

(84) 鉛快削鋼の切削機構について

(その 1)

(鉛快削鋼の研究—Ⅳ)

大同製鋼, 研究所

本多 義彦・○伊藤 哲朗

Cutting Mechanism of Lead Free-Cutting Steels (Part 1).

(Study on leaded free-cutting steels—Ⅳ)

Yoshihiko Honda, Tetsuro Ito.

I. 緒 言

鉛快削鋼の機械的性質は同鋼種の無鉛鋼とほとんど変わらないにもかかわらずその切削主分力の大きさは無鉛鋼の 50~90% である。この原因は、(1) 切削面積程度の小断面の場合は鉛快削鋼の機械的性質が無鉛鋼よりもひくくなる。(2) または介在する鉛によつて工具、切屑間の摩擦が小さくなる。(3) あるいは鉛快削鋼の切屑は加工硬化や切削温度の影響で無鉛鋼よりも小さくなりやすい、以上の 3 点が考えられるので、この点をたしかめるため実験を行なつた。

II. 実験器具

使用した試験機は 8 ft 普通旋盤で、工具は井ゲタロイ ST1, 右勝手標準一般型 4 号, 6°—78°—6°—75°—6°—0°8 を用いた。切削主分力の測定には、工具刃さきに加わる切削力を槓桿を介して他端の弾性リングに伝え、これをストレインメーターで直読するものを用いた。

III. 実験方法と測定結果

1. 切削主分力の測定

供試材は鉛快削鋼 (SCM 21 F) (Pb 0.19%, 素材カタサ Hb 162) と無鉛鋼 (SCM 21) (素材カタサ Hb 155) 直径約 65 mm, 長さ 500 mm の棒鋼, おのおの 2 本を用いた。供試材はあらかじめその黒皮を約 1 mm 削り取り, その一端から 60 mm ごとに溝を切込んでおいた。切削は供試材の一端から切込溝の間隔ごとに送り, 0.35 mm/rev.

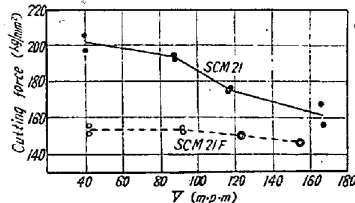


Fig. 1. Main cutting force of leaded free-cutting steel and non-leaded steel at various cutting speeds.

切込 2 mm で切削速度を 40, 90, 120, 160 m/mn に変えて行い, この間切削主分力の測定と切屑の採取を行なつた。比切削主分力を Fig. 1 に示す。

2. 剪断角の測定

切屑の切削前の厚さを切削後の厚さで除した値 r_c (切削比) を切削試験中採取した切屑について求め, さらに次式により剪断角 ϕ を算出した。

$$\phi = \tan^{-1} \{ r_c \cos \alpha / (1 - r_c \sin \alpha) \} \dots \dots \dots (1)$$

ただし α は掬角 = 6°。この結果を Table 1 に示す。

Table 1. Shearing angle of leaded and non-leaded steels at various cutting speeds.

Sample		Cutting speed m. p. m.			
Steel	No.	40	90	120	160
SCM 21 F (Pb)	21	24.9°	25.6°	25.7°	26.3°
	22	24.4	24.4	25.7	27.0
SCM 21 (Non Pb)	11	18.0	21.0	22.8	24.8
	12	16.6	20.8	22.4	24.3

3. 摩擦係数の測定

摩擦角 β は M. E. Marchant¹⁾ によれば次式により求められる。

$$\beta = 77^\circ + \alpha - 2\phi$$

$$\dots \dots \dots (2)$$

また摩擦係数 μ は

$$\mu = \tan \beta \dots (3)$$

である。前項で求めた ϕ および α の値を入れて μ を求め Fig. 2 に示す。

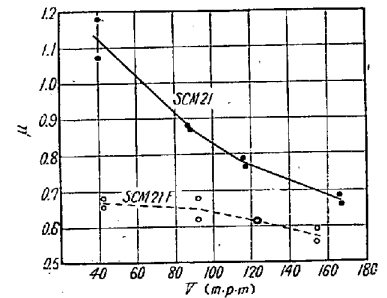


Fig. 2. Friction coefficient of leaded and non-leaded steels at various cutting speeds.

IV. 実験結果の検討

1. 降伏剪断応力について

前述のように鉛快削鋼の切削主分力が小さいのは切削面における材料強度が小さいからではないかと考えられる。したがつて剪断面における降伏剪断応力を比較してみた。降伏剪断応力 τ_s は

$$\tau_s = (F_c / f \cdot t) \{ \cos(\phi + \beta - \alpha) \sin \phi / \cos(\beta - \alpha) \} \dots \dots \dots (4)$$

により算出できる。ただし $F_c / f \cdot t$ は Fig. 1 に示す比切削主分力である。さきに求めた ϕ , β を入れて τ_s を求め Fig. 3 に示す。図によれば鉛快削鋼と無鉛鋼で若

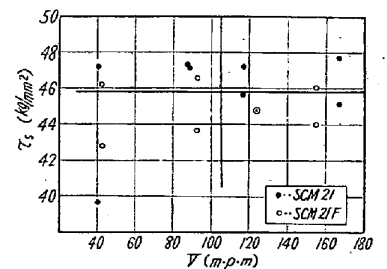


Fig. 3. Yielding shearing stress of leaded and non-leaded steels at various cutting speeds.

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、

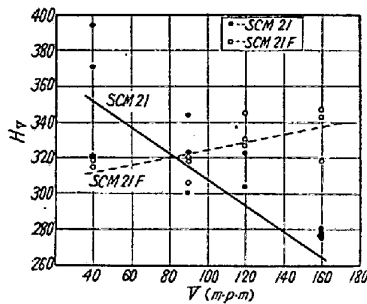


Fig. 4. Micro-Vickers hardness of cutting tips at various cutting speed.

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。

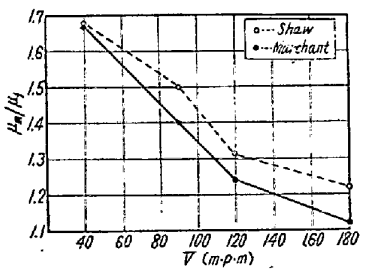


Fig. 5. Rate of friction coefficient at various cutting steel
 μ_n : non-leded steel
 μ_f : leded steel

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。