

引張力を受けるスタッド付き鋼板の応力特性に関する検討

			レールウェイエンジニアリング	正会員	保坂 鐵矢 ¹
日本鉄道建設公団	正会員	鈴木 喜弥 ¹	摂南大学	正会員	平城 弘一 ²
川田工業	正会員	榊田 智子 ³	川田工業	正会員	高田 嘉秀 ³
川田工業	正会員	宮地 真一 ³	川田工業	正会員	大石 隆弘 ³

1. まえがき スタッドは全円周方向に関係なくずれ抵抗機能を有するという特徴があり、鋼・コンクリート合成構造の有効なずれ止め形式として多く用いられている。スタッドが溶接された鋼板（以下、スタッド付き鋼板）の疲労特性については、これまでに多くの実験が行われており、それらの結果が疲労設計指針¹⁾²⁾等に反映されている。文献¹⁾²⁾に示されたスタッド付き鋼板の疲労強度には、スタッド径と母材の板厚との組合せの要素が含まれておらず、スタッド径とスタッド付き鋼板の最小板厚に関する規定は、研究が少なく根拠が明確に示されていないのが現状である。しかし、リブ十字継手のように、母材の板厚が増すにつれて疲労強度が低下する継手があることが知られている。スタッド付き鋼板の疲労強度も同様に、その板厚の影響を受ける可能性があると考えられる。またスタッド付き鋼板の疲労強度に影響を及ぼす支配的な要因は、スタッド溶接止端部の幾何学的形状の変化による応力集中が考えられる³⁾。そこで本研究では、スタッド付き鋼板の疲労強度に影響を及ぼす支配的要因である溶接止端部の応力集中に着目し、スタッド径と板厚を種々変化させた立体有限要素法解析、応力測定のための静的試験を行う。解析で得られたスタッド近傍の応力分布と、実験により得られた応力分布を比較し、主にスタッド溶接止端部近傍の応力集中に及ぼす板厚の影響を評価する。

2. 実験概要と解析モデル 応力測定に供した試験体、ひずみ測定位置を図-1に示す。ひずみは、スタッド溶接側の鋼板表面（以下、フランジ上面と呼ぶ）とスタッドを溶接しない側の鋼板背面（以下、フランジ下面と呼ぶ）を測定した。解析モデルは、図-2に示すように、応力測定に供した試験体形状に対応する1/4モデルを用いた。解析モデルの余盛り部分は平均的な余盛り形状を参考として円筒形（余盛りと鋼板のなす角度は90°）とし、応力集中が予想される溶接止端部付近の鋼板表面の要素は0.5×0.5×0.5mmの立方体に分割した。なおスタッド径と鋼板厚が変化しても溶接止端付近の要素の大きさは等しいものを使用した。解析上の境界条件、荷重条件を図-3に示す。載荷荷重は実験、解析ともに、鋼板の公称応力（ σ_0 ）が100MPaとなるような引張荷重を載荷した。

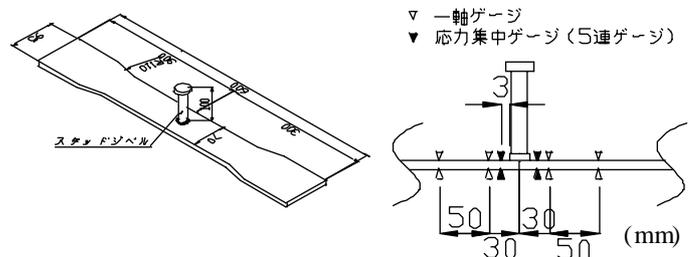


図-1 試験体と測定位置

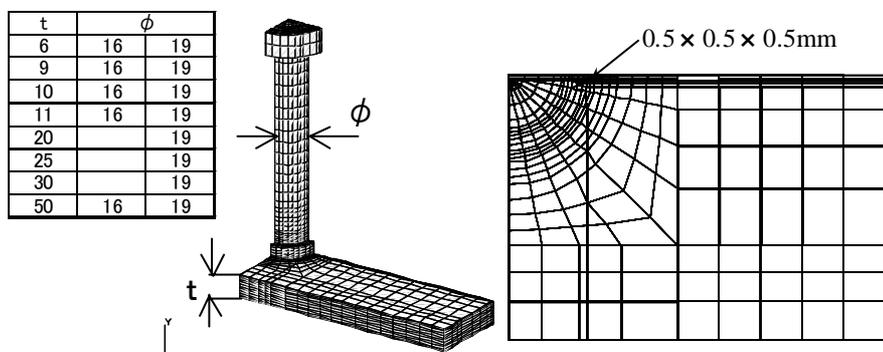


図-2 解析モデルとスタッド近傍の要素分割

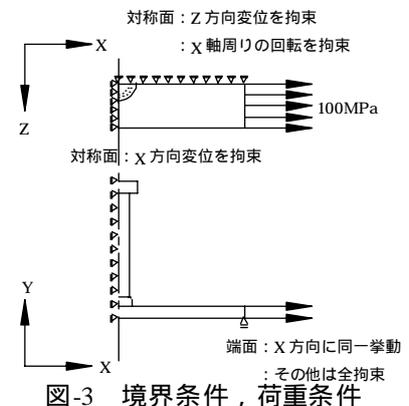


図-3 境界条件、荷重条件

キーワード：スタッド付き鋼板，最小板厚，応力集中，有限要素法解析

- | | | |
|---|-------------------------------|------------------|
| 1 | 〒100-0014 東京都千代田区永田町 2-14-2 | TEL 03-3506-1859 |
| 2 | 〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町 17-8 | TEL 072-839-9127 |
| 3 | 〒550-0014 大阪府大阪市西区北堀江 1-22-19 | TEL 06-6532-4897 |

- | |
|------------------|
| FAX 03-3506-1891 |
| FAX 072-838-6599 |
| FAX 06-6532-4890 |

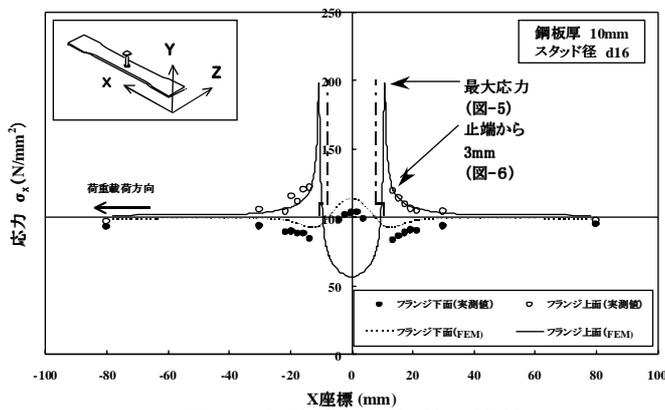


図-4 実験値と解析値の比較

3. 解析・実験結果と考察 板厚 10mm, スタッド径 16mm の組合せについて, 荷重載荷方向の最も卓越する応力成分 σ_x に着目した実験結果と解析結果を比較した鋼板表面の応力分布を図-4 に示す. 図より, フランジ上面の応力状態は実験値と解析値がほぼ一致し, 解析モデルの境界条件や要素分割は検討目的に対し, 妥当であったと思われる. スタッド溶接の母材側止端部の最大応力 (σ_x) と公称応力 (σ_0) との比である応力集中率 (σ_x / σ_0) について, 解析結果を図-5, 実験と解析とを比較した結果を図-6 に示す. 図-5 より, 溶接止端部の最大応力の応力集中率は板厚が増加するにつれて大きくなり, 板厚 25mm を超えるとほぼ一定になった. 図-6 より, 応力測定を行った止端から 3mm の位置の応力集中率は, 実験・解析値ともほぼ同じ値を示し, 板厚の違いは現れていない. すなわち, 応力集中率に及ぼす板厚の影響は, 形状が急変するスタッド溶接止端部のみに現れると考えられる. 図-7, 8 に解析で得られた荷重載荷方向の板厚断面の応力コンターを示す. 板厚 25mm, 50mm の両ケースを比較すると, とともにスタッド溶接止端のごく近傍に応力集中が現れており, フランジ下面側の領域では, 公称応力 (100MPa) にほぼ等しく均一な応力分布を示している. つまり, 本解析においては, 板厚が 25mm 程度以上の場合, 板厚の増加がスタッド溶接止端部の応力へ及ぼす影響が小さく, 図-5 の解析結果に示すように板厚 25mm 以上で応力集中率がほぼ一定となった結果と整合していると考察される.

4. あとがき 本研究では, スタッド付き鋼板のスタッド溶接止端部近傍の応力集中に及ぼす板厚の影響を評価する目的で静的試験・FEM 解析を行った. ここで確認された応力分布特性が, 疲労強度に及ぼす影響を明らかとすることが今後の課題であり, 現在, 疲労試験を実施中である.

4. あとがき 本研究では, スタッド付き鋼板のスタッド溶接止端部近傍の応力集中に及ぼす板厚の影響を評価する目的で静的試験・FEM 解析を行った. ここで確認された応力分布特性が, 疲労強度に及ぼす影響を明らかとすることが今後の課題であり, 現在, 疲労試験を実施中である.

[参考文献] 1) 日本鋼構造協会: 鋼構造物の疲労設計指針・同解説, 1993. 2) 運輸省監修: 鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物, 1992.10. 3) 梶川靖治・前田幸雄: 組合せ荷重下におけるスタッド溶接フランジの疲労強度の評価, 土木学会論文集 第362号 / I-4, pp.285-292, 1985.

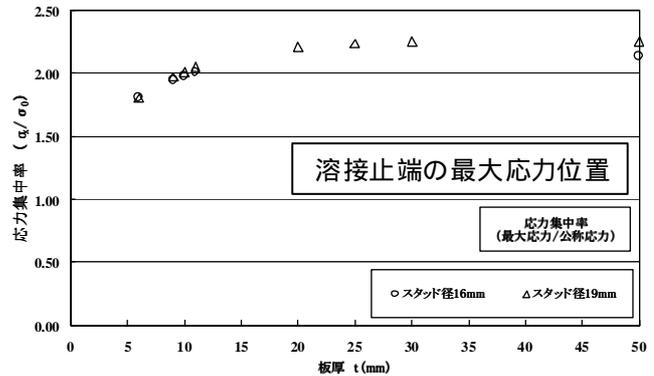


図-5 板厚と応力集中率の関係 (解析結果)

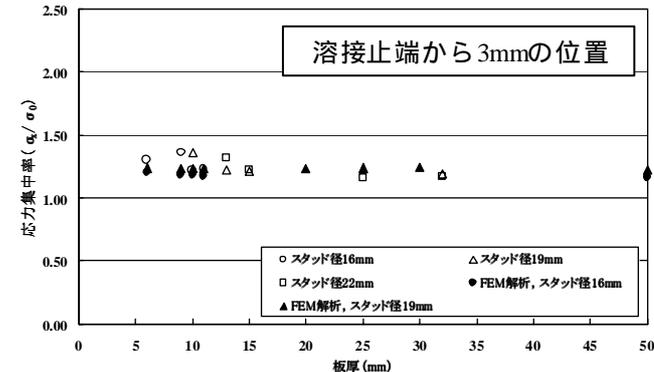


図-6 板厚と応力集中率の関係 (実験・解析結果)

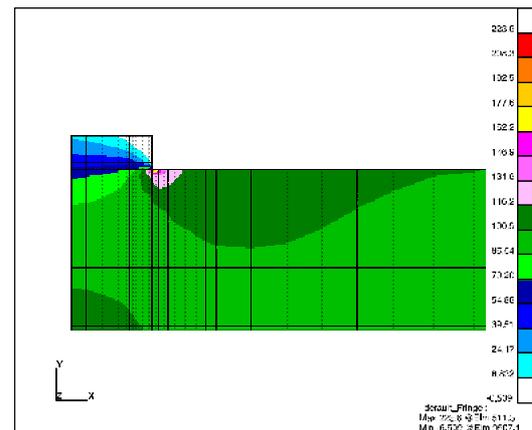


図-7 xコンター (板厚25mm)

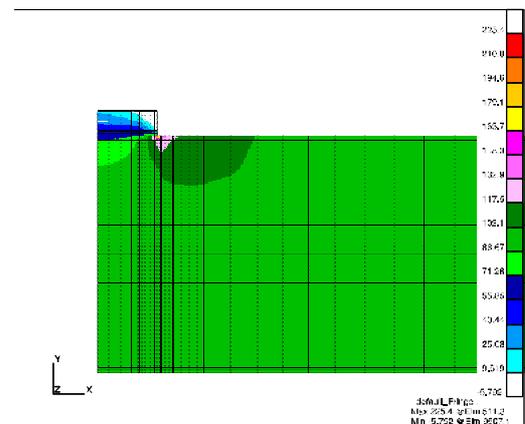


図-8 xコンター (板厚50mm)