

不透過水制に関する実験的研究

京都大学防災研究所 正員 今本博建
建設省関東地建 正員 O池野秀嗣

水制の水理機能を解明するには、水制を有する流水の巨視的な抵抗特性のほか、水制周辺に形成される剥離域の特性、速度場の特性などの流水の内部構造について究明しなければならない。本報告は、固定床の上に多数個の越流型不透過水制が設置された場合を対象とし、幅40cm、路床勾配1/500の直線水路に長さ4cm、一辺1.6cmの真鍮角材を組み合わせた水制モデルを用いて若干の実験的検討を加えたものである。

1. 水制を有する流水の巨視的抵抗特性

図-1は、高さ h および幅 b がいずれも1.6cmの水制の水制間隔 s と水深 H との関係を、流量 Q を10.24 l/secの一定に保ち、種々の水制長 l について示したものであるが、 l と水路の半幅 B (=20cm)との比

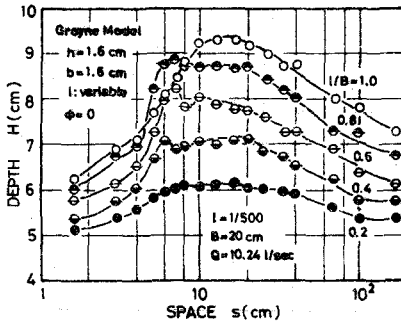


図-1 水制間隔と水深との関係 (水制長さ変化)

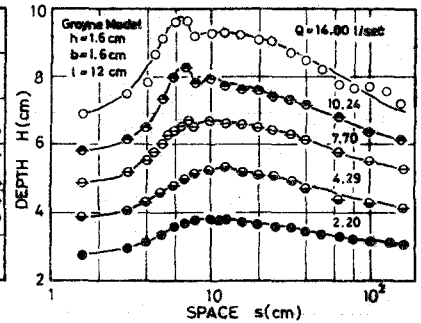


図-2 水制間隔と水深との関係 (流量変化)

が1の全幅水制についての H と s との関係は1個の極大値により特性づけられるのに対し、 l/B が1より小さな一般の水制の場合、 l/B が十分小さくないかぎり2個の極大値によって特性づけられることが知られる。一方、 $l/B=0.6$ のものについて Q を変化させた場合、図-2にみられるように、 Q が小さな場合の極大値は1個であるが、 Q が大きくなるにしたがって2個の極大値が認められるようになる。

以上より明らかのように、 H と s との関係における2種の極大値のうち、一方の極大値は l および Q の大きさにより必ずしも現われるとは限らないのに対し、他方はこれらに関係なく常に現われることが知られ、前者をサブピーク、後者をメインピークということにする。

2. 水制周辺における剥離域および速度場の特性

図-1に示された種々の水制長のうち、 $l/B=0.6$ におけるものの流況を過マンガン酸カリウム

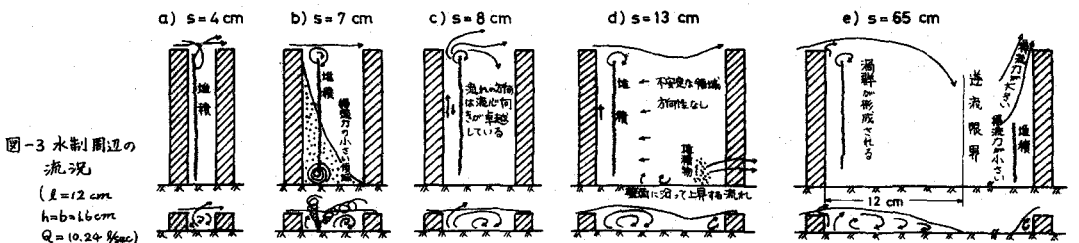


図-3 水制周辺の流況
($l=12$ cm, $h=b=1.6$ cm, $Q=10.24$ l/sec)

をトレーサーとして可視化観測した結果を図-3に示す。この図より知れるように、 s が小さいa)~c)においては、剝離域内の流れは渦をまき、それが間欠的に離脱するのに対し、 s の大きいd)およびe)においては、剝離域内には水制前面および背面の影響によって2種の渦が生じる。とくにメインピークの生じる間隔に対応するd)では、不完全干渉流から孤立粗度流への遷移状態にあり剝離域がもっとも発達している。

図-3に示されたと同じ水理条件のもとでホットフィルム流速計による速度計測を行なったが、水制設置断面における乱れ速度の計測結果を示すと図-4のようである。これより知れるように、a)では乱れ速度が小さく、 s が大きくなると、いずれでの s においても水制先端付近に乱れ速度の大きな領域が形成される傾向が認められるが、乱れ速度を全断面で平均してみると、サブピークにあたるb)がもっとも大きく、 s が大きくなるにしたがって徐々に小さくなっていく。また、乱れ速度のスペクトルにKolmogorovの相似則を適用して定められるエネルギー-遷散率 ϵ と水制間隔との関係を示した図-5によると、サブピークの発生する s において ϵ がもっとも大きくなることが知られる。

以上より、水制を有する流水の巨視的抵抗について検討すると、その特性は図-6のように説明されるものと考えられる。すなわち、抵抗を支配する要素には主流と剝離域とのせん断抵抗および乱れによるエネルギー-遷散の2種があり、それぞれを総合したのが全抵抗となつて、水制を有する流水の抵抗が定められ、メインピークの発生要因として、従来よりすでに指摘されているように主流と剝離域との間のせん断抵抗が挙げられるのに対し、サブピークについては、乱れによるエネルギー-遷散が挙げられる。

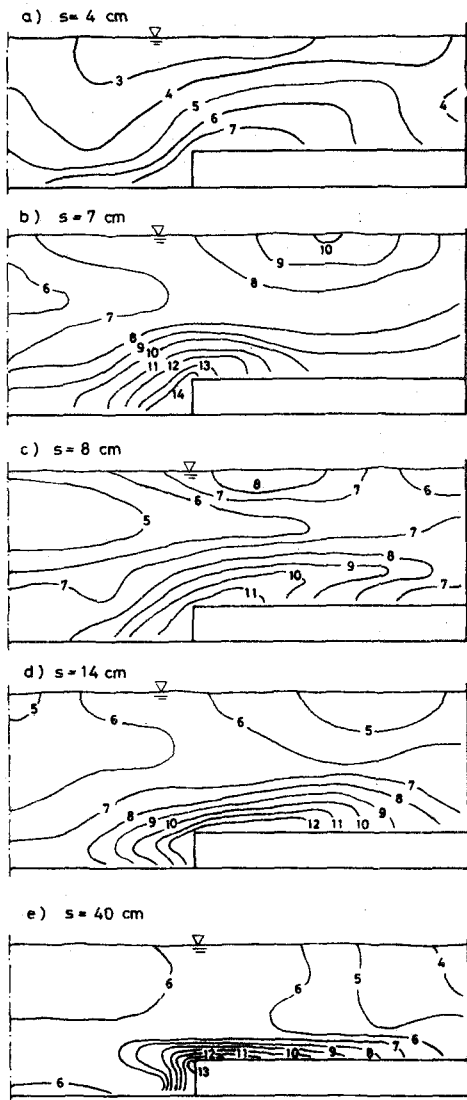


図-4 鉛直横断面内の等乱れ速度線

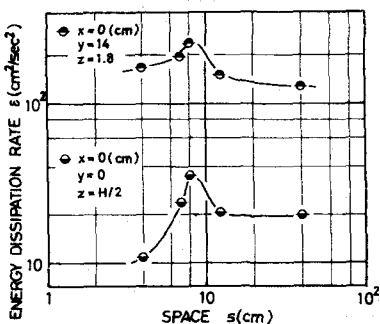


図-5 水制間隔とエネルギー-遷散率との関係

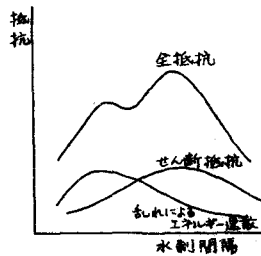


図-6 水制を有する流水の抵抗特性の概念図