

京都大学工学部 正員 岩佐 義朗
 京都大学防災研 正員 中川 博次
 京都大学大学院 宇民 正

われわれは現在までに流量が場所的に変化する流れのうち漸変流の仮定が適用されるものについて一次元解析法を用いて研究してきた。しかし流出がある水路壁あるいは水路底の近く近傍での流れ、または局所的に大きな流出がある流れについては漸変流の仮定が適用できず、流線の曲率を考慮した解析が必要である。このような流れの急変流的性格については一般的に法則がなく、個々の場合に則した解析が必要である。ここでは場所的に流量が変化する流れの急変流的性格を明らかにするために、横断面方向に巾3cmの取水用スリットを1本設計した巾25cm、こう配1/1000の水路における流れについて、その実験的事実を報告し、その問題点を指摘する。

1. 水面形状、比エネルギー分布
 上流側流量18.7 l/sで、水路に水面支配構造物がない場合、水面形状の実測値は図-1のようになり、平行流に対する限界水深の式 $h_c = \sqrt[3]{Q^2/gb}$ を用いるとき、スリットの上流側 $x_c = 33 \text{ cm}$ ($x/h_c \approx 5$) の位置で限界水深を生じて常流より射流へせん移する。スリットの始点における水深 h_i の限界水深に対する比率はこの場合0.75であった。せん移点の位置は理論上からは与えることができない。 h_i/h_c および x_c/h_c の大きさは上流水路のこう配によって変化するが、従来一段落流に関する実験から認められており、H. Rouse は水平水路について $h_i/h_c = 0.715$, $x_c/h_c \approx 4$ を与えている。しかも、流出流量、流出に伴うエネルギー損失あるいは運動量損失についても現在のところ明らかでないで、このような流れの水面形を追跡することは非常に困難である。さらに図-1に限界水深に関する Belanger - Böss の定理を検討するために、流速分布および圧力分布の実測値より算出した

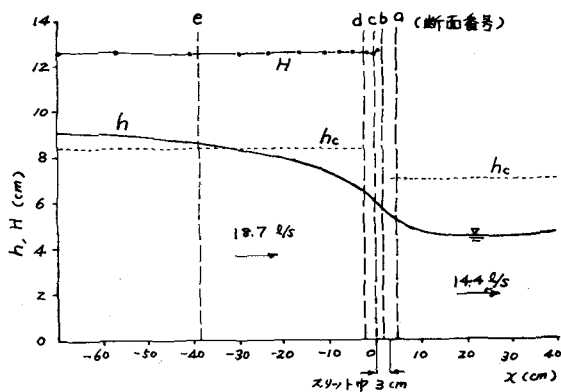


図-1.

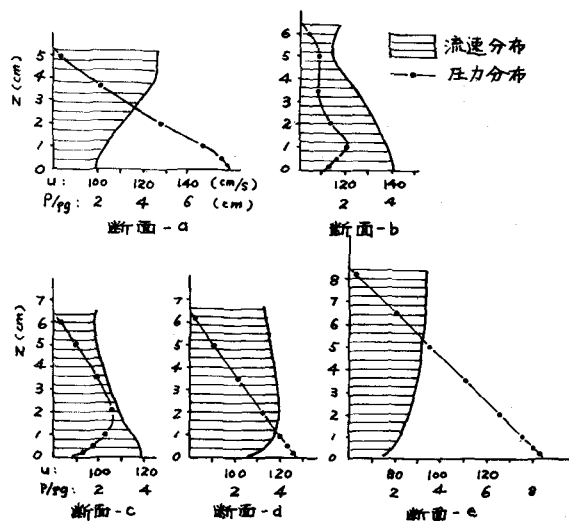


図-2

断面の比エネルギー分布を示す。

2. 流速分布, 圧力分布 流線の曲率の大きな流れではその流速, 流線の曲率および圧力分布などが問題となる。水路中心線上の各点における流速分布および圧力分布の実測値の一部を図2に示す。ただし測定にはピトー管を用い, その方向は水平になおりに設置した。これらの測定値より各位置のエネルギー水頭を計算した結果, それは断面内でかなり変化した。ポテンシャル流として取り扱えば不適である。さらに, 曲率と流速の関係を調べたところ, 鋭利隅の仮定もあてはまらないことが明らかになった。

3. 流線の曲率 流線に沿った座標軸を s とし, その法線方向上向きに n 軸をとる。粘性の影響を無視すると, n 方向の運動方程式はつぎのようである。

$$u_s^2/gR = \cos\theta + (1/g)(\partial p/\partial n)$$

ここで; u_s は流速の絶対値, θ は流線が水平面となす角を, R は曲率半径, p は圧力である。 u_s および p の値として図2で得られたものを用い, $\partial p/\partial n \approx \partial p/\partial z$, $\cos\theta \approx 1$ と近似して各位置の流線の曲率 $1/R$ を求め, 図3の関係を得た。この図からスリットに近傍の断面では水路床に近づくほど曲率が急増し, しかもその値は有限値であることがわかる。また, それより上流の断面で水路床近傍における曲率が負になるところが存在する。したがって各断面の曲率を, 水路床で0とし, 水面で曲率まで線型あるいは Z/h に比例して増大すると仮定した Boussinesq あるいは Fawcett の法は再検討を要する。さらに上流では曲率は全水深にわたってほとんど0に等しくなる。また, おおのこの $Z/h \sim 1/R$ 曲線はその位置が急変する点。そのことが認められ, その点の Z/h の値はスリットに近づく断面ほど大である。

以上, 主としてスリットより上流の流れを実験的に検討したが, 全水路を一貫する理論的解析については講演時に述べる。

参考文献: H. Rouse: Discharge Characteristics of the Free Overfall, Civil Eng. Apr. 1936.

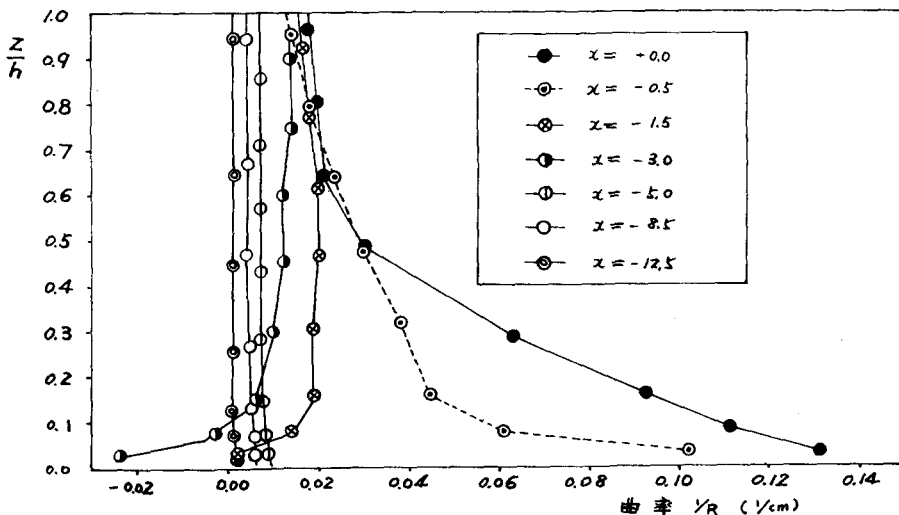


図-3