

地盤改良を必要とする地盤にクリンカアッシュを混合した場合の影響評価

大成建設(株) 東北支店 福一止水工事作業所 正会員 黒羽 陽一郎  
 大成建設(株) 土木本部 土木技術部 地盤・環境技術室 正会員 美斉津 宏史  
 東京電力ホールディングス(株) 福島第一廃炉推進カンパニー 正会員 ○古川園 健朗  
 同 後藤 利博

1. 目的

火力発電所で発生するクリンカアッシュの有効利用を促進するため、地盤改良を必要とする地盤にクリンカアッシュを混合させた場合の影響を定量的に把握することを目的とし、各種室内試験を実施した結果を報告する。

2. 試験内容と結果

試験内容は、①クリンカアッシュ置換が改良対象地盤に与える影響を評価 ②クリンカアッシュ置換が改良後の一軸圧縮強さに与える影響を評価するため表-1, 2 のケースで室内試験を実施した。

表-1 改良対象地盤に与える影響評価試験ケース

ケース	クリンカアッシュ置換率	試験項目
1	0%	土粒子の密度試験、含水比試験、粒度試験、液性限界・塑性限界試験、湿潤密度試験、三軸圧縮試験(CD)、透水試験
2	30%	
3	50%	

表-2 一軸圧縮強さに与える影響評価試験ケース

ケース	クリンカアッシュ置換率	セメント系固化材添加量 (kg/m <sup>3</sup> )
1	0%	50
		100
		150
2	30%	50
		100
		150
3	50%	50
		100
		150

置換方法は体積比によった。体積は締固め前の締めまり具合の緩い状態を想定し、現場発生土とクリンカアッシュをそれぞれ自然含水比状態でφ15cmのモールドの中に静かに投入し、この時の単位体積重量を用いた。表-3 に上記の試験ケースにおいて実施した室内試験項目と試験数量を示す。表-4 に室内試験

結果の一覧を示す。

表-3 試験数量一覧

試験項目	室内土質試験											
	土粒子の密度	含水比	粒度		液性限界	塑性限界	湿潤密度	締固め (A法)	三軸圧縮 (C,D)	室内透水	配合	六価クロム溶出
			ふるい分け	沈降								
試料名	試料	試料	試料	試料	試料	試料	試料	試料	試料	試料	試料	試料
クリンカアッシュ置換率0%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3
クリンカアッシュ置換率30%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3
クリンカアッシュ置換率50%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3
クリンカアッシュ	1	1	1	1	1	1						
合計	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	9	9

備考: 配合試験のセメント添加量は50、100、150kg/m<sup>3</sup>、養生日数は7日と28日

表-4 室内試験結果一覧

区分	室内試験項目	クリンカアッシュ置換率				
		0%	30%	50%	100%	
改良対象地盤に与える影響	土粒子の密度 (g/cm <sup>3</sup> )	2.668	2.578	2.507	2.324	
	自然含水比 (%)	16.0	20.4	25.5	45.7	
	粒度組成 (%)	礫分	14.0	17.7	19.9	30.5
		砂分	67.4	65.4	65.1	59.5
		シルト分	13.0	11.7	10.4	7.7
		粘土分	5.6	5.2	4.6	2.3
	20%粒径 (mm)	0.091	0.103	0.119	0.223	
	締固め試験	最大乾燥密度 (g/cm <sup>3</sup> )	1.778	1.639	1.505	-
		最適含水比 (%)	16.1	19.6	23.5	-
	透水試験結果 (m/sec)	1.34E-05	1.08E-05	6.69E-06	-	
	三軸圧縮試験 (CD)	粘着力 (kN/m <sup>2</sup> )	5.0	6.4	7.7	-
		内部摩擦角 (°)	35.0	37.0	37.7	-
	一軸圧縮強度に与える影響	一軸圧縮試験 (kN/m <sup>2</sup> )	σ <sub>7</sub>	1,325	1,460	1,315
添加量50kg/m <sup>3</sup>		σ <sub>28</sub>	2,139	2,080	1,642	-
一軸圧縮試験 (kN/m <sup>2</sup> )		σ <sub>7</sub>	4,935	4,258	3,963	-
添加量100kg/m <sup>3</sup>		σ <sub>28</sub>	6,769	5,953	5,120	-
一軸圧縮試験 (kN/m <sup>2</sup> )		σ <sub>7</sub>	7,687	7,293	7,310	-
添加量150kg/m <sup>3</sup>		σ <sub>28</sub>	11,045	9,989	9,793	-
六価クロム溶出試験 (mg/L)		0.02未満	0.02未満	0.02未満	-	

キーワード クリンカアッシュ、廃棄物、リサイクル、地盤改良

連絡先 〒979-0402 福島県双葉郡広野町大字下北迫字苗代替 5-1 東電福一止水工事作業所 TEL0240-25-8774

(1) 密度と自然含水比

クリンカアッシュ置換率 0% (現場発生土) の土粒子の密度は 2.668 g/cm<sup>3</sup>、自然含水比 16.0%であり、無機質土の一般的な値を示す。一方クリンカアッシュは密度 2.324 g/cm<sup>3</sup>、自然含水比 45.7%と含水比の高い状態であった。

(2) 粒度組成

クリンカアッシュの粒度は、礫分 30.5%、砂分 59.5%、シルト分 7.7%、粘土分 2.3%であり、「細粒分混じり礫質砂」に分類される。現地発生土の一部を置換した場合の粒径加積曲線を図-1 に示す。

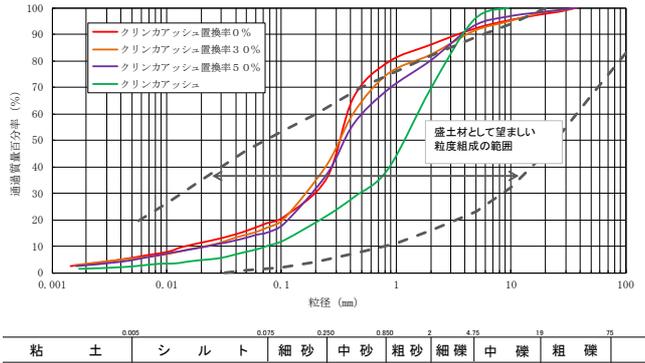


図-1 粒径加積曲線

※ 盛土材として望ましい粒度組成の範囲は、建設発生土利用技術マニュアル 63 ページから引用

(3) 締固め試験結果

クリンカアッシュ置換率が大きくなるほど最大乾燥密度は小さくなり、最適含水比は大きくなる傾向を示す。

(4) 透水試験

透水試験の供試体は締固め度 90%に密度調整して作成した。クリンカアッシュ置換率 (以降置換率と称す) と透水係数の関係を図-2 に示す。置換率による透水係数に有意な差は見られなかった。

(5) 三軸圧縮試験 (CD)

三軸圧縮試験の供試体は締固め度 90%に密度調整し、圧密排水条件 (CD 条件) で実施した。置換率が大きくなるほど、粘着力、内部摩擦角共に大きくなる傾向を示すが、有意な差は見られなかった。

(6) 一軸圧縮強度

セメント系固化材 (住友大阪セメント: タフロック 3E) を添加した場合の置換率と一軸圧縮強さの関係を図-3 に示す。置換率が大きくなると一軸圧縮強さが低下し、置換率 50%の一軸圧縮強さは置換率 0%

の 76%~89%であった。これは置換率が増すごとに含水比が高くなることが原因と考える。

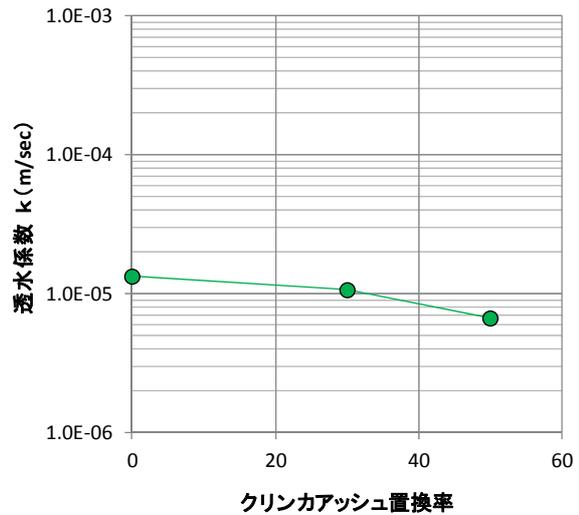


図-2 クリンカアッシュ置換率と透水係数の関係

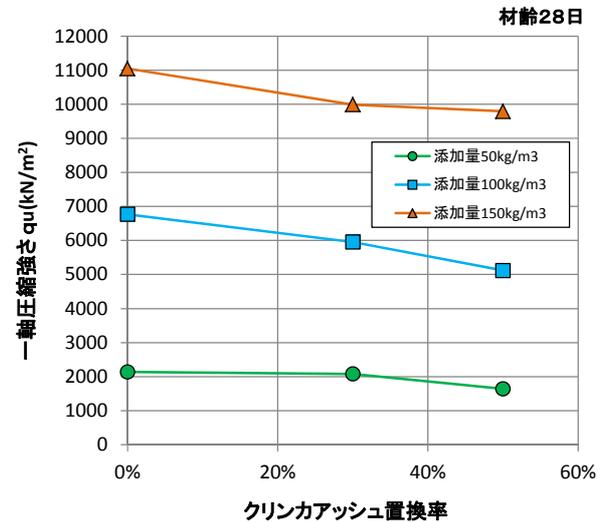


図-3 クリンカアッシュ置換率と一軸圧縮強さの関係

(7) 六価クロム溶出試験

セメント系固化材を添加した試験では、全ての置換率および添加量で六価クロム溶出量は環境基準である 0.02mg/L 未満であった。

4. おわりに

試験に使用した現地発生土は比較的含水比の低い状態であり、今後は含水比の高い状態やシルト系の現地発生土で試験することが今後の設計に有効と考える。また、クリンカアッシュ自体の含水比を事前に低下させることも重要であることが分かった。今回の一連検討において、クリンカアッシュの活用方法は工夫の次第で、廃棄物の有効利用や工事費の原価低減の観点でも積極的に活用していくことに価値があることが判明し、今後、更に検討を進めて行く。