

# 軟弱粘土の熱応答と温度圧密に関する実験的検討

山口 和樹

キーワード： 軟弱地盤改良, 圧密, 温度効果, 海水, 未利用熱, 屋外試験, 熱応答

## 1. 研究背景と目的

未利用熱を活用した地盤技術の開発が欧米諸国を中心に積極的に進められており、その1つとして熱を利用したドレーン工法が挙げられる。ドレーン工法とは構造物の築造前に軟弱粘土地盤の沈下を収束させる工法の1つであるが、太陽熱や工業排熱等の熱源を地盤内に導入することで更なる圧密促進効果の可能性が期待できる。一方で、本工法は沿岸部の軟弱な埋立地などでの利用が想定されるが、土中間隙水の塩分濃度が温度圧密の効果に及ぼす影響を評価した例はない。そこで本研究では、2種類の電解質溶液を用いて作製した供試体に対して、異なる温度で圧密試験を実施し、温度と塩分濃度が粘土の圧密特性に及ぼす影響を検討した。また、太陽熱による地盤加温技術の適用性を評価するために、大型土槽を用いた太陽熱温水循環器による屋外加温試験を実施した。

## 2. 使用材料と実験方法

試料は、圧密試験にはカオリン粘土（液性限界 77.0%、塑性限界 30.2%）、笠岡粘土（液性限界 58.5%、塑性限界 24.6%）を、加温試験にはカオリン粘土を用いた。圧密試験では  $\text{CaCO}_3$  飽和条件（図中 A）と人工海水条件（図中 B）の2種類の溶液で間隙水を調整した、直径 10 cm、高さ 5.0 cm の飽和供試体を、水槽の中に設置し、水温 17°C、35°C、50°C の水を水槽内に循環させて供試体温度を間接的に制御した。

屋外加温試験では、内壁に断熱材を取り付けた 1 辺 150 cm の矩形土槽を使用し、図-1 の 3 点に鉛直貫入させた U 字パイプ 3 本に温水を循環させ、放射状に加温を行った。温度計は図-1 の 29 点で、それぞれ G.L.-10、60、110、140 cm の 4 深度で測定した。試験は夏期（2019/08/21～2019/09/30）と冬期（2019/11/19～2019/12/17）にそれぞれ行った。

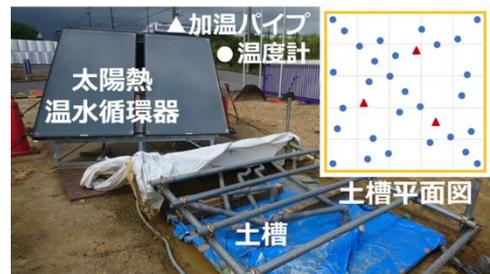


図-1 屋外加温試験の全体図

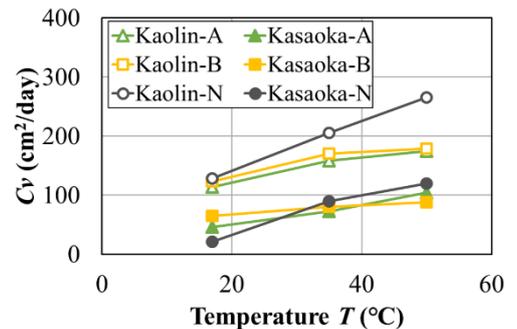


図-2 圧密係数と温度の関係

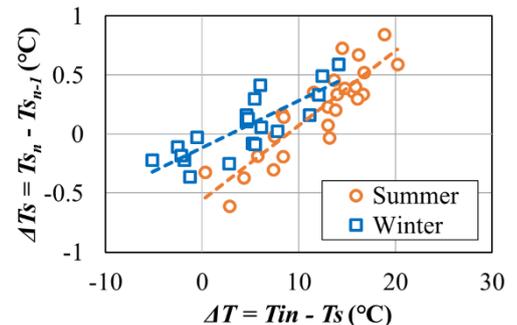


図-3 土槽温度と熱源温度の関係

## 3. 本研究で得られた主な成果

- 1) 圧密試験で得られた図-2 より、いずれの条件でも温度上昇に伴って圧密係数は増加傾向を示したが、 $\text{CaCO}_3$  飽和条件 (A) と人工海水条件 (B) ではその増加率が蒸留水のケース (N) に比べて小さいことが確認された。また笠岡粘土の 17°C 条件を除いて各条件でケース (N) より圧密係数が小さかった。
- 2) 条件 A、B ともに温度が高いほど蒸留水のケースと比べ圧密減少が小さくなったことから、加温時には土中の電解質が圧密の進行を阻害する可能性が示唆された。
- 3) 屋外加温試験の結果から、太陽熱温水循環器によって加温された土槽温度  $T_s$  は 2 週間程度で概ね定常状態となり、夏期では +8.3°C、冬期では +5.0°C であった。
- 4) 図-3 より、土槽温度  $T_s$  より熱源温度  $T_{in}$  が夏期では 8.8°C、冬期では 2.8°C 高い時に加温効果が期待できる。