

空気衝突噴流流れにおける壁面圧力変動とせん断力の測定方法

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

粗壁面近傍の流れ、すなわちInner Layer 内の流れはきわめて複雑な流れで、種々な手法によってその解明が試みられている。この流れを規定する要素の一つである壁面せん断力の決定は、間接的な方法がほとんどで、直接測定された例はきわめて少なく、とくに、これが場所的に変化する場合における測定はみうけられない。従来砂粒の移動について圧力変動は無視されているが、落水水などによる洗掘現象における砂移動に及ぼす圧力変動の影響は検討される必要があるものと考えられる。

本研究は、上述の観点から、変動圧力測定装置ならびにせん断力測定装置を試作し、噴流の衝突によって誘起される流れの壁面における変動圧力、せん断力を測定した結果を報告するものである。

実験装置を図-1に示す。噴出流が衝突する床面は十分に補剛された10mm厚アクリル板製で、水平に設置された30cm巾の溝型鋼の上に水平に移動できるようになっている。後述する変動圧力測定装置を壁面せん断力装置は衝突床内に埋めこまれている。

図-2の変動圧力測定装置は、 $\phi 6$ mmのElectrade Condensor Microphoneの受感部を絶縁状態で $\phi 16$ mm $\times$ 125mmの黄銅製端子内に埋込んだものである。圧力測定は、DC成分を調べるために、135 KHzの高周波を受感部にかけ、振巾変調された電圧を整流し、それを約1000倍に増巾したものをData Recorder に記録した。

図-3に示すせん断力測定装置は、流れ方向のせん断力の変化を測定するため、1.0 $\times$ 20.0cmのせん断力が非接触方式で支持されており、せん断力下方の重錘には固有振動を制御するためのSilicon Damperが取り付けられている。せん断力の測定は、せん断面下方の重錘の変位量を分解能1 μ mの静電容量式変位計によって測ることで行なった。

変動圧力のMRS をその点の平均圧力で無次元化し、流下距離に対して描点したものが図-4である。噴出孔から衝突床面までの距離が小さい○描点を除くと、変動圧力の強さはほぼその点の平均圧力の1割程度の値である。○描点の値が小さいのは、床面に衝突する噴流が乱れの拡散領域にあって、Potential coreが存在するためではないかと考えられる。

図-1 実験装置

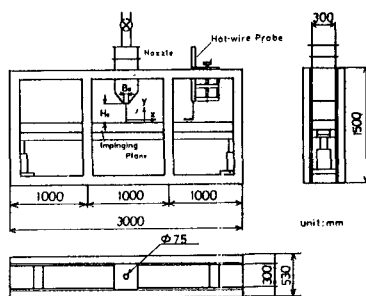


図-2 変動圧力測定装置

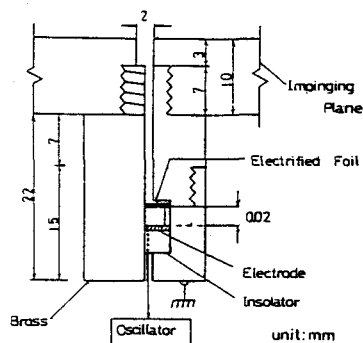


図-3 せん断力測定装置

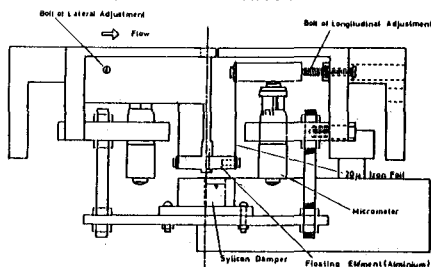
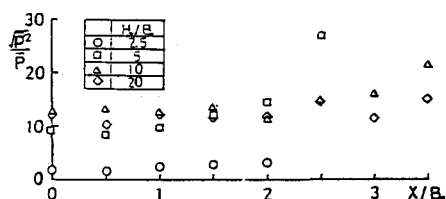


図-4 変動圧力強さ



変動圧力を5 msec のサンプリング周波数で4096個読みとり、Signal Analyzer で求めたパワースペクトルの一例が図-5で、解析が不安定であるため15回平均をした結果である。図より衝突までの距離が小さい場合にはスペクトルのピークが5 Hz程度のところであるが、衝突までの距離ならびに流下距離が大きくなるとスペクトルのピークは10 Hz程度と高周波側に移る。また、10~25 Hzの範囲がほぼ $-5/3$ 乗、30 Hz以上で -3 乗となっている。乱れ速度と同時に考えて、それぞれを慣性領域、粘性領域とみなすと、乱れ速度の場合に較べて、慣性領域が著しく狭くなっている。

図-6, 7は、自己相関係数からSemi Scale法で求めた圧力変動のSemi Time Scale と、自己相関係数を2階微分して求めた変動圧力のMicro Time Scaleを描点したものである。両図を比較してみると、Micro Scale λ_t はSemi Scale L_t の約3倍程度である。この結果はスペクトル分布における慣性領域が狭いことと一致する。尚乱れ速度の自己相関係数から求めたSemi Time Scale と変動圧力のSemi Time Scale ならびにMicro Time Scale とを比較してみると、乱れ速度のSemi Time Scale と変動圧力のMicro Time Scaleとがほぼ一致していて、変動圧力のMacro Time Scaleは乱れ速度のそ

れよりも4~6倍大きい値である。乱れ速度と変動圧力との関連は、今後より精度よく、かつ系統的な実験によって解明していく所存である。

図-8は、衝突点近傍においては測定したせん断力を比較するものがないため衝突後誘起された流れが壁面噴流流れとみなせる断面に於て測定した壁面せん断力と、その鉛直断面内の最大流速とから求めた抗力係数を描点したものである。

同図中の曲線は、壁面噴流の主流部における乱れを考慮した境界層流速分布（主流乱れを無視すると対数分布則となる）を用いた境界層計算によって得られたものである。壁面せん断力の測定精度を考慮すると、実験描点と計算曲線との一致は良好である。

今回、試作した変動圧力ならびにせん断力測定装置は空気流に対してで、水流に対しても測定が可能であるように、また、より精度を良くするように、今後改良を重ねていく所存である。

図-5 変動圧力スペクトル

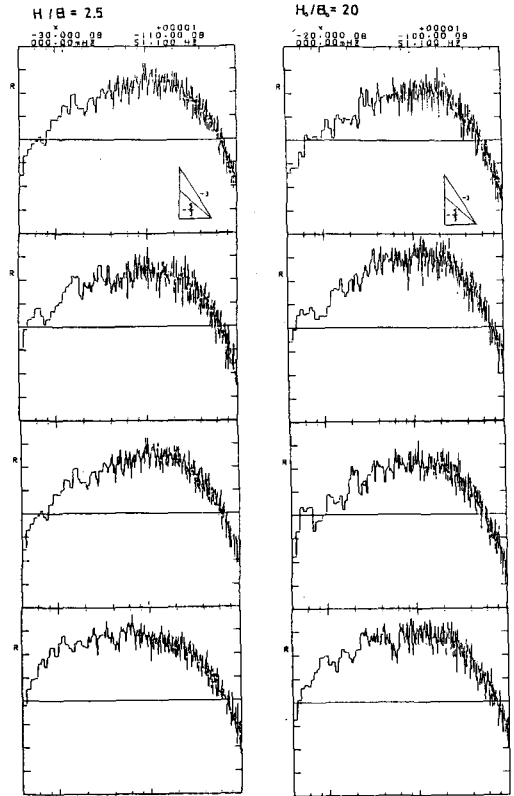


図-6 変動圧力の

平均スケール

図-7 変動圧力の最小スケール

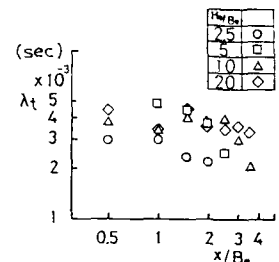
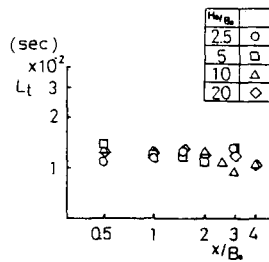


図-8 壁面せん断力分布

