

路盤締固め時の含水比と地下水位変化に着目した支持力特性

福岡大学大学院

学生会員

○中牟田 慎一郎

福岡大学工学部

正会員

佐藤 研一

藤川 拓朗

古賀 千佳嗣

1.はじめに 我が国の舗装管理における道路延長は120万kmを超え、膨大な舗装ストック量となっている。現在、各自治体は、厳しい財政状況にある中、舗装の計画的かつ効率的な維持管理の取り組みが進められている。舗装は、供用直後から車両の通行や雨水、紫外線などの影響によって舗装表面にひび割れやわだち掘れ等が発生する。そのため、機能・構造の健全性の低下や劣化が進行する土木構造物の1つである¹⁾。特に、供用中の路床路盤の支持力の低下は、舗装の耐久性に大きな影響を与えるとされている。そこで本報告では、路床・路盤の支持力低下要因について、1)路盤施工時における路盤材料の初期含水比の影響、2)路盤内の地下水位の影響について CBR 試験にて検討を行った結果について報告する。

2. 実験概要

2-1 実験に用いた試料 路盤材料として用いた試料は、最大粒径 40

mm 以下に調整したクラッシュラン (略記: C-40)を用いた。表-1 に物

理特性を示す。図-1 に、締固め試験により得られた締固め曲線を示す。ここで、実際の施工現場における品質管理では、下層路盤において締固め度 95%以上が要求される²⁾。このことから、最大乾燥密度が 2.25g/cm^3 であるため、目標の乾燥密度は、 $2.25 \times 0.95 = 2.13\text{g/cm}^3$ 以上となる。つまり今回用いた C-40 に関しては、目標乾燥密度を満たす含水比は、 $w=4\sim 8\%$ の範囲であることが確認できる。

2-2 実験条件及び実験方法 供試体作製方法は、突固めによる土の締固め試験方法

(JIS A 1210)に準じ E-b 法にて行った³⁾。所定の含水比に調整した試料を、3層 92 回に分けて突き固め供試体を作製した。表-2 に実験条件を示す。今回は施工時の路盤材の初期含水比の影響として、締固め試験より求められた目標乾燥密度を満たす含水比から $w=4, 5, 8\%$ と変化させ検討を行った。この際、路盤への地下水等による水浸の影響を把握するために、供試体の水浸期間を 0, 4 日と変化させ、路盤支持力に及ぼす検討を行った。また、路盤支持力に及ぼす地下水位影響を明らかにするために、供試体作製後の水浸時に写真-1 に示す容器を用い、表-2 に示すように水浸状態を 4 種類に変化させて貫入試験を行った。路盤の支持力の評価は、CBR 試験(JIS A 1211) から検討を行った。

3. 実験結果

3-1 施工時の初期含水比が路盤支持力に及ぼす影響

図-2(a) に非水浸条件、(b)に4日水浸後脱水し、貫入試験を実施した条件(JIS A 1211) ($H=0\text{cm}$)、(c)に4日水浸後、水浸状態のまま貫入試験を実施した

条件($H=12.5\text{cm}$)についての荷重強さ-貫入量曲線を示す。初期含水比に着目するとそれぞれの条件において、最適含水比である $w_{opt}=5\%$ 時にも大きい荷重強さを示し、同程度の乾燥密度では、湿潤側の $w=8\%$ 時より乾燥側の $w=4\%$ 時の方が大きい荷重強さを示している。これは、含水比の増加に伴い、供試体のサクシオンが低下したためと考えられる。また、(a)の非水浸条件と(b)の水浸条件($H=0\text{cm}$)を比較すると、貫入量10mmでは各含水比で荷重強さが10~20MN/m²程度低下しており、水浸が支持力低下を引き起こす大きな要因であることが分かる。図-3に初期含水比の違いによる(a)非水浸条件と(b)4日間水浸後脱水した条件($H=0\text{cm}$)のCBR値を示す。結果より、最適含水比

表-1 物理特性

試料	均等係数 U_c	曲率係数 U_c	細粒分含有率 $F_c(\%)$
C-40	9.23	1.54	5.19

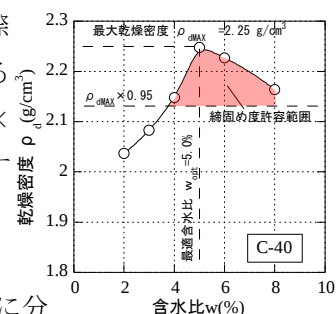


図-1 締固め曲線



写真-1 水浸 CBR 試験の様子

表-2 実験条件

試料	初期含水比(%)	突き固め方法	水浸水位H(cm)	水浸養生(日)
C-40	4, 5, 8	E-b法(92回)	0	0, 4
			4	
			8	
			12.5(完全水浸)	

キーワード 路盤, 含水比, 地下水位, 支持力低下

連絡先 〒814-0180 福岡市城南区七隈 8-19-1 福岡大学工学部 TEL092-871-6631(ext.6464)

である $w_{opt}=5\%$ においては、水浸によるCBR値差はみられないが、その他の初期含水比では水浸によるCBR値の低下がみられる。図-4に水浸(H=0cm)によるCBR値の低下率を示す。ここで、CBR値の低下率の算出に関しては、CBR低下率

$=(\text{非水浸時のCBR}-\text{水浸後(H=0cm)のCBR})/\text{非水浸時のCBR} \times 100(\%)$ から算出している。この結果より、CBR低下率は、最大乾燥密度となる含水比5%時で最も低く、最大乾燥密度より湿潤側で低下率の大きいことがわかる。前述したようにC-40の路盤材として要求される乾燥密度は、 $2.13\text{g}/\text{cm}^3$ 以上である(図-1)。そこで、図-3にこの乾燥密度を満足する領域を赤のハッチで示す。これより、最大乾燥密度より湿潤側でのCBR値の低下が大きいことが確認できる。このことから、乾燥密度の目標値を満足する初期含水比の範囲内で施工しても、地下水の上昇やAs層のひび割れからの雨水の浸透の影響によりCBR値が低下することが予想される。その支持力低下挙動は、施工時の路盤材の初期含水比に影響を受けると考えられる。路盤の施工時の路盤材の初期含水比の調整は乾燥側かつ最適含水比に近い状態であることが重要であると言える。

3-2 路盤内の地下水位が支持力に与える影響 図-5に路盤の支持力特性に及ぼす水浸水位(H)の違いに着目

した10mm貫入時の荷重強さの結果を示す。水浸水位(H)の違いに着目すると、どの初期含水比においても、4日水浸後脱水した条件から水位の増加に伴い、荷重強さの低下が確認できる。これは水位の上昇に伴い、供試体内の間隙水圧が上昇し有効応力が低下したことが原因だと考えられる。水浸に伴う支持力低下に及ぼす初期含水比の影響としては、3-1で前述した結果同様、最適含水比である $w_{opt}=5\%$ 時の荷重強さが最も大きく、次いで乾燥側の4%、湿潤側の8%となり、同程度の乾燥密度である供試体においては湿潤側の方が水浸の影響による支持力の低下が大きくなることが分かる。そこで、10mm貫入時における水浸に伴う支持力の低下の状況を初期含水比の違いに着目して整理した結果を図-6に示す。この結果より、いずれの初期含水比においても水浸状態のまま貫入試験を行った供試体の方が、荷重強さが小さいことが分かる。このことから、実路盤においても、定常的あるいは長期的な降雨時に地下水位が高い状態の舗装体において、路盤の支持力の低下が引き起こることが考えられる。

4. まとめ 1) 路盤材是水浸を受けるとサクシヨンの低下により、路盤の支持力の低下することが確認された。2) 路盤の締固め施工時の含水比の調整は、乾燥側かつ、より最適含水比に近い状態に保つことが重要である。3) 地下水による路盤の支持力の低下の改善策としては、排水機能の高い路盤材を用いることが望ましいと考えられる。

【参考文献】1) 藪雅行：舗装の延命化に関する土木研究所の取り組みと今後の展開、道路建設，pp.25-30,2016。2) 国土交通省：土木工事施工管理基準及び規格値，II-7,2013。3) 公益社団法人地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説，p402，2009。4) 運輸省港湾技術研究所：高地下水位下における空港アスファルト舗装の構造設計，港湾技研試料，No.875，1997。

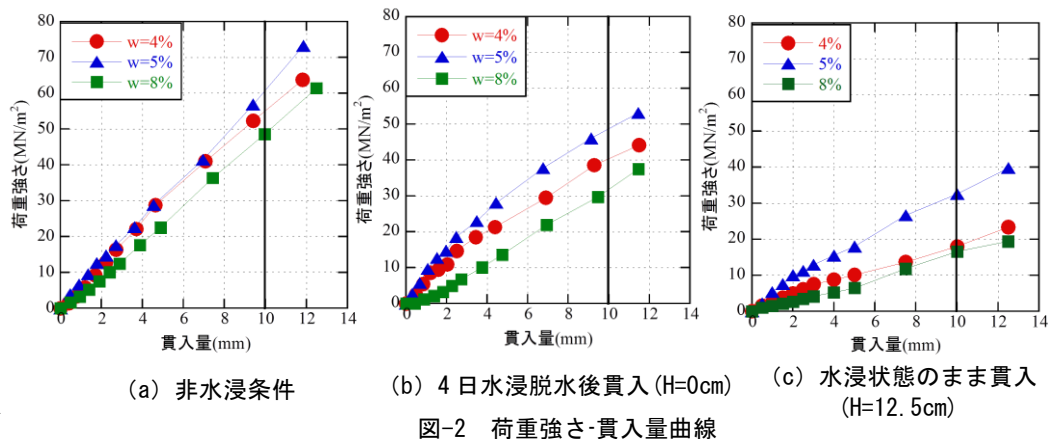


図-2 荷重強さ-貫入量曲線

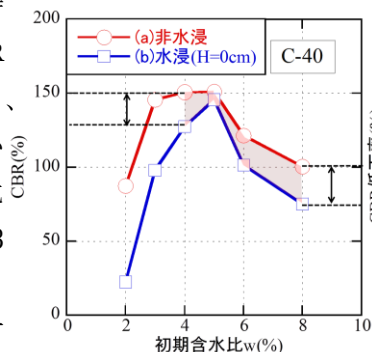


図-3 各初期含水比におけるCBR値

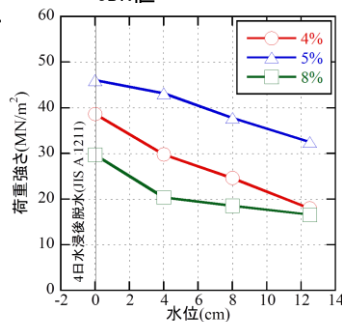


図-5 10mm 貫入時の水位(H)と荷重強さの関係

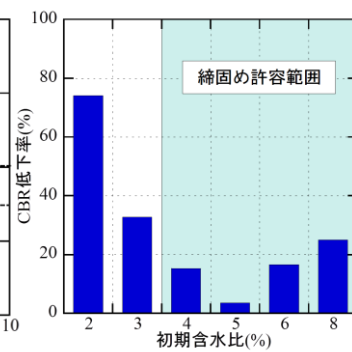


図-4 水浸によるCBR値の低下率

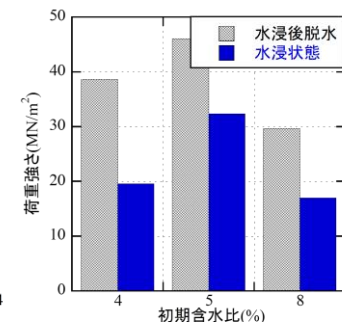


図-6 供試体状況の違いにおける10mm 貫入時の荷重強さ