

(488) 十字隅肉溶接継手の疲労強度に及ぼす板厚の影響

川崎製鉄㈱ 技術研究本部 ○工博 成本朝雄、松本重人
同 E/D 研究開発センター 工博 川井 豊

1. 緒言

石油掘削リグ、同生産プラットフォームなどの海洋構造物の稼働海域が深海化するのに伴い、使用される鋼材が厚肉化する傾向にあり、板厚 200 mm にも及ぶ極厚鋼板が開発されている。海洋構造物の設計において重要な特性の一つである疲労強度に関して、溶接継手の疲労強度が板厚の $1/4$ 乗に比例するという、いわゆる寸法効果の問題が指摘され注目されている。寸法効果のメカニズムに関しては主として応力集中域でのき裂進展の加速現象に基づいて説明されているが、必ずしも明らかにはされていない。そこで、強度レベルの異なる三種の鋼材を用いて、溶接継手疲労強度に及ぼす板厚の影響を確認するとともに、き裂発生寿命およびき裂進展挙動の観点から板厚の影響を検討したので、これまでに得られた結果を報告する。

2. 試験方法

供試材は HT80、BS4360-50D、BS4360-43E の 3 種である。前 2 者については板厚 15 mm、30 mm、60 mm の鋼材を用いて、Fig. 1 に示す十字継手を製作した。後者は板厚 200 mm の圧延板より 25 mm、50 mm、100 mm、200 mm の板を切り出し、Fig. 2 に示す形状の継手を製作した。切り出し試験片の片面には黒皮が残るようにし、これをき裂発生側にして試験条件をそろえるように配慮した。溶接はすべて手溶接により行なった。板厚 60 mm 以下の試験片は容量 5 トンの油圧サーボ疲労試験機を用いて片持曲げ負荷 ($R=0$) により試験され、板厚 100 mm と 200 mm の試験片は容量 50 トンの油圧サーボ疲労試験機を用いて、三点曲げ負荷 ($R=0$) により試験された。試験環境は大気中および ASTM-D1141 による人工海水中とし、海水中では繰返し速度を 10 cpm とした。BS4360-43E 鋼については、試験中電気ポテンシャル法およびビーチマーク法により、き裂発生寿命およびき裂進展速度を測定した。

3. 試験結果

100 万回疲労強度と板厚の関係を各鋼について Fig. 3 に示す。HT80 鋼と 50D 鋼では大気中、海水中とも板厚効果が明瞭ではないが、継手形状が相似形である 43E 鋼では板厚効果がみられた。破断寿命をき裂発生寿命とき裂進展寿命に分けると、板厚効果は前者において著しい。このことは、き裂進展挙動よりむしろ、き裂発生寿命に影響を及ぼす局部的応力集中率や残留応力が重要な因子であることを示唆している。

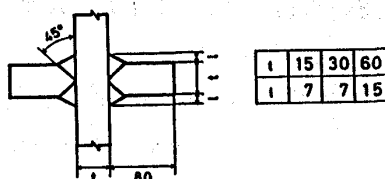


Fig. 1 Specimen geometries of HT80 and BS4360-50D steels.

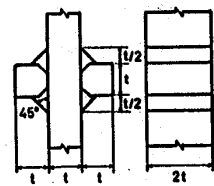


Fig. 2 Specimen geometries of BS4360-43E steel

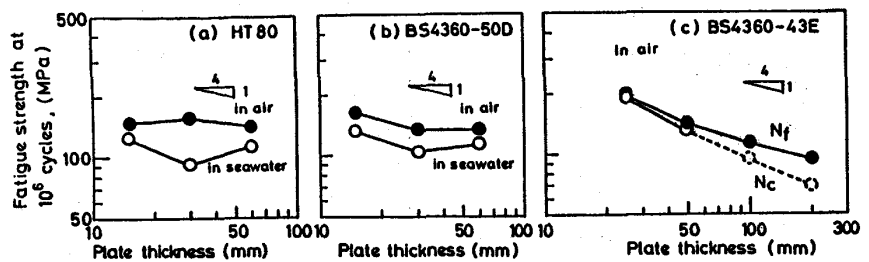


Fig. 3 Effect of plate thickness on the fatigue strength.