

地盤改良材として焼酎粕を有効利用する研究

鹿児島高専 学 ○若松 巧 窪田 誠

正 前野 祐二 山内 正仁 平田 登基男

1. はじめに

当研究室は、焼酎粕特有の粘性や肥料効果を生かし、しらす斜面に対する置換え表土などの土木材料として有効利用する方法を模索、検討した。そこで、しらすや都市ごみ焼却灰に焼酎粕を添加した供試体について、締固め試験、一軸圧縮試験を行い、若干の知見が得られたのでここに報告する。

2. 試料について

試料は、比較的粗いしらすとK市の清掃工場から排出された焼却灰を用いた。

図-1 にしらす、焼却灰、焼酎粕の粒径加積曲線を示す。さらに、添加した焼酎粕の粒度分布も示す。しらすと焼却灰の粒度分布の範囲はほぼ同じで、焼却灰がしらすより粗い粒子を含んでいる。一方、焼酎粕粒子のほぼ 9 割は 0.074mm 以下である。しらすは、 $U_c=21.43$ 、 $U_c'=2.26$ と、比較的粒度分布が良く、焼却灰は、 $U_c=16$ 、 $U_c'=0.54$ と、粒度分布の良い範囲からわずかに外れている。また、図に示すように、しらすの 2mm ふり残留試料は、締固め前が 85.2(%)、締固め後が 85.3(%)とほとんど変化せず、粒子破碎が発生していない。しかし、焼却灰は、締固めにより 5%程度の粒子破碎があることが報告されている¹⁾。したがって、締固め後の粒度分布は焼却灰の方が細かい粒子が多いと考えられる。

焼酎粕の化学成分を表-1 に示す¹⁾。焼酎粕は、肥料成分の中で最も必要とされる窒素、リン、カリウムの化合物を含有し、堆肥としても期待される。また、pH は 4.1 と酸性である。焼却灰がアルカリ性なので焼酎粕混入より中性になり取り扱いが容易になると考えられる。一方、焼酎粕の粘性は 0.080 (Pa・s) であることと、焼酎粕の含水率が 94.6%であることから、水 (0.001Pa・s:20℃) の 80 倍の粘性を持つ流動性であることが報告されている¹⁾。これらの性質を考慮して以下の実験を行った。

3. 突固め試験

焼酎粕混入の影響を調べるために、しらすに水、しらすに焼酎粕、焼却灰に水、焼却灰に焼酎粕を混入した試料を準備した。また、突固め試験はランマー重量 2.5kg、モールド内径 10cm、突固め層数 3 回、1 層当たりの突固め回数 25 回とした。図-2 に締固め試験から得られた乾燥密度と含水比の関係を示す。図に示すように締固め曲線はしらすが凸型、焼却灰が盾状の形状を示し、二つは全く異なっている。次に、しらすに焼酎粕あるいは水を添加した場合を比較すると、焼酎粕を添加した方が、最適含水比はわずかに大きくなり、最大乾燥密度も 1.30g/cm³ (水の最適含水比:24.5%)から 1.32 g/cm³ (焼

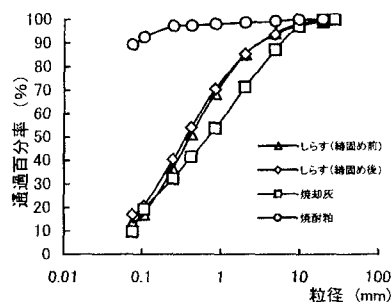


図-1 粒径加積曲線

表-1 焼酎粕の化学分析

pH	4.08
含水率 (%)	94.6
蒸留残留物 (mg/l)	54915
強熱減量 (mg/l)	50910
TOC(mg/l)	25458
COD(mg/l)	76800
T-N(mg/l)	2232
NH ₄ -N(mg/l)	348.2
NO ₃ -N(mg/R)	23.8
Viscosity(Pa・s)	0.080
P2O ₅ (mg/kg)	480
K ₂ O(mg/kg)	2.160
Ca(mg/kg)	300

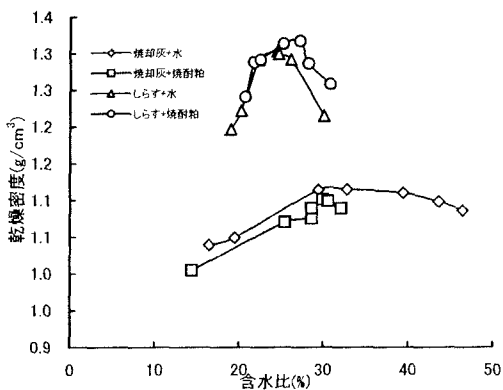


図-2 乾燥密度と含水比の関係

酎粕の最適含水比:27.2%)と大きくなっている。これは、焼酎粕が細粒分であるために、より締め固まりやすい粒度分布になったと考えられる。また、焼却灰に焼酎粕、水を添加した場合を比較すると、しらすの場合とは逆に、最大乾燥密度は 1.12 g/cm^3 (水の最適含水比: 32.8%) から 1.10 g/cm^3 (焼酎粕の最適含水比: 29.9%) と小さくなる。これらの原因としては、焼却灰が粒子破碎を起こし細かい粒子が増えたことに加え、焼酎粕の細粒分が増え、細かい粒子が多くなり過ぎたためと考えられる。

4. 一軸圧縮試験

供試体は、3.と同様の試料を用い、突固め方法により作製し、2週間養生をした。一軸圧縮試験は、土質学会基準(JSF T 511-1990)に従って行った。軸ひずみ速度は、 $1\%/\text{min}$ とした。なお、焼酎粕は粘性が大きく均質に混入するのが困難なため、添加してから12時間程度静置した。

図-3に圧縮応力と軸ひずみの関係を示す。図-3に示すように、焼酎粕を混入した焼却灰は水を混入した焼却灰より強度は小さくなり、ピーク時のひずみは大きくなっている。また、焼酎粕を混入したしらすは、水を混入したしらすより強度が大きくなり、ピーク時のひずみはわずかに大きくなった。これは、2.で述べたような焼酎粕の粘性が影響したためと考えられる。

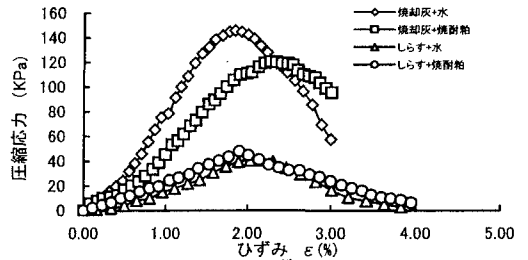


図-3 応力とひずみの関係

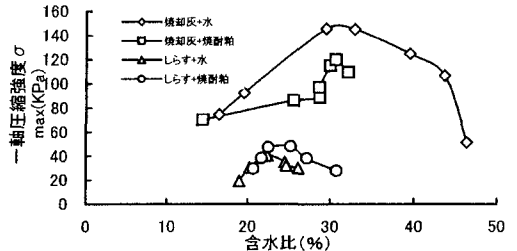


図-4 一軸圧縮強度と含水比の関係

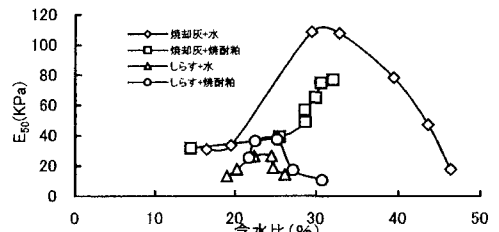


図-5 E_{50} と含水比の関係

図-4に一軸圧縮強度と含水比の関係を示す。しらすの一軸圧縮強度の最大値は、40.5 kPa (水を混入) から 47.9 kPa (焼酎粕を混入) と増加した。一方、焼却灰の一軸圧縮強度の最大値は、145.7 kPa (水を混入) から 120.2 kPa (焼酎粕を混入) に減少した。

図-5に E_{50} と含水比の関係を示す。しらすの E_{50} の最大値は、26.5 kPa (水を混入) から 38.9 kPa (焼酎粕を混入) に増加した。一方、焼却灰の E_{50} の最大値は、108.6 kPa (水を混入) から 76.74 kPa (焼酎粕を混入) に減少した。しらすの場合、一軸圧縮応力の最大値、 E_{50} は、焼酎粕を添加することによって増加する。これは、しらすが粒子破碎しにくいことと、しらす粒子の間に焼酎粕のセルロースや酵母などの細粒分が入り込んだために強度が増したと考えられる。また、焼却灰の場合、一軸圧縮応力の最大値 E_{50} は、焼酎粕を添加することによって減少する。これは、焼酎粕の細粒分と焼却灰の粒子破碎による細粒分増加で、細かい粒子が増加したためと考えられる。さらに、焼却灰の pH が 11 程度、焼酎粕の pH が 4 程度であるため、供試体の pH が中性に近づき、化学的な固化作用が小さくなったことも考えられる。すなわち、しらすは焼酎粕を混入することで粘性効果を発揮し、強度が増加するが、焼却灰は、焼酎粕を混入により強度は低下する。

5. おわりに

しらすに焼酎粕を混入することで強度が増加し、透水係数も 3.47×10^{-4} (水) から 4.35×10^{-4} (焼酎粕) とわずかに増加した。焼酎粕を混入したしらすは、肥料成分を持つことと強度の増加などから土砂の流出防止の効果が期待できる。

【参考文献】

- 1) 前野祐二他：甘藷焼酎蒸留粕の有効利用に関する研究、廃棄物学会誌、Vol.10、No.4、p p.204-213(1999)