

雨水浸透による路盤支持力低下挙動の検討

福岡大学工学部 学生会員 岡崎 紅 北村 拓海
 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 アスファルト舗装は供用にともない性能が低下し、わだち掘れ、ひび割れやたわみが発生し、劣化が徐々に進行する構造物である。また、この劣化の主要因として雨水浸透による路盤支持力低下が指摘されている。路盤は、雨水浸透により路盤内の細粒分が抜け出し間隙構造が変化することで支持力が低下し、路盤が変形する。そのため、アスファルト層にリフレクションクラックが発生し、舗装の劣化が進行する(写真-1)と言われている。しかし、供用中の路盤内を観察するのは困難であり、詳細に調査・分析を試みた例も少ない²⁾。そこで本研究では、路盤の雨水浸透による支持力低下挙動について特に、供試体内の間隙水の状態に着目してCBR試験にて検討を行った結果について報告する。



写真-1 雨水浸透による舗装劣化後の路盤の状況

2. 実験概要

2-1 実験試料及び実験条件 本検討では、浸水による支持力低下を容易に観察するため、一般的に利用される路盤材ではなく水による影響を受けやすい太宰府まき土を実験試料として用いた。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³⁾。このことから、最大乾燥密度が2.13g/cm³であるため、目標の乾燥密度は、2.13×0.95=2.02g/cm³以上となる。つまり今回用いたまき土に関して

表-1 物理特性

試料名	太宰府まき土
外観	
土粒子密度 ρ _s (g/cm ³)	2.641
細粒分含有率F _c (%)	8.6

は、目標を満たす含水比は、w=4.2~9.5%の範囲であることが確認できる。図-2に試料の粒径加積曲線を示す。

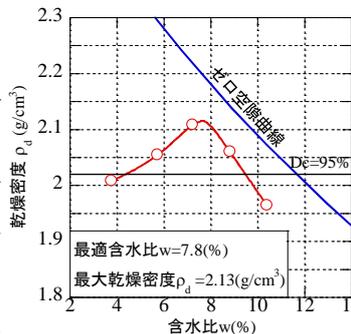


図-1 締固め曲線

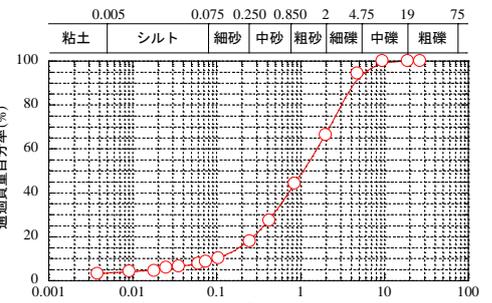


図-2 試料の粒径加積曲線

2-2 実験条件及び実験方法 供試作製方法は、突き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⁴⁾。表-2に供試体作製条件を示す。また、今回はすべての条件で供試体の乾燥密度を統一

表-2 供試体作製条件

	初期含水比w(%)	乾燥密度 ρ _d (g/cm ³)
乾燥側	4.2	2.02
最適	7.8	2.02
湿潤側	9.5	2.02

するため最適含水比において突き固め回数を42回に回数を減らして行った。表-3に実験条件を示す。また、初期含水比による影響について、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w=4.2(下限値),7.8(最適含水比),9.5(上限値)%と変化させ検討を行った。更に、雨水浸透による路盤支持力の変化をみるために、供試体作製後に供試体上部より霧吹きで散水を行った。散水量については、供試体の含水比がw=1.0,2.0,4.0%上昇するように設定した。また、貫入試験は、散水した水が供試体上部から全て浸透した直後に行った。表-4

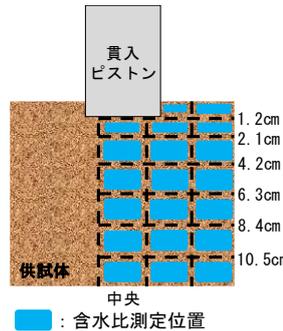


図-3 含水比測定位置

表-3 実験条件

試料	初期含水比w(%)	突き固め回数	散水量
まき土	4.2(乾燥側) 7.8(最適) 9.5(湿潤側)	E-b法(92回) 最適の場合は42回	0ml 45ml 90ml 180ml

に各条件での浸透終了までの時間を示す。乾燥側、最適、湿潤側の順で、浸透に時間がかかっている。今回、雨水浸透による支持力低下の挙動を確認するために、貫入試験直後に図-3に示す箇所にて含水比の測定を行っている。含水比の測定は鉛直方向に7箇所、水平方向に供試体中央から外側に向かって3箇所、貫入位置を除いた全20箇所のサンプルを採取して行っている。

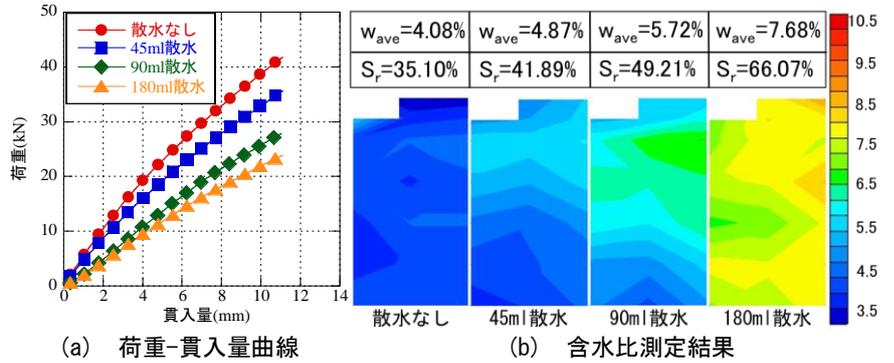
表-4 各条件での浸透終了までの時間

	散水から浸透までの時間		
	45ml	90ml	180ml
乾燥側	6min	30min	1h
最適	22min	38min	1h
湿潤側	15h	24h	48h

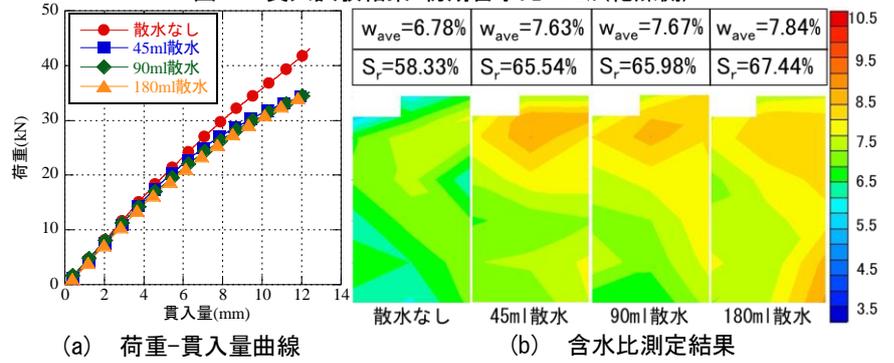
3. 実験結果及び考察

3-1 4.2%(乾燥側)の場合

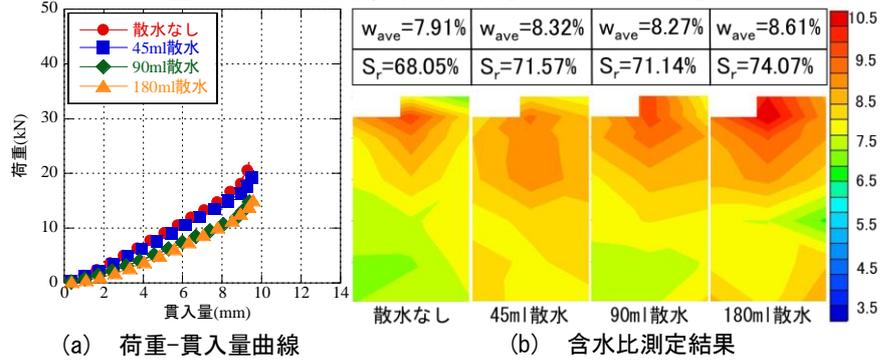
図-4 に初期含水比 4.2%での貫入試験結果を示す。(a)に荷重-貫入量曲線、(b)含水比測定結果を示している。また、供試体全体の含水比の平均値と飽和度も示している。散水に伴い貫入量に対する荷重の大きな低下が見られ、支持力が低下していることがわかる。また、散水に伴い、供試体上部から含水比が上昇し、徐々に全体に浸透していることがわかる。このように供試体内に水が浸透することで、飽和度が上昇し、サクシオンが大きく低下したことが、支持力が低下した要因と考えられる。



(a) 荷重-貫入量曲線 (b) 含水比測定結果
図-4 貫入試験結果:初期含水比 4.2%(乾燥側)



(a) 荷重-貫入量曲線 (b) 含水比測定結果
図-5 貫入試験結果:初期含水比 7.8%(最適含水比)



(a) 荷重-貫入量曲線 (b) 含水比測定結果
図-6 貫入試験結果:初期含水比 9.5%(湿潤側)

3-2 7.8%(最適含水比)の場合

図-5 に初期含水比 7.8%での貫入試験結果を示す。乾燥側と同様に散水による支持力の低下が確認できる。しかし、散水量の増加に伴う支持力の低下はほとんど見られない。これは、乾燥側とは異なり、散水に伴う水が供試体内に滞留することなく、供試体下部から浸透水が流れ出し、供試体含水比の変化が小さいことが要因と考えられる。

3-3 9.5%(湿潤側)の場合

図-6 に初期含水比 9.5%での貫入試験結果を示す。支持力は、3つの条件の中で最も小さい。また、45ml 散水では、支持力の低下がほとんど生じていない。湿潤側では、初期状態においても飽和度が高いことが要因といえる。しかし、散水量の増加に伴い、徐々に含水比の変化による飽和度も上昇し、支持力低下の挙動を示している。これは、含水比分布図からも分かるように、上部に滞水が生じたことが要因と考えられる。次に図-7 に各初期含水比における CBR 値を示している。各条件の散水に伴う CBR 値は、最適含水比で最も変化量が少ないことがわかる。これに対し、乾燥側で最も CBR 値が、大きく低下している。一方、湿潤側では、他の2つの供試体より散水前の CBR 値が非常に小さく、滞水の影響によりさらなる CBR 値の低下が見られる。以上のことから、雨水浸透による路盤内の含水比の上昇は、路盤支持力の低下が生じ、舗装の劣化に繋がることが示された。また、その劣化状況は、路盤の締固め時の含水比の状態に大きく影響を受けることも明らかになった。

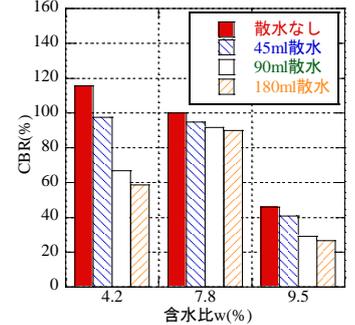


図-7 各初期含水比における CBR 値

4. まとめ 1) 雨水浸透による路盤支持力低下は、路盤の締固め時の含水比により異なることが示された。2) 路盤内に雨水が浸透した場合、路盤内に雨水が滞留すると路盤支持力の低下が大きく、雨水が滞留しない路盤であれば路盤支持力の低下が小さいことが示された。

【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) 高橋ら：高速道路におけるアスファルト舗装の「解体新書」プロジェクト：土木学会論文集 E1(舗装工学),Vol.71,No.3(舗装工学論文集第 20 巻),I_93-I_101,2015. 3) 国土交通省：土木工事施工管理基準及び規格値, 2-7, 2013. 4) 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.