

III-539

不飽和領域における2次元浸透凍結実験

岡山大学工学部 正会員 西垣 誠
 岡山大学大学院 学生員○見掛信一郎
 日本国土開発㈱ 正会員 梅田美彦

1. はじめに

低温下地盤では、土中の間隙水が凍結し、凍上現象などのさまざまな問題が生じる。また地盤の凍結は、浸透特性や地下水流動に影響を与える。このため、本研究では地下水流動下での地盤の凍結現象に焦点を当て、不飽和領域における熱と水の流れを結合した2次元浸透凍結実験を行なった。この実験は、数値解析による結果を検証することを目的としたものである。

2. 2次元浸透凍結実験

実験に用いた装置の概要を図-1に示す。実験は、直方体モールド(横幅20cm、高さ40cm、奥行き10cm)を用いて不飽和透水実験を行ない、モールド側面から -3°C の一定温度で冷却することにより、熱と水の流れを結合した2次元の浸透凍結実験を行い、間隙水圧、供試体内温度及び流量の変化を測定した。さらに、実験開始から6時間経過後に供試体中から直接サンプルを採取することにより、供試体内の体積含水率分布を調べた。

実験の初期状態は、乾燥密度 $1.52\text{g}/\text{cm}^3$ の飽和供試体を作成し、モールド下端から重力排水を行ない、12時間経過した状態を初期状態とし、実験を開始した。この初期状態における温度分布と体積含水率分布を図-2に示す。なお、実験に用いた試料は豊浦標準砂である。浸透流については、図-1に示すように供試体上端に礫を敷き詰め、均等に水が浸透するようにし、流入流量はマリOTTタンクによって測定した。間隙水圧は5箇所、供試体内温度は25箇所から、図-1に示す位置で測定した。間隙水圧は、低温状態で測定を行なうことから、測定の媒体の凍結を防止するために不凍液を用いた¹⁾。不凍液としてポリエチレングリコール水溶液(濃度5%)を使用した。濃度が薄いため不凍液を使用したことによる測定値への影響がみられないので補正は必要ないと判断した。

次に、供試体内の体積含水率分布の測定法について述べる。サンプル採取による含水比の測定は、実験開始後6時間経過した時点でで行なった。サンプル採取は温度の測定ポイントの25箇所と同様の位置で行ない、直径1cmの金属円筒を用いて採取した。そして、採取したサンプルについて含水比試験を行ない、供試体内の体積含水率分布を調べた。

3. 実験結果

図-2は、実験開始時の初期状態における供試体内の温度分布と体積含水率分布であり、6時間経過した時点での温度分布と体積含水率分布は、図-3のように変化した。また、凍結過程における間隙水

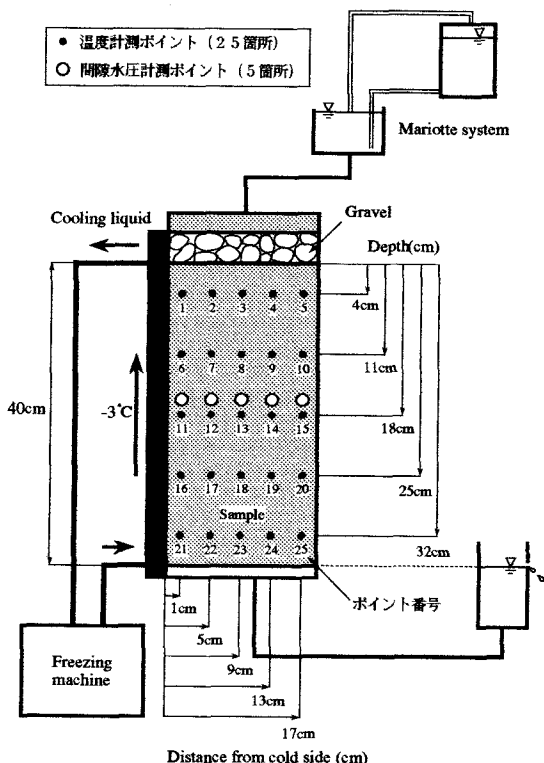
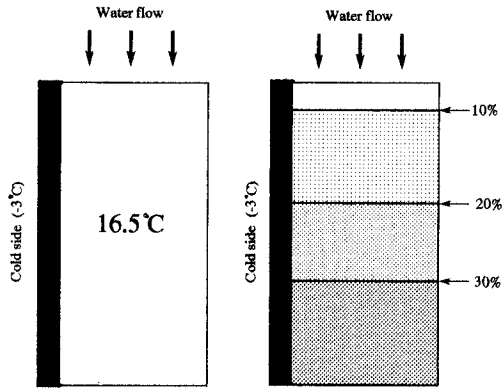
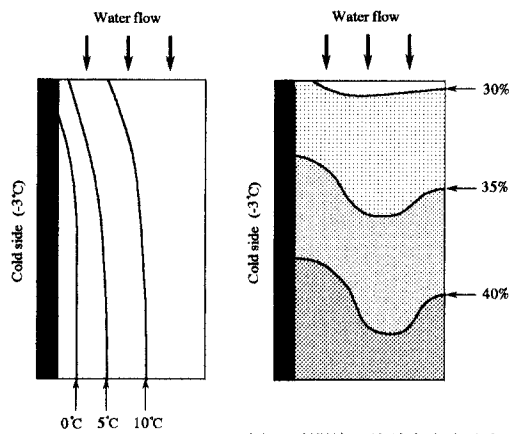


図-1 不飽和浸透凍結実験装置(冷却温度 -3°C)



(a) 初期状態の温度分布 (b) 初期状態の体積含水率分布

図-2 初期状態の供試体内分布



(a) 6時間後の温度分布 (b) 6時間後の体積含水率分布

図-3 6時間後の供試体内分布

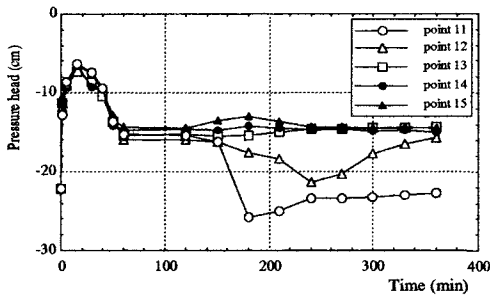


図-4 凍結過程における間隙水圧の経時変化

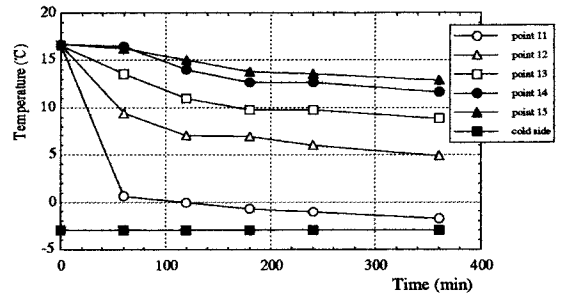


図-5 凍結過程における温度の経時変化

圧、供試体内温度及び流量の経時変化は、図-4、図-5、図-6に示した。間隙水圧は、冷却面にいちばん近い点で大きな変動がみられた。これは、間隙水の凍結による間隙水圧の低下である。この間隙水圧の低下は、水分移動を引き起こす力となる²⁾。このことから、図-3の体積含水率分布にもみられるように、水分移動によって冷却面側の含水量が多くなると考えられる。

4. おわりに

本研究で行なった不飽和領域における2次元浸透凍結実験による実験結果をもとに、今後数値解析結果との比較により解析手法の検証を行なう予定である。

<参考文献>

- 1) 西垣誠、見掛信一郎、梅田美彦：不凍液を用いた地中のサクシヨンの計測法、第26回土質工学研究発表会、pp. 1073~1074, 1991.
- 2) 山崎不二夫、山内豊聡：土質工学の基礎<土の力学的挙動>、鹿島出版会、pp. 389~393, 1972.

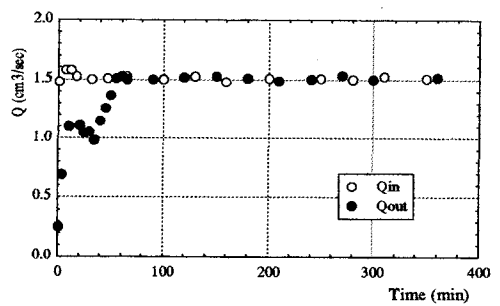


図-6 流入流量と流出流量の関係