

III-B 386 RDF焼灰の地盤材料としての有効利用に関する研究

(株) 鴻池組技術研究所 正会員 大山 将
同 上 正会員 南川洋士雄
同 上 正会員 橘 敏明

1.はじめに

一般廃棄物の排出量は平成4年には約5000万トンに達しており、厚生省ではごみの排出抑制およびリサイクルの推進や焼却処理に伴う熱エネルギーの有効利用を推進して埋立処分量の減量化を図る廃棄物循環型の社会システムの構築を目指している。このような状況の中で、ごみを単に焼却処分するのではなく、可燃物を選別し粉碎・乾燥・成形することによって固形燃料を製造するごみ固形燃料(RDF)化技術が注目を集めている。ごみ固形化燃料を燃焼させると無機成分を主体とした燃焼残渣(以下RDF焼灰と呼ぶ)が発生する。焼灰は通常埋立処分されるが、最終処分地の延命および廃棄物循環の観点から何らかの形で有効利用していくことは重要である。RDFはその製造過程において脱塩素等を目的として消石灰が添加されるため、RDF焼灰は石灰分を多く含みし自硬性がみられる。そこで本研究ではRDF焼灰の地盤材料としての有効利用に関して主に強度特性について検討した。

2.RDF焼灰の基本特性

今回用いたRDF焼灰は、一般ごみをRDF化したものを専用ボイラーで燃焼させた後に乾燥状態で採取されたものである。RDF焼灰の物理的性質を表1に示す。RDF焼灰は土質材料としてはシルト質砂(SM)に分類されるが、中には粒径20mmを超えるクリンカー(炉内の高温部でRDFの一部が溶融されたもの)も形成されている。また粗粒分にはRDFの未燃物が多く含まれており、粒径2mm以下の強熱減量が5.5%であるのに対して2mm以上では24.9%となっている。化学成分及び溶出試験結果をそれぞれ表2・表3に示す。化学成分は一般廃棄物の焼却灰と比較して¹⁾ほぼ同様の組成であるがCaOはかなり多く30.9%含有しており、ポゾラン反応による自硬性が期待でき地盤材料としての適用可能性を有する。地盤材料としてRDF焼灰を使用するにあたっては土壌環境基準を満足する必要があるが、溶出試験結果はいずれも基準を満足している。

3.RDF焼灰の強度特性

RDF焼灰の強度特性の検討のために一軸圧縮試験を実施した。供試体は4.75mm以下に調整したRDF焼灰を含水比調整して所定時間ミキサーで混練し、モールド($\phi=5\text{cm}$, $h=10\text{cm}$)に締固めが可能なものについては締固めて充填した。結果の一例(混練時間5分)を図1に示す。調整含水比が20~30%では締固めが可能であり、一軸圧縮強さが材令1日で4~5kgf/cm²、材令7日で7~13kgf/cm²と良好な強度

表1 物理的性質

土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.40
礫 分 (%)	14
砂 分 (%)	48
シルト分 (%)	23
粘土分 (%)	15
均等係数 U_c	146
曲率係数 U_c	0.64
日本統一土質分類	SM
最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.37
最適含水比 w_{opt} (%)	23.5
強熱減量 (%)	11.9

表2 RDF焼灰の化学成分

SiO ₂ %	20.1	Cl %	3.9
Al ₂ O ₃ %	15.1	C %	4.5
Fe ₂ O ₃ %	3.0	Cd mg/kg	0.8
CaO %	30.9	Pb mg/kg	100
Na ₂ O %	3.2	Cr mg/kg	570
K ₂ O %	1.4	Cu mg/kg	3000
MgO %	3.1	Zn mg/kg	810
SO ₃ %	1.4	Hg mg/kg	0.07
TiO ₂ %	1.9	As mg/kg	0.60
P ₂ O ₅ %	4.8	CN mg/kg	0.5
水分 %	0.1	F mg/kg	280

表3 RDF焼灰溶出試験結果

R-Hg mg/l	< 0.0005	Se mg/l	< 0.01
T-Hg mg/l	< 0.0005	CN mg/l	< 0.1
Cd mg/l	< 0.01	Cu mg/l	< 0.02
Pb mg/l	< 0.1	Zn mg/l	< 0.02
Cr ⁶⁺ mg/l	< 0.01	F mg/l	< 0.1
As mg/l	< 0.01	pH (℃)	11.1 (21)

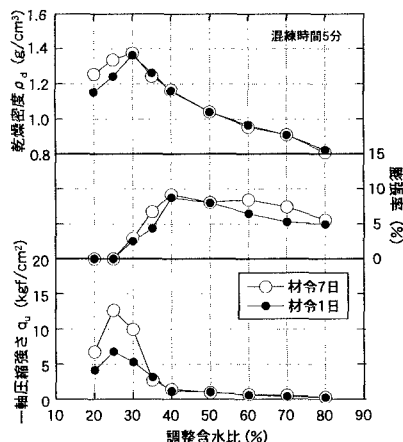


図1 RDF焼灰の強度・膨張特性

が得られており、RDF燃焼灰の路体・路床や埋戻し材料への適用可能性が考えられる。調整含水比が35%を超えると材令による強度増加は小さく、含水比が50%を超えると材令1・7日ともに一軸圧縮強さは 1kgf/cm^2 以下となる。強度発現の阻害要因としては含水比の増加に加えて供試体の膨張による密度の低下が考えられる。図1にはモールド充填後に膨張した重量を膨張率として示しているが、含水比が30%を超えるあたりから膨張がみられる。RDF燃焼灰は加水することによって気体が発生することが確認されており、供試体充填後にモールド内部で発生した気体が外部に放出される過程で体積膨張し、その際に空隙が発達し密度が低下すると推測される。ただし材令1日と7日の膨張量がほぼ同程度であるので、膨張は養生初期段階でほぼ終了する。

図2には混練時間を変化させた場合の強度・膨張特性を示す。RDF燃焼灰は同一含水比でも混練時間によってコンシステンシー状態が変化する。今回用いた燃焼灰では調整含水比30～35%でその変化が顕著に見られ、混練時間の増加につれて粉体・粒状・ペースト状と変化した。この場合、一軸圧縮強さおよび膨張量は混練時間によって大きく変化するが、いったんペースト状になれば強度・膨張量ともにほぼ同程度になる傾向が見受けられる。

調整含水比が40%を超えると混練時間が5分でもRDF燃焼灰はペースト状となり、流動性を有するようになるが発現強度は低い。そこで、燃焼灰にセメントを10%添加した場合の強度・膨張特性を図3に示す。セメントを添加することによって膨張量は増加するが、RDF燃焼灰のみの場合と比較してかなり高い強度を発現していることが分かる。

高含水比状態での流動性の確認のために実施した小型スランプコン（上端内径50mm、下端内径100mm、高さ150mm）を用いたスランプフロー試験の結果を図4に示す。燃焼灰にセメントを添加した場合、含水比が50%を超えるとスランプ値で120mm以上、スランプフロー値で200mm以上と良好な流動性を発揮しており、強度面と合わせてRDF燃焼灰の流動化処理土としての適用可能性を示している。

図5はRDF燃焼灰を一度水浸・乾燥させた場合の強度・膨張特性を示している。燃焼灰を1日水浸させ、ある程度気体が発生させるとvirginの燃焼灰に比べて発現強度は全体的に低くなるものの膨張はかなり抑えられることが分かる。

4.まとめ

RDF燃焼灰はCaOを多く含み加水による自硬性を有するため地盤材料としての適用可能性がある。ただし高含水比の場合、気体の発生に伴う膨張がみられ発現強度が低いが、良好な流動性を有することや、セメントを添加することで発現強度面は改善できることから、燃焼灰の流動化処理土としての有効利用の可能性はある。

今後は固化したRDF燃焼灰の耐久性・溶出特性および加水後の気体発生機構についての研究を行っていく予定である。

＜参考文献＞ 1) 酒井伸一：一般廃棄物焼却残渣の性状とその溶出特性，都市清掃，Vol.48，No.208，pp.438～444，1995。

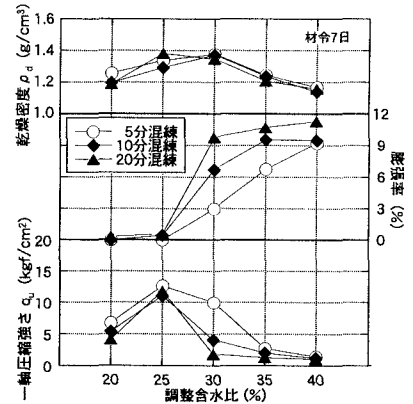


図2 混練時間による強度・膨張特性

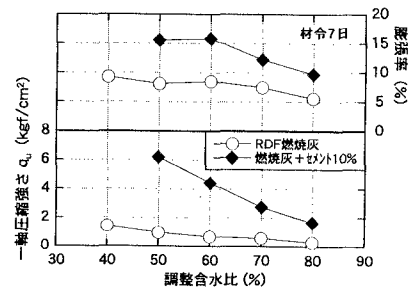


図3 セメントを添加した場合の強度・膨張特性

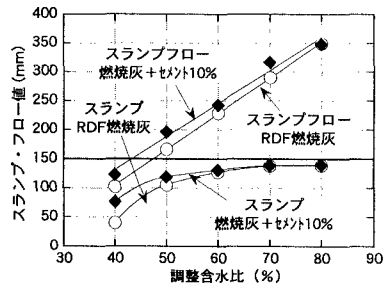


図4 含水比とスランプ・フロー値との関係

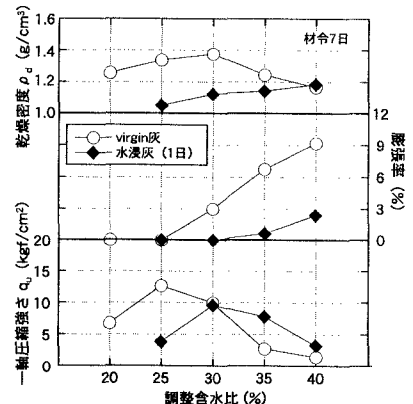


図5 水浸させた場合の強度・膨張特性