

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 学生会員 ○坂井 一貴 芝浦工業大学大学院 学生会員 深澤 英将
 芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳史 東京テクノ(株) 正会員 松田 信広
 BASF ジャパン(株) 正会員 杉山 知巳

1. 背景・目的

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可能な低品質再生骨材の利用促進が望まれている。低品質再生骨材を使用したコンクリートは普通コンクリートに比べ強度が低く、乾燥収縮が起りやすいことから高い強度や乾燥収縮抵抗性の要求される部材への使用は困難である。再生コンクリートの普及を見据えた場合、特殊な製造装置を必要とせず、低品質再生骨材を用いたコンクリートの改質技術が求められる。コンクリートの改質技術として、既往の研究では、再生コンクリートの強度や耐久性を改善させる方法として CO₂ ガスにより再生骨材を強制炭酸化することで再生骨材自体を改質させる方法を報告¹⁾している。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強度や耐久性に関係のある物質透過性を左右する空隙が緻密化されコンクリートが改質されることを報告²⁾している。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への影響を確認し、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、低品質再生骨材の吸水率の高さを利用し、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. 実験概要

2.1 計画配合

表-1 に本研究におけるコンクリートの計画配合を、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。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前に添加することの他に①骨材を C-S-H 系硬化促進剤溶液でプレウェッティング(RLD)、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吹きかけた方法(RLS)を行い、C-S-H 系硬化促進剤の添加

表-1 コンクリートの計画配合

種類	W/C(%)	s/a(%)	air(%)	単用量(kg/m ³)					ACX 添加率 (W×%)	
				W	OPC	GGBFS	S	G		
RL	50	48	4.5	170	187	153	847	847	0	
RLX3									3	
RLX10									10	
RLCO									861	
RLD									847	0
RLS										0

表-2 使用した再生骨材

	表乾密度 (g/cm ³)	絶乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)
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

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 C-S-H 系硬化促進剤添加率 0%(RL)、3%(RLX3)、10%(RLX10)、骨材の強制炭酸化(RLCO)、プレウェッティング(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 45%置換したセメントを用いた。

2.2 試験方法

(1) 圧縮強度試験

供試体は、φ100×200mm の円柱供試体であり、温度 20℃にて材齢 28 日間水中養生を施し、JIS A 1108 に準拠して実施した。

(2) 乾燥収縮試験

供試体は、100×100×400mm の角柱供試体を作製し、7 日間水中養生を行った後、JIS A 1129-3 に準拠して実施した。

(3) 透気試験

供試体は 150×150×150mm のコンクリートから φ100×50mm の円柱供試体のコアを採取し、28 日間水

キーワード 再生コンクリート、再生骨材 L、C-S-H 系硬化促進剤、炭酸化、プレウェッティング

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 TEL : 03-5859-8356 E-mail : ah16026@shibaura-it.ac.jp

中養生をした。供試体は質量が恒量となるまで 40℃ の炉で乾燥させた。その後 0.1MPa の圧力で空気を透過させ、その量を水上置換法よりメスシリンダーを用いて透気量を計測し、透気係数を算出した。

3. 試験結果および考察

3.1 圧縮強度試験

図-1 に圧縮強度試験の結果を示す。RL と比較して RLX10 は圧縮強度が大きくなった。一方で RLX10 以外の試験体では RL と比較してほとんど圧縮強度の変化が見られなかった。これは RLX10 では C-S-H 系硬化促進剤が他の試験体よりもコンクリートのペースト部に多く存在していることが関係すると思われる。RLD や RLS は C-S-H 系硬化促進剤が骨材周りには存在するが、コンクリートのペースト内には分散しておらずペーストの強度増加に寄与しないため、圧縮強度の増加に繋がらなかったと考えられる。

3.2 乾燥収縮による長さ変化率

図-2 に乾燥収縮試験の材齢 28 日における長さ変化率の試験結果を示す。RL と比較して RLX10 が最も長さ変化を抑え、RLD、RLS においても長さ変化を抑える結果となった。圧縮強度と同様にコンクリートのペースト部に存在する C-S-H 系硬化促進剤の割合が長さ変化に影響を与えたと考えられる。

3.3 圧縮強度と透気係数

図-3 に圧縮強度と透気係数の関係を示す。RLX10 は最も透気係数を抑えられ、最も圧縮強度が大きくなった。一般的にはコンクリートは緻密なほど圧縮強度が大きくなるが、RLX10 以外は圧縮強度に大きな変化がないにもかかわらず、透気係数は RL と比較して小さくなった。RLCO と RLD は透気係数を 1 割、RLS と RLX10 は 5 割、RLX10 は 7 割程度改善できた。RLS は骨材に付着した C-S-H 系硬化促進剤が周りのペースト部に作用したことが透気係数の抑制に効果があったと考えられる。C-S-H 系硬化促進剤は骨材界面を塞いでいるのではないかと考えられる。

4. まとめ

- (1) C-S-H 系硬化促進剤はコンクリートのペースト部に 10%作用することで圧縮強度や乾燥収縮を改善する。
- (2) 少量の C-S-H 系硬化促進剤を添加することで圧縮強度には寄与しないが、透気係数を改善する。

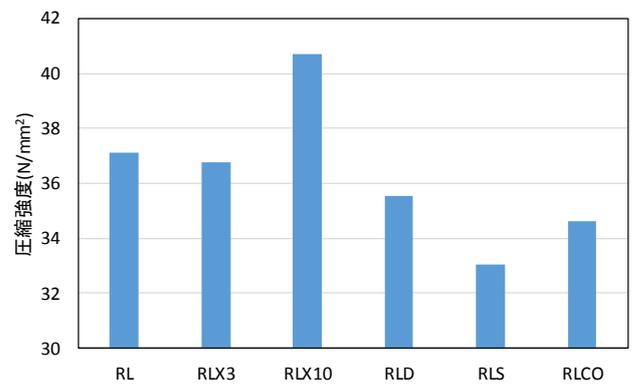


図-1 圧縮強度試験結果

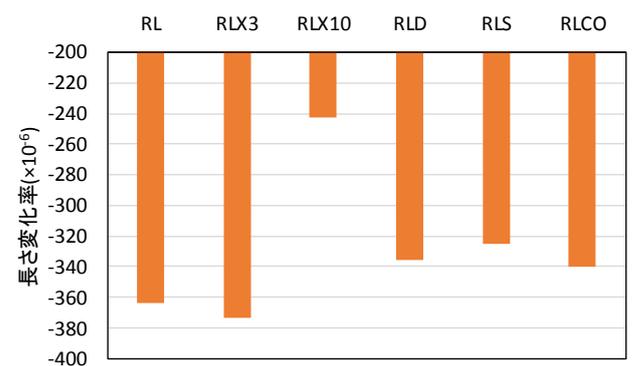


図-2 材齢 28 日における長さ変化率

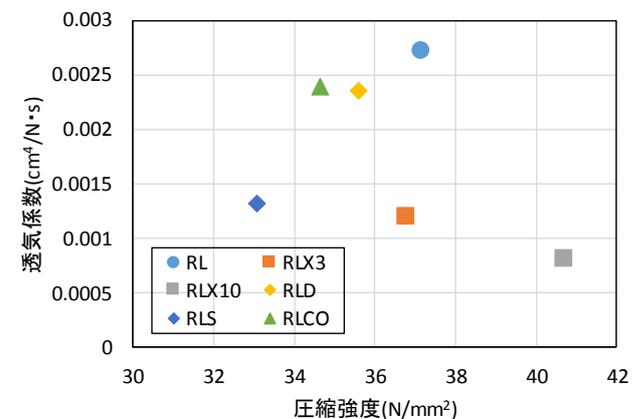


図-3 圧縮強度と透気係数

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

謝辞

本研究は BASF ジャパン(株)、東京テクノ(株)との共同研究であることを付記する。