

は Si-Mn 鋼, および Cr-Mn 鋼に比較して, 同一焼戻温度における硬さおよび引張強さはやや高く, 逆に伸び, 絞りはやや低い。

4. 回転曲げおよび平面曲げ試験における疲労強度は良好な成績を示した。

(87) 含鉛特殊鋼における鉛系介在物の挙動について

(鉛快削鋼の研究—Ⅶ)

Study on Behaviour of Pb-inclusions in Leaded Tough & Hard Steels

(Study of leaded free-cutting steels—Ⅶ)

T. Araki, et alii.

大阪特殊製鋼

工〇荒木 透・工 小柳 明・工 大橋久道

I. 緒 言

含鉛特殊鋼については, 前報までに種々の特性を明らかにしたが, これらの性質によつて来るところは鋼中に分散して存在する微粒の鉛粒子の分布によるものである。

常温にて分散する鉛粒子については種々従来の報告があるが¹⁾²⁾, 特殊鋼としての特質上, 材力などに不利な影響をおよぼさぬような微細かつ均整な分布については精しく研究が行われていないようであり, 不明な点が多く残されていた。以下のべるところは, これに着目して製造した含鉛特殊鋼について, その鉛系介在物の挙動を明らかにし, また外国他社の快削鋼との比較を行ったものである。

II. 巨大型介在物について

大型の鉛粒子は, 鋼塊の時の凝固時に重量偏析やその他の事故によつて, 主として底部の表皮に近く分布する事がある。前記文献などに報ぜられている 2t ないし 8t の鋼塊においては, 底部側 4~5% (鋼塊 B 端) にかようなマクロの偏析鉛を認めている。その大きさは 100 ミクロン程度以上数 mm に達するものもあり, 極端には沈澱鉛塊の存在を認めたことも報ぜられている。

これらの存在は初歩的には, B 端の切捨, マクロ試験によつて除かれるが, さらに高度の要求には通常の鋼材に行われるごとく, 段削りの抜取りテスト, マグナフラックス, ダイチェック, スーパーソニックなどで検査し微細なものも調査した材質保証をせねばならない。

われわれはこれらの鉛を含むマクロ的な地疵を Pb-mark と名付けて, 通常の砂疵試験値と同様に取扱つて

いる。

これらの中には鉛単独の線状疵と鉛および酸化物系硫化物系のサンドマークが接着または混在した形状のものを認める。造塊時の成因についてはそれぞれ異なつたものもあり, ブローホール系のものも含まれる。しかし鋼材の欠陥としてはその巾および長さ, 分布の量によつて有害の程度を判定し, 同類に取扱い得るものと認めている。

III. 鉛介在物の識別法について

マクロの介在物識別はソーダ液と H₂S またはクロム酸またはピクリン酸などによつて鉛であるか, ないかの区別がつく。問題はミクロの顕微鏡的鉛の粒子, 特に介在物と接着介在している鉛や (超) 微粒の鉛の存在形態および密度をみることの困難さにある。

従来の薬品によるエッチングや電解法は必ずしも十分なものでなく, またその粒子の大きさ判定に困難性が多い。筆者などは簡便なる方法によつて試片を鏡下昇温し, 「ほぼ 250°~280°C にて鉛の分布を判定し, さらに 340°C 以上にて確認を行う」方法を標準として採用している。

これによればたく磨時に脱落する鉛の分布面積比と, 0.5 ミクロン以下程度の超微粒子 (この量は 0.01~3% 前後と考えられる) 以外の鉛の分布の形態はかなり正確に把えることができるものである。

Table 1 はこの加熱標準をしめす。(検鏡倍率は約×50) さらに研磨, たく磨は exuding による鉛の稀薄化が表面数ミクロンに生起しないような注意が必要である。

さらに電子顕微鏡や薬品処理, ミクロ X 線透過などによつて分布の形態を確かめることもできる。

IV. 鋼塊における鉛系介在物

鋼塊において, 鉛は鉄溶液よりの析出粒鉛液 (particles) およびすでに乳濁化していた浮游鉛粒子が一部初結晶の中にもはさまこまれているが大部分は粒界に混在して存在する。

初結晶内の超微粒のものは凝固温度附近の析出の可能性がある。鉛粒の一部は非金属介在物と共存している。

綜括して, 鉛粒子の分散度は当社の 200 kg~250 kg 鋼塊においては Fig. 1 のごとき典型的のものである。(なお鉛の添加条件などは当社特許製法に準拠した。)

250 kg 型 S45C+Pb (0.11%) 鋼塊の例で分布の粒鉛の面積比 (これは統計的には体積比 Pb/Fe に等しい。) はつぎのごとくである。

鋼塊の表皮, 中間, 中心の順に Pb/Fe の面積比 μ^2/mm^2 を記すると, T (293, 313, 342), M (295, 305,

Table 1. Heating standard (Microscope)

Temperature	Time (mn)	Heater volt	Color Fe face	Particles Pb-only	Sonims (Pb wet sonims)
at room temp.	0	0	white	grey	not distinct
206°C (temper stick)	~ 8	80	yellowish	paling	not distinct
253°C	~13	100	brown (with structure)	particles, distinct	paling
280°C	~20	//	dark brown	bluish	boundary wet & distinct
316°C	~25 ↓ ~30	//	purple blue greenish	bluish & wet around (exuding)	Pb distinct & staining
340°C			greyish	oxide film and stain	sonims & staining

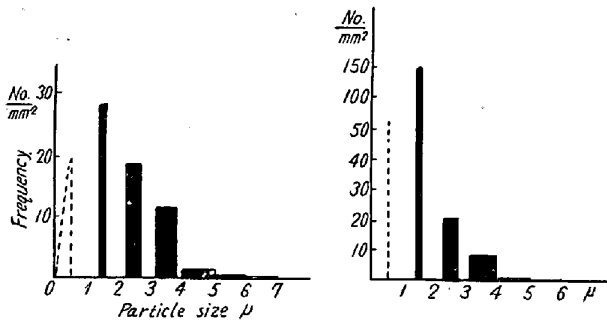


Fig. 1. Ingot, typical.

Fig. 2. As rolled.

298), B (280, 296, 290) を得た。これは分析値 T, 115, M, 110, B, 115% とほぼ対応するが、体積的には上記の sonims との共存型および超微粒子およびたく磨脱落(浅い孔)の三つの補正を行うことによつて同位の数値となる。

ミクロの鉛系介在物はつぎのごとく分類して観察することができる。

1. Pb-BP (大型純鉛粒, 6 ミクロン以上, 圧延によつてのびる.)

2. Pb-Mp (中型純鉛粒, 4~6 μ, 圧延によりオーバルとなる.)

3. Pb-FP (純鉛微粒子 3 μ のオーダー以下, 圧延でのびない.) また sonims との共存 (associated Pb) では総て A 型介在物で;

- 1'. A-I₁ (inlay type)
- A-I₂
- A-I₃ (30% 体積比以上)

Fe-Mn-O 系のものとの共存に多い。低酸性のシリケートや硫化物との共存, PbO 系なども含まれる。(象眼型)

- 2'. A-W₁ (wet type)
- A-W₂
- A-W₃ (30% Pb 比以上)

sonims を鉛が wet し被覆する型のもの, MnS, 他混在型 silicate にみられる。(被覆型)

- 3'. A-A₁ (adhesive mass)

A-A₂₋₃

共存の湿潤性の少いもの, 接着性少ない silicate 系など。(接着型)

上記の外 Pb と関係のない通常の A, B, C 型介在物も当然存在する。

鋼塊の特殊鋼としての品位は, これら介在物の総合的分布の統計によつて評価され, また材力や切削性もこれらの挙動によつて作用される。

註: 上記のごとく, 鉛粒は介在物の性質によつて接着性を異にし, またこの性質は温度とともに湿潤性を低下する。同時に鋼との間, 特に γ 粒界との界面の性質は重要である。また上述の 300°C 辺での exuding の現象は負の湿潤張力すなわち界面の反撥力による滲透により説明することができる。

V. 鍛圧成形鋼材の鉛系介在物

圧延鍛造などによつて上述の鉛系介在物はそれぞれ粘性変形をする周囲に順応して分布の形態が変わるものである。

FP および超微粒のものは, あまり結果的には変化していないようにみえることもあるが, 加工の過程には消長が行われる。共存型の鉛部分および BP の変形は圧延比 (F.R.) に応じて変化し, あるときは分断されまた相対位置や大きさを変えてくる。(Fig. 2 参照)

種々の鉛含量のものについて, 添加条件や鋼塊の異な

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