

III-60

桜島降下火山灰の石灰・セメント系固化と焼結処理による有効利用

京都大学 工学部

正会員 嘉門雅史

明石工業高等専門学校

正会員 澤 孝平 ○友久誠司

1. まえがき

火山から放出される膨大な量の火山灰は細かな粒状で取り扱いが困難であり、農業や工業の分野でも利用価値は低く、処分地にも困っている状態である。そこで、これらの火山灰を有効に利用できれば省資源の観点からも、大変意義深いものである。本研究は鹿児島県、桜島火山の降下火山灰の石灰・セメント系での固化効果と、焼結処理による有効利用の可能性を検討したものである。

2. 試料および実験方法

試料は桜島の黒神、持木地区で採取した新生灰を混合した黒灰と呼ばれる降下灰の代表的な種類である。蛍光X線分析およびX線回折の結果、主な構成元素はCa, Fe, Si, Ti, Al, Kであり、灰長石の存在が認められた。固化材は表-1に示す普通ポルトランドセメント(記号PC)とセメントと消石灰に炭酸アルミネート系塩材料(以下、CAS材と呼ぶ)を混合した(記号CG, LG)の3種類である。固化処理の供試体は火山灰の乾燥質量に対し、固化材を5、10、20%の3通りを添加した後、含水比を最適含水比(約15%)に調節し、JIS-1210の第一方法と同じエネルギーで締固め、直径5cm、高さ10cmのモールドに詰めた。養生は樹脂フィルムでラップし、20℃の恒温室内にて所定日数行い、一軸圧縮試験を行った。また、焼結処理の供試体は固化材混合後の含水比を10、20、30%に調整した後、10%のものは締固め、20%と30%のものは振動を与え、へらで均して、幅4cm、長さ16cm、厚さ約1cmの板状に成形した。そして、1日後脱型し、質量の変化がなくなるまで室内で乾燥した。焼結は仮焼を600℃で2時間、本焼は1050℃あるいは1080℃で7時間行い、焼結後の試料は曲げ強さ試験および透水試験などにより工学的性質を追究した。

3. 結果と考察

図-1は固化材添加率5%の養生日数と強度の関係を示している。いずれの固化材においても養生の経過に従い強度は増加している。そして、長期養生ではセメントだけを添加したPCが特に大きな強度になっているが、初期材令ではCAS材を含有しているセメント系のCGの強度発現が著しく、石灰系のLGもPCとほぼ同じ強度になっている。これらは前報¹⁾の結果とも合わせ、セメント系の固化効果の有効性を示しており、また、CAS材の配合は養生初期の硬化促進および固化材添加率の低い場合に固化効果

表-1 固化材の記号と配合比

固化材の 記号	配合比 (%)		
	セメント	消石灰	CAS材
PC	100	—	—
CG	40	27	33
LG	—	70	30

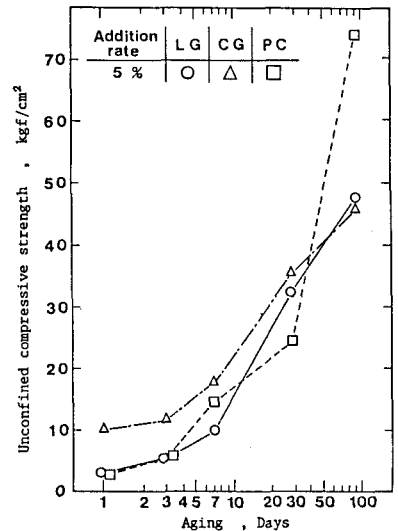


図-1 養生日数と一軸強さの関係

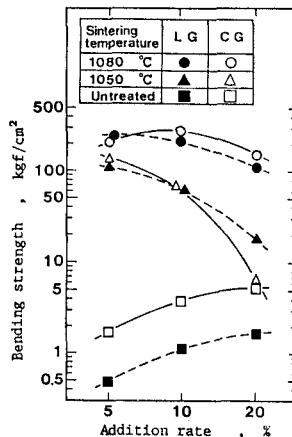


図-2 固化材添加率と曲げ強さの関係 (w=30%)

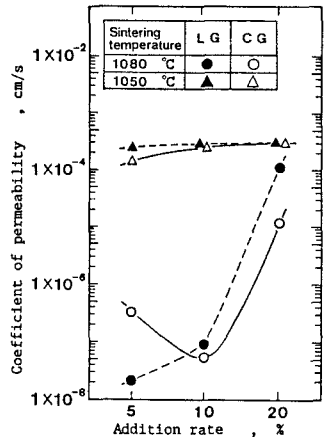


図-3 固化材添加率と透水係数の関係 (w=30%)

が顕著であることがわかる。

図-2, 3は成形時含水比が30%の板状供試体の固化材添加率と曲げ強さおよび透水係数の関係を示している。ここで、板状供試体に用いた固化材は極く短期間に強度が発現するC A S材を配合したものであり、曲げ強さ試験は支点間隔5cmの3点載荷方法を使用している。曲げ強さの図-2において、未焼結試料は固化材添加率が多いほど高強度を示しているが、焼結した試料では焼結温度に関わらず添加率が多いほど強度は低下しており、固化材の存在が強度の増加を阻害している。一方、透水係数は焼結温度が1050℃

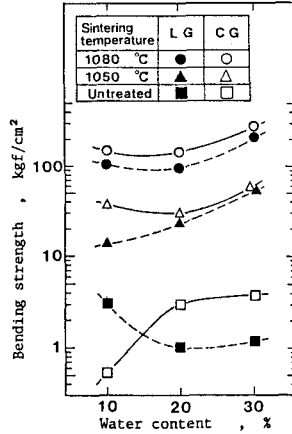


図-4 成形時含水比と曲げ強さの関係 ($A_w = 10\%$)

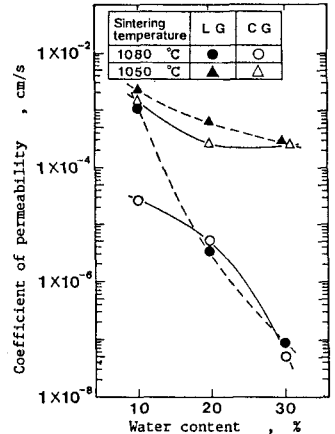


図-5 成形時含水比と透水係数の関係 ($A_w = 10\%$)

ではいずれの添加率でもほぼ一定の値を示しているが、1080℃では固化材添加率が少ない5, 10%が20%のものに比べて小さな値となっている。次に、固化材添加率が10%の板状供試体の成形時含水比と曲げ強さおよび透水係数の関係を示したものが図-4, 5である。図-4の曲げ強さでは、一部の例外を除いて高含水比ほど高い強度を示している。透水係数は成形時含水比が多いほど小さくなっており、特に、1080℃で焼結したものはその変化が大きくなっている。そして、これらの関係は石灰系固化材とセメント系固化材ともよく似た傾向を示している。

図-6はセメント系固化材を用いた板状供試体の固化材添加率と成形時含水比に対する乾燥密度である。また、図-7は間隙比との関係を示している。これらによると、固化材添加率が多くなると乾燥密度は小さくなり、間隙比は大きくなっている。その結果、透水係数が大きくなり、曲げ強さが小さくなったものである。一方、成形時含水比との関係では含水比が大きくなると乾燥密度、曲げ強さが大きくなり、間隙比、透水係数が小さくなることがわかる。また、焼結温度では、高い1080℃で処理した供試体は1050℃のものに比べ、乾燥密度、曲げ強さが大きくなり、間隙比、透水係数が小さくなっており、焼結温度による降下火山灰粒子のガラス化の程度の違いを表わしている。そして、JIS規格に定められたスレートやボード類の破壊曲げ荷重は応力度に換算すると約100~150kgf/cm²程度であることからこれらへの用途が考えられる。

4. あとがき

降下火山灰を固化、焼結処理した結果は次のとおりである。(1)固化効果は長期強度ではセメント単体が大きく、初期材令ではC A S材を配合した固化材が有効である。(2)構造体の成形時含水比や固化材添加量および焼結温度の変化により、ポーラスな切削の容易なものから透水性のない高強度の材料まで幅広く変化し、ボード材やタイル等の建築構造・化粧材料や美術陶芸材料としての利用の可能性が考えられる。

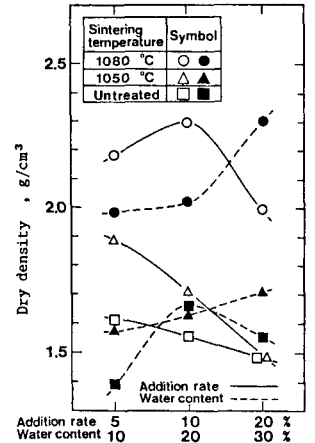


図-6 固化材添加率および成形時含水比と乾燥密度の関係

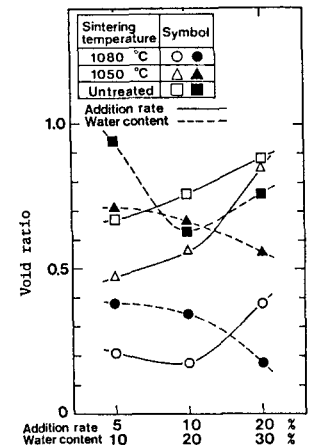


図-7 固化材添加率および成形時含水比と間隙比の関係

参考文献 1) 嘉門雅史他：桜島降下火山灰の石灰・セメント系固化による有効利用、第23回土質工学研究発表会、1988。