

ため池築堤材料の力学特性に関する基礎的研究  
 — 含水比の違いが三軸圧縮特性に及ぼす影響 —

Basic study on the mechanical property of embankment geomaterial  
 - Effect of moisture content on triaxial compression property -

○木全 卓\*, 北中大貴\*, 工藤庸介\*

KIMATA Takashi\*, KITANAKA Daiki\* and KUDO Yosuke\*

1. はじめに 土は水分状態の違いによってその性質が大きく変化し、締固めが可能な水分状態の範囲に限っても、せん断強度をはじめとする土の力学特性は含水比によって大きく異なってくるということが知られている。著者らは、長期にわたって供用されるため池やフィルダムの安定性や耐震性について土質実験の立場から究明したいと考えており、そのための基礎的研究として、築堤材料の基本的な力学特性を把握するところから始めている。前報では築堤材料が示す年代効果について検討し、せん断強度が静置時間とともに増加していくことを確認した<sup>1)</sup>。今回は、土の力学特性を大きく変化させる要因の一つである含水比に着目し、その違いが三軸圧縮特性に及ぼす影響を検討した。具体的には、最適含水比を基準として乾燥側/湿潤側で締め固めた供試体を作製し、三軸圧縮試験を行うことによりせん断特性を比較した。

2. 試験方法と供試体 本研究ではため池を改修する際に使われたランダム材を試料としたが、粗粒分も含まれているため供試体の寸法（直径 50mm）を考慮し 2mm でふるったものを用いた。その結果、粒度組成は砂分 63%、シルト分 19%、粘土分 18%であった。この試料に対する土粒子の密度試験の結果は 2.66g/cm<sup>3</sup> となり、塑性・液性限界試験の結果はそれぞれ 21.4%と 30.6%となった。また、突固めによる土の締固め試験（A-b 法）を行ったところ最適含水比は 14.2%となり、その時の最大乾燥密度は 1.85g/cm<sup>3</sup> であった。よって、供試体の含水比は乾燥側の 7%から 9, 11, 13%および湿潤側の 15.2%（これ以上の含水比ではうまく締め固まらなかったため）とし、直径 50mm×高さ 100mm の専用の型枠で締め固めて作製した。その後、JGS 0521「土の非圧密非排水(UU)三軸圧縮試験方法」<sup>2)</sup>に準じて三軸試験を行ったが、含水比の影響を直接比較するため供試体は飽和させず、拘束圧 49, 98, 196 kPa のみを載荷し、軸圧縮速度 1%/min で軸ひずみが 15%に達するまでせん断した。Table 1 に供試体の初期条件（各設定含水比における乾燥密度と実際の含水比）を示したが、作製された供試体の含水比は概ね設定どおりになっていることや、乾燥密度は最適含水比をピークに乾燥側でも湿潤側でも小さくなっていることが確認できる。

Table 1 Initial condition of specimens [Dry density,(Moisture content )]

設定含水比	拘束圧 49kPa	拘束圧 98kPa	拘束圧 196kPa
7 %	1.63 ( 7.3)	1.65 ( 7.1)	1.66 ( 7.3)
9 %	1.65 ( 8.7)	1.66 ( 8.8)	1.67 ( 8.6)
11 %	1.69 (10.8)	1.70 (10.8)	1.70 (10.9)
13 %	1.82 (13.2)	1.81 (13.2)	1.81 (12.9)
14.2% (Opt.)	1.86 (14.2)	1.86 (14.1)	1.85 (14.3)
15.2%	1.83 (15.1)	1.83 (15.1)	1.84 (15.2)

\*大阪府立大学大学院生命環境科学研究科 Graduate School of Life and Environmental Sciences, Osaka Pref. Univ.

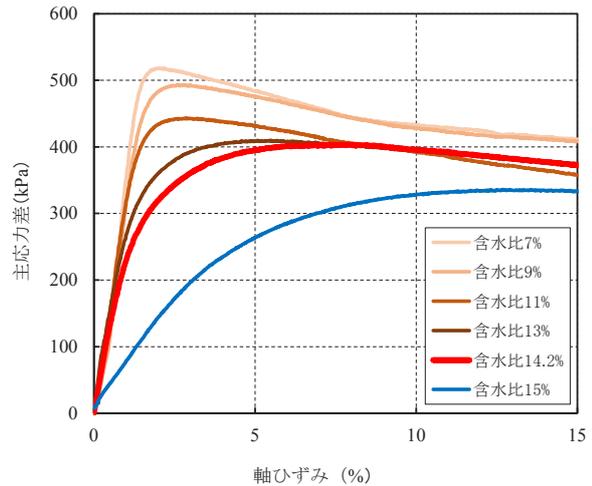
キーワード：築堤材料，含水比，三軸圧縮試験

3. 試験結果と考察 **Fig.1** はせん断時の応力-ひずみ関係（拘束圧 98 kPa の場合）であり，凡例の数値は含水比である。この図より，最適含水比より湿潤側では初期剛性が大きく低下して強度も小さくなるが，乾燥側になるとより小さな軸ひずみでより大きな強度を示すようになっていくことがわかる。このことを他の拘束圧についても確認するため，主応力差の最大値と含水比の関係をもとめて示したのが **Fig.2** である（凡例の値は拘束圧）。この図より，上述した力学特性は拘束圧によらずに表れるものであることがわかる。同様の検討をモールの応力円から求めた粘着力  $c$  と内部摩擦角  $\phi$  に対して行ったのが **Fig.3** である。この図を見ると，粘着力よりも内部摩擦角の変化の方が顕著に現れており，間隙水によるサクシジョンの効果がこのような特性として現れたものと考えられる。

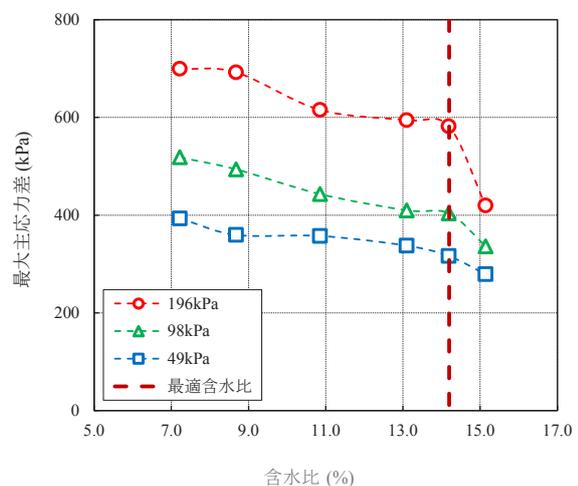
4. おわりに 本研究では，様々な含水比で締め固めた築堤材料土の三軸圧縮試験を行い，含水比の違いがせん断時の力学特性に及ぼす影響について検討した。その結果，最適含水比よりも乾燥側にいくと乾燥密度が低下するもののせん断強度は増大する一方で，湿潤側にいくと乾燥密度以上にせん断強度が低下することが示された。ため池の堤体は湛水により飽和化が進むためこの結果はそのまま当てはまらないが，含水比が土の力学特性に大きな影響を及ぼすことが改めて確認された。今後は繰返し載荷特性に及ぼす影響や効果も含め，耐震性の観点からの検討を進めたいと考えている。

引用文献 1) 木全 他(2017)：ため池

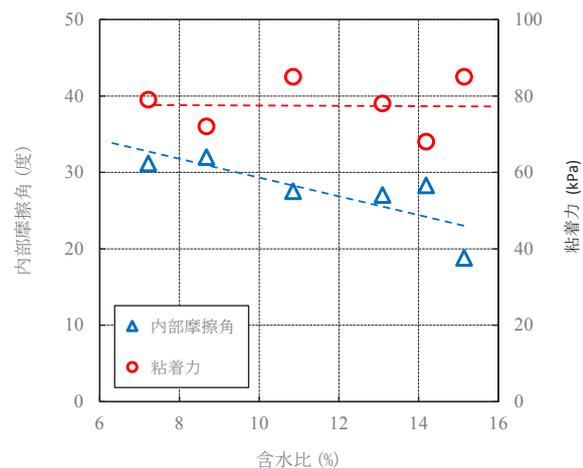
築堤材料の力学特性に関する基礎的研究－静置時間の違いが三軸圧縮特性に及ぼす影響－，平成 29 年度 大会講演会要旨集，pp.606-607. 2) 地盤工学会編(2009)：土の非圧密非排水(UU)三軸圧縮試験方法，地盤材料試験の方法と解説－二分冊の 2－，pp.570-572.



**Fig.1** Stress-strain curve ( $\sigma_3=98\text{kPa}$ )



**Fig.2** Moist. content vs. Max. stress difference



**Fig.3** Cohesion and Internal friction angle