

## コンクリートの空気量が ASR 膨張量と力学的性能に与える影響

富山県立大学

学生会員 ○相良 明日香

正会員 伊藤 始

学生会員 遠藤 雅樹

金沢工業大学

正会員 宮里 心一

### 1. はじめに

アルカリシリカ反応（以下、ASR と記す）によるコンクリートの膨張は、コンクリート構造物の主要な劣化原因の一つである。ASR は冬期に凍結防止剤を散布する寒冷地域や海水と飛来塩分の供給がある海岸地域で特に発生しやすい劣化現象である。

ASR と空気量の関係についての研究は少ないため、本研究ではコンクリートの空気量に着目し、空気量の変化が ASR 劣化したコンクリートの膨張速度や力学的性能に与える影響を検討することを目的とした。

### 2. 試験方法

#### 2.1 ASR 劣化供試体の作製

表-1 に本研究で用いたコンクリートの配合を示す。目標空気量を 2.0、4.5、8.0% に設定し、空気量の試験値は表-1 のようになった。なお、目標空気量 4.5% のケースは 2 回実施した。直径 100mm、高さ 200mm の円柱供試体と 100×100×400mm の角柱供試体を作製した。材齢 28 日まで封かん養生を行い、その後、促進環境下（温度 40℃、湿度 100%）に静置した。

#### 2.2 ASR 膨張促進試験

ASR 膨張促進試験は JCI-S-011-2017 に準じて実施した。全期間を通して、1 ケースあたり角柱供試体 3 本を用いて膨張量と質量を測定した。膨張量の測定はコンタクトメータを用い、膨張量から表面ひずみを算出した。測定は 1 週間毎に行った。

#### 2.3 圧縮強度試験

圧縮強度試験は JISA 1108 に準じて、材齢 28 日と 182 日、角柱供試体の表面ひずみが 500、1000、1500×10<sup>-6</sup> 到達時に円柱供試体 3 本を用いて行った。

### 3. 試験結果

#### 3.1 表面ひずみ・質量増加率の履歴

図-1 に各供試体の表面ひずみの履歴を示す。空気量 4.2% のケースは質量の測定を行っていないため除外した。全ケースにおいて、膨張速度は空気量が少ないケースほど大きくなる傾向を示した。各ケースの表面ひず

みは材齢 91 日以降、膨張速度に差が生じ始めた。空気量の差によって膨張速度に差が生じた要因は、アルカリシリカゲルが空隙に侵入して膨張し、この膨張が空気量の大きい場合にコンクリートの膨張に影響を及ぼすまでに時間がかかったことであると考えられる。

図-2 に各供試体の質量増加率の履歴を示す。全ケースにおいて、質量増加率は膨張初期に大きく、0.6～1.0% で緩やかになった。

#### 3.2 圧縮強度

図-3 に表面ひずみの変化に伴う圧縮強度の実測値、

図-4 に圧縮強度の保持率を示す。圧縮強度の保持率は、

表-1 コンクリートの配合

| 呼び強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | W/C<br>(%) | 空気量<br>(%)         | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |      |      |
|------------------------------|------------|--------------------|--------------------------|-----|-----|------|------|
|                              |            |                    | C                        | W   | S   | G    | NaCl |
| 24                           | 55         | 2.0, 4.2, 4.5, 7.5 | 284                      | 156 | 867 | 1002 | 15.1 |

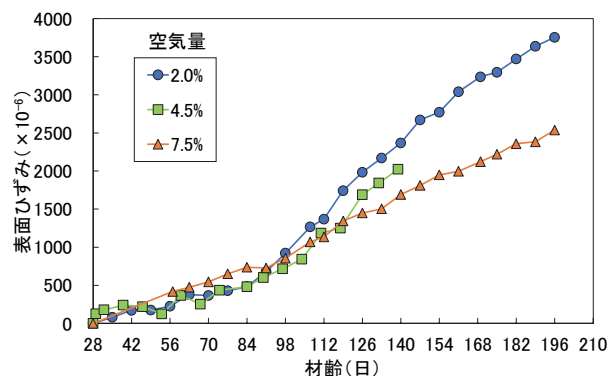


図-1 表面ひずみの履歴

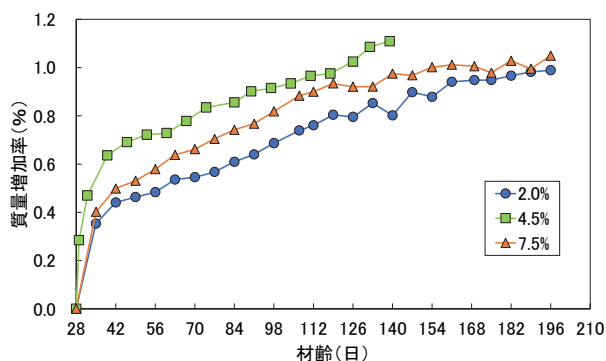


図-2 質量増加率の履歴

キーワード アルカリシリカ反応 (ASR)、空気量、膨張ひずみ、圧縮強度、ヤング係数

連絡先 〒939-0398 富山県射水市黒川 5180 富山県立大学 環境・社会基盤工学科 TEL 0766-56-7500

表面ひずみ  $1000 \times 10^{-6}$  時の圧縮強度と圧縮強度の最低値を圧縮強度の最高値で除すことで算出した。全ケースの圧縮強度は、表面ひずみ  $500 \times 10^{-6}$  で最高となり、それ以降は減少傾向を示した。表面ひずみ  $0 \times 10^{-6}$  で低い値を示したのは、練混ぜ時に添加した NaCl の影響であると考えられる。圧縮強度の最低値は空気量 7.5% のケースで約  $19 \text{ N/mm}^2$ 、その他のケースで約  $24 \text{ N/mm}^2$  となった。これは空気量 7.5% のケースが、その他のケースと比べて空気量が多いことが影響していると考えられる。圧縮強度の保持率は 67~84% となり、高木ら<sup>2)</sup>と同様の知見を得られた。

### 3.3 ヤング係数

図-5 に表面ひずみの変化に伴うヤング係数の算出結果、図-6 にヤング係数の保持率を示す。ヤング係数の保持率は、表面ひずみ  $1000 \times 10^{-6}$  時のヤング係数とヤング係数の最小値をヤング係数の最大値で除すことで算出した。全ケースのヤング係数は、表面ひずみ  $0 \times 10^{-6}$  で最大となり、それ以降は減少傾向を示した。

空気量 7.5% のケースにおけるヤング係数の保持率は、表面ひずみ  $1000 \times 10^{-6}$  で 40%、最小値で 37% となり、大きな変化は見られなかった。その他のケースの保持率は  $1000 \times 10^{-6}$  で大きく低下せず、 $2000 \sim 3500 \times 10^{-6}$  で 26~31% となった。これは表面ひずみ  $1000 \times 10^{-6}$  で ASR 膨張によって生じたひび割れが連結した状態<sup>3)</sup>ではなかったことにより、ヤング係数が大きく低下しなかったためであると推察される。表面ひずみ  $1000 \times 10^{-6}$  以降にひび割れが連結したことで、ヤング係数が低下したと考えられる。

## 4. まとめ

- (1) 全ケースにおいて膨張速度は、空気量が少ないケースほど大きくなる傾向を示した。
- (2) 圧縮強度は、空気量 7.5% のケースを除いて約  $24 \text{ N/mm}^2$  となり、最高値から 16~33% 低下した。
- (3) ヤング係数は、空気量によらず 7~8  $\text{kN/mm}^2$  となり、最大値から 63~74% 低下した。空気量が多いケースほど、表面ひずみの増加に伴うヤング係数の低下が早く表れた。

**謝辞** 本研究は、科研費 (20H02224, 代表: 宮里心一) の助成を受けたものである。

### 参考文献

- 1) 宮野暢紘, 鳥居和之: ASR によるコンクリートの内部ひび割れの形成・進展過程の偏光顕微鏡観察, コンクリート工学年次論文集, Vol.33, No.1, pp.1043-1048, 2011

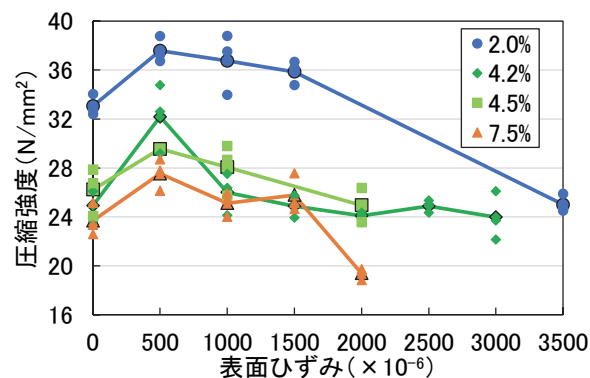


図-3 圧縮強度と表面ひずみの関係

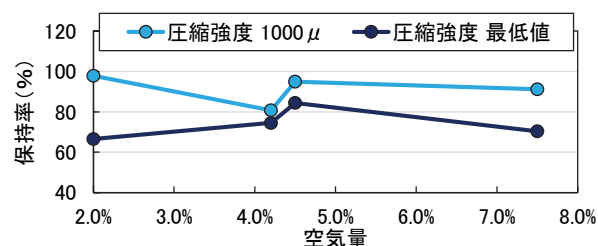


図-4 圧縮強度の保持率

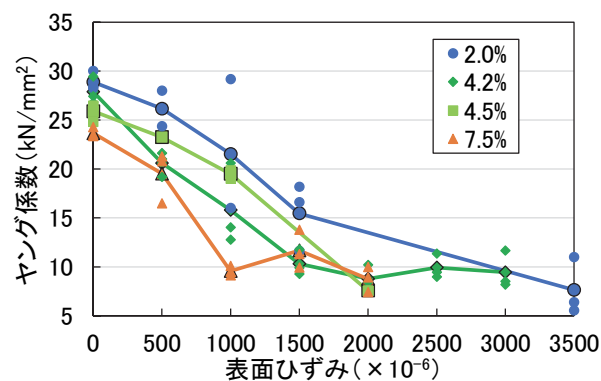


図-5 ヤング係数と表面ひずみの関係

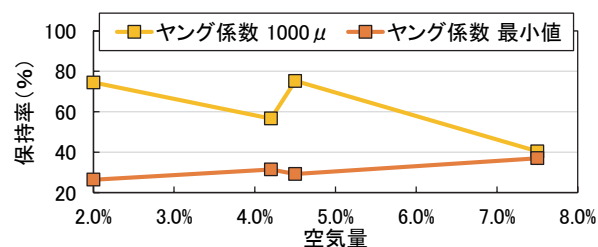


図-6 ヤング係数の保持率

- 2) 高木祐介, 廣井幸夫, 牧大樹: ASR により劣化したコンクリートの圧縮強度の低下と促進養生の影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.39, No.1, pp.895-900, 2017
- 3) 久保善司, 上田隆雄, 黒田保, 野村倫一: アルカリ骨材反応による膨張がコンクリートの力学的性能に与える影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.28, No.1, pp.1691-1696, 2006