

氏名(本籍)	金森正弘(富山県)
学位の種類	工学博士
学位記番号	工第40号
学位授与年月日	昭和43年1月12日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
最終学歴	昭和20年9月 東北帝国大学工学部金属工学科卒業
学位論文題目	鑄物用セメント型に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 大平 五郎 教授 増田 良道 教授 前田 四郎 教授 梅屋 薫 教授 大谷 茂盛

論文内容要旨

鑄鉄大型鑄造品には、従来15~20%の粘土系の粘結材を使用、350℃前後の温度で10時間近い乾燥を行って来たが、生産性の向上、日程の短縮には不適當な造型法である。従って之を生型化する事は最も望ましいが、生型では水蒸気による弱い凝縮層の生成など無理な所が多く、砂表面の強度の増加が望まれた。そこで乾燥型の欠点を改良し、造型し易く、かつ自然に硬化する自硬性鑄型が脚光を浴びてきた。セメント型はこの自硬性鑄型の一種で最近漸く日本に於て実用されつつあるが著者はこの開発に努めるとともにその特性に就て研究を行い、その固有の欠陥に対する防止対策を確立した。なおこのセメント型は製品の大きさに依り4号~6号程度の珪砂が用いられ、これにポルトランドセメントを8~12%添加し、さらに糖密や塩化カルシウム等

の硬化促進材や、時として、木粉、石炭粉等の崩壊材を加え、水を水セメント比(W/O) 0.6~0.65になるように加えて混練したものでその特長は次のとおりである。

(1) 生産工数が20~30%節約される。

造型の容易さ乾燥の簡略化等に依り生産量が向上する。

(2) 大物鑄鉄品には特に適する。

硬化反応が水和反応で、やや緩かであるが、寸法精度、造型の容易さ、張気、すくわれがな
い等、大物鑄鉄品にその特性を発揮する。

(3) 乾燥費が節約される。

従来の乾燥型に比して1/5程度に下る。

(4) 砂落ちが良い。

高温に於ける残留強度が低く砂落ちが良い。

(5) 製品不良が減少する。

セメント型固有の性質を把握し、正しい対策を講ずれば製品不良率は減少する。

以上の如きセメント型の特長を十分に利用する為にセメント型鑄物に於ける欠陥の発生機構を明らかにし、併せてその防止対策を確立した。

その為には先づセメント型自体の高温性質を究明すると共に、かかる性質を有するセメント型に鑄鉄溶湯が鑄込まれる時の溶湯の凝固状態、並びにセメント鑄型の温度分布を調べそれを基にしてセメント型に発生せる欠陥の機構を分類し、それぞれの場合について、その発生原因を明らかにした。更に本研究では試験片について基礎的研究を行うと共に欠陥発生原因追求の為の調査は出来る限り実際の大型鑄鉄品に就て行った。こうする事に依り欠陥の対策が実際作業に直ちに適用でき、セメント型の実用化への速度を早める事に役立った。

以下順を追って研究の概要を説明する。

第 1 部 セメント型の基本的考察

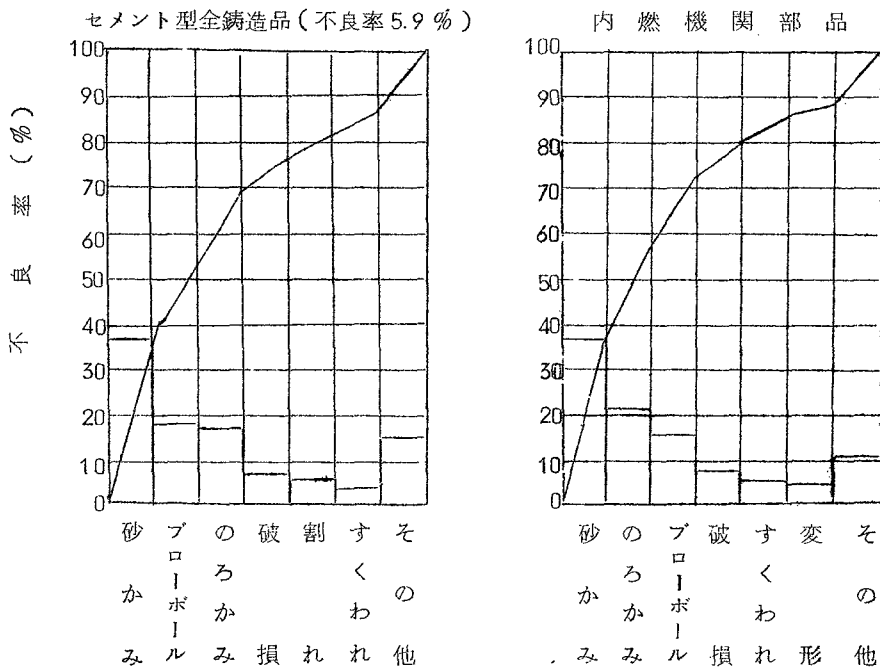
第 1 篇 緒 論

本研究の目的を述べた後、セメント型に発生する欠陥を数種に分類し、各類別の発生比率に関する調査結果を示した。Fig 1はその一例をバレット図に依って示したものである。これより

- (a) 砂かみ、のろかみの異物混入による欠陥が最も多く30%以上を占める。
- (b) 割れはセメント型採用の初期、特に工作機部品に見られたが、その後解消した。
- (c) ブローホールも少し発生した。したがって型の低温乾燥の必要性和炉の温度管理の重要性を示す。

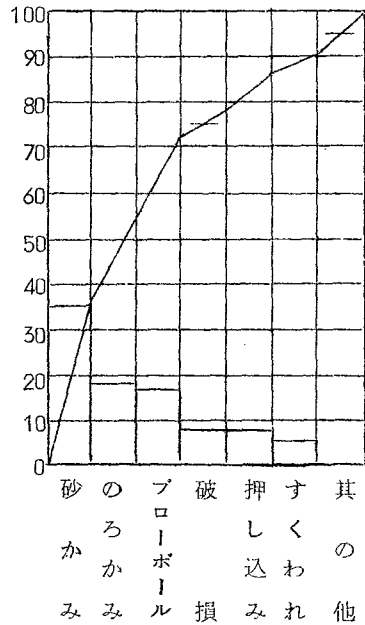
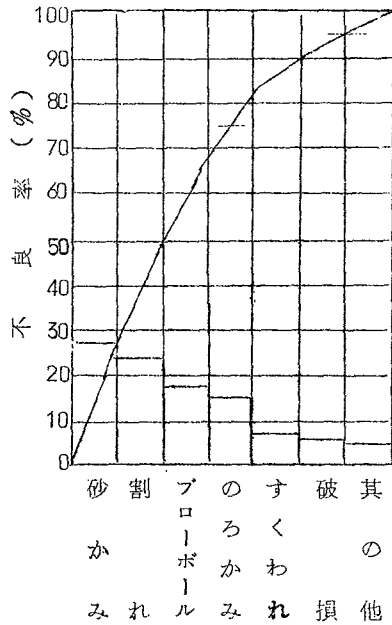
等が指摘される。

Fig 1 セメント型鑄造品現象別不良率



工 作 機 部 品

外 販 品



第 2 篇 欠陥発生に対するセメント型の高温性質の影響

第 1 章 鋳型用の供試材料の性質

Table 1 と Table 2 に実験に供したセメント型の配合及び常温性質を示す。

Table 1 セメント砂の配合

寒川 4 号	内海珪砂 (6号)	ポルトランドセメント	水	註
50	50	10	8	水は添加水分を示し、混練後の実測水分は6%前後

Table 2 放置時間と強度との関係

	放 置 時 間			
	0	4	24	48 Hr
通 気 度	204	248	217	204
耐 圧 力	0.47	5.5	13.9	14.2 Kg/cm ²

鑄造中の水分分布と経時変化を調べる事は不良対策上重要なので、50mmφ×50mmの試験片、及び長さ300mm×幅220mm×高さ130mmの鑄型に就て調べた結果、放置では2%以上の水分を残すが、200℃の低温乾燥すると0.25%以下の水分となる事を確認した。Table3~5は物理的性質を示す。このセメント砂の性質とセメント単味の性質との関係を知る為に、水30%添加したセメント単味の試験片を作成し、その示差熱分析、及び1200℃迄の減量、強度変化を調査した結果、150℃、530℃、800℃、950℃において変化を認めセメント砂の高温性質とよく符合する事がわかった。

Table 3 3回搗固後のセメント砂の見掛比重

	混練直後の見掛比重	48時間後の見掛比重
乾燥後のセメント砂	1.57 g/cm ³	1.58 g/cm ³

Table 4 セメント砂における砂、水分、空気の占める容積比率

	砂	水	空 気
乾燥後のセメント砂	60.1%	—%	39.9%
放置のセメント砂	60.1	2.4	37.5

Table 5 セメント砂の比熱、熱伝導率、温度拡散率

比 熱	0.227	Cal/g · C
熱 伝 導 率	0.0011	Cal/cm · sec · C
比 重	1.58	g/cm ³
温 度 拡 散 率	0.00348	cm ² /sec

第2章 セメント砂の高温性質

セメント型の各温度に於ける性質を究明する事はセメント型鑄物の欠陥の発生機構を追及するためには必要欠くべからざる事であり、Fig 2~4に熱膨張(急熱,徐熱)高温抗圧力並に変形量,残留強度を示す。之等の図より膨張は,(a)700℃以上800℃を越すと膨張速度が大きくなり、急速に最大膨張に達する。(b)900℃以上では最大膨張を越すと半熔融となり始める。高温抗圧力,残留強度共に300℃以下300~600℃,600~900℃,900℃以上において変化が認められ、600℃を越すとその強度が非常に低くなって900℃以上では半熔融状態となる事が解る。

Fig 2 各温度におけるセメント砂の膨張速度

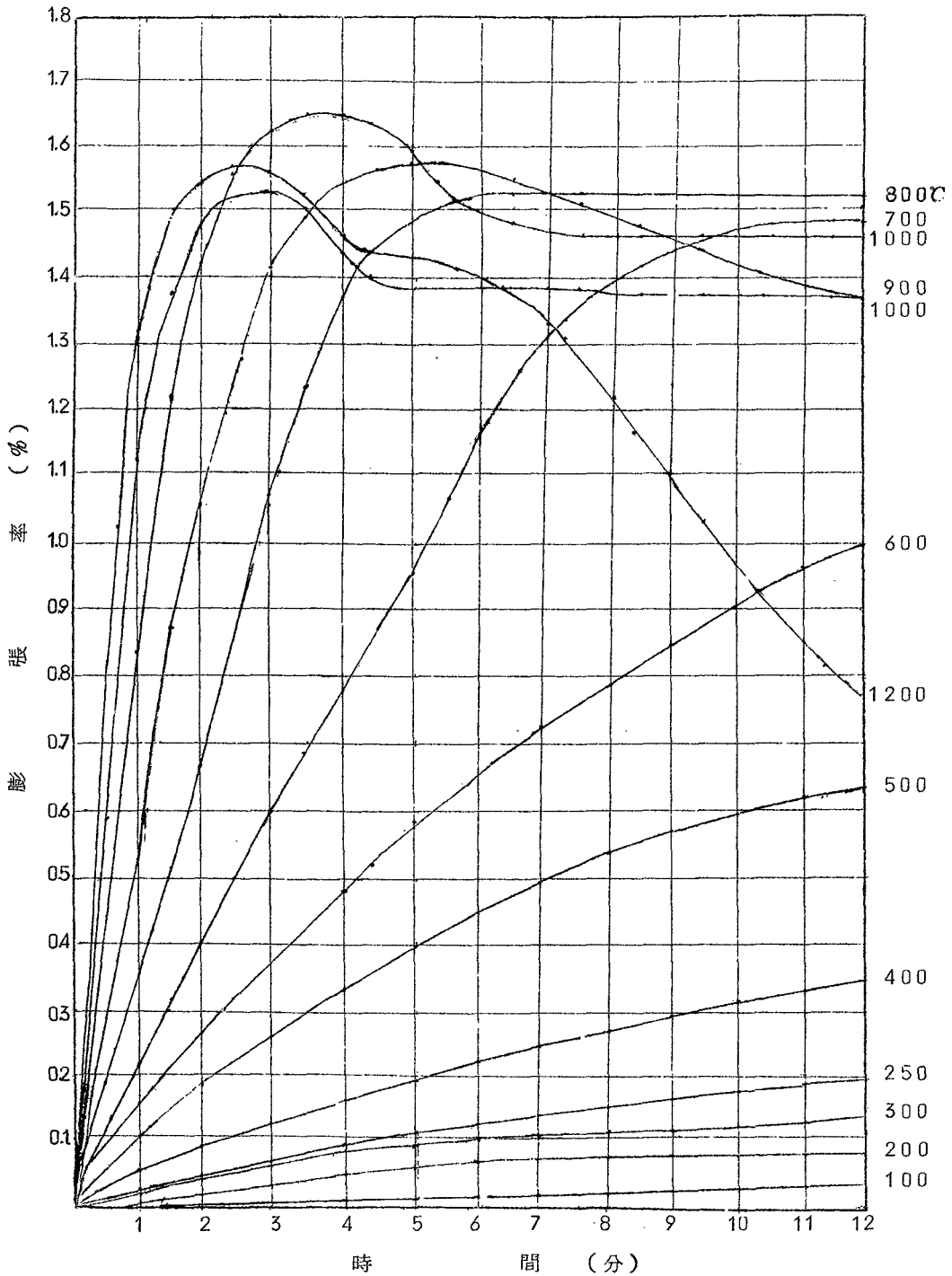


Fig 3 セメント砂の高温抗圧力と変形量

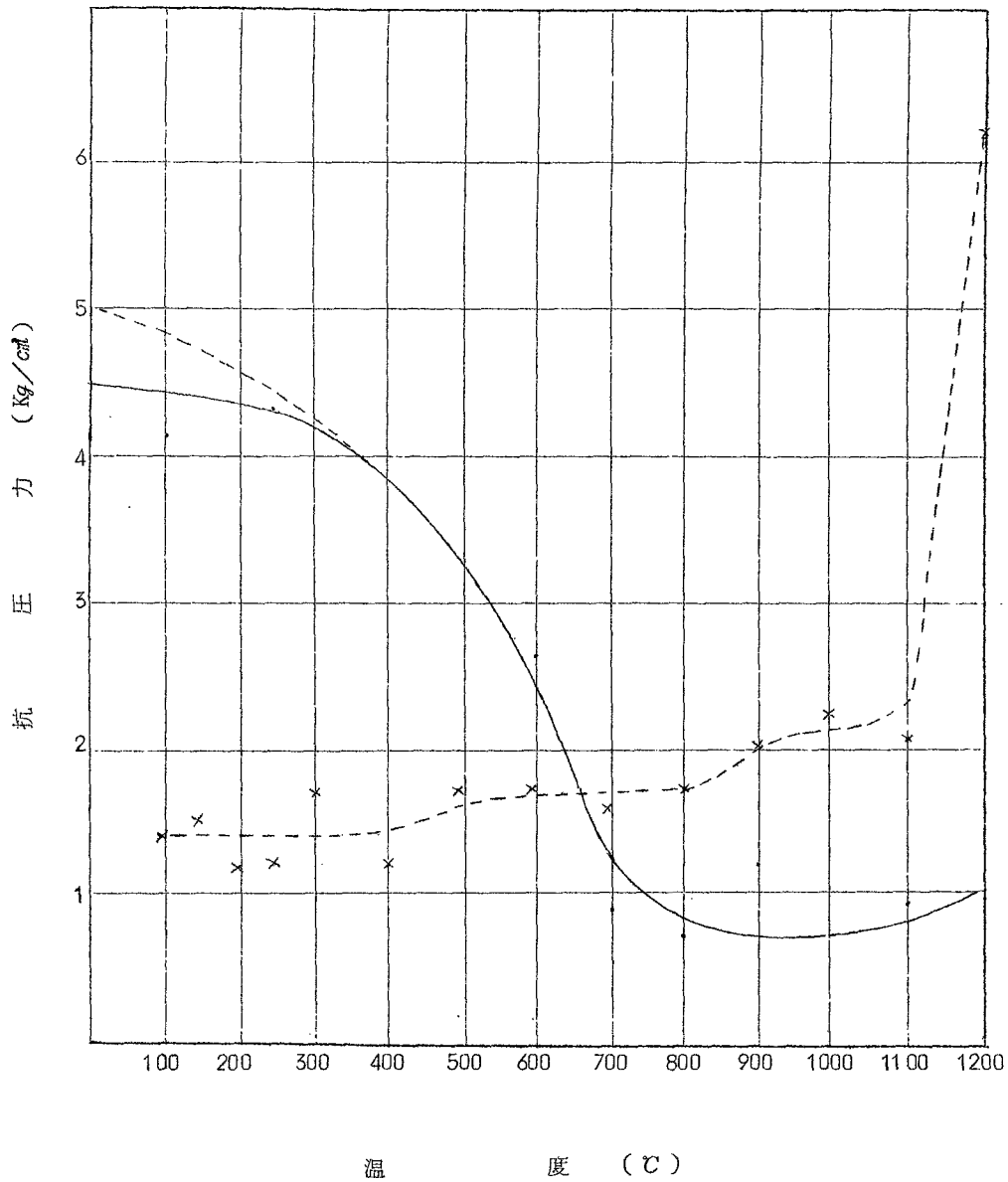
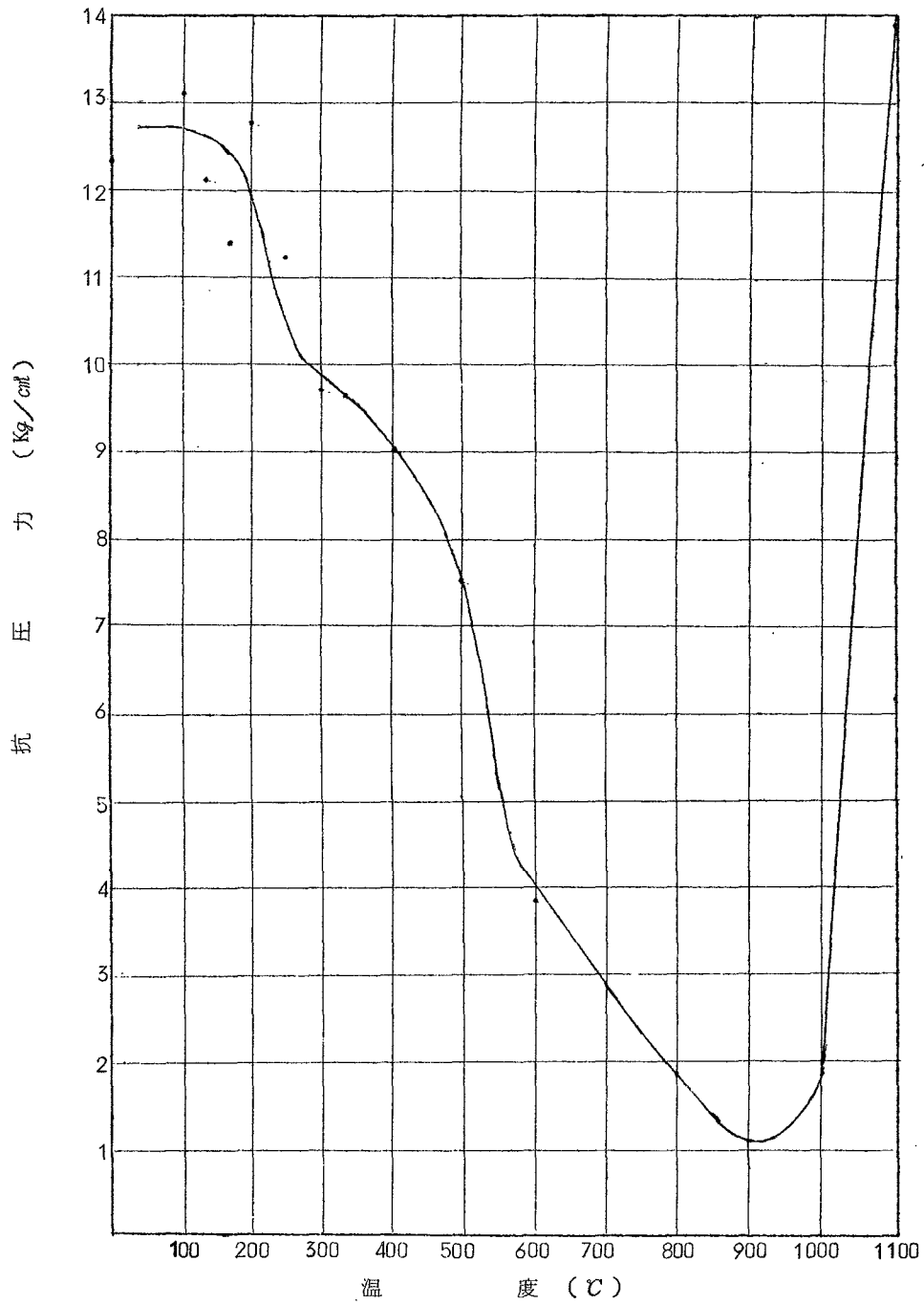


Fig 4 各温度に於けるセメント砂の残留強度



第3章 セメント鑄型の温度分布

セメント型に発生する砂かみ，すくわれ，吹かれ等の欠陥を考察する時にまず解明しておかねばならぬ基本的問題は熔湯の冷却とその熱を受ける鑄型境界層とその内部のセメント鑄型における温度分布である。これに就て行った実験とその考察に就て述べる。またその基礎実験結果の確認には1000～5000kg重量の工作機部品に就ての測定を行った。なお熔湯の冷却と鑄型の温度変化の解析に用いた式は厚さ2aの無限の板に於て熱が面 $x=0$ に垂直にのみ伝導されると仮定して計算した。

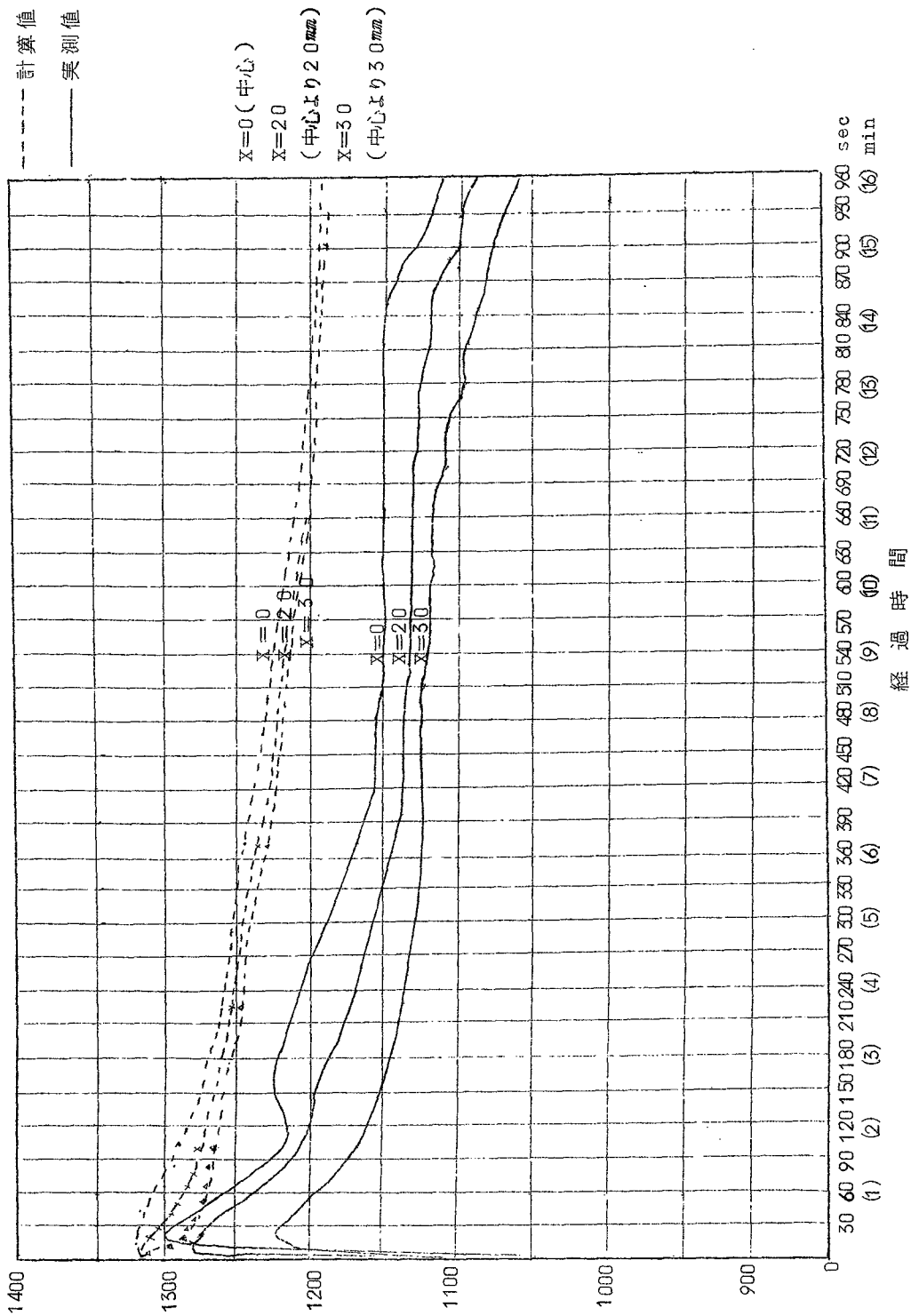
1. 熔湯側の温度分布

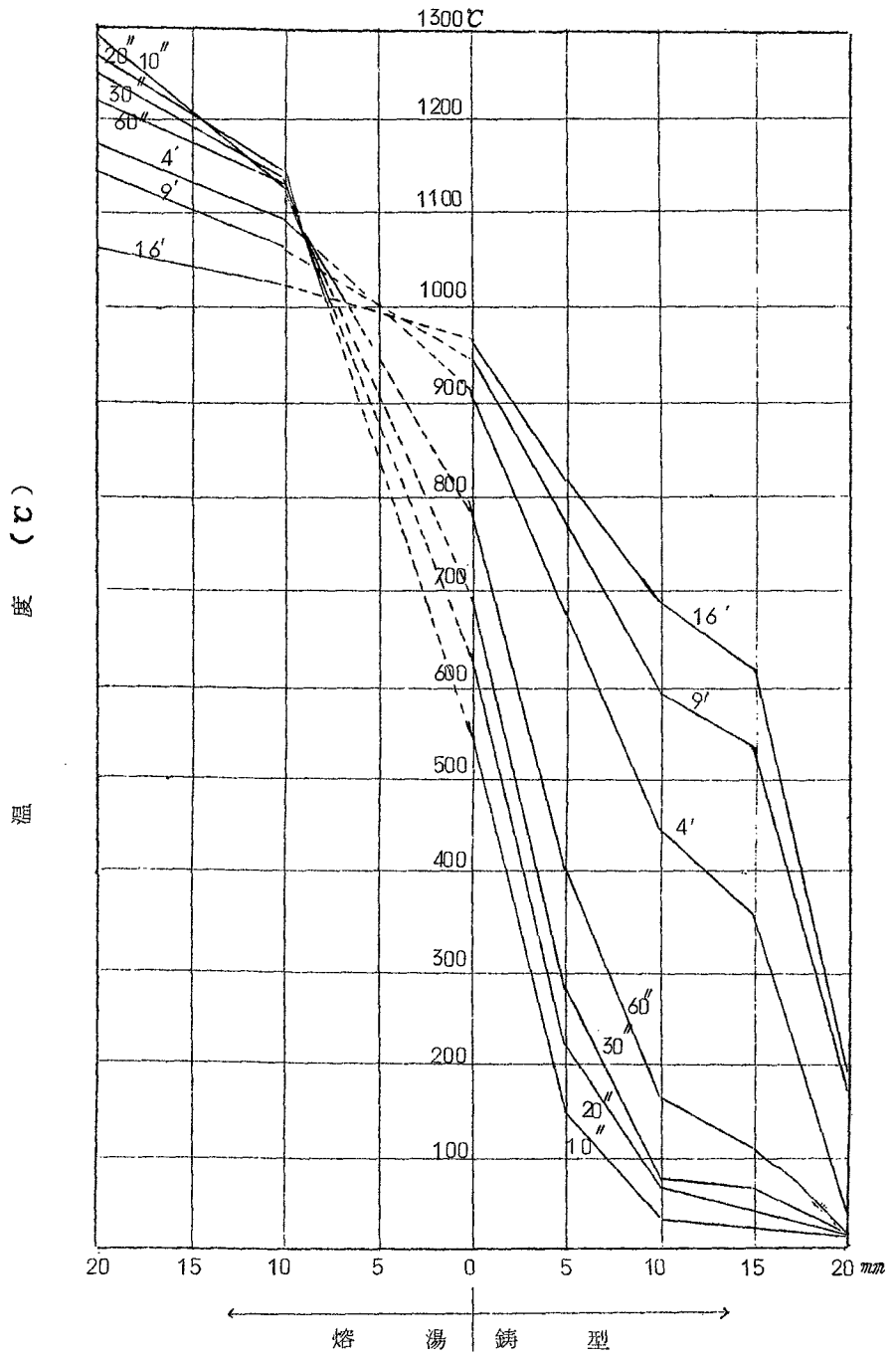
熔湯側における冷却曲線の計算値と実測値を図に示すとFig 5の如くなる。この計算値と実測値との比を α とすると α は鑄込后60秒間0.97～0.99であるがその後は0.95となる。これは共晶凝固の発熱反応等を無視した結果によるものである。

なおセメント砂以外の生型，乾燥型，油砂型，ガス型との比較も行ったが鑄型の影響は計算値程大きくはなかった。また測定した値を温度分布状態図で示すとFig 6の如くなり，(a)鑄型壁に近づくに従って温度が下っていて，その差は鑄込直后程大きい。(b)砂との境界層に接した10mm幅の層では最初200℃以上の差があり，境界面は凝固層となっている事がわかる。

更に形状因子(V/P)を考慮したCooling Rateの計算から凝固までの時間と共晶凝固時間が決定出来る事を示した。

Fig. 5 セメント型焼湯の冷却曲線 (計算値と実測値)





2. 鑄型側の温度分布

鑄型側の温度は鑄込后高温の熔湯の熱を受けて経時変化するが、計算値と実験値を図に示すと Fig 7 の如くなる。これより (a)鑄型境界面に近いところ(5mm, 10mm)では実測値の方が理論値よりも早く温度が上昇することを示す。すなわち見掛けの熱伝導率が高いことは、砂の熱伝導以外に40%近い容積を占める空気及び水分の膨張が熱を移動させるためで、その後は (b)計算値の方が逆に高い値を示している。(c)鑄型の深部においては、残留水分の蒸発に依る160℃の停点が見られる。

尙温度分布状態図で示すと Fig 6 の如くなり、セメント砂の熱伝導が悪いため、内部に入るに従って大きな温度降下を示し、時間の経過と共に内部の温度も上って来る。以上の結果より鑄型内各位置における最高温度とそれに到達する時間を調べてみると Fig 8 の如くなり、境界面より5→10→15mmと内部に入るに従って急激に最高温度が下る。したがって鑄型欠陥の発生に関係があるのは境界面より5mm以内の領域であること、及びその到達時間は境界面より15mm以内の領域では大差ない事が解った。

以上により鑄型内部の温度分布を知り得たのでさらに鑄型の色の変化と温度分布の関係を調べ、逆に鑄型の色に依ってその到達最高温度を推定した。

Fig 7 鑄型内温度の計算値と実測値

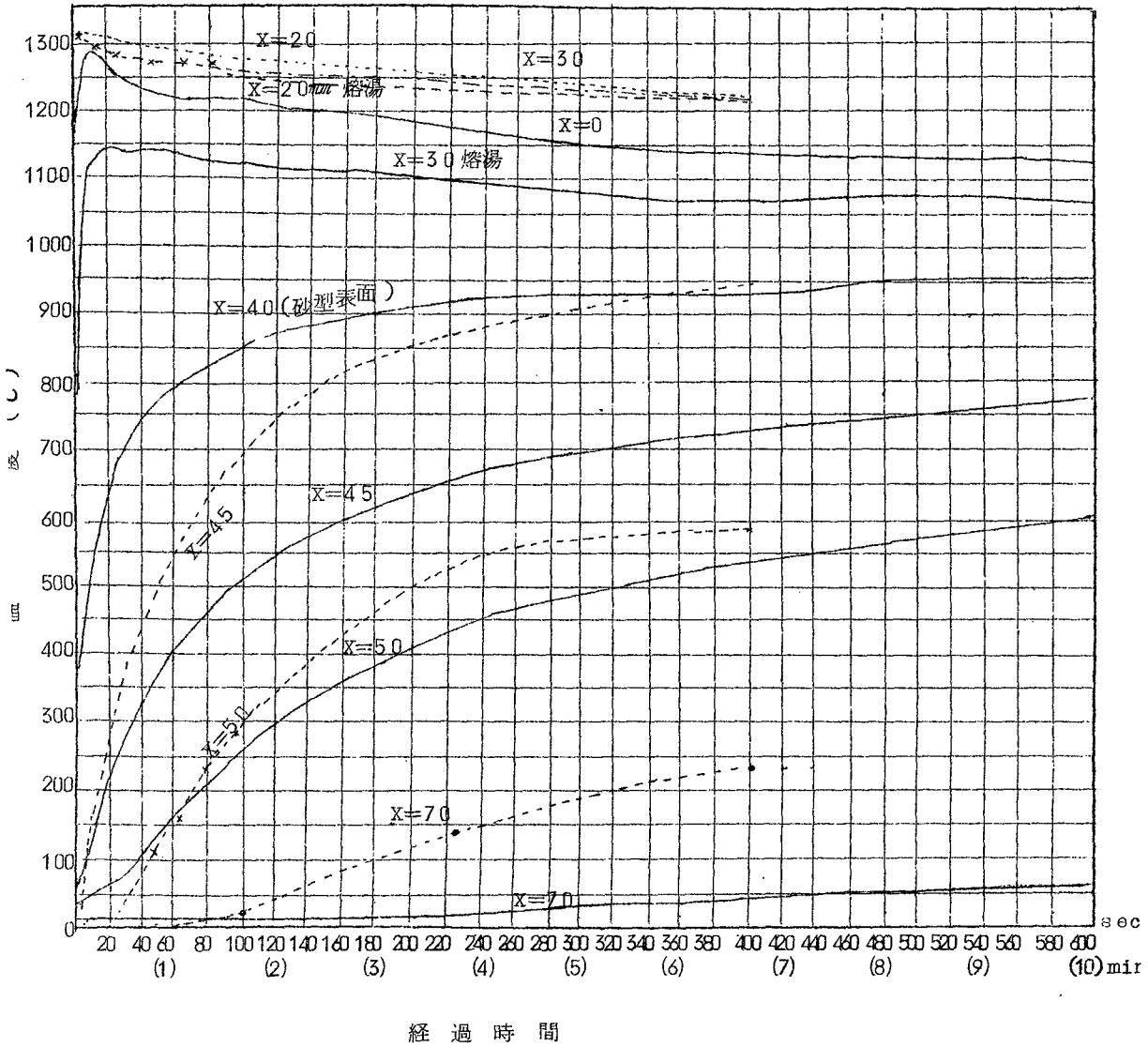
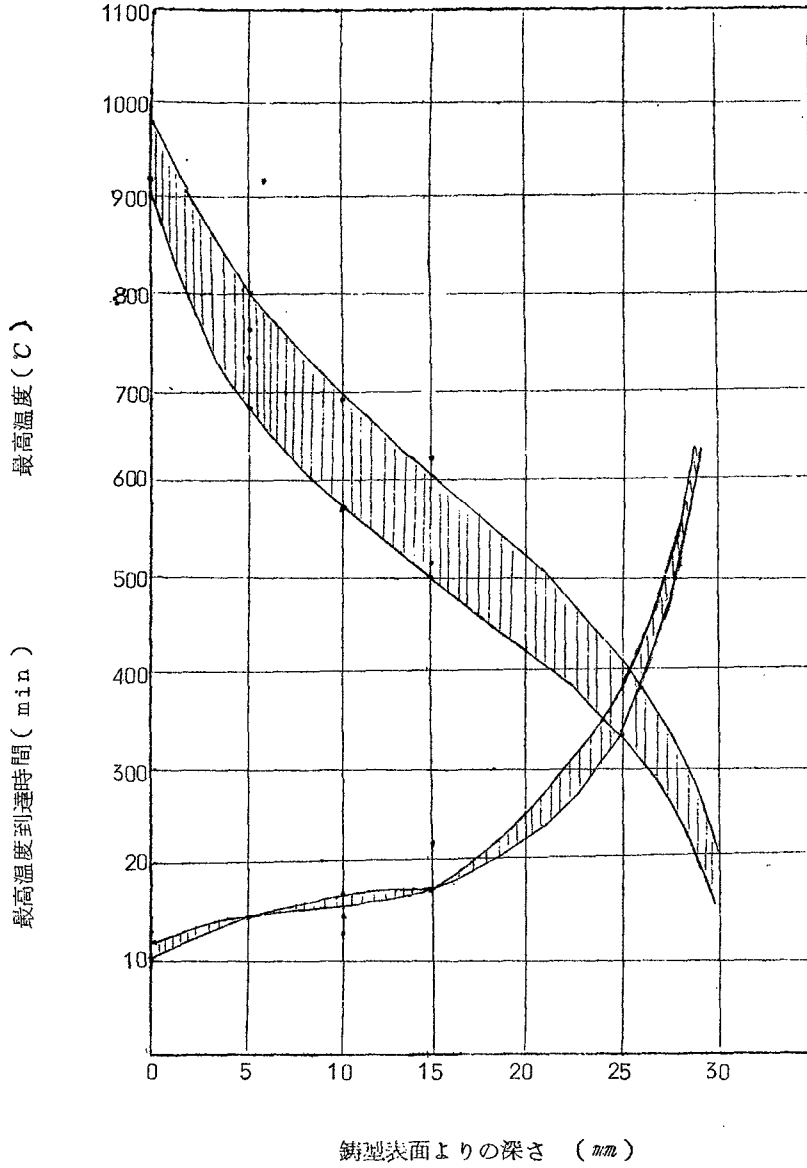


Fig 8 鋳型内の温度分布と最高温度到達時間（中子なし）



以上よりセメント型の高温性質、残留強度、及び各位置の到達最高温度とその到達時間並に色の関係よりセメント型各位置の性質を総括するとTable 6の如くなる。なお以上の実験結果はセメント型における欠陥発生の原因を把握し、その防止対策を立てる上に非常に重要である。

Table 6 最高温度—到達時間—色—強度関係(主型)

鑄型面よりの距離	最高温度	到達時間	高温抗圧力	残留強度	最大膨張量	色
0	900~1000 °C	10~12 min	0.7 Kg/cm ²	1~1.5 Kg/cm ²	2.11~2.27 %	白
5	700~800	15	0.8	2~3	1.57~2.13	灰色—白
10	700~600	16	1~2.5	3~3.5	0.91~1.57	灰色
15	600~500	17	3	7~4	0.6~0.91	黒

鑄込温度 1390~1400°C

鑄型内温度 1290~1820°C

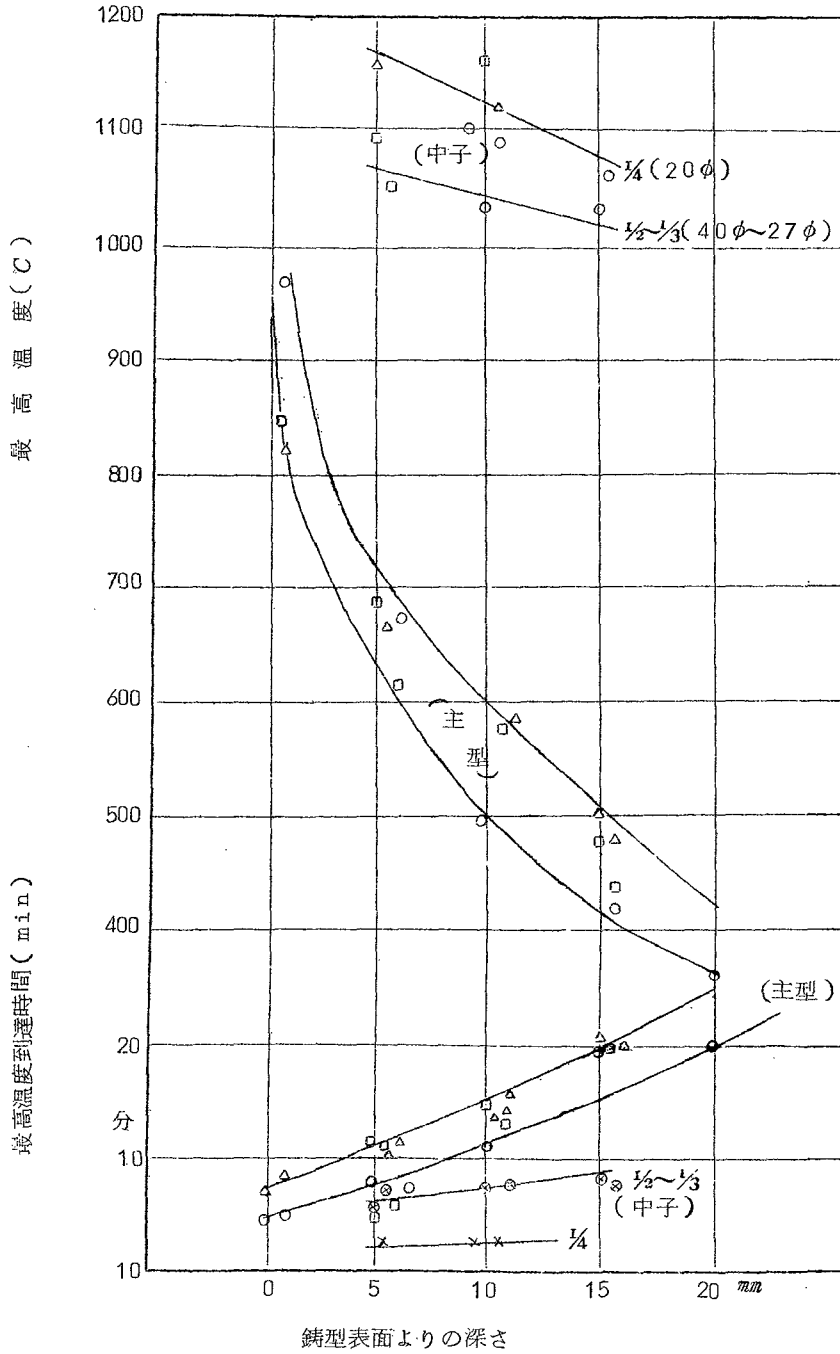
凝固温度 1130~1150°C

次に中子が入った鑄型の場合、いかに主型及び中子の温度分布が変化するかを調べる為、肉厚の1/2, 1/3, 1/4の寸法の中子を挿入し、鑄込み後における中子内部の温度と時間の関係を測定した。その結果、中子内部の各位置における最高温度と、その到達時間は、Fig 9の如くなった。

すなわち (a)中子が入ると主型における到達最高温度は下がるが、到達時間はやや短くなる。(b)中子の温度は共晶温度近くまで上り、かつその到達時間は中子の直径が主型肉厚の1/3以下になると更に短くなる。

以上の実験結果からみて主型に比べ、中子の方がはるかに昇温速度が大で、特に肉厚の1/3以下の直径の中子が入る場合や、また熔湯に包まれる鑄型の隅角部においては欠陥が発生し易い状態にあることがわかった。

Fig 9 主要一中子温度分布と最高温度到達時間



3. 鋳型壁面に接して形成する凝固層の性質

(1) 本体の凝固層

熔湯が鋳型と接触する部分に形成する凝固層の生成状況を知るため、熔湯を一定温度で注湯したのち、経過時間毎に鋳型より溶湯を流出させて、凝固層の厚さを測定をした。またその測定結果を凝固の式

$$d = q \sqrt{t}$$

ただし、

$$q = \frac{2 K_2 (\theta_1 - \theta_2)}{L \rho_1 \pi K_2} = 0.0616$$

d : 時間 t における凝固層の厚さ t : 時間 0.5, 1, 3, 5, 7, 11, 13, 15, 20 min q : 凝固常数

と比較しつつ考察した。その結果本体における凝固層は鋳込まれた際、ほぼ瞬間的に生成されると考えるのが妥当であり、また体積と表面積との比 (V/S) の小さい肉薄のもの程凝固層の発達早いことがわかった。

(2) 湯口系に形成する凝固層

湯口系に生成する凝固層と溶湯の流速との関係を調べるため、湯口の高さを変えることにより溶湯の流速を変化させ、湯口内に生成した凝固層の厚さの測定を行った。その測定結果と湯口系の凝固式

$$\delta = \frac{4 \theta_0 K_1 \ell}{\rho_1 c_1 \theta_g d_1 v}$$

ただし δ = 凝固層の厚さ cm

θ_0 = 凝固点 (θ_0) - 凝固層外側温度 (θ)

K_1 : 凝固層の熱伝導率 0.089 cal/cm · sec

ℓ : 湯道の長さ (20 cm)

ρ_1 : 湯の比重 0.87 gr/cm³ (at 1300°C)

c_1 : 湯の比熱 0.218 cal/g · °C

θ_g : 鋳込温度 (θ_g) - 凝固点 (1200°C)

d_1 : 湯道内径 $d_a - 2 \times$ 凝固層厚さ δ

v : 湯の平均流速 cm/sec

と比較して溶湯の流速を増せば

凝固層の厚さが急激に減少し、

流速が 1.50 m/sec を越せば

湯口系、すなわち注湯途上の凝

固層が出来難いことがわかった。

以上の結果より 1.50 m/sec

前後の流速で湯が走っている湯口系では、凝固層が生成されておらず、砂が直接溶湯の衝撃や曝熱を受け、非常に過酷な条件下にあることがわかる。そのため湯口系ではすくわれ系統の欠陥や塗型層の剝離等に依る欠陥が起り易く、一方溶湯流速の小さい本体では湯が入った瞬間に凝固層が形成するため、後の溶湯はその中を通して行くので砂に依る欠陥は起り難い

ことがわかった。

4. 鋳型表面層及び塗型層の温度分布

凝固層に接触する鋳型表面層及び塗型層における温度分布を知り、欠陥が発生する表面層の高温性質を知る事が重要であるのでその温度分布測定を行った。その結果の一例をFig10, Fig11に示す。

これらの結果より (a)鋳型表面の最高温度は主型では950℃前後、また中子では1150℃近くで1分以内で最高温度に近い温度に到達する。(b)凝固迄の時間内では上面、側面、下面各位置の温度差は認められない。(c)塗型層の表面とそれより2mm以下の砂層との境界面では約100℃の温度差があるが黒鉛塗型層の最高温度到達時間は塗型しないセメント鋳型だけの場合の半分である。(Fig10 Fig11)

5. 大物鋳造品の温度分布

中子が大きく、測定位置の壁が無限の平面と考えられるところでは主型と中子の温度が接近し、中子が包まれたところは前述の如く温度差を生ずる。主型と中子の温度が接近した例を工作機コラム本体(1260kg)材質GD, 鋳込温度1370℃, 鋳込時間41秒の鋳造の場合に就て示すと下表のようになる。

位 置	主 型		中 子	
	最高温度	到達時間	最高温度	到達時間
0 mm	990℃	20 min	990℃	20 min
5	915	24	890	25
10	860	27	825	47

すなわち (a)主型と中子の温度が接近していて、主型は高く中子は低く何れも1000℃附近であり、(b)熱量が大きいので5mm, 10mm内部も表面に近い温度となり、したがってその部分の残留強度が下るが温度上昇には時間を要す。

Fig 10 主型-中子塗型内の温度分布 (G 2-46.11)

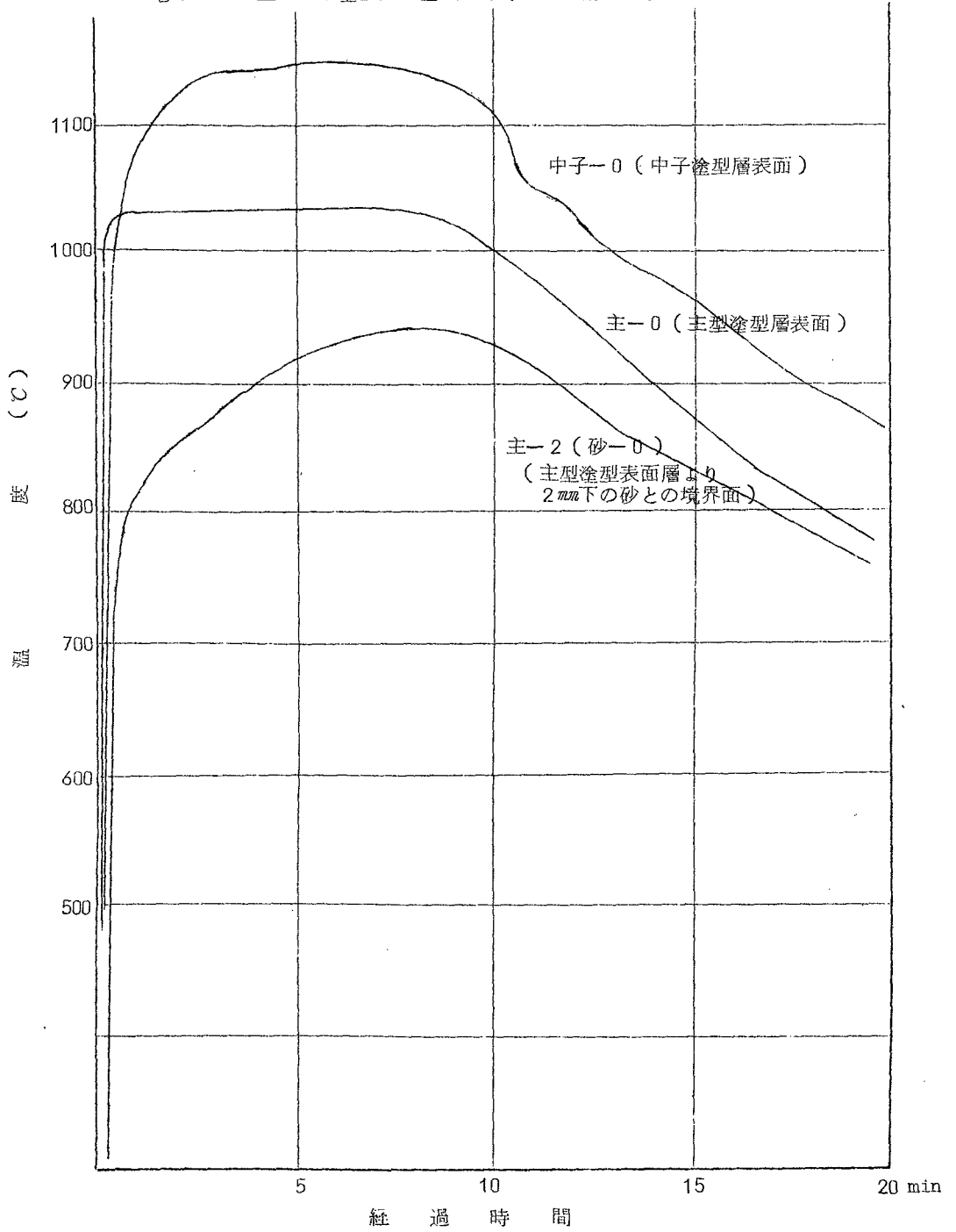
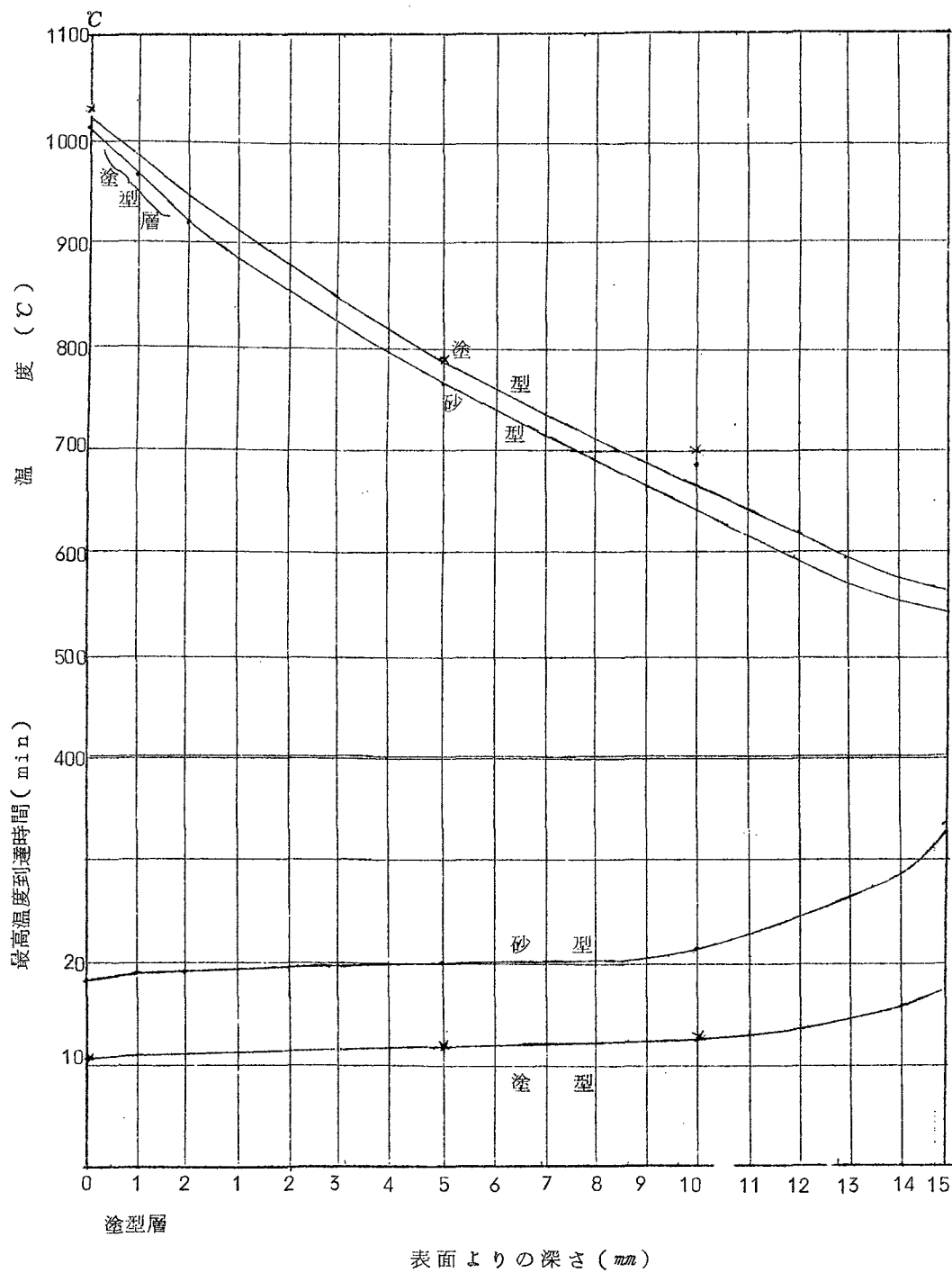


Fig 11 塗型と砂型の温度分布比較



6. 欠陥が発生する時期と温度の推定（欠陥の発生過程の推定）

以上の実験結果より欠陥の発生過程に対する推定を次の如く行う事が出来る。即ち鑄鉄の熔湯はキヌポラから1550℃で出湯されるが、樋で30～50℃低下し、さらに取鍋への移して1000℃低下して、鑄込温度は結局1370℃～1400℃となる。かかる鑄込温度の熔湯は鑄型内で更に80～100℃温度降下して鑄型内の温度は1300～1320℃である。この熔湯は鑄込まれた際、その中心と鑄型壁の間に温度勾配を生じ、鑄込速度1.50 m/sec以下の本体では鑄型との間に凝固層を作りながら満されてゆく。（一方湯口は鑄込速度の大きいところでは凝固層ができず鑄型が直接曝熱を受けて、すくわれ系統の欠陥を生じ易く、また流された砂は砂かみとなって本体上型に附着する。）

また鑄型は熔湯の熱を受けて砂の膨張に依る熱応力が発生し、温度上昇により強度低下するため鑄型に亀裂が発生し、その亀裂が次第に発達して種々の欠陥を惹起する。特にその発生位置は湯口系及び中子に多い事はその到達温度が高いことから推測される。また欠陥が表面層に発生する事は砂の熱伝導率が小さいために生ずる温度分布からも容易に推定することができる。したがってこのような基本的実験結果から欠陥が発生する時期と温度は次のように推定される。

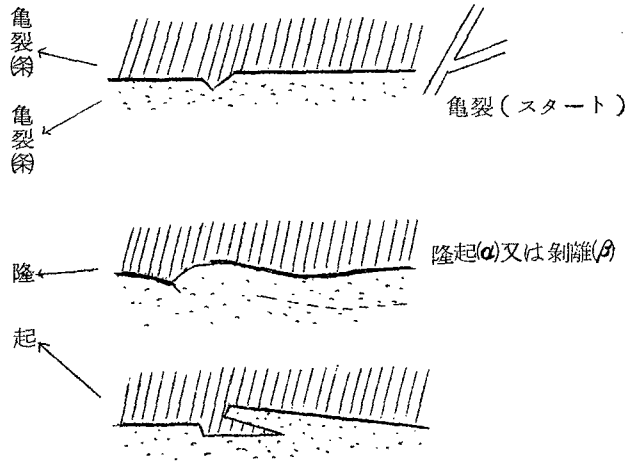
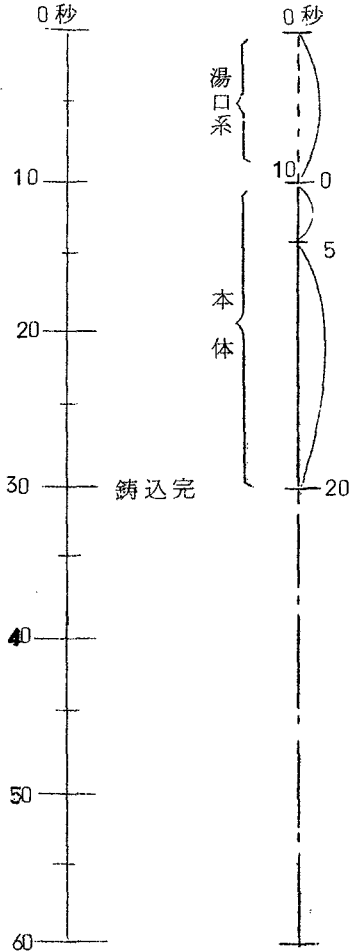
(1) 欠陥の発生または発生開始の時期（Fig12）

欠陥の発生または発生開始時期は注湯中、すなわち鑄込時間以内と考えるのが妥当である。一般の1000Kg前後の鑄造品ではその鑄込時間は30秒前後で長くとも60秒である。鑄込時間を今30秒としてその内湯口系を走る時間を10秒とすると本体が鑄込まれる時間は20秒であるから、欠陥の発生がその間におこるなら、すくなくともその間鑄型はその温度に耐える事が必要である。勿論欠陥の発生開始は瞬間的で鑄込中の湯の流動している間にすじが入りどんどん成長すると考えられる。また湯口系において特に欠陥が発生し易いことは温度が高いことと凝固層が形成されぬことからみても明かである。

(2) 欠陥の発生または発生開始の鑄型温度は型の温度分布よりみて鑄型表面より2mm以内における温度であって、また珪砂の変態点（574℃）を越した600～800℃と推定される。

Fig 12 欠陥が発生する時期と温度

時刻



発生原因

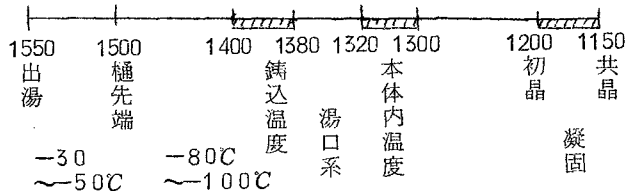
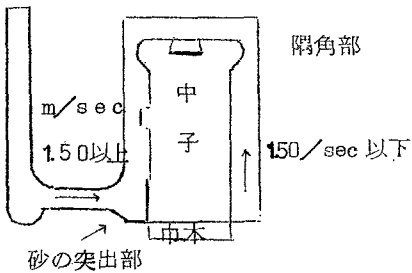
- { 熱膨張力 (575℃以上)
- { ガス圧
- { 砂の接着力 (耐圧力 4.2 Kg/cm以上)
- 湯の流れ方と温度分布
- 最高温度, 凝固層, 温度差,
- スピード (1.50 m/sec と凝固層生成)
- 形状・・突出部 隅角部

欠陥発生場所と時間

- 湯口系 0 ~ 10"
- (dynamic state)
- 中子系 (本体) 0 ~ 5"
- 5 ~ 20"

欠陥発生温度

- 0 ~ 2 mmの砂層 600 ~ 800℃ (575℃以上)
- 鑄込温度 1380 ~ 1400℃
- 鑄込速度 1.50 m/sec 以上 (湯口系)



第 2 部 実例を中心としたセメント型鋳物 不良品発生の防止対策

第 3 篇 セメント型鋳物における欠陥の発生機構とその防止対策

第 1 章 すくわれ系統の欠陥

すくわれのうち，A型すくわれの発生は，セメント型においては割合少ないが，湯洩れや膨張の多い砂等を使うと発生するので，その実例として工作機械用プレーナーテーブル，内燃機械のエンジンベッド及びシリンダーにおいて発生したものを詳細に検討してその発生機構を調べ，それを特性要因図で展開し，その防止対策を確立した。

第 2 章 砂かみ系統の欠陥

1 砂かみ欠陥の分類

前述の如く，この「砂かみ」欠陥がセメント型においては最も多く発生するので，特に慎重な考察を加えねばならない。そこで考察の便宜上内燃機関用エンジンベッド，RGコーン等の鋳物に発生した砂かみ系欠陥実例を，現象別に Table 7 の如く分類した。

Table 7 「砂かみ」の分類

分 類	形状，発生箇所	発 生 原 因
I 塊 状 型	大きな砂の塊 上型面	本体特に中子隅肉部，補修部から A-scab, B-scab
II 散布型 (g)	細かい砂が分散 堰前及び側面	湯口系から B-scab
III 散布型 (s)	細かい砂が一面に分散 上型面	生型砂のポロッキ (no wash) から B-scab
IV 不 定 型	あれ肌となる 下型面	押込，中子据えの砂おち ドライヤーかけすぎ等から

但，III散布型(s)はセメント型に発生せず，IV不定型は型おちまたは砂おちという。

以上のうちセメント型に最も多く発生する欠陥の型式は、Ⅰ塊状型及びⅡ塊状型(G)である。大きな砂かみがある時は必ずと云っても良いほど、中子にすくわれが発生している。特に欠陥発生が多くみられる位置は中子上型部の隅角部である。この場所は搗き固めも不十分であり、砂がぼろつき易く、熱にも長く照らされ、ガス圧も大で充分な注意が必要である。また時として補修をセメント砂で行なった場合は硬化不十分であるからバーナーで焙るなどするととばされを起す場合もあるので補修要領も確立しておかねばならぬ。一方、細く散布した砂かみは湯の走った堰前や側面に多い。これは湯口系が不完全で、特に各継ぎ目が不完全である場合に「とばされ」や「洗われ」によって起る事が多い。湯口系も製品の一部として造型、塗型乾燥に充分注意せねばならぬ。砂おち、即ち不定型砂かみはドライヤーのかけすぎ、中子据後の掃除、巾木の囲りに埋める真砂のとばされ等に注意すれば発生せず、予想外に少い、また発生位置は下型で「のろ」等と混在することは少い。尙形の丸い「ノロ」の入れね様にストッパー、受け口、ストレーナー等の配慮をせねばならぬ。

2. 「砂かみ」の発生原因とその防止対策

「砂かみ」欠陥の発生原因を作業別特性要因図で示すと、Fig13の如くなる。これにTable 7の番号を附すと凡てⅠⅡⅢに入る。このうちⅣのグループに入るものは防止対策が容易なので省略し、ⅠⅡのグループに就て述べると

(1) 塊状型砂かみの発生原因とその防止対策

Fig13に示した「砂かみ」の作業別特性要因図より塊状型として本体に発生せるものを原因別要因図で示すと、Fig14の如くなる。これよりその防止対策が確立される。

(2) 散布型砂かみの発生原因とその防止対策

Fig13より散布型砂かみを原因別特性要因図で示すとFig15の如くなる。これよりその防止対策として4項目が確立される。

Fig 1 3 セメント型「砂かみ」作業別特性要因図

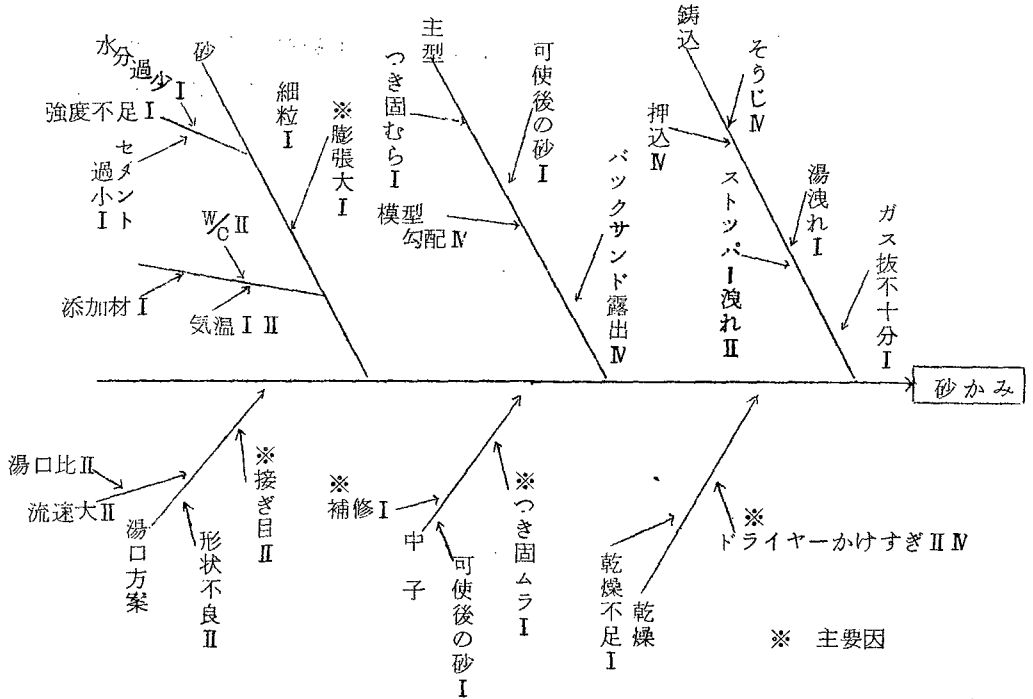


Fig 1 4 塊状型「砂かみ」特性要因図

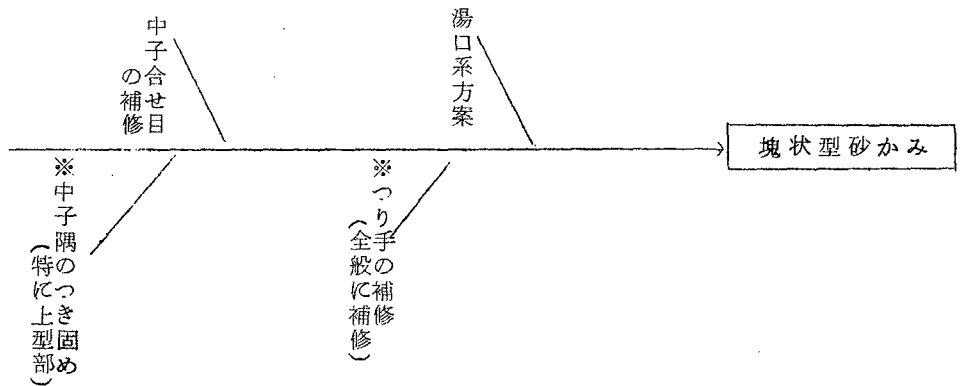
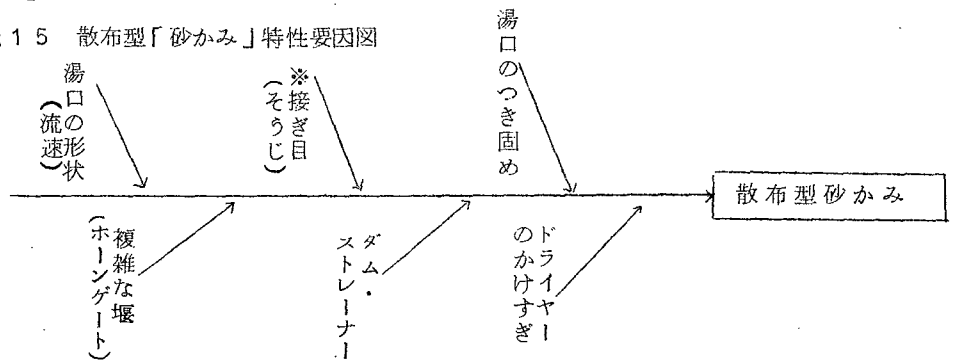


Fig 1 5 散布型「砂かみ」特性要因図



第3章 黒味剥げ

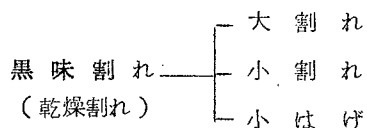
1 黒味剥げの分類

「さし込み」または「焼き着き」防止用塗料としてセメント型表面層に塗られる黒鉛系塗料に依って発生する「黒味剥げ」に就て内燃機関部品フライホイール、シリンダー等における発生例を挙げ、それらをTable 8の如く発生原因別にガス型(G-type)と滑り型(P-type)に大分類し、更に滑り型(P-type)を小分類した。

Table 8 黒味剥げの分類

大分類	小分類	形状, 発生箇所	発生原因
ガス型 (G型)		塗形層に薄い 砂層(浸透層)を伴う	中子に多く, 下の砂層 のガス圧に依る
滑り型 (P型)	黒味寄り (一般に「黒味剥げ」と云う)	塗型が寄っている 上型	下型, 堰前の剥げた黒 味の浮上
	黒味かみ (α or $\alpha-\beta$ 型)	本体に黒味が喰い込んでいる 側面又は下型	黒味の膨張 溶湯の衝撃 黒味の接養力 に依る剝離又は隆起
	黒味剥げ (β 型)	塗型のあとに湯が入っている 下型(堰前)又は側面	

〔注〕 P型黒味剥げの起る原因の一つとして下の砂層に附着していない黒味割れ(乾燥割れとも云う)は次の如く分類した。

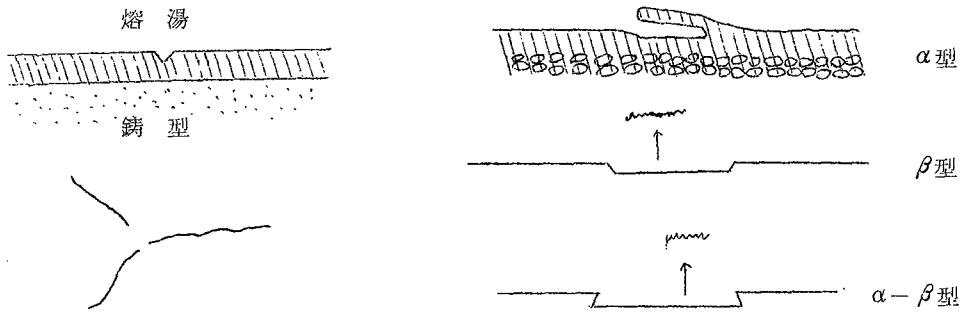


2 P型黒味剥げ発生機構を解明するための実験

以上の如く分類した内でG型黒味剥げは発生原因が明瞭なのでP型黒味剥げに就て発生の時期, 発生現象, 黒味割れとの関係, ベースサンドの種類との関係, 流速の影響, 温度分布等を調査し,

更にその原料の黒味の各種材料及び塗型に就て熱膨張，強度等の特性を調べ，その発生機構を明らかにするとともに，塗型試験用寸法，及び適正配合を決定した。

P型黒味剝げの発達過程はすくわれの発達過程における膨脹過程と類似する。すなわち，先ず第1に熔湯が入る以前（乾燥割れ）が入った瞬間にすじや亀裂が入った後に発達する。



次に溶湯が走って700～800℃以上になった塗型層はその膨脹力と接着力に依り更に隆起する(α型)か，または剝離(β型)を起す。しかしその剝離層は薄く，0.5～2mm位である。剝離したものは大部分浮上して黒味寄りとなるが，その位置に残ったものは黒味かみとなる。この黒味剝げの発生時間は5～7秒で，湯が型の表面を全部を覆う以前に発生する。

以上の黒味剝げには (a)黒味の膨脹力，(b)溶湯の衝撃力(流速，湯圧，ガス圧，流れ方に依存) (c)黒味の接着力等が重要な役割を果すことがわかった。

3-3 黒味剝げの発生原因とその防止対策

以上より「黒味剝げ」の発生原因を作業別特性要因図で示してG型とP型に分けてその防止対策を確立した。

第4章 その他の欠陥

1 板状さし込み

セメント型も一種の砂型であるので砂型に共通した欠陥が出るが，それらの一般的な欠陥以外に未熟なセメント型においては「板状さし込み」とよばれる欠陥が発生する。セメント型は可使時間中のセメント砂を込めつけた後，時間の経過と共に硬化するが，その強度変化の途中，半硬化の時点で木型を抜き，「ヘラ」などで等を行くと，その衝撃に依り下層との縁切れが起る。一度縁切れが起ると，すでに可使時間を過ぎていたので接着力がなく，結合しないまま硬化を完了して隙間ができる。「板状さし込み」欠陥はこの隙間に湯が入った結果形成されたものである。したがってへらなどで木型を抜く時期等を調節することに依りて防止出来ること示し，またそのた

めの木型製作要領を確立した。更に

2 割れ 3 さし込み 4 吹かれ等に就てその発生原因を検討し、
その防止対策を確立した。また最後に欠陥の防止対策実例についても附記した。

第4篇 総 括

本研究の成果として、セメント型鑄造品における不良品発生率の低下に関する実績と結論を記した。

審 査 結 果 の 要 旨

鑄鉄鑄物の分野で、従来大型鑄造品は乾燥型を主体としてつくられているため、生産性の向上にあまり期待がかけられなかった。それで乾燥型の欠点を解決し、寸法精度、表面状態のすぐれた、しかも造型の容易な自硬性鑄型が最近注目されるにいたった。

本論文は自硬性鑄型的一种であるセメント型についての研究で、内容を大別すると、セメント型の基礎的な解析と、实例を中心としたセメント型鑄物の不良発生防止対策の2つの部分から成っている。

第1篇は緒論である。

第2篇は欠陥発生に対するセメント型の高温性質の影響について述べているが、第1章はセメント鑄型用諸材料およびそれらを鑄型とした場合の常温性質の測定結果で、第2章にはセメント砂鑄型の高温特性の研究結果が記述されている。それによれば鑄型の膨張は700℃以上800℃を越すと急に増し、900℃以上の温度において最大膨張を示すが、それ以降では半溶融状態になりはじめ、抗圧力、残留強度ともに急激に低下することを明らかにしている。第3章ではセメント型を使用して鑄造した場合の型内、溶湯、塗型層の温度変化を測定し、その結果と前章の高温特性とを関連させて考察した。さらに湯口系、鑄物本体での凝固の進行を実測し、計算値と比較検討した。これらの結果からセメント型の欠陥は注湯中、すなわち鑄込完了時間以内に発生し、また鑄型表面より2mm以内における温度は珪砂の変態点以上の600℃～800℃であることを見出している。

第3篇ではこれらの基本的な考察結果に基づいてセメント型鑄物における欠陥の発生機構とその防止対策を述べている。第1章では「すくわれ」系統の欠陥に関してその発生機構をしらべ特性要因図からその防止対策を確立した結果を記述している。第2章は「砂かみ」系統、第3章は「黒味剥げ」、第4章は「板状さし込み」「割れ」「吹かれ」などについてその発生原因と防止策を述べ、さらに实例によってこれらの欠陥防止対策を示している。

第4篇は総括である。

以上要する本研究は鑄物用セメント型に関して、セメント型自体の性質、とくに高温特性を明らかにした上で、鑄造時における溶湯、セメント型の熱的挙動をしらべ、それに基づいてセメント型に発生する欠陥の発生時期、温度などを検討したもので、実際の大型鑄物についてもこれらの測定を実施して、セメント型鑄物に発生する欠陥の防止対策を確立したものである。これら得

られた結果は金属工学の発展に寄与すること少なくなく、またこの鋳物工業への応用は造型面での新しい分野を開拓したものである。

よって本論文は工学博士の学位論文として合格と認める。

P 1 内燃機関用クランクケース (A-Scab)



P 2 テーブルに発生した Scab の断面

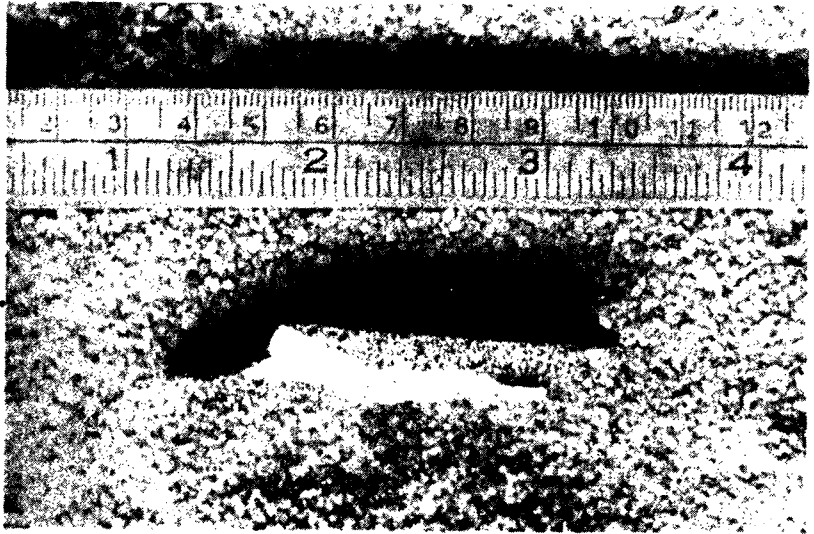
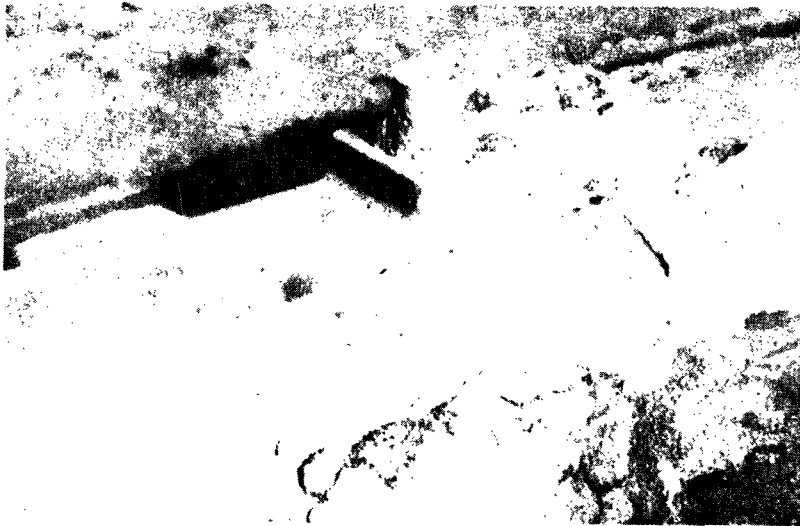


Fig 3 A-scab and block-like sand



Fig 4 G-type black peel



P 5 黒味寄り (P型)



P 6 黒味剥げ

