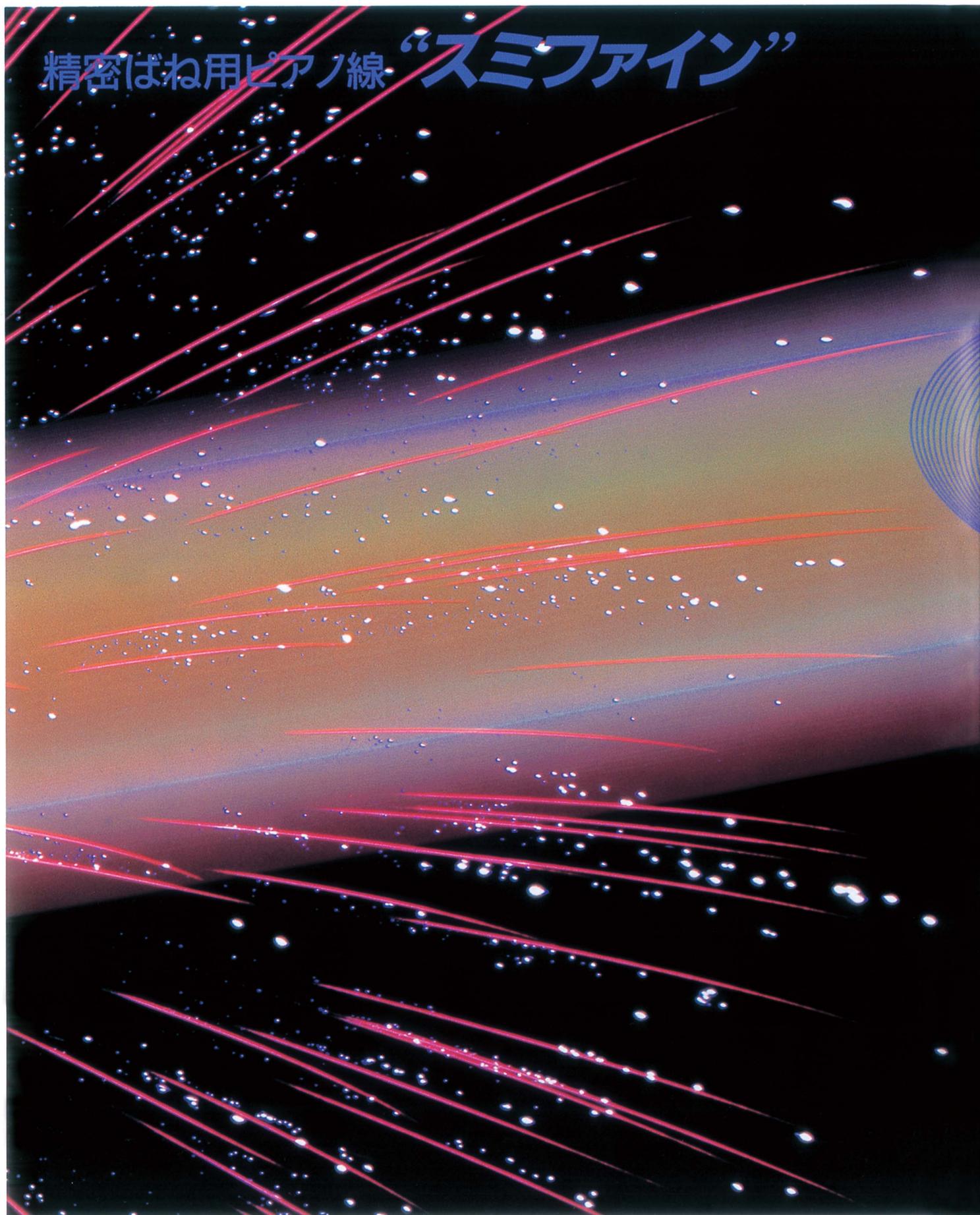
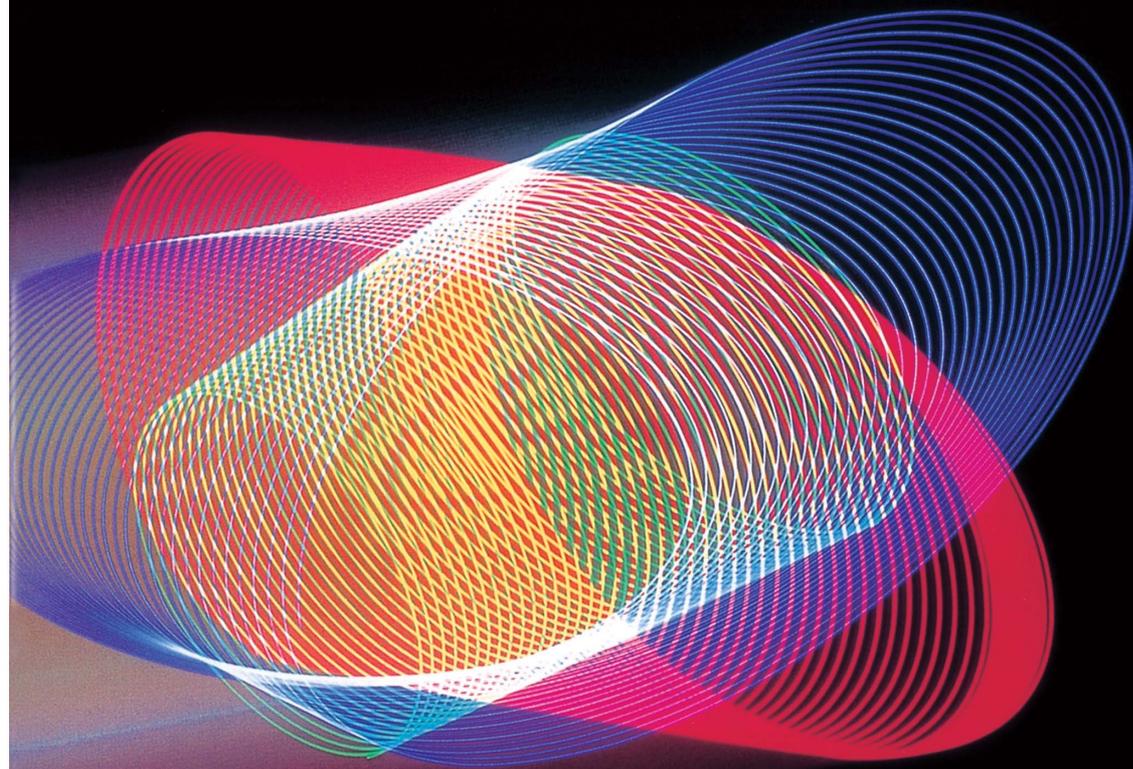


- ▶ ピアノ線
- ▶ 硬鋼線
- ▶ オイルテンパー線
- ▶ 異形線
- ▶ 技術資料

### 3. ピアノ線





優れたばね成形性。  
 全長に亘り均一な線クセ。  
 極限を追求した直径精度。

線径 (mm)	線径公差(mm)		偏径差(mm)	
	スミファイン	JIS	スミファイン	JIS
0.18	+0 -0.003	±0.004	0.002以下	0.004以下
0.20	+0 -0.004		±0.008	
0.23~0.50		±0.010		
0.55~0.90				±0.015
1.00	+0 -0.006	±0.015	0.010以下	
1.10	+0 -0.015			±0.020
1.20~2.00		0.010以下		
2.20			0.020以下	

# 3. ピアノ線

## 3-1 ピアノ線とは

ピアノ線は、現在工業的に量産される高強度金属材料の中で、最も実用的な代表品種として自動車、エレクトロニクス関連など我が国の工業各分野に広く使用されています。

住友のピアノ線は、当社の多年にわたる技術の蓄積と、開発力によって作られた高品質・高精度の、均一かつ精巧なバネ材料です。

特に当社の細物ピアノ線スミファインはより高度なニーズにお応えする精密バネ用ピアノ線として、その優れた成形性と、美しい仕上がりで御好評いただいております。

## 3-2 ピアノ線の化学成分

表3-1 ピアノ線の化学成分

種類記号	化学成分%					
	C	Si	Mn	P	S	Cu*
SWRS 62A	0.60~0.65	0.12~0.32	0.30~0.60	0.025以下	0.025以下	0.20以下
SWRS 62B	0.60~0.65	0.12~0.32	0.60~0.90	0.025以下	0.025以下	0.20以下
SWRS 67A	0.65~0.70	0.12~0.32	0.30~0.60	0.025以下	0.025以下	0.20以下
SWRS 67B	0.60~0.65	0.12~0.32	0.60~0.90	0.025以下	0.025以下	0.20以下
SWRS 72A	0.70~0.75	0.12~0.32	0.30~0.60	0.025以下	0.025以下	0.20以下
SWRS 72B	0.70~0.75	0.12~0.32	0.60~0.90	0.025以下	0.025以下	0.20以下
SWRS 75A	0.73~0.78	0.12~0.32	0.30~0.60	0.025以下	0.025以下	0.20以下
SWRS 75B	0.73~0.78	0.12~0.32	0.60~0.90	0.025以下	0.025以下	0.20以下
SWRS 77A	0.75~0.80	0.12~0.32	0.30~0.60	0.025以下	0.025以下	0.20以下
SWRS 77B	0.75~0.80	0.12~0.32	0.60~0.90	0.025以下	0.025以下	0.20以下
SWRS 80A	0.78~0.83	0.12~0.32	0.30~0.60	0.025以下	0.025以下	0.20以下
SWRS 80B	0.78~0.83	0.12~0.32	0.60~0.90	0.025以下	0.025以下	0.20以下
SWRS 82A	0.80~0.85	0.12~0.32	0.30~0.60	0.025以下	0.025以下	0.20以下
SWRS 82B	0.80~0.85	0.12~0.32	0.60~0.90	0.025以下	0.025以下	0.20以下
SWRS 87A	0.85~0.90	0.12~0.32	0.30~0.60	0.025以下	0.025以下	0.20以下
SWRS 87B	0.85~0.90	0.12~0.32	0.60~0.90	0.025以下	0.025以下	0.20以下
SWRS 92A	0.90~0.95	0.12~0.32	0.30~0.60	0.025以下	0.025以下	0.20以下
SWRS 92B	0.90~0.95	0.12~0.32	0.60~0.90	0.025以下	0.025以下	0.20以下

\*SWP-VのCuは0.15以下

### 3-3 ピアノ線の標準線径と仕様

表3-2 ピアノ線の標準線径と仕様

線径 (mm)	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )			線径公差 (mm)	偏径差 (mm)	巻取径 (mm)	標準単重 (kg)
	SWP-A	SWP-B	SWP-V				
0.08	2890 - 3190	3190 - 3480	—	±0.004	0.004以下	100	0.5
0.09	2840 - 3140	3140 - 3430	—	〃	〃	〃	〃
0.10	2790 - 3090	3090 - 3380	—	〃	〃	〃	〃
0.12	2750 - 3040	3040 - 3330	—	〃	〃	〃	1
0.14	2700 - 2990	2990 - 3290	—	〃	〃	〃	〃
0.16	2650 - 2940	2940 - 3240	—	〃	〃	150	2
0.18	2600 - 2890	2890 - 3190	—	〃	〃	〃	4
0.20	2600 - 2840	2840 - 3090	—	〃	〃	〃	6
0.23	2550 - 2790	2790 - 3040	—	±0.008	0.008以下	〃	〃
0.26	2500 - 2750	2750 - 2990	—	〃	〃	200	10
0.29	2450 - 2700	2700 - 2940	—	〃	〃	〃	〃
0.32	2400 - 2650	2650 - 2890	—	〃	〃	250	15
0.35	2400 - 2650	2650 - 2890	—	〃	〃	〃	〃
0.40	2350 - 2600	2600 - 2840	—	〃	〃	〃	20
0.45	2300 - 2550	2550 - 2790	—	〃	〃	300	25
0.50	2300 - 2550	2550 - 2790	—	〃	〃	〃	〃
0.55	2260 - 2500	2500 - 2750	—	±0.010	0.010以下	〃	30
0.60	2210 - 2450	2450 - 2700	—	〃	〃	〃	〃
0.65	2210 - 2450	2450 - 2700	—	〃	〃	〃	〃
0.70	2160 - 2400	2400 - 2650	—	〃	〃	〃	〃
0.80	2110 - 2350	2350 - 2600	—	〃	〃	400	〃
0.90	2110 - 2300	2300 - 2500	—	〃	〃	〃	40
1.00	2060 - 2260	2260 - 2450	2010 - 2210	〃	〃	〃	〃
1.20	2010 - 2210	2210 - 2400	1960 - 2160	±0.015	0.015以下	550	125
1.40	1960 - 2160	2160 - 2350	1910 - 2110	〃	〃	〃	〃
1.60	1910 - 2110	2110 - 2300	1860 - 2060	〃	〃	〃	〃
1.80	1860 - 2060	2060 - 2260	1810 - 2010	〃	〃	〃	〃
2.00	1810 - 2010	2010 - 2210	1770 - 1910	〃	〃	〃	〃
2.30	1770 - 1960	1960 - 2160	1720 - 1860	±0.020	0.020以下	650	〃
2.60	1770 - 1960	1960 - 2160	1720 - 1860	〃	〃	〃	〃
2.90	1720 - 1910	1910 - 2110	1720 - 1860	〃	〃	〃	〃
3.20	1670 - 1860	1860 - 2060	1670 - 1810	〃	〃	〃	〃
3.50	1670 - 1810	1810 - 1960	1670 - 1810	±0.030	0.030以下	〃	〃
4.00	1670 - 1810	1810 - 1960	1670 - 1810	〃	〃	750	〃
4.50	1620 - 1770	1770 - 1910	1620 - 1770	〃	〃	〃	〃
5.00	1620 - 1770	1770 - 1910	1620 - 1770	〃	〃	〃	〃
5.50	1570 - 1710	1710 - 1860	1570 - 1720	〃	〃	〃	〃
6.00	1520 - 1670	1670 - 1810	1520 - 1670	±0.040	0.040以下	〃	〃
6.50	1520 - 1670	1670 - 1810	—	〃	〃	〃	〃
7.00	1470 - 1620	1620 - 1770	—	〃	〃	〃	〃
8.00	1470 - 1620	—	—	〃	〃	950	200
8.50	1420 - 1570	—	—	〃	〃	〃	〃
9.00	1420 - 1570	—	—	±0.050	0.050以下	〃	〃
10.00	1420 - 1570	—	—	〃	〃	〃	〃

備考 中間にある線径については、それより大きい標準線径の値を用いる。

## 4. 硬鋼線

### 4-1 硬鋼線とは

住友の硬鋼線は当社の代表的な品種であるピアノ線の技術をもとに生産されています。

当社の永年にわたる経験と独自の新技術を活かしたワイヤー品質が国内外で高い信頼を得ており、各種バネはもちろんホース用補強材、ドライバー材、ヘアースピン等身近な日常品から自動車、エレクトロニクス関連まであらゆる分野で使用されています。

### 4-2 硬鋼線の化学成分

表4-1 硬鋼線の化学成分

種類記号	化 学 成 分 %				
	C	Si	Mn	P	S
SWRH 27	0.24 ~ 0.31	0.15 ~ 0.35	0.30 ~ 0.60	0.040以下	0.040以下
SWRH 32	0.29 ~ 0.36	0.15 ~ 0.35	0.30 ~ 0.60	0.040以下	0.040以下
SWRH 37	0.34 ~ 0.41	0.15 ~ 0.35	0.30 ~ 0.60	0.040以下	0.040以下
SWRH 42A	0.39 ~ 0.46	0.15 ~ 0.35	0.30 ~ 0.60	0.040以下	0.040以下
SWRH 42B	0.39 ~ 0.46	0.15 ~ 0.35	0.60 ~ 0.90	0.040以下	0.040以下
SWRH 47A	0.44 ~ 0.51	0.15 ~ 0.35	0.30 ~ 0.60	0.040以下	0.040以下
SWRH 47B	0.44 ~ 0.51	0.15 ~ 0.35	0.60 ~ 0.90	0.040以下	0.040以下
SWRH 52A	0.49 ~ 0.56	0.15 ~ 0.35	0.30 ~ 0.60	0.040以下	0.040以下
SWRH 52B	0.49 ~ 0.56	0.15 ~ 0.35	0.60 ~ 0.90	0.040以下	0.040以下
SWRH 57A	0.54 ~ 0.61	0.15 ~ 0.35	0.30 ~ 0.60	0.040以下	0.040以下
SWRH 57B	0.54 ~ 0.61	0.15 ~ 0.35	0.60 ~ 0.90	0.040以下	0.040以下
SWRH 62A	0.59 ~ 0.66	0.15 ~ 0.35	0.30 ~ 0.60	0.040以下	0.040以下
SWRH 62B	0.59 ~ 0.66	0.15 ~ 0.35	0.60 ~ 0.90	0.040以下	0.040以下
SWRH 67A	0.64 ~ 0.71	0.15 ~ 0.35	0.30 ~ 0.60	0.030以下	0.030以下
SWRH 67B	0.64 ~ 0.71	0.15 ~ 0.35	0.60 ~ 0.90	0.030以下	0.030以下
SWRH 72A	0.69 ~ 0.76	0.15 ~ 0.35	0.30 ~ 0.60	0.030以下	0.030以下
SWRH 72B	0.69 ~ 0.76	0.15 ~ 0.35	0.60 ~ 0.90	0.030以下	0.030以下
SWRH 77A	0.74 ~ 0.81	0.15 ~ 0.35	0.30 ~ 0.60	0.030以下	0.030以下
SWRH 77B	0.74 ~ 0.81	0.15 ~ 0.35	0.60 ~ 0.90	0.030以下	0.030以下
SWRH 82A	0.79 ~ 0.86	0.15 ~ 0.35	0.30 ~ 0.60	0.030以下	0.030以下
SWRH 82B	0.79 ~ 0.86	0.15 ~ 0.35	0.60 ~ 0.90	0.030以下	0.030以下

備考 Cの含有量は、注文者と製造業者との協定により、表の上・下限をそれぞれ0.01%ずつせばめた範囲で指定することができる。

### 4-3 硬鋼線の標準線径と仕様

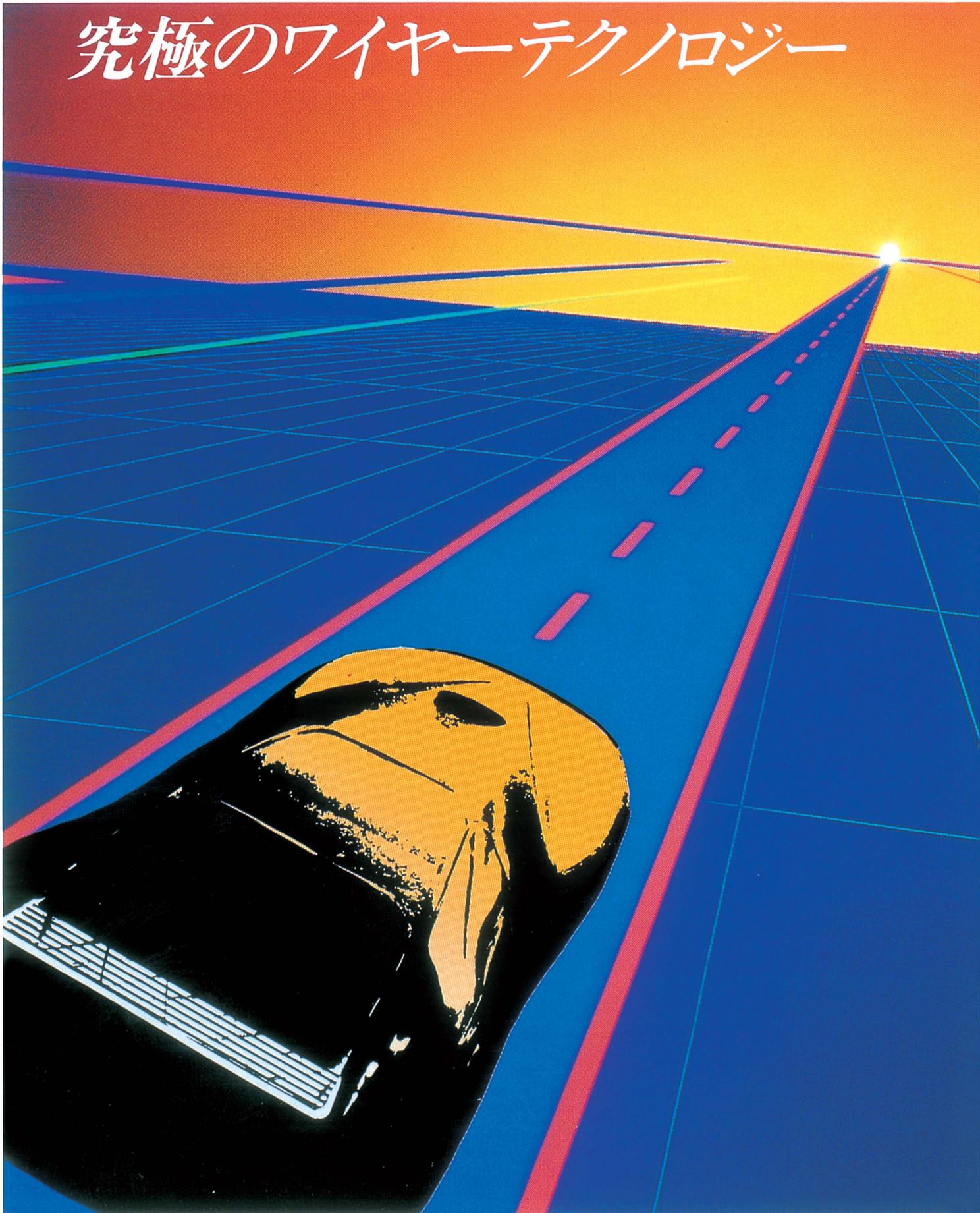
表4-2 硬鋼線の標準線径と仕様

線径 (mm)	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )			線径公差 (mm)	偏径差 (mm)	巻取釜径 (mm)	標準単重 (kg)
	SWA	SWB	SWC				
0.08	2110 - 2450	2450 - 2790	2790 - 3140	±0.006	0.006以下	100	0.5
0.09	2060 - 2400	2400 - 2750	2750 - 3090	〃	〃	〃	〃
0.10	2010 - 2350	2350 - 2700	2700 - 3040	〃	〃	〃	〃
0.12	1960 - 2300	2300 - 2650	2650 - 2990	±0.008	0.008以下	〃	〃
0.14	1960 - 2260	2260 - 2600	2600 - 2940	〃	〃	〃	〃
0.16	1910 - 2210	2210 - 2550	2550 - 2890	〃	〃	150	2
0.18	1910 - 2210	2210 - 2500	2500 - 2840	〃	〃	〃	4
0.20	1910 - 2210	2210 - 2500	2500 - 2790	〃	〃	〃	6
0.23	1860 - 2160	2160 - 2450	2450 - 2750	±0.015	0.015以下	〃	〃
0.26	1810 - 2110	2110 - 2400	2400 - 2700	〃	〃	200	10
0.29	1770 - 2060	2060 - 2350	2350 - 2650	〃	〃	〃	〃
0.32	1720 - 2010	2010 - 2300	2300 - 2600	〃	〃	250	15
0.35	1720 - 2010	2010 - 2300	2300 - 2600	〃	〃	〃	〃
0.40	1670 - 1960	1960 - 2260	2260 - 2550	〃	〃	〃	20
0.45	1620 - 1910	1910 - 2210	2210 - 2500	〃	〃	300	25
0.50	1620 - 1910	1910 - 2210	2210 - 2500	〃	〃	〃	〃
0.55	1570 - 1860	1860 - 2160	2160 - 2450	±0.020	0.020以下	〃	30
0.60	1570 - 1810	1810 - 2110	2110 - 2400	〃	〃	〃	〃
0.65	1570 - 1810	1810 - 2110	2110 - 2400	〃	〃	〃	〃
0.70	1520 - 1770	1770 - 2060	2060 - 2350	〃	〃	〃	〃
0.80	1520 - 1770	1770 - 2010	2010 - 2300	〃	〃	400	〃
0.90	1520 - 1770	1770 - 2010	2010 - 2260	〃	〃	〃	40
1.00	1470 - 1720	1720 - 1960	1960 - 2210	〃	〃	〃	〃
1.20	1420 - 1670	1670 - 1910	1910 - 2160	±0.030	0.030以下	550	125
1.40	1370 - 1620	1620 - 1860	1860 - 2110	〃	〃	〃	〃
1.60	1320 - 1570	1570 - 1810	1810 - 2060	〃	〃	〃	〃
1.80	1270 - 1520	1520 - 1770	1770 - 2010	〃	〃	〃	〃
2.00	1270 - 1470	1470 - 1720	1720 - 1960	〃	〃	〃	〃
2.30	1230 - 1420	1420 - 1670	1670 - 1910	±0.040	0.040以下	650	〃
2.60	1230 - 1420	1420 - 1670	1670 - 1910	〃	〃	〃	〃
2.90	1180 - 1370	1370 - 1620	1620 - 1860	〃	〃	〃	〃
3.20	1180 - 1370	1370 - 1570	1570 - 1810	〃	〃	〃	〃
4.00	1180 - 1370	1370 - 1570	1570 - 1770	±0.050	0.050以下	750	〃
4.50	1130 - 1320	1320 - 1520	1520 - 1720	〃	〃	〃	〃
5.00	1130 - 1320	1320 - 1520	1520 - 1720	〃	〃	〃	〃
5.50	1080 - 1270	1270 - 1470	1470 - 1670	〃	〃	〃	〃
6.00	1030 - 1230	1230 - 1420	1420 - 1620	±0.060	0.060以下	〃	〃
6.50	1030 - 1230	1230 - 1420	1420 - 1620	〃	〃	〃	〃
7.00	980 - 1180	1180 - 1370	1370 - 1570	〃	〃	〃	〃
8.00	980 - 1180	1180 - 1370	1370 - 1570	〃	〃	950	200
9.00	930 - 1130	1130 - 1320	1320 - 1520	±0.070	0.070以下	〃	〃
10.0	930 - 1130	1130 - 1320	1320 - 1520	〃	〃	〃	〃
11.0	—	1080 - 1270	1270 - 1470	〃	〃	〃	〃
12.0	—	1080 - 1270	1270 - 1470	〃	〃	〃	〃
13.0	—	1030 - 1230	1230 - 1420	〃	〃	〃	〃

備考 中間にある線径については、それより大きい標準線径の値を用いる。

## 5. オイルテンパー線

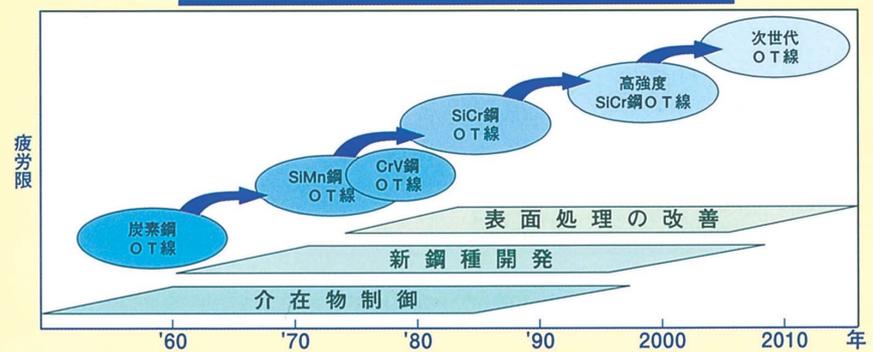
究極のワイヤーテクノロジー



# 住友電工の弁ばね用シリコンクロム鋼オイルテンパー線

ばね用オイルテンパー線は、種々の技術開発により疲労特性の向上が図られ、現在SiCr鋼オイルテンパー線を中心として、さらに高強度材の実用化が図られており、絶えず発展を続けています。

## ばね用オイルテンパー線の変遷



## 5. オイルテンパー線

### 5-1 オイルテンパー線とは

Oil Quenched and Tempered Wireの略で、線材を製品径まで冷間伸線した変態温度以上の高温に加熱し、油焼入(オイルクエンチ)、さらに焼戻しという熱処理を行うことによって材料の組織を制御し、優れた抗張力と靱性を与えた線であります。当社で製造されるオイルテンパー線は、きめ細かい品質管理と当社独自の卓越した技術により、安定した品質と優れた特性を有しており、需要家各位の好評を得ております。

### 5-2 オイルテンパー線の特長

オイルテンパー線には以下のような特長があります。

- (1)組織が均一で優れた靱性を有しており、耐疲労性において著しい高性能を示します。
- (2)太線径のものでも高抗張力を有し、かつ加工性に富んでいます。
- (3)線引による残留歪(くせ)、および釜くせがなく、真直性に優れています。

#### ※オイルテンパー線の取扱い上の注意

オイルテンパー線はたいへん水素脆化や遅れ破壊感受性の高い材料です。

- (1)酸洗やメッキは行わない
- (2)発錆する環境で使わない
- (3)コイルング後直ちに低温焼鈍を行う 以上、(1)(2)(3)をお守り下さい。

### 5-3 オイルテンパー線の種類

当社では弁ばね用シリコンクロム鋼オイルテンパー線をはじめとし、各種オイルテンパー線を製造しております。それらの化学成分を下表に、また標準線径と仕様を17～21ページに示しました。

表5-1 各種オイルテンパー線の化学成分

種類	J I S	化 学 成 分 (mass%)							
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	V
弁ばね用シリコンクロム鋼 オイルテンパー線	SWOSC-V	0.50～ 0.60	1.20～ 1.60	0.50～ 0.80	0.025 以下	0.025 以下	0.20 以下	0.50～ 0.80	—
弁ばね用クロムバナジウム鋼 オイルテンパー線	SWOCV-V	0.45～ 0.55	0.15～ 0.35	0.65～ 0.95	0.025 以下	0.025 以下	0.20 以下	0.80～ 1.10	0.15～ 0.25
弁ばね用炭素鋼 オイルテンパー線	SWO-V	0.60～ 0.70	0.12～ 0.32	0.60～ 0.90	0.025 以下	0.025 以下	0.20 以下	—	—
ばね用シリコンクロム鋼 オイルテンパー線	SWOSC-B	0.51～ 0.59	1.20～ 1.60	0.60～ 0.90	0.035 以下	0.035 以下	0.20 以下	0.60～ 0.90	—
ばね用シリコンマンガン鋼 オイルテンパー線	SWOSM	0.56～ 0.64	1.50～ 1.80	0.70～ 1.00	0.035 以下	0.035 以下	0.30 以下	—	—
ばね用炭素鋼 オイルテンパー線(A種)	SWO-A	0.60～ 0.70	0.15～ 0.35	0.30～ 0.90	0.030 以下	0.030 以下	0.20 以下	—	—
ばね用炭素鋼 オイルテンパー線(B種)	SWO-B	0.65～ 0.75	0.15～ 0.35	0.30～ 0.90	0.030 以下	0.030 以下	0.20 以下	—	—

この外にもさらに高強度、高耐疲労オイルテンパー線をご用意できます。

## 5-3-1 弁ばね用シリコンクロム鋼オイルテンパー線(SWOSC-V)

表5-2 弁ばね用シリコンクロム鋼オイルテンパー線の標準線径と仕様

線径 (mm)	引張り強さ (N/mm <sup>2</sup> )	線径公差 (mm)	偏径差 (mm)	巻取釜径 (mm)	標準単重 (kg)
0.8	2010 ~ 2160	±0.02	0.02以下	400	50
0.9	〃	〃	〃	〃	〃
1.0	〃	〃	〃	〃	〃
1.1	〃	〃	〃	〃	〃
1.2	〃	〃	〃	〃	〃
1.4	1960 ~ 2110	〃	〃	〃	〃
1.6	〃	〃	〃	750	200
1.8	〃	〃	〃	〃	〃
2.0	1910 ~ 2060	〃	〃	〃	〃
2.3	〃	〃	〃	〃	〃
2.6	〃	〃	〃	〃	〃
2.9	〃	〃	〃	〃	〃
3.2	1860 ~ 2010	〃	〃	1200	〃
3.5	〃	±0.03	0.03以下	〃	〃
4.0	1810 ~ 1960	〃	〃	〃	〃
4.5	〃	〃	〃	〃	〃
5.0	1760 ~ 1910	〃	〃	〃	〃
5.5	〃	〃	〃	1500	〃
6.0	1710 ~ 1860	〃	〃	〃	〃
6.5	〃	±0.04	0.04以下	〃	〃
7.0	1660 ~ 1810	〃	〃	〃	〃
8.0	〃	〃	〃	〃	〃

● 中間にある線径については、それより太い線径の値を用います。  
 ※ 製品規格外の仕様についてのご要望には、別途御相談に応じます。

## 5. オイルテンパー線

### 5-3-2 弁ばね用クロムバナジウム鋼オイルテンパー線(SWOCV-V)

表5-3 弁ばね用クロムバナジウム鋼オイルテンパー線の標準線径と仕様

線径 (mm)	引張り強さ (N/mm <sup>2</sup> )	線径公差 (mm)	偏径差 (mm)	巻取釜径 (mm)	標準単重 (kg)
3.0	1570 ~ 1720	±0.02	0.02以下	1200	200
3.2	〃	〃	〃	〃	〃
3.5	〃	±0.03	0.03以下	〃	〃
4.0	1520 ~ 1670	〃	〃	〃	〃
4.5	〃	〃	〃	〃	〃
5.0	1470 ~ 1620	〃	〃	〃	〃
5.5	〃	〃	〃	1500	〃
6.0	〃	〃	〃	〃	〃
6.5	1420 ~ 1570	±0.04	0.04以下	〃	〃
7.0	〃	〃	〃	〃	〃
8.0	1370 ~ 1520	〃	〃	〃	〃
9.0	〃	±0.05	0.05以下	〃	〃
10.0	〃	〃	〃	〃	〃

●中間にある線径については、それより太い線径の値を用います。  
※製品規格外の仕様についてのご要望には、別途御相談に応じます。

### 5-3-3 弁ばね用炭素鋼オイルテンパー線(SWO-V)

表5-4 弁ばね用炭素鋼オイルテンパー線の標準線径と仕様

線径 (mm)	引張り強さ (N/mm <sup>2</sup> )	線径公差 (mm)	偏径差 (mm)	巻取釜径 (mm)	標準単重 (kg)
3.0	1570 ~ 1720	±0.02	0.02以下	1200	200
3.2	〃	〃	〃	〃	〃
3.5	〃	±0.03	0.03以下	〃	〃
4.0	〃	〃	〃	〃	〃
4.5	1520 ~ 1670	〃	〃	〃	〃
5.0	〃	〃	〃	〃	〃
5.5	1470 ~ 1620	〃	〃	1500	〃
6.0	〃	〃	〃	〃	〃

●中間にある線径については、それより太い線径の値を用います。  
※製品規格外の仕様についてのご要望には、別途御相談に応じます。

### 5-3-4 ばね用シリコンクロム鋼オイルテンパー線(SWOSC-B)

表5-5 ばね用シリコンクロム鋼オイルテンパー線の標準線径と仕様

線径 (mm)	引張り強さ (N/mm <sup>2</sup> )	線径公差 (mm)	偏径差 (mm)	巻取釜径 (mm)	標準単重 (kg)
3.0	1860 ~ 2010	±0.03	0.03以下	1200	250
3.2	〃	〃	〃	〃	〃
3.5	〃	±0.04	0.04以下	〃	〃
4.0	1810 ~ 1960	〃	〃	〃	〃
4.5	〃	〃	〃	〃	〃
5.0	1760 ~ 1910	〃	〃	〃	〃
5.5	〃	〃	〃	1500	〃
6.0	1710 ~ 1860	〃	〃	〃	〃
6.5	〃	±0.05	0.05以下	〃	〃
7.0	1660 ~ 1810	〃	〃	〃	〃
7.5	〃	〃	〃	〃	〃
8.0	〃	〃	〃	〃	〃
8.5	〃	〃	〃	〃	〃
9.0	〃	〃	〃	〃	〃
9.5	〃	〃	〃	〃	〃
10.0	〃	〃	〃	〃	〃
10.5	〃	±0.06	0.06以下	〃	〃
11.0	〃	〃	〃	〃	〃
11.5	〃	〃	〃	〃	〃
12.0	1610 ~ 1760	〃	〃	〃	〃
13.0	〃	〃	〃	〃	〃
14.0	〃	〃	〃	〃	〃

● 中間にある線径については、それより太い線径の値を用います。  
 ※ 製品規格外の仕様についてのご要望には、別途御相談に応じます。

## 5. オイルテンパー線

### 5-3-5 ばね用シリコンマンガング鋼オイルテンパー線(A種:SWOSM-A、B種:SWOSM-B、C種:SWOSM-C)

表5-6 ばね用シリコンマンガング鋼オイルテンパー線の標準線径と仕様

線径 (mm)	引張り強さ (N/mm <sup>2</sup> )			線径公差 (mm)	偏径差 (mm)	巻取釜径 (mm)	標準単重 (kg)
	SWOSM-A	SWOSM-B	SWOSM-C				
4.0	1470 ~ 1620	1570 ~ 1720	1670 ~ 1810	±0.05	0.05以下	1500	250
4.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
5.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
5.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
6.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
6.5	〃	〃	〃	±0.06	0.06以下	〃	〃
7.0	1420 ~ 1570	1520 ~ 1670	1620 ~ 1770	〃	〃	〃	〃
7.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
8.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
8.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
9.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
9.5	1370 ~ 1520	1470 ~ 1620	1570 ~ 1720	〃	〃	〃	〃
10.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
10.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
11.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
11.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
12.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
13.0	〃	〃	—	±0.08	0.08以下	〃	〃
14.0	〃	〃	—	〃	〃	〃	〃

●中間にある線径については、それより太い線径の値を用います。  
 ※製品規格外の仕様についてのご要望には、別途御相談に応じます。

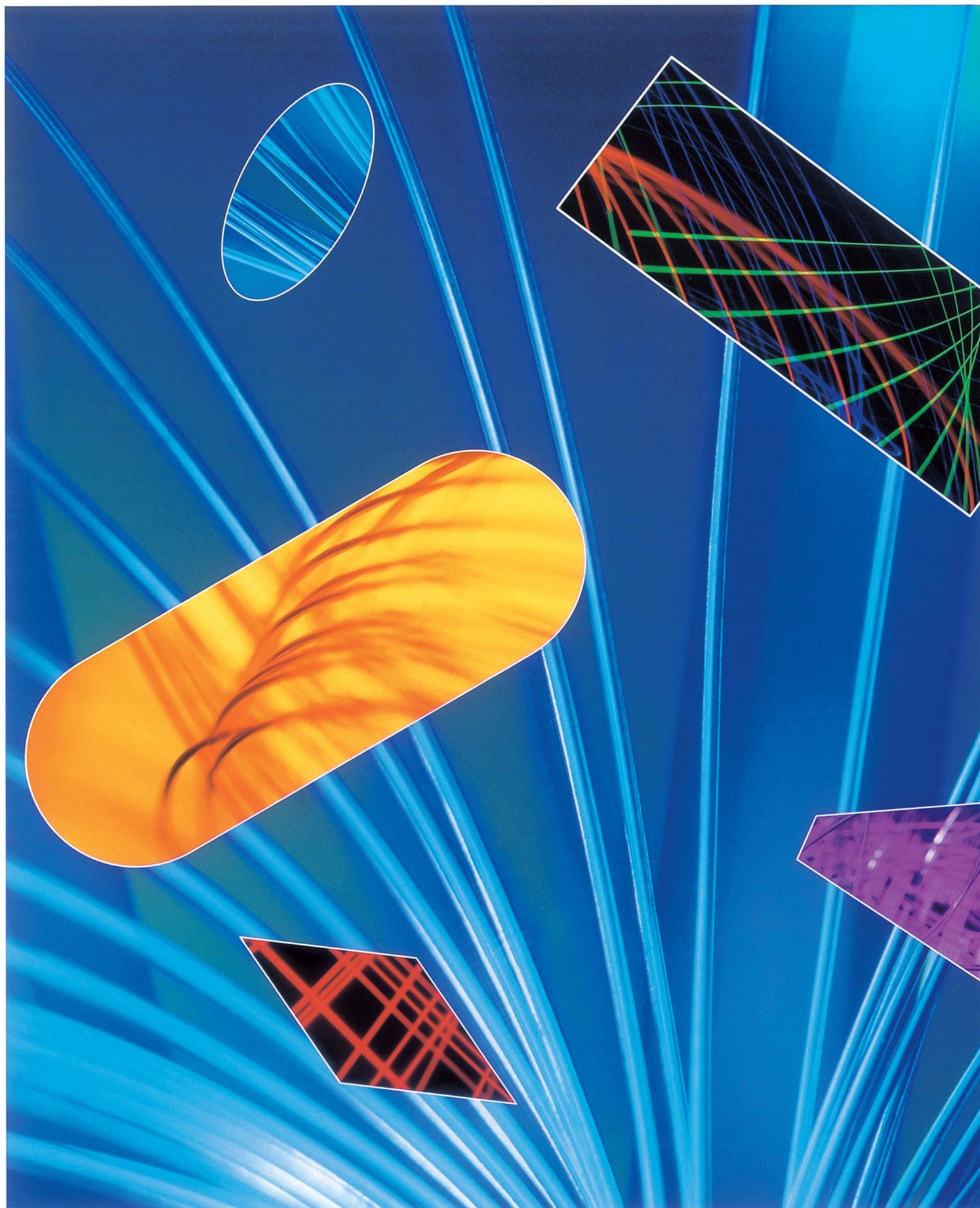
### 5-3-6 ばね用炭素鋼オイルテンパー線(A種:SWO-A、B種:SWO-B)

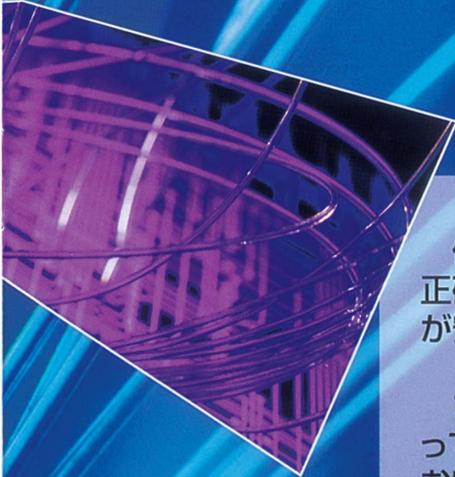
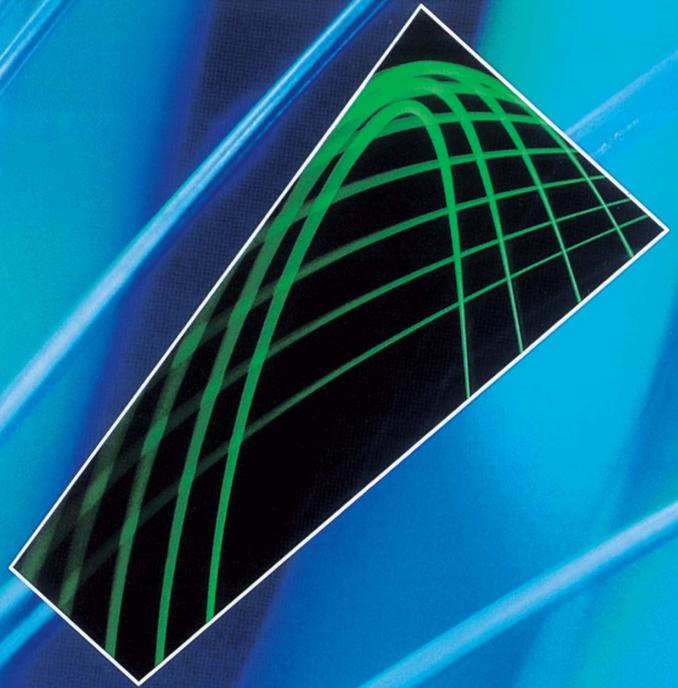
表5-7 ばね用炭素鋼オイルテンパー線の標準線径と仕様

線径 (mm)	引張り強さ (N/mm <sup>2</sup> )		線径公差 (mm)	偏径差 (mm)	巻取釜径 (mm)	標準単重 (kg)
	SWO-A	SWO-B				
3.0	1470 ~ 1620	1620 ~ 1770	±0.03	0.03以下	1200	250
3.2	〃	〃	〃	〃	〃	〃
3.5	〃	〃	±0.04	0.04以下	〃	〃
4.0	1420 ~ 1570	1570 ~ 1720	〃	〃	〃	〃
4.5	1370 ~ 1520	1520 ~ 1670	〃	〃	〃	〃
5.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃
5.5	1320 ~ 1470	1470 ~ 1620	〃	〃	1500	〃
6.0	〃	〃	±0.05	0.05以下	〃	〃
6.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃
7.0	1230 ~ 1370	1370 ~ 1520	〃	〃	〃	〃
8.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃
9.0	〃	〃	±0.06	0.06以下	〃	〃
10.0	1180 ~ 1320	1320 ~ 1470	〃	〃	〃	〃
11.0	〃	〃	±0.07	0.07以下	〃	〃
12.0	〃	〃	〃	〃	〃	〃

●中間にある線径については、それより太い線径の値を用います。  
 ※製品規格外の仕様についてのご要望には、別途御相談に応じます。

## 6. 異形線





住友電工スチールワイヤーの異形線は、寸法精度が高く、形状が正確、線くせが均一で安定していることに加え、表面及び内部品質が安定しており、高い加工性、高い信頼性をお約束いたします。

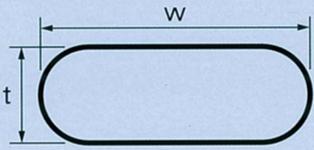
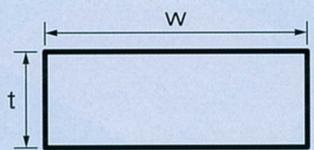
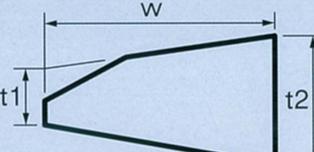
また、今後多様化していく異形線のニーズに対し、丸線の分野で培ってきた高強度材料の製造技術や、高度な異形加工技術をもって、お客様のご要望にお応えいたします。

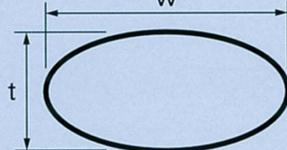
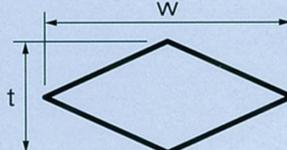
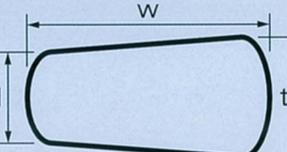
# 6. 異形線

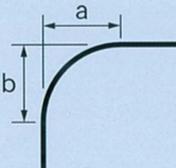
## 6-1 異形線の種類と硬度

	異形ピアノ線	異形硬鋼線	異形オイルテンパー線	異形鈍し線	異形ステンレス線
主な材質	SWRS 77A SWRS 80A SWRS 82A	SWRH 62A~ SWRH 82B	SWOSC-V SWO-V SWO-A SWO-B	各種	SUS 304 SUS 316 SUS 631J1
標準硬度	HRC 40~50	HRC 35~45	HRC 45~52	HRB 95~105	HRC 35~45
引張強さ	標準として、丸径換算JIS相当				

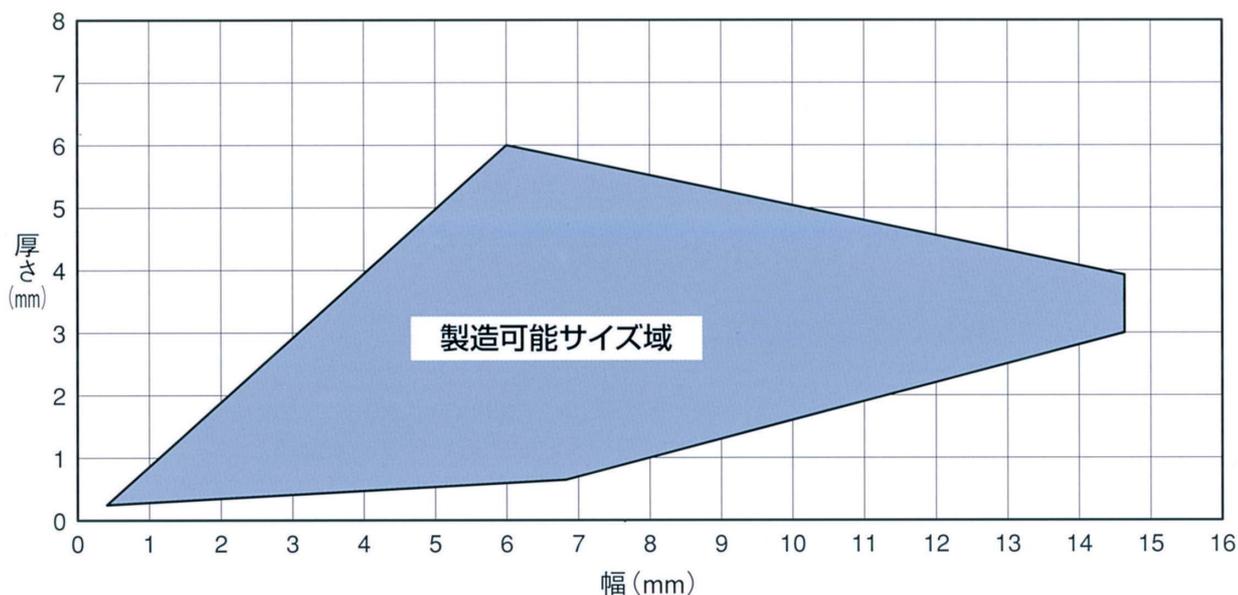
## 6-2 異形線の標準形状

名称	形状	断面積
平線		$wt - 0.215t^2$
平角線		$wt$
台形線		$\frac{(t1+t2)w}{2}$
五角形線		

名称	形状	断面積
楕円線		$0.785wt$
菱形線		$\frac{wt}{2}$
タル形線		
丸コバ台形線		

コーナーR	標準として、0.2mm~0.4mm (平線は除く)	 <p>コーナーR部は左図の a、bの寸法とする</p>
-------	---------------------------	--

### 6-3 異形線の製造可能サイズ域



### 6-4 異形線の標準線径公差

線径[mm]	厚さ公差	幅公差
0.5~0.9	±0.02	±0.04
1.0~2.0	±0.03	±0.05
2.1~3.2	±0.04	±0.06
3.3~5.5	±0.05	±0.07
5.6~10.0	±0.05	±0.10

※線径は丸径換算

### 6-5 異形線の荷姿

荷姿	コイル	リールレスコイル	キャリア	リール	
寸法 [mm]	 内径:500	 内径:550 幅 :200と100	 胴径:450 下径:970 高さ:1000	 外径:280 幅 :220 軸径: 78	 外径:440 幅 :225 軸径: 53
標準重量 [kg]	100	300 (200mm幅) 100 (100mm幅)	300	20	40
標準線径	1.0~3.0mm	2.0mm以上	1.0~3.0mm	1.0mm以下	1.0mm以下

# 7. 技術資料

## 7-1 ばね用材料のテンパー処理による特性の変化

### 7-1-1 機械的性質の変化

各種材料のテンパー処理による機械的性質の変化例は図-1～図-4に示します。一般的に次のような傾向が観察されます。(テンパー処理は、ブルーイング、低温焼鈍とも言う。)

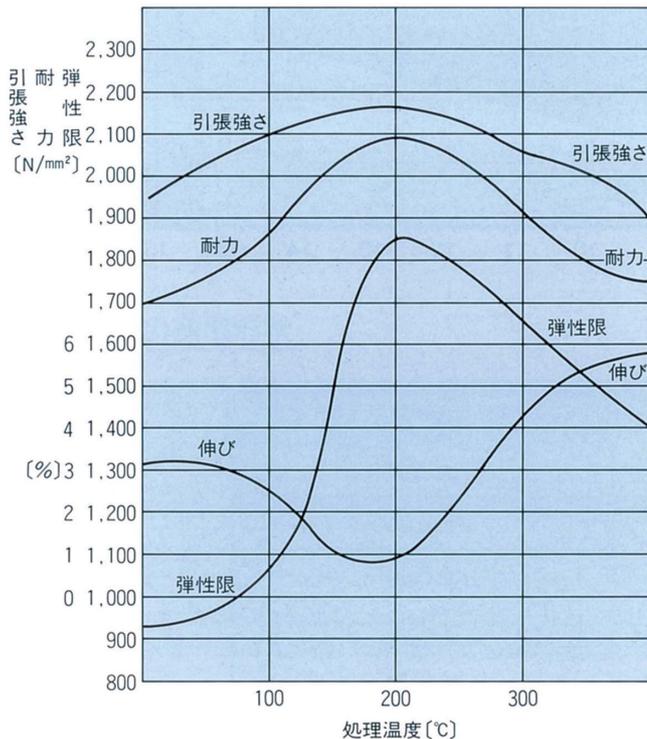


図-1 低温焼鈍温度と機械的性質(SWPφ2.9)

#### (1) ピアノ線, 硬鋼線

- ① 引張強さは約200°Cで最大値を示す。
- ② 耐力(降伏点)も約200°Cで最大値を示すが引張強さに対する割合も高くなる。
- ③ 200°C付近で、伸び、ねじり回数などの靱性が低くなる。(青熱脆性と言われる)

#### (2) オイルテンパー線

テンパー処理によっても殆んど変化しないがSi-Cr鋼オイルテンパー線では、約300°Cで特に降伏点の上昇が見られる。(2次硬化)

#### (3) ステンレス鋼線

テンパー処理により引張強さ、降伏点共に上昇し約400°Cで最大値を示す。又、引張強さに対する降伏点の割合も高くなる。

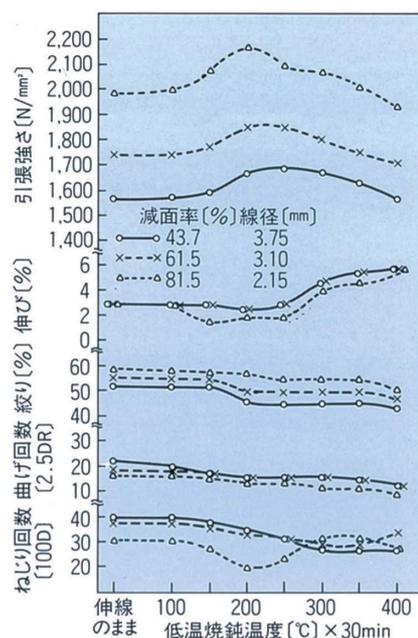


図-2 伸線による減面率と低温焼鈍温度がピアノ線の機械的性質に及ぼす影響  
(C0.8%, Si0.22%, Mn0.53%)

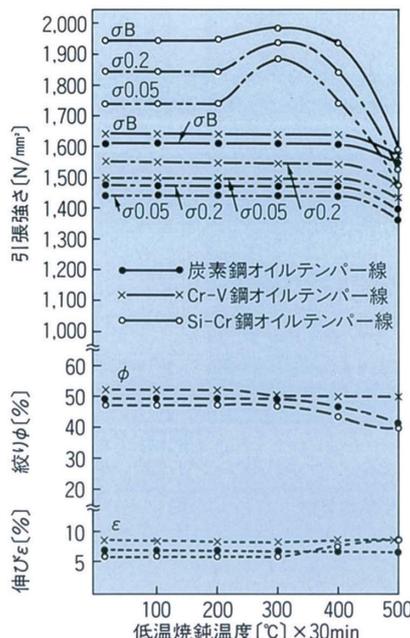


図-3 各種オイルテンパー線の低温焼鈍と機械的性質との関係

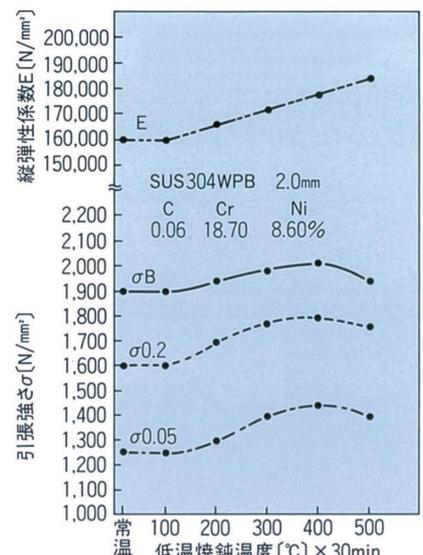


図-4 線径2.0mm, SUS304 WPBの低温焼鈍温度と引張特性との関係

次に4.0φの線径でテンパー処理による引張特性、ねじり特性の変化を各材料(ステンレス線は除く)について比較したデータを図-5~図-10に示します。

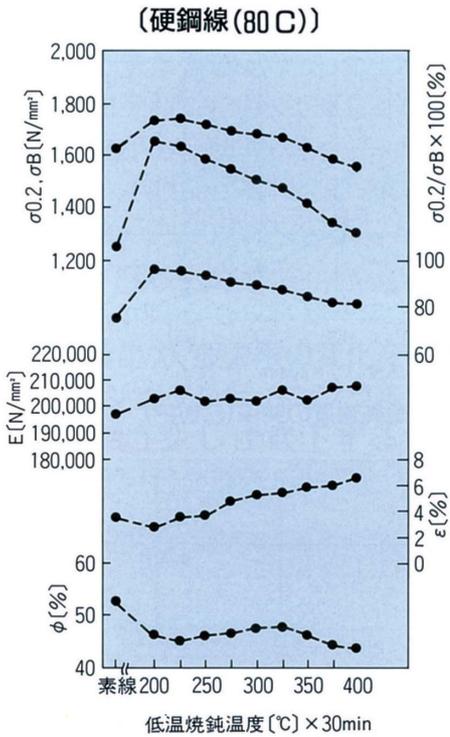


図-5 SWCの引張特性とブルーイング温度の関係

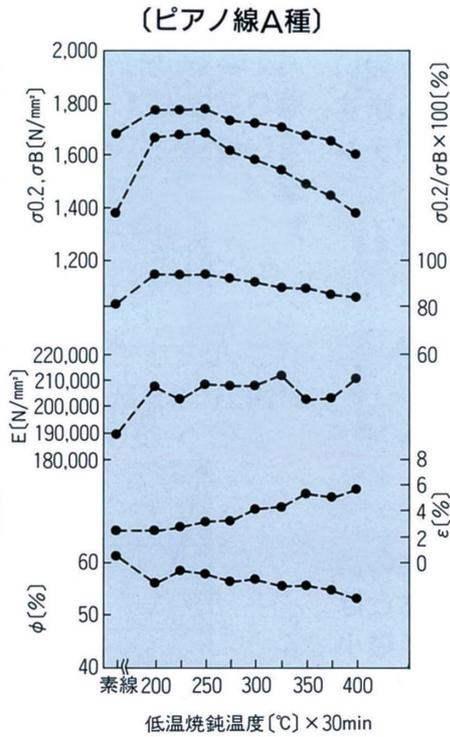


図-7 SWP-Aの引張特性とブルーイング温度の関係

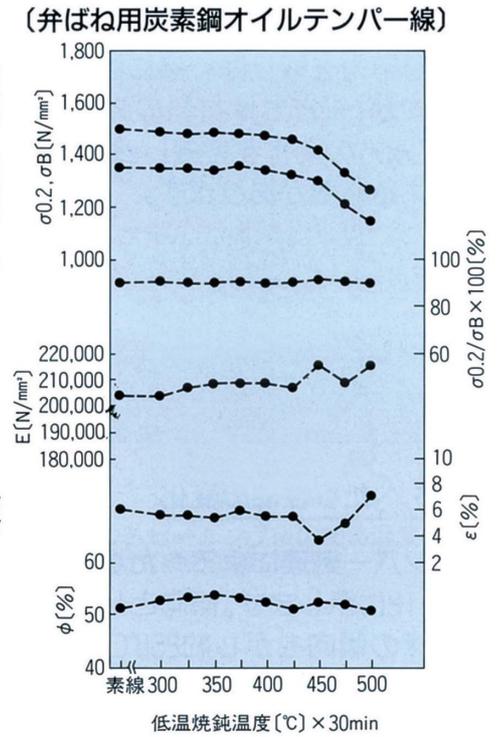


図-9 SWO-Vの引張特性とブルーイング温度の関係

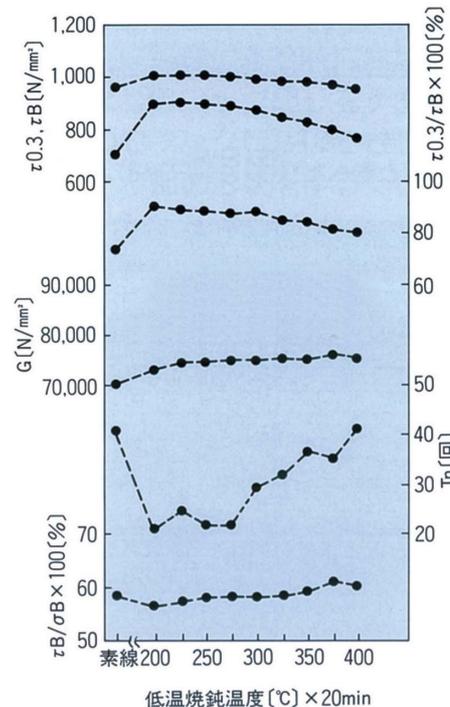


図-6 SWCのねじり特性およびτB/σBとブルーイング温度の関係

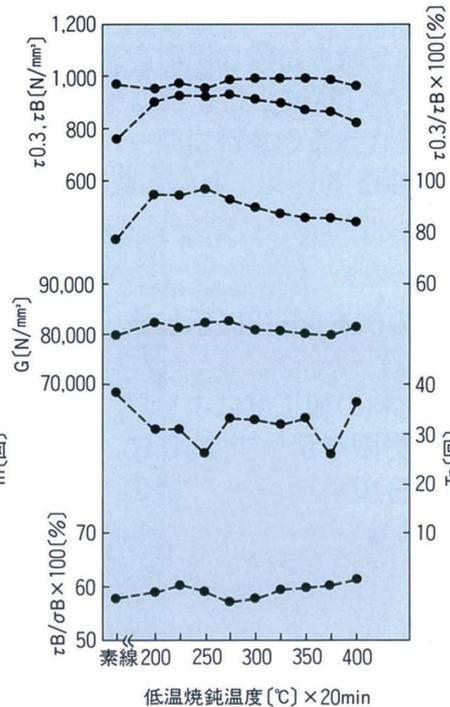


図-8 SWP-Aのねじり特性およびτB/σBとブルーイング温度の関係

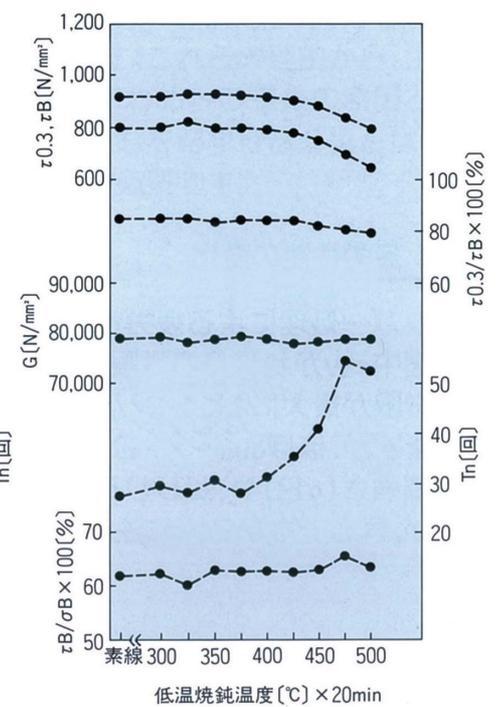


図-10 SWO-Vのねじり特性およびτB/σBとブルーイング温度の関係

(注) σB: 引張強さ σ0.2: 降伏点 E: 縦弾性係数(ヤング率) ε: 伸び φ: 絞り τB: ねじり破断強度 τ0.3: ねじり降伏点 G: 横弾性係数 Tn: ねじり回数(捻回値) 供試サイズ: 4.0mmφ

# 7. 技術資料

## 7-1-2 残留応力の変化

テンパー処理による残留応力の変化の例を図-11に示します。

残留応力を取り除く為には高温の方が良い訳ですが、一方では材料の強度が低下しますので、双方の変化を考慮し、最適な温度でテンパーする必要があります。

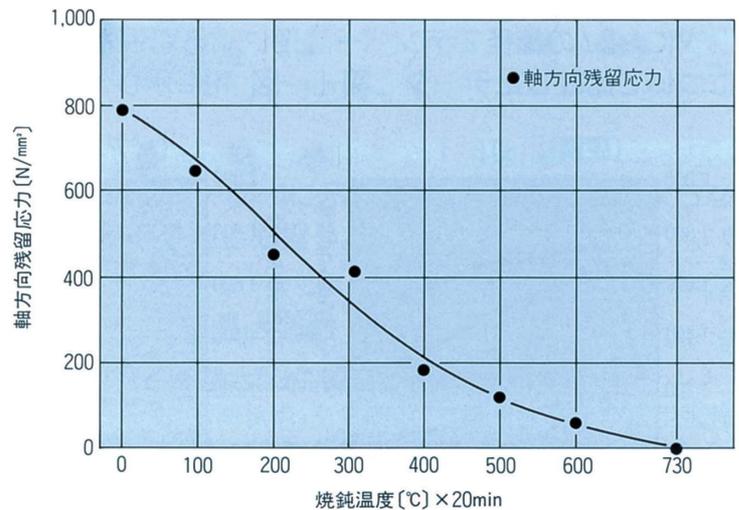


図-11 残留応力と焼鈍温度の関係(SWP)

## 7-1-3 へたり性能の変化

テンパー処理によるへたり性能の変化の例を図-12に示します。傾向として引張強さとほぼ同様の傾向を示し約250°Cでへたりが最小になります。また素線とほぼ同じ引張強さを示す350~400°Cで、へたりが少ないのは引張強さに対する降伏点が高いことによるものです。

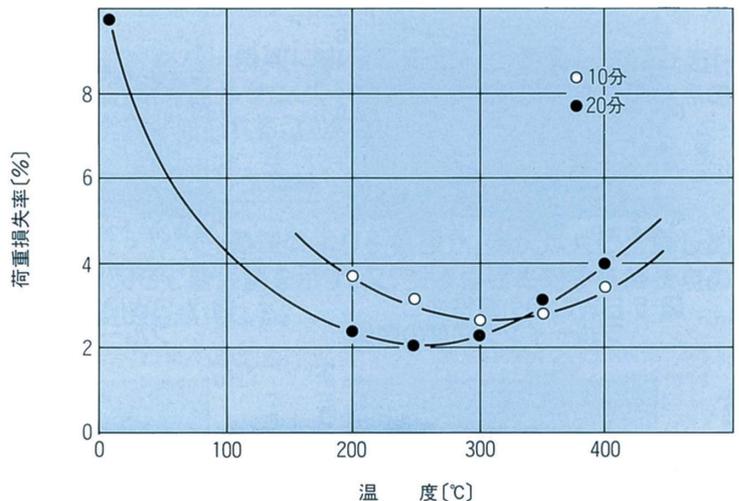


図-12 低温焼鈍温度と耐へたり性(SWP φ2)

## 7-1-4 疲労性能の変化

テンパー処理による疲労性能の変化の例を図-13に示します。(図中 $\tau_w$ がねじり疲労限を示します。)

疲労限が最大になるテンパー温度は材料の加工度により異なりますが、ほぼ300~400°Cで最大の疲労限を示します。ここで引張強さ( $\sigma_B$ )や、ねじり破断強度( $\tau_B$ )の変化と疲労限の変化が、同じでないことに注意して下さい。

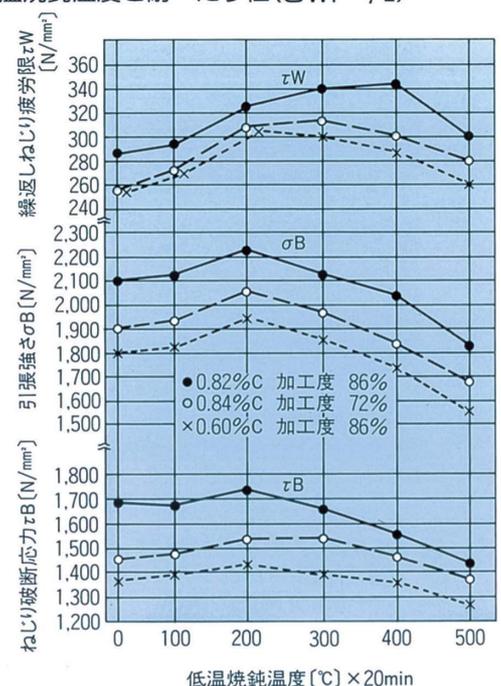


図-13 鋼線(1.7φ)のねじれ疲れ限度

### 7-1-5 ショットピーニング後のテンパー処理による変化

ショットピーニング処理は、疲労性能を高めるために、有益な圧縮残留応力を線表面に生じさせることを目的とする処理です。しかしながら一方では、ショットで表面を打つ一種の加工であり、この加工歪を取り除く必要があります。従って、ショットピーニング後のテンパーが必要となります。ただそのテンパー温度は、圧縮残留応力が大きく低下しない範囲の温度でなければなりません。

図-14は、ショットピーニング後のテンパー温度による残留応力、疲労限の変化を示したデータですが、これから、ショットピーニング後のテンパー温度は、圧縮残留応力が少しは低下するが、害を取り除く程度の200～250℃が望ましいことが判ります。

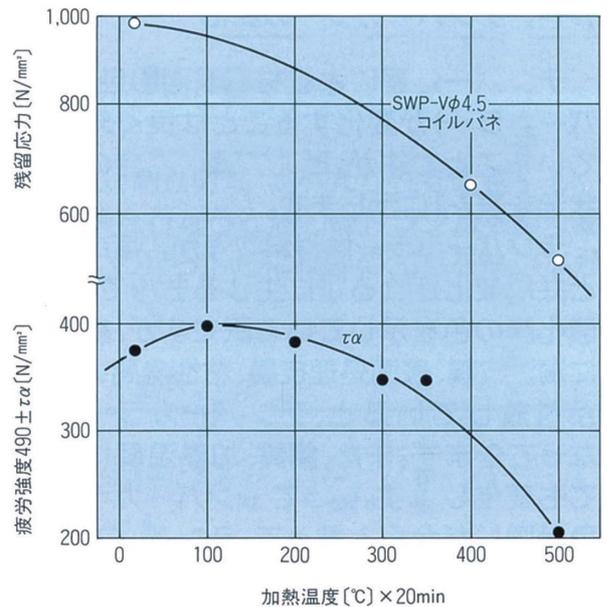


図-14 ショットピーニング後の加熱温度と残留応力、疲労強度の関係

### 7-1-6 初張力の変化

引張コイルばねの場合、初張力は重要なばねの特性ですが、テンパー処理を行なうと温度の上昇と共に初張力が低下していきます。図-15は、このことを示したデータです。従って引張コイルばねでは初張力が大きく低下しない範囲でできるだけ高い200～250℃が望ましい温度となります。ここで注意しなければならないのは、引張コイルばねでは、一般的にフック起し加工が行われる訳ですが、ばね材料はテンパー処理により特に曲げ加工やねじり加工に対して弱くなることです。これらの理由から、引張コイルばねのフック起しをテンパー処理後に行なうと折損しやすくなり、思わぬトラブルの原因となりますのでフック起しはできるだけテンパー前に行なうことが望ましく、やむを得ず行なう場合は、フック立上り部の形状をゆるくしたり、加工速度をゆっくりするなどの配慮が必要です。

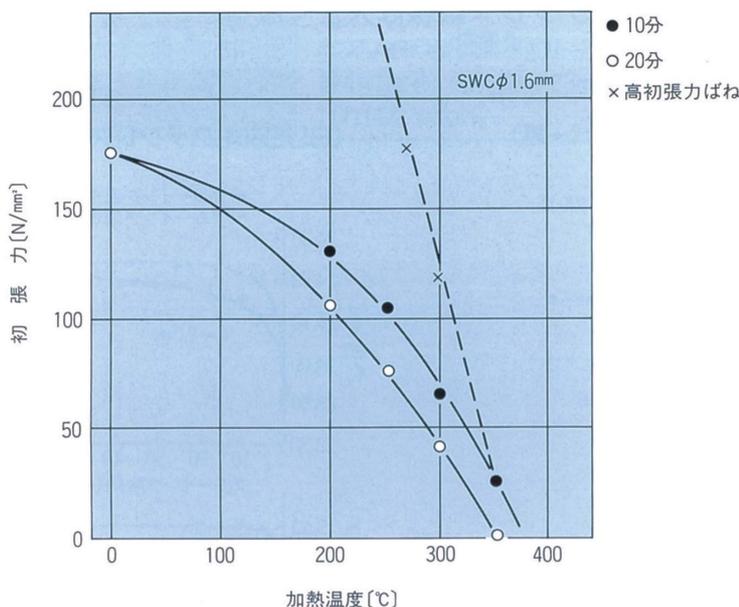


図-15 低温焼鈍温度と初張力の関係

# 7. 技術資料

## 7-1-7 テンパーカラーの変化

テンパー処理により材料表面の色(テンパーカラー)が変化することは良く知られていることですが、ピアノ線の場合の変化状況を表7-1に示します。

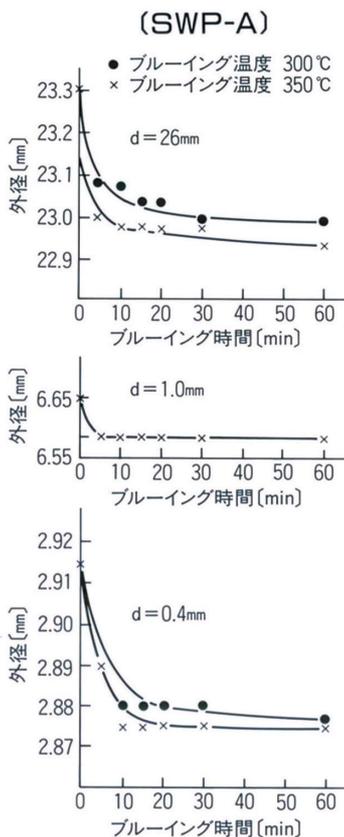
テンパーカラーは材料表面が温度の上昇と共に酸化される為に生じるものであり、酸化膜の色を示している訳ですが、線表面に潤滑皮膜、表面処理皮膜、粘性の高い油等が付着していると、テンパーカラーも異なってきます。また、鋼質、加熱温度によっても変化します。従ってテンパーカラーの色が同じだからと言って、テンパー効果が同じとは言えず、逆に肝心の材料特性(引張強さ、降伏点等)が異なる場合もあり、思わぬトラブルの原因になります。やはりテンパー処理は、一定の温度と時間を管理して作業することが必要です。

表7-1 テンパー温度、時間によるテンパーカラーの変化

焼もどし色	概略の温度°C	焼もどし色	概略の温度°C
淡黄色	200	濃青色	290
わら黄色	220	矢車草青色	300
褐色	240	淡青色	320
紫色	260	青灰色	350
すみれ色	280	灰色	400

温度 °C	焼もどし色				
	淡黄色	褐色	すみれ色	濃青色	矢車草青色
200	6分	49分	—	—	—
220	3	33	63分	—	—
250	1	10	39	—	—
270	0.5	3	11	27分	40分

## 7-1-8 コイル径の変化



テンパー処理により、ばねのコイル径が変化することも良く知られていることですが、ピアノ線、オイルテンパー線、ステンレス線のテンパー処理によるコイル径の変化データを図-16に示します。このデータから、テンパー処理により、ピアノ線、オイルテンパー線はコイル径が小さくなり、ステンレス鋼線は大きくなることが判ります。

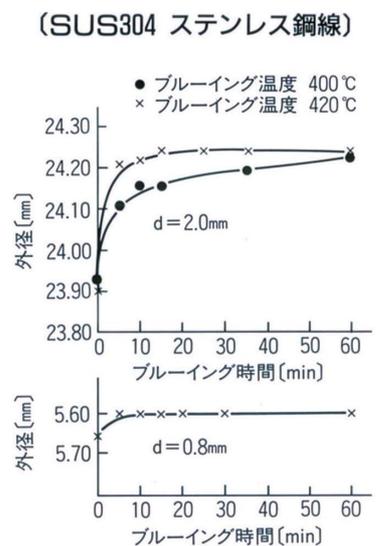
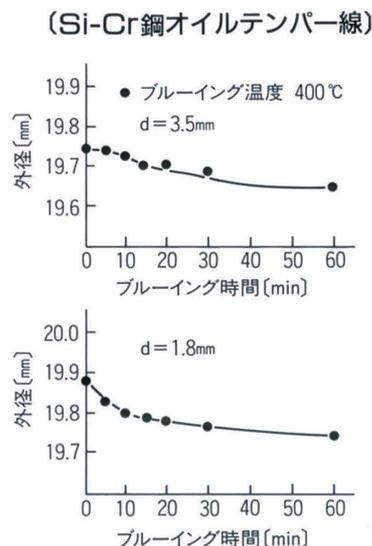


図-16 各種鋼線のテンパー処理によるコイル径の変化

## 7-2 テンパー処理の目的と注意事項

これまで述べてきた各種データから、テンパー処理の目的は次のように言えます。

(1) 材料の降伏点を高め、耐へたり性を改善します。

(2) 伸線加工、コイリング加工による有害な残留応力を除去し、耐疲労性、耐へたり性を改善する。

一方、テンパー処理による弊害もあり、このことを知らずに作業を行なうと思わぬトラブルを招く結果となります。表7-2にテンパー処理時の注意事項を示しますが、これらの点に細心の注意を払いながら、作業を行うことが必要です。

表7-2 テンパー処理時の注意事項

温 度 と 時 間	標準温度より高温での短時間加熱はさけるべきである。
圧 縮 ば ね	ピーニング又はセッチング後に軽く低温焼鈍すると変形防止になる。
引 張 ば ね	初張力が減少するので、許容差はこの減少を見込んでつける。
ね じ り ば ね	コイリングによる残留応力を有効に活かすため、鋼線の場合成形後の低温焼鈍は280°C、その後部分加工したときの低温焼鈍は250°C、ばねによっては焼鈍しない場合もある。
コ イ ル 径 の 縮 小	引抜鋼線、オイルテンパー線は縮小するので、コイリング時にこの量を見込んで成形する。自由高さやばね常数も大となる。
コ イ ル 径 の 増 大	18-8系のステンレス鋼線は増大するので、自由高さやばね定数も小さくなるので、上記同様に成形時に注意する。
引 張 ば ね の フ ッ ク	焼鈍とともに位置が変わる。フック対向線が指定されているものはこの量を成形時に見込まなければならない。
ね じ り ば ね の アーム	上記と同様に变化するから成形時に変化量を見込む。
硬 さ	一般に焼鈍温度をあげると硬さは若干増加した後低下する傾向を示す。耐疲労性の焼鈍域は硬さが最高値を示す点がやや下がりかけた点である。
テ ン パ ー カ ラ ー	テンパーカラーは酸化膜であるから、温度や通気の分布によって変化する。均一色を指定された場合は炉や装入法に注意する。又テンパーカラーを嫌う場合は発色しない低温で焼鈍する。
変 色	ばねに油や指紋が付着していると、その部分が変色したりテンパーカラーにむらが生じる場合が多いので事前に洗浄するとよい。
低 温 焼 鈍 と 後 加 工	ピアノ線や硬鋼線を200~250°Cで低温焼鈍すると引張強度は最大になり逆に伸びや絞りなどの靱性は最小になる。したがって低温焼鈍後、フックやアーム加工を行なう場合は折損するので、特に避けなければならない。

# 7. 技術資料

## 7-3 最適テンパー条件

各材料に応じた最適テンパー条件は、ばね使用条件、ばねに要求される特性、テンパー炉の型式等によって異なります。表7-3、7-4に一般的に推奨されているテンパー条件を示しますので、御利用下さい。

表7-3 冷間成形線ばねの材料別テンパー条件(°C×分)

### (A) 耐疲労用：特に疲労強度を要求されるばね用

材 料		熱 処 理 温 度		時 間 (注)	備 考
S W P	ピ ア ノ 線	A	300~350	20~30	動的高応力ばね
S W	硬 鋼 線	B	200~250	20~30	初張力を必要とする引張ばね、静的高応力ばね
SUS 304	ス テ ン レ ス 鋼 線	350~400		20~30	動的高応力ばね
SUS 631J1(17-7PH)	析出硬化型ステンレス鋼	470±10		60~120	析出硬化処理
SWOCV-V	弁ばね用クロムバナジウム鋼 オイルテンパー線	300~400※		20~30	※SWO炭素鋼オイルテンパー線も 含む 弁ばね用 φ1.0以下の細線は400°C以下
SWOSM	シリコンマンガン鋼 オイルテンパー線				
SWOSC-V	弁ばね用シリコンクロム鋼 オイルテンパー線				
P B W	り ん 青 銅 線	200~250		30~45	黄銅線はりん青銅と同じでよい 変色に注意
N S W	洋 白 線	300~350			
Be-CuW	ベリリウム銅線	315		90~120	時効硬化処理

### (B) 一般用：振幅の少ないばね、又は静的に使用するばね用

材 料		熱 処 理 温 度		時 間 (注)	備 考
S W P	ピ ア ノ 線	200~350		15~20	一般コイルばね 静的高応力ばね
S W	硬 鋼 線				
SUS 304	ス テ ン レ ス 鋼 線	250~400		15~20	一般用
SWOCV-V	弁ばね用クロムバナジウム鋼 オイルテンパー線	230~400※		15~20	※SWO炭素鋼オイルテンパー線 及びSWO-Vも含む 一般用
SWOSM	シリコンマンガン鋼 オイルテンパー線				
SWOSC-V	弁ばね用シリコンクロム鋼 オイルテンパー線				
P B W	り ん 青 銅 線	150~200		20~30	黄銅線はりん青銅と同じでよい
N S W	洋 白 線	200~250			

(注) 時間についてはφ1.0程度のものである。他の径については表6-3を参照のこと。

表7-4 線径別テンパー保持時間(環流式炉の場合)

使用材料	線径 (mm)	低温焼鈍時間(分)	
		一般用	耐疲労用
ピアノ線	0.35以下	10~15	20~30
硬鋼線	0.40~1.25	15~20	30~45
ばね用ステンレス線	1.3~3.0	20~25	45~60
各種オイルテンパー線	3.1~9.5	25~30	60~80
	9.5~12.5	30~45	60~90
各種銅合金線 (りん青銅線・黄銅線等)	0.60以下	20~30	30~45
	0.60~9.5	30~40	45~60

注) 1. 液浴(油またはソルト)炉の場合は、25~33%保持時間を短縮してもよい。  
2. 保持時間とは所定の温度に保持する時間をいう。

(参考文献)

1. ばね技術研究会編 ばね-第3版- (丸善)
2. マニュアル小物ばね熱処理 (ばね技術研究会)
3. ばね論文集第25号(1980) (ばね技術研究会)
4. ばね技術研究会会報No.36(9. 1974) (ばね技術研究会)

7-4 耐へたり性

オイルテンパー線のばね成形は冷間で行うので、ピアノ線、硬鋼線と同様、成形したばねには残留応力が発生する。したがって、強度が著しく低下しない範囲のなるべく高い温度で低温焼なましを行う。通常は300~400°Cで20~30分の条件が選ばれる。

オイルテンパー線の特長は前述したとおりであるが図-17に各種の合金鋼及び炭素鋼によって作られたオイルテンパー線とピアノ線によるばねの熱間締付試験の結果を示す。特に合金鋼によるオイルテンパー線はすぐれた耐熱性・耐へたり性を備えていることがわかる。

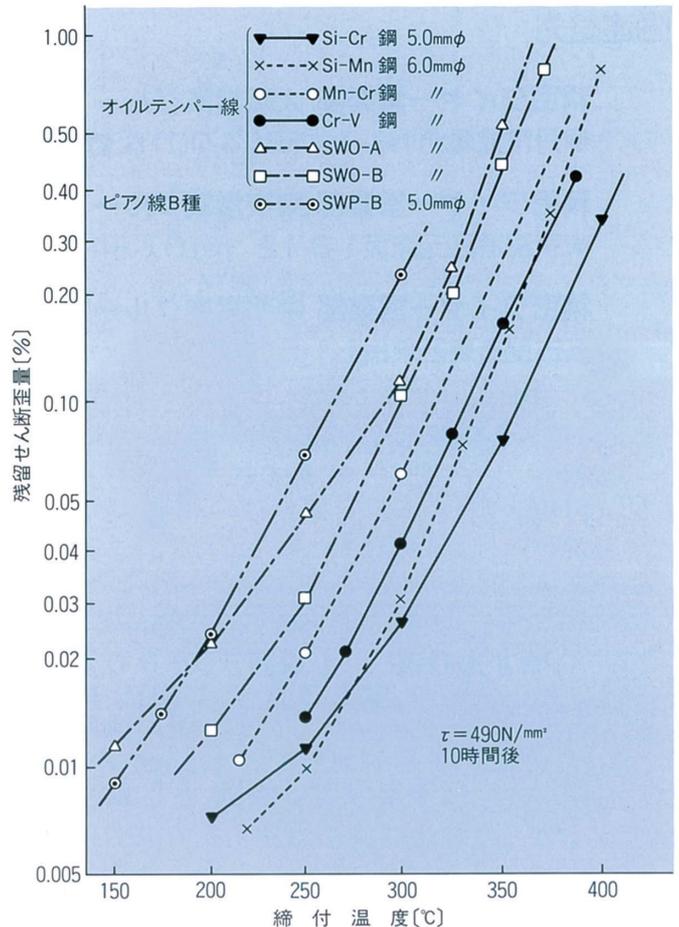


図-17 ばねの熱間締付試験結果

# 7. 技術資料

## 7-5 ばね設計のコンピューターサービス

ばねの設計、あるいは、製造段階において、ばねとしての疲労寿命、又は、必要ばね形状を、試算していただく事で、実用時のトラブルを少なくする事に役立てばと考え、作成致しました。広く御利用下さい。なお、実際上は、このプログラムで算出される寿命回数、あるいは、必要な線径については、最低保証値と御考え下さい。

### (1)プログラム

- ①コイルばね疲労寿命の推定
- ②圧縮、引張コイルばねの必要線径選定
- ③捻りコイルばねの必要線径選定

### (2)参考文献

- ①JIS B-2709 「ねじりコイルばね設計基準」
- ②鉄道技術研究報告 NO-333  
富田勝信氏論文「圧縮コイルばねの許容応力の取り方に対する試案」(1962)

### (3)連絡先

**精密ワイヤー営業部 大阪営業グループ**

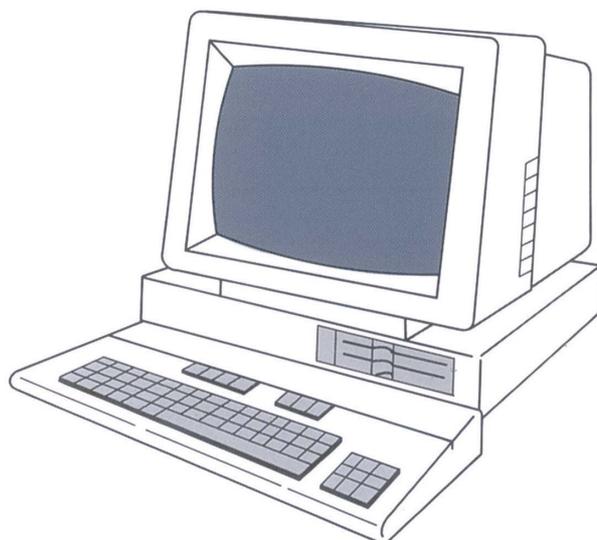
伊丹市昆陽北1-1-1 〒664-0016 ☎(072) 772-2263 (ダイヤルイン)

**精密ワイヤー営業部 東京営業グループ**

東京都港区元赤坂1-3-12 〒107-8468 ☎(03) 3423-5121 (ダイヤルイン)

**精密ワイヤー営業部 中部営業グループ**

名古屋市東区東桜1-1-6 〒461-0005 ☎(052) 963-2821 (ダイヤルイン)



#### (4)アウトプット例

スミファイン

2004年01月01日

住友電工スチールワイヤ株式会社  
精密ワイヤ技術部

(コメント)

===== 引張りばねの寿命推定 =====

使用材料	SWP-B		
線径	[ 1.000 ]	mm	
引張り強度	[ 2260 ]	N/mm <sup>2</sup>	
横弾性係数	[ 78500 ]	N/mm <sup>2</sup>	
縦弾性係数	[ 206000 ]	N/mm <sup>2</sup>	
コイル平均径	[ 9.50 ]	mm	
有効巻数	[ 20.00 ]	巻き	
初張力	[ 2.0 ]	N	
フック立上り部内径	[ 4.25 ]	mm	仮定
取付時たわみ	[ 15.0 ]	mm	
荷重	[ 10.6 ]	N	
捻り応力	[ 292.9 ]	N/mm <sup>2</sup>	
フック部曲げ応力	[ 572.3 ]	N/mm <sup>2</sup>	
引張時たわみ	[ 40.0 ]	mm	
荷重	[ 24.9 ]	N	
捻り応力	[ 688.8 ]	N/mm <sup>2</sup>	
フック部曲げ応力	[ 1345.9 ]	N/mm <sup>2</sup>	
ばね定数	[ 0.57 ]	N/mm	

=====

#### <<< 寿命に対する見解 >>>

このスプリングの推定寿命は、[ 84 万回 ] です。  
フック部の曲げ応力による推定寿命は、[ 1000 万回以上 ] ありますが、  
コイル部の捻り応力による推定寿命は、[ 84 万回 ] となります。  
コイル部の形状を、再検討されます事を、御願い致します。  
なお、この材料の捻り許容応力は、[ 647.3 N/mm<sup>2</sup> ] であり、  
最大時、コイル部で、[ 41.5 N/mm<sup>2</sup> ] 超過しています。

=====

# 7. 技術資料

## 7-6 質量換算表

表7-5 質量換算表

線 径 mm	断 面 積 mm <sup>2</sup>	ピアノ線、硬鋼線、OT線 $\rho \approx 7.85$	
		重 量 g/m	長 さ m/kg
0.03	0.000707	0.00555	180.180
0.04	0.001257	0.00986	101.420
0.05	0.001964	0.0154	64.935
0.06	0.002827	0.0222	45.045
0.07	0.003847	0.0302	33.113
0.08	0.005026	0.0394	25.381
0.09	0.006605	0.0499	20.040
0.10	0.007854	0.0616	16.234
0.12	0.01131	0.0887	11.274
0.14	0.01539	0.121	8.264
0.16	0.02011	0.158	6.329
0.18	0.02545	0.200	5.000
0.20	0.03142	0.246	4.065
0.23	0.04155	0.326	3.067
0.26	0.05309	0.417	2.398
0.29	0.06605	0.518	1.931
0.32	0.08042	0.613	1.585
0.35	0.09621	0.755	1.325
0.40	0.1257	0.986	1.014
0.45	0.1590	1.25	800
0.50	0.1964	1.54	649
0.55	0.2376	1.86	538
0.60	0.2827	2.22	450
0.65	0.3318	2.60	385
0.70	0.3848	3.02	331
0.80	0.5026	3.94	254
0.90	0.6362	4.99	200
1.00	0.7854	6.16	162
1.20	1.131	8.87	113
1.40	1.539	12.1	83
1.60	2.011	15.8	63.3
1.80	2.545	20.0	50.0
2.00	3.142	24.6	40.6
2.30	4.155	32.6	30.7
2.60	5.309	41.7	24.0
2.90	6.605	51.8	19.3
3.20	8.042	63.1	15.8
3.50	9.621	75.5	13.2
4.00	12.64	98.6	10.1
4.50	15.90	125	8.0
5.00	19.64	154	6.5
5.50	23.76	186	5.4
6.00	28.27	222	4.5
6.50	33.18	260	3.8
7.00	38.48	302	3.3
8.00	50.26	394	2.5
9.00	63.62	499	2.0
10.00	78.54	616	1.6
11.00	95.03	746	1.3
12.00	113.1	887	1.1
13.00	132.7	1,041	0.96
14.00	153.9	1,208	0.83

## 7-7 ワイヤージ

表7-6 ワイヤージ

線番	S.W.G.				B.W.G.			
	直径		断面積 mm <sup>2</sup>	1kgの長さ m	直径		断面積 mm <sup>2</sup>	1kgの長さ m
	mm	in			mm	in		
0	8.23	0.324	53.197	2.39	8.64	0.340	58.630	2.17
1	7.62	0.300	45.604	2.79	7.62	0.300	45.604	2.79
2	7.01	0.276	38.595	3.29	7.21	0.284	40.828	3.12
3	6.40	0.252	32.170	3.96	6.58	0.259	34.005	3.74
4	5.893	0.232	27.275	4.67	6.045	0.238	28.700	4.43
5	5.385	0.212	22.775	5.58	5.588	0.220	24.525	5.19
6	4.877	0.192	18.680	6.81	5.156	0.203	20.879	6.09
7	4.470	0.176	15.693	8.11	4.572	0.180	16.417	7.74
8	4.064	0.160	12.972	9.81	4.191	0.165	13.795	9.22
9	3.658	0.144	10.509	12.11	3.759	0.148	11.098	11.46
10	3.251	0.128	8.301	15.33	3.404	0.134	9.100	13.97
11	2.946	0.116	6.816	18.67	3.048	0.120	7.297	17.43
12	2.642	0.104	5.482	23.21	2.769	0.109	6.022	21.12
13	2.337	0.092	4.290	29.66	2.413	0.095	4.572	28.09
14	2.032	0.080	3.243	39.23	2.108	0.083	3.490	36.46
15	1.829	0.072	2.627	48.43	1.829	0.072	2.627	48.43
16	1.626	0.064	2.076	61.29	1.651	0.065	2.141	59.42
17	1.422	0.056	1.583	80.37	1.473	0.058	1.704	74.66
18	1.219	0.048	1.167	109.00	1.245	0.049	1.217	104.50
19	1.016	0.040	0.8107	157.20	1.067	0.042	0.894	141.30
20	0.9144	0.036	0.6567	193.70	0.8839	0.035	0.614	207.20
21	0.8128	0.032	0.5189	245.10	0.8128	0.032	0.5189	245.10
22	0.7112	0.028	0.3973	320.20	0.7112	0.028	0.3973	320.20
23	0.6096	0.024	0.2919	435.90	0.6350	0.025	0.3167	401.70
24	0.5588	0.022	0.2452	518.80	0.5588	0.022	0.2452	518.80
25	0.5080	0.020	0.2027	627.60	0.5080	0.020	0.2027	627.60
26	0.4572	0.018	0.1642	774.80	0.4572	0.018	0.1642	774.80
27	0.4166	0.0164	0.1363	933.40	0.4064	0.016	0.1297	980.90
28	0.3759	0.0148	0.1110	1,146.00	0.3556	0.014	0.0993	1,281.90
29	0.3454	0.0136	0.0937	1,358.00	0.3302	0.013	0.0856	1,486.00
30	0.3150	0.0124	0.0780	1,631.00	0.3048	0.012	0.0730	1,743.00
31	0.2946	0.0116	0.0682	1,885.00	0.2540	0.010	0.0507	2,509.00
32	0.2743	0.0108	0.0591	2,153.00	0.2286	0.009	0.0410	3,103.00
33	0.2540	0.0100	0.0507	2,509.00	0.2032	0.008	0.0324	3,923.00
34	0.2337	0.0092	0.0429	2,965.00	0.1778	0.007	0.0248	5,130.00
35	0.2134	0.0084	0.0358	3,553.00	0.1270	0.005	0.0127	10,020.00
36	0.1930	0.0076	0.0293	4,347.00	0.1016	0.004	0.0081	15,720.00
37	0.1727	0.0068	0.0234	5,437.00				
38	0.1524	0.0060	0.0182	6,990.00				
39	0.1321	0.0052	0.0137	9,287.00				
40	0.1219	0.0048	0.0117	10,900.00				
41	0.1118	0.0044	0.0098	12,980.00				
42	0.1016	0.0040	0.0081	15,720.00				
43	0.0914	0.0036	0.0066	19,370.00				
44	0.0813	0.0032	0.0052	24,460.00				
45	0.0711	0.0028	0.0040	31,810.00				
46	0.0610	0.0024	0.0029	43,870.00				
47	0.0508	0.0020	0.0020	63,610.00				
48	0.0409	0.0016	0.0013	97,860.00				
49	0.0305	0.0012	0.0007	181,800.00				
50	0.0254	0.0010	0.0005	254,500.00				

# 7. 技術資料

## 7-8 硬度換算表

表7-7 硬 度 換 算 表

ピッカース カタサ	プリネルカタサ 10mm球3000kg荷重			ロ ッ ク ウ エ ル カ タ サ				ロ ッ ク ウ エ ル 特 殊 カ タ サ			ショウ カタサ	引張強さ 約N/mm <sup>2</sup>
	標準球	ハイト グレン球	タンクステン カーバイト球	Aスケール 60kg ダイヤ	Bスケール 100kg 1/16 球	Cスケール 150kg ダイヤ	Dスケール 100kg ダイヤ	15N スケール	30N スケール	45N スケール		
940	.....	.....	.....	85.6	.....	68	76.9	93.2	84.4	75.4	97	.....
920	.....	.....	.....	85.3	.....	67.5	76.5	93.0	84.0	74.3	96	.....
900	.....	.....	.....	85.0	.....	67	76.1	92.9	83.6	74.2	95	.....
880	.....	.....	767	84.7	.....	66.4	75.7	92.7	83.1	73.6	93	.....
865	.....	.....	.....	84.5	.....	66	75.4	92.5	82.8	73.3	92	.....
860	.....	.....	757	84.4	.....	65.9	75.3	92.5	82.7	73.1	92	.....
840	.....	.....	745	84.1	.....	65.3	74.8	92.3	82.2	72.2	91	.....
832	.....	.....	739	83.9	.....	65	74.5	92.2	81.9	72.0	91	.....
820	.....	.....	733	83.8	.....	64.7	74.3	92.1	81.7	71.8	90	.....
800	.....	.....	722	83.4	.....	64	73.8	91.8	81.1	71.0	88	.....
780	.....	.....	710	83.0	.....	63.3	73.3	91.5	80.4	70.2	87	.....
772	.....	.....	705	82.8	.....	63	73.0	91.4	80.1	69.9	87	.....
760	.....	.....	698	82.6	.....	62.5	72.6	91.2	79.7	69.4	86	.....
746	.....	.....	688	82.3	.....	62	72.2	91.1	79.3	68.8	85	.....
740	.....	.....	684	82.2	.....	61.8	72.1	91.0	79.1	68.6	84	.....
720	.....	.....	670	81.8	.....	61	71.5	90.7	78.4	67.7	83	.....
700	.....	615	656	81.3	.....	60.1	70.8	90.3	77.6	66.7	81	.....
697	.....	613	654	81.2	.....	60	70.7	90.2	77.5	66.6	81	.....
690	.....	610	647	81.1	.....	59.7	70.5	90.1	77.2	66.2	.....	.....
680	.....	603	638	80.8	.....	59.2	70.1	89.8	76.8	65.7	80	2,265
674	.....	599	634	80.7	.....	59	69.9	89.8	76.6	65.5	80	2,246
670	.....	597	630	80.6	.....	58.8	69.8	89.7	76.4	65.3	.....	2,236
660	.....	590	620	80.3	.....	58.3	69.4	89.5	75.9	64.7	79	2,197
653	.....	587	615	80.1	.....	58	69.2	89.3	75.7	64.3	78	2,167
650	.....	585	611	80.0	.....	57.8	69.0	89.2	75.5	64.1	.....	2,167
640	.....	578	601	79.8	.....	57.3	68.7	89.0	75.1	63.5	77	2,128
633	.....	575	595	79.6	.....	57	68.5	88.9	74.8	63.2	76	2,099
630	.....	571	591	79.5	.....	56.8	68.3	88.8	74.6	63.0	.....	2,099
620	.....	564	582	79.2	.....	56.3	67.9	88.5	74.2	62.4	75	2,059
613	.....	561	577	79.0	.....	56	67.7	88.3	73.9	62.0	75	2,030
610	.....	557	573	78.9	.....	55.7	67.5	88.2	73.6	61.7	.....	2,030
600	.....	550	564	78.6	.....	55.2	67.0	88.0	73.2	61.2	74	1,991
595	.....	546	560	78.5	.....	55	66.9	87.9	73.0	60.9	74	1,981
590	.....	542	554	78.4	.....	54.7	66.7	87.8	72.7	60.5	.....	1,961
580	.....	535	545	78.0	.....	54.1	66.2	87.5	72.1	59.9	72	1,922
577	.....	534	543	78.0	.....	54	66.1	87.4	72.0	59.8	72	1,912
570	.....	527	535	77.8	.....	53.6	65.8	87.2	71.7	59.3	.....	1,893
560	.....	519	525	77.4	.....	53	65.4	86.9	71.2	58.6	71	1,853
550	505	512	517	77.0	.....	52.3	64.8	86.6	70.5	57.8	.....	1,824
544	500	508	512	76.8	.....	52	64.6	86.4	70.2	57.4	69	1,804
540	496	503	507	76.7	.....	51.7	64.4	86.3	70.0	57.0	69	1,795
530	488	495	497	76.4	.....	51.1	63.9	86.0	69.5	56.2	.....	1,755
528	487	494	496	76.3	.....	51	63.8	85.9	69.4	56.1	68	1,746
520	480	487	488	76.1	.....	50.5	63.5	85.7	69.0	55.6	67	1,726
513	475	481	481	75.9	.....	50	63.1	85.5	68.5	55.0	67	1,687
510	473	479	479	75.7	.....	49.8	62.9	85.4	68.3	54.7	.....	1,687
500	465	471	471	75.3	.....	49.1	62.2	85.0	67.7	53.9	66	1,657
498	464	469	469	75.2	.....	49	62.1	85.0	67.6	53.8	66	1,648
490	456	460	460	74.9	.....	48.4	61.6	84.7	67.1	53.1	.....	1,618
484	451	455	455	74.7	.....	48	61.4	84.5	66.7	52.5	64	1,598
480	448	452	452	74.5	.....	47.7	61.3	84.3	66.4	52.2	64	1,589
471	442	443	443	74.1	.....	47	60.8	83.9	65.8	51.4	63	1,549
470	441	442	442	74.1	.....	46.9	60.7	83.9	65.7	51.3	.....	1,540
460	433	433	433	73.6	.....	46.1	60.1	83.6	64.9	50.4	62	1,520
458	432	432	432	73.6	.....	46	60.0	83.5	64.8	50.3	62	1,510
450	425	425	425	73.3	.....	45.3	59.4	83.2	64.3	49.4	.....	1,471
446	421	421	421	73.1	.....	45	59.2	83.0	64.0	49.0	60	1,461
440	415	415	415	72.8	.....	44.5	58.8	82.8	63.5	48.4	59	1,451
434	409	409	409	72.5	.....	44	58.5	82.5	63.1	47.8	58	1,422
430	405	405	405	72.3	.....	43.6	58.2	82.3	62.7	47.4	.....	1,402
423	400	400	400	72.0	.....	43	57.7	82.0	62.2	46.7	57	1,383
420	397	397	397	71.8	.....	42.6	57.5	81.8	61.9	46.4	57	1,383
412	390	390	390	71.5	.....	42	56.9	81.5	61.3	45.5	56	1,353
410	388	388	388	71.4	.....	41.8	56.8	81.4	61.1	45.3	.....	1,344
402	381	381	381	70.9	.....	41	56.2	80.9	60.4	44.3	55	1,314
400	379	379	379	70.8	.....	40.8	56.0	81.0	60.2	44.1	55	1,314

(注) 炭素鋼、合金鋼の熱処理(火造り、焼なまし、焼ならし、焼入、焼戻)したもので組織が均一なものに適用し得る。低温加工したものには適用し得ず。

	ピッカース カタサ	プリネルカタサ 10mm球3000kg荷重			ロックウエルカタサ				ロックウエル 特殊カタサ			シヨワ カタサ	引張強さ
	ダイヤモンド ピラミッド	標準球	ハイト グレン球	タンクステン カーバイト球	Aスケール 60kg ダイヤ	Bスケール 100kg 1/16 球	Cスケール 150kg ダイヤ	Dスケール 100kg ダイヤ	15N スケール	30N スケール	45N スケール		約N/mm
	392	371	371	371	70.4	.....	40	55.4	80.4	59.5	43.1	54	1,285
	390	369	369	369	70.3	.....	39.8	55.2	80.3	59.3	42.9	.....	1,275
	382	362	362	362	69.9	.....	39	54.6	79.9	58.6	41.9	52	1,245
	380	360	360	360	69.8	(110.0)	38.8	54.4	79.8	58.4	41.7	52	1,245
	372	353	353	353	69.4	.....	38	53.8	79.4	57.7	40.8	51	1,216
	370	350	350	350	69.2	.....	37.7	53.6	79.2	57.4	40.4	.....	1,206
	363	344	344	344	68.9	.....	37	53.1	78.8	56.8	39.6	50	1,187
	360	341	341	341	68.7	(109.0)	36.6	52.8	78.6	56.4	39.1	50	1,177
	354	336	336	336	68.4	(109.0)	36	52.3	78.3	55.9	38.4	49	1,157
	350	331	331	331	68.1	.....	35.5	51.9	78.0	55.4	37.8	.....	1,147
	345	327	327	327	67.9	(108.5)	35	51.5	77.7	55.0	37.2	48	1,128
	340	322	322	322	67.6	(108.0)	34.4	51.1	77.4	54.4	36.5	47	1,108
	336	319	319	319	67.4	(108.0)	34	50.8	77.2	54.2	36.1	47	1,098
	330	313	313	312	67.0	.....	33.3	50.2	76.8	53.6	35.2	.....	1,079
	327	311	311	311	66.8	(107.5)	33	50.0	76.6	53.3	34.9	46	1,059
	320	303	303	303	66.4	(107.0)	32.2	49.4	76.2	52.3	33.9	45	1,040
	318	301	301	301	66.3	(107.0)	32	49.2	76.1	52.1	33.7	44	1,030
	310	294	294	294	65.8	(106.0)	31	48.4	75.6	51.3	32.5	43	1,010
	302	286	286	286	65.3	(105.5)	30	47.7	75.0	50.4	31.3	42	979
	300	284	284	284	65.2	(105.5)	29.8	47.5	74.9	50.2	31.1	42	972
	295	280	280	280	64.8	.....	29.2	47.1	74.6	49.7	30.4	.....	958
	294	279	279	279	64.7	(104.5)	29	47.0	74.5	49.5	30.1	41	951
	290	275	275	275	64.5	(104.5)	28.5	46.5	74.2	49.0	29.5	41	938
	286	271	271	271	64.3	(104.0)	28	46.1	73.9	48.6	28.9	41	924
	285	270	270	270	64.2	.....	27.8	46.0	73.8	48.4	28.7	.....	924
	280	265	265	265	63.8	(103.5)	27.1	45.3	73.4	47.8	27.9	40	903
	279	264	264	264	63.8	(103.0)	27	45.2	73.3	47.7	27.8	40	903
	275	261	261	261	63.5	.....	26.4	44.9	73.0	47.2	27.1	.....	889
	272	258	258	258	63.3	(102.5)	26	44.6	72.8	46.8	26.7	38	876
	270	256	256	256	63.1	(102.0)	25.6	44.3	72.6	46.4	26.2	38	869
	266	253	253	253	62.8	(101.5)	25	43.8	72.2	45.9	25.5	38	855
	265	252	252	252	62.7	.....	24.8	43.7	72.1	45.7	25.2	.....	855
	260	247	247	247	62.4	(101.0)	24	43.1	71.6	45.0	24.3	37	835
	255	243	243	243	62.0	.....	23.1	42.2	71.1	44.2	23.2	.....	821
	254	243	243	243	62.0	100.0	23	42.1	71.0	44.0	23.1	36	814
	250	238	238	238	61.6	(99.5)	22.2	41.7	70.6	43.4	22.2	36	800
	248	237	237	237	61.5	99.0	22	41.6	70.5	43.2	22.0	35	793
	245	233	233	233	61.2	.....	21.3	41.1	70.1	42.5	21.1	.....	786
	243	231	231	231	61.0	98.5	21	40.9	69.9	42.3	20.7	35	779
	240	228	228	228	60.7	98.1	20.3	40.3	69.6	41.7	19.9	34	765
	238	226	226	226	60.5	97.8	20	40.1	69.4	41.5	19.6	34	758
	230	219	219	219	.....	96.7	(18)	.....	.....	.....	.....	33	731
	222	212	212	212	.....	95.5	(16)	.....	.....	.....	.....	32	703
	220	209	209	209	.....	95.0	(15.7)	.....	.....	.....	.....	32	696
	213	203	203	203	.....	93.9	(14)	.....	.....	.....	.....	31	676
	210	200	200	200	.....	93.4	(13.4)	.....	.....	.....	.....	30	669
	204	194	194	194	.....	92.3	(12)	.....	.....	.....	.....	29	648
	200	190	190	190	.....	91.5	(11.0)	.....	.....	.....	.....	29	634
	196	187	187	187	.....	90.7	(10)	.....	.....	.....	.....	28	621
	190	181	181	181	.....	89.5	( 8.5)	.....	.....	.....	.....	28	607
	188	179	179	179	.....	89.5	( 8)	.....	.....	.....	.....	27	600
	180	171	171	171	.....	87.1	( 6)	.....	.....	.....	.....	26	580
	173	165	165	165	.....	85.5	( 4)	.....	.....	.....	.....	25	551
	170	162	162	162	.....	85.0	( 3.0)	.....	.....	.....	.....	25	544
	166	158	158	158	.....	83.5	( 2)	.....	.....	.....	.....	24	531
	160	152	152	152	.....	81.7	( 0)	.....	.....	.....	.....	24	517
	150	143	143	143	.....	78.7	.....	.....	.....	.....	.....	22	489
	140	133	133	133	.....	75.0	.....	.....	.....	.....	.....	21	455
	130	124	124	124	.....	71.2	.....	.....	.....	.....	.....	20	428
	120	114	114	114	.....	66.7	.....	.....	.....	.....	.....	.....	393
	110	105	105	105	.....	62.3	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	100	95	95	95	.....	56.2	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	95	90	90	90	.....	52.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	90	86	86	86	.....	48.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	85	81	81	81	.....	41.0	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

( )内のものはあまり利用されないが参考に示す。