

強制炭酸化を行った再生骨材がコンクリートの乾燥収縮に及ぼす影響

芝浦工業大学 学生会員 ○柳澤 晃大
 (株)東京テクノ 非会員 松田 信広
 芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳史

1. 背景・目的

構造物解体時に生じる解体コンクリート塊(解体コン)の大半は路盤材として使用されている。今後、道路建設の減少から、解体コンは再生処理されコンクリート構造物に使用するという循環利用が望まれている。また、天然骨材の供給量も減少している中、東京オリンピックや震災復興の影響により大量の骨材が必要とされており、再生骨材の普及が求められる。しかし、高品質の再生骨材は製造コスト・製造エネルギーが高いため、実際の使用量は少ない。そこで、製造コスト・製造エネルギーの低い低品質の再生骨材を使用することが望ましいが、使用用途が限られているため普及していないのが現状である。既往の研究^{1, 2)}より低品質の再生骨材にCO₂を吸着させ、強制炭酸化することで強度、乾燥収縮低減効果があると報告されている。しかしながら、これらの研究では、使用する骨材と養生期間が異なることから、乾燥収縮低減効果に差に大きな差が生じている。

そこで本研究では、使用する骨材と水中養生期間を変化させて乾燥収縮試験を行い、乾燥収縮低減効果の検証を行うことを目的とした。また、再生細骨材を使用したコンクリートの乾燥収縮についても検証をする。

2. 実験概要

2.1 使用材料及び配合

検討に使用した骨材の種類、物性を表-1に示す。また、作製したコンクリートの種類、記号、養生期間を表-2に示す。再生骨材の品質改善を目的として、骨材を中性化促進装置(温度 20℃、湿度 60%、CO₂濃度 5%)に1週間静置し、炭酸化を行った。細骨材として、再生細骨材 M, L, L 規格外品(以下 O とする)、砕砂を使用し、粗骨材として、再生粗骨材 M, L, O, 石灰石、碎石を使用した。使用する骨材は再生骨材のCO₂吸着を行ったものを含めて計 15 種類である。配合は W/C50%, s/a46%, 単位水量 160kg/m³と一定とし、

表-1 骨材の種類・物性

種類	品質区分	CO ₂ 吸着の有無	産地	原コンクリート	表乾密度(g/cm ³)	吸水率(%)
再生細骨材	M	無	東京都町田市産	解体ガラ+戻りコン	2.46	4.80
		有			2.46	4.68
	L	無	東京都江戸川区産	解体ガラ	2.20	12.92
		有			2.21	12.18
	O	無	千葉県木更津市産	戻りコン	2.20	14.57
		有			2.15	12.87
再生粗骨材	M	無	東京都町田市産	解体ガラ+戻りコン	2.64	1.26
		有			2.52	3.47
	L	無	東京都江戸川区産	解体ガラ	2.52	3.38
		有			2.38	6.13
	O	無	千葉県木更津市産	戻りコン	2.40	5.56
		有			2.22	10.79
石灰石骨材	-	-	埼玉県秩父郡産	-	2.25	7.53
					2.69	0.40
砕石	-	-	埼玉県秩父郡産	-	2.72	0.55

表-2 コンクリートの種類と記号

	記号	細骨材	粗骨材	養生期間
CO ₂ 無	NN	砕砂	砕石	7日
	LS7	砕砂	石灰石	7日
	LS28			28日
	NL7	砕砂	再生粗骨材L	7日
	NL28			28日
	MM7	再生細骨材M	再生粗骨材M	7日
	LL7	再生細骨材L	再生粗骨材L	7日
	LL28	再生細骨材L	再生粗骨材L	28日
	OO7			7日
	OO28	再生細骨材O	再生粗骨材O	28日
CO ₂ 有	CNL7	砕砂	再生粗骨材L	7日
	CNL28			28日
	CMM7	再生細骨材M	再生粗骨材M	7日
	CLL7	再生細骨材L	再生粗骨材L	7日
	CLL28			28日
	COO7	再生細骨材O	再生粗骨材O	7日

セメントは高炉セメント B 種(置換率 45%)を使用した。高炉セメントを使用した目的はアルカリ骨材反応抑制と、環境負荷低減を期待して使用した。

2.2 骨材破碎値試験

各骨材を試験容器内に入れ毎分 40kN の割合で一様に載荷し、200kN に達した後除荷する。粗骨材は、試験容器内の骨材を 5 mm および 2.5 mm ふるいにかけ、細骨材は、試験容器内の骨材を 1.2 mm および 0.6 mm ふるいにかけ、ふるいを通過した骨材の割合から破碎値を算出した。

2.3 コンクリートの長さ変化試験

角柱供試体を温度 20℃にて 7 日間及び 28 日間水中養生後、乾燥材齢 0, 1, 2, 3, 4, 8, 10, 13, 26 週にて、ダイヤルゲージ方法(JIS A1129-3)で測定し、各週の乾燥収縮率を算出した。

3. 実験結果及び考察

3.1 骨材破砕値試験

骨材破砕値試験結果を図-1に示す。M粗骨材を除く全ての骨材でCO₂吸着により破砕値の減少が見られた。これは再生骨材の付着モルタルが炭酸化により緻密化し、強度が上がったためだと考えられる。

3.3 長さ変化試験

品質区分の異なる再生骨材を使用したコンクリートの長さ変化試験結果を図-2に示す。再生骨材M, Lを使用した配合では骨材を炭酸化させることによる収縮低減効果は認められなかったが、再生骨材Oを炭酸化することで大きな乾燥収縮低減効果が認められた。これは原コンクリートに戻りコンクリート塊を使用しており、解体コンと比べて年数が経っていないため、モルタル部が炭酸化の影響を受けていることで、品質向上しやすいと考えられる。また、破砕値試験結果との関係を見ると、最も破砕値の改善が認められた再生骨材LGにおいて、乾燥収縮低減効果があまり認められないことから、破砕値改善と乾燥収縮低減効果には相関がないと考えられる。

水中養生期間の異なるコンクリートと再生細骨材を使用したコンクリートの長さ変化試験結果を図-3に示す。NL7, NL28の比較より、乾燥材齢10週時点での養生期間による差は確認することができなかった。NL7, LL7の比較より、再生細骨材を使用することによる収縮低減効果に差がみられた。このことより、再生細骨材による収縮量の増加が認められた。

8週時点での乾燥収縮率と吸水率の関係を図-4に示す。CO₂吸着により吸水率が改善したことでMの配合を除く全ての配合において乾燥収縮率が低減していることが認められた。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) CO₂吸着により、大きな乾燥収縮低減効果が認められたのは、再生骨材Oを使用したコンクリートであった。破砕値が低下し、骨材品質の改善が見られたが、破砕値改善と乾燥収縮低減率の相関性はない。
- (2) 乾燥材齢10週時点の乾燥収縮率は水中養生期間の差には影響しないことが認められた。しかし、長期材齢における影響については未解明のため、今後検証する必要がある。

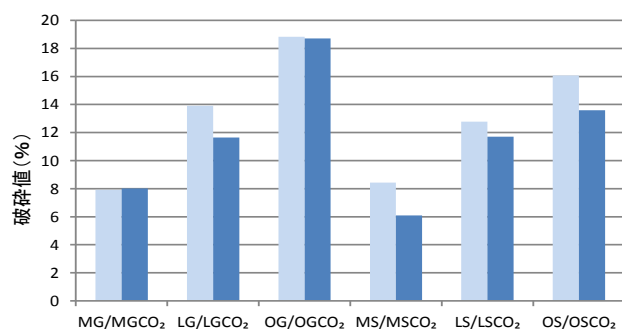


図-1 破砕値試験結果

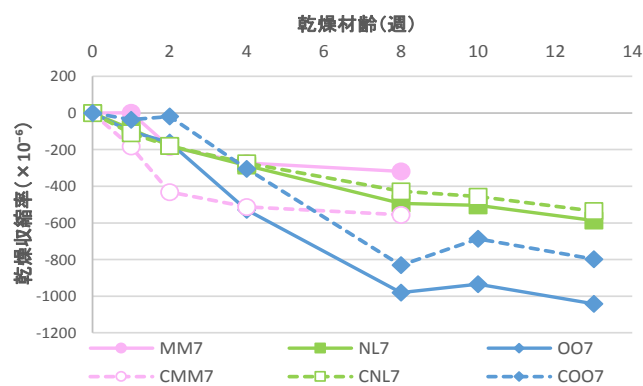


図-2 長さ変化試験(再生骨材 M, L, O)

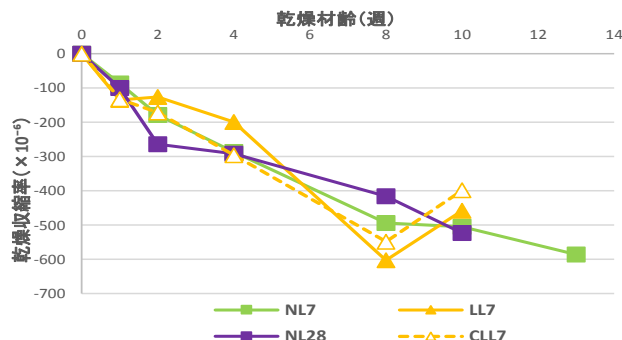


図-3 長さ変化試験(養生期間及び細骨材種類の比較)

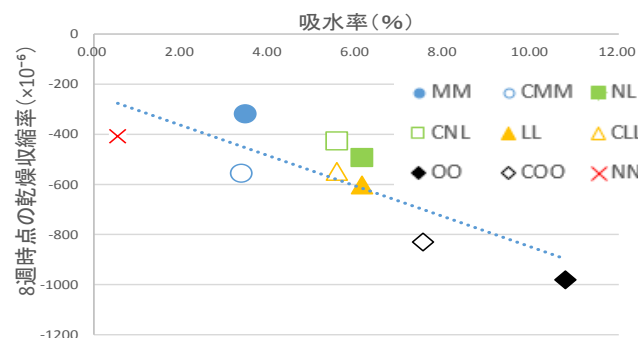


図-4 8週時点での乾燥収縮率と吸水率の関係

- (3) コンクリートに再生細骨材を使用することにより、再生細骨材を使用しない配合に比べ、収縮量が大きくなった。

参考文献

- 1) 亀山敬宏:再生骨材の普及に向けた骨材提供の安定化手法に関する一考察 2012
- 2) 松田美奈:CO₂を吸着させた再生骨材を用いたコンクリートの乾燥収縮低減評価方法の提案 2013