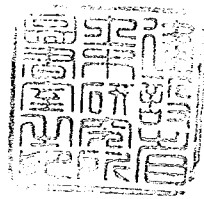


本州・四国連絡架橋調査
材 料 構 造 調 査
調 査 資 料 No. 36

土 木 研 究 所 資 料

第 60 号

長 大 吊 橋 平 行 線
ケーブル用鋼線試作試験報告書 (2)



昭 和 40 年 3 月

建 設 省 土 木 研 究 所

目 次

1. ま え が き	1
2. 試作試験の概要	1
3. 試作銅線の仕様	1
3.1 製 法	1
3.2 目録仕様	1
4. 試作継手の仕様	3
5. 試験の種類とその方法	3
5.1 銅 線	3
5.2 継 手	3
6. 製造工程の調査	5
(1) 製 銅	8
(2) 銅片(ビレット)	8
(3) 線 材	8
(4) 伸線前処理	8
(5) 伸 線	8
(6) メッキ	9
7. 銅線の試験結果	9
7.1 外観検査	9
7.2 線径検査	9
7.3 化学成分	9
7.4 脱炭検出試験	9
7.5 機械的性質試験	9
7.5.1 引張試験	9
(1) 引張強さ (σ_B)	9
(2) 0.2% 耐力 ($\sigma_{0.2}$)	31
(3) 0.7% 耐力 ($\sigma_{0.7}$)	32
(4) 弾性係数 (E)	32
i) 低応力範囲	32
ii) 高応力範囲	32

(5) 伸 び (ε)	3 3
7.5.2 巻付試験	3 3
7.5.3 ネジリ試験	3 3
7.6 メッキ試験	3 6
7.6.1 付着性試験	3 6
7.6.2 均一性試験	3 6
7.6.3 付着量試験	3 6
7.7 施 工 性	4 1
8. 継 手	4 5
8.1 継手の種類	4 5
(1) A 型	4 5
(2) B 型	4 5
(3) C 型	4 5
8.2 継手部の引張試験	5 1
9. 疲 勞 試 験	6 1
9.1 鋼線の回転曲げ疲労試験	6 1
9.2 鋼線の部分片振引張疲労試験	8 1
9.3 継手部の部分片振引張疲労試験	10 2
9.4 疲労試験結果	12 1
10. 試作試験結果の考察	12 4
10.1 鋼線の機械的性質	12 4
10.2 継 手	12 4
10.3 鋼線および継手部の疲労強さ	12 4
11. 設計に用いる諸数値	12 5
12. あ と が き	12 5

建設省土木研究所

構造橋梁部 橋梁調査室

担当者

建設専門官 大 橋 昭 光

建設技官 大 石 潔

建設技官 相 沢 勇

1 ま え が き

昭和39年度に行なった吊橋の平行線ケーブルに用いる鋼線の試作試験および継手の試作試験結果をとりまとめ若干の考察を加えたものである。

昭和39年度の試作は昭和38年度に行なった試作試験結果を基礎資料にして引張強さを若干変えて仕様した。また継手部の効率および鋼線の疲労強度について重点をおき調査を行なった。

2 試作試験の概要

吊橋平行線ケーブル用鋼線および継手を試作しその製造工程の調査、鋼線については機械的性質試験、メッキ試験、施工性の試験および疲労試験、また継手については継手部の効率試験などを行ない吊橋の平行線ケーブル用鋼線および継手の仕様を決定するための資料を得ようとするものである。

なお本試作試験の中でD社は昭和38年度に試作した鋼線 ($\min \sigma_B = 15.6 \text{ Kg/mm}^2$) を用いて継手の試作、鋼線および継手部の疲労試験のみを実施したので、昭和39年度はとくに鋼線の試作を行なわなかった。表中、D社の鋼線の機械的性質はすべて昭和38年度の試作試験結果を引用したものである。

3 試作鋼線の仕様

昭和38年度で、吊橋平行線ケーブル用鋼線について調査を行なった結果にもとづいて引張強さを若干引き上げ引張強さの最低値を 16.0 Kg/mm^2 , 16.5 Kg/mm^2 , 17.0 Kg/mm^2 としたほか、メッキによる線径の増加を抑制し、試作試験のための鋼線の仕様をつぎにのべるように行なった。

3.1 製 法

高炭素鋼線材より冷間伸線し、それを溶融亜鉛メッキ仕上げしたものとす。

3.2 目標仕様

各試験の目標仕様値は表-1に示すとおり。

表-1 目標仕様値

項 目		メ ッ キ 線			備 考
1	線 径 ϕ	5.00 ± 0.060			偏径差0.060以下
2. 機 械 的 性 質	2.1 引張荷重 K_g	3,140以上	3,240以上	3,340以上	
	2.2 引張強さ (σ_B) K_g/mm^2	平均値165以上 最低160	平均値170以上 最低165	平均値175以上 最低170	
	2.3 0.7%耐力 ($\sigma_{0.7}$) K_g/mm^2	118以上	122以上	125以上	GL=250mm AISIによる
	2.4 伸 び 率	4 以 上			GL=250mm
	2.5 延 性	線径15mmの線に8回巻きつけ、折損してはならない。			
3. メ ッ キ	3.1 付 着 性	メッキはなめらか、かつ均一で、裸点や黒点が存在してはならない。 メッキ線は線径50mmの線に8回巻きつけて肉眼でみえるワレ目が生じてはならない。			
	3.2 均一性(硫酸銅試験) (1分間浸漬回数)	4 以 上			JIS H 0401 (1963)
	3.3 付着量 g/m^2	300 以 上 *			
4. 施 工 性	4.1 直 線 性	メッキ線を30mスパンに張力135Kgを受ける状態で張りわたしたとき、曲りぐせがあつてはならない。 曲りぐせ部に機械的修正を加えてはならない。			

* メッキ後の線径の増加は平均値で0.1mmを超えてはならない。

4. 試作継手の仕様

外国で用いられている継手を参考にしてつぎのとおり仕様を行なった。

- (1) 継手の最大外径は10.4 mmを超えないこと。
- (2) 溶融亜鉛メッキを施すこと。
- (3) 継手部の効率は鋼線の最低引張強さの95%以上であること。

5. 試験の種類とその方法

5.1 鋼 線

鋼線の各種性質を調査するために表-2に示すように試験の種類、その試験に用いる試験片の本数、および試験の方法を定めた。

5.2 継 手

継手部の各種性質を調査するために表-3に示すように試験の種類、その試験に用いる試験片の本数、および試験の方法を定めた。

表-2 試験の種類，試験片数，および試験方法

項	目	裸線		メッキ線		備考
		要否	本数	要否	本数	
1	外観検査	○	全量	○	全量	
2	線径検査	—		—		引張試験の試験片で規定する
3. 化学 分析 (レイド 成分分析)	3.1 C	○	2	—		JIS G 1211(1963)
	3.2 Mn	○	3.1共用	—		JIS G 1213(1963)
	3.3 Si	○	"	—		JIS G 1212(1963)
	3.4 P	○	"	—		JIS G 1214(1963)
	3.5 S	○	"	—		JIS G 1215(1963)
	3.6 Cu	○	"	—		JIS G 1219(1963)
	3.7 Ni	○	"	—		JIS G 1216(1963)
	3.8 Cr	○	"	—		JIS G 1217(1963)
	3.9 非金属介在物	○	"	—		JIS G 0555(1956)
4	脱炭検出試験	—		○	2	JIS G 3522(1957)
5. 引張 試験 機	5.1 引張強さ (σ_B)	○	5	○	5	JIS Z 2244(1956) およびAISI準用
	5.1.2 0.2%耐力 ($\sigma_{0.2}$)	○	5.1.1共用	○	5.1.1共用	
	5.1.3 0.7%耐力 ($\sigma_{0.7}$)	○	"	○	"	
	5.1.4 弾性係数 (E)	○	"	○	"	
	5.1.5 伸び (ϵ)	○	"	○	"	
6. 機械 的 疲労 試験 機	5.2 巻付試験	○	5	○	5	AISI準用
	5.3 ネジリ試験	○	5	○	5	JIS G 3522(1957)
	5.4 5.4.1 回転曲げ	—		○	20	ヘイロバートソン式繰返曲 げ疲労試験機 試験片長を線径の150倍 とする。
	5.4.2 部分片振引張	—		○	20	
6. メッキ	6.1 付着性試験	—		○	5	AISI準用
	6.2 均一性試験	—		○	5	JIS H 0401(1963)
	6.3 付着量試験	—		○	5	
7	施工性	—		○	2	AISI準用

表-3 継手部の試験の種類，試験片数，および試験方法

項 目	試 験 応 力	本 数	備 考
1. 引 張 試 験		50	JIS Z 2244(1956) およびAISI準用
2. 疲 勞 試 験	最小応力 50 Kg/mm^2 実用最大応力 62 Kg/mm^2 64 Kg/mm^2 66 Kg/mm^2	20	繰返引張疲労試験機 実用最大応力を目安として S-N線図を書くこと

6. 製造工程の調査

試作にあたって昭和38年度では米畠で用いられている最大のコイル重量1,000ポンド(450Kg)を目標におき現在のわが国における現有設備の調査を行なったが，昭和39年度は，この点は規制せず一般の生産に用いられているコイル重量を対象にした。

表-4は試作鋼線の製造工程の一覧である。

また昭和39年度の試作試験に参加した製造会社を試作段階ごとに一覧すると表-5のとおりである。

表-4 製造工程表

工程	製 鋼	鋼片 (ビレット)	材	伸 線 前 処 理	伸 線	メ ッ キ
A	1 炉 150t塩基性平炉	1 寸法 92×92×3500mm 2 温度 1230℃	1 加熱温度 1100~1150℃ 2 パス回数 19回 3 平均減面率 22.7% 4 線 径 11.0mm 5 コイル重量 200Kg	1 パテンティング 鉛パテンティング 2 加熱温度 920~970℃ 3 鉛 温 度 500℃ 4 酸 洗 硫酸	1 型 式 単独伸線機 2 伸線回数 7回 3 減面率 75.8% 4 線 径 4.94mm	1 メッキ方法 溶融亜鉛メッキ 2 亜鉛温度 約440℃ 3 校り方法 粉末木炭 4 線 径 5.04mm
B ₁	1 炉 60t塩基性電気炉	1 寸法 110×110×3250mm 2 温度 1100℃	1 加熱温度 1100℃ 2 パス回数 21回 3 平均減面率 20.6% 4 線 径 11.0mm 5 コイル重量 340Kg	1 パテンティング 鉛パテンティング 2 加熱温度 約960℃ 3 鉛 温 度 約500℃ 4 酸 洗 硫酸	1 型 式 連続伸線機 2 伸線回数 8回 3 減面率 80% 4 線 径 4.92mm	1 メッキ方法 溶融亜鉛メッキ 2 亜鉛温度 約450℃ 3 校り方法 塩化亜鉛 4 線 径 5.03mm
B ₂	B ₁ に同じ	B ₁ に同じ	1 加熱温度 1100℃ 2 パス回数 21回 3 平均減面率 21.3% 4 線 径 10.0mm 5 コイル重量 340Kg	1 パテンティング 鉛パテンティング 2 加熱温度 約960℃ 3 鉛 温 度 約530℃ 4 酸 洗 硫酸	1 型 式 単独伸線機 2 伸線回数 7回 3 減面率 76% 4 線 径 4.90%	1 メッキ方法 溶融亜鉛メッキ 2 亜鉛温度 約450℃ 3 校り方法 塩化亜鉛 4 線 径 5.01mm
B ₃	B ₁ に同じ	B ₁ に同じ	1 加熱温度 1100℃ 2 パス回数 21回 3 平均減面率 20.1% 4 線 径 11.5mm 5 コイル重量 340Kg	1 パテンティング 鉛パテンティング 2 加熱温度 約970℃ 3 鉛 温 度 約470℃ 4 酸 洗 塩酸	1 型 式 連続伸線機 2 伸線回数 8回 3 減面率 82% 4 線 径 4.93mm	1 メッキ方法 溶融亜鉛メッキ 2 亜鉛温度 約450℃ 3 校り方法 粉末木炭 4 線 径 5.00mm
C	1 炉 6t塩基性電気炉	1 寸法 110×110×4100mm 2 温度 1220℃	1 加熱温度 1180℃ 2 パス回数 21回 3 平均減面率 20.3% 4 線 径 11.0mm 5 コイル重量 360Kg	1 パテンティング 鉛パテンティング 2 加熱温度 950℃ 3 鉛 温 度 460℃ 4 酸 洗 硫酸	1 型 式 連続伸線機 2 伸線回数 7回 3 減面率 80% 4 線 径 4.92%	1 メッキ方法 溶融亜鉛メッキ 2 亜鉛温度 445℃ 3 校り方法 粉末木炭 4 線 径 5.00mm
D	1 炉 150t塩基性平炉	1 寸法 75×75×9700mm 2 温度 1280℃	1 加熱温度 1100℃ 2 パス回数 18回 3 平均減面率 16.1% 4 線 径 9.0mm 5 コイル重量 350Kg	1 パテンティング 鉛パテンティング 2 加熱温度 980℃ 3 鉛 温 度 530℃ 4 酸 洗 硫酸	1 型 式 連続伸線機 2 伸線回数 7回 3 減面率 70.2% 4 線 径 4.91mm	1 メッキ方法 溶融亜鉛メッキ 2 亜鉛温度 455℃ 3 校り方法 塩化亜鉛 4 線 径 5.03mm
E	1 炉 100t塩基性平炉	1 寸法 70×70×9000mm 2 温度 1250℃	1 加熱温度 1150℃ 2 パス回数 18回 3 平均減面率 20.8% 4 線 径 9.5mm 5 コイル重量 300Kg	1 パテンティング 鉛パテンティング 2 加熱温度 920℃ 3 鉛 温 度 520℃ 4 酸 洗 塩酸	1 型 式 連続伸線機 2 伸線回数 6回 3 減面率 73% 4 線 径 4.92mm	1 メッキ方法 溶融亜鉛メッキ 2 亜鉛温度 約450℃ 3 校り方法 塩化亜鉛 4 線 径 5.03mm

表-5 試作試験の作業を行なった会社名

製 鋼	鋼片(ピレット)	線 材	伸 線	メ ッ キ	試 験
川崎製鉄株式会社 千葉製鉄所	川崎製鉄株式会社 荻合工場	大同製鋼株式会社 星崎工場	川崎製鉄株式会社 千葉製鉄所	川崎製鉄株式会社 千葉製鉄所	川崎製鉄株式会社 千葉製鉄所
株式会社神戸製鋼所 神戸工場	株式会社神戸製鋼所 神戸工場	株式会社神戸製鋼所 神戸工場	神鋼鋼線鋼索株式会社	神鋼鋼線鋼索株式会社	神鋼鋼線鋼索株式会社
			帝国産業株式会社	帝国産業株式会社	帝国産業株式会社
			東京製鋼株式会社	東京製鋼株式会社	東京製鋼株式会社
住友電気工業株式会社 伊丹製作所	住友電気工業株式会社 伊丹製作所	住友電気工業株式会社 伊丹製作所	住友電気工業株式会社 伊丹製作所	南海製鋼鋼索株式会社	住友電気工業株式会社 伊丹製作所
富士製鉄株式会社 釜石製鉄所	富士製鉄株式会社 釜石製鉄所	富士製鉄株式会社 釜石製鉄所	昭和製鋼株式会社	昭和製鋼株式会社	富士製鉄株式会社 中央研究所
八幡製鉄株式会社 八幡製鉄所	八幡製鉄株式会社 八幡製鉄所	八幡製鉄株式会社 光製鉄所	鈴木金属工業株式会社 習志野工場	神鋼鋼線鋼索株式会社	鈴木金属工業株式会社 習志野工場

(1) 製 鋼

製鋼は塩基性平炉または塩基性電気炉によった。

(2) 鋼片 (ビレット)

平炉および電気炉で製造された溶流は製鋼工場で鋼に溶製され、鋼塊となり加熱分塊して、溶鋼炉の溶量とは関係なく鋼片寸法は各社で相違がみられた。

とくに B 系社が $110 \times 110 \times 4,500$ から $110 \times 110 \times 3,250$ へ、

C 社が $130 \times 130 \times 4,200$ から $110 \times 110 \times 4,100$

E 社が $90 \times 90 \times 2,500$ から $70 \times 70 \times 2,000$ へ

昭和 38 年度の試作試験からくらべると大幅に変わっている、現有の設備ではこの程度のビレットがもっとも能率的と考えてよからう。

(3) 線 材

鋼片の表面手入れをしたのち加熱炉に入れて所定の線材径まで熱間圧延をするわけであるが鋼片の寸法の変わった上記 B, C, および E 社のうちで C および E 社では 1. 加熱温度, 2. パス回数が加熱温度で 50°C パス回数でそれぞれ 2 回程度小さい値を示している。またコイル重量を各社でまとめみると昭和 38 年度の試作試験よりも A 社および D 社を除いて約 90Kg ~ 200Kg 軽くなっている。

(4) 伸線前処理

各社とも良質な鋼線を作るため鉛パテンティング作業を行なっている。線材の加熱温度と鉛槽の温度差は 400°C ~ 500°C の範囲をとっている。またパテンティング作業により線材の表面に酸化皮膜ができるため酸洗を行なって除去するが、各社とも、塩酸もしくは硫酸によっている。

(5) 伸 線

伸線機の型式は連続伸線機または単独伸線機を用い減面率は $70 \sim 82\%$ となっている。しかし昭和 38 年度の試作試験では、引張強さ (σ_B) を 156Kg/mm^2 としたが昭和 39 年度の試作試験では引張強さ (σ_B) を 160Kg/mm^2 , 165Kg/mm^2 , 170Kg/mm^2 と、引張強さを引き上げたため、B₁, B₂ 社、および C 社は線材径を $1 \sim 2\text{mm}$ 太くしてある、とくに C 社では伸線回数を 5 回より 7 回に増していることがとくに目立って

いる。

(6) メッキ

各社とも亜鉛温度は $440^{\circ}\text{C} \sim 455^{\circ}\text{C}$ とほとんど変りないが、絞り方法では B₁ 社および B 社が粉末木炭から塩化亜鉛に変わっている。

7. 鋼線の試験結果

7.1 外観検査

軽微な擦過痕がみられた程度で重大な欠陥もなく各社とも良好であった。しかし、メッキ絞りの粉末木炭の黒点が認められた。

7.2 線径検査

鋼線の線径検査の結果は表-22の線径の欄でみるとおりであるが、最大 5.05 mm ，最小 5.00 mm とすべて仕様値の範囲内にあった。

7.3 化学成分試験

各社より提出されたチエック分析結果およびレイドル分析結果は表-6，7に示すとおりである。

この結果を J I S に照合すると J I S G 3502ピアノ線材2種甲 (SWRS-2A)，およびピアノ線材2種乙 (SWRS-2B) に相当する。これは昭和38年度と同様である。一般に米国の吊橋用鋼線と比較して Mn, Si が多く，P, S が少くなっており高級線材を用いていることになる。

7.4 脱炭検出試験

すべてのメッキ線に脱炭層は認められなかった。

7.5 機械的性質試験

7.5.1 引張試験

(1) 引張強さ (σ_B)

引張強さを最低値で 160 Kg/mm^2 ， 165 Kg/mm^2 ， 170 Kg/mm^2 に仕様したが仕様値を下回るものもなく良好であった。各社ごとに提出された試験結果を表-8～21に掲げ、これらの総括を表-22に示す。

また土木研究所で行なったチエック試験結果の総括を表-23に示す。

表-6 化学成分(テニツク分析)

(単位 %)

会社名	コイル番号	資料番号	化学成分	C	Mn	Si	P	S	Cu	Ni	Cr	非金属 介在物	備 考
A	1	1	0.82	0.54	0.23	0.013	0.013	0.06	0.02	0.03	0.06		ピアノ線材 2種甲
		2	0.82	0.55	0.23	0.012	0.013	0.05	0.02	0.03	0.11		
	2	1	0.81	0.55	0.24	0.012	0.012	0.05	0.02	0.03	0.03		
		2	0.81	0.55	0.24	0.013	0.012	0.06	0.02	0.03	0.09		
B ₁	1	1	0.75	0.63	0.22	0.009	0.006	<0.05	<0.05	<0.05	0.02		ピアノ線材 2種乙
		2	0.76	0.65	0.22	0.009	0.006	<0.05	<0.05	<0.05	0.02		
	2	1	0.77	0.65	0.25	0.010	0.007	<0.05	<0.05	<0.05	0.03		
		2	0.77	0.66	0.23	0.010	0.006	<0.05	<0.05	<0.05	0.02		
B ₂	1	1	0.79	0.64	0.23	0.010	0.006	0.05	0.05	0.05	0.03		ピアノ線材 2種乙
		2	0.79	0.62	0.23	0.010	0.006	0.05	0.05	0.05	0.03		
	2	1	0.79	0.60	0.22	0.010	0.007	0.05	0.05	0.05	0.03		
		2	0.79	0.63	0.25	0.010	0.006	0.05	0.05	0.05	0.03		
B ₃	1	1	0.77	0.68	0.23	0.010	0.007	<0.05	<0.05	<0.05	0.03		ピアノ線材 2種乙
		2	0.76	0.66	0.23	0.010	0.007	<0.05	<0.05	<0.05	0.02		
	2	1	0.77	0.67	0.22	0.010	0.007	<0.05	<0.05	<0.05	0.03		
		2	0.77	0.65	0.23	0.010	0.007	<0.05	<0.05	<0.05	0.02		
C	1	1	0.78	0.48	0.19	0.011	0.007	0.06	0.03	0.05	0.03		ピアノ線材 2種甲
		2											
	2	1	0.79	0.49	0.20	0.010	0.008	0.06	0.03	0.05	0.02		
		2											
D	1	1	0.82	0.50	0.28	0.004	0.015	0.02	0.012	0.021	0.02		ピアノ線材 2種甲
		2	0.81	0.50	0.28	0.006	0.012	0.03	0.012	0.020	0.02		
	2	1	0.79	0.48	0.28	0.003	0.013	0.02	0.013	0.024	0.02		
		2	0.80	0.49	0.27	0.003	0.010	0.04	0.011	0.021	0.02		
E	1	1	0.78	0.76	0.28	0.011	0.019	0.07	0.02	0.09			ピアノ線材 2種乙
		2	0.79	0.76	0.29	0.011	0.019	0.06	0.02	0.08			
	2	1	0.79	0.76	0.29	0.011	0.017	0.07	0.02	0.08			
		2	0.79	0.76	0.28	0.011	0.017	0.06	0.02	0.07			

表-7 化学成分(レイドル分析)

(単位 %)

会社名	成分	C	Mn	Si	P	S	Cu	Ni	Cr	備 考
	A	0.80	0.55	0.25	0.009	0.013	0.06	0.02	0.03	ピアノ線材2種甲
B	B ₂	0.79	0.60	0.22	0.013	0.008	<0.05	<0.05	0.04	ピアノ線材2種甲,乙
	B ₁ , B ₃	0.78	0.64	0.23	0.012	0.009	0.10	0.10	0.04	ピアノ線材2種乙
	C	0.78	0.49	0.19	0.011	0.007	0.06			ピアノ線材2種甲
	D	0.79	0.50	0.28	0.006	0.010	0.04	0.014	0.029	ピアノ線材2種甲
	E	0.80	0.74	0.26	0.010	0.015	0.07	0.02	0.05	ピアノ線材2種乙

表-8 A社機械機性質(コイル用1)

種別	仕 料 番 号	試験項目					
		線 径 mm	引張荷重 Kg	引張強さ (σ_B) Kg/mm ²	0.2%耐力 ($\sigma_{0.2}$) Kg/mm ²	0.7%耐力 ($\sigma_{0.7}$) Kg/mm ²	伸び (ϵ) %
		5.00 ±0.06	>3,140	>160		>118	>4
線	1	4.95	3,580	186.1	161.1	114.6	1.8
	2	4.94	3,580	186.8	168.1	118.2	2.0
	3	4.94	3,600	187.9	159.2	112.7	2.2
	4	4.94	3,580	186.8	163.6	116.9	2.0
	5	4.95	3,600	187.1	164.8	117.7	2.0
	最大値	4.95	3,600	187.9	168.1	118.2	2.2
	最小値	4.94	3,580	186.1	159.2	112.7	1.8
	平均値	4.94	3,590	186.9	163.4	116.0	2.0
	標準偏差	0.01	10.00	0.58	3.07	2.07	0.13
	変動係数	0.20%	0.28%	0.31%	1.88%	1.78%	6.50%
メ ッ キ 線	1	5.05	3,390	169.1	138.6	124.9	6.0
	2	5.03	3,400	171.1	141.1	125.3	6.8
	3	5.03	3,380	170.1	139.2	124.3	6.4
	4	5.04	3,390	169.9	140.4	126.6	6.8
	5	5.04	3,410	170.9	140.4	129.6	6.0
	最大値	5.05	3,410	171.1	141.4	129.6	6.8
	最小値	5.03	3,380	169.1	138.6	124.3	6.0
	平均値	5.04	3,390	170.2	140.0	126.1	6.4
	標準偏差	0.01	10.95	0.75	1.10	1.89	0.40
	変動係数	0.20%	0.32%	0.44%	0.79%	1.50%	6.25%

* メッキ線の仕様値

表-9 A社機械の性質(コイルNo.2)

		線 径	引張荷重	引張強さ (σ_B)	0.2%耐力 ($\sigma_{0.2}$)	0.7%耐力 ($\sigma_{0.7}$)	弾性係数 (E)	伸 び (ϵ)
		mm	Kg	Kg/mm ²	Kg/mm ²	Kg/mm ²	$\times 10^8$ Kg/cm ²	%
		5.00 ±0.06	>3,140	>160		>118		>4
線	1	4.95	3,590	186.6	162.9	116.9	1.70	2.2
	2	4.94	3,600	187.9	163.9	119.5	1.80	2.0
	3	4.94	3,580	186.8	159.2	119.3	1.80	2.2
	4	4.94	3,570	186.3	163.4	115.9	1.60	1.8
	5	4.94	3,600	187.9	163.9	116.6	1.70	2.0
	最 大 値	4.95	3,600	187.9	163.9	119.5	1.80	2.2
	最 小 値	4.94	3,570	186.3	159.2	115.9	1.60	1.8
	平 均 値	4.94	3,590	187.1	162.7	117.6	1.72	2.0
	標準偏差	0.01	10.95	0.67	1.77	1.48	0.08	0.15
	変動係数	0.20%	0.31%	0.36%	1.09%	1.26%	4.71%	7.50%
メ ッ キ 線	1	5.03	3,380	170.1	139.4	125.1	1.90	6.4
	2	5.03	3,390	170.4	139.7	128.6	2.00	6.8
	3	5.04	3,390	169.9	139.1	127.3	1.90	6.4
	4	5.04	3,380	169.4	137.8	125.8	1.90	6.4
	5	5.04	3,390	169.7	137.1	126.8	2.00	6.4
	最 大 値	5.04	3,390	170.4	139.7	128.6	2.00	6.8
	最 小 値	5.03	3,380	169.4	137.1	125.1	1.90	6.4
	平 均 値	5.04	3,390	169.9	138.6	126.7	1.94	6.5
	標準偏差	0.01	6.32	0.38	1.00	1.21	0.05	0.16
	変動係数	0.20%	0.19%	0.22%	0.72%	0.96%	2.58%	2.46%

表-10 B₁社機械の性質(コイル底1)

種別	試験項目 仕 料 番 号	線 径	引張荷重	引張強さ (σ_B)	0.2%耐力 ($\sigma_{0.2}$)	0.7%耐力 ($\sigma_{0.7}$)	弾性係数 (E)	伸 び
		mm	Kg	Kg/mm ²	Kg/mm ²	Kg/mm ²	$\times 10^6 \text{Kg/cm}^2$	(ϵ) %
線	標	5.00 ± 0.06	>3240	>165		>122		>4
	1	4.92	3,560	187.0	154.0	128.8	2.08	3.0
	2	4.92	3,560	187.0	146.8	123.5	2.03	2.8
	3	4.92	3,570	188.0	159.3	128.8	2.08	2.6
	4	4.92	3,470	182.5	157.2	130.5	2.10	3.0
	5	4.92	3,480	183.5	143.5	121.6	2.03	2.8
	最 大 値	4.92	3,570	188.0	159.3	130.5	2.10	3.0
	最 小 値	4.92	3,470	182.5	143.5	121.6	2.03	2.6
	平 均 値	4.92	3,530	185.6	152.2	126.6	2.06	2.8
	標準偏差	0	43.9	2.18	2.37	3.45	0.03	0.15
	変動係数	0%	1.23%	1.17%	1.56%	2.73%	1.46%	5.36%
	1	5.04	3,420	171.5	150.6	139.2	2.08	5.8
	2	5.02	3,410	172.5	150.3	141.8	2.11	6.2
線	3	5.03	3,410	171.5	150.6	141.3	2.15	5.6
	4	5.03	3,420	172.0	150.3	142.3	2.16	5.2
	5	5.03	3,440	173.0	150.9	141.1	2.12	5.2
	最 大 値	5.04	3,440	173.0	150.9	142.3	2.16	6.2
	最 小 値	5.02	3,410	171.5	150.3	139.2	2.08	5.2
	平 均 値	5.03	3,420	172.1	150.4	141.1	2.12	5.6
	標準偏差	0.01	12.20	0.65	0.26	1.36	0.03	0.42
	変動係数	0.20%	0.36%	0.38%	0.17%	0.96%	1.42%	7.50%

表-11 B₁社機械的性質(コイル底2)

種別	試験項目 仕 材料 番号 標	線 径	引張荷重	引張強さ (σ_B)	0.2%耐力 ($\sigma_{0.2}$)	0.7%耐力 ($\sigma_{0.7}$)	弾性係数 (E)	伸 び (ϵ)
		mm	Kg	Kg/mm ²	Kg/mm ²	Kg/mm ²	$\times 10^6$ Kg/cm ²	%
線		5.00 ± 0.06	>3240	>165		>122		>4
	1	4.92	3600	189.0	150.7	127.2	2.09	3.0
	2	4.92	3600	189.0	148.0	123.6	2.02	2.4
	3	4.92	3620	190.5	160.3	131.2	2.11	3.2
	4	4.92	3590	189.0	145.6	124.2	2.09	3.0
	5	4.92	3590	188.5	144.2	122.6	2.04	3.0
	最大値	4.92	3620	190.5	160.3	131.2	2.11	3.2
	最小値	4.92	3590	188.5	144.2	122.6	2.02	2.4
	平均値	4.92	3600	189.2	149.8	125.8	2.07	2.9
	標準偏差	0	10.95	0.68	5.71	3.12	0.03	0.27
	変動係数	0%	0.30%	0.36%	3.81%	2.78%	1.45%	9.31%
線		5.02	3380	171.0	150.0	140.3	2.13	5.6
	1	5.03	3390	170.5	150.0	142.3	2.14	5.6
	2	5.02	3380	170.5	151.0	142.0	2.14	6.2
	3	5.02	3390	171.5	149.7	141.3	2.16	5.4
	4	5.03	3390	170.5	149.1	140.0	2.09	6.0
	5	5.03	3390	171.5	151.0	142.3	2.16	6.2
	最大値	5.03	3390	171.5	151.0	142.3	2.16	6.2
	最小値	5.02	3380	170.5	149.1	140.0	2.09	5.4
	平均値	5.02	3390	170.8	150.0	141.2	2.13	5.8
	標準偏差	0.01	63.2	0.45	0.62	0.91	0.02	0.30
	変動係数	0.20%	0.19%	0.26%	0.41%	0.64%	2.10%	5.17%

表-12 B₂ 社機械の性質 (コイル No. 1)

種別	材料 仕 止 模 番号	試験項目	線 径	引張荷重	引張強さ	0.2%耐力	0.7%耐力	弾性係数	伸 び
			mm	Kg	(σ_B) Kg/mm ²	($\sigma_{0.2}$) Kg/mm ²	($\sigma_{0.7}$) Kg/mm ²	(E) $\times 10^6$ Kg/cm ²	(ϵ) %
			5.00 ± 0.06	>3140	>160		>116		>4
鋼	1		4.91	3440	181.6	142.0	120.0	195	2.4
	2		4.90	3420	181.3	143.0	119.0	193	2.1
	3		4.70	3430	181.9	143.0	119.0	194	2.2
	4		4.70	3430	183.5	143.0	119.0	191	2.1
	5		4.90	3460	183.5	142.0	120.0	196	2.3
	最大値		4.91	3460	183.5	143.0	120.0	196	2.4
	最小値		4.70	3420	181.3	142.0	119.0	191	2.1
	平均値		4.70	3440	182.4	142.6	119.4	194	2.2
	標準偏差		0.01	16.12	0.75	0.49	0.49	0.02	0.12
	変動係数		0.00%	0.47%	0.52%	0.34%	0.41%	0.03%	5.45%
ステン	1		5.01	3270	165.2	139.0	131.0	206	6.3
	2		5.01	3270	165.9	139.0	129.0	203	6.5
	3		5.02	3270	165.2	140.0	131.0	201	6.8
	4		5.01	3260	165.4	140.0	130.0	202	7.3
	5		5.02	3270	165.2	141.0	132.0	201	7.0
	最大値		5.02	3270	165.9	141.0	132.0	206	7.3
	最小値		5.01	3260	165.2	139.0	129.0	201	6.5
	平均値		5.02	3270	165.4	140.0	131.0	203	6.9
	標準偏差		0.01	4.47	0.27	0.77	1.10	0.02	0.26
	変動係数		0.20%	0.14%	0.16%	0.55%	0.84%	0.99%	3.77%

表-13 B₂ 社機械の性質 (コイル用 2)

試験項目 材 質 種 別	線 径 mm 5.00 ±0.06	引張荷重 Kg >3140	引張強さ (σ_B) Kg/mm ² >160	0.2%耐力 ($\sigma_{0.2}$) Kg/mm ²	0.7%耐力 ($\sigma_{0.7}$) Kg/mm ² >118	弾性係数 (E) ×10 ⁶ Kg/cm ²	伸 び (ϵ) %	
線	1	4.90	3410	1808	1390	118.0	193	2.1
	2	4.90	3420	1814	1400	119.0	197	2.2
	3	4.90	3410	1808	1390	119.0	194	2.2
	4	4.90	3450	1830	1420	119.0	194	2.3
	5	4.90	3450	1830	1410	120.0	196	2.3
	最 大 値	4.90	3450	1830	1420	120.0	197	2.3
	最 小 値	4.90	3410	1808	1390	118.0	193	2.1
	平 均 値	4.90	3450	1818	1402	119.0	195	2.2
	標準偏差	0	18.44	1.01	1.17	0.63	0.01	0.08
	変動係数	0%	0.54%	0.56%	0.83%	0.53%	0.51%	3.36%
線	1	5.00	3250	1655	1400	130.0	204	6.5
	2	5.00	3250	1655	1410	131.0	201	6.5
	3	5.01	3260	1654	1400	129.0	199	6.8
	4	5.01	3260	1654	1400	129.0	196	6.3
	5	5.01	3270	1659	1410	131.0	200	6.8
	最 大 値	5.01	3270	1659	1410	131.0	204	6.8
	最 小 値	5.00	3250	1654	1400	129.0	196	6.3
	平 均 値	5.01	3260	1655	1404	130.0	200	6.5
	標準偏差	0.01	7.75	0.19	0.49	0.89	0.03	0.23
	変動係数	0.20%	0.24%	0.11%	0.35%	0.68%	1.50%	3.54%

表-14 B₁社機械の性質(コイルNo.1)

種別	仕 料 番 号	試験項目	線 径	引張荷重	引張強さ (σ_B)	0.2%耐力 ($\sigma_{0.2}$)	0.7%耐力 ($\sigma_{0.7}$)	弾性係数 (E)	伸 び (ϵ)
		線 径	mm	Kg	Kg/mm ²	Kg/mm ²	Kg/mm ²	$\times 10^6$ Kg/cm ²	%
線			5.00 ±0.06	>3340	>170		>125		>4
	裸	1	4.93	3,810	192.5	161.5	122.0	194	2.8
		2	4.93	3,780	198.0	163.5	120.0	189	2.3
		3	4.93	3,750	196.5	158.0	121.5	191	2.0
		4	4.93	3,760	197.0	157.0	123.0	197	2.5
		5	4.93	3,760	197.0	156.0	122.0	195	2.3
		最 大 値	4.93	3,810	192.5	163.5	123.0	197	2.8
		最 小 値	4.93	3,750	196.5	156.0	120.0	189	2.0
		平 均 値	4.93	3,770	197.6	159.2	121.7	193	2.4
		標準偏差	0	21.45	1.07	2.84	0.98	0.03	0.26
変動係数	0 %	0.57%	0.54%	1.78%	0.81%	1.55%	10.83%		
コ イ ル	線	1	5.00	3,490	177.5	153.0	137.0	2.05	6.0
		2	5.01	3,490	177.0	152.0	139.0	2.09	6.0
		3	5.00	3,500	178.0	152.5	135.5	2.04	5.8
		4	5.00	3,490	177.5	153.0	136.0	2.08	6.3
		5	5.00	3,500	178.0	154.0	136.5	2.08	6.0
		最 大 値	5.01	3,500	178.0	154.0	139.0	2.09	6.3
		最 小 値	5.00	3,490	177.0	152.0	135.5	2.04	5.8
		平 均 値	5.00	3,490	177.6	152.9	136.8	2.07	6.0
		標準偏差	0.01	6.32	0.25	0.66	1.16	0.02	0.16
	変動係数	0.20%	0.18%	0.14%	0.43%	0.85%	0.97%	2.67%	

表-15 B₃社機械的性質(コイル板2)

種別	試験項目 仕 料 番 号	線 径	引張荷重	引張強さ (σ_B) Kg/mm ²	0.2%耐力 (0.2σ) Kg/mm ²	0.7%耐力 (0.7σ) Kg/mm ²	弾性係数 (E) $\times 10^6$ Kg/cm ²	伸 び (ϵ) %
		mm	Kg					
線		5.00 ± 0.06	>3,340	>170		>125		>4
	1	4.93	3,950	207.0	180.5	130.0	1.97	2.3
	2	4.93	3,920	205.0	179.0	131.0	1.96	2.3
	3	4.93	3,970	208.0	182.5	129.5	1.97	2.3
	4	4.93	3,940	206.5	174.5	128.5	1.98	2.3
	5	4.93	3,930	206.0	173.0	127.0	1.97	2.0
	最 大 値	4.93	3,970	208.0	182.5	131.0	1.98	2.3
	最 小 値	4.93	3,920	205.0	173.0	127.0	1.96	2.0
	平 均 値	4.93	3,940	206.5	177.9	129.2	1.97	2.2
	標準偏差	0	17.32	1.00	3.60	1.36	0.01	0.13
	変動係数	0 %	0.44%	0.48%	2.02%	1.05%	0.51%	5.91%
キ ツ 線	1	5.01	3,550	180.0	155.0	137.0	2.07	6.0
	2	5.00	3,530	180.0	155.5	137.5	2.07	5.8
	3	5.00	3,530	180.0	155.0	137.0	2.08	6.3
	4	4.99	3,500	179.0	154.5	138.0	2.07	5.5
	5	5.00	3,550	181.0	155.5	137.5	2.08	5.8
	最 大 値	5.01	3,550	181.0	155.5	138.0	2.08	6.3
	最 小 値	4.99	3,500	179.0	154.5	137.0	2.07	5.5
	平 均 値	5.00	3,530	180.0	155.1	137.4	2.07	5.9
	標準偏差	0.01	18.44	0.63	0.37	0.37	0.01	0.26
	変動係数	0.20%	0.52%	0.35%	0.24%	0.27%	0.48%	4.41%

表-16 C社機械の性質(コイル底1)

種別	材料 番号	試験項目 ×仕 線	線 径	引張荷重	引張強さ (σ_B)	0.2%耐力 ($\sigma_{0.2}$)	0.7%耐力 ($\sigma_{0.7}$)	弾性係数 (E)	伸 び (ϵ)
			mm	Kg	Kg/mm ²	Kg/mm ²	Kg/mm ²	$\times 10^6$ Kg/cm ²	%
			5.00 ± 0.06	>3340	>170		>125		>4
線	1		4.92	3790	1990	1670	1250	197	15
	2		4.92	3790	1990	1590	1230	196	2.0
	3		4.92	3860	2030	1690	1270	196	2.5
	4		4.92	3870	2030	1670	1230	197	1.5
	5		4.92	3840	2020	1650	1270	198	1.8
	最大値		4.92	3870	2030	1690	1270	198	2.5
	最小値		4.92	3790	1990	1590	1230	196	1.5
	平均値		4.92	3830	2012	1654	1250	197	1.9
	標準偏差		0	3405	184	346	179	0.01	0.37
	変動係数		0%	0.89%	0.92%	2.10%	1.43%	0.51%	19.47%
線	1		5.00	3440	1750	1500	1340	203	65
	2		5.00	3460	1760	1460	1300	202	70
	3		5.00	3440	1750	1480	1320	200	70
	4		5.00	3470	1770	1490	1300	204	70
	5		5.00	3450	1760	1490	1310	201	65
	最大値		5.00	3470	1770	1500	1340	204	70
	最小値		5.00	3440	1750	1460	1300	200	65
	平均値		5.00	3450	1758	1484	1314	202	68
	標準偏差		0	1265	075	136	205	0.01	0.25
	変動係数		0%	0.37%	0.43%	0.92%	1.56%	0.46%	3.61%

表-17 C 社機械の性質 (コイル線 2)

種別	試験項目 ×仕 材料 番号 線	線 径	引張荷重	引張強さ (σ_B) Kg/cm^2	0.2%耐力 ($\sigma_{0.2}$) Kg/cm^2	0.7%耐力 ($\sigma_{0.7}$) Kg/cm^2	弾性係数 (E) $\times 10^6 Kg/cm^2$	伸 び (ϵ) %
		mm	Kg					
		5.00 ± 0.06	>3340	>170		>125		>4
線	1	4.92	3810	200.0	168.0	126.0	1.97	2.0
	2	4.92	3770	198.0	162.0	126.0	1.97	1.5
	3	4.92	3830	201.0	166.0	126.0	1.97	1.2
	4	4.92	3830	201.0	168.0	125.0	1.98	1.5
	5	4.92	3830	201.0	166.0	127.0	1.97	1.5
	最 大 値	4.92	3830	201.0	168.0	127.0	1.98	2.0
	最 小 値	4.92	3770	198.0	162.0	125.0	1.97	1.2
	平 均 値	4.92	3810	200.2	166.0	126.0	1.97	1.5
	標準偏差	0	23.66	1.18	2.19	0.63	0.01	0.26
	変動係数	0%	0.61%	0.59%	1.32%	0.50%	0.51%	7.33%
線	1	5.01	3470	176.0	147.0	128.0	2.03	6.5
	2	5.00	3490	178.0	149.0	133.0	2.04	7.0
	3	5.00	3460	176.0	147.0	132.0	2.04	7.0
	4	5.00	3500	178.0	145.0	129.0	2.01	7.0
	5	5.01	3480	177.0	148.0	131.0	2.00	6.5
	最 大 値	5.01	3500	178.0	149.0	132.0	2.04	7.0
	最 小 値	5.00	3460	176.0	145.0	128.0	2.00	6.5
	平 均 値	5.00	3480	177.0	147.2	130.6	2.02	6.8
	標準偏差	0.01	14.14	0.89	1.33	1.85	0.02	0.25
	変動係数	0.20%	0.41%	0.50%	0.90%	1.42%	0.99%	3.61%

表-18 D社機械的性質(コイルNo.1)

種別	資料番号	試験項目 仕 様	線 径	引張荷重	引張強さ (σ_B)	0.2%耐力 ($\sigma_{0.2}$)	0.7%耐力 (0.7σ)	弾性係数 (E)	伸 び (ϵ)
			mm	Kg	Kg/mm ²	Kg/mm ²	Kg/mm ²	$\times 10^6$ Kg/cm ²	%
			5.00 ± 0.06	>3060	>156		>115		>4
線	1		4.92	3383	178.0	147.2	121.1		---
	2		4.92	3449	181.4	155.2	118.7		---
	3		4.92	3459	182.0	149.9	121.8		172
	4		4.92	3441	181.0	151.8	121.6		188
	5		4.92	3478	183.0	150.2	118.9		184
	最 大 値		4.92	3478	183.0	155.2	121.8		188
	最 小 値		4.92	3383	178.0	147.2	118.7		172
	平 均 値		4.92	3442	181.1	150.9	120.4		181
	標準偏差		0	31.99	1.68	2.63	1.34		0.07
	変動係数		0 %	0.93%	0.93%	1.78%	1.11%		3.87%
ス キ 線	1		5.04	3167	158.8	132.8	127.3	2.11	6.49
	2		5.03	3177	159.9	133.5	126.3	2.01	5.95
	3		5.03	3176	159.8	134.4	127.8	2.07	5.03
	4		5.04	3155	158.1	132.7	126.8	2.11	5.72
	5		5.04	3165	158.6	133.7	127.8	2.08	5.32
	最 大 値		5.04	3177	159.9	134.4	127.8	2.11	6.49
	最 小 値		5.03	3155	158.1	132.7	126.3	2.01	5.03
	平 均 値		5.04	3168	159.0	133.4	127.2	2.08	5.70
	標準偏差		0.01	9.00	0.88	0.70	0.77	0.04	0.40
	変動係数		0.20%	0.28%	0.55%	0.52%	0.61%	1.92%	7.02%

表-19 D社機械の性質(コイルNo.2)

種別	仕 料 番 号	試験項目						
		線 径 mm	引張荷重 Kg	引張強さ (σ_B) Kg/mm ²	0.2%耐力 ($\sigma_{0.2}$) Kg/mm ²	0.7%耐力 (0.7σ) Kg/mm ²	弾性係数 (E) $\times 10^6$ Kg/cm ²	伸 び (ϵ) %
		5.00 ± 0.06	>3060	>156		>115		>4
線	1	4.90	3,404	1805	1479	1176		192
	2	4.91	3,439	1817	1569	1166		---
	3	4.90	3,455	1832	1552	1186		2.00
	4	4.90	3,390	1797	1512	1170		184
	5	4.90	3,435	1821	1522	1268		---
	最 大 値	4.91	3,455	1832	1569	1268		2.00
	最 小 値	4.90	3,390	1797	1479	1166		184
	平 均 値	4.90	3,425	1814	1527	1193		192
	標準偏差	0.01	2392	123	314	211		0.07
	変動係数	0.20%	0.70%	0.68%	2.06%	1.77%		3.65%
メ ッ キ 線	1	5.01	3,177	1612	1370	1304	2.12	5.68
	2	5.01	3,201	1624	1366	1296	2.11	653
	3	5.03	3,169	1595	1351	1285	2.13	6.02
	4	5.02	3,180	1607	1364	1297	2.09	599
	5	5.01	3,168	1607	1361	1423	2.01	6.04
	最 大 値	5.03	3,201	1624	1370	1423	2.13	653
	最 小 値	5.01	3,168	1595	1351	1285	2.01	5.68
	平 均 値	5.02	3,179	1609	1362	1321	2.09	6.05
	標準偏差	0.01	1332	105	0.71	5.75	0.05	0.31
	変動係数	0.20%	0.42%	0.65%	0.52%	4.35%	2.39%	5.12%

表-20 E社機械の性質(コイルNo.1)

種別	資料番号	試験項目 *仕様	線径	引張荷重	引張強さ (σ_B) Kg/mm ²	0.2%耐力 ($\sigma_{0.2}$) Kg/mm ²	0.7%耐力 ($\sigma_{0.7}$) Kg/mm ²	弾性係数 (E) $\times 10^6$ Kg/cm ²	伸び (ϵ) %
			mm	Kg					
			5.00 ± 0.06	>3240	>165		>122		>4
線	1		4.92	3350	1765	148.0	121.7	197	2.5
	2		4.92	3350	1765	148.0	122.1	197	2.5
	3		4.92	3360	177.0	148.5	121.7	197	2.7
	4		4.92	3360	177.0	148.0	121.1	197	2.7
	5		4.92	3340	176.0	147.4	121.1	197	2.4
	最大値		4.92	3360	177.0	148.5	122.1	197	2.7
	最小値		4.92	3340	176.0	147.4	121.1	197	2.4
	平均値		4.92	3350	176.6	148.0	121.5	197	2.6
	標準偏差		0	7.74	0.37	0.35	0.39	0	0.13
	変動係数		0%	0.23%	0.21%	0.24%	0.32%	0%	5.00%
メ ン キ 線	1		5.03	3330	167.7	141.0	135.3	2.10	6.5
	2		5.03	3330	167.6	141.0	133.3	2.09	5.8
	3		5.03	3330	167.7	140.0	133.4	2.07	6.0
	4		5.03	3330	167.7	141.0	134.3	2.09	6.0
	5		5.02	3330	168.0	140.8	134.5	2.08	6.2
	最大値		5.03	3330	168.0	141.0	135.3	2.10	6.5
	最小値		5.02	3330	167.6	140.0	133.3	2.07	5.8
	平均値		5.03	3330	167.7	140.8	134.2	2.09	6.1
	標準偏差		0.01	0	0.14	0.39	0.74	0.01	0.24
	変動係数		0.20%	0%	0.08%	0.28%	0.55%	0.48%	3.93%

表-21 E社機械の性質(コイル線2)

種別	試験項目 *仕 資 料 番 号	線 径	引張荷重	引張強さ (σ_B)	0.2%耐力 ($\sigma_{0.2}$)	0.7%耐力 ($\sigma_{0.7}$)	弾性係数 (E)	伸 び (ϵ)
		mm	Kg	Kg/mm ²	Kg/mm ²	Kg/mm ²	$\times 10^6$ Kg/cm ²	%
		5.00 ±0.06	>3240	>165		>122		>4
線	1	4.92	3380	178.0	148.7	123.3	196	2.5
	2	4.92	3380	178.0	148.7	123.8	196	2.6
	3	4.92	3380	178.0	149.0	123.8	197	2.6
	4	4.92	3380	178.0	148.7	123.3	196	2.9
	5	4.92	3370	177.6	149.0	123.3	195	2.8
	最大値	4.92	3380	178.0	149.0	123.8	197	2.9
	最小値	4.92	3370	177.6	148.7	123.3	195	2.5
	平均値	4.92	3380	177.9	148.8	123.5	196	2.7
	標準偏差	0	4.47	0.16	0.15	0.24	0.01	0.15
	変動係数	0 %	0.13%	0.09%	0.10%	0.19%	0.51%	55.6%
線	1	5.03	3340	168.0	142.3	136.2	2.05	6.3
	2	5.03	3340	168.0	143.0	135.2	2.05	6.4
	3	5.03	3340	168.0	142.4	135.3	2.10	6.4
	4	5.03	3340	167.8	142.3	135.2	2.10	6.3
	5	5.03	3340	167.8	142.2	135.2	2.10	6.6
	最大値	5.03	3340	168.0	143.0	136.2	2.10	6.6
	最小値	5.03	3340	167.8	142.2	135.2	2.05	6.3
	平均値	5.03	3340	167.9	142.5	135.4	2.08	6.4
	標準偏差	0	0	0.10	0.29	0.39	0.02	0.11
	変動係数	0 %	0%	0.06%	0.20%	0.29%	0.96%	17.2%

表-22 機械の性質総括

会社名 材料番号	試験項目 仕		線 径	引張荷重	引張強さ (σ_b) Kg/mm ²	0.2%耐力 ($\sigma_{0.2}$) Kg/mm ²	0.7%耐力 ($\sigma_{0.7}$) Kg/mm ²	弾性係数 (E) ×10Kg/mm ²	伸 び (ε) %	仕様値に対する比 %		0.7 σ / σ_b
			mm	Kg								
			5.00 ±0.06	>3,060	>156		>115		>4	σ_b	0.7 σ	
D	1	最 大 値	5.04	3,177	159.9	134.4	127.8	2.11	6.49	102	111	80
		最 小 値	5.03	3,155	158.1	132.7	126.3	2.01	5.03	101	110	80
		平 均 値	5.04	3,168	159.0	133.4	127.2	2.08	5.70	102	111	80
		標 準 偏 差	0.01	9.00	0.88	0.70	0.77	0.04	0.40			
		変 動 係 数	0.20%	0.28%	0.55%	0.52%	0.61%	1.92%	7.02%			
		変 動 係 数	0.20%	0.28%	0.55%	0.52%	0.61%	1.92%	7.02%			
	2	最 大 値	5.03	3,201	162.4	137.0	142.3	2.13	6.53	104	124	88
		最 小 値	5.01	3,168	159.5	135.1	128.5	2.01	5.68	102	112	81
		平 均 値	5.02	3,179	160.9	136.2	132.1	2.09	6.05	103	115	82
		標 準 偏 差	0.01	13.32	1.05	0.71	0.75	0.05	0.31			
		変 動 係 数	0.20%	0.42%	0.65%	0.52%	0.55%	4.35%	5.12%			
		変 動 係 数	0.20%	0.42%	0.65%	0.52%	0.55%	4.35%	5.12%			
仕 様			5.00 ±0.06	>3,140	>160		>118		>4			
A	1	最 大 値	5.05	3,410	171.1	141.4	129.6	2.00	6.8	107	110	76
		最 小 値	5.03	3,380	169.1	138.6	124.3	1.80	6.0	106	105	74
		平 均 値	5.04	3,390	170.2	140.0	126.1	1.92	6.4	106	107	74
		標 準 偏 差	0.01	10.95	0.75	1.10	1.89	0.08	0.4			
		変 動 係 数	0.20%	0.32%	0.44%	0.79%	1.50%	4.17%	6.25%			
		変 動 係 数	0.20%	0.32%	0.44%	0.79%	1.50%	4.17%	6.25%			
	2	最 大 値	5.04	3,390	170.4	139.7	128.6	2.00	6.8	107	109	75
		最 小 値	5.03	3,380	169.4	137.1	125.1	1.90	6.4	106	106	74
		平 均 値	5.04	3,390	169.9	138.6	126.7	1.94	6.5	106	107	75
		標 準 偏 差	0.01	6.32	0.38	1.00	1.21	0.05	0.16			
		変 動 係 数	0.20%	0.19%	0.22%	0.72%	0.96%	2.58%	2.46%			
		変 動 係 数	0.20%	0.19%	0.22%	0.72%	0.96%	2.58%	2.46%			
B ₂	1	最 大 値	5.02	3,270	165.9	141.0	132.0	2.06	7.5	104	112	80
		最 小 値	5.01	3,260	165.2	139.0	129.0	2.01	6.5	103	109	78
		平 均 値	5.02	3,270	165.4	140.0	131.0	2.03	6.9	103	111	79
		標 準 偏 差	0.01	4.47	0.27	0.77	1.10	0.02	0.26			
		変 動 係 数	0.20%	0.14%	0.16%	0.55%	0.84%	0.99%	3.77%			
		変 動 係 数	0.20%	0.14%	0.16%	0.55%	0.84%	0.99%	3.77%			
	2	最 大 値	5.01	3,270	165.9	141.0	131.0	2.04	6.8	104	111	79
		最 小 値	5.00	3,250	165.4	140.0	129.0	1.96	6.3	103	109	78
		平 均 値	5.01	3,260	165.5	140.4	130.0	2.00	6.5	103	110	79
		標 準 偏 差	0.01	7.75	0.19	0.49	0.89	0.03	0.23			
		変 動 係 数	0.20%	0.24%	0.11%	0.35%	0.68%	1.50%	3.54%			
		変 動 係 数	0.20%	0.24%	0.11%	0.35%	0.68%	1.50%	3.54%			
仕 様			5.00 ±0.06	>3,240	>165		>122		>4			
B ₁	1	最 大 値	5.04	3,440	173.0	150.9	142.3	2.16	6.2	105	117	82
		最 小 値	5.02	3,410	171.5	150.3	139.2	2.08	5.2	104	114	81
		平 均 値	5.03	3,420	172.1	150.4	141.1	2.12	5.6	104	116	82
		標 準 偏 差	0.01	12.20	0.65	0.26	1.36	0.03	0.42			
		変 動 係 数	0.20%	0.36%	0.38%	0.17%	0.96%	1.42%	7.50%			
		変 動 係 数	0.20%	0.36%	0.38%	0.17%	0.96%	1.42%	7.50%			
	2	最 大 値	5.03	3,390	171.5	151.0	142.3	2.16	6.2	104	117	83
		最 小 値	5.02	3,380	170.5	149.1	140.0	2.09	5.4	103	115	82
		平 均 値	5.02	3,390	170.8	150.0	141.2	2.13	5.8	104	116	83
		標 準 偏 差	0.01	6.32	0.45	0.62	0.91	0.02	0.30			
		変 動 係 数	0.20%	0.19%	0.26%	0.41%	0.64%	0.94%	5.17%			
		変 動 係 数	0.20%	0.19%	0.26%	0.41%	0.64%	0.94%	5.17%			
E	1	最 大 値	5.05	3,330	168.0	141.0	135.3	2.10	6.5	102	111	81
		最 小 値	5.02	3,330	167.6	140.0	133.3	2.07	5.8	102	109	80
		平 均 値	5.03	3,330	167.7	140.8	134.2	2.09	6.1	102	110	80
		標 準 偏 差	0.01	0	0.14	0.39	0.74	0.01	0.24			
		変 動 係 数	0.20%	0%	0.08%	0.28%	0.55%	0.48%	3.93%			
		変 動 係 数	0.20%	0%	0.08%	0.28%	0.55%	0.48%	3.93%			
	2	最 大 値	5.03	3,340	168.0	143.0	136.2	2.10	6.6	102	112	81
		最 小 値	5.03	3,340	167.8	142.2	135.2	2.05	6.3	102	111	81
		平 均 値	5.03	3,340	167.9	142.5	135.4	2.08	6.4	102	111	81
		標 準 偏 差	0	0	0.10	0.29	0.39	0.02	0.11			
		変 動 係 数	0%	0%	0.06%	0.20%	0.29%	0.96%	1.72%			
		変 動 係 数	0%	0%	0.06%	0.20%	0.29%	0.96%	1.72%			
仕 様			5.00 ±0.06	>3,340	>170		>125		>4			
B ₃	1	最 大 値	5.01	3,500	178.0	154.0	139.0	2.09	6.3	105	111	78
		最 小 値	5.00	3,490	177.0	152.0	135.5	2.04	5.8	104	108	77
		平 均 値	5.00	3,490	177.6	152.9	136.8	2.07	6.0	104	109	77
		標 準 偏 差	0.01	6.32	0.25	0.66	1.16	0.02	0.16			
		変 動 係 数	0.20%	0.18%	0.14%	0.43%	0.85%	0.97%	2.67%			
		変 動 係 数	0.20%	0.18%	0.14%	0.43%	0.85%	0.97%	2.67%			
	2	最 大 値	5.01	3,550	181.0	155.5	138.0	2.08	6.3	106	110	76
		最 小 値	4.99	3,500	179.0	154.5	137.0	2.07	5.5	105	110	77
		平 均 値	5.00	3,530	180.0	155.1	137.4	2.07	5.9	106	110	76
		標 準 偏 差	0.01	18.44	0.63	0.37	0.37	0.01	0.26			
		変 動 係 数	0.20%	0.52%	0.35%	0.24%	0.27%	0.48%	4.41%			
		変 動 係 数	0.20%	0.52%	0.35%	0.24%	0.27%	0.48%	4.41%			
C	1	最 大 値	5.00	3,470	177.0	150.0	134.0	2.04	7.0	104	107	76
		最 小 値	5.00	3,440	175.0	146.0	130.0	2.00	6.5	103	104	74
		平 均 値	5.00	3,450	175.8	148.4	131.4	2.02	6.8	103	105	75
		標 準 偏 差	0	12.65	0.75	1.36	2.05	0.01	0.25			
		変 動 係 数	0%	0.37%	0.43%	0.92%	1.56%	0.46%	3.61%			
		変 動 係 数	0%	0.37%	0.43%	0.92%	1.56%	0.46%	3.61%			
	2	最 大 値	5.01	3,500	178.0	149.0	132.0	2.04	7.0	105	106	75
		最 小 値	5.00	3,460	176.0	145.0	128.0	2.00	6.5	104	102	73
		平 均 値	5.00	3,480	177.0	147.2	130.6	2.02	6.8	104	104	74
		標 準 偏 差	0.01	14.14	0.89	1.33	1.85	0.02	0.25			
		変 動 係 数	0.20%	0.41%	0.50%	0.90%	1.42%	0.99%	3.61%			
		変 動 係 数	0.20%	0.41%	0.50%	0.90%	1.42%	0.99%	3.61%			

表-23 機械的性質総括 (チエック試験)

会社名	仕 様	試験項目		線 径	引張荷重	引張強さ	0.2%耐力	0.7%耐力	弾性係数	伸 び	仕様値に耐する比		0.7σ/σ _B
		仕 様		mm	Kg	(σ _B) Kg/mm ²	(σ _{0.2}) Kg/mm ²	(σ _{0.7}) Kg/mm ²	×10 ⁶ Kg/mm ²	(ε) %	%		
		最 大	最 小	5.00 ±0.06	>3060	>156		>115		>4	σ _B	0.7σ	
D	1	最 大	値	4.99	3,170	162.1	137.6	122.2	2.0	5.8	104	112	80
		最 小	値	4.99	3,160	161.4	136.8	125.3	2.0	5.2	103	109	78
		平 均	値	4.99	3,160	161.7	137.2	122.0	2.0	5.6	104	110	79
		標 準	偏 差	0	4.47	0.24	0.26	1.37	0	0.22			
		変 動 係 数		0%	0.14%	0.15%	0.19%	1.08%	0%	3.93%			
	2	最 大	値	5.02	3,140	159.3	134.7	128.1	2.1	6.2	102	111	80
		最 小	値	5.01	3,120	157.9	130.1	125.3	2.0	5.6	101	109	79
		平 均	値	5.01	3,130	158.6	131.9	126.7	2.02	5.9	102	110	80
		標 準	偏 差	0	6.32	0.48	1.55	0.91	0.04	0.20			
		変 動 係 数		0%	0.20%	0.30%	1.18%	0.72%	1.98%	3.39%			
仕 様				5.00 ±0.06	>3140	>160		>118		>4			
A	1	最 大	値	5.05	3,430	171	140	129	2.01	6.6	107	109	75
		最 小	値	5.04	3,420	171	139	126	2.00	6.2	107	107	74
		平 均	値	5.04	3,420	171	140	127	2.00	6.4	107	108	74
		標 準	偏 差	0.01	4.47	0	0.45	1.10	0.01	0.18			
		変 動 係 数		0.20%	0.13%	0%	0.32%	0.87%	0.50%	2.81%			
	2	最 大	値	5.04	3,400	171	141	129	2.02	6.9	107	110	76
		最 小	値	5.03	3,400	170	140	126	1.97	6.3	106	107	74
		平 均	値	5.04	3,400	170	140	128	2.00	6.5	107	109	75
		標 準	偏 差	0.01	0	0.63	0.45	1.10	0.02	0.23			
		変 動 係 数		0.20%	0%	0.37%	0.32%	0.86%	1.00%	3.54%			
B ₁	1	最 大	値	5.02	3,290	168	142	133	2.06	7.4	105	113	80
		最 小	値	5.00	3,280	166	141	131	2.02	6.5	104	111	79
		平 均	値	5.01	3,290	167	142	132	2.04	7.0	104	112	79
		標 準	偏 差	0.01	4.47	0.63	0.45	0.77	0.01	0.36			
		変 動 係 数		0.20%	0.14%	0.38%	0.32%	0.58%	0.49%	5.14%			
	2	最 大	値	5.01	3,280	167	142	135	2.06	7.6	104	114	81
		最 小	値	5.00	3,280	166	141	131	2.01	6.6	104	111	79
		平 均	値	5.01	3,280	167	142	133	2.03	7.1	104	112	80
		標 準	偏 差	0.01	0	0.45	0.45	1.41	0.02	0.45			
		変 動 係 数		0.20%	0%	0.27%	0.32%	1.06%	0.99%	6.34%			
仕 様				5.00 ±0.06	>3240	>165		>122		>4			
B ₂	1	最 大	値	5.03	3,390	171	150	141	2.07	6.9	103	117	83
		最 小	値	5.03	3,380	170	148	138	2.03	6.6	103	113	81
		平 均	値	5.03	3,380	170	149	139	2.04	6.7	103	114	82
		標 準	偏 差	0	4.47	0.45	0.63	1.26	0.01	0.88			
		変 動 係 数		0%	0.13%	0.26%	0.42%	0.91%	0.49%	15.44%			
	2	最 大	値	5.05	3,430	172	151	139	2.05	6.7	104	114	81
		最 小	値	5.03	3,410	171	149	136	2.01	6.1	104	112	80
		平 均	値	5.04	3,420	172	150	138	2.02	6.5	104	113	80
		標 準	偏 差	0.01	6.32	0.63	0.89	1.18	0.01	0.22			
		変 動 係 数		0.20%	0.18%	0.37%	0.59%	0.86%	0.50%	3.38%			
B ₃	1	最 大	値	5.04	3,350	169	142	133	2.03	7.2	102	109	79
		最 小	値	5.03	3,340	168	141	132	2.02	6.5	102	108	78
		平 均	値	5.03	3,350	168	142	132	2.03	6.8	102	108	79
		標 準	偏 差	0.01	4.47	0.45	0.77	0.45	0.01	0.25			
		変 動 係 数		0.20%	0.13%	0.27%	0.54%	0.35%	0.49%	3.48%			
	2	最 大	値	5.03	3,340	169	144	135	2.07	7.0	102	111	80
		最 小	値	5.03	3,340	168	143	131	2.01	6.4	102	107	78
		平 均	値	5.03	3,340	168	143	134	2.03	6.7	102	109	79
		標 準	偏 差	0	0	0.63	0.63	1.61	0.02	0.20			
		変 動 係 数		0%	0%	0.38%	0.44%	1.20%	0.99%	2.98%			
仕 様				5.00 ±0.06	>3340	>170		>125		>4			
C	1	最 大	値	5.01	3,540	180	158	140	2.04	6.6	106	112	78
		最 小	値	5.00	3,510	179	154	137	2.01	6.0	105	110	76
		平 均	値	5.00	3,530	179	156	138	2.03	6.2	105	110	77
		標 準	偏 差	0.01	12.65	0.63	1.41	1.10	0.01	0.23			
		変 動 係 数		0.20%	0.36%	0.35%	0.90%	0.80%	0.49%	3.71%			
	2	最 大	値	5.01	3,530	180	156	141	2.05	5.9	106	112	79
		最 小	値	5.00	3,470	176	152	136	2.01	5.4	103	109	77
		平 均	値	5.01	3,490	178	154	138	2.03	5.7	104	111	78
		標 準	偏 差	0.01	29.66	1.67	1.48	1.67	0.01	0.20			
		変 動 係 数		0.20%	0.85%	0.94%	0.96%	1.21%	0.49%	3.51%			
C	1	最 大	値	5.02	3,490	177	149	133	2.01	6.8	104	106	75
		最 小	値	5.01	3,470	175	144	126	2.00	5.9	103	101	72
		平 均	値	5.02	3,480	176	148	131	2.01	6.4	104	105	74
		標 準	偏 差	0.01	8.94	0.89	1.95	2.53	0.01	0.41			
		変 動 係 数		0.20%	0.26%	0.51%	1.32%	1.93%	0.50%	6.11%			
	2	最 大	値	5.02	3,510	178	149	133	2.02	6.1	104	107	75
		最 小	値	5.01	3,500	177	145	128	2.00	5.4	104	102	72
		平 均	値	5.02	3,500	177	148	131	2.01	5.7	104	105	74
		標 準	偏 差	0.01	4.47	0.45	1.49	1.73	0.01	0.33			
		変 動 係 数		0.20%	0.13%	0.25%	1.01%	1.32%	0.50%	5.79%			

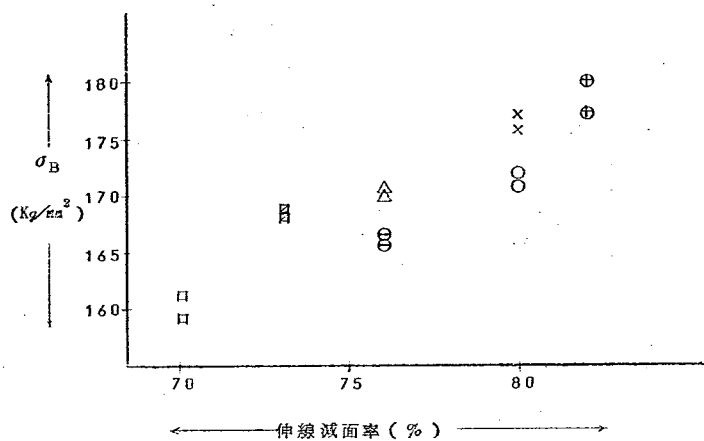


図-1 引張強さ-伸長減面率

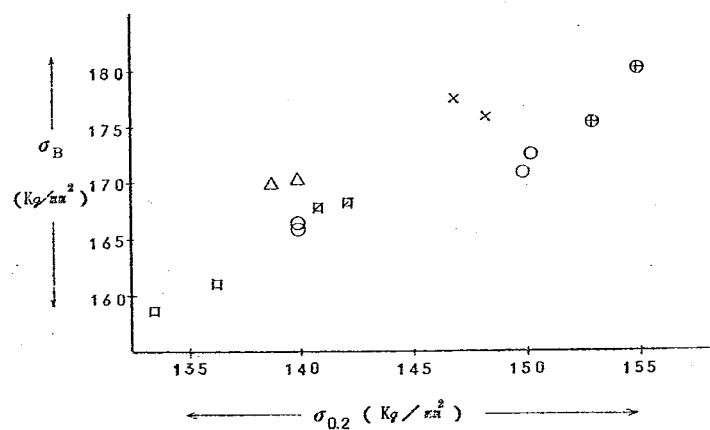


図-2 引張強さ-0.2%耐力

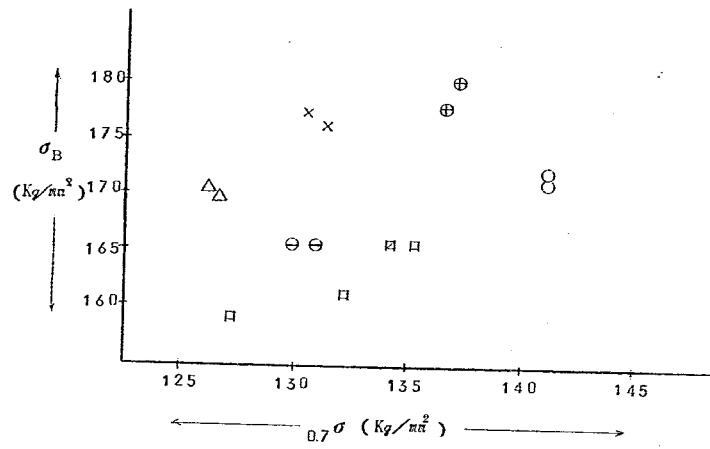


図-3 引張強さ-0.7%耐力

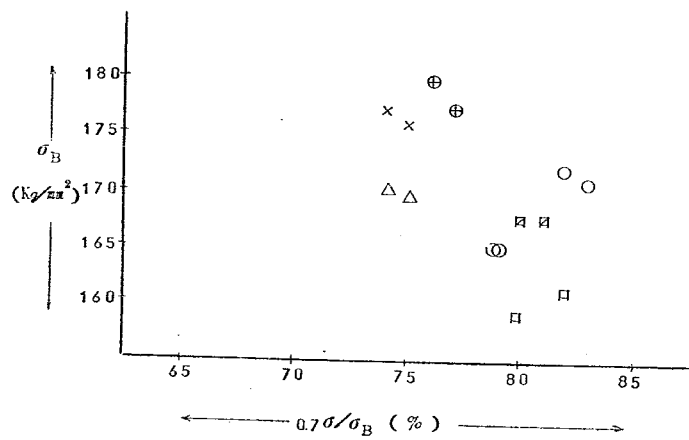


図-4 引張強さ-降伏比

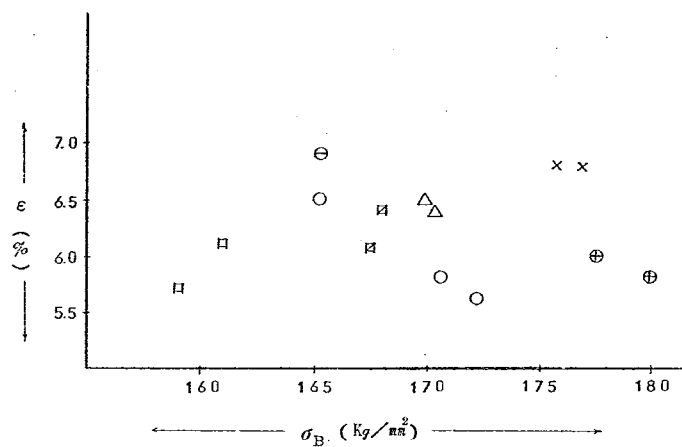


図-5 引張強さ-伸び

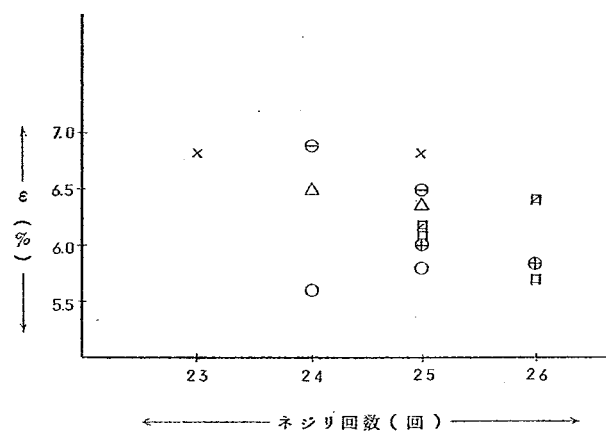


図-6 ネジリ回数-伸び

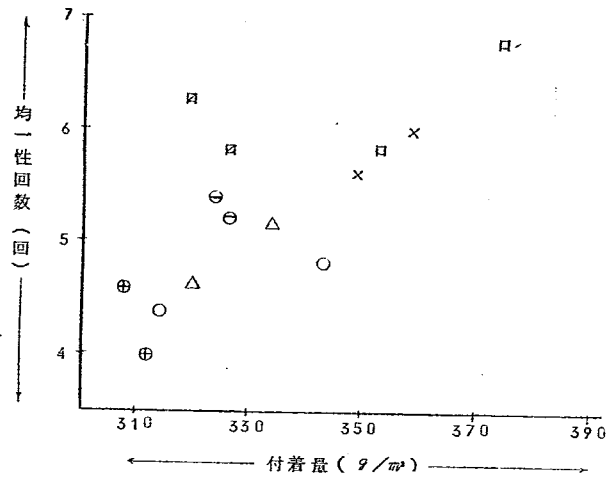


図-7 均一性回数-付着量

土木研究所で行なったチェック試験で1社にカッビ破断がみられた。これは組織不良やダイスの形状の不良によるものと考えられる。引張強さ-伸線減面, 引張強さ-0.2%耐力, 引張強さ-0.7%耐力, 引張強さ- $\alpha_T \sigma / \sigma_B$, 引張強さ-伸びの関係をそれぞれ図1~5に示す。

図に用いた会社別記号は次のとおりである。

- | | |
|---------------------|--------|
| A 社: △ | C 社: × |
| B ₁ 社: ○ | D 社: □ |
| B ₂ 社: ⊖ | E 社: ⊠ |
| B ₃ 社: ⊕ | |

(2) 0.2%耐力 ($\sigma_{0.2}$)

外国とくに米国の長大吊橋において用いられている平行線ケーブル用鋼線を目標としているため, 昭和38年度の調査と同様に

A I S I の規定に従って 0.7 % 耐力をとった。したがってわが国の J I S Z 2 2 4 1 (金属材料引張試験方法) で求める 0.2 % 耐力は参考値とした。0.2 % 耐力ー引張強さの関係を図-2 に示す。

(3) 0.7 % 耐力 (0.7σ)

A I S I の規定に従って 0.7 % 全伸びに相当する応力度を降伏点とした。この規定に従って、測定したところ表-22, 23 の 0.7 % 耐力の欄に示すような結果を得た。これは仕様値に対し十分良好な値を示している。またこれを 0.2 % 耐力と比較してみると、平均値で約 10 % 低い値を示しているといえる。引張強さー0.7 % 耐力の関係をみると図-3 のようになる。

(4) 弾性係数

弾性係数の測定は各社の提出結果とは別につきにのべる方法で精密測定を行なって、各社の結果をチェックした。

i) 低応力範囲

まず 150 Kg の荷重をかけてダイヤルゲージの零目盛を合わせたのち荷重を増加して 250 Kg, 750 Kg のときの伸びをダイヤルゲージ 2 個を使って測定した。この操作を 3 回くり返して行ない、その算術平均から弾性係数を算出した。

ii) 高応力範囲

方法は 1) と同じで 650 Kg でダイヤルゲージの零目盛をとり 750 Kg, 1,400 Kg のときの伸びを測定し、弾性係数を測定した。

このチェック試験の結果は表-24 に示すとおりである。

表-24 弾性係数

(単位 Kg/cm^2)

会社名	低応力範囲 250Kg~750Kg (13Kg/cm ² ~38Kg/cm ²)	高応力範囲 750Kg~1,400Kg (38Kg/cm ² ~71Kg/cm ²)
A	2,060,000	1,990,000
B ₁	2,060,000	2,020,000
B ₂	2,080,000	1,990,000
B ₃	1,990,000	2,020,000
C	2,040,000	2,010,000
D	2,050,000	2,010,000
E	2,100,000	2,000,000

(5) 伸 び

伸びは表-22, 23の伸びの欄で明らかなようにすべて仕様値を満足している。

伸び-引張強さ、および伸び-ネジリ回数は図-5, 6に示すとおりである。

7.5.2 巻付試験

各社から提出された結果は表-25に示す。またチェック試験結果は表-26に示すとおりである。これらの結果から仕様値を十分満足しているといえる。

7.5.3 ネジリ試験

各社から提出された結果は表-27に示すとおりである。またチェック試験結果は表-28に示すとおりである。

表-27からわかるとおり最小23回、最大27回となっている。昭和38年度の試作試験にくらべると引張強さとは無関係にネジリ回数は変動している。

表-25 巻付試験

会社名 資料番号 コイル番号		1	2	3	4	5
A	1	A	A	A	A	A
	2	A	A	A	A	A
B ₁	1	A	A	A	A	A
	2	A	A	A	A	A
B ₂	1	A	A	A	A	A
	2	A	A	A	A	A
B ₃	1	A	A	A	A	A
	2	A	A	A	A	A
C	1	A	A	A	A	A
	2	A	A	A	A	A
D	1	A	A	A	A	A
	2	A	A	A	A	A
E	1	A	A	A	A	A
	2	A	A	A	A	A

-34-

表-26 巻付試験(チエツク試験)

会社名 資料番号 コイル番号		1	2	3	4	5
A	1	A	A	A	A	A
	2	A	A	A	A	A
B ₁	1	A	A	A	A	A
	2	A	A	A	A	A
B ₂	1	A	A	A	A	A
	2	A	A	A	A	A
B ₃	1	A	A	A	A	A
	2	A	A	A	A	A
C	1	A	A	A	A	A
	2	A	A	A	A	A
D	1	A	A	A	A	A
	2	A	A	A	A	A
E	1	A	A	A	A	A
	2	A	A	A	A	A

判定基準 A:キレツのないもの

B: 軽微なキレツが数多いもの

C: キレツが甚しいもの

D: 折損したもの

表-27 ネジリ試験

資料番号 会社名	1	2	3	4	5	平均 回数	最大 回数	最小 回数	
A	1	25A	26A	24A	24A	24A	25	26	24
	2	25A	23A	25A	23A	26A	24	26	23
B ₁	1	24A	24A	24A	24A	23A	24	24	23
	2	25A	25A	26A	25A	25A	25	26	25
B ₂	1	24A	24A	24A	23A	24A	24	24	23
	2	25A	24A	25A	25A	24A	25	25	24
B ₃	1	25A	25A	25A	27A	25A	25	27	25
	2	27A	27A	25A	25A	25A	26	27	25
C	1	24A	23A	23A	23A	24A	23	24	23
	2	23A	23A	24A	23A	23A	23	24	23
D	1	25A	25A	26A	27A	26A	26	27	25
	2	23A	26A	25A	25A	24A	25	26	23
E	1	26A	25A	24A	24A	24A	25	26	24
	2	26A	26A	26A	26A	26A	26	26	26

判定基準

- A: 破断面の状況は線軸に直角でキズ、ワレなどのないもの。
 ネジレの状況は全長にわたり均等で、縦ワレ、キズおよび局部
 ネジレがなく、また著しいラセン状になっていない。
 B: AとBの中間
 C: 破断面の状況は線軸に直角でなく、キズ、ワレ目等がある。
 局部ネジレや縦ワレ等がある。

表-28 ネジリ試験(チエック試験)

資料番号 会社名	1	2	3	4	5	平均 回数	最大 回数	最小 回数	
A	1	23A	27A	23A	27A	28A	26	28	23
	2	24A	27A	24A	28A	25A	26	28	24
B ₁	1	27A	25A	25A	26A	26A	26	27	25
	2	24A	24A	24A	24A	23A	24	24	23
B ₂	1	23A	23A	24A	23A	23A	23	24	23
	2	22A	23A	23A	23A	24A	23	24	22
B ₃	1	24A	24A	24A	24A	24A	24	24	24
	2	22A	24A	22A	24A	26A	24	26	22
O	1	18A	18A	11A	21A	19A	17	21	11
	2	8B	18A	20A	17A	20A	17	20	8
D	1	27A	31*	27A	27A	28A	28	31	27
	2	27B	27*	27A	26B	27B	27	27	26
E	1	24A	23A	23A	24A	25A	24	25	23
	2	23A	24A	25A	25A	24A	24	25	23

7.6 メッキ試験

7.6.1 付着性試験

各社から提出された結果は表-29に示すとおりである。

またチエツク試験結果を表-30に示す。

これらの結果からわかるように各社ともほぼ良好な結果を得た。

7.6.2 均一性試験

各社から提出された結果は表-31に示すとおりである。

またチエツク試験結果は表-32に示すとおりである。

仕様値4(回/分)に対し4回~7回と十分満足している。

均一性回数-付着量の関係は図-7に示すとおりである。

7.6.3 付着量試験

各社から提出された結果は表-33に示すとおりである。

またチエツク試験結果を表-34に示す。

これらの結果からいえることは各社とも付着量は仕様値よりも大きく、最大40%、最小1%の増加となっている。

しかしD社については2章でのべたとおり昭和38年度の試作試験結果を引用したものであるため、D社を除いて考えると最大23%最小1%の増加となって、昭和38年度に比較すると、付着量の仕様値に近づいている。これはメッキ後の線径の増加は平均値で0.1mmを超えてはならないと上限を決めたことによるものと考えられる。

表-33 付着量試験

(単位 $\frac{g}{m^2}$)

資料番号 会社名		1	2	3	4	5	最 大 付着量	最 小 付着量	平均値	仕様値に対する比(%)		
										最 大	最 小	平均値
A	1	343	323	319	306	307	343	306	320	114	102	107
	2	347	321	324	332	344	347	321	334	116	107	111
B ₁	1	368	340	333	345	330	368	330	343	123	110	114
	2	317	315	308	305	323	323	305	314	108	102	105
B ₂	1	310	312	322	310	326	326	310	316	109	103	105
	2	312	324	335	330	321	335	312	324	112	104	108
B ₃	1	310	304	322	318	308	322	304	312	107	101	104
	2	312	303	303	320	303	320	303	308	107	101	103
C	1	345	346	353	359	342	359	342	348	120	114	116
	2	336	346	351	350	368	368	336	359	123	112	117
D*	1	386	393	333	378	378	393	333	374	140	119	136
	2	321	340	366	390	347	390	321	353	139	115	126
E	1	318	324	324	334	329	334	318	326	111	106	109
	2	313	314	318	318	331	331	313	319	110	104	106
總 合										140	101	112

* 付着量の仕様値が $280 \frac{g}{m^2}$

表-34 付 着 量 試 験 (テ ェ ッ ク 試 験)

会社名 資料番号 コイル番号		1	2	3	4	5	最 大 付着量	最 小 付着量	平 均 値	仕様値に対する比(%)		
										最 大	最 小	平均値
A	1	308	307	342	342	346	346	307	329	115	102	110
	2	334	340	307	339	339	340	307	332	113	102	111
B ₁	1	312	310	302	318	314	318	302	311	106	101	104
	2	345	336	354	358	343	358	336	347	119	112	116
B ₂	1	314	327	314	312	329	329	312	319	110	104	106
	2	326	321	320	328	331	331	319	325	110	106	108
B ₃	1	306	316	307	310	310	316	306	310	105	102	103
	2	310	520	308	324	301	520	301	353	173	100	118
C	1	347	369	368	365	349	369	347	360	123	116	120
	2	361	352	359	335	361	361	335	354	120	112	118
D [*]	1	319	317	322	328	322	328	317	322	117	113	115
	2	359	356	310	359	340	359	310	345	128	111	123
E	1	341	338	332	348	328	348	328	337	116	109	112
	2	321	320	315	321	332	332	315	322	111	105	107
										173	100	112

* 付着量の仕様値が $280 \frac{g}{m^2}$

表—29 付 着 性 試 験

会社名	資料番号 コイル番号					
		1	2	3	4	5
A	1	A	A	A	A	A
	2	A	A	A	A	A
B ₁	1	A	A	A	A	A
	2	A	A	A	A	A
B ₂	1	A	A	A	A	A
	2	A	A	A	A	A
B ₃	1	A	A	A	A	A
	2	A	A	A	A	A
C	1	A	A	A	A	A
	2	A	A	A	A	A
D	1	A	A	A	A	A
	2	A	A	A	A	A
E	1	A	A	A	A	A
	2	A	A	A	A	A

判定基準 A : メツキ面がなめらか、かつ均一で裸点や黒点がなく、しかも肉眼で見えるフレ目がないもの。

B : A と C の中間

C : メツキ面が粗でメツキにむらがあり、肉眼で見えるフレ目が多いもの。

表—30 付着性試験 (チェック試験)

会社名	資料番号 コイル番号					
		1	2	3	4	5
A	1	A	A	A	A	A
	2	A	A	A	A	A
B ₁	1	A	A	A	A	A
	2	A	A	A	A	A
B ₂	1	A	A	A	A	A
	2	A	A	A	A	A
B ₃	1	A	A	A	A	A
	2	A	A	A	A	A
C	1	A	A	A	A	A
	2	A	A	A	A	A
D	1					
	2					
E	1	A	A	A	A	A
	2	A	A	A	A	A

表-31 均一性試験（1分間浸漬回数）

会社名	資料番号 コイル番号					
		1	2	3	4	5
A	1	5	4	5	5	4
	2	5	5	5	5	6
B ₁	1	5	4	4	5	5
	2	4	4	4	5	5
B ₂	1	5	5	6	5	5
	2	5	5	6	6	5
B ₃	1	4	4	4	4	4
	2	5	5	4	5	4
C	1	5	5	6	6	6
	2	6	6	6	6	6
D	1	7	7	6	7	7
	2	6	5	6	6	6
E	1	6	6	5	6	6
	2	6	7	6	6	6

表-32 均一性試験（チェック試験）

会社名	資料番号 コイル番号					
		1	2	3	4	5
A	1	8	7	8	7	8
	2	8	7	7	7	8
B ₁	1	7	7	6	6	7
	2	7	8	8	9	8
B ₂	1	7	7	7	7	7
	2	7	7	7	7	7
B ₃	1	5	5	4	5	5
	2	6	5	6	5	6
C	1	6	6	7	7	7
	2	7	6	7	6	7
D	1	6	6	6	6	6
	2	7	6	6	6	6
E	1	8	7	6	7	7
	2	8	7	7	7	8

7.7 施工性

わが国では銅線の直線性についての規定がないため、昭和38年度の試作試験と同様に AISI の規定を準用したがその結果は図-8 に示すとおりである。また銅線を10m程度に切断して両端を自由にし、設置してスプリングアップの状態を調べたところ図-9 にみるような結果を得た。

昭和39年度は図-8 からみてもわかるように、各社とも直線性については相当に研究をした結果として曲りぐせの少ない銅線が製造できた。

図-8 施 工 性 試 験

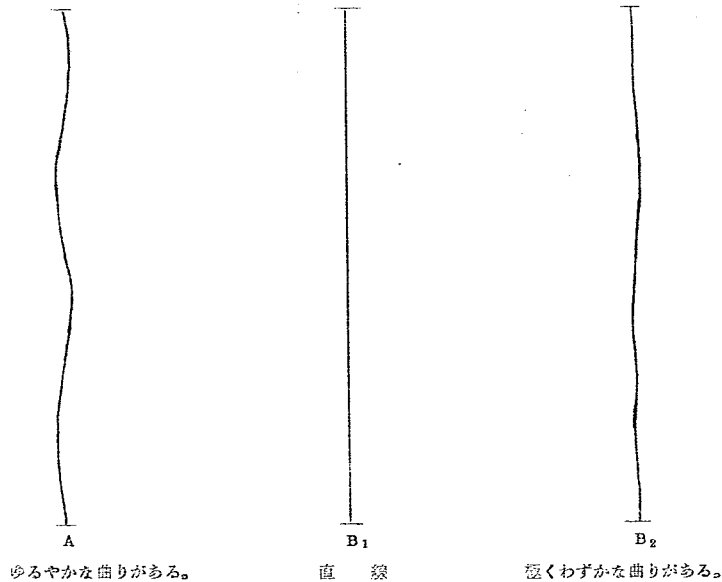
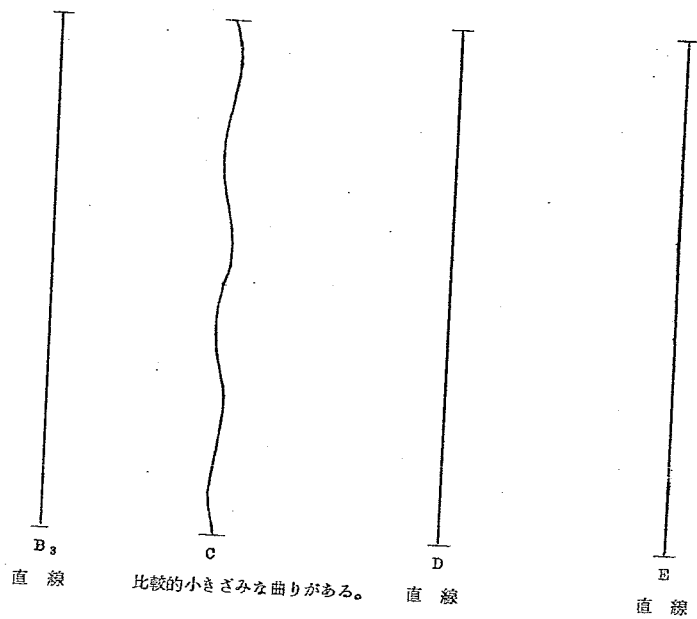


図-8 施工性試験



二内ク

図-? スプリングアップ試験

単位 cm

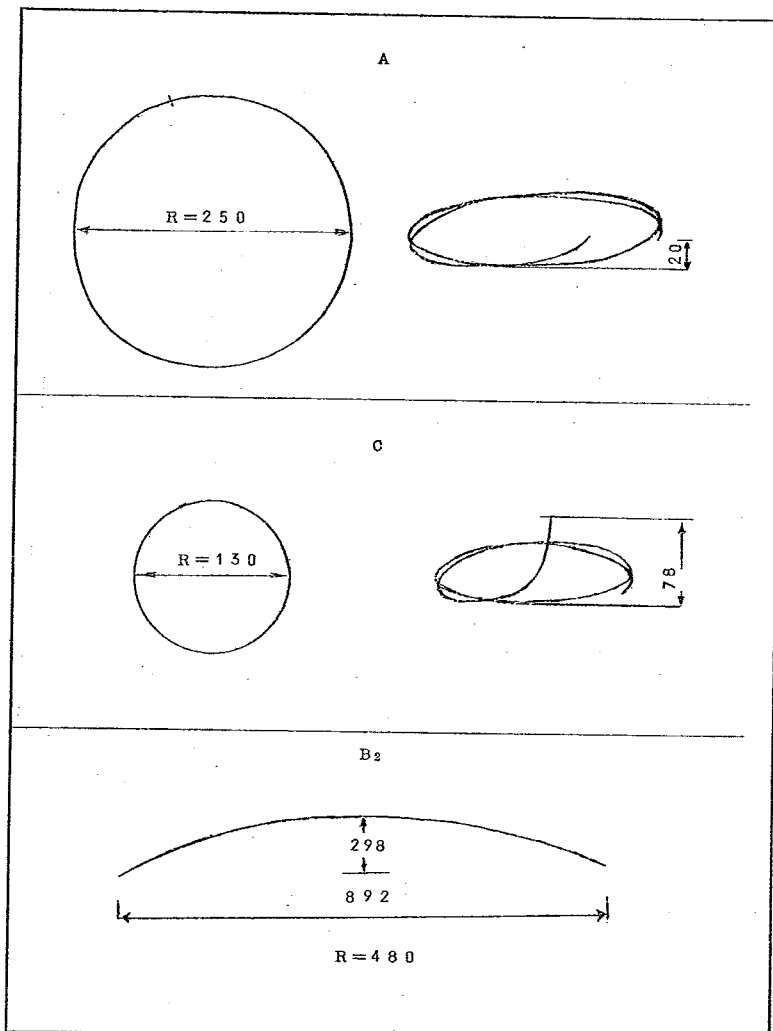
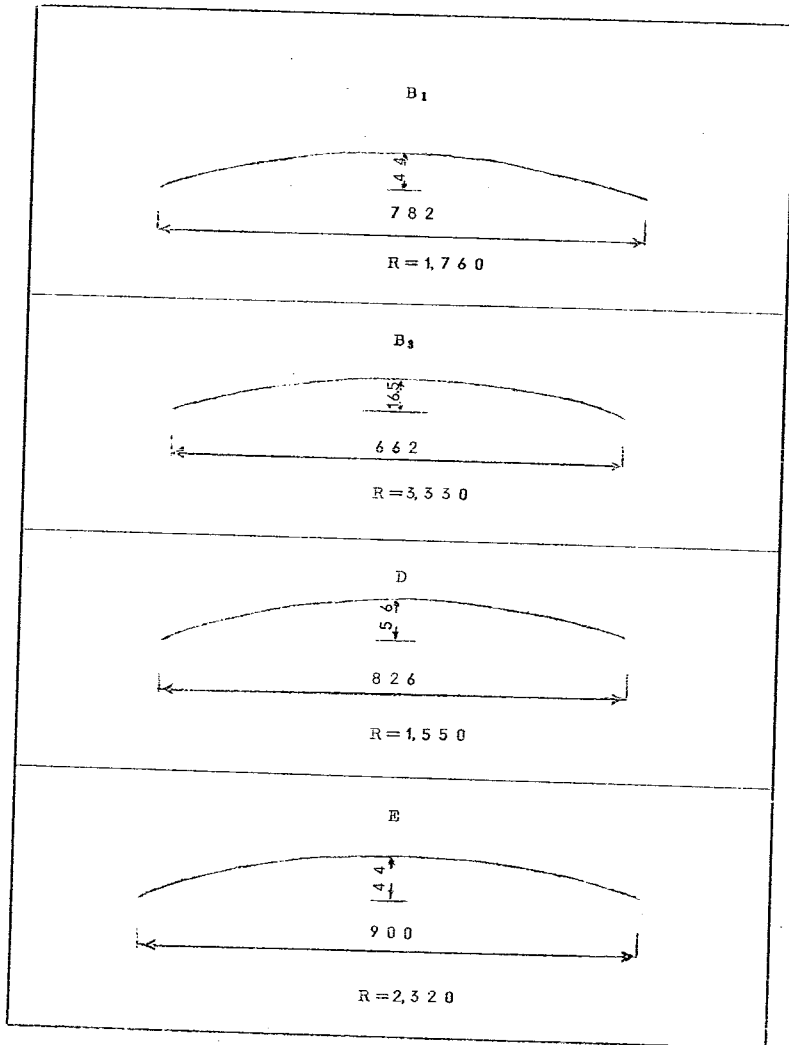


図-9 スプリングアップ試験

単位 cm



二
外
ク

8. 継手

平行線ケーブルにはつぎのような理由から銅線の継手が必要になる。

- (1) 実際に得られる銅線は線径5mmの場合で、最大が約2,700m程度であるため、これらの銅線をそれぞれ継ぐ必要がある。
- (2) 架線された銅線がそれぞれ均等な力を受けるためには、各銅線のサグを等しくする必要がある。このサグの調整は銅線を切断してサグの大きすぎるものはその長さを縮め、サグの小さすぎるものは別の銅線を継ぎ足してその長さを伸ばす方法で行なうため、それらの切断箇所に継手が必要となる。

8.1 継手の種類

現在、長大吊橋に用いられている継手を構造的に分類するとつぎの三種類に分けることができる。

1) A型継手 (Verrazano Narrows Bridge 型)

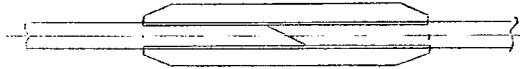


図-10 A型継手

図-10に示す継手でスリーブの内面半分ずつに左、右各切削ネジを切り継ぎ合わせようとする銅線の端部には左、右各転造ネジを切りタールパッキル式に締めつける。また銅線の切り口を斜めにして、銅線の回転に対し抵抗させる。

2) B型 (Golden Gate Bridge 型)

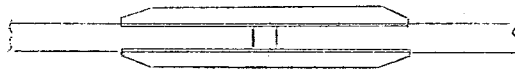


図-11 B型継手

図-11に示す継手でA型と同じようにすべて切削ネジを切ったものを継ぎ、円周に沿って三方向より高圧力でプレスし継線する。

3) C型 (Forth Road Bridge 型)

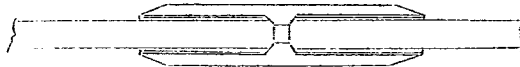


図-12 C型継手

図一 1 2に示す継手でスリーブと銅線の上にネイルを挿入する。このネイルは硬質の銅でできておりネイルの表面には切削ネジが切つてある。スリーブの中にネイルおよび銅線を挿入し高圧力でプレスを行ない継接を行なう。

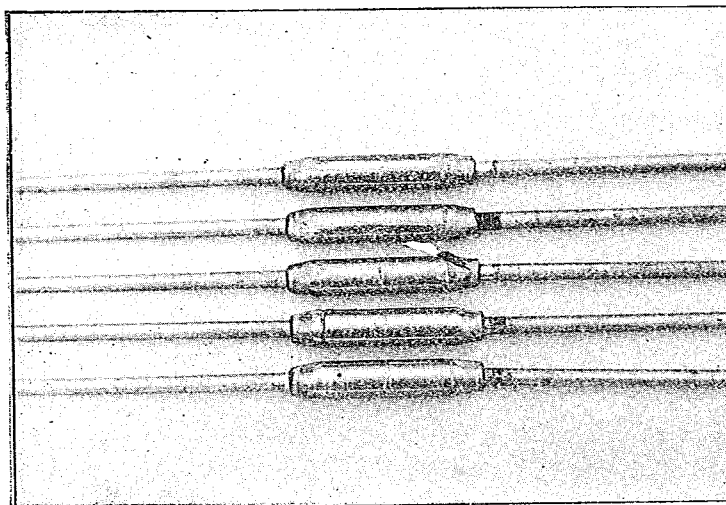
昭和 3 9年度の継手の試作試験で行なつた継手の仕様は 4 章でのべたとおりであるがこれはわが国において仕様に規定した性能の継手の製造が可能かどうかを調査したものである。

各社より提出された推しより継手の構造図と写真はそれぞれ表一 3 5および写真 1 ～ 5 に示すとおりである。実際には各社とも数種類の継手を試作しており、それらの中から最も性能のよいものを各社から一種類ずつ提出したものである。

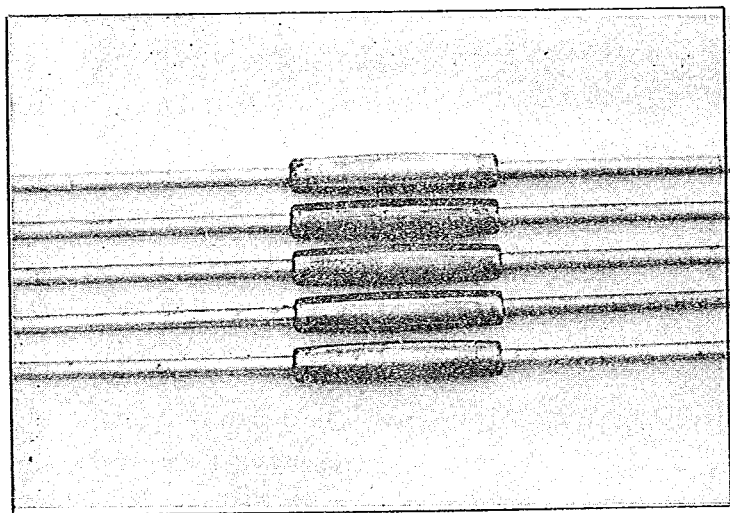
表-35 試作継手の種類および継線の方法

会社名	分類	寸 法	材 質	表面処理	継 接 の 方 法	引張強さに対する効率 母材の実効率	銅線の位置	備 考
A			SNOM6 8740	Zn クロメート	1. スリーブの内側に切削ネジを左右ネジリ切る 2. 銅線の両端に左右転造ネジを切る 3. スリーブの両端よりターンバックル式に締めつける 4. 締合後圧縮加工し継手効率を上げる	99%	107%	 銅線第2ネジ部
B			① SCM4 KBC60 ② SAE4340 SCM21		1. スリーブは内径8mm程度の穴があり筒になっている 2. 銅線の端の表面に鋸刃状の爪をもった硬いネイルを覆せる 3. それをスリーブに挿入して約100tの力を加えて圧縮成型する 4. 鋸刃状のネイルが銅線に喰い込み継手の効果を出す	σ_B 160 100%	104%	 銅線平行部70% 銅線ネジ部30% ネイル
C			S45C-D	Zn メッキ	1. 銅線の側のネジは先端10mmの完全山の後に不完全山を10mm切削ネジを切ったものをスリーブに挿入する 2. 圧縮は1回押し(120t加圧)で仕上げる 3. 不完全ネジ山で、圧縮成型のボンド向上をねらった。	97%	100%	 銅線第2ネジ部
D			SCM5	Zn メッキ	1. スリーブの内側に左右切削ネジを切る。 2. 銅線の両端部に左右転造ネジを切る。 3. 銅線をターンバックル式に締めつける。 4. 銅線の両端部に45°の切口をつけ、弛み止めとする。	98%	100%	 銅線第2ネジ部
E			SNOM6 又は8740	Zn電気メッキ +ニクロム	1. 銅線の接続端を45°の切口をつけ切口が一致する状態で、両銅線に印をつける。 2. スリーブの内側に左右ネジが切っているため転造ネジの銅線を挿入してスリーブを回すとターンバックル式に締めつけることができる 3. ネジ長さが継手のネジ長さより各1山短いので最後の締めつけで銅線の方にスリーブが喰い込んで行く 4. 最後の締めつけで継手効率は向上する。	99%	102%	 銅線第2ネジ部 注: X印は破断位置を示す これは全試験片の95%以上がこの位置付近で破断したもの

三
ノ
ク



写 真 - 1 A 社 継 手



写 真 - 2 B 社 継 手

三内ク

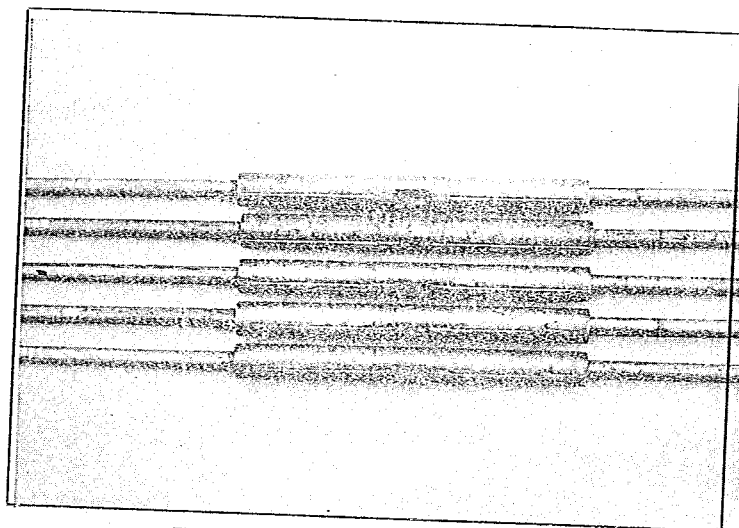


写真 - 3 C 社 継 手

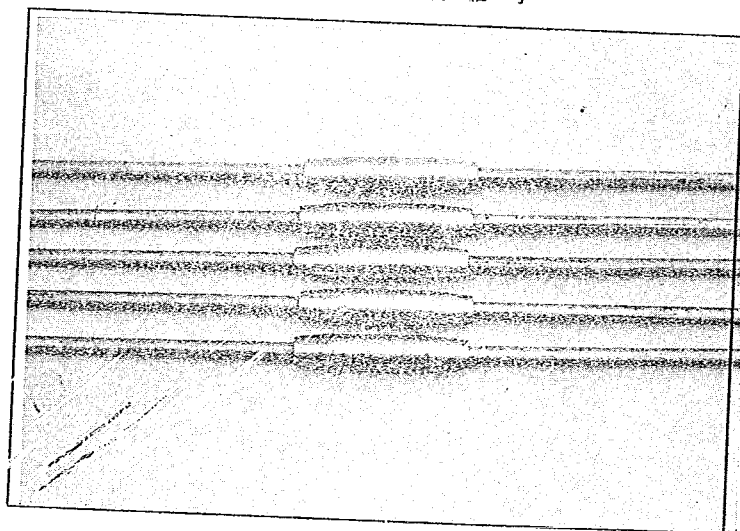


写真 - 4 D 社 継 手

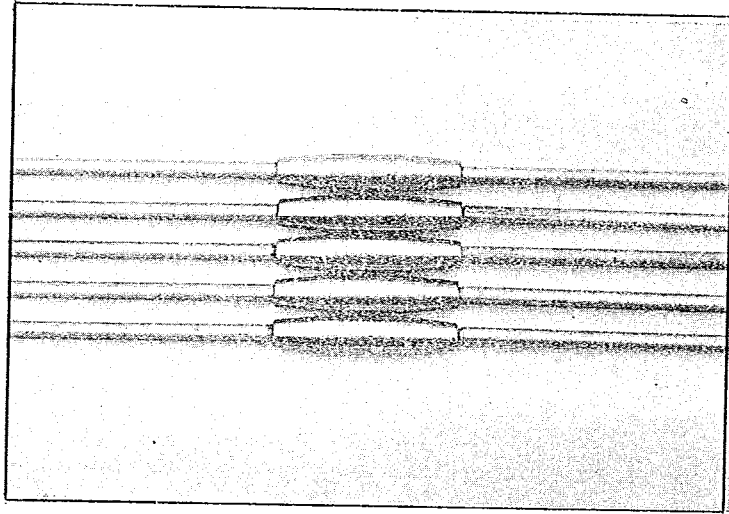


写真 - 5 E 社 継 手

8.2 継手部の引張試験

各社より提出された継手部の引張試験結果を表-36~42に示す。
また総括は表-43に示すとおりである。表-43をみてもわかるとおり
銅線の引張強さの平均値に対し、最小値で94%以上の効率を出すこ
とができた。銅線の引張強さの仕様値に対しては98%以上の効率が出
ており、ほぼ良好な結果を得たといえる。しかし継手の形式により若干
異なるが銅線の引張強さが大きくなるに従って継手部の効率は低下するこ
とがわかった。

表-36 A社継手部の引張試験

コ イ ル № 1				コ イ ル № 2			
試験片 番 号	引 張 荷 重 kg	試験片 番 号	引 張 荷 重 kg	試験片 番 号	引 張 荷 重 kg	試験片 番 号	引 張 荷 重 kg
1	3,380	26	3,360	1	3,370	26	3,370
2	3,380	27	3,370	2	3,360	27	3,360
3	3,370	28	3,350	3	3,390	28	3,380
4	3,410	29	3,350	4	3,380	29	3,350
5	3,390	30	3,390	5	3,340	30	3,370
6	3,360	31	3,330	6	3,380	31	3,380
7	3,350	32	3,350	7	3,370	32	3,350
8	3,380	33	3,380	8	3,410	33	3,360
9	3,370	34	3,400	9	3,370	34	3,370
10	3,390	35	3,380	10	3,380	35	3,340
11	3,350	36	3,370	11	3,340	36	3,360
12	3,370	37	3,370	12	3,390	37	3,380
13	3,360	38	3,340	13	3,380	38	3,350
14	3,350	39	3,360	14	3,370	39	3,330
15	3,360	40	3,340	15	3,380	40	3,340
16	3,340	41	3,380	16	3,380	41	3,350
17	3,380	42	3,370	17	3,370	42	3,400
18	3,370	43	3,360	18	3,380	43	3,350
19	3,360	44	3,360	19	3,360	44	3,360
20	3,380	45	3,370	20	3,350	45	3,340
21	3,380	46	3,350	21	3,370	46	3,350
22	3,360	47	3,360	22	3,350	47	3,370
23	3,390	48	3,370	23	3,370	48	3,360
24	3,370	49	3,370	24	3,360	49	3,370
25	3,400	50	3,380	25	3,330	50	3,350
最 大 値	3,410 kg			最 大 値	3,410 kg		
最 小 値	3,330 "			最 小 値	3,330 "		
平 均 値	3,370 "			平 均 値	3,360 "		
標 準 偏 差	16.79			標 準 偏 差	17.76		
変 動 係 数	0.50%			変 動 係 数	0.53%		

表-37 B₁ 社継手部の引張試験

コイル No. 1				コイル No. 2			
試験片 番 号	引 張 荷 重 kg	試験片 番 号	引 張 荷 重 kg	試験片 番 号	引 張 荷 重 kg	試験片 番 号	引 張 荷 重 kg
1	3,400	26	3,410	1	3,390	26	3,350
2	3,410	27	3,410	2	3,380	27	3,360
3	3,410	28	3,410	3	3,370	28	3,390
4	3,410	29	3,400	4	3,380	29	3,380
5	3,400	30	3,410	5	3,390	30	3,370
6	3,410	31	3,420	6	3,380	31	3,390
7	3,420	32	3,410	7	3,370	32	3,380
8	3,400	33	3,410	8	3,390	33	3,370
9	3,410	34	3,400	9	3,380	34	3,380
10	3,400	35	3,420	10	3,380	35	3,370
11	3,390	36	3,420	11	3,380	36	3,380
12	3,410	37	3,410	12	3,380	37	3,380
13	3,400	38	3,410	13	3,370	38	3,390
14	3,400	39	3,400	14	3,380	39	3,380
15	3,410	40	3,400	15	3,390	40	3,380
16	3,400	41	3,380	16	3,380	41	3,380
17	3,400	42	3,410	17	3,380	42	3,370
18	3,410	43	3,410	18	3,390	43	3,380
19	3,400	44	3,390	19	3,380	44	3,370
20	3,410	45	3,400	20	3,390	45	3,380
21	3,410	46	3,410	21	3,380	46	3,380
22	3,410	47	3,410	22	3,380	47	3,380
23	3,400	48	3,410	23	3,370	48	3,380
24	3,420	49	3,410	24	3,380	49	3,380
25	3,420	50	3,400	25	3,360	50	3,380
最 大 値		3,420 kg		最 大 値		3,390 kg	
最 小 値		3,380 "		最 小 値		3,350 "	
平 均 値		3,410 "		平 均 値		3,380 "	
標 準 偏 差		8.83		標 準 偏 差		8.37	
変 動 係 数		0.26 %		変 動 係 数		0.25 %	

表-38 B₂ 社継手部の引張試験

コイル No. 1				コイル No. 2			
試験片 番号	引張荷重 kg	試験片 番号	引張荷重 kg	試験片 番号	引張荷重 kg	試験片 番号	引張荷重 kg
1	3,260	26	3,300	1	3,270	26	3,260
2	3,280	27	3,280	2	3,280	27	3,280
3	3,280	28	3,290	3	3,270	28	3,270
4	3,280	29	3,290	4	3,270	29	3,280
5	3,290	30	3,290	5	3,280	30	3,280
6	3,300	31	3,290	6	3,280	31	3,280
7	3,290	32	3,290	7	3,270	32	3,210
8	3,290	33	3,290	8	3,280	33	3,270
9	3,290	34	3,290	9	3,280	34	3,280
10	3,290	35	3,290	10	3,280	35	3,270
11	3,290	36	3,290	11	3,280	36	3,280
12	3,300	37	3,290	12	3,280	37	3,270
13	3,280	38	3,290	13	3,280	38	3,280
14	3,290	39	3,290	14	3,270	39	3,280
15	3,290	40	3,280	15	3,270	40	3,270
16	3,290	41	3,290	16	3,270	41	3,280
17	3,290	42	3,220	17	3,270	42	3,280
18	3,290	43	3,290	18	3,280	43	3,280
19	3,290	44	3,290	19	3,270	44	3,270
20	3,290	45	3,280	20	3,270	45	3,270
21	3,280	46	3,290	21	3,270	46	3,270
22	3,300	47	3,280	22	3,280	47	3,270
23	3,270	48	3,290	23	3,280	48	3,260
24	3,290	49	3,290	24	3,280	49	3,280
25	3,290	50	3,290	25	3,280	50	3,260
最大値	3,300 kg			最大値	3,280 kg		
最小値	3,220 "			最小値	3,210 "		
平均値	3,290 "			平均値	3,270 "		
標準偏差	12.25			標準偏差	11.40		
変動係数	0.37 %			変動係数	0.35 %		

四内ク

表-39 B₂ 社継手部の引張試験

コイル No. 1				コイル No. 2			
試験片 番号	引張荷重 kg	試験片 番号	引張荷重 kg	試験片 番号	引張荷重 kg	試験片 番号	引張荷重 kg
1	3,490	26	3,490	1	3,490	26	3,530
2	3,490	27	3,480	2	3,540	27	3,520
3	3,490	28	3,490	3	3,540	28	3,500
4	3,480	29	3,490	4	3,520	29	3,520
5	3,470	30	3,480	5	3,520	30	3,540
6	3,490	31	3,480	6	3,550	31	3,380
7	3,480	32	3,480	7	3,530	32	3,540
8	3,490	33	3,490	8	3,510	33	3,530
9	3,480	34	3,490	9	3,530	34	3,540
10	3,490	35	3,490	10	3,540	35	3,540
11	3,470	36	3,480	11	3,530	36	3,510
12	3,480	37	3,480	12	3,540	37	3,540
13	3,480	38	3,490	13	3,530	38	3,520
14	3,490	39	3,490	14	3,480	39	3,540
15	3,490	40	3,490	15	3,460	40	3,540
16	3,490	41	3,470	16	3,540	41	3,550
17	3,490	42	3,470	17	3,530	42	3,520
18	3,480	43	3,490	18	3,380	43	3,550
19	3,470	44	3,480	19	3,540	44	3,530
20	3,490	45	3,490	20	3,540	45	3,530
21	3,480	46	3,490	21	3,310	46	3,530
22	3,480	47	3,490	22	3,540	47	3,530
23	3,490	48	3,470	23	3,540	48	3,540
24	3,480	49	3,490	24	3,540	49	3,520
25	3,470	50	3,480	25	3,540	50	3,540
最大値		3,490 kg		最大値		3,550 kg	
最小値		3,470 "		最小値		3,310 "	
平均値		3,480 "		平均値		3,520 "	
標準偏差		8.12		標準偏差		45.12	
変動係数		0.23 %		変動係数		1.28 %	

表-40 C社継手部の引張試験

コイル No. 1				コイル No. 2 *			
試験片 番 号	引 張 荷 重 kg	試験片 番 号	引 張 荷 重 kg	試験片 番 号	引 張 荷 重 kg	試験片 番 号	引 張 荷 重 kg
1	3.350	26	3.340				
2	3.330	27	3.340				
3	3.340	28	3.400				
4	3.380	29	3.370				
5	3.360	30	3.370				
6	3.350	31	3.310				
7	3.350	32	3.340				
8	3.390	33	3.350				
9	3.320	34	3.340				
10	3.370	35	3.310				
11	3.340	36	3.350				
12	3.350	37	3.330				
13	3.390	38	3.330				
14	3.310	39	3.340				
15	3.330	40	3.330				
16	3.320	41	3.360				
17	3.340	42	3.360				
18	3.340	43	3.360				
19	3.370	44	3.350				
20	3.320	45	3.320				
21	3.320	46	3.360				
22	3.350	47	3.370				
23	3.350	48	3.290				
24	3.370	49	3.280				
25	3.370	50	3.380				
最 大 値	3.400 kg			最 大 値			
最 小 値	3.280 "			最 小 値			
平 均 値	3.330 "			平 均 値			
標 準 偏 差	4.254			標 準 偏 差			
変 動 係 数	1.27 %			変 動 係 数			

* C社継手部の引張試験は1コイルのみ

図
外
タ

表-41 D社継手部の引張試験

コイル № 1				コイル № 2			
試験片 番 号	引張荷重 kg	試験片 番 号	引張荷重 kg	試験片 番 号	引張荷重 kg	試験片 番 号	引張荷重 kg
1	3.110	26	3.110	1	3.110	26	3.120
2	3.130	27	3.090	2	3.130	27	3.120
3	3.090	28	3.130	3	3.090	28	3.090
4	3.100	29	3.110	4	3.130	29	3.120
5	3.090	30	3.120	5	3.090	30	3.130
6	3.130	31	3.130	6	3.100	31	3.150
7	3.090	32	3.100	7	3.130	32	3.120
8	3.110	33	3.130	8	3.090	33	3.080
9	3.110	34	3.090	9	3.130	34	3.120
10	3.130	35	3.110	10	3.120	35	3.150
11	3.120	36	3.100	11	3.120	36	3.120
12	3.100	37	3.090	12	3.120	37	3.120
13	3.120	38	3.140	13	3.100	38	3.100
14	3.150	39	3.140	14	3.100	39	3.130
15	3.090	40	3.120	15	3.120	40	3.130
16	3.130	41	3.130	16	3.080	41	3.090
17	3.100	42	3.110	17	3.120	42	3.140
18	3.100	43	3.100	18	3.150	43	3.140
19	3.120	44	3.090	19	3.100	44	3.100
20	3.110	45	3.100	20	3.110	45	3.110
21	3.110	46	3.120	21	3.130	46	3.090
22	3.110	47	3.150	22	3.090	47	3.090
23	3.130	48	3.110	23	3.130	48	3.110
24	3.110	49	3.130	24	3.150	49	3.120
25	3.120	50	3.120	25	3.130	50	3.120
最 大 値		3.150 kg		最 大 値		3.150 kg	
最 小 値		3.090 "		最 小 値		3.080 "	
平 均 値		3.110 "		平 均 値		3.120 "	
標 準 偏 差		1.641		標 準 偏 差		1.894	
変 動 係 数		0.53 %		変 動 係 数		0.61 %	

表-42 B社巻手部の引張試験

コイル No. 1				コイル No. 2			
試験片 番 号	引張荷重 kg	試験片 番 号	引張荷重 kg	試験片 番 号	引張荷重 kg	試験片 番 号	引張荷重 kg
1	3.300	26	3.320	1	3.290	26	3.320
2	3.270	27	3.290	2	3.280	27	3.310
3	3.270	28	3.320	3	3.310	28	3.320
4	3.270	29	3.320	4	3.290	29	3.320
5	3.300	30	3.310	5	3.270	30	3.300
6	3.290	31	3.290	6	3.330	31	3.280
7	3.320	32	3.290	7	3.300	32	3.320
8	3.310	33	3.270	8	3.300	33	3.310
9	3.240	34	3.300	9	3.260	34	3.320
10	3.290	35	3.290	10	3.320	35	3.300
11	3.310	36	3.270	11	3.300	36	3.320
12	3.300	37	3.290	12	3.310	37	3.320
13	3.300	38	3.280	13	3.260	38	3.330
14	3.300	39	3.200	14	3.320	39	3.320
15	3.300	40	3.300	15	3.290	40	3.300
16	3.300	41	3.300	16	3.320	41	3.320
17	3.280	42	3.320	17	3.280	42	3.320
18	3.320	43	3.280	18	3.270	43	3.300
19	3.310	44	3.290	19	3.300	44	3.320
20	3.280	45	3.290	20	3.290	45	3.320
21	3.290	46	3.300	21	3.300	46	3.330
22	3.320	47	3.300	22	3.320	47	3.300
23	3.320	48	3.300	23	3.300	48	3.320
24	3.300	49	3.290	24	3.320	49	3.320
25	3.270	50	3.290	25	3.320	50	3.300
最 大 値	3.320 kg			最 大 値	3.330 kg		
最 小 値	3.200 "			最 小 値	3.260 "		
平 均 値	3.290 "			平 均 値	3.310 "		
標 準 偏 差	21.73			標 準 偏 差	18.38		
変 動 係 数	0.66 %			変 動 係 数	0.56 %		

表 - 43 継手部引張試験結果

会社名 コイル番号	項目	引張荷重	銅線の仕様引張強さに対する効率	銅線の実平均値に対する効率	備考
		kg	%	%	
A	1	最大値	3,410	109	引張強さ 仕様値 160 kg/mm ² 実平均値 170.2
		最小値	3,330	106	
		平均値	3,370	107	
		標準偏差	16.79		
		変動係数	0.50 %		
	2	最大値	3,410	109	引張強さ 実平均値 169.9 kg/mm ²
		最小値	3,330	106	
		平均値	3,360	107	
		標準偏差	17.78		
		変動係数	0.53 %		
B ₁	1	最大値	3,420	106	引張強さ 仕様値 165 kg/mm ² 実平均値 172.1
		最小値	3,380	104	
		平均値	3,410	105	
		標準偏差	8.83		
		変動係数	0.26 %		
	2	最大値	3,390	105	引張強さ 実平均値 170.8 kg/mm ²
		最小値	3,350	104	
		平均値	3,380	104	
		標準偏差	8.37		
		変動係数	0.25 %		
B ₂	1	最大値	3,300	105	引張強さ 仕様値 160 kg/mm ² 実平均値 165.4
		最小値	3,220	104	
		平均値	3,290	105	
		標準偏差	12.25		
		変動係数	0.37 %		
	2	最大値	3,280	104	引張強さ 実平均値 165.5 kg/mm ²
		最小値	3,210	102	
		平均値	3,270	104	
		標準偏差	11.40		
		変動係数	0.35 %		
B ₃	1	最大値	3,490	104	引張強さ 仕様値 170 kg/mm ² 実平均値 177.6
		最小値	3,470	104	
		平均値	3,480	104	
		標準偏差	8.12		
		変動係数	0.23 %		
	2	最大値	3,550	106	引張強さ 実平均値 180.0 kg/mm ²
		最小値	3,310	99	
		平均値	3,520	105	
		標準偏差	45.12		
		変動係数	1.28 %		
C	1	最大値	3,400	102	引張強さ 仕様値 170 kg/mm ² 実平均値 175.8
		最小値	3,280	98	
		平均値	3,330	100	
		標準偏差	42.54		
		変動係数	1.27 %		
	2	最大値			引張強さ 実平均値
		最小値			
		平均値			
		標準偏差			
		変動係数			
D	1	最大値	3,150	101	引張強さ 仕様値 156 実平均値 159.0
		最小値	3,090	99	
		平均値	3,110	100	
		標準偏差	16.41		
		変動係数	0.53 %		
	2	最大値	3,150	102	引張強さ 実平均値 160.9 kg/mm ²
		最小値	3,080	100	
		平均値	3,110	101	
		標準偏差	18.94		
		変動係数	0.61 %		
E	1	最大値	3,320	102	引張強さ 仕様値 165 kg/mm ² 実平均値 167.7
		最小値	3,200	99	
		平均値	3,290	102	
		標準偏差	21.73		
		変動係数	0.66 %		
	2	最大値	3,330	103	引張強さ 実平均値 167.9 kg/mm ²
		最小値	3,260	101	
		平均値	3,310	102	
		標準偏差	18.58		
		変動係数	0.56 %		

* 注：継手効率が100%以上でも、継手部で母材の引張強さ以上にはならない。

2. 疲労試験

2.1 銅線の回転曲げ疲労試験

試験機はヘイロパーソン式繰返曲げ疲労試験機を用い試験片は線径の150倍として統一し試験を行なった。この結果を示すと表-44~56のとおりである。またこれを用いてS-N線図は図-13~22のとおりである。

表-44 D社銅線の回転曲げ疲労試験

コイル系1

$$\sigma_D = 156 \frac{\text{Kg}}{\text{mm}^2}$$

試験片 番号	最大応力 $\pm \text{Kg/mm}^2$	繰返 回数	破断位置
1	65.0	3.70×10^4	中央部
2	60.5	4.26×10^4	"
3	56.0	5.99×10^4	"
4	51.0	7.63×10^4	"
5	49.5	9.18×10^4	"
6	44.5	1.31×10^5	"
7	41.0	1.62×10^5	"
8	39.0	2.45×10^5	"
9	38.0	2.26×10^5	"
10	37.0	2.81×10^5	"
11	36.0	3.54×10^5	"
12	35.5	3.20×10^5	"
13	35.5	4.31×10^5	"
14	35.0	7.23×10^5	"
15	35.0	2.89×10^5	"
16	34.5	4.74×10^5	"
17	34.5	$> 1.45 \times 10^6$	破断せず
18	34.0	$> 1.00 \times 10^6$	"
19	34.0	$> 1.00 \times 10^6$	"
20	31.0	$> 1.00 \times 10^6$	"

表-45 D 社銅線の回転曲げ疲労試験

コイル No. 2

$$\sigma_B = 156 \text{ kg/mm}^2$$

試験片 番 号	最大応力 kg/mm ²	繰返 回数	破断位置
1	60.5	4.73×10^4	中央部
2	57.0	5.47×10^4	"
3	55.0	5.49×10^4	"
4	49.0	8.95×10^4	"
5	46.0	1.34×10^5	"
6	44.5	1.45×10^5	"
7	42.5	1.83×10^5	"
8	39.5	2.09×10^5	"
9	39.5	2.35×10^5	"
10	38.5	2.66×10^5	"
11	38.0	2.50×10^5	"
12	37.0	3.60×10^5	"
13	36.0	5.63×10^5	"
14	35.5	3.22×10^5	"
15	35.5	5.28×10^5	"
16	35.0	5.65×10^5	"
17	35.0	$> 1.00 \times 10^6$	破断せず
18	34.5	$> 1.00 \times 10^6$	"
19	34.5	$> 1.00 \times 10^6$	"
20	32.5	$> 1.00 \times 10^6$	"

表-46 A社銅線の回転曲げ疲労試験

コイル系1

$$\sigma_B = 160 \text{ Kg/mm}^2$$

試験 番号	最大応力 Kg/mm ²	繰返 回数	破断位置
1	46.2	5.90×10^4	中央部
2	46.2	7.00×10^4	"
3	44.3	6.50×10^4	"
4	40.4	7.40×10^4	"
5	42.3	8.60×10^4	"
6	40.4	1.02×10^5	"
7	42.2	1.30×10^5	"
8	38.5	1.32×10^5	"
9	38.5	1.75×10^5	"
10	36.5	4.10×10^5	"
11	36.5	5.00×10^5	"
12	35.2	1.05×10^6	"
13	35.2	$> 1.41 \times 10^6$	破断せず
14	35.2	$> 1.51 \times 10^6$	"
15	35.2	$> 1.85 \times 10^6$	"

表-47 A社銅線の回転曲げ疲労試験

コイル底2

$$\sigma_B = 160 \text{ Kg/mm}^2$$

試験片 番号	最大応力 Kg/mm ²	繰返 回数	破断位置
1	46.3	4.00×10^4	中央部
2	46.3	4.30×10^4	"
3	46.3	4.60×10^4	"
4	44.3	7.30×10^4	"
5	44.4	7.80×10^4	"
6	42.4	8.40×10^4	"
7	42.4	8.80×10^4	"
8	40.5	9.20×10^4	"
9	40.5	9.60×10^4	"
10	42.4	1.05×10^5	"
11	38.6	1.32×10^5	"
12	38.6	2.00×10^5	"
13	38.6	2.10×10^5	"
14	35.3	2.20×10^5	"
15	36.5	2.50×10^5	"
16	36.5	3.40×10^5	"
17	35.2	4.30×10^5	"
18	35.3	5.60×10^5	"
19	34.7	9.60×10^5	"
20	34.5	$>1.50 \times 10^6$	破断せず
21	34.5	$>1.75 \times 10^6$	"
22	34.5	$>1.85 \times 10^6$	"

表-48 B₂ 社銅線の回転曲げ疲労試験

コイル系1

$$\sigma_B = 160 \text{ kg/mm}^2$$

試験片番号	最大応力 kg/mm ²	繰返回数	破断位置
1	65.0	5.47×10^4	中央部
2	57.5	7.12×10^4	"
3	53.6	8.35×10^4	"
4	53.6	9.82×10^4	"
5	50.0	1.12×10^5	"
6	46.0	1.36×10^5	"
7	46.0	1.48×10^5	"
8	42.2	2.06×10^5	"
9	42.2	2.19×10^5	"
10	38.3	2.99×10^5	"
11	38.3	3.66×10^5	"
12	34.5	$> 1.00 \times 10^7$	破断せず

表-49 B₂ 社銅線の回転曲げ疲労試験

コイル系2

$$\sigma_B = 160 \text{ kg/mm}^2$$

試験片番号	最大応力 kg/mm ²	繰返回数	破断位置
1	65.0	2.90×10^4	中央部
2	57.5	4.87×10^4	"
3	53.6	6.35×10^4	"
4	53.6	7.12×10^4	"
5	50.0	7.50×10^4	"
6	50.0	8.11×10^4	"
7	46.0	7.46×10^4	"
8	46.0	1.05×10^5	"
9	46.0	1.08×10^5	"
10	46.0	1.20×10^5	"
11	42.2	1.42×10^5	"
12	42.2	1.42×10^5	"
13	38.3	1.89×10^5	"
14	38.3	2.23×10^5	"
15	34.5	$> 1.00 \times 10^7$	破断せず

表一五〇 B₁ 社銅線の回転曲げ疲労試験

コイル No. 1

$\sigma_B = 165 \text{ Kg/mm}^2$

試験片 番号	最大応力 kg/mm ²	繰返 回数	破断位置
1	76.7	2.91×10^4	中央部
2	65.0	4.34×10^4	"
3	65.0	4.41×10^4	"
4	57.5	6.90×10^4	"
5	57.5	8.50×10^4	"
6	53.6	1.04×10^5	"
7	53.6	1.13×10^5	"
8	50.0	1.32×10^5	"
9	50.0	1.44×10^5	"
10	46.6	1.67×10^5	"
11	46.6	1.78×10^5	"
12	42.2	2.16×10^5	"
13	42.2	2.21×10^5	"
14	38.3	$> 1.00 \times 10^7$	破断せず

表一五一 B₁ 社銅線の回転曲げ疲労試験

コイル No. 2

$\sigma_B = 165 \text{ Kg/mm}^2$

試験片 番号	最大応力 kg/mm ²	繰返 回数	破断位置
1	76.7	2.86×10^4	中央部
2	65.0	4.19×10^4	"
3	65.0	4.30×10^4	"
4	57.5	7.77×10^4	"
5	53.6	8.66×10^4	"
6	53.6	1.08×10^5	"
7	50.0	1.23×10^5	"
8	50.0	1.31×10^5	"
9	46.0	1.70×10^5	"
10	46.0	1.70×10^5	"
11	46.0	2.00×10^5	"
12	42.2	4.22×10^5	"
13	42.2	$> 1.00 \times 10^7$	破断せず
14	42.2	$> 1.00 \times 10^7$	"

表一五二 B社鋼線の回転曲げ疲労試験

コイル線1

$$\sigma_B = 165 \text{ Kg/mm}^2$$

試 番	験 片 号	最 大 応 力 ± Kg/mm ²	繰 返 数	破 断 位 置
1		61.35	7.99×10^4	中 央 部
2		57.52	9.45×10^4	“
3		53.68	1.05×10^5	“
4		49.85	1.54×10^5	“
5		46.01	2.35×10^5	“
6		45.05	2.18×10^5	“
7		44.10	2.77×10^5	“
8		44.10	$> 1.00 \times 10^7$	破 断 せ ず
9		43.14	4.33×10^5	中 央 部
10		43.14	2.04×10^5	“
11		43.14	2.55×10^5	“
12		43.14	$> 1.00 \times 10^7$	破 断 せ ず
13		42.18	$> 1.00 \times 10^7$	“
14		42.18	$> 1.00 \times 10^7$	“
15		42.18	$> 1.00 \times 10^7$	“
16		41.22	$> 1.00 \times 10^7$	“
17		41.22	$> 1.00 \times 10^7$	“
18		41.22	$> 1.00 \times 10^7$	“
19		40.26	$> 1.00 \times 10^7$	“
20		39.30	$> 1.00 \times 10^7$	“
21		38.34	$> 1.00 \times 10^7$	“

表-53 E社鋼線の回転曲げ疲労試験

コイル巻2

$$\sigma_B = 165 \text{ Kg/mm}^2$$

試験片号	最大応力 kg/mm ²	繰返回数	破断せず
1	52.83	7.11×10^4	中央部
2	56.09	7.14×10^4	"
3	52.35	1.40×10^5	"
4	48.61	1.29×10^5	"
5	44.87	2.38×10^5	"
6	43.94	3.08×10^5	"
7	43.00	4.66×10^5	"
8	43.00	$> 1.00 \times 10^7$	破断せず
9	42.07	3.49×10^5	中央部
10	42.07	$> 1.00 \times 10^7$	破断せず
11	42.07	5.78×10^5	中央部
12	41.13	$> 1.00 \times 10^7$	破断せず
13	41.13	$> 1.00 \times 10^7$	"
14	41.13	$> 1.00 \times 10^7$	"
15	40.20	$> 1.00 \times 10^7$	"
16	40.20	$> 1.00 \times 10^7$	"
17	40.20	$> 1.00 \times 10^7$	"
18	39.26	$> 1.00 \times 10^7$	"
19	38.33	$> 1.00 \times 10^7$	"
20	37.39	$> 1.00 \times 10^7$	"

表-54 B₃ 社銅線の回転曲げ疲労試験

コイル巻1

$\sigma_B = 170 \text{ Kg/mm}^2$

試験片 番号	最大応力 ± Kg/mm ²	繰返 回数	破断位置
1	65.0	3.27×10^4	中央部
2	57.5	4.52×10^4	"
3	57.5	5.30×10^4	"
4	53.6	7.13×10^4	"
5	53.6	7.43×10^4	"
6	50.0	6.96×10^4	"
7	50.0	9.25×10^4	"
8	46.0	8.70×10^4	"
9	46.0	1.28×10^5	"
10	46.0	1.48×10^5	"
11	42.2	$> 1.00 \times 10^7$	破断せず
12	42.2	$> 1.00 \times 10^7$	"

表-55 B₃ 社銅線の回転曲げ疲労試験

コイル巻2

$\sigma_B = 170 \text{ Kg/mm}^2$

試験片 番号	最大応力 ± Kg/mm ²	繰返 回数	破断位置
1	65.0	2.95×10^4	中央部
2	65.0	3.40×10^4	"
3	57.5	5.60×10^4	"
4	57.5	6.05×10^4	"
5	57.5	4.74×10^4	"
6	53.6	5.95×10^4	"
7	53.6	5.97×10^4	"
8	50.0	7.16×10^4	"
9	50.0	8.35×10^4	"
10	46.0	1.19×10^5	"
11	46.0	1.21×10^5	"
12	46.0	1.22×10^5	"
13	42.2	1.64×10^5	"
14	38.3	2.54×10^5	"
15	38.3	$> 1.00 \times 10^7$	破断せず

表-56 C社銅線の回転曲げ疲労試験

コイル No. 1

$\sigma_B = 170 \text{ kg/mm}^2$

試験片 番号	最大応力 kg/mm^2	繰返 回数	破断位置
1	47.2	850×10^4	中央部
2	47.3	900×10^4	中央部
3	45.0	970×10^4	中央部
4	40.8	241×10^5	取付部異常音の 為中止
5	39.6	1.60×10^6	中央部
6	37.3	$> 7.00 \times 10^6$	破断せず
7	37.7	2.77×10^5	中央部
8	39.6	$> 7.00 \times 10^6$	破断せず
9	41.1	2.30×10^5	中央部
10	39.6	2.62×10^5	中央部
11	38.0	7.50×10^6	中央部
12	40.0	1.90×10^5	中央部
13	42.8	5.13×10^5	中央部
14	45.3	2.47×10^5	中央部
15	38.4	$> 7.27 \times 10^6$	破断せず
16	42.2	2.47×10^5	中央部
17	38.4	2.30×10^5	中央部
18	38.4	$> 7.48 \times 10^6$	破断せず
19	39.6	1.98×10^5	中央部
20	38.7	$> 7.00 \times 10^6$	破断せず
21	42.8	1.65×10^5	中央部
22	38.35	$> 7.13 \times 10^6$	破断せず
23	38.9	$> 7.20 \times 10^6$	中央部
24	38.6	$> 7.00 \times 10^6$	中央部
25	42.2	1.15×10^5	中央部
26	35.6	$> 7.23 \times 10^6$	破断せず
27	40.3	2.95×10^5	中央部
28	45.1	1.81×10^5	中央部
29	42.2	2.15×10^5	中央部
30	39.5	7.39×10^6	中央部
31	40.9	$> 7.00 \times 10^6$	破断せず

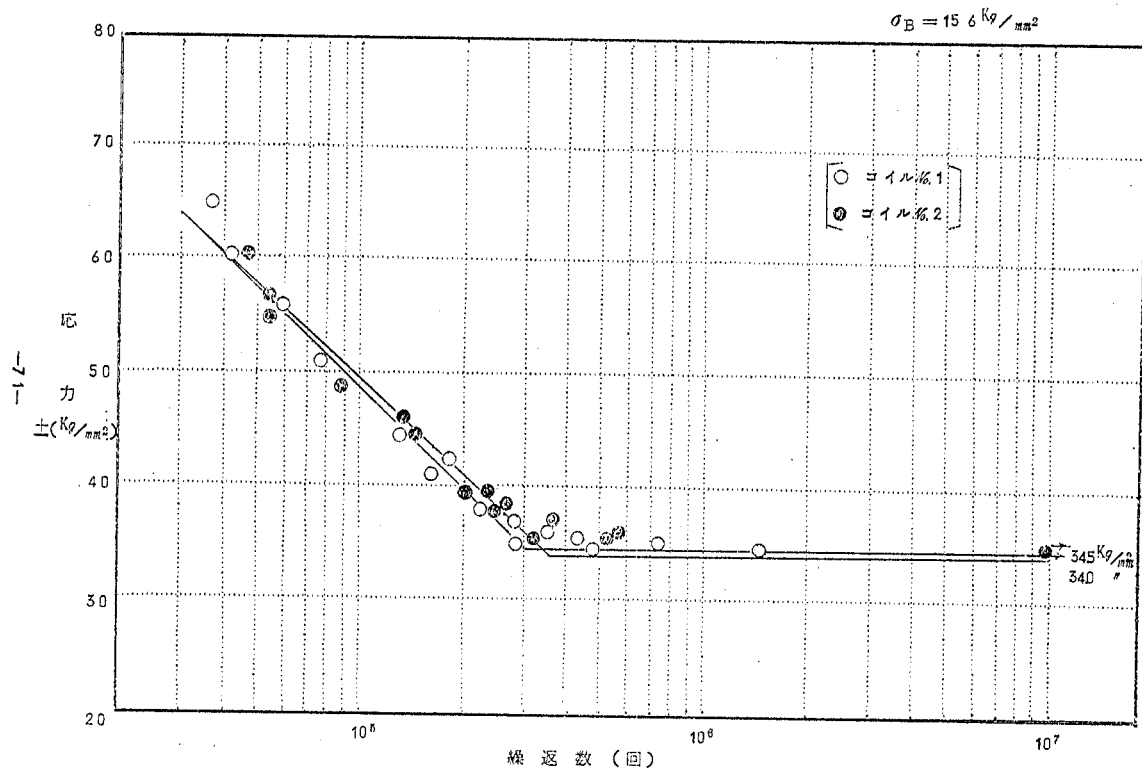


図 - 1 3 D 社鋼線の回転曲げ疲労 S - N 線図

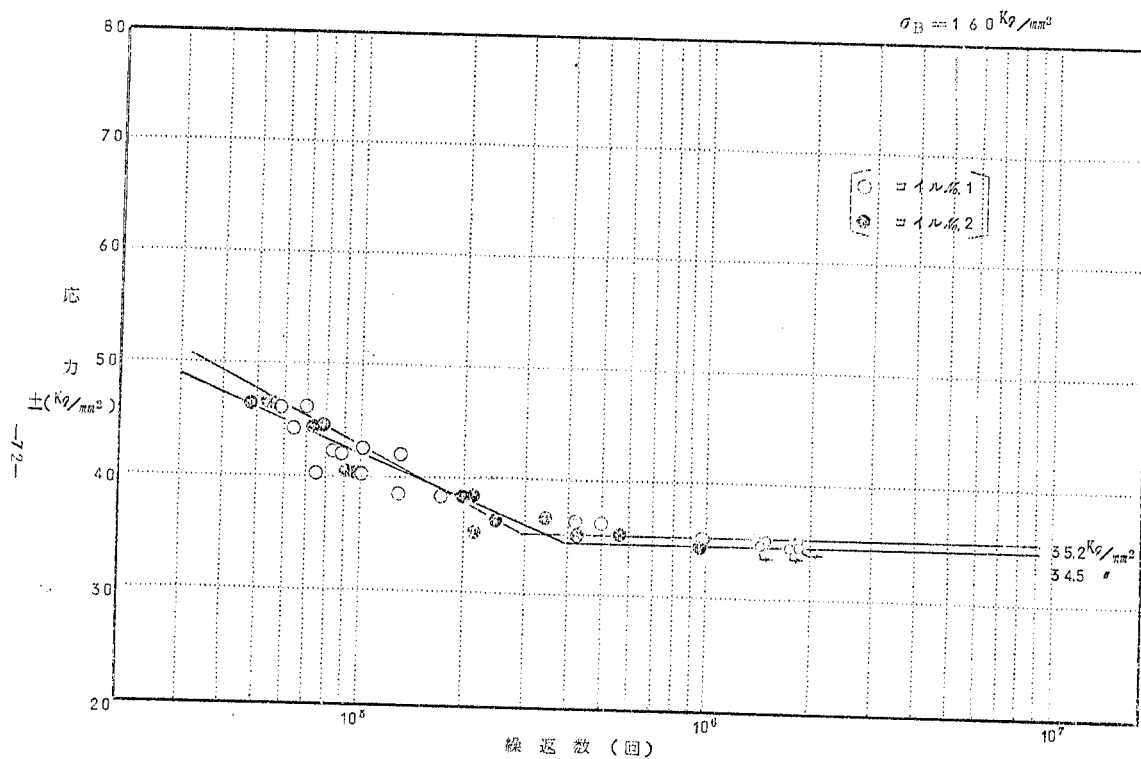


図-14 A社鋼線の回転曲げ疲労S-N線図

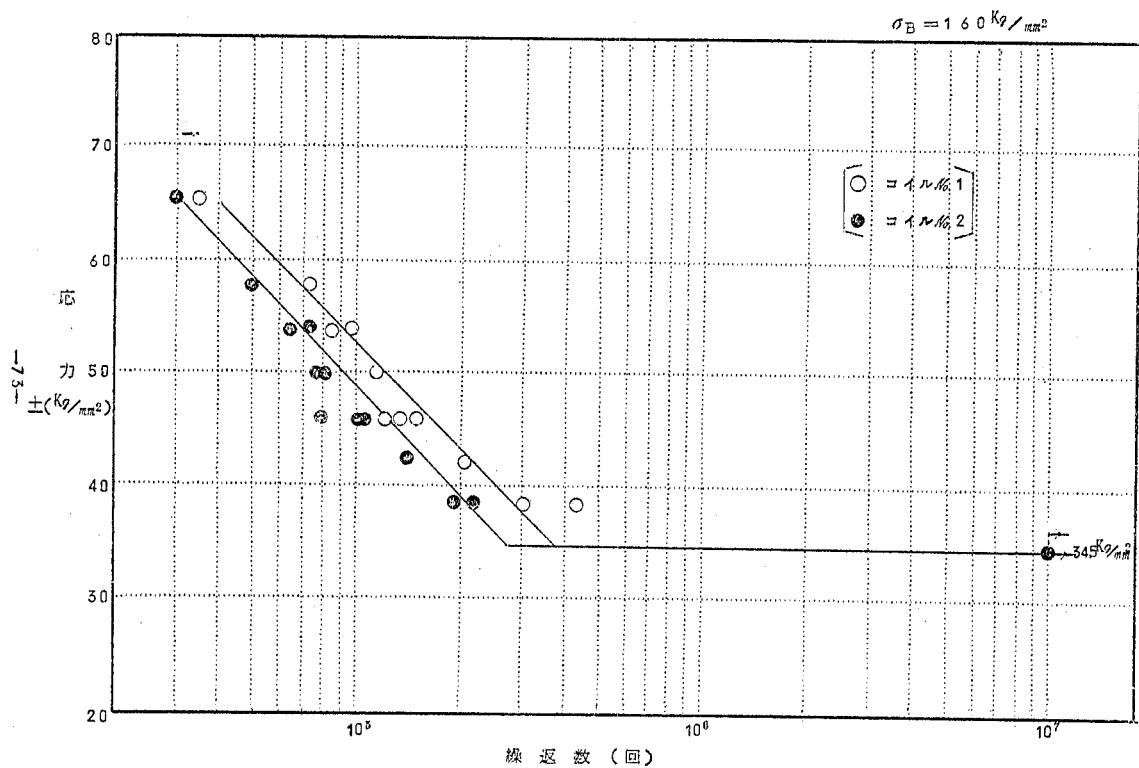
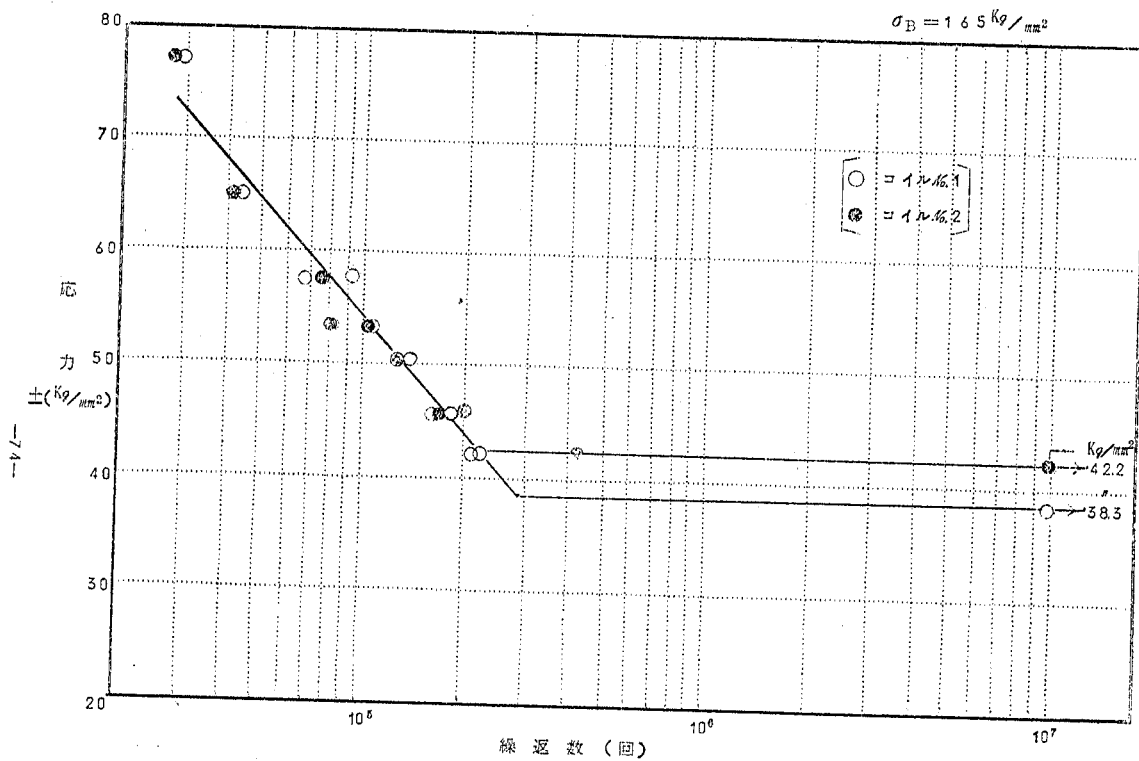


図-15 B₂社鋼線の回転曲げ疲労S-N線図



図一 1 6 B₁社鋼線の回転曲げ疲労 S - N 線図

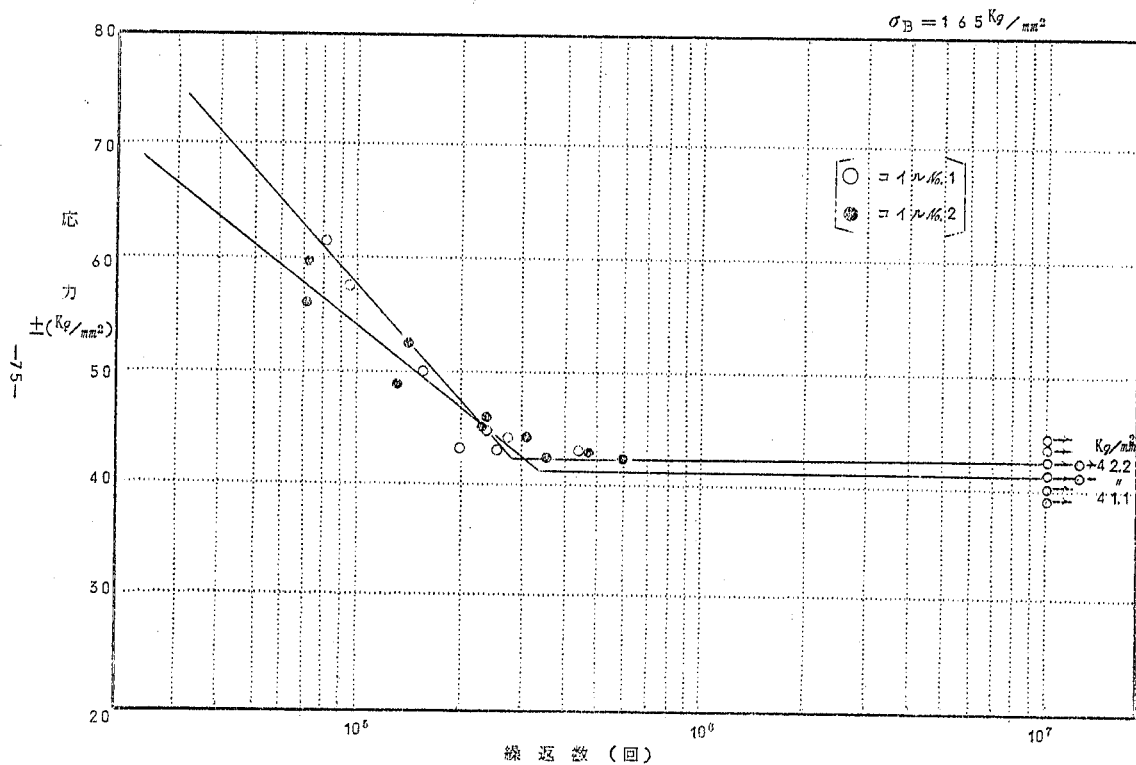


図 - 1 7 E 社鋼線の回転曲げ疲労 S - N 線図

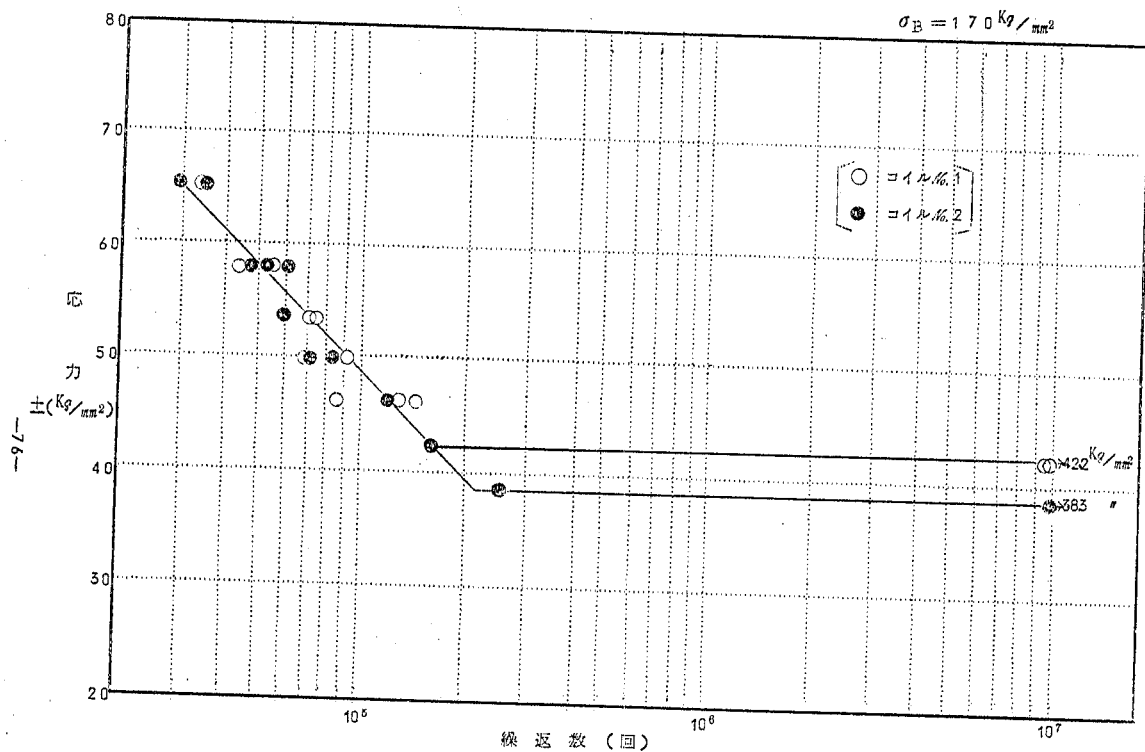


図 - 1 8 B₃社鋼線の回転曲げ疲労 S - N 線図

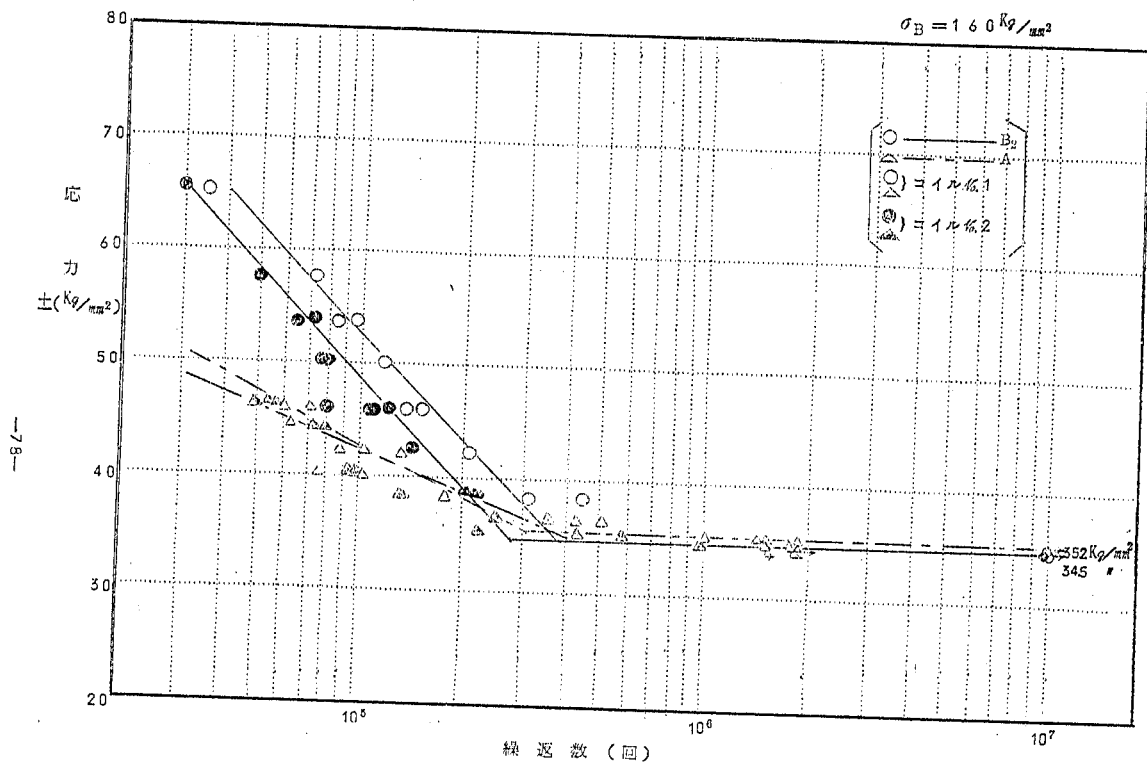


図-20 銅線の回転曲げ疲労S-N線図

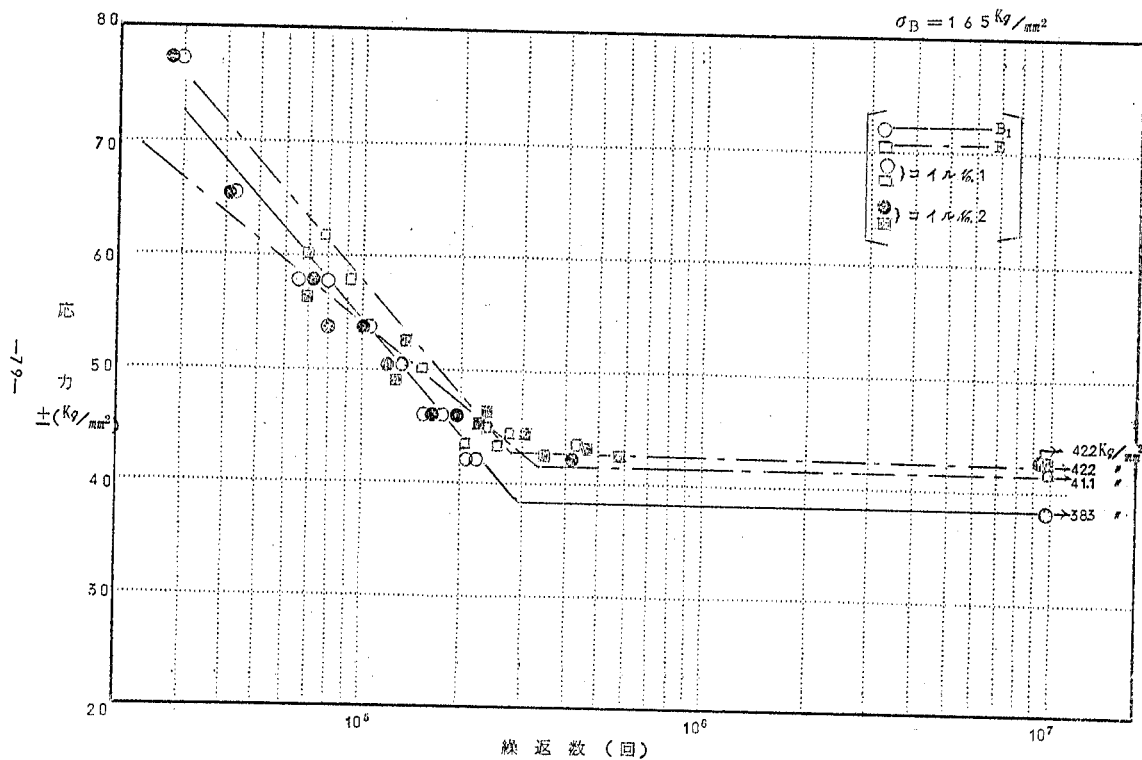
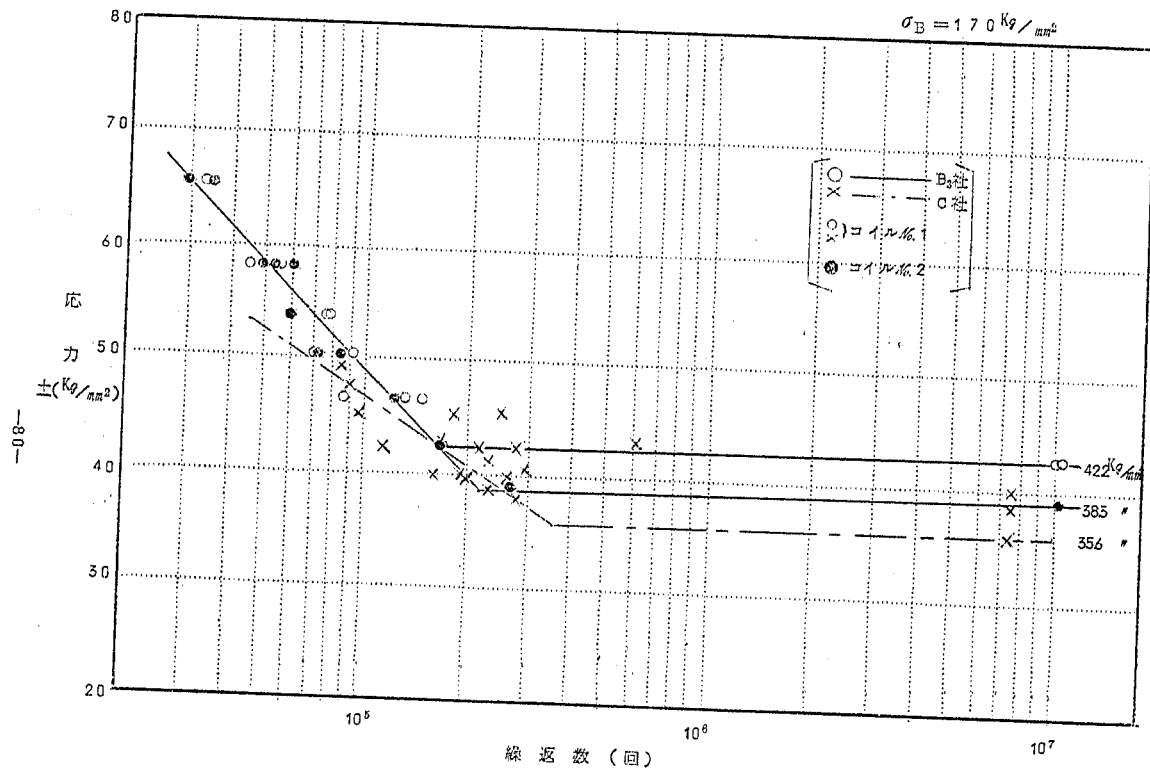


図-21 鋼線の回転曲げ疲労 S-N 線図



図一 2 2 鋼線の回転曲げ疲労 S-N 線図

2.2 鋼線の部分片振引張疲労試験

鋼線の引張疲労試験に用いた試験機の種類は各社の表の下に記入してある。

試算設計結果から検討するとケーブル設計応力の80%程度が死荷重応力であるため、この応力を平均的に 50 Kg/mm^2 とし、これを繰返し応力の最小応力として鋼線の部分片振引張疲労試験を行なった。

その結果は表-57~68に、またS-N線図は図-23~32に示すとおりである。

表-58 D社銅線の部分片振引張疲労試験

コイル系1

$$\sigma_B = 156 \text{ Kg/mm}^2$$

試験片号	最大応力 Kg/mm^2	最小応力 Kg/mm^2	繰返回数	破断位置
1	102.0	48.0	9.10×10^4	つかみ端
2	102.4	47.6	1.08×10^5	中央部
3	100.4	49.6	1.26×10^5	つかみ端
4	97.5	52.5	3.96×10^5	中央部
5	95.1	54.9	2.91×10^6	つかみ端
6	102.4	47.6	1.20×10^5	,
7	100.4	49.6	1.66×10^5	中央部
8	100.0	50.0	1.18×10^5	,
9	97.1	52.9	2.24×10^5	,
10	97.5	52.5	3.26×10^5	,
11	95.1	54.9	8.97×10^5	つかみ端
12	95.1	54.9	7.52×10^5	,
13	92.6	57.4	2.23×10^6	,
14	95.1	54.9	9.95×10^5	,
15	93.0	57.0	3.42×10^6	,
16	89.8	60.2	$> 1.22 \times 10^7$	破断せず
17	104.8	45.2	1.14×10^4	つかみ端
18	91.6	58.4	1.22×10^7	破断せず
19	98.0	52.0	$> 6.45 \times 10^5$	つかみ端

注：パイプフオー高速万能疲労試験機

表-59 D社鋼線の部分片振引張疲労試験

コイル No. 2

$$\sigma_B = 156 \text{ kg/mm}^2$$

試 番	片 号	最大応力 kg/mm^2	最小応力 kg/mm^2	繰 返 数	破断位置
1		104.0	46.0	1.05×10^5	中 央 部
2		103.6	46.4	1.40×10^5	“
3		104.0	46.0	1.14×10^5	“
4		100.8	49.2	1.71×10^5	“
5		101.1	48.9	2.04×10^5	“
6		100.8	49.2	2.41×10^5	つ か み 端
7		99.0	51.0	2.94×10^5	“
8		98.3	51.7	4.21×10^5	中 央 部
9		98.6	51.4	2.64×10^5	“
10		96.6	53.4	3.40×10^5	つ か み 端
11		93.7	56.3	2.89×10^6	“
12		93.7	56.3	1.48×10^6	“
13		92.0	58.0	2.95×10^6	“
14		91.2	58.8	2.68×10^6	“
15		88.7	61.3	$> 1.43 \times 10^7$	破断せず
16		91.6	58.4	3.76×10^6	つ か み 端
17		96.6	53.4	5.84×10^5	中 央 部
18		94.5	55.5	6.53×10^5	“
19		106.4	43.6	6.70×10^4	つ か み 端
20		90.7	59.3	$> 1.30 \times 10^7$	破断せず
21		94.1	55.9	9.70×10^5	つ か み 端

表一 6 0 A 社銅線の部分片振引張疲労試験

コイル No. 1

$$\sigma_B = 160 \text{ Kg/mm}^2$$

試験 番号	片 号	最大応力 Kg/mm ²	最小応力 Kg/mm ²	繰 返 回 数	破 断 位 置
1		152.9	56.1	1.05×10^4	つかみ端
2		127.4	56.1	3.09×10^4	"
3		101.9	51.0	1.58×10^5	"
4		101.9	"	7.28×10^4	"
5		86.6	"	8.02×10^5	"
6		76.4	"	$> 1.27 \times 10^6$	破断せず
7		101.9	"	1.82×10^5	つかみ端
8		101.9	"	2.61×10^5	中央部

注：5 T 引張疲労試験機

表-61 B₂社鋼線の部分片振引張疲労試験

コイル底1

$$\sigma_B = 160 \text{ kg/mm}^2$$

試験片号	最大応力 kg/mm ²	最小応力 kg/mm ²	繰返回数	破断位置
1	100.0	50	8.65×10^4	つかみ端
2	96.0	"	1.34×10^5	"
3	94.0	"	1.28×10^5	"
4	92.0	"	1.25×10^5	"
5	92.0	"	1.10×10^5	"
6	90.0	"	1.50×10^5	"
7	88.0	"	1.84×10^5	"
8	88.0	"	1.07×10^5	"
9	86.0	"	2.37×10^5	"
10	84.0	"	1.26×10^5	"
11	82.0	"	5.37×10^5	"
12	80.0	"	$> 2.27 \times 10^6$	破断せず
13	78.0	"	$> 2.00 \times 10^6$	"

表-62

コイル底2

試験片号	最大応力 kg/mm ²	最小応力 kg/mm ²	繰返回数	破断位置
1	90.0	50	1.99×10^5	つかみ端
2	82.0	"	3.22×10^5	"
3	80.0	"	$> 2.00 \times 10^6$	破断せず

注：ボールドウィン疲労試験機

表一 6 3 B₁社銅線の部分片振引張疲労試験

コイル No. 1

$$\sigma_D = 165 \text{ kg/mm}^2$$

試験片番	最大応力 kg/mm ²	最小応力 kg/mm ²	繰返回数	破断位置
1	100.0	50	8.94×10^4	つかみ端
2	96.0	"	1.32×10^6	"
3	90.0	"	1.21×10^6	"
4	90.0	"	1.06×10^5	"
5	88.0	"	1.38×10^6	"
6	86.0	"	$> 2.00 \times 10^6$	破断せず
7	84.0	"	$> 2.00 \times 10^6$	"

表一 6 4

コイル No. 2

1	90.0	50	4.70×10^5	つかみ端
2	88.0	"	1.50×10^5	"
3	86.0	"	$> 2.00 \times 10^5$	破断せず

注：ボールドウィン疲労試験機

表-65 日 社鋼線の部分片振引張疲労試験

コイル No. 1

$$\sigma_B = 165 \text{ kg/mm}^2$$

試 番	試 片 号	最大応力 kg/mm^2	最小応力 kg/mm^2	繰 返 数	破 断 位 置
1		70.0	0	5.27×10^5	中 央 部
2		80.0	"	1.20×10^5	"
3		65.0	"	2.80×10^5	"
4		61.0	"	$>1.45 \times 10^7$	破 断 せ ず
5		63.0	"	$>1.45 \times 10^7$	"
6		75.0	"	1.74×10^5	中 央 部
7		65.0	"	$>1.50 \times 10^7$	破 断 せ ず
8		110.0	50	2.07×10^5	中 央 部
9		115.0	"	1.95×10^5	"
10		105.0	"	5.33×10^5	"
11		107.0	"	6.06×10^5	"
12		105.0	"	$>1.04 \times 10^7$	破 断 せ ず
13		104.0	"	9.85×10^5	中 央 部
14		106.0	"	2.75×10^5	"
15		106.0	"	4.80×10^5	"
16		110.0	"	2.32×10^5	"
17		105.0	"	4.81×10^5	"
18		103.0	"	4.30×10^5	"
19		102.0	"	1.05×10^7	"
20		102.0	"	$>1.33 \times 10^7$	破 断 せ ず
21		103.0	"	$>1.21 \times 10^7$	"
22		102.0	"	$>1.84 \times 10^7$	"

注：パイプロフオー高速万能疲労試験機

表-66 B社銅線の部分片振引張疲労試験

コイル巻2

$\sigma_B = 165 \text{ kg/mm}^2$

試験片番号	最大応力 kg/mm^2	最小応力 kg/mm^2	繰返回数	破断位置
1	70.0	0	2.59×10^5	中央部
2	80.0	"	8.60×10^4	"
3	65.0	"	2.93×10^5	"
4	61.0	"	$> 1.14 \times 10^7$	破断せず
5	63.0	"	$> 1.25 \times 10^7$	"
6	75.0	"	1.60×10^5	中央部
7	65.0	"	$> 1.05 \times 10^7$	破断せず
8	110.0	50	2.44×10^5	中央部
9	104.0	"	$> 1.28 \times 10^7$	破断せず
10	115.0	"	1.19×10^5	中央部
11	105.0	"	2.51×10^5	"
12	104.0	"	4.71×10^5	"
13	113.0	"	2.10×10^5	"
14	102.0	"	$> 1.16 \times 10^7$	破断せず
15	102.0	"	$> 1.81 \times 10^7$	"
16	102.0	"	$> 1.32 \times 10^7$	"
17	103.0	"	5.30×10^5	中央部
18	107.0	"	3.74×10^7	"
19	101.0	"	$> 1.05 \times 10^7$	破断せず
20	103.0	"	$> 1.43 \times 10^7$	"

表-67 B₃社銅線の部分片振引張疲労試験

コイル No. 1

$$\sigma_B = 170 \text{ kg/mm}^2$$

試験片 番号	最大応力 kg/mm ²	最小応力 kg/mm ²	繰返 回数	破断位置
1	105.0	50	2.08×10^4	つかみ端
2	102.0	"	7.72×10^4	"
3	98.0	"	1.01×10^5	"
4	94.0	"	1.19×10^5	"
5	92.0	"	6.65×10^5	"
6	90.0	"	1.37×10^6	"
7	90.0	"	$> 2.00 \times 10^6$	破断せず

表-68 コイル No. 2

1	96.0	50	3.08×10^5	つかみ端
2	92.0	"	1.40×10^6	"
3	90.0	"	$> 2.00 \times 10^6$	破断せず

注：ボールドウィン疲労試験機

表-68 C 社銅線の部分片振引張疲労試験

コイル No. 1

$$\sigma_B = 170 \text{ Kg/mm}^2$$

試験片 番号	最大応力 Kg/mm ²	最小応力 Kg/mm ²	繰返 回数	破断位置
1	90.0	50	3.00×10^6	破断せず
2	90.5	"	5.61×10^5	中央部
3	90.5	"	1.82×10^5	つかみ端
4	91.2	"	2.26×10^5	"
5	91.8	"	2.19×10^5	中央部
6	93.0	"	1.25×10^5	"
7	93.0	"	1.61×10^5	"
8	93.0	"	1.02×10^5	つかみ端
9	95.3	"	9.87×10^4	"
10	95.3	"	9.17×10^4	中央部
11	97.0	"	7.48×10^4	"
12	100.5	"	8.85×10^4	つかみ端
13	100.5	"	6.95×10^4	"
14	100.5	"	8.11×10^4	中央部
15	102.0	"	7.50×10^4	"
16	104.5	"	6.48×10^4	つかみ端
17	104.5	"	4.22×10^4	"
18	107.0	"	5.55×10^4	中央部
19	109.5	"	4.60×10^4	つかみ端
20	109.5	"	4.87×10^4	中央部

注： 2.5 T アムスラー油圧式万能疲労試験機

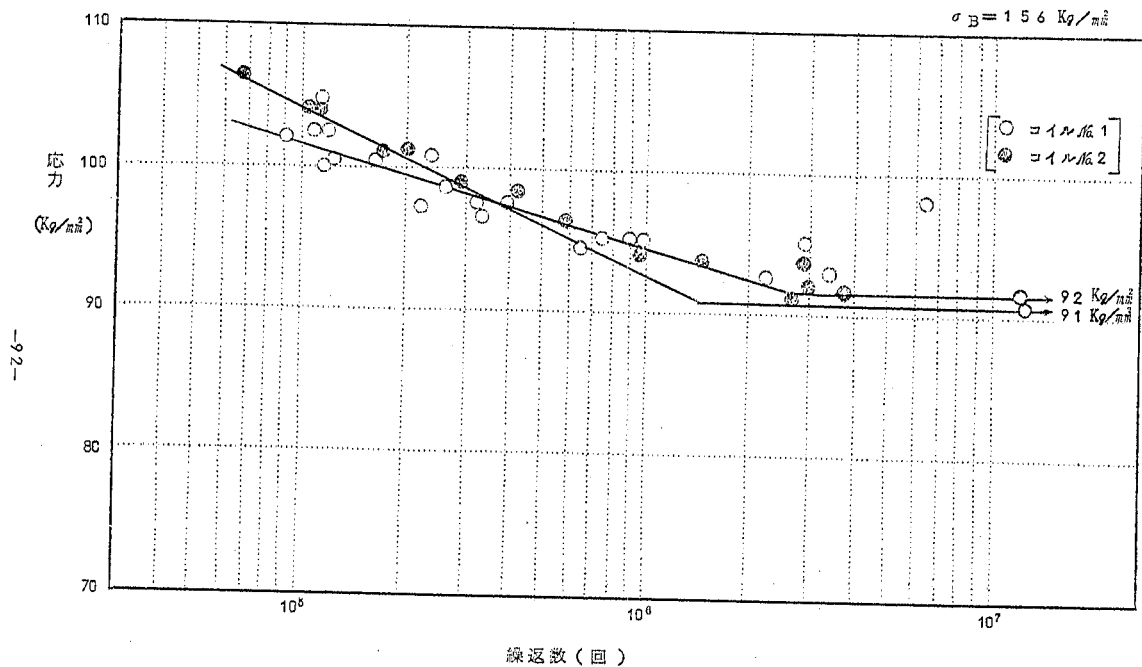


図-23 D 社鋼線の部分片振引張疲労 S-N 線図

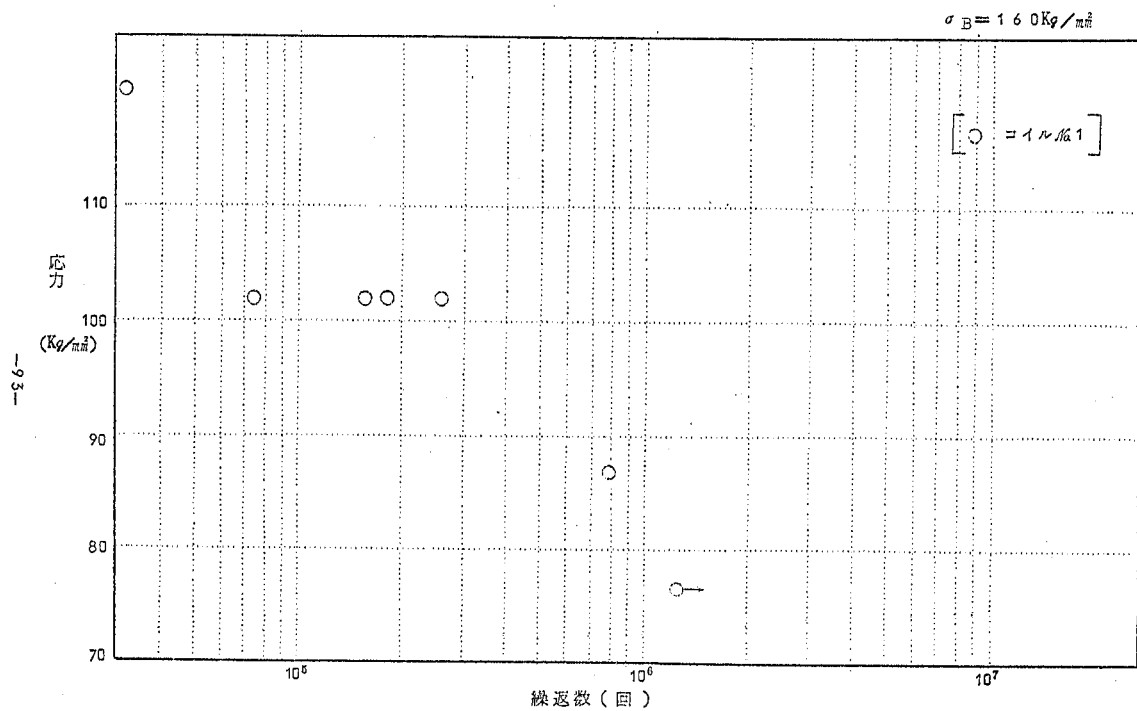


図-24 A社鋼線の部分片振引服疲労S-N線図

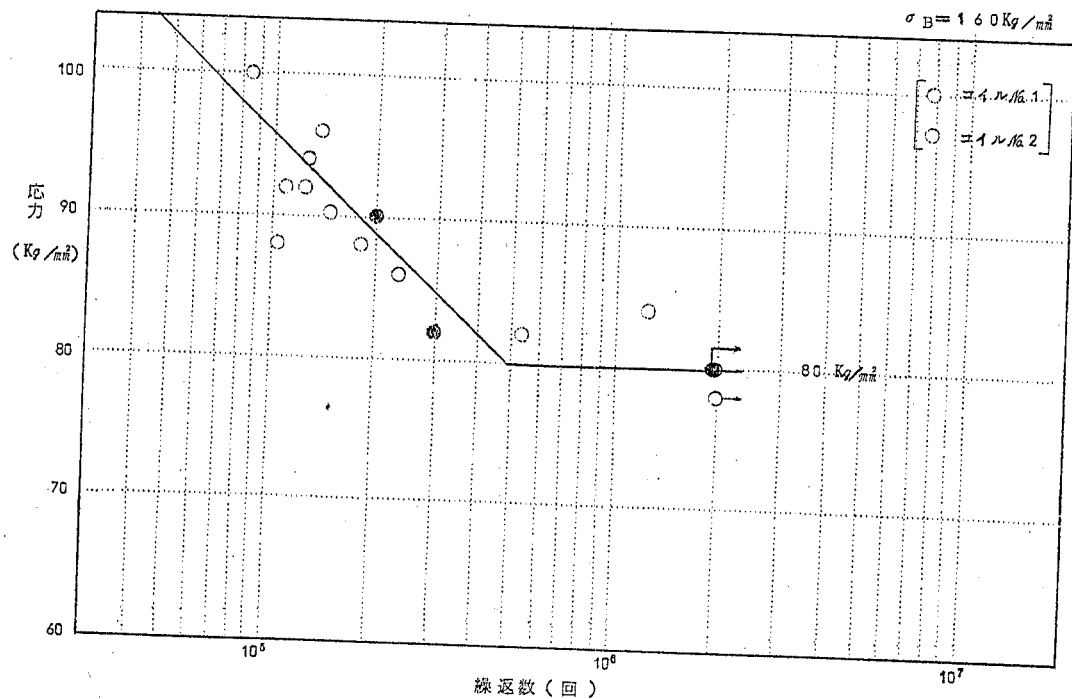


図-25 B₂ 社鋼線の部分片振引張疲労 S-N 線図

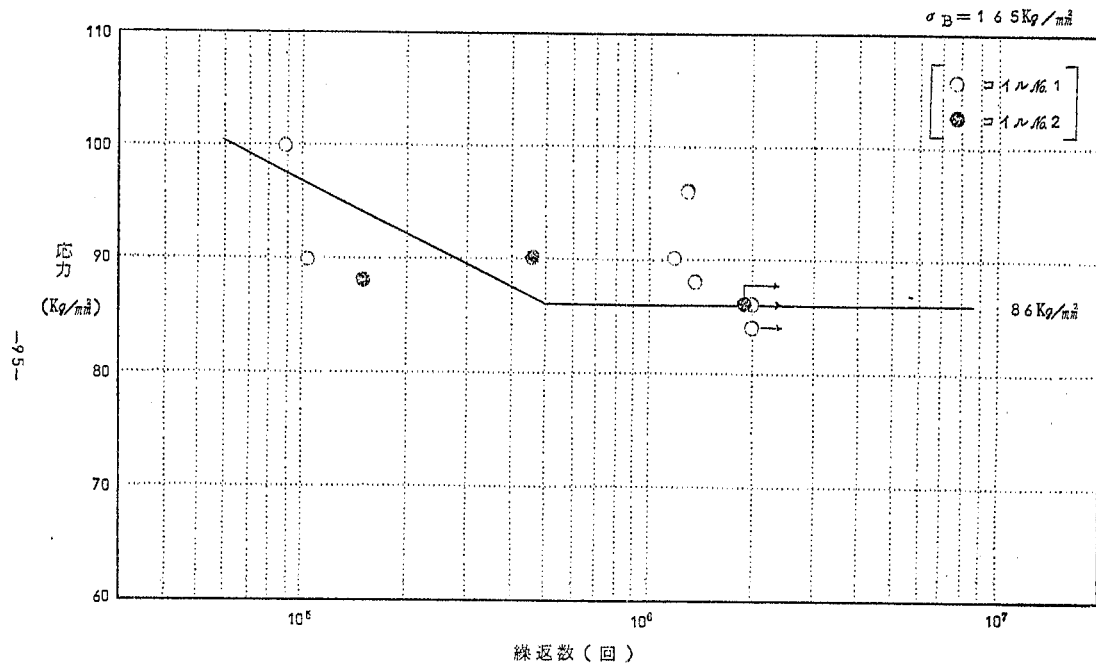


図-26 B₁社鋼線の部分片振引張疲勞S-N線図

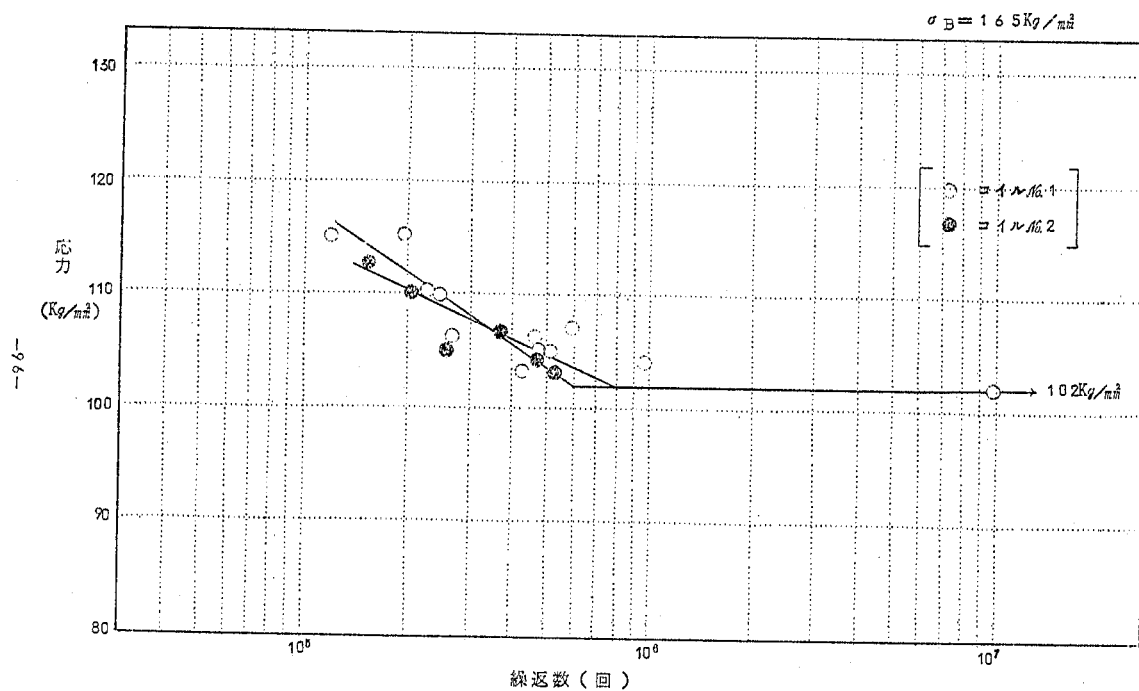


図-27 E社鋼線の部分片振引張疲労S-N線図

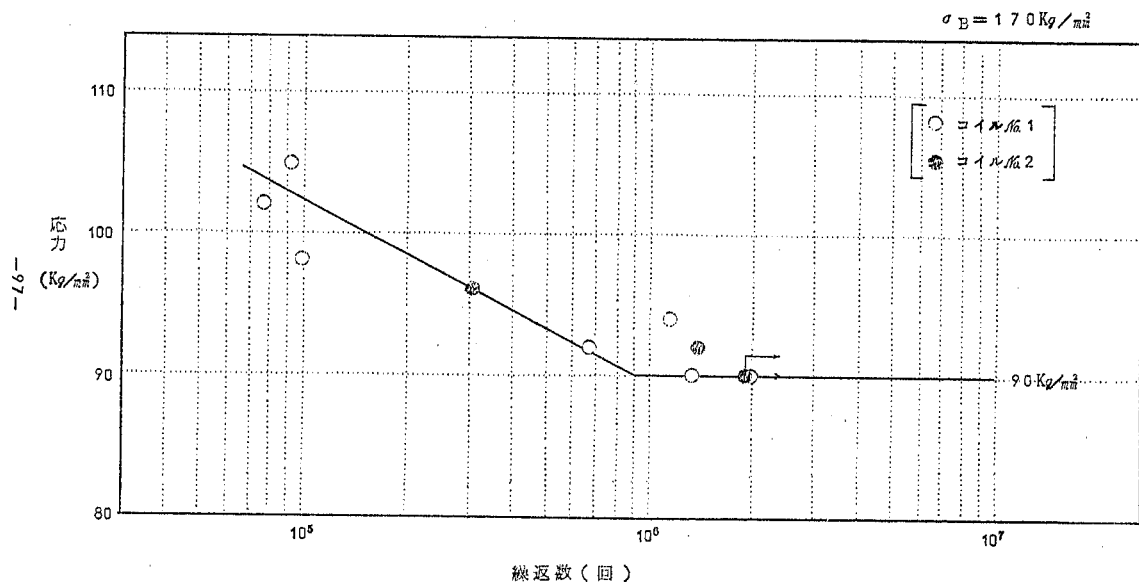


図-28 B. 社鋼線の部分片振引張疲労 S-N 線図

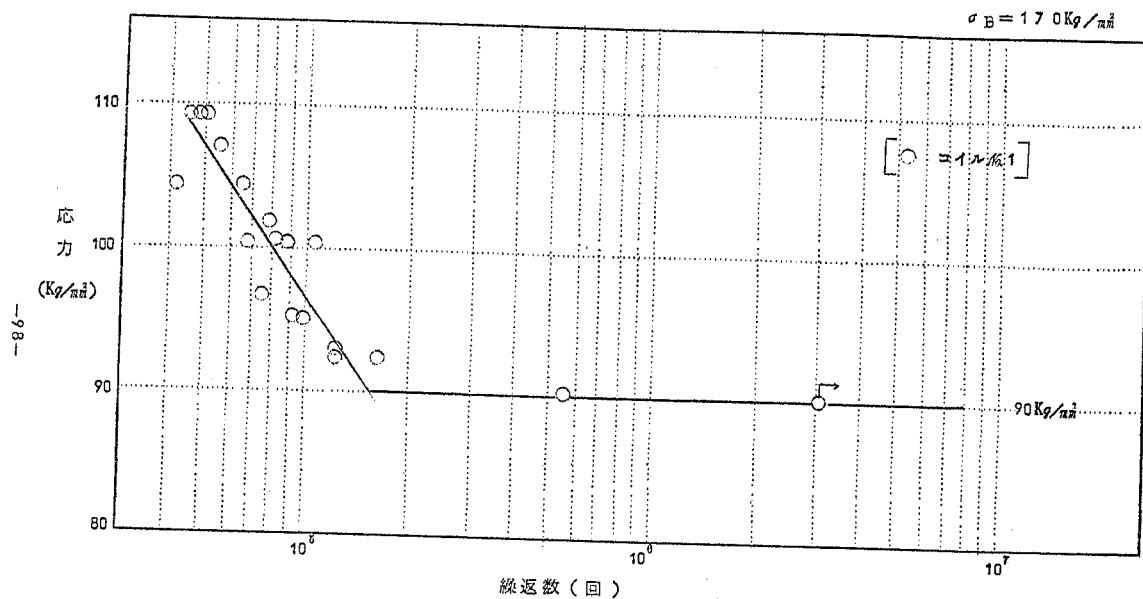


図-29 C社鋼線の部分片振引張疲労S-N線図

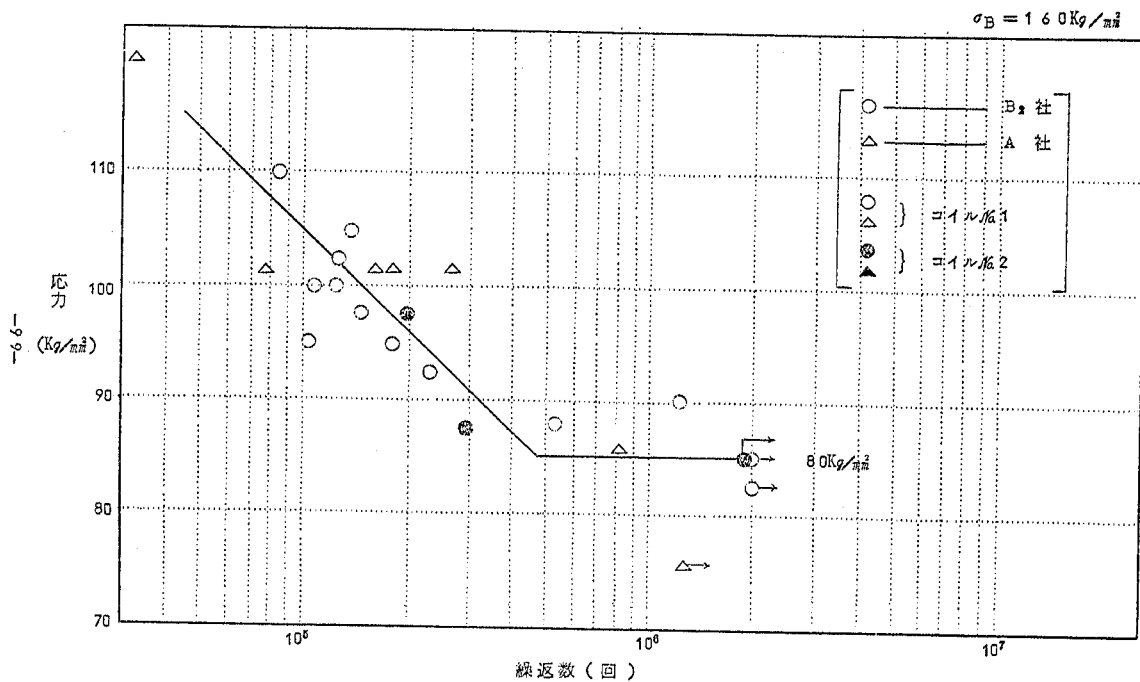


図-30 銅線の部分片振引張疲労S-N線図

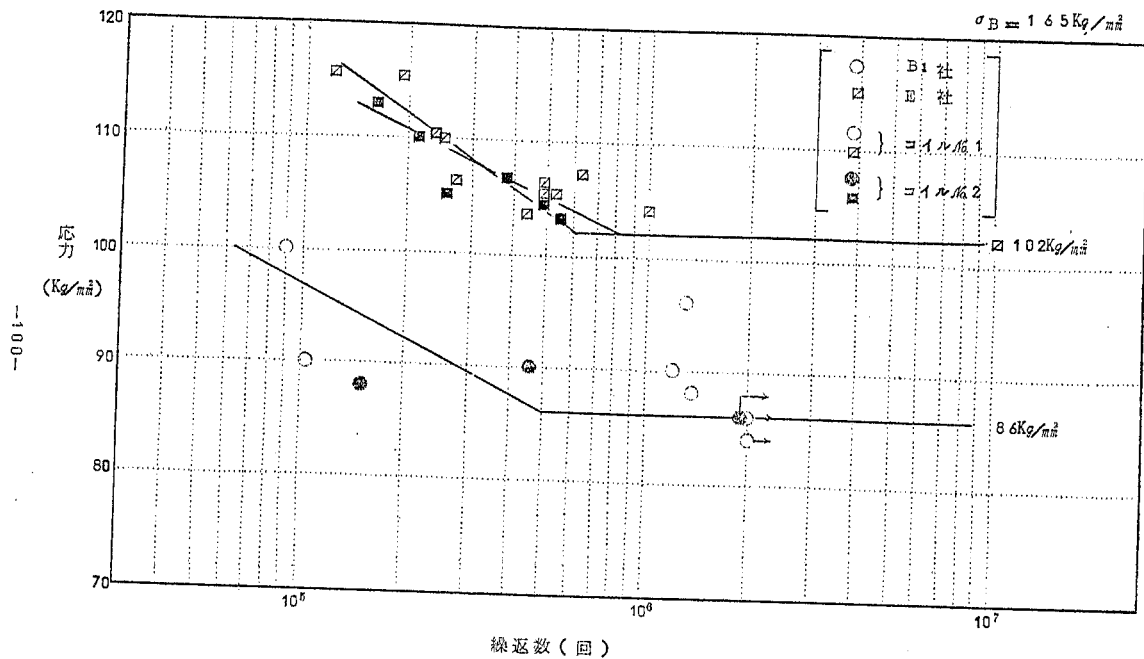


図-31 鋼板の部分片振り限疲勞 S-N 線図

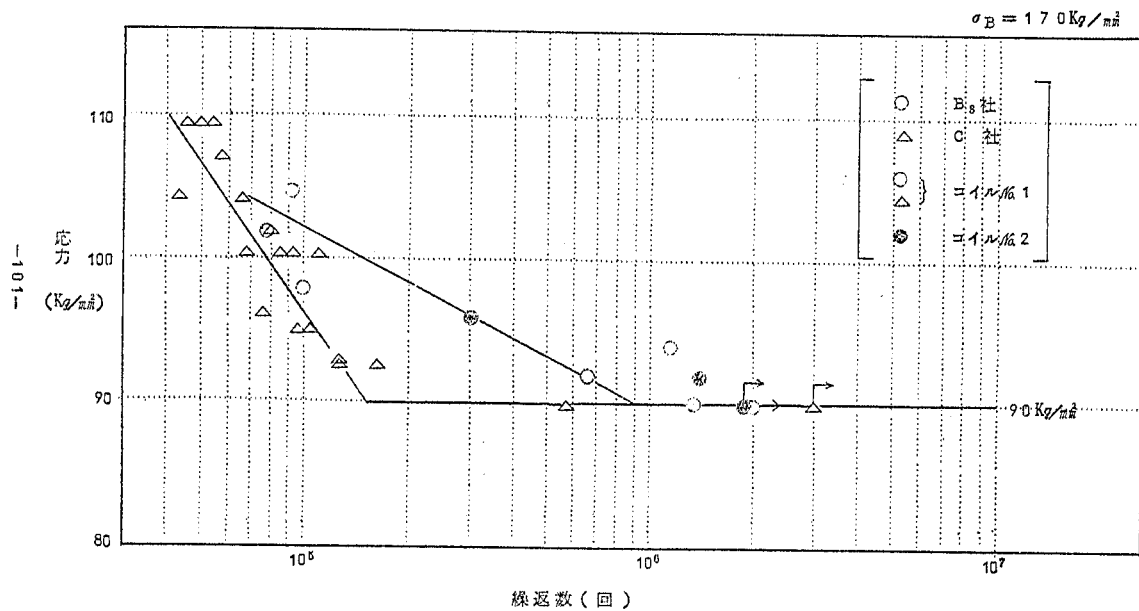


図-32 鋼線の部分片振引張疲労S-N線図

2.5 継手部の部分片振引張疲労試験

継手部の部分片振引張疲労試験に用いた試験機の種類は各社の表の下に記入してある。

試験は鋼線の部分片振引張疲労試験と同様に考えた。

試験結果は表-69~80に、またS-N線図は図-33~42に示すとおりである。

表-69 D社継手部の部分片振引張疲労試験

コイル底1

$\sigma_B = 156 \text{ Kg/mm}^2$

試験片 番号	最大応力 Kg/mm^2	最小応力 Kg/mm^2	繰返数 回	破断位置
1	92.3	57.7	5.40×10^5	継手 部
2	89.9	60.1	1.21×10^6	"
3	87.4	62.2	7.55×10^5	"
4	84.9	65.1	1.20×10^7	破断せず
5	86.4	63.6	1.45×10^6	継手 部
6	88.8	61.2	9.88×10^5	"
7	85.4	64.6	1.50×10^7	破断せず
8	94.7	55.3	1.47×10^5	継手 部
9	92.3	57.7	4.20×10^5	"
10	85.8	64.2	2.35×10^6	"
11	87.5	62.7	2.00×10^6	"
12	97.2	52.8	1.35×10^6	"
13	94.8	55.2	2.23×10^5	"
14	97.2	52.8	1.30×10^5	"
15	89.8	60.2	5.12×10^6	"
16	92.3	57.7	2.45×10^5	"
17	86.4	63.6	2.82×10^6	"
18	99.7	50.3	8.11×10^4	"
19	88.8	61.2	4.35×10^5	"
20	99.7	50.3	1.05×10^5	"

注: バイプロフォア-高速万能疲労試験機

表-70 D社継手部の部分片振引張疲労試験

コイルNo 2

$\sigma_B = 15.6 \text{ Kg/mm}^2$

試験片 番号	最大応力 Kg/mm^2	最小応力 Kg/mm^2	繰返数 回	破断位置
1	94.9	55.1	3.65×10^5	継手部
2	99.8	50.2	1.11×10^5	"
3	99.8	50.2	2.57×10^4	"
4	97.3	52.7	1.42×10^5	"
5	97.3	52.7	2.06×10^5	"
6	92.4	57.6	1.13×10^5	"
7	92.4	57.6	7.53×10^5	"
8	88.8	61.2	1.28×10^5	"
9	85.9	64.1	1.25×10^7	破断せず
10	88.8	61.2	4.18×10^5	継手部
11	87.9	62.1	4.91×10^5	"
12	87.4	62.6	1.55×10^7	破断せず
13	87.9	62.1	2.41×10^5	継手部
14	92.4	57.6	3.94×10^5	"
15	89.9	60.1	1.77×10^5	"
16	89.9	60.1	1.44×10^5	"
17	88.8	61.2	2.48×10^5	"
18	94.9	55.1	2.98×10^5	"
19	89.9	60.1	6.22×10^5	"
20	92.4	57.6	4.99×10^5	"

表-71 A社継手部の部分片振引張疲労試験

コイル版1 $\sigma_B = 160 \text{ Kg/mm}^2$

試験片番号	最大応力 Kg/mm^2	最小応力 Kg/mm^2	繰返回数	破断位置
1	107.0	50	7.75×10^4	つかみ端
2	101.9	"	1.56×10^5	"
3	91.7	"	1.82×10^5	"
4	86.6	"	3.06×10^6	破断せず
5	107.0	"	1.28×10^5	継手部
6	101.9	"	3.34×10^5	つかみ端
7	91.7	"	4.25×10^5	"
8	91.7	"	9.96×10^5	"

注：5T引張疲労試験機

表-72 B社継手部の部分片振引張疲労試験

コイル版1 $\sigma_B = 160 \text{ Kg/mm}^2$

試験片番号	最大応力 Kg/mm^2	最小応力 Kg/mm^2	繰返回数	破断位置
1	80.0	50	5.85×10^5	継手部
2	78.0	"	6.11×10^5	"
3	76.0	"	2.04×10^6	"
4	74.0	"	6.11×10^5	"
5	72.0	"	8.52×10^5	"
6	70.0	"	1.21×10^6	"
7	68.0	"	$> 3.40 \times 10^6$	破断せず

表-73

コイル版2

試験片番号	最大応力 Kg/mm^2	最小応力 Kg/mm^2	繰返回数	破断位置
1	80.0	50	9.91×10^4	継手部
2	80.0	"	1.55×10^5	"
3	74.0	"	4.90×10^5	"
4	70.0	"	7.50×10^5	"
5	68.0	"	$> 2.00 \times 10^6$	破断せず

注：ボールドウィン疲労試験機

表-74 B₁ 継手部の部分片振引張疲労試験

コイルNo1

$$\sigma_B = 16.5 \text{ Kg/mm}^2$$

試験片 番号	最大応力 Kg/mm ²	最小応力 Kg/mm ²	繰返数 回	破断位置
1	86.0	5.0	1.94×10^5	継手部
2	80.0	"	5.76×10^5	"
3	76.0	"	2.14×10^5	"
4	72.0	"	7.80×10^5	"
5	70.0	"	$> 2.00 \times 10^6$	破断せず

表-75

コイルNo2

1	80.0	5.0	1.81×10^5	継手部
2	74.0	"	5.75×10^5	"
3	70.0	"	9.22×10^5	"
4	68.0	"	$> 2.01 \times 10^6$	破断せず

注: ボールドウィン疲労試験機

表-76 B社継手部の部分片振引張疲労試験

コイルNo.1

$\sigma_B = 165 \text{ Kg/mm}^2$

試験片 番 号	最大応力 Kg/mm^2	最小応力 Kg/mm^2	繰返 回	破断位置
1	70.0	0	2.52×10^5	継手 部
2	80.0	"	8.90×10^4	"
3	60.0	"	4.86×10^5	"
4	55.0	"	9.86×10^5	"
5	53.0	"	3.24×10^6	"
6	52.0	"	2.01×10^6	"
7	51.0	"	1.41×10^6	"
8	47.0	"	1.30×10^7	破断せず
9	48.0	"	4.52×10^6	継手 部
10	85.0	5.0	5.98×10^5	"
11	105.0	"	1.15×10^5	"
12	90.0	"	3.28×10^5	"
13	80.0	"	3.58×10^5	"
14	75.0	"	1.10×10^7	破断せず
15	77.0	"	1.11×10^7	"
16	77.0	"	1.24×10^7	"
17	80.0	"	5.87×10^5	継手 部
18	78.0	"	1.17×10^7	"
19	78.0	"	1.00×10^6	破断せず

注： バイプロフォア-高速万能疲労試験機

表-77 B社継手部の部分片振引張疲労試験

コイル底2

$\sigma_B = 165 \text{ Kg/mm}^2$

試験片 番号	最大応力 Kg/mm^2	最小応力 Kg/mm^2	繰返数 回	破断位置
1	80.0	0	5.50×10^4	継手部
2	70.0	"	3.50×10^5	"
3	60.0	"	2.57×10^5	"
4	65.0	"	1.00×10^5	"
5	48.0	"	1.14×10^7	破断せず
6	50.0	"	1.41×10^7	継手部
7	50.0	"	1.69×10^7	破断せず
8	55.0	"	6.78×10^6	継手部
9	80.0	50	1.65×10^7	破断せず
10	79.0	"	1.10×10^7	"
11	90.0	"	2.59×10^6	継手部
12	87.0	"	2.52×10^6	"
13	83.0	"	3.00×10^5	"
14	79.0	"	1.32×10^7	破断せず
15	105.0	"	5.10×10^4	継手部
16	80.0	"	5.49×10^6	"
17	90.0	"	1.50×10^5	"
18	80.0	"	8.77×10^6	"
19	81.0	"	2.46×10^6	"

表-78 B₁ 社継手部の部分片振引張疲労試験

コイル版1

$\sigma_B = 170 \text{ Kg/mm}^2$

試験片 番号	最大応力 Kg/mm^2	最小応力 Kg/mm^2	繰返数 回	破断位置
1	84.0	50	1.11×10^5	継手部
2	80.0	#	2.29×10^5	#
3	76.0	#	4.28×10^5	#
4	74.0	#	$> 3.29 \times 10^6$	破断せず
5	72.0	#	$> 2.00 \times 10^6$	#

表-79

コイル版2

1	80.0	50	2.90×10^5	継手部
2	76.0	#	4.12×10^5	#
3	74.0	#	9.62×10^5	#
4	72.0	#	$> 2.01 \times 10^6$	破断せず

注: ボールドウィン疲労試験機

表-80 C社継手部の部分片振引張疲労試験

コイルNo1

$\sigma_B = 170 \text{ Kg/mm}^2$

試験片 番号	最大応力 Kg/mm^2	最小応力 Kg/mm^2	繰返数 回	破断位置
1	75.8	50	305×10^5	つかみ端
2	70.0	"	150×10^5	"
3	76.4	"	182×10^5	"
4	62.7	"	155×10^5	"
5	70.0	"	500×10^5	破断せず
6	84.7	"	104×10^5	"
7	95.5	"	140×10^5	継手部
8	90.4	"	316×10^5	つかみ端
9	93.0	"	115×10^5	"
10	87.6	"	198×10^5	継手部
11	92.5	"	461×10^4	"
12	85.3	"	364×10^5	つかみ端
13	97.4	"	699×10^4	継手部

注： 2.5 T アムスラー油圧式万能疲労試験機

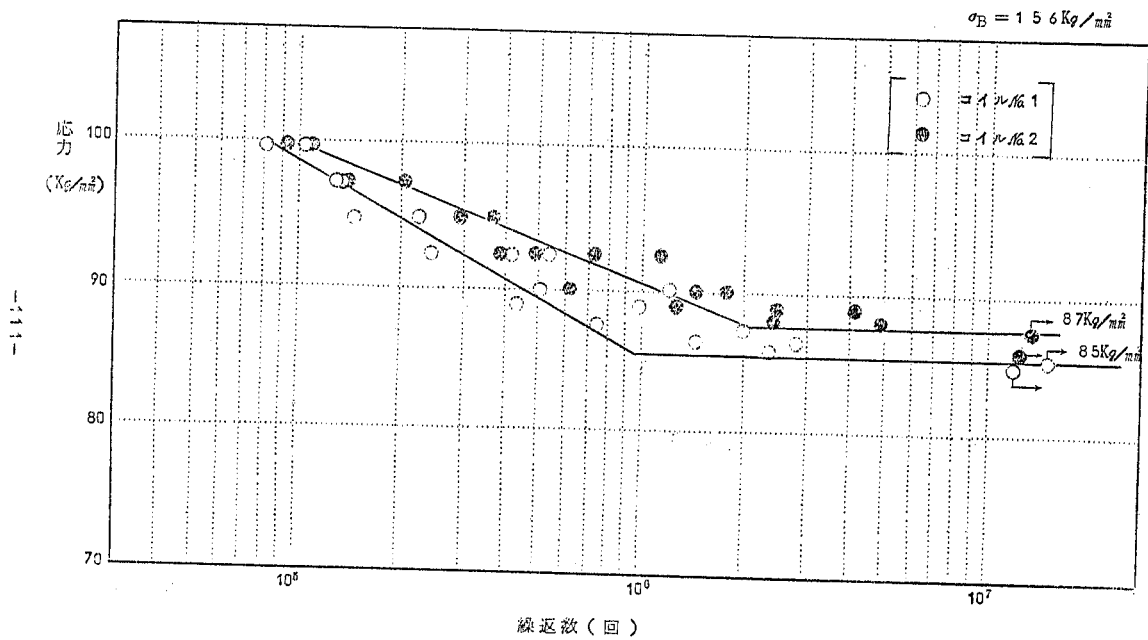


図-3.3 D社継手部の部分片振引張疲労 S-N 線図

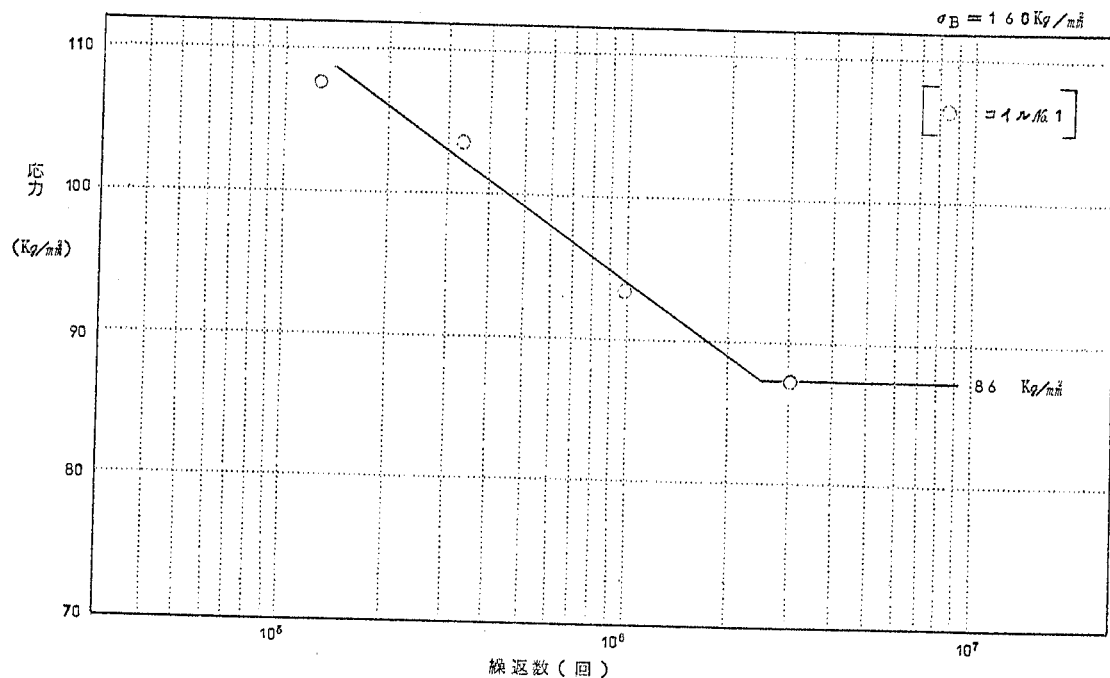


図 - 3 4 A 社継手部の部分片振引張疲労 S-N 線図

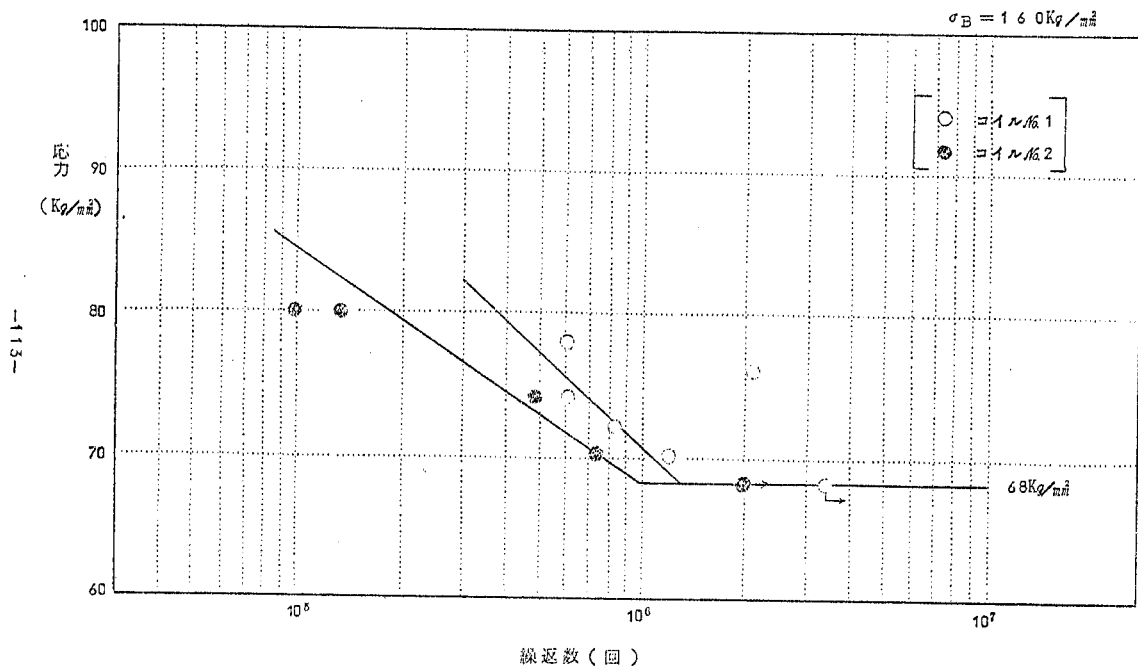


図-35 B社継手部の部分片振引張疲労S-N線図

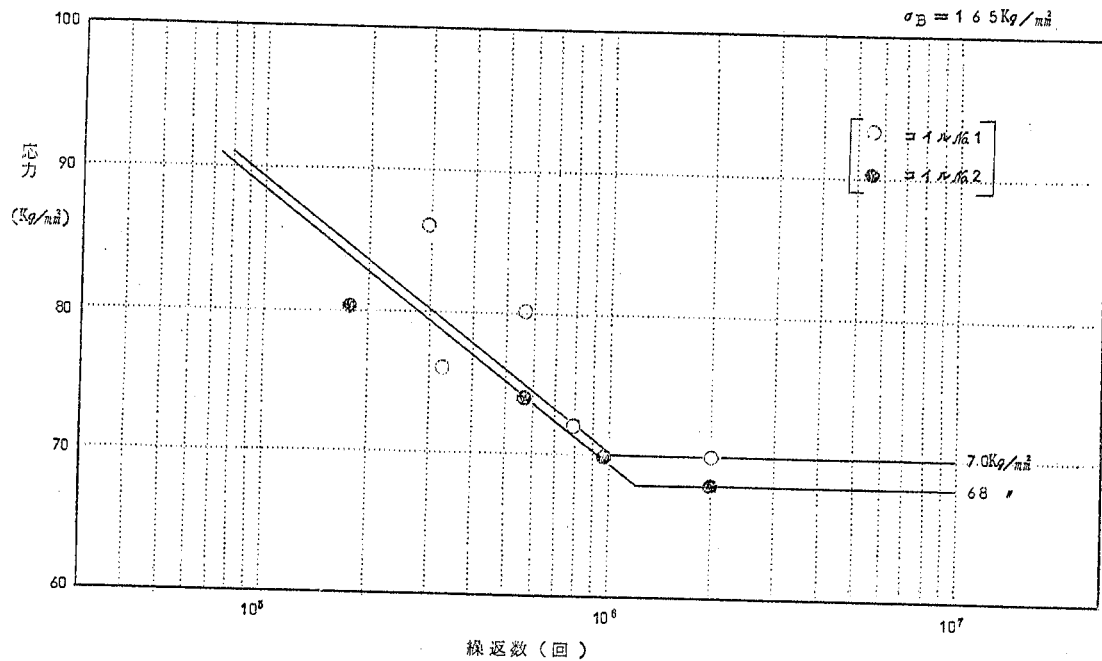


図-36 B₁ 社継手部の部分片振引張疲労 S-N 線図

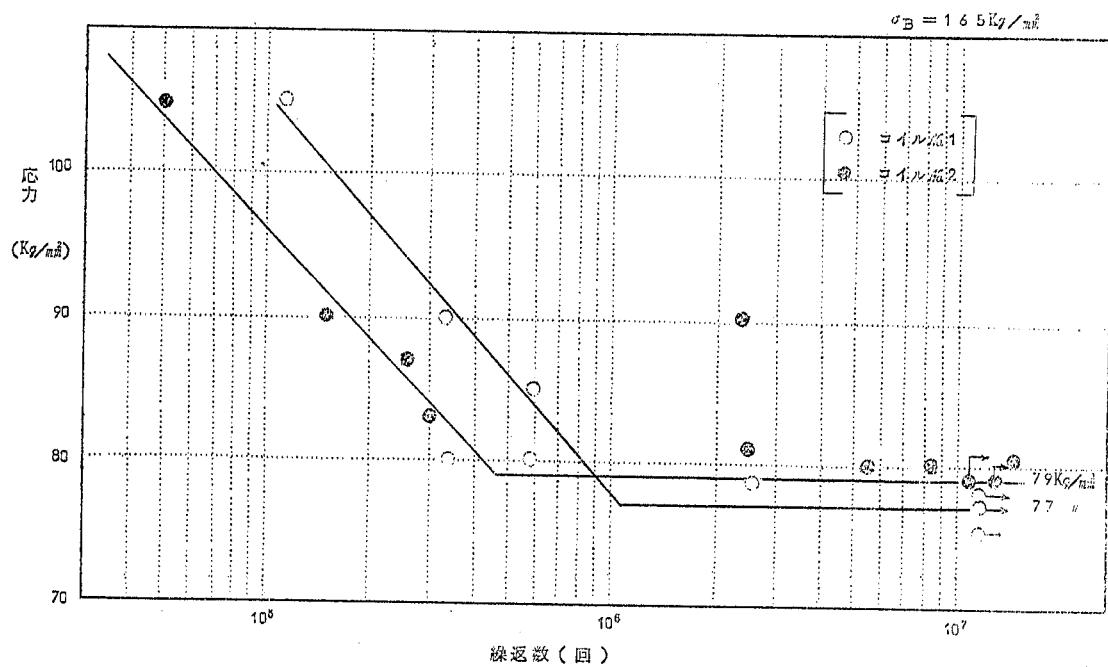


図-37 E社磁手部の部分片振引張疲労S-N線図

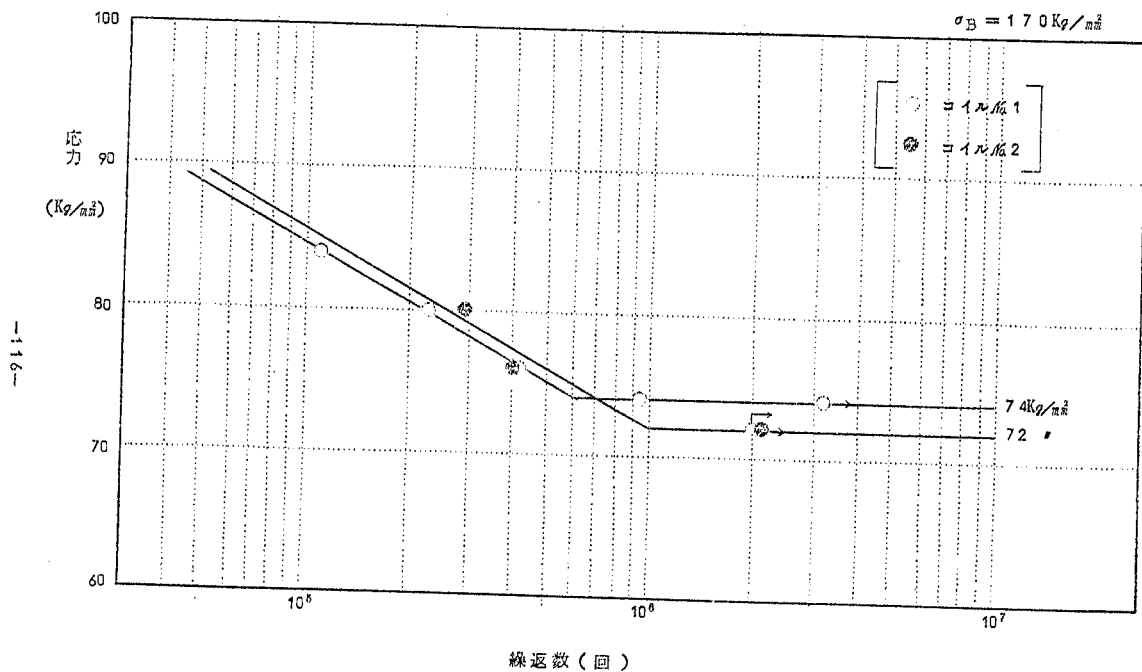


図 - 38 B₃ 社継手部の部分片振引張疲労 S-N 線図

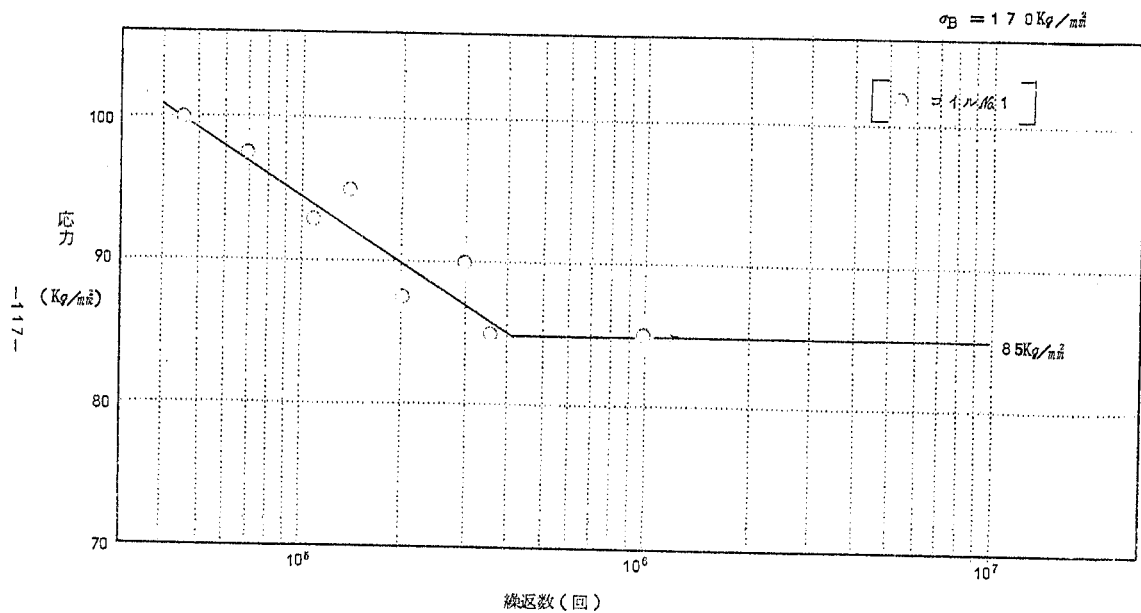


図-39 ○社継手部の部分片振引張疲労 S-N 線図

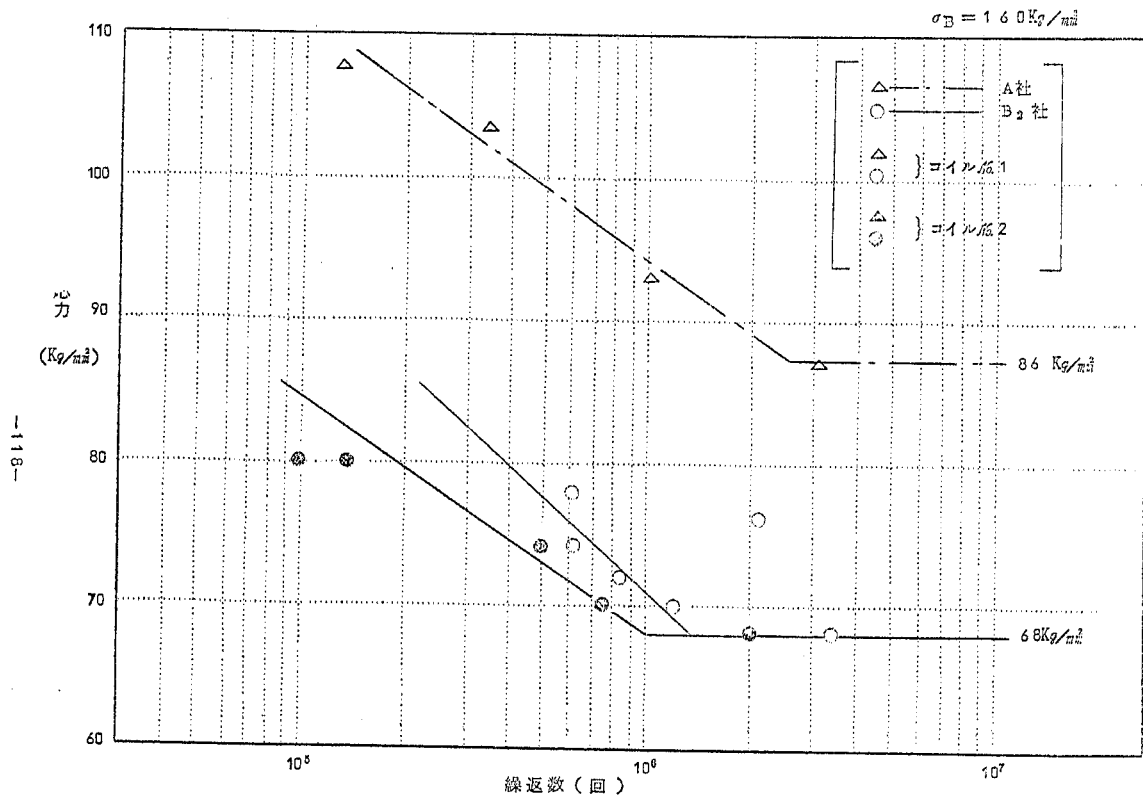


図-40 継手部の部分片振引張疲労 S-N 線図

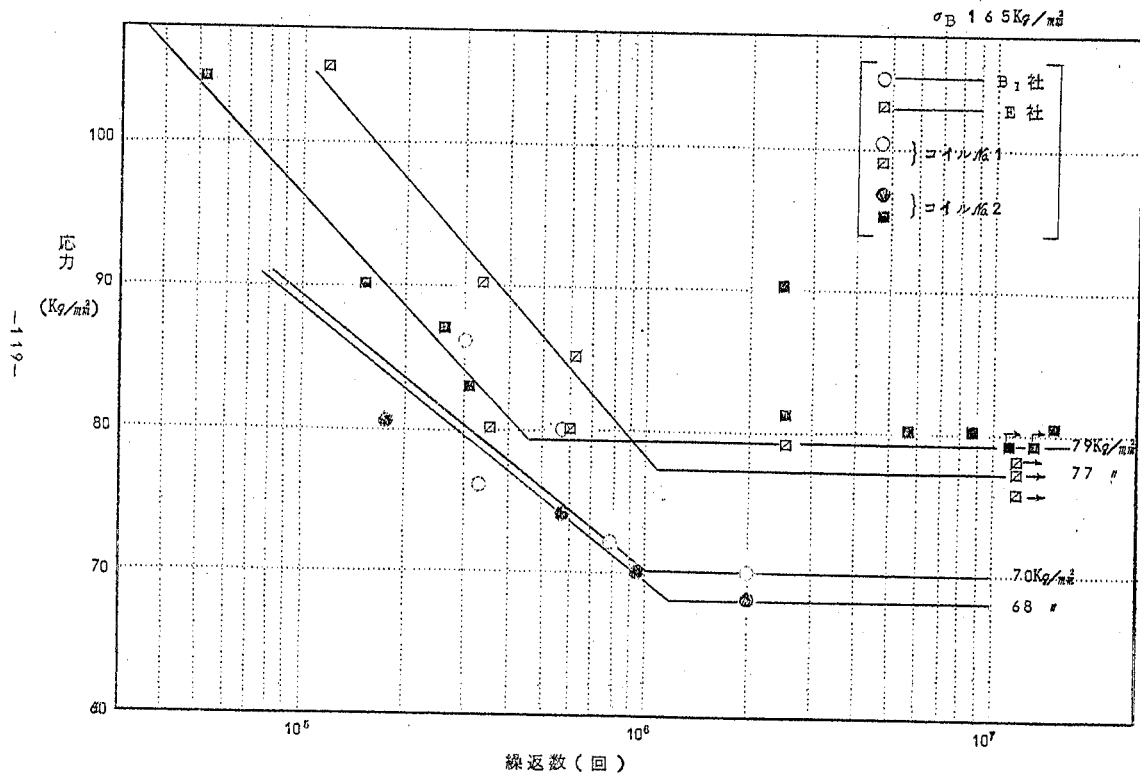


図-41 継手部の部分片振引張疲労S-N線図

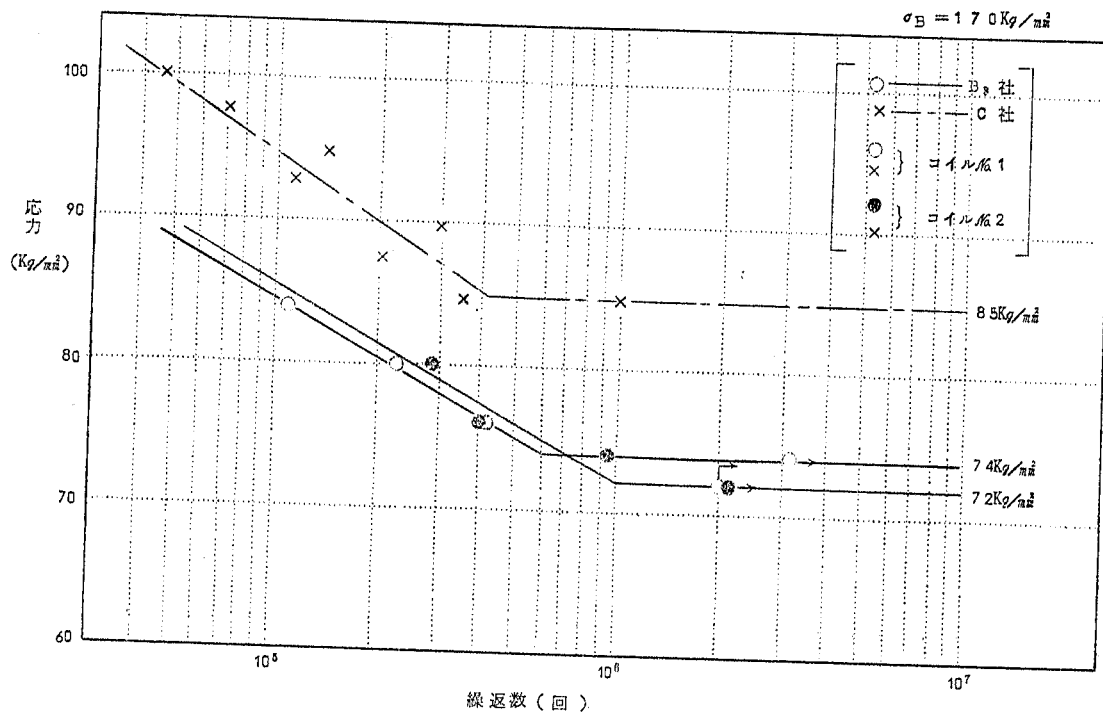


図-4.2 継手部の部分片張引限疲労 S-N 線図

2.4 疲労試験結果

疲労試験結果の総括は表-81に示すとおりである。

ケーブルの安全率を鋼線の最小引張強さに対して2.7程度とすると、最低引張強さ 156 Kg/mm^2 , 160 Kg/mm^2 , 165 Kg/mm^2 , および 170 Kg/mm^2 に対し鋼線の実用最大応力(最大設計応力)はほぼ 61 Kg/mm^2 , 62 Kg/mm^2 , 64 Kg/mm^2 , 66 Kg/mm^2 程度になる。これらの実用的に考えられる鋼線の最大応力と疲労限度 ($\sigma_{\text{lim}} = +50 \text{ Kg/mm}^2$) とを比較するといずれの鋼線もその疲労限度が実用最大応力を上回っている。

また、鋼線の引張強さ-疲労限度の関係は図-43に示すとおりである。

表-81 疲労試験（疲労限度を示す）

（単位 Kg/mm^2 ）

会社名 コイル 番号	項目	引張強さ		鋼線		粘手	応力水準	
		仕様値	試作鋼線平均値	回転曲げ疲労	部分片張り張疲労	部分片張り張疲労	最小応力	実用最大応力
D	1	156	159.0	± 54.0	92	85	50	61
	2		160.9	± 54.5	91	87		
A	1	160	170.2	± 55.2	91 ※	86 ※	50	62
	2		169.9	± 54.5	91 ※	86 ※		
B ₂	1	160	165.4	± 54.5	80	68	50	62
	2		165.5	± 54.5	80	68		
B ₁	1	165	172.1	± 58.3	86	70	50	64
	2		170.8	± 42.2	86	68		
E	1	165	167.7	± 42.2	102	77	50	64
	2		167.9	± 41.1	102	79		
B ₃	1	170	177.6	± 42.2	90	74	50	66
	2		180.0	± 58.3	90	72		
C	1	170	175.8	± 55.6	90	85	50	66
	2		177.0					

※ 時間強度より疲労限度を推定したもの。

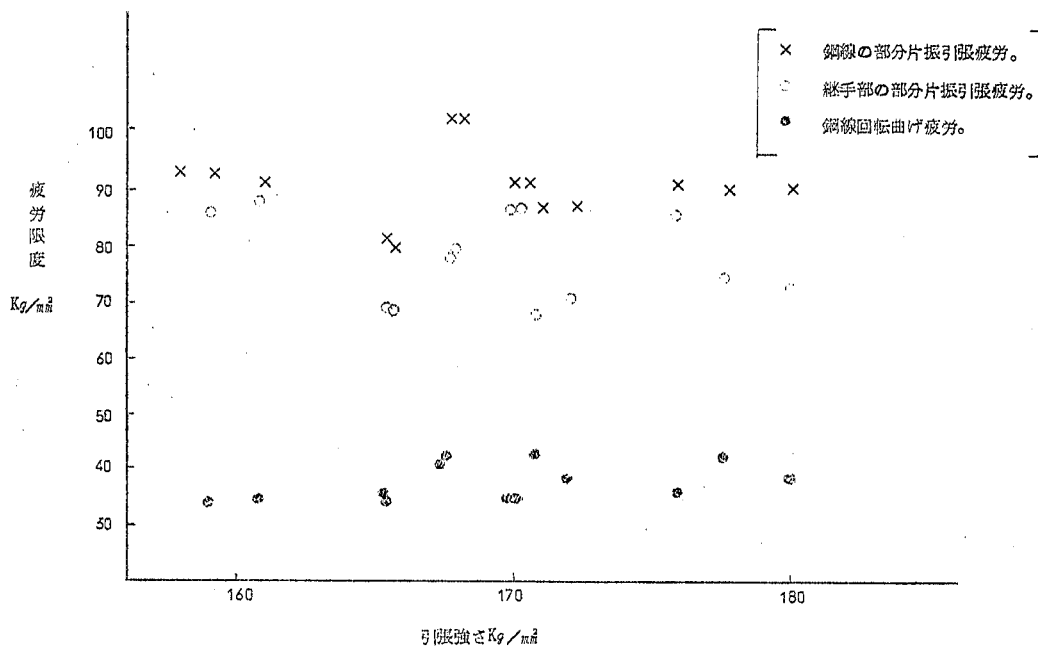


図-43 銅線の引張強さ-疲労限度

10. 試作試験結果の考察

10.1 銅線の機械的性質

引張強さの最低値で、 156Kg/mm^2 、 160Kg/mm^2 、 165Kg/mm^2 および 170Kg/mm^2 の4種類について試作試験を行なったが、これらの範囲内においては機械的性質の良好な銅線の製造が可能ながわかった。

10.2 継手

継手の試作試験結果は表-35、45に示したとおりであるが、昭和59年度の継手に関する調査目的はわが国で95%以上の継手効率の継手が製造可能かどうかを調べることにあったため、工場継手および現場継手を区別することなく試作試験を行なった。

第8章でのべたように継手の使用目的から考えて今後は現場における継手を開発するため継手効率の向上、継線設備について調査を行なう必要がある。

10.5 銅線および継手部の疲労強さ

9章4節でのべたとおり、銅線の実用最大（最大設計応力）に対し、試作試験を行なった銅線の疲労限度はいずれの銅線も十分良好な値を示している。

疲労限度／実用最大応力の関係をみると表-82に示すようになる。

表-82 疲労限度／実用最大応力 (%)

引張強さ Kg/mm^2	銅 線		継 手 部	
	最 大	最 小	最 大	最 小
156	151	149	142	139
160	147	129	139	110
165	158	134	124	106
170	136	—	129	109

表-83の結果より銅線で29%、継手部で6%程度疲労限度が銅線の実用最大応力を上廻っており、昭和40年度に行なわれる設計調査では銅線および継手部の疲労強さについては考慮する必要がないものと考えられる。

1 1. 設計に用いる諸数値

昭和38年度および昭和39年度と2回にわたる試作試験の結果から基本的に次の諸数値を仕様することができよう。

- | | |
|------------------------|-----------------------------|
| (1) 銅線溶酸亜鉛(メッキ線)の直径 | 5mm |
| (2) 引張強さ | 最低 160Kg/mm ² |
| | 平均 165Kg/mm ² |
| (3) 降伏点(0.7%全伸び耐力) | 118Kg/mm ² 以上 |
| (4) ケーブルの許容引張応力度 | 5,600Kg/cm ² |
| (5) 弾性係数 | 2,000,000Kg/cm ² |
| (6) 継手効率*(母材の引張強さに対して) | 95%以上 |
| (7) 疲労の影響 | 考慮する必要なし |

* ケーブルの許容引張応力度 5,600Kg/cm² にはすでに継手効率を考慮しているので、ケーブルの設計には改めて考慮しなくてよい。

1 2. あとがき

昭和38年度および昭和39年度と試作試験を行なって調査をすすめた結果一応設計に用いる基本的な諸数値を提案することができたが、昭和40年度にはさらに次のべる問題点について調査が必要である。

- (1) 銅線の2次応力の影響
- (2) 銅線の直線性が銅線の応力に及ぼす影響
- (3) 銅線の直線性が作業性に及ぼす影響
- (4) 銅線の製作仕様の検討, 修正
- (5) 継手効率の向上, 新継手の開発および現場継手の開発
- (6) 銅線の最低引張強さが165Kg/mm², 170Kg/mm²級の銅線の利用の可否の検討
- (7) 銅線の摩擦係数特性の検討
- (8) ラッピングワイヤーに与える張力の大きさ。