

魚礁造成用ブロック材料としての石炭灰コンクリートの配合選定

電源開発(株) 火力建設部 正会員 ○井筒 庸雄

水産庁漁港漁場整備部整備課 非会員 高原 裕一

電源開発(株) 火力建設部 正会員 鍵本 広之

(株) J P ハイテック発変電事業本部 非会員 緒方 哲治

1. はじめに

現在、水産庁により長崎県五島西方沖地区において大規模な湧昇マウンド礁の整備が実施されている。今回魚礁造成用ブロックへの利用を目指し石炭灰を主原料とし、少量のセメントと混合材料を添加した石炭灰コンクリートの配合検討を実施した。大水深（約 150m）へ多数沈設する魚礁造成用ブロックへの適用であり、所用強度を満足することに加え、材料比重が軽いこと、汎用設備で容易に製造打設できること、また有効利用の観点から品質調整していない石炭灰原粉を用いて製造する事ができるなどの条件を満足する必要があった。

2. 設計条件と配合選定

魚礁造成用ブロックに求められる品質は、設計基準強度 15N/mm²、スランプ 1～3cm、比重 1.8 程度である。これを汎用機械（二軸強制練りミキサ、棒状パイプレータ）を用いて合理的に製造する必要があった。汎用的な練混ぜ設備である二軸強制練りミキサでセメント、フライアッシュのみのペーストを混ぜることはできても、均一に練り混ぜるためには相当な時間が必要になる。これを解決するために、比重条件を満足する範囲内で最小限の混合材を添加することで練混ぜ効率の向上を図ることとした。

実機の 2.0m³ 二軸強制練りミキサを用いて混合材を 1m³ 当り 200kg 混合した配合と混合材なしの配合の練混ぜ効率試験を実施した結果を図 1 に示す。練混ぜ時間を 1, 3, 5, 7 分と変化させ製造し、スランプ値、フロー値を計測した結果、混合材入り配合では練混ぜ時間 5 分で安定したスランプ値、フロー値が得られたが、混合材なし配合では練混ぜ時間 7 分でも依然として安定していないことがわかる。以上の結果から、製造効率向上の観点から混合材を 1m³ 当り 200kg 混合することとした。なお、混合材入り配合は表 1 に示すとおりである。

3. 強度特性と締固め時の材料分離抵抗性

実機の 2.0m³ 二軸強制練りミキサで製造した石炭灰コンクリートの圧縮強度試験結果を図 2 に示す。

5 種類の石炭灰を用いて作製した供試体の材齢 28 日における試験結果はセメント水比と圧縮強度に良い相関関係があり、石炭灰原粉を用いた場合でも概ね水セメント比で配合設計しても問題ないと考えられた。フライアッシュも強度増進機能を有するが、脱枠や転置に配慮した配合設計をしなければならないことから、配合設計上フライアッシュの効果を加味しない指標 W/C で整理していくこととした。また、混合材を混入しても石炭灰コンクリートは所謂硬練りペーストであり、汎用的に利用

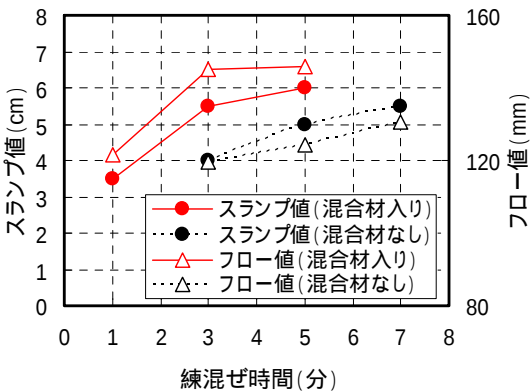


図 1 練混ぜ効率試験結果

表 1 石炭灰コンクリート配合（混合材入り）

	W/C (%)	W/(C+F) (%)	単位量 (kg/m ³)				備 考
			C	F	W	M	
砂入り配合	195	30.2	180	1,064	362	200	W は海水

材料比重は、C：普通ポルトランドセメント(3.15)，F：フライアッシュ(2.27)，W：海水(1.03)，M：混合材(2.75)

キーワード 魚礁ブロック，石炭灰，モルタル，配合，分離抵抗性

連絡先 〒104-8165 東京都中央区銀座 6 - 1 5 - 1 TEL 03-3546-2211

されているモルタルとは性状が大きく異なることから、棒状バイブレータで締固め作業を行うときの締固め目安を決める必要がある。通常打設面の沈下が安定し、気泡の浮上が落ち着いた後、かつ材料分離が生じない迄を目安とするが、固練りペースト材料の場合粘性が大きいため気泡浮上が遅く、過剰締固めによる材料分離が懸念されたため、過剰締固めを模擬した検討を実施した。

十分練混ぜられた混合材入り、混合材なしの2配合の石炭灰コンクリートでφ50×100mmの供試体を作製した。その後過剰締固めを模擬し供試体をテーブル振動機(480rpm, 振幅6mm)に固定し30分間連続して締固めを行った後、28日間水中養生を実施し材料分離評価用試料とした。

(1) フライアッシュの分離について

セメント、フライアッシュは比重が異なるため、混合材と同様に過剰締固めにより材料分離が懸念されたため、ペースト中のフライアッシュの分散度を分析評価した。混合材なし配合供試体試料(φ50×100mm)の上下端部を5mmカットした後、上中下に3等分した試料の中心部10mmをそれぞれ分析用試料とした。試料は105℃で乾燥後全量を粗砕、微粉碎し分析試料とし「JSCE-60-1982 フライアッシュの含有率の推定¹⁾」に準じてフライアッシュ含有量を分析した。分析結果を表2に示すが、供試体の上中下におけるフライアッシュ含有率の差は0.3%程度であり、材料分離は殆どないものと評価できた。

(2) 混合材の分離について

混合材入り配合供試体断面の混合材をポイントカウンティング法により測定し、混合材の頻度パーセントの比較により分離程度を評価した。試料(φ50×100mm)の上下端部を5mmカットし20mm四方の薄片を作製し、偏光顕微鏡下で測定幅0.4mm(計測数2,000点)の計測を実施した。構成要素はフライアッシュ(球形粒子、不定形粒子)、ポルトランドセメント(および水和物)、気泡、混合材粒子であり定量結果を表3に示す。表3より、過剰締固めに対しても混合材の材料分離に対する抵抗性があることがわかる。

4. まとめ

石炭灰コンクリートを魚礁造成用ブロック製造材料として利用するための配合検討を実施した。混合材を200kg/m³混合することでより軽量のブロックを合理的な練混ぜ時間で製造するための条件をクリアした。粘性の高い固練りの石炭灰コンクリートを棒状バイブレータで締固めを行う場合、過剰締固めによる材料分離もさほど気にする必要はなく、念入りに締め固め作業を行っても均質な仕上がりとなることを確認した。本報告では石炭灰コンクリート配合といくつかの諸特性について報告したが、耐久性能、発熱特性などについても評価を進めており、これらに関しては別報で報告する予定である。

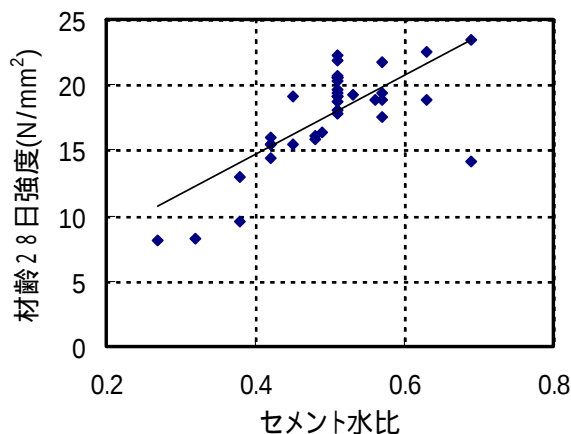


図2 セメント水比と圧縮強度の関係

表2 フライアッシュ含有率の分析結果

	フライアッシュ含有率	セメント含有率
上部	80.16 %	19.84 %
中部	79.91 %	20.09 %
下部	79.86 %	20.14 %

表3 混合材入り供試体断面の構成要素の定量結果

部位	フライアッシュ		ポルトランドセメント および水和物	気泡	混合材
	球形粒子	不定形粒子			
上端	516 (25.8 %)	96 (4.8 %)	1,142 (57.1 %)	142 (7.1 %)	104 (5.2 %)
下端	476 (23.8 %)	104 (5.2 %)	1,202 (60.1 %)	126 (6.3 %)	92 (4.6 %)

参考文献

1) 混和材として用いたフライアッシュの置換率試験方法(案), 土木学会標準示方書・標準編, 2010