

Br 67 -- 02

橋梁の大型試験調査
上部構造に関する試験調査
既設橋の耐荷力に関する試験調査

土木研究所資料

第 303 号

既設橋の耐荷力に関する資料 (1)

—— 老朽橋の鋼材の強度試験例 ——

昭和 42 年 4 月

建設省土木研究所

目 次

ま え が き	1
1. 概 説	2
1. 1 試験の目的	2
1. 2 試験の種類	2
1. 3 試験材採取の対象とした橋梁（旧・市川橋）の概要	2
1. 4 試験片	5
2. 静的引張強度試験	10
2. 1 試験方法	10
2. 2 試験結果	10
2. 3 試験結果の考察	12
3. 疲労強度試験	14
3. 1 試験方法	14
3. 2 試験結果	14
3. 3 試験結果の考察	14
あ と が き	19

ま え が き

既設橋梁の耐荷力を判定し供用荷重を定めようとする際に、用いられている材料の現在における強度を直接たしかめることができれば、供用荷重決定の操作をそれだけ信頼性の高いものとなしうが、一般には供用中の橋梁から試験材を採取して強度試験を行なうことは困難であるため、設計時における材料の許容応力度を基準にして各部材の強度を判断している。

既設橋の鋼部材の強度を判断するには、さらに現在における鋼材の腐食状況や部材の変形等の欠陥を考慮し、たとえば腐食については、設計断面から腐食減量を差引いた断面を有効断面と考えてその耐力を算定することが一般に行なわれているが、応力の繰返し作用下における材料の強度、すなわち疲労強度については道路橋の場合ほとんど考慮されていなかった。

しかし、古い示方書による6t～13tの自動車荷重によって設計された橋梁が、その数倍もの重量の自動車荷重による繰返し作用を受ける場合を考えると、このような既設橋に対して、とくに自動車1台あたり重量の影響を直接うける床版および床組部材に対しては、疲労の影響は無視しえないものと考えられ、これについて検討しておく必要があると思われる。

以上のような観点から、既設橋の鋼部材について問題となる事項として、

- 1) 長年月の供用後における静的強度の変化
- 2) 腐食の存在が疲労強度におよぼす影響

の2点が考えられる。1)については、一般に古い橋梁の架設時における鋼材試験の記録がないかぎりこれをたしかめることが困難であるが、2)については同一条件の試験材から作製した腐食したまゝの表面をもつ試験片と削削して腐食を取り除いた試験片とによる疲労強度を比較することによって、ある程度その傾向をたしかめうるものと考えられる。

たまたま、旧市川橋が約40年の供用を経て撤去された機会に、試験材を借用して2)についての調査を目的とした試験を行なうことができた。

この報告はその結果について整理したものであるが、この資料は将来このような問題を解明し、てゆくにあたって蓄積すべき実資料の一部として、意義あるものと考えられる。

この調査にあたって御協力いただいた関東地方建設局首都圏道工事々務所の当時の永井所長、永田課長、藤井係長はじめ関係者各位に対し、ここに深甚なる感謝の意を表します。

橋 梁 研 究 室

太 田 実

(2)

1. 概 説

1.1 試験の目的

既設橋鋼材における腐食の存在が、その疲労強度におよぼす影響を調査することを目的とする。

1.2 試験の種類

試験の種類はつぎのとおり、

(1) 静的引張強度試験

1) 腐食試験片による試験

2) 削成試験片による試験

(2) 片振り引張疲労試験

1) 腐食試験片による試験

2) 削成試験片による試験

これらのうち、(2)がこの試験の主目的であり、(1)はその補助試験として行なったものである。

なお、上記において腐食試験片とは鋼材表面の腐食を残したまま所定形状に作製した試験片であり、削成試験片とは表面から腐食が完全に除去されるまで削成仕上げした試験片である。(1.4参照)。

1.3 試験材採取の対象とした橋梁(旧・市川橋)の概要

表1.1に示すとおり。一般図および主要部材詳細を図1.1に示す。

表1.1 旧・市川橋の概要

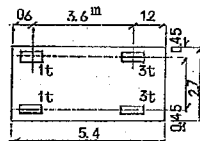
事 項	内 容
(1)橋 名	市川橋(旧橋。新橋架設にともない昭和40年度に撤去)
(2)架設地点	江戸川:国道14号線,東京・千葉両都県境界地点
(3)竣工年月	昭和2年4月
(4)橋型形式	鈑接合・鋼単純曲弦ワーレントラス(7連)
(5)主要諸元	支間56.86m,車道幅員7.32m,その他図1.1のとおり,

(6)設計荷重

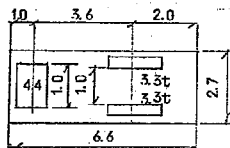
「道路構造に関する細則案，大正15年6月，内務省土木局」による国道橋（2等橋）の荷重で，下記のとおり。

活 荷 重				
車 道		歩 道		衝 撃 係 数
車 両 荷 重*		群 集 荷 重		
自 動 車	転 圧 機	群 集 荷 重		
8 t	11 t	○主ゲタ，主構 $\frac{100000}{170+\phi} \leq 500 \text{ Kg/m}^2$ ○主ゲタ，主構以外 500 Kg/m^2	○主ゲタ，主構 $\frac{80000}{170+\phi} \leq 400 \text{ Kg/m}^2$ ○主ゲタ，主構以外 400 Kg/m^2	$i = \frac{20}{60+\phi} \geq 0.5$ 群集荷重 転圧機荷重 は衝撃を考 えない

* 諸元



6 t自動車



11 t転圧機

(7)許容応力度

鋼 材	引 張	1,120 (Kg/cm^2)
	圧 縮	1,120 ~ 490 $\frac{\phi}{r}$ (Kg/cm^2)
	せん断	700 (Kg/cm^2)
鉄	支 圧	工場: 1,680 (Kg/cm^2), 現場: 1,400 (Kg/cm^2)
	せん断	工場: 770 ("), 現場: 700 (")

(8)使用鋼材の規格

不明。(日，米，独各国産の鋼材が混用されていたようであるが，それぞれの部材に用いられたか，またそれぞれの材質・規格がどのようであったかは，明らかでない。)

(4)

(9)おもな補修補強履歴

年	補修・補強内容
昭 2	(竣功)
昭 24	塗装
昭 25	橋面部破損箇所の伸縮継手修理
昭 26	
昭 28	7連中、小岩寄4連のRC床版を撤去してバックルプレート床とし、その上にアスファルト舗装

(10)解体時における鋼材の腐食状況

鋼材は全部材を通じてほとんど全面に発錆しており、なかでも下弦材、横ゲタ、縦ゲタの腐食が著しく、上弦材、斜材、垂直材はやゝ軽微であった。今回、腐食量について実測は行なわなかったが、昭和30年度に東京大学生産技術研究所によって行なわれた調査の報告書*によれば、一例としてつぎのような実測値が示されている。

部 材	設計板厚 (mm)	最大腐食深さ (mm)	腐食による部材の断面減少率
上 弦 材		(実測せず)	
下弦材(ウェブ)	19.0	5.5	0.10
斜 材		0.09	(無視しうる程度)
垂 直 材		0.61	0.09

* “市川橋の制限荷重について”，昭31-2-26，生産技術研究所。

注) 今回の試験に用いた腐食試験片の腐食度については，2.3に示すように腐食試験片と削成試験片との静的引張強度比から推定。

1.4 試験片

試験材採取を行なった部材は、上弦材、下弦材、横ゲタおよび縦ゲタである。

試験材採取のための部材は、鋼材全面にわたって腐食の程度が均一とみられるものの中から選定したが、試験材採取の段階で選定した供試材がかつてどの径間のどの位置にあったものかをたしかめることはできなかった。

試験片は、各供試部材からガス切断して切り出した板から、図 1.2 に示すような板取りで素材を採取し、表 1.2 に示す規格にしたがって加工した。

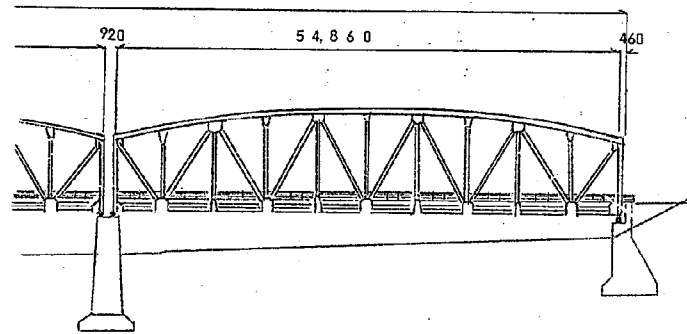
表-1.2 試験片の形状・寸法

試験片の 種 類	規 格 (JIS)	形 状 寸 法 (単位: mm)
(1) 静的引張 試験片	JIS Z 2204 (1964) 1号試験片	
(2) 疲労試験 片	JIS Z 3103 (1963) 1号試験片	

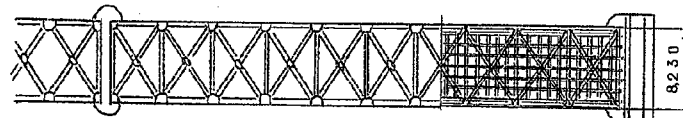
腐食試験片は腐食をそのまま残して側面加工のみを行ない、また削成試験片は腐食によるキズが完全に除去されるまで表面を削成仕上げた。したがって各試験片の厚さは一定していない。

図1.1—(a) 旧・市川橋一般図

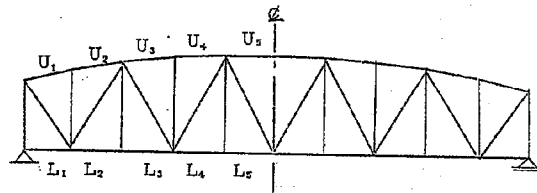
側面図



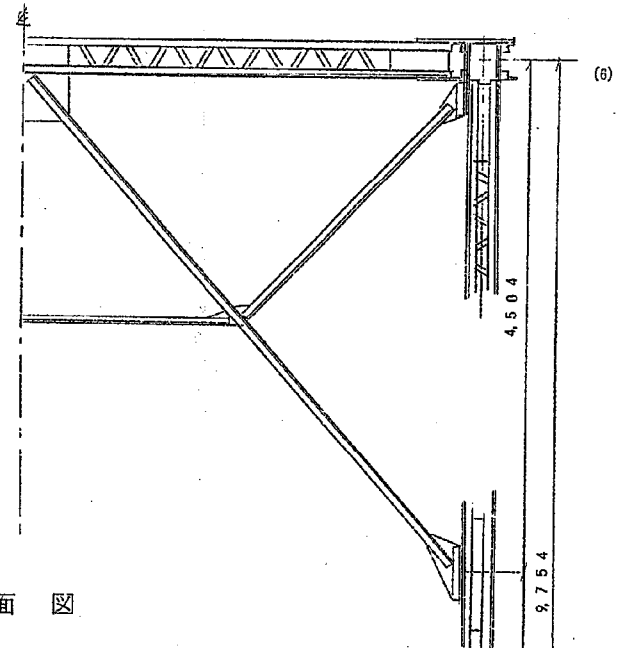
平面図



主構骨組および記号



横断面図



主構中心間隔 8,230

有効巾員 7,320

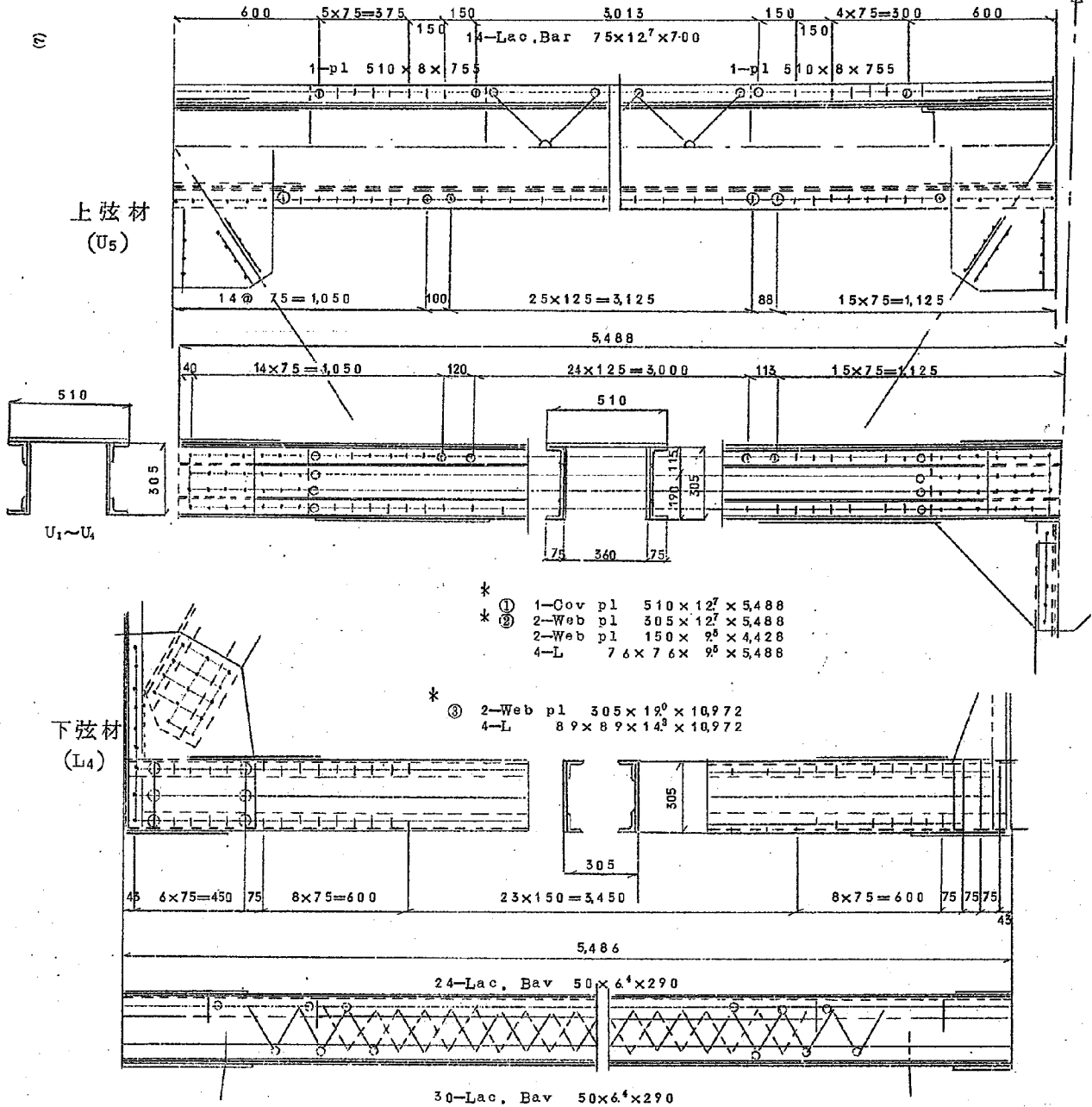
縦桁間隔 $6 \times 1,220 = 7,320$

6.4cm アスファルト舗装

16.5cm RC床版

(4連はバックルプレート床版)

図1.1-(b) 旧・市川橋弦材詳細図

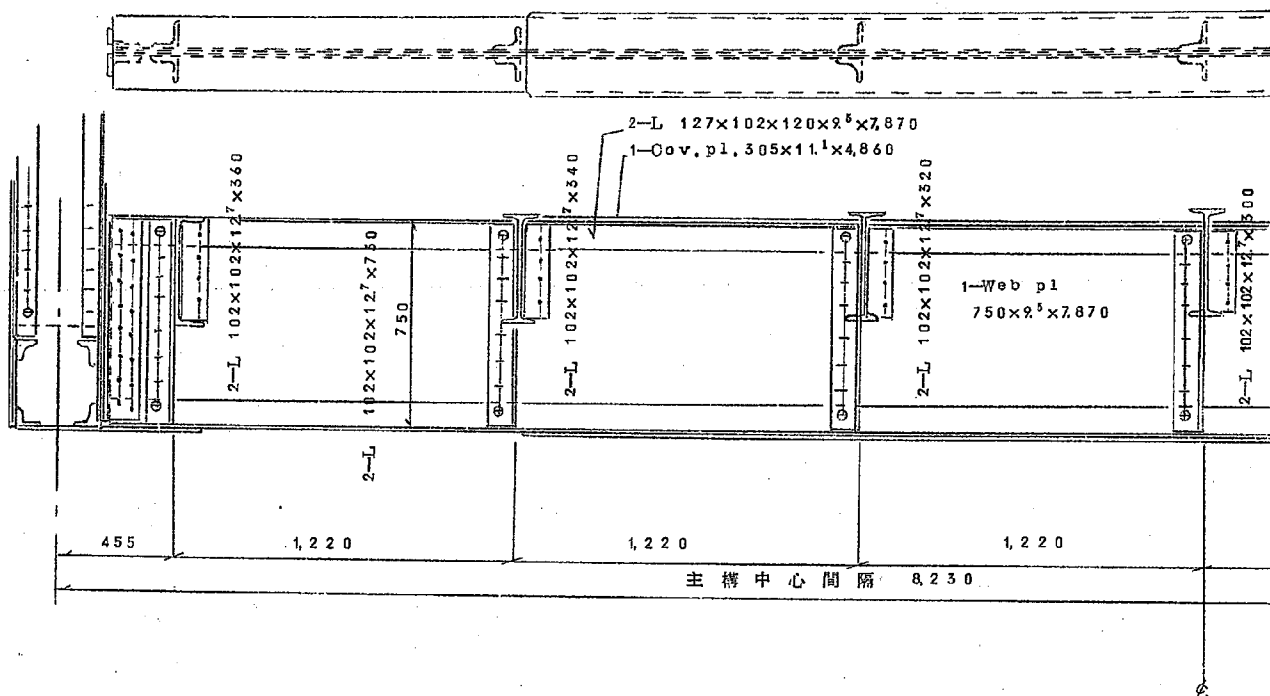


	1	2	3	4	5	
①	510 x 9.5 x 5,745	510 x 9.5 x 5,552	510 x 12.7 x 5,520	510 x 12.7 x 5,500	510 x 12.7 x 5,488	U
②	305 x 12.7 x 5,745	305 x 12.7 x 5,552	305 x 12.7 x 5,520	305 x 12.7 x 5,500	305 x 12.7 x 5,488	
③	305 x 12.7 x 2,590	305 x 12.7 x 10,972		305 x 12.0 x 10,972		
	SP.1		SP.2		SP.1	L
	1	2		3	4	

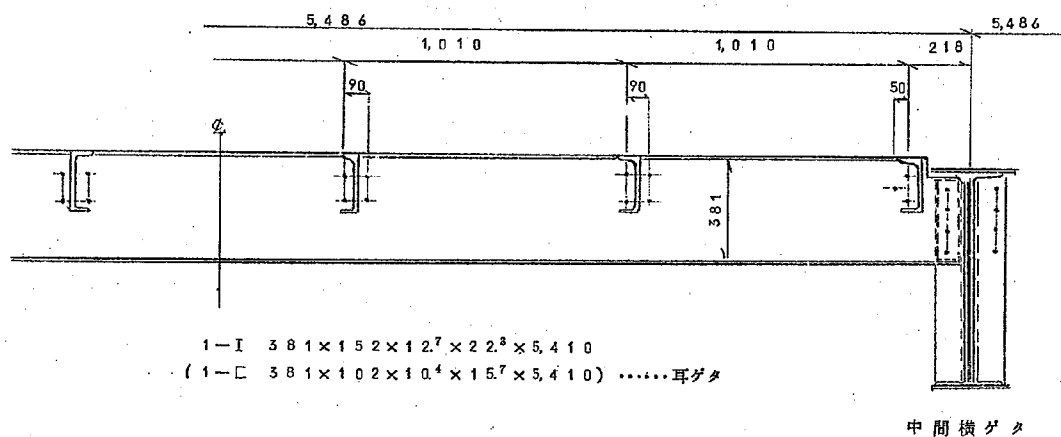
(8)

図1.1-(c) 旧・市川橋床組部材詳細図

中間横ゲタ



縦ゲタ



床ゲタ

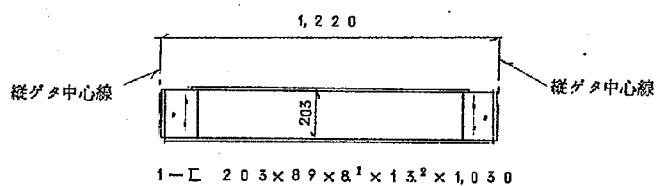


図-1.2 試験片板取り

上 弦 材 (U)

カバープレート

UF-1	UF-4	UF-7	UF-10	UF-13	UF-16	UF-19	UF-22
UF-2	UF-5	UF-8	UF-11	UF-14	UF-17	UF-20	UF-23
UF-3	UF-6	UF-9	UF-12	UF-15	UF-18	UF-21	UF-24

ウェブプレート

US-1	US-2	US-3	US-4	US-5	US-6	US-7	US-8
------	------	------	------	------	------	------	------

下 弦 材 (L)

ウェブプレート

LF-1	LF-2	LF-3	LF-4	LF-5	LF-6	LF-7	LF-8
------	------	------	------	------	------	------	------

ウェブプレート

LF-9	LF-10	LF-11	LF-12	LF-13	LF-14	LF-15	LF-16
------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

ウェブプレート

LF-17	LF-18	LF-19	LF-20	LF-21	LF-22	LF-23	LF-24
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

ウェブプレート

LF-25	LF-26	LF-27	LF-28	LF-29	LF-30	LF-31	LF-32
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

横 ゲ タ (F)

ウェブプレート

FF-1	FF-2
FF-3	FF-4
FF-5	FF-6
FF-7	FF-8

FF-9	FF-10
FF-11	FF-12
FF-13	FF-14
FF-15	FF-16

FF-17	FF-18
FF-19	FF-20
FF-21	FF-22
FF-23	FF-24

FS-1	FS-2
FS-3	FS-4
FS-5	FS-6
FS-7	FS-8

縦 ゲ タ (S)

ウェブプレート

SS-1
SS-2
SS-3
SS-4

SS-5
SS-6
SS-7
SS-8

ウェブプレート

SP-1	SP-2
SP-3	SP-4
SP-5	SP-6
SP-7	SP-8

SP-9	SP-10
SP-11	SP-12
SP-13	SP-14
SP-15	SP-16

SP-17	SP-18
SP-19	SP-20
SP-21	SP-22
SP-23	SP-24

- 注) 1. 試験片記号の大文字U, L, F, Sはそれぞれ上弦材, 下弦材, 横ゲタ, 縦ゲタを, サフィックスのS, Fはそれぞれ静的および疲労試験片を意味する。
2. 試験片は本図に示す数だけ採取したが, 試験機の都合等で実際に試験を行なったのは上図において斜線をつけた試験片のみである。

2. 静的引張強度試験

2.1 試験方法

静的引張試験は、当研究室の油圧式200t万能試験機を用いて行なった。

2.2 試験結果

表2.1に示すような腐食試験片、削成試験片各16個について静的引張試験を行なった結果は、表2.2のとおりである。

表-2.1 試験を実施した試験片の記号

試験の種類	試験片の表面状態	試験を実施した試験片	
		数量	記号
静的引張試験	腐食	16	US-5, US-6, US-7, US-8 LS-2, LS-4, LS-6, LS-8 FS-1, FS-3, FS-5, FS-7 SS-5, SS-6, SS-7, SS-8
	削成	16	US-1, US-2, US-3, US-4 LS-1, LS-3, LS-5, LS-7 FS-2, FS-4, FS-6, FS-8 SS-1, SS-2, SS-3, SS-4
片振り疲労試験	腐食	27	LF-1, LF-2, LF-3, LF-4, LF-5, LF-7, LF-8 LF-9, LF-10, LF-16, LF-17, LF-19, LF-20, LF-21 SF-1, SF-2, SF-3, SF-4, SF-5, SF-6, SF-7 SF-8, SF-9, SF-10, SF-11, SF-12, SF-13
	削成	12	LF-6, LF-11, LF-12, LF-18, LF-23, LF-24 SF-19, SF-20, SF-21, SF-22, SF-23, SF-24

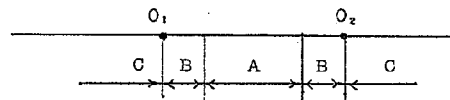
表2.2 静的引張試験結果

試験片	試験片の表面状態																					
	腐食										削成											
	試験片				降伏点			破綻			*** 破断所	試験片				降伏点			破綻			破断 箇所
	番 号	厚さ (mm)	幅 (mm)	断面積 (mm ²)	荷重 (t)	応力 (Kg/mm ²)	応力平均 (Kg/mm ²)	荷重 (t)	応力 (Kg/mm ²)	応力平均 (Kg/mm ²)		番 号	厚さ (mm)	幅 (mm)	断面積 (mm ²)	荷重 (t)	応力 (Kg/mm ²)	応力平均 (Kg/mm ²)	荷重 (t)	応力 (Kg/mm ²)	応力平均 (Kg/mm ²)	
上弦材	US-5	13.85	50.27	696	1.66	23.9	23.9	27.3	39.2	39.7	A	US-1	11.23	49.03	551	14.5	26.3	24.6	22.8	41.4	40.0	B
	US-6	13.93	50.17	699	1.67	23.9		27.7	39.6		B	US-2	11.67	50.07	584	—	—		22.6	38.7		B
	US-7	13.77	50.25	692	1.62	23.4		27.6	39.8		A	US-3	11.70	50.03	585	13.4	22.9		23.4	40.0		B
	US-8	13.85	50.30	697	1.71	24.5		28.0	40.2		A	US-4	11.75	50.07	588	14.5	24.7		23.6	40.1		A
下弦材	LS-2	12.97	50.58	656	1.64	25.0	25.5	28.7	43.8	43.5	A	LS-1	11.87	50.05	594	15.8	26.6	27.2	26.6	44.8	45.6	A
	LS-4	12.73	50.33	641	1.63	25.4		29.2	45.6		A	LS-3	11.58	49.97	529	15.2	28.7		25.5	48.2		B
	LS-6	13.20	49.95	659	1.68	25.5		26.5	40.2		A	LS-5	10.68	49.97	534	13.9	26.0		22.5	42.1		B
	LS-8	12.83	49.83	639	1.68	26.3		28.4	44.4		A	LS-7	10.75	49.97	537	14.8	27.6		25.4	47.3		A
横ゲタ	FS-1	10.62	50.63	538	1.39	25.8	26.4	21.9	40.6	42.1	A	FS-2	8.37	49.45	414	12.3	29.7	29.0	19.0	45.9	45.2	A
	FS-3	10.22	50.35	515	1.34	26.0		21.2	41.2		A	FS-4	8.78	50.13	440	12.2	27.7		19.1	43.3		A
	FS-5	10.67	50.40	538	1.42	26.4		22.8	42.3		A	FS-6	8.65	50.18	434	12.7	29.3		19.8	45.6		A
	FS-7	10.00	50.03	500	1.38	27.6		22.2	44.4		A	FS-8	8.65	50.12	434	12.7	29.3		20.0	46.1		B
縦ゲタ	SS-5	10.33	49.95	516	1.31	25.4	25.5	22.5	43.6	44.7	A	SS-1	8.57	50.10	429	11.4	26.6	26.8	19.7	45.9	46.2	A
	SS-6	10.32	50.07	517	1.25	24.2		22.3	43.0		A	SS-2	8.43	50.25	424	11.5	27.1		19.7	46.5		A
	SS-7	10.38	50.27	522	1.34	25.7		23.8	45.6		A	SS-3	8.65	50.08	433	11.5	26.6		19.8	45.7		A
	SS-8	10.33	50.07	517	1.38	26.7		24.1	46.6		A	SS-4	8.38	50.10	420	11.4	27.1		19.6	46.7		A

* 腐食肌表面間の厚さを測定したもの。

** 表面から腐食が完全になくなるまで削成した試験片であるので、腐食の程度に応じて試験片の仕上り厚さのばらつきを生ずる。

*** 破断個所A, B, Cの区分は下図のとおり。



- A: 標点間の中心から標点距離の $1/4$ 以内
 B: 標点間の中心から標点距離の $1/4$ をこえ、標点以内
 C: 標点外

2.3 試験結果の考察

試験結果から、降伏点応力度と引張強さをまとめてJIS(1959)のSS-41規格値と比較して示すと、表2.3のようである。

これより、上弦材をのぞいて他はすべてSS-41の規格を満足しており、またこれらの降伏点応力度の引張強さに対する比は0.58~0.64の範囲にあって軟鋼の特色を現わしていることから、供用期間中における鋼材の機械的性質の変化がなかったものとすれば、これらの鋼材は現在のSS-41相当の軟鋼であったと推定される。

つぎに、腐食試験片の平均的な厚さ(これを「有効厚さ」とよぶことにする)を、削成試験片の引張強さをもとにして推定すると表2.4のようである。これは、断面積が正確にわかっている削成試験片の引張強さの平均値 σ_0 を求め、同一部材の同一試験材から作製された腐食試験片の引張強さ σ_c

はこれに等しいものとしてその断面積を逆算して求めたものである。

表2.4に示すとおり、下弦材および縦ゲタの試験片の表面間を実測した見掛けの厚さがそれぞれ12.93mmおよび10.36mmであったのに対し、上記の方法で求めた有効厚さはそれぞれ

12.30mmおよび10.00mm

で、見掛けの厚さよりもそれぞれ0.63mmおよび0.33mm²薄くなる。疲労試験を行なった腐食試験片の有効厚さの推定には、この結果を利用した。

ちなみに、静的引張試験片のなかには、試験中に腐食表皮が剝離したものがあつたが、図2.1はその一例を示すものである。この図に示す試験片の場合、剝離した表皮の厚さは0.23mmであつた。



図2.1 腐食試験片の一例

表2.3 SS41規格(JIS)との比較

		降伏点応力度 (Kg/mm^2)	引張強さ (Kg/mm^2)
SS41 (JIS 規格)		23以上	41~50
試験材 (削成試験片)	上弦材	22.9~24.7 (平均: 24.6)	38.7~41.4 (平均: 40.0)
	下弦材	26.0~28.7 (平均: 27.2)	42.1~48.2 (平均: 45.6)
	横ゲタ	27.7~29.7 (平均: 29.0)	43.3~46.1 (平均: 45.2)
	縦ゲタ	26.6~27.1 (平均: 26.8)	45.7~46.7 (平均: 46.2)

表2.4 腐食試験片の有効厚さ(推定)

部材	腐食試験片			削成試験片			腐食試験片の有効厚さ, * t_o (mm)	t_o/t_c
	厚さ, t_c (mm)	幅, b_c (mm)	破壊荷重 P_c (t)	厚さ, t_o (mm)	幅, b_o (mm)	破壊荷重 P_o (t)		
上弦材	13.85	50.25	27.65	11.59	49.80	23.10	13.75	1.008
下弦材	12.93	50.17	28.20	10.97	49.99	25.00	12.30	1.052
横ゲタ	10.38	50.35	22.00	8.61	49.97	19.46	9.68	1.072
縦ゲタ	10.36	50.09	23.16	8.51	50.13	19.70	10.00	1.036

$$* t_o = \frac{P_o b_o}{P_c b_c} \cdot t_c$$

3. 疲労強度試験

3.1 試験方法

疲労試験は、当研究室のローゼンハウゼン型万能試験機（動的60t、静的100t）を用いて行なった。

3.2 試験結果

表2.1に示する9個の試験片について試験した結果は、表3.1のとおりである。

試験機の都合で、はじめ予定した試験片（図1.2）のすべてについて試験を行なうことができず、部材別では下弦材と縦ゲタについてのみ行なった。これは、弦材のなかからは腐食の著しい下弦材を、また床組部材からは繰返し荷重の影響を受けやすい状態にあったと思われる縦ゲタを、それぞれを代表するものとして選んだものである。

表3.1よりS-N線図を描くと、図3.1および図3.2のようである。両図中には、腐食試験片の有効厚さとして表2.4の値を用いて実験値を補正した値を破線で示してある。

表 3.1 疲労試験結果(片振り・引張)

部 材	試験片 の種類	試 験 片 番 号	厚 さ (mm)	幅 (mm)	断面積 (mm ²)	繰返し荷重 (t)	繰返し応力 (kg/mm ²)	応力振巾 (kg/mm ²)	繰返し数 (回)	備 考
下弦材	腐 食	LF-1	13.18 (12.50)	42.88	657	1.0~2.40	1.52~3.652	3.50 (3.69)		降伏点をこえて伸び著しく中止。
		LF-2	12.65 (12.00)	42.85	631	1.0~1.68	1.58~2.652	2.50 (2.63)		偏心载荷にて中止
		LF-3	13.05 (12.39)	42.72	649	1.0~1.72	1.54~2.654	2.50 (2.63)		
		LF-4	12.43 (11.80)	50.00	622	1.0~1.655	1.61~2.660	2.50 (2.63)	572,000	破断
		LF-5	12.80 (12.15)	50.07	641	1.0~1.58	1.56~1.806	1.65 (1.74)	3,000,000	破断せず
		LF-7	12.53 (11.90)	50.32	631	1.0~1.362	1.58~2.158	2.00 (2.10)	2,000,000	破断せず
		LF-8	13.10 (12.43)	42.77	649	1.0~1.593	1.54~2.454	23.0 (2.42)	958,000	破断
		LF-9	12.50 (11.87)	42.55	619	1.0~1.400	1.62~2.262	2.10 (2.21)	1,612,000	破断
		LF-10	13.07 (12.40)	50.10	655	1.0~1.442	1.52~2.202	2.05 (2.16)	798,000	破断
		LF-16	13.10 (12.43)	50.25	658	1.0~1.37	1.52~2.082	1.23 (2.03)	2,134,000	破断せず
		LF-17	13.10 (12.43)	50.10	656	1.0~1.39	1.52~2.122	1.27 (2.07)	1,960,000	破断
	削 成	LF-19	13.35 (12.66)	50.00	668	1.0~1.37	1.50~2.05	1.20 (2.00)	1,980,000	破断せず
		LF-20	13.35 (12.66)	50.30	672	1.0~1.310	1.49~1.949	1.80 (1.90)	4,778,000	破断せず
		LF-21	13.40 (12.72)	42.78	667	1.0~1.434	1.50~2.150	2.00 (2.10)	865,000	破断
		LF-6	11.40	42.88	569	1.0~1.810	1.76~3.188	3.014	423,000	破断
		LF-11	11.40	42.70	567	1.0~1.46	1.77~2.577	2.40	2,190,000	破断せず
		LF-12	11.10	42.90	554	1.0~1.38	1.81~2.495	23.14	2,222,000	破断せず
		LF-18	11.40	50.00	570	1.0~1.47	1.75~2.580	2.405	3,598,000	破断せず
		LF-23	11.00	42.47	544	1.0~1.43	1.84~2.634	2.45	968,000	破断
		LF-24	11.33	42.83	565	1.0~1.51	1.77~2.672	2.495	1,764,000	破断

(表 3 1 つづき)

部 材	試験片 の種類	試 験 片 番 号	厚 さ (mm)	幅 (mm)	断面積 (mm ²)	繰返し荷重 (t)	繰返し応力 (Kg/mm ²)	応力振巾 (Kg/mm ²)	繰返し数 (回)	備 考
縦ゲタ	腐 食	SF-1	10.63 (10.28)	50.17	533	1.0~1.600	1.88~3.000	2.812 (2.93)	167,000	破断
		SF-2	10.82 (10.46)	50.33	545	1.0~1.45	1.84~2.662	2.478 (2.57)	1,427,000	破断
		SF-3	10.62 (10.27)	50.47	536	1.0~1.25	1.87~2.337	2.150 (2.23)	840,000	破断
		SF-4	10.77 (10.39)	50.65	546	1.0~1.20	1.83~2.20	2.017 (2.09)	766,000	破断
		SF-5	10.87 (10.49)	50.30	547	1.0~1.00	1.83~1.830	1.647 (1.71)	2,093,000	破断せず
		SF-6	10.60 (10.23)	50.40	534	1.0~1.53	1.87~2.862	2.675 (2.77)	135,000	破断
		SF-7	10.53 (10.18)	50.93	536	1.0~1.33	1.87~2.482	2.295 (2.38)	662,000	破断
		SF-8	10.77 (10.38)	50.67	546	1.0~1.14	1.83~2.088	1.905 (1.97)	460,000	破断
		SF-9	10.45 (10.09)	49.90	521	1.0~1.08	1.92~2.075	1.883 (1.95)		機械故障のため中止
		SF-10	10.35 (10.00)	49.22	509	1.0~1.02	1.97~2.010	1.813 (1.88)	1,471,000	破断
		SF-11	10.42 (10.08)	49.75	518	1.0~0.8	1.93~1.893	1.700 (1.76)	1,475,000	破断
		SF-12	10.22 (9.85)	50.20	512	1.0~0.65	1.95~1.885	1.690 (1.75)	1,748,000	機械故障のため中止, 破断せず
		SF-13	10.48 (10.11)	49.78	522	1.0~0.8	1.92~1.879	1.687 (1.74)	2,000,000	破断せず
	削 成	SF-19	8.78	49.90	438	1.0~0.65	2.28~2.208	1.980	2,062,000	破断せず
		SF-20	9.17	50.00	459	1.0~1.15	2.18~2.510	2.292	2,094,000	破断せず
		SF-21	9.15	50.12	459	1.0~1.24	2.18~2.700	2.482	1,481,000	破断
		SF-22	9.00	50.50	455	1.0~1.45	2.20~3.190	2.970	183,000	破断
		SF-23	8.95	50.00	448	1.0~1.15	2.24~2.564	2.340	1,339,000	破断
		SF-24	9.22	50.30	464	1.0~1.14	2.16~2.458	2.242	2,832,000	破断せず

注 1) 繰返し速度は650~700r.p.m.の範囲で試験した。

2) 腐食試験片欄の()内数値は、試験片の推定有効厚(表-2.4)を用いたときの値。

図-3.1 S-N線図（下弦材）

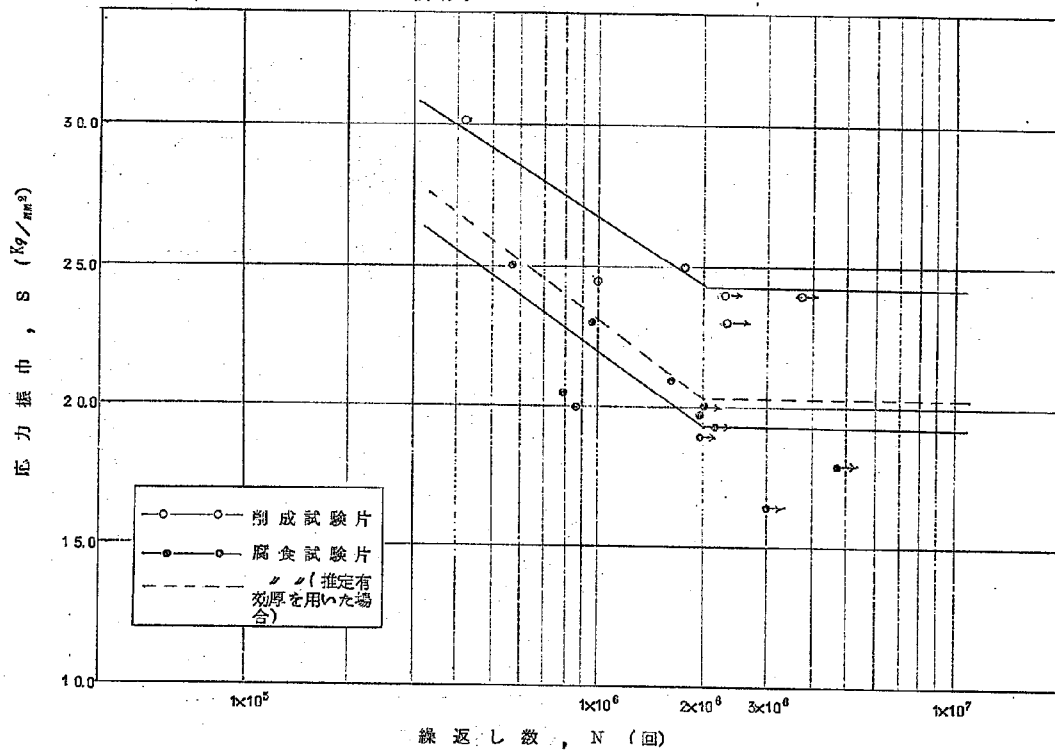
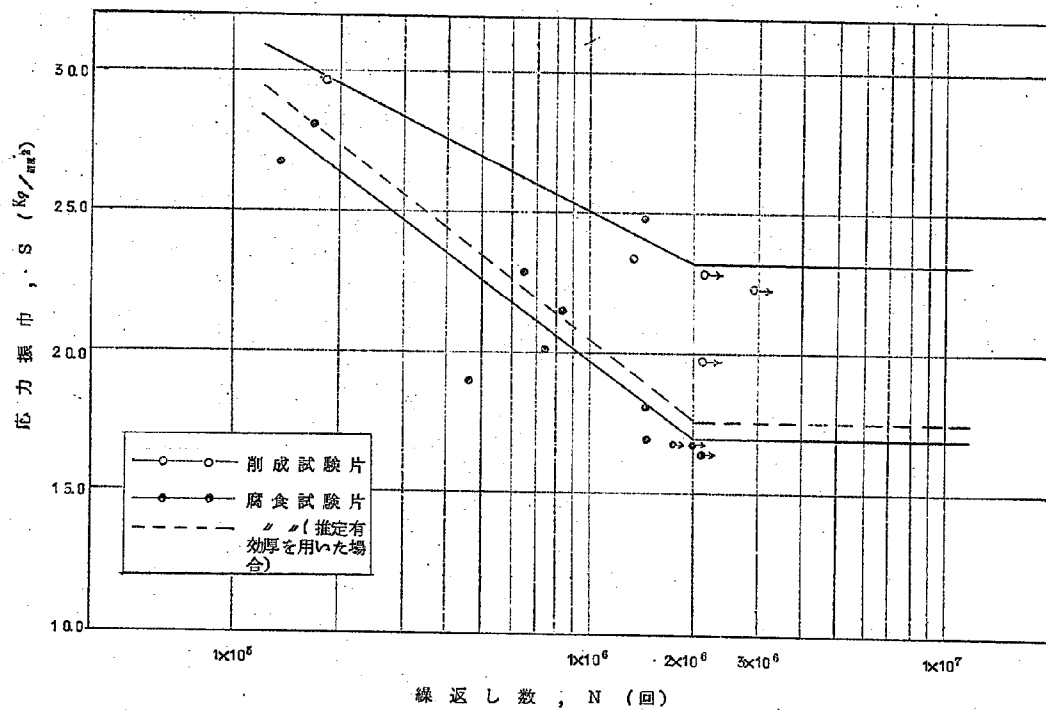


図-3.2 S-N 線図 (縦ゲタ)



3.3 試験結果の考察

S-N線図から疲れ限 σ_F を求め、引張強さ σ_B に対する比 σ_F/σ_B (疲れ限比) とともに一括して示すと、表3.2のとおりである。ただし、同表において腐食試験の疲れ限は、推定有効厚さ(表2.4)を用いて実験値を補正した値を用いた。

同表にみられるとおり、腐食試験片の疲れ限比は明らかに削成試験片のそれより小さく、削成材に対する腐食材の疲れ限比の割合は下弦材で0.83、縦ゲタで0.76となる。

このことから、鋼材の表面が平滑な場合に比べて腐食による粗い肌を有する場合には、疲労強度がかなり低下することがわかる。

今回の試験において対象とした腐食材では、たまたま上記のような結果となったが、腐食による疲労強度の低下の程度は、実際構造物にあっては、鋼種、部材の形状、腐食面の状況、応力状態などによって変化するものと推察される。これらのうち、腐食面の状況と疲労強度との関係は、腐食のパターンを定量的に表わすことができれば、データの蓄積によってこれを明らかにしてゆくこともできよう。

なお、今回の試験に用いた鋼材の場合、腐食材と削成材とで疲れ限に $4 \sim 6 \text{ Kg/mm}^2$ の差があるものの、全般的にみた $\sigma_F = 1.76 \sim 2.42 \text{ Kg/mm}^2$ なる範囲は、引張強さ $4.5 \sim 4.6 \text{ Kg/mm}^2$ 相当の焼ならし炭素鋼の疲れ限として既往の資料にみられる値の範ちゅうに属するものといえる。

表-3.2 腐食・削成両試験片の疲れ限比の比較

部 材	腐 食 試 験 片			削 成 試 験 片			
	引張強さ σ_B * (Kg/mm^2)	疲 れ 限 σ_F ** (Kg/mm^2)	① σ_F/σ_B	引張強さ σ_B * (Kg/mm^2)	疲 れ 限 σ_F ** (Kg/mm^2)	② σ_F/σ_B	①/②
上弦材	4.52	2.03	0.45	4.52	2.42	0.54	0.83
縦ゲタ	4.62	1.76	0.38	4.62	2.32	0.50	0.76

* 静的引張試験結果(表-2.2より)

** 2×10^6 回疲労限(図-3.1, 3.2より)

(20)

あ と が き

老朽橋部材から採取した試験材について、腐食肌をそのまま残した試験片と、削成して平滑面にした試験片の疲労強度を比較した結果、前者は後者にくらべて疲れ限比で17~24%の低下を示した。

既設橋梁の耐荷力を考える場合には、設計断面に対する腐食減量を考慮すべきことは勿論、繰返し荷重の影響が大きい部材に対しては、腐食の存在によって生ずる疲れ限の低下についても考慮する必要がある。

ここにかかげた資料は一つの実験例にすぎないが、今後老朽橋が取りとわされる際などに試験材を採取し、この種の試験を行なうことによって実際のデータが得られれば、その一つ一つは、既設橋の耐荷力という問題解決のうえで貴重な資料となるであろう。