

ゆる詰めおよび密詰めの実地礫質堤防土の強度評価

名城大学大学院

学生会員

○湯貫 敬, 李 朝暉

名城大学

正会員

小高猛司

日本公営

正会員

李 圭太

中部土質試験協同組合

正会員

久保裕一

1. はじめに

我々の研究グループでは、様々な実河川の礫質堤防土を採取して、数多くの大型三軸試験を実施してきた。原粒度あるいはそれに近い粒度で現地密度に再構成した礫質土供試体を CUB 条件で大型三軸試験を実施するとゆる詰め挙動を呈し、せん断強さが小さく評価される場合が多いことを示してきた¹⁾。また、実務で用いる直径 10cm、高さ 20cm の中型供試体の三軸試験を実施するために、せん頭粒度調整試料の適切な密度補正法とあわせて、吸水軟化試験の適用についても検討をしてきた²⁾。本報では、ゆる詰めと密詰めの種類の実河川堤防試料によって、大型と中型供試体の三軸試験結果を比較し、礫質土の強度決定法について検討する。

2. 試験概要

本研究では、CUB 試験と吸水軟化試験を実施した。吸水軟化試験とは、三軸試験のせん断過程において所定の異方応力状態から、軸差応力を一定に保ちつつ間隙水圧を徐々に上昇させることによって土を破壊に至らしめる試験である。実際に、堤防法面の浸透すべり破壊は有効応力低下による主働破壊であるため、大きな前兆もなく一気に崩壊する。通常の CUB 試験で低有効応力条件下にある土の軟化の閾値を精度良く見つけることは容易ではなく、自ずと限界がある。そのため、有効応力経路を精密に制御することで、対象土の骨格構造が急激に変化し始める有効応力条件を探索することを目的に吸水軟化試験を実施する。

今回は、山陽地方の O 川、四国地方の M 川、山陰地方の K 川の実堤防から採取した試料を使用した。採取した試料は実験室に搬入後、自然乾燥させた後に四分法を用いて均等に小分けを行った。図-1 に粒度分布を示す。直径 20cm の大型三軸試験用には 53mm でせん頭粒度調整を行った。一方、直径 10cm の中型三軸試験

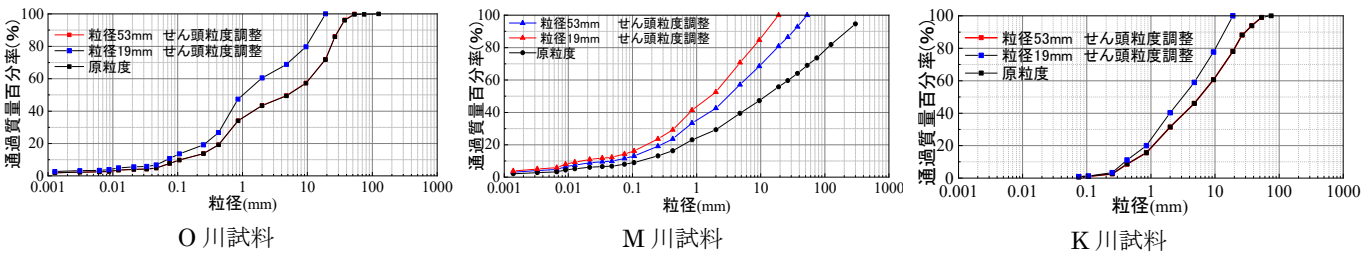


図-1 粒度分布

表-1 試験条件と試験結果

試料名	乾燥密度(g/cm ³)	供試体寸法	最大粒径(mm)	CUB試験		吸水軟化試験	
				内部摩擦角(°)	粘着力(kPa)	内部摩擦角(°)	粘着力(kPa)
小田川	1.863	大型	53	26	0	32	1
	1.663	中型	19	22	0	31	2
物部川	1.816	大型	53	23	0	36	1
	1.68	中型	19	21	0	37	0
国府川	1.7	大型	53	43	0		
	1.698	中型	19	41	0		

※実際の現場密度は 1.80g/cm³ であるが、高密度の供試体を作製出来なかったためにこの密度で実施した。

キーワード 礫質土、河川堤防、せん断強さ

連絡先 〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1 丁目 501 名城大学理工学部 TEL052-838-2347

用には19mmでせん頭粒度調整を行い,53mm径の大型供試体中の19mm超の礫が占める体積を控除して19mm以下で構成されていた土のみの密度を補正して乾燥密度を算出した。試験条件と各試料の吸水軟化試験とCUB試験における内部摩擦角と粘着力を表-1にまとめた。なお, O川とM川試料の供試体は含水比5%, K川試料の供試体は含水比10%に調整した後, 5層に分けて慎重に密度管理を行いながら締め固めて作製した。

本報では, 紙面の都合上, 載荷速度0.1%/minの単調載荷で行った圧密非排水せん断(CUB)試験の結果と初期せん断荷重として15kPaと25kPaの軸差応力を与えて実施した吸水軟化試験の結果を同時に載せる。

3. 試験結果

図-2に各試料の有効応力経路を示す。いずれの試料も大型供試体は現地の密度, 中型供試体はそれを基準とする補正密度で試験を実施しているが, CUB試験結果より, O川試料とM川試料はゆる詰め, K川試料は密詰め傾向を示した。多くの礫質土はO川, M川のようなゆる詰め傾向を示すが, K川試料は非常に密詰めの傾向を示し, 我々の研究グループの経験からは, これだけ締固まった礫質土堤体はレアケースである。

3試料ともに, 大型供試体と中型供試体のCUB試験の有効応力経路は類似しており, 粒度調整並びに補正乾燥密度を適用した中型供試体でも, 現地と同じ構造を再現できていることを示している。それを反映して, 内部摩擦角は供試体寸法によらず近い値となっている。すなわち, ゆる詰めのO川試料とM川試料の内部摩擦角は21~26度と低い値となっており, 一方, 密詰めのK川試料の内部摩擦角は40度以上となっている。

図-2中には吸水軟化試験の有効応力経路と吸水軟化試験における破壊線(赤実線)も示している。CUB試験でゆる詰め傾向を示す礫質土であっても, 吸水軟化試験では大きな破壊応力比を示す。吸水軟化試験の破壊応力状態で得られる内部摩擦角は30度以上となり, 低有効応力下において発揮される礫質土のせん断強さを評価することが可能となった。密詰めのK川においては, 極めて大きなせん断強さを発揮することがわかる。

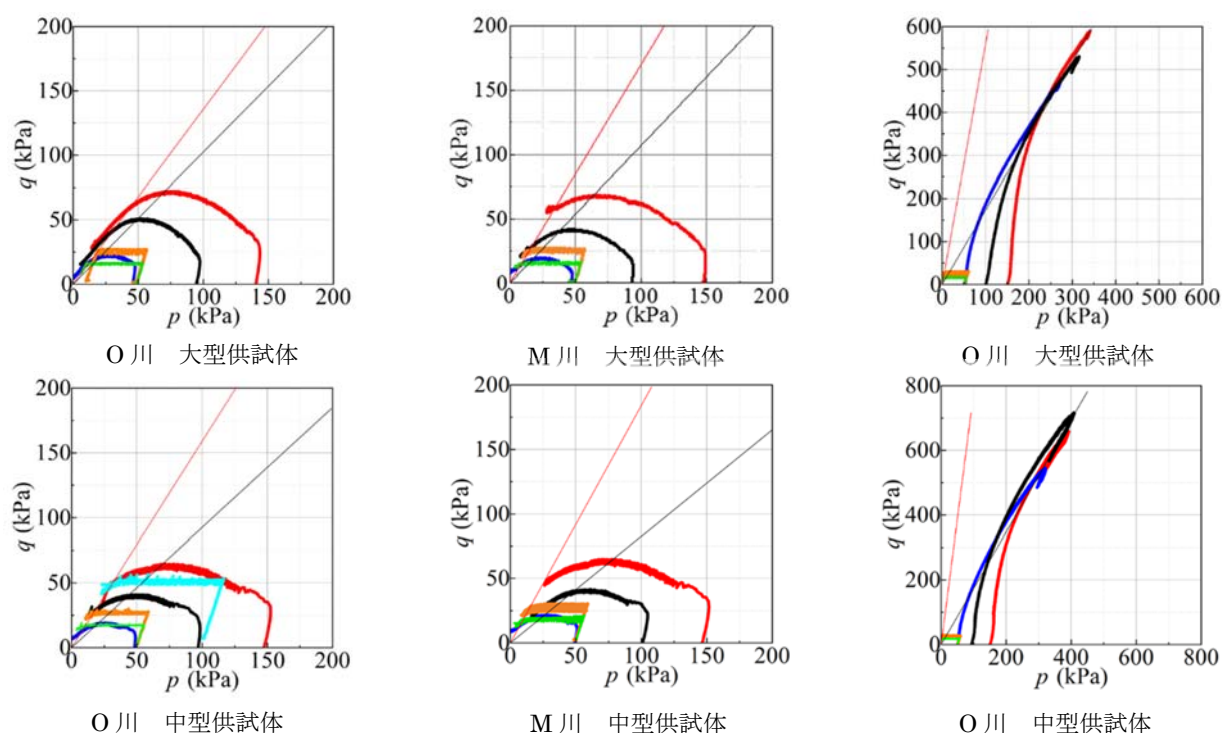


図-2 有効応力経路

4. まとめ

礫質土の浸透すべり破壊時の強度を評価するためには, ゆる詰め, 密詰めにかかわらず, せん頭粒度調整して密度補正した供試体で, 吸水軟化試験を実施することを推奨したい。十分に実務で適用可能である。

参考文献: 1)例えば, 梅村ら: 三軸試験による礫質土の力学特性の評価における供試体密度の影響, 第72回土木学会年講, 2017. 2)小高ら: 浸透すべり評価に用いる礫質堤防土の強度定数の決定法, 第54回地盤工学研究発表会, 2019.