

奥村組土木興業（株） 正会員 ○藤森 章記
 近畿大学理工学部 正会員 佐野 正典
 近畿大学大学院 学生員 鈴木 忠弘

1. はじめに

平成13年に道路構造令の改正および「舗装の構造に関する技術指針」の策定がなされたことから、舗装分野では「性能規定方式発注」への移行が着実に進んでいる。性能規定項目のうち、所定期間の供用後に性能測定が必要となるものは主に騒音値と浸透水量である。騒音値の測定に関してはRAC車による測定方法など新技術の導入が積極的に試みられているが、浸透水量の測定には従来からの現場浸透水量試験が一般的に用いられている。現場浸透水量試験は評価値の妥当性などに問題が指摘されていることから¹⁾、新たな代替測定法の開発が望まれている。これらのことから、排水性舗装の浸透水量の測定方法として、路面での透水状況を撮影記録したデジタル画像を解析処理することにより浸透水量を評価する方法を検討してきた。

本報は、デジタル画像を用いた排水性舗装の浸透水量測定方法（以下、DIA 透水試験）を検討すると同時に、その測定結果から本測定方法の適用性を確認したものである。

2. DIA 透水試験

(1) 使用機器

a) 撮影装置

排水性舗装の路面透水状況を撮影する機器として、IEEE1394規格のモノクロ CCD カメラ（PointGrey 社製 Dragonfly）を採用した。本機の特長は IEEE1394 インターフェースの使用により4台までの同期撮影が可能であることと非圧縮の VGA 画像を高速記録できることである。その他の仕様は表-1 に示すとおりである。

表-1 Dragonfly の仕様

撮像素子	1/3インチCCD モノクロ プログレッシブスキャン 正方面素
解像度	640×480(VGA)
フレームレート	30, 15, 7.5, 3.75 フレーム/sec
シャッタースピード	1/30sec ~ 1/16,000sec @30Hz
フォーマット	8-bit Mono, 16-bit Mono
寸法	63.5mm×50.8mm×13.2mm

b) 測定装置

撮影中における周囲の光や風等の影響を抑える目的で、図-1 に示すような測定装置を製作した。この装置は密閉容器の中に間接光型の照明機器を設置することにより撮影環境の保持を可能としている。また、装置の携帯性等を考慮して小型化を図るため、カメラと試験体との最小撮影距離から逆算した最小寸法となるよう各部材を設計した。

c) 計測用 PC と使用アプリケーション

DIA 透水試験に用いた計測用 PC の主構成は表-2 のとおりである。この PC による演算処理時間は、試験体の透水性能により若干の相違はあるものの、試験1回につき3分程度である。また、カメラの制御および演算処理に関しては、Microsoft Visual C++ 6.0 および Microsoft Visual Basic 6.0 により Windows アプリケーションを作成した。

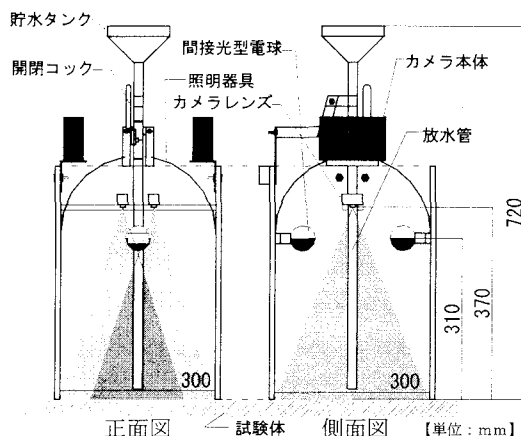


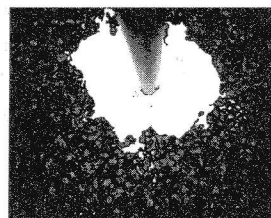
図-1 測定装置の概要図

表-2 計測用 PC の主構成

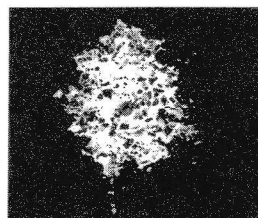
CPU	メモリ	HDD	OS
AthlonXP2500+	DDR SDRAM PC3200 1024MB	120 GB	Windows 2000 SP4

(2) 測定方法

排水性舗装表面に白色塗料水溶液 50cc を放水する。透水状況撮影時の放水管による死角部分の影響を排除するため、2 台のカメラにより 15f/sec で同期撮影して PC にデジタル画像の動画データを記録する。写真-1(a)はカメラ 1 台分の撮影画像であり、写真-1(b)は 2 台分の画像を合成したものである。記録した動画データを画像解析して白色水溶液面積の増減を演算処理することにより、次式から DIA 透水係数を算出する。ここで、放水開始から透水完了までの時間を透水評価時間、透水評価時間内の白色水溶液の平均占有面積を平均透水面積とした。



(a) 1 台での撮影画像



(b) 合成した撮影画像

写真-1 透水状況の撮影画像

$$K_{DIA} = \frac{Q}{AT}$$

K_{DIA} : DIA 透水係数 (cm/sec) Q : 白色水溶液放水量 (cm³)
 A : 平均透水面積 (cm²) T : 透水評価時間 (sec)

(3) 画像解析方法

撮影したデジタル画像は非圧縮 AVI 形式の動画データとして記録し、作成したアプリケーションにより図-2 の処理で画像解析を行う。動画データ中の 1 フレーム分の画像データから、1 台のカメラが分担する領域の RGB 値を抽出する。この抽出値から予め白色水溶液との境界が識別できるように設定した RGB の閾値を判定基準として画像データを二値化する。白色水溶液と判断したピクセルの数をカウントし、これと撮影面積とから 1 フレームでの透水面積を算出する。この作業を最終フレームまで繰り返し、カメラ 2 台分の集計結果を合算して透水評価時間および平均透水面積を求めた。

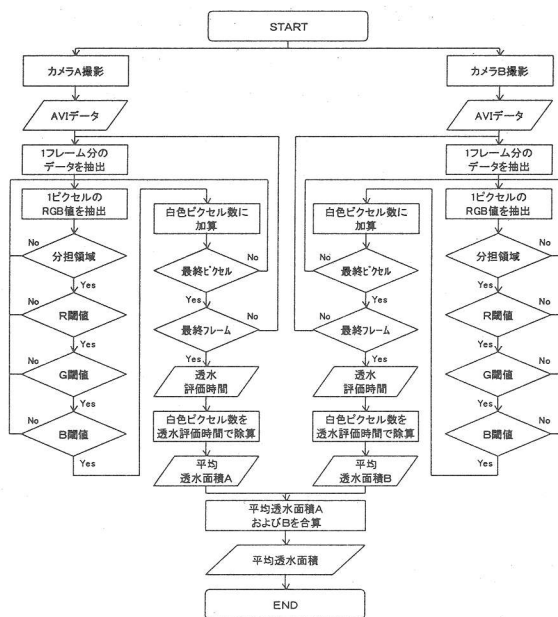


図-2 画像処理手順

3. DIA 透水試験による測定実験

排水性舗装の空隙率が異なる配合の供試体 (縦 30cm × 横 30cm × 高さ 5cm) を 3 体作製し、DIA 透水試験を実施した。次に、この結果との比較検討を目的に同一の供試体を用いて現場透水量試験および定水位透水試験を行った。図-3 は DIA 透水係数および現場透水量と定水位透水試験による透水係数との関係である。これより、DIA 透水係数と透水係数に相関関係が見られた。他方、現場透水量は全ての試験体でほぼ類似した測定値を呈し、透水係数が相違するにも関わらずその差異は僅少であった。このことから、DIA 透水試験は現場透水量試験の代替試験法として適用性があることが示唆された。

4. まとめ

本研究結果から、二台の CCD カメラを用いた DIA 透水試験は実用性を有すると考えられる。しかし、実路への適用に関しては路面状態による測定値への影響等の課題を残している。

<参考文献> 1) 草刈, 福田, 高橋, 増山: 現場透水量試験についての一考察, 舗装, Vol. 33, No. 11, pp. 18-23, 1998.

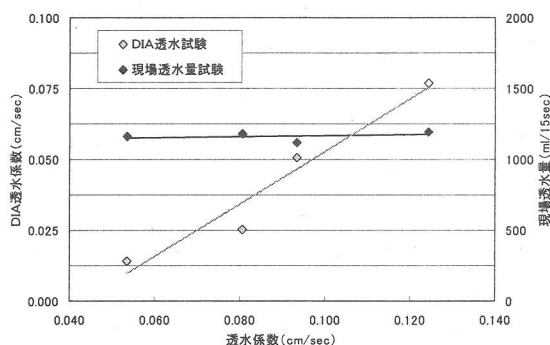


図-3 DIA 透水係数および現場透水量と透水係数との関係