

超純水用——高圧・広温度・超分解能・超高精度——

「スワールインペラ型タービン式流量センサー」

FROM (株)技術開発総合研究所

《概要》

(株)技術開発総合研究所は、「榎本工業(株)(榎本 裕 代表取締役社長){茨城県土浦市中村}」と共同にて、高耐圧・広温度・超分解能・超高精度の、「超純水用——スワールインペラ型タービン式流量センサー」を、「(株)すすむ器械店{福島県いわき市}」様を介して、「東京電力(株)福島原子力発電所」様に、2008年09月28日に納品させて頂きました。

写真1に、部品構成された——「①入口側ハウジング」と「②出口側ハウジング」を示します。この「①」と「②」を締結する事により、流量センサーが構成されます。

「超純水用流量センサー」の基本的な部品構成は、これまで、日機装(株){東京都東村山市}様を介して納品・実績の有る——「東京電力(株)福島原子力発電所」様に納品の——**SIL-0.5PL24TPL**型{24枚インペラ、0.5(ℓ/min)/0.1(MPa)圧損}により確立された技術です。

「入口ハウジング」には、「計量ジェット」に均質な流れを供給するための、12本の整流流路が設けられております。そして、この流れが、「インペラ」の格納された——内接円に接する、12個の流路の「計量ジェット」により、インペラに流体の作用力=ゼロでの回転に変換し、このインペラの回転パルスを、非接触の“光検出”で、流量計測しております。

「ハウジング」構成部品は、SUS316が基本材料で、「インペラ」は、軽量且つ耐食性に優れた——チタン製で、インペラと一体の針状軸には、硬度が「Hv=1800」のアルミナ(A_l₂O₃)や、「Hv=2200」の炭化珪素(SiC)が使用されています。

「軸受」材料には、客先要求に合わせて、前掲のセラミックス材料等の他、最適選択されます。

他の超純水用流量センサーとの大きな特徴差は、



写真1 チタン製18枚インペラ内蔵状態

- (1) 耐圧性能が「 ≤ 20 (MPa)」
- (2) 適用温度範囲が「 ~ 200 (°C)」と高温対応
- (3) 計測分解能が「 $3/1000$ 」の超分解能
- (4) レンジアビリティ (=最大計測流量/最小計測流量) が「 ≥ 50 」と広い
- (5) 計測精度が「 ± 0.5 (%)RS (=最大流量の $\geq 1/10$ の範囲)」{流量全域の場合は、 ± 0.5 (%)FS}
- (6) 計測部分と監視部分を、最大10(m)隔離可能 (=悪環境対応)

等の特徴を有する事です。**表1**に、性能概要の代表例を、**図1**に、構造概略を示す。

表 1 「SIL-008PL18TSC」型流量センサー概要

項目	概要
計測流量範囲	(0.13(ℓ/min)~8.5(ℓ/min)/0.1(MPa)圧損~12.0(ℓ/min)
レンジアビリティ	約70倍 {最大;約100倍}
計測分解能	① 2×10^{-3} (ℓ/min/Hz)
	② 30,000(パルス/ℓ)
計測精度	① ±0.5(%)FS {流量の全域}
	② ±0.5(%)RS {最大流量の1/10の領域}
最大使用圧力	≤20(MPa)
使用温度範囲	0(°C)~200(°C)
その他	完全防爆、悪環境対応

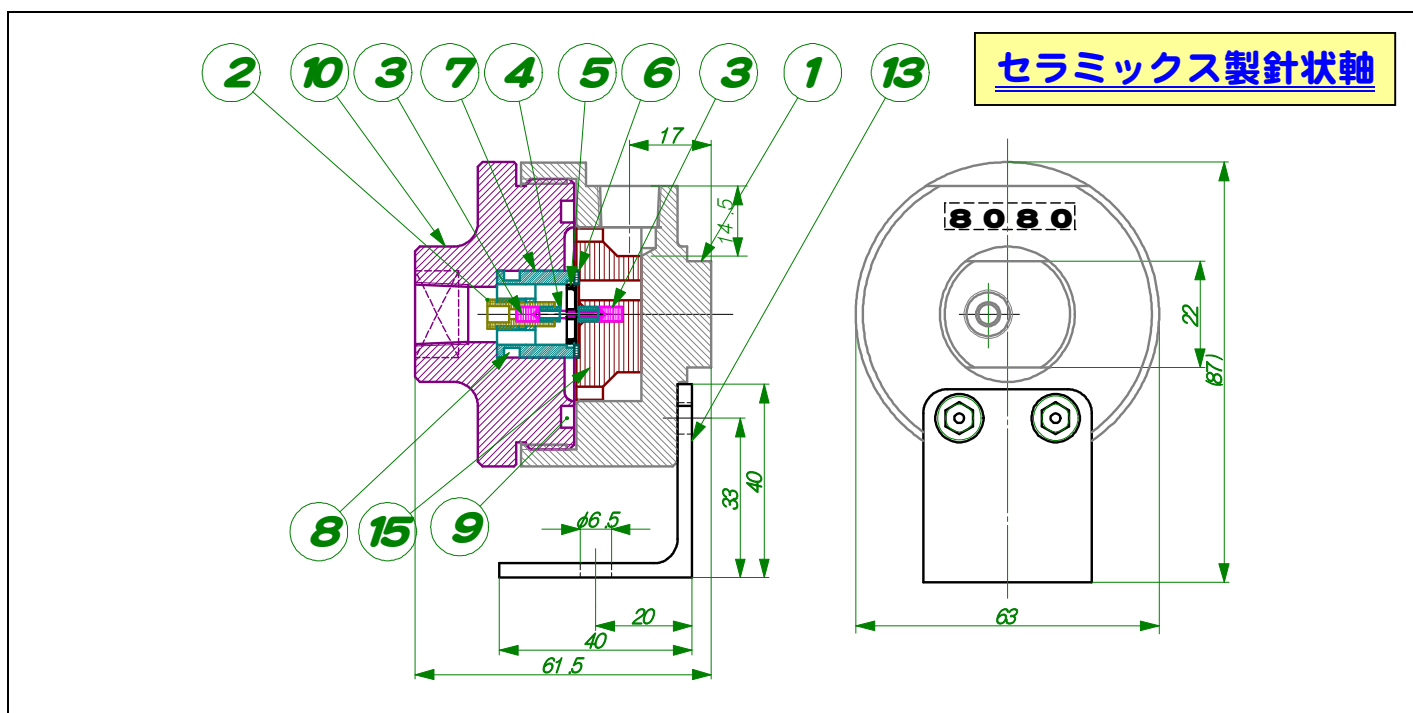


図 1 「スワールインペラ型流量センサー」の構造

《販売》

写真2に、[流量センサー]+[オプティカル・ファイバー]+[パルス・コンバーター]+[MD-1000B型デジタル流量表示計]の構成例を示す。

[オプティカル・ファイバー]の最長は10(m)で、悪環境での計測を可能としている。[流量センサー]からの光信号を、[パルス・コンバーター]に、「5/0(V)DC」に変換し、[各種のデジタル流量表示計]にて計測される。なお、(株)技術開発総合研究所の「デジタル流量表示計」は、総て、「 $Q = aH \pm b$ { $a =$ 比例定数($\text{cm}^3/\text{sec}/\text{Hz}$)、 $H =$ パルス信号出力(Hz)、 $b =$ 無効流量(cm^3/sec)}」で演算処理され、高精度計測の一翼を担っている。

今後、今回納品した——『SIL-004形式』に加えて、「SIL-001〔1(L/min)/0.1(MPa)圧損)~SIL-100〔100(L/min)/0.1(MPa)圧損)に至る流量範囲の“7形式”の流量センサーを特注生産し、標準化整備して行く所存です。



(株)技術開発総合研究所®の開発商品は、

1994年以来、『生産物賠償責任保険（あいおい損害保険(株)）により責任保証されております。

研究・開発・販売

→→ **(株)技術開発総合研究所®**

〒305-0042 茨城県つくば市下広岡 725-29

TEL. (029)857-6010, FAX. (029)857-8357

E-mail ; y-hommoh@advanced-sensors.com

開発・製造

→→ **榎本工業株式会社**

〒300-0843 茨城県土浦市中村南4-12-17}

TEL.(029)841-4011, FAX. (029)843-1049

E-mail ; enomoto@enomoto-kk.com

スワールインペラ®型流量計較正試験結果

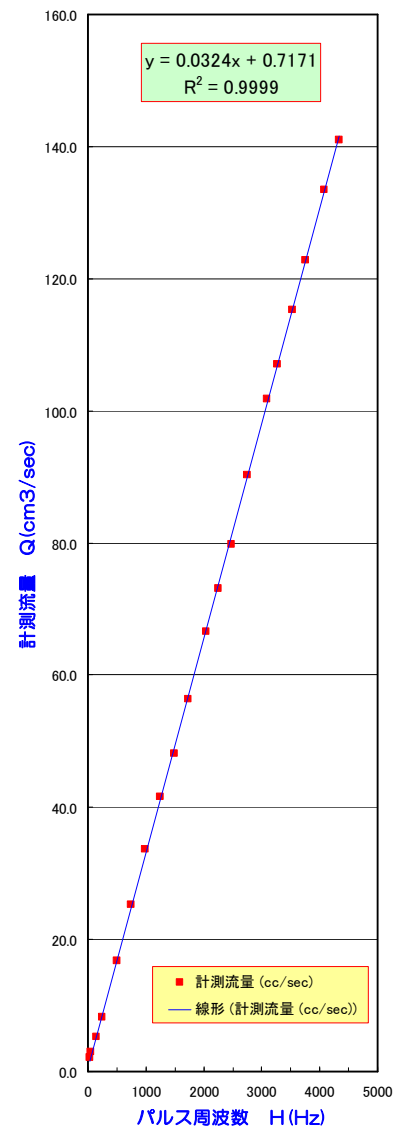
センサー型番 SIL-008PL18TSC#8096(1) - 標準流量較正関数(1020)

検定日	平成20年09月25日	使用流体	水
室内圧力	100.3(KPa)	流体圧力	0~103(kPa)変化。 圧力可変制御
室内温度	24.1(°C)	流体温度	23.0(°C)
室内湿度	70(%)	慣熟試験	20(min) 慣らし流量 8.45(ℓ/min)

実験流量範囲	0.126(ℓ/min)~ 8.455(ℓ/min)		
パルスコンバータ出力	5.0(V)	波形変動率	±1.1(%)
		波形形状	◎

較正関数 $Q(\text{cm}^3/\text{sec}), H(\text{Hz})$			
(測定は一点法、較正関数は最小二乗法による)			
較正関数流量範囲 【標準流量】	0.126(ℓ/min) ~8.455(ℓ/min)	平均 誤差率	±***(%)FS ±***(%)RS
$Q = 3.245 \times 10^{-2} H + 0.717 \text{ (cm}^3/\text{sec)}$			
{FD、PDG型表示計入力値；較正点数=20、相関係数=0.9999}			
パルス分解能 (参考)	① $\alpha = 1.96 \times 10^{-3} (\ell/\text{min})/\text{Hz}$ { $\geq 0.3(\ell/\text{min})$ }		
	② $\alpha = 3.26 \times 10^{-2} (\text{cm}^3/\text{sec})/\text{Hz}$ { $\geq 0.3(\ell/\text{min})$ }		
	③ 32.625(mm ³ /パルス) { $\geq 0.3(\ell/\text{min})$ }		
	④ 30,651(パルス/ℓ) {at 10000 (cm ³ /min)}		
較正試験方法	メスシリンダー体積充填法		

計算データ添付欄(全流量域)
【X=H(Hz), Y=Q(cm³/sec)】



備考欄	
(1)	「PC-005V型#8096{納品}パルスコンバータ」使用。
(2)	凹型矩形形状チタン製インペラ、 <u>A1₂O₃針状軸・ハステロイC軸受</u> 。
(3)	『気泡』の存在は、計測精度を悪化させますので、注意して下さい。
(4)	垂直配管(出口部が下)にて、較正試験を実施。
(5)	気泡混在液の場合、出口部を上に向けて配管(=垂直配管)のこと。
(6)	高精度計測は、「 $Q = aH \pm b$ 」演算式表示計をご使用下さい。
(7)	潤滑油計測は、粘度の影響を受けませんので、注意して下さい。

☆圧損データ{参考:水の場合}☆	
(litre/min)	: 0.3 (MPa g)
12.0 (litre/min)	: 0.2 (MPa g)
10.4 (litre/min)	: 0.15 (MPa g)
8.5 (litre/min)	: 0.10 (MPa g)
6.0 (litre/min)	: 0.05 (MPa g)
3.8 (litre/min)	: 0.02 (MPa g)
2.7 (litre/min)	: 0.01 (MPa g)
1.9 (litre/min)	: 0.005(MPa g)

特性記録情報欄	
(1)	計測サンプリング時間=5(sec)
(2)	V _{TP1} =3.8~6.0(V)/0.1(MPa g) ※●
(3)	D _{TP1} =42.2(%) at 0.1(MPa g) ※●
(4)	12ジェット{10~200} ※●
(5)	a(L/F)=****
(6)	b(L/F)=****
(7)	(100b/Q _{max})=0.51(%) ※●
(8)	シム=上0/下0
(9)	Q _{max} =8455(cm ³ /min)
(10)	凹型矩形形状チタン製インペラ
(11)	シム・ゼロ仕様超耐久一新型軸受
(12)	1(m)長さ納品オプティカルファイバー
(13)	D=44.4(%) {標準PC-010}

『スワールインペラ』は、(株)技術開発総合研究所®の登録商標であり、当該流量計は、特許商品です。

☆製造責任者；榎本昭一
☆較正責任者；本望行雄

GRI of TD 判断情報欄	
①	R = 67.1
②	(b/a) = 22.1(%)
③	D = 35.6(%) {PC-005}
④	Q = 4.228(0.3523)