
特殊極厚鋼板製造設備の概要

General Description of Main Facilities for Producing Ultraheavy Steel Plates

江本 寛治 (Kanji Emoto) 宮田 克彦 (Katsuhiko Miyata) 高橋 明人 (Akito Takahashi) 鈴木 陸永 (Michinaga Suzuki) 関根 稔弘 (Toshihiro Sekine)

要旨：

水島製鉄所における特殊極厚鋼板製造設備概要を製鋼、鍛錬、圧延および精整の四大工程に分けて ASTM A387D や A533B 製造の例をひいて説明し、あわせて工程および設備の特徴を示した。製鋼では、不純物元素のきわめて少ない清浄な母溶鋼を供給する 180t 転炉、この母溶鋼の加熱合金添加、脱ガスその他成分調整を自由に制御できる取鍋精錬炉 (LRF)、得られた優良な品質の鋼塊の内部組織の健全性をよりいっそう高める 6000t 鍛造プレス、さらに板厚や平坦度などにすぐれた製品を産みだす新鋭厚板圧延機を紹介し、最後に圧延母板から製品に仕上げる特厚工場における熱処理設備や精整設備を概括した。

Synopsis：

Since April 1971, ultraheavy steel plates including such grades as ASTM A387Gr. D and A533Gr.B. have been produced in Mizushima Works, Kawasaki Steel Corp. In order to meet with the severer requirements on qualities from customers, it is much better to produce the plates in an integrated iron and steel works, where the selection of raw materials is favourable, application of suitable processes and facilities are at will and moreover the integrated quality- and process-control are available. For the production of the plates, modern 180 t basic oxygen furnaces, by which a clean mother metal of lesser tramp elements can be fed, a 100 t LRF (ladle refining furnace under the license of ASEA-SKF), by which extremely sound and better ingots are able to be produced, a 6000 t forging press for obtaining rolling material of sound and homogeneous internal structure, and a modern plate roughing mill are applied. The rolled mother plates are then treated in the ultraheavy steel plate finishing shop, equipped with a 3000 t leveling press, a heat treating furnace, an automatic surface grinding machine and other auxiliaries.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

特殊極厚鋼板製造設備の概要

General Description of Main Facilities for Producing Ultraheavy Steel Plates

江 本 寛 治*

Kanji Emoto

宮 田 克 彦**

Katsuhiko Miyata

高 橋 明 人***

Akito Takahashi

鈴 木 陸 永****

Michinaga Suzuki

関 根 稔 弘*****

Toshihiro Sekine

Synopsis:

Since April 1971, ultraheavy steel plates including such grades as ASTM A387Gr. D and A533Gr. B. have been produced in Mizushima Works, Kawasaki Steel Corp.. In order to meet with the severer requirements on qualities from customers, it is much better to produce the plates in an integrated iron and steel works, where the selection of raw materials is favourable, application of suitable processes and facilities are at will and moreover the integrated quality- and process-control are available. For the production of the plates, modern 180 t basic oxygen furnaces, by which a clean mother metal of lesser tramp elements can be fed, a 100 t LRF (ladle refining furnace under the license of ASEA-SKF), by which extremely sound and better ingots are able to be produced, a 6000 t forging press for obtaining rolling material of sound and homogeneous internal structure, and a modern plate roughing mill are applied. The rolled mother plates are then treated in the ultraheavy steel plate finishing shop, equipped with a 3000 t levelling press, a heat treating furnace, an automatic surface grinding machine and other auxiliaries.

1. ま え が き

石油精製プラントなどの反応容器に広く使用される ASTM A387D 鋼や原子炉圧力容器に用いられる ASTM A533B 鋼などのように特殊な用

途に使用される高級極厚鋼板（当社では一般の極厚鋼板と区別するため、これらを特殊極厚鋼板と称している。以下特厚鋼板と略称する）は、従来鍛鋼品が占めている分野に進出して日もまだ浅く、このためその機械的性質はもとより内部性状や表面品質に関してもきわめて厳しい仕様が課せ

* 水島製鉄所製鋼部電炉課課長

*** 水島製鉄所第一圧延部部長

***** 水島製鉄所管理部厚板管理課課長

** 水島製鉄所鍛造部鍛錬課課長

**** 水島製鉄所鍛造部熱処理課課長

られている。

この厳しい仕様要求を満たすためには、原料から製品出荷まで一貫した製造管理、品質管理が可能な総合製鉄所がきわめて有利である。

このような狙いのもとに当社水島製鉄所で、500 t / 月の能力を有する一連の特厚鋼板製造設備が稼動したのは昭和46年4月であり、その後厚さ300mm、最大単重45 t までの製品を送り出している。

本報ではこのような特厚鋼板製造の主要設備を紹介する。

2. 製造工程とその特色

設備概要を述べるに先立ち、当社水島製鉄所における特厚鋼板の製造工程の概略とその特色について述べる。

Fig. 1 に製造工程を材料の通過工程設備のフローで示す。太線で示した工程は前述の A387D や A533B などの高級特厚鋼板に適用される。製品仕様要求によっては必ずしもこの工程を経ずとも品質を満足できるものもあり、その場合には細線で示した工程を通す。なお本報ではこの細線

で示すルートについては触れない。

Fig. 1 に示されるように、当特厚鋼板製造工程における2大特色は次のとおりである。

(1) 酸素上吹転炉と取鍋精錬炉の組合せによる溶鋼の2段精錬法の採用

A533B や A387D など高級特厚鋼板に要求される耐照射脆性、耐焼もどし脆性の仕様を満たすには、不純物元素（たとえば P, S, Sn, Pb, As, Sb, V, Nb など）の含有量をできるだけ低い値に保つ必要がある。したがって酸素転炉を用い、高溶銑配合に加うるに、所内発生の履歴の知れた優良還元鋼屑を少量装入して母溶鋼精錬を行なえば不純物元素含有量のきわめて少ないすぐれた母溶鋼が得られる。また転炉中での激しい脱炭反応時には鋼中水素もかなり除去され、さらに鋼中窒素含有量もきわめて低いレベルに下っており、製品特性が要求する量に調整することは容易である。

ASEA-SKF 方式による取鍋精錬炉 (Ladle Refining Furnace 当社では略して LRF) では、前記母溶鋼の成分調整、電弧加熱、脱ガスさらに脱酸後の脱酸生成物浮上分離等の各処理を、常時電磁誘導攪拌を行ないながら進めるため、内部性状のすぐれた高品質の鋼塊が得られる。

(2) 大型プレスによる鍛造工程の採用

鋼板の板厚が増加すると、鋼塊対鋼板の厚さ比が減少し、十分な圧延比をとることが困難になるため、内部欠陥が発生しやすくなり、さらに機械的性質とりわけ延性と靱性が低下するといわれている。一方、ロールによる圧延では鍛造プレスによるそれに比べ、中心部の改善効果が小さいことが確認されている。

このような点から、当所では、鍛造プレスを用いて、圧延素材（スラブ）を十分に鍛錬し、鑄造組織を素材中心まで鍛錬組織に変え、さらに鋼塊軸心部などに出現することがある微小空隙をも完全に圧着し、製品の機械的性質の向上と均質化を図るとともに内部欠陥も生じさせないようにしている。

3. 設備概要

以下、設備の範囲を製鋼、鍛錬、圧延、精整に

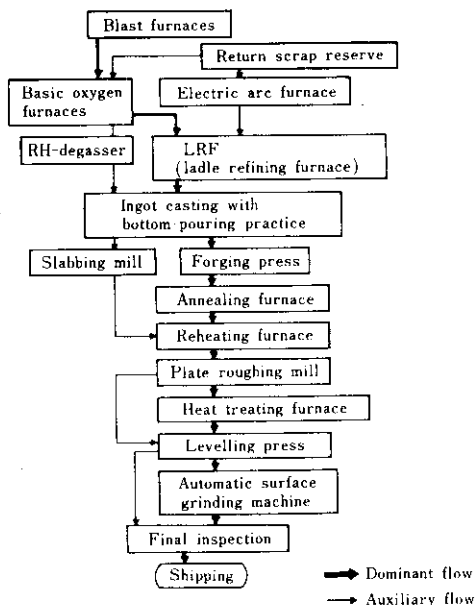


Fig. 1 Schematic representation of main facilities for producing ultraheavy steel plates

わけて述べる。なお精整とは熱処理炉から最終検査までをさす。

3-1 製鋼設備

3-1-1 転炉設備および精錬概要

LRF向けの母溶鋼吹錬は第1製鋼工場で行なわれているので、ここでは第1製鋼工場の概要を紹介する。

主要設備としてまず酸素上吹転炉(180t/ch)が3基あり、いずれも吹錬中に発生するCOガスを主体とした廃ガス回収装置を有している。転炉の内壁は塩基性耐火物で裏張りされ、高塩基スラグを生成させる高温精錬が可能であり、P, Sの有害不純物元素の低減を可能にしている。

転炉上方には焼石灰、螢石などの造滓原料、マンガ鉄その他の合金鉄を納めたバンカーが設置されており、適宜、炉内または出鋼中の取鍋内への添加を容易、かつ正確に行なえるように制御されている。

転炉の下には取鍋を載せた受鋼台車が出入でき、この受鋼台車にはロードセルを用いた秤量システムが取り付けられている。これによりLRFへ送る母溶鋼重量を正確に管理できる。

転炉精錬用の溶銑は、溶銑車(torpedo car)にて転炉工場に送り込まれ、転炉装入用の溶銑取鍋に払い出し時、適当な組成の脱硫剤を添加し低硫銑を得る。

LRF向けの溶鋼精錬は180t単位で行なわれる。原料の溶銑にはP, S, Asなどの不純物のより低いものを選び、前述の脱硫予備処理を行ってから酸素転炉に装入する。溶銑配合率はきわめて高く、これにより鋼屑に由来する不純物元素の混入を抑制できる。少量使用する鋼屑には、分塊工場で発生する屑のうち、P, S, その他不純物の低いものを選別貯蔵しておいたものをあてている。

精錬が終了すると、溶鋼温度測定と成分分析が行なわれ、標準に定める範囲にあることを確認してから、出鋼作業に移る。この際、出鋼孔から溶鋼流出に先立ち、スラグがまず流出するが、これは溶鋼品質特にP含有量に影響を与えるので、ス

ラグの流出を極力抑制するようにくふうがなされている。

出鋼時の合金鉄添加は、LRFにおける製鋼効率および脱ガス効率を考慮して標準化されている。

取鍋に所定量(通常は約100t)の母溶鋼出鋼を終えると、この取鍋を輸送台車に移し、約3km離れた電炉工場に送るが¹⁾、場合によってLRF専用取鍋に転炉から直接出鋼することもある。高級材溶製時には通常、LRF専用取鍋に注入(re-ladle)する方法を採り、転炉スラグを完全に除いている。

3-1-2 電気炉設備

電気炉(ここではLRFと略称する)についてはすでに詳しく報告¹⁾されており、ここでは簡単に述べる。

Table 1にLRFの主な設備仕様を示す。

Table 1 Main specification of LRF

1) Heat capacity	100t
2) Heating equipment	
a) Transformer	8 000kVA, max. 11 000kVA
b) Dia. of electrode	12φinch
3) Ladle shell	
a) Inner dia.	3 250mm
b) Total height	4 450mm
c) Material	SUS27
d) Stopper	Electromotive stopper manipulator
4) Electromagnetic induction stirrer	
a) Induction coil	Inner dia. 3 450mm Height 3 100mm
b) Low frequency converting generator	350kVA×2
c) Frequency	1.0~1.2Hz
5) Vacuum system	
a) Type	Five stages steam ejector Three stages condenser
b) Operating pressure	0.05Torr
c) Ejection rate	45kg/hr at 0.05Torr
d) Steam consumption	Max. 11 900kg/hr

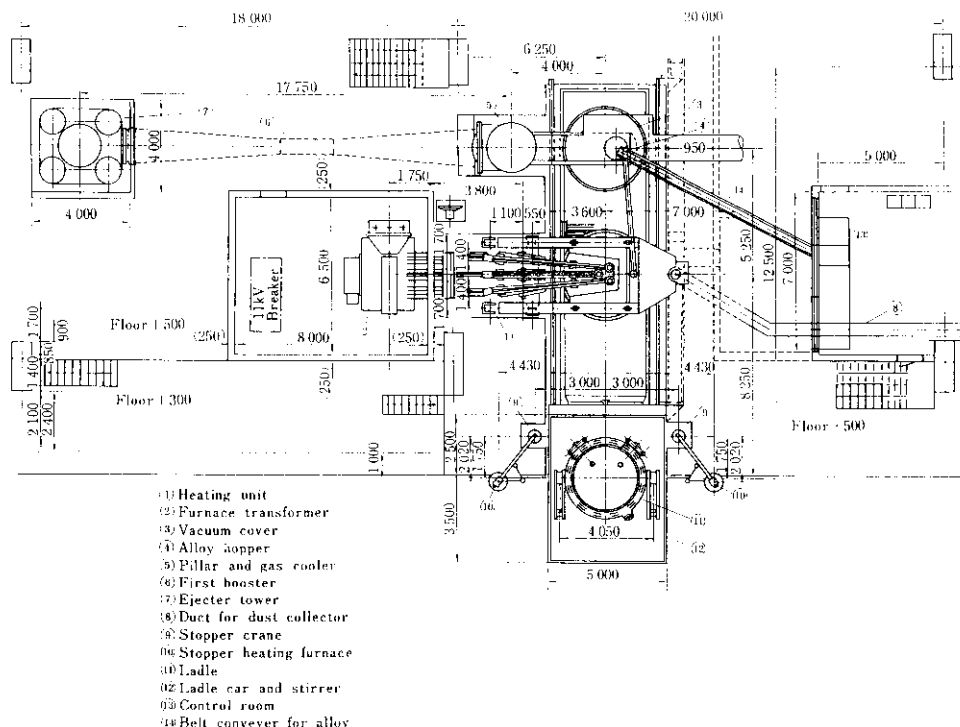


Fig. 2 Layout of 100t ladle refining furnace

Fig. 2 に LRF の工場レイアウトを示し、Photo. 1 にその主要部を示す。この写真は、アーク加熱を終了し電極と炉蓋を揚げたあと、台車ごと LRF 取鍋を向う側に移動し、真空脱ガスを行なっている状態を示す。

LRFの処理容量は転炉母溶鋼を用いる場合（これをLD-LRFという）、100t/chを標準とし、60tから110tまでの処理が可能である。30t



Photo. 1 100t ladle refining furnace

電気炉の母溶鋼を用いる場合（EF-LRF という）は25tから34t/chである。

LR F 取鍋は溶鍋の電磁誘導攪拌を可能にするため 18-8 ステンレス鋼製であり、通常の溶鍋取鍋よりもやや細長い形状を有する。上部は脱ガス時のシール用パッキングを納めるフランジとなっており、水冷されている。

耐火物には、スラグラインおよび側壁部ともに塩基性レンガ（マグクロレンガ）を用いている。これにより塩基性渣の造成が可能であり、不純物のいっそうの低減が可能となっている。

加熱装置は通常のアーク電気炉と同一機構であり、3相アーク加熱方式により、平均 $2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ の加熱速度を目標とし、最高有効電力9.6MWを投入する。

溶鋼攪拌は既述のように電磁誘導方式により行なわれる。すなわち取鍋を収容する円筒(**Photo. 1**参照)内側に設置されたコイルと台車に載せてある低周波発生装置をあわせてスターラーと称し、これがLRFの心臓部に相当する。

金属介在物の生成と残留を極度に警戒して、取鍋ノズルと注入管の間を不活性ガスを用いたシール方式により、大気を完全に遮断するのをはじめ、铸型内にも適切な溶鋼表面被覆剤を添加して、上昇溶湯面の大気酸化を防止し、優良な内部品質の鋼塊とする努力を払っている。

铸型に関しても特厚鋼板用として扁平上広形状のものを開発し、好結果を納めている。

凝固が完了すると、鋼塊は铸型から抜き出され直ちに鍛造工場へ発送される。

なお、操業の標準プロセス¹⁾は特厚鋼板用の鋼塊を製造する場合にも適用される。(Fig. 5 参照)

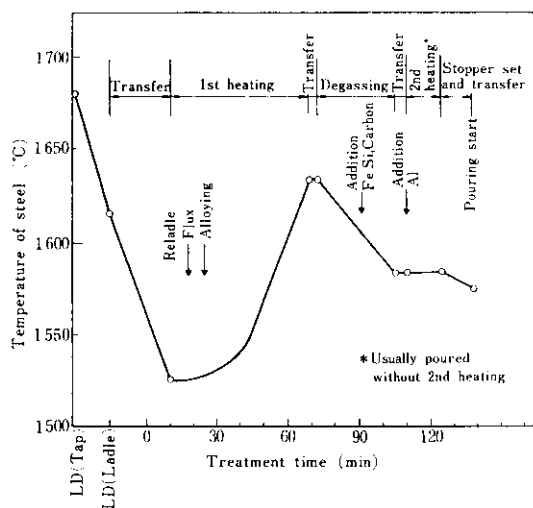


Fig. 5 Practice of refining in ladle furnace

第2加熱は特別な場合以外行なわない。

加熱開始からストッパー取付まで、合金鋼なら2~3hr/chである。

以上に設備概要を紹介したように、LRFは加熱、攪拌を随意に制御できるため、従来の脱ガスプロセスに対して、次のようなすぐれた特徴を備えている。

- (1) 合金鉄の大量添加が可能のため、炭素鋼から合金鋼まで広範囲の鋼種を生産できる。
- (2) 脱ガス時間を十分とつてもなお、鋼塊内部品質を高めるのに必須の高温注入が可能である。また脱ガス終了予定時間を過ぎてもなお温度が高過ぎる場合でも、攪拌作用を強める

ことで短時間のうちに、取鍋内全体を均一な目標注入温度にコントロールできる。

- (3) 攪拌により取鍋内溶鋼の成分偏在を防げる。
- (4) 取鍋耐火物は十分蓄熱されているため、精錬終了から注入開始までの温度低下がわずかで、かつ溶鋼がよく環流しているので、その温度が均一である。
- (5) 適当なフラックスを用いて精錬中の脱硫が可能である。
- (6) 鋼中水素含有量の低減の要件は、長時間、低塩基性スラグ下で、非鎮静状態(強力脱酸材を添加していない状態)の溶鋼を真空処理することにより、LRFではこの3要件を自在に駆使でき、水素トラブルを全く回避できる。

3.2 鍛錬設備

3.2.1 工程概要

LRFにて溶製された鋼塊は、熱塊で鍛錬工場に送られ、直ちに加熱炉に装入され、鍛錬目標温度まで加熱される。

鍛錬は6000t鍛造プレス(Hydraulic社製)にて行なわれ、次工程の圧延に適した形状のスラブを得る。

鍛錬が終了したスラブは、熱間で直ちにその両端部がガス切断で切り落され、そのまま電熱熱処理炉に装入され、長時間かけて焼鈍、徐冷される。この間、適当な表面温度時点でスラブの両面をガススカーフで溶削し、疵を除去する。100°C以下まで徐冷が進めば、炉から取り出し、大型グラインダーを用いて両面を研削し、微小な疵の発見と除去を行なう。両端断面も入念に検査され、基準に合格したスラブは、厚板工場に発送される。

3.2.2 設備およびレイアウト

レイアウトをFig. 6に示す。

LRFから受け入れた鋼塊はFig. 6の#30加熱炉に装入される。この炉は重油燃焼の台車式で最高加熱温度は1300°Cである。

加熱された鋼塊は台車ごと引出され、クレーンで6000tプレスのマニピュレーターに運ばれ

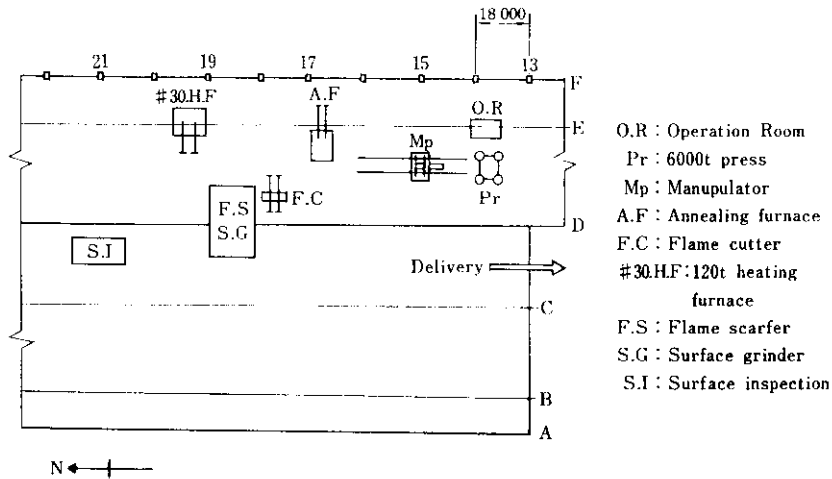


Fig. 6 Layout of forging shop, concerning forging practice of the slab

る。マニピュレーターのトンガは60t鋼塊まで保持できる。これ以上の重量の鋼塊をプレスする場合には、チェーンを用いてクレーン操作により鍛造プレスにかける。

鍛造プレスは西独 Hydraulic 社製の全自動高速自由鍛造型であり、最高圧下力 7200t まで発

揮する。デーライトは 6000mm、ストロークは 3000mm で柱中心距離は 3300×6000、作動水圧は 315kg/cm²、制御はデジタルである。

特厚鋼板用スラブの鍛造打上げ後、製品仕様に応じて焼鈍を行なうことがある。特に A533B や A387D などでは、この焼鈍は水素拡散のために重要であり、鍛錬ヤードから大物熱処理ヤードに運ばれて、80t ガス炉、100t ガス炉または130t 灯油炉にて焼鈍される。

スラブを処理する他の付属設備、たとえばフレーム・カッター、グラインダー、フレームスカーファーなどについては省略する。

Photo. 2 に 6000t プレスを示す。また鍛錬主要設備諸元を Table 2 に示す。

3.3 圧延設備

3.3.1 工程概要

鍛錬をおえ、表面検査に合格した特厚用スラブは厚板工場に送られる。厚板工場では加熱—圧延—冷却の工程を経る。主要設備としては加熱炉、スラブ移送電動リフター、粗圧延機である。

(1) スラブ受入れ

鍛錬工場を手入検査は終わっているが、厚板工場受入れ時に表面、断面ともに再チェックを行ない、万全を図っている。



Photo. 2 6000t forging press

Table 2 Specifications of main facilities in forging shop

Facilities	Number	Specification
Reheating furnace (confined for slab forging)	1	Type: Batch f'ce of mobile hearth Capacity: 120t/charge Temp.: max. 1 300°C
Forging press	1	Type: Full automated high speed free-forging hydraulic press Capacity: 2 000/4 000/6 000/7 200t Daylight: 6 000mm Stroke: 3 000mm Column distance: 3 300×6 000mm Working hydropressure: 315kg/cm ² Controlling method: Digital control
Manipulator	1	Type: TM60-SECO Capacity: max. 60t ingot max. moment 150 m·t Operation: Simultaneous remote control with forging practice

(2) 加熱

特厚用スラブはその寸法、重量に応じてバッチ式加熱炉、または極厚加熱炉に装入され再加熱される。バッチ炉から送り出されるスラブは、粗圧延機にはいる前にデスケーリングユニットを通過し、加熱時に生じた表面酸化層を除去される。バッチ炉にはいらない大型の極厚スラブは、前述の電動リフターで粗ミル前面に降ろされるが、厚みが大なるためデスケーリングユニットにかけられない。そこで酸化層生成防止のために、加熱炉装入に先立ち、所定の酸化防止剤塗布をうけ、薄鋼板製のカバー板で梱包された形で炉にはいる。スラブ材質とその厚みに応じて昇熱曲線が規定されており、これによりプログラム自動加熱が行なわれる。

(3) スラブ移送

極厚炉装入のスラブは炉内台車ごと、そのままヤード渡し台車に乗って圧延ヤードに送られ、そこでクレーンに吊られた電動リフターで保持されて粗圧延機前面に降ろされる。

(4) 圧延

厚板工場には粗圧延機と仕上圧延機の2基の圧

延機がある。後出の表に示されるように、粗圧延機においては仕上圧延機よりもロール胴長とロールリフトが大きく、特厚鋼板は粗圧延機のみで圧延し仕上げてしまう。

特厚鋼板では、圧延の際、大断面スラブを使用するため、圧下中の側面と前後端面の巻込み量が大きく、かつ幅広がりもはなはだしいため、スラブ設計と圧下目標寸法の設定に多大の注意を払う必要がある。

(5) 製品移送

特厚製品は寸法と重量に関する制限から通常の仕上工程を通れない。そこで圧延が完了すると、粗圧延機前面で再び電動リフターで吊り上げられ、前述のヤード渡し台車で冷却ヤードへ送られ、冷却床に降ろされる。

(6) 冷却、搬出

冷却床で常温近くまで冷却された後、トレーラーで特厚鋼板の処理工場（精整を受持ち、所内では特厚工場と称する）へ送られる。A387Dなどのように温間で熱処理炉に装入する必要のあるものは、圧延チャンスと熱処理チャンスを合わせておき、圧延後直ちに発送する。

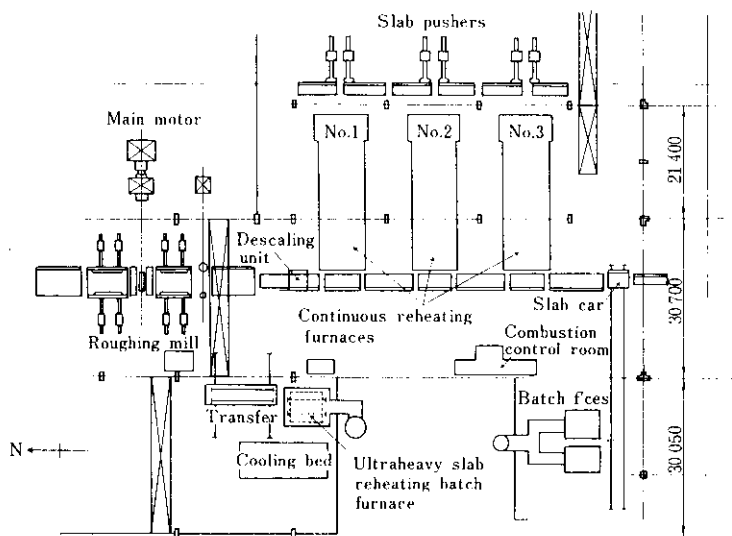


Fig. 7 Layout of plate mill confined to ultraheavy steel plate rolling

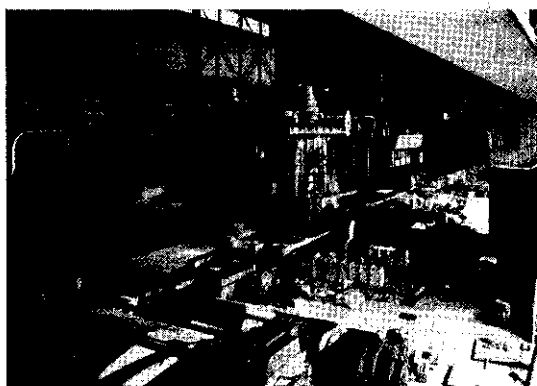


Photo. 3 4-high reversing plate rougher

3.3.2 設備概要

Fig. 7 に厚板工場の特厚鋼板圧延に関連した部分のレイアウトを示す。Photo. 3 は粗圧延機を示す。

また Table 3 に加熱炉仕様とスラブ寸法、Table 4 に厚板圧延機の仕様を示す。

極厚スラブ加熱炉能力が示すとおり、圧延のままの素板単重は65tであり、製品としては前後端のクロップ、側面の巻込部切落しを経るので max. 45t 程度となる。

製品幅は粗ミルのワークロール胴長から

Table 3 Specification of reheating furnaces and dimension of slab

	Batch furnace	Ultraheavy slab reheating furnace
Type	One way top firing with top gate	One way top firing with front gate
Construction	Aug. '67	Feb. '71
Space	4 730W × 7 700L × 2 800H	4 950W × 6 550L × 2 900H
Fuel	LPG + BF gas	LPG + BF gas
Capacity (t/h)	8.0	5.0
Charging	By pit crane	By mobile hearth itself
Slab size (mm)	75~450 in thickness 900~2 200 in width 1 400~4 400 in length Max. 25t	300~800 1 400~3 600 2 500~4 800 Max. 65t

Table 4 Specification of plate mill

	Rougher	Finisher
Type	4 high reversing	4 high reversing
Construction	July, '70	April, '67
Work roll (mm)	1 020 ϕ × 4 700	1 000 ϕ × 4 100
Back-up roll (mm)	1 900 ϕ × 4 600	1 900 ϕ × 4 000
Roll lift (mm)	800	550
Main motor	DC3 750kW × 0 ± 40/100rpm × 2	DC3 750kW × 0 ± 40/100rpm × 2
Driving	Twin drive	Twin drive

4 200mm を上限とするが、仕様によっては 4 400mm まで可能である。

3.4 精整設備

3.4.1 精整工程の概要

厚板工場から受け入れた母板は特厚工場にて精整工程を経る。A387D クラスの場合はまず表面チェックがあり、これに第1次超音波探傷が続く。以下この種のハイグレード材の処理工程を紹介する。

受入チェックを終えた（疵がある場合には慎重にグラインダーで研削除去が行なわれる）母板は、熱処理炉に装入され所定の熱処理を受ける。熱処理後に注文寸法にガス切断を行ない、同時に試験片ブロックやテストクーボンブロックも採取する。次いで 3 000 t 歪矯正プレスで歪取りを行ない、平坦度を確保する。場合によっては応力除去焼鈍をこのあとに付加することもある。

つづいて鋼板は表裏面を研削するため通称電車グラインダーにかけられ、美しい表面に仕上げられる。

このあと、非破壊試験として超音波探傷および液体浸透探傷などの内質および表面品質チェックの試験が行なわれる。

別途、前述の試験片ブロック、あるいはテストクーボンブロックの熱処理が行なわれ、それらから採取された試験片を用いて各種材料試験が進められる。

こうして、形状、寸法、重量、内外部品質および、各種機械的性質が需要家仕様に合格した特厚鋼板には、最終仕上として表示、刻印を施され、出荷を待つに至る。

転炉における母溶鋼吹錬からかぞえてここに至るまで、平均45日を要する。

3.4.2 精整設備概要

精整工程を受持つ特厚工場の主要設備は Fig. 8

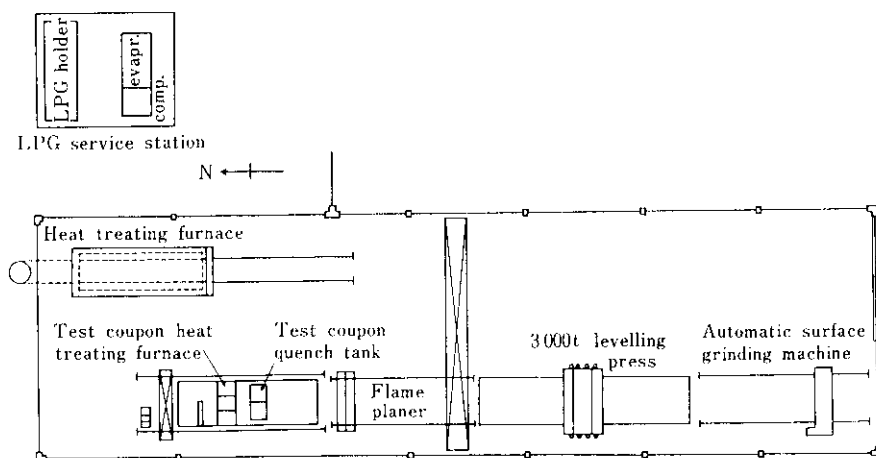


Fig. 8 Layout of ultraheavy plate finishing shop



Photo. 4 Heat treating furnace



Photo. 7 Quenching of test-coupon



Photo. 5 3000t levelling press

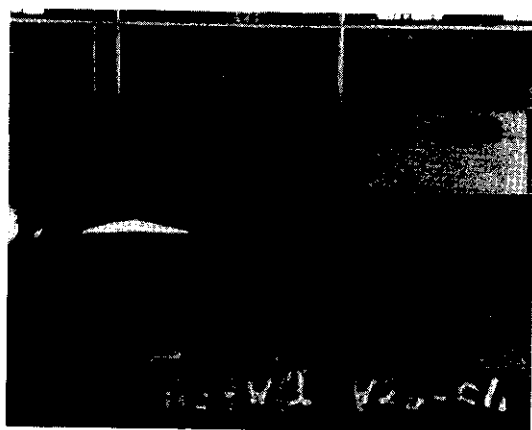


Photo. 6 Surface grinding machine

および Photo. 4, 5, 6, 7 に示すように、熱処理炉、3000t 歪矯正プレス、表面研削自動グラインダー、およびテストクーボン熱処理炉とその焼入れ設備である。このほか付属設備として高速ガス切断機、部分手入用グラインダーがある。各設備の主要仕様を Table 5 に示す。

この工場内での材料運搬は、リフティング・マグネットを用いた天井走行クレーンにより行なわれ、製品表面に取扱時に疵を与えないよう細心の注意を払っている。

台車式加熱炉の運転は炉内を3ゾーンに分けて、それぞれの雰囲気温度をプログラム制御する方式で行なわれ、400~1000°C の範囲では、炉内の常時使用域の温度分布を目標値に対し $\pm 15^{\circ}\text{C}$ 以内となるよう管理されている。

歪矯正プレスは3000t 油圧式プレスで、500t ピッチの圧力調整が可能である。矯正能力は厚さ300mm、幅4500mmまで可能であり、平坦度にすぐれた製品を得ることができる。

テストクーボン炉の加熱は雰囲気プログラムの制御あるいは、テストクーボン表面に取りつけた熱電対により、あらかじめ指定された加熱保持パターンの処理が行なえ、炉内温度分布を設定値 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ に保てる。炉に併設された水焼入れ槽は max. 300×1150×2100mm (5.7t) のテストクーボンを処理できる。槽の内部にはプロペラ攪拌装置が設けられ、焼入れが均一に行なえる。

フレームブレーナーは高速溶断が可能な高能率

Table 5 Specification of main facilities of ultraheavy plate finishing shop

Facilities	Number	Specifications
Leveling press	1	Type: Oil pressure press Capacity: max. 3 000t Daylight: 1 500mm Stroke: 600mm Column distance 6 300×1 900 Working pressur 270kg/cm ²
Heat treating furnace	1	Type: Batch type of mobile hearth Fuel: LPG Capacity: 100t/ch Temperature: 400~1 000°C (±15°C) Effective space 5 000W×1 200H×15 000L
Flame planer	1	Type: EP60 flame planer Capacity: 50~300mm in thickness max. 4 500W×16 000L Fuel: Propylene
Surface grinder	1	Type: Mobile type of automatic control Capacity: Standard 0.25hr/m ² ·min 50~300mm in thickness 4 500W×15 000L
Test coupon heat treating furnace	1	Type: Vertical pit Heating capacity: 6t/ch Fuel: LPG Temperature: 400~1 000°C (±10°C) Coupon size: max. 300×1 150×2 100(mm)
Test coupon quench tank	1	Type: Vertical pit with stirring propellers Water-supply: 2t/min during treatment Coupon size: max. 300×1 150×2 100
Transfer crane	1	85t (60t with lifting magnet)

機である。断面状況は製品表面品質を左右するので、ノズル、ガス圧、角度などに細心の注意を払っている。

製品表面研削の高速自動走行グラインダーは、幅 4 500mm、長さ 15 000mm のサイズまで処理可能であり、0.25hr/m²·min 程度の研削能力がある。本機には集塵装置も取付けられており、砥石粉などによる作業環境の劣化を防止している。

4. 結 言

特殊極厚鋼板、特に ASTM A387D, A533B に代表される高温圧力容器用特厚鋼板の、水島製鉄所における一貫製造設備について概略の紹介を行なった。

原料選択から精整仕上げまで約45日を要する長い工程を経て、高品質の優良な特厚鋼板を出荷するまでには、このほかにも多くの補助的設備が主要設備の前後にあって、それぞれの機能をフルに

発揮していることはいうまでもない。

設備ばかりでなく、これを稼働させる技術および管理技術の三位一体が、すぐれた特厚鋼板の量産を可能にし、需要家の要望を満たしている。

最近ではA387Dの268mm厚の大単重鋼板の量産にいたっており、またA533Bに関しても、厚さ200mmをこえる製品の量産体制を確立している。

参 考 文 献

- 1) 西岡, 江本: 川崎製鉄技報, 4 (1972) 1, 12
- 2) 藤井, 松野, 大井: 鉄と鋼, 58 (1972) 4, S.55
- 3) 藤井, 松野, 大井: 川崎製鉄技報, 4 (1972) 1, 1

