

塩分浸透と乾燥の繰り返し作用がコンクリートの劣化に及ぼす影響

東北学院大学 学生会員 ○平山 哲圭
東北学院大学 正会員 武田 三弘

1.はじめに

コンクリートにおける塩害とは、コンクリート内部の鋼材が塩化物イオンの浸透により腐食・膨張し、ひび割れや鋼材の強度低下を引き起こす現象であるが、塩分の浸透と乾燥条件によっては、コンクリート自体の強度を低下させるという実験結果が報告¹⁾されている。これまで本研究室では、コンクリート床板の劣化現象について研究を行ってきたが、このような塩分と乾燥による要因も、床板劣化の原因の一つではないかと考えた。そこで本研究室では、冬期に路面に散布された凍結抑制剤が、コンクリート床板中に浸透し、その後の乾燥を受ける条件を想定し、この塩分浸透と乾燥による繰り返し作用がコンクリートの劣化に及ぼす影響について実験的に調べた。

2.実験概要

実験に使用した供試体は、アルミシールを4側面にコーティングした無筋の角柱供試体(100mm×100mm×200mm)である。実験に用いる供試体は、図-1に示すように温度20℃のNaCl3%水溶液を厚さ1cmに張った容器の中に、打設面を下にして8時間浸した後に、乾燥温度(20℃、40℃、60℃)にそれぞれ12時間乾燥し、その後4時間20℃除熱を行うまでの行程を1サイクルとした。そして、それぞれ120サイクルまで繰り返し行った。測定項目は、相対動弾性係数による劣化の比較、X線造影撮影法による透過線変化量(ひび割れおよび空隙量)、圧縮強度および塩化物イオン濃度分布である。

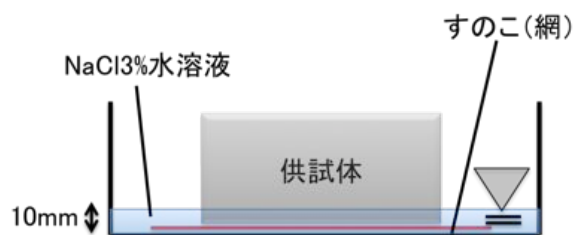


図-1 NaCl3%水溶液に浸した供試体の様子

3.実験結果および考察

図-2、図-3、図-4は、120サイクルまで行った供試体を100mm×100mm×10mmにカットし、X線造影撮影によりコンクリート内部に発生した微細なひび割れを検出した結果である。白く見える箇所が微細なひび割れや空隙である。20℃において乾湿を繰り返した場合(図-2参照)は、図中の下側に5mm程度の白い領域がみられるが、これは、この箇所がポーラスな状態になっていることを意味している。同様に40℃において乾湿を繰り返した場合(図-3参照)は、図中の下側に10mm程度の白い領域がみら

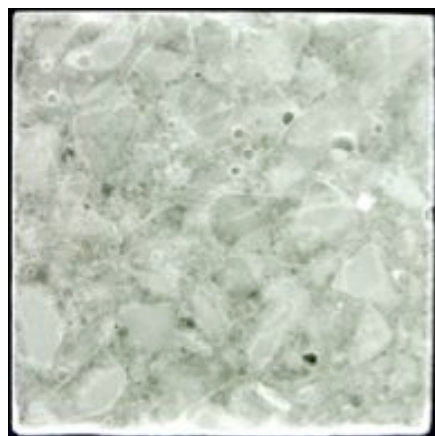


図-2 造影剤浸透後の画像 (20℃)

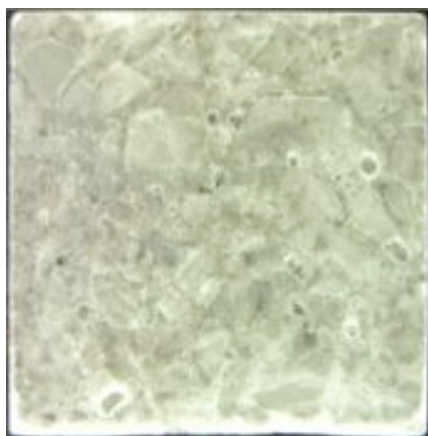


図-3 造影剤浸透後の画像 (40℃)

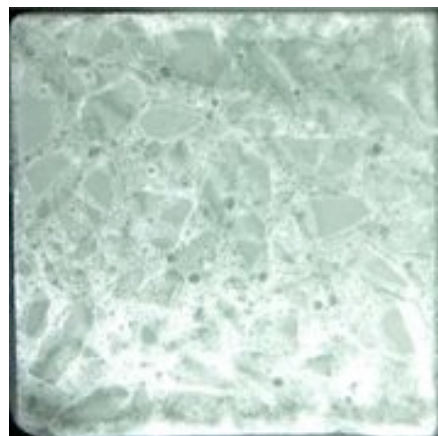


図-4 造影剤浸透後の画像 (60℃)

キーワード 塩分、乾燥湿潤繰り返し作用、相対動弾性係数、X線造影撮影法、塩化物イオン濃度

連絡先 〒985-8537 宮城県多賀城市中央 1-13-1 TEL 022-368-1115

れ、20℃よりもその範囲が拡大していることが分かる。さらに 60℃において乾湿を繰り返した場合（図-4 参照）は、下面から全体的に白い領域が拡大している結果となった。また、120 サイクルまで行った各環境条件の供試体の透過線変化量を求めたところ、20℃による透過線変化量は 0.106、40℃においては 0.134、60℃においては 0.231 となり温度が高いほど、透過線変化量は大きくなる結果となった。また、120 サイクル時の供試体を 100mm×100mm×100mm の寸法にし、圧縮試験を行った結果、20℃の供試体は 40.1 (N/mm²)、40℃の供試体は 35.0 (N/mm²)、60℃の供試体は 26.7 (N/mm²) という結果であった。

図-5 は、120 サイクルまで行った各温度条件の供試体の相対動弾性係数を求めた結果である。この図より、120 サイクルの塩水による乾湿繰返しによって、20℃による相対動弾性係数は 88%、40℃においては 85%、60℃においては 70%まで低下する結果となった。

図-6 は、120 サイクル時の各温度条件の供試体の供試体深さ方向における塩化物イオン濃度分布を示したものである。20℃の供試体では、供試体中心部の塩化物イオン濃度は低いものの、浸漬面とその対照となる面では、塩化物イオン濃度が高い結果となった。これは、側面をコーティングしたため、浸漬面と底面が乾燥面となることによって、この面付近において、塩分濃度が凝縮したものであると思われる。しかし、40℃、60℃の供試体では、浸漬側だけの塩化物イオン濃度が高く、浸漬面から離れるほど塩化物イオン濃度が低い結果となった。これは、乾燥温度が高いため、塩分の移動よりも先に浸漬面側において塩分の結晶化が生じたため、濃度が高くなったものと思われ、この実験方法による影響であると考えられる。

4.まとめ

(1)相対動弾性係数およびX線造影撮影法の結果から、NaCl3%水溶液による湿潤と乾燥(20℃～60℃)による繰返し作用を受けたコンクリートは、いずれも強度が低下する傾向が見られた。これは、乾燥を受けたことにより塩分が結晶化し、コンクリート内部に空隙を引き起こしたことによる影響と思われる。

(2)供試体の塩化物イオン濃度を調べた結果、乾燥温度の条件によって、塩化物イオン濃度分布が変化することがわかった。乾燥温度 20℃においては浸漬面だけでなく底面においても、塩化物イオン濃度が高くなる傾向がみられた。これは、乾燥を受けたことによって塩化物イオンが移動したためと考えられる。しかしながら乾燥温度 40℃、60℃の条件においては、乾燥温度が高いため塩分の移動よりも先に浸漬面側だけの濃度が結晶化し、濃度が高くなったと考えられる。

【参考文献】

- 1) 平山哲圭、大友鉄平、武田三弘、大塚浩司:乾燥湿潤および凍結融解作用がコンクリート床板の劣化に及ぼす影響、土木学会第 67 回年次学術講演会講演概要集 (CD-ROM), V—142, pp.283-284, 2012.9

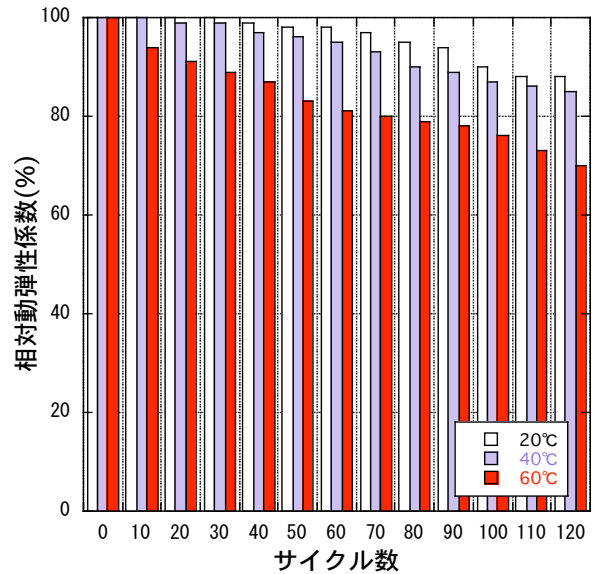


図-5 各温度条件による相対動弾性係数結果

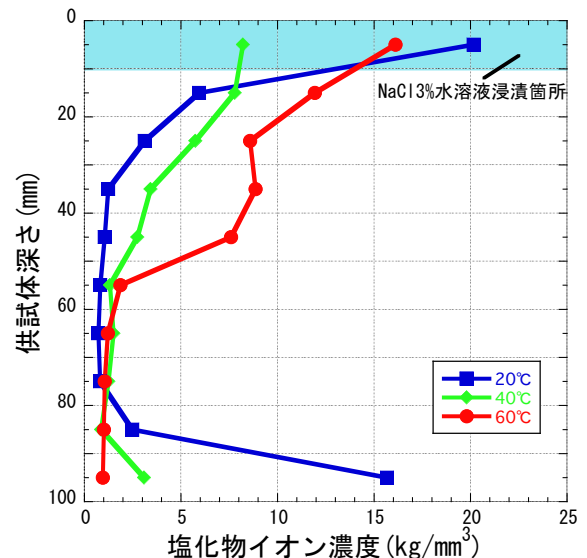


図-6 各温度条件の塩化物イオン濃度分布結果