

石炭灰を利用した人工捨石の製作について

(株)エネルギー・エコ・マテリア 正会員 ○柳楽 俊之 宮國 幸介 福岡 晴美 樋野 和俊 齊藤 直

1. はじめに

(株)エネルギー・エコ・マテリアでは、石炭火力発電所から発生する石炭灰を土工材料へ有効利用するため、研究・技術開発を推進し、中国地方において有効利用技術を幅広く実用化してきた。

近年、閉鎖性海域での水質環境対策として浅場造成が注目されている。浅場造成においては、浅堤を設置する必要があるが、設置場所が軟弱地盤である場合、浅堤材料である捨石の沈下量は大きい。この課題を解決するため、比重の軽い捨石を製作すれば、海底投入した際の沈下量を低減させることが期待できることから、水とセメントと石炭灰を利用した人工捨石の製作に取り組んだ。その報告を行う。

表-1 石炭灰の物性値

品質項目	単位	物性値
pH	-	11.3
強熱減量	%	2.7
密度	g/cm ³	2.15
ブレーン値	cm ² /g	3,880
比表面積	m ² /g	1.99

2. 使用材料の物理的性質

使用する石炭灰は新小野田発電所から発生したものを使用した。石炭灰の物理的性質を表-1に示す。セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。

3. 試験練の配合設定

人工捨石の目標強度はJIS A 5006（準硬石）に準じ、28日材令で10N/mm²以上とした。

実機での製作においては、練り混ぜ後、ベルトコンベアで試料を搬送する必要があり、スランプがあると搬送中に流体化しコンベアから流れ出るため、目標スランプは0とした。

試験練りの配合は、ネオ・アッシュクリート¹⁾の配合を参考に、セメント添加率 $[C / (C + F)] : 20\% \cdot 25\% \cdot 30\%$ 、水粉体比 : 27%とした。試験練りの配合を表-2に示す。

表-2 試験配合

配合	石炭灰(kg)	セメント(kg)	水(kg)	セメント添加率(%)	水粉体比(%)
A	1,030	440	400	30	27
B	1,100	360	400	25	27
C	1,170	300	400	20	27

4. 試験練りの状況

決定した配合をもとに、試験練りを行った。練り混ぜは強制二軸ミキサー（混練容量：0.055m³、羽根回転速度：62rpm）、供試体作成時は棒状バイブレーター（振動数：235～285Hz）を使用した。

練り混ぜ方法は、ミキサーに石炭灰とセメントを投入し、空練りを1分間行ったのち、水を投入し2分間練り混ぜを行う。スランプを0としているため、フロー試験機により振動を与えても、ほとんど流動化しない。フロー試験実施後の状況を写真-1に示す。



写真-1 フロー試験後の状況

5. 圧縮試験結果

圧縮強度試験結果を図-1に示す（供試体は恒温恒湿養生）。配合決定については14日強度により判定した。

14日強度においても目標強度 10N/mm²以上を満足しており、強度増進も期待できることから、配合Cのセメント添加率20%とし、水粉体比27%とした。

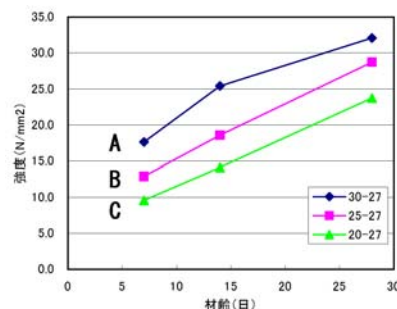


図-1 圧縮強度試験結果

キーワード : 石炭灰有効利用, 人工捨石, 比重

連絡先 : (株)エネルギー・エコ・マテリア (〒730-0042 広島市中区国泰寺町1丁目3番32号 TEL: 082-545-1543)

6. 実機による人工捨石の試験施工

試験練りによって得られた配合をもとに、実機を使用し人工捨石の試験製作を行った。製作にあたっては、現地に溝（幅 50cm×深さ 50cm）を掘り、その中へ試料を投入し、高周波バイブレータにより振動締め固め、翌日、ドリルとバックホウにより小割りする方法とした。振動締め固め時に小割りしやすいように 50cm 間隔で仕切り板を挿入している。

バックホウにより掘り起こした際も、適度な強度を持っており、崩れるようなことは無かった。重量 200kg 前後の捨石を製作することができた。状況写真を写真-2～5に示す。



写真-2 ダンプ搬送後の状況



写真-3 締め固め時の状況



写真-4 締め固め後の状況



写真-5 小割り実施状況

7. 人工捨石の物理的性質

試験製作した人工捨石より採取したコアの物性値を表-3に示す。比重は表乾密度 1.8 であり、一般的な石材の比重約 2.6 より 30% 程度低い値となっている。

圧縮強度は準硬石の規格は満足したものの、外気温が 8℃前後と低かったため、配合試験時より強度が増進しなかったと考えられる。

以上より本施工においては、配合 B（セメント添加率 25%）で実施することとした。



写真-6 振動締め固め状況



写真-7 小割り実施状況

表-3 人工捨石の物性値

項目	単位	物性値
表乾密度	g/cm ³	1.80
絶乾密度	g/cm ³	1.44
圧縮強度	N/mm ²	10.88



写真-8 製作した人工捨石

8. 人工捨石製作の本施工について

試験施工において、人工捨石の製作が可能であることが確認されたため、本施工（製造量：200 m³）を行うこととした。大量製作する必要があるため、製造方法を再検討した。簡易な型枠を作成し、試料投入後、鉄板（□2m×1m）に振動機を 2 個取り付け付けたものを上から当てて締め固め、後日、クサビを打ち込んで小割りする方法とした。重量 1 個当たり 50kg～200kg 程度の人工捨石を製作することができた。本施工の状況を写真 6～8 に示す。

9. まとめ

石炭灰を利用した人工捨石を試験製作し、準硬石に準ずる人工捨石の製作が可能であることが確認できた。

今回製作した人工捨石については H 23 年 2 月に中海（島根県）の浅場造成用として試験的に設置し経過観察をすることとしている。当地点は底質が軟弱であるため、一般的な捨石では相当量の沈下が生じ、材料ロスが生じる。今回製作した人工捨石を使用することで、捨石設置後の沈下量を低減し、材料ロスを低く抑えることも期待できると考える。なお、比重は岩石に比べ小さいことから海流が比較的穏やかな内海等、場所は目的・使用方法により考慮する必要があるため、それについても本試験において確認する計画である。

10. 参考文献

- 1) 斉藤栄一他(2001): 材・アッシュクリート (NA クリート) を用いた消波ブロックの製作試験, 土木学会第 56 回年次学術講演会, VI-212