

石炭灰有効活用の最近の取り組みについて

中国電力株式会社 正会員 ○栗原 優一, 清重 直也, 中本 健二

1. はじめに

中国電力では石炭火力発電所の運転により、年間約 70 万トンの石炭灰が発生している。この石炭灰のうち約 20%は、土木工事材料としてリサイクルし、石炭灰の有効活用に取り組んでいる。一方で、平成 30 年 11 月より三隅発電所 2 号機（石炭火力、出力 100 万 kW、図-1）の建設を行っており、2 号機が運開すると、石炭灰発生量が大きく増加するため、更なる石炭灰の有効活用に取り組む必要がある。本稿では、石炭灰有効活用の最近の取り組み状況について報告する。

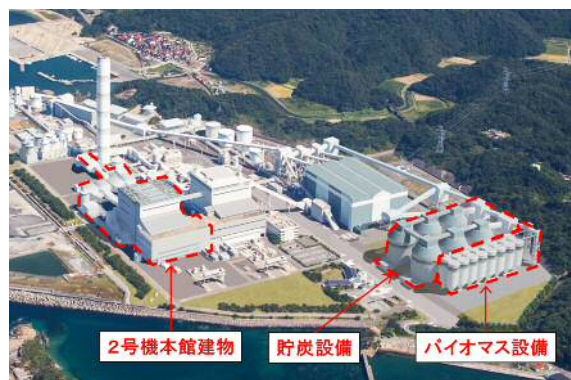


図-1 2号機配置計画図

2. 石炭灰製品の概要

中国電力では、「ライトサンド」、「エコパウダー」、「Hi ビーズ（ハイビーズ）」の 3 つの石炭灰製品を取り扱っている。これら石炭灰製品の特徴や用途を以下に示す。

2. 1 ライトサンド

ライトサンド（クリンカアッシュ）（図-2）は砂よりも軽量ながら、砂に近い粒度分布と透水性を持つのが特徴である。軽さや透水性（表-1）を活かし、道路などの軽量盛土材をはじめ、排水材などの人工基盤材に活用されている。排水材としては透水性と保水性改善のため、プロチームが使用するサッカー練習場の排水材としても採用されている。



図-2 ライトサンドの外観

2. 2 エコパウダー

エコパウダー（図-3）はフライアッシュを選別し、JIS 規格を満足した製品である。主にコンクリート混和材として活用されている。微細粒子で球形をしているため、エコパウダーを混合したコンクリートは流動性が向上する。また、長期強度の増進により耐久性が向上する性質があり、トンネル覆工・橋脚などの土木構造物に用いられている。この他、ブロックやマンホールなどコンクリート 2 次製品、建築外壁材や屋根材といった建築用資材などにも活用されている。セメント使用量を抑制することによるコスト削減のメリットに加え、緻密な硬化組織の形成など、耐久性に優れている。



図-3 エコパウダーの外観

2. 3 Hi ビーズ

Hi ビーズ（図-4）はフライアッシュを主原料に、専用の製造設備で生産される加工品である。直径が概ね 10~20mm の粒状で、石よりも軽い。微細な穴を持つのが特徴で、水の吸排水効果が高く、スポンジのような働きをする。

瀬戸内海における海砂の採取禁止・規制が進められる中、海砂の代替材として、主に港湾の軟弱地盤改良工事などへ活用されている。悪臭の原因となる硫化水素や赤潮を引き起こす栄養塩（窒素、リン）の溶出を抑制する性質もあり、最近では生物生息環境の改善や有機粘土（ヘドロ）浄化に有効として、港湾や河口などの底質を改善する環境修復材としても実績を積み重ねている。



図-4 Hi ビーズの外観

項目	ライトサンド	従来材料
①軽量特性	$\gamma_t \leq 1.4t/m^3$ ※	砂質土 $1.9t/m^3$
②強度特性	$\phi \geq 35^\circ$	砂質土 30°
③排水（透水）特性	$k \geq 10^{-2}cm/sec$	砂、概 $10^{-1} \sim 10^{-2}cm/sec$
④保水性	まさ土の 1.5 倍程度	-

※自然含水比、締固め度 90%程度

表-1 ライトサンドの特性値

キーワード：エコパウダー、ライトサンド、Hi ビーズ

連絡先：〒730-8701 広島市中区小町 4-33 中国電力(株)電源事業本部 石炭灰有効活用 G TEL082-545-1543

3. 最近の取り組み状況

3. 1 屋上緑化へのライトサンドの活用

ライトサンドは、砂よりも軽量であるため建物等への影響（負荷）を低減できるとともに、砂に近い粒度分布と透水性を持つため、マンションやオフィスビル等の屋上緑化の人工基盤材として活用されている。これまでも、虎ノ門ヒルズ、お台場ダイバーシティ、羽田空港クロノゲート、お茶の水ソラマチなどの著名な建築物の周辺緑化に実績がある。（図－4）



図－4 緑化基盤材としての活用状況

3. 2 三隅発電所でのフライアッシュコンクリートの活用

三隅発電所2号機建設工事では、約20万m³のコンクリートを使用する。当工事に三隅発電所1号機から産出された石炭灰（エコパウダー）を活用したコンクリート（以下、「F Aコンクリート」という）を採用している。

F Aコンクリートを採用するにあたり、製造体制を確立するため、地元の企業5社のコンクリート製造プラントをF Aコンクリートが製造できるように改造し、三隅発電所2号機建設工事に安定的に供給できる体制を構築した。

F Aコンクリートは、コンクリートの主材料であるセメントの一部を石炭灰で代替するため、セメント使用量を低減することができ、前述のコンクリート品質の向上に加え、CO₂排出抑制にも寄与する。



図－5 中海覆砂施工状況

3. 3 中海浚渫地環境修復事業でのHi ビーズの活用

島根県東部と鳥取県西部にまたがって位置する中海では、干拓事業に伴う大規模な浚渫により、中海の面積の1割におよぶ約8km²もの浚渫窪地が存在する。この浚渫窪地は現在も通常の湖底面より3～7m程度深くなった状態であり、窪地内では無酸素化による硫化水素の発生や栄養塩の溶出が起これ、これらが遡上・拡散することで、中海全体の生態系に悪影響を及ぼしていると推測される。このため、認定NPO法人自然再生センターでは、浚渫窪地の環境修復事業をHi ビーズにより実施しているおり、当社はこれに協力している。



図－6 断面模式図

Hi ビーズを用いた浚渫窪地への覆砂は、2012～2014年度に実施（図－5）された。その結果、小規模窪地全面のHi ビーズ覆砂により底質からの硫化水素濃度、栄養塩濃度を低下させる効果が検証されたが、年数の経過につれ、覆砂上に新たな堆積物（10cm程度）の沈降によって、効果が低下していることが判明した。このため、2018年度に堆積物の影響を受けにくい覆砂形状でのHi ビーズ覆砂を実施し、現在効果を検証中である。堆積物の影響を受けにくい覆砂形状は、図－6に示すようにHi ビーズを山形に覆砂することにより新生堆積物は水深の深い場所に集積し、Hi ビーズへの被覆を避けることができる。窪地面積に対してHi ビーズの露出面が増加し、逆に栄養塩等が溶出する堆積物が集積する面積が小さくなることから、面積当たりの溶出量の削減が期待できる。¹⁾

今後も、小規模浚渫窪地の完全埋戻し計画などへ協力し、中海の環境修復に貢献していきたいと考えている。

4. おわりに

当社は、これまで、石炭火力発電所から発生する石炭灰を有効活用することで、廃棄物の排出量削減と、循環型社会形成の推進に取り組んできた。今後、三隅発電所2号機運開に伴う石炭灰発生量の増加に対応するため、石炭灰有効活用の更なる拡大に取り組んでいく。

参考文献 1) 中海自然再生協議会：中海自然再生事業実施計画 第2期実施計画，平成29年9月