

強制炭酸化を行った再生骨材が乾燥収縮と凍結融解に及ぼす影響

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

1. 背景・目的

構造物を解体する際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る。しかし、今後は道路建設が減少することが予想され、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る。更に、天然骨材の供給量も減少、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ている。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。一方、製造コスト・製造エネルギーの低い低品質の再生骨材は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。一般的に再生骨材コンクリートは吸水率が高く、空隙率が多いことから乾燥収縮と凍害抵抗性が低いとされている。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、これらの研究では使用する骨材と養生期間が異なれば、乾燥収縮低減効果に大きな差が生じるとしている。

そこで本研究では、CO₂を吸着させた粗骨材・細骨材を用いたコンクリートの乾燥収縮低減効果と骨材単体の凍結融解抵抗性について検証する。

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、砕石を使用した。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160

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	無有	東京都町田市産	解体ガラ+戻りコン	2.46	4.80
					2.46	4.68
	L	無有	東京都江戸川区産	解体ガラ	2.20	12.92
					2.21	12.18
	O	無有	千葉県木更津市産	戻りコン	2.20	14.57
					2.15	12.87
砕砂	-	-	千葉県君津市産	-	2.64	1.26
再生粗骨材	M	無有	東京都町田市産	解体ガラ+戻りコン	2.52	3.47
					2.52	3.38
	L	無有	東京都江戸川区産	解体ガラ	2.38	6.13
					2.40	5.56
	O	無有	千葉県木更津市産	戻りコン	2.22	10.79
					2.25	7.53
石灰石骨材	-	-	埼玉県秩父郡産	-	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			28日
	OO7	再生細骨材O	再生粗骨材O	7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

kg/m³で一定とし、セメントは高炉セメントB種(置換率45%)を使用した。

2.2 骨材の凍結融解試験

再生粗骨材はJIS A 5022法に基づき実施した。再生細骨材は測定方法に規格がないため、上記の試験等を参考に実施した。試料は気乾状態とし、粗骨材の場合は750g以上、細骨材は100g以上とした。

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 骨材の凍結融解試験

図-1 に再生粗骨材の凍結融解試験結果を示す. 再生粗骨材は強制炭酸化を行うことにより, 全ての骨材において改善効果が認められた. 次に, 図-2 に再生細骨材の凍結融解試験結果を示す. 細骨材における凍結融解試験の規格がないため, FM 凍害指数ではなく, 0.6mm ふるいの損失率で表した. 再生細骨材は強制炭酸化を行うことにより, L 規格以外の骨材に改善効果が認められた. このことから, 強制炭酸化を行うことで骨材自体が緻密になり, 内部劣化に対する抵抗性が向上したと考えられる.

3.2 コンクリートの長さ変化試験

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-3 に示す. 骨材種類で比較すると, M-M の配合では再生骨材に強制炭酸化を行うことによる乾燥収縮低減効果は確認できなかった. 一方, 低品質の骨材を使用した L-L と O-O の配合で, 強制炭酸化を行うことによって乾燥収縮低減効果が確認でき, 特に O-O で大きな効果が表れた. これは, O-O で使用した骨材が原コンクリートに戻りコンを使用しており, 戻りコンは解体コンと比べて年数が経っていないため, 炭酸化の影響を大きく受けることが原因と考えられる.

また, 図-4 に示す破砕値から算出したモルタル混入率より, 低品質の再生骨材ほどモルタル混入率が多いことが確認できた. 図-1, 2 に示した骨材の凍結融解試験結果より, 強制炭酸化を行うことで骨材自体が緻密になり, 付着モルタルが多い低品質の骨材ほど緻密になるモルタルも多いと考えられる. このことから, 低品質の骨材を使用したコンクリートの乾燥収縮低減効果が大きいと考えられる.

4. まとめ

- 1) 骨材の凍結融解試験の結果より, 強制炭酸化により FM 凍害指数, 0.6mm ふるい損失率が改善する傾向が確認できた. これは, 強制炭酸化により再生骨材自体が緻密になったためと考えられる.
- 2) コンクリートの長さ変化試験より, 強制炭酸化を行った低品質の再生骨材 L・O を使用したコンクリートで乾燥収縮低減効果が確認できた. これは, 低品質の再生骨材ほどモルタル混入率が多く, 緻密になったモルタルの割合も多いためと考えられる.

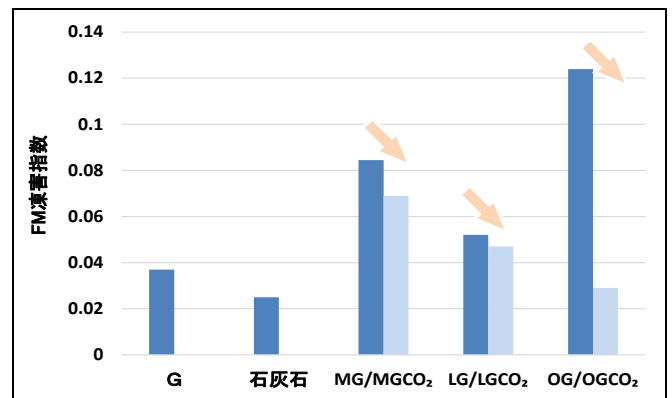


図-1 再生粗骨材の凍結融解試験

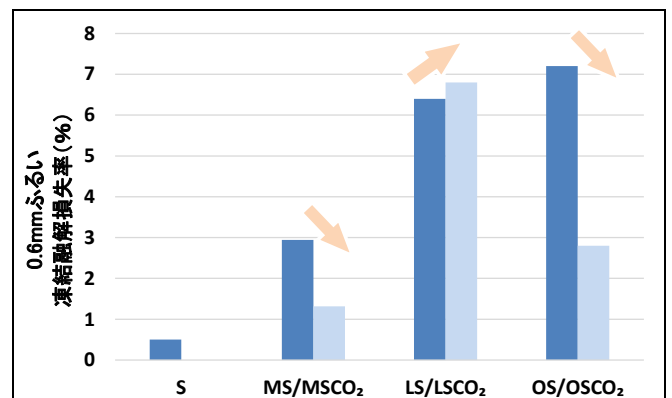


図-2 再生細骨材の凍結融解試験

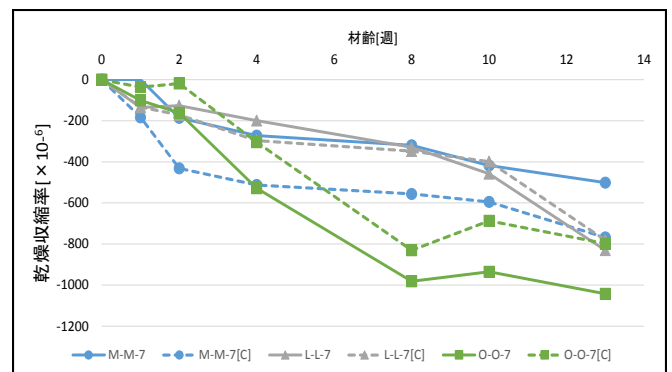


図-3 長さ変化試験 (養生期間の比較)

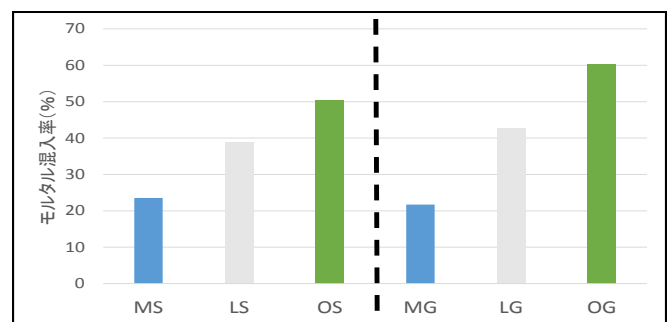


図-4 モルタル混入率

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