

塩水浸漬試験による混和材を用いたモルタルの塩分浸透性状に及ぼす養生の影響

東京大学大学院 学生会員 ○細井 雄介 東京大学大学院 フェロー会員 石田 哲也
 東京大学大学院 正会員 高橋 佑弥 鹿島建設(株) 正会員 温品 達也
 鹿島建設(株) 正会員 渡邊 賢三 鹿島建設(株) 正会員 坂井 吾郎

1. 背景および目的

塩害に対する耐久性向上策として混和材の利用が挙げられるが、混和材のポテンシャルを十分に発揮させるための養生方法の影響は、未だ十分に定量化されていない。既往の研究¹⁾では、現地暴露試験によって養生の影響を検討しているが、本報では異なる養生方法を与えた供試体を作製し、塩水浸漬試験によって養生の影響を検討した。

2. 実験概要

表-1 モルタルの配合

10×10×40cmの合板型枠を用いて、異なる結合材種類・養生条件でモルタル供試体を作製した。供試体の配合を表-1に示す。表中のVi/Wは練混ぜ水(W)中の増粘剤(Vi)の質量割合を示す。N55, NB55, NF55, NBF55は7日封かん養生、28日水中養生、28日シート養生、91日シート養生の計4種類の養生方法を実施し、N40, N25は28日水中養生、28日・91日シート養生の計3種類の養生方法を実施した。シート養生とは、予め型枠に熱可塑性樹脂シートを貼って打設し、脱型後もモルタル表面にシート残置を行うことで、長期の水分逸散抑制ができる養生方法²⁾である。所定の養生終了後、供試体を10×10×10cmに湿式切断し、供試体内部の乾燥状態を出来るだけ統一させるために、28日間20°C RH60%環境で気中養生を行った。その後、浸透面を除く5面をエポキシ被膜し3%NaCl水溶液中に浸漬させた。所定の浸漬期間終了後、供試体中央部から4×4×10cmの角柱を乾式切断機で切り出し、グラインダーを用いて最小1mmピッチで表面から35mmまで試料を採取した。JCI-SC5に基づき試料中の全塩分量を測定し見掛けの拡散係数を求めた。

	W/B [%]	単位体積質量 [kg/m ³]					Air [%]	SP/B [%]	Vi/W [%]
		W	C	BFS	FA	S			
N55	55	380	691	0	0	1000	2	0	0.25
N40	40	334	836	0	0	1000	2	0	0.10
N25	25	264	1057	0	0	1000	2	1.2	0
NB55	55	375	409	273	0	1000	2	0	0.25
NF55	55	372	575	0	101	1000	2	0	0.25
NBF55	55	368	341	227	100	1000	2	0	0.25

10×10×40cmの合板型枠を用いて、異なる結合材種類・養生条件でモルタル供試体を作製した。供試体の配合を表-1に示す。表中のVi/Wは練混ぜ水(W)中の増粘剤(Vi)の質量割合を示す。N55, NB55, NF55, NBF55は7日封かん養生、28日水中養生、28日シート養生、91日シート養生の計4種類の養生方法を実施し、N40, N25は28日水中養生、28日・91日シート養生の計3種類の養生方法を実施した。シート養生とは、予め型枠に熱可塑性樹脂シートを貼って打設し、脱型後もモルタル表面にシート残置を行うことで、長期の水分逸散抑制ができる養生方法²⁾である。所定の養生終了後、供試体を10×10×10cmに湿式切断し、供試体内部の乾燥状態を出来るだけ統一させるために、28日間20°C RH60%環境で気中養生を行った。その後、浸透面を除く5面をエポキシ被膜し3%NaCl水溶液中に浸漬させた。所定の浸漬期間終了後、供試体中央部から4×4×10cmの角柱を乾式切断機で切り出し、グラインダーを用いて最小1mmピッチで表面から35mmまで試料を採取した。JCI-SC5に基づき試料中の全塩分量を測定し見掛けの拡散係数を求めた。

3. 実験結果

浸漬期間3ヶ月、15ヶ月におけるNB, NF, NBFシリーズの塩分分布測定結果を図-1に、Nシリーズの塩分分布測定結果を図-2に示す。養生の影響に着目すると、浸漬期間3ヶ月の場合、N, NB, NFシリーズではどの養生方法でも塩分浸透深さと塩分浸透性状は同等である。塩水浸漬試験は常に水が供給され

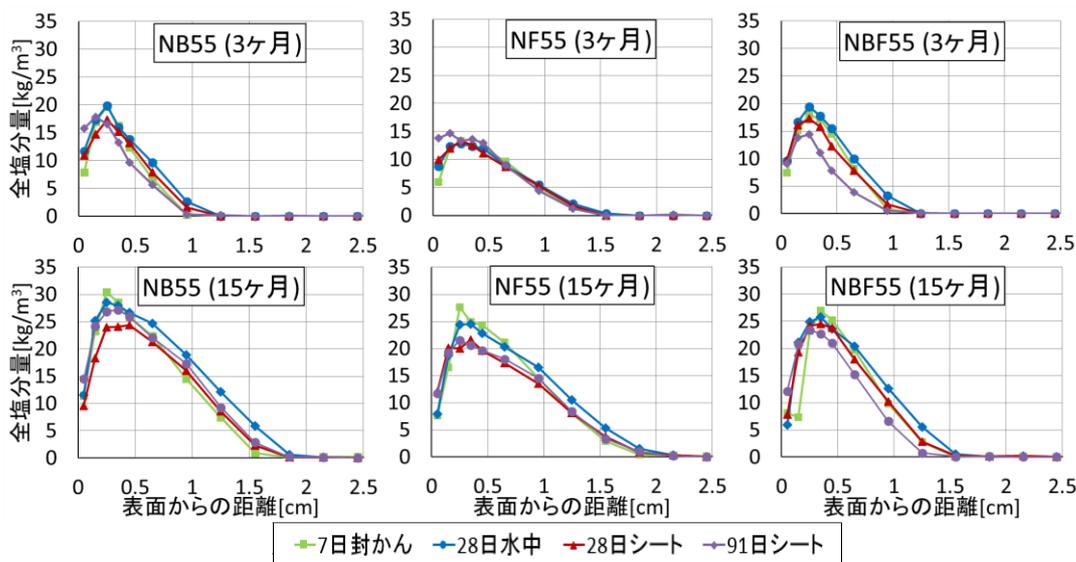


図-1 塩分分布測定結果(NB, NF, NBF シリーズ)

キーワード 塩化物イオン, 塩水浸漬, 混和材, 熱可塑性樹脂シート

連絡先 〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 工学部 1 号館 230 号室 TEL 03-5841-6104

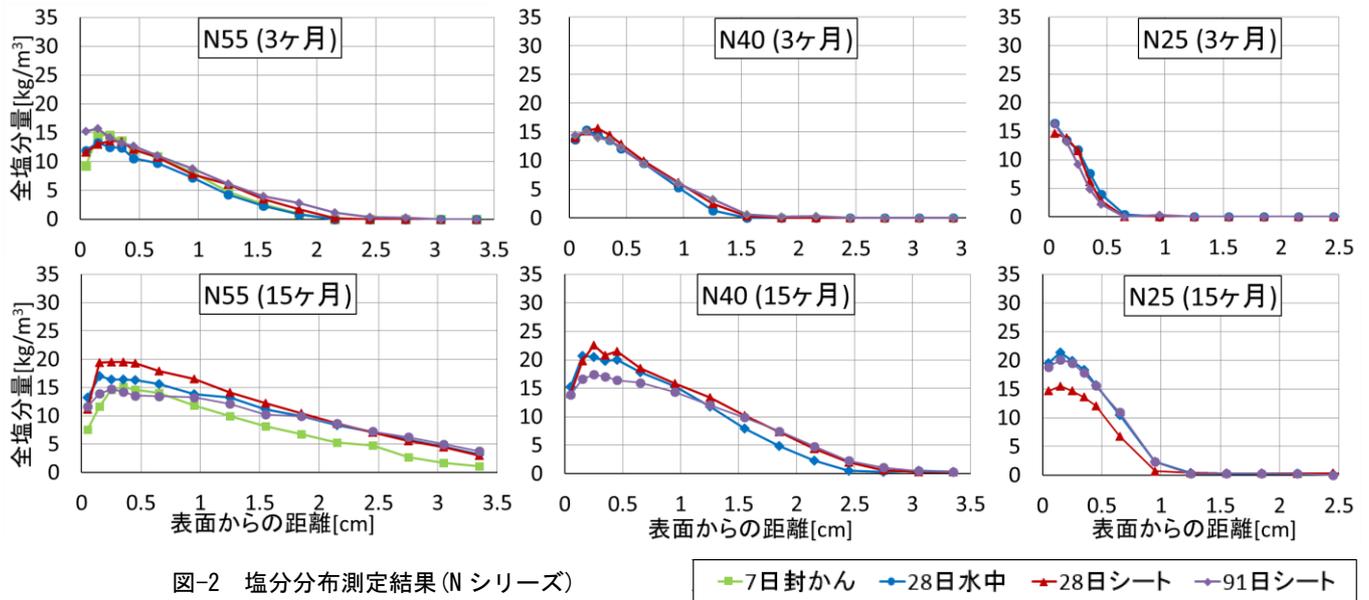


図-2 塩分分布測定結果(Nシリーズ)

るために、未水和セメントの再水和反応が生じ、N,NB,NF シリーズでは養生方法による差異が打ち消されたことが考えられる。養生方法による違いは空隙構造と水分保持状態の違いに表れ、結果として塩分浸透性状に影響すると考えられるが、前述の再水和と共に、浸漬前の乾燥養生を設けたことで空隙と水分状態の両者で、養生方法の違いによる差異が少なくなり、塩分浸透性状の違いも小さくなったものと推察される。

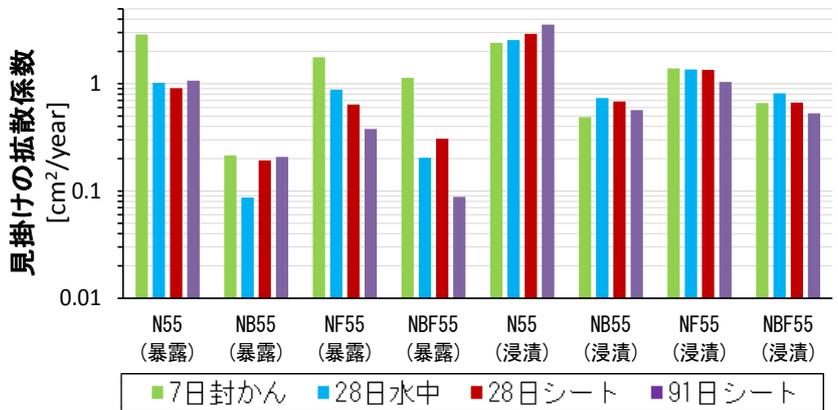


図-3 暴露試験と塩水浸漬試験の見掛けの拡散係数(暴露・浸漬期間3ヶ月)

一方、NBF シリーズでは 91 日シート養生のケースで他の養生方法よりも塩分浸透深さ・浸透塩分量共に小さくなっている。反応の遅い三成分セメントでは長期の水分逸散抑制養生でポズラン反応に十分な $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が供給されることで、浸漬前の時点で他のケースよりも緻密な空隙構造を持っており、その大きな空隙性状の違いが塩分浸透性状に差異が生じさせたと推察される。参考として、既往の研究¹⁾による同配合、同養生種類の現地暴露試験(暴露期間3ヶ月)で得られた見掛けの拡散係数と塩水浸漬試験で得られた見掛けの拡散係数を図-3に示す。特に NF, NBF シリーズの現地暴露試験結果では養生方法の違いによる見掛けの拡散係数の差が、塩水浸漬試験よりも大きく出ている。塩水浸漬試験で養生方法の差異が打ち消されていることを示す結果であると考えられる。次に、浸漬期間15ヶ月の結果に着目すると、NB, NBF シリーズでは水中養生を行ったものが他の養生よりも塩分浸透深さ、浸透塩分量も大きくなっている。この理由として、水中養生は他の養生方法に比べて気中養生へ移行した際の乾湿の差が大きく、浸透表面に乾燥収縮によるひび割れが多く発生し、塩分が浸透しやすくなった可能性も指摘される。

4. まとめ

本研究では、混和材添加モルタルの塩分浸透性状に与える養生方法の影響を塩水浸漬試験によって検証した。塩水浸漬試験では常に水が供給されるために、養生方法の効果は打ち消されるものの、反応の遅い三成分セメントの場合には、長期水分逸散抑制養生による塩分遮蔽性能の向上が確認された。

参考文献

- 1) 高橋佑弥ほか：混和材種類と複数の養生方法を組み合わせたモルタル供試体の塩分浸透暴露試験，土木学会第70回年次学術講演集,pp.121-122, 2015
- 2) 石田哲也ほか：熱可塑性樹脂シート養生によるコンクリートの表面改質，土木学会第69回年次学術講演集,pp.117-118, 2014.