

災害廃棄物から再生した洗浄砂・礫を用いたコンクリートの諸物性

鹿島建設(株) 渡邊 賢三

技術研究所 (TEL : 042-489-8020, E-mail : kenzo@kajima.com)

1. 目的

宮城県石巻ブロック¹⁾では、災害廃棄物 225 万 t、津波堆積物 89 万 t を対象として、平成 24 年 5 月から処理を開始している。また、復興工事も徐々に進捗していると同時に、骨材、コンクリートなど復興資材の不足が深刻化してきている。そこで、災害廃棄物をコンクリート材料として復興工事に利用することは、合理的な材料リサイクルの構築と復興の活性化につながると期待される。本報告では、石巻ブロックで再生した洗浄砂、洗浄礫をコンクリート材料として利用することを目的として、洗浄砂、洗浄礫を用いてコンクリートを練り混ぜ、その物性を取得した。

2. 災害廃棄物から再生した洗浄砂および洗浄礫

本検討では石巻ブロックにて可燃系混合物を破砕処理した際に発生する細粒分をさらに洗浄分級設備により処理して生産される洗浄砂および洗浄礫を使用した。表-1に洗浄砂および洗浄礫の外観および諸物性を示す。洗浄砂は、海砂のように細かい粒子が多く見られた。表乾密度は 2.52g/cm^3 と小さく、JIS A 5308 レディーミクストコンクリート付属書 A レディーミクストコンクリート用骨材（以下、規格と称す）に対し、多くの項目で規格値を満足しなかった。これは洗浄砂中に微粒分、有機不純物が多いためと推測された。また、洗浄礫には、粗骨材以外に、タイル、煉瓦、陶磁器、コンクリートがら、ガラス、プラスチック、鉄くず、木片などが全体重量の約 14% 混在していた。表乾密度は 2.43g/cm^3 と小さく、細骨材と同様、ほぼ全ての項目で規格値を満足しなかった。これは上述したような不純物の混在が大きく影響したためと推測された。なお、洗浄砂、洗浄礫ともにアルカリ骨材反応性は無害となった。

3. コンクリート試験

規格を満足する一般的な細骨材、粗骨材を用いたコンクリートに対し、洗浄砂、洗浄礫を置換して練り混ぜ、各種物性を取得した。表-2に使用材料、表-3にコンクリート配合を示す。なお、本実験では、骨材としての適用性評価を把握することを目的としたため、目標空気量のみを $5\pm 1.0\%$ に設定した。さらに、事前検討において、細骨材、粗骨材として洗浄砂、洗浄礫を併用した場合 (No.3)、スランプが著しく小さくなったことから、セメント量を減じた。練混ぜはパン型強制練りミキサを用い、材料一

表-1 洗浄砂および洗浄礫の諸物性

項目 \ 種類	洗浄砂 [細骨材]S1	洗浄礫 [粗骨材]G1
外 観		
表乾密度(g/cm^3)	2.52(—)	2.43(—)
絶乾密度(g/cm^3)	2.43(2.5 以上)	2.43(2.5 以上)
吸水率(%)	3.77(3.5 以下)	6.52(3.0 以下)
微粒分量(%)	2.53(3.0 以下)	1.37(1.0 以下)
有機不純物	不合格	—
安定性(%)	4.5(10 以下)	17.4(12 以下)
アル骨(化学法)	無害	無害

()内は JIS A 5308 付属書 A コンクリート用骨材の規格値

表-2 使用材料

材 料	記号	摘 要
水	W	水道水
セメント	C	普通ポルトランドセメント、密度: 3.16g/cm^3 、フレン: $3320\text{cm}^2/\text{g}$
細骨材	洗浄砂 S1	表乾密度: 2.52g/cm^3 、F.M.: 1.56、吸水率: 3.77%
	一般 S2	表乾密度: 2.65g/cm^3 、F.M.: 2.59、吸水率: 1.16
粗骨材	洗浄礫 G1	表乾密度: 2.43g/cm^3 、F.M.: 6.92、吸水率: 6.52%、実績率: 61.9%
	一般 G2	表乾密度: 2.64g/cm^3 、F.M.: 6.64、吸水率: 0.71%、実績率: 63.6%
AE 減水剤	AD	リグニンスルホン酸塩とオキシカルボン酸塩

キーワード：災害廃棄物、石巻、再生骨材、洗浄砂、コンクリート

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 TEL 042-489-8020

表-3 コンクリート配合とフレッシュ性状

ケース	水セメント比 (%) W/C	空気 量 (%) Air	細骨材 率 (%) s/a	単位量(kg/m ³)						AE 減水剤 (kg/m ³) AD	フレッシュ性状		
				水 W	セメント C	細骨材		粗骨材			スラン プ (cm)	空気 量 (%)	単位容積 質量 (kg/m ³)
						洗浄砂 S1	一般 S2	洗浄礫 G1	一般 G2				
No.1	50.0	5.0	42	175	350	—	736	—	1021	3.50	16.0	5.2	2270
No.2	50.0	5.0	42	175	350	—	736	963	—	3.50	11.0	5.0	2182
No.3	62.9	5.0	42	175	279	727	—	996	—	2.79	3.5	5.5	2055

括投入後 30 秒間練り混ぜ、搔落しを行った後、さらに 60 秒練り混ぜて、練上りとした。測定項目はスランプ、空気量、圧縮強度とした。

4. 結果

表-3にコンクリートのフレッシュ性状、写真-1にスランプの状況写真を示す。No.1 に対し粗骨材のみを洗浄礫に置換した No.2 ではスランプが 4.5cm、空気量が 2.4%小さくなった。これは、上述したように洗浄礫に不純物が多く混入していること、表-2に示したように洗浄礫の実積率が小さいことなどが影響しているものと推測された。コンクリートの性状としては一般的なコンクリートに比べ、洗浄礫によるゴツゴツした感じが強くなったものの、施工において大きな問題はないものと考えられた。No.1 に対し細骨材と粗骨材の両方を置換し、さらに外割りで 45kg の水を添加した No.3 では、スランプが 10.5cm となり、かつ粘性が大きくなった。これは、表-1、表-2に示すように、洗浄砂中の微粒分量が多いこと、さらに F.M.が 1.56 と小さいことが影響しているものと推測された。

図-1に圧縮強度の結果を示す。粗骨材のみを置換した No.2 は、No.1 に対して約 6 割程度まで強度が低下した。これは、洗浄礫中のプラスチック、木片などの低強度な不純物の影響によるものと推測される。細骨材、粗骨材の両方を置換した No.3 は、No.1 に対して約 3 割程度まで強度が低下した。これは No.2 と同様低強度な不純物の影響とフレッシュ性状の改善のために外割りで水を添加したためと考えられる。洗浄砂、洗浄礫を併用したコンクリートにおいて、著しい強度低下が生じたものの、水セメント比 60%程度で 15N/mm²を超える強度が得られることを確認した。

図-2に凍結融解抵抗性(JIS A 1148 A 法)の試験結果を示す。No.1～No.3 まで全てのケースで 300 サイクル時に相対動弾性係数が 60%を上回る結果となり、凍結融解抵抗性を有することを確認した。

5. まとめ

今回用いた洗浄砂、洗浄礫は、アルカリ骨材反応性は示さないものの、多くの項目で骨材規格を満足しなかった。また、これらを用いたコンクリートは、スランプや強度は低下するものの、凍結融解抵抗性は所定の品質を満足した。以上から、低強度のコンクリート材料として適用できる可能性を示した。今後、耐久性や骨材のばらつきに関するデータを蓄積し、洗浄砂、洗浄礫の実用性を検討していく予定である。

【参考文献】1) 佐々木正充；災害廃棄物処理の状況（宮城県石巻ブロック）—日本最大級の廃棄物処理施設の建設・運営—，土木施工 Sep vol.53 No.9. pp.48～51，2012

（※本稿は土木学会平成 25 年度全国大会第 68 回年次学術講演会の原稿を再編したものである。）



写真-1 スランプの状況

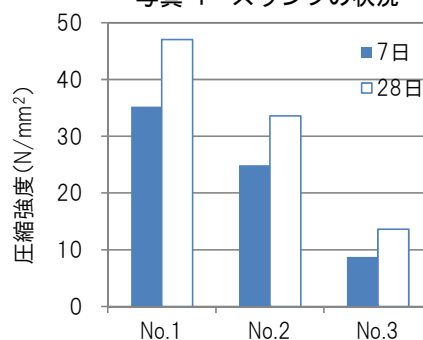


図-1 圧縮強度結果

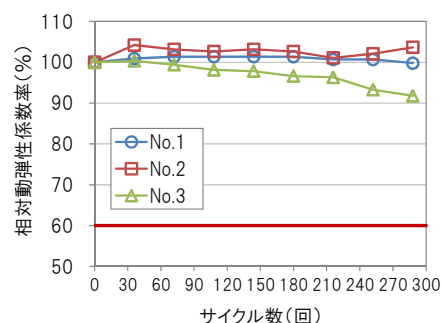


図-2 凍結融解抵抗性試験結果