

鋼材部会分塊分科会報告講演

分塊工場の設備と技術の進歩について*

田 村 純 治 郎**

Development of Installation and Technique in Blooming Mill.

Junjiro TAMURA

I. 緒 言

わが国の鉄鋼生産が戦後飛躍的に伸び、世界的にも有数の地位を占めつつあることは、まことに喜ばしい限りである。鉄鋼技術共同研究会の各方面における真剣な努力が立派な成果をあげて、これに貢献したことは明らかである。鋼材部会の中でも各種の分科会があり、分塊分科会もその一つとして昭和 26 年に発足し、今月まで二十数次の会合が続けられ、非常に友好的な雰囲気のもとに熱心な研究討議が行われてきた。そして本年 8 月には分科会の報告書が作成されたので、これを中心に分塊設備および技術の進歩について要点を述べることにする。

II. 分塊工場の大型化

分塊工場とはなにをする工場であるかを一言で述べると、成品圧延工場、例えばホットストリップミル、大型形鋼工場、線材工場などの素材であるスラブ、ブルーム、ピレットを作る工場である。すなわち、平炉、転炉、電気炉などで精錬され鑄込まれた鋼塊を受取り、これを均熱炉で加熱し、つぎに分塊圧延機にかけて各種の所要寸法の断面形状に圧延し、それを所定の長さで切断するとともに、疵などの不良部分を取除いて成品工場に送るのである。

分塊工場の目的は、もちろん所要断面の鋼片を次工程の成品工場のために、質、量、とも準備することであるが、鋼塊表面層および内部の「鑄造そのまま存在する欠陥」を十分に鍛錬圧着し、鋼質を良好とすることで、同じ圧延でもこの点が特筆される。この工場の使命は以上の通りであるが、「分塊工場を作らずに、小さい鋼塊を作りこれを素材にして直接、成品工場で圧延すれば、分塊という大きな設備を作る費用も省け、かつまた鋼塊から成品になる歩留もよいから、分塊工場は不要ではないか」という議論が行われたことがある。しかし、小鋼塊を作ることは、製鋼工場の造塊工程でハンドリングが非常に煩雑になる。以前は平炉も 50 t 程度であつたので、小

鋼塊を作つてもそれほど煩雑ではなかつたが、現在では平炉も益々大きくなり、一回の出鋼で 200 t 位のものの設備され、かつ L.D. 式転炉などのごとく 30mn 程度の短時間で次々と鋼の精錬が終るようになると、小鋼塊を作ることはきわめて造塊作業が厄介になる。要するに鋼材の需要の少なかつた昔は、小規模の設備が多く、その場合は小鋼塊を作つても、そして面倒なことはなかつたが、最近のごとく多量生産になると、小鋼塊を作ることは造塊に非常に手間がかかり錯綜して能率がはなはだしく阻害される。したがつて、近頃の傾向としては、鋼塊が大きくなり、分塊工場を置き、その分塊工場も能率向上のために大規模となり、あわせてさらに鋼塊も大きくなるといった具合である。わが国の分塊設備について第 1 表に示す。

第 1 表 分塊圧延設備数の推移

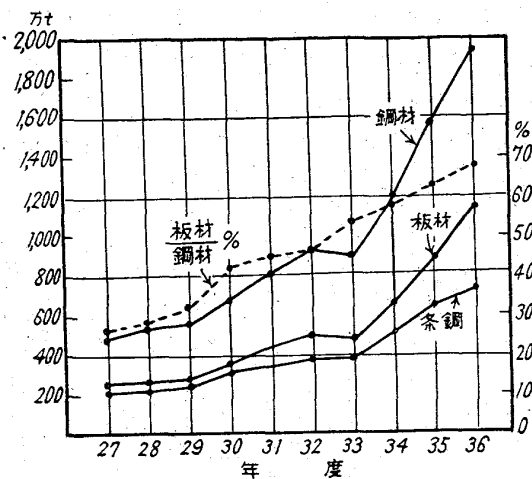
		昭和28年	昭和37年
ブルージングミル	3 重式	4 } 10 6 } 10	2 } 10 8 } 10
	2 重逆転式		
スラビングミル	2 重逆転式	3 } 3 0 } 3	7 } 10 3 } 10
	ユニバーサル式		

昭和 28 年と 37 年を比較すると、ブルージングミルはそれぞれ 10 台で、内訳として、3 重式のもの 2 台が減り能率のよい 2 重逆転式がその分だけ増えている。スラビングミルの場合は、10 年前わずか 3 台であつたものが、現在では実に 10 台にも達し、そのうち 7 台は 2 重式であるが、3 台は能力のきわめて大きいユニバーサル式である。このユニバーサル式スラビングミルは、大体月に 20 万 t 程度の生産が容易にできる。第 1 図は鋼材需

* 昭和37年10月鉄鋼技術共同研究会第4回部会報告講演(広島大学)にて講演。

なお、鉄鋼技術共同研究会は昭和38年1月よ日本鉄鋼協会共同研究会となります。

** 鉄鋼技術共同研究会鋼材部会分塊分科会主査、富士製鉄株式会社、室蘭製鉄所副所長



第1図 普通鋼熱間圧延生産高

要中、板材と条鋼の占める割合を示したもので、板の伸びが顕著なことがわかる。すなわちストリップミルが多数建設されたことによつて、スラビングミルもまた、急激に増えた訳である。条鋼関係も生産量は伸びているが比較的中小の設備が多く、それらの工場ではやはり小鋼塊からの直接成品圧延が多く、それによる生産量がかなり増大していることがわかる。

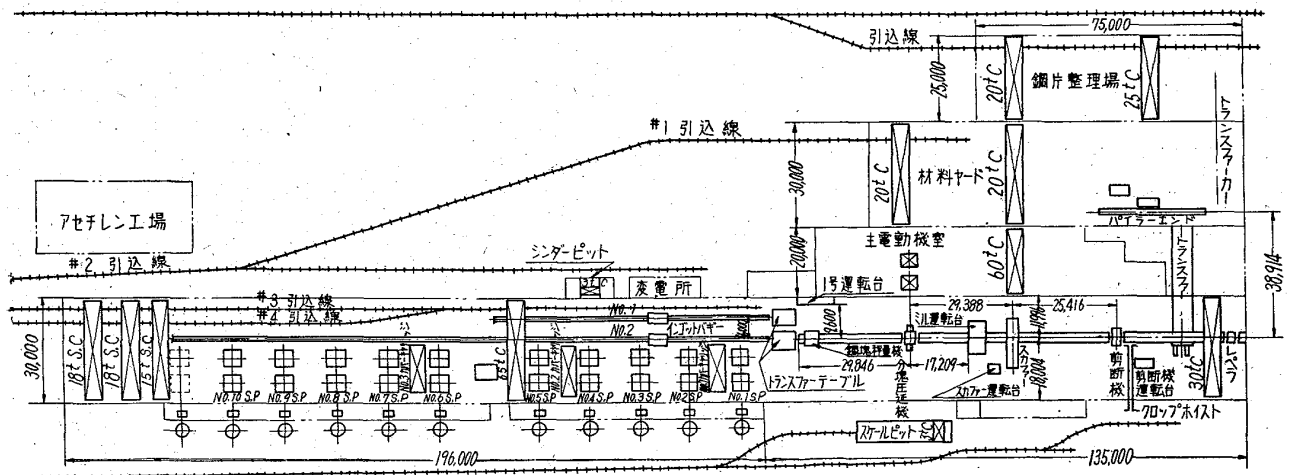
III. 分塊工場の諸設備

分塊工場の主要設備は、均熱炉、分塊圧延機、剪断機、精整設備であるが、それぞれの能力、配置については十分な考慮が必要である。もともと分塊工場は、製鋼工場と成品工場との中間に位する半成品工場であり、この両

者との関連性を重視しなければならない。当然、製鋼工場や成品工場の能力や品質も考慮に入れ、鋼塊、それから圧延されるスラブ、ブルーム、ピレットなどの大きさをきめて、分塊工場は設計されねばならない。これで分塊工場の規模や配置がきまる。わが国では鋼材の生産の増大とともに次々と分塊工場が新設され、かつあとからできる工場ほど、非常に高能率で、生産能力の大きなものになってきている。次に分塊工場の主要設備について、設備の変遷、技術的な向上などを述べる。

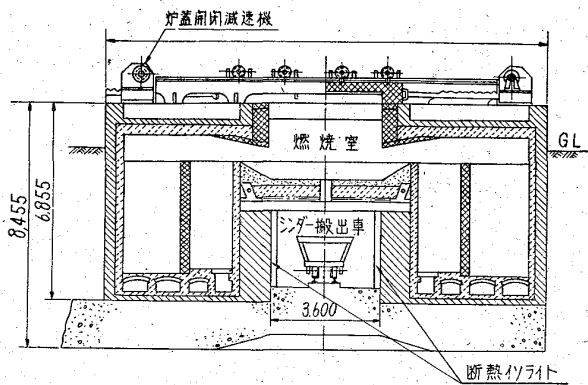
1. 均熱炉

均熱炉は製鋼工場と分塊工場との間にあつて、製鋼工場で作られた鋼塊を、所定の温度（普通鋼の場合1300°C前後）まで均一に加熱して、分塊圧延機に送るものである。したがつてその配置は、製鋼工場からスムーズに鋼塊を受け入れ、分塊圧延機に一定のピッチで熱塊を供給できるように考慮され、またその加熱能力は、圧延能力を相当上まわることが必要である。均熱炉は鋼片の材質に大きな影響をもつているとともに、分塊工場の能率、歩留、原単位などを大きく左右する重要な設備である。戦前にはバーナー式といつて、長方形のピットの両側に沢山のバーナーがあり、それで加熱するという単純なもの（廃ガスの熱の回収もなく熱量原単位も高く60~70万kcal/t）とか、蓄熱式均熱炉が主に用いられた。この蓄熱式は平炉と似ていて、一定時間ごとにガスを左からあるいは右からと交互に入れて燃焼させ、廃ガスによつて蓄熱室をあたためそれにより熱回収をするという方式で

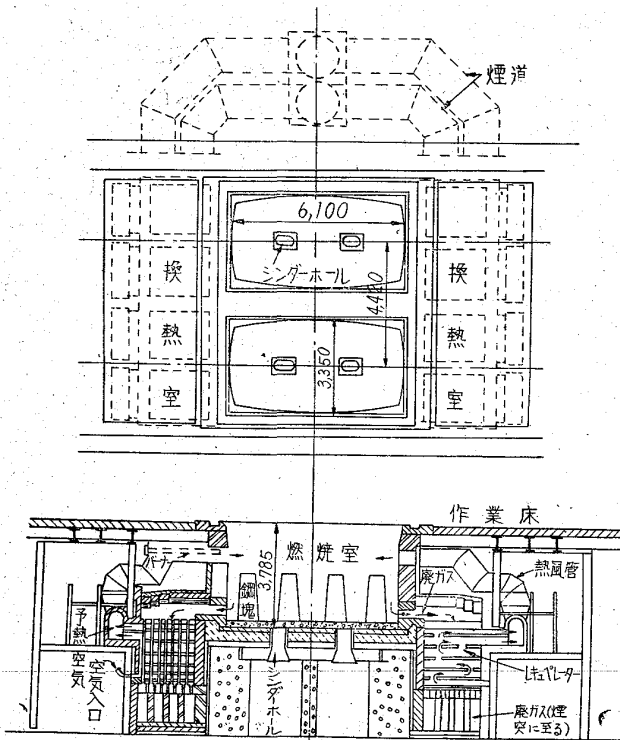


均熱炉	分塊圧延機
I AMCO式 (10基)	I 能力 (公称)
20,000 × 10 =	100,000 t/M
200,000 t/M	II 諸元 (0.15 × 0.15 × 0.15 × 0.15)
合計 (公称)	1,117 × 2,921 × 1,800
200,000 t/M	III 主電動機
	5,250 kW × 1
	IV 稼動年月
	昭和29年8月

第2図 分塊工場レイアウト (一例)



第 3 図 蓄熱式均熱炉



第 4 図 上部 2 方向燃焼・換熱式均熱炉

ある。この型式では焰が直接鋼塊にあたつたり、ガスの燃焼方向が変化することにより鋼塊が偏熱になる怖れがある。(しかしいろいろな改造によつて上記の欠点を克服して、国内でも若干の設備が残っている。)戦後は、レキュペレーター式(換熱式)の均熱炉が全設備の 80% 以上も占めるようになり、自動制御によるすぐれた均熱性能を発揮している。

このレキュペレーター式均熱炉の中でも、第 4 図に示すようなバーナーが両側にある上部 2 方向燃焼式をはじめとして、バーナーが炉体の下部中央にある底部燃焼式のもの、また最近比較的多く建設されているものに、バーナーが片側にしかない上部 1 方向燃焼式のものなどがあるが、いずれも特徴があり長短は一言ではいえない。いずれにせよ、ガスの流れは、直接鋼塊に当らず、そして

廃ガスはレキュペレーターにより熱を回収されて、極めて熱効率がよく(熱量原単位は15万~25万kcal/t)しかも能力も大きい。

次に均熱炉で特筆すべきことは、自動制御である。自動制御の計器の発達により、均熱炉の炉内温度制御がきわめて簡単になつた。すなわち炉内圧力や燃料のカロリーの制御とか、炉内雰囲気安定のために、燃料と空気の比率を一定にして良好な燃焼状態にするなど、その他種々の自動制御を駆使することにより、人手を省くとともに、正確な作業が可能となつた。均熱炉で鋼塊を過熱して表面をとかしたり、あるいは逆に低い温度で鋼塊を圧延機に送つたり、あるいは偏熱のままの鋼塊を送つたりすることもなく、また炉内圧力の一定化により、空気の侵入を防ぎ、スケールの発生も減少した。したがつて分塊工場で圧延される鋼塊が常に適正な温度でしかも均熱されているので、圧延された鋼片も欠点のない上質のものになる訳である。

戦前と戦後で最も顕著に変つたのはこの均熱炉である。

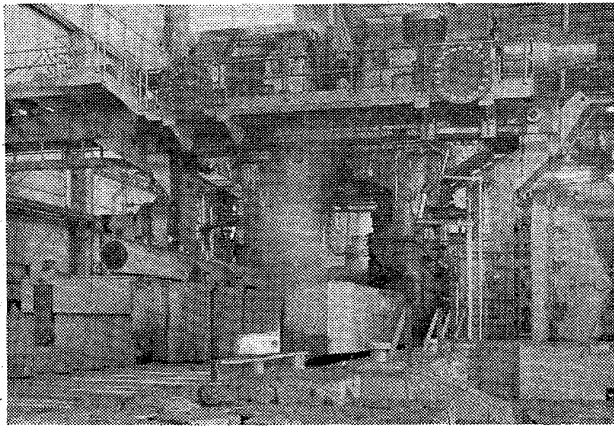
均熱炉に用いられる燃料としては、天然ガス、高炉ガスとコークス炉ガスとの混合ガス、重油などがあり、米国では天然ガスが多く使われ、わが国では銑鋼一貫工場の場合ほとんどが混合ガスを使用している。

2. 分塊圧延機

前述のごとく分塊工場は最近非常に大型化している。鋼塊の大型化により生産能率を上げることが出来るが、このために圧延機自体も大型化する必要が生じてきた訳である。例えばロールを駆動する電動機の馬力を大きくしたり(昔は 5000HP 級が最大、今は 12000HP にもなつた)上下のロールを別々の電動機で駆動し、それによつてロールの正逆転の切換えを早くしたりして、圧延速度を上げている。また 2 重逆転式スラビングミルでは、平通し圧延と縦通し圧延とがあるが、縦通しの時には、上ロールを非常に高く上げねばならないし、逆に平通しに移る時は一気に下まで下げるので、この上ロールの昇降速度を速くすることが圧延速度向上のため必要になる。(以前は 40~60mm/s、最近は 100~250mm/s)

また上ロール昇降速度を上げるのは、縦通しのことを考えるからであるが、縦通しのためのオペレーターでの鋼塊転覆操作を止めて、代りに縦ロールを設置すれば、上ロール昇降の時間、およびオペレーターでの転覆の手間が省けることになる。ここに登場したのが第 5 図のユニバーサル式のスラビングミルである。

このように戦後の分塊工場、ならびに最近建設される分塊工場は非常に大型化しており、能率をよくして圧延



第5図 ユニバーサル式スラビングミル

t数を上げるためにあらゆる方法をとつている。ブルーミングミルももちろん大型化しているが、スラビングミルでは第2表の如く、10~12万t/月位の生産量であり、鋼塊の大きさも10t以上が普通である。それが最近建設された戸畑の分塊工場は、2重逆転式でありながら18万t/月の実績をあげており、また鋼塊も20t程度のものである。広畑の場合はユニバーサル式であるから、20万t/月は楽に圧延出来る。繰返し述べた如く、最近の分塊工場の傾向は、大型鋼塊による大型化であるが、これはもちろん製鋼工場における技術や設備の進歩によつて大型鋼塊の製造が可能になつたからである。これにより分塊工場の能率は飛躍的に増大した。

分塊圧延機の大型化とともに、分塊ロールの研究も進んだ。最近の2重式のスラビングミルでは、胴長が長くなつた割に胴径が細く、しかも10,000IP以上の電動機で駆動されるため、ロールに作用する曲げ応力がきわめて大きくなつてゐる。したがつてロールにクラックの発生する割合が多くなり、かつ、折損の危険性も増してき

た。これに対しては、作業上ロール冷却方法を中心とする検討が行なわれ、また材質上では従来の特殊鑄鋼の他に、球状黒鉛鑄鋼、ダクタイル鑄鉄などが開発されてきた。

おなこの他、分塊圧延機の自動化が均熱炉と同様に行なわれ始めた。手はじめとして、プリセットコントロールによる上ロール昇降の自動化は、すでに行なわれているところもあり、またCPC(カードプログラムコントロール)といつて、パンチシステムにより自動的に、ロールの回転、上ロールの昇降、テーブルローラーの回転およびその他圧延機の全ての動作が行なわれ、人間の運転による誤りもなく、精度も高く、人手の節約も出来るようになりつつある。しかしこれらはまだ研究段階で実用上信頼されるまでになつていないが、将来は大いに発展すると思われる。

3. 鋼片圧延機

大型化した分塊圧延機で、小断面で多種の断面をもつビレットやシートバー(小型のスラブのこと)を圧延することは、分塊圧延機の能率を低下させるのみでなく、圧延された成品の品質にも悪い影響をおよぼすので、ここに鋼片圧延機の必要性がある。鋼片圧延機は分塊圧延機で圧延された鋼片(断面200φ程度)から65~150φの製品を作るもので2重連続式、2重逆転式および3重式などの型式がある。また鋼片圧延機的能力は、分塊断面および製品断面によつてことなるが能力不足により分塊圧延機の生産を制限しないようにすべきことは言うまでもない。

4. 剪断機

分塊圧延機または鋼片圧延機から出て来たスラブ、ブールム、ビレットを次の成品工程に送る前に、所定の寸

第2表 分塊圧延機主要項目

工場	項目	型式	製作者	稼働年月日	ロール			主電動機			使用鋼塊単重 t	公称能力 万t/月
					胴径 mm	胴長 mm	揚程 mm	馬力 kW	r.p.m	製作者		
ブルーミングミル	川崎神戸2	2重逆転式	石川島シユレーマン	S28.10.1	1,100	2,400	1,300	5,000	0/50/120	富士	6・0	5・8
				S30.3.26	920	2,300	700	3,500	0/54/120	三菱	4・7	6・5
スラビングミル	千葉水江戸畑	高揚程2重逆転式	U. E. ブロークスノックスザック	S29.9.17	1,118	2,920	1,800	2,620×20	40/80	富士	5・0 ~15・0	10・0
				S34.7.29	1,168	2,896	1,730	3,750×20	40/80	日立	10・0 ~20・0	12・0
				S34.8.1	1,230	3,000	1,800	4,500×20	40/80	日立	11・0 ~22・0	18・0
広畑	ユニバーサル式	U. E.	S35.6.6	水平ロール 1,150 縦ロール 915	2,286 2,130	2,130 2,280	4,500×20 3,000	40/80 60/150	三菱	8・0 ~20・0	20・0	

法に切断する必要がある。剪断機は、上下刃の作動順序、駆動方式、フレームの構造など、分類方法によつていろいろな呼称型式がある。分塊工場大型化の線にならつて、例えばスラビングミルの場合、水圧、または油圧駆動の巨大な剪断機が出現している。剪断機でなく回転鋸で切断する鋸断機や、ガス切断機なども場合によつては使われる。なお剪断で大事なことは端部の切捨量で、少な過ぎれば次工程で障害を起すおそれがあり、多ければ歩留りが低下するので適正な作業および管理が必要である。

5. 付属設備

以上述べた均熱炉、分塊あるいは鋼片圧延機、剪断機を通つて鋼片はつぎの整精工程に送られる訳であるが、これらの間の仲立ちをするものとして均熱炉と分塊圧延機との間には、ピットクレーンやインゴットカーがあり、分塊圧延機と鋼片圧延機との間には、ローラーテーブルが存在する。また剪断機とつぎの整精設備さらにつぎの成品工程へは、クレーンが運搬する。これらの補助設備は分塊設備の進歩発展とともにやはり進歩してきている。

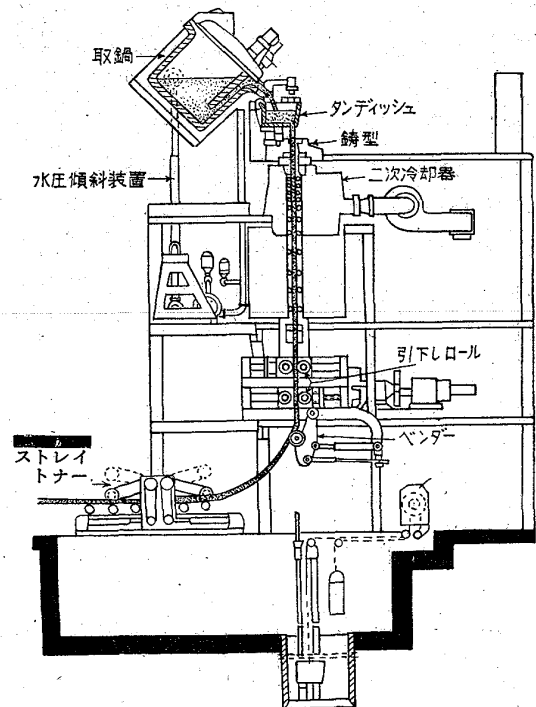
6. 整精設備

分塊工場で圧延され出来てくる鋼片すなわち、スラブやブルームやピレットのきず取りの設備である。分塊工場には良質の完全無欠の鋼片を成品工場に送る使命がある。これによつて成品工場の不良品の発生を防ぐことが出来る。きずを取るよりもきずの出ないものを作ることが先決であるが、現在では、完全なものを作ることが実はなかなか困難である。それで、出てきた鋼片を十分に検査して、丁寧にきず取りをして成品工場に送ることが行なわれている。このやり方にはいろいろあつてハンドスカーフィング（酸素とアセチレンガスによつてきずをとかし吹きとばす）チップング（エアーハンマーの先に一種のタガネをつけてきずを取る）ピーリング（丸鋼の表面の皮をむく）グラインダーなど各種の方法が行なわれているが、きず取りは手間のかかる仕事で、いわゆる能率の悪い、手入れ回数の上らない仕事である。とくにストリップミルの発達により、ストリップ工場が月に 10万 t ~ 20万 t も圧延することになると、これに必要な鋼片は非常に多量になる。この鋼片のきずを一つ一つ取ることはなかなか困難で、広大な場所を要し、また人手も要ることになる。しかしストリップミルの場合、スラブの表面きずに十分に注意を払わないと、折角圧延した板も、よいものにならない。そこで登場したのがホットスカーフィングである。熱間において、スラブの表面を所定の厚みだけ、1mm とか 2mm とか、とに

かくきずのありそうな厚さを全部スカーフィングの機械で取つてしまう訳である。これによつて、きず取りの作業が大きく能率向上した。しかしこのホットスカーフィングによつて、鋼片のきず全部が、取り去れるかどうかは、実はまだまだ研究の余地がある。ホットスカーフィングによりきず取りできれば、きず取りの手間をはぶくことができるのみでなく、場合によつては分塊工場から直接 1 ヒートで成品工場まで素材を流し、優良な成品を作ることもできるので、これは分塊工場さらにさかのぼつて製鋼工場にもわたつて重要な将来の問題となる。

IV. 連続 鑄 造

最初に述べた「分塊工場が必要かどうか」ということから、逆に、直接小鋼塊から、換言すればスラブやピレットなどを始から鑄込んで所定の寸法にし、それを成品工場の圧延機にかけて成品を作つたらどうかということが考えられ、これが連続鑄造につながるわけである。ドイツの最近の鉄鋼関係の論文につぎのようなことが書いてあつた。



第 6 図 連続鑄造設備

「鉄鋼メーカー」の直面する最大の問題は、数年前は酸素製鋼をやるか否かであつたが、現在では圧延するか否か、つまり在来の分塊圧延機を使うかあるいは連続鑄造法を發展させるかということにある」と。

連続鑄造法は別に新しいアイデアではなく、20数年前より鉄鋼メーカーでは知られていた。特に欧州においては近年非常に勢で研究されている。操業中のものも、

第3表 分塊工場と連続鑄造工場の比較
(Metal Bulletin 1962 July 13)

	分塊工場		連続鑄造	
	面積 m ²	建設費 (億円)	面積 m ²	建設費 (億円)
造塊場	7,500	18.0	—	13.5
連続鑄造機	—	—	12,500	67.5
鑄型, 台車	—	9.0	—	—
型抜場	7,000	13.5	—	—
均熱炉	8,000	22.5	—	—
分塊圧延機	10,000	54.0	—	—
スラブ置場	7,500	9.0	7,500	9.0
	40,000	126.0	20,000	90.0

スラブ 200万 t/年の工場の場合

試験設備も、主に欧州、ソ連で、アメリカでは少いがやはり大きな関心が持たれている。現在操業中の大部分は特殊鋼であり、普通鋼ではキルド鋼のブルーム、ビレット用のものが多く、リムド鋼でスラブ用のものも若干ある。1960年に完成したディリンゲン製鉄所の連続鑄造工場では、最大巾 1500mm のスラブを月 1万 t 程生産しており、品質もよく歩留も 95~97% といわれている。なお現在リムド鋼スラブで大量生産可能なものも相当数計画建設されている。品質的にも操業技術上でも、いろいろ問題は残っているが、実用期に入つて来たと思われる。現状では連続鑄造工場には大規模なものはないので実際上の比較はできないが、つぎのデータを参考に紹介する。(第3表 連続鑄造の方は、もちろん推定であろう)

スラブ年間 200万 t の工場での比較をすると、分塊工場を採用するより連続鑄造工場は面積にして半分、建設費も 3/4 程度になり、かつ加えて作業費も安いので得策であるといえよう。

V. 結 言

以上が分塊工場の主要設備の最近の傾向ならびに推移である。分塊工場は設備だけでなくその作業の面についても種々検討すべき問題がある。分塊分科会では作業のやり方の上でも

- (1) 歩留の向上
- (2) 能率の向上
- (3) 品質の向上

など、対策をいろいろ研究討論している。

分塊工場の設備は、均熱炉にしても、分塊圧延機にしても、ほとんどがアメリカもしくはドイツ製であり国産のものが少いのはきわめて残念である。それはそれとしてわれわれとしては、これらの設備を諸外国に比べて決して劣らないような運転実績を示さなければならず、そのためにも分塊分科会でいろいろ検討を続けている訳である。現在では、わが国の分塊工場の実績は卒直にいつて、決して諸外国の成績に劣っていないことは誇として差支えないと思う。

最後に重ねて鉄鋼協会の大会で、このような報告ができたことを心より喜ぶとともに、今後この分科会が各位の協力により益々発展できれば、まことに幸である。

(昭和37年11月寄稿)