

# 傾斜面上汚泥層の二軸および三軸自重圧密の実験的考察

正員 川 島 普\*

## EXPERIMENTAL CONSIDERATIONS ON TWO-AND THREE-AXIAL CONSOLIDATION OF SLUDGE LAYER ON AN INCLINED BOTTOM

By Hiroshi Kawashima, C.E. Member

**Synopsis :** This paper presents the result of investigation on several experiments, being performed in order to check the adaptability of the author's theory, published formerly.<sup>1)</sup>

Two-axial self consolidation of sludge layer on an inclined bottom was examined by a model of Imhoff Tank, of which bottom was provided for changeable slope and roughness. Furthermore, three-axial self consolidation of sludge layer in a model of Imhoff cone was observed, then compared with one- and two-axial consolidation.

Finally, a basic principle was proposed for designing the bottom part of several tanks, storing and condensating sewage or conditioning and digesting sludge.

**要 旨** 本文は先に発表した理論<sup>1)</sup>の妥当性について実験的に検討し考察したものである。底部勾配を変化できる Imhoff 槽底部模型を使用して傾斜面の粗度を変えて実験し、傾斜面による活性汚泥の二軸自重圧密の状態を検討した。なお Imhoff cone 模型内の汚泥の三軸自重圧密を観測し、一軸および二軸自重圧密と比較検討した。これらについてとりまとめ下水処理施設底部構造設計について考察した。

### 1. 実験装置

図-1 のように底部勾配を変化しうる Imhoff 槽の底部模型を用いて、一定量の汚泥について  $\theta$  を変えて比較実験を行った。模型槽は両面が約 36 cm 間隔で平行に置いた 2 枚のガラス板からなり、汚泥層の自重圧密を横から観測できるもので、底部傾斜板は鉄板でできている。この他、図-2 に示すビニール製の Imhoff cone も用いた。

### 2. 実験結果と考察

#### (1) Imhoff 槽底部模型における実験

##### a. 底面鉄板、粘土を吸着した floc の実験

まず自重圧密の状況をみるために、粘土を吸着した floc を用いて実験を行った。水 10 l に粘土 150 g を混ぜ、粘土懸濁液をつくり、

これに 1000 ppm の硫酸礬土溶液 200 cc と炭酸ソーダを若干添加してよく攪拌し粘土を吸着した floc 層の自重圧密を  $\theta=20^\circ, 30^\circ, 40^\circ, 50^\circ, 60^\circ$  について、傾斜面への付着の状況をしらべながら槽中心軸における汚泥厚（以下、汚泥厚と略記）の時間的変化を観測した結果を表-1 に示す。

表-1 粘土を吸着した floc 層厚の変化 (cm)

$\theta$	水温°C	沈 降 時 間 $t'$ (分)																														
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30										
20°	20.2	29.00	8.95	8.62	8.38	8.14	7.90	7.74	7.55	7.41	7.30	7.25	7.15	7.08	7.02	6.97	6.94	6.89	6.84	6.79	6.75	6.71										
30°	19.1	23.40	7.17	6.91	6.75	6.59	6.41	6.39	6.21	6.15	6.10	6.08	6.01	5.95	5.89	5.85	5.80	5.78	5.74	5.69	5.67	5.65										
40°	18.5	18.40	5.99	5.84	5.68	5.54	5.46	5.39	5.32	5.29	5.28	5.24	5.18	5.11	5.08	5.01	4.98	4.93	4.90	4.88	4.83	4.80										
50°	18.1	16.70	5.75	5.51	5.32	5.20	5.11	5.01	4.95	4.92	4.85	4.80	4.75	4.65	4.60	4.58	4.55	4.54	4.53	4.52	4.51	4.51										
60°	19.1	14.00	7.50	6.45	6.09	5.80	5.61	5.41	5.19	5.10	5.01	4.99	4.89	4.84	4.75	4.69	4.65	4.60	4.58	4.55	4.53	4.51										

\* 大阪工業大学助教授，土木工学科

図-1 Imhoff 槽底部模型

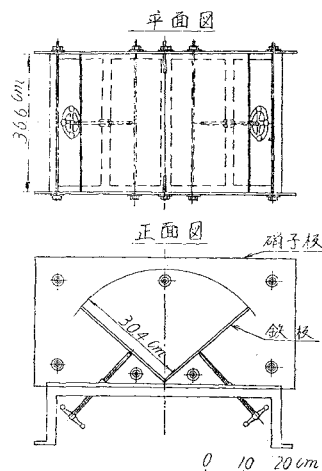


図-2 Imhoff cone 模型

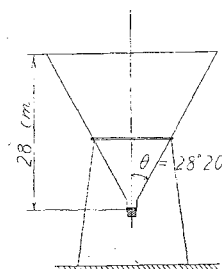


表-1の各 $\theta$ について層厚から汚泥体積の時間的変化を求め比較した結果を図-3に示した。若干の水温差はあつたが、二軸自重圧密の理論<sup>1)</sup>に示したように、 $\theta$ の小さいほど体積収縮が迅速となる状態を表わしている。なお、 $\theta=40^\circ$ までは傾斜鉄板へのflocの附着はないが、 $\theta=50^\circ$ 以上ではわずかに附着した。

**b. 底面鉄板, 活性汚泥の実験**

京都市鳥羽下水処理場の活性汚泥<sup>2)</sup>(昭和31年11月6日採取)について実験を行つた。なお、Mohlman index=64であつた。実験結果を表-2に示す。

Total Solid Volume  $V_0$ を測定したところ、 $V_0=700\text{ cm}^3$ であつたので、以下のように自重圧密の解析計算を行つた。自重圧密に入つた時の汚泥層のSolid fraction  $S_{oc}=0.175$ とすると<sup>3)</sup>、 $V_c=4000\text{ cm}^3$ 、 $\phi=(\epsilon_0-\epsilon_s)/(1+\epsilon_0)=(V_c-V_0)/V_c=0.82$ となる。汚泥収縮厚を $S$ とし、自重圧密を始めた時の汚泥層厚を $l$ とすると、圧密度 $\mu_x=S/\phi l$ であるので実測から $\mu_x$ の計算ができる。つぎにtime factorを $\tau$ とし、各 $\theta$ に対する二軸自重圧密の圧密度 $\mu_x$ と

図-3 粘土吸着 floc の体積収縮曲線

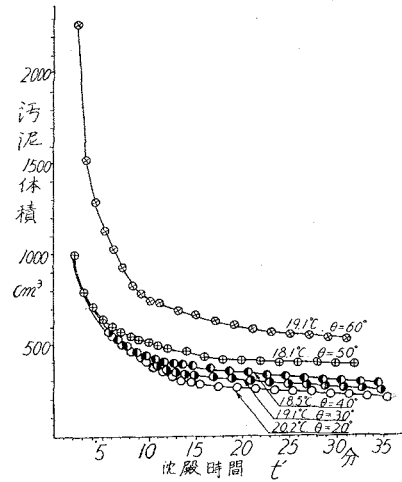


表-2 活性汚泥の層厚の変化 (cm)

$\theta$	水温 $^\circ\text{C}$	沈殿時間 $t'$ (分)																				
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
20°	16.5	25.70	16.25	15.47	14.89	14.58	14.19	14.01	13.53	13.38	13.14	13.02	12.68	12.40	12.11	11.78	11.53	11.28	11.09	10.82	10.54	10.46
30°	17.5	19.85	13.30	12.63	12.45	11.96	11.54	11.28	11.00	10.81	10.62	10.43	10.30	10.07	9.97	9.83	9.67	9.61	9.50	9.40	9.36	9.29
40°	16.4	18.05	11.61	11.00	10.53	10.26	9.93	9.56	9.40	9.28	9.17	9.06	8.89	8.68	8.54	8.40	8.31	8.20	8.11	8.00	7.89	7.82
50°	16.0	15.14	11.26	10.55	10.02	9.71	9.36	9.03	8.76	8.49	8.30	8.02	7.88	7.75	7.53	7.38	7.26	7.19	7.10	7.01	6.93	6.88
60°	16.9	12.60	10.54	10.01	9.50	8.93	8.51	8.08	7.91	7.68	7.51	7.31	6.97	6.60	6.36	6.21	6.13	6.05	5.97	5.95	5.87	5.85

$\tau$  とは次の関係があるので<sup>1)</sup>、これを数値計算した  $\mu_x-\tau$  図から各の  $\mu_x$  に対する  $\tau$  が求まる。

$$\mu_x = 1 - \frac{\sum_{m=1,2,\dots}^{\infty} \frac{1}{(2m-1)^3} e^{-\frac{(2m-1)^2 \pi^2 \tau}{4}} \sin(2m-1) \alpha_2 \pi}{\sum_{m=1,2,\dots}^{\infty} \frac{1}{(2m-1)^3} \sin(2m-1) \alpha_2 \pi}$$

圧密伝導度  $c$  は  $c=\tau l^2/t$  として計算できる。このようにして実測値から圧密解析して求めた諸結果を図示し考察すると次のようになる。

図-4に汚泥体積の沈殿時間  $t'$  に対する比較を示したが、 $\theta$ の小さいほど体積収縮が迅速であることを表わしている。図-5に汚泥厚と自重圧密時間  $t$  との関係を示す。 $\theta$ の小さいほど初期汚泥厚  $l$  は大きく、したがつて汚泥厚の時間的変化も急激である。この結果が図-6に示した圧密度と自重圧密時間  $t$  の関係に影響して、 $\theta$ の

図-4 活性汚泥の体積収縮曲線

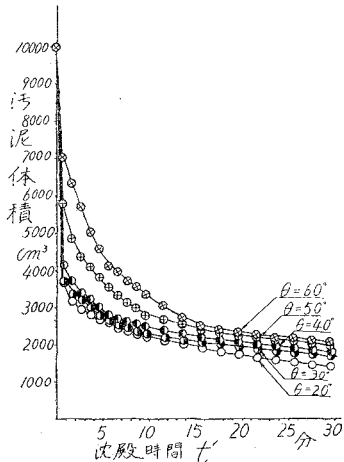


図-5 汚泥厚の変化

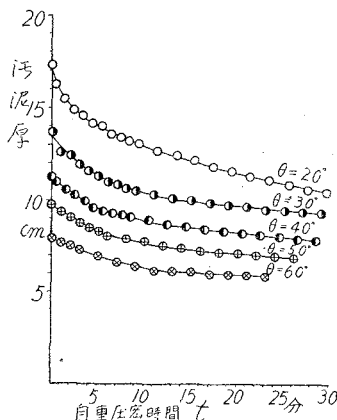


図-6 圧密度の変化

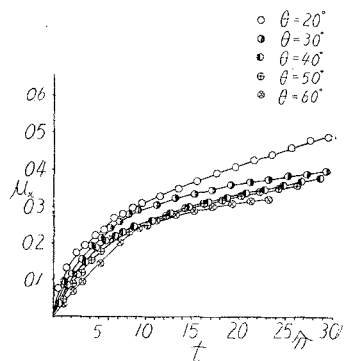


図-7 圧密伝導度  $c$  と Solid fraction  $S_0$  との関係

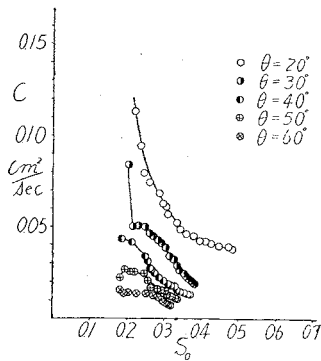
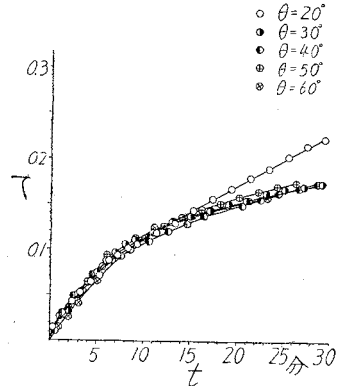


図-8 time factor  $\tau$  の変化



小さい方が同一の  $t$  に対する  $u_x$  の値は大きい。また 図-7 の圧密伝導度  $c$  と Solid fraction  $S_0$  との関係にも影響し  $\theta$  の小さい方が  $c$  の値は大きくしかも  $S_0$  の大きい値まで圧密が進んでいる。この実験では  $\theta=20^\circ$  で  $S_0=0.17$  から 0.5 まで圧密されたのに対し、 $\theta=60^\circ$  では  $S_0=0.17$  から 0.32 までしか圧密されなかつた。図-8 に time factor  $\tau$  と  $t$  との関係を示した。 $\theta$  による  $\tau$  の差異は小さい。

なお、50% 体積収縮率を示す  $\tau_0$  と  $\theta$  との関係はすでに述べたが<sup>(1),(4)</sup>、Imhoff 槽では、50% 体積収縮所要時間  $T_{50}$  は

$$T_{10}/T_{90} : T_{45}/T_{90} : T_{90}/T_{90} = 0.631 a_1/a_3 : 0.894 a_2/a_3 : 1.00$$

ただし、 $a_1, a_2, a_3$  は常数であるが、この実験では

$$a_1 : a_2 : a_3 = 1 : 1.18 : 1.58$$

となつた。また底部傾斜鉄板と活性汚泥の摩擦角は  $45^\circ$  位であつた。

c. 底面ベニヤ板、活性汚泥の実験

大阪市海老江下水処理場の活性汚泥（昭和 32 年 1 月 7 日採取）について実験を行つた。Mohlman index=114 であつた。傾斜鉄板の上にベニヤ板をのせ、それぞれの  $\theta$  について行つた実験結果を 表-3 に示した。

表-3 活性汚泥の層厚の変化 (cm)

$\theta$	水温 $^\circ\text{C}$	沈殿時間 $t'$ (分)																				
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
$20^\circ$	7.8	25.80	21.40	20.30	19.55	18.85	18.35	17.90	17.61	17.31	17.05	16.85	16.50	16.02	15.73	15.55	15.40	15.22	15.07	14.92	14.80	14.68
$40^\circ$	8.9	18.05	16.00	14.71	13.92	13.28	12.71	12.34	12.03	11.81	11.58	11.39	11.07	10.79	10.58	10.39	10.23	10.10	9.99	9.90	9.79	9.70
$60^\circ$	8.1	12.40	11.30	10.35	9.73	9.39	8.97	8.71	8.43	8.33	8.19	8.04	7.84	7.69	7.54	7.36	7.21	7.10	7.02	6.97	6.89	6.82

図-9 30分沈殿後の汚泥層の状態

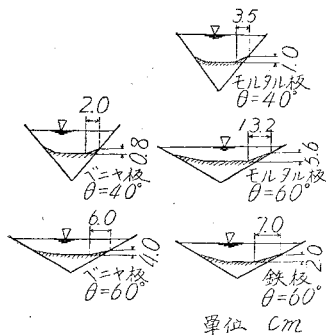
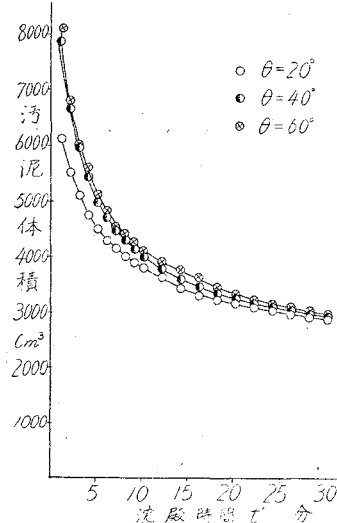


図-10 活性汚泥の体積収縮曲線



$\theta=40^\circ$  でわずかにベニヤ板面へ汚泥の付着があり、 $\theta=60^\circ$  では相当量付着した。 $t'=30$  分におけるその状態を図-9に示す。図-10に汚泥体積の変化を示した。

$V_c=1016\text{ cm}^3$ ,  $V_c=5800\text{ cm}^3$ ,  $\phi=0.825$  として圧密解析した結果は省略するが、汚泥体積の収縮は  $\theta$  の小さいほど迅速である。圧密度  $\mu_s$  と  $t$  との関係はほぼ一致し大差はない。time factor  $\tau$  と  $t$  との関係は  $\theta$  が小さいと値が小さい。また圧密伝導度  $c$  と  $S_0$  との関係は  $\theta$  が小さいほど  $c$  の値は大きく  $S_0$  の大きい値まで圧密されていることは **b.** の実験と同じである。

**d. 底面モルタル板, 活性汚泥の実験**

試料は **c.** と同じく海老江の活性汚泥で Mohlman index=114 である。実験結果は 表-4 となつた。

表-4 活性汚泥の層厚の変化 (cm)

$\theta$	水温°C	沈殿時間 $t'$ (分)																				
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
20°	9.2	26.00	24.66	23.08	21.74	20.95	20.22	19.75	19.54	19.07	18.71	18.40	17.86	17.34	17.07	16.80	16.56	16.32	16.12	15.96	15.79	15.62
40°	10.1	18.05	16.30	15.32	14.51	13.93	13.50	13.14	12.91	12.68	12.49	12.30	12.03	11.80	11.59	11.37	11.20	11.02	10.90	10.79	10.69	10.60
60°	7.7	12.50	11.38	10.61	9.97	9.77	9.45	9.23	9.10	8.97	8.79	8.61	8.58	8.28	8.14	8.00	7.89	7.82	7.64	7.59	7.48	7.41

モルタル板面への汚泥の付着は  $\theta=40^\circ$  でみられたが、 $t'=30$  分の状態を 図-9 に示した。図-11 に汚泥体積の変化を示したが、 $\theta$  の小さいほど収縮は早い。圧密解析<sup>3)</sup>の結果は省略するが **b. c.** の場合と同傾向である。

図-11 活性汚泥の体積収縮曲線

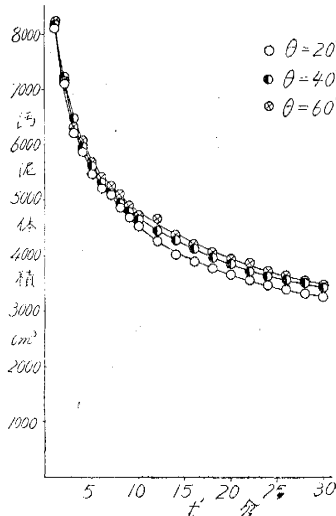
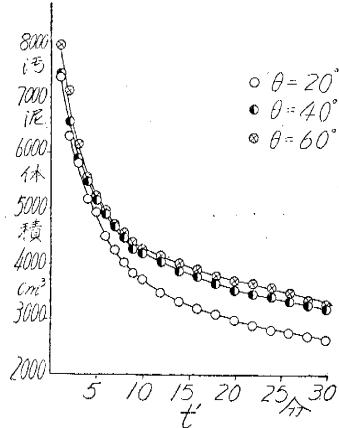


図-12 活性汚泥の体積収縮曲線



**e. 底面鉄板, 活性汚泥の実験**

試料は **c. d.** と同様で, Mohlman index=114 であつた。実験結果を 表-5 に示す。

表-5 活性汚泥の層厚の変化 (cm)

$\theta$	水温°C	沈殿時間 $t'$ (分)																				
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
20°	9.5	27.20	23.50	21.70	20.87	19.65	19.20	18.35	17.85	17.35	16.95	16.70	16.15	15.79	15.49	15.25	15.00	14.75	14.55	14.40	14.25	14.10
40°	7.7	18.05	15.55	14.60	13.82	13.37	12.95	12.63	12.32	12.06	11.75	11.69	11.48	11.23	11.09	10.91	10.72	10.61	10.55	10.40	10.30	10.20
60°	10.0	12.70	11.20	10.60	9.85	9.36	9.06	8.83	8.61	8.47	8.33	8.19	8.09	7.95	7.84	7.74	7.64	7.59	7.52	7.43	7.27	7.16

$t'=30$  分における鉄板面への汚泥の付着状態を 図-9 に示す。 $\theta=20^\circ, 40^\circ$  では付着はなかつた。図-12 に汚泥体積の変化を示す。圧密解析<sup>3)</sup>の結果  $\theta=20^\circ$  の場合が圧密効果の大きいことは他の実験と同傾向であつた。

(2) Imhoff cone における実験

図-2 に示す Imhoff cone は  $\theta=28^\circ 20'$  で, cone 内における汚泥の自重圧密現象は三軸と考えられるが, 解析はきわめて複雑であるのでここでは実験的に検討を加えることとした。すなわち, 既知の一軸圧密である mess cylinder および傾斜面による二軸圧密と考えられる Imhoff 槽との比較実験を行い考察した。

a. Imhoff cone と mess cylinder との比較実験

試料は昭和 31 年 11 月 6 日京都市鳥羽下水処理場で採取した活性汚泥 (Mohlman index=63) と、昭和 32 年 1 月 7 日大阪市海老江処理場で採取した活性汚泥 (Mohlman index=114) である。

(i) 鳥羽処理場活性汚泥の実験

使用した mess cylinder は 2000 cc 用である。実験結果を表-6 に示す。

表-6 汚泥厚の変化 (cm)

	水温 °C	沈殿時間 $t'$ (分)																											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30							
Imhoff cone	10.5	18.92	17.96	16.46	15.49	14.96	14.70	14.44	14.22	14.06	13.92	13.80	13.56	13.41	13.27	13.19	13.03	12.97	12.89	12.83	12.75	12.63							
Mess cylinder	10.5	36.10	32.85	29.95	25.17	22.99	22.01	20.93	20.30	19.76	19.13	18.53	17.47	16.42	15.61	15.01	14.42	13.95	13.53	13.21	12.90	12.60							

汚泥体積の変化を 図-13 に示す。圧密解析<sup>7)</sup>で  $\mu_x-t$  図(図-14)は求まるが三軸圧密の  $\tau, c$  は計算できぬ。

図-13 mess cylinder と Imhoff cone の比較

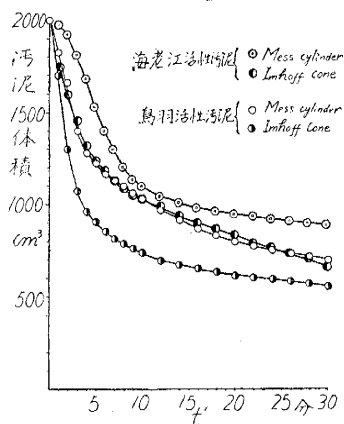
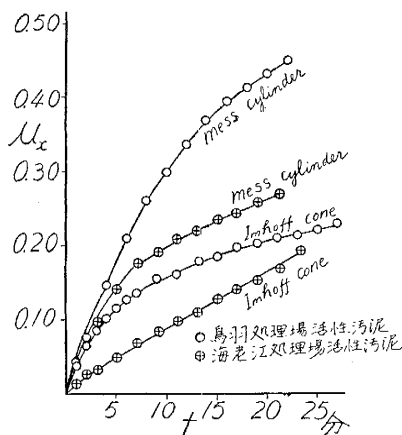


図-14 圧密度の変化



Imhoff cone の方が自重圧密に早く入り、汚泥厚の変化は少ないが、汚泥体積の収縮は大きい。汚泥厚の変化は表-6 に示したように小さいので、mess cylinder と比較して圧密度  $\mu_x$  が小さいことが注目される。

(ii) 海老江処理場活性汚泥の実験

実験結果を表-7 に示す。

表-7 汚泥厚の変化 (cm)

	水温 °C	沈殿時間 $t'$ (分)																											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30							
Imhoff cone	7.6	21.50	20.50	19.90	19.30	18.70	18.30	18.10	17.80	17.60	17.40	17.30	17.10	16.80	16.60	16.40	16.20	15.90	15.80	15.60	15.40	15.10							
Mess cylinder	7.6	36.09	35.55	34.46	32.46	30.13	27.43	25.08	23.28	21.58	20.35	19.69	18.77	18.08	17.57	17.23	16.98	16.82	16.56	16.40	16.20	15.99							

汚泥体積の変化を 図-13 に、圧密解析<sup>8)</sup>の結果を 図-14, 15, 16 に示す。(i) と同じ傾向である。

b. 同じ底角を有する Imhoff 槽と Imhoff cone との比較実験

図-2 の cone と  $\theta$  を等しくなるよう set したうえで、図-1 の Imhoff 槽の奥行  $b=11.2$  cm の位置に木板を取付け、同量の汚泥 (海老江処理場の活性汚泥) で同水深 20 cm となるようにして比較実験を行った。

(i) 水温 18.5°C の実験

実験結果を表-8 に示す。

汚泥体積の変化を 図-17 に示した。汚泥厚と沈殿時間との関係は Imhoff 槽の方が収縮迅速なのに、汚泥体積の時間的変化は両者ほとんど等しいことが注目される。圧密度  $\mu_x$  と  $t$  との関係を 図-19 に示す。表-8 のような汚泥厚の変化の影響を受けて Imhoff cone より Imhoff 槽の方が大きい  $\mu_x$  の値を示している。

表-8 汚泥厚の変化 (cm)

	水温 °C	沈殿時間 $t'$ (分)																											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	14	16	20	24	28	40	50	60								
Imhoff 槽	19.7	19.1	18.4	17.3	16.3	15.7	15.3	14.8	14.5	14.2	13.8	13.6	13.3	13.2	12.7	12.3	12.0	11.4	11.0	10.7									
Imhoff cone	19.8	18.6	18.0	17.3	16.9	16.5	16.3	16.0	15.9	15.7	15.5	15.4	15.2	15.0	14.8	14.6	14.4	14.2	13.9	13.7									

図-15 mess cylinder における  $\tau$  と  $t$  との関係

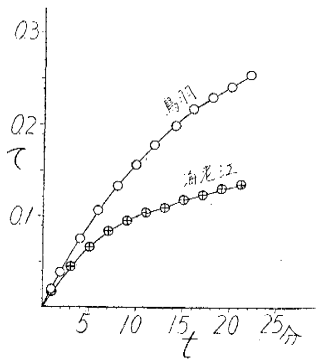


図-16 mess cylinder における  $c$  と  $S_0$  との関係

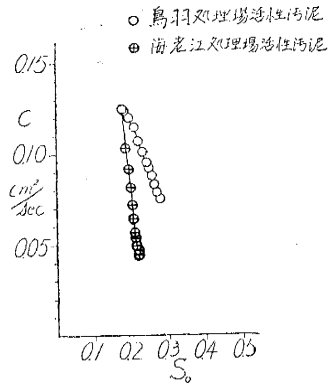


表-9 汚泥厚の変化 (cm)

	沈殿時間 $t'$ (分)																					
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	25	30	35	40	50	60
Imhoff 槽	20.4	19.4	18.1	16.8	15.8	15.4	14.9	14.5	14.3	14.0	13.8	13.5	13.2	13.0	12.9	12.6	12.3	11.9	11.7	11.5	11.2	10.9
Imhoff cone	20.1	19.2	18.4	17.4	16.9	16.4	16.2	16.0	15.8	15.6	15.4	15.2	15.0	14.9	14.7	14.4	14.2	14.1	14.0	13.9	13.6	13.4

図-17 Imhoff cone と Imhoff 槽 との比較 (同底角)

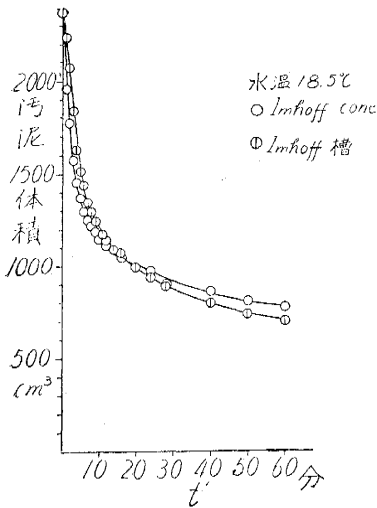


図-18 Imhoff cone と Imhoff 槽との比較 (同底角)

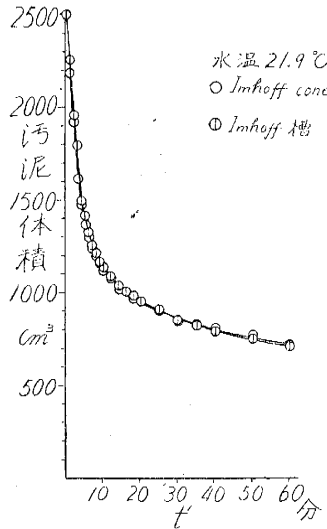
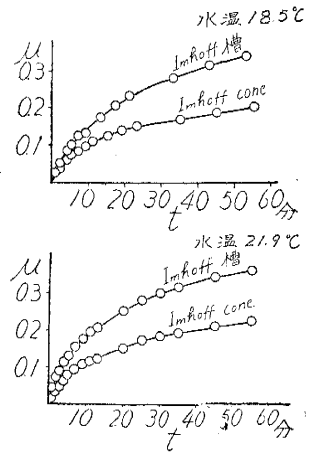


図-19 圧密度の比較 (同底角)



(ii) 水温 21.9°C の実験

実験結果を 表-9 に示す。

汚泥体積の変化を 図-18 に、 $\mu_x$  と  $t$  との関係を 図-19 に示す。(i) と全く同じ傾向を示している。

一般に Imhoff 槽の汚泥厚を  $h_1$ 、Imhoff cone の汚泥厚を  $h_2$  とし、 $b$ =Imhoff 槽奥行とすると、両槽における汚泥体積が常に上記実験のように等しいと次の条件が満足されねばならない。

$$h_2 = \sqrt[3]{3bh_1^2/\pi \tan \theta}$$

この実験では、 $b=11.2$  cm、 $\theta=28^\circ 20'$  であるので

$$h_2 = \sqrt[3]{20h_1^2}$$

$h_2 > h_1$  であるので、Imhoff cone の汚泥厚の収縮はより緩慢となるから圧密度は小さいものと思われる。

(3)  $\theta$  を一定とした Imhoff 槽で泥量を変えた場合の実験

上述の (2)、 $b$  の実験で set した Imhoff 槽 ( $\theta=28^\circ 20'$ 、 $b=11.2$  cm) で泥量を変えた場合につき、1 定水温

18.2°C で比較実験を行った。結果を表-10 に示す。

表-10 汚泥厚の変化 (cm)

	沈殿時間 $t'$ (cm)																			
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	22	26	30	41
No. 1	14.8	14.4	14.2	14.0	13.75	13.5	13.0	12.6	12.3	12.0	11.8	11.5	11.2	10.9	10.7	10.6	10.4	10.1	9.9	9.4
No. 2	13.0	12.7	12.6	12.5	12.3	12.2	12.0	11.7	11.3	11.0	10.8	10.35	10.05	9.85	9.65	9.50	9.30	9.10	8.9	8.5
No. 3	10.7	10.5	10.2	10.1	9.95	9.80	9.70	9.55	9.40	9.2	9.0	8.65	8.35	8.10	7.95	7.8	7.7	7.4	7.2	6.9

図-20 に汚泥体積の変化を示す。汚泥量の多い、すなわち初期汚泥厚の大きい方が自重圧密初期における圧密度は若干大きいようであるが、時間とともに No. 1, 2, 3 とほぼ同じ圧密度を示している。

### 3. 結論

以上述べた実験結果を総括し次のような結論をえた。

(1) 粘土を吸着した floc について Imhoff 槽底部模型の  $\theta=20^\circ, 30^\circ, 40^\circ, 50^\circ, 60^\circ$  における実験では、若干の水温差はあつたが、 $\theta$  の小さいほど汚泥体積収縮は迅速であつた。

(2) 活性汚泥について  $\theta=20^\circ\sim 60^\circ$  で行つた同様の実験も  $\theta$  が小さいほど汚泥体積収縮に有利な結果がえられ、圧密解析の結果は、圧密度 (重力方向、槽中央)  $\mu_x$  と圧密伝導度  $c$  は  $\theta$  が小さいほど大きく、Solid fraction  $S_0$  も大きい値まで圧密される。

(3) 鉄板以外に、底部傾斜面をベニヤ板、モルタル板について行つた実験結果は、3者とも同じ傾向を示したが、汚泥と傾斜面との摩擦係数が異なるので、 $(90^\circ-\theta)$  が摩擦角以下の場合には傾斜面への汚泥の付着がおこり、その状態を図-9 に一括して示した。ベニヤ板、モルタル板は  $\theta=40^\circ$  で付着をみた。モルタル板の方が若干多い付着を示した。鉄板では  $\theta=60^\circ$  で始めてわずかの付着があつた。付着を少なくしようとすれば、鉄板が最も有利で、ベニヤ板、モルタル板の順序となる。実際構造物は鉄板かコンクリート構造の内面モルタル仕上げである。この実験から摩擦角は鉄板ではほぼ  $40^\circ$ 、モルタル板で  $60^\circ$  位と思われる。

(4) Imhoff cone と mess cylinder (2000 cc 用) との比較実験では、初期汚泥厚は mess cylinder が大きかつたので厳密な比較はできなかつたが、汚泥厚の変化は Imhoff cone が小さいが、体積収縮は迅速であつた。汚泥厚の変化の影響を受けて圧密度  $\mu_x$  と圧密伝導度  $c$  は mess cylinder が大きい結果を示した。

(5) 傾斜角を同じくし、さらに初期汚泥厚を同じくし、同一水温で、18.5°C と 21.9°C の 2 回につき Imhoff 槽と Imhoff cone で行つた比較実験結果は、汚泥厚の変化は Imhoff 槽が大きい、体積収縮の変化は両者ともほとんど一致した。Imhoff cone の厳密な解析は行っていないが、この点とくに注目すべき結果と思われる。

(6) 同じ傾斜角について Imhoff 槽で、同一水温で行つた泥量の異なる実験では、泥量の多い、初期汚泥厚の大きい方が、わずかに圧密度  $\mu_x$  は大きいようであるが、時間とともにその差はなくなる。

(7) 設計への応用として、Imhoff 槽では底部を鉄板とした方が汚泥の付着を防ぐうえで有利で、設計の許せる範囲で  $\theta$  を小さくする方が汚泥収縮の点から一層有利となる。Imhoff cone の実験例によると汚泥収縮は Imhoff 槽とはほぼ同じ結果を示すので、やはり  $\theta$  が小さい方が有利と思われる。

(8) mess cylinder による一軸自重圧密より、Imhoff 槽による傾斜面の二軸自重圧密が汚泥収縮は迅速であるが、Imhoff cone における三軸自重圧密はいまだ理論的に解明されていないので検討を要する。

### むすび

この研究について始終懇篤な指導を賜つた京都大学岩井重久教授に深謝する。

### 参考文献その他

- 川島 普: 下水貯留槽の底部勾配, 土木学会論文集 49 号, pp. 32~41, 昭 32. 10
- 以下も同様であるが、活性汚泥は採取後ポオルマリンで固定した。
- 川島 普: 汚泥貯留槽機構と設計に関する考察, 土木学会誌, 40 巻, 6 号, pp. 40~44, 昭. 30. 6
- 川島 普: 汚泥貯留槽設計理論 (第 2 報), (底部勾配の合理的選定について), 第 8 回上下水道研究発表会にて講演, 昭. 32. 5. 15
- Total Solid Volume  $V_e=1188 \text{ cm}^3$ , 自重圧密を始めた時の体積  $V_0=6786 \text{ cm}^3$ ,  $\phi=0.825$  とし計算した。
- $V_e=1061 \text{ cm}^3$ ,  $V_0=6060 \text{ cm}^3$ ,  $\phi=0.825$  とした。
- Mess cylinder (2000 cc 用) 断面積は  $55.39 \text{ cm}^2$ ,  $V_e=193 \text{ cm}^3$ ,  $V_0=1100 \text{ cm}^3$ ,  $\phi=0.80$  とした。
- $V_e=229 \text{ cm}^3$ ,  $V_0=1310 \text{ cm}^3$ ,  $\phi=0.82$  とした。

図-20 泥量の差異による体積変化の比較 (同底角)

