

移動荷重を受ける鋼 I 桁ウェブガセット溶接部の疲労強度

東京鐵骨橋梁 正会員 ○松井 喜昭 法政大学 フェロー会員 森 猛
 土木研究所 正会員 佐藤 歩 正会員 原田 英明 正会員 村越 潤

1. はじめに

桁形式橋梁において横部材が主桁ウェブに取り付けられる面外ガセット溶接継手のウェブ側溶接止端に疲労き裂の発生・進展事例が報告されている。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。このような応力場での疲労き裂の発生・進展性状、そして疲労強度は明らかとなっていない。昨年度、面外ガセットを有する桁試験体を対象とした定点荷重疲労試験と移動荷重疲労試験を、1体ずつ行った結果を報告した。今年度は、それぞれ2体ずつ試験体を追加して同様の疲労試験を行った。ここでは、昨年度で報告した結果を含めて、面外ガセットを有する桁試験体の定点荷重疲労試験（計3体）と移動荷重疲労試験（計3体）を行った結果を報告する。

2. 試験体

2種類の桁試験体（A, B試験）を製作した。これら試験体は、H形鋼（340x250x9x14mm）にソールプレートと垂直スティフナ、そして面外ガセットを溶接したものである。材質はいずれもSS400である。

図-1にA試験体の形状と寸法を示す。A試験体のH型鋼ウェブの下側には、ガセット板を図-1に示す4か所に接合している。これらをS（南）側からWG1, WG2, WG3, WG4を呼ぶ。B試験体ではウェブ上側の対称な位置にも4つのガセットを溶接しており、これらをWG1上, WG2上, WG3上, WG4上と呼ぶ。また、それらの両端をS（南）、N（北）で区別する。面外ガセットはウェブの両面に設けている。ここでは、2つのウェブ面をE（東）、W（西）で区別する。例えば、WG2の南側のウェブ東面のガセット端をWG2-SEと呼ぶ。

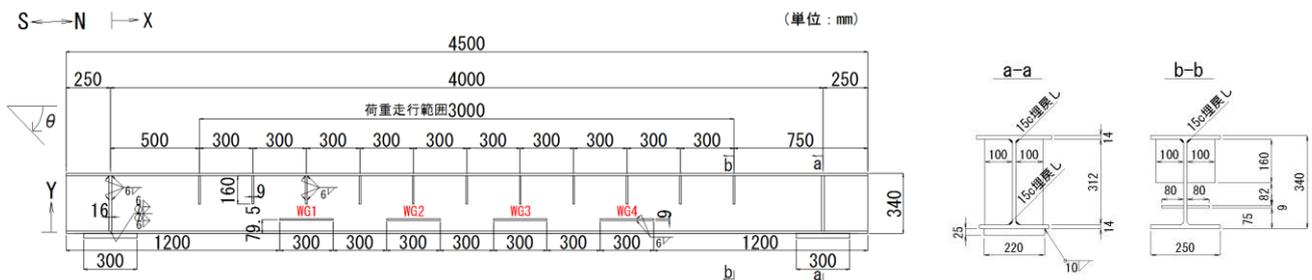


図-1 A試験体の形状と寸法

3. 定点荷重疲労試験

定点荷重疲労試験は、A試験体2体（A1, A2）、B試験体1体（B1）を用いて行った。A1試験体では繰り返し荷重を10-240kN、繰り返し速度を0.65Hz、A2とB1試験体では繰り返し荷重を10-220kN、繰り返し速度を0.80Hz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。

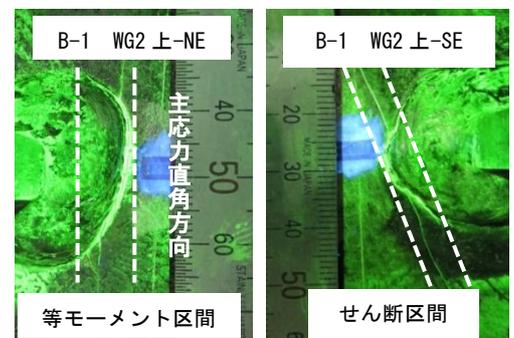


写真1 疲労き裂の例（定点荷重）

写真1にこの試験で観察された疲労き裂の例を示す。圧縮応力場においても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、公称応力範囲と疲労寿命の関係を整理した。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強度は、せん断区間に比べて高くなっている。図2(b)は最大主応力の変動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、疲労強度はほぼ同じとなっている。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等級の設計曲線を満たしている。

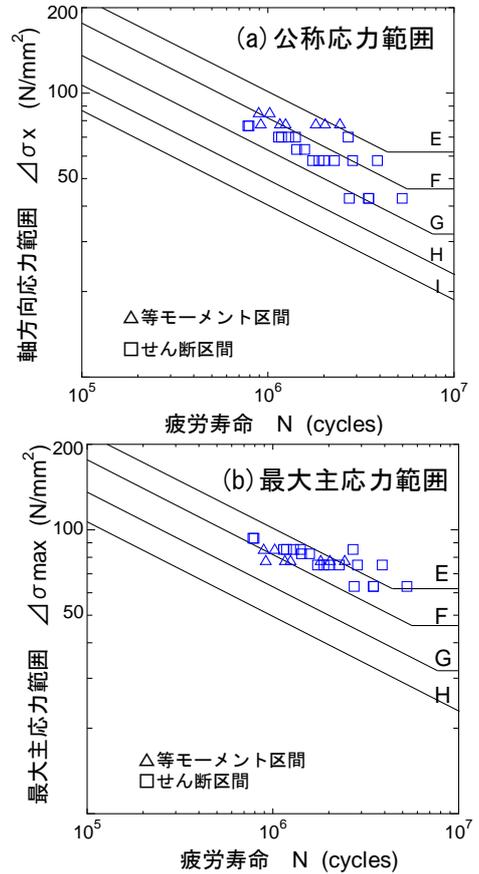


図2 定点荷重疲労試験結果

4. 移動荷重疲労試験

移動荷重疲労試験は輪荷重走行試験機を用いて行った。用いた試験体はA試験体2体(A3, A4)とB試験体1体(B2)である。輪荷重はA3試験体で250kN, A4とB2試験体で200kNとした。輪荷重の移動範囲は、支間4000mmの内、中央の3000mmの範囲である。この試験機は通常床版の疲労試験に用いられている。

写真2にこの試験で観察された疲労き裂の例を示す。疲労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。圧縮応力場では、磁粉探傷試験を行ってもき裂を確認することができなかったが、多くのガセット端でき裂が生じていたことをひずみ測定により確かめている。

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、一定とはならないため、レインフロー法を適用し、最大主応力範囲の等価応力範囲としている。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疲労強度よりも30%程度低くなっている。

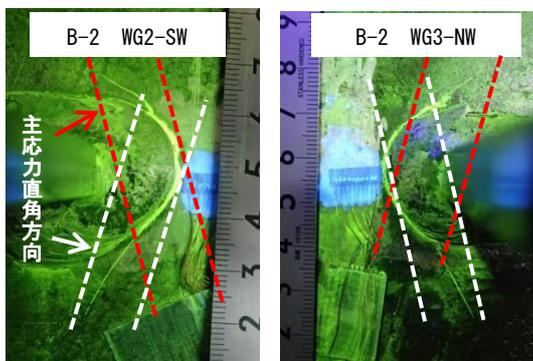


写真2 疲労き裂の例 (移動荷重)

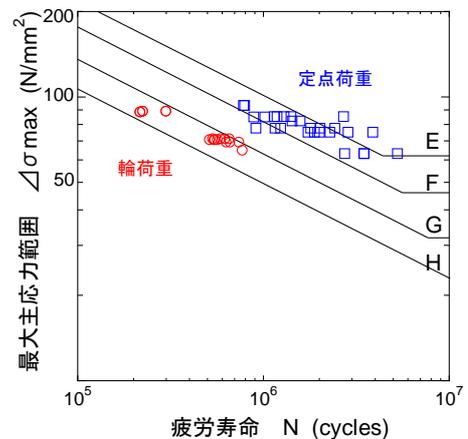


図3 移動荷重疲労試験結果

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、疲労強度が30%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。