

音響管内での粒子の流れについて

日大生産工 ○大塚哲郎・中根偕夫

1 はじめに

強力定在波音場内に微小物体を挿入すると、物体の自重と音圧とのバランスにより、音圧分布の節に浮揚（固定）される^(1,2)ことが知られている。

今回は、強力定在波音場内に微粒子を挿入し、媒質の動きを高速度カメラにより撮影し、その微粒子の動きを検討した。可視化は、流動パラフィンのスモークワイヤ法⁽³⁾によりミスト化し、高速ビデオカメラによりそのミストを観測し、拡散方向・速度等を測定した。

2 実験方法

使用した音響管は、長さ 100cm 内径 5cm、厚さ 0.5cm の透明なアクリル管を使用した。音源は 2 個のドライバユニットを使用し、並列ジョイントによりホーンを介して音響管に接続し、1kHz で駆動した。このときドライバユニット自身による音響管の加振を軽減するため、ホーンと音響管は厚さ 1cm のインシュレーターを介して接続した。確認のため、音響管自身の振動を、フォトニックセンサを使って閉止端で測定した結果、 $0.5\mu\text{m}$ 振動していることが分かった。

煙の発生は、スモークワイヤ法を用いた。Fig.1 に音響管内に挿入したスモークワイヤを示す。ワイヤには直径 0.2mm のニクロム線 100cm を使用し、音響管断面と平行になるように挿入した。また、流動パラフィンはワイヤ中心部約 1cm の幅に塗布し、ワイヤに直流電圧 280V を印加して白色ミストを発生させた。

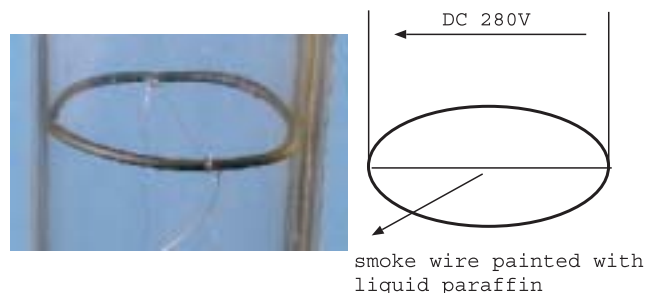


Fig.1 Experimental setup for smoke wire method.

流れの可視化は、この白色ミストを高速度カメラで撮影し、時系列データから速度を算出した。使用した高速度カメラは、

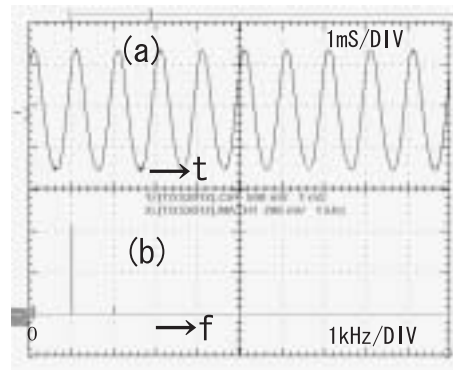


Fig.2 Wave form measured at the end of acoustic tube.

PHOTRON FASTCAM-NetC で、shutter speed 1/500s、frame rate 500fps で 1 画面 256x240 画素の tiff データとして PC に保存した。Fig.2 は、音響管閉止端中心での音圧波形を示す。図中 (a) は 1kHz の時間波形を示し、(b) は FFT 処理後の波形を示す。

これより、音圧波形に歪は無いことを示している。

3 音圧分布の節にワイヤがある場合

まず、音圧分布の節にスモークワイヤを固定し、パラフィンミストの拡散過程を測定した結果、Fig.3 が得られた。図は、ミストが拡散し始めてから 150mS 経過した時のデータであり、図よりミストは音響管の径方向にシート状に拡散することが分かり、初速度を時系列データから換算すると約 10cm/S となっていることが分かった。



Fig.3 Diffusion of melted fine paraffin at sound pressure node.

4 粒子速度分布とミストの拡散 Fig.4 は、スモークワイヤの設置位置でパラフィンミストが拡散する様子をまとめたものである。図は、パラフィンが拡散し始めてから 150mS 後のデータと統一してある。

*Distribution of melted fine particles in high intensity standing wave field. By T. Otsuka and T. Nakane, College of Indust.Tech., Nihon University

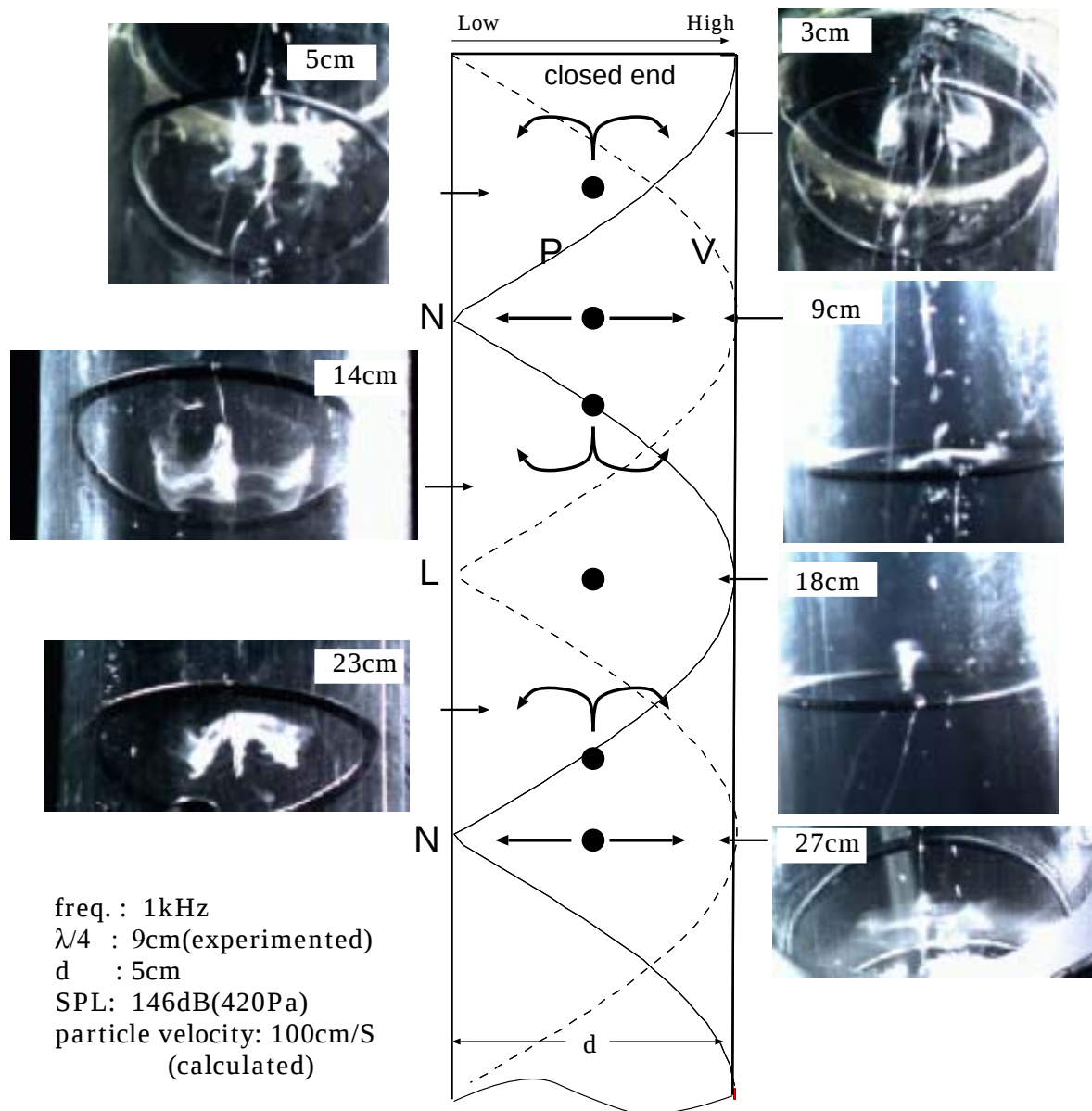


Fig.4 Diffusion of melted fine paraffin particles in acoustic tube.

図中の V は 1kHz の理想的定在波音圧分布 P から書き直した粒子速度分布を示す。また、カメラはミストの拡散方向により、ワイヤを上または下から撮影するように設置した。

図より粒子速度分布 V の腹 (9cm、27cm) では、ミストはほぼ音響管の径方向に拡散することが分かり、節 (18cm) の位置では、殆ど動かないように測定できた。また節と腹以外の位置にスモークワイヤが設置されると、パラフィンミストは腹から節方向に拡散し、その軌跡はイカリ型となり、管壁に衝突することが分かった。

5 まとめ 強力定在波音場内にスモークワイヤ法によりパラフィンミストを発生させ、高速度カメラでパラフィンミストの拡散過程

を詳細に検討した結果、ミストの拡散は粒子速度の大きさに依存することが分かった。さらに粒子速度の腹の位置にスモークワイヤを設置すると、ミストは平面的に管径方向に拡散し、時系列データから初速度を算出すると 10cm/S となり、音圧から換算した粒子速度 100cm/S の一割に相当していることが分かった。このような定在波音響管内に線香の煙等を挿入すると、煙は対流する⁽⁴⁾ことが知られており、今後は対流の駆動力と、瞬時的な粒子の拡散速度、方向との関連を検討する予定である。

参考文献

- (1) 大塚・瀬谷:「超音波 TECHNO」第 10 巻 8 号 p.28
- (2) 大塚、中根: 音学講論集 (2004 年 3 月) 2-Q-18
- (3) 浅沼 編:「流れの可視化ハンドブック」朝倉書店
- (4) 斎藤、大塚、瀬谷: 音学講論集 (1993)pp.997-998