

粒状化骨材を使用したコンクリートの基本性状

内山アドバンス 正会員 ○三本 巖 内山アドバンス 正会員 渡邊 真史

内山アドバンス 非会員 多田 佳史 内山アドバンス 非会員 隅田 幸宏

1. 目的

建設現場で発生する残コン・戻りコンを効率的に処分するために、フレッシュコンクリート中に凝集や脱水の効果を持つ処理材（以下、粒状化材）を後添加し、産業廃棄物を仮置きする敷地面積の縮小や処分費用の低減を図る場合がある。この処理過程で得られる粒状化骨材は、コンクリート用骨材の粒度分布を概ね満足することから、粒度調整後の再利用や通常の骨材との併用が可能な材料のひとつである。ただし、粒状化骨材は再生骨材と同様に比較的多孔質な状態を成すことから、強度や耐久性の低下が懸念される。

一方で、カーボンニュートラルに向けた世界的な情勢を受け、コンクリート業界でも CO₂ 排出量削減に関する検討が積極的に行われている。既往の研究¹⁾より、再生骨材を炭酸化養生することによって品質が改善されることが知られているが、粒状化骨材においても同様の効果が見込まれ、さらに、未水和部分を多く含むことを勘案すると、より多くの CO₂ を固定させることが可能な材料として期待される。

そこで本研究では、品質面の課題を残しつつも今後の利用拡大が見込まれる粒状化骨材を用いたコンクリートの基本的な性状について、通常の骨材（以下、新骨材）を使用した場合と比較した。

2. 実験方法

粒状化材の概要を表 1 に示す。粒状化骨材は、生コン工場で代表的な出荷実績である、呼び方「30 18 20 N」のコンクリート 1m³ を積載したトラックアジテータのドラム内に粒状化材を投入し、120 秒間の高速攪拌を行って排出した後、数日の気中養生を経て硬化させたものを 5mm ふるいによって分級した骨材である。

表 2 および表 3 に、各粒状化材の検討における室内試練りの使用材料を示す。また、表 4 にコンクリートの配合を示す。練混ぜは 2 軸式強制練りミキサーによって行い、練混ぜ量は 30L、練混ぜ時間は全材料投入後 90 秒とした。試験項目は表 5 に示すとおりである。

表 1 粒状化材の概要

名称	成分	使用量/m ³
粒状化材 A	アクリル共重合体、炭酸塩	1kg
粒状化材 B	天然高分子(セルロース)	20kg
粒状化材 C	高吸水性高分子(ポリマー)	A 剤 0.5kg B 剤 1.5kg

表 2 粒状化材 A または B の検討における使用材料※

材料名	記号	概要
セメント	C	普通ポルトランドセメント 密度 3.16[3.16]g/cm ³
水	W	上水道水、千葉県浦安市
細骨材 1 (山砂)	S1	千葉県富津市産、表面水率 3.8[3.6]% 表乾密度 2.61[2.61] g/cm ³ 、吸水率 2.16[2.16]% 粗粒率 2.61[2.62]、微粒分量 2.0[1.0]%
細骨材 2 (粒状化骨材)	S2	表乾状態、表乾密度 2.33 [2.26]g/cm ³ 吸水率 6.98[11.76]%, 粗粒率 2.73[3.15] 微粒分量 7.2[5.6]%
粗骨材 1 (石灰岩碎石)	G1	山口県美祿市産、表乾状態 表乾密度 2.70 [2.70]g/cm ³ 、吸水率 0.62[0.76]% 粗粒率 6.63[6.61]、微粒分量 0.9[0.7]% 実積率 61.0[61.0]%
粗骨材 2 (粒状化骨材)	G2	表乾状態、表乾密度 2.41[2.50]g/cm ³ 吸水率 7.86[4.57]%, 粗粒率 6.46[6.56] 微粒分量 1.5[2.6]%, 実積率 66.4[61.1]%
高性能 AE 減水剤	Ad1	ポリカルボン酸コポリマー
AE 剤	Ad2	変性ロジン酸化合物系陰イオン界面活性剤、 100 倍希釈液、1A=C×0.001%

※表中の[]内の数値は、粒状化材 B の検討における物性値

表 3 粒状化材 C の検討における使用材料

材料名	記号	概要
セメント	C	普通ポルトランドセメント、密度 3.16g/cm ³
水	W	工業用水、神奈川県横浜市
細骨材 1 (山砂)	S1	千葉県君津市産（山砂）70% 栃木県佐野市産（珪岩砕砂）30% 表乾状態、表乾密度 2.62 g/cm ³ 吸水率 1.86%, 粗粒率 2.57、微粒分量 2.3%
細骨材 2 (粒状化骨材)	S2	表乾状態、表乾密度 2.29 g/cm ³ 吸水率 9.67%, 粗粒率 3.22、微粒分量 5.8%
粗骨材 1 (石灰岩碎石)	G1	北海道北斗市産、表乾状態 表乾密度 2.70 g/cm ³ 、吸水率 0.40% 粗粒率 6.57、微粒分量 1.9%、実積率 60.0%
粗骨材 2 (粒状化骨材)	G2	表乾状態、表乾密度 2.46g/cm ³ 吸水率 4.54%, 粗粒率 6.76、微粒分量 1.7% 実積率 65.1%,
高性能 AE 減水剤	Ad1	ポリカルボン酸エーテル系化合物と分子間架橋ポリマーの複合体
AE 剤	Ad2	変性ロジン酸化合物系陰イオン界面活性剤、 100 倍希釈液、1A=C×0.001%

キーワード 粒状化骨材、フレッシュ性状、圧縮強度、静弾性係数

連絡先 〒279-0043 千葉県浦安市富士見 1-7-23 （株）内山アドバンス中央技術研究所 TEL047-353-6161

3. 実験結果および考察

表 6 にフレッシュ性状および硬化性状を示す。粒状化材 A または粒状化材 C を使用した場合、粒状化骨材の使用割合が多いほど、同一のスランブを得るための高性能 AE 減水剤の使用量は、表 4 に示したとおり少なくなる傾向であった。これは、表 2 および表 3 に示すように、粒状化細骨材の粗粒率が高いこと、また、写真 1 に示すように、新骨材の表面に付着したモルタル分の影響により、粒状化後の骨材の実積率が高いためであると考えられる。一方で、粒状化材 B を使用した場合は、粒状化骨材の置換率によらず高性能 AE 減水剤の使用量は若干多くなる傾向であった。これは、他の粒状化材に比べて使用量が多く、セルロースへの化学混和剤や水分の吸着が影響しているものと考えられる。

各粒状化材の配合の組合せである、No.1～5、No.6～10、No.11～15 のそれぞれに対して、粒状化骨材の置換率が 0% である材齢 4 週の圧縮強度に対する比を比較すると、強度比は 0.95～1.08 の範囲で推移した。したがって、本検討で設定した粒状化骨材の置換率の範囲においては、粒状化骨材の使用割合が圧縮強度に与える影響は小さいと判断できる。また、静弾性係数に対しても影響はほとんどないと考えられる。ただし、粒状化骨材の置換率がさらに大きい場合、あるいは、粒状化骨材を製造する前のベースコンクリートが貧配合である場合、圧縮強度や静弾性係数が顕著に低下する可能性があるため、別途検討する余地があると考えられる。

4. まとめ

- (1) 粒状化細骨材の粗粒率や粒状化粗骨材の実積率、粒状化材の使用量や成分により、同一のスランブを得るための高性能 AE 減水剤の使用量は変動する。
- (2) 本検討で設定した、粒状化細骨材の置換率が 30%、または、粒状化粗骨材の置換率が 50% までの範囲では、コンクリートの圧縮強度や静弾性係数に与える影響は小さい。

謝辞

本研究は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の業務委託（JPNP21023）の一環で実施させていただいた。ここに深謝の意を表す。

参考文献

1) 河村景史ほか: 廃コンクリートの低環境負荷完全リサイクルに関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.25, No.1, pp.1492-1497, 2012.

表 4 コンクリートの配合

No.	粒状化材	W/C (%)	置換率※ (%)		単位量 (kg/m³)						Ad1 (B× wt. %)	Ad2 (A)
			細 骨 材	粗 骨 材	C	W	S1	S2	G1	G2		
1	A	50	0	0	340	170	843	0	956	0	0.85	3.0
2			5	5	340	170	791	42	907	48	0.85	2.5
3			20	20	340	170	647	161	759	190	0.70	0.5
4			0	50	340	170	804	0	470	470	0.75	0.5
5			30	0	340	170	569	245	956	0	0.70	0.5
6	B		0	0	340	170	843	0	956	0	0.95	0
7			5	5	340	170	793	43	905	48	0.90	1.0
8			20	20	340	170	655	163	753	188	1.00	0
9			0	50	340	170	843	0	459	460	1.05	0
10			30	0	340	170	564	242	956	0	1.00	0
11	C		0	0	340	170	831	0	972	0	0.80	4.0
12			5	5	340	170	778	41	923	49	0.75	4.5
13			20	20	340	170	634	158	775	194	0.65	4.0
14			0	50	340	170	791	0	483	482	0.55	4.0
15			30	0	340	170	558	238	972	0	0.65	4.0

※ 新骨材と粒状化骨材の合計に対する粒状化骨材の質量割合

表 5 試験項目

試験項目	測定方法	概要
スランブ	JIS A 1101	目標値 20.0±2.5cm
空気量	JIS A 1128	目標値 5.0±1.5%
コンクリート温度	JIS A 1156	—
圧縮強度 (材齢 1 および 4 週)	JIS A 1108	材齢 1 日で脱型, 20℃で水中養生
静弾性係数 (材齢 4 週)	JIS A 1149	

表 6 フレッシュ性状および硬化性状

No.	スランブ (cm)	スランブフロー (cm)	空気量 (%)	コンクリート温度 (℃)	圧縮強度 (N/mm²)		静弾性係数 (4 週) (kN/mm²)
					1 週	4 週	
1	19.0	33.5	5.9	20	28.3	37.4 (1.00)	30.9
2	21.5	36.5	6.1	20	27.7	36.7 (0.98)	29.8
3	18.0	34.0	5.9	20	28.3	37.3 (1.00)	28.6
4	17.5	30.0	5.5	19	29.2	39.1 (1.05)	28.6
5	20.0	34.0	4.7	19	30.5	40.4 (1.08)	30.8
6	19.5	31.5	4.2	21	37.0	46.7 (1.00)	35.4
7	19.0	32.0	5.2	21	36.1	45.7 (0.98)	32.6
8	20.0	34.0	5.0	21	35.9	44.7 (0.96)	33.0
9	18.0	30.5	5.4	21	35.6	44.5 (0.95)	32.7
10	20.5	36.5	4.2	21	35.8	46.0 (0.99)	35.0
11	18.5	32.0	5.6	23	28.2	36.7 (1.00)	29.9
12	20.5	37.5	6.0	24	29.3	38.0 (1.04)	30.7
13	19.0	34.5	5.9	24	27.5	36.3 (0.99)	30.1
14	19.5	31.5	5.7	24	27.6	36.0 (0.98)	30.5
15	20.5	35.5	6.0	24	27.6	35.7 (0.97)	29.3

※ () 内の数値は、粒状化骨材の置換率が 0% の強度に対する比



写真 1 新骨材(左)と粒状化骨材(右)