

大阪工業大学 正員 安宅 勝
大阪大学 正員 前田 幸雄
" 正員 〇 渡田 凱夫

高張力鋼の疲労強度についてはすでに数多くの成果が報告されているが、それらの報告においては、そのほとんどが試験片の表面状態についてあまり詳しく述べていない様である。試験片の表面粗度が疲労強度に大きい影響を及ぼすことは言うまでもないことであつて、従つて我々は疲労強度の試験結果の資料には必ず試験片の表面条件を明示しておかなければその価値がうすれるのではないかと考へるものである。このような観点から、我々は試験片の製作にあたり、とくに表面処理の条件を厳重に規定し、統一的工程に従つて製作された試験片をもつて試験を実施したのである。

表1、表2は使用された鋼材の性質を示す。尚表1の8種の鋼材の他にHT80についても現在試験を実施中である。表1でSM58(A),(B)と記してあるのは製鉄会社が異なるためにこれを区別したものである。

図1に試験片の形状、寸法を示す。表3には試験系列および試験片の表面条件が記されている。これらの系列の試験片においては、いずれもその断面隅角部はR仕上げをされてない。これらの系列とは別に系列Eとして、断面隅角部を0.5Rに仕上げたものを計画に入れているが、これについては試験は着手されていない。

載荷条件は全系列とも下限1tの引張片振であり、載荷速度を600 rpmに統一した。

図2～図6は試験の結果を示す。

ただし鋼種VIおよびVIIIのS-N線図は紙面の都合で割愛した。これらについては講演会当日に結果を示す。

これらのS-N線図より推定された 2×10^6 回時間強度(以下疲労強度と呼ぶ)の値が表4に示されている。

なお表4において(?)が付されている値は、S-N線図を引くためのデータの数が少なく信頼性の低いものである(以下の表5、表6においても同様である)。

つぎに表5、表6には強度比が示されている。ただし前者に於ける強度比は(疲労強度/降伏点応力度) $\times 100$ を、後者に於ては(疲労強度/引張強度) $\times 100$ を意味するものである。降伏点応力度及び引張

NO.	鋼 種	試験片	降伏点 kg/mm ²	引張強さ kg/mm ²	降伏比	伸 び %
I	SM41B	JIS 1号	28.3	46.3	0.612	27.1
		" 5号	31.3	48.6	0.644	38.0
II	SM50C	" 1	37.6	55.8	0.675	21.7
		" 5	37.5	56.2	0.668	36.6
III	SM50A相当 耐候性鋼	" 1	47.6	58.6	0.812	17.9
		" 5	46.2	59.2	0.780	31.0
IV	SM50YA	" 1	43.9	57.0	0.770	19.5
		" 5	44.8	58.1	0.772	32.3
V	SM53C	" 1	37.6	58.6	0.642	21.0
		" 5	36.3	56.5	0.643	36.7
VI	SM58 (A)	" 1	61.1	69.6	0.878	13.6
		" 5	62.5	71.4	0.877	28.3
VII	SM58 (B)	" 1	58.1	66.1	0.879	14.3
		" 5	57.6	66.2	0.879	27.4
VIII	SM58相当 耐候性鋼	" 1	60.0	66.2	0.906	11.7
		" 5	64.6	70.4	0.918	24.2

(※板厚はいずれも9mm)

表1 使用鋼材の機械的性質

NO.	C	Si	Mn	P	S	Cr	V	Cu	Ni
I	0.15	0.07	0.89	0.016	0.020	—	—	—	—
II	0.17	0.40	1.23	0.016	0.012	—	—	—	—
III	0.09	0.54	0.42	0.108	0.014	0.83	—	0.44	0.160
IV	0.14	0.03	0.94	0.014	0.020	—	(V+Nb) 0.030	—	—
V	0.17	0.46	1.35	0.024	0.015	—	—	—	—
VI	0.14	0.46	1.22	0.016	0.012	0.23	0.06	—	—
VII	0.16	0.24	1.27	0.015	0.002	—	0.069	—	—
VIII	0.13	0.25	0.97	0.016	0.014	0.56	0.034	0.30	—

表2 使用鋼材の化学成分(%)

強さは表1に於けるJIS 5号試験片の値をとったものである。

以下これらの試験結果について若干の考察を試みる。

1) 黒皮母材(系列a)ならびに平滑母材(系列b)については、その材料の引張強さの増大とともに疲労強度が増大する傾向が認められる。とくに平滑母材については表6のb欄に示された如く強度比が50~55%の範囲内でほぼ一定であることがわかり、したがってこの程度の中をもつて疲労強度と引張強さの間には比例関係があることが知れる。このことを図で示したのが図7の実線aである。これによつて両者の間にはかなりの強さの相関があることがわかる。

黒皮母材についても若干同様の傾向が見られるが、表6のa欄の値は43~52%とかなりの中をもち、上同様にして図7で引いた破線bは信頼度が低

い。

2) 降伏点によつて強度比を表わした時には、降伏点の高い鋼材(表1のⅢⅣⅤⅥⅦⅧ)では系列a,bの強度比が著しく低く現われる(表5 a,b欄参照)。少なくとも黒皮または平滑母材においては、降伏点をもつて疲労強度を判断することはできない。

3) 当然の結果ではあるが、いずれの鋼種においても黒皮母材より平滑母材の方が疲労強度が高く、表面処理の効果は明白にあらわれている。

4) 一般に鋼材の表面にショ

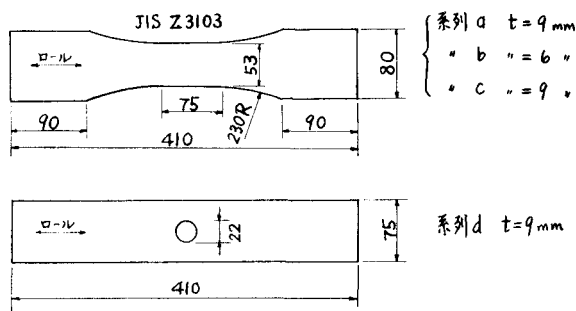


図1 試験片の形状及び寸法

試験系列	試験片製作仕様
a: 黒皮母材	表面黒皮, 側面板厚方向に機械仕上げ(50S)後軸方向にヤオリ仕上げ(35S)
b: 平滑母材	表面軸方向仕上げ(35S), 側面仕上げは系列aに同じ, 仕上げ後の板厚6mm
c: ショットブラスト材	表面ショットブラスト, 鋼球径1.0mm, 送り速度1.5~1.875 m/min, 側面仕上げは系列aに同じ
d: 切り欠き母材	表面黒皮, ドリル孔あり, 孔あり後軽く糸面をとる, 側面仕上げは系列aに同じ

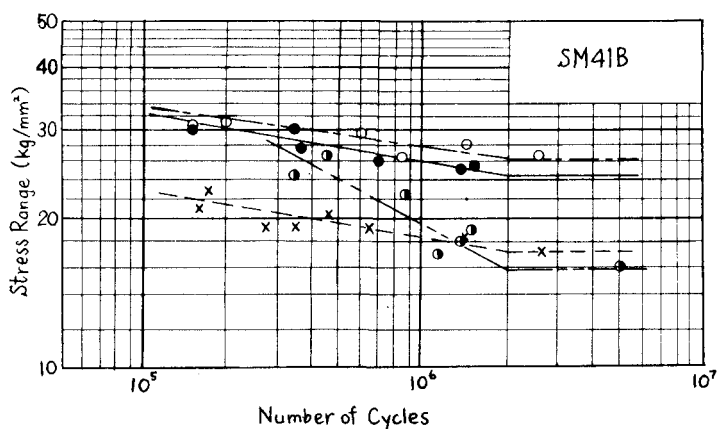
(*) 回転速度 SM41Bのみ280rpm, 他は208rpm

表3 試験系列および試験片の表面条件

図2~図6 各鋼材のS-N線図

(註) 以下のS-N線図においては次の記号が用いられている。

- 試験系列a(黒皮母材)
- " " b(平滑母材)
- " " c(ショットブラスト材)
- x— " " d(切り欠き母材)

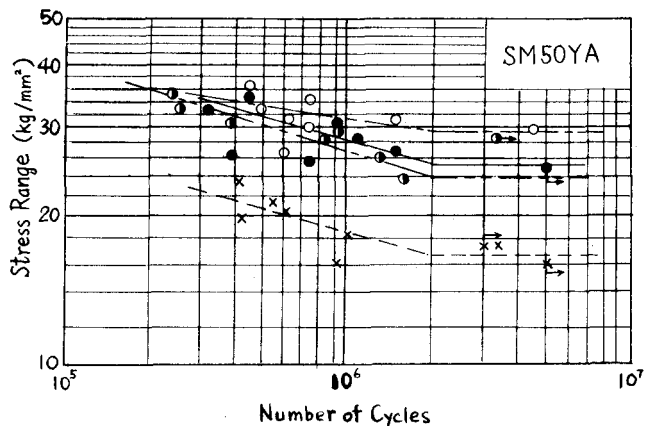
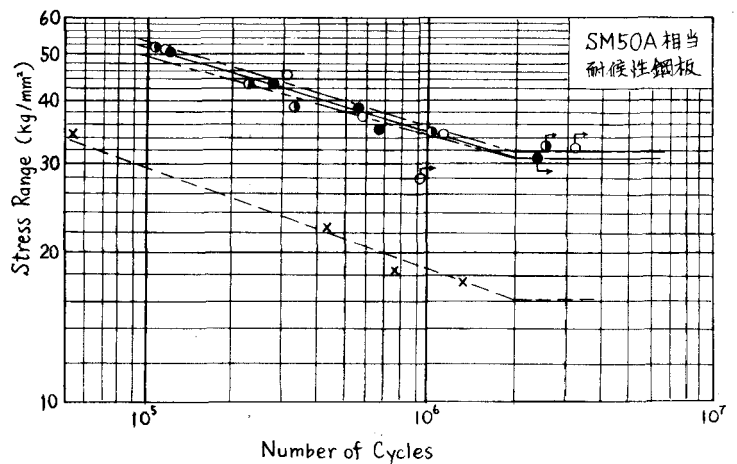
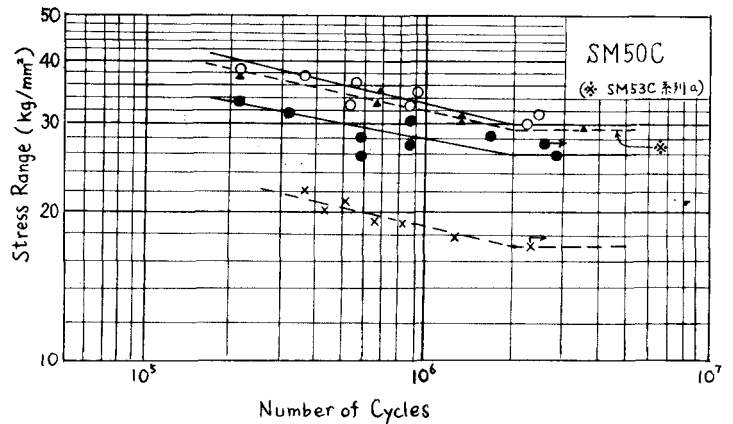


ットブラストを施せば、疲労強度はが取り上昇するものとしていっているが、本試験による結果は必ずしもこれを裏書きするものではなかった。図2～図6ならびに表4から明らかになるように、鋼材ⅠⅣⅤにおいてショットブラスト板(系列C)の疲労強度が黒皮母材(系列D)のそれよりも劣っている。とくにSM41Bに於てこの強度低下が著しい。

この原因として我々は次の様に考える。系列Cの試験片は、まず大板のままでショットブラストされ、ついでガス切断後側面仕上げするという工程によって製作されたものであるが、このときショットブラストによる表面処理の効果よりも、側面仕上げ時に何卒かの原因で発生した微細な切り欠きの方が疲労強度を支配したのではないかと思われるのである。従つて本試験の系列Cの結果によつてショットブラストの疲労強度に及ぼす影響について総合的判断を下すわけにはいかないと考える。

5) 高張力鋼が切り欠きに対して敏感であることは過去の資料によつても明らかであるが、本試験においてもこの事実が確かめられた。表4および図7により切り欠きが疲労強度

にどの様な影響を及ぼすかが明らかである。すなわち系列dの試験結果においては、静的引張強度や降伏点の高低に関らず疲労強度は16～18 kg/mm²の一定値を保ち、従つて表6の強度比は高強度鋼になるほど減少する。切り欠きのある高張力鋼の疲労強度はSM41Bと同程度の値しか期待できない。



とがわかる。この η を数値的に表現する為、各鋼材について切り欠き感受係数 η を次式によって算出し、比較した(表7)。

$$\eta = (\beta - 1) / (\alpha - 1)$$

$$\alpha (\text{応力集中係数}) = \sigma_{\max} / \sigma_n$$

$$\beta (\text{切り欠き係数}) = \sigma_w / \sigma_{wk}$$

($\sigma_{\max}$: 応力集中による最大応力, σ_n : 平均応力, σ_w : 平滑材の耐久限度, σ_{wk} : 切り欠き材の耐久限度)

の耐久限度)

度) α は

Peter-

sonの図

表より求

め2.35

となり、

一方 σ_w ,

σ_{wk} とし

て系列a

dの疲労

強度を用

いて η を

求めた結

果が表7

に示され

ている。

これによ

って各鋼材の切り欠き感受性が明白に把握せられるであろう。

おわりに当り、本試験の全般にわたり、有益な助言を惜しまれな

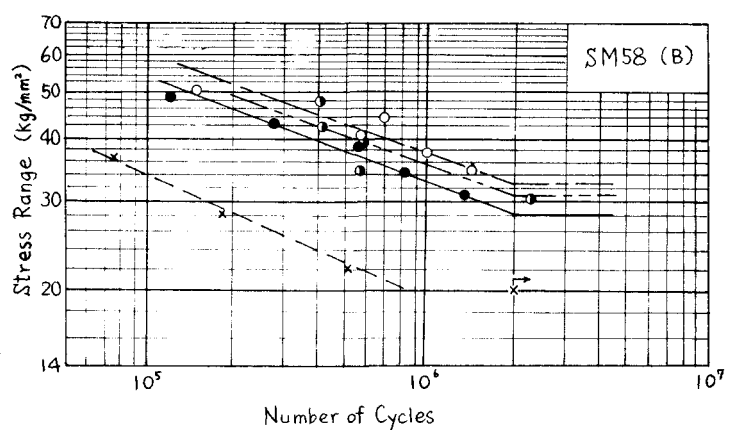
がった大阪市立大学楠善雄教授ならびに大阪工業大学赤尾親助教授

に深甚の謝意を表す。また試験の實施に際し、森脇良一氏(日本

橋梁)松井友二氏(三菱重工業)の絶大な協力を得たことを附記し

て深謝の意を表する次第である。

尚、本研究の一部につき文部省科学研究費の補助を受けた。



試験 鋼種	a	b	c	d
I	79	84	51	55
II	69	80	—	45
III	67	69	67	35
IV	56	66	53	37
V	80	—	—	—
VI	53	—	61	29
VII	49	56	53	34(?)
VIII	56	60	53	29(?)

表5 降伏点に対する強度比 (%)

試験 鋼種	a	b	c	d
I	51	54	33	35
II	46	53	—	30
III	52	54	52	27
IV	43	51	41	29
V	51	—	—	—
VI	46	—	54	25
VII	43	50	47	30(?)
VIII	51	55	48	26(?)

表6 引張強さに対する強度比 (%)

試験 鋼種	a	b	c	d
I	24.6	26.2	15.9	17.1
II	26.0	29.8	—	16.9
III	31.0	31.9	31.0	16.1
IV	25.2	29.4	24.3	16.7
V	29.0	—	—	—
VI	33.1	—	38.3	17.9
VII	28.4	32.8	31.0	20.0(?)
VIII	35.9	38.8	34.0	18.5(?)

表4 2 × 10⁶ 回時間強度 (kg/mm²)

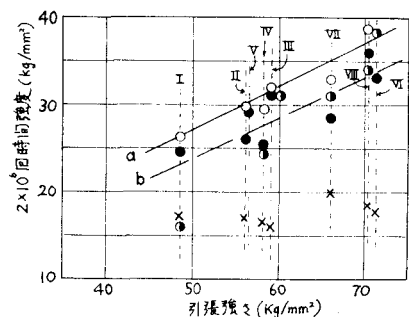


図7 引張強さと疲労強度の關係

NO.	β	η	η の比
I	1.44	0.326	1.00
II	1.54	0.400	1.23
III	1.93	0.689	2.11
IV	1.51	0.378	1.16
V	—	—	—
VI	1.85	0.566	1.74
VII	1.42?	0.311?	0.95?
VIII	1.94?	0.696?	2.13?

表7 切り欠き感受性