

## 舗装材料の空隙径に関する基礎的な研究

大成ロテック(株)技術研究所 正会員 藤田 広志

同上 正会員 小栗 直幸

同上 正会員 中塚 将志

### 1. はじめに

排水性舗装や保水性舗装の舗装体の内部に含まれる空隙は、透水性能や吸水・保水性能を発揮するための重要な要素である。これらの性能は、空隙の量を表す空隙率だけではなく形状を表す空隙径に大きく左右されると考えられ、空隙径の把握は、性能を評価する上で非常に重要となる。しかし空隙径は、その測定方法がX線CTや光学顕微鏡による方法などのように測定装置が高価であることやその手法や解析が難しく、舗装の性能を表す指標としてあまり利用されていないのが実情である。

ここでは、舗装材の比較的小さな空隙径(0.1~0.6mm程度)を、デジタルカメラで撮影した画像を解析する方法で測定し、空隙径と透水性能および吸水性能の関係について得られた知見を報告する。

### 2. 実験概要

#### 2-1 使用材料

異なる空隙径を持つ供試体を作製するために、骨材は、骨材寸法の異なる3号、4号、5号、6号、7号および8号砕砂を用いた。また、結合材は、普通ポルトランドセメントを使用した。

#### 2-2 供試体作製方法

供試体は、W/C=40%、Pv=22%で練り混ぜた混合物をマーシャルランマにより片面20回で締め固めて、φ10cm、高さ10cmとなるように作製した。作製した供試体は、48時間湿空養生後、脱型し材令7日まで気乾養生した。

#### 2-3 空隙径測定方法

作製した供試体は、空隙の固定と可視化を目的に、青色に着色したエポキシ樹脂(25℃での粘度:620mPa・s)を空隙中に含浸・硬化後、水平方向に切断した。切断面は、等倍まで撮影可能なマクロレンズを装着した820万画素のデジタルカメラを用いて、近接写真を撮影した(写真-1参照)。撮影画像は、フォトタッチソフトで空隙部分だけを選び出し、写真-2に示すように空隙部分のピクセルを黒、それ以外を白の2階調化した後に、画像数値化ソフトを利用して数値データ化を図った。次に、ASTM C457のリニアトラバース法<sup>1)</sup>を参考にして、黒のピクセルが連続している箇所(長さ)と個数を拾い上げ、一緒に撮影したスケールを用いて求めたピクセルの単位長さと、黒が連続しているピクセルの連続数とを掛け合わせることで実際の長さを算出した。また、ピクセルの単位長さは約6~8μmであることから、ピクセルの集合数が8個程度以下のデータは、空隙径として判定不可能と判断し、0.05mm以上を空隙径とした。求めた空隙径から平均の空隙径を算出し、これを平均空隙径と定義した。



写真-1 供試体切断面

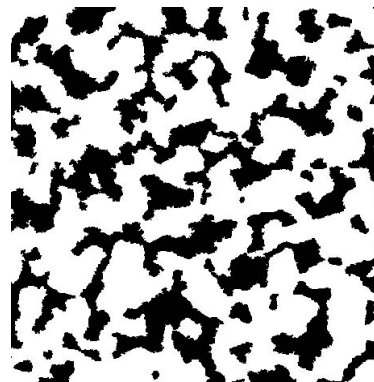


写真-2 2階調化後の画像

#### 2-4 透水性能評価方法

透水性能は、土の透水試験方法(JIS A 1218:1998)に準じて透水係数を求め評価した。

キーワード：舗装材料、空隙径、デジタル画像解析、デジタルカメラ

連絡先：大成ロテック(株)技術研究所 埼玉県鴻巣市大字上谷1456 電話048-541-6511 FAX048-541-6500

## 2-5 吸水性能評価方法

混合物の吸水性能は、図-1に示すような装置に供試体を設置し、1, 2, 5および10分で供試体の質量変化を測定し、各経過時間における吸水高さ{供試体高さ×(5分後の吸水質量/24時間水浸後の最大吸水質量)}を求めて比較することとした。

## 3. 実験結果

### 3-1 平均空隙径

平均空隙径測定結果を表-1に示す。測定した平均空隙径は、骨材寸法が小さくなると共に小さくなることが確認できた。なお、8号硅砂を使用した供試体は、等倍撮影での画像解像能力である0.05mm程度となり測定不能であった。

### 3-2 平均空隙径と透水係数の関係

土の透水試験では、与えられた試料土に対して、変水位・定水位どちらの試験方法を適用するかを Hazen の式<sup>2)</sup>により算定することがある。この算定式では、透水係数は土の粒度試験で求められた粒度曲線において通過質量百分率10%に対応する粒径  $D_{10}$  の2乗の比例式で表されているが、透水係数が土の間げきを円形断面の毛管と仮定した場合、その毛管の直径の2乗に比例するとの考え方に基づいている。図-2に示すように今回求められた平均空隙径と透水係数との関係は、Hazen が示すより指数部分が2.8と若干大きい値となったが、相関係数が0.93と高いことが確認できた。また、一般的に歩道で使用される透水性ブロックの透水係数は、 $1 \times 10^{-2} \text{cm/sec}$  であることから、この透水係数を確保できる平均空隙径は、0.2mm程度以上が必要となることが分かった。

### 3-3 吸水性能

吸水試験結果を図-3に示す。最終的な吸水高さは、平均空隙径が小さくなると高く、作製した供試体の高さまで到達したのは、平均空隙径が0.2mm以下の供試体であった。また、経過時間が2分での吸水高さを比較すると、平均空隙径が小さくなるに伴い高くなるが、7号硅砂と8号硅砂を用いた供試体では、逆転する結果となった。これは、平均空隙径を小さくするに従い、毛管現象により水は高くまで上昇するが、吸水する速度は径を小さくしすぎると遅くなるためであると推察する。

## 4. まとめ

①デジタル画像解析により求めた平均空隙径は、Hazen が示すように透水係数と相関が高いことを確認した。

②平均空隙径は、吸水性能とも関係があり、吸水高さが高く速度が速い平均空隙径は、0.2～0.1mm程度であった。

以上、デジタル画像解析による空隙測定方法について述べてきたが、この方法が舗装の技術開発の一助となれば幸いである。

### 【参考文献】

- 1) ASTM C457 : Standard Test Method for Microscopical Determination of Parameters of the Air-Void System in Hardened Concrete
- 2) (社)地盤工学会：土質試験法，p. 191，1964.

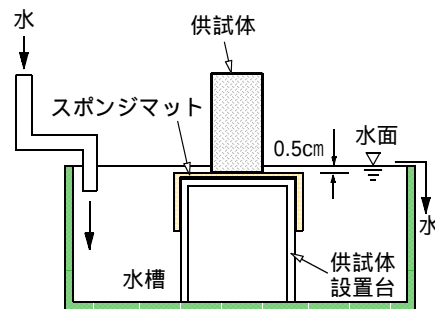


図-1 吸水試験装置

表-1 平均空隙径測定結果

| 骨材種類 | 骨材寸法 (mm)  | 平均空隙径 (mm) |
|------|------------|------------|
| 3号硅砂 | 2.36～0.6   | 0.62       |
| 4号硅砂 | 2.36～0.3   | 0.35       |
| 5号硅砂 | 1.2～0.3    | 0.33       |
| 6号硅砂 | 0.6～0.15   | 0.20       |
| 7号硅砂 | 0.3～0.075  | 0.11       |
| 8号硅砂 | 0.15～0.075 | 測定不能       |

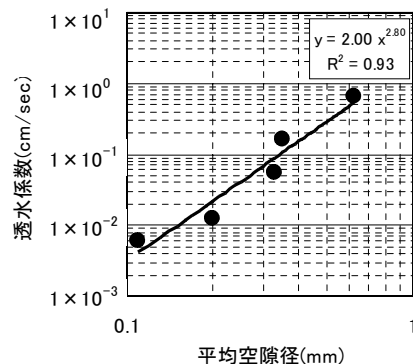


図-2 平均空隙径と透水係数の関係

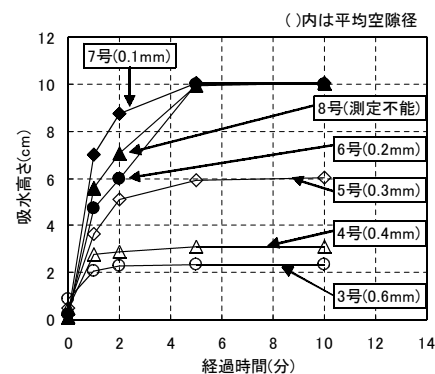


図-3 吸水試験結果