

東北大学工学部 学生員 ○ 円谷秀夫

正員 佐藤敦久

正員 後藤光徳

1. はじめに 天日乾燥機構を解明する第一歩として、まず上水汚泥の乾燥特性曲線を求め、特に汚泥のクラック発生時の含水率に注目し、これと汚泥性状の関係を調べた。また、天日乾燥砂ろ床の欠点と言われる砂ろ床の目づまりについて若干の考察を加えた。

表-1 試料特性

試料	取水源	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MnO ₂ (%)	乾燥減量 (%)	粒子密度 (g/cm ³)	初期含水率 (%)
A 汚泥	河川表流水	44.59	30.74	6.73	0.32	28.12	2.523	95.54
B	〃	39.42	28.24	4.82	0.18	21.14	2.488	96.20
C	〃 放流水	37.77	27.10	5.33	0.40	23.85	2.450	96.58
D	〃	34.23	31.62	4.60	0.33	24.97	2.425	97.78
E	〃 貯留水	24.58	38.51	2.63	0.13	29.63	2.359	98.21
F	〃	20.10	18.90	2.32	0.27	53.87	2.176	96.78
G	地下水	13.79	14.52	38.11	3.78	15.78	3.265	97.79
Al(OH) ₃	試験用試料	—	—	—	—	28.14	2.95	97.79
青葉山粘土	管内	53.51	24.07	7.11	0.14	10.09	2.60	73.98

(注) 110℃、12時間以上乾燥、乾燥温度600℃、3時間。

3. 実験方法および条件 i) 乾燥実験 実験装置

置を図-1に示す。熱源はフランドラン炉で、ランソの個数を8個、試料表面からの高さを40cmとした。ここで、流出入する空気量の調節は行わず自然通気とした。実験条件を表-2に示す。実験Iでは重力沈降濃縮試料を用い、各試料とも40, 30, 20, 15ml(試料厚約9.7, 4.3, 2.9, 1.9mm)に注し、照度を4段階に変化させ、恒量になるまで30分又は1時間毎に試料重量を測定し、さらにクラック発生時の含水率を求めた。実験IIでは遠心濃縮試料を用い、各試料の表面負荷(単位乾燥面積当りの乾燥固形物量)を同一にするため試料量を調整した。ii) 砂ろ床による脱水実験 実験装置

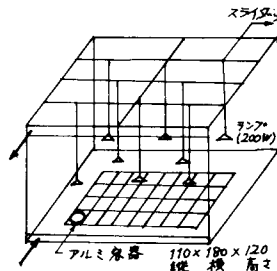


図-1 乾燥実験装置

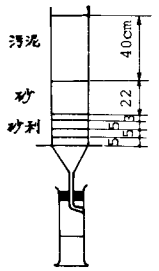


図-2 砂ろ床実験装置

表-2 実験条件(乾燥実験)

実験番号		実験試料	実験条件(小実験室内)		
			平均照度 (Lux)	平均温度 (℃)	湿度 (%)
Ⅰ	1	重力沈降 濃縮試料 2800 rpm 10, 20, 40分	12300	36.2	42~64
	2		5700	29.0	51~79
	3		1790	22.1	43~77
	4		310	9.8	59~87
Ⅱ		重力沈降および 遠心濃縮試料	1980	24.6	49~63

置を図-2に示した。図のような20x20x100cmの角形ろ床に、十分に洗浄した砂(D₅₀=0.74mm, D₉₀=1.16, 比重2.65)、および砂利を充填し、水道水を自然流下させ、砂と砂利の湿めりぐあいを一定にしてから、上水汚泥を注入厚40cmに打ち込み、ろ液量の経時変化を測定し、脱水終了後、砂層を5mm又は1cm間隔に切り、水道水で洗浄液1ℓになるまで洗浄し、そのSSと濁度を測定した。

4. 実験結果および考察 図-3にモデル化した乾燥特性曲線を示した。図のように、乾燥速度が一定の定率乾燥期間に比べ、低下により乾燥速度が減少する減率乾燥期間が見られる。表-3に示すように、定率乾燥期間の乾燥速度は(汚泥に

表-3 実験結果(乾燥実験)

乾燥実験におけるクラック発生時含水率w _c (%)	実験番号	上水汚泥							Al(OH) ₃	青葉山粘土
		A	B	C	D	E	F	G		
I (注1)	40	87.4	89.1	89.5	92.6	91.8	90.8	93.6	92.3	—
	30	87.1	89.9	87.9	91.3	92.9	88.5	93.6	—	—
	20	84.5	87.1	85.0	90.2	90.9	83.6	91.7	92.1	44.1
	15	82.5	84.0	85.7	88.3	91.5	82.3	92.1	—	—
II (注2)	86.3	90.3	88.4	91.4	94.1	88.3	92.9	93.4	—	—
	乾燥速度R(10 ⁻⁴ g/100g・分)	0.851	0.892	0.819	0.802	0.834	0.855	0.795	0.816	0.662

(注1) 実験I-1~I-4の平均値

(注2) 自然沈降濃縮および遠心濃縮試料の平均値

(注3) 実験I-1(40ml)の乾燥速度(定率乾燥期間)

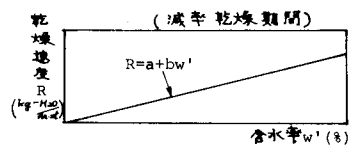


図-3 モデル化した乾燥特性曲線

ろ泥に
よる。

一方、減率乾燥期間における含水率 w と乾燥速変 R の回帰式 $R=a+bw$ の傾きはばらつきが認められ、汚泥性状との相関性は得られなかった。また、図中にクラック発生時を黒丸で示した。クラック発生後も定率乾燥期間が続いているのは、クラックの発生も、試料表面の一部に亀裂が生じた時としたためと考えられる。図-4に重力沈降濃縮時の初期含水率 w_0 と乾燥実験Iにおけるクラック発生時含水率 w_c の関係を示した。ここで、照度の変化による同一試料量 w の変化にはあまり傾向が認められなかったため、 w_c の値は実験I-1~I-4の平均値を示した。この図から、重力沈降濃縮性の良い上水汚泥ほど低い含水率でクラックが発生することからわかる。また、試料量が多いほど w_c が高い。これは試料量が多い場合には試料表面と底部との間に含水率の分布が生じるためと考えられる。図-5は重力沈

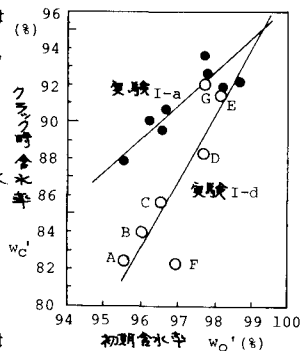


図-4 クラック発生時含水率と重力沈降濃縮含水率の関係

降濃縮汚泥の表面負荷と w_c の関係を示した。表面負荷が小さいほど w_c が低くなり、 SiO_2/Al_2O_3 の値が小さいほど表面負荷の減少による w_c の減少割合は小さくなり $Al(OH)_3$ の特性に類似する。図-6は乾燥実験IIの結果で、初期含水率が低いと w_c は減少するが、E, F汚泥のようにほとんど変化しない場合もある。図-7は砂ろ床による脱水実験におけるろ液量と初期含水率の関係で、脱水初期では、初期含水率がろ液量に大きく影響するが、その後、ろ液量は初期含水率の他に汚泥の性状に影響されることと考えられる。図-8に脱水終了後の砂層内の濁質抑留量分布を示した。この図から濁質量、濁度/ w_s とも同じ傾向にあり、砂層深さ8cm以下には濁質が抑留していないことがわかる。B汚泥(初期含水率 $w_0=95.99\%$)とD汚泥($w_0=97.57\%$)を比べると、ろ液量ではD汚泥の方が大きい。濁質はB汚泥の方が約4cmも深く抑留していることがわかり予想に反する結果が得られた。

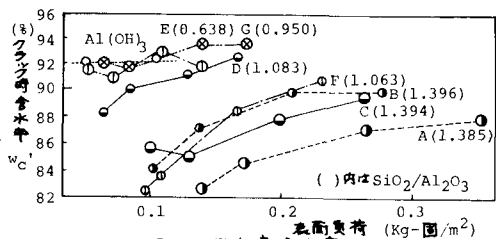


図-5 クラック発生時含水率と表面負荷の関係

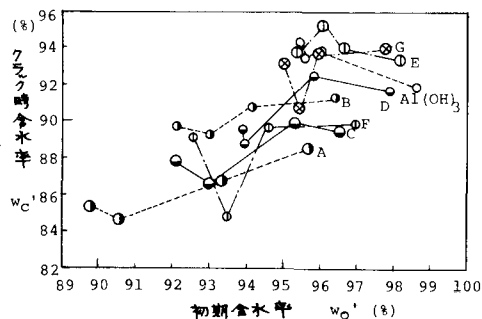


図-6 クラック発生時含水率と初期含水率依存性

5. 終わりに、今後さらに、天日乾燥砂ろ床における砂層の目づまりについて検討を加える予定である。

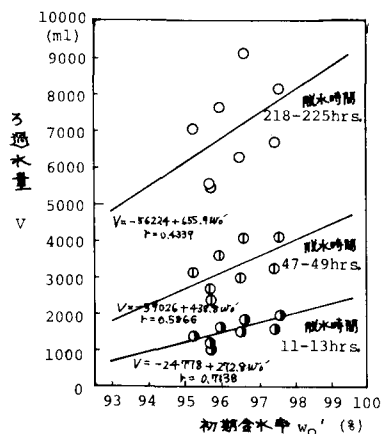


図-7 初期含水率とろ過水量の関係

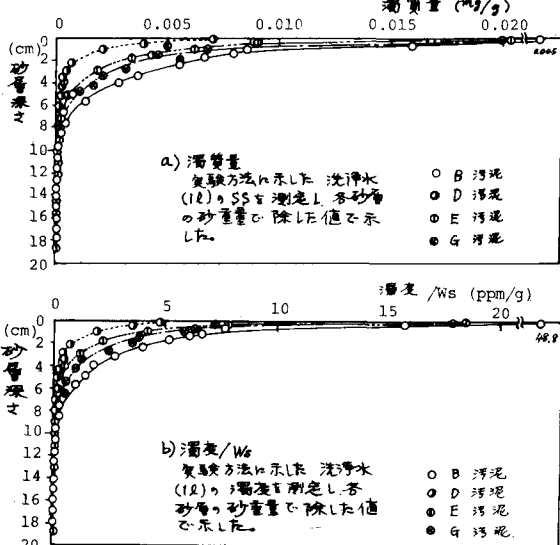


図-8 砂層内の濁質抑留量分布