

角鋼片自動磁粉探傷システムの改善

Improvement of Automatic Magnetic Particle Inspection System for Square Billets

(株)神戸製鋼所 神戸製鉄所 多田隆良・油谷憲治*・中田浩司
加古川製鉄所 平田宗興

1. 緒言

神戸製鉄所では、磁粉探傷できず部に付着した磁粉模様をITVカメラでとらえ、その情報に基づいてフライスカッター方式のきず取り装置できず取りを行う鋼片自動きず見・きず取りシステムを開発し、'83年より鋼片第1加工工場に導入し、現在まで順調に稼働している。¹⁾

しかし、近年では①条鋼製品への要求品質の厳格化に対応した検出能の向上、②鋼片加工工場の合理化推進のための処理能力の向上が課題となってきた。

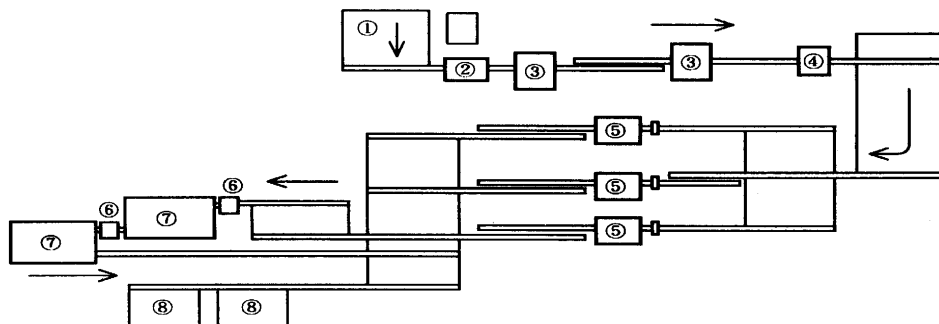
そこで'88年には、自動きず見・きず取り後の目視再検ラインを走間磁化・静止観察方式とし、磁化装置は複合磁場化することにより、再検の信頼性および精度の向上を図ってきた。

さらに'91年度末に、ITVカメラのCCD化、画像処理装置の更新により、自動きず見装置の検出能および処理能力の向上を図ることができたのでここに報告する。

2. 設備の概要

(1) 自動きず見・きず取りラインのレイアウト

鋼片第1加工工場の自動きず見・きず取りラインのレイアウトをFig.1.に示す。



①	Charging Table	⑤	Automatic Milling Equipment
②	Shot Blaster	⑥~⑦	Reinspection Line
③	Automatic Magnetic-Particle Inspection Equipment	⑥	Magnetizing Equipment
④	Automatic Ultrasonic Inspection Equipment	⑦	Dark Room
		⑧	Discharging Table

Fig.1. Schematic layout of billet conditioning shop

(2) 主な設備の仕様および構成

自動きず見・きず取りラインおよび磁粉探傷装置の主な仕様をTable 1.に示す。Fig. 2.は自動きず見・きず取りシステムの設備構成であり、Fig. 3.に再検用磁粉探傷装置の構成を示す。

Table 1. Specifications of Surface Inspection System

Item		Specification	
Test material	Kind	Square billet	
	Material	Carbon steel , Low alloy steel	
	Dimension	□155, 118 mm ; $\ell=8\sim 12.5$ m	
Feeder	Type	V-Roller table	
	Speed	20 , 25 m/min.	
Surface inspection		Automatic Inspection System	Reinspection System
Evaluation		CCD camera / Image processing	Visual check
Magnetization method		Yoke method	Yoke + Coil method
Magnetic field		AC Max. 14, 000 AT	AC Max. 14, 000 AT
Concentration of magnetic ink		0.3 g/l	0.3 g/l
Ultraviolet ray intensity		3, 200 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	1, 000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$

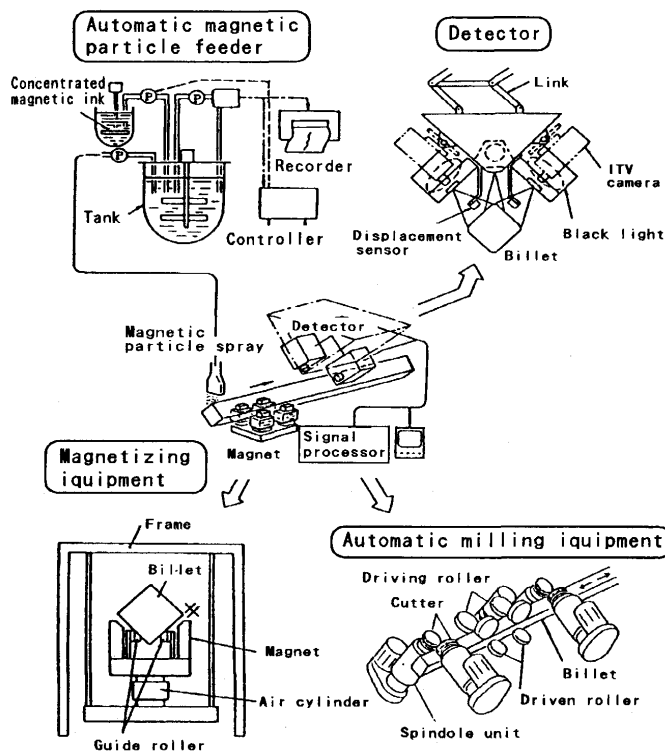


Fig. 2. Automatic Inspection System

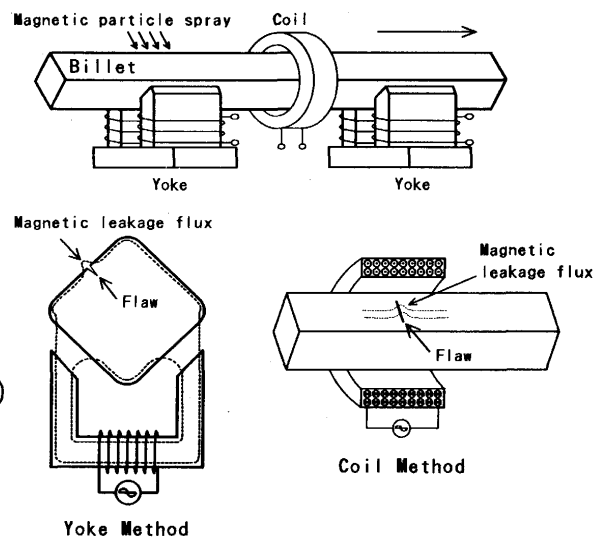


Fig. 3. Reinspection System

(3) 自動磁粉探傷装置の更新内容²⁾

a. ITVカメラのCCD化

自動磁粉探傷装置の導入以来、ITVカメラとしてプランビコンカメラを採用してきた。

その理由として、

- ① 10 [Lx]以下の低照度領域でも感度が高い。
- ② 他の撮像管に比べて残像が少ない。

等が挙げられる。しかし、次のような欠点があった。

- ①信号の立ち上がり特性が悪いため、20mm以下の短いきずの検出能が低い。
- ②経年変化による、感度の劣化が激しい。

そこで今回の設備更新に先立ち、各種カメラの特性評価を行った。その結果、Fig.4. およびFig.5. に示すように、CCDカメラは、立ち上がり特性、動画像特性ともにプランビコンカメラより優れているので、CCDカメラを採用した。

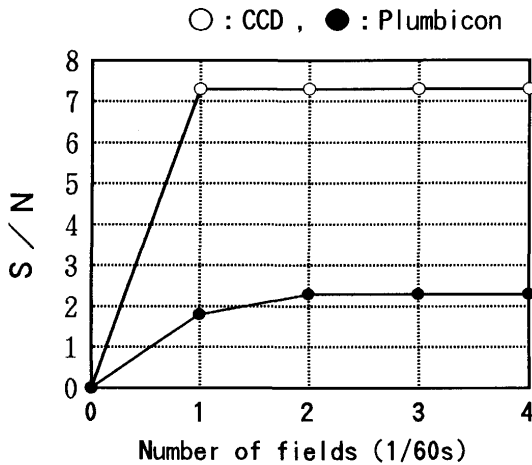


Fig.4. Buildup characteristics of video signal

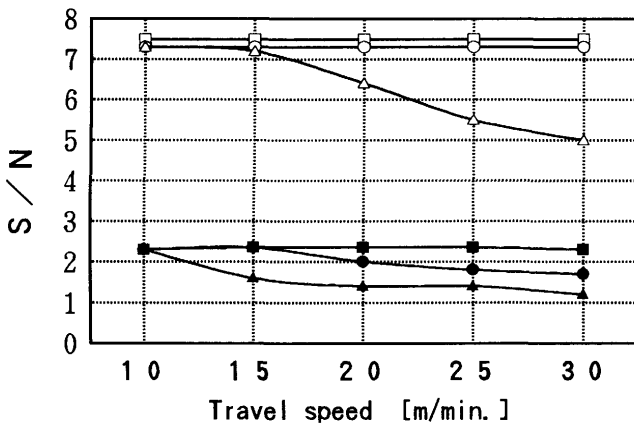


Fig.5. Dynamic image characteristics for moving LED
 Open mark : CCD , Solid mark :Plumbicon
 Length of LED : □=15mm, ○=10mm, △=5mm

b. 画像処理装置

画像処理装置のきず検出処理アルゴリズムを Fig.6. に示す。基本的に従来方式からの変更はないが、短いきずに対する検出精度を向上すべく、差分処理後の画素データの縮退処理等の細分化を図っている。

また、処理ロジック、きず性状解析用のツールを備えており、画像処理方法変更の簡便化および保守性が大幅に改善された。

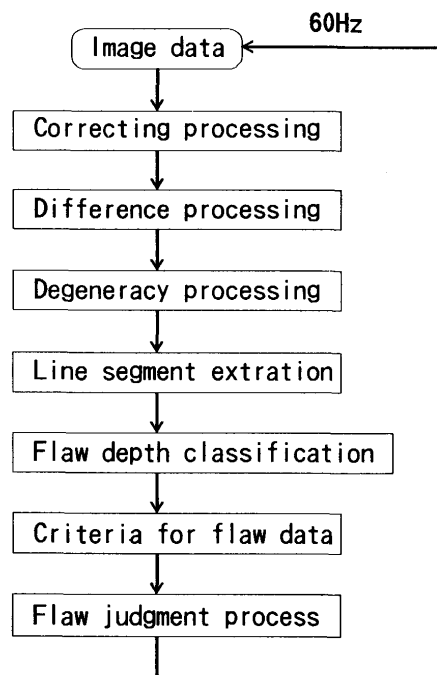


Fig.6. Flow of image processing

(4) 再検用磁粉探傷装置の更新内容

再検磁粉探傷においては、磁化方法および観察方法を下記の如く変更し、再検の信頼性および精度の向上を図った。

磁化方法	: 極間法	⇒	極間法+コイル法
	(4極回転磁場)		(複合磁場)
観察方法	: 走間観察	⇒	静止観察

3. きず検出能

(1) 自動磁粉探傷装置のきず検出能

自動磁粉探傷装置の更新前（搬送速度：20m/分）と更新後（搬送速度：25m/分）のきず検出能（きず深さ $d \geq 0.3\text{mm}$ ）の比較をFig. 7. に示す。搬送速度を20m/分から25m/分にアップしたにも係わらず、短いきずに対する検出能を向上させることができた。

(2) 再検用磁粉探傷装置のきず検出能

磁化方法および観察方法の変更により、Fig. 8. に示すように浅いきずに対する検出能が大幅に改善された。特に、複合磁場化したことにより浅い連続的なへげ状きずの検出能が向上している。

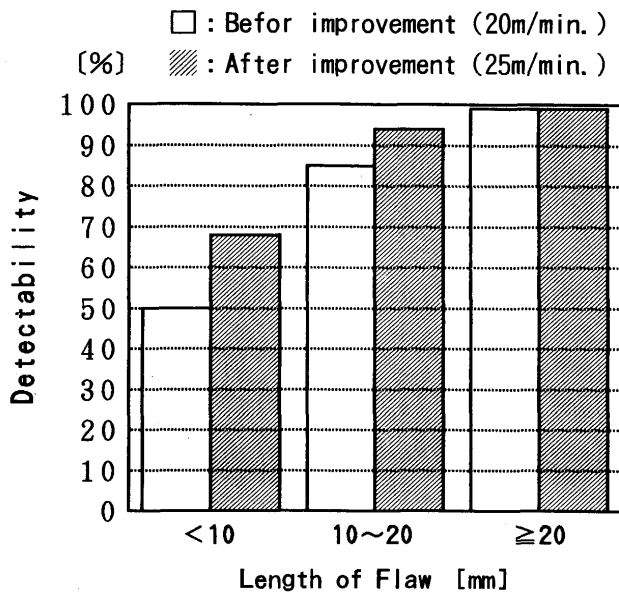


Fig. 7. Detectability of Automatic Inspection System (Flaw depth $d \geq 0.3\text{mm}$)

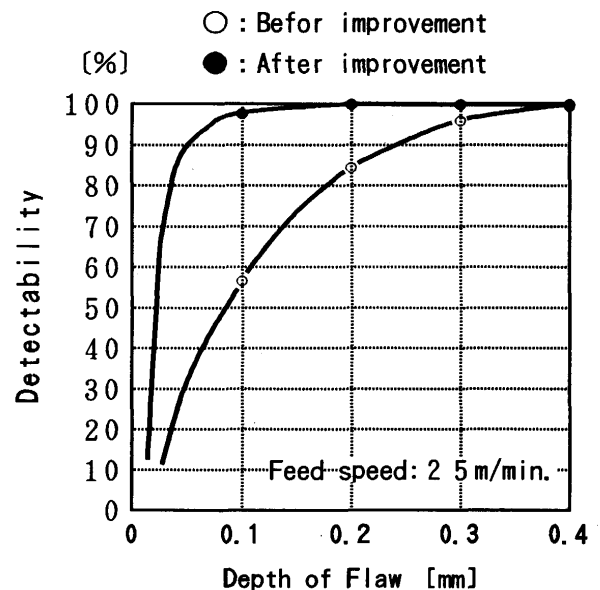


Fig. 8. Detectability of Reinspection System (Flaw length $l \geq 10\text{mm}$)

4. 結 言

(1) 自動磁粉探傷装置のカメラのCCD化および画像処理装置更新により、

①きず検出能の向上（きず深さ $d \geq 0.3\text{mm}$ ，きず長さ： $l \geq 10\text{mm}$ の検出能：94%）

②処理能力の向上（搬送速度：20m/分 \Rightarrow 25m/分）

を図ることができた。

(2) 再検用磁粉探傷装置の更新により、浅いきずや深くても短いきず（自動きず見・きず取りが困難なきず）の検出能および精度の向上を図ることができた。

以上のことより、鋼片段階の表面品質管理レベルが大幅に向上すると共に、鋼片加工工場の合理化推進に大きく寄与している。

《参考文献》

- 1) 新村鉄三郎, 岩崎全良, 津田五郎, 木邑信夫, 結城 滋, 牛尾敬二: 鉄と鋼, 70(1984), p. 1216
- 2) 小堺和泉, 多田隆良, 平田宗興, 亀井英明, 油谷憲治, 中田浩司: 鉄と鋼, 79(1993), p. 847