

疲労強度評価のための溶接継手部前面の応力評価測定位置の検討

芝浦工業大学
芝浦工業大学

学生会員 ○佐藤 嘉宏 合田 雄亮
二ノ宮 康平 正会員 穴見 健吾

1. はじめに

溶接継手の疲労強度や寿命を評価する場合、一般的に公称応力と公称応力を用いて定義された疲労強度等級が用いられる。しかし、土木構造物のような大型構造物などの溶接継手部では、応力の発生メカニズムが複雑な場合や、局部的な変形によって応力が発生する場合など、設計計算により求められる応力とは異なる応力が生じている場合も多く、解析や実測などにより応力を求める場合もある。その際、疲労強度等級と比較するための公称応力の計測位置については、溶接止端部から 10mm や 1.0t (t:板厚) 離れた位置とするような例もあるが、明確な測定位置は定められていない。溶接継手部前面の応力分布（勾配）に影響を及ぼす因子として、溶接継手による応力集中および局部的な変形などが考えられるが、本研究では、応力集中範囲（広がり）に注目し、溶接継手形状が応力集中範囲に与える影響について解析的に検討した。対象とした継手は図-1,2 に示す十字溶接継手と面外ガセット継手であり、前者は二次元解析、後者は三次元解析により図中の矢印で示す着目ライン上の長手方向応力分布を検討に用いた。解析パラメータを表-1,2 に示す。なお、解析は長手方向一様引張载荷で行った。

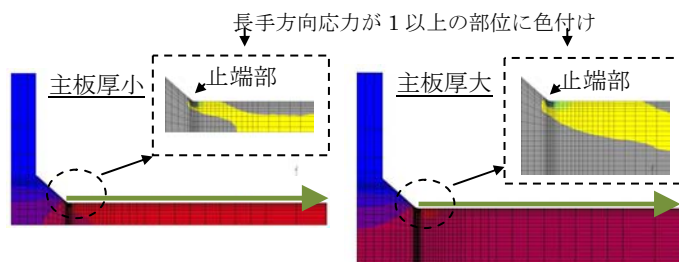


図-1 十字継手モデル（二次元解析:1/4 モデル）

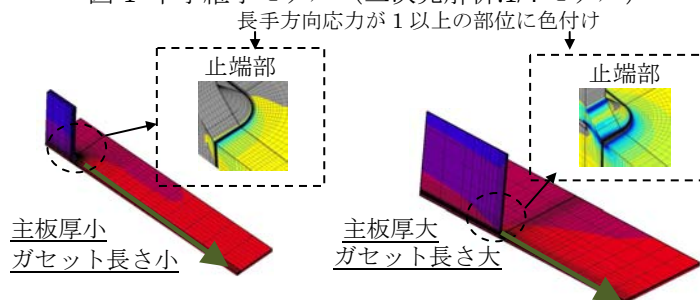


図-2 面外ガセット継手モデル（三次元解析）

表-1 解析パラメータ
(十字継手) (mm)

主板厚	12~30
リブ厚	12,30
脚長（等脚）	6,8,12
止端半径	1

表-2 解析パラメータ
(面外ガセット) (mm)

主板厚	12~50
ガセット長	80~1000
主板幅	112~1000
ガセット高	100, 500
脚長	6
止端半径	0.5

2. 十字継手の応力集中の広がり

図-1 に示すように、十字溶接継手では板厚の増大に伴い、応力集中の範囲（長手方向応力が 1 以上の範囲）は拡大するが、主板表面では主板厚よりも狭い範囲に留まっている。図-3 は止端部から 10mm 及び 1.0T 離れた位置の長手方向応力を主板厚で整理したものである。長手方向応力は、1.0T 位置では主板厚に依らずほぼ 1 であるのに対し、10mm 位置では若干ばらつきが見られた。しかし、本研究の範囲内では公称応力との誤差は 2.5% 程度に収まっていた。図-4 は、応力集中係数が 1 及び 1.05 となる位置の止端部からの距離を主板厚で整理した結果である。応力集中係数が 1, 1.05 になる位置は主板厚に比例して増大しており、公称応力の測定位置としては板厚の関数（例えば止端部から 0.5T 以上離れた位置）として与えることが妥当であると考えられるが、応力集中係数が 1, 1.05 いずれの基準でも、十字継手の場合には応力集中係数の範囲は非常に狭く、本研究の解析の範囲内では止端部から 20mm 程度離れると全てのモデルで応力集中係数が 1 となっていた。

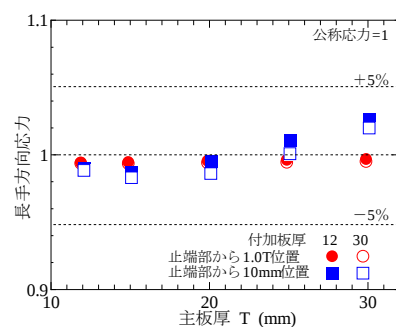


図-3 止端部から 10mm および 1.0T 離れた位置の長手方向応力

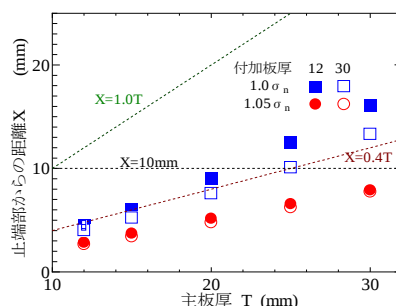


図-4 応力収集係数が 1 となる位置の止端部からの距離（十字継手）

キーワード：公称応力，十字継手，面外ガセット継手，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 TEL03-5859-8352 e-mail: anami@sic.shibaura-it.ac.jp

3. 面外ガセットの応力集中の広がり

図-2 の例に示すように、面外ガセット継手では種々の形状パラメータが止端部近傍の長手方向応力分布に影響する。図-5,6 はそれぞれ止端部から 10mm 及び 1.0T 離れた位置の長手方向応力を主板厚で整理したものである。図中のプロットはガセット長さ L で分類している。十字継手と比較して、種々の形状パラメータが応力分布に影響するためばらつきが大きく、特に主板厚が小さくガセット長さが長いモデルでは、公称応力の 1.7 倍程度の大きな応力となっている。但し、板厚が 50mm 程度ある場合、板厚の関数である止端部から 1.0T 離れた位置で整理すると、主板厚以外の形状パラメータに依らず応力集中係数は 1.1 程度に収まっている。

図-7,8 はそれぞれ応力集中係数が 1 及び 1.05 となる位置の止端部からの距離を主板厚で整理した結果である。ここでは主板幅 1000mm、ガセット高さ 500mm の継手の解析結果のみ示している。ガセット長さの増大に伴い止端部からの距離は大きくなっており、その変化も非常に大きい。一方、十字継手とは異なり、主板厚の増大に伴い、止端部からの距離は小さくなっている。応力集中係数が 1, 1.05 となる位置のばらつきは非常に大きく、解析の範囲内では前者でガセット長さが小さいモデル(80mm)から大きいモデル(1000mm) 50~800mm の間で、後者で 20~350mm の間でばらついており、公称応力の測定位置をこのような検討から決定することは困難である。

しかし、応力集中が 1.05 や 1 の領域では応力勾配は非常に小さいと考えられる。そこで、止端部から 100mm, 200mm の位置を公称応力とした場合にどの程度の誤差が生じるかを検討した結果をそれぞれ図-9, 10 に示す。100mm 位置では本解析全体の 80% のモデルが形状パラメータに関係なく、+5% の誤差の範囲内にあり、特にガセット長さ、主板幅が小さく主板厚が大きいほど誤差は小さくなっている。200mm 位置では 98% が形状パラメータによらず誤差が+5% の範囲内であり、ガセット長さ、主板幅が 1000mm と本解析の範囲内で最も大きく、主板厚が 12mm と最も小さいモデルでも誤差は 10% 以下であった。

4. まとめ

十字継手と面外ガセット継手の形状の違いが応力集中の範囲に及ぼす影響について検討し、疲労強度評価のための応力測定位置の検討を行った、本研究の検討をまとめると以下のようになる。

- (1) 十字継手：主板厚の増大に伴い、応力集中範囲は拡大するが、その範囲は非常に狭い。
- (2) 面外ガセット継手：多くの形状パラメータが応力集中範囲に大きな影響を及ぼす。その傾向と、止端部から 10mm, 1.0T, 100mm 及び 200mm 離れた位置での応力と公称応力の差異の整理を行った。

謝辞：本研究では科学研究費基盤研究 B(課題番号 22360174:研究代表者 魚本健人)の一環として行った

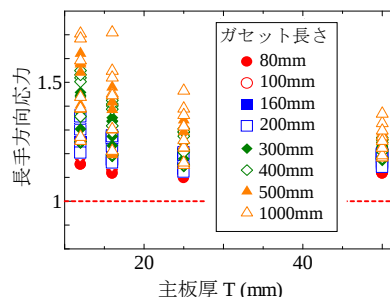


図-5 止端部から 10mm 離れた位置の長手方向応力

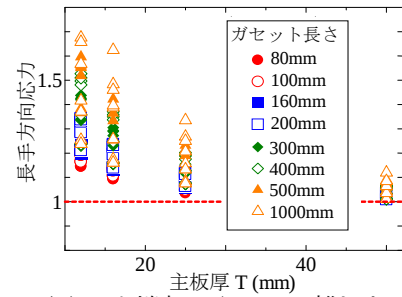


図-6 止端部から 1.0T 離れた位置の長手方向応力

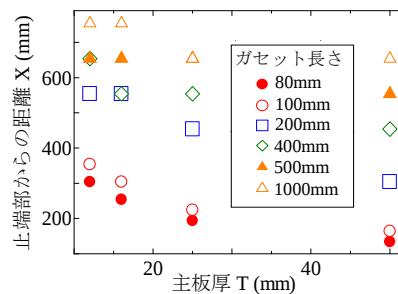


図-7 応力集中係数が 1 となる位置の止端部からの距離 (面外ガセット継手)

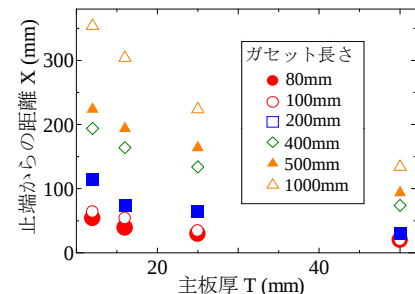


図-8 応力集中係数が 1.05 となる位置の止端部からの距離 (面外ガセット継手)

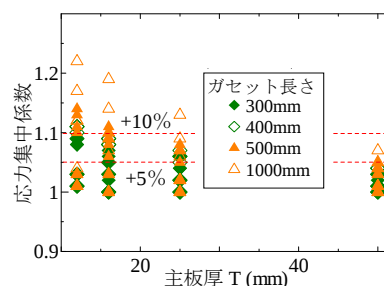


図-9 止端部から 100mm 位置の応力集中係数 (面外ガセット継手)

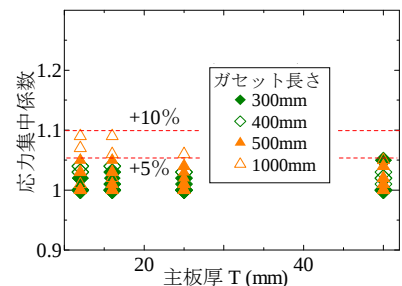


図-10 止端部から 200mm 位置の応力集中係数 (面外ガセット継手)