

庄内川堤防基礎地盤粘性土のサンプリングと変形・強度特性

名城大学大学院
名城大学
建設技術研究所

学生会員 ○大野雄貴
正会員 小高猛司・崔 瑛
正会員 李 圭太

1. はじめに

東北太平洋沖地震において、粘性土基礎地盤上の河川堤防に多くの変状被害が発生した。著者らは、粘性土基礎地盤の力学特性が堤体被災に及ぼした影響を検証すべく、粘性土の正確なモデル化と粘性土基礎地盤まで含めた有効応力解析を実施して被災メカニズムの検証を行っている^{1), 2)}。特に、築堤時から地震後挙動まで含めて一連の解析を実施するためには、粘性土の $\overline{CU}$ 試験を通してデータの収集をしておくことが必要不可欠である。本報では、名古屋市の庄内川堤防においても地震時の粘性土基礎地盤の影響を検証するために、サンプリングを実施し不攪乱資料を採取し、圧密試験ならびに三軸圧縮試験を実施した。

2. サンプリングならびに試験概要

サンプリングは名古屋市中川区の庄内川 6.0k 地点付近の右岸堤の堤内地の小段で実施した。ボーリングは、小段部の堤体土から基礎地盤の工学的基盤まで実施し、主要な層で粘性土と砂質土の不攪乱試料のサンプリングを行った。試料採取後のボーリング孔ではダウンホール法による PS 検層も実施し、後に実施する動的解析の基礎資料としている。堤体は礫を含む砂質土であり、基礎地盤は砂層と粘性土の互層であった。

室内試験は CRS 圧密試験と三軸 $\overline{CU}$ 試験を実施した。CRS 圧密試験のひずみ速度は 0.02%/min とした。 $\overline{CU}$ 試験では、直径 50mm、高さ 100mm の供試体を二重負圧法により飽和化し、背圧 200kPa で 24 時間圧密を行った。せん断過程は、非排水条件で載荷速度 0.1%/min で単調載荷を行った。

3. 試験結果

表 1 に CRS 圧密試験で用いた供試体の採取深度、初期含水比、初期間隙比、および試験で得られた圧密降伏応力、圧縮指数を示す。深度区分によって採取時のシンウォールチューブが異なり、深度の数字はそれぞれの原地盤内での範囲を示しており、室内試験ではその範囲の粘土のどれかを使用して実施した。

図 1 に CRS 圧密試験結果を示す。圧密降伏応力は三笠法により決定した。5.00 ~ 5.80m の試料を除き、他の 3 種は同じ粘土層であるが、深度 13.60 ~ 14.55m の試料のみ、初期含水比も高く、圧縮指数も大きい。ただし、三軸圧縮試験に用いた試料は必ずしも他のものと大きく異なることから、高含水状態の粘土部が局所的に存在し、それを圧密試験に使用しただけの可能性もある。また、圧縮曲線からは必ずしも明確ではないが、圧密降伏応力の値を見ると 5.00 ~ 5.80m の試料は過圧密状態にあるとみられる。一方、深い深度の試料の圧密降伏応力は各深度から推測される有効土被圧と同等かやや大きい程度であり、正規圧密状態に近い粘土であると見られる。

表 1 供試体の初期状態および圧密パラメータ

深度 (m)	初期含水比 (%)	初期間隙比	圧密降伏応力 (kPa)	圧縮指数
5.00~5.80	38.58	1.08	93	0.32
12.65~13.60	50.87	1.34	123	0.48
13.60~14.55	61.69	1.75	135	0.80
14.60~15.40	41.77	1.20	148	0.43

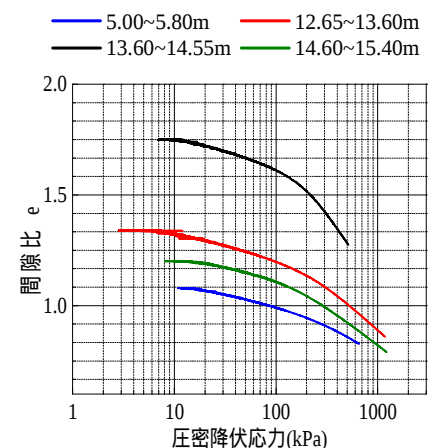


図 1 CRS 圧密試験結果

キーワード 粘性土 河川堤防 三軸試験

連絡先 〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501 名城大学理工学部

TEL: 052-838-2347

表 2 に三軸試験の各試験ケースの深度,有効拘束圧,初期含水比,および初期間隙比を示す。全体的に砂分もしくはシルト分が多く混入されているほか, Case G と H の供試体は貝殻が大量に入っていた。

図 2 と 3 に三軸試験結果を示す。軸差応力～軸ひずみ関係より, Case A～F では明確なピークは見られないが, 軸ひずみが 10%以上になると軸差応力がほぼ頭打ちになった後, 僅かに減少する。一方, Case G と H は軸差応力がせん断終了まで単調増加し続ける。有効応力経路に着目すると, いずれの Case でもせん断中に正のダイレイタンスーが現れているが, 特に Case G と H では大きな正のダイレイタンスーが表れており, 破壊時応力比も小さい。Case G と H の供試体は砂分が卓越していた他, 細かい貝殻が大量に入っていたことが影響していると考えられる。

また, 破壊応力比は, Case A, B で 1.51, Case C, D で 1.74, Case E, F で 1.61, Case G, H で 1.40 となった。

4. まとめ

本報では, 庄内川堤防より採取した基礎地盤粘性土の圧縮およびせん断特性を検討した。ほぼ同深度でも粘土分と砂分の卓越度合いが異なる土質が混在しており, わずかな深度の幅で力学特性の異なる粘性土が堆積していることがわかった。また,

粘土特有であると思われるが貝殻等の混入も粘土の力学挙動に大きい影響を及ぼしている。

以上のように, 粘性土基礎地盤の粘性土は多様な力学挙動を示すことが明らかであり, 粘性土を基礎地盤にしている堤防については, 粘性土を詳細な調査に基づきモデル化して, 地震時の動的挙動については粘性土基礎地盤も含めて動的有効応力解析を行い検証することが必要である。

参考文献: 1)小高猛司, 野田利弘, 吉川高広, 高稲敏浩, 李圭太, 崔瑛: 粘土基礎地盤上の河川堤防の被災メカニズムに関する一考察, 地盤工学会特別シンポジウム - 東日本大震災を乗り越えて -, 2014. 2)小高猛司, 崔瑛, 大野雄貴: 河川堤防基礎地盤粘性土の力学特性, 第 49 回地盤工学研究発表会, 2014.

表 2 三軸試験で用いた供試体の初期状態

Case	深度(m)	有効拘束圧(kPa)	初期含水比(%)	初期間隙比
Case A	5.00 ~ 5.80	100	32.84	0.901
Case B		200	35.89	0.997
Case C	12.65 ~ 13.60	100	45.23	1.216
Case D		200	45.95	1.257
Case E	13.60 ~ 14.55	100	48.91	1.267
Case F		200	41.99	1.115
Case G	14.60 ~ 15.40	100	36.67	1.002
Case H		200	35.77	0.943

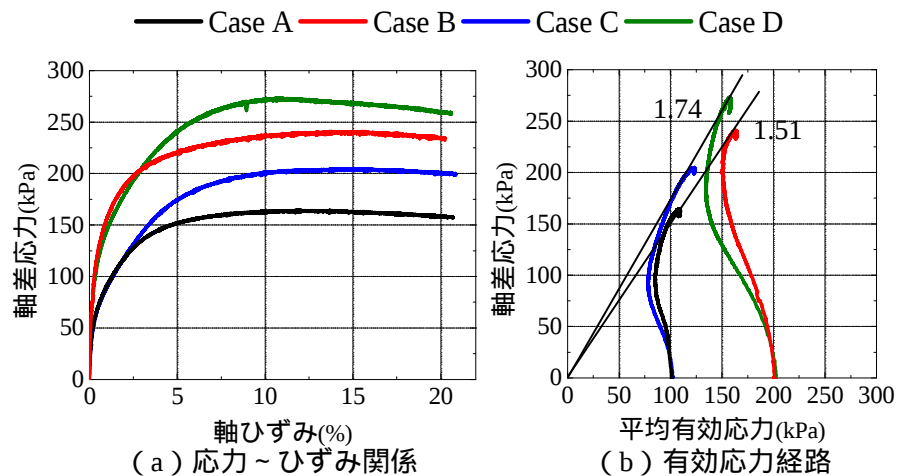


図 2 Case A~D の三軸試験結果

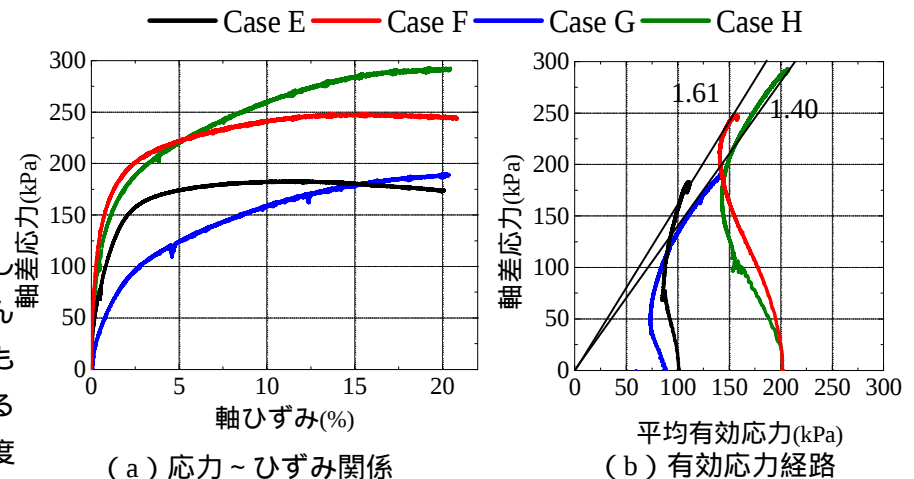


図 3 Case E~H の三軸試験結果