

地中探査レーダを用いた舗装構造物調査に関する一検討

東亜道路工業(株) 技術研究所 正会員 ○ 設楽 直柔
 同 正会員 塚本 真也
 美作市 建設部 建設課 松山 友彦

1. はじめに

道路舗装の維持修繕方法の検討に際しては、舗装の破損状態だけではなく舗装の支持力や舗装構成を的確に把握しておくことが不可欠である。美作市道北山上相線の維持修繕計画を策定するにあたり、FWD による支持力調査、交通量調査、舗装構成調査を行った。一般に舗装構成調査は開削調査やコアボーリング調査により行うが、拡幅や補修が繰り返し行われている路線などでは、舗装構成が縦・横断方向に複雑に変化していることがあり、舗装台帳や補修履歴等から断面確認箇所を設定しても、常識的な頻度では舗装構成を適切に把握できない場合がある。そこで、本調査では、舗装構成の調査に地中レーダ探査と開削調査を組み合わせ用いた。地中レーダ探査では、特性の異なる 2 種類の地中探査レーダ機器を用い、その使い方や出力結果等の検討を行ったので、その結果について報告するものである。

2. 地中レーダ探査の測定原理

図-1 に地中レーダ探査の測定原理を示す。アンテナから電磁波を舗装体内に放射すると、電気的性質(比誘電率)の異なる部分で電磁波が反射する。この反射波をアンテナで捕捉し、その伝播時間から舗装内部の層構成を調査することができる。電磁波の周波数により探査深度や分解能が異なる。

3. 地中レーダ探査による調査

地中レーダ探査による調査は、主に舗装断面変化点を把握し、開削による舗装厚調査を補完する目的で用いた。

3.1 調査概要

表-1 に調査概要を示す。調査日の天候は晴れ、調査前(1週間程度)に降雨は確認されていない。

3.2 調査機器

図-2 に調査に使用した機器を示す。

(1) Utility Scan DF

Utility Scan DF は、周波数の異なる 2 つのアンテナを一体化させた手押し式高性能デジタル地中探査レーダで、300 MHz および 800 MHz の中心周波数を有するアンテナを搭載する。表層から 2 m 程度までの舗装構成を把握することができる。

(2) 3D-Radar

3D-Radar は、ステップ周波数方式を採用し、200 MHz ~3 GHz の周波数を段階的かつ高速で切替えながら調査を行う車載式 3 次元地中探査レーダで、超広域周波数アンテナを使用することで高い分解能と深い探査深度を両立できるため、舗装内部の状況を高い精度で把握することができる¹⁾。

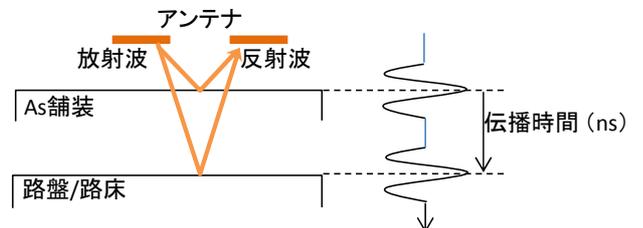


図-1 地中レーダ探査の測定原理

表-1 調査概要

項目	内容	容
業務名	舗装補修検討業務<防災安全>	
業務目的	舗装支持力把握および補修設計	
調査日	平成27年10月15日	
調査箇所	美作市道 北山上相線	
調査延長	2.150m(上・下)	



(左:Utility Scan DF, 右:3D-Radar)

図-2 調査機器

キーワード: 地中探査レーダ, 電磁波, 比誘電率

連絡先 : 〒300-2622 東亜道路工業株式会社 技術研究所 TEL:029-877-4150

4. 地中レーダ探査調査結果

4.1 試掘調査

表-2 に開削調査結果を示す. No.1, 6, 7 は上層路盤と下層路盤の素材が類似しており, 区別できなかった.

4.2 地中レーダ探査結果の比較

図-3 に試掘箇所 No.7 付近の解析画像を示す. 図-4 は試掘箇所 No.6 から No.7 へ舗装断面が変化している箇所の解析画像例である. 図縦軸は路面からの深さを, 横軸は距離を示している. Utility Scan DF の出力結果は, 周波数 800 MHz のものである. 本来, 各層で比誘電率が異なるが図では統一値を用いており, 開削調査結果とは一致していない. 舗装厚を正しく求めるには, 開削結果と電磁レーダ探査結果を比較して各層の比誘電率を推定する必要がある. 推定した結果, アスコン層 6, 路盤層 7.8 となった. 推定した比誘電率を用いて求めた各層の厚さと開削調査で求めた各層の厚さの比較結果を図-5 に示す.

図-3 より各層の境界が明確に識別できることが分かる. また開削調査では上層路盤と下層路盤を区別できなかったが, 地中レーダ探査では両機器共に層境界と思われる箇所に強い反射が確認できた. 図-4 では舗装断面変化点が明確に分かる. 図-5 では, いずれの層でもほぼ 1:1 の良好な対応関係が認められた. Utility Scan DF と 3D-Radar の調査結果を比較すると, Utility Scan DF が周波数固定のアンテナで調査を行うのに対し, 3D-Radar は 200 MHz~3 GHz の広域周波数帯のデータを利用するため, 3D-Radar の方が層境界を確実に判別できた.

これらのことから, 地中レーダ探査と開削調査を併用することで時間のかかる開削調査の頻度を減らすことができ, より正確な舗装構成が把握できることが分かった.

5. おわりに

舗装厚の変化点確認を目的として地中レーダ探査を行ったところ, 使用した 2 種類の装置ともに舗装構成の変化を十分な分解能で把握でき, 補助的に用いることで舗装構成を効率よく的確に把握できた. 本報では地中探査レーダの単純で確実な活用方法について検討を行ったが, 車載型は規制を行うことなく測定でき, 手押し型も FWD 測定と同時に無理なく測定できるため, これら機器を調査規模や調査目的に応じて効果的に活用することで, 従来に増して効率的で確実な維持修繕計画を行うことができるようになるという実感が得られた.

参考文献

- 1)永井ほか:3次元地中レーダの概要と適用例, 全地連「技術フォーラム 2014」秋田, No.70, 2014.9.

表-2 開削調査結果

試掘箇所 No.	アスコン mm	上層路盤 mm	下層路盤 mm
1	60	300	
2	100	100	200
3	100	100	200
4	70	130	200
5	60	100	160
6	70	145	
7	60	190	

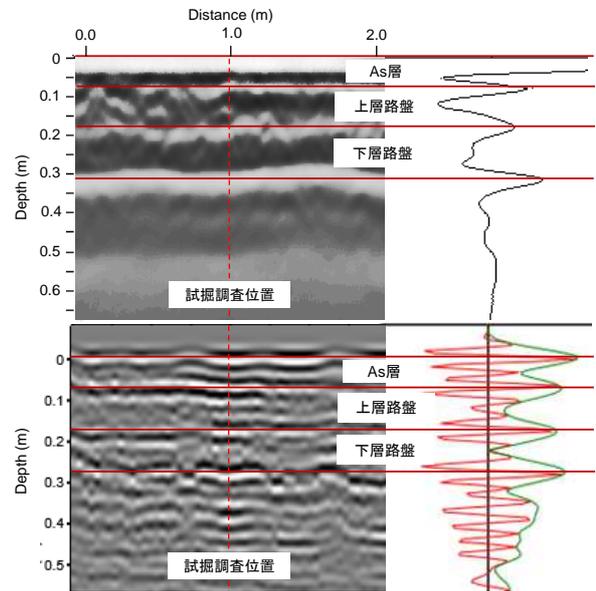


図-3 舗装厚調査結果(上:Utility Scan DF, 下:3D-Radar)

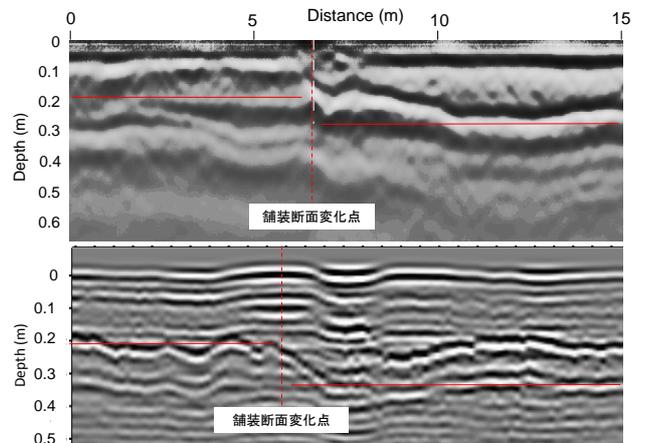


図-4 断面変化点(上:Utility Scan DF, 下:3D-Radar)

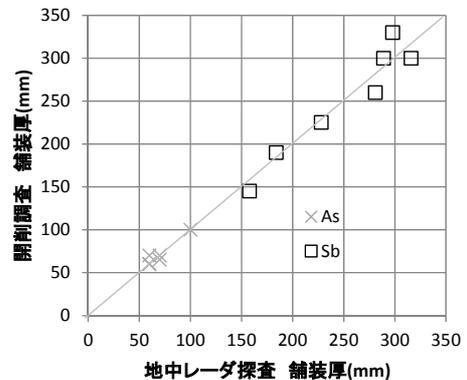


図-5 地中レーダ探査結果と開削調査結果の関係