排水性舗装の透水能力測定法に関する研究

増山幸衛[1]・草刈憲嗣[2]・小柴朋広[3]

[1]正会員　世紀東急工業(株)　技術研究所（〒329-4304　栃木県下都賀郡岩舟町静和 2081-2）
[2]正会員　同　上　技術開発部（　同　上　）
[3]正会員　同　上　技術研究所（　同　上　）

排水性舗装の透水能力を測定するために用いられている現場透水量試験は、試験方法や試験器自体に問題があると指摘されている。そのため、現場透水量試験において、測定誤差が発生する原因を明確にした。また路面と平行に流れる横方向の透水係数を測定する方法を開発し、現場透水量試験の結果と比較を行った。その結果、現場透水量試験によって透水係数を測定できないことを確認した。同時に、透水量によって透水能力を測定するための試験器と測定方法について提案した。

Key Words *: porous pavement,on-site test for water permeability,horizontal permeability coefficient, measurement machine,measurement method*

１．はじめに

開粒度タイプの排水性舗装あるいは低騒音舗装など（以下、排水性舗装）は、雨天走行時の安全性向上や騒音低減効果などが評価され、その施工実績は急速に増大してきている。しかし排水性舗装は、空隙の閉塞により性能が低下することが知られている。そのための対策として、筆者らは排水性舗装機能回復機（以下、回復機）を開発し、性能を回復させるための方策（以下、回復作業）についての検討を行ってきた。

これらの効果については､現場においては｢舗装試験法便覧｣[1)]および｢舗装試験法便覧別冊｣[2)]に準拠した現場透水量試験により、室内においては｢舗装試験法便覧｣に準拠した室内透水試験により、評価されるのが一般的となっている。

しかしこれらの測定方法については、試験器の形状や試験条件など試験方法自体に課題があること、現場透水量試験と室内透水試験によって求めた値には相関性がないことなどが指摘されており[3)~6)]、試験方法として確立されているとは言えない。従って、これらの試験方法では､機能回復の効果を正確に評価しているとは言い難い。

そのため、機能回復作業を行った効果に対し、現場において、簡易にかつ、正確に評価するため、試験方法についての研究を進めてきた。

本研究では、現場で簡便に試験が行えることから、現場透水量試験によって透水能力を評価するために、その特性を明確にした。さらに、降雨時の排水処理能力の評価には透水係数を求めることが必要との考えから、室内試験によって排水性舗装の透水係数を求めるための手法を開発し、現場透水量試験の測定値との関係についての検討を行った。

その結果、現場透水量試験によって、評価することは可能であるものの、透水係数とは明確な関係があるとは言えず、透水量として評価するべきであることが確認された。

２．研究の目的

排水性舗装の透水能力を評価する手法として、最も一般的に行われているのは現場透水量試験である。しかし現場透水量試験については、使用する水の量が少ないため安定した状態での測定が困難である、測定者によって測定値が異なる[5)6)]、など、試験方法としての不備が指摘されている。

そのため、現場透水量試験の欠点を除くと同時に、降雨時の排水処理能力の評価には透水係数を求めることが必要との考えから、大川[6)]や渡辺[7)]などによって、現場で透水係数を測定する方法についての提案などもなされている。しかし現場透水量試験は、今までのデータの蓄積が膨大であると同時に、現場において簡易に測定を行うことができる、結果がその場で得られる、などの特長を

有しているため、これに変わる試験方法は実用化されていない。

そのため、現場透水量試験によって、排水性舗装の透水能力を評価するため、以下を目的に研究を行った。

①現場透水量試験の問題点を明らかにし、正確な試験を行うための手順を明確にする。

②室内試験によって、排水性舗装の透水係数を測定する手法を確立する。

③現場透水量試験と透水係数の関係を明確にする。

④現場透水量試験の特性を明確にすることによって適用限界を示す。

3．現場透水量試験の特性

現在使用されている現場透水量試験器は、その多くが舗装試験法便覧および同別冊（以下、便覧別冊）に規定されているものを使用しており、その形状は**図-1** に示すとおりである。しかし、バルブ部の径や、O リングの有無、粘土の種類など統一されているとは言えない。そのため、現場透水量試験においては問題点が指摘されているものの、問題が生じる要因としては以下の 3 つが考えられる。

①人的要因：測定者による試験器の設置方法の違いなどによる測定値の変動

②外的要因：測定場所における勾配の有無、測定時の風による影響などによる測定値の変動

③試験器自体の問題点：試験器自体が、舗装の性能を正確に測定できないために生じる誤差

これらを明確にすることによって、精度の高い現場透水量試験の測定方法を明確にするための研究を行った。

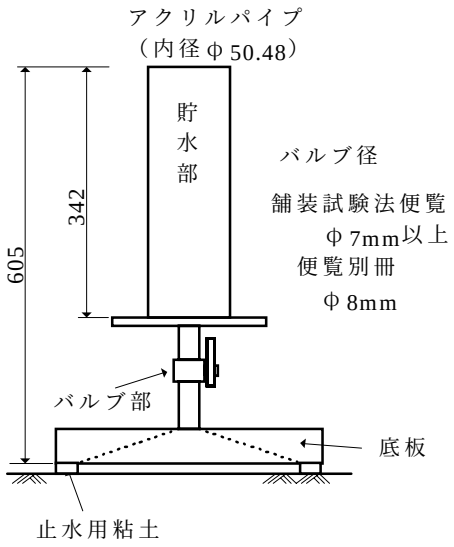

図-1　現場透水量試験器

（1）人的要因についての検討

同じ場所で現場透水量試験を行っても、同じ測定値を得られない場合が多々ある。これは測定者が異なった場合、特に多く生じる。その原因としては主に試験器の設置方法にあると考えられた。

そのため、現場透水量試験の経験者を対象に、自由に試験器を設置させた後、各自の設置方法で異なる要因を抽出した。止水材については、舗装の空隙に残らないこと、取り扱いやすいことから、浴室用のパテを用いた。

その結果、透水量試験器を設置する時に使用するパテの量が測定者によって異なるため、パテ幅と有効径（**図-2** 参照）に大きなばらつきが生じることが確認された。

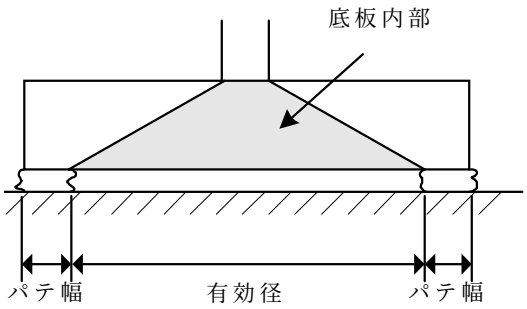

図-2　パテ幅と有効径

図-3 に設置時のパテ幅と有効径の関係を示す。これより、パテ幅は 25～45mm、有効径は 100～150mm と広く分布している。同時に測定者は、有効径を確保することを考慮して設置している A グループと、止水することだけを目的として有効径を考慮していない B グループ、の 2 つのグループに分けられることが確認された。

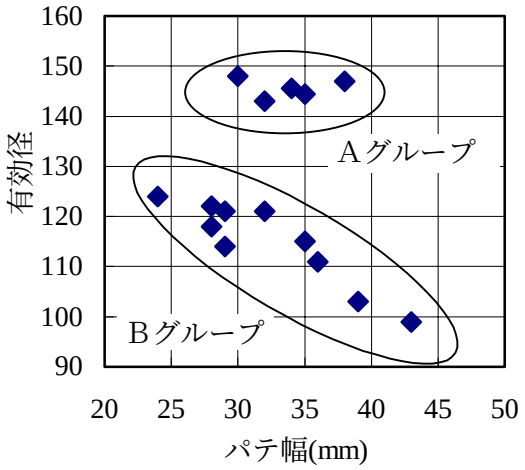

図-3　測定者による有効径とパテ幅

a） パテ幅と有効径の影響

前述の結果をもとに、パテ幅と有効径が試験結果に与える影響についての確認を行った。

検討は、パテ幅については明確な規定がないものの、有効径は、便覧において底板の O リングの位置が明示してあることから、そこで止水されると判断すると、望まれる有効径は 150mm と考えられるため、パテ幅の影響について確認した後、有効径の影響について確認した。

パテ幅の影響は、試験器の底板に溝を設け、パテ幅を 15,25,35,45mm と変えて試験を行い確認した。このとき位置がずれることを防ぐため、あらかじめ底板の外側にマーキングをしておいた。

その結果を**図-4** に、透水能力の大きな舗装での結果を実線で、透水能力の小さな舗装での結果を破線で示す。

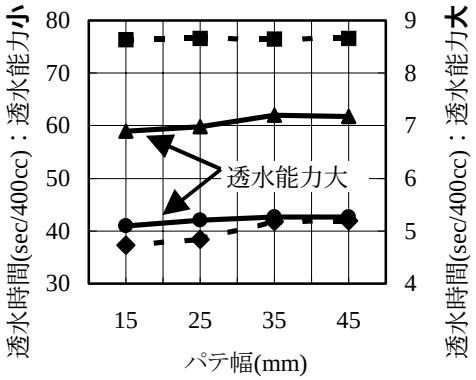

図-4　パテ幅と透水時間の関係

これより、パテ幅が広くなるほど透水時間は増加する傾向になっているもの、概ね 35mm を超えると一定となることが確認された。

次に、パテ幅を 40mm に固定し、徐々に有効径を縮めていくことにより有効径が与える影響についての検討を行った。その結果を**図-5** に示す。

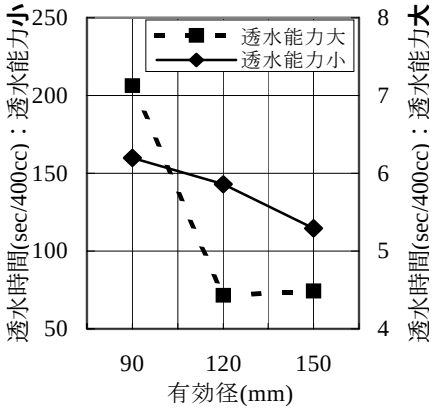

図-5 有効径と透水時間の関係

これより、有効径が狭くなるにつれ、透水時間は長くなることが明らかとなった。

以上のことから、測定者が変わることによって測定値が大きく異なる可能性のあることがわかった。

b）その他の人的要因

その他の人的要因としては、測定者の目線の位置や、ストップウォッチを押すタイミングや早さなどが考えられた。しかしこれらの要因については、供試体上に試験器を固定し、複数の測定者によって測定を行ったところ、明確な差は見いだせなかった。

（2）外的要因についての検討

外的要因としては「風」と「路面の勾配」の影響が考えられた。

a）風による影響

風の影響についての確認を行うために、透水能力の異なる供試体の上に透水量試験器を設置した後、貯水部の開口部に向けて 10m/sec の風を吹き付けて、無風状態の場合と測定値の比較を行った。その結果を**図-6** に示す。

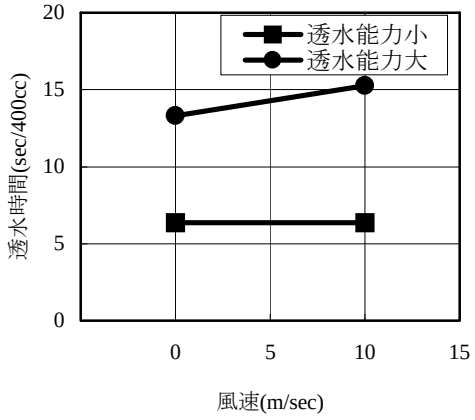

図-6　風の影響

これより、風の影響は透水能力が大きい場合には無視できるものの、透水能力が低下していると発生し、透水能力は小さめに評価されることが確認された。ただし、高速道路において測定している時に、大型車の走行によって最も風の影響を受けると考えられる場所において風速を測定した結果、最大 7m/sec 程度である事から、通常風の影響は無視して良いと考えられる。また、気圧の変化を計ったところ、変化はほとんど生じていなかったことから、これらの変化は水面が風によって揺らされるためと考えられる。

b）勾配の影響

路面勾配の影響については、供試体の上に透水量試験器を設置した後、供試体の勾配を変化させることによって確認を行った。その結果を**図-7** に示す。

これより、透水能力が大きい場合には勾配の変化による影響はほとんどみられなかったものの、透水能力が低下している場合には、勾配が大きくなるに従って、透水時間が早くなる傾向が見られた。しかしながら、追跡調

査において同じ位置で測定を行っていくのであれば、相対的な評価としてその変化を求めていくことができるため、このような勾配の影響について特に問題はないと考えられる。

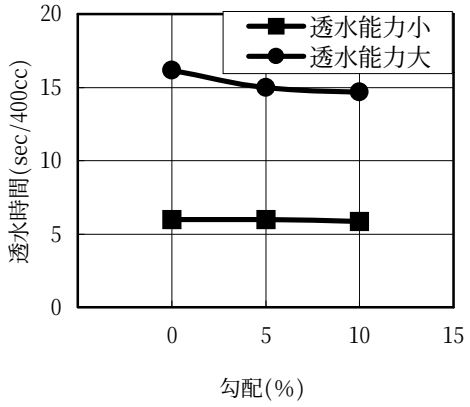

図-7　勾配の影響

（3）試験器自体の問題点

試験器自体についての問題点としては、水の流れに起因すると考えられたが、水の流れが見えないため、流れを視覚化し、検討を行った。

便覧に示される透水量試験器によって測定を行う場合の水の流れを確認するために、透明アクリルによって底板部分を作製し、目視観察を行った。この時、バルブを通った水は底部の舗装表面に達した後、舗装体内部へと流れていくが、透水能力が小さな舗装では、底板内部が満水状態で測定が行われている。それに対して透水能力の大きな舗装体では水の供給が追いつかず、底部は水で満たされず波立った状態で測定が行われていることが確認できた。

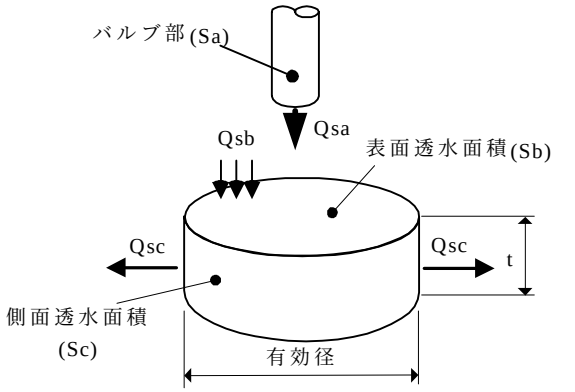

図-8　舗装体中の水の流れ

これより、底部が水で満たされた状態で試験を行うためには、側面透水流量 Q_{sc} と空中で放水した時のバルブ部通過流量 Q_{sa} について $Q_{sa} \gg Q_{sc}$ であることが必要と考えられる。現場透水量試験器についてこれらの関係が明確になっているとはいえず、そのため、試験器に必要とされる形状について、バルブ部と貯水部（**図-1** 参照）の大きさについての検討を行った。

a）試験器についての検討

バルブ径を換えて試験を実施する場合、流下時間が早くなることが予想されたため、試験法便覧で示されている試験器のバルブ径を 20mm に換えて予備試験を行った。その結果、流下時間が 2 秒未満であったため、正確な測定が行えないとの判断から、使用水量を 400cc から 1600cc に増やした試験器によって以後の測定を行った。

b）バルブ径の検討

バルブ径による影響の確認は、内径 100mm、高さを試験法便覧と同じにしたアクリルパイプを貯水部とした試験器を用いて、バルブ径を換えながら行った。同時に試験器の底部には、幅 40mm の溝を設け、中にパテを入れてパテ幅と有効径を確保できるようにした。試験結果を **図-9** に示す。

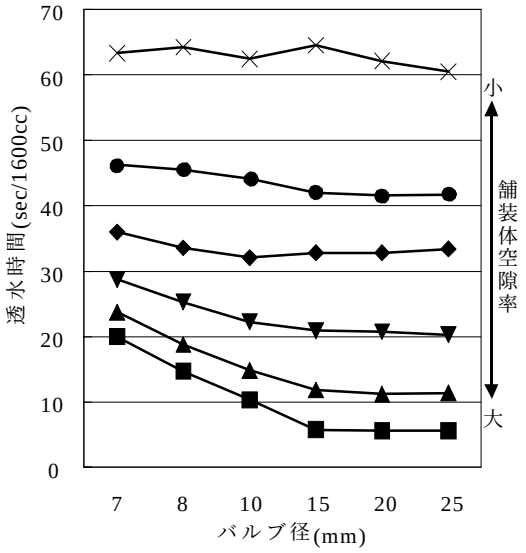

図-9　バルブ径の違いによる透水時間

これより、バルブ径が太くなるにつれて急激に透水時間が早くなるものの、φ20mm 付近ではほぼ一定の値を示しているのがわかる。

次に、便覧別冊に示されているバルブ径 8mm を使用した場合、どの程度の透水能力の舗装体であれば正確に測定できるかについて検討を行った。

透水能力の異なる舗装体において、φ8mm とφ20 mm の試験器が全く同じ場所になるよう設置して測定を行った。その結果を**図-10** に示す。これより、最確値を示していると考えられるφ20mm と、φ8mm が同じ値を示す

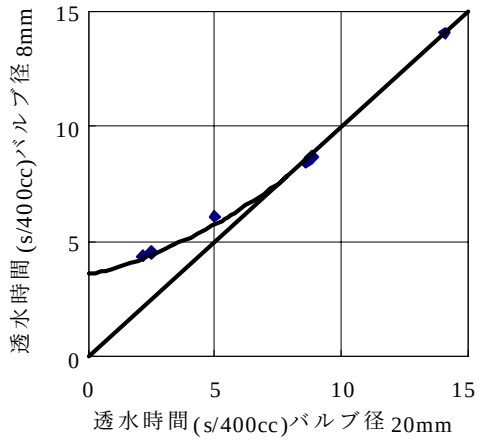

図-10　バルブ径と透水時間の関係

のはほぼ 9sec/400cc 程度であり、透水能力が大きい舗装体については、バルブ径 8mm では実際の透水能力よりも過小評価してしまうことが確認された。

c）パテ幅の再検討

バルブ径 8mm の場合には、パテ幅を 40mm にすることで測定値が安定することが確認されたが、バルブ径を 20mm とした場合流下する水の量が多くなるため、パテ幅が十分でないことが予想された。そのため測定値に与える影響について再度確認を行った。

再確認は、有効径 150mm を確保し、パテ幅を外側に向けて増やしていき、透水時間の変化を計測することによって行った。その結果を**図-11** に示す。

これより、パテ幅が広くなると同時に透水時間も増加しており、バルブ径 8mm の時とは異なる傾向を示す。

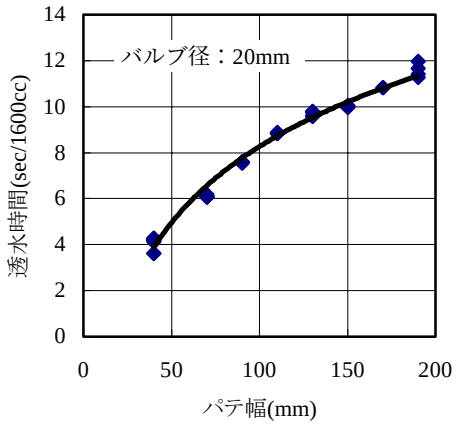

図-11　パテ幅と透水時間の関係

これは、バルブ径が大きいために、透水量試験の底部にある舗装体の空隙を満たすと同時に、舗装体内部を通って、パテの外側から表面に水が現れるのに十分な水量を供給したためと考えられる。これより、バルブ径 20mm を採用する場合には、透水時間が安定するほどにパテ幅を広くとることが必要である。しかし、現場において試験器を設置するためには、大きさや重量、設置時間などの問題を考えるとパテ幅 100mm（底版部の直径 350mm）程度が限界である。従って、完全に止水するだけのパテ幅を確保することは不可能と考えられる。

そのため、実際の測定においては、パテ幅を常に一定に確保することにより、相対的な評価を行うことは可能との考えから、バルブ径 20mm の場合でも、パテ幅を 40mm に固定する事とした。

（4）現場透水量試験の測定方法

以上の結果から、現場透水量試験は試験器自体の問題点はあるものの、次の 2 点に注意することによって、精度の良い測定を行うことが可能と考えられる。

①現場透水量試験器の有効径と、パテ幅は常に一定の値で試験を行う。（有効径は 150mm、パテ幅は 40mm が望ましい）

②現場透水量試験器は、バルブ部分の内径が 8mm であるため、透水能力の大きな舗装（10sec/400cc 程度まで）においては正確な値を求めることはできないが、相対的な比較として調査を行うのであれば、実用上は問題ないと考えられる。

4．透水係数の測定方法に関する検討

排水性舗装の透水係数は現場で測定する方法が提案されているもの[6)7)]、現在、室内定水位透水試験によって求められるのが一般的である。しかし、室内定水位試験は、マーシャル供試体または直径 100mm の切り取り供試体を用いて、舗装表面に対し、鉛直方向の透水係数（以下、縦方向透水係数）を測定している。それに対し、排水性舗装における水の流れは舗装表面に対し水平方向（以下、横方向透水係数）である。

これら縦方向と横方向の透水係数については、異なった値が示されるとの指摘がなされていることから、縦方向と横方向透水係数の関係を明確にするため、検討を行った。

（1）室内透水試験の課題抽出と開発の方向性

排水性舗装における透水係数と動水勾配（水頭差を透水距離で除した値をいい、道路の勾配と考えてよい）の関係は以下のように考えられる（**図-12** 参照）。

①土や砂などの透水試験では、水の流速が非常に小さい層流であるため、透水係数は動水勾配の影響を受けずに一定となる[3)]。

②現行の室内透水試験法による透水係数は、ある一定の動水勾配における縦方向の値を示しており、横方向より小さな結果を示すとされている[7]。なお、供試体の厚さや水頭差に規定がないため、動水勾配は試験装置などによって異なる[5]。

③排水性舗装は、空隙が大きく内部を流れる水の速度も速いため乱流となり、動水勾配が大きくなるほど強い抵抗を受けて透水係数が小さくなると予想される。

④排水性舗装が施工される箇所の勾配、すなわち動水勾配は、一般に 0.1（10%）以下であり、**図-12** の斜線部の範囲にある。

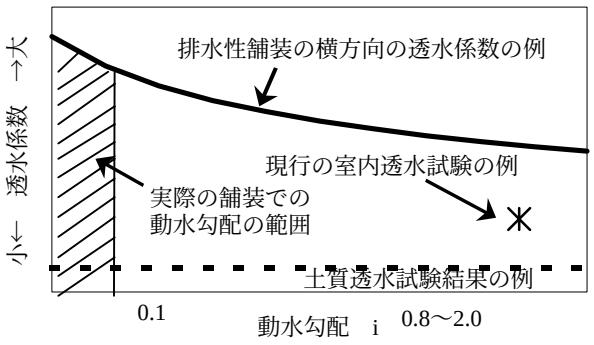

図-12　排水性舗装における透水係数の概念図

これらを考慮し、現行試験方法の課題を以下に示す。

①現行の透水係数は、縦方向における値であり、排水性舗装の特徴である横方向の透水係数が評価されておらず、路側構造物への排水設計などに影響を及ぼす。

②道路の動水勾配は概ね 0.1 以下であるのに対し、現行の試験法では 0.8～2.0 程度[4]と大きく、乱流による影響を受けているものと想定される。

（2）室内横方向透水試験器の開発

a）開発の概要

道路の勾配は最大でも 10%程度であることから、現場の勾配を動水勾配として表現するためには、動水勾配 0.1 付近で測定を行えることが前提条件であり、その他以下の事項を考慮して試験器を作製した。

①供試体横方向の透水係数が測定できるものとする。

②測定時の誤差をできるだけ小さくするために定水位の試験装置とする。

③供試体内部の水の流れが一定となるよう、供試体は完全に水浸させる。

④使用する供試体は既往のものが適用できる構造とする。

⑤供試体の取り付けや試験に手間がかからない。

なお、透水係数の算出はダルシーの法則（式(1)）を適用した。

$$u = k \cdot i \qquad \text{式(1)}$$

u：平均流速　(cm/sec)
k：透水係数　(cm/sec)
i：動水勾配

b）試験装置と試験手順

横方向の透水係数を求めるための試験器として、**図-13** に示す室内横方向透水試験器を作製した。また、試験に適用する供試体としては、ホイールトラッキング試験用の供試体（以下、ホイール供試体）を用いた。供試体の取り付けは手間がかからないよう、変形量の大きなウレタンゴムを試験器に貼り付け、ネジで上下、左右方向に締め付ける構造とした。

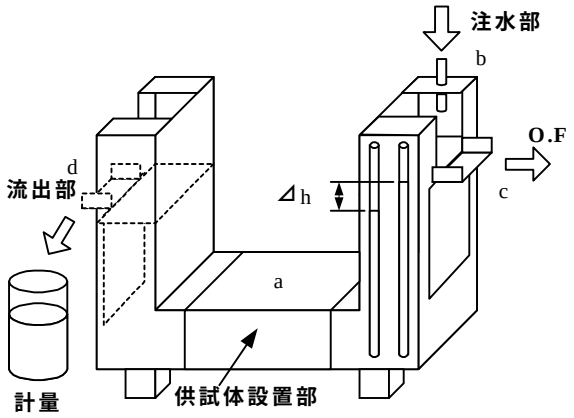

図-13　室内横方向透水試験器の概要図

横方向の透水係数は、以下の手順に従うことにより、求められる。

①a 部に供試体を取り付ける

②b より注水する

③c 部のオーバーフロー口と d 部の流出口の水頭差を調整する

④d 部からの流出量を測定する

⑤供試体寸法と c 部、d 部の水頭差より、動水勾配を算出する

⑥式(1)に従い、各動水勾配における平均流速から横方向透水係数を求める

c）供試体寸法の決定

室内横方向透水試験は、0.1 以下の動水勾配で行うことが要求されるため、供試体寸法は長い方が望ましいが、あまり長すぎると供試体の作製に手間がかかることとなる。そのため、ホイール供試体の寸法でも透水係数を測定することが可能であることを確認するため、**表-1** に示す試験条件で試験を行った。なお、本研究では透水能力を支配する要因として連続空隙率を供試体条件として表示してある。また、供試体の厚さについては、実際に施工されている排水性舗装の多くは、厚さが 40～50mm であることを考慮し、50mm とした。

試験結果を**図-14** に示す。供試体寸法を変化させた場合でも透水係数がほぼ一定となることから、ホイール供試体を用いて試験を行うことで、横方向の透水係数を測定できるものと考えた。

表-1　供試体寸法決定の試験条件

項目	条件
骨材の最大粒径（mm）	13
連続空隙率（%）	16.5
目標空隙率（%）	20.0
供試体延長（mm）	300,250,200,150

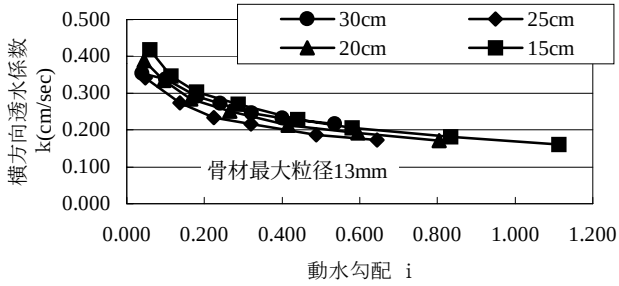

図-14　供試体寸法（透水距離）の違いによる影響

（3）試験結果と考察

前記試験器を用いて横方向の透水係数を求めた。試験条件および結果と考察を以下に示す。

a）試験条件

横方向透水係数の測定は、骨材の最大粒径（以下、最大粒径）と連続空隙率を変えた供試体を用い、動水勾配が 0.02～0.60 の範囲で行った。試験条件を**表－２**に示す。

表-2　試験条件

最大粒径(mm)	13	10	5
連続空隙率(%)	15.4	20.8	23.4

なお、最大粒径は 13mm（Top13）の他、低騒音舗装を考慮して 10mm（Top10）、5mm（Top5）を対象とした。また連続空隙率は、流速が大きい新設時の領域を考慮し、できるだけ大きい配合とした。

b）試験結果

得られた横方向透水係数と動水勾配の関係を**図-15** に示す。

この結果をもとに、横方向透水係数を以下の手順によって求めた。

①得られた流速と動水勾配のデータから曲線回帰によって式(2)のように流速と動水勾配の近似式を求める。

②係数α，βから式(3)における動水勾配と横方向透水係数の関係式を求める。

③対象とする舗装の勾配に対応する横方向透水係数を算出する。

$$i = \alpha \cdot u + \beta \cdot u^2 \qquad \text{式(2)}$$

α，β：使用する供試体固有の定数

層流域ではβ　0

$$k = \frac{2}{\alpha + \sqrt{\alpha^2 + 4\beta \cdot i}} \qquad \text{式(3)}$$

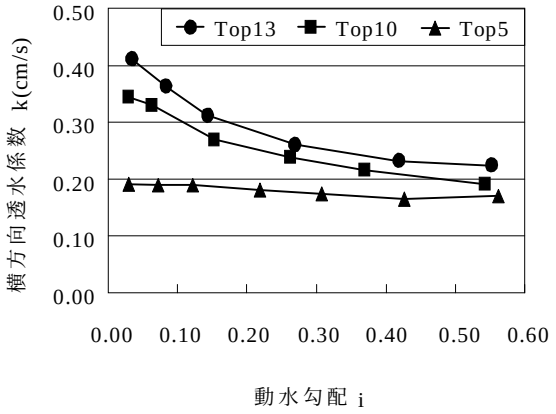

図-15　動水勾配と横方向透水係数の関係

このようにして求めた横方向透水係数は、既往の文献[6]などに示されている値と比較して大きな差がない結果となった。

従って、この方法によって、配合設計時に舗装体の横方向透水係数を求めることが可能と考えられる。

c）現行の室内透水試験との比較

現行の室内透水試験と求めた横方向透水試験との比較検討を行った。

供試体は、横方向透水試験に使用したホイール供試体から、直径 100mm のコアを切り取って用いた。

現行の室内透水試験の動水勾配は、一般的に 0.8～2.0 程度であることを考慮し、可能な限り広い範囲で試験を行うものとして 0.25～1.75 の範囲で実施した。

各動水勾配における室内透水試験と横方向透水試験によって求めた透水係数の比と、動水勾配との関係を**図-16** に示す。

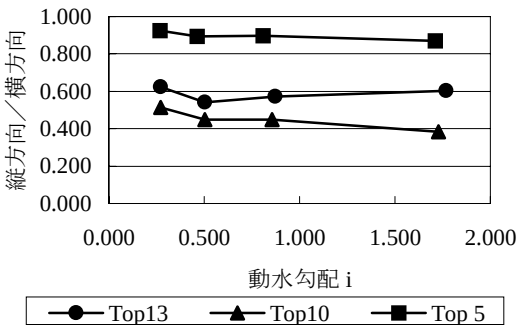

図-16　透水係数の比と動水勾配の関係

この結果、縦方向透水係数は横方向透水係数に対し、約 0.4～0.9 倍の大きさであることが確認できた。

また、これらの値は最大粒径によってかなり異なり、最大粒径 13mm および 10mm では従来から言われている 0.5 倍程度であるのに対し、最大粒径 5mm では 0.9 倍程度と、横方向と縦方向の透水係数の間にはほとんど差が生じていない。この原因としては、最大粒径の違いにより骨材の配列状態などが異なっているためと考えられる。

5．現場透水量試験による透水係数測定の検討

現場透水量試験は、舗装試験法便覧および便覧別冊で規定されているように、測定値としては透水量を用いている。しかし、降雨時に必要とされる集水ますの距離を決定するなど、透水係数を測定する手法の開発が求められている。それに関し、大川 [7]らが現場透水量試験器を改良した試験器を用い、透水係数を測定する手法を提案している（以下、大川式）が、広く採用されるには至っていない。そのため、現場透水量試験器によって透水係数を求めるための手法についての検討を試みた。

なお検討に際しては、測定時の誤差を極力排除するために、定水位での試験（以下、現場定水位透水試験）を行った。

（1）試験装置

試験器は、バルブ部の影響を除くため、試験器胴体の円筒部を内径 100mm とし、底板部の外径を 200mm とした。また、流入の水量が大きく、円筒部に直接流入させると円筒内部の水が乱れ、測定に大きな誤差が生じるおそれがあるため、試験器上部に整流槽を設けた。

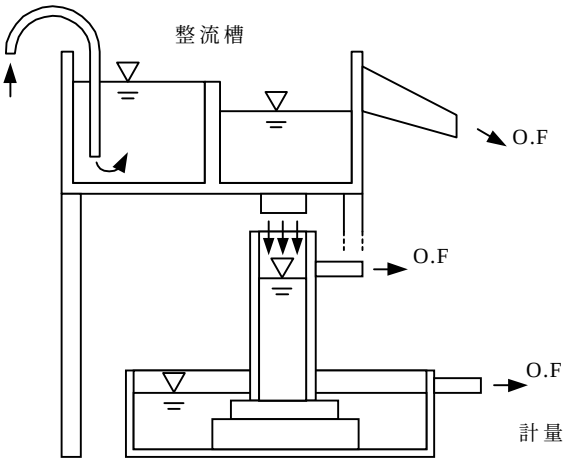

図-17　現場定水位透水試験器の概要図

（2）透水係数の算出

各動水勾配における透水係数を**図-18** の境界条件および**図-19** の測定値より、以下の手順によって求めた。

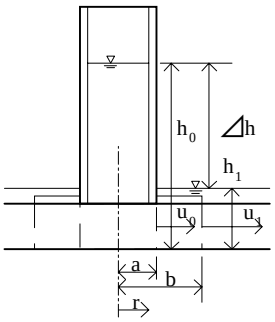

図-18　境界条件

①　動水勾配は式(2)より以下の式で示される。

$$k = -\frac{dh}{dr} = \alpha u + \beta u^2 \qquad \text{式(4)}$$

u：半径 r における流速

②式(4)を積分し、境界条件として以下を与える。

r=a における、流速=u_0、水位=h_0

r=b における、流速=u_1、水位=h_1

③得られた式を u_0 の項でまとめると次式になる。

$$\Delta h = \left(-\alpha a \ln\frac{a}{b}\right) u_0 + \left(\beta a^2 \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b}\right)\right) u_0^2 \qquad \text{式(5)}$$

④**図-19** に示すように、試験により求めた⊿h と u_0 のデータから以下の近似式を算出する。（A,B は定数）

$$\Delta h = A u_0 + B u_0^2 \qquad \text{式(6)}$$

⑤式(5)と式(6)のu_0、u_0^2の各係数はなどしいことからα、βを算出する。

⑥得られたα、βを式(3)に代入することにより任意の動水勾配での横方向透水係数を算出する。

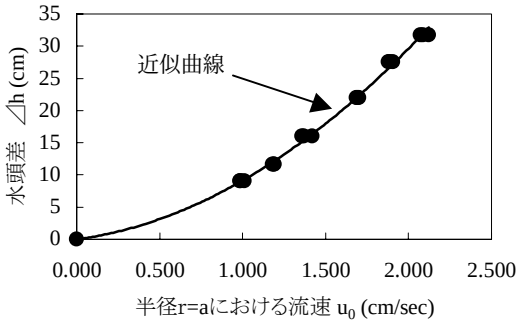

図-19　現場定水位透水試験による⊿h と u_0 の関係

（3）試験結果と考察

a）試験条件

試験は①試験器底板の有効径が 150mm、パテ幅が 40mm の試験器が設置できる大きさであること②横方向の透水係数との比較が行い易いこと③現在最も施工量が多い骨材最大粒径であることから、**表-2** に示す、最大粒径 13mm のホイール供試体を用いた。なお、水頭差⊿h は 145～385mm の範囲で実施した。

b）試験結果および室内横方向透水試験との比較

前述の方法によって求めた透水係数と室内横方向透水試験によって求めた同供試体の横方向透水係数の値を**図-20** に示す。

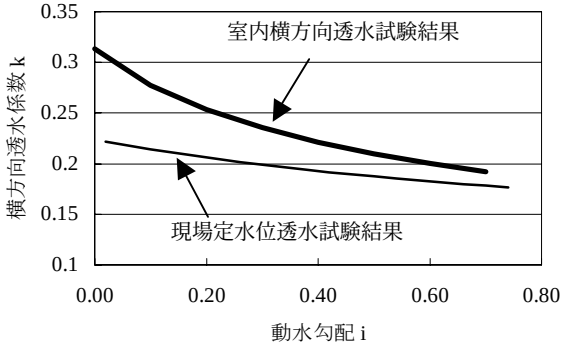

図-20　各透水試験結果の比較

その結果､現場定水位試験によって求めた透水係数は、横方向透水係数よりも低い値となった。この原因として次のようなことが推測される。

現場透水量試験における水の流れは、**図-21a)**に示すように縦方向から透水し､斜線部の供試体中央部を通り、横方向のみの流れへと変化する。しかし、前述した第一の境界条件「r=a において水位=h_0」（**図-18**）において、仮に供試体中央部に損失がある場合、この境界条件は成り立たない。

そのため、供試体中央部の影響について確認するため､現場定水位透水試験に用いた供試体の中央部を取り除いて（以下、穴空き供試体）**図-21b)**に示す水の流れとしたうえで再び現場定水位透水試験を行い、中央部のある場合と比較した。試験結果を**図-22** に示す。

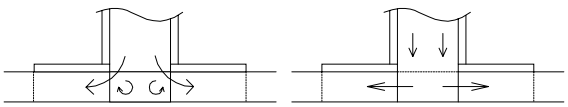

図-21a)
通常の流れ

図-21b)
横方向のみの流れ

これより、供試体中央部の影響が明確に示された。同時に、境界条件として r=a で水位=0.75h_0程度に補正することにより、**図-22** に示すように通常の供試体を用いた曲線は穴空き供試体の曲線とほぼ重なることが確認できた。

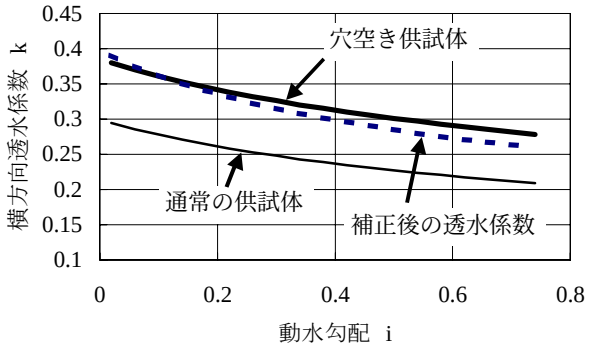

図-22　通常供試体と穴空き供試体の比較

しかしながら、実際に現場透水試験を行う場合、第二の境界条件である影響範囲（**図-18** における r=b）は水頭差ごとに変化し、そのたびに底板半径 b を変える必要があるが、これを予測することは不可能である。現場透水試験の計算値が室内横方向透水試験の計算値と傾きが合わないのはこのためであると予想される。

従って現場透水量試験では厳密には横方向透水係数を直接求めることはできないといえる。

6．まとめ

今回の研究によって明らかになった事柄を以下に示す。

a）現場透水量試験の特徴の把握

①パテ幅と有効径が変わることによって、透水時間の測定値が異なってくる。

②定点で追跡調査を行う限り、風や勾配の影響は無視して良いと考えられる。

③舗装試験法便覧、便覧別冊に示される現場透水量試験器ではバルブ部分が細いため、新設時など透水能力が大きい舗装体について、正確な測定を行うことが困難である。

b）横方向透水係数測定方法について

①ホイール供試体を用いた横方向透水試験器によって、横方向透水係数を求めることは可能と考えられる。

②横方向透水試験の測定は、**図-13** に示した試験器を用いて行う。

③現行の室内透水試験による縦方向透水係数の値は、横方向透水試験によって求めた値の 0.4～0.9 倍程度の値であるが、骨材粒径が小さいほど縦方向と横方向の透水係数に差がないことが確認できた。

c）現場透水量試験による透水係数の測定

①現場透水量試験は、底板の直下に水の流れが鉛直方向から水平方向に変わるためエネルギーの損失が発生する。この時の損失量は、水頭差に対し、約 25%であった。

②現場透水量試験は、影響範囲が明確でないと同時に、水位によって影響範囲が変わる。従って、変水位試験では正確な透水係数を求めることは、理論上はできないと考えられる。

③前記の特性を考慮し、結果に誤差を含んでいることを前提とするのであれば、例えば大川[7)]が提案しているような方法で透水係数を推定することは可能と考えられる。

d）現場透水量試験の適用限界

以上の結果から、現場透水量試験を行うための留意点をまとめると以下となる。

①現場透水量試験は、舗装体の透水係数を求めるための試験ではなく、舗装体内部を通過する水の量、いわゆる透水量を測定するための試験である。

②試験器自体の特性を考慮すると、パテ幅と有効径を一定にして測定を行うことが必要である。

③透水能力の大きな舗装体では、バルブ部分が細いため、能力が過小評価されることを認識しておくことが必要である。

7．おわりに

排水性舗装の機能の評価手法として、中心的な位置付けにある現場透水量試験であるが、著者らは機能回復作業の効果を明確に示すことが要求されることから、現場透水量試験に関する研究を行ってきた。その結果、試験器および測定方法の問題点を明らかにすることにより、現場透水量試験の適用限界を示すことが出来た。このことは、機能回復作業の効果は、現場透水量試験を適切に用いることによって評価できることを意味している。

これらの検討を進める過程において、舗装表面と平行に流れる水の透水係数を測定するための試験方法を提案し、さらに、現場透水量試験による透水係数の測定手法についても検討を行った。しかしこれらの検討は、あくまでも現場透水量試験を念頭に置いて進めたものであるため、横方向の透水係数測定についても、骨材最大粒径や空隙率の影響など、未だ十分な検討を行ったとは言えない。今後、排水性舗装の透水能力の評価を、透水量としてだけではなく、透水係数としてもさらに研究を進めていきたいと考えている。

参考文献

1）(社)日本道路協会：舗装試験法便覧、1988.

2）(社)日本道路協会：舗装試験法便覧別冊、1996.

3）帆苅浩三：排水性舗装の実用化に関する研究、長岡技術大学学位論文、p.64、1994.

4）土木学会舗装工学小委員会 環境部会 排水性舗装分科会：排水性舗装の水理特性に関する調査結果報告書、2000.

5）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、33-11、pp.18-23、1998.

6）大川、佐藤、帆苅：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、pp.101-108、1993.

7）渡辺、室橋、東海林：排水性舗装の現場透水試験、舗装、33-11、pp.24-28,1998.

8）(社)土質工学会：土質試験の方法とその解説、1990.

A STUDY ON MEASUREMENT METHOD OF THE PERMEABILITY OF DRAINAGE PAVEMENTS

Yukiei MASUYAMA, Noritsugu KUSAKARI, Tomohiro KOSHIBA

It is indicated that the field permeability test used in order to measure the permeability of drainage pavement has a problem in the testing method or the testing machine itself. Therefore, the cause which a measurement error generates was clarified in the field permeability test. Moreover, the method of measuring the permeability coefficient of the horizontal permeability which flows parallel with a road surface was developed, and the result and comparison of an field permeability test were performed.Consequently, it confirmed that a permeability coefficient could not be measured by the field permeability test.And it was able to propose about the testing machine and the method for measuring permeability by an amount of permeability.