

地中レーダーを用いた橋梁床版コンクリートの健全度探査事例

応用地質株式会社 ○正会員 香川 紳一郎
 応用地質株式会社 正会員 村上 弘行
 応用地質株式会社 山下 善弘

1. 調査・研究の目的

本調査は、地中レーダー探査機(以下「GPR」 Ground Penetrating Radar)を用いた非破壊調査により、橋梁コンクリート床版上面(主に上側鉄筋かぶりコンクリート)の状況を探査し、その結果から対象部位の劣化状況を把握することを目的とする。劣化状況の把握に際しては、本調査後に予定されている舗装修繕工事において床版の劣化状況を直接目視確認し、本調査での情報と照合することで本調査の妥当性を検証した。

2. 探査の原理

一般に GPR では、電磁波が伝播する媒質の比抵抗(電気の通りにくさ)が小さいほど電磁波エネルギーの減衰が大きくなる性質があることから、コンクリートの比抵抗が含水率の違いや塩害などの原因で周囲より小さくなっている範囲では、同位置にある鉄筋からの反射波でも健全箇所比べて振幅が小さくなる。本技術は、この床版コンクリート内上側鉄筋からの反射波振幅強度を、計測範囲における相対的強弱として記録より抽出し平面的マッピングすることで劣化箇所を視覚化するものである。よって本技術は、凍結防止剤散布等による塩害、鉄筋錆による酸化物拡散など、コンクリートの質的变化で比抵抗や比誘電率等の電気的物性の変化が生じている箇所(Deterioration)を主な検知対象としており、既に米国等では数多くの探査事例が報告されている(例えば Maser et al, 2012¹⁾)。

3. 対象橋梁の概要(図-1)

・上部構造形式：

橋長 212.2m, 幅員 10.25m

6 径間連続 RC 中空床版橋

(9.6m+18.2m+4×16.0m)

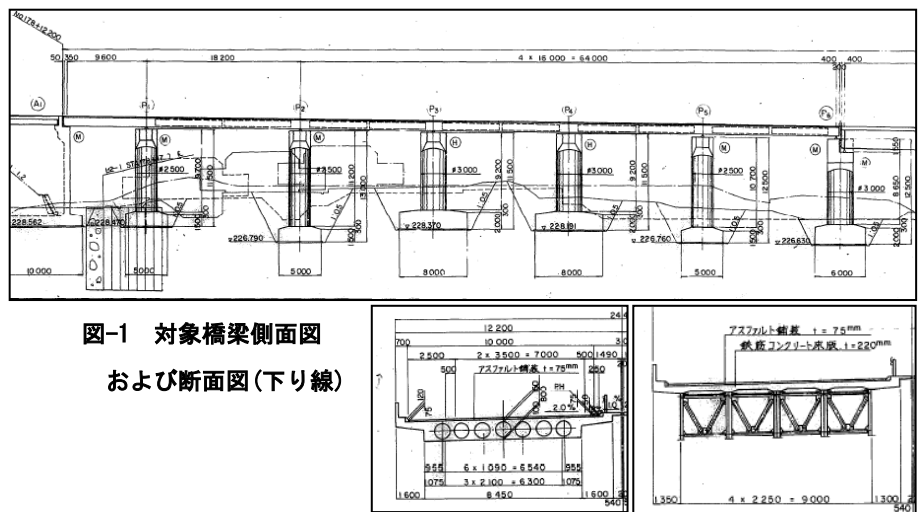
+3 径間連続非合成鋼鈑桁

(36.0m+46.5m+36.0m)

・下部構造形式：

箱式橋台 2 基, RC 柱式橋脚 8 基

・1984 年(S59 年)供用(供用後 28 年)



4. 探査の方法

本探査使用機器を表 1 に示す。調査は、人力によりアンテナをけん引する方式(以下「手引き方式」)と、専用トレーラーにアンテナを搭載し牽引走行しながら調査する方法(車載方式、写真 1)の二通り実施した。車載方式は、アンテナがトレーラー固定型のため、測定車線にトレーラーを路肩側・センターライン側それぞれに幅寄せした 2 レーンを設定し、各レーンの走行にトレーラー上でのアンテナ配置を調節してできるだけ密な計測を行った。手引き方式では、床版上に橋軸方向の測線を主鉄筋の方向と直交するよう等間隔に平行に設定し、その上を GPR により計測を行う。取得データは、マイグレーション処理と呼ばれる、計測データで双曲線状に現れる鉄筋の反射形状を点状に変換するデータ処理を行うことで、鉄筋位置の抽出を容易

キーワード 橋梁, 床版, 地中レーダー, 非破壊調査, 健全度

連絡先 〒331-8688 埼玉県さいたま市北区土呂町 2-61-5 応用地質(株)エンジニアリング本部 TEL 048-652-3874

にした。また、しきい値の設定に当たっては ASTM (米国材料試験協会; American Society for Testing and Materials)での技術規格²⁾を参考とした。

5. 探査結果

計測結果によると、鋼板桁端部での手引き計測および舗装切削後の床版観察では、車載計測で認められた異常範囲と、手引き計測で小規模な異常範囲が連続する箇所とが対応すること、及び手引き計測で比較的大きい範囲で異常が認められる範囲では、車載計測でも同様に異常が認められていることが確認できた。また、橋梁管理者が実施した打音検査結果との比較では、中央分離帯寄りの部分で見られた小規模な打音検査異常箇所については車載計測結果と対応が比較的良好なものの、今回実施した解析手法ではやや危険側に評価している可能性があることが分かった。走行車線側での長い範囲で連続して見られる打音検査異常箇所は、車載計測結果との対応が悪く、他の要因による損傷であることが考えられた。今回用いた車載計測技術は、GPR による鉄筋からの反射波振幅の相対的な大小関係を利用するものであり、過剰にも過小にもならないように適切に評価を行うためには、実績に基づいた劣化箇所のしき

表 1 使用機器

地中レーダ機器	SR-20(米国GS社製)
使用アンテナ(手引き)	1.6GHzボウタイアンテナ (探査深度50cm前後)
使用アンテナ(車載)	2.0GHzホーンアンテナ (探査深度50cm前後)
測線間隔(手引き)	20cm
測線間隔(車載)	20cm～1m
測線方向データ間隔(手引き)	1cm
測線方向データ間隔(車載)	2.5cm



写真1 車載方式の計測に用いた路面下探査車とトレーラーに搭載した 2GHz アンテナ

1) アスファルト舗装切削後の路面連続写真(平面図)

2) 車載計測による結果(平面図)

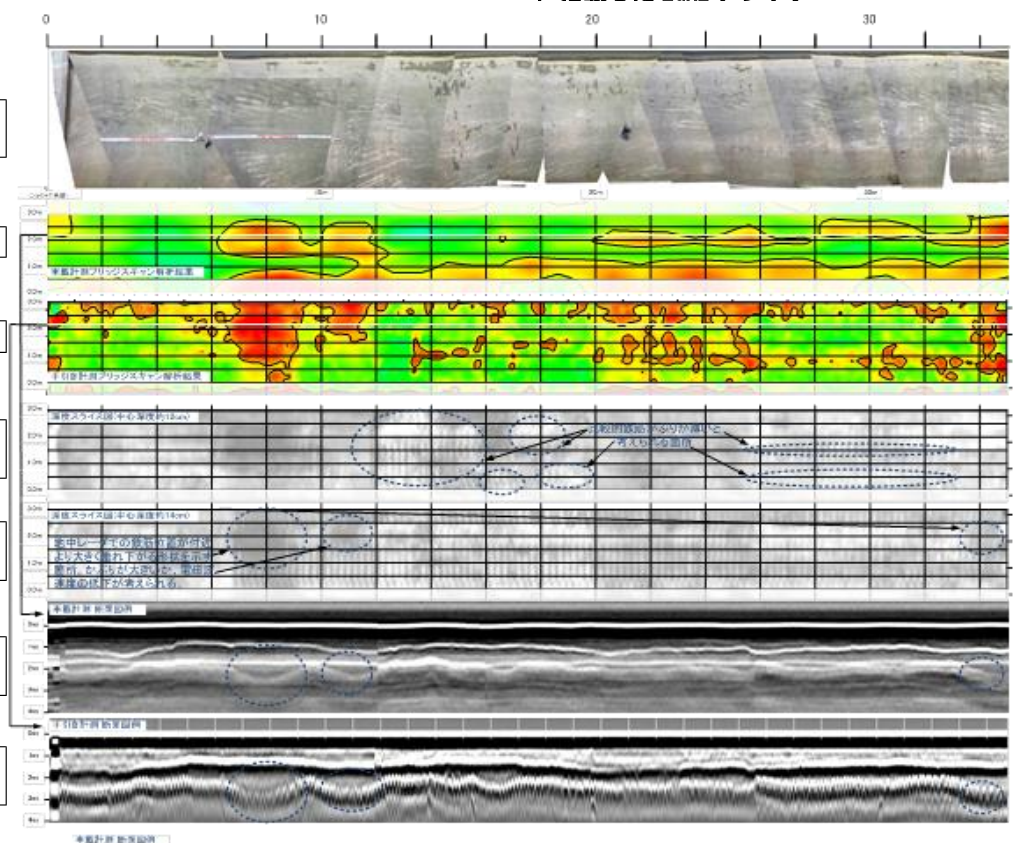
3) 手引き計測による結果(平面図)

4) 手引き計測データから求めた GPR 深度スライス図・深度 12cm 付近(平面図)

5) 手引き計測データから求めた GPR 深度スライス図・深度 14cm 付近(平面図)

6) 代表測線(車載計測結果平面図内・白線位置)での車載計測による断面図例

7) 代表測線(車載計測結果平面図内・白線位置)での手引き計測による断面図例



い値を適切に設定する必要がある。今回は、車載計測で数多くの実績を持つ米国の技術基準を参考にしきい値を定めたが、今後とも試験探査を重ねることにより、日本国内での補修計画の実情に則した実用的な評価を与えることができる基準を検討していきたいと考える。

参考文献

- 1) Maser, K., et al., "Understanding and detecting bridge deterioration using Ground Penetrating Radar", TRB 91st Ann Mtg, 2012.
- 2) ASTM D6087-07, "Standard Test Method for Evaluating Asphalt-Covered Concrete Bridge Decks Using Ground Penetrating Radar", ASTM International, 2007.