

## 再生コンクリートにおける C-S-H 系硬化促進剤の添加方法が強度や耐久性に及ぼす影響

芝浦工業大学 工学部  
株式会社東京テクノ

BASFジャパン株式会社 建設化学品事業部 茅ヶ崎技術開発センター  
芝浦工業大学 工学部

○坂井一貴  
松田信広  
杉山知巳  
伊代田岳史

### 1. はじめに

再生コンクリートの普及に向けて、エネルギーやコストを抑えて製造することができる低品質再生骨材の利用促進が望まれている。しかしながら、低品質再生骨材を用いたコンクリートは空隙が多く存在することから強度や耐久性が低いという問題点がある。そこでその再生コンクリートの改質技術として、既往の研究では、骨材に CO<sub>2</sub> ガスを吸着させて炭酸化することで再生骨材自体を改質させる方法が報告<sup>1)</sup>されている。また、普通コンクリートにおいて C-S-H 系硬化促進剤を添加することで空隙が緻密化されコンクリートの品質が改質されることが報告<sup>2)</sup>されている。本研究では、低品質再生骨材(再生骨材 L)を用いたコンクリートに C-S-H 系硬化促進剤を添加することによる強度や耐久性の改善を確認し、再生骨材の強制炭酸化による再生コンクリートとの比較を行った。また、低品質再生骨材の高い吸水率を利用し、C-S-H 系硬化促進剤を再生コンクリートに効果的に添加できる方法について検討した。

### 2. 実験の概要

表-1 に本研究におけるコンクリートの計画配合を示す。表-2 に使用した骨材を示す。骨材は全配合において再生骨材 L を使用した。本実験で使用した再生骨材 L は戻りコンを原料としている。再生コンクリートに C-S-H 系硬化促進剤を添加する方法として通常のように練混ぜ時に添加する他に①骨材を C-S-H 系硬化促進剤溶液でプレウェット、②コンクリート練混ぜ時に C-S-H 系硬化促進剤を骨材に直接吹きかけた方法を行い、C-S-H 系硬化促進剤の添

表-1 コンクリートの計画配合

| 種類    | W/C (%) | s/a (%) | air (%) | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |       |     |     | ACX<br>添加率<br>(W×%) |
|-------|---------|---------|---------|--------------------------|-----|-------|-----|-----|---------------------|
|       |         |         |         | W                        | OPC | GGFBS | S   | G   |                     |
| RL    | 50      | 48      | 4.5     | 170                      | 187 | 153   | 847 | 847 | 0                   |
| RLX3  |         |         |         |                          |     |       |     |     | 3                   |
| RLX10 |         |         |         |                          |     |       |     |     | 10                  |
| RLCO  |         |         |         |                          |     |       |     | 861 |                     |
| RLD   |         |         |         |                          |     |       |     | 847 |                     |
| RLS   |         |         |         |                          |     |       |     | 0   |                     |

表-2 使用した再生骨材

|           | 表乾密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 絶乾密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 吸水率<br>(%) |
|-----------|------------------------------|------------------------------|------------|
| 再生骨材L     | 2.42                         | 2.29                         | 5.53       |
| 再生骨材L・炭酸化 | 2.46                         | 2.36                         | 4.38       |

加方法の違いが再生骨材コンクリートの強度や耐久性に及ぼす影響を確認した。配合の種類は無改質(RL)、3%(RLX3)、10%(RLX10)、骨材の強制炭酸化(RLCO)、プレウェット(RLD)、吹きかけた方法(RLS)とした。また再生骨材は ASR の発生が否定できないため、本研究では ASR 対策として効果が確認されている高炉スラグ微粉末を普通ポルトランドセメントに 45%置換したものを用いた。

### 3. 試験結果及び考察

#### 3.1 圧縮強度試験と空隙率試験

図-1 に圧縮強度試験と空隙率試験の結果を示す。RL と比較して C-S-H 系硬化促進剤を添加した配合(RLX3、RLX10)では空隙率にあまり変化がなかった一方で、RLX10 では圧縮強度が増加した。また、RLCO や RLD では空隙率が大きく改善されたが、圧縮強度は増加しなかった。

### 3.2 割裂引張強度試験と空隙率試験

図-2 に割裂引張強度試験と空隙率試験の結果を示す。RLCO、RLD では RL と比較して空隙率が改善され、割裂引張強度も増加した。また、RLS では空隙率は RLCO、RLD と比較すると変化は小さいが改善され、割裂引張強度も増加した。

### 3.3 透気試験と空隙率試験

図-3 に透気試験と空隙率試験の結果を示す。RLCO、RLD は空隙率が大きく改善し、RLS、RLX3、RLX10 は透気量を大きく改善した。この結果から RLCO は骨材改質しており、既往の研究より C-S-H 系硬化促進剤を添加することで骨材界面の空隙が緻密化できることから、空隙を改善するものは骨材自体を改質しており、透気量を改善するものは骨材界面を改質しているという改質される部分に違う点があると考えられる。

### 3.4 改質される空隙

得られた実験結果から改質された空隙のイメージを図-4 に示す。RLX10 は C-S-H 系硬化促進剤に含まれる C-S-H ナノ粒子が骨材界面やモルタル部分に多く存在したため、強度や物質透過抵抗性に効果があったと考えられる。一方 RLX3 はモルタル部分には添加された C-S-H ナノ粒子が少なく、改善効果が小さかったと考えられる。また RLD は骨材を RLCO と実験結果に類似の傾向が見られることから骨材自体に C-S-H ナノ粒子が浸透し骨材自体の改質効果があるのではないかと考えられる。RLS は C-S-H 系硬化促進剤が骨材界面に膜をつくることで骨材界面に C-S-H ナノ粒子が存在すると考えた。

## 4. まとめ

C-S-H ナノ粒子が存在する部分によって再生コンクリートの改善される性能が異なる。

- (1)モルタル部分に存在することで強度が改善する。
- (2)骨材界面に存在することで物質透過性が改善する。
- (3) 骨材自体に存在することで空隙率が改善する。

## 参考文献

- 1)松田信広、伊代田岳史：異なる条件で改質させた再

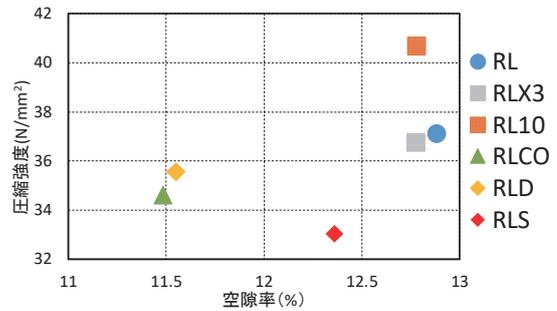


図-1 圧縮強度試験と空隙率試験

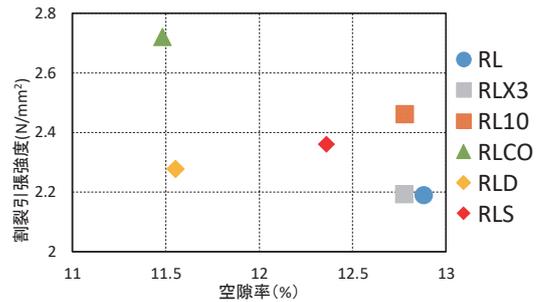


図-2 割裂引張強度試験と空隙率試験

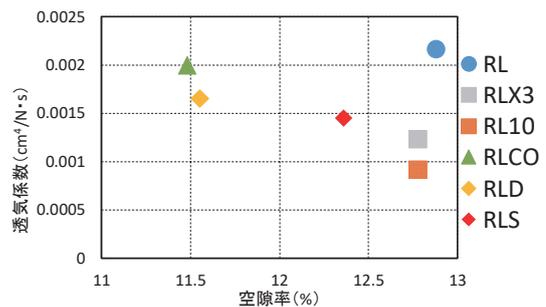


図-3 透気試験と空隙率試験

|       | 骨材自体 | 骨材界面 | モルタル部 |
|-------|------|------|-------|
| RLX3  |      | ○    |       |
| RLX10 |      | ○    | ○     |
| RLCO  | ○    |      |       |
| RLD   | ○    |      |       |
| RLS   |      | ○    |       |

図-4 改質方法別の改質される空隙

生骨材がコンクリートの強度性状に及ぼす影響、コンクリート工学年次論文集 Vol.39、No.1、2017  
 2)深澤英将、杉山知己、伊代田岳史：コンクリートの内部構造が C-S-H 系硬化促進剤に与える影響の検討、土木学会第 74 回年次学術講演会