

橋梁中の面外ガセット溶接継手の寸法効果

芝浦工業大学大学院 学生会員 ○合田 雄亮
芝浦工業大学 正会員 穴見 健吾

1. はじめに

面外ガセット溶接継手は、ウェブガセットや水平補剛材など実橋でも多く用いられる代表的な継手であるが、この継手から疲労損傷が多く報告されている。図-1 は法政大学の所有する疲労試験データベースを用いてガセット長さ 100mm 以上の面外ガセット溶接継手の疲労試験データ及びそこで用いられた試験体形状を整理したものであるが、実橋に用いられているサイズの面外ガセット溶接継手の寸法の検討はこれまでほとんどされていない。溶接継手部の疲労強度は継手寸法形状に大きく依存することが知られている。特に本研究で対象とする面外ガセット継手は、3 次元的な継手であり、多くの形状パラメータが疲労強度に影響すると考えられる。

そこで本研究では、FEM 解析を用いて小型試験体サイズから実橋サイズまでの様々なサイズの応力集中を算出し、大型の面外ガセットの疲労強度の推定を行った。

2. 継手形状の応力集中への検討

本研究では、面外ガセットをすみ肉溶接した継手を対象とし、図-2 に示す 3 次元解析モデルを用いて、溶接止端部、ルート部の応力集中に対する継手形状の影響を検討した。表-1 に解析パラメータを示す(解析ケース : 288)。

2-1. 主板厚の影響

図-3 は、主板厚と応力集中係数の関係を両対数グラフで整理したものである。止端部、ルート部の応力集中と主板厚の関係はほぼ直線関係にある。その傾きを板厚効果指数 n として整理した結果が図-4 である。ガセット長さが大きくなるほど n が大きくなる傾向が見られるが、主板幅の増大により、 n は小さくなる。JSSC では n は 1/10 程度であり、板厚効果を考慮しないとされている一方、日本道路協会では 1/4 として、板厚効果を考慮することとされているが、本解析の結果、実橋サイズの面外ガセットでは、主板幅が非常に大きいものと考えられ、板厚効果は非常に小さく JSSC の規定に近い傾向にあると考えられる。また、ルート部の板厚効果指数 n は止端部より大きいことが分かる。

2-2. ガセット長さの影響

図-5 は、主板厚 12mm として、ガセット長さと応力集中係数の関係を示している。H=100mm の場合、ガセット長さが 500mm 以上になると、応力集中係数の増加率は下がっており、主板幅が 112, 200mm では応力集中係数の停滞が見

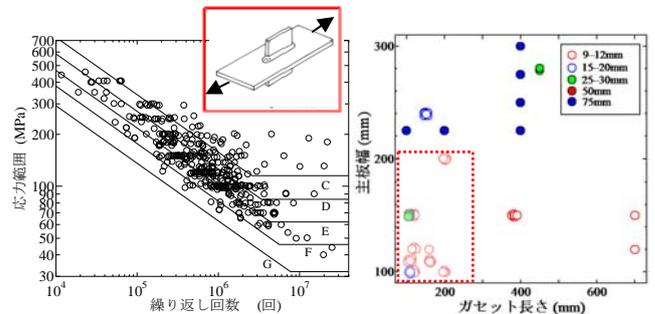


図-1 既往の疲労試験データ(L=100mm 以上)

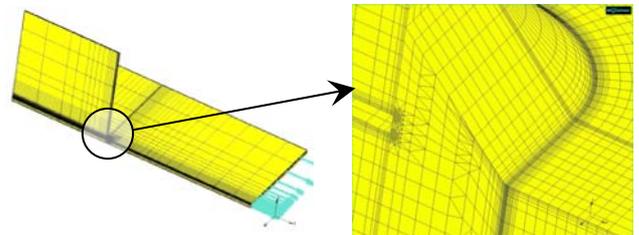


図-2 解析モデル(1/8 モデル)

表-1 解析パラメータ(mm)

止端部形状	$\rho = 0.5, \theta = 135$		
主板厚 T	12~50	ガセット高 H	100, 500
ガセット長 L	80~1000	ギャップ G	0, 1
主板幅 W	112~1000	脚長	6

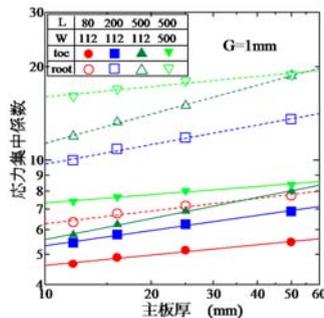


図-3 主板厚と応力集中係数の関係

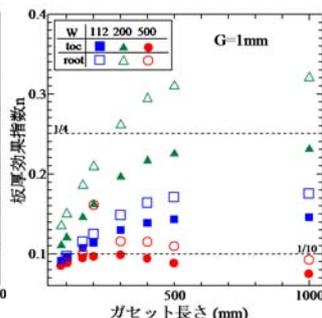


図-4 板厚効果指数とガセット長さの関係

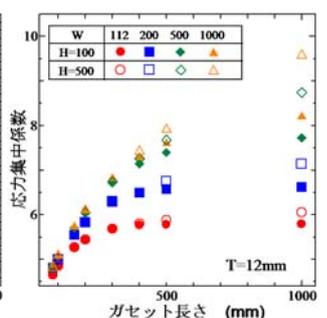


図-5 ガセット長さと応力集中係数の関係

キーワード：寸法効果, 面外ガセット, 疲労強度評価

連絡先：〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学土木工学科 TEL 03-5859-8352 e-mail:anami@shibaura-it.ac.jp

られる。H=500mm の場合、本研究の範囲内では、主板幅が大きいものでは、応力集中係数の停滞が見られなかった。これより、実橋サイズの面外ガセットの疲労強度を評価する際には、ガセット高さも重要なパラメータとなると言える。

2-3. 主板幅の影響

図-6 は主板厚 12mm として、主板幅と応力集中の関係を示したものである。主板幅とガセット長さが同程度になれば、応力集中係数の増加が見られなくなる。また例として、ウェブガセット、水平補剛材程度の形状をもつモデルの解析結果も併せて示しているが、ともに図-1 に示す、小型試験体サイズのものと同レベルの値を示している。

2-4. 溶接ルート部のギャップサイズによる影響

図-7 は溶接ルート部のギャップサイズが 0mm と 1mm の場合の応力集中係数をガセット長さで整理したグラフを示したものである。溶接止端部の応力集中にはギャップの有無は、ほとんど影響を及ぼさない。しかし、ルート部においては、ギャップが 1mm の場合の応力集中係数の値が、ギャップ 0mm の値と比較して非常に高い値を示している。ルート部においては、ギャップの有無により大きく影響があると言える。

3. 疲労強度評価

ここでは、疲労試験データの無い実橋サイズの面外ガセット溶接継手の疲労強度を推定することを試みる。そのために、種々の局部応力(止端部応力、ホットスポット応力[4mm-6mm 法及び 0.4t-1.0t 法])を用いた疲労強度評価の可能性を図-1 に示した既往の疲労試験結果を用いて行った。

まず、前節で用いた解析モデルより得られた種々の局部応力の関係を図-8 に示す。止端部応力とホットスポット応力(4mm-6mm 法)の関係は板によらず、直線関係が見られるが、(0.4t-1.0t 法)では直線関係が見られるものの板厚によってばらつきが大きいことが分かる。このことより、4mm-6mm 法の方が、継手形状の変化による止端部応力集中の変化を評価できると考えられる。

図-9 は、図-1 に示す疲労試験データから、試験体をモデル化した解析より得られた各局部応力範囲で整理した S-N 線図である。若干、局部応力で整理することによりばらつきが小さくなっているが、今後更に解析データを増やし、局部応力の疲労強度評価への適用性を検討する必要がある。同図には、各局部応力を用いたデータの下限を通るように傾き 3 の直線を描いているが、この直線を用いて図-6 に示したウェブガセット、水平補剛材の疲労強度を推定すると表-2 のようになる。推定法によりばらつきも大きく、現行規定よりも低い、H、H'等級に相当する推定結果もあり、今後更に検討が必要である。

4. まとめ

面外ガセット継手の主板厚、主板幅、ガセット長さの応力集中への影響を実橋の継手サイズまで検討した。また、その結果から、疲労試験データの無い、実橋のガセットサイズの疲労強度の推定を行った。

謝辞：本研究は、JSSC「疲労強度研究部会」(部長：名古屋大学 舘石和雄教授)の一環として行った。

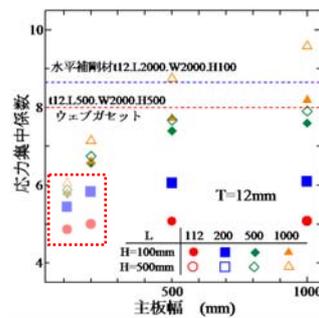


図-6 主板幅と応力集中係数の関係

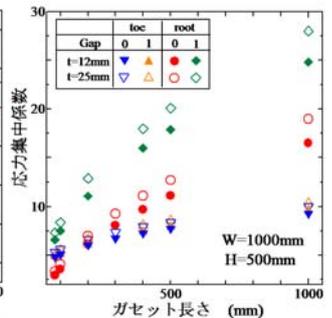


図-7 ギャップサイズの違いによる影響

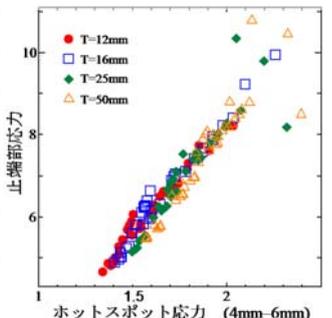
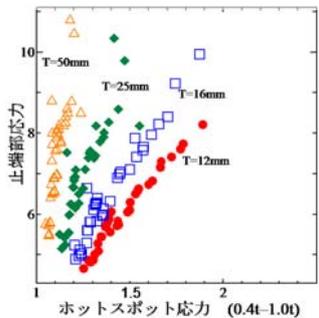


図-8 ホットスポット応力と止端部応力の関係

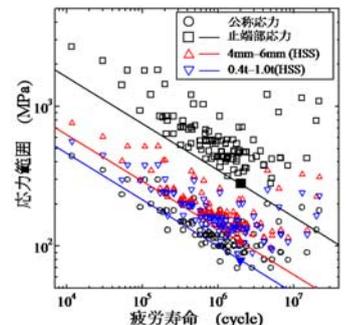


図-9 S-N 線図 (応力範囲)

表-2 200 万回疲労強度の推定結果

	止端部	4mm-6mm	0.4t-1.0t
ウェブガセット	34.7	54.2	47.2
水平補剛材	32.1	50.0	39.7