

コンクリートのアルカリシリカ反応による膨張が鉄筋に及ぼす影響

愛知工業大学大学院 学生会員 ○福本 剛士
愛知工業大学 正会員 森野 奎二
愛知工業大学 正会員 岩月 栄治

1. はじめに

アルカリシリカ反応(ASR)による膨張によって、RC コンクリート構造物中の鉄筋の曲げ加工部の一部で鉄筋破断が複数起こり、コンクリート構造物の安全性が検討されるようになった。ASR による膨張が生じたときの RC コンクリートでの鉄筋が受ける影響についてはまだ十分には解明されていない。

本研究では、チャート骨材、水ガラスカレット、非反応性骨材を用いたコンクリート供試体に鉄筋を配置し、ASR が進行した場合のコンクリート表面と埋設鉄筋の膨張関係を調べた。

2. 実験方法

2.1 使用材料

セメントは普通ポルトランドセメント、粗骨材はチャート碎石(Yo:岐阜産)、砂岩碎石(Sa:愛知産)、細骨材には川砂(愛知産)、反応性生成物として水ガラスカレット3号を使用した。以後骨材名を記号 Sa、Yo という。アルカリシリカ反応性試験(化学法)の結果を図1に示す。使用した D10 の鉄筋の性質を表1に示す。コンクリートの示方配合を表2に示す。

2.2 試験方法

コンクリート自体の膨張率の測定のために角柱供試体(100×100×400 mm, 両端にビス埋込み)を作製した。作製では粒状 NaOH 試薬を用い Na₂O 量を Sa は 3, 6kg/m³、Yo は 3, 9kg/m³とした。作製後直ちに 40℃の恒温室内に静置し湿潤貯蔵した。

内部に鉄筋を入れたコンクリート表面の膨張率と埋設鉄筋表面のひずみを測定するため図2のような立方体供試体(400×400×400 mm)を作製した。以後、立方体供試体という。埋設鉄筋の曲げ加工部は曲げ半径 1D(熱せず急激に曲げたもの)、3D(熱しながら徐々に加工したもの)を使用し、各供試体には同じ曲げ半径のものを2本配置した。鉄筋のかぶり、縦、横方向ともに 30 mmとした。このコンクリートの配合及び添加アルカリ量は上記と同様にした。以後 Sa3k1D、3D、Sa6k1D、3D、Yo3k1D、3D、Yo9k1D、3D という。供試体は、作製後 40℃に保ったコンテナ内に湿潤貯蔵した。コンクリート表面の膨張率を測定するために配置した鉄筋と同じ方向に 250mm 間隔でコンタクトゲージを設置し、コ

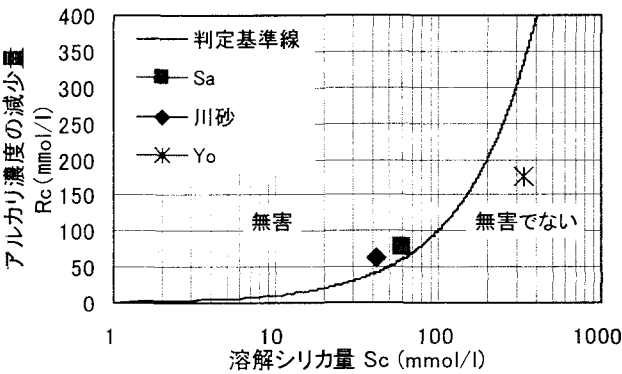


図1 化学法の結果

表1 鉄筋の性質

節の高さ	最小値(mm)	最大値(mm)
	0.4	0.8
性質	公称断面(mm)	公称断面(mm ²)
	9.53	71.33
	降伏点(N/mm ²)	引張強さ(N/mm ²)
	337	461
	伸び(%)	ヤング係数(kN/mm ²)
	27	206

表2 示方配合 (Sa、Yo)

種類	粗骨材の最大寸法 (mm)	スランブ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)
Sa	20	8	4.5	51.3	41.0
Yo					
種類	単位量 (kg/m ³)			AE減水剤量 (ml/m ³)	
	水 W	セメントC	細骨材 S		
Sa	154	300	749	1091	750
Yo	154	300	749	1095	750
* 1 水ガラスカレット (kg/m ³)			5.46	* 1 Saのみ使用	

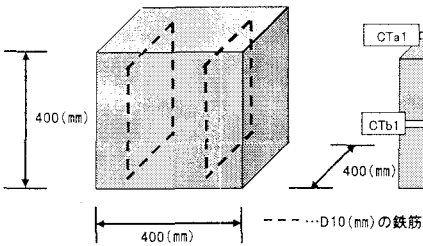


図2 立方体供試体

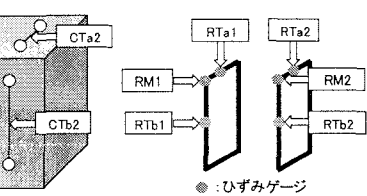


図3 各測定箇所

ンタクトひずみ計(ダイヤルゲージ 1/1000mm)で測定した。鉄筋のひずみはひずみゲージ(長さ 6mm)を鉄筋表面の直線部分の中心と曲げ部分に貼り付けた(図 3)。図 3 の立方供試体中心にコンクリート膨張測定用埋め込み式ゲージを設置した。各ゲージのひずみと温度はデータロガーを用い、6 時間単位で自動計測した。

3. 実験結果

3.1 無筋コンクリート供試体のひび割れ観察

図 4 に示す膨張率は Sa3k1D のほうが大きい、Yo9k1D のほうがひび割れの発生が多く結果は逆であった。

3.2 鉄筋コンクリート供試体表面の膨張とひび割れ観察

図 5 に示す Yo9k1D では直線部分 1 のみ材齢 200 日で 2000 μ を超えており、降伏点は表 1 に示すように 337N/mm² であるからヤング係数 206kN/mm² より 1620 μ に達したときに降伏していると考えられる。ここでコンクリートと鉄筋が一体となって膨張すると仮定するとコンクリート表面の膨張が 1620 μ 以上になったときは鉄筋が降伏していると考えられる。Yo9k3D のひずみは、1300 μ であるから降伏には至っていない。

図 6 に示す Sa3k1D、3D のコンクリート表面の膨張が材齢 200 日で 2000 μ を超えており降伏していると考えられる。Sa6k1D、3D のひずみは、1500 μ なのでまだ降伏には至っていない。

膨張の著しい Yo9k1D、Sa3k1D、3D の供試体は材齢 200 日以降にひび割れが目立つようになった。

3.3 無筋コンクリート供試体の膨張と

鉄筋コンクリート供試体の膨張の比較

図 4、6 に示す無筋コンクリート供試体の膨張と鉄筋コンクリート供試体の膨張を比較すると、Yo9k1D、3D、Sa3k3D、Sa6k1D、3D では無筋コンクリート供試体の膨張と鉄筋コンクリート供試体の膨張の差は 1500 μ あり、まだ鉄筋の拘束力が働いていると考えられる。しかし Sa3k1D では両コンクリートともに 4500 μ を超えており、無筋コンクリート供試体の膨張と鉄筋コンクリート供試体の膨張の差は初期と比べると差がなく、すでに鉄筋の拘束力は無くなっていると考えられる。

4. まとめ

本研究で得られた結果を以下に示す。

- (1) アルカリ量 9kg/m³ でチャート砕石を使用し埋設した鉄筋の曲げ半径 1D の供試体と、アルカリ量 3kg/m³ で水ガラスカレットを混入し曲げ半径 1D、3D それぞれの供試体で鉄筋が降伏挙動を示した。
- (2) 水ガラスカレットを混入し、鉄筋の曲げ半径 1D では無筋と鉄筋コンクリート供試体の膨張が同じ挙動を示し、鉄筋の拘束力が無くなっていると思われるような大きな膨張を示した。

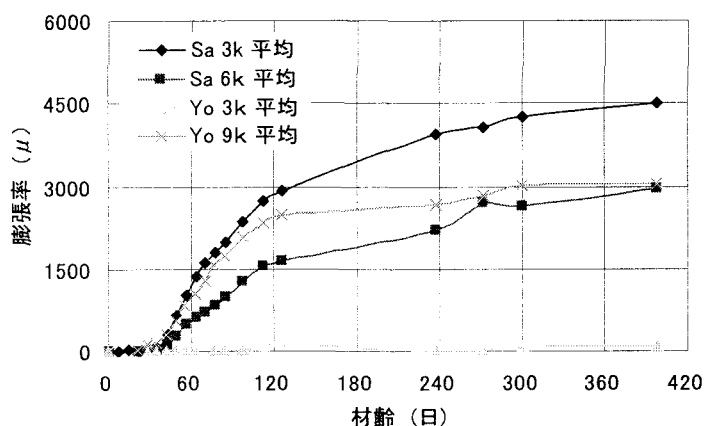


図 4 無筋コンクリート供試体の膨張率

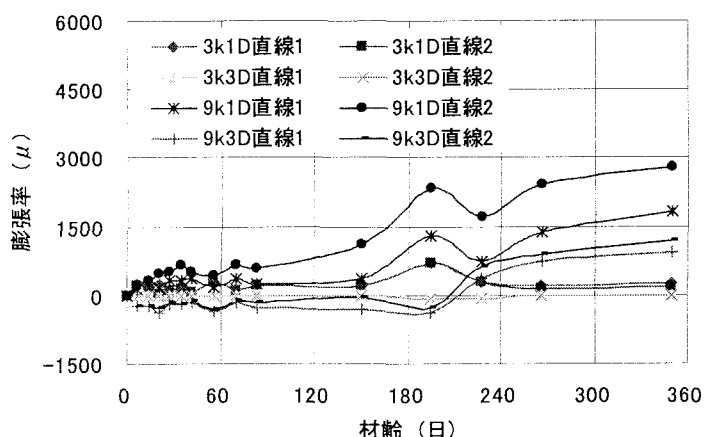


図 5 Yo 供試体のコンクリート表面の膨張率

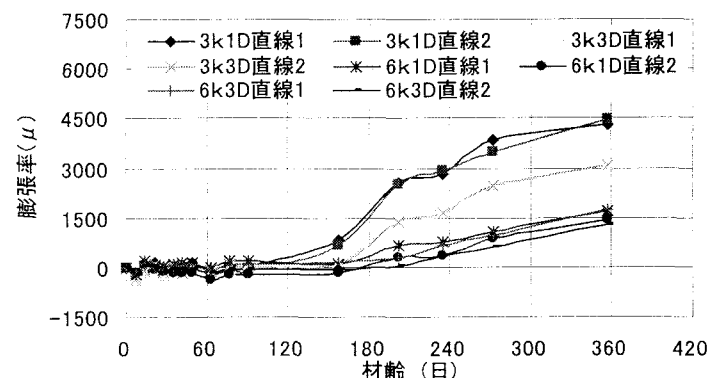


図 6 水ガラスカレット混入供試体でのコンクリート表面の膨張率