

水 槽 池 内 の 流 水 の 運 動 に つ い て

建設省土木研究所 正員 田畑茂清

1. は じ め に

噴流の拡散状態が、境界条件によって、種々変化するという事は、多くの研究者によって、明らかにされてある。⁽¹⁾ 以前 著者も 長さ350cm, 高さ110cm, 幅80cmの水平片面ガラス張鋼製水路で 二次元噴流実験をおこない、水槽作用におよぼす境界の影響について検討を加えた。⁽²⁾

その結果、噴流の拡散のしかたは無限噴流のそれにくらべて大きく異なり、その値は 噴流流出口位置、水槽池水深、水槽池長さなどの境界条件によって変化することが明らかになった。そしてその原因は、水槽池内の流水の運動状態が 境界条件に応じて変化することによると考えられた。

そこで 流水の運動モデルを設定して、実験水槽池内の流水の運動とくらべてみたのが 本報告である。

2. 実 験

実験は 長さ350cm, 高さ110cm, 幅80cmの水平片面ガラス張鋼製水路(その上部に高さ50cm, 長さ100cm, 幅75cmの上下左右に移動可能な二次元噴流槽がつけられている)を用いて、噴流々出口位置、噴流々出口幅、水槽池水深を種々変化させ、各々の場合の 境界面に与える動圧力および水槽池内の流水の速度を測定した。

境界面に与える動圧力の測定は 水路床および側壁の中心線上に2cm毎に直径1.0mmの孔をあけ、そこからビニールパイプで連結された直径10mmのマノメーターによって読みとった。

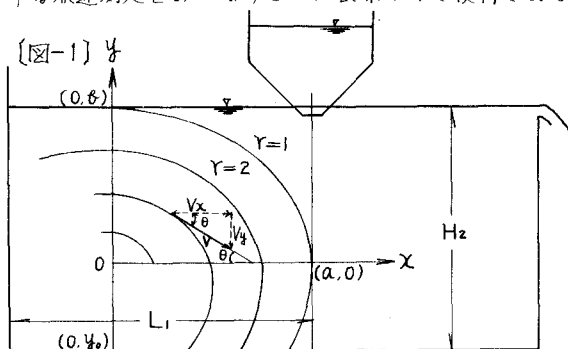
又 水槽池内の流速測定は 流水中にトレーサーとしてスタイロン(比重1.05, 直径0.12〜0.20cm)を混入し、写真撮影することによって 派路線(3)を求め、その長さに 写真縮尺およびシャッタースピードを乗ずることによって その実の流速とした。この方法は 全体的な流水の運動状態を知ることができ、また同断面の任意の点における流速測定をおこなうことが出来るので便利である。

3. 流 水 の 運 動 モ デ ル

今 図-1に示すように、渦中心を原点、水平軸をX軸、垂直軸をY軸とする。そして循環流の運動の型を次の式で仮定する。

$$x^2/a^2 + y^2/b^2 = 1/2 \dots \dots (1)$$

ただし a , b は 原点Oから水面までの距離、及び噴流々出口位置までの距離を示し、 Y はパラメーターである。



(1) 土屋昭彦他 「垂直噴流におよぼす境界の影響」 第20回土木学会年次講演会(1965)

(2) 田畑 三浦 「水槽池における噴流の減勢効果について」 砂防学会講演会(1968)

(3) " 「トレーサー法による噴流の流速測定」 建設省砂防事業調査報告書(1968)

任意の点(x, y)での流速Vの V_x (cm/sec) 【図-2】

x方向成分 V_x および y方向成分 V_y は流線の定義より次のように表わせる。

$$V_x = V \sqrt{1 + \frac{y^4}{x^4} \left(\frac{1}{y^2} - \frac{1}{x^2} \right)} \quad \text{---(2)} \quad \gamma=2 \text{ の場合}$$

$$V_y = V \sqrt{1 + \frac{x^4}{y^4} \left(\frac{1}{y^2} - \frac{1}{x^2} \right)} \quad \text{---(3)}$$

ここで 各槽田での周期は等しく、かつVは等速運動とする。又図-1の(0,0)点の流速 V_0 は、噴流域内の流速と考えられるので、次の式で推定する。

$$V_0/V_0 = 2.20 (\phi/d_0)^{-0.5}$$

ただし V_0 : 噴流速度, d_0 : 噴流々出口幅

以上の仮定を入れて (2), (3) 式を5整理すると、次のようになる。

$$V_x = \frac{V_0 \times 2.20 \times (\phi/d_0)^{-0.5}}{\sqrt{1 + \frac{y^4}{x^4} \left(\frac{1}{y^2} - \frac{1}{x^2} \right)}} \quad \text{---(2')} \quad \gamma=2 \text{ の場合}$$

$$V_y = \frac{V_0 \times 2.20 \times (\phi/d_0)^{-0.5}}{\sqrt{1 + \frac{x^4}{y^4} \left(\frac{1}{y^2} - \frac{1}{x^2} \right)}} \quad \text{---(3')} \quad \gamma=2 \text{ の場合}$$

4. 実験結果

以上のように推定した水槽池内の循環流の流速とを直接比較したものが図-2および図-3である。

又 水路床での V_y がその点の圧力に比例して (3') 式に $y = y_0$ を代入し V_y^2/z_0 を計算した。この計算値と実際にマノメーターによって測定した値とを比較したものが図-4である。

このように 水槽池内の循環流は 四角槽田に近い流線を示していることがわかる。そして境界条件の変化は 循環流の中心とその型を変える働きをしているようである。循環流の中心とその型を示すパラメーター b/a は、図-5に示したように、境界条件の変化を示すパラメーター H_0/L_1 によって変化する。このために 水路床へ与える圧力が変化するのではないかと考えられる。

もちろんそれには、数流理論による検討が必要である。

