

覆砂材に活用される石炭灰造粒物の硫化物イオン吸着機能に注目した最適配合の検討

中国電力(株) エネルギア総合研究所 正会員 ○井上 智子, 正会員 中本 健二  
 中国電力(株) 電源事業本部 正会員 樋野 和俊  
 神戸大学 内海域環境教育研究センター 浅岡 聡

1. 研究目的

石炭灰造粒物は、海砂代替材として石炭火力発電所から発生するフライアッシュ (FA) とセメントを造粒・固化して製造されている。これまでの研究で硫化物イオン吸着特性 (108mg/g) が確認されており、閉鎖性水域の有機泥に覆砂すると硫化物イオンの濃度上昇が長期にわたって抑制されている。本研究では、石炭灰造粒物 (写真-1) の FA 混合比率を変化させて、配合による硫化物イオン吸着機能への影響について実験的に明らかにするとともに、影響要因と考えられる比表面積、ポゾラン反応率との関係を実験結果に基づき考察した。

2. 配合調整した石炭灰造粒物の硫化物イオン吸着特性

FA とセメントの混合比率を調整 (表-1) し、粒径 10 mm 程度の造粒物を製造した。大気雰囲気中で1ヶ月間養生したものを試験材料として、室内実験により硫化物イオンの吸着試験を実施した。

造粒物による硫化物イオン吸着試験は次のとおり。1 M のトリス塩酸緩衝液を超純水で希釈し 30 mM とし、その溶液を窒素ガスで脱気し、溶存酸素濃度を 0.2 mg-S/L 以下とした後、pH=8.2 に調整した。この実験溶液に配合を変化させた石炭灰造粒物を添加し、実験容器内の気相を窒素ガスで置換し密栓した。その後、25°C、100 rpm で穏やかに振とうし、溶存硫化物用検知管により硫化物イオン濃度を経時的に測定した。また、対照実験用に石炭灰造粒物を添加しない対照区を設けて同様に実験した。

配合 G (FA=100%)、F (FA:C=97.5:2.5) は強度が不足しており造粒物として形状が維持できないため実験から除外した。また、配合 E (FA:C=95:5) も強度不足により吸着試験中に徐々に形状が崩壊した。本実験により FA 混合比率を変化させた場合の硫化物イオン吸着特性への影響が定量的に把握され、硫化物イオン吸着量の経時変化は、FA 混合比率が高いほど吸着量も高いこと (図-1) が明らかとなった。なお、配合 A(セメント 100%)では硫化物イオンの吸着特性は確認されなかった。セメント水和物では硫化物イオンが吸着されないことが明らかである。

3. 配合調整した石炭灰造粒物のポゾラン反応率

混合比率の変化による硫化物イオン吸着機能とポゾラン反応率の関係について考察した。ポゾラン反応は、FA のシリカ、アルミナがセメントの水和の際に生成される水酸化



写真-1 石炭灰造粒物の外観

表-1 試験配合表

配合ケース	フライアッシュ(F) 重量比	セメント(C) 重量比
A	0.0	100.0
B	40.0	60.0
C	70.0	30.0
D	87.0	13.0
E	95.0	5.0
F	97.5	2.5
G	100.0	0.0

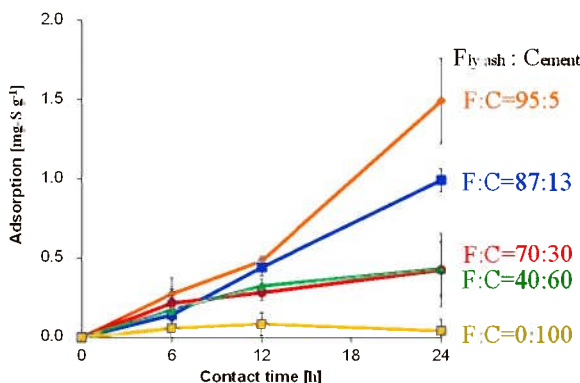


図-1 配合調整した造粒物の硫化物イオン吸着速度

キーワード 石炭灰造粒物, 硫化物イオン, 底質改善, 石炭灰有効活用, 覆砂材

連絡先 〒739-0046 東広島市鏡山 3-9-1 中国電力(株) エネルギア総合研究所 TEL050-8202-5270

カルシウムと反応し組織が緻密になる化学反応であり、強度発現や比表面積の制御に重要であることから、硫化物イオン吸着機能とも何らかの関係性が想定された。そこで、FA とセメントの混合率を変化させた石炭灰造粒物のポゾラン反応率の定量化を試みた。ポゾラン反応率は、FA とセメントの混合率を変化させた造粒物製造時の FA 重量から、養生後に含まれる未反応の FA 重量を差し引くことで推定した。未反応の FA 重量は、山本ら FA コンクリート中の FA 量の推定 (2010) の方法を参考にした。ただし、山本らの方法はフレッシュコンクリートに含まれる FA 量を測定するものである。そのため、本研究では石炭灰造粒物中の未反応の FA が定量できるように手法を一部修正し、ポゾラン反応率を定量的に評価 (図-2) した。FA が最も反応した混合比は、FA : C=70 : 30 であった。一方、硫化物イオンの吸着量が増加するのは FA87%以上の混合率である。硫化物イオンの吸着量については、比表面積の影響は確認できなかった。一方で FA 比率が 70%以上の場合に高いポゾラン反応率を呈し、その範囲で硫化物イオン吸着量 (図-3) が高い事が確認されたが、相関が得られる結果とならなかった。

4. 配合調整した石炭灰造粒物の強度特性

石炭灰造粒物は用途に応じた強度が必要なため、試験製造した造粒物の強度を圧壊強度試験 (JIS-Z-8841) により評価 (図-4) した。本実験結果により、用途に応じた配合強度と吸着機能を考慮した配合検討が可能となった。また、SEM 画像 (図-5) により造粒物のポゾラン反応状況を観察した。セメント 100% (図-5 (a)) と FA70%混合 (図-5 (b)) では生成物の形状、性状に差が生じていることが確認され、これらの相違が吸着機能に影響していると推測される。

5. 結論

FA 混合比率を変化させて、石炭灰造粒物の硫化物イオン吸着特性について実験的に明らかにした。一方で、影響要因と考えられた比表面積とポゾラン反応率の吸着機能への関与については、今後の詳細な分析が必要である。

なお、本研究の一部は、科研費若手 B:25740038 によって実施された。

参考文献

- Asaoka et al.,(2012)Combined absorption and oxidation mechanisms of hydrogen sulfide on granulated coal ash”,J.Colloid. Interf. Sci.,377,284-290
- Asaoka et al. (2014) Regeneration of manganese oxide as adsorption sites for hydrogen sulfide on granulated coal ash, Chem. Eng. J. 254, 531-537.
- 山本ら (2010) フレッシュコンクリート中のフライアッシュ量の推定, 土木学会論文集 E Vol164, 147-153

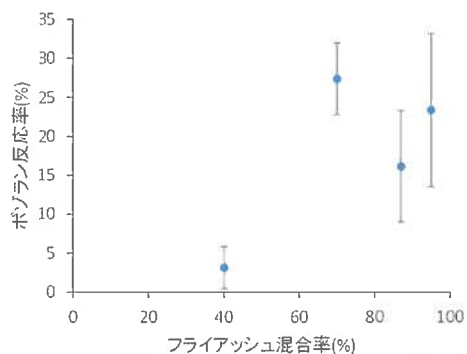


図-2 配合調整した造粒物のポゾラン反応率

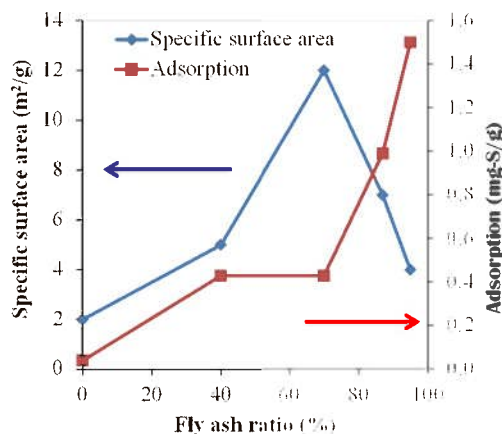


図-3 比表面積と硫化物イオン吸着量

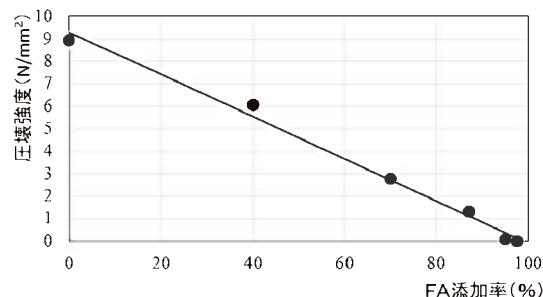


図-4 配合調整した造粒物の圧縮強度

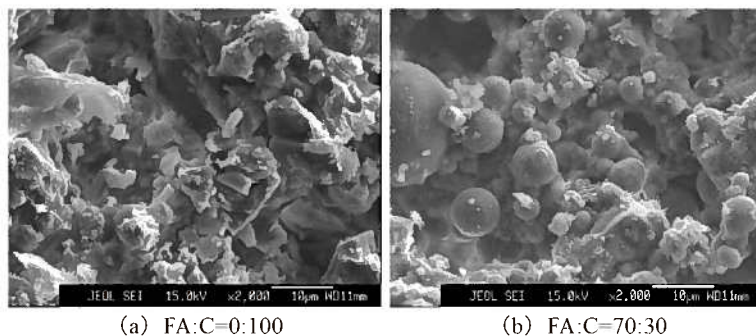


図-5 造粒物の SEM 画像