

コンクリート舗装の健全度評価手法に関する検証について

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社 正会員 ○日東 義仁
中日本高速道路株式会社 森下 由也

1. はじめに

近年、舗装深層部の空洞等により、路面の陥没や沈下が発生している。我々が管理する高速道路においても空洞の有無を把握することが走行の安全性を確保する上で重要と考えており、今回、コンクリート舗装の健全度評価手法の有効性について検証を行ったので、その結果について述べる。

2. コンクリート舗装健全度評価の現状と課題

舗装の健全度評価を非破壊で実施する方法として、FWD（Falling Weight Deflectometer）が一般的であるが、コンクリート舗装はアスファルト舗装に比べて健全度評価の基準が明確になっていないのが現状である。

今回、高速道路トンネル内のコンクリート舗装の健全度調査を実施した際に、FWD 測定と同時に高解像度多配列マイクロ波を用いた地中レーダ技術（以下、「地中レーダ技術」という。）を用いた舗装内部の3次元レーダデータ（以下、「レーダデータ」という。）の解析を行った。FWD 測定と地中レーダ技術による2通りの評価手法を用いて、コンクリート舗装の目地部およびコンクリート舗装版下の空洞の検証を行ったところ得られた結果に相違が見られたため、比較結果から今後の健全度評価手法の有効性を検証した。

3. FWDによる調査結果と地中レーダ技術結果の比較

今回実施した調査では、荷重伝達機能を FWD で評価し、空洞箇所を抽出を地中レーダ技術で行ったが、NEXCO 設計要領¹⁾では、FWD によるコンクリート舗装の構造評価項目として、①コンクリート版の荷重分散、②路盤の支持力、③目地やひび割れ部の荷重伝達、④空洞の有無があり、この中で、④空洞の有無について D0 たわみ量が 400 μ m 以上の箇所は路盤の支持力が低下している（版下に空洞の疑いがある）と明記されている。そこで、今回地中レーダ技術により空洞の可能性のある異常箇所（以下、「異常箇所」という。）として抽出された箇所について、FWD 結果との比較検証を行った。また、FWD で荷重伝達率に異常がみられた箇所について、レーダデータの解析結果との関連性について整理を行った。



写真-1 FWD 測定状況

写真-2 地中レーダ技術計測状況

今回実施した調査では、荷重伝達機能を FWD で評価し、空洞箇所を抽出を地中レーダ技術で行ったが、NEXCO 設計要領¹⁾では、FWD によるコンクリート舗装の構造評価項目として、①コンクリート版の荷重分散、②路盤の支持力、③目地やひび割れ部の荷重伝達、④空洞の有無があり、この中で、④空洞の有無について D0 たわみ量が 400 μ m 以上の箇所は路盤の支持力が低下している（版下に空洞の疑いがある）と明記されている。そこで、今回地中レーダ技術により空洞の可能性のある異常箇所（以下、「異常箇所」という。）として抽出された箇所について、FWD 結果との比較検証を行った。また、FWD で荷重伝達率に異常がみられた箇所について、レーダデータの解析結果との関連性について整理を行った。

3-1 空洞箇所抽出結果の比較検証

(1) 地中レーダ技術による抽出結果

地中レーダ技術による調査は、マイクロ波反射法を利用して地中の状況を把握する技術であり、物性の異なる層の境界で反射したマイクロ波の強度や極性などから異常箇所を抽出するものである。

本調査では、トンネル全長区間を対象に車線中央を探查幅 2.0m で連続的にレーダデータを取得し、3次元化処理したレーダデータより異常箇所の広がりや位置の特定を行い、コンクリート版下の空洞の有無の確認を行った。異常箇所抽出結果を表-1 に示す。

抽出された 60 箇所の異常箇所のうち、18 箇所コア抜きによりコンクリート版下の確認を行った結果、16 箇所（空洞発見率 89%）で空洞が確認された（図-1）。このことから、地中レーダ技術は、空洞の有無を抽出する方法として信頼できるものであると言える。

表-1 地中レーダ技術による異常箇所抽出結果

調査測線長 (km)	調査面積 (m ²)	異常箇所数 (箇所)
34.73	69,460.0	60

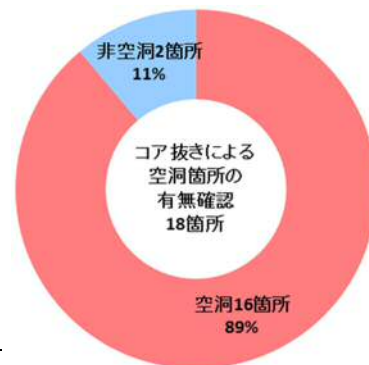


図-1 コア抜き実施結果

キーワード FWD、地中レーダ技術、コンクリート舗装、健全度評価

連絡先 〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦 1-8-11 DNI 錦ビルディング

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社 名古屋支店

T E L 052-212-4552

(2) FWD との比較検証

空洞の有無を検出する方法として有効である地中レーダ技術の結果と従来の FWD による評価結果との比較を行い、コンクリート舗装の評価手法について検証した。比較箇所としては、FWD の測定位置である目地部 3,738 箇所を対象に行った。

対象箇所のうち、地中レーダ技術により抽出した異常箇所は 40 箇所であった。その内、FWD でも空洞の疑いがある (D0 たわみ量が 400 μ m 以上の箇所) として抽出されたのは 12 箇所であり、30%の検出率であった (図-2)。これは、空洞の有無の抽出に限っては FWD のみでは不十分であることを示唆している。

ただし、FWD による異常値を示した箇所は舗装支持力の低下や目地部の損傷といった何らかの異常があると考えられ、④空洞の有無以外の評価項目に必要な手法である。このことから、地中レーダ技術と FWD を併用して健全度評価を実施することが有効であると言える。

3-2 目地部における異常箇所抽出結果の検証

(1) FWD による調査結果

FWD による調査は、目地部およびひび割れ部の荷重伝達能力を評価することを目的に実施し、NEXCO 設計要領に基づき荷重伝達率が 70%未満の場合に荷重伝達能力が低下していると判断した。測定位置および計算式を図-3 に示す。

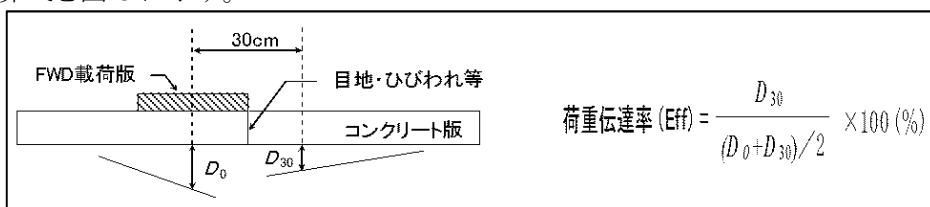


図-3 測定位置および荷重伝達率計算式 (NEXCO 設計要領より)



写真-3 FWD 目地測定状況

FWD による荷重伝達率調査結果を表-2 に示す。FWD 測定を実施した 4,194 箇所のうち、54 箇所荷重伝達率の低下が認められ、損傷率は 1.3%であった。

(2) FWD と地中レーダ技術との関連性

FWD により荷重伝達率の低下が認められた 54 箇所については、ダウエルバーの損傷や目地付近のコンクリートの脆弱化等が想定される。

荷重伝達率の低下については、地中レーダ技術では確認することができないため、FWD と地中レーダ技術を合わせて実施することで、目地部、ひび割れ部の損傷状況が的確に把握できるとともに、適切な補修工を選定することができると判断した (図-4)。

4. 今後の健全度評価の方向性

今回の検証により、コンクリート舗装の健全度評価を行う場合、コンクリート版下の空洞箇所抽出は地中レーダ技術で実施し、荷重伝達機能の評価は FWD により実施することが望ましいことが分かった。

高速道路は、供用後 30 年以上経過している路線が増えており、コンクリート舗装においても損傷が目立ち始めている。高速道路では乗り心地を改善するためにコンクリート舗装のコンポジット化を行うことが多くなっており、アスファルト舗装によるオーバーレイを実施する場合は、事前にコンクリート版の補修を行う必要があるため、コンクリート版の評価がより確実に行なえる手法を今後も検討していかなければならないと考える。

謝辞 地中レーダ技術の解析に全面的な協力をいただいたジオ・サーチ株式会社の小澤様、春日井様に謝意を表します。

参考文献 1) 中日本高速道路株式会社, 設計要領第一集舗装編, 平成 25 年 7 月。

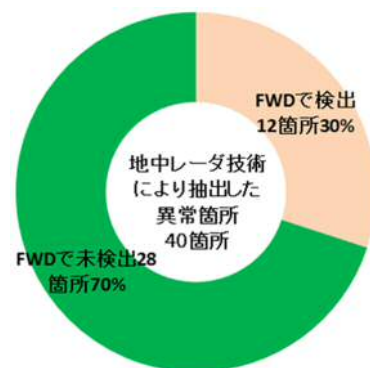


図-2 地中レーダ技術の異常箇所に対する FWD 検出率

表-2 FWD 荷重伝達率調査結果

測定数 (箇所)	荷重伝達率 70%未満(箇所)	損傷率
4,194	54	1.3%

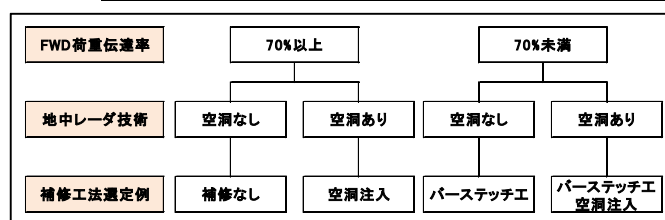


図-4 FWD と地中レーダ技術による補修工法選定例