

浚渫汚泥脱水ケーキの圧縮特性および透水特性

Compressibility and permeability of dredged sludge cakes

滝澤倫顕, 西村伸一, 村山八洲雄, 村上 章

TAKISAWA Tomoaki, NISHIMURA, Shin-ichi, MURAYAMA Yasuo, MURAKAMI Akira

1. 研究の目的

本研究は汚泥を改質し遮水材として用いることを念頭に置き、その圧縮試験と透水試験を実施し、その圧密・浸透特性の把握に務めた。ここでは、試験材料として児島湖浚渫ヘド口脱水ケーキを用いている。特に今回は締固めの有無、乾燥履歴による特性の違いを明らかにしている。

2. 試験方法

本研究で用いている試料の種類としては児島湖より採取された液状の汚泥(以下:原汚泥試料)脱水ケーキをそのまま用いるもの(以下:湿潤試料)脱水ケーキを乾燥炉にいて24時間炉乾したもの(以下:炉乾試料)を用いている。2002、2003とは採取した年の違いをあらわしている。採取した脱水ケーキは、均質性を高めるために一旦ペースト状にした後、大型圧密試験機を用いて160kPaの圧密圧力で再圧密し、ケーキ状に再構成した。作成された圧縮ケーキをそのまま切り出した供試体を標準試料と定義する。圧縮ケーキを1辺が約1cmの直方体に切り、それをモールド内で3層に分け25回ずつランマーを落下させて突き固めたものを締固め試料と定義する。各試料の呼び名は表1に記している。これらの供試体の圧密および透水試験を行った。透水試験では三軸セルを使用し、直径5cm、高さ5cmになるように作成した供試体を用いて、拘束圧200kPa、背圧100kPa、水頭差5m~10m下で定水位透水試験を行った。また供試体の異方性を調べるために、同じ試料から鉛直方向・水平方向に切り出した試料を供試体として比較している。またグラフ中のX5とは2002年湿潤試料の水頭差5mのことを表している。グラフでは鉛直方向をv水平方向をhとして、Yhとは2003年の湿潤試料の水平方向のことを示している。またh,vと書かれていない試料では鉛直方向の試料を用いて実験を行っている。

表1 ヘド口の物理特性
Physical properties of sludge

	原汚泥試料		湿潤試料		炉乾試料	
	2002	2003	2002	2003	2002	2003
呼び名(標準)			Xa	Ya	Za	
(締固め)			Xb	Yb	Zb	
$W_L(\%)$	36.4	51.8	77.4	103.2	54.7	67.5
$W_P(\%)$	22.6	30.5	44.0	53.9	38.3	42.8
I_p	13.8	21.3	33.4	49.3	16.4	24.7
$Li(\%)$	5.3	11.5	9.1	8.6	8.4	8.5
pH	8.43	7.88	5.33	6.83	7.20	
ρ_s (g/cm ³)			2.74	2.67		

* 表中の2002と2003とは試料の採取した年のことである。

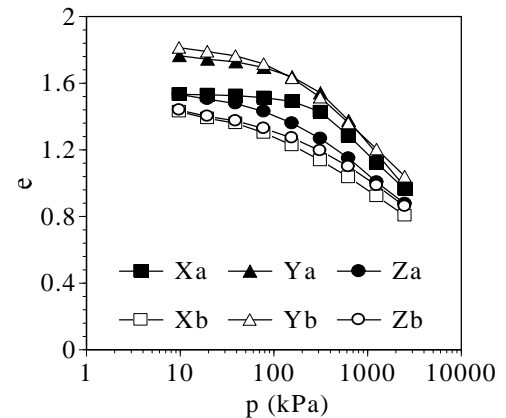


図1 e-log p 曲線
e-log p relationships

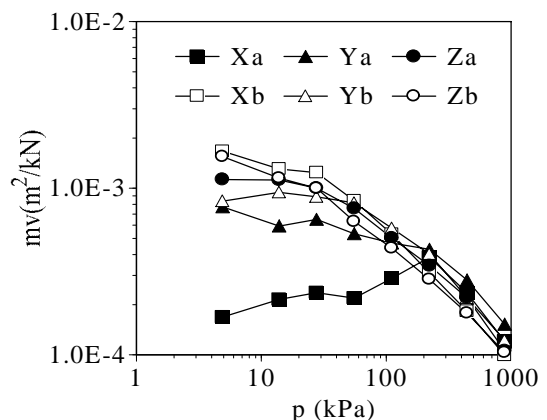


図2 体積圧縮係数 - 圧縮圧力関係
mv-p relationships

3. 実験結果・考察

表1はヘド口の物理特性として液性・塑性限界、強熱減量、土粒子密度を示した表である。原汚泥試料では液性・塑性限界が脱水ケーキの試料に比べて低くなっている。これは脱水ケーキを作成するために用いる凝集剤によって物性が変化したと考えられる。また湿潤試料と炉乾試料では炉乾試料の方が液性・塑性限界が低くなっている。これは炉乾によって粘性土の化学特性が変化することを示している。また強熱減量から湿潤試料の2002年と2003年では有機含有量に大きな違いが見られないにもかかわらずpHが2002年のほうが強い酸性を示している。これは保管することによって試料が酸化したためと考えられる。

図1には圧密試験における圧密曲線の比較を示した。e-log p曲線では圧密された湿潤試料と炉乾試料では標準試料と締固め試料においては差が見られた。図2は体積圧縮係数と圧密圧力の関係を示しているが、2002, 2003年の湿潤試料、炉乾試料のすべてにおいて締固め試料は、標準試料に比べて圧縮性が大きいことが分かる。

図3は、水頭差の違いによる透水係数の相違を示しているが、水頭差が大きくなると透水係数は小さくなっている。また2002年, 2003年の湿潤試料と比べて炉乾試料では高い透水係数となっている。これは液性限界の変化から考えても、乾燥により粘性土の化学特性が変化したことによると推測される。図4は切り出し方向の違いによる透水係数の違いを表している。ここでは方向による透水性の相違は見られていない。図5では、締固めによる透水係数の違いを示したグラフで、2002年, 2003年の湿潤試料、炉乾試料の全ての試料において、締固めによって透水係数の減少がみられる。表2から分かるように初期間隙比は、必ずしも締め固め試料の方が小さいわけではなく、透水性の相違が初期間隙比だけに依存しているのではないことが分かる。締め固めが透水性の減少に効果があることがこの結果から理解される。また全てのグラフで湿潤試料に比べ炉乾試料の透水係数が大きくなっている。

4. 結論

脱水ケーキは乾燥によってその圧縮圧密、透水特性を大きく変化させることが明らかになった。また締め固めによって透水性をより効率的に減少させることが明らかになった。

謝辞：本研究の一部は、財団法人鹿島学術振興財団研究助成金による援助を受けた。記して謝意を表する。

表2 透水試験試料の初期間隙比
Initial void ratios of specimens for permeability tests

		e_0
湿潤試料	2002 標準試料	1.57
	締固め試料	1.56
	2003 標準試料	1.67
	締固め試料	1.75
炉乾試料	2002 標準試料	1.70
	締固め試料	1.50

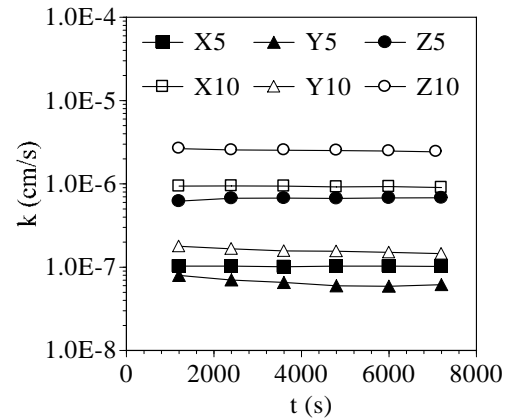


図3 水頭差と透水係数の比較
Relationships of k and hydraulic head

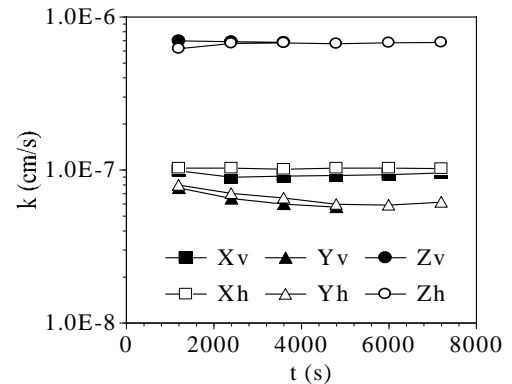


図4 切り出し方向と透水係数の比較
Relationships of k and anisotropy

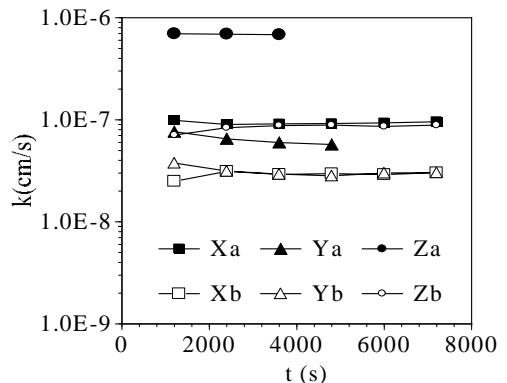


図5 締め固めによる透水係数の比較
Effect of compaction on permeabilities