

圧密・養生効果による固化処理土の強度増加特性とその評価

防衛大学校建設環境工学科 学○河井勇樹 学 日野貞義
正 宮田喜壽 正 平川大貴
佐賀大学低平地センター 正 末次大輔

1. はじめに

軟弱な粘性土を固化処理し、地盤材料として活用する技術の重要性は大きい。実際の現場での固化処理土は拘束圧条件で圧密・養生され、強度が発現すると考えられる。その効果を合理的に考慮できる強度評価手法が設計・施工の合理化に必要である。本研究では、圧密・養生条件が固化処理土の強度特性に及ぼす影響を三軸試験で調べ、強度増加の評価手法を検討した。本文では、三軸試験結果を報告し、セメントの水和反応を考慮して算定する状態量をもとに圧密・養生効果による強度増加を評価する方法を提案する。

2. 実験の概要

本文では円柱供試体を用いた三軸圧縮試験の結果を示す。比較した圧密・養生条件を図-1に示す。基本になるのがケースAで、無拘束圧条件で1週間水中養生した供試体を装置にセットして、2時間等方圧密後せん断を行った。残りの3ケースは、3日間水中養生した供試体を装置にセットして、所定の荷重ステップで4日間等方圧密しせん断を行った。せん断は非排水条件、軸ひずみ0.1%/minの条件で行った。固化処理土は、木節粘土 ($w_L=92\%$, $I_p=59$, $w_0=135\%$) にセメントを 100 kg/m^3 (加水した粘土に対するセメント重量比) の割合で添加・混合したものを円形モールドに打設して作製した。

3. 実験結果と考察

4種類の圧密・養生条件で実施した三軸圧縮試験のうち、最終圧密圧力 $p=200 \text{ kPa}$ の実験シリーズで観察された応力-ひずみ関係を図-2に示す。同図には、予圧密で作成した非改良の木節粘土を正規圧密条件でせん断した結果も示した。ピーク強度と初期の剛性は圧密荷重を早く作用させたケースほど大きくなった。残留強度は圧密・養生条件あるいは改良の有無によってそれほど大きな差は生じなかった。ピーク強度と圧密圧力の関係を図-3に示す。固化処理土に対する両者の関係は2直線で近似可能で、圧密荷重を早く作用させたケースほど、ピーク強度の圧密圧力に対する増加割合が大きくなった。

圧密・養生過程における固化処理土の相構成の変化を、水和反応によるセメントペースト組成変化に関するモデル¹⁾を参考に図-4のようにモデル化した。セメント粒子、ゲル空隙、水和生成物の体積変化量はParrottによる測定結果¹⁾を指数関数で近似することでモデル化し、土粒子と未水和のセメント粒子、水和生成物、ゲル空隙の体積の和を固相の体積とみなして間隙比 e^* を算定した。4種類の圧密経路の実験ケースに対して、固化処理土を作成し、モールドに流し込んだ直後（混練時）と圧密終了時に対して e^* を計算した結果を図-5に示す。圧密圧力が 50 kPa のときは全ケースにおいて圧密がほとんど生じなかったもので、混練時から圧密終了までの間隙比の変化 Δe^* は水和反応によるもので、各ケースの違いはない。圧密圧力が 200 kPa のときは圧密荷重を早く作用させたケースほど圧密量が大きくなるので、 Δe^* は各ケースによって異なる。

上記の e^* を用いて、圧密・養生による強度増加を表現することを試みる。下記の関係を図-6に示す。

$$h = (\text{各ケースの混練時から圧密終了までの } e^* \text{ の変化量 : } \Delta e^*) - (\text{ケースA【圧密・養生無し】の } \Delta e^*)$$

$$\Delta q = q \text{ (各ケースのピーク強度)} - q \text{ (ケースA【圧密・養生無し】のピーク強度)}$$

両者の関係は圧密経路によらず片対数グラフで直線近似可能である。このことは、状態変数 h が推定できれば圧密・養生効果による強度増加を評価できることを表している。

紙面の都合上、本文に示した換算間隙比の概要について詳細に示すことができなかった。発表時に、その詳細については説明したい。

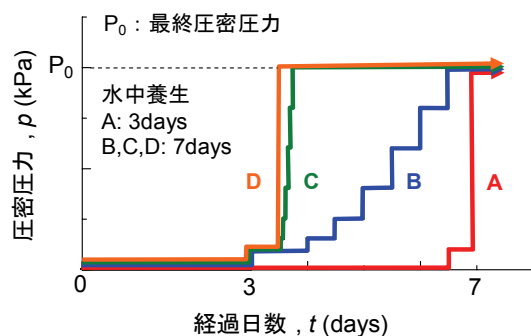


図-1 圧密・養生条件(A,B,C,D)の経路

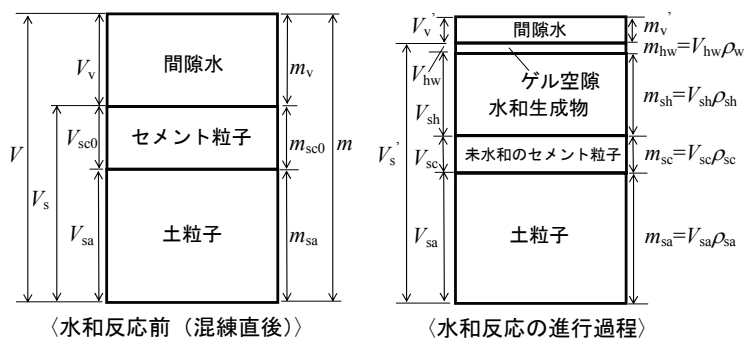


図-4 水和反応による固化土の構成変化モデル

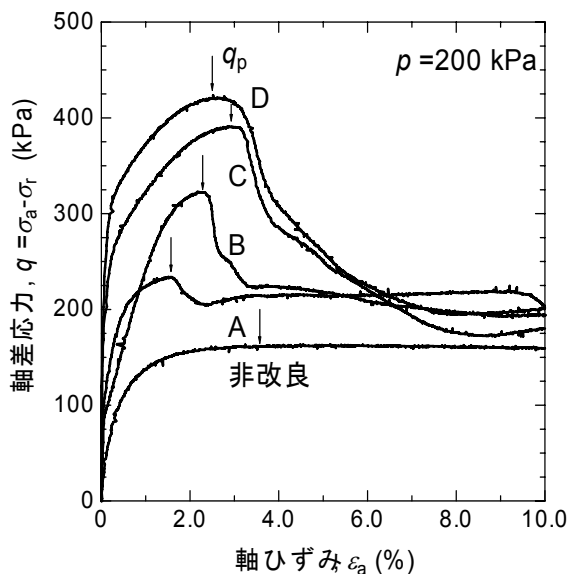
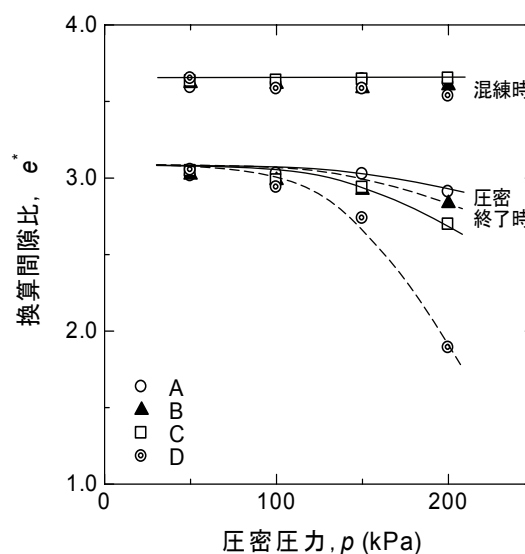
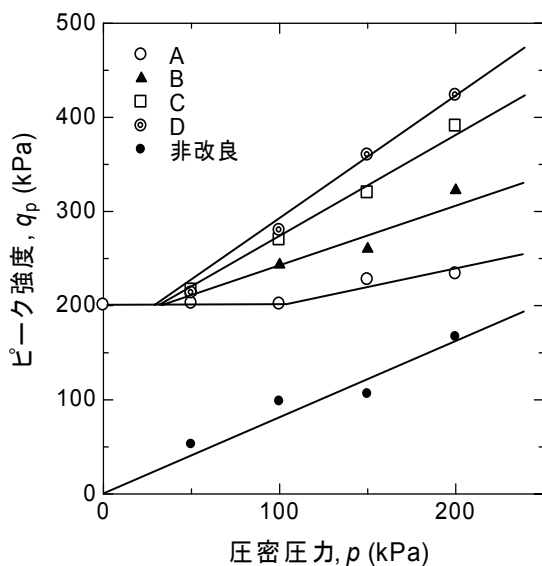
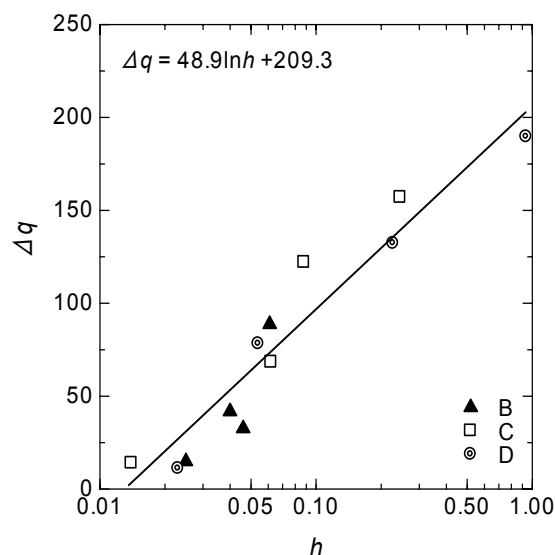


図-2 応力-ひずみ関係 (p=200 kPa)

図-5 換算間隙比 e^* - 圧密圧力 p 関係図-3 ピーク強度 q_p - 圧密圧力 p 関係図-6 圧密・養生による強度増加と状態変数 h