

加温条件下での粘土の圧密特性に関する検討

赤間 拓朗

キーワード： 軟弱地盤改良, 圧密, 温度効果, 圧密係数

1. 研究背景と目的

地中深度 10m~200m の温度は年間を通してほぼ一定であるという地中の熱特性を巧みに活かした地中熱利用技術や土壌蓄熱技術の研究・開発が近年欧米諸国を中心に積極的に進められており、その 1 つとしてドレーン工法への熱の有効活用が挙げられる。ドレーン工法とは構造物の築造前に軟弱地盤の沈下を促進させる圧密促進工法の 1 つであるが、太陽熱や地中熱に由来する熱源を地盤内に導入することで、圧密促進効果を向上できる可能性が示唆されているものの、圧密効果の温度依存性を複数の粘土材料で一般化した例はない。本研究では 2 種類の加熱を伴う段階圧密試験を実施し、既往研究のデータも引用した上で加熱時の圧密促進効果に土の種類と温度が与える影響について比較・検討するとともに、直径 80 cm の土槽を用いた圧密試験を実施し、熱源からの熱伝達とそれに伴う粘土地盤の 2 次元的な圧密特性を評価した。

2. 使用材料と実験方法

試料にはカオリン粘土（液性限界 77%、塑性指数 47%）と笠岡粘土（液性限界 58%、塑性指数 34%）を使用した。圧密試験は、①温度一定条件下の段階載荷圧密試験（以下、定温圧密試験）、②所定の圧密段階終了後に室温から所定温度まで加熱しその後は一定温度で載荷を行う圧密試験（以下、昇温圧密試験）、③直径 80 cm の円筒土槽に模擬粘土地盤を作製して中心からヒーターで加熱した状態で載荷を行う圧密試験（以下、土槽圧密試験）、の計 3 種類を実施した。定温圧密試験と昇温圧密試験は直径 10 cm、高さ 5 cm の円筒供試体を使用し、土槽圧密試験では直径 80 cm の円筒土槽を使用し、粘土層厚を 20 cm、粘土層の上部と下部それぞれに砂層 10 cm を設けた。

3. 本研究で得られた主な成果

- 1) 定温圧密試験の結果から、室温時の圧密係数に比較し、カオリンでは温度 35 °C で平均 1.2 倍、温度 50 °C で平均 1.5 倍、温度 65 °C で平均 1.6 倍、笠岡粘土では温度 35 °C で平均 1.1 倍、温度 50 °C で平均 1.5 倍、温度 65 °C で平均 2.3 倍の増加が確認された（図-1）。
- 2) 温度が圧密係数に及ぼす影響を表す圧密係数増加率を定義し、定温圧密試験のデータと既往研究のデータを併せて分析した結果、液性限界が小さいほど平均圧密圧力 10 kPa から 120 kPa の圧密係数増加率の平均値は大きい傾向があった（図-2）。
- 3) 昇温圧密試験の結果から、一定圧密圧力下で加熱して発生する体積ひずみは温度変化の絶対値に比例し粘土内部に発生した過剰間隙水圧と相関があり、塑性指数の大きいカオリンの方が笠岡粘土より大きい傾向があった。また、加熱で発生する体積ひずみは加熱されたときに受けている圧密圧力の影響は相対的に小さく、既往研究と一致する傾向を確認した。
- 4) 土槽圧密試験の結果から、中心から加熱するケースでは、ヒーターからの距離が近く温度が相対的に高い位置で過剰間隙水圧が速やかに消散する傾向が確認された。

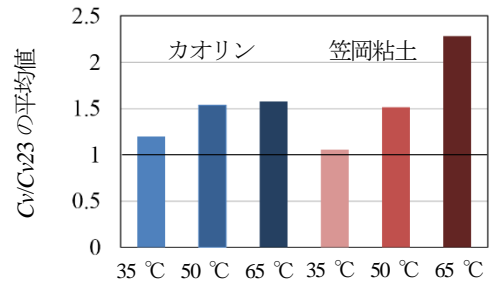


図-1 圧密係数に温度が及ぼす影響

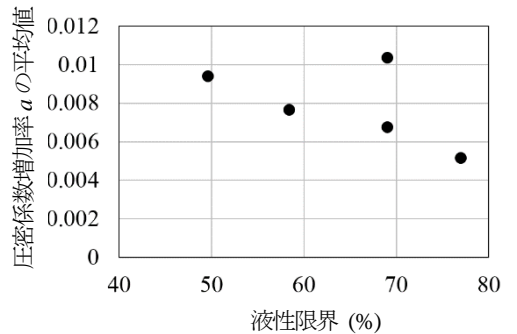


図-2 圧密係数増加率の平均値に液性限界が及ぼす影響