

越流不透水制における水刼ね効果

大同工業大学大学院 学生員 ○ 大嶺 大生
大同工業大学大学院 学生員 山下 敦
大同工業大学 正会員 久保田 稔

1. はじめに 不透水制の働きとしては、護岸効果として水刼ね効果を挙げる
ことができるが、「水刼ね効果」そのものを水理量と結びつけた研究は少ないよう
である。そこで、水制模型を用いて水制越流条件で固定床実験を行い、水制間隔や水深
の違いによる水刼ね角度の相違について検討を加えている。

2. 実験条件 実験に用いた水路は、長さ25m、幅50cm、高さ50cmで勾配
1/500に設定したコンピューター制御の可変勾配式実験水路である。実験に使用
した水制模型は、高さ5cm、幅5cm、長さ15cmの亚克力角材である。表1は実
験条件であり、実験番号は水制間隔で大きく分類した後、水深と流量とで細分してい
る。流速については、2成分電磁流速計を用い、流れ方向と水路幅方向の流速を路床
上3cmと水面下2cmの2断面を測定した。

3. 実験結果と考察 図1は、水面下2cmの深さでの水制幅中央測線の水路幅方向
での流速である。同図より、水制間隔によって最大流速が異なるものの、水制先端付
近では対岸より極めて流速が遅くなっており、水制による護岸効果が現れていると推
測できる。図2は、水面下2cmの深さでの水刼ね効果を示す水
刼ね角度 θ_0 の定義図である。流れ方向の流速 u 、水制設置側壁
から対岸へ向かう流速 v とがなす角度を正の角度 θ_0 としている。
図3は、水路幅方向における水制幅中央測線(流れ方向無次元水
制間距離 $x_* = x/L = 0$)上と水制間中央測線($x_* = 0.5$)上での水刼ね
角度である。同図中では、 $x_* = 0$ と0.5の図が縦軸をずらして
ある。同図より、 $x_* = 0.5$ の場
合、水制設置側壁付近では水刼ね
角度が大きく、水制先端部さらに
対岸へ近づくにつれて角度は緩く
なっている。また $x_* = 0$ の場合
にも、水制間隔が極めて狭い $L =$

表1 実験条件

RUN	水制間隔 (cm)	水深 (cm)	流量 (L/s)
1-10-25	67.5	10.33	25
1-20-25		19.33	25
2-10-7		10.55	7
2-10-10		9.87	10
2-10-12		9.95	12
2-10-17		10.03	17
2-10-22		10.38	22
2-15-10	45	15.20	10
2-15-15		15.25	15
2-15-20		15.05	20
2-15-22		15.27	22
2-15-25		15.30	25
2-15-27		14.80	27
2-15-30		14.87	30
2-15-32		15.12	32
2-15-35		16.00	35
2-20-22		20.60	22
3-10-22	22.5	10.22	22
3-15-22		15.53	22
3-20-22		20.02	22

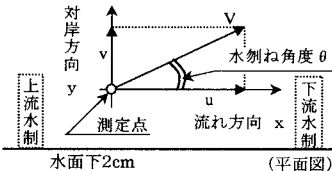


図2 水刼ね角度 θ_0 の定義図

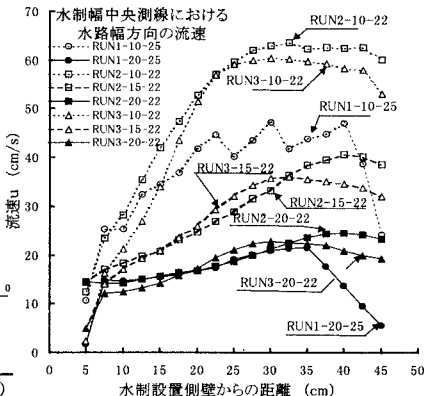


図1 水路幅方向での流速 u

22.5 cm の場合を除き、角度 θ_0 の傾向は $x_* = 0.5$ の場合と
同様である。同図の水刼ね角度の水路幅方向への変化の傾向は水
制間内の各位置で常に現れており、以降に用いる「水刼ね角度
 θ_1 」としては、水制先端部と先端部前・後2.5cm離れた流れ方
向の3測線による各位
置での3個の平均値と
する。図4は、上記で
述べた平均値 θ_1 を水
制間で平均した平均水
刼ね角度 θ_{ave} と断面
平均流速である。現時
点では、この平均水刼ね

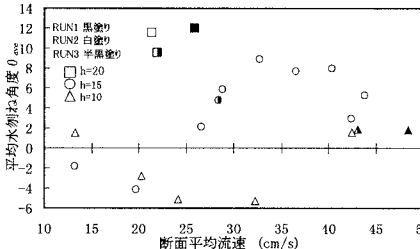


図4 断面平均流速変化の平均角度 θ_{ave}

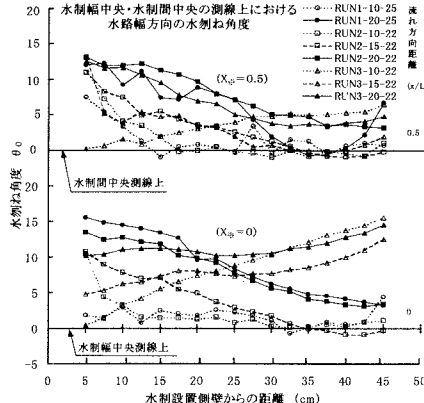


図3 水路幅方向の水刼ね角度 θ_0

角度 θ_{ave} がどのような水理量と関わっているか検討段階であるが、同図より平均水刎ね角度 θ_{ave} は一定値ではなく大いに水理量と関係していると考えられる。

図5は、平均水刎ね角度 θ_{ave} と流れ方向の各位置での水刎ね角度 θ_1 との角度差 ($\theta_1 - \theta_{ave}$) と無次元水制間距離 (x/L) である。同図より、水制間隔が長い RUN1 と2の水深が20cm (□印) の場合、 $0 < x_* < 0.6$ の領域で角度差が負であり、この角度差の値は水深が浅くなるにつれ小さくなり、水深10cm (●印) の場合には $0 < x_* < 0.3$ の領域で正の値も現れているが、平均的には、 $x_* \approx 0.6$ で角度差が負から正へ変化している。角度差の値は、RUN2 で極めて良く現れている様に、水制間隔および水深の増加とともに大きくなる。一方、水制間隔がもっとも小さい RUN3 では、角度差が負から正に変わる位置はほぼ0.6ではあるが、水深による変化は上記 RUN1・2 と全く異なっている。

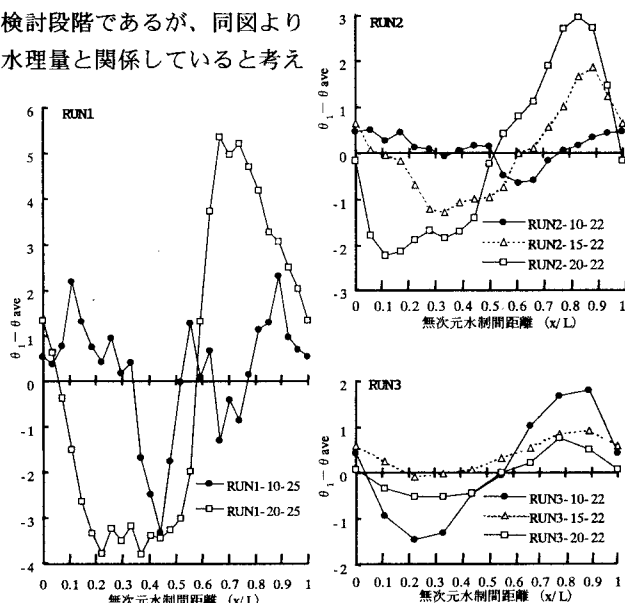


図5 無次元水制間での角度差 ($\theta_1 - \theta_{ave}$)

すなわち、水制間隔の違いによって水制間内に発生する渦が全く異なっていることを示唆している。図6は、RUN2 ($L=45\text{cm}$) による水深一定で流量が変化した場合の角度差変化である。同図a (水深 $h=10\text{cm}$) では、角度差の値が小さいものの、流量つまり流速の増加と共に角度差の値が小さくなる傾向が現れており、この傾向は同図b (水深 $h=15\text{cm}$) の場合にも現れている。すなわち、水刎ね角度 θ_1 は $x_* \approx 0.6$ の位置で若干増減するものの、流速が大きくなると、すなわち、平均的には流速が大きくなると水制間での水刎ね角度 θ_1 は一定の値となるようである。

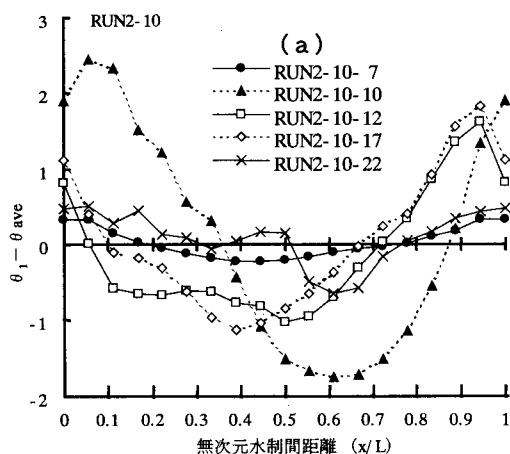
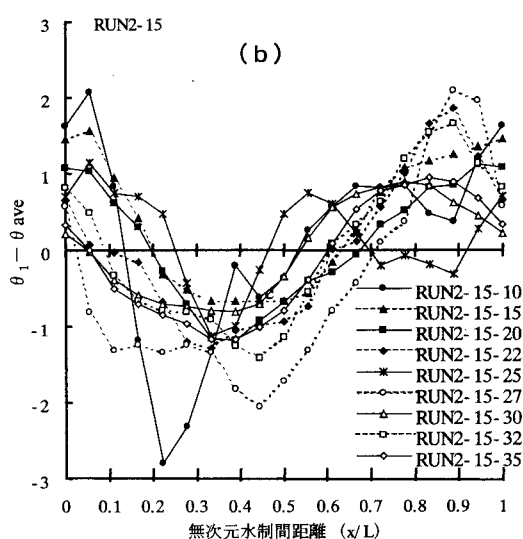


図6 RUN2 ($L=45\text{cm}$)・水深一定・流量変化での角度差 ($\theta_1 - \theta_{ave}$)



4. 結論 水刎ね角度の平均値からの角度差 ($\theta_1 - \theta_{ave}$) の値そのものは小さいが、水制間無次元距離 $x_* \approx 0.6$ の位置で負から正に変化する。また、断面平均流速が大きくなるに従い、水制間での水刎ね角度 θ_1 はほぼ一定の値となる様である。なお、今後の課題として、平均水刎ね角度 θ_{ave} と水理量との関係について検討を加える必要がある。