

## 磁気センサを用いた非接触レール損傷検知装置の開発

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○高須 豊  
株式会社日立ハイテクファインシステムズ 山本健司  
株式会社日立製作所 川畑龍三

### 1. はじめに

当社では、超音波探傷装置を搭載した保守用車（レール探傷車）により、レール損傷検査を実施している。しかし、検査回数が限られるため、その後の可搬式レール探傷器による細密検査や、レール更替作業が一時期に集中し、間合いや人員の確保に苦慮している。

より高頻度な検査が実現できれば、細密検査やレール更替作業の平準化が期待できる。そのためには、より高速走行下でレール損傷を検知する必要がある。

本稿では、車両に搭載可能な、磁気センサを用いた非接触式レール損傷検知装置について報告する。

### 2. レール損傷検知の原理

非接触レール損傷検知装置には、医療分野で脳や心臓に流れる微弱電流を測定するために開発が行われてきた小型の磁気センサを用いることとした。

図1に、磁気センサの構成とレール損傷検知の原理を示す。磁気センサは、磁場をつくりだす励磁コイル2個と、その間で磁場強度を測定する検出コイル1個から構成される。なお、両コイルとも、円形形状をしており、サイズは直径20mmである。

励磁コイルがつくる交流磁場は、位相を180°ずらすことで相殺するよう制御されている。そのため、健全なレール上では、検出コイルの位置で磁場強度に差は生じない。その一方、レール損傷上では、損傷によって磁気抵抗が増加するために両励磁コイルの磁場強度に差異が生じる。検出コイルがこの差異を捉えることで、レール損傷の検知が可能となる。なお、交流磁場は極めて微弱で、かつ狭い範囲にのみ生じるため、本装置ではシェリングやきしみ割れといったレール表層傷のみを検知対象としている。

### 3. 性能確認試験

#### (1) 室内試験

磁気センサによってレール損傷が検知できること

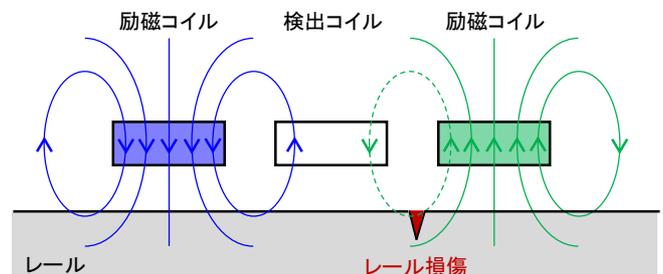
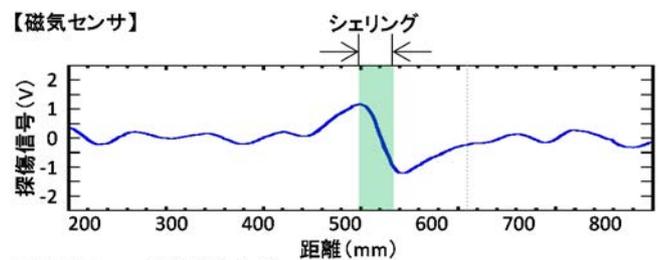


図1 磁気センサの構成とレール損傷検知の原理



【超音波レール探傷器(0°)】

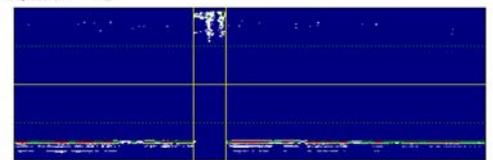


図2 室内試験結果

を確認するため、シェリングやきしみ割れが発生した試験レールを用いた室内試験を実施した。

図2に、シェリングを有する試験レールの試験結果の例を示す。なお、磁場強度を探傷信号として示す。超音波レール探傷器の0°ビームによる結果と比較すると、シェリング端にピーク値をもつ探傷信号がみられ、レール損傷の検知が可能なることを確認した。

#### (2) 現地試験

次に、営業線の多様なレール損傷の検知性能、軌道回路電流等による環境ノイズの影響の有無を確認するため、現地試験を実施した。試験は、磁気センサが軌道回路に影響を及ぼさないことを確認したのち、東海道線及び中央線で実施した。なお、磁気センサ位置は、レール中心、GC側あるいはFC側に12.5mm、21mmずらした5パターンとした。

キーワード レール探傷車、レール損傷、磁気センサ

連絡先 〒485-0801 愛知県小牧市大山1545-33 東海旅客鉄道(株)総合技術本部技術開発部 TEL0568-47-5380

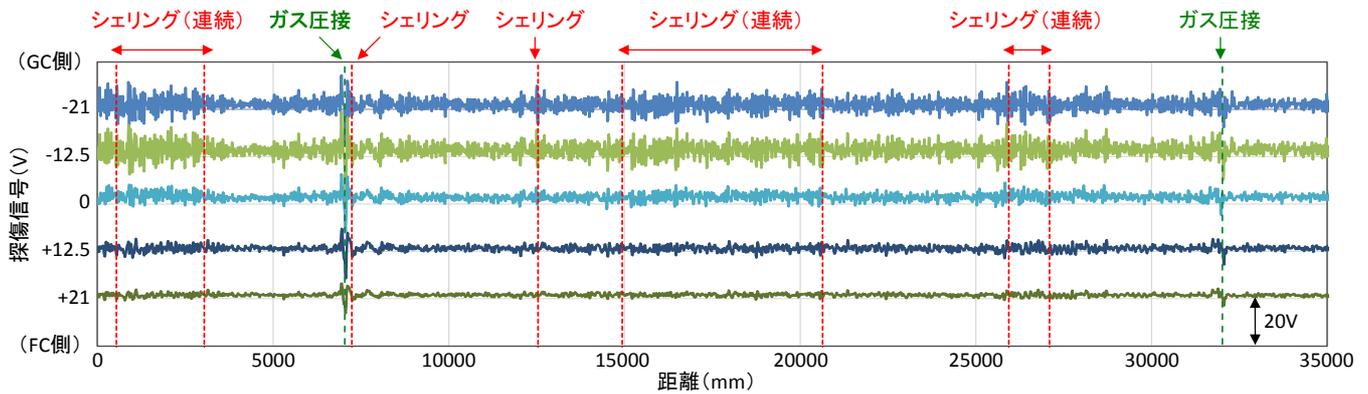


図3 現地試験結果(曲線)

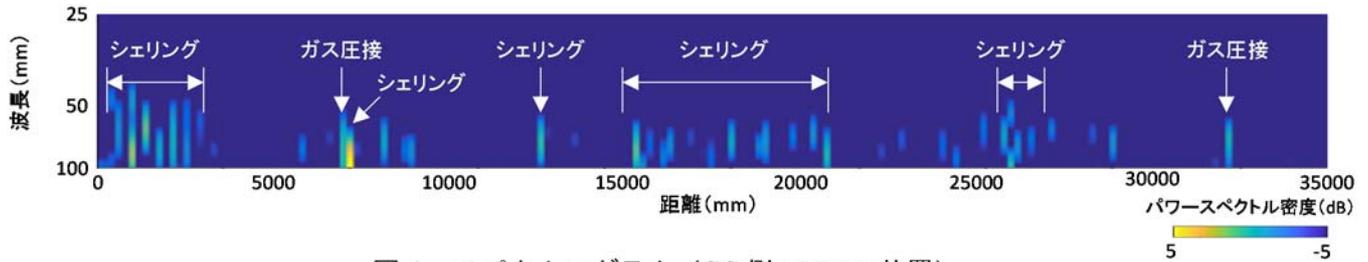


図4 スペクトログラム(GC側-12.5mm位置)

図3に、曲線区間での試験結果の例を示す。GC側ではきしみ割れにより、振幅の大きな強い探傷信号となった。そこで、きしみ割れとシェリングを判別するため、信号の時間(距離)、周波数(波長)、信号強度を3次元で表すスペクトログラムを用いることとした。

図4に、GC側-12.5mm位置における探傷信号のスペクトログラムを示す。波長50~100mm間の信号強度の強い箇所は、シェリングや溶接の位置と合致し、シェリングときしみ割れが混在した場合でも判別できることを確認した。また、懸念された環境ノイズの影響は確認されなかった。

### (3) 車両搭載試験

磁気センサは、非常に微弱な磁場の変化を捉えるため、レール面からの高さの変化が検出感度に影響する。そこで、車両搭載においても安定して測定できることと、高さの変化の影響を確認するため、在来線の軌道検測車(ドクター東海・気動車)を用いた車両搭載試験を実施した。センサは、高さを極力一定に保つため、電磁式レール変位計の位置に設置した。なお、試験は、車両搭載を想定した高速走行においても、磁気センサがレール損傷を検知できることを事前に室内試験で確認した上で実施した。

図5に車両搭載の位置と状況を、図6に試験結果の例を示す。レール損傷箇所で強い信号が出ており、車両搭載においてもレール損傷の検知が可能であることを確認した。



(a) 搭載位置

(b) 搭載状況

図5 車両搭載の位置と状況

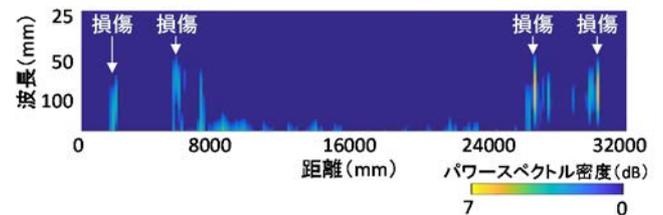


図6 車両搭載試験結果

## 4. おわりに

磁気センサを用いて非接触でレール損傷を検知する装置について、各種試験を通じて性能確認を実施し、車両搭載でのレール損傷検知が可能となる見通しを得た。今後の課題としては、長い距離で測定した際の大量のデータを高速に処理する方法の検討や、電車搭載した場合の電磁ノイズの影響評価を行う必要がある。引き続き、これらの課題について検討を進めていく。

## 参考文献

- 1) 株式会社日立ハイテクノロジーズ、川畑龍三、レール検査装置、および、レール検査システム、特許2017-020862