

川崎製鉄技報

KAWASAKI STEEL GIHO

Vo3. (1971) No.4

表面欠陥自動検査装置

Automatic Surface Defects Flaw

清水 孝雄(Takao Shimizu) 阿久津 昭司(Shoji Akutsu) 渡辺 康正(Yasumasa Watanabe)

要旨：

本装置は光電効果を利用して鋼板の表面欠陥を検出するもので、官能検査の代用として使用される。この装置は、ミラードラムを用いて、検査面上に光のスポットをあてながら表面欠陥を走査する飛点走査方式とつねに一定の光をあてたままで欠陥を検出する非走査方式を併用しているので、各種の欠陥の検出が可能である。本稿では、ブリキ板の表面検査に採用した本装置の作動原理、構造、特長および使用状況について述べる。

Synopsis：

Introduction is made of the operational principle, the structure and some features of the automatic steel sheet surface defect inspection apparatus in operation at a tin plate inspection line in Kawasaki Steel's Chiba Works. This apparatus which applies photo electric effect was developed in order to replace the traditional naked-eye inspection. The device consists of three parts; light sources, detectors and amplifiers. Detection of surface defects is done by joint use of flying photo spot method using rotary mirror drums and static photo spot method, covering a variety of defects to be detected marking a combined use of these two methods is one of the features of this device.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

表面欠陥自動検査装置

Automatic Surface Defects Flaw

清水 孝雄*

Takao Shimizu

阿久津 昭司**

Shoji Akutsu

渡辺 康正***

Yasumasa Watanabe

Synopsis:

Introduction is made of the operational principle, the structure and some features of the automatic steel sheet surface defect inspection apparatus in operation at a tin plate inspection line in Kawasaki Steel's Chiba Works.

This apparatus which applies photo electric effect was developed in order to replace the traditional naked-eye inspection.

The device consists of three parts: light sources, detectors and amplifiers.

Detection of surface defects is done by joint use of flying photo spot method using rotary mirror drums and static photo spot method, covering a variety of defects to be detected making a combined use of these two methods is one of the features of this device.

1号機が完成し、稼動しているので以下その概略を紹介する。

1. まえがき

従来から鋼板表面欠陥の選別検査には、官能検査（目視検査）が採用されている。この官能検査は検査者の能力、経験、勘などにたよるところが多いために生産工程能力の制約や検査精度のバラツキが問題になる。当社千葉製鉄所においても生産工程能力の向上、検査工程の省力・自動化および検査精度の向上などを目的として、昭和44年2月より東英電子工業（株）および日本レギュレーター（株）と表面欠陥自動検査装置の共同研究開発を進めてきた結果、昭和45年12月に当社における実用第

2. 検出方式と作動原理

2.1 検出方式

検出方式には大別して走査方式と非走査方式がある。走査方式にはさらにマルチフォトセル方式、飛像走査方式および飛点走査方式などがある。当社が採用したものは光のスポットが鋼板の横方向に動いていく飛点走査方式と非走査方式を併用したものである。図1は飛点走査方式の原理

* 千葉製鉄所管理部検査課掛長

**千葉製鉄所管理部検査課

*** 千葉製鉄所管理部計測課

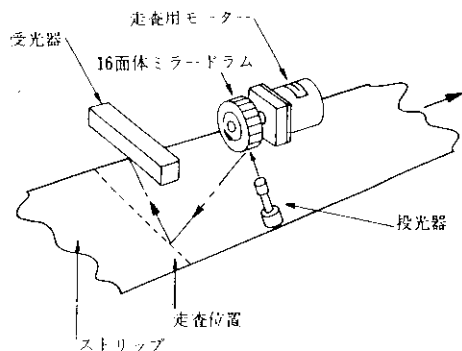


図 1 飛点走査方式の原理図

図を示す。

2.2 作動原理

光学系の構成を図 2, ブロックダイアグラムを図 3に示す。投光ランプの光はコンデンサーレンズにより集光され、矩形スリットをとおり、さらに投光レンズを経てミラードラム面に直進する。このミラードラム (16面体) で反射された光はストリップの走行方向に対し直角にストリップ面を

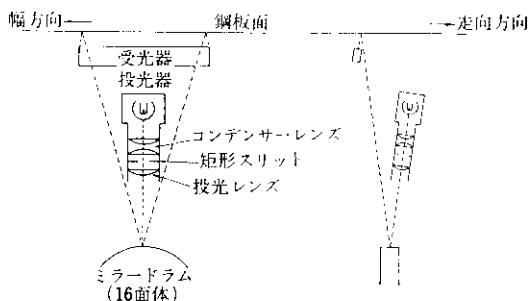


図 2 光学系の構造 (走査方式)

隙間なく走査する。この反射光を受光器内のシリコン光電素子にて、表面欠陥による反射光量の変化を起電力の変化に変換し、プリアンプで増幅し検出部の出力信号として制御盤のユニットアンプに入れる。このユニットアンプによりさらに増幅し、ストリップ両端の信号をブランキング回路で消去し、メインアンプに入れる。このメインアンプによりさらに増幅し、ストリップの種類による微小な地合変化を A. G. C. 回路 (地合に対する自動ゲイン調整) により一定出力にする。整形回路はダイオードスライスを利用するもので、検出レベルの設定回路である。ダイオードの出力側にレベル電圧をかけておくと、その電圧以下の信号は阻止され、レベル電圧をこえる信号のみ取出される (レベル設定回路を 2 段にすることにより重欠陥、軽欠陥の弁別が可能になる)。この取出された信号はシュミット回路により一定振幅に変換され、単安定マルチバイブレータ回路にはいり、クラシファイヤー用信号および警報用信号出力となる。クラシファイヤー用信号は自動リジェクトするためのものであり、警報用信号はオペレーターに欠陥検出を知らせるためのものである。

3. 仕様、構造および特長

3.1 仕様

- 1) 検出能力…直径 0.75mm の黒点が検出可能
- 2) 検査面…表裏面とも検査可能
- 3) 検査方式…走査方式と非走査方式の併用

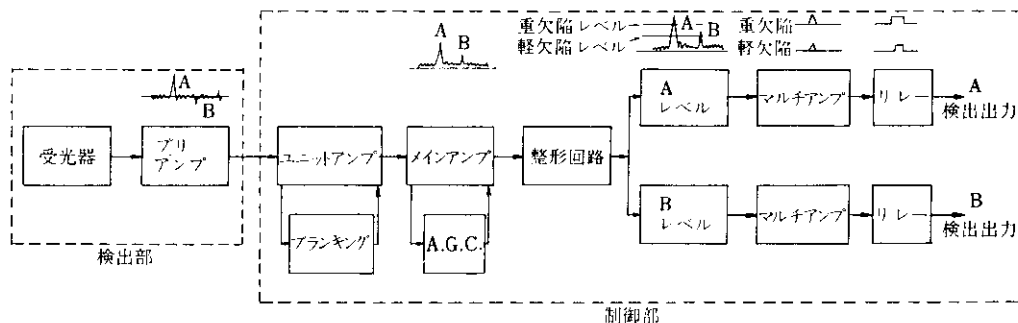


図 3 ブロックダイアグラム

- 4) 検査幅…最大1100mm
- 5) 検査速度…最大360m/min
- 6) 板端部不感帯…10mm以内
- 7) 弁別レベル…3クラスに仕分け可能
弁別レベルの設定は可変
- 8) 検出信号出力…クランフイヤー用信号
および警報用信号

3.2 構造

表裏面とも走査方式と非走査方式の併用であるが、走査方式は有効幅 200mm の 6 ユニットで全幅検査し、非走査方式は表面の板両端部（片板端部 296mm）と裏面中央部（89mm）を検査する。非走査方式を全幅配列しない理由は非走査方式で検出しようとする欠陥が幅方向のものであり、部分配列で検出可能であるからである。検出部は通板の作業性を考慮して、表面検出部と裏面検出部を切り放し、表面検出部はエヤーシリンダーでドライブ側にリトラクト可能にしている。また検出部は異物飛込み防止を図るためエヤーパージしている。ユニットの配列を図 4 に示す。走査方式の構造を図 5 に示す。非走査方式の構造を図 6 に示す。

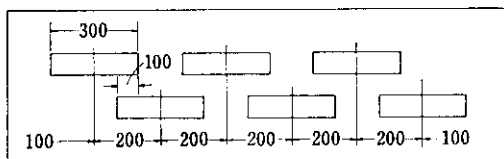


図 4 受光器ユニットの配列（走査方式）

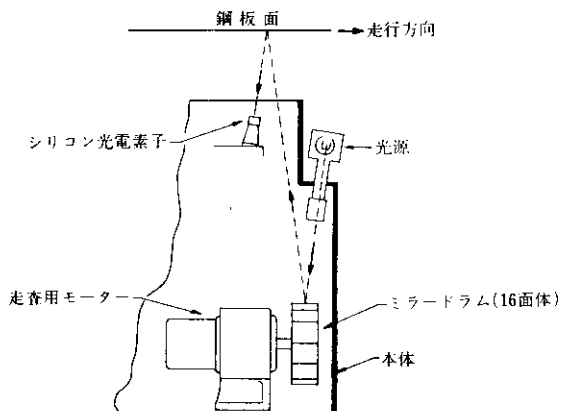


図 5 走査方式の構造

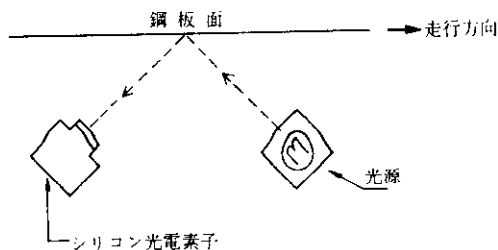


図 6 非走査方式の構造

す。制御パネルには観測部、増幅部、弁別レベルセット部、リレーおよび電源部がある。観測部は各ユニットの感度調整および各所のチェックをおこなうモニターメーターおよびオシロスコープで構成されている。増幅部は各ユニットアンプ、メインアンプ、マルチアンプの信号処理回路が組み込まれている。弁別レベルセット部は走査方式と非走査方式が別々になっており、それぞれ任意に弁別レベルが設定できるようにしている。リレーおよび電源部は警報用リレー、各種電源より構成されている。

3.3 特 長

この表面欠陥自動検査装置の特長は以下のとおりである。

- 1) 各種の欠陥について官能検査で欠陥判定基準を定量化した値と S （欠陥信号）/ N （地合ノイズ）が近似的に直線関係を示すようにしている。
- 2) 個々に検出しにくい欠陥がある場合、たがいにその欠点をカバーするため走査方式と非走査方式を併用している（表 1 参照）。

表 1 走査方式と非走査方式の検出難易の比較

検査方法	検出可否	検出しやすい欠陥	検出困難な欠陥
走査方式	○	圧延方向の欠陥 凹凸欠陥 着色欠陥	圧延方向と直角方向の欠陥
非走査方式	○	圧延方向と直角方向の欠陥	圧延方向の欠陥

- 3) 電気ブリキ製品は表面処理方法が、製品の用途により異なるので、光沢に大きな差があり、反射光量にも大きな差がある。このような場合はその都度感度調整をする必要があるが、自動調光装置を採用することによりこの操作を不要にした。
- 4) コイル内の光沢差についてはあまり大きな差はないが、軽度の欠陥の場合には問題があるので微調整も自動的にこなえるような電気回路(A.G.C.回路)を採用している。
- 5) 電気ブリキせん断ラインのようにストリップに張力をかけられない場合、鋼板面の振動は検出精度を低下させる原因となるが、特殊な電気回路と構造により検出精度低下を最小にいとめることができる。
- 6) 板端部不感帯は需要家の用途によりことなるが、電気的信号処理方法を採用し、10 mm以内におさめることができる。
- 7) 弁別レベルの設定も用途などにより、自由に変えることができ、欠陥検出力信号をクラシファイヤーに伝達し、自動リジェクトを可能にしている。

4. 使用状況

昭和46年5月度の使用実績を処理量の割合で算出したものを表2に示す。用途により若干差はあ

表2 表面欠陥自動検査装置稼動状況
(調査期間 昭和46年5月1日～5月31日)

用途別種類	自動検査装置 稼動率	官能検査	
		規制率	故障率
A 用途 (弁別レベルA)	95.0%		5.0%
B 用途 (弁別レベルB)	95.3%	4.7%	
C 用途 (弁別レベルC)	93.0%	3.7%	3.3%

注意 1) 上記データは処理量の割合である
2) 規制とは自動検査装置の故障以外の特別な理由により官能検査に切換えられたものである

るが、平均して94.4%の稼動率である。ただし差厚メッキマーク入りのものは現在のところ問題があるので官能検査で処理している。表面欠陥自動検査装置の故障率は3～5%であるが、このうち初期故障が大半で大きな故障はなく、定期点検を確立することにより解決できる。特別な理由により官能検査の規制があるものについては今後残るであろう。

5. 検査精度

需要家の用途により弁別レベルの設定をA、B、Cに区別し、各種の表面品質要求に応じられるようにしている。図7は同一用途(表面品質要求の同じもの)のものを官能検査と表面欠陥自動検査装置で選別した合格ロットを静止官能検査で再検査し、その合格率を示したものである。また合格ロット中に含まれる不良板の不良程度内訳を調査した結果を表3に示す。

表3 合格ロット中に含まれる不合格板内訳

区分	内訳	合格	不合格程度1	不合格程度2	不合格程度3
官能検査		95.6	2.4	0.9	1.1
自動検査装置		96.3	3.2	0.5	0

注 1) 自動検査装置の弁別レベルはCである
2) 不合格程度1→3の順で欠陥が大きくなる
3) N=20の合格ロット

官能検査にくらべ、表面欠陥自動検査装置のすぐれている点は下記のとおりである。

- 1) 図7に示すようにバラツキが小さく、安定した検査精度が得られるので、安定した表面品質レベルのものを需要家に納入できる。
- 2) 重大欠陥の混入がない。官能検査では見のがしやリジェクトミスがあるが、表面欠陥自動検査装置にはこのようなミスはない。
- 3) 従来ピンホール検出器では検出困難とされ

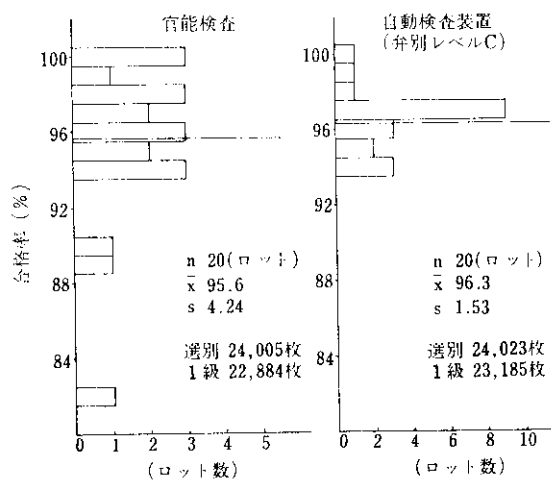


図7 合格ロット中の合格率

ていた斜穴が表面欠陥の一部として確実に

リジェクトできる。

- 4) 従来の官能検査では表面の検査精度にくらべ、裏面の検査精度がおちていたが、表面欠陥自動検査装置では表裏同等の検査精度が得られる。
- 5) 検査精度はラインスピードに左右されない。

6. あとがき

以上述べたように当表面欠陥自動検査装置は、検査精度の向上、安定した品質保証、検査員の省力化、生産能力の向上などほぼ期待どおりの成果をあげているが、今後さらに検討をくわえ、欠陥および差厚メッキマークなどのパターンを認識し、検出し得るようにしていきたい。