鋼板表面キズ検査の自動化について*

宮川 一男**, 市嶋 勇**
林 栄一***, 益子 羊****

Iron and steel making plants continue to depend on the naked eye method for detecting of surface flaw during the course of inspection. However, when the naked eye inspection method is adopted for the inspection of surface flaw on steel strip, there might be many problems.

As the ways of approach to the analysis of these problems, the pursuit of inspector's eye movements using an electro-oculograph-method and the study of visual efficiency are performed. From these analyses, most important points for the accurate on-line-naked-eye-inspection of surface flaw of steel strip are picked out.

On these back grounds and needs, we developed automatic inspection system of surface flaw on steel strip, and achieved the systems for electrolytic tin-plate lines and chromium coated steel strip lines. Now, these systems are working enough and showing the achievement of a future full automatic inspection system.

鋼板の表面キズ検査を肉眼検査で行なった場合の検出能力、ラインスピードに対する適応性等を EOG による眼球運動の測定と、視力能力の考察から推論し、現行鋼板製造ライン検査での問題点を抽出した。これらの背景のもとに、鋼板の表面キズ検出装置の自動化を目的として開発を進め、スズメッキ鋼板、クロムメッキ鋼板の級外欠陥検出装置を完成した。稼動状況は、きわめて良好であり、将来の完全自動検査への基礎を確立した。

1. 緒 言

近年にいたり、生産関係の自動化は大いに進み、電子計算機によるプロセス制御も可能になってきている。しかるに鋼板の表面疵検出工程は、識別能力等総合的な判断力のために、いまだに原始的な肉眼判定の方法にたよらざるをえない。その理由は人間の視覚能力と、これにもとづく判断力がきわめて大きいために、これに匹敵する機能を有する自動検査方法の確立が困難であったこと

による。しかし最近のようにラインスピードが高速化すると人間の眼球運動能力が適応できなくなると¹⁾、疲労しやすくなり、結果として見落としが多くなり検査精度低下がいちじるしい。また検査員間の個人差も無視できない。需要家の品質への要求は高まり、製品中への欠陥品の混入に対するクレームは厳しくなっている。また一方で労働力が不足してきているので検査員を少なくすることも重要である。このような諸般の情勢から高速ラインでの級外欠陥の見落としをなくすること、裏面大欠陥混入を防止することへの必要性が高まってきた。

この問題を解決するため筆者らは光学的方法²⁻⁵⁾を採用し、1964年より研究を重ねた結果、スズメッキ鋼板とクロムメッキ鋼板について、オンラインにおいて表面疵を検出して自動的に選別する方法を完成した。この技術は今日もお改良が続けられ、近い将来完全な自動検査が行なわれるものと思われる。本報告では、これまでに

* 昭和46年10月22日受付
** 新日本製鉄(株)君津製鉄所, Kimitsu Works, Nippon Steel Corp.
*** 新日本製鉄(株)広畑製鉄所, Hirohata Works, Nippon Steel Corp.
**** 新日本製鉄(株)名古屋製鉄所, Nagoya Works, Nippon Steel Corp.

完成した技術と、今後改良が行なわれるべき方向について基礎検討を行なった結果をのべる。

2. 人間工学からみた肉眼ライン検査の限界

林、島袋らは検査員による肉眼観察検査が生理的に見て、その限界がどの程度であるか、EOG(electro-oculograph: 眼球電位図計)を用いて、眼球運動の測定によって研究したり。

2・1 検査作業時の眼球運動

検査テーブルコンベア上を移動する鋼板を検査する場合の視線の移動は、図1に示すパターンに近いものと考えられる。追従運動というのは鋼板の移動と同期して眼球を動かし、実際に検査の目的を達成することのできる運動で、この時検査員は、眼の周辺視野を使いある範囲をおおまかに検査している。この周辺視野の中に異常を発見したとき、注視点を移動し中心視によりその異常を確認する。飛越し運動は追従運動で検査される範囲が限られているためこれを補い、検査範囲を拡大するための運動である。普通、追従運動および飛越し運動のそれぞれの所要時間は、250msec および 50msec であり、検査時の眼球はこの2つの運動を交互にミックスして行なっている。この眼球の運動状況は、視線の移動方向および単位時間当りの眼球の運動回数から把握されるが、これらは検査作業に密接な関係をもつと考えられる。

2・1・1 眼球運動の測定方法

眼球の運動状況は EOG 法により知ることができる。眼球は常に角膜側(+)網膜側(-)となり、被検者に電極を左右こめかみ部および眼の上下に接着し、その電位差を測定することにより眼球の垂直水平の回転角を知る。その電位差は水平垂直の運動に対してそれぞれ $16\mu\text{V}/\text{度}$ および $14\mu\text{V}/\text{度}$ となる。この測定により、視線の移動状

図 1 検査時の眼の運動のパターン

況と、眼球の運動数をとらえられるが、測定時に頭は固定されていないため、EOG法による注視点は頭の移動を無視したものとなる。なお測定は磨滅板剪断ラインの通常作業時の検査員に対して行なった。

2・1・2 検査と視線の移動

ラインスピード 300fpm での鋼板検査時の眼球運動を EOG により測定し、視線の移動状況を想定すると、図 2 のごとくなる。これによると、すべての被検査者は鋼板の全面を効率よく検査しようと努めていることがうかがえるが、被検査者の平常の検査精度の評価を、良 (A_1, A_2, A_3) やや劣 (B_1, B_2, B_3) 劣 (C_1, C_2) と分類し、これと比較すれば劣になるほど片寄りの検査あるいは逆戻りの検査などの無駄な視線の動きがある。

2・2 ラインスピードと眼球運動

眼球運動の限界はほぼ3.3回/秒といわれているが、ラインスピードが増加すれば検査員が鋼板を見る時間は減少し、おのずと一枚当りの追従回数は減少し、検査精度も低下する。冷延鋼板シャラインでラインスピードと眼球運動回数の対応試験を行なった。ラインスピードを、150~300fpmの4段階に変化させた場合の眼球運動回数は図3に示すごとくであり、ラインスピード増加に従い、眼球運動回数も増加の傾向が見られる。しかし250

図 2 検査時の眼球運動

図3 ラインスピードと眼球運動の関係

fpmがピークとなっている。眼球静止状態での視野が狭い範囲のものであれば眼球運動回数がラインスピードに比例して大きくなって始めて検査精度も低下しないはずであるが眼球運動回数増加は比例増加よりも小さいことが認められる。その上 300fpm ではむしろ減少傾向があらわれ、このあたりが検査精度低下が認められない限界であるといえる。

2.3 平行検査と交叉検査

現在の大部分の検査はラインサイドから行なう検査(平行検査)であるが、これを板の流れの上からの検査(交叉検査)にした場合と比較してみる。

EOG による両者の眼球運動測定結果を図4に示す。この結果をみても平行検査の方がカバー範囲が広し、また、欠陥検出の際の無意識的飛びこし運動も交叉検査の方が少なくなっていることが観測されている。眼球運動回数を比較しても1.1:1と平行検査が大きくなっている。

2.4 疲労と眼球運動

検査作業は比較的強度の精神作業である。しかし、精神作業の疲労の測定は困難である。検査作業の場合激しい眼球運動を伴うため、疲労は眼球運動の低下となって現われるのではないかと考えられる。しかし、ラインスピード 300fpm で作業開始から終了までの45分間の時間経過の眼球運動をみた場合図5および図6に示すごとく眼球運動の低下は認められない。これは疲労がないためではなく、眼筋能力が非常に高いため、疲労となつて

図4 走行方向に対する検査向と方眼球運

図5 検査継続時間と眼球運動のスィ移

図6 検査継続時間と眼球運動回数 (f/sec)

表 1 ラインスピード検出可能黒点径の関係

偏向 角度 (°)	視野 (%)	ラインスピード (FPM)				
		400	500	600	700	800
0	—	mm 0.49	mm 0.56	mm 0.65	mm 0.97	mm 0.82
2	2.0	1.10	1.26	1.45	1.76	1.84
4	7.9	1.55	1.79	2.05	2.49	2.60
6	18.2	1.93	2.22	2.54	3.09	3.22
8	32.4	2.26	2.60	2.98	3.63	3.79
10	51.0	5.07	5.83	6.59	8.12	8.48
13	87.6	5.71	6.56	7.54	9.15	9.54

シート面積=27in×29in

現われなかったものと考えられる。

2.5 高速ラインにおける検査精度

ラインスピードの高速化は低速時におけるよりも識別力の低下がいちじるしい。それとともに1枚当りの眼球追従回数も低下し、高速ラインの検査精度は非常に低いものとなることは明らかである。

400fpm 以上の高速ラインにおける識別可能な標準的欠陥径とその視野範囲を表1に示す。

この表の内容は、人間の眼の知覚力には、視野中心が

最も鮮明に精度よく知覚され、その周囲に波紋状の等知覚環が存在することを示す。従ってある範囲を仮想的に設定した場合の最外環上でどのくらいの径の黒点が見えるかその可視径が求められる。その設定した視野範囲と眼を結んだ円錐頂角の $\frac{1}{2}$ を偏向角度で示し、その視野範囲面積をもって眼球運動を行なったときに被検査板の視野内に入った面積の比率が視野%である。そして設定視野範囲内の境界上にあるもので、見出し得る黒点欠陥の径を各ラインスピードについて示した。この結果を見ても 400fpm 以上では視野中心点はかなり精度が高い。

しかし視野面積を少なくとも50%確保しようとした場合には、いちじるしく検出精度が低くなる。

また 400fpm 以上での適正検査距離と、見出し得る標準黒点の径を図7に示した。この図においても、400fpm 以上のラインスピードになると急速に疵検出能力が低下することを示している。この図は同時に適正検査距離が 2m~2.5m の間にあることも示している。

以上のデータを総合し、肉眼による検査では 300fpm を越えるラインスピードでは実質的に不可能であると結論づけられた。

3. 鋼板の表面性状と代表的欠陥の 光学的特性

鋼板の表面性状は、紙の場合といちじるしく異なる。鋼板はその種類によって表面の反射特性および色調も大きく変化しているのでそれぞれの鋼板の表面性状について調査した。

3.1 鋼板の表面性状

被測定材料の表面性状、特に反射特性により、疵検出の難易度が全く違ってくる。紙のようにほぼ完全な乱反射特性を示す被検材の疵検出は比較的容易であるが、ブリキのように鏡面に近い反射特性を示す被検材の疵検出はいちじるしく困難である。すなわち完全な乱反射特性を示す被検材の場合は、光学的飛点法を実施した場合でも間歇的に並べた光電検出素子でその目的を十分達し得るし、光学的飛像法の場合でも光源を間歇的なものにする。しかし被検材が鏡面に近い場合には、光源と受光素子の1対1対応が厳密に必要である。

3.1.1 冷延鋼板

冷延鋼板の表面は通常微細な凹凸があり、光の反射特性は乱反射部分がかなりを占め、鋼板のうちでは比較的指向性の弱い方である。

図 7 ラインスピードおよび検査距離と欠陥

3・1・2 ブリキ・クロムメッキ鋼板

表面性状はきわめて鏡面に近く、反射指向性はきわめて強い。従って被検材のわずかな上下変動、わずかな形状不良も微妙に影響する。またブリキの中にはマットフィニッシュ材といわれる非溶融電気ブリキ板が含まれるがこの材料の表面性状の光学的性質はむしろ冷延鋼板に近い。

3・1・3 酸洗鋼板

酸性鋼板特有の着色があり、正常部の反射光量もかなり変動する。そのため小さな欠陥はベースライン信号に埋もれてしまい、あまり細かな疵検出は不可能である。しかし大きな欠陥の検出を行なうのであれば適用可能である。

3・1・4 亜鉛メッキ鋼板

溶融亜鉛メッキ板は通常スパンゲルを発生し、このスパンゲル信号レベル以上の欠陥信号を検出できる。電気亜鉛メッキ鋼板の場合には表面反射特性は紙に近いものとなっている。

3・1・5 熱延鋼板

スケール皮膜のため、表面が黒いので表面疵がある場合には白く光って見える。表面の反射指向性が無視できるので、光学的な取扱いは容易である。

3・2 鋼板の表面性状と反射指向性の実測値

鋼板の種類によってその表面特性はきわめて広範囲にわたっている。それゆえ装置を設計する場合にはそれぞれ

鋼板の表面特性を把握した上で行なわなければならない。

変角光度計を使用して各試料の正反射方向反射光量を測定し、ブライトブリキを1,000として相対値で表わしたものを表2に示す。

なお紙の場合、白色の汙紙で0.010である。

つぎに各種鋼板試料の反射指向性を同様に変角光度計で測定した結果を表3に示す。

このデータは各試料の正反射方向光量を1,000とした場合の相対値で示したものである。この表からブリキブライトがきわめて指向性が強いことが確認できた。

ブリキ粗面とクロムメッキ鋼板、冷延鋼板のスムーズ材はほぼ同等な光学特性を示すことが分る。冷延鋼板粗面、ブリキマット材、電気亜鉛メッキ鋼板は比較的乱反射成分が大きく、表面疵検出には好適な材料である。

4. 表面疵検出装置の概要

表面状況が特に清浄な金属板材料の表面検査は光学的方法によるものが、高速ラインにも適用できるものとして最適である。

光学的方法には、固定光源と、固定検出素子の対を多数個並べて使用する光束検出素子固定方式⁶⁾と振動ミラーによる走査方式⁸⁾回転ミラーによる走査方式⁹⁾等がある。金属板の場合はほとんど圧延工程が入り、欠陥が圧延方向に長くのびているものが非常に多いので、エレクトロニクス技術上の制約から光束検出素子固定方式は一般に低感度となり、特殊な用途を除いては幅方向走査方式に限定されている。

表 2 各種鋼板の正反射方向反射光量

試料名	ブリキ ブライト	ブリキ 粗面	ブリキ マット	亜鉛メッ キ鋼板	電気亜鉛 メッキ鋼板	クロムメ ッキ鋼板	冷延鋼板 スムーズ	冷延鋼板 粗面
反射光量相対値	1.000	0.443	0.101	0.552	0.012	0.514	0.535	0.106

表 3 各種鋼板試料の反射指向性

乱反射角度(度)	0°	20°	25°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	85°
ブリキブライト	1.000	0.003	0.006	0.005	0.005	0.005	0.006	0.006	0.005	0.006
ブリキ粗面	1.000	0.012	0.010	0.010	0.012	0.009	0.011	0.012	0.012	0.012
ブリキマット	1.000	0.154	0.120	0.094	0.059	0.042	0.026	0.019	0.013	0.010
亜鉛メッキ鋼板	1.000	0.031	0.027	0.024	0.025	0.025	0.021	0.021	0.019	0.019
電気亜鉛メッキ鋼板	1.000	0.55	0.51	0.47	0.41	0.34	0.25	0.19	0.11	0.09
クロムメッキ鋼板	1.000	0.012	0.012	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
冷延鋼板スムーズ	1.000	0.018	0.009	0.009	0.009	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
冷延鋼板粗面	1.000	0.119	0.080	0.057	0.032	0.021	0.013	0.009	0.005	0.005

図 8 光学的飛像方式

図 9 光学的飛点方式

回転ミラー走査方式には図8に示した固定した検出素子と、広い幅の照射光源とをもつ光学的飛像方式と、図9に示したような逆に広い範囲の受光素子と単一方向照射のできる光源とをもつ光学的飛点方式とが代表的な方法である。

4・1 光学的飛像方式

光学的飛像方式は光源が棒状のもので東芝と当社広畑製鉄所が開発した。この方式は、被検材上の幅方向を均一に照射し、検出素子からの視野を、光学系装置で限定する方式である。検出素子にはフォトマルチプライヤーが一般に使用されている。回転ミラーは通常、1800 rpm とか 3600rpm で回転させるが、特殊なラインにはもっと高速度の回転が必要である。また反射面は1周16～30面程度が普通である。

4・2 光学的飛点方式

東英電子工業と当社名古屋製鉄所が開発した光学的飛点方式は、光源を点光源とし、受光素子を幅方向に多数

並べたものである。回転ミラーの設計は光学的飛像方式と変らない。光の利用効率はきわめて大きい、それだけに、光電素子に外来光が入らないように工夫する必要がある。

4・3 光学的飛点集光方式

安川電機(株)と当社八幡製鉄所が開発した方式であって、その原理の特徴とするところは、回転多面鏡と円錐面鏡とを組み合わせた光学的飛点方式にある。すなわち、同装置の原理は、光源で照射されているスリットの像を被検査シート上に結ばせるように長焦点レンズ系を配置し、さらに回転多面鏡および円錐面鏡により、シート上の光スポットをシート幅方向に走査する。シートで反射された光は再び円錐面鏡を介して光電子増倍管に入る。この際、円錐面鏡を利用して、シート上にほぼ直角に光線を当てるのが他方式とは異なり、大きな特徴である。光電子増倍管から得られる電気信号を増幅し、比較器、計数回路によって、傷の大きさ、幅、個数、位置を判別し、さらにブリキ板全体の良否を判定する。

表4は、この方式の装置の構成および性能についての概略を示したものである。

表 4 装置の構成と性能

検 出 走 査 幅	1200mm (標準)
ラ イ ン 速 度	300m/min (標準)
検 出 感 度	100 μ (金属線)
光 ス ポ ッ ト	1×2 mm
光 源	超高圧水銀灯
受 光 器	光電子増倍管
回 転 鏡	8面体

表 5 検出試験結果

傷の名称	サンプル 枚 数	検 出 可 能		検 出 不可能
		$S \geq 2E$ $S/N \geq 2$	$S \geq E > N$	
錫 玉	7	7	0	0
ヘ ゲ	11	11	0	0
スケール	7	7	0	0
キ ズ	7	2	2	3
そ の 他	21	5	11	5

図 10(a) 動作原理図(OMRON TECHNICS による)

(b) 検出器構造図 (OMRON TECHNICS による)

また、本装置によるブリキ板実疵についての検出試験結果は表5に示す通りである。表中、Sは信号の大きさNは雑音レベル、Eは $\{N + (\text{一定値})\}$ のレベルを表わしている。

さらに、この疵検出装置をラインへ適用した結果、次のような結論を得、戸畑製造所の電気ブリキ No.3 ラインに本格採用し、現在 No.4 ラインも試運転中である。

- ① 級外品選別はもちろん級別検査の見通しがついた。
- ② 高速時に検査員が見落としやすい単発疵も、確実に検出できる。
- ③ 目視検査が不可能となる高速検査への適用が可能である。

4・4 振動ミラー方式⁸⁾¹⁰⁾

この方式は、光学的飛像方式を利用したものであって図10に示すように、投光器からの均一な光で被検査面を照射し、被検査面上の欠陥の像を、レンズとミラーで光電子面上に結像するようになっている。検出器内部のミラーは、電磁的に 150HZ で振動させられており、被検査面上の欠陥の像を走査することによって、欠陥による光量変化を、高感度シリコンフォトダイオードで受光して光電変換し、以後増幅器と弁別器で、その電気信号を増幅弁別できるように構成されている。欠陥検査能力は

表 6 ブリキ静置試験結果

キズ程度	キズの種類	測定試料数	検出可能数
小 欠 陥	電流密度不良	2	0
	クロスバックル	3	0
	ガ ウ ジ	4	2
	ス ケ ー ル	3	1
	線状スケール	1	1
	ム ラ	1	1
	汚 れ	1	0
	へ ゲ	1	0
	小 計	16	5
中 欠 陥	電流密度不良	2	0
	ス ケ ー ル	3	3
	汚 れ	2	2
	かみ込みスケール	2	2
	ス リ パ ー	2	1
	カ キ キ ズ	1	1
	小 計	12	9
大 欠 陥	電流密度不良	2	2
	ガ ウ ジ	1	0
	へ ゲ	2	2
	ス リ キ ズ	1	1
	チャタマーク	1	1
	小 計	8	7

冷延鋼板について、1mmφ の黒点まで弁別可能、ランチョン追従スピード 300m/min Max である。

現在、住友金属和歌山製鉄所にて実用化されている。

5. スズメッキ鋼板とクロムメッキ鋼板ラインへの導入¹¹⁾

検出装置の原理、鋼板表面性状を考慮した上で光学的飛像方式を電気ブリキラインに、光学的飛点方式をクロムメッキ鋼板ラインに導入する方針で、それぞれの試作機により静置試験およびオンライン試験を行なった。

5・1 静置試験結果

まず、オフラインにこの装置を設定し、そこに疵程度の等級格付けをした各種疵試料をサンプリングしてきて検出信号をシンクロスコープで確認した。

表6に光学的飛像方式によるブリキ静置試験結果を示した。この結果から大欠陥についてはほぼ完全に検出できることが判明した。ガウジ疵については、ビット状核があるため、表面にあらわれた面積が小さくとも大欠陥

表 7 クロムメッキ鋼板キズ別検出感度

検 出 度 合	級外検出率	キ ズ の 種 類
極めて検出しやすい欠陥	100%	オイルスポット、カーボンマーク
級外ならほぼ検出	ほぼ 100%	ヘゲ（ヘゲ状スケール）スキン・インクルージョン 異物付着
級外のうち大きいものは検出	約 50%	線状スケール、スリキズ、押しキズ、汚れ
検出困難（極めて大きいもののみ検出）	約 10%	ビット、ガウジ、ロールマーク、当りキズ、ヒッキ ーマーク
検出不可	0%	腰折、耳しわ、原板光沢異常 スネイキーエッジ

表 8 電気ブリキオンライン試験結果

キ ズ 名	級 外		C 級	
	検出数	見逃し数	検出数	見逃し数
孔 あ き	17	0	0	0
チャタマーク	8	0	0	0
溶 接	8	0	0	0
ス ケ ー ル	0	1	3	9
形 状 不 良	1	0	0	1
汚 れ	9	0	2	1
色 調 ム ラ	1	0	1	0

と判定されたものであり、実際の疵の占有面積はすこぶる小さいものであった。

次に、光学的飛点法のクロムメッキ鋼板疵別検出感度を表7に示した。

この表に示された結果には、疵種類の光学特性による検出感度の差が明らかに表われている。この表6、表7の結果から実用機の設置条件は、完全な表面検査の無人化をただちに目標とするのではなく、ラインの高速化にそなえて、検査員の補助手段として使用することを第1段階目標にすることを確認した。

5・2 オンライン試験結果

静置試験の結果、検査員の補助手段として有効と判断され、オンラインに設置した場合の、現場条件によるトラブルの有無を確認するために光学的飛像方式についてオンライン試験を行なった。表8に示すように結果は級

外欠陥についてはほとんど見逃しなく検出した。

5・3 オンライン稼働装置

試作機による静置試験、オンライン試験の結果にもとづき、広畑製鉄所のブリキラインには光学的飛像方式、名古屋製鉄所のクロムメッキラインには光学的飛点方式の表面疵検出装置を設置した。ついで八幡製鉄所には電気ブリキラインに光学的飛点集光方式の装置を設置した。

すなわち、クロムメッキラインへは'68年8月設置し'69年2月から本格稼働に入った。一方電気ブリキラインへは光学的飛像方式装置を'68年11月設置、'69年8月から本格稼働に入った。また光学的飛点集光方式装置は、'70年7月設置、8月から稼働している。図11にブリキラインでの光学的飛像方式による検出装置、検出部を、図12に制御部を示す。またクロムメッキラインに設置した光学的飛点方式の検出部を図13に示した。

どちらの装置も検出した信号は、自動的に選別機に送られ、自動選別が行なわれている。ブリキラインでのオンライン試験を表9に示す。表中疵検出装置稼働成績はオンラインでの検出機稼働成績であり、生産枚数260000枚に対し193枚の級外欠陥シートを検出した。

誤検出数は検出機が作動したにもかかわらず、級外欠陥が認められなかった数であり、この誤検出シートと生産枚数との比を誤検出率で示した。

一方再検結果は検出機の見落としの有無を調べるため製品梱包を抜き取って1枚づつ目視検査した結果である。

この結果、従来ブリキラインでは裏面検査員を配置していたが、これをは

ずすことができた。このように鋼板の表面疵検出装置の実用化を、目標通り達成できた。

この結果、本検出装置設置位置以前

表 9 ブリキラインでの装置稼働状況

キズ検出装置稼働成績				製品梱包再検結果	
生産枚数	検出数	誤検出数	誤検出率	再検シート数	級外欠陥シート
261,900	193	106	0.04%	23,100	0

で発生した表面疵による大きなクレーム問題はなくなった。またスズメッキ鋼板ラインでは裏面検査員の労務費

図 11 光学的飛像方式検出部

図 12 光学的飛像方式制御部

図 13 光学的飛点方式検出部

が節減された。同時に作業条件の悪い表面疵の目視検査業務を近い将来自動化できる見通しを与えることができた。このことに同時にラインスピード増大が可能となり結果として生産量増大を可能にするものである。

6. 結 言

鋼板の表面疵検査を機械化するために、紙用に使用されていた光学的な汚点検査装置を種々改良して、スズメッキ鋼板ラインおよびクロムメッキ鋼板ライン用の表面疵検査装置を開発した。当面大きな欠陥検出に実用化している。稼動状況はスズメッキ鋼板ライン、クロムメッキ鋼板ライン共良好な結果が得られ将来の完全自動検査化への足がかりとなっている。今後小さな疵をも検出する装置を開発し、疵検査の完全自動化をはかる予定である。更に疵種類の識別を行ない得る検出装置の開発を今後の問題として取り上げていきたい。

参 考 文 献

- 1) 島袋, 林, 平野, 大河原; 富士製鉄技報, 16, 1967 3~4, p. 239
- 2) 丹羽, 水子, 山田, 門屋; 日本製鋼技報, No. 15, 1963, p. 1650
- 3) R. C. Gardner, F. Church; Svensk Papperstidning, 66, 1963, 5, p. 153
- 4) Symposium on On-line inspection of moving surface; Trans. Soc. Instrument Technol, 15, 1963, 3, Quarterly Bulletin & Review, p. xix
- 5) B. E. Stapley; Iron and Steel Engineer, November, 1965, p. 99
- 6) D. Foster; Control, April, 1962, p. 92
- 7) 赤松, 森田; オムロン技報, 7, 1967, 4, p. 293
- 8) 森田, 小柳; OMRON TECHNICS, 11, 1971, 1, p. 34
- 9) 宮本, 中間, 田仲, 井上, 豊田, 酒井; 鉄と鋼, 57 1971, 3, s. 155
- 10) 森田, 山口; OMRON TECHNICS, vol. 11, 1971 1, p. 41
- 11) K. Miyagawa, I. Ichijima, Y. Mashiko and H. Taki; International Conference on the Science and Technology of Iron and Steel, 1970, Conference Preprints. p. 390