

砂質堤体土のサンプリングと強度特性の評価

名城大学大学院	学生会員	○田村太郎・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
土木研究所	正会員	石原雅規

1. はじめに

堤防の開削工事や開削調査の際には、堤体内部の土を採取することができる絶好の機会であるため、効率よく高質なサンプリングを行うことが理想である。本報では、打ち込み式簡易サンプラーと塩ビ管を用いて2種類の方法で採取した乱れの少ない試料を用いて三軸試験を行い、試料の採取方法ごとに比較し、その結果から各サンプリング手法の試料の品質について検討した。

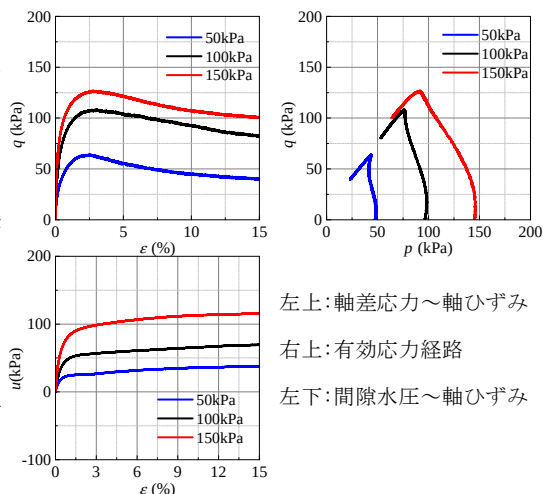
2. サンプリングの概要

サンプリングを実施したのは、上流に花崗岩帯を擁する比較的均質な真砂土で築堤された砂質堤防である。サンプリングの方法は以下の2種類である。方法A：短管太径の円ビ管をそのまま堤体に打ち込む方法、方法B：長管細径の塩ビを内径とする特性の2重管サンプラーを打ち込む方法で試料を採取した。方法Aでは内径100mmの塩ビ管(VP100)を長さ190mmに切断し片側の端面を鋭利に削りは先に加工した。1本の塩ビ管につき1本の供試体になるため同一箇所から複数のサンプリングを行った。一方、方法Bでは内径71mm、長さ500mmの薄肉塩ビ管(VU65)を内径としてセットした二重管式サンプラーをハンマーを用いて打ち込み試料を採取した。また、この方法では堤体法面での採取を想定した斜め打ちによる採取(方法B-i)も行った。方法A,Bいずれの方法で採取した試料も、採取後に実験室に搬入し直径50mm、高さ100mmの円柱供試体に成型した。

3. 試験結果

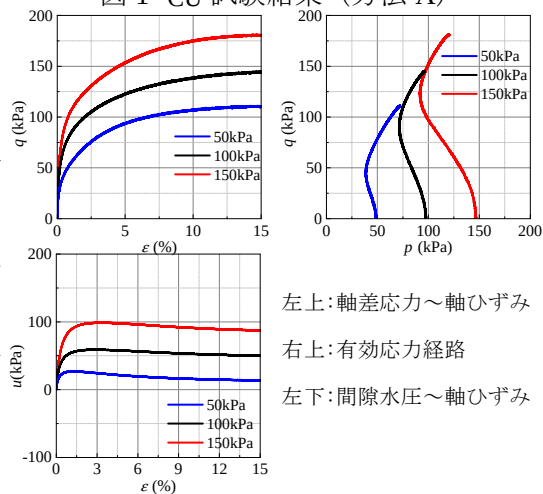
凍結供試体を三軸試験装置に設置し、二重負圧による飽和化を行った後15時間程度の静置により供試体を完全に解凍した。初期有効拘束圧は50,100および150kPaとし载荷速度は0.1%/minでCU試験を行った。

図1,2および図3にそれぞれ、方法A,BおよびB-iで採取した供試体での試験結果を示す。図10より、方法Aで採取した試料では、いずれの供試体においても軸ひずみ2.5%まで軸差応力が急激に増加した後、ひずみ軟化の挙動が見られた。図2より、方法Bで採取した供試体では、有効応力経路より、せん断初期で若干塑性圧縮した後に正のダイレイタンスが発現したため、せん断終了まで軸差応力が増加し続けている。図3の斜め打ち(方法B-i)によって採取した試料では、有効拘束圧50kPaでは、せん断終了



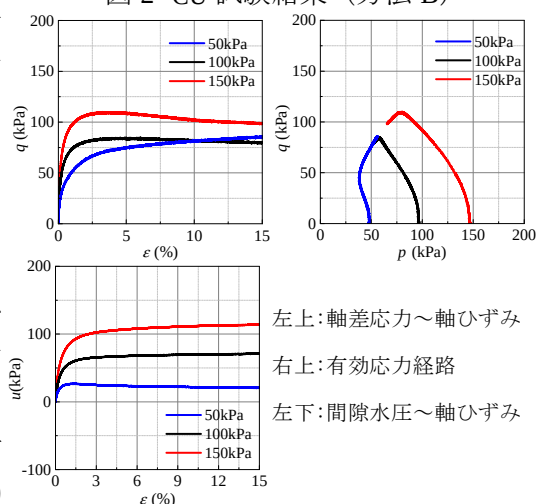
左上:軸差応力～軸ひずみ
右上:有効応力経路
左下:間隙水圧～軸ひずみ

図1 CU試験結果(方法A)



左上:軸差応力～軸ひずみ
右上:有効応力経路
左下:間隙水圧～軸ひずみ

図2 CU試験結果(方法B)



左上:軸差応力～軸ひずみ
右上:有効応力経路
左下:間隙水圧～軸ひずみ

図3 CU試験結果(方法B-i)

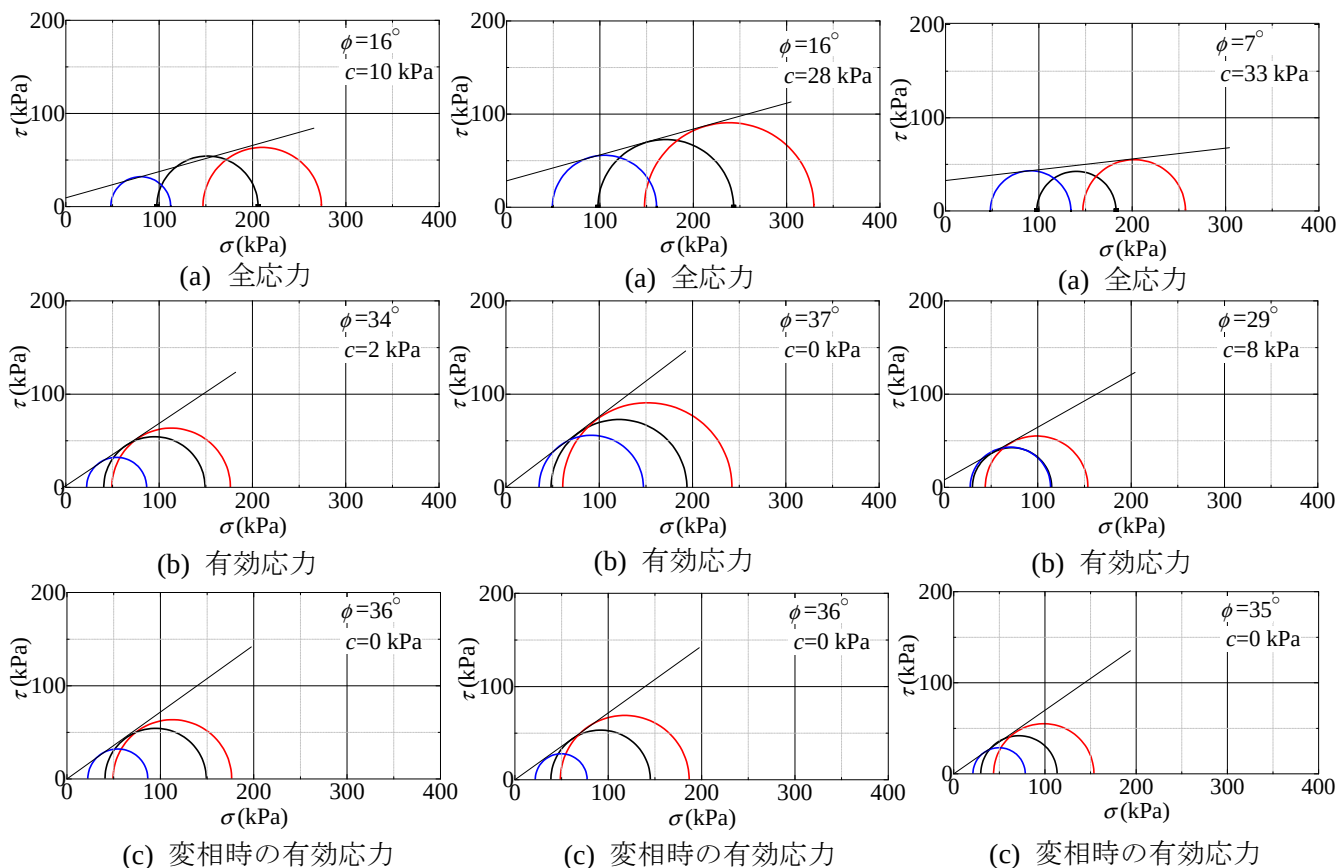


図 4 モールの応力円(方法 A)

図 5 モールの応力円(方法 B)

図 6 モールの応力円(方法 B-i)

まで軸差応力が増加し続けているが、有効拘束圧 100kPa, 150kPa では軸ひずみ 3%程度まで軸差応力が急激に増加した後、ひずみ軟化の挙動が見られた。

方法 A と方法 B を比較すると、方法 A はやや緩詰め砂の傾向を示したのに対し、方法 B はやや密詰めの傾向を示す結果になった。しかし、図 1 と図 2 を比較すると、いずれの有効拘束圧においても軸ひずみ 1%程度で方法 A が急激に軟化するまでは、応力ひずみ関係と有効応力経路は、どちらの方法でもほぼ一致している。そのため、今回の試験結果では方法 A と B のどちらが実際の堤防土を表現しているかは判断が難しい。両者の供試体にも明確な密度の差はなく、試験結果の差の原因は今後の研究課題と考えている。

図 4, 5 および図 6 に三軸試験より得られた結果を、全応力と有効応力でそれぞれ整理したモールの応力円と破壊規準線を示す。全応力で整理した場合、粘着力が発生し内部摩擦角が小さくなる結果になった。一方、有効応力で整理すると、方法 B の方が密詰め傾向なため内部摩擦角が方法 A より若干大きくなっている。また、方法 B-i については若干粘着力が見られ、内部摩擦角は方法 A と方法 B よりも小さくなっている。次に、有効応力の変相時で整理した結果も示す¹⁾。いずれの方法でも、変相状態までの試験結果がほとんど同じだったため、内部摩擦角に大きな差はみられず粘着力はみられなかった。変相時では構造劣化が発生する直前で破壊を評価するため、供試体固有の強度定数を求めることができる。

5 まとめ

今回の試験結果では、方法 A と方法 B で異なる傾向の試験結果が得られたが、どちらの試験結果が現地堤防を忠実に再現しているのかについては、現段階では判断が難しく今後の研究課題であるが、変相状態で土質定数を評価するのであれば、サンプリング方法による違いはそれほど大きなものではない。また、各サンプリング方法については、それぞれに長所と短所があるが、現場でのハンドリングや、堤防法面での試料採取が可能なことを考慮すると、二重管サンプラーが有利であると考えられる。

参考文献 1): 小高ら：「河川堤防の安全性照査に用いる適切な強度定数の検討」、第 59 回地盤工学シンポジウム、2014。