

建設省土木研究所 正員 土屋昭彦

〃 〃 馬場洋二

まえがき

河川わん曲部においては、上流の直線流が直進し、高水堤防が洗われる米況が考えられる。そうした懸念のため、わん曲部外岸側の高水敷によって、大まき流速を低水路内に押し込めることも、高水堤防前側の水深を浅くして流速の減少を期待する場合に、高水敷上の流況、流速分布および堤防に作用する流速が許容流速以下であるかどうか検討する必要がある。

1. 複断面わん曲水路の高水敷上の流れの特徴

高水敷上の流れに着目すると、特徴的現象の1つは、水理条件によって、順流（流れが下流向きのみの場合）および逆流が発生する場合、の対称的な流れである。単断面わん曲水路でも外岸側にはく離が生ずることが有り、これを類似の現象であるが、複断面の場合にはさらにそのく離が明瞭なものとなっているようである。以下特徴をケ条書きにしてみる。実験は図-1, 2の水路使用。

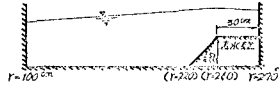


図-1 水路断面図

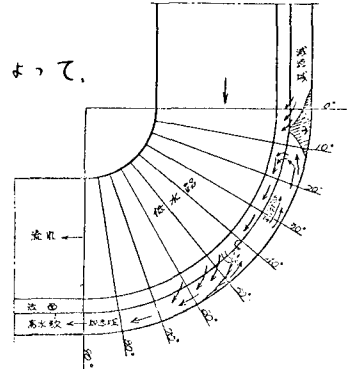


図-2 流況平面図

(I) 順流のみの場合

- (i) 高水敷上の流線はほとんど同じ円である。
- (ii) 低水路流水への流量交換量は非常に小さい。
- (iii) 高水敷上の横断水面こう配はほぼ零で、水位は低水路外岸側水位に等しい。
- (iv) 縦断水面こう配は比較的スムーズである。
- (v) 横断エネルギー水頭 ($H + \alpha V^2/2g$) は、わん曲部を通じてその変化が小さい。図-4.(a),(b)参照。

(II) 逆流の発生する場合

- (i) 高水敷上の2ヶ所に溜み臭が発生し（図-2参照）、逆流の上流端の位置は、上流直線部高水敷の水位および流速水頭の大きさによって変化する。
- (ii) 低水路流水と高水敷流水との間の流量交換量は小さく、2ヶ所に発生する。1ヶ所は上流溜み臭のことで、上流直線部高水敷流水および下流逆流域高水敷流水のそれぞれ全量が、低水路へ落下する。他は下流溜み臭で、低水路から逆流域への補給および溜み臭下流高水敷への補給である。後者はかなり大きく低水路・法面の損傷を考慮せねばならない。
- (iii) 高水敷上の横断水面こう配はほとんどない。
- (iv) 縦断水面こう配は順逆流に対応して複雑である（図-3）
- (v) 横断エネルギー水頭は、図-2のような $r_c/B = 1.87/1.7 = 1.09$ のわん曲部では、90度断面付近で急激な強制渦移行がある。高エネルギー流線が外岸へ移行する。図-5(a),(b)参照。
- (vi) 下流の溜み臭の水位は、わん曲始端のエネルギー・高より大で、これは明らかに低水路の流線が遡上した事を示す。

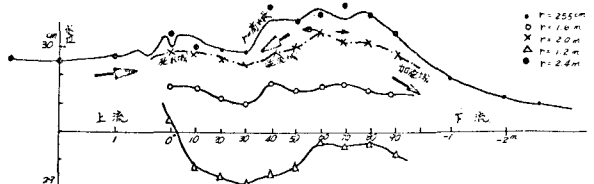


図-3 高水敷上の水位縦断面図

2. 逆流発生の予測

(a)

(b) 図-4 $Q=1575$

Figure 5 is a graph showing the relationship between the angle of attack (α) and the lift coefficient (C_L) for a wing with a chord length of 4.1 cm. The graph is divided into two regions: "低水路" (Low Waterway) for $\alpha = 0^\circ$ to 90° and "高水路" (High Waterway) for $\alpha = 90^\circ$ to 180° . The y-axis represents C_L in cm, ranging from 18 to 28. The x-axis represents the angle α in degrees, ranging from 0 to 180. A solid line labeled "E" represents the experimental data, and a dashed line represents the theoretical data. The graph shows that the lift coefficient increases with the angle of attack, reaching a maximum around 30° and then decreasing. The experimental data (solid line) shows a higher lift coefficient than the theoretical data (dashed line) at high angles of attack.

3. 高水敷上の流速分布 (必要高水敷中)

順流のみの場合には低水路と高水敷との複雑な流量交換がないので、高水敷上の横断流速分布を決定するのは高水敷の等流流速 U_0 、水深 h および低水路の代表流速 U_1 とである。流速の縦断方向の変化を無視すると、この状況を描写する運動方程式は円柱座標の θ 方向の式より

$$0 = qI + \frac{d}{dt} \left[\epsilon \left(\frac{dv}{dt} + \frac{v}{r} \right) \right] - \frac{f}{h} v^2$$

γ は重力加速度, I は縦断水面勾配, r は曲率半径

$\varepsilon(dv/dr + v/r) = \mu(dv/dr + v/r) - \overline{u'v'}$, μ は摩擦係数である。境界条件で与えるべき外岸恒水法線流速は、最悪の場合を考えるならば、ゆん曲終端の強制渦流速度を使うべきだと思われる。上式で $\varepsilon = \varepsilon_0 \mu$

あるいは $\varepsilon = k_2(V_L - V_H)$ とおき、 V_L の項を省略した式は直線部のものと同一であり、既に紹介されている ($k_2 = \text{const.}$)。一方逆流を生じ、高水敷上へ溯上する流れによる高水敷上の流速分布は、もはや上式では表わし得ない。これまでこのような場合の考察と適当な実験手法がでなかったのが今後検討を続けゆく種りである。