

川崎製鉄技報

KAWASAKI STEEL GIHO

Vol.28 (1996) No.3

ぶりき原板用冷間圧延工場(TMBP)建設プロジェクトの概要

Construction of Cold Rolling Plant for Tin Mill Black Plate -Ton Yi Industrial Corp. in Taiwan-

古川 九州男(Kusuo Furukawa) 木畑 朝晴(Asaharu Kibata) 森本 正幸(Masayuki Morimoto)

要旨：

川崎製鉄は台湾の統一実業殿からぶりき原板用冷間圧延工場一式を受注した。32 ヶ月という短期間で建設を完了し 1995 年 10 月に営業運転を開始した。ぶりき原板製品生産能力は年間 60 万 t である。供給した設備は酸洗－冷間圧延連続設備，連続焼鈍設備など，製造設備 6 設備と水処理設備，酸回収設備等の用役附帯設備および工場全体の生産管理システムである。本稿では建設各段階での工程短縮方法及び設備概要についてまとめたものである。

Synopsis：

Kawasaki Steel received an order for a cold rolling plant from Ton Yi Industrial Corp. in Taiwan. The plant was constructed in a short term of 32 months and its operation started in Oct. 1995. The designed annual production capacity of Tin Mill Black Plate is 600 000t. The equipment supplied by Kawasaki Steel comprises six main production lines, including a pickling-tandem continuous line, a continuous annealing line, etc., and ancillary equipment such as water treatment and acid regeneration, and a total production control system was also supplied. This report discusses the methods used to shorten the planning period in each construction stages and an outline of the equipment.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

Construction of Cold Rolling Plant for Tin Mill Black Plate —Ton Yi Industrial Corp. in Taiwan—



古川 九州男
Kusuo Furukawa
エンジニアリング事業
本部 製鉄プラント事
業部 圧延技術部長



木畑 朝晴
Asaharu Kibata
エンジニアリング事業
本部 製鉄プラント事
業部 圧延技術部冷延
技術室 主査(部長)



森本 正幸
Masayuki Morimoto
エンジニアリング事業
本部 製鉄プラント事
業部 圧延技術部冷延
技術室 主査(部長)

要旨

川崎製鉄は台湾の統一実業股からぶりき原板用冷間圧延工場一式を受注した。32ヶ月という短期間で建設を完了し1995年10月に営業運転を開始した。ぶりき原板製品生産能力は年間60万tである。供給した設備は酸洗—冷間圧延連続設備、連続焼鈍設備など、製造設備6設備と水処理設備、酸回収設備等の用役附帯設備および工場全体の生産管理システムである。本稿では建設各段階での工程短縮方法及び設備概要についてまとめたものである。

Synopsis:

Kawasaki Steel received an order for a cold rolling plant from Ton Yi Industrial Corp. in Taiwan. The plant was constructed in a short term of 32 months and its operation started in Oct. 1995. The designed annual production capacity of Tin Mill Black Plate is 600 000 t. The equipment supplied by Kawasaki Steel comprises six main production lines, including a pickling-tandem continuous line, a continuous annealing line, etc., and ancillary equipment such as water treatment and acid regeneration, and a total production control system was also supplied. This report discusses the methods used to shorten the planning period in each construction stages and an outline of the equipment.

1 はじめに

当社は、1993年3月に統一実業股份有限公司／台湾（以下、統一実業）から、ぶりき原板用冷間圧延工場（TMBP）一式の建設を受注し、1995年10月に全設備の一斉同時稼動を以って、建設業務を終了した。

統一実業は、ぶりきおよびぶりき缶製造を主業務にしている台湾有数の企業で、事業拡張計画の一環として、ぶりきの素材を製造するためにTMBP工場の建設を決定した。当社は、統一実業が1986年にぶりきの製造を開始する際に、電気鍍金設備とその製造技術を納入し、以降今日までぶりき原板の納入および操業指導を通じて良好な協力関係にある。

新設のTMBP工場は、ぶりき原板生産量60万t/yで、世界有数のぶりき原板製造工場に挙げられる。本建設は、ぶりき原板を製造するために必要な各種設備と用役供給等の附帯設備およびTMBP工場全体の生産管理システムの同時建設、同時立上げといった大規模工場建設であったが、当社の総合技術力と統一実業の実行力があいまって、当初計画を上回るスケジュールで建設を完了することができた。

営業運転は1995年10月に開始され、以後順調にぶりき原板の生

産量を伸ばしている。本稿では、建設工事および試運転調整段階での工程短縮方法及び設備仕様の概要を記す。

2 プロジェクトの概要

2.1 統一実業股份有限公司の紹介

統一実業は、1969年創立以来事業体系の拡大を続け、プラスチック製袋、製缶、ぶりき印刷、ぶりきおよび今回のプロジェクト完成によるぶりき原板の製造そして海外事業など多角経営を行っており、現在台湾最大のぶりき製造企業である。1993年末にはぶりきの品質において日本通産省のJIS認定を取得した最初の海外企業でもある。

近年、統一実業は海外投資を拡大し、中国大陸で四川省成都市で製缶工場を、江蘇省無錫市では製缶工場とぶりき工場を稼動させている。また、福建省漳州市ぶりき工場は1996年12月末営業運転開始した。また、ベトナムにおいては、ホーチミン市で統盟製缶工場が1994年6月より稼動している。

統一実業のぶりき関連の主な現有設備は、以下に示すとおりである。

- (1) ぶりき製造設備(ETL)：2基、30万t/y
- (2) ぶりき印刷：1.2億枚/年
- (3) 製缶工場：4ライン、5億缶/年

* 平成8年7月16日原稿受付

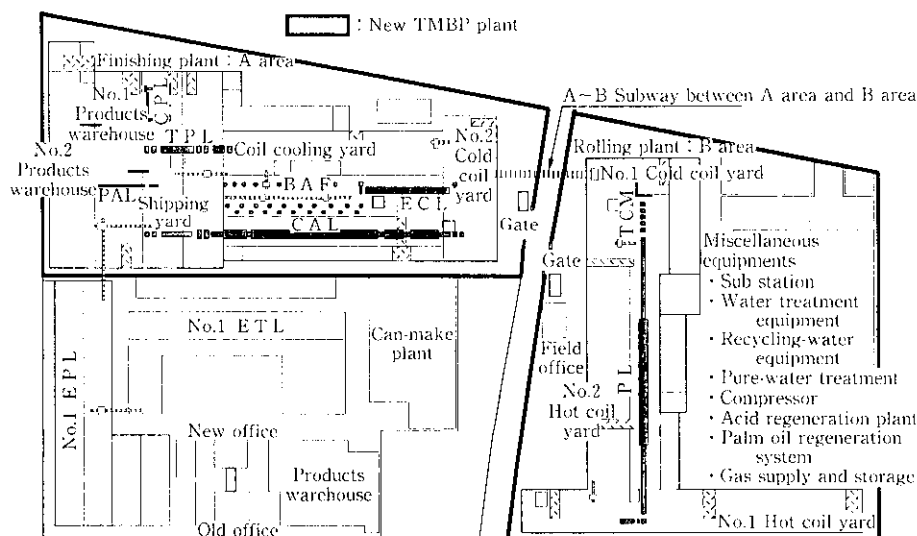


Fig. 1 Ton Yi Industrial Corp. : Plant layout

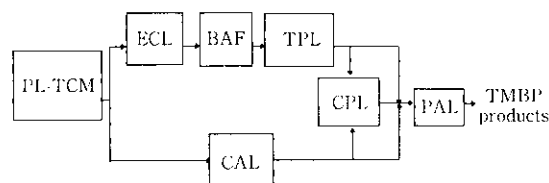


Fig. 2 Configuration of TMBP plant

2.2 TMBP 工場の概要

今回建設した TMBP 工場の概要を示す。

- (1) 立地：台湾／台南県永康市葛松里(既設 ETL 工場の隣接地)
(Fig. 1)
- (2) 生産品種：TMBP(tin mill black plate) T-1BA ~ T-5CA
- (3) 生産能力：60 万 t / y (製品)
- (4) 製品寸法：板厚 0.17 ~ 0.6 mm, 板幅 600 ~ 1220 mm
- (5) 製品使用先：自社 ETL 向け (台湾, 中国大陸：無錫および漳州)
- (6) ライン構成：Fig. 2

2.3 TMBP 工場建設に於ける当社の役割

TMBP の製造に関しての技術を蓄積してきた当社は、このプロジェクトの計画から土木工事、建築工事、設備の建設、操業立ち上げまで全てのエンジニアリングを請け負った。特に TMBP に関する長い操業経験と海外設備建設の経験をもつ当社は、生産マテリアルフロー、工場レイアウト、設備レイアウト、設備設計、建設工程管理、工場運営に関する標準類の作成、要員計画、教育計画、稼動計画、ホットコイル購入仕様、ユーティリティ使用計画など全ての範囲にわたるエンジニアリングを行った。

供給した生産設備は、酸洗一圧延連続設備、連続焼鈍設備、電解洗浄設備、バッチ式焼鈍設備、調質圧延設備、コイル準備設備、梱包設備の 7 設備であり、周辺設備としてはロールショップ、塩酸回収設備、パームオイル再生設備、廃水処理設備である。また、TMBP 工場全体の生産管理システムの開発、提供も行った。

台湾において、インフラストラクチャーは目覚ましい進展をとげており、台湾国内にて調達可能な設備や工事は、当社の技術指導のもとで、統一実業が契約、実施した。

3 TMBP 工場建設スケジュール

3.1 全体工程

建設の全体工程の実績を Fig. 3 に示す。各関係者の協力により L/I (letter of intent) 発行後 32 ヶ月で営業運転を開始できた。以下に建設工程の短縮並びに順調な立上げのために考慮した点についての概要を述べる。

3.2 工事工程

3.2.1 土木工事工程

今回の建設では中間支持層で基礎杭を打ち止めるべく載荷試験を実施し設計、施工に反映させた。そして、入、出側設備に代表される深い構造物も、中間支持層を支持基盤とした直接基礎形式を採用し、杭本数の削減により工程短縮に大きく寄与した。

また、中間支持層の被圧対策としては、鋼矢板を打設し遮断層を設置するとともに埋殺しとし、浮力に対するアンカーの役割を持たせた。これによって引抜き工程、壁面の型枠施工面積削減に伴う工程短縮が図れた。

3.2.2 建築工事工程

基本設計段階において

- (1) 柱スパンを均一化 (15 m 基準)
 - (2) 屋根トラス、クレーンガーターにフルウェブガーターを採用
 - (3) 構造上最も重要な個所以外すみ肉溶接
- などにより、鉄骨加工の単純化を図った。また工区分けを考慮して、直交しているヤードの支柱及び電気室の柱を構造上切り離しどの工区からでも建方できるようにした。

上記の設計段階での取り組みにより、鉄骨加工図作成、加工、建方の工期短縮を図ることができた。

3.2.3 据付工事

据付工工期間短縮のために機械 (据付、配管、FRP、PL 煉瓦工事、CAL 断熱工事等) および電気工事を一括で現地業者に発注し

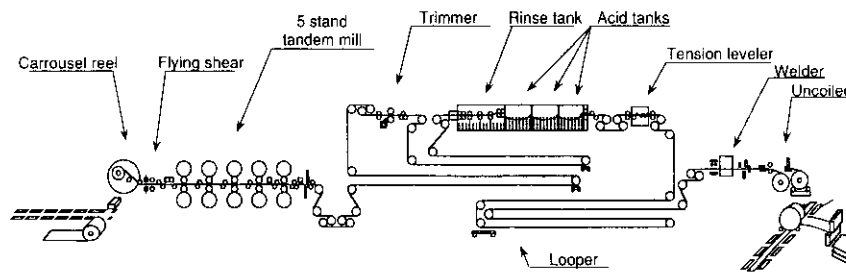


Fig. 4 Outline of PL-TCM



Photo 1 PL-TCM

Table 1 Main specifications of PL-TCM

Item	Specification
Entry strip thickness (hot coil thickness) (mm)	1.8 ~ 2.6
Delivery strip thickness (mm)	0.17 ~ 0.60
Strip width (mm)	600 ~ 1 220
Capacity (entry) (t/month)	54 000
Entry speed (mpm)	Max. 500
Acid section speed (mpm)	Max. 200
Trimmer section speed (mpm)	Max. 250
Delivery speed (mpm)	Max. 1 600

4.1.5 酸洗ラインの特長

入側の通板、溶接はすべて自動化している。脱スケール設備は最大伸び率2%のテンションレベラーと槽長79mの塩酸槽の構成である。トリマー設備は自動板幅設定機能とバーマッシャーロールを有し、より品質の良い切断部を得ている。

4.1.6 圧延機の特長

高度な形状制御性を得るため全スタンドに4ハイミルを採用するとともにNo.5.スタンドにはスポットクーラント制御を含む自動形状制御システム²⁾を適用している。

No.1.スタンドにはK-WRS(Kawasaki Steel-work roll shift)²⁾を採用することで板幅方向の板厚精度の向上を計っている。

長手方向の板厚制御については、全スタンドに油圧圧下とBUR

4.1.4 システム構成

本設備のシステム構成を Fig. 5 に示す。H/C (RS 6000/57) は後述する生産管理機能をもち P/C (M 60/600) に鋼板製造に必要な情報を伝送する。P/C ではその情報をもとに圧延機の圧延スケジュールの計算及び電気制御用の各種 PLC に溶接点のトラッキング情報と操業条件を伝送している。PLC の役割は、電気の主幹制御、自動シーケンス制御、自動板厚制御、走間板厚変更制御、自動形状制御、溶接点のマイクロトラッキングなどである。

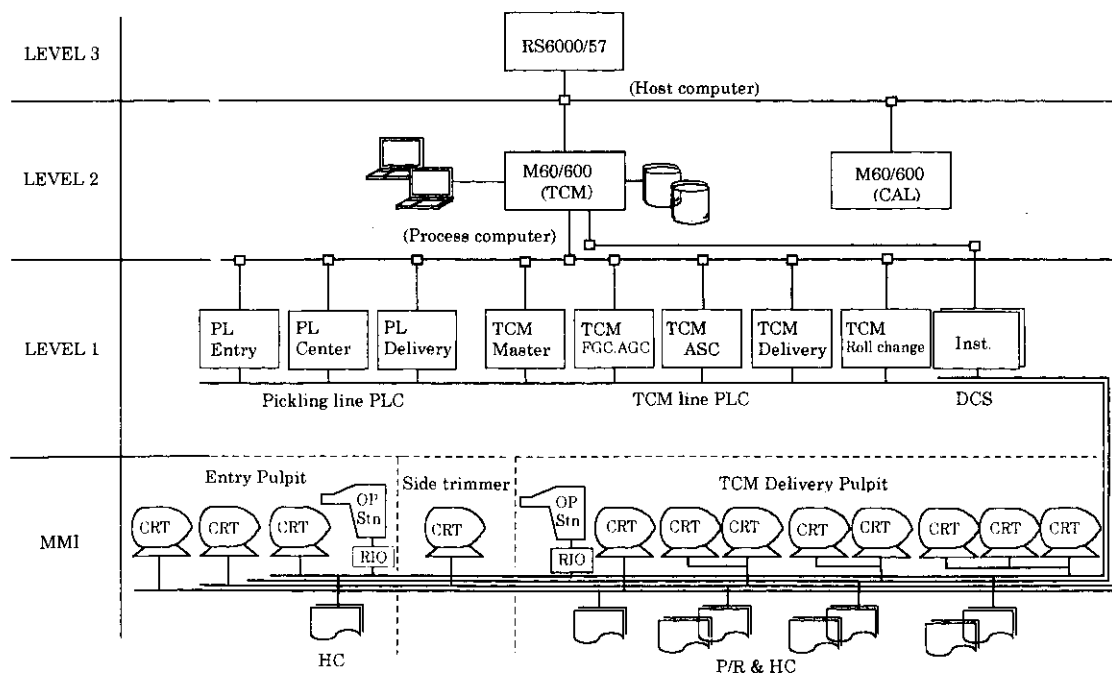


Fig. 5 System configuration of PL-TCM

(back up roll) ローラーベアリングを採用することで機械系の精度を向上し、制御では BISRA AGC、モニター AGC、FF AGC、ローラ偏芯除去制御などを導入することで、高精度な板厚制御を達成している。

4.2 連続焼鈍設備 (CAL)

4.2.1 概 要

本設備は、電解洗浄設備、焼鈍炉¹⁾、調質圧延機及び精整設備を連続化した高速プロセスラインで高品質のふりき原板を年間 42.6 万 t 製造できる能力をもつ (Photo 2)。

炉部速度は 800 mpm と世界で有数の高速 CAL であり、これを達成するために以下のような配慮をした。

- (1) 炉入側にテンションレベラーの配置
- (2) 高精度な張力制御
- (3) 炉内ロールクラウンの最適化等の最新鋭技術^{3,4)}を導入

また、軟質及び硬質両方のふりき原板が製造できる炉構成にした。

4.2.2 設備構成

CAL 設備の全体構成を Fig. 6 に示す。

4.2.3 基本仕様

主要な仕様を Table 2 に示す。

4.2.4 システム構成

システム構成は、基本的には Fig. 5 に示す PL - TCM と同様に

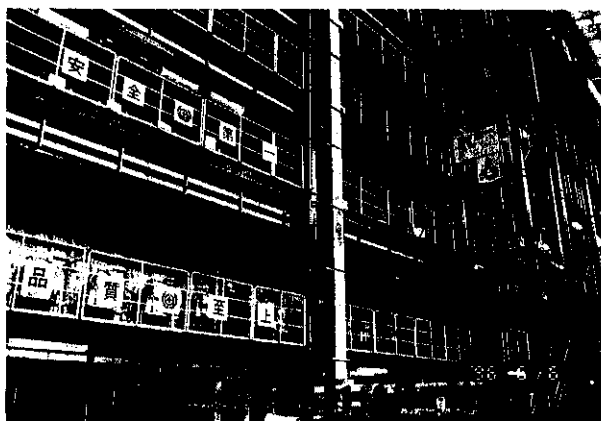


Photo 2 CAL

Table 2 Main specifications of CAL

Item	Specification
Strip thickness (mm)	0.17 ~ 0.60
Strip width (mm)	600 ~ 1 220
Capacity (t/month)	35 500
Entry section speed (mpm)	Max. 960
Furnace section speed (mpm)	Max. 800
Delivery section speed (mpm)	Max. 1 040

H/C、P/C 及び PLC で構成されている。

4.2.5 炉設備の特長

炉セクションは、予熱帯、加熱帯、均熱帯、第 1 冷却帯、第 2 冷却帯、第 3 冷却帯及び水冷帯から構成される。

第 1 冷却帯は急速冷却設備を、第 2 冷却帯は過時効装置を備え、ヒートサイクルにより軟質及び硬質ふりき原板の製造³⁾を可能としている。

4.2.6 出側設備の特長

出側設備は、スキンパスミル及びトリマー、オイル等、の精整設備より構成される。スキンパスミルの主な仕様を Table 3 に示す。

スキンパスミルでは、ふりき原板に要求される良好な鋼板形状を得るために強力なベンダーを備え、ヒートクラウン削減対策としてバックアップロールベアリングへの強制給油及びワークロールチョックの水冷装置を備えている。

4.3 バッチ式焼鈍炉 (BAF)

4.3.1 概 要

本設備は ECL を通過したコイルを対象に軟質のふりき原板を製造するバッチ式焼鈍炉であり 10 ヒーティングベル、20 ベースで構成されている。特長としては雰囲気ガスに 100% H₂ ガスを使用しており、加熱から冷却迄のサイクルタイムは従来方式である H₂N ガス焼鈍の約半分である。また円周方向の温度分布が均一となることから品質改善にも顕著な効果がある。

4.3.2 設備構成

BAF の断面を Fig. 7 に示す。

4.3.3 基本仕様

本設備の主要仕様を Table 4 に示す。

4.3.4 システム構成

システム構成は PL - TCM と同様に H/C、P/C 及び PLC とで構成されている。焼鈍炉はコントロールルームの CRT から集中制御ができる。PLC に異常が発生した場合 P/C がバックアップし操業を継続できるところが PL - TCM 等のシステムと異なる点である。

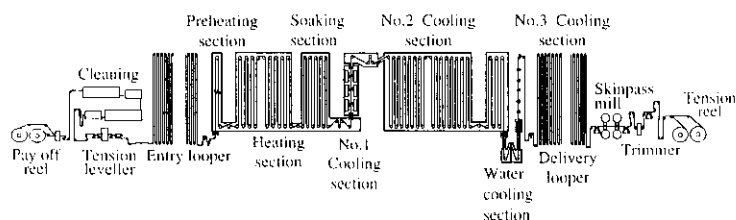
4.4 電解洗浄設備等その他の生産設備

ECL (electric cleaning line), TPL (temper and processing

Table 3 Main specifications of skinpass mill

Item	Specification
Mill type	4 Hi 2 stand
Work roll diameter (mm)	500 ~ 550
Backup roll diameter (mm)	1 200 ~ 1 300
Motor power No.1 stand (kW)	600
Motor power No.2 stand (kW)	900
Rolling force (t/Stand)	Max. 1 300
Bending force (t/Chock)	- 30 ~ + 60

Fig. 6 Outline of CAL



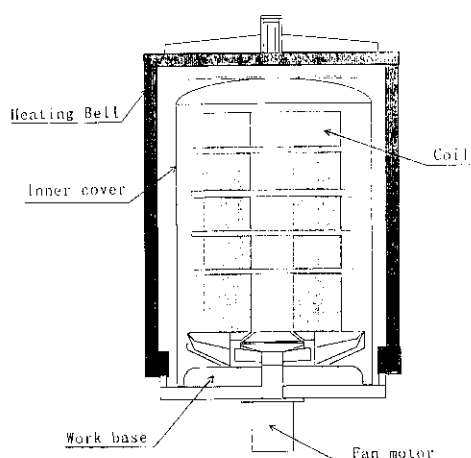


Fig. 7 Outline of batch annealing furnace

Table 4 Main specifications of BAF

Item	Specification
Strip thickness (mm)	0.17 ~ 0.60
Strip width (mm)	600 ~ 1 220
Capacity (t/month)	17 750
Coil stack height (mm)	4 500
Maximum net charge (t)	120

Table 5 Main specifications of ECL

Item	Specification
Strip thickness (mm)	0.17 ~ 0.60
Strip width (mm)	600 ~ 1 220
Capacity (t/month)	17 750
Line speed (mpm)	Max. 700

Table 6 Main specifications of TPL

Item	Specification
Strip thickness (mm)	0.17 ~ 0.60
Strip width (mm)	600 ~ 1 220
Capacity (t/month)	27 500
Coil weight (entry) (t)	3 ~ 20
Coil weight (delivery) (t)	3 ~ 20
Line speed (mpm)	Max. 1 400

Table 7 Main specifications of CPL

Item	Specification
Strip thickness (mm)	0.17 ~ 0.60
Strip width (mm)	600 ~ 1 220
Capacity (t/month)	27 500
Coil weight (entry) (t)	3 ~ 20
Coil weight (delivery) (t)	3 ~ 20
Line speed (mpm)	Max. 1 000

line), CPL (coil preparation line) および PAL (packing line) の主要仕様をそれぞれ Table 5 ~ 8 に示す。

4.5 附帯設備

水処理設備の主要仕様を Table 9 に、廃酸回収設備の主要仕様を Table 10 に示す。

Table 8 Main specifications of PAL

Item	Specification
Capacity (coils/hour)	10
Packing conveyor speed (mpm)	10
Packing conveyor skid (positions)	16

Table 9 Main specifications of water treatment equipment

System & main component	Capacity	Specification
Water treatment & supply system	Industrial water treatment (m³/h)	250
	Potable water treatment (m³/h)	50
	Softened water treatment (m³/h)	90
	Demineralized water treatment (m³/h)	160
Indirect cooling water recirculation system	Cooling Tower (m³/h)	2 500
	Supply pump for BAF, CAL (m³/h)	1 500
	Supply pump for others (m³/h)	950
	Supply pump for emergency (m³/h)	250
TCM Direct cooling water recirculation system		
• Double stage flotation	Recirculation water (m³/h)	1 200
• Cooling tower		
• Ozone disinfection		
• Auto strainer filtration		
Oily/Cleaning waste water treatment system (m³/h)		Max. 155
• Flocculation & flotation • Contact aeration		
Acidic waste water treatment system (m³/h)		Max. 280
• Surface aeration oxidation • Flocculation & sedimentation		(combined with the above treated water)
• Sand filtration		
Dewatering system	Inorganic sludge dewatering (decanta centrifugal type)	319 kg-DS/h × 2 sets
	Oily scum dewatering (multiple rotating disc type)	465 kg-(DS + oil)/h × 2 sets
Palm oil regeneration system	Palm oil regeneration (m³/h)	4.5
	Fatty acid recovery (m³/h)	2.4

Table 10 Main specifications of acid regeneration plant

Item	Specification
Acid composition after regeneration	
concentration (wt%)	16 ~ 19
Total-Fe composition (wt%)	Max. 0.7

4.6 生産管理システム

今回の生産管理システムの供給範囲は、単に最新工場を稼働させるためのシステム機能のみでなく、工場運営及び管理の基盤となる組織体制、業務設計、工場運用標準等を含むものである。

4.6.1 システム構成

システム構成を Fig. 8 に示す。システム設計における基本的考え方を以下に示す。

- (1) 現行稼働システム(ETL)と統一のとれたシステム形態を志向する。
- (2) オープン性等に優れた UNIX を採用する。
- (3) 処理の効率化や危険分散を目的に複数のコンピューターシステムに分散する。
- (4) ハードウェアの障害に対しホットスタンバイ構成とする。
- (5) 高速データ転送が可能な LAN を使用する。
- (6) 開発支援環境および通信ソフトについては当社が開発した技術を使用する(K4GL, VICS)。

4.6.2 システム機能

機能はオーダーエントリー～操業～出荷までの広い範囲である。新人でも最新工場の運営、管理が可能のように全体的にシンプルで明瞭なシステムとした。さらに初心者ミスを起こしにくく、しかも安定操業をサポートできる構成とした。またシステム開発標準を提供しメンテナンス性を考慮したシステム開発を行った。

5 教 育

TMBP 工場の操業、運営は一部 ETL での経験者がいるが大部分はまったくの未経験者である。操業の早期立上げと安定稼働を実現するため当初より十分詳細な教育計画を立てて実行した。そして出来るだけ短期間の教育、訓練で最大の効率をあげるために机上教

Table 11 Outline of training

Training items		man × month
Operation and quality training (to operator)		70
Maintenance training (to mechanical engineer, electrical engineer and instrumentation engineer)		30
Production control system training	Actual production control system	45
	System training	40
Mechanical and electrical training by maker		70
Total		255

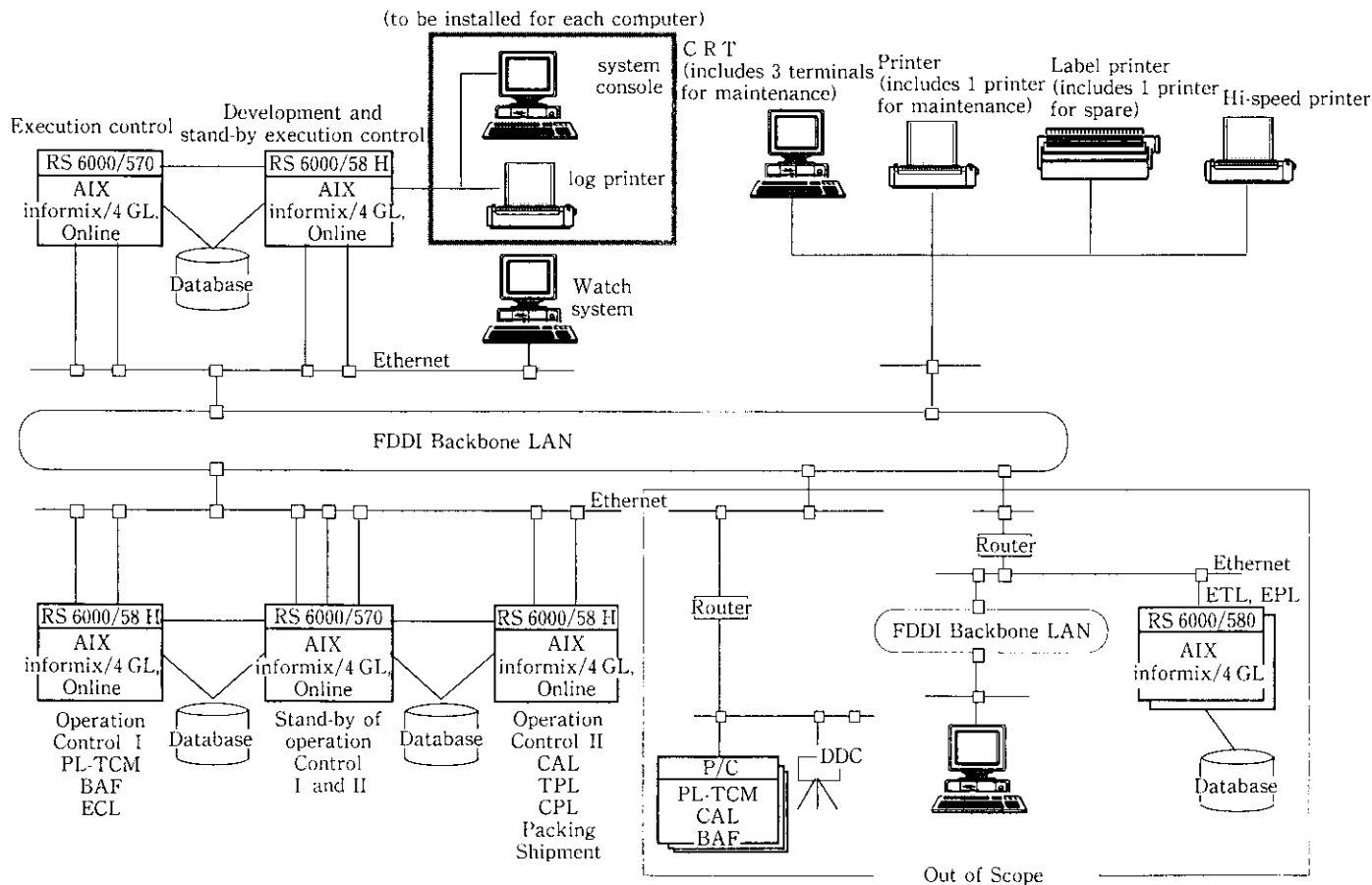


Fig. 8 Hardware configuration

育と実機教育をタイムリーにバランスをとりながら実施した。Table 11 に試運転調整前までの教育状況を示す。試運転調整前には 255 人月の当社における実地教育及び、統一実業における実地教育を完了した。試運転開始後は実機教育は勿論のこと机上教育も十分に行い早期習熟に心がけた。

6 おわりに

ふりき原板は、その用途から厳密な寸法精度、高い鋼板表面清浄度と良好な鋼板形状を要求され、最も製造が難しい冷延鋼板に属する。このふりき原板を専用に製造する本 TMBP 工場は、受注から 32 ヶ月、建設着工から 30 ヶ月という極めて短期間で完成させた。高品質 TMBP 大規模工場を、短期間で完成させることができた要因を下記にまとめる。

- (1) 豊富な経験に基づいた最適工場レイアウトと設備設計を行った。

- (2) 土木、建築を含めた総合工事技術力と設備技術力を有機的に融合させた総合エンジニアリング力により効率的な建設工事を施工した。
- (3) 設備およびソフトウェアの出荷時の品質検査精度を上げて、試運転調整期間を短縮した。
- (4) 統一実業殿の優秀な人材を、日本および台湾で十分に教育、育成した。
- (5) 統一実業殿の親切かつ絶大な協力を得ることができた。

7 謝 辞

本プロジェクトの実行に際しては、施主である統一実業梁祥居社長のご指導と統一実業殿のプロジェクト関係者の熱意と協力並びに本プロジェクトに携わっていただいた国内外設備供給会社および台湾現地会社の組織をあげての強力なバックアップと細かい配慮を得て達成できた。ここに関係各位に深く感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 斎藤輝広、大西建男、小松富夫、三吉貞行、北村秀樹、北浜正法：川崎製鉄技報，22 (1990) 1, 23
- 2) 北村邦夫、鎌田征雄、菅沼七三雄、中西敏修、豊島 貢：川崎製鉄技報，23 (1991) 4, 265
- 3) 大野浩伸、八角忠明、下山雄二、大西建男、中村武尚、千野俊彦：川崎製鉄技報，23 (1991) 4, 300
- 4) 森 忠洲：鉄と鋼，79 (1993) 6, 619
- 5) 久々湊英雄、泉山慎男、角南秀夫、柳島章也、中里嘉夫、小原隆志：川崎製鉄技報，14 (1982) 4, 62