締固め条件および浸水条件が路床材料の CBR に及ぼす影響と透水性舗装の変形特性の検討

山口大学　学生会員　○池田　茜，山根　慎平
山口大学　正会員　　中島　伸一郎
山口大学　正会員　　清水　則一
山口大学　正会員　　中田　幸男

1. はじめに

降雨による雨水を積極的に舗装体内に取り込む透水性舗装は，路盤，路床の浸水弱化による舗装の耐久性低下が懸念される．本研究がこれまでに実施した透水性舗装模型に対する繰り返し平板載荷試験[1)]（**図 1**，以下，模型実験）によれば，舗装の浸水によって載荷面の残留沈下（除荷時の永久変形）は顕著に現れるようになるが（**図 2**），その沈下は必ずしも路床面まで伝達していない（**図 3**）ことが明らかになっている．

本研究では，路床材料の浸水・非浸水による変形特性の差異を CBR 試験によって求め，その結果に基づいて模型実験の結果を考察した．

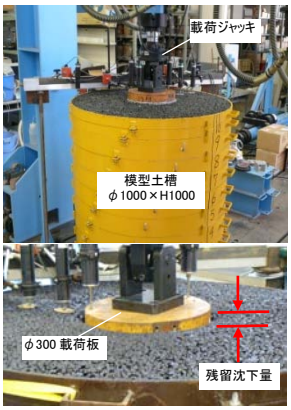

図 1. 透水性舗装模型実験

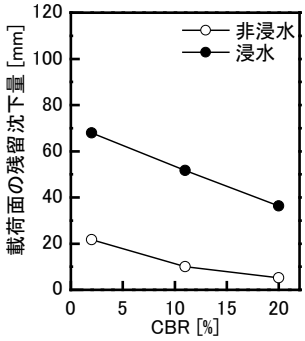

図 2. 載荷面の残留沈下量と路床材料の CBR との関係

2. CBR 試験概要

模型実験に使用された江戸崎砂，霞ヶ浦砂，関東ロームの 3 種類の路床材料に対して CBR 試験を実施した．これらの材料特性を**表 1** に示す．試験方法は，JIS A 1211 に準拠して実施し，締固め含水比は A 法による最適含水比と E 法による最適含水比の 2 種類とした．模型実験の施工含水比は A 法による最適含水比に相当する．ここに A 法と E 法の締固めエネルギーは，それぞれ Ec = 550 kJ/m^3，2480 kJ/m^3 である．1 層当たりの締固め回数は 17，42，92 回の 3 種類とした．実験ケースは，非浸水条件（締固め後そのままの供試体）と浸水条件（締固め後，96 時間浸水した供試体）の 2 種類とした．

3. 試験結果

(1) CBR 試験結果における各路床材料の評価

A 法の最適含水比で作成した供試体の CBR 試験結果を**図 4** に，E 法の最適含水比で作成した供試体の CBR 試験結果を**図 5** に示す．**図 4** より，A 法の最適含水比で作成した場合，各路床材料において浸水と非浸水で CBR に大きな差は見られず，浸水が CBR の低下に与える影響は小さい．**図 5** より，E 法の最適含水比で作成した場合，江戸崎砂と関東ロームにおいては，CBR が浸水の影響を受けて著しく低下している．一方で，霞ヶ浦砂においては，浸水による CBR の低下がほとんど見られない．浸水によって CBR が低下するのは，飽和度の上昇によって土に働くサクション（水による表面張力によって土粒子をお互いに引きつける力）が低下す

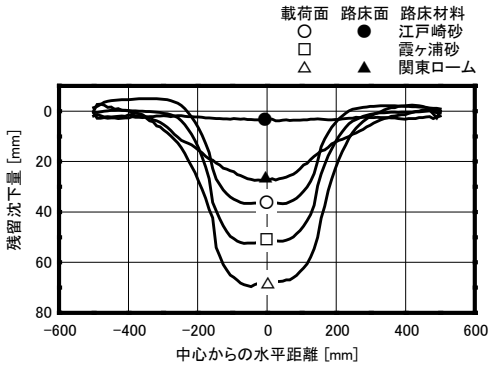

図 3. 載荷面と路床面の残留沈下量（浸水の場合）

表 1. 路床材料の材料特性

	江戸崎砂	霞ヶ浦砂	関東ローム
土粒子の密度 [g/cm^3]	2.689	2.706	2.702
最大粒径 [mm]	4.75	9.50	2.00
60 %粒径 [mm]	0.19	0.57	0.03
10%粒径 [mm]	0.015	0.255	
A 法の最適含水比 [%]	17.0	17.6	72.7
E 法の最適含水比 [%]	13.7	15.5	57.0

キーワード：透水性舗装，CBR 試験，サクション
連絡先：〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1　TEL:0836-85-9334

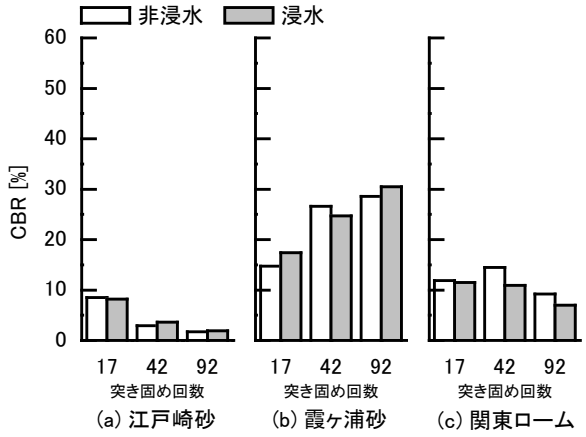

図 4. A 法の最適含水比で締固めた場合の CBR 試験結果

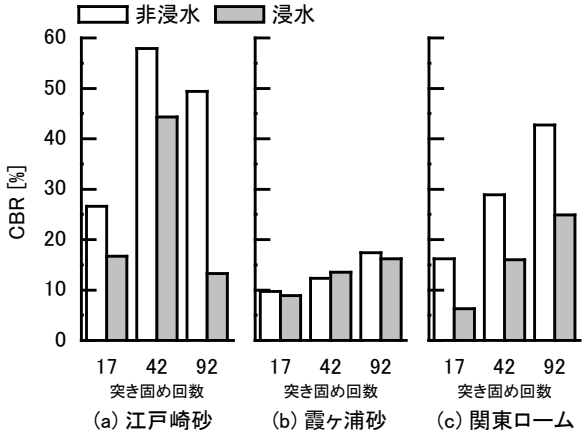

図 5. E 法の最適含水比で締固めた場合の CBR 試験結果

るためである．路床材料によって飽和度とサクションの関係，つまり保水特性が異なるため，CBR への影響度も異なると考える．**図 6**[2]は，江戸崎砂および霞ヶ浦砂を含む数種の砂質土の保水試験結果である．**図 6** より，霞ヶ浦砂の比水分容量（$-\Delta\theta/\Delta\psi$）は江戸崎砂に比べてはるかに大きく，体積含水率θが 0.1～0.3 程度の範囲で変化してもサクションがほとんど変化しない．**図 4**, **図 5** の CBR 試験における霞ヶ浦砂の体積含水率の変化（非浸水→浸水）は，A 法，E 法ともに 0.25→0.32 程度であり，**図 6** より，この範囲ではサクションの変化がほとんどないために，浸水しても CBR が変化しなかったと考える．一方，江戸崎砂の CBR 試験における体積含水率の変化（非浸水→浸水）は，E 法で 0.23→0.30, A 法では 0.30→0.30 であった．江戸崎砂の E 法では浸水による体積含水率の変化が大きいためにサクションが低下して**図 5** のように CBR が減少したのに対して，A 法では浸水しても体積含水率の変化がなかったためにサクションの変化がなく，**図 4** のように CBR が変化しなかったものと考える．

(2) 模型実験の変形特性の評価

模型実験での路床の構築は，A 法の最適含水比で作成し，締固めエネルギーは，CBR 試験でのおおよそ 17 回に相当する．そこで，A 法の最適含水比で作成した CBR 試験の突き固め回数 17 回の結果（**図 4**）から，江戸崎砂と関東ロームは浸水による CBR の低下は見られない．また，霞ヶ浦砂も他の締固め回数の場合を考慮すると浸水による CBR の低下はないと考えられる．したがって，今回の CBR 試験結果より模型実験の結果を評価すると，浸水による路面の沈下量の増大は路床の支持力

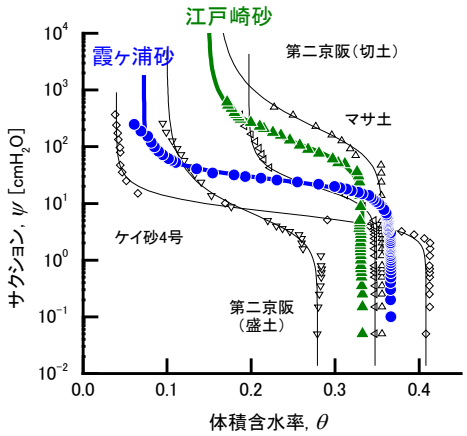

図 6. 体積含水率とサクションの関係 [2]

低下ではなく，路盤の支持力低下であると推測される．

4. まとめ

本研究から得られた知見を以下にまとめる．

- 路床材料及び，締固め含水比の違いで浸水による CBR 低下の程度は異なり，サクションが大きく関係していると考えられる．
- 模型実験の路面の残留沈下量の増大は，路床の弱化ではなく，路盤の弱化であると推測する．

参考文献

1) 中島伸一郎，小橋秀俊，岸田潔，木村亮：浸水した透水性舗装の変形特性に関する実験，土木学会舗装工学論文集 No.14,pp.41-48,2009.12

2) 矢野隆夫，西山哲，中島伸一郎，森石一志，大西有三：粒状路盤材および路床材の不飽和浸透特性，土木学論集 E1(舗装工学), Vol.67, No.2, 120-130, 2011.