

# 厚板機械試験の全自動化

## Automation of Mechanical Testing for Steel Plates

谷 博 / Hiroshi Tani・住友金属テクノロジー(株) 鹿島・材料評価部 次長

江草 弘 / Hiroshi Egusa・鹿島製鉄所 技術総括室 室長

阿曾和之 / Kazuyuki Aso・住友金属テクノロジー(株) 鹿島・材料評価部 係長

酒井忠司 / Tadashi Sakai・住金物流(株) 国内営業課 主事

秋永好一 / Kouichi Akinaga・鹿島製鉄所 IE室 参事補

### 要 約

厚板機械試験の全自動化設備が、鹿島製鉄所において 1995 年 4 月から稼働を開始している。

この設備は、試験材を受け入れた後のガス切断、仕分け、機械加工、識別管理及び機械試験工程をコンピュータ管理の下、全自動で実施するもので、従来のバッチタイプの工程を連続化することにより試験所要時間を 2 日から 1 日に短縮し、また厚板製品の物流効率化ならびに機械試験作業の大幅省人化及び夜勤レス化を可能とするものである。

今回確立した厚板機械試験の全自動化技術を、今後は他の試験工程の全自動化に応用して行く予定である。

### Synopsis

New mechanical testing facilities for steel plates have been in operation at Kashima Steel Works since April, 1995.

These facilities handle the processes for flame cutting, sorting, machining, identification, and tensile testing of test pieces after they are received. All the processes are under computer control.

We were able to shorten the time required for mechanical testing from two days to one day by changing the batch process to a continuous process.

As a result, we successfully achieved goals in terms of the efficiency of physical distribution of products, labor saving, laborless testing at night, and accuracy in testing operations.

We plan to automate other of testing procedures based on this fully automatic testing technology for steel plates.

## 1. 緒 言

鉄鋼業を取り巻く厳しい環境を背景に鉄鋼各社の試験部門では設備の自動化・コンピュータ化等により生産性・試験リードタイム・信頼性の向上に取り組んでいる<sup>1)~3)</sup>。

鹿島製鉄所・機械試験センターでは、薄板機械試験の全自動化は完了<sup>4)</sup>しているが、厚板機械試験については投資効率の観点から試験片の製作及び材料試験の単体自動化・部分自動化にとどまっており、工程間の搬送作業の非効率さから処理能力の瞬発力が乏しく、慢性的な試験仕掛かりを抱え円滑な製品出荷の阻害要因となっていた。

今回、抜本的な試験生産性の向上と試験仕掛かりの一掃を目的として、試験材の切断から引張試験成績の提供までを連続自動化し、1 日 8 時間の無人運転により夜勤レス化を実現した国内でも類を見ない厚板機械試験設備が 1995 年 4 月に稼働を開始したので、以下にその概要を紹介する。

## 2. 自動化の基本構想

鉄鋼業の操業形態は 24 時間連続操業が主流であることから操業現場は 4 直 3 交替勤務が大勢を占めているが、最近の労働時間短縮要請に応えるため指定出勤日を設ける等変則勤務を強いられつつあること、若い人材の価値観の変化から夜勤を避けたがる傾向が強まりつつあることから「夜勤レス試験設備の実現」を図った上で、切断→加工→試験→データ処理の工程を連続自動化することにより試験リードタイムを短縮し、更には試験能率を倍増させる事を主目的とした。

既に開発済みの部分自動化設備のノウハウはすべて活用することとし、今回は具体的な自動化方針として

- (1)試験作業の効率的な自動化
- (2)試験材保管・管理の自動化
- (3)工程間搬送作業の自動化

- (4)試験番号の入力・確認作業の自動化
- (5)試験情報処理のオンラインシステム化
- (6) 8時間無人運転の実現

の6点を掲げ全自動連続化を狙った。

### 3. 全自動厚板機械試験設備の概要

全自動化した厚板機械試験のレイアウト、試験工程、主要設備の機能について、その概要を以下に紹介する。

#### 3-1 設備レイアウト

厚板工場に隣接する建屋内に第1図に示すように設備配置を行った。

本設備は大別して3つのゾーンから構成されている。

- ①厚板工場から送られてきた試験材を自動倉庫に受け入れ、2台のガス切断装置で切断後、切断片を冷却・仕分けし、切断残材を自動倉庫で保管・廃却をするゾーン
- ②仕分けられた切断片を各国規格に合致した試験片に機械加工するゾーン
- ③引張試験を行うゾーン

3つのゾーンにある各々の設備は、コンベア、ロボット、無人台車により接続され全自動化されている。

主要設備の概略仕様を第1表に示す。

第1表 主要設備の概略仕様

Table 1 Main specification of facilities

Facilities	Main specifications
Automatic warehouse	Stock capacity : 2 000 Coupons
N.C.Flame cutting	Equipment (2) : 600 Coupons/d
M.C. for flat type T.P.	Equipment (4) : 750 Pieces/d
Lathe for round type T.P.	120 Pieces/d
M.C. for impact specimen	Equipment (4) : 250 Set/d
Tensile testing machines	Machines (3) : 1 100 Pieces/d
Handling equipment	Robots (12), A.G.V. (4)
Computer system	E.W.S. (1), Factory computers (3)

M.C. : Machining Center, A.G.V. : Automatic Guided Vehicle

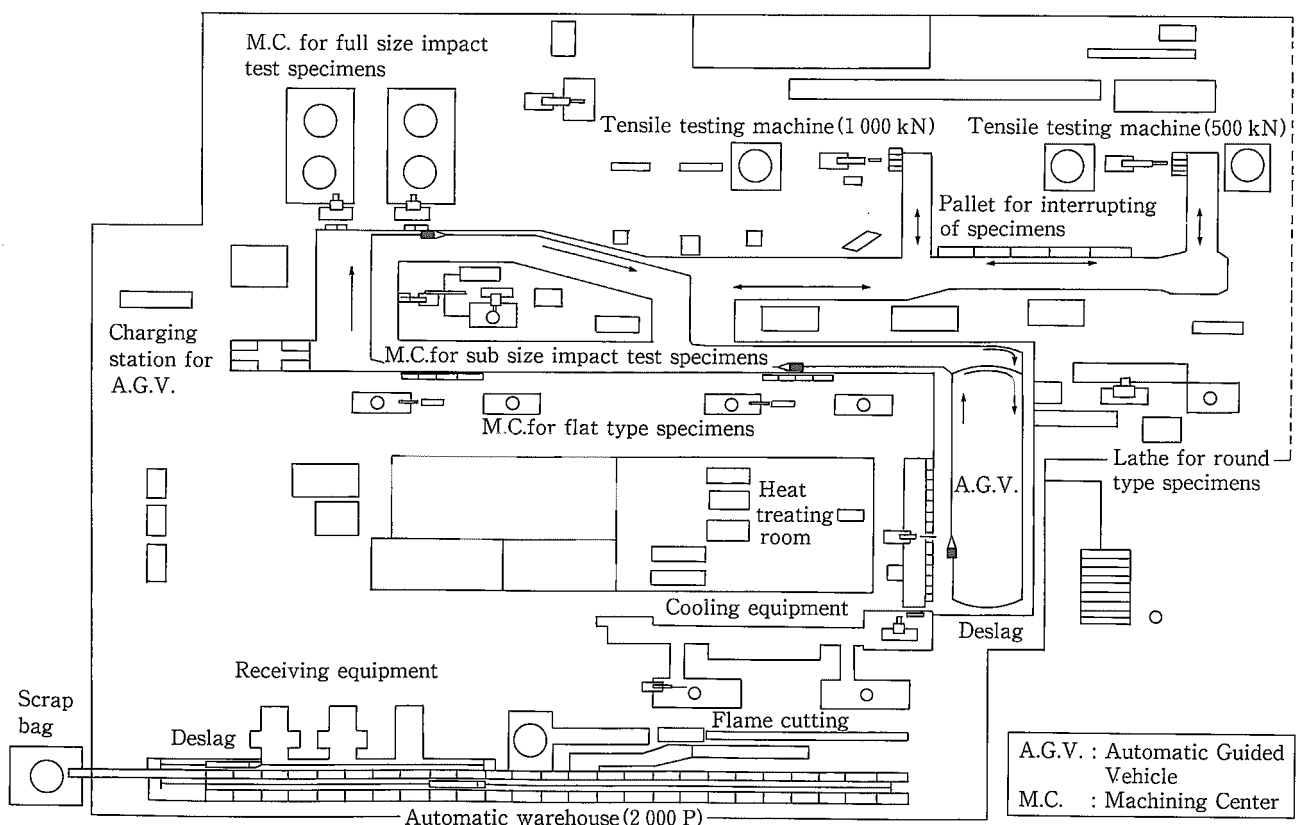
T.P. : Test Pieces, E.W.S. : Engineering work station

#### 3-2 全自動厚板機械試験の工程概要

工場での試験材採取から試験成績提供までの工程を第2図に示す。

厚板工場から3回/日送られてくる試験材の内、板厚 60 mm 以下の材料を作業者が受け入れ口から試験番号を入力しながら投入した後は自動となり、必要に応じたバリ取り後画像処理により適正形状の試験材だけが自動倉庫に格納され、寸法不足等の不適性形状の試験材はラインアウトされ手動切断に回される。

自動倉庫の試験材は衝撃試験付きあるいは多種類試験等試験工程に長時間を要する物から順次払い出され、必要切り出し位置の所定の一部分に磨きマーキングされた後、写真1に示す試験材・残材ロードにより2台のNCガス切断機に交互に供給される。



第1図 全自動厚板機械試験設備レイアウト図

Fig.1 Layout of automatic mechanical testing facilities for steel plates

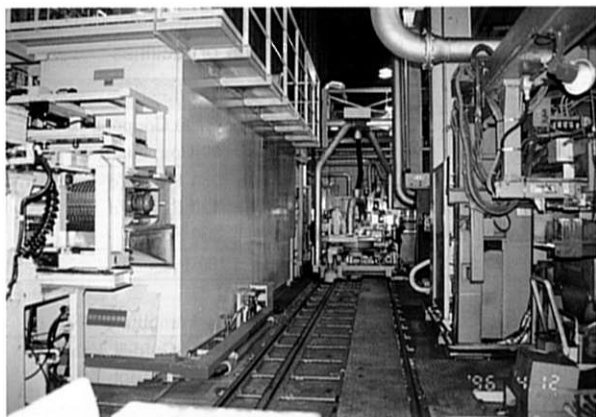


写真1 試験材・残材ローダの外観

Photo 1 Loader and unloader for test coupons

NCガス切断機廻りの一部分を写真2に示すが、ここでは切断開始ポイントのドリルによる穿孔工程を経て上位コンピュータからの指示通りの形状及び個数が一筆書き方式で切断される。

切断残材は再度自動倉庫に戻り試験結果により自動廃却あるいは再試験に供される。

一方切断片はコンベア上に乗継ぎ、ロボットにより冷却装置に寄せられ、冷却完了後、ガス切断による変色したマーキング位置が軽研磨され、バリ取りロボットに渡される。

バリ取り後の切断片は画像処理により試験番号を読みとりコンピュータトラッキングと一致している試験片だけ

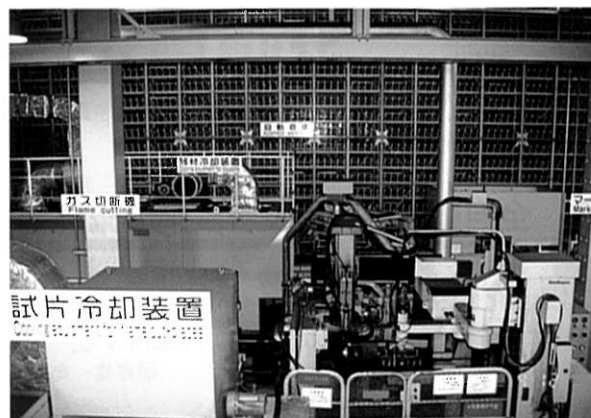


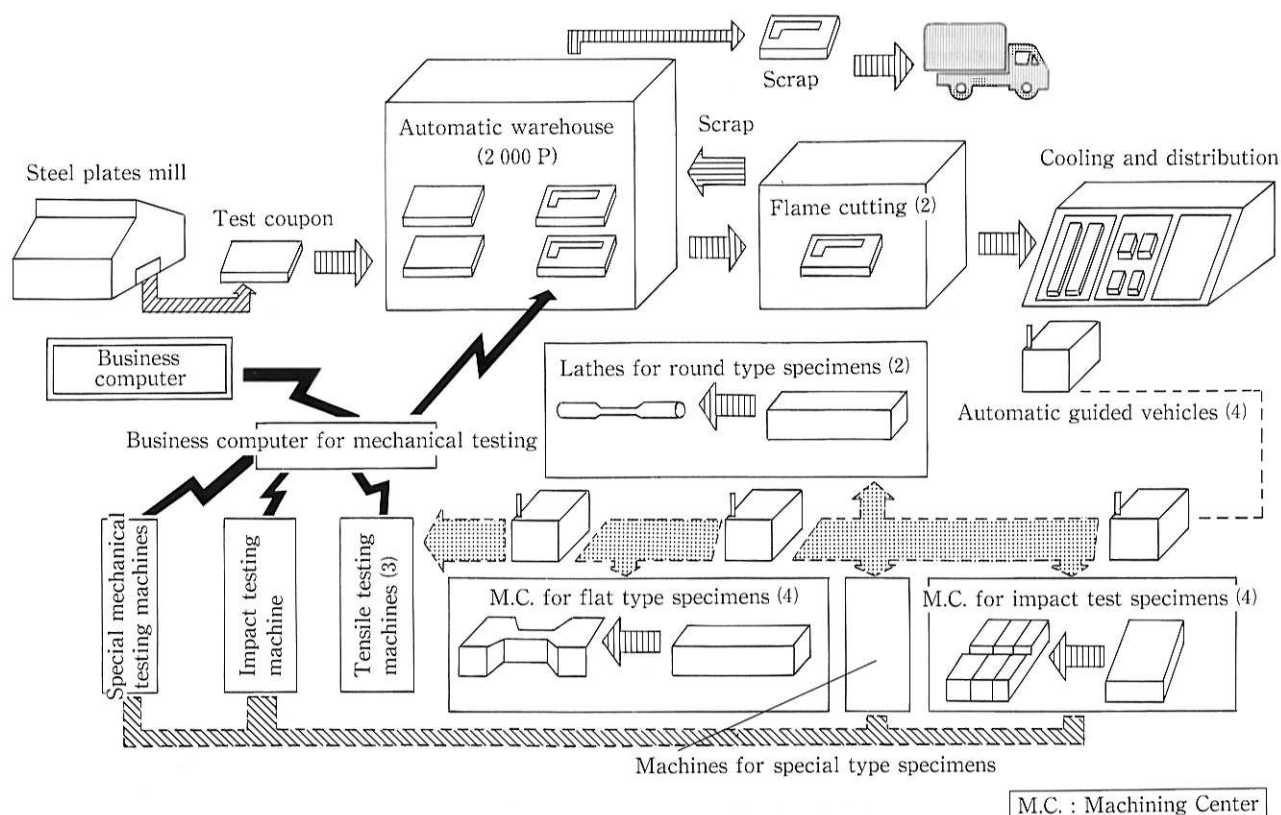
写真2 NCガス切断機廻りの外観

Photo 2 Numeric control flame cutting machines

が写真3に示す仕分けロボットにより試験片形状ごとに仕分け積層され、また試験片熱処理の必要な切断片は同ロボットにより仕分けられ別置きされる。

一定厚に積層されるかあるいは一定時間が経過した切断片は無人台車により、その一部分を写真4に示す全自動試験片加工機に搬送され試験片となる。

棒状引張り試験片及び板状引張り試験片はNC旋盤及びマシニングセンターにおいて加工された後再度無人台車で1000 kN 1台、500 kN 2台の引張り試験ゾーンに搬入され自動試験された結果が中央の生産管理システムに伝送される。



第2図 全自動厚板試験の工程図

Fig.2 Outline of automatic mechanical testing process

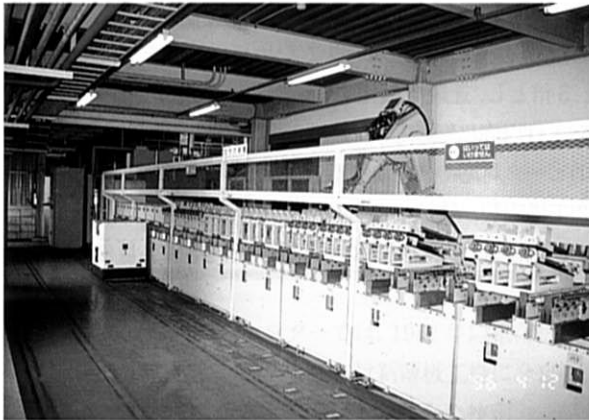


写真3 仕分け装置の外観  
Photo 3 Distributing equipment

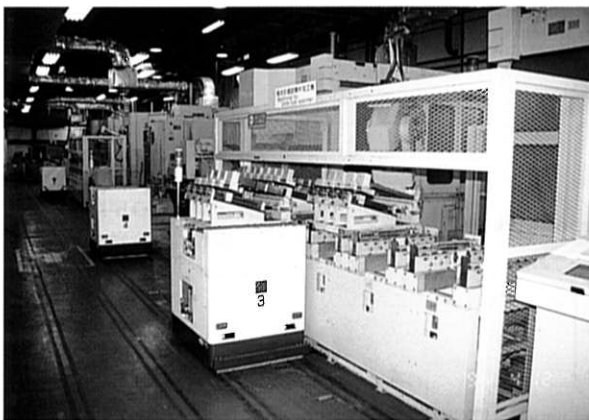


写真4 全自動試験片加工機と無人台車  
Photo 4 Machining center and automatic guided vehicles

衝撃試験片はサブサイズシャルピー及びフルサイズシャルピー加工機に無人台車で搬送され、加工された試験片は人手を介して衝撃試験機にて試験され、結果は中央の生産管理システムに伝送される。

試験設備の一部を写真5に示す。

生産管理システムでは全ての試験結果が揃った時点で総合判定を下し、その結果を機械試験プロコンに伝送する。

機械試験プロコンは総合判定結果により、残材自動廃却あるいは再試験用残材取り出し指示を出す。

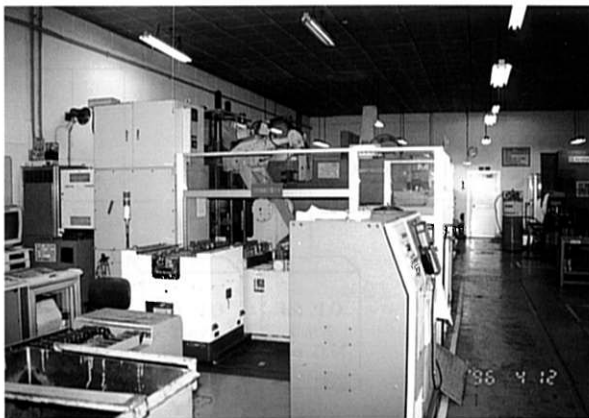


写真5 試験設備と無人台車  
Photo 5 Tensile testing machines and automatic guided vehicle

なお、本工程からラインオフされた硬さ・曲げ試験片等は手動試験した後、結果を生産管理システムに追加伝送している。

## 4. 全自動厚板機械試験システムの概要

システム構成を第3図に示すように、システム全体は既設の生産管理計算機・機械試験計算機の下に統括管理計算機(EWS 4800/35 OF)を置き、その下位のゾーンコンピュータ(PC 9800)とセルコントローラで構成され各計算機間はネットワーク(TCP/IP)により結合した。

各計算機の機能分担とその概要は次のとおりである。

### 4-1 生産管理計算機の機能

生産管理計算機は製品の試験スケジュールを立案すると共に、機械試験計算機へ試験作業指示の伝送を行い、機械試験計算機から試験実績データを受信すると製品としての合否判定を行い、結果を機械試験計算機に返すと共に検査証明書の発行を行う。

### 4-2 機械試験計算機の機能

生産管理計算機より送られる試験作業指示及び合否判定結果を統括管理計算機に渡す。

また、すべての材料試験機のコントロールを行っておりその試験結果を生産管理計算機へ伝送する。

今回の全自動化では、統括管理計算機から送られてくる試験片のトラッキングデータを基に3台の引張試験機をコントロールしている。

### 4-3 統括管理計算機

試験作業指示及び合否判定結果を基に、3台のゾーンコンピュータをコントロールし、自動倉庫内の試験材管理及び残材廃却管理を行う。

また、試験材投入時に試験材寸法形状の適性を判断すると共に日報・月報等の出力も行う。

### 4-4 ゾーンコンピュータ

試験材受け入れから試験完了までを、①自動倉庫・切断機ゾーン、②切断片冷却・仕分けゾーン、③加工・試験ゾーンに分け、それぞれのゾーンコンピュータは各設備のシーケンサを介して自動運転を行うと共にトラッキングを行う。

## 5. 効果

厚板機械試験全自動システムの稼働による効果は次のとおりである。

### 5-1 機械試験作業の効率化 および夜勤レスの実現

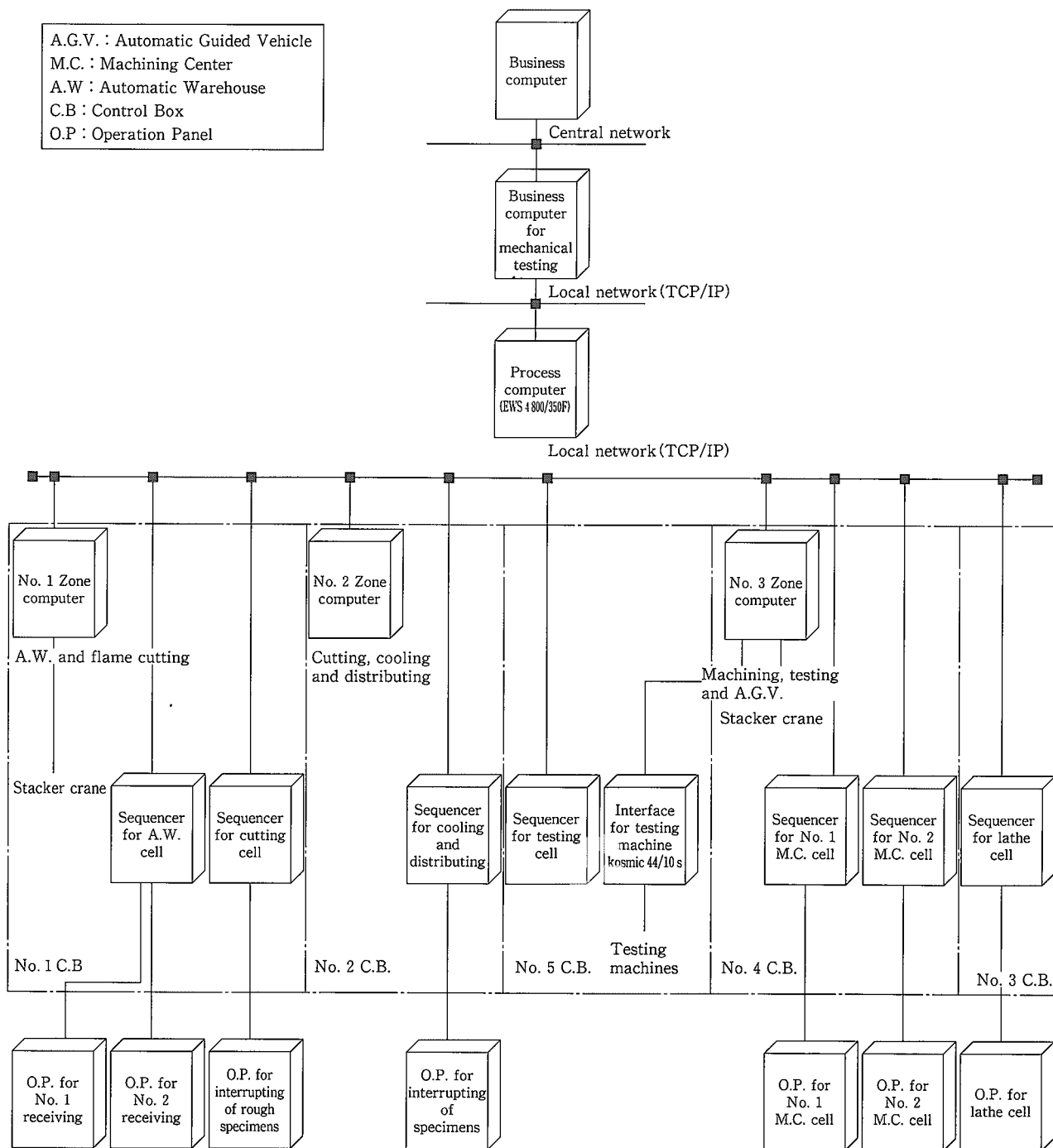
従来の部分自動化・バッチ作業を、材料運搬及び各設備への材料着脱作業を連続自動化し、8時間の無人運転を可能とすることにより、

- (1)要員を100人規模から50人とし、生産性200%を達成
- (2)夜勤レス機械試験の構築を実現した。

### 5-2 試験リードタイムの短縮

作業発生ピークを吸収するため設備能力を平均発生量の1.5倍とし、連続自動化することにより、試験リードタイムを1日以内に短縮し次の付帯効果が得られた。

- (1)ピーク対応の外注加工費用の削減
- (2)工場内製品物流の改善によるトラック輸送の削減
- (3)試験仕掛かりの圧縮による製鉄所内半製品量の圧縮



第3図 システム構成図

Fig.3 System configuration

### 5-3 品質保証体制の強化

作業指示, 識別管理, 試験結果の入力が全自動化されたため, 人為的単純ミスが排除できた。

また, 試験片加工の自動化により個人差が排除され正確さが向上した。

## 6. 結 言

鹿島製鉄所機械試験センターでは, 1982 年以来薄板機械試験の自動化に着手し, 1992 年には新薄板工場に全自動薄板機械試験設備を完成させ, 今回, 蓄積した技術力を駆使して厚板機械試験の自動化システムが完成した。

その効果としては,

- (1) 試験作業の効率化と夜勤レス機械試験の実現
- (2) 試験リードタイム短縮による製品出荷の効率化
- (3) 品質保証体制の強化

が挙げられる。

今回確立した機械試験の全自動化技術を, 今後は社内各所へ広げて行きたい。



谷 博/Hiroshi Tani

住友金属テクノロジー(株)  
鹿島・材料評価部 次長

(問合せ先: 0299(84)2557)

### 参考文献

- 1) 白石利明ら: 川崎製鉄技報, 16(1984)1, p.60
- 2) 斉藤久雄ら: 鉄と鋼, 76(1990), p.102

- 3) 小林 旭ら: 日立評論, Vol.72 No.5(1990-5), p.77
- 4) 西野和美ら: 住友金属, Vol.45-1(1993), p.40