

干差があるようであるが切削主分力の差を説明できるほど大きくはない。

2. 摩擦について

前出 Fig. 2 にみるように鉛快削鋼と無鉛鋼の摩擦係数は非常にちがっている。切削中の工具、切屑間の摩擦に関し、Shaw²⁾ は凝着説を用い次のように説明している。工具、切屑の接触面積中その $k\%$ が凝着し、その部分の破壊剪断応力は τ_b 、切屑の硬さは H とすると

$$\mu = k \cdot \tau_b / H \dots\dots\dots (5)$$

となる。鉛快削鋼、無鉛鋼の摩擦係数の比 μ_n / μ_f (添字 n , f はそれぞれ無鉛鋼, 鉛快削鋼を示す) を求めると、次のようになる。

$$\mu_n / \mu_f = (k_n / k_f) (\tau_{bn} / \tau_{bf}) (H_f / H_n) \dots\dots\dots (6)$$

竹山³⁾ は工具、切屑間の接触面積の計算式を提案している。それより次式を得る。

$$k_n / k_f = (H_f / H_n) \{ (\cos \phi_n \cos \alpha + \sin \alpha - 1) / (\cos \phi_f \cos \alpha + \sin \alpha - 1) \} \dots\dots\dots (7)$$

H_f / H_n を求めるため切屑の硬さをマイクロピッカース 200g で測定し Fig. 4 に示す。この値を上式に入れ k_n / k_f を求め、さらに計算値をたしかめるため工具掘面の摩擦係数を小坂式粗さ計で測定した。両者を Table 2 に示すがほぼ傾向は似ているので(7)式で求めた値、さらに求めた H_f / H_n を(6)式に入れ、かつ $\tau_{bn} = \tau_{bf}$ と仮定して μ_n / μ_f を求め、前出 Fig. 2 から同様に Marchant の μ_n / μ_f を出し、

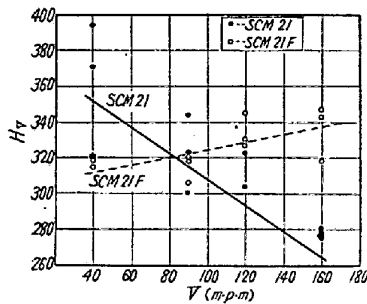


Fig. 4. Micro-Vickers hardness of cutting tips at various cutting speed.

Fig. 5 に示す。これによると両者は比較的良好に合っている。したがって鉛快削鋼の摩擦係数が小さいのは工具との凝着が弱いことによるものと考えられる。

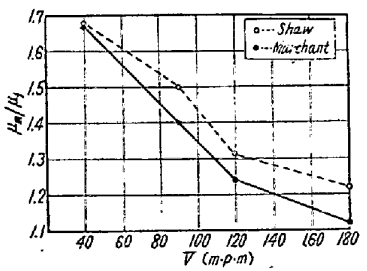


Fig. 5. Rate of friction coefficient at various cutting steel. μ_n : non-leded steel, μ_f : leded steel

V. 結 言

鉛快削鋼と無鉛鋼の切削主分力の差の原因をたしかめた結果、(1) 鉛快削鋼の切削主分力が無鉛鋼のそれに比

Table 2. Rate of true contact area of calculating value and experimental value (mesurement of non-leded steel/mesurement of leded free-cutting steel).

Combination of sample	Calculating value				Experi-mental value
	Cutting speed m. p. m.				
	40	90	120	160	
SCM 21 No. 11× SCM 21 F No. 21	1.46	1.08	0.83	0.71	1.47
SCM 21 No. 12× SCM 21 F No. 22	2.12	1.38	1.17	1.05	1.74

し低いのは切削に対する材料の強さが小さいためではなく、工具、切屑間の摩擦が小さいためである。(2) 鉛快削鋼の摩擦が小さい原因は摩擦における凝着説で説明できる。しかし鉛快削鋼の凝着性の本質が切削機構的なものか、材質的なものかは今の所はつきりしない。

文 献

- 1) Marchant: J. of App. Phys. Vol. 16, No.6 (1945) p. 318
- 2) Shaw: J. of App. Phys. Vol. 21 (1950) p. 1013
- 3) 竹山: 機械の研究, Vol. 7, No.12(1955) p. 1151

(85) 快削特殊鋼における妥当な含鉛量についての検討

(鉛快削鋼の研究—Ⅱ)

大阪特殊製鋼

工〇荒木 透・工 小柳 明・工 大橋久道
Consideration on the Effective Lead Contents in Leded Special Steels.

(Study on leded free cutting steels—Ⅱ)

Toru Araki, Akira Koyanagi, Hisamichi Ohashi.

I. 緒 言

前報¹⁾²⁾他)までに、高抗張力の熱処理を施して高応力下に用いられる自動車用伝導機構などいわゆるヘビィジョーティの特殊鋼に少量の鉛を均一に分散せしめる理論ならびに、得られる鋼材についての諸特性について論じた。

この場合、鉛含量(重量パーセント)をいかなる範囲に選ぶべきかの問題は、製造技術とその製品の合目的性によつて判断されるがこれは実用管理面における重要なポイントであると思われる。

以下微粒鉛を分散含有する特殊鋼の妥当な含鉛量についての考え方ならびに管理範囲の上限下限の数値について検討したところを述べる。

II. 含鉛量の上限について

1) 含鉛量と材力

上述の特殊鋼の用途においては疲労、摩耗などの特性をも含めて材力が、含鉛しない同種鋼と比べて統計的なばらつきの範囲以上に劣下する傾向が見られないことを一つの条件とする。何故ならば、この種の高品位鋼そのものの使用目的を考えると、材力を犠牲にすることは、さらに高級な材質、または高価な処理、設計などを必要とするため経済的ではないからである。

故にこの鋼材を用いる機構部品の設計上含鉛によつて材力に統計的な影響をおよぼさぬことが確認できる範囲に含有量を選ばねばならない。

普通鋼の用途（含硫黄鋼をも含めて）に対しては、使用応力のレベルも低く、含鉛量は 0.35% またはいく分これを上廻る含量でも目的の材力をあまり害わない³⁾とされている。

また含 Ni 特殊鋼などにおいては、80 kg/mm² 以下の抗張力レベルで使用する場合、0.2% 前後の含鉛量は疲労耐久限に影響がないが、100 kg/mm² 以上とくに高抗張力に熱処理した場合や、肌焼入の場合は疲労耐久限が 10~20% の低下を招くことが外国の実験結果として報告されている⁴⁾し、また圧延材の横方向の材力試験値が低下する度合もいちじるしい。しかしこれらの結果は鉛の含有量 (%) と材力との間の直接の関係を示しておらず、主として 0.15% より 0.28% 程度の鉛含有量範囲の鋼について得た一般的结果である。

一方筆者らが得た前報の結果は、鉛含量 0.1% より 0.2% の範囲の鉛含量で微粒均一に分散させた品質の特殊鋼を対象として得たものであるが、125 kg/mm² 程度の抗張力において含鉛による疲労耐久限の低下を認めていないし、肌焼入を施した硬化試片においても鉛による有意差を認めていない。また圧延機の縦横方向の材力の差にも、含鉛による影響を認めなかつた。

2) 含鉛量および製造条件と鉛分散度

上記の外国の例とわれわれの結果との差の原因としては、分析値管理の中心値が若干異なることのほかに、製造方法や条件上の差からくる鉛の分散度(微粒分布の度合)の差が考えられる。

Inland 社指導による製造条件によれば前報¹⁾のごとく比較的低温を用いる添加法によるため、0.2% 前後において粗粒分布が多くなり鉛による介在物（とくに圧延後延伸する A 型のもの²⁾）の存在が無視できない。外国の材力試験、疲労試験値などが高抗張力において含鉛鋼の劣性を示していることは、含鉛量の絶対値に比例的な

影響のほかに製造条件からくる鉛介在物の不良分布による影響が大きく支配しているものと思われる。

われわれの採っている製法条件¹⁾によれば鉛 0.2% 前後が均一な高分散を得やすい安全範囲である。

圧延鋼材において鉛系介在物を含めて延伸型介在物の分布量は、一般的に含鉛量の増加とともに増す傾向がある。

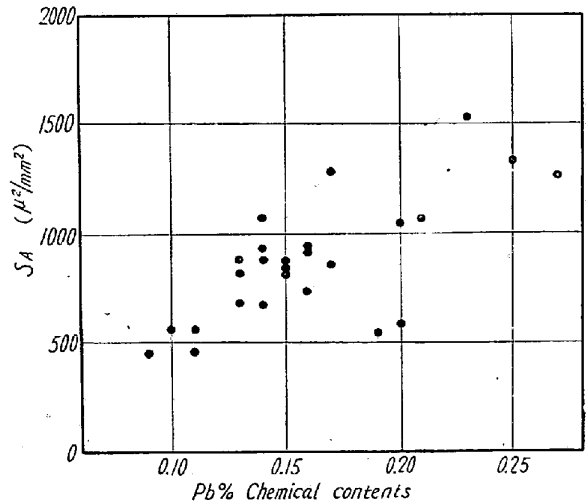


Fig. 1. Distributed area of elongated (A type) inclusions in relation to Pb contents.

Fig. 1 は当社電気炉において低合金鋼をほぼ同一の作業標準によつて熔製したシリーズについて、成品の延伸型介在物を検鏡、管理したデータによつて鉛分析値との相関を見たものである。(SA の単位は検鏡下の介在物面積分布 μ²/mm² を表わす。)

Fig. 2 は同一のシリーズについて、分布の介在物によつて、鋼材内部に発生していると考えられる応力集中の度合を、理論式並びに実験式によつて計算集計し、材力劣下の度合を評価する試みを行なつたもので、NA なる値は検鏡 1 mm² 中に見られる個々の介在物の切欠効果を表わす係数を集計した値である。

SA, NA とともに Pb% と相関を示し、N=26 にて相関係数はそれぞれ 0.71, 0.64 と計算され 0.1% 以下の危険率にて有意と判定される。

上記の製造条件が異なる時は、鉛付着の多い A 型介在物や延伸型鉛粒 (B. P.)²⁾ が急増し、NA 値は 0.15% 程度においても 1500 以上にもなり材力低下の傾向を生む。

これらの事実より考察して、特殊鋼の材力を犠牲にしないためには、微粒鉛分布を得る製法条件によるとともに 0.2% 前後の成るべく低い値が安全であるといえる。

さらに切欠を有する試片による疲労試験によれば高抗張力における含鉛による耐久限度の低下は認められな

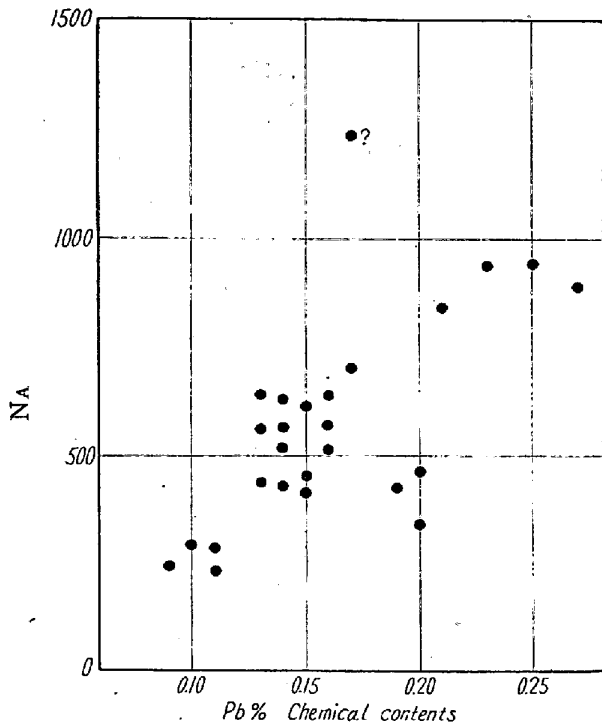


Fig. 2. Notch factor distribution (NA) in relation to Pb contents.

い¹⁾ことも知られており応力集中を考慮した設計の場合はさらに若干の含鉛量の増加、わずかな分布の不良は許容し得ると考えられる。

III. 含鉛量の下限について

含鉛量の下限は切削性の要求より定まる。すなわち材料使用上の経済性から考えて、含鉛鋼にはある程度の切削性向上を期待するわけであるからこの線を満し得る含鉛量が必要である。

前報²⁾のごとく鉛の含有は切削性を向上させるが、0~0.1%の範囲の立ち上りは急であり、0.15%以上の勾配は漸次低減する。しかしてわれわれの製造条件では鉛分散の度合と切削性との間には相関は見出されなかつた。

鉛粒は主として切削時の工具擦摩面を潤し、焼付防止と潤滑作用をもって切削抵抗を下げ構成刃先を防ぐ働きをする。この作用は切削性向上の主因であるが、含鉛による切削性通増曲線の勾配が含鉛量増加とともに低減し下凹み曲線となることは次のごとく説明される。

すなわち潤滑被覆が含鉛 0.1%にてす

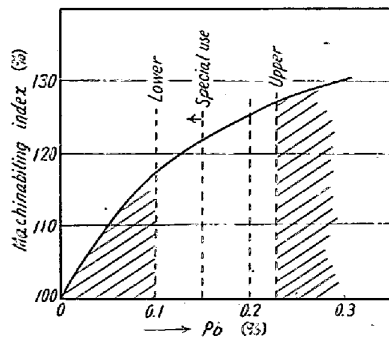


Fig. 3

でに界面に単原子層以上を構成し得ることからこの程度の量がきわめて有効に働き得るものと解釈され、さらに含鉛量を増すことは潤滑減摩層の確率を増すが含量と比例的に増加することは期待しがたい。

切削性向上の効果は Pb 0.10% 以上に分析値を管理した鋼について実験した結果についてさきに度々報告したが³⁾、一応経済性をも満足していると見られる²⁾。ゆえにここに主題とした含鉛特殊鋼においては製造上のバラツキをも考慮し 0.1% 付近を下限として適当と考える。

IV. 結 言

以上の考察の結論として 0.1% ないし 0.2% 前後の含鉛量を本主題の特殊鋼に対する含鉛量の妥当な範囲として確認することができるが、用途からの要求と製造技術の向上によつて最適範囲をさらに狭めて考えることができる。

1) Pb 0.10~0.15% の範囲はとくに高信頼度を要求される高応力または高耐久限の用途に振当てることができる。

2) Pb 0.15~0.22% の範囲は一般的に高抗張力に用い得るが、部品設計上切欠きを有する場合は幾分の上限の拡大は許容し得る場合もある。

文 献

- 1) 荒木, 他: 鉄と鋼, 45 (1959) 3 p. 240
- 2) 荒木, 他: 同上, 44 (1958) 9 p. 1097, p. 1100
- 3) ハーダー: 日本特許公報, 26~5007, p. 3, 4
- 4) W. Bardgett: 特殊鋼, Vol. 6 (1957) 7 p. 61
J. Woolman: J. Iron & Steel Inst., Vol. 165 (1950) July, p. 257
- 5) 荒木, 他: 鉄と鋼, 45 (1959) 3, p. 354;
" 43 (1957) 3, p. 402

(86) Si, Mn および Al による脱酸生成物について

(非金属介在物の研究—VI)

大阪府立大学, 工学部

工博 河合正雄・工〇木村 弘

工 野田 武

On the Deoxidation Product due to Si, Mn and Al.

(The study of non-metallic inclusions—VI)

Masao Kawai, Hiroshi Kimura, Takeshi Noda.

I. 緒 言

前報¹⁾において地疵の主原因は非金属介在物であると