

Fig. 4. Effect of alloying elements on weight loss of Cr-W-v steels in molten aluminum.

Table 2. Weight loss of high alloy steels in molten aluminum at 900°C.

Steels	Weight loss
SUS 27	68.5 g/dm <sup>2</sup> /hr
SKH 2	44.2
SEH 3	56.0
Nimonic 95	219.0

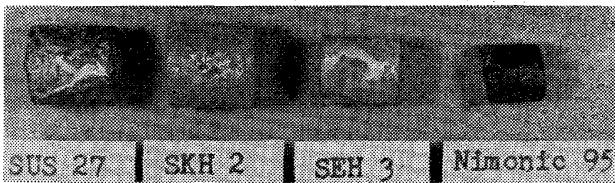


Photo. 1. Outward from of specimen after test.

0.05, Cr 18.05, Ni 9.01), SKH 2 高速度鋼 (C 0.78, W 17.80, Cr 4.14, V 0.99), SEH 3 耐熱鋼 (C 0.36, Cr 11.00, Mo 0.86) および Nimonic 95 (C 0.07, Ni 53.98, Cr 19.83, Co 20.52, Ti 2.97) などの高合金鋼について 900°C における腐食減量を調べると Table 2 のようになり, SUS 27, Nimonic 95 などは熱間工具鋼にくらべはるかに高い腐食減量を示した。

これら試片の腐食後の外観を Photo. 1 に示してある。

#### 4. 結 言

極低炭素鋼, 高合金鋼および Cr-Mo(W)-V 熱間工具鋼を 800~1000°C の溶融アルミニウム浴に浸漬し, その腐食減量を調べて耐溶損性を検討した。また Cr-Mo(W)-V 系については添加元素を変化させ腐食減量におよぼす影響を調べた。これらを要約するとつぎのよう

なる。

(1) 800~950°C では SKD 61 が耐アルミニウム溶損性にすぐれる。

(2) Cr-Mo-V 鋼において, Si の添加は耐溶損性を劣下させる。

(3) 一般に Cr, Mo, W および V の添加により耐溶損性を大巾に改善することはむずかしい。

(4) 高合金鋼のように多量の特殊元素を含む場合でも耐溶損性の向上は認められない。

#### 文 献

- 1) G. GÜRTLER & K. SAGEL: Z. Metallk., 44(1953), p. 154
- 2) K. G. COBURN: J. Metals, 11 (1959), p. 738
- 3) 森永, 加藤: 日本金属学会誌, 19 (1959), p. 578
- 4) 幸田, 諸住, 金井: 日本金属学会誌, 26 (1962), p. 764
- 5) 大日方, 六碓, 寺沢: 日本金属学会誌, 8 (1944), p. 338
- 6) 藁輪, 小坂: 鉄と鋼, 50 (1964), p. 56

669,14,078,252,3;621,97,071:669,111,35

### (162) 高速度鋼の各種応力下での挙動

(工具鋼の靱性に関する研究—I)

日本特殊鋼

工博 沢 繁樹・西村富隆・○伊藤 武

Characteristics of High Speed Steels Under Bending and Torsional Stresses.

(Study on the toughness of tool steels—I)

Dr. Shigeki SAWA, Tomitaka NISHIMURA and Taekshi ITO.

#### 1. 緒 言

従来, 高速度鋼は切削工具として用いられてきたが, 最近, 高速度鋼を冷間工具として使用する傾向があり, その用途が拡大され, 高い靱性が要求されるようになった。そして, 各種応力状態における材料の挙動および, その試験方法によつて得られる靱性を知ることが重要となつた。

高速度鋼のごとく高硬度鋼では塑性変形量が小さく, 降伏点と破断強度の間がせまい。このような材料に対して各種試験方法が検討され数多くの報告がなされている<sup>1)~6)</sup>。通常, 鋼の靱性は各種試験の破断エネルギーで表示されるが, これらの値は破断までの変形曲線下の面積すなわち, 破断に要した仕事として示されている。一方, ROBERTS 等<sup>7)</sup>は破壊までの変形能, 材料の変形抵抗の 2 つの因子を考慮に入れて靱性に対する考え方をさらに前進させている。そこで, 本報においては W 系高速度鋼として 18-4-1 型高速度鋼, Mo 系高速度鋼として 6-5-2 型高速度鋼について静的および衝撃曲げ応力, 静的および衝撃振り応力下の挙動について調査した結果を報告する。

#### 2. 供試材および実験方法

##### 2.1 供試材

供試材の化学組成を Table 1 に示す。供試材は所定

Table 1. Chemical composition of specimens.

Steel No.	Type	C	Si	Mn	P	S	Cr	W	Mo	V
HCM MZ 2	18-4-1	0.77	0.33	0.40	0.024	0.008	3.86	18.20	0.38	0.98
	6-5-2	0.87	0.31	0.33	0.025	0.008	4.11	6.75	4.90	2.14

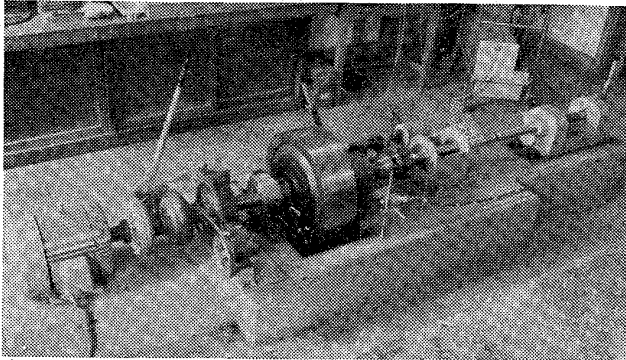
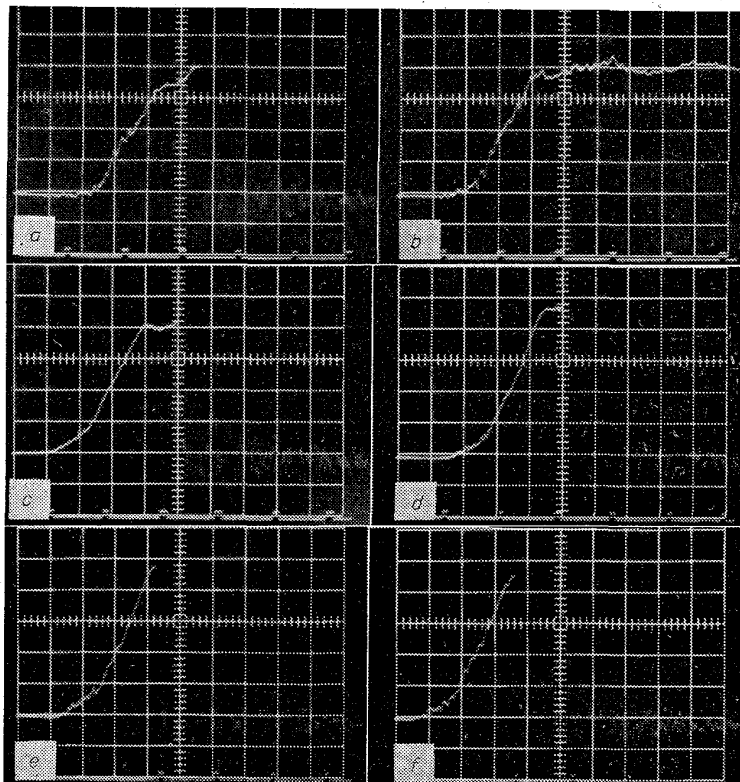


Photo. 1. Impact torsion testing apparatus.



(a) 1280°C Oil quench 100°C double temper 20mV/DIV, 1msec/DIV  
 (b) 1280°C " 400°C " "  
 (c) 1280°C " 500°C " "  
 (d) 1280°C " 550°C " "  
 (e) 1280°C " 575°C " "  
 (f) 1280°C " 600°C " "

Photo. 2. Torque, deformation-time curve (steel: HCM)

の寸法に鍛伸焼鈍後各試験片を削り出した。これらの試験片を焼入する場合は予熱後、HCM: 1280°C, MZ 2: 1210°C の塩浴中に 3 min 間浸漬後油中に冷却した。焼戻は所定の焼戻温度にて 1hr 保持後空冷の操作を 2 回繰返し行なった。なお、MZ 2 の C 量が若干高い値を示しているが、実験結果にこの影響が現われている。

## 2.2 実験方法

シャルピー試験はノッチ形状を 12 mm R のものを用い 10 kg-m 試験機を使用した。静的曲げおよび静的振り試験機は荷重-たわみ曲線、トルク-捩れ角曲線を描くようにした試験機を用いた。それぞれの試験条件としては静的曲げ試験は支点間距離を 70 mm で中心を 1 点荷重式で負荷するようになっており、試験片形状は 8 mm  $\phi$   $\times$  90 mm を用いた。また、静的振り試験は平行部 8 mm  $\phi$ 、長さ 30 mm なる試験片を用いた。それぞれの歪速度は静的曲げ試験  $4.06 \times 10^{-3} \text{sec}^{-1}$ 、静的振り試験  $2.38 \times 10^{-3} \text{sec}^{-1}$  で行なった。衝撃振り試験は従来、破断によるフライホイールの回転数の落下による回転エネルギーの減少をもつて衝撃値としているが、本実験に用いた衝撃振り試験機(Photo. 1)は破断による回転数の減少を 5% 以下になるように設計し、トルクは半導体ゲージにてロードセルの変位を電氣的検出し、また、捩れ角は光電管を用い 10° 間隔でパルスを発生させ、トルク、捩れ角を 2 現象ブラウン管オシログラフに記録した。衝撃振り試験に用いた試験片は静的振り試験に用いたものと同一形状のものを用い、フライホイールの回転数が 1000 r.p.m. のときクラッチ装置により、動力側の爪の位置と試験片側の爪の位置を電氣的に同期させ連絡し、試験片に衝撃荷重を負荷するようにしてある。その際の歪速度は  $14 \text{sec}^{-1}$  である。

## 3. 実験結果

### 3.1 各種応力下における HCM の挙動

Photo. 2 に各焼戻状態におけるトルク、捩れ角-時間曲線の例を示す。Photo. 2 は縦軸は上段ビームでトルクを示す電圧変化で 1 目盛りを 20 mV であり、下段ビームは捩れ角を示し 1 点間隔を 10 度とした。横軸は 1 目盛りを 2 m sec とした。Fig. 1 に焼戻温度に対するシャルピー値、静的曲げ試験特性値、静的および衝撃振り試験特性値の変化を示す。シャルピー値は 450°C 焼戻において極大を示し、二次硬度の最高となる焼戻温度よりやや低い 525°C 焼戻に極小を示している。静的曲げ試験においては曲げ弾性限、最大曲げ応力とも同様の傾向を示し、250~400°C 焼戻に極大、二次硬化の開始する 475°C 焼戻に極小を示している。また、総たわみと総変形仕事量は同様の傾向で 250~400°C 焼戻に極大、475°C 焼戻に極小を示している。また 575°C 以下の焼戻状態においては HCM の塑性変形量は非常に小さく、破断にいたる変形能を考慮する際、弾性変形能によつて規定される。

振り応力下においては静的試験における振り弾性限、および最大剪断応力は衝撃試験の場合とほぼ同様の傾向

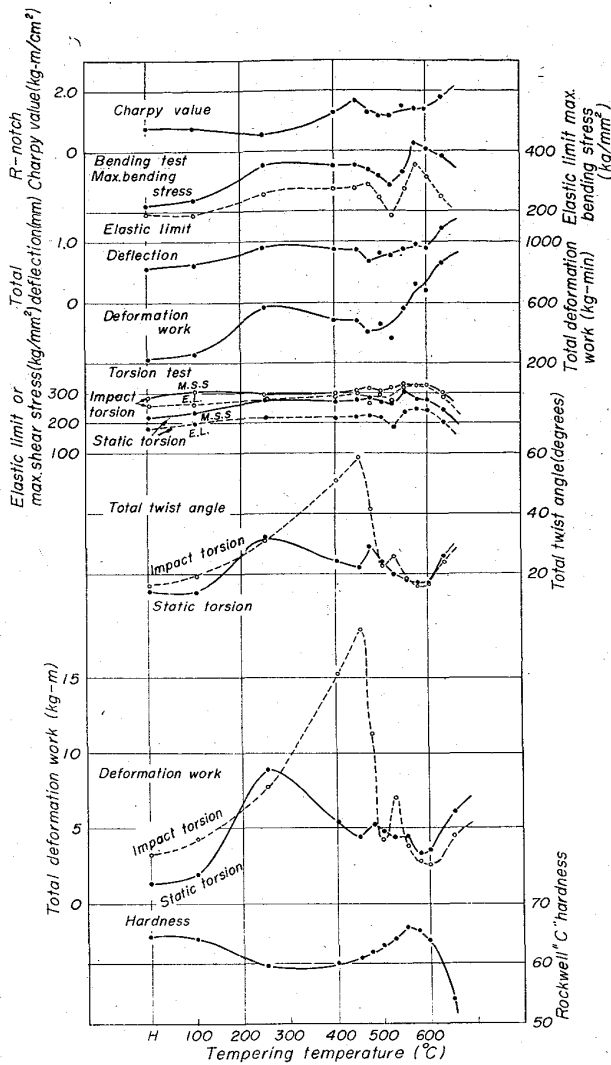


Fig. 1. Effect of tempering temperature on charpy value, bending test value, static and impact torsion test value and hardness (steel: HCM)

で 500~525°C 焼戻で極小を示し、静的曲げ試験の極小点と一致する。また、双方の値とも静的試験に対して衝撃試験の値は特に振り弾性限において高い値を示すが、これは歪速度の差によるものと考えられる。総変形捩れ角、総変形仕事量は静的試験および、衝撃試験それぞれ同様の傾向であり、静的試験においては 250°C 焼戻、475°C 焼戻に極大、450°C 焼戻、575°C 焼戻に極小を示している。

また、衝撃試験においては 450°C 焼戻、525°C 焼戻に極大、500°C 焼戻、575°C 焼戻に極小を示している。このように残留オーステナイトの変化、それによる戻化物の析出の開始が起る 450°C 付近は荷重の負荷速度の差、すなわち歪速度の差によつて靱性が極端な差となつて表われている。

3-2 MZ 2 の各種応力下における挙動

Photo. 3 に各焼戻状態におけるトルク、捩れ角-時間曲線の例を示す。Photo. 3 は HCM の場合と同様に行なつたが、横軸のみ 1 目盛り 2m sec にて行なつた。すなわち、HCM の横軸が 1/2 になつている。Fig. 2 に

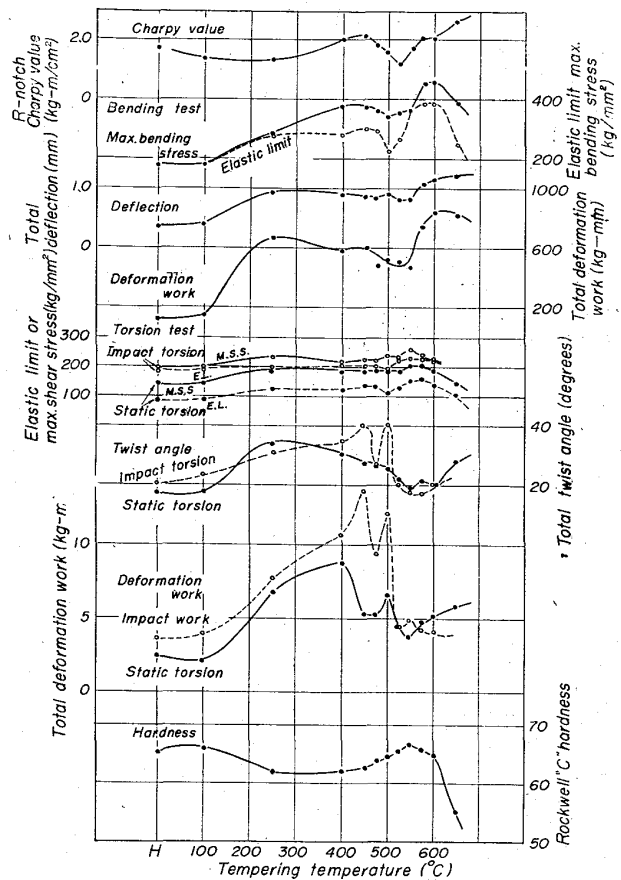


Fig. 2. Effect of temperature on charpy value, bending test value, static and impact torsion test value and hardness (steel: MZ2)

焼戻温度に対するシャルピー値、静的曲げ特性値、静的および衝撃振り試験特性値の変化を示す。シャルピー値は 450°C 焼戻において極大を示し、二次硬化硬度の最高となる焼戻温度よりやや低い 525°C 焼戻で極小を示している。静的曲げ試験においては曲げ弾性限、最大曲げ応力ともほぼ同様の傾向を示し、二次硬化の開始する 450°C 焼戻および二次硬化を過ぎた 600°C 焼戻に極大、500°C 焼戻に極小を示している。また、総たわみと総変形仕事量はほぼ同様の傾向であり、250~400°C 焼戻で極大を示し、500~525°C 焼戻で極小を示している。そして MZ2 の場合も HCM と同様に曲げ荷重下においては弾性変形能の大小によつてその靱性が左右されるようである。

振り応力下においては静的試験、衝撃試験とも振り弾性限および最大剪断応力は同様の傾向を示し、振り弾性限は 500°C 焼戻でシャープな極小を示し、静的曲げ試験における極小点と一致している。また、双方とも衝撃試験の値が高く、特に振り弾性限が高い値を示しているが、これは歪速度の差によるものと考えられる。静的振り試験において総変形捩れ角は 250°C 焼戻、575°C 焼戻に極大、550°C 焼戻に極小を示し、総変形仕事量は 400°C 焼戻、500°C 焼戻に極大、450°C 焼戻、550°C 焼戻に極小を示している。また、衝撃試験においては総変形捩れ角は 450°C 焼戻、500°C 焼戻に極大、475°C 焼

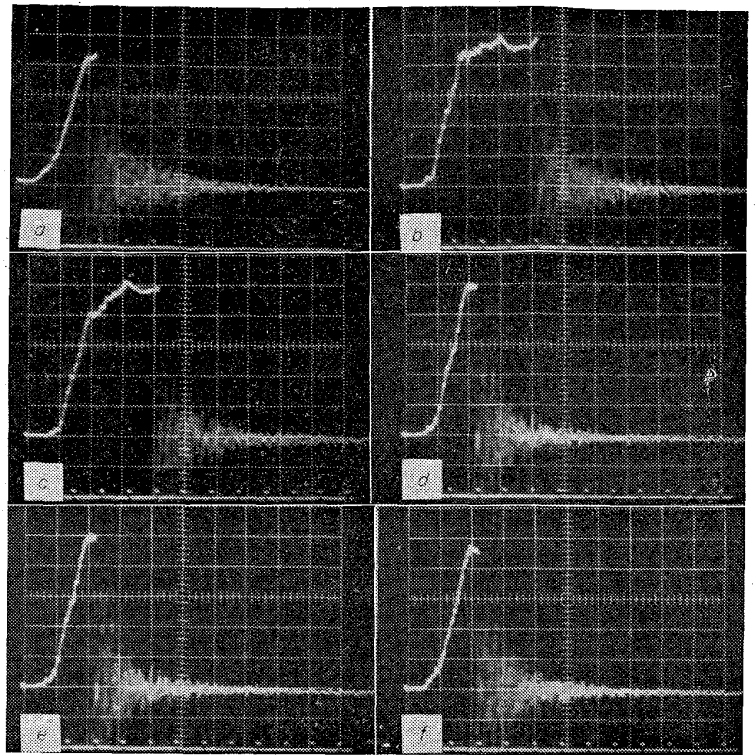
戻, 525°C 焼戻で極小を示している. また, 繰変  
形仕事量では 400°C 焼戻, 500°C 焼戻に極大,  
475°C 焼戻, 525°C 焼戻に極小を示している. 特  
に残留オーステナイトが変化し始める 450°C 付  
近の焼戻においては HCM と同様に荷重の負荷  
速度, すなわち歪速度の差によって靱性の差が現  
われている.

4. 結 言

従来の鋼の靱性に対する考え方をさらに進めた  
ROBERTS 等の考え方にもとずき, W 系高速度鋼  
として 18-4-1 型高速度鋼, Mo 系高速度鋼とし  
て 6-5-2 型高速度鋼の曲げ応力, 振り応力下での  
挙動について調査した結果, 曲げ応力, 振り応力  
の違い, さらに静的応力, 衝撃応力の違いにより  
それぞれの特性が幾分異なつて現われている. し  
かし, その特性の現われる傾向は残留オーステナ  
イトの変化, およびそれにともなう戻化物の析出  
する領域にて大きく変化し, 残留オーステナイト  
の変化に対して非常に敏感な振り応力を負荷する  
試験において特に顕著に表われる.

文 献

- 1) G. A. ROBERTS, J. C. HAMAKER & A. R. JOHNSON: Tool Steel 3rd Ed. (1962), P. 59
- 2) J. GLAYTON-CAVE & E. INESON: J. Iron & Steel Inst. (U. K.), 191 (1959) p. 248
- 3) H. BRIEFS et al.: Arch. Eisenhütteuw., 33 (1962), p. 461
- 4) K. BUNGARDT, O. MÜLDERS & W. SCHMIDT: Stahl u. Eisen, 79 (1959), p. 1258
- 5) G. HOYLE & E. INESON: J. Iron & Steel Inst. (U. K.), 191 (1959), p. 44
- 6) K. BUNGARDT, O. MÜLDERS & W. SCHMIDT: Stahl u. Eisen, 81 (1961), p. 670



(a) 1210°C Oil quench 100°C double temper 20mV/DIV, 2msec/DIV  
 (b) 1210°C " 400°C " " "  
 (c) 1210°C " 500°C " " "  
 (d) 1210°C " 550°C " " "  
 (e) 1210°C " 575°C " " "  
 (f) 1210°C " 600°C " " "

Photo. 3. Torque, deformation-time curve (steel: MZ2)

かにした.

2. 供試材および試験方法

供試材の化学成分を Table 1 に示す. いずれも 26φ  
素材で, 同一 charge, 同一 lot 内から発見されたもの  
で, 炭化物の大きさが約 20μ および 10μ の不合格材と  
3μ 付近の微細なものをえらんで供試材とした. これら  
については熱処理特性, じん性などの諸性質および 19φ  
テーパードリルとしたときの切削性におよぼす炭化物の  
大きさの影響を調査した.

上記のほか, 炭化物の大きさを異にする 5.5φ coil 4  
coil を選んで 4.9φ ストレートドリルを製作し, 切削  
性とじん性を比較した. なお, これらの供試材はいずれ  
も SKH 9 相当材である.

3. 試験結果および考察

3.1 焼入カタサ

19φ×15 の各試験片につき, 1180, 1200, 1220, 1240,  
1250 および 1260°C の各温度から焼入を行ない, 焼入  
温度とカタサの関係を求めた. Fig. 1 に各温度における  
カタサ測定結果を示す. 特に粗大炭化物を有する場合,  
焼入温度が上昇しても残留オーステナイトが増すこと  
によるカタサの低下はほとんど認められず, 粗大な炭化物  
は一般の焼入温度および保持時間ではオーステナイト中  
に固溶し難いことが推察される.

3.2 結晶粒度

前述の各焼入温度から焼入した場合, 炭化物の大きさ

669.14.018, 252, 3, 621, 91, 611  
669.111, 35  
(163) 高速度鋼の諸性質および切削性  
におよぼす炭化物の大きさの影響  
について

神戸製鋼所, 明石工場

辻 克巳・増田辰男・碓永 修

Effect of Carbide Grain Size on the Me-  
chanical Properties and the Cutting Ability  
of High Speed Steel.

Katsumi TSUJI, Tatsuo MASUDA  
and Osamu USUNAGA.

1. 結 言

高速度鋼中に存在する炭化物が粗大な場合は, 一般に  
じん性が劣るため, 工具として使用中チップングを発生  
したり, あるいは折損などの事故を発生しやすいといわ  
れている。粗大炭化物の発生原因については不明の点  
も多いが, 本報では粗大炭化物が高速度鋼の熱処理特  
性, じん性および最終製品の性能におよぼす影響を明ら