

第三章 Double Simple Surge Tank

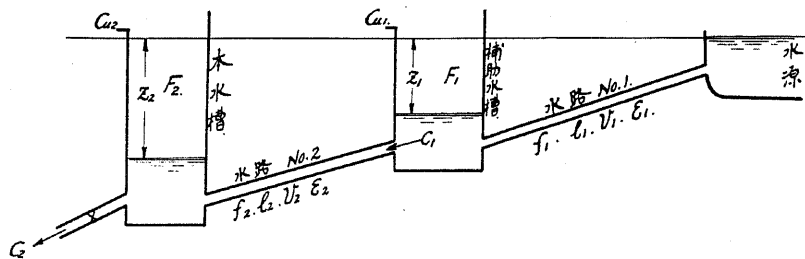
第六節 Double Simple Surge Tank.

18. 微分方程式. *Double simple surge tank* は水路が長い場合, 中間の溪谷等を利用して補助水槽とした場合である. 此の場合の z , 及び v , に關する微分方程式は

補助水槽及第一水路に對して

第 六 圖

Double Simple Surge Tank.



$$\left. \begin{aligned} \frac{dz_1}{dt} &= \frac{C_1 + C_{n1} - v_1}{F_1/f_1} \\ \frac{dv_1}{dt} &= \frac{z_1 \mp \epsilon_1 v_1^n}{l_1/g} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (15)$$

本水槽及第二水路に對して

$$\left. \begin{aligned} \frac{dz_2}{dt} &= \frac{C_2 + C_{n2} - v_2}{F_2/f_2} \\ \frac{dv_2}{dt} &= \frac{(z_2 - z_1) \mp \epsilon_2 v_2^n}{l_2/g} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (16)$$

但し C_2 , は公式 (1) の C と同一であつて C_1 , は

$$C_1 = \frac{f_2}{f_1} v_2$$

である,故に若し $f_1 = f_2$ ならば

$$C_1 = v_2$$

である.

此の微分方程式は最早解析的には解くことは出来ない,解析的に解くと云ふことは此の曲線を或る一定の數學式を以て表はすと云ふことであるが,圖計算に依て得た之等の曲線の性質を見れば夫れが不可能であることは一目瞭然である,そこで以下圖計算の方法を述ぶことにするが元來圖計算は説明を読むだけでは恰も霞を隔てて物を見る様で,判つた様な判らない様な漠然とした感じのするものであるから,之れを読む諸賢は是非共方眼紙と三角定規とを備へて實演を行ひつつ讀進せられむ事を希望する.

19. 計算式. 水路は第一,第二とも同一斷面を有し補助水槽には溢水なき場合を考ふ.

即ち

$$f_1 = f_2 = f.$$

$$C_1 = v_2$$

$$C_2 = C$$

$$C_{u1} = 0$$

$$C_{u2} = C_u$$

依て計算式は補助水槽及第一水路に對しては公式(15)より

$$\frac{dz_1}{dt} = \frac{v_2 - v_1}{F_1/f}$$

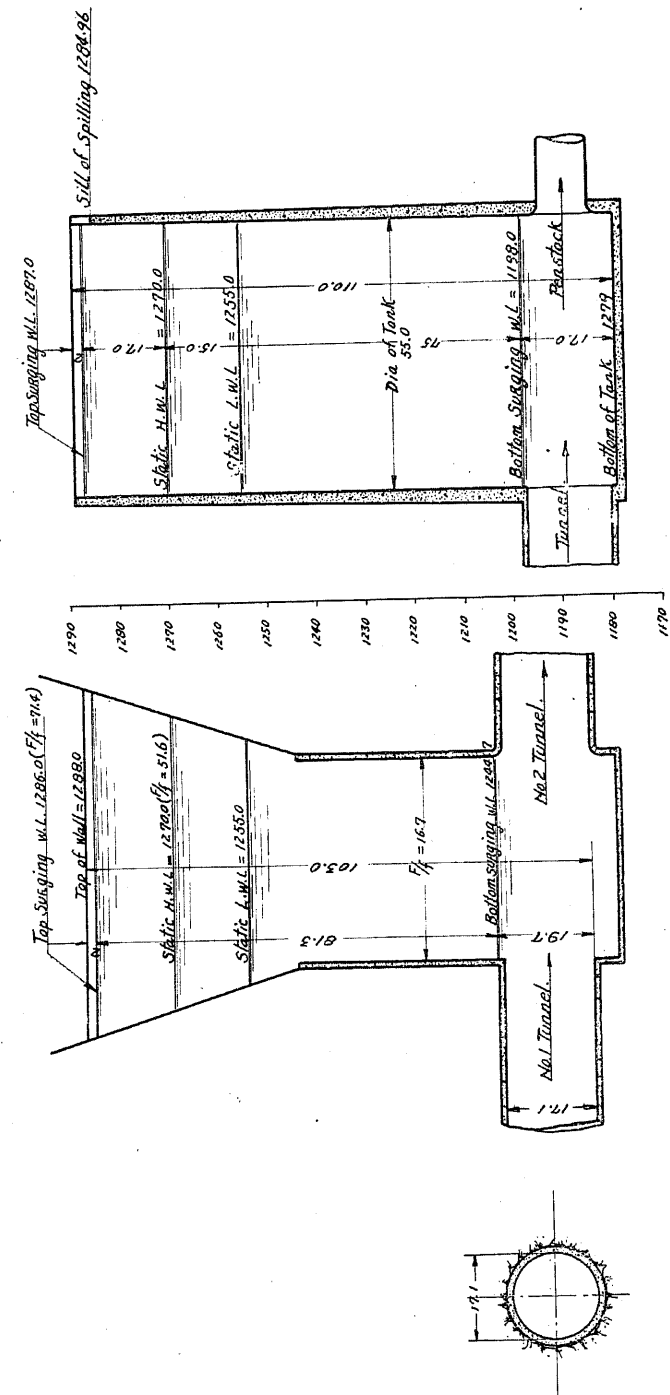
$$\frac{dv_1}{dt} = \frac{z_1 \mp \epsilon_1 v_1^{1.85}}{l_1/g}$$

本水槽及第二水路に對しては公式(16)及上述の關係により

$$\frac{dz_2}{dt} = \frac{C + C_u - v_2}{F_2/f}$$

第七圖

Double Simple Surge Tank



Section of Surge Tank.

Section of Sub Surge Tank.

Section of Tunnel.

$$\frac{dv_2}{dt} = \frac{(z_2 - z_1) \mp \epsilon_2 v_2^{1.85}}{l_2/g}$$

$$C_u = \frac{\delta}{f} (a - z_2)^{3/2}$$

20. 構造に関する数値.

$$\text{Conduit No. 1, } l_1 = 21,225.74 \text{ sh}$$

$$,, \text{ No. 2, } l_2 = 4,156.74 \text{ sh}$$

$$,, \text{ Section } f = \pi r^2 = \pi, 8.55^2 \\ = 230 \square \text{ sh}$$

$$\text{Sub surge tank section } F_1 = 3,850 \sim 16,415 \square \text{ sh}$$

$$\text{Main surge tank } ,, F_2 = \pi r^2 = \pi 27.5^2 \\ = 2,376.1 \square \text{ sh}$$

$$\text{Weir coefficient } \delta = 3.33 b, = 199.8$$

$$F_1/f = 16.74 \sim 71.37$$

$$F_2/f = 10.3$$

$$l_1/g = 655.12$$

$$l_2/g = 128.29$$

$$f/\delta = 1.15$$

$$a = -14.9 \text{ sh}$$

21. Up Surging. に関する数値. Full load を Instant に切つた場合

$$\text{Full load } Q = 2.340 \text{ Sec-sh}$$

$$\text{Primary } v_1 = v_2 = C \\ = 10.17 \text{ sh/sec}$$

$$\text{Coefficient of roughness } n = 0.013$$

$$\text{By Manning's formula } Q = \frac{1.486}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

$$S = \frac{1}{876.2}$$

$$\text{Primary } z_1 = \frac{21.225.74}{876.2} = 24.2 \text{ sh}$$

$$\text{Primary } z_2 = \frac{25.382.48}{876.2} = 29.0 \text{ sh}$$

$$\epsilon_1 = \frac{h_1}{v_1^{1.85}} = \frac{24.2}{10.17^{1.85}} = 0.331$$

$$\epsilon_2 = \frac{h_2}{v_2^{1.85}} = \frac{29.0 - 24.2}{10.17^{1.85}} = 0.065$$

$$C_u = \frac{(a - z_2)^{3/2}}{f/\delta} = \frac{(-14.9 - z_2)^{3/2}}{1.15}$$

上記の ϵ_1, ϵ_2 を用ひて $\epsilon_1 v_1^{1.85}, \epsilon_2 v_2^{1.85}$, 即ち h_1, h_2 , と v , との関係を曲線に表はせば第八圖となり, 又 C_u , と $a - z$ との関係を曲線に表はせば第九圖となる.

22. Down Surging に関する数値. 先づ水源池の水位が Low water level, に在つて無負荷状態のとき, 即ち $v_1 = 0, v_2 = 0$, の時 3/4 load を掛けるときは, 水槽の水位は暫時昇降を繰返し水路内の流速 v_1 及 v_2 , も増減を繰返す, その v_2 , が一度 Max, に達して次に Minimum となつた時に Load を 1/4 増加して Full load としたる場合

$$\text{Full load } Q = 2.340 \text{ Sec-sh}$$

$$\text{Primary } v_1 = v_2 = 0$$

$$z_1 = 0,$$

$$z_2 = 0,$$

$$\text{Final } v_1 = v_2 = 10.17 \text{ sh/sec}$$

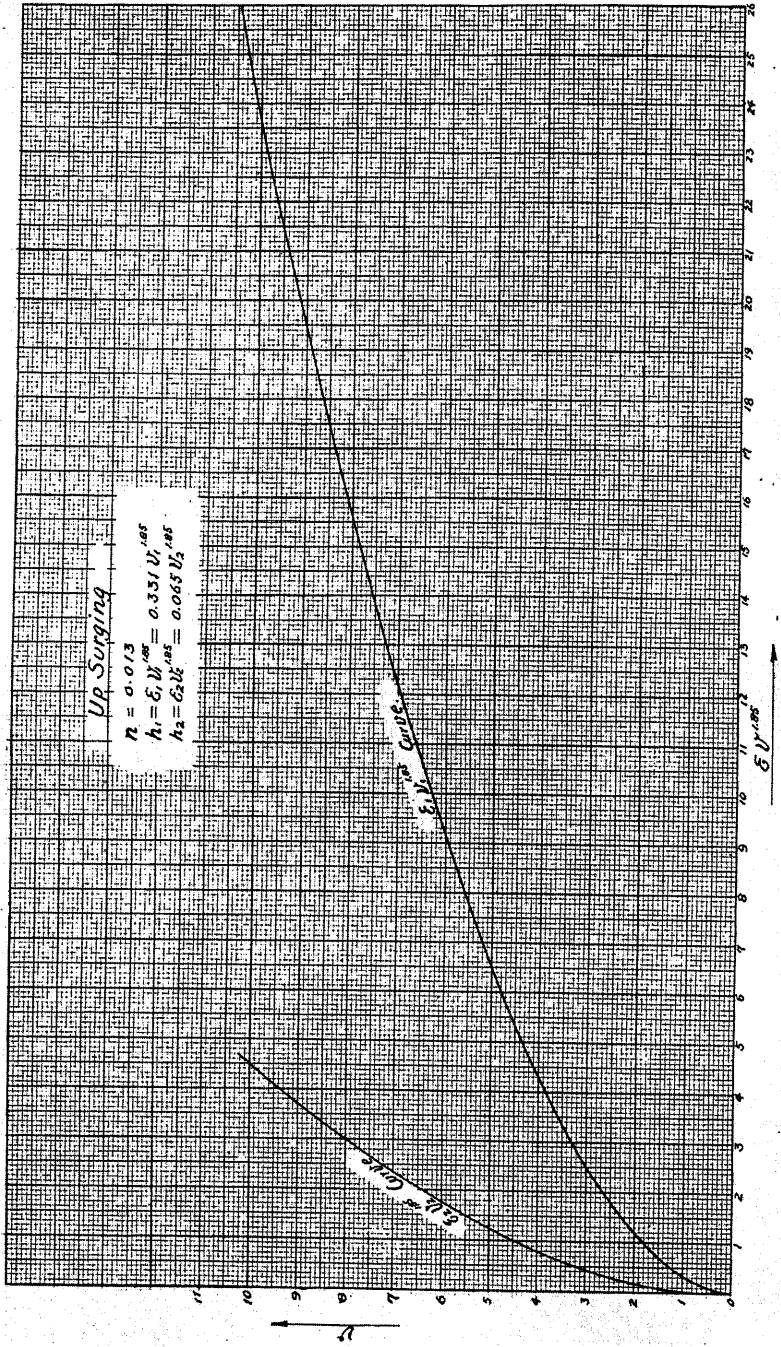
$$3/4 \text{ Load } C = 7.63 \text{ sh/sec}$$

$$\text{Full Load } C = 10.17 \text{ sh/sec}$$

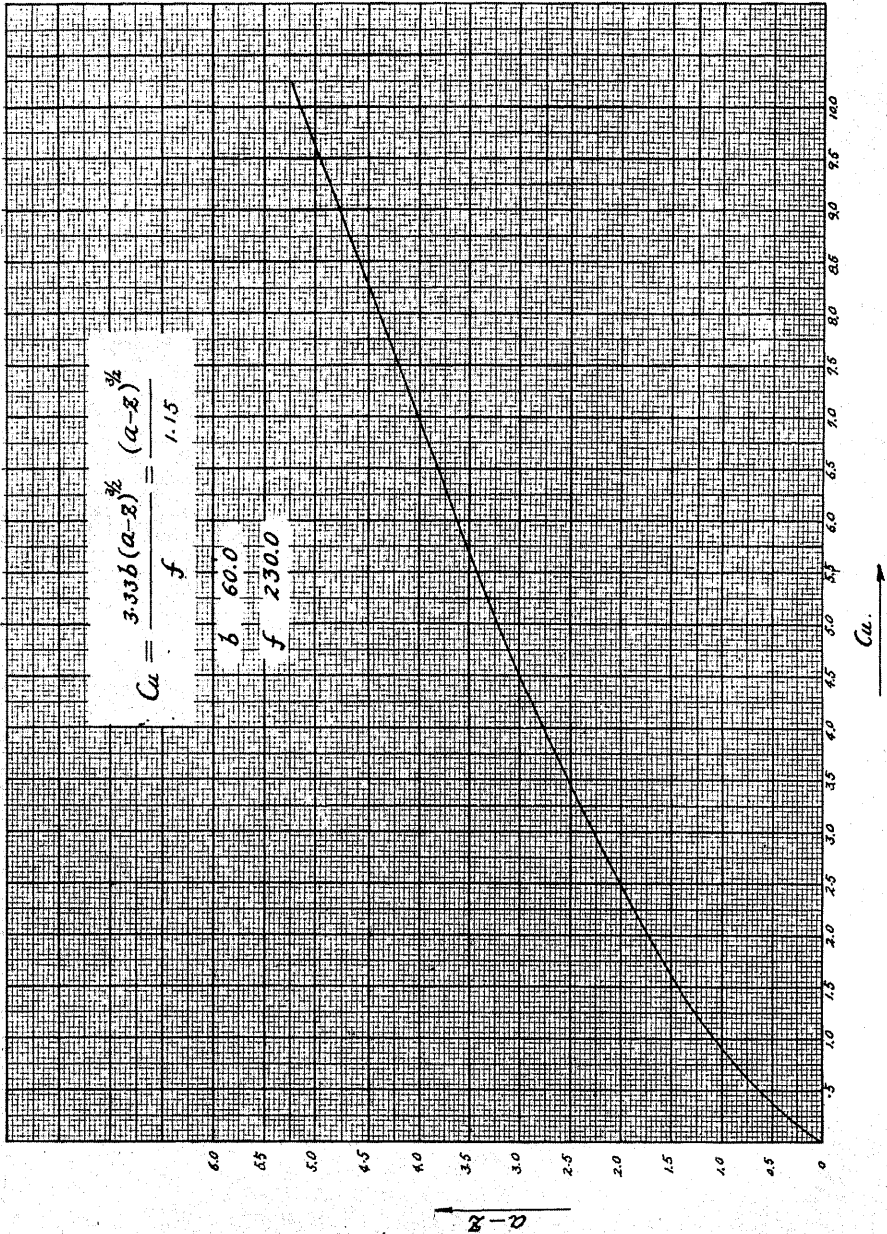
$$\text{Coefficient of roughness } n = 0.014 \text{ とし}$$

$$\text{Manning's formula により } S = \frac{1}{750}$$

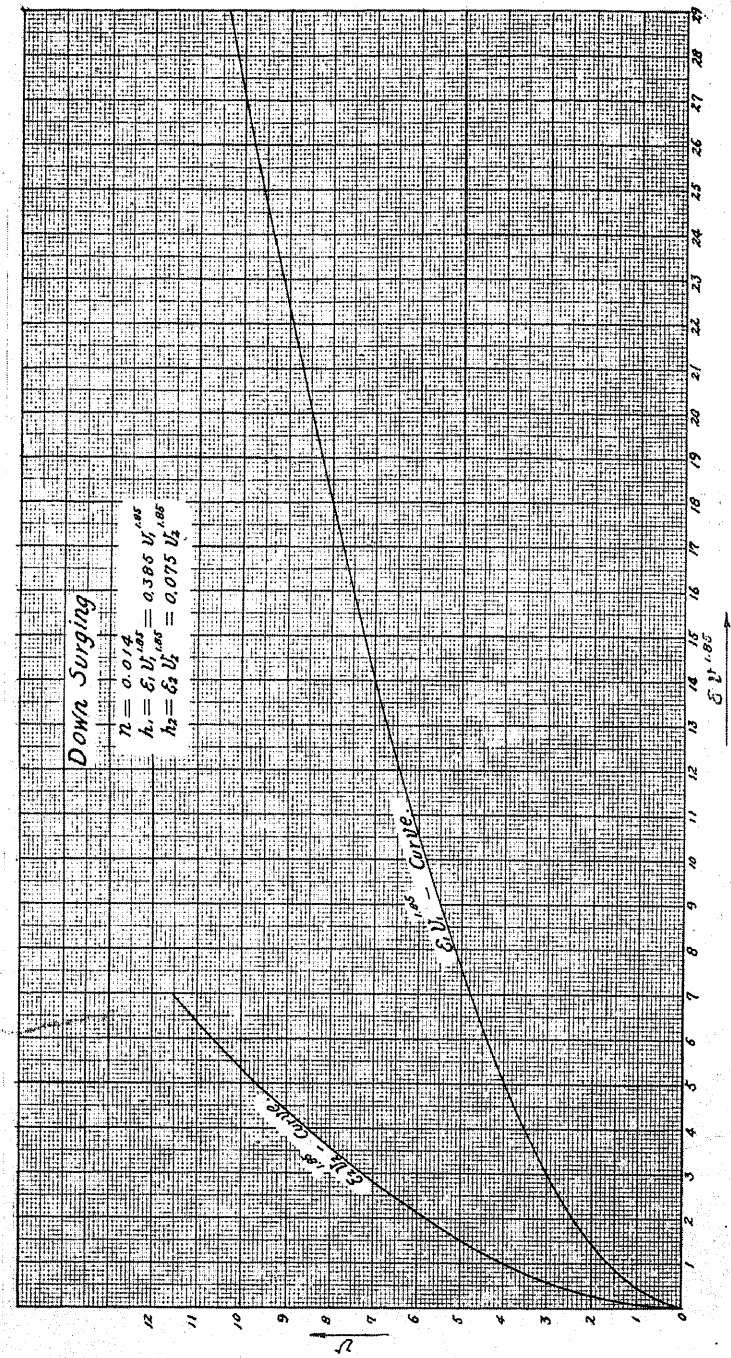
第八圖



第九圖



第十圖

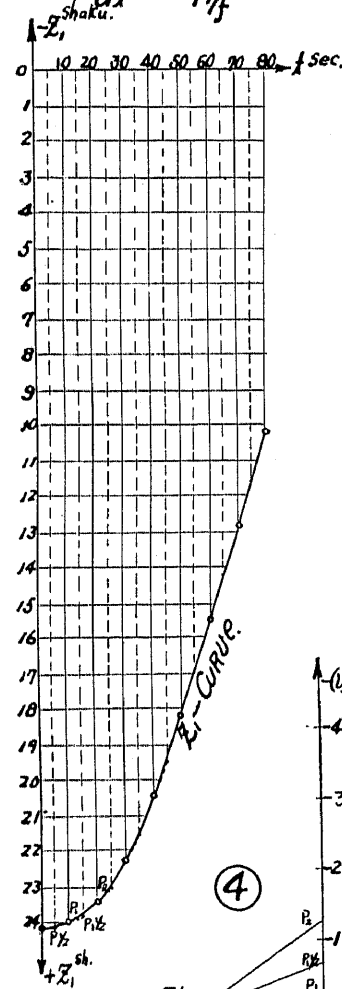


縮尺

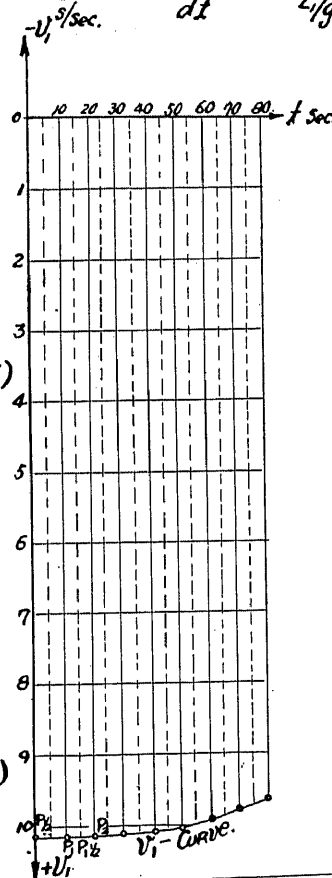
種目	單位	縮尺	符號
F/f	1	0.004R	E
$E U_1^{1.85} Z$	1R	0.025	D
t	1秒	0.002	T
C, U	1 1/4	0.050	G

- (1) --- $(C-U)^{1/2}$ 縮尺
 $\frac{E D}{T} = 0.050 R$
 (2) --- L/g (秒)² 縮尺
 $\frac{T D}{G} = 0.0010 R$

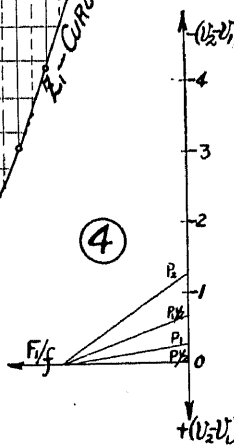
⑧ $\frac{dZ_1}{dt} = \frac{U_2 - U_1}{F/f}$



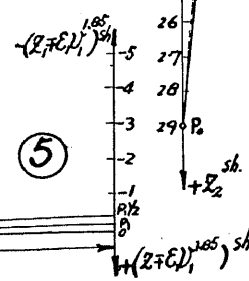
⑨ $\frac{dU_1}{dt} = \frac{Z_1 + E U_1^{1.85}}{L/g}$



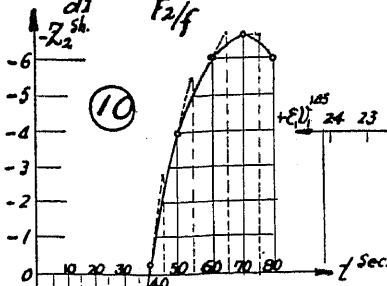
④



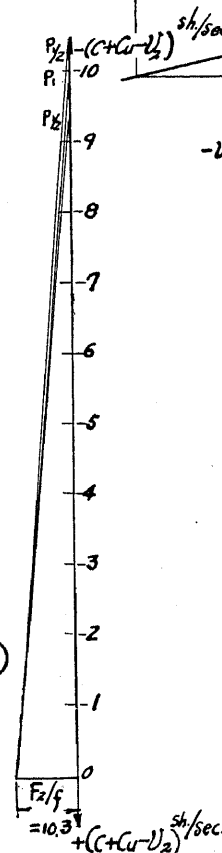
⑤



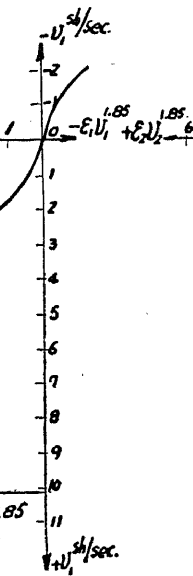
⑩ $\frac{dZ_2}{dt} = \frac{C + U - U_2}{F_2/f}$



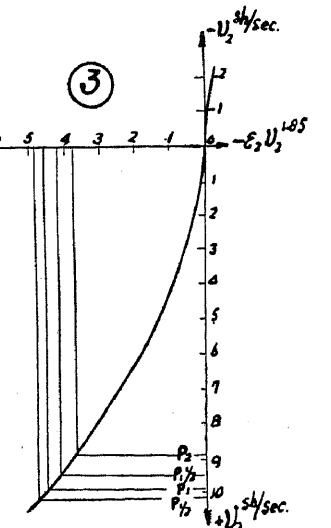
⑥



②



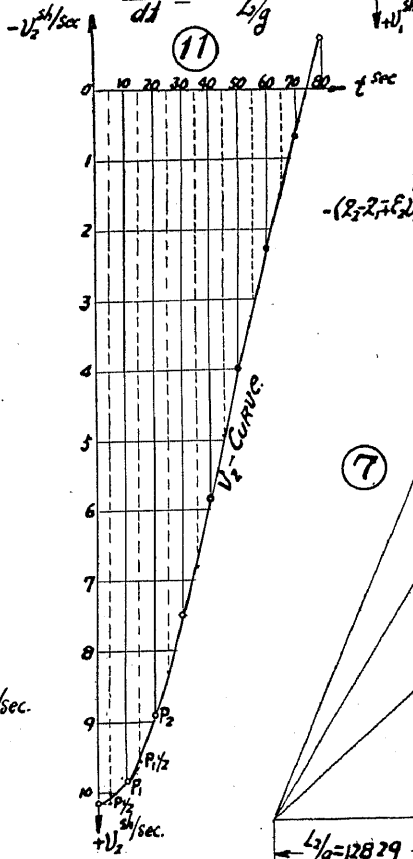
③



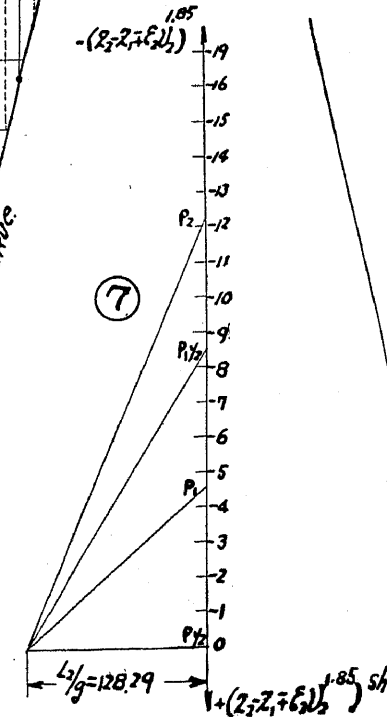
①

⑪

$\frac{dU_2}{dt} = \frac{(Z_2 Z_1) + E U_2^{1.85}}{L/g}$



⑦



$L/g = 655.12$

$L/g = 128.29$

$$\text{Final} \quad z_1 = \frac{21,225.74}{750} = 28.3^{sh} = h_1$$

$$\text{Final} \quad z_2 = \frac{25,382.48}{750} = 33.8^{sh} = h_2$$

$$\epsilon_1 = \frac{h_1}{v_1^{1.85}} = \frac{28.3^{sh}}{10.17^{1.85}} = 0.385$$

$$\epsilon_2 = \frac{h_2}{v_2^{1.85}} = \frac{33.8 - 28.3}{10.17^{1.85}} = 0.075$$

此の ϵ_1, ϵ_2 を用ひて $\epsilon_1 v_1^{1.85}, \epsilon_2 v_2^{1.85}$, 即ち h_1, h_2 と v , との關係を曲線に表はせば第十圖となる。

23. 圖計算の仕方. 先づ補助水槽の斷面の變化に對し F_1/f , と z_1 との關係に就て第十一圖の①に示す *Diagram* を作り v_1 , 及 v_2 , と $\epsilon_1 v_1^{1.85}$, 及 $\epsilon_2 v_2^{1.85}$, との關係に就て第十一圖の②,③,に示す *Diagram* を作る,其の②,③,の完成されたものが第八圖及第十圖なのである。

次に第一表に示す如き計算表を作り其の第1行各欄には上記の與へられたる數値並に第十一圖の①,②,③,に依て相當の數字を記入する,次に之れ等の數字に依て第十一圖の⑧,⑨,⑩,⑪, に於て z_1, v_1, z_2, v_2 , 各曲線の P_0 點を定め別に其の各點の切線の方角を④,⑤,⑥,⑦に於て作り之れに平行に⑧,⑨,⑩,⑪, の P_0 點より各夫れに相當する切線を引き $t=5''$ の縦線との交點 $P_{\frac{1}{2}}$, を定め圖上にて夫等の座標即ち z_1, v_1, z_2, v_2 , を測り同時に①,②,③,に依て之れ等に相當する其の他の欄の數字を求め之れ等の總てを第二行各欄に記入する。

茲に於て再び④,⑤,⑥,⑦ に戻り第二行各欄の數字を用ひて $P_{\frac{1}{2}}$ 點の各切線の方角を作り之れに平行に, ⑧,⑨,⑩,⑪, の P_0 點より各夫れに相當する切線を引き $t=10''$ の縦線との交點 P_1 を定む. 此の P_1 が z_1, v_1, z_2, v_2 各曲線の方角を決定する最初の點である。

次に圖上にて P_1 の座標即ち z_1, v_1, z_2, v_2 , を測り同様に①,②,③,に依て之等に相當する各欄の數字を求め,之等の總てを第三行各欄に記

第

Point	Time	$\frac{dz_2}{dt} = \frac{C + C_u - v_2}{F_2/f}$					$\frac{dv_2}{dt} = \frac{(z_2 - z_1) \mp \epsilon_2 v_2^{1.85}}{l_2/g}$				
		C	C _u	v ₂	C + C _u - v ₂	F ₂ /f	z ₂	z ₁	$\epsilon_2 v_2^{1.85}$	$z_2 - z_1 \mp \epsilon_2 v_2^{1.85}$	l ₂ /g
0	0	10.17	0	10.17	0	10.3	29.00	24.20	4.80	0	128.29
	5	0	0	0	-10.17		24.40	0	0	-4.60	
1	10	0	0	9.85	-9.85		20.00	24.00	4.55	-8.55	
	15	0	0	9.50	-9.50		15.80	23.85	4.20	-12.25	
2	20	0	0	8.90	-8.90		12.00	23.40	3.75	-15.15	
	25	0	0	8.30	-8.30		8.00	23.00	3.30	-18.30	
3	30	0	0	7.50	-7.50		5.10	22.20	2.75	-19.85	
21	210	0	0	3.95	-3.95		-8.00	-9.10	0.85	-0.25	
	215	0	0	0	0		-10.00	-9.20	0	-1.65	
22	220	0	0	3.80	-3.80		-11.60	-9.40	0.80	-3.00	
	225	0	0	3.70	-3.70		-13.40	-9.50	0.70	-4.60	
23	230	0	0	3.45	-3.45		-14.90	-9.70	0.65	-5.85	
	232.5	0	0	3.30	-3.30		-15.60	-9.80	0.60	-6.40	
24	235.0	0	0.55	3.20	-2.65		-16.20	-9.90	0.55	-6.85	
	237.5	0	1.30	3.05	-1.75		-16.60	-10.00	0.50	-7.10	
25	240.0	0	1.92	2.93	-1.01		0	-10.07	0	-7.03	
27	250.0	0	2.30	2.40	-0.10		-16.80	-10.45	0.35	-6.70	
	252.5	0	0	2.26	0.04		0	-10.55	0.25	-6.50	
28	255.0	0	0	2.15	0.15		-16.75	-10.65	0	-6.35	
	257.5	0	0	2.03	0.17		-16.70	-10.78	0.20	-6.12	
29	260.0	0	2.20	1.90	0.30		-16.60	-10.90	0	-5.90	
	265.0	0	1.95	1.70	0.25		-16.45	-11.10	0.15	-5.50	
30	270.0	0	1.70	1.50	0.20		-16.30	-11.30	0.10	-5.10	
	275.0	0	1.45	1.30	0.15		-16.20	-11.50	0	-4.80	
31	280.0	0	1.30	1.15	0		-16.11	-11.75	0.05	-4.40	

第

Point	Time	$\frac{dz_2}{dt} = \frac{C + C_u - v_2}{F_2/f}$					$\frac{dv_2}{dt} = \frac{(z_2 - z_1) \mp \epsilon_2 v_2^{1.85}}{l_2/g}$				
		C	C _u	v ₂	C + C _u - v ₂	F ₂ /f	z ₂	z ₁	$\epsilon_2 v_2^{1.85}$	$z_2 - z_1 \mp \epsilon_2 v_2^{1.85}$	l ₂ /g
0	0	0	0	0	0	10.3	0	0	0	0	128.29
	5	7.63	0	0	7.63		3.50	0	0	3.50	
1	10	0	0	0.30	7.33		6.70	0.15	0	6.55	
	15	0	0	0.50	7.13		10.05	0.20	0	9.85	
2	20	0	0	1.05	6.58		13.30	0.50	0.10	12.70	
	25	0	0	1.55	6.08		16.30	0.75	0.15	15.40	
3	30	0	0	2.25	5.38		18.70	1.20	0.30	17.20	
	35	0	0	2.90	4.73		21.10	1.60	0.50	19.00	
4	40	0	0	3.75	3.88		22.70	2.40	0.85	19.45	
15	150	7.63	0	4.60	3.03		30.00	35.85	1.30	-7.15	
	155	0	0	4.35	3.28		31.60	36.00	1.15	-5.55	
16	160	0	0	4.15	3.48		33.40	0	1.05	-3.65	
	165	0	0	4.05	3.58		35.00	35.90	1.00	-1.90	
17	170	0	0	4.00	3.63		36.90	35.70	0	0.20	
	175	10.17	0	0	6.17		39.60	35.50	0	3.10	
18	180	0	0	4.25	5.92		42.60	35.35	1.10	6.15	
	185	0	0	4.50	5.67		45.50	35.15	1.20	9.15	
19	190	0	0	5.00	5.17		48.00	35.10	1.50	11.40	
	195	0	0	5.45	4.72		50.00	0	1.75	13.15	
20	200	0	0	6.00	4.17		51.90	35.30	2.10	14.50	

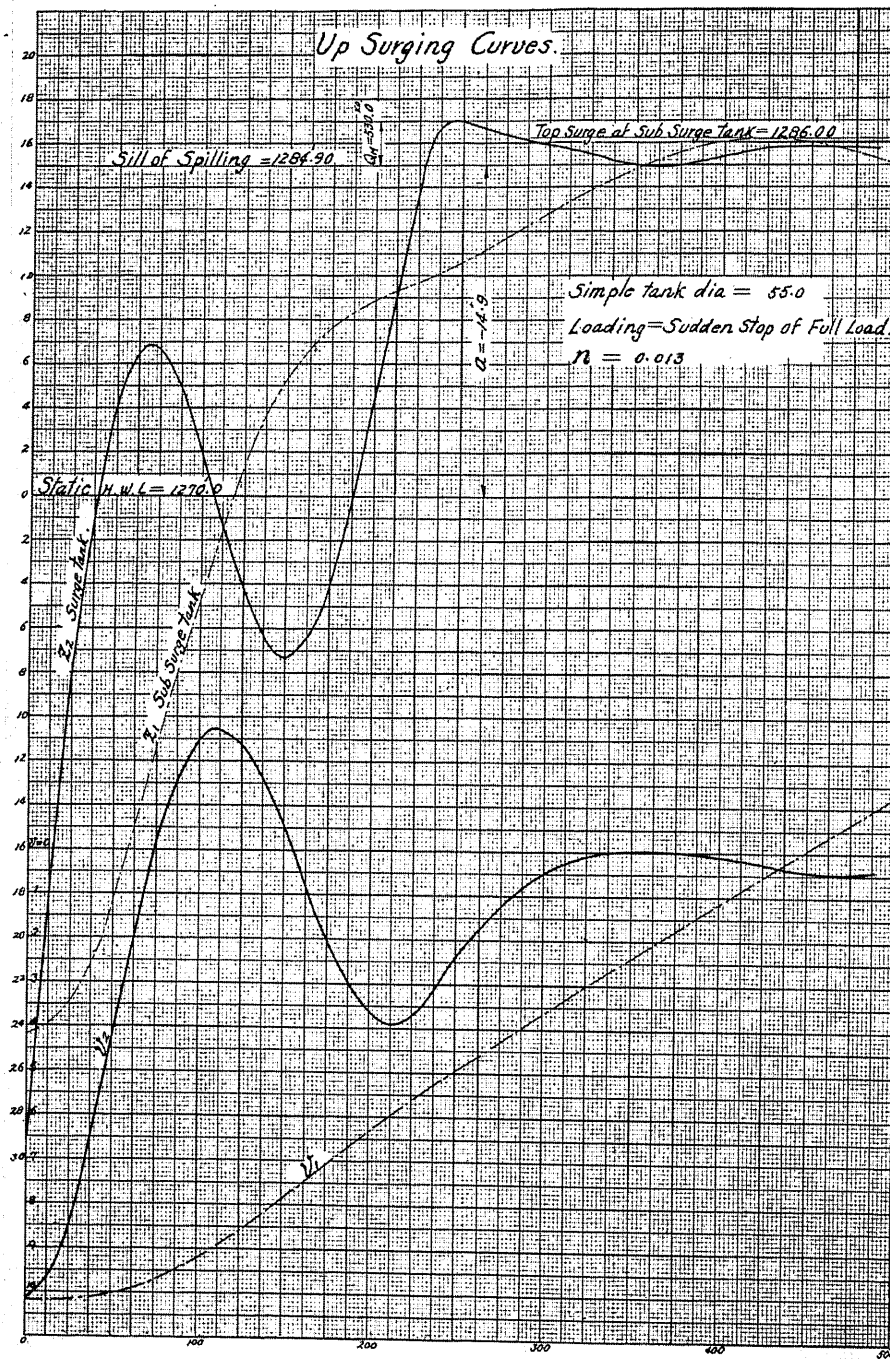
表 (其ノ一) Up Surging

$C_u = \frac{(a - z_2)^{3/2}}{f/\delta}$		$\frac{dz_1}{dt} = \frac{v_2 - v_1}{F_1/f}$				$\frac{dv_1}{dt} = \frac{z_1 \mp \epsilon_1 v_1^{1.85}}{l_1/g}$			
a - z ₂	f/δ	v ₂	v ₁	v ₂ - v ₁	F ₁ /f	z ₁	$\epsilon_1 v_1^{1.85}$	$z_1 \mp \epsilon_1 v_1^{1.85}$	l ₁ /g
0	1.15	10.17	10.17	0		24.20	24.24	0	655.12
0		0	0	0		0	0	0	
0		9.85	0	-0.32		24.00	0	-0.20	
0		9.50	0	-0.67		23.85	0	-0.35	
0		8.90	0	-1.27		23.40	0	-0.80	
0		8.30	10.15	-1.85		23.00	24.00	-1.00	
0		7.50	0	-2.65		22.20	0	-1.80	
0		3.95	6.00	-2.05		-9.10	9.15	-18.25	
0		0	5.85	-1.90		-9.20	8.80	-18.00	
0		3.80	5.70	0		-9.40	8.40	-17.80	
0		3.70	5.60	0		-9.50	8.10	-17.60	
0		3.45	5.45	-2.00		-9.70	7.70	-17.40	
0.70		3.30	5.40	-2.10		-9.80	7.60	0	
1.30		3.20	5.30	-2.10		-9.90	7.40	-17.30	
1.70		3.05	5.25	-2.20		-10.00	7.20	-17.20	
0		2.93	5.20	-2.27		-10.07	7.10	-17.17	
1.90		2.40	4.95	-2.55		-10.45	6.40	-16.85	
0		2.26	4.88	-2.62		-10.55	6.30	0	
1.85		2.15	4.80	-2.65		-10.65	6.10	-16.75	
1.80		2.03	4.75	-2.72		-10.78	5.95	-16.63	
1.70		1.90	4.70	-2.80		-10.90	5.80	-16.70	
1.55		1.70	4.55	-2.85		-11.10	5.60	0	
1.40		1.50	4.45	-2.95		-11.30	5.25	-16.55	
1.30		1.30	4.30	-3.00		-11.50	4.90	-16.40	
1.20		1.15	4.20	-3.05		-11.75	4.70	-16.45	

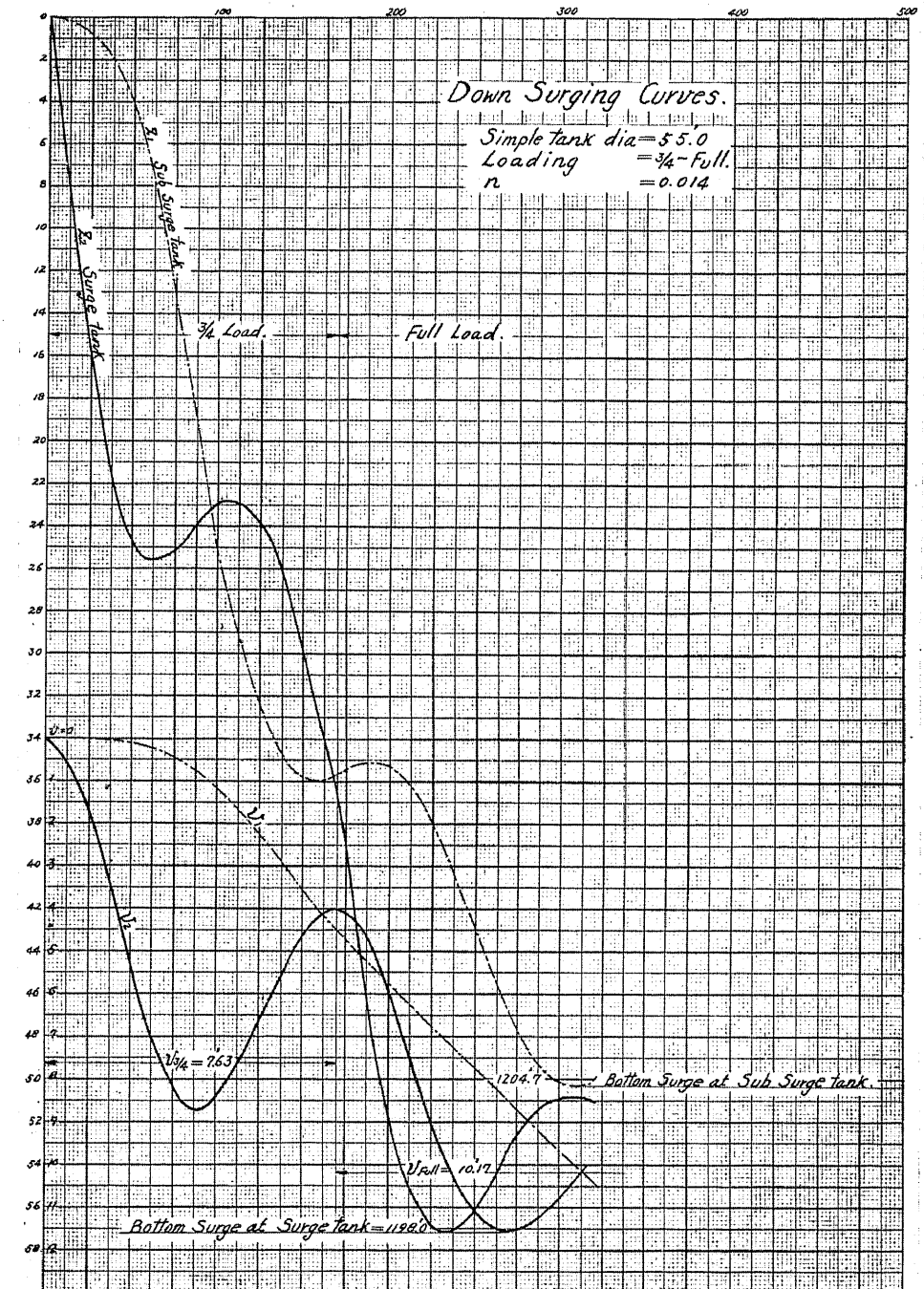
表 (其ノ二) Down Surging

$C_u = \frac{(a - z_2)^{3/2}}{f/\delta}$		$\frac{dv_1}{dt} = \frac{v_2 - v_1}{F_1/f}$				$\frac{dz_1}{dt} = \frac{z_1 \mp \epsilon_1 v_1^{1.85}}{l_1/g}$			
a - z ₂	f/δ	v ₂	v ₁	v ₂ - v ₁	F ₁ /f	z ₁	$\epsilon_1 v_1^{1.85}$	$z_1 \mp \epsilon_1 v_1^{1.85}$	l ₁ /g
	1.15	0	0	0		0	0	0	655.12
		0	0	0		0	0	0	
		0.30	0	0.30		0.15	0	0.15	
		0.50	0	0.50		0.20	0	0.20	
		1.05	0	1.05		0.50	0	0.50	
		1.55	0	1.55		0.75	0	0.75	
		2.25	0.03	2.22		1.20	0	1.20	
		2.90	0.05	2.85		1.60	0	1.60	
		3.75	0.10	3.65		2.40	0	2.40	
		4.60	3.55	1.05		35.85	4.00	31.85	
		4.35	3.85	0.50		36.00	4.65	31.35	
		4.15	4.00	0.15		0	5.00	31.00	
		4.05	4.30	-0.25		35.90	5.70	30.20	
		4.00	4.50	-0.50		35.70	6.20	29.50	
		0	4.70	-0.70		35.50	6.75	28.75	
		4.25	4.90	-0.65		35.35	7.30	28.05	
		4.50	5.15	0		35.15	8.00	27.15	
		5.00	5.35	-0.35		35.10	8.60	26.50	
		5.45	5.55	-0.10		0	9.20	25.90	
		6.00	5.75	0.25		35.30	9.80	25.50	

第十二圖 (其ノ一)



第十二圖 (其ノ二)



第十三圖 (其ノ二)

