

論 文

ラジオアイソトープによる平炉鋼浴内の物質移動の検討*

森 久**・松尾 翠**・山口武和***

伊藤正雄****・吉井 等****

Mass Transfer in B. O. H. Metal Bath.

Hisashi MORI, Midori MATSUO, Takekazu YAMAGUCHI

Masao Itō and Hitoshi YOSHII

Synopsis:

^{198}Au sealed in a steel capsule was introduced into the center of metal bath in 130t B.O.H.F. In order to investigate the mass transfer in metal bath, steel samples were taken at 5 doors every 2 minutes after ^{198}Au addition, and to examine the uniformity between 1st and 2nd ladle, samples were taken from tap gutter during tapping, and from several moulds during teeming of these 2 ladles.

The mass transfer in metal bath seemed to be caused mainly by turbulent diffusion and additionally by forced flow with combustion flame.

The time required to get nearly homogeneous ^{198}Au concentration — defined as the time in which mean square deviation of radioactivities at 5 doors from steady value reaches within 10 pct. — was 10 or 17 minutes in the case of boiling, 10 or 14 minutes in reboiling, 21 or 23 minutes in blocking. Furthermore, in the case of blocking, mixing rate was slowed down at 6 and 10 minutes after ^{198}Au and alloy addition: These periods were recognized to correspond with the complete dissolution of alloy from both data on radioactivity and analysis. When ^{198}Au was introduced in the end of metal bath (just below the burner) during boiling, it did not distribute homogeneously within 30 minutes.

When ^{198}Au was introduced in the center of bath at 4 to 7 minutes before tap, concentration of ^{198}Au in 2nd ladle was 8 to 45 pct lower than that of 1st ladle in 4 of 5 cases.

(Received 5 Feb. 1964)

I. 緒 言

製鋼工場におけるラジオアイソトープ (RI) のトレーサー利用は、諸外国においては多くの研究成果が発表されているが、国内における実施例は少ない。この理由の一つとして、長寿命のRIを現場に使用する場合には長期にわたる現場環境の放射能汚染や、成品中の放射能の残留が懸念されたためと思われる。この意味で短寿命RIの利用が望ましいが、幸いにして昭和37年6月より日本原子力研究所から各種の短寿命RIの供給が開始され、 ^{198}Au や $^{140}\text{La}_2\text{O}_3$ を入手しうようになった。

本報告では、八幡製鉄所における ^{198}Au ならびに $^{140}\text{La}_2\text{O}_3$ の現場トレーサー利用の導入過程として実施した、平炉鋼浴内の物質移動に関する検討結果について述べる。

平炉鋼浴内の物質移動に関しては、すでにソ連やドイツなどにおいて ^{60}Co や ^{198}Au を使用して検討されているが、筆者らは、精錬期において通常の沸とうを行なっている場合以外に、ブロッキングとリボilingの場合についてしらべた。¹⁾ BOGDANOVA²⁾ は 1 channel もしくは 2 channel 平炉の出鋼前3ないし 11min に RI を平炉内に投入し、出鋼直前の各装入口における鋼浴の RI 濃度が著しく不均一である場合でも、先鍋と後鍋から採取した試料の放射能は、測定誤差の範囲内で等しいことを示している。1 channel 炉の出鋼中に鋼浴の均一

* 昭和38年10月本会講演大会にて発表
昭和39年2月5日受付

** 八幡製鉄株式会社八幡製鉄所 技術研究所

*** 八幡製鉄株式会社八幡製鉄所 (前)製鋼部

**** 八幡製鉄株式会社八幡製鉄所製鋼部

化がこれほど進むとは、やや意外に思われたので、筆者らは BOGDANOVA らの追試を行なうこととした。²⁾

これら平炉鋼浴内の物質移動の問題は、リボイリングやブロッキングの効果、精錬中の分析試料サンプリング方法の信頼性や成分適中に関連して興味あるものと考えられる。

II. 実験方法

1. 使用 R I

^{198}Au (半減期: 2.7日, γ 線エネルギー: 0.41 MeV) は原研製もしくは東京原子力産業研究所製のものであり、1mm もしくは 0.5mm の直径の針金状のものであつた。平炉への ^{198}Au の使用量は、1 回当たり約 4mC (最初の試験では 20mC 使用したが、試料の放射能計数率が高すぎたので、以後は 4mC とした)、重量は製造から使用までの時間によつて異なるが 100~300mg の程度であつた。

2. 対象とした平炉

塩基性 130 t (実装入 155 t) 傾注式平炉で、その炉床形状は、幅 3.7m、長さ 12m、深さ 0.72m で装入口は 5 箇である。燃焼方式は重油と COG の混焼であるが、試験の行なわれた精錬期では、ほとんど重油専焼を行なつてゐる。

3. R I の炉内への挿入と試料採取

外径 12mm、長さ 50mm の肉厚約 1mm の鋼製カプセルに ^{198}Au を封入し、カプセル支持鋼棒に接続して装入口より約 1.5m 奥の鋼浴表面より約 100mm の深さに挿入した。

平炉鋼浴内の物質移動の試験においては、 ^{198}Au 挿入後 2min 間隔で各装入口よりスプーンで溶鋼を採取し、Al で鎮静して金型に鋳込み、直径 60mm 高さ 45mm の形状とした。出鋼時の物質移動の試験においては、先鍋出鋼中に出鋼樋ならびに先鍋と後鍋の鍋下よりスプーンで溶鋼を採取し、上と同じ金型に鋳込んだ。

4. 試料放射能の計数

神戸工業製のスケラー (SA 30 または SA230型) と PS 100 または PS 300 型プローブ (実験の初期には 1 in 直径×1 in 厚さの NaI シンチレーターを装着したが、計数効率を上げるため後期では直径 44mm もしくは 50mm、厚さ 50mm のものを使用した) とを組合せ、厚さ 100mm の鋼製シールド内にシンチレーションプローブを倒立して挿入し、試料をプローブの上のせて計数した。

計数要領は、 ^{198}Au 挿入前に採取した試料をバックグラウンド (B.G) 試料とし、 ^{198}Au を含む試料のうち

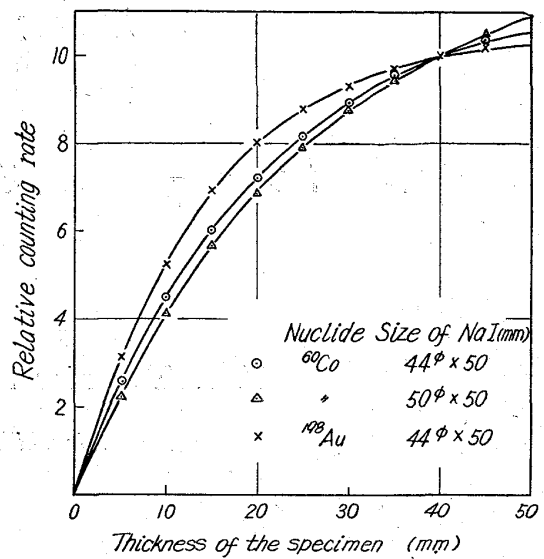


Fig. 1. Relation between relative counting rate and thickness of the specimen.

で計数率の高いものを 1 コ抽出して標準試料とし、3~5 コの試料計数の前後に B.G と標準試料を計数して、前後の B.G の平均値を差引いて真の計数率を求め、標準試料の真の計数率の平均値に対する各試料の真の計数率の割合を算出した。試料の計数時間は、計数率の高低に応じて 3~5min であつた。試料の厚さが異なる場合には、比放射能が同一でも計数率は異なるので、Fig. 1 を使用して厚さの影響を補正した。このような手順によると、放射能崩壊とカウンターの計数効率のドリフトとをあわせ補正することができ、各試料中の ^{198}Au の相対濃度を $\pm 2\sim 3\%$ の相対標準偏差で定量することができた。

III. 実験結果と考察

1. 平炉鋼浴内の物質移動

平炉鋼浴内の物質移動に関する実験は、通常精錬期、リボイリング期およびブロッキング期の 3 期を対象として、計 7 回実施した。実験条件の概要を Table 1 に示す。

各試料の放射能測定結果を Fig. 2~Fig. 4 に示す。図の縦軸は取鍋試料の放射能強度 (すなわち均一に混合したのちの平衡値を 100 とし、この値に対する放射能強度の比をとつた。各図の左半に示した A 図には炉内の ^{198}Au の濃度分布とその時間的变化を示し、右半の B 図には各試料採取点における ^{198}Au 濃度の時間的变化を示す。なお、燃焼用バーナーによる鋼浴の強制流動効果が認められたので、バーナー方向とその切換え時刻を図中に記入してある。

Table 1. Conditions of tests on mass transfer in 130t B.O.H. metal bath.

Test No.	Condition of metal bath	Period of ^{198}Au addition					
		Period	C (%)	Metal temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Alloy addition (kg)	Order of alloy and ^{198}Au addition	Position of Au addition
I	Boiling	Finishing	0.10	1608	None	—	Center of bath
II	"	"	0.06	1609	"	—	"
III	"	Ore boiling	0.90	1585	"	—	End of bath
IV	Reboiling	Finishing	0.06	1610	Cold pig 2000	$^{198}\text{Au} \rightarrow$ Cold pig	Center of bath
V	"	Ore boiling	0.57	1570	"	Cold pig \rightarrow ^{198}Au	"
VI	Blocking	Finishing	0.06	1590	Si-Mn 500	$^{198}\text{Au} \rightarrow$ Si-Mn	"
VII	"	"	0.06	1607	Fe-Mn 700	Fe-Mn \rightarrow ^{198}Au	"

以下において、Fig. 2～Fig. 4を比較対照しつつ、平炉鋼浴内の物質移動について考案する。

1) 濃度分布曲線ならびに濃度変化曲線の一般的形状
各図の右半に示したB図によると、 ^{198}Au 挿入後時間がたつにつれて、各装入口試料採取点における ^{198}Au 濃度の不均一性が徐々に減少してゆくことが認められる。

しかしながら各図の左半に示したA図によると、中央装入口より ^{198}Au を挿入した場合においても、ほぼ左右対称な山型分布を示すものは実験Iのみであり、他は時間経過とともに濃度極大点が左右いずれかにずれて、歪んだ形状になることが認められる。極端な例としては、実験IVの10min後の分布曲線、実験Vの10min後の

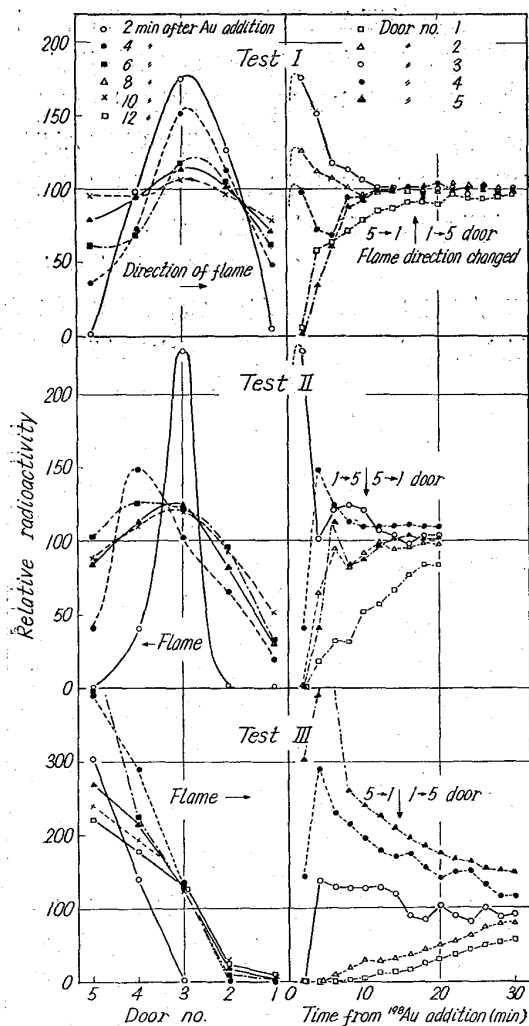


Fig. 2. Distribution and change of ^{198}Au concentration in 130t B.O.H. (in the case of boiling)

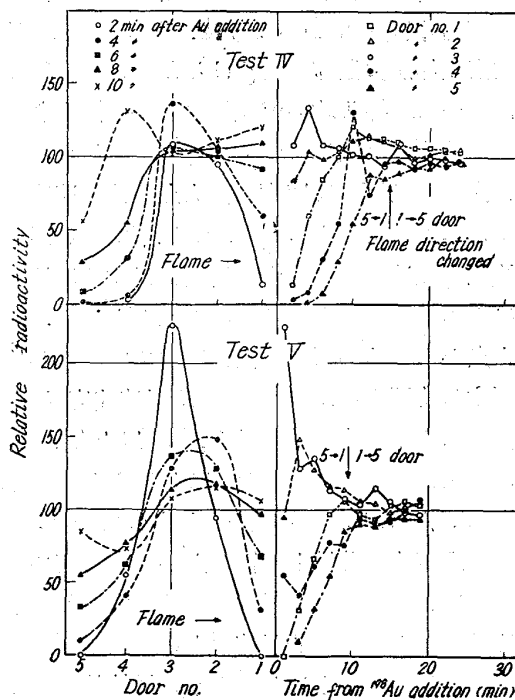


Fig. 3. Distribution and change of ^{198}Au concentration in 130t B.O.H. (in the case of reboiling)

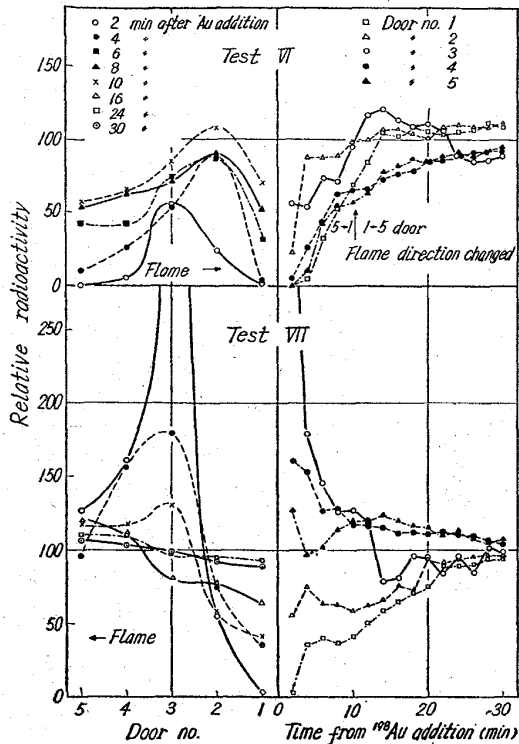


Fig. 4. Distribution and change of ^{198}Au concentration in 130t B.O.H. (in the case of blocking)

それ、実験Ⅴの6min後のそれに認められるように、 ^{198}Au 濃度の極大点が2カ所に認められる。

極大点が左右いずれかにずれる理由としては、すでにOSIPOVら⁴⁾が報告しているように、燃焼焔の運動量によつて鋼浴全体が強制流動をうけるためと解される。このことは、 ^{198}Au 挿入時の燃焼焔の方向と極大点の移動方向とが一致する事実によつて明らかであろう。燃焼焔による鋼浴の強制流動線速度(極大点の移動速度)は、Fig.2~Fig.4によると1m/min以下であるが、この値は燃焼焔の流速のみならず鋼浴面に対する燃焼焔のなす角度によつても左右されるものと想像される。一方、R1投入点からある距離Xの点にはじめてR1が検出されるに要する時間tを求めて、平均対流速度 X/t をFig.2~Fig.4から求めてみると、1m以上/minなる値を得る。文献によると、1.2m以上/min⁵⁾、1~4m/min³⁾、1.7m/min⁴⁾などの値が報告されている。

^{198}Au の濃度分布曲線上に極大点が2カ所認められた理由としては、次のごとく考えられる。すなわち鋼浴内の物質移動は沸とうや熱的対流などによる乱流拡散が支配的と考えられるが、上述したように燃焼焔による強制流動効果も存在し、これは鋼浴の幅、奥行および深さ方向に複雑な流動をひきおこすであろう。そこで炉内に挿入された ^{198}Au が拡散分布の途中に、この強制流動効果

によつて数コの流れに分割され、数コの ^{198}Au 濃度の極大点が鋼浴内の各所に生ずることもあり得ると考えられる。あるいは挿入した ^{198}Au が分流されずとも、試料採取点を結ぶ直線軸以外の他の経路を通つて循環すると考えれば、極大点が2カ所生ずることもありうるであろう。

なお、実験ⅣおよびⅥにおいて、 ^{198}Au 挿入より2min後の ^{198}Au 濃度の極大値が平衡値よりも低い異常な現象が認められる。この理由は、実際作業上で ^{198}Au 挿入点と試料採取点と同じ場所ではなかつたためか、あるいは挿入された ^{198}Au が2min間の間に試料採取点を結ぶ軸以外の方向に移動したためであろう。

2) 鋼浴の均一化に要する時間

各試料採取点における ^{198}Au 濃度は時間経過とともに平衡値に向つて近づくが、理論的には平衡値からの偏差は有限時間内では零にならないはずである。そこでFig.2~Fig.4の右側(B図)を観察し、どの時間をもつて均一化に要した時間と判定するかは、多分に任意性が伴うこととなる。しかも ^{198}Au 濃度の定量精度が $\pm 2\sim 3\%$ であることを考慮すると、この判定はむづかしい。

それゆえ、以下においては均一化に要する時間を判定する方法をあらかじめ定義し、この定義にしたがつて算出した時間 τ を、論議の対象としたい。

第1の定義では、Fig.2~Fig.4の右側(B図)で各試料採取点における濃度の時間的変化が認められなくなった時間 τ_1 をもつて、均一化に要する時間とする。こ

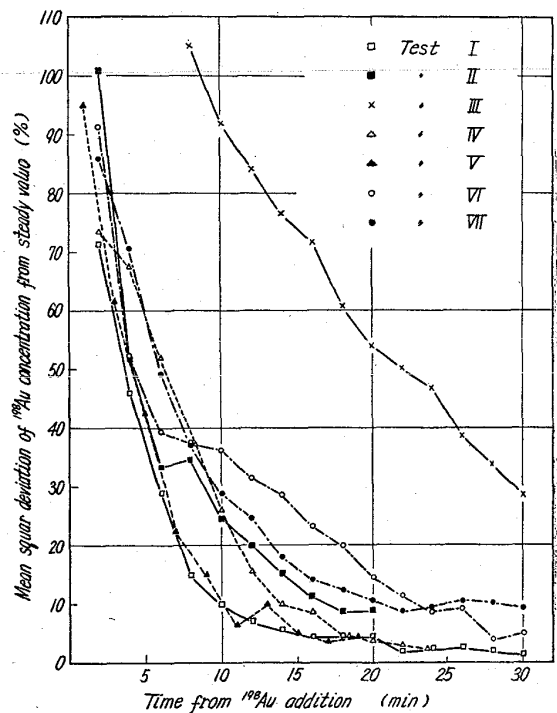


Fig. 5. Change of heterogeneity with time.

Table 2. Time required to unify the metal bath in 130 t B.O.H.

Test No.	Time required to unify (min)		
	τ_1	τ_2	τ_3
I	12	10	7
II	12	17	12
III	>30	>30	>30
IV	18	14	11
V	11	10	8
VI	22~26	21	13
VII	22~26	23	18

τ_1 : The time in which no variation of radioactivities with time at 5 doors is observed in Figs. 2, 3 and 4

τ_2 : The time in which mean square deviation of radioactivities at 5 doors from steady value reaches within 10%

τ_3 : " " 20%

の場合、実験 I における No. 1 ドア、実験 II における No. 1 ドアは、この位置のみがよどんでいたためか、均一化に要する時間が極めて長いので、この位置は省いた。第 2 の定義では、各試料採取点の定常値からの偏差の自乗平均が 10% 以下になる時間 τ_2 をもって均一化に要する時間とした。第 3 の定義では、自乗平均偏差が 20% 以下になる時間 τ_3 をもって均一化に要する時間とした。Fig. 2~Fig. 4 から算出した自乗平均偏差の時間的变化を Fig. 5 に示した。

以上 3 種の定義により、均一化に要する時間を算出して Table 2 に示した。参考までに、文献にみられる均一化に要する時間を Table 3 に示したが、その算出法については不明である。

筆者らの結果によると、中央装入口から ^{198}Au を挿入した場合、通常精錬期とリボイリングの場合は、両者の差が確認できず、均一化には 10~15min を要しているが、ブロッキングの場合は、これよりおそく 20~25min を要しており、ブロッキングの効果を示している。ブロッキングについて興味のあることは、Fig. 5 で、実験 VII では 10min 後で、実験 VI では 6min 後で、自乗平均偏差の減少速度が屈曲しておそくなっている点であり、これらの時期にいたつて脱酸剤による鋼浴の鎮静効果があらわれたものと考えられる。一方、実験 VII で、各試料の C と Mn を 3 回分析して平均値を求めた結果を Fig. 6 に示す。Si-Mn 添加後 6min 後に中央装入口の Mn % が極大値に達し、そのち下降する。C % は 12min 後に極大値に達している。これらのことは Si-Mn の溶解に数 min を要したものと解釈され、自乗平均偏差の減少速度の屈曲点と対応するものと考えられる。なお、試

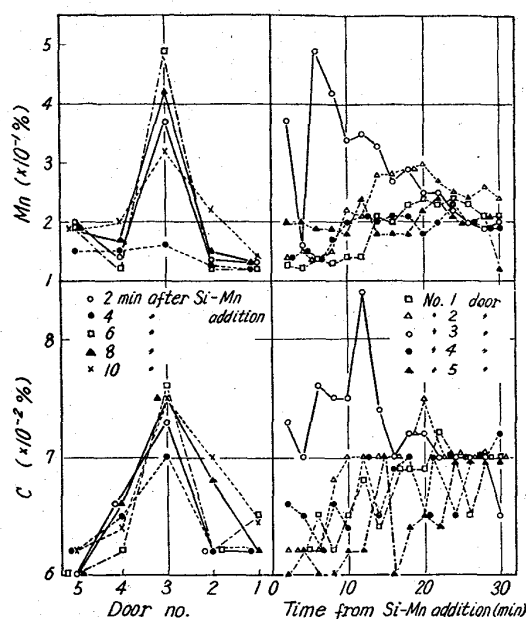


Fig. 6. Distribution of C and Mn in metal bath of 130t B.O.H.F. (Test VI)

料の放射能測定結果を示した Fig. 4 と、分析結果を示した Fig. 6 とを比較すれば、鋼浴内の微小な不均一性を定量的に求める点で、RI法が化学分析法よりも優れていることが明らかであろう。

Fig. 2 で、炉端装入口よりバーナー直下に ^{198}Au を挿入した場合 (実験 III) は、Fig. 2~4 に示した中央装入口から挿入した場合に比べて、均一化に要する時間はるかに長い。これは、バーナー直下はバーナーによる強制流動効果がなく、流れがよどんでいたためと推測される。これに反し、Table 3 に示したように、BOGDANOVA³⁾ は鋼浴内の対流動が著しいため、鋼浴内の位置に RI を挿入しても、鋼浴全体の均一化に要する時間は変わらないと報告している。鋼浴内の物質移動におよぼす要因として、対流動(ここでは一定の流れ方向を有する強制流動と考えているが)が支配的であり、乱流拡散(沸とうなどによる複雑な流動によるものと考えているが)によるものが副次的であると仮定すれば、BOGDANOVA³⁾ の説もうなづけるが、このような激しい対流動が存在しているとすれば、鋼浴の均一化に要する時間として BOGDANOVA が得た値は、OSIPOV⁴⁾ や筆者らの値に比べて著しく短くなければならないと考えられる。しかし Table 2 と Table 3 の値をみると、3 者いずれも甚だしい差異はないようである。

筆者としては、Fig. 2~Fig. 4 の濃度分布曲線の形状から、鋼浴内の物質移動は乱流拡散によるものが支配的であり、バーナーによる強制流動効果は副次的であると考えるを得ないので、乱流拡散理論からみても、RI

Table 3. Time required to unify the metal bath in B.O.H.F.

Reference	Capacity of furnace (t)	Period of ^{198}Au addition	Position of Au addition (door)	Repeating times of experiment	Time required to unify (min)		
3)	25	Dephosphorization		5	10~15		
	190				30~35		
	390						
	25	Slag forming		6	Much more than 20~25		
	190						
	390						
	25	Beginning of pure boiling	Center	1	7~14		
	25		First	1	<12		
	25	Beginning of pure boiling	Side	3	8~12		
	190		6- X_1	20~45			
	390				8- X_2		
	190	20~30min after beginning of pure boiling	Side & middle	X_1	20~30		
	390			X_2			
	25	After full or partial deoxidation		10	7~12 ^{a)}		
					10~30 ^{b)}		
	190	After deoxidation			2	9~30 ^{b)}	
					2~10min after deoxidation	3	35~60 ^{c)}
					after dissolution of Fe-Cr	11	More than 15~35 ^{c)}
390	After deoxidation			6	15~18 ^{a)}		
					Very slow ^{c)}		
4)	350		Middle	7	8~15		
	350		First		40~45		
5)	200				18		

a): Carbon steel, b): Alloy steel, c): Cr steel

を炉端に挿入する場合は、均一化に要する時間がより長くなるものと考えられる。

2. 平炉鋼浴内の出鋼時の物質移動

平炉鋼浴内の出鋼時の物質移動に関する実験、すなわち、炉内に成分が偏在しているとき先鍋と後鍋に成分が均一に分配されるか否かを検討した実験においては、出鋼前にブロッキングを行なった場合、リボイリングを行なった場合、合金を添加しない場合についてしらべ、ま

た ^{198}Au 挿入から出鋼開始までの時間を 4・0' ないし 7・3' min に変化させた。実験条件と結果の概要を Table 4 に示す。表中の放射能の比とは、4 コの先鍋下試料の計数値の平均値に対する 4 コの後鍋下試料の計数値の平均値である。

Table 4 によると、5 例中 4 例においては、BOGD-ANOVA³⁾ の結果に反し、後鍋は先鍋に比べて 8 ないし 45% も ^{198}Au 濃度が低いことがわかる。しかしながら、

Table 4. Conditions and results of tests on mass transfer in 130 t B.O.H. metal bath during tapping.

Test No.	I	II	III	IV	V
C% in metal bath just before alloy charge	0.47	0.47	0.78	0.84	0.12
Temp. " " (°C)	1601	1588	1602	1592	1619
Kind of alloy charged before tap	Fe-Mn	Fe-Mn	Cold pig	Cold pig	None
Amount of alloy " (kg)	400	400	2000	2000	—
Period between alloy charge and A _U addition (min)	8.5	8.3	12.7	14.0	—
Period between A _U addition and beginning of 1st ladle tap (min)	5.5	5.0	4.5	4.0	7.2
Period between A _U addition and end of 2nd ladle tap (min)	9.8	9.7	8.7	10.8	10.8
Ratio of radioactivity; 2nd ladle/1st ladle	1.00	0.85	0.92	0.55	0.72

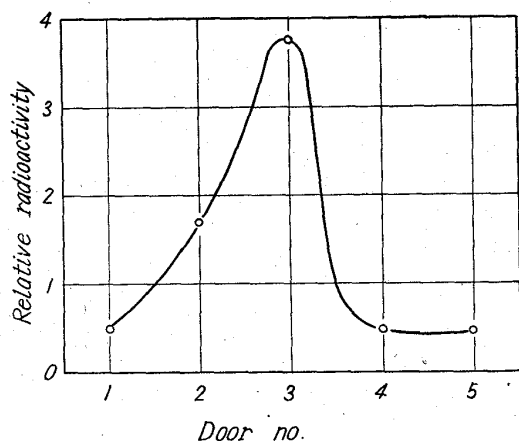
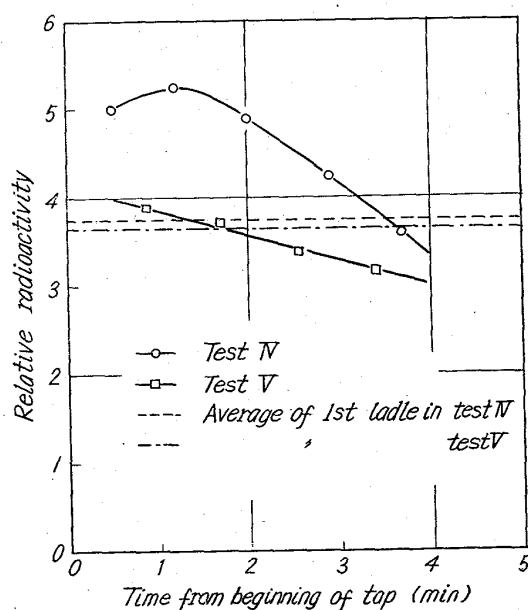
Fig. 7. Distribution of ^{198}Au in 130t B.O.H. at 4min after introducing ^{198}Au (in Test V)

Fig. 8. Change of radioactivity of the sample during 1st ladle tapping.

試験回数が少ないため、 ^{198}Au 挿入から出鋼開始までの時間などの影響や、ブロッキングとリボリングの効果の差異などは、確認できなかった。

つぎに炉内における ^{198}Au の偏在が、出鋼中にどのように推移するかをたどつてみよう。Fig. 7 は実験 V において ^{198}Au 挿入後 4min の炉内の ^{198}Au の分布状況であり、前述した燃焼焰による鋼浴の強制流動効果のためにやや左右非対称ではあるが、中央装入口付近の ^{198}Au 濃度が高い。これから約 3min 後に開始した先鍋の出鋼中に出鋼樋から採取した試料の計数値の推移を、Fig. 8 に示したが、時間とともに減少する傾向を示している。実験 IV における先鍋出鋼中の計数値の推移も、Fig. 8 に示したが、いつたん極大値に達してのち減少している。

このような出鋼中の放射能の推移と、Table 4 に示した先鍋下試料が後鍋のそれより計数値が高い現象とを考えあわせると、中央装入口より挿入した ^{198}Au が出鋼口に近い場所に分布しているために、比較の出鋼の初期に排出されたものと考えられる。したがって、もし No. 2 もしくは No. 3 装入口より ^{198}Au (一般的にはフェロアロイ) を装入するとすれば、出鋼中の試料の計数値の推移および先鍋と後鍋の不均一性の程度も、本実験とは異なる結果を生ずるであろう。この意味で、先鍋と後鍋への成分の均一分配を目的とする場合、 ^{198}Au (フェロアロイ) の装入口の位置についても検討の余地がある。

また、Fig. 7 に示した炉内偏在の程度と、Fig. 8 に示した出鋼中の計数値の推移とを比較すると、出鋼中に炉内鋼浴内の混合がとくに著しく促進されるとは考えがたい。

成分適中の問題については、上述した物理的な因子の

ほかに、スラゲーメタル間の化学反応の因子をも検討すべきであり、このためには ^{56}Mn などの酸化性金属のトレーサー利用をはかるべきであろうが、逆に ^{198}Au は非酸化性でスラグと反応しないために鋼浴内の物理的な物質移動を追跡する場合には好適したトレーサーである。

なお、RIの現場トレーサー実験を実施する場合には、放射線障害防止の諸対策を確立する要があり、当所においても、病院を中心として研究所と工場部門が協力する態勢で放射線衛生管理を実施しており、放射線衛生管理上のデータは、病院保健衛生課ならびに労働医学研究課関係者により、その後の一連の現場実験に関するデータをも含めて別に発表される予定であるが、本実験に関して特に問題は生じなかつたことを付言する。

IV. 結 論

製鋼工場における短寿命アイソトープのトレーサー利用の第1段階として、 ^{198}Au により130t傾注式平炉内の物質移動を検討し、以下の結論を得た。

(1) 鋼浴内の物質移動は、ボイリングなどによる乱流拡散に基くものが支配的であり、燃焼焔による強制流動効果によるものも副次的に存在する。炉端のバーナー下に ^{198}Au を挿入した場合は、中央装入口より装入した場合に比べて、鋼浴の均一化は著しくおくれる。

(2) 各装入口における ^{198}Au 濃度の平衡値からの偏差の自乗平均が10%になる時間をもつて、鋼浴の均一化に要する時間と定義すると、極軟鋼精錬末期では10minならびに17min、型銑によるリボイリングの場合は、10minならびに14min、Si-Mnブロッキングの場合は21min、Fe-Mnブロッキングの場合は23minであり、ブロッキングの場合、脱酸剤が溶解してのち鋼浴の混合速度がおそくなる。

(3) 中央装入口より ^{198}Au を出鋼前4~7minに挿入したところ、後鍋下の試料の放射能は先鍋下のそれに比べて5例中4例においては8~45%も低く、BOGDANOVAらの結果に反し、炉内における成分の偏在の程度は減少するにせよ、鍋にまで持越される。

文 献

- 1) 木下, 他: 鉄と鋼, 49 (1963) 10, p. 1398
- 2) 森, 他: 鉄と鋼, 49 (1963) 10, p. 1400
- 3) N. G. BOGDANOVA et al: A/CONF, 15/P/2218, (1958)
- 4) A. I. OSIPOV, and ALLÜ: Report delivered at the Session of the Academy of Sciences of USSR on the Peaceful Uses of Atomic Energy (1955)
- 5) G. H. PROPSTL: Stahl u. Eisen, 80 (1960) p. 863

低クロム濃度におけるクロムの分配について*

小 島 康**・佐 野 幸 吉***

On the Distribution of Chromium at Low-Chromium Concentration.

Yasushi KOJIMA and Kōkichi SANO

Synopsis:

There have been few researches on the distribution of chromium between an acidic slag saturated with silica and a liquid of iron alloy with low chromium content. According to F. KÖRBER and D. C. HILTY, chromium oxide in the acidic slag changes its chemical form with the change in the concentration of chromium in the liquid iron alloy. The reaction of chromium or the behavior of chromium phase is, therefore, followed by the change in the chromium concentration in liquid phase.

In our latest report over the concentration range of chromium higher than 3 per cent, it was shown that the chromium oxide in the acidic slag behaved like the chromous ion (CrO).

In the present paper, an iron alloy of low chromium concentration is studied. The results

* 昭和38年10月本会講演大会にて発表 昭和39年1月16日受付

** 名古屋大学工学部 *** 名古屋大学工学部, 理博