

## 第21回 大形コイルばねの製造方法

(株)スミハツ 松川 和俊

### 1. 大形コイルばねとは

ここで解説する大形コイルばねとは、棒径(線径)が略φ18以上の熱間で加工されるばねを指し、鉄道車両や産業機械・建設機械などに使用されている。荷重特性は一般には線形特性であるが、非線形特性のテーパコイルばねも使用されている。

### 2. ばね用材料

棒鋼圧延のSUP9・9Aを使用する。棒径がφ50mm程度を超える場合は、焼入性の良いSUP11Aを使用する。

高応力設計のばねには、遅れ破壊特性を改善させた新材料を使用する場合もある。

### 3. ばねの製造

熱間成形コイルばねの一般的な製造工程として、当社の一列を次に示す。

#### (1) テーパ加工

テーパ圧延機を使用し、材料先端のテーパ部の断面形状が矩形になるように、圧延と幅寄せ作業を組み合わせで行う。座面確保のため端末角度は、コイリング後に両端が平行になる角度を設定しておく。

座面をカットし研削加工するばねは、テーパ加工は行わない。

#### (2) 棒鋼の全体加熱

ばねの加熱は、ばね材料の表面と中心部が同じになるよう加熱時間を設定する。

加熱温度はコイリングによる成形を容易にするために900~950℃に設定する。コイリング後直接焼入れを行うものは、平衡状態図のA<sub>3</sub>点以上30~50℃に確保できる温度設定が必要になる。

また炉内での停留によるオーバーヒートにも注意が必要である。

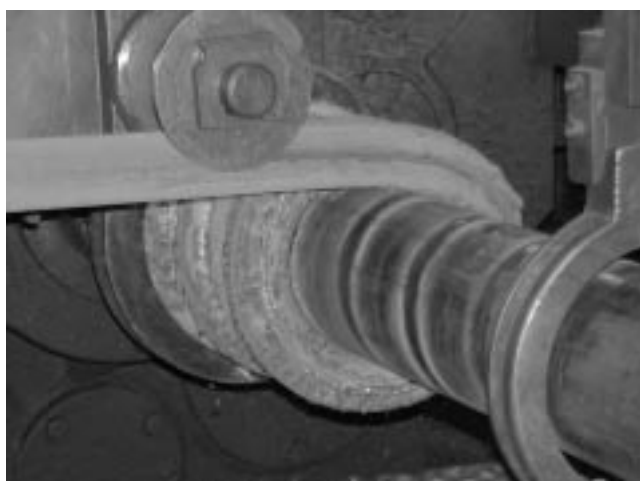


写真1 NCコイリング

#### (3) コイリング

コイリング機は大きく分けると、NC式コイリングマシン(写真1)と旋盤式コイリングマシンに分けられる。

コイリング開始時の起動負荷を考慮し、コイリング能力の標準化しておく。

加熱炉の材料挿入条件、加熱設定温度、加熱時間などは、棒径別に標準化しておく。また、加工きずの発生防止のために、炉内搬送ビーム、芯金、チャッキング用爪、ばね受け架台など治工具の定期的整備や、使用前の点検は怠らないことが肝要である。特に座巻部線間の加工きずには注意が必要である。

芯金サイズは $D = \text{内径} + \alpha$ で、設計図面が内径基準か外径基準かにより $\alpha$ の数値は-1~+3mm程度にとる。

スプリングバックを考慮して、製造現場での経験値を定数として加え決定する。成形機の線巻きスピード、材料の加工温度低下によるスプリングバック量、熱処理での収縮量、芯金の温度膨張による内径の変化なども考慮する。

#### (4) 再加熱

一般には再加熱は行わない。しかし太径の場合は成形機の巻き込みスピードに制限があり、巻き始め側の温度が低下する。適切な焼入温度を維持できない場合には、コイリング後に一度ラインオフし、その後に加熱を行う。

#### (5) 焼入れ

炉出し後は素早く焼入油槽へ投入する。

焼入油槽では、油温を30~70℃で管理し攪拌は十分に行う。

油中では「早く冷却、ゆっくり引き上げ」の原則に沿った焼入作業を行うことが大切である。

筆者の苦い経験から、特に太物の焼入れは、過冷却による焼割れと、油から引き上げ後の置割れの防止に万全の配慮が必要である。

#### (6) 焼戻し

ばねに靱性を与える焼戻硬さは、重要な品質特性である。焼戻炉は、熱風循環式連続焼戻炉が量産用として一般的であるが、バッチ炉も多種少量生産では有用である。

炉内時間は長いほうがばね硬さのバラツキは小さくなるため、1時間30分以上にすることが望ましい。

#### (7) 一次セッチング

焼戻し直後、設計最大荷重を超え密着までの荷重を加えた一次セッチングを行う。この密着セッチングは胴曲がりを減少させる効果がある。

設計応力的に密着不可の場合は、胴曲がり防止治具の使用が効果的である。

### (8) 座面研削

テーパ加工を実施したばね(図1)は、コイルリング時に座面の直角度を確保して、座面研削は行わない方が良い。しかし、ばね軸線に対する直角度や両側座面の平行度が得られない場合は、座面研削を行う場合がある。

テーパ圧延を行わない場合は、図2に示すように末端を溶断または放電加工などによりカットしたのち、研削仕上げを行う。

### (9) ショットピーニング

通常のコイルばねは、内径側の応力が高くなるので、コイル内径側にアルメンストリップを固定し条件設定を行う。またショットの投射パターンと粒度管理も大切である。

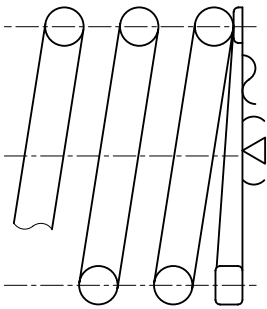


図1 テーパ加工したばね

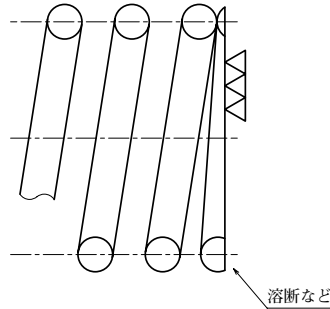


図2 座面をカットしたばね

### (10) 磁気探傷

表層付近の欠陥を検出する目的で実施し、有害なきずの流出防止に効果的である。磁気探傷は流出防止が目的の工程なので、むしろ有害な欠陥を発生させない工程設計と製品管理が優先される。

### (11) セッチング

ショットピーニングおよび座面研削により、高さの変化があるため、二次セッチングを行う。

### (12) 検査

ばねの検査は、寸法検査、荷重試験、外観検査を検査規格に準じて実施する。

### (13) 塗装

ディッピング方式が一般的であるが、より防錆効果を上げる場合は、リン酸亜鉛処理を行ったのち、粉体塗装などの厚膜塗装を行う。

ディッピング塗装の場合は、均一な塗装膜厚とタレを少なくする目的で、塗料粘度の管理、塗装から乾燥炉に入るまでの保持時間の設定、タレが一箇所に集まるようなばねの吊り方の管理などが必要である。それでもタレを生じる場合は乾燥炉に入る前に刷毛やエアでタレを除去する。

いずれの塗装方法でも、ごみ、ほこりの付着には特に注意が必要になる。