

ASR を生じたコンクリートの力学的性質

鳥取大学大学院 学生会員○中島 俊介 鳥取大学大学院 正会員 黒田 保
鳥取大学大学院 正会員 吉野 公 鳥取大学大学院 畑岡 寛

1. 目的

コンクリートの劣化現象の一つにアルカリシリカ反応（ASR）がある．本研究では ASR が生じたコンクリートの力学的性質を把握するために ASR によるコンクリートの膨張率を測定し，所定の膨張率となった時点でコンクリートの力学的性質を測定した．そして，ASR による膨張率とコンクリートの力学的性質との関係について検討した．

2. 配合および供試体の作製

本実験では，使用材料として，セメントにはアルカリシリカ反応性試験用普通ポルトランドセメント（密度：3.16g/cm³，全アルカリ量：0.52％）を使用した．粗骨材には非反応性骨材（安山岩，表乾密度 2.67g/cm³）を使用し，細骨材には化学法およびモルタルバー法で無害でないと判定された反応性骨材（安山岩，表乾密度 2.71g/cm³）および非反応性骨材の陸砂（表乾密度 2.64g/cm³）および砕砂（表乾密度 2.65g/cm³）を質量比で 2:8 の割合で混合した混合砂を用いた．以降では，反応性細骨材を用いるコンクリートを K1S，非反応性細骨材を用いるコンクリートを NS と記す．K1S は全細骨材を反応性細骨材とした．コンクリートの W/C は 45％とし，配合を表-1 に示す．また，コンクリートの空気量は 4.5±1.5％とし，空気量の調節には AE 助剤（アルキルエーテル系イオン界面活性剤）を使用した．また，練混ぜ水に水酸化ナトリウムを添加し，アルカリ総量を 10.0kg/m³ となるように調整した．供試体は φ100×200mm の円柱供試体とした．円柱供試体に長さ変化測定用のゲージプラグを取り付けたステンレスバンドをゲージプラグの間隔が 100mm となるように 2 つ装着する．このバンド間隔（基長:100mm）を測定し，供試体の膨張率を求めた．供試体の長さ変化測定位置の概略図を図 1 に示す．

表 1 コンクリートの配合

	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)			
			W	C	S	G
K1S	45	41	180	400	721	1020
NS					705	

3. 実験方法

コンクリートの脱型後，コンクリートを濡れた布で覆い，ポリエチレン袋で密封し，温度 40℃の恒温槽に静置した．長さ変化の測定は供試体を 20℃の恒温室に約 24 時間静置し，供試体温度が 20℃となってから行った．長さ変化は，所定の材齢においてホイットモア型ひずみ計（最小目盛:0.001mm）を用いて測定した．K1S 供試体について，材齢 28 日および膨張率が 0.05％，0.1％，0.2％，0.3％，0.4％となった時点で圧縮強度，引張強度，静弾性係数および動弾性係数試験を行い，NS 供試体については K1S 供試体の試験を行った材齢と同一材齢で各種試験を行った．

4. 試験結果

図 2 に膨張率の経時変化と試験材齢（記号の近くに示す数字）を示す．今回の実験では，ASR による劣化を生じる前の物性値として K1S は材齢 28 日で各種試験を行った．図 3～6 に膨張率と圧縮強度，引張強度，静弾性係数および動弾性係数の関係を示す．NS の各種物性値は K1S が所定の膨張率になった時の材齢で試験

キーワード ASR，膨張率，圧縮強度，引張強度，静弾性係数，動弾性係数

連絡先 〒680-8552 鳥取県鳥取市湖山町南 4-101 鳥取大学大学院工学研究科 TEL0857-31-5281

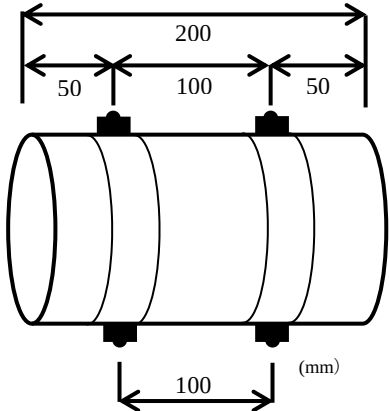


図 1 供試体の長さ変化測定位置

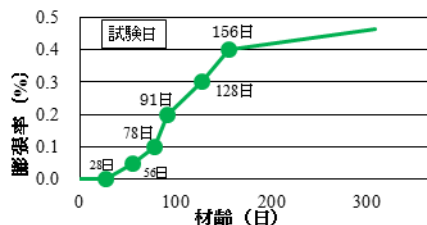


図2 膨張率の経時変化の関係

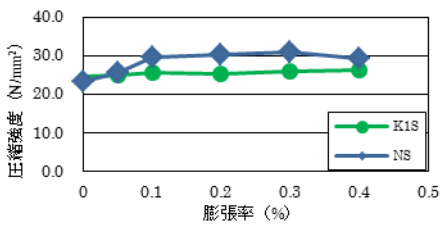


図3 膨張率と圧縮強度の関係

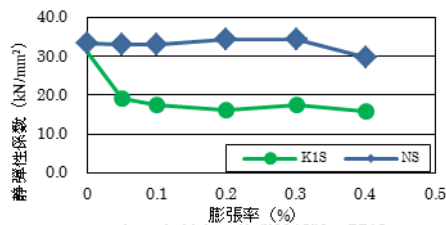


図4 膨張率と静弾性係数の関係

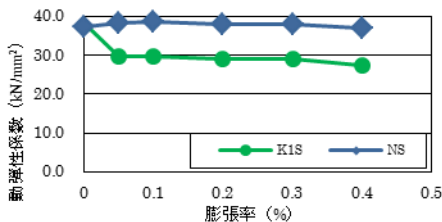


図5 膨張率と動弾性係数の関係

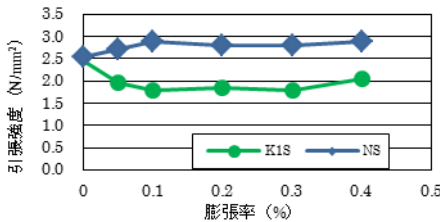


図6 膨張率と引張強度の関係

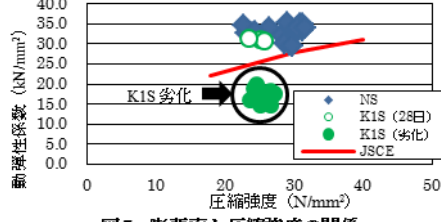


図7 膨張率と圧縮強度の関係

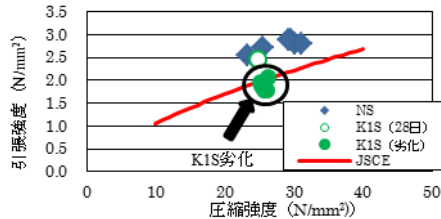


図8 膨張率と引張強度の関係

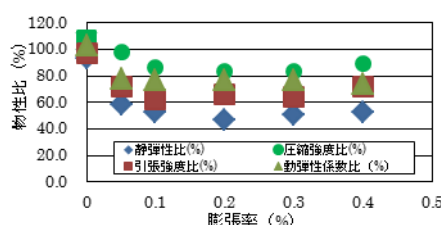


図9 膨張率と物性比の関係

を行ったときの値である。NS についても図には各膨張率の位置に結果をプロットしているが、NS は実際には膨張を生じていない。図 3～6 より、材齢 28 日における K1S と NS の物性値を比較するとすべての物性値について両者の値は同程度であることがわかる。よって、健全な供試体については K1S の物性値と NS の物性値は同程度の値であると考えられる。

図 3～6 より K1S と NS の各物性値を比較すると、K1S は NS と比較し、ASR 膨張とともに物性値の低下が見られる。中でも、静弾性係数は大幅に低下することがわかる。次に、図 7 に圧縮強度と静弾性係数の関係を示し、あわせて土木学会コンクリート標準示方書[設計編]に示される圧縮強度から静弾性係数を求める式より得られる値 (JSCE) も示す。K1S と NS を比較すると、同一の圧縮強度に対して ASR により劣化した K1S は静弾性係数の大幅な低下が見られる。また、JSCE と K1S を比較すると、同一の圧縮強度において K1S の静弾性係数は約 60% まで低下している。図 8 には圧縮強度と引張強度の関係を示す。また、図 8 には土木学会コンクリート標準示方書[設計編]に示される圧縮強度から引張強度を求める式から得られる値 (JSCE) も示す。図 8 より、K1S は NS と比較し、同一圧縮強度における引張強度に若干の低下が見られる。JSCE と K1S を比較すると同一圧縮強度における引張強度は同程度の値となった。次に各膨張率に達した K1S の圧縮強度、静弾性係数、引張強度および動弾性係数について、式(1)より物性比を求めた。

$$\text{物性比}(\%) = \frac{\text{各膨張率における K1S の物性値}}{\text{K1S と同一材齢における NS の物性値}} \times 100 \quad (1)$$

膨張率と物性比の関係を図 9 に示す。図 9 より K1S は NS と比較し、本実験の範囲内では、圧縮強度は約 80%、引張強度は 60%、静弾性係数は 50% 程度および動弾性係数試験は 75% 程度まで低下することがわかった。また圧縮強度は膨張率 0.1% からほぼ一定の物性比となり、引張強度、静弾性係数および動弾性係数は膨張率 0.05% から同程度の物性比となっている。このことから、ある膨張率を超えると、それ以降は ASR 膨張がコンクリートの物性値の低下に与える影響は小さいと考えられる。

5. まとめ

本実験では ASR がコンクリートの力学的性質に与える影響について検討した。得られた結果を以下に列挙する。

- (1) ASR 膨張を生じるとコンクリートの圧縮強度、引張強度、静弾性係数および動弾性係数は低下する。
- (2) ASR 膨張を生じると、他の物性に対して特に静弾性係数の低下が大きい。
- (3) ある膨張率を超えると、ASR 膨張がそれ以降のコンクリートの物性値に与える影響は小さい。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 (25420460) の助成を受けたものであることを明記し、ここに謝意を表します。