

V および Nb の場合もほぼ同様の傾向を示す。時効硬度は各元素ともその量を増すにしたがい硬度を増大する。とくに Nb の場合はこの傾向がいちじるしく Nb 3 は Hv 400 におよぶ硬度を示す。

(4) 時効時間と硬度との関係

時効温度 750°C の場合は各試料とも約 50 時間付近まで硬度を増大する。Mo の低い M3 は硬度の減少がいちじるしく約 4 時間で最大値を示し以後硬度を減少する。800°C および 850°C と時効温度の上昇にしたがい硬度の減少がいちじるしくなるが、M10 の硬度減少が最も小さい。

Fig. 2 に Mo の場合の常温機械的性質を示した。各

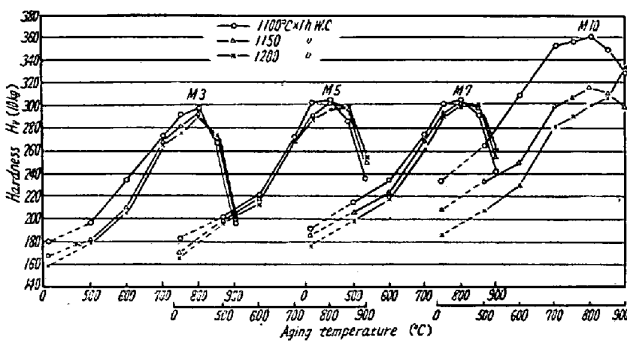


Fig. 1 Relation between aging temperature and hardness (Effect of Mo).

(5) 常温機械的性質

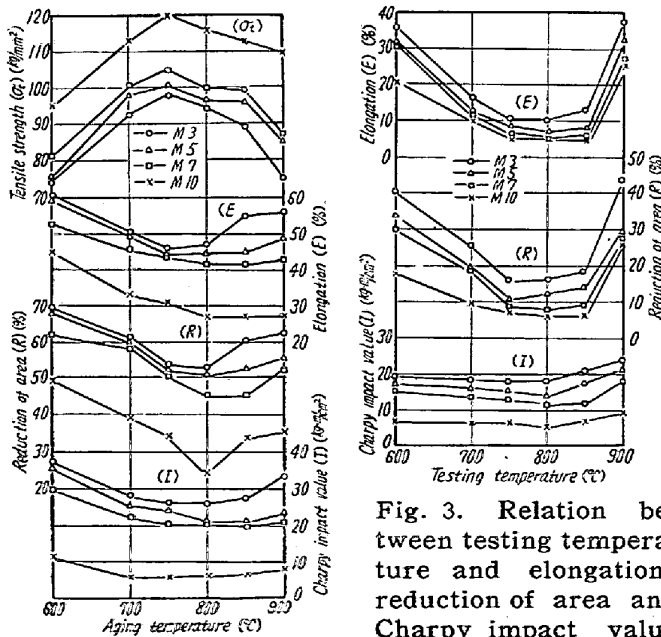


Fig. 2. Relation between aging temperature and mechanical properties (Effect of Mo).

試料とも Mo の場合とほぼ同様の傾向を示し、各元素の増加にしたがい引張強さを増大し、伸び、絞りおよび衝撃値を減少する。Nb の添加による引張強さの増大はいちじるしく、Nb 3 の最高引張強さは 131 kg/mm² におよぶ。

(6) 高温機械的性質

引張強さは各試料とも試験温度の上昇にしたがい減少する。しかし各試験温度をつうじ元素の増加にしたがい引張強さを増大する。Fig. 3 に Mo の場合の伸び、絞りおよび衝撃値を示したが、各元素の場合もほぼ同様の傾向を示す。

(7) 各試料のラプチャー時間を求めたが各元素ともその量を増加するにしたがい、ラプチャー時間を増大する。Nb の場合が最もいちじるしい。

(8) 酸化増量

試験温度の上昇にしたがい酸化増量を増大するが、各元素とも増加するにしたがい酸化増量を増大する。特に V の場合この傾向がいちじるしい。

IV. 結 言

各添加元素ともその量を増加するにしたがい、溶体処理硬度、時効硬度、常温および高温引張強さ、ラプチャー強度を増大する。しかし伸び、絞りおよびシャルピー衝撃値は減少し、酸化増量は増大する。添加元素のうちでは Nb が最も効果的で Nb 約 3% を含む試料は常温引張強さ 131 kg/mm²、750°C における高温引張強さは 96.5 kg/mm² におよぶ。Nb については Mo が有効で、Mo 約 10% 含有する試料は可成り優れた耐熱性を示す。W および V の効果には大差が認められないが V がやや優れている。

(83) 二、三の鉛快削鋼の性能について (鉛快削鋼の研究—Ⅲ)

大同製鋼

工博 浅田 千秋・工藤原 達雄
門脇 亮・工村治 敏明

On the Properties of Some Lead Free-Cutting Steels.

(Study on lead free-cutting steels—Ⅰ)

Chiaki Asada, Tatsuo Fujiwara,
Ryo Kadowaki, Toshiaki Muraji.

I. 緒 言

鉛快削鋼は、きわめて優れた切削性を発揮するととも

Table 1. Chemical composition of specimens.

Steels	Marks	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Pb
S 45 C	S-1	0.43	0.31	0.75	0.020	0.006	0.12	0.06	0.08	—	—
S 45 CF	S-2	0.45	0.25	0.67	0.018	0.008	0.20	0.09	0.14	—	0.18
SCM 22	S-3	0.19	0.31	0.73	0.014	0.006	0.24	0.09	1.14	0.17	—
SCM 22 F	S-4	//	//	//	//	//	//	//	//	//	0.17
S 50 CF	S-5	0.50	0.26	0.63	0.018	0.008	0.26	0.13	0.14	—	0.30
S 50 CF	S-6	//	//	//	//	//	//	//	//	—	0.29
S 50 CF	S-7	//	//	//	//	//	//	//	//	—	0.24
S 50 CF	S-8	//	//	//	//	//	//	//	//	—	0.20
S 50 CF	S-9	//	//	//	//	//	//	//	//	—	0.15

に、本来の性質にほとんど悪影響をおよぼさないことから、最近とくに関心を高めつつある。

本報は、S 45 C、SCM22 における無 Pb と含 Pb の諸性能の比較および顕微鏡的鉛分布の検出法について述べさらに S 50 C における Pb 量を異にする材料について各種性能を調査した結果を報告する。

II. 試料

本実験に使用した試料の化学成分を Table 1 に示した。S-1 と S-2 および S-3 と S-4 は無 Pb 鋼と含 Pb 鋼について諸性能を比較するためのものであり、S-5、S-6、S-7、S-8 および S-9 は Pb 量を異にする材料の諸性能について調査するための試料である。

III. 実験結果

1) S 45 C と SCM 22 における無 Pb、鋼と含 Pb 鋼についての諸性能の比較

i) 耐疲労性

小野式くり返し回転曲げ疲労試験機により S 45 C と S 45 C F および SCM22 と SCM22F (液態浸炭窒化を施したもの) の耐疲労性について検討した結果、次のことが確認された。

a) S 45 C と S 45 C F の比較. 切欠けのない場合は、両鋼種共疲労限は 26.5 kg/mm^2 で差は認められないが、時間強度は Pb 鋼の方が大きな値を示した。また、切欠けのある場合は時間強度、疲労限 (15.5 kg/mm^2) とともに特別の差異はなかつた。

b) SCM22 と SCM22F の比較. 切欠けのない場合切欠けのある場合とも時間強度と疲労限に両者間の差異はなかつた。(疲労限は両者とも切欠けのない場合が 67 kg/mm^2 、切欠けのある場合が 45 kg/mm^2 である。)

ii) 耐摩耗性

西原式摩耗試験機を用いて S 45 C と S 45 C F および SCM22 と SCM22F (液態浸炭窒化したもの) について耐摩耗性の比較を行なつた。両者とも、含 Pb 鋼が無 Pb 鋼に比して耐摩性はややよく現われているが、実質的に差があるか否かは今後の試験結果をまちたい。

その他、両鋼種について高温における機械的性質、低温における衝撃値、焼戻性能曲線、焼入性、浸炭性 (SCM22, SCM 22 F)、熱処理歪試験などについての試験結果は講演の際に譲る。

2) 顕微鏡による鉛分布の検出法について

i) 物理的方法

電子顕微鏡の電子線を細く絞り試料上で直径 3μ 位の面積に照射する。この電子線照射部分に発生した一次 X 線(その中の示性 X 線を利用する)を分光器にかけて波長分析を行い(定性分析)、その強度を測定して元素の定量を行う方法であるが、Fig. 1 はこの方法で SCM22F 試料における鉛のミクロ的分布状態を測定したものである。図中矢印の peak が鉛原子が存在する部分の X 線の強度を示すものである。

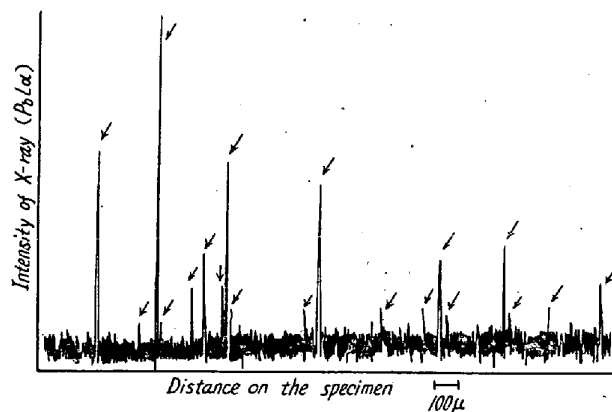


Fig. 1. X-ray micro-analysis of SCM22F steel.

ii) 化学的方法

化学的方法としては(i)クロム酸鉛の黄色沈殿による方法、(ii) 沃化鉛の黄色沈殿による方法、(iii) Dithizon 法などがあるが、(iii)の方法を用いて偏光顕微鏡で観察することが最も確実な方法であることを確認した。

3) 鉛量を異にする S 50 C の諸性能について

Table 1 に示すごとく、S 50 C 材に鉛 0.15% から 0.30% まで鉛量の異なる 5 種の材料を作り、これについて諸性能を調べた。

i) 焼戻性能曲線

860°C×20mn O. Q. 後, 焼戻温度 300°C から 700°C の間において, 50°C~100°C 間隔の温度で O.T. 後機械的性質を調べた結果は Fig. 2 に示す通りである. 硬度, 抗張力, 降伏点, 絞りおよび伸びにおいては Pb 量の差異の影響はほとんど認め難く, 550°C 以上の衝撃値についてのみ鉛量 0.29% と 0.30% の鉛量大なるものが他の試料 (鉛量少いもの) よりわずかに低い程度である.

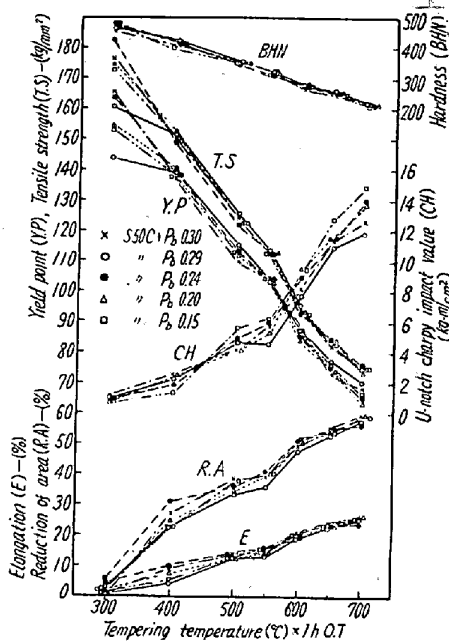


Fig. 2. Effect of Pb% on mechanical properties.

ii) 鉛分布の顕微鏡的測定

顕微鏡試料をよく研磨した後, no etching の状態で 1000 倍の顕微鏡を用い, 一試料につき全長約 70mm の線にかかる鉛粒径および長さ頻度分布を測定した. (測定者は沃化鉛の沈澱を偏光で確認することにより no etch でも Pb の判定が可能) まず, 鉛粒, 通常非金属介在物および鉛を包含した非金属介在物の径と長さを測定した後, 各 size の鉛について体積率を求め, これより鉛の重量比を算出した. これと化学分析による重量比と比較してみるとほとんど一致した値を示しており, この測定法の精度については

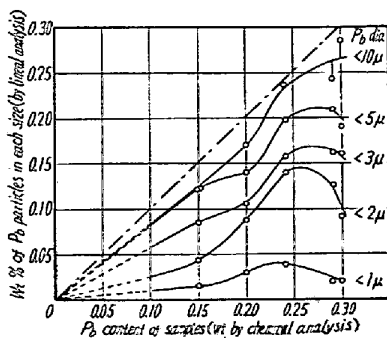


Fig. 3. Relation between wt% of Pb particles in each size and Pb content of samples.

信頼のおけるものであると考えられる. 結果は Fig. 3 に示したが, 径<10μの線 (測定した鉛粒が全部含まれている) は化学分析による鉛%と, 検鏡測定より求めた鉛%とよく一致していることを示す. なお, 鉛径 5 μ 以下, 3 μ 以下, 2 μ 以下, 1 μ 以下についても, 各試料の鉛%と, 検鏡測定による鉛%を対応させてプロットしたが, これによつて鉛の大粒と小粒の重量比の Pb % による変化の状態を知ることができる.

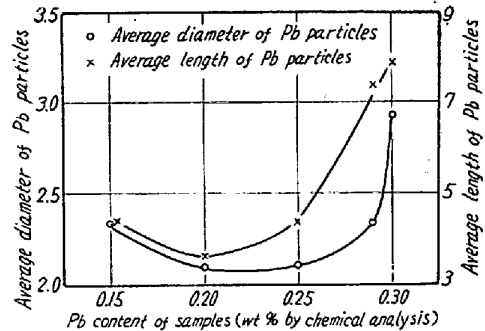


Fig. 4. Relation between average diameter (length) of Pb particles and Pb content of samples.

また化学分析による鉛%と鉛平均径および平均長さとの関係を Fig. 4 に示した. すなわち, 鉛 0.15% から 0.25% までは, 鉛の径, 長さとも小さく大体一定しているが, これ以上になると, 径, 長さとも平均値は増大し, 鉛の分布が悪くなることが認められる.

iii) その他, 抗張力と疲労特性との関係, 摩耗特性, 高温における機械的性質, および低温における衝撃値などの結果については講演の際に譲る.

IV. 結 言

以上 S 45 C, SCM22 における無 Pb 鋼と含 Pb 鋼の諸性能の比較, 顕微鏡的鉛分布の検出法および鉛%を異にする S 50 C について諸性能を比較した. 後者については化学分析による鉛%と検鏡測定により求めた鉛%の関係を明らかにし, 鉛粒の大小の重量比の Pb % による変化の状況を算出した. また鉛量と鉛平均径および長さとの関係についても検討した.