

## 走査型ホール素子法による材料の欠陥検出技術

(財) 鉄道総合技術研究所 森 久史 藤本 浩之  
豊橋技術科学大学 太田 昭男

### 1 はじめに

材料の劣化診断は構造物の健全性を維持するために必要不可欠であり、特に欠陥検出技術は余寿命評価を行う上で重要である。現在、外観目視検査をはじめ、放射線、電磁波、超音波等の様々な物性物理学の現象を応用した検査方法が用いられているが、新しい検査技術等について開発することは必要である。ここでは、欠陥等の検出自発磁化に注目して非破壊的に行う新技術として、磁界ホール素子を材料表面で走査し、半導体ホール効果を利用して欠陥を検出する可能性について示した。

### 2 検出原理

強磁性体の内部では一般に自発磁化の向きが異なる多くの磁区に分かれている。磁区の大きさや形はその物質固有の磁気的特性等によって異なるが、一様な物質の場合の磁区構造は規則的である。しかし、一様な物質内に介在物や空孔等が孤立している場合、磁区を形成する磁壁の分布が分割され、磁壁の引掛かりや引きずり等の効果で磁壁移動が妨げられて規則的な磁区配置が失われるようになって自発磁化の乱れが生じる。

### 3 技術の概要

図1にホール素子を用いたホール素子法による材料の診断方法と装置の概略を示す。

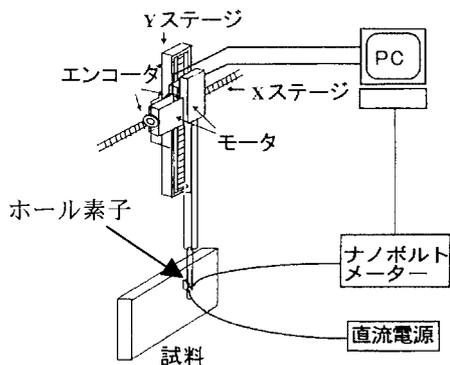
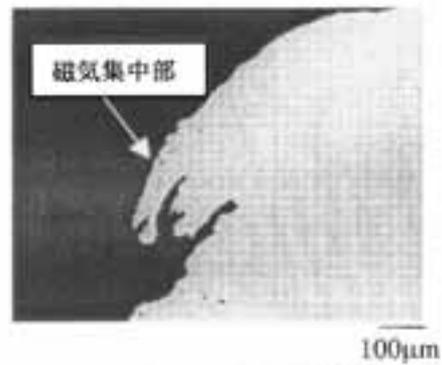
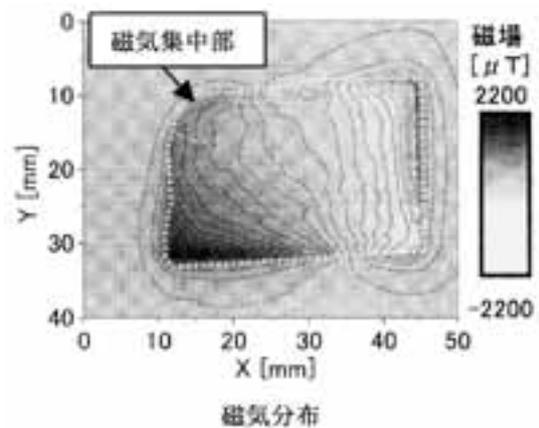


図1 走査型ホール素子法の原理概略

装置は、ステッピングモータを用いた移動型XYステージとステージ先端のホール素子とで構成され、試料は中央平面部分がホール素子と対向するように配置している。自発磁化は、試料中央部の平板表面から発生する磁化の垂直成分を静的条件で測定する。用いたホール素子はGaAs (AREPOC社 HHP-VP型)である。ホール素子は200 $\mu\text{m}$ の一定間隔でステップモータで走査させ、座標点

毎にホール電圧をナノボルトメータで計測し、パソコン処理により表面自発磁場の2次元分布を得て、計測された磁気分布の乱れを検出して欠陥を検出するものである。図2に撤去した試験レールの頭頂面コーナー部の断面を走査測定した結果を示す。



磁気集中部の光学顕微鏡観察結果

図2 撤去試験レール断面頭頂面の測定結果

頭頂面長手方向での走査結果、フランジ側の頭頂面のコーナー部に磁気集中部が見られる。当該部位を光学顕微鏡により確認したところ、微小亀裂と剥離が観察された。このことから、磁気分布の乱れと欠陥が対応し、欠陥検出自発磁化の分布の乱れから行える非破壊検査技術の一つとして提示できると考えられる。

### 4 むすび

以上に、半導体ホール素子を適用し、磁気分布の乱れから欠陥検出の非破壊検査を行った技術を紹介したが、残留応力等の評価方法への応用も検討し、当技術を生かした顕微鏡の開発に向けて力を注いでいる。