

表層凍害劣化を再現する実験装置の開発に関する研究

Study on freezing and thawing focused on melting process

苫小牧工業高等専門学校	○学生員	鳥谷部瞭 (Ryo Toriyabe)
苫小牧工業高等専門学校	正 員	渡辺暁央 (Akio Watanabe)
苫小牧工業高等専門学校	正 員	土門寛幸 (Hiroyuki Domon)

1. はじめに

積雪寒冷地では、コンクリートの凍結融解の繰り返し作用により凍害劣化が進行し、ひび割れやスケーリングの発生により耐久性が低下する。凍害は、コンクリート中に含まれる水が凍結することにより膨張圧が発生することが原因であり、AE 剤による連行空気を導入することにより劣化を低減させる効果がある。凍害の評価としては、供試体による凍結融解の繰り返し試験を行い、スケーリングによる質量減少をパラメータとして評価することが一般的である。しかし、この試験により凍害に対して耐久性があると判断された配合のコンクリートにおいても、実構造物で劣化が発生する事例もある。この理由として、例えば橋梁床版などの薄板部材の日射を受ける部位において、冬季のコンクリートの表面と内部の温度差が大きくなり、温度応力に起因する劣化が発生する可能性があるのではないかと考えられる。コンクリート構造物の内部が常に氷点下になり、日射を受ける表面のみ温度が上昇して融解するという、表面のみの凍結融解が劣化の一因となることが想定される。

床板の凍害劣化について検討した研究¹⁾では、実物大の床板部材を作製して凍結融解試験を実施して、表層部のみ凍結融解が発生する実験を行っている。その結果、表層部が融解した後の再凍結をする過程で、表面から凍結が開始されて内部に凍結が進行するため、床板中心部が遅れて凍結し、アイスレンズが発生していることが確認されている。これが床板の水平ひび割れの原因である可能性が指摘されている。

本研究では、このようなコンクリート表層部のみ凍結融解する形式の凍害劣化を、より容易な実験で再現するための予備実験を実施した。構想としては、通常の凍結融解試験に用いる 100×100×400mm の角柱供試体について、コンクリートの凍結層を維持するための不凍液循環装置を設置して周辺を断熱層で覆い、表層部のみ凍結融解を行う装置を検討した。この実験供試体について、熱電対により温度変化の評価を行った。

2. 実験概要

2.1. 実験装置の作製

- ① 100 mm×100 mm×400 mmのコンクリート供試体のそれぞれ深さ 0 mm(表面), 20 mm, 40 mm, 60 mm, 80 mm, 100 mm(底面)に当たる場所に熱電対を設置した。(図-1)
- ② 厚さ 10mm のスタイロフォームを使用して、冷却水循環装置で底面からコンクリートを冷却するための土台を作った。(図-2)

- ③ 不凍液循環装置に接続したホース、および①で作製した熱電対を埋め込んだコンクリート供試体を設置して、周囲をスタイロフォームで覆った。(図-3)

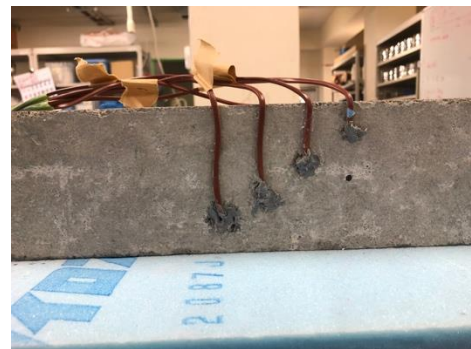


図-1 熱電対の設置



図-2 断熱材で作成した土台



図-3 完成形

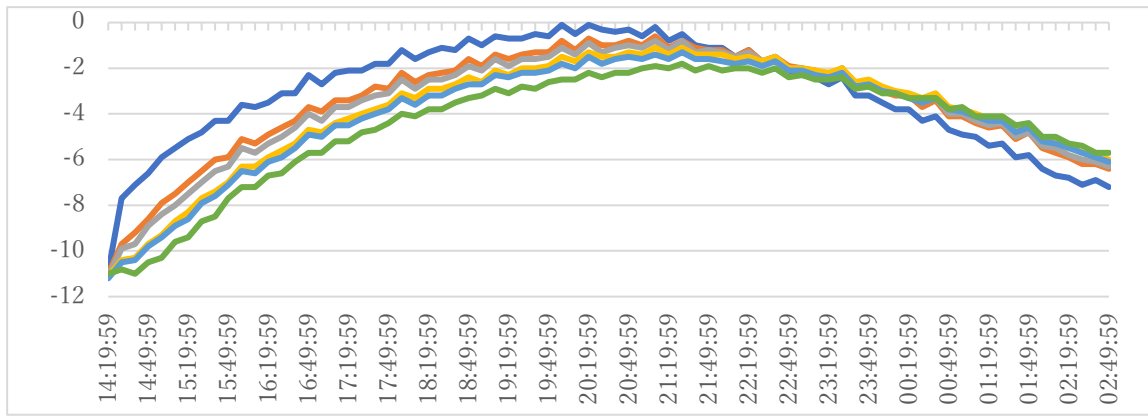


図-4 -10℃から+3℃時の温度変化

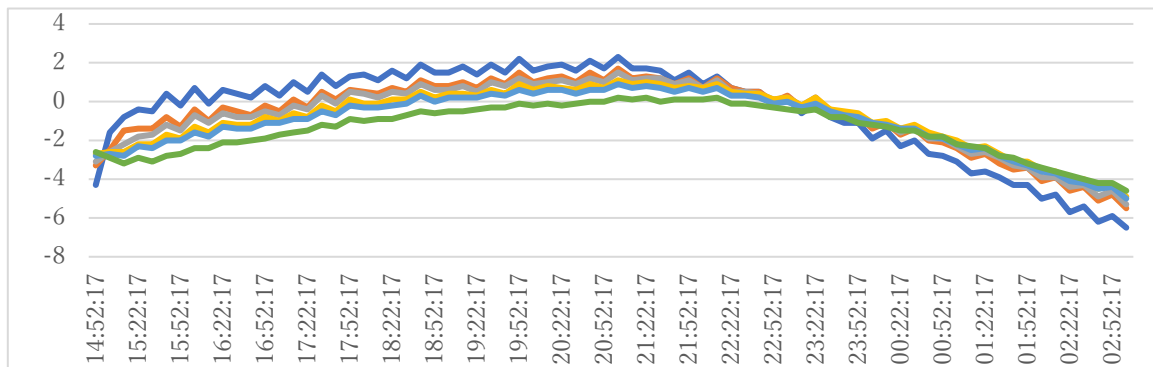


図-5 -5℃から+5℃時の温度変化

2.2. 凍結融解試験

温度コントロール可能なプレハブ型恒温装置に2.1で作製した実験装置を設置した。供試体全体が凍結環境になるように、プレハブ温度および不凍液温度を-10℃に設定して供試体を凍結させた。

凍結が確認された後、不凍液の循環温度を変化させずにプレハブ温度をプラス温度に変化させて、コンクリート供試体の温度変化を測定した。

3. 結果および考察

図-4は、プレハブ温度を3℃で6時間継続させた後、再び凍結させたときの温度変化を示したものである。表層部の温度は最大で0℃に達する程度であり、表層部が融解に達しなかった。この原因は、プレハブ温度の設定が低かったことが要因といえる。

そこで、供試体温度を-5℃にして、プレハブ温度を+5℃に設定して実験を実施した(図-5)。その結果、不凍液を循環させている底面においても0℃を超えており、プレハブ温度の伝達が卓越していることがわかる。すなわち、断熱が十分にできていないか、不凍液循環装置の能力が不足している可能性が考えられる。温度設定をさらに検討する必要がある。

4. まとめ

本研究は、100×100×400mmの角柱供試体を使用して暴露面の表層部のみ凍結融解が発生する装置の作製を

試みた。その結果、不凍液循環装置による凍結能力より、試験室のプレハブ温度による熱エネルギーの影響が強く表れており、断熱を工夫するとともに、プレハブの温度コントロールを工夫する必要がある。

参考文献

- 1) 林田宏：凍結融解作用によりRC床板内部に生じる水平ひび割れの再現実験，令和元年度土木学会全国大会第74回年次学術講演会，V-251，2019