

## 小型 FWD を用いた簡易な路面下空洞調査法に関する検討 A simple cavity evaluation method under road surface using Portable FWD

○田辺政人<sup>1</sup>, 城本政一<sup>2</sup>, 竹内 康<sup>1</sup>, 岡澤 宏<sup>1</sup>, 緑川兼広<sup>3</sup>

M.Tanabe, M. Jomoto, Y. Takeuchi, H. Okazawa and K. Midorikawa

### はじめに

舗装下に埋設された上下水管の埋め戻し砂の小規模な液状化や管内への砂の流入によって、路盤以下に空洞が生じることがある。このような箇所では道路の陥没が生じやすく、早期の発見が望まれる。

筆者らは、これまでに福島県南相馬市の集落排水管が埋設されている軽交通道路の路面陥没等の変状が確認されていない箇所でも小型 FWD 試験および地中レーダ (GPR) 探査を実施し、これらを併用した路面下空洞評価方法について検討してきた<sup>1)</sup>。しかし、これまでの研究成果では路面下空洞を視覚的に確認していないため、小型 FWD と GPR によって検出した異常箇所における空洞の視覚的な確認が必要であった。そこで、本研究では南相馬市において継続調査を行い、ボアホールカメラによる路面下空洞を撮影するとともに、路面下空洞評価方法の精度について検討を行ったので報告するものである。

### 調査対象地および調査概要

調査対象は、南相馬市小高区内の軽交通道路を対象とした。この理由としては、同地区は2012年4月16日に立ち入り禁止が解除され、道路が震災後のままほぼ手つかずであったこと、地区内での宿泊は禁止されているが復旧作業のために今後交通量の増加が見込まれるため、道路状況の把握が必要となるこ

とが挙げられる。なお、調査は2012年7月6～7日に実施した。

調査の実施にあたっては、下水管マンホールを結ぶ直線区間を選び、路面下の状況を電磁波レーダで検査するとともに、異常信号検出箇所とその周辺にて小型 FWD 試験を実施した。調査実施箇所は図-1に示す通りで、路面変状は確認されていない箇所であった。また、なお、小型 FWD の載荷半径は5cm、載荷重は平均で8000Nであったため基準荷重を8000Nとし、式(1)にしたがって FWD たわみを補正した。

$$w' = w \times 8000/P \quad (1)$$

ここに、 $w$ ・ $w'$  : 補正前・後のたわみ、 $P$  : 載荷重

### 空洞評価法

これまでの調査では、舗装構造が既知であったため、各層の弾性係数のバラツキを考慮したBurmister理論による構造解析結果から FWD たわみの上限値を設定し、これを越える場合には路面下空洞があると判断してきた。しかし、今回の調査箇所では、舗装構造が不明であったことから、同一路線内の GPR の異常信号が無い箇所を健全部とし、たわみの平均値  $w_m$  と標準偏差  $\sigma$  を算出した。そして、これまでの検討と同様に式(2)にしたがって信頼度を考慮したたわみの上限値  $w_k$  を求めた。

$$w_k = w_m + k \cdot \sigma \quad (2)$$

ここに、 $k$  は信頼度  $R$  に応じる係数で、これまでの



図-1 調査箇所の概観

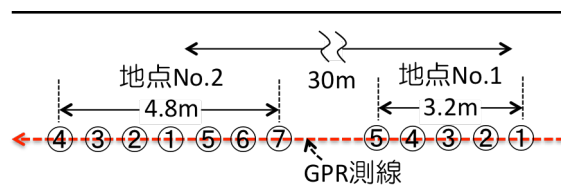


図-2 小型 FWD 載荷位置

1 東京農業大学 Tokyo University of Agriculture, 2 大成ロテック(株) Taisei Rotec Corporation, 3 福島県 Fukushima Prefecture

Key Words: 路面下空洞, 小型 FWD 試験, 地中レーダ探査

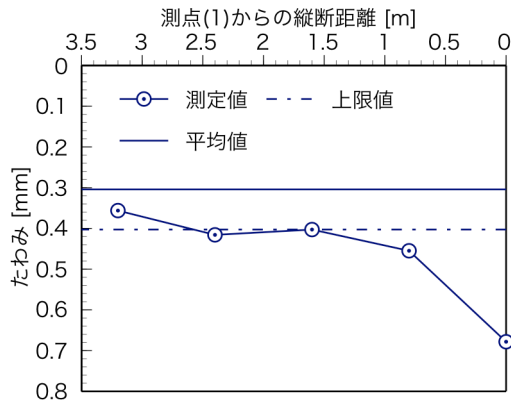


図-3 地点 No.1 での小型 FWD 測定結果

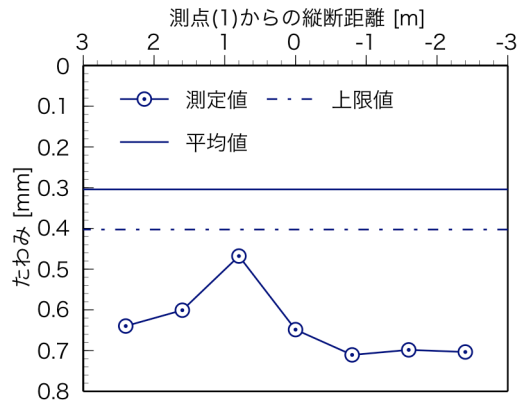


図-4 地点 No.2 での小型 FWD 測定結果

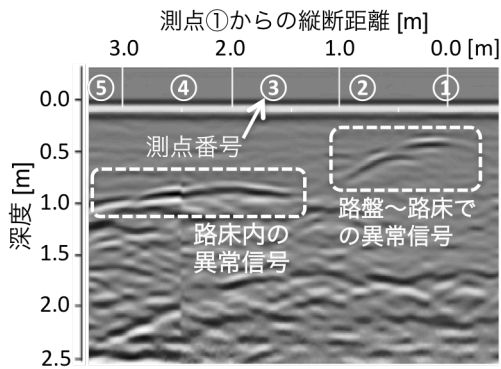


図-5 GPR 画像 (地点 No.1)

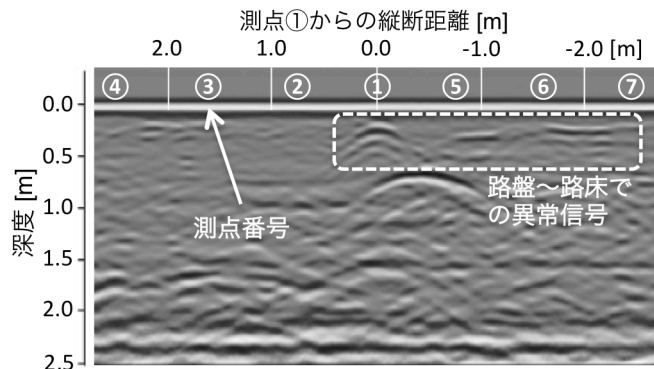


図-6 GPR 画像 (地点 No.2)

検討と同様に  $R=90\%$  ( $k=1.28$ ) とした. なお, 健全全部での変動係数は  $25\%$  であった.

#### 調査・解析結果

小型 FWD による測定結果を図-3, 4, GPR による調査結果を図-5, 6, 各地点の測点①でのボアホールカメラ映像を図-7 に示す. これらの結果より測点①での GPR の異常信号は空洞を示しており, この箇所では測定たわみは上限値を大きく越えていることがわかる. また, 地点 No.1 の測点②, 地点 No.2 の測点⑤~⑦のように, 比較的浅い位置に空洞を示す異常信号がある箇所でも同様に測定たわみは上限値を越えていた. しかし, 地点 No.1 の測点③~⑤のように, 異常信号が  $1.0\text{m}$  と比較的深い位置にある場合には, 測定たわみが小さくなり, たわみ上限値を明らかに越えているとは言い難い結果となった. これについては, 試験舗装において路面下空洞を再現し, 確認する予定である. 一方, 地点 No.2 の測点②~④では, 異常信号は認められない箇所であっても上限値を大きく越える箇所があった. このような箇所は, GPR の検出範囲外の側方に空洞等の舗装の緩みがあり, 支持力が低下している可能性を示しているもの

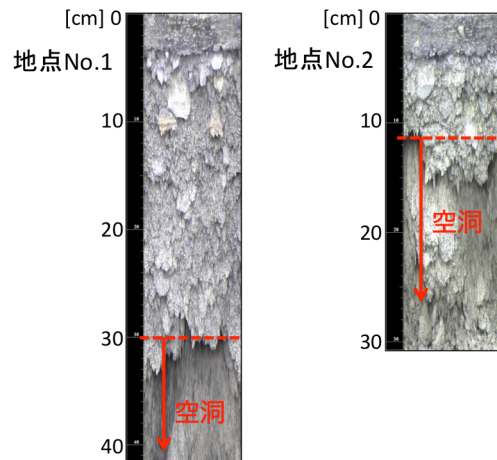


図-7 各地点の測点①での路面下空洞

と考えられる. これについても試験舗装により確認する必要があるものと考えられる.

以上の結果より, 幾つかの課題は残るものの GPR と FWD を組み合わせることで, 互いの調査法の欠点を補い合い, 路面下空洞を容易に把握できることがわかった.

参考文献 竹内康, 林寛親, 岡澤宏, 城本政一, 緑川兼広: 福島県沿岸部における小型 FWD を用いた簡易な路面下空洞評価方法の検討, 農業農村工学会大会講演会講演要旨集, Vol.2012, Page.884-885, 2012.