

V - 2

石炭灰と港湾内泥土を主材料とした造粒固化物の製造について

東北電力㈱いわき技術センター土木課 正会員 ○高橋 一
東北電力㈱いわき技術センター土木課 相馬 亘

1. はじめに

平成 12 年度に当社の石炭火力発電所から産出された石炭灰は 886 千トンであり、そのうち 709 千トン(80.0%)がセメント原料等として有効利用されているが、それ以外は産業廃棄物処分場である石炭灰埋立場に搬入されている。また当社の港湾では砂の堆積がみられることから、石炭運搬船等の安全な航行を確保するため港湾内の浚渫を計画しているが、浚渫土の有効利用方法が確立されていない。よって石炭灰と浚渫土の有効利用を目的に、これらを主原料とした造粒固化物に関する試験を実施し、土木材料として有効利用が可能であることを確認した。その概要を報告する。

2. 材料物性試験

石炭灰と浚渫土の材料特性を把握するため物性試験を実施した。石炭灰は原町火力(発)産原粉を、浚渫土は原町火力(発)から採取したものを用いた。各材料の物性値を表-1 に示す。港内浚渫土は 234.79%と高含水比であり、強熱減量は 11.2%と有機質が多い。港口浚渫土は含水比が 38.17%、強熱減量が 4.3%であり、港内浚渫土より低い値を示した。粒度試験結果を図-1 に示す。浚渫土のうち港湾内のものはシルトであり、港口部は約 80%が砂であった。石炭灰はフライアッシュに分類され、クリンカアッシュは砂に分類された。

3. 配合試験

港口浚渫土は砂であることから造粒せずに利用できると判断し、港湾内のシルトを対象に造粒試験を行うこととした。造粒にあたっては固化材として使用するセメント量と石炭灰量、いわゆる粉体添加量を求めるため、配合試験を実施した。造粒固化物の製造は図-2 のフローにて行った。港内浚渫土に対する粉体添加量を表-2 に示す。造粒固化物の製造が可能な粉体添加量は、フライアッシュのみの場合 2,300kg/m³ 程度であり、フライアッシュとクリンカアッシュを混合して添加した場合は 2,700kg/m³ 程度であった。

4. 物性・力学試験

土木材料としての物性を確認するため、表-2 におけるケース 4 の造粒固化物について物性・力学試験を実施し

表-1 各材料の物性値

物 性 名	単 位	港内 浚渫土	港口 浚渫土	石炭灰 (フライアッシュ)	石炭灰 (クリンカアッシュ)
含水比	%	234.79	38.17	0.080	15.45
湿潤密度	g/cm ³	1.22	1.54	1.30	0.89
土粒子密度	g/cm ³	2.557	2.625	2.270	2.540
液性限界	%	106.4	NP	NP	NP
塑性限界	%	59.2	NP	NP	NP
塑性指数	%	47.2	NP	NP	NP
粒度 分布	礫分	0.0	0.0	0.0	35.8
	砂分	4.1	83.2	17.0	60.4
	シルト分	69.9	11.1	75.0	
	粘土分	26.0	5.7	8.0	3.8
強熱減量	%	11.2	4.3	1.7	0.4

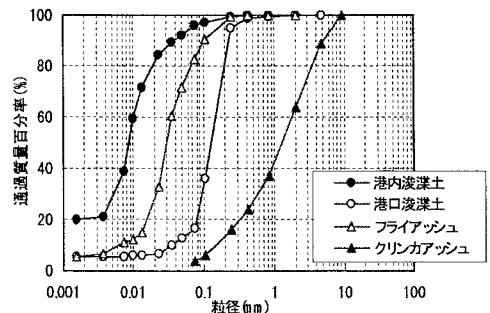


図-1 粒度試験結果

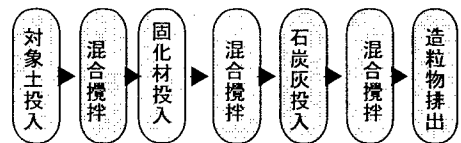


図-2 造粒試験のフロー

表-2 港内浚渫土(単位体積)に対する粉体添加量

ケース	添加量(kg)			
	クリンカアッシュ	フライアッシュ	セメント	粉体添加量
1	0	2,093	243	2,336
2	0	2,069	304	2,373
3	243	2,093	243	2,579
4	243	1,923	304	2,470
5	730	1,740	243	2,713
6	730	1,679	304	2,713

た。その結果を表-3 に示す。比重は 2.377 と砂礫よりも若干小さく、粒度分布・内部摩擦角および透水係数は砂礫と同程度の値であった。造粒固化物の pH は 11.57 であり、これは石炭灰とセメントの pH に起因すると考えられるが、造粒固化後 6 ヶ月間空气中養生すると pH が 8.0 程度に低下することが確認されている。

5. 塩分濃度測定試験

港内浚渫土には塩分が含まれていることから造粒固化物の塩分濃度測定試験を実施した。図-3 に実験装置を示す。装置内の造粒固化物高さは、透水試験に準じた 10cm(ケース 1)および盛土等への利用を想定した 50cm(ケース 2)とし、福島県原町市の年間降水量に相当する 1,500mm の水道水を装置に注水し、装置内を透過した水の塩分濃度を測定した。塩分濃度の経時変化を図-4 に示す。表-4 に示す植物の耐塩性と比較すると、ケース 1 では実験開始直後から、ケース 2 では 4 ヶ月程度経過すると植物に影響のないレベルまで塩分濃度が低下することが確認できた。

6. 植生試験

造粒固化物を植生基盤として利用した時の植物の生育状況を確認するため、植生試験を実施した。試験対象植物として西洋芝 2 種(ケンタッキーブルーグラス・ジャガースリー)を選定した。試験土壌材料は市販されている園芸用の培養土と造粒固化物(pH=12.2 および 8.8)を用いた。植生土は、①造粒物のみ・②培養土のみ・③造粒固化物に培養土 3cm 覆土したもの・④造粒固化物と培養土を容積比にて 1:1 で混合したものを用いた。試験結果を表-5 に示す。pH=12.2 の造粒固化物のみ(ケース 1・6)では芝が発芽せず、pH=8.8 の造粒固化物のみ(ケース 2・7)では発芽が確認された。造粒固化物に培養土を 3cm 覆土したもの(ケース 3・4)では培養土と比較した場合、造粒固化物の pH に関係なく芝が生育した。また培養土と造粒固化物を混合したもの(ケース 8・9)は、試験開始から 2 週間経過した時点では培養土より生育は劣るが 1 ヶ月後には培養土と同様の生育が確認された。

7. まとめ

石炭灰と港湾内浚渫土を主材料とした造粒固化物は、力学的物性上砂礫と同等の性能を有すること、塩分濃度を低下させた後に培養土に覆土するか培養土と混合すれば植物の生育上有害とはならないことから、盛土材・路盤材等の土木材料として有効利用が可能であることが確認できた。ただし、現状では一般的な土質材料と比較した場合高コストであることから、製造コストの低廉化が今後の課題である。

表-3 物性・力学試験結果

		項目	単位	造粒物
物性試験	粒度分布	含水比	%	12.7
		土粒度密度	g/cm3	2.377
		礫分	%	69
		砂分	%	28
		シルト分	%	3
		粘土分	%	
		強熱減量	%	
		pH	-	11.57
		透水係数	%	3.60E-0.2
		最大乾燥密度	%	1.172
最適含水比	-	6.01		
力学試験	内部摩擦角	度	32.31	
	粘着力	kN/m2	28.68	

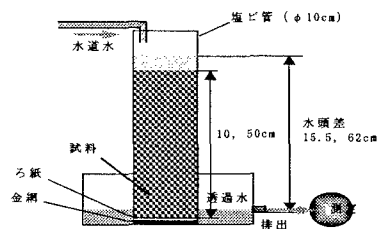


図-3 実験装置概略

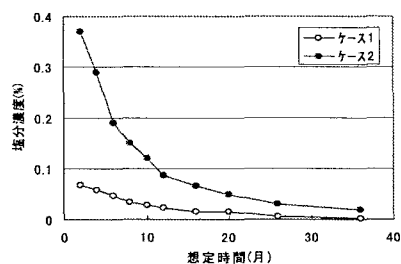


図-4 塩分濃度の経時変化

表-4 植物の耐塩性(塩分濃度)

種類	塩分濃度(%)
埋立用材(ヨシ)	0.24 ~ 2.7
盛土用材(芝・牧草)	1.0 ~ 1.76
緑化用材(水稲・イグサ)	0.3 ~ 0.45
一般作物用材(キュウリ・インゲン)	0.13 ~ 0.3

表-5 植生試験結果

ケース	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
植生	ケンタッキーブルーグラス					ジャガースリー				
	試料	造粒物 (pH=12.2)	造粒物 (pH=8.8)	造粒物 (pH=12.2)	造粒物 (pH=8.8)	培養土	造粒物 (pH=12.2)	造粒物 (pH=8.8)	造粒物 (pH=12.2)	造粒物 (pH=8.8)
1週間後	厚さ	50mm	18mm	25mm	25mm	25mm	20mm	25mm	25mm	25mm
	被度	-	-	90%	90%	90%	-	-	5%	10%
	pH	8.7	8.7	8.7	8.7	-	8.7	8.7	8.7	-
2週間後	厚さ	-	6mm	10mm	10mm	10mm	10mm	13mm	18mm	25mm
	被度	-	40%	100%	100%	100%	-	5%	50%	100%
	pH	9.4	8.7	8.4	8.7	-	8.4	8.7	8.4	-
1ヶ月後	厚さ	50mm	18mm	25mm	25mm	25mm	-	20mm	25mm	25mm
	被度	5%	100%	100%	100%	100%	-	90%	100%	100%
	pH	8.8	8.6	8.8	8.6	-	8.8	8.6	8.8	8.6