

鋼床版を対象とした渦流探傷試験に関する解析的検討

東北大学工学部 学生会員 ○秋月 勇人
東北大学大学院 正会員 田村 洋
東北大学大学院 フェロー会員 池田清宏
東北大学大学院 正会員 山川優樹

1. はじめに

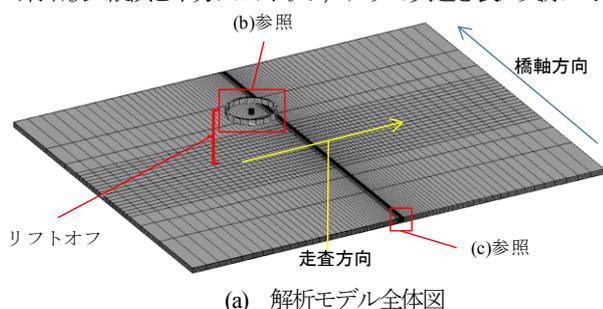
近年、鋼床版の疲労損傷が問題となっている。中でも、閉断面トラフリブ内部から発生するデッキ貫通き裂は目視による検出が困難であり、路面陥没による第三者被害の危険性があることから、有効な検査手法の確立が火急の課題となっている¹⁾。

非破壊検査手法の一つである渦流探傷試験は、非接触かつ高速な検査が可能であるという特徴を有しており、これを鋼床版に適用することで、アスファルト上からデッキ貫通き裂を検出する試みがなされている。これまでの検討から、アスファルト材料の電磁気的な影響が小さく空気と同等に扱えること、アスファルト厚による110mm程度のリフトオフまでき裂を検出できることがわかっている²⁾が、検出可能なき裂寸法や、わだち掘れ等によるリフトオフの変動の影響など、さらに検討すべき課題を残している。

そこで本研究では、提案されている探傷プローブ²⁾の適用性について、リフトオフ変動やき裂幅の影響に着目して検討を行う。さらに、探傷プローブの形状や配置を再検討し、より検出性能の高い鋼床版用渦流探傷プローブの提案を試みる。

2. 従来式渦流探傷プローブの検出性能評価

鋼床版は縦横を十分に広く取り、デッキ貫通き裂は実際の写真



をもとに橋軸方向に十分長いものとしてモデル化した。渦流探傷プローブは阪神高速技術株式会社で開発されているものをもとに、外側に大きな励磁コイル、中心に小さな検出コイルを2つ縦置きに配置し、モデル化した。プローブと鋼床版の概形を図-1に示す。リフトオフ、き裂幅をパラメータとして、汎用動電場解析ソフトウェアPHOTO-Series Version8.017を用いて検討を行った。

まず、プローブで検出される起電力を異なるき裂幅で比較した結果、図-2に示すように、0.7mmから2.8mmまでのき裂幅の違いに対して有意な変化は認められなかった。き裂がない場合とも比べると、起電力はき裂幅よりもその有無によって大きく異なるものと考えられる。ただし、幅が小さく、床版表面近傍において向かい合うき裂面が接触（き裂が閉口）しているとき、起電力が著しく低減し検出が困難となることを確認している。

次に、起電力を65mmと110mmの基準リフトオフの場合について比較したところ、図-3に示すように、わだち掘れを想定した±12.5mmのリフトオフ変動を受けた場合のS/N比はどちらの基準リフトオフにおいても1程度であり、リフトオフ変動によるノイズは基準リフトオフ量とは無関係に大きいことが確認された。また、き裂信号は基準リフトオフ増大に伴って小さくなるため、アスファルト厚が大きい場合、き裂の信号は床版や他の機械等からの磁気ノイズで埋もれ検出が困難となる可能性も考えられる。

3. 新しい渦流探傷プローブの提案とその性能評価

鋼床版のデッキ貫通き裂検知に適したリフトオフノイズが小さく検知信号の大きいプローブの提案を行う。そのために、原理的にリフトオフノイズの影響を受けない、図-4に示すクロスポイントプローブ、差動型プローブ、シータプローブ、かご型プローブ

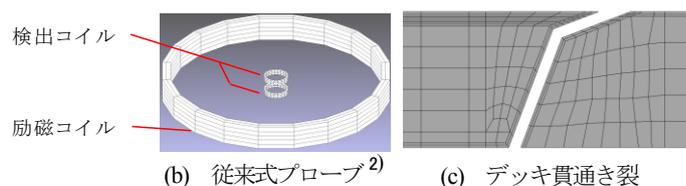


図-1 評価する従来式渦流探傷プローブと鋼床版

Key Words: 渦流探傷試験, 鋼床版デッキ貫通き裂, 動電場FEM解析

仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-06 数理システム設計学研究室

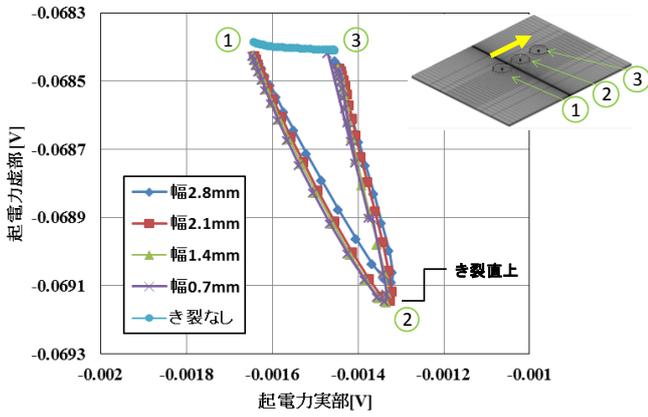
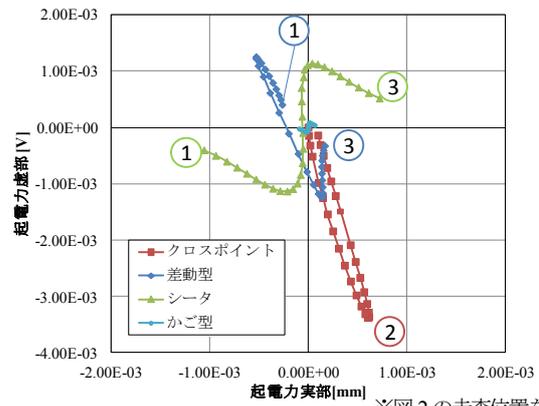


図-2 き裂幅の影響 (基準リフトオフ: 65mm)



※図-2の走査位置を参照

図-5 提案する渦流探傷プローブの比較

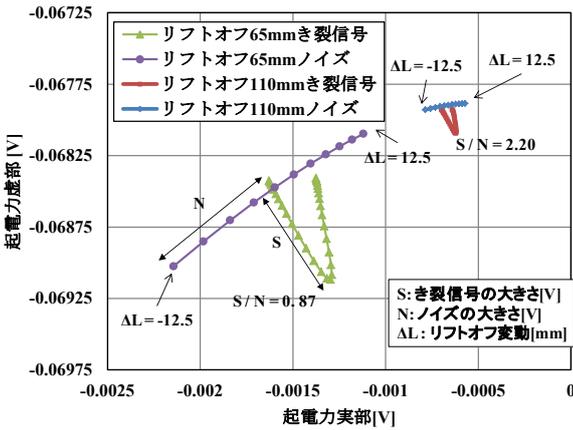


図-3 わだち掘れを想定したリフトオフ変動の影響

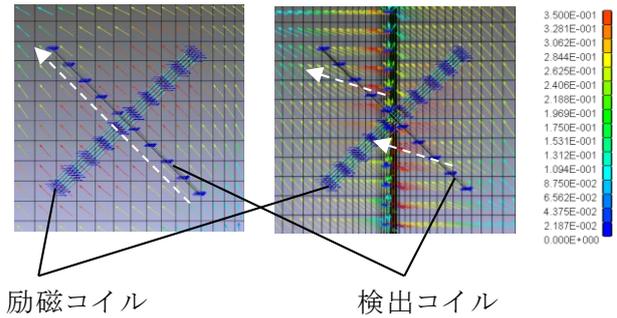


図-6 磁束密度のコンター図

きの検出コイルに直交する磁束密度成分をより大きな面積で捉えるためであると考えられる。

の4つのプローブについて、一定の検出コイル巻数、入力電流、プローブサイズの条件のもと検出性能を比較した。解析で得られた各プローブの起電力を比較した結果、図-5に示すように、クロスポイントプローブの起電力が従来型の約38倍と最も大きく、次いでシートプローブ、差動型プローブが同程度で、かご型プローブが一番小さいという結果となった。

クロスポイントプローブのき裂検出信号が大きかった要因として、図-6に示すように、き裂上にプローブがあると

4. 結論

- (1) デッキ貫通き裂のき裂幅の影響は小さい。ただし、き裂幅が小さく、床版表面近傍でき裂が閉口している場合はその限りではない。
- (2) 従来式プローブにおいて、わだち掘れのリフトオフ変動によるノイズの大きさは、アスファルト厚に依存しない。また、き裂信号はリフトオフの増大に伴い著しく減退するため、舗装厚が大きい場合、床版や他の機械からの磁気ノイズ等に埋もれ検出に支障をきたす可能性がある。
- (3) 鋼床版デッキ貫通き裂に適用可能な渦流探傷プローブとして、リフトオフノイズフリーで、かつ、十分なき裂信号を示すクロスポイントプローブの優位性を示した。

参考文献

- 1) 森猛：鋼構造シリーズ19 鋼床版の疲労 [2010年改訂版]，社団法人 土木学会，2011。
- 2) 田畑晶子，山上哲示，塚本成昭，奥野貢，河野譲：渦流探傷試験による鋼床版き裂検出に関する報告，鋼構造年次論文報告集，2009。

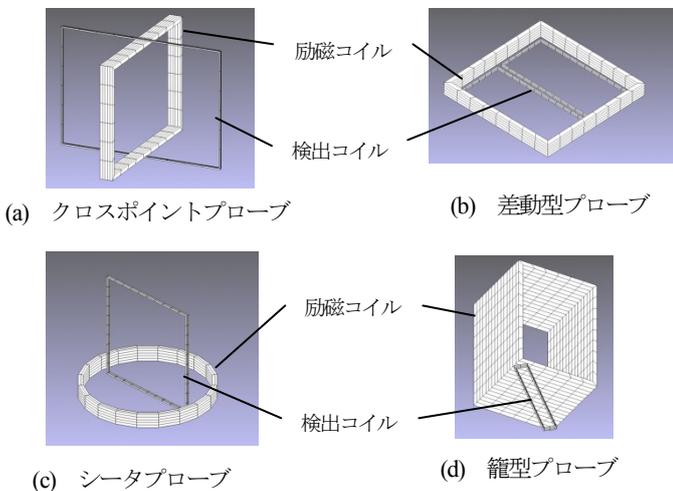


図-4 提案する渦流探傷プローブ