

含水比が礫質土堤防の力学特性に及ぼす影響

名城大学	学生会員	○田村 太郎
名城大学大学院	学生会員	小林 芳樹・武 楊
名城大学	正会員	小高 猛司・崔 瑛
建設技術研究所	正会員	李 圭太

1. はじめに

大きな礫から細粒分まで含む河川堤防土について、原粒度のままの変形・強度特性を求めるには大型三軸試験を行うのが理想であるが、現実には大きな礫を除外した粒度調整試料を用いて小型三軸試験を実施することが多い。粒度調整を行った試料では材料特性が異なってしまうため、砂礫堤防土本来の力学特性を正確に表しているとは言い難い。本報では、礫質堤防基礎地盤の試料を採取し、原粒度試料を用いて各種排水条件で大型三軸試験を実施し、供試体作製方法や試験条件の違いが力学特性に及ぼす影響を検討する。

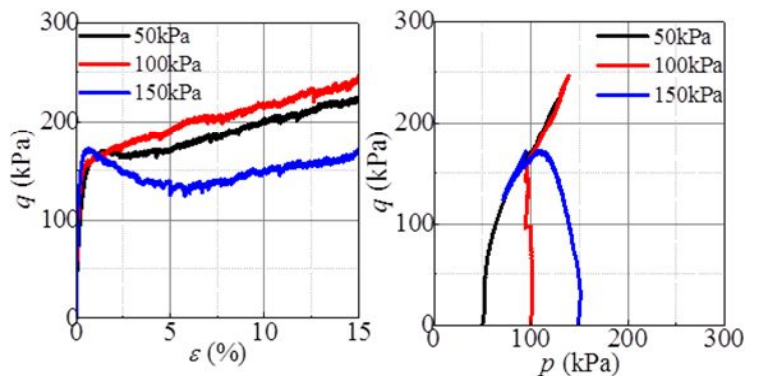
2. 試験の概要

試料は高知県N川の河口付近の河川堤防の基礎地盤でバックホウを用いて原粒度試料を採取した。採取した細粒分が流出しないように泥水まで丁寧にすくい取り、実験室に慎重に搬入し、乾燥させた後、四分法を用いて試験に必要な分量まで均等に小分けした。最大最小密度試験の試験結果より、礫試料の最大密度は 2.235g/cm^3 、最小密度は 1.839g/cm^3 であるため、供試体の密度はこれらを参考に 2.058g/cm^3 （相対密度60%）とした。供試体寸法は、直径20cm、高さ40cmである。供試体は小堤の含水比（2および3%）まで調整を行った後、5層に分けて密度管理をあいながら慎重に締固めて作製した。その後、2重負圧法による飽和化を行い、有効拘束圧50kPa、100kPa、150kPaで1時間等方圧密した後に、各種排水条件で単調載荷した。なお、載荷速度は $0.1\%/\text{min}$ である。

3. 試験結果

図1に含水比2%の諸ケースでの $\bar{C}U$ 試験結果を示す。有効拘束圧50、100kPaのケースでは、軸ひずみが軸ひずみ1%まで急激に増加し、その後緩やかに増加する。これに対し、有効拘束圧150kPaの試験では軸ひずみ1%まで急激に増加したあと、軸ひずみ5%まで一旦軸差応力が低下する。これは、高い拘束圧条件下では相対的にゆる詰め挙動を呈するため、塑性圧縮を伴う構造破壊を起こしやすくなるためと考えている。なお、有効応力経路からは、有効拘束圧50、100kPaのケースではせん断開始後早い段階から塑性膨張に転じており、密詰め傾向を示している。

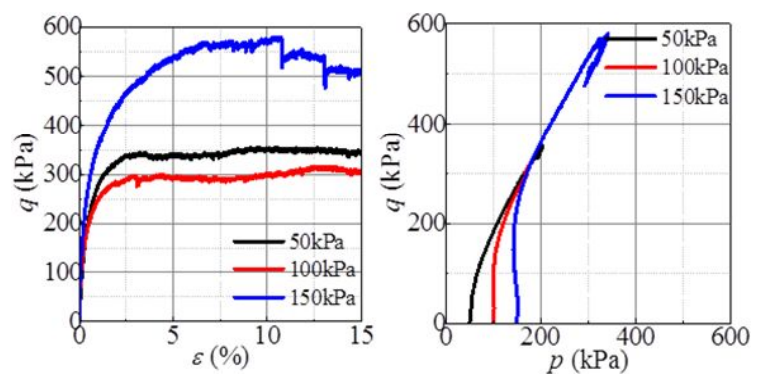
図2に含水比3%の $\bar{C}U$ 試験結果を示す。いずれのケースでも軸差応力が急激に増加し、その後一定になる傾向を示している。なお、含水比2%のケースと全く同じ相対密度でありながら、大きい軸差応力を示している。なお、有効応力経路からは、どの有効拘束圧においても含水比2%のケースよりも早い段階で変相し、正のダイレイタンスの発現によって軸差応力が発生している。



軸差応力～軸ひずみ関係

有効応力経路

図1 $\bar{C}U$ 試験(含水比2%)



軸差応力～軸ひずみ関係

有効応力経路

図2 $\bar{C}U$ 試験(含水比3%)

図3および図4にそれぞれのCD試験での軸差応力～軸ひずみ関係と体積ひずみ～軸ひずみ関係を示す。含水比3%の有効拘束圧50kPaの試験のみ軸差応力が増加後、ひずみ軟化の挙動を示し、その後一定の値を示している。そのほかの試験では、有効拘束圧や含水比に拘わらず、軸差応力が増加後、ひずみレベルは異なるが、一定の値を示している。

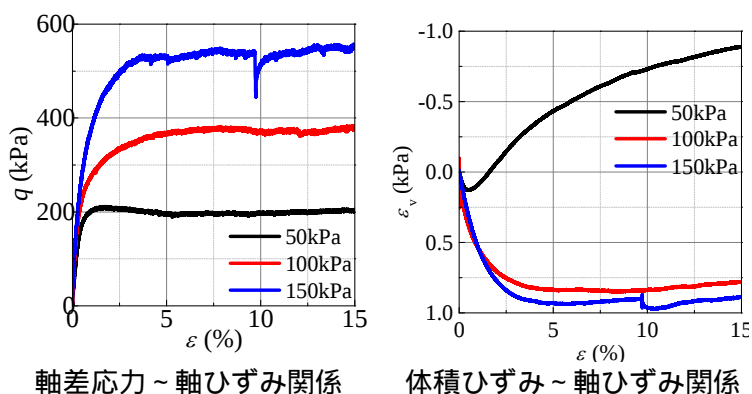


図3 CD試験(含水比2%)

図5および図6に含水比2%および3%の破壊時のモールの応力円と破壊規準を示す。CU試験（本報では $\overline{CU}$ 試験結果を全応力で整理）に着目すると、いずれの試験でも拘束圧に整合するモール円が得られなかったため強度定数の設定が困難であった。 $\overline{CU}$ 試験では含水比2%の試験ではCU試験と同様の結果であったが、含水比3%の試験ではせん断中のダイレイタンス特性を反映させたため拘束圧に整合するモール円が得られ、強度定数の設定が容易であった。CD試験では、すべてのケースで拘束圧に整合するモール円が得られた。また、初期含水比の高い供試体では大きい強度定数が得られている。

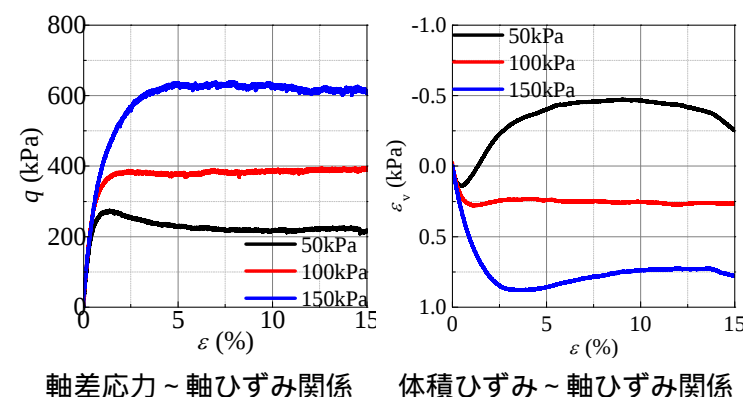


図4 CD試験(含水比3%)

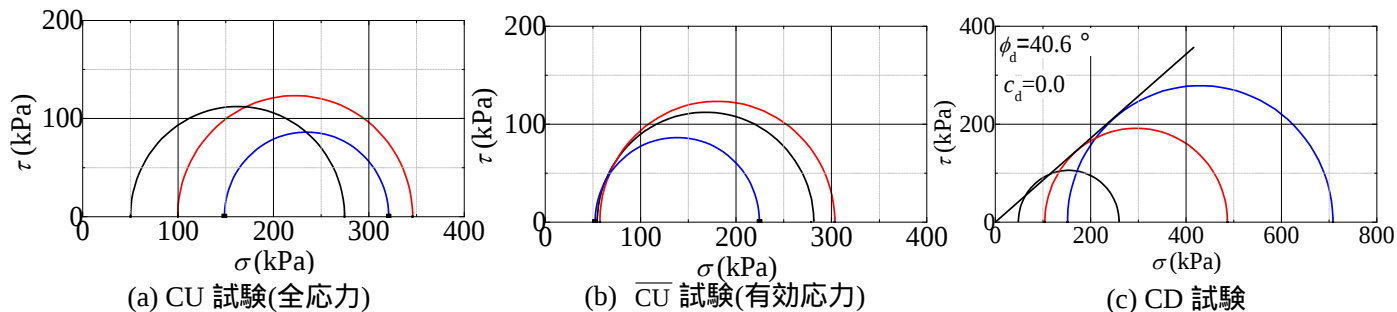


図5 全応力と有効応力のモールの応力円(含水比2%)

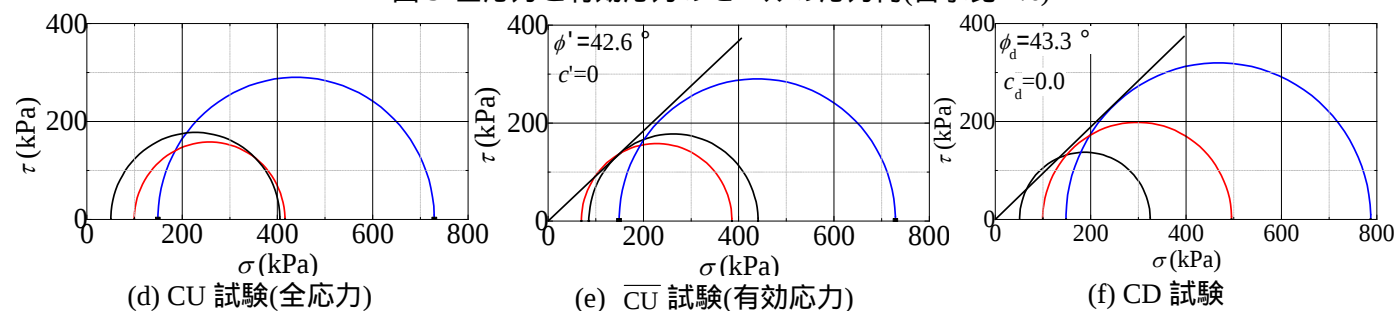


図6 全応力と有効応力のモールの応力円(含水比3%)

4. まとめ

礫質土堤防の基礎地盤を対象に大型三軸試験を実施した結果、いずれの条件下でも密詰め傾向の試験結果が得られた。しかし、含水比2%では、有効拘束圧150kPaのとき軸差応力が増加後、ひずみ軟化の挙動を示し、ゆる詰め傾向を示している。また、モールの応力円では含水比に関係なくCU試験で得られたモールの応力円では強度定数の設定が困難であった。CD試験では拘束圧に整合するモール円が得られるため、強度定数の設定が容易である。