

武威工業大学 学生員 小林正紀
 武威工業大学 正 員 西脇威夫
 武威工業大学 正 員 増田陳紀

1. はじめに

橋梁、海洋構造物などの鋼構造物が、過大な繰返し荷重を受ける場合、構成要素の一部が塑性状態で繰返し応力を受けることが予想され、載荷後の構造物の耐力力などを知るためには、載荷履歴が鋼材に及ぼす影響を知ることが必要である。本研究は、高張力鋼の中で使用頻度の高いと思われるSM58Qを対象とし、最大応力が降伏点を超えるレベルで引張片振り繰返し載荷を行い、載荷後の機械的性質が載荷履歴によって受ける影響を明らかにすることを目的とした。ここに報告するものは、繰返し載荷後の引張試験ならびに破面観察によって検討した結果である。

2. 試験片および試験方法

SM58Qのミルシートによる機械的性質と化学成分を表-1に、試験片の形状と寸法を図-1に示す。

試験は、載荷履歴のない試験片の引張試験と引張片振り載荷を行った試験片の引張試験である。引張片振り載荷の最大荷重は、 $0.94\sigma_y$, $1.04\sigma_y$, $1.06\sigma_y$, $1.07\sigma_y$, $1.08\sigma_y$, $1.09\sigma_y$ で、これらの繰返し数は 10^1 回である。また、 $1.08\sigma_y$ について 10^2 回の繰返しを行った。最小荷重は、試験機の都合により何れの場合も 1ton (3.3kg/mm^2)とした。載荷波形は、最大ならびに最小荷重を10秒間保持し、荷重速度を 3min/cycle とする台形波である。ひずみは、縦方向および横方向とも試験片中央部の表裏に貼布した電気抵抗線ひずみゲージにより測定した。

検討した機械的性質は、引張強さ、破断強さ、伸び、断面減少率、応力-ひずみ曲線、縦ひずみ横ひずみ関係であり、破面は走査電子顕微鏡によって観察した。

3. 試験結果および考察

静的引張試験の結果を表-2に示す。また、繰返し載荷後の引張試験の結果を図-2に示す。縦軸には引張強さ、破断強さ、伸び、断面減少率を静的引張試験の結果で無次元化したものにとり、横軸には繰返し中の最大応力とその試験片の降伏点の比をとっている。これから、繰返し載荷により引張強さの若干の上昇傾向が見られるが、破断強さ、伸び、断面減少率については本試験では一定の傾向は見られない。

繰返し載荷試験の公称応力-工学ひずみ曲線

表-1 SM58Qの機械的性質と化学成分

TENSION TEST			CHEMICAL COMPOSITION(%)						
Y.P.	T.S.	El.	C	Si	Mn	P	S	Eq.	
(kg/mm^2)	(kg/mm^2)	(%)	$\times 100$	$\times 100$	$\times 100$	$\times 1000$	$\times 1000$	$\times 100$	
65	71	25	13	26	133	17	6	36	

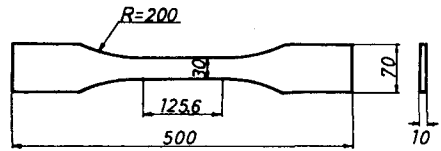


図-1 試験片の形状と寸法

表-2 静的引張試験結果

	σ_B (kg/mm^2)	σ_B (kg/mm^2)	σ_B (kg/mm^2)	σ_B/σ_B	δ (%)	φ (%)
1	60.9	66.5	45.5	0.92	19.5	64.2
2	62.2	68.1	47.2	0.91	17.8	59.1
3	62.8	68.2	46.7	0.92	18.0	60.4

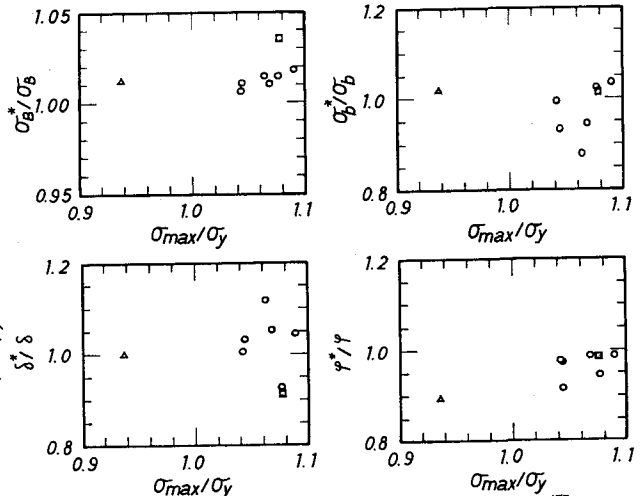


図-2 応力レベルの機械的諸特性に及ぼす影響

の一例を図-3に示す。弾性域での応力-ひずみ曲線の勾配（弾性係数 E_e ）と各繰返しごとの応力-ひずみ曲線の勾配（ E_p と呼ぶ）を比較して図-4に示す。同様に、横ひずみと縦ひずみの比（ポアソン比 ν_p ）の変化を図-5に示す。図-4および図-5からは、弾性域における値と引張降伏させた後の再負荷過程での値との間には変化が見られるものの、この繰返し数の範囲では繰返しによる影響は何れの応力レベルに対しても僅かである。

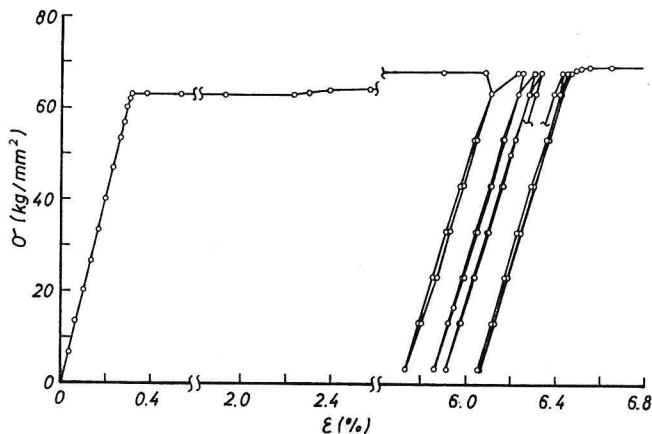


図-3 片振り定応力繰返し載荷の応力-ひずみ曲線

処女材および 10^1 回繰返し材の破面の電子顕微鏡写真を写真1(a)および(b)に示す。また、写真1(c)は 10^2 回繰返し材の同様の写真である。処女材および 10^1 回繰返し材については、破面全面が写真のようなディンプル模様を呈しており、繰返しにより性質の変化がほとんど生じなかったことを示している。一方、 10^2 回繰返し材の場合、全般的には処女材と同様の破面模様であったが、一部には写真に示すような繰返しの影響を受けたと思われる縞状模様が見られた。

4. おわりに

SM58Qのような調質鋼などで繰返し軟化が生ずる場合には引張強さが低下するという報告^{11,2)}がある。しかし、本試験の範囲では、SM58Qが引張強さに近いレベルの引張繰返し応力を 10^1 回程度受けると引張強さの若干の上昇傾向が見られるものの、機械的性質に顕著な変化は生じないこと、ならびに 10^2 回の繰返し載荷において疲労の影響が出はじめるのではないかとと思われることが明らかになった。

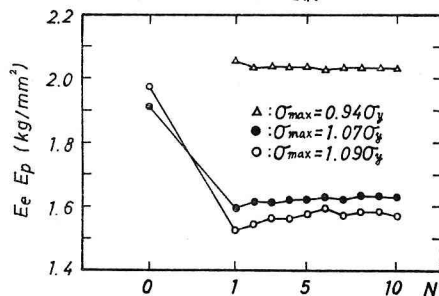


図-4 繰返し載荷による E_e - E_p 勾配の変化

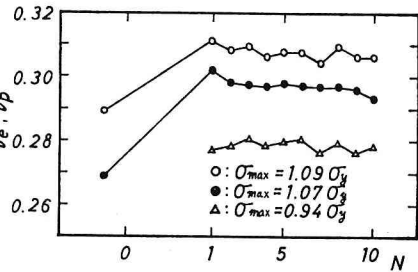


図-5 繰返し載荷によるポアソン比の変化

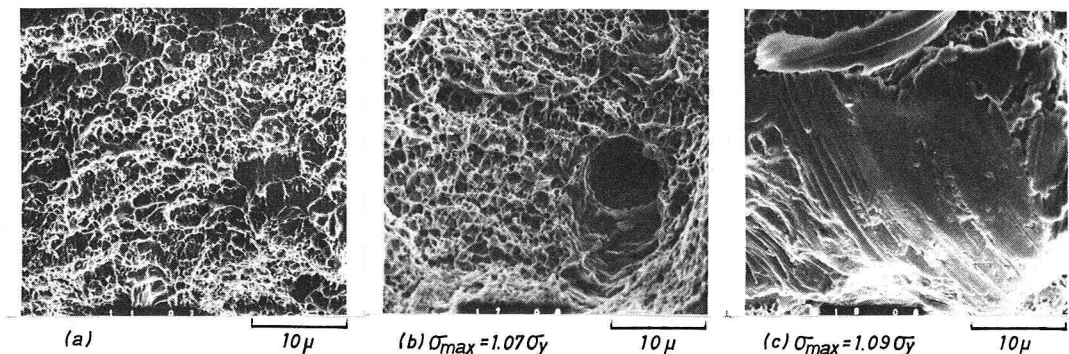


写真-1 各試験による破面の走査電子顕微鏡写真 (a) 処女材 (b) 10^1 回繰返し材 (c) 10^2 回繰返し材)

参考文献 1) 西村俊夫、三木千寿：構造用鋼材のひずみ制御型カタル疲労特性、土木学会論文報告集 第279号 PP.29~44 1978-11 2) 加藤勉、秋山宏
山内泰之：引張-圧縮繰返し応力を受けた鋼素材の引張強度及び延性の变化、日本建築学会大会学術講演梗概集 PP.1295~1296 昭47.10