

焼却灰を固化処理して製造したクラッシュランの単位セメント量とすりへり減量低減の検討

九州産業大学 学生会員 前平 章嗣
中道環境開発 非会員 中道 和徳
九州産業大学 正会員 松尾 雄治

九州産業大学 正会員 林 泰弘
中道環境開発 非会員 古閑 透悦

1. はじめに

焼却灰の処理に要するコストは自治体にとって負担となっている。東日本大震災の復興事業においても焼却灰の処理は問題となっている。著者らは、焼却灰を固化処理し、破砕したクラッシュランを下層路盤材として適用するための技術開発を行っている¹⁾。これまでの研究では修正 CBR は十分な値が得られたものの、単位セメント量が多い割にすりへり減量が比較的高いことが問題となっている。本研究では、単位セメント量を減らしながらクラッシュランのすりへり減量を低減することで、より経済的なクラッシュランを製造するための配合を検討した。

2. 材料

クラッシュランを製造する材料は、主材として焼却灰（10mm×10mmふるい通過分、土粒子密度 2.208g/cm^3 ）、補助材として建設汚泥再生処理により発生した砂（ $\rho_s=2.610\text{g/cm}^3$ ）と改良土（ $\rho_s=2.650\text{g/cm}^3$ ）および二水廃石膏（ $\rho_s=3.007\text{g/cm}^3$ ）である。これらの粒径加積曲線を図-1 に示す。

固化材として高炉セメント B 種、および薬剤（凝固促進剤、有害物質不溶化剤、減水剤）を使用した。

3. クラッシュランの製造

焼却灰に補助材を混合したものに、固化材、薬剤を添加し、適度な流動性を持たせるために加水して固化処理をした。養生後、固化体を破砕し最大粒径が 40mm になるように破砕しクラッシュランとした。

図-2 は 1 バッチ（約 1m^3 ）当たりの配合を材料の湿潤質量割合で示したもので、図中の数値は焼却灰とセメントの湿潤質量（kg）を示している。A シリーズは再生クラッシュランの修正 CBR、すりへり減量に及ぼす補助材の種類や単位セメント量の影響を確認することを目的とした。B シリーズでは減水剤を利用することで単位水量を低減することと、改良土に粗粒分の多いものを採用した。

4. 修正 CBR

A シリーズで得られたクラッシュランの粒度分布を確認したところ、A-1~A-4 は RC-40 の基準を満足しているが、A-5 は単位セメント量が少なかったため RC-40 の基準を満足することができなかった。

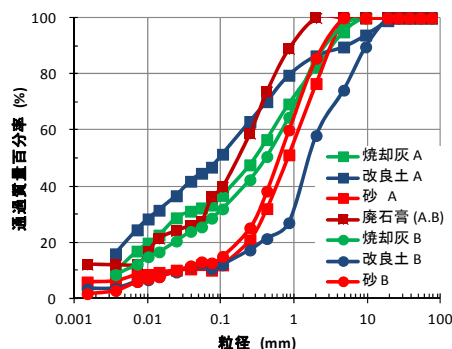


図-1 粒径加積曲線

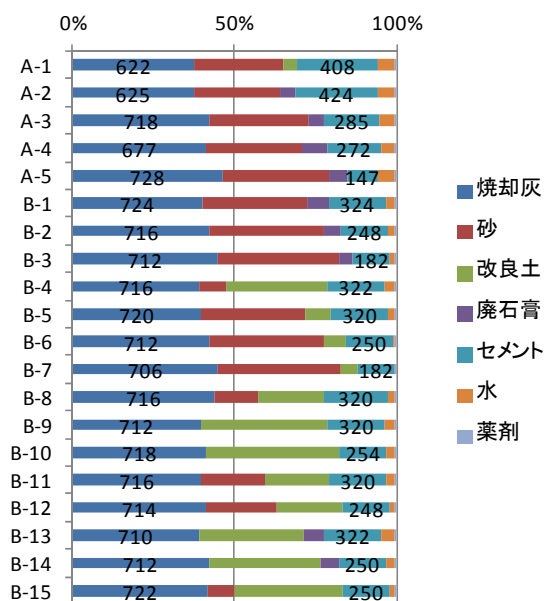


図-2 1 バッチ当たりの湿潤配合割合

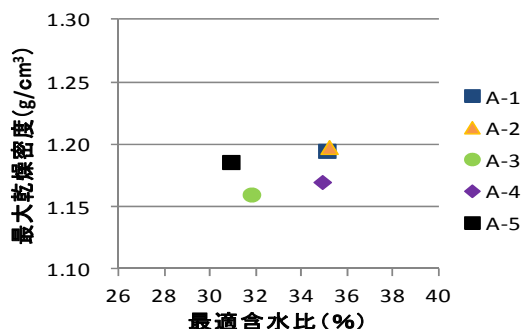


図-3 最適含水比と最大乾燥密度の関係

修正 CBR 試験は JIS A 1210 に準じ E-c 法で供試体を作製し、締固め試験を行った後、JIS A 1211 に準じ実施した。図-3はAシリーズの最適含水比と最大乾燥密度の関係を示す。最大乾燥密度は $1.15\sim 1.20\text{g/cm}^3$ 、最適含水比は $30\sim 36\%$ であり、再生クラッシャランとしては最大乾燥密度が低く、最適含水比が高いことがわかる。単位セメント量が多い配合では、比較的に最大乾燥密度が高くなっている。

図-4 は乾燥密度と締固め度 95%における修正 CBR の関係を示す。単位セメント量が多いほど乾燥密度が増加し、それにつれて修正 CBR も増加している。単位セメント量の最も少ない A-5 でも、下層路盤材としての基準 CBR20% をすべて満足する値が得られた。

5. すりへり減量

すりへり試験はロサンゼルス試験機を用いて JIS A 1211 の粒度区分 C (粒径 $15\sim 10\text{mm}$ を 2.5kg 、 $10\sim 5\text{mm}$ を 2.5kg) によって行った。

図-5はAシリーズの単位セメント量とすりへり減量の関係を示す。単位セメント量が増加するにつれすりへり減量が低減していることがわかる。A-4 は補助材である廃石膏の量が多すぎたためすりへり減量が増加したと考えられる。

図-6はBシリーズの単位セメント量とすりへり減量の関係を示す。全体的に見ると従来の結果と同様に単位セメント量が増加するにつれてすりへり減量は低減しているが、単位セメント量が 320kg/m^3 であれば下層路盤材としてクラッシャランを使用する場合の基準 50%以下を満足している。しかし、同一単位セメント量でもすりへり減量に違いが見られたため、単位改良土量に着目してすりへり減量を示したものが図-7である。ここで、単位改良土量は含水比を除外して得られた値である。単位改良土量が増加するにつれ、すりへり減量が低減する傾向にある。Bシリーズの改良土はAシリーズに比べ礫分が多く含まれていることから全体の粒度分布が良くなったことが影響していると考えられる。

6. まとめ

これまでの研究では、目標とするすりへり減量を確保するために単位セメント量の増加が避けられなかったが、減水剤の利用や配合材料の粒度組成を変えることで、単位水量を減らしながらすりへり減量を低減することができた。今後もより経済的な配合を見出すための改善を目指す予定である。

参考文献：1) 林泰弘・松尾雄治・中道和徳・古閑透悦：原材料のばらつきが焼却灰固化処理によって製造したクラッシャランの品質に及ぼす影響，第 47 回地盤工学研究発表会，pp697-698，2012.7.

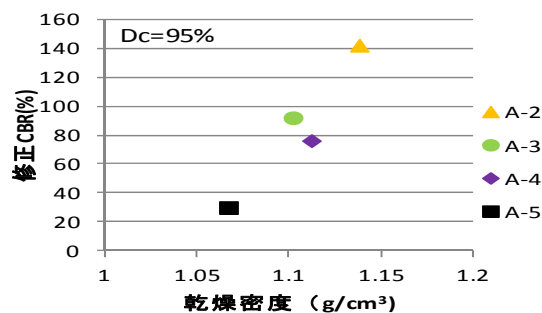


図-4 乾燥密度と修正 CBR の関係

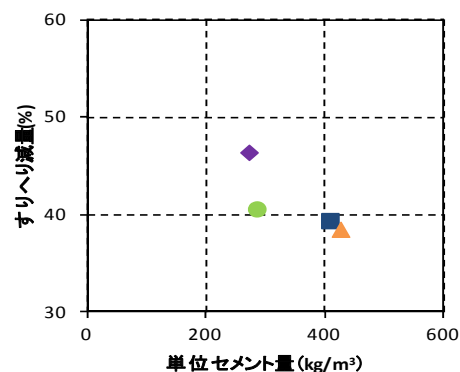


図-5 単位セメント量とすりへり減量の関係

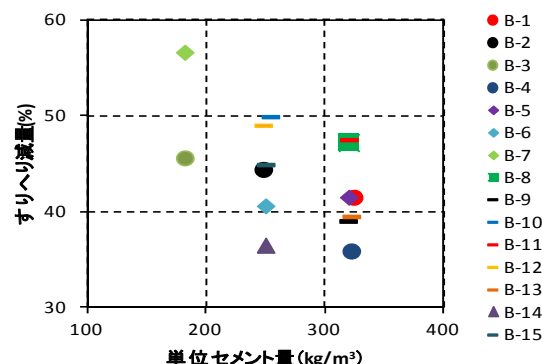


図-6 単位セメント量とすりへり減量の関係

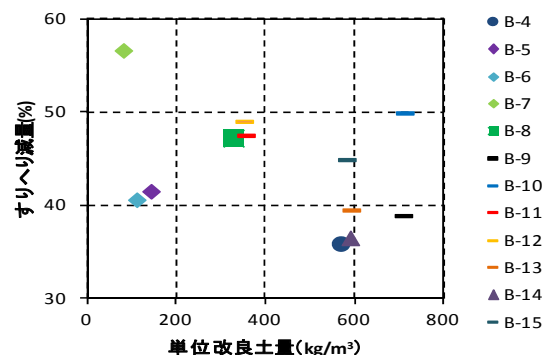


図-7 単位改良土量とすりへり減量の関係