

ASR 劣化を生じたコンクリートの湿度低減による収縮に関する基礎的研究

富山県立大学 学生会員 ○遠藤 雅樹 正会員 伊藤 始

1. はじめに

アルカリシリカ反応(以下, ASR)は, コンクリート中の反応性骨材がアルカリや水分の供給により, アルカリシリカゲルを生成する反応である. このゲルは膨潤性があり, コンクリート中の水分を吸収することで膨張する. その影響でコンクリート構造物内部では鉄筋が破断し, 表面においてはひび割れを生じさせ, 力学的性能を著しく低下させる. これが ASR 劣化である. 現在, ASR による劣化が進んでいる構造物には ASR 対策工事が行われており, 水分や塩分の遮断を目的として被覆材や含浸剤を用いた表面被覆工法が実施されている. しかしながら, 10 数年前にこうした対策工事がなされたコンクリート構造物が, 近年 ASR による再劣化を引き起こしているという報告が相次いでいる¹⁾. これは ASR 劣化因子がすでにコンクリート構造物中にあるため, 被覆による対策が一時的なものであることが要因であると考えられる.

本研究では, アルカリシリカゲルの膨張に大きく関与している水分に着目した対策を検討している. 対策は, 一度 ASR 劣化により膨張させたコンクリートを相対湿度(以下, 湿度)の低い環境に静置することで, コンクリート内部からの水分の蒸散を促し, 膨張したひずみを収縮させるものである. 本研究では, この収縮時のひずみや力学性能の変化を明らかにすることを目的とした. その方法として ASR 劣化コンクリートの除湿試験を実施した.

2. 研究方法

2.1 ASR 劣化供試体の作製(0~57 日)

図-1 の左側が ASR 劣化供試体作製の流れである. 材齢 28 日のコンクリート供試体を ASR 劣化させるために促進養生環境(温度 40℃, 湿度 100%)に静置した. 無筋の角柱供試体の表面ひずみが 1000×10^{-6} に到達するまで促進養生した. 圧縮強度試験は材齢 28 日と表面ひずみが 1000×10^{-6} に到達した時に円柱供試体を 4 本ずつ用いて行った.

2.2 除湿試験(57 日以降)

図-1 の右側が除湿試験の流れである. 表面ひずみが 1000×10^{-6} に到達した ASR 劣化供試体を温度 20℃, 湿度 60%一定の環境下に静置した. 圧縮強度試験は湿度 60%の環境に静置した角柱供試体 3 体の表面ひずみの平均値が 750×10^{-6} と 500×10^{-6} に到達した時に円柱供試体 4 本で行った.

2.3 計測項目

本試験では表-1 に示すように, 角柱供試体において質量, 表面ひずみを計測した. 促進養生開始から除湿試験の表面ひずみが 500×10^{-6} に到達するまで計測を継続した. 計測間隔は 1 週間に 1 度とした.

3. 試験結果

3.1 表面ひずみの履歴

図-2 に角柱供試体の表面ひずみの履歴を示す. 配筋されている供試体を配筋ケース, 無筋の角柱供試体を無筋ケースとする. 無筋ケースが 1000×10^{-6} に到達したのは促進養生開始から 57 日後であった. 配筋ケースの

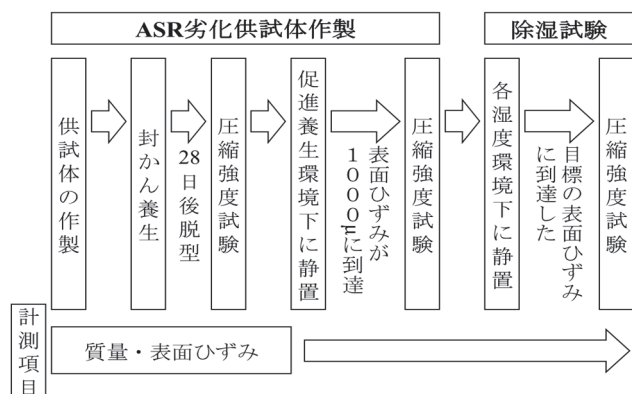


図-1 実験の流れ

表-1 供試体種類と実験ケース

供試体形状 (寸法(mm))	鉄筋 の有無	試験方法	本数
角柱 (100×100×400)	なし	表面ひずみ, 質量の計測	3
	あり	表面ひずみ, 質量の計測	3
円柱 (φ100×h200)	なし	圧縮強度試験 (材齢28日)	4
		圧縮強度試験 (1000×10^{-6} 膨張時)	4
		圧縮強度試験 (750×10^{-6} 収縮時)	4
		圧縮強度試験 (500×10^{-6} 収縮時)	4

膨張量は無筋ケースの膨張量の 20%程度であった。除湿試験開始後に無筋ケースは 50×10^{-6} /週のパースで収縮している。収縮量は無筋の方が配筋に比べ大きい。配筋ケースでは、鉄筋と鋼板があることがコンクリートの自由な挙動を抑制しているためと考えられる。

また既往の拘束鋼材比と膨張が収束した時の ASR 膨張ひずみの関係式 ($\varepsilon_{cp} = 96 \cdot p^{-0.566}$ (ε_{cp} : 膨張ひずみ, p : 鋼材比))がある²⁾。係数を 96 から 20 程度とすることで、本試験の促進養生における膨張量である無筋ケースの 1200×10^{-6} と配筋ケースの 260×10^{-6} をそれぞれ算出できた。式の係数が膨張収束期で 96, 本試験で 20 程度であることから、促進養生における膨張量は、無筋と配筋のどちらとも予測される最終膨張量の 20%程度であったと確認できた。

3.2 質量の履歴

図-3 に角柱供試体の質量変化量の履歴を示す。無筋ケースが表面ひずみ 1000×10^{-6} に到達するまでに質量は約 100g 増加した。除湿試験開始後、水分が供試体内部から除去されたことにより質量は減少したが、配筋ケースは膨張によるひび割れが少ないことで水の出入りは無筋に比べ少なかった。

3.3 圧縮強度とヤング係数

本研究で計 4 回行った圧縮強度試験の結果から算出した圧縮強度、ヤング係数と表面ひずみの関係を図-4 に示す。圧縮強度に関しては除湿試験後に大幅に回復する結果が得られ、 500×10^{-6} 到達時においても回復がみられた。これは ASR によって膨張したコンクリートが収縮したことによって圧縮強度が増加したと考えられる。

1000×10^{-6} 到達後のヤング係数は材齢 28 日の値と比べ約 53%減少する結果となっており、先行研究と一致している³⁾。その後 750×10^{-6} まで収縮した時のヤング係数は材齢 28 日の約 60%に回復した。 500×10^{-6} の時のヤング係数は 750×10^{-6} の時の値と変化がなかった。このことは乾燥による影響が大きいと考えられる。

4. まとめ

- (1) ASR 膨張したコンクリートを湿度 60%の環境に静置すると、コンクリートから水分が除去されることで ASR による膨張が抑制され、加えて収縮することが分かった。
- (2) ASR 膨張したコンクリートを湿度 60%の環境に静

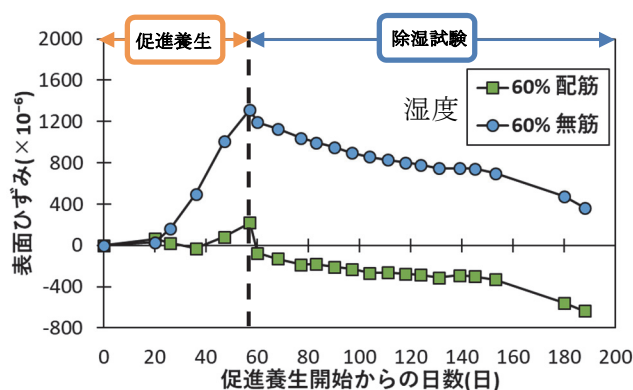


図-2 角柱供試体の表面ひずみの履歴

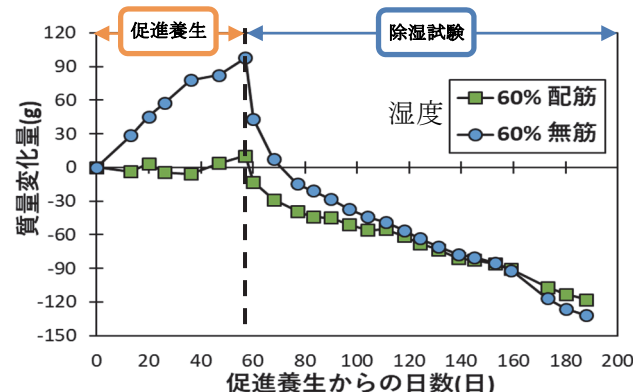


図-3 角柱供試体の質量変化量の履歴

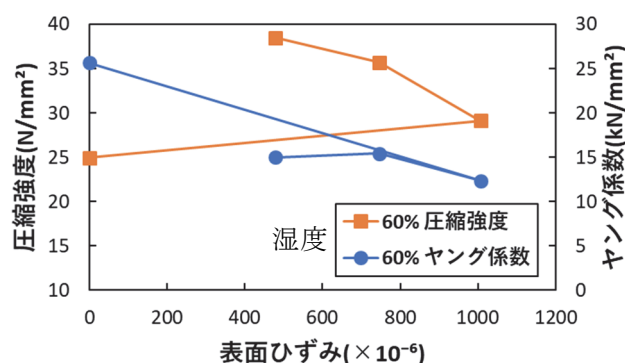


図-4 表面ひずみ-圧縮強度・ヤング係数関係

置すると、圧縮強度とヤング係数が回復することが分かった。

参考文献

- 1) 久保善司, 鳥居和之: アルカリ骨材反応によるコンクリートの劣化損傷事例と最新の補修・補強技術, コンクリート工学論文集, Vol.40, No.6, pp.3-8, 2002
- 2) 土木学会: アルカリ骨材反応対策小委員会報告書, 第三編, pp.116-117, 2007
- 3) 山岸祥希, 伊藤始: 湿度環境を変えた反応性骨材コンクリートの力学性能に関する実験的研究, 土木学会年次学術講演会概要集, V-238, 2019