

I - A195

厚板の現場溶接継手の疲労試験

日本鉄道建設公団 設計技術室 保坂鐵矢

トピー工業㈱ 技術研究所 長屋五郎 酒井吉永 山田聡

1. まえがき

調質鋼の極厚材（50mm以上）の接合に現場溶接を適用することは断面の構成や継手構造の簡素化が可能となる。そこで、鉄道橋へ適用するため疲労試験を行い、溶接欠陥と疲労強度との関係を調べた。

2. 溶接施工

溶接施工は鋼板（材質SM570、板厚 $t=75\text{mm}$ と 19mm ）を用いて図1に示すような溶接積層方法で行った。溶接は裏当て材を取り付けた CO_2 片面自動溶接（溶接材料：ワイヤ径 1.2mm 590N/mm²級高張力鋼炭酸ガスアー ク溶接ソリッドワイヤ 入熱量：70000J/cm以下）とした。また、溶接欠陥の影響を調べるため、板厚中央付近で、溶接中にドリルで穴をあけ欠陥を入れた。

3. 疲労試験方法

疲労試験片は図2に示すような板厚 $t=70\text{mm}$ と 14mm の2種類の形状とし、 $t=70\text{mm}$ の疲労試験片は10体および $t=14\text{mm}$ は11体行った。溶接部を含めて母材を5mm研削した。疲労試験は100ton油圧サーボ式疲労試験機を使用して、応力比 $R=0.05$ （板厚70mm）および $R=0.1$ （板厚14mm）の片振りで行った。繰り返し速度は10Hzとする。疲労試験の応力範囲はこれまでの疲労試験データを基にして $\sigma_r=167\text{MPa}$ （1700kg/cm²）とする。代表的な試験片について、約10万回毎に作用応力範囲を上側半分にして疲労破面にピーチマークが残るようにした。

4. 疲労試験結果

(1) 疲労き裂の発生状況

$t=70\text{mm}$ の疲労試験片は10体の内6体破断し、 $t=14\text{mm}$ の疲労試験片は11体の内2体破断した。き裂が発生したものはすべて溶接内部の欠陥を起点とし、き裂が進展し表面に達して破断した。200～400万回載荷しても疲労き裂が発生しないものがあり、これらは超音波探傷試験結果から溶接欠陥は小さいものであったと推定される。写真1、2に疲労破面を示す。破面に残されたピーチマークより疲労き裂は溶接欠陥を中心にして円形状に進展し、合体して破断に至っていることが認められた。

(2) 疲労強度

破壊力学による疲労寿命解析を行った。溶接欠陥を初期き裂と仮定して、これから進展する疲労き裂進展寿命を線形破壊力学の手法を用いて計算した。疲労試験結果と疲労寿命解析結果を図3に示し比較する。図3、4の $t=70\text{mm}$ の試験片で破断寿命が 10^6 回のは大きな溶接欠陥（長さ30mm）があった。疲労破面に残されたピーチマークを基にして、溶接欠陥の大きさと疲労強度の関係をみると、厚板と薄板の疲労強度に大きな差は見られなかった。また、疲労試験結果をJSSCの疲労設計曲線と比較し、図4に示す。厚板および薄板とも、半径3mmの欠陥がある場合の疲労強度は、JSSCの継手強度等級分類のE等級程度と考えられる。

参考文献

- 1) 日本鉄道建設公団：鋼鉄道橋現場溶接施工の手引，1990. 6.
- 2) 稲葉，保坂，酒井，山田，渡辺：現場溶接継手の疲労強度，構造工学論文集，Vol. 40A，pp. 1243～1253，1994. 3.
- 3) 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説，技報堂出版，1993.

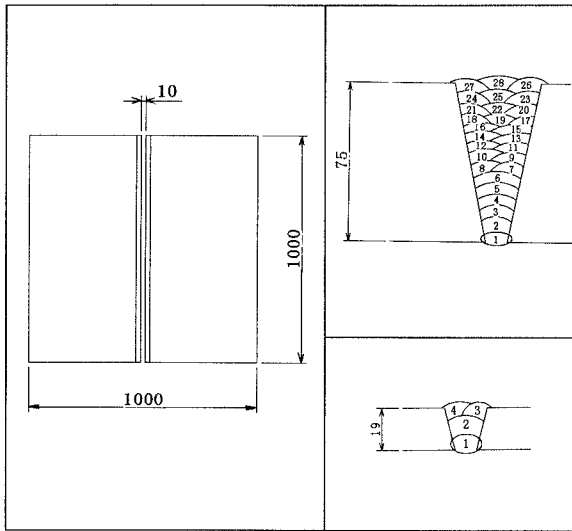


図1 鋼板と溶接積層方法

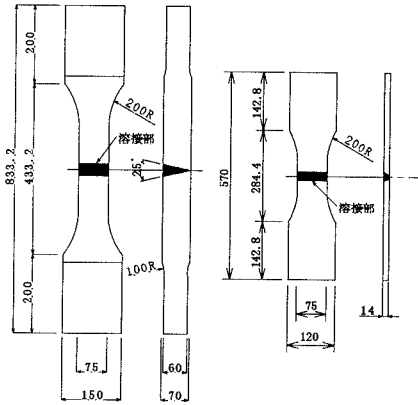


図2 疲労試験片

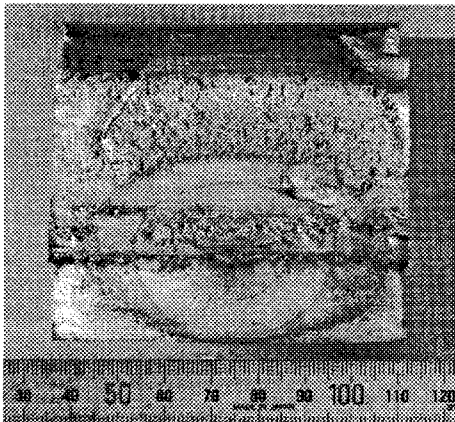


写真1 疲労破面（厚板 $t=70\text{mm}$ ）

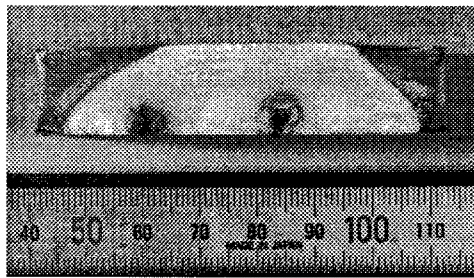


写真2 疲労破面（薄板 $t=14\text{mm}$ ）

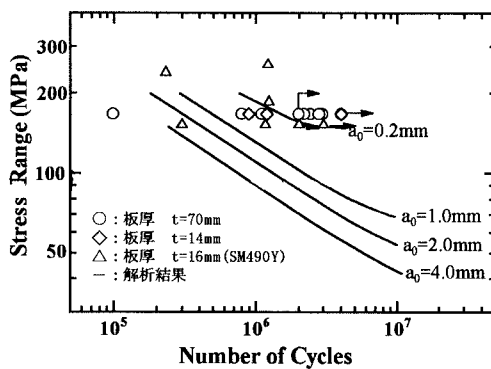


図3 疲労試験結果と解析結果の比較

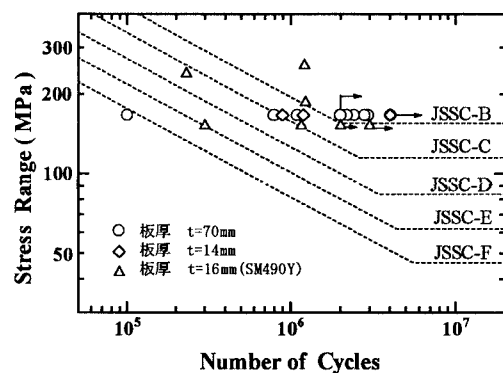


図4 疲労試験結果と疲労設計曲線との比較