

普通及び表面改質コンクリートにおける凍結融解抵抗性に関する一考察

北海道大学 学生会員 ○中村麻里亜
 北海道大学 正会員 佐藤靖彦
 北海道大学 正会員 岸本嘉彦

1. 研究背景・目的

本研究は、コンクリート、並びにシランによる表面改質を行ったコンクリートの凍結融解時の内部の温度変化及びひずみ挙動を明らかにすることを目的とし、一次元の水分及び温度変化を与えた条件での凍結融解試験を行った。

2. 実験概要

(1) 実験試験体

直径 10cm、高さ 20cm の円柱供試体を作製し、その上部 10cm を切り出して用いた。水セメント比を 60% とした。配合を表 1 に示す。なお、凍結融解による影響をより明確に観察するため AE 剤は用いていない。

供試体には、表面より深さ 2,4,6,8cm の位置に熱伝対を埋め込んだ。また、表面より深さ、13,21,29,37mm の側面には、ひずみゲージを貼り付けた。

(2) 実験方法

供試体上面に試験水で満たしたアクリル容器を設置した後、供試体サイズより若干大きな円筒をくり抜いたスタイロフォーム内に供試体を設置した。供試体の側面は、防湿テープで覆い、更に供試体とスタイロフォームとの隙間には断熱材を挟んだ。こうして側面と底面は断熱状態とし、表面からのみ温度変化を与えた。

供試体は温度制御室内に入れられ、20°C で 8 時間、-25°C で 10 時間を保ち、その間は 15°C/時間 で温度変化を与えた (図 1)。この 24 時間 1 サイクルの凍結融解過程を、計 26 サイクル行った。本実験では、水分供給の有無、表面改質の有無、塩分の有無を実験パラメータとしている (表 2)。

3. 実験結果・考察

(1) 劣化性状

すべての供試体にスケーリングが発生した。最も大きな劣化が見られたのは NC-SW であった。シラン処理したものは、スケーリングが抑えられていた。

(2) 試験水がない場合

表 1 コンクリートの配合 (1m³あたり)

セメント [kg]	水 [kg]	細骨材 [kg]	粗骨材 [kg]	W/C [%]	細骨材率 [%]
267	160	781	1152	60	41

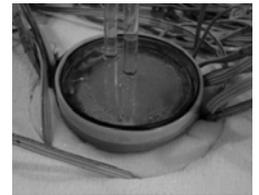
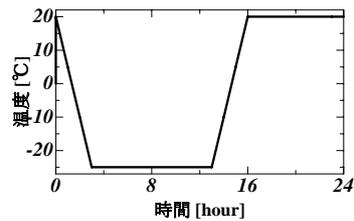


写真 1 供試体

図 1 制御温度履歴

表 2 実験変数

供試体	表面改質	試験水
NC-NW	×	なし
NC-W	×	純水
NC-SW	×	3% 食塩水
TC-NW	○	なし
TC-W	○	純水
TC-SW	○	3% 食塩水

図 2 は、20 サイクルの時の供試体 NC-NW と TC-NW の温度変化を示す。試験水を作用させなかった場合、シランが塗布されていない NC-NW において、10 サイクル目あたりから材料内部で水分が凍結している様子が観察された。一方、表面改質した供試体 (TC-NW) では、サイクル後半になってもその様子は見られない。これは、表面改質を施さなかったコンクリートが、凍結過程で空気中の水蒸気を吸湿し、この水分が凍結していたことによる。

(3) 水を作用させた場合

試験水を作用させた供試体において、いずれの場合も浅い位置から順に冷えていく様子が確認できた。試験水が無い場合と同様に、上面から順に冷却され

キーワード : 凍結融解, 表面改質, 水分, 塩水, 温度, ひずみ

連絡先 : 〒060-0808 札幌市北区北 8 条西 5 丁目 北海道大学工学部 維持管理システム工学研究室 011-706-6220

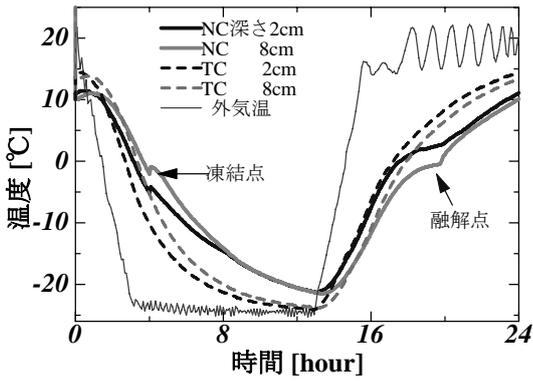


図2 温度変化(NC-NW と TC-NW)

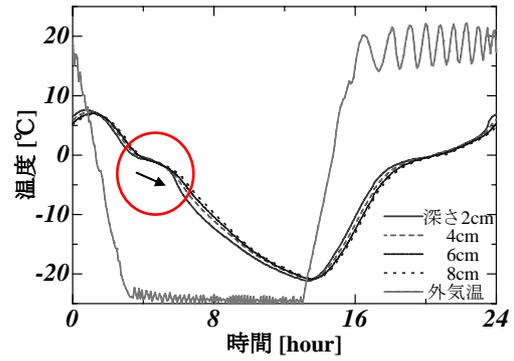


図3 温度変化(TC-W, 5th cycle)

たコンクリートは、凍結する際、0°C付近で温度が一定となる。その間、凍結位置から下部には熱が伝わらないために温度勾配に変化が生じる。しかし、普通コンクリートでは、0°C付近で温度一定区間が見られるが、表面改質コンクリートでは凍り始めた後も温度が低下している(図3)。これは、普通コンクリートでは、水と接している表面付近ではほぼ飽和状態にあるのに対し、表面改質コンクリートでは、不飽和の空隙が存在するために、凍結温度が低くかつ徐々に凍結した可能性がある。ただし、サイクル後半では、その傾きは徐々に普通コンクリートに近づいた。これは、サイクルが進むとともに飽和していくためであると思われる。

供試体 TC-NW においては、サイクル数とともにひずみが増加し、そのひずみは深い程大きい(図4)。シランが浸透した層の直下に水分が蓄積し、その位置での膨張量が大きくなり、その影響がひずみに現れた可能性が高い。

(4) 塩水を作用させた場合

純水の場合と同様の温度勾配の変化が見られ、材料内部で凍結していることが確認できた。また、ここでは表面改質の有無に関わらず、凍結が始まった後も温度が下がりつづける傾向にある。特徴的なのは、凍結温度が高さにより異なることである。塩水の場合凍結過程で塩分濃度が変化するために、上部ほど塩分の濃度が高くなる。塩分濃度が異なれば凍結温度も変化するので、ひずみの変化にも繋がると考えられる。本実験において、塩水を作用させた場合には、大きな圧縮ひずみが観察された。この傾向は既往の実験¹⁾においても報告されている。しかし、現時点でその理由を明らかにできていない。

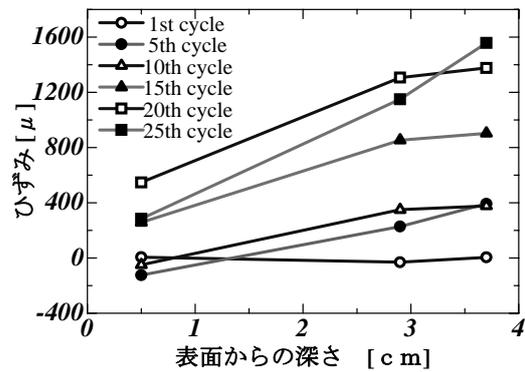


図4 ひずみ分布 (TC-W)

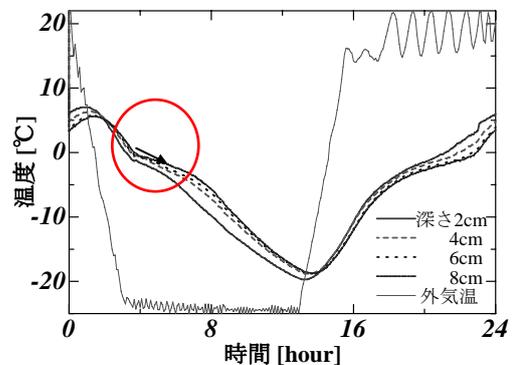


図5 温度変化(NC-SW, 20th cycle)

シランによる表面改質を施すことにより、凍結融解による劣化が抑えられる。しかし、シラン浸透層の直下で水分が蓄積し、その位置の膨張量が大きくなる可能性がある。

参考文献

1) 鮎田耕一ほか：海水の作用を受けるコンクリートの凍害機構と対策－海水が作用したコンクリートの変動挙動－，北見工業大学地域共同研究センター研究成果報告書第7号(2000)

4. 結論