

せん断力が反転する応力場にある面外ガセット溶接継手の疲労強度

法政大学大学院 学生会員 ○松井 喜昭 法政大学 フェロー会員 森 猛
土木研究所 正会員 平野 秀一 正会員 原田 英明 正会員 村越 潤

1. はじめに

桁形式橋梁のウェブに取り付けられた横部材の接合部である面外ガセット溶接継手において疲労き裂の発生が報告されている。面外ガセット継手の直上を車両が通過する際、その位置でのせん断応力の方向が反転するため、主応力方向が変化する。疲労き裂は主応力と直角な方向に発生・進展することが知られているが、主応力方向が変化する複雑な応力場における疲労き裂の発生・進展性状は未だ明らかとなっておらず、鋼橋の疲労に対する安全性を確保するには、上記のような応力場での疲労き裂の発生・進展性状を明らかにした上で、より信頼性の高い疲労強度評価を確立する必要がある。

本研究では、主応力方向が変化する場合と変化しない応力場での疲労き裂進展経路の相違および疲労強度の相違を明らかにすることを目的とし、面外ガセットを有する桁試験体の移動荷重と定点荷重の疲労試験を行う。

2. 試験体

試験体は、図1に示すように、H形鋼(SS400)の4か所にフラックスコールドワイヤを用いたCO₂法でガセットを接合したものである。各ガセットを南(S)側から順番にWG1~WG4と呼ぶ。面外ガセットはウェブの両面に設けている。2つのウェブ面を東(E)、西(W)で区別する。また、各ガセットの両端を南(S)、北(N)で区別する。例えば、WG2の南側端のウェブ東面のガセット端をWG2-SEと呼ぶ。このような試験体を3体製作し、1体を主応力方向が変化しない定点荷重疲労試験に、2体を主応力方向が変化する移動荷重試験に用いた。

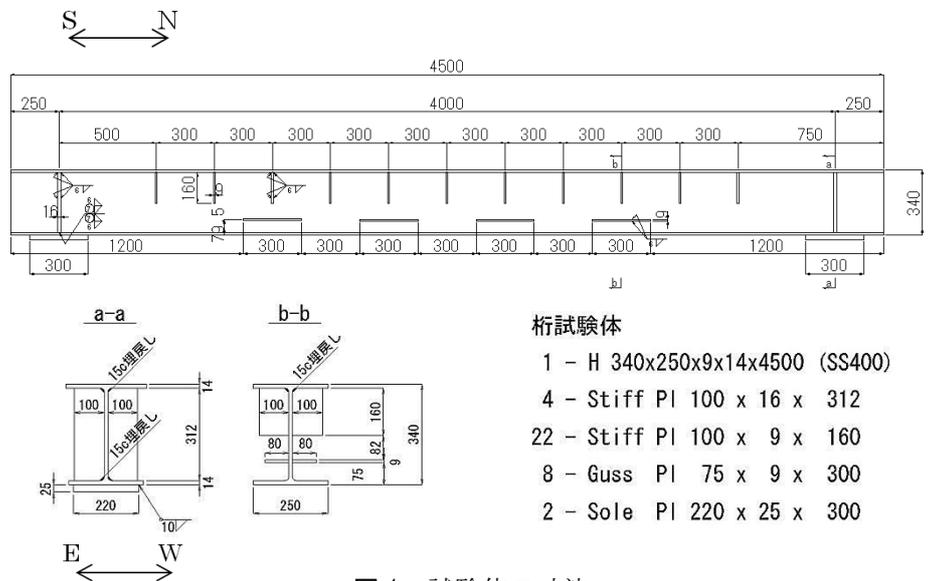


図1 試験体の寸法

3. 定点荷重疲労試験

定点荷重疲労試験は、繰り返し荷重を10~240kN、繰り返し速度を0.65Hzとして4点曲げで行った。その際の支間は4000mm、荷重点間距離は600mmとしている。ガセット端から疲労き裂が進展して、その長さが50mm以上となった場合には、き裂先端に直径12mmの円孔をあけ、それをボルト締めすることにより補修した。このような補修を行うことにより、多くの位置での疲労き裂を観察できるようにした。

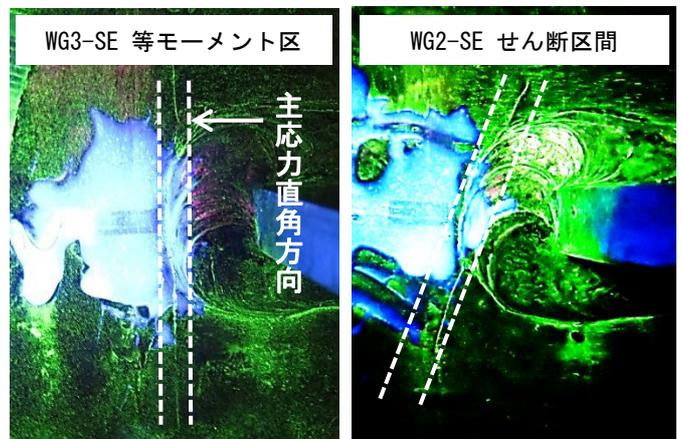


写真1 疲労き裂の例 (定点荷重)

写真1にこの試験で観察された疲労き裂の例を示す。写真中には、梁理論から計算される主応力の方向も

キーワード 主応力方向変化 移動荷重疲労試験 疲労強度 面外ガセット

連絡先 〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 法政大学大学院デザイン工学研究科 TEL : 042-387-6287

示している。従来から知られているように、等モーメント区間では鉛直方向に疲労き裂が進展しており、せん断区間では主応力方向と直角に進展している。

疲労寿命を亀裂長さが40mmに達した荷重繰返し数と定義し、梁理論から求められる桁軸方向の応力範囲で疲労寿命を整理した。その結果を図2(a)に示す。図中には、JSSC疲労設計指針に示されている設計疲労強度曲線も示している。等モーメント区間の疲労寿命は、応力範囲が大きいにもかかわらず、せん断区間に比べて長くなっている。図2(b)は梁理論から求めた最大主応力範囲で疲労試験結果を整理したものである。このような整理を行うと、等モーメント区間、せん断区間にかかわらず、疲労試験データが設計曲線とほぼ平行となっている。ここで得られた結果は、JSSC指針でこの継手に対して規定されているG等級の設計曲線よりも上に位置している。

4. 移動荷重疲労試験

試験は輪荷重走行試験機を用いて行った。この試験機は通常RC床版の疲労試験に用いられている。輪荷重(鉄輪)の幅は300mmであり、それを幅250mmの上フランジ上に載荷ブロックと硬質ゴムを介して載荷した。輪荷重は、支間4000mmの内、中央の3000mmの範囲を移動させている。輪荷重は1体目で250kN、2体目で200kNとした。

写真2にこの試験で観察された疲労き裂の例を示す。き裂は主応力方向と直角ではなく、さらに傾いた角度で進展している。また、ガセットの上下で進展の方向が異なっている。

梁理論から求められる最大主応力範囲で整理した疲労試験結果を図3に示す。なお、荷重が南から北、北から南に移動する際の着目点の応力波形は異なるため、レインフロー法を適用し、2つの最大主応力範囲の等価応力範囲としている。荷重繰返し数は、輪荷重1往復で2回となる。図中には、定点荷重疲労試験結果も示している。移動荷重試験で得られたデータは、G等級の設計曲線よりも下に位置しており、定点荷重試験で得られたデータとの差は強度等級1ランク程度である。

5. まとめ

最大主応力範囲で整理した場合、主応力が変化する応力場での面外ガセット継手の疲労強度は、主応力方向が変化しない応力場よりも、疲労強度等級にして1ランク程度低い。主応力方向が変化する応力場で生じる疲労き裂は、主応力直角方向ではなく、さらに傾いた方向に進展することがある。

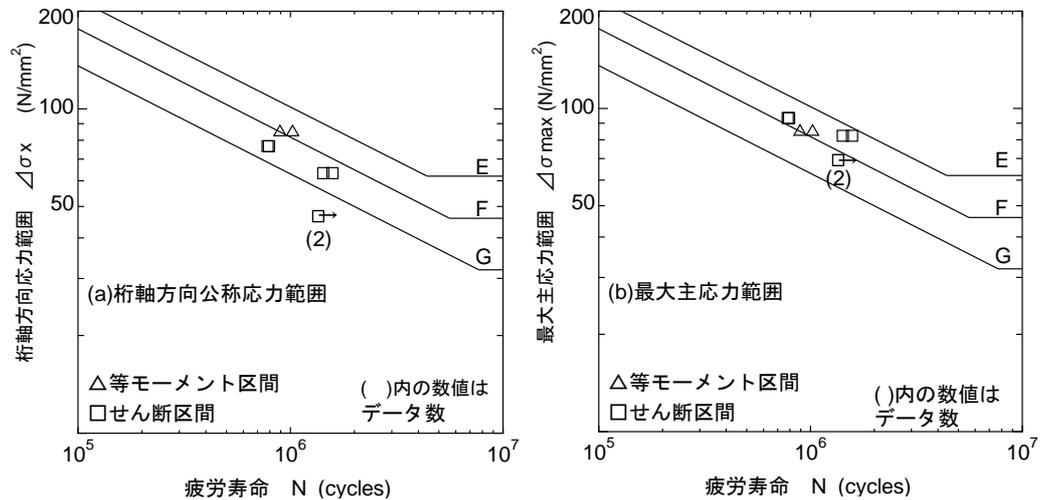


図2 定点荷重疲労試験結果

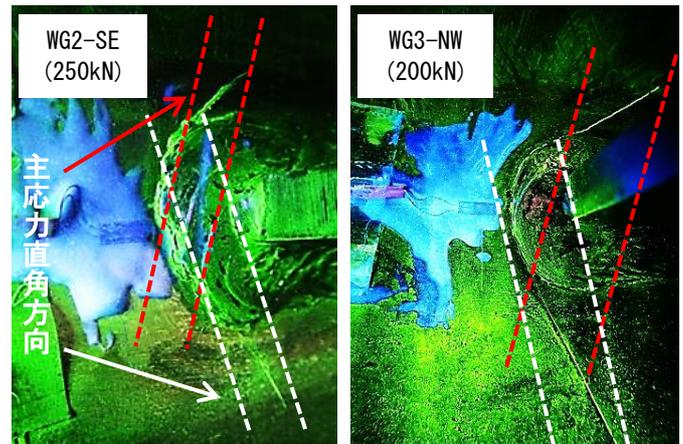


写真2 疲労き裂の例 (移動荷重)

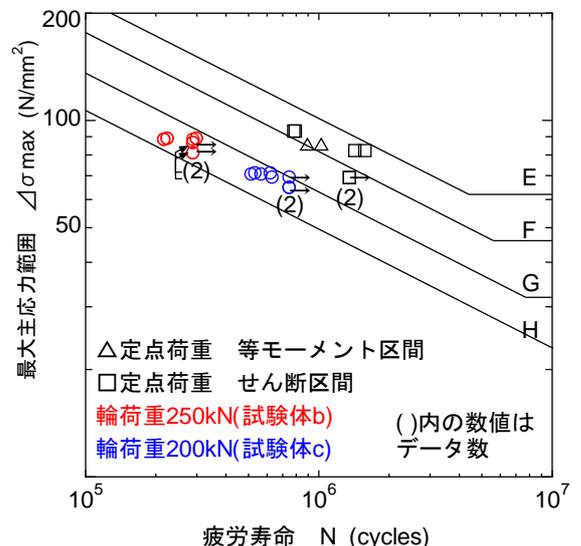


図3 移動荷重疲労試験結果