

アルミテープを活用した埋設管による地中レーダの画像判読の向上

東洋大学 正会員 ○久保寺貴彦

前田道路株式会社 正会員 郭 慶煥

アイレック技建株式会社 非会員 栗津 篤

1. はじめに

地中レーダの測定記録断面において、埋設管の存在は、上に凸な曲線の縞の有無から画像判読する。現実には、上に凸な曲線の縞は明確でないことが多く、小口径管の場合は見落としてしまうことが課題である。

著者らは、地中レーダの測定精度を向上させるためには、画像判読のしやすさが必須であると考え、埋設管上面において鉄板やアルミテープを設置して、既知の土被りを用意して実験を行ってきた¹⁾。その結果、画像判読不能な状況下でもアルミテープの設置箇所では上に凸な曲線の縞が明確になったことにより画像判読可能になった。しかし、既設の埋設管に対し上面にアルミテープを設置することは、困難であると言わざるを得ない。さらに、舗装構造を路床の単一層としたので、路盤とアスファルト混合物層を構築した舗装構造では効果が不明であった。

本研究は、それらの課題を解決すべく、埋設管内にアルミテープを貼ったPF管を挿入したケースなどを追加して、路盤とアスファルト混合物層を構築した舗装構造にて実験を行った。

2. 研究方法

使用した埋設管(VP管)とアルミテープ(軟質アルミ箔 厚さ 0.08 mm)を図-1 に示す。既設の VP 管に対しても画像判読の向上を期待できるよう、アルミテープを上

面に貼った PF 管を VP 管内に挿入した。なお、画像判読の向上を期待できるテープ幅は不明であるので、PF 管の内径を 22 mm と 45 mm とした。また、新設や修繕の際に、今後の埋設管は、地中レーダが探査しやすいようにも切り替えるべきと考え、アルミテープを上面に貼った VP 管も用意した。テープ幅は、これまで半円の 94 mm で画像判読の効果があつたので、低コスト化を目指して 38 mm も用意した。VP 管内径 100 mm でもそれぞれ同様の目的で作成して、実験ケースとした。

2020 年 12 月 21 日、東洋大学川越キャンパスにて埋設管を敷設した舗装の施工を行った(図-2)。構築した舗装構造は、N4~N5 交通を想定して図-3 とした。市町村道では路盤から 300 mm を加えた位置を埋設管の設置可能位置と定めているケースが多いので、埋設管の埋

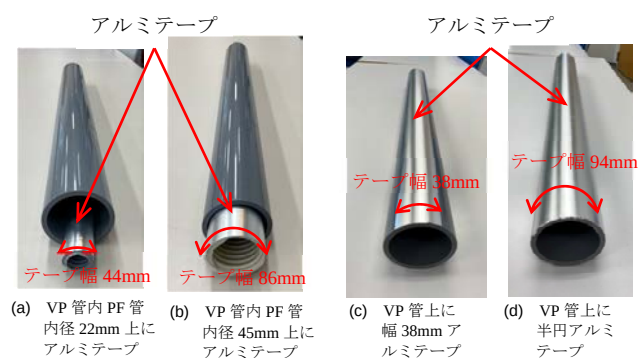


図-1 埋設管(VP管 内径 50 mm 厚み 5 mm 長さ 650 mm)

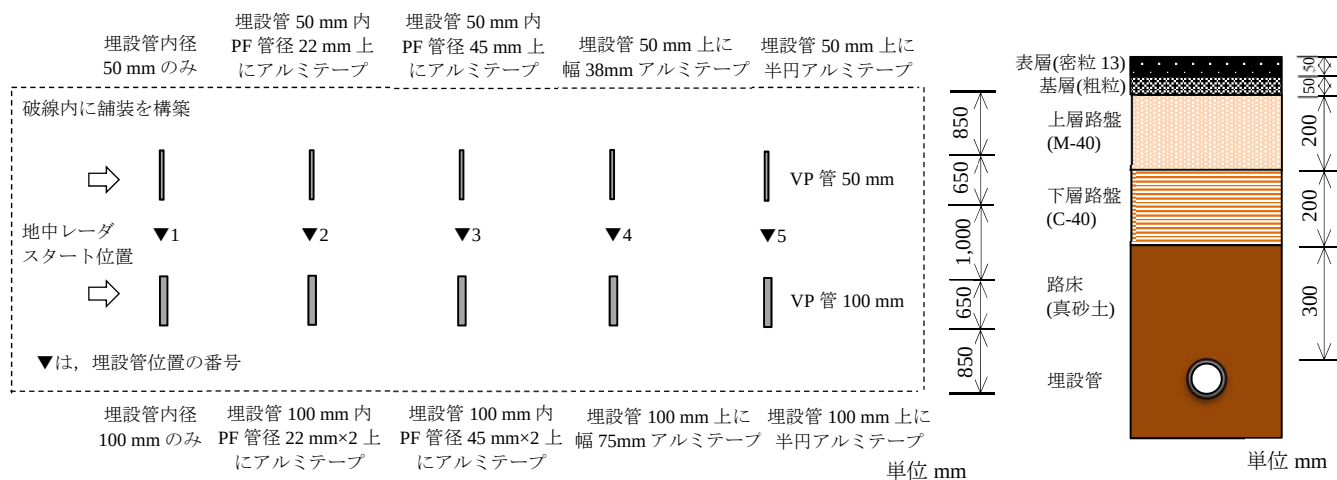


図-2 施工の平面図(埋設深さ 0.8 m 固定)

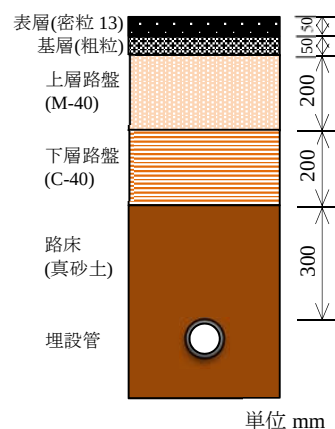


図-3 構築した舗装構造

キーワード : 地中レーダ, GPR, 埋設管, 埋設深さ, アルミテープ

連絡先 : 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100 kubodera@toyo.jp

設深さは、路床と路盤の境界から下部 300 mm、表層からでは下部 800 mm とした。

施工後、地中レーダが埋設管上を正しく走行できるよう、地下空間情報を施工前後で正確に測量しておく必要がある。水平位置は、埋設管を敷設した開削状況で、TS による埋設管両端の観測を行い、施工後、逆打ちにより埋設管両端の位置を表層にマーカーした。埋設深さは、埋設管を敷設した開削状況でレベルによる B.M. からアルミテープまでの高低差を埋設管ごと観測し、施工後、B.M.から表層にマーカーした点までの高低差を埋設管ごと観測し、これらの差分から求めた。

2020 年 1 月 13 日、地中レーダ測定を行った。中心周波数 400 MHz、探査深度 2.5 m 程度の機種を用いた。測定ピッチ 20 mm、測定レンジ 1.0 m(40 ns)とした。測定精度を確保するため、測定直前に舗装構造のキャリブレーション比誘電率 ϵ_s の測定を最も判読が期待できる埋設管 100 mm の図-2 に示した▼5 のケースにて実施した。この結果、 ϵ_s は、7.84 であった。

3. 埋設深さ測定の結果

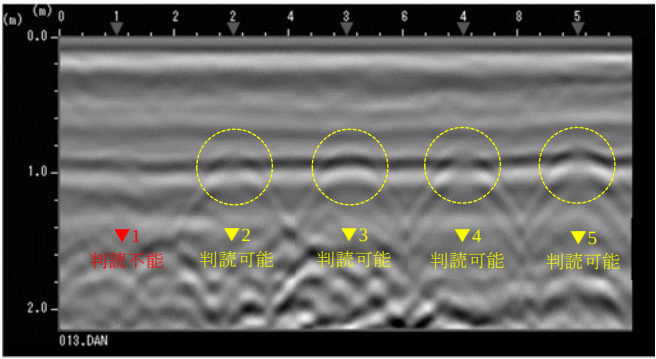
測定記録断面を図-4 に示す。縦軸は埋設深さ[m]を示して、横軸はスタート位置からの距離[m]を示している。なお、▼上の 1～4 は埋設管位置の番号である。

埋設管の内径 50 mm では、埋設管のみでは判読不能であったが、アルミテープにより判読可能になった。また、埋設管の内径 100 mm では、埋設管のみでは辛うじて上に凸な曲線の縞が見られるがやはり判読不能であり、こちらもアルミテープにより判読可能になった。アルミテープを上面に貼った PF 管を VP 管内に挿入したケースいずれも判読可能になったので、既設の VP 管に対しても画像判読の向上ができる手法を見出した。テープ幅が大きいと上に凸な曲線の縞を視認しやすくなるが、テープ幅が 44 mm でも効果を確認できた。アルミテープは、管外に貼ったほうが管内に貼るよりも効果があると考えられる。低コスト化を目指してアルミテープ幅 38 mm でも効果があることがわかった。

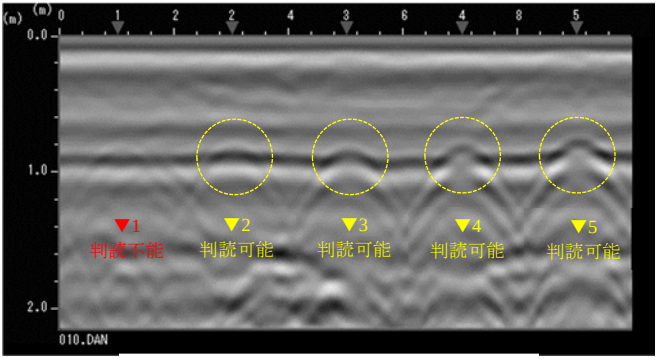
地中レーダ測定の結果と精度検証を表-1 に示す。埋設深さは、上に凸な曲線の縞の頂点とした。レベル測量は、表層からアルミテープまでの高低差である。今回、 ϵ_s で用いた(b)の▼5 の値は参考値として括弧とした。相対誤差は、いずれも 8.00 %以内であったことから、アルミテープによる測定精度は、アスファルト舗装の断面構造でも、路床の単一層の場合りと遜色ない精度で効果を発揮したがわかったので、実用化により近づいたと言える。

4. おわりに

路盤とアスファルト混合物層を構築した舗装構造に



(a) 埋設管の内径 50 mm



(b) 埋設管の内径 100 mm

図-4 地中レーダの測定記録断面

表-1 地中レーダ測定の結果と精度検証

(a) 埋設管の内径 50 mm					
ケース	▼1	▼2	▼3	▼4	▼5
地中レーダ測定 埋設深さ[m]	判読不能	0.929	0.903	0.920	0.862
レベル測量 埋設深さ[m]	0.847	0.880	0.848	0.853	0.844
誤差 [m]	判読不能	0.049	0.055	0.067	0.018
相対誤差 [%]	判読不能	5.57	6.49	7.85	2.13

(b) 埋設管の内径 100 mm					
ケース	▼1	▼2	▼3	▼4	▼5
地中レーダ測定 埋設深さ[m]	判読不能	0.878	0.887	0.828	0.786
レベル測量 埋設深さ[m]	0.804	0.862	0.850	0.807	0.791
誤差 [m]	判読不能	0.016	0.037	0.021	(-0.005)
相対誤差 [%]	判読不能	1.86	4.35	2.60	(-0.63)

においても、埋設管のみでは判読不能な状況下に対して、アルミテープより判読可能となることがわかった。既設の VP 管に対しても、アルミテープを上面に貼った PF 管を VP 管内に挿入することにより、画像判読の向上ができる手法を見出した。低コスト化を目指してアルミテープ幅 38 mm でも効果があることがわかった。

謝辞

埋設管作成と測量は、東洋大学空間情報研究室学生 白井有輝氏の協力を得て行った。関係各位に感謝申し上げる。

参考文献

1) 久保寺貴彦, 郭慶煥: 埋設管上面の設置物とサイズを変化させた地中レーダの画像判読の向上に関する実験, 土木学会論文集 E1(舗装工学), Vol.76, No.2(舗装工学論文集第 25 巻), pp. I_1-I_9, 2020.