

豪雨時の盛土構造物の安全を守るための簡易点検及び対策工設計の指針作成に関する研究(第一報)

山口大学大学院 正 山本哲朗 正○鈴木素之
同 上 正 中田幸男
山口県土木建築部 田中浩一

1. はじめに 最近, 豪雨時に水の浸透に伴う盛土内の飽和によって盛土構造物が崩壊するケースがクローズアップされており, 水の影響を受けた場合の盛土構造物の安定性評価や点検法について地域特性を反映した基準の確立がより一層求められている. 本研究では透水作用を受けた締固め土のせん断挙動および強度特性について検討した.

2. 土試料の物理的性質 用いた土試料は山口県下関市豊田町八道および豊浦町川棚の道路法面から採取した3試料である. 試料の物理的性質を表-1に示す. 各試料とも細粒分含有率 F_c が非常に高い. また, 土質分類はいずれも高液性限界シルトである.

3. 土試料の締固め特性 盛土構造物は良質な地盤材料を適切に締固めることによって安定度が増大し工学的性質が改善される. 図-1に本試料の締固め曲線を示す. 一般に細粒分含有率が高い試料ほど, 最大乾燥密度が低く, 最適含水比が高くなるが, 本試料においてもこの傾向がみられた. また, 図-2に示す締固め前後の粒径加積曲線から, これらの試料では締固めに伴う粒子破碎によって粒径加積曲線が変化することに注意する必要がある.

4. 変水位透水試験における締固め土の透水特性 締固めた供試体の変水位透水試験結果を図-3に示す. 各試料とも透水係数 k は最適含水比付近よりも湿潤側で最小値を示しており, 一般的な締固め土の透水特性と概ね整合している. k は最適含水比を越える付近で急激に変化し, その範囲は $10^{-5} \sim 10^{-7}$ cm/s である.

5. 圧密排水三軸圧縮試験 各試料に対して圧密排水三軸圧縮試験を実施した. 供試体は 0.85 mmふるい通過分を最適含水比で締固めた試料から直径 5 cm, 高さ 10 cmの円柱に切り出したものである. 透水作用の影響によるせん断強度の変化を把握するために, 変水位透水試験装置を用いて透水履歴を与えた締固め試料から供試体を作成した. 透水作用の与え方としては, 締固め試料に負圧を 2~3 時間与えた後, 動水勾配 12 程度の条件で脱気水を 1 時間通水させることとした. 透水作用の有無別の三軸排水せん断挙動を図-4に, 破壊時の有効拘束圧 σ_{3f}' と最大軸差応力 $(\sigma_1 - \sigma_3)_{\max}$ の関係を図-5に, また透水作用の有無別の強度定数 ϕ_d , c_d の各値を表-2に示して

表-1 土試料の物理定数

試料	八道	川棚 1	川棚 2
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.628	2.536	2.602
最大粒径 $D_{\max}$ (mm)	11.25	3.00	5.50
平均粒径 D_{50} (mm)	0.0250	0.0140	0.0083
細粒分含有率 F_c (%)	67.3	84.4	92.7
粘土含有率 F_{clay} (%)	27.0	24.5	40.1
自然含水比 w_n (%)	27.0	43.6	43.1
液性限界 w_L (%)	51.0	65.8	70.9
塑性限界 w_P (%)	29.6	43.8	39.8
塑性指数 I_P	21.4	22.0	31.1
土質分類	MH	MH	MH

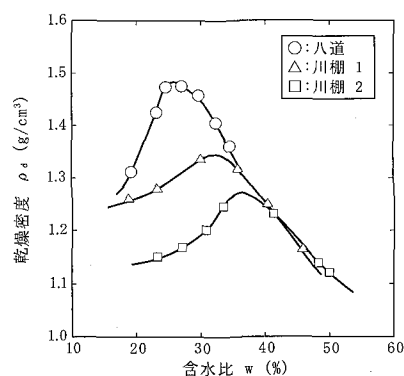


図-1 土試料の締固め曲線

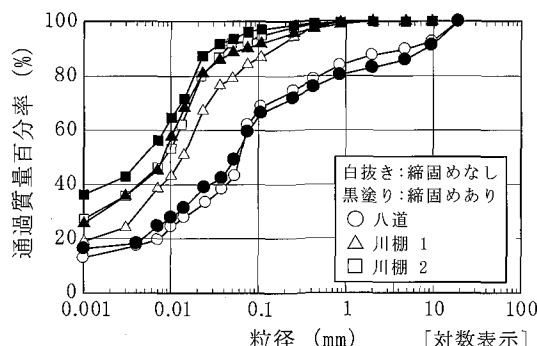


図-2 締固めの有無による粒径加積曲線

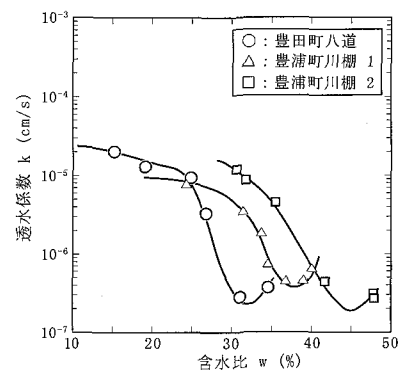


図-3 締固め土の透水係数と含水比の関係

いる。

図-4(a)の八道において、透水作用を受けた場合の応力-ひずみ曲線は受けていない場合よりも高く、いずれの有効拘束圧においても同様の傾向を示している。一方、図-4(b)の川棚1においては $\sigma_{30}' = 150$ kPa、図-4(c)の川棚2においては $\sigma_{30}' = 100$ kPa以上のケースで、透水作用を受けた場合の応力・ひずみ曲線は受けていない場合のそれよりも低くなっている。体積ひずみ ε_v については、各試料ともせん断中は常に体積が収縮しており、川

棚1,2のいずれも有効拘束圧による違いはあまり見られない。一方、八道では ε_v は透水作用を受けたものの方が受けていないものより若干大きい。図-5からは以下のことが分かる。川棚2において、透水させた試料の最大軸差応力はある拘束圧以上の領域で透水させていない試料のそれよりも下位にある。一方、八道および川棚1の試料においては、試料を透水させることにより、拘束圧の全領域において破壊線が上位にあり、排水強度は透水によって顕著に増加している。透水作用の有無別に強度定数をまとめた表-2より、川棚1,2の試料は透水作用を与えることにより、 ϕ_d が減少、 c_d は増加した。川棚1の場合、 $F_c = 84.4\%$ 、川棚2の場合、 $F_c = 92.7\%$ と非常に高く、透水時の吸水膨張に伴う間隙比の増加により、 ϕ_d が減少したと考えられる。八道においては透水により ϕ_d が増加、 c_d は減少した。これは透水により密詰めの状態¹⁾となり、 ϕ_d が増加したためと考えられる。

6. 結論 本研究では、変水位透水試験装置において約1時間通水させた締固め試料を用いて、このような透水作用を与えた供試体と与えていない供試体に対して圧密排水三軸圧縮試験を各々実施した。豊田町八道の土試料の場合、透水作用による土の収縮のため、せん断強度が増加することがわかった。一方、豊浦町川棚の場合、透水作用による土の膨張が考えられ、これに起因して間隙比の増加によるせん断強度の低下がみられた。また、この特性は別途実施した一面せん断試験の結果においても確認された。盛土の完成後に受ける基礎地盤からの浸透水（透水作用）によるせん断強度の変化は一樣に同じ結果になるとはいえず、試料の強度特性を十分把握した上で、盛土する基礎地盤の崖錐除去の処理、盛土材の十分な締固め、盛土の排水設備などを設計・施工する必要があるといえる。

[参考文献]

1) 阿部廣史, 川上 浩: 不飽和土の負の間隙水圧とコラプス現象, 不飽和土の工学的性質研究の現状シンポジウム発表論文集, 土質工学会, pp. 45-54, 1987.

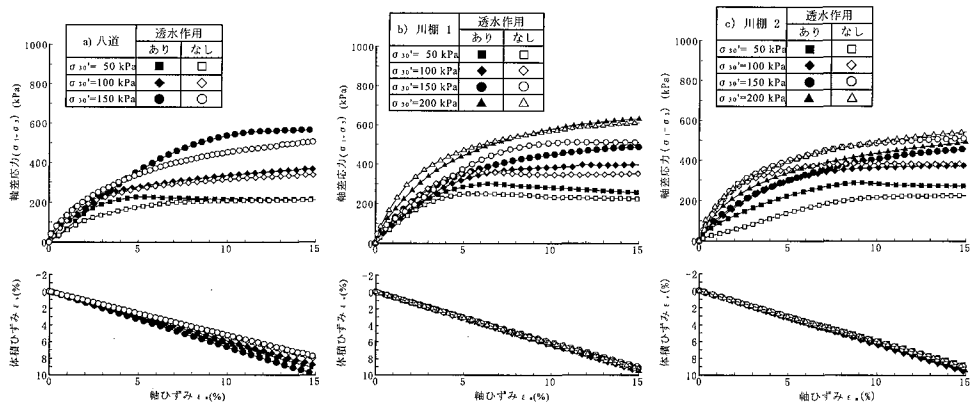


図-4 透水作用の有無による排水せん断挙動の相違

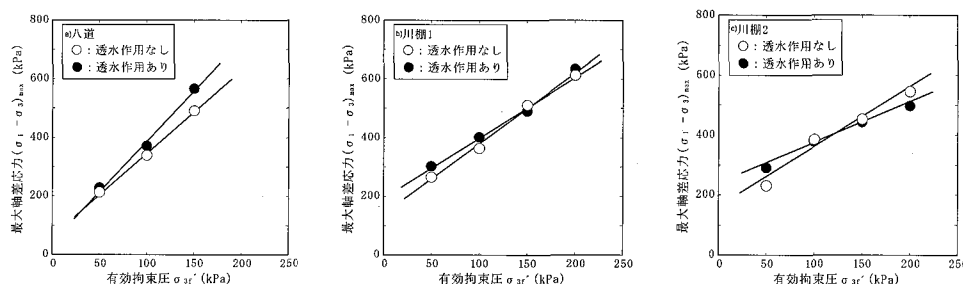


図-5 有効拘束圧と最大軸差応力の関係

表-2 透水作用の有無による強度定数の相違

		ϕ_d	c_d
川棚 1	透水作用なし	32.9	38.1
	透水作用あり	31.4	52.0
川棚 2	透水作用なし	30.2	43.1
	透水作用あり	23.8	76.3
八道	透水作用なし	35.6	17.8
	透水作用あり	38.9	12.0