

Fig. 1. Relation between as-quenched hardness and quenching temperature. (Test specimen size: 60×53×5×20mm)

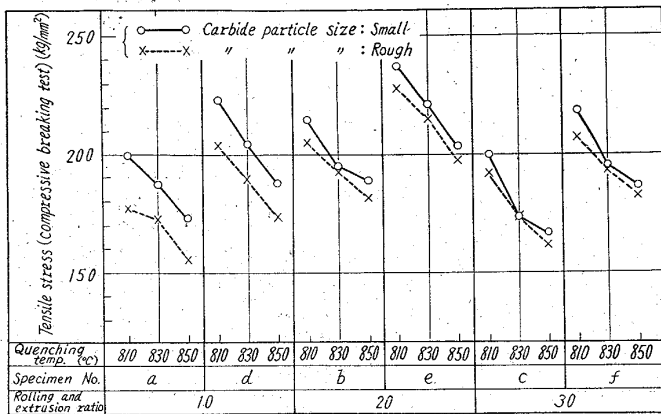


Fig. 2. Relation between tensile stress (compressive breaking test) and hot-working process.

$F = \text{リングの断面積 } \text{mm}^2$
 $e = (\text{リングの肉厚})/2$
 $r = (\text{リングの外径}) - e$
 $\lambda = 1/3(e/r)^2 + 1/5(e/r)^4 + 1/7(e/r)^6 + \dots$

得られた結果 (Fig. 2, 3) を要約するとつぎのごとくである。

イ) 加工比が同じで外径が同じ場合、それぞれ加工比が、10, 20, 30 の場合とも、押出鋼管の方が圧延棒材より 25%~10% 圧壊値が高い (Fig. 2)。これは、熱間押出の、加工の機構が圧壊値に好影響をおよぼしているものと思われる。

ロ) 同一外径の押出鋼管と圧延棒鋼では、押出鋼管の方が 30%~25% 圧壊値が大きい (Fig. 3)。これは、外径が同じで、同一型番のレー

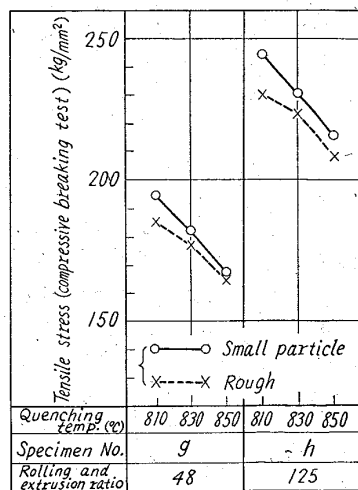


Fig. 3. Relation between tensile stress (compressive breaking test) and hot-working process.

スに旋削される押出管と圧延棒鋼を比較した場合、熱間加工の機構の影響ならびに押出鋼管の加工比が、必然的に圧延棒鋼より、数倍大きいことなどのため、圧壊値が高くなったものと思われる。

ハ) 炭化物粒度の小さいものは、大きいものに比べて、圧壊値はいづれの場合も高い、これは、従来の結果と一致している。

ニ) 押出鋼管と圧延棒鋼について、それぞれ加工比の影響をみると、試片の寸法効果はかなり影響しているようであるが、一般に、加工比が大きくなると圧壊値は大きくなる。

なお、出来得れば本実験と同じ組合せで行なつた疲労寿命試験の結果についても発表する。

66914. 018. 27. 669. 112. 227. 3 ()
 No. 62134
 (134) バネ鋼の恒温変態曲線について 084. 21

T.T.T. Diagram of Spring Steels.

Akihiko HOSHINO.

I. 緒言

バネ鋼においては不完全焼入による疲労限や衝撃抵抗の低下をさけるため、鋼材の大型化につれ当然焼入性のよい鋼が必要となつた。この焼入性判定にはジョミニー試験が一般に利用されるけれども恒温変態曲線図は焼入能以外に変態過程の詳細を予見するに好適である。

そこで前報¹⁾においては Mn-Cr バネ鋼 (SUP 9) の恒温変態曲線図を作成したが、今回はこれと当量の炭素含有量の普通炭素鋼とこれに Si の添加された Si-Mn 鋼 (SUP 6) について研究を行なうとともに Mn-Cr 鋼を微量の B で処理した Mn-Cr-B 鋼 (SUP 11) について恒温変態曲線を求めて変態曲線におよぼす Si, Cr などの影響について検討した。

II. 実験方法

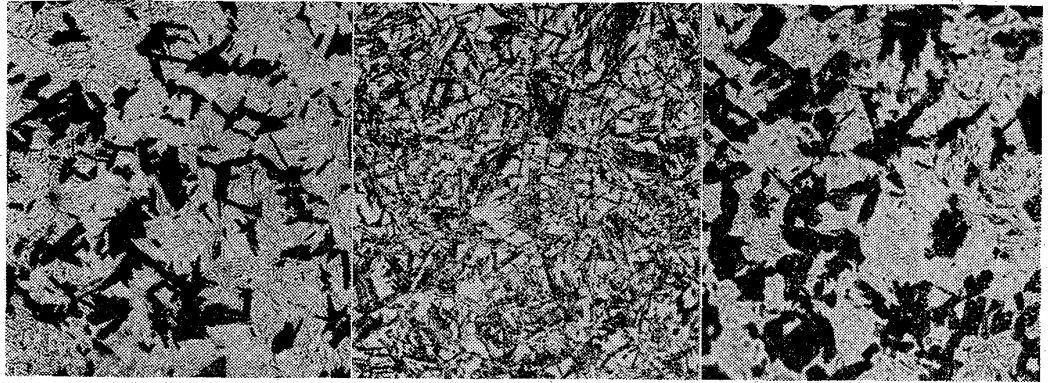
1. 供試材 この実験に使用した各種バネ鋼の化学組成を Table 1 に示したが B の含有量は定性的にのみ認めている。また Macquaid-Ehn の滲炭法によるオーステナイト粒度も付記した。

Table 1. Chemical composition (%) and grain size of the spring steels.

Steel	C	Si	Mn	P	S	Cr	Grain size
Plain C	0.56	0.35	0.82	0.013	0.013	0.18	6
Si-Mn	0.57	1.65	0.87	0.021	0.012	0.07	7
Mn-Cr-B	0.57	0.32	0.84	0.017	0.009	0.75	6

2. 恒温変態曲線 各鋼の Ac_1 および Ac_3 は 5mm φ × 80mm の熱膨脹試験片について測定を行ない、 Ms 点は計算値を示している。恒温変態曲線図作成は顕微鏡組織観察によるもので、試片は 10×10×3mm の大きさのものを用いた。オーステナイト化温度は炭素鋼と Mn-Cr-B 鋼については 850°C とし、一方 Si-Mn 鋼は Ac_3 点が比較的に高いので 900°C とし、それぞれ 30 mn 加熱を行なつた。その後 700°C 以下の各温度に恒

温保持した金属浴中に急冷して、恒温変態処理を行なった。このようにして得られた試片について硬度 (HRC) 測定を行なうとともに、2% Nital で etch した各試片の光学顕微鏡組織を観察し、これより各温度での 1% と 99% 変態に要する時間を求め変態開始および終了点とした。



(a) C steel (b) Si-Mn steel (c) Mn-Cr-B steel
× 500 (2/3)

Photo. 1. Bainite formed at 400°C.

III. 実験結果および考察

各バネ鋼の恒温変態曲線図を Fig. 1 に示す。まず(a)は普通炭素鋼の恒温変態曲線図であるが、この鋼には Mn は含まれているが変態曲線の形態は単純である。変態のノーズは大体 500°C 付近に存在し、これ以上の温度では初析フェライト (proeutectoid ferrite) が析出して後パーライトが析出するが、500°C 以下になると Photo. 1 (a) に示すようなベイナイトとなる。

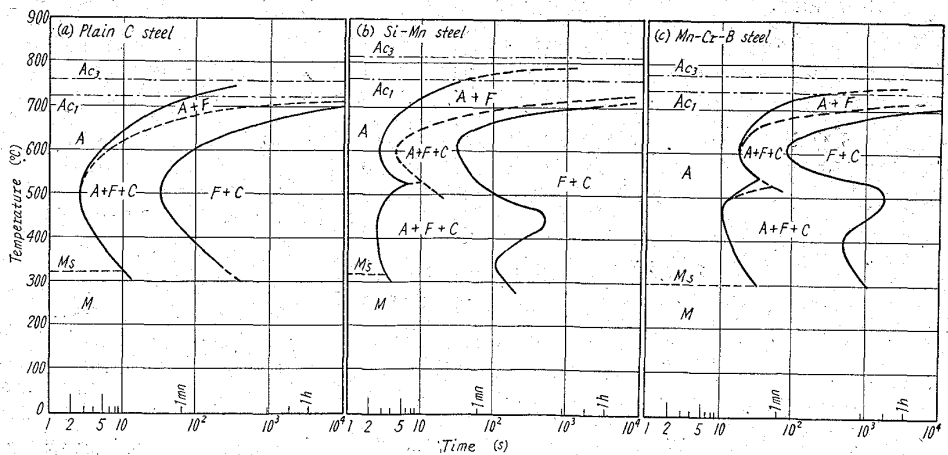


Fig. 1. T. T. T. diagram of each specimen.

(b)は Si-Mn 鋼の恒温の変態曲線図を示すが高温での恒温変態においては炭素鋼の場合と同じく初析フェライトとパーライトとなるが変態のノーズは 600°C 付近に認められるがこのノーズ直下でもフェライトがパーライト変態に先行している。一方 500°C 以下の温度での恒温変態においては針状フェライト (probainitic ferrite) に引続いてパーライト状の析出物が観察されるようになるが温度が低下するにしたがってこのような組織の区分は困難となる。要するに低温になるにつれてフェライト中に炭化物が析出し易くなるためである。400°C で生じた普通炭素鋼のベイナイト組織と比較した場合 Si-Mn 鋼中のベイナイトは Photo. 1 (b) から明らかなように炭化物析出が少ないため腐食され難くこの点に関しては A. HULTGREN²⁾も Si 鋼のベイナイト変態の特性を指摘している。結局 Si が含有することにより変態曲線は複雑化し、変態の最も遅い部分が 450°C に現われ、ベイナイト域での変態開始は早くなっている。

Mn-Cr 鋼に微量の B を添加した場合は (c) に示すように前二者に比してパーライトおよびベイナイト変態ともいちじるしく長時間側に移行して焼入能の大きいことを示している。パーライト・ノーズは 600°C 付近にありこの温度での恒温変態で得られる組織はパーライトだけであるが、550°C 以下では針状フェライト (probainitic ferrite) が観察されるようになる。これ以下の温度ではこの針状フェライト中に炭化物を多く含んだ

ベイナイト (Photo. 1 (c)) となり Si-Mn 鋼に比して炭化物の析出量の多いため腐食され易くなっている。この Mn-Cr-B 鋼においてはベイナイトの安定化のために 500°C 付近に変態の最も遅れる部分が生じる。前報¹⁾の Mn-Cr 鋼と比較して B の影響を検討すると、B はベイナイト変態を遅くさせる効果の方が大きいようでそのため連続冷却に際してはベイナイト・ノーズを通ることが少なくなりいちじるしく焼入性を改良するに役立つようである。

文 献

- 1) 上野, 内山, 星野: 鉄と鋼, 47 (1961) 25~30.
- 2) A. HULTGREN: Rev. Mét., 50 (1953) 737~760, 847~867.