

化によるものと考えられるので、これらの疵を改善するため、製鋼、造塊条件を検討する必要がある。現場的な因子として、(a)前鍋、後鍋の差、(b)鋼塊内位置、(c)蓋打時間、(d)スラグ(FeO)、(e)鍋および鋳型 Al 投入量をとりあげ、線状疵、線状スケール発生量との関係を検討した。

前鍋、後鍋の差については、鋼塊底部相当位置では、後鍋のほうが疵発生が多いようであるが、鋼塊頭部については明確な差は認められなかつた。前、後鍋で疵の発生に多少の差のあるのは、前鍋に比較して後鍋は Al 投入規準が過大であつたためと考えられる。また、鋼塊底部相当位置に疵の発生が多いのは、頭部側に比較してリミングアクションが悪いため、気泡ならびに介在物が多いためと考えられる。蓋打時間の影響としては、蓋打時間と疵の発生量とは明確な関係がなく、単に蓋打時間を長くしリム層を厚くしても疵は減少しない。スラグ(FeO)および鍋 Al、鋳型 Al 投入量と疵の発生率とは密接な関係あり、通常の C 範囲では、ある程度(FeO)が高く、鍋、鋳型 Al 投入量を少なくすることにより疵をほとんどなくすることができた。すなわち、湯のリミング・アクションを良くすることが必要である。

6. 結 言

キャップド鋼ホットコイルに多発する線状疵、線状スケールと呼ばれる表面疵の発生原因、対策を検討し、次の結論を得た。

キャップド鋼は、リムド鋼に比較して通常脱酸度が多少強く、また鋳型の形状から溶鋼中の CO ガスが放出困難なため、リミングアクションが弱く、かつ溶鋼の蓋打ちによつて強制的にリミング・アクションを停止させるため、鋼塊リム層内に多数のスキンホール、管状気泡が発生し、また清浄度も劣つている。しかもこれらの表面気泡は均熱炉で鋼塊表面から 6~7mm 程度までに存在するものは酸化され、管状気泡の深い場合には、スキンホールが、管状気泡の浅い場合には、これも酸化されるものと思われる。人工疵の結果から推定すると、前者の場合には線状スケール、後者の場合には線状疵となると思われる。また、線状疵の場合には、リム層内の介在物をともなう場合がある。上記の疵を発生しないようなキャップド鋼を製造するためには、できるだけリミング・アクションを良くし、健全なソリッドスキンをもつ鋼塊を作ることが必要である。

(73) DH 処理中の溶鋼の混合と合金の溶解

(製鋼工場における RI の利用—Ⅱ)

八幡製鉄所、技術研究所

理博 森 久・谷沢清人

技術部 松田亀松・○田中英夫

Mixing of Molten Steel and Dissolution of Ferroalloy during DH Treatment.

(Tracer application of RI to steel works—XI)

Dr. Hisashi MORI, Kiyohito TANIZAWA,
Kamematsu MATSUDA and Fusao TANAKA.

1. 緒 言

すでに報告したように DH 処理は脱ガス処理中に溶鋼の化学成分を自由に調節できる特徴をもっている。DH 処理の溶鋼の成分調節は、一例として普通炭素鋼をとると次のようにして行なわれる。脱ガス初期に C および Mn の迅速分析のための試料を採取し、脱ガスの進行中に分析し、その分析結果に基づいて真空容器の上部に設置された合金容器より必要量の C および Mn を加えて成分を調節し、最後に Si などの合金元素を添加する。さらにその後、吸き上げ操作を繰り返して十分攪拌し、添加合金を溶解かつ均一に取鍋内に拡散させたのち脱ガスを終る。

したがつて非常に狭い範囲内で成分を調節するためには、まず出鋼の際に取鍋内に投入された合金が完全に溶解しかつ均一に混合した時期に、迅速分析用試料を採取すること、および脱ガス中に添加した合金が DH 処理による攪拌によつて十分均一になる時間を把握して、これらを管理することが安定した化学成分を常に得るために重要である。

筆者らは、DH 処理による出鋼後の取鍋内溶鋼の均一化、および脱ガス中に添加した合金の溶解、混合速度におよぼす攪拌効果について RI トレーサー法によつて調査したので、本報ではその試験結果を報告する。

2. 実験方法

2.1 合金の ¹⁹⁸Au による標識と添加法

RI として金属線状の ¹⁹⁸Au を受鋼量 70 t に対して 2~20mc 使用した。取鍋内の混合試験においては、¹⁹⁸Au を約 15mm φ × 45mm の鋼製カプセルに封入し、Fe-Mn の溶解試験においては、実験室内の高周波誘導真空溶解炉にて溶解した Fe-Mn (Mn: 75%) に ¹⁹⁸Au を入れて ¹⁹⁸Au-Fe-Mn 合金を溶製し、鋳込後粒度約 50mm のものを作製した。

C の溶解試験においては、¹⁹⁸Au を王水に溶かした溶液を粒状の人造黒鉛に浸透させたのち乾燥して実験に供した。

Al の溶解試験においては、実験室内にて鋼製ルツボで Al を加熱溶解して、鋳込後約 20mm φ × 20mm の Al 円柱を作製し、この中心部を穿孔して ¹⁹⁸Au を埋込み、Al 栓をして封入した。

Fe-Cr の溶解試験においては、実験室内の高周波誘導真空溶解炉にて溶解した Fe-Cr (Cr: 67%) に ¹⁹⁸Au を入れて ¹⁹⁸Au-Fe-Cr 合金を溶製し、鋳込後これを粉碎して粒度 6~10mm のものを作製した。

Si-Cr の溶解試験においては、粒度約 20mm の Si-

Cr (Si : 45%, Cr : 35%) を放電加工によつて合金全長の 3/5 程度まで穿孔し, ¹⁹⁸Au を埋込んだのちエバタイトで封入した。

¹⁹⁸Au 封入カプセルの一部および ¹⁹⁸Au 標識 Fe-Mn は, 出鋼の際に ¹⁹⁸Au で標識しない他の合金鉄とともに炉裏から投入した。また ¹⁹⁸Au 封入カプセルの一部および ¹⁹⁸Au で標識した人造黒鉛粒, Al, Fe-Cr, Si-Cr は合金容器に装入し, 脱ガス中に所定の時期に真空容器内に添加した。

2-2 試料採取

¹⁹⁸Au 封入カプセルおよび ¹⁹⁸Au 標識合金を添加後, DH 処理の際の所定の方法により, 取鍋内溶鋼面下 1 m の深さより時間の経過につれて順次数コの試料を採取した。また場合により注入時に取鍋下試料を採取した。試料中の ¹⁹⁸Au 強度は前報²⁾と同様シンチレーションカウンターにより測定した。

3. 実験結果と考察

実験は第三製鋼工場 70 t 平炉鋼の DH 真空脱ガスに

際して行なわれた。実験条件と結果の概要を Table 1 に示す。

3-1 取鍋内の混合速度

この試験は脱ガス初期に採取される C および Mn の迅速分析のための試料採取時期の選定法に関連して, 出鋼後の取鍋内溶鋼の均質化および DH 処理による取鍋内溶鋼の攪拌効果について混合速度をチェックしたものである。

Fig. 1 に DH 処理前および処理中に採取した試料の放射能計数率相対値 (以下計数率と略称する) の変化を示す。炉裏で ¹⁹⁸Au 封入カプセルを投入した試験 I においては, 出鋼後約 9 min 経過した脱ガス開始後の最初の試料 1 min 55sec (吸上回数 2 回) 以降, 計数率は定常値に達し, 脱ガス初期には均一に混合されたといえる。

一方, DH 処理鋼は成分調節のために, 炉裏である程度 C および Mn をコントロールしておく必要がある。炉裏で投入した Fe-Mn が, 脱ガス初期にまだ不均一である場合を想定して, DH 処理による均一化状況を調査

Table 1. Conditions and results of the tests.

Test No.	Steel in ladle (t)	¹⁹⁸ Au tagged alloy				Temp. of steel (°C)		Sucked amount of steel (t/cycle)	cycle /min	Time and cycle required for homogenization of steel	
		Kind	Size	Weight	Addition	Start of DH treat.	End of DH treat.				
I	68.3	Capsoule			At tapping	1590	1513	5.6	3.2	<1'55"	<2 cycle
II	71.3	Fe-Mn	50 mm	0.25 kg × 2	"	1574	1510	10.6	3.1	Homogenized before DH treat.	
	73.2	"	"	"	"	1579	1532	9.5	3.1	2'50"	6
III	69.8	Capsoule			Into vac. vessel	1587	1538	9.5	3.1	2'30"	9
IV	71.8	C	<6	25 g	"	1585	1526	9.9	3.5	1'55"	6
V	72.7	Al	20	15 g × 5	"	1535	1517	8.7	3.4	2'30"	10
	72.3	"	"	"	"	1537	1517	7.9	3.6	2'20"	9
VI	74.7	Fe-Cr	6~10	1 kg	"	1568	1525	9.2	3.2	3'02"	8
VII	73.2	Si-Cr	20	25 g × 4	"	1549	1492	6.3	3.5	2'03"	7

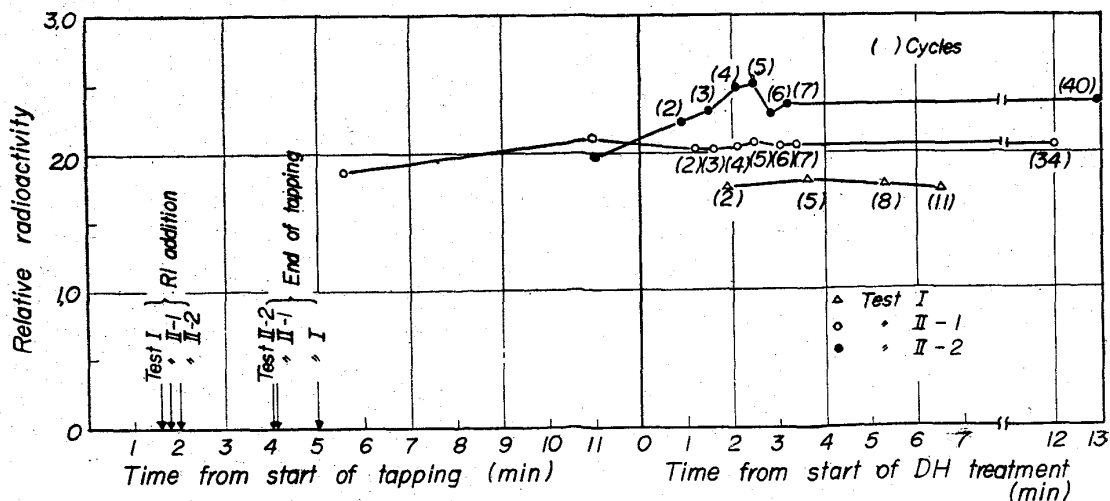


Fig. 1. Mixing of metal in 70 t ladle during DH treatment.

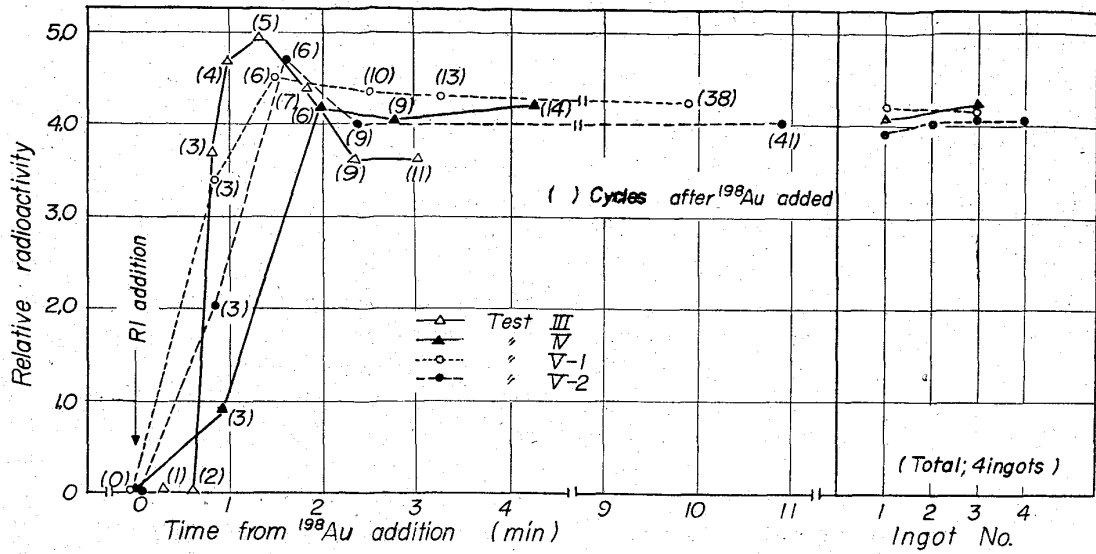


Fig. 2. Dissolution and homogenization of alloys during DH treatment.

するために、日常使用している合金粒度 20~40mm より大きい約 50mm の ^{198}Au -Fe-Mn を炉裏から投入した。Fe-Mn の溶解試験Ⅱでは中炭素セミキルド鋼を対象とした。試験Ⅱ-1 およびⅡ-2 の出鋼温度を炉裏投入 Fe-Mn はそれぞれ 1621°C 、850kg および 1625°C 、720kg であつた。Fig. 1 に示すように、試験Ⅱ-1 においては、脱ガス前の試料の計数率はすでに定常値に達しており、脱ガス初期の試料の放射能は均一であつた。

試験Ⅱ-2 においては、脱ガス前(出鋼後 7 min)の試料には定常値の約 4/5 の放射能が認められ、脱ガス開始後 2 min 50sec (吸上回数 6 回) 以降にはほぼ定常値に達した。

DH 処理だけの攪拌による混合速度を中炭素鋼厚板材について調査した試験結果Ⅲを Fig. 2 に示す。 ^{198}Au 封入カプセルは、脱ガスを開始して約 9min のち Fe-Si, Si-Mn 535 kg と同時に合金容器から真空容器内に添加した。 ^{198}Au 添加後、45sec (吸上回数 3 回) に放射能が出現し、約 1min 後に極大値を示したのち低下し、約 2 min 30sec 後に均一に混合した。なお取鍋下試料の計数率は測定誤差の範囲内で均一であり、均一に混合したものと判定した。

試験Ⅰ~Ⅲの結果から、出鋼時に炉裏から投入される合金鉄の量が少なく溶解が容易であれば、脱ガス開始後約 2min (吸上回数 2 回) までに溶鋼は均質になつており、合金鉄の量が多い場合あるいは粒度が大きい場合はさらに均質化に時間を要し、50mm Fe-Mn の例では脱ガス開始後約 3min (吸上回数 6 回) 以降に成分調節のための試料を採取する必要があることがわかつた。また DH 処理による攪拌効果は、約 2min 30sec (吸上回数 9 回) で溶鋼成分は均一になることがわかつた。

3.2 人造黒鉛粒の溶解と混合速度

DH 処理鋼の加炭剤として使用される人造黒鉛粒は粒度 6mm 以下であり、比重が軽いので真空容器内の溶鋼表面に浮いて溶解しにくいと考えられたので試験を行なつた。試験Ⅳの ^{198}Au 標識人造黒鉛粒は、脱ガスを開始して約 10min 後に他の標識しない人造黒鉛粒 45 kg と同時に添加した。実験結果を Fig. 2 に示す。 ^{198}Au 添

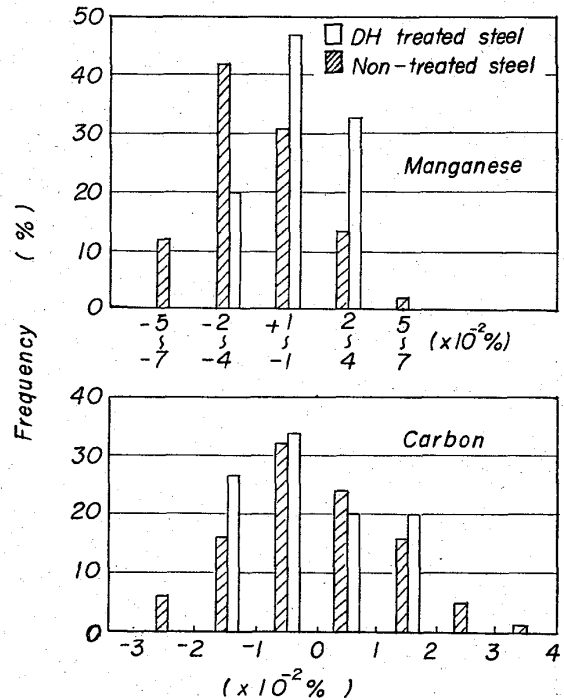


Fig. 3. Control of carbon and manganese content of high carbon steel by DH treatment.

加後 1min 55sec (吸上回数 6 回) 以降の計数率は測定誤差内で均一であり、取鍋下試料の計数率も大差なかつた。粒度 6mm 以下の人造黒鉛粒は、投入後約 2min (吸上回数 6 回) で溶解混合するものと考えられ、脱ガスに伴う真空容器内のボイリングは脱ガス中期以降でもかなり激しく、溶解を容易にしていると考えられる。

試験Ⅰ~Ⅳの結果に基づいて行なつた成分調節の一例として、高炭素キルド条鋼の C および Mn 成分の適中状況を普通平炉鋼と比較して Fig. 3 に示す。

3.3 Al の溶解と混合速度

Al も比重が軽く、均一混合に時間を要すると考えら

れたので試験を行なった。試験 V の ^{198}Au 標識 Al は脱ガスを開始して 5min 後に添加した。Fig. 2 に実験結果を示す。試験 V は 2 回繰返したが、 ^{198}Au 添加後、ともに 1min 35 sec (吸上回数 6 回) で計数率は極大値を示し、2min 20sec ~ 2min 30sec (吸上回数 9 ~ 10 回) にはほぼ定常値に達した。なお取鍋下試料の計数率はほぼ均一であった。

3.4 Fe-Cr の溶解と混合速度

Fe-Cr は融点が高く、非常に溶解しにくいと考えられるため試験を行なった。試験 VI の ^{198}Au 標識 Fe-Cr は脱ガスを開始して約 2min 後に添加した。Fig. 4 に実験結果を示す。

^{198}Au 添加後 1min 29sec (吸上回数 3 回) に放射能が検出され、3min 02sec (吸上回数 8 回) 以降に計数率は測定誤差内で均一であった。また注入時の取鍋下試料はすべて測定誤差内で均一であった。粒度 10mm 以下の Fe-Cr は添加後約 3min (吸上回数) で均一に溶解混合すると考えられる。

3.5 Si-Cr の溶解と混合速度

DH 処理中に添加する Cr 源として Si-Cr の溶解試験を行なった。実験結果 VII を Fig. 4 に示す。脱ガスを開始して約 10min 後に ^{198}Au を添加したが、 ^{198}Au 添加後 2min 03sec (吸上回数 7 回) 以降では計数率は定常値に達しており、また注入時の取鍋下試料も均一な値を示した。Si-Cr は添加後約 2min で完全に溶解混合するものと考えられる。

4. 結 言

^{198}Au を固溶した Fe-Mn および ^{198}Au 封入カプセルを出鋼の際に取鍋内に投入し、取鍋より逐次採取した試料の放射能の推移から脱ガス初期の溶鋼の混合状況を調べた結果、脱ガス開始後 3min 以内、溶鋼の吸上げ繰り返し数 6 ~ 7 回以内で溶鋼成分は均一に混合し、この時期に成分調節のための分析試料を採取する必要があることがわかった。

また ^{198}Au を固溶もしくは埋込んだ人造黒鉛粒、Al, Fe-Cr, Si-Cr および ^{198}Au 封入カプセルを DH 処理中に添加し、添加後取鍋より逐次採取した試料の放射能の推移から合金の混合状況を調べた結果、1 回当たりの吸上げ量 6t 以上、1min 当たりの吸上げ繰り返し数 3 回程度の場合には、合金添加時期より 3min 経過後、または吸上げ繰り返し数 9 回以内に、添加元素は取鍋内溶鋼に拡散し終ることがわかった。

文 献

- 1) 加藤, 他: 鉄と鋼, 50 (1964), p. 1775
- 2) 森, 他: 鉄と鋼, 50 (1964), p. 1441

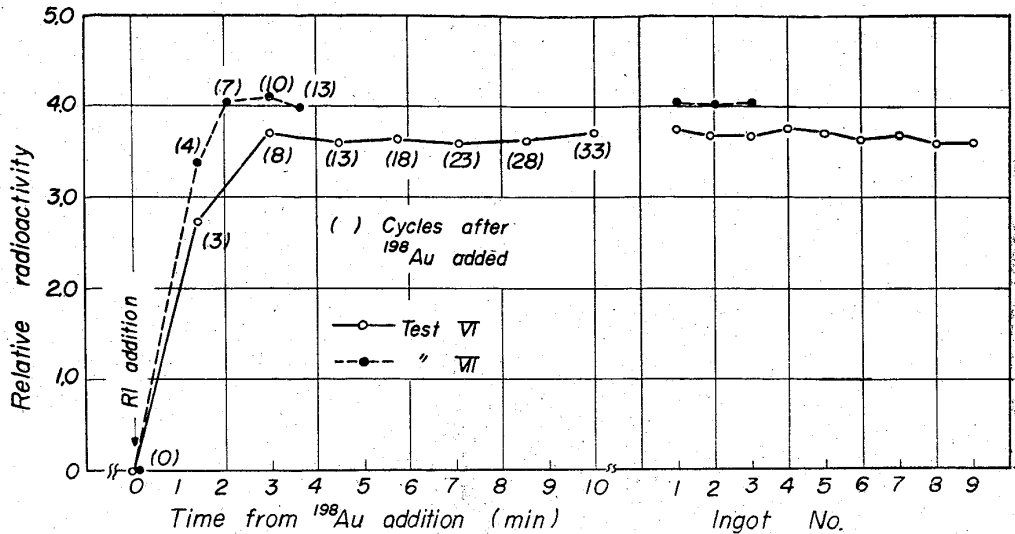


Fig. 4. Dissolution and homogenization of Fe-Cr and Si-Cr during DH treatment.

(74) 純ニッケルの連続鑄造条件と鑄片および圧延品の品質について

(鋼の連続鑄造に関する研究—IV)

神戸製鋼所, 中央研究所

鈴木 章・高田 寿・鈴木 武
岩屋工場 中島 弘明

Effect of the Continuous Casting Conditions on the Qualities of Continuously Cast Ingot and Rolled Products of Pure Nickel.

(Study on the continuous casting of steel—IV)

Akira SUZUKI, Hisashi TAKADA,
Takeshi SUZUKI and Hiroaki NAKAJIMA.

1. 緒 言

既報¹⁾²⁾ ではオーステナイト系不銹鋼のうち代表的な AISI 304 および高炭素クロム軸受鋼の連続鑄造条件と鑄片品質の関係について報告したが、本報では工業用の純ニッケル (ASTM B160-61 “A” nickel 相当材) の連続鑄造条件の鑄片品質におよぼす影響、圧延品、伸線品の品質の調査結果を報告する。

なお用いた試験装置は第 1 報³⁾ で報告した垂直型鋼連続鑄造機の pilot plant である。

2. 実験方法および実験結果

2.1 純ニッケルの連続鑄造条件と鑄片品質の関係

110mm 角断面の鑄型を使用し、連続鑄造条件はオーステナイト系不銹鋼の場合を参考にして、鑄込速度 (鑄塊抽出速度) を 1300mm/min と一定にし、鑄込温度、二次冷却水量の影響を調査検討した。

供試したニッケル溶湯の代表的な化学成分を Table 1 に示す。

2.1.1 鑄込温度の鑄片品質におよぼす影響

本実験に供したニッケル溶湯は脱酸元素を多少含有しているが巨視的に純金属であるから、鑄込温度の鑄片の