

電磁波レーダーによる排水性舗装の透水性評価に関する基礎的研究

立命館大学理工学部

学生員 ○早川 洋平

立命館大学理工学部

堀内 丈司

立命館大学理工学部

正会員 深川 良一

1.はじめに 排水性舗装の排水機能や交通騒音低減機能は、舗装体内に有する連続した空隙に起因している。しかし、供用後には車両の走行による空隙つぶれや、異物等が空隙内に堆積する目詰りが発生し、これらの機能は低下していく傾向にある。目詰まりの進行を阻止するための対策を効果的・効率的に実施するためには目詰まりの程度をなるべく簡便に評価できることが望ましい。ここでは、電磁波レーダーによる非接触・非破壊条件下で排水性舗装内部の状態把握を試みた結果について報告する。

2. 電磁波レーダーの測定原理 使用した電磁波レーダー（図1参照、㈱コス製 SENCION PRO01）の探查原理は、従来の電磁波方式と同じである。媒体境界面からの電磁波の反射特性が、媒体の比誘電率によって異なるという性質を利用する。比誘電率とは、物質の誘電率を真空の誘電率で除したものである。因みに、空気では1、水では81であり、物質によって固有の値を持つ。

3. 模擬路面 排水性舗装の模擬路面として、今回の実験では空隙率をほぼ実際の排水性舗装のレベルに合わせたポーラスコンクリートを用いた。ポーラスコンクリートは、コンクリート全体に連続な空隙を有する多孔質構造で、透水性・通気性を有する。

本研究では、基本物性試験と電磁波レーダーを用いた試験を実施したが、それぞれの測定項目および供試体サイズを表1に示す。供試体厚さは、目詰まりによる排水層厚の変化を考えて、5、7、10cmとした。

4. 基本物性値試験 基本物性値として空隙率と透水係数を求めた。空隙率は容積法により調査し、最終的に連続空隙率約13%および17%となるような供試体群が得られた。空隙率を変化させたのは、目詰まりによる空隙率の低下を表現するためである。

透水試験は、高空隙率を考慮して定水位透水試験を実施した。大川らが指摘するように³⁾、高空隙率で空隙寸法が大きく、ダルシー則を外れた乱流となったため、最小自乗法により透水係数を求めた(表2参照)。

5. 実験方法 作製したモデル路面が24時間以上外的要因(雨や試験による透水)の影響を受けていない状態を“初期状態”(気乾燥状態)と定義する。モデル

路面の初期含水比の計測結果に及ぼす影響を調べるために、次のような要領で試験を実施した。まず、“初期状態”のモデル路面を水で満たしたバケツに入れ、一時的に空隙部を水で満たして飽和状態とした後、バケツの外に出し10分間、30分間、1時間排水させた状態のモデル路面に対して試験を実施した。また、それぞれの時間ごとに含水比を測定した。

具体的な試験の実施手順は以下の通りである。

1) 使用する電磁波レーダーは、自動的に深度75cmまで計測を行ってしまうので、電磁波の反射波はモデル地盤より下の底盤部分までの影響を受けてしまう。



図1 電磁波レーダー¹⁾

表1 測定項目

試験名	測定項目	供試体サイズ (mm)
基本物性値試験	空隙率	200 × φ100
	透水係数	
電磁波レーダー試験	比誘電率など	500 × 500

表2 モデル路面の透水性

供試体	透水係数 (cm/s)			
	水頭差 (cm)			
	2	5.5	7	12
連続空隙率13%	3.95	2.26	1.99	1.50
連続空隙率17%	5.09	3.04	2.62	1.95

キーワード 排水性舗装, 電磁波レーダー, 含水比, モデル試験

連絡先 〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1 TEL077-561-2875 FAX077-561-3418

よって、その底盤部の条件が変化しない同じ場所での測定を実施した。

2) モデル路面を左右に分け、走査させる。データは10mm 間隔で測定され、供試体毎に2測線で合計78点のデータが得られた。

3) 測定後に、モデル地盤の内部の含水状態を調べるために質量の測定を行う。

4) 電磁波レーダーの計測データより、各モデル地盤高さに対応する比誘電率を、次式を利用して計算する。

$$\varepsilon_r = \left(\frac{L}{CT} \right)^2$$

ただし、 T : 平均周期[nsec]、 ε_r : 比誘電率、 L : 電磁波の通過した距離[m]、 C : 大気中の電磁波の速度[m/nsec]($= 0.3\text{m/nsec}$)である。

6. 考察 図2に連続空隙率13%、厚さ10cmのモデル路面における比誘電率の推定結果を示す。左右2測線に対する結果であるが、同じモデル路面であっても必ずしも一樣な結果が得られていないことが分かる。不均質性の影響であると判断される。以下の考察では、極端に他の部分と異なったデータについては、除去してデータ処理を行った。

初期状態における比誘電率に及ぼす連続空隙率の影響を図3に示す。モデル地盤高さ5、7、10cmともに連続空隙率が13%から17%になると、比誘電率が低下していることが分かり、定性的にはほぼ妥当な結果である。しかし、モデル路面厚さの影響を受けるなど、今回の結果のみでは比誘電率から連続空隙率への推定は困難であるので、更なるデータの蓄積が必要である。

次に含水比による影響を連続空隙率の違いに着目して検討した。モデル路面厚さ10cmの場合に対して、飽和後10分、30分、1時間放置した状態でのモデル地盤の含水比変化に対する比誘電率の推移を示した(図4参照)。この図より、連続空隙率が変化しても、比誘電率の変化に及ぼす含水比の影響はほぼ同じであることが分かる。つまり、モデル路面の含水比が特定できれば(例えば晴天が数日続いた後)、得られた比誘電率から空隙率が推定できる可能性があることを示唆している。

7. 最後に 今回使用した電磁波レーダーでは排水性舗装の詳細な内部評価や、定量的な評価手法の確立に到達するまでには至らなかったが、その評価に及ぼ

す間隙率や含水比の影響を明らかにすることができた。今後は、今回使用した電磁波レーダーより周波数の高いものを用いて、舗装の状態や、様々なパラメータを考慮したデータの蓄積を行い、精度を高めていく必要があると考えている。

8. 参考文献 1) <http://www.cos.co.jp/pro1.html>、2) 鉄筋探査装置 SENCION PRO1 取扱説明書、3) 大川ら：土木学会論文集、Vol.1478, pp.101-108. 1993.

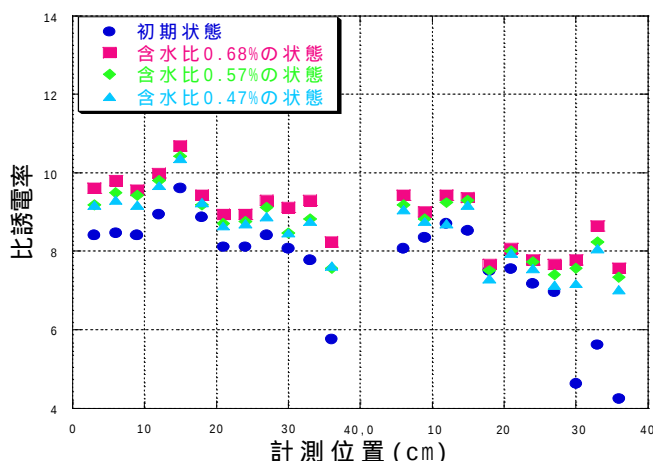


図2 各測定位置における比誘電率

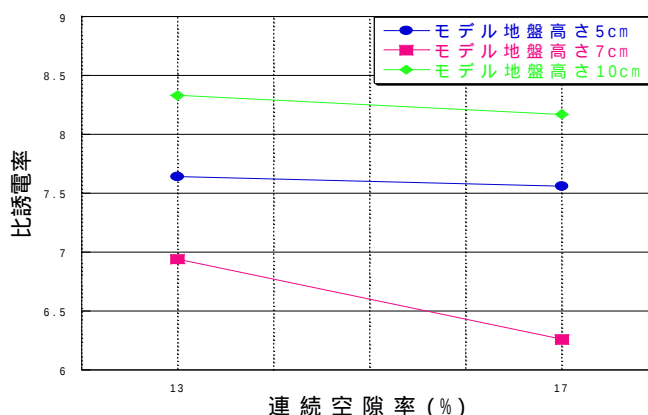


図3 初期状態における比誘電率に及ぼす空隙率，モデル路面厚さの影響

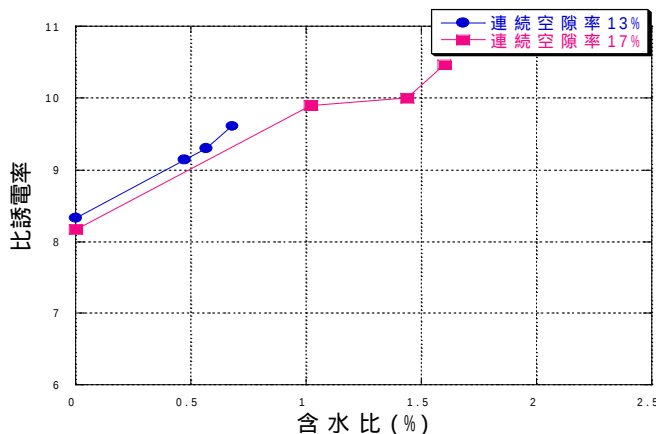


図4 比誘電率に及ぼす空隙率，含水比の影響