

仙臺管磁氣探傷裝置に就て

株式会社横河電機製作所 笠原秀雄

(山口教授紹介)

1. 緒言

機械工業の発達に伴ひ、自動車、紡織機、造船、鉄道車輛等の部品に高性能が要求されるようになって来たので、夫等に使用される部品及び材料の欠陥検出の必要が痛感されて来ている。

之等に現れる種々の欠陥の中、微細なものは顕微鏡による組織の研究、又は他の適当な方法を講じなければ容易に発見し難く然かも此の欠陥を発見出来なければ種々の事故を未然に防ぐ事は出来ない。

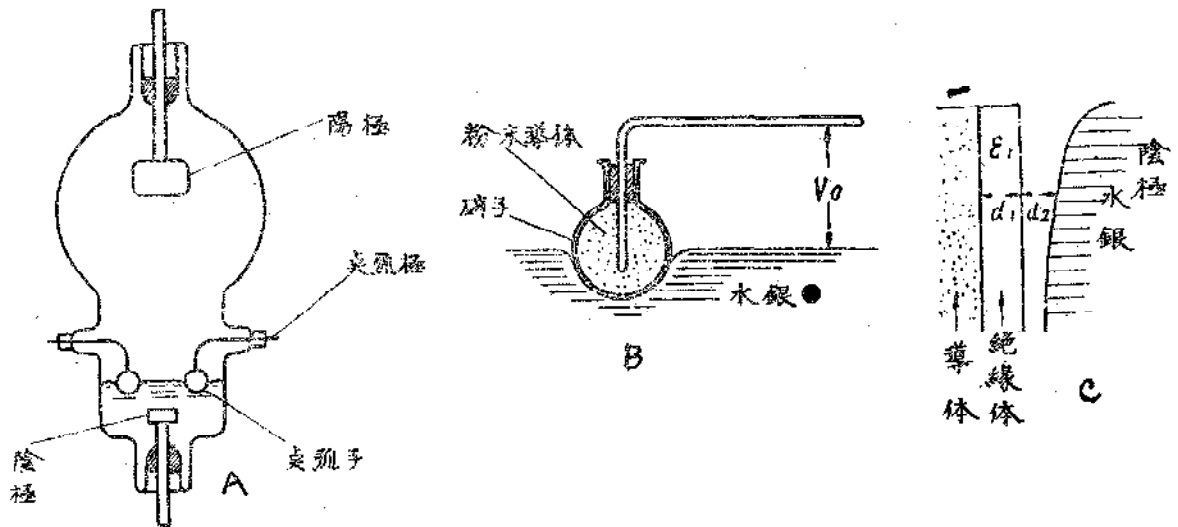
仙臺管磁氣探傷器は鉄、鋼等の磁性合金よりなる機械部品の欠陥を、磁氣的方法によつて検出する装置で如何

なる形状のものでも例外なく応用し得られ肉眼又は顕微鏡にては発見し難い様な欠陥が明瞭に検出し得られる。

本器は工業的欠陥検出器として近來大いに実用されている。

2. 仙臺管の特性

仙臺管は第1図Aに示す如く、一種の水銀放電管にして、硝子管球内に黒鉛陽極、及び水銀陰極を具え、側方の点弧極と陰極水銀内に浸漬されている。点弧子とは、導体を以つて接続されている。



第 1 図

今仙臺管を点弧せんとすれば、点弧極に1000V程度の電圧を加圧すれば、点弧子の硝子球壁と陰極水銀との間隙には小さな火花を発生して、陰極点を作るため、黒鉛陽極と水銀陰極との間は弧光にて短絡されるに至る。

仙臺管の点弧機構を詳細に説明すれば第1図Bに於て点弧子の絶縁体と水銀との間の接触は後者の表面張力のため両者間には水銀蒸気間隙が介在するが、その電界の強さが高まる時、陰極水銀より所謂、高電界電子放射が行はれて点弧に進展するのである。

今、第1図Cの如き状態を考える。点弧極と陰極水銀に印加された点弧電圧 V_0 は絶縁体(厚さ d_1 誘電率 ϵ_1)と水銀蒸気層(厚さ d_2 、 ϵ_1 は1と見做す)とに費される

が後者への電圧分配は

$$V_2 = \frac{V_0}{1 + \frac{d_1}{d_2} \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}} \dots \dots \dots (1)$$

従つてその電界の強さは

$$E_2 = \frac{V_2}{d_2} = \frac{V_0}{d_2 + d_1 \epsilon_2 / \epsilon_1} \dots \dots \dots (2)$$

若し ϵ_2 は1と仮定し、蒸気層は狭隙で d_1/ϵ_1 より著しく小と仮定し得れば近似的に $E_2 = \frac{\epsilon_1 V_0}{d_1} \dots \dots \dots (3)$

例えば $\epsilon_1 = 5$ $V_0 = 1000V$ $d_1 = 0.1 \text{ mm}$ とすれば此の電界の強さは $5 \times 10^{10} \text{ /cm}$ となり、水銀面の波紋、動揺等を考慮に入れると普通冷電子放射

に必要と言はれる 10^6v/cm に達すると考えられる。

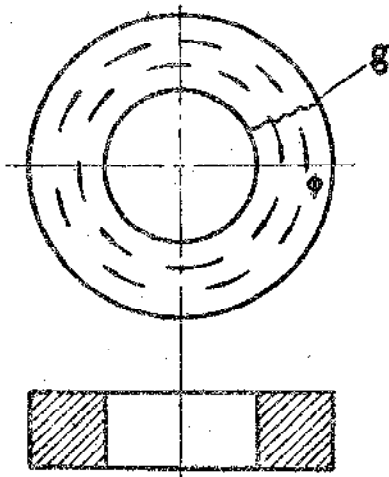
次に、仙台管の特色を述べると、上記の様に、点弧電圧は約 1000V 程度を要するも点弧に要する電流は僅か数 mA 程度にて足り、点弧電力としては僅か数 W 以下である。又、水銀陰極を有するため、瞬時 ($1/100$ 秒程度) の大電流放射に対しては普通規格の 300 倍にも耐え得るため比較的小型の仙台管にても数千アンペア程度の整流を行える。

この仙台管の二人特色を適切に応用して考案されたものが順次中述べる仙台管磁気探傷器である。

3. 磁気探傷器の原理

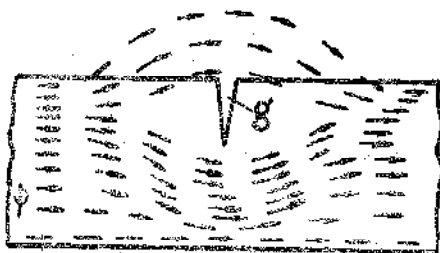
一般に磁性体はそれを強力なる磁化力によつて磁化する時は、其の磁化力を取去つた後迄も尙相当の磁気を残留するものである。

今仮に第2図の如き簡単なる形状の環状磁性体について考ふるに、其の中央の孔に電線を貫通して之に直流大電流を通ずる時は、磁束 ϕ は矢の方向に生じ此の電流を切つた後も磁気は矢の方向に残留する。部品の一部に g



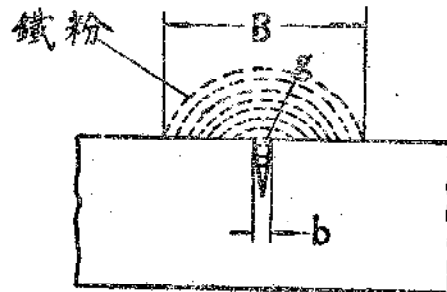
第 2 図

なる如く欠陥を生じて居たとすると、欠陥の部分は如何に小さくとも空隙が存在するから、磁束は通過し難くなり、第3図断面拡大図に示す如く、磁束は空气中に拡散漏洩することになるが、欠陥のない部分には漏洩磁気は存在しない。従て漏洩磁気のある欠陥の部分



第 3 図

に、鉄粉の如き導磁率大なる磁性体を近づけると吸引される理である。即ち若し微粉鉄粉を各部分に振りかけて見ると、漏洩磁気のある部分にのみ鉄粉は凝集吸着し欠陥のない完全な部分には変化は現はれない。此の時鉄粉は欠陥の形状通りに拡大されて凝集吸着し、其の状態は第4図に示すようになる。



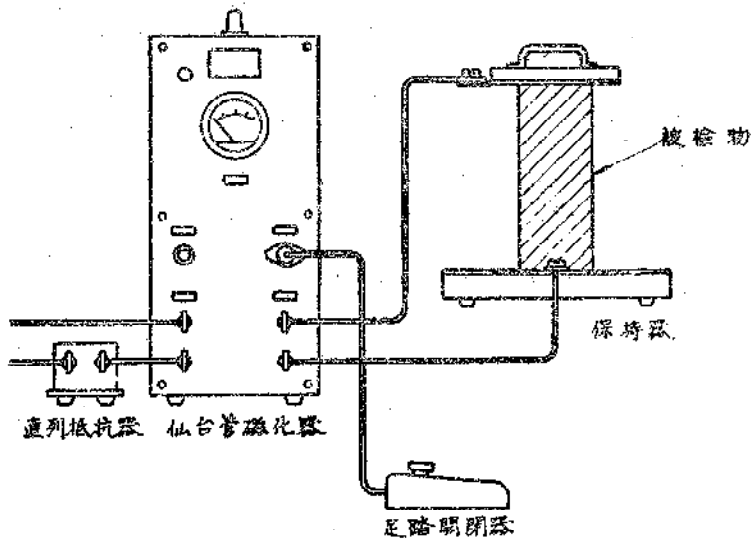
第 4 図

此の鉄粉の吸着される幅 B は、欠陥の幅 b の数十倍乃至数百倍に達するのが普通であり、検出困難なる欠陥も肉眼で容易に検出出来るようになる。又鉄粉は普通黒色であつて欠陥部に山形に凝集堆積して立体的となり、色別又は立体感により其の検出は益々容易となる。

尙ほ直接被検査部品に磁化電流を通電して被検査部品に残留磁気を作る場合もある。

4. 磁気探傷器の構成

仙台管磁気探傷器の外形図を第5図に示すが前述の原

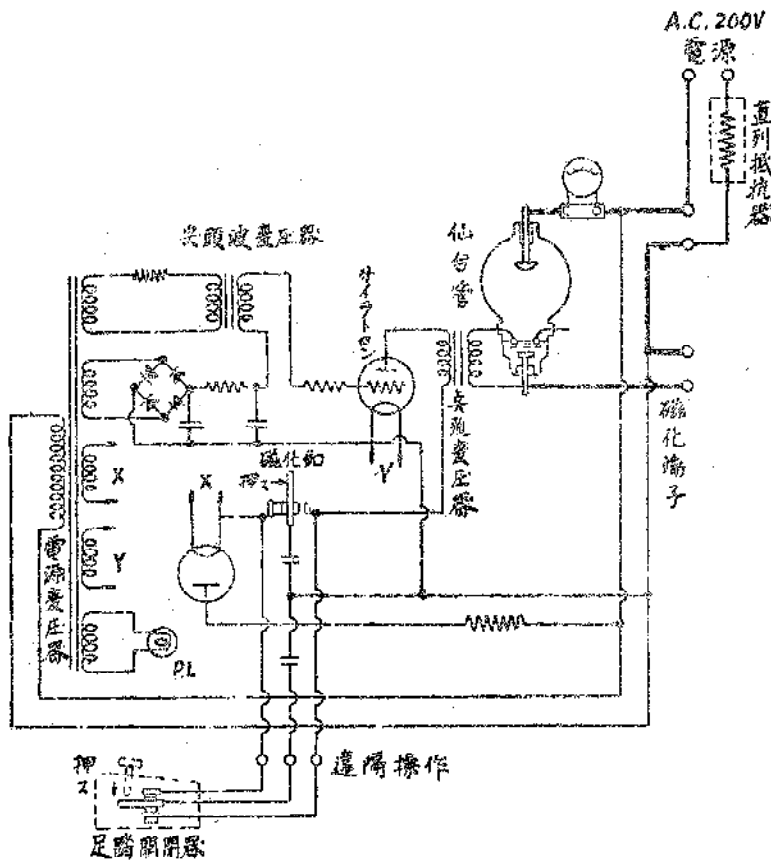


第 5 図

理を応用して欠陥を検出するには次の各部が必要である。

(1) 仙台管磁化器

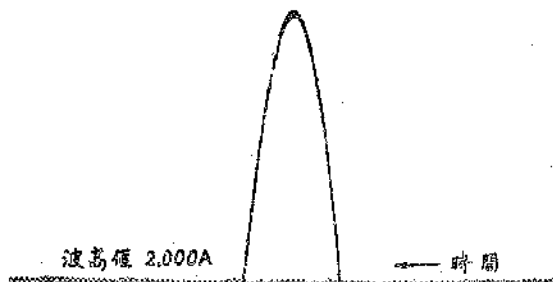
本器は交流 200V 電源より半波整流を行つて直流の磁化電流 2000A を約 $1/100$ 秒間被検査部品に通電し、残留磁気を作る。



第 6 図

その接続図を第6図に示すが、右上部の太線の部分が磁化電流の通電する主回路である。

第7図は磁化電流波形を示す。



第 7 図

(ロ) 保持器

本器は被検査部品に磁化電流を通電する時、接触部に火花を発生して部品を損傷することなく円滑に磁化電流を通電せしめるものである。

(ハ) 直列抵抗器

電源変圧器の容量が 20KVA 以上の時に直接真空管磁化器を接続すると磁化電流が規定の 2,000A(波高値)以上の過大電流となるため之を防止するため直列抵抗器を用うる。

(ニ) 特殊鉄粉

鉄粉は磁性を消失せぬ限り、微細なものがよく、特別に製造した弁柄の一種がよい。

5. 操作法

本装置を使用する時は先づ第5図の如く配置、配線し、必ず真空管磁化器と直列抵抗器とを直列に接続した後、【AC 200V】端子に交流200V電源を入れる。

此の時注意することは電源の三相交流200Vの内には必ずアース線があるから此のアース線を真空管磁化器の【AC 200V】端子の下側に接続することである。

次にパイロットランプが点灯した後、数分を経て内部のサイクロンが動作を開始するようになれば、磁化鉤又は足踏開閉器を押せば磁化電流は50サイクルの場合約 1/100 秒間だけ通電する。

勿論此の時、接触器内には被検査部品が緊密に挿入されていることを要する。

若し、磁化電流が少く、数百アンペア程度の際は直列抵抗器を調節又は取外せば、規定の2,000A に達する。

それでも尚お磁化電流の少い時は電源変圧器の容量が過少(10KVA 以上必要)又は電源変圧器より真空管磁化器までのライン・インピーダンスが大き過ぎるのである。

此の場合は磁化器を電源変圧器の近くで使用するか、ラインを太くすることによって解決する。

磁化電流を通電した被検査部品は、予め被検査部品の大きさに応じて用意された軽油槽内に数秒間浸漬される。

槽内の軽油中には、鉄粉が 0.5kg/立方メートルの割合で溶解されているので、若し被検査部品に欠疵のある時は、鉄粉は速かに欠疵部分に集中吸着して、欠疵の幅を約100倍に拡大して示す。

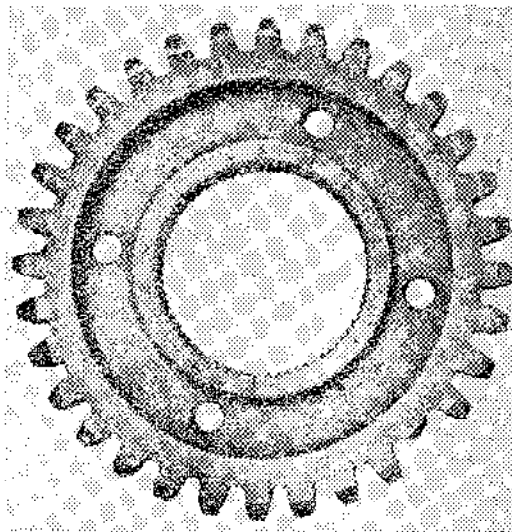
軽油は、石油、洗油等が適合し、検査後、被検査部品に錆を生ずる利点がある。

6. 実験結果

上記の方法によつて欠疵を検出した結果を第8図に示す。

7. 特徴

本装置は次の諸特徴を有し、他の追従を許さぬ特性を



第 8 図

発揮する。

1. 主体をなす仙台管磁化器は内部に仙台管を包蔵するため、起動電力極めて僅少なるにかかわらず、強力なる励磁能力を発揮し、且つ磁化力は常に均等である。
2. 起動電力が僅少なるため、装置は小型軽便に纏められ携帯にも便利である。
3. 操作簡便、動作確実
4. 足踏開閉器の使用により能率は倍加する。
又、遠隔操作も自由である。
5. 欠疵の検出は拡大倍率大なるため、特に熟練を要しない。
6. 本装置の最大特徴は、直流電源を要せず、交流200V電源より直接に強大なる磁化電流を得られることである。

謹 賀 新 年

社団法人 生産技術振興協会

顧問	大阪大学 学長 今村 荒男 同	松下電器産業KK社長 松下幸之助
同	日本ペイントKK会長 小畑源之助 同	協会事務局 局長 本多 武徳
同	久保田鉄工所相談役 久保田権四郎 監 事	北川シャリング工場社長 北川周一
会 長	大日本塗料KK社長 根 岸 信 評 議員	栗本鉄工所社長 箕田 貫一
理事長	医 学 博 士 谷内与一郎 同	大福機 C.KK社長 妹尾 一己
常任理事	天辻鋼球製作所社長 藤本 芳三 同	淀川製鋼所専務 浜田 正信
同	大日本塗料KK監査役 西村喜代次 同	南海電気鉄道KK常務 楠 美 喬
理 事	大阪大学 教授 七里 義雄 同	東洋精機 KK社長 田辺友太郎
同	同 赤堀 四郎 同	平川鉄工所社長 平川 久一
同	阪口興産 KK社長 竹原 康夫 同	