

壁面噴流の三次元的流況について

○宇部興産 高橋修三 大豊建設 三戸 稔
奥村組 須田宗宏 山口大学 斎藤 隆

著者らは、従来の実験結果の検討ならびに若干の実験から、三次元壁面噴流流れの横断方向流速分布は、アスペクト比 (B/B_0)、水深水路幅比 (H/B)、流下距離 (X/B_0) によって複雑に変化することを報告している。本研究は、これらの境界条件を系統的に変えた実験を行ない、横断方向の平均流速分布の挙動について得られた結果を報告するものである。

図-2は水路中央断面における最大流速点高さ ($y = \delta$) ならびに半値流速点高さ ($y = \delta/2$) での横断方向流速分布の流下方向への変化をみたものである。従来流下方向への基準長として噴出孔厚さ B_0 を用いていたが、図から明らかなように、同じ X/B_0 であっても横断方向流速分布形状が異なっている。図のように、水路幅 B を流下距離の基準長として表わすと、横断方向平均流速分布の挙動は系統的に表示することができる。図より、最大流速点高さの横断方向分布の変化に比べ、 $1/2$ 最大流速点高さの横断方向分布の変化の方が先行していて、 $1/2$ 最大流速点高さにおける横断方向流速分布と同一の分布をなす最大流速点高さの横断方向流速分布は、ほぼ前者の流下距離の2倍の位置になっている。また、同じ横断方向流速分布をなしていても、横断面における最大流速付近の流速変化は最大流速点高さにおけるものの方が急峻となっている。なお、流下距離 X/B がほぼ3程度で、 $1/2$ 最大流速点高さでの横断方向流速分布は

図-1 噴出孔横断方向流速分布

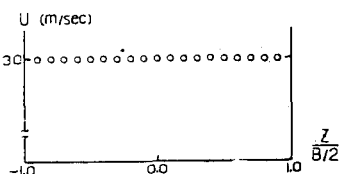
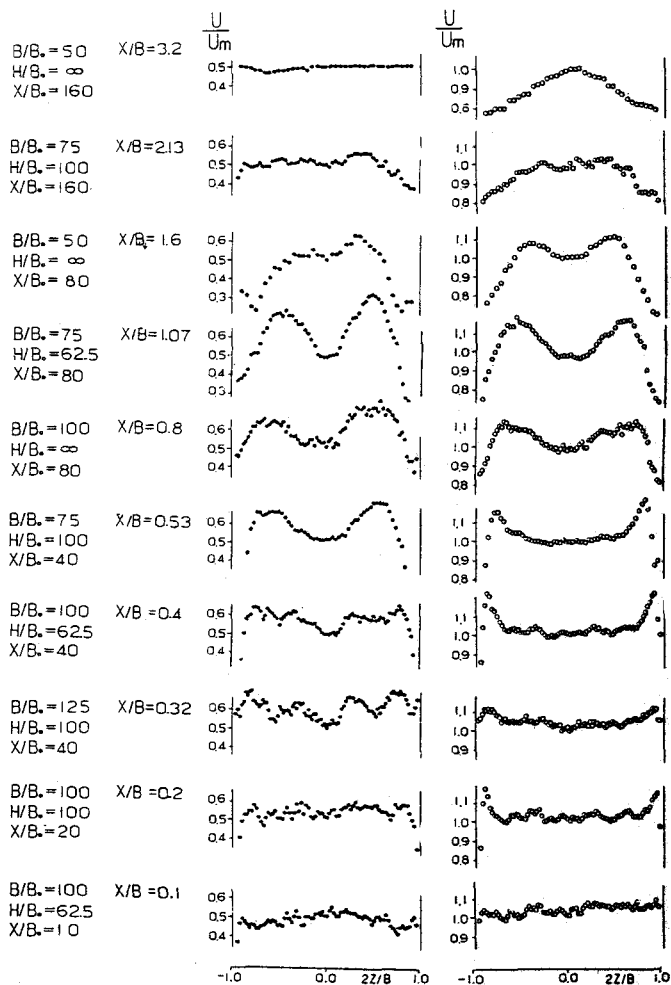


図-2 横断方向流速分布の流下方向への変化



再び横断方向にほぼ様な分布となっている。図には示してはいないが、ほぼ様な横断分布となる流下距離は $X/B = 3$ 程度である。図中に示してあるアスペクト比、水路水深幅比を比べて明らかなように、横断方向流速分布の流下方向への変化していく挙動に対して、これらの条件はあまり大きな影響を与えていない。

図-3は図-2に示した横断面内最大流速点位置の流下方向への変化する様子を描点したものである。この最大流速点は側壁から水路中央部へほぼ一定角度で移動し、最大流速高さと1/2 最大流速高さにおけるこの角度はほぼ1:2となっている。両高さにおける平均流速は1:2となっていることから、噴出孔直下流における何らかの要因が平均流れに乗って横断方向の流速分布を歪ませていると考えることができる。

図-4は、図-2の流速を無次元化するのに用いた水路中央鉛直断面内最大流速 U_m に対する横断面内最大流速の大きさを流下距離をパラメーターとし、水深水路幅比に対して描点したものである。図より、水深水路幅比 H/B が2以下で、また流下距離 X/B が1~1.6程度で歪が大きくなっている。換言すると、水路幅に対して水深が小さく、流下距離が水路幅の1~1.5倍程度のところで、横断方向流速分布の歪の度合いが大きい。

この結果は、従来の $H=\infty$ である空気流による実験においては横断方向の流速分布の歪は小さいが、水平噴流による洗掘実験などにおいては、水深水路幅によって実験結果を再検討する必要があると考えられる。

本研究において、空気流実験ではスモークワイヤー法で、水流実験では水素気泡法ならびに粒子による流れの可視化をも行なっている。流れの可視化の結果ならびに以上の平均流れ場の挙動から、図-5に示すような横断方向流速分布に歪を起さずモデルを考えてみた。すなわち、図-2の $X/B=0.1$ における横断方向流速分布の変化を周波数解析した結果、約5cm程度の波長のものが卓越していて、この程度の鉛直軸を持つ渦が発生していて、この鉛直渦が平均流れに乗り、合体、変形して水路中央部における流れの陥没を起こすものと考えれば、最大流速点高さと1/2 最大流速点高さにおける横断方向流速分布における最大流速点近くの変化をも説明することができる。

図-3 横断面内最大流速点位置

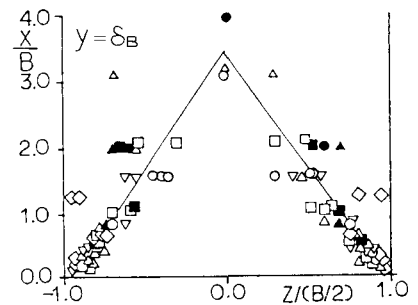
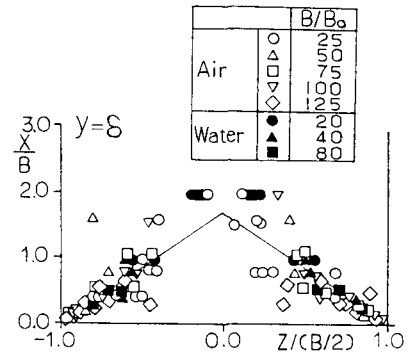


図-4 横断方向流速分布の歪度合

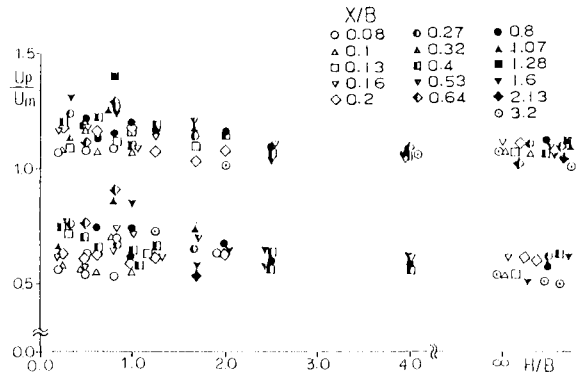


図-5 横断方向流速分布の歪モデル

