

粒状固化処理した焼却灰の締固め特性に及ぼす含水比調整方法の影響

九州産業大学 正会員 ○松尾 雄治 ・ 正会員 林 泰弘
中道環境開発 非会員 中道 和徳 ・ 非会員 古閑 透悦

1. はじめに

一般廃棄物の焼却灰は経常的に発生し、処分コストは自治体にとって負担となっている。さらに震災がれき処理においても多量の焼却灰が発生していることから有効活用が望まれている。筆者らは焼却灰を固化・破碎処理することによってクラッシュランを作製し、下層路盤材として有効活用する技術開発¹⁾に取り組んできたが、さらに低コストの異なる処理技術開発を目的に焼却灰を粒状固化処理することにより盛土や埋戻し材への適用を目指している。焼却灰は非塑性で粗粒分が多く内部に空隙が残存しているため、使用に当たって含水比の変化が粒状固化処理に影響を及ぼすことから、含水比の調整方法に着目した室内締固め試験を行い、締固め特性および力学特性について検討した。

2. 焼却灰の物理特性、含水比の調整方法

粒状固化処理の材料として、主材はY市で発生した都市ゴミ焼却灰(主灰)で、焼却後すぐに熱を除去するために水浸された後、廃棄物処理業者に搬入されたものである。実験には、10×10mm ふり通過分のみを使用し、粒径加積曲線を図-1に示す。焼却灰の土粒子密度は $\rho_s=2.637\text{g/cm}^3$ であった。焼却灰は、粒子が粗くざらついた非塑性体で内部に空隙が多い。採取時は、含水比が高い状態から保管中に徐々に乾燥の過程をたどる。また、長期保管等で乾燥が進んだ状態の焼却灰であれば、使用時は含水比調整のため再び加水される場合もある。このようなことから、使用の時々によって含水比の状態が異なり、粒状固化処理にも影響を及ぼすことが想定される。実験では、採取時の高い含水比から徐々に乾燥して行く過程を「乾燥過程」、長期保管等によって一旦乾燥した試料に加水し含水比調整する過程を「注水過程」と設定して、各々を区別し検討することとした。

3. 焼却灰の締固め特性・力学特性

採取した焼却灰の締固め特性に関し、JIS A 1210 A 試験法による締固め曲線を図-2に示す。この時の含水比調整方法は、前述の通り乾燥過程と注水過程を区別している。図から乾燥過程(赤ライン)の方が、注水過程(青ライン)に比べて最適含水比、最大乾燥密度ともに高いことがわかる。次に、焼却灰のJIS A 1228:2009 法に基づくコーン指数試験の結果を図-3に示す。乾燥過程(赤)、注水過程(青)のいずれもコーン指数が最大となる含水比が存在することがわかり、その時の含水比は注水過程の方が高くなっている。また、コーン指数については、乾燥過程の方が大きくなっている。これらの結果について、焼却灰は内部に空隙が多く残存しているため、乾燥過程と注水過程では、計算上は同じ含水比となっても水分の分布状態が粒子の表面と内部とで違うことの影響により締固め特性が異なるものと考えられる。

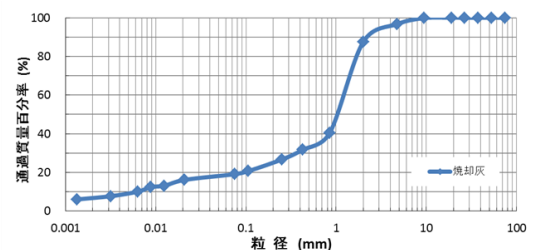


図-1 焼却灰の粒径加積曲線

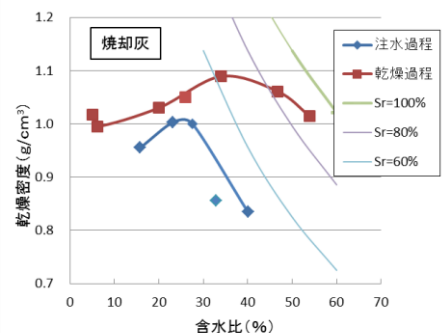


図-2 締固め曲線(焼却灰)

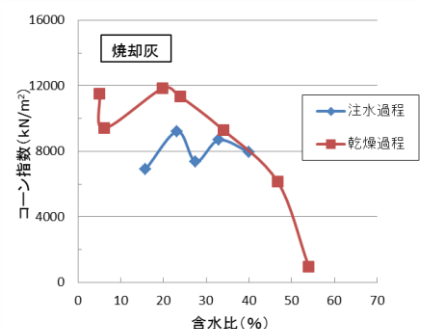


図-3 コーン指数試験(焼却灰)

キーワード 焼却灰, 粒状固化処理, 含水比, 締固め特性, コーン指数, CBR

連絡先 福岡市東区松香台 2-3-1 九州産業大学工学部都市基盤デザイン工学科 Tel 092-673-5685 Fax 673-5093

4. 粒状固化処理した焼却灰の締固め特性・力学特性

粒状固化処理に当たっては、焼却灰の最適含水比 w_{opt} （乾燥過程=34%、注水過程=26%）に対して、乾燥側と湿潤側に各々8%の変化幅で、焼却灰の含水比調整後を $w = 18, 26, 34, 42, 50, 58\%$ と設定した。固化処理は、ボウル内に含水比調整した焼却灰を入れ、固化材（高炉セメントB種）を焼却灰乾燥質量に対し10%添加し、ハンドミキサーで練り混ぜた。これを恒温庫（ $20 \pm 3^\circ\text{C}$ ）内で1時間気乾させた後に再びミキサーで攪拌、密閉容器に入れ、恒温庫で7日養生した。養生後に粒状固化処理の完了具合を目視と触感で判定するが、代表的な結果として写真-1を示す。これによると、粒状化を示した含水比は、乾燥過程=50%、注水過程=42%であり、含水比調整方法の違いが影響していることがわかった。

粒状固化処理した試料の締固め曲線を図-4に示す。曲線初期は、含水比の増加に伴う乾燥密度の減少が見られ、その後再び増加の傾向を示している。さらに注水過程では再減少が見られている。乾燥密度の最小を示す含水比は、注水過程=40%弱、乾燥過程=40%強となっており、これは最適な粒状化を示した含水比に近いことから、粒状化の状態となる前と後で締固め特性に変化が生じるものと考えられる。

粒状固化処理後のコーン指数の結果を図-5に示すが、含水比の増加に伴いコーン指数は低下の傾向を示している。

焼却灰の最適含水比と粒状化を示した含水比について、CBR試験を実施した。図-6に乾燥密度と設計CBRの関係、図-7にコーン指数と設計CBRの関係を示す。プロットが少なくバラツキはあるが、両者には概ね相関が見られる。また、設計CBR値とコーン指数のいずれも現場施工に要求される値を超えており、路床や埋戻し材等への適用が可能となる結果が得られた。

5. まとめ

焼却灰の粒状固化処理を目的として、試料の含水比調整方法に着目した試験を行った結果、乾燥過程と注水過程では締固めおよびコーン指数の特性に影響を及ぼすことを検証したが、設計CBRとコーン指数ともに路床や埋戻し材への適用が可能となる結果を得た。今後、さらに実験条件を増やし検討が必要である。

【謝辞】本研究にあたり、実験・データ整理等を担当した本学平成25年度卒業研究生 石川 翔太 君に謝意を表します。

参考文献 1) 古閑ら：「焼却灰固化処理による再生クラッシュランの製造実験」，第9回環境地盤工学シンポジウム論文集 pp.83-88, 2011.10（京都市）



写真-1 粒状固化処理の状況

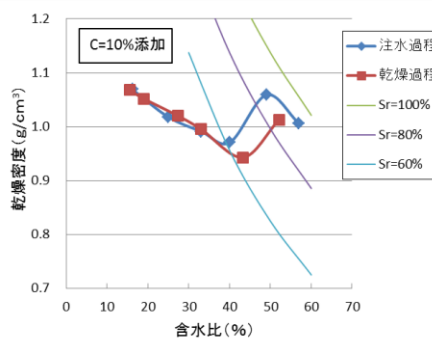


図-4 締固め曲線（粒状固化処理）

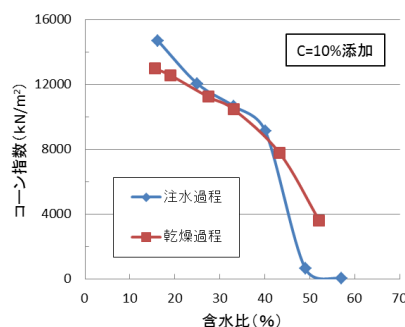


図-5 コーン指数試験（粒状固化処理）

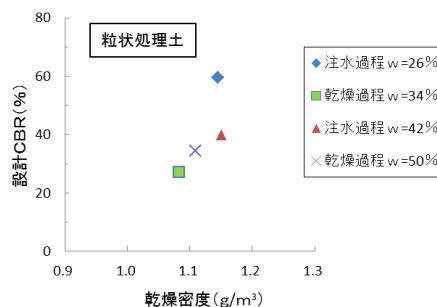


図-6 設計CBR（粒状固化処理）

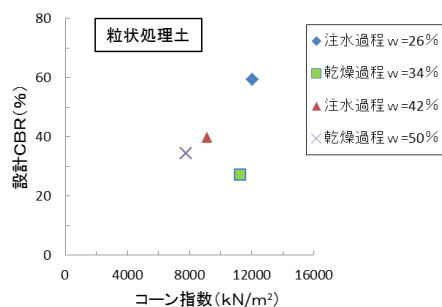


図-7 コンシステンシー指数～設計CBR