

川崎製鉄㈱阪神製造所 高徳芳忠 小野弘路 ○相澤 均

1. はじめに

設備の高速化、自動化の趨勢の中で、表面検査作業の自動化の要望も高まってきている。当所の冷延鋼板最終焼鈍ラインで表面疵検査装置を中心とした検査システムを開発した。表面疵検査にはレーザの回折を利用する検出法と計算機による画像処理と専用処理回路とを組合せた疵種判別方法を採用した。

2. 表面疵検査装置概要

2.1 原理と仕様：レーザ光の回折現象により生ずる鋼板特有のスペckルパターンを空間フィルタで遮光し、疵によるパターンの変化を検出するものである。

光学系の主仕様を Table 1 に示す。

2.2 疵種判定法：判定にはマイクロ処理とマクロ処理の両者を用いている。マイクロ処理は鋼板を絵素単位で分割し長手方向に疵個数を積算してヒストグラムを作成し、特徴量を抽出する方法である。この前処理に2次元のデジタルフィルタを用いている ( Fig.1 )。マクロ処理はさらに1 m 以上の疵の形態情報で疵種をする方法である。これらにより Table 2 に示すように専用処理回路による2種を含め10種類の疵を識別している。

疵の等級判定は疵信号  $R_i$  に重み  $\rho_i$  を乗じて積算した値  $\Phi$  を疵種毎に設定した閾値と比較して行なう。

$$\Phi = \sum \rho_i \cdot R_i$$

3. 検出能力と検査精度

オンラインでの性能は、得られた検査結果をもとに巻直しラインで再検査して確認した。その結果次の知見が得られた。

- (1) 装置の疵部検出率は約80%、合致率は80~85%である。
- (2) 疵名の一致率は約55%であるが、へげ、模様の一部で70~80%、押疵で数%と疵種によって差がある。
- (3) 穴の検出率は90%以上であり、ほとんど見逃しはない。
- (4) 過剰検出率は約10%である。( Table 3、Table 4 )

目視検査についても次のことが判った。

疵の検出能力は約25%、合致率は80%である。検出可能な疵は模様が50%近くを占めており、へげ、斑点のような単発は検出しにくい。

以上を総合し、目視検査と比較して検査装置の性能は高いレベルにあり、実用化が可能であると判断し、オンライン検査機器として使用している。

Table 1 Specifications of Automatic surface defect inspection system

Items	Contents
1) Principle	Laser speckle pattern mask method
2) Optical sytem	
(1) Optical source	He-Ne ( 2 mW )
(2) Spot size	0.5 b x 3 l
(3) Rotating mirror	Octahedron x 12000 rpm
(4) Optical sensor	Photomultiplier
3) Inspection width	1250 ( 250 mm / head x 5 )
4) Measurable line speed	300 m /min max

Table.2 Classification of surface defects

No.	flaws	remarks	
1	Rough Surface	by a tree logic	
2	Scab 1		
3	Scab 2		
4	Slip Mark		
5	Stain		
6	Spot 1		
7	Spot 2		
8	Dent		
9	Cross flaw		cross flaw detector
10	Pin hole		pin hole detector

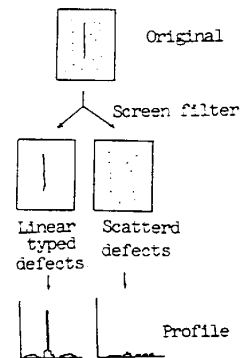


Fig.1 Separation of defects by means of a digital screen filter

Table 3 On-line inspection accuracy of Automatic surface defect inspector

No	group of defects	detect per. %	coincidence defect group name %	per. %	
				total	one-half failure
1	Rough Surface	100	52.7	20.3	27.7
2	Scab 1	89.1	73.8	53.1	66.1
3	Scab 2	80.6	72.4	43.3	58.1
4	Slip Mark	95.8	56.8	17.9	20.0
5	Stain	80.1	39.8	11.9	22.1
6	Spot 1	100	71.4	64.3	64.3
7	Spot 2	64.5	61.8	23.7	47.7
8	Dent	63.6	4.5	0	0
9	Cross flaw	100	100	-	-
10	Pin hole	93.7	93.7	93.7	-

Table 4 Comparison between man and machine

	per. %	coincidence	miss detect.	over detection	detection for flaw	
					grade B.C.D	grade C.D
visual inspection	78.7	21.0	0.3	25.2	35.0	
machine	84.0	6.3	9.7	78.0	89.3	