腐食環境下における両面ガセット付き部材の疲労強度

足利工業大学　学生会員　佐々木　力
足利工業大学　フェロー　阿部　英彦

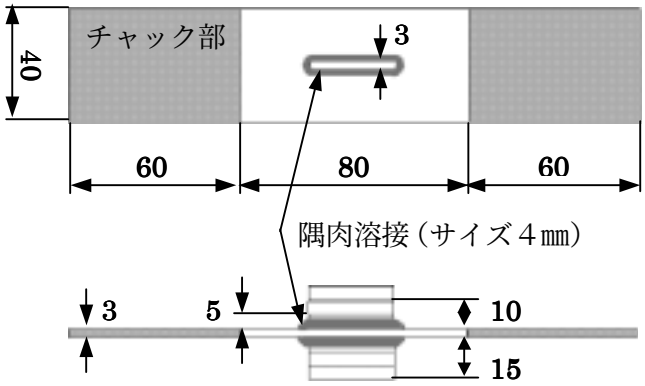
1．はじめに

現在の鋼橋には、材料の軽減、経済性の面から溶接接合が一般的である。また、多くの鋼橋は、交通量の増加に加えて海峡や川を越えて架けられており、過酷な環境下に置かれている。そこで、溶接接合部の腐食環境下での疲労強度を把握し、その対策を講じる必要がある。

今回の研究では、隅肉溶接部材の基本的な疲労強度の研究として、鋼板の両面にガセットを取り付けた試験体でガセットの形状の影響を調べた。また、大気、真水および 3%塩水の環境下における疲労強度を調べた。更に、FEM 解析により溶接止端部の応力集中係数を求めて実験結果と比較、考察した。

2．試験体

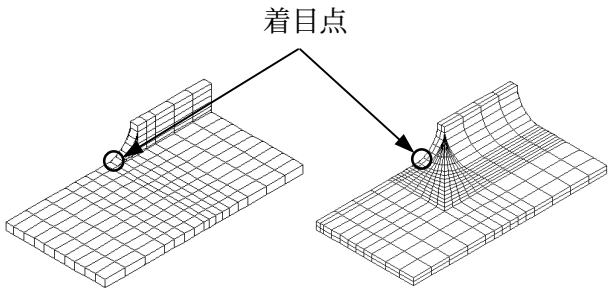
今回の試験体は、**図－1** の様な SM400 級の鋼板の両面にガセットが隅肉溶接で付いている。ガセットの形状が、長さ 30 ㎜で高さ 5 ㎜、10 ㎜および 15 ㎜のものを、それぞれ PS-1、PS-2 および PS-3 とし、長さ 60 ㎜で高さ 5 ㎜、10 ㎜および 15 ㎜のものを、それぞれ PL-1、PL-2 および PL-3 とした。なお、**図－2a** に示す様な簡略化した解析モデルで溶接止端部の応力集中係数を求めた結果、これらの試験体の疲労強度の間に差が生じると予測された。



図－1　試験体の形状　（単位㎜）

3．試験方法および解析方法

大気、真水および 3%塩水の各環境下で疲労試験を行った。応力波形はチャック部の緩み防止のため下限応力 9.8MPa、繰返し速度 16Hz の正弦波とした。また、腐食環境下での疲労試験には、代表として PS-2 タイプの試験体を用い、プラスチック槽を試験体に取り付け、亀裂発生が予想される溶接端部の 4 ヶ所に真水あるいは 3%塩水を毎分 10mℓの割合で滴下した。解析モデルは、**図－2** に示す様に試験体の対称性を考慮して 1/8 モデルとした。先ず、**図－2a** に示す溶接部を簡略化したモデルによる解析の後、より実際的なモデル（**図－2b**）で改めて解析した。さらに、溶接止端部周辺を取り出した細部解析（**図－3**）も行った。

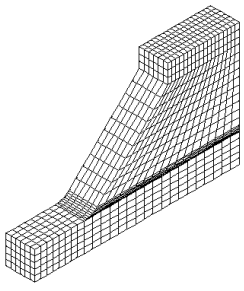


a.簡略化したモデル　　b.実際的モデル

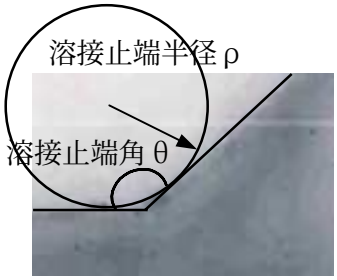
図－2　PS－1 の 1/8 解析モデル

4．実験結果と考察

図－5 は PS-2 を用いた各環境下での破断 S－N 線図を示す。大気と真水では疲労強度に殆ど差が認められなかった。塩水の場合は、大気と真水に比べてほぼ平行に疲労強度が減少している。試験中、真水では鋼材に亀裂が発生した部分に腐食作用が見られたが、その度合いは



図－3　細部解析モデル



図－4　溶接止端形状

キーワード：疲労、塩水環境、ガセット形状、隅肉溶接
連絡先：〒326－8558　足利市大前町 268－1　TEL0284－62－0605　FAX0284－64－1061

余り激しくなかった。しかし、塩水では早い段階から激しい腐食作用が認められた。ガセットの形状の影響については、**図－6** および**図－7** に示す様に、PS-1、PS-2 および PS-3 の間に疲労強度の差が余りなかった。同様に PL-1、 PL-2 および PL-3 の間にも差が認められなかった。また、ガセットの長さが異なる PS と PL を比べたが、有意な差は認められなかった。

疲労試験機のチャック部から力の伝達される状況が明確でないので、解析ではチャック部先端の位置で応力分布が一定の場合と変位が一定の場合の両条件下で解析を行い、溶接止端部の応力集中係数を比較した。始めにガセットの形状を決めるのに簡略化したモデル(**図－**2a）で溶接止端部の応力集中係数を求めた結果、**表－**1 の様に差が生じた。しかし、実験結果では疲労強度に差がなかったので、解析モデルを**図－2b** の様により実際的にして、応力集中係数を求めた結果、**表－**1 の様に殆ど差がなかった。また、ガセットの長さが異なる PS と PL では PS に比べて PL は、応力分布一定の場合と変位一定の場合との差が大きく見られる。この原因は、PL ではチャック部から溶接止端までの距離が小さいためと考えられる。そこで、PS、PL ともに溶接止端までの距離を伸ばして応力集中係数を求めた結果、応力分布一定の場合と変位一定の場合との差が小さくなった。

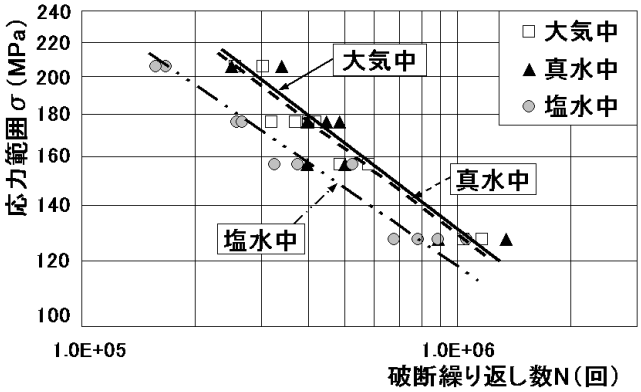
次に、細部解析（**図－**3）を行った。細部解析では、歯科用印象材を用いて溶接止端形状の型を取り、それを顕微鏡により拡大し、**図－**4 に示す様に溶接止端の半径 ρ と溶接止端の角度 θ を測定した結果、平均的に ρ＝1.0 ㎜、θ＝135°であった。これらの影響を調べるために ρ＝0.5 ㎜から 1.5 ㎜と θ＝130°から 150°に変えて解析を行った結果を**図－**8 に示す。ρ が小さく θ が小さい程、応力集中係数が大きくなるが、θ が大きくなると θ による差が小さくなり、また、θ＝150°程度になると ρ による差も小さくなる。

5. まとめ

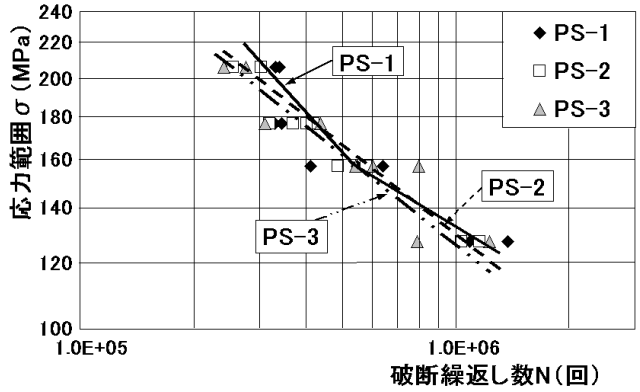
1）隅肉溶接で両面にガセットを付けた部材の腐食環境における疲労強度の差が求められた。

2）今回のガセット形状の相違では疲労強度に差が認められなかった。

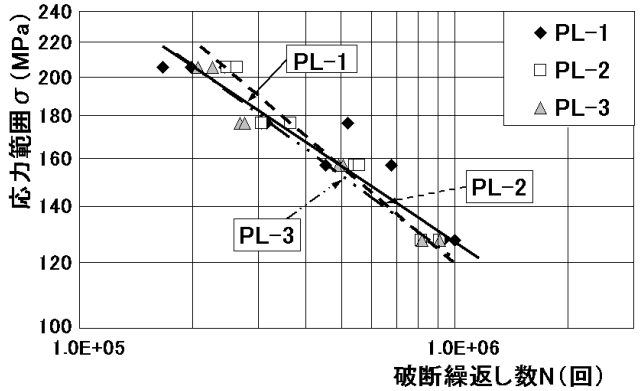
3）止端半径 ρ、止端角 θ が小さい程、応力集中係数が大きくなるが、θ が大きくなると θ による差は小さくなり θ＝150°程度になると ρ による差も小さくなる。



図－5　破断 S－N 線図（各環境下）



図－6　破断 S－N 線図（PS タイプ）

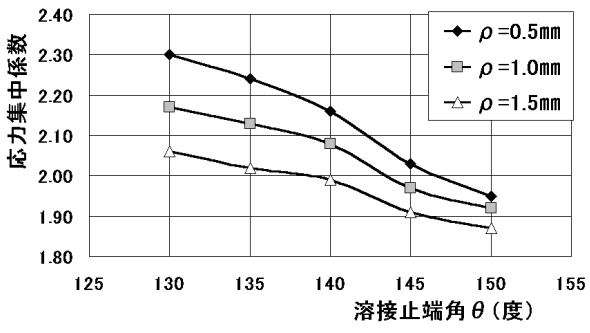


図－7　破断 S－N 線図（PL タイプ）

表－1　応力集中係数

		PS-1	PS-2	PS-3	PL-1	PL-2	PL-3
a	応力一定	1.58	1.69	1.70	1.55	1.71	1.77
	変位一定	1.69	1.82	1.83	1.95	2.32	2.48
b	応力一定	1.48	1.51	1.51	1.39	1.43	1.45
	変位一定	1.64	1.70	1.70	2.06	2.29	2.39

注）a は簡略化モデル　b は実際的モデル



図－8　溶接止端形状の影響