

石炭灰原粉を用いた吹付けコンクリートの配合選定

奥村組 正会員 松田敦夫 正会員 小西正郎 正会員 廣中哲也
 中国電力 正会員 齊藤 直 正会員 樋野和俊

1. はじめに

石炭火力発電所から発生し、集塵したままの石炭灰原粉は、総粉体量や置換率など使用方法に注意すれば湿式吹付けコンクリート材料として利用可能である¹⁾。しかし、所要の強度を得られる水セメント比や置換率の設定、石炭灰種類の影響など実用化するために必要な検討項目がある。本報告では、この湿式吹付けのベースコンクリートの配合選定方法について検討した。

表1 試験水準

項目	水準
石炭灰種類	三隅、水島、小野田
総粉体量 kg/m ³	360, 440, 520, 600
石炭灰置換率 %	0, 30, 40, 50, 70
急結材添加量 kg/m ³	28.8

2. 試験概要

本研究は山岳トンネルの湿式吹付けを対象とし、石炭灰原粉を使用したコンクリートのワーカビリティと強度、急結特性の関係を明らかにする目的で行った。強度に与える石炭灰の種類や置換率の影響を求めため表1の水準で試験を実施した。使用材料を表2に示す。石炭灰の特性を図1に示す。表3の試験のモルタルは単位粗骨材容積 0.26m³/m³、空気量 2%のコンクリートの粗骨材を除いた試料で実施した。

表2 使用材料

名称	特性
石炭灰 CA	比重 三隅 2.30 水島 2.10 小野田 2.25
セメント C	普通ポルトランド 比重 3.16
細骨材 S	鬼怒川産川砂 比重 2.59
粗骨材 G	新治産砕石 比重 2.70
急結材 A	カルシウムアルミネート系

表3 モルタルとペーストの試験方法

名称	方法	名称	方法
スランブ	JIS A 1173	圧縮強度	JSCE-G505
凝結時間	JSCE-D102	拘束水比	参考文献2)

3. 試験結果

図2に石炭灰種類によるモルタルのスランブと材齢4週強度を示す。凡例の「砂」は石炭灰の容積(比重2.2で換算)を細骨材で置き換えたものである。三隅産と小野田産は減水性があり、置換率を大きくすると流動性が増す。しかし、水島産は反対に流動性が減少し、細骨材に置換した場合と同程度であった。この傾向は図1の強熱減量や拘束水比の結果との関連が高く、特性試験の結果から推測できる可能性がある。強度は3種類の石炭灰で5N/mm²程度の差があり、置換率が大きくなると著しく低下する。この傾向は粉体量が520kgでも同様である。

図3に総粉体量と石炭灰置換率を変動させた場合のスランブを示す。通常使用される空気搬送式吹付け機は総粉体量400kgまではコンクリートのスランブが10cm、400kg以上では20cm以上が望ましい。モルタルでは5cm,10cmが相当する。

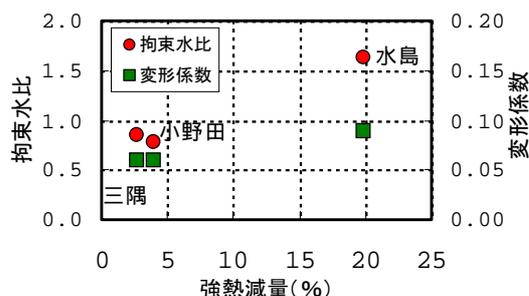


図1 石炭灰の特性

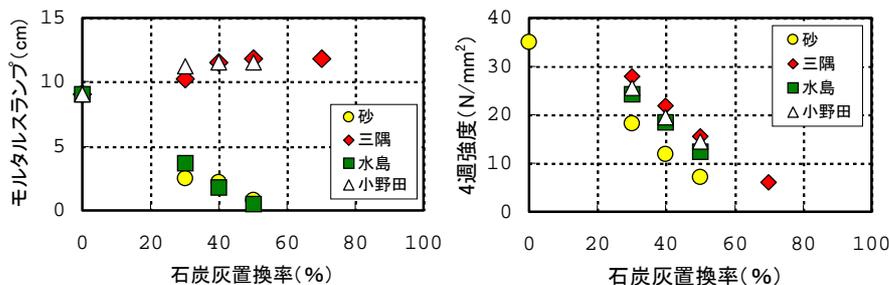


図2 スランブと強度に与える石炭灰種類の影響 (W=216kg, C+CA=360kg)

キーワード：石炭灰、吹付けコンクリート、スランブ、強度、配合

奥村組技術研究所 〒300-2612 つくば市大砂 386 TEL:0298-65-1521 FAX:0298-65-1522

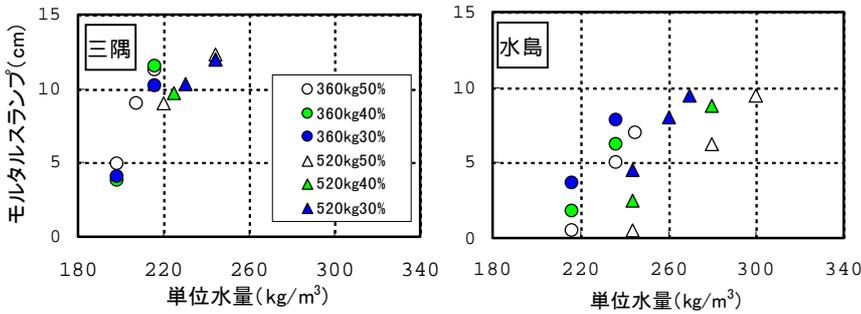


図3 単位水量とスランプの関係

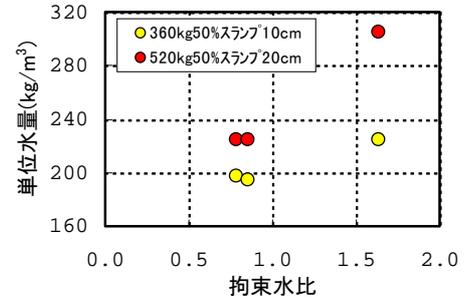


図4 拘束水比と単位水量の関係

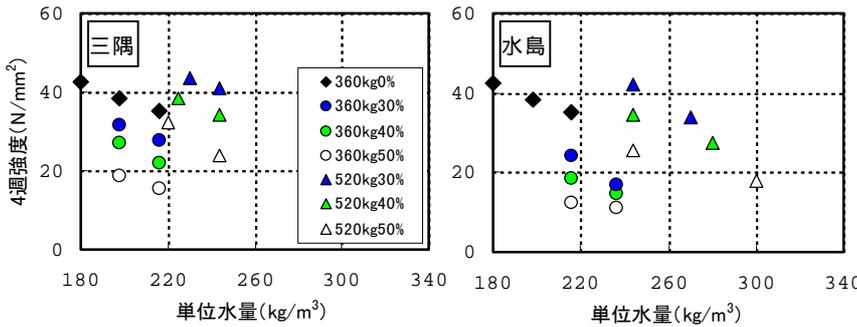


図5 単位水量と強度の関係

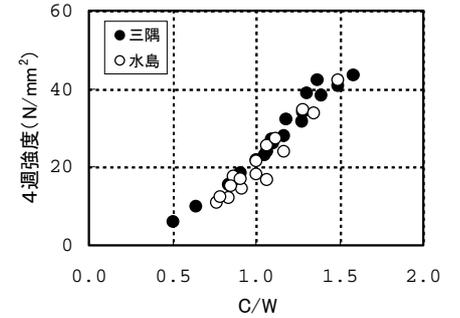


図6 セメント水比と強度の関係

図3の結果では粉体量が360kg置換率50%の場合、コンクリートのスランプを10cm(モルタル5cm)とするために、三隅産はW=200kg、水島産は235kgが必要である。この単位水量と石炭灰の拘束水比の関係を表すと図4のようになる。図5は図3に対応する強度で、施工に必要な強度とスランプの関係から置換率を定めることができる。また、図6に粉体量と置換率を考慮しないセメント水比と強度の関係を示す。材齢4週では粉体量、置換率によらず、セメント水比により強度設定が可能である。

図7にモルタルの凝結試験の結果を示す。急結材添加量はコンクリートに換算して28.8kg/m³一定である。粉体量360kgでは置換率30%で最も貫入値が大きい。スランプ一定の条件であるため、置換率が高いモルタルは単位水量が減少してことを考慮する必要があるが、石炭灰は急結反応に対して効果があり、急結性を損なう材料ではないことを示している。

以上の結果により、石炭灰原粉を湿式吹付けに使用する場合の配合選定は図7のフローで行うことができる。なお、総粉体量と置換率の決定は材料の調達コストを考慮する必要がある。

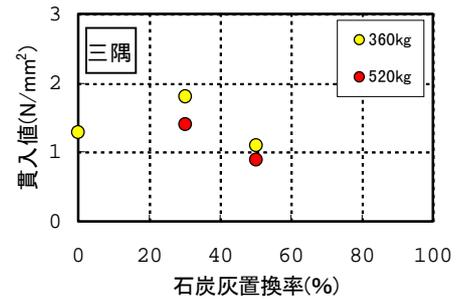


図7 石炭灰置換率と凝結特性の関係 (急結材添加2分後のプロクター貫入値)

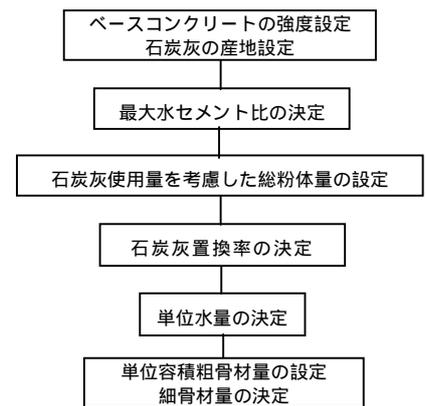


図8 配合選定フロー

4. まとめ

石炭灰原粉は産地の特性により湿式吹付け用のベースコンクリートの単位水量に大きな影響を与える。強度はセメント水比に依存するため、総粉体量と置換率は材料コストを考慮して決定するしなければならないが、必要強度を設定することにより各材料の単位量を決定することが可能である。

参考文献

- 1) 澄川他「石炭灰原粉を用いたトンネル吹付けコンクリートの試験施工」土木学会第54回年次学術講演会 -488,1999.9
- 2) 岡村他「ハイパフォーマンスコンクリート」技報堂