

V-144

石炭灰を使用したスラッジレス遠心力成形

秩父小野田（株）中央研究所 正会員 白石篤雄

秩父小野田（株）中央研究所 正会員 狩野敏也

1. はじめに

一般に、遠心力締固め方法は、セメント、水および砂の微粒分からなるスラリー（以下スラッジと呼ぶ）が成形の際、製品の内壁に絞り出され、製品の重量比で4～6%¹⁾排出されている。このスラッジを廃棄するためには、中和脱水処理を行わなければならない、製品工場では多額の費用を要している。そのため、シリカヒュームを混和させてスラッジを低減させた例¹⁾もあるが、コストが割高になることが欠点であった。そこで、本研究においては、安価で水熱反応も期待できる石炭灰（原粉）をコンクリートに多量に混合することによってスラッジを低減したコンクリートの特性について、検討を行った。

2. 実験概要

1) 使用材料

コンクリートに使用した材料は、セメントが普通ポルトランドセメント、細骨材は静岡県小笠産陸砂（表乾比重 2.61、吸水率1.03%、粗粒率 2.85）、粗

骨材は茨城県岩瀬産砕石2005（表乾比重 2.65）であり、石炭灰については、表-1に示す中国電力新小野田火力発電所産の原粉を用いた。混和剤はポリカルボン酸系の高性能AE減水剤を使用した。

2) コンクリートの配合条件および供試体の成形方法

コンクリートの配合条件は、単位水量160kg/m³、スランプ4±2cm、単位セメント量と単位石炭灰量は表-2のように定めた。スランプは高性能AE減水剤の添加量で調整した。練り混ぜは、50ℓパン型強制練りミキサーを用いて1バッチ30ℓとし、空練り30秒

間の後、混和剤入りの水を加え2分とした。供試体は、JIS A 1136に示された、φ20×30cmの遠心型枠を用い、加速度2Gを1.5分、10G、15Gをそれぞれ2分、35Gを1.5分で順に回転させ成形した。また、比較用にφ10×20cmの円柱供試体を採取した。蒸気養生は、前置きを3hr、65℃まで15℃/hrで昇温し、3hr保持後、自然放冷とした。オートクレーブ養生は、蒸気養生後180℃まで60℃/hrで昇温し、3hr保持後、自然放冷とした。

3) 測定項目

フレッシュコンクリートについては、スランプ、空気量、および遠心成形後のスラッジ発生量の測定を行った。硬化コンクリートについては、遠心力締固め供試体および円柱供試体の圧縮強度の測定を行った。なお、遠心力締固め供試体については、内壁の成形状態についての観察も行った。

3. 実験結果

図-1にセメントと石炭灰の合計量、すなわち粉体重量と、スラッジ発生量との関係を示す。これによれば、スラッジ発生量は粉体重量が増加すると低減し、単位水量160kg/m³および目標スランプ4±2cmの配合条件では、コンクリート中の粉体重量が約500～600kg/m³になると、ほぼスラッジレスとなると言える。

また、図-2には目標スランプの範囲をはずれたコンクリートのスラッジ発生量も含めた、スランプとスラッジ発生量との関係を示す。これによれば、スランプが大きくなると、スラッジ発生量が大幅に増加する

キーワード：遠心力成形、スラッジ、石炭灰、オートクレーブ養生

連絡先：千葉県佐倉市大作2-4-2 TEL：043-498-3828 FAX：043-498-3834

表-1 石炭灰の品質

化学成分 (%)				比重	粉末度 (cm ² /g)
ig. loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃		
4.0	64.8	23.5	4.5	2.19	4340

表-2 単位セメント量と単位石炭灰量

セメント量(kg/m ³)	石炭灰量(kg/m ³)
250	0, 200, 300
300	150, 200, 250, 300
350	0, 150, 200
400	100, 150, 200
450	0, 50, 100, 150

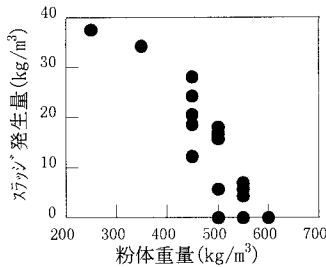


図-1 粉体重量とスラッジ発生量との関係

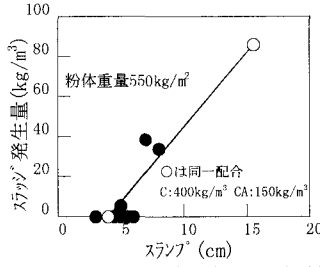


図-2 スランプとスラッジ発生量との関係

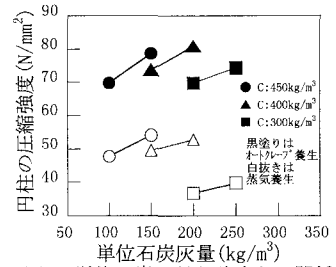


図-3 単位石炭灰量と強度との関係

ことが認められる。また、スランプ 1 cm の増加に対するスラッジ発生量の増加は約 $8 \sim 20 \text{ kg/m}^3$ であった。この結果から、コンクリートのスラッジ発生量を低減するためには、可能な限り目標スランプの値を小さく設定することが重要であるといえる。

図-3 に単位セメント量ごとに整理した、単位石炭灰量と円柱供試体の圧縮強度との関係を示す。蒸気養生、オートクレープ養生いずれの場合でも、同一単位セメント量であれば、単位石炭灰量の多い方が高い圧縮強度を示している。また蒸気養生では、 $C=300 \text{ kg/m}^3$ の圧縮強度は、 $C=400$ および 450 kg/m^3 の場合に及ばないものの、オートクレープ養生では、それらのセメント量と遜色ない強度発現が得られた。フライアッシュを混合してオートクレープ養生を行ったコンクリートでは、フライアッシュの置換率が 40% で最大強度を示すことが報告²⁾ されており、 $C=300 \text{ kg/m}^3$ の場合の石炭灰置換率は 40% および 45% であることから、上記のような結果が得られたものと考えられる。一方、図-4 には、単位石炭灰量とオートクレープ養生後の遠心力締固め供試体の圧縮強度との関係を示す。遠心力締固め供試体の場合は、単位石炭灰量の増加に対する圧縮強度の増加は小さく、または低下するものも見られ、円柱供試体とは異なる結果となった。遠心成形を行った供試体の内壁には、状態観察の結果、石炭灰が分離していたことから推察すると、締固めの効果が配合によって異なったことが圧縮強度の発現に影響したのと考えられる。

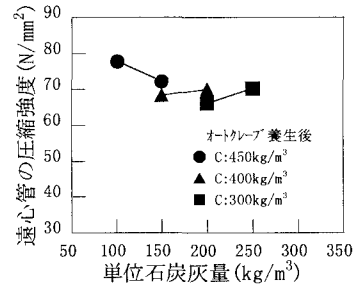


図-4 単位石炭灰量と強度との関係

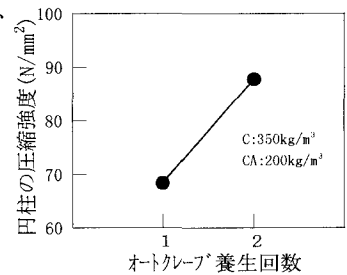


図-5 養生方法と強度との関係

一方、パイル等の高強度製品の場合には、設計基準強度で 78.5 N/mm^2 は必要であり、これまでの実験結果で得られた強度では不十分である。そこで、オートクレープ養生を 2 サイクル行った場合の結果を図-5 に示す。これによれば、オートクレープ養生を 2 サイクル行うことによって 1 サイクルよりも 28% 強度が増進し、 87.7 N/mm^2 の圧縮強度が得られた。オートクレープ養生を 2 サイクル行うことは、現在の生産工程を考慮すると実用上は難しいものの、強度的には高強度製品への適用も可能であることが示された。

4. まとめ

石炭灰(原粉)を多量に混合したコンクリートで遠心力成形を行った結果、実験室レベルの小型供試体でスラッジの低減を確認できた。また、ヒューム管およびボールであれば、従来の養生方法で適用が可能である。ただし、本報は実験室レベルでスラッジレスを確認したのみであり、フレッシュコンクリートのハンドリングには困難を要するものでもあったため、実製品への適用に当たっては実機での検討が必要であると考えられる。

5. 参考文献

- 1) 福沢公夫・沼尾達弥・伊東幸雄：微粉末材料の混和による遠心力締固め製品製造時のスラリ-排出防止，セメント技術年報 38, pp. 182-185, (1984),
- 2) 長滝重義・坂井悦郎・竹内徹：高温高圧下におけるフライアッシュ-セメント系結合材の水和とコンクリートの力学性状，セメント技術年報 35, pp. 301-305, (1981)