

千葉工業大学 学生会員 木村 勉 齋藤 晃貴
千葉工業大学 正会員 渡辺 勉 清水 英治

1. はじめに

現在、産業廃棄物の不法投棄量の約90%を建設系で占められるなど、建設廃棄物の処分問題は深刻な状況にある。その中でも建設汚泥のリサイクル実績は極端に低く、有効利用の促進が求められている。

本研究では、泥水加圧シールド工事現場から発生した脱水ケーキに加水して、発生時と同様の含水比に調整したものに、試料汚泥を高吸水性ポリマー（以下、ポリマーと呼ぶ）を加え改質し、その改質土を特殊固化材で改良する基礎研究を行った。

2. 使用材料

2.1 試料-1 脱水ケーキに加水し含水比を140%に調節したものを試料-1の汚泥とし、その物理的性質は次の通りである。 $\rho_s=2.622(\text{g/cm}^3)$, 砂分:3%, シルト分:31%, 粘土分:36%, $\text{pH}=8.90$, $W_L=81.0\%$, $W_P=40.0\%$, $I_P=41.0\%$, $L_L=10.67\%$ （採取地：千葉県船橋市）

2.2 試料-2 脱水ケーキに加水し含水比を160%に調節したものを試料-2の汚泥とし、その物理的性質は次の通りである。 $\rho_s=2.847(\text{g/cm}^3)$, 砂分:6%, シルト分:47%, 粘土分:47%, $\text{pH}=7.20$, $W_L=102.50\%$, $W_P=51.30\%$, $I_P=51.20\%$, $L_L=7.40\%$ （採取地：千葉県我孫子市）

2.3 ポリマーは、掘削残土処理剤として市販されている天然系の水溶性高分子化合物（粉末：T社）を用いた。また特殊固化材としては、高含水比有機質土やヘドロを対象にしている石灰系の土質安定処理材（Y社）を用いた。いずれも、数社のポリマーと固化材を用いて基礎実験（ポリマー選定：スランブ試験、固化材選定：一軸圧縮試験）を行い、その結果から、選定したものである。なお、実験方法は、ポリマーを添加した後に固化材を添加する順序で行った。

3. 汚泥の改質について（スランブ試験、コーン貫入試験）

3.1 目的および試験：ポリマーを添加し、汚泥を建設現場から容易に搬出するために、汚泥の適用基準（コーン指数 196.2kN/m^2 ）をクリアすることを目的に、試料-1を用いてコーン貫入試験（CBR用モールドを用いて、貫入速度 1cm/sec で 5cm 貫入 1cm 毎に測定）を行った。また、ハンドリングの良さを判断するためにスランブ試験を行った。

3.2 試験条件：乾燥土質量に対してのポリマー及び固化材の添加割合（%）は、汚泥にポリマーを0.3%, 0.5%, 0.7%, 1.0%, 1.2%と加えてスランブ試験を行った。次に、コーン貫入試験の場合は、ポリマーの添加割合を0.7%に一定して行った。固化材添加割合を

表-1 スランブ試験結果（試料-1）

ポリマー名	ポリマー添加割合（%）	スランブ値（cm）
RC-1	設定含水比 120%	28.5
	0.3	28.3
	0.5	19.8
	0.7	14.0
	1.0	13.5
	1.2	10.2

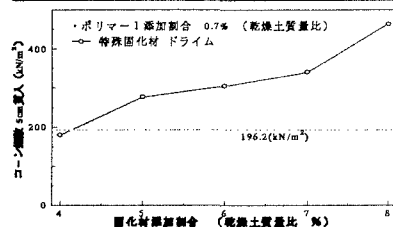


図-1 コーン貫入試験

表-2 一軸圧縮試験供試体作製条件（試料-1）

ケース	改質		改良	
	ポリマー添加割合	固化材添加割合	放置日数	固化材添加割合
A	—	5%	1日	13%
B	—	5%	2日	13%
C	0.7%	5%	1日	13%
D	0.7%	5%	2日	13%
E	—	5%	—	18%

キーワード：高吸水性ポリマー 地盤改良 建設汚泥

連絡先 〒275-0016 習志野市津田沼2-17-1

TEL. 047(478)0449 FAX. 047(478)0474

4%,5%,6%,7%,8%と変えて1日養生の後試験を行った。

3.3 試験結果：スランプ試験(表-1)から、ハンドリングがよく、経済的なポリマー添加割合は0.7%となった。更に、特殊固化材を加えることにより、改質基準以上の値が求められる添加割合は図-1からポリマー0.7%+特殊固化材5%となった。

4. 汚泥の改良について（一軸圧縮試験、凍結融解試験）

4.1 目的および試験：汚泥を有効利用するため建設省土質選定基準の第一種建設発生土（一軸圧縮強度 490.5kN/m²以上）を目的とした。試料-1をポリマーによって改質し、1～2日放置後（運搬・搬出するための時間などを考慮した日数）、特殊固化材を添加し、一軸圧縮試験（供試体φ5×10cm、作成条件は表-2参照）を行った。また、安定性を知るため、凍結融解試験（供試体φ5×10cm）を用い、最高温度 20.0±1.4℃で24時間水浸してから、最低温度 -16.0±1.0℃で24時間冷凍を1サイクルとする）を行った。

4.2 作製条件：空中養生（7日養生）および水浸養生（6日空中+1日水浸）した場合の一軸圧縮試験の供試体作製条件を表-2に示す。凍結融解試験の供試体作製条件を表-3に示す。

4.3 試験結果：一軸圧縮試験結果図-2、図-3より、空中、水中養生ともにポリマーで改質したものは、すべて目標強度を得たが、改質していないものはケースEのみ達してなかった。また、供試体の凍結融解試験結果表-4より、凍結融解試験において、ポリマーを添加しない（ケース2,4）よりポリマーの添加量が2%程度あれば、環境変化の著しい地域に用いることができる可能性を見出した。

5. 建設汚泥の長期安定性実験について（一軸圧縮試験）

5.1 目的および試験概要：汚泥を改質したときの長期安定性を調べる一軸圧縮試験（供試体φ5×10cm）を試料-2で行った。

5.2 試験条件：乾燥土質量に対してのポリマー・固化材の添加割合(%)を表-5に示す。養生日数は7,28,90,150,360日養生とする。

5.3 試験結果：長期安定性の実験結果、図-4により、心配されていたポリマーの長期安定性が問題視されていたが、今のところ1年過ぎても強度低下は見られない。

6. 課題

今回の研究は、昨年に引き続いての長期安定性の試験を行ってきたが、建設汚泥のポリマーによる改質が長期にわたって有効であるかを引き続き調べていく必要がある。

更に、汚泥の有効活用という点で、多種の汚泥を用い、それぞれに合った改質・改良方法を見出し、改良土を用いた施工後の調査も必要と考えられる。

表-3 凍結融解試験供試体作製条件

(試料-1)				
ケース	ポリマー添加割合	固化材添加割合	放置日数	固化材添加割合
1	0.7%	5%	1日	13%
2	—	5%	1日	13%
3	0.7%	5%	2日	13%
4	—	5%	2日	13%
5	1%	5%	1日	13%
6	2%	5%	1日	13%
7	3%	5%	1日	13%
8	4%	5%	1日	13%

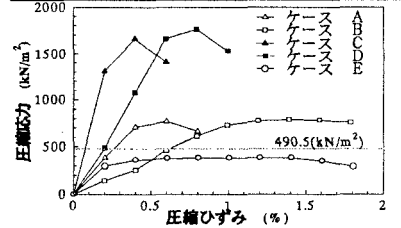


図-2 一軸圧縮強さ（試料-1）

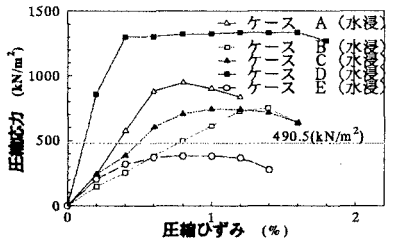


図-3 水浸時の一軸圧縮強さ（試料-1）

表-4 凍結融解試験結果（試料-1）

ケース	試験結果	体積変化率(%)	質量変化率(%)
1	12 サイクル安定	0.0~+1.8	-5.0~+0.6
2	4 サイクル崩壊	-0.2~+5.7	-4.5~+1.4
3	12 サイクル安定	-0.8~+1.7	-7.2~+0.0
4	4 サイクル崩壊	0.0~+6.5	-2.5~+2.7
5	12 サイクル安定	-0.1~+1.4	-3.9~+0.9
6	12 サイクル安定	-0.1~+1.1	-3.6~+0.9
7	12 サイクル安定	-1.3~+0.2	-3.6~+0.9
8	12 サイクル安定	-4.5~+1.2	-5.7~+5.5

表-5 長期安定性試験供試体作製条件

(試料-2)			
ケース	RC-1 添加割合	ドライム添加割合	養生方法
I	0.7%	18%	空中養生
II	—	18%	空中養生
III	0.7%	18%	水浸養生
IV	—	18%	水浸養生

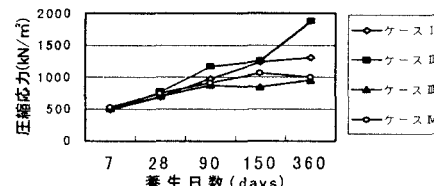


図-4 高吸水性ポリマーの長期安定性試験（試料-2）