

鋼塊用鑄型における剝離傷の研究 (II)

(対策としての二、三の實驗について)

(昭和 28 年 10 月本会講演大会にて発表)

北島哲男*・河野忠信*

STUDY ON THE LOCAL EXFOLIATION OF THE INGOT MOULD (II)

(Some Experiments on Prevention of the Defect)

Tetsuo Kitashima and Tadanobu Kawano

Synopsis:

In the 1st report (Tetsu to Hagané, 40, Jan. 1945, No. 1 p. 12~24) authors described that local exfoliation of the flat ingot mould at the earlier stage of its use was caused by the local heating of an inner surface of the ingot mould and thereby a rapid growth of graphite on account of the decomposition of pearlite and/or decarburization occurred.

Authors made research on the prevention of these defects by some fundamental experiments and reported four versatile counter-measures for this purpose as follows:

- 1) Shortening, as far as possible, the time of stripping of ingot out of the mould.
- 2) Determination of the most adequate value of the Mn content.
- 3) Innovation of the design of its profile, the section and the wall-thickness for increase of the cooling effect, especially at the height of one third from its bottom.
- 4) Arrangement of ingot moulds at the teeming mill.

By the way, this kind of exfoliation was a "crazing", and then the chemical composition must not be failed from our consideration.

Accordingly in this report, the authors made research on the influence of miscellaneous values of Mn content of the ingot moulds upon the detrimental growth of graphite.

The authors designed the special ingot mould which had open pipes in the wall of it so that mould should not be locally heated and investigated the cooling effect and reconfirmed the correlation between heating position and the position of exfoliation by means of measuring the heating and cooling curves as in the same way in the last study.

Besides, the authors investigated the vital influencing factors upon the durability of the ingot mould. i. e. frequency of the use of ingot cases and the time of stripping of ingot out of the mould as predicted in the 1st report.

I. 緒 言

前回の発表に於いて下注式大型扁平鑄型の早期剝離現象は鑄型内面の局部的加熱及び急性の黒鉛の酸化脱炭に依る成長であることを述べた。

そこで今回はこの対策としての二、三の基礎的研究の結果について報告したいと思う。さて早期剝離がクレージングの一種である以上、これらの鑄型の化学成分について検討する必要がある。特に Mn 含有量について前

回既に述べた如く研究課題となつていたので、現在当所に於ける鑄型成分規格について成長に及ぼす Mn の影響を調査した。

次に前述の局部的加熱の対策として実験的に鑄型壁に開放パイプを鑄込み、空冷効果を見ると共に鑄型内部の加熱位置と剝離位置との関連性を更に確認するために現場実験を行つたので、この結果について報告し更に二、

* 八幡製鐵所

第1表 剝離鑄型の化学成分

鑄型		鑄造年月日	化学成分					持続回数	
種別	鑄造番號		T.C	Si	Mn	P	S		Cu
SB~10	No 140	S 27. 1. 23	3.78	1.58	0.35	0.192	0.066	0.16	35
SB~12	No 16	S 26. 7. 30	3.76	1.48	0.46	0.192	0.067	0.23	33
SB~12	No 2	S 27. 4. 4	3.78	1.50	0.44	0.198	0.066	0.12	19
SB~12	No 7	S 27. 4. 19	3.86	1.56	0.40	0.216	0.050	0.08	13
SB~12	No 10	S 27. 4. 29	3.95	1.70	0.45	0.186	0.047	0.06	14
SB~15	No 57	S 27. 8. 26	3.73	1.44	0.50	0.180	0.048	0.15	31

三の考察を加えた。

又前回報告した鑄型の使用サイクル又は型抜き時間が鑄型寿命に与える大きな影響について実験的な調査試験を行つた結果について述べたいと思う。

II. 実験の方針及び結果

(1) 化学成分特に Mn 量の影響について

剝離鑄型の化学成分については第1報に於いて既に示したが更に参考までに表示すれば(第1表)のようである。

第1表 について検討するに何れの剝離鑄型を見ても成分としては何れも規格の範囲に全体的中している。然し乍ら全般的傾向として T.C = 3.8% 内外であつて稍々高すぎるようであるが、Si = 1.6% 内外と考えられるから余り大した問題はないと思われる。やはり注目すべき点は Mn 含有量が何れも一様に少いことであつた。そこで Mn の含有量について、これが鑄型の寿命に及ぼす影響を調査し更にクレージング対策としての役割の如何を実験し、ひいては大型扁平鑄型に於ける Mn の適正含有量を見出さんとしたのである。

(A) 統計調査の結果について

化学成分と鑄型の寿命との関係については従来数度にわたり詳細なる統計的調査を実施しているが、今こゝに更にその代表的なものを調べて見た。先づ第二製鋼工場に於ける C-61 型の廃却鑄型について調査を試みた。即ち昭和 27 年 4 月廃却の C-61 鑄型約 100 本について持続回数良好なるもの 100 回以上のもの 39 本、平均持続回数が 114.5 回の各鑄型について各成分の頻度分布を示し、各々その平均含有量を示した。同様に成績不良のものを含む持続回数 80 回以下の鑄型 39 本について調査した。その概要は第2表の様であつた。

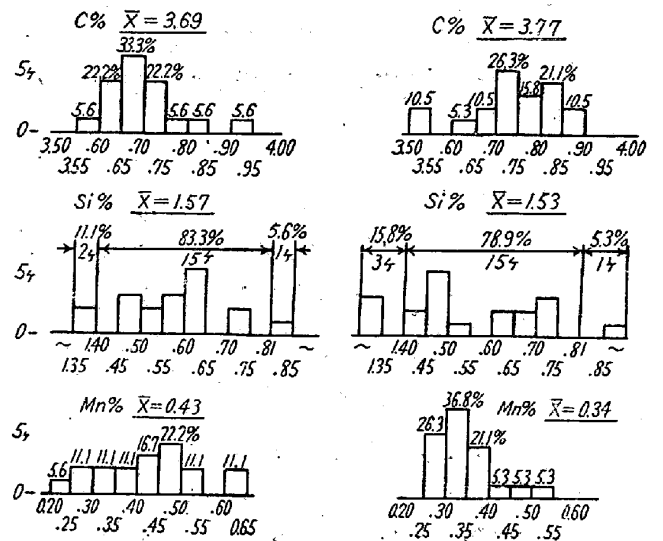
P が 0.15~0.23% あつたが、当時 P が甚だしく広範囲にばらついていたことを示しているが、最近に於ては略々 0.15~0.19% に収つているので附記しておく。

次に同様にして第一製鋼工場に於ける廃却鑄型につい

第2表 S.C61 鑄型の持続回数別化学成分

区分	調査本数	平均持続回数	平均化学成分 (%)				
			C	Si	Mn	P	S
持続回数 100 回以上	39	114.5	3.73	1.56	0.45	0.23	0.061
80 回以下	39	64.1	3.76	1.54	0.33	0.21	0.066

て昭和 27 年 4 月分約 80 本の調査結果を示せば次の通りである。



持続回数 = 90 回以上 持続回数 = 70 回以下
 平均持続回数 = 100.8 回 平均持続回数 = 59.3 回
 N = 18 N = 19

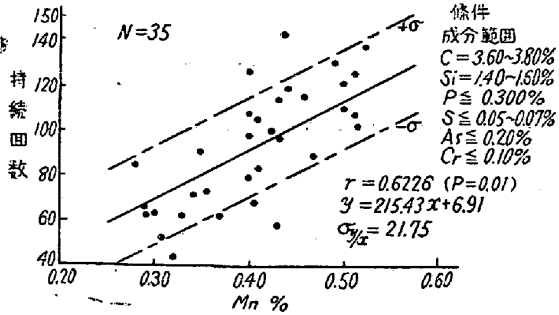
第1図 H.C61 の持続回数別の成分頻度分布

製鋼工場によりその鑄型の持続回数に対する平均値には明らかな有意差が認められることは既に明瞭となつているのであるから、この場合持続回数の層別は 90 回以上と 70 回以下とした。

第1図に於いては P 及び S, その他は SC-61 の場合と大差ないので省略した。

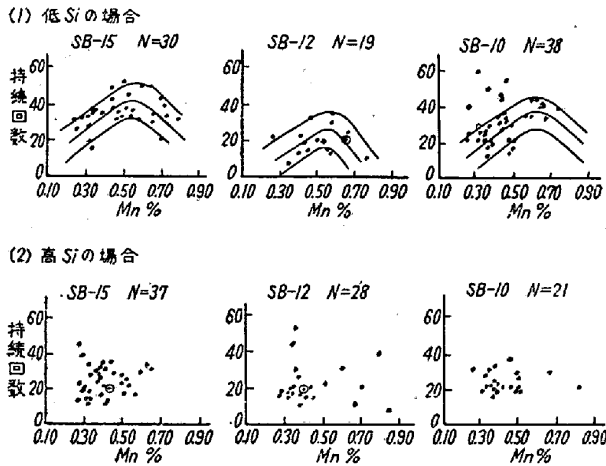
以上第2表及び第1図の結果より何れの製鋼工場に於いてもその鑄型の持続回数と Mn 含有量との間に明ら

かに相関があると考えられるので相関分析を実施した。即ちこれらの廃却鑄型より Mn 以外の4成分について下記の如き一定範囲の条件を満足せしむるものを取りあげて調べた結果第2図の如く Mn=0.2~0.6% の範囲内に於て Mn 含有量の増加と共にその持続回数は50回より最高110回に増加するという結果を示している。



第2圖 S.C61 の Mn% と持続回数との關係

次に問題の核心であるところの大型扁平鑄型に於ける Mn の含有量と持続回数との關係を調査した結果を第3図に示す。即ち昭和27年1月以降8月までに廃却された SB-10, SB-12, SB-15 の3種(第1報既述)に於ける約100本についてその使用結果から出されたものである。



第3圖 大型扁平鑄型の Mn% と持続回数との關係

(B) 統計調査の結果の検討

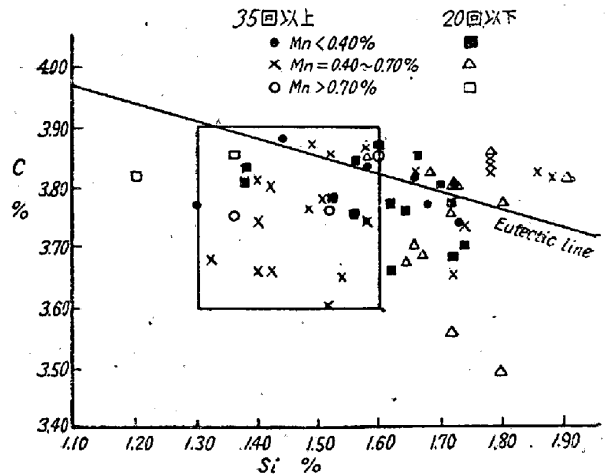
(i) Mn について

以上の調査結果を総合的に考察すると, SQ-61, HC-61 何れも Mn 含有量が高いもの(例えば前者の平均 Mn=0.45%, 後者の0.43%)が低いもの(例えば前者の平均 Mn=0.33%, 後者の0.34%)に比して比較的鑄型の寿命がよく, 又他の4成分が概ね一定の場合は Mn が0.6% まで増加すればする程鑄型の成績がよいことがわかった。更に問題の大型扁平鑄型についても

Mn が0.5~0.7% までその含有量が増加するほど持続回数が良くなっている。然しこの場合 Si の含有量によつて多分に影響をうけておること, 又 Mn がそれ以上増加すると却つて寿命が悪くなつてくること等がわかった。即ち低 Si の場合に比較すれば高 Si の場合は Mn 含有量と寿命との間に一定の關係が見出されない。即ち高 Si の場合は前図の山をもつた一定曲線は右の方にずれてその姿を消していると考えられ図に現われて来ないのである。これは Si の多量の存在によつてその Mn の効果が左右されたものと考えられる。以上のことを要約すれば Mn は小型角型たと大型扁平型たとを問はずその寿命に対し好結果を及ぼすが, 後者に対しては一定の限度があり, しかもそれは Si の含有量によつて大きく影響を受けるものであるといふことが出来るのである。

(ii) C, Si について

そこで Mn 含有量と密接な關係にある C 及び Si の含有量とその關係を見るために SB-15 について鑄型の寿命の点から第4図の如き方法によつて調査したところ鑄型寿命の比較的良好なるもの即ち図中の枠の中の群は概ね C<3.90%, Si=1.30~1.60% であることが窺えるのである。



第4圖 SB-15 の壽命と C, Si, Mn との關係

(C) 試料による実験について

統計的実驗調査の結果鑄型の持続回数に及ぼす Mn の重要性にかんがみ実験室に於けるテストピースによる試験を実施した。

第3表に示す如き Mn=0.43~2.00% の各種含有量のものを作り, それについて表に示す如く各種実験を実施したのである。試料の熔製は3回にわたつて行つたが特に第3回目のは C, Si を下げるために錳屑を20%

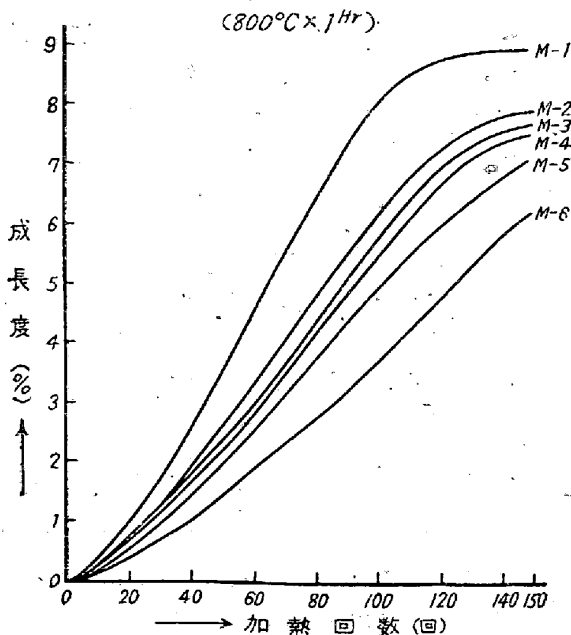
第3表 試料の化学成分

試験回数	試験片符號	化学成分				
		C	Si	Mn	P	S
第1回	M-1	3.70	2.00	0.43	0.180	0.048
	M-2	3.78	1.92	0.66	0.192	0.041
	M-3	3.71	2.00	0.78	0.216	0.058
	M-4	3.75	1.84	0.82	0.216	0.053
	M-5	3.75	1.96	1.22	0.216	0.053
	M-6	3.80	2.00	1.64	0.210	0.054
第2回	M-1'	3.76	1.84	0.60	0.205	0.058
	M-2'	3.80	1.96	1.02	0.203	0.060
	M-3'	3.81	1.73	1.34	0.186	0.061
	M-4'	3.96	1.50	2.00	0.185	0.046
第3回	鋼屑配合 (20%)	3.67	1.54	0.60	0.170	0.057

配合し低炭、低珪、高錳のものを作つて比較試験を行つてみた。試料の熔製は熔解能力 200kg/hr のコシキ炉により八幡鉄を 100% 使用し、コークス比約 20% で実施第4表に示される如き試験片を鑄造しこれに加工上を行いたる後実験に供した。熱処理用加熱炉はエレマ電気炉を使用した。

第4表 試験片寸法

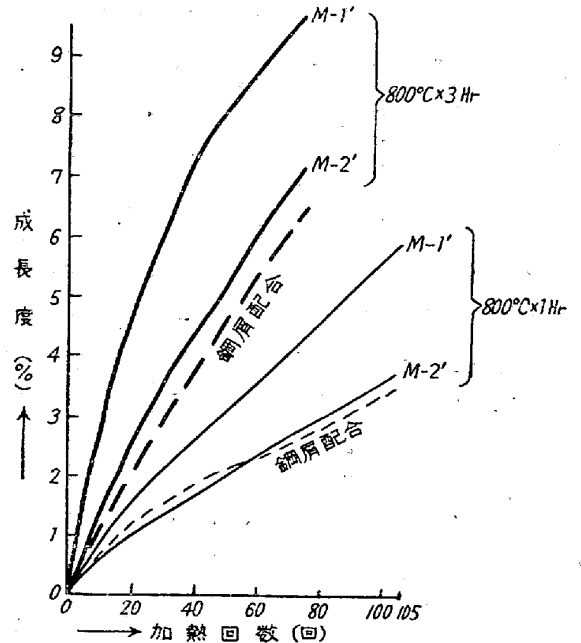
種類	鑄込寸法 (mm)	仕上寸法 (mm)	本数
	30φ × 350	20φ × 25 (標點距離)	11本
	引張試験片併用	20φ × 55	11本
	"	15φ × 80 (支點距離)	11本
	成長試験片併用	15φ × 50	3本
	30φ × 150	25φ × 50 (標點距離)	5本



第5圖 (第1回) Mn 含有量と成長度との關係

(D) 試料による実験結果

各種実験の内最も重要且つ問題点である成長度試験に於いてはその結果は何れも Mn 量による対成長強度の増加が示されている。



第6圖 (第2, 3回) Mn 含有量と成長度との關係

第6圖に於いては温度 800°C における加熱時間を第1回 (第5圖) の1時間に対し新たに3時間のものを行ひ比較実験している。その結果成長度に於ても1時間のものに比し3時間のものは 2.5~3.0 倍の成長率を示しており如何に加熱時間が鑄鉄の成長度に大きな影響を与えるかということが判る。これは換言すれば鑄型の型抜時間が現在C小型の1時間よりB大型の3~5時間に至る異常な時間差が鑄型の成長即ちクレージングに与える影響も著しく異つて来るわけであつて、型抜時間が3倍長くなればその鑄型の寿命は1/3とならざるを得ない、少くともその成長率は確に3倍となつてゐるということがわかるのである。従つて大型扁平鑄型の寿命が短命であること及び第1報に発表せる如く早期剝離現象が局部的高温加熱による成長と極めて密接なる關係があるということもうなづけるのである。

尙成長度試験と共に第4表に示せるその他の実験結果については特別に注目すべきものはなかつた。ただ抗張力試験に於いて加熱回数 50 回前後の段階に於いて少々高目の値が出ていることが問題とされたが、之は理論的裏付けが不可能であつたので特に取り上げる必要は認められなかつた。又顕微鏡写真については第1報に於いて鑄型本体より試料を採集して詳しく調べ報告せるものと

第5表 試験鑄型の形状及び化学成分

成分	化 学 成 分						形 状 寸 法		
	A		B		C		鑄型名	B-5.9	C-56
	B-5.9	C-56	B-5.9	C-56	B-5.9	C-56			
C	3.6~3.8		1.2~1.4		1.2~1.4		偏平型	角型	
Si	1.0~1.4		1.0~1.2		1.2~1.5		6t 780	4.900	
Mn	0.8~1.0		1.0~1.2		1.2~1.5		5t 400	3.600	
P	<0.20		1.0~1.2		1.2~1.5		鑄型比	1.36	
S	<0.06		1.0~1.2		1.2~1.5		高	2000mm	
Cu	<0.25		1.0~1.2		1.2~1.5		肉厚	140mm	
As	<0.10		1.0~1.2		1.2~1.5		各邊の長さ	160mm	
Cr	<0.10		1.0~1.2		1.2~1.5			120	
							130	490φ	
							850×507mm	560φ	
							925×575mm		

全く同様で、黒鉛の成長酸化及びパーライトの分解は原則的な進行状況を示し、材質の脆弱化の過程が更に明瞭に現われていた。肉眼的観察並に脱炭部の酸化組織を写真1及び写真2に示す。

(写真1)

800°C×1hr

45回

75回

105回



(写真2) -

800°C×3hr

35回

45回

75回



反復加熱後の肉眼組織 (×4/5)

第6図に示す第3回鋸屑配合の低炭、低珪のものは、Mn=0.6%であるが加熱時間1時間又は3時間のもの何れの結果を見てもMnは同じく<0.6%でC、Siの高いM-1'より遙かに勝れており、むしろMn=1.02%を含むM-2'に近い値を示していることは極めて注目に値するものと思われる。又これは加熱時間1時間及び3時間に対する成長度の差が最も小である。即ち鋸屑配合のものは加熱時間による影響が比較的小さいことを示しているのである。

(E) 試験鑄型による実験

前述の如く統計的調査並に試験実験による結果によつてますます自信を得たので、鑄型成品によつて工場実験を実施した。即ちクレージング又は早期剝離損傷が最も多く現われ、従つて鑄型消費量も最も高い電気炉工場に於てその使用鑄型に対しMnの各種含有量のものを作つて造塊作業に応用したのである。

その試験鑄型はC-56型及びB-5.9型を選び合計25本用いた。その形状寸法及び試験成分は第5表の如し。

(F) 試験鑄型による実験結果

試験鑄型を鑄造工場に於て熔解鑄造するにあたり、その目的とする各種成分のものを的確に間違ひなく作るとは必ずしも実験場に於ける熔製の如く容易でない。従つて目標のMn含有量に対する他元素の相互作用特にC、Siの影響を考慮に入れる必要があるがこの場合は一応第5表に示される目標成分の範囲内に入つたものばかり試験鑄型に採用したがABCの3成分に対する夫々各2種の鑄型の本数を都合よく同数に揃えることは出来なかつた。

かくして計25本の試験鑄型を得たのでこれを電気炉工場に於て主として高熱注入の鋸塊に使用して第6表の如き結果が得られた。

第6表 試験鑄型の使用結果

區分	鑄型名	供試本数	平均寿命	廢却原因	備考
A	B~5.9	4	42.3回	熔割	損れ
	C~56	6	39.7	割	
B	B~5.9	2	31.0	熔割	1本使用中 (現在29回)
	C~56	3	22.0	割	
C	B~5.9	4	11.5	熔割	損れ
	C~56	6	10.5	割	

即ち $Mn=0.8\sim 1.0\%$ の A 成分が最も勝れた成績を示し、従来のものより相当量 $Mn\%$ を高くしたものが持続回数がよくなることを示したが、もしこれ以上 $Mn\%$ を増加すればかえつて割れ溶損によつてその寿命が急激に低下し、更に $Mn=1.2\sim 1.4\%$ に至ればその持続回数は 10 回合に落ち極めて悪い結果になつている。

従つて試料実験による成長度試験に於いては $Mn\%$ は高い程よかつたのであるが、実際鑄型に使用する場合はここに限度があることを如実に物語つてゐるのである。

次に試験鑄型 A 成分の使用後廃却となつた B—5.9 について第 1 報で行つたと同様に内部組織及び成分の変化特に C, Si 及び Mn の酸化状況の調査を施した。

鑄型本体及び試料の採取方法を示せば次のようである。

- (1) 採取位置……縦方向に (A~E) 5 列, 横方向に 11 段
- (2) 位置の区別……コーナー部を D, 短辺部を E とする。
- (3) 採取個数……55 個
- (4) 採取の深さ……10mm

以上のように採取した分析試料による分析の結果第 7 図に示すように C, Mn は共に前回と同様な変化を示したが、異なる点としては Si が逆に増加していることである。これは明らかに今回は $0.7\sim 1.05\%$ の間を大きく変化していることである。これは明らかに今回は鑄型そのものに Mn が特に多く存在しておるためで前回の含有量 $0.4\sim 0.5\%$ に比して今回は $0.8\sim 1.0\%$ という約 2 倍にも値するものであるから、従つてその酸化脱炭程度が大きいものと考えることが出来る。

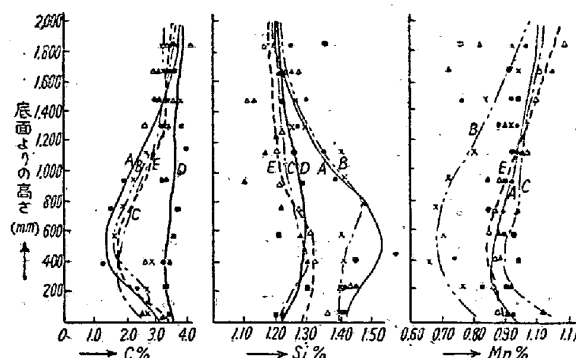
さて Si であるが、Si がかえつて増加したことはこの鑄型に注入した鋼種が T Si 鋼及び B Si 鋼であつて、この鋼塊は何れも T Si は 4.3% , B Si は 1.1% の Si を夫々含有しており、注入温度も平均 $1595^{\circ}C$ という高温であるから溶鋼より鑄型に Si が加珪して来ると考えられる。

その結果鑄型の Si がかえつて増加しているこの逆現象もうなづけるわけである。

何れにしてもその変化曲線の彎曲部即ち最も変化の激しい位置は鑄型内面の何れの部分についても底面より約 900mm の高さのところであり、鑄型全高の約 $1/3$ の点となつてゐることは前回の第 1 報と全く同様であることがわかる。

次にこの鑄型の使用後に於ける廃却組織を顕微鏡写真

で調べた結果は概して前回発表のものと同様な成長組織であるが、中心部に於けるパーライトの分解状況が前回に比し若干少いこと及び外面に於けるフェライトの析出が認められないことは外面加熱の影響が小さいことと同時に Mn の効果によりフェーリチックパーライトとなつたものと考えられる。



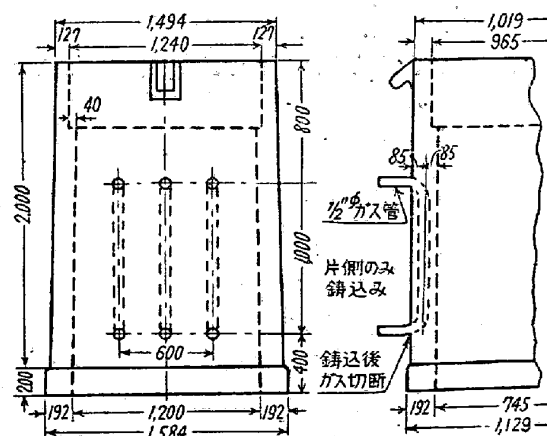
第 7 図 試験鑄型の廃却後に於ける成分の変化曲線

(2) 鑄型壁の冷却による実験について

(A) 方針

鑄型の設計上の問題についても種々改良検討を加える必要があることは論を俟たないが、第 1 報の考察に於て述べた如く鑄型内面の局所的高温加熱を受ける位置が最も工夫を要するところであろう。

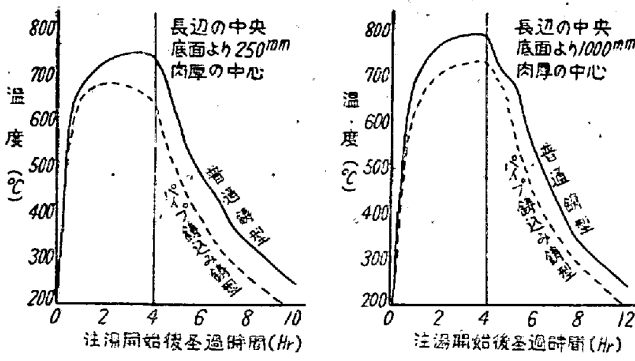
この点に注目して次の如き実験を行つて見た。即ち第 8 図の如く SB—12 型、大型扁平鑄型に対し片面に上記該当個所に空冷用開ロパイプを鑄込む如く考案された鑄型を鑄造し、その使用時の冷却効果を調べると同時に前回の如き鑄型内壁の冷却曲線を求め両者の比較検討を行い鑄型壁の加熱に関する参考に資せんとしたものである。



第 8 図 鑄型壁の冷却方法

(B) 結果及び検討

以上新に考案された試験鑄型を製鋼工場に於て造塊作



第9圖 鑄型壁の加熱冷却曲線

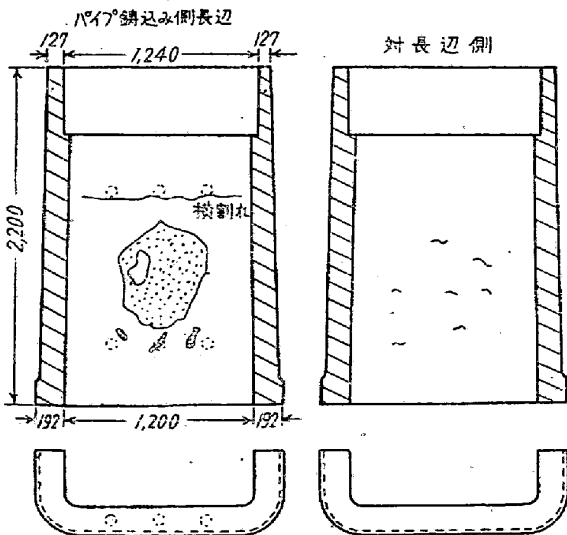
業に使用し鋼塊注入後の冷却曲線を求めたところ次の如き結果を得た。

即ち冷却効果は鑄型肉厚の中心に於ける温度で最高100°C、最低50°C程度の温度降下を示している(第9圖)。又650°C以上の被加熱時間に於ても1~3時間の減少を示している。

これは冷却パイプの大きさがこの程度のものとしてはその効果はかなり著しいものがあると思わなければならないが果してこれによつて鑄型内面の剝脱或はクレージングと言うようなことに対してどれだけの効果を及ぼすかということにはなほ多くの疑問がある。

この考案鑄型について試験を更に続けた結果、使用回数21回に於て第10圖の如くパイプ鑄込側の鑄型内面に剝離片の脱落損傷を発生し、かえつてその対長辺側には殆んど傷の発生を見ないと云う状況であつた。

尙この剝離傷についてその発生状況を詳細に調べるとこの剝離は従来のものとはその趣を異にしており、その原因はむしろ、パイプ鑄込による鑄型内壁の機械的強度の低下、特に加熱及び冷却による熱膨脹及び収縮の大きな影響を受け、そのためそこに亀裂が発生し、それがや



第10圖 パイプ鑄込み鑄型の剝離状況

がて焼付き熔損の原因となり、ついに剝離したものではなほかと考えられる。即ち他に亀裂発生後、熔損の段階に入らんとする二、三の小さな損傷がこれと同時に認められており、この過程を物語っているようである。

さて以上の如き結果を得たので、この種試験鑄型による実験は終了させたわけであるが、鑄型壁内に異物の鑄込み等は甚だ危険であり、又鑄型内面は組織の成長分解による老化と共に機械的復作用によつてその材質が大いに脆弱化され、その結果熔損剝離の原因となることも再確認されたわけである。

(3) 使用サイクルの実験について

第1報に於ては使用サイクルによる鑄型寿命の影響について、統計的調査を実施して一応の成果を得たのであるが、これを実験的に更に基礎的資料を得る目的を以て以下述べる如き試験を行つた。

先づ図の如き鑄型を試作しその成分を鑄型成分と同様に次表のものとした。

実験用鑄型の化學成分

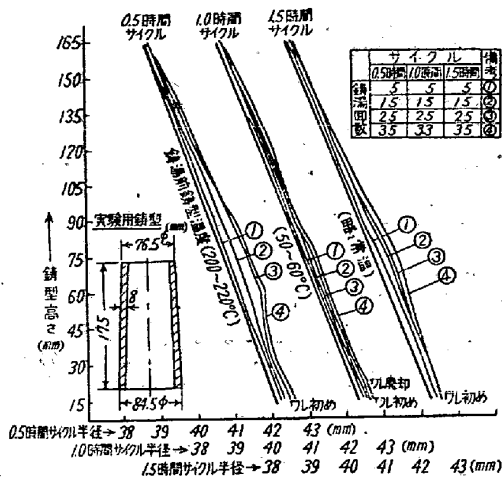
C	Si	Mn	P	S	鑄型重量 2.3kg
3.85	1.62	0.54	0.185	0.05	鑄塊重量 3.25kg

かくして試作された鑄型について夫々使用サイクルを0.5時間、1時間、1.5時間、2時間の4種類に分けて熔湯を注入し何れもその注入回数94回に至るまでの影響について調査した。その結果最も著しい変化となつて現れたものは鑄型壁の変形即ち膨れの現象であつた。その結果は第11圖に示す。

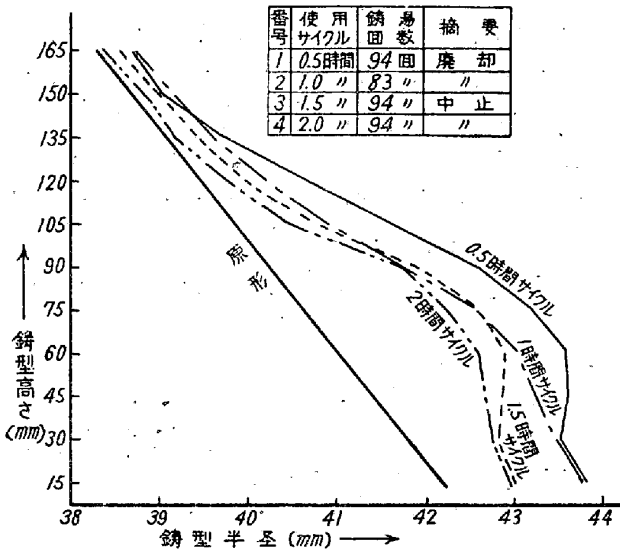
即ち各サイクルの何れも鑄型は注入回数が①~④に増加するに従つてその膨れは漸次増加し又サイクルが大(間隔時間は小)なるもの程膨れの割合が大きく、又膨れとしての変形度が最も著しい位置は概ね底面より全長の約1/3程度のところであり下注式の正規鑄型の高温加熱曲線の場合と全く一致していた。

尙1時間サイクルのものは初期に割れが発生したため注入を続けても膨れの増大とならず割れの間隔が逐次増大して行つたもので変形度としては比較出来なかつた。各使用サイクルの鑄型を何れも94回使用したる後廃却に際しその最終段階に於ける変形度を比較して図示すれば第12圖の如く上記変形度は鑄型の廃却時に至るまでその使用数の増加と共にますます大きくなり又サイクル別による差もその開きがいよいよ大となつていくことがわかるのである。

次に膨れによる変形と共に高さに於ける長さの変形を



第 11 圖 鑄型の使用サイクルと變形との關係



第 12 圖 最終段階に於ける各鑄型の變化度の比較

調べるとやはり高さに於てもその寸法が長くなっていることがわかった。もし直径方向の變形が高さの収縮を伴っているならば、むしろこれは単なる膨脹収縮による機械的變形と考えられるけれども、この場合の如く高さも相当伸びているということは、これは当然材質の内部的成長老化の現象が同時に起つていることを示すものであろう。

長さの變形度も膨れの場合と全く同様にサイクル別に差が認められ、こゝに使用サイクルの鑄型に及ぼす影響

は機械的變化並に金屬組織の成長酸化分解等何れに対しても大きな役割を果すことが窺えるのである。

III. 結 論

以上各種の調査実験を行つた結果結論として次の様なことが言えるのである。

(1) 剝離鑄型に対しては Mn の含有量は或る程度高くすべきである。

然し實際応用に際しては一定の限度があり特に大型扁平鑄型に於ては注意を要する。

(2) T.C 及び Si は若干低くすべきである。

(3) 鑄型の内面は熱応力による機械的破壊作用をも受けそれが甚しい場合はそれによる亀裂陥積を発生し剝離する。

(4) 従つて薄肉の鑄型には變形を來たし組織の脆弱化と共に使用サイクルの差によつて大きな影響を受けている。

(5) 以上の諸点から鑄型成分に対して種々考察を加えた結果在来の鑄型成分規格に対し新に大型扁平鑄型の如き型抜き時間の長いもの、或は電気炉工場の如き高温注入鋼種のものに対しては第 7 表の如き新規格を制定することとなつたのである。

第 7 表 鋼塊鑄型の化學成分規格

種 別	化 學 成 分 %				
	C	Si	Mn	P	S
普通鑄型	>3.60	1.40 ~1.80	<0.80	<0.300	<0.07
大型扁平鑄型	3.60 ~3.90	1.20 ~1.60	0.50 ~0.90	<0.300	<0.07

附 記

次に P, S の影響並に木炭洗の効果ということが尙残されている問題であるが、この件に関しては稿を改めて報告する積りである。

終りに臨み本実験実施上種々御便宜御協力を賜つた鑄型鑄造工場三好掛長、平田技師補、第二製鋼課造塊工場吉田掛長、二村、山口、大石、の諸氏並に熱管理課計器掛の各位に深く感謝の意を表す。(昭 29. 4 月寄稿)