

透水性舗装の路床土の応力依存性とその影響

日本道路株式会社 技術研究所 正会員 遠藤 桂
 日本道路株式会社 技術研究所 正会員 野田悦郎
 東京農業大学 地域環境科学部 正会員 竹内 康

1. 研究の背景

雨水を路盤や路床へと浸透させる透水性舗装の設計では、含水比が変化することによる路床土支持力の変化が舗装の挙動に及ぼす影響について考慮する必要がある。これまで、関東地方で採取した 2 種類の路床土について、一定応力条件下で含水比が変化したときの路床土の挙動について報告してきた¹⁾が、今回、現実の舗装の状態に則して、路床土の乾燥密度が等しいが含水比が変化したときの、様々な応力条件下での路床土の挙動について実験を行い、それらが舗装の構造設計に及ぼす影響を検討したので報告する。

2. 試験方法

神奈川県大和市で採取した粘性路床土と千葉県で採取した砂質路床土について、AASHTO T-294 に準拠して 15 組の応力条件で繰返し三軸試験を実施した。供試体の作成にあたっては、表-1 に示したように含水比を 4 水準設定した。まず、最適含水比および自然含水比に調整した試料を用意した。最適含水比の場合はそのまま直径 10cm 高さ 20cm の円柱モールドに静的に締め固めることによって作成（以下、OMC）した。その他の供試体は、自然含水比で静的に締め固めた後、そのままの供試体（以下、NMC）、モールドのまま 1 日あるいは 4 日水浸させた供試体（以下、それぞれ 1day, 4days）を用意した。なお、最適含水比の場合は、締め固め後の乾燥密度が自然含水比のときと等しくなるように試料を計量して作成した。このようにして、乾燥密度は等しいが、湿潤密度の異なる試料を 4 種用意することで、晴天が続く乾燥したり、あるいは雨水が浸透したりすることで含水比は変化しますがその容積は変化しない現場の路床土の状態をシミュレートした。载荷波形として 0.1 秒载荷 1Hz のハーバーサイン波を用い、試験結果は、供試体に作用した軸差応力 (σ_d) とレジリエントモジュラス (M_r) の関係として整理した。なお、両路床土の主な土質試験結果は、表-2 に示したとおりである。

表-1 供試体の作成方法

含水比の水準	試料調整方法	供試体サイズ	水浸日数	備考
最適含水比	OMC	直径10cm	—	乾燥密度は等しい
自然含水比	NMC		—	
1日水浸	NMC	高さ20cm	1日	
4日水浸	NMC		4日	

表-2 路床土の主な土質試験結果

試験項目	千葉産	大和産
自然含水比 (%)	27.7	137.1
最適含水比 (%)	26.0	89.4
最大乾燥密度 (g/cm^3)	1.468	0.556
塑性限界 (%)	20.3	110.7
液性限界 (%)	26.1	150.8
比重(15°C) (g/cm^3)	2.656	2.653
CBR (%)	1.3	12.3

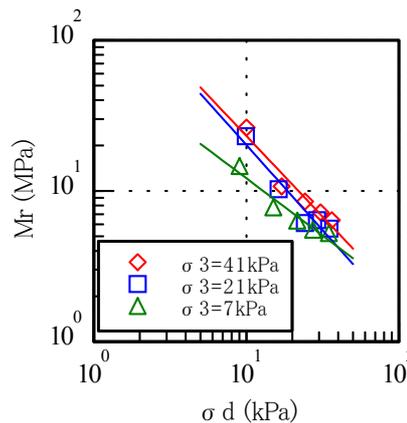


図-1 繰返し三軸試験結果

(粘性土, 4日水浸)

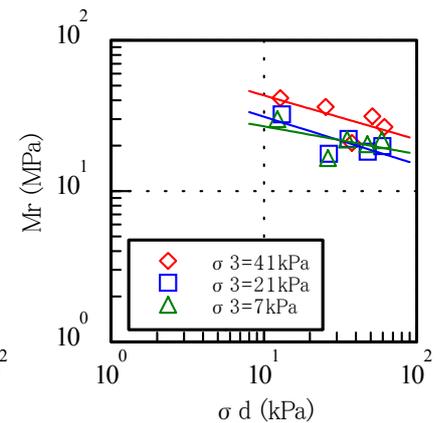


図-2 繰返し三軸試験結果

(砂質土, 4日水浸)

3. 路床土性状の応力依存性

試験結果の例として、4 日水浸させた供試体の σ_d と M_r の関係を図-1 と図-2 に示した。図には、試験結果の累乗近似線も合わせて記した。この結果、路床土の M_r は供試体に作用する応力に依存することがわかっ

キーワード:透水性舗装, 路床土, レジリエントモジュラス, 応力依存性, 路床の破壊回数

連絡先: 東京都大田区多摩川 2-11-20 日本道路株式会社技術研究所 Tel:03-3759-4872 Fax:03-3759-2250

た。これは、他の含水比の供試体にもいえることであり、特に、粘性路床土の場合は、その影響が大きく、4日水浸させた場合、より大きな応力に対して、著しく M_r が低下した。

近似線の傾きの絶対値が大きいことは、その材料の応力依存性が高いことを示す。含水比によってどれだけ路床土の応力依存性が高いかを示すために、この近似線の傾きを含水比ごとに整理すると図-3、図-4 のようになる。粘性土の場合、OMC から NMC までは近似線の傾きはほとんど変わらないが、1day そして 4days と含水比が増加するにつれて近似線の傾きが負の方向に急激に大きくなるのがわかった。このことは、透水性舗装の合理的な設計を行う場合、路床土が自然含水比以上の含水比になる頻度を的確に把握する必要があり、加えて、交通荷重の大きさも考慮する必要があることを示している。

一方、砂質系路床土の場合は、自然含水比付近でピークを示したが、近似線の傾きはほぼ 0~-0.3 の間にあり、含水比による差は粘性路床土ほど極端ではない。

4. 路床の破壊回数の試算

路床土の含水比および載荷荷重の大きさが、舗装の寿命にどのように影響するか検討するため、東京農業大学世田谷キャンパス内に施工した透水性舗装の試験舗装断面(図-5)に対して、AI 式により路床の破壊回数を試算した。荷重条件として、直径 30cm の円形等分布荷重が舗装表面に載荷したものとし、走行する車両重量についても考慮するため、10kN、29kN、そして 49kN の荷重について検討した。各層の厚さ、与えた M_r は図-5 のとおりであり、ポアソン比は全層 0.35 とした。路床の M_r に関しては、本実験で求めた各応力状態と M_r の関係と、仮定した M_r による計算応力が一致するまで繰り返し計算を行うことで決定した。舗装体内の応力は、多層弾性論を適用できるものと仮定して求めた。

いずれの場合も、荷重が 10kN で 1000 万回以上の破壊回数を示しており、軽交通に対しては、十分な寿命を示したが、29kN そして 49kN と荷重が増加すると、極端に破壊回数が減少した。特に粘性土に 49kN 載荷した場合の破壊回数は小さく、試算に用いた舗装断面は、通常の舗装の設計に当てはめると L 交通相当の寿命となる。粘性土の場合は、含水比の増加に従って破壊回数が減少する傾向を示し、砂質土の場合は、自然含水比でピークを示したように、路床の破壊回数は含水比にも影響を受けた。

路床土には応力依存性があり、それが含水比によっても異なることから、含水比が大きいことが舗装体内の応力条件によってはそのまま M_r が小さいことにつながらないこともある。透水性舗装の設計にあたっては、これらの点を適切に考慮する必要がある。また、弾性論以外のアプローチも検討する必要がある。参考文献 1) 例えば、遠藤ら:車道用透水性舗装を想定した路床土材料特性の室内検討, 土木学会第 56 回年次学術講演会, 2001 年 10 月

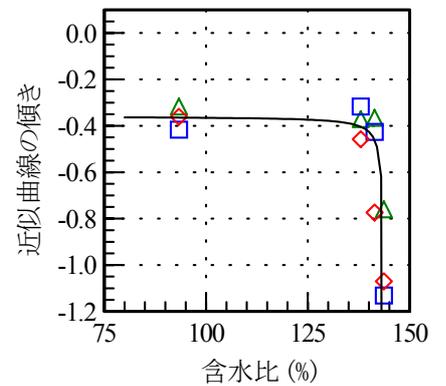


図-3 応力依存性の変化(粘性土)

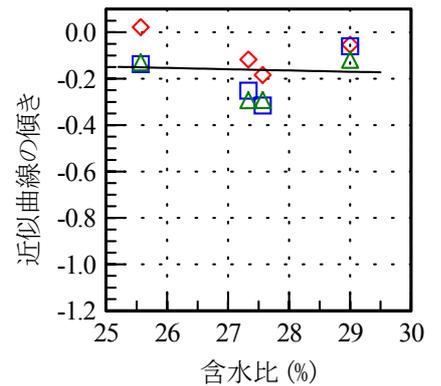


図-4 応力依存性の変化(砂質土)

	層厚 (mm)	M_r (MPa)
透水性 As	40	3000
透水性 AsBase	60	3000
C40	200	250
遮断砂	100	10
路床		

図-5 舗装断面図

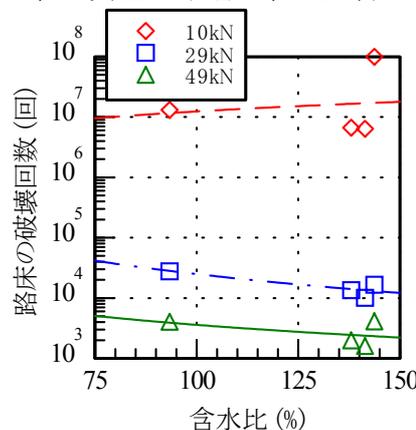


図-6 路床の破壊回数(粘性土)

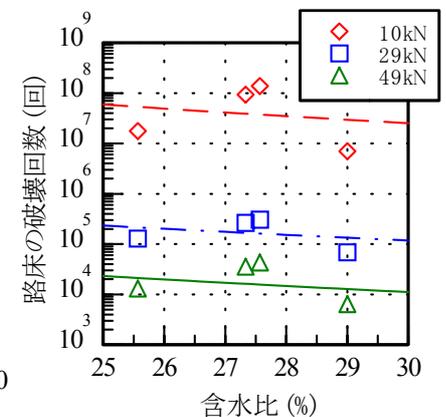


図-7 路床の破壊回数(砂質土)