

(18) 伸縮シリンダー部を有する型取水管の水理模型実験と計算

北海道開発局土木試験所 総理技官 山岡 勲^〇 林 正秋

寒冷地における多目的または農業ダムに必要な貯溜表面排水取水用の調整門扉付固定取水塔に代わる経済的な新形式、伸縮シリンダー部を有する型取水管を提案し、水理実験に基づいてその水理特性と設計方針について論じたものである。結論として理想的に設計されれば管路の空洞現象の恐れもなく、出口断面積を適当に縮小することにより管内に良好な水理条件が得られ、取水管におけるすべての損失水頭が流量に与える影響も、管径が前後同径の単純管路に比較して非常に小さいことが分り、水理学的にはこのような型取水管路も高ダムにおける取水型式として十分採用しうると考えられる。

これには堤内導水鉄管をダム上流において垂直に立起させて取水管垂直部を伸縮可能とする方法と(図-1)垂直部を傾斜可能とし谷口部を貯水位の変動に従って移動させる方式(図-2)が考えられる。本文は(図-1)の型式によつて北海道開発局河川課が設計を進めている金山ダム(中庄ダム)の取水管について縮尺 $\frac{3}{100}$ の亚克力樹脂製の模型により水理実験を行ったものである。大體こゝでは構造力学上の問題、伸縮部の機構的検討にはふれないことにした。

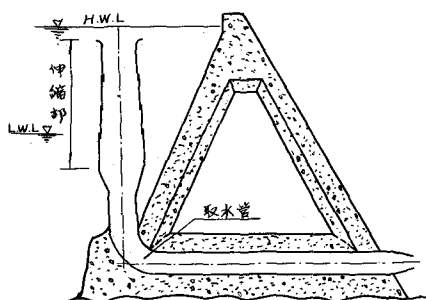


図-1

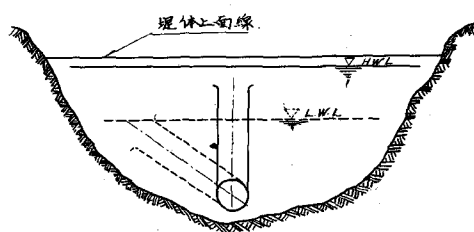


図-2

実験は亚克力樹脂製の透明な管水路模型を使用し、各種流量における管内壁面の圧力測定を主とし、支柱橋脚の影響、流出渦による空気連行等を併せて測定した。

模型管は直径 15 cm の垂直部と直径 11.4 cm の水平部2部分よりなり、17箇所一断面それぞれ4箇所合計68変に内径 2 mm 外径 6 mm のパイプ(ビーズメーター)を管壁に直交にあげられ大小孔に取付けられた。

この型取水管はダム貯水位が高いため比較的高水圧を受けるので管内の一部を開水路として通水することは構造力学上は大きな危険であり、水理学的にも好ましくないものである。たゞに管路における水理関係は、管内圧力を P とすると全断面にわたり $P > 0$ なる条件を満足させなければならぬ。実験に使用した取水管模型に通水した場合ある種の条件によつて必ずしも $P > 0$ なる条件を満足しないのでこの点を実験により検討した。

また支柱橋脚は溢流水深が比較的小さいため生ずる流出渦(Vortex)のために通水流量に多大の影響を与える。(図-3)において

流出渦の表面における任意点の流速を v とすると

$$v = \sqrt{2g H_m} \quad \text{----- (1)}$$

しかるに実際の運動においては回転速度に比し同心および半径の速度は微小なるをもつて v は水平面上の回転速度と見えて良し。(1)式より

$$\frac{dH_m}{dv} = \frac{v}{g} > 0 \quad \text{----- (2)}$$

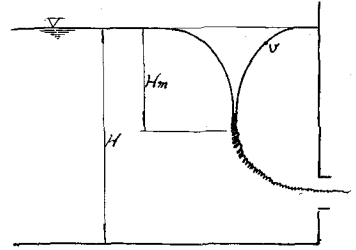


図-3

(2)式は流出渦の深さが小となれば表面水の水平分力は小となり流量は増大することをしていふ。

管内の水理条件を理想的に保つし型取水管は吞口部における圧力水頭を零とすることによつて得ることが出来る。これらの条件を列記すると

$$\left(\frac{A_n}{A_0}\right)^2 = \frac{Z_0(1+\eta)}{Z_n(1+f_e)} \quad \text{----- (3)}$$

$$2 = A_0 \sqrt{\frac{2g Z_0}{(1+f_e)}} \quad \text{----- (4)}$$

ここに A_0 , A_n は吞口および出口の断面積, Z_0 , Z_n は吞口および出口中心線から貯水池表面までの高さ, f_e は入口損失係数 $\eta = \left(\frac{A_n}{A_0}\right)^2 (f_e + f_0 + \lambda \frac{L_g}{D})$

および垂直管において吞口より長さ L_g なる任意点の圧力を P_g とすると,

$$P_g = L_g - \frac{v_g^2}{2g} \left(\frac{A_n}{A_0}\right)^2 \left(1+f_e + \lambda \frac{L_g}{D}\right) \quad \text{----- (5)}$$

$$\frac{\partial P_g}{\partial L_g} = 1 - \frac{Z_n \frac{\eta}{D}}{1+\eta} \quad \text{----- (6)}$$

(6)式は Z_0 の實際上考えうる範囲では明らかに零より大であり垂直管内では圧力は下に向つて増大する。水平管部においても同様

$$\frac{\partial P_x}{\partial L_x} = \frac{Z_n \left(\frac{A_n}{A_0}\right)^2 \frac{\eta}{D}}{1+\eta} > 0 \quad \text{----- (7)}$$

すなわち水平管部においては出口より遠ざかるに従つて管内圧力は増大する。

また h_g , h_x をそれぞれ垂直部, 水平部の動水勾配線の高さとする

$$\frac{\partial h_g}{\partial L_g} = - \frac{Z_n \left(\frac{A_n}{A_0}\right)^2 \frac{\eta}{D}}{1+\eta} < 0 \quad \text{----- (8)}$$

$$\frac{\partial h_x}{\partial L_x} = \frac{\partial P_x}{\partial L_x} > 0 \quad \text{----- (9)}$$

(8), (9)式より明らかごとく動水勾配線の高さは全管を通じて吞口部より遠ざかるにつれて低くなり空洞現象の生ずる恐れはない。