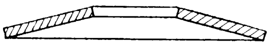
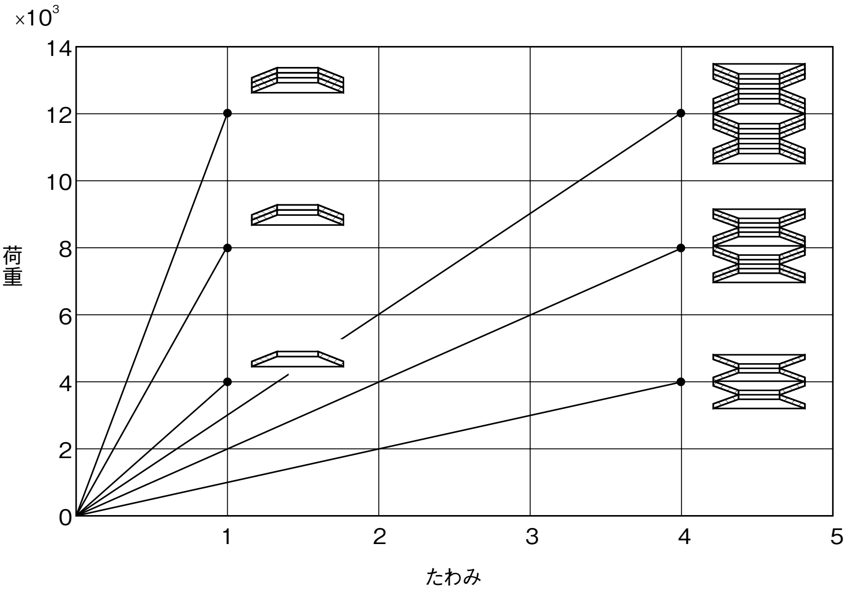
皿ばね

皿ばねは中央に穴のあいた皿状のばねで、この特長とするところは小さな空間のところで大きな負荷容量を得ることができる。これを単独で使用する場合もあるが、積み重ねを変えることによって、ばね特性を変化させることができる。

1. 使用法

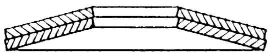
1）単一使用法





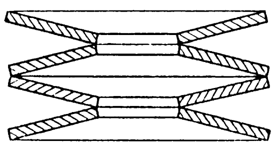
同一特性を持つ皿ばねを組み合せた時の荷重特性

2）並列使用法

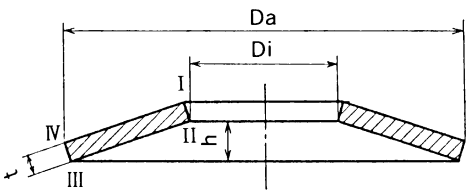


撓みが小さく大きい荷重を必要とする場合に使用し、重ねる枚数に比例して荷重が増加する。

3）直列使用法



撓みが大きく小さい荷重を必要とする場合に使用し、重ねる枚数に比例して撓みが増加する。



2. 皿ばね計算式

1）荷重とたわみの計算式

$$P=\frac{4E}{1-\mu^2}\cdot\frac{t^4}{\alpha Da^2}\cdot\frac{f}{t}\left[\left(\frac{h}{t}-\frac{f}{t}\right)\left(\frac{h}{t}-\frac{f}{2t}\right)+1\right]$$

$$=905{,}000\quad\frac{t^4}{\alpha Da^2}\cdot\frac{f}{t}\left[\left(\frac{h}{t}-\frac{f}{t}\right)\left(\frac{h}{t}-\frac{f}{2t}\right)+1\right]N$$

$$\alpha=\frac{1}{\pi}\quad\frac{\left(\frac{\delta-1}{\delta}\right)^2}{\frac{\delta+1}{\delta-1}-\frac{2}{\log e\delta}}$$

	（ばね鋼）
E：ヤング率	206,000 N/㎜²
μ：ポアソン比	0.3
$4E/1-\mu^2$：	905,000 N/㎜²
f：たわみ	
α：直径比Da/Diに関する係数	
δ：Da/Di	

TAIYO Stainless Spring Co.,Ltd.

2）静的荷重を受ける場合の応力

$$\sigma I=905{,}000\ \frac{t^2}{\alpha\cdot Da^2}\cdot\frac{f}{t}\left[-\beta\left(\frac{h}{t}-\frac{f}{2t}\right)-\gamma\right]$$

（記号）β，γ：直径比Da/Diに関する係数

$$\beta=\frac{1}{\pi}\cdot\frac{6}{\log e\delta}\left(\frac{\delta-1}{\log e\delta}-1\right)$$

$$\gamma=\frac{1}{\pi}\cdot\frac{6}{\log e\delta}\cdot\frac{\delta-1}{2}$$

Ｉ点の計算応力σＩは次の数値を許容範囲とする。

f＝0.75hにおいて　1,900～2,500 N/㎟

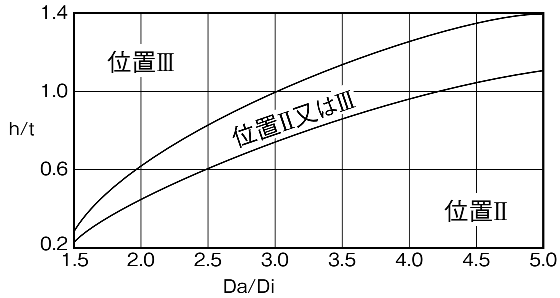
f＝hにおいて　　　2,500～3,200 N/㎟

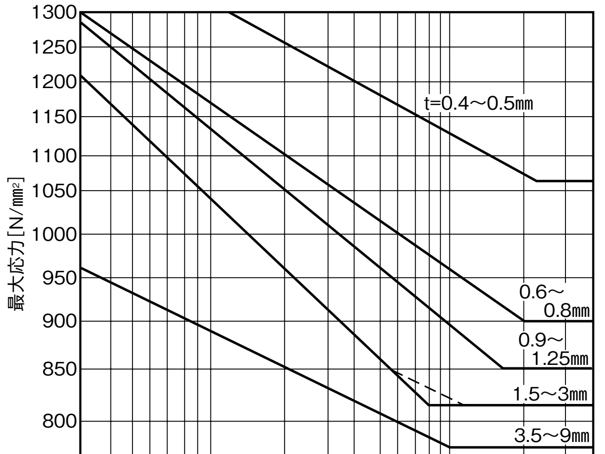
3）動的荷重を受ける場合の応力

$$\sigma II=905{,}000\ \frac{t^2}{\alpha\cdot Da^2}\cdot\frac{f}{t}\left[-\beta\left(\frac{h}{t}-\frac{f}{2t}\right)+\gamma\right]$$

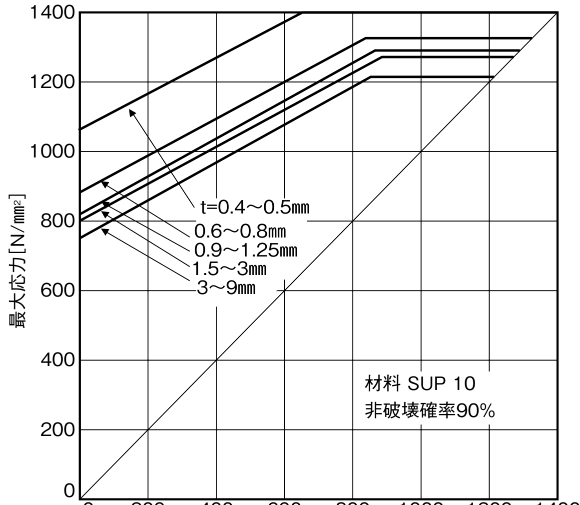
$$\sigma III=905{,}000\ \frac{t^2}{\alpha\cdot Da^2}\cdot\frac{f}{t}\cdot\frac{1}{\delta}\left[(2\gamma-\beta)\left(\frac{h}{t}-\frac{f}{2t}\right)+\gamma\right]$$

右図よりⅡ又はⅢ点に発生する応力範囲を見い出し、上式にて応力値を計算する。破損までの繰り返し回数は最大応力や振幅によって決まるので慎重に許容応力を定めるようにする。
疲れ試験結果の例として下図に示す。





皿ばねの片振りS-N曲線（SUP 10 非破壊確率90%）



皿ばねの動的許容応力（2×10^6回）

参考資料：丸善株式会社発行　ばね技術研究編『ばね』