

# 分塊作業の時間的考察

(日本鐵鋼協會第 14 回講演大會講演)

島村 哲夫\*

## RESEARCH OF THE TIME STUDIES OF BLOOMING MILL PRACTICE

By Tetsuo Shimamura,

**SYNOPSIS:**—Blooming mill plant is arranged between the steel making plant & Rolling mill plant. It is most important the process of manufacture from ingot to finishing Rolling product to be carried smoothly, just as water flow from the height to the low. For this purpose, the Blooming mill practice includes many important considerable points.

On the point of view, the author observed from the point of time study of Soaking pit practices & Blooming mill practices which have reference to the efficiency of the Blooming mill plant exceedingly. Explained the character of these working processes, and pointed out the many important conditions for favourable working relation between the steel making furnaces & Soaking pits or blooming mills and finishing Rolling mills.

### 第 1 章 緒 言

銑鋼一貫作業が製鐵事業の最も合理的經營方法であることは此處に贅言を要しないのであるがこれも畢竟銑鑄爐、製鋼爐及壓延工場の合理的設備配置及其の完全なる作業連絡の合理化をなすに非れば銑鋼一貫作業の眞味を發揮し得ざるものである。

此處に分塊工場は製鋼爐及成品壓延工場の中間にあつて其の作業は複雑であり作業連絡合理化上幾多の考慮すべき問題を含んで居る。乃ち分塊作業を定義すれば『製鋼工場に於て製造されたる鋼塊より鋼成品工場に必要な數量及要求される形狀、品質の鋼片を最も經濟的に壓延する作業』であつて鋼塊均熱壓延、剪斷、整理等の作業を含んで居る。其使用される鋼塊は其の造塊時に保有する熱量を利用するため、大量生産のために漸次重量を増加し今日 3~5t が普通になつて居るが鋼塊重量の増加は自然莫大なる設備費を要するために極力其の能力を充分に發揮して生産費を低下せしむる必要がある。唯會社の資本状態、生産必要量、市場、其他の關係で 1t 以下の小鋼塊を使用する場合もあるが其の何れの設備を選ぶべきかは充分に各種事情を詳細に考究せる後に決行せらるべきであつて本文に於ては 2t 以上の鋼塊を使用する一般的分塊工場に就て論ずる考である。著者は分塊作業中最も作業能率に關係深き均熱作業及分塊壓延作業を時間的に觀察して其の作業性質を明かにし製鋼工場及成品壓延工場の作業連絡及設備配置考察の一資料たらしめんと考へたのである。

### 第 2 章 均熱爐作業

#### 第 1 節 均熱爐の性状

鑄型に注入されたる鋼塊は時間の経過と共に溫度降下して漸次凝固するが其の凝固状態は造塊方法、鋼質に依て異なる。鋼塊が凝固して鑄型を抜き得る様になれば均熱爐に装入して分塊壓延に適當なる状態に均熱される。鋼塊は先づ外殻が凝固し内部は凝固遅れるために内外溫度を均一にすることが必要であるが造塊後一定時間内に熱的に絶縁したる爐内に装入し爐外への熱の放散を防げば別に燃料を以て加熱することなしに造塊時から保有する鋼塊の熱量を以て分塊壓延に必要な溫度即ち 1,150~1,250°C に鋼塊を均熱し得ることは豫想出来るのである。海野博士<sup>1)</sup>は 2.5t 鋼塊にて造塊後 38 分内に均熱爐に装入すれば燃料は不用であると述べて居る。これは所謂自熱式均熱爐として知られ昔から獨逸等に於て一部使用され燃料經濟上より誠に望ましきことである。然し鋼塊冷却の状態は大體に於て造塊後 40 分経過位迄は毎分 10°C 内外の速度を以て鋼塊表面溫度は急に降下するので良熱の鋼塊を均熱爐に装入するには分、秒を争ふ問題であつて實際作業に於ては其の實行上幾多の障害がある。以下其の障害に就き逐次考究して見よう。

(1) 造塊より抽塊迄の時間 鋼質に依つて押湯型及押湯の無い普通型の鑄型に造塊されるがこの場合夫々凝固状態を異にする。又普通型に於ても脱酸鋼塊とリムド型鋼塊とは同一でない。キルド型鋼塊の上部は造塊後直ちに凝固す

\* 日本製鐵株式會社、八幡製鐵所

<sup>1)</sup> 製鐵研究 99 號 p. 141

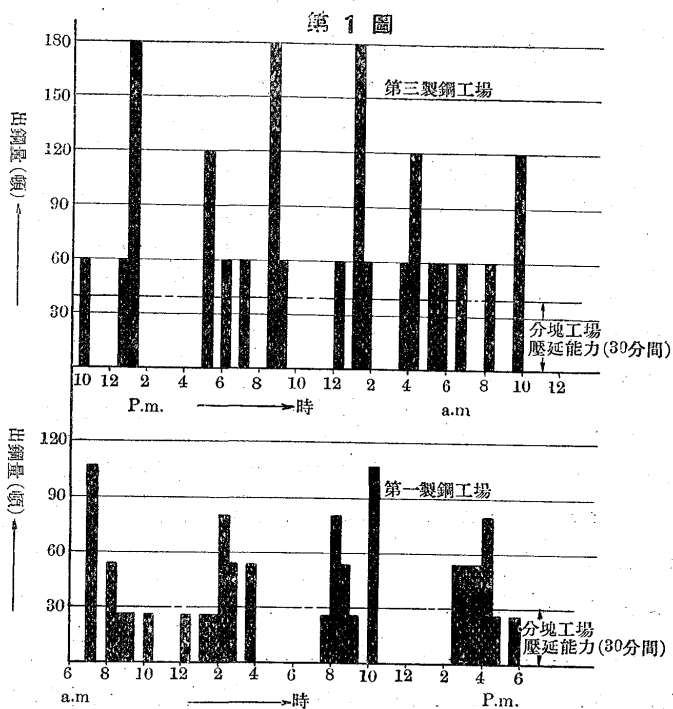
るが抽塊（鑄型を抜くこと）の場合時として鋼塊頭部を押し、鑄型を抜くことが必要で其のためには鋼塊頭部は相當の厚みに凝固して居ることが必要である。リムド型に於ては Rimming action をなし、凝固するを以て鋼塊頭部は造塊後長らく火花を吹き然も膨張を防ぐために重い鐵蓋が置かれるのでキルド型よりも抽塊は遅れる。押湯型では其の頭部の凝固を遅らせるために押湯部分は耐火煉瓦で造られる。故に鋼塊の頭部を挟んで均熱爐に装入し得る程頭部が凝固するためには長時間の放冷を必要とするのである。實際作業に於ては 3~4t 鋼塊の造塊後抽塊迄の理想的最短時間はキルド型にて 20 分内外リムド型にて 30 分内外であるが押湯型にては 2 時間以上であつてこれは到底自熱を以て均熱し得ないのである。

(2) 鋼塊の運搬 1 回の出鋼量に對する造塊所要時間は注入方法に依つて幾分の長短はあるが爐容量の大なるもの程長時間を要する。勿論傾注式大容量の爐に於ては 1 チャージを 2 個或はそれ以上の鍋に受けて造塊されるのであるが大體に於て同一造塊方法に依れば 50t 容量の爐は 25t 容量爐よりも 2 倍の造塊時間を要する筈である。臺車上に於て造塊する上注法では大容量の爐の場合は 1 回の出鋼量を數回に分割して均熱爐に運搬して小容量爐の場合と大差なき鋼塊温度で均熱爐に装入する如く設計することも出来るが、下注法に於ては 1 回出鋼量の造塊完了迄は設備上抽塊することは困難である。

尙普通の場合造塊工場は滓の整理、鑄型の整理、銻銑の運搬、造塊作業等の仕事が重複し製鐵工場全般を通じて最も作業繁雜にして従つて鋼塊の運搬上不便多し。昔は造塊場と均熱爐を同一スパン内に設備し鋼塊の保有する熱を利用して均熱爐の使用燃料の節約を考慮されたのであるが最近均熱爐は殆んど造塊場と別個に建設される状態である下注鋼塊は主として造塊場に於て抽塊され上注鋼塊は造塊場又は均熱爐上の装入抽塊起重機か或は固定された抽塊機で抽塊される。以上鋼塊の運搬は簡単な事に考へられながら實際作業に於ては其の圓滑なる作業は困難で將來この設計には幾多の改善さるべき點があると信ずる。昭和製鋼所に於ては造塊場よりの鋼塊運搬に就き斬新なる設計を採用されたが其の結果は刮目して待つべきであらう。

(3) 出鋼状態 製鋼時間一定して鋼塊の一定量が一定時間の間隔を置いて均熱爐に装入されることは均熱爐作業に於ては最も望ましきことであるが原料品質、爐状況、燃料

が變化し然も目的とする鋼質が異なる場合は製鋼時間を一定することは現在困難である、第 1 圖 60t 平爐 7 基 180t タルボット爐 2 基を有する第 3 製鋼工場及 25t 平爐 12 基を有する第 1 製鋼工場の或る日の出鋼状態を示して居るが斯様に數基の製鋼爐が同時に出鋼することは決して偶然ではなく常に起り得ることを豫想して設備されて居る。この同時出鋼は小容量の爐ほど影響は少ないのであつて例へば 100t 爐の 2 基の同時出鋼は實に 25t 8 基の同時出鋼

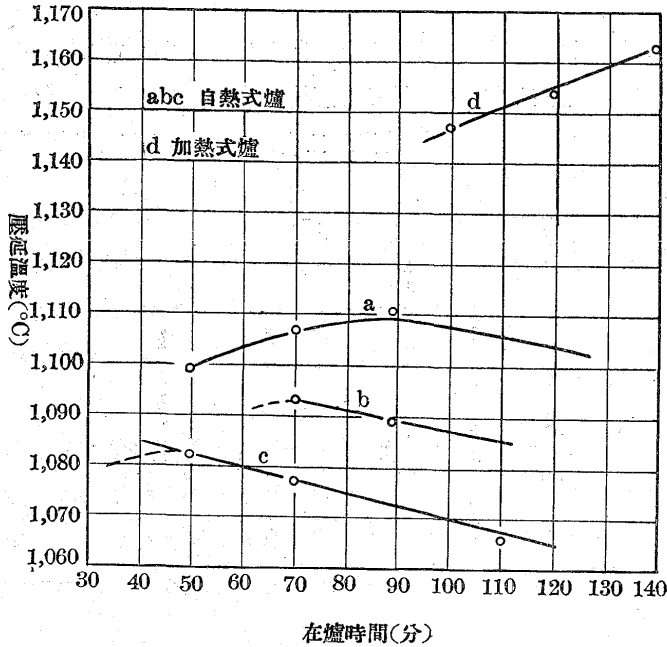


に相當するものである。この場合如何なる同時出鋼に對しても鋼塊を冷却することなしに直ちに装入し得るだけの均熱爐を設備することは甚だ不經濟である。假りに常に熱塊を装入し得る如く澤山の均熱爐を設置したとして鋼塊を燃料なしに均熱して壓延に適當なる温度に鋼塊を理想的に分塊ロールに供給し得るであらうか。又完全に副射、熱傳導なき外部と熱的に絶縁した爐は實際的に困難であつて自熱式均熱爐の獨逸に於ける作業實例) 第 2 圖を見ても明かである。これは軌條用トーマス鋼塊の均熱状態であるが圖中 a は爐壁温度 1,100°C, b は 1,025°C, c は 950°C の場合であつて爐壁温度に依つて均熱所要時間及最高壓延温度が決定せられるのである。又装入鋼塊に依つても同様のことが考へられる。即ち自熱式爐に於ては鋼塊の装入温度及爐の温度に依つて所要の均熱時間及鋼塊の壓延温度は決定するのである。故に同時に多量に出鋼した場合に其の總て

1) S. u. E. 1,933. S. 530

の鋼塊を均熱爐に装入し得ても分塊ロール機の壓延能力は一定であるために適當なる均熱状態の時に鋼塊を壓延し得ざることは明白である。

第2圖



(4) 其他 其他休憩時間、諸設備の故障及鋼質決定に長時間を要する等のために折角均熱されたる鋼塊を爐内に保持するか或は装入すべき均熱爐なく鋼塊を冷却する場合あり。又特別材に於て鋼片の表面疵を除くために鋼塊を常溫迄冷却して表面を旋削する事もある。以上述べた如き種々の障害のために總ての場合に自熱式爐を使用することは不可能で唯單一なる成品を小容量の爐で製鍊し、然も製鋼時間一定して均熱爐への鋼塊運搬良好なる場合にのみ利用し得るであらう。一般に均熱爐に送られる鋼塊は自熱にて壓延溫度に達せしめ得るものと加熱を要するものとあるのであつて自熱式と加熱式爐とを併せて設備することは誠に有利なことであらう。然し均熱爐の目的は唯鋼塊の均熱のみに非ずして(イ)動力費を節約し壓延を容易ならしむるため鋼質を害せざる範圍に於て出来るだけ高溫度に加熱すること。(ロ)鋼質により壓延溫度を加減すること。(ハ)高價なる設備費を要する分塊壓延機をして全能力を以て作業せしむるために間斷なく鋼塊をロール機に供給すること等が要求される。然るに第2圖の如く自熱式爐に於ては在爐時間及壓延溫度の加減は困難であり然も加熱式爐に比し均熱溫度は甚だしく低い。故に多種多様の鋼質を容量大なる平爐を以て製造する如き場合には加熱式均熱爐のみを設備して分塊壓延作業を能率的に行ふことが現状に於ては良策

と信するのである。加熱式均熱爐には鋼塊1本づつを装入するピットを有する單坐式と數本を同時に装入するピットを有する復坐式とがあるが前者は鋼塊單重一定し良熱の鋼塊を加熱するに便であり後者は建設費の安價なること及建設場所の僅少なること及冷却せる鋼塊の加熱の場合等に有利であり其の選擇は工場の状態により決定せらるべきである。

第2節 均熱作業

前述せる理由に依り鋼塊均熱のためには加熱式爐を採用して分塊作業を能率的に行ふことが全般的に有利であるとしても鋼塊加熱に要する燃料費は分塊作業中重大なる一因子であるから其の節約には充分の注意を必要とする。其の目的のためには燃料の選擇を適當にし鋼塊運搬を合理化して鋼塊の均熱時間を極力短縮せしめ斯て所要均熱爐數を減少せしめることに努力すべきである。

(イ) 燃料 一般に使用される燃料は發生爐瓦斯、骸炭瓦斯、銻鑛爐瓦斯及それ等の混合瓦斯であるが銑鋼一貫作業工場で混合瓦斯を利用するは經濟的に最も有利である。大野氏の計算<sup>1)</sup>に依れば瓦斯、空氣共に豫熱せざる場合には骸炭瓦斯は 1,850°C、銻鑛爐瓦斯は 1,370°C の燃焼溫度に達し空氣、瓦斯共に 1,000°C に豫熱すれば骸炭瓦斯は 2,450°C、銻鑛爐瓦斯は 2,000°C の燃焼溫度に達する鋼塊壓延溫度は(イ)材質(ロ)鋼塊の大きさ(ハ)壓延方法、鋼塊壓延所要時間(ニ)設備(充分なるロール直徑、原動機能力を有するや否や)等に關係するのであるが大體に於て鋼塊の均熱溫度は 1,150~1,250°C であつて爐の設計に依つては均熱爐燃料としては銻鑛爐瓦斯のみで充分である。軌條材を主として壓延する第1分塊工場に於ては創業以來發生爐瓦斯を使用した昭和3年10月より爐の構造の改造を行はずに混合瓦斯使用に変更された。其の使用當初は發生爐瓦斯に相當する位の發熱量の混合瓦斯が使用されたが漸次低發熱量の混合瓦斯を使用するに到つた。其の結果は第1表に示す如く何等支障なく反つて加熱能力も技術の進歩と共に段々と増加したのである。第6分塊工場に於ては昭和5年5月發生爐瓦斯より混合瓦斯に変更されたのであるが、之又何等支障はなかつた。この均熱爐は復坐式蓄熱式のもので1基は4つの孔を有し各ピットの鋼塊装入量は3t 鋼塊にて6本で各ピットの寸法は長さ 2,750mm、幅 1,380mm、深さ 2,200mm である。鋼塊の

<sup>1)</sup> 鐵と鋼 18年3號 p. 231.

第 1 表

年度	第1分塊工場		備考	年度	第6分塊工場		備考
	加熱噸數	使用瓦斯			加熱噸數	使用瓦斯	
昭和2	224,691t	發生爐瓦斯(1,400 cal/m <sup>3</sup> )		昭和2	218,029t	發生爐瓦斯(1,500 cal/m <sup>3</sup> )	
3	266,540	混合瓦斯(1,500 cal/m <sup>3</sup> )	11月發生爐廢止	3	313,497	" ( " )	
4	310,839	混合瓦斯( " )		4	348,856	" ( " )	
5	252,279	" ( " )	減産時代	5	324,291	混合瓦斯(1,800 cal/m <sup>3</sup> )	5月發生爐廢止
6	186,497	" (1,200 cal/m <sup>3</sup> )	同上	6	320,389	" ( " )	減産時代
7	315,781	" ( " )		7	428,295	" (2,000 cal/m <sup>3</sup> )	同上
8	382,299	" (1,000~1,200 cal/m <sup>3</sup> )		8	469,467	" ( " )	
9	395,953	" ( " )		9	540,888	" (1,600 cal/m <sup>3</sup> )	

保有する熱量を出来るだけ利用するために造塊後短時間に均熱爐内に装入することは在爐時間を短縮し又低發熱量の瓦斯を以て充分に作業し得る結果となる。

第2表は第1分塊工場にて低發熱量の瓦斯使用に努力せる頃の記録であつて漸次散炭瓦斯使用量を減じた。斯て研

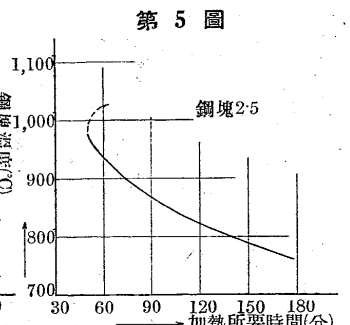
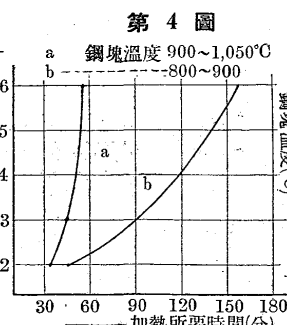
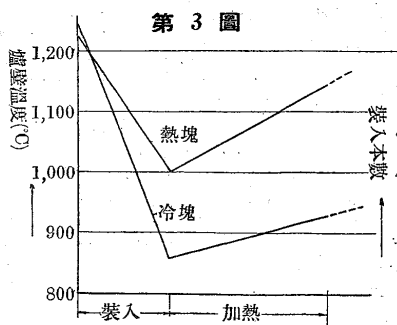
第 2 表

年月	出鋼より装入迄の平均經過時間	平均在爐時間	使用瓦斯		鋼塊加熱噸數
			A爐	B爐	
昭和8—8	63分	112分	1,262 cal/m <sup>3</sup>	1,451 cal/m <sup>3</sup>	32,314t
9	63	103	1,127	1,433	29,086
10	62	101	1,038	1,305	35,720
11	57	96	1,015	1,288	30,781

究の結果は相當良熱の鋼塊に對しては鑄鑛爐瓦斯のみにて充分なることを實驗したのであつて最近の一部の爐に鑄鑛爐瓦斯に近きものを使用して居る。實際均熱用燃料としては『弱き焰を以て鋼塊を包む』と言ふことが過熱疵を生ずること少く又過度の高溫のために爐を損すること少くスケール成生量も少く有利である。第6分塊工場に於ては設備上鑄鑛爐瓦斯壓力不足にて今日尙 1,500 cal/m<sup>3</sup> 程度のものを使用して居るが之も設備改造と共に改善されるものと思はれるが、唯第1分塊工場では軌條材を壓延するに對し第6分塊工場にては極軟材を主として壓延する結果必ずしも同様の結論に達し得るや否やは幾分の疑問がある。唯低發熱量の瓦斯を使用する場合は最良の燃燒状態を保ち尙鑄融點低き均熱爐滓を作成する必要あり。又作業の都合により冷却せる鋼塊或は特種材(高炭素鋼、高張力鋼、特殊鋼等)の加熱に際して爐溫度を低下せしめる場合には其の加熱には高發熱量の瓦斯を使用すれば加熱時間を短縮せしめ得る。故に混合瓦斯の使用に際しては鑄鑛爐瓦斯、散炭爐瓦斯の混合割合を自由に加減し得る如く設計するを要す。

唯こゝに一言したきは鉄鋼一貫作業に於ける混合瓦斯使用に就ては爐の性質を明確にして爐の加熱作業に便なる混合割合を考慮すると共に製鐵所全般的の瓦斯配給の状態を深慮して各爐の混合割合は決定せらるべきと信ずるが此處には均熱爐本位に論じたに過ぎない。

(ロ) 加熱時間 鋼塊加熱に要する時間は爐壁溫度、装入鋼塊溫度、鋼塊の大きさ、燃料の種類及爐の状態(蓄熱室瓦斯道等の状態)加熱溫度等に依つて影響されるので一率には論じ得ない。一例として第1分塊工場複坐式均熱爐に於て軌條鋼塊單重約 2.5t を燃料として混合瓦斯(1,200 cal/m<sup>3</sup>)を使用せる場合の鋼塊加熱作業の状態を略述する。先づ鋼塊を均熱爐に装入する場合は爐壁溫度は急激に冷却する。元來鋼塊の加熱に際しては爐自體が高溫にならざる以上鋼塊は高溫に達しないのであるがこの場合熱塊装入に於ては一時爐壁溫度は下降するも加熱により其の溫度は相當早く回復し鋼塊溫度も上昇するが冷塊装入の場合は爐壁溫度の下降が甚だしく其の結果自然通風の場合にはドラフト少く又鋼塊の低溫のために焰溫度低く尙鋼塊爐壁の溫度回復に多量の熱量を要し鋼塊溫度の上昇は前者に比し緩慢である。故に普通に冷塊の場合には装入本數を減じ然も一定時間後は良熱の均熱爐に鋼塊を移し(入換と稱す)て加熱時間を短縮せしめる。第3圖は熱塊冷塊を各々6本づゝ約6分間に均熱爐に装入せる場合の爐壁溫度の下降と鋼塊装入後約10分後の溫度の上昇状態を示す。又爐熱高き爐



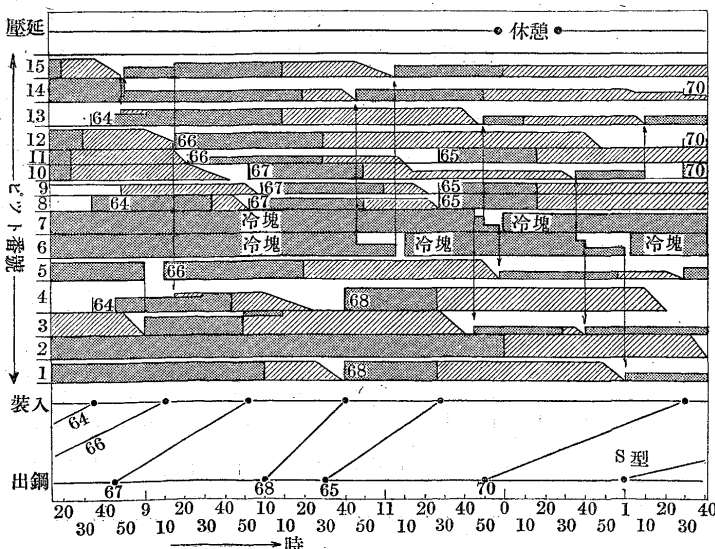
に鋼塊を装入せる場合装入本數と在爐時間の關係を見るに第4圖の如くピット内の鋼塊装入本數の増加は加熱所要時間を延長せしめるが其の程度は鋼塊温度低き程影響が甚だしい。又1ピットに4本の鋼塊を装入して加熱する場合の装入鋼塊温度と均熱所要時間の關係は第5圖の如し。こゝに特に注意すべきは鋼塊内部の銹融せる如き鋼塊を接近して装入せる場合は其の接近せる部分は内部の凝固後れて壓延に不適當なるために實際作業としては斯る場合は装入後暫時瓦斯を停止して鋼塊内部の熱を外部に放出せしむるを要す。鋼塊の適當なる加熱温度は種々の條件に依り異なるが鋼塊を均熱爐に装入して後の鋼塊温度の上昇速度は高温になるに従つて緩かであつて其の結果は抽出温度高き場合程在爐時間は延長し又爐の壽命を減ずる。故に抽出温度を高めて動力消費量を減すべきか或は動力消費量を犠牲にしても燃料費を節約すべきかは考慮すべき點である。以上は鋼塊加熱時間に關して一例を示したのであるが實際作業に於ては前述せる種々の條件より判斷して最も合理的作業を実施すべきである。

(ハ) 均熱爐作業の實際 前述せる如く燃料、鋼塊の運搬、装入鋼塊温度と均熱所要時間の關係等相輻轉して居て均熱爐作業の實際は理論よりは相當の差違あるものである鋼塊運搬に就て言へば出鋼より均熱爐装入迄の理論的及實際的所要時間の八幡製鐵所に於ける例を示せば下表の如し。(これは第1節に述べた種々の影響に外ならないのであ

工場	理論的	實際的 (平均)
A { 上注鋼塊	40分	60分
{ 押湯付鋼塊	120	240
B { 上注鋼塊	60	95
{ 下注鋼塊	80	130

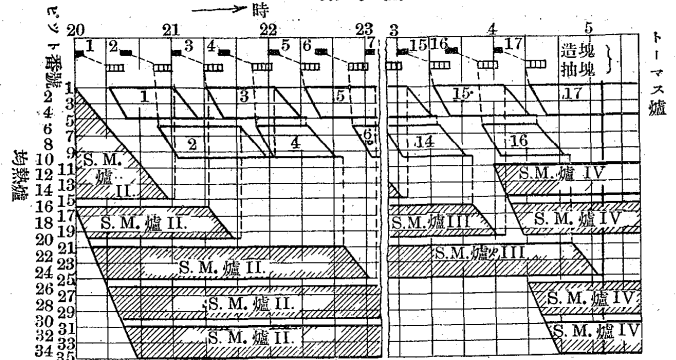
る)。尙左表の實際的所要時間は平均に過ぎず均熱爐への装入鋼塊の温度は千差

第6圖



萬別然も出鋼量は時々變化あるに拘はらず常に間斷なく均熱されたる鋼塊を分塊ロールに供給するためには經驗と判斷により1ピットに装入する鋼塊本數を加減し或は瓦斯の調節、入換等を行つて作業を續行すのである。第6圖は第1分塊工場均熱爐に於ける鋼塊受入より鋼塊抽出迄の操爐の狀況であつて縦にピット番號を示し横に出鋼、鋼塊装入、抽出の時間を明記し黒く塗られた部分は不均熱でハッチングは均熱されたる鋼塊を示す。これを見れば均熱されながら壓延を待つために保熱されて居る時間が如何に多いかが知られると同時に休みなしに分塊ロール運轉をせるために装入本數を加減し熱塊不足の場合は冷塊を装入し或は入換を行つて居ることを示して居る。同時に均熱されて爐内に保熱する原因は主として平爐より集團的に送り込まれる結果で1チャージの量大なる程この傾向は甚しい。一般に均熱爐の熱效率が非常に悪いのは爐構造上の缺點も有るが保熱のための熱量が相當に必要であると言ふ理由にも依る。これをトーマス鋼及平爐鋼を壓延する獨逸の均熱爐の例)と對稱するに第7圖に示す如く一定量が一定時間に出鋼す

第7圖



るトーマス鋼は規則正しき在爐時間で壓延され其の間中は平爐鋼を以て壓延を繼續して居る。即ち平爐鋼の場合は均熱爐の作業を不規則にし作業困難なるを示すものであつて容量大なる平爐程其の困難の程度は甚だしいであらう。前述の均熱されたる後爐内に保持される時間のために均熱爐の必要爐數は増加し又燃料費は増大するのであるがこれは瓦斯の調節或は操爐法の熟練に依つて極力爐數を減じ燃料費を節約する必要がある。八幡製鐵所第1分塊、第6分塊工場の復坐式均熱爐に於ては1ピットにて月間約2,000t内外の加熱能力を有し4ピット1基として月間約8,000~10,000tを加熱して居る。勿論加熱能力は鋼塊運搬の良否即ち装入鋼塊温度に依り或は出

1) S. u. E. 1934 S. 635

鋼状態等により異なるが又圧延能力に大なる関係あるもので圧延能力大なる程加熱能力は増大するのである。この外均熱爐内に蓄積する滓の排出は加熱能力を減少せしむること甚だしい。爐を可及的少數に止むことは燃料節約上最も必要であるが前述せる理由の外に日々の平爐の出鋼量に大なる差違ありて使用爐数は自然増加するものである。工場の事情に依り在爐時間及燃料消費量は異り同一に論じ得ざるも其の數例を第3表に示す。

第 3 表

工場	装入鋼塊 熱冷	鋼塊 量	鋼塊 單重	在爐時間	鋼塊 噸 當 燃料消費量	燃 料		
獨逸 A	熱塊	塊	4 t	6 h	98.0 <sup>04</sup> Kcal	混合瓦斯		
			2~3	1.5	14.0~22.4	"		
" B	熱塊	塊	5	1.5	5.6~8.4	鎔鑄爐瓦斯		
			2.5	—	—	—		
" C	冷塊	塊	3~7	5~7	49.0~56.0	鎔鑄爐瓦斯		
			熱塊	塊	"	2~3	{ 24.5~35.0	及 5~20%
						1.0	{ 7.0~10.5	骸炭瓦斯
" D	熱塊	塊	43	8	84.0	混合瓦斯		
			1	15.4	"	"		
八幡製鐵所 E	熱塊	塊	2~3	1~1.5	15.0	"		
			冷塊	熱塊	"	1~4.5	18.0	"
" F	冷塊	熱塊	3~4	1.5~4.5	25.0	"		

製鋼爐出鋼能力及其の容量と均熱爐及分塊ロール機の設備容量には何等かの合理的關係あるべきもこれを知るには各設備に就き幾多の研究と經驗とを要すると共に市場關係もあつて將來の問題である。この外分塊作業上重要なことは均熱爐より分塊ロール機への鋼塊の運搬であつて圧延される鋼塊と鋼塊の間の時間的空費を極力除くべきである。このためには均熱爐と分塊ロール機の配列、装入抽塊起重機及キッパ等の設計に對して充分の考慮を拂ふべきである。均熱爐の配列は圧延方向とT字形に設置される歐洲式のものと一緒に直線上に置かれる米國式があつて主として場所の關係上選擇されるが前者は鋼塊の運搬距離短かく有利であり後者は作業連絡上便である。最近圧延能力の増大するに従つて鋼塊一本の壓延時間短縮されつつあるが年間60萬噸以上の分塊壓延機に於ては重大なる問題である。

### 第3章 分塊壓延作業

#### 第1節 分塊作業の性状

現在鋼成品の大部分は鋼塊を壓延して製作された鋼片から製造される。其成品工場より要求されることは鋼塊の缺點が完全に除かれて居ること及其の壓延能力を充分に發揮せしめ得る形状の鋼片であることである。而して鋼成品には大型、中型、小型の條鋼及厚板、中板、薄板等の鋼板其

他鍛鋼品、鋼管があるが其の各々に適合する鋼塊を製造することは困難で或る限られた形状の鋼塊から種々の形状の鋼片を製造する必要がある。分塊工場に於ては鋼塊より成品迄の作業工程中何處迄を壓延するか換言すれば如何なる断面形状の鋼片を成品工場に送るべきかと言ふことは今日尙充分の結論には達して居ないのであつて壓延技術及機械製作技術の發達或は經濟關係により將來幾多の變化を見るものと信ずる。然し原則として生産費低下と多量生産の目的で鋼塊單重は漸次増大し尙鋼塊を唯1回の加熱に依つて目的の鋼片を壓延し、出來得れば成品迄も壓延完了して燃料費を節減することは最も有利であつて現在では大型及中型成品の一部は分塊ロール機から送られた鋼片から加熱せずに直接に成品が壓延されるが其他は皆成品工場の加熱爐にて加熱される。前者を直送鋼片、後者を再熱鋼片と稱ばれる。再熱鋼片と雖も鋼塊より成品迄の作業工程に於ては特別な薄板等を除けば鋼片の加熱は唯1回であつてこれは分塊工場に於て連続ロール機等の發達があり小角鋼片或はシートバーの如き小断面の鋼片を製作するに至つた結果である。

分塊壓延作業は其の製作する鋼片の種類に應じて

- (イ) 再熱大鋼片製作のみを行ふ壓延作業
- (ロ) 小鋼片及シートバー製作を行ふ連続ロール機の壓延作業
- (ハ) 成品工場に送る直送鋼片を製作する壓延作業以上三大別される。(イ)に於ては均熱爐よりの鋼塊の輸送、分塊ロール機の壓延作業、剪斷作業及鋼片の搬出、整理作業の順序に作業は進められるが多量生産の場合に剪斷機、鋼片搬出設備に考慮を拂ふ必要がある外一般的に作業能率上特に影響あるものは分塊ロール機の壓延作業である。然し(ロ)(ハ)に於ては分塊ロール機と連続ロール機或は成品ロール機との作業連絡上相當考慮すべき幾多の點を有して居る。

#### 第2節 分塊ロール機の壓延状態

分塊ロール機を以て鋼塊より塊片を製作する壓延工程を各孔型通過毎にロール通過時間及鋼塊操縦時間を測定すれば三重ロール機、二重ロール機を問はず大體に於て其の割合は相半して居る。第4表は八幡の二重逆轉分塊ロール機の一例で第8圖の孔型を使用して4噸鋼塊より200×190 mm 角鋼片を製作せる場合の壓下方法及壓延状態である。

分塊ロール機の壓延能力を増大せしむるためにはロール

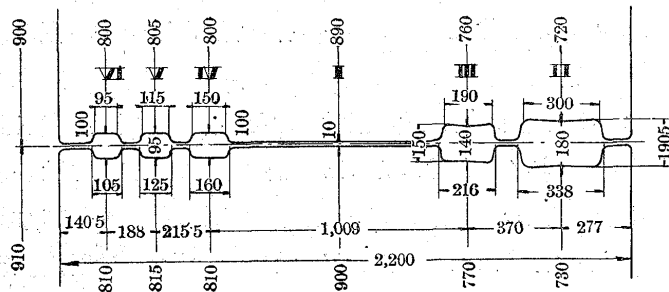


第 4 表

孔型 No.	ロール通過 No.	幅 mm	高 mm	壓下 mm	ロール通過時間 Sec	鋼塊操縦時間	
						For	Sec
I	鋼塊	610/520				上	11'00
	1	570	535	30	1'52	上	1'63
	2	575	505	30	1'61	上	1'63
	3	580	475	30	1'70	上	1'63
	4	585	445	30	1'80	上	1'63
	轉回					カ	6'56
	5	453	550	35	1'24	ロ	2'01
	6	462	515	35	1'30	ール	2'01
	7	470	480	35	1'31	ガ	2'01
	8	479	445	35	1'44	ン	2'01
	9	488	410	35	1'54	ト	2'01
	10	492	380	30	1'65	ロ	2'01
11	501	350	30	1'76	ール	2'01	
12	510	320	30	1'89	ガ	2'01	
II	轉回					ン	5'70
	13	335	460	50	2'88	ト	1'91
	14	345	410	50	3'14	ロ	1'91
	15	345	365	45	3'38	ール	1'91
	16	345	320	45	4'03	ガ	1'91
	轉回					ン	3'20
III	17	338	280	65	4'10	ト	2'29
	18	345	215	65	5'22	ロ	2'29
	轉回					ール	6'00
I	19	230	260	85	5'88	ガ	3'05
	20	230	180	80	8'52	ン	3'05
I	轉回					ト	6'03
	21	200	190	40	3'51	ロ	6'03
					計	59'42	68'52

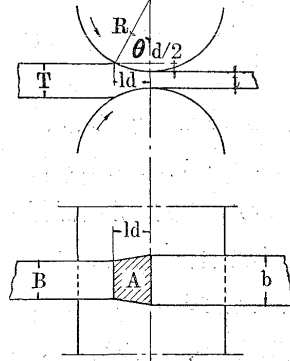
備考 カント、鋼塊を 90 度轉回すること  
 ロールガング、鋼塊を嚙込ませるためのもの

第 8 圖

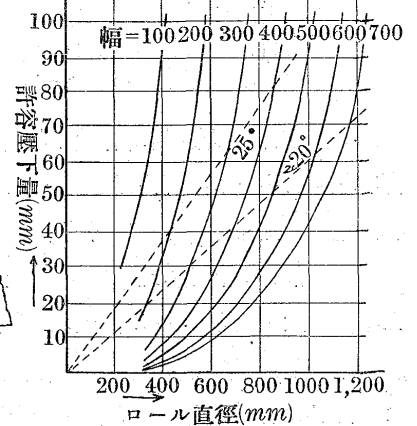


ないがロールの嚙込及壓延當初は鋼塊の長さ短いためにロール速度は制限される。最近逆轉用の優秀なる電動機が製作されたのでロール回轉速度は二重逆轉ロール機が勝つて居る様である。又歐洲式孔型は米國式孔型に比して上ロール昇降衝程短く昇降時間は短縮されるが最近では米國式と雖何等作業に差支へない設計になつて居る。以上述べた種々の事項に就ては充分の注意を以て建設する必要があるが尙職工技術の巧拙及鋼塊均熱の良否に依つて壓延能力に影響されること甚だしい。又壓下量に就ては充分の考察を要するのであつて之は原動機の容量で制限されるのは勿論であるがロールの耐久力、嚙込角度及壓下に依つて疵を發生しないと云ふ條件に依つて定まるのである。而してロール耐久力はロール材質、形状、壓延されるロールの位置、壓延材料の温度が定まればロール直徑に依り Projected Area (第 9 圖の A 部分) の最大許容量は決定されるので

第 9 圖



第 10 圖



ある。Trinks 教授は其の著書<sup>1)</sup>にロール胴長とロール直徑の長さの比 2.4 の鑄鋼ロールで 1,150°C の材料をロール中央で壓延する場合にロール直徑と最大許容 Projected Area の關係を次の様に示して居る。

ロール直徑(吋)	10	12	14	16	18	20	22
Projected area(in <sup>2</sup> )	12.5	18.0	24.5	32.0	40.5	50.0	60.5
ロール直徑(吋)	24	28	30	34	36	40	44
Projected area(in <sup>2</sup> )	72.0	98.0	112.5	144.5	162	200	242

この Projected Area を壓延材料の幅で除すれば第 9 圖の ld が知られて近似的の最大許容壓下量が算出されるのである。

$$\begin{aligned} \text{即ち } ld &= R \sin \theta \\ 1/2 \cdot d &= R(1 - \cos \theta) \\ d &= 2R(1 - \cos \theta) \cong 1/R \cdot ld^2 \end{aligned}$$

の關係より壓延材料の幅を假定すればロール直徑と最大許

<sup>1)</sup> Roll pass design

通過時間及鋼塊操縦時間を短縮せしめねばならぬ。先づロール通過時間を減ずるには

- (イ) 1 回の壓下量を増大すること
- (ロ) ロール原動機容量を大にしてロールの周速度を増すこと

が必要で鋼塊操縦時間を減ずるためには

- (イ) 上ロールの昇降速度を増すこと
- (ロ) 鋼塊の轉覆、孔型より孔型への移轉を行ふ操作を迅速に設計すること。
- (ハ) 原動機の逆轉を迅速にすること
- (ニ) 孔型配置を適當にすること
- (ホ) 職工の技術の熟練

が要求されるのである。三重ロール機では逆轉する必要は

容壓下量の関係を見出し得るのである。この方法で幅 100~700 mm の場合に適用して算出した数値に安全率を見て實際的にしたのが第 10 圖の實線で示した曲線である。即ちこの曲線以上の壓下量は其のロール直径に於ては許されないのである。即ち幅の大なる鋼塊換言すれば單重の大なる鋼塊は大なる直径のロールを使用せざれば壓下量は極度に制限されてロール通過回数は増加するのである。次に壓下量は嚙込角度に依つて限定される。嚙込最大角度はロール面の状態、材料の状態及ロール圓周速度等に依つて定まるのであるが分塊ロールで支障なしに壓延を行ふには 20° 以下が適當であつて特に Rag を附しロール圓周速度小なる場合には 25° が許される場合がある。第 9 圖に於て  $d=2R(1-\cos \theta)$  の關係式から 20° の場合は  $d=0.12R$  であり 25° の場合は  $d=0.188R$  となるので第 10 圖の點線で示す關係にあるのである。この點線以上に在る實線の部分ではロール耐久力はあるとしても嚙込の關係で充分の壓下が不可能であることを示し、この點線以下の實線の部分ではロール耐久力が不足することを示す。即ち鋼塊の單重に相應しロール直径は充分大なるものを用ひて壓下量を増しロール通過回数を減して壓延能力を増すことは望まじきことであるが直径大なるロールを以て小断面迄の壓延を行ふことは何等意味なく尙同一壓下に對してはロール直径小なる程動力消費量は節約されるのであることは分塊ロール直径の決定に對して考慮すべき問題である。次に壓下量は鋼塊に疵が発生しない程度に止むべきであるがこれは材料の鋼質變形速度等にも依るが主として加熱状態、鋼塊の良否に依る。實際作業に於ては特に表面を大切にする場合か或は特殊材及氣泡の表面に近い不良鋼塊の如きものゝ壓延を除いては嚙込角度 25° 程度では差支へなきものと信じて居る。壓延に依る疵は鋼塊壓延の當初に起り易いのであつてこの點に就ては歐洲式の深き孔型は有利である。

### 第 3 節 分塊ロール機の壓延能力

分塊壓延機の壓延能力は斷面積小なる細長き鋼塊を使用すればロール通過回数を減ずるため増大することは勿論である。然し斷面積の割合に極端に長い鋼塊は收縮管、氣泡偏析、割疵等の缺點起り易く又作業上或は設備上困難であつて大鋼塊では鋼塊の幅と高さの割合は普通 2.5~3.5 倍であつて鋼塊の長さは 2,200 mm 以下である。故に鋼塊重量を増加することは自然鋼塊の斷面積を増大することゝなり大なる加工度が必要でロール通過回数を増すのである。

ロール通過回数が非常に増すと極端に鋼塊温度の低下を來し壓延を不可能とするために壓下量を増大せしむるを要し鋼塊大となるに従つて大なる直径のロールを使用し又原動機もそれに相當する大容量のもが必要になるのである。今日使用されて居る 2~5 噸の鋼塊では鋼塊重量が大なる程壓延能力は増加するがロール直径、原動機其他の設備が鋼塊重量に對し不充分であれば鋼塊單重の増加必ずしも壓延能力の増加にはならないのであつて第 5 表<sup>1)</sup>に實例が示されて居る。唯此處に注意すべきは連續作業に於ては鋼塊

第 5 表

工場	ロール		鋼塊單重	壓延 t/h		
	直径	胴長		140 mm 角	200 mm 角	240 mm 角
A	1,100	2,700	3.7 t	74	—	118
			2.7	70	—	108
B	1,100	2,700	3.8	65	—	98
			3.0	70	—	102
			2.2	80	—	112

と鋼塊との間の待合せ時間があるために鋼塊 1 本の壓延時間より算出した壓延能力を以て實際作業を率し得ないのであつて鋼塊單重大なるものが理論的壓延能力小なるに拘はらず實際に於ては反つて生産の増加を來すことがあるのである。

前述せる如く充分の設備で大鋼塊を使用すれば分塊ロール機の壓延能力は増大するのであつて其の比較を第 6 表に示す。表中 A は第 6 分塊工場の例であり、B は E. Howahr 氏<sup>1)</sup>の發表せる例である。鋼塊重量 A は 4t, B は 5t で約 200 mm 角鋼片を壓延するにロール通過回数は前者

第 6 表

工場	(A)	(B)	備考	
ロール寸法 (mm)	910 × 22,00	1,100 × 2,500	米式孔型	
電動機	出力 (HP)	10,000/3,500	最大値及連續運轉値を示す逆轉	
	廻轉數 r.p.m.	0~100		0~150
鋼塊	形状 (mm)	610 × 610 × 1,850	570 × 630 × 2,250	
	單重 (t)	4.2	5.0	
鋼片斷面	200 × 190	200 <sup>2</sup>		
壓延狀況	ロール通過回數	21	13	
	ロール通過時間 (Sec)	60	45	
	鋼塊操縱時間 (Sec)	69	42	
	計	129	87	
鋼壓延能力	1 時間 (t)	117	207	
	1 日間 (t)	2,000	3,500	作業時間 20 時間 係數 0.85 作業時間 6,400 h 係數 0.75
	年間 (t)	570,000	1,000,000	

21 回に對し後者は 13 回で其の年間壓延能力は前者 57 萬噸後者は 100 萬噸と推定し得る。勿論この年間壓延能力は A は殆んど實績に近いのであるが B の E. Howahr 氏の推定はこれ以上であるが獨逸技術者は其の推定に對し疑問を有するを以てこの 100 萬噸の推定も幾分の疑問が

<sup>1)</sup> Walzwerkswesen (2) S, u E, 29, 1932 Bd. II



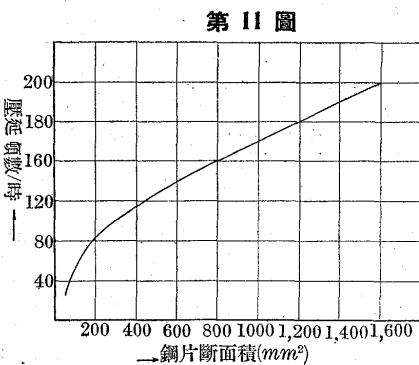
第 7 表

工場	年度別	鋼塊 壓延噸數	實働 交代數	壓延時間 A	1時間 當り 壓延噸數	故障時間 B						A/A+B	
						分塊工場 點檢及故障	材料不足 及不熱	他工場 支障	分析待	鋼片運 搬支障	其他		計
第1分塊工場	昭和9年度	395,953	1,039	6,841°55'	57°871	276°05'	235°45'	295°30'	112°40'	34°15'	16°05'	970°20'	88%
第6分塊工場	"	540,888	1,049	6,932°15'	78°028	673°-0'	231°23'	—	15°8'	30°37'	0°20'	950°28'	88

ある。兎も角生産増加のためには設備は甚大となるのであつて A に於けるロール直徑 910mm 原動機最大出力 1 萬 HP に對し B はロール直徑 1,100mm 原動機最大出力 2.5 萬 HP で其の設備費の増大は想像し得るであらう。又一面 2t 以下の鋼塊を使用して其の機械設備の輕快なるを利用し鋼塊操縱等を極度に機械化した設備が利用されて居る。然し現在に於ては生産能力に於ては大鋼塊、大設備のものに比し遠く及ばない。これ等の設備の選擇に對しては要求される生産量及資本關係に依つて定まるが又造塊作業、鋼塊の性状、要求される鋼片の形狀、性質、其他歩留、燃料費、動力費、勞力費等をも充分考慮の上に決定すべきである

次に同一設備を以て同一鋼塊を使用して製作される鋼片の大小に依つて

生産量の異なるは勿論で第 11 圖は其の一例で第 6 表及實測値に依つて描かれたものである。若し断面小となり設備の關係上



鋼塊を 2 本或は 3 本に切斷して壓延を行ふ場合は其の生産能力は極度に低下する。この曲線は分塊ロール機の特長曲線とも言ふべきで鋼塊重量、設備の大小、優劣に依つて決定するもので種々の形狀をなす。以上述べ來つたものは鋼塊より鋼片迄の壓延所要時間であつて分塊ロール機壓延能力の基礎をなすものであり又分塊ロール機に直接關連する大型工場及連續ロール機との作業連絡考察上重大なる意義を有するものである。然し分塊ロール機の理論的鋼塊壓延時間を以て直ちに分塊工場の壓延能力とは爲し得ないのであつて鋼塊と鋼塊との間には幾分の空費される時間があり又鋼塊均熱不良或は運轉手の不注意に依つて意外の壓延時間を要することがあつて第 6 分塊工場に於ては 4t 鋼塊より 200mm 角鋼片に壓延する場合の理論的 1 時間壓延能力は 117t であるが 1 ヶ月間の平均に於ては 85~90t である。

又均熱せる鋼塊の不足、分塊工場内各設備の故障、交代時の機械點檢或は關聯せる工場の支障等のために分塊ロール機の壓延能力は減退するのであつて第 7 表に第 1 分塊工場及第 6 分塊工場の一ヶ年間の作業時間及壓延中止時間の内容を示して居る。第 8 表は第 6 分塊工場創業後の実績であ

第 8 表

年 度	A 作業時間	B 壓延時間	B/A %	鋼塊 壓延噸數	一時間當 り 壓延噸數	備 考
大正 14	7,072°30'	3,819°40'	106,436,360	27,865	4月1日より 作業開始	
15	6,960°00'	4,860°35'	158,803,570	32,672		
昭和 2	7,357°30'	4,996°31'	218,029,690	43,636	五月發生爐を 中止し混合瓦 斯使用す 減産時代 同 上	
3	7,267°30'	5,899°55'	313,497,410	53,136		
4	7,336°40'	6,343°30'	348,856,130	54,994		
5	7,147°30'	5,676°30'	324,291,170	57,129		
6	7,271°15'	5,386°47'	320,389,655	59,477		
7	7,658°00'	6,362°02'	428,295,560	67,321		
8	7,755°00'	6,465°42'	469,467,300	72,609		
9	7,882°30'	6,932°21'	540,888,950	78,024		

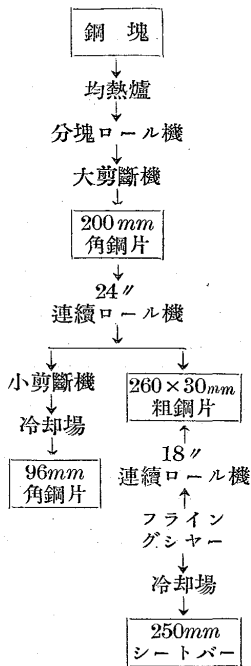
る。分塊工場は製鋼工場及成品工場の間にあるので作業連絡上壓延能力が其の前後の工場とよく平衡を保つことが必要であるは勿論であるが又機械設備は充分堅實で故障少なきことも亦絶対必要條件である。

第 4 節 分塊ロール機と連續ロール機との作業聯絡

分塊ロール機に於て鋼片を壓延する場合に断面小となるに従つて鋼塊 1 本の壓延時間は多くを要して第 11 圖に示す如く生産量を減じ尚温度は極度に低下して來る。實際 2t 以上の鋼塊を使用して 96mm 角以下の鋼片或はシートバーの壓延は困難である。其上大なる直徑のロール及大なる電動機を以て小断面の鋼片を壓延することは甚だ不經濟である。故に大鋼塊から小鋼片或はシートバーの壓延に際してはその壓延工程を 2 段に分割して分塊ロール機で大鋼片を製作し其後の壓延はそれを直送して非連續式ロール機或は連續ロール機を以て行ふのが普通であるが歐洲に於ては成品及小鋼片、シートバーの壓延を兼ねて行ふ目的で非連續式ロール機も使用される。故に小形鋼片、シートバーを多量に製作するためには勞力費を減じ、分塊ロール機との作業連絡良好及壓延能力大なるために連續ロール機最

も有利である。尙優良なるシートバーの製作は連続ロール機が絶對的に必要なものと信ずる。この分塊ロール機と連続ロール機とを直列に設備する場合均熱爐より鋼片或はシートバー置場迄の作業が順調に恰も水の高さより低きに流れる如く行はれることが必要であるが特に分塊ロール機と

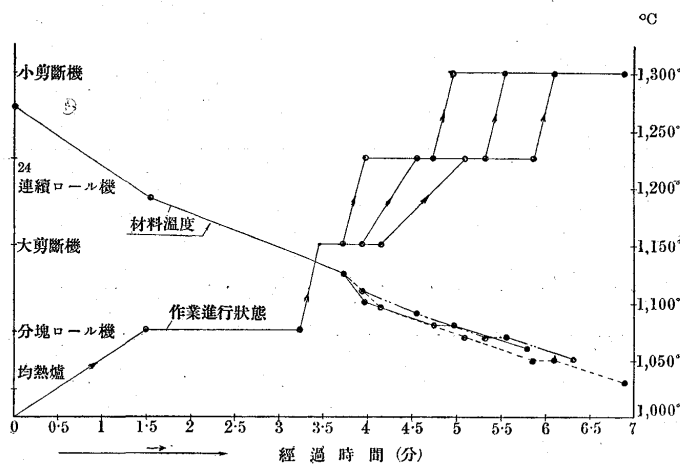
第 12 圖



連続ロール機との壓延能力が調和して居るべきである。即ち鋼塊より大鋼片迄の分塊ロール機の壓延時間に比し連続ロール機の壓延時間は相當に短縮されて居らねば決して都合よき作業は出來ない。今日一般的に連続ロール機に供給される大鋼片は 200mm 角或は 250mm 角である。八幡に於ては 10 年以前第 6 分塊工場が建設されたのであつて其の作業状態は第 12 圖に示す如く均熱されたる 4t 内外の鋼塊は分塊ロール機にて 200mm 角の大鋼片に壓延され大剪斷機に於て鋼塊の頭部、底部の

不良部を切捨て、1~1.4t の鋼片に分割して第 1 列の 24" 連続ロール機に送る。このロールはシートバー及小形鋼片の 2 種の孔型を有し 120mm 角は 4 臺、96mm 角鋼片は 6 臺のロール機にて製作される。シートバーはこのロール機にて幅 260mm、厚 30mm の粗鋼片を製作して第 2 列の 18" 連続ロール機に送り幅 250mm、厚 6.8~13.8mm のシートバーが壓延され直ちにフライングシャーにて 10m 内外に切斷する。又幅 200mm、300mm のシートバーも壓延可能で又ロールの組替に依り 45mm、55mm、60mm 角鋼片の壓延も可能である。この連続ロール機の性能は第 9

第 13 圖 96×96mm 角鋼片 (110kg) 製作 鋼塊重量 3.9t



第 9 表 A

列		第一列						第二列												
スタンド	番號	1	2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	14	15	16					
	構造	▨	▨	▨	▨	▨	▨	●●	▨	▨	●●	▨	▨	▨	▨					
ロール	直徑	600			550			400	450		400	450								
	胴長	1,300			1,300			200	1,000		200	1,000								
原動機	H.P.	4,000			⊙			4,000 ⊙												
	r.p.m.	246						246												
ロール回轉數/分		15.3	11.83	25	32.3	29.1	22.5	25.6	29.5	24.3	38.1	98	43.2	51.7	24	61.5	74.1	62	89	45.5
小型シートバー		120φ			96φ			60φ				45φ								
		260×30m.m.						25×(6.8~13.8)m.m.												

B

列		第一列								第二列								備考
スタンド	番號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
	構造	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	▨	●●	▨	▨	●●	▨	▨	▨	▨	
ロール	直徑	730				680				400	500		400	500				
	胴長	1,000								900(小型)				550(シートバー)				
原動機	H.P.	5,360				⊙				200	5,360 ⊙		200	10, 11, と共通		1,470	1,470	
	r.p.m.	360								360		200		65.70φ				50.60φ
ロール回轉數/分		85.14	11.1	15.8	20.7	26.1	33.6	48	60	26.8	37.9	48	52.59	60.9	72	200~450	96	120
小型シートバー		108φ				80φ				300~400				(300,250,200)×(6~30)m.m.				
		(300,250,200)×35m.m.								(300,250,200)×(6~30)m.m.								

第 14 圖 90×250 mm シートバー製作 鋼塊重量 4.2 t

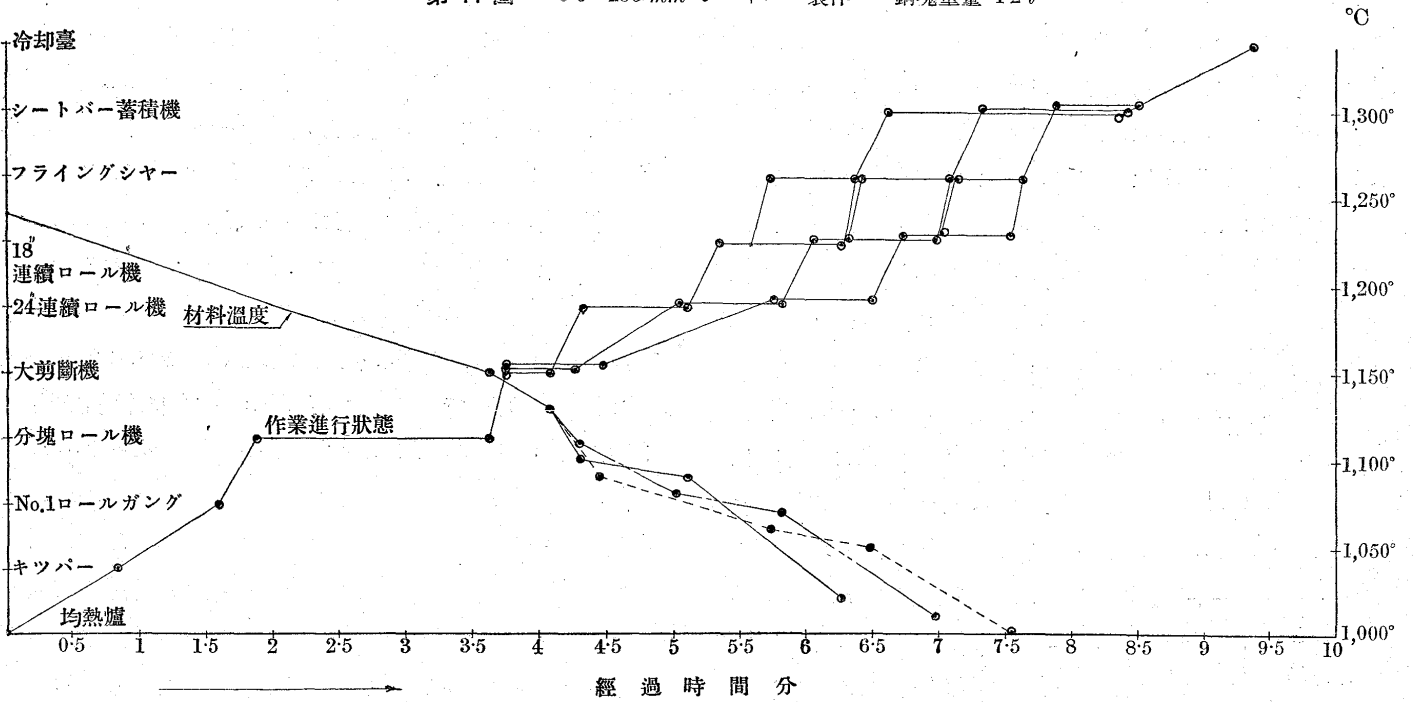


表 A に示す如きもので小鋼片及シートバーの作業状態の時間経過及温度低下状態は第 13 圖及第 14 圖に示す。

第 6 分塊工場の創立以後の連続ロール機の作業実績は第 10 表の通りである。

第 8 表 B はチェコスロヴァキヤの Trinec 工場に最近設備されたもので大體の型式に於て第 6 分塊工場のものと大差はない。唯全體的に壓延速度が早いのであつて最後のロールの圓周速度は第 6 分塊工場の約 2m/sec に對し Trinec に於ては 3m/sec 以上である。速度は職工の壓延技術及ロール機設備の設計製作上の進歩及フライニングシャーの性能に依つて制限されるが將來益々高速度に進むであらう。

直送する大鋼片は第 6 分塊工場の 200mm 角に對し 250mm 角でこれは連続ロール機の上昇に依つて分塊ロール機の壓延能力を調和させるために生じた事であつて其の結果は第 1 列の連続ロール機は 8 臺となつて居る。又原動機の容量は全體的に大きく又垂直ロール及第 2 列の最後の 2 臺のロールは各個に原動機を備へて然も速度變化を可能にして壓延を便にしく現在第 6 分塊工場の設備の不備を改善して居る。兎に角分塊ロール機と連続ロール機との作業連続上都合よき設備は可能であつて唯設計に際しては製作される最小断面の連続ロール機の壓延能力と分塊ロール機との壓延能力とを調和さすべきであるが連続ロール機

第 10 表

年度	全工場製 品 t 數 D	24' 連続ロール					18' 连续ロール					角鋼片, シートバー合計 壓延 t 數
		作業時間 A	壓延時間 B	% A/B	製品 t 數 c	一時間當壓延 t 數 c/B-b	作業時間 a	壓延時間 b	% b/a	製品 t 數 c	一時間當壓延 t 數 c/b	
大正 14	92,464'606											
" 15	138,778'383											
昭和 2	194,034'320	5,422'30	2,633'20	48.6	112,925'829	42'883						112,925'829
" 3	278,475'059	7,110'00	4,731'25	66.5	233,716'198	49'954	1,222'30	52'45	4.3	685'802	13'001	234,402'000
" 4	313,969'804	7,336'40	4,993'05	68.1	221,550'487	54'460	7,336'40	924'55	12.6	27,634'697	29'878	249,185'184
" 5	283,437'387	7,147'30	4,692'05	65.6	157,479'263	61'871	7,147'30	2,146'49	30.0	86,417'131	40'254	243,396'394
" 6	278,038'107	7,271'15	4,932'40	67.8	96,127'984	60'770	7,271'15	3,350'50	46.1	165,467'497	49'331	261,595'481
" 7	374,171'819	7,658'00	5,723'59	74.7	142,825'691	62'630	7,658'00	3,443'30	45.0	205,301'928	59'620	348,127'619
" 8	409,519'156	7,755'00	5,713'05	73.7	205,291'969	70'553	7,755'00	2,803'19	37.0	169,459'855	60'450	374,751'824
" 9	479,005'467	7,882'30	5,339'47	67.7	244,452'071	78'665	7,882'30	2,232'16	28.3	164,264'089	73'586	408,716'160

註 24' 連続ロール作業開始 昭和 2. 7. 1  
18' " " 昭和 4. 2. 1

は設備通りの一定の壓延能力に限られるに反し分塊ロール機の壓延能力は前節に述べる如く鋼塊操縦時間は約半分を占め職工の技術の熟練に依つて壓延能力を増加せしむべき機会多きを以て連続ロール機關係の設備能力は充分に強大とすべきである。尙多種多様の鋼片

或はシートバーの壓延を行ふ結果ロール組替を度々必要とする場合は連続ロール機の特徴を半減するのであるがこの意味に於てシートバー製作に對しても充分なる硬度を有し然も角孔型を設け得る如きロールの出現は最も必要なことである。第13圖、第14圖に於て知られる如く鋼片及シートバーは仕上温度 1,000°C 内外で然も將來益々速度増加する傾向にあるが今日ではこれを常溫迄冷却して薄鋼板製造に當つては 950°C 内外小型材製造に際しては 1,200°C 内外に再び加熱されて居るので考慮すべき問題を投げて居る。小型材製造には極力小断面にして加熱能力を増すために 38mm 角鋼片が使用される處もある。薄板、鈍力の壓延に際しては分塊ロール機にて扁平大鋼片を製作し其以後を機械的に一氣に薄板にする壓延法が一部に使用されて來たが若し多量に同種類のものが必要が起れば幅廣き厚さ薄きものの壓延技術の困難はあるが、鋼塊より連続ロール機を以てこの種材料を製造することも亦可能であらう。

第5節 分塊ロール機と成品ロール機との作業連絡

鋼塊を唯1回加熱することに依つて成品迄の壓延を完了することは望まじきことであるが鋼塊温度は分塊ロール機に於ける壓延中に第11表に示す如く低下し然も分塊ロール機の壓延能力に匹敵する能力の成品ロール機を建設せざれば作業連絡は亂れて鋼片温度は低下し作業は困難となる。故に現今では大鋼塊を使用する際には一般に大型工場及中型工場の一部のみにこの作業が利用される。然し分塊ロール機の壓延能力が増加するに従つて大型工場との作業

第11表

鋼塊單重 t	鋼片斷面	壓延時間	鋼塊温度	
			壓延最初	壓延最終
4200	200×200	1'-45"	1,190°C	1,150°C
3900	150×180	2'-30"	1,180	1,120
2080	120×120	2'-0"	1,150	1,050

連絡が圓滑に行はれるためには大型工場の壓延能力を充分ならしむるを要す。例へば第1分塊工場と軌條工場との壓

第12表

品 種	鋼塊單重 t	直送鋼片單重 t	鋼片斷面	分塊ロール機		軌條ロール機	
				鋼塊一本壓延時間	一時間當り鋼片壓延t數	鋼片一本壓延時間	一時間當り壓延t數
30 <sup>k</sup>	2080	1880	210×155	1'-36"	70500	3'-10"	35500
37 <sup>k</sup>	2550	2350	〃	1'-45"	80540	2'-29"	56800
40 <sup>k</sup> R	2700	2500	220×185	1'-44"	86538	2'-46"	54200
50 <sup>k</sup> A.R.A.	2100	1900	220×130	1'-59"	57478	2'-32"	45600
50 <sup>k</sup> P.S.	2750	2550	210×155	1'-50"	83450	2'-18"	66500

延能力を比較するに各種軌條の鋼塊1本に對する分塊ロール機及軌條ロール機の壓延所要時間即ち壓延能力は第12表の如く差異あり。然し軌條ロール機は同一軸に3個のスタンドを有する逆轉ロール機である關係上同一方向には2個のロール或は3個のロールで同時に壓延が可能であるので第12表の生産能力のみではその作業連絡の良否は論じ得ない。この關係は軌條ロールの各孔型通過時間及孔型から孔型迄の時間を測定することに依つて明確に知り得るのであるがその詳細は略して唯昭和7年6月より8年6月に至る實際作業の結果を第13表に示す。

第13表

品 種	分塊工場 壓延能力 A t/h	軌條工場 壓延能力 B t/h	實際的壓 延能力 C t/h	C/A C/B	
				%	%
30 <sup>k</sup>	70500	35500	51703	73	145
37 <sup>k</sup>	80540	56800	59162	74	104
40 <sup>k</sup>	86538	54200	62334	72	115
50 <sup>k</sup> A.R.A.	57478	45600	53148	93	116
50 <sup>k</sup> R.S.	83450	66500	64334	77	97

第13表中 C/A は鋼塊と鋼塊との空費時間(軌條工場能力不足に依り分塊ロール機が調子を合わせるため及均熱爐よりの鋼塊抽出遅延に依る)或は分塊壓延作業の操作不良等に依つて能率を低下せるを示して居る。C/B は 100% を超過するものは軌條工場に於て2臺或は3臺のロールで同時に壓延を行つたことを示し 100% 以下の場合は鋼塊と鋼塊の間で空費され軌條工場に尙餘裕のあることを示すのである。事實 30kg 軌條壓延に於ては軌條工場の壓延能力の不足を感じ 50kg P.S. 軌條は尙餘力あるを感ずるのである。故にこの状態に於ては第1分塊工場及軌條工場の作業連絡は一部の種類を除き都合よく行ひ得るのであるが最新式の能力大なる分塊ロール機に對しては現在の軌條工場の能力では不足することは明白なることである。要するに大型工場の如何なる種類の成品に於ても分塊ロール機の壓延能力に匹敵して居ることは絶対に必要であるが一般に建設當時には豫定される成品に對し充分の考察を以て設備され

るが年と共に作業困難なる新しき成品が要求され然も分塊ロールの能力は職工の熟練と共に増し作業連絡に甚ぞしく困難となるのである。第 14 表は第 4, 5 分塊工場と第 2, 3, 大型工場との品種別の各工場の壓延所要時間を示して居る。

第 14 表

品 種	分 塊 工 場	鋼塊單重	鋼片斷面	直 送 鋼片單重	大 型 工場名	分塊工場 壓延時間	大型工場 壓延時間
30 <sup>k</sup> 軌條	四分塊	3'40	180×120	1'60×2 <sup>本</sup>	二大形	2'-50''	4'-0''
37 <sup>k</sup> "	"	3'40	175×175	1'90	"	1'-43''	3'-20''
T.P.(50 <sup>k</sup> ) "	"	3'20	200×140	3'00	"	2'-15''	3'-30''
T.P.(37 <sup>k</sup> ) "	"	3'00	180×120	1'40×2 <sup>本</sup>	"	2'-23''	4'-20''
150×100×12 <sup>mm</sup> 山形	"	3'80	187×130	1'80×2 <sup>本</sup>	"	2'-43''	4'-43''
200×150×9 <sup>mm</sup> 工形	"	3'40	200×170	3'20	"	1'-50''	3'-43''
200×80×7.5 <sup>mm</sup> 溝形	"	3'00	200×150	2'80	"	2'-20''	5'-0''
45 <sup>k</sup> 軌條	"	3'35	240×220	2'15	三大形	1'-40''	3'-37''
24'×7 1/2'工形	五分塊	4'50	blank	4'15	"	3'-20''	2'-40''
18'×7' "	"	4'20	"	3'80	"	3'-10''	2'-35''
400×150×10 "	"	3'90	"	3'60	"	2'-40''	3'-0''
250×90×9溝形	"	4'00	210×210	1'85×2 <sup>本</sup>	"	1'-50''	4'-50''
250×90×11 "	"	3'80	210×210	3'60	"	1'-45''	4'-0''

即ち品種に依つて分塊ロール機と大型ロール機の壓延能力に大差あり作業連絡は甚だ困難で止むを得ず一部の成品のためには加熱爐を利用して居る。一般的に分塊工場の最近の能力の増大に對して加熱爐なしに直送材のみで大型工場は作業なし得るや否やは將來の興味ある問題であるが大型ロール機の壓延速度を増大し又は孔型通過回数を極度に減じロール機を合理的に配置する等に依つて現在以上の進歩が行はれるであらうし現在に於ても一部には直列に數個のスタンドを設備し或は其他の方法に依つて多量生産を行ふものもあるが莫大な設備費を要する。我國の現在の如く數十種の品種を一工場にて行ひ然もその需要數量少なければロール組替其他に時間が空費せられて生産能力を減じその結果は分塊工場の能力を甚だしく減退せしむるものである。

第 4 章 結 言

以上述べ來つたものの主なるものを摘録すれば

(1) 鋼塊の均熱爐への輸送及均熱、分塊壓延作業の作業能率に影響する種々の點を時間的及熱的に考察し併せて連

續ロール機及成品ロール機との作業連絡上必要なる點を指摘した。

(2) 均熱爐に於ては極力造塊時の保有熱量を利用して燃料費を節約すべきであるが現在に於ては不規則なる製鋼時間及出鋼時間を肯定して加熱式均熱爐を使用して均熱爐を

均熱の目的と併せて鋼塊のレザーバーと考へ分塊ロール機以後を極力機械的に作業せしめ全能力を發揮せしめる様に努力すべきである。従つて平爐出鋼容量のみの増大は甚だしく均熱作業を困難とする。

(3) 分塊工場の壓延能力は分塊ロール機の鋼塊 1 本の壓延時間に最も關係し其他の事情に依つて定まるが結局必要に應じては年間 100 萬噸の生産能力も可能である。

(4) 最近平爐容量は漸次増大するが製鋼工場及分塊工場の作業連絡上より一製鋼工場の生産能力と平爐容量及分塊ロール機能力とは比例して増大せしむるを有利と信ず。

(5) 分塊ロール機と連続ロール機との作業進行状態を時間的に測定し其の良好なる作業連絡上必要なる點を指摘し現状に於ては技術的に見て小鋼片及シートバーの壓延のための連続ロール機及分塊ロール機の生産能力は十分に増大せしめ得ると共に良好なる作業連絡も可能であると考へられる。

(6) 分塊ロール機と大型成品ロール機との作業連絡に就き八幡製鐵所の實例を示し大型成品の需要少く然も種類多き日本の現状に於てはその作業連絡は甚だしく困難で最近の能力大なる分塊ロール機に對しても直送材のみを以ては到底不可能で分塊ロール機の生産能力は制限される事を述べた。

終りに臨み本文を記するに際し種々御指導御鞭撻を賜はりたる景山技師長、岡崎部長、金子博士に深甚なる謝意を表すると共に調査其他に援助されたる諸賢各位に厚く感謝する次第である。