

いずれの型種のものも特に原料鉄配合種類と廃却原因との間には関係がみられなかった。

4. 成長性

モールド破損の原因はモールドの成長に大いに関連するものであることは既に知られているが、本実験で測定せる縦方向の成長は廃却後にいずれも 20~30mm を示し Fig. 1 に示す 2, 3 の例からして成長は使用回数約 40 回以内の初期が大で、それ以後は徐々に進行するものであることが明らかにされた。

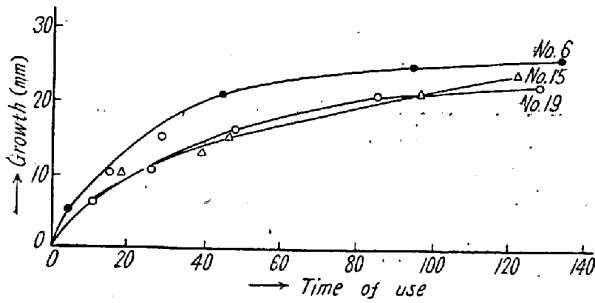


Fig. 1. Relation between growth of molds and times of use.

(100) 非金属介在物の研究 (I)

(砂疵の成因について)

The Study of the Non-Metallic Inclusion (I)

(The Origin of Sand Mark)

M. Kawai, et alius.

大阪府立大学工学部

○河合正雄・木村 弘

I. 緒 言

特殊鋼 (特に軸受鋼, 肌焼鋼) に発生する欠陥で, 使用上問題になるものゝ中の大部分のものは砂疵である。しかして砂疵のない材料が理想的であるけれども, 現今の製鋼技術をもつてしては砂疵皆無を期待することは工業的に不可能である。

砂疵の成因については, あるいはピンホールと言われあるいは非金属介在物と言われ諸家の見解がまちまちでありその本性が明かにされていないために, その軽減法についても一定の方針がないようである。筆者等は軸受鋼材の砂疵について調査し, 砂疵の本質について, ある程度の結論を得た。

II. 調査の方法

鋼材の砂疵検査成績の統計的調査, 異なる熱間加工による砂疵の変化状況, サンド分析値と砂疵の関係, 砂疵の

拡大検査等について調査した。

III. 調査結果

(1) 統計的調査

150 kg (172 チャーチ) および 250 kg (81 チャーチ) 鋼塊より圧延した軸受鋼材の寸法 (各寸法別チャーチ数最小 9, 最大 35), 圧延比, 頭部, 中部, 底部と砂疵数 (標準面積換算値) およびその長さとの関係は Fig. 1 のごとくである。

Fig. 1. (a) (b) (c) (d) 省略

Fig. 1 (a) によると, 0.1~0.4 mm 長さの砂疵はいずれの鋼塊においても鋼塊の部位による差が明かでない。Fig. 1 (b) (c) (d) においては大きい砂疵は底部, 中部頭部の順に砂疵数が増加している。また圧延比のほぼ等しい鋼塊頭部に相等する鋼材と底部のものゝ砂疵数を比較すると Table 1 に示すごとくである。

Table 1. Relation between sand marks number and position of the ingot.

Ingot mould	Position	Forging ratio	No. of the sand marks			
			0.1 ~ 0.4 (mm)	0.5 ~ 0.9 (mm)	1.0 ~ 1.9 (mm)	> 2.0 (mm)
250 kg	T	12.0	15.9	2.40	1.17	0.12
	B	12.2	10.4	1.45	0.42	0.06
	T	7.0	11.4	0.91	0.23	0.01
	B	7.3	16.1	1.00	0.17	0.02
150 kg	T	16	10.8	2.10	1.36	0.25
	B	15	9.3	2.21	0.60	0.19
	T	12	9.0	1.39	1.33	0.27
	B	11	9.5	1.30	0.64	0.17
	T	8	17.9	1.79	0.21	0.06
	B	8	12.0	0.67	0.20	0.04
	T	7	11.3	0.96	0.67	0.07
B	6	12.6	0.83	0.35	0.03	

Table 1 によると, 250 kg 鋼塊では頭部底部の差は余り顕著であるとは言えないが 150 kg 鋼塊では明かに頭部側に砂疵が多い。

次に同一熔番の鋼塊から圧延した太物鋼材と細物の砂疵実数を比較すると Table 2 に示すごとくである。

圧延比小なる太物鋼材では長大な砂疵に比べて短小砂疵が圧倒的に多く, 反対に圧延比大なる細物では砂疵が長大側に移行して消えつゝある。

(2) 段削りによる砂疵の調査

75 mm φ の鋼材 1 本および 80 mm φ 鋼材 2 本につき 2 mm 置きにそれぞれ 10 mm φ および 30 mm φ まで段削りして砂疵数を調査したが, 前者は 50 mm φ 以内で 0.5 mm 以上の砂疵は全く消滅し, 後者において

Table 2. Sand marks number of the larger section rods and the smaller section bars, which are rolled from similar type ingot and the same charge.

Charge No.	Ingot type	Size of rod and bar (mm)	Inspected surface area	Net No. of sands at top				Net No. of sands at middle			
				0.1~0.4 (mm)	0.5~0.9 (mm)	1.0~1.9 (mm)	>2.0 (mm)	0.1~0.4 (mm)	0.5~0.9 (mm)	1.0~1.9 (mm)	>2.0 (mm)
F 788	250 kg	100φ	95φ×140	99	1	0	0	—	—	—	—
		13φ	12φ×140	2	0	0	0	3	0	0	0
S 250	150 kg	42φ	37φ×140	13	1	0	0	8	20	11	12
		11φ	10φ×140	1	0	1	0	—	—	—	—
S 323	"	45φ	40φ×140	33	13	3	0	—	—	—	—
		10φ	9φ×140	0	0	0	0	—	—	—	—
S 468	"	85φ	80φ×140	114	7	0	1	—	—	—	—
		15φ	14φ×140	0	0	0	0	0	0	0	0
S 700	"	28φ	25φ×140	23	1	1	1	12	1	4	1
		13φ	12φ×140	0	0	0	0	1	0	0	1

Charge No.	Net No. of sands at bottom				Chemical composition						
	0.1~0.4 (mm)	0.5~0.9 (mm)	1.0~1.9 (mm)	>2.0 (mm)	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu
F 788	146	0	0	0	0.96	0.25	0.42	0.014	0.016	1.41	0.22
	3	1	0	0							
S 250	42	3	4	0	0.98	0.21	0.37	0.014	0.012	1.45	0.23
	0	1	0	0							
S 323	43	5	3	0	0.97	0.29	0.41	0.019	0.012	1.39	0.22
	0	0	0	0							
S 468	11	1	1	0	0.95	0.22	0.40	0.027	0.017	1.43	0.23
	1	0	1	1							
S 700	29	7	1	1	0.98	0.28	0.41	0.019	0.012	1.38	0.20
	1	0	0	0							

も 50 mmφ 以内において 0.5 mm 以上の砂疵はほとんど見受けられない。

次に上記鋼材をそれぞれ (50 mmφ×1m) および (45 mmφ×1m) に切削し 0.5 mm 以上の砂疵のないことを確認した後これを共に 20 mmφ に圧延して砂疵を調査したが 0.5 mm 以上の砂疵が相当に現われた。

(3) パイプ圧延による砂疵による砂疵の変化

500 kg 鋼塊を 140 mm 角に鍛造後 95 mmφ に圧延したものと、さらにこれをステーフエルマンネスマンで {85φ (外径)×63φ (内径)} および {58φ (外)×35φ (内)} のパイプに圧延したものとを砂疵数を比較したが、Table 2 とやゝ似た傾向をもつ結果が得られ苛酷なるパイプ加工によつても砂疵は消滅しないことが解つた。

(4) 熱間押し出しによる砂疵の変化

75 mmφ の砂疵の比較的が多い鋼材を 1100°C で 38 mmφ に押し出したものも (3) と同一結果であつた。

(5) 押湯部の砂疵

鋼塊押湯部を圧延し砂疵を調査したが、大小の砂疵が無数に現われ、しかも鋼塊本体に相等する部位の鋼材には少なくその境界で明かに一線を描している。

(6) 鋼材の砂疵とサンド分析量

55 mmφ 鋼材で片面に砂疵の多数あるものの砂疵多

数の側の全サンド量は 0.0143% で、反対側は 0.0109%、また 85 mmφ で全面砂疵多数のものゝ最大周と、その試料と 5 mm 距つた内部側のサンド量はそれぞれ 0.0125% および 0.0117% でいずれも全サンド量と砂疵数と比例するが、下注鋼塊および鋼材の内外のサンド量を比較すると、鋼塊底部の例を除いて他は一般に中心部に多くのサンドがあつた。このことは砂疵現出状況と反対の現象である。(詳論第 I 報)

(7) 砂疵の検鏡

圧延比の余り大きくない鋼材の切削面における砂疵を拡大して見ると、長さ 7 mm 以上の砂疵にはほとんど凡て介在物の存在が明かに見られる。また <0.5 mm の小さい砂疵で 30 倍の拡大では介在物の見えない疵も 500 倍の顕微鏡では介在物の存在が明かに見られる。また長さ 2.5 mm 巾約 60 μ の砂疵と長さ 0.7 mm 巾約 6 μ の砂疵が 10 μ 距てゝ平行に存在しているものがある。これらの砂疵が熔鋼において気泡であつたならば恐らく吸着し 1 つのものとなつたであろう。

(8) 特殊な砂疵

軸受鋼材には稀に舟形をした、かすかに光沢のある疵が多数現われることがある。これを研磨して検鏡すると疵の部分に硫化物が多数存在する。また腐蝕して調べる

とこの部分の炭化物は他のものに比べて非常に大きくまた凝集しているのが見られる。すなわち炭化物の偏析のため切削面でかすかに光つて見えるのである。この偏析は高温長時間加熱によつても容易に拡散しない。

IV. 結果に対する考察

(1) 鋼材には多少の差はあれ常に砂疵がある。ゆえに砂疵の因子となる欠陥の頻度はきわめて高いものでなければならぬ。

(2) 圧延比の大となるにしたがつて短小な砂疵の数は減少し、長大な砂疵の数は増大する。また圧延比の非常に大きい細物鋼材では砂疵は稀にしか現われない。したがつて砂疵は圧延により延びて成長し終に延びきつて消えるもの(肉眼で疵として見分けられなくなる)と解される。

(3) 短小なる砂疵の数は鋼材の内外で余り差はないが、長大なるものは外部周辺側に多いのは圧延における内外の伸び率の差(計算によるとその差はさほど大きくない)による原因と砂疵の因子となる欠陥の大きさも鋼塊の内外で差のあつたものと考えられる。(詳細第Ⅱ報)

(4) 大きい砂疵のない部分(鋼材の内部)を再圧延すると大きい砂疵が現われるから砂疵の成長することは実証された。

(5) 砂疵は苛酷な熱間加工においても圧着消滅しないからきわめて圧着し難い欠陥のみが砂疵の主原因である。

(6) 砂疵の多い部分にはサンド分析値の高い場合が多いが、必ずしもしからずして鋼塊底部のサンド量は多いにも拘らず底部側鋼材の砂疵は少ない。このことから砂疵はサンド量と一応比例するが、また介在物の数が多数あつても個々の介在物の大きさが小さい時は砂疵とならないものと考えられる。

(7) 圧延比小なる鋼材の長大なる砂疵では必ずと言つても良い程介在物が認められる。また短小なる砂疵においても介在物が見受けられるものが多い。またきわめて接近して存在する砂疵がある。

熔融状態では近接した2つの気泡は吸着し1つになり易いことからこれは介在物と考えるのが妥当である。

以上より砂疵の原因は鋼塊における非金属介在物が最も有力なものゝ一つであると推定される。

(101) 非金属介在物の研究 (II)

(砂疵の成因について)

The Study of the Non-Metallic Inclusion (II)

(The Origin of Sand Mark)

H. Kimura, et alius.

大阪府立大学工学部

河合 正雄・○木村 弘高

I. 緒言

第Ⅰ報においては鋼材の砂疵について調査し鋼塊の非金属介在物が有力なる原因の1つであることが推定されたので引続き鋼塊における非金属介在物の形状、大きさ等を調査し、併せてその成長機構をも考察して、鋼材の砂疵の現出状況と比較的大型の非金属介在物との現われ方は規を一にするものであることを知り、砂疵の主原因は鋼塊の非金属介在物であると推論した。

II. 調査要領

砂疵の因子は既に鋼塊において存在していて造塊以後の熱処理によつて消滅発生しない欠陥であろう。また従来の経験より砂疵の因子たるものは鋼塊の諸欠陥(ピンホール、ブローホール、非金属介在物等)の中で発生頻度のきわめて高いものでなければならぬとの見地より次のごとく実験した。

(1) 1個の鋼塊を縦に切断し1つはその儘で他は1200°Cで5時間加熱した後、それぞれ押湯部と鋼塊本体の頭部、中部、底部における欠陥を顕微鏡検査、超音波試験をした。また同時にサンド分析も行なつた。

(2) 熔鋼の脱酸方法を変えたものゝ砂疵を比較した。

(3) 同一熔鋼を金型と煉瓦製の鑄型に注入し、凝固速度を変えた時の非金属介在物の形状の変化を調査した。

(4) 出鋼、造塊過程の湯を20mmφの小鑄型に採つて水冷し非金属介在物の形状およびその数の変化を調査した。

(5) 小鋼塊の表面を切削し砂疵の有無をみた。

III. 調査結果と考察

鋼材に現われる砂疵の因子は鋼塊において既に欠陥として内蔵されていて、造塊以後の熱処理によつてほとんど変形しないものであり、熱間加工によつて始めてその形状が変るものである。しかして砂疵の因子たる鋼塊の欠陥として考えられるものには非金属介在物、気泡、空孔、偏析等がある。砂疵は鋼材のいずれの面においても多少の差はあれ必ず現われる極く頻度の高いものである。