

屋外暴露した ASR コンクリート供試体の測定に関する研究

愛知工業大学 正会員 ○岩月 栄治
(一財)名古屋高速道路協会 蔵原 英児
同 上 澤田 敏幸

1. はじめに

アルカリシリカ反応 (ASR) によるコンクリート構造物の劣化は 1986 年の抑制対策以後、少なくなっている。しかし、いまだに劣化事例が報告されている。これは補修後の再度の反応や、構造物が置かれている環境の影響や、遅延膨張性の骨材による長期の反応によるものである。さらに対策を講じていても反応性が高い未実績の骨材の使用などによる反応事例もある。このようなことから構造物に反応性骨材が使用されている場合は抑制対策を講じていても完全には除外できないため、点検や維持管理において ASR を考慮する必要があると思われる。しかし ASR は構造物の置かれている環境によって反応状況に差異がみられ、さらに反応初期の微細なひび割れを検知することは難しいが、ASR の初期のひび割れの発生状況や膨張過程を知ることは、点検や維持管理において有益な資料となる。

本研究は、名古屋および小牧市内に供試体を設置し、その反応状況の観察と種々の方法による膨張測定を行い、今後の ASR に関する点検・維持管理を行うための基礎データを得ることを目的とした。

2. 使用材料と試験方法

2.1 使用材料

表 1 に使用した骨材を示す。反応骨材として粗骨材にチャート Sa を用いた。チャート Sa は愛知県の東部丘陵に分布する洪積層に堆積した山砂利であり、起源は中・古生層の堆積岩である。比較のための非

表 1 使用骨材の化学法結果

骨 材	産 地	試験結果 (mmol/l)		Sc/Rc	判 定
		Sc	Rc		
チャート Sa	愛知	188	102	1.84	無害でない
石灰岩	三重	—	—	—	無 害
川 砂	愛知	60	79	0.76	

反応性骨材は石灰岩を使用した。細骨材は非反応性の川砂 (風化花崗岩を起源とした洗浄ダム堆積砂) を使用した。セメントは研究用の普通ポルトランドセメント (Na₂O 等価量 0.55%) と、高炉水砕スラグ粉末 (ブレン値 4000cm²/g) を使用した。コンクリート全体のアルカリ量の調整は NaOH 試薬を使用した。

2.2 コンクリート供試体の作製と膨張率測定

表 2 にコンクリートの配合を、表 3 に供試体の種類と測定方法および設置場所を示す。供試体の形状は φ300×600mm とし、打設時に中心部にひずみゲージを埋め込んだ。脱型後は表面に膨張率測定用のチップ (6 個, 4 測線) を設置し、一部に自動測定用のひずみ計を設置した。

供試体の設置場所は、名古屋市南区の高架橋下 (星崎) と小牧市の高架橋付近 (小牧) とした。2 地点は南北方向に直線距離で 28km 離れている。測定は月に 2 回程度行い、ダイヤルゲージによる膨張率測定、内部ひずみゲージの測定、および超音波伝搬速度の測定を実施した。さらに小牧ではデータロガーによる自動測定を行った。

表 2 コンクリートの配合

細・粗骨材		粗骨材 の最大 寸法 (mm)	水セメ ント比 (%)	細骨材 率 (%)	単位量 (kg/m ³)			
粗骨材	細骨材				水	セメント	細骨材	粗骨材
チャート 石灰岩	川 砂	20	59	46 45	177	300	809	961 997
								0.75 (アル カリ 9k のみ 添加)

表 3 供試体の種類、測定方法及び設置場所

粗骨材		チャート			石灰岩
細骨材		川砂			
全アルカリ量 (kg/m ³)		9	9	3	1.65
高炉水砕スラグ粉末の置換率 (%)		—	50	—	—
表面膨張率測定用チップ	星 崎	○			
	小 牧	○			
超音波伝搬速度 (P波)	星 崎	○			
	小 牧	○			
埋め込みひずみゲージ	星 崎	○			
	小 牧	○			
供試体側面設置 自動測定用ひずみ計	星 崎	—			
	小 牧	○			

キーワード アルカリシリカ反応, コンクリート, 屋外暴露, 膨張挙動, ひび割れ

連絡先 〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247 愛知工業大学 土木工学専攻 TEL 0565-48-8121

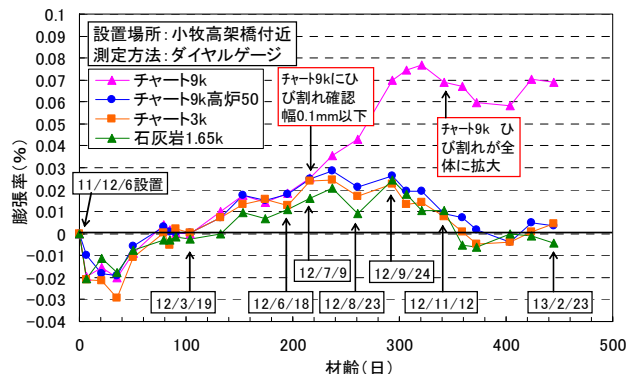
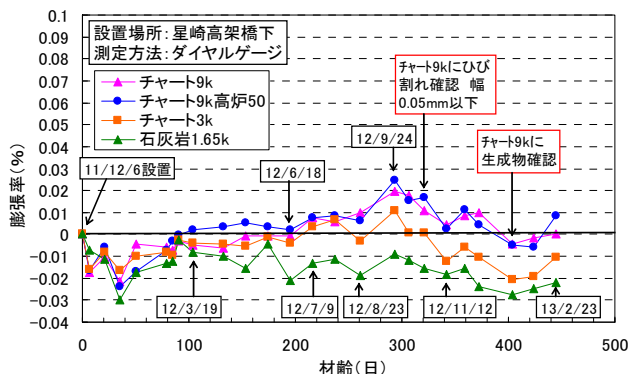


図1 ダイヤルゲージを使用した膨張率の測定結果 (左: 星崎、右: 小牧)

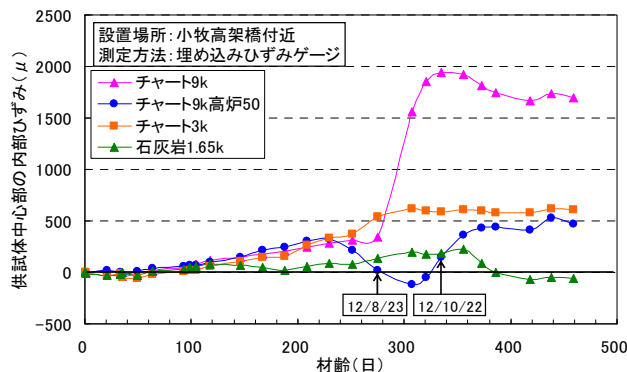
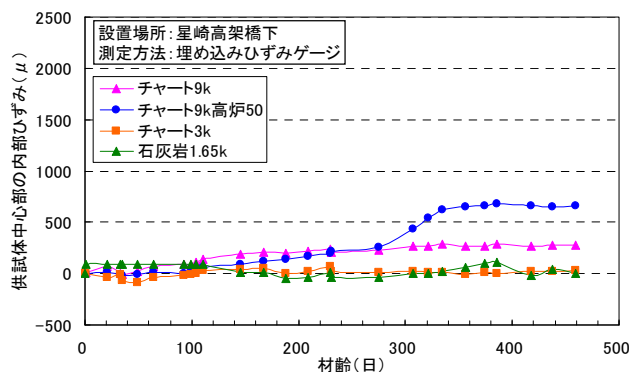


図2 埋め込みひずみゲージによる供試体中心部のひずみ測定結果 (左: 星崎、右: 小牧)

3. 結果および考察

3.1 コンクリート供試体の膨張挙動

図1にダイヤルゲージを使用した膨張率の測定結果を、図2に供試体に埋め込んだひずみゲージの測定結果を示す。図1のダイヤルゲージによる測定では同じ配合の供試体であっても、星崎と小牧では異なっている。特に小牧に設置したチャートのアルカリ量 9kg/m^3 は 0.1mm 程度のひび割れが確認されたと同時に7月から10月にかけて急激に膨張を開始し、10月以降は膨張を休止しており、気温の変動に伴った挙動を示している。それに対して星崎ではほとんど膨張していない。しかし 0.05mm 以下の微細なひび割れや生成物の滲出が確認されていることから内部は反応していると思われる。設置場所によって膨張挙動に差がみられた原因は、星崎は高架下であるため降雨や日照が小牧よりも少ないためと思われる。

図2の埋め込みのひずみゲージの結果は前述の図1と同様の傾向を示しているが、小牧のチャートのアルカリ量 9kg/m^3 は8月下旬頃からひずみが増大しており、図1と比べて内部と表面では膨張開始時期に差がある。なお、同時に測定した超音波伝搬速度は膨張の過程を捉えることはできなかった。

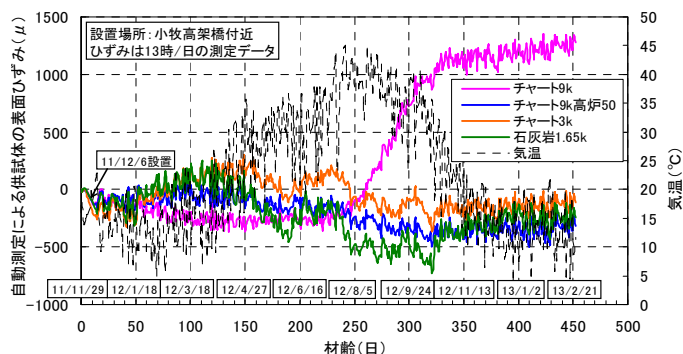


図3 自動測定による供試体のひずみ測定結果(小牧)

3.2 自動測定によるコンクリート供試体の膨張挙動

図3に小牧に設置した供試体の自動測定によるひずみの挙動を示す。前述の結果と同様にチャートのアルカリ量 9kg/m^3 は8月頃からひずみが増大しており、気温の上昇がASRによるひずみの増大に影響していることがわかる。

4. まとめ

本研究で得られた結果は以下である。

- (1) 屋外暴露環境下におけるASR膨張は気温の変動との関係が明瞭であった。
- (2) 供試体の表面と内部ではASRによる膨張・ひずみの開始時期に差がみられた。