

高性能軽量コンクリートの耐海水性に関する研究

前田建設工業（株）技術研究所	正会員	山本 和範
前田建設工業（株）技術研究所	正会員	笹倉 伸晃
前田建設工業（株）技術研究所	正会員	舟橋 政司
（独）港湾空港技術研究所	フェロー	横田 弘

1. はじめに

近年、従来の軽量骨材に比べて、高強度で独立空隙型低吸水性の高性能軽量骨材（SLA）が開発され、凍結融解抵抗性に優れた高性能軽量コンクリートの製造が可能となってきた。しかしながら、高性能軽量コンクリートを海洋構造物に適用するためには、耐海水性を把握しておく必要がある。現時点では、耐海水性を短期間で評価する試験方法として確立されたものはないが、本研究では西林らが提案した促進試験方法¹⁾を参考に、乾湿繰返しを行う促進試験方法を採用した。

2. 実験概要

2.1 促進試験方法および試験ケース

供試体は 100×200mm とし、材齢 28 日まで標準水中養生したのち促進試験を開始した。乾湿繰返し条件としては、「20 海水浸漬 3.5 日～60 乾燥 3.5 日」を 1 サイクルとし、これを 60 サイクルまで合計 420 日間繰返した。その他の試験条件としては、「20 淡水浸漬のみ」、「20 海水浸漬のみ」、「20 淡水浸漬 3.5 日～60 乾燥 3.5 日の乾湿繰返し」とした。試験の測定項目および測定サイクル数は、動弾性係数（縦振動法）（JIS A 1127 準拠）が 5 サイクル毎、圧縮強度（JIS A 1108 準拠）、静弾性係数（JSCE-G502 準拠）および塩化物イオン含有量測定（JCI-SC4 準拠）が 20 サイクル毎である。塩化物イオン含有量測定用の試料は、表面から 10mm ごとに採取して測定した。海水には、NaCl 濃度が約 3% の人工海水を用いた。

2.2 コンクリートの使用材料および配合

試験に使用した材料の物性値およびコンクリートの配合を表 - 1 および表 - 2 に示す。粗骨材に全て SLA を使用した配合（L）、SLA と砕石を混合して使用した配合（B）および普通コンクリート（N）の 3 種類とし、

表 - 1 使用材料物性値

使用材料	種 類	記号	物性または成分
セメント	普通ポルトランドセメント	C	密度: 3.15g/cm ³
細骨材	陸砂	S	表乾密度: 2.59g/cm ³
粗骨材	高性能軽量骨材	SLA0.85	絶乾密度: 0.82g/cm ³ 、24h 吸水率: 2.61%
		SLA1.2	絶乾密度: 1.21g/cm ³ 、24h 吸水率: 0.93%
	砕石	G	G _{max} =20mm、表乾密度: 2.72g/cm ³
混和剤	高性能 AE 減水剤	SP	特殊分離低減型ポリカルボン酸塩系
	AE 減水剤	AD	リグニンスルホン酸化合物ポリオール複合体

表 - 2 コンクリートの配合条件および配合

配合種別	記号	設計基準強度 (N/mm ²)	スラブ厚 (mm)	水セメント比 W/C (%)	空気量 (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					混和剤	目標単位容積質量 ²⁾ (kg/m ³)	
							水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G				
										SLA0.85 ¹⁾	SLA1.2 ¹⁾			G
高性能軽量コンクリート	L	24	400	45.0	5.5	54.2	170	378	919	-	363	-	SP	1833
	B						170	378	919	197	-	163		1832
普通コンクリート	N		120	57.0	4.5	47.0	160	281	860	-	-	1017	AD	2318

1) SLA は絶乾質量 2) SLA の 24h 吸水量を加算した値。

キーワード 高性能軽量骨材、耐海水性促進試験、相対動弾性係数、塩化物イオン

連絡先 〒179-8914 東京都練馬区旭町 1-39-16 前田建設工業（株）技術研究所 TEL: 03-3977-2246

耐海水性の比較検討を行った。

3. 実験結果および考察

3.1 相対動弾性係数

相対動弾性係数の変化を図 - 1 に示す。「海水～乾燥」の試験条件では相対動弾性係数の低下が著しいが、配合 L と配合 B とでは顕著な差は認められない。一方、配合 N では、20 サイクル以降の相対動弾性係数の低下が著しく、配合 L、B を下回っている。これは、「海水～乾燥」の場合、コンクリートが海水成分と反応し、せっこうやカルシウム クロロ アルミネート ($C_3A \cdot CaCl_2 \cdot 12H_2O$) を生成するためと考えられる¹⁾。現時点では、60 サイクル終了時点での生成物の分析結果が得られていないため、せっこう等の生成は確認できていない。また、配合 L の相対動弾性係数は、60 サイクル終了時において、「海水浸漬のみ」ではまったく低下していないが、「海水～乾燥」では 53%、「淡水～乾燥」でも 77%まで低下している。すなわち、明らかに 3.5 日 60 乾燥が相対動弾性係数の低下に影響を及ぼしていると言える。

3.2 圧縮強度

圧縮強度の変化を図 - 2 に示す。「海水～乾燥」では、全ての配合で 20 サイクル以降、圧縮強度の急激な低下が認められる。中でも、相対動弾性係数と同様に配合 N で著しい低下が見られた。また、「淡水～乾燥」の配合 L でも 60 サイクルで圧縮強度の低下が認められ、相対動弾性係数との相関が見られる。

3.3 塩分浸透量

図 - 3 および図 - 4 に 20 サイクル終了時、40 サイクル終了時での、コンクリート中の塩化物イオン含有量の分布状況を示す。深さ 10～50mm の範囲で見ると、配合 N に比べて、配合 L および B の塩分浸透量が小さくなっている。

西林は淡水中あるいは海水中（温度 20℃）浸漬 24 時間と乾燥（60～70℃）24 時間を繰り返す促進試験を 200 サイクル行い、1 サイクルが海水浸漬 50～60 日に相当すると判定している¹⁾。今回採用した実験方法を西林の実験手法の W/C が 40%、60% の普通コンクリートのデータと比較すると、表 - 3 のようになり、コンクリートの種類に関わらず約 1.9 倍の促進効率がある結果となった。必ずしも実験条件が同一ではないが、今回の促進試験 1 サイクルは、海水浸漬の約 100 日に相当すると言える。

4. まとめ

以上の結果から考えて、高性能軽量コンクリートは普通コンクリートと比べて、特に耐海水抵抗性に劣るとはいえず、海洋構造物への適用は十分に可能であると考えられる。

参考文献

1) 西林新蔵：コンクリートの耐海水性-その研究の現状と将来-セメント・コンクリート No.410, Apr. 1981

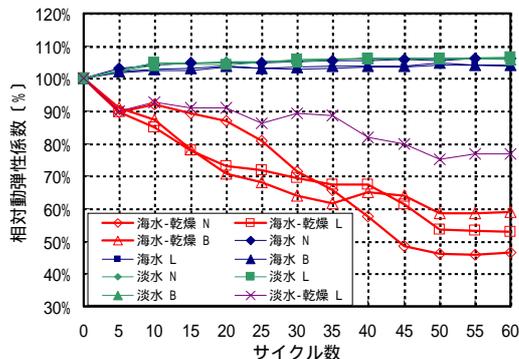


図 - 1 相対動弾性係数とサイクルの関係

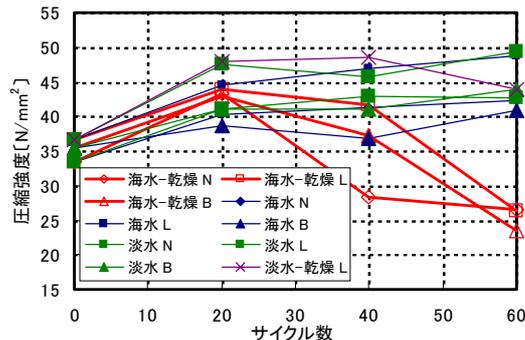


図 - 2 圧縮強度とサイクル数の関係

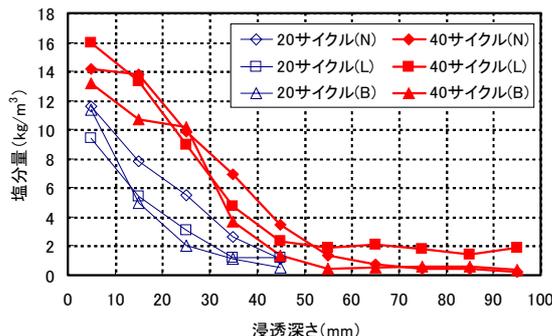


図 - 3 塩化物イオン浸透量（海水～乾燥）

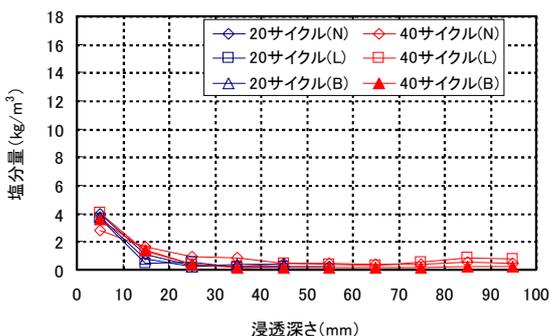


図 - 4 塩化物イオン浸透量（海水浸漬）

表 - 3 促進効率

	W/C (%)	相対動弾性係数が 60% となるサイクル		促進効率
		西林	本実験	
西林	60	75	40	1.88
本実験	57			
西林	40	86	45	1.91
本実験	45			