

Table 1. Chemical composition of specimens: (Ladle analysis %)

Specimens	Chemical composition									
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Mo	V
Rotor-shafts	0.33	0.38	0.52	0.019	0.021	3.60	0.15	—	0.44	0.13
Experimental ingots	0.30	0.34	0.70	0.016	0.007	1.77	0.76	0.21	0.30	—

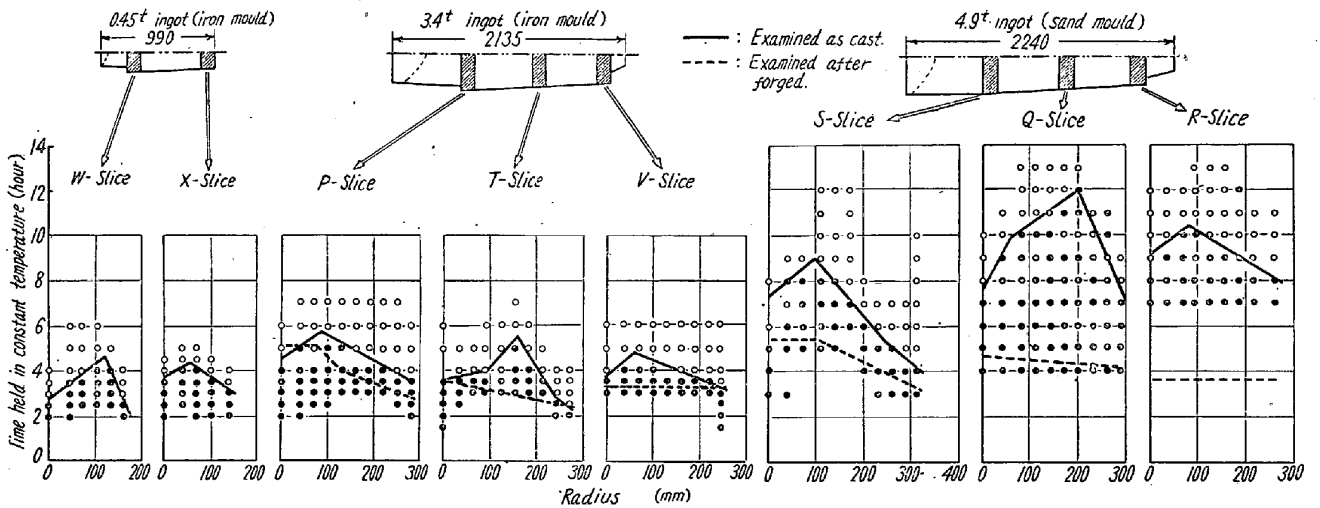


Fig. 2. Transformation characteristics of ingots examined as cast, and after forged. Full and dashed lines show the completion of isothermal transformation.

ら砂型鋼塊の変態所要時間は他の 2 本の金型鋼塊の約 2 倍を要していることが知られる。なおここで注目すべきは変態の進行中、硬度は約 3 時間で低下し切るにもかかわらず、顕微鏡的には少量のマルテンサイトが執拗に残留し続けて、試料全体の変態完了を遅くしている点である。このマルテンサイトの大きさはフェライトの大きさの何分の一かの大きさであり、従って金型鋼塊と砂型鋼塊の差はミクロ的な偏析によるものと考えられる。

V. 鍛造と変態速度

3400 kg 金型, 4900 kg 砂型鋼塊より切出した円盤の一部を 1 t ハンマーで鍛造比 4 に鍛造して、上記 (IV) と同様の試験をおこなった結果を Fig. 2 の点線でしめす。図のごとく、鍛造によつて砂型鋼塊の変態時間はいちじるしく短縮され、金型鋼塊のそれに接近することが知られる。

VI. 結 言

大型鋼材の変態特性が局部的にいちじるしく相異なることの例を、実際製品より採取した試料についての試験によつて明らかにした。この成因を究めるために、大きさと凝固時間の異なる鋼塊についての比較をおこない、凝固速度の影響がいちじるしいことを知った。つぎにこの鋼塊の一部を鍛造することによつて、凝固速度の異なる鋼塊間の変態速度の差がほとんどなくなることを見出

した。

これは要するに、大型鋼材の変態特性に影響をおよぼすと考えられる。諸原因のうち、まづ原鋼塊のミクロ偏析と加えられた鍛造がかなりの影響度を持つものであることを知った。

(101) 高 Mn 鋼の磨耗抵抗について

On the Abrasion Resistance of High Manganese Steel.

Y. Kido.

宇部興産中央研究所 木戸行男

I. 緒 言

高 Mn 鋼の磨耗抵抗がどのような特徴を有するか、またそれが他の材料との比較においてどのような位置にあるかを知る目的で磨耗試験をおこなった。

II. ボールミルによる比較

試験用ボールミルは伊丹¹⁾あるいは中山、財満²⁾によつて報告されているのとはほぼ同型の小さいものである。このミルには試験法として 10 枚のライナープレートを内張り、粉砕用ボールと磨耗剤とを装入する。回転数は 25 mm φ ボール 2.5 kg を装入しその運動を観察して自由落下がもつとも盛んな状態を選び 75 r.p.m. と決め

Table 1. Testing conditions of ball mill method.

	Crushing ball		Abrasive		Batch interval (h)	Total time of test (h)
	Size (mm)	kg/pieces	Material	Size (mm)		
exp. 1	25	2.54/37	sand	2.5~5	5	75
2	25	2.52/37	sand	2.5~5	1	75
3	25	2.49/37	sand	5~7	1	75
4	40	2.55/9	sand	5~7	1	50
5	50	2.68/5	sand	5~7	1	50
6	60	2.80/3	sand	5~7	1	50
7	25	2.5/37	cement clinker	5~7	1	50
8	25	2.5/37	coal	5~7	1	50
9	25	2.5/37			continuous	50
10	25	2.5/37	sand	250 M—	1	50
11	25	2.5/37	coal	250 M—	1	50

Table 2. Details of specimens (I) and the results of tests.

		High Mn steel	Cr-Mn steel	Low Mn steel	C-steel	White cast iron	Grey cast iron	SK-7	SK-4	SS 41
Chem. comp.	C	1.00	0.37	0.42	0.22	2.46	3.38	0.64	0.91	0.08
	Si	0.54	0.46	0.38	0.40	0.46	2.10	0.23	0.23	0.05
	Mn	14.54	1.29	1.22	0.55	0.26	0.76	0.57	0.41	0.40
	Cr	0.74	1.35	0.21	0.23	0.12	0.19	0.19	0.13	0.01
Heat treatment		1050°(W)	900°(F)	900°(F)	900°(F)	as cast	as cast	780°(F)	780°(F)	as rolled
Shore hardness	bef.	26~30	24~29	24~29	17~20	62~65	34~39	26~29	27~32	15~19
	aft.	53~61	35~42	38~43	28~35	64~74	42~50	35~45	35~45	26~34
Loss of abrasion wear (g/100 h)										
exp.	1	0.563	0.494	0.492	0.540	0.635	1.10	0.470	0.514	{ 0.584 0.630
	2	0.875	0.792	0.815	0.965	1.07	2.62	0.748	0.846	{ 1.16 1.22
	3	1.02	0.995	0.965	1.15	1.24	3.03	0.923	1.02	{ 1.38 1.43
	4	0.961	1.04	0.934	1.16	1.19	3.21	0.965	1.03	{ 1.44 1.45
	5	1.12	1.56	1.33	1.71	1.63	4.35	1.43	1.51	{ 2.22 2.18
	6	1.33	1.33	1.29	1.51	1.48	3.84	1.28	1.38	{ 1.85 1.85
	7	0.396	0.494	0.476	0.528	0.102	0.896	0.442	0.458	0.594
	8	0.042	0.038	0.038	0.038	0.030	0.038	0.046	0.046	0.054
	9	0.020	0.109	0.058	0.171	0.000	1.84	0.077	0.046	0.252
	10	0.012	0.004	0.004	0.002	0.022	0.014	0.018	0.010	0.010
	11	0.014	0.000	0.002	0.016	0.002	0.024	0.002	0.022	0.022

た。Table 1 は実験条件をしめすもので、ボール装入力および磨耗剤の量は通常工業用ミルで採用される計算法にしたがつて定めたが、ボールサイズが大きくなるにしたがつてチューブミルの特徴を失いパーティカルミル的な機能にうつる。Table 2 は試験法の化学成分、熱処理、硬度および試験結果をしめす。磨耗剤として川砂、セメントクリンカーおよび石炭 5~7mm の粒を用いたのであるが、石炭による磨耗を 1 とすればクリンカーでは約 10 川砂では約 25 程度の磨耗量になる。磨耗剤の粒度によっても磨耗量は変化する。Fig. 1 に試験後の硬度 (H-

Shore) と磨耗量との関係をあらわした。鋼は概して硬度上昇にともない対数的に磨耗量を減ずる。高 Mn 鋼は高炭素鋼 (焼鈍) とほぼ同等で、クリンカーに対してはやや良好、川砂に対してはややおとる。白鉄は逆にクリンカーに対してはいちじるしくすぐれ川砂に対してはかなりおとる。石炭は磨耗をおこすことが少なく、材料間の相異を判別しえない。

III. 挽白型ミルによる比較

これは単純な abrasion wear を与える。0.6mm で篩つた川砂を与え 20kg の面間荷重で試験した。試験

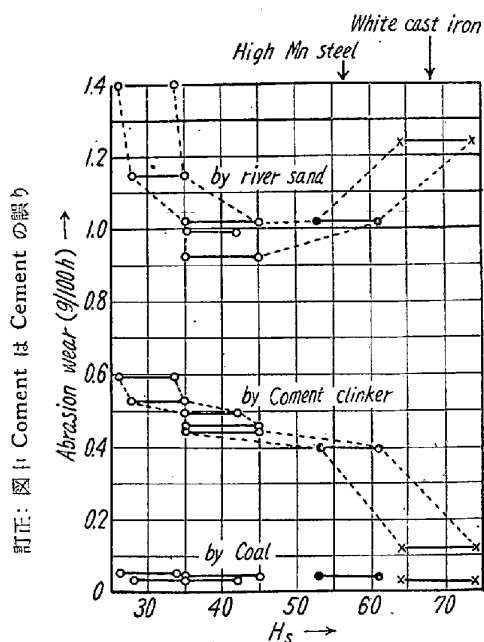


Fig. 1. Relations between hardness and abrasion wear.

片および焼入鋼でできているその対片とも磨耗が局部的に進行するので磨耗速度が変化する恐れがある。この誤差を消すために数箇の試験片を10mn宛循環的に交換し、

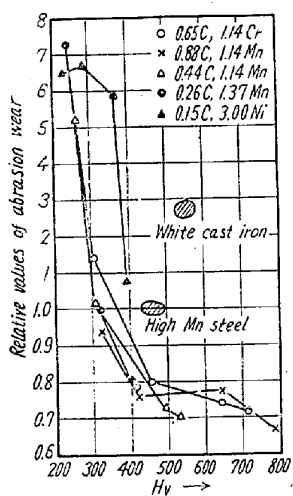


Fig. 2. Relations between surface hardness and relative abrasion wear.

10回循環の累計で比較した。異なる循環群に属するのを比較するには、各群に高 Mn 鋼の試験片が 1 箇宛あるのでこれを標準とした。Table 3 は試験片の化学成分、熱処理および硬度をしめす。硬度 (Hv) と磨耗指数との関係は Fig. 2 のようになる。Hv 400 付近までは磨耗指数の減少が急でそれ以上ではゆるやかな変化にうつる。Ni 鋼がやや他と異なるが外の熱処理鋼には特徴がなく、硬度

によつて磨耗指数がきまる。白鉄の指数は約 1.2 である。

IV. 微粉末による磨耗

珪石セメント原料およびアルミナの微粉末を水に混じて、そのコロイド状態を磨耗面間に滴下した。アームスラー型磨耗試験機で高 Mn 鋼と白鉄とを比較したが、全試験にわたつて磨耗剤および材料の差は顕著でなかつた。

V. 考 察

(i) 小型ボールミル試験における磨耗量を工業用ミルのライナーに比較すると、例えば字部粗悪炭を使用するコールミルの約 1/10、セメント原料ミル第 1 室のライナーでもほぼ同様である。挽臼型ミル試験はほぼ上述工業用ミルのライナーと同程度の磨耗量になる。

(ii) T. E. Norman²⁾ 等が鉍山ミルで粉碎用ボールの磨耗量を試験した結果によると、粉碎鉍物によつて多少の差はあるが、大体高 Mn 鋼 1 にたいして残留オーステナイトを含むマルテンサイト組織 0.75、微細パーライトおよび共析組織 0.9、白鉄(チル鑄物) 1.2 であつた。高 Mn 鋼と他の鉄鋼材料との比較成績は他にも報告されている³⁾、それらによつて磨耗条件と磨耗特性に関しより詳細に研究する必要を感じさせられる。

(iii) 珪石のごとき硬質堅固な粒子にたいして白鉄が弱いのは、軟質脆弱な黒鉛と硬質ではあるが形の悪い炭化物とが粒子を通じて作用される集中応力に耐ええないためであろう。高 Mn 鋼は加工硬化した表面といえども珪石のごとき硬質粒子によつて傷つけられあるいは削りとられる。他方炭素鋼あるいは合金鋼は地鉄とセメントタイトの集合状態が良好で、平均硬度においては低くとも比較的良好的な耐磨耗性をしめすものと考えられる。

(iv) 高 Mn 鋼にたいしては、硬質堅固な粒子への大きな磨耗抵抗を期待することはできない。しかし肉厚とか形状複雑な鑄物も容易であり熱処理にたいして安全である。しかもかなりな耐磨耗性を有する。

VI. 結 言

(i) 粒状磨耗剤による磨耗を数種の鋼、高 Mn 鋼

Table 3. Details of specimens. (II)

C	Si	Mn	Cr	Ni	Vickper's hardness			
					200°C tempered	355°C tempered	505°C tempered	655°C tempered
0.65	0.39	0.71	1.14		713	642	456	308
0.26	0.40	1.37			415	400	320	242
0.44	0.42	1.14			530	491	310	265
0.88	0.19	1.14			785	645	426	327
0.15	0.19	0.50	0.34	3.00	395	365	285	234

および白銑について比較測定した。

(ii) 川砂による磨耗において、高 Mn 鋼は焼鈍高炭素鋼または Hv 300~350 の焼戻鋼と大差のない耐磨耗性をしめす。白銑は高 Mn 鋼に比し約 20% おとす。

(iii) セメントクリンカーにたいしては白銑が非常に良好である。高 Mn 鋼もまた高炭素鋼に比し川砂にたいするよりも比較的良好である。

(iv) 石炭にたいしてはどの材料も磨耗が顕しく少なかった。珪石、アルミナのごとくかたい粒子も微粉であれば磨耗能力が低い。

文 献

- 1) 伊丹: 鉄と鋼, 24, 7 (昭 31) p. 616 (4)
- 2) 中山, 財満: 材料試験 5, 37 (昭31) p. 595 (5)
- 3) T. E. Norman and C. M. Loeb: Trans. A.I.M.E. 176 (1948), 490
- 4) Manganese Steel, Hadfield Ltd. (1956) p. 44
- 5) R.D. Haworth, Jr. Trans A.S.M. 41 (1949) 819

(102) 13 Cr 不銑鋼の熱処理における加熱速度の影響

(熱処理における加熱速度の影響—II)

Effect of Heating Rate on the Properties of Heat Treated 13%Cr Stainless Steel
(Effect of heating rate in heat treatment—II)

T. Mori, et alii.

東京工業大学 工博 作 井 誠 太
" 工〇森 勉
神奈川工業試験所 工 山 本 千 秋

I. 緒 言

18/8 不銑鋼の焼鈍に際して、加熱速度の差による、再結晶粒度の相違、炭化物析出による耐蝕性の変化、加工によつて生じたマルテンサイトの消失状況の差異については、第1報に報告した。今回われわれは、13 Cr 不銑鋼を対象として、急熱の実験をおこなつた。周知のごとく、13 Cr 不銑鋼は、18/8 type の不銑鋼と異なつて、 A_1 変態を持つ。したがつて今回の実験では、 A_1 変態によつて生じたマルテンサイトの発生状況についても調べてみた。

II. 試料および実験方法

試料は、Table 1 に示すような分析値を有する圧延板であつて、加工度は 10, 30, 50, 70% の4種であり、厚さはすべて 0.30mm である。

熱処理は徐熱の場合には電気炉を用い、加熱速度を10

Table 1. Chemical composition.

C	Si	Mn	Ni	Cr
0.086	0.71	0.48	0.06	15.24

°C/mn とし、所定の温度に達したら、ただちに水冷した。急熱は、試料に直接電流を通じておこない、加熱速度は、1000°C までの平均をとると 3×10^3 °C/sec であつて、冷却は油冷である。この場合雰囲気は真空であるので、加熱前後の顕微鏡組織を比較できる利点がある。

III. 実験結果

(再結晶による軟化)

Fig. 1 は、加工度 70% の試料の熱処理による軟化の様態を示す。徐熱の場合には、軟化は約 500°C より始まり、急熱の場合には、この温度が上昇して、約 650°C となつている。この軟化開始温度は、急熱、徐熱ともに加工度によつてほとんど変わらない。しかしながら、顕微鏡組織および X 線回折写真により、再結晶が始まつたと考えられる温度は、(Fig. 1 矢印)加工度 70% のものは徐熱で 650°C、急熱すると 740°C であるのに、加工度 50% のものでは、徐熱で 700°C、急熱で 820°C となり、ここに加工度の影響がはつきりあらわれてきている。

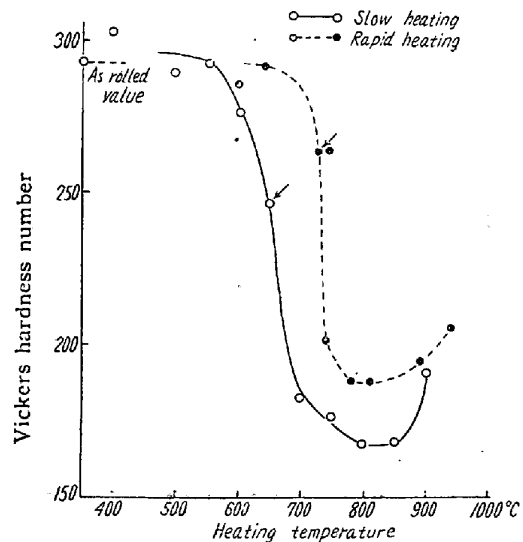


Fig. 1. Hardness-heating temperature curve.

(再結晶粒度)

Fig. 2 は、加工度 70% のものの、熱処理による結晶粒度の変化をしめすもので、この図の最大の点が、再結晶が終了した温度での結晶粒度、すなわち再結晶粒度をしめしている。これによると、急熱は徐熱にくらべて、再結晶粒を小さくすることがわかる。このことは、他の加工度のものについても同様である。