

Ⅲ- 805

石炭灰により造粒した軽量材
を用いた軽量盛土材の諸特性

東北工業大学 工学部 ○ 伊藤孝男、浅田秋江、佐伯吉勝
 ㈱東北開発コンサルタント 佐藤雅一
 日本大学 工学部 森 芳信

1. まえがき

軟弱地盤上の盛土等の土構造物は、地盤内応力の増加により沈下やすべり破壊、側方流動等の被害が生じやすい。このような地盤に対しては、地盤改良を省略または軽減する目的で、地盤内応力の増分を軽減する工法や軽量化材料を用いる工法が、近年注目されてきている。これらの工法あるいは材料のうち、経済性、施工性、効果の点で、発泡スチロール(通称、EPS)の小片と山砂とを混合した軽量化土質材料が注目を浴びている。この場合、EPS混合量の調整によって密度 $0.7 \sim 1.5 \text{ g/cm}^3$ に軽量化され、かつ土構造物材料として必要な強度を得るために普通ポルトランドセメントを少量添加し、EPS添加量の調整によって一軸圧縮強度 $0.2 \sim 2.0 \text{ kgf/cm}^2$ 以上とすることが可能であり、一定の範囲で自由に選択できる。また、材質の評価は、従来の土質試験法でほぼ把握できるようである。この材料に期待できる効果は、軽量化による土圧力・地震時の慣性力の軽減、基礎地盤の圧密沈下・水平変位の低減などが挙げられる。一方、品質とコストの面、施工時の混合効果、超軽量であるために地下水位の変動による浮力などの影響、さらに発泡スチロールは石油製品(エチレン系)であり、無機材でないので紫外線の直射による材質劣化、ガソリンなどに溶解すること、熱に弱い(80°C 以上)などの素材としての弱点がある。本文は、これらの弱点を解消する目的で、産業廃棄物の一つである火力発電所より廃棄される石炭灰を主材とした人工軽量材の開発を試み、現地発生土との混合転圧による軽量化盛土材としての適用性について実験検討を行った。ここに、その基本的性質について取りまとめ報告する。

2. 実験の概要

2.1 人工軽量材の作製

石炭灰を主材とし、造粒時の硬化材としてセメントおよび水ガラス溶液を用い、起泡剤としては、工業用石鹼とAL粉末を使用した。それぞれの材料を適量混合した気泡石炭灰ペーストを型枠内に充填し乾燥固結後、粉碎($5.0 \sim 10.0 \text{ mm}$)したものが人工軽量材となる。さらに、造粒物としての強度、止水性を増すために電気炉(焼結温度 1100°C 、焼結時間20分)にて表面焼結した軽量材を作製した。なお、軽量材作製のフローは図-1に示すとおりである。

2.2 人工軽量材の特性

人工軽量材を作製するための主な使用材料の配合一覧を表-1に示した。

それぞれの配合により作製した軽量材について、単位体積重量、圧縮強度の実験を行った。

それらの結果は図-2、図-3に示すとおりである。なお、単位体積重量は各々の配合の気泡石炭灰ペーストを $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}$ の型枠に流し込み、乾燥のみと表面焼結の供試体を作製し、水中養生経過後の単位体積重量の変化を見たものである。

以上の結果より、軽量性、耐水性、強度等の面で石炭灰：水ガラス溶液＝2：1の配合で乾燥後粉碎し、 $5.0 \sim 10.0 \text{ mm}$ 程度の粒状のものを表面焼結した石炭灰軽量材No. Hが優れており、以後の実験にはこの軽量材を使用した。

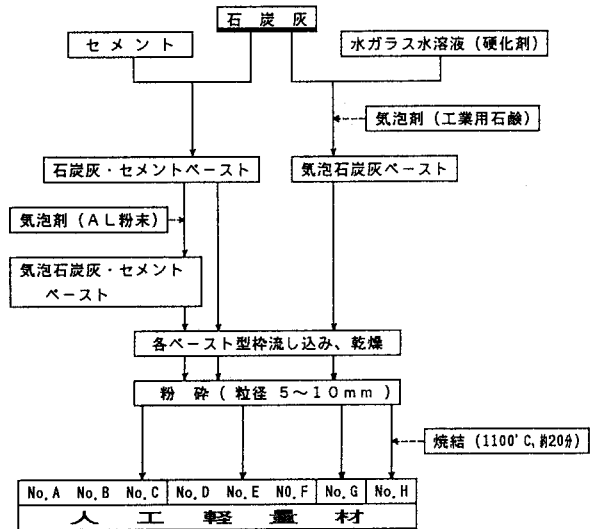


図-1 石炭灰軽量材の作製

表-1 材料配合（容積比）

軽量材	配 合 材 料				備 考
No.	石炭灰	セメント	水ガラス	気 泡 剤	
No. A	1	0.2	—	—	
No. B	1	0.4	—	—	
No. C	1	0.6	—	—	
No. D	1	0.2	—	AL粉末	
No. E	1	0.4	—	AL粉末	
No. F	1	0.6	—	AL粉末	
No. G	2	—	1	工業用石鹼	
No. H	2	—	1	工業用石鹼	焼 結

2.3 軽量土質材料としての特性

本実験に用いた試料土の性状は表-2に示すとおりであり、石炭灰軽量材としては2.2項の結果よりNo. Hを使用した。なお、軽量土質材料の性状の比較のため、発泡スチロール(球状EPS 2.0~5.0mm)を用いた。

それぞれの軽量材料の性状一覧を表-3に示した。実験方法は発生土としての砂質ロームに球状EPS、および、石炭灰軽量材(No. H)を容積比で0%、10%、20%、30%、40%混合した軽量土質材料について実験を行った。(注:施工性を考慮して固化材等の添加処理は行わない)

砂質ロームと軽量材を混合したそれぞれの軽量土質材料を、土質工学会基準「突固めによる土の締固め試験方法」(JSF T 711)に準拠して、下記の実験項目について供試体を作成した。なお、実験項目としては、単位体積重量(JSF T 191)、一軸圧縮試験(JSF T 511)、CBR試験(JSF T 721)を実施した。

3. 結果および考察

3.1 軽量土質材料の単位体積重量、

一軸圧縮強度およびCBR値

砂質ロームに球状EPS、および、石炭灰軽量材(No. H)を容積比で0%、10%、20%、30%、40%混合締固めた供試体の単位体積重量の変化を図-4(A)に、一軸圧縮強度を図-4(B)、および、CBR値を図-4(C)に示した。単位体積重量は、軽量材の混入率増加とともに双方の軽量材とも低下傾向を示し、混入率20%以上になると圧縮強度、支持力面において、石炭灰軽量材(No. H)の方が優っている。

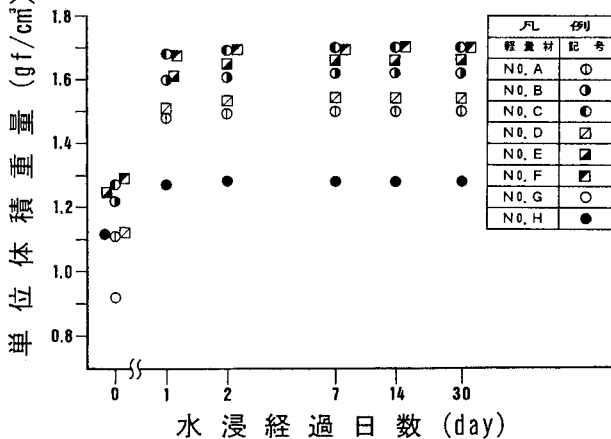


図-2 水浸経過後の単位体積重量

4. あとがき

石炭灰により造粒した人工軽量材は、軽量性において球状EPSに比べ劣るが、材料自体の強度は、現場における発生土との機械攪拌に十分対応でき、さらに、発泡スチロールの弱点とされている紫外線の直射による材質の劣化、ガソリンなどによる溶解、耐熱性、耐久性において石炭灰軽量材の方が優っている。今後は、実用性のある盛土用軽量材としての適正な強度、耐水性などが得られる配合・作製工程の検討。施工性を考慮した軽量材のサイズ、耐久性等の実験を継続する考えである。

<参考文献> 1) 青山康明、千田昌平、一柳 演、近藤誠宏; 軽量ブロックを利用した軽量盛土工法, 第27回土質工学研究発表会, pp. 2529~2530, 1992. 2) 堀内澄夫、内山 伸、高橋和敏; 閉結性軽量材の研究[1]ゲルタイム, 第27回土質工学研究発表会, pp. 2487~2490, 1992. 3) 山田純男、長坂勇二、西田 登、白井忠雄; 発泡スチロール片と砂とを混合した軽量土, 土と基礎, Vol. 37, No. 2, pp. 25~30, 1989. 4) 嶋津晃臣; 軽量盛土工法の進展, 土と基礎, Vol. 37, No. 2, pp. 7~12, 1989. 5) 伊藤孝男、森 芳信、浅田 秋江、佐伯 吉郎; 下水汚泥焼却灰を利用した軽量盛土材の基本的性状について, 土木学会第48回年次学術講演会, pp. 630~631, 1993.

表-2 試料土の性状

粒 度	礫 (%)	0
	砂 (%)	56.0
特 性	シルト (%)	42.0
	粘土 (%)	2.0
土粒子の密度 ρ_s (g/cm³)		2.16
コ テ ン シ ュ ー	液性限界 (%)	30.5
	塑性限界 (%)	20.9
	塑性指数 (%)	9.6
締 固 特 性	試験方法	A-b
	ρ_{dmax} (g/cm³)	1.60
	Wopt (%)	20.0

表-3 使用軽量材の特性

項 目	球状EPS	軽量材(No. H)
単位体積重量 (gf/cm³)	0.02~0.04	0.9~1.3
圧 縮 強 度 (kgf/cm²)	1.0~3.5	25.0~35.0
耐 熱 温 度 (°C)	80°	1100°C以上
吸 水 率 (g/100cm³)	0.15~0.20	1.5~2.5
燃 焼 性	自己消化性	不 燃 性

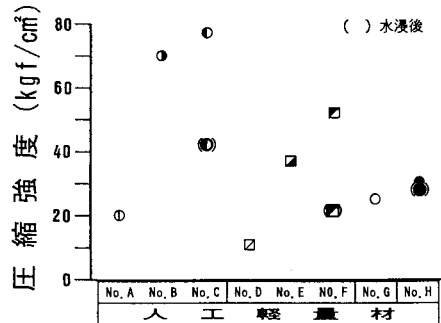


図-3 石炭灰軽量材の圧縮強度

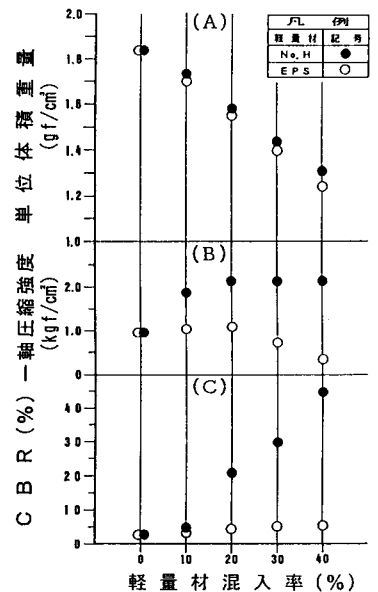


図-4 軽量材混入率と土の性状変化