

ASR による膨張がコンクリートの凍害に与える影響

鳥取大学大学院 学生会員 ○蓑島 大貴 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 正会員 畑岡 寛

1. はじめに

コンクリートは、複数の劣化現象が発生することにより劣化が助長されることがある。既往の研究で、アルカリシリカ反応（ASR）による膨張が、コンクリートの耐凍害性に影響を与えることが示されている¹⁾。ASRによる膨張（ASR 膨張）が大ききほど、凍結融解試験中の相対動弾性係数は大きく低下する。また、凍結融解試験直前の ASR 膨張が大ききほど、凍結融解試験中の膨張速度に影響を及ぼす可能性があることが示唆されている。そこで本研究では、ASR 膨張がコンクリートの耐凍害性に与える影響を検討することを目的に、粗骨材に反応性骨材を使用し、細骨材に反応性骨材の使用率を変えたコンクリート供試体に ASR 促進を行い劣化させた後、凍結融解試験を行った。

2. 実験概要

本研究では、粗骨材に反応性骨材（K2G）を使用し、細骨材に反応性骨材（K2S）の使用率を変えたコンクリート供試体を用いて実験を行なった。なお、細骨材に使用する非反応性骨材は、砕砂（表乾密度 2.65g/m³）と陸砂

表 1 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	空気量 (%)	単体量 (kg/m ³)					
			W	C	S	K2S	K2G	NaOH
40	40	6.5±0.5	180	450	—	661	1002	4.309
					323	331	1002	4.309
					647	—	1002	4.309

（表乾密度 2.64g/m³）を質量比で 8 : 2 として混合した混合砂（S）である。実験方法は、まず供試体を打設・脱型後、湿潤環境（供試体に湿布を巻き付けてポリエチレン袋で密封する）を保ちつつ、温度 20℃、相対湿度 60%の恒温室で 28 日間養生を行なった。その後、温度 60℃の恒温槽で ASR 促進を行い、膨張率が 0, 0.015, 0.025 および 0.035%に達した時、JIS-A-1148 の A 法（水中凍結水中融解）に従い凍結融解試験を行った。本研究で使用した供試体は 75×75×400mm の角柱供試体であり、空気量の調整には AE 剤（アルキルエーテル系陰イオン界面活性剤）を使用し、アルカリ総量を 5.5kg/m³（NaOH を混入して調整）とした。なお、以下の図中に記した記号は、(反応性細骨材使用率)-(凍結融解試験開始時の膨張率)を表す。

3. 実験結果および考察

図 1~3 は、反応性細骨材使用率別の凍結融解試験中の相対動弾性係数の経時変化を示す。なお、相対動弾性係数の基準は、凍結融解試験開始時とする。図 1~3 を見ると、ASR 促進を行ったコンクリートが健全なコンクリートよりも耐凍害性に劣ることが確認できる。健全なコンクリートである

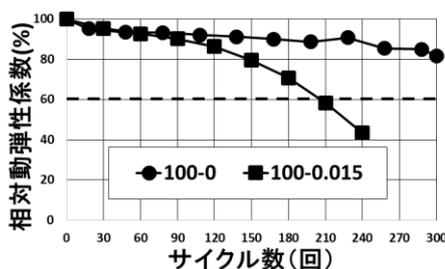


図 1 凍結融解試験中の相対動弾性係数の経時変化 (反応性細骨材使用率 100%)

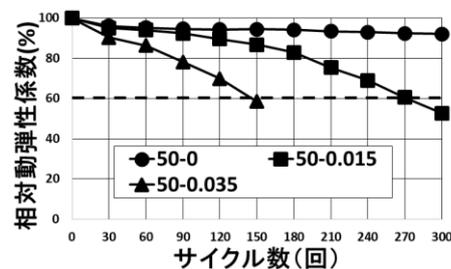


図 2 凍結融解試験中の相対動弾性係数の経時変化 (反応性細骨材使用率 50%)

る 100-0, 50-0 および 0-0 は 300 サイクル後も相対動 80%以上を保っているため十分な耐凍害性を持つと言え

る。その一方で、ASR 促進を行ったコンクリートは、膨張率が 0.015% のものでも相対動弾性係数は大きく低下しており、すべてが 300 サイクル終了までに 60%以下になっている。また図 2, 3 を見ると、膨張率が 0.015%コンクリートよりも 0.025, 0.035%の方が相対動弾性係数が低下していることが確認でき、ASR 促進を行ったコンクリートの中では、ASR 促進終了時の膨張率が大きいものほど耐凍害性が低くなることが分かる。

図 4~6 は、反応性細骨材使用率別の凍結融解試験中の膨張率の経時変化を示す。なお、膨張率の基準は、ASR 促進開始時の長さとする。

ただし、ASR 促進を行っていない供試体の膨張率については、凍結融解試験開始時の長さとした。図 4~6 を見ると、ASR によって劣化したコンクリートは健全なコンクリートと比べて凍結融解試験中の膨張率および膨張速度が大きくなる

ことが確認できる。また、ASR 促進を行ったコンクリートの中では、ASR 促進終了時の膨張率が大きいものほど、凍結融解試験中の膨張速度は大きくなっている。

図 1~3 および図 4~6 の結果を見ると、本研究における ASR によって劣化したコンクリートの膨張率は最大でも 0.035%と小さい。また、本研究のように ASR の膨張が小さい場合でも、ASR による劣化の程度（膨張率）が大きいほど凍結融解試験中の相対動弾性係数は大きく低下し、凍結融解試験中の膨張速度および同一サイクルにおける膨張率は大きくなる。つまり、ASR による劣化が非常に軽微である場合でも、その劣化の程度の違いが耐凍害性に影響を及ぼすと言える。

4. まとめ

- (1) 表面にひび割れが確認できないほど小さな ASR 膨張であっても、その膨張が生じたコンクリートの耐凍害性は低下した。
- (2) ASR による劣化（膨張）が非常に軽微である場合でも、ASR による劣化の程度（ASR 促進終了時の膨張率）が大きいほど、凍結融解試験中の相対動弾性係数は大きく低下した。
- (3) ASR による劣化（膨張）が非常に軽微である場合でも、ASR による劣化の程度（ASR 促進終了時の膨張率）が大きいほど、凍結融解試験中の膨張速度および同一サイクルにおける膨張率は大きくなった。

5. 参考文献

- 1) 高本良平：アルカリシリカ反応と凍害による複合劣化に関する実験的検討。第 69 回土木学会中国支部研究発表会発表概要集, pp.341-342, 2017 年

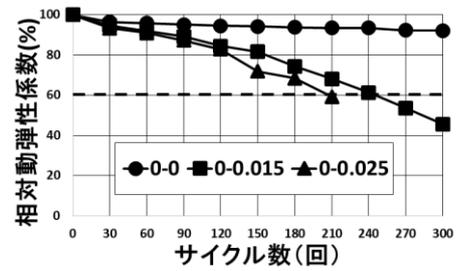


図 3 凍結融解試験中の相対動弾性係数の経時変化 (反応性細骨材使用率 0%)

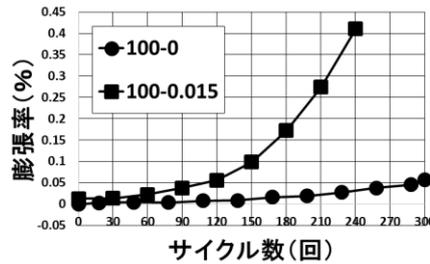


図 4 凍結融解試験中の膨張率の経時変化 (反応性細骨材使用率 100%)

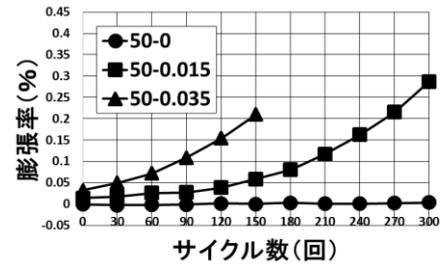


図 5 凍結融解試験中の膨張率の経時変化 (反応性細骨材使用率 50%)

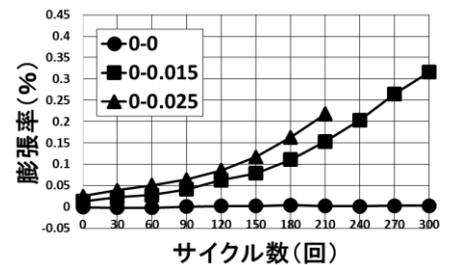


図 6 凍結融解試験中の膨張率の経時変化 (反応性細骨材使用率 0%)