

築堤材料土の力学特性に関する基礎的研究 — 低応力状態におけるせん断強度特性の考察 —

Basic study on the mechanical property of embankment geomaterial - Consideration of strength property under low stress condition -

○木全 卓*, 井上大輔*, 山野千明*, 工藤庸介*

KIMATA Takashi*, INOUE Daisuke*, YAMANO Chiaki* and KUDO Yosuke*

1. はじめに 長期にわたって供用されるフィルダムやため池などの土構造物においては、来たるべき大地震に備えた被災対策についても十分検討しておく必要がある。地震による被害の一つに堤体へのクラック発生が挙げられるが、堤体にクラックが生じると水利構造物としての機能や安定性が著しく損なわれるおそれがある。このため、クラックの発生に関わる力学的なメカニズムを解明し、必要な対策を考えていくことが重要となる。一般に、クラックの発生は堤体の内部に引張応力が生じることが原因であると考えられ、このような条件は堤体の表面付近で受けている応力も小さな部分で発生する可能性が高いと考えられる。従って本研究では、低応力状態における土の力学特性に着目し、築堤材料の強度特性について検討することとした。具体的には、通常よりも低い拘束圧で三軸圧縮試験を行い、粘着力や内部摩擦角などの強度定数が一般的な拘束圧の時に比べてどのように変化するかを考察した。

2. 供試体と試験方法 本研究ではフィルダムの改修の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(直径が 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 66%, シルト分 18%, 粘土分 16%であった。この試料に対する土粒子の密度試験の結果は 2.72g/cm³であり、塑性限界・液性限界試験についてはそれぞれ 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%, 最大乾燥密度は 1.85g/cm³であった。供試体は直径 50mm×高さ 100mm の専用の型枠で最適含水比に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」¹⁾に準じて三軸試験を行ったが、後に行う一軸圧縮試験等のことも考慮し、供試体は飽和させずそのまま用いた。なお、拘束圧は通常の 49, 98, 196 kPaに加え、13, 25, 38 kPa(これを低拘束圧条件とする)と、ゴムスリーブを被せただけの 0 kPa(ゴムスリーブの影響を調べるため)についても実施した。なお、試験時の軸圧縮速度は 1%/min で、軸ひずみが 15%に達するまでせん断した。一方、一軸圧縮試験は JIS A 1216「土の一軸圧縮試験方法」²⁾に準じて行い、同一条件で 3 本実施した。試験時の軸圧縮速度は 1%/min である。Table 1 に試験で用いた供試体の初期条件を一覧で示したが、供試体の含水比や乾燥密度は概ね同じであるとみなせる範囲である。

Table 1 Initial condition of specimens

拘束圧 (kPa)	含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm ³)
0	14.1	1.88
13	13.8	1.89
25	14.3	1.90
38	13.5	1.88
49	14.5	1.88
98	14.6	1.86
196	14.6	1.87
一軸	14.2-14.5	1.87-1.89

*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, 低応力状態, 強度特性

3. 試験結果と考察 **Fig.1** に三軸圧縮

試験の応力-ひずみ関係を示す（凡例の数値は拘束圧）。この図より、拘束圧が大きくなるにつれて発揮される最大軸差応力も大きくなっていくことが確認できる。また、圧縮初期の部分で低拘束圧の供試体の剛性がやや大きくなったものがあるが、これは含水比が少し低く乾燥密度が若干大きくなったためと考えられる。次に、**Fig.2** には一軸圧縮試験の応力-ひずみ関係を示す（すべて同一条件で作製した供試体）。この図より、圧縮応力が約 120 kPa までの挙動に違いはなく、その後、一軸圧縮試験では応力が大きく低下するのに対し、ゴム有りではさらに応力が増加しているのがわかる。この違いがゴムスリーブによる拘束の影響（せん断破壊による側方への膨張を抑える）であり、低拘束圧での試験結果を考察する際には考慮すべき点であると考えられる。最後に、これらの結果をもとに Mohr の応力円を描いて破壊規準線について検討したのが **Fig.3** である。この図より、拘束圧が低い部分の破壊規準線（太線）は通常の拘束圧の試験結果から得られる破壊線よりもやや下にくることがわかる。これは、通常の試験で求めた強度定数を一律に用いると、低応力状態における強度を過大評価する可能性があることを示唆すると考えられる。

4. おわりに 本研究では、低拘束圧での三軸圧縮試験を行い、クラックの発生に関わる堤体材料土の力学特性について検討した。その結果、低応力域では破壊規準線の位置が下がり、想定よりも小さな応力で破壊やクラックが生じる可能性があることがわかった。今後は引張応力が作用した場合の力学特性についても検討を加えるつもりである。

参考文献 1) 地盤工学会(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，第7編 第3章，pp.570-572. 2) 地盤工学会(2009)：土の一軸圧縮試験方法，地盤材料試験の方法と解説—二分冊の2，第7編 第2章，pp.570-572.

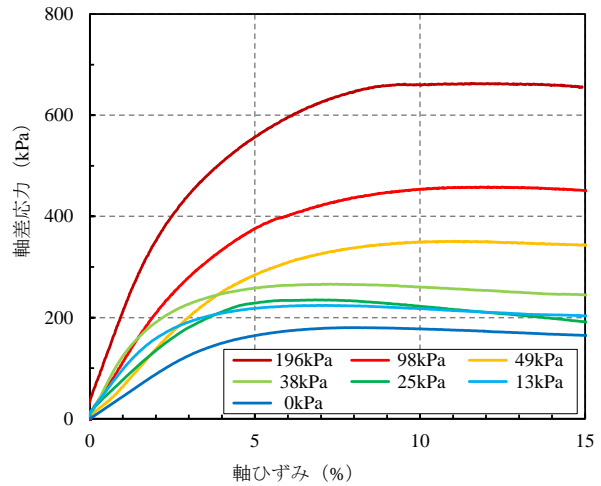


Fig.1 Stress-strain curves (Triaxial)

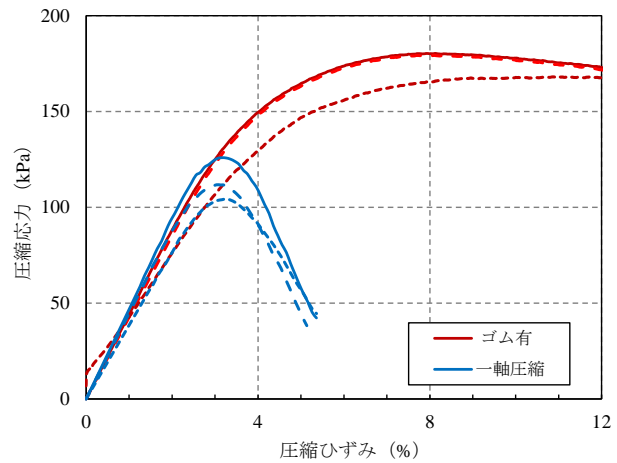


Fig.2 Stress-strain curves (Uniaxial)

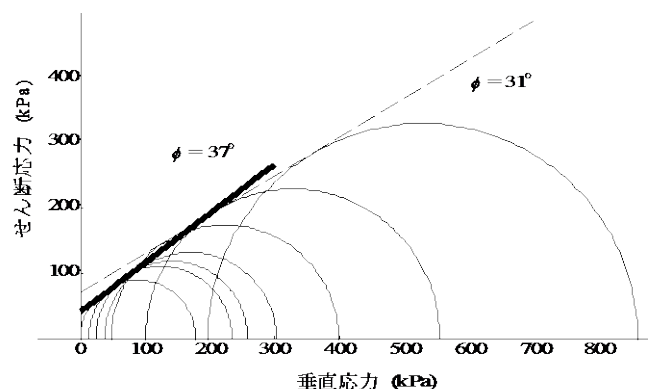


Fig.3 Mohr's stress circles