

凸床面上のラジアルゲートの水理特性

山口大学 正 斎 藤 隆
前田道路 ○佐多平 尚文

湾曲床面上の流れを解析する場合に、流線形状をどのように推定するかによって結果は大いに異なり、流れ場の任意断面内で遠心力の方向が逆転するような場合についての研究はみうけられない。

本研究は、図-1に示す放流施設の模型実験の機会が得られ、断面内で遠心力の方向が逆転する場合の流線形状を床面形状と水面形状とから推定した結果について報告するものである。

実験は図-1に示した1/50縮尺の亚克力製模型で行なった。図中の黒三角描点は床面圧力を測定した位置である。

図-2はゲートの開度を貯水池内水位を系統的に変えて測定したゲート下流における水面形状を描点したものである。横軸Xの原点はゲート全開時のゲート下端位置にとり、図中の3本の縦軸はそれぞれのゲート開度における放流孔断面位置で、縦軸上の白丸描点はゲートの下端位置である。水面位置は、遠心力の影響を受けるので、ポイントゲージを用いて測定した。

ゲート下端より約1m区間における水面形状を最小2乗法によって2次曲線で近似し、その2次曲線からゲート下流端における水面の曲率半径 R_s 、ならびに曲率半径と鉛直線とのなす角 θ_s を求めて、ゲートの開度をパラメーターとし、ゲートの開き高に対する放流孔深さ H/d に対して描点したものが図-4,5である。図より、曲率半径はゲートの開度、ならびに噴出孔深さに関係なくほぼ $R_s/d=1.25$ となっている。一方 θ_s はゲートの開度が大きくなると小さくなっている。 θ_s の変化の挙動はゲート上流側面が円弧で、開度が小さいほど傾斜が小さいためと思われる。

図-3に流れの概況を示してあるように、水表面と床面の曲率半径の方向が逆になっていて、断面内で遠心力の方向が逆転している。この場合曲率半径の大きさと方向が連続的に変わる方法として、数学的に最も単純である $R=0$ による接続は物理的に不適である。流線形状が下に凸な曲線から上に凸な曲線に滑めらかに変化していくためには、その間に直線($R=\infty$)をなす流線が必要である。また、直線となる流線(局部)

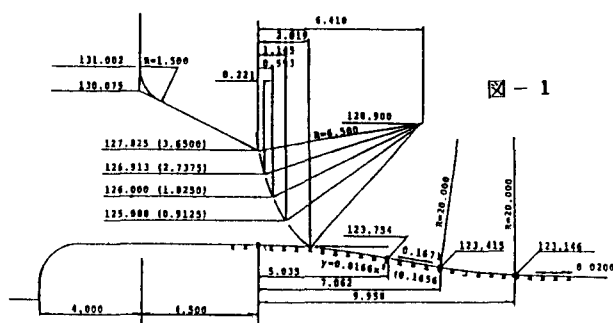


図-1

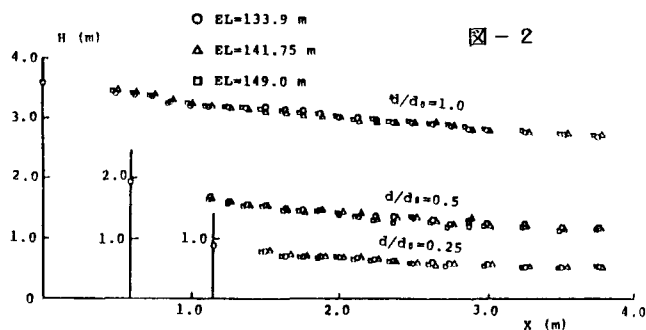


図-2

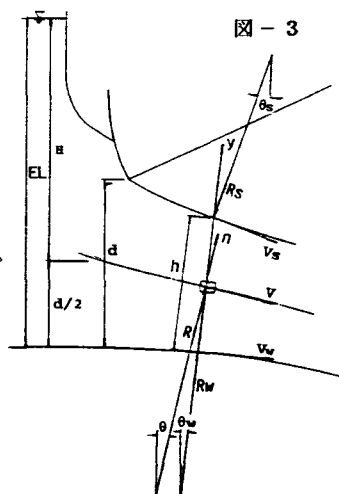


図-3

から流線が湾曲していく度合は、直線となる流線の両側において同じであることが自然であると考えられる。

以上の観点から、曲率半径の符号が逆転する高さ $\eta_* = y_*/h_*$ は水面と床面の曲率半径の逆数に比例した高さ

$$\eta_* = \frac{R_s}{R_s - R_w} \quad (1)$$

と仮定する。

曲率半径 R ならびに流線の接線傾斜角 θ を上述の条件を満足し最も単純な式形として次のように仮定することにする。

$$\left. \begin{aligned} \frac{R}{R_s} &= \left(\frac{1 - \eta_*}{\eta - \eta_*} \right)^\alpha & \text{for } \eta > \eta_* \\ \frac{R}{R_w} &= \left(\frac{\eta_*}{\eta - \eta_*} \right)^\alpha & \text{for } \eta < \eta_* \end{aligned} \right\} (2)$$

$$\frac{\theta - \theta_w}{\theta_s - \theta_w} = \eta \quad (3)$$

式(2)中の指数 α を系統的に変え、図-3、4に示した R_s と θ_s 、ならびに床面の曲率半径 R_w と接線傾斜角 θ_w とを用いて、放流孔断面における流量を算定し、算定流量と実験流量とが一致する α の値を描点したものが図-5である。図はゲートの開度をパラメーターとして描点してあるが、 α は放流孔の相対深さ H/d だけで規定されているものとみられる。

ゲート下流部の任意断面における流線形状も、式(1)～(3)ならびに図-5の α によって与えることが出来るものとして、算定断面の上下流7断面における測定水位を最小2乗法を用いて2次曲線で近似し、水表面の曲率半径 R_s ならびに接線傾斜角 θ_s を求め、これらを用いて流速分布、流量ならびに床面圧力を算定した。

図-6は算定した床面圧力(黒塗描点)と測定した床面圧力(白抜描点)とを比較したものである。算定値は水面測定誤差によるものとみられる散乱があるが、平均的には各実験の測定値とよく一致していて、断面内の流線形状の挙動は流れ方向にはあまり変化していないと判断される。

紙面の都合上削除した流速分布の算定値と測定値との比較は口頭発表の際提示するが、両者の一致はきわめて良好であった。

