

I-A 411 ウェブギャップ板の上端部の応力緩和による疲労強度向上法

名古屋大学 正員 貝沼 重信 山田 健太郎
 横河ブリッジ 正員 石井 博典
 阪神高速道路公団 正員 西岡 敬治

1. はじめに 本研究では、高い局部応力が生じるプレートガーダー橋のウェブギャップ板に半円孔を明け、この部位の剛性を低下させた場合の応力低減効果を明らかにするため、半円孔の位置およびその半径を種々に変化した簡易モデルについて、有限要素解析を行なった。さらに、ウェブギャップ板の応力緩和効果を実物大試験体の静的载荷試験により実験的に検証した。

2. 有限要素解析 解析対象は、図1に示すプレートガーダー橋の横桁に取付けられたウェブギャップ板と主桁の一部である。解析モデルは、半円孔の半径を0～75mm、その位置を主桁の上フランジから45～75mmまで変化した計10種類である。拘束条件としては、ウェブギャップ板の下端部で全自由度を拘束している。ここで、実測結果より主桁上フランジは強制的な回転挙動を示することから、主桁上フランジには三角形分布（最大変位：0.1mm）を仮定した強制変位を導入している。また、強制変位を与えていることから、本解析のモデルにはスカーラップを設けていない。なお、要素には4節点のシェル要素を用いている。

本解析では、ウェブギャップ板の溶接部に発生する最大主応力の方向が、ほぼ鉛直方向となることから、ウェブギャップ板の鉛直方向に生じる応力に着目することとした。図2に解析結果を示す。図

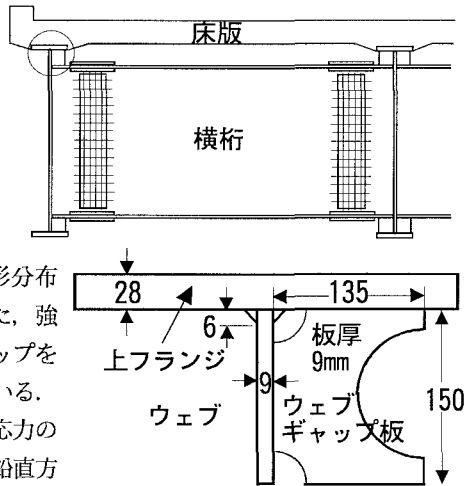


図1 解析対象

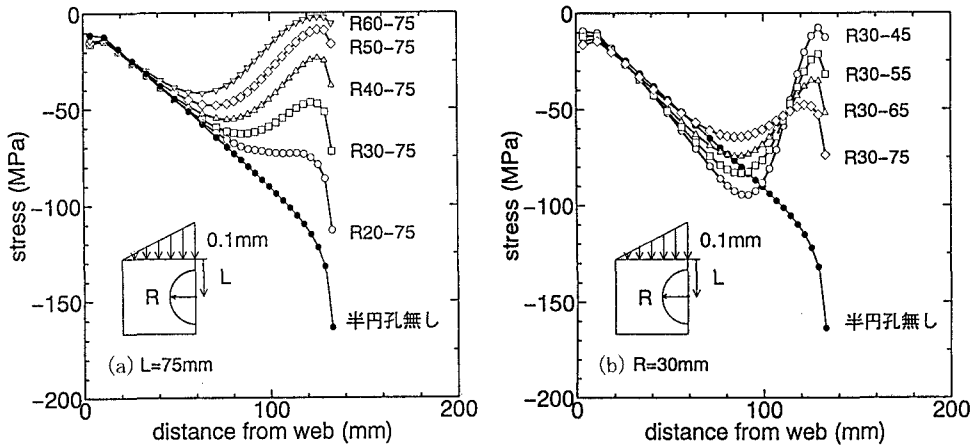


図2 解析結果

の横軸は主桁のウェブからの距離、縦軸は鉛直方向の応力である。

図2(a)は半円孔の半径 $R=20\sim60\text{mm}$ 、半円孔中心から上フランジまでの距離 L を75mmとしたモデルの解析結果を示している。 R が大きくなるにしたがって、最大応力は低下している。また、いずれのモデルについても、ウェブギャップ板のほぼ中央で応力が最大となっており、 $R30-75$ についてはウェブギャップ板の中央部およびコーナー部の局部応力のバランスが最も良くとれている。

図2(b)は R を30mmとして、 L を45～75mmまで変化したモデルの解析結果を示している。半円孔が無いモ

デルの最大応力は、ギャップ板コーナー部で164MPaである。一方、最大応力が最も小さいモデルは、R30-75のモデルで、その値は74MPaであり、半円孔が無いモデルに比べ応力は55%程度低減している。

主桁の上フランジとウェブギャップ板との溶接部および半円孔は、それぞれ日本鋼構造協会（JSSC）の「鋼構造物の疲労設計指針・同解説」の荷重伝達型十字すみ肉溶接継手（止端破壊）（F等級）、帯板（黒皮付き、ガス切断縁）（C等級）に相当する。疲労設計曲線およびR30-75の解析結果を図3に示す。前述の半径R=30mm、位置L=75mmのウェブギャップ板のモデルに半円孔を明けける前後で、上端部のコーナーの応力はそれぞれ164MPa、74MPaとなっていることから、疲労寿命は約10倍 $[(164/74)^3]$ 向上するものと考えられる。また、半円孔壁での最大応力が191MPaであることから、ウェブギャップ板の上端部の疲労寿命は半円孔壁よりも長くなっている。したがって、ウェブギャップ板の上端の溶接部より早期に半円孔壁から疲労き裂は発生しないと考えられる。

3. 静的載荷試験 試験体は、図4に示す主桁間隔3.85m、床版厚18cmの3主桁のプレートガーダーで、ギャップ板の寸法は、幅100mm、高さ130mm、板厚19mmである。なお、試験体の床版下面には板厚4.5mmの鋼板が接着されている。半円孔はF.E.M解析の結果に基づき、半径を35mmとしてギャップ板の中央にガスカットにより明けている。載荷荷重は、図4に示すように10tonfを3種類の載荷位置に載荷している。

図5に試験結果を示す。ここでは、ウェブギャップ板のコーナーから15mmの位置の応力について示している。いずれの載荷位置においても、半円孔を明けることでギャップ板の上端部コーナーの局部応力は約30%低減している。これは、図2の解析結果についても同様で、材端から15mm程度の位置の応力は約30%緩和されている。したがって、ウェブギャップ板のコーナーの中央に半円孔を明けることによって、局部応力は低減されると言える。

4. まとめ 主桁の上フランジとウェブギャップ板との溶接部の局部応力を低減する上で、ウェブギャップ板のコーナーの中央を中心とした半径30mm程度の半円孔を明けることが最も効果的であり、この半円孔を明けることで、疲労寿命の向上効果が期待できる。

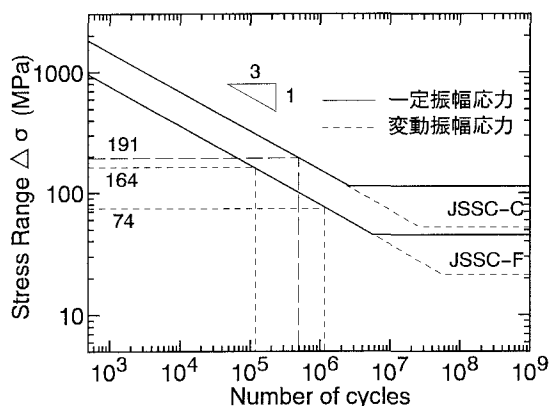


図3 疲労寿命の比較

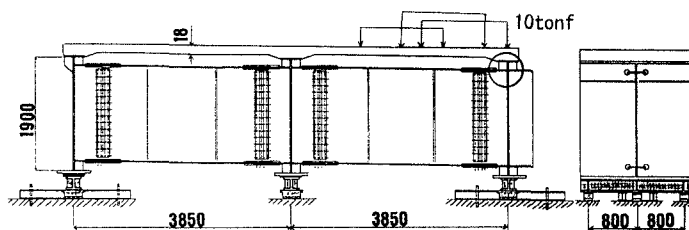


図4 試験体の形状・寸法

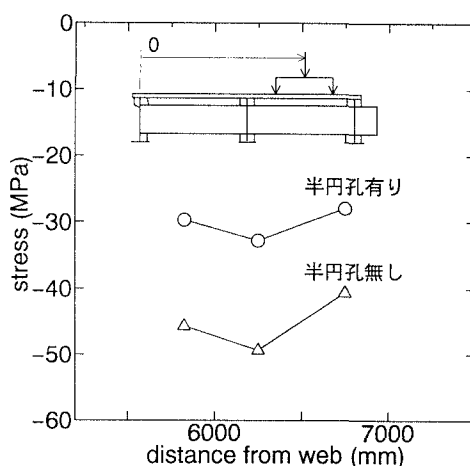


図5 静的載荷試験結果