

装できる。膜厚変動に対しては U_1 などを変えることにより膜厚を制御できる。

4.2 膜厚を精度よく監視する目的で製作した β 線膜厚計は数百種におよぶ膜の色、性質一つ一つについて検量曲線を求めることは大変困難なことであるが、諸要因をすべて数式で示し、電子計算機にのせることで精度よく測定することができた。

4.3 膜厚制御によりプラスチックの塗装効率の向上と膜厚の異常防止などの成果があつた。

文 献

- 1) SCHNEIDER : Trans. Soc. Rheology, 6 (1962), p. 209
- 2) TAILOR and MILLER : Quart. J. Mech. and Applied Math. IX (1956), p. 129

(155) 螢光を応用した自動表面探傷装置の試作

大同製鋼, 中央研究所

○加藤之彦・工博 江口 勇・野崎善蔵

Trial Production of Automatic Surface Defect Testing Machine.

Yukihiko KATŌ, Dr. Isamu EGUCHI and Zenzō NOZAKI.

1. 結 言

鉄鋼のビレット、製品、各種部品の表面傷検査に磁粉探傷(磁探)、浸透探傷(浸探)が広く実施されている。

これらは微細な割れ、線状キズ、シワキズなどに対し、すぐれた感度を持ち原理的に被検査材の表面状態(圧延状態、スケール付着状態、残留ヒズミ、寸法変化など)の影響をほとんど受けず信頼度の高い検査を可能とする。特に磁探は浸探に比較し検査能率が高く鉄鋼素材の量産工場において欠くことのできない検査法である。しかし傷に付着した磁粉を検知する場合に人間の目視に頼らねばならず傷検出の点において、きわめて低能率である。著者らはその解決の必要性を非常に感じ、目視によらない傷の検出およびマーキング装置の開発に着手した。

最近金属材料の表面傷の自動検査に関する開発研究が活発に行なわれており渦電流を利用した渦流探傷が高能率検査に着眼され実用化されつつあり、磁気録音の原理を用いた録磁探傷¹⁾の実用化、ホール素子を用いて漏洩磁束を検出し探傷する方法、電磁誘導を利用した探傷方法²⁾などが報告されている。

著者らの表面傷検査に対する要求は圧延状態で深さ 0.1 mm 以上の線状キズ、シワキズが検出可能なこと、全表面を検査し傷の位置を明確にマークすること、キズ取り後の再検査も可能なこと、能率の高い検査が可能なことなどである。著者らは各種検討の結果、上記のどの自動探傷も現状ではこれらの条件を充たすことが困難であり、磁探が検出精度、キズ取後の再検査などにおいて原理的に最も適したものでこの特徴を維持した自動探傷装置の開発を目的とし螢光を利用した自動螢光探傷装置の試作研究を実施した。その結果実用化の見通しを得たので、本報告でその方法および丸棒鋼を対象とした試作装置の概要を述べる。

2. 自動螢光探傷の原理および特徴

2.1 原 理

磁探あるいは浸探によつて被検査材の表面傷に螢光物質を付着させ、それを紫外線で照射し傷部分からのきわめて微弱な螢光を光電変換器として最も感度が高く、かつ応答の速い光電子増倍管を用いて電気量に変換し傷を検出その位置を自動に標示する。

螢光物質を発光させるための照射紫外線の反射光と螢光物質の発光光線とその励起波長と発光光線の波長の差を利用し光学フィルターで弁別しきわめて微弱な螢光光線のみを検出し、螢光物質の存否、その量を検知する。すなわち螢光物質は(種類により多少異なるが)励起スペクトルがほぼ $3500 \sim 3900 \text{ \AA}$ 、発光スペクトルが $4500 \sim 6000 \text{ \AA}$ の範囲にあつて、 5300 \AA 程度にピークがあり、光電管の前に 4500 \AA 以下を透過しないフィルターを用いれば照射紫外線(4000 \AA 以下)の反射光の影響を

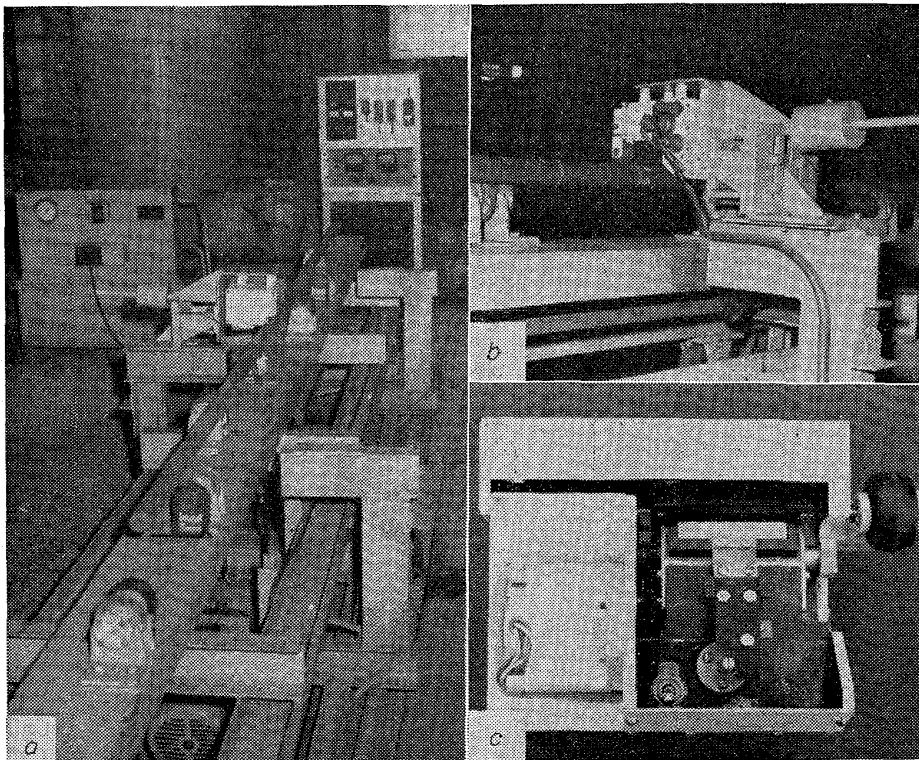


Photo. 1. Driver of inspected bar (a), detector head under scanning (b) and detector head (c).

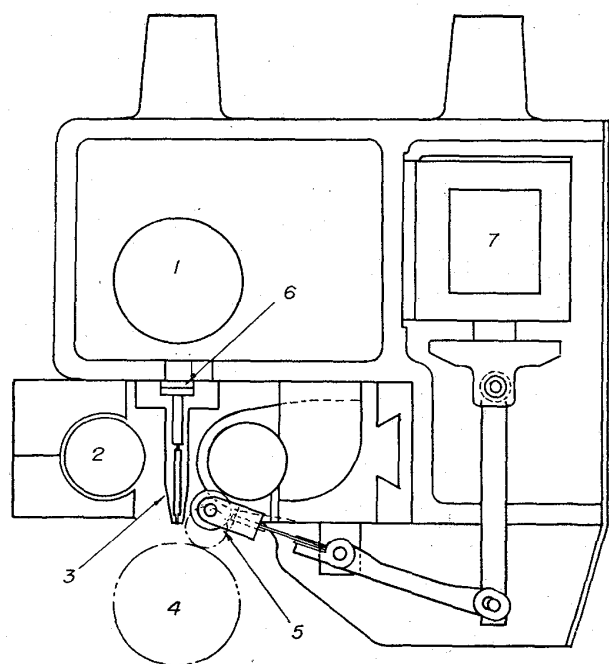
受けず蛍光のみを検出できる。また傷以外の部分にもいくらか蛍光物質の付着があるため被検査材表面の視野を限定し傷からの発光光線に比較し、傷以外からのそれを小さくし、傷検出の S/N 比を向上する必要がある。このために傷の方向性を考慮して、被検査材表面をスリットにより走査するようにした。傷に対する磁粉の付き方は傷以外のそれに対しシャープであるからスリットによつて走査すれば光電管の出力にパルス信号が得られ、電子回路により、ある巾以上の信号を除去することによつてさらに傷検出の S/N 比を上げることができる。

以上の理由から光電変換器は高感度かつ応答の速いものが必要となり予備実験の結果市販の光電子増倍管で十分であることが判明した。

2.2 本方法の特徴

1) 磁探の特徴をそのまま維持した探傷で表面状態の影響をほとんど受けず高感度な検査が可能であり、とくにグラインダーで傷取りされた後の再検査もでき、丸、角、平のいづれも原理的に可能である。したがって磁探の対象とならない傷（例えば打痕、大きなヘゲ、ピンホール）は検査不可能である。

2) 完全な自動検査が実施でき保守以外人員を必要としない。



(1) photomultiplier tube. (2) black light. (3) slit.
(4) inspected bar. (5) marking roller. (6) filter.
(7) solenoid.

Fig. 1. Scheme of detector head.

3) 傷の性状が同じなら（主に発生原因）深さのある程度定量化でき検出すべき傷のレベルを設定できる。

4) 非磁性材料は蛍光浸探を利用して自動化が可能である。

5) 光学的な検出のため検出端は材料に接触せず摩擦部分がなく（做う場合はローラのみ接触する）スリット被検査材の間隔の変動の影響もほとんど受けない。

3. 試作装置の仕様および構成

3.1 仕様

中小型圧延製品の丸棒鋼を対象とし下記のごとき仕様を基準にした。

- 1) 被検査材の大きさ 40~50φ × 5 m.
- 2) 線状キズ、シワキズを対象とし傷の方向は圧延方向と同じとする。
- 3) 被検査材はロール矯正する。
- 4) 走査はスパイラルに行ない 50 mm ピッチ（スリット長さ 50 mm）で被検査材を周辺スピード 100 mm/sec（一定）で回転させる。
- 5) 被検査材が回転しつつ横移動し、検出ヘッドは移動しない。
- 6) 検出ヘッドは 1 m 置きに 1 台設置する。
- 7) 傷標示は巾 6 mm、長さ 50 mm 程度とし短い傷でもこれだけの標示をする。
- 8) 磁化、磁粉適用装置は現有のものを使用する。
- 9) 走査装置への材料の着脱は人力で行ない制御装置も考慮しない。
- 10) 遮光のための暗室は製作しない。

3.2 試作装置の構成

実用的な装置の構成は下記の 5 つのものから成るが、本試作研究では 2)、3) および 4) に主眼をおいた。

- 1) 磁化磁粉適用装置
- 2) 被検査材走査装置
- 3) 検出装置
- 4) マーキング装置（標示装置）
- 5) 被検査材着脱装置
- 6) 以上の制御装置

3.2.1 被検査材走査装置

Photo. 1(a) に被検査材走査装置を示す。ローラーによつて材料を回転させ無段変速器付きモーターで周辺スピードを 20~500 mm/sec、テーブル横移動は油圧シリンダーで行ない 50~300 mm/sec の範囲で可変できる。検出ヘッドはウェイトバランスによつて材料に倣い、スリットと材料との間隔を倣いローラーによつて調整する。

3.2.2 検出装置

検出装置は検出ヘッドと検出回路に分けヘッドは走査装置に、検出回路は操作パネルに取付けマーキング装置はヘッドに組みこんである。Photo. 1(b)(c) に検出ヘ

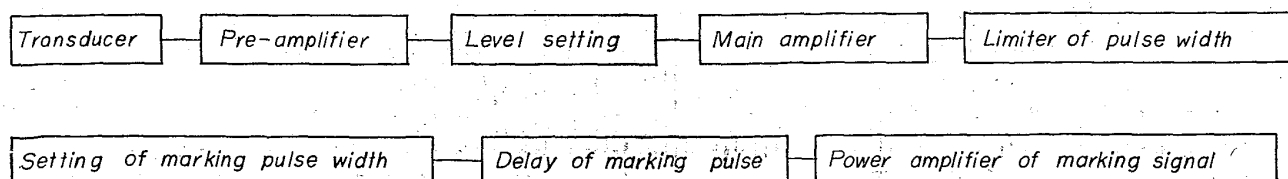


Fig. 2. Block diagram of electronic circuit.

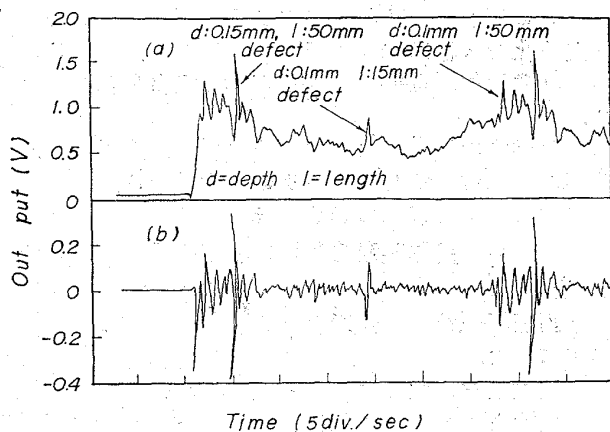


Fig. 3. Wave form of transducer out put (a) and its differential wave form (b).

ッドを示す。Fig. 1 にヘッドの断面図を示す。Fig. 2 に検出回路のブロックダイアグラムを示す。

1) 予備実験の結果光電子増倍管の出力は深さ 0.15 mm, 長さ 50 mm の線状キズで約 250mV 得られた。ただし使用光電子増倍管東芝製 MS-9S (陽極感度 95 $\mu\text{A}/\mu\text{lm}$) 供給電圧 1000V, 負荷抵抗 10 Kr, スリット巾 1 mm.

2) スリット巾, 高さおよびスリットと材料の間隔とから視野の巾が決まりその巾を 0.5, 1.0, 1.5 mm になるよう, 3 種類のスリットを試作した。また長さは検出すべき最小の傷の長さから決まり 50 mm とした。

3) ブラックライトの点灯は低周波での点滅をさける必要から 20K C の交流点灯とした。

4) ヘッド内に前置増巾器を置き直結増巾としインピーダンス変換を行ないアウトプットインピーダンス約 100 Ω 以下とした。

5) 信号波形を微分しその高さを選択するか, 原波形の巾を選択しその後高さを選択するかのいずれも可能とした。

6) マークの中央に傷が位置するようにするため, マーク信号の遅延回路を付加し傷が接近してある場合の考慮も払った。

3.2.3 マーキング装置

- 1) 塗料吹付方法
- 2) クレヨンによる打刻方法
- 3) ローラーによる方法

の 3 つについて検討を行なった結果, 応答, 明瞭度の点において 3) の方式が最も良く, これを実用化した。この方法はインク入れから供給ローラーを介して常にマーキングローラーにインクを補給し, ソレノイドによつてマーキングローラーを駆動する。スリット長さと同様にマーキングローラーの長さを等しくしマーク巾はローラーが材料に接触している時間によつて決まる。

4. 結果および考察

Fig. 3 に試作装置によつて探傷した場合の光電子増倍管の出力信号(a), その微分波形 (b) を示す。傷以外からの信号も全て蛍光によるもので外来の光はそれに比較し無視できる。傷以外からの信号は非常に低い周波数成分を持ち, 微分回路によつて傷信号と弁別できる。深

さ 0.1 mm, 長さ 10 mm の傷信号の波高値が約 300mV も得られ検出回路の S/N 比, 外来の電氣的雑音の影響などの考慮をほとんど必要としない。また増巾, パルス処理回路など電子回路の動作については目的通りの結果が得られることを確認できた。したがつて実用機設計上の問題点はずきの 3 点にしばられる。

- 1) 蛍光磁粉適用に関する精度と信号度
 - 2) 被検査材走査方法の能率化
 - 3) マーキング装置の応答時間の短縮化
- 1) に関しては

a) 蛍光磁粉濃度および種類, 磁粉溶液の使い方, その時間が最も大きな要因であることが判明した。

b) 傷の深さと光電管の出力は深さ 0.4 mm 以下の傷についてはだいたい比例関係にある。

c) シワキズが接近して連続する場合出力パルスの巾が広がり, リミットされることがある。これはスリット巾を狭くし分解能を上げることにより改善できた。

5. 結 言

磁粉探傷あるいは浸透探傷によつて傷に蛍光物質を附着させそれを光学的に検出し電氣量に変換することにより, 自動的に材料の微細な表面傷を検査する方法が現場の苛酷な作業条件を充たし得るか否かを検討するため, 丸棒鋼を対象とした試作研究を行ない, 実用機, 設計上の諸資料を得た。

1) 磁粉の付き方を定量化することが可能になり傷と磁粉の付き方の関係のある程度客観的に把握できる。

2) 磁探と同じ検出感度, 精度で工業的に自動検査が十分可能である。

文 献

- 1) 泉山: 非破壊検査, 12 (1963) 6, p. 273
- 2) W. C. HORMON: Iron & Steel Eng., 41 (1964) 1, p. 91

(156) 蒸気中の水分および固形物の腐食におよぼす影響

(地熱蒸気による主要材料の腐食について—I)

東京芝浦電氣, タービン工場

工博 吉田 宏・金沢 暎・○宮崎松生

The Effects of the Water and Solid Materials in the Steam on Corrosion.

(Corrosion of main materials in geothermal steam—I)

Dr. Hiroshi YOSHIDA, Ei KANAZAWA and Matsuo MIYAZAKI.

1. 結 言

地熱蒸気を利用するいわゆる地熱発電の方式は米国, イタリアをはじめ諸外国ではすでに古くから実施されている。わが国でも松川, 鬼頭などで多量の地熱蒸気が開発され, かかる発電方式が現実の問題として計画実施される段階に至った。地熱発電と従来の火力発電との差異についてはいくつかの点があげられるが, その最も大きな差異の 1 つはその使用する蒸気に地殻より混入する固