

摂南大学工学部	学生員○吉成賢司
摂南大学工学部	正 員 澤井健二
大阪工業大学短期大学部	正 員 上田伸三
枚方市役所道路工務課	今堀 浄

1.はじめに 本研究は、平成7年に枚方水辺公園で行われる国体カヌー競技におけるコース設置のための水流制御について、水理学的観点から検討したものである。カヌースラローム競技は、山間部の溪流において行われるのが通例であるが、大阪府下にはその適地がない。計画地点は、平常時の流速が30cm/sのほぼ湛水域であり、そのままではカヌー競技には適さない。そこで、なんらかの方法で、流れを加速すれば、より興味のあるコースが設定できるものと考えて、本研究を行うことになった次第である。

2.水流制御の考え方 魅力あるカヌーコースを設営するためには、2m/s以上の流速を要し、なんらかの水流調整を必要とすることがわかり、いくつかの手法を列举して比較した結果、総合評価として、水中ポンプ案が選ばれた。軸対称噴流理論によると、ノズルから距離 x だけ隔たった位置における中心付近の面積 A を通過する運動量流束と全運動量流束の比は約 $55A/x^2$ であり、水面付近の噴流をその下半分であるとみなせば、 $\rho v^2 x^2/27$ 程度の全運動量流束 F が必要となる。今、 $x=5\text{m}$ 、 $v=3\text{m/s}$ とすれば、 $F=2047\text{N}$ となり、ポンプの定格揚程を9mとして、必要流量 $Q_0=0.153\text{m}^3/\text{s}$ が得られる。また、 $x=10\text{m}$ 、 $v=2\text{m/s}$ とすれば、 $Q_0=0.272\text{m}^3/\text{s}$ が得られる。このことから、前者では22kW、後者では37kWのポンプが必要となる。そこで、ノズルの面積及び配置を実験水路で予備的に検討をし、さらに現地実験を行うことにした。

3. 予備検討

3-1 (検討方法) 摂南大学水工学実験室内の幅50cmの開水路に、深さ約20cmになるように水を堰止め、360Wの水中ポンプの吐き出し口を水面に対していろいろな角度に固定し、水流を発生させた。また、ホースの先を切り、種々の大きさのノズルをつけて、ノズル先面積と運動量流束との関係を調べた。

3-2 (検討結果及び考察) 吐き出し口を水面下約10cmに置き、上向きに約5度に傾けると、最も水面付近に流れを集中させることができた。また、ノズル先面積と運動量流束との関係は、図-1に示す。これによると、ノズル先面積を約40%に絞り込めば運動量流束が最大となる。ところで、現地実験で用意されるポンプは22kW及び37kWであるが、図-2はそれぞれのポンプの性能曲線から運動量流束を計算したものである。また、図-3はそれぞれのポンプの運動量流束が最大となるノズルで水流を発生させたときの流速分布を噴流理論を用いて求めたものである。これによれば、それぞれのポンプで単独で噴流を発生させたとしても、2m/s近くの流速が長さ10mにわたって続くことになり、現地実験で使用されるポンプとして適していると思われる。

4. 現地実験

4-1 (実験概要) 以上のような検討に基づいて、平成7年9月27日から29日の3日間枚方水辺公園アクアシアター前の淀川木川部において、水流調整の現地実験を行った。実験に用いたポンプは22kWと37kWのものを1基ずつで、図-4に示すようなノズルをつけてほぼ鉛直に設置した。障害物としては、縦横約1m、高さ2.2mの鉄アングル枠の3側面にコンパネを貼り、底部に1m角のコンク

リートブロックを入れたものを10基、水底に沈めた。そのときのポンプと障害物の配置は流況やカヌー選手の漕航状況を見ながら、安全上無理のない範囲で、できるだけ難コースを設置するという観点から、いくつかの組合せを実施した。なお、計測項目は主として流速分布であり、三次元電磁流速計を用いて、図-5に示す6本の測線において、横断方向には50cmピッチで、水面下10cm、30cm、50cmの深さでの流速を計測した。

4-2(実験結果及び考察) 図-5は、電磁流速計で計測した流速の水平成分をベクトル表示したものである。この図から、ポンプの近傍では、4m/sにも及ぶ流速が出ており、水平方向にも鉛直方向にも急速に減速するが、2m/sを超える帯が水面下10cmで水平幅約2m、長さ10m以上にわたって確認された。また、実際にカヌー選手に漕航してもらったところ、噴流の方向角をコースに対してあまり大きくすると、カヌーが障害物の壁に押し付けられて動けなくなったり転覆したりする危険があること、また転覆しても起き上がり易くするには、コースの幅をカヌーの長さ約4mよりも大きくする必要のあることとわかった。

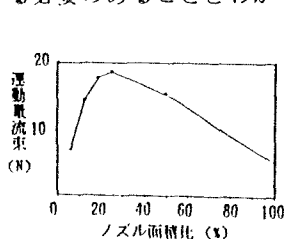


図-1 面積比と運動量流束(実験)

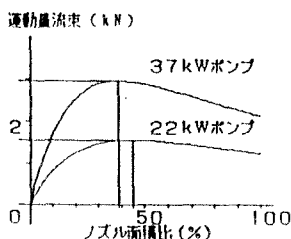


図-2 面積比と運動量流束(計算)

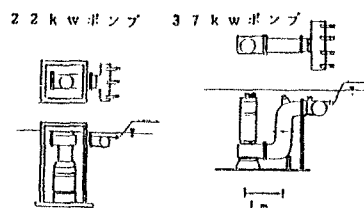


図-4 水中ポンプ

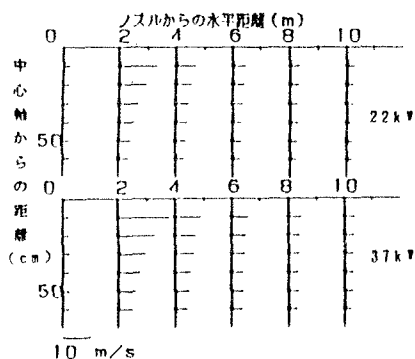


図-3 噴流理論による流速分布

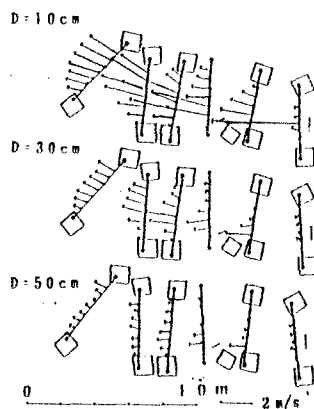


図-5 流速分布(D:水面からの深さ)

5. 結論 以上のことから、湛水域において水中ポンプを用いることにより、かなりの激流らしさを演出することが可能である。また予備実験と現地実験により、ノズルを水面から約10cmの位置に設置し、水平に対して約5度上向きにし、先端の面積を約40%に絞り込んだとき流れを最も水面付近に集中させることができ、カヌーコースに適した流れを作りだせることがわかった。さらに、障害物として擬岩を置き、その擬岩によって流れを分岐させたり、コンプレッサーによって空気を混入させたりして、溪流らしい景観を演出すれば、非常に興味深い多様なコース作りができるものと思われる。

参考資料 枚方市国体準備室：第52回国民体育大会カヌー競技会場整備予備設計報告書、平成7年3月。