

面外ガセット溶接継手・ルート破壊の疲労強度評価応力の検討

法政大学大学院 学生会員 ○遠藤 健太
 法政大学 正会員 森 猛

1. はじめに

疲労損傷は形状が急変し応力が集中する箇所に生じやすく、鋼橋では溶接継手はその典型である。中でも、横桁や横構の仕口や水平補剛材の取り付けに用いられる面外ガセット溶接継手の疲労強度は低く、そのような箇所で多くの疲労損傷事例が報告されている。その場合の疲労き裂の多くは、高い応力集中が生じる溶接止端部を起点として発生している。このような部位の疲労強度を向上させる手段として、廻し溶接部のグラインダー処理やピーニングがある。しかし、これらの方法で疲労強度は向上するものの、すみ肉溶接を行った場合には溶接ルート部が破壊起点となる場合もある。ルート破壊する場合の疲労き裂の起点は、**図1**に示すように未溶着部先端上部（ガセット板側）の中央付近である。疲労強度を評価するための応力としては、公称応力に加え、ホットスポット応力や、き裂発生点からき裂方向に 1mm 離れた位置の応力などがある。しかし、これら照査応力の面外ガセット継手溶接ルート部から疲労き裂が生じる場合に対する適用性は明らかではない。

本研究では、面外ガセット溶接継手がルート破壊する場合の適切な疲労強度評価応力を提示することを目的とする。すなわち、先に示した応力パラメータの適用性を検討する目的で、ルート破壊した疲労試験データを収集するとともに、それらの試験体の FEM 解析を行う。

2. 疲労強度評価応力の検討

文献調査より、12の試験体シリーズ、計49の面外ガセット溶接継手試験体がルート破壊する場合の疲労試験データを収集した。それぞれの試験体の形状・寸法を**図1**と**表1**に示す。

表1 試験体寸法

試験体No.	t(mm)	S _m (mm)	S _g (mm)	d(mm)	試験体数
1	12	13.0	8.2	0.0	3
2	12	13.0	8.6	0.0	3
3	12	10.1	9.3	21.6	2
4	12	10.1	10.5	16.8	5
5	10	13.6	10.2	7.3	6
6	10	14.8	12.4	8.1	5
7	12	10.8	8.2	0.0	8
8	30	7.5	5.0	0.0	2
9	30	6.6	5.1	0.0	3
10	30	7.5	5.6	0.0	1
11	30	12.6	7.6	0.0	9
12	16	10.2	9.6	0.0	2

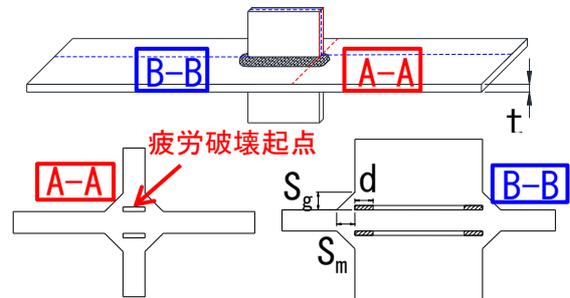


図1 試験体形状

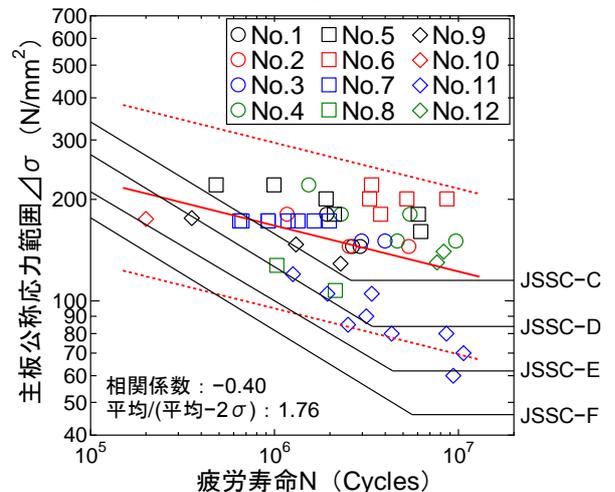


図2 Δσ-N関係(主板公称応力範囲)

主板公称応力範囲で整理した疲労試験データを**図2**に示す。図中には疲労寿命に対する応力範囲の回帰直線、平均±2σの回帰直線も示している。また、データのばらつきを表す指標として相関係数と平均疲労強度/(平均-2σの疲労強度)も示している。疲労試験データのばらつきは大きく、溶接サイズが小さく板厚の大きい試験体ほど、疲労強度が低い傾向が見られる。中でもNo.8,9,10試験体の疲労強度は低いが、これらの試験体は道路橋示方書のすみ肉溶接

キーワード : 面外ガセット, 疲労き裂, ルート破壊, ホットスポット応力

連絡先 : 〒162-0843 東京都新宿区市谷田町 2-33 法政大学大学院デザイン工学研究科 TEL 03-5228-1429

サイズ ($S > \sqrt{2t_2}$ S :溶接サイズ, t_2 :厚いほうの母材の厚さ) を満たしていない。また, No.6 試験体の疲労強度が高くなっている。この試験体の溶接サイズは大きく板が薄いことに加え, 長手方向・板厚方向とも溶接の溶け込みが深くなっている。

ホットスポット応力は, 疲労損傷が生じる位置での応力のうち, 構造的な応力集中は含み, 局所的な応力を除いた応力として定義されている。具体的には, 板厚に比例した複数の参照点での応力を外挿して求められる。しかし, ここでのホットスポットに対しては板厚が定義できないため, 国際溶接学会の疲労設計指針に従い, ホットスポットから 4, 8, 12mm 離れた位置を参照点とし, 2次曲線で外挿してホットスポット応力を求めることとした。これらの位置の応力は, 各試験体の FEM 解析を行うことにより求めた。ホットスポット応力で整理した疲労試験データを図 3 に示す。主板公称応力範囲で整理した場合と比べて疲労試験データのばらつきが小さくなっている。また, ホットスポット応力の大きさは長手方向の溶け込みが深い試験体で低くなる傾向がある。そのため, 試験体ごとの溶け込み深さの違いが大きかった No.4 試験体のデータのばらつきが大きくなっている。

ピーク応力で整理した疲労試験データを図 4 に示す。ピーク応力で整理した場合にはデータのばらつきが公称応力範囲で整理した場合よりもさらに大きくなっている。溶接サイズが小さく板厚の大きい試験体ほど応力集中の値が大きくなったため, そのデータは上に位置し, 溶け込みの深い試験体ほど応力集中の値が小さくなったため, データは下に位置している。

参照点応力には, 溶接ルート部先端から長手方向に 1, 2, 3, 4mm 離れた位置, 溶接ルート部先端からガセットの高さ方向に 0.2, 0.6, 0.8, 1mm 離れた位置の応力の 8 つを用いた。これらの中では, 溶接ルート部先端から長手方向に 2mm 離れた位置での応力で整理した結果のばらつきが最も小さかった。その結果を図 5 に示す。この結果は, ここで対象とした他の応力パラメータで整理したデータに比べてばらつきが小さい。また, 疲労強度は E 等級を満たしている。

3. まとめ

面外ガセット溶接継手がルート破壊する場合の疲労強度評価には, 溶接ルート部から長手方向に 2mm 離れた位置での応力を用いて, その疲労強度を E 等級とするのがよい。

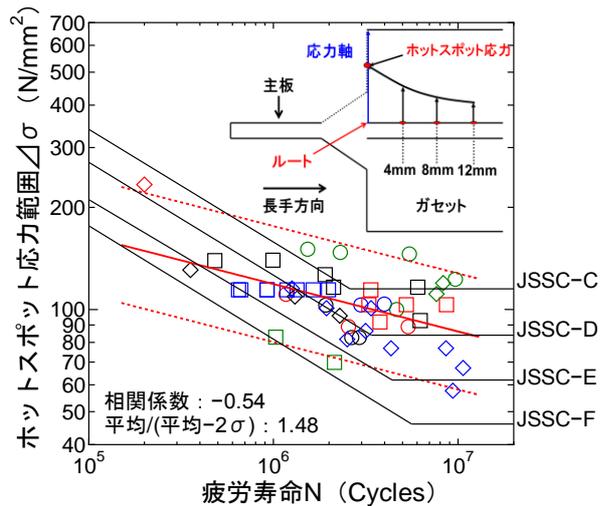


図3 Δσ-N 関係(ホットスポット応力範囲)

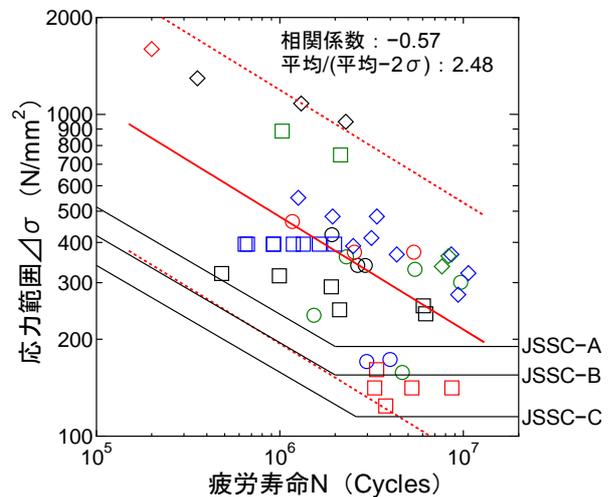


図4 Δσ-N 関係(ピーク応力範囲)

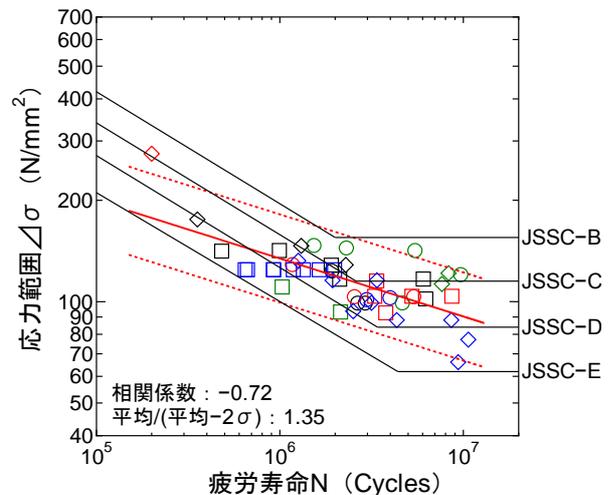


図5 Δσ-N 関係(長手方向 2mm)