

低含水状態の軽量骨材を使用したコンクリートの材料特性

IHI インフラ建設 正会員 ○小林 崇
 IHI インフラ建設 正会員 中村 定明
 日本メサライト工業 正会員 石川 寛範

1. はじめに

床版取替工事では、鋼主桁や下部工に作用する応力の軽減や補強の簡素化、耐震性の向上から求められる取替用床版の軽量化を目的として、軽量コンクリート 2 種を用いたプレキャスト PC 床版の開発を行っている。一般に軽量コンクリートでは、吸水率の高い軽量骨材を表乾状態で用いるため、普通コンクリートに比べて耐凍結融解性が劣るとされている。これに対して軽量骨材を含水率 5%以下の低含水状態で用いることで耐凍結融解性が改善することが確認されている¹⁾。今回、プレキャスト PC 床版への適用を目的とする、軽量骨材を低含水状態で使用する軽量コンクリート 2 種について、耐凍結融解性をはじめとする材料特性を確認した。

2. 試験条件

(1) コンクリートの種類と性能目標

コンクリートの種類は、粗骨材に低含水状態の軽量骨材を用いる軽量コンクリート 1 種（以下、軽量 1 種）と、細骨材にも低含水状態の軽量骨材と普通骨材を併用する軽量コンクリート 2 種（以下、軽量 2 種）とし、一部の試験では比較のため、普通骨材を用いる普通コンクリート（以下、普通コン）の特性を確認した。各コンクリートは圧縮強度を同等とし、工場で製造される設計基準強度 50N/mm^2 のプレキャスト PC 床版への使用を想定して、蒸気養生 1 日で 35N/mm^2 以上、材齢 28 日で 57N/mm^2 程度となるよう配合を設計した。コンクリートの使用材料を表-1 に、配合を表-2 に、材齢 28 日における物性値を表-3 に示す。ここで、引張強度は JIS A1113 による割裂引張強度であり、せん断強度は JSCE-G533 を参考とした二面せん断試験によるものである。

(2) 試験項目と試験方法

材料特性は、耐凍結融解性、乾燥収縮特性および塩分浸透性について確認した。試験方法と供試体の養生条件を表-4 に示す。

3. コンクリートの材料特性

(1) 耐凍結融解性

凍結融解試験における軽量 1 種、軽量 2 種の相対動弾性係数の変化を図-1 に示す。ここでは、参考として表乾状態の軽量細骨材を同

表-1 コンクリートの使用材料

種別	記号	種類	物性値等
セメント	C	早強ポルトランドセメント	密度 3.14g/cm^3
細骨材	S	石灰砕砂	表乾密度 2.67g/cm^3
	SL	膨張頁岩系人工軽量骨材（低含水品）	絶乾密度 1.67g/cm^3 含水率 0.3%
粗骨材	G	石灰砕石	表乾密度 2.69g/cm^3
	GL	膨張頁岩系人工軽量骨材（低含水品）	絶乾密度 1.25g/cm^3 含水率 0.2%
水	W	水道水	
混和剤	SP	高性能減水剤	ポリカルボン酸エーテル系
	AE	AE 剤	変性アルキルカルボン酸化合物系

表-2 コンクリートの配合

コンクリート種類	W/C (%)	s/a (%)	Air (%)	単位量 (kg/m^3)					
				W	C	S	SL	G	GL
早強コン	40.0	44.0	4.5	145	363	816	—	1046	—
軽量 1 種	35.0	42.7	5.0	150	429	756	—	—	476
軽量 2 種	32.0	41.0	5.0	150	469	71	402	—	494

表-3 コンクリートの物性値（材齢 28 日）

コンクリート種類	単位重量 (g/cm^3)	圧縮強度 (N/mm^2)	静弾性係数 (N/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)	せん断強度 (N/mm^2)
普通コン	2.37	56.7	38.7	3.10	7.69
軽量 1 種	1.81	58.7	23.1	2.54	6.15
軽量 2 種	1.58	58.5	19.6	2.47	5.93

表-4 試験項目、方法と供試体の養生条件

試験項目	試験方法	供試体の養生条件
耐凍結融解性	JIS A1148 (A 法)	蒸気養生後、材齢 21 日まで温度 $20\pm 2^\circ\text{C}$ 、湿度 $60\pm 5\%$ の環境下で気中養生、その後材齢 28 日までの 7 日間 $20\pm 2^\circ\text{C}$ の水中に浸漬
乾燥収縮特性	JIS A1129-3	成形後 1 日間温度 $20\pm 2^\circ\text{C}$ の環境下で湿潤養生を行った後に脱型、その後材齢 7 日まで $20\pm 2^\circ\text{C}$ の水中に浸漬
塩分浸透性	JSCE-G571	蒸気養生後、材齢 28 日まで温度 $20\pm 2^\circ\text{C}$ 、湿度 $60\pm 5\%$ の環境下で気中養生

キーワード 軽量コンクリート、軽量骨材、低含水状態、凍結融解、乾燥収縮、塩分浸透性
 連絡先 〒135-0016 東京都江東区東陽 7-1-1 イーストネットビル TEL03-3699-2809

じ単位容積で使用した軽量2種の結果も示している。コンクリートの種類, および軽量2種に用いる軽量細骨材の含水状態によらず相対動弾性係数の低下は微小である。既往の研究¹⁾にあるように軽量コンクリートの耐凍結融解性に与える影響の支配的要因は軽量粗骨材の含水率であり, 軽量2種で用いる軽量細骨材の含水率の影響は小さいものと考えられる。

(2) 乾燥収縮特性

乾燥収縮試験の結果を図-2に示す。軽量1種の乾燥収縮量は普通コンに対して約1.4倍, 軽量2種は約1.2倍であった。軽量骨材を表乾状態で使用する一般的な軽量コンクリートは, 骨材の含水率が高いため普通コンに比べて乾燥が遅く, 初期の乾燥収縮が緩やかに進行するため, 最終的な乾燥収縮量は普通コンに比べて小さいとされている²⁾。これに対して軽量骨材を低含水状態で使用した場合, 普通コンと乾燥の速度に差異がなく, 普通骨材と比較して軽量骨材の弾性係数は低く変形しやすいため, 乾燥収縮量が大きくなったものと考えられる。また, 軽量1種と軽量2種の乾燥収縮量の差は, 低含水状態の軽量骨材がコンクリート練混ぜ時に生じる瞬間的な吸水により, 軽量細骨材の含水量が普通細骨材に対して多くなり, 乾燥の速度に差異が生じたことによるものと考えられる。

(3) 塩分浸透性

電気泳動法による塩分浸透性試験の結果を図-3に示す。軽量コンクリートの塩化物イオンの浸透に対する抵抗性は普通コンに対して高く, また, 軽量2種は軽量1種に対して抵抗性が高い結果となった。既往の研究³⁾では, コンクリート中の塩化物イオンの拡散は水分を移動媒体とするため, 骨材の含水状態が大きく影響するとされている。低含水状態の軽量骨材は間隙水が少なく, 塩化物イオンは骨材中を移動せず, モルタルやセメントペースト中を移動する。今回の試験では, 各コンクリートの圧縮強度を同一としており, W/Cは普通コン, 軽量1種, 軽量2種の順に小さい。W/Cが小さいほどセメントペーストの細孔構造は緻密であり, 軽量2種の塩化物イオンの浸透に対する抵抗性が最も高くなったものと考えられる。

4. まとめ

プレキャストPC床版への適用を目的として軽量骨材を低含水状態で使用する軽量コンクリート2種の材料特性を確認した。軽量コンクリートの耐凍結融解性に影響を与える支配的要因は軽量粗骨材の含水率であり, 軽量細骨材を低含水状態での使用の耐凍結融解性向上への効果は低い。一方で, 塩化物イオンの骨材中の移動が抑えられることで, コンクリートの塩化物イオンの浸透に対する抵抗性が向上することが確認された。

参考文献

- 1) 橋大介・大野義郎・黒木一実・岡田武二：高強度軽量コンクリートの耐凍結融解性に関する研究, 第6回コンクリート工学年次講演会論文集, 1984
- 2) 日本建築学会：高強度人工軽量骨材コンクリートを用いた建築物の設計と施工, 1992.12
- 3) 伊達重之・室賀陽一郎・長谷川聖：軽量コンクリートの力学的特性と耐久性に及ぼす骨材の影響, コンクリート工学年次論文集, Vo.25, No.1, 2003

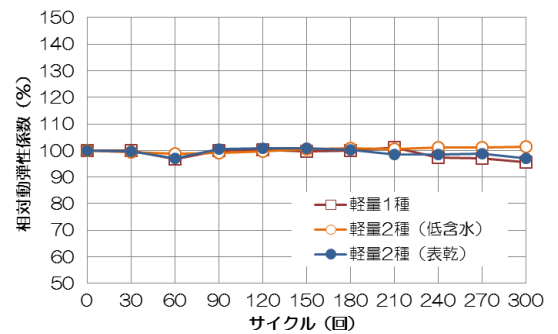


図-1 凍結融解試験における相対動弾性係数の変化

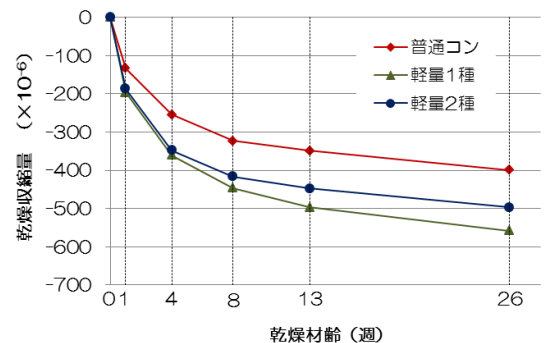


図-2 乾燥収縮試験結果

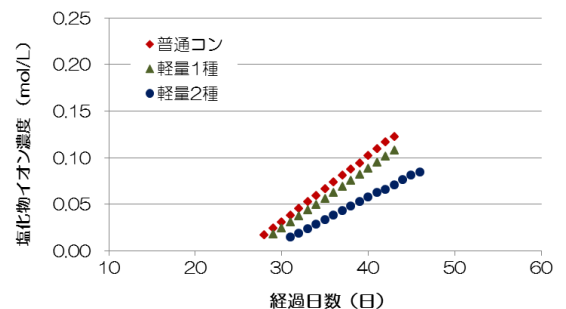


図-3 塩分浸透性試験結果