

Ⅲ 汚濁負荷量測定の概要

1. 水質自動計測器等の選定方法

(1) 化学的酸素要求量

自動計測器及び簡易計測器は、選定した計測器と指定計測法で得られた計測値について、換算式を作成し、これが良好な相関を示すものを選定する。具体的には、下記にしたがって、選定する。

- ① 特定排出水の計測場所を選定し、水質特性（組成変動、濃度変動、妨害物質等）をもとに適切な計測器を複数（COD 計、TOC 計、UV 計）仮選定する。ただし、類似の事業場の例等から判断して、適切な水質自動計測器が一機種しかないときは、当該計測器を仮選定することができる。
 - (a) COD 計（酸性法）
 - ・ 計測範囲の中心から外れるにつれて計測値の信頼性が低下する。濃度変動の激しいものについては、①自動計測器の場合はコンポジットサンプラーとの組み合わせ、②濃度変動への追従性のよい TOC 計、TOD 計、UV 計の選定、③計測濃度範囲の異なる予備を用意するとよい。
 - ・ 塩化物イオンが多く含まれると、その影響を除去するための硝酸銀が塩化銀となって反応槽や排水管を詰まらせるので、頻繁に洗浄が必要になる（アルカリ法に移行することもある）。
 - (b) COD 計（アルカリ法）
 - ・ 窒素化合物が含まれている場合には、計測値が高くなることがある。
 - (c) TOC 計、TOD 計、UV 計
 - ・ 懸濁物質は、計測器のバラツキや機器作動のトラブルの発生要因となるので、フィルターを設置する。
 - ・ 硝酸イオン、亜硝酸イオン、リン酸イオンが含まれている試料を TOD 計で計測する場合、計測値を低くする。
- ② 特定排出水の試料を採取し、指定計測法と選定した機器によって計測する。検体は少なくとも 20 以上とする。
- ③ ②で得られた計測値について、散布図を描き、回帰式の計算を行い、換算式の検討を行う。
- ④ 回帰直線の 95%信頼区間を求め、全計測値数の 95%がこの区間に入る計測器のうち、最も相関がよいものを選定する。95%信頼区間を求めることが困難な場合は、散布図上の回帰直線の y 軸方向に+30%及び -30%の 2 本の直線を引き、両直線の間を便宜的に 95%信頼区間とする。ただし、濃度変動が少なく、散布図上のデータが一点に集中し、団子状になる場合であって、x、y の値が原点を通る直線上にあると認められる場合には、 $y=ax$ を換算式として、この機種を選定してもよい。
- ⑤ 自動計測器において、選定不可能の場合は、コンポジットサンプラー（指定計測法）による方法を採用する。

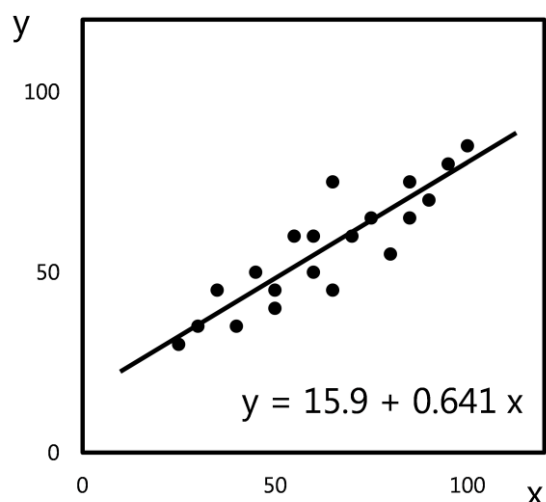
(参考) 換算式の求め方(例)

① 特定排出水の試料を採取し、指定計測法と選定した機器によって計測する。

x: 水質自動計測器による計測値等 (mg/L)

y: 指定計測法による計測値等 (mg/L)

No.	x	y	x ²	y ²	xy
1	25	30	625	900	750
2	30	35	900	1225	1050
3	35	45	1225	2025	1575
4	40	35	1600	1225	1400
5	45	50	2025	2500	2250
6	50	40	2500	1600	2000
7	50	45	2500	2025	2250
8	55	60	3025	3600	3300
9	60	50	3600	2500	3000
10	60	60	3600	3600	3600
11	65	45	4225	2025	2925
12	65	75	4225	5625	4875
13	70	60	4900	3600	4200
14	75	65	5625	4225	4875
15	80	55	6400	3025	4400
16	85	65	7225	4225	5525
17	85	75	7225	5625	6375
18	90	70	8100	4900	6300
19	95	80	9025	6400	7600
20	100	85	10000	7225	8500
計	1260	1125	88550	68075	76750
平均	63	56.25			



② 得られたデータをもとに、換算式を求める。

対データ数 $n=20$

平方和

$$S(xx) = \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} = 88500 - \frac{1260^2}{20} = 9170$$

$$S(yy) = \sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n} = 68075 - \frac{1125^2}{20} = 4793.75$$

$$S(xy) = \sum (x_i y_i) - \frac{\sum x_i \sum y_i}{n} = 76750 - \frac{1260 \times 1125}{20} = 5875$$

回帰式(換算式) $y = a + b x$

$$b = \frac{S(xy)}{S(xx)} = \frac{5875}{9170} = 0.641$$

$$a = y - b x = 56.25 - 0.641 \times 63 = 15.9$$

$$y = 15.9 + 0.641 x$$

※ 団子状の場合 ($a = 0$)

$$b = \frac{y}{x} = \frac{56.25}{63} = 0.893$$

$$y = 0.893 x$$

③ 換算式 $y = a + b x$ に対する 95%信頼区間を求め、各計測値 x に対する y の推定値の確率 95%信頼区間の範囲に、全ての計測値 y のうち 95%以上が入った計測器の中から選定する。

換算式 $y = a + b x$ に対する 95%信頼区間は、次の信頼限界の式によって得られる範囲として 求められる。

$$y = a + b x \pm A(x)$$

$$A(x) = t(n-2, \alpha) \times \sqrt{\left\{ 1 + \frac{1}{n} + \frac{(x - \bar{x})^2}{S(xx)} \right\} \times V_{y \cdot x}}$$

$$S_R = \frac{\{S(xy)\}^2}{S(xx)} = \frac{5875^2}{9170} = 3764$$

$$S_{y \cdot x} = S(xy) - S_R = 5875 - 3764 = 2111$$

$$V_{x \cdot y} = \frac{S_{y \cdot x}}{n - 2} = \frac{2111}{18} = 117$$

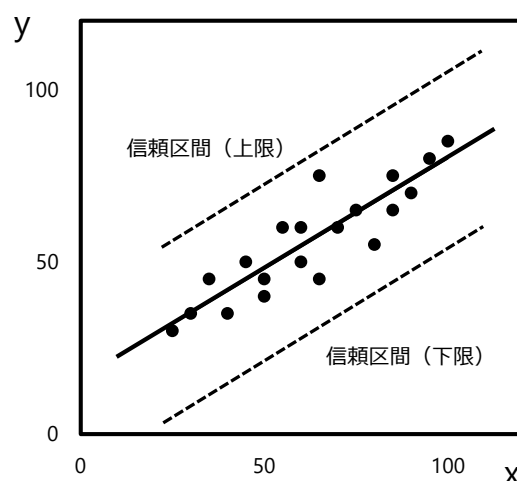
t (n-2, α) は下記の表より求められる。

なお、α は 95%信頼区間の場合は、 $\alpha = 1 - 0.95 = 0.05$ とする。

	0.05	0.01		0.05	0.01
1	12.706	63.657	19	2.093	2.861
2	4.303	9.925	20	2.086	2.845
3	3.182	5.841	21	2.08	2.831
4	2.776	4.604	22	2.074	2.819
5	2.571	4.032	23	2.069	2.807
6	2.447	3.707	24	2.064	2.797
7	2.365	3.499	25	2.06	2.787
8	2.306	3.355	26	2.056	2.779
9	2.262	3.25	27	2.052	2.771
10	2.228	3.169	28	2.048	2.763
11	2.201	3.106	29	2.045	2.756
12	2.179	3.055	30	2.042	2.75
13	2.16	3.012			
14	2.145	2.977	40	2.021	2.704
15	2.131	2.947	60	2	2.66
16	2.12	2.921	120	1.98	2.617
17	2.11	2.898	∞	1.96	2.576
18	2.101	2.878			

以上より各計測値 x に対する y の推定値の確率 95%信頼区間の範囲は下記のとおりとなる。

No.	x	y	信頼区間		A(x)
			上限	下限	
1	25	30	57	7	141
2	30	35	60	11	137
3	35	45	63	14	133
4	40	35	65	18	130
5	45	50	68	21	127
6	50	40	71	24	125
7	50	45	71	24	125
8	55	60	75	28	124
9	60	50	78	31	123
10	60	60	78	31	123
11	65	45	81	34	123
12	65	75	81	34	123
13	70	60	84	37	123
14	75	65	87	41	125
15	80	55	91	44	127
16	85	65	94	47	129
17	85	75	94	47	129
18	90	70	98	49	132
19	95	80	101	52	136
20	100	85	105	55	140



(2) 窒素含有量、りん含有量

窒素含有量及びりん含有量の場合は、COD と異なり換算式は作成せず、直接窒素含有量及びりん含有量を測定できる必要がある。

- ① 特定排出水の計測場所の水質特性（組成変動、濃度変動、妨害物質等）を確認する。原則的には、特定排出水の年間平均値が、計測範囲の中央付近になるように最大目盛値を設定する。濃度変動（最大濃度が 5 倍を超える）が激しい場合は、その要因（生産方式によるものか、誤操作か）を明らかにし、要因を取り除けない場合には、下記のとおり対応する。
 - (a) 濃度の変動が年数回である場合、コンポジットサンプラーにより採水し、指定計測法により測定する。
 - (b) 自動計測器の計測ラインを 2 ライン仕様とする。簡易計測器の場合は、濃度範囲の異なるものを 2 つ用意する。
 - ※ 懸濁物質が含まれる検体は、これを除いてから測定する。
- ② 性能基準を満足するかどうかを確認する。

自動計測器に係る性能基準

計測対象	計測回数	繰り返し計測における許容差
ゼロ校正液	3 回以上	自動計測器による計測値の平均値に対する各計測値の FS 誤差（FS：最大目盛値）が±5%FS 以内であること。
標準試料溶液	3 回以上	標準試料溶液濃度に対する自動計測器による計測値の平均値に対する誤差率が±10%以内、又はその差が窒素については±0.01mgN/L、りんについては±0.03mgP/L 以内であること
実試料	3 回以上	指定計測法による測定値（3 回以上）の平均値に対する自動計測器による計測値の平均値の誤差率が±10%以内、又はその差が窒素については±0.01mgN/L、りんについては±0.03mgP/L 以内であること

FS 誤差 = (自動計測器の各計測値 - 自動計測器の計測値の平均値) / 自動計測器の最大目盛値

誤差率（標準試料溶液） = (自動計測器の計測値の平均値 - 標準試料溶液濃度) / 標準試料溶液濃度

誤差率（実試料） = (自動計測器の計測値の平均値 - 指定計測法の測定値の平均値) / 指定計測法の測定値の平均値

簡易計測器に係る性能基準

試験項目	計測回数	計測における許容差
検量線試験	各 2 回以上	測定範囲内の低濃度、中濃度及び高濃度の各標準試料溶液の計測値の平均値と対応する標準試料溶液濃度との差が標準試料溶液濃度の±10%以内であること。

- ③ 自動計測器において、選定不可能の場合は、コンポジットサンプラー（指定計測法）による 方法を採用する。

2. 流量計等の選定方法

(1) 特定排出水の量の測定方法

特定排出水の量の測定方法は、告示によると次の3つの方法が定められている。

- ① 流量計又は流速計（記録式）
- ② 積算体積計（記録式）
- ③ JIS法その他同程度の方法（①及び②を除く。）

なお、③としては、次のようなものがあげられる。

・容器による測定

バケツ類（数L～数十L）、石油缶（約20L）、ドラム缶（約200L）などの容量既知のもので、測定する。
または、水槽を用いて流水が水槽を満たすのに要する時間から流量を求めるか、上昇した水位と上昇水面の平均表面積を測定して流量を算出する。

- ・水道メーター、ポータブルの流量計測器等の計測結果を自動的に記録する機能を有せず、かつ、その機能を有するものと接続しないもの

測定方法の選択の目安

適用流量 m^3/s	測定方法
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	四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又は流量計による測定

(2) 計測機器の特徴と選定

次に①及び②に示されている方法であるが、ここに示される、流速計、流量計又は積算体積計による計測機器の違いは次のとおりである。

- ・流量計 … 排水路を流れる特定排出水の流量 (m^3/s) を計測し、これを自動的に積算して全通過水量 (m^3) を求めその計測結果を自動的に記録する。(例：電磁式、超音波式)
- ・流速計 … 排水路を流れる特定排出水の流速 (m/s) を計測し、これに流れの断面積を乗じて流量 (m^3/s) を求め、さらにこれを自動的に積算して全通過水量 (m^3) を求めその計測結果を自動的に記録する。(例：せき式、フリューム式)
- ・積算体積計 … 排水路を流れる特定排出水の全通過水量 (m^3) を求めその計測結果を自動的に記録する。(例：羽車式)

流量計等は、排水路の形状、流量（特に最大流量）、排水の性状（懸濁物質等があるか（流速が遅いと懸濁物質がたまることもある））をふまえて、選択する必要がある。

なお、一般的に流量計等の仕様書に示される精度は、フルスケールに対する誤差 (%) で示されている。誤差の絶対量はフルスケール時と変わらないといわれているので、フルスケールに近い状態で計測できるような性能の流量計等を選定することが大切である。

開路用

	せき式	フリューム式	流速計式
原理	せき板を設け、せきを溢流する水の上流側の水位を測定	水路の一部を絞りと、上流側の水位を測定	水路各部の流速と水位を測定して演算
測定水量	0.002 ~ 10 m ³ /s	0.002 ~ 2.5 m ³ /s	任意（大流量用）
必要な直線水路	せき幅の4 ~ 5倍	スロート幅の約10倍	水路幅の約10倍
水位損失	大きい（300~600 mm）	小さい（200 mm以下）	ほとんどない
固形物の影響	ある（上流たい積）	あまりない	あまりない
精度の目安	±4%程度	±4%程度	一般に左二式より劣る

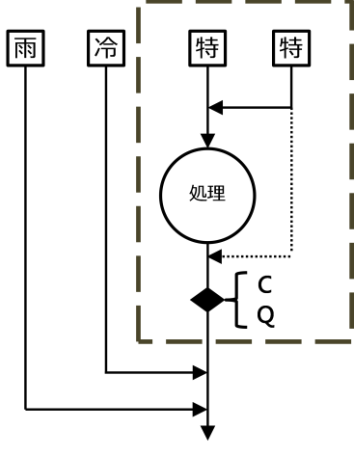
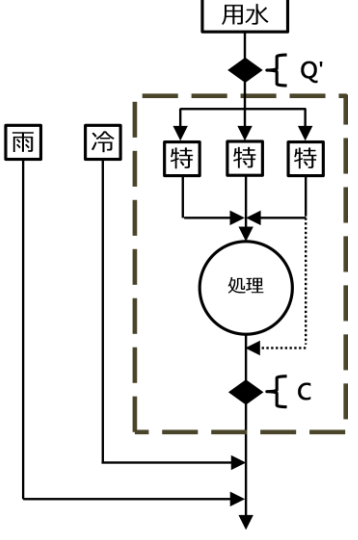
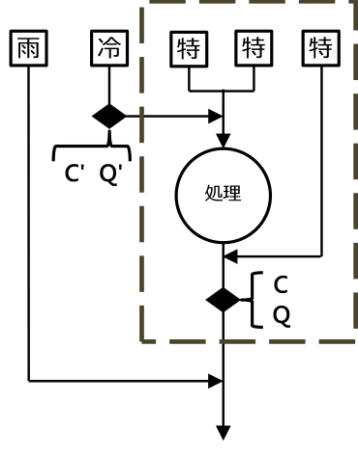
管路用

	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
原理	磁界を液体が横切るときの起電力の測定	管路に穴あき円板を入れ、前後の差圧を測定	左記の穴あき円板に代わりベンチュリ管を使用	管路にテーパーフロートを入れて計測	流れに発生した超音波の電波速度を測定	管路にカルマン渦列を作り渦の周波数を測定	管路に羽根車を入れ回転数を測定
測定水量・適用管径	適用管径 2.5~3000 mm	適用管径 15~3000 mm	適用管径 50~1200 mm	最大 0.2m ³ /s 程度	適用管径 25~3000 mm	適用管径 25~200 mm	適用管径 50~400 mm
必要な直線水路	管径の5倍	管径の14~58倍	管径の2~6倍程	ほとんど不要	管径の15~30倍	管径の15~30倍	管径の8倍
圧力損失	なし	大：25~80%	小：5~20%	小さい	なし	小さい	小さい
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%	±2%	±2~4%

流量計等の種類は各種様々なものがあるが、これらの中で、電磁流量計が、構造が単純で、圧力損失がなく、固形物の影響もないなど、最も適したものの1つである。

3. 測定場所

測定は、原則として特定排水以外の排水が混入しない場所で行わなければならない。

直接方式（原則）	用水量方式（例外）	差引き方式（例外）
 <p>$L = C \cdot Q \times 10^{-3}$</p>	 <p>$L = C \cdot (\alpha \cdot Q' + \beta) \times 10^{-3}$</p>	 <p>$L = (C \cdot Q - C' \cdot Q'') \times 10^{-3}$</p>
<p>(凡例)</p> <p>雨：雨水 冷：間接冷却水 特：特定排水 用水：用水源</p> <p>→：排水の流れ ○(処理)：排水処理施設 ◆：測定場所（採水場所） []：総量規制対象</p> <p>C：特定排水の汚染状態 Q：特定排水の量 Q'：用水量 C'：特定排水以外の汚染状態 Q''：特定排水以外の量</p>		

- ① 測定場所は、立入検査が行うことができる場所とする。
- ② 水質が十分に均一化されており、特定排水の水質を代表する試料が得られる場所とする。
- ③ 水質と水量の測定場所ができる限り近い場所とすること。
- ④ 配管が曲がっている場所や落差が激しいところで、測定すると、計測値の誤差が大きい。

