

凍結抑制剤による融氷効果持続時間について

東北工業大学大学院	学生会員	○三原 翔吾
東北工業大学	正 会 員	外門 正直
(株)ハイウエイとうほく		渡邊 輝夫
東北工業大学大学院		相原 政人

1. まえがき

現状の凍結抑制剤散布基準は多くの自治体で散布量を $30\text{g}/\text{m}^2$ 、散布間隔は約 2 時間で行っている¹⁾。もちろんその時々天候、路面の状況で散布量・間隔は異なる。散布基準は決まっているが、実際は路面残留塩分濃度を目安に技術者の経験に委ね、散布量・間隔が取られている。その理由は、凍結抑制剤が氷を融かし始めてから再凍結するまでの正確な融氷効果持続時間が不明確なこと、さらに融氷効果持続時間を測定する装置も存在しないことが挙げられる。

そこで本研究の目的は、直接的でかつ客観的に解り易い測定装置の作製と、測定装置を使用しての融氷効果持続時間測定である。測定装置が完成すれば凍結抑制剤の正確な融氷効果持続時間が把握できる。その結果、凍結抑制剤の効率の良い散布量・間隔基準が確立でき、過剰散布の防止に繋がり、コンクリート構造物に与える悪影響も軽減できると考える。

2. 実験概要

(1) 測定装置

融氷効果持続時間測定を行うために数年来、測定装置作製に重点を置き研究を行ってきた。融氷効果持続時間測定は、氷に撒いた凍結抑制剤の影響による氷の厚さ変化で評価する。氷の厚さ変化はひずみゲージ式変位変換器(以下、変位計)で測定する。実験はプログラム低温恒温器(以下、冷凍庫)内で行う。変位計ロッドの上げ下げを冷凍庫外で遠隔操作するためにエアシリンダを利用する。エアシリンダが伸びた状態でロッドが氷に触れ、縮んだ状態でロッドが氷から離れる形にする。エアシリンダとロッドをワイヤーで繋ぐ。エアシリンダはソレノイドバルブを介して圧縮窒素ガスを送りスイッチのオン・オフで伸縮を可能にする。スイッチを入れた状態では、エアシリンダが伸びた状態のためツインタイマを介し自動化する。ツインタイマを用いオン・オフを一定サイクルに設定し、氷と変位計測定子が接触して氷の厚さを測定する。測定データの取り込みはセンサインタフェース(PCD-300A)を介して制御ソフト(PCD-30A)で行う。凍結抑制剤散布はノズル 4 つを使用。ノズルの空気送込管にチューブを取り付けコンプレッサーで圧縮空気を送り噴霧する。変位計ケーブルと空気送込チューブは、ケーブル孔から冷凍庫外に出し変位計ロッドの上げ下げと、凍結抑制剤噴霧を遠隔操作可能な形にする。また測定装置には試験面を必要とするため、モルタル版(20×20×5 cm)を用意する。モルタル版の上面を除く 5 面を断熱材で囲み、所定の寸法に加工した合板箱に入れる。変位計はアルミ板を両端に立てその間に長ねじを通して固定し、モルタル版(20×20 cm)中央に位置するように設置した。合板箱にアングルを設置し断熱材とアングルの間にアルミ板を差し込み固定した。噴霧器は断熱材に差し込み固定する。断熱材とアクリル板にマグネットを付けて両者を一体化した。アクリル板はモルタル版と断熱材の間に差し込み固定した。この測定装置(写真 1)を使用して融氷効果持続時間の測定を行う。



写真 1 測定装置

(2) 実験条件

ノズルの高さはモルタル版上面から 30 cm、位置は図 1 に示す箇所にセットした。冷凍庫内温度を $-5.0 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ に設定、凍結抑制剤は塩化ナトリウム(以下、NaCl)、蟻酸アンモニウム(以下、 HCOONH_4)の 2 種類を使用、凍結抑制剤濃度は飽和水溶液濃度で NaCl、 HCOONH_4 ともに 23%wt 水溶液に作製、使用した。凍結抑制剤散布量は $30\text{g}/\text{m}^2$ で散布した。凍結抑制剤散布対象面積 ($20 \times 20\text{ cm} = 400\text{ cm}^2$) なので散布量は 1.2g である。各凍結抑制剤は希釈して使用するため NaCl、 HCOONH_4 ともに 5.2g 散布した。また本実験では①氷の厚さ約 3 mm で一定とし凍結抑制剤散布量を変えたもの、②凍結抑制剤散布量を 5.2g で一定として氷の厚さを変えた 2 種類の実験を行った。可変パラメータを氷の厚さ約 1、3 mm の 2 種類、凍結抑制剤散布量 5.2 g (ノズル一つ当たり 1.3g)、1.5 倍の 7.8g (ノズル一つ当たり 2.0g)、2 倍の 10.4g (ノズル一つ当たり 2.6g) の 3 種類に設定した。

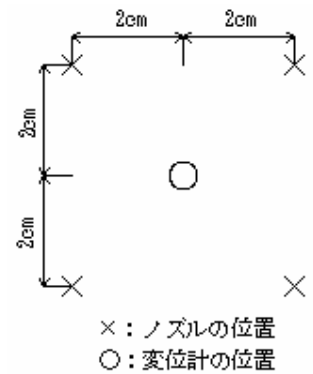


図 1 ノズルと変位計の配置

(3) 実験方法

実験条件の冷凍庫内温度に設定した冷凍庫内に測定装置を設置する。モルタル版上面に氷を作製するためのアルミ容器を設置して水を溜める。水の時点で変位計ロッドを測定面に下ろし 0 点を取る。氷の作製は厚さに関係なく 6 時間かけて作製する。作製後、氷に変位計ロッドを下ろし氷の厚さを測定後に凍結抑制剤を散布する。散布後は変位計ロッドが 5 秒下げ 55 秒上げのサイクルにツインタイマを設定し融氷効果持続時間の測定を行った。氷の厚さが 0 (氷が融けきった) 値を示すまで測定を行った。

3. 測定結果

(1) 凍結抑制剤散布量を変えた場合

図 2 に氷の厚さの経時変化を示す。測定の結果、NaCl、 HCOONH_4 ともに凍結抑制剤散布量の増加に伴い氷が融ける時間は早くなる結果を得た。12 時間後は全てのパターンで 0 を示した。

(2) 氷の厚さを変えた場合

図 3 に氷の厚さの経時変化を示す。測定の結果、NaCl、 HCOONH_4 ともに氷の厚さが薄いほど早く融ける結果を得た。氷の厚さが 1 mm の場合は 1 時間経過後には氷を全て融かした。

4. まとめ

本研究では測定装置を作製し凍結抑制剤の融氷効果持続時間を測定した。測定結果より本実験のために作製した測定装置で、融氷効果持続時間は測定可能なことが分かった。今後の課題としては①今回凍結抑制剤を散布させるためにノズルを使用した。ノズルを使用し噴霧しても面に均等に分布しない。そこでノズルとは別の散布方法の検討が必要である。②変位計ロッドに凍結抑制剤が多少かかるため非接触式の測定方法を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 日本コンクリート工学協会, 融雪剤によるコンクリート構造物の劣化研究委員会: 融雪剤によるコンクリート構造物の劣化研究委員会報告書, 1999. 11

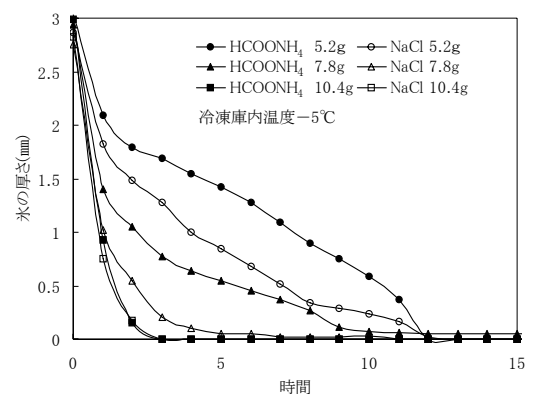


図 2 氷の厚さの経時変化

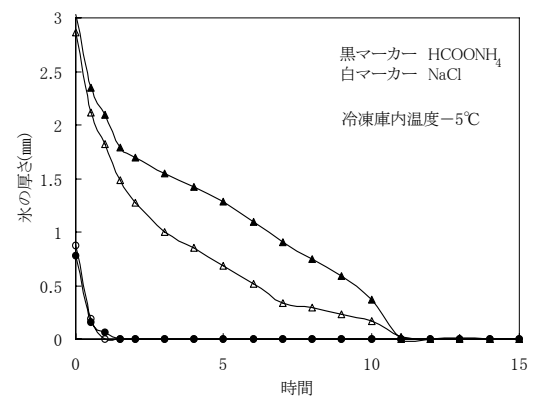


図 3 氷の厚さの経時変化