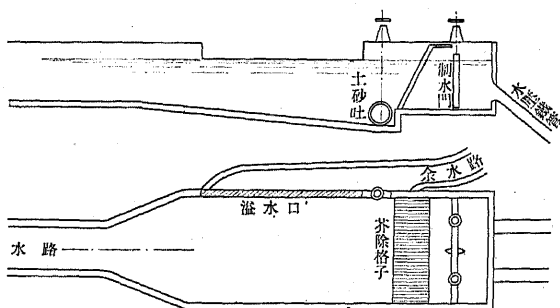


第十章 水槽,並に調壓水槽

水路の終端に在つて水路と水壓鐵管との連絡の用を爲す一つの小さい池であつて通常次の如き機能を有せしめる。

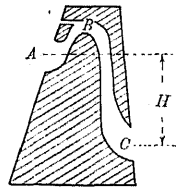
- (1) 水壓鐵管への水を遮斷したる時水路を通つて來る全水量を安全に溢水せしめ餘水路を通つて他に導く。
- (2) 水壓鐵管への入口に制水門又は瓣を設けて必要の時鐵管への水を遮斷する。
- (3) 水路中に含まれた土砂を更に此處に於て排除し、尙又塵除格子によつて浮游物を取り除く。
- (4) 相當の水量を保有し水車の負荷の變動に應じて水の調節をなし、落差の急激なる變動を防止する。



第 72 圖

第 72 圖は上記の機能を説明する爲めに示したものであるが、第 1 圖に於て見る如く水槽は大體山の中腹に位するものであるから、概して土地窮屈であつて、然かも前記 (4) に依つて出来る丈大きくする事が望ましい。然かも我國の如き地震國に於ては被害を受け易いから地勢を利用し巧みに且堅固に設けなければならぬ。従つて第 72 圖の如き形は適宜地勢に依つて變更する必要があるは云ふ迄も無い。

前記 (1) に於て記したる溢水路は水路内の流量全部を安全に溢水する丈の能力が必要である。溢水の深さは餘り深くすると水槽の壁を高くする必要があるので自然相當長いものを必要とするに至る。若しも地勢上長い溢水路を許さぬ時はサイフォン溢水路を用ゐる。此の例は猪苗代発電所又は群馬縣澁川発電所に於て見る事が出来る。



第 73 圖

圖中水頭 H は 8 米位が限度である。それ以上となると水流の連続性が破れサイフォンとしての働きが阻害される。A が呑み口、B が咽喉部 (throat)、C が吐き口であるが水流の連続性を保つため全體を大體同一斷面積となす。然し A は呑み口様幾分大にし C は絞れ氣味が良い。B はサイフォン作用を敏活ならしめる爲め且又水流に渦流少なからしめる様平たき斷面とする。B

には圖の如く空氣孔を設けておく、A は水面より幾分低く作り雪塊の如きものの侵入を防止する。

初め水槽内の水位が徐々に上る時は水は A より至り B より溢流するに至るが、やがて水位の上昇と共に空氣孔が遮斷せられ間もなく B に水が充満して流るゝに至らばサイフォン作用が開始されるのである。サイフォン内流量の計算は次式で爲し得られる。

$$Q = 0.65A\sqrt{2gH} \dots\dots\dots (30)$$

Q = 流量

A = 咽喉部面積

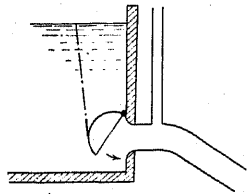
H = 水頭

餘水路は開渠又は管を以つて水を安全な所に導くものであるが山を崩さぬ爲め又は他に被害を與へぬ爲め案外多額の工費を必要とする場合がある。通常著しい水勢を受けるもの故心無しの設計の爲めに破壊せる實例が非常に多い。

前記 (2) の水の遮斷に對しては第 72 圖に大體示す如くスルース門扉を用ゐる場合が最多い。

水壓鐵管の上端と水面との間には必ず相當の深さを保たしめ運轉中空氣を吸ひ込む事無き様にする。但し水門を遮斷する時は自然に管中に空氣が入り管中の水は空虛となる。

圖の如く管に接して門扉を附し(圖に示したのはフラッ

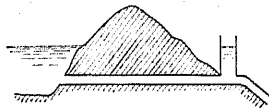


第 74 圖

ブゲート)た場合は通氣管を設けて鐵管中に真空の出來ぬ様豫防する。

前記(3)の土砂吐門は溢水路附近の餘水路に吐き口を設ける。

(3)の水槽容量に就ては一定の算出要領は無いが今運轉中水車の負荷が急に加はるものとすれば自然水車の瓣は開いて多量の水を吸引する,此の時水槽に相當の容量が無ければ忽ち水位は下り落差の減少は益々水車に多量の水を要求するに至り遂には運轉中止の止む無きに至るのである。地勢上水槽を大にする事能はざる時は水槽に至る若干の距離水路を大きく開鑿して容量を得た實例もある。



第 75 圖

次に水槽の一種たるサージタンク(調壓水槽)に就て説明を試みよう。

水槽の附近に貯水池又は調整池がある場合には第 75 圖に示す如く水槽と池とを結ぶ水路は水壓隧道となり,水槽は自然圖に示す如く深いものとなる。若しも此の場合水槽を設けず隧道と鐵管とを直ちに連結すれば水車が急停止せる場合鐵管の流水を一時に遮斷する事となり,隧道並に鐵管中にある或る速度を以つて

移動する多量の水の持つエネルギーの爲めに隧道又は鐵管は破裂するに至るであらう。

圖の如き高き水槽を設けておけば隧道中の水の慣性によつて水槽内の水位は異常に高まり,次に其の反動として水槽内の水位は低まり波動を畫く。この現象をサージング(襲波作用)と云ふ。隧道内の摩擦により此の振動は漸次薄らぎ行く。

逆に又發電所の運轉が急に停止せる場合,急に荷が掛つて水車の瓣が開いて水を通じた時に隧道内の水は其の慣性の爲めに或速度に達する迄は相當の時間を必要とする。それ迄は水槽内の水で補はなければ遂には鐵管内に空氣が流入し發電所は運轉が出来ない事となる。即此の水を補給する意味に於ても水槽は必要である。斯かる水槽をサージタンク(調壓水槽)と稱へる。

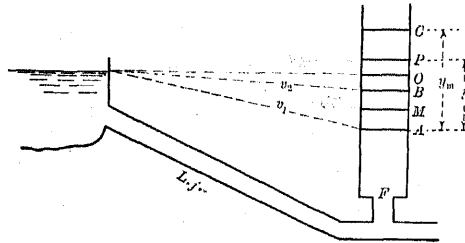
後に記す様にサージタンクに種々のものがあるが第 75 圖に示す如き單に一個の筒より成つて居るものを單調調壓水槽(simple surge tank)と稱へる。

サージタンクに関しては新井榮吉氏著“サージタンク”なる書がある,其の他獨逸の書として Vogt-Berechnung und Konstruktion des Wasserschlosses と云ふ書並に其の他二三の専門書籍がある。

第 76 圖に於て最初水路内の流速 v_1 其の時の水槽水位

A なりとし、今発電機の負荷が急減し v_2 の流量を必要とするに至れば水槽水位は B となる。然し前記せる通りサージングの作用により水槽水位は B を越え C 迄上昇し次に下降し初め又 B を通過し永久運動を爲す事となるが、實際は水路中の摩擦によりエネルギー減滅して遂に B に静止するに至る。

今水位が A より出發して或高さ P に在りとし其の時の



第 76 圖

水路の流速を v とす。
水路内の水は水槽水位の上昇により抵抗力を受け流速が

dt 時間に dv 丈變化せりとせば其の抵抗力は

$$\frac{Lfw \, dv}{g \, dt}$$

L は水路全長 f は水路斷面積
 w は水の單位重量 g は重力の係數

一方此の抵抗力を水槽水位に於て檢するに今 OM を流速 v なる時の水路の摩擦損失水頭とすれば ($OM = Cv^2$ 但し C は摩擦に関する係數、同様に $OA = Cv_1^2, OB = Cv_2^2, O$ は貯水池水面) PM 丈の水頭が抵抗力となつて居る。圖より

$$PM = y - AM = y - C(v_1^2 - v^2)$$

此の水頭が水路の面積に逆に加はり其の力は前記運動量の變化(減少)に等しく即

$$-\frac{Lfw \, dv}{g \, dt} = [y - C(v_1^2 - v^2)] wf$$

$$\text{即} \quad -\frac{L \, dv}{g \, dt} = y - C(v_1^2 - v^2) \dots \dots \dots (\alpha)$$

尙水槽の斷面積を F とし其の水位が dt 時に dy 丈變化するとせば水量の關係より

$$F \frac{dy}{dt} = f(v - v_2) \dots \dots \dots (\beta)$$

但し水路内の流速が v 、水槽より流出の流速が v_2 であるからである。

(α), (β) 兩式より

$$y \, dy = \frac{Lf}{gF} (v_2 - v) \, dv + C(v_1^2 - v^2) \, dy$$

$$\int_0^{y_m} y \, dy = \frac{Lf}{gF} \int_{v_1}^{v_2} (v_2 - v) \, dv + C \int_0^{y_m} (v_1^2 - v^2) \, dy$$

$$y_m^2 = \frac{Lf}{gF} (v_2 - v_1)^2 + 2C \int_0^{y_m} (v_1^2 - v^2) \, dy$$

本式末項は積分が困難であるから Johnson は假定を設けて次の式を出した。

$$y_m^2 = \frac{Lf}{gF} (v_2 - v_1)^2 + C^2 (v_1^2 - v_2^2)^2 \dots \dots (31)$$

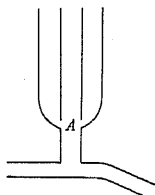
以上は水車の負荷減少の場合に就て説明したが負荷増加の場合も同じ結果に誘導せられる。即水車の負荷が變化して水路内の流速が v_1 より v_2 に變化したとき水槽内の水位の變化 (ΔC) は y_m である。尚 L は水壓隧道の長さ f は其の斷面積, F は水槽の斷面積, C は水路の摩擦係數である。

最大使用水量の時 $v_1 = V$ であるとし全負荷を遮斷せる時(逆に零負荷より最大負荷に變化した時も同じ)は $v_2 = 0$

$$y_m^2 = \frac{L f}{g F} V^2 + C^2 V^4 \dots\dots\dots (32)$$

となる。これに對し尙幾分の餘裕を設けて水槽の高さを設計する。上部に溢水路を設けた實例も可なりある。

Johnson は第 77 圖に示す如き differential surge tank (差



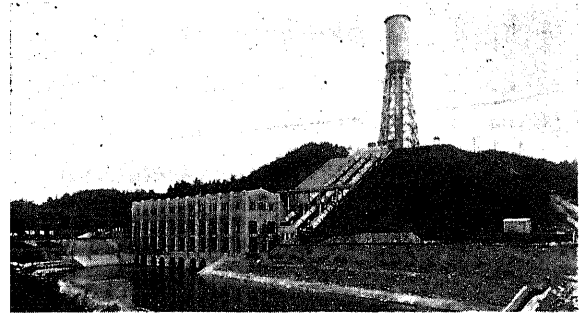
第 77 圖

働調壓水槽)を考案した。simple surge tank に於ては調壓の際、水は水槽内を徐々に上昇するが、此の場合には管は二重となつて居り、一部の水は下の小孔 A より外殻に入るが、大部の水は中央の管 riser を上昇し溢流して外殻に入る。これ

が爲めに水壓隧道内の水のエネルギーを減殺する爲めに働らくサージタンク内の水の水頭は常に高く、其の効果が大きい。即此の式とすればタンクの容積は殆半減される

事となり工事は著しく減ずる。

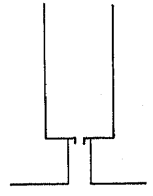
タンク内の水位下降の際は水は小孔 A より出で去る。此のタンクに於ては simple surge tank の如く水位は永く



第 78 圖 佐久發電所

波動せず一回振動するに止まるから發電所運轉にも都合がよい。此のタンクの實例は利根川佐久發電所に於て見る事が出来る。

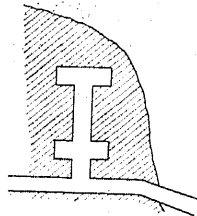
尙上記と大體方針を同じくするものに小孔サージタンクがある。これはサージングの初期流速の大なる時小孔を通る水の摩擦及渦流によりエネルギーを減殺せんとするものであるが作用は不確實なるを免れない。



第 79 圖

サージタンクを山中に掘鑿して作る時は圖に示す如く chamber surge tank (水室

調壓水槽)が勧められる。即第 80 圖の如く上下に二個の水



第 80 圖

室を設け水位上昇の際は上の室が水溜となり水位下降の際は下の室が缺水を補ふ水溜となる。臺灣日月潭發電所及飛驒川名倉發電所には此の種の水槽で新井榮吉氏が特に考察したものが用ゐられた。