

海洋環境に長期暴露された高性能軽量コンクリートの塩分浸透性状および材料分離の影響の評価

長岡技術科学大学 学生会員 ○ 西 剛広 正会員 岩崎 英治
 港湾空港技術研究所 正会員 川端 雄一郎 正会員 岩波 光保

1. はじめに

軽量コンクリートを使用することによって普通コンクリートと比較して自重を低減することができるため、コンクリート構造物の運搬時のコスト低減や構造型式の選択の幅が広がるといった可能性が期待できる。しかし、軽量コンクリートは普通コンクリートに比べ各種性能の把握が十分でない。そこで、本研究は海洋環境に長期暴露された軽量コンクリートの塩分浸透性状について検討し、塩害に対する抵抗性について評価したものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

本研究で用いた試験体は、人工軽量骨材を用いて、高い施工性および軽量性、高強度を実現させた軽量コンクリート（以下、高性能軽量コンクリート：SLC）で、目標単位容積質量を 1.2, 1.5, 1.8t/m³ として作製した。以下、試験体の名称は MP1.2, MP1.5, MP1.8 とする。表-1 に SLC の示方配合を示す。コンクリートの目標圧縮強度を 30.0 N/mm² に設定した。また、粗骨材には軽量骨材を全量使用し、細骨材には、山砂全量、軽量骨材と山砂の混合および軽量骨材全量として目標単位容積質量の調整を行った。

使用材料は、細骨材として高性能人工軽量骨材 S1（絶対密度 0.92g/cm³、24H 吸水率 6.2%）、従来型人工軽量骨材 S2（絶対密度 1.20g/cm³、24H 吸水率 9.0%）、高強度中空セラミックス S3（絶対密度 0.70g/cm³、24H 吸水性ほとんどなし）を使用した。粗骨材には、高性能人工軽量骨材である G1（乾燥密度 0.88g/cm³、24H 吸水率 3.6%）および G2（乾燥密度 1.17g/cm³、24H 吸水率 2.8%）を使用した。セメントには普通ポルトランドセメントを使用した。

2.2 試験体諸元

試験体の寸法は、高さ 1.5m×幅 0.7m×長さ 5.64m の鉄筋コンクリート版とした。

2.3 打設方法

MP1.8 と MP1.5 はポンプで打設し、締固めは 0.25m²/箇所について約 10 秒/箇所としてバイブレータで行った。MP1.2 のコンクリートは粘性が高くポンプ圧送が困難であったため、バケットにより打設を行い、締固めは 0.16m²/箇所について約 10 秒/箇所としてバイブレータで行った。いずれの試験体も高さ方向に 2 層に分けて打設した。

2.4 試験概要

(1) 暴露試験

試験体は新潟県直江津港において約 8 年間海洋環境で暴露した。暴露場所について、MP1.8 は海上部、MP1.5 は干満帯、MP1.2 は海中部である。

(2) コンクリートの塩化物イオン拡散係数の測定

暴露試験終了後の MP1.2 の試験体から φ100mm のコアを打設高さごと（打設面から H(0-0.3m)MH(0.3-0.75m)ML(0.75-1.2m)L(1.2-1.5m)）に採取し、そのコアを用いて電気泳動試験を JSCE-G571-2003 に従って実施し、実効拡散係数から見掛けの拡散係数へ換算した。

表-1 コンクリートの示方配合と物理的性質

	目標圧縮強度 σ 28(N/mm ²)	目標単位 容積質量 (t/m ³)	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)										SP (C × %)	圧縮強度 (N/mm ²)	
				水	セメント	石灰石 微粉末	細骨材				粗骨材		28日		8年	
							S1	S2	S3	S	G1	G2				
MP1.8	30	1.80	42.5	170	400	0	0	0	0	870	0	360	1.70	27.2	57.4	
MP1.5	30	1.50	40.0	165	413	46	167	0	0	377	0	364	0.80	33.4	52.0	
MP1.2	30	1.20	35.0	165	471	0	159	115	47	0	264	0	0.85	31.7	38.4	

キーワード 高性能軽量コンクリート 塩分浸透性状 材料分離 耐久性
 連絡先 〒940-2188 新潟県 長岡市 上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 環境-建設系 建設構造研究室
 TEL 0258-47-6307

3. 実験結果および考察

3.1 塩分浸透性状について

図-1 に材齢 28 日の円柱試験体および暴露試験後の試験体から採取したコアにおいて実施された電気泳動試験結果を示す¹⁾。また、それぞれ配合が異なるため W/C を図中に示した。目標圧縮強度を 30.0N/mm^2 とした普通コンクリートと比較すると、W/C が異なるため単純な比較はできないが、普通コンクリートよりも小さい見掛けの拡散係数となった。さらに、目標単位容積質量が小さくなるに伴い見掛けの拡散係数が小さくなっている。また、それぞれの試験体の W/C から土木学会示方書式によって求めた見掛けの拡散係数と比較すると、いずれの場合も実験値の見掛けの拡散係数の方が小さな値となった。さらに、示方書式から算定した見掛けの拡散係数に対する実験値の比で比較すると、普通コンクリートの場合は 0.43 程度であったにもかかわらず、SLC は 0.13~0.23 程度となり、SLC の塩分浸透抵抗性は高いと考えられる。

また、材齢 28 日の見掛けの拡散係数と 8 年暴露後の見掛けの拡散係数を比較したところ、材齢 8 年までは材齢 28 日の拡散係数とほとんど差異はなくほぼ一定の値を示し、長期的な塩分浸透抵抗性が確認された。

3.2 高性能軽量コンクリートの塩分浸透性状と材料分離特性の関係

軽量コンクリートは骨材の軽量化に伴う材料分離が懸念される場合があり、これが塩分浸透性状に及ぼす影響は十分にわかっていない。そこで打設高さ方向の塩分浸透性状について検討した。

図-2 に暴露試験終了後の MP1.2 の打設高さごとの見掛けの拡散係数とその位置の単位容積質量を示す。打設高さ方向における見掛けの拡散係数と単位容積質量の変化はほぼ同様の傾向を示した。軽量コンクリートでは骨材の比重が小さいため、材料分離によってコ

ンクリート中に単位容積質量の小さい骨材が集中した部分と単位容積質量の大きい骨材の少ない部分ができたと考えられる。見掛けの拡散係数は、骨材の集中した部分では骨材自体で塩分浸透を抑制する効果があり、骨材の少ない部分についてはセメントペースト部が多く塩分浸透が容易になったと考えることができる。しかし、骨材が増えるとコンクリート中で最も脆弱とされる骨材界面が増えるという不利な点もある。しかし、今回の配合は W/C が低く骨材界面が緻密化されたと考えられ、骨材の多い打設面付近では塩分浸透抑制効果が高く、打設面からの距離に応じて塩分浸透抑制効果に減少傾向がみられたと考えられる。しかしながら、今回の H から L の差は単位容積質量、見掛けの拡散係数ともに小さく、今回の SLC の配合では顕著な材料分離を生じなかったため、高い塩分浸透抑制効果が得られたといえる。

4. まとめ

- (1) 本研究で用いた高性能軽量コンクリートの塩化物イオン拡散係数は示方書式よりも非常に小さく、単位容積質量が小さいほど塩分浸透抵抗性が高くなった。これは目標圧縮強度を得るため W/C が低下したためと考えられる。また、暴露前後において見掛けの拡散係数はほぼ同一であり、長期的な塩分浸透抵抗性が確認された。
- (2) 打設高さ方向における見掛けの拡散係数と単位容積質量の変化はほぼ同様の傾向を示した。これは、打設面に近づくに従って骨材量の増加に伴う塩分の遮蔽効果があったものと推察される。

参考文献

- 1) 横田弘ほか：高性能軽量コンクリートの港湾構造物に関する考察、軽量コンクリートの性能の多様化と利用の拡大に関するシンポジウム論文集、pp153-158、2000 年 8 月

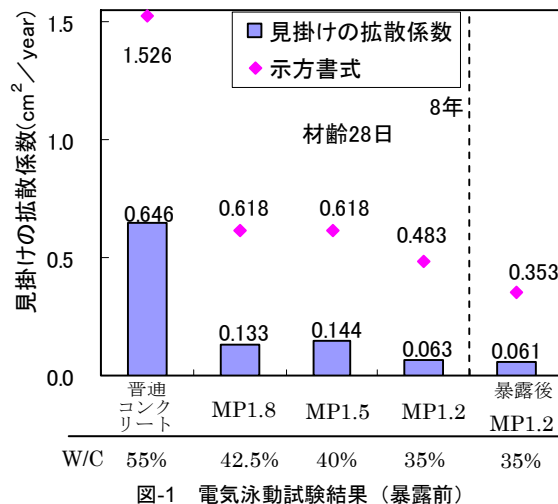


図-1 電気泳動試験結果 (暴露前)

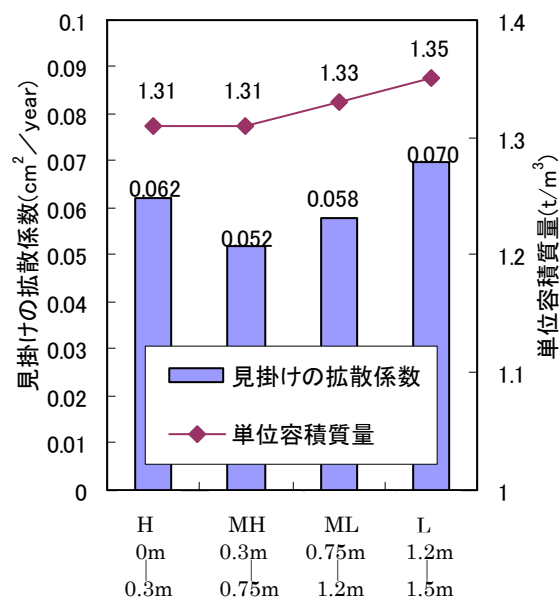


図-2 暴露後の見掛けの拡散係数と単位容積質量