

PC 部材に使用する早強コンクリートの ASR 促進膨張に及ぼす要因

三井住友建設(株) 正会員 ○佐々木 亘, 谷口 秀明, 樋口 正典

1. はじめに

ASR に関して, JIS で規定される化学法やモルタルバー法では, 実際に使用するコンクリートの骨材以外の材料や配合等が加味されない. また, コンクリートによる方法¹⁾も提案されているが, PC 部材に用いられるような比較的強度域の高い早強コンクリートに対する検討は必ずしも十分とはいえない. 本稿では, PC 部材に用いられる早強コンクリートの ASR 早期判定を目的に, ASR の促進方法について検討を行った.

2. 実験概要

2.1 コンクリートの配合

使用材料を表-1 に示す. PC 部材を対象とし, セメントには早強セメントを使用した. 細骨材は試験研究用に使用しているもの, 粗骨材は高いアルカリシリカ反応性が確認されている安山岩系の砕石である. 表-2 にコンクリートの配合を示す. 設計基準強度 40N/mm² 程度の PC 部材に用いられる配合を想定している. 空気量は AE 剤により 4.5±1.0% の範囲に調整した.

2.2 実験要因

(1)コンクリート中のアルカリ総量: 練混ぜ時にアルカリを添加し, コンクリート中のアルカリ総量 (Na₂O 当量) を最大 9.0kg/m³ まで増加させた.

(2)養生温度: 養生温度は 40℃ および 50℃ とした.

(3)養生方法: 養生方法を表-3 に示す. 養生 J7D, W7D および J28D は外部からアルカリを供給するまでの前養生が異なる. 養生 J は外部からアルカリを供給しない方法である.

(4)添加するアルカリの種類: アルカリ量の調整には NaOH および NaCl の 2 種類を用いた.

2.3 実験方法

実験には角柱供試体 (100×100×400mm) を使用し, JIS A1129-2 (コンタクトゲージ法) により長さ変化率 (膨張ひずみ) を測定した. ゲージプラグには埋込み型のもので使用した. 各供試体は材齢 1 日で脱型し, 基長の測定後, 各養生条件で保管した. 長さ変化率の測定は供試体の温度が 20℃ に低下した時点で実施した.

3. 実験結果および考察

図-1~図-4 に長さ変化率 (膨張ひずみ) の経時変化を示す.

(1)コンクリート中のアルカリ総量: 図-1 はアルカリ総量について比較したものである. アルカリ総量が 6.0kg/m³ 以下の場合, 養生 J では材齢 400 日以上が経過しても膨張を示さなかった. 養生 J28D ではアルカリ無添加 (アルカリ総量 2.1kg/m³) の場合は, 材齢 300 日程度から膨張が開始している. 比較的強度域が高く密実なコンクリートであるため, 水やアルカリといった劣化因子の外部からの浸透が抑制されていることによって, 膨張の開始が遅くなっているものと考えられる. 一方, アルカリ総量を 9.0kg/m³ まで高めた場合, 養生 J,

キーワード: アルカリシリカ反応, プレストレストコンクリート, 促進養生

連絡先: 三井住友建設(株)技術開発センター 〒270-0132 千葉県流山市駒木 518-1 TEL:04-7140-5201

表-1 使用材料

材料	記号	種類	産地, 物性, 成分	密度 (g/cm ³)
セメント	C	早強ポルトランドセメント	比表面積4620cm ² /g 全アルカリ0.51%	3.13
細骨材	S1	川砂	鬼怒川産, 吸水率2.57% 化学法「無害」Rc=141mmol/L, Sc=93mmol/L	2.57
	S2	砕砂	葛生産(硬質砂岩), 吸水率1.48% 化学法「無害」Rc=141mmol/L, Sc=55mmol/L	2.64
粗骨材	G	砕石2005	安山岩系, 吸水率1.95% 化学法「無害でない」Rc=128mmol/L, Sc=627mmol/L, モルタルバー法「無害でない」6ヶ月の膨張率0.49%	2.68
化学混和剤	SP	高性能 AE減水剤	標準型, ポリカルボン酸系 (抑泡タイプ)	
	AE	AE剤	変性ロジン酸化合物系陰イオン界面活性剤	

※骨材の密度は表乾密度

表-2 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
		W	C	S1	S2	G
40.0	40.6	175	438	334	343	1018

表-3 養生方法

記号	養生方法
J7D	材齢7日まで湿潤封緘, 以後飽和NaCl水溶液浸せき
W7D	材齢7日まで標準水中養生, 以後飽和NaCl水溶液浸せき
J28D	材齢28日まで湿潤封かん, 以後飽和NaCl水溶液浸せき
J	湿潤・封かん

J28D とともに、材齢 2 ヶ月程度から膨張が開始している。養生 J28D のほうがより大きな膨張を生じているが、添加したアルカリにより促進された ASR でひび割れが生じ、外部からのアルカリの浸透が早まったものと考えられる。

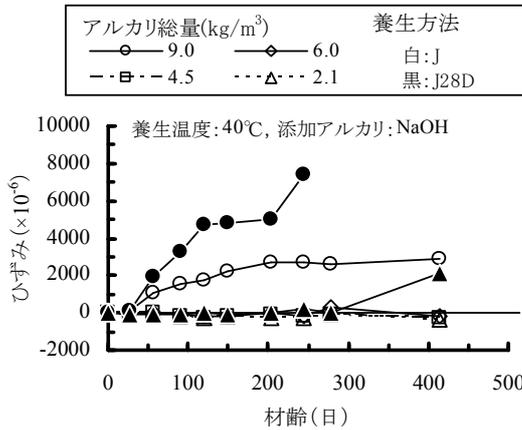


図-1 膨張ひずみの経時変化 (アルカリ総量の影響)

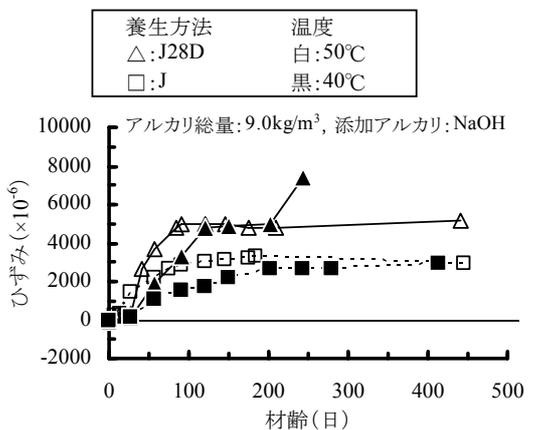


図-2 膨張ひずみの経時変化 (養生温度の影響)

この結果より 図-2

～図-4 に検討については、アルカリ総量を 9.0kg/m³ とした。

(2)養生温度：図-2 は養生温度について比較したものである。いずれの養生条件でも 40℃より 50℃のほうが早期に膨張を開始している。同一養生条件では同程度の膨張ひずみに収束しているようであり、養生温度は ASR の反応速度に影響を及ぼすことが分かる。

(3)養生方法：図-3 は養生方法について比較したものである。養生 J とその他の比較から、外部からアルカリを供給し続けることでより大きな膨張ひずみが生じている。また、養生 J7D, J28D, W7D の比較から、早期にアルカリを供給すること、外部からの供給前にも促進養生を行うことで膨張ひずみが早期に発生しているが、材齢 100 日程度では同程度のひずみとなっている。しかし、養生 J7D, W7D ではその後も膨張を続けているのに対し、養生 J28D では膨張が収束したようにみられる。供試体の観察からひび割れの密度が異なっているようであり、そのことが外部からのアルカリの浸透に影響している可能性がある。

(4)添加するアルカリの種類：図-4 は添加するアルカリの種類について比較したものである。いずれも早期に大きな膨張が生じ、添加アルカリの種類の影響は明確ではない。長期的には NaCl を用いたほうが膨張ひずみが大きくなる傾向がみられる。しかし、長期材齢での膨張ひずみはひび割れからの劣化因子の浸透による影響が大きいと考えられ、添加アルカリの影響は明確ではない。

4. まとめ

PC 部材に用いられる早強コンクリートの ASR 促進養生について検討した結果、以下のことがわかった。①アルカリ総量を 9.0kg/m³ まで高めることで、ASR を促進できる。②アルカリ総量を調整せず外部からアルカリを供給した場合、膨張が開始するまでに 1 年程度を要する。③養生温度 40℃と 50℃では 50℃のほうが早期に膨張が開始する。④外部からアルカリを供給する時期を早めると膨張開始も早まるが、材齢 100 日程度では同程度の膨張ひずみとなった。⑤本実験の条件では、添加アルカリの種類の影響は明確ではなかった。

参考文献

1) (社)日本コンクリート工学協会：コンクリート法によるアルカリ骨材反応判定試験方法研究委員会報告書，1991.6

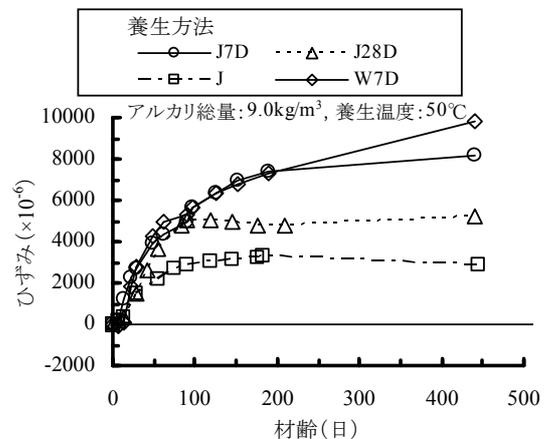


図-3 膨張ひずみの経時変化 (養生方法の影響)

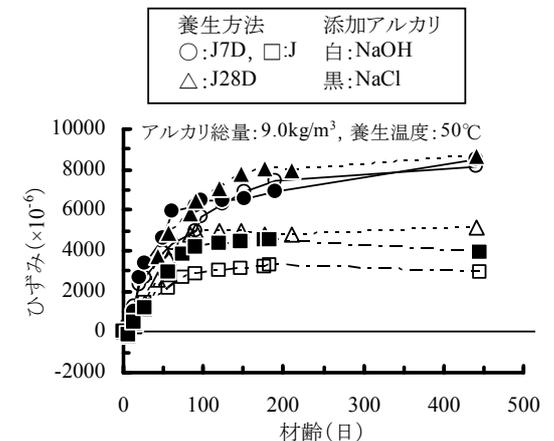


図-4 膨張ひずみの経時変化 (添加するアルカリの種類の影響)