

# JIS

## コイルばね－第 1 部：基本計算方法

JIS B 2704-1 : 2018

(JSMA/JSA)

平成 30 年 3 月 20 日 改正

日本工業標準調査会 審議

(日本規格協会 発行)

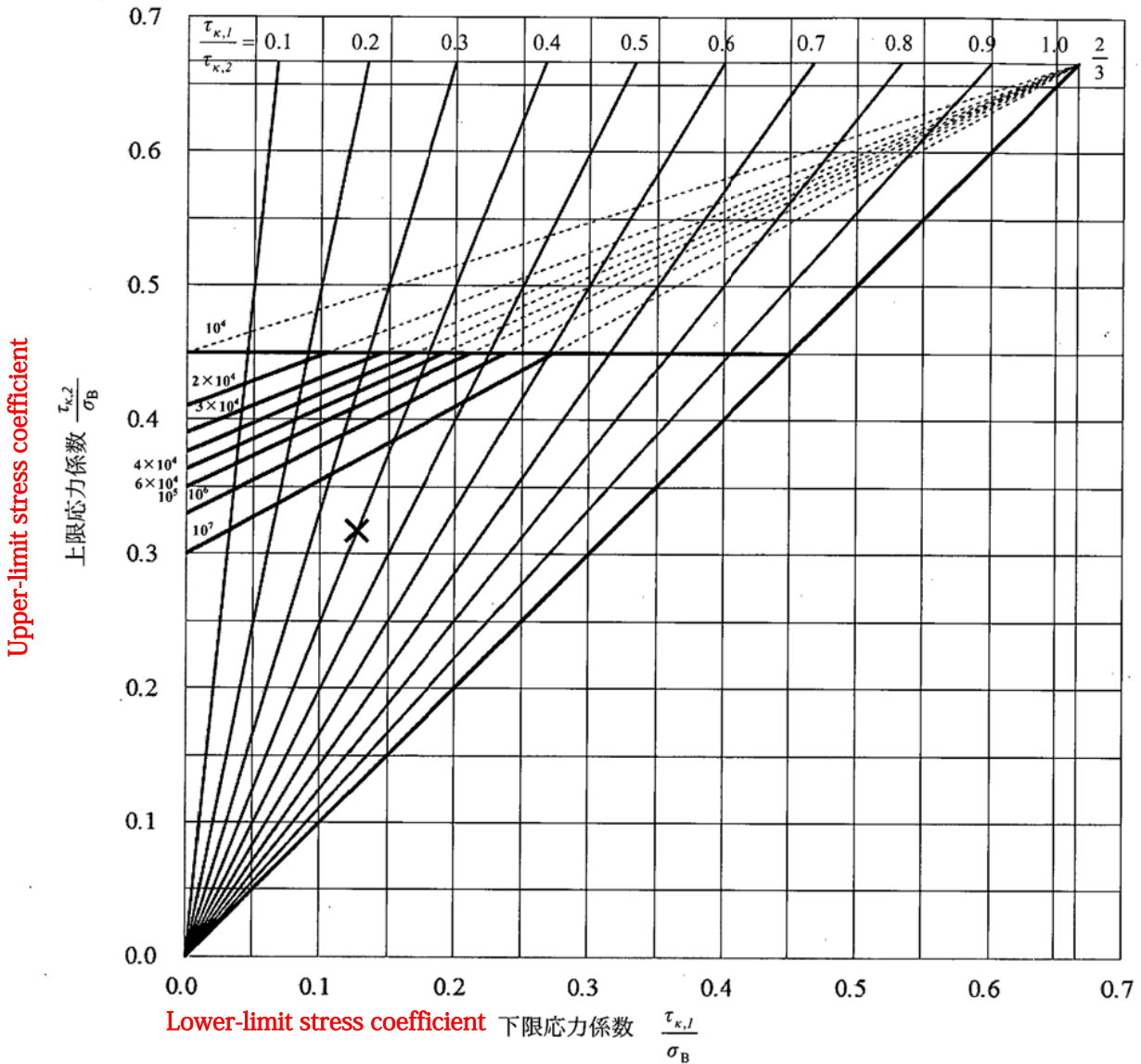


図 13—せん断応力の疲労強度線図の例 Example of fatigue strength of shear stress

図 13 において、次のばねとする。

We will estimate the expected lifespan of a piano-wire (SWP-B) spring with the following dimensions:

- 材料： ピアノ線 B 種 SWP-B  
 $d = 1.0$  (mm)  
 $D = 10.0$  (mm)  
 $n = 8$   
 $n_t = 10$   
 $L_0 = 32$  (mm)

このばねの使用範囲が  $L_1 = 24$  (mm),  $F_1 = 9.8$  (N) から  $L_2 = 12$  (mm),  $F_2 = 24.5$  (N) で毎分 800 回の正弦波状の繰返し力 (荷重) を受ける場合の寿命回数を推定する。

With usage range from  $L_1 = 24$  mm (with  $F_1 = 9.8$  N) to  $L_2 = 12$  mm (with  $F_2 = 24.5$  N), 800 times/minute,

$$\tau_{k,2} = \kappa \times \frac{8DF_2}{\pi d^3} = 1.15 \times \frac{8 \times 10 \times 24.5}{\pi \times 1.0^3} = 717 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

上限応力係数は,

The upper-limit stress coefficient is

$$\frac{\tau_{k,2}}{\sigma_B} = \frac{717}{2260} = 0.317$$

See Table 6 and 7 at page 5-7 of this document for the values of  $\sigma_B$ .

この場合の  $\sigma_B$  の値は、材料の引張強さの規格値の最小値とする。

なお、主な材料の引張強さ規格値の最小値は、表 6 及び表 7 による。ただし、C 5102 W 及び C 5212 W (りん青銅線) 並びに C 7541 W (洋白線) については、JIS H 3270 に規定する引張強さの最小値を参考とする。

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{9.8}{24.5} = 0.4$$

下限応力係数は、  
The lower-limit stress coefficient is

$$\frac{\tau_{\kappa,1}}{\sigma_B} = \frac{F_1}{F_2} \times \frac{\tau_{\kappa,2}}{\sigma_B} = 0.4 \times 0.317 = 0.127$$

以上の結果によって、図 13 に示す×印の点を得る。この点は、図から明らかなように  $10^7$  回以上の寿命と推定することができる。 From the above calculation, we have point X on the diagram and with this point, we can estimate that the expected value is more than  $10^7$  times.

### 7.3.2 ねじりばね

#### 7.3.2.1 一般

繰返しモーメント又は力 (荷重) を受けるねじりばねの設計応力は、ばねの使用範囲 (下限応力と上限応力との関係)、繰返し回数、線の表面状態、使用環境及び製造方法など疲労強度に及ぼす諸因子を考慮して寿命を推定し、適切な値を選ばなければならない。

#### 7.3.2.2 適用例

ばねの寿命を推定する方法の一例を、次に示す。

なお、この推定方法は、冷間成形によるねじりばねに限る。

ピアノ線、弁ばね用オイルテンパー線など耐疲労性の優れた線を用いたねじりばねの場合、図 14 の疲労強度線図を用いて、通常の雰囲気におけるモーメント又は力 (荷重) を受ける際の寿命を推定することができる。

一般的に、設計の当初において、使用範囲のモーメント又はねじれ角が分かっていることが多い。取付けのときのモーメントを  $M_1$ 、ねじれ角を  $\alpha_1$ 、最大使用のときのモーメントを  $M_2$ 、ねじれ角を  $\alpha_2$  として、図 14 に、その比を斜線で記載した。その比は、最大使用のときのモーメント  $M_2$  に対する取付けのときのモーメント  $M_1$  の比、最大使用のときの応力  $\sigma_2$  に対する取付けのときの応力  $\sigma_1$  の比、又は最大使用のときのねじれ角  $\alpha_2$  に対する取付けのときのねじれ角  $\alpha_1$  の比であり、式(47)による。

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{M_1}{M_2} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \dots\dots\dots (47)$$

なお、図 14 中の上限応力係数 0.7 の太い横線は、ねじりばねのへたりの許容度によって上下に移動するもので、僅かなへたりを許容する場合は、係数  $\sigma_2/\sigma_B$  の  $\sigma_2$  を図 12 に示す許容曲げ応力までとって太い横線を上方に移動してもよい。また、図 14 の左端の下限応力係数 0 の縦軸上の係数を材料の引張強さに乗じた値は、片振り疲労強度となる。

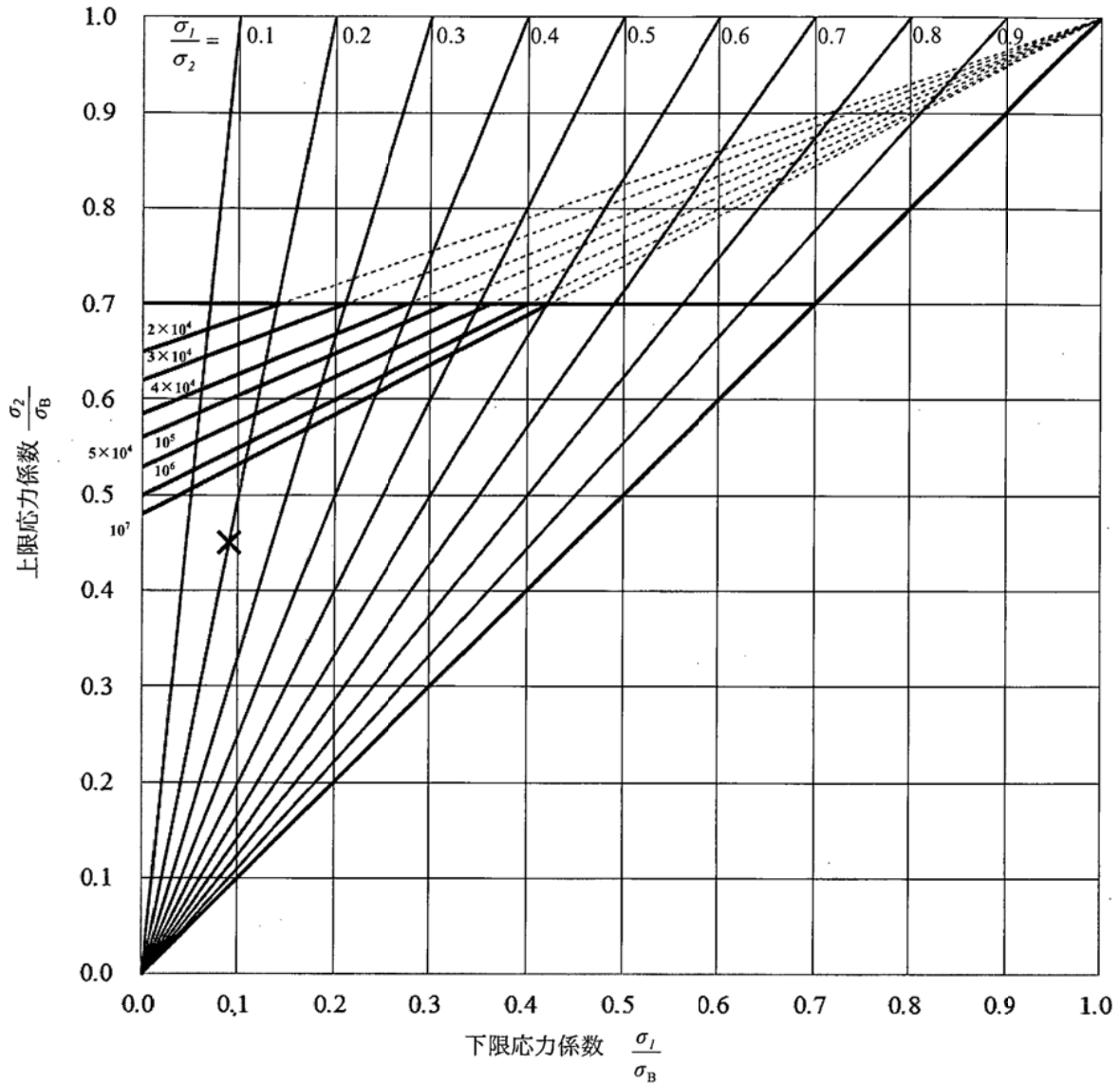


図 14—曲げ応力の疲労強度線図の例

図 14 において、次のばねとする。

材料： ピアノ線 B 種 SWP-B

$d = 1.0$  (mm)

$D = 9.0$  (mm)

$n = 4$

端末の形状： ショートフック

このねじりばねに  $M_2 = 100 \text{ N}\cdot\text{mm}$ ,  $M_1 = 20 \text{ N}\cdot\text{mm}$  が、ねじりばねを巻き込む方向に作用する場合の寿命回数を推定する。

$$\sigma_2 = \frac{32M_2}{\pi d^3} = \frac{32 \times 100}{\pi \times 1.0^3} = 1019 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

上限応力係数は、

$$\frac{\sigma_2}{\sigma_B} = \frac{1019}{2260} = 0.45$$

この場合の  $\sigma_B$  の値は、材料の引張強さ規格値の最小値とする。

なお、主な材料の引張強さ規格値の最小値は、表 6 及び表 7 による。ただし、C 5102 W 及び C 5212 W (りん青銅線) 並びに C 7541 W (洋白線) については、JIS H 3270 に規定する引張強さの最小値を参考とする。

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{20}{100} = 0.2$$

下限応力係数は、

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_B} = \frac{M_1}{M_2} \times \frac{\sigma_2}{\sigma_B} = 0.2 \times 0.45 = 0.09$$

以上の結果によって、図 14 に示す×印の点を得る。この点は、図から明らかなように  $10^7$  回以上の寿命と推定することができる。

表 6—材料の引張強さ規格値の最小値

単位 N/mm<sup>2</sup>

材料の 直径 <i>d</i> (mm)	材料														
	SW-B	SW-C	SWP -A	SWP -B	SWP -V	SWO -A	SWO -B	SW OSC -B	SW OSM -A	SW OSM -B	SW OSM -C	SWO -V	SW OCV -V	SW OSC -V	
0.08	2 450	2 790	2 890	3 190	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0.09	2 400	2 750	2 840	3 140	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0.10	2 350	2 700	2 790	3 090	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0.12	2 300	2 650	2 750	3 040	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0.14	2 260	2 600	2 700	2 990	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0.16	2 210	2 550	2 650	2 940	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0.18	2 210	2 500	2 600	2 890	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0.20	2 210	2 500	2 600	2 840	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0.23	2 160	2 450	2 550	2 790	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0.26	2 110	2 400	2 500	2 750	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0.29	2 060	2 350	2 450	2 700	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0.32	2 010	2 300	2 400	2 650	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0.35	2 010	2 300	2 400	2 650	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0.40	1 960	2 260	2 350	2 600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0.45	1 910	2 210	2 300	2 550	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0.50	1 910	2 210	2 300	2 550	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 010	
0.55	1 860	2 160	2 260	2 500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0.60	1 810	2 110	2 210	2 450	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 010	
0.65	1 810	2 110	2 210	2 450	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0.70	1 770	2 060	2 160	2 400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 010	
0.80	1 770	2 010	2 110	2 350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 010	
0.90	1 770	2 010	2 110	2 300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 010	
1.00	1 720	1 960	2 060	2 260	2 010	—	—	1 960	—	—	—	—	—	2 010	
1.20	1 670	1 910	2 010	2 210	1 960	—	—	1 960	—	—	—	—	—	2 010	
1.40	1 620	1 860	1 960	2 160	1 910	—	—	1 960	—	—	—	—	—	1 960	
1.60	1 570	1 810	1 910	2 110	1 860	—	—	1 960	—	—	—	—	—	1 960	
1.80	1 520	1 770	1 860	2 060	1 810	—	—	1 960	—	—	—	—	—	1 960	
2.00	1 470	1 720	1 810	2 010	1 770	1 570	1 720	1 910	—	—	—	1 620	1 570	1 910	
2.30	1 420	1 670	1 770	1 960	1 720	1 570	1 720	1 910	—	—	—	1 620	1 570	1 910	
2.60	1 420	1 670	1 770	1 960	1 720	1 570	1 720	1 910	—	—	—	1 620	1 570	1 910	

表 6—材料の引張強さ規格値の最小値 (続き)

単位 N/mm<sup>2</sup>

材料の 直径 <i>d</i> (mm)	材料													
	SW-B	SW-C	SWP -A	SWP -B	SWP -V	SWO -A	SWO -B	SW OSC -B	SW OSM -A	SW OSM -B	SW OSM -C	SWO -V	SW OCV -V	SW OSC -V
2.90	1 370	1 620	1 720	1 910	1 720	1 520	1 670	1 910	—	—	—	1 620	1 570	1 910
3.20	1 370	1 570	1 670	1 860	1 670	1 470	1 620	1 860	—	—	—	1 570	1 570	1 860
3.50	1 370	1 570	1 670	1 810	1 670	1 470	1 620	1 860	—	—	—	1 570	1 570	1 860
4.00	1 370	1 570	1 670	1 810	1 670	1 420	1 570	1 810	1 470	1 570	1 670	1 570	1 520	1 810
4.50	1 320	1 520	1 620	1 770	1 620	1 370	1 520	1 810	1 470	1 570	1 670	1 520	1 520	1 810
5.00	1 320	1 520	1 620	1 770	1 620	1 370	1 520	1 760	1 470	1 570	1 670	1 520	1 470	1 760
5.50	1 270	1 470	1 570	1 710	1 570	1 320	1 470	1 760	1 470	1 570	1 670	1 470	1 470	1 760
6.00	1 230	1 420	1 520	1 670	1 520	1 320	1 470	1 710	1 470	1 570	1 670	1 470	1 470	1 710
6.50	1 230	1 420	1 520	1 670	—	1 320	1 470	1 710	1 470	1 570	1 670	—	1 420	1 710
7.00	1 180	1 370	1 470	1 620	—	1 230	1 370	1 660	1 420	1 520	1 620	—	1 420	1 660
7.50	—	—	—	—	—	1 230	1 370	1 660	1 420	1 520	1 620	—	1 370	1 660
8.00	1 180	1 370	1 470	1 620	—	1 230	1 370	1 660	1 420	1 520	1 620	—	1 370	1 660
8.50	—	—	—	—	—	1 230	1 370	1 660	1 420	1 520	1 620	—	1 370	—
9.00	1 130	1 320	1 420	—	—	1 230	1 370	1 660	1 420	1 520	1 620	—	1 370	—
9.50	—	—	—	—	—	1 180	1 320	1 660	1 370	1 470	1 570	—	1 370	—
10.0	1 130	1 320	1 420	—	—	1 180	1 320	1 660	1 370	1 470	1 570	—	1 370	—
10.5	—	—	—	—	—	1 180	1 320	1 660	1 370	1 470	1 570	—	—	—
11.0	1 080	1 270	—	—	—	1 180	1 320	1 660	1 370	1 470	1 570	—	—	—
11.5	—	—	—	—	—	1 180	1 320	1 660	1 370	1 470	1 570	—	—	—
12.0	1 080	1 270	—	—	—	1 180	1 320	1 610	1 370	1 470	1 570	—	—	—
13.0	1 030	1 230	—	—	—	—	—	1 610	1 370	1 470	—	—	—	—
14.0	—	—	—	—	—	—	—	1 610	1 370	1 470	—	—	—	—
15.0	—	—	—	—	—	—	—	1 610	—	—	—	—	—	—

注記 この表は、それぞれの材料 (表 1 参照) の日本工業規格で規定している引張強さの最小値によるものである。

表 7—材料の引張強さ規格値の最小値

単位 N/mm<sup>2</sup>

材料の 直径 <i>d</i> (mm)	材料								
	SUS302-WPA SUS304-WPA SUS304N1-WPA SUS316-WPA	SUS302-WPB SUS304-WPB SUS304N1-WPB	SUS 631J1- WPC <sup>a)</sup>	C 2600 W-H C 2700 W-H C 2800 W-H	C 2600 W-EH C 2700 W-EH	C 7521 W-H	C 7701 W-H	C 5191 W-H	C 1720 W-3/4H <sup>b)</sup>
0.08	1 650	2 150	—	—	—	—	—	—	—
0.09	1 650	2 150	—	—	—	—	—	—	—
0.10	1 650	2 150	2 200	—	—	—	—	—	—
0.12	1 650	2 150	2 200	—	—	—	—	—	—
0.14	1 650	2 150	2 200	—	—	—	—	—	—
0.16	1 650	2 150	2 200	—	—	—	—	—	—
0.18	1 650	2 150	2 200	—	—	—	—	—	—
0.20	1 650	2 150	2 200	—	—	—	—	—	—
0.23	1 600	2 050	2 180	—	—	—	—	—	—
0.26	1 600	2 050	2 180	—	—	—	—	—	—
0.29	1 600	2 050	2 180	—	—	—	—	—	—
0.32	1 600	2 050	2 180	—	—	—	—	—	—

表 7—材料の引張強さ規格値の最小値 (続き)

単位 N/mm<sup>2</sup>

材料の 直径 <i>d</i> (mm)	材料								
	SUS302-WPA SUS304-WPA SUS304N1-WPA SUS316-WPA	SUS302-WPB SUS304-WPB SUS304N1-WPB	SUS 631J1- WPC <sup>a)</sup>	C 2600 W-H C 2700 W-H C 2800 W-H	C 2600 W-EH C 2700 W-EH	C 7521 W-H	C 7701 W-H	C 5191 W-H	C 1720 W-3/4H <sup>b)</sup>
0.35	1 600	2 050	2 180	—	—	—	—	—	—
0.40	1 600	2 050	2 180	—	—	665	765	835	1 300
0.45	1 600	1 950	2 100	—	—	665	765	835	1 300
0.50	1 600	1 950	2 100	685	785	665	765	835	1 300
0.55	1 600	1 950	2 100	685	785	665	765	835	1 300
0.60	1 600	1 950	2 100	685	785	665	765	835	1 300
0.65	1 530	1 850	2 050	685	785	665	765	835	1 300
0.70	1 530	1 850	2 050	685	785	665	765	835	1 300
0.80	1 530	1 850	2 050	685	785	665	765	835	1 300
0.90	1 530	1 850	2 050	685	785	665	765	835	1 300
1.00	1 530	1 850	2 050	685	785	665	765	835	1 300
1.20	1 450	1 750	1 950	685	785	665	765	835	1 300
1.40	1 450	1 750	1 950	685	785	665	765	835	1 300
1.60	1 400	1 650	1 850	685	785	665	765	835	1 300
1.80	1 400	1 650	1 850	685	785	665	765	835	1 300
2.00	1 400	1 650	1 850	685	785	665	765	835	1 300
2.30	1 320	1 550	1 750	685	785	665	765	835	1 300
2.50	—	—	—	685	785	665	765	835	1 300
2.60	1 320	1 550	1 750	—	—	665	765	835	1 300
2.80	—	—	—	685	785	665	765	835	1 300
2.90	1 230	1 450	1 650	—	—	—	—	—	—
3.00	—	—	—	685	785	665	765	835	1 300
3.20	1 230	1 450	1 650	685	785	665	765	835	1 300
3.50	1 230	1 450	1 650	685	785	665	765	835	1 300
3.80	—	—	—	685	785	—	—	—	—
4.00	1 230	1 450	1 650	685	785	665	765	835	1 300
4.20	—	—	—	685	785	—	—	—	—
4.30	—	—	—	685	785	—	—	—	—
4.50	1 100	1 350	1 550	685	785	665	765	835	1 300
5.00	1 100	1 350	1 550	685	785	665	765	835	1 300
5.50	1 100	1 350	1 550	685	785	—	—	—	—
5.80	—	—	—	685	785	—	—	—	—
6.00	1 100	1 350	1 550	685	785	—	—	—	—
6.50	1 000	1 270	—	685	785	—	—	—	—
6.80	—	—	—	685	785	—	—	—	—
7.00	1 000	1 270	—	685	785	—	—	—	—
8.00	1 000	1 270	—	685	785	—	—	—	—
9.00	—	1 130	—	685	785	—	—	—	—
10.0	—	980	—	685	785	—	—	—	—
12.0	—	880	—	—	—	—	—	—	—

注記 この表は、それぞれの材料 (表 1 参照) の日本工業規格で規定している引張強さの最小値によるものである。

注<sup>a)</sup> SUS631J1-WPC の値は、析出硬化熱処理を施した後の値である。

注<sup>b)</sup> C 1720 W-3/4H の値は、時効硬化処理を施した後の値である。