

鉄筋探査用RCレーダを用いた点検困難箇所のコンクリート非破壊診断技術

株式会社復建技術コンサルタント 正会員 小早川 正樹
(同) 正会員 唐 木 正史

1. はじめに

近年、インフラ施設の老朽化が進み、道路橋においても床版コンクリート上面の土砂化が顕在化し、抜け落ちに繋がる事故が増加している。(写真-1・図-1)他、中空床版橋のコンクリート内にあるボイド管の浮き上がりによる陥没事故も発生している。(図-2)特にコンクリートの土砂化は、積雪寒冷地では特に凍結防止剤に含まれる塩分により床版内の鋼材が腐食膨張し浮きが発生し、さらに凍結融解による凍害と輪荷重によりコンクリートの土砂化が急速に進展する。この結果、有効床版厚が減少し、せん断破壊に至ると考えられる。

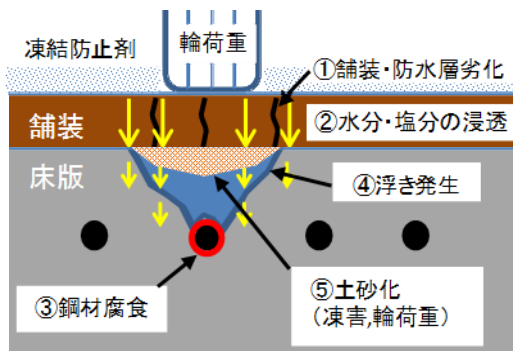
写真-1 床版土砂化・抜け落ち事例¹⁾

図-1 寒冷地における床版上面劣化の機構

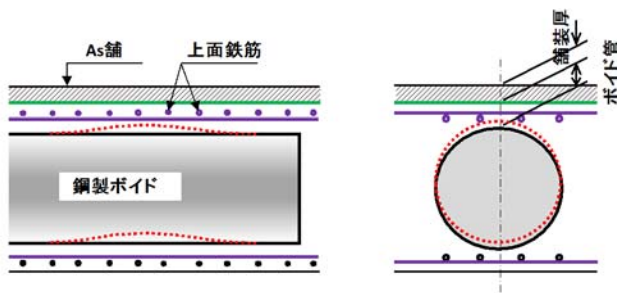


図-2 ボイド管浮き上がりの概念図

床版上面の劣化は、舗装により被覆されているため目視点検では確認できず、補修が遅れ大掛かりとなることが多い(事後保全)。補修コストを低減するには、非破壊検査等で劣化を早期発見し予防保全することが重要である。現在、床版上面劣化のスクリーニング調査方法と

して、車載式の電磁波レーダを用いる方法が実用化されているが、補修の実施にあたっては、更に細密なデータが必要となる。

そこで本稿では、汎用的な鉄筋探査用RCレーダ(以下RCレーダ)を用いて床版上面の劣化を模した供試体を計測し、劣化の検知精度を検証した結果について報告するものである。

2. 原理

電磁波は比誘電率の異なる物質の境界面において、反射と透過を繰り返しながら伝播する。一般的に土砂化したコンクリートは水分を多く含むため、床版上面のかぶりコンクリート付近の水分分布を検知できれば劣化範囲を判別することが可能となる。水はコンクリートと比べ比誘電率が高いため、透過分が少なく反射波強度が強くなる。

3. 使用する供試体

検証に用いる供試体は下図に示す寸法で製作した。

劣化部はコンクリート版上面の中央部2箇所それぞれ深さ $t=20, 40\text{mm}$ で、床版の土砂化を模した損傷を $450\text{mm} \times 400\text{mm}$ の寸法で作成し、コンクリート破砕材に水分を含ませた材料で埋め戻した後、その上面にアスファルト舗装 $t=50\text{mm}$ を施工した。(図-3・写真-2)

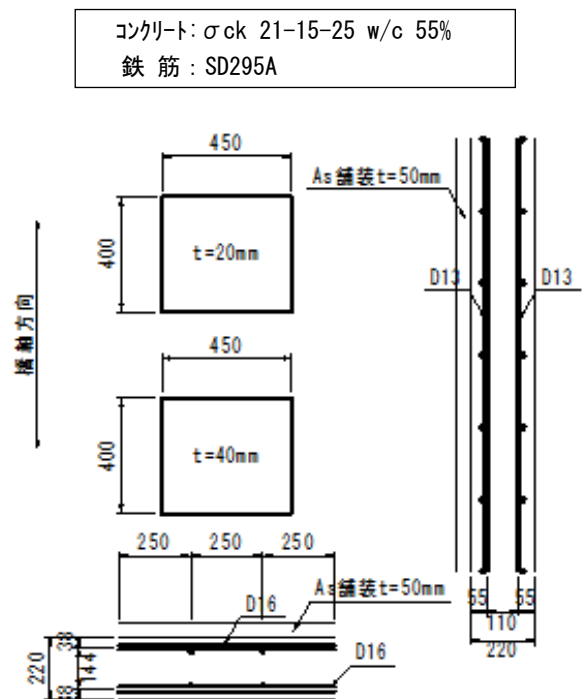


図-3 供試体寸法



写真-2 供試体施工状況写真
(左から、箱抜き状況、破砕材埋め戻し、カバー)

4. 実地方法

3. で作成した、コンクリートの供試体に対し、舗装の上より、RCレーダを用いて、高密度測定で橋軸方向に幅 50mm 間隔で測定し電磁波の波形データを取得した。このデータを3D化ソフトにより波形を処理し、模擬劣化の大きさ・深さが判別できるか検証した。

5. 検証結果

(1) 劣化の深さ

図-4 より①～③の断面に大きく違いがある。

①の健全部はアスファルトとコンクリートの深さ方向に一定の境界が確認できその下に鉄筋が 3 本入っているのがわかる。

一方、②及び③の断面では、アスファルトとコンクリートの境界面では、深さ方向に一定では無く、乱れが生じている他、深さ約 20mm, 40mm にそれぞれ別の境界面が追加されているのが解る。

なお、確認される深さは、作成した供試体の劣化深さとほぼ同じ深さとなっている。

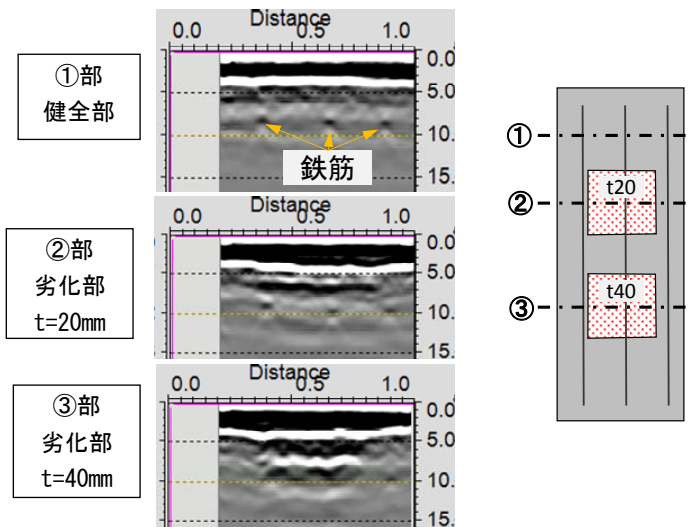


図-4 直角方向断面

(2) 劣化の位置及び大きさ

図-5に、アスファルト舗装上面から、それぞれ深度の違う4断面 (50mm, 70mm, 90mm, 100mm) を示し、損傷発生に位置及び大きさの確認を行う。

損傷位置は、D=50mm～90mmの断面にて箱型の断面が2個確認できる。大きさは約450×400のため、作成した供試体の劣化部と大体同じ大きさとなっている。

また、損傷深さは、D=90mmの断面に着目すると、t=20mm及びt=40mmに損傷が確認されるが、本深さでは、t=20mm

の損傷は健全なコンクリートとなっている。これは、水平断面の表示は指定した深さ方向で、測定された電磁波の反射強度を基に可視化している。そのため、表示する深さ方向まで比誘電率が一定の場合、測定される反射強度は一定となる。しかし、健全なコンクリート上面に損傷がある場合は、その損傷個所で電磁波が反射するため、下方に到達する電磁波は減衰されるので、健全な箇所であっても、他の箇所と比べ画像の表示に差がでる。

つまり、水平断面からの劣化深さの推定は困難であると言える。

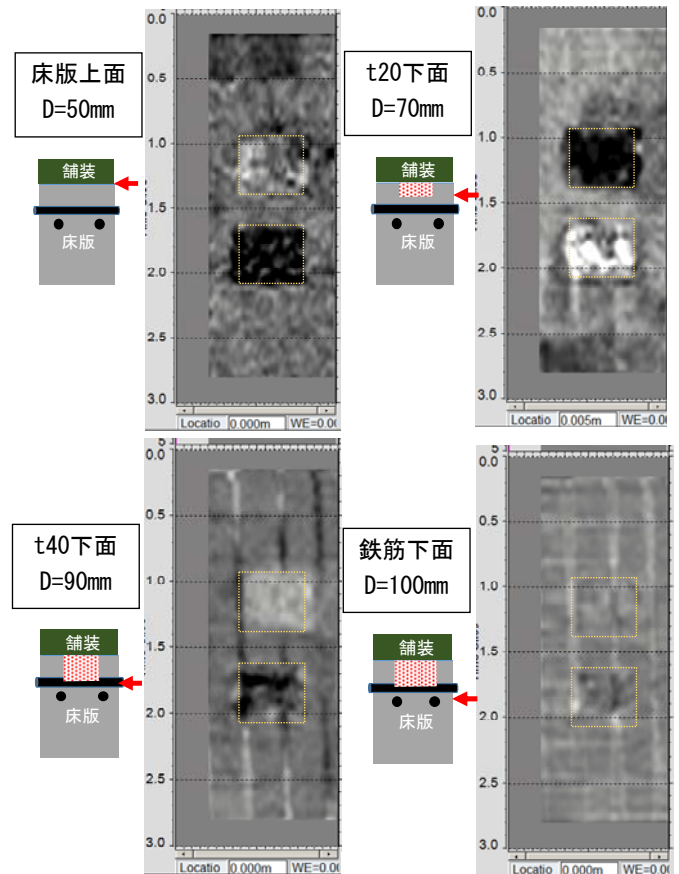


図-5 水平断面

6. まとめ

RCレーダのデータを3D化することで、コンクリートの劣化を精度よく検知できることが分かった。今後は、車載式レーダと併用し、スクリーニングと詳細調査で使い分けることにより、効率的な検知が可能となる。

また、RCレーダを多配列レーダへ拡張することにより、より広範囲の詳細調査も効率的に実施できるものと考えている。さらに、本技術を用いて、主桁コンクリート内部の潜在的な劣化 (ボイド管の浮き上がり等) を早期に検知できる可能性があると考えている。

特に凍結防止剤の散布などにより劣化が進展している東北地方では、より効率的な点検手法を用いて、予防保全を効率的かつ計画的に進めていく必要がある。このためには、より有効的な非破壊調査技術を早期に開発し、現場での実証を積み重ね実用化に繋げていく必要があると考える。

参考文献

- 1) 国土技術総合研究所-基準マニュアル類より