

V-62 排水性舗装用混合物内部の水の流れに関する基礎的検討

日本舗道(株) 正会員 佐々木 純
中央大学理工学部 フェロー 姫野 賢治
ブリヂストン(株) 岩崎 眞一

1. まえがき

排水性舗装用混合物内部の水の流れは、様々な間隙特性により、きわめて複雑な流れが形成される。その流れを捉え、舗装の排水能力を評価するためには、単に間隙の量が多い、少ないといった間隙率による影響を考慮するだけでは不十分であり、大きさや形といった間隙の質による影響をも含めて考慮することが必要である。

そこで本研究では、均質なごく薄いモデル供試体を用いて、水の流れと、間隙の量及び質との関係について検討・考察を行った。

2. 実験概要

2-1 供試体

実際、排水性舗装用混合物内部の水の流れは、三次元的な流れである。しかし三次元的取り扱いが周知のとおり容易ではない。そこで本実験では供試体を厚さ4mm程のごく薄いものとし、近似的に二次元で取り扱いができるようにした。

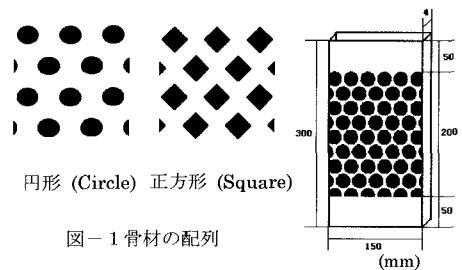


図-1 骨材の配列

図-2 供試体寸法

①骨材（図-1）

ゴム製の板でできた円形、及び正方形のものを2種類用意。2枚の平行な透明アクリル板の間に、隣り合う骨材間隔が均等になるよう配置。

②供試体寸法

図-2に示すとおりである。

③供試体の種類（表-1、2）

骨材の大きさと骨材間隔によって決め、円形骨材、正方形骨材のものそれぞれ20種類、計40種類。

2-2 水の流し方

越流構造の2槽式の水槽から、一定水頭で水を流し続けた。供試体を鉛直に立て、供試体全体に一樣な流れができるよう水を流した。（図-3）

2-3 流れの観察

流れの中に青インクを少量注入して、その様子を高速ビデオカメラで撮影し、観察した。

その結果、間隙率（本研究では、供試体を二次元的に見た時の面積率とする）が同じ供試体でも水の流路となる骨材間隔が異なれば、明らかに流れ方も異なることが確かめられた。より骨材間隔の大きい供試体ほど、インクの拡散がより広範囲に広がって行き、明らかに流速も速くなる。

<円形：C> 表-1 供試体概要：C

a \ b	20	40	60	80	100
10	c10-1	c10-2	c10-3	c10-4	c10-5
15	c15-1	c15-2	c15-3	c15-4	c15-5
20	c20-1	c20-2	c20-3	c20-4	c20-5
25	c25-1	c25-2	c25-3	c25-4	c25-5
間隙率(%)	37.0	53.7	64.6	72.0	77.3
屈曲度	1.072	1.030	1.010	1.002	1.000
フラクタル次元	1.67	1.61	1.55	1.50	1.45

<正方形：S> 表-2 供試体概要：S

a \ b	20	40	60	80	100
10	s10-1	s10-2	s10-3	s10-4	s10-5
15	s15-1	s15-2	s15-3	s15-4	s15-5
20	s20-1	s20-2	s20-3	s20-4	s20-5
25	s25-1	s25-2	s25-3	s25-4	s25-5
間隙率(%)	30.4	48.6	60.5	68.6	74.5
屈曲度	1.211	1.106	1.051	1.023	1.008
フラクタル次元	1.70	1.64	1.58	1.53	1.48

注) a : C・骨材径、S・辺長 (mm)

b : 骨材間隔率 (%)

骨材間隔 (mm) = a × (b/100)

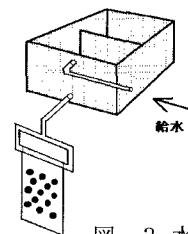


図-3 水の流し方

Key Words : 排水性舗装、間隙率、屈曲度、フラクタル次元

連絡先：東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部土木工学科道路研究室 Tel03-3817-1796

3. 水の流れと間隙特性についての検討

3-1 水の流れと間隙の量

円形骨材供試体の間隙率と流量（供試体を通り排水される単位時間当たりの排水量）との関係を図-4に示す。注目すべきことは同じ間隙率の供試体でも骨材の粒径によって流量の値が異なることである。間隙の量だけでなく質が影響しているためと考えられる。

3-2 水の流れと間隙の質

①流量と骨材間隔

円形骨材供試体の同じ間隙率ごとの、骨材間隔と流量との関係を図-5に示す。同じ間隙率の供試体でもその骨材間隔、つまり間隙の大きさがより大きいものほど排水能力は向上していることがわかる。このことは間隙内の流れを管路流れと仮定した時、その管路の分岐、合流や屈曲によるエネルギー損失が影響したためと考えられる。同じ間隙率の供試体同士は相似であり、骨材間隔が大きいもの程、流れの分岐点、合流点の数は少なくなる。また屈曲する回数もより少なくなる（屈曲度は同じ）。従って、その分エネルギー損失は小さくなり、排水能力が向上したと言える。

②流量と屈曲度

円形骨材供試体の屈曲度と流量の関係を図-6に示す。屈曲度が大きい供試体ほど、排水能力が低下していることがわかる。屈曲部において曲がりの中心角や屈折角がより大きいものほどエネルギー損失は大きくなることが知られている。従ってよりきつい屈曲を持つ間隙は、エネルギー損失の影響を大きく受けるために排水能力の低下の原因となると言える。

③流量とフラクタル次元

円形骨材供試体のフラクタル次元と流量の関係を図-7に示す。流量とフラクタル次元の関係は、流量と屈曲度の関係とほぼ同じである。これはモデル供試体が均質であることと、フラクタル次元と屈曲度がともに間隙形状の複雑さを表す指標であることより当然と言える。しかし、フラクタル次元は供試体全体の間隙形状の複雑さを示しているのに対し、屈曲度は代表的な連続間隙1本分の形状の複雑さを示しているに過ぎない。実際、供試体内の水の流れには鉛直成分だけではなく水平成分も存在する。従って、供試体全体の排水能力と間隙の形とを評価する際には、フラクタル次元がより適していると考えられる。

4. まとめ

本研究から、間隙率が一定の場合小さな間隙が多くあることよりも、少ないにしても、大きな間隙があることの方が排水能力の向上に有効である。また間隙は分岐や合流、屈曲などエネルギー損失の影響がなるべく少なくなるよう、間隙を直線的に連続な構造にすることが排水能力の向上に有効であると考えられる。

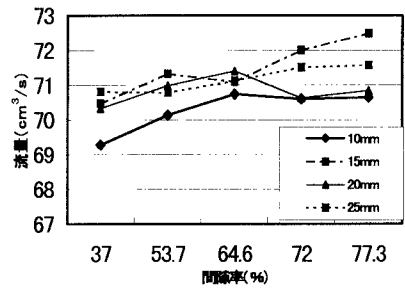


図-4 間隙率と流量の関係：C

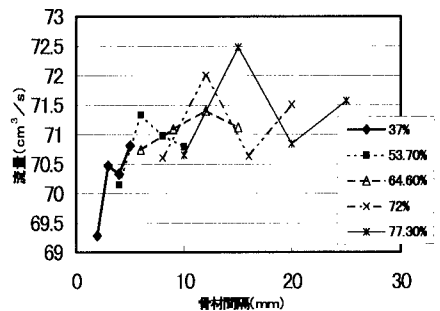


図-5 骨材間隔と流量の関係：C

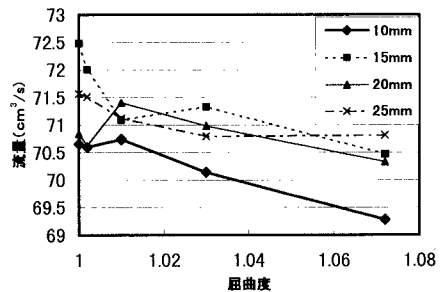


図-6 屈曲度と流量の関係：C

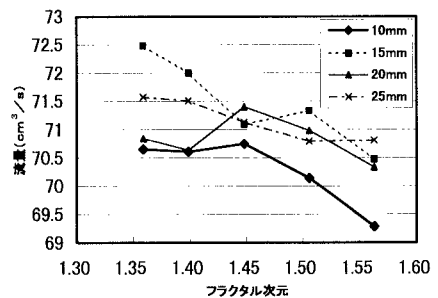


図-7 フラクタル次元と流量の関係：C