

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

富山県立大学大学院 学生会員 ○山岸 祥希 正会員 伊藤 始

1. はじめに

アルカリシリカ反応（以下、ASR）によるコンクリートの劣化要因の1つに水分があり、この水分の供給源の一つに空気中の水蒸気が挙げられる。この空気中の水蒸気の量や割合を表した相対湿度（以下、湿度）とASRに関係した研究として、ASR膨張が発生する湿度の下限值が検討されている。しかし、湿度の違いが反応性骨材コンクリートの力学性能に及ぼす影響に関する研究は少ない¹⁾。本研究では、異なる湿度環境に静置した反応性骨材コンクリートの力学性能の変化について検討することを目的に実験を行った。

2. 試験方法

2.1 供試体概要

本研究では、1ケース当たり角柱供試体（高さ、幅100mm、長さ400mm）を3本、円柱供試体（直径100mm、高さ200mm）を27本作製した。この供試体のコンクリートには、常願寺川水系産の反応性骨材および普通ポルトランドセメントを使用した。また、ASRを促進させるため、NaClをNa₂O等量で10kg/m³添加した。

2.2 試験方法

試験フローを図-1に示す。材齢28日まで封かん養生した後、型枠から脱型し、円柱供試体では3本を用いて、圧縮強度試験を行い、初期の圧縮強度およびヤング係数を算出した。また、角柱供試体には図-2のようにコンタクトチップを検長200mmでエポキシ樹脂を用いて装着した。この後、エポキシ樹脂を硬化させるため、温度20℃、湿度60%の恒温恒湿室に5時間静置した。次に、全ての供試体を湿度100、90、80%の各環境下に静置した。そして、7日ごとに全ての供試体を温度20℃、湿度60%の恒温恒湿室に5時間静置し、コンタクトメータにより角柱供試体に装着したコンタクトチップ間の長さを測定した。この測定の結果より、表面ひずみを算出し、表面ひずみが所定の値（500～4000×10⁻⁶の500×10⁻⁶ごとの値）に

到達していた場合、円柱供試体を用いて圧縮強度試験を行い、圧縮強度およびヤング係数を算出した。

3. 試験結果

3.1 表面ひずみ

図-3に表面ひずみの履歴を示す。全ケースにおいて、表面ひずみは試験開始直後に負の値となり、その後、正の値となった。湿度100%のケースでは、表面ひずみは試験開始21日以降、増加傾向となり、試験開始140日に目標の4000×10⁻⁶に到達した。湿度90%のケースでは、表面ひずみは試験開始63日まで増減を繰り返し、これ以降、増加傾向となり、試験開始287日に3000×10⁻⁶を超した。湿度80%のケースでは、表面ひずみは試験開始98日に正の値となったものの、表面ひずみ200×10⁻⁶付近で停滞する状況となっている。封かん養生した供試体では、低湿度環境下

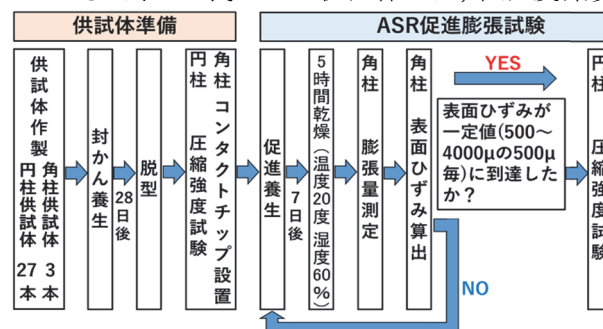


図-1 試験フロー

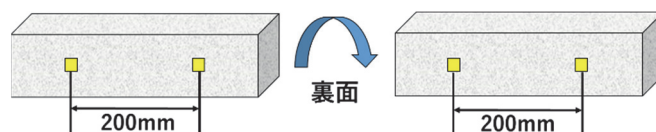


図-2 コンタクトゲージの装着位置

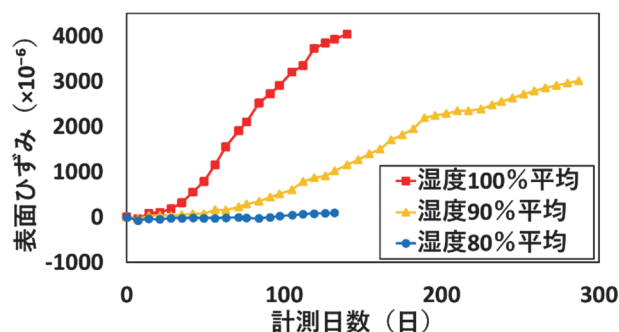


図-3 表面ひずみの履歴

【キーワード】 ASR, 相対湿度, 圧縮強度, ヤング係数

【連絡先】 〒939-0398 富山県射水市黒河 5180 TEL 0766-56-7500

に静置したものほど、ASR 膨張の開始は遅延し、さらに膨張の進展に時間を要することが分かった。

3.2 圧縮強度

図-4 に各湿度環境下に静置した角柱供試体の表面ひずみが所定の値に到達した際の圧縮強度を示す。湿度 100%, 90% のケースともに、圧縮強度は表面ひずみ 500×10^{-6} 付近で最大となった。この要因として、初期（表面ひずみ 0×10^{-6} ）に行った圧縮強度試験に用いた供試体の材齢が 28 日であったため、コンクリートの強度発現が材齢 28 日以降に起こったことが考えられる。また、表面ひずみ 1000×10^{-6} 以降において、圧縮強度は湿度 100% のケースの方が湿度 90% のケースよりも大きく低下していることが分かった。

3.3 ヤング係数

図-5 に各湿度環境下に静置した角柱供試体の表面ひずみが所定の値に到達した際のヤング係数を示す。ヤング係数は表面ひずみの進展初期に急激に低下し、その低下度合いは湿度 90% のケースの方が湿度 100% のケースより大きい結果となった。また、図-6 にヤング係数の変化割合を示す。両ケースともに、表面ひずみ $1500 \sim 3500 \times 10^{-6}$ では、ヤング係数は初期値の 32~41% の値となっており、既往の研究²⁾と同様の傾向が見られた。以上より、ASR が発生した供試体のヤング係数は、湿度に関係なく、30~40% の値になるものと考えられる。一方、湿度 100% のケースの表面ひずみ 4000×10^{-6} 付近では、ヤング係数は初期値の 21% の値となった。

そこで、図-7 の表面ひずみ 4000×10^{-6} 時の応力-ひずみ曲線に着目したところ、他の表面ひずみ (0 または 3500×10^{-6}) における曲線と異なり、ひずみ 2000×10^{-6} 付近まで傾きが緩やかであるが、これ以降では、傾きが急になっていることが分かった。ひずみ 2000×10^{-6} 付近まで曲線の傾きが緩やかであることは、ASR 膨張により供試体内部に発生したひび割れが、載荷の際の変形を吸収したため、ひずみの進展が先行したと考えた。また、そのひび割れが閉じて骨材がかみ合った後、ひび割れが進展し、曲線の傾きが急になったものと推察した。

4. まとめ

- 1) 表面ひずみ 1000×10^{-6} 以降において、圧縮強度の低下度合いは、湿度 100% のケースの方が湿度

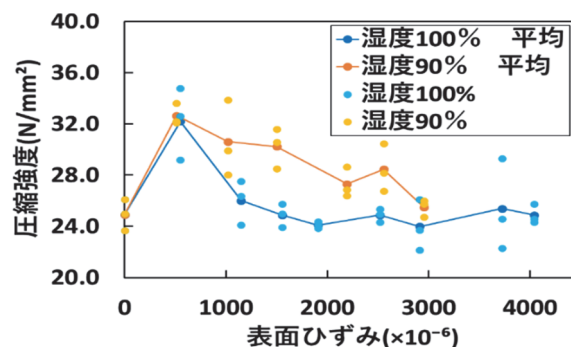


図-4 表面ひずみと圧縮強度の関係

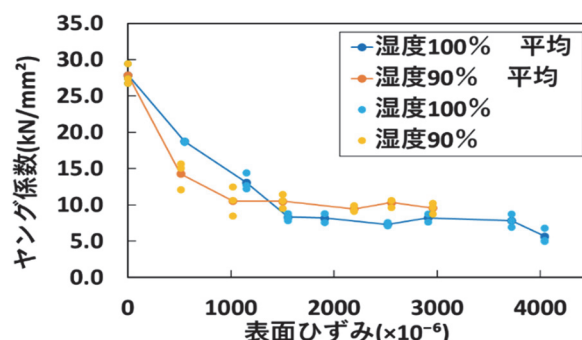


図-5 表面ひずみとヤング係数の関係

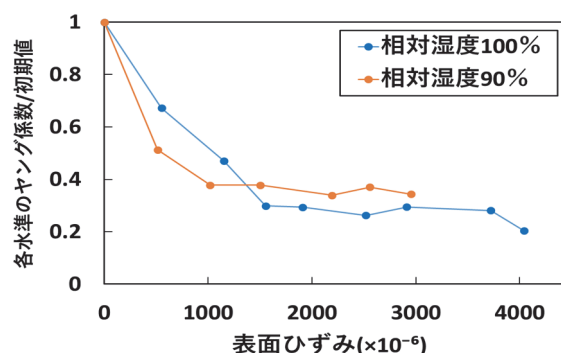


図-6 ヤング係数の変化割合

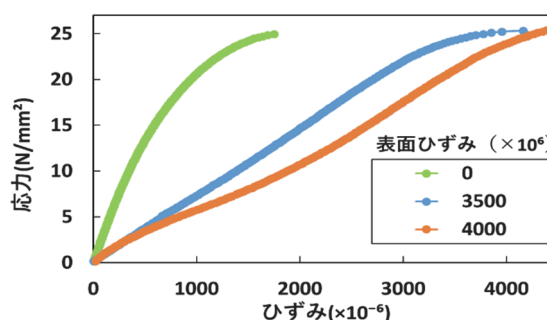


図-7 応力-ひずみ曲線の例

90% のケースよりも大きいことが分かった。

- 2) 表面ひずみ $1500 \sim 3500 \times 10^{-6}$ において、ヤング係数は湿度 100, 90% のケースともに、初期値の 30~40% となることが分かった。

参考文献

- 1) 鍵本広之, 川村満紀: 大型コンクリート円柱内部における湿度およびひずみの測定による ASR 表面ひび割れ発生過程の解明, コンクリート工学年次論文集, Vol. 31, No. 1, pp1225-1230, 2009
- 2) 三浦正嗣, 幸佐賢二, 久利良夫, 川島恭志: ASR を生じた実構造物の長期的な損傷度評価, コンクリート工学年次論文集, Vol. 30, No. 1, pp1023-1028, 2008