

Table 2. Quenching temperature

T.P.No.	M 1		M 2		M 3		N 1		N 2		N 3	
	Ac ₁ (°C)	Q. temp. (°C)	Ac ₁ (°C)	Q. temp. (°C)	Ac ₁ (°C)	Q. temp. (°C)	Ac ₁ (°C)	Q. temp. (°C)	Ac ₁ (°C)	Q. temp. (°C)	Ac ₁ (°C)	Q. temp. (°C)
-10°C	725	775	730	780	690	740	705	755	685	735	670	720
-12°C	725	775	690	740	650	700	675	725	660	710	645	695

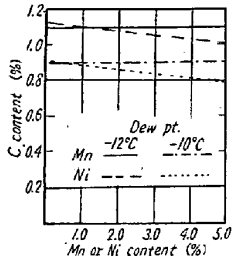


Fig. 1. Relation between carbon content on the surface and the Mn or Ni content in steel.

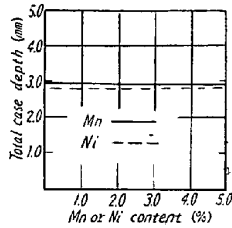


Fig. 2. Relation between total case depth and the Mn or Ni content in steel.

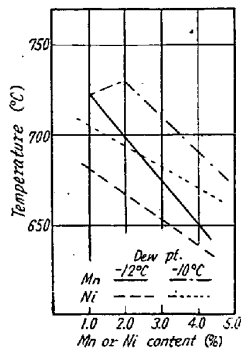


Fig. 3. Effect of the Mn or Ni content on Ac₁ temperature.

る鋼の Mn 含有量の変化によつては影響されない。
 (2) 浸炭ガスのカーボンポテンシャルは浸炭される鋼の Ni 含有量が増加すると大きくなる。炭素鋼に対するカーボンポテンシャルが C₀ の時、x% Ni を含む鋼に対するカーボンポテンシャル C_x は次の様な実験式で表わされる。

$$C_x = C_0 - 0.025x$$

ヤル
 C₀; 炭素鋼に対するカーボンポテンシャル

$$C_x = C_0 - 0.025x \dots \dots \dots (2)$$

ただし C_x; x% Ni 鋼に対するカーボンポテンシャル

C₀; 炭素鋼に対するカーボンポテンシャル

Fig. 2. に浸炭層の厚さに対する Mn 含有量及び Ni 含有量の関係を示す。浸炭層全体の厚さは Mn 含有量及び Ni 含有量によらず一定である事が判る。

Fig. 3. は浸炭部の Ac₁ 変態点の測定結果で Ac₁ 変態点は Mn 量, Ni 量及び C 量によつて変化している。Fig 3. の結果より焼入温度を Table 2. の様に選び、この温度から焼入を行なつてさらに表面硬度並びに焼入層深さなどを求めた。

IV. 結 言

実験結果を要約すれば次の如くである。

(1) 浸炭ガスのカーボンポテンシャルは浸炭される鋼の Mn 含有量の変化によつては影響されない。

(2) 浸炭ガスのカーボンポテンシャルは浸炭される鋼の Ni 含有量が増加すると大きくなる。炭素鋼に対するカーボンポテンシャルが C₀ の時、x% Ni を含む鋼に対するカーボンポテンシャル C_x は次の様な実験式で表わされる。

(3) 全浸炭層は、この実験の範囲では Mn 含有量, Ni 及び含有量には関係無く一定である。

(4) 浸炭部の Ac₁ 変態点は, Mn 含有量, Ni 含有量及び C 量が増加すると低下する。

文 献

- 1) 佐々木: 鉄と鋼, 46 (1960) 10, p.1291

(137) ばね鋼の不均一なスラック焼入組織と機械的性質との関係

三菱鋼材 工博○内 山 道 良
 " 上 正 原 和 典
 " 関 不 二 雄

Relation between as-Slack-Quenched Heterogeneous Structure and Mechanical Properties of Spring Steel.

Dr. Michira UCHIYAMA, Kazunori KAMISHOHARA and Fujio SEKI

I. 緒 言

本報告は筆者等が行なつている熱処理ばね鋼についての一連の研究の一部であつて、均一なスラック焼入組織と機械的性質との関係についての研究の後を承け、初析フェライトを伴う不均一なばね鋼のスラック焼入組織及び質量効果によつて内外两部分の組織を異にする様になつた不均一組織ばね鋼の機械的性質をしらべたものである。

II. 試料及び実験法

試料としては JIS に規定された鋼の中から研究目的に沿うものを選んだが、Sup 1・Sup 4・Sup 6・Sup 9・等のばね鋼の他比較のための、S35C・S40C・S45C・SCr4・SCr21 等の構造用鋼・肌焼鋼も取上げた。

各試料は Table 1. の様な処理を施して試片としたが、この場合 No. 1~2 はそれぞれの A₁ と A₃ 点との中間から焼入を行なつて一旦マルテンサイトとフェライトとからなる組織を作り、これを Hv30kg で測定した値がばね硬度全域にわたる様な焼戻を行つた後、引張り・

Table 1. Conditions of specimens.

No. of specimens	Kinds of steel	Heat treatment	Type of specimen *	Hardness (Hv)	
				on the surface	at the center
1 2	S40C SCr4	Quenched developing the pro-eutectoid ferrite & tempered	A, B, C, D	339~418 340~415	339~418 340~415
3 4 5 6	SUP4 SUP6 SUP9 S35C	Quenched & tempered	E, F	402~427 410~428 394~424 392~428	400~418 378~398 362~387 300~320
7 8 9 10	SUP4 SUP6 SUP9 S35C	Induction-hardened & tempered	E	400~422 400~420 400~424 400~420	212~232 280~294 294~314 304~320
11 12 13 14	S35C S45C S55C SCr21	Carburized, quenched & tempered	E, F	386~424 390~420 386~416 396~430	220~240 244~269 268~282 206~220

Remarks: A = $10\phi \times 80$ mm (parallel part), for torsion test
 B = $10\phi \times 45$ mm ("), for rotary-bending-fatigue test
 C = $10\phi \times 35$ mm ("), for tensile test
 D = $4 \times 10 \times 120$ mm, for beng test
 E = $25\phi \times 190$ mm (parallel part), for torsion test
 F = $25\phi \times 100$ mm ("), for torsional fatigue test

Table 2. Effect of the pro-eutectoid ferrite on the tensile properties.

No. of specimens	Hardness after tempering (Hv(30))	Pro-eutectoid ferrite (%)	Tensile strength (kg/mm ²)	Elongation (%)	Red. of area (%)
1	404	0	125.6	15.4	49.6
	406	35	128.6	10.0	25.2
	402	0	124.8	15.4	51.0
	400	35	126.0	7.6	24.3
	387	0	121.0	16.8	52.1
	389	40	123.5	11.1	29.4
	385	0	123.5	13.1	51.0
	383	40	122.2	9.7	24.3

Table 3. Effect of the pro-eutectoid ferrite on the rotary-bending fatigue strength.

No. of specimens	Hardness after tempering (Hv(30))	Pro-eutectoid ferrite (%)	Fatigue strength (kg/mm ²) at		
			N = 10 ⁵	N = 10 ⁶	N = 10 ⁷
1	400~415	0	70.0 ± 2	59.0 ± 2	56.5 ± 0.5
	400~415	30~35	65.0 ± 3	55.5 ± 2	50.0 ± 1
	379~396	35~40	60.0 ± 3	50.0 ± 3	45.0 ± 2
	360~375	40~45	56.0 ± 3	46.0 ± 3	42.0 ± 2
	339~355	45~50	52.0 ± 3	45.0 ± 3	40.0 ± 2

Table 4. Effect of the pro-eutectoid ferrite on the repeated impact strength

No. of specimens	Hardness after tempering (Hv(30))	Pro-eutectoid ferrite (%)	Repeated number of impact (N) at		
			50kg cm	30kg cm	10kg cm
1	375~385	0	0.8~1.5 × 10 ³	4.0~7.0 × 10 ³	1.3~2.1 × 10 ⁵
	373~385	40	2.5~5.0 × 10 ²	1.2~2.5 × 10 ³	4.0~8.0 × 10 ⁴

Table 5. Torsional properties of spring steels affected by mass effect.

No. of specimens	Proportional limit of torsion (kg/mm ²)	Ratio to the standard value (%)	Relationship between the tolerable stress curve and the theoretically applied stress curve
3	70	100	Uniform hardness.....(Standard)
4	69.5	99.5	Separating completely
5	68	97	"/
6	71.5	102	"/
7	54	77.5	Crossing
8	64	91.5	Crossing slightly
9	72	103	Separating completely
10	70	100	"/
11	36	51	Crossing deeply
12	42.5	61	"/
13	45.5	65	"/
14	39.5	56.5	"/

Remarks: Values exceeding 100%, in the above table, are resulted from the calculating procedure setting 60~80kg/mm² of stress range to 70kg/mm² (100%).

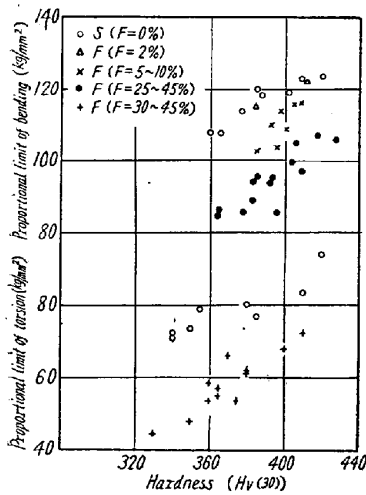


Fig. 1. Effect of the proeutectoid ferrite on the torsional and bending properties.

振り・曲げ・回転曲げ疲労・繰返衝撃の各試片に仕上げたものであり, No. 3~14 はそれぞれの鋼に, 焼入焼戻・高周波焼入焼戻・浸炭焼入焼戻を行つて, その表面硬さをばね硬度の中心値に揃えた場合, 内部に種々の硬さ勾配が生ずる様にしたものである。

実験としては上記の各試験片を適切に使分けて, 秤量 25t

の引張試験機による引張試験, 秤量 4000kg・cm の振り試験機による振り比例限度の測定, 秤量 300kg の引張試験機による曲げ比例限度の測定, 小野式回転曲げ疲労試験機による疲労限度の測定, 松村式繰返衝撃試験機による繰返し衝撃強度の測定, 秤量 40,000kg・cm の振り試験機による振り比例限度の測定, 200kg・m 型シェンク式疲労試験機による繰返し振り疲労限度の測定などを行なつた。

III. 実験結果

各種の実験結果から言い得ることは大要 Table 2~5 及び Fig. 1~2 に示したとおりである。

IV. 結 言

今次の実験により次のことを知り得た。即ち, ばね硬度に焼入焼戻されたばね鋼のソルバイト組織の中に初析フェライトが混入することは良くないが, 硬さの異つたソルバイト・ベイナイト・細粒パーライト等によつて作られた硬さ勾配を有するもののばね性能は, これから求めた負荷限度曲線と理論応力線どが離れている限り低下することはない。

なをこの様な考へ方によるばね鋼の選定並に利用法も最近見受けられる様になつた^{1) 2)}。

文 献

- 1) ASM : Metals Handbook (1961) vol. 1, 170
- 2) 森本 毅 : 自動車技術会論文集 No. 7 (1960) 29

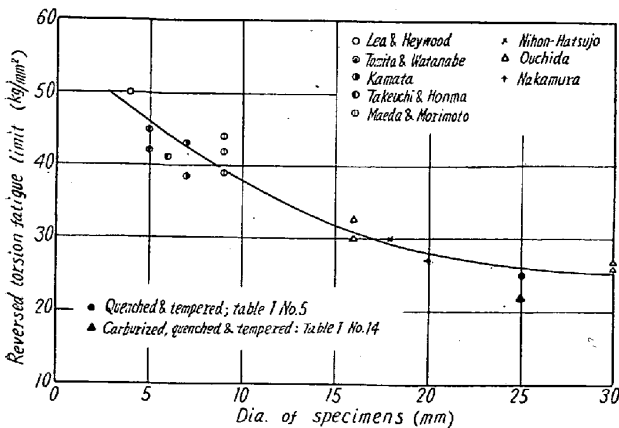


Fig. 2. Comparison of the authors' results with the other experimenters' result for reversed torsion fatigue test.