

福井工業大学 正会員 鈴木 博之 学生会員 ○福持 陽光
学生会員 藤井 一成 依光 隆司

1. はじめに 本研究では、面外ガセット継手の応力解析を行い、回し溶接の有無、ガセット高さ、母板厚さ、ガセット厚さが疲労強度に及ぼす影響について検討した。

2. 解析モデル 解析モデルを図1に示す。すみ肉溶接の形状は等脚とし、サイズは道路橋示方書に従った²⁾。ルートギャップは0.5mmとした。解析は8節点ソリッド要素を用いた3次元有限要素法であり、解析モデルは対称性を考慮し1/8モデルとした。要素の最小寸法は $0.5 \times 0.5 \times 0.5$ mmである。解析にはCOSMOS/Mを使用した。

3. 解析条件 表1に解析条件を示す。ここで、LMは回し溶接を行ったもの、L100は回し溶接を行わずにガセット全長にわたって溶接を行ったもの、L80は回し溶接を行わずにガセット長さの80%にて溶接を打ち切ったものである。

4. 解析結果および考察 解析番号1から9の解析結果を図2に、文献1)の実験結果を図3に示す。図2において、L100、L80の応力集中係数はLMに比べ高くなっており、L100、L80の疲労強度はLMより低下することが推察される。ところが、実験では図3に示すように、L80はLMより疲労寿命が増加しており、実験と解析が全く逆の結果となった。

ところで、回し溶接の省略は、最大応力が発生する点を二分することによる応力集中の軽減を期待しているものと考えられる。しかし回し溶接の省略は、図4のようにガセット端部に作用する力を分散させるだけでなく、力の影響を受ける断面を W_1 から $(W_2 - t)/2$ に減少させることになる。本解析において応力集中係数が軽減されなかったのは、 P_1 から $P_2/2$ に力が分散する効果より、力の影響を

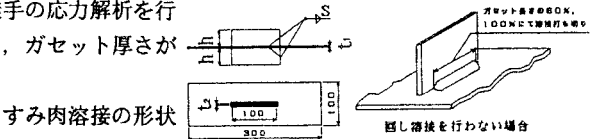


図1 解析モデル
t₁: 母板厚さ t₂: ガセット厚さ
h: ガセット高さ S: サイズ
単位: mm

表1 解析条件

解析番号	溶接形状	母板厚さ t ₁	ガセット厚さ t ₂	サイズ s	ガセット高さ h
1	LM	6	6	4	2
2	LM	6	6	4	4
3	LM	6	6	4	50
4	L100	6	6	4	2
5	L100	6	6	4	4
6	L100	6	6	4	50
7	L80	6	6	4	2
8	L80	6	6	4	4
9	L80	6	6	4	50
10	L80	6	9	5	5
11	L80	12	9	6	6
12	L80	25	9	8	8
13	L80	9	9	6	6
14	L80	9	6	5	5
15	L80	9	12	6	6
16	LM	9	9	6	6
17	LM	9	12	6	6

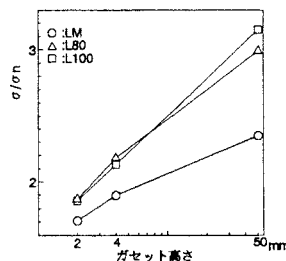


図2 溶接形状とガセット高さの違いによる最大応力集中係数の変化

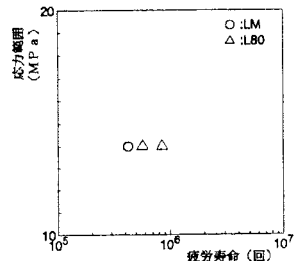


図3 L型の疲労実験結果

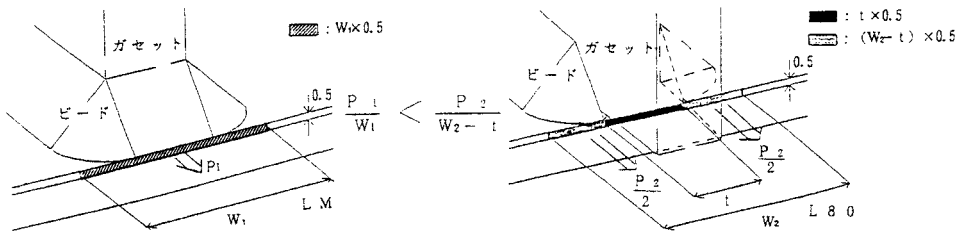


図4 ガセット端部の詳細図

Hiroyuki SUZUKI, Hiromitsu FUKUMUCHI, Kazunari FUJII, Takasi YORIMITSU

受ける断面が W_1 から $(W_2 - t)/2$ に減少する影響の方が大きかったためと思われる。

そこで、疲労試験結果を説明するため、疲労強度を局所的な応力集中ではなく、母板表面から0.5mmまでの要素に生じている応力を、板幅方向に $\sigma/\sigma_n \geq 1$ となる範囲にわたって積分し、積分範囲で積分値を除した値で評価することにした。これは応力集中の平均値となる。以後、これを“ σ_{TKS} ”と呼ぶ。例として、図5にL80の母板幅方向の応力分布と積分方法を示す。 σ_{TKS} は次式で表される。

$$\sigma_{TKS} = \frac{\int_A \sigma_x(Z) / \sigma_n \cdot dA}{A}$$

ここに σ_{TKS} : 応力集中の平均値

A : 積分範囲

$\sigma_x(Z)$: 図5に示すX軸方向の応力

σ_n : 公称応力

解析番号1から9の σ_{TKS} を図6に示す。図6より、LMの σ_{TKS} がL100、L80より高くなっていることが分かる。よってLMの疲労強度はL80より低いことになり、図3に示す実験結果と一致する。また、ガセット高さが低くなるにつれて σ_{TKS} が軽減されており、疲労強度が向上することが推察される。これはガセットの剛性の減少に起因する。図7にL80のガセット厚さが9mmの場合の母板厚さと σ_{TKS} の関係を示す。各モデルのガセット高さは溶接サイズに等しい。 σ_{TKS} は母板厚さが9mm以上の場合、ほぼ一定となっており、疲労強度に有意差は生じないものと推察される。JSSC疲労設計指針においても、板厚25mm以下の場合、板厚の影響を考慮しなくてもよいとされている³⁾。また、図8に母板厚さが9mmの場合のガセット厚さと σ_{TKS} の関係を示す。この図においても、各モデルのガセット高さは溶接サイズに等しい。この図より、回し溶接を行ったものより、溶接をガセット長さの80%で打ち切ったものの方が σ_{TKS} が小さく、疲労強度が向上するものと思われる。L80においては、ガセット厚さが9mmで最大値を示している。これより、溶接をガセット長さの80%で打ち切った場合、ガセット厚さと母板厚さが等しいとき σ_{TKS} が最大、つまり疲労強度が最小になる可能性があり、更に詳細な検討が必要である。また、LMの場合、ガセット高さが同じであれば、ガセット厚さによる σ_{TKS} の変化はほとんどなく、疲労強度もほとんど変わらないものと思われる。

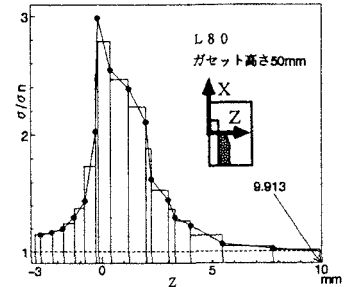


図5 母板幅方向の応力分布と積分方法

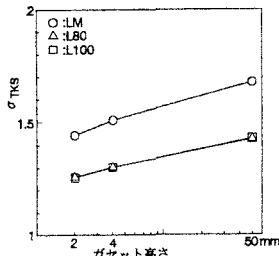


図6 溶接形状とガセット高さの違いによる σ_{TKS} の変化

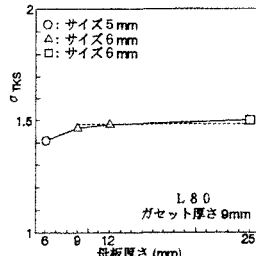


図7 母板厚さが σ_{TKS} に及ぼす影響

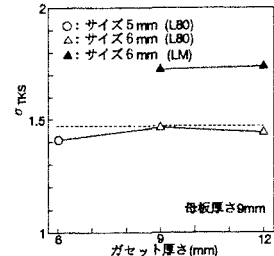


図8 ガセット厚さが σ_{TKS} に及ぼす影響

5. まとめ σ_{TKS} という考え方を導入したところ、面外ガセット継手において、回し溶接を省略すること、ガセット高さを低くすることは、いずれも疲労強度を向上させる可能性があることが分かった。

また、母板厚さ、ガセット厚さが疲労強度に及ぼす影響については、実験的に検討する必要があると考えられる。

参考文献 1) 鈴木博之他：付加物取付けすみ肉溶接における回し溶接の有無が継手の疲労強度に及ぼす影響，JSCE関西支部年次講演会平成3年6月 2) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説，平成6年2月 3) (社)日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説，平成5年4月 4) 坂野昌弘他：疲労亀裂進展解析による面外ガセット継手の寸法効果の検討，土木学会構造工学論文集 Vol. 37A 1991年3月