

改質材による高性能軽量骨材のアルカリシリカ反応抑制手法に関する研究

前田建設工業(株) 正会員 ○舟橋 政司, 山下 賢司
 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 鶴田 孝司, 佐々木 孝彦
 東京工業大学大学院 フェロー会員 二羽 淳一郎

1. はじめに

人工軽量骨材を用いた実構造物においてアルカリシリカ反応(以降 ASR と略称)による劣化の疑いがある事例が報告されている¹⁾。著者らはこれまでに、高性能軽量骨材 N (以降 SLA(N)と略称) 製造時に骨材表面にアルミナ系の改質材を付着させることで、非晶質シリカの溶解を抑止して SLA(N)の ASR を抑制する手法を提案し、化学法および改良化学法で分析を行って改質材の付着による ASR 抑制効果を確認した²⁾。本研究では、コンクリート試験体を用いて JCI コンクリートバー法(シリーズ I) およびデンマーク法³⁾(シリーズ II) による ASR 試験を行い、高性能軽量コンクリートの膨張性状を検討した。

2. 試験概要

アルミナ系改質材を骨材表面に付着させた SLA(N)の表層部、内部および改質材(1100°Cで焼成後)の化学分析結果を表-1 に示す。この表より SLA(N)表面に改質材が付着していることが分かる。この SLA(N)を用いて製造したシリーズ I およびシリーズ II の試験体製作用のコンクリート配合を表-2 に示す。

シリーズ I は JCI-AAR-3-1987「コンクリートのアルカリシリカ判定性試験」に準じて 100×100×400mm の試験体を用いた。シリーズ I では低熱ポルトランドセメントを用いて、水セメント比(W/C)40%の配合に 1mol/l の水酸化ナトリウム水溶液を加えて試験の規定アルカリ量 2.40kg/m³(I-40-2.40)とした。また、規定アルカリ量以外に単位水量を一定として W/C を 30, 40, 50%とすることで、総アルカリ量を変化させて試験を行った。

表-1 化学分析結果

試料	化学成分含有率 (%)									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	TiO ₂	MnO	Total
SLA(N) 内部(N _{CR})	66.38	16.74	2.57	6.58	1.08	0.15	3.35	0.48	0.09	97.42
SLA(N) 表層部(N _{SF})	45.8	36.24	4.98	6.43	0.83	0.26	1.85	1.55	0.08	98.02
改質材(1100°C加熱)	16.63	70.44	5.28	2.72	0.2	0.26	0.31	3.45	0	99.29

表-2 コンクリート配合

シリーズ	試験体名	配合条件				単位量(kg/m ³)				混和剤(C×%)
		W/C (%)	s/a (%)	空気量 (%)	総アルカリ量 (kg/m ³)	水 W	セメント ^{*2)} C	細骨材 ^{*3)} S	高性能軽 ^{*4)} 量骨材G	
I	I-50-1.67	50	49	5.5	1.67	167	334	856	402	高性能AE減水剤(0.1%)
	I-40-2.09	40	48		2.09		418	806	394	
	I-40-2.40 ^{*1)}	40	48		2.40		418	806	394	
	I-30-2.78	30	47		2.78		557	737	375	
II	II-50-2.0 ^{*1)}	50	49	2.0	164	328	886	421	AE減水剤(0.25%)	
	II-50-3.0 ^{*1)}			3.0						
	II-50-4.0 ^{*1)}			4.0						

*1) セメントのアルカリ量に加えて水酸化ナトリウム水溶液を添加して総アルカリ量を調整した。

*2) シリーズ I : 低熱ポルトランドセメント(密度3.22g/cm³,アルカリ量0.38%), シリーズ II : 普通ポルトランドセメント(密度3.16g/cm³,アルカリ量0.56%)

*3) シリーズ I : 山砂(表乾密度2.59g/cm³,FM2.41), シリーズ II : 砕砂(表乾密度2.57g/cm³,FM2.41)

*4) SLA : シリーズ I (絶乾密度1.17g/cm³,24hr吸水率1.27%), シリーズ II (絶乾密度1.22g/cm³,24hr吸水率2.91%)

キーワード 高性能軽量骨材, アルカリシリカ反応, 抑制手法, デンマーク法, アルミナ系改質材

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 03-3977-2241

シリーズIIは普通ポルトランドセメントを用いて各試験体で同一配合 (W/C=50%) とし, 1mol/l の水酸化ナトリウム水溶液で各配合の総アルカリ量を 2.0, 3.0, 4.0kg/m³ の3水準に変化させた. 各配合で 600×600×250mm のコンクリートブロックを製作し, 1ヶ月間気中養生した後に促進養生用および標準水中養生用のコア試験体 (φ100 および φ50×250mm) を採取した. 試験方法はデンマーク法の試験方法³⁾に準拠して, コア試験体を 50°Cの飽和 NaCl 水溶液に浸漬する促進養生を規定の3ヶ月間行った. コア試験体にコンタクトゲージ測定用バンドを設置し, 基長測定後に促進試験を開始して, 膨張率と質量変化率は試験材齢 (促進試験開始後の材齢) 1, 2, 2.5, 3ヶ月で測定し, 試験材齢 1, 2, 3ヶ月では圧縮強度試験とヤング係数の測定も行った.

3. 試験結果および考察

シリーズIにおける膨張率と試験材齢の関係を図-1に示す. W/Cが40%で規定アルカリ量としたI-40-2.40試験体では, 規定の6ヶ月においても膨張率は0.01%程度 (しきい値0.1%) と小さい値であった. さらに, W/Cが50%と最も大きい場合でもほとんど膨張が認められなかった. また, 12ヶ月まで促進試験を継続したが, いずれの配合でも膨張量に顕著な差は認められず「反応性なし」であった.

シリーズIIのφ100mm試験体による膨張率と試験材齢の関係を図-2に示す. この図より, 総アルカリ量が4.0kg/m³と多い場合でも, 3ヶ月における膨張率は0.10%未満となっており「無害」と判定された. また, 図-3に示すように, 圧縮強度もアルカリ量の違いに拘わらず, 標準水中養生に比べて顕著な差は認められなかった. なお, ヤング係数も同様に顕著な低下は生じていない.

4. まとめ

骨材表面にアルミナ系改質材を付着させて製造した高性能軽量骨材を用いて, JCIコンクリートバー法およびデンマーク法によるASR促進試験を行った結果, 「反応性なし」および「無害」と判定された.

したがって, 本研究の範囲内では, 本ASR抑制手法を用いて製造した高性能軽量骨材を使用した高性能軽量コンクリートは, アルカリシリカ反応による有害な膨張は生じにくいものと考えられる.

参考文献

- 1) 松田芳範ほか: 軽量骨材コンクリートを用いた実構造物の調査報告, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, 第4巻, pp.183-188, 2004.10
- 2) 笹倉伸晃ほか: 高性能軽量コンクリートのアルカリ骨材反応抑制手法に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.28, No.2, pp.1517-1522, 2006.6
- 3) Chatterji, S.: An Accelerated Method for the Detection of Alkali-Aggregate Reactivities of Aggregate, Cement and Concrete Research, Vol.8, No.5, pp.647-649, 1978.

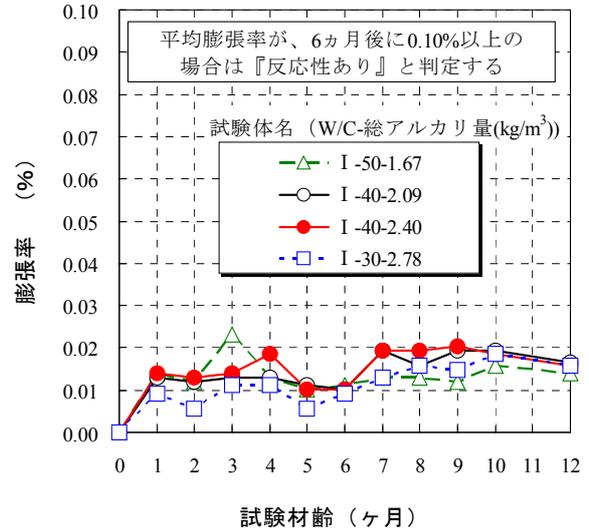


図-1 膨張率と材齢の関係 (シリーズI)

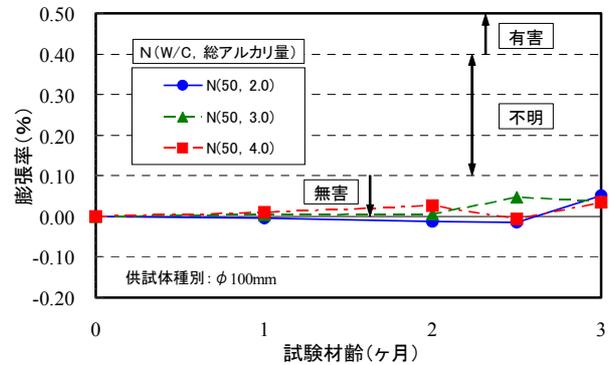


図-2 膨張率と材齢の関係 (シリーズII)

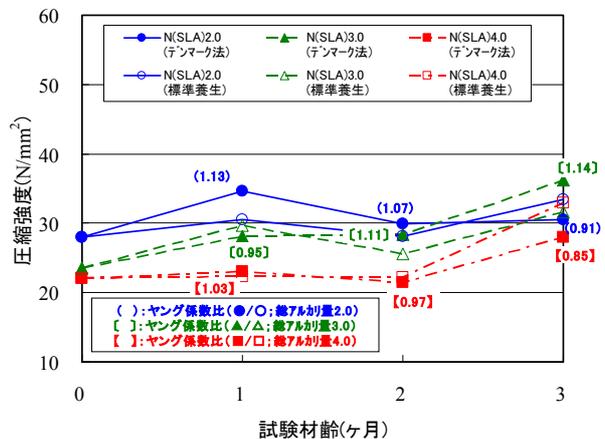


図-3 圧縮強度と材齢の関係 (シリーズII)