

中間土堤体土の吸水軟化試験による浸透耐性の評価と供試体作製方法の影響

名城大学大学院	学生会員	○田中 貴之
名城大学	正会員	小高 猛司
建設技術研究所	正会員	李 圭太
中部土質試験協同組合	正会員	久保 裕一
土木研究所	正会員	石原 雅規
横浜国立大学	正会員	崔 瑛

1. 目的

河川堤防の築堤材料は地域性などに応じて様々であるが、特に細粒分の含有量は堤体の土質分類に直接影響するとともに、安定性照査に用いる土質定数の設定にも強く関与する。本報では、実堤防から簡易サンプラーで採取した細粒分を多く含む中間土の堤防土の力学特性の評価について考察する。具体的には、渋井川¹⁾、梯川²⁾の堤体で採取した不攪乱試料を用いて、CUB 試験と堤防の浸透条件を模擬した吸水軟化試験^{3)~5)}を実施した。また、吸水軟化試験における供試体作製法の影響を検討するため、梯川堤防土の不攪乱試料を一旦凍結した試料と、不攪乱試料と同位置で掘削採取した攪乱試料を締め固めて再構成した供試体を用いた試験も実施した。

2. 各試験の粒度分布と CUB 試験結果

図1に渋井川堤防土、図2に梯川不攪乱試料、図3に梯川の再構成試料と凍結試料の粒度分布を示す。図1の渋井川堤防は細粒分含有率 F_c が50%付近である細粒分を多く含む中間土である。図2の梯川堤防土の不攪乱試料は F_c が非常に多い中間土であり、図3の凍結試料と不攪乱試料も図2と同様の F_c が多い中間土である。

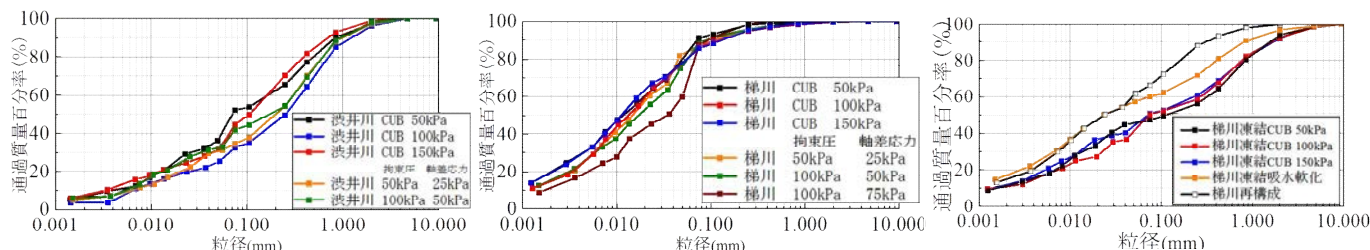


図1 渋井川堤防土 粒度分布

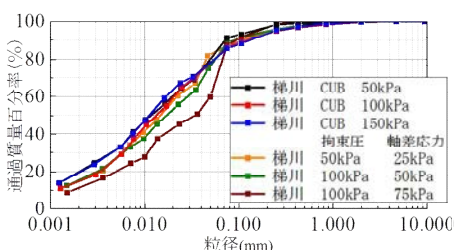


図2 梯川不攪乱試料 粒度分布

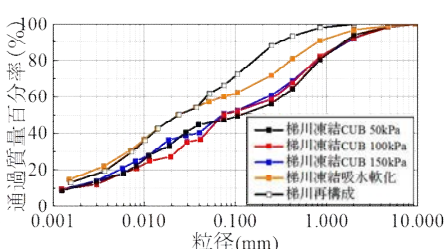


図3 梯川凍結、再構成試料 粒度分布

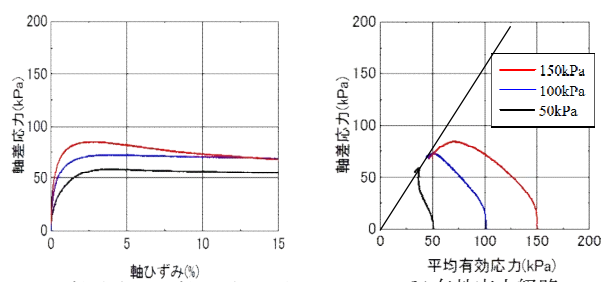


図4 三軸 CUB 試験 (渋井川)

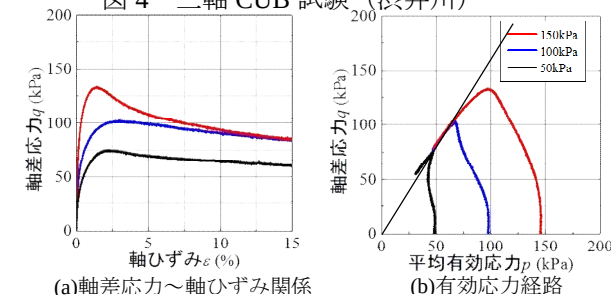


図6 三軸 CUB 試験 (梯川凍結試料)

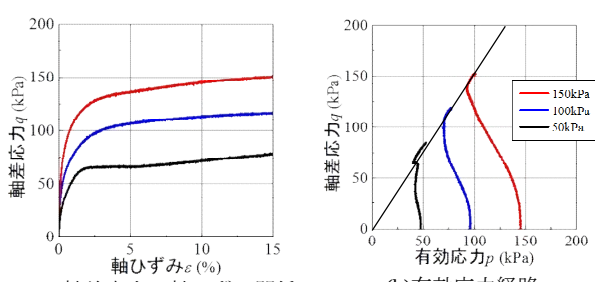


図5 三軸 CUB 試験 (梯川不攪乱試料)

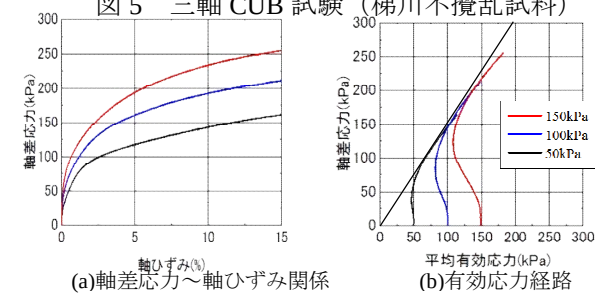


図7 三軸 CUB 試験 (梯川再構成試料)

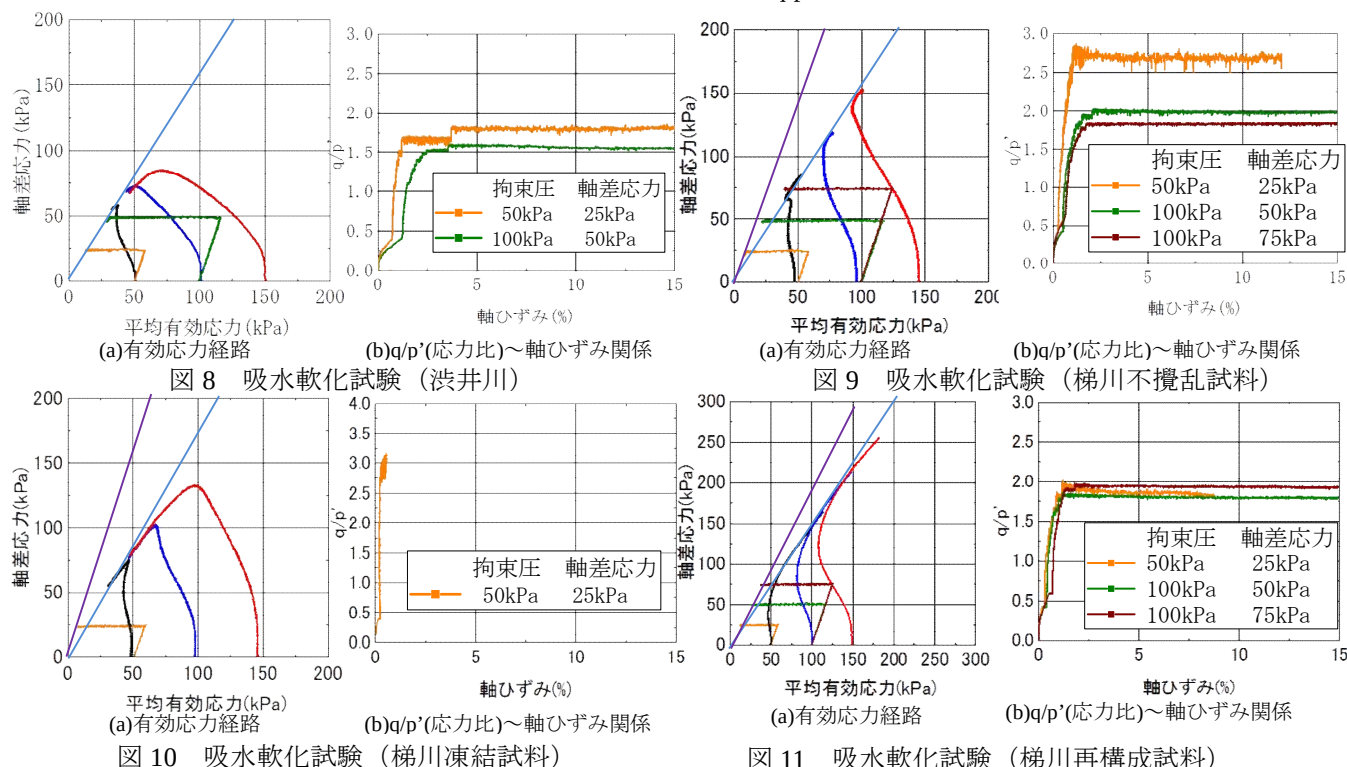
キーワード 河川堤防 三軸試験 力学特性 吸水軟化試験 浸透破壊 凍結履歴

連絡先 〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501 名城大学理工学部 TEL: 052-838-2347

図4～図7にCUB試験の結果を示す。図4の渋井川試料は、低拘束圧ではやや過圧密土的な挙動を示すものの、拘束圧が大きくなると正規圧密土的となる。限界応力比は1.5程度である。図5の梯川不攪乱試料はせん断後半に正のダイレイタンスーを示す過圧密土的な挙動を示し、限界応力比は1.5程度である。図6の梯川凍結試料では、せん断後半に塑性収縮を伴うひずみ軟化を示し、限界応力比は1.5程度である。本研究グループでは砂質堤体土の強度定数を評価するにはせん断前半部での評価が重要と考えているが、中間土のこの試験結果を見る限り、せん断初期において凍結履歴の影響は小さいことが示唆される⁵⁾。図7の梯川再構成試料は、図5の不攪乱試料とほぼ同じ間隙比であるにも拘わらず、正のダイレイタンスーの発現が顕著となることが分かる。

3. 吸水軟化試験による浸透耐性の評価と供試体作製方法の影響

図8～11に吸水軟化試験の結果を示す。参考のため吸水軟化試験の結果にはCUB試験の結果も示す。排水せん断で所定の軸差応力に到達した後、軸差応力を一定に保持しながら有効応力を低下させる。図8の渋井川堤防土の応力比 q/p' ～軸ひずみ関係を見ると、応力比が1.5～1.7に達した後、軸ひずみが急速に発生している。図9の梯川不攪乱試料の軸差応力25kPaの吸水軟化試験での q/p' ～軸ひずみ関係を見ると、 q/p' は2.8程度まで到達している。 q/p' が3.0に近づくとも有効拘束圧がゼロに近づいていることを表している。したがってこの梯川不攪乱試料は浸水によって有効拘束圧が急激に減少しても、一定のせん断強度を保持していることを示唆している。また、軸差応力が大きくなるに従い、軟化が発生する q/p' が小さくなりCUB試験の限界応力比に近づいている。図10の梯川凍結試料では q/p' は3.0に達しており、凍結履歴による差はあまり見られなかった。これより、細粒分が卓越した中間土ではひずみが小さい範囲においては、凍結履歴による影響は小さいと考えられる。図11の梯川再構成試料では、 q/p' は1.8～2.0であり、軸差応力25kPaにおいては不攪乱試料よりも q/p' が小さくなり、攪乱の影響が現れている。



4. まとめ

吸水軟化時に到達できる応力比 q/p' によって堤体土の浸透耐性を評価することが可能であるが、中間土である梯川堤体土においては、凍結履歴の影響は小さいが、攪乱による影響は現れることが本報の試験結果により示された。

砂質土の試験結果を別報⁶⁾で示すが、土質に応じた吸水軟化試験による浸透耐性の評価法を提案する予定である。

参考文献: 1)高木ら:平成27年9月関東・東北豪雨で破堤した渋井川堤防土の三軸試験,第71回土木学会年次学術講演会,2016. 2)石原ら:梯川旧堤で実施した現地堤防地盤調査,第4回河川堤防技術シンポジウム,2016. 3)小高ら:弾塑性論と吸水軟化試験による砂質土の強度定数に関する考察,第70回土木学会年次学術講演会,2015. 4)小高ら:「粘性土」堤体土の浸透時の力学特性の評価,第4回河川堤防技術シンポジウム,2016. 5)小高ら:吸水軟化試験による細粒分が卓越した堤防土の浸透耐性の評価,第52回地盤工学研究発表会,2017. 6)久保ら:吸水軟化試験による砂質土の浸透耐性の評価,第72回土木学会年次学術講演会,2017.