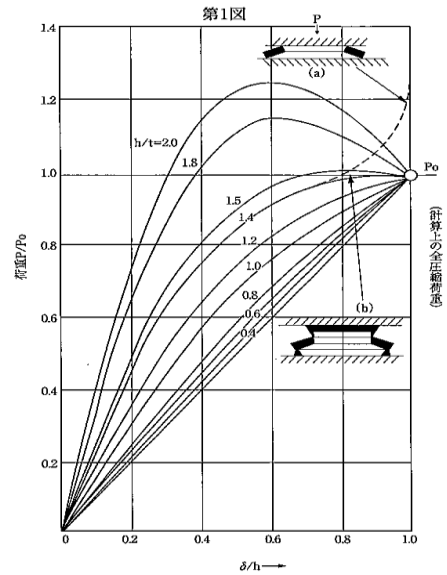


さらばねの h/t と荷重特性

一般に用いられるばね（コイルばね、板ばね等）の荷重—たわみ曲線は直線かあるいは約一定の率で生ずる曲線ですが、さらばねの場合は厚さ t が一定のものでも設計時のさら高さ h の値が違う場合、 h/t 比により第1図のように論理的な全圧縮までに種々の曲線を描く性質があります。この性質を利用して、例えば h/t が約 1.4 の特性曲線のように荷重が略々一定してたわみが増加する特性、すなわちコンスタントロード曲線が得られます。

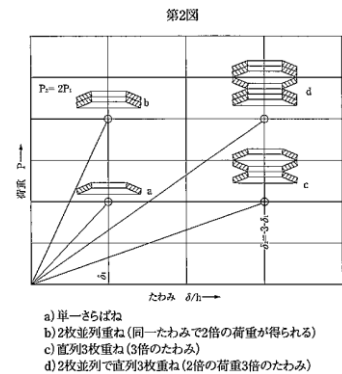
しかしながら実際に皿ばねを特殊な支持法（第1図 b）を施工せずに使用する場合（第1図 a）は全圧縮近くの $0.75h$ たわみ付近より点線の如く急激に荷重が増加します。また h/t が 1.5 以上のさらばねを直列に積重ねて負荷した場合、第1図に示す荷重の最大点付近からさら状が逆にひっくりかえる（バックリングと呼ぶ）性質があります。



さらばねの積重ねと荷重特性

皿ばねの積み重ねの組み合わせ方法によって荷重特性を変えることができます。

皿ばねの積み重ね時の荷重特性は単一のさらばねを基本にします。並列積重ねの荷重は積重ねの枚数倍となりますが、たわみは同一です（第2図 b）。直列積重ねでは荷重は同一ですが、たわみはさらばねの枚数倍に増加します（第2図 c）。二重積重ねでは荷重は2倍になり、たわみもブロックの数に比例して増加します（第2図 d）。



さらばねの寸法決定について

さらばねを使用する際、好結果を得るためには適切な寸法決定がされなければなりません。理論的には、外径 (D) 応力 (σ) 厚さ (t) が与えられた時の最大効率は直径比 $D/d \star 1.7$ で得られ実用的には $D/d \star 2.5 \sim 1.7$ であればよい。 h/t により荷重特性が変化することは前にも述べたとおりですが、一般の設計では $h/t=1.6 \sim 1.7$ をこえてはなりません。

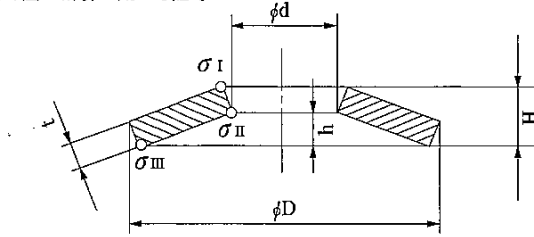
ばね定数は厚さの3乗とさら高さ h により変り、全圧縮近くに圧縮されたさらばねは計算値とは反対に累進的に荷重が上昇する（第1図 a 参照）。これは荷重の増加により荷重の支持点が内部に移動し、テコ比が小さくなったことによるものであり、従って使用する最大たわみはさら高さの 70~80% にすべきであります。

DIN2093 の標準さらばねの荷重は $\sigma = 0.75h$ で規定されております。（ただし、座金用は除きます）

さらばねの計算法

現在一般に用いられている Aimen, Laszlo の計算式を紹介いたします。

第3図 計算に用いる記号



E:縦弾性係数 鋼の場合 $2.06 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ (その他表1参照)
 μ :ポアソン比 " 0.3 (")
 P:荷重(N) σ :応力(N/mm²)
 δ :たわみ(mm)
 M、C1、C2:D/dによる係数(表2参照)

計算式

$$(1) \text{荷重 } P = \frac{4E}{1-\mu^2} \cdot \frac{t \cdot \delta}{M \cdot D^2} \left[\left(\frac{h}{t} - \frac{\delta}{t} \right) \left(\frac{h}{t} - \frac{\delta}{2t} \right) + 1 \right] \dots\dots\dots (1)$$

$$(2) \text{応力 } \sigma P = \frac{4E}{1-\mu^2} \cdot \frac{t \cdot \delta}{M \cdot D^2} \left[-C_1 \left(\frac{h}{t} - \frac{\delta}{2t} \right) - C_2 \right] \dots\dots\dots (2)$$

$$\sigma \text{II} = \frac{4E}{1-\mu^2} \cdot \frac{t \cdot \delta}{M \cdot D^2} \left[-C_1 \left(\frac{h}{t} - \frac{\delta}{2t} \right) + C_2 \right] \dots\dots\dots (3)$$

$$\sigma \text{III} = \frac{4E}{1-\mu^2} \cdot \frac{t \cdot \delta}{MD^2 \cdot D/d} \left[(2C_2 - C_1) \left(\frac{h}{t} - \frac{\delta}{2t} \right) + C_2 \right] \dots\dots\dots (4)$$

表2 D/dに対するM、C1、C2の値

D/d	M	C1	C2	D/d	M	C1	C2
1.2	0.29	1.02	1.05	2.7	0.78	1.37	1.63
1.3	0.39	1.04	1.09	2.8		1.39	1.67
1.4	0.46	1.07	1.14	2.9		1.41	1.70
1.5	0.53	1.10	1.18	3.0	0.79	1.43	1.74
1.6	0.57	1.12	1.22	3.1		1.45	1.77
1.7	0.61	1.15	1.26	3.2		1.46	1.81
1.8	0.65	1.17	1.30	3.4	0.80	1.50	1.87
1.9	0.67	1.20	1.34	3.6		1.54	1.94
2.0	0.69	1.22	1.38	3.8		1.57	2.00
2.1	0.71	1.24	1.42	4.0	0.79	1.60	2.07
2.2	0.73	1.26	1.45	4.2		1.64	2.13
2.3	0.74	1.29	1.49	4.4		1.67	2.19
2.4	0.75	1.31	1.53	4.6	0.79	1.70	2.25
2.5	0.76	1.33	1.56	4.8		1.73	2.31
2.6	0.77	1.35	1.60	5.0		1.76	2.37

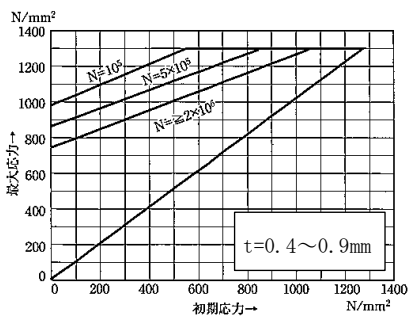
表1 $\frac{4E}{1-\mu^2}$ の値

材質	E	μ	$\frac{4E}{1-\mu^2}$
鋼	2.06×10^5	905,000	905,000
リン青銅	1.03×10^5	453,000	453,000
17-7PH	1.96×10^5	862,000	862,000
SUS 304	1.91×10^5	840,000	840,000
ペリリウム銅	1.27×10^5	558,000	558,000
インコネル	2.14×10^5	941,000	941,000
インコネルX	2.14×10^5	941,000	941,000

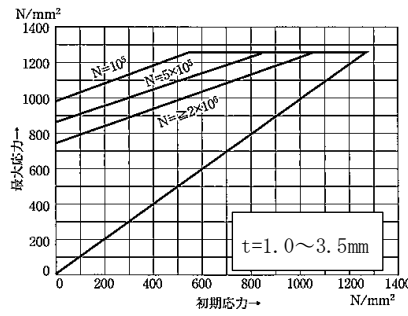
動荷重の場合の許容応力

材料に SUP-10 を使用した場合、下記耐久限度線図が比較的良好に一致することが確認されており、紹介いたします。

第4図 耐久限度図(SUP-10材)



第5図 耐久限度図(SUP-10材)



第6図 耐久限度図(SUP-10材)

