

[14] 下水道系統における検出端位置決定方法と混合希釈制御方法

(株)日立製作所 システム開発研究所 ○塩谷 真 増位庄 一
 “ システム事業部 嶋内 繁 行
 “ 大みか工場 小笠原 均

1. はじめに

大都市の下水道や流域下水道などでは、複数の処理場、ポンプ場及び管渠の全体を見渡した制御を行なうことが、個々の処理場内のプロセス制御とともに、下水処理システムを安全かつ効率良く運転する上で欠くことのできないものである。例えば、終末処理場に多量の高濃度汚水が流入した場合、活性汚泥は死滅し、処理水質の悪化という事態になる。これは、処理場内のプロセス制御だけでは解決できず、高濃度汚水流入を事前に検知し、これを希釈、除去する必要がある。また、雨天時には管渠内に多量の雨水が流入する。この雨水を各ポンプ場で適量排除し、管渠からの溢水、ポンプ場の冠水を防止する必要がある。このような下水道システムを運用するには、各種の検出端の利用が不可欠になり、その設置位置をどこにすべきかがまず問題となる。検出端としては雨水流入予測のための雨量計や流量計だけでなく、排出源の監視・規制や流下下水の希釈制御のために水質計も必要である。本論文では、このような検出端の設置位置決定方法と処理場への負荷を軽減するための混合希釈制御方法を提案しその概要を述べる。

2. 検出端位置決定方法

水質計、流量計、等を設置する目的としては、各幹線管渠の水質・流量の監視、汚水ポンプ・雨水ポンプおよび処理場の制御、排出源に対する規制が考えられ、各々の目的に対して設置位置も異なると考えられる。そこで、設置位置を決定する方法として、まず、監視・制御・規制の目的別に、好ましい検出端の位置を抽出する。次に、抽出された位置をずらして、多くの目的に共用できる位置を探すことにより、検出端の数を少なくする、という方法を採用する。以下にその概要を述べる。

2.1 監視のための検出端設置位置

監視の目的としては、

(1) データを採取し、流入下水の水質・水量特性を把握する（幹線毎）。

(2) 制御・規制方式決定のための基礎データを得る。

等が考えられる。そこで、検出端は次の条件を満たす位置に設置するのが好ましい。

(a) 各幹線の水質・水量の特性（時間・地域分布）を代表して把握できる地点で監視する。

(b) できる限り設置及び維持管理容易な地点（物理的・経済的）。

(c) できる限り少数個。

位置決定のフローを図1に示す。

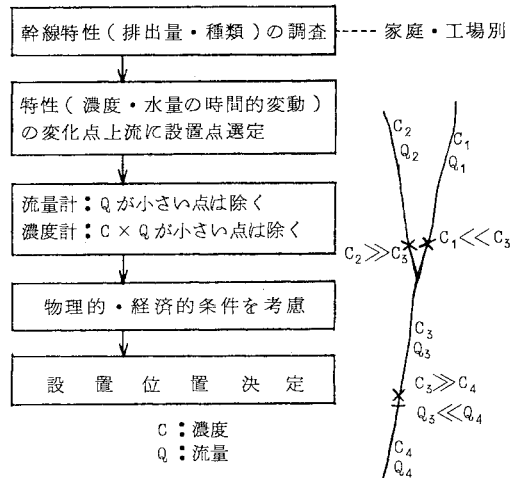


図1 監視用検出端設置位置決定フロー

2.2 制御のための検出端設置位置

各種の制御を安全かつ円滑に行なうためには、検出端設置位置には次の条件が要求される。

- (1) 基本的には2.1に同じ。
- (2) 異常時制御用には、次の要件を満たすこと。
 - (a) 制御開始までの時間余裕をとれる位置。¹⁾
 - (b) 絶対量・濃度が高い。
 - (c) 変動幅が大きい。
 - (d) 検出端故障時、他の検出端がバックアップ系となり得るような配置にする。
- (3) 正常時制御用に、
 - (e) 予測のためのデータがとれる。
 - (f) 制御結果を確認できる位置→ポンプ場入側。

上記の条件を満たす位置決定フローを図2に示す。

2.3 規制のための検出端設置位置

基本方針を下に、位置決定フローを図3に示す。

- (1) 各排出源出口に置く。
- (2) 排出源の集中している幹線に置く。
- (3) (1), (2)項を2.1を考慮して行なう。

2.4 適用例

上記の方法をある流域下水道に関し、その幹線特性(流量、管渠容量、排出物質濃度、等)を考慮し、監視・制御(正常時、雨天時、水質異常時)・規制の目的に分けて、水質計、流量計の設置が望ましい位置を抽出した(図4)。

この中で特に重要と思われる位置を次の基準で選択した。

- (1) 基本的には各目的別へ選ばれたポンプ場。
 - (2) 監視・規制用には、排出源下流である程度希釈された所でも良い。
 - (3) 雨天時用は雨水ポンプ容量の大きなポンプ場上流のみ。
- 結果を図5に示す。これに物理的条件を考慮して最終的な位置を決定する。また、検出端を段階的に設置する場合には、第一段階では、主要幹線のデータ採取のみを考え、図5の○で示す設置位置5ヶ所を選択した。

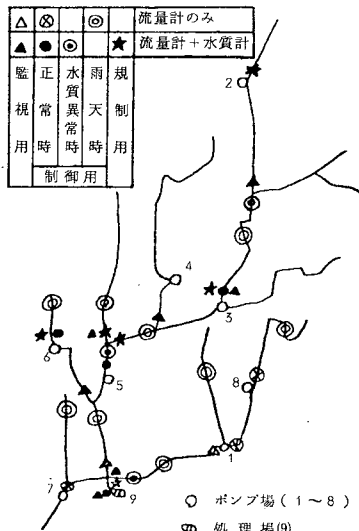


図4 検出端設置位置(目的別)

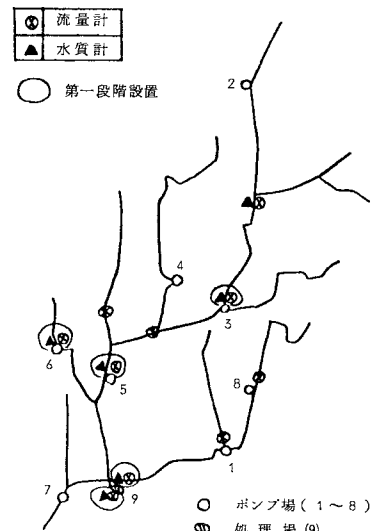


図5 検出端設置位置(最終的)

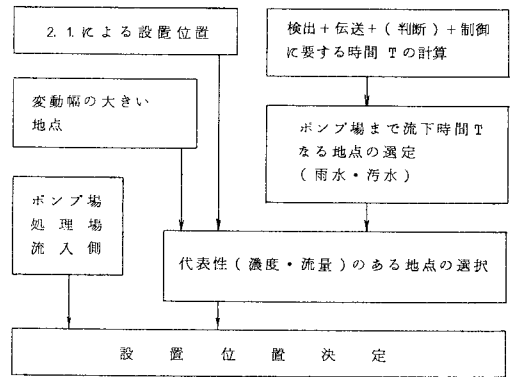


図2 制御用検出端設置位置決定フロー

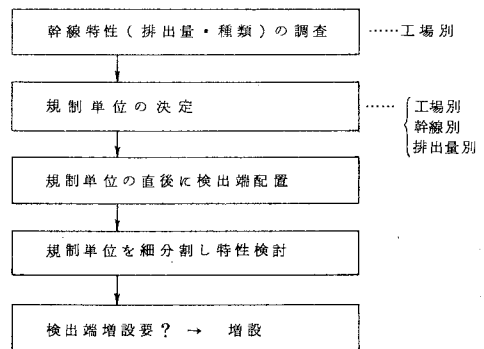


図3 規制用検出端設置位置決定フロー

3. 混合希釈制御方法²⁾

3.1 アルゴリズム

混合希釈制御は、高濃度生下水をそれに比して濃度の低い希釈水と混合させ、全体として処理場の活性汚泥に対する許容濃度以下とすることを目的とする。希釈水としては、水道水、河川水などを用いる方法も考えられるが、費用がかかるのみならず、処理場への流量負荷を増大させるため、好ましくない。そのため、下水道内部の低濃度の生活排水などを希釈水として用いる方法を考える。混合希釈制御方法は、混合希釈を行なう場所、一時貯留する物質、バイパス管(又は貯留槽)の有無により、以下に説明する六通りのものがある(図6, 表1)。

(1) 高濃度生下水先行貯留

高濃度生下水を上流で検出するとポンプ場ゲートを閉鎖し、高濃度生下水をポンプ場流入側管渠内に貯留する。その後流入してくる下水を希釈水とし、所定濃度にまで混合希釈した後、送水する。各ポンプ場流入側の濃度を監視し、高濃度生下水検出後に流入ゲートを閉じれば良く、制御が容易であり、事故等に起因する水質異常に適する。しかし、管渠に貯留した状態で希釈するため、機械的攪拌をしない限り混合が一様に行なわれない可能性が大きい。また、希釈完了まで送水できないため、管渠貯留容量が十分でない場合は多段系にする必要が生ずる。さらに、下流への流量負荷の変動が大きくなると予想される。

(2) 希釈水先行貯留

予め高濃度生下水の流入が予想される場合、下流ポンプ場への流入濃度や流速時刻を計算し、前もって下流ポンプ場で希釈水を必要量貯留しておく方法である。ポンプ場での送水を一時に止めることなく、徐々に希釈水を貯留すれば良いため、流量負荷変動をある程度調節できる。通常は流量平滑化に利用することも可能である。しかし、方法(1)と同様の理由で希釈混合が

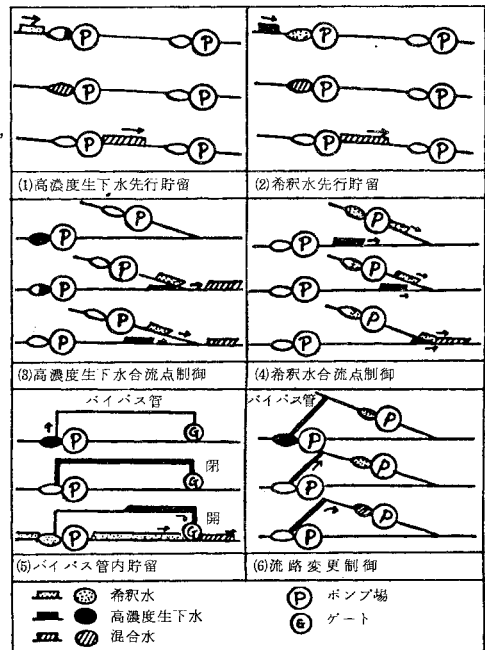


図6 混合希釈制御方法の説明図

一様にできにくく、また、突発事故には対処しにくい。予め希釈水を貯留するため、雨天時には流入量を予測してポンプ場溢水が起こらぬような配慮も必要である。

(3) 高濃度生下水合流点制御

高濃度生下水をポンプ場流入側に貯留し、一方、希釈水を他幹線に貯留して、両者のタイミングをとって必要量送水し下流合流点で希釈する方法である。混合希釈が一様にでき、方法(1)と同じく異常時に対処し易い。ただし、高濃度生下水と希釈水の流下時間を考慮したタイミング制御が必要で、場合によっては流量負荷変動が大きくなる可能性がある。

(4) 希釈水合流点制御

希釈水を予めポンプ場流入側に貯

表1 混合希釈制御方法の分類と特長

No.	バイパス管	混合希釈方法		名称	特長
		場所	貯留物		
1	無	ポンプ場流入側管渠	高濃度生下水	高濃度生下水先行貯留	・制御容易 ・突発事故時対処可
2			希釈水	希釈水先行貯留	・負荷変動調節可
3		他幹線との合流点	高濃度生下水	高濃度生下水合流点制御	・希釈混合均一 ・突発事故時対処可
4			希釈水	希釈水合流点制御	・希釈混合均一 ・突発事故時対処可 ・負荷平滑化可能
5	有	自幹線へのバイパス		バイパス管内貯留	・制御容易
6		他幹線へのバイパス		流路変更制御	・制御容易

留しておき、他幹線の高濃度生下水にタイミングをとって送水し合流点で希釈する。この方法も希釈混合は一樣に行なえる。希釈水を常時貯留してあれば突発する異常時にも対処可能であり、方法(2)と同じく、通常時には流量平滑化に利用できる。しかし、方法(3)と同様にタイミング制御が必要であり、希釈制御時の流量変動も大きい。また、方法(3)、(4)は共に、希釈水として高濃度生下水流入のない幹線を必要とするため、その実現が困難な場合もあり得る。

(5) バイパス管内貯留

高濃度生下水をバイパス管内に貯留し、ゲートを開閉して後から流入する希釈水と混合する方法で、制御は容易である。ただし、バイパス管容量による希釈可能量の制限と、バイパス管建設費用が必要という短所がある。

(6) 流路変更制御

バイパス管で2つの幹線を結合し、一方に高濃度生下水が流入した場合、他幹線へ流路を変更し希釈する。方法(5)と同じく、制御は容易だが建設費用がかかる。

3.2 適用検討例

上記の六方法はいずれも要素的方法であり、実際に適用する時には各下水道の形態(管渠網の構成、排出源の分布状況、集水区の状況等)や構造(管渠の貯留容量、ポンプ場位置等)に応じ、適当な方法を組合せて使う。

ここではある流域下水道への適用を検討した例を述べる。この場合、(1)費用がかからないこと、(2)雨天時に路上溢水が起こらないこと、(3)雨天時初期負荷増加対策をとり易いこと、(4)希釈混合をできるだけ一樣にすること、(5)生下水の種類による濃度不均衡がある場合の対策をとれること、(6)高濃度生下水排出量が日内で変動する時の対策をとれること、(7)ポンプ場流入側貯留容量不足の時の対策をとれること、(8)事故等の異常時対策が容易なこと、等を考慮した。その結果、通常の制御は単一幹線の希釈水先行貯留を行ない、それで対処できない場合、希釈水合流点制御を援用する方法が構成された。その場合の混合希釈制御の概要フローを図7に示す。

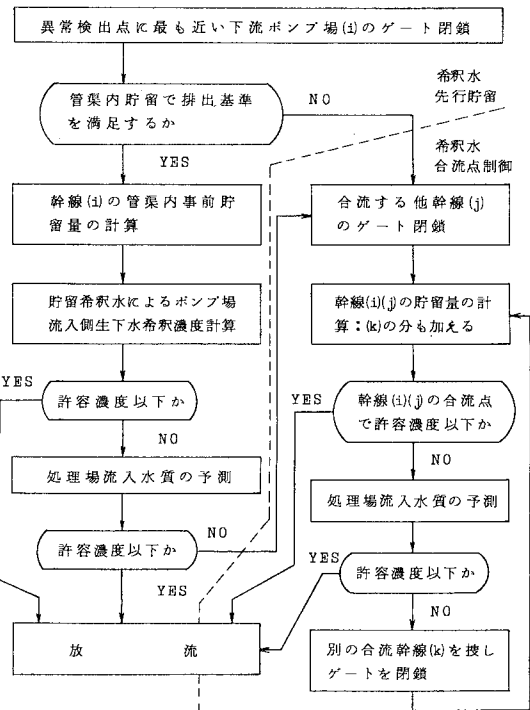


図7 混合希釈制御の概要フロー例

4. おわりに

流域下水道などに設置する水質計、流量計などの検出端に関し、監視・制御・規制の目的に適用する設置位置を決めるための一方法、および、下水処理場の活性汚泥が高濃度生下水によりその処理機能や効率を低下させないようにするための混合希釈制御方法を提案した。これらは、雨水放流制御、負荷平滑化制御などと共に、広域下水道の総合運用制御システムの一部として、水量・水質の監視、水質の保全改良、水量・水質負荷の配分・平滑化路上溢水やポンプ場冠水の防止、処理場やポンプ場の運転効率化・省エネルギー運転、等に有効に利用できる。

5. 参考文献

- 1) 加藤, 他: 流入量予測に基づく, ポンプ運転のための, 流量(水位)計設置点決定方法, 第13回下水道研究発表会(昭51-5)
- 2) 増位, 他: 下水道系統における混合希釈制御アルゴリズムの開発, 第17回下水道研究発表会(昭55-4)
- 3) 松本, 他: 広域上下水道システムの総合制御, 日立評論, 62(昭55-8)