

V-401

排水性舗装の現場透水試験について

新潟大学 正会員 ○大川秀雄

福田道路 正会員 田口 仁

鹿島建設 正会員 佐藤隆宏

1. まえがき

排水性舗装は今や実用の段階に入り始めたようである。したがって、施工管理や維持管理に使える、簡便で精度の高い現場透水試験法の確立が急務である。なぜなら、このような高い性能を有する機能性舗装の正確な評価は、それに見合った高精度の試験法があつてはじめて可能となるからである。本報告では、現在行われている現場透水試験を改良した新しい透水試験法を提案し、若干の検討を加えたので報告する。

2. 現在の現場透水試験

図-1に示す東京都法は、歩道などの透水性舗装の機能を評価するために用いられている変水位透水試験である。この試験法を流用して排水性舗装にも用いることが多いようであるが、透水係数のオーダーが大きい排水性舗装では次のような問題がある。

- ・ 使用水量が少ないため、舗装内部が飽和状態にならない。そのため、測定ごとのばらつきが大きくなる。
- ・ 透水がすぐに舗装表面に流れ出るため、鉛直方向の透水の良しあしを評価することになっても、必要とされる水平方向の透水係数を計ったことにはならない。
- ・ 試験器のコックの部分がかびれているため、透水性の高い舗装ほどくびれによる流れの阻害の影響が大きくなる。そのため、極端な場合には、舗装の透水性ではなくコックの流れ易さの度合いを計ることとなる。
- ・ 施工直後の良好な舗装状態の場合、透水試験の測定時間が数秒と短く、計測誤差が相対的に大きくなる。
- ・ 透水係数を求めるなどの定量的な評価ができない。

3. 新たな試験法の提案

(1) 試験方法

前項で挙げた現行の透水試験の問題点を考慮した上で、図-2に示す新たな現場透水試験法を提案する。厚さ D の舗装の上に、内径 $2a$ の透明なアクリル製円筒を立て、その周りに外径 $2b$ のゴム製つばを付ける。つばは舗装表面と密着性の高いものとする。さらに、ゴム製つばの上に同じ形状（ドーナツ状）の板を置き、舗装表面とゴム製つばの間を水が流れないようにするため、その上に重りを対角線上に置く。

以上のように、円筒の周りにゴム製つばを置くことにより、水が円筒の周りからすぐに舗装表面に流れ出ることを防ぎ、強制的に水を舗装内の水平方向に流すこととなる。

(2) 透水量の計算

解析対象は軸対称問題であるから、原点をアクリル円筒中心で舗装厚の中心とし、半径方向 r 、高さ方向 z の座標を設ける。舗装厚 D が円筒の内径に比して小さいと考え、円筒直下の舗装部分での透水による損失水頭を無視し、つばの部分での透水は水平で、かつ、厚さ方向で速度が一様とする。

$r = a$ での透水速度を u_0 とすれば、任意の位置 r での速

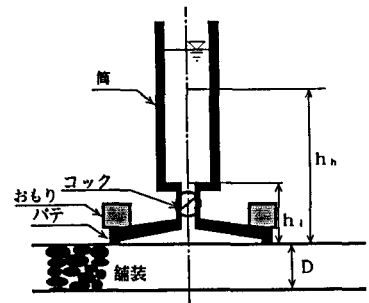


図-1 現場透水試験法(東京都法)

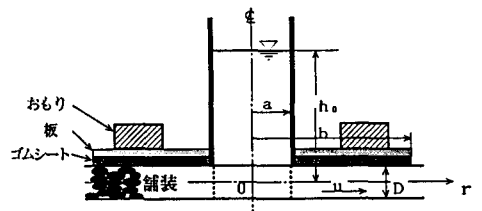


図-2 新たな現場透水試験法

度 u は連続の関係から、

$$u(r) = \frac{a u_0}{r} \quad \dots (1)$$

である。また一般に、排水性舗装では透水速度 u と動水勾配 i の関係は、 α と β を定数として、

$$i = \alpha u + \beta u^2 \quad \dots (2)$$

で表されるから¹⁾、円筒内の水位を h とすれば、透水の運動方程式は、

$$-\frac{dh}{dr} = i = \alpha u + \beta u^2 \quad \dots (3)$$

であり、式(1)を代入して積分し、境界条件として、 $r = a$ で

$h = h_0$ 、 $r = b$ で $h = 0$ を与えると、

$$-h_0 = F u_0 - G u_0^2 \quad \dots (4)$$

ただし、 $F = \alpha a \ln \frac{a}{b}$ 、 $G = \beta a^2 \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)$ である。 u_0 について解いて、

$$u_0 = \frac{F + \sqrt{F^2 + 4 G h_0}}{2 G} \quad \dots (5)$$

透水試験より定数(α, β)を求めるには、定水位 h_0 と供給流量より求めた流速 u_0 を代入し、(α, β) の連立方程式を解けばよい。ただし、(α, β) は陽な式で与えられないから、繰り返し演算で求めることとなる。

現場で通常行われる変水位透水試験の場合に対しては、式(5)において、 h_0 を変数 h に置き換え、微小時間の透水量を考える。円筒の断面積は πa^2 であるから

$$-\pi a^2 dh = 2 \pi a D u_0 dt \quad \dots (6)$$

となる。運動量変化は微小であるから無視して、水位 h_h から h_1 までの透水時間を t として、式(5)、(6)から

$$\left[\sqrt{F^2 + 4 G h} - F \ln \left| \sqrt{F^2 + 4 G h} + F \right| \right]_{h_1}^{h_h} = \frac{2 D}{a} t \quad \dots (7)$$

が得られる。式(7)で(α, β)を求めるには、透水試験で水位 h_h から h_1 までの水面の流下時間 t を、水位を変えながら数回測定し、それぞれの値を代入し、繰り返し演算で測定値と計算値の誤差が最小となる(α, β)を求めればよい。

4. 測定上の注意点と結果

透水試験上の注意点は、舗装体を飽和状態にしておくことと、舗装厚 D を既知数として与える必要があることである。さらに、透水流量と舗装厚 D との関係で、半径 a と b を適切に定める必要がある。 a が小さ過ぎれば計算の前提条件が成立せず、 a を大きくすれば透水流量が大きくなって、水の供給が間に合わなくなる。 b が小さければ流れを水平方向に拘束できず、また、つばの外縁で舗装表面への水の湧き出しが大きく、境界条件の $h = 0$ も成り立たなくなる。逆に b が大き過ぎれば、 $r = b$ 付近で舗装上部に空隙ができ、舗装厚内で一様な透水速度分布の仮定が崩れる。種々検討したところ、舗装厚が通常の5cm前後で空隙率20%程度であれば、 $a = 7.5 \text{ cm}$ 、 $b = 20 \text{ cm}$ 程度が条件を満足するようである。

これらの条件の下で、10種類の供試体で定水位、変水位の各試験を行い、また、別途コア抜きした試料で室内透水試験を行い、それぞれについて(α, β)を求め、動水勾配 1.0 および 0.02 としたときの透水係数を比較したところ、それぞれに比例関係が認められた(表-1)。

〈参考文献〉 1) 大川、原、杉本、佐藤：排水性舗装(ポーラスアスファルト)の透水係数に関する考察、土木学会第18回関東支部技術研究発表会講演概要集、pp.242-243、1991。

表-1 透水係数の比較(単位 cm/s)

No.	i = 1			i = 0.02		
	要素	定水位	変水位	要素	定水位	変水位
1	0.46	0.43	0.44	0.69	0.57	0.57
2	0.76	0.64	0.70	1.73	0.80	1.01
3	0.68	0.56	0.58	1.21	0.75	0.83
4	1.02	0.90	0.90	2.42	1.27	1.58
5	1.00	0.99	0.99	2.21	1.34	1.57
6	0.50	0.44	0.45	0.99	0.53	0.57
7	0.37	0.35	0.35	0.63	0.40	0.45
8	0.66	0.54	0.55	1.19	0.80	0.87
9	0.55	0.49	0.51	1.05	0.64	0.72
10	0.52	0.41	0.44	1.00	0.44	0.59