



特長

MODEL LFE シリーズ層流形空気流量計は、差圧と体積流量がリニアな特性を有する流量計です。測定システムは、測定すべき管路に接続した「層流素子」と差圧計、またはSOKKENが推奨するラミナ演算器とで構成され、以下の特長を有しています。

- 測定精度が高い(定格流量以内でFS±1%以下)
- オリフィスやノズルのような制約がなく、測定レンジが広い
- 圧力損失が小さく、脈動流でも誤差が少ない
- 差圧の指示が体積流量に比例する
- 応答特性が良い
- 微小流量の測定ができる

アプリケーション

- エンジンやポンプなどの脈動流を伴う吸入空気流量の測定
- エンジンに関連したデバイス部品の流量特性評価と開発
- ブロワ、コンプレッサ等の吸引(吐出)流量測定
- フィルタ(HEPA含む)や流体素子の流量特性評価
- 生理学における呼吸量の測定
- 気密室の漏れなどの微小流量測定
- 各種バルブ類の流量特性評価

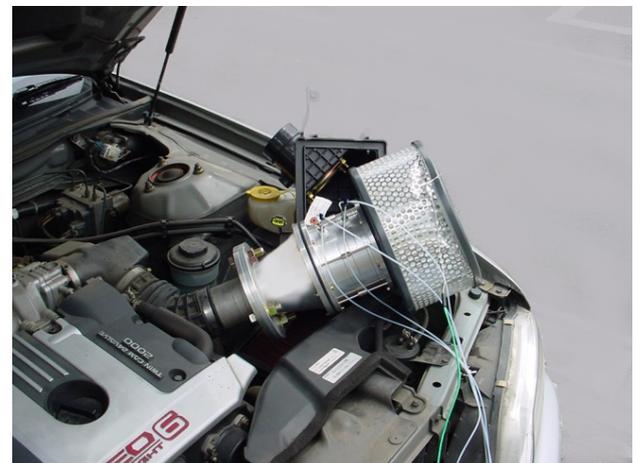
エンジンの吸入空気流量測定に最適

- 脈動流による誤差が少ない。
- 特別の場合を除きサージタンクが不要で、走行中でも測定できます。
- 圧力損失が低く、エンジン本来の性能に影響しません。
- 測定レンジが広く、エンジンの運転条件をカバーできます。
- 流量演算器に温度センサ、大気圧センサを接続することにより、希望の流量出力・表示が得られます。

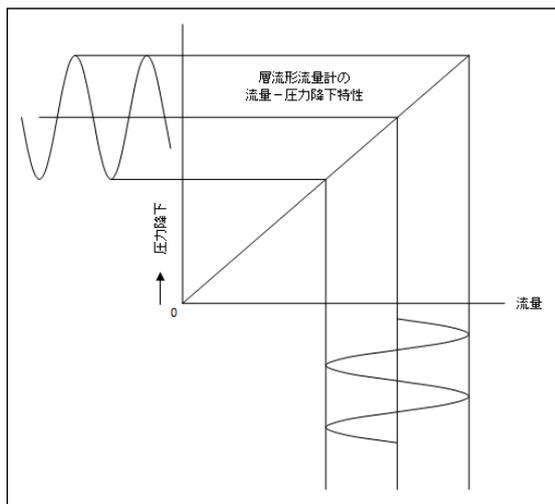
脈動流でも正確に測定できる

次の理由より脈動流を正しく測定できます。

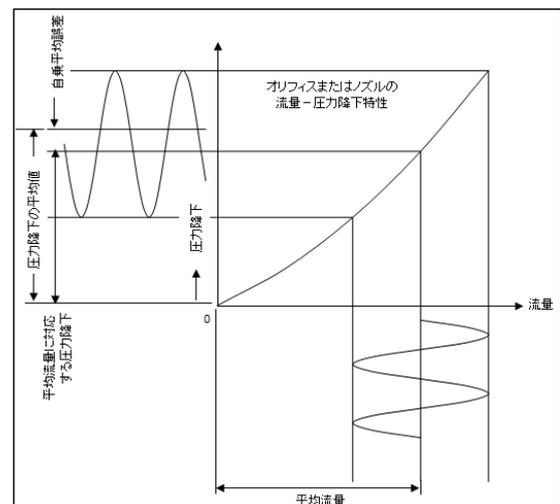
- 流量－差圧特性が直線であるため、差圧の平均値は平均流量に対応することになります。オリフィスやノズルのような絞り型流量計は、差圧の平方根が流量と比例するため、以下の図に示すように「自乗平均誤差」を生ずることになります。
- 層流素子内の流れは粘性力に比べて慣性力が小さく、差圧波形は流量波形を正しく表現します。
- 脈動波を整流する働きがあります。



脈動差圧の平均 = 流量の平均



脈動差圧の平均 ≠ 流量の平均(自乗平均誤差)



原理

管路内の流れが層流のとき、管路の両端に発生する差圧 ΔP は体積流量 Q に比例します。これをハーゲン・ポアズイユ (Hagen Poiseuille) の法則といい、次式で表されます。

$$\Delta P = \frac{128\mu l}{\pi d^4} Q = \frac{32\mu l}{d^2} U \quad \text{---(1)}$$

ここに、 ΔP : 圧力降下 (kPa)、 μ : 粘性係数 (Pa·s)、 l : 管路の長さ (m)、 d : 管路の直径 (m)、 Q : 体積流量 (m³/s)、 U : 流体の平均流速 (m/s)

管路の流れが層流となるために、以下に示す (2) 式で定義されるレイノルズ数 Re が十分低いことが必要です。

$$Re = \frac{\rho du}{\mu} \quad \text{---(2)}$$

ここに、 ρ : 流体の密度

層流素子はステンレス鋼の長い帯を形成して渦巻きに巻き、写真に示す台形断面の毛細管を流路の断面一杯に無数に束ねた構造をしています。

流体はこれらの毛細管に分かれて流れ、レイノルズ数は式 (2) の d が小さいことから著しく小さくなります。

実際の層流素子の圧力降下 ΔP は、毛細管の全長に渡ってポアズイユ流れであると仮定したときの圧力降下 ΔP_1 と、毛細管端部の圧力降下 ΔP_2 との和で表されます。

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 = \frac{32\mu l}{d^2} u + kr \frac{v^2}{2g} \quad \text{---(3)}$$

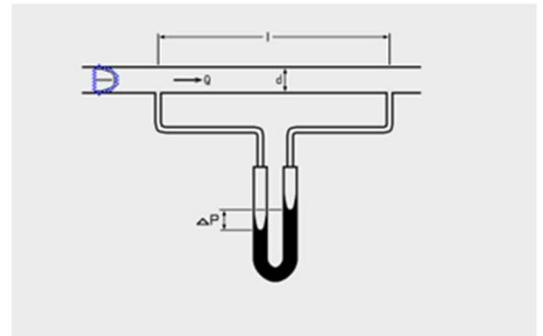
ここに、 k : 毛細管端部での損失係数

圧 ΔP が平均流速、すなわち流速に対して良好な直線性をもつために、

$$\frac{\Delta P_2}{\Delta P_1} = \frac{k}{64} Re \frac{d}{l} \quad \text{---(4)}$$

の値が十分に小さいことが必要です。

Sokken LFE シリーズ層流形空気流量計では $Re \cdot d/l$ が小さく、定格流量をかなり超える範囲まで直線性が損なわれないよう設計されています。



温度の影響

原理の (1) で示すように流量 - 差圧の関係式に温度の項はありません。しかし気体の粘性係数は温度によって増加するため、気体の温度が高くなると体積流量が同じでも差圧は大きくなります。

圧力の影響

気体の粘性係数は数 kPa の低い圧力から数百 kPa 程度までほとんど圧力に無関係です。体積流量を測定する限りにおいては、上記の圧力範囲では圧力の影響は受けません。しかし質量流量を求める場合は、圧力による気体密度の変化を考慮しなければなりません。

圧力が高い場合に注意しなければならないことは、密度によってレイノルズ数が増加することです。そのため流量 - 差圧特性の直線性を維持するためには、圧力に反比例して測定レンジを縮めなければなりません。

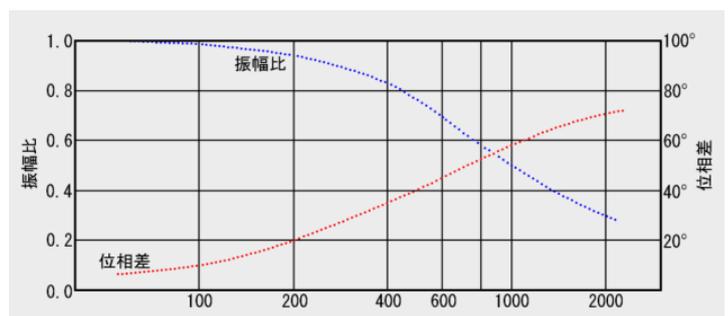
キャリブレーションについて

大気でキャリブレーションした時のデータが添付されます。キャリブレーションデータは、標準状態で温度 20°C、圧力 101.3 kPa、相対湿度 65% のものとなります。

空気以外の気体の流量を測定する場合には、その気体の粘性係数を調べ、空気の粘性係数に対する換算をして求めることができます。この場合、レイノルズ数が空気の場合と同じになるよう測定範囲を定めることが必要となります。

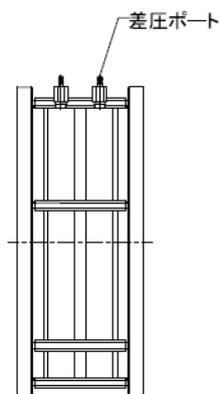
基本性能

1. 測定レンジ: 4 ページのラインナップ表参照
2. 圧力損失: 定格流量差圧で 0.65 kPa、全圧力損失で 0.8 kPa
3. 直線性: 定格レンジ内で $\pm 1\%$ FS 以内、150% オーバーした流量範囲内で $\pm 1.5\%$ FS 以内
4. キャリブレーション精度: $\pm 1\%$ FS 以内
5. 許容ライン圧力: 30 kPa 以下
6. キャリブレーションデータ:
 - a) 一般流量係数: K_{20}
 - b) 高精度要求型流量係数: $K_{20} = A \times (1 - B \cdot P_x)$
 - c) 流量計算: $Q_{20} = K_{20} \times P_x$
A, B: 固有定数、 P_x : 流量計の差圧
7. 応答特性: 以下のグラフ参照

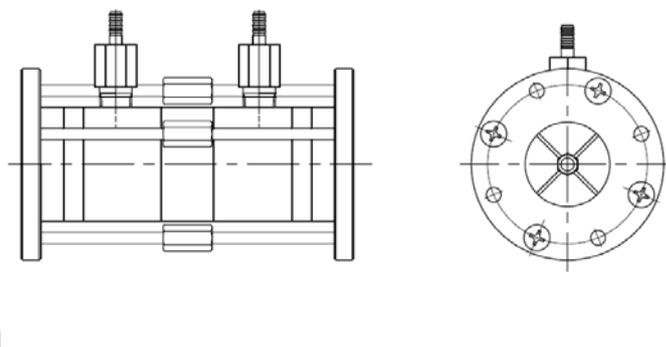


代表的外観図

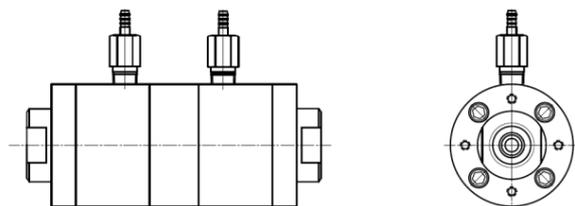
Bタイプ



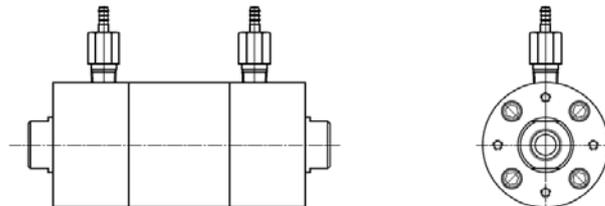
LMタイプ



LMSタイプ



CCMタイプ



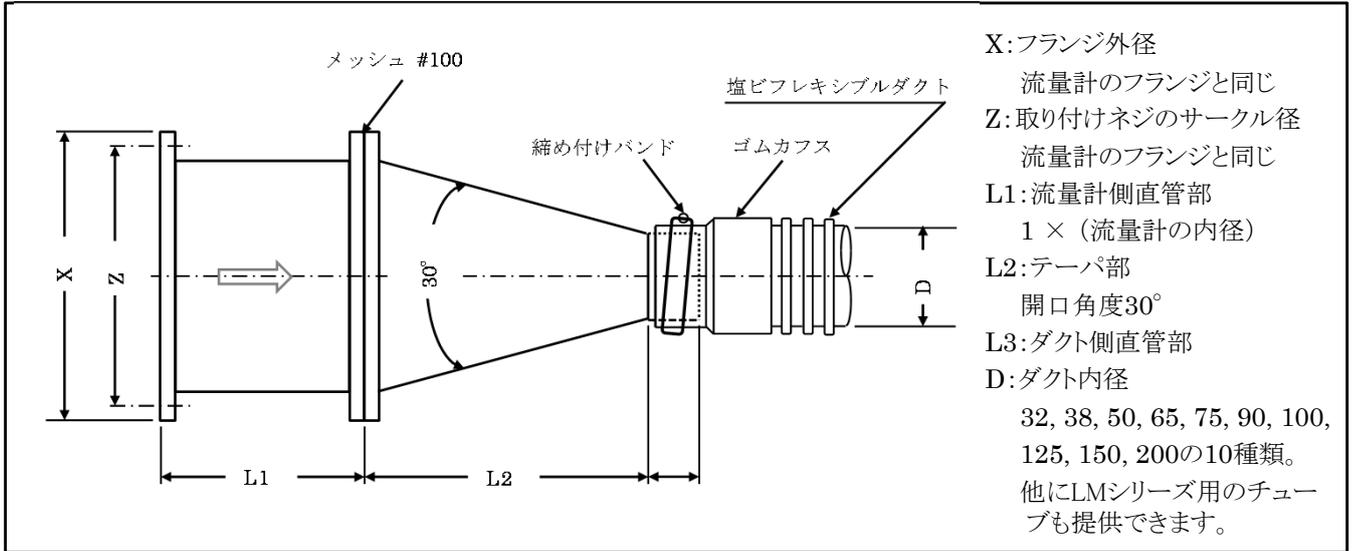
- モデルごとの各部詳細寸法については、ホームページのダウンロード資料でご覧になれます。

ラインナップ

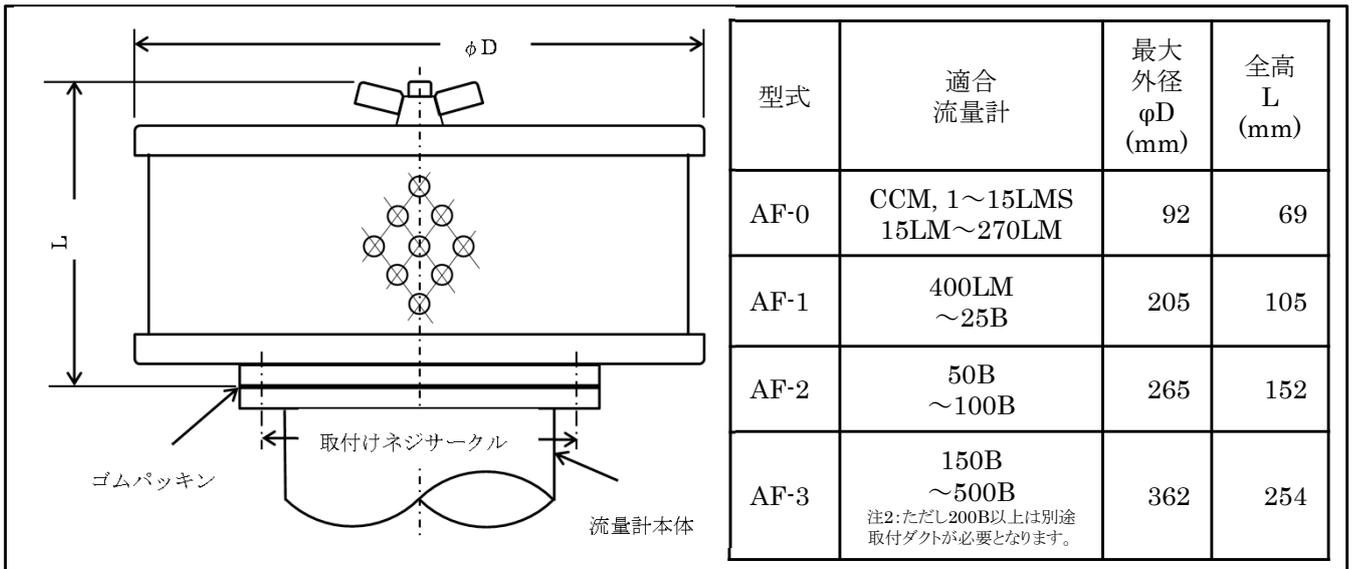
Model LFE-	定格 (l/sec)	接続	Model LFE-	定格 (l/min)	接続 (注1)	Model LFE-	定格 (l/min)	接続 Rc	Model LFE-	定格 (ml/min)
10B	10	Flange	27LM	27	Flange	1LMS	1	1/4	10CCM	10
25B	25	"	40LM	40	"	2LMS	2	1/2	20CCM	20
50B	50	"	60LM	60	"	5LMS	5	"	50CCM	50
75B	75	"	100LM	100	"	10LMS	10	"	100CCM	100
100B	100	"	150LM	150	"	15LMS	15	"	200CCM	200
150B	150	"	200LM	200	"	-	-	-	500CCM	500
200B	200	"	270LM	270	"	-	-	-	-	-
250B	250	"	400LM	400	"	-	-	-	-	-
300B	300	"	1000LM	1000	"	-	-	-	-	-
350B	350	"	-	-	-	-	-	-	-	-
500B	500	"	-	-	-	-	-	-	-	-

- (注1) Model LFE-xx LMの接続口基本仕様はフランジですが、オプション仕様でテーパネジ(Rc x/x)タイプも用意できます。
- Model LFE-xx CCMの接続口仕様はすべて「Rc 1/4」となります。
- 各モデルの定格流量時における差圧は約0.65 kPa、最大流量時(定格時の約1.5倍)の差圧は約1.0 kPaとなります。
- 接続口仕様の詳細については、ホームページのダウンロード資料をご参照ください。
- 低流量モデルの10CCM~10LMSについては、すべてOリング仕様の耐圧型となります。最大ライン圧は0.2MPa までとなります。
- 高流量モデルには、上・下流側に接続する専用ダクトを用意しています。
- その他のオプションとして3種類「AF-0, -1, -2, -3」のエアークリーナーをご利用いただけます。寸法詳細についてはホームページのダウンロード資料をご参照ください。

関連アクセサリ(A):フレキシブルホースとダクト



関連アクセサリ(B):エアクリーナ



関連アクセサリ(C):接続用フレキシブル樹脂ダクト(カフス付)

呼び径	内径 (mm)	外径 (mm)	カフス呼び径	呼び径	内径 (mm)	外径 (mm)	カフス呼び径
32 (1・1/4)	32.0	40.0	32	90 (3・1/2)	88.9	99.3	90
38 (1・1/2)	38.0	46.2	38	100 (4)	101.6	113.0	100B
50 (2)	50.6	61.0	50	125 (5)	125.9	139.3	125B
65 (2・1/2)	62.4	72.6	65	150 (6)	152.4	166.0	150B
75 (3)	76.4	86.8	75	200 (8)	203.7	217.5	200B

2015/03 改訂

製造・販売元:

株式会社 司測研

〒158-0087 東京都世田谷区玉堤1-19-4

TEL: 03-3703-4391 FAX: 03-3705-0756

Web site: <http://www.sokken.co.jp>

代理店: