

III-730 石炭灰固化物の特性を活かした土質材料としての利用に関する基礎研究

中部電力（株） ○（正）尾関 正典 （株）コムリス 加藤 正巳
 大成建設（株） （正）須網 功二 （正）川崎 宏二 長谷川 豊

1. はじめに

石炭灰に少量のセメント等を添加加工してできる石炭灰固化物（造粒石炭灰）は、一般の砂や碎石と比較して軽量であることから、軽量盛土、擁壁等の裏込め材に適するとともに、粒度調整を行うことによって、地盤改良用ドレーン等に利用することも可能と考えられる。本研究では、裏込め材、ドレーン材としての適性を検討する為に、石炭灰固化物の締固め特性、透水性、強度特性および試験前後における粒子破碎特性を室内試験によって調べた。

2. 試験に用いた試料

試験試料の種類および用途を表-1に示す。石炭灰固化物に関しては、造粒後、粒度を調整しないもの（0.0~40.0mm）、単粒に調整したもの（1.0~10.0mm）、20mm以上2.0mm以下を除いたものの3種類を対象とし、各々についてセメント配合率5%、10%の2種類を用意した。また、比較試料として、切込み碎石（C-40）、単粒度碎石6、7号およびスクリーニングスを混合した試料を用いた。試料調整後の試料の粒度分布を図-1に示す。

表-1 試験試料

試料No.	粒度調整方法	セメント配合率	用途
造粒石炭灰	1-1	5%	裏込め材対象
	1-2	10%	
	2-1	5%	ドレーン材対象
	2-2	10%	
	3-1	5%	ドレーン材対象
	3-2	10%	
碎石	4	—	裏込め材対象
	5	—	ドレーン材対象

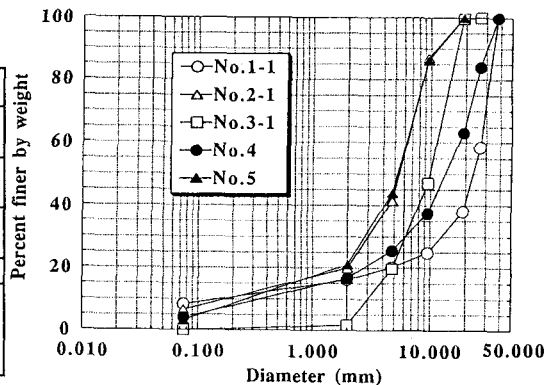


図-1 試験試料の粒径加積曲線

3. 試験項目

試験項目を表-2に示す。試料調整を行った試料について、まず最初に、締固め試験によって締固め特性（ W_{opt} 、 ρ_{dmax} ）を調べ、その後、 W_{opt} 状態で締固めエネルギーを変えて作成した供試体について強度試験および透水試験を行い、粒子破碎状況は透水試験前後の粒度分布の変化により把握した。

4. 試験結果

(1) 透水試験結果

図-2に透水試験結果を示す。碎石は、締固めエネルギーに関係なく 10^{-2} (cm/sec)の透水係数を示すのに対し、石炭灰固化物は、締固めエネルギーが大きくなると間隙比が小さくなり、透水係数は低下する傾向にある。締固めエネルギー1.0Ecでは、セメント配合率5%のものは 10^{-5} ~ 10^{-4} (cm/sec)の透水係数を示すのに対し、セメント配合率10%のものは 10^{-3} (cm/sec)の透水係数を示す。これはセメント配合率の低いものは、締固めによる粒子破碎が大きく、間隙比が小さくなり、その結果透水性が低下すると考えられる（図-3）。石炭灰固化物の透水係数は、セメント配合率、粒度分布に大きく左右されることがわかる。

表-2 試験項目

	供試体作成方法		試験対象試料
	供試体径 (モールド径)	締固めエネルギー 1.0Ec=5.6cmkgf/cm ³	
締固め試験	φ15cm	1.0Ec (55/3層)	全試料
透水試験 (定水位)	同上	0.2, 0.6, 1.0Ec 1.0Ec	2-1, 3-1, 4, 5 2-2, 3-2
三軸圧縮試験(CD)	φ10cm	0.2, 0.6, 1.2Ec	1-1, 1-2, 4
CBR試験	φ15cm	0.2, 0.4, 0.6, 1.0Ec	1-1, 1-2, 4
粒度試験 (透水試験前後)	—	—	2, 3, 4, 5

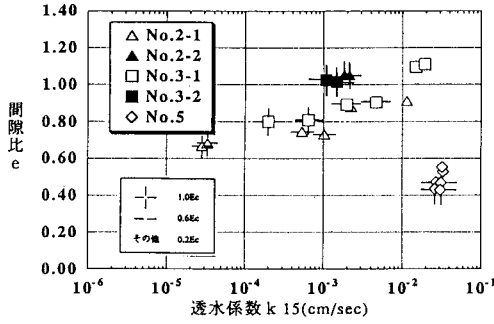


図-2 間隙比と透水係数の関係

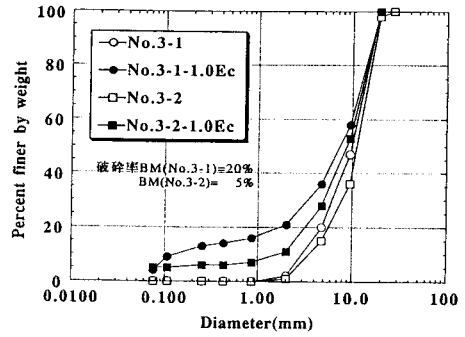


図-3 透水試験後の粒度の変化

(2) 三軸圧縮試験結果

三軸圧縮試験結果を図-4に示す。碎石による供試体は締固めエネルギーに関わらず $\phi=40^\circ$ 以上の値を示す。一方、造粒石炭灰No.1を用いた供試体は、碎石には劣るものの、締固めエネルギー $0.6Ec$ 以上で $\phi=40^\circ$ 以上の値を示すことより、締固めエネルギーによって碎石とほぼ同等な ϕ を得ることができると考えられる。

5. 性能評価およびまとめ

1) セメント配合率を10%とし、造粒方法の調整または分級を行い、単粒又は細粒分の少ない試料を作成することによって、締固めエネルギー $1.0Ec$ ($\approx 5.6 \text{ cmkgf/cm}^3$) 下で、 10^{-3} cm/sec の透水係数を確保することができた。

造粒石炭灰は、粒子の強度、粒度調整によって、砂と同様の透水性を確保でき、ドレーン材としての性能を充分発揮することができると考えられる。

2) 造粒石炭灰は、締固めエネルギー $0.2Ec$ ($1.0Ec=5.6 \text{ cmkgf/cm}^3$) 以上で、内部摩擦角 $\phi \geq 30^\circ$ 以上を確保することができ、砂と同等以上の ϕ を示した表-3に示す土質定数を用いて、図-5に示す擁壁に作用する土圧を計算した結果を図-6に示す。土圧算定は $c=0$ として行った。No.1の造粒石炭灰は通常盛土に用いられる盛土材（砂）と比較して、単位体積重量において15%程度軽量であることより、20~30%土圧低減効果が示され、盛土材として有効な材料であると考えられる。

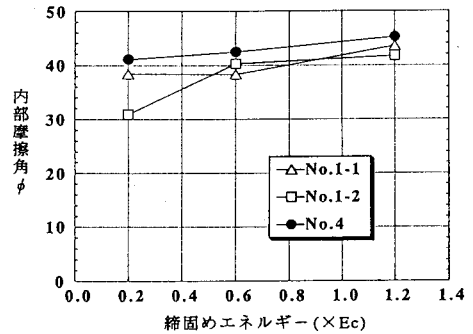


図-4 締固めエネルギーと内部摩擦角の関係

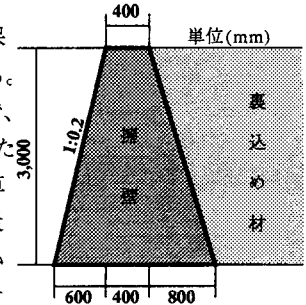


図-5 擁壁の形式

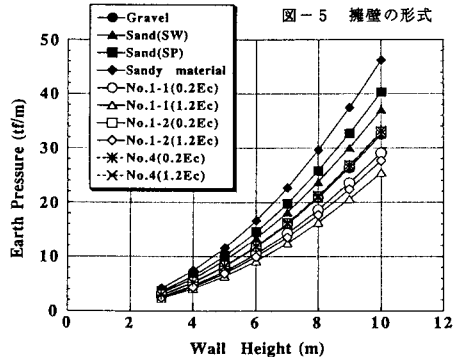


図-6 擁壁高さ土圧の関係

表-3 土圧の算定に用いる土質定数（日本道路公団）

種 類		単位体積重量 γ (tf/m ³)	内部摩擦角 ϕ (°)	粘着力 c (tf/m ²)
盛土	レキおよびレキ混じり砂	2.0	40	0
	粒度の良いもの	2.0	35	0
	砂	1.9	30	0
	粒度の悪いもの	1.9	30	0
造粒石炭灰	砂質土	1.9	25	0
	No.1-1 セメント 配合率5%	0.2Ec	1.7	38
		1.2Ec	1.7	43
	No.1-2 セメント 配合率10%	0.2Ec	1.6	31
		1.2Ec	1.8	42
	No.4	0.2Ec	2.1	41
		1.2Ec	2.3	45