

# 鉛直落水による水平壁面上の流れ特性について

山口大学 正 斎藤 隆  
西日本工大 正 赤司 信義  
建設省凡地建 正 細井 俊次

## 1. まえがき

自由落水の池内突入によるエネルギー減衰は水脈および突入水面で混入する空気泡の浮力を受けた噴流拡散流れによるもので、水フッショ効果として知られ、アーテダム洪水吐などからの収流水のエネルギー減衰に利用されている。しかしこうした浮力効果をもつ噴流拡散についての研究は少なく、まだその統一的な説明はなされてない。本文は鉛直自由落水の水の中への突入水について、水深、落下高をほぼ一定にし、噴出流速を変えて河床底面に衝突した後の流れについて、平均流速分布、静圧分布を基にした混入空気量の分布等について若干の検討を行う。たものである。

## 2. 実験装置およびその方法

実験に用いた水槽は右図に示すような鋼製鋼板有枠ガラス張りのもので、中央上部に噴流発生装置が設けられている。水平固定床は薄形鋼でなる鋼度をもちた厚さ15mmの有枠ガラス板を用いた。床面には中心より2cm間隔で左右に各10本づつその後5cm間隔で各5本づつ静圧端子、動圧端子を設けた。流量測定は検定済みのフロート式水道計で行った。実験は噴出孔幅 $B_0=1.084\text{cm}$ 、噴出孔より床面までの距離 $L=5\text{cm}$ 、噴出流速 $200, 300, 400\text{ cm/s}$ の条件で速度、静圧、動圧分布を測定した。混入空気量は床面の静圧とトレスと熱で与えられた水面形との差によって求めた。速度測定用の動圧ピトー管は空気泡の混入を防ぐため外径2mmのステンレス管を厚さ1mm、幅3.5mmの矩形断面管にして行った。なお空気泡の観察のためのシャッター速度1/1000秒にて写真撮影も行った。

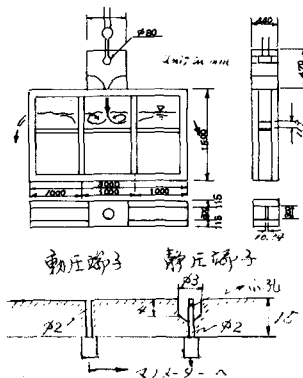


図1. 実験装置概略

## 3. 実験結果とその検討

a) 衝突後の速度分布; 鉛直もろり噴流が平板へ衝突した後の流れは壁面噴流として取り扱うことは可能だが、突入水の衝突後の流れは図2にみるように著しく複雑な様相を呈している。 $u_0=200\text{ cm/s}$ の分布よりみられるように底面付近に最大流速が現われるのはごく狭い範囲であり、 $x=0$ 以後の速度分布は非常に扁平な形をしていて、最大流速出現点は定めにくくなっている。さらに流速

を大きくすると最大流速は底面付近に現われず一様速度分布形に近くなっている。これは水深Hが小さいことから突入水による進行流量の補給のため、突入

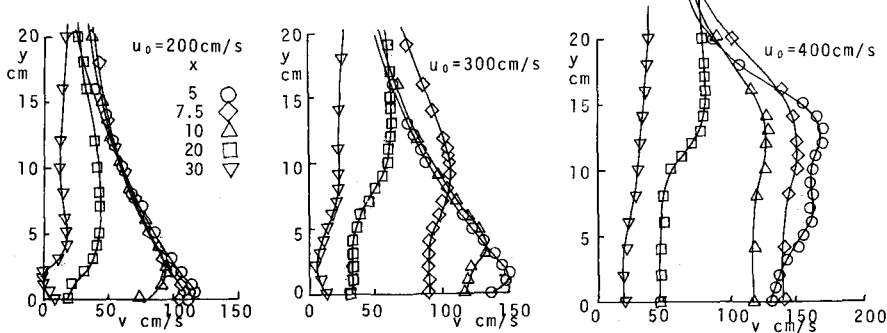
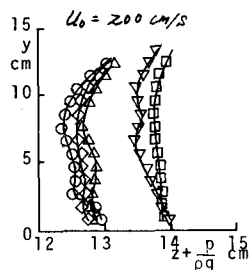
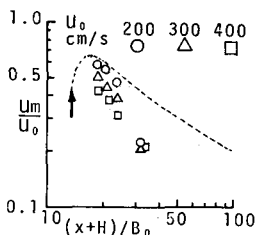
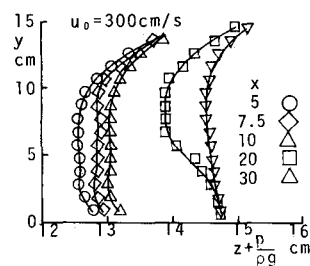


図2 河床底に衝突後の平均流速分布: ( $x=0$ は衝突点)

水周りに空気泡の混入を伴い、大強なる渦の出現および混入した空気泡の上昇流によるものと考えられる。又、落下後の流れは減速流であるため  $dP/dx > 0$  なる領域が現われ、流れのほく餅が生じている。図3は節直もぐり噴流の衝突後の最大流速の変化(変位)と比較したもので、実験は水深  $H = 15 \text{ cm}$  の位置に噴出孔があるとして著者の研究結果を示したものである。図3. 最大流速の変化



と水による流速距離がすくにつれて急激に最大流速が減少していることが分かる。b) 圧力分布、図4に静圧ピトー管にて測定した静圧水頭  $(z + p/p_0)$  を示した。混入空気泡のため一定値を示さず、水深中央付近にて若干一定となる傾向を示している。底部付近には、実際は空気泡があるにもかかわらず静圧水頭は上昇し、密度  $\rho$  がより大きいという結果を示している。このような傾向が何故生ずるのが現在の所不明である。図3は床面に埋め込んだ静圧端子による結果を示したが、これは動圧端子による結果と全く同じであり、衝突圧の影響も歴然とみられる。 $x = 8 \text{ cm}$  付近で  $(1 + V^2/2g)$  は  $10 \text{ cm}$  位に低下しているが先のピトー管による結果ではみられないが、このことよりかなりの空気泡の存在が認められる。又、速度分布からもみられたように  $x = 10 \sim 20 \text{ cm}$  付近で流れのほく餅がみられていたが、この図からも  $dP/dx > 0$  なる領域は  $x = 10 \text{ cm}$  付近から始まりほく餅の出現が確認される。噴出流速を増大しても  $x = 10 \sim 20 \text{ cm}$  付近までの水深に変化がみられるが、これは渦の大きさ、突入水の運動量と噴出流速および下流水深によって規定されるものと考えられる。



c) 混入空気量の分布、床面での静圧と水深との差によって場所的の空気量の分布を図6に示した。流速が大きくなると混入空気量は当然多くなる。そして空気泡の上昇により流すすくにつれて空気量は少なくなる筈だが  $U_0 = 400 \text{ cm/s}$  といった大流速の時、 $x = 10 \sim 16 \text{ cm}$  位、たゞん空気量は低下している。これは  $x = 10 \sim 20 \text{ cm}$  の区間に生ずる渦によるもので、流速が小さいと渦の強さ弱く上昇空気量が渦内へ入り込み易くなるが、渦が強いと空気泡は下流に押し流されその後上昇するという現象によって説明される。従って、渦の中心部は空気泡の混入割合が少なくなる、たものと考えられる。

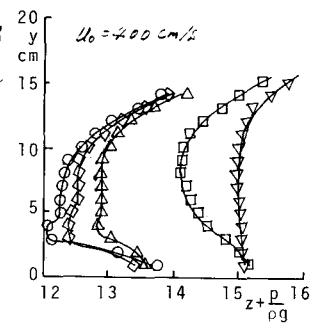


図-4 静圧分布

4. おわりに、本実験は落下水の水面突入後の流れをもぐり噴流の衝突後の流れと比較した流れ特性の相違点および混入空気泡の流れに及ぼす影響を定量的に把握するという目的のために行、てきた。が、単なるピトー管による静圧測定からでは空気量の混入分布は定めがたく、精度の高い電気的測定法を開発せねばならないと考える。今後その測定法の開発と共に衝突後の流れに及ぼす、水深や噴出流速の影響を詳細に検討し、落下水のエネルギー減衰機構を解明していきたい。

参考文献：坂本龍馬：空気混入流、水工学研究所協会誌第1970、空発周1自由落下水の水流、ラン効果に関する研究、電力研、技術研究報告 No. 69-09、1969.7.

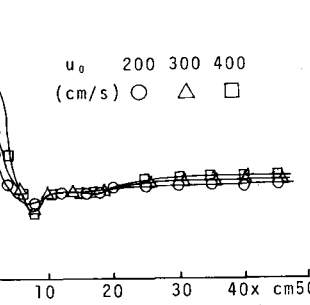


図5、壁面での圧力分布

