

# 第9回 焼入れ焼戻し

三菱製鋼(株) 高崎 惣一

## 1. 概要

冷間成形ばねでは、強度を調整した材料を用いてばねに加工しているが、熱間成形ばねでは強度が調整されていない圧延または鍛造されたままの材料を用いて熱間で成形し、その後、焼入れ焼戻しを行い所定の強度を付与している。

冷間成形ばねは熱間成形ばねと違い、冷間で成形するので熱間成形と比べ加工機の能力が必要であり、総じて比較的に小さなばねに使用されている。たとえばJIS丸線では表1に示すように、φ14までの規定がある。

表1 冷間成形ばね鋼線の線径範囲

	0.06	0.10	0.20	0.50	0.8	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
オイルテンパー線																								
SWO-A,B																								
SWOSM-A,B																								
SWOSM-C																								
SWOSC-B																								
冷間引き抜き鋼線																								
SW-A																								
SW-B,C																								
SWP-A																								
SWP-B																								

熱間成形ばねは冷間成形では難しい大きなばねに使用されている。主な用途としては、自動車の懸架ばね、鉄道車両や建設機械に用いられる大型のコイルばね、その他皿ばね等がある。

これらのばねは焼入れ焼戻しを行い、強度を調整するため、大きさにより十分焼きが入るように材料は選択される。

熱間用ばね鋼としてJISでは表2に示す材質が規定されているが、強度の規定はない。加工するばねの大きさにより、適切な焼入れ性の材質を選定すればよい。強度と靱性の調整は、用途により、焼戻し温度を変えて対応する。

## 2. 焼入れ

ばねは完全に焼きを入れてから焼戻しにより強度を調整した方が、不完全焼入れで硬さを調整したものと比べ、性能がよい。したがって、ばねの中心まで焼きが入る材質の選定に心を配る必要がある。

焼入れ硬さに影響するC量は、主な熱間成形ばね鋼では0.55~0.65%の、亜共析鋼である。焼入れされた場合に炭化物が析出せず、焼入れ硬さを高くできるC量が選ばれている。焼入れ硬さはHV700となり、焼入れが十分であったかどうかの目安となる。

通常、熱間成形ばねは加熱し所定の寸法に成形した後、そのまま焼入れを行っている。従って、成型に時間が掛かったり、熱を奪われる工程があると、焼入れ温度が下がり、不完全焼入れとなる恐れがある。一般的には焼入れ時の温度を確保するために鍛造品の熱処理等より、加工に要する時間を考え、加熱温度は高くしている。また、加工後再加

表2 熱間成形ばね鋼 (JIS G 4801)

種類の記号	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	B
SUP3	0.75-0.90	0.15-0.35	0.30-0.60	0.035以下	0.035以下	—	—	—	—
SUP6	0.56-0.64	1.50-1.80	0.70-1.00	0.035以下	0.035以下	—	—	—	—
SUP7	0.56-0.64	1.80-2.20	0.70-1.00	0.035以下	0.035以下	—	—	—	—
SUP9	0.52-0.60	0.15-0.35	0.65-0.95	0.035以下	0.035以下	0.65-0.95	—	—	—
SUP9A	0.56-0.64	0.15-0.35	0.70-1.00	0.035以下	0.035以下	0.70-1.00	—	—	—
SUP10	0.47-0.55	0.15-0.35	0.65-0.95	0.035以下	0.035以下	0.80-1.10	—	0.15-0.25	—
SUP11A	0.56-0.64	0.15-0.35	0.70-1.00	0.035以下	0.035以下	0.70-1.00	—	—	0.0005以上
SUP12	0.51-0.59	1.20-1.60	0.60-0.90	0.035以下	0.035以下	0.60-0.90	—	—	—
SUP13	0.56-0.64	0.15-0.35	0.70-1.00	0.035以下	0.035以下	0.70-1.00	0.25-0.35	—	—

熱を行い焼入れ温度を確保する場合もある。

ばねは曲げやねじり応力により特性を発揮しているため、必然的に表面に大きな応力が発生する。したがって、表面の強度低下はさけなければならない。一般的に表面の強度低下の要因になる。脱炭に対しては十分な配慮を行う必要がある。

焼入れに際して、保持時間が長くなると、脱炭ばかりか表面肌も荒れるため、加熱時間はできるだけ長くないように注意する。脱炭については更に、脱炭しやすい保持温度をさけるとともに冷媒に入るまでの冷却速度も影響するので、ばらつきが生じないように考慮する。

## 3. 焼戻し

完全焼入れによりその材料の最大硬さを得た上で、仕様に合った硬さに調整する工程が焼戻しである。一般的には連続ラインになっており、焼入れ後、直ちに焼戻しに入る。

ばねの大きさが異なっても、硬さは一定に保つ必要があるが、硬さは焼戻し温度、およびその温度での保持時間が重要となる。温度が適正でも保持時間が短いと目的は達せられない。従って、製品の大きさにあった焼戻しラインの長さが必要である。

近年、懸架用コイルばねでは高強度化が図られている。その手法として、ホットセッチングやホットピーニングという技術が開発された。いずれも、焼戻し後の残熱を利用する技術で、250~350度で行われている。高強度化を図るには焼戻し後の硬さも高くするため、焼戻し温度が低くなる傾向にあるが、効果を考えた材質の検討が行われており、現在では1300MPa級のばねが実用化されている。

## 4. まとめ

ばね鋼は高強度鋼である。完全に焼きを入れた上で、焼戻しにより所定の強度に調整したものが最も靱性に富み、目的にかなっている。完全に焼きを入れるためには用いる材料の焼入れ性が重要である。したがって、製品のサイズに応じた鋼種の選定が大切である。

また、ばねの宿命として最大応力が表面に生じるので性能を確保するには表面品位が問題となる。したがって素材に対する要求、熱処理にあたっては表面品位(素材疵、脱炭、肌荒れ等)について十分な配慮が大事である。

このように冷間成形ばねとは異なる管理が要求されている。大型のものなど熱間成形ばねでなければ出来ないものもあるが、冷間成形ばねと競合する分野も多くある。今後とも技術の向上を図りながら、両者の特徴を伸ばしていく必要があると考える。