

透気試験による排水性舗装の排水性能評価に関する検討

新潟大学工学部 学生会員 ○小嶋 匠
新潟大学工学部 正会員 大川 秀雄
福田道路（株）技術研究所 正会員 今井 寿男
新潟大学工学部 正会員 神立 秀明

1. はじめに

排水性舗装はかつて駐車場や歩道、公園の街路などのそれほど大きな荷重が作用しない場所に限って適用されていた。しかし、その後の研究や開発によってバインダの品質が向上し、車道用としても排水性舗装が適用されるようになり現在ではかなり普及してきており、今後もますます拡大していく傾向にある。このような状況のなかで、その排水性能を正確にかつ簡便に評価する方法が求められてきている。排水性能を表す最も基本的な量は透水係数である。その透水係数を測定するものとして現場透水試験があるが、これは大量の水を必要とするため、水場から遠い場所での測定やたくさんの測定を行うときに不便である。そこで現場透水試験を行う代わりに、空気による透気試験を行うことで、排水性舗装の透水係数を求めるための検討を行ったので報告する。

2. 実験概要

2.1 実験装置

実験装置は空気シリンダーと鉄盤を用いる。空気シリンダーは内部が蛇腹になっており、側面には縦幅 30cm となるようにテープが貼ってある。鉄盤は 40cm 四方で、ホース内部結合部から舗装面に向かってラッパ状に広がっており、半径は 7.45cm である。

2.2 実験方法

実験は、舗装面に盤を置きそこに空気シリンダーをホースでつなぎ、空気シリンダーのテープの間を通過する時間をストップウォッチで計る。またこの時、鉄製の盤と舗装面の間に空気漏れが生じるため舗装面との間にシリコンゴムパットを敷き、鉄盤には $22.6\text{kg} \times 4 = 90.4\text{kg}$ の荷重をかける。この実験において、実験装置内の空気圧は蛇腹が上にある状態と下にある状態で差があるがその差は小さいのでそ

の影響は考慮しない。実験に用いる舗装は以下の表に示す。

表 実験に用いた舗装

粗骨材の粒度	空隙率 (%)	舗装厚 (cm)	粗骨材の粒度	空隙率 (%)	舗装厚 (cm)
13~5	透水係数	4.0	13~5	25	4.0
13~5	20	4.0	13~5	25	4.0
13~5	20	2.5	13~5	20	4.0
13~5	20	7.0	13~5	20	4.0
10~5	透水係数	4.0	13~5	20	7.0
10~5	20	4.0	13~5	20	7.0
8~5	透水係数	4.0	13~5	20	10.0
8~5	20	4.0	13~5	20	10.0
5~2.5	透水係数	4.0	13~8	20	4.0
5~2.5	20	4.0	13~8	20	4.0
13~5	15	4.0	13~8	15	4.0
13~5	17	4.0	13~8	15	4.0
13~5	20	4.0	10~5	25	3.0
13~5	23	4.0	10~5	20	3.0
13~5	20	5.0	8~5	25	3.0
13~8	17	4.0	8~5	20	3.0
10~5	20	4.0			

これらの舗装について空気の通る時間を計り、その時間と厚さ等から透気係数を求める。またこれらの透水係数を求めておきその値と透気係数を比較しその有用性を知るものとする。実験は各舗装体について 10 回試験を行いその平均を測定値とする。

3. 透気係数の算定

実験装置内の空気圧は蛇腹が上にある時で 0.0063kgf/cm^2 、下にある時で 0.0047kgf/cm^2 であるから、その差は小さい。そこでこの実験ではほぼ一定圧で空気圧が働いていると考え、試験中の空気の流速は一定と仮定する。またこの透気係数 k^* は透気速度 u^* によらず一定と仮定する。

鉄盤の中心を原点とする極座標 (r, θ) をとり、穴の半径を $a (= 7.45\text{cm})$ 、40 cm 四方の鉄盤と面積が

キーワード 排水性舗装・透気試験・性能評価・透水係数

連絡先 〒950-2102 新潟県新潟市五十嵐 2 の町 8050 番地 TEL025-262-6793

等しい円の半径を $b (= 22.57\text{cm})$ とする。 $r = a$ での舗装内の流速を u_0^* とし、連続方程式は空気の圧縮性を無視して

$$u^*(r) = \frac{au_0^*}{r}$$

よって、 $u^* = k^* i$ より運動方程式は

$$-\frac{dh}{dr} = i \frac{u^*}{k^*} = \frac{1}{k^*} = \frac{1}{k} \cdot \frac{au_0^*}{r}, \quad -h = \frac{a}{k} \cdot \ln \frac{a}{b} \cdot u_0^*$$

また、

$$i = \frac{\Delta p}{\rho g \Delta r}$$

から

$$-\frac{p}{\rho g} = \frac{a}{k} \cdot \ln \frac{a}{b} \cdot u_0^* \quad \dots$$

一方、舗装厚 D 、蛇腹の半径 S 、測定時間 t とおく。舗装内を流れる空気量 Q は

$$Q = 2\pi a \times D \times u_0^* \times t$$

となり、これが空気シリンダーから排出される空気量と等しいから

$$2\pi a D u_0^* t = \pi S^2 \times 30 \quad u_0^* = \frac{S^2 \times 30}{2a D t}$$

これを式に代入し k^* について解くと

$$k^* = \frac{1}{D t} \cdot \frac{\rho g S^2 \times 30}{2 p} \cdot \ln \frac{b}{a}$$

ここで 20、1 気圧のときの $\rho = 1.205(\text{kg}/\text{m}^3)$ 、シリンダー内の平均空気圧 $p = 0.0055(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ 、蛇腹の半径 $S = 14.25(\text{cm})$ を用いて計算すると

$$k^* = \frac{0.74}{D t} \quad (\text{cm}/\text{s})$$

これに各々、舗装厚と測定時間を代入して透気係数を求める。

4. 実験結果と考察

この実験で、各舗装で測定した値から透気係数を求めその値と舗装の透水係数をプロットしたものを図 1 に示す。

図 1 から透水係数と透気係数には比例関係が見られる。ちなみに相関係数は 0.919 である。そのことから、今回の実験により排水性舗装の性能を評価するときに透水試験を行う代わりに透気試験を行って

もよいといえる。

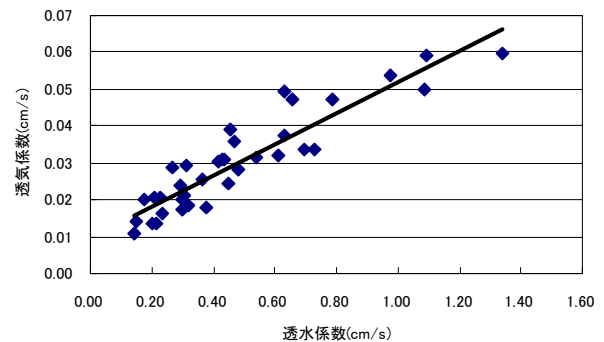


図1 透気係数-透水係数のグラフ

しかし、図 1 の直線は透水係数を 0 にしても透気係数は原点を通らない。原因としては、舗装と装置の間にわずかな隙間があり空気の漏れが生じていると考えられる。また、各プロットが少なからずばらついている原因の一つとして透水試験と透気試験で測定位置が違うことが挙げられる。それは、舗装の空隙率が一定ではないため、透水係数と透気係数の測定位置に違いがあると結果的に差が出てしまうからである。図 2 に粒度 13-5 空隙率 20% 舗装厚 5cm 寸法 150cm × 100cm での測定位置による透気係数のばらつきを示す。

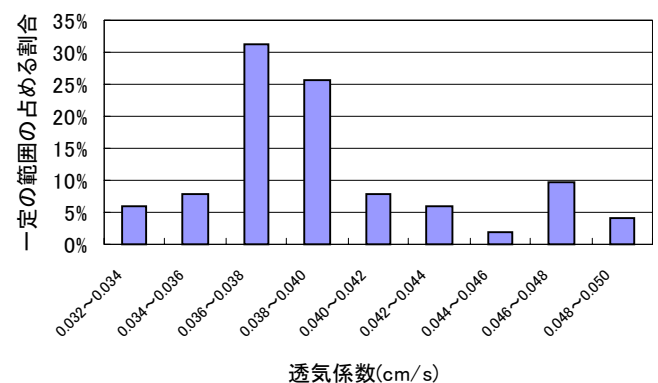


図2 透気係数のばらつき

5. まとめと今後の展望

今回の実験から、透水試験の代わりに透気試験を行うことでも排水性能評価ができた。しかし、今回の実験から舗装内部の水分や測定時の気温によって値が変化し、また測定する場所によっても値に違いがあることが分かった。今後はそれらについての検討も行っていきたい。

【参考文献】大川, 今井: 透気試験による排水性舗装の透水係数評価の検討, 土木学会第 57 回年次学術講演会, 第 部門, p127 ~ 128