

II-234

断面急縮部における非定常時のせん断力分布について

群馬県庁 正員 山口 順
 群馬大学 正員 小葉竹 重機
 群馬県庁 真庭 宣幸

1. まえがき : 断面急縮部における定常時のせん断力分布については、我国においては吉川ら¹⁾によって検討がなされているが、非定常時についてはまだ検討がなされていない。本報告は、同じ波形の非定常流をくりかえし発生することができる装置を用いて、断面急縮部における非定常時の流速とせん断力の分布について検討を加えたものである。

2. 実験装置および実験方法 : 実験装置は本講演集中の別報に示すものを用いた。この水路に図-1に示すように1/2の急縮部を設け、まず定常流に対して流速分布の計測を行い、次にピーク時の流量がこの定常流の流量と一致する様な非定常流を繰り返し発生させ、点計測の重ねあわせで非定常流の流速分布を計測した。流速測定はピット管を用い、これに差圧トランスデューサーを接続して記録した。なお、図-1に示す様に断面急縮部を0cmとし、上流側にマイナス、下流側にプラスの記号をつけることにする

3. せん断力の算定方法 : せん断力の算定は次の3つの方法によった。1) プレストン管による方法、2) 対数則流速分布を用いる方法、3) カルマンの運動量方程式を用いる方法。ここで、3)の方法は吉川らが示した方法で、次式のカルマンの運動量方程式とブラジウスの抵抗則において、外部

$$\frac{7}{72} U^2 \frac{\partial \delta}{\partial x} + \frac{23}{72} \delta U \frac{\partial U}{\partial x} = \frac{\tau_0}{\rho}, \quad \frac{\tau_0}{\rho} = 0.0225 U^2 \left(\frac{U \delta}{\nu} \right)^{-1/4}$$

流速Uをポテンシャル解析により与えて、境界層厚δを逐次計算し、せん断力τを求める方法である。

4. 実験結果 : <定常時> 図-2は-5cm断面と0cm断面の定常時の流速分布を左岸側半断面について示したものである。0cm断面では最大流速は側壁側に現れ、またセンターでの最大流速は水面下に現れることがわかる。-5cm断面でもこの影響を受けて、センターでの最大流速は水面下に現れている。-10cm断面より上流、+20cm断面より下流では、最大流速が水面に現れる通常の分布となっている。図-3はプレストン法による定常時の底面せん断力分布の計測結果である。最大せん断力は急縮後のセンター上に現れること、急縮直後の側壁側では死水域の形成のためにせん断力は小さくなるのが分かる。図-4は3)のカルマンの運動量方程式による計算結果とプレストン法による計測結果とを比較したものである。水路のセンター付近に沿っての分布は良く一致しているが、急縮後の側壁付近では両者は異なっている。これは実際

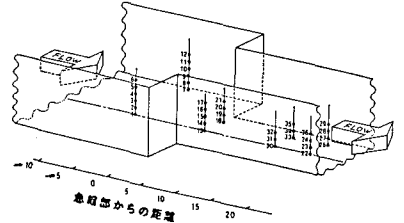


図-1 急縮部見取図

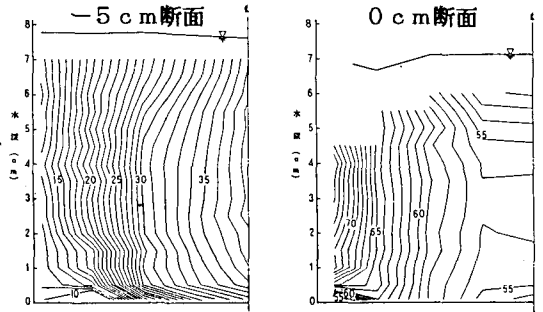


図-2 定常時の流速分布

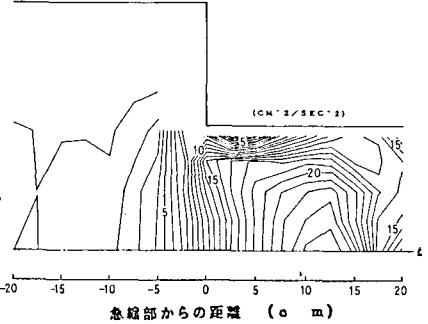


図-3 定常時のせん断力分布

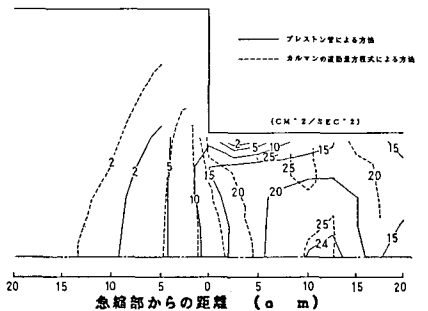


図-4 1)と3)の方法の比較

には死水域近傍では流速が小さいにもかかわらず、3)の方法では外部流速 U を求める際にポテンシャル流れを仮定するために、流速が過大に評価されるためである。図-5、図-6はそれぞれ、-20cm断面、0cm断面のセンターにおける水深方向の流速分布に対数則をあてはめた結果である。-20cm断面では水路底近傍では対数則が成立しているが、0cm断面では水路底近傍でも対数則は成立しないことが分かる。図中の直線は水路底から1.5mmと5mmの位置の2点から定めた u_* を用いた場合のものである。図-6

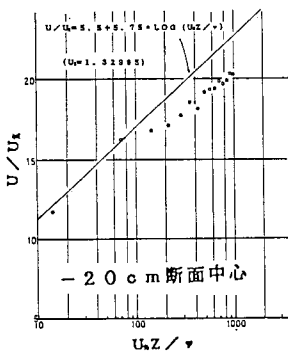


図-5 対数則のあてはめ

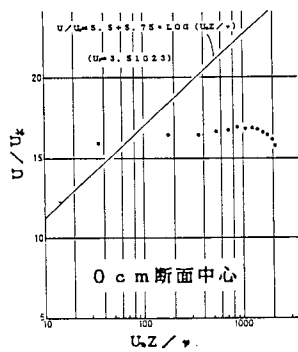


図-6 対数則のあてはめ

6のように水深方向の流速分布が直線に近い分布となるのは、-5cmから+15cmの区間が顕著である。図-7は水路のセンターに沿ってのせん断力の変化を、前述の1)、2)3)の方法別に示したものである。少なくともセンターに沿っては、3つの方法はいずれも極めて近い値となることが分かる。ただし2)の方法では前述のように底から1.5mmと5mmの2点の値から u_* を定めている。

＜非定常時＞ 図-8は+15cm断面のセンターにおける水深方向の流速分布を、流量の定常時、増加時、ピーク時、減少時について示したものである。水面と水路底とで流速がピークになる時刻が異なるという興味ある事実が分かる。これは側壁に近づくにしたがって、さらに顕著に現れる。図-9は定常流と非定常流のピーク時の底面せん断力の分布の比較である。どちらもプレストン法による計測であり、定常時のものは図-3のものと同じである。流量は $4361 \text{ cm}^3/\text{s}$ 、 $4094 \text{ cm}^3/\text{s}$ と若干ピーク時のものが小さい。図から、全体の分布の形状は両者ともほぼ同じであることが分かる。これをとくにセンターに沿っての変化で比較したものが図-10である。図中 Δ 印は対数則流速分布から求めたものである。実験を1ケースしか行っていないために、はっきりとしたことは言えないが、ピーク時の流量が若干小さいことを考慮して、非定常時のせん断力は同じ流量の定常時に比べて、急縮後では同じか若干大きめ、急縮前では大きくなること分かった。

5. あとがき : 今後さらに実験ケースを増して検討を行うとともに、非定常時の流速分布の特性などについても考察を加えたい。

＜参考文献＞ 1) 吉川、福井、橋本、三隅：狭窄部を有する水路の流れについて、第28回水理講演会論文集、1984年2月

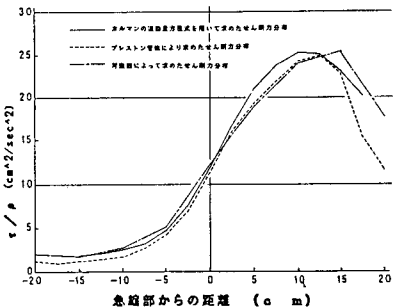


図-7 センターに沿ってのせん断力分布の比較(3方法)

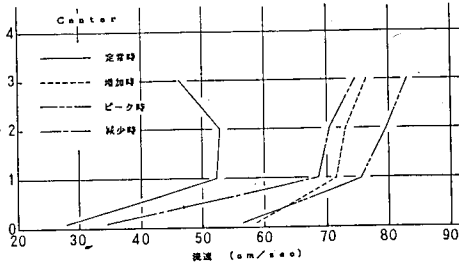


図-8 流量変化に伴う流速分布の変化

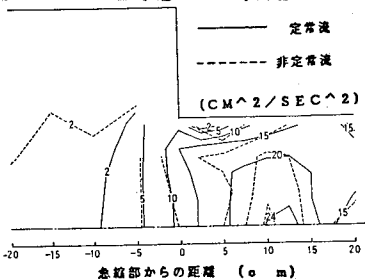


図-9 定常時と非定常時のせん断力分布の比較

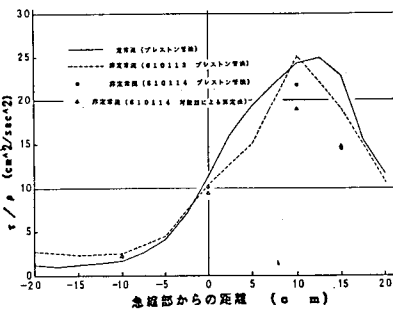


図-10 センターに沿っての定常時と非定常時の比較