

投込型圧力式水位計とその応用^{*1}

平原 浩^{*2} 柄越 将康^{*3}

Submersion Level Detector

Hiroshi Hirahara, Masayasu Tukakoshi

1 はじめに

投込型圧力式水位計は、上下水道、貯水池、タンク、ダム、河川などに用いられている。設置が簡便で、安定した測定が行えるため、フロート式、静電容量式、超音波式などにくらべ、近年その普及が著しい。以下に紹介する SL シリーズ投込型圧力式水位計は、川崎製鉄のエンジニアリングにより、川鉄計量器で商品化したもので、次の特長がある。

- (1) 設置が簡単
- (2) 高精度、高安定
- (3) 十分な避雷特性
- (4) メンテナンスが容易
- (5) 環境や使用条件に応じた機種選択が可能

2 測定原理

発信器を液中に沈設し、液面から発信器受圧面までの距離(液位)を H 、液密度を ρ 、とすると、発信器受圧面における水頭圧 P は、

$$P = \rho H$$

すなわち

$$H = P/\rho$$

となり、 ρ が一定ならば水頭圧 P を検出することにより、液位 H を測定することができる。受圧素子にベローズおよびパネ、電気変換素子に差動変圧器を用いた発信器の原理構造図を Fig. 1 に示す。ベローズ接液面には、水頭圧 P と外気圧 P_0 の和がかかるため、中空ケーブル(信号用ケーブルに外気圧導入管を内蔵したもの)によって外気圧 P_0 をベローズ内側に導入し、ベローズには水頭圧 P だけが作用するようになっている¹⁾。

水頭圧の検出方法としては、上に述べたベローズ、差動変圧器方式(SL-100型、SL-150型)のほか、ダイヤフラム、拡散形半導体ゲージ方式(SL-200型)、ベローズ、ロードセル方式(SL-300型)などがある。いずれの方式も外気圧の変動を補償するため、中空ケーブルによって外気圧を導入するようになっている。

3 機器の構成

Fig. 2 に SL-100 型、SL-150 型、SL-200 型の機器の標準構成を示す。中継箱は中空ケーブルと、伝送ケーブル用キャプタイヤケ

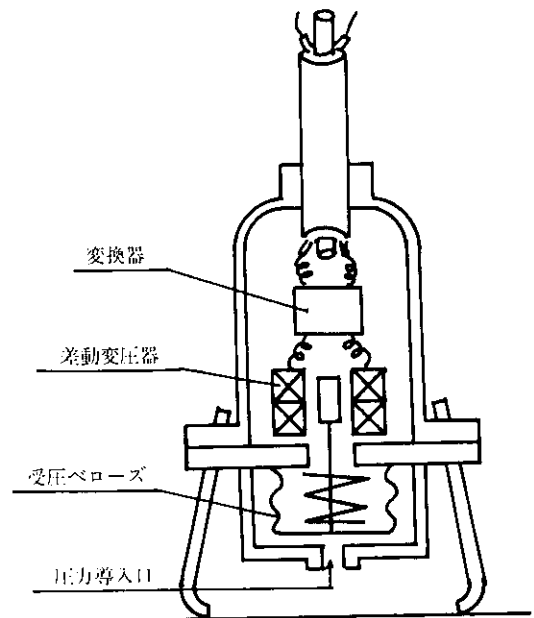


Fig. 1 原理構造図

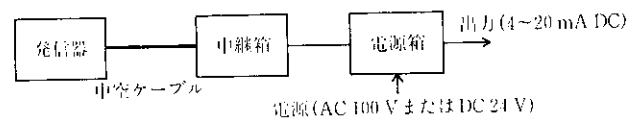


Fig. 2 機器の構成 (SL-100, SL-150, SL-200 型)

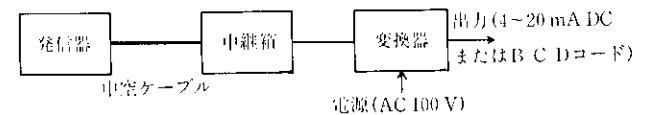


Fig. 3 機器の構成 (SL-300)

ーブルの中継機能を持ち、中空ケーブル外気圧導入管を外気に開放する。また、避雷回路および機種により増幅器を内蔵する。中継箱は、一般に発信器沈設場所近くの液面外に設置する。電源箱は発信器駆動電源を制御するとともに、測定信号(4~20 mA DC)の零点調整機能を持ち、零点調整後増幅回路により再び 4~20 mA DC 信

*1 昭和60年12月11日原稿受付

*2 本社 計量器技術センター 主査(部長補)

*3 川鉄計量器(株) 東京営業部営業一課 主任部員(掛長)

Table 1 SL-100 シリーズの仕様

項目	仕様
測定範囲	0~0.2 m H ₂ O から 0~70 m H ₂ O の任意の範囲
精度	フルスケールの ±0.3%
最大圧力	測定範囲の 1.5 倍以上
出力	4~20 mA DC
許容負荷抵抗	電源箱出力端子で 700 Ω
電源	電源箱に AC 100 V, 50/60 Hz または DC 24 V
周囲温度	発信器 -5~50°C (不凍状態), その他 -10~50°C
発信器材質	本体部 SUS 304 耐食防泥型用ベローフラムはふっ素ゴム
発信器重量	9 kg (水中 6 kg), 耐食防泥型 11 kg (水中 8 kg)
発信器寸法	本体最大 155 mmφ × 630 mm
チェーン	索線径 5 mmφ SUS 304 溶接仕上げ
中空ケーブル	
仕上り外径	17.1 mmφ
電線	0.75 mm ² × 6 芯
外気導入管	ポリエチレン, 内径 5 mmφ
外装	ポリエチレンシース

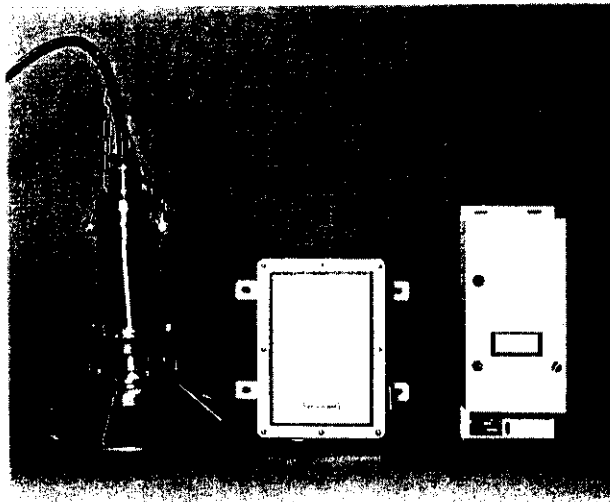


Photo 1 SL-100 型発信器 (左), 中継箱 (中), 電源箱 (右)

号を出力する。中継箱から電源箱までは 2 線伝送式となっている。

Fig. 3 に SL-300 型の構成を示す。変換器にはアナログ型とデジタル型があり、アナログ型は 4~20 mA DC を出力し、デジタル型は測定値を最大 5 桁まで表示し BCD (Binary coded decimal) 信号を出力するとともに、マイクロコンピュータ内蔵により種々の演算機能を備えている。

4 仕様と特長

4.1 SL-100 型

SL-100 型²⁾ は、配水池、浄水場、下水処理場、汚泥槽などでよく使用されるほか、せきやパーシャルフリューム³⁾ (開水路の途中に絞り部を設け縮流を起こさせ、水路の底を傾斜させて限界水深を生じさせると、絞り部の上流側水位と流量の間に一定の関係が成り立つ。R. L. Parshall によって開発されたのでこの名がある) による水路流量測定のため溢流水頭圧発信器として、最小 0.2 m H₂O の測定範囲から用いられている。Table 1 に主な仕様を、Photo 1

Table 2 SL-150 シリーズの仕様

項目	仕様
測定範囲	0~0.8 m H ₂ O から 0~20 m H ₂ O の任意の範囲
精度	フルスケールの ±0.5%
最大圧力	50 m H ₂ O
出力	4~20 mA DC
許容負荷抵抗	電源箱出力端子で 700 Ω
電源	電源箱に AC 100 V, 50/60 Hz または DC 24 V
周囲温度	発信器 -5~60°C (不凍状態) その他 -10~50°C
発信器材質	本体部 SUS 304 に塩化ビニールまたはポリアミド樹脂コーティング
発信器重量	6 kg (液中 4 kg; 液密度 1 g/cm ³ として)
発信器寸法	本体最大 88 mmφ × 375 mm
中空ケーブル	
仕上り外径	12 mmφ
電線	0.3 mm × 2 対, 4 芯シールド
外気導入管	ポリエチレン, 内径 2 mmφ
外装	耐熱ビニール
保護管	オレフィン系樹脂, 外径 19 mmφ



Photo 2 SL-150 型発信器

に発信器、中継箱、電源箱の外観を示す。

4.2 SL-150 型

SL-150 型は、化学液や海水など腐食性液の液面測定用として使用される。発信器ボディは接液部にボルトやナットを全く使用しない構造となっており、SUS 304 製で、硬質塩化ビニールまたはポリアミド系樹脂コーティングを施してある。Table 2 に主な仕様を、Photo 2 に発信器外観を示す。

4.3 SL-200 型

SL-200 型は、ボディ外径が 35 mm と小形のため、狭小な場所や深井戸などに使用される。Table 3 に主な仕様を、Photo 3 に発信器外観を示す。

4.4 SL-300 型

SL-300 型⁴⁾ は、精度が最も高く、ダムの水量管理、濾過器前後の水位差測定、厳密な管理が必要なタンク液面などに使用される。

Table 3 SL-200 シリーズの仕様

項目	仕様
測定範囲	0~1.6 m H ₂ O から 0~60 m H ₂ O の任意の範囲
精度	フルスケールの ±0.5%
最大圧力	測定範囲の 2 倍以上
出力	4~20 mA DC
許容負荷抵抗	電源箱出力端子で 700 Ω
電源	AC 100 V, 50/60 Hz または DC 24 V
周囲温度	発信器 -5~50°C (不凍状態) その他 -10~50°C
発信器材質	本体, ダイヤフラムとも SUS 316
発信器重量	0.8 kg
発信器寸法	本体最大 35 mmφ×280 mm
中空ケーブル	
仕上り外径	17.1 mmφ
電線	0.5 mm ² ×3 対, 6 芯シールド
外気導入管	ポリエチレン, 内径 3 mmφ
外装	ポリエチレンシース

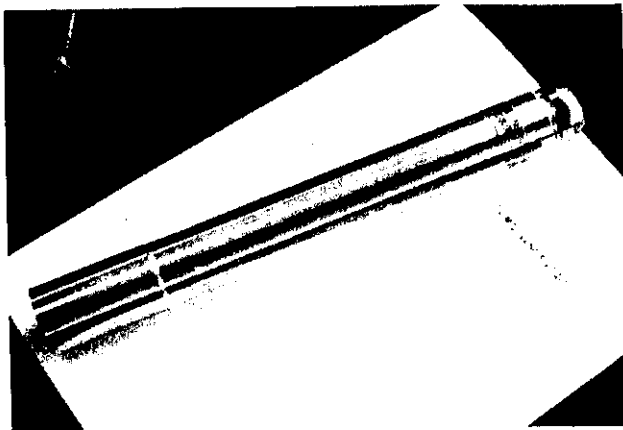


Photo 3 SL-200 型発信器

Table 4 SL-300 シリーズの仕様

項目	仕様
測定範囲	0~3 m H ₂ O から 0~50 m H ₂ O の任意の範囲
精度	フルスケールの ±0.1%
最大圧力	測定範囲の 2 倍以上
周囲温度	発信器 -5~50°C (不凍状態) その他 -10~50°C
発信器諸元	材質, 重量, 寸法とも SL-100 と同じ
中空ケーブル	SL-200 用中空ケーブルと同じ
アナログ型変換器	
変換精度	フルスケールの ±0.01%
出力	4~20 mA DC
許容負荷抵抗	500 Ω
使用温度範囲	-5~55°C
デジタル型変換器	
変換精度	フルスケールの ±0.02%
表示桁数	最大 5 桁 (マイナス表示ランプつき)
出力	BCD 5 桁 (TTL レベル)
演算機能	外部信号により出力値ホールド サブレンジ表示範囲の 80% 上下制御信号 (4 桁) 比重補正 (0.700~7.999) 異常警報 (上位 4 桁 7999) 波浪フィルター 0~24.8 秒まで 7 段階
使用温度範囲	0~50°C

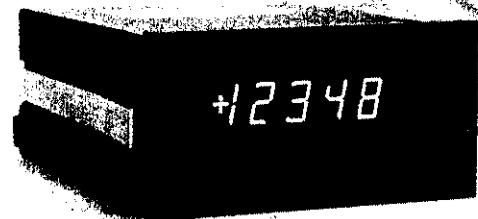


Photo 4 デジタル形変換器 (SL-300 型用)

Table 4 に主な仕様を、Photo 4 にデジタル型変換器の外観を示す。なお、発信器外観は SL-100 型と同一である。

5 設置

発信器は、液中に吊り下げまたは底面に沈設する。SL-100 型と SL-300 型はステンレス製チェーンによって吊り下げ、底面に設置する場合もステンレス製チェーンによって沈設、引き揚げを行う。SL-150 型と SL-200 型は、中空ケーブルによって沈設および引き揚げを行うが、必要に応じて取付け金具を付加しステンレスチェーンまたは合成樹脂ロープを装着することができる。発信器の設置は極めて簡単であるが、流速が 1 m/s 以上ある場合は、保護管を設けることが望ましい。中継箱は測定場所付近の屋外に設置する場合は、防水形設計となっているが、結露や箱内部の異常温度上昇を避けるため、日陰に設置するか日除けを設ける。電源箱は屋内に設置する。壁掛けおよびラックマウント形があり、いずれもボルトまたはねじにより簡単に取付けることができる。

6 保守

特別な保守はほとんど必要ない。測定環境によっては年 1 回程度発信器を引き揚げ付着物などを水洗いするとよい。また、雷サージ多発地域では避雷器を 3 年程度で交換するとよい。

7 おわりに

差動変圧器を電気信号変換素子に用いた投込型圧力式水位計は、当社がはじめて開発したものであり、以来 25 年以上の実績を有している。外來サージに強く、低水位測定が可能などの特長があり、高い評価を受けて来た。今回 4~20 mA DC 2 線伝送方式に統一するとともに、需要家の幅広いニーズに応えるため、半導体式およびロードセル式を含め機種を充実した。液面監視、制御などの計装システムにおいて、本器が有効に使用されることを期する。

参 考 文 献

- 1) 穂坂光司, 小泉袈裟勝, 宇和川 澄, 小野弘康, 富永栄一, 奥津光彦, 後藤和正, 藪田 薫, 平原 浩, 山泉一夫: 「レベル計」, (1985), 103~111, [(社)日本計量機器工業連合会]
- 2) 川崎製鉄(株): 特開昭 60-61635
- 3) 工業計測技術大系編集委員会: 「流量(下)」, (1964), 259~261, [日刊工業新聞社]
- 4) 川崎製鉄(株): 特開昭 60-61634