要約版

川崎製鉄技報
KAWASAKI STEEL GIHO
Vol.28 (1996) No.3

台湾初の電炉～形鋼一貫プラントの建設(東和鋼鐵苗栗工場殿向)

The First H-Shape Plant in Taiwan (Tung Ho Steel Miaoli Works)

渡瀬　善次郎(Zenjiro Watase)　小笠原　一紀(Kazuki Ogasawara)

要旨：
台湾北中部の苗栗(Miaoli)に台湾初の電炉～形鋼一貫プラントが建設された。東和鋼鐵企業股□有限公司の新しい形鋼工場であり，建設には川崎製鉄が全面的に協力した。110ｔの直流電気炉,3ストランドのビームブランクとブルームの連続鋳造機が1993年8月に稼動し，続いてH形鋼ミルが同10月に稼動した。電気炉および連続鋳造機は満足できる立ち上がりである。中間製品は加熱炉に熱片挿入が可能である。H 形鋼ミルも圧延を開始後順調に立ち上がり，1994年4月に14サイズのH形鋼とフラットバーの試圧延を完了した。いずれもJIS規格を十分満足する形状材質である。当工場で生産されたH形鋼は市場でも好評で迎えられている。

Synopsis：
The first H-shape plant in Taiwan was constructed with the assistance of Kawasaki Steel at Tung Ho Steel Enterprise Corp. Miaoli Works. A 110t DC EAF and a three-strand beam blank/bloom caster were put into operation in August 1993 and an H-shape rolling mill started its operation in October 1993. The EAF and the beam blank caster are working satisfactorily. Hot semi products can be charged into the reheating furnace. After starting up, the H-shape rolling mill is continuing a good operation and in April 1994, the test rolling of 14 sizes of H-shape and flat bars was completed. The product shapes and dimensions fully satisfy JIS (Japanese Industrial Standards). The H-shape from this works have been well received on the market.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

台湾初の電炉～形鋼一貫プラントの建設（東和鋼鐵苗栗工場殿向）*

川崎製鉄技報
28 (1996) 3, 148-152

The First H-Shape Plant in Taiwan(Tung Ho Steel Miaoli Works)

渡瀬 善次郎
Zenjiro Watase
エンジニアリング事業
本部 製鉄プラント事
業部 圧延技術部熱延
技術室 主査(部長補)

小笠原 一紀
Kazuki Ogasawara
エンジニアリング事業
本部 製鉄プラント事
業部 銑鋼技術部製鋼
技術室 主査(課長)

要旨

台湾北中部の苗栗(Miaoli)に台湾初の電炉～形鋼一貫プラントが建設された。東和鋼鐵企業股份有限公司の新しい形鋼工場であり，建設には川崎製鉄が全面的に協力した。110 t の直流電気炉，3 ストランドのビームブランクとブルームの連続鋳造機が 1993 年 8 月に稼働し，続いて H 形鋼ミルが同 10 月に稼働した。電気炉および連続鋳造機は満足できる立ち上がりである。中間製品は加熱炉に熱片挿入が可能である。H 形鋼ミルも圧延を開始後順調に立ち上がり，1994 年 4 月に 14 サイズの H 形鋼とフラットバーの試圧延を完了した。いずれも JIS 規格を十分満足する形状材質である。当工場で生産された H 形鋼は市場でも好評で迎えられている。

Synopsis:

The first H-shape plant in Taiwan was constructed with the assistance of Kawasaki Steel at Tung Ho Steel Enterprise Corp. Miaoli Works. A 110 t DC EAF and a three-strand beam blank/bloom caster were put into operation in August 1993 and an H-shape rolling mill started its operation in October 1993. The EAF and the beam blank caster are working satisfactorily. Hot semi products can be charged into the reheating furnace. After starting up, the H-shape rolling mill is continuing a good operation and in April 1994, the test rolling of 14 sizes of H-shape and flat bars was completed. The product shapes and dimensions fully satisfy JIS (Japanese Industrial Standards). The H-shape from this works have been well received on the market.

1 はじめに

台湾で初めての電炉～形鋼一貫プラントが稼働を開始した。東和鋼鐵の苗栗工場で，川崎製鉄が以下の役割をはたしている。

(1) 全建設工程における管理と調整
(2) 試運転立ち上げ・操業指導
(3) 教育訓練
(4) ガイド，カリバー設計（H 形鋼 10 サイズ—**Table 1** に示す。）
(5) 製鋼工場の土木・建築の設計
(6) 圧延工場の土木設計
(7) クレシム方式の直流電気炉の供給
(8) フルターンキーベースでの水処理設備の供給
(9) ロール・ガイド・ロールチョック・ベアリング供給
(10) 分析装置供給
(11) 配線・配管工事を含む全設備の据付工事

以下に東和鋼鐵の新工場について川崎製鉄のエンジニアリングの内容を主体に述べる。

Table 1 H-shape size availability assisted by Kawasaki Steel

Material	Products(mm)
Bloom	200 × 200, 250 × 125, 300 × 150
Beam blank	350 × 175, 350 × 350, 400 × 300, 450 × 200 500 × 200, 500 × 300, 600 × 300

2 設備の主仕様とレイアウト

設備の主要な仕様と全体レイアウトを **Table 2** と **Fig. 1** に示す。また形鋼ミルの圧延出側より見た圧延状況を **Photo 1** に示す。設備能力は 60 万 t / y (将来 100 万 t / y) である。

このレイアウトは当社の関連会社であるダイワスチールの製鋼工場と中形工場及び当社の大形工場など東和鋼鐵と類似の設備の建設の経験を生かし以下を考慮にいれて作成したものである。

(1) 将来の電気炉・連続鋳造設備・加熱炉・冷却床等の増設計画の折り込み
(2) 初期投資金額の抑制
(3) 材料のスムースな流れ
(4) 要員数の抑制

このレイアウトの特徴は以下のとおりである。

(1) 電気炉ヤード，レードルヤード，連続鋳造ヤードは将来の拡張を考慮した。
(2) 副原料供給設備は今回建設された電気炉と将来建設予定の電

* 平成 8 年 9 月 20 日原稿受付

Table 2 Main specifications of Miaoli Works of Tung-Ho Steel

No.	Item	Quantity	Specification	Maker
1	Capacity of production		600 000 t/y 1 000 000 t/y (in future)	
2	Electric arc furnace	1 set	DC Arc furnace (110 t/charge) Transformer capacity 100 MVA Upper electrode 710 ϕ × 1 Bottom electrode 3 pieces (water cooled type)	Clecim
3	Dust collecting system	1 set	20 000 m³/min at 50℃	DANECO
4	Continuous casting machine	1 set	Bloom and beam blank, 3 strands, 100 t/h	Sumitomo H.I.
5	Reheating furnace	1 set	Capacity 120 t/h Walking beam type	Chugairo
6	Break down mill	1 set	2 - Hi reversible mill	Hitachi
7	Vertical edger mill	1 set	For flat bar rolling	M.D.S.
8	U1 mill	1 set	Universal reversible mill	M.D.S.
9	Horizontal edger mill	1 set	2 - Hi reversible mill	M.D.S.
10	UF mill	1 set	Universal reversible mill	M.D.S.
11	Cooling bed	1 set	36 m Width × 35 m Length	China Steel
12	Inspection bed	1 set	24 m Width × 32 m Length	Kawasaki H.I.
13	Piling bed	2 sets	18 (24) m Width × 26 m Length	Kawasaki H.I.

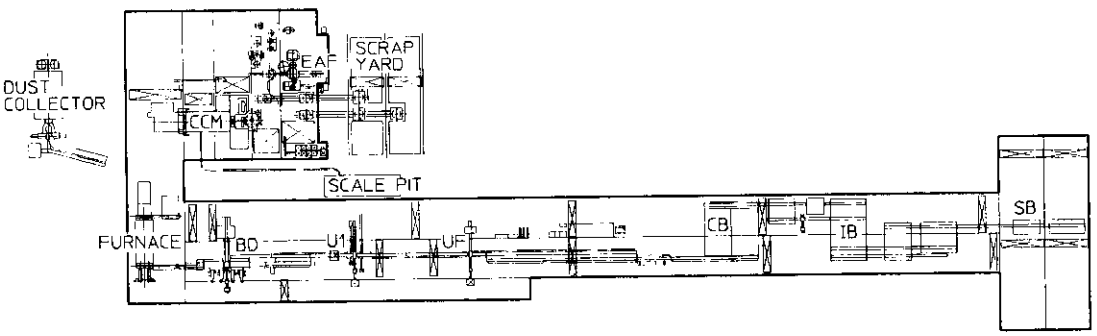

Fig. 1 Layout of Miaoli Works of Tung-Ho Steel

Photo 1 Universal Mill

気炉とで共用するよう設計した。

(3) スクラップヤードは電気炉ヤードから独立した屋根付きの建屋とした。

(4) スケールピットを電気炉，連続鋳造と圧延で共用し，投資額を削減した。

(5) プルームヤードに将来の拡張の可能性を持たせた。

(6) 加熱炉，冷却床およびU2ミル（追加ユニバーサルミル）の増設スペースを考慮した。

(7) U1，UFミルは当初はロール交換方法を採用し，将来スタンド交換が可能な基礎構造とした。

3 設備の基本エンジニアリング

台湾初の電炉～形鋼一貫設備であり，東和鋼鉄には建設，操業の経験がなかった。一方当社には，当社の関連会社であるダイワスチールの製鋼工場と中形工場及び当社の大形工場などの豊富な経験があり，この経験を生かしながら，設備（ハード）と教育・技術援助等（ソフト）を総合的にエンジニアリングする事により現在の最高レベルの工場の建設をめざした。設備設計にあたっては，安定操業と設備の自動化を十分に織り込んだ。また将来の増設・改造時にも対処できるよう考慮した[1]。

3.1 電 気 炉

電気炉はランニングコスト低減のため，当社の関連会社であるダイワスチールで実績のあるクレシム社製の直流電気炉とした。本電気炉はその炉底部に銅製の水冷ジャケットで冷却された3本の電極が取付けられている。この3本の底部電極電流の調整で電弧の位置が調整でき，ホットスポットをなくすことができる。底部電極の交

換を容易にするための底部交換装置を取り付けた。

3.2 電気炉回り機器

3.2.1 副原料供給装置

ダンプトラックで運ばれてきた副原料を貯蔵ホッパーに蓄わえ，自動秤量後装入ホッパーに入れる方式を採用し，下記の項目を考慮した。

(1) 将来の貯蔵ホッパー用にスペースを設けた。
(2) シミュレーション結果に基づき，増設予定のEAFへの材料供給は今回建設されたコンベヤーラインを共用するようにした。
(3) 建屋を有効に使うために貯蔵ホッパーとコンベヤーはクレーンのデッドスペースに設置した。

3.2.2 スラグハンドリング

スラグポットは電気炉下におかれ，スラグ運搬機により建屋外のスラグヤードに運ばれる方式とした。このスラグ運搬機は連続鋳造機からのスラグの運搬にも使われる。これによりスラグは建屋外に運搬され処理されるので，電気炉操業ヤードの環境が改善された。

3.2.3 電気炉まわりの自動化機器

下記自動化機器を当社の指導の下に導入し作業の効率化を図った。

(1) 酸素とカーボンの吹き込み装置（水冷ランス，消耗型ランス）
(2) スイングタイプ自動耐火物吹き付け補修装置
(3) タッピング位置でレードル内の溶鋼の温度測定装置

3.3 スクラップヤード

スクラップヤードは堀込み式である。これは限られたスペースに有効に貯蔵することとダンプカーでの搬入を容易にするためである。貯蔵能力は3日間である。スクラップヤード2棟とスクラップカー2台があり，スクラップの短周期の供給を可能としている。スクラップカーは秤量機を備えた自走台車であり，秤量結果は操作室に表示される。

3.4 レードルヤード

レードルヤードはスムースなハンドリングとレードル修理を考慮して設計した。現在はレードルクレーンは1基である。シミュレーションによれば将来の第2電気炉設置時には空のレードルを運ぶだけの小さい荷重のクレーンを追加すればよい。レードルファーネスは現段階では投資削減と操業コスト削減のために設置しなかったが，設置スペースを取っている。また将来，レードルの内部を不定形ライニング材に変更できるよう修理場スペースを確保した。

3.5 連続鋳造機ヤード

3.5.1 タンディッシュ修理ヤード

タンディッシュとそのスタンドの必要数を川崎製鉄での製鋼工場のタンディッシュ耐火物修理時間の実績をもとに決めた。また将来の要員削減を考えてタンディッシュ内面自動吹き付け装置の設置スペースをとっている。

3.5.2 連続鋳造設備

鋳込床は連々鋳ができるように設計されている。モールドとセグメントとの修理台を連続鋳造補修ヤードに設けた。しかしモールドの第1，2セグメント修理台は連続鋳造鋳込みヤードにおきサイズ交換時間と緊急時のスムースな操業に対応できるようにした。

3.6 圧延ヤード

圧延ラインの機器メーカーは東和鋼鐵の指定により中外炉工業(株)，(株)日立製作所，Mannesmann Demag AG，川崎重工業(株)，中国鋼鐵(股)と多岐にわたったが，この指定時に各メーカー間の境界が明瞭にされておらず，またメーカーにより図面に不備の多いものもあり，種々問題が発生した。当社にてこの調整と修正を行い，一連のラインとして完成させた。主な項目は以下の通りである。

将来の85万t/yへの増産計画を考慮し以下の点を取り入れた。

(1) No.2 加熱炉の増設を考慮し建屋外にスペースを確保した。そのためNo.1 加熱炉の排気煙道，煙突およびヤード配管の変更がなされた。
(2) ユニバーサルミルにおいては，将来のU2ミルの基礎を施工して，将来の増産に備えると共に，UI，UFミルは当初はロール交換方法を採用し，将来スタンド交換が可能な基礎構造とした。
(3) 冷却床は将来2連にするための考慮が払われている。

また，作業性や作業の安全性を考え以下の改善をした。

(1) パイリングベッドは2連ともHパイリングとIパイリングができるようにした。
(2) 製品ヤードのクレーンはリフマグが使用されているが，安全対策として落下防止用の旋回式ストッパーを取り付けた。
(3) スタンド交換時間の短縮のため，ユニバーサルミルとエッジャーミルに信頼性のある自動給電装置（オートカップラー）を推薦し設置した。

4 環境対策

4.1 電気炉の集塵装置

この装置は電気炉の直接吸引・電気炉ヤードの集塵・副原料供給装置・及び将来のレードルファーネスをカバーするものであるが以下を考慮した。

(1) 集塵風量はコンピューター解析結果と他の電気炉の実績をあわせて，設計した。
(2) 各集塵機の操業コストを最小にする運転方法を採用した。
(3) 吸引型との比較の結果，バグハウスは圧力型を採用した。
(4) ブースターファンと主ファンの継手は省エネを考え，流体継手とした。
(5) 投資メリットと環境問題の観点より，スクラップ予熱装置は導入しなかった。
(6) キャノピーフードは台湾の規制にしたがって設計した。
(7) 建屋の屋根材は経済性と耐久性を考えて，多種類の耐腐食鉄板の内から5％アルミニュームの亜鉛をコートした鉄板を採用した。
(8) 副原料供給装置の集積位置やコンベヤーのつなぎ部はすべて集塵した。

4.2 騒音対策

工場の境界位置での騒音レベルは建屋の設計時点でコンピューターで解析し，次の対策を取った。

(1) 建屋は極力壁で囲う構造とした。
(2) 使用頻度の高いゲートは自動開閉とした。
(3) 電気炉をカバーし作業者をアーク騒音から守るクリーンハウスは将来設置できるよう考慮した。

工場の境界位置での騒音の実績値は計算値とほぼ一致し，環境基準を満たしている。

Table 3 Curriculum of training

	Object	Curriculum	Training days
Steelmaking (First)	Manager, Engineer, Worker 23 persons	A Gr. : Lecture of E.A.F., System, Safety, Organization, Factory tour, Question and answer B Gr. : Lecture of C.C.M., System, Safety, Organization, Factory tour, Question and answer C Gr. : Lecture of refractries of E.A.F. and C.C.M. Factory tour, Queation and answer	For E.A.F. and Refractories 10 days For C.C.M. 19 days
Steelmaking (Second)	Manager, Engineer, Worker 33 persons	A Gr. : Lecture of E.A.F., System, Safety, Organization, Factory tour, Question and answer B Gr. : Lecture of C.C.M., System, Safety, Organization, Factory tour, Question and answer C Gr. : Lecture of Maintenance, Factory tour, Question and answer	For E.A.F. 10 days For C.C.M. 19 days For maintenance 18 days
Rolling	Manager,. Engineer, Worker 26 persons	A.M.(lecture) Heating, Rolling, Finishing, System, Safety, Organization P.M. Lecture of maintenance, Factory tour, Question and answer	20 days
Production control, Quality control	Manager, Engineer, Clerk 17 persons	A.M.(lecture) Production control, Quality Assurance, Order entry, Inspection, etc. P.M. Factory tour, Question and answer	10 days

5 教育訓練

教育訓練は当社水島製鉄所およびその関連会社（主としてダイワスチール(株)水島工場）で行った。直流電気炉やビームブランク連鋳及び形鋼圧延いずれについても台湾初の設備であるため教育訓練項目については十分検討し，**Table 3** の内容で行った。午前は製鋼，圧延の理論を含めて，概論の講義を主体とし，午後に工場見学を中心とした訓練を行った。保全担当者については設備管理，TPM の講義および予定休止工事の見学を行った。工場見学後，毎日1時間ほどの質疑応答を実施したことは好評であった。

6 試運転立ち上げと操業指導

試運転の開始からパフォーマンステストまでの計画作成へ参画するとともに，この間，設備上及び作業方法についての技術指導，助言をおこなった。この操業指導時には当社または関連会社のダイワスチール(株)から技師及び作業長を派遣し，最新の技術・技能のトランスファーを行った。その範囲は運転方法，検査方法，製品の形状，寸法の修正方法などから歩止，生産性の向上方法，設備改善の考え方や，作業の安全にいたるまで多岐にわたった。この中から具体的例をいくつか以下に示す。この結果，安定して高品質形鋼が生産されている。

製鋼関係については，

（1） 立ち上がり時にブローホールの問題が発生したが脱酸剤の調節で解決した。

（2） 5カ月の操業の後，電極消費量が 1.3 kg/steel-t（レードルファーネスなしの条件，4日の平均値）で Pon-Tap 時間（通電開始から出鋼開始までの時間）が 51 min という記録が生まれた。この値は操業中断後数ヒート後に達成したものであり，24時間連続操業後であればさらに改善されることが期待できる。

形鋼圧延については，

（1） 当工場は台湾初の H 形鋼工場であることより操業は不慣れであり，圧延温度が低下するなど問題があり，また設備に癖があったりして，圧延がうまくいかず，寸法不良，曲がり，しわ疵，キャンバーなどの問題が発生した。これに対しパススケジュールやカリバーの変更などの対応をした。慣れるにしたがいさらに適切なものへ修正を加えていった。

（2） ロールの異常摩耗及びベアリングの焼き付きが発生したが前者は冷却水の供給方法の改善で後者は初期の圧延前のグリースの供給量の増加・ベアリングのセット方法の改善等で対応した。

7 建設工程

建設工程は **Table 4** に示す通りであり，土建工事開始から製鋼のホットランまで24ケ月という短い工期で完工した。

主要な対応を以下に示す。

（1） 基礎と建屋の設計のための荷重図やアンカープランなどの基本データは一部機器については，メーカーが決定前のため入手できなかった。この部分は当社類似設備の建設経験よりで推定し，契約後1ケ月で土建工事を開始した。

（2） 建屋の設計，製作の遅延，クレーンの入荷遅れがあったが，

Table 4 Construction schedule

Items	Timing
Contract	July, 1991
Start of foundation construction	August, 1991
Start of building construction of rolling	May, 1992
Start of building construction of steelmaking	June, 1992
Start of installation	November, 1992
Hot run of steelmaking	August, 1993
Hot run of rolling	October, 1993

冷却床以降の精整設備の据付はモービルクレーンで据え付け，全体工程の遅れを回避した。

(3) 圧延ラインの配管・配線工事はメーカーから十分なデータが入手できなかったが，国内で可能な範囲の図面を作成し，残りは現地で設備を調査しながら図面を完成させ工事を遂行した。

8 立ち上がり状況

生産状況を Fig. 2 に示す。順調に生産は伸びている。

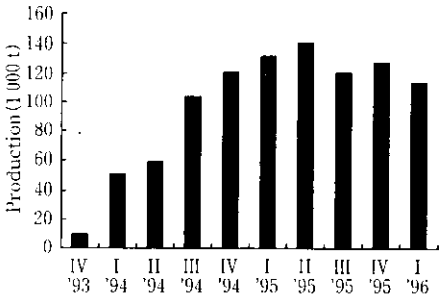

Fig. 2 Production volume (H-beam and Flat bar)

9 結 論

当社の全面的な協力により，台湾初の直流電気炉・ビームブランク連続鋳造機そしてH形鋼圧延機が完成した。その建設における特徴は以下の通りである。

(1) 短期間でスムースな建設と操業開始ができた。

(2) 電気炉は電力原単位，電極原単位，Pon-Tap 時間とも良好な数値を得た。

(3) 連続鋳造設備は重大な故障なしにビームブランク，ブルームを生産している。

(4) 圧延の操業は順調に立ち上がった。

(5) 粉塵と騒音については環境基準を満たしている。

10 謝 辞

新工場の建設・立ち上げ・操業は，施主である東和鋼鐵企業股份有限公司殿のご指導・ご協力と常に変わらぬ熱意により達成できたものであり，ここに協力いただいた各メーカーなど関係各位殿へとともに感謝の意を表する。

参 考 文 献

1) A. Nagashima, T. Chino, H. Koide, and M. Shima: "Erection of 110 ton DC EAF Beam Blank Melt Shop", Preprint of 38 Philippine Conf., SEAISI (1994)