

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

東京大学大学院 正会員 ○高橋 佑弥
東京大学大学院 小柳 翔平
東京大学大学院 正会員 石田 哲也
鹿島建設(株) 正会員 渡邊 賢三

1. はじめに

近年、実用的な耐久性向上策として、混和材利用や養生技術開発が進められている。本研究では、飛来塩分が作用する実環境下において、混和材および養生技術の利用がセメント硬化体の塩分浸透に与える影響について検討した。供試体暴露設備を準備し、実塩害環境で飛来塩分量を測定するとともにモルタルの暴露試験を行った。

2. 供試体概要

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は練り混ぜ水(W)中の増粘剤(Vi)の質量割合を示している。それぞれの配合で設定した養生条件を表-2に示す。表中のシートとは、予め型枠に熱可塑性樹脂シートを貼り、脱型後もモルタル表面に残置させることで水分逸散を抑制させる養生を示している。所定の養生終了後、供試体を約10×10×10cmの大きさに湿式切断し、5日間室内に置いた後に、暴露面を除く5面にエポキシ被覆し、暴露に供した。

3. 暴露環境

供試体の暴露地は、新潟県の日本海沿岸であり、海岸までの距離は約150m、道路橋示方書では塩害の「地域区分B」・「対策区分I」に相当する場所である。図-1に、試験体暴露設備の概要を示す。供試体を設置する棚の両側に土研式飛来塩分捕集器（以下、土研式タンク）を、図中の赤点で示した9ヶ所に付着

表-1 モルタルの配合

	W/B [%]	単位体積質量 [kg/m ³]					Air [%]	Vi/W [%]
		W	C	BFS	FA	S		
N55	55	380	691	0	0	1000	2	0.25
N40	40	334	836	0	0	1000	2	0.10
NB55	55	375	409	273	0	1000	2	0.25
NB40	40	329	493	329	0	1000	2	0.10
NF55	55	372	575	0	101	1000	2	0.25
NF40	40	325	692	0	122	1000	2	0.10
NBF55	55	368	341	227	100	1000	2	0.25
NBF40	40	321	409	273	120	1000	2	0.10

表-2 養生条件

	7日封緘	28日水中	28日シート	91日シート
N55	○	○	○	○
N40	-	○	-	-
NB55	○	○	○	○
NB40	-	○	-	-
NF55	○	○	○	○
NF40	-	○	-	-
NBF55	○	○	○	○
NBF40	-	○	-	-

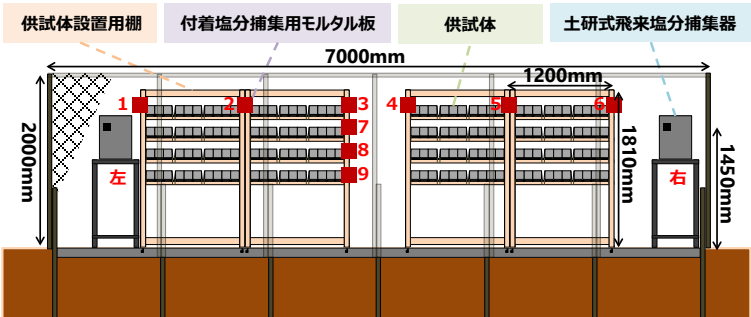


図-1 試験体暴露設備の概要

塩分捕集用モルタル板（以下、捕集板）を設置し、暴露期間中の飛来・付着塩分量を測定した。約1ヶ月間ごとに捕集板および土研式タンクによる塩分捕集量の測定結果を表-3に示す。捕集板の測定結果をみると、冬季に近づくにつれて塩分量は大きくなり、また測定位置による捕集量の差が小さくなっている。

表-3 飛来塩分捕集量測定結果

測定期間			捕集板による塩分捕集量[mdh]									土研式タンク塩分捕集量[mdh]	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	左	右
10/10	～	11/15	0.682	0.605	0.904	0.663	0.642	0.862	0.954	0.796	0.570	0.088	0.113
11/15	～	12/15	0.754	0.810	0.835	0.880	0.859	0.889	0.898	0.797	0.820	0.841	1.196
12/15	～	1/13	1.247	1.429	1.466	1.296	1.388	1.408	1.441	1.264	1.383	1.679	1.876

キーワード 塩化物イオン、現地暴露、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 329 室 TEL 03-5841-6104

捕集板と土研式タンクの塩分量の差も、冬季ほど小さい。これらは、冬季になるにつれて季節風が卓越し、風向のばらつきが小さくなった結果と考えられる。また、本測定結果から、設備内での測定位置による飛来塩分量の差は小さく、それぞれの供試体への飛来・付着塩分量は同量であると仮定することとした。

4. 塩分分布測定結果

暴露期間 3 ヶ月における W/B55% の供試体の塩分分布測定結果を図-2 に示す。図より、混和材を用いることで塩分浸透が抑制されていることがわかる。養生による違いを見ると、NF および NBF シリーズでは長期間シート養生を行うことで、塩分浸透が明確に抑えられる結果となった。

特に NF シリーズでは 91 日シート養生を行うことで、28 日水中養生よりも塩分浸透が抑制されている。FA を用いた場合に長期間養生を行い、ポズラン反応を十分に行わせることが効果的であることが示されている。一方 N や NB シリーズにおいては養生の効果が現状顕著には表れていない。但し、本稿の結果は 3 か月暴露の結果のみであるため、今後も長期暴露試験と複数の計測分析を通じて慎重に検討を継続する必要があると考えている。また、すべての結合材種類でシート養生を行った場合に表面付近の塩分量が大きくなっている。これは表層品質の向上により表層部分の固定塩分量が増加したためではないかと考えられる。図-3 に、全供試体について、暴露期間 3 ヶ月における塩分分布より見掛けの拡散係数を算出した結果を示す。図より、NF および NBF のシリーズで、シート養生を行った場合に、他の養生に比べて見掛けの拡散係数が明確に小さいということがわかる。W/B の違いに着目すると、既往の研究²⁾と同様に、BFS を用いた場合に W/B による見掛けの拡散係数の違いが小さく、比較

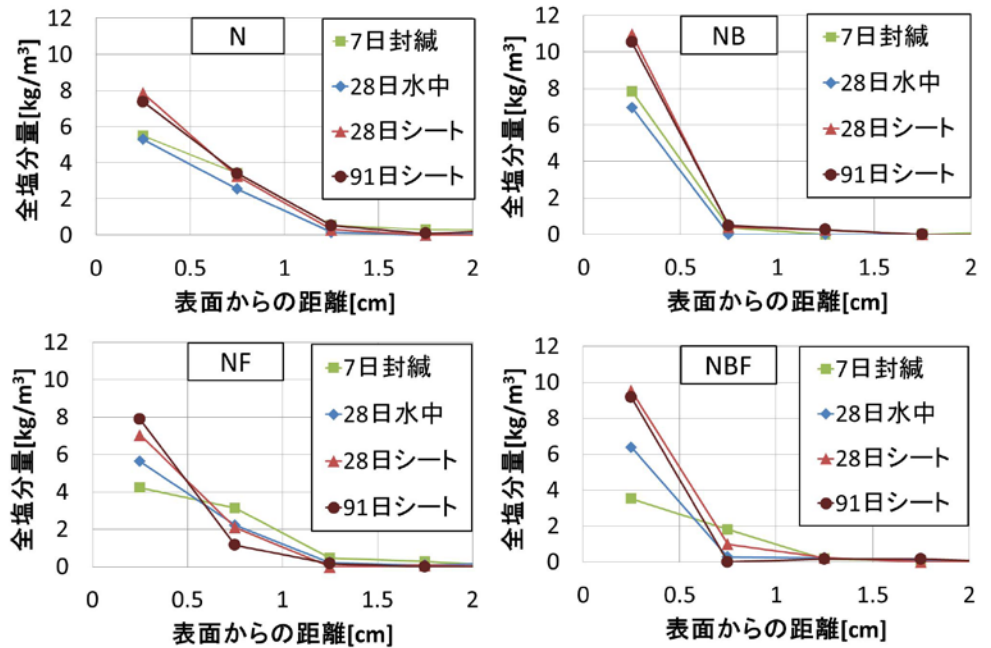


図-2 暴露試験塩分分布測定結果

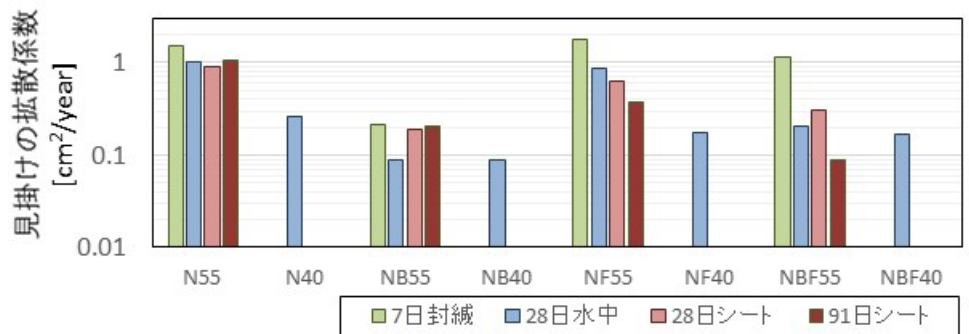


図-3 見掛けの拡散係数算出結果

的高い W/B でも高い遮塩性能を示すことがわかる。

5. まとめ

本研究では、実環境へモルタル供試体を暴露することによって、飛来塩分環境における混和材使用と養生技術の効果を検討した。混和材使用による塩分浸透抑制効果を確認するとともに、フライアッシュを用いた場合には長期的な水分逸散抑制養生を行うことで高い遮塩性能が得られることが示された。

謝辞 暴露試験の実施にあたり東日本旅客鉄道(株)の松田芳範博士に多大なるご協力とご助言を賜りました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 温品達也ほか：長期間の水分逸散抑制養生による表層品質向上効果，土木学会第 69 回年次学術講演会講演概要集，第 V 部，pp.121-122，2014
- 2) 小柳翔平ほか：高炉スラグ微粉末とフライアッシュを混和したセメント硬化体の材料物性・塩分浸透性状の経時変化に関する検討，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.37，2015(投稿中)