

北海道大学 工学部 正員 工博 山岡 薫
 大学院 学生員 ○伊藤 金通
 工学部 学生員 長谷川 和義

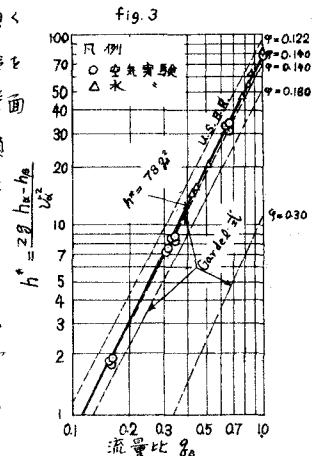
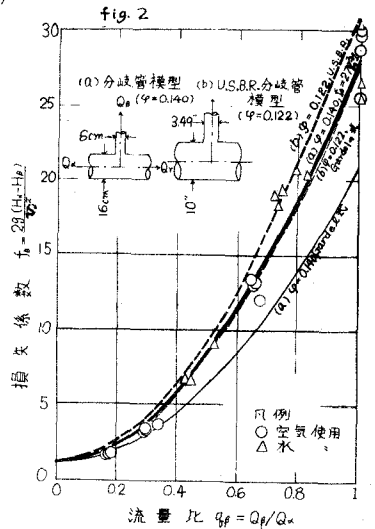
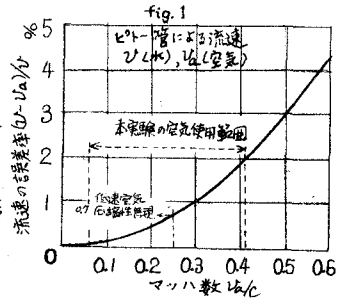
ダム非常放流管の直角分岐に関して管路直角分岐部の局所水理を明らかにするため、接続部面取りのない支分管面積比のかなり小なる ($Q_p/Q_a=0.14$) 一例について、低速空気を水の代りに使用したものを主体とした $1 \sim 5 \times 10^5$ 程度の Re 数の水理模型実験を行なったので、エネルギー損失係数、圧力分布及び分岐直下流の負圧領域の長さに関して報告を行なう。(使用モデルは日立片吸込型1段ターボポンプで風圧1,110mmHg, 流量80 $\frac{m^3}{min}$, 22kW, 出口径240mm)。

1 低速空気を水の代りに使用する場合の誤差 管路の一般の

水理模型実験に低速空気を使用すれば施設も簡単で実験も容易で、 Re 数も同一模型で水の場合と大体同じになると Re 数のより大きな実験モデルも作り易い。また圧縮性による誤差の補正が問題点であるが、本実験では圧力はピエゾメータをマノメータに連結してよみ、流速流量の測定には管の流出口でピトー管を用いたので、fig. 1 にその場合の誤差率を示す。音速 C (15℃で約340 m/sec) の $1/4$ 程度までは誤差は極めて小さいので無修正とし、それ以上の場合は次式によって補正した。 $U = U_a \sqrt{1 + \frac{1}{2} \left(\frac{U_a}{C} \right)^2 + \frac{(2-K) \left(\frac{U_a}{C} \right)^4}{24}} \dots (1)$
 U, U_a : 水及び空気の場合の流速 (m/sec), K : 気体常数で空気では1.4。
 また圧力水頭換算の場合空気の密度は、 $\rho_a = \frac{0.001293}{1 + 0.00367 t} \frac{H}{1013} \dots (2)$
 で、空気の温度 t ℃ と気圧 H mmHg の補正を必要とする。

2 分岐の損失係数に関する実験結果 fig. 2 (a) の如きアクリル

ル及び塩ビ製のモデルについて、 Q_p/Q_a と4種類にかえて Q_a を各5種類くみ合せ、水使用の場合は3種類の Q_p と2種類の Q_a をくみ合せて実験を行ない、その結果が fig. 2 及び fig. 3 に示される。すなわち分岐による壁面からのばく離、渦の発生による運動エネルギーの一部散逸という過程で損失するエネルギーと主流の速度水頭との比で無次元化した f_B を損失係数とすると、 $f_B = (H_a - H_p) / \frac{U_a^2}{2g}$ 、ただし、 $H_a = h_a + \frac{U_a^2}{2g}$, $H_p = h_p + \frac{U_p^2}{2g} \dots (3)$
 従って、 $f_B = h^* + 1 - (Q_p/Q_a)^2$ 、ただし、 $h^* = \frac{h_a - h_p}{\frac{U_a^2}{2g}}$, $Q = Q_p/Q_a$, $Q_p = Q_p/Q_a \dots (4)$
 Gardel (1957) は11種類の分岐管について、 Re 数が10 $\sim$ 100程度の実験を行ない、一般的な形で実用に際し精度の高い式を出しているが、本実験の条件である $\theta = 90^\circ$, $Q_p/Q_a = 0.14$, $f = 0$ を同式に代入した結果を fig. 2 に併せてのせると、かなり下の図示される。U. S. B. R. における Boulder ダムの水圧鉄管分岐



について行なわれた実験結果³⁾をfig. 2に示したが、この場合 $q_p=0.122$ をGardelの式に入れた曲線もU.S.B.R.の実験値より下方に図示されるということは、Gardelの実験範囲が $\theta=90^\circ$ のときは $q_p=0.16$ が最も小さくかつ $f_p=0.03$ で面取り半径が0ではないということ、外挿の範囲だからかと思われる。fig. 3には h^* と ρ のプロットであるが、Gardel式で q_p を大きくしたものを記入してある。

fig. 2で $h^*=78g_p^{0.25}$ ……(5)をえたので $q_p=0.140$ とともに(4)式に代入すれば $f_p=27g_p^{0.25}+1$ ……(6)を得る。 $g_p=1$ のときは $f_p=28$ となる。次に管水路の水理模型実験はレイノルズ⁴⁾の相似律によりわけだが f_p とRe数との関係を g_p をパラメータにいてfig. 4に示す。実物のReは 8×10^6 程度であるがfig. 4でRe数は十分大であると認められる。fig. 2, fig. 3, fig. 4において空気使用と水による水理実験の結果が良い適合を示しているものと考えられる。

3 分流通下流の負圧領域の長さや圧力分布

次に h^* は合流直前の h_x と分岐下流37cmの h_p との差を無次元化したものだが、分流通下流の圧力変化の状況はfig. 5の $g_p=0.65$ における1例の如くである。ここで着目されることは、負圧の水頭は Q_{d1} のみに従って小さくなるが、 $h_x=0$ の位置は Q_{d1} によって変わらないことである。この差を $x=X(\text{cm})$ とすれば、 X は負圧領域の長さを表(は)高流線のreattachmentの点と考える、 g_p との関係がfig. 6に示される。 g_p と明瞭な相関を示す。支管断面の圧力分布の1例がfig. 5に示されるが、本管上流側dが大きな負圧を示し、下c,eの値はほぼ等しく下流側fが最も小さい。fig. 6においてd,e,eのXはほぼ同一曲線のものともみられるが、fのXのみは下方に示され同一の g_p に対し短かいXとなる。

次に負圧領域内の圧力分布についてfig. 7の如く h_x との比の形で無次元化するとfig. 5において各種 Q_{d1} によって変った値を示す圧力水頭が一一定になり横軸の距離をもXとの形で整理をみると、負圧領域内の圧力分布は g_p が1から0.32迄までほぼ同一曲線のもの、 g_p の小さなものは x/X が小さいとき下方にずれるようである。分岐下流2cmのピエゾメータと分岐部の間に h_x/h_p の負のピークがあるはずである。

実験に協力された石川開建(金山ダム)、北神田開港場の建設に謝意を表す。

はく負領域の形状と負圧分布との関係、 g_p のXへの影響の検討など今後の研究はMomentum方程式と連続式に基づいて検討を進めたい。

参考文献

- 1) J.W. Ball: Model Tests Using Low Velocity Air, Proc. of A.S.C.E., Vol. 77, June, 1951
- 2) 土木学会: 水理公式集 昭38
- 3) U.S. Bureau of Reclamation: Model Studies of Penstocks & Outlet Works, Boulder Final Reports, Part VI, 1938

