

汚水の均等分配を考慮した分岐水路の構造について

(公財) 愛知水と緑の公社 ○犬飼 茂・中岡優亮・藁科 亮・丸山 司
愛知県尾張建設事務所 有我 清隆
中日本建設コンサルタント(株) 中根 進

1. はじめに

下水処理場の水処理設備能力を最大限活かすためには、各系列や各池へ汚水を均等分配する必要がある。均等分配は堰の調整などにより通常は行うが、処理水量の変動の影響を少なくするには施設構造が均等分配に適した構造である必要がある。

愛知県流域下水道の処理場で分配を行う分岐水路の構造や配置を調査し、分岐後の汚水量の偏りについて水路構造との関連を調査するため、二次元有限要素モデルにより汚水量の数値解析をおこなった。その結果から均等分配に適した分岐水路の構造について考察を行い、建設時に配慮すべき点や維持管理する上で注意すべき点について検討を行った。

本報告では、揚水した汚水が分配槽で処理系列ごとに分配され、最初沈殿池へ流入するまでの分岐水路に着目し、愛知県内の流域下水道処理場について整理し、その特徴的なパターンについて流速を数値解析することにより汚水の分配傾向を解析した。

2. 分岐水路の現状確認とパターン化

分配槽により水処理系列単位での分配が行われた後、処理系列内の各最初沈殿池への汚水の分配は、水路を分岐することにより行われるのが一般的である。

愛知県流域下水道の処理場の分岐水路は様々なパターンが見られるものの、おおよそ2つの形の水路の組合せにより構成されている。その水路をそれぞれT型水路、F型水路と定義し、表-1にその特徴とともに示した。

また、愛知県流域下水道の処理場における最初沈殿池への流入部について、分岐水路の主な構成パターンを表-2に示す。処理場毎に様々な分岐となっており、様々な水路の構成パターンであることが確認できる。

水処理管理をする上で、水路構造を把握し、汚水分配の偏る傾向を把握しておくことが大切である。一方、汚水の揚水管理においては、処理水量は昼夜や天候などにも影響を受け、一定水量では運転できず、処理水量が大きく変わり、各系列や各池への汚水分配量に大きな変化が起きてしまうことがある。

表-1 分岐水路に適用されるT型・F型水路の特徴

分岐水路の区分	概要図	分岐数	特徴
T型		2	均等分配しやすい、均等分配でない任意の割合の分配は難しい
F型		2以上	一度に2以上の分岐ができるものの、分岐した流量は均等分配とはなりにくく、分配割合の偏りが発生しやすい

表-2 愛知県流域下水道の処理場における最初沈殿池への分岐水路の主な構成パターン

流域名	系列	分岐数	分岐水路の配置
豊川	2系	10	T ⇒ $\frac{F5}{F5}$
	3-1,2系	4	T ⇒ $\frac{T}{T}$
五条川左岸	1系	12	T ⇒ $\frac{F3}{F2} \Rightarrow \frac{F2}{F2} \times 3$ T ⇒ $\frac{F2}{F2} \Rightarrow \frac{F2}{F2}$
	2,3系	10	T ⇒ $\frac{F2}{F2} \Rightarrow \frac{F2}{F2}$ ⇒ $\frac{F2}{F2}$
境川	1,2系	12	T ⇒ $\frac{F5}{1} \Rightarrow \frac{1}{F5}$ ⇒ $\frac{1}{F5}$
	3,4系	12	T ⇒ $\frac{F6}{F6}$
	5,6系	16	T ⇒ $\frac{F8}{F8}$

その場合、その都度、堰調整により均等化を図る必要がある。この汚水分配の偏りやすさは水路構造により大きく変化するため、これらの傾向の知見を得るため、二次元有限要素モデルによる調査を行った。

3. 二次元有限要素モデルによる数値解析

T 型、F 型水路で分岐を行う場合の汚水分配の挙動について、二次元有限要素モデルによる数値解析を行い、均等分配を行うための水路構造について考察を行った。

(1) T 型水路による分岐

T 型水路による分岐において、均等分配に問題が発生するのは、分岐の手前に直角の曲がりがある場合がある。そのため、分岐手前の直線区間の長さが均等分配にどのような影響を及ぼすか解析を行った。

一例として、初速流量を 1.0m/sec とし直線区間を 0.3m の場合の T 型水路内の流速分布を図-1 に示す。

図-1 における分岐後の出口部の流速分布より、左右の分配割合を算定した結果、左側と右側の分配比率が約 7:3 となった。この条件では、左側に多く分配量が偏ることが確認された。

次に、直線区間の長さの違いが分配割合に及ぼす影響を確認するため、直線区間の長さを 0.3 m、1.0 m、2.0 m、3.0 m とした場合について同様の数値計算を行った。それぞれの直線区間における分配割合の計算結果を図-2 に示す。

直線区間が図-1 の計算例 0.3m のように直線区間が十分確保されていない場合、曲がり手前の流れの慣性力の影響により、分配比率に偏りが発生する。直線区間を長くすることで、均等分配に近づくが、その分、施設平面規模が大きくなり、建設費も増加するため、施設平面規模と実現したい均等分配の度合いがバランスできるよう配慮する必要がある。

(2) F 型水路による分岐

4 つの分岐を行う F 型水路を想定し、4 つの分岐箇所での分配割合について、二次元有限要素モデルによる解析を行った。F 型水路の場合、分岐前水路における流速によって、手前側と奥側のどちらに分配が偏るかが規定される。計算例として、分岐前水路幅 1.0 m、初速流速 $v=1.0$ m/sec、分岐後の水路幅 1.2 m(初沈流入部 0.6 m)における F 型水路内の流速分布を図-4(A)に示す。また、この計算条件における各分岐への分配割合を図-3 に示す。この計算例では、奥側(紙面上側)の分岐に多く分配されることが確認された。

分岐前水路における流速が汚水分配に及ぼす影響を確認するために、流量が一定で、分岐前の水路幅を調整して流速を変化させた場合の分配割合の計算結果を図-5 に示す。水路幅を狭くして流速を大きくするほど、奥側の分配比率が大きくなることが確認された。

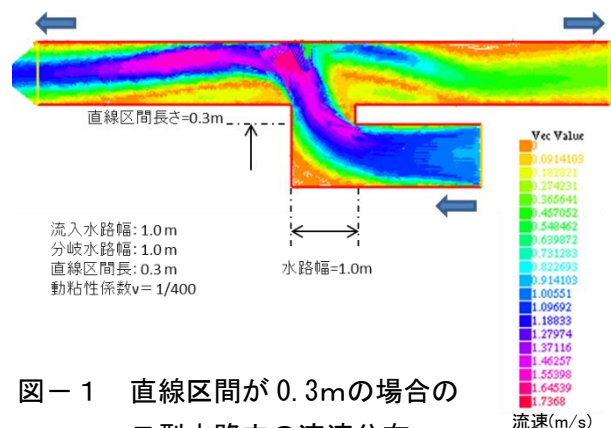


図-1 直線区間が 0.3m の場合の T 型水路内の流速分布

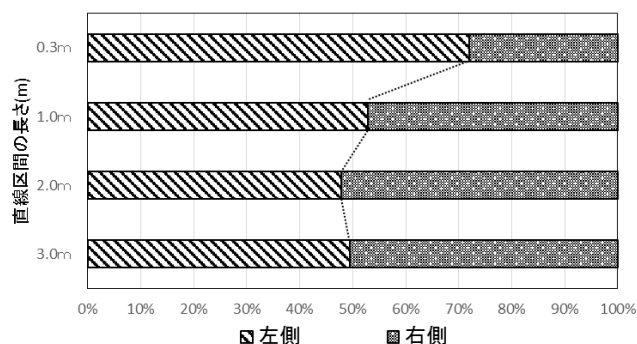


図-2 直線区間の長さの違いによる分配割合の挙動

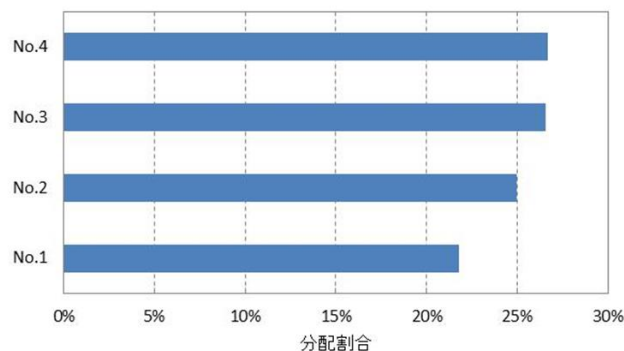


図-3 F 型水路の解析結果(分岐前水路幅 1.0m の場合の各分岐への分配割合)

(3) 迂流壁設置によるF型水路の均等分配性の改善

F型水路の問題点は、分配割合の管理が非常に困難であることである。しかし、水路内に迂流壁を交互に配置することで、分配割合の偏りの改善が可能となる。

図-4(B)は、水路幅が1mで分岐数4のF型水路において、迂流壁を2枚配置した場合の流速分布の計算結果である。

この計算条件で迂流壁の枚数を0枚,1枚,2枚とした場合の分配割合の比較結果を図-6に示す。迂流壁を0枚から1枚、2枚と増やすごとに均等分配に近づくことが確認できる。

また、迂流壁を設置した分岐水路は休止池がある場合にも分配の偏りの改善効果が期待できる結果が得られた。

4. まとめ

(1) T型水路の設計

分岐数が2で、安定した均等分配が求められる分岐箇所には、T型水路を適用されることが多いが、均等分配を行う場合、分岐手前の直線区間が短いと、分配割合に偏りが発生するため、直線区間が極端に短くならないよう、直線区間を確保する必要がある。ただし、確実な均等分配に重点を置きすぎて、直線区間を必要以上に長くすると、施設平面規模が大きくなるため、注意が必要である。

(2) F型水路の設計

F型水路は、1つの水路で分岐数を3以上の分岐する場合に適用されるが、分岐数を増やすと分配の偏りが発生し、その偏り度合いの把握やその調整も難しいことが問題点となる。水路構造から見た分配の特徴としては、流速が遅ければ手前側に、流速が速ければ奥側に偏りやすくなることが確認された。しかし、迂流壁の配置を検討するなど、均等分配に配慮した分岐水路により改善を図ることが可能である。水路の設置場所に限りがあり、多くの分岐を均等に行う場合には、迂流壁を配置するのが効果的である。

3) 特徴を考慮した分配管理

解析結果から得た水路構造による分配の特徴を把握し、均等分配に配慮した維持管理を行う必要がある。

また、愛知県流域下水道の処理場における分岐水路の構造は様々であり、その特徴を知り適切な維持管理を行うとともに、より均等分配に配慮した水路構造となるよう改善を図る必要がある。処理場建設や改築更新の際には、維持管理しやすい水処理施設となるよう発注者に提案していく必要がある。

問い合わせ先：(公財) 愛知水と緑の公社 下水道部管理課管理 G 犬飼 茂

名古屋市中区丸の内三丁目19番地30号 Tel : 052-971-3045 Fax : 052-971-3053

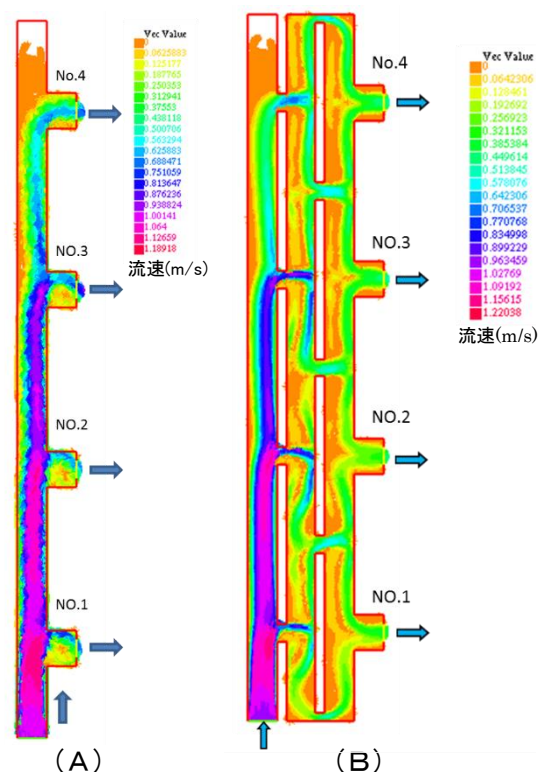


図-4

水路幅1mの場合のF型水路内の流速分布(A)
迂流壁2枚配置し改善を図った流速分布(B)

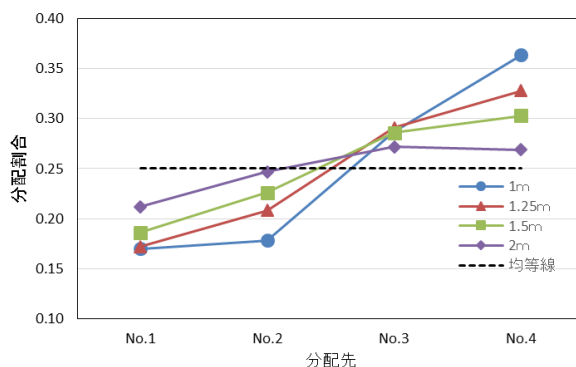


図-5 水路幅により流速を変化させた場合の分配割合の挙動

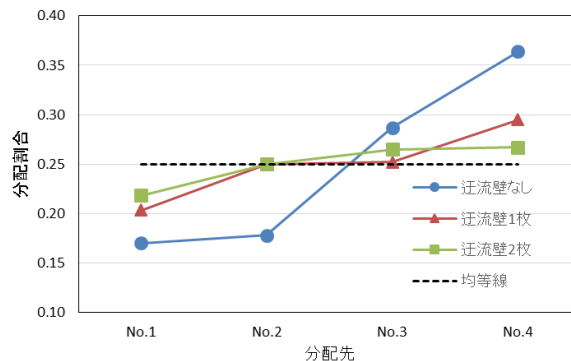


図-6 迂流壁による分配割合の改善挙動