

クリンカアッシュと規格外碎石を混合したリサイクル埋戻材の材料特性について

中国電力株式会社 ○中原浩平 正会員 玉井孝謙 正会員 中本健二
河下興産株式会社 梅浩二

1. はじめに

中国電力・河下興産では、石炭火力発電所から発生する石炭灰(クリンカアッシュ)と碎石事業により発生する規格外碎石を混合した材料を開発し、「ライトサンド碎石(図-1)」の名称で再生埋戻材として島根県東部を中心に活用されている。2種類の材料を混合することで従来の埋戻し材料より粒径幅が広くなり、締固め等の施工時の取扱いが容易となる。石炭灰は中国電力三隅発電所(島根県浜田市)より、規格外碎石は河下興産の採石場(島根県出雲市)より産出されるものであり、島根県の資源を島根県で活用し、地域での資源循環に貢献している。本稿では、ライトサンド碎石の土質試験結果と地盤材料としての材料特性について紹介する。



図-1 ライトサンド碎石

2. ライトサンド碎石の概要

原料となる石炭灰は三隅発電所から排出され、「ライトサンド」の名称で販売しているものであり、従来材料より軽量で優れた排水性能を有している。このライトサンドと規格外碎石(粒度調整していない碎石)を7:3の割合で攪拌混合して製造したものがライトサンド碎石であり、品質管理基準(表-1)を設定して管理している。物理・力学規格は公共下水道工事特記仕様(埋戻材:路床,路体)を十分に満足し、環境安全性については土壤溶出量,土壤含有量ともに環境基準を満足する材料である。島根県内の循環資源であるため、島根県東部を中心に下水道管渠工事の埋戻材などに広く活用されている。

表-1 ライトサンド碎石の品質管理基準

項目	規格	備考
物理・力学特性	<ul style="list-style-type: none"> 最大粒径:37.5mm以下 75μmふるい残留率:50%以上 CBR:20%以上 	公共工事仕様に準拠(埋戻材(路床・路体))
環境影響特性	・土壤溶出量:基準値以下	土壤の汚染に係る環境基準(平成3年環境庁告示第46号)
	・土壤含有量:基準値以下	土壤汚染対策法(平成14年法律第53号)

3. 土質試験概要

ライトサンド碎石の材料特性を把握し、品質管理基準を設定するため、土質試験を実施した。試験項目を表-2に示す。粒度試験と基礎支持力試験については、ライトサンドと比較することで碎石混合による粒度分布やせん断抵抗性,路床・路盤材料としての支持力を地盤材料としての特性として評価した。締固め試験については、ライトサンドおよび真砂土と比較することで、排水特性を有するライトサンドに碎石を混合することによる従来材料と比較した締固め特性を評価した。

表-2 土質試験項目

試料	試験項目	仕様
ライトサンド碎石 ライトサンド 真砂土(締固めのみ)	①粒度試験	JIS A 1204
	②締固め試験	JIS A 1210
	③基礎支持力試験 ・内部摩擦角 ・CBR試験	JGS 0524 JIS A 1211

4. 結果と考察

(1) 粒度試験結果と考察

粒度試験結果を図-2に、均等係数と平均粒径(D₅₀)の試験結

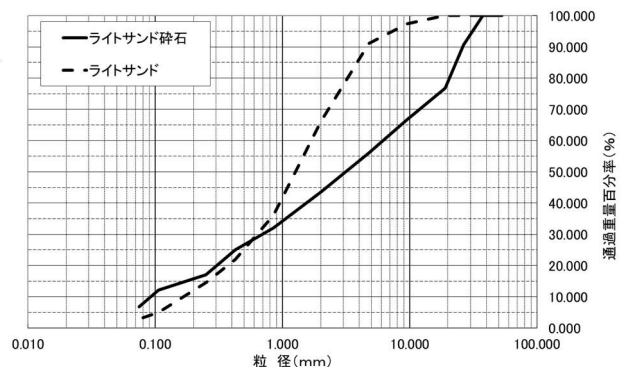


図-2 粒度試験結果(ふるい分析)

果を表-3に示す。試験結果より、ライトサンドと比較し、粒径加積曲線の傾斜が緩やかで、均等係数が大きいことから、粒度が幅広く均等に分布していることが確認された。平均粒径(D₅₀)についても、ライトサンドより大きい結果となっている。以上より、ライトサンド砕石は、砕石の混合により粒径幅が広く均等に分布するため、サクシオンが小さく、空気と間隙水が抜けやすくなり、締固め特性により優れた地盤材料であると評価した。

(2) 締固め試験結果と考察

締固め試験結果を図-3に示す。ライトサンドを含む材料は真砂土と比較し、乾燥密度が小さいことが確認される。また、ライトサンド単体と比較し、ライトサンド砕石は最適含水比が小さく、締固め曲線が鋭敏であることが確認される。以上より、ライトサンド砕石は、ライトサンドの効果により密度が小さくなるため、軽量な材料であり、また、締固め曲線が鋭敏であるため、真砂土と同等の含水比で締固め特性に優れた材料であると考える。

施工状況を図-4に示す。現地締固め施工においても、含水の影響を受けず、締固めが容易である材料であることを確認した。

(3) 基礎支持力試験結果と考察

基礎支持力試験結果を表-4に示す。内部摩擦角、平均CBR値共にライトサンドより大きい結果となった。以上の結果により、ライトサンド砕石は従来材料よりせん断抵抗性が大きく、また、路床・路盤材料として支持力が大きい材料であると評価した。

5. まとめ

今回の土質試験結果より、以下のライトサンド砕石の材料特性を確認した。

- (1) 粒度試験結果より、従来材料と比較して粒径幅が広く、締固め特性に優れた材料であることが確認された。
- (2) 締固め試験結果より、ライトサンドの効果により乾燥密度が低いため軽量であり、かつ、砕石の混合により締固め曲線が鋭敏となるため、施工時の締固めが容易であることが確認された。
- (3) 基礎支持力試験結果より、内部摩擦角が大きく、せん断抵抗性が大きいことが確認された。また、平均CBR値が大きいため、路床・路盤材料として支持力が大きい材料であることが確認された。

ライトサンド砕石は、地域で排出された資源を地域で使用することが可能な100%リサイクル材料である。2016年には、島根県が認定する「しまね・ハツ・建設ブランド」に登録され、約7年間継続して認定されている。この制度は島根県内で開発された新工法および製品を建設工事に使用することで、県内事業者等の技術力の向上並びに建設関連産業の活性化を目的とした制度である。2023年2月には特に市場競争力が高い技術について、島根県の公共工事等で期間を限定して積極的に利用する特別支援モデルにも認定された。本材料の更なる普及拡大を通して、島根県の資源の有効活用と産業の活性化に寄与していきたいと考える。

表-3 粒度試験結果

項目	均等係数Uc	平均粒径D ₅₀ (mm)
ライトサンド砕石	78	3.00
ライトサンド	9.6	1.28

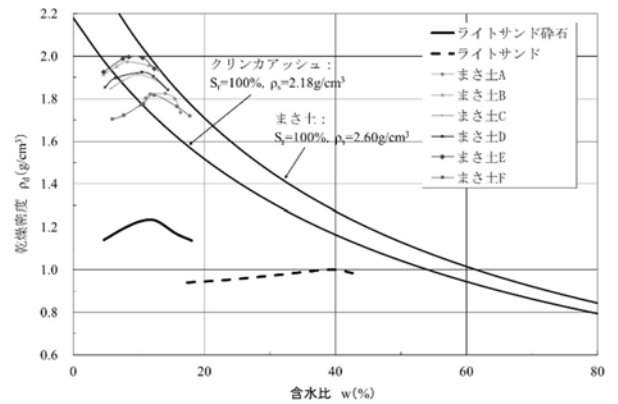


図-3 締固め試験結果



図-4 施工状況 (下水道管渠工事)

表-4 基礎支持力試験結果

項目	内部摩擦角	平均CBR(%)
ライトサンド砕石	39.3	52.8
ライトサンド	35.1	40.2
公共工事仕様 埋戻材(路床・路体)	—	20