

III-45 石炭灰を利用した軽量盛立工法に関する研究

電源開発株式会社 正会員 佐藤泰明、吉田 裕
建設省土木研究所 正会員 塚田幸広
(財)土木研究センター 正会員 千田昌平、菊池 朗

1. はじめに

本研究は、石炭灰をセメントと起泡剤等を練り混ぜたスラリー状あるいは硬化体（以下気泡アッシュと称す。）による軽量盛立工法を開発することを目的としたものである。この技術によって盛土荷重の低減化および石炭灰の飛散防止等物性および環境両面での改善が可能となるものと考えられる。

本報告は、実用化に向けて実施した室内配合試験の結果から気泡アッシュの物理的、力学的基本諸性状について述べるものである。

表-1 石炭灰の化学組成

強熱減量	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
4.4	56.1	27.7	3.7	1.4	0.6

2. 使用材料

(1)石炭灰 使用した石炭灰は、火力発電所より発生する灰のうち電気集塵機で集められるものでEP灰と呼ばれている種類の灰である。

表-2 石炭灰の物理的性質

比 重	粒 度 分 布				
	砂 分%	シルト分%	粘土分%	最大粒径mm	50%粒径mm
2.146	6.3	84.9	8.8	0.84	0.025

試験に用いた石炭灰の化学組成を表-1に、物理的性質を表-2に示す。

(2)起泡剤およびセメント 起泡剤は気泡の形状が細かく安定性も良好であるものを使用し、セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。

3. 気泡アッシュの諸性状

盛立材として気泡アッシュを利用する場合、①石炭灰の有効利用の面から石炭灰量はできるだけ多くすること、②可能な限り軽量で品質が安定していること、③強度は盛土として利用できる程度で、特に高強度の必要はなく数kgf/cm²程度とすること、④ポンプ圧送が良好であること等を考慮の上検討を行った。

(1)石炭灰混合比と単位体積重量の関係 図-1には空気量40%および50%における石炭灰混合比F/C（以下混合比と略す。）と単位体積重量 γ 、起泡剤添加率 a （石炭灰とセメントに対する重量比率）の関係を示す。この図より石炭灰の使用量の増加に伴い単位体積重量は減少するが、空気量を一定にするには起泡剤添加率は増加する傾向にある。混合比F/C=5とした場合、単位体積重量は空気量40～50%で0.95～0.80 tf/m³であり、従来の土質盛立材料に比較して1/2程度と軽量である。

(2)混合比と強度の関係 混合比F/Cを大きくすることはセメントが比重が小さく安価な石炭灰と置き変わることにによって軽量性及び経済性を向上させることになるが、あまり大きくすると強度が低下し、盛立材として必要な強度が得られなくなり安定性が損なわれる。盛立材として利用可能な混合比を決定するため空気量を一定（約40%）として各混合比における材令と軸圧縮強度（20℃恒温養生）の関係を求めた結

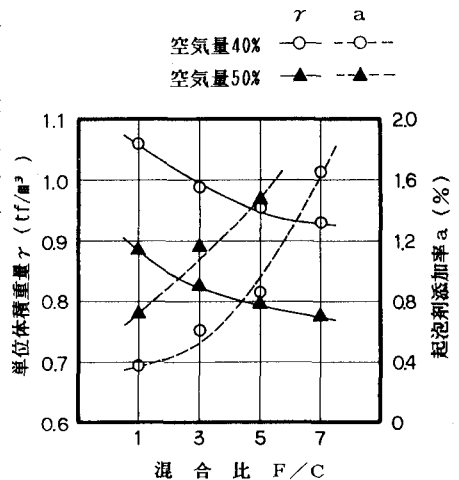


図-1 石炭灰混合比F/Cと単位体積重量 γ 、起泡剤添加率 a の関係

果を図-2に示す。この結果から盛立材に必要な強度を3 kgf/cm²と仮定すると、F/C=5では約5 kgf/cm²となり、この程度まで石炭灰使用量を増加させることが可能であると考えられる。なお、F/Cを調整することによって、比較的高強度の安定した固化体が形成され、ブロック等の2次製品的な用途への利用可能性も大きいと考えられる。

(3)空気量と強度の関係 図-3に混合比F/C=5における空気量と一軸圧縮強度（材令28日、20℃恒温養生）の関係を示す。この図より、空気量の増加に伴い強度は減少し、盛立材として必要な強度を3 kgf/cm²と仮定すると空気量が50%程度となっている。また、曲げ強度は1.2 kgf/cm²と圧縮強度の0.4倍程度の比率であり、静弾性係数は1200 kgf/cm²であった。ただし、種々の強度に対しては混合比や空気量を変化させることによって対応可能である。

(4)吸水性および透水性 図-4に混合比F/C=5における水浸後の単位体積重量変化を示す。なお、本試験は供試体を28日養生（20℃密封恒温）した後を水浸させた場合のものである。この結果、28日水浸後の単位体積重量の増加は9%（0.07g/cm³）程度であることが判った。また、不飽和時の透水係数は、10⁻⁵cm/secオーダーを示した。

4. おわりに

ここでは石炭灰を利用した軽量材（気泡アッシュ）の諸性状および適用性について述べた。この気泡アッシュの施工方法としては、①直接現場にプラントを設置し、練りまぜからポンプ打設までを行う現場打設方式と、②火力発電所の余熱を利用して蒸気養生を行い、予め硬化させたブロックを現場に持ち込み積み重ねることによって施工するプレキャスト方式等が考えられる。そこで実用化を進めるにあたっては、①石炭灰に適合する起泡剤の開発、②連続練りプラントの開発、③灌水方法の検討、④プレキャスト方式における合理的な施工方法の確立等課題が残されており、今後検討を進める予定である。なお、本論文は建設省土木研究所、(財)土木研究センターおよび電源開発(株)による共同研究「石炭灰の道路土工材への適用性に関する研究」の成果の一部である。

<参考文献>

佐藤、吉田、塚田、千田；石炭灰の道路土工材への適用性に関する研究 土木学会第42回年次講演会
仲田、塚田、千田他；石炭灰の道路土工材への適用性に関する研究（第2報）土木学会第43回年次講演会

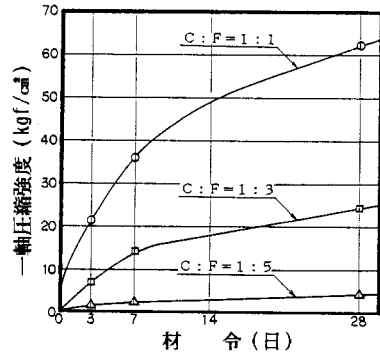


図-2 材令と一軸圧縮強度の関係

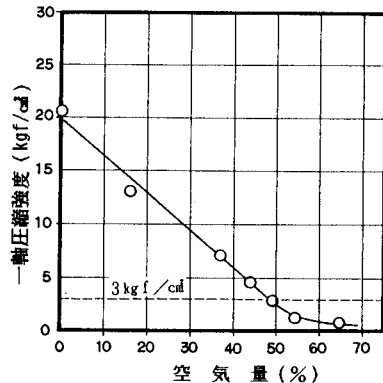


図-3 空気量と一軸圧縮強度の関係

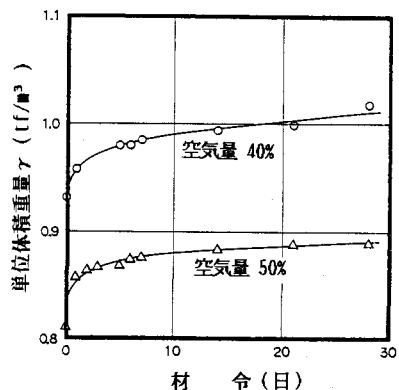


図-4 水浸試験結果