

## キルド鋼塊の凝固組織に関する研究 (I)

(蠟塊による基礎実験)

On the Structure and Segregation in Killed Steel  
Ingot Solidification (I)

— Fundamental Experiments on Stearin Wax Ingots —

渡 辺 準 平\* 川 辺 克 巳\*

## 内 容 梗 概

優秀な鍛鋼品を製造するためには内質の健全な鋼塊を使用することが必要である。鋼塊の内質の良否は造塊上の諸条件に影響されるところがはなはだ大きい。

この報告はステアリン酸にパルミチン酸およびオレイン酸を配合した蠟塊の凝固現象が鋼塊のそれに類似している点に注目してダンピング法によりその凝固過程を調査し、つぎにアルミニウム製の鋳型と鋼板製の押湯枠を使用しもつとも簡単な条件の下で蠟塊の肉眼的な凝固組織におよぼす鋳型および押湯の形状、押湯比、鋳込温度、および押湯の保温の影響を検討したものである。

その結果蠟塊の凝固過程は A. L. Feild の実験式  $D=K\sqrt{t}$  を満足することを確認し、また蠟塊を縦断したときの肉眼的な凝固組織は造塊条件の中でも鋳型の高さ/平均径の比によつて著しい影響をうけることがわかった。

## 〔I〕 緒 言

鋼塊中に現れる肉眼的および顕微鏡的な欠陥は熔鋼の精錬状況と造塊時の諸条件すなわち鋳込温度、鋳込速度、鋳型および押湯の形状などに密接な関係を有していることは周知の事実である。鍛鋼品の製造にあつては鋼塊内部の偏析がしばしば問題となり、内質の健全な鋼塊を造ることが優秀な鍛鋼品を製造するための必須条件である。

鋼塊の凝固組織と偏析の問題については A. W. & H. Brearley<sup>(1)</sup> を始めとする多くの人々によつて精力的な研究が進められており、現在もなおこの分野に対する努力が行われている。とくに英国鉄鋼協会の鋼塊の不均質性に関する委員会の業績<sup>(2)</sup>には敬意を払う必要がある。

鋼塊の凝固組織の研究には実際に鋼塊を切断して調査することがもつともものぞましいが、経済上の難点と時間がかゝりすぎるので、蠟塊の凝固現象が鋼のそれに類似しているということから基礎的な実験として蠟塊を用いることが二、三の文献に見られる。すなわち C. G. Carlsson および A. Hultgren<sup>(3)</sup> は柱状品の発達状況を調査するためにいろいろの条件で凝固したステアリン蠟塊を使用し、R. G. Heggie<sup>(4)</sup> はステアリン蠟塊の凝固過程をダンピング法によつて調査している。錦織清治<sup>(5)</sup> 氏はステアリン酸にベニガラを 1~2% 程度を混合して造塊条件と凝固組織および偏析との関係について実験を行っている。また鋼塊の縦割れの機構を究明するために川崎舎恒三<sup>(6)</sup> 氏らはステアリン酸を使用している。

本報告は C. G. Carlsson らの使用した蠟塊の配合成分 (ステアリン酸 45%, パルミチン酸 45% およびオレ

イン酸 10%) に不純物として酸化クロム 1% を混合し、これをいろいろの条件でアルミニウム製の鋳型に鋳込み冷却後に縦断して凝固組織を肉眼的に観察したものである。実験はまずダンピング法によつて凝固過程を検討し、つぎに鋳型の高さ/平均径、押湯比、押湯の高さ/平均径、鋳込温度および押湯の保温などの因子が凝固組織におよぼす影響を調査した。

## 〔II〕 実 験 方 法

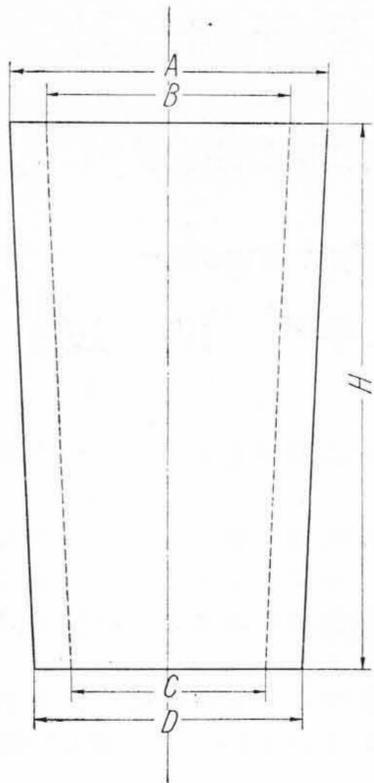
## (1) 蠟塊の配合と性質

蠟塊の材料としてはステアリン酸 45%, パルミチン酸 45%, およびオレイン酸 10% に不純物として酸化クロム 1% を配合した。酸化クロムは蠟塊の縦断を容易にするためと凝固組織の検討に便ならしめるためである。配合材料の熔融点はそれぞれ 69.2, 62.0 および 14°C<sup>(7)</sup> で配合したもの、それは A. Hultgren らによれば約 52°C である。蠟塊の比重、熔融点および 80°C より常温 (20°C) までの収縮率の測定をつぎのようにして行つた。約 5g の巢のない蠟塊を作つて秤量しあらかじめ容量を検定したビュレットに適量のアルコールを注入しアルコール表面の示度を読む。つぎに蠟塊を装入して再びアルコール表面の示度を読み蠟塊の容積を求める。アルコールを排出してビュレットを水を入れたビーカー中に入れ水温を 80°C まで上昇させた時の熔融蠟の示度を読み計算により求める。その結果比重は 0.985, 熔融点は 51°C, 収縮率は 17.81% を得た。

## (2) 鋳型、定盤および押湯枠の形状、寸法

鋳型および定盤はアルミニウム製鋳物で第 1 図、第 2 図 (次頁参照) および第 1 表 (次頁参照) にその形状、寸法を示す。鋳型の内面は出来るだけ平滑に仕上げ各鋳

\* 日立製作所日立水戸分工場



第1図 鑄型寸法  
Fig. 1. Dimensions of Ingot Mold

第1表 鑄型寸法  
Table 1. Dimensions of Ingot Mold

鑄型 No.	高さ 平均径	A	B	C	D	H
1	1.52	76	60	52	68	85
2	2.10	71	55	45	61	105
3	2.49	69	53	42	58	118
4	3.10	66	50	38	54	136
5	3.55	65	49	35	51	149

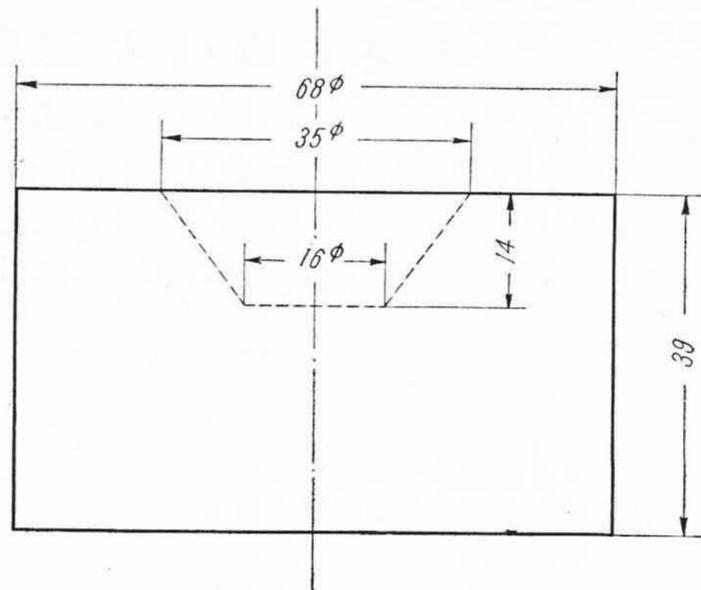
第2表 押湯枠寸法  
Table 2. Dimensions of Hot Top Frame

押湯枠 No.	高さ 平均径	テーパ (mm/M)	a	b	h
1	1.03	62.5	45	48	48
2	1.45	48.4	40	43	62
3	2.00	40.0	36	39	75

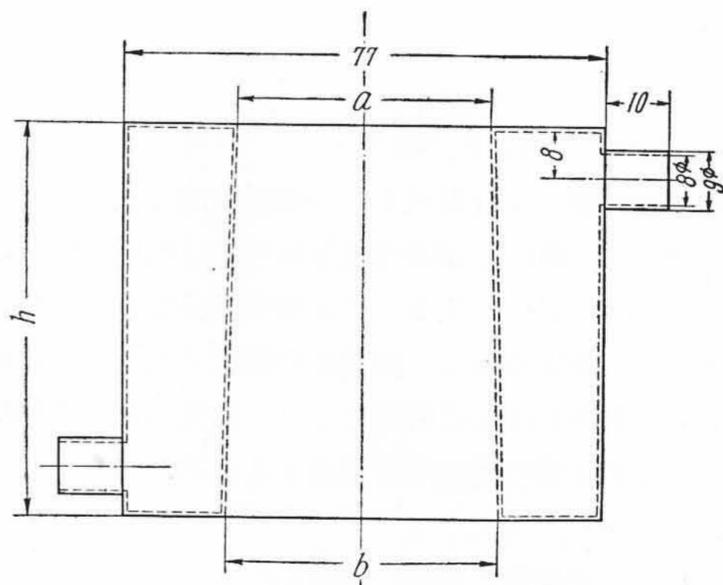
型とも内容積を 205 cc テーパを 94 mm/M とし高さ  
と平均径の比を第1表のように5種類とした。第3図お  
よび第2表は 0.5 mm 厚みの銅板製の押湯枠の形状寸法  
を示す。押湯枠は中空として温水を通して保温効果を与  
えるように工夫した。内容積は 63 cc と一定にし高さ  
と平均径の比、およびテーパを第2表のように3種類と  
した。

(3) 鑄造方法

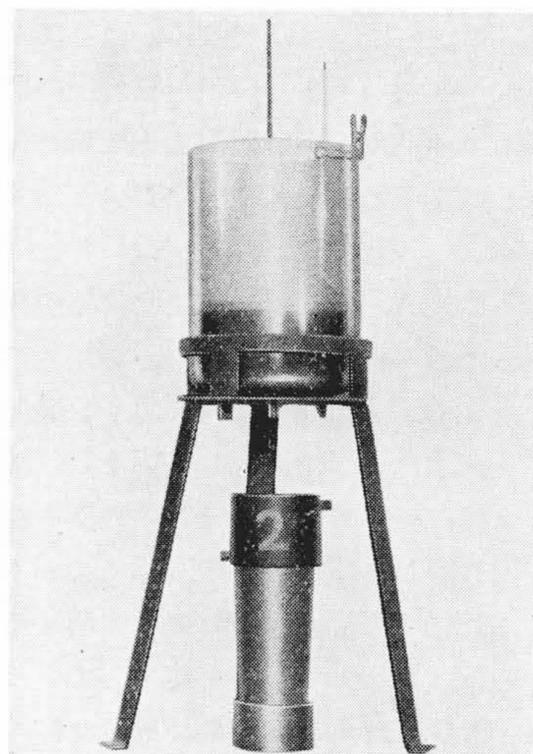
第4図は鑄造方法を示す。ビーカの底に 6φ の孔を穿  
ち、ゴム栓を先端につけたストッパーをつけてある。ビ  
ーカには適量の熔融蠟を注ぎ込みアルコール寒暖計で  
温度を読み各実験ともにヘッドを一定にして鑄込速度を  
一定になるようにした。また鑄型の外側に孔を穿ち、銅  
—コンスタンタン熱電対により鑄造後の鑄型温度の変化



第2図 定盤寸法  
Fig. 2. Dimensions of Stool



第3図 押湯枠寸法  
Fig. 3. Dimensions of Hot Top Frame



第4図 鑄造方法  
Fig. 4. Casting Method

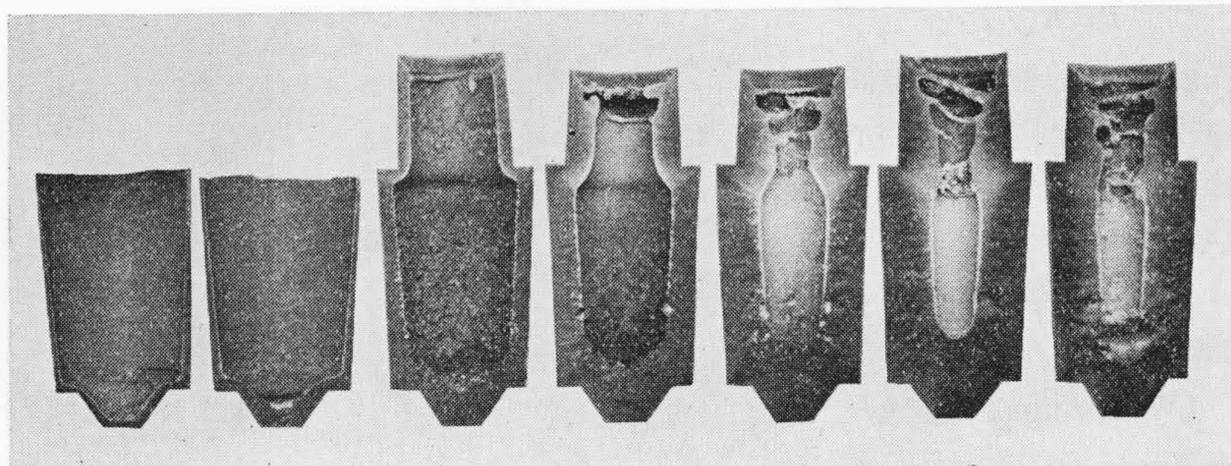
を参考までに自記記録した。押湯枠の保温には恒温槽とギヤーポンプを使用して一定温度の水が循環するようにした。

### 〔III〕 実験結果および考察

#### (1) 蠟塊の凝固過程について

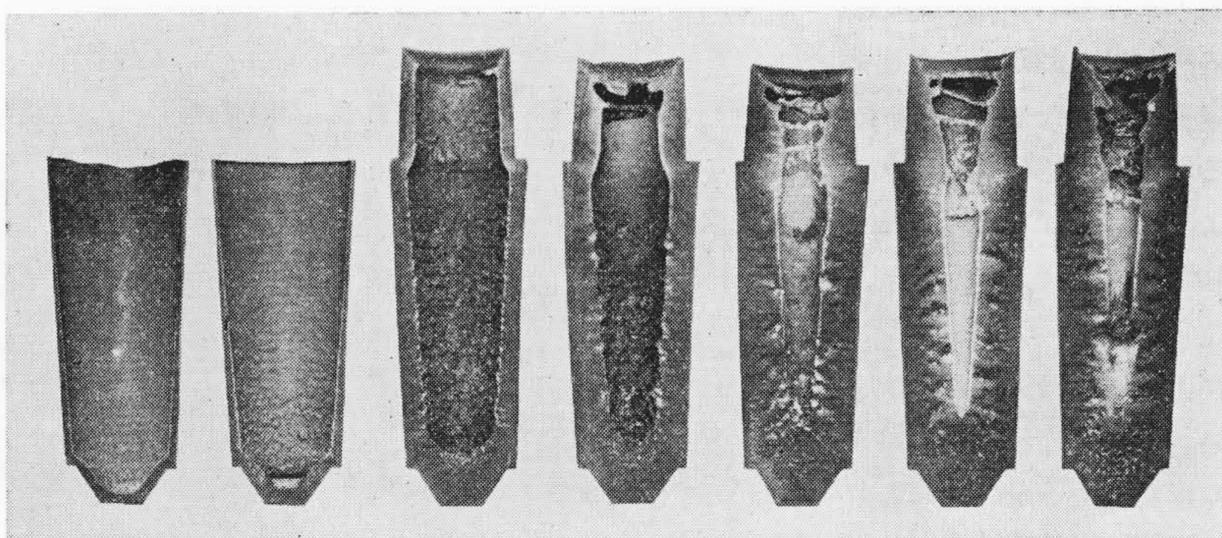
鑄型 No. 1, No. 3 および No. 5 に押湯枠を使用し、鑄込温度  $80^{\circ}\text{C}$ 、押湯比 30% として蠟塊の凝固過程を大気中放冷および水冷（水温  $25^{\circ}\text{C}$ ）の場合について調査した。調査の方法は大気中放冷の場合は鑄込完了後 4, 9, 25, 49, 81, 100, および 121 分、水冷の場合は 4, 9, 25, 49, 64 および 81 分後に鑄型に押湯枠をつけたままでさかさまにして未凝固の蠟を流出させた。これらの蠟塊を縦断した結果を第 5 図～第 10 図に示す。第 11 図（次頁参照）は蠟塊の凝固した厚みを測定した位置を示したもので横方向では高さを  $\frac{1}{4}$  に等分した 3 箇所、縦方向では中心線上の厚みを底部より測定して求めた。

第 12 図（次頁参照）は鑄型 No. 3 について横方向の凝固厚みと鑄込完了後の経過時間の平方根の関係を求めたものである。鋼塊の場合についてのこの関係は A.L. Feild<sup>(8)</sup>, L.H. Nelson<sup>(9)</sup>, E. Marburg<sup>(10)</sup>, および J. W. Spretnak<sup>(11)</sup> らによつて研究されており、A.L. Feild はある仮定を設けてつぎの関係式を与えている。



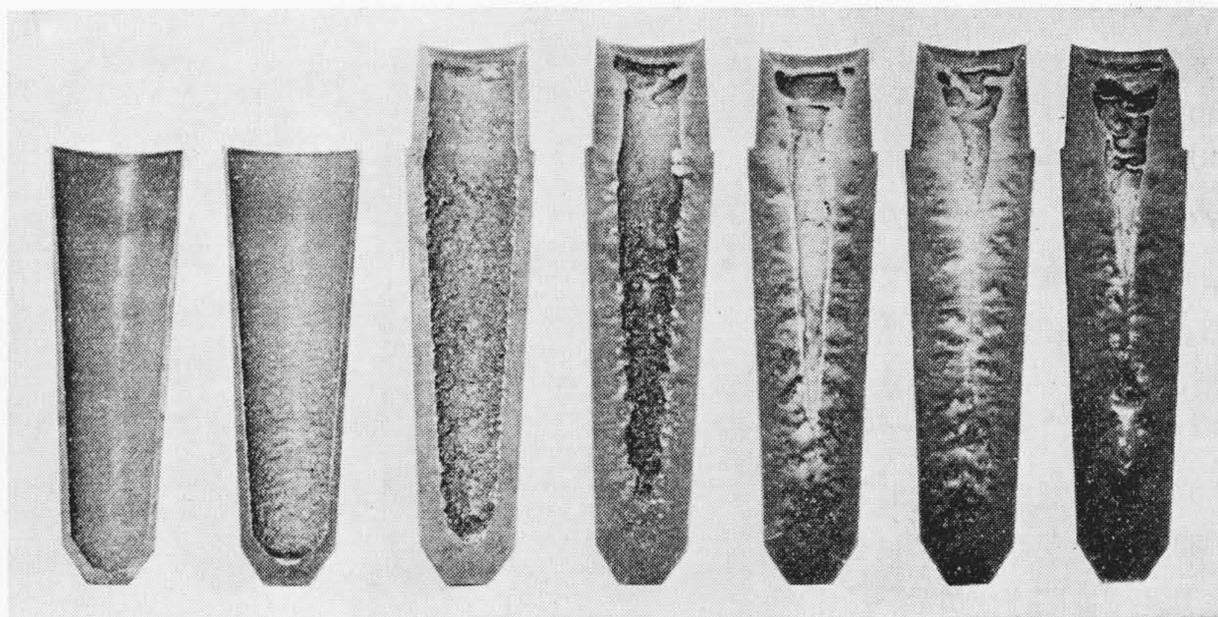
凝固時間 4分 9分 25分 49分 81分 100分 121分

第 5 図 ダンピング法による蠟塊の凝固過程（鑄型 No. 1 大気中放冷）  
Fig. 5. Shells of Wax Ingots Dumped at Various Time Intervals After Pour (Mold No. 1 Air Cooled)



凝固時間 4分 9分 25分 49分 81分 100分 121分

第 6 図 ダンピング法による蠟塊の凝固過程（鑄型 No. 3 大気中放冷）  
Fig. 6. Shells of Wax Ingots Dumped at Various Time Intervals After Pour (Mold No. 3 Air Cooled)



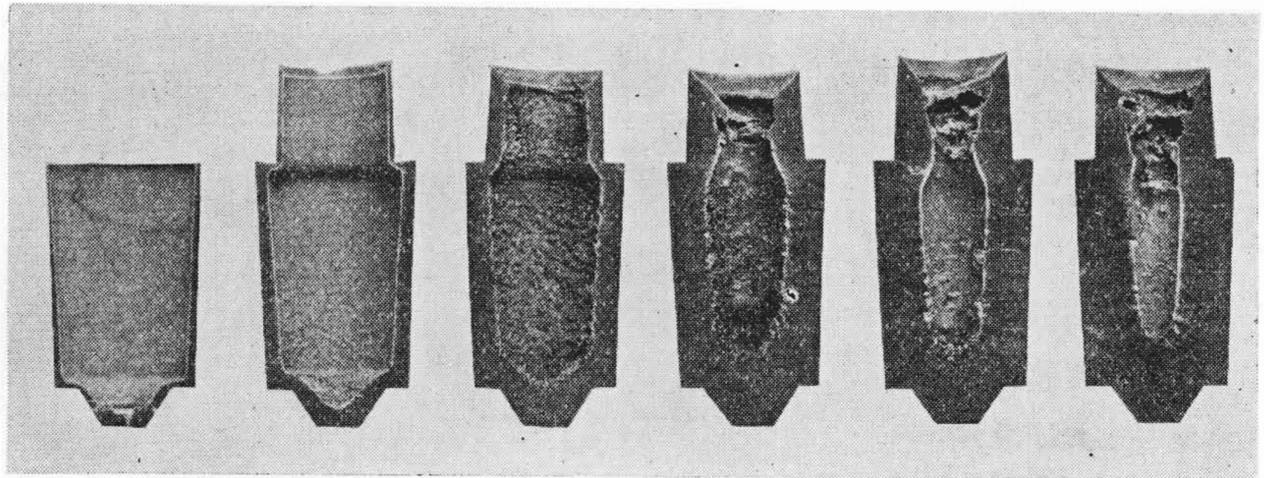
凝固時間 4分 9分 25分 49分 81分 100分 121分

第 7 図 ダンピング法による蠟塊の凝固過程（鑄型 No. 5 大気中放冷）  
Fig. 7. Shells of Wax Ingots Dumped at Various Time Intervals After Pour (Mold No. 5 Air Cooled)

$$D = K\sqrt{t}$$

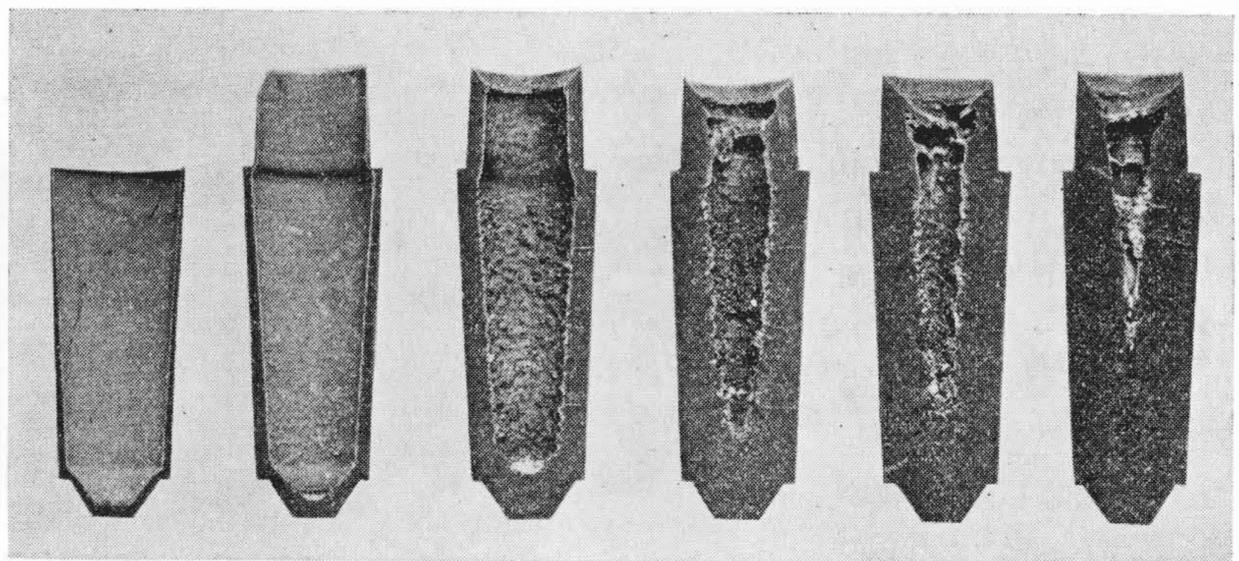
ここに  $D$  は横方向の凝固厚み (inch),  $t$  は鑄込完了後の経過時間 (min), および  $K$  は鑄型の大きさと形状により 0.9~1.22 に変化する常数を示す。

J.W. Spretnak は鋼塊の高さの  $\frac{1}{2}$  の位置で  $D$  を求め、 $t$  は鑄込時間の  $\frac{1}{2}$  を加算して保持時間としているが、本実験の場合は鑄込時間は10秒程度であるから無視した。第12図の第一抛物線の  $K$  は 0.344, 第二抛物線のそれは 0.927 となり凝固速度が早くなることがわかる。また測定位置 ①, ② および ③ における  $K$  の値は変わらないが、経過時間が同じならば ③, ②, ① の順序に下部ほど凝固厚みは大きい。これは定盤からの冷却の影響によるものと思われる。第一抛物線の凝固初期の部分は実験が不十分であり、また第二抛物線の凝固終期には押湯からの引けの影響をうけて抛物線上にのらない。またこの実験方法では各位置における凝固終点は求められないが J.W. Spretnak は V. Paschkis<sup>(12)</sup> の Electrical Analogy Method によつて  $D - \sqrt{t}$  曲線を完全に求めている。第13図は水冷 (水温 25°C) の場合の結果を示したもので第一双曲線の  $K$  は 0.874 第二双曲線のそれは 1.539 で大気中放冷の場合に比べて凝固速度が早い。③ における凝固終点は 25 分と 49 分の間であり第二抛物線は求められなかつた。J.W. Spretnak は第一抛物



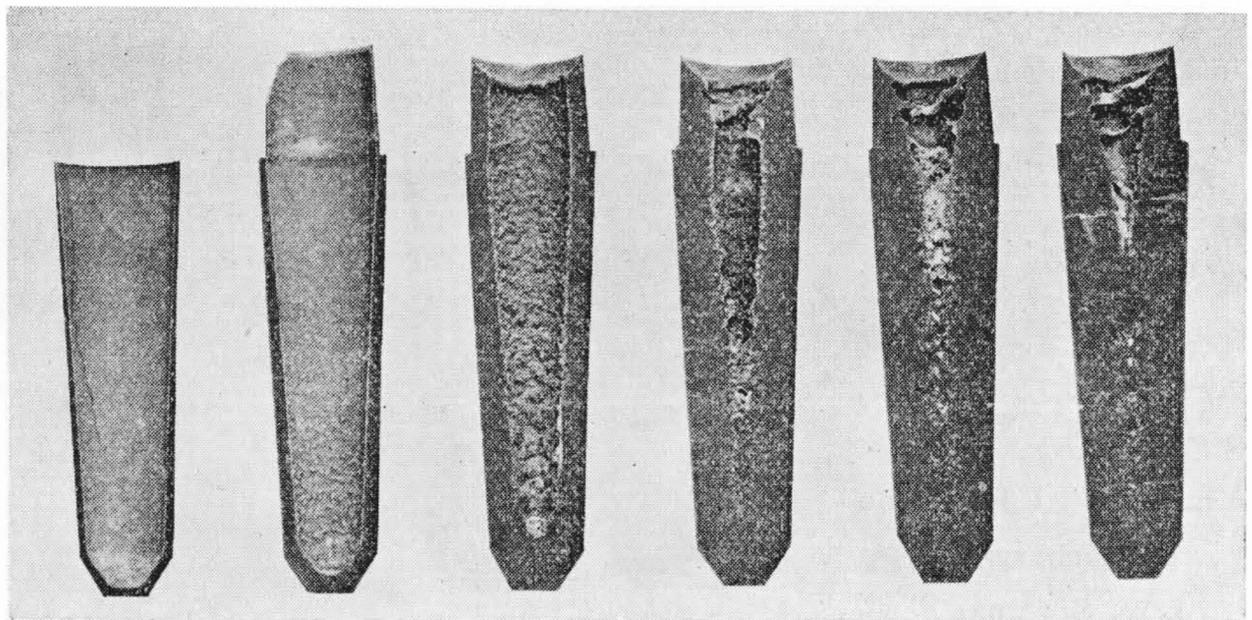
凝固時間 4分 9分 25分 49分 64分 81分

第8図 ダンピング法による蠟塊の凝固過程 (鑄型 No.1 水冷)  
Fig. 8. Shells of Wax Ingots Dumped at Various Time Intervals After Pour (Mold No.1 Water Cooled)



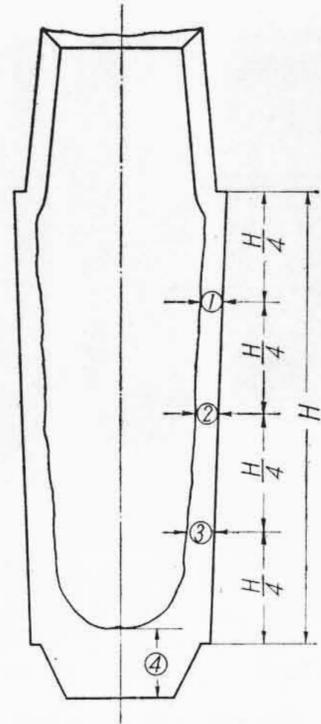
凝固時間 4分 9分 25分 49分 64分 81分

第9図 ダンピング法による蠟塊の凝固過程 (鑄型 No.3 水冷)  
Fig. 9. Shells of Wax Ingots Dumped at Various Time Intervals After Pour (Mold No.3 Water Cooled)

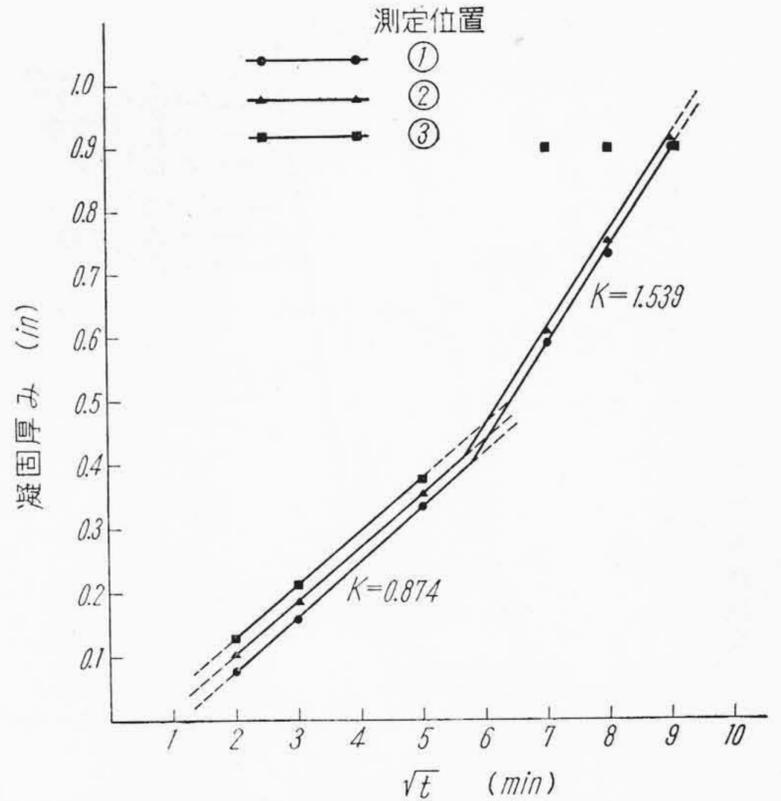


凝固時間 4分 9分 25分 49分 64分 81分

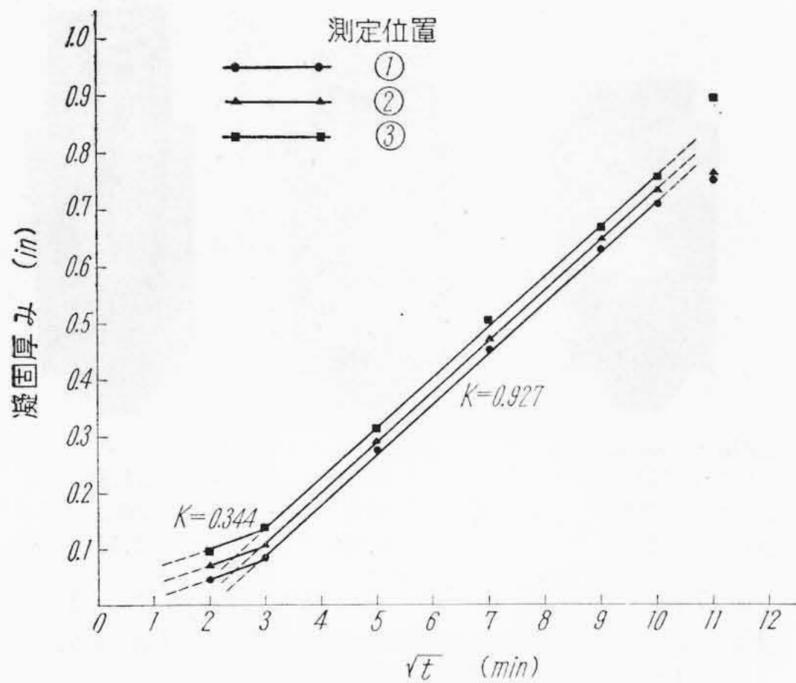
第10図 ダンピング法による蠟塊の凝固過程 (鑄型 No.5 水冷)  
Fig. 10. Shells of Wax Ingots Dumped at Various Time Intervals After Pour (Mold No.5 Water Cooled)



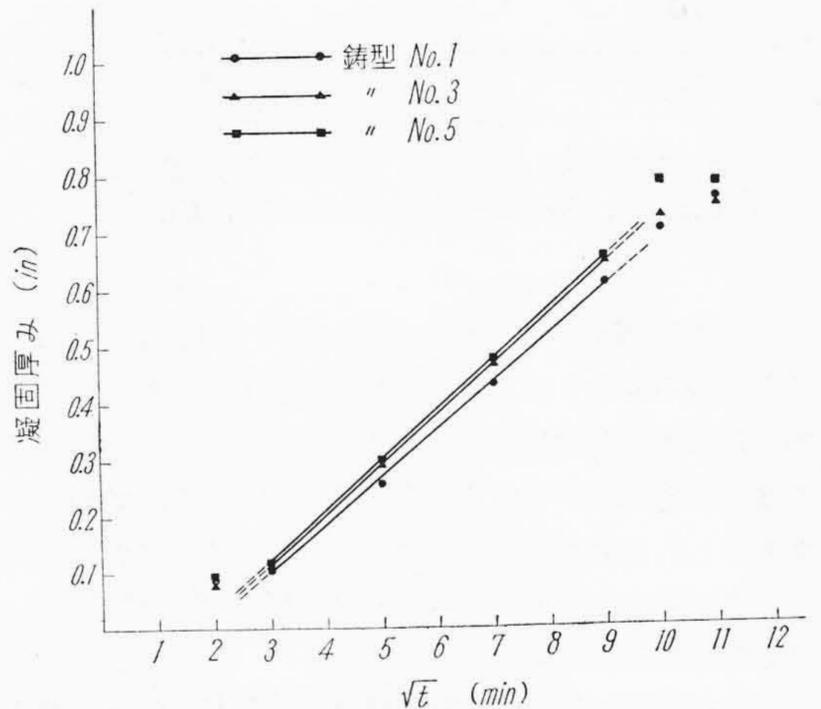
第11図 蠟塊の凝固厚みの測定位置  
Fig. 11. Measuring Positions of Shell of Wax Ingot



第13図 横方向の凝固曲線 (鑄型 No. 3 水冷)  
Fig. 13. Transverse Solidification Curves (Mold No. 3 Water Cooled)



第12図 横方向の凝固曲線 (鑄型 No. 3 大気中放冷)  
Fig. 12. Transverse Solidification Curves (Mold No. 3 Air Cooled)



第14図 横方向の凝固におよぼす鑄型の高さ/平均径の影響  
Fig. 14. Effect of Mold Height per Mean Diameter on Transverse Solidification

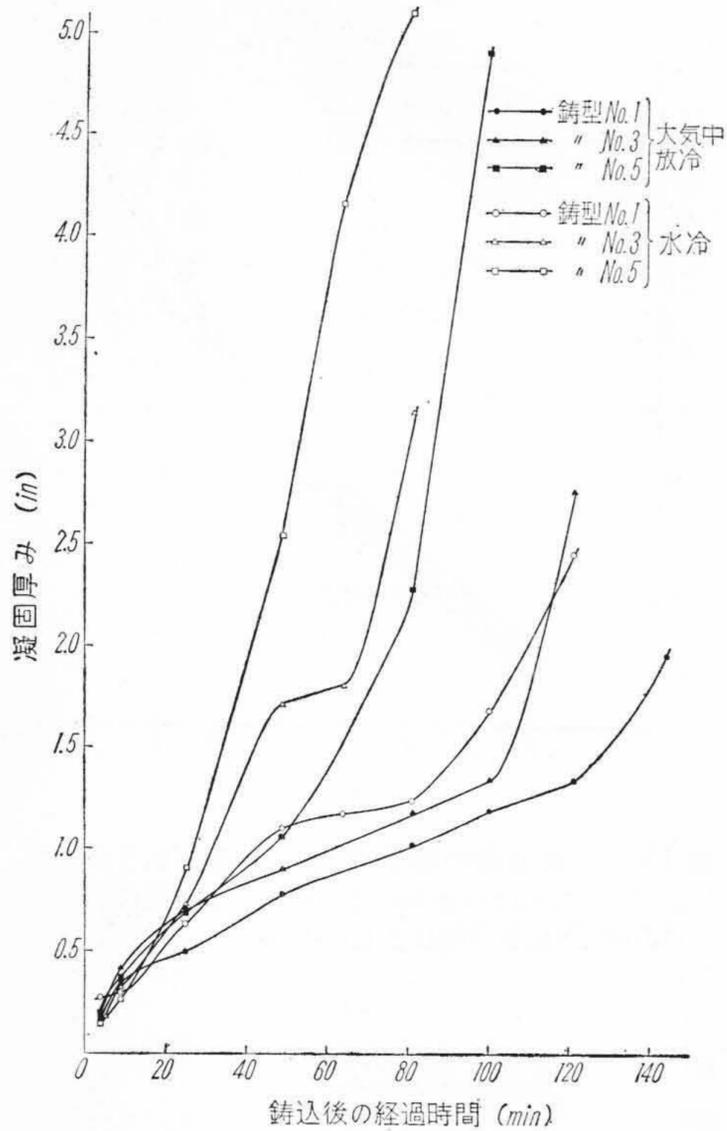
線と第二抛物線の交点は柱状晶の終点を示すことを報告している。これによると水冷の場合の柱状晶の長さは大気中放冷の場合に比べて4倍程度になるが、蠟塊の凝固組織を検出する適当な腐蝕方法がまだ見つからないので確認することが出来ない。第14図は大気中放冷の場合に鑄型の高さ/平均径が第二抛物線のKにおよぼす影響を示したものである。凝固厚みDは各蠟塊の②の位置において測定したものである。これによると高さ/平均径の小さい鑄型 No. 1 の場合が最も凝固速度がおそいことがわかる。第3表は鑄型比  $(= \frac{B^2 - b^2}{b^2})$  Bは鑄型外側半径、bは蠟塊の半径) とKの値を示したものである。T. F.

第3表 Kの値におよぼす鑄型比の影響  
Table 3. Effect of Mold Ratio on K Value

鑄型 No.	高さ/平均径	鑄型比	K
No. 1	1.52	0.65	0.854
No. 3	2.49	0.80	0.927
No. 5	3.55	0.87	0.927

Russell<sup>(13)</sup> は鑄型比 0.8 以上の場合は凝固速度にはあまり大きい影響がないことを報告している。

第15図 (次頁参照) は縦方向の凝固厚みと経過時間との関係を示したものである。この関係を調査するにあた



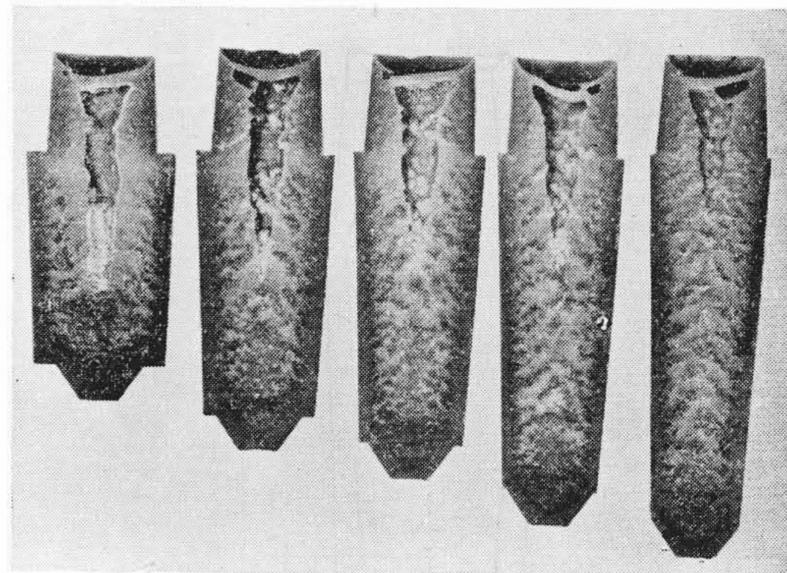
第15図 縦方向の凝固曲線  
Fig. 15. Vertical Solidification Curves

つては鑄型 No. 1 について大気中放冷で 121 および 144 分水冷で 100 および 121 分を追加実験した。横方向の凝固厚みの場合と同様に水冷の方が凝固速度が大きい。また凝固終期においていずれも凝固速度を増加する傾向があるがこれは横方向の凝固の影響が加えられるためである。この傾向は高さ/平均径の小さい鑄型ほど緩慢である。ことがわかる。

以上の実験の結果本実験に使用した蠟塊が鋼塊の凝固に関する A. L. Feild の実験式を満足することがわかった。

(2) 鑄型の  $\frac{\text{高さ}}{\text{平均径}}$  の影響について

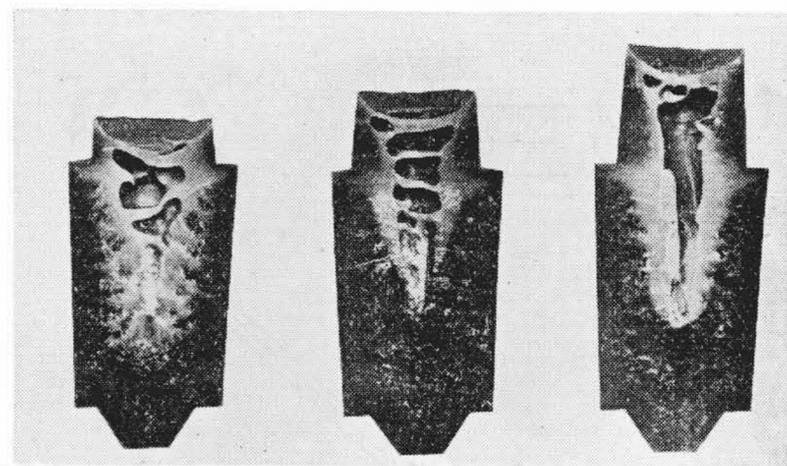
鑄型 No. 1~No. 5 に押湯杵 No. 2 をつけ鑄込温度 80°C, 押湯比 30% で実験を行い, その結果を第16図に示す。鑄込時間は 12~13.4 秒であつた。これによると高さ/平均径 の大きい程押湯の引けが短く鑄型 No. 1 (高さ/平均径=1.52) では引けの長さは鑄型の高さの 61.2% におよんでおり, 鑄型 No. 5 (高さ/平均径=3.55) では 14.7% となつている。これは高さ/平均径 の大きい程横方向の凝固が早くて本体内にまで生成しにくいことを示すものである。このことは酸化クロムの偏析の状況からも理解される。すなわち鑄型 No. 1 では中心部の酸化クロムは凝固速度がおそいので底部に沈澱する量が多く, その他



鑄込温度	80°C	80°C	80°C	80°C	80°C
鑄込時間	13.4秒	12秒	13秒	12.1秒	13秒
押湯比	30%	30%	30%	30%	30%
H/D	1.52	2.10	2.49	3.10	3.55

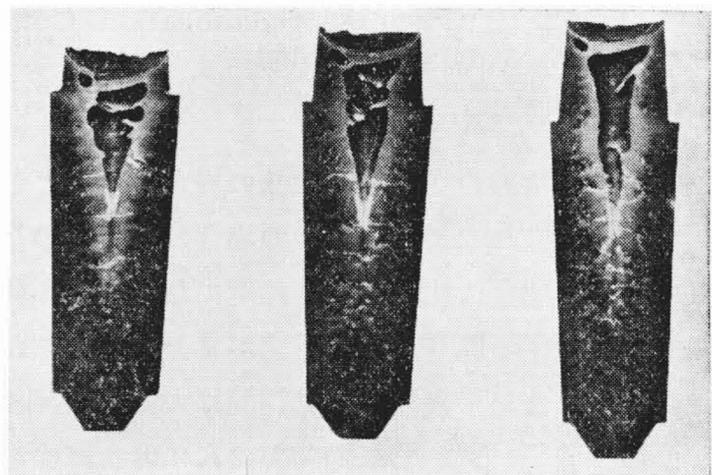
第16図 鑄型の  $\frac{\text{高さ}}{\text{平均径}}$  の影響

Fig. 16. Effect of Mold Height per Mean Diameter



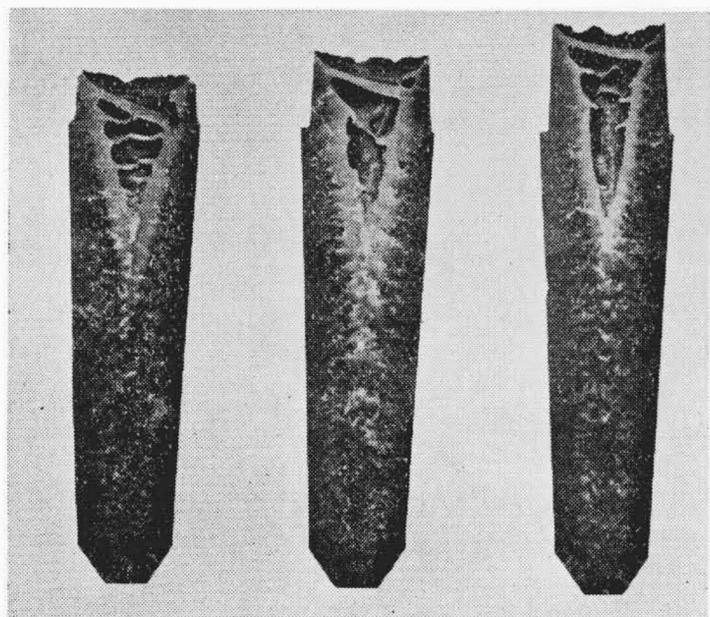
鑄込温度	80°C	80°C	80°C
鑄込時間	11秒	11秒	11.5秒
押湯比	10%	20%	30%
H/D	1.52	1.52	1.52

第17図 押湯比の影響 (鑄型 No. 1)  
Fig. 17. Effect of Volume Ratio of Hot Top to Ingot Body (Mold No. 1)



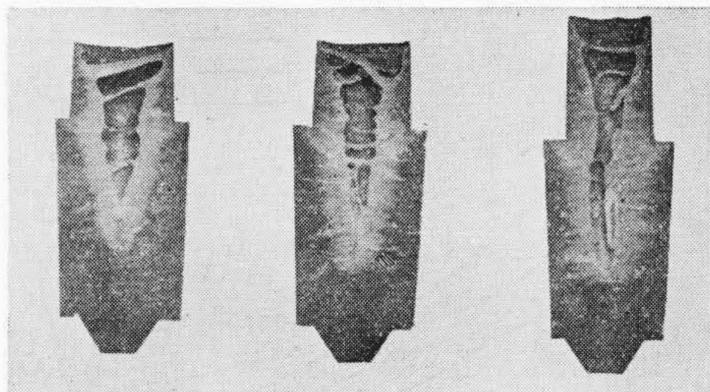
鑄込温度	80°C	80°C	80°C
鑄込時間	10.1秒	11秒	12.5秒
押湯比	10%	20%	30%
H/D	2.49	2.49	2.49

第18図 押湯比の影響 (鑄型 No. 3)  
Fig. 18. Effect of Volume Ratio of Hot Top to Ingot Body (Mold No. 3)



铸込温度	80°C	80°C	80°C
铸込時間	12秒	12秒	11.5秒
押湯比	10%	20%	30%
H/D	3.95	3.55	3.55

第19図 押湯比の影響 (铸型 No.5)  
Fig. 19. Effect of Volume Ratio of Hot Top to Ingot Body (Mold No.5)



铸込温度	80°C	80°C	80°C
铸込時間	11秒	11秒	12秒
押湯比	30%	30%	30%
押湯 H/D	1.09	1.51	2.00
本体 H/D	1.52	1.52	1.52

第20図 押湯の高さ/平均径の影響 (铸型 No.1)  
Fig. 20. Effect of Hot Top Height per Mean Diameter (Mold No.1)

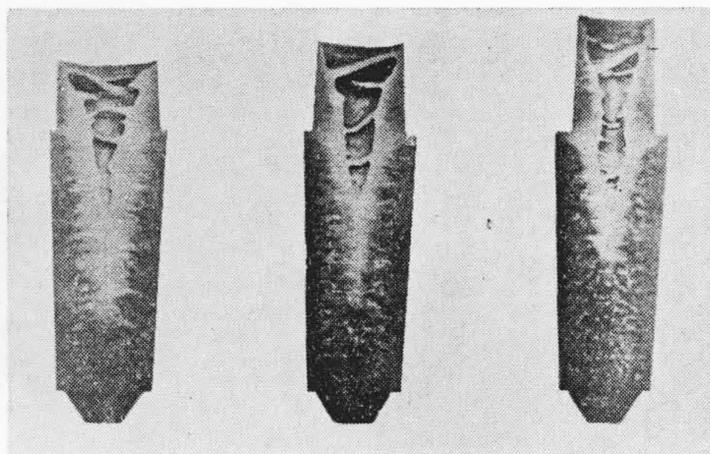
のものは逆V状に偏析している。

(3) 押湯比の影響について

铸型 No. 1, No. 3 および No. 5 に押湯枠 No. 2 をつけ押湯比を 10, 20 および 30% とした。铸込温度は 80°C, 铸込時間は 10.1~12 秒であつた。実験の結果を第 17 図~第 19 図に示す。各蠟塊とも押湯比の大小にかかわらず本体に入つた引けの長さはほとんど変わらない。铸込温度が一定であるから引けの容積は同じと考え、本体に入っている引けの容積は押湯比の小さいほど大きくなっている。酸化クロムの偏析の程度は铸型の高さ/平均径が同一のものではほとんど変わらない。

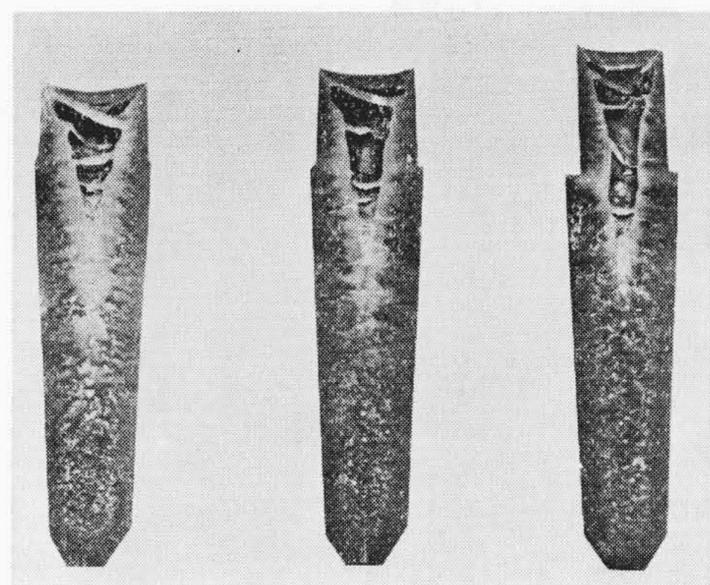
(4) 押湯の高さ/平均径の影響について

铸型 No. 1, No. 3 および No. 5 に押湯枠 No. 1, No. 2 および No. 3 をそれぞれつけて実験を行つた。铸込温度 80°C 押湯比 30% とし铸込時間は 11~12 秒で



铸込温度	80°C	80°C	80°C
铸込時間	11秒	12秒	11秒
押湯比	30%	30%	30%
押湯 H/D	1.09	1.51	2.00
本体 H/D	2.49	2.49	2.49

第21図 押湯の高さ/平均径の影響 (铸型 No.3)  
Fig. 21. Effect of Hot Top Height per Mean Diameter (Mold No. 3)



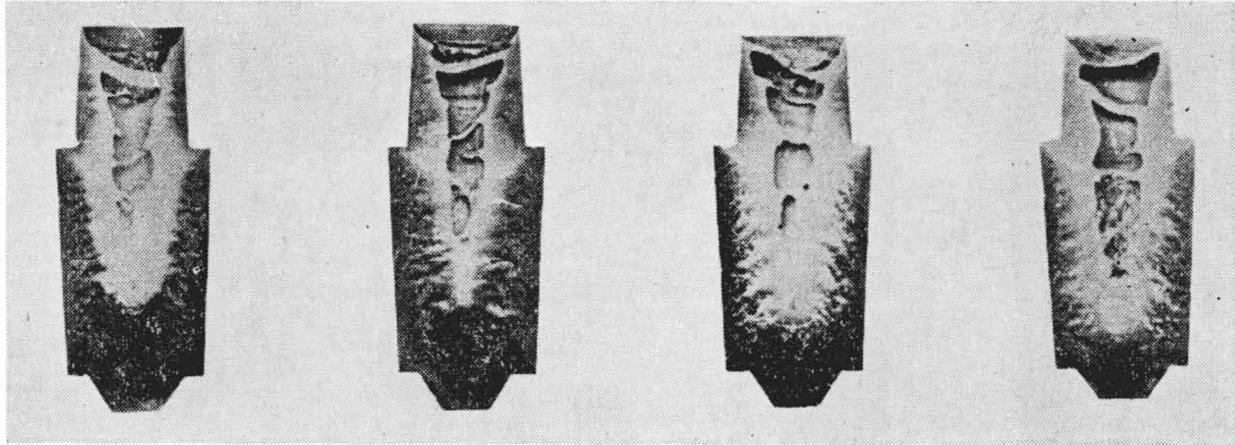
铸込温度	80°C	80°C	80°C
铸込時間	11.2秒	12秒	12秒
押湯比	30%	30%	30%
押湯 H/D	1.09	1.51	2.00
本体 H/D	3.55	3.55	3.55

第22図 押湯の高さ/平均径の影響 (铸型 No.5)  
Fig. 22. Effect of Hot Top Height per Mean Diameter (Mold No.5)

あつた。実験の結果を第20図~第22図に示す。これによると押湯の高さ/平均径の大きいものほど引けは細長く生成している。本体に入っている引けの長さは铸型 No. 1 では押湯の高さ/平均径の大きいものほど大であるが横方向の凝固の早い铸型 No. 2, および No. 3 ではその差はあまり顕著ではない。またいずれの铸型においても高さ/平均径の大きい押湯 No. 1 の場合には押湯底部において引けがくびれて押湯の効果が不十分であることを示している。押湯 No. 1 の冷却が早いことは押湯部の酸化クロムの偏析状況からも判断される。

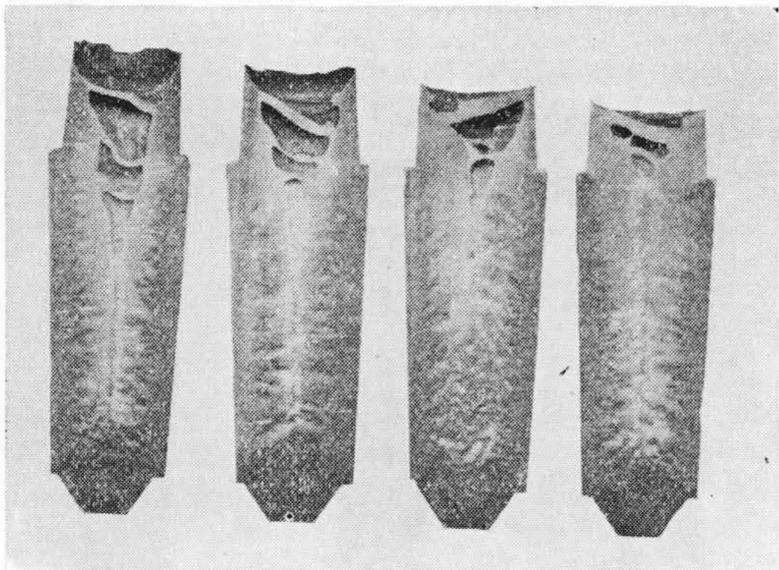
(5) 铸込温度の影響について

铸型 No. 1, No. 3 および No. 5 に押湯枠 No. 2 をつけ押湯比を 30% とし铸込温度は各铸型につき 60, 80,



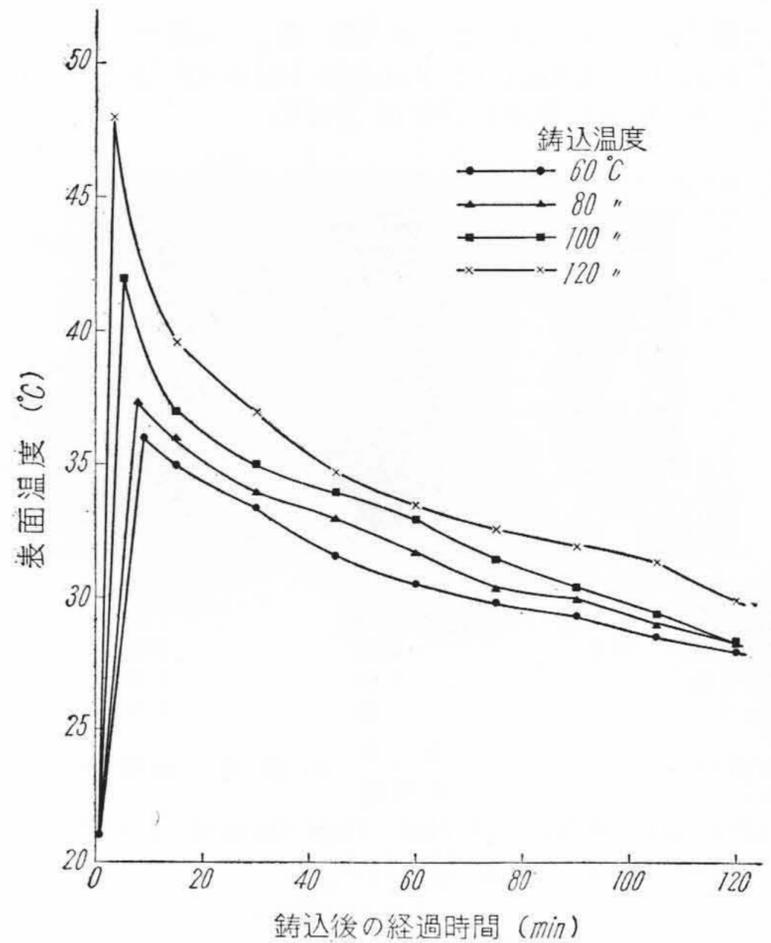
铸込温度	60°C	80°C	100°C	120°C
铸込時間	12秒	11秒	10.2秒	10.4秒
押湯比	30%	30%	30%	30%
H/D	1.52	1.52	1.52	1.52

第23図 铸込温度の影響 (铸型 No.1)  
Fig. 23. Effect of Casting Temperature (Mold No.1)

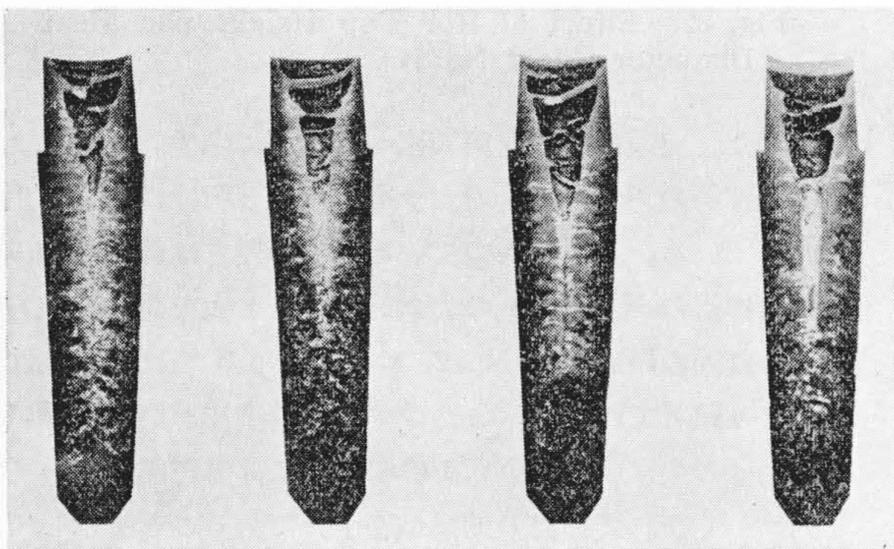


铸込温度	60°C	80°C	100°C	120°C
铸込時間	13秒	11秒	11秒	10.2秒
押湯比	30%	30%	30%	30%
H/D	2.49	2.49	2.49	2.49

第24図 铸込温度の影響 (铸型 No.3)  
Fig. 24. Effect of Casting Temperature (Mold No.3)



第26図 铸型の表面温度におよぼす铸込温度の影響  
Fig. 26. Effect of Casting Temperature on Mold Surface Temperature

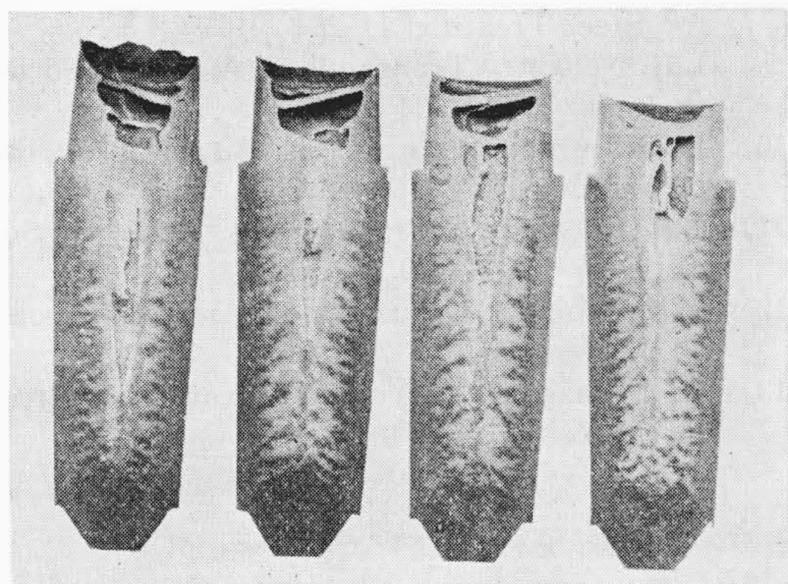


铸込温度	60°C	80°C	100°C	120°C
铸込時間	14秒	11.6秒	11秒	10秒
押湯比	30%	30%	30%	30%
H/D	3.55	3.55	3.55	3.55

第25図 铸込温度の影響 (铸型 No.5)  
Fig. 25. Effect of Casting Temperature (Mold No.5)

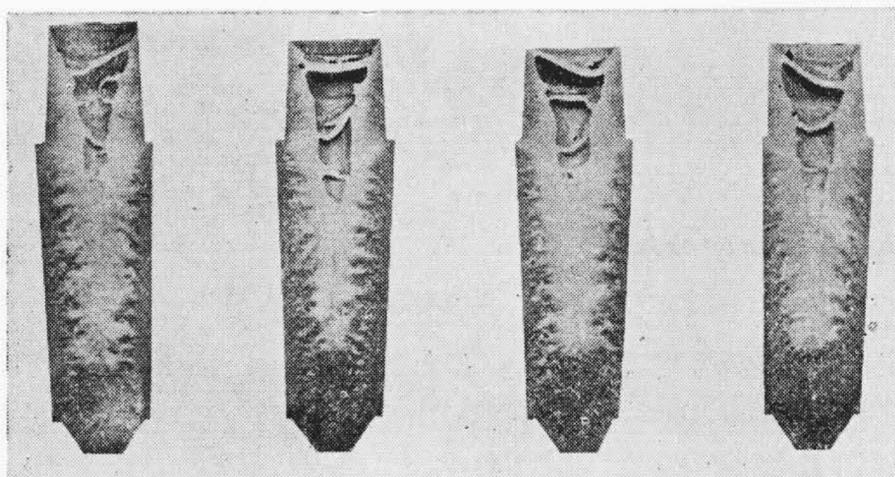
100 および 120°C に変化させた。铸込時間は 10~14 秒であつた。実験結果を第23図~第25図に示す。これによると各铸型ともに铸込温度が高くなるにつれて凝固時間が長いので引けの容積は大きくなり本体の中の長さも容積も大である。また押湯の高さは铸込温度が高いほど凝固時間が長いから短くなる傾向が見える。酸化クロムの偏析については铸込温度の高いものほど沈澱が多く 120°C には押湯部には酸化クロムはほとんど見られない。

第26図は铸型 No. 3 中央部の表面温度を銅-コンス



鑄込温度 80°C	80°C	80°C	80°C
鑄込時間 11秒	11秒	11秒	11秒
押湯温度 20°C	40°C	50°C	60°C
押湯加熱時間 30分	30分	30分	30分
本体加熱温度 20°C	20°C	20°C	20°C

第27図 押湯保温の影響 (保持時間 30分)  
Fig. 27. Effect of Hot Top Temperature  
(Keeping Time 30 min)



鑄込温度 80°C	80°C	80°C	80°C
鑄込時間 11秒	11秒	11秒	11秒
押湯温度 20°C	40°C	50°C	60°C
押湯加熱時間 1時間	1時間	1時間	1時間
本体底部温度 20°C	20°C	20°C	20°C

第28図 押湯保温の影響 (保温時間 60分)  
Fig. 28. Effect of Hot Top Temperature  
(Keeping Time 60 min)

タンタン熱電対を用いて測定し、これと鑄込完了後の時間との関係を示したものである。これによる鑄型の表面温度は鑄込完了後数分間で最高温度に達しその時間は鑄込温度の高いものは僅かに早い。最高温度に達してからは緩かに冷却するがいつも表面温度は鑄込温度の高い順序に高くなっている。

#### (6) 押湯保温の影響について

鑄型 No. 3 および押湯枠 No. 2 を使用し、鑄型は恒温水槽 (水温 20°C) に入れ押湯枠にはギャーポンプによつて 20, 40, 50 および 60°C の水を通した。保温時間を 30 および 60 分押湯比 30% とし鑄込時間は 11 秒であつた。実験の結果を第 27 図～第 28 図に示す。これによると保温温度が高いほど蠟塊に残る引けの容積は小さく長さも短

くなる。したがつて押湯の高さは温度が高いほど短くなる。この傾向は保温時間の長いほど顕著に現れている。保温温度 60°C 時間 60 分で本体内には肉眼的な引け巣は認められない。また温度 20 および 40°C で 30 分の場合には本体上部に大きい Bridging をおこしている。酸化クロムの偏析については本体内では肉眼的な差は認めにくい、保温温度の高いものほど押湯の酸化クロムの量は少くなる。

## [IV] 結 言

鋼塊の凝固現象の解明と凝固組織におよぼす造塊上の諸条件を調査するために予備実験としてステアリン酸その他を配合した蠟塊を使用して実験を行つた結果つぎのことがわかつた。

(1) 蠟塊の凝固過程すなわち横方向の凝固厚みと鑄込完了後の経過時間の関係は鋼塊についての A.L. Feild の実験式  $D=K\sqrt{t}$  を満足し蠟塊を使用することにより鋼塊の凝固現象を解明し得る見通しを得た。

(A) 鑄込完了後の経過時間が同じであれば蠟塊の下部ほど凝固厚みは大きく、鑄型を水冷すれば大気中放冷の場合に比べて  $K$  の値は大きくなる。

(B) 鑄型の高さ/平均径 および鑄型比の小さいものほど凝固速度はおそい。

(C) 縦方向の凝固速度は終期において横方向の凝固の影響が加えられて急激に上昇する。このことは高さ/平均径 の大きい鑄型ほど著しい。

(2) 鑄型の高さ/平均径 の大きいほど本体に入る引けは短い。

(3) 押湯比の小さいほど本体に入る引けの容積は大きく押湯の高さ/平均径 の大きいものほど引けは細長く生成し押湯底部においてくびれる傾向が著しい。押湯の保温効果は温度 60°C, 時間 60 分で本体内には引けは認められず鋼塊の凝固組織に類似して来る。

(4) 鑄込温度を高くすれば引けの容積は大きくなる。

この実験は蠟塊の凝固現象が鋼塊のそれに類似していることを確認するのが主目的であり、その他のものは蠟塊の取扱いに熟練するためと肉眼的にもつとも鋼塊に類似した凝固組織を得るための予備的な手段である。今後はさらに鋼塊の内質の検討に有効な実験装置、条件および方法を見出すことに努力する必要がある。

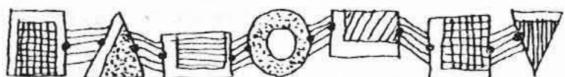
終りに本研究を命ぜられかつ御指導を賜つた日立製作所日立工場の田村副工場長、水戸製鋼部守永副部長および竹入熔鋼課長に深甚なる感謝の意を表す。

#### 参 考 文 献

(1) A.W. & H. Brearley: Ingots & Ingot Moulds

(1918)  
 (2) The 1st~8th Rep. on the Heterogeneity of Steel Ingot: Iron and Steel Inst. Special Rep.  
 (3) C.G. Carlsson & A. Hultgren: Jernkont. Ann. 120 577 (1936)  
 (4) R.G. Heggie: Transactions, Faraday Society, 29 707 (1933)  
 (5) 錦織清治: 電気製鋼 15 (1939) 5  
 (6) 川崎舎恒三: 学振19委報告 (1940)  
 (7) 岩波: 理化学辞典  
 (8) A.L. Feild: Transactions, American Society

for Steel Treating, 11 264 (1927)  
 (9) L.H. Nelson: Transactions, American Society for 22 193 (1934)  
 (10) E.Marburg: Transactions, A.I.M.E., Journal of Metals 5 Feb. 157 (1953)  
 (11) J.W. Spretnak: Transactions, American Society for Metals 39 569 (1947)  
 (12) V. Paschkis: Transactions, American Society for Metals 38 117 (1947)  
 (13) T.F. Russell: Journal of Iron and Steel Institute. 143 163 (1941)



新案の紹介



実用新案 第432677号

和田正脩・小林長平  
市川義三

二重焦点X線管の焦点切換装置

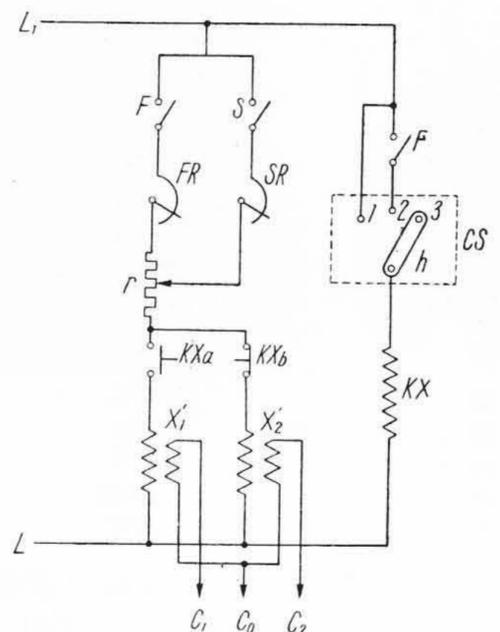
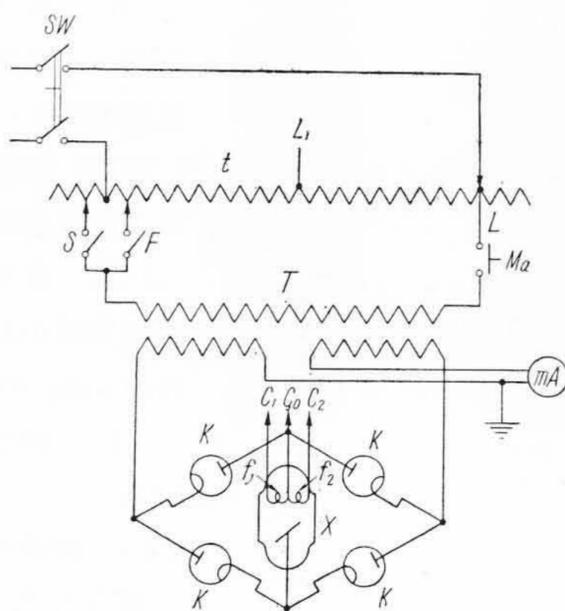
二重焦点X線管は透視時には小焦点、撮影時には大焦点に切換えて使用するのが普通であるが、時により鮮明な写真をとるため撮影時にも小焦点を用いることがあり、またいずれか一方の焦点が使用不能となつたとき残る一方の焦点を透視、撮影の両用に応急的に使用したいという場合もある。

本案はこのようなあらゆる使用状態に対応して安全且つ簡便に焦点切換ができるようにしたものである。

図において、SWは電源開閉器、Tは高圧変圧器、tは電圧調整用変圧器、Fは透視撮影切換器の透視時閉路接点、Sは同じく撮影時閉路接点、Maは高圧変圧器1次回路を開閉する主電磁開閉器、Xは二重焦点X線管で、その小焦点側および大焦点側各フィラメント  $f_1, f_2$  はそれぞれ独立した加熱用変圧器  $X_1', X_2'$  より附勢される。

Kは整流管、rはX線管フィラメントの加熱調整抵抗、FRおよびSRはそれぞれ透視および撮影用加熱調整器、KXa、KXbは焦点切換用電磁開閉器接点、KXはその操作コイル、CSは焦点切換器で、常時はそのハンドルhを2の位置にしておく。

そうすると透視時には接点Fが閉じられるため、コイルKXは附勢されて接点KXaを閉じKXbを開くから、 $L_1-F-FR-r-KXa-X_1'-L$ の回路が形成され小焦点側フィラメント  $f_1$  を加熱してX線管を小焦点で作動さ



せる。

撮影時には接点Sが閉じられ接点Fは開いているので、コイルKXは附勢されず、したがって接点KXaが開きKXbが閉じて  $L_1-S-SR-r-KXb-X_2'-L$ の回路を形成し大焦点側フィラメント  $f_2$  を加熱してX線管を大焦点で作動させる。

このように常時は透視撮影の切換と関連して自動的に焦点の切換が行われるため、焦点切換の手数が省けると共に、切換を誤つて焦点を破壊するような恐れもない。

必要に応じハンドルhを1の位置に切換えれば透視撮影共小焦点を使用でき、また3の位置に切換えれば透視撮影共大焦点を使用でき、使用上の要求を満足させることができる。

(坂本)