

透気試験による排水性舗装の透水係数評価の精度に関する検討

新潟大学大学院 学生会員 ○長谷川 知
 新潟大学大学院 学生会員 小嶋 匠
 新潟大学 正会員 大川 秀雄
 福田道路(株)技術研究所 正会員 今井 寿男

1. はじめに

排水性舗装の排水性能を表す際に最も基本的な値となるのが透水係数である¹⁾。現在行われている現場透水試験では、大量の水を必要とする不便がある。そこで、透水試験の代わりに空気の透気性を測定する透気試験を行い、排水性能を評価することを検討した。本研究では、試験に影響を与える要因として温度変化に注目し、その影響を検証した。

2. 透気試験の方法²⁾

透気試験に用いる実験装置は図-1のような試作第4号機である。舗装面にシリコンゴムシートを敷き、その上に40cm四方の鉄盤を置く。その際、空気漏れを防ぐために $22.6\text{kg} \times 4 = 90.4\text{kg}$ のおもりを載せる。鉄盤はホース結合部から舗装面に向かってラッパ状に穴があいている。その鉄盤と空気シリンダーをホースでつなぎ、空気シリンダーには縦幅30cmとなるようにテープを貼り、その間を蛇腹が落下する時間を計測する。1測定点につき10回、ストップウォッチで計測する。

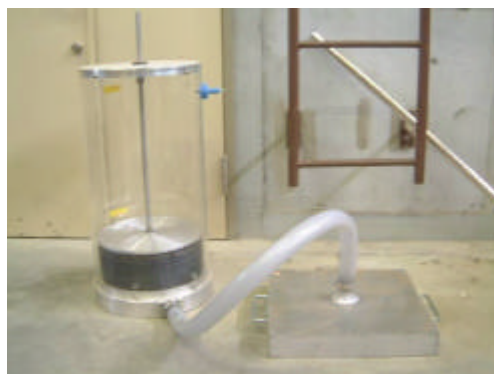


図-1 透気試験の実験装置

3. 透気試験の温度変化による影響の検討³⁾

図-2に示すように、鉄盤の中心を原点とする極座標 (r, θ) をとり、鉄盤の穴の半径を $a (=7.45\text{cm})$ 、鉄盤と面積が等しい円の半径を $b (=22.57\text{cm})$ とする。今回は計算を簡便化するために次のような仮定を設けた。

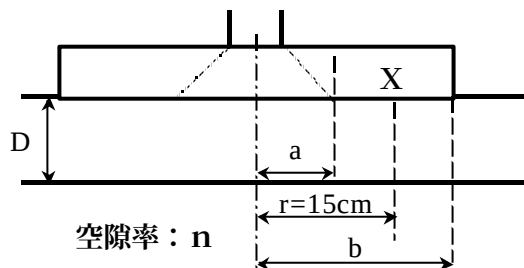


図-2 設定した値

- ・空気は液体と同様に非圧縮性であるとする。
- ・空隙は全て直径 d の円管で作られている。
- ・ $r=a$, b の中間である $r=15\text{cm}$ の円筒断面をX断面とし、ここでの流速を平均流速 u とする。
- ・空隙の長さ l は曲がり等を考慮し $l=2(b-a)$ とする。また、曲がりや分岐による損失係数をあわせて0.8程度とする。

シリンダーから送られる空気の体積 Q は、

$$Q = \pi S^2 \times 30 \quad (S: \text{蛇腹の半径})$$

X断面での空隙の面積 A は

$$A = 2\pi r D \cdot n \quad (D: \text{舗装厚}, n: \text{空隙率})$$

これを空隙1つの面積で割り、断面にある空隙の数 m を求め、これより空隙1つあたりに流れこむ空気の体積 q と平均流速 u を決める。その平均流速 u よりレイノルズ数 Re と摩擦損失係数 f を求める。

次に、損失ヘッド h_r を求め、これより流速 v を求める。損失ヘッド h_r は

$$h_r = \frac{v_a^2}{2g} - \frac{v_b^2}{2g} \quad (v_a, v_b: r=a, b \text{ での流速})$$

キーワード 排水性舗装, 性能評価, 透水係数, 透気係数

連絡先 〒950-2181 新潟県新潟市五十嵐2の町 8050 新潟大学工学部建設学科 TEL 025-262-6793

$$\text{また、} \quad h_r = \left(f \frac{l}{d} + 0.8 \right) \frac{v^2}{2g} \quad (f: \text{摩擦損失係数})$$

$$\text{よって} \quad v = \sqrt{\frac{2gh_r}{f l/d + 0.8}}$$

この v と u を比較することで影響を検討する。

5. 考察

3.と4.で述べたことを具体的な値を用いて考えてみる。ここでは舗装厚4cm、空隙率20%、空隙を直径 $d=4$ mmの円管とする。また、温度は10℃、20℃、30℃について考える。蛇腹の半径 $S=14.25$ cmより舗装に送られる空気の体積 $Q=19138.39$ cm³となる。 $r=15$ cmの断面での空隙の面積 $A=75.40$ cm²となるので、これを1つの円管の半径を0.2cmと仮定して、その断面積 $\pi \times 0.2^2$ cm²で割ると、空隙の数 m は $m=600$ 個あることになり、空隙1つ当りに流れこむ空気の体積 $q=31.90$ cm³となる。よって、平均流速 $u=253.85$ cm/secとなる。この平均流速 u よりレイノルズ数 Re を求め、層流の場合損失係数 f を次式より求める。

$$Re = \frac{u d}{\nu}, \quad f = \frac{64}{Re} \quad (\nu: \text{動粘性係数})$$

これ以降は3.で述べたことを求めていく。ただし、 $l=30.24$ cmとする。結果は表-1に示す。

また、実際に温度を変化させて行った実験の結果を図-3、図-4、図-5に示す。これを見ると、今回測定した10℃～30℃程度の範囲では温度に関係なく透気係数がほぼ一定となっていることが分かる。

6. 今後の展望

今回は主に10℃～30℃の範囲について検討した。この範囲内においては温度に関係なくほぼ一定の透気係数が得られたので、温度変化が透気試験に及ぼす影響はほとんどないと考えてよい。しかし、実際に現場で試験をする状況を考えると、およそ0℃～60℃の温度範囲での検討が必要であると考えられる。

また、試験に影響を与える要因の1つとして空気シリンダー内の蛇腹の硬さが変化することが挙げられる。今回は空気シリンダーのみの状態で蛇腹を落下させた測定結果を図-6に示す。これを見ると、気温0℃のあたりで測定値が大きく変化していることがわかる。このことから、低温状態での検討の必要性があると言える。

<参考文献>

- 1) 大川・佐藤・帆莉: 排水性舗装の透水係数評価に関する研究, 土木学会論文集, No.478/V-21, (1993.11)
- 2) 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V部門, p127～128
- 3) 吉川秀夫: 水理学 講義と演習, 技報堂出版, 1976

表-1 透気試験の考察結果 ($l=30.24$ cm)

温度 (°C)	10°C	20°C	30°C
ν (cm ² /sec)	0.141	0.150	0.159
ρ ($\times 10^{-3}$ g/cm ³)	1.247	1.205	1.165
h_r (cm)	118.62	118.62	118.62
Re	720.14	676.93	638.62
f	0.0889	0.0945	0.1002
v (cm/sec)	175.91	171.16	166.70
v/u	0.69	0.67	0.66

ν : 動粘性係数, ρ : 空気の密度
 h_r : 損失ヘッド, Re : レイノルズ数
 f : 摩擦損失係数, v : 流速

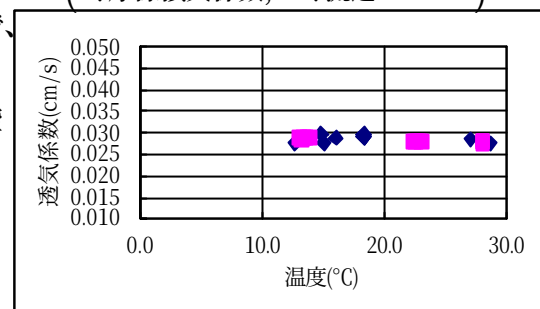


図-3 実験結果(8-5, D=4cm, n=20%)

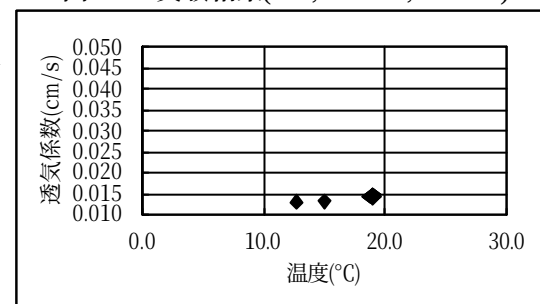


図-4 実験結果(10-5, D=4cm, n=20%)

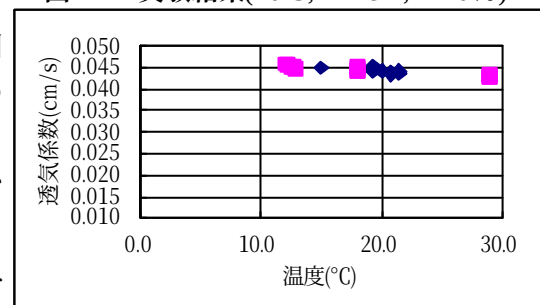


図-5 実験結果(13-5, D=2.5cm, n=20%)

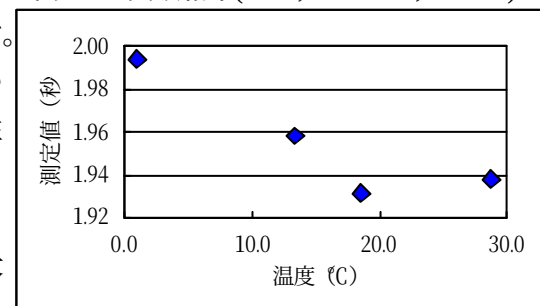


図-6 シリンダーのみの測定結果