非定常マルチホールプローブ

Fast Response Measurement System

- 積層造形(メタル3Dプリンティング)により、あらゆる形状のプローブ製作が可能
- 対応材料は、チタン、インコネル、ステンレス鋼、プラスチック等
- 堅牢な設計
- 調整可能な基準面、配管接続、およびソフトウェア
- 最大25 kHzの測定周波数

Fast response multi-hole probe

形状	ストレート、L型、コブラ、ドリエルボ
孔数	標準5孔 3孔、7孔等カスタマイズ可能
最大長	カスタム
最小 先端径	標準 3～4mm（マイクロプリンティングテクノロジで1mmまで）
シャフトの直径	標準 14 mm（最小12.7 mm）
先端形状	円錐形、球形またはカスタム
材質	ステンレス鋼、チタン、インコネル、プラスチック
支持部形状	正方形、六角形、片側扁平シリンダーまたはカスタム
圧力センサー	圧力レンジ 7kPa～100kPa (カスタマイズ可能) 低ノイズのピエゾ抵抗センサー 励起電圧：10Vdcを推奨
コネクタ	LEMOタイプまたはカスタム
データ収録ハードウェア	2x NI 9237 1x cDAQ 9181（シャーシ）またはカスタム
データ収録及び後処理ソフトウェア	同梱（LabVIEWベース）
温度範囲	100°C（高温用水冷モデル可能）
角度範囲	±60°（孔数による）
角度精度	< ±1°
速度範囲	3 m/s ～ M=1
速度精度	<±1 m

Vectoflowの非定常プローブは、従来のマルチホールプローブで測定可能なすべての量（3軸流速、流れ角、合成流れ解析、静圧、マッハ数、密度）の非定常測定が可能。以下の測定に最適なデバイスとなります。

- 3D乱流スペクトル
- 高周波測定
- 衝撃イベント
- 回転システムの非定常空気力学
- CFD検証
- 空力音響現象

この高い応答周波数を実現するには、振幅と位相の圧力変動幅の変調を最小限に抑えるために、圧力センサーをプローブヘッドにできるだけ近づける必要があります。さらに、この変調は実験的に決定されなければなりませんが、Vectoflowでは特別に開発された周波数校正装置を用いて行っています。

多くの場合、10 Hz程度の低周波数領域でも減衰や、エキサイテーションが発生します。時系列またはスペクトルデータを測定するには、周波数応答の計算とキャリブレーションが必要です。

Vectoflowのシミュレーションツールでは、内部形状を最適化。空間分解能と時間分解能を最適化することが可能です。

Vectoflowは、非定常流現象の測定のために次のソリューションを提供します。

- 圧力センサーを内臓した高応答プローブまたは圧力センサーが分離された従来の プローブ
- 各圧力チャンネルの周波数校正

形状の柔軟性やプローブの堅牢性の向上など、Vectoflowのすべての利点は、定常計測用プローブで提供している、積層造形(3Dプリンティング)プロセスによる非定常プローブにもそのまま提供されます。

システムソリューション

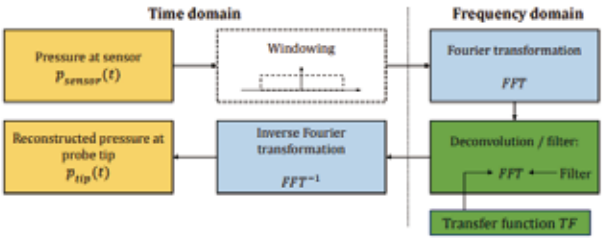
Vectoflowは様々な流体条件における流速計測を高精度に実現する完全なシステムソリューションを提供します。

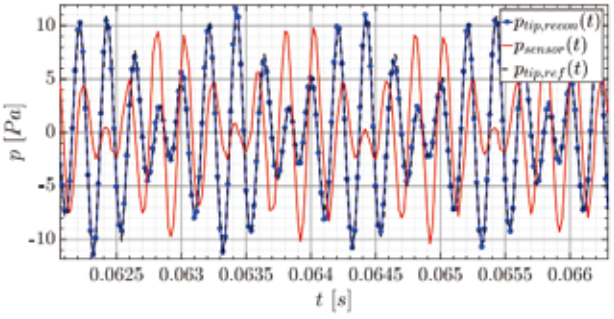
高速応答流速・流角測定システムには以下が含まれます。

- 非定常プローブ
- ケーブル
- DAQ（データ収録）システム
- 後処理ソフトウェア
- 校正データ（プローブ、圧力、周波数）
- データ評価のためのコンサルティング

周波数校正

周波数応答は、圧力ラインの音響挙動とセンサーの動的挙動に依存します。これは、音響チャンバー内で決定され、プローブの動的挙動を既知の基準と比較します。得られた伝達関数は、圧力信号を補正するために使用されます。





校正システム	音響校正
周波数範囲	<25kHz (プローブの形状に依存)
伝達関数の周波数ステップサイズ	カスタム

センサー

速度範囲に最適な圧力レンジの、ミニチュア差圧センサーが使用されます。

圧力範囲	7, 14, 35, 70 100 kPa
供給電圧	[0-18V]（10 Vdcを推奨）
フルスケール出力	10Vdcで300±100mV
基準面	Z軸に垂直な基準面
温度補償	93°Cまで 特別注文で、 -54°Cから107°Cまで

測定誤差

マルチホールプローブの測定誤差は、キャリブレーションとデータ収集に使用される圧力センサーまたはスキャナーの精度に依存します。

圧力範囲が予想される動的圧力をカバーし、0.1%フルスケール（FS）程度または、より低い周波数では更に良い圧力センサーを使用することをお勧めします。

内臓するミニチュア非定常圧力センサーは、このタイプのセンサー特有の温度ドリフトと非線形性を低減するために、使用する温度範囲における温度校正をすることができます。

図1に示すように、流速が低いほど、圧力測定誤差が流速の測定精度に与える影響が大きくなります（スキャナーの精度が±0.05%FSの場合）。

一般的に、1m/sの誤差または測定された速度の1%の誤差（どちらか大きい方）が予想されます。低速域の場合、エラーは圧力スキャナーに依存し、低速になればなる程、増加します。

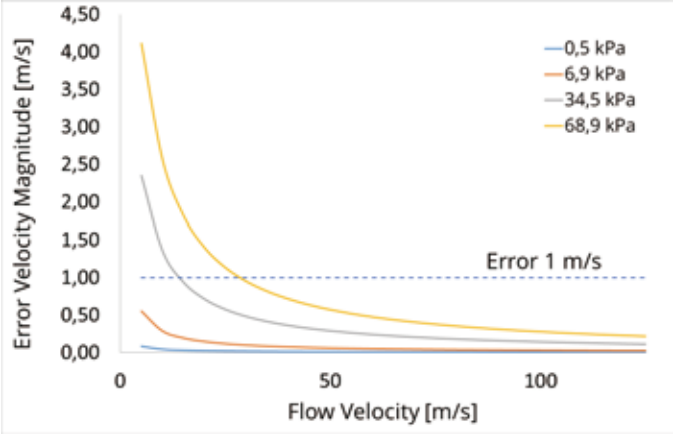


図1：速度測定誤差の依存性
圧力スキャナー範囲（0.05%FS精度）

角度校正プロセス

マルチホールプローブは、プローブのキャリブレーションプロセスが重要です。Vectoflowは独自のキャリブレーション風洞を有し、1m/sからマッハ1.4までの流速校正を提供します。Vectoflowは非常に厳格な品質保証規定と高度なプローブ校正技術により、最高の流速・流れ角の測定精度を提供します。

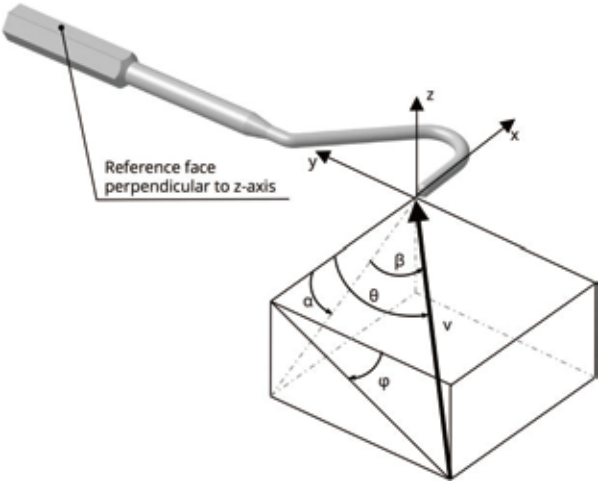


図2：流れ角の定義

校正プロセスでは、プローブは既知の条件で安定した流れにさらされますが、ピッチ角とヨー角は数千の位置で変化します。流角の定義を図2に示します。

下記の表は、Vectoflow校正用風洞の主な仕様です。

校正用風洞	
角度範囲	±165°（ヨー軸）、180°（ロール軸）
最大出力	90kW
速度範囲	1m/sからマッハ1.4まで
制御パラメータ	マッハ数、速度（m/s）
長期の速度安定性	±0.25%（M 0.1で）

Contact

Vectoflow GmbH, Germany

T: +49 89 124149570

M: info@vectoflow.de

w: www.vectoflow.de

株式会社大手技研

本　　社 ：〒305-0856　茨城県つくば市観音台1-25-12
TEL : **029-839-0777**　FAX : 029-839-2288

テクノロジーセンター：〒305-0856　茨城県つくば市観音台1-25-12
TEL : 029-839-0778　FAX : 029-839-4488

関 西 営 業 所 ：〒673-0016　兵庫県明石市松の内2-1-8　50ヤングビル6F
TEL : **078-926-1178**　FAX : 078-926-1180

ホームページ　https://www.ohtegiken.co.jp
E-Mail　**main.sales@ohtegiken.co.jp**