

(138) 各種高温工具鋼の
高温における硬度
と衝撃値

(高温工具鋼に関する研究—I)

日本製鋼所室蘭製作所研究所

工博 川口三郎・〇堀 清

Hardness and Impact Value
of Hot-Working Tool Steels
at Elevated Temperature.

(Study of hot-working tool steels—I)

Dr. Saburō KAWAGUCHI and

Kiyoshi HORI

I. 緒 言

一般に高温工具鋼は高温において高い硬度を維持し、耐摩耗性、熱拡散率、引張・圧縮強度および靱性が良好であることが要求される。またさらに、ヒート・チェックに対する抵抗性も重要な性質とされている。本研究は高温工具鋼の高温性質を比較検討することを目的とし、第1報では現用高温工具鋼の高温硬度と高温衝撃とを取り上げた。また高温工具鋼としての適性を検討する目的で若干の高速鋼および代表的常温工具鋼(12% Cr 鋼)についても実験を行なった。

II. 実験方法

(1) 試 料

高周波電気炉にて各鋼種とも 4kg 鋼塊 1本を溶製し、高温硬度試料は 15mm φ にまた高温衝撃試料は 15mm φ に鍛伸した。試料の熱処理は各鋼種に推奨されている温度で行なった。化学成分および熱処理は Table 1 の通りである。

(2) 高温硬度

高温硬度の測定は通常のピッカース硬度計にアカシピッカース硬度計用 AVK-HF 高温装置を取り付けて行なった。試料の大きさは 10mm φ × 5mm である。試験荷重は 5kg とし、試験温度に試料を 15mn 保持してから測定を開始した。荷重時間は 90 s とし、常温、400, 500, 550, 600, 650°C の各温度で測定を行ない各温度とも 5 点の平均値を測定値とした。

Table 1. Chemical composition and heat-treatment of specimens

Groups	Marks	Types	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	V	W	Co	Heat-treatment
C steel	A	0.6 C	0.59	0.19	0.69	0.13	0.06	0.03	0.02	—	—	850°C × 30mn A.C. 600°C × 60mn A.C.
Low-alloy steels	B	Cr-Mo-V	0.46	0.23	0.68	0.64	1.36	0.39	0.06	—	—	850°C × 30mn A.C. 600°C × 60mn A.C.
	C	1/2Ni-Cr-Mo-V	0.52	0.25	0.75	1.42	0.89	0.44	0.08	—	—	850°C × 30mn A.C. 600°C × 60mn A.C.
	D	2Ni-Cr-Mo-V	0.49	0.30	0.71	1.94	0.78	0.39	0.07	—	—	850°C × 30mn A.C. 600°C × 60mn A.C.
	E	3Cr-Mo-V	0.40	0.21	0.70	0.16	2.91	0.33	0.09	—	—	870°C × 30mn A.C. 580°C × 60mn A.C.
W steels	F	4W	0.35	0.23	0.56	0.15	2.51	0.06	0.27	4.50	—	1070°C × 30mn A.C. 620°C × 60mn A.C.
	G	8W	0.35	0.28	0.39	0.15	3.31	0.07	0.36	7.90	—	1150°C × 30mn A.C. 600°C × 60mn A.C.
	H	12W	0.46	0.30	0.47	0.12	3.94	0.07	0.27	12.00	—	1170°C × 30mn A.C. 620°C × 60mn A.C.
5%Cr steels	I	5Cr-Mo-W-V	0.40	0.79	0.34	0.13	4.61	1.21	0.28	1.10	—	1010°C × 30mn A.C. 600°C × 60mn A.C.
	J	5Cr-Mo-V	0.39	0.91	0.32	0.16	5.47	1.42	0.46	—	—	1010°C × 30mn A.C. 600°C × 60mn A.C.
	K	5Cr-Mo-1V	0.36	0.87	0.37	0.13	4.85	1.54	0.82	—	—	1020°C × 30mn A.C. 600°C × 60mn A.C.
	L	5Cr-Mo-2W-V	0.31	0.87	0.36	0.15	4.92	1.66	0.65	2.00	—	1050°C × 30mn A.C. 600°C × 60mn A.C.
Mo and Mo-V steels	M	3Mo-Ni	0.21	0.26	0.70	3.64	0.03	3.24	0.01	—	—	1020°C × 30mn A.C. 450°C × 60mn A.C.
	N	1Mo-1V	0.21	0.28	0.63	1.31	1.15	0.88	0.87	—	—	1050°C × 30mn A.C. 520°C × 60mn A.C.
	O	3Mo-Cr	0.30	0.33	0.33	0.13	3.14	2.86	0.38	—	—	1020°C × 30mn A.C. 580°C × 60mn A.C.
High speed steels	P	Cr-W-V	0.90	0.25	0.30	0.06	3.97	0.06	0.94	15.10	—	1260°C × 30mn O.Q. 580°C × 30mn A.C.
	Q	Cr-W-V-Co	0.69	0.25	0.40	0.15	3.99	0.10	1.19	16.00	10.31	1300°C × 30mn O.Q. 580°C × 30mn A.C.
Cold-working tool steels	R	12Cr-Mo-V-Co	1.67	0.25	0.25	0.04	11.80	0.86	0.70	—	0.66	1050°C × 20mn A.C. 450°C × 60mn A.C.

A.C.: air cool, O.Q.: oil quench

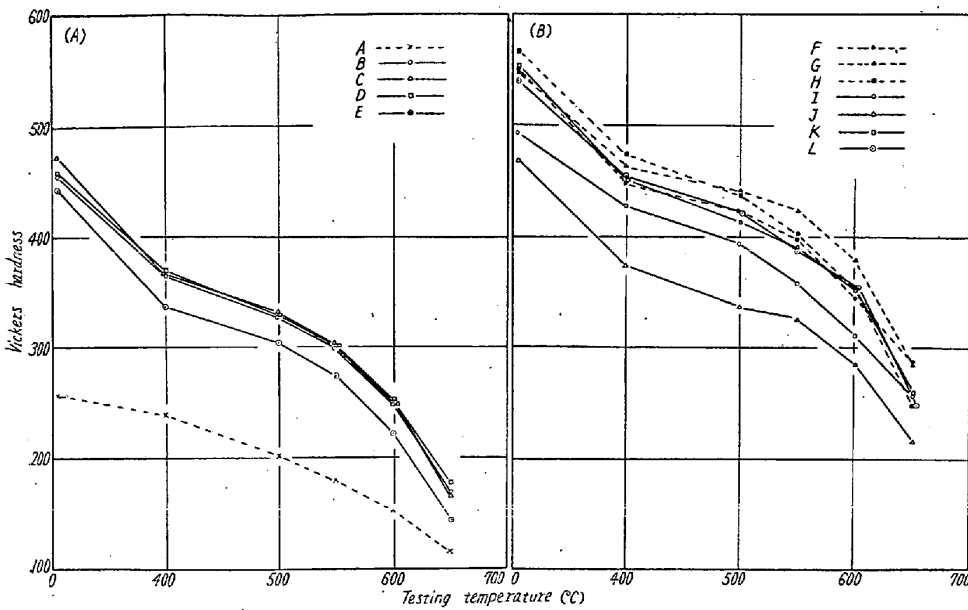


Fig. 1. Relation between temperature and hardness.

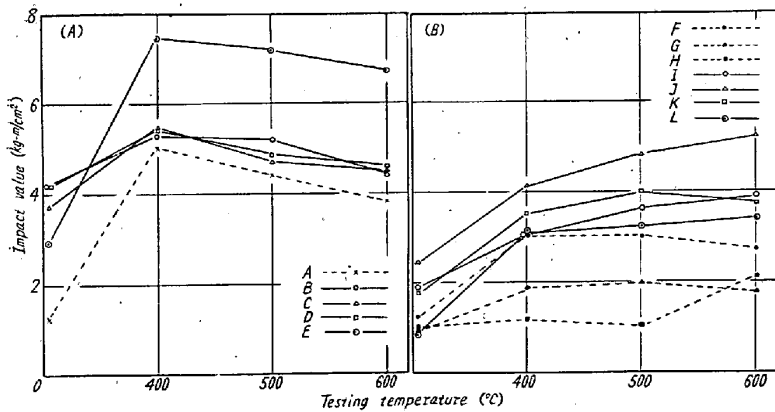


Fig. 2. Relation between temperature and impact value.

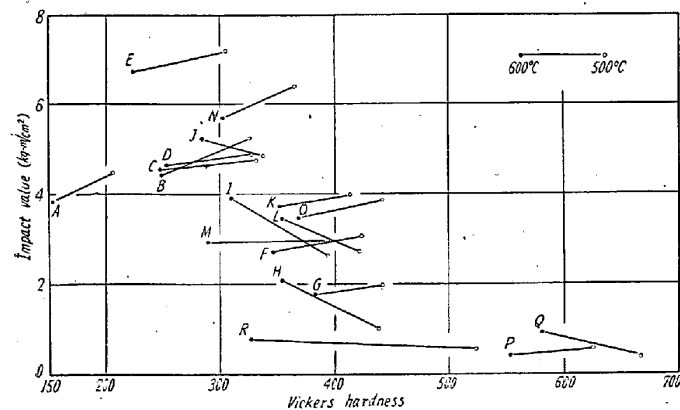


Fig. 3. Relation between hardness and impact value at 500 and 600°C.

(3) 高温衝撃

JIS 4 号 V ノッチシャルピー試験片を用いて行なつた。試験片を各試験温度に 30 mn 保持の後試験を行ない、2 本の平均値を測定値とした。試験温度は常温、

400, 500, 600°C である。

III. 実験結果

硬度試験の結果を Fig. 1 (A), (B) に、衝撃試験の結果を Fig. 2 (A), (B) に示す。また 500°C と 600°C とにおける硬度と衝撃値との関係を Fig. 3 に示す。

炭素鋼 A は硬度が極めて低い、衝撃値は高温ではいちじるしく改善されている。

低合金鋼 B, C, D の 3 鋼種は殆んど同一挙動を示し、衝撃値はかなり高い。低合金鋼中 E は硬度はやや低い、衝撃値は良好である。

W 系は硬度は高いが衝撃値は低い。W 系中では G が最も高い高温硬度を示し、衝撃値は F が良好である。

5% Cr 系はおおむね W 系に匹敵する硬度を有するが衝撃値は良好である。5% Cr 系中では J の硬度が低く衝撃値が高い。

Mo および Mo-V 系では鋼種間にかなりの差がある。O は 5% Cr 系と類似した性質を示している。M および N は析出硬化型であるので本研究の内容からはその特性を論ずることはできないが、N は良好な衝撃値を有し、M は 550°C までは 5% Cr 系とほぼ同様であるが 600°C では硬度および衝撃値ともに低い。

高速度鋼は極めて高い硬度を有するが、衝撃値は非常に低く高温でも殆んど改善されない。

常温工具鋼 R は 500°C まで高い硬度を維持するが 550°C からの軟化がいちじるしい。また衝撃値は極めて低い。

常温工具鋼 R は 500°C まで高い硬度を維持するが 550°C からの軟化がいちじるしい。また衝撃値は極めて低い。

IV. 結 言

以上各種高温工具鋼および若干のそのほかの工具鋼につき高温硬度および高温衝撃試験を実施した。また各温度における硬度と衝撃値との関係をも求めたが、その結果つぎの結論が得られる。

- (1) W 系および 5% Cr 系は比較的高硬度域でプレス鍛造用型鋼として使用されることが多いが本実験の結果からもプレス用としての適性が認められる。しかし W 系と 5% Cr 系とを比較すると本実験の範囲では硬度と衝撃値との関係から 5% Cr 系の方が勝っている。

(2) Mo および Mo-V 系の中 3% Mo-Cr 鋼は 5% Cr 系とほぼ同等の性能を有する。

(3) 低合金鋼系は比較的硬度域でハンマー鍛造用型鋼として用いられることが多いが、本実験の結果からも大きな衝撃力を受けるハンマー用としての適性が認められる。

(4) 高速度鋼および 12% Cr 常温工具鋼は低衝撃値のため高温工具鋼としての適性を欠く。

(139) 鋼材の土砂摩耗におよぼす成分および硬度の影響

(耐摩耗鋼板に関する研究—II)

日本製鋼所室蘭製作所

工博 宮野樺太男・遠藤良幸・○山田国雄

Effect of Chemical Composition and Hardness on Abrasion Loss of Steel against Soil and Sand.

(Studies of abrasion resisting-steel—II)

Dr. Katao MIYANO, Yoshiyuki ENDO
and Kunio YAMADA

I. 緒 言

従来鋼板の摩耗に関する研究は数多く行なわれている。しかしながらそれらは主として金属間による摩耗であり、その結果を鋼板と土砂との摩耗に当てはめるのは、少々疑問である。

筆者らは、第一報¹⁾においては現有の鋼板の土砂に対する耐摩耗性を報告したが、本報告では、実用耐摩耗鋼の製造を目的としその基礎実験として、焼鈍状態の鋼板の耐摩耗性におよぼす各種元素の影響、さらに硬度との関係を調査した結果について述べる。

II. 試験装置ならびに試験方法

試験機は、前報にて使用したものの一部改良を加えたものであるが、ほとんど同一の形式の湿式摩耗試験機である。改良部分を簡単に述べると下記のごとくである。

(1) 回転支持翼の回転数

回転支持翼の回転数は、68 rpm とした。試験片の回

転中心よりの平均距離は、125 mm であるので、平均周速度は 1100 mm/s となる。

(2) 土砂と水

使用した碟のサイズ、水量は、変りはないが作業上の観点から常時換水は行なわず 5 h 毎に換水を行なった。

(3) 試験片

試験片取付角度は、前報と同じ 30°の傾斜を持つている。取付部は前試験機において開放の状態であり、試験片取付部の摩耗により、正常の位置に取り付けられぬ危険性があるので、本試験では閉止の状態に改良した。

III. 供 試 材

(1) 実験計画法の採用

各種成分の含有量の耐摩耗性に与える影響を調べるような場合は、多くの時間が消費され、何回も繰り返し実験を行なうことは困難である。実験計画法を採用すると、多くの変因を含む複雑な問題でも、比較的少ない実験回数で解明することができる。また変因が多くある場合でも、各変因の与える影響の大小をきめること、相互関係の調査ができること、結果の信頼性をつかむことができる、などの利点がある。

今回各成分の耐摩耗性に与える影響を調査するに当り、前記の利点より、実験計画法を採用することとした。対象とした化学成分は、12 元素で各 4 水準を選定した。これを Table 1 に示すがこの範囲で 64 組の組合せを行なった。

この成分は、現行成分を基礎として、最高は共析鋼のクラスまで取り入れた。

(2) 供試材化学成分と硬度

供試材の化学成分と硬度を Table 2 に示す。ただし Zr, Al, B は含有量を高くすることが溶解操作上できず零に近かつたので除いた。

IV. 実験結果とその考察

(1) 精度およびその再現性

摩耗試験は、5 h 毎に換水を行ない、20 h 間行なった。その間の重量損失をもつて摩耗量とした。精度および再現性を良くするために、水量、碟量をできるだけ一定にし大部分の試料につき繰り返し実験を行なった結果、再現性の良いことを確認している。

Table 1. Chemical composition.

C	Si	Mn	P	Ni	Cr	Cu	Mo	V	Zr	Al	B
0.15	0.20	0.35	0.012	0.12	0.06	0.20	0.20	0	0	0	0
0.35	0.45	0.70	0.080	0.50	1.00	0.50	0.50	0.40	0.1	0.07	0.002
0.55	0.70	1.50	0.150	1.50	3.00	0.80	0.80	0.80	0.2	0.15	0.004
0.85	0.90	2.50	0.300	2.00	5.00	1.10	1.10	1.20	0.3	0.25	0.010