

空気衝突壁面噴流流れの乱れ諸特性の測定結果

○鳥取県庁 丸毛裕治 長崎市役所 吉田安秀
山口大学 中尾健太郎 山口大学 斎藤 隆

落下水などによる局所洗掘に関する基礎的な研究として衝突噴流による洗掘が研究されているが、噴流が床面に衝突した後に形成される流れ場、とくに洗掘挙動に大きな影響をもつ衝突点近傍における平均流れ場は勿論のこと乱れ場についての知見は皆無と言ってよい。

本研究は、衝突点のごく近傍における平均流れ場ならびに乱れ場を対象とする試みであったが、壁面に垂直方向の速度成分による補正を十分に行なえなかったため、衝突点のごく近傍から若干下流したところでの乱れ特性を測定した結果について報告するものである。

図-1が流れの概況で、a. 壁面近くの境界層流れと流速が直線的に減少する主流（仮称）流れとの間に流下方向に鉛直流速分布が急速に変わる領域、b. 鉛直断面内の最大流速があまり変化せず主流流れと境界層流れとが接続し、その若干下流までの領域、c. 主流流れと境界層流れとがある種の平衡状態を保つようになり壁面噴流流れとみなせる領域との三つの領域に大別することができる。

図-2は鉛直方向の乱れ強さの分布を描出したものである。噴出流が衝突した後に形成される流れに衝突前の流れが影響を及ぼす範囲は、衝突直前における流れの大きさに関係するであろうことより、図の乱れ強さ分布は、噴出孔より床面までの距離（衝突距離）に対する衝突後の流下距離の大きさによって分けている。なほ、図中の曲線はBradshaw等が壁面噴流流れ場において測定した結果である。 $x/H_o = 1$ がほぼ境界層流れと主流流れとが接する位置であるが、壁面に垂直方向の乱れ強さの分布は壁面噴流流れにおけるそれと大差ないが、主流流れ方向の乱れ強さの最大値は壁面噴流流れのそれよりも外側になっている。これは主流部流れの平均流速分布が噴流のそれと較べて来た直線的な分布になっているためではないかと考えられる。 $x/H_o < 1$ では、平均流速分布からも推測されるが、乱れ強度の分布は壁面噴流のそれとは大きく違い、乱れ強さは流下とともに大きくなっていく傾向がみられる。 $x/H_o > 1$ では、測定点の散乱が大きいが、主流部における分布は壁面噴流のそれとほぼ一致している。主流流れ方向の乱れ強さにおいて、境界層内では壁面側に乱れ強さが大きくなっていて、境界層外縁（最大流速点）近くで乱れ強さの極小値がみられることが注目される。

図-3は、自己相関係数を二階微分して求めた乱れのMicro Scaleである。図より、流下距離が大きいほど若干小さくなるような傾向がみら

図-1 流れの概況

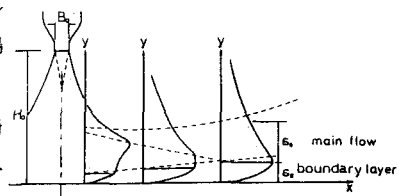
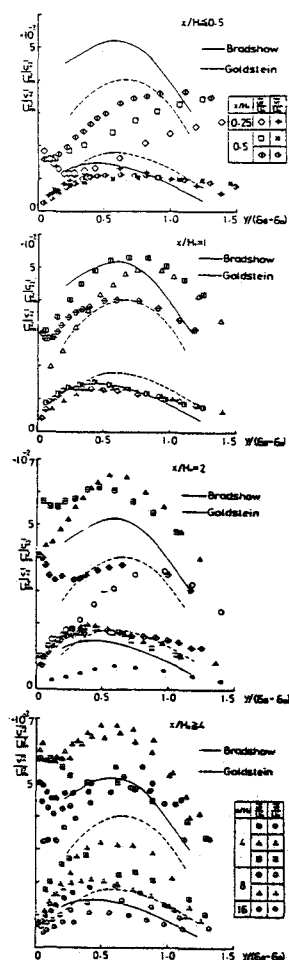


図-2 乱れ強さの分布



れなくもないが、ほぼ主流流れの約1割程度程度の値となっている。

図-4は乱れ速度の自己相関係数からSemi Scale法で求めたMacro Scaleを衝突距離に対する流下距離で分けて描点したものである。図中の◇描点は衝突距離が大きく $Ho/Bo=20$ の場合で、衝突距離 Ho/Bo が20以下の場合とは若干値が異なっている。すなわち、 $Ho/Bo \leq 10$ の場合、流下距離 x/Ho が小さいときMacro Scaleは主流流れの半値巾の3~4倍程度の値から、流下するにつれて主流流れの半値巾に対する大きさは小さくなっていき、 $x/Ho > 4$ ではほぼ主流流れの半値巾と同程度となっている。一方、衝突距離 $Ho/Bo=20$ の場合には流下距離 x/Ho が2以上の測定を行っていないが、流下するとともに主流流れの半値巾に対するMacro Scaleの大きさは小さくなっているが、衝突距離の小さい場合に較べて、約半分程度の値となっている。

図-5はReynolds応力の分布を乱れ速度の強さと同時に衝突点距離に対する流下距離の大きさによって分けて描点したものである。同図中の曲線は、Bradshaw、Goldsteinが壁面噴流

流れにおいて測定した結果であり、縦軸上の黒塗描点はせん断力測定装置で測定した壁面せん断力である。実験描点の散乱があるが、流下距離 $x/Ho > 2$ においては、壁面噴流流れにおける測定結果とほぼ一致していて、衝突後形成される流れが壁面噴流流れとみなせるのは、流下距離が衝突距離の約2倍以上と考えられる。衝突点のごく近傍における実験描点が少なく明確ではないが、流下距離が $x/Ho = 0.5 \sim 1$ の範囲でReynolds応力の最大値が境界層外縁、すなわち最大流速点の近くにあって、丁度この流下距離において境界層流れと主流流れとが接触するところで、両流れの接触面で大きなReynolds応力が起きていることは注目される。

今後、床面に垂直方向の速度成分を考慮して、熱線流速計の検定を行ない、衝突点近傍における乱れ特性を詳細に測定し、ここにおける乱れ場を解明していく所存である。

図-3 乱れ速度のMicro Scale

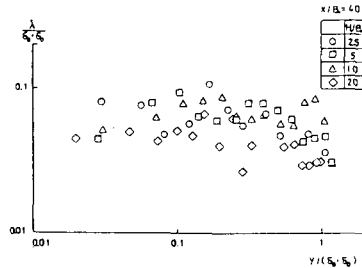


図-4 乱れのMacro Scale

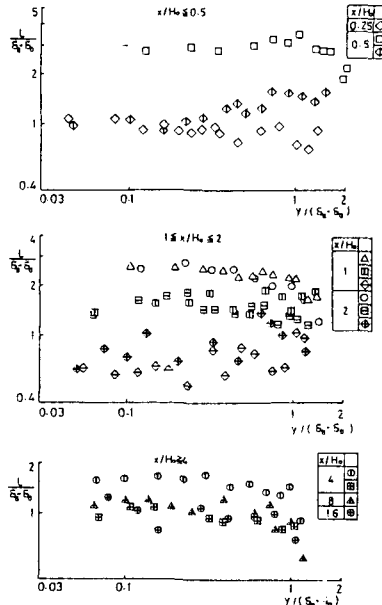


図-5 レイノルズ応力分布

