



# ばね教室

理研発条工業株式会社

# ばねとは

“ばね”とは、JIS B 0103（ばね用語）で「物体の弾性又は変形によって蓄積されたエネルギーを利用することを主目的とする機械要素」と定義されています。

ですから、金属に限らずゴム、プラスチック等の材料が持つ弾性を有効に利用できる形につくられたもので、力を受けて変形した後その力が除かれた時に元の形に戻るような強さを有す機械要素の総称なのです。

“ばね”は、スプリング、発条、弾機、弾条、バネ、ぜんまいなどとも呼ばれたり(呼ばれていたり)します。英語ではスプリング (spring/春・泉・活力・跳躍)、ドイツ語でフェーデル (feder/羽根)、スペイン語でレソルテ (resorte/ふかふかした・享乐的)、ポルトガル語でモラ (mola/刺激的) と言うそうですが、それぞれの単語にはつづりの後に記述している別の意味を持っており、なんとなく共通性があるように解釈されているようです。

因みに理研発条工業では、“ばね”はあくまで日本語なので平仮名で書くことを基本としています。文章の中に「ばねは～」という風に現れるとややこしい場合もありますが、“こだわり”なんです。



# ばねの製造について①

## コイリング機構について

技術者さまからお問い合わせの多い、  
コイリング機構を写真でご紹介したいと思います

1. はじめの状態です。コイリング機構では代表的なタイプとして、写真右側にある「コイリングピン」が1本と2本式がありますが、これは1本式です。

このコイリングピンが送られてくる線材料を支え、コイル部を支えています。



2. ワイヤガイドを通して線材料が送られ、芯金に沿います

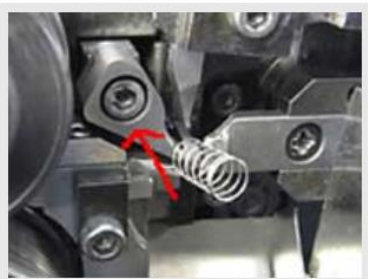


3. コイリングピンに支えられ、コイルが形成されると同時にピッチツールが手前に動き、ピッチが付いて"ばね"に



# ばねの製造について②

4. ピッチツールが奥（元の位置）に戻ります



5. カuttingツールが下がり芯金とツールで切断します



6. ばねが切断されました→1.の工程に戻って繰り返しです



# 低温焼き鈍し(テンパー処理について)

冷間成形を行うばねの熱処理として、最も一般的な処理である低温焼き鈍しについて説明をさせていただきます。

低温焼き鈍しはテンパー処理、ブルーイングと呼ばれています。ブルーイングの由来は硬鋼線・ピアノ線を低温焼き鈍しをすることにより青色のテンパーカラーが付くことから呼ばれています。

## ▼ 低温焼き鈍しをする目的について

冷間でばね加工すると加工部分に残留応力を生じて、ばねの寸法変化や弾性疲れ強さを損なうため、その残留応力を取り除く事にある。

冷間で引抜き加工されたピアノ線、硬鋼線、ステンレス鋼線などの加工硬化をおこしている材料自体の機械的性質の改善をする事にある。

## ▼ 低温焼鈍による機械的性質の変化

低温焼鈍によって一番変化が起こるのは弾性限、次いで耐力である。

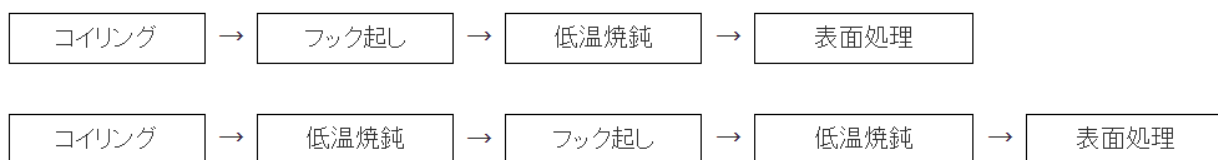
弾性限、耐力が増大するということはばねがへたりにくくなる、ばね限界値が上昇したということである。

※低温焼鈍で耐へたりに性が良くなるのは弾性限が上昇するため、引張強さや硬さが増大するためではありません。

## ▼ 圧縮コイルばねの施行



## ▼ 引張りコイルばねの施行



# 低温焼鈍の温度と時間の注意点

## ▼ 引張りコイルばね

成形後に300℃を超える温度で処理を行うと、初張力が消失してしまうため、通常は200～250度で処理を行う

## ▼ 高温に注意

ステンレス鋼線の場合は450℃を超えてしまうと、不動態被膜が粗雑化してしまうため、防錆能力が低下してしまう。

高温の処理により、機械的性質の低下に繋がります。（ステンレス鋼線は400℃以下、ピアノ線・硬鋼線は350℃以下、リン青銅250℃以下が目安です。）

## ▼ 熱処理炉の種類

小物ばねでは最高温度が500℃程度の電気炉が一般的によく使用されています。低温焼きなまし炉・テンパー炉と呼ばれていますが、大まかにはベルトコンベアによる連続式とバッチ式の2種類が有ります。

加熱能力や作業性、保守性や環境性を考慮して最適な熱処理炉の選択が必要です。

# ばね指数とは

ばね指数とは、

- ・ばねの加工性
- ・ばねの寿命（局部応力）
- ・ばねが自立するか

等、ばねを設計する中でとても重要な値となります。

ばね指数が小さいと「カチカチ」、大きいと「ふわふわ」なばねになります。一般的には、ばね指数が4～22倍(冷間加工の場合)の範囲で設定することが望ましいです。

弊社では、ばね指数4倍以下、22倍以上でも加工を行っております。加工の可否につきましてはお気軽にお問い合わせ下さい。

## ▼ ばね指数の求め方

コイルの中心径÷線径 = ばね指数

## ▼ ばね指数による「ばね」の違い

ばね指数が小さい場合	ばね指数が大きい場合
	
【ばね指数2.75倍】	【ばね指数36.5倍】
加工が困難となる	加工が困難となる
局部応力で折損し易い	ばねの絡みが発生し易い
ばねが自立しない（倒れ易い）	変形し易い
ばね定数が高くなる場合が多い	コイル径のバラつきが大きくなる
専用機が必要な場合もある	ばね定数が低くなりやすい

※指数とは変動する代償の関係を数値で表したもの  
例) 物価指数、経済指数、統計指数等



# ステンレスについて

今回はステンレスについて語ってみたいと思います。

ステンレスとはステン（錆）+レス（無）という意味です。ですが環境等により錆びる事も有り、正確には錆び難い材料となります。

ステンレスは鉄にクロム・ニッケル等の元素を加えた合金鋼です。鉄にクロムを添加することにより、表面のクロムが空気酸化して薄い緻密な皮膜が形成されるためです。

これを酸化皮膜（不動態皮膜）といいます。酸化皮膜の厚みは数nmですので、非常に薄い皮膜です。

ステンレスの他に酸化皮膜がしやすい材料は アルミニウム、クロム、チタン、その他合金等です。

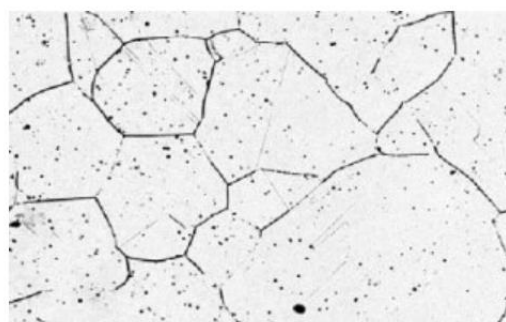
## ▼ ばね用ステンレス線

オーステナイト系	SUS304
	SUS316
析出硬化系	SUS631J1

## ▼ ばね用ステンレス鋼帯

オーステナイト系	SUS302
	SUS304
	SUS304N1
	SUS316
析出硬化系	SUS631J1

※JIS記号のSUSは、鋼(Steel)+用途(Use)+ステンレス(Stainless)の頭文字です。



オーステナイト組織



# ばねの表面処理(鍍金・塗装)について

鉄鋼系材料を使用したばねには表面処理が必要不可欠です。

なんといっても鉄は腐食され易く、  
折損に繋がることも珍しくありません。

安価な処理では防錆油を塗布することもあります、  
ケミカルアタック(※)の懸念も考えられ耐食性も十分でない場合もあります。

(※成形部品に油やグリス等が付着した状態で応力が掛かると、割れが起こり易くなる現象のこと)

ステンレスでも潤滑性、  
外観等のご要望があれば表面処理が可能です。

またバリの除去や疲れ強さ向上等、  
ばねには多岐にわたる処理があります。

弊社がお勧めする表面処理の表を御参照ください。

■ 表面処理診断	No.1	No.2	No.3
■ 防錆が必要	ニッケルめっき	三価クロメート	クロムめっき
■ 防錆油の付着は困る	ニッケルめっき	三価クロメート	クロムめっき
■ 材質は鉄鋼	ニッケルめっき	三価クロメート	クロムめっき
■ 材質はステンレス	バレル研磨処理	ニッケルめっき	不動態化処理
■ 材質は銅合金又は純銅	金めっき	ニッケルめっき	塗装
■ 材質はアルミニウム	アルマイト処理	クロムめっき	ニッケルめっき
■ 通電性が必要	金めっき	ニッケルめっき	錫めっき
■ コストの安い処理が良い	黒染め	三価クロメート	亜鉛めっき
■ 表面硬度を高くしたい	クロムめっき	ニッケルめっき	
■ 潤滑性が欲しい	潤滑鍍金	ニッケルめっき	クロムめっき
■ バリ・カエリを除去したい	バレル処理	ショットピーニング	ドライホーニング
■ ばねの疲れ強さを向上	ショットピーニング	ドライホーニング	
■ 識別管理用に色を変えたい	黒色ニッケルめっき	塗装	
■ 半田付けをしたい	錫めっき	金めっき	ニッケルめっき
■ 美観を求めている	クロムめっき	ニッケルめっき	三価クロメート

詳細仕様や処理のご相談等、お気軽にお問合せください。

# ばね用の材料(材質)について

当然ではありますが【ばね】には【ばね用】の材料を使用します。ばね用の材料には、環境や用途に合わせて様々な材質があります。耐食性に優れた材料、耐熱性に優れた材料、導電率の高い材料、磁性の無い材料等がありますので最適な材料選択をする事が重要となります。

## ▼ 代表的な冷間加工の線ばね用材料

- ・ SUS304-WPB (ばね用ステンレス鋼線)
- ・ SUS316-WPA (ばね用ステンレス鋼線)
- ・ SW-C (硬鋼線)
- ・ SWP-A (ピアノ線A種)
- ・ SWP-B (ピアノ線B種)
- ・ C5191W (ばね用リン青銅)
- ・ SWOSC-B (ばね用シリコンクロム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)

## ▼ 代表的な薄板ばね用材料

- ・ SUS301-CSP (ばね用ステンレス鋼板)
- ・ SUS304-CSP (ばね用ステンレス鋼板)
- ・ C5191 (ばね用リン青銅)
- ・ C1720 (ばね用ベリリウム銅)
- ・ SK85-CSP (ばね用冷間圧延鋼帯)

他にもばね用の材料は有り、材料メーカー各社からもオリジナルの材料が販売されています。どのような材料を使用すれば良いか解らない場合は、弊社にお問い合わせを頂ければ最適な材料をご紹介しますので頂きます。

その際には下記を参考に、必要な条件を教えてください。

## ▼ 用途

- ・ 通電性 (電気の接点にする場合)
- ・ 耐久性 (繰り返し荷重・衝撃荷重を受ける)

## ▼ 使用環境

- ・ 耐熱性 (高温・低温 (-40℃以下))
- ・ 耐食性 (屋外・海水に触れる等で使用)
- ・ 耐薬品性 (医療の現場で使用する場合)
- ・ 磁性 (非磁性のばねが必要な場合)

# ばね定数とは

ばね定数とは、ばねに作用する荷重と、ばねの変形量が正比例している関係を表した数値です。

単位は「N/mm」（ニュートン/ミリメートル）、  
「gf/mm」（グラム/ミリメートル）が小物ばねでは多く使われます。

圧縮コイルばねを例にすると、

【ばね定数 1gf/mm】

1gのおもりを乗せた時に1mmばねが縮みます。

5gのおもりを乗せると5mmばねが縮みます。

【ばね定数 5gf/mm】

5gのおもりを乗せた時に1mmばねが縮みます。

25gのおもりを乗せると5mmばねが縮みます。

ばね定数の値が大きければ強いばね、  
小さければ弱いばねとなります。

ただし、弾性限度（許容応力）を超える場合は弱くなってしまいます。

# 会社概要

社名	理研発条工業株式会社
代表者	代表取締役社長 森田 雅則
本社・工場 (関西営業所)	大阪府四條畷市上田原16番地
関東営業所	神奈川県川崎市多摩区三田1-13-1-107
創業	昭和36年5月5日
設立	昭和39年6月8日
資本金	29,525,000円
事業内容	情報、通信、医療、デジタルカメラ、玩具、釣具等の精密線・板ばね・金型の製造及び精密機能「Assembly」の開発設計から量産まで
取引先	シャープ(株)、ホシデン(株)、オムロン(株)、TOTO(株)、(株)バンダイ、セイコーインスツル(株)、日立メタルプレジジョン(株)、(株)ザクティ



**オーダーメイドで生まれる未来のばね**  
あらゆるニーズにきめ細かく応える生産体制があります。

私たちの身近には、ばねを使った製品がたくさんあります。自動車・家電・通信・情報・OA機器など、多種多様な機器に、「ばね」はますます欠くことの出来ない部品となりました。理研発条工業はそんな最先端の市場へ向け、独自の高品質な生産体制を自社で開発。オーダーメイドできめ細かいニーズにお応えし続ける、精密極細ばね専門メーカーです。