

## 附

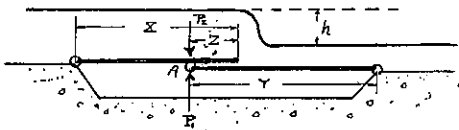
## ペーヤ・トラップ堰起伏運動の研究

本ペーヤ・トラップ堰は信濃川分水工事水量調節設備として設置されたる可動堰にして、之が設計に當り其最も重要な堰の起伏運動に關し疑問の點ありしを以て之が模型實驗を行ひ不明の點を明かにし、設計上多大の貢獻をなせり、今回工事竣功試運轉の結果、著者の研究せる理論が事實とよく符合する事を確め得たり、茲に其概要を記し以て本文を曩に土木學會誌第五卷第一號に發表せる信濃川改修堰堤工事報告書の補稿となす。

## 第一節 模型實驗による起伏運動の研究

## 1 起伏運動を起す條件として一般に使用されたる公式

(Improvement of Rivers II Thomas &amp; Watt. page 658.)



第一圖

 $h$  ; 上下流水位差 $w$  ; 水の單位重量 $P_2$  ; 上流扉に及ぼす水壓の  $A$  點に働く力

$$P_2 = \frac{wx - \frac{1}{2}z^2}{x-z} hw$$

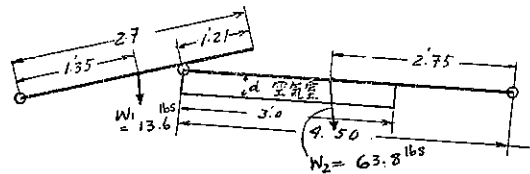
 $P_1$  ; 下流扉に及ぼす水壓の  $A$  點に働く力

$$P_1 = \frac{1}{2} yhw \quad nP_1 = P_2$$

起立運動を起す條件として  $n < 1$  なる可し、勿論扉の自重が水より大なる場合は水中に於ける重量より  $A$  點に働く力の増加を考ふ可きものとす。

## 2 模型の寸法及び重量

模型は實物の  $\frac{1}{4}$  大のものにして、重量は水中に於て上流扉長 1 尺當り 13.6 封度、下流扉 63.8 封度なり。



第二圖

$$n = \frac{2wx - z^2}{y(x-z)} = \frac{2 \times 2.7 \times 1.21 - 1.21^2}{4.5(2.7 - 1.21)} = 0.755$$

なるにより  $n < 1$  なりとす

3 起立運動を起すに必要な水位差及び空氣室の大きさの關係、自重を考慮せる場合起立をなすに必要な條件

 $d$  ; 空氣室の厚さ

$$P_2 = \frac{2.7 \times 1.21 - \frac{1}{2} \times 1.21^2}{2.7 - 1.21} h \times 62.5 + \frac{1.35}{1.49} \times 13.6$$

$$\begin{aligned}
 &= 106.2h + 12.32 \text{ lbs} \\
 P_1 &= \frac{1}{2} \times 4.5 \times 62.5h - \frac{2.75 \times 63.8}{4.5} + 3 \times \frac{3}{4.5} \times 62.5d \\
 &= 140.6h - 38.98 + 125d \text{ lbs} \\
 P_2 &= P_1 \text{ とすれば } 34.4h + 125d = 51.3
 \end{aligned}$$

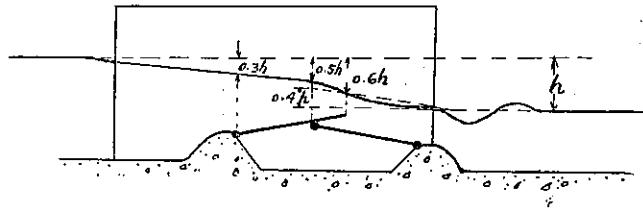
若し  $h=0$  とすれば  $d=0.41$

$$h=0.2 \quad d=0.355$$

$$h=0.5 \quad d=0.273$$

$$h=1.49 \quad d=0$$

上下流の水位差及び空気室内に充滿すべき空氣量を加減して模型運轉の實驗をなせるに、静止水中(扉上の水流を停止し上流扉尖狀端上に idle gate を立て水位差を加減す)に於て殆ど計算通りの水位差、若くは空氣量に依り起立を開始する事を確めたり、然れ共扉上を自由に水の流るゝ場合は上記の水位差又は空氣量に依るも容易に起立を開始せず、水勢盛んとなれば益々起立困難となるを知れり、之古來米國に於ても 2 葉式ベーン・トラップ堰が空氣室の相當大なるものを使用せるに不拘起立困難にして、Chanoin wicket weir 其他の可動堰により特に大なる水位差を與へ漸く運轉せるの事實に符合するものなり。



第三圖

更に扉上の水面勾配を實測して扉上の水の重量の正確なる値を用ひて算定せる運動開始の條件

上流扉上水位降下 平均約  $0.45h$

下流扉上々端の水柱高 約  $0.4h$

$$\text{故に } P_2 = 106.2h + 12.32 - 0.45h \times \frac{2.7}{1.49} \times 62.5 = 55.2h + 12.32 \text{ lbs}$$

$$\begin{aligned}
 P_1 &= 140.6h - 38.98 + 125d - \frac{0.4h}{2} \times \frac{4.5}{4.5} \times 62.5 \\
 &= 128.1h - 38.98 + 125d \text{ lbs}
 \end{aligned}$$

若し  $P_1 = P_2$  とすれば  $72.9h + 125d = 51.3$

$$h=0 \quad d=0.41$$

$$h=0.2 \quad d=0.294$$

$$h=0.15 \quad d=0.119$$

$$h=0.704 \quad d=0$$

此結果も扉上流水ある場合には全く事實と反し起立容易ならず、之普通一般に考へられたる如き靜水力學的解法を以て、ベイヤ・トラップ堰の運動に應用するの不可なるを確め、動水學的に解くの必要に迫られ深く起立運動に關する實驗をなせり。

#### 4 起立運動を起す際の動水力學的考察

##### 其 一

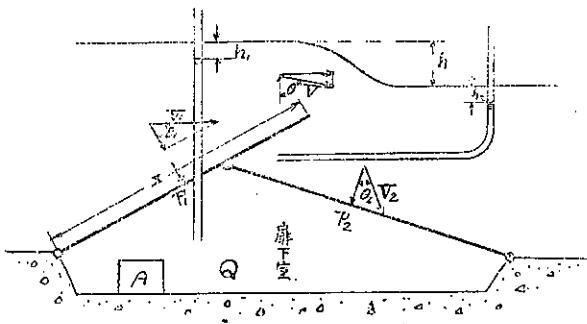
理論的構造物に於ては扉の起立せんとする際には扉下室内の水壓は上流の水を導くものなる故之と同等なるべきものにして、伏臥せんとする時は下流の水位と一致せざる可らず、然るに事實は扉下室に通水すべき暗渠の大きさに制限あるがため相當の流速を與ふべき水位差を要す、且扉下室より下流に向つて多少の漏水あるため益々此水位の損失を大ならしむるものにして、之運動を困難ならしむる第一の原因なり、漏水が暗渠に比し餘りに多量となれば運動は不可能となるは明白の理なり。

##### 其 二

上流扉の下流扉に重なる部分に對する水流の影響が扉の起立運動に重大なる關係を有するものにして、此部分に衝突する水流の壓力のみなれば大なる障碍とならざれ共、扉上の溢水による烈しき水勢のため重なる部分に於ける上流扉の下面に非常なる渦巻を生じ、局部的に真空に類似せる状態となり、非常なる力を以て扉を下方に吸ひ込む働きをなすがため起立運動は水勢の加はるに連れ益々困難となるものなり。

##### 其 三

水流の衝突による壓力 水流が上流扉前面及び下流扉上面を壓迫して起立運動を妨ぐものと思ふを得れ共、起立開始の際は扉は兩者共に殆ど水平の位置に置かるゝを以て水の流速による水壓の影響は僅少にして殆ど計算するの要なく、只起立開始後は多少の影響を有するが故に起立運動は2葉式に



第四圖

於ては開始の際より多少起立せる後寧ろ抵抗大となる。

以上に述べたる扉下室内の水位の降下並に溢水の流速が上流扉に及ぼす影響等を求めたる實驗公式は次の如し。

$h$  ; 上下流水位差                       $h_1$  ; 扉下室内水位の降下  
 $h_0$  ;  $h-h_1$                                $Q$  ; 扉下室内の容積  
 $H$  ; 扉の起伏高                           $A$  ; 通水暗渠の斷面積  
 $h_2$  ; 溢水の水勢による水位の降下  
 $\mu$  ; 係數(實驗の結果  $\mu=0.75$ )  
 $V, V_1, V_2$  ; 流速                         $P$  ; 水流の衝突による壓力  
 $q$  ; 單位幅を通過する流量

$$\text{扉下室内水位の降下 } h_1 = \left[ 0.0022 \left( \frac{Q}{AH} \right) + 0.092 \right] h \text{ 尺}$$

$$\text{水勢による上流扉下の水位降下 } h_2 = \mu \frac{V^2 \sin^2 \theta}{2g} \doteq \mu \frac{V^2}{2g} \text{ 尺}$$

$$\text{水流の衝突による壓力 } P_2 = \frac{62.5q V_2 \cos^2 \theta_2}{g}$$

$$P_1 = x \frac{V_1^2 \cos^2 \theta_1}{2g} + 62.5$$

## 5 模型の改造並に其實験

前項記載の原因中第二の原因即ち上流扉と下流扉の重複する部分の中間に起る水位の低下が最も起立運動に抵抗大なる事を確めたるを以て、此障碍を除く目的を以て模型一部の改造をなせり、即ち上流扉の上半部の下流扉に重なる部分の板張りを取除き骨組のみを残し、起立せんとする際此部分を自由に水流の通過に任せ以て起立運動を容易ならしめんとせり、但し扉を伏臥せしむる際の此箇所より扉下室内に水の流入を防ぐために別に蓋(第三扉)を設けたり、之が運轉實驗の結果果して豫想通り起立運動容易となり、少しく起立せる際に起れる下流扉上へ落下する水流の壓力も減じ非常なる好結果を得たり。

## 第二節 著者の考案に成れるベーヤ・トラップ堰の骨子 並に其起伏運動に関する理論

### 1 著者考案のベーヤ・トラップ堰の骨子

模型實驗の結果上記の如きベーヤ・トラップ堰の起伏運動に關し重要な性質を確めたるを以て、最初設計せる 2 葉式ベーヤ・トラップ堰を 3 葉式となし、其設計に著者獨特の新考案を加へたり。

先づ扉下室内水壓降下を防ぎ扉の起立を敏活ならしめ、尙伏臥の際速かに下流水位と同一となすためには出來得る限り通水暗渠を大となし  $\frac{Q}{AH}$  の値を小とするを要す、次に溢水

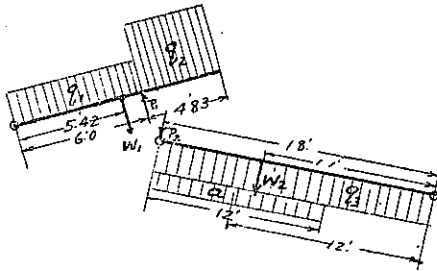
の水勢による渦を消滅せしめ起立の際に於ける抵抗を少なからしむるためには其構造を変更して下流扉に重なる部分の上流扉を自由に水流の通過に任せ、最初より重なる部分に於ては水勢に抵抗せしめざる方法を採るを可とす。

茲に於て著者が今回設置せる如き上流扉の上半分は自由に水を通じ得る構造となし、而も伏臥運動を可能ならしむるために中間扉を追加し所謂3葉式ベーン・トラップ・ウェーヤーを考案せる所以なり。

## 2 舊2葉式と新考案3葉式との比較

参考のため2葉式と3葉式との得失を比較すれば

2葉式は構造簡易にして故障の起る機会少なく、扉を伏臥せしむる際溢水の水勢による壓力大なる故運動敏活なる利益あり。



第五圖

中に於ても善く運轉をなすを得べし、之2葉式に於て望み得べからざる點なりとす、次に實際の設計に對し起立運動をなさしむるに要する空氣室の大きさを比較すれば自ら兩者の優劣を知るを得べし。

扉を全部開放し將に起立を開始せんとする場合には上下流の水位差 2.26 尺にして流速毎秒 11 尺なりとす。

(参考のため水位差無く空氣の浮力のみによる場合も比較す)

$$h_1 = [0.0022 \times 31 + 0.092] h = 0.16h$$

$$h_2 = \mu \frac{11^2}{64.4} = 1.88\mu \text{ (安全のため } \mu=1 \text{ とす) } h_2 = 1.88 \text{ 尺}$$

a) 2葉式自在堰を起立するに要する空氣室の大きさ

(I) 上下流水位差ある場合

$$h = 2.26h_0 = 1.90 \quad W_1 = \frac{15,600}{63} \times \frac{7}{8} = 217 \text{ #/ft.}$$

$$W_2 = \frac{73,200}{63} \times \frac{7}{8} = 1,020 \text{ #/ft.}$$

2葉式は上下流水位差ある場合も溢水の水勢大となれば起立困難となり、之に打ち勝つためには非常に大なる空氣の浮力を用ふるか又は上流にアイドル・ゲートを立て、豫め水勢を阻く設備を要すべし。

3葉式は構造稍々複雑なれ共、上下流の水位差の大部分を扉の起立運動の原動力となす事を得べく、溢水の水勢の影響尠なきが故に激流の中

$$h_1 = 0.16h = 0.136 \quad q_1 = h_1 \times 62.5 = 22.5 \text{ #/ft}^2$$

$$V_2 = \frac{Q}{A} = 11 \text{ ft/sec} \quad h_2 = 1.188 \quad q_2 = (h + h_2) \times 62.5 = 258.75 \text{ #/ft}^2$$

$$P_2 = \frac{Q \times 62.5 V_2 \cos^2 \theta_2}{g} = 0 (\theta = 90^\circ) \quad q_3 = h_0 \times 62.5 = 118.75 \text{ #/ft}^2$$

$$a = d \times 62.5 \quad d = \text{Depth of the air chamber}$$

$$P_1 = \frac{\frac{6^2 \times 22.5}{2} + \frac{8.42 \times 4.83 \times 258.75}{1} + 5.42 \times 217}{6}$$

$$= \frac{404 + 10,550 + 1,176}{6} = 2,021 \text{ #}$$

$$P_2 = \frac{\frac{18^2 \times 118.75}{2} + d + 62.5 \times 12 \times 12 - 1,020 \times 11}{18}$$

$$= \frac{19,200 + 8,980d - 11,220}{18} = 443 + 500d \text{ #}$$

$$\text{put } P_1 = P_2 \quad 500d = 1,578 \quad \therefore d = 3.15$$

(II) 上下流水位差なき場合

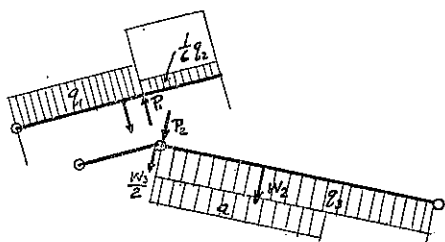
$$h = 0, \quad h_0 = 0, \quad h_1 = 0, \quad h_2 = 1.188$$

$$P_1 = \frac{8.42 \times 4.83 \times 1.88 \times 62.5 + 5.42 \times 217}{6} = 795 + 196 = 991 \text{ #}$$

$$P_2 = 500d - 622$$

$$\therefore 500d = 1,613 \quad \therefore d = 3.23$$

b) 3葉式自在堰を起立するに要する空気室の大きさ



第六圖

$$W_2 = \frac{66,400}{63} \times \frac{7}{8} = 924 \text{ #/ft}^2$$

$$W_3 = \frac{8,840}{63} \times \frac{7}{8} = 123 \text{ #/ft}^2$$

(I) 水位差のある場合

$$h = 2.126, \quad h_0 = 1.190, \quad h_1 = 0.136, \quad h_2 = 1.188$$

$$P_1 = \frac{404 + 1,755 + 1,176}{6} = 556 \text{ #}$$

$$P_2 = \frac{19,200 + 8,980d - 10,180 - \frac{123}{2} \times 18}{18} = 500d + 440 \text{ #}$$

$$\text{put } P_1 = P_2 \quad \therefore d = 0.232$$

$$\text{if } h = 2.26 + 0.20 = 2.46, \quad d = 0$$

(II) 水位差のなき場合

$$h = 0, \quad h_0 = 0, \quad h_1 = 0, \quad h_2 = 1.88$$

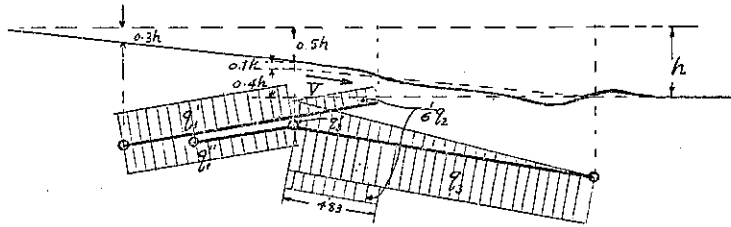
$$P_1 = 132.5 + 196 = 328.5 \#$$

$$P_2 = 500d - 630 \# \quad \therefore d = \frac{958}{500} = 1.92$$

実際には水面は第一圖の代り第三圖の如き曲線となる故上流扉上の水深淺くなり、従て助くる力大となるが故に實際の運動は此計算よりも容易なるべし。

### 3 起伏運動に関する理論

本計畫のベ-ヤ・トラップ堰の起立運動を起す條件は既に前項に記載せるが如し、然れ共尙合理的に扉上に於ける水の重量を考慮し、更に各軸及び轉子の摩擦並に水流の衝突による壓力等を加へたるベ-ヤ・トラップ堰の起立運動に関する正確なる理論的計算を示せば次の如し



第七圖

$q_1''$ ; 上流扉上の水位降下による下向壓力の減少

$q_1'$ ; 下流扉上に於ける水流の重量による壓力

其他記號は前項同様

$$\left. \begin{aligned} q_1' &= 0.16h \times 62.5 \\ q_1'' &= -\left(\frac{0.3+0.5}{2}\right)h \times 62.5 = -0.4 \times 62.5h \end{aligned} \right\} q_1 = q_1' + q_1'' = -15h$$

$$q_2 = \left(M \frac{V^2}{2g} + h\right) 62.5 = 88.1 + 62.5h$$

$$q_3 = 0.84h \times 62.5 = 52.5h$$

$$q_2' = 0.4 \times 62.5h = 25h$$

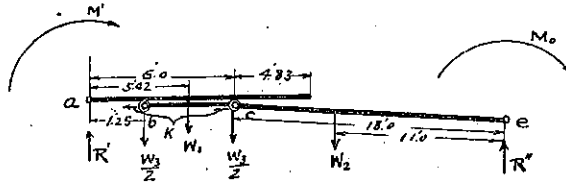
水流の壓力

$$q_0 = \frac{P'}{X} = \frac{V_1^2 \cos^2 \theta_1}{2g} \times 62.5 = 1.88 \times 62.5 \times \cos^2 \theta_1 \# \square'$$

$$P'' = \frac{62.5q V_2 \cos^2 \theta_2}{g} \quad \text{while } \theta_2 = 90^\circ \quad \therefore P'' = 0$$

$$W_1 = 217 \text{ lbs}, \quad W_2 = 924 \text{ lbs}, \quad W_3 = 123 \text{ lbs}$$

a) 將に起立せんとする場合



第八圖

a; shaft . . . . .  $d = 2.875$  inch

b; roller . . . . .  $d = 3.25$

shaft . . . . .  $d = 2''$

e; roller . . . . .  $d = 4''$

shaft . . . . .  $d = 2.25$

e; shaft . . . . .  $d = 3.375$

$f_c =$  軸の摩擦係數 = 0.3

$$M' = \frac{6^2}{2} q_1 + \frac{q_2}{6} \times 4.83 \times 8.42 + 5.42 W_1 + \frac{1.25}{2} W_3 + R' \times \frac{2.875}{12 \times 2} \times f_c$$

$$= \frac{6^2}{2} q_1 + \frac{q_2}{6} \times 4.83 \times 8.42 + 5.42 W_1 + \frac{1.25}{2} W_3$$

$$+ \frac{2.875}{2 \times 12} f_c \left[ \left\{ 6(q_1) + \frac{q_2}{6} \times 4.83 + W_1 + \frac{W_3}{2} \right\} - \frac{M'}{6} \right]$$

$$= 18.108 q_1 + 6.768 q_2 + 1,255.5 \text{ ft. lbs.}$$

$$M_0 = \frac{18^2}{2} q_3 + \frac{1}{6} q_2 \times 4.83 \times 15.59 - \left( 11 W_2 + \frac{18 W_3}{2} \right) - \frac{18 \times 12}{2} q_3'$$

$$- \frac{M'}{6} \times 18 - R'' \times \frac{3.375}{2 \times 12} f_c - K \times 18 \cos 90^\circ$$

式中

$$R'' = \left\{ 18 q_3 + \frac{4.83}{6} q_2 - \frac{18}{2} q_3' - W_2 - \frac{W_3}{2} - \frac{M'}{6} \right\} - \frac{M_0}{18}$$

$$K = \left\{ \frac{M'}{6} \times \frac{2.25}{4} \times f_c + \frac{W_3}{2} \times \frac{2}{3.25} f_c \right\}$$

$$\therefore M_0 = 161.62 q_3 - 7.758 q_2 - 107.874 q_3' - 54.325 q_2 - 15,052.6$$



$$= 6,128h - 15,735.6 \text{ ft. lbs.}$$

$$h = 2.57 \quad M_0 = 0$$

$$h = 3.00 \quad M_0 = 2,648.4 \text{ ft. lbs.}$$

$$h = 4.00 \quad M_0 = 8,776.4$$

$$h = 5.00 \quad M_0 = 14,904.4$$

$$h = 5.25 \quad M_0 = 16,415.0$$

即ち水圧、自重及び摩擦력에打ち勝ち、ペーヤ・トラップ堰が起立運動を起すに要する水位差は空氣の浮力を使用せざる場合尠なくとも 2.57 尺を要す可し。

尙起立運動をなすには暗渠を通じて扉下室内に水を注入せざる可らず、注入に要する水位差 ( $h_e$ ) は有效水位差 ( $h_0$ ) より 2.57 尺を差引きたるものなり、即ち  $h_e = h_0 - 2.57 = 0.84h - 2.57$  なり、今暗渠入口通過の流速を  $v_0$  とし扉尖端の起立速度を  $v$  とすれば

$$v_0 \times 25 = \frac{24 \times 63.5}{2} v$$

$$\therefore v_0 = 30v$$

$$\text{然るに } v_0 = C \sqrt{2gh_e}^{\frac{1}{2}} = 0.5 \sqrt{2g} \sqrt{0.84h - 2.57}$$

$$, = 4 \sqrt{0.84h - 2.57} = 30v$$

$$\therefore v = 0.133 \sqrt{0.84h - 2.57}$$

故に扉が運動を起し或る速度を有せしむる際の必要なる總水位差及び其速度を列記すれば次の如し。

水位差	起立速度毎秒
$h = 3.06$	$v = 0^c$
$h = 3.50$	$v = 0.08$
$h = 4.00$	$v = 0.12$
$h = 5.00$	$v = 0.17$

次に運動を起す際の加速度並に扉の運動により受く可き水壓に對抗するに要する水位差を求む。

$m$ ; 下流扉尖端に集中せるものとしての扉全體の質量

$\alpha$ ; 之に與ふ可き加速度

$M_F$ ; 運動を起すに要する下流扉軸の廻りの力率

$R$ ; 水中運動により扉の受く可き水壓

$M_R$ ;  $R$  による力率

$h_R$ ;  $M_F$  及  $M_R$  に抵抗するに要す可き水位差

$$m = \frac{1}{g} \left[ \frac{5.42 W_1 + \frac{W_2}{2} \times 1.25}{6} + \frac{11 \times W_2}{18} + \frac{W_3}{2} \right] = 26.1$$

$$M_F = 18 \times 26.1 \alpha^{1.5} \text{ lbs.}$$

$$R = \frac{Y}{4Y} \left[ 225 \times 24 \left( \frac{v}{3.3} \right)^2 \right] = 274 v^2$$

$$M_R = 18 \times 274 v^2$$

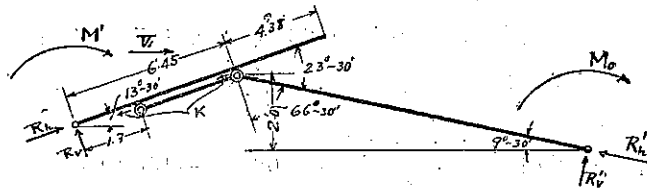
$$\therefore M_F + M_R = 18(26.1\alpha + 274v^2) = \frac{18^2}{2} \times 62.5 h_R$$

$$\therefore h_R = 0.0464\alpha + 0.486v^2 \text{ ft.}$$

$v$  又は  $\alpha$  が小なる間は  $h_R$  は非常に小なるを以て起立運動を起す場合の水の抵抗及扉の加速度の影響は考慮するの要なし。

故に水位差 3.06 尺に於て起立運動を起し、水位差 4 尺に及び秒速 0.12 尺を生ず可し。

b.) 扉が約 2 尺起立せる位置に於ける場合



第九圖

$$M' = \frac{6.45 q_1^2}{2} + \left( 5.42 W_1 + 1.7 \times \frac{W_3}{2} \right) \cos 13^\circ 30' + \frac{438 \times 8.64}{6} q_2$$

$$+ \left[ R_v^2 + R_h^2 \right]^{\frac{1}{2}} \frac{2.875}{2 \times 12} f_c$$

此式中

$$R_v = 6.45 q_1 + \left( W_1 + \frac{W_3}{2} \right) \cos 13^\circ 30' + \frac{4.38}{6} q_2 - \frac{M'}{6.45}$$

$$R_h = \left( W_1 + \frac{W_3}{2} \right) \sin 13^\circ 30'$$

$$M' = 18.86 q_1 + 5.95 q_2 + 1,250 + 0.0359 [12.45 q_1^2 + 0.1196 q_2^2$$

$$- 2.44 q_1 q_2 + 536 q_1 - 52.6 q_2 + 9,996]^{\frac{1}{2}} \text{ ft. lbs.}$$

$$M_0 = \frac{18^2}{2} q_3 - \frac{18}{2} q_3' \times 12 - (W_2 \times 11 + 9 W_3) \cos 9^\circ 30'$$

$$-\frac{M'}{6.45} \times 18 \times \sin 66^\circ 30' + \frac{1}{6} q_2 \times 4.83 \times 15.59$$

$$-\frac{3.375}{2 \times 12} f_c \left[ R_h'^2 + R_v'^2 \right]^{\frac{1}{2}} - K \sin 23^\circ 30' \times 18$$

此式中

$$R_v' = 18q_3 - \left( W_2 + \frac{W_3}{2} \right) \cos 9^\circ 30' - \frac{M}{6.45} \sin 66^\circ 30'$$

$$-\frac{18}{2} q_3' - K \sin 23^\circ 30' + \frac{1}{6} q_2 \times 4.83 - \frac{M_0}{18}$$

$$R_h' = \left( W_2 + \frac{W_3}{2} \right) \sin 9^\circ 30' + \frac{M}{6.45} \cos 66^\circ 30' - K \cos 23^\circ 30'$$

$$K = \left\{ \frac{M'}{6.46} \times \frac{2.25}{4} \times f_c + \frac{W_3}{2} \times \frac{2}{3.25} f_c \right\}$$

$$\therefore M_0 = 162q_3 - 108q_3' - 5.23q_2 - 48.2q_1 - 14.310$$

$$- 0.0919 \{ 12.45q_1^2 + 0.1196q_2^2 - 2.44q_1q_2 + 536q_1$$

$$- 52.6q_2 + 9,996 \}^{\frac{1}{2}} - 0.0422 \{ (9q_3 - 16.73q_2 - 45.71q_1$$

$$- 3q_3' - 3,392.6)^2 + (0.6635q_1 + 0.3127q_2 + 42.1)^2 \}^{\frac{1}{2}}$$

$$- (3,535q_1 + 1,302q_2 + 275.5)$$

然るに

$$\begin{cases} q_1 = -15h + \frac{(V_1 \sin 13^\circ 30')^2}{2g} \times 62.5 = -15h + 6.4 \# / \square \\ q_2 = 88.1 + 62.5h \# / \square \\ q_3 = 52.5h \# / \square \\ q_3' = 25h \# / \square \end{cases}$$

故に  $M_0 = 6,176.2h - 15,491.7 - 0.0919 \{ 5,546.65h^2 - 10,160h$

$$+ 8,859 \}^{\frac{1}{2}} - 0.0422 \{ (53.5h - 5,160.6)^2 + (4.2h + 87.9)^2 \}^{\frac{1}{2}}$$

若し  $h = 2.55$  とすれば  $M_0 = 0$

$h = 3.00$   $M_0 = 2,810.1 \text{ r. lbs.}$

即ち起立 2 尺の位置に於て水壓自重及び摩擦力に打ち勝つべきペーヤ・トラップ堰が起立運動を中止せざるために要する有効水位差 2.25 尺即總水位差は 3.03 尺にして起立運動を起す場合と殆ど同様なり、故に起立開始の際より 2 尺程起き上る迄の間は殆ど同一の抵抗を有し之以上起き上れば抵抗漸次減少して運動敏活となる。

之を要するに前項記載の理由により、理論上水位差 3.06 尺に及び起立運動を起し、約 2

尺起立する迄は殆ど同一の抵抗を受くるを以て加速度尠なく、2尺以上に起き上げれば漸次加速度を増加す。

起立の速度は水位差により前項記載の如き値を有する理なれ共事實は計算より多少遅るゝ傾向を有す。

各接觸移動面には全部ローラーを使用するものにして、上流扉と下流扉のローラー間の摩擦及び中間扉ローラーと上流扉との移動摩擦抵抗力は理論的には大ならざれ共、製作の缺點其他の微細なる原因により比較的大なる抵抗力を生ずる可能性を有するが故に、之等の不明の抵抗力に備ふるため充分過大なる空氣室を設けたり、尙起立の際中間扉上に沈澱せる土砂並に上流扉の上半部に入り込みたる木片等の抵抗により運動を阻止する如き場合には數回起伏を繰返し、水流により自然に流れ去るを待ち起立を全からしむるを要す、萬止む無き場合には人力にて除去する事とすれば可ならん。

### 第三節 ペーヤ・トラップ堰試運轉後起伏運動に関する測定

理論上本ペーヤ・トラップ堰は起立に要する水位差は自重、水壓抵抗及び摩擦力に要す可き2.57尺と其際の扉下室内水位降下(0.16h)0.49尺とにして總所要水位差3.06尺なり、然るに實測の結果は(空氣を使用せず水位差のみにより起立せしむる場合なり)最少落差3尺にして理論と頗る良く符合するを確めたり。

實測による水位差と起立並に伏臥に要する時間を示せば次の如し

水位差	起立に要する時間	伏臥に要する時間
3 <sup>尺</sup>	10 <sup>分</sup> ~8	5 <sup>分</sup> 3 <sup>秒</sup>
4	6	3
5	3	1 30
6	1 40 <sup>秒</sup>	0 40
8	1	0 30

(完)

(大正十五年一月十四日)