

電流と磁気の相互補完による広適用範囲・高感度非破壊検査法と傷の定量的評価法の開発

Development of wide applicability and high sensitivity non-destructive testing using mutual complementarity of current and magnetic field and quantitative evaluation of crack shape

福岡 克弘（FUKUOKA Katsuhiko）

1. はじめに

機械部品や構造物の損傷に起因する人命にかかわる重大で深刻な事故が数多く発生している。航空機、自動車、鉄道などの交通機械、プラントや橋梁などの構造物を安心・安全に運用するには、被検査対象に適合した非破壊検査の適切な実施が必須である。これらの、被検査対象においては立体的で複雑な形状部が存在するのが一般的である。しかし、複雑形状部では、検査装置を対象箇所に適合させて設置することが物理的に困難な場合が多く、また、局所的な応力集中による傷の発生率も高い。そのため、危険因子を抱えた複雑形状部（探傷困難箇所）を十分な精度で検査し、健全性を保証することは非常に重要である。

本研究では、危険度の高い表面傷の探傷に着目し、試験体を磁化して傷から漏洩する磁束（磁気）を利用する磁粉探傷試験と、試験体に交流磁界を印加して傷の周囲に形成する渦電流（電流）を利用する渦電流探傷試験に着目し、両探傷法の相互補完による高感度電磁非破壊検査手法の確立を試みる。さらに、探傷結果から傷形状（長さ、幅、深さ）を正確に定量的評価することを検討する。本報告では、磁粉探傷試験による傷の定量的評価に関して、傷に付着する磁粉の高さと傷形状との関係を評価した結果について報告する。

2. 実験方法および結果

傷形状と付着磁粉形状の関係を明らかにするため、極間法による磁粉探傷試験を対象として、探傷試験中の傷部に、磁粉が付着する過程を動画像計測した。図 1 に測定システムを示す。動画像計測は高速度ビデオカメラ（キーエンス：VW-6000）を用いた。レンズは 300 倍（一部 500 倍）を使用し、シャッタースピードは 1/500s、フレームレートは 250fps とした。磁化器（電子磁気工業：Um-5BF）の磁極間距離は 165mm で、磁極の断面形状は 25mm×25mm のものを使用した。励磁コイルの巻数は 820 ターンである。励磁電流は周波数 60Hz の 2.25A_{rms}（100V_{rms} 印加時の電流）とした。検出媒体は湿式とし、粒度 1~3 μm の黒色磁粉（二酸化鉄）を水に分散し、磁粉濃度を 2g/L とした検査液を用いた。試験鋼板を傾斜角度 20° のスロープに固定することで、検査液の流速を 0.2m/s 一定とした。また、流量を一定とするためチュービングポンプを用いて検査液を

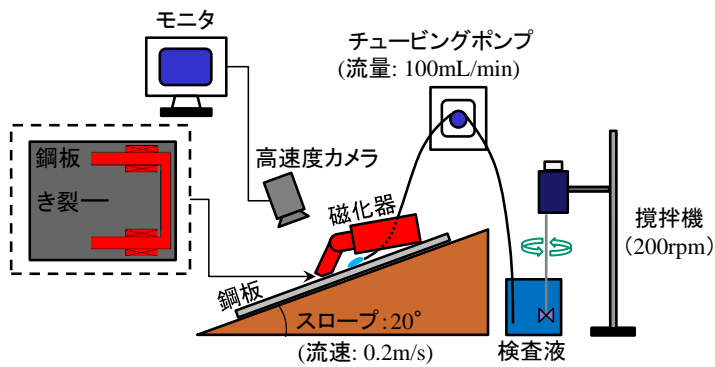


図 1 実験装置

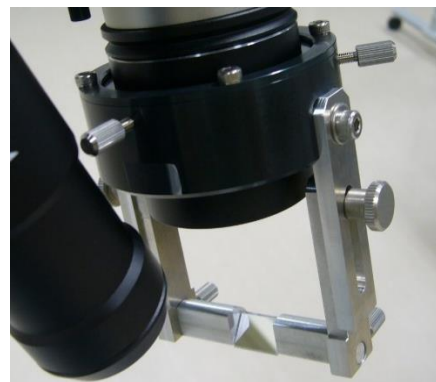


図 2 側面観察用レンズアダプタ

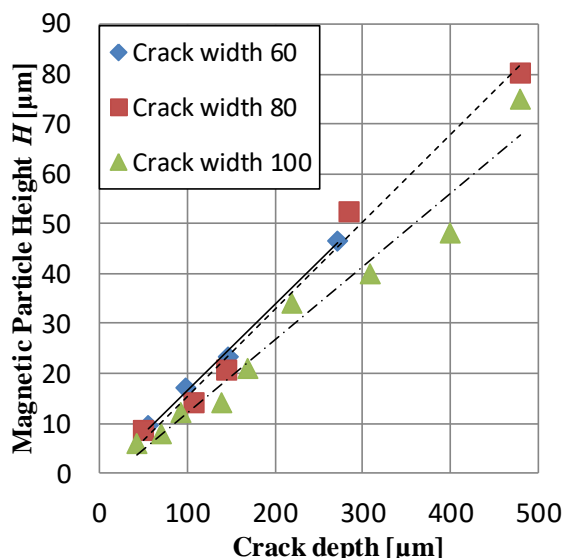


図 3 傷形状と付着磁粉の高さの関係

適用し、100mL/min とした。試験鋼板への磁化を開始した後、検査液を 12 秒間適用した。傷に磁粉が付き始めた時間を 0 秒とし、付着磁粉の観測は 20 秒間の評価とした。

昨年度までの先行研究では、傷に付着する磁粉を上面から観察し、磁粉の幅を計測評価した。本年度は、磁粉を側面から観察することにより、付着磁粉の高さを評価することを検討した。付着磁粉高さの測定については、図 2 に示す側面観察用レンズアダプタを作製し、高速度カメラに設置することで、付着磁粉の側面観察を可能とした。傷幅をパラメータにして、最終的な付着磁粉高さとの関係を図 3 に示す。ここで、付着磁粉高さの計測は検査液の流れにより焦点距離が変化するため、動画像計測を行うことは困難であった。そこで、検査液の流れが完全に停止した時刻（20 秒時点）での、最終的な付着磁粉高さにより、傷形状との関係を評価した。図 3 より、深い傷ほど磁粉の高さは比例関係で増加することが判る。一方、傷幅と付着磁粉の高さとの関係に着目すると、傷の幅が広いほど、付着磁粉の高さは低くなることが確認された。

今後の予定として、先行研究にて評価した付着磁粉の幅 W と、本研究にて評価した付着磁粉の高さ H から、試験体に存在する傷形状を定量的評価する手法について検討していく。具体的には、付着磁粉の幅 W と高さ H のアスペクト比 (WH) を求め、探傷結果である磁粉模様から傷形状を推定することを試みる。