

近畿大学理工学部

木下秀雄

○ 窪堀俊文

蔭山幹雄

1 緒言

近年高張力鋼は溶接構造物として益々重要視されてきた。本報では高張力鋼(HT80)および軟鋼(SM41B)について両材の疲れき裂発生伝ば特性を検討すると共に、走査電子顕微鏡(SEM)により割れ現象を検討する。

2 試験片および実験方法

試験片材料としてはWES135 HW70相当のHT80およびJIS G 3106規定のSM41B(機械的性質および化学成分を表1および表2に示し、以下HT80をHT材, SM41BをSM材と略す)である。試験片は図1に示すように片側切欠き試験片で切欠き深さ1.5mm, 切欠き先端半径0.1mm, 0.5mmおよび1.0mmとして実験に供した。疲れ試験機としては準共振型遠心力式定荷重型万能疲れ試験機UF-500型(片振り荷重最大1000kg, 繰返し数1000rpm)を使用した。また疲れ破面の観察には走査電子顕微鏡(MINI-SEM6型)を使用した。疲れき裂の発生および伝ば状態を測定するために超音波検査法とX線検査法を繰返し数1000~10000回ごとに行った。なお負荷形式は片振り引張りである。

3 実験結果および考察

3.1 σ -N曲線: 図1に示した切欠き試験片の σ -N曲線を図2に示す。図2よりHT材では切欠き先端半径の減少と共に疲れ強さは急激に低下し、 $\rho=0.1$ mm程度ではHT材およびSM材共ほぼ同じ疲れ強さである。しかし高応力部ではHT材の有意性が明らかに認められる。

3.2 応力集中率¹⁾(以下 α と略す)と切欠き係数(以下 β と略す)との関係: おのおのの切欠き先端半径に対する α と β の関係を図3に示す。図3よりHT材の方が切欠きに対して敏感であることがわかる。

3.3 き裂の発生および伝ばの確認: 各種検査法によるき裂の発生および伝ばの確認状態を図4に示す。図4において(i)は超音波検査法による推定き裂長さ, (ii)はX線検査法によるき裂長さおよび(iii)は鏡取り顕微鏡によるき裂長さの変化である。また(iii)の鏡取り顕微鏡から求めたき裂伝ば速度 dl/dN と応力拡大係数範囲 ΔK ²⁾との関係を示したのが図5である。図4および図5よりHT材の場合き裂が早く発生(超音波検査法で確認)するが初期の伝ば速度が遅く、ある一定の長さに至ってから $dl/dN=c(\Delta K)^m$ [式中cおよびm:定数]----(1)³⁾に従う伝ば速度となる。これに対してSM材ではき裂の発生は遅いがすぐに式(1)に従う伝ば速度となり破断に至る。

3.4 走査電子顕微鏡による破面観察: 鋭い切欠き材には第1段階は存在せず、すぐに第2段階が始まるという報告⁴⁾もあるが本実験内において低応力($\sigma=20$ kg/mm²)で

表1 HT80の機械的性質および化学成分

機械的性質		化学成分											
降伏点 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	伸率 (%)	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Cu (%)	Ni (%)	Cr (%)	Mo (%)	V (%)	B (%)
76	86	35	0.12	0.25	0.85	0.004	0.008	0.23	0.81	0.54	0.46	0.04	0.001

表2 SM41Bの機械的性質および化学成分

機械的性質		化学成分					
降伏点 (kg/mm ²)	引張強さ (kg/mm ²)	伸率 (%)	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)
28	42	36	0.12	0.24	0.92	0.010	0.013

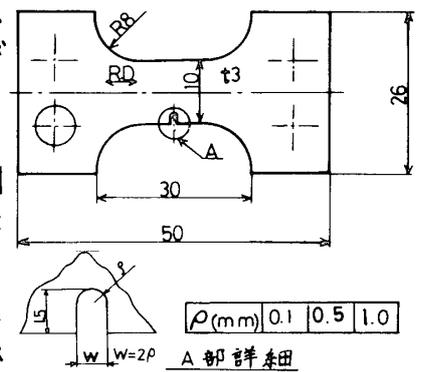


図1 試験片形状寸法

は写真1に示すようにHT材およびSM材の切欠き試験片においても疲れき裂の第1段階は確認され、同一応力においてその面積率はHT材の方が大きい。このことは上記項目33を支持している。また写真2に示すように高応力($\sigma=28\text{kg/mm}^2$)においてHT材では第1段階が認められるのであるが、軟鋼では塑性変形の後すぐに第2段階へと進展している。

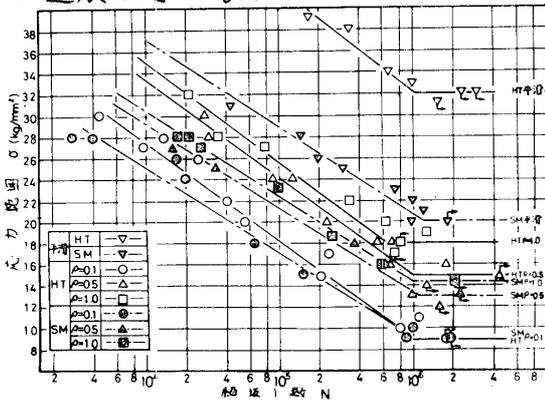
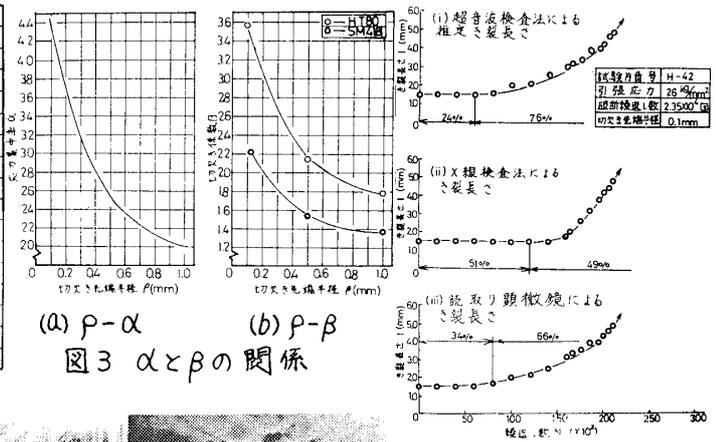


図2 σ -N 曲線



(a) p - α (b) p - β
図3 α と β の関係

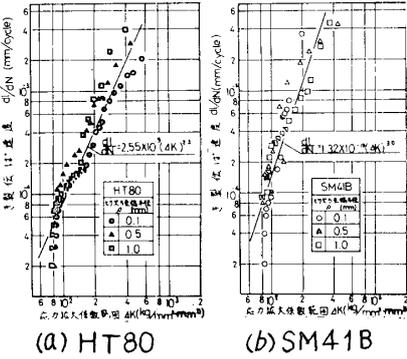


図5 dl/dN - ΔK

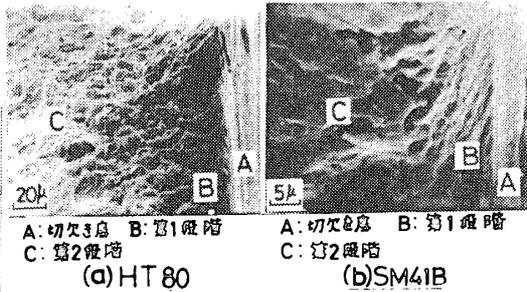


写真1 き裂発生部近傍(低応力)

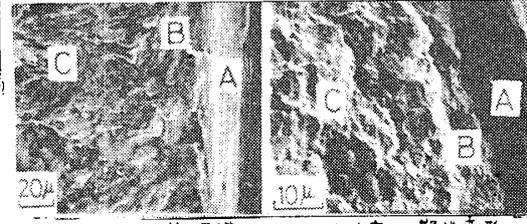


写真2 き裂発生部近傍(高応力)

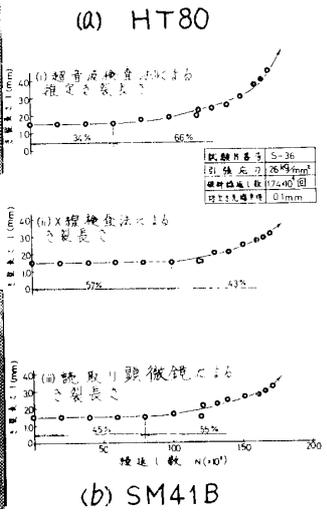


図4 き裂伝ぱ曲線

4 結言

4.1 HT材はSM材に比較して切欠きに敏感である。

4.2 HT材の場合き裂が早く発生するが初期の伝ぱ速度が遅い。これに対してSM材ではき裂の発生は遅いがすぐに $dl/dN=c(\Delta K)^m$ [式中 dl/dN :き裂伝ぱ速度(mm/cycle), ΔK :応力拡大係数範囲($\text{kg/mm}^2\text{mm}^{1/2}$), c および m :定数]に従う伝ぱ速度となり破断に至る。このことは走査電子顕微鏡による破面観察からも推測できる。

なお高張力鋼溶接継手試験片についての結果は講演当日発表する予定である。
<参考文献>

- 1)西田正寿:応力集中, 森北出版, (1973), 570-571
- 2)石田 誠:応力拡大係数の資料, 日本機械学会誌, 75-642(1972), 1127-1135
- 3)J.D.Harrison: The Analysis of Fatigue Test Results for Butt Welds with Lack of Penetration Defects using a Fracture Mechanics Approach, Welding Research Abroad, 17-3 Mar.(1971)
- 4)中沢一, 小林英男: 疲れ破壊におけるフラクトグラフィと破壊力学の関連, 日本機械学会誌, 75-642(1972), 1118-1126