

ラミナーフローメーター ≪層流型気体流量計≫

高精度・瞬時気体流量の測定に

PAT. NO. 900546



ラミナーフローメーターは円筒内、又は二平面間などを、流体が層流で流れる時、一定の距離を流れる間の圧力降下が体積流量に比例する（Hagen-Poiseuilleの法則）という現象を利用した高精度の差圧式流量計です。

用途

- ・ 内燃機関の吸入空気量の測定。
- ・ 真空ポンプ、ファン、ブロー等々の流量測定
- ・ キャブレター、スロットルバルブ、マフラー等々の特性の測定
- ・ 各種空気機械の特性測定
- ・ 呼吸気量の測定
- ・ プロパン、都市ガス等の流量測定
- ・ プロセス中の流量制御

仕様

- ・ 測定範囲（0.8～24,600ℓ/min）
- ・ 流量測定総合精度±0.75%以内（読取値）

特長

- ・ 測定レンジが広く、差圧—流量の関係が直線である。
- ・ マスターソニックノズルにより校正を行っているので、高精度である。
- ・ 圧力損失が小さい。（MAX2.6kPa）
- ・ 直線性、再現性に優れている。
- ・ 応答性が良い（MAX30Hz）
- ・ 微小流量の測定にも適している。
- ・ 維持管理が容易である。

原理

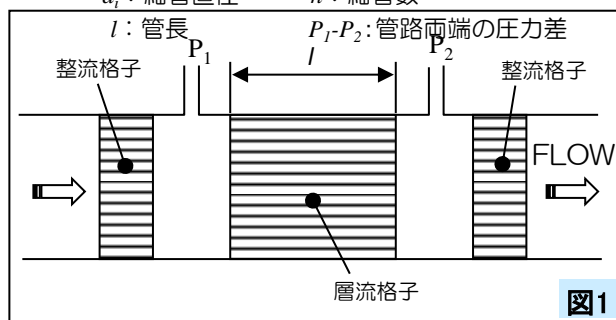
図1に於いて管路の流れが層流の時、Hagen-Poiseuille（ハーゲン・ポアソイユ）の法則が成り立ち

$$Q = \sum_{i=1}^n \frac{\pi d_i^4}{128 \mu l} (P_1 - P_2) \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

$$= K(P_1 - P_2) \left[K = \sum_{i=1}^n \frac{\pi d_i^4}{128 \mu l} \text{とおく} \right] \text{となる}$$

①式において粘性係数（ μ ）が測定中一定であればKは定数となる。従って差圧取出口において差圧を読みとれば流量が求められます。

但し Q：流量 μ ：粘性係数
 d_i ：細管直径 n：細管数



構造

吸入用及び配管用の2種類があります。しかし、本体エレメントは同一です。

図2及び図3に示すように上流下流の整流格子及び測定用層流格子の3層からなっており、整流格子は層流格子部の静圧を正しく測定できるように、層流格子前後の流速を均一にする役目をします。

吸入空気用は風の影響に対しても安定な性能を保持するため吸入口形状をベルマウス付にし、さらにクリーナエレメントを取付けゴミ等の流入を防いでいます。

また配管用についてはクリーナエレメント取付けが不可能な為、図3に示すようにメッシュを2層入れることによりクリーナエレメントと同様な効果を得ています。

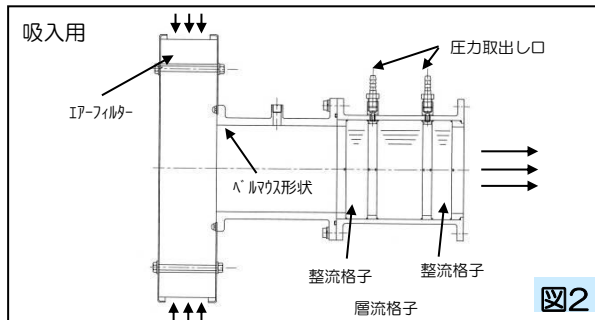


図2

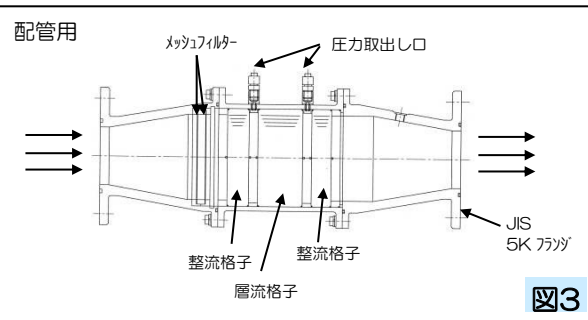


図3

測定方法

図4に示すように層流格子間の差圧及び温度を測定し、その時のKを添付校正表より求め差圧を乗すれば、その時の体積流量が求められます。この時の体積流量は層流格子前面圧力における流量となります。

尚温度に対してK（流量係数）が変化するのは温度の変化により粘性係数（ μ ）が変化する為です。

前項の①式を御参照下さい。

一般に気体の場合、温度に比例して粘性係数が増加します。したがって流量係数は温度に反比例して小さくなります（気体の場合粘性係数は数kPaから数気圧程度まで圧力にはほとんど無関係です）。

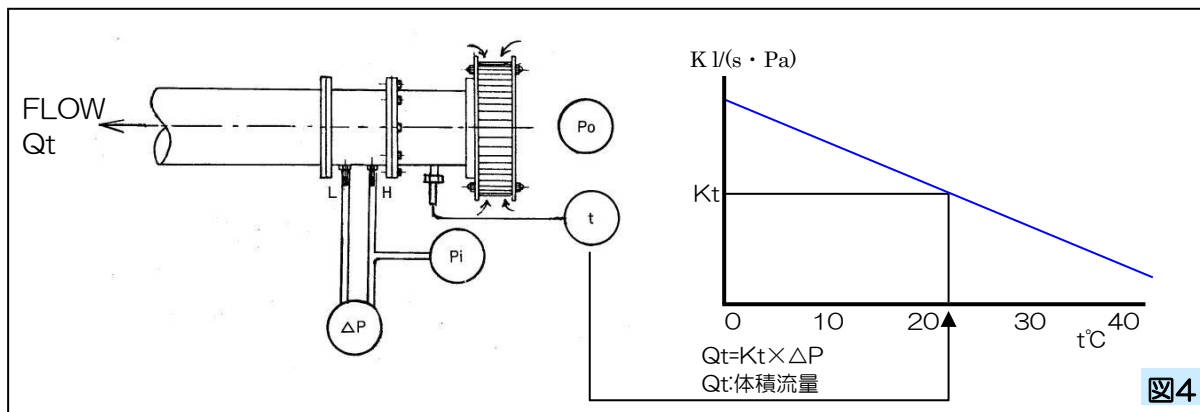


図4

校正

定積層装置により値付けされた基準流量（マスターソニックノズル）を使用し、その時の空気の温度、圧力及び差圧を測定し、求めた値がその温度における流量係数（K）であります。

また20°Cの時の流量係数（ K_{20} ）は次式より求めます。

$$K_{20} = K_t \times \frac{\mu_t}{\mu_{20}}$$

K_{20} : 20°Cの時の流量計数

K_t : t °Cの時の流量係数

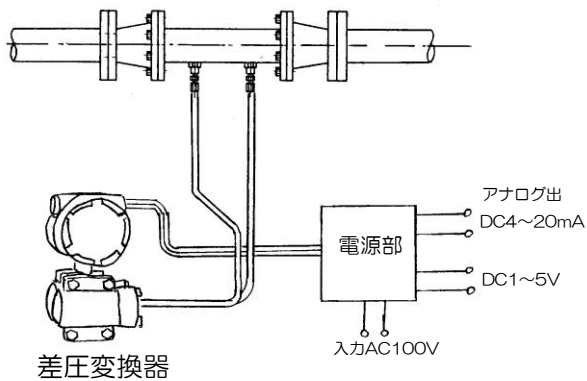
μ_{20} : 20°Cの時の粘性係数

μ_t : t °Cの時の粘性係数

流量係数は層流格子の前面における流量係数としており、フィルターの目詰まりによる影響を除いております。空気以外の気体を使用する場合は、被測定気体の粘性係数を換え、それによる補正を行う事で使用出来ます。

使用方法（例）

①流量をアナログ出力として取り出す



差圧変換器

差圧変換器を接続する事により、流量をアナログ出力として取り出す事ができます。

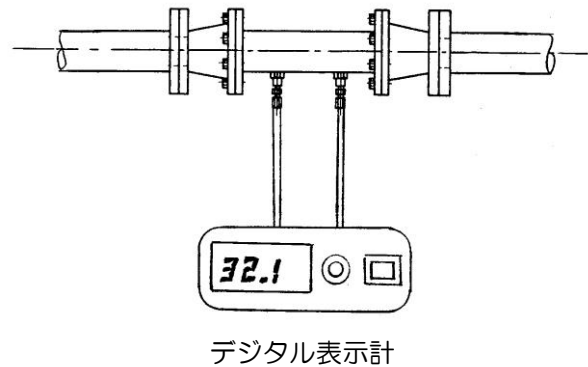
型式：1151DP3E12

測定差圧：0~1.27kPa

精度：±0.2%F.S.



②流量のデジタル表示



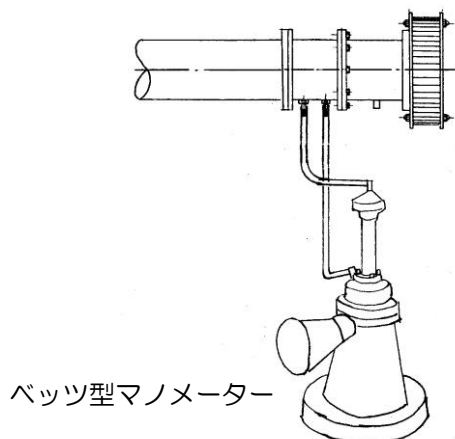
デジタルフローメーター LF-2000

流体が流量計を通る時の圧力及び温度の条件に於ける堆積流量表示及び、スタンダード流量（20℃1気圧）に換算して、表示致します。

- ・差圧変換機内臓
- ・アナログ出力付き



③計算により流量を求める



ベッツ型マンノメーター

ベッツ型マンノメーターにより、流量計測の差圧を読み取り、温度—流量係数の関係特性より、流量を求める事ができます。

測定差圧：0~2kPa

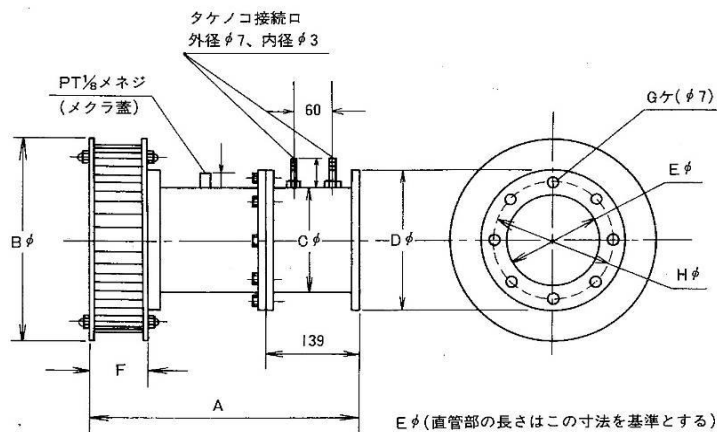
精度：1/10mm



寸法図

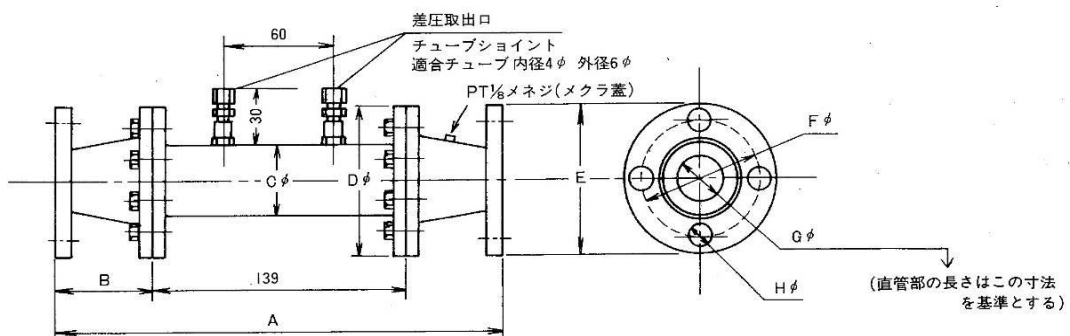
吸入用 (単位: mm)

単位mm	A	B	C	D	E	G	H
LFM1~4	270	186	27.5	64	14	6	48
LFM5~6	270	186	40	77	26	8	61
LFM7~8	280	186	70	107	54	10	91
LFM9~10	335	297	120	157	104	10	141
LFM-11	458	297	227	266	205	12	250
LFM-12	521	297	227	266	205	12	250



配管用 (単位: mm)

単位mm	A	B	C	D	F	G	H	相フランジ
LFM1~4	219	40	27.5	64	55	9	12	JIS5K10A
LFM5~6	247	54	40	77	60	15	12	JIS5K15A
LFM7~8	323	92	70	107	90	32	15	JIS5K32A
LFM9~10	403	132	120	157	130	65	15	JIS5K65A
LFM-11~12	649	255	227	266	165	105.3	$\frac{8}{19}$ ケ	JIS5K100A



流量範囲

仕様 型式	流量範囲					全圧力損失 (最大流量時) kPa	
	取出差圧：0.05~0.70kPa						
	総合精度：±0.75%						
	ℓ/sec.		ℓ/min.				
LFM-1	0.013	~	0.2	0.8	~	12	2.5
LFM-2	0.026	~	0.4	1.6	~	24	2.5
LFM-3	0.052	~	0.8	3.2	~	48	2.5
LFM-4	0.104	~	1.6	6.3	~	96	2.5
LFM-5	0.21	~	3.2	12.5	~	192	2.1
LFM-6	0.42	~	6.4	25	~	384	2.1
LFM-7	0.83	~	12.8	50	~	768	1.8
LFM-8	1.66	~	25.6	100	~	1540	1.8
LFM-9	3.34	~	51.2	200	~	3070	2.0
LFM-10	6.7	~	102	402	~	6140	2.0
LFM-11	13.4	~	205	804	~	12300	2.6
LFM-12	27.0	~	410	1620	~	24600	2.6

- ・標準仕様には吸入用と配管用があります。
- ・圧力損失：測定用層流格子部：0.7 kPa (MAX)
上流、下流整流格子：0.7kPa (MAX)
その他（ディフューザー、エアクリナー等）：0.49~1.18 kPa (MAX)
圧力損失はほぼ流量に比例します。
- ・耐圧：500kPa
- ・耐熱：80℃
- ・材質：ハウジング・アルミ鋳物 (AC22-F)
- ・層流格子：SUS304
- ・Oリング：バイトン

注：流量値と取出差圧の関係は1台毎に異なりますので流量範囲は上表と若干のズレがあります。必ず添付校正表に依り測定して下さい。

ASSY重量

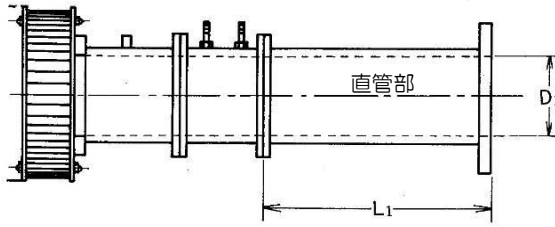
	配管用	吸入用
LFM-1	840 g	1.5 kg
LFM-2	840 g	1.5 kg
LFM-3	840 g	1.5 kg
LFM-4	840 g	1.5 kg
LFM-5	1.3 kg	1.8 kg
LFM-6	1.3 kg	1.8 kg
LFM-7	3.2 kg	2.9 kg
LFM-8	3.0 kg	2.8 kg
LFM-9	6.5 kg	5.8 kg
LFM-10	6.0 kg	5.7 kg
LFM-11	24.0 kg	18.0 kg
LFM-12	21.0 kg	15.0 kg

配管方法

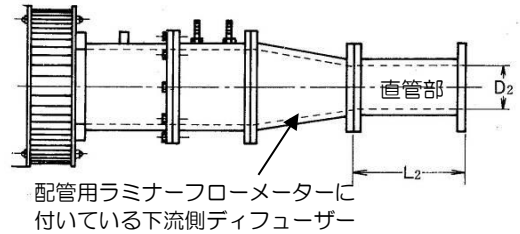
ラミナーフローメーターはオリフィス等と異なり、その前後にあまり長い直管部を必要としませんが、その精度を確保する為に数のような直管部を設けて下さい。

D_1 、 D_2 の寸法は機種に依り異なりますので、次頁の寸法図を御覧下さい。

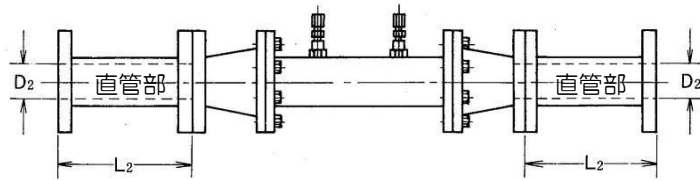
①吸入用



②吸入用



③配管用



L_1 、 L_2 の最小寸法は下表の様になります。(単位：mm)

型 式	L_1	L_2	D_1	D_2
LFM-1~4	80	—	14 ($1/2$ B)	—
LFM-5, 6	140	50	26 (1B)	15 ($1/2$ B)
LFM-7, 8	270	110	54 (2B)	32 ($1 1/4$ B)
LFM-9, 10	530	210	104 (4B)	65 ($2 1/2$ B)
LFM-11, 12	1030	320	205 (8B)	105.3 (4B)

LFM-1~4型の配管用では直管部は不要です。 L_1 、 L_2 は上記以上の長さにして下さい。 D_1 、 D_2 はSGPを基準としています。



LFM4型 (配管用)

流量：6.3~96ℓ/min
長さ：219mm
配管径：27.5mm
重量：840g



LFM8 (吸入用)

流量：100~1540ℓ/min
長さ：323mm
配管径：70mm
重量：2.8kg