農業用ため池材料の強度特性

山口大学大学院　学生会員　　○吉谷哲哉　梶山慎太郎
山口大学大学院　正会員　兵動正幸　中田幸男　吉本憲正
水土里ネット山口　柴崎一良
(株)ケイズラブ　河内義文

１．まえがき

ため池の約 70%は江戸時代以前に築造されており近代的な設計・施工が行われておらず、ため池の堤体は強振動を受けてすべりや亀裂が発生する。東北地方太平洋沖地震では福島県だけでも 3750 基のため池、ダムの内 745 基のため池に被害が生じた。ため池の多くは基礎地盤、堤の強度特性は明らかではないため、地盤工学の観点からため池の地盤強度を評価し、対策が必要となるため池を選別しなくてはならない。本研究では山口県の 2 か所のため池から堤体土の不撹乱試料を採取し、まず物性試験、非排水三軸圧縮試験を行った。また現場密度を測定し、採取土の突き固め試験を行なった。その結果から、堤体の締固め度を推定し、三軸試験結果と総合して、堤体の健全性について評価を試みた。

２．研究に用いた試料の性質

本研究では、２か所のため池から表層部及び深層部(以下 G.L.4.00~5.00m と記す)の試料を採取し実験を行った。表層部の試料で突固め試験を G.L.4.00~5.00m の試料で非排水三軸圧縮試験を行った。表層部の粒度分布を図-1 に G.L.4.00~5.00m の粒度分布を図-2 示す。非排水三軸圧縮試験では深層部の試料として現場からボーリングによって採取された G.L.4.00m~5.00m の不攪乱試料を用いた。A ため池 G.L.4.00~5.00m の土粒子密度は ρ_s=2.647、液性限界 w_L=49.1(%)、塑性限界 W_P=24.8(%)で、B ため池 G.L.4.00~5.00m の土粒子密度は ρ_s=2.689、液性限界 w_L=50.0(%)、塑性限界 w_P=31.6(%)であった。

３．実験概要

A ため池、B ため池ともすべて同じ条件で試験を行った。

突固め試験では分取後 37.5㎜ふるいを通過したものを内径 15 ㎝のモールドに 1 層につき 45 回 3 層に分けて 4.5kg のランマーで突固めた。質量を測定した後、

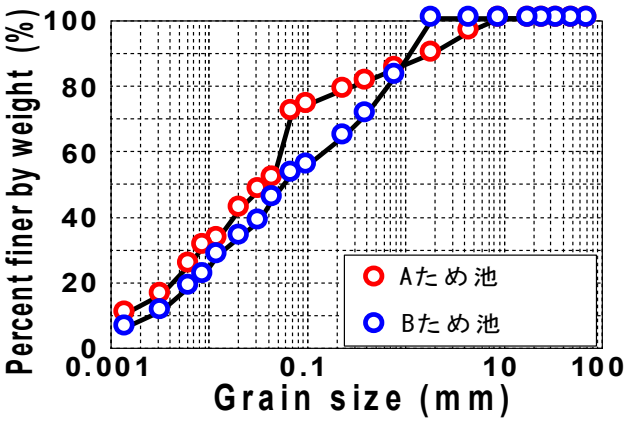

図-1　ため池表層部試料の粒度分布

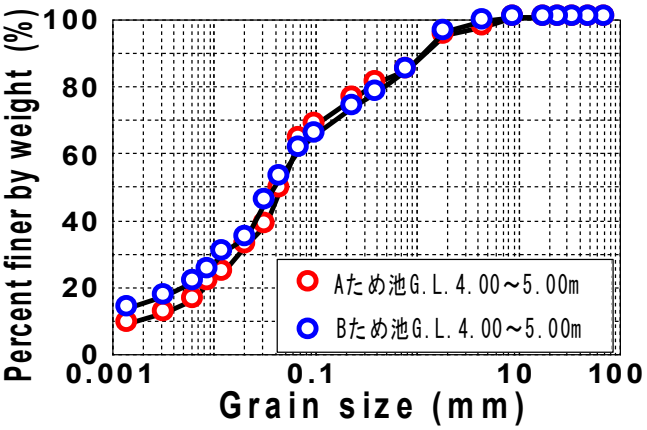

図-2　ため池深層部試料の粒度分布

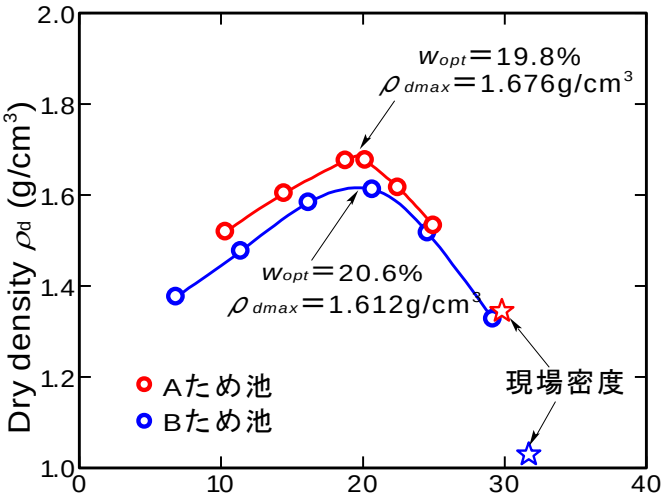

図-3　締固め試験試験結果

キーワード　ため池、非排水三軸圧縮試験、突固め試験
連絡先　〒755-8611　山口県宇部市常盤台 2-16-1　ＴＥＬ0836-85-9344

含水比を測定し再び含水比を変えた試料で同様の作業を繰返し、最大乾燥密度と最適含水比を求めた。

非排水三軸圧縮試験では G.L4.00m~5.00m の不攪乱試料を直径約 5cm、高さ約 1cm に成形し用いた。その後供試体をセル内に設置し，通水させて飽和したのちに、σ_c’=50kPa,100kPa,150kPa にて圧密しせん断を行った。圧密終了時間は 3t 法により決め、圧密終了後にせん断を行い軸ひずみが 15%となったところで試験を終了した。せん断速度は 0.01%/min とした。

４．結果および考察

図-3 に締固め試験の結果を示す。実験により得られた最適含水比、最大乾燥密度、現場密度試験で得られた含水比及び乾燥密度より求めた締固め度の結果を表-1 に示す。締固め度を見ると A ため池では 80.2%、B ため池では 63.9%と管理基準値 D 値≧90～95%よりも小さい値となっており、表層部は非常に緩い状態となっていることがわかる。また両ため池とも現場の含水比が最適含水比よりもかなり高い理由として現場密度試験前日の降雨による影響があったと考えられる。また B ため池では表層が一部崩壊している箇所もありその影響を受け、かなり現場の締固め度が低い値をとっている可能性が考えられるがいずれにせよ表層部は緩い状態であり崩壊の危険性が高いと考えられる。

非排水三軸圧縮試験におけるせん断中の A ため池の有効応力経路を図-4、B ため池の有効応力経路を図-5 に示す。有効応力経路をみるとせん断開始直後は平均有効主応力が減少しているが、せん断がすすむにつれて正のダイレイタンシーにより平均有効主応力が増加していく傾向がみられた。これは過圧密粘土の特徴を示している。また得られた結果からモールの応力円を描き粘着力、せん断抵抗角を求めた結果を表-2 に示す。一般的な盛土と比較すると強度の高い結果となっており、力学的には強度に問題はないものと考えられる。これは土被り圧などの影響で深層部は表層部に比べ締固められておりこのような結果となったと考えられる。

表-1　締固め試験及び現場密度試験結果

	Aため池	Bため池
最適含水比w_{opt}(%)	19.8	20.6
最大乾燥密度ρ_{dmax}(g/cm3)	1.676	1.612
現場含水比w(%)	29.8	31.7
現場乾燥密度ρ_d(g/cm3)	1.345	1.030
現場締固め度Dc(%)	80.2	63.9

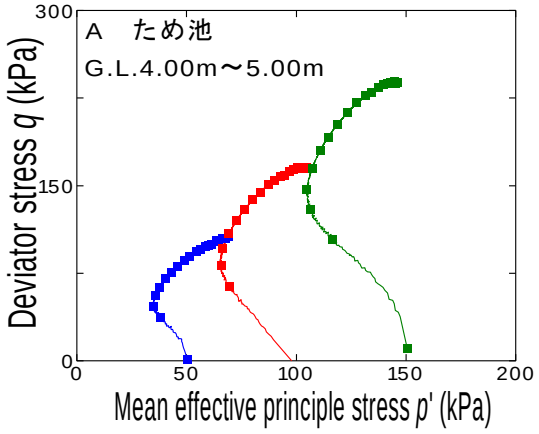

図-4　A ため池有効応力経路

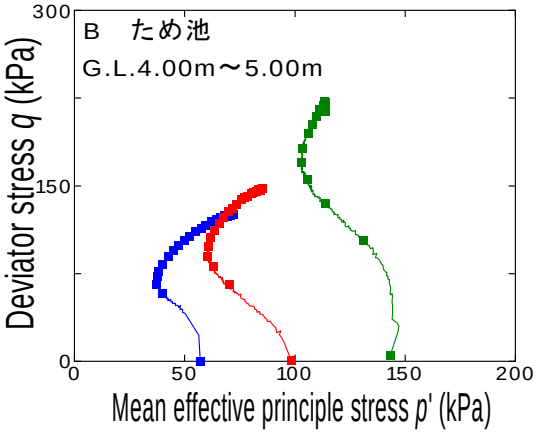

図-5　B ため池有効応力経路

表-2　非排水三軸圧縮試験結果

	Aため池	Bため池
粘着力c'	0	0
せん断抵抗角φ'	39.7	44.6

５．まとめ

本研究では各ため池の表層部から採取した試料を用いて締固め試験、現場密度試験を行い、深層部の不攪乱試料 G.L.4.00~5.00m を用いて非排水三軸圧縮試験を行った。その結果、表層面の現場の締固め度は管理基準を下回っており非常に緩く崩壊の危険度が高いことがわかり、B ため池では一部実際に崩れている箇所も存在した。しかし非排水三軸圧縮試験結果より深層部では、過圧密粘土に近い性質を持っており強度も一般的な盛土と比較して強い結果が得られた。これは土被り圧などの影響であることが考えられる。強度特性が明らかとなっていないため池はまだ数多く存在しており、崩壊の危険性がある。強度の低いため池を早急に選別し、対策をたてる必要がある。

参考文献

1)　農林水産省：土地改良事業設計指針「ため池整備」の改定について
2)　社団法人日本道路協会：道路土工盛土工指針 2010 年度版，pp.130-134，2010.