

目 次

1.	はじめに.....	2
2.	濁度とは.....	3
3.	濁度の単位.....	5
4.	濁度標準.....	6
4.1	ゼロ標準.....	6
4.2	濁度標準.....	6
4.3	カオリン標準液.....	7
4.4	ポリスチレン (PSL) 標準液.....	7
4.5	ホルマジン標準液.....	7
5.	濁度計測器の測定方式.....	8
5.1	透過光方式.....	8
5.2	散乱光方式.....	8
5.3	透過光散乱光方式.....	9
5.4	表面散乱光方式.....	9
5.5	粒子数計測方式.....	10
6.	TB700G/TB700H の測定原理.....	11
7.	TB700G/TB700H のシステム構成.....	13
7.1	TB700G 透過散乱形濁度計のシステム構成.....	13
7.2	TB700H 高感度透過散乱形濁度計のシステム構成.....	15
8.	TB700G/TB700H の特長および機能.....	18
8.1	検出器の光学系.....	19
8.2	保守性の向上.....	20
8.3	気泡対策.....	23
8.4	窓汚れ対策.....	24
8.5	積分球式濁度計との相関.....	26
9.	TB700G/TB700H の特性.....	27
9.1	繰返し性.....	27
9.2	直線性.....	27
9.3	公定法対応特性.....	28
9.4	その他の特性.....	28
10.	アプリケーションによる濁度計の使い分け.....	29
	改訂情報.....	30

1. はじめに

急速な産業の発展と消費生活の高度化に伴い、工業用水・飲料水の需要は増加し、良質な水の供給が要望されています。また、これらの多量な水は排水として河川などに流されるため、河川の汚濁は年々その度合いを増し、大きな社会問題となっています。

従来、浄水場の操業・管理用として使われてきた濁度計は、最近では化学プロセスの濁度検出をはじめ、各種産業排水の浮遊物質量の測定など、その必要性はますます拡大の一途をたどっています。

弊社のプロセス用濁度計は1959年発売以来、各種のアプリケーションに最適な各種の測定原理の濁度計を継続的に開発・販売し、多くの実績を積み重ね、ユーザーの篤い信頼を得てきました。

TB700G/TB700H透過散乱形濁度計は、長年にわたってプロセス現場から得た経験と実績を基に開発された製品で、従来製品以上の高精度測定と保守性の向上を実現させています。オプションも豊富に用意し、ユーザーの様々なニーズに対応いたします。

この技術資料（TI 12E01A04-01）は、TB700G/TB700H 透過散乱形濁度計の特長を生かしてご利用いただくことを目的に編集しています。

そのため、濁度の定義、濁度標準、各種濁度計の測定方式、特長および測定原理別用途を紹介するとともに、TB700G/TB700H 透過散乱形濁度計の構造、特性および使用上の注意事項についても述べています。

2. 濁度とは

濁度の定義およびその単位は、JIS K0101「工業用水試験方法」で次のように定められています。

「濁度とは水の濁りの程度を表すもので、視覚濁度、透過光濁度、散乱光濁度及び積分球濁度に区分し表示する。カオリン標準液と比較して測定する場合には、“度（カオリン）”を単位とし、ホルマジン標準液と比較して測定する場合には、“度（ホルマジン）”を単位として表す。」

上記の4種類の濁度について、概要を説明します。

(1) 視覚濁度

肉眼によって試料の濁りをカオリン標準液と比較して求める方法です。

カオリン標準液とは、所定の方法により精製したカオリン（白陶土とも呼ばれる粘土の一種）1.00 g を水 1 リットルに分散させたものを 1000 度（カオリン）とし、これをさらに水で薄めて各種の標準液をつくります。

視覚濁度の測定は、比色管とよばれるガラス管に試料をいれ、同じく比色管に入れた複数のカオリン標準液とを肉眼で透視して濁りを比較して試料に相当する濁りのカオリン標準液を選び出します。これにより、試料の視覚濁度を知ることができます。

(2) 透過光濁度

試料を通過した波長 660 nm 付近の透過光の強度を、光度計を用いて測定します。光度計はあらかじめカオリン標準液またはホルマジン標準液を用いて透過光の強度と標準液の度（カオリン）または度（ホルマジン）の関係を求めておきます。これを検量線といいます。この検量線を用いて、試料の透過光の強度から試料の度（カオリン）または度（ホルマジン）を求めます。

ホルマジン標準液は、硫酸ヒドラジニウム溶液とヘキサメチレンテトラミン溶液を所定の割合で混合してつくります。

(3) 散乱光濁度

試料中の粒子によって散乱した光の強度を波長 660 nm 付近で測定し、カオリン標準液またはホルマジン標準液を用いて作成した検量線から求めます。測定の方法としては、(2) の光度計の代わりに散乱光濁度計を使用します。

(4) 積分球濁度

試料中の粒子による散乱光の強度と透過光の強度との比を求め、カオリン標準液またはホルマジン標準液を用いて作成した検量線から積分球濁度を求めます。積分球濁度計の構成例を図 2.1 に示します。

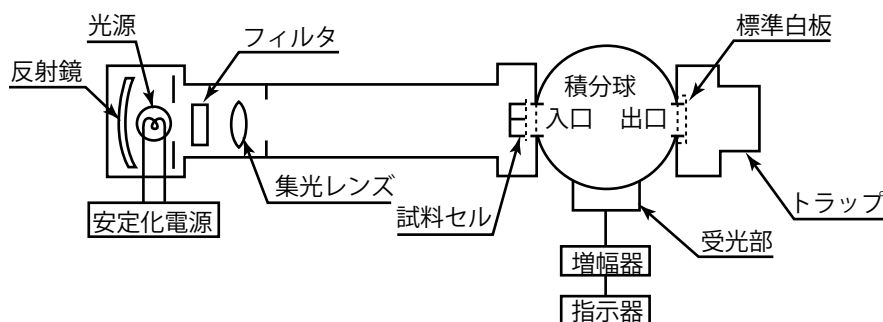


図2.1 積分球濁度計の構成例（JIS K0101より）

上記4種類の濁度の指示は、いずれもカオリンまたはホルマジン標準液によって校正されます。

カオリンは粘土の一種で、産地により成分や白色度および粒度分布が異なり、JIS に規定された精製処理を行っても、濁度指示は一定にはなりません。そのため、カオリン標準液に比べて再現性および安定性にすぐれたホルマジン標準液が JIS K0101「工業用水試験方法」に採用されています。しかし、濁度の種類および測定方式により、同一試料に対する度（カオリン）と度（ホルマジン）の指示値は異なり、かつ両者の換算比率も一定ではありません。濁度測定では、この点に留意して、基準を明確にしておくことが必要です。

[参考]

浮遊物質（懸濁物質、SS）の定義

浮遊物質（懸濁物質、SS）とは、水中に懸濁している不溶解性物質のことをいい、「上水試験方法」では「2 mm のふるいを通過し、孔径 1 μ m の濾過材上に残留する物質を浮遊物質とする。」と定義しています。浮遊物質の量は、水の濁り、透明度などに影響を与えますが、厳密な意味で濁度との相関関係はありません。

「上水試験方法」での測定法は、「網目 2 mm のふるいを通過した一定量を孔径 1 μ m の濾紙で濾過し、その残留物を 105 ～ 110℃で 2 時間乾燥し、秤量してもとめる」としています。

また、濃度の表記は「試料 1 リットル中の浮遊物質の mg 量」すなわち「mg/L」となります。

3. 濁度の単位

日本水道協会「上水試験方法」では、「精製水 1 リットル中に標準カオリン 1 mg を含むときの濁りに相当するものを 1 度とする」と規定しています。

検量線を作成するときの標準液としては、カオリンの均一粒子を集めて調製した「カオリン濁度標準液」を用いる方法と、異なる粒径のポリスチレン系標準粒子を混合して調整した「混和ポリスチレン濁度標準液」を用いる方法があります。

また、JIS K0101「工業用水試験方法」では、「カオリン標準液と比較して測定する場合には、“度（カオリン）”を単位とし、ホルマジン標準液と比較して測定する場合には、“度（ホルマジン）”を単位として表す。」と定めています。

「NTU」（Nephelometric Turbidity Unit）は、主にアメリカで用いられている濁度単位で、ホルマジンを濁度標準液としています。「上水試験方法」にも散乱光測定法の項に参考として記載されています。

測定条件は、下記によります。

- ・ 光源はタングステンランプで、色温度が 2200 ～ 3000° K（絶対温度）のもの。
- ・ 入射光と散乱光の光路長合計が 10 cm 以下の吸収セルを用いる。
- ・ 入射光に対する受光角が $90 \pm 30^\circ$ のもの。
- ・ 光電変換系の感度特性のピークが 400 ～ 600 nm のもの。

4. 濁度標準

濁度計のゼロ点やスパンを調整する基準として、濁度標準があります。

ゼロ点の校正にはゼロ濁度標準液を、スパンの校正には濁度標準液またはチェックプレートを使用します。

4.1 ゼロ標準

表4.1 ゼロ濁度標準液

測定範囲	ゼロ濁度標準液
0 - 2 度未満	・ 水道水を 0.2 μm のフィルタで濾過した水。
0 - 2 度以上	・ 水道水を 1 μm のフィルタで濾過した水。 ・ 測定範囲が 200 度を超える場合は、フィルタを通さない水道水を使用してもかまいません。ただし、濁度 2 度以下の水道水を使ってください。

4.2 濁度標準

4.2.1 濁度標準液

表4.2 濁度標準液の種類

標準液の種類	準拠する規格など
カオリン	JIS K0101「工業用上水試験方法」 日本水道協会「上水試験方法」
ポリスチレン (PSL)	平成 15 年厚生労働省告示第 261 号 日本水道協会「上水試験方法」
ホルマジン	JIS K0101「工業用上水試験方法」 JIS K0801「濁度自動計測器」

4.2.2 チェックプレート

TB700G/TB700H には、通常の保守でスパン校正用として使用するチェックプレートを付属しています。

チェックプレートは、保守時に簡便に校正チェックするためのものです。正確な校正が必要な場合や、レンジ変更をした場合は、濁度標準液でのスパン校正をお奨めします。濁度標準液でスパン校正を実施した後は、付属されているチェックプレートの値も変更してください。

なお、このチェックプレートに書かれている濁度値は、標準液を使用して製品個々のゼロおよびスパン校正した後に組み合わせて値付けされた値です。複数の濁度計を使用する場合、それぞれに付属されているチェックプレートの間には互換性はありません。必ず、それぞれの濁度計に付属されているチェックプレートを使用してください。

また、チェックプレートの表面が傷ついたり、汚れたりしますと濁度値が変わってきますので、取り扱いには十分気をつけてください。

4.3 カオリン標準液

標準液校正で使用する濁度標準液は、1000 度または 100 度のカオリン標準液を希釈して調製します。1000 度および 100 度のカオリン標準液の調製要領および校正用カオリン標準液の調製方法については、JIS K0101「工業用水試験方法」および日本水道協会「上水試験方法」に記載されています（TB700G/TB700H の取扱説明書にも詳しく記述しています）。

なお、上記カオリン標準液に使用する精製カオリンは、産地により成分や白色度および粒度分布が異なり JIS K0101「工業用水試験方法」および日本水道協会「上水試験方法」で規定された精製処理を行っても、濁度値は一定にはなりません。TB700G/TB700H の校正に使用するカオリン標準液を調製する際は、弊社製カオリン（部品番号：K9008WQ）の使用をお奨めします。

4.4 ポリスチレン（PSL）標準液

平成 15 年厚生労働省令第 101 号および平成 15 年厚生労働省告示第 261 号では「水道により供給される水」の濁度標準液は、ポリスチレン系粒子懸濁液を調製して使用すると規定されています。一般に、「ポリスチレン系粒子懸濁液」は「PSL」と呼ばれています。標準液校正で使用する濁度標準液は、100 度のポリスチレン標準液を希釈して調製します。校正用ポリスチレン標準液の調製方法については、平成 15 年厚生労働省告示第 261 号および日本水道協会「上水試験方法」に記載されています（TB700G/TB700H の取扱説明書にも詳しく記述しています）。

100 度ポリスチレン標準液は、弊社販売品（部品番号：K9411TY）または市販の 100 度ポリスチレン標準液を購入して使用してください。

4.5 ホルマジン標準液

標準液校正で使用する濁度標準液は、4000 度または 400 度のホルマジン標準液を希釈して調製します。4000 度および 400 度のホルマジン標準液の調製要領および校正用ホルマジン標準液の調製方法については、JIS K0101「工業用水試験方法」および日本水道協会「上水試験方法」に記載されています（TB700G/TB700H の取扱説明書にも詳しく記述しています）。

なお、4000 度および 400 度のホルマジン標準液の保存有効期限は 1 ヶ月です。

5. 濁度計測器の測定方式

JIS K0101「工業用水試験方法」では、4種類の濁度が定義されていますが、連続測定に使用されている濁度計は、JIS K0801「濁度自動計測器」には、透過光散乱光方式と表面散乱光方式のみが採用されています。

「上水試験方法」では、連続測定機器として透過光方式、散乱光方式、積分球光電光度方式に加えて透過光散乱光方式が採用されています。しかし、連続測定用濁度計として広く市販されているのは、透過光散乱光方式と表面散乱光方式の2種類です。

各方式について、基本構成図と主な長所・短所を表5.1に示します。

表5.1 各種濁度計の測定方式と基本構成図および長所・短所

測定方式	基本構成図	測定範囲	長所	短所
透過光方式		最小：0 - 2 度 最大：0 - 10,000 度	高濁度の測定が可能	- 窓の汚れの影響を受ける - 試料の色、気泡の影響を受ける
散乱光方式		最小：0 - 0.2 度 最大：0 - 50 度		- 窓の汚れの影響を受ける - 試料の色、気泡の影響を受ける
透過光散乱光方式		最小：0 - 0.2 度 最大：0 - 2,000 度	試料の色の影響が少ない 極低濃度の測定が可能	- 窓の汚れの影響を受ける - 試料の気泡の影響を受ける
表面散乱光方式		最小：0 - 2 度 最大：0 - 2,000 度	窓の汚れの問題がない 同一液槽で広範囲な測定が可能	- 試料の色、気泡の影響を受ける - 応答がややにぶい

5.1 透過光方式

測定液槽の片側から光を当て、その透過光を相対する側で測定します。

透過光の減衰の度合いが、液中の懸濁物質の濃度に関連することを利用して濁度を知る方法で、最も基本的な原理に基づく測定法です。

試料の色や窓の汚れの影響を大きく受けるため、連続測定用としてはあまり商品化されていません。

5.2 散乱光方式

測定液中に光を投入し、液内部における散乱光のみを測定し、その散乱光の強さが液中の懸濁物質の濃度に比例することを利用して濁度を知る方法です。

この方式のものは、測定液を液槽内にサンプリングして光を当て、90度方向の散乱光を測定するものや、光源と受光部を一体として液中に入れ、液中での散乱光を測定するものがあります。

前者は、「NTU」を単位とする濁度計、後者はSS計として商品化されています。

5.3 透過光散乱光方式

光源から照射され、測定液槽に入射した光が、試料水中の濁質により透過光と散乱光に分かれたものを2つの受光器によって測定し、両者の比から演算して濁度を知る方法です。この方式は、原理に示すように両者の比をとっているため、電源変動や光源の劣化の影響を受けない利点があります。同じ理由で、液の色や窓の汚れに対しても影響され難いという特長があります。このようなことから、この方式のものは連続測定用として広く使用されています。

実際の計器では、より性能の向上、安定性などが追及され、いろいろな工夫が施されています。

例えば、窓の汚れの影響を無視できる程度にするため、超音波洗浄機能を内蔵させて長期間の使用に耐えるようにしています。

図 5.1 に本方式の概略の原理を示します。

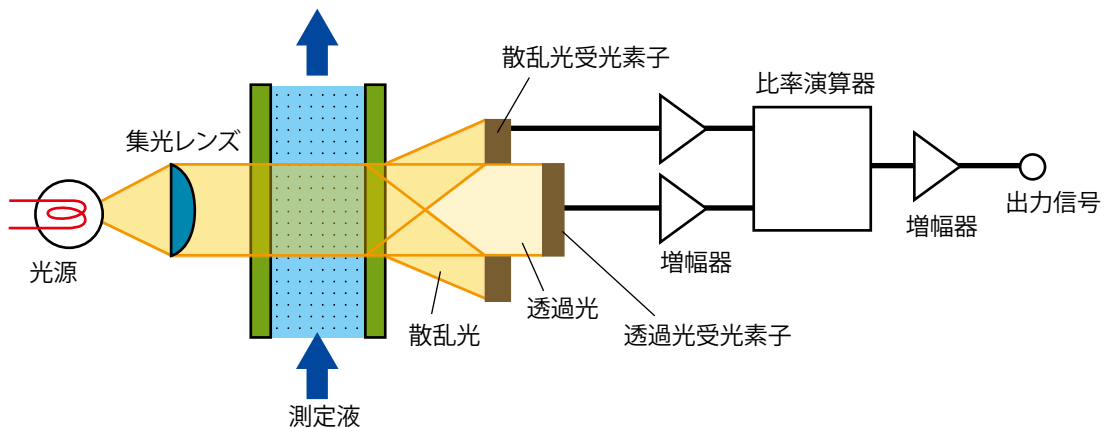


図5.1 透過光散乱光方式による濁度計の一例

5.4 表面散乱光方式

測定液面に光を当て、液面からの散乱光を測定し、その散乱光の強さが液中の懸濁物質の濃度に比例することを利用して濁度を知る方法です。

この方式は、測定液に接する窓がないため、窓の汚れによる影響がないという特長があります。また、液の色の影響も、表層部の散乱光を測定することで実用上支障にならない程度に減少させることができ、連続測定用として広く使用されています。

実際の計器では、光源ランプの劣化の影響を無くする回路の採用、誤差の原因となる液中の泡の除去や迷光の防止など、種々の対策がとられて実用に供されています。

図 5.2 に本方式の概略の原理を示します。

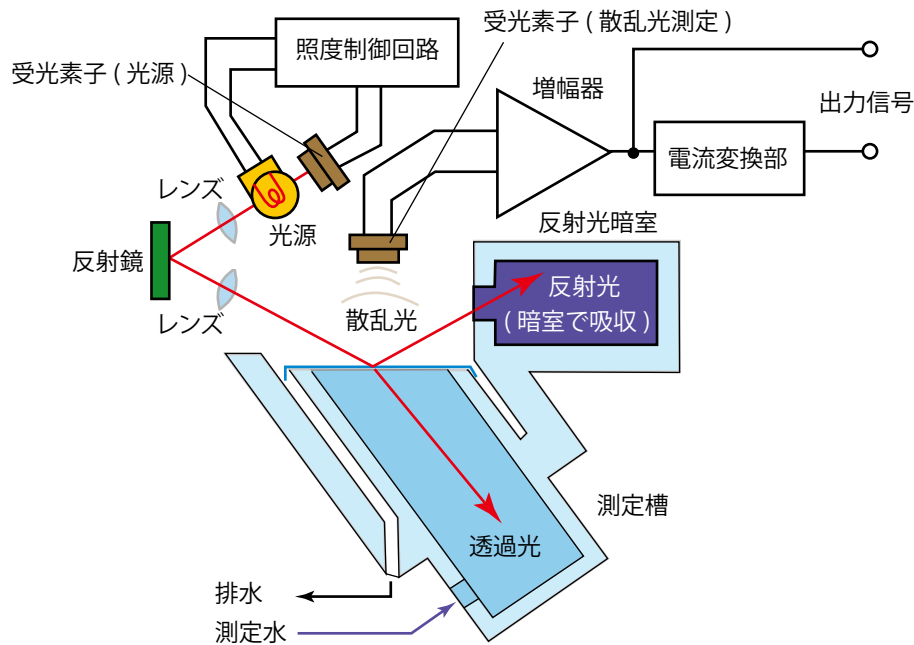


図5.2 表面散乱光方式による濁度計の一例

5.5 粒子数計測方式

クリプトスポリジウム感染症の集団発症を契機に低濁度測定用としてレーザ光を用いた粒子数計測方式が開発され、「上水試験方法」にも記載されています。

この方式は、光源にレーザ光を用い、セル（液槽）を透過するときに濁りの粒子で散乱することを検出器で感知することにより、粒子数を計測して濁度に変換する方法です。粒子数計測方式には、レーザ微粒子カウント方式とレーザ干渉縞カウント方式の2方式があります。

なお、この方式の濁度計は、構造上、高濁度域（おおむね2度以上）での使用は考慮されていません。

- (1) レーザ微粒子カウント方式は、容量の小さなセルを用い、半導体レーザ光が濁りの粒子により発生する前方または側方散乱光などをレンズ系で集光し、フォトダイオードアレイを用いた検出器で電気信号に変換します。

このとき、低濃度域では離散パルスの電気信号となり、粒子径に応じた波高値パルス信号が得られるので、しきい値を設けることにより、粒径区分ごとの粒子数が測定できます。粒径と散乱光強度の関係式から、粒径ごとの計測粒子数を濁度に変換します。この方式は、パルス演算するためセルの汚れによる影響が軽減できますが、高濁度域ではパルスの重なりから数え落としがおこり誤差が生じます。

- (2) レーザ干渉縞カウント方式は、レーザ微粒子カウント方式に比べて大きめのセルを用い、半導体レーザ光が濁りの粒子により発生する前方散乱光をフォトダイオードアレイを用いた検出器で干渉縞として捉え、より低濃度域では離散パルス信号となることから、その粒子数計測値を濁度に変換します。

6. TB700G/TB700Hの測定原理

TB700G/TB700H 透過散乱形濁度計の測定系は、変換器と検出器で構成されており、測定原理は透過光散乱光方式です。ここでは、その構成と測定原理について説明します。

検出器は、電源部、測定槽、光源部および検出部で構成されています。

電源部は、供給された電源をランプ用電源と回路用電源に変換し、光源部および変換器に供給しています。

測定水は測定槽の下側から流入し、測定水上部から流出します。この測定槽内の測定水に、密閉された光源部内部のタングステンランプからレンズを通して光を入射します。入射された光は測定水中の濁度成分により減衰しながら直進します（透過光）。一方、測定水中の濁度成分により、あらゆる方向に散乱します（散乱光）。

この透過光と、前方に散乱された光（前方散乱光）を、光源部と反対側に設置された受光部内部の透過光受光素子および散乱光受光素子によって検出し、変換器に出力しています。

透過光、散乱光の強さをそれぞれ $IN1$ 、 $IN2$ として、その比率： $IN2/IN1$ を求めますと

$$IN2/IN1 = IN2(0) / IN1(0) + \alpha LN$$

N : 濁度

α : 濁質成分、検出部の形状および特性により決まる定数

L : 測定槽の光路長

$IN1(0)$: 濁度 0 度の場合の透過光強さ

$IN2(0)$: 濁度 0 度の場合の散乱光強さ

となり、散乱光 / 透過光比率 ($IN2/IN1$) は、濁度 (N) に比例することになります。

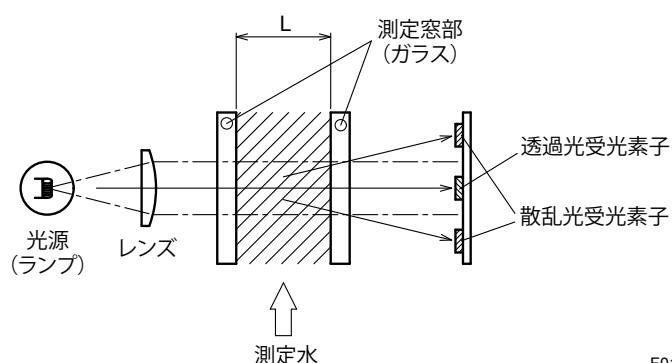


図6.1 TB700G/TB700Hの測定原理図

変換器の測定回路部は、操作パネルや外部配線端子盤と共に、アルミ合金製の密閉容器に収納されています。この測定回路部は、検出器の透過光受光素子および散乱光受光素子からの入力をもとに、増幅および比率演算を行い、濁度を表示するとともに、測定レンジに対応したアナログ出力（4 – 20 mA DC）およびシリアル通信データを出力します（アナログ出力は、4 – 20 mA DC または 0 – 20 mA DC を選択できます。また、自動洗浄機能または自動ゼロ校正機能を付加したシステムでは、シリアル通信データは出力されません）。

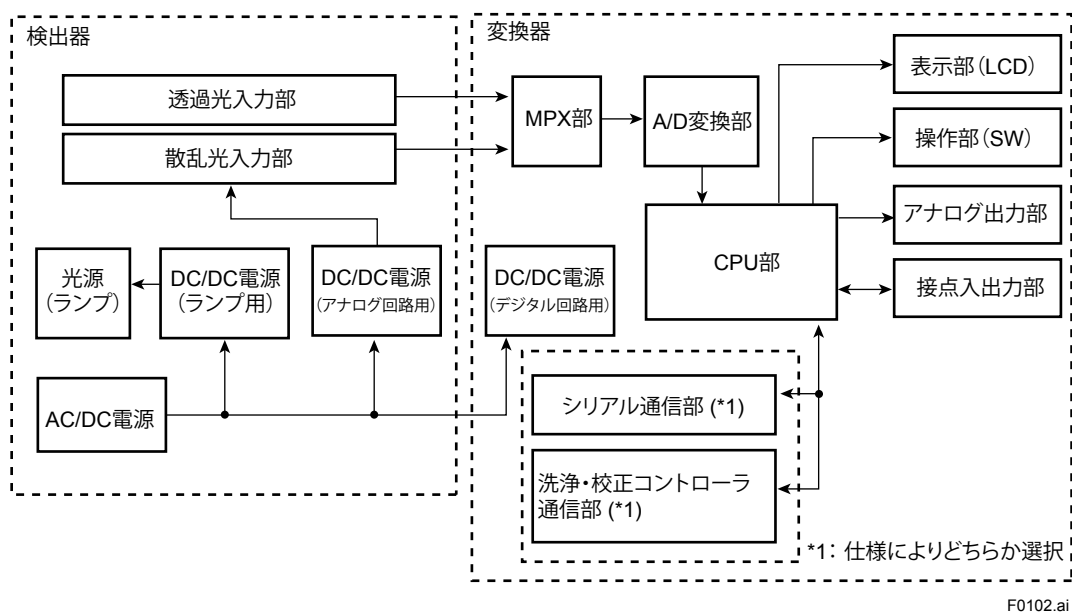


図6.2 TB700G/TB700Hの測定系ブロック図

7. TB700G/TB700Hのシステム構成

7.1 TB700G 透過散乱形濁度計のシステム構成

TB700G 透過散乱形濁度計は、検出器および変換器の測定系部分と、測定水、ゼロ濁度水および洗浄水を供給するためのサンプリング装置で構成されます。

本器は、検出器および変換器の測定系のみのシステムと、サンプリング装置を付加したシステムに大きく分類できます。また、付加されるサンプリング装置は、仕様により3つのタイプに分類することができます。

それぞれのシステムの概要について説明します。

7.1.1 サンプリング装置なし

検出器および変換器の測定系のみのシステムで、任意のサンプリング装置に組み込むことができます。

安定した濁度測定を行うために、測定水ラインには脱泡槽を設置してください。また、200 度以下の濁度を測定する場合は、ゼロ濁度水（ゼロ濁度フィルタで濾過した水）を供給できるように配管してください。

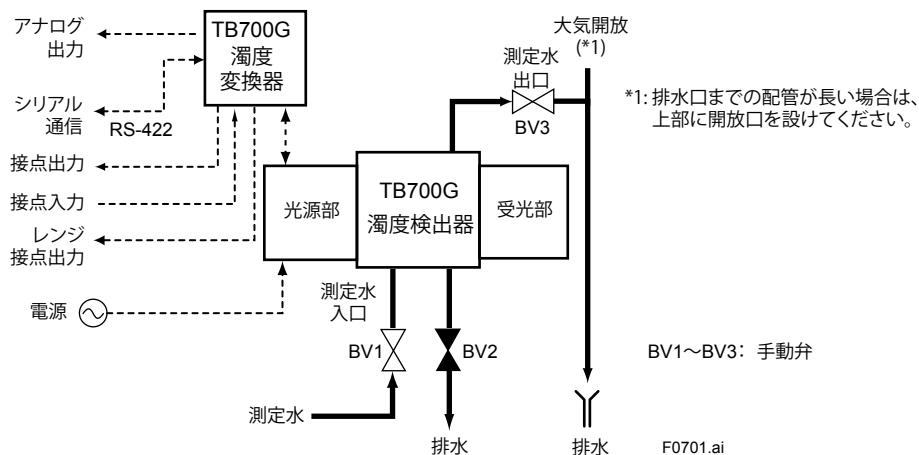


図7.1 サンプリング装置なしの場合のシステム構成

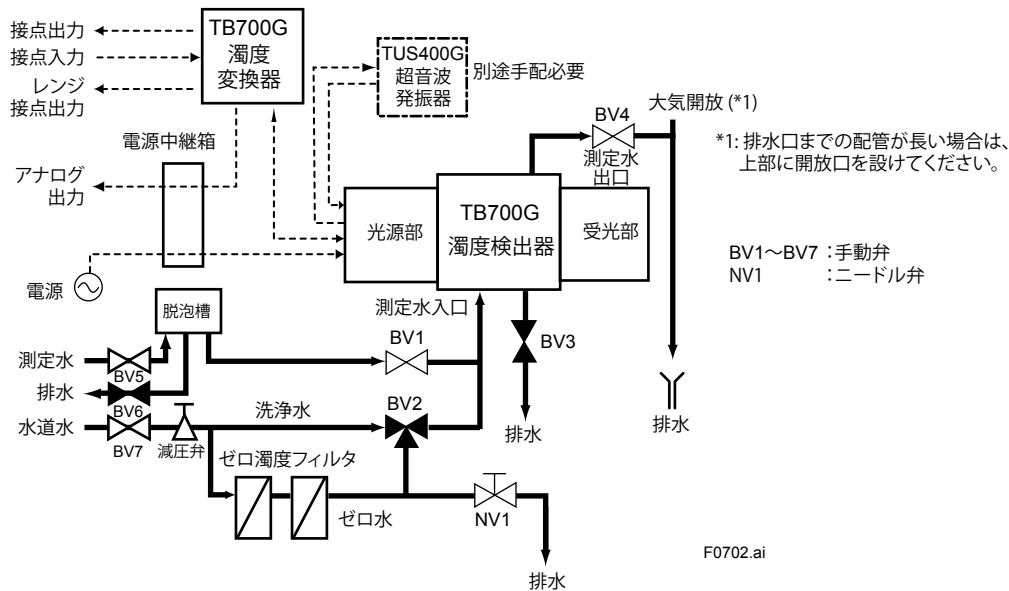
7.1.2 サンプリング装置あり、自動洗浄・自動ゼロ校正なし

検出器および変換器の測定系に、測定水、ゼロ濁度水および洗浄水を手動で供給するためのサンプリング装置を組み合わせたシステムです。

測定水は、測定水入口から脱泡槽に流入します。脱泡された測定水は、一定流量で検出器測定槽内に流入し、測定水出口から排水されます。

洗浄水は、水道水入口から減圧弁を通り、ボール弁の操作により、脱泡槽または検出器測定槽へ供給されます。

ゼロ濁度水は、水道水入口から減圧弁およびゼロ濁度フィルタを通り、ボール弁の操作により、検出器測定槽に供給されます。

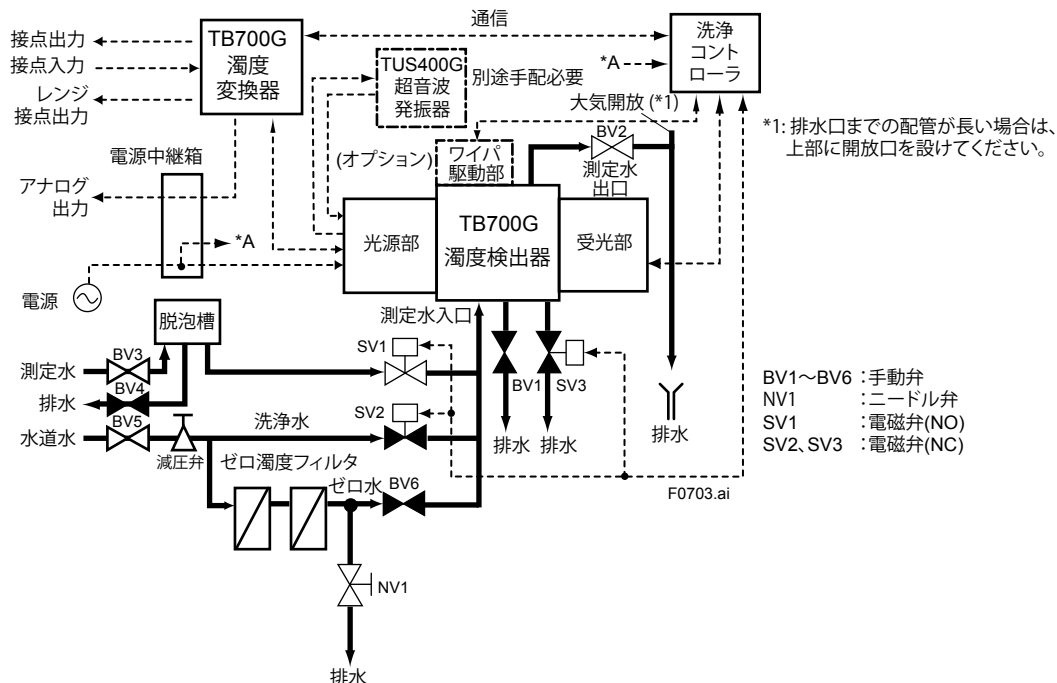


7.1.3 サンプルング装置あり、自動洗浄あり、自動ゼロ校正なし

7.1.2 項のタイプに自動洗浄機能が付加されたシステムです。

このシステムのサンプリング装置には、洗浄水配管および検出器排水配管に電磁弁が設置されていて、洗浄コントローラに設定されているシーケンスで検出器測定槽の洗浄を自動的に行います。

なお、洗浄用のパラメータは、変換器で設定します。



7.1.4 サンプリング装置あり、自動洗浄・自動ゼロ校正あり

7.1.2 項のタイプに自動洗浄機能および自動ゼロ校正機能が付加されたシステムです。

このシステムのサンプリング装置には、測定水配管、洗浄水配管、ゼロ濁度水配管および検出器排水配管に電磁弁が設置されていて、洗浄 / 校正コントローラに設定されているシーケンスで検出器測定槽の洗浄およびゼロ校正を自動的に行います。

なお、洗浄および校正用のパラメータは、変換器で設定します。

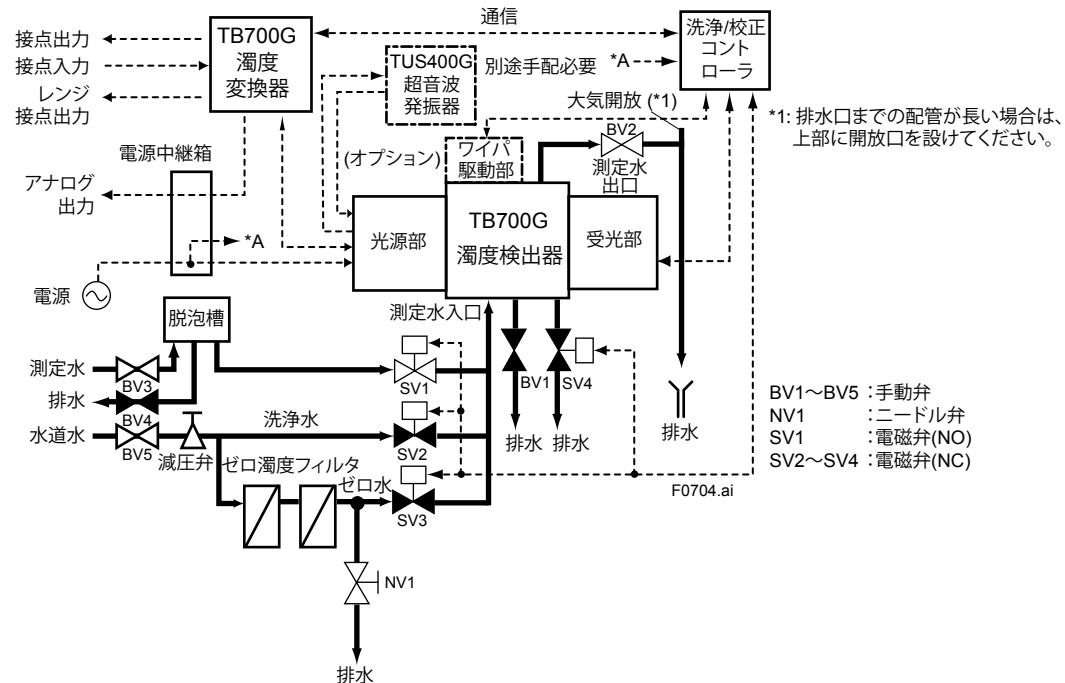


図7.4 自動洗浄・自動ゼロ校正ありの場合のシステム構成

7.2 TB700H 高感度透過散乱形濁度計のシステム構成

TB700H 高感度透過散乱形濁度計は、検出器および変換器の測定系部分と、測定水、ゼロ濁度水および洗浄水を供給するためのサンプリング装置で構成されます。

本器は、検出器および変換器の測定系のみのシステムと、サンプリング装置を付加したシステムに大きく分類できます。また、付加されるサンプリング装置は、仕様により 3 つのタイプに分類することができます。

それぞれのシステムの概要について説明します。

7.2.1 サンプリング装置なし

検出器および変換器の測定系のみのシステムで、任意のサンプリング装置に組み込むことができます。

TB700H 高感度透過散乱形濁度計は、低濁度領域（2 度以下）を測定するため、泡の影響を取り除くことが重要です。そのため、測定水ラインには加圧脱泡槽を設置してください。また、ゼロ濁度水のラインには、1 μm と 0.2 μm のゼロ濁度フィルタを直列に取付けてください。

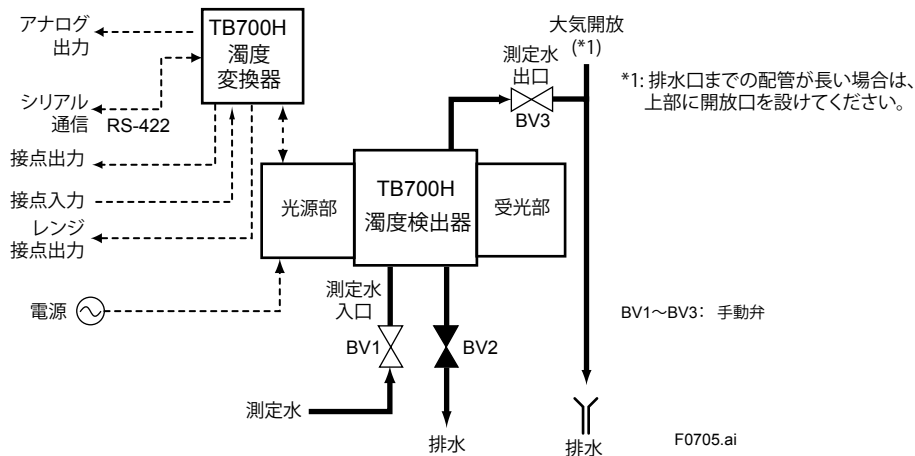


図7.5 サンプリング装置なしの場合のシステム構成

7.2.2 サンプリング装置あり、自動洗浄・自動ゼロ校正なし

検出器および変換器の測定系に、測定水、ゼロ濁度水および洗浄水を手動で供給するためのサンプリング装置を組み合わせたシステムです。

測定水は、測定水入口から加圧脱泡槽を介して検出器測定槽内に流入し、測定水出口から排出されます。加圧脱泡槽のドレイン配管および検出器の測定水出口には、ニードル弁を設けています。

このニードル弁を調整することにより、測定水供給口から検出器の測定水出口までの配管内の圧力変化を抑え、配管内に気泡が発生しないようにします。

ゼロ濁度水は、洗浄用およびゼロ校正用として、水道水入口から減圧弁およびゼロ濁度フィルタを通り、ボール弁の操作により、検出器測定槽に供給されます。

検出器測定槽内の汚れや沈殿物は、排水用ボール弁を開くことにより排出します。

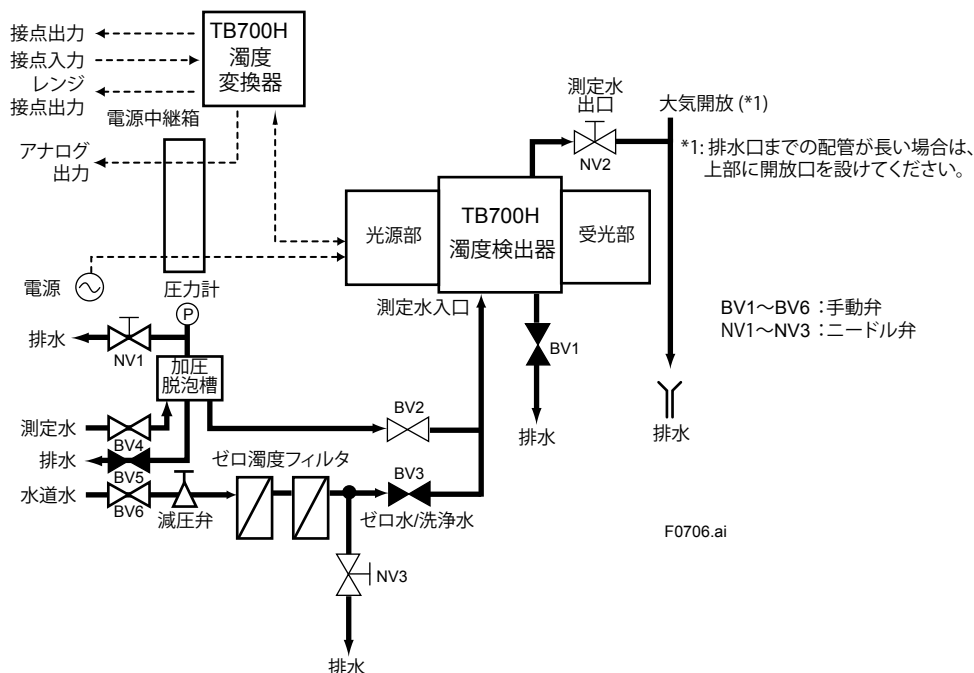


図7.6 自動洗浄・自動ゼロ校正なしの場合のシステム構成

7.2.3 サンプリング装置あり、自動洗浄あり、自動ゼロ校正なし

7.2.2 項のタイプに自動洗浄機能が付加されたシステムです。

このシステムのサンプリング装置には、測定水配管、ゼロ濁度水配管および検出器排水配管に電磁弁が設置されていて、洗浄コントローラに設定されているシーケンスで検出器測定槽の洗浄を自動的に行います。

なお、洗浄用のパラメータは、変換器で設定します。

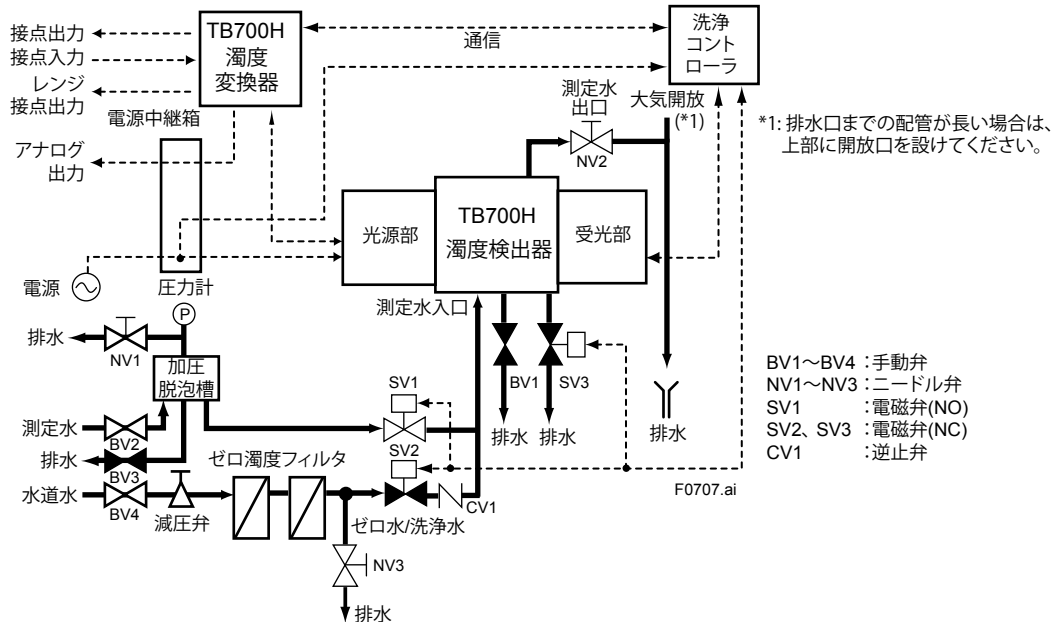


図7.7 自動洗浄あり、自動ゼロ校正なしの場合のシステム構成

7.2.4 サンプリング装置あり、自動洗浄・自動ゼロ校正あり

7.2.2 項のタイプに自動洗浄機能および自動ゼロ校正機能が付加されたシステムです。

このシステムのサンプリング装置には、測定水配管、ゼロ濁度水配管および検出器排水配管に電磁弁が設置されていて、洗浄 / 校正コントローラに設定されているシーケンスで検出器測定槽の洗浄およびゼロ校正を自動的に行います。

なお、洗浄および校正用のパラメータは、変換器で設定します。

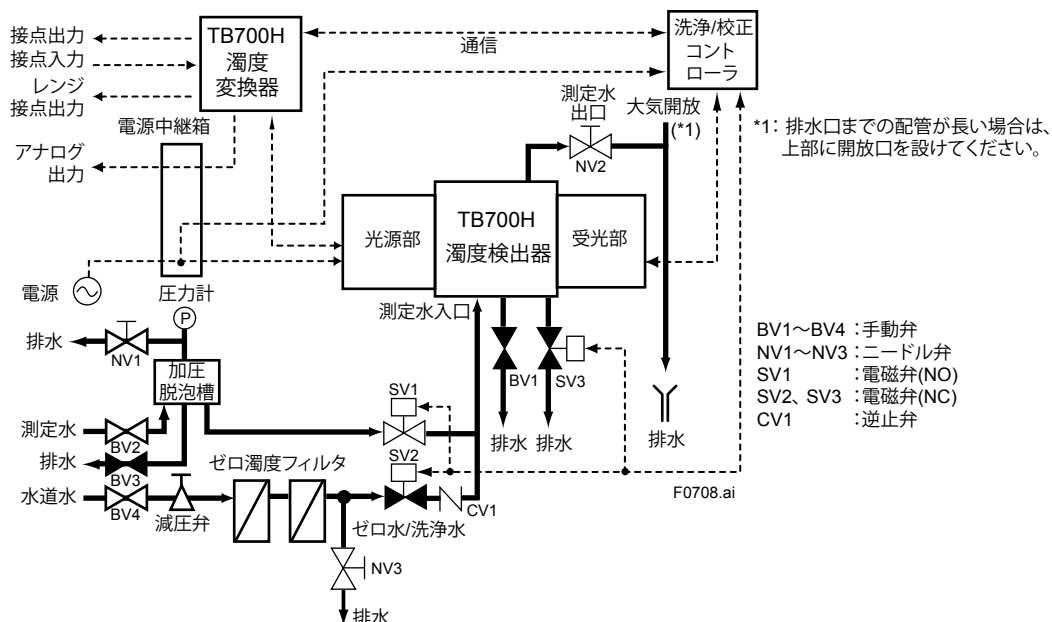


図7.8 自動洗浄・自動ゼロ校正ありの場合のシステム構成

8. TB700G/TB700Hの特長および機能

TB700G/TB700H 透過散乱形濁度計は、長年にわたってプロセス現場から得た経験と実績をもとに、高精度測定と同時に、保守性の向上を最重要課題として開発しました。

主な特長は下記の通りです。

- (1) 透過光散乱光比較方式の採用により、ランプ光量の変化や測定水の色の影響を軽減しました。
- (2) 光学系および測定槽の構造により、極低濁度（0 – 0.2 度）から高濁度（0 – 2000 度）までの広い測定範囲を実現しました。

光学系は下記の 3 種類があります。それぞれの測定範囲の中では、任意の出力レンジを、変換器操作パネルのキー操作で設定することができます。

また、2 レンジ、3 レンジ切替えもできます（オート、リモート、マニュアル）。

- ・ 高感度用（TB700H）：0 – 0.2 度から 0 – 2 度
 - ・ 一般用（TB700G）： 0 – 2 度から 0 – 100 度（カオリンおよび PSL 目盛の場合）
0 – 2 度から 0 – 200 度（ホルマジン目盛の場合）
 - ・ 高濁度用（TB700G）：0 – 50 度から 0 – 2000 度（カオリン目盛の場合）
0 – 100 度から 0 – 2000 度（ホルマジン目盛の場合）
- (3) 保守がし易い測定槽構造です。
検出器上部のトップカバーを外すと、開口部が大きく露出するため、窓ガラスなど測定槽内の洗浄が容易に行えます。
 - (4) 気泡対策も万全です。
 - ・ 気泡対策を考慮した測定槽構造
通常の脱泡槽で取りきれなかった細かな気泡が測定槽内に入ってきた場合、測定光束の外側を通して排出します。
 - ・ 加圧脱泡槽
測定水が加圧状態で溶存空気が多い場合、通常の脱泡槽では大気開放されるため、細かな気泡が発生します。加圧脱泡槽を取付けることにより、測定水のプロセス圧を保ちながら気泡の排出を行うことができますので、新たな気泡発生が抑制されます。
 - ・ 気泡対策ソフト
指示の急変を検知し、それが異常値であるか否かの判断をして、異常と判断された場合には、その値を棄却します。
また、信号の平滑化のために、応答の時定数が設定できます。この時定数を大きく設定することで、気泡による指示急変を抑制することができます。
 - (5) 測定水の性状に応じた、多彩な洗浄方式を用意しています。
洗浄効果を上げるために、これらの洗浄方式を組み合わせることも可能です。
 - ・ 超音波洗浄
 - ・ 自動浄水洗浄
 - ・ 自動ワイパー洗浄
 - (6) 幅広い測定水条件に対応できます。
 - ・ 流量：0.05 ～ 20 L/min（サンプリング装置なしの場合）
 - ・ 圧力：500 kPa 以下
 - ・ 水温：0 ～ 50 °C
 - (7) 変換器と検出器の小型・軽量化を実現しました。
 - (8) 検出器を、インラインに接続することも可能です。

8.1 検出器の光学系

測定光路長は、高感度用で 50 mm、一般用で 25 mm、高濁度用で 5 mm の 3 種類です。この 3 種類の検出器で、0 - 0.2 度から 0 - 2000 度までの測定レンジをカバーしています。特に、高感度用では従来の光路長 300 mm から 50 mm へと大幅に縮小しました。

8.1.1 高感度用 (TB700H)

光路長を短くするために、以下の点を工夫して測定信号の S/N 比の向上を図りました。光束のビーム径を絞り、アパーチャには散乱光用のスリットを設けて、散乱光受光素子の視野を制限しました。この視野の範囲を、図 8.1 中に示します。透過光についてはガイドパイプを設置しました。これらによって、迷光を極力少なくしました。また、受光素子には、暗電流が小さく、測定範囲が広くて直線性の良いフォトダイオード (PD) を採用しました。

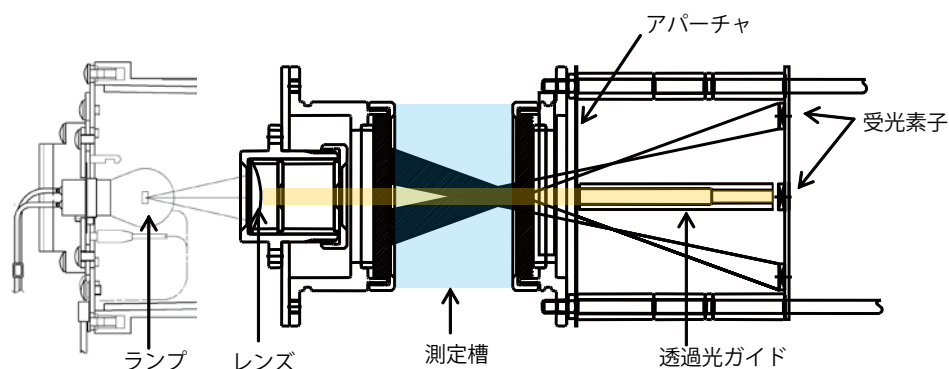


図8.1 高感度用の光学系

8.1.2 一般用 (TB700G-KA1、-PS1、-FL1)

一般用の場合は、高感度用に比較して光束ビーム径を太くしています。また、アパーチャも、散乱光と透過光の区別はなく、共通の方形絞りを設けました。測定範囲が 0 - 2 度から 0 - 100 度（カオリン、PSL 目盛の場合）と非常に広いので、測定信号と濁度との間の直線性が一定になりません。すなわち、濁度が高くなるに従って、濁度と測定信号の比例性が損なわれてきます。この直線性の向上のために、透過光の受光素子を 5 個用意し、散乱光の受光素子 2 個とともに、適切な位置に配置しました。

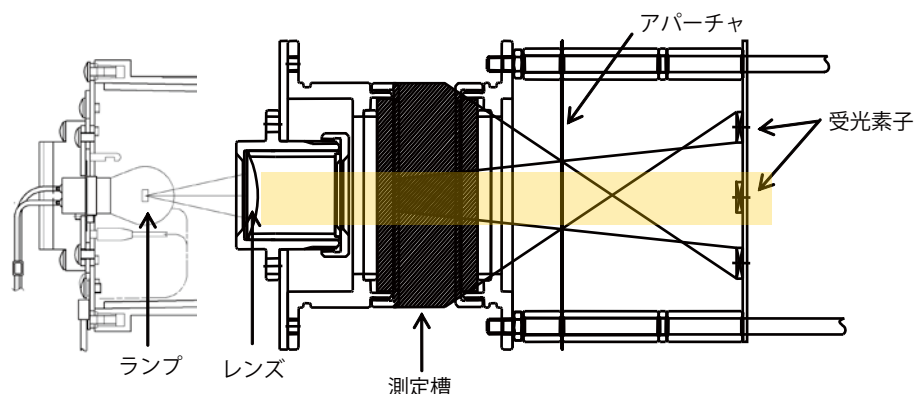


図8.2 一般用の光学系

8.1.3 高濁度用（TB700G-KA2、-FL2）

高濁度用では、迷光の影響が少ないのでアパーチャは使用していません。
一般用の場合と同様に、受光素子の配置により、濁度と測定信号の直線性の向上を図っています。

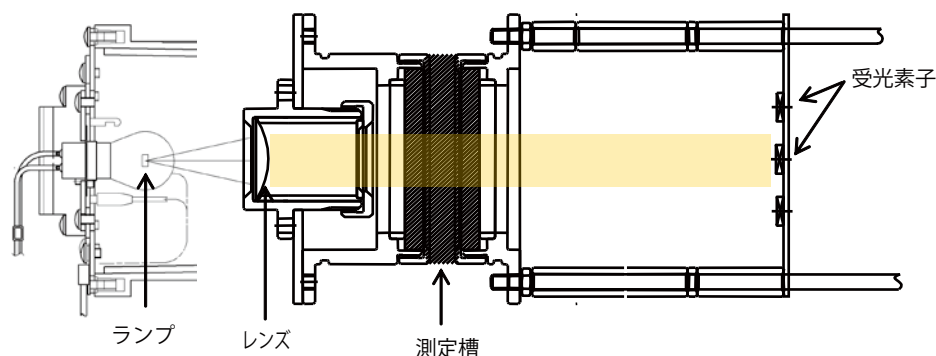


図8.3 高濁度用の光学系

8.2 保守性の向上

8.2.1 測定槽の洗浄

検出器のトップカバーを外すと、図 8.4 に示すように開口部が広く露出するため、窓ガラスの洗浄が容易にできます。また、開口部が上にあるので、測定槽内に液を溜めた状態で洗浄ができます。



図8.4 測定槽内部

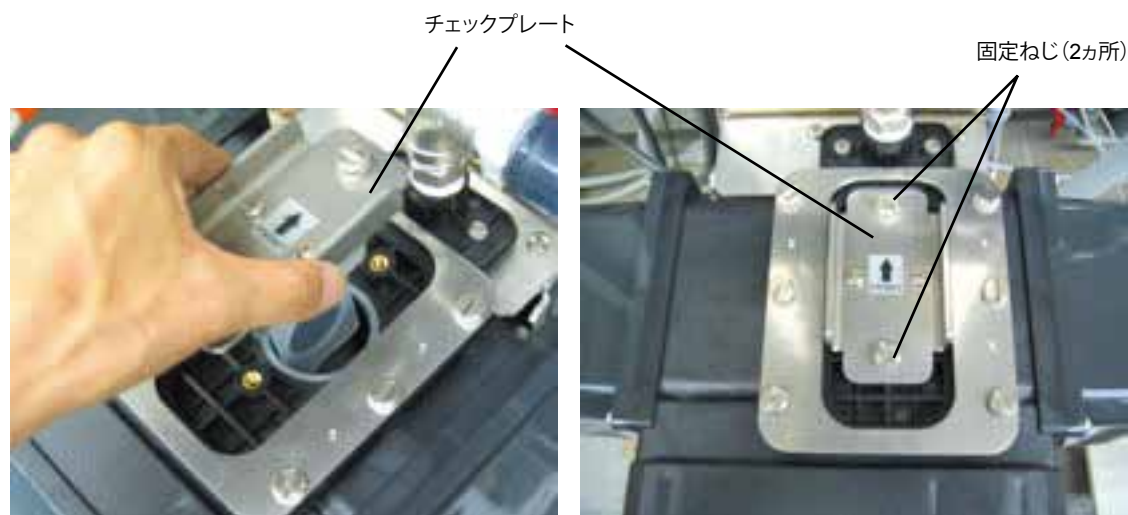
8.2.2 チェックプレートによる校正

定期保守点検時には、計器のゼロ・スパン校正を行います。その都度濁度標準液を用意するのは手間や費用の面で負担が生じます。TB700G/TB700H では、図 8.5 に示すチェックプレートを用意していますので、短時間で容易にスパン校正作業が行えます。

チェックプレートの濁度値は、工場出荷調整時に、濁度標準液で濁度計の校正を実施した後に値付けされたものです。オーバーホールなどで、濁度標準液によるスパン校正を実施した場合には、新たにチェックプレートの値付けを行う必要があります。



図8.5 チェックプレート



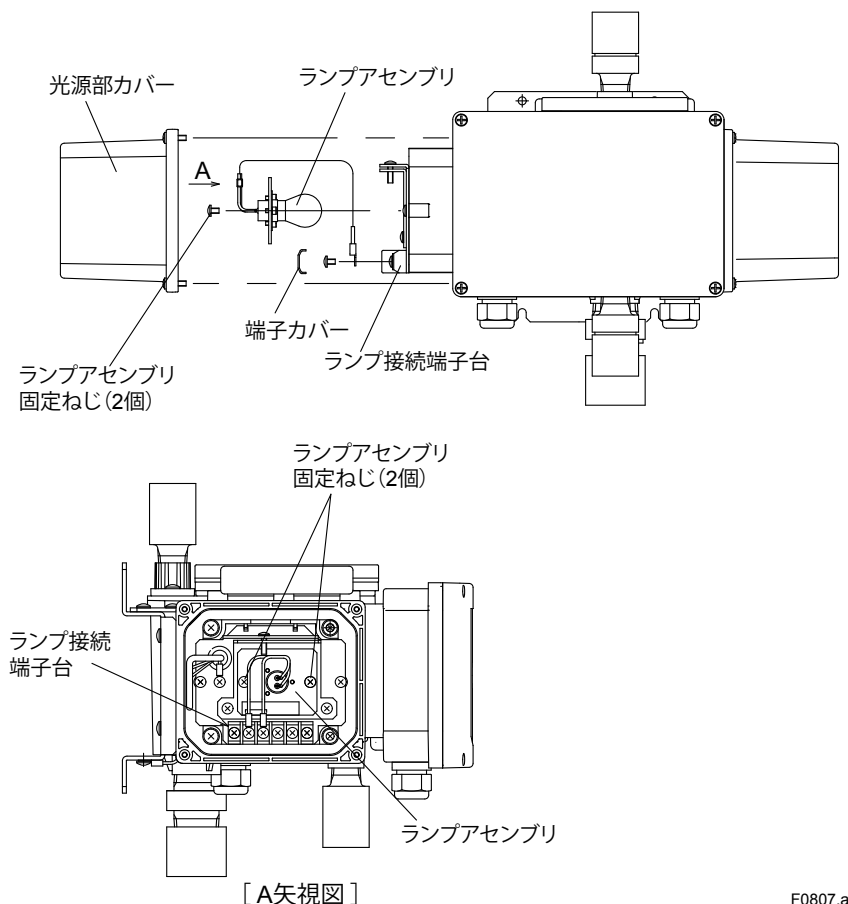
F0706.ai

図8.6 チェックプレートによるスパン校正

8.2.3 ランプ交換と光軸調整

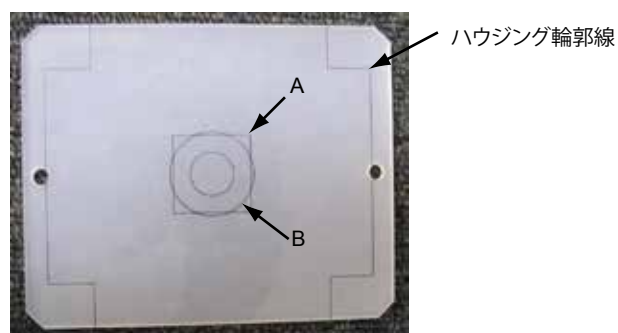
TB700G/TB700H では、測定信号として透過光と散乱光の比をとっているため、ランプの輝度変動の影響を受けることはありませんが、ランプが切れたり、輝度が大きく変化した場合には、ランプの交換が必要になります。

ランプの交換は、アセンブリとして簡単にできます。交換後の光軸調整も、図 8.8 の光軸確認プレートを用いて、左右方向、上下方向の光源固定板の位置を移動することで簡単にできます。



F0807.ai

図8.7 ランプアセンブリの取付けと光軸調整



F0808.ai

図8.8 光軸確認プレート

8.3 気泡対策

8.3.1 気泡対策を考慮した測定槽構造

光を使用する計測では、気泡による指示値の変動やドリフトが問題となります。濁度計測の場合には、検出器に入る前に通常大気開放形の脱泡槽を設置して対処しています。しかし、減圧によって発生した微細な気泡は浮上しにくく、この脱泡槽の滞留時間では完全に取り除くことは困難です。

TB700G/TB700H の検出器では、測定水の入口と出口を測定槽の端に設けて、気泡が測定光束の上側を通り、バブルトラップの小孔から排出されるように設計しています。

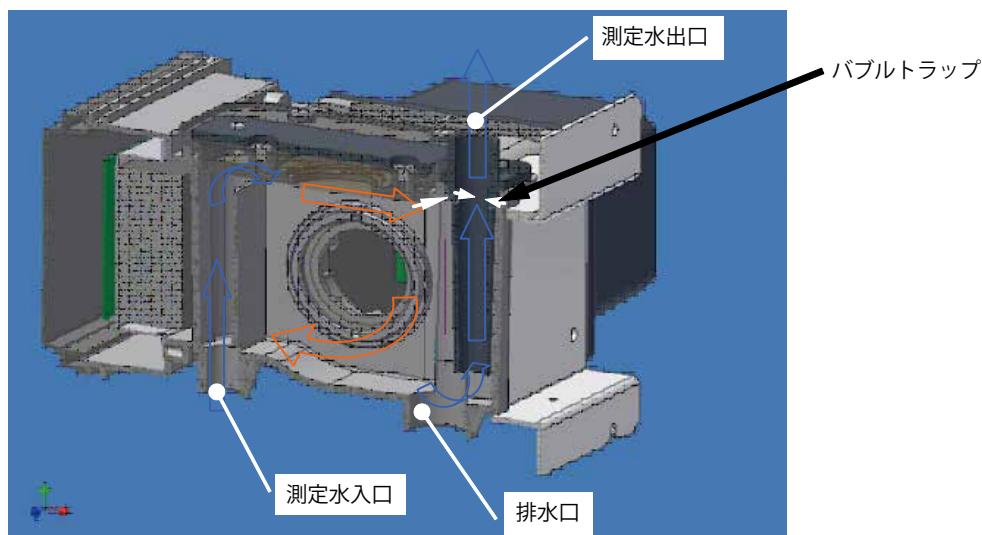


図8.9 測定槽における気泡対策

8.3.2 加圧脱泡槽

プロセス圧が高く、測定水中の溶存空気濃度が高い場合には、大気開放形の脱泡槽では、かえって気泡の発生を促してしまいます。この問題を解決するために、加圧形の脱泡槽を開発しました。

加圧脱泡槽では、オーバーフローを大気開放せずに、ニードル弁を介して排出する様にしました。ニードル弁を絞ってプロセス圧力を維持し、気泡発生を抑制します。この場合、測定槽の出口側にもニードル弁を設置する必要があります。このニードル弁の出口側で大気開放し、立下り配管による減圧を防止します。

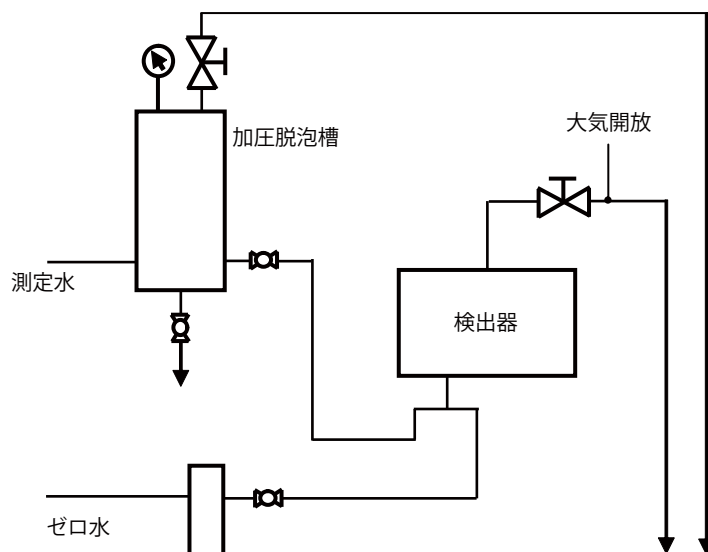


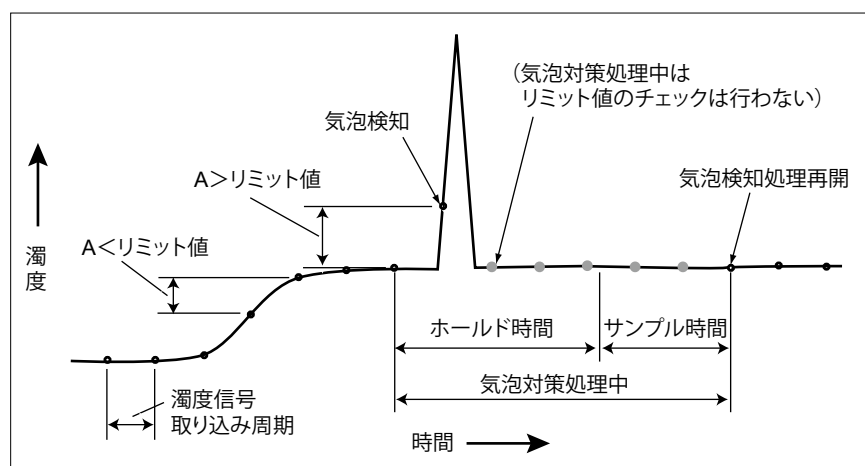
図8.10 加圧脱泡方式

8.3.3 気泡対策ソフト

脱泡槽や測定槽の脱泡機構で取りきれなかった気泡によって生じる指示値の突変に対しては、信号処理にて対処します。この信号処理には2種類あります。一つは、指示の突変を検知して棄却するソフトです。もう一つは、応答に時定数を設定して、信号を平滑化するソフトです。

指示突変を棄却する気泡対策ソフトについて説明します。平滑化する前の信号について、前回と今回を比較し、その差が“リミット値”を超えた場合には今回の信号は平滑化には取り入れず、前回の濁度値を“ホールド時間”の間ホールドします。“ホールド時間”経過後は、“サンプリング時間”の間は“リミット値”のチェックは行わずに平滑化を行い、その後、通常の“リミット値”のチェックに戻ります。

“ホールド時間”の間、“リミット値”を超えた信号が5秒間継続した場合には、この値を正常とみなし、その時点でホールドを解除して“サンプリング時間”に移行します。



A: 今回取り込み値と前回取り込み値の差

F0811.ai

図8.11 気泡対策機能

8.4 窓汚れ対策

測定窓ガラスに付着する汚れには、生物膜（スライム）、無機質（スラッジなど）、油分などがあり、それぞれ性質が異なるので、汚れに合った洗浄方式を選ぶことが重要です。

表 8.1 に、主なアプリケーションにおける推奨洗浄方式を示します。

表8.1 測定水と洗浄方式

	上水道				
	取水 原水	混和水	沈殿水	未ろ過水	ろ過水 浄水/配水
超音波洗浄	○	○	○	○	○
自動浄水洗浄	○	○	○	○	—
超音波洗浄 + 自動浄水洗浄	◎	◎	◎	◎	—
自動ワイパー洗浄	●	—	—	—	—

◎：推奨 ○：使用可能 ●：特に汚れが著しい場合 —：使用不要または不可

8.4.1 超音波洗浄

測定窓ガラスの内側に超音波振動子を接着して、連続的に振動させています。キャビテーション現象により液体の正圧負圧のサイクルが生じ、これが衝撃力となって汚れを落とします。ほとんどの汚れに対して効果があります。ただし、生物膜汚れやマンガンおよび鉄の酸化物汚れ（メッキ汚れ）に対しては、若干効果が減少する場合があります。

8.4.2 自動浄水洗浄

電磁弁の切換えにより、測定水を排出して浄水を流します。

窓ガラスに弱く付着している汚れは、これで洗い流すことができます。また、測定槽内に濁質が蓄積することも防ぐことができます。超音波洗浄やワイパー洗浄の補助的な洗浄として有効です。

8.4.3 自動ワイパー洗浄

ワイパーのスポンジで、窓ガラス部を擦ります。窓ガラス間隔が 5 mm の、高濁度用 TB700G に適用されます。

ワイパー洗浄には、浄水洗浄が併用されます。

通常のアプリケーションでは、超音波洗浄＋自動浄水洗浄、あるいは超音波洗浄で充分と考えられますが、特に汚れの付着速度が早い場合には、この自動ワイパー洗浄を検討する余地があります。

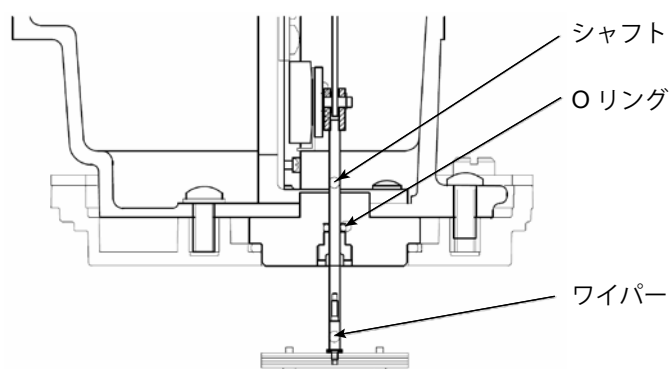


図8.12 ワイパー機構

8.4.4 測定槽ノズル

TB700G には、測定槽の測定水入口に “ノズル” が装着されています。“ノズル” のスリットから噴出する水流によって、測定窓ガラス面における流速を大きくすると、汚れの付着が抑制されます（測定水流による自浄作用）。

“ノズル” を使用する場合には、8.3.1 項で述べた測定槽の気泡対策機能は、働かなくなります。例えば、浄水場のろ過水の様に、測定窓ガラスへの汚れ付着が少ない測定水で、気泡の影響が無視しえない場合には、“ノズル” を取り外します。

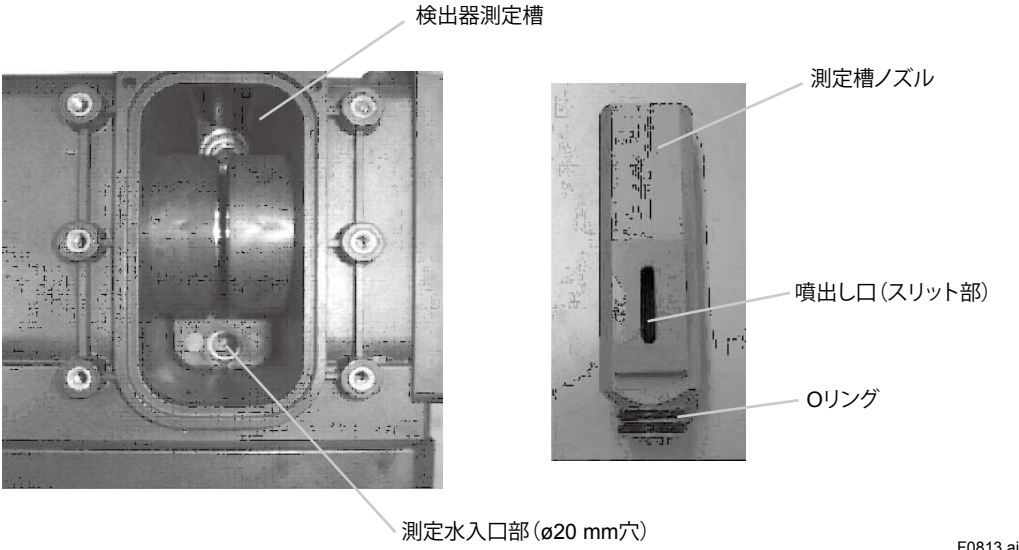


図8.13 測定槽とノズル

8.5 積分球式濁度計との相関

同じカオリン標準液で校正を行った複数の濁度計で、実際の水を測定すると、測定値に差が生じる場合があります。濁質の性状により、測定方式それぞれの検出感度が異なることが原因です。

TB700G/TB700H 透過散乱形濁度計は、浄水場の水質試験でよく使用されている積分球式濁度計と、測定方式に類似性があるので、他の方式に比較して両者の測定値には相関性があります。表 8.2 に、各測定方式の濁度計をカオリン標準液で校正をした後に、その他の標準液を測定した結果の一例を示します（カオリン標準液の測定値を 1.00 とした）。

表8.2 各測定方式と相対感度

測定方式		カオリン	PSL	ホルマジン
透過光 散乱光 方式	高感度用 TB700H	1.00	1.15	0.45
	一般用 TB700G	1.00	1.26	0.52
	高濁度用 TB700G	1.00		0.49
積分球方式		1.00	1.14	0.57
表面散乱光方式		1.00	1.25	1.95
直角散乱光方式		1.00	0.81	1.37
透過光方式		1.00	1.16	0.90

9. TB700G/TB700Hの特性

9.1 繰返し性

TB700H の場合：2 % FS または 0.005 度（FS：出力レンジの上限設定値）

TB700G の場合：2 % FS

注意： 工場の検査は、チェックプレートを用いて行います。

同じ標準液を繰返し測定した場合のデータ一例を示します。

濁度計：TB700G 0 – 50 度レンジ（カオリン）

標準液：カオリン 50 度

表9.1 繰返し性試験

1回目	50.1
2回目	49.7
3回目	50.3
4回目	50.1
5回目	49.9
平均	50.0
最大	50.3
最小	49.7
最大 - 最小 [度]	0.6
(最大 - 最小) / スパン × 100 [度]	1.20

9.2 直線性

TB700H の場合：± 2% FS または 0.01 度

TB700G の場合：± 2% FS

注意： 工場の検査は、ゼロ濁度水、中間点とスパン点標準液を用いて行います。

0 度と 50 度の標準液で校正を行った後に、その間の何点かの標準液を測定したデータ一例を示します。

濁度計：TB700G 0 – 50 度レンジ（PSL）

標準液：PSL 0、1、2、25、50 度

表9.2 直線性試験

標準液 [度]	TB700G [度]	直線性 [% FS]
0	0.00	0
1	0.98	-0.04
2	1.96	-0.09
25	24.9	-0.29
50	50.0	0

9.3 公定法対応特性

定量下限値： 0.1 度以下（変動係数 10%）

保守管理基準：± 0.1 度

TB700G では、レンジの上限値 ≤ 5 度の場合に適用が可能です。

ここでいう公定法とは、「水質基準に関する省令の規定に基づき厚生労働大臣が定める方法」（平成十五年七月十五日 厚生労働省告示第二百六十一号）を指します。

計器の性能として、定量下限値が設定されています。変動係数とは（標準偏差 / 平均値）×100 で定義され、測定値のバラツキの程度を表します。この値が 10% となる濁度が 0.1 度以下である装置を使用することと、述べられています。

一方、保守管理基準は、ユーザーが定期保守を行う際の目安です。標準液でチェックを行った時に、誤差がこの値を超えない期間内で、洗浄、点検整備、校正などを行う様に述べられています。もちろん、濁度計の精度が、これ以上である必要があります。

9.4 その他の特性

- (1) 応答時間
2 分以内（90%応答、測定水流量 3 L/min）
- (2) 測定水温の影響
± 2% FS/10℃
- (3) 周囲温度の影響
± 2% FS/10℃
- (4) 電源変動の影響
± 2% FS/ 電源変動 ± 10%

10. アプリケーションによる濁度計の使い分け

弊社には、透過散乱形濁度計 TB700G/TB700H の他に、表面散乱形濁度計 TB400G、レーザ形濁度計 TB600G があります。

それぞれの測定原理方式の特徴により、適したアプリケーションがあります。

表 10.1 にアプリケーション別推奨機種を示します。

表10.1 アプリケーション別推奨機種

	上水道				下水道	工場排水	海水
	原水	混和水 沈殿水 未ろ過水	ろ過水 浄水 配水	膜処理水	放流水	放流水	
透過散乱形濁度計 TB700G	◎	◎	○	×	△	△	△
高感度用濁度計 TB700H	×	×	◎	○	×	×	×
表面散乱形濁度計 TB400G	◎	○	○	×	◎	◎	△
レーザ形濁度計 TB600G	×	×	○	◎	×	×	×

◎：推奨 ○：使用可能 △：使用可能（ただし、検討を要す） ×：使用不可

改訂情報

資料名称 : TB700G 透過散乱形濁度計
TB700H 高感度透過散乱形濁度計

資料番号 : TI 12E01A04-01

2016年2月／2版

システム構成図の修正；図 7.2-7.4、7.6-7.8
表 10.1「アプリケーション別推奨機種」修正

2007年5月／初版

新規発行

■ お問い合わせについて

本製品の情報に関しては、下記ホームページでもご覧になれます。

当社のホームページ：<http://www.yokogawa.co.jp/an/>

■ 著作者 横河電機株式会社

科学機器 PMK 部

■ 発行者 横河電機株式会社

〒180-8750 東京都武蔵野市中町 2-9-32

■ 印刷所 港北出版印刷株式会社