

リサイクルを考えた土舗装材料の強度変形特性

福岡大学工学部 学生員 ○宮崎 裕三郎 同大学大学院 学生員 大中 規行
福岡大学工学部 正 員 佐藤 研一 正 員 吉田 信夫
協九州環境リサイクル 佐藤 雅治

1.研究目的 近年、土舗装¹⁾²⁾は、自然景観を考慮する都市整備においてその需要が増加している。この舗装材料は、まさ土のような粒度分布の良い土にセメント、水及び無機系硬化剤を任意の配合で攪拌混合することにより作られる。一方、環境問題が重要視される中、建設系廃棄物のリサイクルが必要不可欠な問題である。そこで本研究では、これまで使用してきた土質材料に加えて、建設発生土を粒度調整した脱水ケーキ³⁾とガラス瓶を破碎したガラスカレットの適用性について検討を行った。いずれの試料ともに、原材料のままでは使用不可能であり、廃棄処分の対象となる材料である。実験はこれらの試料を用いて土舗装の供試体を作成し、各材料の混合率に着目し、一軸圧縮及び曲げ試験を行った。また、供試体の耐久性の検討について、凍結融解を繰返し作用させて、同様な検討を行った結果について報告する。

2.試験概要 実験に使用した試料は、脱水ケーキとガラスカレットの2種類である。脱水ケーキは、建設発生土をリサイクルする為に粒度調整した際に生じる泥水から凝集沈殿させた土から水分を脱水したシルト分を多く含む土であり、現在は廃棄処分している材料である。一方、ガラスカレットは、廃棄処分対象のガラス瓶を破碎して作られるものであり、その再利用が検討されている産業廃棄物である。図-1に各試料の粒度分布、表-1に物理特性を示している。脱水ケーキは細粒分含有率が90%と非常に多く、シルト系の材料である。一方、ガラスカレットは、0.075mm以上の粒径を有し、ほぼ砂と同程度の粒径を有している材料である。供試体の作成は、表-2に示す条件に従い、土質材料である脱水ケーキの砂分を補う為に、ガラスカレットを一定の割合で混入させる方法で行った。ガラスカレットの混入率はC=0、30、50%の3種類とし、セメント添加量を80、160kg/m³の2種類、スランプ値を18cmになるように配合計算を行った。

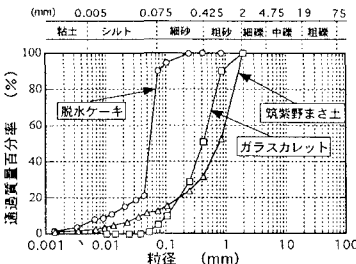


図-1 粒径加積曲線

表-1 実験試料の物理特性

	脱水ケーキ	建築野まさ土	ガラスカレット
比重 ρ (g/cm ³)	2.72	2.73	2.61
均等係数 U_c	4.917	8.824	3.333
曲率係数 U_c	3.531	0.942	1.408
10%粒径 D_{10} (mm)	0.012	0.17	0.12
30%粒径 D_{30} (mm)	0.05	0.49	0.26
60%粒径 D_{60} (mm)	0.059	1.5	0.4

表-2 供試体作成条件

土質材料	ガラスカレット
セメント添加量	脱水ケーキ 80、160kg/m ³
セメント	普通ポルトランドセメント
スランプ値	18cm
混和剤	無機系硬化剤
養生日数	7日、28日、3ヶ月
ガラスカレット混入率C	C=0、30、50%

3.実験結果及び考察

3-1 ガラスカレット混入率の影響 図-2に養生日数90日、セメント添加量160kg/m³における一軸圧縮試験の結果を示す。この結果から脱水ケーキにガラスカレットを混入することにより、同一ひずみにおける圧縮応力が増加していることが分かる。特にC=50%では、ピーク強度で約2.5倍の強度増加が生じている。一方、建築野まさ土の結果と比較すると、破壊ひずみでは若干大きい、ピーク強度が約1.2倍程小さいことが分かる。次に、図-3、4にガラスカレットの添加量に着目し、一軸圧縮及び曲げ試験結果を養生日数との関係でまとめたものを示している。一軸圧縮強さは、養生日数の経過に伴っていずれの供試体も強度が増加していることが分かる。また、一軸圧縮強さは90日で建築野まさ土の約5/6以下となっていることが分かる。これに対し、曲げ強さは、養生日数の経過の影響を受けずにほぼ一定値を示していることが分かる。また、曲げ強さは、建築野まさ土の約1/7以下と小さいことが明らかになった。図-5に一軸圧縮強さと曲げ強さの関係を示している。両者は、ガラスカレットの混入量、養生日数に関係なく一義的な関係が見られる。また、建築野まさ土が一軸圧縮強さの約2/5倍が曲げ強さになっているのに対し、ガラスカレットを混入させた供試体は約1/10倍が曲げ強さになっており、たわみ性が小さい材料特性であることが分かる。以上のことから考えると細粒分含有率の高い脱水ケーキにガラスカレットのような粒状材料を混入すると土舗装材料としての強度増加が可能であることが分かった。しかし、現在、実施工で使用されているまさ土系の材料と比較すると、一軸圧縮強さ及び曲げ強さは小さく、施工試験結果¹⁾から考えると耐久性が望めない材料である。したがって、耐久性向上のためには砂分の多いまさ土の混入やセメント

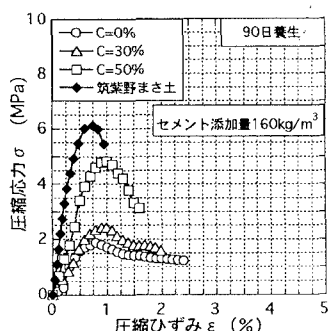


図-2 90日経過後の応力ひずみ曲線

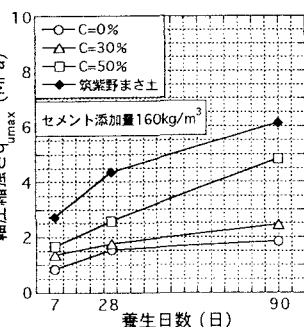


図-3 一軸圧縮強さと養生日数の関係

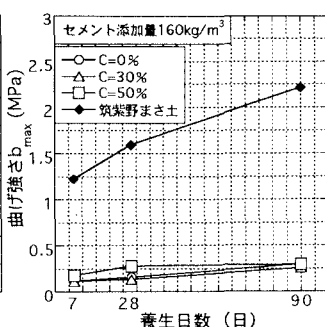


図-4 曲げ強さと養生日数の関係

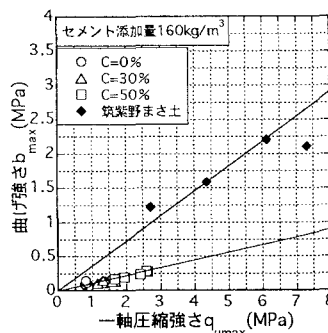


図-5 一軸圧縮強さと曲げ強さの関係

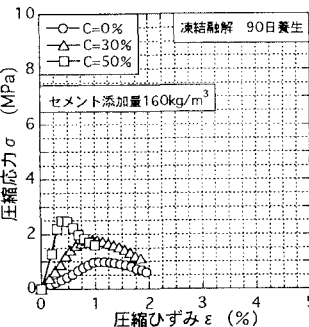


図-6 凍結融解を90日間繰返した

応力ひずみ曲線

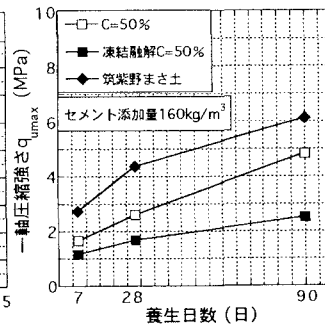


図-7 凍結融解における一軸圧縮強さと養生日数の関係

と養生日数の関係

量の増加等の対策が必要であると考えられる。

3-2 凍結融解の影響 図-6 に養生時に一定の温度の繰返しを作用させた供試体の一軸圧縮試験結果を示す。凍結融解の作用を受けた供試体は、図-2 の結果と比較すると同一条件の供試体における強度発現が遅くまた、破壊ひずみも大きくなることが分かる。そこで養生日数の経過に伴う強度の発現の様子を一軸及び曲げ強さについてまとめたものを図-7、8 に示す。凍結融解を行うことによって一軸圧縮強さは養生日数の経過に伴い多少の強度増加を示している。しかし、強度の増加量も小さく凍結融解を行っていないものと比較すると 90 日後で約 2.5MPa の強度低下を示しており、筑紫野まき土の約 1/3 以下と低くなっていることが分かる。これに対し、曲げ強さは凍結融解の影響をほとんど受けないことが分かる。また、養生日数 28 日経過後は強度増加も見られず一定の値を保っている。凍結融解は供試体の強度発現に大きなダメージを与えることが明らかになった。したがって、冬期の施工においては十分な注意が必要であると考えられる。

4.結論

- (1) ガラスカレット混入率の増加と養生日数の経過に伴い一軸圧縮強さは増加する傾向を示すが、曲げ強さは一定な強度を示した。
- (2) 脱水ケーキにガラスカレットを混合させた土舗装材料は筑紫野まき土を用いたものよりも強度が小さく、土質材料の粒径の改良とセメント添加量等の改善が必要である。
- (3) 凍結融解は供試体の強度発現に大きな影響を及ぼすことが明らかになった。

《参考文献》 1) 大中規行, 佐藤研一, 吉田信夫, 佐藤雅治:「土舗装の材料特性と試験施工」, 土木学会舗装工学論文集 第3巻, pp. 183-190, 1998 2) 国土研究センター景観舗装研究会:「景観舗装ハンドブック」, pp. 3-16, 1995 3) 木村 孟:「廃棄物と建設発生土の地盤工学的有効利用」, pp. 52-83, 1998