

塩分における乾燥湿潤繰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	非会員	太田	圭
東北学院大学	非会員	小金澤	大樹
東北学院大学	正会員	武田	三弘

1.はじめに

これまで本研究室では、アスファルト舗装下のコンクリート床板上層部において、床板上層部に水平クラックが発生する場合や、多孔質化（土砂化）する現象について研究を行っていた。一般には、冬期における凍結融解作用、橋面防水工の劣化、凍結抑制剤の浸透による影響および繰返し載荷等がその主原因として考えられているが、本研究室では冬期に散布された凍結抑制剤と夏期における高温乾燥との影響に着目し、コンクリートの強度や耐久性に与える影響を調べる確認実験を行ってきた。その結果、コンクリートを NaCl3%水溶液に浸漬させた後、60℃で乾燥させる乾湿繰返し実験を行ったところ、コンクリートの強度が極端に低下する結果¹⁾が得られた。この結果より、床版の劣化に夏期の乾燥が影響しているのではないかと考えた。そこで本研究では、NaCl3%水溶液による湿潤と乾燥（20℃、40℃、60℃）の繰返し作用が、コンクリートの強度にどのような影響を与えるのかを明らかにするため、コンクリート強度の他に、動弾性係数、X線造影撮影による空隙量および塩分濃度の測定を行い、比較検討を行った。

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）の4体である。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、各乾燥温度（20℃、40℃、60℃）にそれぞれ12時間乾燥し、その後4時間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90サイクルまで行った。測定項目は、共鳴振動数の測定による相対動弾性係数、X線造影撮影法によるコンクリート内部のひび割れや空隙量（以後、透過線変化量とする）、圧縮強度および塩化物イオン濃度である。

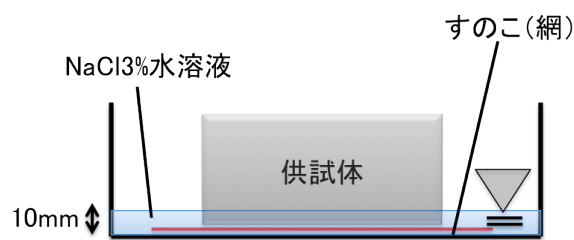


図-1 NaCl3%水溶液に浸した供試体の様子

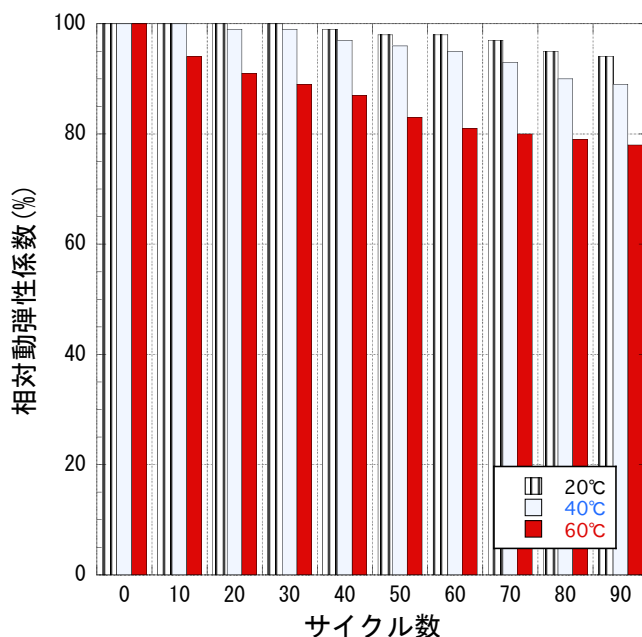


図-2 各温度条件による相対動弾性係数

3.実験結果および考察

図-2は、温度条件ごとの相対動弾性係数とサイクル数との関係を示したものである。この図より、90サイクルのNaCl3%水溶液による乾湿繰返しによって、20℃による相対動弾性係数は94%、40℃においては89%、60℃においては79%まで低下する結果となり、特に温度が高いほど低下傾向は大きくなることが分かった。

図-3、図-4および図-5は、90サイクルまで行った供試体を100mm×100mm×10mmにカッティングし、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（X線フィルム）である。20℃において乾湿を繰返した場合（図-3参照）は、図中の下側に5mm程度の白い領域がみられるが、

キーワード 土砂化現象、乾燥湿潤繰返し作用、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



図-3 造景剤浸透後の画像 (20°C)

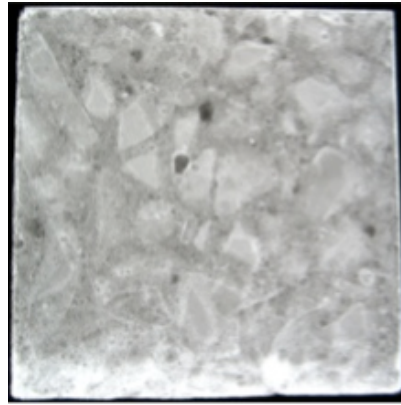


図-4 造景剤浸透後の画像 (40°C)

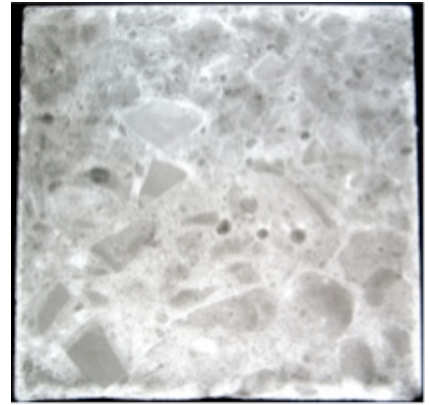


図-5 造景剤浸透後の画像 (60°C)

これは、この箇所に空隙があることを意味している。同様に 40°Cにおいて乾湿を繰り返した場合 (図-4 参照) は、図中の下側に 10mm 程度の白い領域がみられ、20°Cよりもその範囲が拡大していることが分かる。さらに 60°Cにおいて乾湿を繰り返した場合 (図-5 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、90 サイクルまで行った各条件の供試体の透過線変化量を求めたところ、20°Cによる透過線変化量は0.073、40°Cにおいては0.087、60°Cにおいては0.107 となり、乾燥温度が高い条件で乾湿を繰り返すほど、透過線変化量は大きく (空隙量が大きく) なっていることが分かった。さらに、90 サイクル時の供試体を 100mm×100mm×100mm の寸法に加工し、圧縮試験を行った結果、20°Cの供試体は42.6 (N/mm²)、40°Cの供試体は40.5 (N/mm²)、60°Cの供試体は30.2 (N/mm²) と乾燥温度が高い条件で乾湿を繰り返すほど、強度低下している結果となった。これは、塩分が結晶化し、供試体内部に空隙を引き起こしたことによる影響と思われる。

図-6 は、90 サイクル時の各温度条件の供試体深さ方向にける塩化物イオン濃度分布を示したものである。20°C、40°C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と思われる。しかし、60°C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る、この実験方法による影響と考えられる。実際の現場においては 20°C～40°Cの塩化物イオン濃度分布から夏期の高湿により次第に高濃度にシフトしていくと思われる。

4.まとめ

本実験の範囲内において以下のことが言える。

(1)NaCl3%水溶液による湿潤と乾燥(20°C～60°C)による繰り返しの乾湿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)乾燥条件が 20°C～40°Cの場合の供試体内部の塩化物イオン濃度は、NaCl3%水溶液浸漬面だけでなく、乾燥を受ける上下面付近において高くなり、中心部の濃度は低くなる濃度勾配がみられた。

【参考文献】

1) 平山哲圭、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

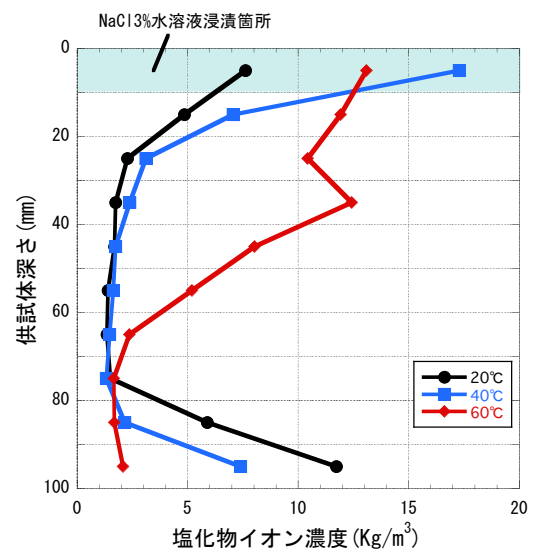


図-6 供試体深さと塩化物イオン量との関係