

つた含鉛特殊鋼材を、ミクロ的介在物の挙動について検鏡比較するとつぎのごときことが結論された。(表省略)

1) 同一の熔鋼より鉛添加の前後に採取した鋼塊より圧延成型したものを比較した場合、含鉛鋼は若干のA型介在物の増加を来す。(BP, 共存型を含み合計のA型についての値)

この程度は、

- イ) 脱酸脱硫などの製鋼条件によつて支配される。
 - ロ) 含鉛量が 0.10→0.15→0.22→0.25% と増加につれて介在物の増す傾向がいちぢくなる。
 - ハ) 添加条件および造塊条件の影響は顕著である。
- 2) 加熱検鏡法によつて共存型を解析し、鉛分析含量とミクロ的鉛系介在物との関連を見出し得る。
- 3) シヴィアーな材力的要求(たとえば高硬度の疲労値や横方向の材力比)に影響があると考えられるA型介在物の統計的分布は製造会社によつてかなりの差があり、品質上の問題点がある。また BP および A-I₃, A-A₃ および A 型の総合値はその材力に明かに影響する実験事実も得つゝある。(第Ⅷ報)
- 4) 望ましい分布はつぎのごとく考える。

- イ) 鉛の分布の中心はFP (特に 2μ以下) にあること。
- ロ) 共存型A型介在物および普通A型介在物の合計は無鉛鋼の介在物に比していちぢるしく越えぬこと(面積分布および個数分布比において一割を増す程度)
- ハ) 鋼材の表皮および内部、中心部での分布偏在のいちぢるしくないこと。

特に BP-混濁および Pb-mark に注意を要する。

VI. 結 言

含鉛特殊鋼において研究対象とする鉛介在物の鑑識の手段およびその形状、性状ならびに分布の様相について研究し現象観察から挙動のメカニズムに考察を加えた。これによつて将来の、含鉛の品位評価に関する研究の指

針を得られた。

文 献

- 1) J. I. and S. I. Vol. CLI (1945) No. 1, p. 278 他
- 2) 鉄と鋼 34 (1948) 9, p. 20

(88) 自動車用材としての鉛快削系の性能と実用性に関する研究

(鉛快削鋼の研究—Ⅷ)

Study on Performance and Utility of Leaded Free-Cutting Steels for Automotive Parts

(Study on leaded free-cutting steels—Ⅷ)

M. Osawa, et alii.

本田技研工業浜松製作所工〇 大 沢 恂
工 西 嶮 祐
大阪特殊製鋼 工 荒 木 透

I. 緒 言

主として小型自動車のエンジン廻り部品として含鉛特殊鋼を採用するに当り種々性能および実用性に関する検討を行つた結果を報告する。

II. 供 試 材

前報の報告通り 500kg 高周波電気炉にて熔解脱酸処理後鉛添加の前後に 190kg 型鋼塊を各チャージそれぞれ 2 本を熔製し分塊圧延の後諸試験の供試材とした。Table 1 に化学分析値をしめす。なお表中 (9F)(10F)(11F) は Pb が通常の投入量であるが (12F) は試験用として故意に投入量を多くしたものである。

III. 疲労試験についての考察

(9) および (9F) の φ16mm 材 (圧延比~40) について滲炭および無滲炭熱処理を施した Plain および Notched のテストピースの小野式回転曲げ疲労試験結果を Table 2 に表示する。表中 σ_B, σ_T, σ_W, γ, α_K, β_K, η_K はそれぞれ拵張力, 分離応力, 疲労限, 疲労比,

Table 1. Chemical composition of specimens tested.

Symbol	Type	Chemical composition									
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Pb
(9)	SCM 22	0.19	0.23	0.80	0.021	0.019	0.09	1.06	0.22	0.15	—
(9F)	SCM22+Pb	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0.11
(10)	SCr 4	0.39	0.35	0.68	0.018	0.018	0.11	1.03	〃	0.17	—
(10F)	SCr 4 + Pb	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0.14
(11)	SCr 4	0.43	0.22	0.61	0.024	0.019	0.11	1.01	〃	0.20	—
(11F)	SCr 4 + Pb	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0.20
(12)	SCr 4	0.42	0.24	0.71	0.024	0.019	0.10	1.01	〃	0.19	—
(12F)	SCr 4 + Pb	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0.31

Table 2. Result of fatigue test.

Heat treatment	Specimen	σ_B kg/mm ²	σ_T kg/mm ²	Hv (30 kg)	σ_w kg/mm ²	γ	α_K	β_K	γ_K
900°C × 50 mn 850°C × 10 mn O.C. 180°C × 40 mn martemper	P (9) (9 F)	97 97		(9) 217~257	39.5 40.4	0.41 0.42	1.00		
	N (9) (9 F)		151 150	(9 F) 228~257	20.5 20.9		1.96	1.93 1.93	0.97 0.97
900°C × 50 mn L.C. 850°C × 10 mn O.C. 180°C × 40 mn martemper	P (9) (9 F)	116 117		(9) 515~567	66.5 66.0	0.57 0.56	1.00		
	N (9) (9 F)		131 132	(9 F) 527~583	35.8 36.5		1.96	1.83 1.81	0.86 0.84

P: Plain

N: Notched

形状係数, 切欠係数, 切欠感度である。

なおこの場合滲炭層の深さは略何れも 0.5mm であつた。Table 2 をみてわかるごとく滲炭, 無滲炭を通じて硬度差が若干疲労限に影響しているように考えられるが含鉛, 無鉛による本質的な差が認められないようである。また切欠感受性, 疲労比などについても含鉛による有意差が認められない。

なお同材ノッチ入りテストピースについての昇温定荷重疲労試験 (250°C~400°C) 結果については (図省略) 300°C 附近よりやや含鉛鋼が値を減じその差は 350°C 附近で最大となるようである。なお同材については滲炭熱処理試片の衝撃疲労試験を行い目下進行中である。

さらに (10) (10F) (12) (12F) の $\phi 19$ (圧延比~100) 素材より削り出したノッチ入りテストピース ($\alpha_K = 1.96$) についての定荷重 (50 kg) 疲労試験を行つた。この場合の熱処理条件は 850°C 油冷, 200°C, 400°C, 500°C, 600°C 各 1 時間保持焼戻である。破断にいたるまでの荷重繰返数により実験値を検討すれば 200°C の焼戻しにおいては Pb 投入量の多い (12F) は疲労値として若干低位にあるようであるが 600°C の焼戻しにおいては無鉛鋼を含めて差が認められない, 中間の 400°C, 500°C 焼戻しについてはバラッキ量より考えて含鉛による有意差の影響が確認できなかつた。なお疲労値についてはミクロ的な鉛分布調査と相俟つてさらに検討をつづけて行くつもりである。なお Table 1 掲示素材の種々の材力試験も現在つづけて実験中である。

IV. 鉛快削鋼ギヤーの実用試験に関する一例

SCM22 と SCM22+Pb の素材よりミッションギヤー ($\alpha = 20^\circ, M = 2, Z = 19$) を製作その際の機械加工性, 各種熱処理における歯の静的曲げ試験およびギヤーの耐久試験を検討した。機械加工性の検討に当つては統計的に加工工数の吟味および切削現象の観察を行つた。以上

結果として含鉛鋼は無鉛鋼に比しほぼ 20% 工数削減を行ひました Pb% の多い素材の方がさらに切削性のよいことが立証された。

なお 900°C × 50 分液滲後 180°C の油中焼入 (保持 45 分) と同液滲後 850°C 10 分保持 180°C の油中焼入 (保持 45 分) の 2 種の熱処理条件におけるギヤーの歯の静的曲げ試験を 5mm 径のローラーを用いて 30 t のアムスラー試験機にて行つた。一方前記それぞれの熱処理後のギヤーについて 20,000~23,000 km の走行後のマタギ歯厚の測定を行つた。

以上の結果を Fig. 1 に図示する。図中 1 および 2 はそれぞれ前者および後者の熱処理条件をしめす。Fig. 1 にしめすごとく静的曲げ試験結果は熱処理および含鉛の有無に不拘ほとんど変化なくさらに歯の摩耗量に関しても同様の結果でありこの点については高 Pb の快削鋼にても十分な信頼性のあることが確認された。

V. 鉛快削鋼使用に対する経済性の検討

鉛快削鋼使用部品の経済性を検討するため簡単な数式

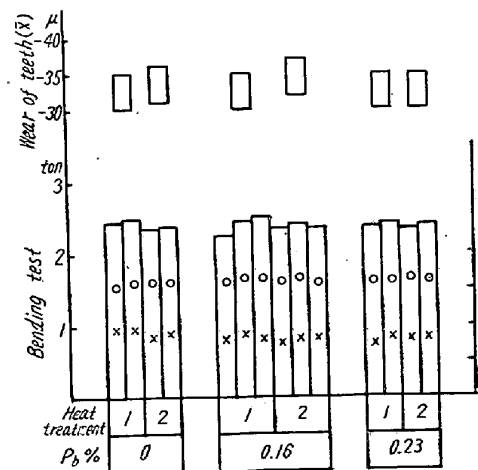


Fig. 1. Results of static bending test and field test.

を算出して実際の統計的加工实例に基き吟味を加えた。今一個の部品についての鋼使用量を g (kg) 無鉛, 含鉛鋼の単価をそれぞれ m, m' (円/kg), 総加工工数をそれぞれ t, t' (人分), 特別工具費をそれぞれ l, l' (円) また, 工数単価を W (円/人分), 切削費以外の諸費合計 (熱処理, 鍛造費など) を k とすると,

$$\text{非快削鋼の部品単価 } c = mg + k + Wt + l \dots\dots (1)$$

$$\text{鉛快削鋼の部品単価 } c' = m'g + k + Wt' + l' \dots\dots (2)$$

今含鉛による材料費高の割合を P とし $k/mg = K$

$$m'g + k/mg + k = 1 + \pi, Wt/c = \omega, l/c = \lambda$$

とおき

$$\alpha = t'/t = (\text{工数短縮比}) \dots\dots\dots (3)$$

$$\beta = l'/l = (\text{工具費節減比}) \dots\dots\dots (4)$$

$$\mu = (Wt + l)/c = (\text{切削加工費比率}) \dots\dots\dots (5)$$

とすれば以上の各項より

$$\begin{aligned} \text{利得比 } \sigma &= (c - c')/c = -P(1 - \mu) \\ &\quad - \omega(1 - \alpha) + \lambda(1 - \beta) \dots\dots\dots (6) \end{aligned}$$

(6) 式にて $\alpha = \beta$ の条件の時 $\alpha = \beta$ とおけば $\mu = \omega + \lambda$ の関係により

$$\sigma = \mu(1 - \alpha) - (1 - \mu)\pi \dots\dots\dots (7)$$

今快削鋼使用による限界利得比を 2% とすれば

$$\sigma = \mu(1 - \alpha) - (1 - \mu)\pi \geq 0.02 \dots\dots\dots (8)$$

$\pi = P/1 + K = (\text{含鉛プレミアム})$ とすれば数種の部品についての統計的な近似値として, 鍛造部品および削り出し部品ではそれぞれ π の値が 0.05 および 0.1 となる。したがってこの値を (8) に代入すると

(a) 鍛造品の場合限界利得費 2% 以上の条件は

$$\mu \geq 0.07/1.05 - \alpha$$

(b) 削り出し部品の利得費 2% 以上の条件は

$$\mu \geq 0.12/1.1 - \alpha$$

が求められる。

鉛快削鋼部品使用により数カ月の統計に基ぞく工数削減率 α の調査一例を示すと M 側クランクシャフト (S50C+Pb) D 側クランクシャフト (S50C+Pb) ミッションシャフト (SCM22+Pb) ピストンロッド (SCM21+Pb) でそれぞれ 84.6% 86.8%, 80.7% および 66.8% である。

したがって約 2 割近くの工数削減が認められた。しかし鉛快削鋼使用により原価計算上かなりの有利性が認められた。

VI. 結 言

(1) SCM 22 と含鉛 SCM22 の疲労試験結果では滲炭無滲炭材を問わずノッチ感受性, 疲労限などに含鉛による有意差が認められない。また SCr4 と鉛量の異

なる含鉛 SCr4 の定荷重疲労試験では高抗張力にて含鉛量の多いものは若干疲労値が低位にあるようであるが焼戻し温度を上げるにしたがって含鉛の影響が認められないようである。

(2) 鉛快削鋼ギヤの機械加工性を調査した結果実際の作業面について加工工数が約 20% 削減され含鉛量が多いものほどよい結果が出た。また歯の強度試験については無鉛鋼とほとんど差なく走行試験後の歯の摩耗量は無鉛鋼と大差がない。

(3) 含鉛鋼使用に当つての経済性を検討する資料として簡単な数式を導いた。

実際鉛快削鋼使用後切削費と能率向上によるコストダウンは含鉛プレミアムを十分カバーし, かなりの有利性が認められた。

なお実際自動二輪車一台につき数十ほどの鉛快削鋼部品を使用しているが非常に良好な成績を収めている。

(89) 軸受鋼中の A 系非金属介在物の電子顕微鏡的考察

Electron Microscopic Observation of A-Type Non-Metallic Inclusions in Ball-Bearing Steel

H. Suyama, et alii.

日本特殊鋼

出口喜勇爾・西村 富隆・〇須山 弘

I. 緒 言

鋼中に存在する A 系非金属介在物はその形状色彩などから sulphide と silicate に二分されるが時には両者の混在するもの, あるいは他の oxide と思われる微小粒子を含むものが観察され, 一般の場合にも MnO, FeO などの存在により相当複雑な様相を呈している。かかる非金属介在物の生成機構を解明しその防止対策を考究する上においてこれら非金属介在物の内部構造を研究することは有効な資料を与える。

ところで従来の研究方法はいづれも微細な個々の非金属介在物の判定法としては必ずしも決定的なものではなかつたため, かかる研究は行われていなかつた。本報告はかかる研究の第一歩として extraction replica 法により軸受鋼中 A 系介在物の電子顕微鏡的観察および電子回折による同定を試みその組成範囲について考察したものである。

II. 試 料

供試軸受鋼 (SUJ3) は高周波電気炉製でその化学成