

大阪工業大学 正員 安宅 勝
大阪大学 正員 ○ 波田 凱夫

1. 高張力鋼母材の疲労強度

第1報(昭和42年度年次講演会I-109)において、各種鋼材の疲労試験結果について公表し、若干の考察を試みたが、今回の報告では、その後に行われた試験のうち、とくにHT80および非調質SM58についてその試験結果を報告する。試験材料の機械的性質および化学成分は表1、表2に示す通りである。試験の系列、試験片の表面条件、試験方法等の詳細については第1報を参照されたい。HT80にA,Bの記号がついているのは製鉄所が異なるためにこれを区別したものである。図1~図3に試験結果とS-N線図を示す。図中の記号はすべて第1報に準じている。

機械的性質 鋼材	降伏点 kg/mm ²	引張強さ kg/mm ²	降伏比	伸び率 %	試験片
HT80(A)	79.7	85.6	0.932	25.3	JIS 5号
" (B)	78.1	86.2	0.906	22.2	"
SM58	56.6	69.6	0.813	33.6	"

表1 材料の機械的性質

成分 %	C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo	V	Nb	Al	B
鋼材	×100	×100	×100	×1000	×1000	×100	×100	×100	×100	×1000	×1000	×1000	×1000
HT80(A)	15	19	78	18	7	25	54	128	49	6	—	—	1
" (B)	14	25	98	16	6	18	56	40	34	—	—	33	—
SM58	16	47	122	14	9	10	2	—	—	6	37	20	—

表2 化学成分

図1において目立つことは、黒皮母材の疲労強度のいさむしく低い

ことである。この材料は入手のときすでに表面の錆びがかなり進行していたもので当初から疲労強度の低いことは予想されていた。高強度鋼の切り欠き感度の高いことがこの試験からも明らかであるがさらに切り欠き母材の試験結果(図1の×印)を見てもこのことが明らかである。HT80の切り欠き試験片の耐久限度はSM41のそれよりも低くなることすらあり得る(第1報の試験結果参照)。また素材の表面状態が悪かったため、ショットブラストを施しても疲労強度はあまり向上しなかった。

図2のHT80についてはかなり高い疲労強度が得られている。いずれの系列においてもHT80(A)よりも高い値を示している。表3に示した様に静的試験においては両者はほぼ類似の特性を示しているが、平滑材の疲労強度にはかなりの差が認められることに注意せねばならない。

図3にSM58(a.r.=as rolled)の試験結果を示す。図中実線は調質SM58(q.t.)のS-N線図(第1報参照)である。平

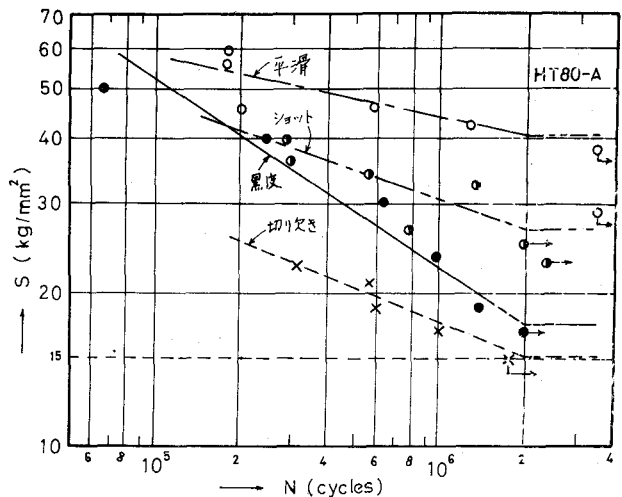


図1 HT80(A)のS-N線図

滑および黒皮材の疲労強度に関しては、a.r.およびq.t.の間に大差はない（図2はショットブラスト材の試験結果が記入されていないが、これもほぼ同じ傾向を示す）。ただ両者の差は切り欠き材の疲労強度で大きくあらわれている。SM58 a.r.の切り欠き強度はq.t.にくらべてかなり低いものと推論できる。切り欠き強度定数で比較すると、

$$\eta_{a.r.} = 0.470, \quad \eta_{q.t.} = 0.696$$

となる。ただ疲労試験においては常にばらつきが多く、試験時の諸種の条件も微妙に影響してくるものであるから、図3の資料のみで早急な結論を下すことはさしつかえたいが、今後の研究課題として意味ある問題である。

2. 突合せ溶接継手の疲労試験 (SM50B)

母材の疲労試験にショットブラスト突合せ溶接継手の試験を行なった。使用した鋼材はSM50Bで、その性質は表3に示されている。

オ1報で述べた様に、本試験においてはできるだけ統一した工程で製作された試験片を用いることを目標としているので、試験片の溶接条件を未定するのによりにわたる予備試験を実施し、その結果表4の様は条件を設定した。ここでとくに問題にされたのは余盛の幾何学的形状であり、図7に示す様な余盛止端部の立ち上り角 θ をマクロ写真（2倍）及び投影機（10倍、50倍）で実測して θ の分布状態を知り、その結果試験片の θ の値を $155^\circ \pm 7^\circ$ と規定した。

表4の溶接条件で製作された試験片はほぼこの条件を満たしているが、この規定にはずれて試験片は棄却した。写真1に10倍で投影した余盛止端部の形状が示されている。

表5に試験系列を、図4に試験片の形状を示す。素材は厚さ22mmのショット鋼板で、系列A、A'はこの素材の疲労強度を知るための参考資料である。

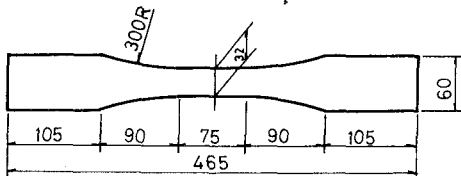


図4 溶接継手試験片

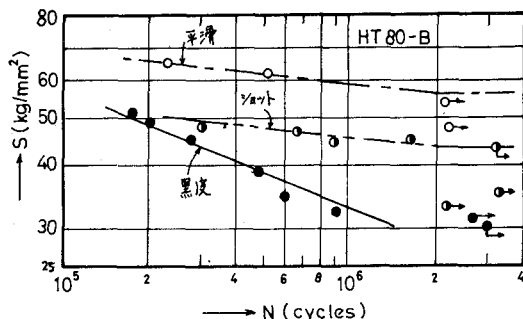


図2 HT80(B)のS-N線図

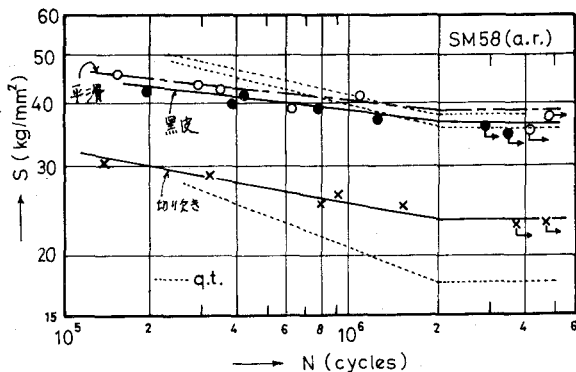


図3 SM58(a.r.)のS-N線図

C %	Si %	Mn %	P %	S %	降伏点 kg/mm²	引張強さ kg/mm²	伸び率 %	曲り 良好
x100	x100	x100	x1000	x1000				
15	50	139	16	19	39.0	59.2	28	良好

表3 材料の機械的性質と化学成分

ワイヤ	フラックス	電流	電圧	速度	入熱量
mmφ		A	V	cm/min	Joule/cm
YC4.8	YF15	850	36	29.5	58576

表4 溶接条件

Series	板厚	試験片の条件
A	19 ^{mm}	全面仕上げされた母材
A'	22	ショットブラストされた母材
B	19	自動溶接突合せ継手、全面仕上げ
B'	22	" 余盛部分のみ仕上げ
C	"	" 余盛のみ
D	"	" 余盛止端部R仕上げ

表5 溶接継手試験系列

系列Dは図6に示すように余盛止端部をのみらむに仕上げたもので、これによって疲労強度の向上をねらっている。この仕上げはと

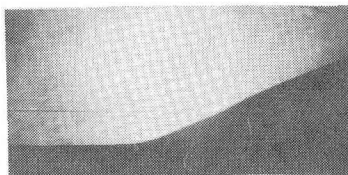


写真1 余盛止端形状

くに入念なというほどのものではなく、現場において施工可能な程度のもの、ディスクグラインダー(KA-3)で $R=6\sim14\text{mm}$ 程度に仕上げたものである。系列Cにおいては前述の θ の他に止端部の曲率半径 ρ をも実測した(図7)。図8に θ と ρ の測定位置を示す。疲労試験機は東京衡機製アムスラー型50tで、載荷速度を400 r.p.m. 下限1.5 tonの引張片振りとした。

図9に母材の疲労試験結果を、図10, 11に溶接継手の試験結果を示す。

図9で得られたS-N線は、資料報告したSM50(板厚6mm, 径 $\phi 9\text{mm}$)のそれとほぼ類似であり、板厚の異なる本報の試験結果でもほとんど一致の結果は認められない。

図10は全面仕上げ及び余盛部分のみ仕上げた溶接継手の試験結果を示しているが、これより明らかなように、これらの疲労強度は母材のそれとあまり変らない。むしろ若干高い値が得られている。これらの破断はいずれも母材部分で生じており、従って本試験の限りにおいて仕上げられに突合せ溶接継手の疲労強度は母材のそれとはほぼ同等であると結論できる。

つぎに図11に余盛のままの試験片と、余盛止端部R仕上げの試験片との結果を示す。系列Cの疲労強度は余盛止端部 α 切り欠き効果によりいちじるしく低下することは明らかなである。図13に破断位置(おおよそ図8参照)と、前述の様に測定された θ と ρ の分布状態が示されている。図中No.1~No.5は試験片の番号(図11にもこの番号が記入してある)を示す。図13を見る限り、疲労亀裂発生位置と、 θ または ρ の大小にはとくに密接な相関はなさうである。図13は10倍の投影による θ と ρ の分布が記されているが50倍の投影によってもほぼ同様の分布が得られた。

系列Dの疲労強度は図11から明らかなように

に、系列Cとくらべていちじるしく高い。余盛止端部のR仕上げの影響がこの結果から明らかなである。しかもこの場合、試験片No.2及びNo.8を除き、いずれも母材で疲労亀裂が発生している。

降伏強 kg/mm ²	引張強 kg/mm ²	伸び率 %	曲げ	破断 位置	試験片 規格
—	59.0	46	良好	溶接部	JIS 1号

表6 溶接継手静的試験結果

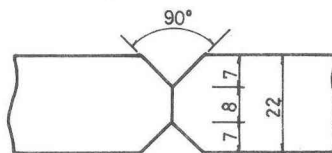


図5 測定条件

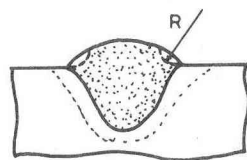


図6 系列D詳細

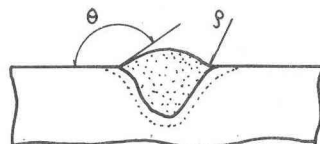


図7 余盛形状の測定

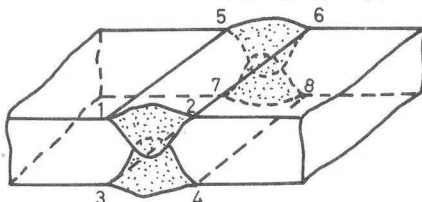


図8 θ と ρ の測定点

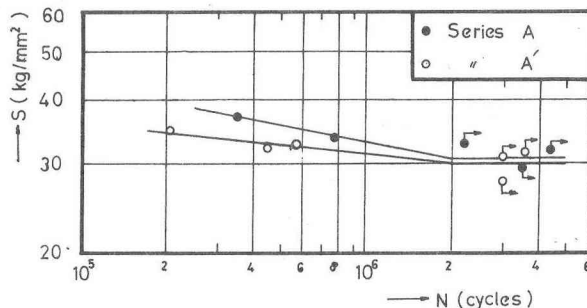


図9 母材疲労試験結果

No.2とNo.8の破断位置と、その点における仕上げ後 α 曲率半径 R の値が図14に示されている。この場合も R の大小と疲労発生位置と α 曲の相関は認められない。なお図11において破断線と表したS-N線は、最悪 α 場合のS-N線(No.8, No.2, No.1を結んだもの)であるが、この場合でも、SM50の黒皮材程度の疲労強度が期待できる。従って溶接継手で全面仕上げをする手間をいとい、かつ疲労強度の増大を計ろうとする場合、この試験 α 様に止端部のみ仕上げるという操作によって、かなりの効果が期待できるのではいとおられる。

写真2に系列Dの破断状況を示す。

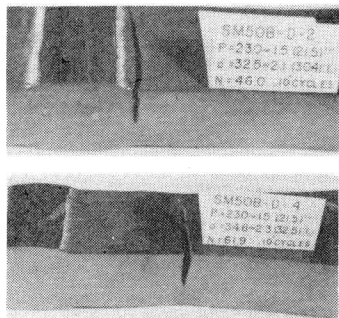


写真2 系列D破断状況

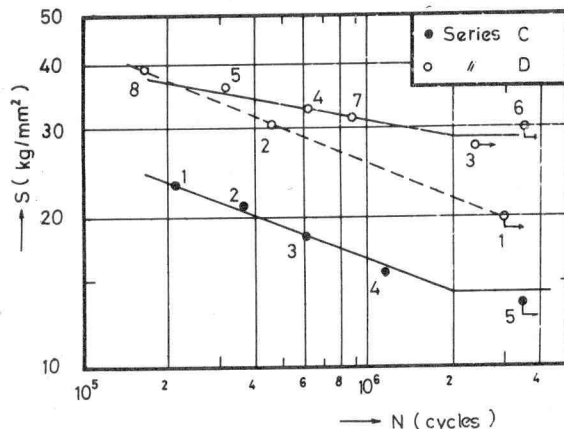
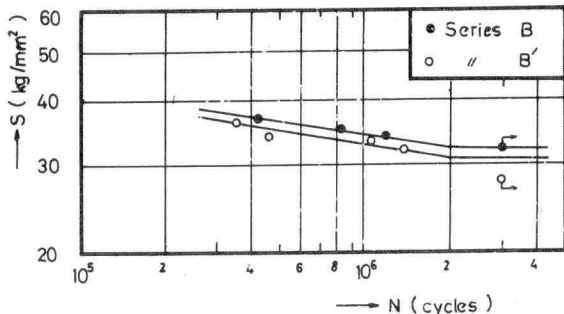


図10, 11 溶接継手疲労試験結果

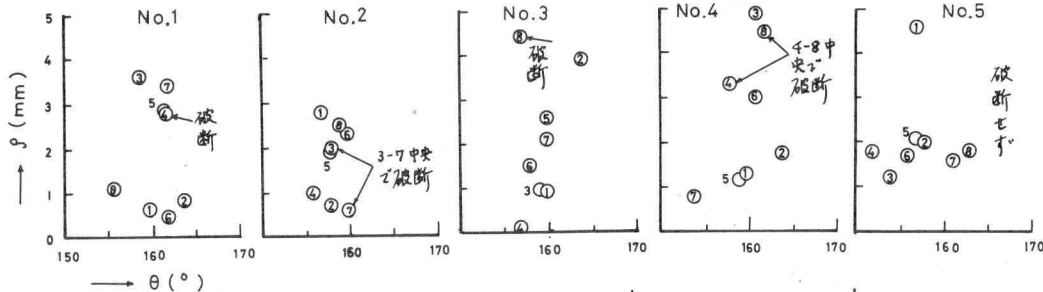


図13 θ, ϕ の分布と破断位置(系列C)

おわりに当り、本研究の計画、実施に際し種々有益な助言を賜った橘善雄教授(大阪市大)ならびに森脇良一工博(日本橋梁(株))に深謝の意を表したい。とくに溶接継手系列Dの試験は森脇博士の示唆によるところ大なるものがあつたことを付記する。なお、本研究に關しては製鉄会社(八幡、富士、神鋼、川鉄)各位の協力を得た。あわせてここに深甚の謝意を表す次第である。

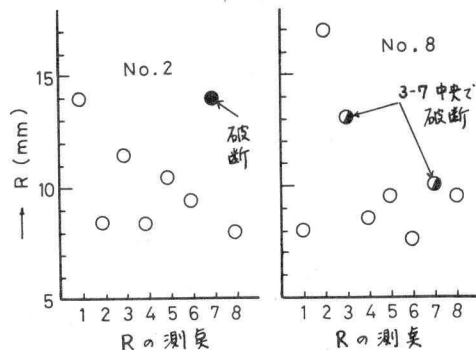


図14 R の分布と破断位置(系列D)