

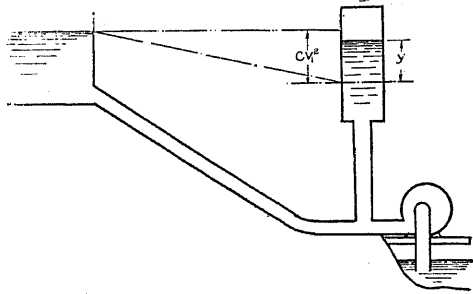
Ⅷ 調 壓 水 槽

52 概 要

調壓水槽とは壓力水路(壓力隧道又は壓力管)と水壓管との接合箇所に設置する水槽の一種であつて、發電所に於ける負荷の激變に對して使用水量の調節を爲し、同時に水壓管内に發生する水衝作用を吸収して之に基因する悪影響を上流に及ぼさざらしめる設備である。之に以下述べる様な數種の型がある。

53 單働調壓水槽(シングルサージ タンク)

此の水槽は最も一般に行はれて居る型式で、其の特徴とするところは製波高は他の型式より大であるが、水衝作用の吸収が最も確實なる點である。運轉中の發電所に於て急に負荷が激減し水車の弁が閉まつて水壓管内の送水が阻止されると水槽内に上向製波を起す。



今之を吟味して見ると 116 圖で 116 圖

L = 調壓水槽より上流の壓力管(壓力隧道)の延長

R = 水槽及壓力管の斷面積の比

V_1 = 上流壓力管内の負荷變動前の流速

V_2 = 上流壓力管内の負荷變動後の流速

V = $V_1 \sim V_2$ 間任意時の上流壓力管内に於ける流速

V' = $V_1 \sim V_2$ 間任意時の下流水壓管内に於ける流速

c = 上流壓力管内の損失水頭 / (流速)² = $\frac{h}{V^2}$

y = $V_1 \sim V_2$ 間任意時の水槽水位

とすれば
$$y - c(V_1^2 - V^2) = -\frac{L}{g} \cdot \frac{dV}{dt}$$

又
$$R \frac{dy}{dt} = V - V'$$

$$\therefore \{y - c(V_1^2 - V^2) dy\} = -\frac{L}{gR} (V - V') dV$$

$$\int y dy = \frac{L}{gR} \int (V' - V) dV + c \int (V_1^2 - V^2) dy$$

$V' = V_2$ の時は製波高最大となるから

$$\int_0^{y_{max}} y dy = \frac{L}{gR} \int_{V_1}^{V_2} (V_2 - V) dV + c \int_0^{y_{max}} (V_1^2 - V^2) dy$$

$$\therefore y_{max}^2 = \frac{L}{gR} (V_2 - V_1)^2 + 2c \int_0^{y_{max}} (V_1^2 - V^2) dy$$

R. D. Johnson 氏は上式に次の假定を設けた。

$$c \int_0^{y_{max}} (V_1^2 - V^2) dy = \int_{z_1}^{z_2} z dz = \left[\frac{z^2}{2} \right]_{z_1}^{z_2}$$

$$= \frac{c}{2} [(V_1^2 - V^2)^2]_{V_1}^{V_2} = \frac{c^2}{2} (V_1^2 - V_2^2)^2$$

$$\therefore y_{max}^2 = \frac{L}{gR} (V_1 - V_2)^2 + c^2 (V_1^2 - V_2^2)^2$$

壓力管の摩擦及水車調速機の働を無視すると此の運動は一種の單弦運動となり、其の周期 (T) 及振幅 (y_{max}) は次の様になる。

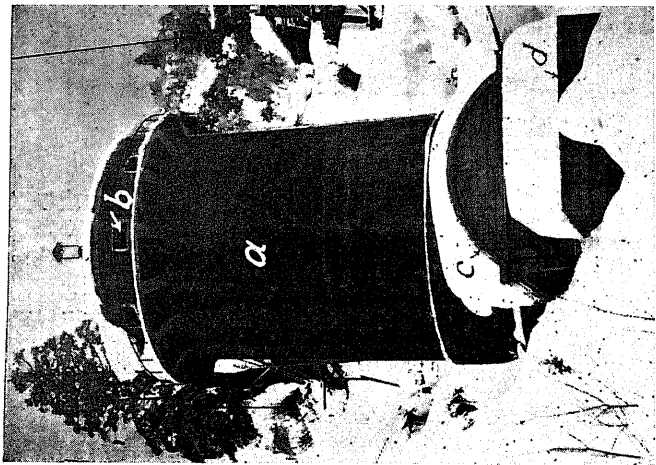
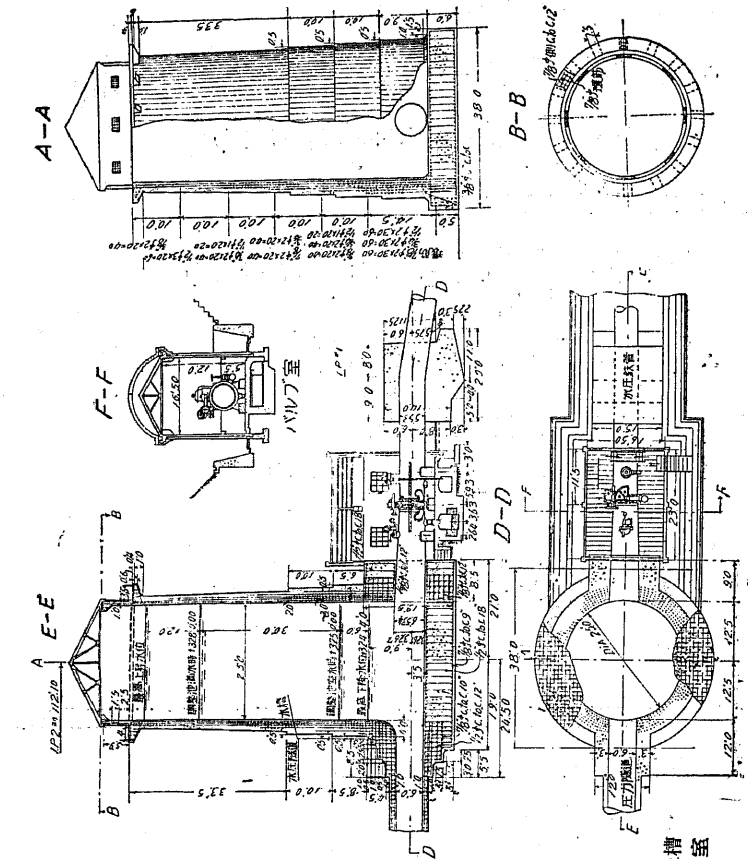
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{RL}{g}} \text{ sec}$$

$$y_{max} = \pm \sqrt{\frac{L}{2g}} (V_1 - V_2)$$

Johnson 氏は摩擦を考慮に入れて次の式を誘導した。

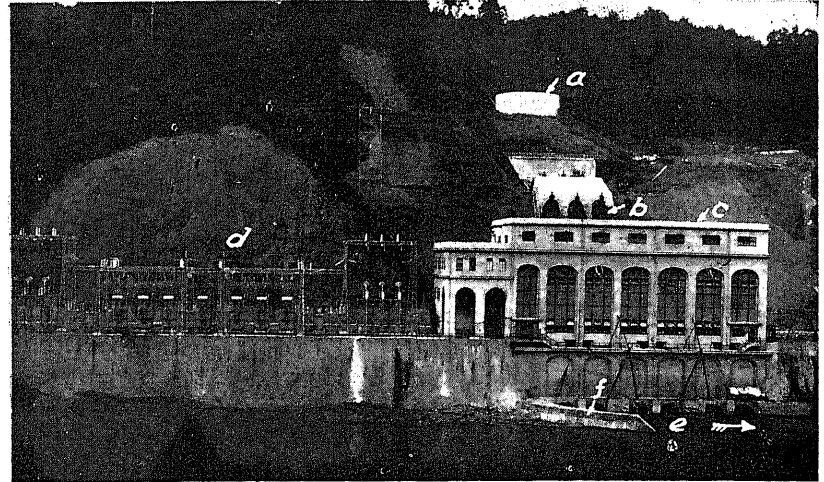
$$T = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{RL}{g} + c^2 R^2 (V_1 + V_2)^2}$$

前述の諸式は微分方程式が積分不可能であるが爲めに一種の窮策として或る程度の假定を設けて誘導されたものであるから、絶對の信頼を置く譯には行かない。従つて正確な概念を得るには是非共最初に掲げた二の微分方程式を聯立圖解又は算數積分法で近似的に解くの外はないのである。

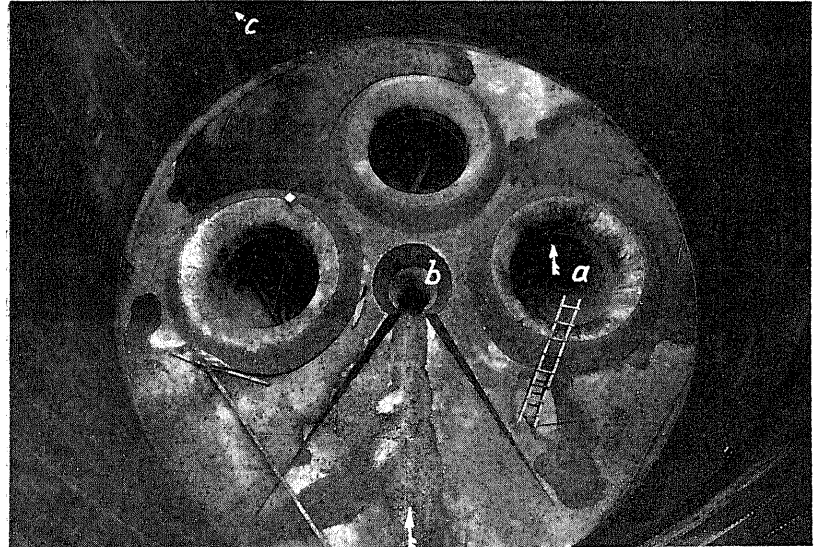


111 圖 富山縣管 真川發電所の調壓水槽
 a 水槽 b 通氣孔 c 水壓管制水傘室
 d アンカーブロック

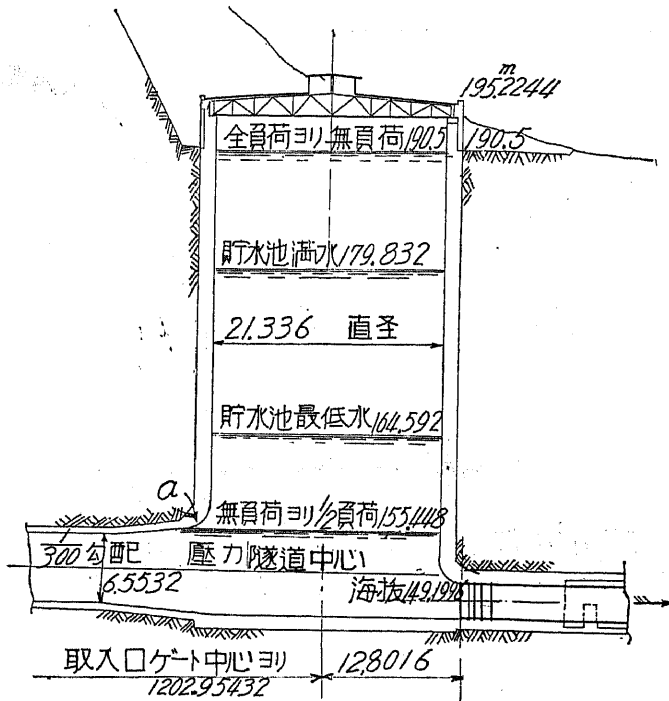
説明 單働調壓水槽で、高 63.5 尺 内徑 25 尺の鐵筋混凝土造である。高は滿水時に最大使用水量 303 個 (83.6 m^3/sec) 流るゝとき、全負荷遮断されたる場合の水位上昇を調整池滿水位上 12 尺とし、之より塔頂まで 3 尺の餘裕を見込んである。空水時に 200 個 (55.7 m^3/sec) 流るゝとき、負荷 $1/3$ を加重した場合の水位降下を調整池空水位より 6 尺とし更に之により水壓管中心まで 9 尺を採りて水槽の高として居る。



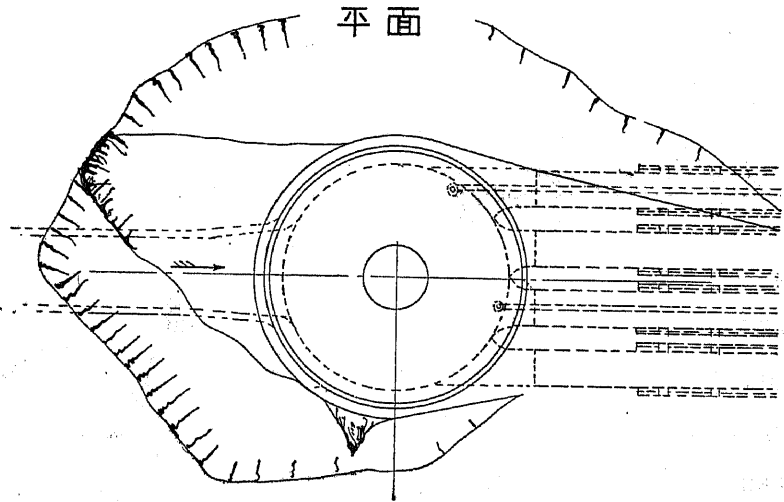
118 圖 A 大淀川水力電氣會社 高岡發電所
 大淀川 Q 66.8 m^3/sec H 55.76 m 出力 30,000 kW
 a 單働調壓水槽 b 水壓管 c 發電所 d 屋外變電所 e 放水口
 f 放水口保護堤(天端は放水口の敷上 5.15 m)



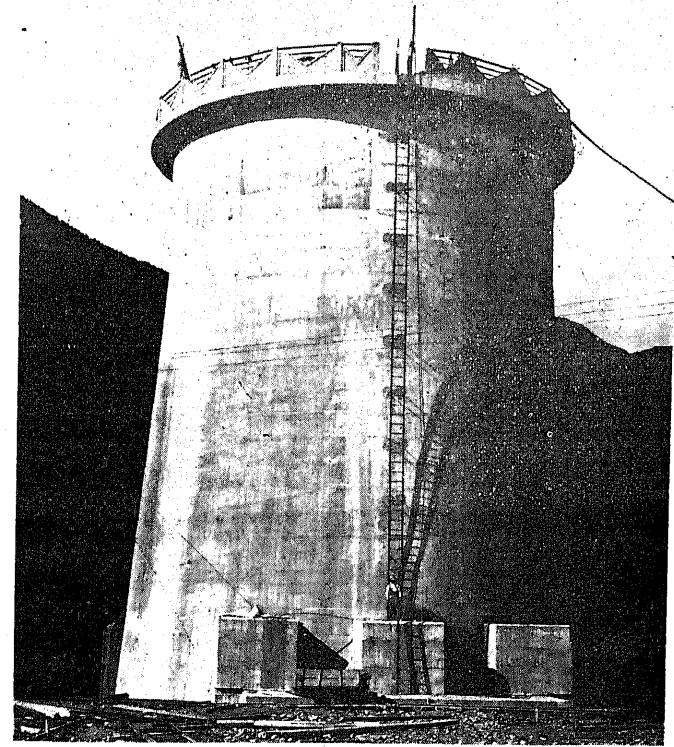
同 B 同 調壓水槽 (上方より俯瞰したるもの)
 a 水壓管呑口 b 排水管口 c 槽壁鋼板
 説明 水槽は高 21.9 m、内徑 16.4 m で上部 6.67 m を除く外地中に掘込んである。混凝土作業の便利上及水壓に因る張力に對し充分の強度を保たせ且水密を完全ならしめる關係上、槽壁を厚 10~30 mm の鋼板造とし、其の外側に底部で厚 91 cm、頂部で 30 cm の 1:3:6 混凝土で巻いてある。



平面



119 圖 庄川水力電気會社 小牧發電所の調壓水槽
 壓力隧道と水槽との接合箇所の a 部は、圖の如くラツパ型にすることが望ましい。之は水槽内の水位が急激に上昇する場合、此處に起る渦流(従つて真空)を最小ならしめんが爲である。此處が混凝土構造の場合は、型枠の製作が伸々六ヶ敷いから、此の部分にラツパ型の鋼管を嵌め込んで型枠の代用とし、一面水位の昇降の際の渦流を軽減する方法を講ずることがある。



120 圖 大同電力會社 祖山發電所の單働調壓水槽
 Q_{max} 82.5 m³/sec Q_{min} 30.6 m³/sec 高 32 m (底面より)
 内徑 16 m 最大水深 29.4 m 最小水深 18.00 m
 最大水位と天端との間隔 2.6 m

54 差働調壓水槽(デифференциальный саржитанк)

差働調壓水槽は米人 R. D. Johnson 氏の發明になるものであつて、單働調壓水槽に比し其の作用は遙かに理論的で水衝作用の吸収も殆ど大差無いと言つてよい。唯其の構造少々複雑となるの缺點を有して居るが、同一内徑のものに付單働調壓水槽と比較して見ると、製波高の激減を來たすのみならず振動が反覆永續することなく一二回で直ちに平靜に歸する特徴を有つて居る。

其の構造は内外二重の兩槽より成り、内槽はライザーと呼ばれ壓力管と同徑若

は其の八割以上に相当する内径を有する堅管で、壓力管に直接連結して直立築造され其の底部には孔口あり之に依つて外槽と連絡されて居る。

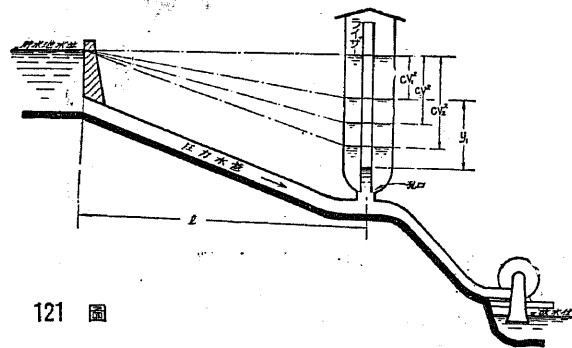
今一定負荷の變動が起ると直に此のライザー内の水位に幾何かの變化を生じ、外槽との水位差に應じて其の變化に相當する必要水量の補給又は排出が此の底部の孔口を通じて行はれるのである。

次に差働調壓水槽に関する諸計算を述べるが、之に就ては下記の假定を設ける。

a) ライザーの斷面積は極めて小さく、従つて其の管内の水量は之を無視し得るものとし、負荷の急激なる變化に對しては瞬時的に一定量の水位の變化が起るものとする。

b) 孔口の面積は製波作用中常にライザー内の水位を一定に保つ様自動的に變化するものとする。

c) ライザー及外槽内の水の惰性及周壁の摩擦を無視すること。



121 圖に於て 單働調壓水槽と同一

の符號を用ひ尙

A = 上流壓力管の斷面積

F = 外槽の斷面積

a = 孔口の斷面積 但し縮流係数を 1 とす

$$Z = \sqrt{\frac{y_1}{c} + V_1^2}$$

y_1 = ライザー内に起る一定の水位變化

とすると、圖に於て負荷が急激に減少する場合即ち上向襲波作用の場合には、

$$dt = \frac{L}{g} \frac{dV}{y_1 - c(V^2 - V_1^2)} \dots\dots\dots (1)$$

$0 \sim t_0$ の間に V は $V_1 \sim V_2$ に變化するものとすれば

$$t_0 = \frac{L}{2gcZ} \log_e \frac{(Z - V_1)(Z + V_2)}{(Z + V_1)(Z - V_2)} \dots\dots\dots (2)$$

今 (1) 式の兩邊に AV を乗じ $0 \sim t_0$ 即 $V_1 \sim V_2$ の間に積分すれば

$$A \int_0^{t_0} V dt = \frac{AL}{g} \int_{V_1}^{V_2} \frac{V dV}{y_1 - c(V^2 - V_1^2)}$$

$A \int_0^{t_0} V dt$ は t_0 時間内に外槽内へ流入した水量であるから、 y を外槽の水位の變化とすれば

$$AV_2 t_0 - \frac{AL}{g} \int_{V_1}^{V_2} \frac{V dV}{y_1 - c(V^2 - V_1^2)} = yF$$

故に上式を積分し之を (2) 式に代入すれば

$$F = \frac{AL}{2gcy_1} \left\{ \frac{V_2}{Z} \log_e \frac{(Z - V_1)(Z + V_2)}{(Z + V_1)(Z - V_2)} - \log_e \frac{Z^2 - V_1^2}{Z^2 - V_2^2} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

孔口から流出すべき水の任意時の水頭は

$$h_p = y_1 - y$$

$$\therefore h_p = \frac{AL}{2gcF} \left\{ \frac{V_2}{Z} \log_e \frac{(Z - V)(Z + V_2)}{(Z + V)(Z - V_2)} - \log_e \frac{Z^2 - V^2}{Z^2 - V_2^2} \right\}$$

従つて孔口を通過すべき水量は $A(V_2 - V)$ であるから

$$a = \sqrt{2gh_p} = A(V_2 - V)$$

$$\therefore a = \frac{(V_2 - V)\sqrt{A}}{\sqrt{\frac{L}{cF} \left\{ \frac{V_2}{Z} \log_e \frac{(Z - V)(Z + V_2)}{(Z + V)(Z - V_2)} - \log_e \frac{Z^2 - V^2}{Z^2 - V_2^2} \right\}}} \dots\dots\dots (4)$$

製波作用の當初に於ては $V = V_1$ であるから

$$a_1 = \frac{A(V_2 - V_1)}{\sqrt{2jy_1}} \dots\dots\dots (5)$$

製波作用の終末に於ては $V = V_2$ で (4) 式は不定式となるから、分子子を微分して評價すれば

$$a_2 = \left[\frac{AFy_1}{L} \left\{ 1 - \frac{c(V_2^2 - V_1^2)}{y_1} \right\} \right]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(6)$$

となり $a_2 > a_1$ なることが解る。

同様に負荷が急激に増加する場合即ち下向襲波作用の場合に於ては、此の現象が反対に生ずるのであるから $Z_1 = \sqrt{V_2^2 - \frac{y_1}{c}}$ と置けば

$$dt = \frac{\frac{L}{g} dV}{y_1 - c(V_2^2 - V^2)}$$

$$t_2 = \frac{L}{2gcZ_1} \log_e \frac{(V_2 - Z_1)(V_1 + Z_1)}{(V_2 + Z_1)(V_1 - Z_1)} \dots\dots\dots(7)$$

$$F = \frac{AL}{2scy_1} \left\{ \log_e \frac{V_2^2 - Z_1^2}{V_1^2 - Z_1^2} - \frac{V_1}{Z_1} \log_e \frac{(V_2 - Z_1)(V_1 + Z_1)}{(V_2 + Z_1)(V_1 - Z_1)} \right\} \dots\dots(8)$$

今 $y_1 = cV_2^2$ 即ち貯水池又は調整池と同一水位迄水位の上昇を許すとき、換言すれば水槽に溢流吐を付けて上昇水を溢流させる場合は (7) 式は不定式となるから微分し評価すれば

$$t_2 = \frac{L}{sc} \cdot \frac{V_2 - V_1}{V_1 V_2} \dots\dots\dots(9)$$

同様に (8) 式より

$$F = \frac{AL}{scV_2^2} \left\{ \log_e \frac{V_2}{V_1} - \frac{V_2 - V_1}{V_2} \right\} \dots\dots\dots(10)$$

尚又 $Z_1 = V_1$ のときは無振動減速度の現象 (註、負荷の変化に因る水槽内の水位の振動は漸減単弦運動より遂に静止するを常態とするが、變態的に水面が振動せずして一定の所に至つて静止する現象) を起すものである。

$$F = \frac{AL}{sc(V_2^2 - V_1^2)} \log_e \frac{V_2 + V_1}{2V_1} \dots\dots\dots(11)$$

負荷遮断の場合は、水位は貯水池若は調整池の水位以上に上昇する。此時は

$$Z_0 = \sqrt{\frac{y_1}{c} - V_2^2} \text{ を使用する。}$$

$$dt = \frac{\frac{L}{g} dV}{y_1 - c(V_2^2 - V^2)}$$

$$t_2 = \frac{L}{scZ_0} \left\{ \tan^{-1} \frac{V_2}{Z_0} - \tan^{-1} \frac{V_1}{Z_0} \right\} \dots\dots\dots(12)$$

$$F = \frac{AL}{2scy_1} \left\{ \log_e \frac{V_2^2 + Z_0^2}{V_1^2 + Z_0^2} - \frac{2V_1}{Z_0} \left(\tan^{-1} \frac{V_2}{Z_0} - \tan^{-1} \frac{V_1}{Z_0} \right) \right\} \dots\dots(13)$$

全負荷遮断の場合に於ては $V_1 = 0$

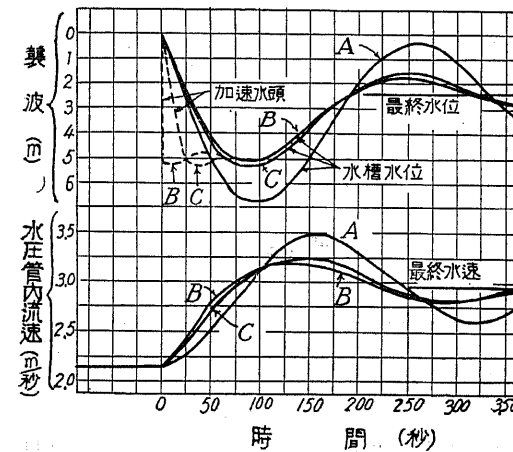
$$t_2 = \frac{L}{scZ_0} \tan^{-1} \frac{V_2}{Z_0} \dots\dots\dots(14)$$

$$F = \frac{AL}{2scy_1} \log_e \frac{V_2^2 + Z_0^2}{Z_0^2} \dots\dots\dots(15)$$

而して此場合に於ける孔口の面積は

$$a_1 = \left\{ \frac{AFy_1}{L} \left(1 - \frac{cV_2^2}{y_1} \right) \right\}^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(16)$$

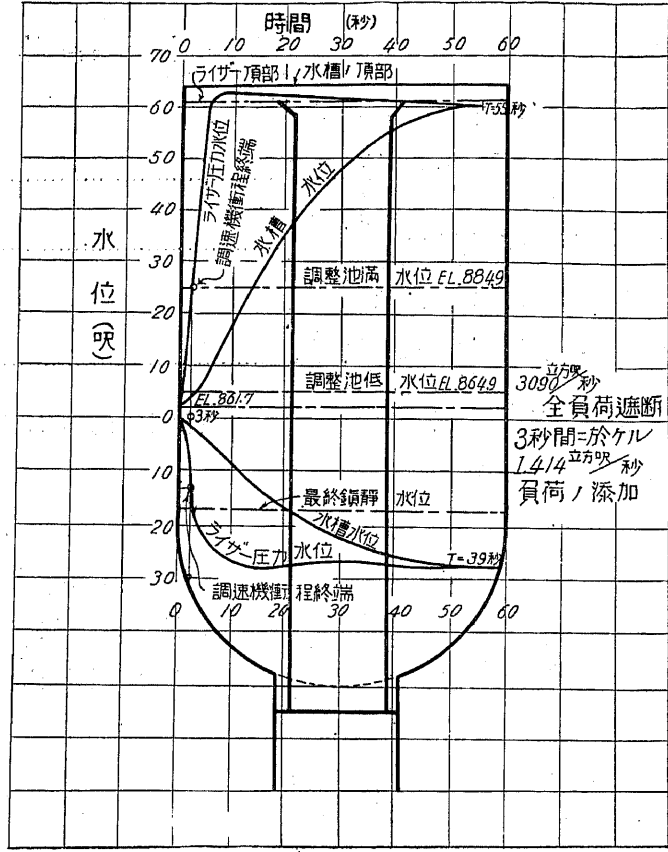
以上の諸計算は當初述べた如く重大なる假定の下に得られたもので、精密なるものでないことは勿論である。



112 圖は同一條件の下に設計された単働及差働調壓水槽の下向襲波の場合に於ける水位變動状態を示すものである。

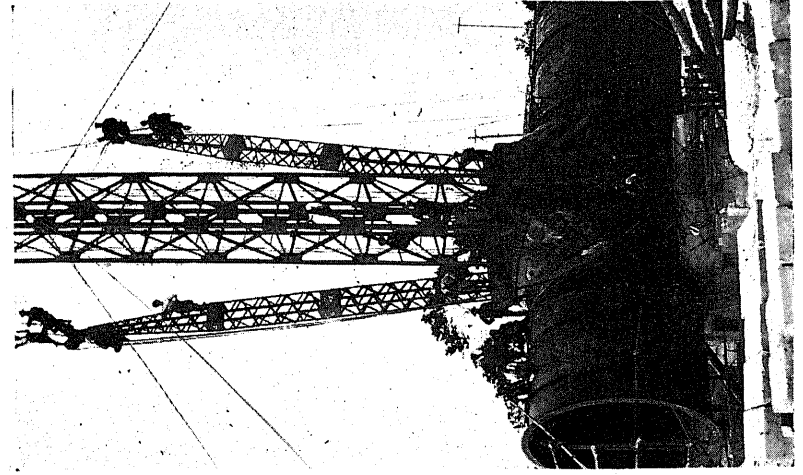
112 圖 單働及差働調壓水槽の作用曲線

- A 單働調壓水槽
- B 差働 "
- O ライザー

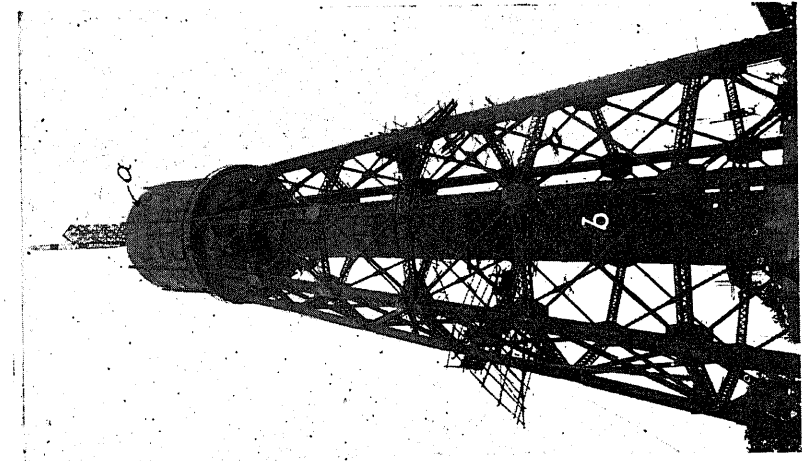
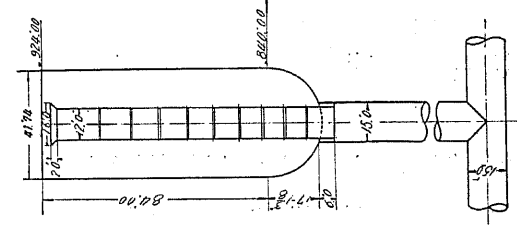


123 圖 差働調壓水槽の作用曲線

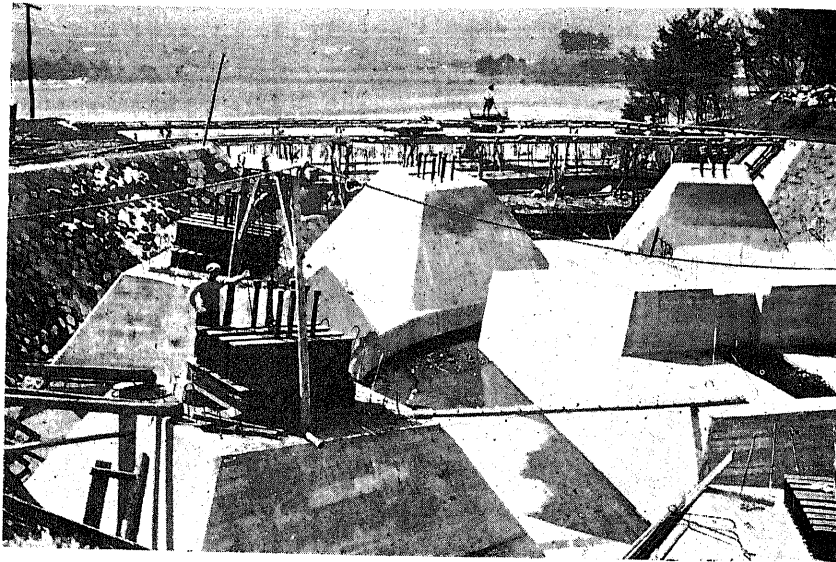
説明 圖は關東水力電氣會社佐久發電所の差働調壓水槽に於て運轉中全負荷が遮断されたる場合及 3 秒間に部分負荷の急増ありたる場合調壓水槽内の水位變化の狀況を示したものである。



同 B 同 水壓管と配管取付部



124 圖 A 關東水力電氣會社 佐久發電所の
差働調壓水槽 (組立作業中)
a 調壓水槽 (高 84.0) b 配管 (径 15)



同 C 同 調壓水槽 支柱の固定蓋

計算例

使用水量 $22 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、貯水池利用水深 8 m 、壓力隧道延長 $2,400 \text{ m}$ 、隧道の内徑 3 m とし全負荷(最大負荷)遮断時に於ける水面の上昇を貯水池水面上 6 m とし、半負荷より全負荷(最大負荷)に急増せる場合の水面降下を全負荷に相當する水面下 4 m とした場合の單働及差働調壓水槽を設計せよ。但し負荷遮断時の隧道の粗率を 0.013 、負荷激増時の夫れを 0.015 とする。

解 $n = 0.013$ の場合 $S = \frac{1}{400}$ とすれば Kutter 氏の公式は

$$K = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{S}}{1 + \left(23 + \frac{0.00155}{S}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}} = \frac{23 + \frac{1}{0.013} + \frac{0.00155}{\frac{1}{400}}}{1 + \left(23 + \frac{0.00155}{\frac{1}{400}}\right) \frac{0.013}{0.866}} = 74.24$$

$$\therefore C = \frac{L}{K \cdot R} = \frac{2,400}{74.24^2 \times 0.75} = 0.708$$

次に $n = 0.015$ の場合 $S = \frac{1}{300}$ とすれば

$$K = \frac{23 + \frac{1}{0.015} + \frac{0.00155}{\frac{1}{300}}}{1 + \left(23 + \frac{0.00155}{\frac{1}{300}}\right) \frac{0.015}{0.866}} = 64.1$$

$$\therefore C = \frac{2,400}{64.1^2 \times 0.75} = 0.916$$

(1) 單働調壓水槽

全負荷遮断の場合 $V_1 = \frac{Q}{A} = \frac{22}{7.1} = 3.1 \text{ m/sec}$, $V_2 = 0$

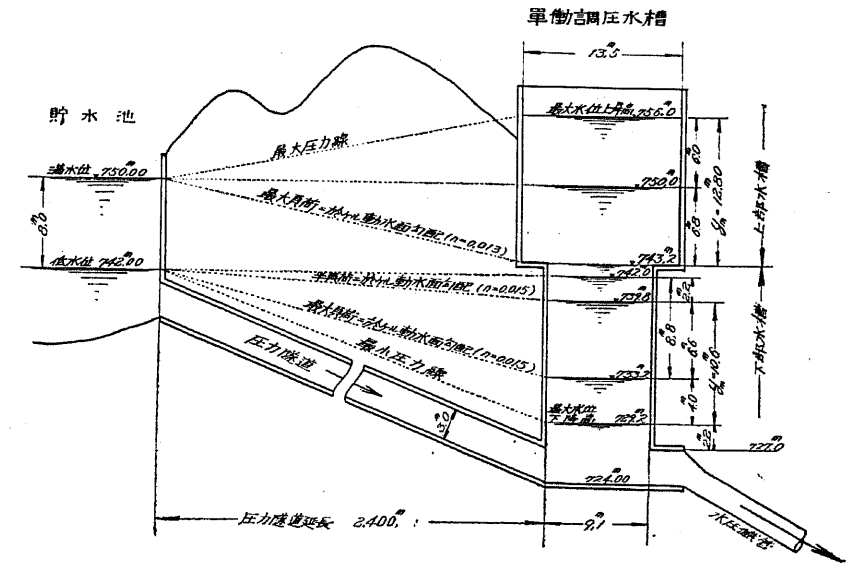
$$y_{max} = 6.8 + 6 = 12.8 \text{ m}$$

$$y_{max}^2 = \frac{L}{gR} (V_1 - V_2)^2 + c^2 (V_1^2 - V_2^2)^2$$

$$12.8^2 = \frac{2,400}{9.8R} \times 3.1^2 + 0.708^2 \times (3.1^2)^2$$

$$\therefore R = 20.02 \text{ m}$$

$$A_s = AR = 7.1 \times 20.02 = 142.14 \text{ m}^2$$



125 圖 單働調壓水槽

$$\text{或は } D = \sqrt{\frac{4A_s}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 142.14}{3.1416}} = 13.45 \text{ m}$$

半負荷より全負荷に激増の場合

$$V_1 = 1.55 \text{ m/sec}, V_2 = 3.1 \text{ m/sec}, y_{max} = 6.6 + 4.0 = 10.6 \text{ m}$$

$$y_{max}^2 = \frac{L}{gR} (V_1 - V_2)^2 + c^2 (V_1^2 - V_2^2)^2$$

$$10.6^2 = \frac{2,400}{9.8R} (1.55 - 3.1)^2 + 0.916^2 (1.55^2 - 3.1^2)^2$$

$$\therefore R = 9.08 \text{ m}$$

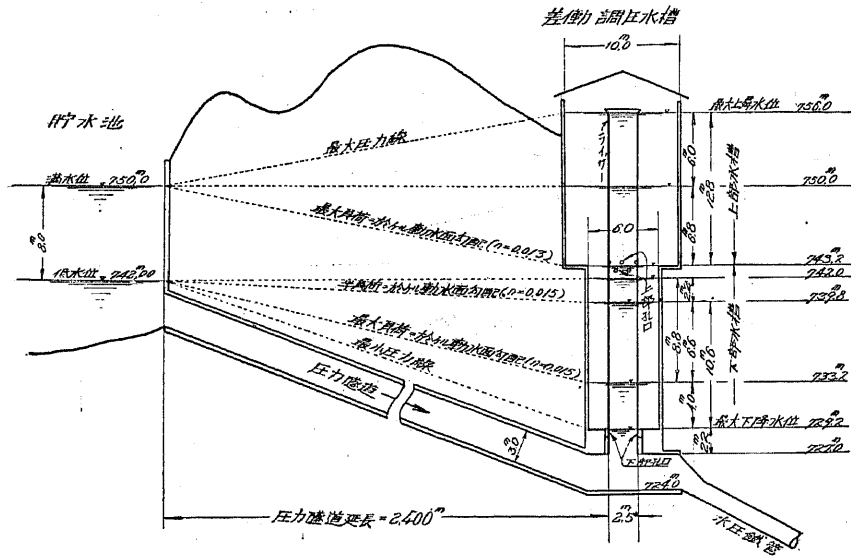
$$A_s = AR = 7.1 \times 9.08 = 64.47 \text{ m}^2$$

$$\text{或は } D = \sqrt{\frac{4A_s}{\pi_1}} = \sqrt{\frac{4 \times 64.47}{3.1416}} = 9.06 \text{ m}$$

仍て水槽を圓形とし其の上部の徑を 13.5 m、下部の徑を 9.1 m と決定する。

(2) 差働調壓水槽

全負荷遮断の場合 條件は前例と同一である。



126 差働調壓水槽

$$F = \frac{AL}{2gc y_1} \log_e \frac{V_2^2 + Z_0^2}{Z_0^2}$$

$$\text{然るに } y_1 = 12.8 \text{ m}, Z_0 = \sqrt{\frac{y_1}{c} - V_2^2} = \sqrt{\frac{12.8}{0.708} - 3.1^2} = 2.91$$

$$\therefore F = \frac{7.1 \times 2,400}{19.6 \times 0.708 \times 12.8 \times 0.4343} \log_e \frac{3.1^2 + 2.91^2}{2.91^2} = 72.65 \text{ m}^2$$

最小有効落差を 350 m とすればライザーの太さは

$$A_{r \min} = \frac{AL}{2gcH} = \frac{2.1 \times 2,400}{2 \times 9.8 \times 0.708 \times 350} = 3.51 \text{ m}$$

$$\therefore D_r = \sqrt{\frac{4A_{r \min}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 3.51}{3.1416}} = 2.1 \text{ m}$$

D_r は通常隧道直徑の 80~100% を採用するから、茲では 2.5 m とする。

$$A_r = \frac{\pi D_r^2}{4} = \frac{3.1416 \times 2.5^2}{4} = 4.91 \text{ m}^2$$

$$\therefore D_F = \sqrt{\frac{4(F+A_r)}{\pi}} = \sqrt{\frac{4(72.65+4.91)}{3.1416}} = 9.93 \text{ m}$$

仍て上部水槽の直徑を 10 m とする。

半負荷より全負荷に激増の場合

$$F = \frac{AL}{2gc y_1} \left\{ \frac{V_2}{Z} \log_e \frac{(Z-V_1)(Z+V_2)}{(Z+V_1)(Z-V_2)} - \log_e \frac{Z^2 - V_1^2}{Z^2 - V_2^2} \right\}$$

$$\text{然るに } V_1 = 1.55 \text{ m/sec}, V_2 = 3.1 \text{ m/sec}, y_1 = 10.6 \text{ m}$$

$$c = 0.916, Z = \sqrt{\frac{y_1}{c} + V_1^2} = \sqrt{\frac{10.6}{0.916} + 1.55^2} = 3.74$$

$$\therefore F = \frac{7.1 \times 2,400}{19.6 \times 0.916 \times 10.6 \times 0.4343} \left\{ \frac{3.1}{3.74} \log_e \frac{2.19 \times 6.84}{5.29 \times 0.64} - \log_e \frac{13.99 - 2.40}{13.99 - 9.61} \right\} = 23.11 \text{ m}^2$$

$$D_F = \sqrt{\frac{4(F+A_r)}{\pi}} = \sqrt{\frac{4(23.11+4.91)}{3.1416}} = 5.97 \text{ m}$$

仍て下部水槽は直徑 6.0 m とする。次に孔口の大さを求めんに

負荷遮断時 $V = V_2$ に於ては

$$a = \left\{ \frac{AFy_1}{L} \left(1 - \frac{cV_2^2}{y_1} \right) \right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$= \sqrt{\frac{7.1 \times 72.65 \times 12.8}{2,400} \left(1 - \frac{0.708 \times 3.1^2}{12.8} \right)} = 1.14 \text{ m}^2$$

負荷激増時 $V = V_1$ に於ては

$$a_1 = \frac{A(V_2 - V_1)}{\sqrt{2g y_1}} = \frac{7.1(3.1 - 1.55)}{\sqrt{19.6 \times 10.6}} = 0.76 \text{ m}^2$$

又 $V = V_2$ に於ては

$$a_2 = \left\{ \frac{AFy_1}{L} \left(1 - \frac{c(V_2^2 - V_1^2)}{y_1} \right) \right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$= \sqrt{\frac{7.1 \times 23.11 \times 10.6}{2,400} \left(1 - \frac{0.916(3.1^2 - 1.55^2)}{10.6} \right)} = 0.52 \text{ m}^2$$

今縮流係数 $k=0.6$ とし、下部孔口面積は a_1 及 a_2 の平均値を採れば

$$a_d = \frac{a_1 + a_2}{2k} = \frac{0.76 + 0.52}{2 \times 0.6} = 1.07 \text{ m}^2$$

上部孔口はライザーから溢流を起さしめんが爲であるから、出来るだけ上部に装置した方が宜しい。故に本例では之を貯水池満水時の最大動水位附近に設定する。

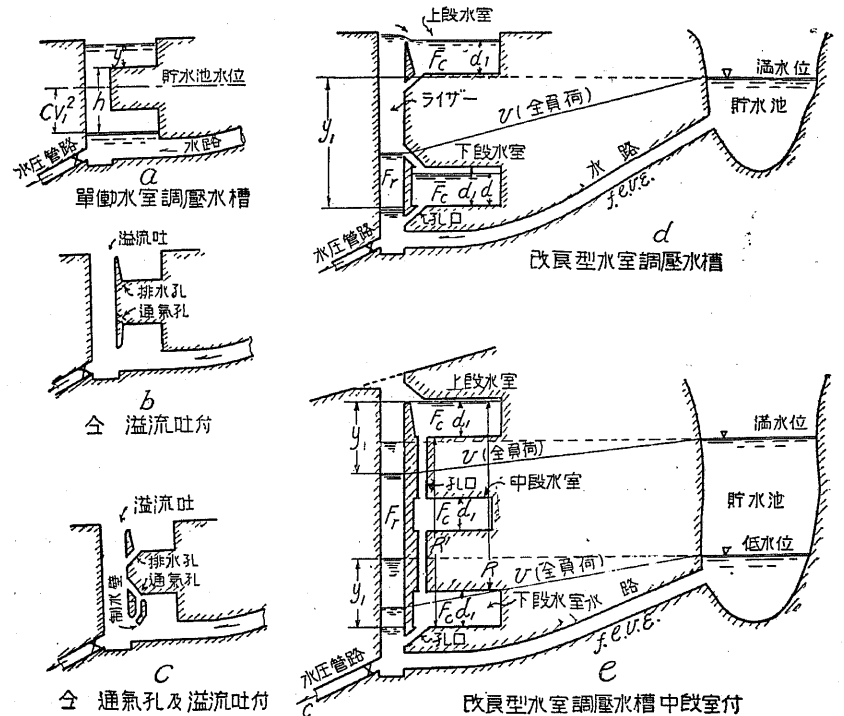
$$a_u = \frac{a - \frac{a_1 + a_2}{2}}{k} = \frac{1.14 - 0.64}{0.6} = 0.83 \text{ m}^2$$

兩水槽の水容積を比較すると、單働調壓水槽では $2,742.75 \text{ m}^3$ 、差働調壓水槽では $1,401.09 \text{ m}^3$ となるから、後者の方の掘鑿量は約半減する。

55 水室調壓水槽

此水槽は米國に於ける Johnson 氏考案の差働調壓水槽に對抗して、歐洲大陸に於て考案されたもので、堅槽の断面を最小限度に縮小して之をライザーとし、其の上下段(必要ある場合は中間にも)に水室を設け、負荷の急變に因る水壓管に於ける過不足水量を之に收容し若は補給せしむるもので、動作は單働及差働の兩式がある。

凡そ調壓水槽の設計は上向製波作用に對しては貯水池(又は調整池)の最高水位を基準とし、下向製波作用に對しては最低水位を基準として爲されるものであるが、貯水池の水位が一定若は餘り變化しない場合は上向製波作用の下部と下向製波作用の上部とが重なり合ふから、均等断面を有する水槽では之に相當する部分は、上下兩方の製波作用に利用されるが、若し貯水池(又は調整池)の利用水深が大なる場合には上下兩向の製波作用に對して別々の容積を必要とする外に、水槽の上下何れの製波作用にも利用されない部分が出る。此の部分は單に最小限度の断面積を與へて置けばよいのであるが、單働又は差働調壓水槽では斯の如き形状を採らせることが構造上殆ど不可能と云つてよく、結局各部に一様の断面を與へることとなるから不經濟である。



127 圖 水室調壓水槽

然るに水室調壓水槽では元々此の條件に適合した様な形状を採らせる様に造り得るものであるから上記の型のものに比べて経済的である。且つ水室調壓水槽では製波作用の影響を出来る丈小ならしめ得るから、貯水池の利用水深が大で、壓力隧道が長く従つて之に働く水壓が大となり、其の結果隧道の工費が割高になる場合には、此種の水槽を採用すれば他種のものに依つた場合より工費を多少節減し得られる。

今差働型水室調壓水槽(127圖 d)の算式を求むるに、 F_c = 水室の水平斷面積、 d_1 = 水室の深とし、其の他の符號を差働調壓水槽の場合と同様とすると、水室は差働調壓水槽の外槽が一定の位置に集結したものと見做すことが出来るから、差働調壓水槽の算出が直ちに利用し得られる譯である。仍て貯水池最低水位のとき、負荷が激増する場合(普通半負荷より全負荷に變るものと假定する)即ち下向製波作用の場合を考慮するに當然下段水室を必要とするが、其の容量は差働調壓水槽の(3)式に依り

$$F_c d_1 = \frac{AL}{2gc} \left\{ \frac{V_2 \log_e \frac{(Z-V_1)(Z+V_2)}{(Z+V_1)(Z-V_2)}}{Z} - \log_e \frac{Z^2 - V_1^2}{Z^2 - V_2^2} \right\}$$

而して此の水量を補給するに要する時間は(2)式、孔口の面積は(4)式に依つて求められる。次に貯水池が満水位で全負荷を遮断された場合即ち上向製波作用の場合は上段水室が必要であり其の容量は(15)式から求められる。

$$F_c d_1 = \frac{AL}{2gc} \log_e \frac{V_2^2 + Z_0^2}{Z_0^2}$$

而して水室満水の所要時間は(14)式、孔口の斷面積は(16)式に依り算定される。中段水室は127圖 e の R 又は R' の値が最大出力時に於ける最小有効落差 H_c の約 20% 以内であれば設置の必要を認めない。ライザーの最小斷面積は D. Thoma 氏は次の條件から之を誘導して居る。即ち水槽上流の壓力隧道の最大損失水頭は總落差の $\frac{1}{3}$ 以内たること、其の隧道内の水の有する運動の勢力の最大値と、水槽内の水の有する位置の勢力の最大値との比は常に有効落差と

損失水頭の比の 2 倍より小なること。此條件を式で表はせば

$$\frac{h_o}{H} < \frac{1}{3}, \quad \frac{ALV_o^2}{gFh_o} < 2 \frac{H-h_o}{h_o}$$

第一條件は遠隔調整池に於ても明らかである如く、發電所運轉上の必要に基くものであり、第二條件からは

$$\frac{A_r}{A} > \frac{L}{2gc H_c} \quad \text{又は} \quad \frac{D_r}{D} > \sqrt{\frac{L}{2gc H_c}}$$

茲に A_r 及 D_r は夫々ライザーの斷面積及直徑を表はす

次に單働水槽が水室を有する場合を考慮するに、此場合もライザーは頗る小であつて瞬時的に水面に變化を起して水室に働きかけるものと想定する。然るときは127圖 a の上段部水室を必要とする場合即ち負荷遮断の場合に於ては

$$y+h-c(V_1^2-V^2) = -\frac{L}{g} \frac{dV}{dt}$$

$$R \frac{dy}{dt} = V - V'$$

$$\int_0^{y_{max}} (y+h) dy = \frac{L}{gR} \int_{V_1}^{V_2} (V_2 - V) dV + c \int_0^{y_{max}} (V_1^2 - V^2) dy$$

$$\therefore 2hy_{max} + y_{max}^2 = \frac{AL}{gF_c} (V_1 - V_2)^2 + c(V_1^2 - V_2^2)^2$$

仍て上式から y_{max} 又は F_c を求めることが出来る。負荷激増の場合は上記諸式の符號が變化する丈であるから本式から下部水室の容積と同時に決定し得られる。

56 小孔調壓水槽

之は差働調壓水槽のライザーを取り除き孔口のみを有するもので、其の計算法は差働水槽と同一である。此の水槽の缺點とするところは負荷の急激なる變化に因つて生ずる水衝作用の影響を完全に吸収し得ざる點である。従つて其の用途も水車が衝動型で、デフレクター(ジェット轉向装置)を備へエードルバルブ(ジェットの加減装置)の閉鎖時間が頗る緩慢で殆ど水衝作用の發生を見ない様な極めて特殊な場合に限られて居る。