

すみ肉溶接止端近傍の応力集中に着目した組み合わせ溶接継手の疲労強度

名古屋大学 学生員 ○ 木下 優

名古屋大学 正 員 山田健太郎

名古屋大学 正 員 小塩達也

名古屋大学 学生員 肖 志剛

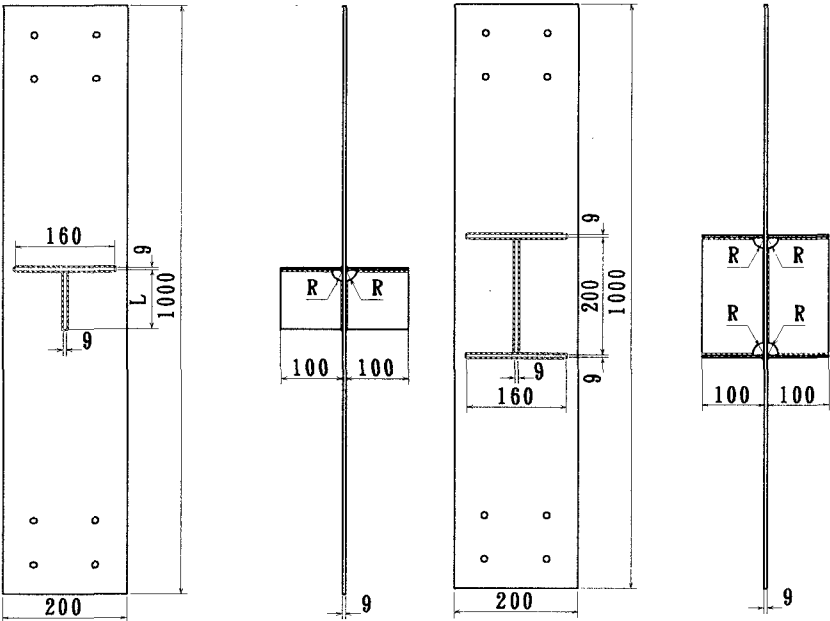
名古屋大学 学生員 後藤 誠

名城大学 桜井義文

1. はじめに 橋梁等土木構造物の溶接構造に対する疲労強度評価法として、わが国では日本鋼構造協会の疲労設計指針（JSSC 疲労設計指針）に従い、継手形式毎に公称応力を用いて評価される手法が取られている。しかしながら、JSSC 疲労設計指針に示される継手は、強度等級が疲労試験結果を基に決められている関係上、その種類に限りがあり、多様な実構造物の継手に対応しない場合が生じる。例えば、面外ガセット継手とリブ十字継手を組み合わせたような継手がそれに当たる。本研究では、そのような継手形式によらない統一的な疲労強度評価法の提案を目的としている。疲労き裂がすみ肉溶接止端部から発生する場合には、構造的な応力集中係数（ $=K_{t,global}$ ）をリブ十字すみ肉溶接継手の応力集中係数 K_t （ $=K_{t,local}$ ）の比として表し、この値を用いて対象とする継手の公称応力を補正することで、従来のすみ肉溶接継手の疲労強度と等価な強度評価ができると考えた。そこで、2 種の継手を組み合わせたような継手の疲労試験および有限要素応力解析を行い、溶接止端近傍の応力分布を把握し、既存の疲労試験における応力分布、疲労強度を比較した。

2. 試験体および疲労試験 試験体は図-1 に示す 2 種類に大別され、供試鋼材は普通構造用鋼材 JIS SM490YA である。試験体の名称および図中のガセット長さ L およびスカーラップ半径 R の分類は表-1 に示すとおりである。疲労試験は、アムスラー型疲労試験機（容量 980kN）を用い、4.5Hz の繰返し速度で行った。

3. 疲労試験結果 疲労試験結果を図-2 に示す。疲労き裂発生位置は、TN シリ



(a)T シリーズ (b)H シリーズ

図-1 試験体の形状（単位：mm）

表-1 試験体の分類

試験体名	ガセット長さ L(mm)	スカーラップ半径 R(mm)
TN50	50	0
TN100	100	0
TS100	100	35
TN200	200	0
TS200	200	35
HN200	200	0
HS200	200	35

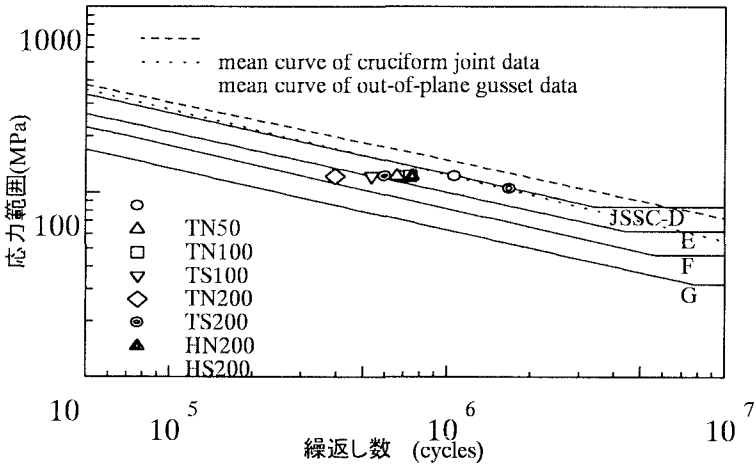


図-2 疲労試験結果

ーズではガセットまわし溶接止端部, HN シリーズではリブすみ肉溶接止端部, TS および HS シリーズではスカーラップ部分溶接止端部であった. TN50, 100, 200, および HN200 の疲労寿命は, いずれも JSSC 疲労設計指針に示される面外ガセット, リブ十字継手の疲労設計曲線(それぞれ F, F, G, E 等級)より長寿命であった. TS100, 200 および HS200 に関しては, スカーラップを持たない同形状の試験体の疲労寿命よりも長寿命のものと短寿命のものに分かれているが, いずれも設計指針に示される疲労設計曲線(それぞれ F, G, E 等級)より長寿命側となっている.

4. 有限要素応力解析 疲労き裂発生位置の応力分布把握のため, 汎用有限要素解析プログラム COSMOS/M を用いた有限要素応力解析を行った. 各解析モデルの板厚方向の応力分布(メッシュサイズ: $1 \times 1 \times 1 \text{ mm}$)を図-3 および図-4 に示す. 図-3 は試験体と同じ長さ, メッシュサイズを有する面外ガセット継手の解析結果との比較である. これによると, T シリーズに関しては, 同じ長さのガセットとほぼ同程度の応力分布を示した. H シリーズのガセット部分の長さは 200mm であるが, 両側にリブが加わったような形状であるため, 200mm のガセットより低い応力分布を示したと考えられる. 図-4 はリブ十字継手の解析結果との比較である. 全ての試験体がリブ十字継手よりも高い応力分布を示した. なお, リブ十字継手は 2 次元解析も可能なため, 3 次元解析と合わせ 2 次元解析も行い, 同図に示した. 両者の間にはほとんど差がないことから, 比較的解析の容易な 2 次元解析で評価が可能であることが分かる.

5. 実験結果の再整理 解析結果から, 各試験体の応力は基準とするリブ十字継手より $K_{t, \text{global}}$ だけ大きくなったと考えられる. そこで, 各モデルの解析結果において, 溶接止端部から 1mm 離れた点での K_t を, リブ十字継手の 2 次元解析(メッシュサイズ: $0.1 \times 0.1 \text{ mm}$)から得られた同じ点での $K_t (=K_{t, \text{local}})$ で無次元化したものを $K_{t, \text{global}}$ とし, 実験結果を, 「 $K_{t, \text{global}} \times$ 作用応力範囲」の値を公称応力範囲として再整理した. その結果を図-5 に示す. ここで止端から 1mm の点での K_t を採用したのは, 基準とするリブ十字継手の K_t が, 止端形状のばらつきの影響を受けないと考えられる点だからである. 作用応力範囲で整理した図-3 と比較すると, 全てのデータがリブ十字継手の平均直線付近に分布していることが分かる. このことから, 本研究のように複雑に板を組み合わせたような継手であっても, 従来のすみ肉溶接継手の強度と等価な評価ができると考えられる.

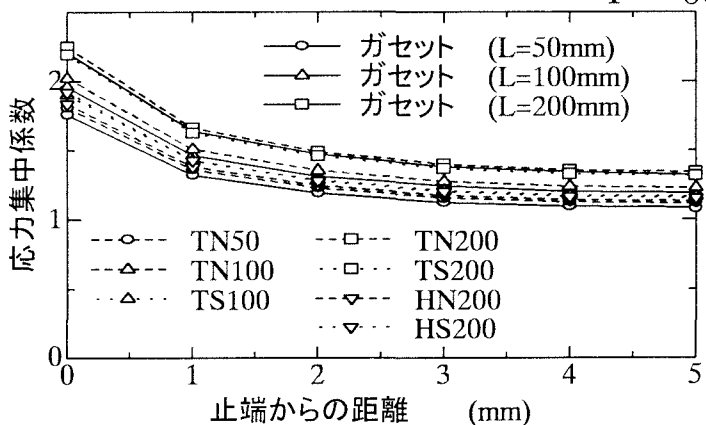


図-3 解析結果(ガセットとの比較)

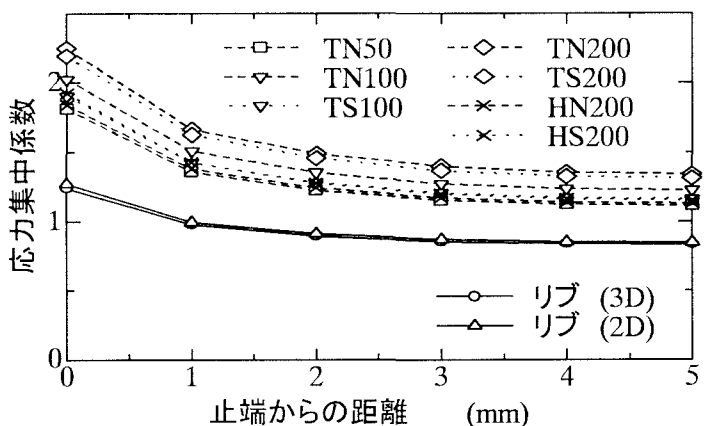


図-4 解析結果(リブとの比較)

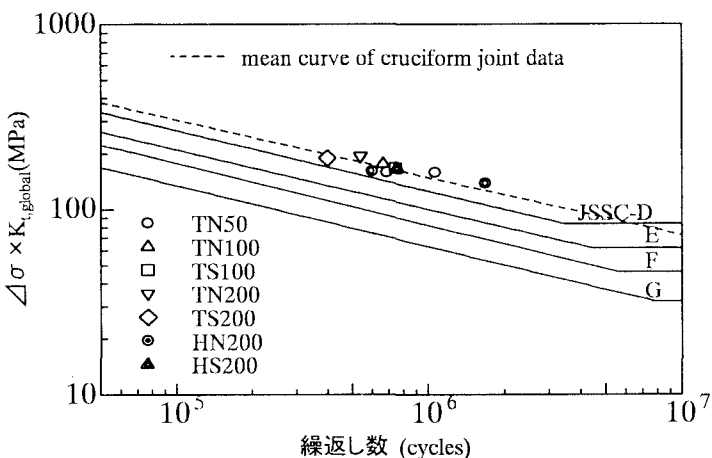


図-5 実験データ再整理結果