

震災コンクリート殻のプレキャスト製品への利用に関する研究

宮城大学大学院 (株)復建技術コンサルタント)

正会員 ○開米 浩久

宮城大学

正会員 北辻 政文

1. はじめに

高度経済成長期に建設された構造物の大半が更新時期を迎え、解体工事により排出されるコンクリート塊が急激に増加すると予測されている。また、2011年3月11日に発生した東日本大震災は、東北地方の太平洋沿岸に壊滅的な被害をもたらし、宮城、岩手、福島で発生した震災廃棄物は2,748万tにのぼり、そのうちコンクリート殻などの再生可能廃棄物は1,200万tとされている¹⁾。これらの背景を踏まえ、従来は路盤材の需要にとどまっていた再生粗骨材をコンクリート用骨材として活用する方法を提案することが、増大する解体コンクリート殻の用途開発に繋がるとともに、東日本大震災の早期復興に貢献できると考えている。そこで、本研究は、東日本大震災で発生した震災コンクリート塊より製造した再生粗骨材Mについて、プレキャストコンクリート用骨材としての利用可能性を検証したものである。



写真-1 震災コンクリート殻

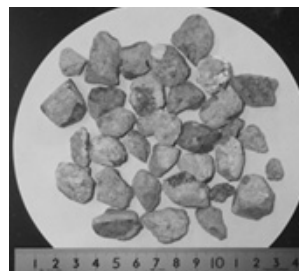


写真-2 再生粗骨材 M (DM)

2. 再生粗骨材Mの製造

仙台市の仮置き場に集積された震災コンクリート殻の状況を写真-1に示す。

再生粗骨材 M の製造は、ジョークラッシャー等による一次破碎に加え、インパクトクラッシャー等による複数回の二次破碎により製造可能である。これらの破碎機は、既存の中間処理工場で有しており、低コストで製造可能である。製造した再生骨材 M の外観を写真-2に、品質を表-1に示す。製造した再生粗骨材 M は JIS 規格値 (JIS A 5022) を満たしていることがわかる。また、津波浸水を受けたコンクリート殻は塩化物が多いと考えられたが、塩化物量は0.004%と規格値を満たしていた。これは、海水の塩分はコンクリート内部まで浸透せず表面にとどまり、降雨等により塩分が洗い流されたものと考えられる。一方、福島第一原子力発電所事故による放射能汚染の影響を考慮し、シンチレーション NaI(Tl)検出器 (Gammadata Instrument AB 社) を用いて放射能濃度を計測したが、検出下限値を下回り、この地区の汚染度は低いと判断された。

表-1 再生骨材 M の品質

試験項目	試験値		再生骨材 M JIS 規格値	
	NM ^{*1}	DM ^{*1}		
密度	表乾	2.53	2.49	—
g/cm ³	絶乾	2.42	2.39	2.3 以上
吸水率%		4.80	4.37	5.0 以下
微粒分%		0.29	0.60	1.5 以下
不純物%		0.00	0.65	3.0 以下
塩化物%		0.008	0.004	0.04 以下
粗粒率%		6.33	6.63	—
放射能 Bq/kg		ND	ND	(100) ^{*2}

※1 NM:普通再生粗骨材, DM:震災再生粗骨材

※2 碎石出荷基準濃度 (経済産業省 2012.3)

表-2 コンクリートの配合

配合名	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						
			W	C	S	F	G	AD	AE
BB(N)	40	38.0	158	375	671	—	1058	2.20	0.01
BB	43	45.1	160	381	800	—	973	1.38	0.02
FA1	40	47.4	170	395	780	85	813	4.32	1.50
FA2	40	42.0	160	340	702	60	939	3.00	2.00
N	44	40.5	160	364	702	—	1067	3.28	4.00

3. 再生粗骨材Mを用いたコンクリート性能試験

3箇所のプレキャスト工場で作製した配合を表-2に示す。配合BB(N)は市販の普通再生粗骨材 M, 配合BB, FA1, FA2 は震災コンクリート殻より製造した再生粗骨材 M, 配合 N には一般碎石 (C-5~20) を用いた。いずれも ASR 対策として、高炉セメントあるいはフライアッシュ混合セメントを使用し、FA1 の配合ではプレフォーム型 AE 剤を用いた。練混ぜ後のコンクリートは蒸気養生を行い、24 時間後に脱型して試験材齢まで気中養生 (20℃) とした。蒸気養生は、前置き 2 時間、最高温度 65℃、保持 2 時間を目標として行った。試験項目は、圧縮強度試験 (JIS A 1108)、引張強度試験 (JIS A 1113)、曲げ強度試験 (JIS A 1106)、静弾性試験 (JIS A 1149)、乾燥収縮試験 (JIS A 1129-2)、中性化促進試験 (JIS A 1153)、凍結融解試験 (JIS A 1148) である。

キーワード 震災廃棄物, コンクリート殻, 再生粗骨材 M, 混合セメント, プレキャスト製品

連絡先 〒980-0012 仙台市青葉区錦町1丁目7-25 (株)復建技術コンサルタント TEL 022-262-1234

4. 試験結果および考察

圧縮強度試験結果を図-1 に示す。初期（材齢 1 日）強度は脱型に必要な 12N/mm^2 を、出荷材齢（14 日）では目標とする設計基準強度 30N/mm^2 をいずれも上回った。

引張・曲げ強度試験結果を図-2 に示す。引張強度は、いずれも圧縮強度の $1/9\sim 1/13$ の範囲内であり、一般のコンクリートと同等であると判断できる。これに対して曲げ強度は圧縮強度の $1/5\sim 1/8$ の範囲より、やや小さな値を示しているが、設計基準強度（ 30N/mm^2 ）に対しては十分な値を確保しているので問題ないものと判断する。

静弾性試験結果を図-3 に示す。FA2 を除き土木学会基準より、やや小さな値を示している。既往研究では再生粗骨材の置換率が高くなると静弾性係数は小さくなると報告²⁾されており、本試験においても同様に結果が得られた。

凍結融解試験結果を図-4 に示す。相対動弾性係数は、BB(N)および N が 270 サイクル終了時に劣化判定基準の 85%を下回る結果となったが、それ以外の配合では 300 サイクル終了時においても劣化判定基準を満足しており耐凍害性があると判断できる。なお、質量減少率は 300 サイクル時において、いずれも劣化判定基準（3.0%）以下であることを確認しており、耐久性指数 85%以上を確保していると判断できる。

乾燥収縮試験結果を図-5 に示す。乾燥収縮率は、全ての配合で建築学会基準（0.08%）以下となり、コンクリート殻による乾燥収縮への影響は確認されなかった。

中性化促進試験結果を図-6 に示す。FA2, N の中性化深さが、他の配合に比べ若干小さな傾向を示しているが、概ね同等の性能と判断される。

5. プレキャスト製品の試作および性能試験

震災コンクリート殻より製造した再生粗骨材 M を用いて、プレキャスト製品（ML ウォール、落蓋式 U 形側溝）を製造した。試作製品の外観を写真-3 に示す。

配合は表-2 のとおりであるが、いずれの製品もジャンカ、砂ボロは見られず良好な外観を呈していた。プレキャスト製品の曲げ強度試験（JIS A 5372）結果を表-3 に示すが、製品の曲げ強度は、いずれも JIS 規定強度を満足している。

表-3 試作プレキャスト製品の曲げ強度試験結果

配 合	ML ウォール (H1500×L2000)			落蓋式U形側溝 (B300×H300)			U形側溝用蓋 (B300×L500)		
	規定強度 (kN/m)	実測荷重 (kN/m)	状 況	規定強度 (kN/m)	実測荷重 (kN/m)	状 況	規定強度 (kN/m)	ひび割れ荷重 (kN/m)	破壊荷重 (kN/m)
BB (N)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BB	19.0	19.0	異常なし	—	—	—	—	—	—
FA1	—	—	—	36.0	48.5	異常なし	—	—	—
FA2	—	—	—	36.0	36.5	異常なし	27.0	64.4	122.4
N	—	—	—	36.0	36.5	異常なし	27.0	46.0	112.0

6. おわりに

震災コンクリート殻から製造した再生骨材 M の品質は、JIS 規格値を満たし、放射能汚染も見られなかった。さらに、それらを用いたプレキャスト製品の強度および耐久性能は、市販の一般砕石や普通再生粗骨材を用いたものと同等に基準を満足することがわかった。現在、放射能汚染が深刻な福島県で発生した震災廃棄コンクリートについて同様の検討を進めており、放射能遮蔽プレキャスト製品を開発中である。

参考文献

- 1) 環境省：沿岸市町村の災害廃棄物処理の進捗状況，
<http://www.env.go.jp/jishin/shori120402.pdf>（確認日 2013/12/20）
- 2) 柳啓，松井勇，笠井芳夫：再生骨材コンクリートの静弾性係数に関する一考察，
日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.1035-1036，2000.9

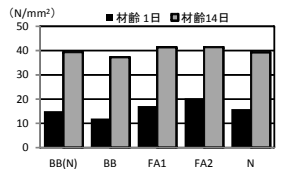


図-1 圧縮強度試験結果

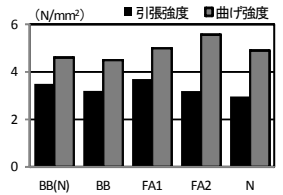


図-2 引張・曲げ強度試験結果

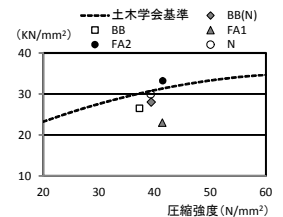


図-3 静弾性試験結果

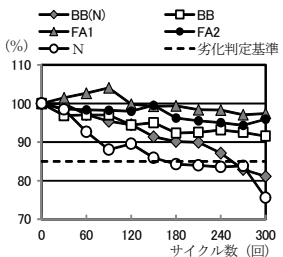


図-4 凍結融解試験結果
(相対動弾性係数)

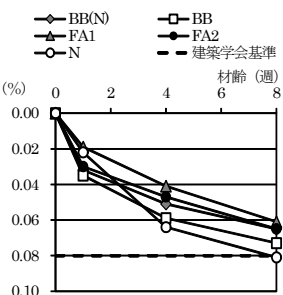


図-5 乾燥収縮試験結果

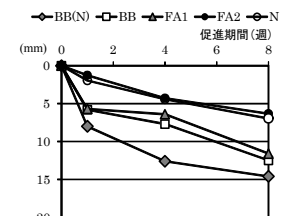


図-6 中性化促進試験結果
(平均中性化深さ)



写真-3 試作製品 (ML ウォール)