

塩分浸透を生じたコンクリートの洗浄による除塩効果の検討

八戸工業大学 学生会員 ○家口 貴之
八戸工業大学大学院 学生会員 渡邊 浩平
八戸工業大学 正 会 員 阿波 稔
八戸工業大学 正 会 員 迫井 裕樹

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震により、東北地方太平洋沿岸に点在する多くのコンクリート構造物表面には津波影響による塩分や油類等の不純物が付着・堆積しており、かぶりコンクリート内部への浸透・拡散が懸念される。表層部コンクリートにおける不純物の付着状態や浸透の程度によっては、長期的な構造物の耐久性や維持管理に影響を及ぼす可能性が指摘されている。このことから、津波による不純物が付着したコンクリート構造物の点検・診断・対策等の維持管理に係わる適切な技術開発を行うことは、構造物の長寿命化の観点から極めて重要な課題といえる。

本研究では、津波により塩分が付着したコンクリート構造物を想定し、市販の高圧洗浄機による洗浄効果について実験的な検討を行ったものである。また実環境においては、降雨による洗浄効果が期待されることから、本研究では、洗浄機を用いた検討とともに、雨掛かりによる構造物の洗浄効果についても併せて検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料

本実験に用いたセメントは早強ポルトランドセメントである。細骨材として山砂および石灰岩砕砂の混合砂を、また粗骨材は最大寸法 20mm の石灰岩碎石を使用した。練り混ぜ水は上水道水とし、混和剤は AE 剤と AE 減水剤を使用した。

2.2 コンクリートの配合および供試体

コンクリートの配合は、表-1 に示すように水セメント比を 60%とし、目標空気量は $5.0 \pm 1.0\%$ 、目標スランプは $8.0 \pm 1.0\text{cm}$ とした。実験に用いた供試体は、 $\phi 150 \times 100\text{mm}$

の塩化ビニルパイプにコンクリートを打設し、試験用供試体とした。

供試体は型枠（塩化ビニルパイプ）を取りつけたまま水中養生を 3 日、その後 40°C の乾燥炉にて 3 日間の乾燥を行った後に後述の塩分浸透および洗浄を行った。

2.3 塩分浸透および洗浄効果実験

本実験では、1.6m の塩化ビニルパイプを供試体上面に取り付け、その中に塩水を溜めることにより、津波により浸水したコンクリートを想定した簡易的な塩分浸透を行った。津波による浸水を想定し水頭は 1.5m と設定し、また海水を想定した 3%NaCl 水溶液を使用した。この状態を 3 日間保持し塩分浸透させた後に洗浄を行った。洗浄には市販の高圧洗浄機（吐出圧力：7MPa、吐出水量：7L/min）を使用した。また比較検討用にホースによる洗浄も行った。いずれの供試体についても塩分浸透直後 3 時間を経過した後に 1, 2 回の洗浄を実施した。洗浄間隔は 3 時間毎とし、また、洗浄時間毎の除塩効果を比べるために 1 回当たりの洗浄時間を 1, 3, 5 分と設定した。

2.4 塩化物イオン濃度の測定

コンクリート表層部における全塩化物イオンの濃度の測定は、JIS A 1154「硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法（電位差滴定法）」に準じて行った。分析に用いる粉末試料は、ドリル削孔法によって供試体表面から 10mm 間隔で深さ方向に 30mm まで採取した。

2.5 環境条件

実環境における、降水等の雨掛かりによる洗浄の効果を検討するために、①屋根がなく雨掛かりの大きい場合、②雨掛かりがあるが、屋根があり雨掛かりの少ない場合、③室内で雨の影響が全くない場合の 3 条件を設定した。

表-1 コンクリートの示方配合

W/C(%)	s/a(%)	単位量 (kg/ m ³)						AE剤	AE減水剤
		W	C	S1	S2	G1	G2		
60	43.5	158	263	501	338	632	407	1.5A	0.20%
※1A=0.001%									

キーワード：津波、塩化物イオン、洗浄効果

連絡先：青森県八戸市大字妙字大開 88-1 八戸工業大学 工学部 TEL0178-25-8076

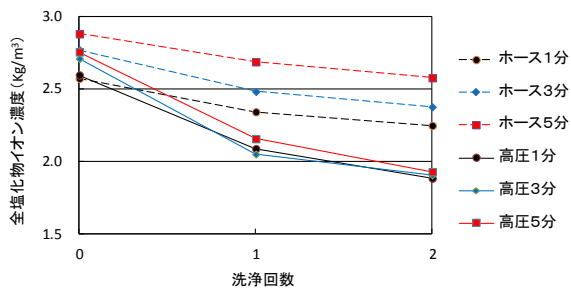


図-1 洗浄による除塩効果
(洗浄間隔：3 時間、深さ 0~10mm)

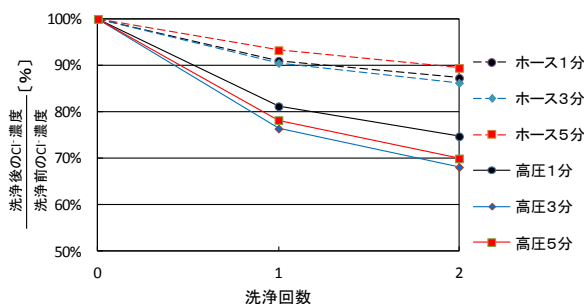


図-2 洗浄による全塩化物イオン減少率割合

3. 実験結果

図-1にコンクリート表層部の全塩化物イオン濃度と洗浄回数との関係を示す。図-1より、洗浄方法（ホース／高圧洗浄）の違いによらず、いずれも洗浄回数の増加に伴い、全塩化物イオン濃度が減少することが明らかとなった。ただし、いずれの洗浄方法においても、洗浄2回目での全塩化物イオン濃度の減少は、洗浄1回目におけるそれよりも小さいことが把握された。また洗浄方法の違いに着目すると、ホースを用いた洗浄よりも高圧洗浄の方が全塩化物イオン濃度の減少が大きいことが明らかとなった。図-2は、塩分浸透直後の全塩化物イオン濃度に対する洗浄後の全塩化物イオン濃度の割合の変化を示している。図-2より、ホースによる洗浄では10%程度の減少であるのに対し、高圧洗浄では25~30%程度減少することが明らかとなった。また各洗浄方法における洗浄時間の違いに着目すると、ホースによる洗浄では洗浄時間の違いによる洗浄効果の明確な差は認められないものの、高圧洗浄では、洗浄時間が長いものほど、高い洗浄効果を示すことが明らかとなった。

図-3に、洗浄開始時期（塩分浸透後1または2ヶ月後）の違いが洗浄による除塩効果に及ぼす影響について検討を行った結果を示す。図-3より、洗浄開始時期が1または2ヶ月の場合においても、洗浄回数の増加に伴う全塩化物イオン濃度の減少が認められるものの、その効果は、塩分

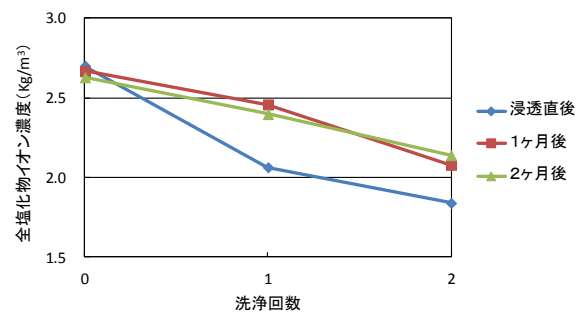


図-3 暴露期間別の洗浄効果
(洗浄間隔：3 時間、深さ 0~10mm)

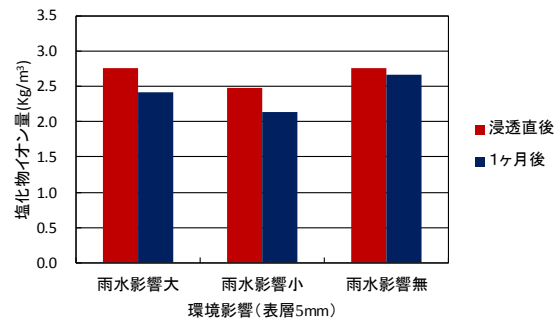


図-4 雨水による洗浄効果

浸透直後の洗浄と比較して、小さいことが明らかとなった。また、洗浄開始時期の違いによる洗浄効果の差は認められないことが把握された。これらの結果より、津波等によりコンクリート表面に浸透した塩化物イオンの洗浄は、附着直後に行うことが最も効果的であると考えられる。

図-4 は塩分浸透直後の供試体と各環境に 1 ヶ月間暴露した供試体の全塩化物イオン量を示している。図-4 より、雨水の影響を受ける場所では、雨掛かりの影響の大小によらず、コンクリート表面の全塩化物イオン量が減少することが確認された。しかし、同一コンクリートの表層 10~20mm における塩化物イオン濃度は、浸透直後よりも 1 ヶ月間暴露した供試体の方が大きな値を示すことが確認された。これは雨水による水分移動と乾燥を繰り返したことにより塩化物イオンが表層から内部方向に移動したためと考えられる。

4. まとめ

本研究では、津波を受けたコンクリートを想定し、洗浄による除塩効果について実験的に検討を行った。その結果、本研究の範囲内では、高圧洗浄により 25~30%程度の塩化物イオンが減少することが把握された。また洗浄の効果は、塩分浸透を受けた直後に行うことが効果的であることが把握された。