

再生粗骨材を用いたプレキャストコンクリートの塩分環境下における凍結融解抵抗性

土木研究所 正会員 ○片平 博
土木研究所 正会員 古賀 裕久

1. はじめに

平成 17～19 年に再生骨材の品質を H,M,L の 3 段階に区分した JIS が制定された。このとき再生骨材 M を用いたコンクリートは凍結や乾燥の影響を受けにくい部位、すなわち地中等に用途が制限されていたが、5 年後の規格改正の際に耐凍害品が設定され、その利用用途が拡大した¹⁾。

再生骨材 M の有力な利用方法としてプレキャスト(PCa)コンクリートへの利用が考えられる。一方で、近年、寒冷地では凍結防止剤の散布により凍害(スケーリング)劣化が急速に進行する現象が問題となっている。このような塩分環境下における再生骨材コンクリートの凍結融解抵抗性については、これまで十分な検討が行われてこなかった。そこで、東北地方で PCa 製品に用いられるコンクリート配合を対象に検討を行った。

2. 実験方法

実験には表 1 に示す 2 種類の再生粗骨材を使用した。表中の FM 凍害指数とは再生粗骨材の耐凍害性を示す値で、「JIS A 5022 再生骨材 M を用いたコンクリート」の耐凍害品では 0.08 以下の再生粗骨材を用いる必要がある。

配合は表 2 に示す 7 配合とした。配合 1 は普通骨材を用いた比較用の配合であり、これに対して配合 2～4 には再生粗骨材 M1 を、配合 5～7 には再生粗骨材 M2 を使用した。配合 2 と 5 はアルカリ総量を 3kg/m^3 以下に抑える観点から再生粗骨材の混入率を 20%とした配合、配合 3 と 6 は再生粗骨材を 100

%使用し、ASR 抑制対策として高炉セメント B 種を使用した配合、配合 4 と 7 は再生粗骨材を 100 %使用し、ASR 抑制対策としてフライアッシュを添加した配合とした。

供試体は、圧縮強度試験用および塩分浸透抵抗性試験用の円柱供試体 ($\phi 100 \times 200\text{mm}$) と凍結融解試験用の角柱供試体 ($100 \times 100 \times 400\text{mm}$) を作製し、蒸気養生(前置き時間 2hr、昇温速度 20°C/hr 、最高温度 60°C で 2hr)を実施し、翌日に脱枠、1 日水中養生を行った後に気中養生を材齢 14 日まで行った。

圧縮強度試験は JIS A 1108 に従い材齢 1 日と 14 日で 3 本ずつ行った。なお、供試体の作製と圧縮強度試験はリサイクル材料プレキャストコンクリート製品研究会(RMPC 研究会)が行った。

塩分浸透抵抗性の試験としては非定常・電気泳

表1 再生粗骨材とその他のコンクリート材料の品質

材料の種類		骨材寸法 (mm)	絶乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	FM凍害 指数
再生粗骨材	M1	5-15	2.44	4.06	0.07
	M2	5-20	2.27	5.60	0.12
その他の材料					
水(W): 上水道水					
普通セメント(NC): 密度3.15g/cm ³ , 比表面積3,310cm ³ /g					
高炉セメント(BB): 密度3.04g/cm ³ , 比表面積3,850cm ³ /g					
フライアッシュ(FA): II 種, 密度2.34g/cm ³ , 比表面積5,710cm ³ /g					
細骨材(S): 砕砂, 絶乾密度2.57g/cm ³ , 吸水率1.92%					
普通粗骨材(G(普通)): 砕石, 絶乾密度2.67g/cm ³ , 吸水率0.98%					
化学混和剤: 高性能減水剤 (I 種), AE剤 (I 種)					

表2 コンクリートの配合

配合名		W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m³)							実測値	
				W	C	FA	S	G(普通)	G(M1)	G(M2)	Sl(cm)	Air(%)
1	NC-0	41.8	37.1	142	340	－	681	1188	－	－	7.0	5.4
2	NC-20M1	41.8	37.1	142	340	－	681	950	223	－	7.5	6.0
3	BB-100M1	39.0	40.1	144	〈369〉	－	721	－	1037	－	8.5	5.2
4	FA-100M1	41.8	38.6	152	364	73	658	－	1012	－	8.0	5.8
5	NC-20M2	41.8	37.1	142	340	－	681	950	－	221	8.0	6.3
6	BB-100M2	39.0	37.2	142	〈364〉	－	671	－	－	1087	8.0	5.2
7	FA-100M2	41.8	36.3	145	347	69	634	－	－	1064	8.5	5.6

Cの欄: <>は高炉セメント, その他は普通セメント

キーワード 再生骨材, 凍結融解抵抗性, スケーリング, プレキャストコンクリート, 塩化物イオン
連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 土木研究所 先端材料資源研究センター TEL 029-879-6761 (FAX6733)

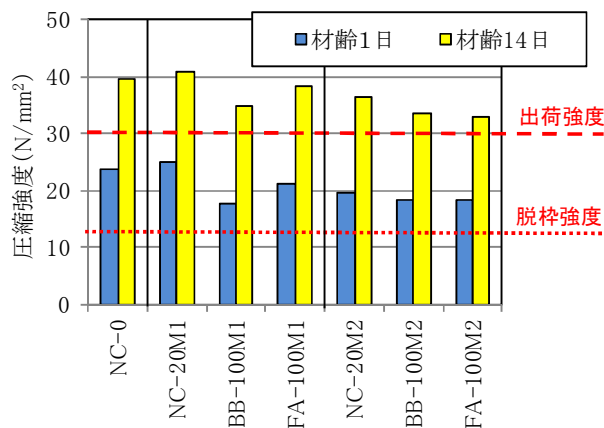


図1 圧縮強度試験結果

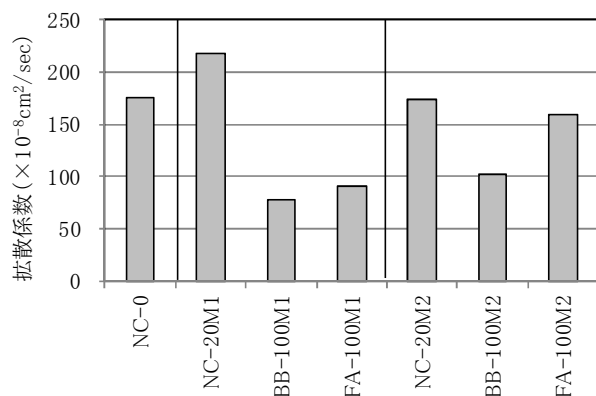


図2 塩化物イオン拡散係数

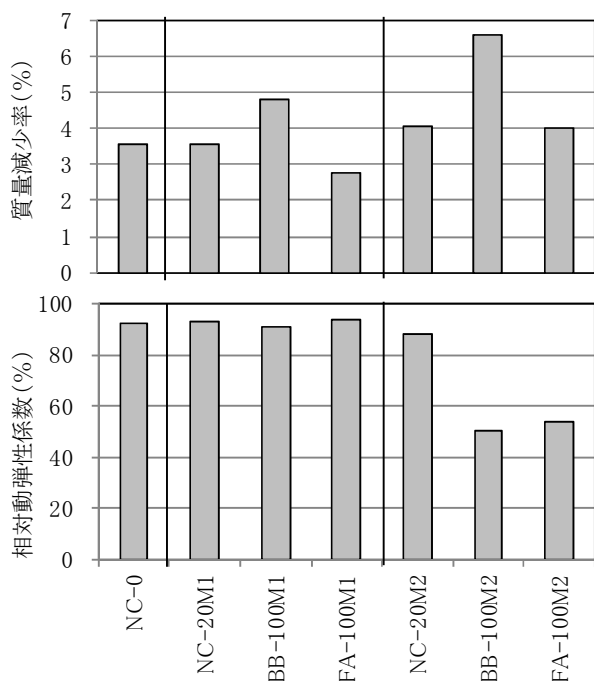


図3 凍結融解試験結果 (300サイクル時)

動試験を実施した。この試験は高さ 50mm に切断した円柱供試体の両側面に NaOH 溶液と NaCl 溶液を配置し、電圧をかけることで塩化物イオン

を強制的に供試体内に浸透させるもので、3水準の通電時間と塩化物イオン浸透深さとの関係から塩化物イオン拡散係数を推定した²⁾。

凍結融解試験は JIS A 1148 に従って 300 サイクルまで実施した。ただし、供試体を格納するゴム容器内に入れる水を 3%NaCl 溶液とした。供試体は 1 配合あたり 3 体とした。

3. 実験結果

圧縮強度試験結果を図 1 に示す。いずれの配合でも良好な強度発現が確認できた。

非定常・電気泳動試験から得られた塩化物イオン拡散係数を図 2 に示す。拡散係数は、再生粗骨材を 20%用いた配合では NC-0 と概ね同程度の拡散係数となった。一方で、高炉セメントやフライアッシュを使用した配合では再生粗骨材を用いた配合でも拡散係数を抑制できることがわかった。

凍結融解試験結果として 300 サイクル時点の質量減少率と相対動弾性係数を図 3 に示す。高炉セメントを使用した配合では質量減少率がやや大きくなる傾向を示した。耐凍害品に対応した再生粗骨材 M1 (FM 凍害指数 0.07) を用いた場合、高炉セメントを用いた BB-100M1 で質量減少率がやや大きくなったものの、粗骨材が凍結融解抵抗性に影響しているとは考え難い結果となった。一方、FM 凍害指数が 0.12 と規格値を超える再生粗骨材 M2 を 100%用いた配合では、相対動弾性係数が低下する結果となった。

4. まとめ

- (1) 塩分浸透抵抗性は、混合セメントを使用することで改善する傾向が確認された。
- (2) 3%NaCl 溶液を用いた凍結融解試験では、FM 凍害指数が大きな再生粗骨材を使用した配合で動弾性係数が低下した。

参考文献

- 1) 片平博、小山明男、渡辺博志：【解説】再生骨材コンクリートMの耐凍害品の設定，コンクリート工学，Vol.51,No.2，pp. 159-164，2013
- 2) 鈴木聡，中村英佑，渡辺博志：各種モルタル供試体を用いた非定常・電気泳動試験に関する実験的研究，第 21 回プレストレストコンクリートシンポジウム論文集，pp. 97-102，2012. 10