

6.7 渦式排水流量計

6.7.1 原理

図 6-11 に示すように、水路に垂直に設置された渦発生体(三角柱)の背後には、液体の流れによって非対称の渦列(カルマン渦列)が発生するが、この渦の発生周波数 f (Hz) は、ある条件において三角柱の幅 d (m) に反比例し、三角柱を通過する流体の流速 V (m/s) に比例し、 $f = S \cdot V / d$ の関係が確かめられている。ここで S はストローハル数と呼ばれる無次元の定数である。ストローハル数が一定である範囲では、渦の発生周波数は流速に比例することになるので、渦の発生周波数を計測することにより、流速又は流量を求めることができる。

渦の検出方法には、サーミスタ式、電磁式、抵抗式等もあるが、排水用としてはストレインゲージが一般に適用されている。(図 6-12) また、超音波を用いる方法もある。(図 6-13)

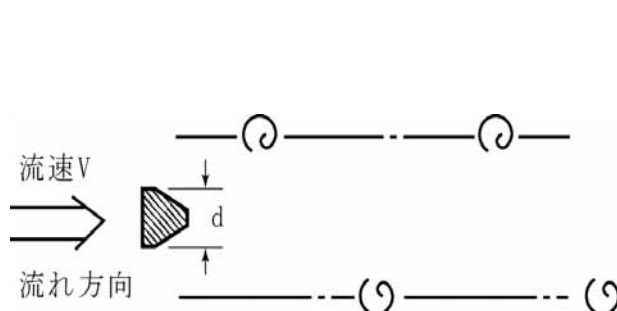


図 6-11 カルマン渦列

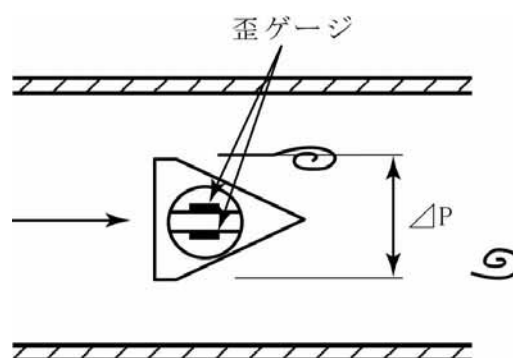


図 6-12 渦の検出方法
(ストレインゲージ)

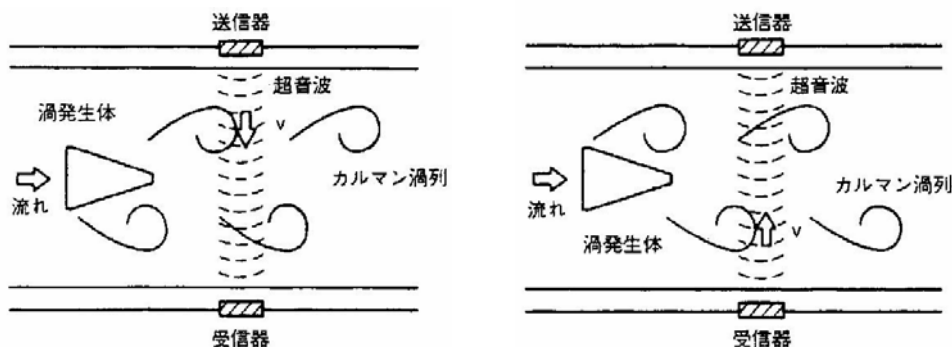


図 6-13 渦の検出方法(超音波)

6.7.2 構成

図 6-14 に示すような全流速を直接検出するものと、図 6-15 のように部分流速を検出して補正演算する方式とがある。

渦発生体を取り付ける本体

渦の検出器(ストレインゲージ(渦発生体に内蔵される場合もある)超音波送受信器等)

出力波形を増幅、整形するプリアンプ

プリアンプの矩形波出力を量単位パルス(m^3/p)又はフルスケール流量に応じたアナログ信号に変える変換器

流量の指示計、積算計、記録計からなる。

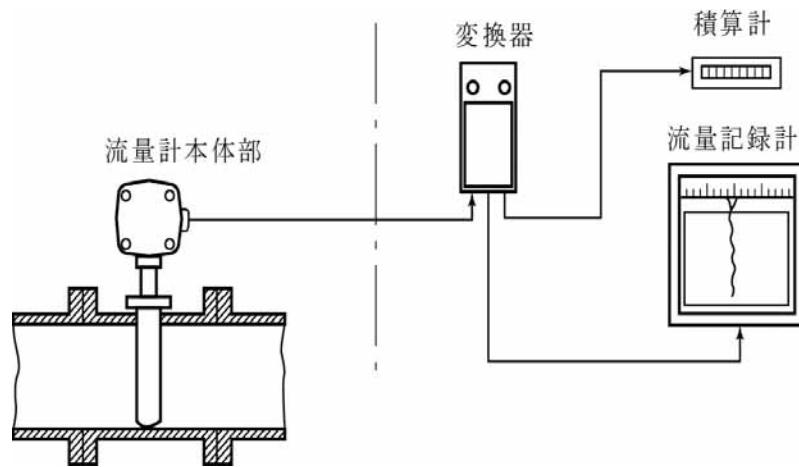


図 6-14 全流速検出型

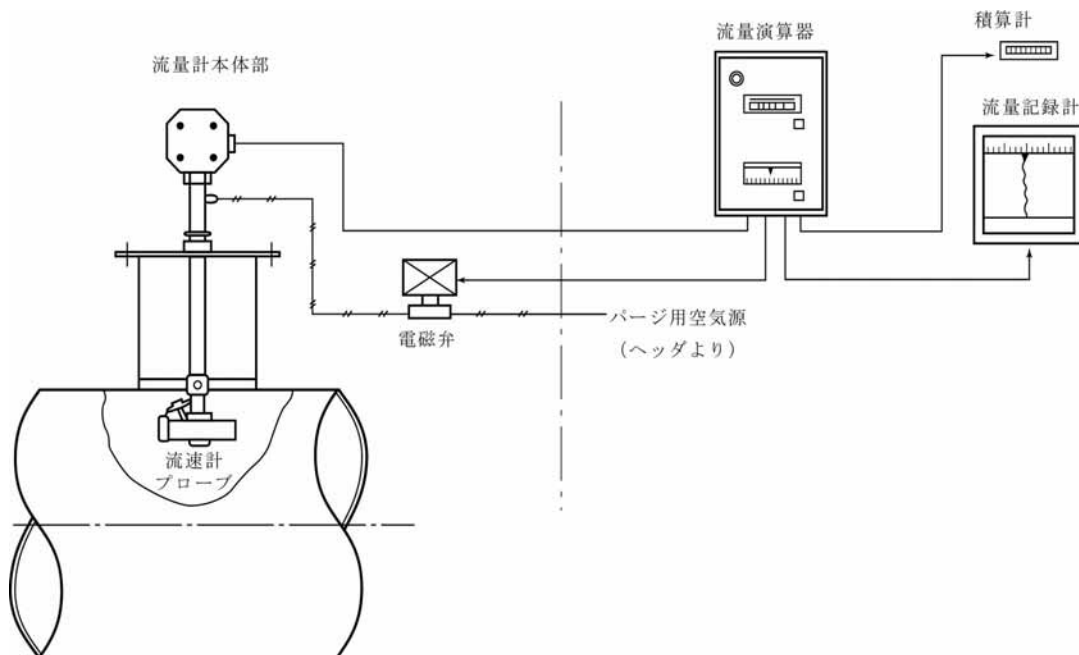


図 6-15 部分流速検出型

6.7.3 設置上の注意

満水管路用としての注意を記すが、流速水位式排水流量計のエLEMENTとして用いられる場合も、これに準じて設置することが望ましい。

上流側 $10 \cdot D$ 以上、下流側 $5 \cdot D$ 以上の直管部が必要である。(D: 管内径) 場合によっては整流装置の取り付けを検討すること。

満水管路用の場合には、満管状態を保てるように配管する。

検出部に気泡が貯まらないように配管をする。

直管部内面に凸凹、段差がないこと。

直管部内面に堆積物、沈でん物がないこと。

6.7.4 日常点検

検出端(プローブ)に付着物がある場合には除去すること。

直管部内の沈でん物、流れの障害物は除去すること。

プローブは変形させないように注意すること。

下記点検を定期的に行うこと。

a) ミスパルス等のない、正常な信号が出ていることを確認する。

b) 必要に応じ、模擬信号を入れ、正しい出力が出ていることを確認する。

6.7.5 参照規格

JIS Z 8766 渦流量計による流量測定方法

6.8 羽根車式排水流量計

6.8.1 原理

流れの中におかれた羽根車が、ある流量以上になると流速に比例して回転することを利用して流量を検出、積算する。

6.8.2 構成

流量検出の羽根車からなる計測部

羽根車の回転を指示部に伝える中間伝達部

回転数を通過水量積算値に変換表示する指示機構部

各機構部を収めた流量計本体部

本来は満水管路に用いられるが、図のように管路の途中にピットを設け、ピット内せき板等より羽根車の挿入部分が満水になるようにしたもぐり式もある。

6.8.3 設置上の注意

計測部前後に羽根車の形式に応じた所定の直管部を必要とするので、その長さがある地点に設置すること。

計測部内を常に満水状態に保ち得るレベルに設置すること。

計測部は水平に設置すること。

計測部が土砂や汚泥に埋没しないように設置すること。

耐圧力以内の圧力地点に設置すること。

取り付け、取り外し、保守点検の容易な場所に設置すること。
 流量計及び配管が凍結する恐れの場合は、防寒対策を施すこと。
 計測部は、耐熱温度以上の温水が流入しない地点に設置すること。
 計測部は、流量を調節したり、流れを止めたりできる制水弁を備えた地点に設置すること。
 流量計は、配管重量等を受けぬように設置すること。
 大きな固形物、繊維状物質、付着性物質、腐敗物質が含まれる場合には、除去作業を施すこと。
 pH7 前後の比較的きれいな排水に適用することが望ましい。

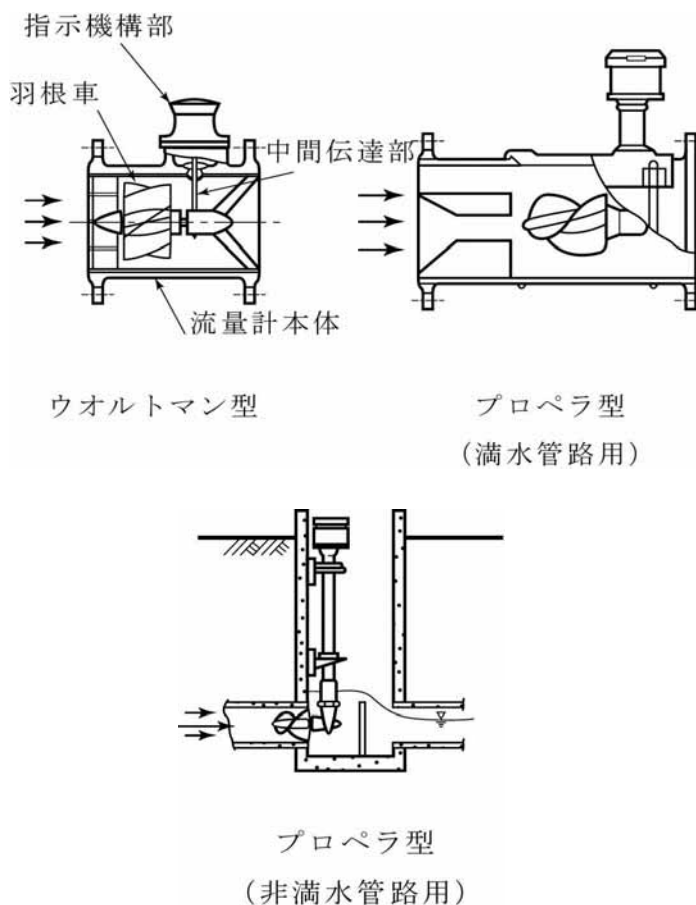


図 6-16 羽根車式排水流量計

6.8.4 日常点検

作動状態の点検

流量が流量計の適正流量範囲内であることの点検、調整

流量計内及び配管内のごみ、付着物、堆積物の点検、除去

圧力及び水温が流量計の性能仕様内にあることの確認、調整

流量計異常の早期発見のため、定期的に検針値を記録しておくことよい。

6.8.5 動作異常の原因と対策

表 6-6 動作異常の原因と対策

異 常	原 因	対 策
流量計の不動又は遅動	過小流量によるもの	点検し、流量を適正流量範囲まで増す
	過大流量による部品磨耗	点検し、流量を適正流量範囲まで下げる。流量計は要修理
	異物の付着、堆積による干渉	点検し、清掃する
	凍結	点検し、修理した後、防寒対策を施す
	温水による回転部の変形	点検し、修理した後、温水流入防止策を施す
流量計過進	異物の付着、堆積等による流速の加速	点検し、清掃する
	配管内に流水が充満していない	点検し、流量計下流側の配管を高くする

6.9 傾斜板式排水流量計

6.9.1 原理

流れの中に揺動可能な一枚の板(オシロプレート)を挿入し、流れにより変化する板のふれ角度を検出して流量を求める。

水理的に完成しているオリフィスの原理によるもので、理論式は次のとおり。

$$Q = C \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} = K \cdot f(\theta)$$

Q : 流量 (m³/s) C : 流量係数

A : オシロプレート下部流水断面積 (m²)

g : 重力の加速度 (m/s²)

H : オシロプレートの上・下流の水位差 (m)

K : 型式別定数

θ : オシロプレートの傾斜角度 (rad)

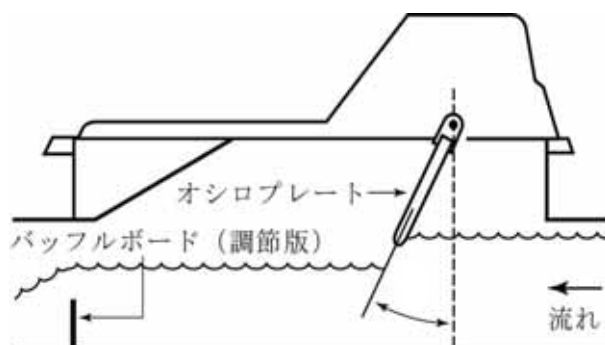


図 6-17 傾斜板式排水流量計

6.9.2 構成

流量計本体(フリューム、オシロプレート、カバー)

発信器

受信器(積算計、記録計)

6.9.3 設置上の注意

設置する水路は、自由表面をもっていること。満水の管路で、流れが大気圧以上のときは、流量計の前に留めます等を設け、自由表面を作って、設置する。

土砂等が多量に流入する水路では、上流側に沈砂ます等を設ける。

流量計本体は前後、左右ともに水平に設置する。

水路との接続は漏水のないよう確実にやり、流量計本体はアンカーボルト等で固定する。

受信器は、温度、湿度、風雨、振動、塵芥、腐食性・爆発性雰囲気等の周囲環境に注意して設置する。

電氣的接続は取扱説明書に従って正しく行う。

各機器の周囲には、保守・点検のため十分なスペースを確保する。

6.9.4 日常点検

フリーーム内のごみ、堆積物、付着物の点検、除去。

フリーームの破損、変形、漏水の点検、補修。

記録・積算状態の点検、記録紙・ペンの交換。

6.9.5 動作異常の原因と対策

表 6-7 動作異常の原因と対策

異 常	原 因	対 策
指針が動かない 指針が振り切れる 積算しない	電気系統の異常 電源、配線、結線、接地、絶縁、 ノイズ	点検、補修
記録と積算が一致しない	フリーーム内、オシロプレートへの 異物の付着・堆積	点検、除去
	過大流量	適正化
	指示機構、積算機構の異常	補修、交換

6.10 回転球式排水流量計

6.10.1 原理

流量計ケーシング内の渦巻流路を巡回する液体の作用により、ケーシング内を一定の回転半径で回転するボールの回転数を検知して、通過流体の瞬間流量及び積算流量を測定する。ボール回転数の検出は、ボールを磁性体とし、検出部に永久磁石とコイルを設け、電磁誘導現象を利用している。

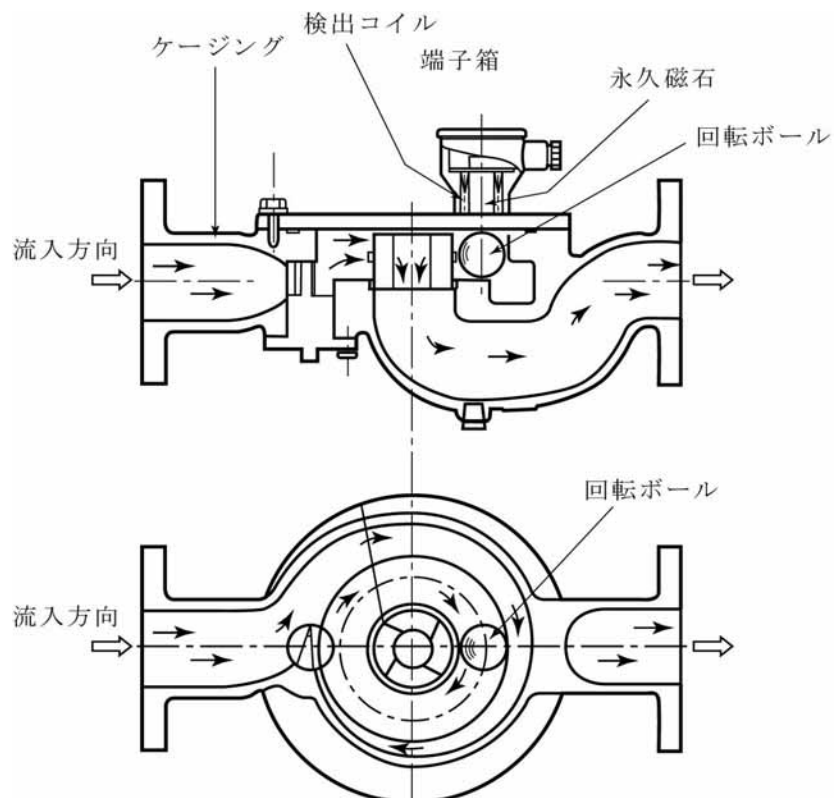


図 6-18 回転球式排水流量計

6.10.2 構成

流量計本体(ケーシング、渦巻流路、回転ボール、検出コイル、永久磁石、端子箱)

変換器(指示計、積算計付)

受信器(記録計、指示計、積算計等)

6.10.3 設置上の注意

流量計本体は、満水管路に水平に取り付ける。

磁性体のボールのライニングには各種のものが用意されているので、排水の水質により最適のものを選ぶこと。

流量計本体と変換器、受信器との接続には、所定の電源、配線等を用いること。

受信器は設置場所の環境条件に注意すること。

6.10.4 日常点検

固形物等によるボールの磨耗の点検。

流量計本体内の異物の付着、堆積の点検、除去。

流量が流れている状態で指示計、記録計、積算計の指示に異常が認められる場合は、電気系統(電源、配線、結線、接地、絶縁、ノイズの混入等)を点検、補修する。

6.11 参考

JIS K 0094 工業用水・工場排水の試料採取方法

表 6-8 測定方法の選択の目安

適用流量 m^3/s	測定方法の種類
0.01 未満	容器による測定又は流量計による測定
0.01 以上 0.05 未満	三角せきによる測定又は流量計による測定
0.05 以上 0.15 未満	三角せきによる測定又は流量計による測定
0.15 以上	全幅せきによる測定又は流速計による測定若しくは流量計による測定

表 6-9 流量計(開水路用)

方式	せき式	フリユ - ム式	流速計式
使用計器	三角せき、四角せき、全幅せき及び水位計	パーシャルフリユ - ム及び水位計	流速計及び水位計
原理	水路の途中にせき板を設け、せきをいつ(溢)流する水の上流側の水位を測定する。	水路の一部を絞リ、その上流側の水位を測定する。	水路各部の流速と水位測定し、両者を演算し流量を求める
測定範囲	およそ $0.002 \sim 10m^3/s$	およそ $0.002 \sim 2.5m^3/s$	任意(大流量用)
水位損失	大きい(300~600mm程度)	小さい(水頭の30%程度一般に200mm以下)	ほとんどない
必要な直線水路の長さ	上流側 せき幅の4~5倍	上流側 スロート幅の約10倍	水路幅の約10倍
固形物の影響	かなりある(上流側に積する。)	余りない	余りない
精度の目安	$\pm 4\%$ 程度	$\pm 4\%$ 程度	使用計器及び設置条件による。一般に精度はせき式及びフリユ - ム式より劣る
備考	JIS B 8302	JIS B 7553	

表 6-10 流量計(管路用)

方式	電磁式	オリフィス式	ベンチュリ管式	フロート形面積式	超音波式	渦式	羽根車式
使用計器	電磁流量計	オリフィス板及び差圧計	ベンチュリ管及び差圧計	フロート形面積流量計	超音波流量計	渦流量計	羽根車式流量計(ウォルトマン形など)
原理	磁界を導電性流体が横切ると、流速に比例した起電力が発生することを利用する。	管路の途中に絞り(孔あき円板)を入れ、絞り前後の差圧が流量と一定の関係があることを利用する。	オリフィス式と同じ。ただし、絞りとしてベンチュリ管を使用する。	管路の中にテーパー管とフロートを入れ、下から流体を流すと、流量に応じてフロートが上下することを利用する。	流体の流れに対し正逆両方向に発射した超音波の伝ば速度の差から流速を知る。	管路内に棒状の物体を置くと、流速に比例したカルマン渦列を発生するので渦の周波数を測定して流速を知る。	管路内に挿入した羽根車のロータが流量に比例して回転することを利用する。
測定範囲	適用管径 およそ 2.5 ~ 3000 mm	適用管径 およそ 15 ~ 3000 mm	適用管径 およそ 50 ~ 1200 mm	最大 0.2 m ³ /s程度	適用管径 およそ 25 ~ 3000 mm	適用管径 およそ 25 ~ 200 mm 程度	適用管径 およそ 50 ~ 400 mm 程度
圧力損失	なし	大きい(差圧の 25 ~ 80%程度)	小さい(差圧の 5 ~ 20%程度)	小さい	なし	小さい	小さい
必要直管の長さ	上流側およそ 5D	上流側およそ 10 ~ 50D 下流側およそ 4 ~ 8D	円すい(錐)形 上流側およそ 1 ~ 4.5D 下流側スロート直径の4倍 ノズル形 オリフィス式と同じ。	ほとんど不要	上流側およそ 10 ~ 25D 下流側およそ 5D	上流側およそ 10 ~ 25D 下流側およそ 5D	上流側およそ 5D 下流側およそ 3D
固形物の影響	なし	あり	あり	あり	あり	比較的少ない	あり (ストレーナ必要)
精度の目安(%)	±0.5 ~ 1.0	±2 ~ 3	±2 ~ 3	±2	±1 ~ 1.5	±1	±2 ~ 4
備考	JIS B 7554	JIS Z 8762	JIS Z 8762	JIS B 7551		JIS Z 8766	

7 . 汚濁負荷量演算器

7.1 動作原理

汚濁負荷量は、

$$L = C \cdot Q \times 10^{-3} \cdot \dots \cdot (1) \text{ 式}$$

により算出することが環境省から示されている。

ただし L : 排出される全窒素あるいは全りん汚濁負荷量 (kg/d)

C : 特定排出水の全窒素あるいは全りんの濃度 (mg/L)

Q : 特定排出水の量 (m³/d)

負荷量演算器 (以下演算器という) は、自動計測器からの濃度信号、流量計からの流量信号を (1) 式によって自動的に演算し、その結果を、時刻を付して印字記録するように構成された装置である。

負荷量演算システムの例を図 7-1 に示す。

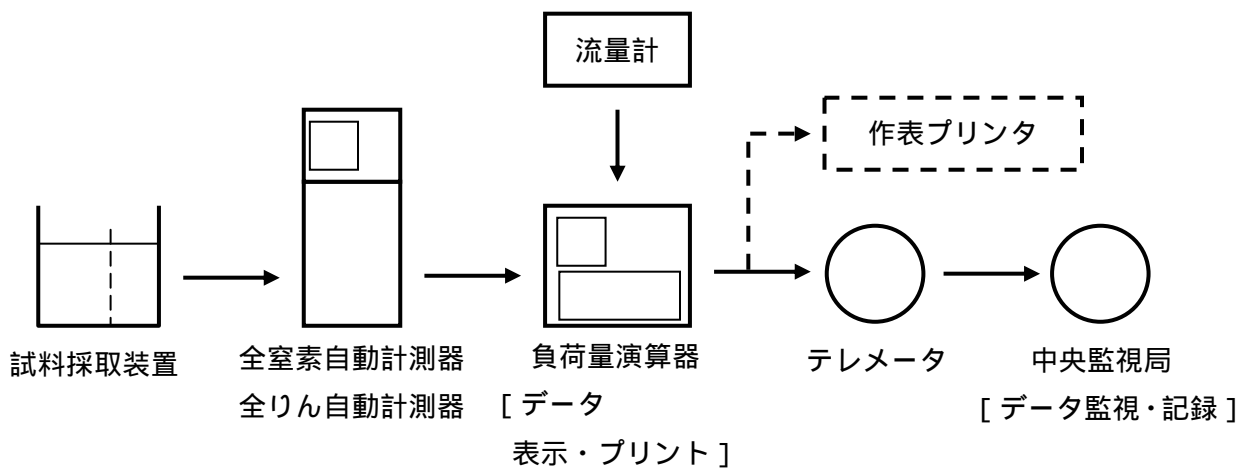


図 7-1 負荷量演算システム(例)

全窒素自動計測器又は全りん自動計測器の計測値出力は濃度信号としてまた、堰式流量計、電磁式流量計、超音波式流量計等の計測出力は流量信号として、それぞれ演算器に入力される。これらの信号はスケール換算され、濃度信号は全窒素又は全りんの濃度値にまた、流量信号は流量値に変換される。

時間負荷量は、時間平均濃度値と時間流量積算値とを掛け算して求める。

すなわち、

$$L_h = C_h \cdot Q_h \times 10^{-3} \cdot \dots \cdot (2)$$

となる。

- ただし L_h : 時間負荷量 (kg / h)
 C_h : 時間平均濃度値 (mg / L)
 Q_h : 時間流量積算値 (m³ / h)

また日データは、時間流量積算値及び時間負荷量を 24 時間積算して、日流量積算値及び、日負荷量を求める。日平均濃度値は、日負荷量を日流量積算値で除して得る。

すなわち、

$$C_d = L_d / Q_d \times 10^3 \cdot \dots \cdot (3)$$

となる。

- ただし C_d : 日平均濃度値 (mg / L)
 L_d : 日負荷量 (kg / d)
 Q_d : 日流量積算値 (m³ / d)

これらの時間データ (時間平均濃度値、時間流量積算値、時間負荷量) は、表示器に表示されるとともに、プリンタに時刻を付して印字記録される。また日データ (日平均濃度値、日流量積算値、日負荷量) は、24 時のデータ印字後に印字記録される。これらのデータをテレメータで伝送する場合は、テレメータインターフェースを経て信号処理されて、出力される。

7.2 構成

演算器は、大別して入力部、設定部、演算部、表示部、記録部、時計部、外部出力部等で構成されている。構成例を図 7-2 に示し、各部の概略を説明する。

(1) 入力部

自動計測器からの濃度信号や流量計からの流量信号及び、監視信号を取り込む機能をもっている。

(2) 設定部

自動計測器及び流量計の最大目盛値の設定並びに、時計の時刻の設定を行うための、キーボード等で構成される。

(3) 演算部

濃度信号と流量信号をそれぞれ濃度値、流量値に変換し、これより負荷量を演算するとともに、遅れ時間調整と監視信号等により欠測の判定を行う。

(4) 表示部

時刻や濃度値、流量値、負荷量及び監視項目の状態等の表示を行う。

(5) 記録部

日、時及び演算結果を、プリンタで印字記録を行う。

(6) 時計部

データに日付、時刻を付すとともに、計測値の読みとり、演算、記録等の時間制御を行うための時計回路であり、必要に応じて自動計測器への計測開始信号の出力を指令する機能をもっている。

(7) 外部出力部

自動計測器やコンジットサンプラー等の周辺装置に対し、運転制御用としての計測開始信号を出力する。また機種によってはI/Oインターフェイス部を介して、テレメータに接続できる機能をもっている。

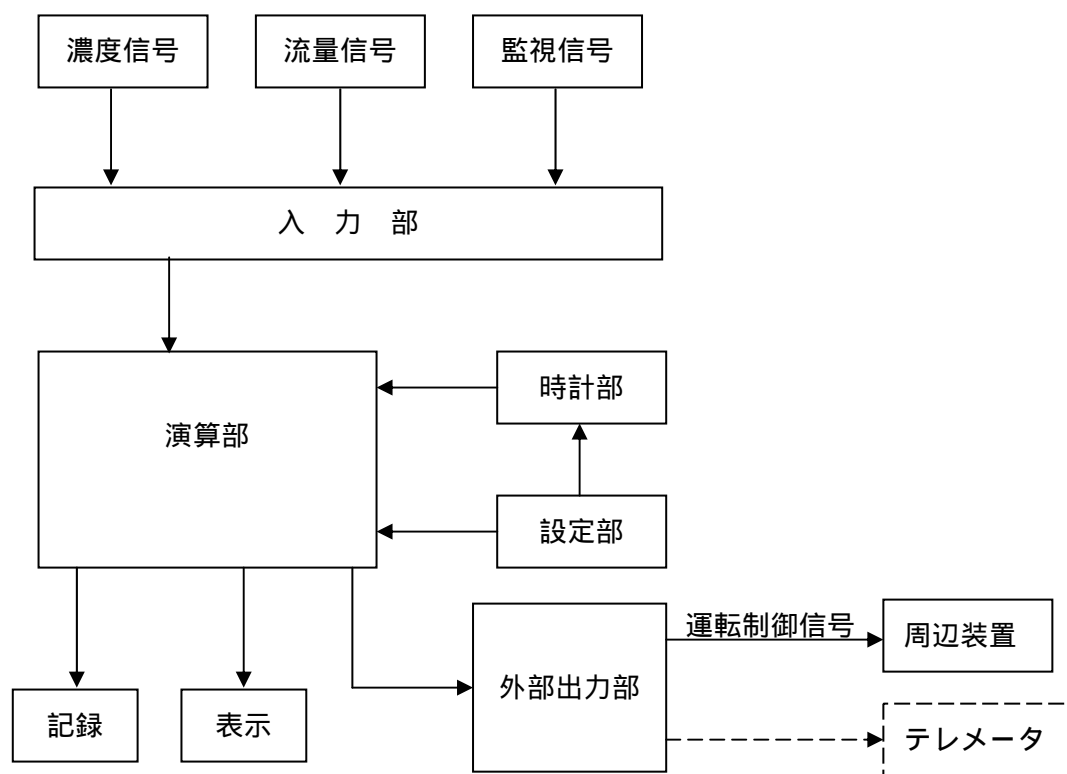


図 7-2 負荷量演算器の構成例

7.3 仕様

仕様（例）を表 7-1 に示す。

表 7-1 仕様（例）

項目	仕様
入力信号	流量信号 : DC4 ~ 20mA 濃度信号 : DC4 ~ 20mA 保守中信号 : 接点（又はオープンコレクタ）信号 電源断信号 : 接点（又はオープンコレクタ）信号
設定項目	年、月、日、時、分 自動計測器フルスケール値 流量計フルスケール値
精度	計測値 : $\pm 0.5\%$ 時計 : 日差 1 秒
印字項目	時間データ : 時刻 時間流量積算値 時間平均濃度値 時間負荷量 日データ : 月、日 日流量積算値 日負荷量 各種設定 : 自動計測器の最大目盛値 流量計の最大目盛値 設定負荷量
外部出力	計測開始信号 : 接点（又はオープンコレクタ）信号 （テレメータ用出力）: 接点（又はオープンコレクタ）信号
電源	AC100V \pm 10V、50 / 60Hz
周囲条件	周囲温度 : 0 ~ 40 周囲湿度 : 85R.H. 以下
その他設置条件	振動、直射日光、腐食性ガスのない室内

7.4 維持管理

演算器を良好な状態で使用することが、信頼性の高いデータを得る上で大切である。演算器は自動計測器と異なり、保守点検項目は少ないが、定期的な保守点検は必要である。

(1) 保守・点検手順

保守・点検手順の例を、図 7-3 に示す。

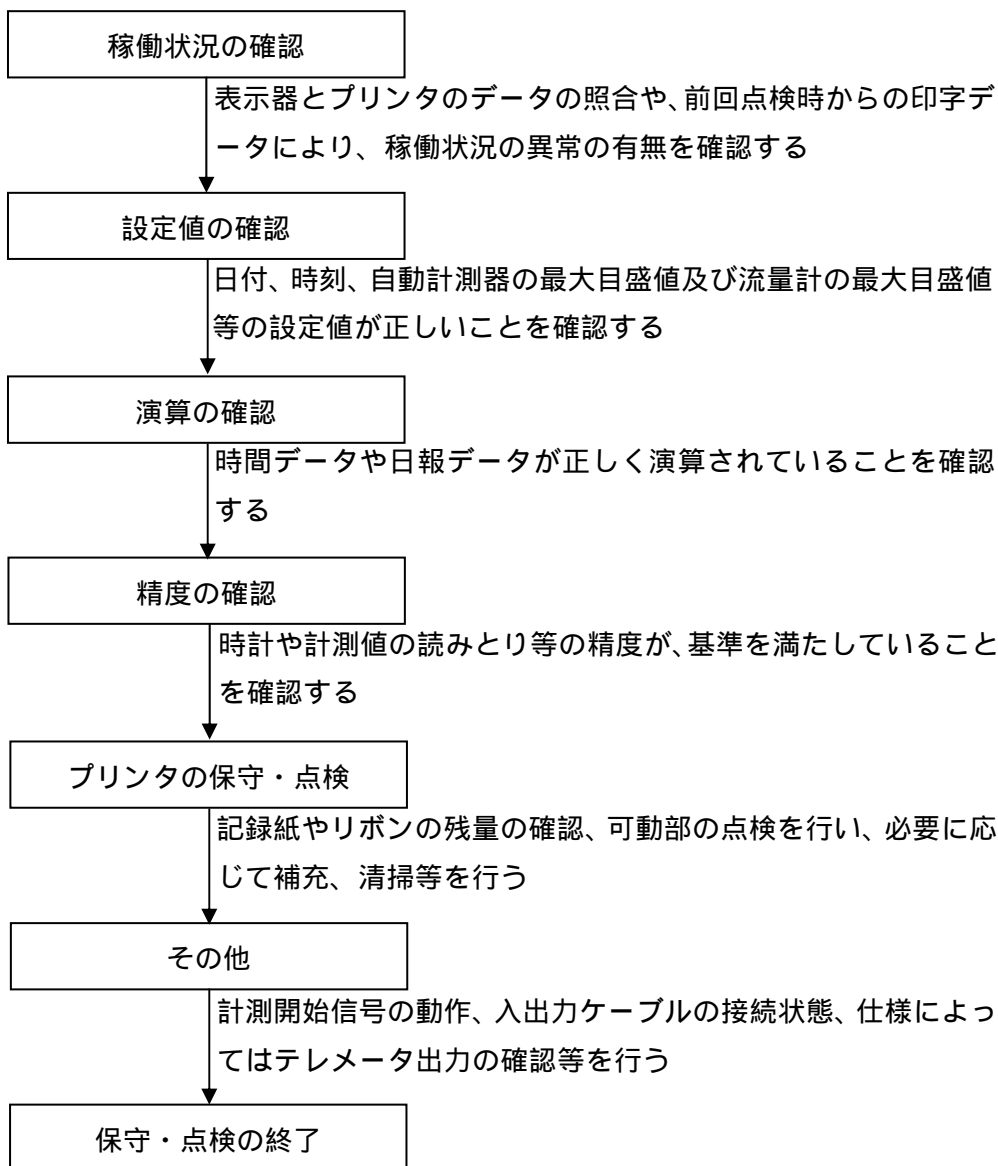


図 7-3 保守・点検手順（例）

(2) 保守点検表

保守点検表の例を表 7-2 に示す。

表 7-2 保守・点検表(例)

保守・点検事項		内 容	保守・点検周期					実 施 方 法
対 象	事 項		始 動 時	日	1 } 2 週	1 } 3 ヵ月	6 ヵ月	
入力部	入力端子	入力端子にゆるみ、錆等の発生のないこと						目視 異常のある場合はねじの増し締め、清掃、必要に応じてねじの交換を行う
	読みとり精度	流量信号及び濃度信号の読みとり精度が、規格値以内であること						流量及び濃度信号の等価入力を、演算器の入力端子に供給した時のデータ表示値の誤差が、規格値以内であることを確認し、誤差が大きい場合は、調整を行う
設定部	時刻設定	日付、時刻の設定が、確実に行えること						実際に日付、時刻の設定を行い、不具合のないことを確認する
	最大目盛値の設定機能	流量計及び、水質自動計測器の最大目盛値の設定が、確実に行えること						流量計及び自動計測器の最大目盛値を設定し、その設定に従って計測信号が正しく読みとられていることを、確認する
演算部	時間データ	時間流量積算値、時間平均濃度値、時間負荷量の演算が、正しく行われていること						記録紙の印字記録データを調べ、各演算が正しく行われていることを確認する
	日データ	日流量積算値、日平均濃度値、日負荷量の演算が、正しく行われていること						記録紙の印字記録データを調べ、流量、負荷量については欠測をのぞき正しく積算されていることを確認する また日平均濃度値が、日負荷量を日流量積算値で除した値と一致することを確認する
	欠測処理	欠測処理を行う各条件において、正しく欠測処理が行われていること						記録紙に印字記録されている欠測マークが、その欠測原因と正しく対応していることを確認する また必要に応じ、擬似的に欠測条件を与えて印字させ、そのときの欠測マークが正しいことを確認する
記録部	印字機能	印字された数字、記号等が明瞭に読みとることができた、行間隔、列がそろっていること						目視 必要に応じて可動部の清掃、インクリボンの交換を行う
	手動印字機能	手動印字スイッチ等の操作により、確実に印字が行えること						目視
	記録紙	記録紙の残量が、次回点検時まで十分にあること。また汚れ、破れなどのないこと						目視 汚れや、破れのある場合は交換する
時計部	精度	時計の精度が規格以内であること						電話の時報等で確認する 短期間では判定が困難であるので、約半年間の誤差で精度を確認する 必要に応じて時刻合わせを行う
外部出力部	計測開始信号	計測開始信号が、正しく出力されていること						設定内容通りに、水質自動計測器の計測が開始されていることを、確認する
	テレメータ出力 (テレメータに接続されている場合)	出力符号のフォーマット、内容等が規格通りであること						出力符号の確認は簡単には行えないが、異常の疑いがある場合は、ストレージシロスコープやデータレコーダ等により、確認を行う

注 (1) 「始動時」とは据付け後初めて稼働させるとき、及び短期間または、長期間停止後、稼働させる時のことである。

(2) 保守・点検の事項、周期、実施方法等は機種や試料の性状等により異なるため、当該機種の取扱説明書によるほか、適宜頻度を上げるなど計測対象の試料等に適した方法によって行う。

7.5 故障対策

故障は日常の保守点検時に発見されることが多く、特に目視による異常発見が、故障対策の基本となる。

表 7-3 に一般的な故障対策の例を示す。実際の演算器は機種によって異なる内容もあるので、詳細については取扱説明書に従って行う。

表 7-3 故障対策(例)

現象	点検箇所	状況	処置
全く動作しない	供給電源	通電されていない	電源を供給する
	ヒューズまたは遮断器	ヒューズが切れている 遮断器が落ちている	ヒューズ断の場合は原因を調査、修復後、通電する
	電源ケーブル	断線または地落	故障個所の補修あるいは交換を行う
	電磁開閉器	誤配線・端子ねじのゆるみ	配線の修正あるいは、端子ねじの増し締めを行う
印字が抜けるあるいは不鮮明	電源電圧	異常に低い	電源電圧をAC100V ± 10Vにする
	インクリボン	インクリボンが古い	インクリボンの交換を行う
	印字ヘッド	印字ヘッドの汚れ	印字ヘッドの清掃を行う
	記録紙	記録紙が汚れているまたは、規格が違う	記録紙の交換を行う
表示値が変化しないあるいは不安定	演算器の入力端子	ゆるみまたは、外れている	増し締めまたは、しっかり接続する
	入力信号ケーブル	半断線または半短絡している	故障個所の補修あるいはケーブルの交換を行う
日付、時刻が違っている	バックアップ電池	電池が劣化している	演算器の電源を切ったときに、時刻が遅れる場合、電池が劣化しているので、部品の交換を行う