

(156) 種々なる鉱物磨耗剤による高マンガン鋼の磨耗試験

(高マンガン鋼の研究—V)

宇部興産中央研究所

○木戸 行男・藤井 晴信

Abrasive-Wear Measurement of High-Manganese Steel Abraded by Various Ore Sands.

(Study on high manganese steel—V)

Yukuo Kido and Harunobu Fujii.

I. 緒 言

種々なる鉱物粒子を磨耗剤とする高マンガン鋼の磨耗試験を行なった。一般に軟質の磨耗剤が相手になる場合には高マンガン鋼に限らず鉄鋼、非鉄金属、非金属など何でもあまり磨耗しないから、材料的な問題はおこらない。これを裏返していえば、比較的堅牢な物質を粉砕する場合にのみ耐磨耗性の材料に対する要求が強くおこってくるということになる。

珪石は最も普遍的に多量に存在して多くの場合に磨耗の主たる役割を演ずるものと考えられる。筆者は小さなボールミルおよび自分で考案した挽臼磨耗試験機で珪砂に対する高マンガン鋼の耐磨耗性を研究したが、その結果として、一般熱処理鋼の磨耗量が硬度に関係すること最も大であり、それらに比較する時高マンガン鋼は Hv 300~350 なる熱処理鋼と同等の耐磨耗性を有することを結論できた。

しかしながら高マンガン鋼の硬度は冷間加工によつて Hv 600 以上にも達するもので彼我の不一致はかなり大きい。加工硬化が耐磨耗性にいちじるしく寄与するものならば、磨耗剤の硬度がある程度以上で急に磨耗が活潑になり、それ以下の硬度では非常に磨耗が少ないという磨耗剤の臨界硬度がありそうに思われる。

II. 実験の方法

石灰石、白雲石、螢石、クロム鉄鉱、長石、黄鉄鉱、珪砂の 6 種類の磨耗剤を用い、アムスラー型磨耗試験機で試験した。磨耗剤はジョークラッシャで塊鉱を粉砕し、篩別して 130 メッシュ以上、48~100 メッシュ、28~48 メッシュの 3 通りをとつた。試験片は直径 40 mm、幅 10 mm で、固形の焼入硬化片と一対にして平行な 2 軸にセットする。両軸間に 30 kg の荷重をかけて回す、磨耗面には 27.6 m/s の転動と 2.76 m/s の摺動が 30 kg の

荷重の下で同時に与えられる。この磨耗面に 150g/mn の割合で連続的に磨耗剤を供給した。

試験片は C 1.14%, Mn 12.21%, Si 0.59% なる組成を有し、1050°C にアルゴン気流中で均熱後水冷した。各単位試験は 5mn 間とし、低硬度の磨耗剤から硬度順に試験して逆順序で元へ戻る。これは加工硬化の影響を考慮したためであるが、往復 2 回の実験結果にはほとんど差がなかった。

このような実験によつて、磨耗剤硬度と磨耗量との関係図線を求めるのであるが、組織的に類似する銅およびオーステナイト不銹鋼 (C 0.05%, Si 0.51%, Mn 1.40%, Cr 17.82%, Ni 12.51%, Mo 2.06%) についても同様に試験して比較した。この試験を終った試験片について、磨耗表面下 0.25 mm, 0.50 mm, 0.75 mm および 1.0 mm なる位置の硬度分布を測定した。

今 1 箇の試験片は軸のまわりに回転しながら先細の手槌で長時間磨耗面を打つことによつて十分に加工硬化せしめた後研削仕上げして用いた。この試験片は直径 37.8 mm、巾 12.4 mm で硬度は HRC 48~51 の範囲のばらつきを示した。この試験片の場合には摺動速度がわずかに大きく 2.92 m/s となる。

III. 実験結果と考察

Fig. 1 に磨耗剤の硬度と磨耗量との関係を磨耗剤の粒度別に掲げた。銅は磨耗が他にくらべて非常に大きいので、もつとも細かい磨耗剤によるもののみを示して他は省略した。

石灰石では銅、不銹鋼、高マンガン鋼のどれにも磨耗量を秤量し得なかつた。白雲石では銅の磨耗は明瞭であつたが、不銹鋼および高マンガン鋼では明瞭でなく、かりに磨耗があつてもきわめて軽微であつた。螢石で急に磨耗量が大きくなり、以下黄鉄鉱まで漸増し、珪砂でふたたび急増する傾向を示した。ただ長石においてほとんど

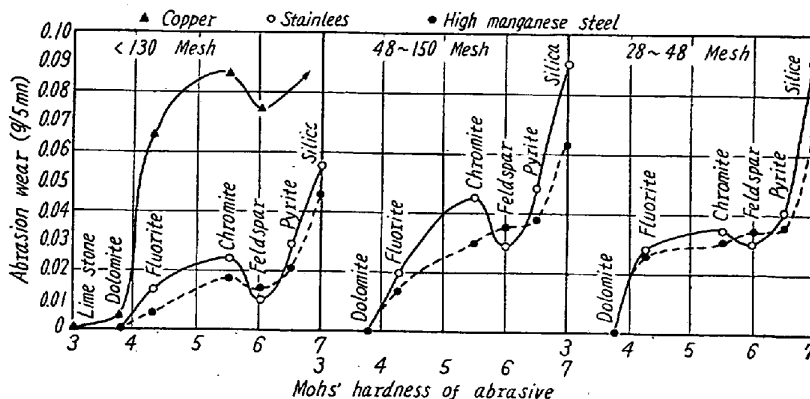


Fig. 1. Relation between the abrasive wear and the hardness of abrasives.

どの回線が大なり小なり不規則な低下を示している。これには色々の原因もあろうがこの磨耗剤が粉砕しやすい性質を有することが主因と思う。たとえば 48~100 メシの磨耗剤と比較したところによると、使用後 100 メシ篩上にとまる量がクロム鉄鉱の 78%、黄鉄鉱の 76% に対して長石は 60% がかなりな差があつた。なお、この実験では 28~48 メシの磨耗剤は使用することが多少無理で、側方へ散逸する割合が多くなる。このために磨耗剤が粗いと磨耗が大きくなるという一般的な傾向があらわれていない。

長石における磨耗量の低下は不銹鋼にいちじるしく、高マンガン鋼では 130 メシ磨耗剤に比較的軽くあらわれているだけであるが、これに対しては十分な説明をなし得ないので描くこととし、磨耗剤硬度と磨耗量との関係曲線を高マンガン鋼と不銹鋼とで比較すると、磨耗量そのものには差があるが形状的に差異があるとは言えない。

以上の実験の後、磨耗表面下 0.25~1.0 mm なる深さの巾方向の硬度分布をマイクロ硬度計で測定した。近接していても場所によつてかなりな硬度差を示したので、分布図をつくるに当つては近傍 3 点の平均値を求め、1 mm 間隔に硬度を定めた。Fig. 2 a (高マンガン鋼) および b (不銹鋼) にこれを示す。左右の対称性はよろし

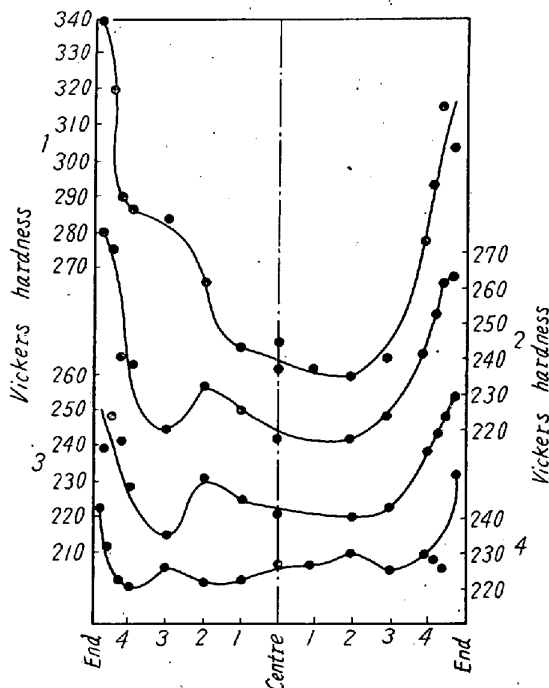


Fig. 2. a Hardness distribution of high-manganese steel specimens after tests, at 1...0.25 mm depth, 2...0.50 mm depth 3...0.75 mm depth, 4...1.0 mm depth

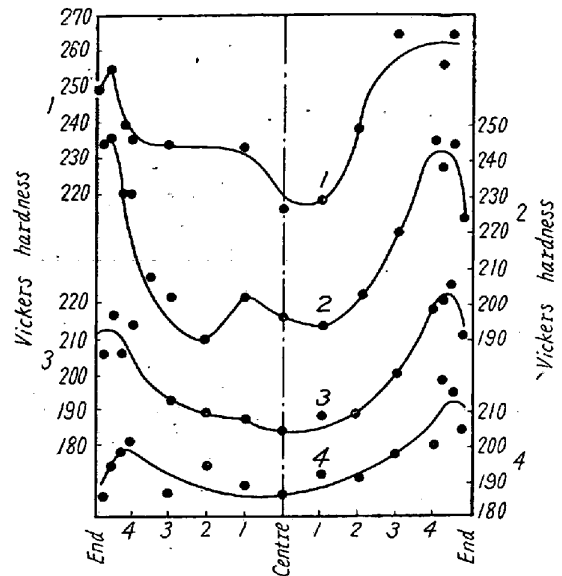


Fig. 2. b Hardness distribution of the austenite Cr-Ni-Mo steel specimen after tests, at 1...0.25 mm depth, 2...0.50 mm depth 3...0.75 mm depth, 4...1.0 mm depth

くはないが概形硬度分布と見なすことができ、加工硬化のおよぶ深さは両端においては 1 mm を十分越えるが、中間帯では 0.25 mm の深さに軽い加工硬化を見る程度である。両端は塑性変形の自由端となるので、ここに大きな変形のおこることは当然である。中間帯は材料自体の剛性で強く束縛されている。したがつてこの部の加工硬度は磨耗剤粒子の penetration によるもので、深くは浸透し得ない。

Fig. 3 はあらかじめ加工硬化せしめた試験片の磨耗量を示す。磨耗剤は 48~100 メシを用いてある。これを Fig. 1 に示したほぼ同一の磨耗条件の結果と比較すると、螢石から黄鉄鉱までがほとんど水平になつていて低硬度側の磨耗がいちじるしく大きいこ

とがわかる。すでに述べたようにこの試験は摺動が少し大きい。このことは磨耗を助長する条件となるに相異ない。しかしながらこの程度の条件の加重で磨耗量が増加するという実験事実は、事前の加工硬化処理が耐磨耗性に寄与することがないとの結論を与えるに十分であると

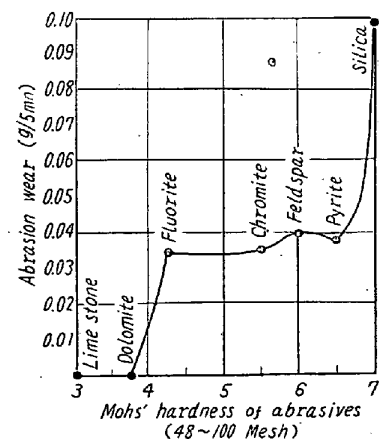


Fig. 3. Relation between abrasion wear and hardness of abrasives.

思われる。

IV. 結 言

アムスラー型磨耗試験機を用いて、石灰石、白雲石、螢石、黄鉄鉱、珪砂をもつてつくった磨耗剤で高マンガン鋼の磨耗試験を行ない、これを 18 Cr, 12 Ni, 2Mo オーステナイト鋼と比較した。磨耗剤硬度と磨耗量との関係曲線としてみると、磨耗量は硬度 4 を越えると急に増加しそれより硬度を増すにしたがつて漸増する。高マンガン鋼の磨耗量の方が小さくはあるが、関係曲線の形状としては変りがない。このことから、高マンガン鋼の異常な加工硬化がいちじるしく耐磨耗性に寄与するという考え方に疑問を生ずるのであるが、あらかじめ十分な加工硬化を磨耗面下に深く浸透せしめておいても決して耐磨耗性を向上せしめないことを実験的にも確認した。

(157) オーステナイト高 Mn 鋼の炭化物析出におよぼす冷間加工の影響

東北大学金属材料研究所

工博 今井勇之進・工博○斎藤 利生

Effect of Cold Working on Carbide Precipitation of Austenitic High-Manganese Steel.

Dr. Yunoshin Imai and Dr. Toshio Saito.

I. 緒 言

Hadfield 鋼は加工硬化能の大きい性質を利用して冷間加工を施して使用されたり、あるいは摩耗部位などの加工を受ける部品に使われる機会が多い。かかる塑性加工を受けた状態では結晶に多くのすべり帯を生じており爾後の加熱による炭化物析出に対してはこのすべり帯は当然優先析出の場となる。

さきに著者らは加工硬化した Hadfield 鋼におよぼす低温加熱の影響について報告し、加工硬化した本鋼に ϵ 相が存在すること、およびこの ϵ 相は爾後の加熱により約 80°C から過飽和に固溶している炭化物を析出した後に、 $\epsilon \rightarrow \gamma$ の変態を 200°C 前後に生ずることを明らかにした。本研究はこの低温加熱に引続いて 300°C 以上の高温域で析出する炭化物の挙動ならびに析出と再結晶との関係などについて調べた結果を報告する。

II. 供試々料および実験方法

供試材はいずれも高周波炉で溶製した鋼塊を鍛伸、圧延した 10mm および 5mm の各丸棒である。各試料の分析結果は Table 1 に示した。

Table 1. Chemical analysis of tested steels. (%)

Specimen No.	C	Si	Mn	N	Other elements
No. 16	1.20	0.24	13.71	0.017	V 0.22
No. 17	1.26	0.21	13.58	0.019	
H 1	0.90	0.50	12.44	0.013	
L 1	0.65	0.48	14.87	0.040	

No. 16, 17 は 1100°C $\times$ 1/2h, WQ, H1, L1 は 1050°C $\times$ 1/2h, WQ の各溶体化処理を施し、表面層を電解研磨して除去したのち、No. 17, H1, L1 の 3 試料は 10mm $\phi \rightarrow$ 8mm ϕ に冷間圧延して恒温加熱用検鏡試料 8mm $\phi \times$ 3mm を採った。加工比は約 36% である。また No. 16 は引張試験片に 5~40% の引張加工を与えた後、平行部から 5mm $\phi \times$ 70mm の膨脹試験片を作成した。更に H1 は膨脹試験片を鉗打して各種の衝撃加工を施し、No. 16 とともに等速加熱用試験片として 300~1000°C の膨脹変化を測定した。

恒温加熱の要領は前報と同様に行なつたが、検鏡は試料の加工方向に平行な面について測定した。36%加工状態における試料の組織は Photo. 1 のごとく、いずれも加工方向に結晶粒が変形し多数の strain marking が現われている。

III. 恒温加熱による析出

1. No. 17 試料の恒温析出 No. 17 の恒温析出線図

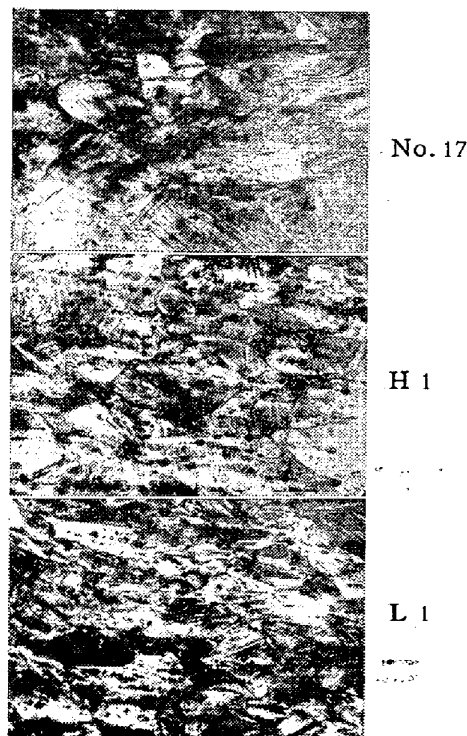


Photo. 1. Microstructures of 36% cold worked steels, electropolished and etched by 5% Nital, $\times 100$ (1/2)