

土・水・空気三相モデルにおける X 線 CT スキャナを用いた 凍結挙動の可視化

平成 30 年 2 月 石川 泰斗

要旨

目的

建設分野における寒冷地での凍害は、コンクリート構造物のみならず保水性の高い地盤においても重大な問題として考えられている。間隙水の凍結による体積膨張が地盤破壊の要因となるが、その凍結メカニズムはまだ十分に明らかになっていない。本研究では、土の構造（土・水・空気）を単純な三相モデルとした供試体を作製し、X 線 CT スキャナを用いることで、その凍結挙動を可視化し定量的に評価を行った。

方法

土粒子を熱伝導率の異なる 3 種類のチューブの側壁として単純化した。チューブは ABS 樹脂($\lambda=0.20$, $\rho=0.92$)、アルミ(237, 2.7)、石英ガラス(1.5, 2.2)の 3 種類であり、すべて肉厚 1mm とし、内径 4~10mm のものを各 3 種類ずつ用意した。20cm のチューブに水位 12cm まで純水を入れ、 -15°C に設定した冷凍庫で凍結させ、その挙動を X 線 CT スキャナで撮影した。その CT 画像をもとに、供試体ごとの凍結挙動の経時変化及び、水位変化による凍結速度の違いを評価した。

結論

- (1) チューブの密度が水に比べて大きい場合、水や氷の CT 値は密度の高い側壁の影響を受けて境界付近において過大評価される。しかし、水の密度と近いチューブにおいては、その影響は小さくなり、すべての位置で CT 値は概ね等しい値となる。
- (2) 熱伝導率の低い ABS 樹脂と石英ガラスのチューブにおいては、側壁から凍結が進み、空気との境界からは進行が遅い傾向がある。しかし、熱伝導率の高いアルミのチューブでは、初期水面付近から顕著に凍結が進行し、側壁からだけでなく空気との境界付近からも凍結が進行する。
- (3) 内径や密度によらず、CT 画像の色や CT 値の違いにより、水と氷の判別は可能である。
- (4) 熱伝導率が等しいチューブにおいては、内径が小さいほど、チューブ内の水位上昇速度は速くなる。また、内径が等しいチューブにおいては、熱伝導率の高いチューブほど内部の水の凍結速度は大きくなる。

指導教員 梅崎 健夫 教授