

塩の種類及び濃度の違いがコンクリートの吸水に及ぼす影響の実験的検討

木更津工業高等専門学校 正会員 ○原田 健二

1. はじめに

凍結防止剤による塩害は、コンクリート表面に凍結防止剤を含んだ高濃度な塩水が流れ、それがコンクリート中に浸透することで進行する。そのため、凍結防止剤による塩害をより精密に評価するためには、水分と塩分の連成移動解析手法を用いることが有効と考えられる。既往の水分・塩分連成移動解析手法は水分が塩分の移動に及ぼす影響を考慮しているが、塩分が水分の移動に及ぼす影響を考慮しているものはほとんど無い。しかし、既往の研究より、コンクリート中に高濃度な塩分が存在することで、コンクリートの乾燥・吸湿時の挙動は湿潤傾向を呈し、それは無視できないほど大きいことを明らかにしている。既往の研究は、塩分がコンクリートの乾燥・吸湿に及ぼす影響を検討しているが、吸水に及ぼす影響は考慮していない。もし、塩分がコンクリートの吸水に及ぼす影響が無視できない程度生じるのであれば、乾燥・吸湿と同様に塩分がコンクリートの水分移動に及ぼす影響を考慮しなければならない。本研究は、塩分がコンクリートの吸水に及ぼす影響の基礎実験の結果を報告するものである。

2. 表面に接触する液状水に存在する塩分がコンクリートの吸水に及ぼす影響に関する実験的検討

2.1 実験方法

本実験では、表面に接触する液状水に含まれる塩分がコンクリートの吸水現象に及ぼす基本的な影響を検討するために、モルタル供試体を濃度の異なる NaCl 溶液、MgCl₂ 溶液、CaCl₂ 溶液に接触させ吸水させた。実験には 40×40×160mm のモルタル供試体を用いた。実験工程の詳細を以下に示す。

28 日間封かん養生した供試体を 110℃ の乾燥炉で 24 日乾燥させた。乾燥させた供試体をサランラップで 5 重巻きし、平均温度 22℃、平均相対湿度 47% の室内で常温になるまで冷ました。その後、一次元の水分移動を実現するために 40×40mm の二面以外を気密防水テープで 4 重巻きにすることでシールした。そして、平均温度 22℃、平均相対湿度 50% の室内で図-1 に示す方法で質量濃度 0%、1%、3%、5%、10%、15%、26.4% (NaCl 溶液の飽和濃度)、35.3% (MgCl₂ 溶液の飽和濃度)、42.7% (CaCl₂ 溶液の飽和濃度) の NaCl 溶液、MgCl₂ 溶液、CaCl₂ 溶液をそれぞれ 28 日間吸水させた。26.4% 以上の濃度の MgCl₂ 溶液及び CaCl₂ 溶液については吸水スポンジ中に液状水が吸水しなかったため、図-1 の右に示す方法で吸水させた。吸水終了後は、供試体を図-2 に示すように供試体を切断し、110℃ の炉乾燥による各試験片の蒸発質量を測定することで供試体中の溶媒（塩分を除いた水分）分布を求めた。実験期間中、供試体質量の経時変化を確認した。NaCl 溶液は水道水と純度 99% 以上の NaCl 結晶、MgCl₂ 溶液は水道水と純度 98% 以上の MgCl₂・6H₂O 結晶、CaCl₂ 溶液は水道水と純度 93% 以上の CaCl₂・2H₂O 結晶を用いて作製した。

2.2 実験結果及び考察

種々の濃度の NaCl 溶液、MgCl₂ 溶液、CaCl₂ 溶液に吸水させたモルタル供試体の質量の経時変化を図-3 に示す。塩分の濃度の違いによる液状水の密度の影響を取り除くために吸水された液状水量の経時変化を質量でなく体積で示したものが図-4 である。吸水 28 日時点の供試体の溶媒（塩分を除いた水分）分布を図-5 に示す。

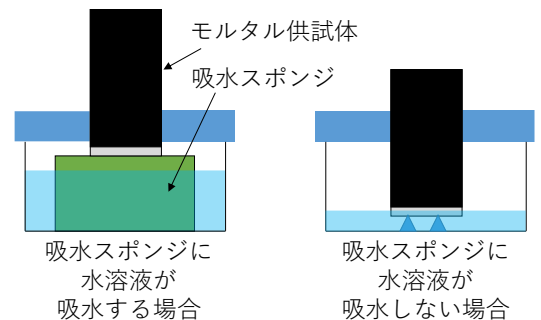


図-1 供試体への吸水方法

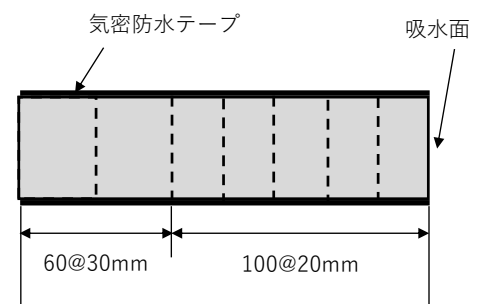


図-2 供試体切断位置

キーワード 吸水, 塩分, 水分, 塩害

連絡先 〒292-0016 千葉県木更津市清見台東 2-11-1 木更津工業高等専門学校 TEL 0438-30-4164

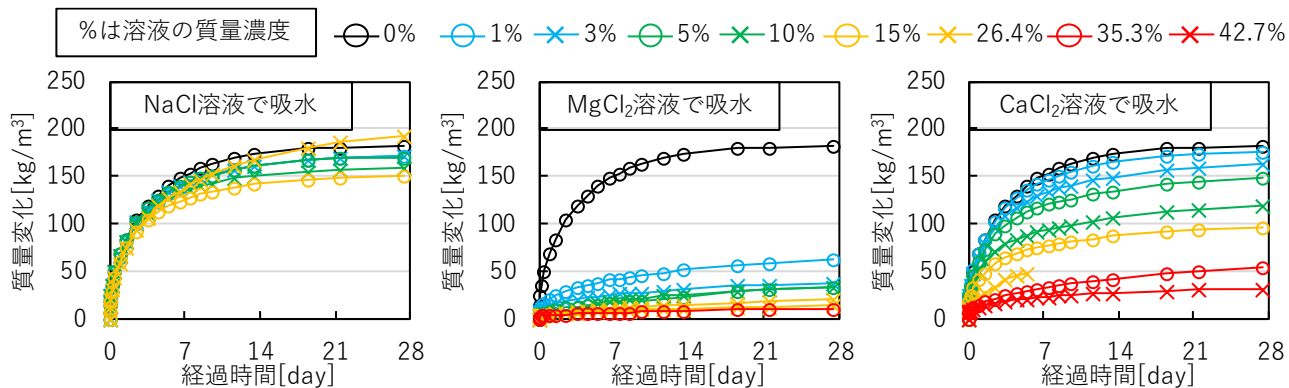


図-3 吸水質量の経時変化

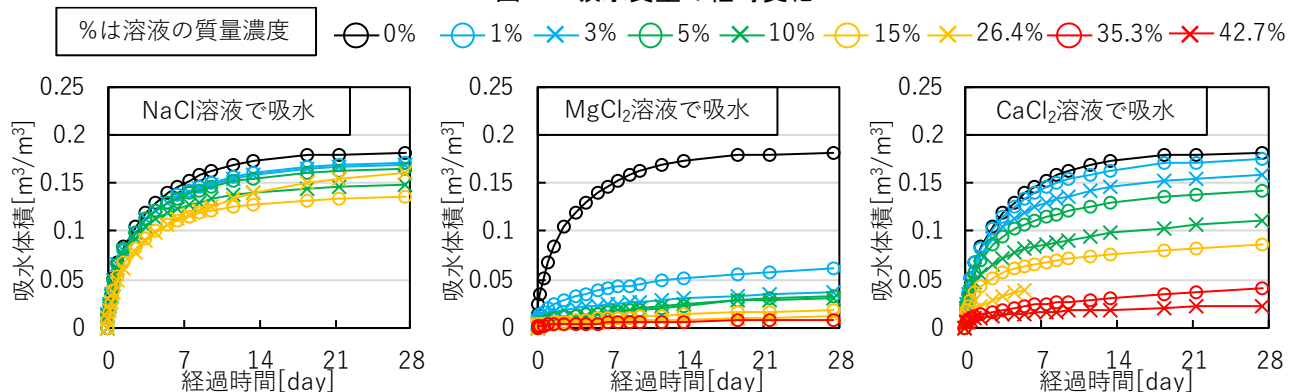


図-4 吸水体積の経時変化

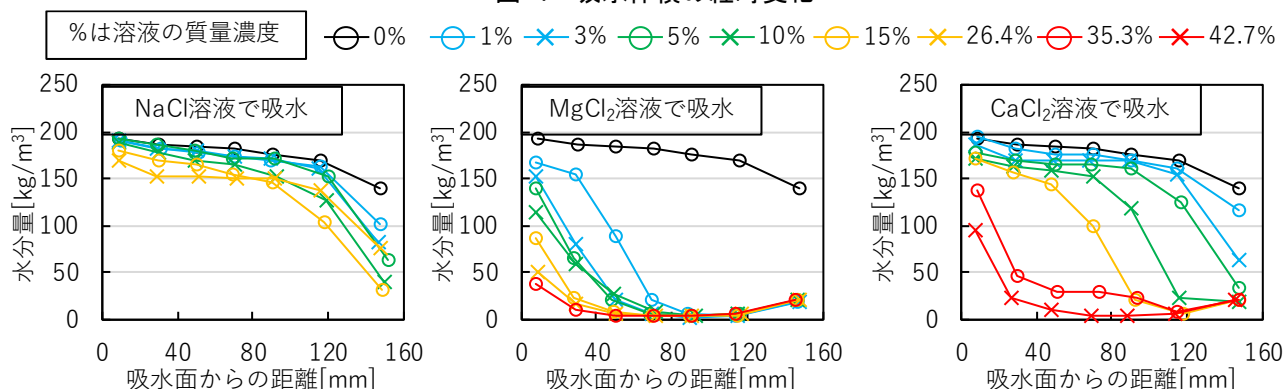


図-5 吸水 28 日時点の水分分布

図-3, 図-4, 図-5 より, NaCl 溶液, $MgCl_2$ 溶液, $CaCl_2$ 溶液いずれも, 吸水に用いた水溶液の濃度が高いほど吸水質量, 吸水体積及び水分の浸透した深さが低下し, それは, 水溶液の種類によって明確に異なることが確認された. NaCl 溶液, $CaCl_2$ 溶液については, 1%, 3%のように低濃度であれば 0%と吸水量は大きな差は無いが, 高濃度になると溶質の存在による吸水量の変化は無視できなくなるほど大きくなる. 一方, $MgCl_2$ 溶液については 1%のような低濃度でも 0%の吸水量と明確な差がある. これらの結果より, コンクリート表面に接触する液状水に塩分が存在することでコンクリートの吸水は抑制し, その抑制量は塩の種類によって異なることを示していると考えられる. 液状水中に塩分が存在することで吸水量を抑制する理由としては, 定かではないが, 液状水中に溶解している塩化物イオンやナトリウムイオンの水和イオンは水分子よりはるかに大きいことと, 水溶液中の塩と $Ca(OH)_2$ が反応し複塩が生成され空隙が埋まることで液状水が移動しづらくなることが関係していると考えられる.

溶液散布される凍結防止剤の濃度は 20%と非常に高濃度であるため, 乾湿挙動を精密に予測するためには塩分がコンクリートの吸水に及ぼす影響を考慮すべきであると考えられる.

参考文献

- 1) 森 寛晃, 久我 龍一郎, 小川 彰一, 久保 善司: 塩化カルシウム溶液による各種セメント硬化体の劣化, セメント・コンクリート論文集, Vol.66, No.1, pp.79-86, 2012.