

産業廃棄物を用いたまさ土代替材の開発とその物理的・力学的特性の評価

長崎大学工学部 学生会員 ○中川雄介 長崎大学大学院 正会員 杉本知史
長崎大学大学院 フェロー会員 蔣 宇静 長崎大学大学院 正会員 李 博

1.はじめに

産業廃棄物の排出量ならびにリサイクル量の規模がそれほど大きくない地方においては、収支量の釣り合いが取れず、最終処分される廃棄物が多い現状にある。循環型社会の形成を推進するために、排出量をより一層削減する必要がある。これらの有効活用を考える上で、複数種の組み合わせによるリサイクル材の開発が必要となる。長崎では、運動場等で使用が指定されているまさ土の多くが、県外より搬入されていることから、バージン材の地域的偏在性に着目し、これに代わる材料の開発を検討するに至った。¹⁾本研究では、種々の産業廃棄物の内、建設残土・レンガに着目し、まさ土代替材の開発を行い、その物理的・力学的特性を明らかにすることを目的とする。

2.対象試料・試験方法

試料には、建設残土とレンガを用いた。レンガは、約 2mm~3mm に破碎したものである。自然含水比はそれぞれ、5.94%、1.65%であった。まさ土の土粒子密度は 2.684g/cm^3 であった。建設残土、レンガの密度を表-1 に示す。次に、本研究で用いる建設残土、レンガならびにまさ土の粒度分布を図-1 に示す。建設残土とレンガともに、比較的粒度分布が広く、まさ土のそれに近いことが分かる。ただし、レンガは $850\mu\text{m}$ 以上に偏りが見られる。これは、レンガを破碎した際の微粒粉を含むため、主に細粒分と粒径 $2\text{mm}\sim 4.75\text{mm}$ までの細礫で構成されているからである。本研究ではまさ土の粒度分布を参考に、建設残土とレンガを表-2 に示す比率で混合し試料を作製した。これを以下、混合土と称す。これらの試料に対し、粒度試験、突固めによる締固め試験、透水試験、三軸圧縮試験の 4 試験を行い、物理的・力学的特性を評価した。

3.試験結果と考察

3.1.混合土の粒度分布

混合土の粒度分布を図-2 に示す。この粒度分布から、細粒分に関しては、すべての混合土に有意な差は見られず、まさ土の粒度分布とほぼ同等であると言える。しかし、粗粒分はそれぞれの混合土で差が見られた。また、レンガと建設残土を 2:1 で混合した混合土 a がまさ土の粒度分布とほぼ重なる結果となった。しかし、建設残土の発生量がレンガと比べ多いことや、運動場等で用いられるまさ土の定義が明確に定められていないことから、今回は、建設残土をより多く配合する条件でも実験を行うこととした。

表-1 対象試料と密度

建設残土	レンガ
	
$\rho_s=2.729\text{g/cm}^3$	$\rho_s=2.609\text{g/cm}^3$

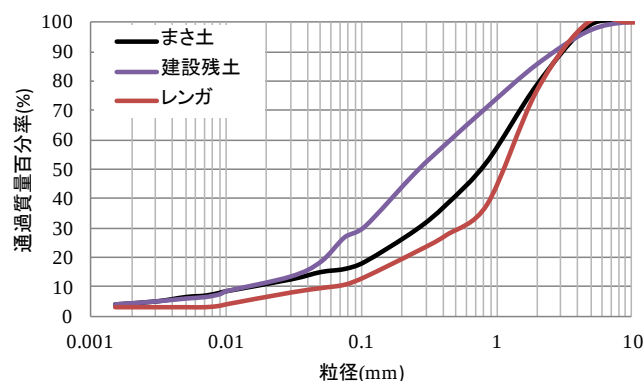


図-1 試料の粒度分布

表-2 混合土の質量比

混合土	a	b	c	d
質量比(%)				
建設残土	33.3	50.0	66.7	80.0
レンガ	66.7	50.0	33.3	20.0

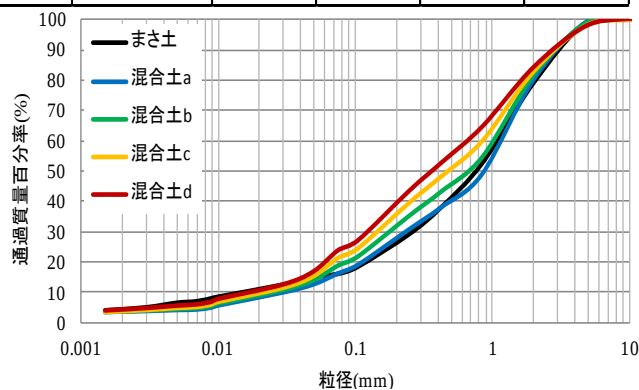


図-2 混合土の粒度分布

3.2.混合土の締固め特性

突固めによる土の締固め試験は、破碎性の試料を用いるため、非繰返し法で行った。その結果を図-3 に示す。最適含水比は、混合土 a から d の順に、21.5%、24.5%、21%、20.5%となった。どの混合土も図-3 の右下方に位置し、まさ土と粒度分布が等しい混合土でさえ、締固め曲線が異なる結果となった。これは、異質の材料を混ぜ合わせていることにより、土粒子の形が異なり、土粒子間のかみあわせが十分でなく、間隙比が大きくなるためと考えられる。また、レンガは吸水性が高いので最適含水比も上がり、グラフが全体的に右にシフトしていることが考えられる。

3.3.混合土の透水性

締固め試験で得られた最適含水比で供試体を作製して行った、透水試験の結果を図-4 に示す。まさ土の透水係数は、 $1.295 \times 10^{-6} \text{m/s}$ となった。この結果から、混合土 a はまさ土と同等な透水係数と言えるが、その他の混合土は、まさ土に比べて透水性が低い。また、レンガの割合が少なくなるに従って、透水係数が小さくなり変化も小さくなるのが分かる。これは、レンガの割合が小さくなり一定の割合を超えると、建設残土の透水係数の値に収束していくことが考えられる。

3.4.混合土のせん断強度

三軸圧縮試験は、混合土は細粒分が多く、透水試験において透水係数が小さかったことを考慮して、UU 試験を行った。その結果により得られた粘着力 c と全体に対するレンガの割合の関係を図-5 に示す。まさ土の粘着力は実験により 51.14kN/m^2 が得られた。どの混合土においてもまさ土より粘着力は小さくなった。これは、締固め試験の結果と同様に、土粒子間のかみ合わせが悪いことによるものと考えられる。また、レンガの割合が少なくなるにつれて、粘着力が大きくなり、いずれ変化がなくなることが分かる。これは建設残土の割合が増えることで、細粒分が増え、粘着力が大きくなることが考えられる。最終的には、建設残土の粘着力に収束するものと考えられる。

また、内部摩擦角 ϕ と全体に対するレンガの割合の関係を図-6 に示す。まさ土の ϕ は、 23.3° であった。どの混合土もまさ土よりも高い値を示している。これは、レンガの粒子が全体的に角ばった形をしているため、 ϕ が高くなったと判断できる。レンガの割合が少なくなるにつれて ϕ も小さくなり、建設残土の ϕ に収束するものと考えられる。

4.おわりに

力学的特性に重点を置くと、まさ土にもっとも性能に近いのは混合土 d である。また、建設残土の割合を増やすとまさ土のそれに近づく。粒度分布においては、レンガと建設残土を 2:1 の割合で配合するとまさ土と粒度分布が等しくなったものの、締固め特性、透水性ならびに力学的特性は大きく異なった。今後、これらの特性を踏まえた用途や異なる材料の使用による改善を検討する。

5.参考文献

1)長崎県環境部廃棄物対策課:長崎県廃棄物処理計画,2011.3.

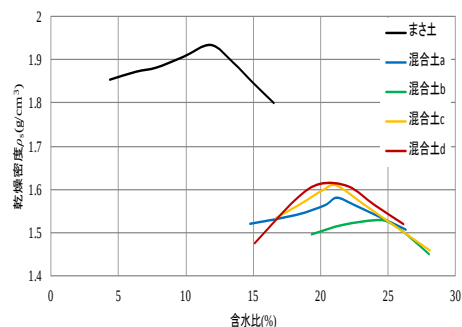


図-3 混合土の締固め曲線

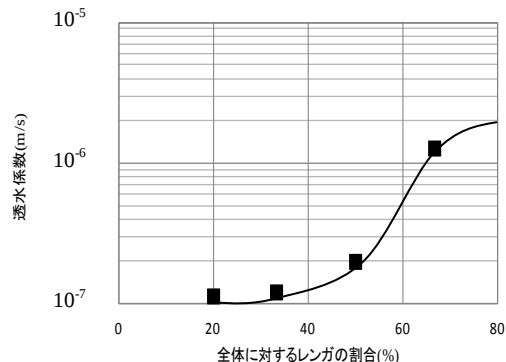


図-4 透水係数とレンガの割合の関係

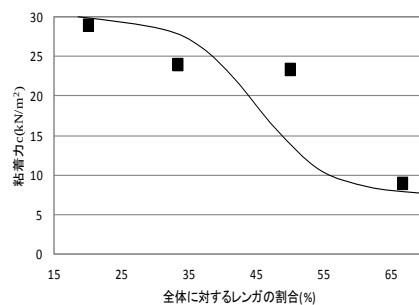


図-5 粘着力とレンガの割合の関係

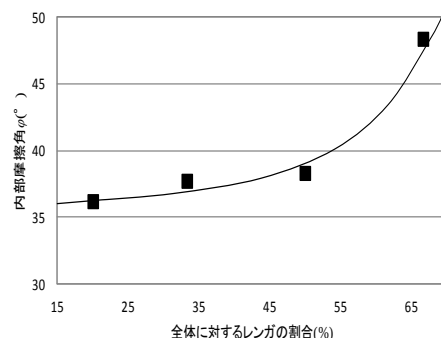


図-6 内部摩擦角とレンガの割合の関係