

近年、日本各地の湖沼やため池の底泥が、水質の改善、貯水容量の確保を目的として浚渫されている。瀬戸内地域は、ため池が多く、特に重要な問題である。浚渫された底泥は処理しなければならないが、処理用地の確保が難しいため、減量化と再利用の必要性に迫られている。本研究は、その様な再利用法の開発を目指すものとする。再利用法としては、現在のところ、建設材料としての利用や、農地客土としての利用が考えられる。ここでは、その基礎資料とすべく、泥土の物性の基本的な物理・化学特性を明らかにすることを第一の目的とする。

リサイクルの方法は、特に、建設用材料としての再利用法として様々な方法が公表されている。多くは、固化材を投入して泥土の改質を図ろうとするものである。セメント系固化材を代表に、石膏、スラグや、石灰、焼却灰等が固化材として使用されている。一方、本研究は、泥土それ自体の物性に注目している。特に、泥土は、乾燥や焼成によって大きくその性質を変化させることが分かっており、泥土に加える熱量と物理・化学特性の変化を重点的に考察している。泥土に加える熱量と物性の間には図-1の様な関係が認められる。即ち、泥土は、乾燥に従って、性質を粘土から砂の性質に変化させられる。更に熱を加えていくと、最終的にはそれに含有される長石類が溶解し、セラミックスとなる。写真-1は、熱に伴う泥土の変化を表している。写真の左側は、110°Cで乾燥した状態で、中央が1,100°C、右が1,200°Cで焼成した結果である。焼成すると明らかな化学変化が起こり、硬質の材料となる。それに対して、左は乾燥させたただけであるが、内部では性質が激変している。外見では確認できないが、乾燥によって泥土の性質は砂に近づいている。ここでは、この様な低温での泥土の性質変化に着目している。焼成には一般に1,000°C以上の高温を要するため、設備と多量のエネルギーを要し、改質コストが上昇する。一方、乾燥は焼成ほどの設備を要しないため、適切な固化材を用いると低コストで泥土の改質が図れる可能性がある。本研究は、最終的には、加える熱とその設備費および改質材の最適な組み合わせを設定するプログラムの開発を目的としている。特に本研究では、その基礎となる研究として、乾燥による泥土の物理・化学特性の変化について議論している。

多量に浚渫泥土が得られる大きなプロジェクトでは、泥土の減量化のため、脱水プラントが設置され、泥土は分級された後、脱水されてケーキ状にされる。効率的な泥土処理を行うためには、この様な脱水処理が不可欠である。ところが、一般に、脱水プラントは大規模で、小規模なため池などでは使用できない状況であった。しかし、近年は、コンパクトで移動可能な脱水プラントも開発されつつあり、小規模なプロジェクトでも泥土の機械脱水を行える可能性が大きくなりつつある。本研究では、この小規模脱水プラントの開発にも貢献しており、より容易な底泥処理を目指している。

本報告では、香川県内ため池と岡山県児島湖の底泥を採取し、実験試料として考察を行っている。更に、香川県のため池における現地固化試験や、小規模プラントによる現地脱水試験を実施し、現実的な底泥処理を念頭に置いた試験を行っている。この様に、固化、脱水、乾燥の処理の組み合わせで、最適改質計画の自由度が広がる可能性がある。

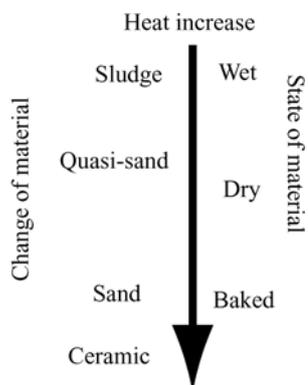


図-1 熱による泥土の不可逆反応

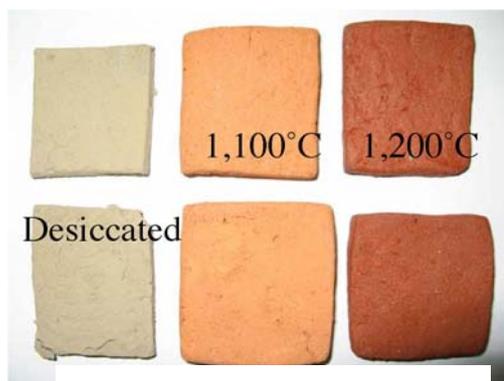


写真-1 泥土の乾燥と焼成

湖沼・ため池における浚渫底泥の物性と利用法

西村伸一
岡山大学環境学研究科

研究の背景

多量の底泥が湖沼やため池に堆積している



底泥の浚渫

効果

1. 湖沼・ため池の水質の浄化
2. 貯水容量の確保

性能の保証
維持・管理

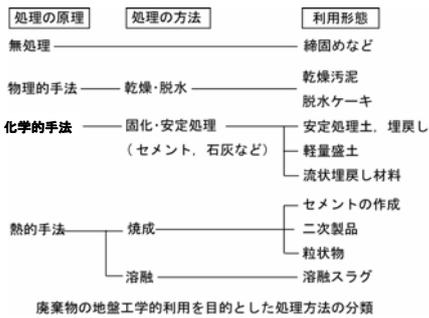
問題点

浚渫土の処理用地の不足



浚渫土の減量化と再利用が求められる!

再利用法：建設材料；農地客土





浚渫土の処理事例
脱水ケーキの生成

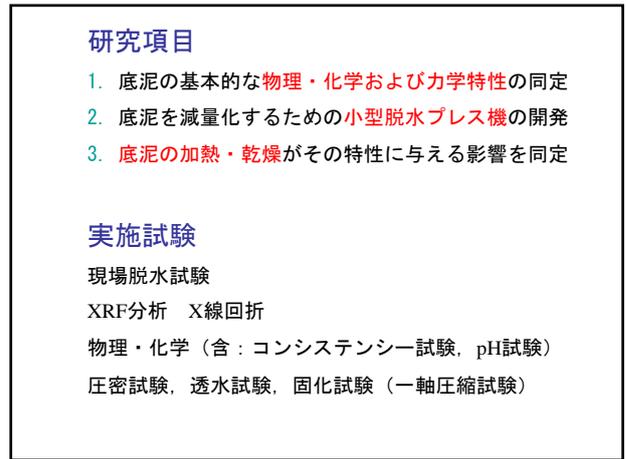


浚渫土の処理事例

生成された脱水ケーキのストックヤード
現場において締固められた脱水ケーキ



浚渫底泥脱水ケーキによる埋立

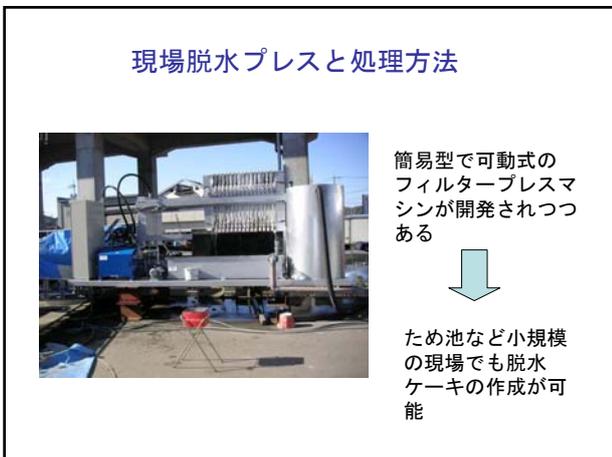


研究項目

1. 底泥の基本的な物理・化学および力学特性の同定
2. 底泥を減量化するための小型脱水プレス機の開発
3. 底泥の加熱・乾燥がその特性に与える影響を同定

実施試験

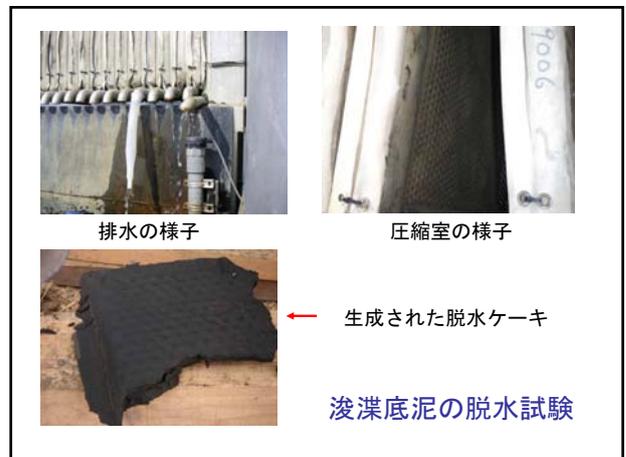
- 現場脱水試験
XRF分析 X線回折
物理・化学 (含: コンシステンシー試験, pH試験)
圧密試験, 透水試験, 固化試験 (一軸圧縮試験)



現場脱水プレスと処理方法

簡易型で可動式のフィルタープレスマシンが開発されつつある

ため池など小規模の現場でも脱水ケーキの作成が可能



排水の様子

圧縮室の様子

生成された脱水ケーキ

浚渫底泥の脱水試験



ため池の補修工事

盛土材としての浚渫底泥の再利用が可能

物理的方法

乾燥（加熱）による改質

熱 ↓

泥 ↓ 湿潤

砂 ↓ 乾燥

セラミック ↓ 焼成

不可逆反応

着目点：
湿潤試料と乾燥-再湿潤試料（乾燥試料）の透水性、圧縮特性の相違は？

浚渫土

乾燥土 W=0%

1,100°C

1,200°C

乾燥状態

← 焼成された底泥

XRF 全岩分析結果

Mats	A	B	C	D	E	K03
SiO ₂ (%)	59.76	43.04	66.23	57.71	66.19	55.06
Al ₂ O ₃ (%)	12.96	18.37	14.99	18.16	13.19	18.50
Fe ₂ O ₃ (%)	3.00	6.30	3.29	5.56	3.55	5.99
CaO (%)	1.25	1.14	0.58	1.11	0.70	1.81
MgO (%)	0.55	0.67	0.54	0.72	0.48	1.90
Na ₂ O (%)	0.59	0.73	1.17	1.66	0.75	1.56
K ₂ O (%)	1.66	1.56	2.84	2.07	2.29	2.20
Cr ₂ O ₃ (%)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
TiO ₂ (%)	0.55	0.76	0.49	0.74	0.66	0.69
MnO (%)	0.02	0.07	0.07	0.07	0.03	0.16
P ₂ O ₅ (%)	0.27	0.18	0.09	0.27	0.27	0.28
SnO (%)	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02
BaO (%)	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05
LOI (%)	19.30	27.00	9.61	11.80	11.75	11.50

X線回折結果

Intensity (cps)

Mat.A

Mat.K

I Chlorite

II Quartz

III Halloysite

IV Kaolinite

V Illite

乾燥によって影響されやすい

脱水

泥土の物理・化学特性

w: 湿潤試料
d: 乾燥試料

Mats	W _i (%)	W _r (%)	Ip	Li (%)	pH	EC (mS/cm)	ρ _s (g/cm ³)
A-w	190.0	58.4	131.6	18.1	5.8	1.24	2.74
A-d	76.6	59.7	16.9				
B-w	271.7	99.5	172.2	26.6	4.1	2.69	2.70
B-d	NP	64.8					
C-w	53.1	36.7	16.3	9.6	6.1	0.42	2.50
C-d	39.1	32.4	6.7				
D-w	121.2	44.2	77.0	10.9	6.0	0.85	2.77
D-d	61.3	45.4	16.0				
E-w	132.5	44.1	88.4	11.6	6.0	1.09	2.51
E-d	55.8	45.4	10.4				
K02-w	77.4	44.0	33.4	9.1	6.6		2.74
K02-d	54.7	38.3	16.4	8.4			
K03-w	103.2	53.9	49.3	8.6	6.8	1.14	2.67
K03-d	67.5	42.8	24.7	8.5			
K02o	36.4	22.6	13.8	5.3	8.4		
K03o	51.8	30.5	21.3	11.5	7.9		

液性限界は乾燥によって大きく値を減じる

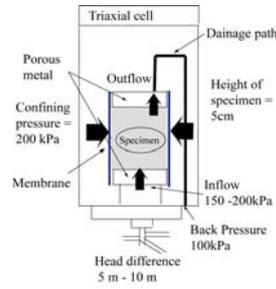
塑性限界は乾燥による変化が小さい

有機分含有率が高い試料は酸性に傾く

底泥の粒度分布

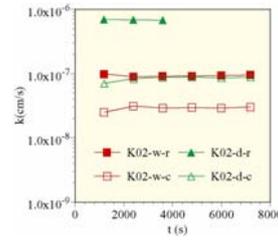
Fractions (%)	A	B	C	D	E	K02o	K03o
Clay	26.0	38.9	32.2	13.6	13.9	26.0	58.0
Silt	65.2	42.0	57.9	71.6	80.4	41.0	42.0
Sand	8.8	19.1	9.9	14.8	5.7	33.0	0.0

透水試験



試験装置

透水試験結果



初期間隙比

	e_0
K02-w-r	1.57
K02-w-c	1.56
K03-w-r	1.67
K03-w-c	1.75
K02-d-r	1.70
K02-d-c	1.50

透水試験結果
導水勾配=100

化学的方法

セメントの添加によるため池底泥の地盤改良



一軸圧縮試験

(セメントによる固化試験)

供試体条件:

練り混ぜ後 5×10cmの円柱形モールドに打ち込み

養生条件 水温(20°C)湿度90%以上(養生箱内)

養生期間 7日(7日強度を求める)



一軸圧縮試験

湿潤試料・気乾試料・炉乾試料の比較

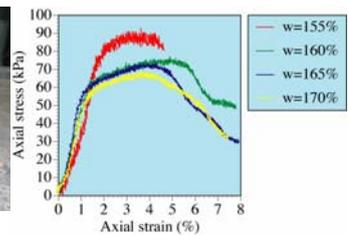
試験条件:

シリーズ1: 含水比を変化させる(セメント量一定)

湿潤材料(95~190%), 気乾材料で(75~90%),
炉乾材料で(60~110%)

シリーズ2: セメント量を変化させる(含水比一定)
(40~100 kg/m³)

一軸圧縮試験結果例



試験結果

応力ひずみ曲線

