

地中レーダー（GPR）を用いた橋梁床版コンクリートの健全度探査技術について

応用地質株式会社 正会員○香川 紳一郎  
応用地質株式会社 山下 善弘  
応用地質株式会社 正会員 村上 弘行  
国土交通省 鹿児島国道事務所 中野 将

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、電磁波が伝搬する媒質の比抵抗(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、同じ位置にある鉄筋からの反射波でも健全な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な強弱を記録より抽出して平面的に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。したがって本技術の検知対象は、凍結防止剤散布による塩害や、鉄筋錆による酸化物の拡散など、コンクリートの質的变化により比抵抗や比誘電率などの電気的物性の変化が生じている箇所(Deterioration)の抽出であり、鉄筋自体の腐食状態や空気が介在しないごく薄い割れ目に起因する水平方向の剥離損傷(Delamination)は主対象としない。

3. 対象橋梁の概要

- ・路線名：国道 57 号
- ・上部構造形式：4 径間連続非合成鋼 I 桁橋(リベット)
- ・下部構造形式：逆 T 式橋台 2 基，RC 壁式橋脚 3 基
- ・基礎形式：既製鋼杭
- ・架設竣工年：1974 年 (S49 年)(供用後 37 年)

4. 探査の方法

本探査で使用した機器を表 1-1 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」写真 1-1)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 1-2）の二通りにより実施した。

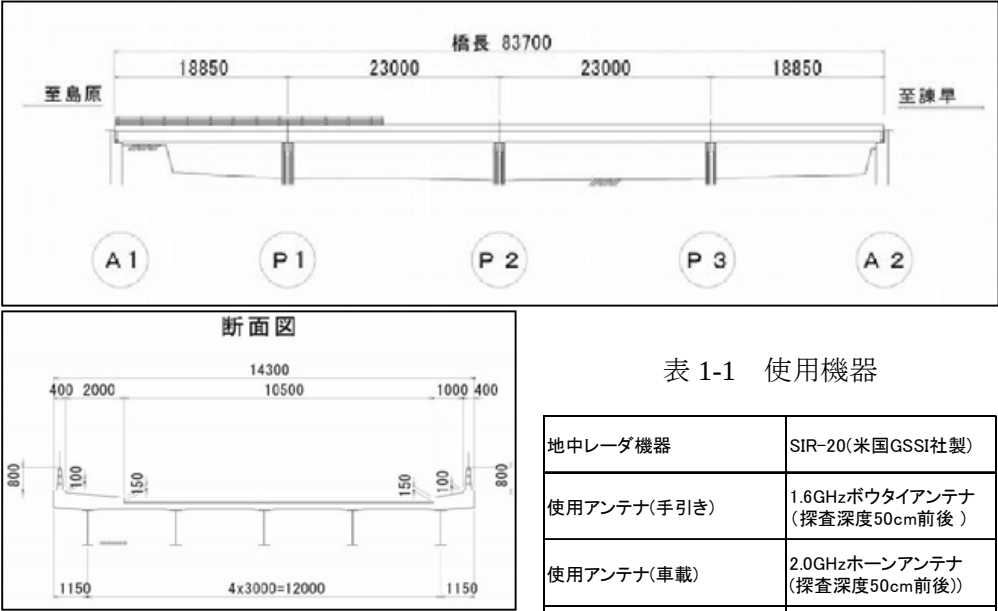


図 1-1 橋梁全体図

表 1-1 使用機器

|                |                            |
|----------------|----------------------------|
| 地中レーダ機器        | SIR-20(米国GSSI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                      |

キーワード 橋梁，床版，健全度，地中レーダー，非破壊調査

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）TEL 048-652-0651（代）

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。

車載方式の場合は、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。

取得データは、図 1-2 に示す手順により解析を行った。この中で、マイグレーション処理とは、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の

ことであり、これにより鉄筋位置の抽出を容易にする。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<sup>1)</sup>を参考とした。

## 5. 探査結果

本調査で得られた探査結果を図 1-3 に示した。鉄筋からの反射波振幅強度は、最大の波形振幅値を 1 として正規化された値を、dB(デシベル)の値に換算する。図 1-3 は、この dB 値を平面カラー段彩図としたものである。鉄筋反射波の振幅強度が大きいほど、すなわち床版コンクリートが健全であるほど平面図にプロットされる値は大きくなる。逆に値が小さい箇所は振幅が小さいことを示し、床版コンクリート劣化の可能性が考えられる箇所である。図 1-3 では、値が大きい箇所を寒色系(紫～青)、値が小さい箇所を暖色系(赤～黄)で示した。図内実線は、解析手順で示した統計的な方法により求めたしきい値の等値線を示す。つまり、黒実線で囲まれた暖色系の範囲が、床版コンクリートの劣化箇所の可能性が考えられる箇所を表している。

- (1) 統計的に設定したしきい値を下回っている劣化箇所と考えられる部分は、全体的に小規模な範囲が点在している。数メートル四方以上に広がるような広範囲での顕著な劣化懸念箇所は認められなかった。
- (2) 劣化懸念箇所と判断される中で、比較的範囲の大きいものについて、図 1-3 中①～⑥の黒太線矩形で示した。③については小規模な異常が周囲と比べて密集している範囲である。
- (3) ④のように比較的広範囲に広がる劣化懸念箇所は、手引き方式・車載方式でも共通に認められる。
- (4) いずれの劣化懸念箇所においても、周囲よりも顕著に異常な値を示す箇所は認められなかった。

## 6. まとめ

本調査後に実施した舗装切削後の床版上面状態確認では、局部的なコンクリートの土砂化や小さな鉄筋露出は見られたものの、広範囲な変状が見られなかった。このことから、本探査結果が実床版の状態をある程度示したものと考えられる。

参考文献

- 1) ASTM D6087-07; Standard Test Method for Evaluating Asphalt-Covered Concrete Bridge Decks Using Ground Penetrating Radar



写真 1-1 手引き方式

写真 1-2 車載方式

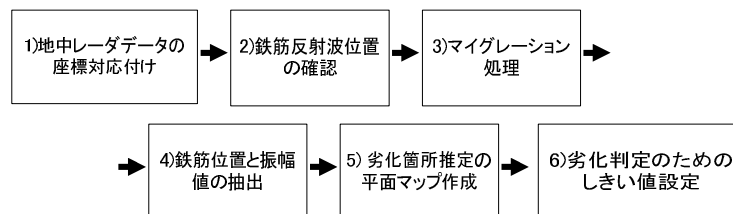


図 1-2 解析手順

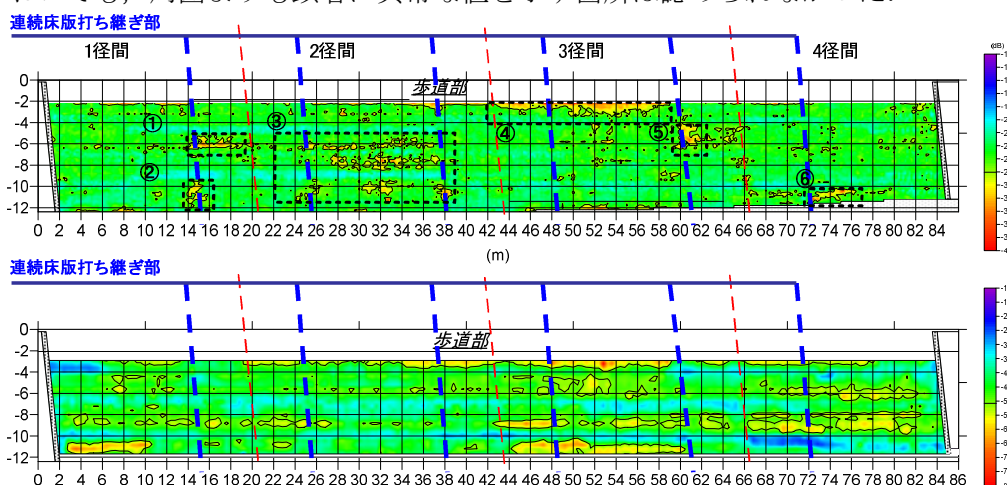


図 1-3 探査結果段彩図 (手引き方式探査(上)と車載型探査(下))