

面外ガセット溶接継手の疲労強度の寸法効果について

芝浦工業大学 学生会員 ○合田雄亮
 芝浦工業大学 正会員 穴見健吾
 三井造船(株) 正会員 内田大介

1. はじめに

面外ガセット溶接継手の疲労強度等級は、現在ガセット長さを境界として JSSC-F 等級と G 等級に分類されている。しかし、これまで行われてきた疲労試験に用いられた試験体形状を整理すると図-1 のようになり、ガセット長さ、主板的幅などが 100~200mm 程度の大きさの範囲に集中しており、橋梁のウェブガセットや水平補剛材のような実橋梁中の面外ガセットと比較して非常に小さい。本研究では、これまで疲労試験実績の多い小型継手試験体から実橋梁に存在する面外ガセット継手の広い範囲の形状・寸法をパラメータとして、解析的に応力集中をベースに面外ガセット継手の寸法効果を再検討するとともに、既往の疲労試験結果を用いて大型の面外ガセット継手の疲労強度の推定を行った。

2. 止端部応力集中の解析結果

図-2 に解析モデルの一例と、解析を行った継手形状パラメータを示す。溶接部はすみ肉溶接(脚長 6mm)でモデル化しており、また溶接止端部(止端部半径 0.5mm)、ルート部(角部半径 0mm)ともにすべてのモデルで同じ要素分割として解析を行った。

(1) 主板的厚の効果・・・一般に、溶接止端部の応力集中と主板的厚との関係には両対数グラフ上で直線関係があることが知られている。本解析では、止端部及びルート部でこの直線関係が見られたことから、この直線の傾きを板厚効果指数として整理した結果の一例を図-3 に示す。ここでは $G=1\text{mm}$ 、 $H=100\text{mm}$ の場合の例を示している(止端部に関しては、 $G=0\text{mm}$ の場合と応力集中に殆ど変化が無い)止端部の板厚効果指数については日本道路協会の疲労設計指針では $1/4$ として板厚効果を考慮する、逆に JSSC では $1/10$ 程度であり考慮しないとされているが、主板的幅やガセット長さにより大きくばらつき、 $1/10$ から $1/4$ 程度の範囲内にあることが分かる。また、ルート部の板厚効果指数は止端部よりも若干大きいことが分かる。

(2) ガセット長さの効果・・・図-4 に $H=100\text{mm}$ の場合の止端部の応力集中係数をガセット長さで整理した結果を示す。ガセット長さの増大に伴い、応力集中の増大が見られるが、その増大率はガセット長さの増大に伴い小さくなる。応力集中係数の増大がほぼ停止するガセット長さは主板的幅の増大に伴い大きくなる。

(3) 主板的幅の効果・・・図-5 に主板的厚を 12mm とした場合の止端部の応力集中係数を主板的幅で整理した結果を示す。主板的幅

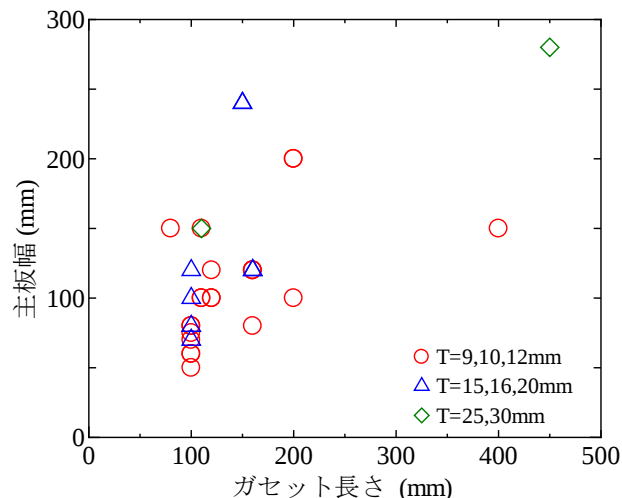
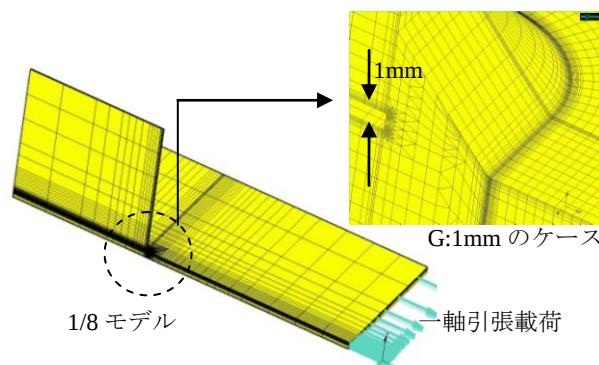


図-1 既往の疲労試験の試験体形状



隅肉溶接	脚長 6mm, $\rho=0.5\text{mm}$, $\theta=135^\circ$
主板的厚 T	12~50mm, 主板的幅 W 112~1000mm
ガセット長さ L	80~1000mm,
ガセット高さ H	100, 500mm, 溶接ギャップ G 0, 1mm

図-2 解析モデルと解析条件

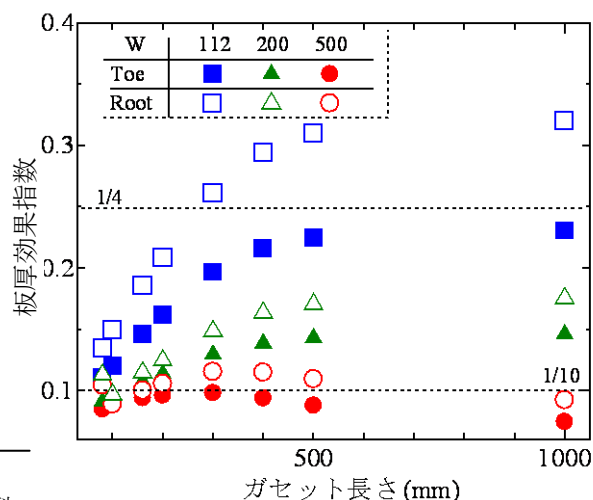


図 3 板厚効果指数の比較

キーワード：面外ガセット、寸法効果、応力集中、疲労強度
 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
 穴見健吾 TEL 03-5859-8352

の増大に伴い、応力集中が増大している傾向が見られるが、ガセット長さが小さい範囲では、応力集中の増大が小さく、逆にガセット長さが大きい範囲では増大傾向が大きく、ガセット長さ程度の主板幅になるまでは、応力集中係数は増大することが分かる。また、ガセット高さ H も、特にガセット長さが大きい場合に、応力集中に大きな影響を及ぼすことが分かる。一般的に、面外ガセット継手の疲労強度に関する継手形状の影響については、ガセット長さ（疲労強度分類）、および主板厚（基準により種々の取り扱い）の影響を検討されてきたが、継手寸法が大型化すると主板幅、ガセット高さといった形状パラメータも大きな影響を及ぼすと言える。図-5には参考にウェブガセット（L500, W2000, H500）、水平補剛材（L=2000, W2000, H100）を想定した継手モデルの応力集中を示しているが、図-1に示すこれまでの疲労試験で用いられてきたような試験体形状に比較して応力集中が非常に大きいことが分かる。

3. 大型面外ガセットの疲労強度の推定

ここでは、継手形状も含めて公開されている疲労試験結果について、図-2に示す解析モデルを用いて求めたホットスポット応力範囲（2点外挿点は止端部から $0.4T$ および $1.0T$ 位置）を用いて整理し、その疲労試験結果のばらつきの平均位置および平均- 2σ 位置の疲労強度を用いて大型の面外ガセットの疲労強度推定を行った。図-6には、主板厚が 12mm の場合の疲労強度の推定結果を示す。ばらつきの平均値を用いた場合、図-1に示すような既往の疲労試験に用いられた試験体形状の多くが E 等級と言う結果になっているが、これは例えば文献[1]に示される面外ガセット疲労試験の試験結果が E 等級付近を中心にばらついている傾向と一致していると考えることができる。一方、ばらつきの平均- 2σ を用いた場合には、F 等級とみなせる継手形状は非常に狭い領域に収まっており、現行のガセット長さ 100mm で F 等級と G 等級を分類する規定は妥当であると考えることができる。一方、前節で示した実橋サイズのウェブガセットや水平補剛材といった継手サイズでは H 等級という結果が得られた。今後、既往の疲労試験データの収集を更に増加し、推定精度を向上させるとともに、大型の疲労試験等で妥当性を検討する必要がある。

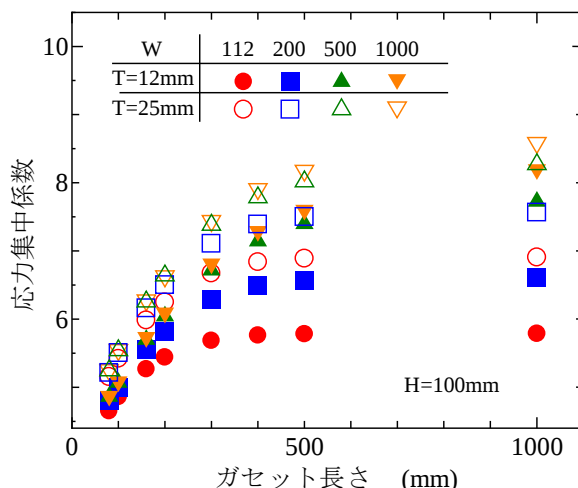


図-4 止端部応力集中をガセット長さで整理

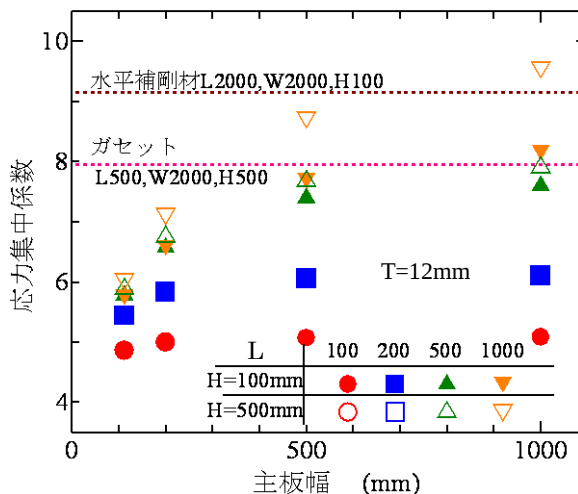
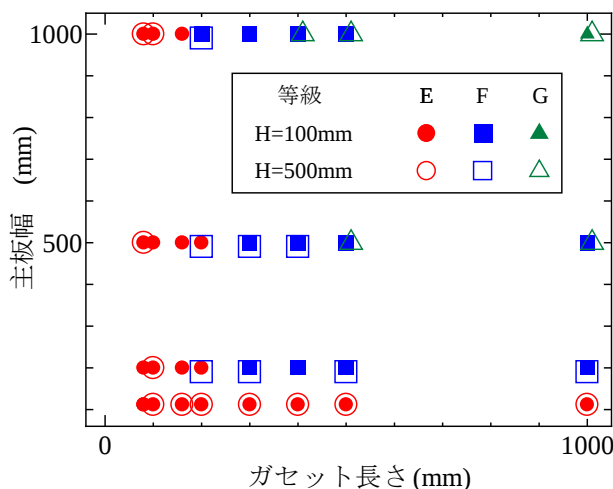
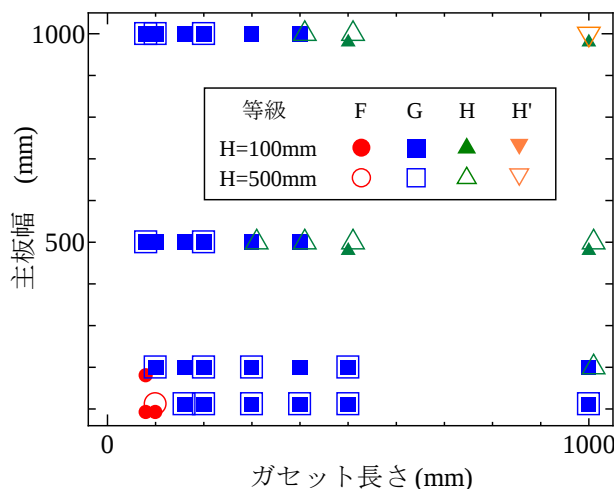


図-5 止端部応力集中を主板幅で整理



ばらつきの平均値を用いた場合



ばらつきの平均値- 2σ を用いた場合

図-6 疲労強度の推定結果

【参考文献】 JSSC テクニカルレポート No.84, 2009

【謝辞】 本研究は日本鋼構造協会「疲労強度研究部会（部会長：名古屋大学舘石教授）」の一環で行ったものである。