

東北大学 工学部 学生員 佐藤 悟
正会員 佐藤敦久
学生員 後藤光龜

1. はじめに 定速圧搾は、単位時間当りの汙液量を一定とする脱水操作であり、圧搾速度、装入固形物量などの操作条件および試料の性質と圧搾圧力の関係を明らかにすることが重要である。本報告は、取水源の異なる上水汚泥について、圧搾速度を変化させた場合の脱水機構について考察を加えたものである。

2. 実験試料 実験に用いた上水汚泥は、河川系のA汚泥と湖沼系のB汚泥で、その特性値を表-1に示した。B汚泥はA汚泥に比較して、アルミ分、有機物量とも著しく大きい値を示した。これらの汚泥は、遠心濃縮（2800rpmで5分間）し、所定の初期含水率に調整した。

3. 圧縮透過実験 圧縮透過実験は、各圧縮圧力 P_2 に対して平衡空隙率 m を示す均一圧縮ケーキを形成させ、その透過能力を測定するものである。実験装置は、圧搾試験機の原理を利用し、各圧縮圧力平衡時に透水実験が行なえるように改良したもので、その圧縮容器の概要を図-1に示した。

4. 定速圧搾実験 定速圧搾実験は、図-1の圧縮容器を用い、単位時間、単位排水面積当りの搾液量速度 θ (cm/min)がそれぞれ、0.2, 0.1, 0.05, 0.025 となるようにピストンを一定速度で押し上げて行なった。排水は下方からだけの片面排水とし、圧搾中の試料上下端面の圧力および不透水面の液圧をそれぞれ容量5(kgf/cm²)の圧力変換器によって電気的に計測した。また圧搾圧力が約4000 (gf/cm²)時のケーキ内の含水率分布を測定した。このとき、初期試料厚 L_0 を2 (cm)とし、汙材にはろ紙⑤ (No 5c)を用いた。実験条件を表-2に示す。

5. 実験結果および考察 図-2に、圧縮透過実験によるケーキ圧縮圧力 P_2 と平衡空隙率 m の関係を示す。 m と $\log P_2$ は、 P_2 が200~300 (gf/cm²)以上の範囲で直線関係を示し、図中の実験式で近似できた。また、湖沼系のB汚泥は河川系のA汚泥に比較し、高い圧縮圧力領域でも大きな平衡空隙率を示し、また、その減少割合も小さい結果となった。ここで圧縮圧力が4000 (gf/cm²)におけるA汚泥のケーキ含水率は、61.8 (%)であるのに対し、B汚泥では76.4 (%)までしか低下しない。さらに、ケーキの剝離性も、B汚泥はA汚泥に比較し著しく不良であった。図-3に、不透水面の全圧搾圧力 P と圧搾時間 θ_f の関係を示す。圧搾圧力が約100

表-1 汚泥の特性値

試料	A	B
浄水場	玉崎	高館
S_iO_2 (%)	44.72	20.41
Al_2O_3 (%)	24.06	36.90
Fe_2O_3 (%)	3.96	2.52
強熱減量 (%)	19.69	38.10
粒径度 (%)	2.47	2.24

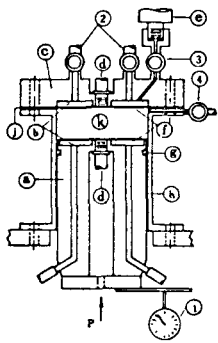


図-1 圧縮容器の概要
① 圧力変換器 (兼圧測定)
② 圧力変換器 (兼圧測定)
③ 圧力変換器 (兼圧測定)
④ ピストン
⑤ ろ紙 (No 5c)
⑥ 圧力変換器 (兼圧測定)
⑦ 圧力変換器 (兼圧測定)
⑧ 圧力変換器 (兼圧測定)
⑨ 圧力変換器 (兼圧測定)
⑩ 圧力変換器 (兼圧測定)
⑪ 圧力変換器 (兼圧測定)
⑫ 圧力変換器 (兼圧測定)
⑬ 圧力変換器 (兼圧測定)
⑭ 圧力変換器 (兼圧測定)
⑮ 圧力変換器 (兼圧測定)
⑯ 圧力変換器 (兼圧測定)
⑰ 圧力変換器 (兼圧測定)
⑱ 圧力変換器 (兼圧測定)
⑲ 圧力変換器 (兼圧測定)
⑳ 圧力変換器 (兼圧測定)
㉑ 圧力変換器 (兼圧測定)
㉒ 圧力変換器 (兼圧測定)
㉓ 圧力変換器 (兼圧測定)
㉔ 圧力変換器 (兼圧測定)
㉕ 圧力変換器 (兼圧測定)
㉖ 圧力変換器 (兼圧測定)
㉗ 圧力変換器 (兼圧測定)
㉘ 圧力変換器 (兼圧測定)
㉙ 圧力変換器 (兼圧測定)
㉚ 圧力変換器 (兼圧測定)
㉛ 圧力変換器 (兼圧測定)
㉜ 圧力変換器 (兼圧測定)
㉝ 圧力変換器 (兼圧測定)
㉞ 圧力変換器 (兼圧測定)
㉟ 圧力変換器 (兼圧測定)
㊱ 圧力変換器 (兼圧測定)
㊲ 圧力変換器 (兼圧測定)
㊳ 圧力変換器 (兼圧測定)
㊴ 圧力変換器 (兼圧測定)
㊵ 圧力変換器 (兼圧測定)
㊶ 圧力変換器 (兼圧測定)
㊷ 圧力変換器 (兼圧測定)
㊸ 圧力変換器 (兼圧測定)
㊹ 圧力変換器 (兼圧測定)
㊺ 圧力変換器 (兼圧測定)
㊻ 圧力変換器 (兼圧測定)
㊼ 圧力変換器 (兼圧測定)
㊽ 圧力変換器 (兼圧測定)
㊾ 圧力変換器 (兼圧測定)
㊿ 圧力変換器 (兼圧測定)

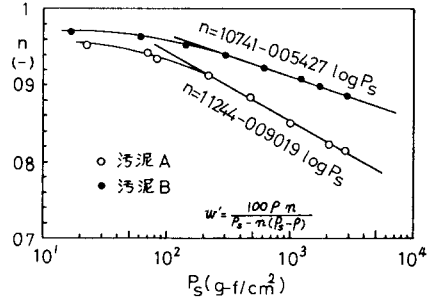


図-2 圧縮圧力 P_2 に対する平衡空隙率 m

表-2 定速圧搾実験条件および結果

試料	定速圧搾速度 θ (cm/min)	不透水面の圧搾圧力 P_2 の最大値 (gf/cm ²)	最終搾液量 (L_0-L) (cm)	圧搾時間 θ_f (sec)	初期含水率 w_0 (%)	$P=a\cdot\theta_f^b$		適用範囲 P (gf/cm ²)
						a	b	
汚泥 A	0.2	4043	0.453	134	94.30	2.32×10^{-4}	3.40	$P > 138$
	0.1	4056	0.738	446	-	1.90×10^{-7}	3.89	$P > 121$
	0.05	4071	1.246	1507	-	1.78×10^{-9}	3.84	$67 < P < 3010$
	0.025	4071	1.591	3827	-	4.92×10^{-10}	5.77	$103 < P < 1233$
汚泥 B	0.2	4059	0.368	117	96.91	1.07×10^{-3}	3.17	$P > 100$
	0.1	4049	0.573	346	-	3.12×10^{-3}	3.19	$P > 79$
	0.05	4021	0.951	1142	-	1.34×10^{-6}	3.05	$P > 66$
	0.025	4059	1.531	3673	-	5.39×10^{-6}	2.33	$19 < P < 823$

($q \cdot t/c$)以上では、次の実験式が成立し 表-2 に示す結果が得られた。

$$P = a \cdot \theta_f^b \quad \text{----- (1)}$$

ここで、 a, b : 定数、 P : 圧搾圧力 (g/cm^2)、 θ_f : 圧搾時間 (sec)
ただし、圧搾速度 q が小さい場合には、不透水面の液圧 P_0 が減少し始め、試料が圧密過程に入るため 圧搾圧力の発現はさらに急激になる。また、実験定数 b の値は A 汚泥の方が B 汚泥よりも大きい。すなわち B 汚泥では、圧搾初期より圧力の発現があり徐々に圧力が増加するのに対し A 汚泥では圧搾初期の圧力発現はゆるやかであるが、その後の圧力増加が急激になることを示している。また、圧搾速度 $q = 0.025$ (cm/min) の場合を除けば、定数 b は汚泥固有の値をとると考えられる。図-4 に表-2 に示した圧搾圧力に達したときのケーキ内含水率分布を示した。A 汚泥の含水率分布は、B 汚泥に比較して排水面付近で急激に変化する。いま 図-4 の含水率分布を空隙率分布に置き換え、図-2 の結果からケーキ内の液圧 $P_0 (=P-P_s)$ 分布を求め、図-5 に示した。0~0.5 mm 層の圧力損失は、圧搾速度 q が 0.2 (cm/min) の場合、両汚泥とも 9 割以上に達する。また A 汚泥では、排水面付近におけるケーキ含水率低下が B 汚泥よりも著しいにもかかわらず

圧力損失は B 汚泥よりやや小さいことが知れる。図-6 は、定速圧搾中の排水面に接する有効圧力の経時変化から、図-2 の結果を用いて排水面に接するケーキ含水率を算定し、各搾液量 (L_0-L) に対して示したものである。ただし、このときの排水面の有効圧力に対するケーキの圧縮遅れがないと仮定している。排水面に接するケーキ含水率は、圧搾速度がはやいほど搾液量に対し直線的に変化する傾向にある。また、A 汚泥は B 汚泥に比較して、各圧搾速度とも到達するケーキ含水率は低く、ケーキ含水率低下速度が大きい。以上の結果より、湖沼系の B 汚泥は、河川系の A 汚泥に比較して汚泥中に勿量に含まれる有機物あるいは凝集剤に由来して形成される水酸化物のため、脱水性が著しく悪化すると考えられ、A 汚泥の定速圧搾機構と著しく異なることが知

れた。

6 おわりに 一定圧力内での脱水操作では、初期より定圧で脱水するよりも、定速後に定圧で脱水する方が一般的に有利である。この定速脱水時における圧搾圧力と時間は、濃度が比較的うすい場合には両対数教線上で直線的に変化し、汚泥の性状によって、定数 b が変化することが知れた。現在さらに大きい固形物濃度について検討中である。

(参考文献) 白戸, 杉本, 「汚泥のメカニズム」, 地人書館

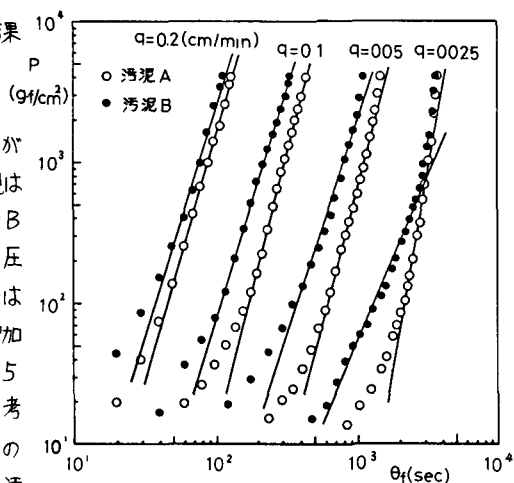


図-3 圧搾圧力 P と圧搾時間 θ_f の関係

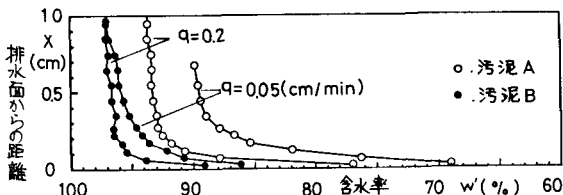


図-4 ケーキ内の含水率分布

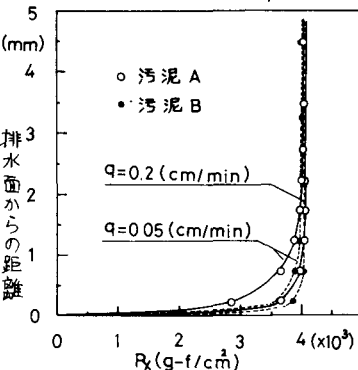


図-5 ケーキ内の液圧分布

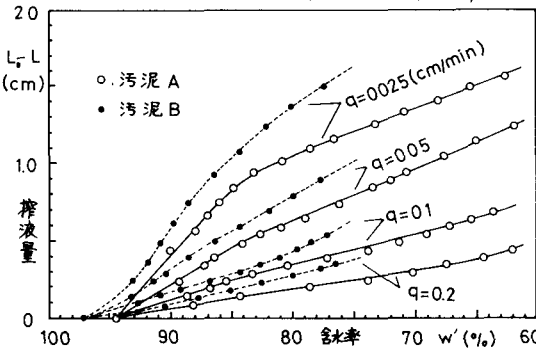


図-6 排水面に接するケーキ含水率変化