軽量コンクリートの塩分遮蔽性に関する基礎的検討

人工軽量骨材協会　正会員　○肥後　康秀
太平洋セメント株式会社　正会員　杉山　彰徳
日本メサライト工業株式会社　非会員　成川　史春
人工軽量骨材協会　正会員　石川　寛範

１．はじめに

高度成長期以降に建設されたインフラ構造物の老朽化により，維持管理および適切な補修・更新が求められている背景の中，寒冷地における融雪剤の散布や，沿岸部における道路橋においては塩化物による鉄筋の腐食からコンクリート構造物の劣化が顕在化している事例も見られる．一方で道路橋において鉄筋コンクリート（RC）床版に軽量コンクリートを採用し，耐震性の向上や高耐久化に関する研究も行われている．しかしながら，軽量コンクリートを土木用途に適用するにあたって，塩分遮蔽性に関する基礎的なデータは少なく，設計においては普通コンクリートと同様に扱われている．

そこで本報は，軽量コンクリートの塩分遮蔽性について，普通コンクリートと同一設計強度における塩分浸透の比較を行うとともに，軽量コンクリートの特徴の一つである含水率の高さによる影響について評価を行ったものである．

２．試験概要

２．１　使用材料およびコンクリート配合

使用材料を**表-1** に示す．人工軽量骨材は，膨張頁岩を主原料とする非造粒型のものを含水状態にて用いた．

コンクリート配合は，普通コンクリート（以下，普通），軽量コンクリート 1 種（以下，軽量 1 種），軽量コンクリート 2 種（以下，軽量 2 種）の 3 種類とし，いずれも設計強度 24N/mm^2 とした．コンクリートの目標スランプは 12±2.5cm，目標空気量は普通が 4.5±1.0%，軽量 1 種および 2 種は 5.5±1.0%として混和剤量により調整した．

２．２　試験項目

コンクリートの試験項目は圧縮強度および塩分浸透とした．圧縮強度は標準水中養生 28 日にて試験した．塩分浸透は，JSCE-G 572「浸せきによるコンクリート中の塩化物イオンの見掛けの拡散係数試験方法（案）」に準拠した．軽量コンクリートの含水状態の影響を調べるために，材齢 28 日（水中養生 28 日）と材齢 56 日（水中養生 28 日+気中養生 28 日）の 2 種類の養生を行った後，それぞれ塩水中に浸せきを開始した．試験体寸法はφ10×20cm，浸せきの期間は 6 ヶ月とし，浸せき後に EPMA 法による面分析（8×8cm）を行い，塩化物イオンの分布を測定するとともに見掛けの拡散係数を算出した．

表-1　使用材料

材料	記号	品名および物性
ｾﾒﾝﾄ	C	普通ポルトランドセメント　密度 3.16g/cm^3
細骨材	S_N	静岡産山砂　表乾密度 2.58g/cm^3，吸水率 2.0%
	S_L	人工軽量骨材　表乾密度 1.88 g/cm^3，吸水率 18%
粗骨材	G_N	茨城産砕石　表乾密度 2.65g/cm^3，吸水率 0.64%
	G_L	人工軽量骨材　表乾密度 1.64g/cm^3，吸水率 30%
混和剤	AD	高機能型 AE 減水剤
	AE	AE 剤
	DF	消泡剤

表-2　コンクリート配合

配合名	Fc (N/mm^2)	Sl (cm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m^3)							単位容積質量(kg/m^3)
						W	C	S_N	S_L	G_N	G_L	AD	
普通	24	12	4.5	55	46.0	163	296	828	－	999	－	2.96	2286
軽量 1 種			5.5	50	46.1	165	330	805	－	－	597	3.30	1897
軽量 2 種			5.5	48	46.1	159	331	－	590	－	602	3.31	1682

キーワード：人工軽量骨材，軽量コンクリート，塩分遮蔽性，塩化物イオン，EPMA，拡散係数
連絡先：〒110-0005　東京都台東区上野 1 丁目 12 番 2 号　人工軽量骨材（ALA）協会　TEL･FAX 03-3837-0445

3．試験結果

表-3 に，フレッシュコンクリートの性状と圧縮強度の結果を示す．

図-1 には浸せき後の EPMA 分析による Cl 濃度の分布曲線と面分析結果を示す．また，表-4 には Cl の浸入深さおよび分布曲線フィッティング結果から算出される塩化物イオンの見掛けの拡散係数（D_{ap}）を示す．試料表面の Cl 濃度（C_{a0}）は軽量のほうが普通よりも高いが，Cl の浸入深さおよび拡散係数はいずれの材齢においても普通，軽量 1 種，軽量 2 種の順に小さくなった．既往の研究では，軽量骨材中の水分が塩化物イオンの拡散媒体として作用することが指摘されており [1]，軽量骨材を介して Cl 表面の濃度が上昇した可能性が考えられるが，強度一定の配合条件において W/C が低い軽量コンクリートはセメントペースト部が緻密であり，内部への浸入が妨げられたと考えられる．また，浸せき開始前に気中乾燥を行った材齢 56 日は，材齢 28 日と比較して Cl 浸入深さが 1～4mm 低くなったが，拡散係数や表面濃度は普通と軽量で明確な傾向の違いは見られなかった．軽量骨材を絶乾状態で使用した場合は拡散係数が低下する例 [1] も報告されていることから，さらに乾燥期間を延ばした条件においては塩分遮蔽性へ影響を及ぼすことも考えられる．

表-3　フレッシュ性状と圧縮強度

配合名	スランプ (cm)	空気量 (%)	圧縮強度(N/mm^2)	
			材齢 28 日	材齢 56 日
普通	10.5	4.4	40.0	46.8
軽量 1 種	11.0	6.2	37.0	40.4
軽量 2 種	12.0	6.1	37.3	41.2

表-4　Cl の浸入深さおよび見掛けの拡散係数

配合名	材齢	Cl 浸入深さ(mm)	D_{ap} (cm^2/年)	C_{a0} (kg/m^3)	C_i (kg/m^3)
普通	28 日	42	3.09	16.3	0.124
	56 日	38	2.81	23.5	0.122
軽量 1 種	28 日	32	1.44	33.6	0.088
	56 日	31	1.73	33.6	0.087
軽量 2 種	28 日	25	0.96	50.4	0.199
	56 日	22	0.87	34.0	0.120

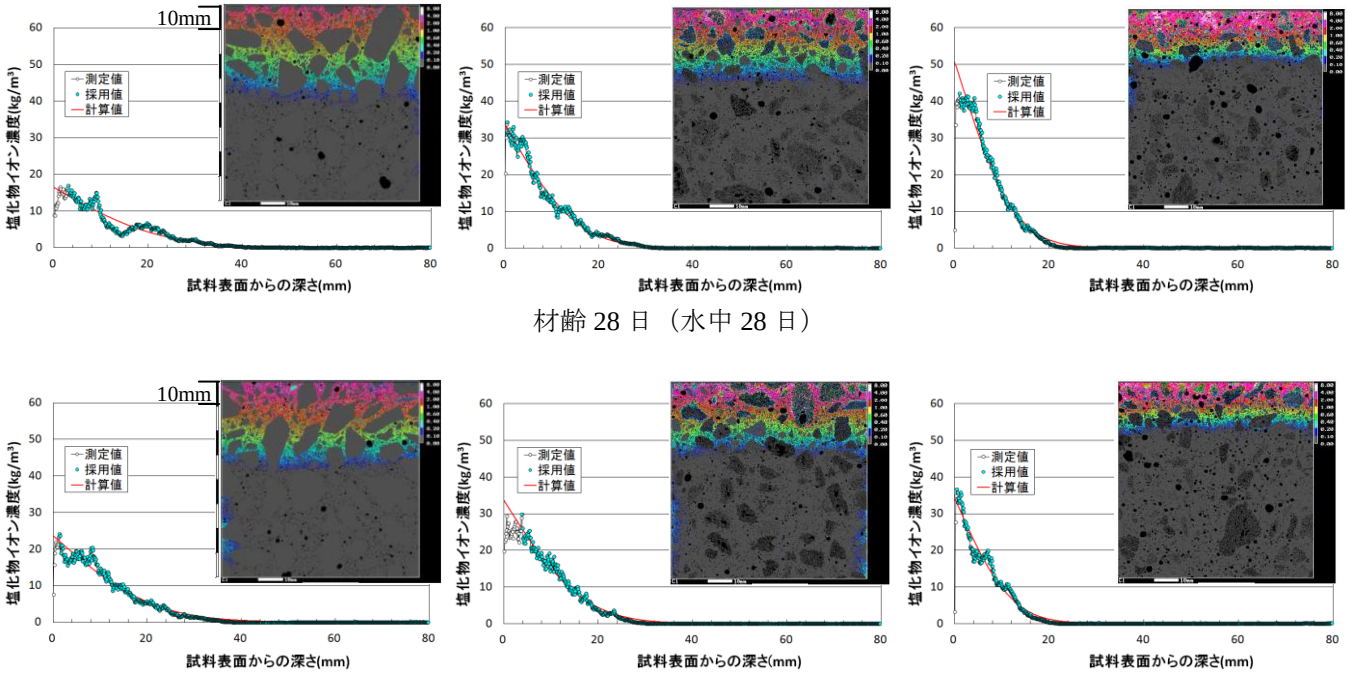
D_{ap}：塩化物イオンの見掛けの拡散係数，C_{a0}：試料表面の塩化物イオン濃度，C_i：初期塩化物イオン濃度（50～80mm の平均濃度）

4．まとめ

軽量コンクリートの塩分遮蔽性は，普通コンクリートと比較して，強度一定の条件において表面濃度は高いものの，拡散係数は低いことから同等以上であることが示された．

【参考文献】

1） 伊達　重之　他：軽量コンクリートの止水性および塩分遮蔽性に及ぼす骨材の影響，土木学会第 56 回年次学術講演会，V-282，pp.564-565，2001



材齢 28 日（水中 28 日）

材齢 56 日（水中 28 日+気中 28 日）

普通コンクリート　　軽量コンクリート 1 種　　軽量コンクリート 2 種

図-1　Cl 分布曲線と面分析の結果