

## ASR 反応性を有する再生骨材の再 ASR 挙動とその抑制技術の検討

芝浦工業大学大学院 学生会員 ○中村 絢也

元芝浦工業大学大学院 Abdulkareem Abdulkadeer Abdullahi

株式会社東京テクノ 松田 信広

芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳史

### 1. 背景および目的

現代社会において、コンクリートはあらゆる場所で用いられているが、その材料である骨材は将来的に枯渇することが予想されている。一方で、今後発生する構造物の更新においては、コンクリート構造物の解体時に大量のコンクリートガラが発生することが知られている。さらに、レディーミクストコンクリートの製造においては、残コンや戻りコンも多く発生していることから建設業界全体においては、接続可能な社会を実現させるために、再生骨材の利用を勧めている。しかしながら懸念材料も多く、再生コンクリートでは、強度不足や乾燥収縮および凍結融解抵抗性などに関する注意が必要となる。さらに、ASR に関しては留意する必要がある。また再生骨材化する原骨材が ASR 反応性であるのか、骨材に付着しているモルタルがどの程度影響するか不明であるためである。さらに現状として、再生骨材は、JIS により品質が定められており、主に中・高品質 (M, H) 再生骨材が大半を占めている。一方で、これらの再生骨材を製造するためには、多くのエネルギーが必要となるため、環境負荷につながる恐れも存在する。

そこで本研究では、ASR 反応性を有する再生骨材の再 ASR 挙動とこれまで検討を進めてきた炭酸化技術による再生骨材の改質技術を用いたその抑制技術について検討した。

### 2. 試験概要

#### 2. 1 再生骨材の製造

本研究では、はじめに普通骨材並びに ASR 反応性骨材 A, B を用いてそれぞれ表-1 に示す計画配合のコンクリートを作製した。なお表-2 に使用した骨材の岩種および物性を示す。作製したコンクリー

トを 2.2 の ASR 促進試験により促進させ、ASR の発生を確認後に破碎し再生骨材化した。図-1 に再生骨材化するために作製したコンクリートの膨張挙動を示す。反応性骨材 A は大きく膨張し、膨張量が

表-1 コンクリートの計画配合

| 骨材種類   | W/C (%) | Air (%) | s/a (%) | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |     |                   |       |
|--------|---------|---------|---------|--------------------------|-----|-----|-----|-------------------|-------|
|        |         |         |         | W                        | OPC | S   | G   | Na <sub>2</sub> O | NaOH  |
| 普通骨材   | 50      | 4.5     | 46      | 165                      | 330 | 823 | 907 | 7                 | 6.668 |
| 反応性骨材A |         |         |         |                          |     |     | 911 |                   |       |
| 反応性骨材B |         |         |         |                          |     |     | 929 |                   |       |

表-2 骨材の岩種および物性

| 骨材種類   | 岩種     | 絶乾密度 (g/cm <sup>3</sup> ) | 吸水率 (%) | 粗粒率  |
|--------|--------|---------------------------|---------|------|
| 普通骨材   | 硬質砂岩碎石 | 2.63                      | 0.89    | 6.62 |
| 反応性骨材A | 砂利     | 2.60                      | 1.18    | 7.41 |
| 反応性骨材B | 安山岩碎石  | 2.72                      | 1.72    | 6.41 |

表-3 再生骨材を用いたコンクリートの計画配合

| 骨材種類   | 略号 | W/C (%) | Air (%) | s/a (%) | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |     |                   |       |
|--------|----|---------|---------|---------|--------------------------|-----|-----|-----|-------------------|-------|
|        |    |         |         |         | W                        | OPC | S   | G   | Na <sub>2</sub> O | NaOH  |
| 普通骨材   | H  | 50      | 4.5     | 46      | 165                      | 330 | 823 | 966 | 7                 | 6.668 |
|        | L  |         |         |         |                          |     |     | 922 |                   |       |
|        | LC |         |         |         |                          |     |     | 907 |                   |       |
| 反応性骨材A | H  |         |         |         |                          |     |     | 988 |                   |       |
|        | L  |         |         |         |                          |     |     | 918 |                   |       |
|        | LC |         |         |         |                          |     |     | 929 |                   |       |
| 反応性骨材B | H  |         |         |         |                          |     |     | 963 |                   |       |
|        | L  |         |         |         |                          |     |     | 896 |                   |       |
|        | LC |         |         |         |                          |     |     | 911 |                   |       |

※H:高品質の再生骨材, L:品質の再生骨材, LC:を炭酸化した再生骨材

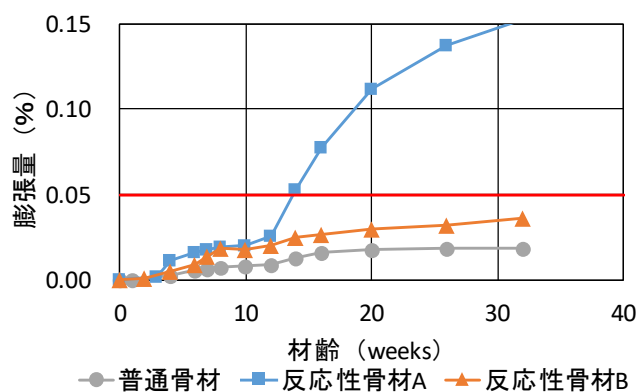


図-1 各種骨材の膨張量

キーワード ASR 反応性骨材, 再生骨材, 炭酸化

連絡先

〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5

TEL:03-5859-8356

E-mail:me18091@shibaura-it.ac.jp

0.05%を上回ったのを確認後、再生骨材化した。一方でそれほど膨張しなかった反応性骨材 B と普通骨材は、材齢 32 週時点において再生骨材化した。本研究では、H と L 品質の再生骨材を製造した。ここで、H 品質は骨材の新しい面が出てくることで ASR が再発することにつながることを想定し、また L 品質では付着モルタルが ASR 促進につながることを想定したものである。さらに L 品質に関しては、骨材を炭酸化させることにより LC 品質を製造し、付着モルタルを改質させた。図-2 は、L 品質の再生骨材を炭酸化している様子である。炭酸化は、促進中性化試験機槽（20℃、RH60%、CO<sub>2</sub> : 5%環境）にて 1 週間静置させることで行った。

それら再生骨材を使用し再びコンクリートを作製し、ASR の挙動を確認した。表-3 に再生骨材を用いたコンクリートの計画配合を示す。

## 2. 2 ASR 促進試験

コンクリートの作製では、コンクリート中の総アルカリ量がセメントからのアルカリ量を含めて 7kg/m<sup>3</sup>になるよう NaOH を添加して作製した。再生骨材コンクリートの ASR 挙動は、100×100×400mm の角柱試験体を作製し、脱型後に温度 20℃、湿度 65% の環境下で 1 週間養生し、その後、40℃ の水中養生を行ったもので膨張量を測定し確認した。なお、膨張量の測定は脱型後の材齢 1 日を初期値とした。

## 3. 試験結果

図-3, 4, 5 は、各種再生骨材を用いたコンクリートの膨張挙動である。図-3, 4 で示す普通骨材と、反応性骨材 A の再 ASR 挙動はそれほど大きくない。ただし、反応性骨材 A においても H 品質は膨張傾向にあるのに対し、LC では膨張が抑えられているように認められる。一方で反応性骨材 B は、再生骨材化する前において、大きく膨張したにも関わらず、再生骨材として再使用しても著しく大きく膨張することが図-5 より分かる。ここでは、H 品質および L 品質では、ASR 膨張量が大きくなっているが、炭酸化を施した LC 品質については、膨張を著しく抑制していることがわかる。この原因は、炭酸化による空隙の緻密化が反応性 Si の溶出の抑制およびアルカリの浸透の抑制をしていると考えられるが、現在その検証実験を実施中である。



図-2 再生骨材の炭酸化

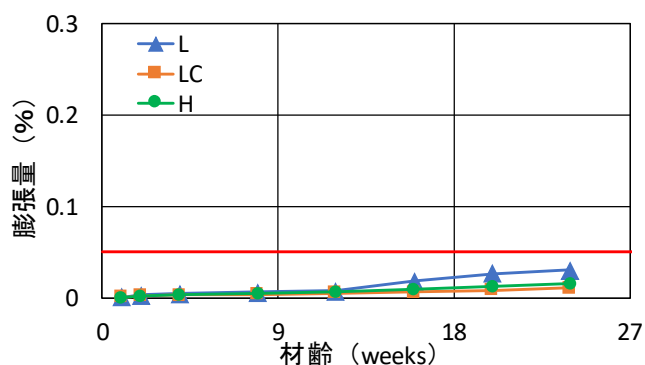


図-3 普通骨材の再生骨材による膨張挙動

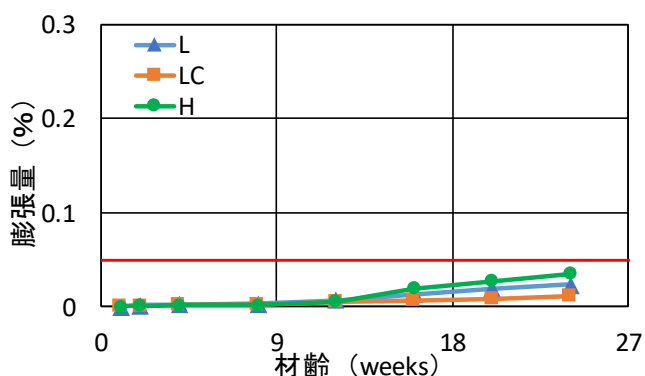


図-4 反応性骨材 A の再生骨材による膨張挙動

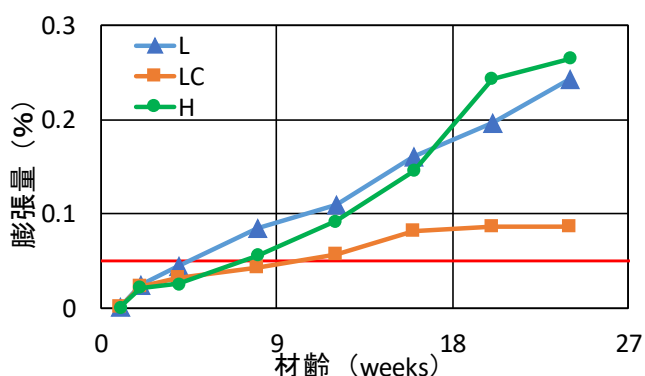


図-5 反応性骨材 B の再生骨材による膨張挙動

## 参考文献

- 1) 松田信広, 亀山敬宏, 松田美奈, 伊代田岳史 : CO<sub>2</sub> ガスの強制吸着による低エネルギー型再生骨材製造方法の検討, コンクリート工学年次論文集, vol.36, No.1, pp.1732-1737, 2014.7