

東京工業大学

正会員 三木十寿

東京工業大学

正会員 西村俊夫

本州四国連絡橋公団 正会員 奥川孝志

1. はじめに

近年、箱型断面トラス部材の溶接による組立てには、レ型開先の部分溶込み溶接が採用される傾向にある。縦ビード溶接継手に対する疲労許容応力度は、我国鉄道橋ではSM41からSM58までを対象として、母材と同じく最も強度の高い1530 kg/mm^2 （完全片張時）としている。しかしこの型式の継手を使用されている引張部材では、外力により生じる応力と、溶接部に存在する引張残留応力の方向が一致することにより、その疲れ強さに対して残留応力が大きく影響することが予想される。本研究は溶接継手部試験体と、その試験体から切出した小型試験片の疲れ強さを比較することにより、残留応力の影響について考察したものである。

2. 試験方法

供試鋼材は溶接構造用鋼材SM50Aおよび80 kg/mm^2 級調質型高張力鋼（HT80）であり、表-1にその機械的性質を示す。

溶接は図-1に示すごとく開先部のルートギャップを0、2、4としたレ型溶接と、K型溶接である。用いた溶接棒の機械的性質を表-2に示す。各試験体はすべて長方形板（SM50:120×500 mm HT80:120×600 mm ）の状態で溶接で行なった後、所定の寸法に仕上っている。小型試験片では溶接部周辺の拘束がなくなり、残留応力はほぼ完全に解放されている。

疲れ試験は、大型および中型試験体は±50tonの、小型試験片は±5.0tonの電気油圧式疲れ試験機により主として片振り試験で実施した。

3. 試験結果とその考察

図-2, 3, 4, 5に疲れ試験結果（ルートギャップ2、4 mm のレ型溶接試験体を除く）を示す。レ型溶接試験体での疲れきれつは大型、中型、小型ともほとんどが、写真-1に示すごとく溶接初層底面の凹部を始点としている。K型溶接試験体での疲れきれつは、スラグ巻込のあった少数を除いて試験体表面を始点としている。

図-6は無負荷の試験体および疲れ試験終了後の試験体で測定した最大引張残留応力と、疲れ試験での最大応力の関係を示したものである。横軸0の位置が無負荷時の残留応力であり、これと疲れ試験で加えられる応力の和が溶接部の降伏点を超えると応力の再配分が起こる。疲れ強さに関係するのは、無負荷時の残留応力ではなくこの再配分後のものである。

大型、中型試験体と小型試験片での疲れきれつの始点は同一であり、小型試験片では残留応力は存在しないことから、これらの間の疲れ強さの差は主として残留応力の影響と考えられる。たとえばHT80のレ型溶接部大型試験体では200万回強度程度の負荷応力下で約35 kg/mm^2 の残留応力が存在しており、これにより疲れ強さは約25 kg/mm^2 以上低下している。その他の溶接についても同様に、残留応力による疲れ強さの低下は非常に大きいことが明らかとなった。

表-1. 供試鋼材および溶接棒の機械的性質(単位: kg/mm^2)

	Y.P. (kg/mm^2)	T.S. (kg/mm^2)	El. %
SM50A	33	51	28
HT80	84	88	31
LB-50A($\phi 4$)	48.9	55.1	31
"($\phi 5$)	46.3	53.6	31
LB116($\phi 4$)	70.9	85.2	23
"($\phi 5$)	71.1	84.4	25

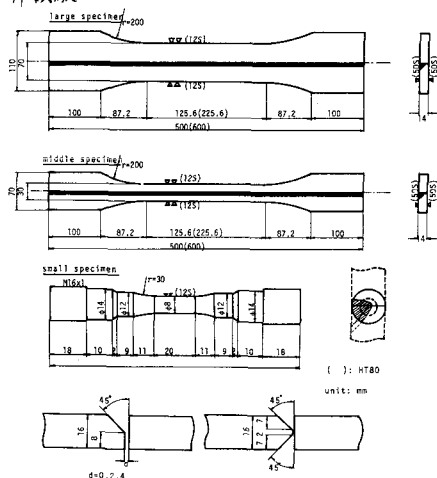


図-1. 試験体の形状と寸法.

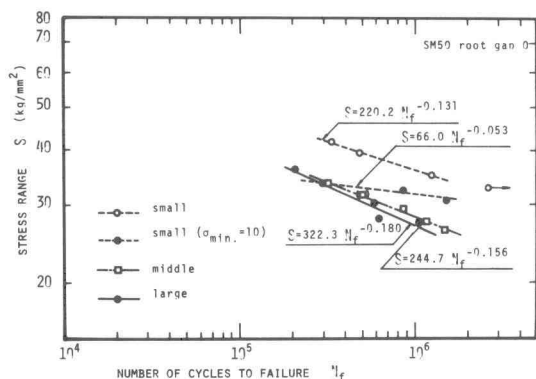


図-2. SM50 L型溶接部 (d=0) の S-N 線図

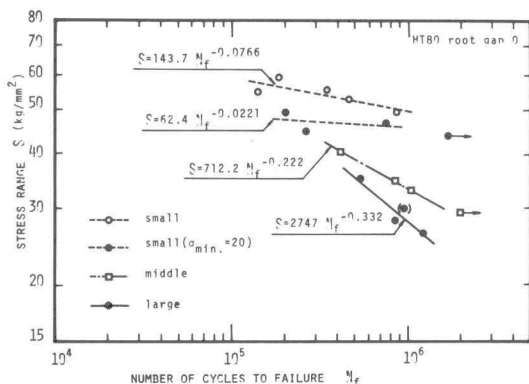


図-3. HT80 L型溶接部 (d=0) の S-N 線図

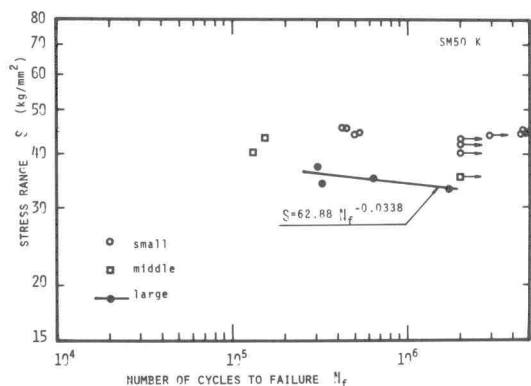


図-4. SM50 K型溶接部の S-N 線図

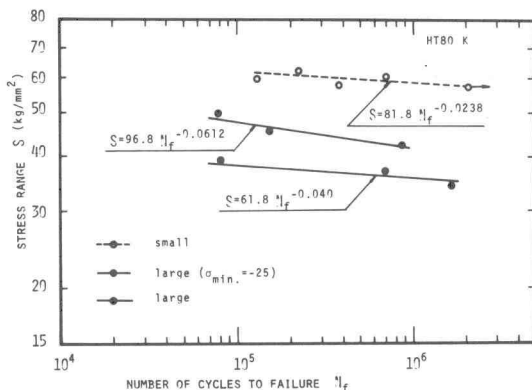


図-5. HT80 K型溶接部の S-N 線図

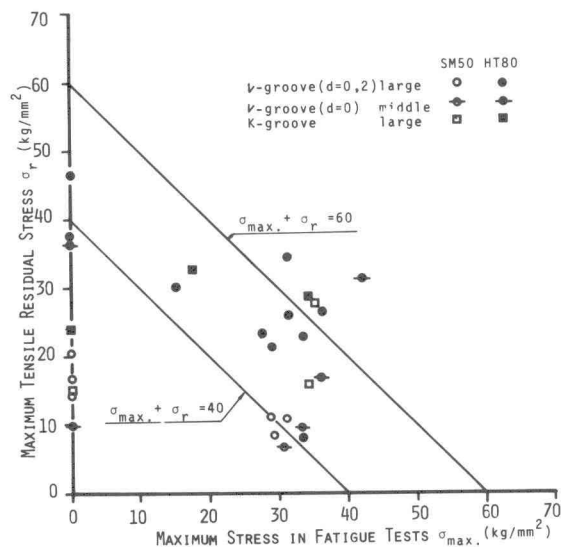
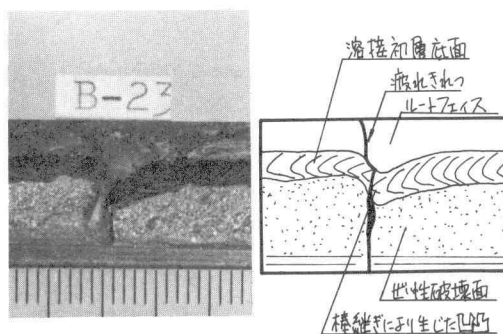


図-6. 疲れ試験での最大応力と試験体中の最大引張残留応力。



※ 試験体から溶接面を中心として1片を切り出し、溶接4ヶ条を切り、衝撃的に溶接線にとり破壊させた。

写真-1. L型溶接試験体の疲れ割れの発生位置と溶接初層底面の状況。