

## バネ鋼 6 種の熱処理と機械的性質に就て

小柴定雄\* 田中和夫\*\*

On the Heat-treatment and Mechanical Properties  
of 6 Classes of the Spring SteelBy Sadao Koshihara, Kazuo Tanaka  
Yasugi Works, Hitachi, Ltd.

## Abstract

The writer investigated the change of hardness and mechanical property by the heat-treatment with respect to three kinds of spring steel containing 1.5~1.8% Si.

The results obtained are as follow: In general, the steel of higher Si have higher  $Ac_1 \sim Ac_3$  transformation point, higher tensile strength and a higher Yielding point, but the elongation and reduction of area is relatively little affected.

The spring steel containing 1.5~1.8% Si is also likely to have higher hardness and higher tensile strength, and the elongation, the reduction of area and the impact value are lower than SN steel containing 1.0~1.2% Si, 0.8~1.2% Mn.

## 〔I〕 緒 言

バネ鋼 6 種は自動車、オート三輪車その他の各種バネ材として広く用いられている。その主成分は 0.6~0.7% C, 1.5~1.8% Si 及び 0.65~0.95% Mn である。本研究は変態点の生起状況、熱処理硬度及び機械的性質等を調べた。又従来 SN 鋼との比較を行った。

## 〔II〕 試 料

実験試料は 24 mm 丸に鍛伸後 800°C で焼鈍を行い、所要の寸度に仕上げた。第 1 表は試料の化学成分を示す。各試料は概ね規格成分に入っているが H1 及び H2 は Si 量規格の上限及び下限である。又 H3 は他に比

第 1 表 化学成分  
Table 1 Chemical Composition.

試料	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
規格	0.6 ~0.7	1.5 ~1.8	0.65 ~0.95	<0.035	<0.035	—	—
H 1	0.63	1.80	0.83	0.014	0.012	0.13	0.11
H 2	0.67	1.51	0.92	0.025	0.011	0.17	0.14
H 3	0.66	1.67	0.96	0.028	0.011	0.32	0.20

\* \*\* 日立製作所安来工場

し Ni 及び Cr の混入量が稍多い。

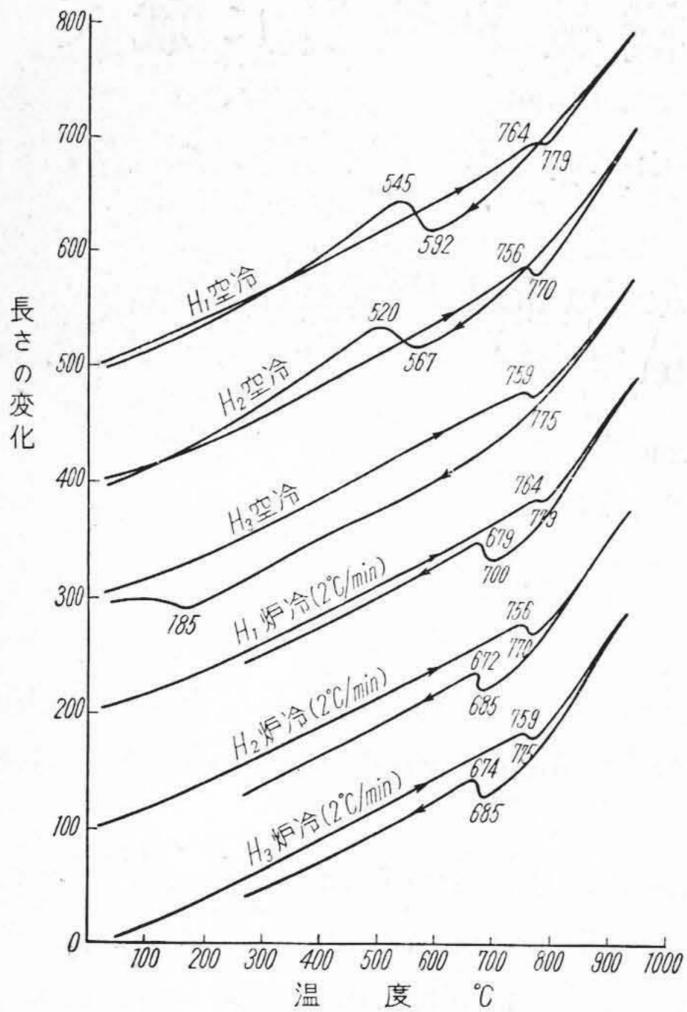
## 〔III〕 実験結果

## (1) 変態点の測定

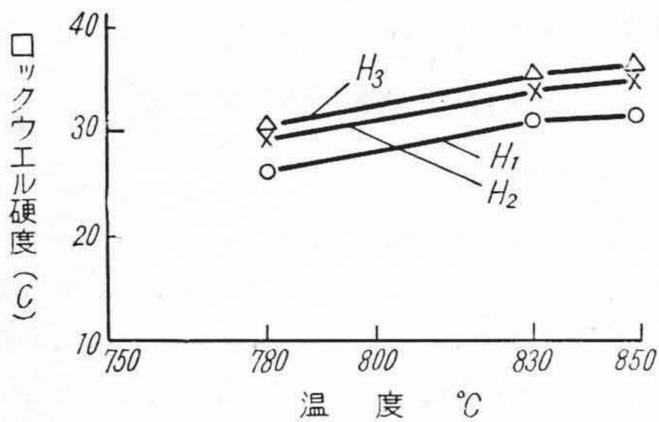
熱膨脹計により各試料の爐中冷却及び空中放冷せる場合の変態生起温度を調べた。第 1 圖はその結果を示す。但試料は直径 5 mm, 長さ 70 mm を用い最高加熱温度 950°C に 10 分保持後冷却した。先づ爐冷の場合は  $Ac_1 \sim Ac_3$  点は Si 量の多い方が高い。即ち H1 が最も高く、H3 がこれに次いでいる。又冷却に於ける  $Ar_1$  点も H1 が稍高く H2 及び H3 は餘り變りない。一方空冷の場合は 520~600°C 附近に  $Ar'$  点を現わし H1 に比し H2 の方稍低い温度で生起する。又 H3 は更に變態を降下し  $Ar''$  点を生ずる。これは Ni 及び Cr の混入量が稍多いためと思われる。

## (2) 熱処理による硬度の變化

焼準及び焼鈍温度と硬度との關係を調べた。第 2 圖及び第 3 圖はその結果を示す。即ち各試料共焼準温度が高くなる程硬度を増加する。而して 3 種の中 H3 が最も高い。又焼鈍に於ては前述と略同様な傾向であるが硬度は可成り低下する。従つてこの場合軟化の目的には 800°C 附近が適當である。尙顯微鏡組織は何れも層狀パーライ

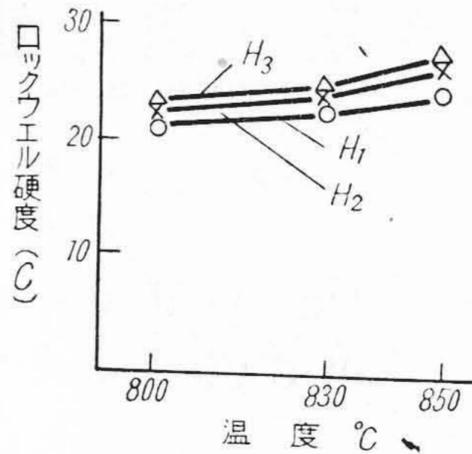


第1圖 熱膨脹曲線  
Fig. 1 Dilatation Curve Due to Heating and Cooling.

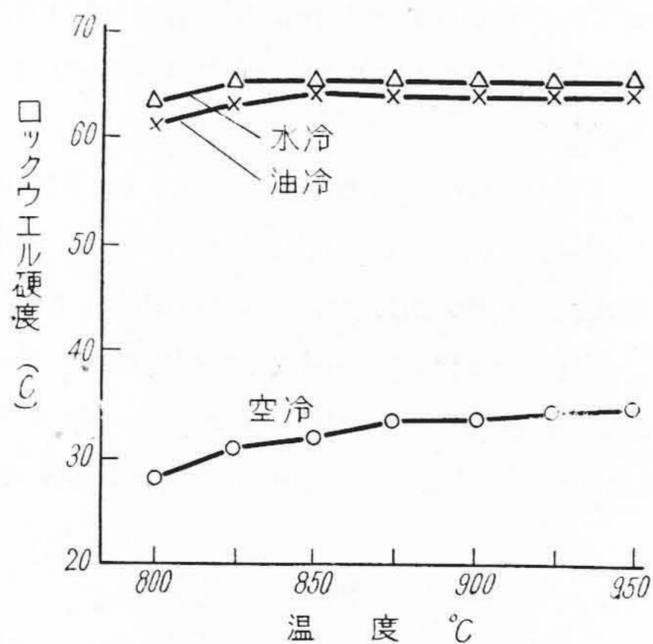


第2圖 焼準温度と硬度との關係 (空冷)  
Fig. 2 Relation between Normalizing Temperature and Hardness. (Air Cooling)

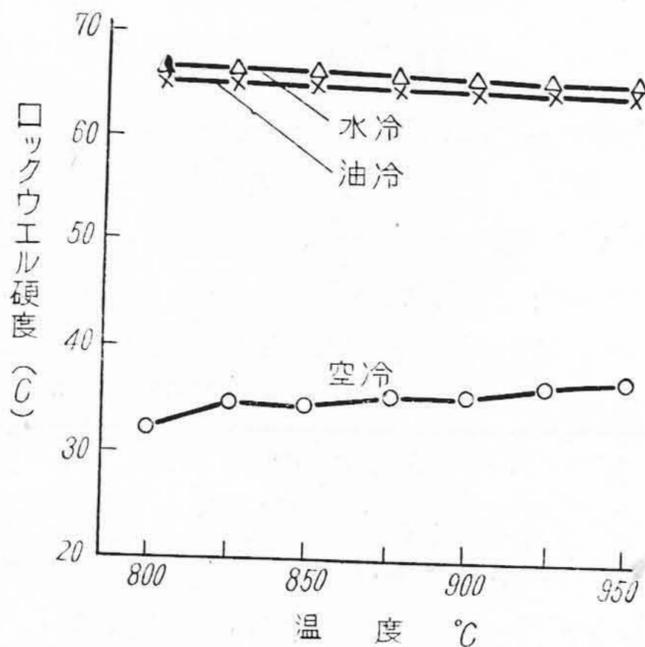
ト(一部フェライトを含む)である。次に  $20\phi \times 10\text{ mm}$  の試料について焼入温度及び冷却速度の硬度に及ぼす影響を調べた。第4圖、5圖及び6圖はその結果を示す。但焼入保持時間10分とした。H1についてみるに水焼入では  $830^\circ\text{C}$  附近で概ね最高硬度を示すも大差は認められない。油冷では水冷に比し硬度は僅かに低い。又空冷の場合は可成り低下するが、 $875^\circ\text{C}$  附近以上に於ては殆んど變りない。H2及びH3に於てもその傾向はH1と略同様であるが水及び油冷に於ける硬度は大差がない。而して兩者共に  $850^\circ\text{C}$  附近で最高硬度を示すも



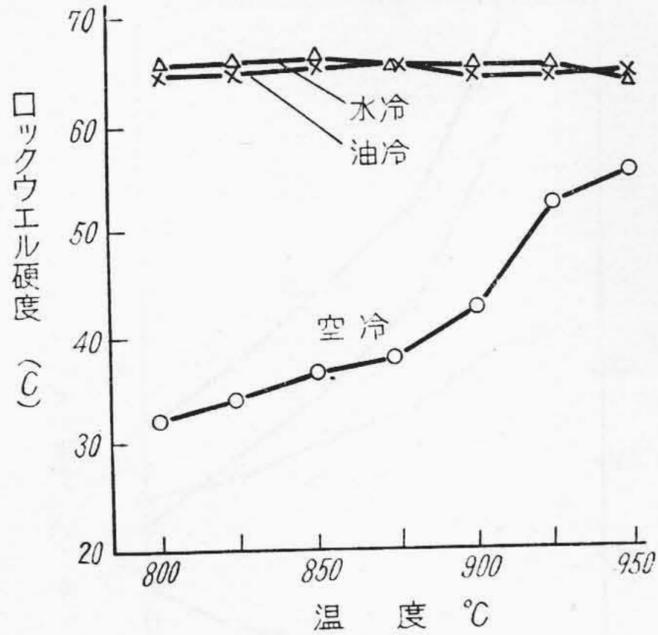
第3圖 焼鈍温度と硬度との關係  
Fig. 3 Relation between Annealing Temperature and Hardness. (Furnace Cooling  $2^\circ\text{C}/\text{min}$ )



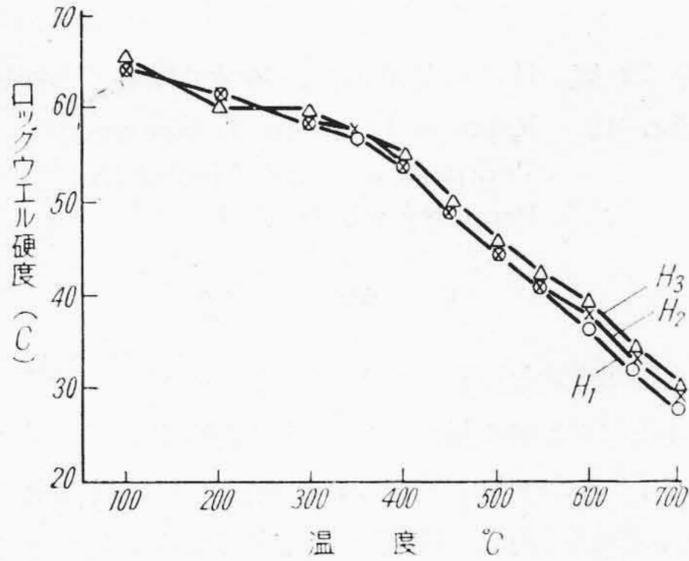
第4圖 H1の焼入温度と硬度との關係  
Fig. 4 Relation between Quenching Temperature and Hardness for H1.



第5圖 H2の焼入温度と硬度との關係  
Fig. 5 Relation between Quenching Temperature and Hardness for H2.

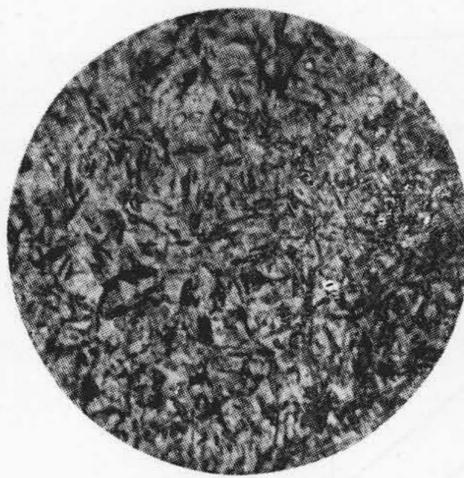


第6圖 H3 の焼入温度と硬度との関係  
Fig. 6 Relation between Quenching Temperature and Hardness for H3.

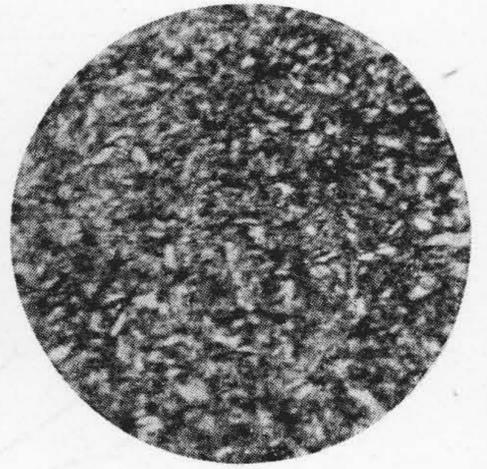


第7圖 焼戻温度と硬度との関係  
(焼入温度 870°C 油)  
Fig. 7 Relation between Tempering Temperature and Hardness.  
(Quenching Temperature 870°C Oil)

その差は極めて僅かである。尚 H3 は空冷に於て 900°C 附近から稍急激に硬度を増し自硬性大なることが窺知される。これは前述の熱膨脹曲線からも明らかである。又水及び油焼入による組織は何れも針状マルテンサイトである。これらの結果から本鋼の焼入温度は概ね 820~870°C 附近が適當である。次に第7圖は 870°C に 10 分油焼入せる各試料の焼戻温度と硬度との関係を示す。但焼戻保持時間 60 分とした。各試料共焼戻温度を上昇するに従い逐次硬度を減じ約 400°C 附近から稍急激に低下する。而して各試料に於ける硬度は殆んど大差ないが H3 の方僅かに高い傾向にある。殊に 600°C 以上に於て明瞭である。尚第8圖及び9圖は H1 の 850°C 油焼



第8圖 850°C 油焼入×400  
Fig. 8 Oil Quenched from 850°C.



第9圖 870°C 油焼入 450°C 焼戻  
Fig. 9 Oil Quenched from 870°C. Tempered at 450°C

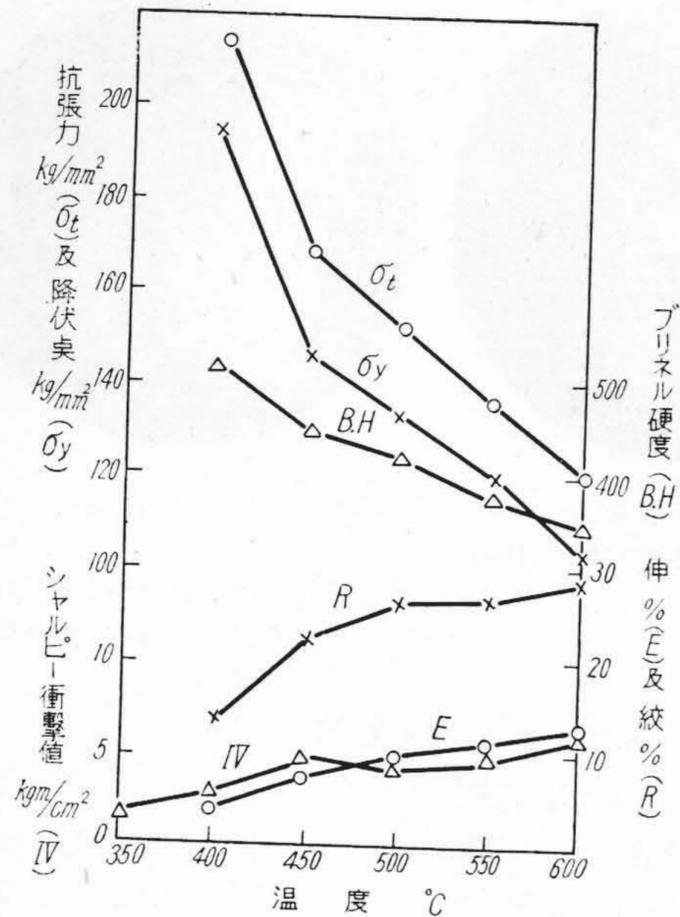
入及び 870°C 油冷、450°C 焼戻の組織を示す。

(3) 機械的性質

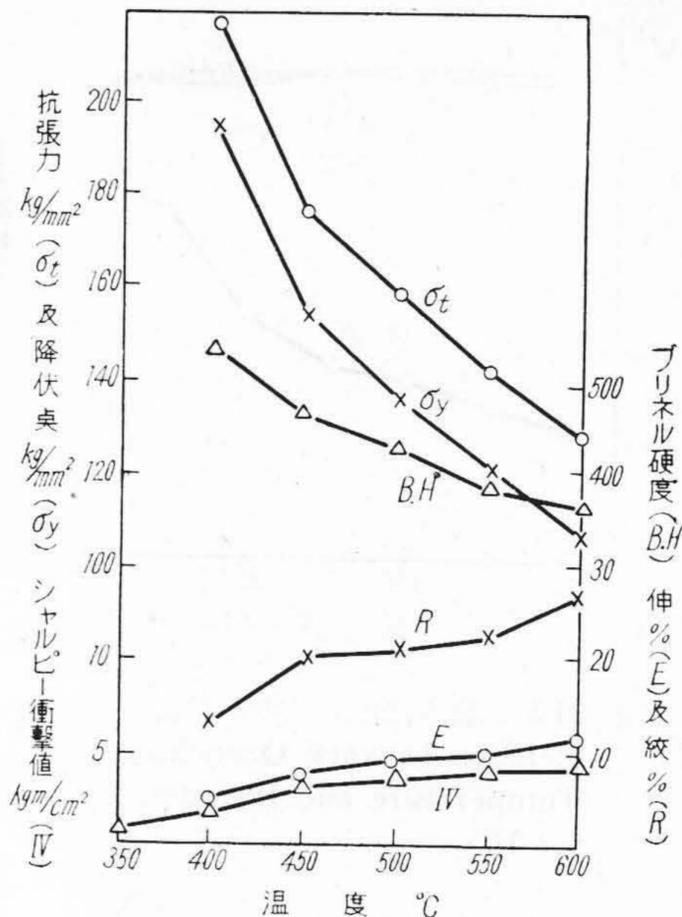
バネ鋼として具備すべき主なる條件は高弾性限を有すること、耐屈撓性大なること及び耐衝撃性と共に耐疲労性の大なることが必要である。本研究は各試料について機械的諸性質を調べその性能を検討した。試験片は直径 22φ×250 mm を用い、これを荒削し規定の熱処理を施した後平行部直径 14 mm に仕上げ実験した。試料の熱処理は 870°C 油焼入後焼戻温度 400~600°C の範囲に各 60 分保持後水冷した。第10, 11及び12圖はその結果を示す。即ち H1 に於ては焼戻温度を上昇する程硬度を低下し、抗張力及び降伏点を稍急激に減少する。一方伸び及び絞は徐々に増加する。又衝撃値は温度を上昇する程増加するが 450°C 以上に於ては比較的少ない。H2 及び H3 も前述と略同様な傾向である。この場合 H1 及び H2 を比較するに硬度は殆んど大差ないが抗張力及び降伏点は H1 の方稍高い。尚伸び及び絞はその割合に減少が少ない。これについては前述の成分からみて C 量は寧ろ H2 の方幾分多いが Si 量は H1 の方が遙かに高くその影響によるものと思われる。又 H3 は前二者何れよりも硬度が稍高い。従つて抗張力及び降伏点は高いが伸び及び絞は一般に低い傾向にある、これは前述の如く Ni 及び Cr の混入量が稍多いためと思われる。

[IV] SN 鋼との比較

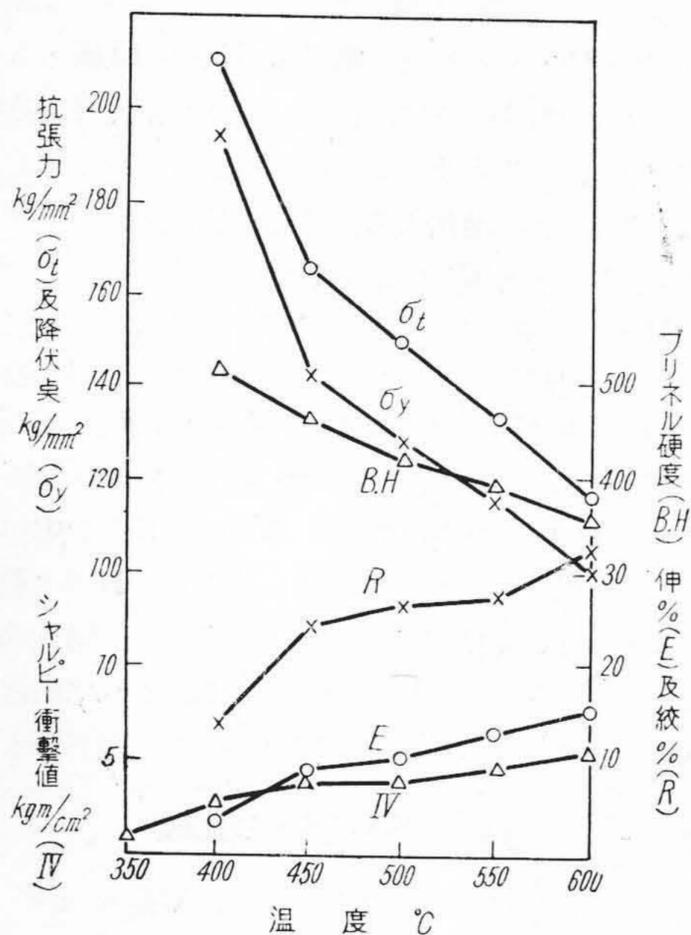
以上の実験結果により日立でさきに製造したバネ鋼 SN<sup>(1)</sup>との比較を行つてみた。即ち SN 鋼の主成分は 0.55~0.65% C, 1.0~1.2% Si 及び 0.8~1.2% Mn で本鋼に比し C 及び Si 量が一般に低く Mn は高い。先づ變態の生起温度は A<sub>1</sub>~A<sub>3</sub> 点共に SN 鋼に比し本鋼の方が高い、焼入及び焼戻硬度は SN 鋼の方稍低い傾向にある。又機械的性質は抗張力及び降伏点共に本鋼



第 10 圖 H 1 の焼戻温度と機械的性質との関係  
Fig. 10 Relation between Tempering Temperature and Mechanical Property for H 1.



第 12 圖 H 3 の焼戻温度と機械的性質との関係  
Fig. 12 Relation between Tempering Temperature and Mechanical Property for H 3.



第 11 圖 H 2 の焼戻温度と機械的性質との関係  
Fig. 11 Relation between Tempering Temperature and Mechanical Property for H 2.

〔V〕 結 論

- 以上の結果を要約すれば次の如くである。
- (1) バネ鋼 6 種について材質的性能を明らかにした
  - (2)  $Ac_1 \sim Ac_3$  點は Si 含有量の多い程高温で生起する、冷却に於ても略同様の傾向である。又空冷では、 $520 \sim 600^\circ C$  附近に  $Ar'$  を現わすが Ni 及び Cr の混入多いものは  $Ar''$  を生じ自硬性大である。
  - (3) 焼入硬度は概ね  $850^\circ C$  附近で最高硬度を示すが大差ない。而して油冷の場合は水冷に比し僅かに低い
  - (4) この種 Si 含有量により硬度は餘り大差ないが抗張力及び降伏點は Si 量の高い方大である。而して伸及び絞の低下は比較的少ない。又 Ni 及び Cr の混入多いものは前述に比し硬度、抗張力及び降伏點共に高く、伸及び絞は低下する。
  - (5) SN 鋼と比較すれば  $Ac_1 \sim Ac_3$  點は Si 量の多い本鋼の方が稍高い。又焼入焼戻硬度も一般に高く且抗張力及び降伏點も概ね高い傾向にある。伸、絞及び衝撃値は低い。

終りに本實驗に熱心に従事された稻田所員の勞を多とする。

参 考 文 獻

- (1) 小柴、野原、安來研究報告第 339 號 (昭 21.8)

の方が稍高く、伸及び絞は SN 鋼の方幾分高い傾向にある、又衝撃値も SN の方が高い。