河川堤防を想定した様々な地盤材料の水分特性曲線の比較

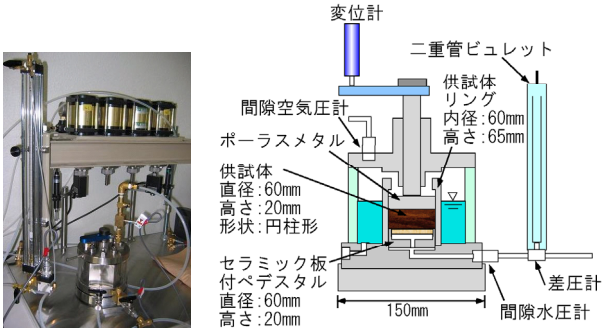
茨城大学　学生会員　○内田佳子，正会員　小峯秀雄
フェロー会員　安原一哉，正会員　村上哲
学生会員　工藤竜太

1．はじめに

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の第 4 次報告書第 1 部作業部会報告書において，21 世紀末には気温が最大 6.4℃上昇すると報告されている [1]．地球温暖化に伴う気候変動により，近年，日本では異常少雨の傾向および，集中豪雨の発生件数の増加が生じている [2]．2000 年の東海豪雨，2004 年の福井豪雨などに見られるように，集中豪雨により大きな被害が発生している．集中豪雨による被害の一種として河川堤防の決壊が挙げられる．河川堤防決壊の原因の 1 つである降雨・河川水の浸透では，集中豪雨により河川堤防内部に降雨および河川水が浸透するため，浸透による河川堤防の挙動を知る必要がある．浸透による河川堤防の挙動は，集中豪雨時の浸水過程と集中豪雨後の排水過程の二過程に分けられると考えられる．本研究では，上記二過程のうち排水過程に着目した．また，河川堤防の築造には多量の地盤材料を必要とすることから，経済的な条件により，築堤材料は現地に近接する地域から入手されることが多い．築堤材料を近接地域から入手するため，排水過程における挙動は築堤材料の入手地域により異なる．以上のような背景から，排水過程に着目し土の保水性試験より得られた水分特性曲線を用いて，排水過程におけるせん断強度の変化を評価した．また，既往の研究 [3]より得られている排水過程における一次元変形特性を用いて，水分特性曲線との比較を行った．

2．実験の概要

本研究では，土の保水性試験を行い，堤体地盤材料の排水過程における水分特性曲線を比較する．堤体地盤材料は，河川堤防に用いられることを想定し，関東ローム(茨城県)，赤ぼく(大分県)，黒ぼく(大分県)，1 次しらす(鹿児島県)，2 次しらす(鹿児島県)，まさ土(山口県)，対雁築堤材料(北海道)および江別(北海道)の 8 種を用いた．この中で，対雁築堤材料は実際に北海道江別市にて河川堤防に用いられている築堤材料である．



a) 試験容器写真　　b) 概略図

図 1 土の保水性試験機の概略図

表 1 築堤材料の初期の乾燥密度および間隙比

堤体地盤材料	関東ローム	赤ぼく	黒ぼく	1 次しらす
初期乾燥密度 ρ_d(g/cm^3)	0.61	0.50	0.63	0.96
初期間隙比　e	3.41	4.34	2.99	1.40

堤体地盤材料	2 次しらす	まさ土	対雁築堤材料	江別
初期乾燥密度 ρ_d(g/cm^3)	0.90	1.49	1.07	1.5
初期間隙比　e	1.91	0.89	1.54	0.74

3．土の保水性試験

図 1 に，本研究で用いる実験装置の写真および概略図を示す．土の保水性試験は，三軸室を用いた加圧板法により実施した．本研究では，河川堤防の排水を模擬するために排水過程にて試験を行った．供試体の作製方法は，締固めによる実施工を模擬し直径 20.0mm，高さ 207mm および質量 502.8g の透水試験用円柱形突棒を用いた動的締固め方法を採用した．供試体は直径 60mm，高さ 20mm を目標寸法とした円柱形である．試験方法および評価は，地盤工学会基準「土の保水性試験方法」(JGS 0151-2000)に準拠して行った．表 1 に，各堤体地盤材料

Comparison to soil water characteristic curves of geomaterial for riverbank. :Yoshiko UCHIDA, Hideo KOMINE, Kazuya YASUHARA, Satoshi MURAKAMI and Ryuta KUDO (Ibaraki University)

の初期乾燥密度，初期間隙比を示す．

４．排水過程における水分特性曲線

各築堤材料の水分特性曲線を図 2 に示す．図 2 より，まさ土，1 次しらすおよび 2 次しらすはほぼ同様の水分特性曲線を描いた．対雁築堤および江別は初期乾燥密度が異なったため水分特性曲線が異なったが，傾きが同程度であった．水分特性曲線の傾きから体積含水率の低下に伴うマトリックポテンシャルの増加により，排水による土粒子間の吸着力も増加し，せん断強度が増加すると考えられる．したがって，傾きが同程度である，まさ土，1 次しらす，2 次しらすと対雁築堤，江別は，排水過程でのせん断強度の増加はそれぞれ同程度と思われる．

一方，赤ぼくの方が黒ぼくに比べ大きな傾きを示した．同様に，変形特性においても赤ぼくは黒ぼくより大きな間隙比減少量を示した（図 3 参照）．したがって，赤ぼくは排水過程において密になるために，体積含水率が等しく変化する黒ぼくに比べ強度が大きくなると考えられる．

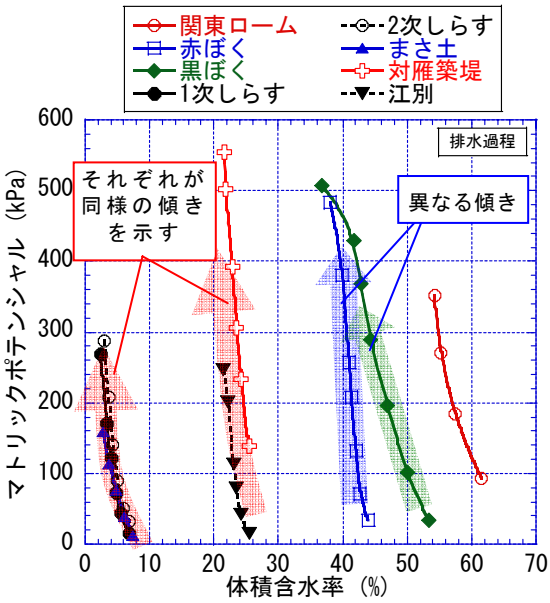


図 2 各築堤材料の水分特性曲線

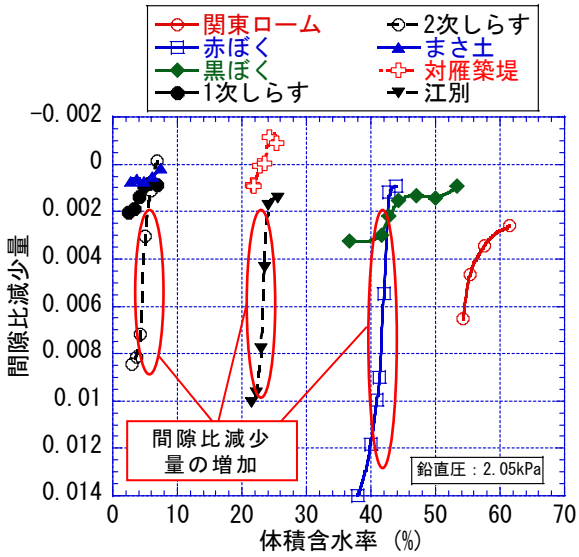


図 3 排水過程における間隙比減少量 [3)]

５．変形特性との比較

排水過程における一次元変形特性では，1 次しらす，まさ土および対雁築堤の間隙比減少量が小さく，2 次しらす，江別は間隙比減少量が大きいとされた（図 3 参照）[3)]．しかし，水分特性曲線ではそのような差異が見られなかった．したがって，1 次しらす，2 次しらす，まさ土，対雁築堤および江別は一次元変形特性と水分特性曲線の間に異なる傾向があると思われる．一方，赤ぼくおよび黒ぼくは，水分特性曲線の傾きが小さい黒ぼくの間隙比減少量が小さく，水分特性曲線の傾きが大きい赤ぼくの間隙比減少量は大きい．したがって，赤ぼくおよび黒ぼくは水分特性曲線と変形特性は同様の傾向を示すと考えられる．

６．まとめ

1 次しらす，2 次しらす，まさ土と対雁築堤，江別は，それぞれ排水過程におけるせん断強度の増加が同程度と考えられ，水分特性曲線と一次元変形各試料との間には異なる傾向が見られた．一方，赤ぼくおよび黒ぼくは排水過程における水分特性曲線の傾きが異なり，赤ぼくの方がせん断強度の増加が大きいと考えられる．また，赤ぼくおよび黒ぼくは，水分特性曲線と一次元変形特性は同様の傾向を示すことが見られた．

謝辞：本研究は，環境省地球環境研究総合推進費による研究の一部である．また，試料の収集には，基礎地盤コンサルタンツ九州支社，同熊本支店，同鹿児島事務所，復建調査設計(株)および(独)北海道開発土木研究所の方々にご協力いただいた．ここに深謝申し上げます．

参考文献 1)IPCC：IPCC 第 4 次評価報告書第 1 作業部会報告書政策決定者向け要約，2007．2)原沢英夫，西岡秀三：地球温暖化と日本　自然・人への影響予測，古今書院，pp.1-55，2003．3) 内田佳子，小峯秀雄，安原一哉，村上哲，工藤竜太：河川堤防を想定した堤体地盤材料の排水過程における一次元変形特，第 42 回地盤工学研究発表会，2007．4)山内豊聡監修，土質工学会九州支部編：九州・沖縄の特殊土，九州大学出版会，pp.93-166，1983．