

III-A 298

地下水流動を伴う地盤中の凍結工法室内実験

佐藤工業 正会員 中村 英孝, 児玉 敏雄
 岡山大学 正会員 西垣 誠

1. はじめに

従来、凍結工法においては地下水流動の有無がひとつの重要な要素とされ、主に地下水流動の抑制に注意が払われてきた。しかしながら、地下水を利用すなわち揚水や注水などを積極的に行い、凍結域を制御する工法は現在までに行われていない。著者らはこれまでに地下水の流れが存在する地盤内の凍結状況について数値解析を用いて検討してきた^{1,2)}。本研究では地盤の凍結範囲を制御し、地盤の安定処理速度の向上を図ることを目的とした室内凍結実験を行った。実験では、動水勾配を制御することにより地下水を媒体として冷却熱を移流させることを想定し、地下水流速が地盤の凍土形成にどのような影響を与えるかを調べた。

2. 実験装置

凍結工法では、対象とする構造物周辺地盤に凍結管を設置し各凍結管を冷却することにより凍土壁を形成させる。実験では単管の場合の凍結状態を再現するため、図-1に示すような装置を用いた。実験に用いたモールドの概念図を図-2に示す。モールドは厚さ15mmの亚克力板を加工し、横幅30cm、高さ100cm、奥行き10cmの箱型とした。一方の側面には水頭計測用のマノメータを、対面側では温度計測用の熱電対を各々5cmピッチで80ヶ所の点に格子状に配置した。モールドの周囲は断熱効果を図るため発泡スチロールで覆った。冷却液には65%に希釈したポリエチレングリコール溶液を用い、冷却器の温度を-15℃に保ちモールドの冷却面を循環させた。用いた試料は豊浦標準砂であり供試体上端と下端に碎石を敷き詰め、上流と下流に水頭差を与え浸透流を発生させた。水温および室温は8~12℃である。供試体の熱および水理物性値³⁾を表-1に示す。実験は地下水の流速が有る場合(0.5m/day)と無い場合の2ケースについて実施した。

3. 実験結果

冷却面近傍の温度と水頭の経時変化を図-3に示す。温度分布に着目すると、流速が無い場合には冷却面の中央部での温度が最も低く、上流と下流部の温度はほぼ同じ値を示している。一方、流速が有る場合には上流、下流、中央の順番に温度が低くなっている。これは図-4に示す実験開始後40時間後の温度分布からも確認できる。図-4より、流速が無い場合には冷却面を中心に凍結域が形成されほぼ同心円上の温度分布を示しているが、流速が有る場合には地下水を媒体として冷却熱が移流するために凍結面の下流方向に温度分布は偏心している。水頭値について比較すると、流速が無い場合には水の凍結膨張に伴い各点の値が上

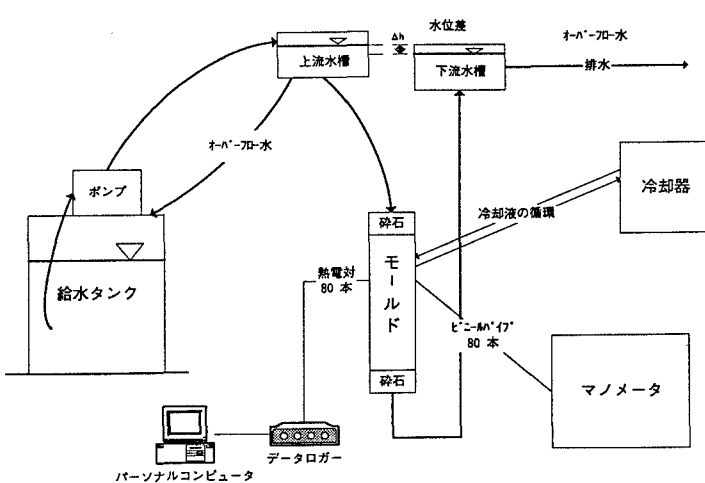


図-1 実験装置の概要

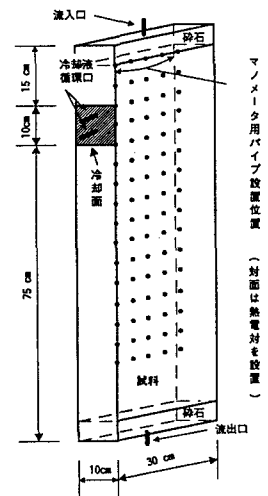


図-2 実験に用いたモールド

昇しているが、流速が有る場合には完全に試料が凍結していないため値が小さい。水頭の変化に二つのピークがあるのは気温の日変動によるものと考えられる。

表一 試料の物性値

乾燥密度 (g/cm ³)	1.52
透水係数 (cm/sec)	2.56×10^{-2}
比熱 (cal/g·°C)	0.197
熱伝導率 (cal/cm·sec·°C)	5.1×10^{-3} (10°C) 5.6×10^{-3} (-1°C)

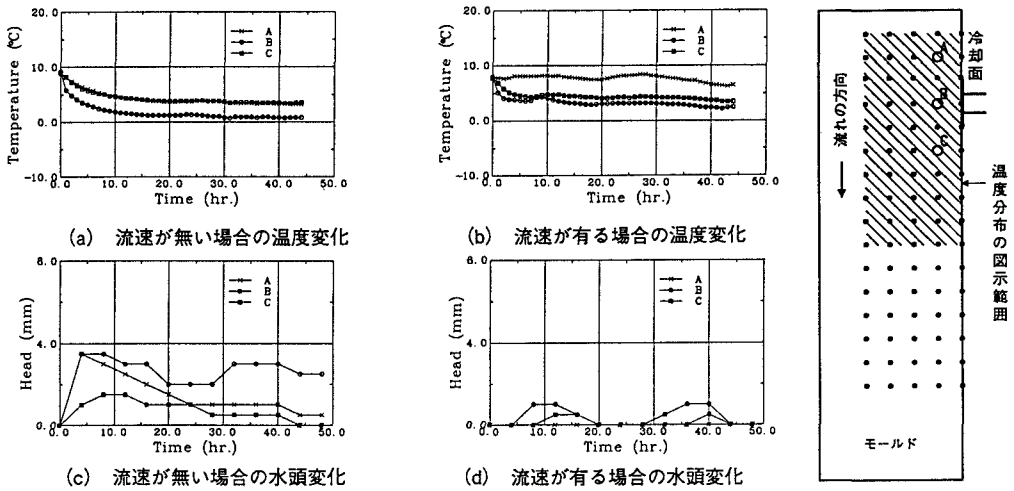
4. まとめ

実験結果をまとめると次のようになる。①地下水の流れが存在する場合には凍結領域が下流側へ偏心する。②地下水の流れが早い場合には凍土は形成されにくい。

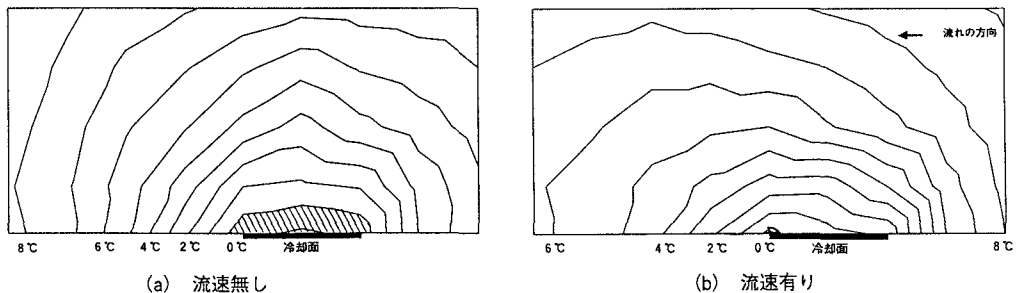
今回の実験結果を応用し実際の現場へ適用する場合、ディープウェルによって注水または揚水を行うことにより地下水位に若干の変化を与えるだけの制御を行うため、周辺地盤に悪影響を与えず隣接の民間施設等、凍結させてはいけない地域を避けて施工することが可能である。したがって、地盤改良工法だけでなく当該工事現場の近隣対策工としても活用できるものと考えられる。今後、室内実験結果と解析結果との比較を行うと共に、本工法の現場への適用課題について検討を行う予定である。なお、本実験を遂行するに当たり岡山大学技官黒川氏ならびに大学院生小松、矢野君の協力を得た。ここに、謝意を表します。

参考文献

- 1) 中村, 児玉, 西垣: 相変化を伴う地盤における浸透流解析、第 23 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集、pp206-207、1996。
- 2) 中村, 児玉, 西垣: 地盤凍結工法における凍土形成に及ぼす地下水流速の影響について、第 31 回地盤工学会研究発表会、1996。(投稿中)
- 3) 西垣, 梅田, 見掛, 真浦: 浸透と熱伝導挙動の予測に関する研究、土木学会第 48 回年次学術講演会講演概要集、pp1042-1043、1993。



図一 温度および水頭の経時変化



図一 温度分布の比較