布を Fig.3 に示す。スカーラップ内にはせん断力による板曲げ応力が生じている。

4. まとめ

(1) 疲労亀裂の発生が特に懸念される部位はスカーラップの回し溶接止端である。

(2) スカーラップ内の応力は、荷重の載荷位置に依存し、梁理論から計算される値の 2 倍以上となることもある。

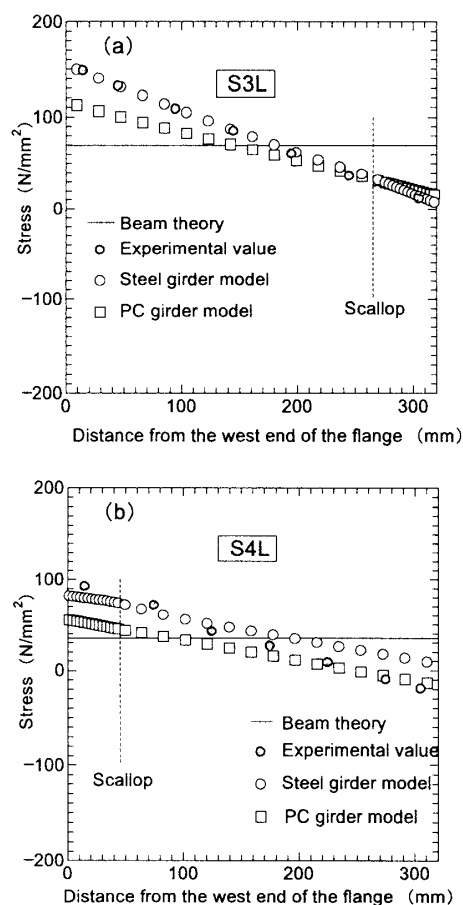


Fig.2 Stress distribution on lower flange including scallop

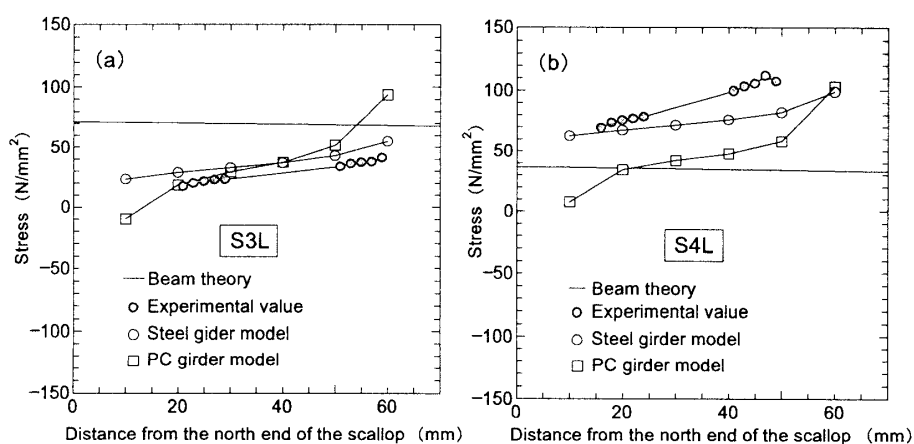


Fig.3 Stress distribution along the longitudinal direction inside of scallop