

から 2.8 まで時間とともに上昇することが認められる。  
Fig. 3 に示した 1 t 鑄鉄鑄型内のリムド鋼の 1 例をみると、 $k$  が時間とともにわずかに上昇する傾向がみられる。

このように、30 sec 以上の凝固時間については  $k$  が  $t$  とともに上昇する傾向を示す例が多いが、文献例で 1) 式に C なる定数項を入れている場合が多いことは、本実験結果とみかけ上一致している。しかし、C なる項は、あくまでみかけ上のものであり、10 sec 以下の凝固時間でも凝固厚さが存在することは本実験結果からも明らかである。

### 3.3 鋼塊高さ方向の $k$ の変化

凝固時間 30 sec 以下については、ボトムに近いほど  $k$  が増加する例も減少する例もみられ、一定した傾向がみられない。

30 sec 以上については、ボトムに近いほど  $k$  が上昇する傾向は、250 kg 鑄鉄鑄型内の 5 例全部、水冷銅鑄型内のリムド鋼の 5 例全部、1 t 鑄型内のリムド鋼 5 例のうち 1 例に認められる。 $^{198}\text{Au}$  をトップ部に挿入するため、ボトム部に  $^{198}\text{Au}$  が到達するのにやや時間を要するであろうが、この影響を考慮しても、鋼塊高さ方向に  $k$  が変化する可能性があることと認められる。

### 3.4 平面部と隅角部の $k$ の差異

本実験のようにコーナー  $R$  の小さい鋼塊を対象とする場合は、ある程度以上の凝固厚さになると、幾何学的にみて当然隅角部の方が厚くなるはずである。そこで、30 sec 以内の時間について、 $t$  検定を行なった結果、

250 kg 鑄鉄鑄型内のキルド鋼 4 鋼塊については、

$$t_0 = 0.354 < t(14, 0.05) = 2.15$$

水冷銅鑄型内のキルド鋼 4 鋼塊については、

$$t_0 = 8.53^{**} > t(29, 0.01) = 2.76$$

水冷銅鑄型内のリムド鋼 2 鋼塊については、

$$t_0 = 1.74 < t(8, 0.05) = 2.31$$

1 t 鑄鉄鑄型内のリムド鋼 1 鋼塊については、

$$t_0 = 3.42^{**} > t(5, 0.05) = 2.20$$

であつて、隅角部と平面部の差異は凝固時間 10 sec 以内に発生しているが、隅角部のほうが凝固が速い場合もおそれ場合もあることがわかつた。

### 3.5 偏心注入の影響

水冷銅鑄型について、注入流を鑄型中心から 50 mm 偏心させて注入した場合、偏心側と反対側の  $k$  の  $t$  検定結果は、リムド鋼 2 鋼塊については、

$$t_0 = 0.224 < t(8, 0.05) = 2.31$$

キルド鋼 2 鋼塊については、

$$t_0 = 1.62 < t(11, 0.05) = 2.20$$

となり、特に有意差は認められなかつた。

### 3.6 鑄型塗料の影響

250 kg 鑄鉄鑄型について、2 面づつ気化性鑄型塗料とその他の塗料をぬりわけ、6 本のキルド鋼塊についてしらべたところ、気化性塗料使用面のほうが鑄肌がきれいで凹凸も少なかつた。そこで、気化性塗料とその他の塗料とでは、 $k$  に差異があるか否かを、 $t$  検定した結果、 $^{198}\text{Au}$  オートラジオグラフィ法では、

$$t_0 = 4.83^{**} > t(13, 0.01) = 3.01$$

で、気化性塗料のほうが  $k$  が大きいことがわかつた。し

かし、排出法の場合には、

$$t_0 = 0.825 < t(35, 0.05) = 2.03$$

で、有意差は認められなかつた。この原因は、 $^{198}\text{Au}$  法によるものが凝固時間にして 15 sec 以内(厚さにして 10 mm 程度まで)であるのに対し、排出法によるものが 15 ~ 350 sec (厚さにして 5 ~ 55 mm 程度)であるため、ごく初期の凝固速度には、鑄型塗料による鑄肌性状の影響が現われたためと考えられる。

## 4. 結 言

以上のごとく、データーのパラッキも大きく、各要因の影響についても一貫した考察を行なうに至っていないが、凝固速度測定法として、RI 投入—オートラジオグラフィ法は、1 鋼塊に数回にわたつて RI を投入し、それぞれの凝固厚さを求める利点を有することが明らかにされた。

## 文 献

- 1) H. F. BISHOP, F. A. BRANDT and W. S. PELLINI: J. of Metals, 4 (1952), p. 44
- 2) J. W. SPRETNAK: Trans. Amer. Soc. Metals, 30 (1947), p. 569
- 3) E. MARBURG: J. of Metals, 5 (1953), p. 157
- 4) L. H. NELSON: Trans. Amer. Soc. Metals, 22, (1934), p. 193
- 5) J. CHIPMAN and C. R. FONDERSMITH: Trans. Met. Soc., Amer. Inst. Min., Met. & Pet. Eng., 125 (1937), p. 370
- 6) L. H. W. SAVAGE and M. D. ASHTON: J. Iron & Steel Inst. (U.K.), Feb. (1955), p. 132
- 7) 小平: 日鉄八幡製鉄所研究報告, Vol XVI No. 1 (S12. 2)
- 8) 加藤: 学位論文, “セミキルド鋼塊に関する研究” (S35) p. 40
- 9) 森, 他: 鉄と鋼, 51 (1965), p. 1973

## (159) 定盤保護剤起源介在物の鋼塊内分布

(製鋼工場における RI の利用—XIV)

八幡製鉄, 技術研究所

理博 森 久・〇谷沢 清人 山手 実

戸畑製造所—北条 朝彦・杉原 弘祥

Distribution of Nonmetallic-Inclusion Originated in Stool Coat.

(Tracer application of RI to steel works—XIV)

Dr. Hisashi MORI, Kiyohito TANIZAWA,

Minoru YAMATE, Asahiko Hōjō

and Hiroaki SUGIHARA.

## 1. 緒 言

定盤保護剤としてのナルコートは、電融シリカをコロイド状シリカ液と混合したものであり、定盤付の防止と定盤寿命の延長に有効であることが、認められている。しかしながら一方では、定盤保護剤が鋼塊に混入して介在物となる可能性があるため、RI トレーサー法でしら

Table 1. Experimental conditions and results.

Ingot No.	Steel grade	Ingot		Pouring speed (mm/min)	Thickness of cushion plate (mm)	Coated weight of stool coat (g)	Erroded area and depth of stool	Sticking of ingot to stool	Distribution of stool coat			
		Height (cm)	Weight (t)						in slab	in ingot scum	in stool after stripping	ratio of top crop to bottom crop of slab
1	Low carbon Al killed	224	13.6	955	50	1570	none	none	0.003	—	95	1:30
2	"	224	13.5	1005	none	1470	70 mm $\phi$ $\times$ 30 mm	none	0.20	—	50	1:4.5
3	Low carbon rimmed	206	12.9	895	none	1470	200 mm $\phi$ $\times$ 15 mm	slightly	0.066	0.44	75	1:190

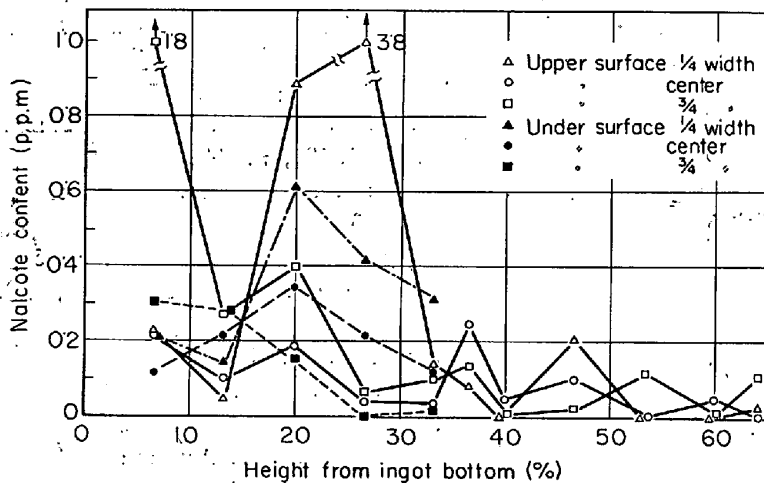


Fig. 1. Distribution of Nalcote along longitudinal direction of No. 1 ingot's slab; in which all Nalcote was assumed to be exist at 0~1 mm depth from the surface.

べることにした。

## 2. 実験方法

$3\mu$ 以下の粒度の $^{140}\text{La}_2\text{O}_3$  2g約14mCをナルコート粉末と液によく混合し、これを約 $150^\circ\text{C}$ の中古の定盤にはけで塗布した。この $^{140}\text{La}_2\text{O}_3$ 標識ナルコートの行方を、以下のようにして追跡した。シンチレーションカウンターを使用して、クロップ除去後のスラブ表面計数率のスキヤニング、スラブ試料表面から順次削り取ったチップの計数およびリムド鋼塊スカムの計数を、定盤に塗付した $^{140}\text{La}$ 全量に対して既知量の $^{140}\text{La}$ 標準線源と、それぞれ比較計数しながら行なった。これらの計数値から、鋼片・スラブ・スカムに残留したナルコートの量を、前報の実験法の手順<sup>1)</sup>に準じて算出した。また、GMサーベイメーターで、 $^{140}\text{La}$ 塗布後造塊前の定盤、型抜き後の定盤、トップおよびボトムクロップを、それぞれ測定した。

## 3. 実験結果と考察

### 3.1 スラブ内のナルコートの分布

実験条件と結果の概要をTable 1に示す。No. 1, 2および3鋼塊のクロップ切断後のスラブ長さ方向のスキヤニング結果を、Fig. 1~3に示す。縦軸は、後述するようにスラブ肌から1mmまでの深さに大部分の $^{140}\text{La}_2\text{O}_3$ が残留していることが認められたので、 $^{140}\text{La}_2\text{O}_3$

の全量が肌下1mmまでに残留していると仮定して、放射線計数率をスラブ肌下1mmまでのナルコート含有量に換算した値である。

いずれのスラブも、ボトム部の含有量が高くトップに近づくにつれて減少しているが、このような現象は、黒鉛定盤補修用モルタルを $^{140}\text{La}_2\text{O}_3$ で標識した場合にも認められ<sup>2)</sup>、注入初期に溶損混入した介在物の注入中における浮上と注入溶鋼による希釈効果によつて理解される。ただし、キルド鋼であるNo. 2鋼塊スラブのみは、トップ部で含有量が再び急上昇しているがこれは押湯部の肌近くにナルコートがトラップされたためであろう。また、同鋼種同一鑄型であるにもかかわらず、No. 2鋼塊にくらべてNo. 1鋼塊のナルコート含有量が1桁以上低い理由は、No. 2鋼塊は敷鉄板を使用しなかつたのに対して、No. 1鋼塊は厚さ5cmの敷鉄板を使用したためであろう。

一方、リムド鋼スラブのナルコート含有量はスラブ長さ方向になだらかな変化を示し、局部的に高い濃度を示す箇所が認められないのに対して、キルド鋼スラブでは位置による濃度の変動が大きい。Fig. 2と3は、スラブ巾方向2線上の濃度変化を示したにすぎないが、3鋼塊のスラブの全面スキヤニング(シンチレーションプローブを鉛シールド付き台車にセットして、スラブ上を移動させながら、計数率の異常に高い箇所をスケラーをみながらみつける方法)を行なった結果、リムド鋼スラブについては計数率が局所的に高い箇所は見出されなかつたが、キルド鋼スラブでは見出されたので、これをFig. 4に示す。

つぎに、スラブの底部・中間部・頂部より、9cm  $\phi$ の試料を採取して、肌から1mm毎に順次削ったチップ中のナルコート含有量を、Fig. 5に示す。キルド鋼ではスラブ肌下1mmまでほとんど全量のナルコートが偏在しているのに対して、リムド鋼では肌下1mmまでに大部分のナルコートが残留しているとはいえ、肌下1mmないし5mmまでの深さにも若干のナルコートが存在している。このようなスラブ厚さ方向のナルコート濃度の変化を、注入初期に鑄型内に $^{140}\text{La}$ を添加したリムド鋼塊のスラブ、およびAlの半量を鑄型内で添加したAlキルド鋼塊注入初期に $^{140}\text{La}$ を添加したもの<sup>2)</sup>と比較すると、いずれの鋼種についても、ナルコート起源介在物のほうが、肌近くに偏在する傾向が大きいことが注目さ

れる。

このように、ナルコート起源介在物の鋼塊内分布が、鑄型内 1 次脱酸生成物のそれと異なる原因は、注入流によつて溶損されたナルコートが、微細に分散しないかあるいは溶鋼との濡れが悪いために、溶鋼中に均一に分散する割合が少なく、溶鋼面に浮遊したスカムとして鋼塊肌近くにトラップされる確率が大きいためと推測される。また、ナルコート起源介在物および 1 次脱酸生成物の両者とも、キルド鋼塊のほうがより肌近くに偏在し、かつ肌面上の局所に散在する理由は、リミングアクションがないために、介在物が溶鋼中に均一に分散する割合が少なく、スカムとして肌近くにトラップされる確率が大きいためと推測される。

ナルコート起源介在物が成品の表面欠陥の原因となりうるか否かを Fig. 1~5 から測推してみると、リムド鋼

スラブについては最高 20ppm 程度であるから問題になるとは考えられないが、キルド鋼スラブ肌では最高 300 ppm—0.03% であり、しかもこれは 81 cm<sup>2</sup>×1 mm 厚さの平均値であるから、局所的にはより高濃度の箇所が存在しうる可能性があり、一応問題となろう。しかしこれは、スラブ肌より 1 mm までの深さに残留した量であり、No. 2 鋼塊の注入条件が苛酷なためナルコートの溶損が著しいことを考えあわせると、一般的には加熱炉内のスケールオフやホットスカーフによつて除去されて、問題にならないものと想像されるが、表面性状を問題にする鋼種については、なお検討の余地がある。

3.2 ナルコートの行方

定盤に塗布したナルコート全量のうち、型抜後の定盤に残留する割合、クロップ除去後のスラブに残留する割合およびリムド鋼塊スカムとして浮上する割合を Table 1 に記入した。クロップに残留する割合を求めることができなかつたため、トップクロップ中の放射能に対するボトムクロップのそれとの比を Table 1 に記入した。

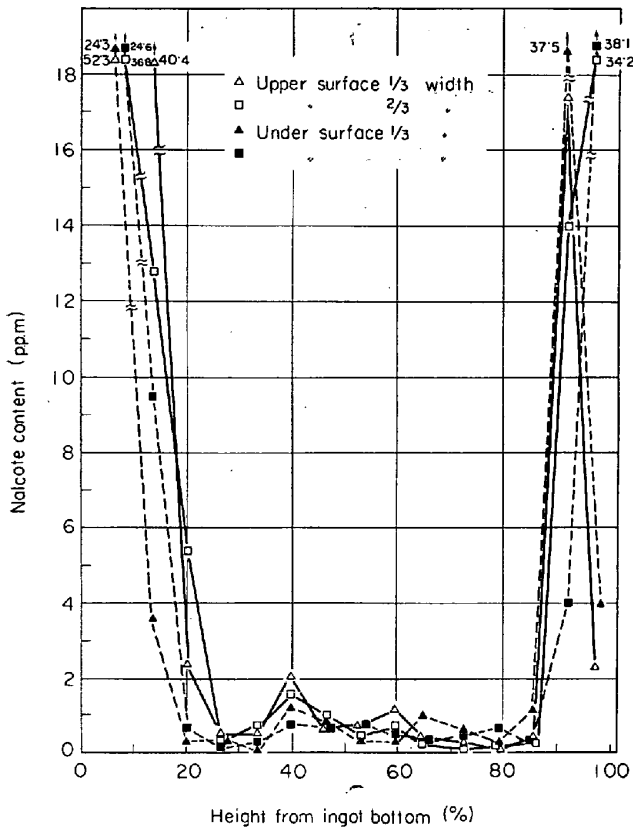


Fig. 2. Distribution of Nalcote along longitudinal direction of No. 2 ingot's slab.

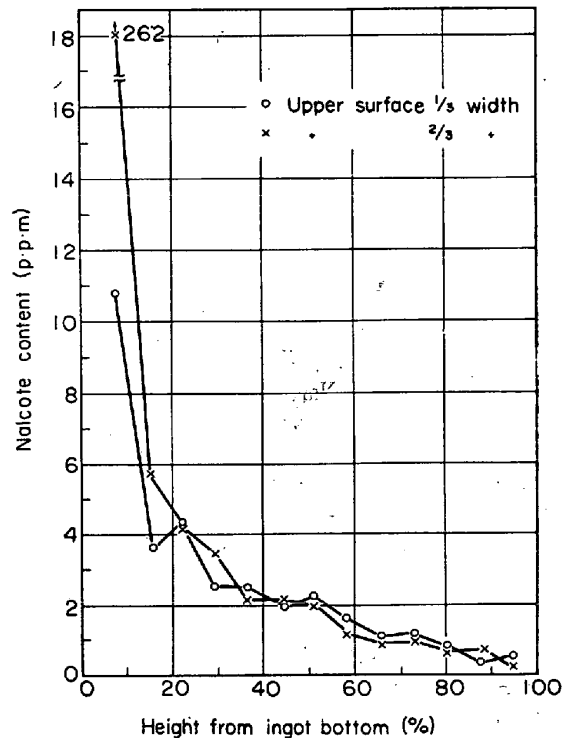


Fig. 3. Distribution of Nalcote along longitudinal direction of No. 3 ingot's slab.

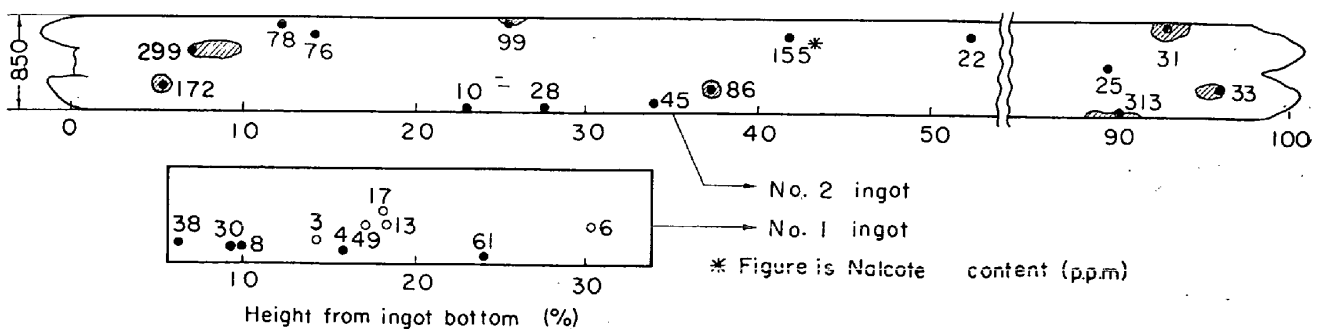


Fig. 4. Distribution of locally remained Nalcote on slab surface.

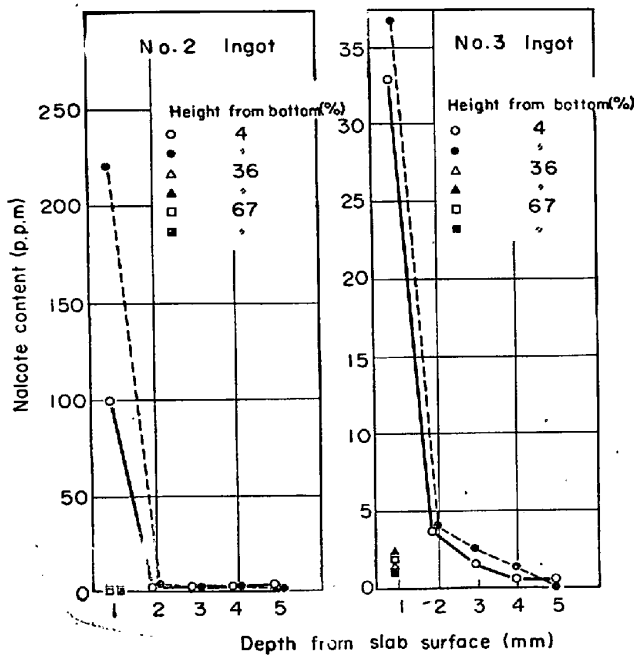


Fig. 5. Variation of Nalcote content with depth from slab surface.

ボトムクロップの放射能がトップクロップよりも著しく高いのは、ナルコートが鋼塊底面にかみこみ移行したためであろう。リムド鋼塊でこの比が最大であるのは、鋼塊スカムを除去したためであり、No. 1 鋼塊の比がNo. 2 鋼塊より大きいのは、No. 1 鋼塊では敷鉄板を使用したためナルコートの溶損量が少なく、したがって押湯部に浮上した量が少ないためである。

スラブ中に残留したナルコート量は、敷鉄板を使用したNo. 1 鋼塊にくらべて、敷鉄板を使用しないNo. 2 およびNo. 3 鋼塊が1桁以上高く、さらにリムド鋼であるNo. 3 鋼塊はキルド鋼であるNo. 2 鋼塊の半分以下であるのは、リミングアクションによつて肌近くに介在物がトラップされる確率が減少したためであり、その代りにスカムとしてスラブの7倍程度の量が浮上している。ただし、分塊圧延時にスケールオフしたナルコート量は測定できなかつたが、Fig. 5 から想像すると、スケール中のナルコート量は成品スラブのそれより1桁程度多い可能性がある。型抜後の鑄型内面に付着残留したナルコート量は微量にすぎなかつた。

一方、型抜後の定盤の溶損をみると、厚さ50mmの敷鉄板を使用したNo. 1 鋼塊では認められないが、敷鉄板を使用しないNo. 2 およびNo. 3 鋼塊では、定盤中央部に若干の溶損がみられた。これらの鋼塊は高さが高く注入速度 (t/min) も大きいので、小型鋼塊の場合の溶損量はより少なくなると想像されるが、ナルコートは熱的ショックによつて剝離する心配は少ないが、激しい注入流によつて溶損されることを示している。

#### 4. 結 言

定盤保護剤の1種であるNALCOTE 起源介在物をRIトレーサー法でしらべたところ、ナルコート起源介在物は、キルド鋼塊のほうがリムド鋼塊にくらべて肌近くに局所的に残留する傾向が大きく、また1次脱酸生成

物にくらべて両鋼種とも肌近くに偏在する傾向が大きいことが、介在物量としては微量であることを認めた。

#### 文 献

- 1) 森, 他: 鉄と鋼, 50 (1964), p. 1848
- 2) 森, 他: 一部は鉄と鋼, 51 (1965), p. 1973

### (160) 取鍋内における一次脱酸生成物の浮上分離速度

(製鋼工場におけるRIの利用—XV)

八幡製鉄, 技術研究所

理博○森 久・谷沢清人・山手 実

Separation Velocity of Primary Deoxidation Product in Ladle.

(Tracer application of R.I. to steel works—XV)

Dr. Hisashi MORI, Kiyohito TANIZAWA and Minoru YAMATE.

#### 1. 緒 言

脱酸生成物の浮上分離速度については、川和ら<sup>1)</sup>の系統的研究、PLAKINGER による介在物の溶鋼との濡れ性と浮上性との対応<sup>2)</sup>、KOENITZER ら<sup>3)</sup>などの多くの注目すべき研究がみられ、脱酸生成物の種類・残留量・粒度分布などの時間的変化に対する、脱酸剤の種類と量もしくは添加順序、最初の酸素量、鋼浴の温度、鋼浴の搅拌静置時間などの影響が次第に明らかにされてきた。

筆者らは、Al と挙動が類似するメタリック  $^{140}\text{La}$  をトレーサーとする新実験法によつて、実用取鍋内におけるLa脱酸生成物の浮上分離速度を、特に出鋼時間に着目しつつ、定量的に検討した。ただし実験法の制約のため対象とする鋼種はリムド鋼に限定された。

#### 2. 実験方法

##### 2.1 メタリック $^{140}\text{La}$ 封入カプセルの調製

1ch について、金属線状の  $^{140}\text{La}$  1~4mC (0.1~0.5 g) を5コの直径20mmのAl球に封入し、これを鋼片と共に薄鋼板で包んだ。あらかじめ調製しておいた  $^{140}\text{LaCl}_3$  水溶液と各カプセルとを、一定の幾何学的条件で放射能計数して、各カプセルの放射能と  $^{140}\text{La}$  液のそれとの比を求めた。つぎに  $^{140}\text{La}$  液の1/Fを分取して、直径5cmの沓紙にしみこませて、 $^{140}\text{La}$  標準線源とした。

##### 2.2 $^{140}\text{La}$ カプセルの取鍋への添加と試料採取

出鋼中の予定した時期に、これらのカプセルを取鍋内に出鋼流が落ちる近傍に投入した。造塊場で、各鋼塊スカムを注入終から3~4minの間に1kg程度採取した。ただし、代表的な2鋼塊からこの時期にできるだけ完全にスカムを採取し、粉碎磁選して実秤し、目測した採取率で除して、1鋼塊当たりのスカム重量を推定した。

##### 2.3 スカムの放射能測定と注入溶鋼に残留する $^{140}\text{La}_2\text{O}_3$ の割合の算出

各鋼塊のスカム740gを、それぞれ直径8cm・高さ10cmのプリキ罐に入れ、シンチレーションカウンターにより、 $^{140}\text{La}$  標準線源と比較計数した。その鋼塊について、溶鋼に添加した  $^{140}\text{La}$  濃度に対する注入溶鋼中に残