

止端仕上げした面外ガセット溶接継手の疲労強度に対する板厚効果の解析的検討

法政大学大学院 学生会員 ○甲 弓子
法政大学 正会員 森 猛

1. はじめに

橋梁などの鋼構造物には、十字継手、T字継手、ガセット継手などの溶接継手が不可欠であり、鋼橋の疲労損傷の多くはこれらの溶接部に生じている。特に面外ガセット溶接継手の疲労強度は低く、疲労損傷が生じやすいとされている。疲労強度に対する影響因子には様々なものが挙げられる。例えば、日本鋼構造協会（略称JSSC）の疲労設計指針では、板厚が25mmを超える非仕上げの十字溶接継手の疲労強度を板厚の0.25乗に反比例させて補正することとしている。ただし、溶接止端を仕上げた十字継手については、板厚による補正は必要ないとしている。また、面外ガセット溶接継手についても板厚補正の必要はないとしている。一方、国際溶接学会（IIW）の疲労設計指針では、面外ガセット溶接継手についても、板厚の0.1乗に反比例させて疲労強度を補正することとしている。

本研究では、溶接のままおよび止端を仕上げた面外ガセット溶接継手の疲労強度に対する板厚の影響について、3次元FEMモデルを用いた応力解析を行うことにより検討する。また、昨年度報告した疲労試験データベースを用いて、実験データによる検証も行う。

2. 解析方法

解析対象は、図1に示す面外ガセット溶接継手である。止端の曲率半径 ρ は、溶接のままを想定した1.0mmと、止端仕上げを想定した3.0mmの2種類とした。主板の板厚は、9~75mmの7種類である。解析モデルは、2つのグループに分けられる。1つは、ガセットの板厚を12mm、溶接サイズ s を6mmで一定としたガセット厚一定モデルである。もう一つは、ガセットの板厚を主板厚と同じとし、溶接サイズ s を主板厚の1/2とした相似形モデルである。

有限要素応力解析は、対象性を考慮して、1/8モデルで行った。プリ・ポストプロセッサとしてFEMAP、ソルバーとしてはCAFEMを用いた。その際、鋼材のヤング率は $2.0 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ 、ポアソン比は0.3とした。図1に示したモデルの端部に等分布荷重 1 N/mm^2 の引張応力を作用させて解析を行った。なお、応力集中を算定する溶接止端近傍の要素寸法は0.1mm程度とした。

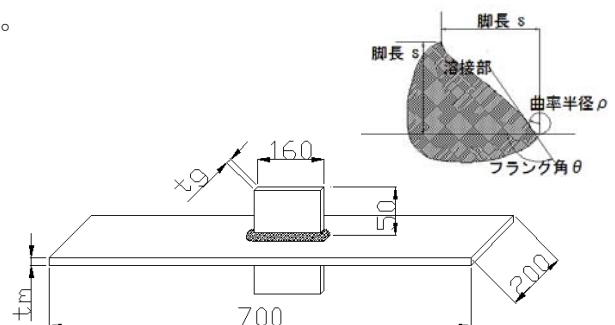


図1 解析対象

3. 解析結果

応力解析より求めた応力集中係数 α と止端半径 ρ の関係を図3示す。仕上げ・非仕上げ、ガセット一定モデル・相似形モデルともに、溶接止端を $\rho = 1.0 \text{ mm}$ から 3.0 mm とすることにより応力集中係数は25%低くなっている。

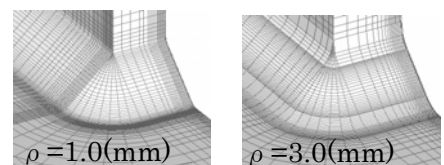


図2 止端溶接部要素

止端仕上げした場合を含め、面外ガセット溶接継手の疲労強度は、き裂発生点となる応力集中係数に反比例するとされている。ここでは基準とする継手の板厚を12mmとし、疲労強度を補正するための板厚補正係数 β を次式で求めた。

キーワード：面外ガセット溶接継手、疲労強度、板厚効果、止端仕上げ

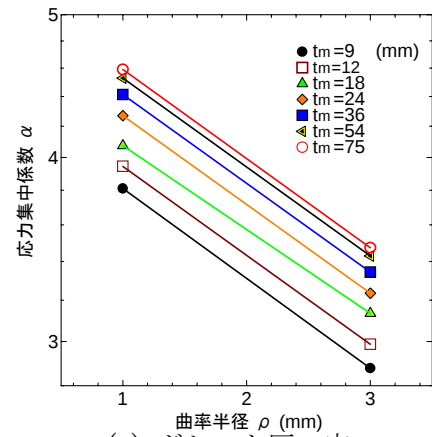
連絡先：〒184-8584 東京都小金井市梶野町3-7-2 法政大学工学部 TEL 042-387-6287

$\beta = \alpha_{12} / \alpha$ α : 対象とする板厚 t_m の応力集中係数
 α_{12} : 板厚 12mm の応力集中係数

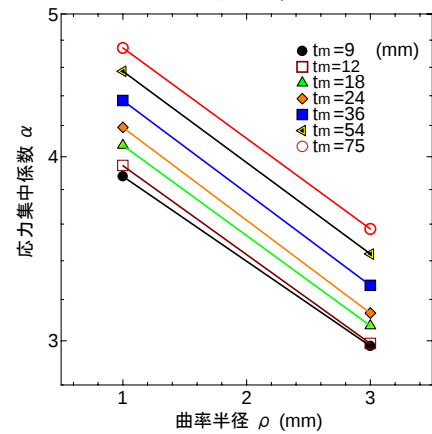
このようにして求めた仕上げと非仕上げの板厚補正係数と板厚の関係を図4に示す。いずれの場合も、板厚が増すに従って板厚補正係数 β は低下している。この関係を $\beta = (12/t_m)^n$ で表すことができる。この式は、疲労強度が板厚の n 乗に反比例して低下することを意味している。これらの図に示すように、板厚補正指数 n の値はほぼ0.1である。したがって、溶接部仕上げの有無によらず、板厚補正指数 n を0.1とするのが妥当であるといえる。この値は、国際溶接学会での規定と一致する。なお、ガセット厚一定モデルでは、板厚50mmで板厚補正係数の変化が小さくなっている。

図5は、昨年度発表したデータベースを用いて整理した非仕上げの面外ガセット溶接継手の疲労試験結果である。この結果から、板厚ごとに200万回疲労強度を求め、板厚との関係を示したのが図6である。ばらつきは大きいもの、この図からも疲労強度は、板厚の0.1乗に反比例して低下する傾向が認められる。

ただし、JSSC指針のように基準とする継手の板厚を25mmとし、板厚補正指数0.1とすれば、板厚75mmの板厚補正係数は0.9にすぎない。



(a) ガセット厚一定



(b) 相似形

図3 応力集中係数と曲率半径関係

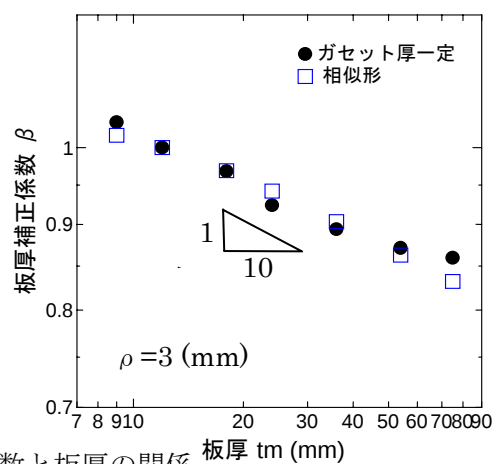
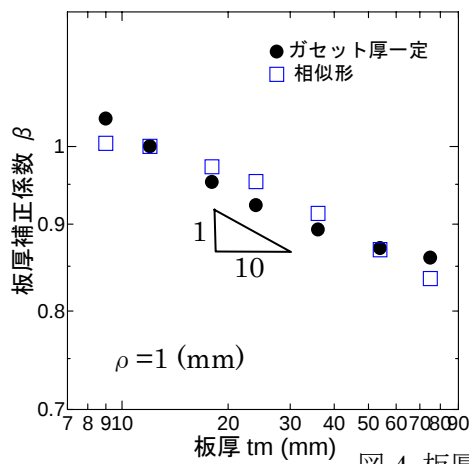


図4 板厚補正係数と板厚の関係

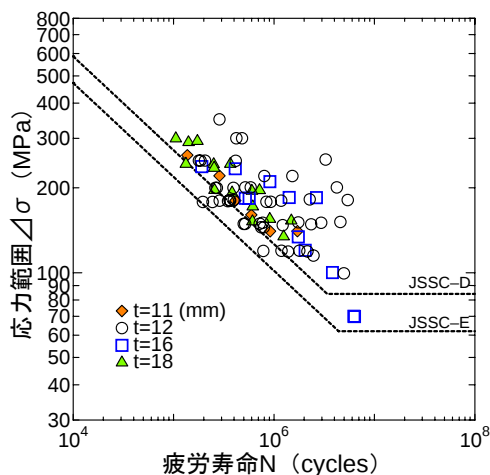


図5 板厚の影響(S-N線図)

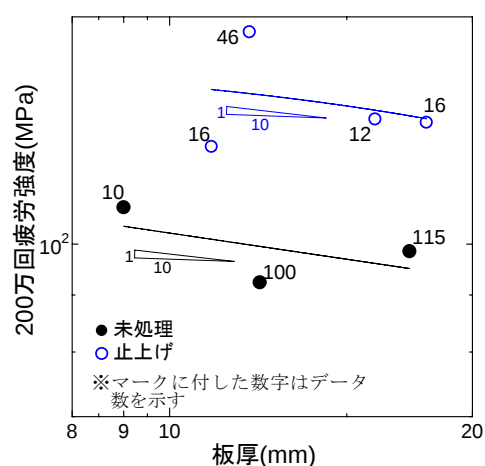


図6 板厚の影響(200万回疲労強度)