

III-305

石炭灰および発泡ビーズを主成分とする軽量盛土材の力学的性質について

東北電力電力技術研究所 正会員 ○佐々木明, 正会員 氏家久芳
日本舗道舗東北支店 伊藤 博, 金子晴夫

1. はじめに

軟弱地盤地帯における盛土工事では基礎地盤の圧密沈下が問題となっている。この対策の一つとして、北欧では古くから低品位の軽量盛土材やオガクズを用いた圧密荷重低減化工法が行われている。また、最近では発泡スチロールブロックによる軽量盛土工法(EPS工法)も開発され実用化されつつある。一方、石炭火力発電所から排出される石炭灰の有効利用に関する研究が各方面で進められている。当所においては、石炭灰を用いた軽量盛土工法に関する研究を実施している。今回、その研究の一環として石炭灰と発泡ビーズを組合わせた混合物の力学的関係を究明する目的で、一連の室内試験を実施したのでその結果を報告する。

2. 使用材料

石炭灰は発電所の灰捨て地に野積みされているものを使用し、発泡ビーズ(ポリプロピレン)は倍率の異なる大(30倍)と小(11倍)の2種類を使用した。石炭灰と発泡ビーズの性状を表-1に、使用材料の組合せと配合比率を表-2、3にそれぞれ示す。また、添加材として普通ポルトランドセメント、フライアッシュセメントを使用した。添加量は使用材料の乾燥質量に対する質量百分率で1、3、5%とした。

3. 室内試験と結果の概要

(1) 突固め試験(JIS A 1210)結果より得られた最大乾燥密度と最適含水比を表-4に示す。①最大乾燥密度は、第一方法および第二方法とも発泡ビーズ量が多くなるにしたがって低下する傾向にある。また、粒径が小さい場合、大きい傾向にある。最大乾燥密度は発泡ビーズの単位体積質量に左右され、同質量の大きいものを使用した方が大きい傾向にある。さらに、第二方法により突固めた場合は、第一方法による場合より大きい傾向にある。②最適含水比は、第二方法にしたがって突固めたときは、発泡ビーズの粒径が大きい場合、発泡ビーズ量が多くなるにしたがって増大する傾向にあるが、粒径が小さいと低下する傾向にある。一方、第一

方法にしたがって突固めたときは、最適含水比と発泡ビーズ量とは明確な関係は見出だせなかった。

(2) 混合物のCBR試験(舗装試験法便覧)では、各種配合ともセメント量の増加にしたがってCBRの増大し、発泡ビーズ量が多くなるとにしたがって低下する傾向にある。一方、セメントの種類と

表-1 使用材料の一般性状

項目	材料名	発泡ビーズ	
		大	小
粒 度	4.75 mm	100	100
	2.00	0	1.4
	840 μ m	100	0
	425	99.9	
	250	99.8	
	105	90.4	
	75	81.3	
通過質量百分率(%)			
含 水 量 (%)		2.113	—
比 重		26.7	—
液性限界 (%)		—	—
塑性限界 (%)		—	—
塑性指数		N P	—
単位体積質量(g/cm^3)		1.900	0.027
C B R (%)		2.0	

表-2 使用材料の組合せ

材料の種類		発泡ビーズ	
		大	小
石 炭 灰		A	B
セメント	普通ポルトランド	A-I	B-I
	フライアッシュ	A-II	B-II

表-3 石炭灰と発泡ビーズの配合比率

発泡ビーズの種類	配合比率 配合区分	a	b	c	d	e	f	g
発泡ビーズ (大)	容積比	90:10	80:20	70:30	60:40	50:50	40:60	30:70
	重量比	99.8:0.2	99.6:0.4	99.4:0.6	99.1:0.9	98.8:1.4	97.9:2.1	96.8:3.2
発泡ビーズ (小)	容積比	90:10	80:20	70:30	60:40	50:50	—	—
	重量比	99.4:0.6	99.5:1.4	97.5:2.4	96.4:3.6	94.7:5.3	—	—

注) 表中のa配合は、石炭灰:発泡ビーズ=90:10を表わす。

表-4 突固め試験結果一覧表（突固め方法：第二方法）

配合の種類	項目	配合種						
		a	b	c	d	e	f	g
A 発泡ビーズ (大) 倍率：30倍	配合比 (%)	90:20	80:20	70:30	60:40	50:50	40:60	30:70
	最大乾燥密度	1.046	0.984	0.944	0.880	0.797	0.689	0.601
	最適含水比 (%)	34.0	34.2	38.0	36.0	37.0	38.2	39.8
B 発泡ビーズ (小) 倍率：11倍	配合比 (%)	90:10	80:20	70:30	60:40	50:50	—	—
	最大乾燥密度 (g/cm ³)	1.072	1.014	0.964 (0.916)	0.902 (0.860)	0.820 (0.786)	—	—
	最適含水比 (%)	31.6	31.3	30.5 (36.0)	30.0 (35.2)	29.0 (36.2)	—	—

注-1) 表中aの配合は、石炭灰：発泡ビーズ=90:10(容積比)を表す。

注-2) 表中カッコ内の数値は、第一方法による値を示す。

C B Rの関係では、発泡ビーズの粒径が大きい場合、のセメント量5%でC B Rが大きい傾向にあるものの1, 3%では両者の優位性は見出せない。粒径の小さい場合は、セメント量にかかわらず普通ポルトランドセメントを用いたほうが概ね大きい傾向にある。

(3) 混合物の一軸圧縮試験（舗装試験法便覧）による一軸圧縮強さは、セメント量の増加にしたがって増大し、発泡ビーズ量が多くなるにしたがって低下する傾向にある。

また、セメントの種類と一軸圧縮強さの関係ではフライアッシュセメントを用いたほうが普通ポルトランドセメントを用いたものよりやや大きい傾向にある。

4. 所要セメント量の決定

セメント量の決定に当たっては、通常の道路設計法の適用を前提として次のように考えた。

①アスファルト舗装要綱の設計C B Rの上限の20%を満足すること。

②原材料の運搬手段としてダンプトラックを想定した場合、その走行に支障のないトラフィカビリティの確保に必要なコーン指数から求めた改良目標強度（一軸圧縮強さ）2.0kgf/cm²以上を満足すること。具体的には粘性土の粘着力とコーン指数との関係より次式から求めた。

$$C u = F s \cdot q c / (9 \sim 10) = 1.5 \times 12 / (9 \sim 10) = 1.8 \sim 2.0 \text{ kgf/cm}^2$$

ここで、Cu：改良目標強度（粘着力），Fs：安全率（一般に1.5），qc：コーンダンプトラックが走行するのに必要なコーン指数qc≥12kgf/cm²）。

これより、C B R 20%または一軸圧縮強

表-5 C B R 20%または一軸圧縮強さ2.0kgf/cm²を満足するセメント量

さ2.0kgf/cm²を満足するセメント量を表-5に示す。所要セメント量は、発泡ビーズの粒径が小さい方が少ない傾向にある。

5. あとがき

石炭灰および発泡ビーズを主成分とする軽量盛土の施工においては、地中水などによる混合物の浮揚作用を考慮すれば、湿潤密度で1.000t/m³以上を確保する必要があるため発泡ビーズの配合割合は50%以下が望ましい。また、セメントの種別による強度の発現傾向は、C B Rの場合普通ポルトランドセメント、一軸圧縮強さの場合フライアッシュセメントを用いた方が強度的にやや優位であるものの僅少差であり、使用するセメントは経済性を勘案して決定することが望ましい。所要セメント量は、混合の均一等を考慮して最低セメント量を設定する必要があると判断する。その場合の判断材料として、C B R 20%または一軸圧縮強さ2.0kgf/cm²を満足するセメント量について検討した。今後も石炭灰の軽量盛土材工法への利用について、混合方法に関する試験なども引き続き行なっていく予定である。

発泡ビーズおよびセメントの種類	項目	配合種						
		a	b	c	d	e	f	g
発泡ビーズ (大) 倍率：30倍	A-I 配合比 (%)	90:10	80:20	70:30	60:40	50:50	40:60	30:70
	セメント量 (%)	1.3	1.8	2.1	5.0 +	5.0 +	5.0 +	5.0 +
	A-II 配合比 (%)	90:10	80:20	70:30	60:40	50:50	—	—
	セメント量 (%)	0.8	1.3	2.8	3.6	5.0 +	—	—
発泡ビーズ (小) 倍率：11倍	B-I 配合比 (%)	90:10	80:20	70:30	60:40	50:50	—	—
	セメント量 (%)	0.3	0.3	0.4 (0.2)	0.8 (0.6)	0.3 (2.5)	—	—
	B-II 配合比 (%)	90:10	80:20	70:30	60:40	50:50	—	—
	セメント量 (%)	0.3	0.3	0.4 (0.4)	0.5 (0.9)	0.7 (3.1)	—	—

注-1) 表中aの配合は、石炭灰：発泡ビーズ=90:10(容積比)を表す。

注-2) 表中5.0+は所要セメント量で5.0%以上必要であることを示す。

注-3) 表中カッコ内数値は、一軸圧縮強さ2.0kgf/cm²を満足する所要セメント量を示す。

【参考文献】1) 社団法人セメント協会：セメント系固化材による地盤改良マニュアル，1985.4

2) 日本道路公団：設計要領第一集第2編舗装，昭和58年4月