

音波・電磁波の反射特性による高機能舗装の空隙評価に関する研究

日本道路公団試験研究所 正会員 山本 稔 (株)パスコ 正会員 谷黒 亘
(株)ウォールナット 正会員 稲垣 正晴 小野測器(株) 正会員 三神 圭司

1. はじめに

高機能舗装（排水性舗装）の排水性向上や騒音低減といった優れた機能は、空隙詰まり等によって時間とともに変化する。そこで、本舗装を維持管理していく上で、機能の変化の程度を効率的に評価するため、音波や電磁波を搭載した測定車による評価手法の開発に取り組んでいる。本論文は、経時的な変化に伴う舗装体内部の空隙詰まり状態を診断することを目的に、模擬供試体及び高速道路での透水試験と本手法との比較検証を行った結果について述べる。

2. 空隙詰まりの違いによる検証

2-1 供試体による室内試験

高機能舗装の空隙詰まり状況に対し、非破壊手法により測定可能か検証するため、表1に示す3種類の模擬供試体による試験を実施した。試験に用いた周波数は、 π -カ音が1.25-1.6kHz、電磁波が750MHz、超音波が低音域の5-8kHzである。閉塞条件によるデータの違いを明確にするため、縦軸を電磁波比誘電率、超音波吸音率、 π -カ反射音の各特性値の最大値を100%とした変化率、横軸を試験項目別の閉塞条件で比較したものを図1に示す。完全閉塞は空隙部全層に土砂を充填したもので透水量103ml/15秒と最も小さく、次いで上層閉塞は上面の2.5cmに土砂を充填したもので284 ml/15秒、閉塞無しが1333 ml/15秒となった。 π -カ音は閉塞条件による変化率が小さく、空隙詰まり箇所を特定することは困難である。一方、電磁波と超音波では変化率が大きく、舗装体内部の空隙詰まり程度を把握できると考えた。そこで、周波数の挙動の関係から空隙詰まり箇所を判定するため、電磁波は750MHzと1.5GHz、超音波は低音域の2.5-4kHzと5-8kHzの複数の周波数を用い分析した。電磁波による結果は図2のとおり、各周波数とも理論値と実測値が相似しており2つの比誘電率の分布から中層、下層閉塞以外は内部状況の違いが確認できた。超音波による結果は図3のとおり、第1の判断として5-8kHz帯域を確認することで、路面の上層の詰まり状況が判断し、次に第2の判断として2.5-4kHz帯域の結果を確認することで、閉塞無しに比べ中層及び下層閉塞の吸音特性値が低下していることから、より深層の詰まり状況が把握できる。つまり、2.5-4kHzの帯域を見ることで、5-8kHzの帯域で判断した上層の大別分類を、表層部の上層から下層を含む全層まで細分類が可能となった。

表1 模擬供試体の概要

閉塞条件	現場透水量 (ml/15秒)	電磁波比 誘電率	超音波吸 音率(%)	スピーカ反 射音(dB)
閉塞無し	1333	3.78	49.7	101
上層閉塞	284.4	6.11	27	102.1
完全閉塞	103.1	6.7	17.8	102.6

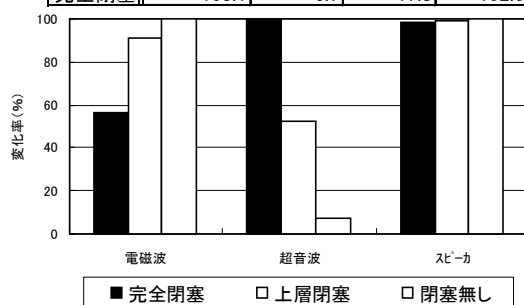


図1 閉塞条件と変化率の関係

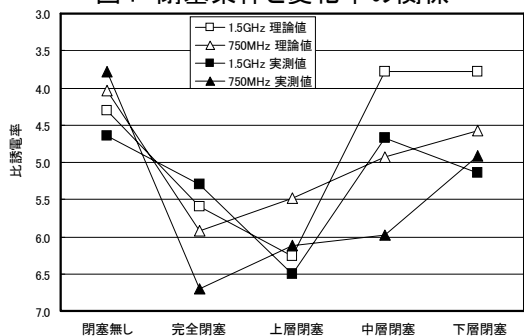


図2 供試体内部の空隙診断図(電磁波)

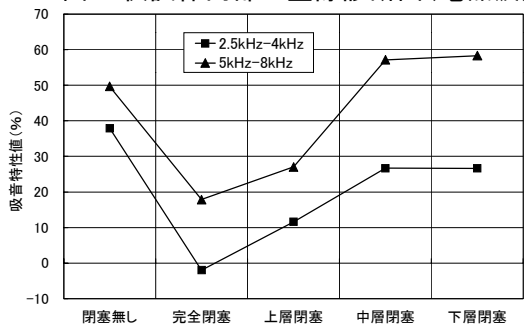


図3 供試体内部の空隙診断図(超音波)

2-2 高速道路での現地試験

東名と中央道廃道で採取した77目視観察による空隙詰まり状況と電磁波（750MHz，1.5GHz）及び超音波（2.5-4KHz，5-8KHz）の分析結果から得られた内部診断結果を比較検証した。

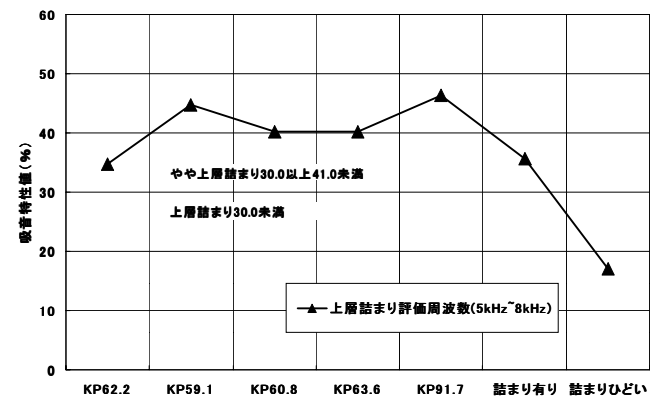


図4 上層詰まり診断図(5～8KHz)

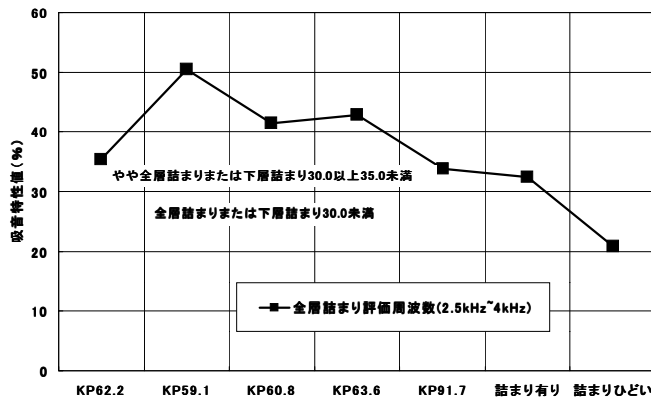


図5 全層または下層詰まり診断図(2.5～4KHz)

表2 空隙詰まり状況評価表

場所	分析箇所	施工年度	現場透水量 (ml/15秒)	目視観察	電磁波判定	超音波判定
東名	KP62.2	H9	628	上詰or均等	下詰	上詰
	KP59.1	H10	1203	健全	やや上詰	健全
	KP60.8	H6	828	やや上詰	上詰	やや上詰
	KP63.6	H5	466	均等	健全	やや上詰
	KP91.7	H10	1189	健全	健全	やや下詰
廃道	詰まり有り	H6	194	均等	やや上詰	やや均等
	詰まりひどい	H6	28	均等	均等	均等

図4は超音波による評価周波数を 5-8KHz とし、吸音特性値

30%以上～41%未満と 30%未満を境に上層詰まりを評価した。

図5は評価周波数を 2.5-4KHz とし、吸音特性値 30%以上～35%

未満と 30%未満を境に全層または下層詰まりを評価した。図6

は2つの波長領域における電磁波によるダイヤグラムで、中央線が

空隙詰まりの均等な状態を示しており、比誘電率が小さくなるほど健全な状態とみなされ、25%以下であれば

「やや詰まり」となる。d75は下層部から75%が詰まっており放射上の数字はその閉塞率を示している。

62.2KPは下層部の75%が4割程度閉塞した状態である。図4から図6により評価した空隙詰まり状況と77

目視観察したものとの比較を表2に示す。77目視観察、電磁波、超音波とも現場透水量が1000ml/15秒を超

えている59.1KPと91.7KPは健全と、200ml/15秒を下回る廃道は均等詰まりと診断された結果となり良く

一致した。60.8KPについては、現場透水量が828ml/15秒と空隙詰まり程度が顕著ではなく、「やや上詰

まり」「上詰まり」と診断され3つの評価は一致した。また、62.2KPについては、電磁波判定が「下詰まり」

と診断し、77目視観察及び判定の「上詰まり」と異なる結果となっているが、図6から電磁波の診断が均等

詰まりに近い下詰まりであることから「均等」と判断でき、詰まり程度の傾向は特徴を捉えていると考えら

れる。しかし、63.6KPは現場透水量が466ml/15秒と低く均等詰まりの進行にも係わらず、電磁波は「健全」、

超音波は「やや上詰まり」と診断しているが、この原因は77状況から判断すると、空隙詰まり以外に骨材が

噛み合ったことで連続空隙が確保しづらい状態になっていると考えられる。

3. まとめと今後の課題

舗装体内部の空隙詰まり状態は、電磁波や超音波による複数の周波数を用いることで、均等詰まりの診断が可能となった。室内試験では上層と下層の詰まり状態を区分できたが、現地試験では極端な詰まり箇所のデータが無かったため、今後は上・下層の詰まり状況を診断するためデータ蓄積を行っていく予定である。

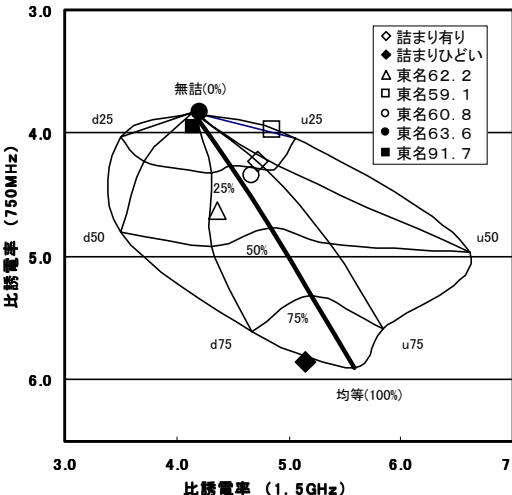


図6 電磁波詰まり箇所ダイヤグラム