

鉛直衝突流に関する実験結果

○ 山口大学大学院 学生員 丸毛 裕治
山口大学工学部 正員 斉藤 隆
西日本工業大学 正員 赤司 信義

昨年、鉛直落下水による水平壁面上の流れについて実験を行ない、もぐり鉛直噴流による壁面噴流流れと著しく流況が異なることを報告したが、流況の変化に寄与する大きな要素として空気混入並びに水表面に形成されるローラーが考えられる。本文は、水表面に形成されるローラーの流況に及ぼす影響を知るため、水深を変え、もぐり噴流の状態で平均流速分布、水面形状、床面圧力分布を測定し、水深の充分深い場合並びに空気が混入された場合のそれらと比較検討したものである。

実験に用いた水槽は、巾が30cm、長さ3mの面有織ガラス張りのもので、水槽中央に噴出孔厚さ $B_0=2$ cmの噴流発生装置が設置され、床面は噴出孔より $h=5.0$ cm下方に水平に設置し、水深を保つためその両端に高さ $H=5, 10, 20$ cmの全中セキが取付けられている。実験は各セキ高に対し、噴出流速 $U_0=100, 200, 300$ cm/sの3通りに変え、床面に沿う平均流速を $\phi 1.3$ mmのピット管で、床面に埋設した圧力端子で圧力分布を測定し、水面形状は側面より写真撮影して読み取った。

図-1(a)は測定した流速分布を断面内最大流速 U_m と床面より $1/2$ 最大流速点までの流れ巾(δ_B ;境界層厚、床面より最大流速点までの厚さ、 δ_0 ;最大流速点より $1/2$ 最大流速点までの流れ巾)で規格化したものを描点したものである。図中の実線は水深が充分深い場合の平均値である。加速流域(最大流速が大きくなる)ものとして $B_0=20$ の測定を除くと両者はほぼ一致している。又、図の場合はセキ高が5cmと水深が浅くなると $B/B_0 > 15$ で最大流速点の位置が相対的に高くなっている。

図-1(b)は昨年行なった空気が混入する場合と水深が充分深い場合の流速分布とを比較したもので、流速分布が著しく異なっている。

両図より、空気混入がなければ、衝突点よりほぼ水深の2倍程度の距離までもぐり衝突噴流による壁面噴流と同じ流速分布形である。

図-2は最大流速の変化を描点したも

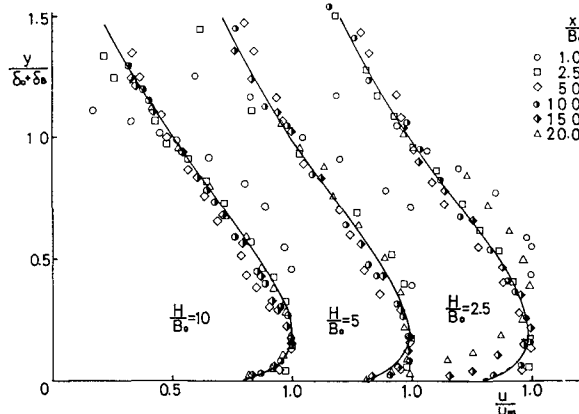


図-1(a) 流速分布

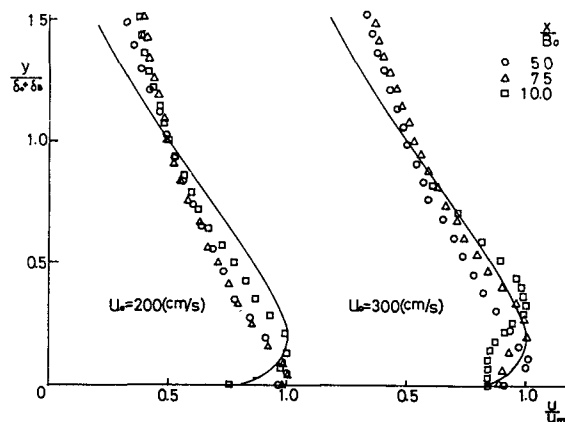


図-1(b) 流速分布(空気混入)

ので、図中の実線は水深が充分深いもぐり噴流による壁面噴流の場合の平均曲線で、空気が混入した場合をも描点してある。また、図-3は最大流速点の位置を描点したものである。図-2、3より、境界層厚さが急激に増大する位置と最大流速の低減が水深が充分深い場合よりはずれ、流下距離の約15乗に逆比例して低減しはじめる位置と一致している。図-2に描点してある空気が混入する場合は、水表面に形成されるローラーの影響に加えて、混入空気の上昇に伴う上昇流の影響を受けるので最大流速はかなり小さい値となる。又、噴出流速が大きくなると、連行する空気量が数増するので最大流速の低減は明確ではなくなっている。

図-4は、3～9枚の写真から読取った平均水面形を描点したものである。実験を行なった範囲の噴出流速では、図-2の最大流速の低減と同様に、水深が異なると水深の低下量並びに水面の低下範囲は大きく違っている。紙面の都合上割愛したが、もぐり鉛直噴流による壁面噴流の流れの拡散(δの変化)は水深によってほとんど変わらないので、水深が浅くなると水表面に形成されるローラーの大きさは小さくなり、水面低下の範囲は狭くなるが、ローラーは強度を増し、水面の低下量は大きくなる。尚、空気が混入した場合の実験は混入空気、これを平均化すると、水面はほぼ水平となっている。

図-5は、床面に埋設した静圧端子で測定した圧力を噴出流速水頭で以って規格して描点したものである。空気が混入していない場合、噴出孔より床面までの距離が同じであるので、衝突点での圧力値並びに分布は噴出流速には影響されない。これに対し、空気が混入している場合は、実験条件が異なるので直接比較することは出来ないが、衝突点の圧力は小さく、分布の範囲が広がっている。又、噴出流速が大きくなると、圧力の上昇範囲はあまり変らないが、衝突点における規格化した圧力は小さくなっている。この原因は、噴出流速が大きくなると、落水水が水面突入後に、より多くの空気を連行し、気泡の浮力によって流速が減速されるためであると考えられる。

今後、混入空気量の測定はきわめて困難であるので、混入空気量を制御した系統的な実験を行ない、落水水の池内突入後の流れ特性について検討を行なう準備をしている。

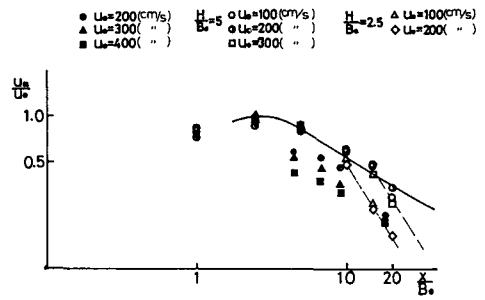


図-2 最大流速の低減

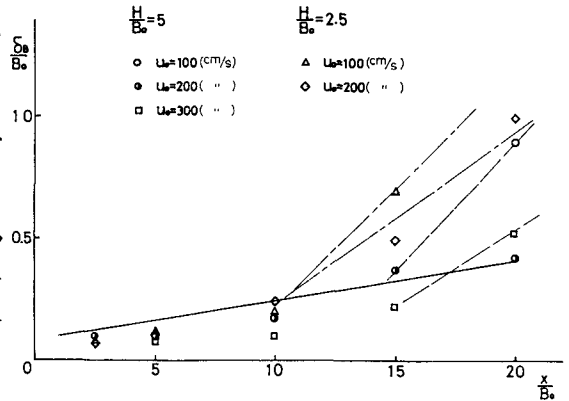


図-3 境界層の変化

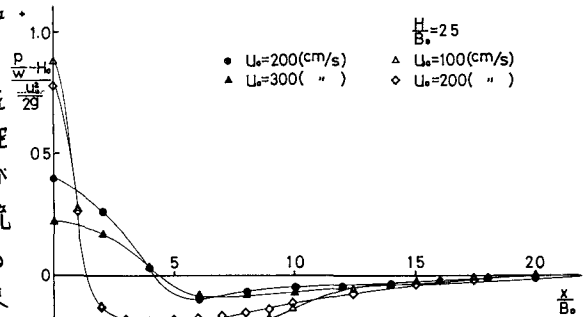


図-4 底面圧力分布

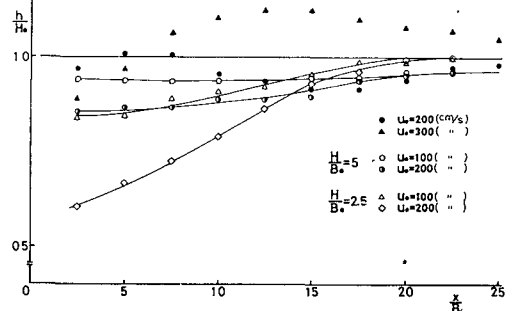


図-5 水面形状