

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(Al_2O_3)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 |

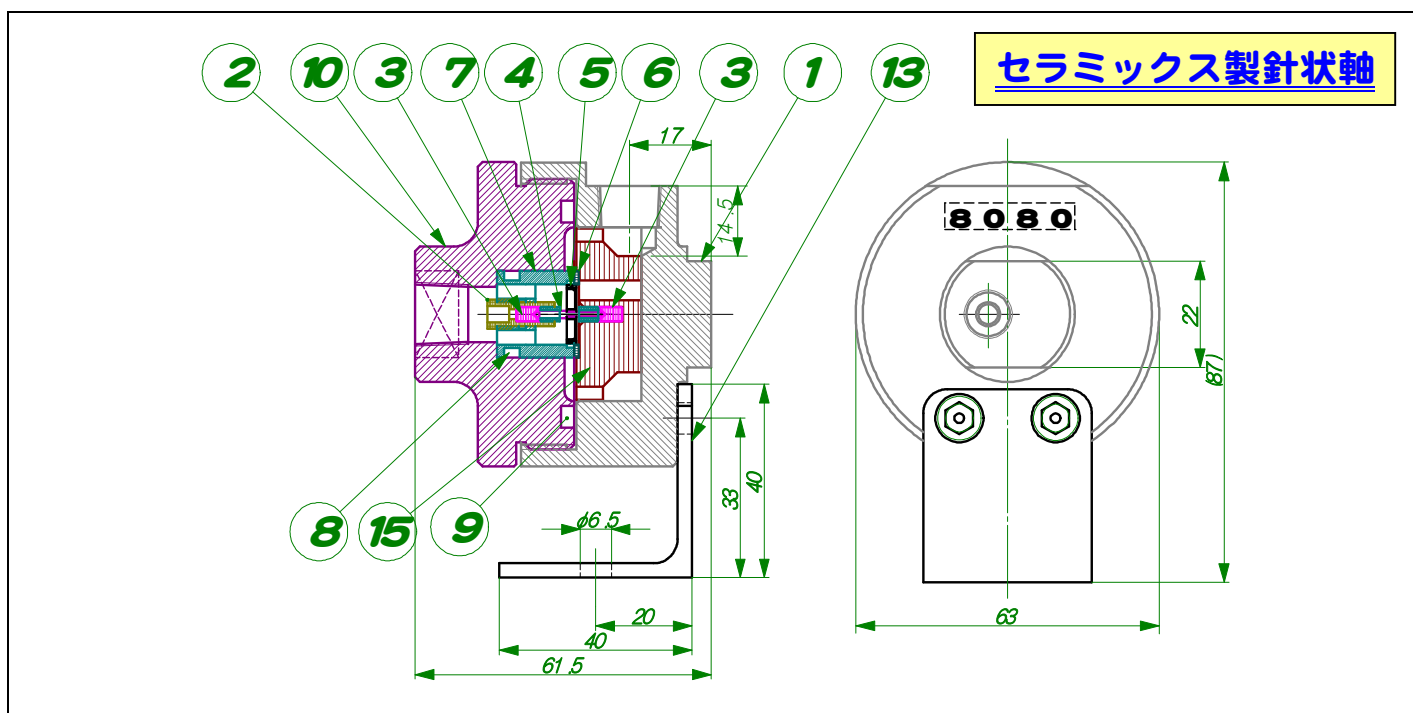


図 1 「スワールインペラ型流量センサー」の構造

《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

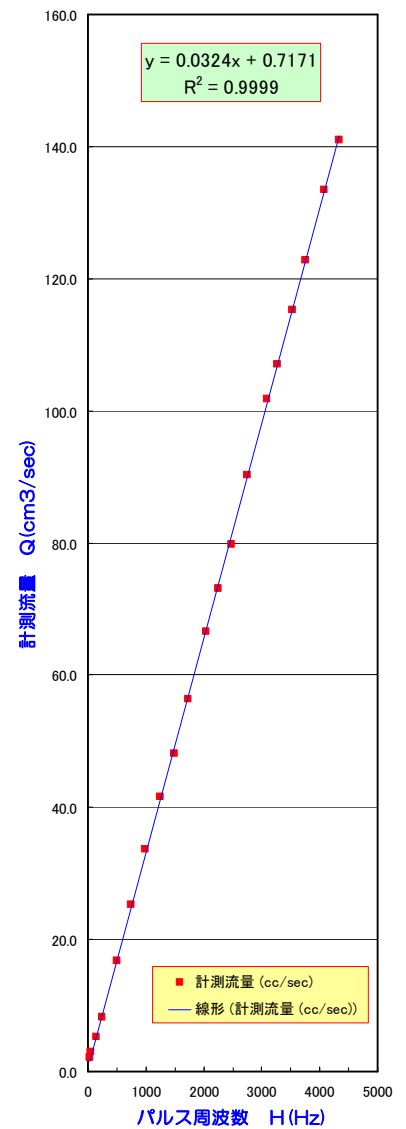
センサー型番 SIL-008PL18TSC#8096(1) - 標準流量較正関数(1020)

| | | | |
|------|-------------|------|---------------------------|
| 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、Al₂O₃針状軸・ハステロイC軸受。
 - (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) $V_{TP1} = 3.8 \sim 6.0(V)/0.1(MPa\ g)$ ※●
 - (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) $Q_{max} = 8455(\text{cm}^3/\text{min})$
 - (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 $Q = 4.228(0.3523)$