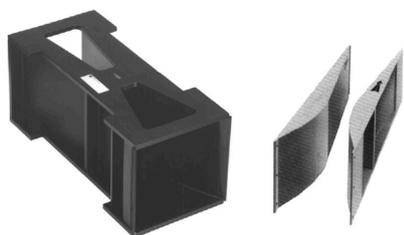


技術仕様書

カーファギーベンチュリ

QV302～QV316

流量測定



超音波技術による流量測定用の開放型フリューム

アプリケーション

カーファギーベンチュリフリュームは、開水路の流出量の測定に使用します。このフリュームにより産業排水および公共排水を測定できます。カーファギーベンチュリフリュームは、完全挿入型またはハーフシェル（半割管）型をお選びいただけます。完全挿入型のカーファギーベンチュリフリュームは、建設中の新しい水路内に直接取り付ける場合に最適です。完全校正済みユニットのため、最大限の精度が保証されます。ハーフシェル型のカーファギーベンチュリフリュームは、最小限の作業で既設の水路内に容易に統合できます。

特長

- 9種類の標準サイズにより、0.4～1500 l/sの流量範囲に対応
- 完全校正済みユニットのため、最大限の精度を保証
- 酸性/塩基性排水への優れた耐性、洗流し不要、付着物を低減
- 水流用に最適化されたフリューム設計により、最低限の上流側水位を保証

目次

資料情報	3
資料の表記規則	3
機能とシステム構成	3
計測システム	3
フリーユームの構造	4
取付け	6
カーファギーベンチュリフリーユームの取付け	6
ハーフシェル型のカーファギーベンチュリフリーユーム の取付け	7
センサの設置準備	7
プロセス	8
構造	9
カーファギーベンチュリフリーユーム	9
ハーフシェル型のカーファギーベンチュリフリーユーム ..	11
材質	11
補足資料	12

資料情報

資料の表記規則

安全シンボル

危険

このシンボルは危険な状況に対する警告を表します。この表示を無視して適切な対処を怠った場合、死亡、重傷、爆発などの重大事故が発生する可能性があります。

警告

このシンボルは危険な状況に対する警告を表します。この表示を無視して適切な対処を怠った場合、死亡、重傷、爆発などの重大事故が発生する可能性があります。

注意

このシンボルは危険な状況に対する警告を表します。この表示を無視して適切な対処を怠った場合、軽傷または中程度の傷害事故が発生する可能性があります。

注記

人身傷害につながらない、手順やその他の事象に関する情報を示すシンボルです。

特定情報に関するシンボル

シンボル	意味
	許可 許可された手順、プロセス、動作
	禁止 禁止された手順、プロセス、動作
	ヒント 追加情報を示します。
	資料参照
	注意すべき注記または個々のステップ
	一連のステップ

図中のシンボル

シンボル	意味
	項目番号
	一連のステップ
	図
	危険場所 危険場所を示します。
	安全区域（非危険場所） 非危険場所を示します。

機能とシステム構成

カーファギーベンチュリフリュームは、開水路の流出量の測定に使用します。このフリュームにより産業排水および公共排水を測定できます。カーファギーベンチュリフリュームは、完全挿入型またはハーフシェル（半割管）型として使用できます。完全挿入型のカーファギーベンチュリフリュームは、建設中の新しい水路内に直接取り付ける場合に最適です。完全校正済みユニットのため、最大限の精度が保証されます。ハーフシェル型のカーファギーベンチュリフリュームは、最小限の作業で既設の水路内に容易に統合できます。

計測システム

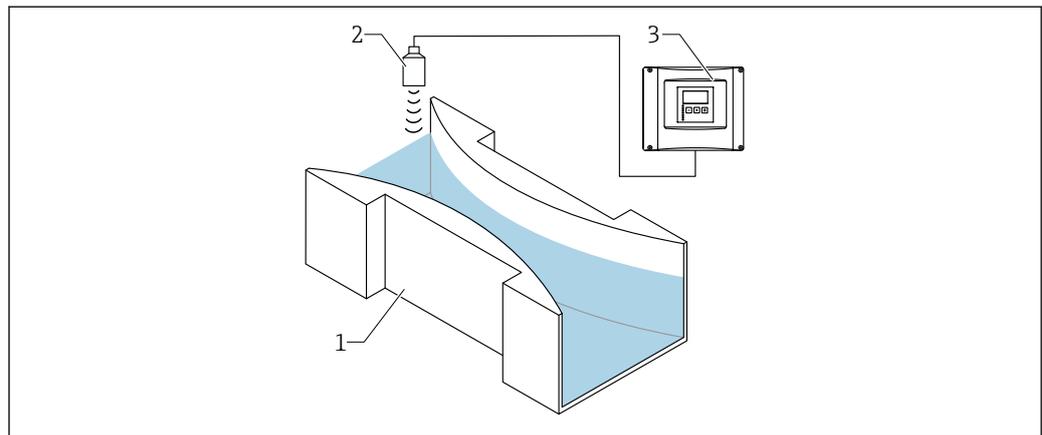
開水路で使用する挿入型のカーファギーベンチュリフリュームは、流量 (l/s～m³/h) と上流側水位間の直接的な相関関係を提供します。ベンチュリ狭窄部の上流側水位から流量を直接計算できます。メンテナンスフリーの非接触式超音波変換器（例：Prosonic S）で上流側水位を測定

します。内蔵のフローコンピュータ機能により、上流側水位の測定値を流出時の流量に換算します。水の流量を積算し、内蔵のカウンタによって表示します（図を参照）。

その他の機能：

- 流量測定用のローフローカットオフ
- フリュームの逆流/汚れの検知と通知（信号送信）
- 体積または時間ベースのサンプラー制御

一般的なすべての標準水路/堰のリニアライゼーションカーブがあらかじめプログラム設定されており、これらを読み出すことができます。必要に応じて、専用の構成を個別にプログラム設定することもできます。



A0048423

- 1 カーファギーベンチュリフリユーム
2 超音波センサ FDU9x
3 FMU90 変換器

フリユームの構造

スロートへの流入口は円弧状です。流入口の長さが水路の幅と一致しているため、摩擦損失が小さく、流れの湾曲による影響はわずかです。他のフリユームと比較すると、この設計では、同じ上流側水位でより大きな流出量が可能になります。カーファギーベンチュリフリユームでは、 $b_2:b_1$ （狭窄部幅:流入口幅）の比率として値「0.4」が選択されていますが、これは流入口の水位とシステムの精度のバランスが取れた最適な値です。損失を最小限に抑えるために、狭窄部後の拡幅部（= 拡大管）の比率は 1:8 となっています。狭窄部の流量が変化すると、流出量測定に必要な水位に差が生じます。堰の主要な利点は、特定の流速では上流側またはフリユーム内に沈殿物が形成されないことです。これはフリユームの基部が連続的に平坦かつ滑らかであるためです。これにより、メンテナンスなしで長期にわたって精度を確保できます。シュトゥットガルト大学の水力工学研究機関（Institut für Wasserbau）では、以下の流出量計算式を使用してテストベンチでカーファギーベンチュリフリユームを個別に校正しました。

$$Q = 0.01744 \cdot b_2 \cdot h^{1.5} + 0.00091 \cdot h^{2.5}$$

$Q \hat{=}$ 流出量 [l/s]

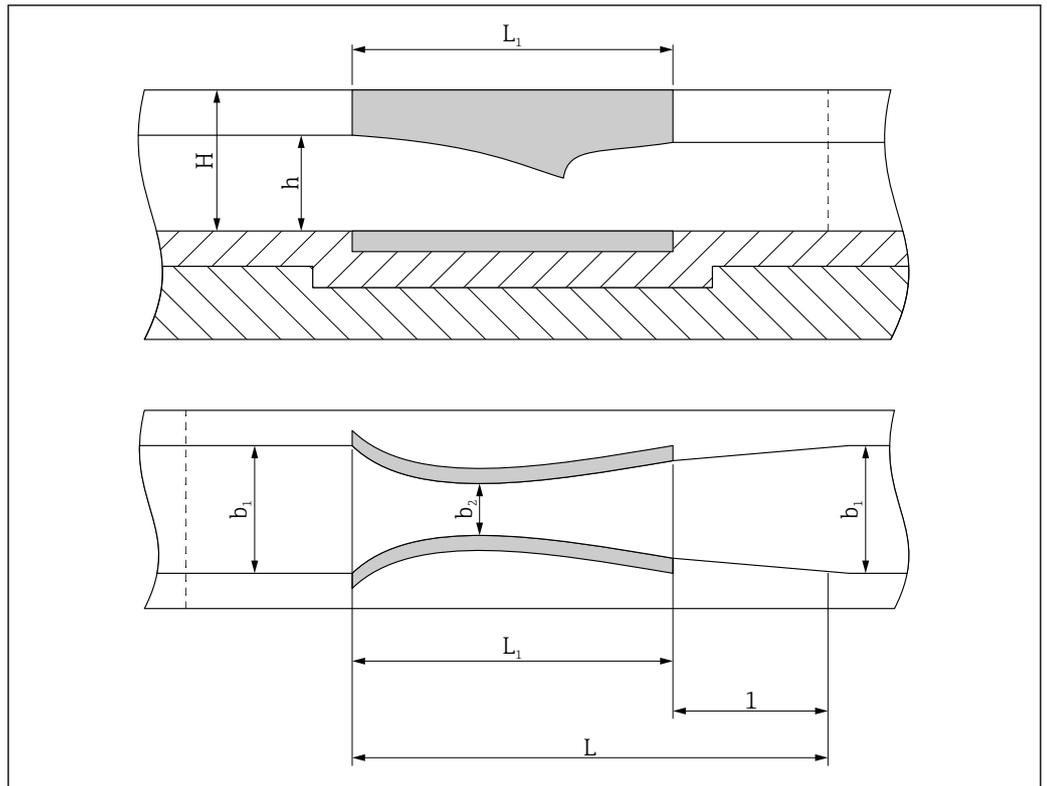
$b_2 \hat{=}$ 狭窄部幅 [cm]

$h \hat{=}$ フリユーム上流側レベル [cm]

流出量範囲が 6～20 % の場合、カーファギーベンチュリフリユーム¹⁾の最大測定誤差は 2 % です。流出量範囲が 20～100 % の場合、最大測定誤差は 1 % です。流出量範囲全体における最終的な測定誤差は 0.4 % 未満です。

カーファギーベンチュリフリユームには、化学製品や機械的摩耗に優れた耐性を持つ材質が使用されているため、耐久性が高く、メンテナンスはほとんど必要ありません。これらの特性によって、フリユームの寿命が大幅に延長されています。

1) カーファギーベンチュリフリユームは基準条件下で校正済み



A0048424

図1 カーファギーベンチュリフリュームの寸法

- 1 拡大管
- b1 流入口幅
- b2 狭窄部幅
- L₁ フリュームの長さ
- L 拡大管端までの長さ
- H フリュームの高さ
- h 上流側水位

完全挿入型のカーファギーベンチュリフリュームの標準サイズの流量（標準バージョンは高い側壁付き）

タイプ	水路幅 b ₁ mm	最大流量 Q				Q _{max} 時の流入口の水位 h	
				高い側壁付き			高い側壁付き
		l/s	m ³ /h	l/s	m ³ /h	mm	mm
QV302	120	11	40	22	80	224	324
QV303	300	25	90	50	180	228	351
QV304	400	50	180	100	360	297	461
QV305	500	90	320	180	640	381	585
QV306	600	100	360	200	720	366	567
QV308	800	250	900	500	1800	557	853
QV310	1000	500	1800	1000	3600	752	1158
QV313	1300	800	2880	1600	5760	870	1343
QV316	1600	1500	5400	3000	10800	1147	1768

取付け

カーファギーベンチュリフリュームの取付け

フリュームは、攪拌がなく排水が（常用速度で）滑らかに流れる場所に設置してください。計測システム上流側直近に水量が増加する低床部やベンドがあると、水量測定時に大きな誤差が生じる可能性があります。そのため、計測システム上流側には長さ $10 \cdot b_1$ 以上の直線水路部が必要です (b_1 = 水路幅)。

穏やかな流れを生成するために、水路には以下の長さの流路を設けてください。

- a) ベンドの下流側： $10 \cdot b_1$ で十分です。
- b) 側方流の下流側： $30 \cdot b_1$
- c) 堰の下流側： $50 \cdot b_1$

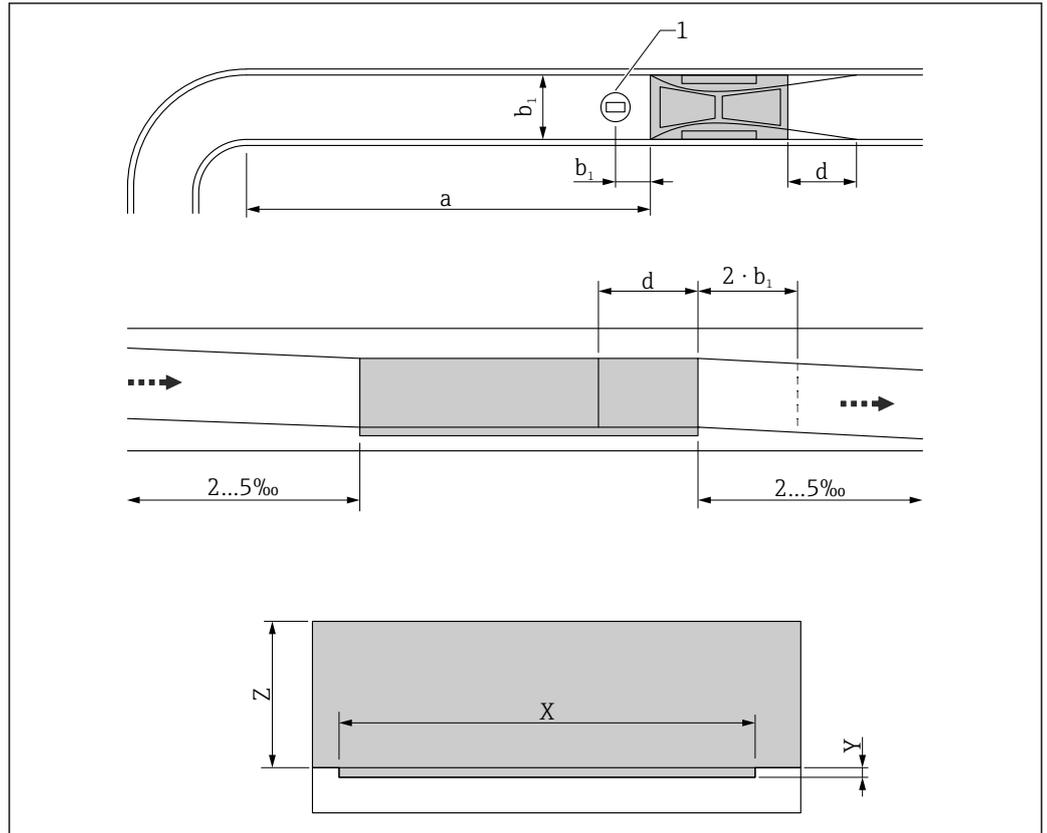
パイプからフリュームに給水する場合は、円形から矩形平面に円滑に移行した後の水流安定化用の流路として、フリューム上流側に長さ $3 \times b_1$ の短い矩形水路があれば十分です。その他のすべての要件は、a、b、cのいずれも同じです。水路の傾斜は約 2～5 ‰ が必要です（拡大管下流側から $2 \cdot b_1$ の後にシャフトへの流出口を配置可能）。水路の壁面と基部は、可能な限り滑らかにする必要があります。最小流出量の場合、固形分を容易に送り出すために、排水の流速として 0.6 m/s が必要になります。また一方で、傾斜が大きくなりすぎないようにしてください。これは傾斜が大きくなると、フリューム下流側の流出口の水の噴出が激しくなりすぎるためです。流出口の水路には、レベルに影響を及ぼすようなものを配置しないでください。フリュームの縦軸と流入口水路の縦軸が正確に一致するようにしてください。フリューム上面の 4 つの基準点を使用して、フリュームを正確に配置します。

コンクリート製の基部を準備して、その上にフリュームを配置します。

以下を確認してください。

- フリュームの流れ方向が適正である
- 底面が完全に水平である
- 流入口に低床部がない
- フリュームが水路と正確に位置合わせされている
- 水路が空の場合、フリュームに水が残らない

フリュームの最初と最後で幅 10～15 mm (0.39～0.59 in) の拡大ギャップがあるため、恒久的な弾性グラウト材を使用してギャップを埋める必要があります。振動締固めなしの貧配合コンクリートを使用して、側壁付近の空間を埋めてください。



A0048425

- 1 センサ
- a $10 \cdot b_1$ 以上
- b_1 流入口幅
- d 拡大管 (QV 302 では流出口の拡幅は不要)
- X くぼみの長さ (水路床に必要なくぼみ (完全挿入型フリュームの場合))
- Y くぼみの深さ
- Z 水路の最小高さ

ハーフシェル型のカーファギーベンチュリフリュームの取付け

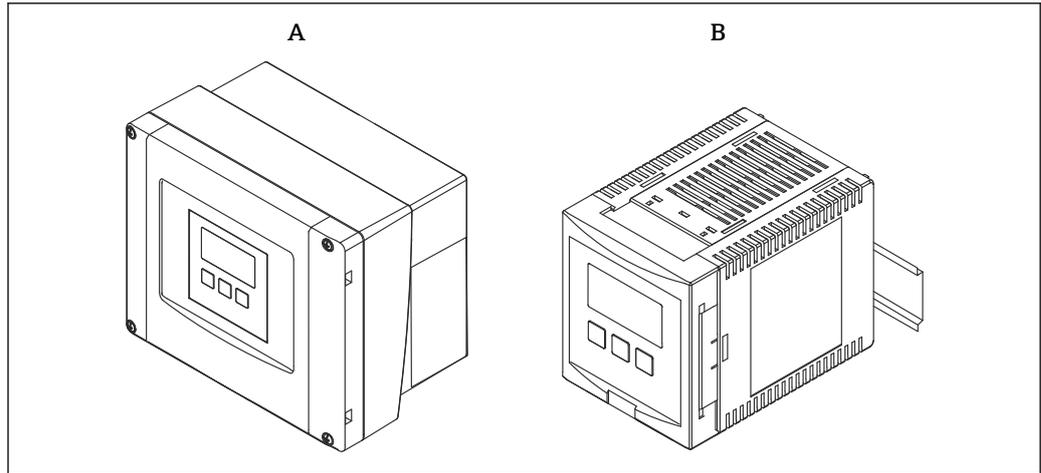
フリューム全体を設置できないため、代わりに2つのハーフシェルを既設の水路に取り付ける必要がある場合は、以下の対策を講じてください。

- 水流安定化用の流路として、完全挿入型のカーファギーベンチュリフリュームを設置する場合と同じ水路を使用する
- 設置点の水路底面が平坦かつ滑らかであることを確認する
- 2つのハーフシェルを互いに正反対の位置に配置する必要がある
- ハーフシェルを水路の基部上に配置する必要がある
- 寸法 b_2 (狭窄部幅) と b_1 (流入口幅 = 流出口幅) に完全に準拠する必要がある (ハーフシェルの上端から下端まで)
側壁上またはフリュームと拡大管間の水路上にエッジがないようにしてください。低床部を考慮する必要があります。

センサの設置準備

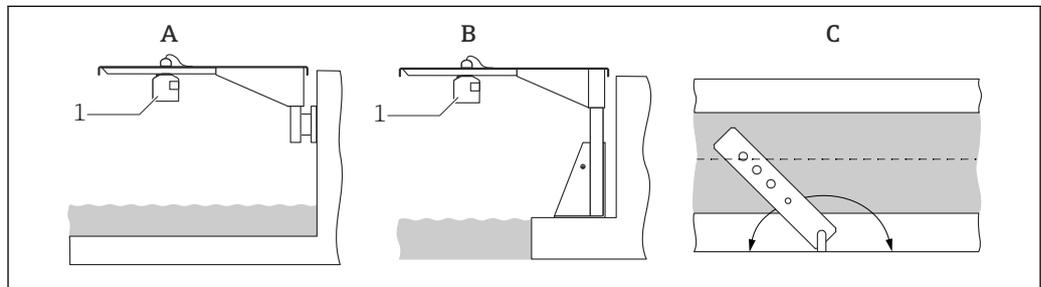
超音波変換器 Prosonic S を使用した上流側水位の測定

フリュームへの流入口上流側の水路幅 b_1 に関する流入口の水位 (上流側水位) を測定するために、Prosonic S FDU9x センサを取り付けます。専用ブラケットを使用して、超音波センサを取り付けることをお勧めします。このブラケットを使用することで、水面および水路壁面までの特定の距離にセンサを配置できます。センサの表面が常に水面と平行になるように取り付ける必要があります。Prosonic S FMU90 変換器は、現場および制御室にさまざまな方法で取り付けることができます。センサ設置および変換器設定の詳細については、www.endress.com/download の関連資料を参照してください。



A0049428

- A FMU90 - フィールドハウジング内
 B FMU90 - DIN レールバージョン



A0036748

- A アングルブラケット、カンチレバー、壁面取付ブラケットを使用
 B アングルブラケット、カンチレバー、フレーム取付用ブラケットを使用
 C アングルブラケットを旋回させて、フレュームの中心にセンサを配置可能
 1 センサ

プロセス

- 熱膨張係数 : $1.8 \cdot 10^{-4} / K$
- 温度範囲 : 0～40 °C (32～104 °F)

構造

カーファギーベンチュリフリューム

カーファギーベンチュリフリューム QV302 には、拡大管（流出口）があります。フリューム QV303～QV316 には、拡大管はありません。高い側壁付きのカーファギーベンチュリフリュームは、水路幅 b_1 が同じままで 2 倍の流量に対応します。

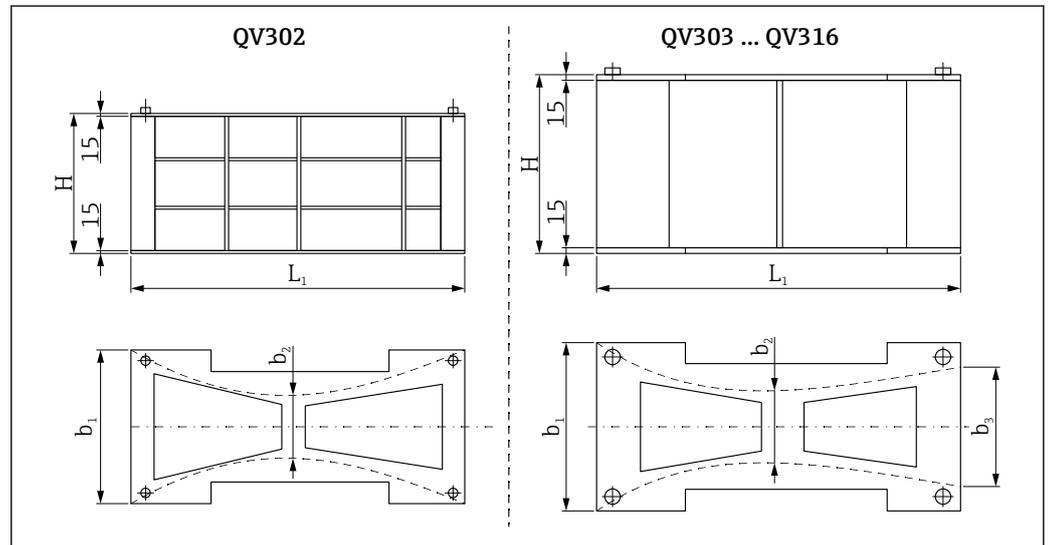


図 2 カーファギーベンチュリフリューム QV302～QV316 の寸法

- b1 流入口幅
- b2 狭窄部幅
- b3 流出口幅
- H フリュームの全高
- L1 フリュームの長さ

完全挿入型のカーファギーベンチュリフリューム（狭窄比 $b_2:b_1 = 0.4$ ）の標準サイズ（全寸法単位：mm）

	QV302	QV303	QV304	QV305	QV306
	011454-0002 011454-2002 ¹⁾	011454-0003 011454-2003 ¹⁾	011454-0004 011454-2004 ¹⁾	011454-0005 011454-2005 ¹⁾	011454-0006 011454-2006 ¹⁾
流入口幅 b_1	120	300	400	500	600
狭窄部幅 b_2	48	120	160	200	240
流出口幅 b_3	-	210	280	350	420
フリュームの長さ L1 拡大管端までの長さ L	420 420	690 1050	920 1400	1150 1750	1380 2100
フリュームの全高 H	300	300	400	450	450
高い側壁付きフリュームの全高 H	400	400	500	600	650
くぼみの長さ X ²⁾	520	710	940	1170	1400
くぼみの深さ Y ²⁾	15	15	15	15	15
水路壁の最小高さ Z ²⁾	285	285	385	435	435
高い側壁付き水路壁の最小高さ Z ²⁾	385	385	485	585	635

1) 高い側壁付きフリュームのオーダー番号
2) → 図 7

カーファギーベンチュリフリーウム（狭窄比 $b_2:b_1 = 0.4$ ）の標準サイズ（全寸法単位：mm）

	QV308	QV310	QV313	QV316
	011454-0008 011454-2008 ¹⁾	011454-0010 011454-2010 ¹⁾	011454-0013 011454-2013 ¹⁾	011454-0016 011454-2016 ¹⁾
流入口幅 b1	800	1000	1300	1600
狭窄部幅 b2	320	400	520	640
流出口幅 b3	560	700	910	1120
フリーウムの長さ L1 拡大管端までの長さ L	1840 2800	2300 3500	3000 4550	3680 5600
フリーウムの全高 H	670	870	1020	1320
高い側壁付きフリーウムの全高 H	870	1200	1400	1800
くぼみの長さ X ²⁾	1860	2330	3030	3710
くぼみの深さ Y ²⁾	15	15	15	15
水路壁の最小高さ Z ²⁾	655	855	1005	1305
高い側壁付き水路壁の最小高さ Z ²⁾	855	1185	1385	1785

1) 高い側壁付きフリーウムのオーダー番号

2) → 図 7

補足資料

超音波センサ Prosonic S FDU9x および超音波変換器 FMU9x の関連資料については、
www.endress.com/download を参照してください。



www.addresses.endress.com
