

融解過程に着目した凍害劣化に関する研究

Study on freezing and thawing focused on melting process

苦小牧工業高等専門学校 環境都市工学科

学生員 橋本采音 (Ayane Hashimoto)

苦小牧工業高等専門学校 創造工学科 都市・環境系 正員 渡辺暁央 (Akio Watanabe)

苦小牧工業高等専門学校 創造工学科 都市・環境系 正員 廣川一巳 (Kazumi Hirokawa)

1. 序論

北海道などの積雪寒冷地では、コンクリートの凍結融解の繰り返しにより発生するひび割れや劣化が重要な課題となっている。凍害は、コンクリートの空隙内に含まれる水が凍結すると体積が増加し、コンクリート内に膨張圧力が生じてひび割れが発生するものとされている。一方で、橋梁床板などの薄板部材の日射を受ける部位では、冬期のコンクリート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しうるのでないかと考えられる。例えば、冬期に平均気温が氷点下になると、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部分のみ融解して温度が上がる。このとき表面と内部の温度差が生じ、温度応力が発生して劣化を引き起こしているのではないかと仮定した。つまり、融解過程における躯体の温度変化によって生じる温度応力によってひび割れが生じている可能性について検討することも重要ではないかと考えられる。

本研究では、断熱処理を行ったコンクリート供試体の曝露面に対して深さ方向に熱電対を設置して、深さ方向の温度変化を測定する。凍結状態の供試体を日射のある天候状態で曝露し、温度変化を測定する。この曝露時の気温を再現した恒温室内で同様の測定を行い、日射の影響による温度変化の違いについて検討することを目的とする。

2. 実験概要

2.1 実験装置の作製

内寸法が高さ約 135 mm×幅約 200 mm×厚さ約 145 mmの発泡スチロール箱に熱電対を内部に上面から 1 cm 間隔で 6 本、底・側面・上面に 4 本、計 10 本を図-1 に示すように設置し、W/C=50%のモルタルを打設した。

熱電対は先端をねじってはんだで固定した後、錆防止のため瞬間接着剤でコーティングした。発泡スチロール箱に固定する際はナイロン糸をつかって固定した。

後日、外気温と同じ温度に設定した恒温槽に-20℃に冷やした供試体を移し、その間の温度変化を 10 分間隔で測定した。

実験装置の正確性を確認するために、モルタル供試体を-20℃の冷凍庫から+20℃の恒温槽に移動したときの温度変化の測定を 2 度行った。

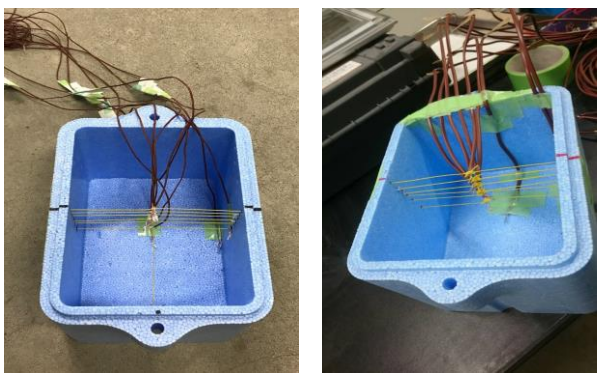
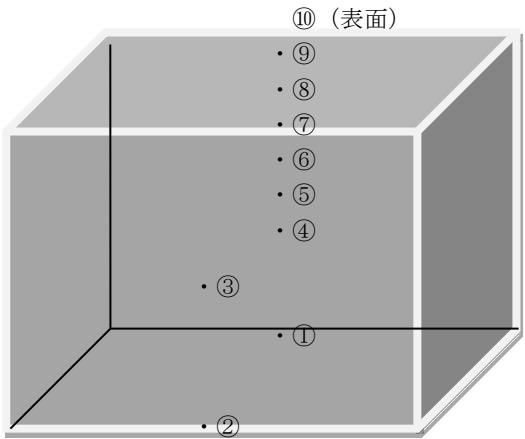


図-1 実験装置

表-1 モルタル供試体の配合

水 (g)	セメント (g)	細骨材 (g)
1461.2	2911.5	5817.6

2.2 モルタル供試体の温度測定方法

モルタル供試体を-20℃の冷凍庫で冷やした後、2 時間屋外に放置し、その間のモルタル供試体の温度変化を 10 分間隔で測定した。

3. 結果

まず、実験装置の正確性を確認するために行った実験の結果を図-2 に示す。

図-2 より CH1, CH2 が 400 分で温度勾配が変わっているため断熱効果が失われていると推測される。よってこの実験装置の信頼性は最初の 2, 3 時間までと考えられる。

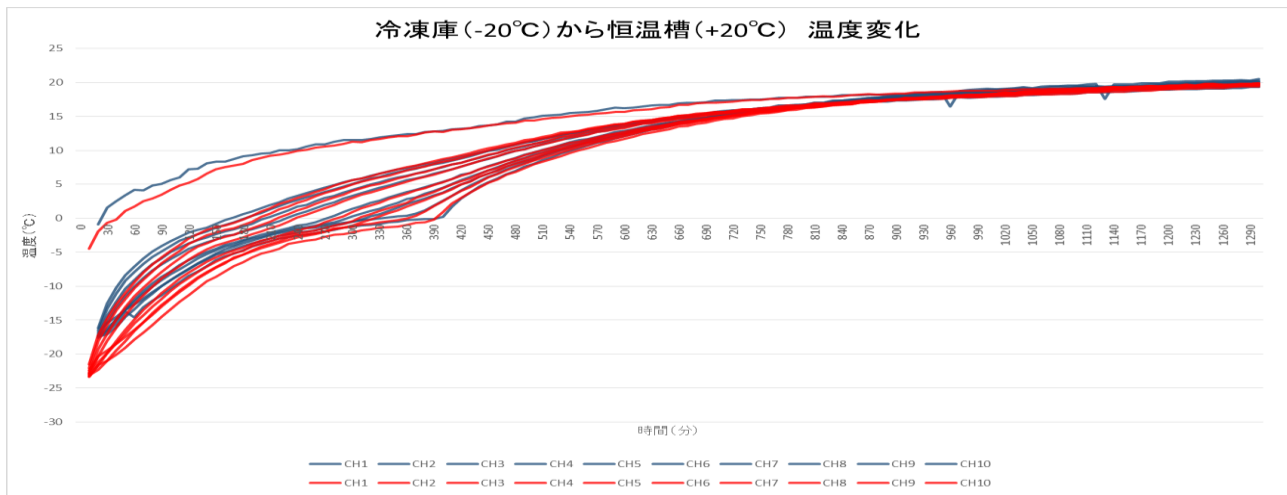


図-2 冷凍庫 (-20°C) から恒温槽 (+20°C) に移動したときの温度変化

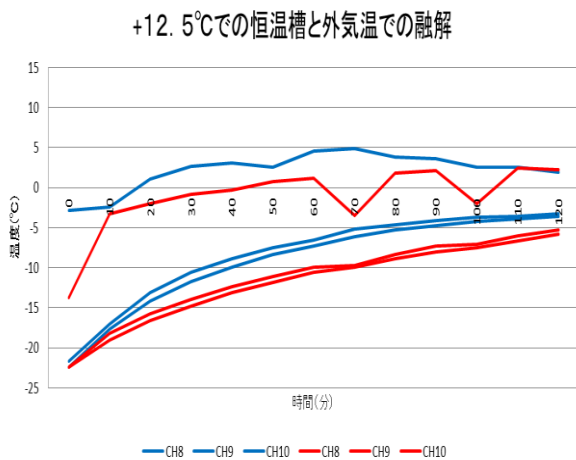


図-3 +12.5°Cでの恒温槽と外気温での融解

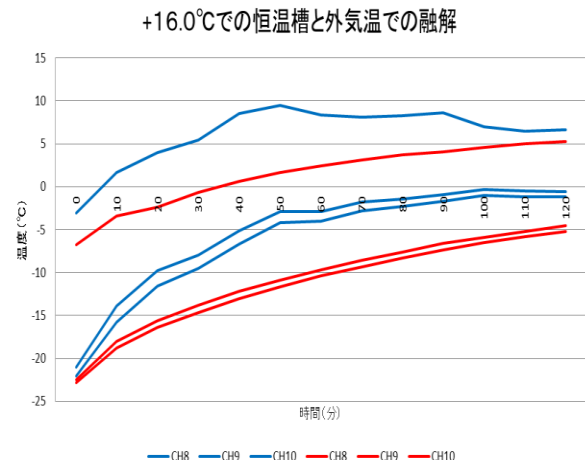


図-4 +16.0°Cでの恒温槽と外気温での融解

次に、-20°Cの冷凍庫から日射の当たる屋外に放置した時の表面と表面から3cmまでの温度変化の測定結果を図-3、図-4に示す。青線が外気温、赤線が恒温槽での測定結果である。

外気温での融解時の温度変化の測定は、2017年11月2日と11月6日の同時刻に2時間10分間隔で行った。計測時の平均気温は11月2日が+12.3°C、11月6日が+16.1°Cであった。

図-3では恒温槽の温度を+12.5°C、図-4では+16.0°Cに設定して実験を行った。

冷凍庫から試験環境に設置した直後から表面温度は外気温の影響を受けて0°C付近まで上昇する。表面温度は日射を受けることにより、恒温槽のときの温度より5~10°C程度高い値を示す。その後の表面温度の変化は、日射を受けている環境の方が5~10°C高い状態で推移する。

深さ10mm、20mmにおいても日射を受けると表面温度の上昇により早く温度が上昇しており、1~2°C程度高い値を示して推移する。

4. 考察

実験装置の正確性を確認する実験では、二度の実験で

温度上昇速度がほぼ等しかったため、実験装置の正確性を確認することが出来た。

恒温槽での融解と日射の影響を考慮した外気温での融解の実験では、図-3、図-4から理解できるように外気温での融解の方が供試体の温度上昇速度が速いことがわかった。

5. 結論

本研究において供試体内部の温度の上昇速度の差についての実験結果を以下に示す。

- 1) 日射の影響がある場合のモルタル供試体の融解時の温度上昇速度は、恒温槽での融解時に比べて温度上昇速度が速いことが分かった。
- 2) 実験データが少ないため、今後は様々な天候の影響も考慮した実験を行う必要がある。

参考文献

- 1) 南谷晴之、山下久直：よくわかる電気電子計測, pp. 94-116, 1996.