

二次元有限要素法による 分水槽の分配検討

中日本建設コンサルタント株式会社

○足立 康祐

中根 進

1. はじめに

- ・新設・増設時における3段ステップ流入式硝化脱窒法の各段脱窒槽への分配において、堰高の調整なく均等分配を図る方法を検討する。
- ・ステップ流入式硝化脱窒法で運転を行う際に、反応槽の各槽への分配部分を想定した初沈と反応槽との間に設ける整流壁付分水槽（均等分配を図る構造）について、平面位置を考慮して、整流壁付分水槽への流入方向、整流壁の枚数が分配量に及ぼす影響を数値解析で確認する。

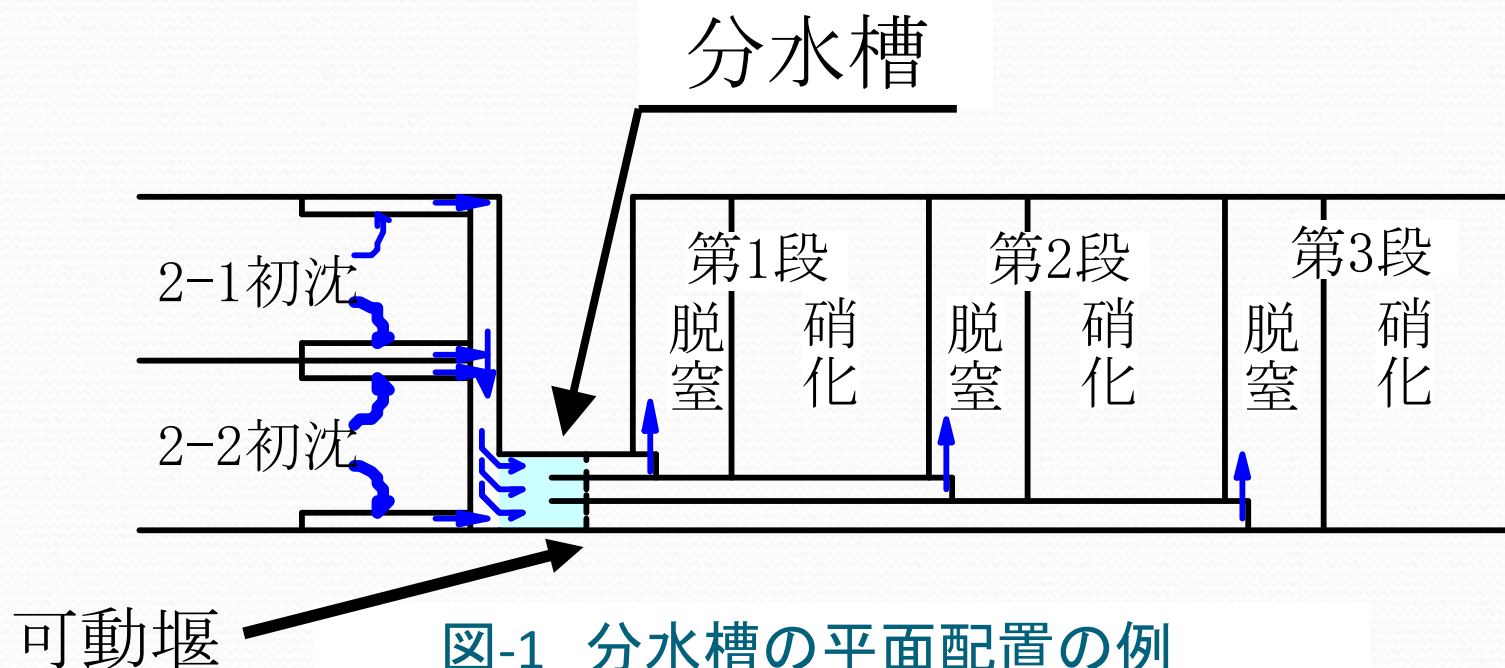
2. 実施設における分水槽

可動堰の堰高を調節していない場合、表-1のとおり均等な分配ができていない状況である。

表-1 3段ステップ分配割合

	1系	2-1系	2-2系
1段	0.46	0.37	0.33
2段	0.54	0.37	0.35
3段	—	0.26	0.32

分水槽の平面配置図の例



2. 実施設における分水槽

○可動堰の高さ調整

各段堰高の調整により、各槽への分配量を調整している。



第1段脱窒槽



第2段脱窒槽



第3段脱窒槽

写真-1 3段階ステップの可動堰の開度

3. 実施設における分水槽（阻流壁の場合）

各槽への均等分配を図る構造として図-2のとおり阻流壁を用いる事例がある。

【初沈2-2池出口の阻流壁】
初沈流出水を第3段水路に直接流入しないよう配慮したもの

- 仕様
150cm × 25cm
- 設置位置
水面下 約10cm
水路底 約50cm

表-2 分配割合（調査結果）

	分配割合
第1段	0.25
第2段	0.31
第3段	0.44
計	1.00

←最も割合が高い

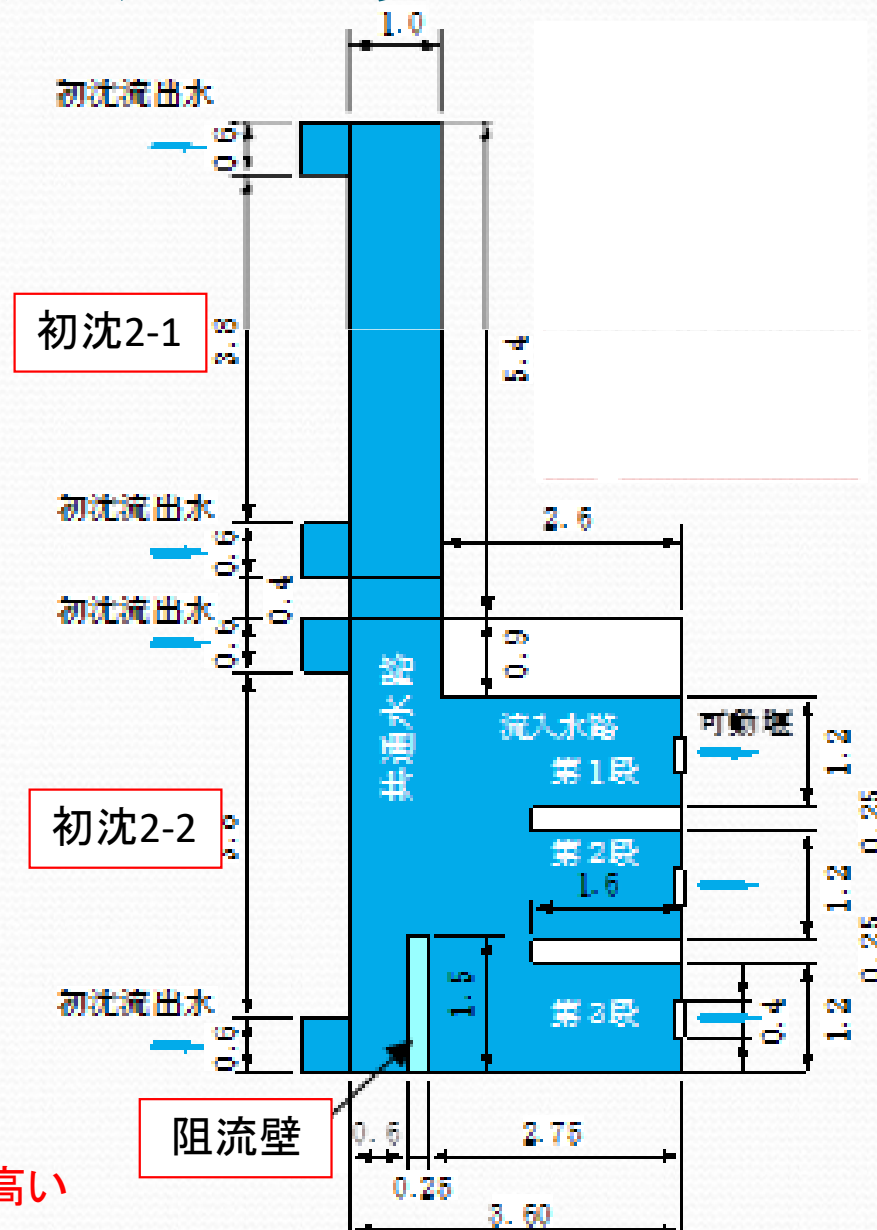


図-2 阻流壁を用いた分水槽

3. 実施設における分水槽(阻流壁の場合)

【三次元による数値解析】

実施設の阻流壁を考慮できるように、図-3のとおり、分水槽をモデル化し、有限要素法による数値解析を行った。
解析結果を表-3に示す。

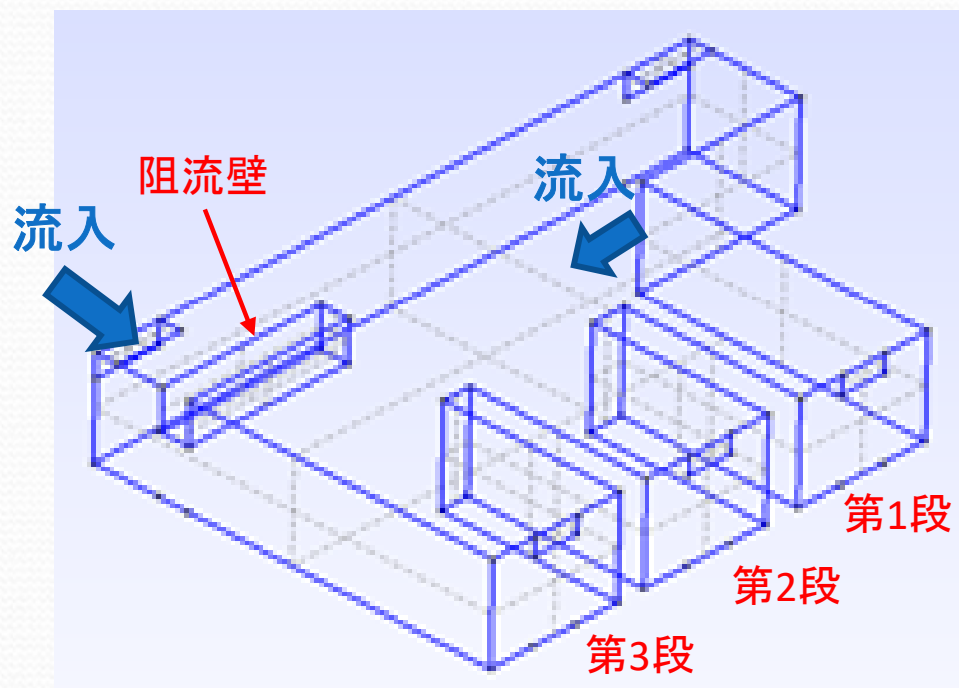


図-3 分水槽の3次元モデル

表-3 分配割合(調査結果)

	流量×0.0057 m ³ /sec	分配割合
第1段	11.2	0.33
第2段	11.5	0.34
第3段	11.3	0.33
計	34.0	1.00

■ 解析結果の考察

三次元解析では、阻流壁の効果か、分配割合がほぼ均等であった。

現地では、運転管理上、各段のMLSS濃度を均等にするよう可動堰を調整している。

⇒ 物理量でなく、生物反応を含んだ間接量で調整を行っていることから、3次元の有限要素法と分配割合が異なっていると考えられる。

4. 整流壁付分水槽の分配比率の検討条件

分水槽は一般的に管廊の上部に設置され、水路、管廊に降りる階段、搬入口等の制約のため、分水槽への流入方向は表-4のように分類されることが多い。

表-4 分水槽の流入方向の分類

水路の分類	整流壁	中央流入	片寄流入
正面流入	無		
	有		
水路の分類	整流壁	片側流入	両側流入
側方流入	無		
	有		

4. 整流壁付分水槽の分配比率の検討条件

(1) 整流壁に対する流入方向

整流壁付分水槽の平面位置として、「初沈流出水路との接続」と「反応槽の休止」等を考慮し以下の2ケースについて検討を行う

① 正面流入：整流壁の正面から流入

流入口的位置は、水路配置などを考慮して、整流壁に対して中央と片寄の2ケースについて検討する。

② 側方流入：整流壁の側方から流入

流入方向は、片側流入と両側流入（反応槽の休止を考慮）の2ケースについて検討する。

4. 整流壁付分水槽の分配比率の検討条件

(2) 整流壁の枚数

- 夾雑物の付着や整流壁の間の滞留などが懸念されることから、維持管理上、整流壁の枚数は少ない方が良くと思われる。
 - 整流壁の枚数が多い方が、整流効果が高いと思われる。
- ⇒ 今回は、1～3枚について整流効果を検討する。

4. 整流壁付分水槽の分配比率の検討条件

整流壁付分水槽の解析モデル

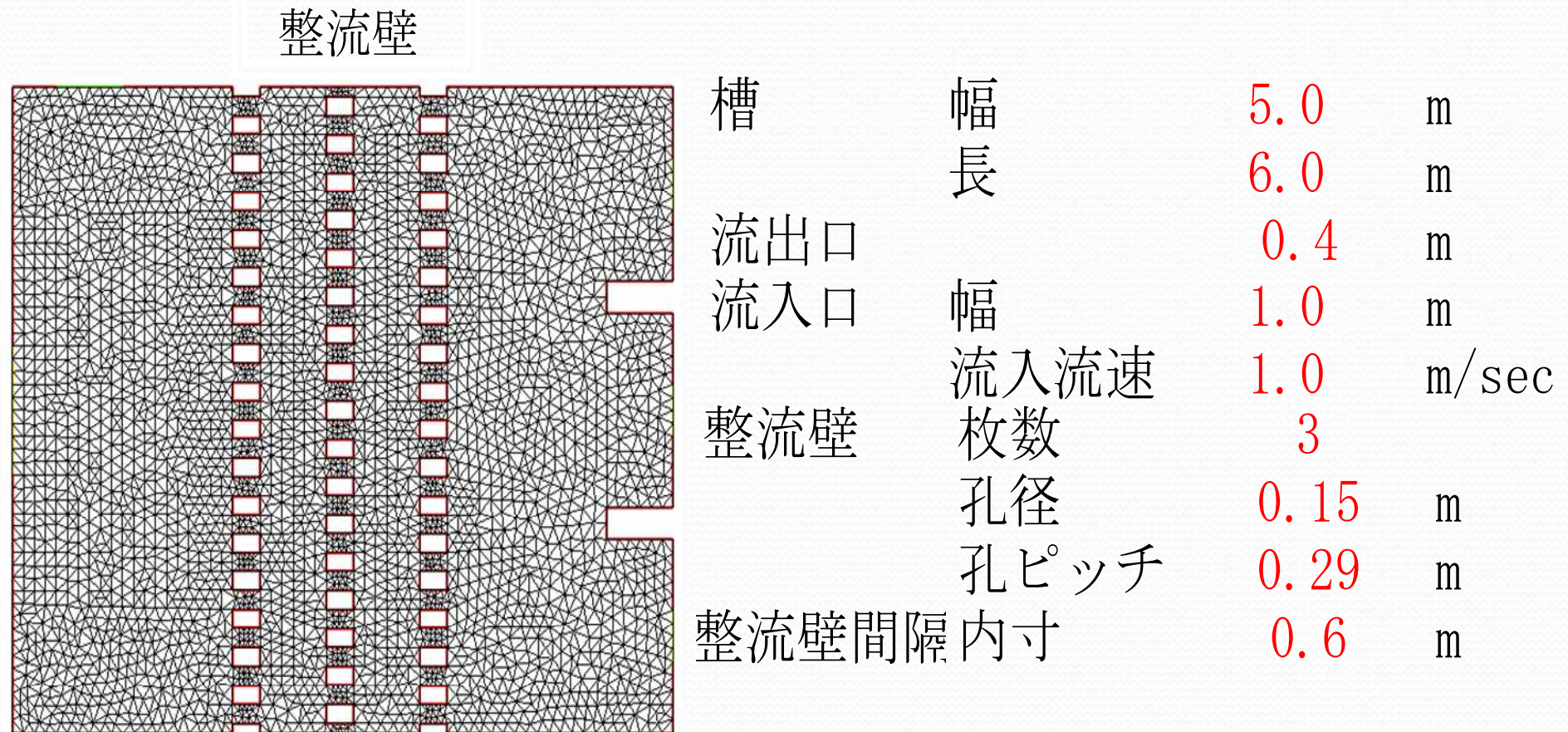


図-4 分水槽の外形図と有限要素メッシュ

5. 整流壁付分水槽の整流効果の検討結果

(1) 正面流入(中央)の場合

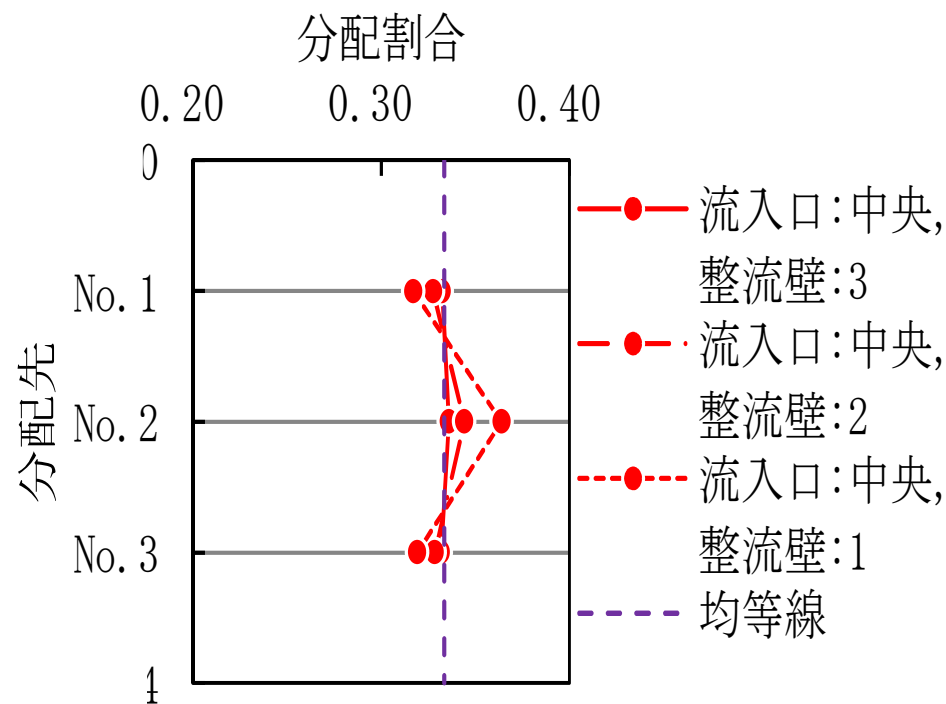
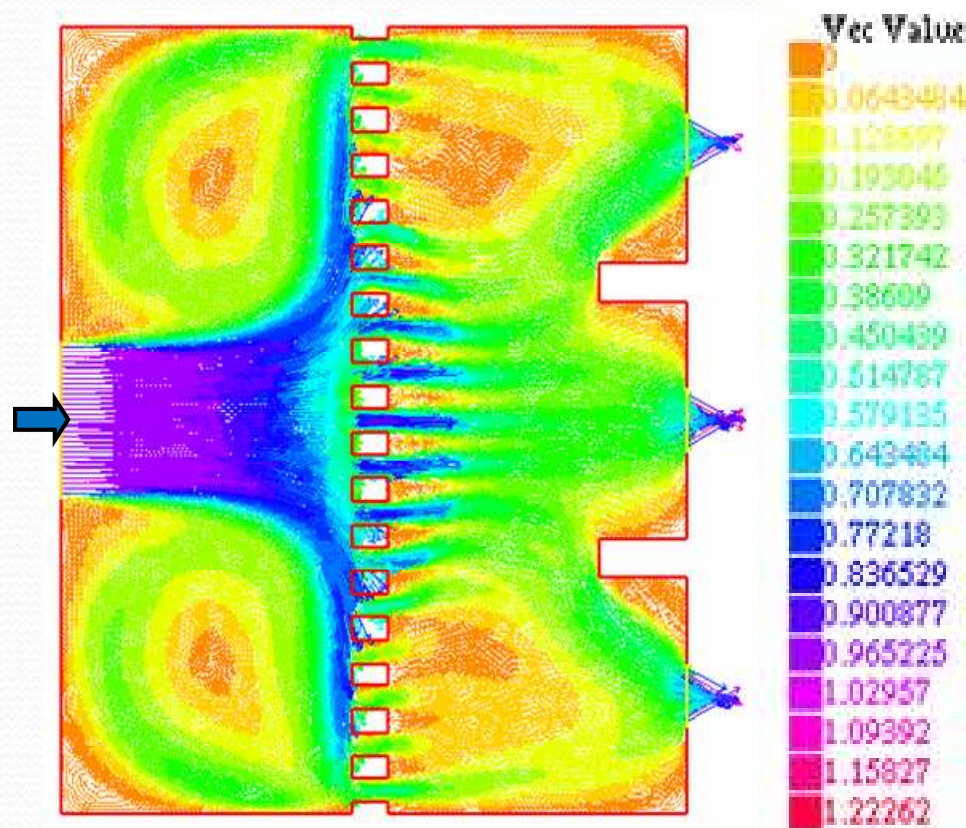


図-5 正面流入(中央)の整流壁枚数と分配割合

- 整流壁が多いほど、均等分配になる
- 分配先No.2では、整流壁の枚数による影響が大きい

5. 整流壁付分水槽の整流効果の検討結果

(2) 正面流入(片寄)の場合

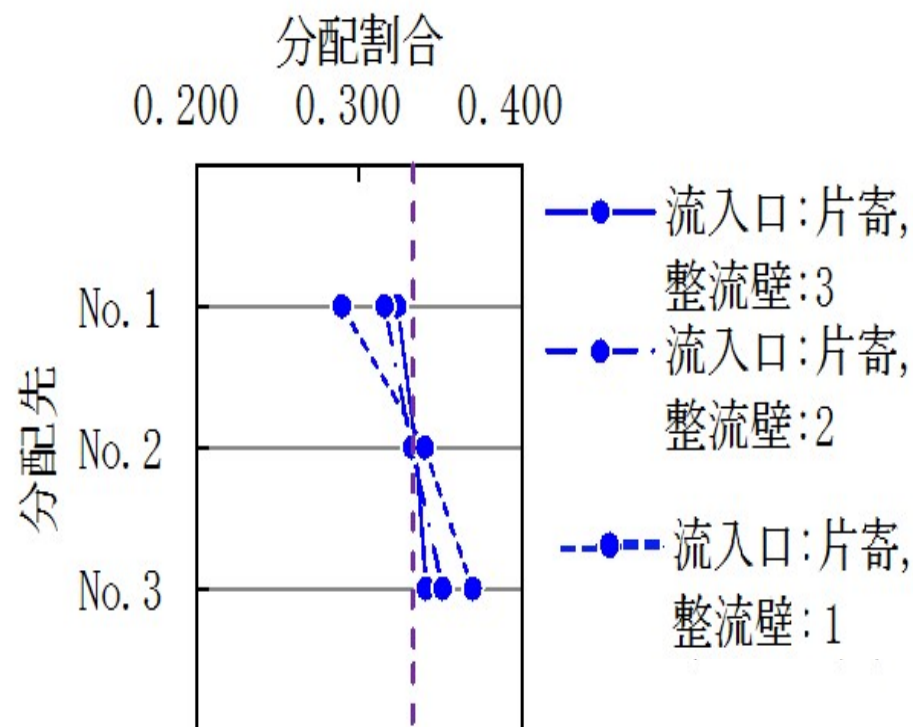
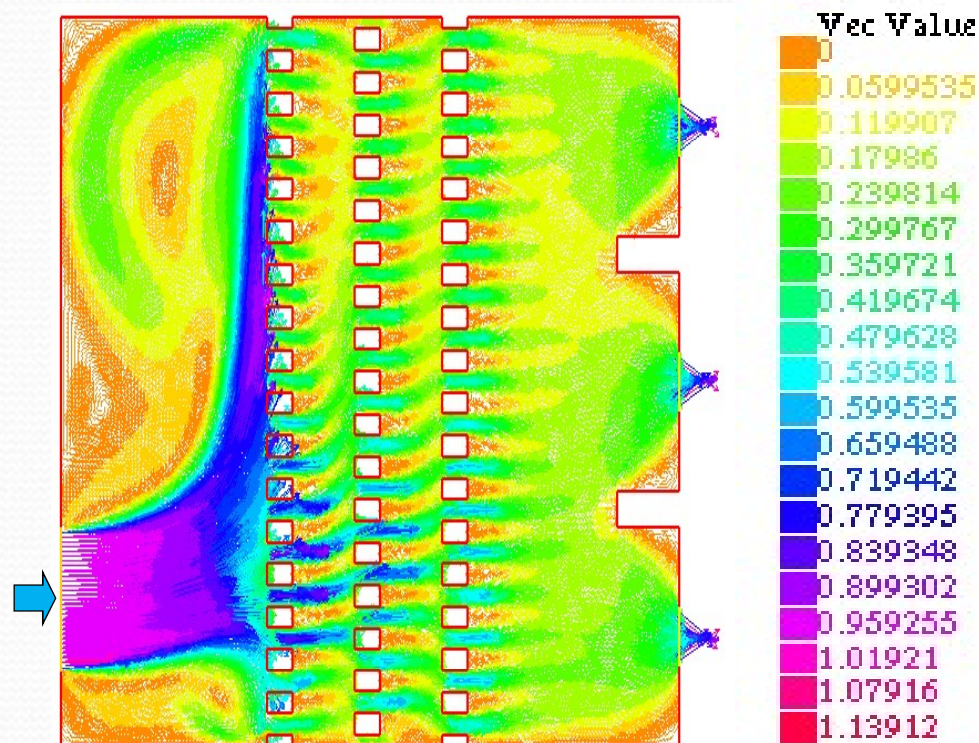


図-6 正面流入(片寄)の整流壁枚数と分配割合

- 流入口に近い分配先No.3の分配量が最も多くなる
- 整流壁の枚数が増えるごとに均等分配になる

5. 整流壁付分水槽の整流効果の検討結果

(3) 側方流入(片側)の場合

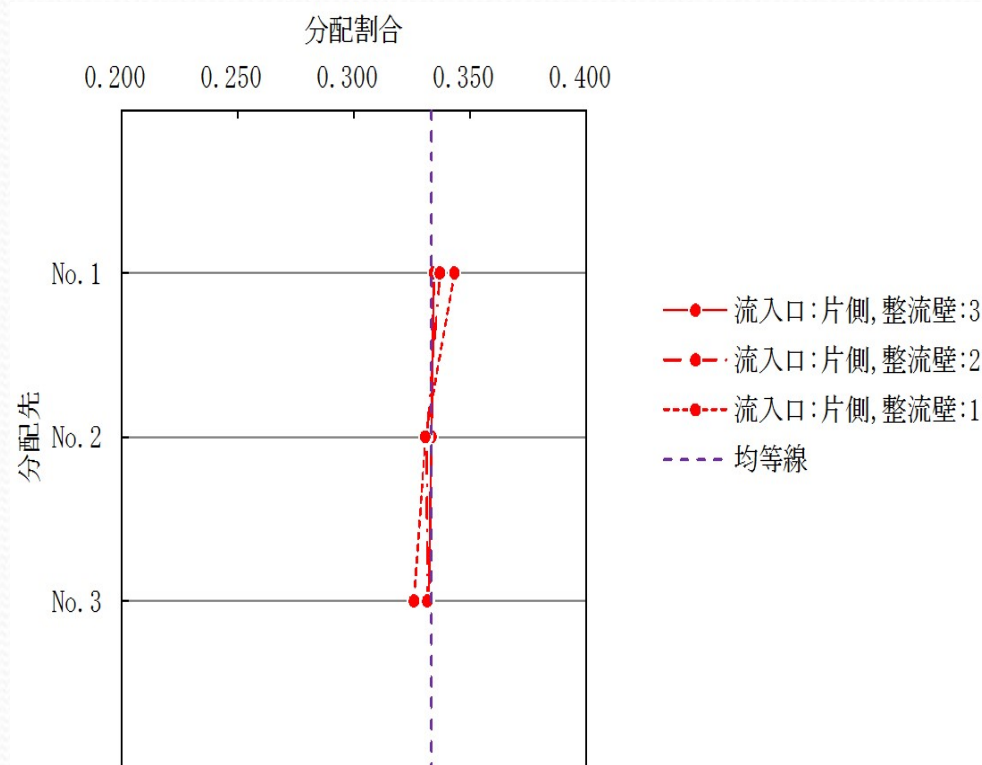
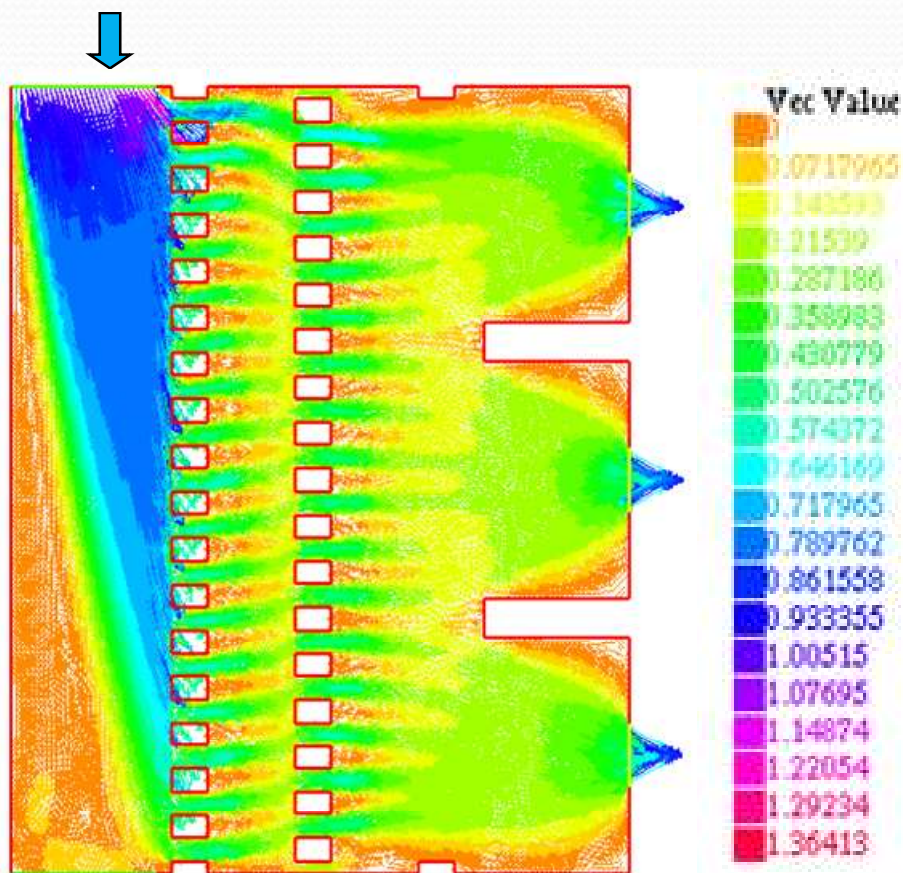


図-7 側方流入(片側)の整流壁枚数と分配割合

○ 整流壁の枚数が増えるごとに均等分配になる

5. 整流壁付分水槽の整流効果の検討結果

(4) 側方流入(両側)の場合

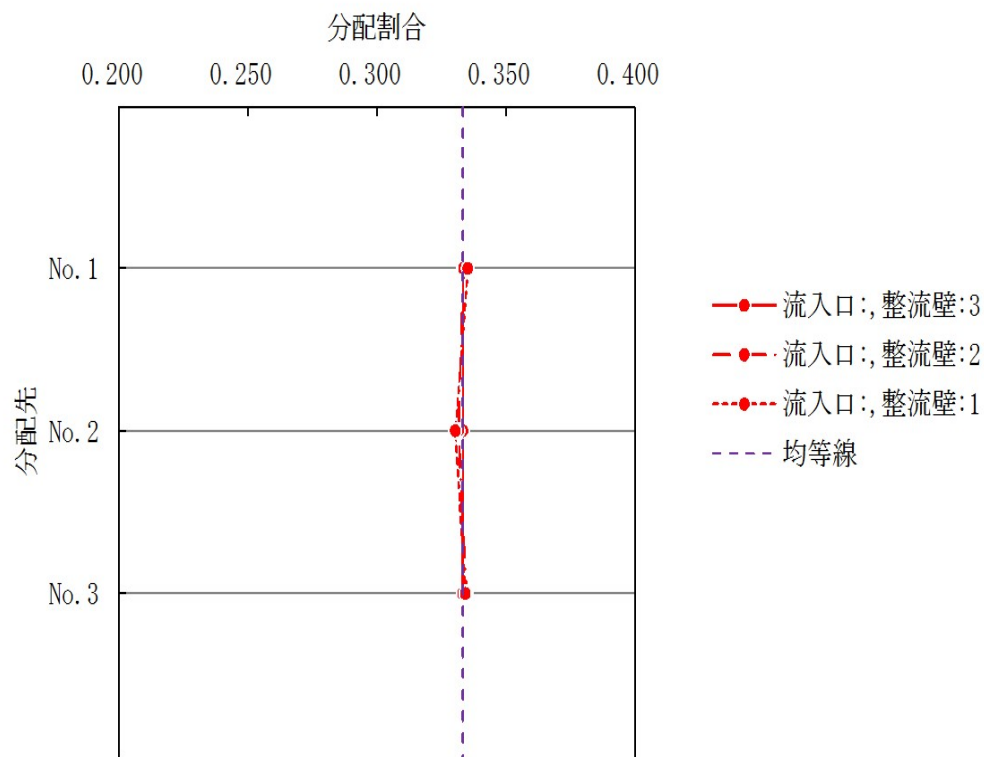
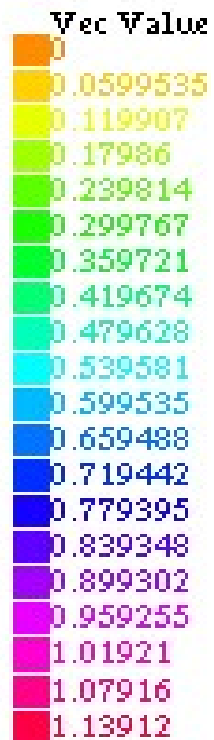
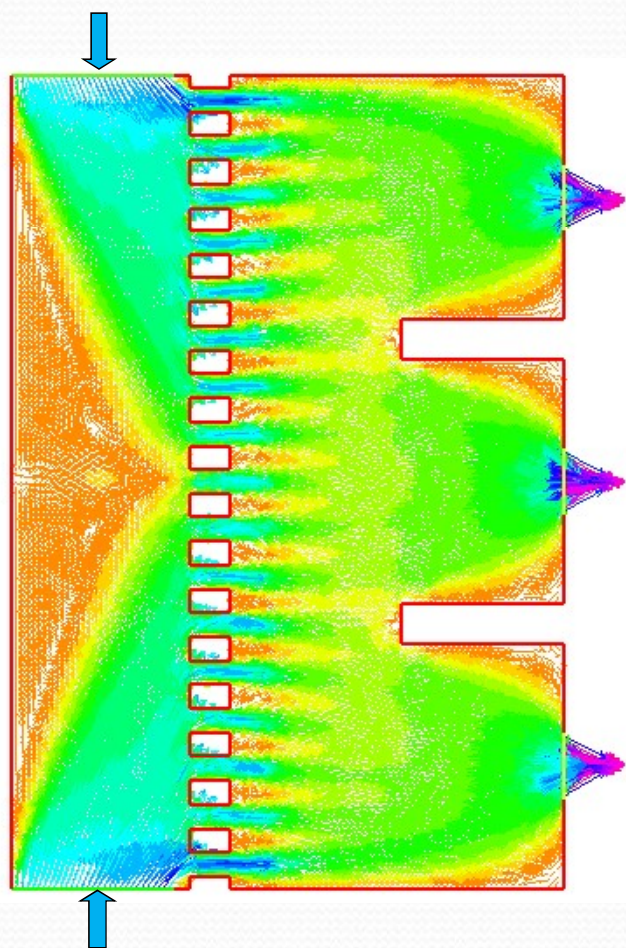


図-8 側方流入(両側)の整流壁枚数と分配割合

○ 整流壁の枚数に寄らず分配量はほぼ一定

6. 整流壁付分水槽の整流効果の検討結果のまとめ

各出口に対する分配割合で、最小分配割合に対する最大分配割合と最小分配割合の差を次式で算出する。

$$\text{差}(\%) = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\min}} \times 100$$

ここで、
 V_{\min} : 出口の最小分配割合
 V_{\max} : 出口の最大分配割合

表-5 流入方向および整流壁枚数と最小分配割合に対する差

流入方向		整流壁		
		3枚	2枚	1枚
正面流入	中央	1.3%	5.1%	14.8%
	片寄	5.5%	11.3%	27.9%
側方流入	片側	0.7%	1.7%	5.3%
	両側	0.1%	0.9%	1.5%

※ 分配割合に対する差が概ね5%以下で有効とする

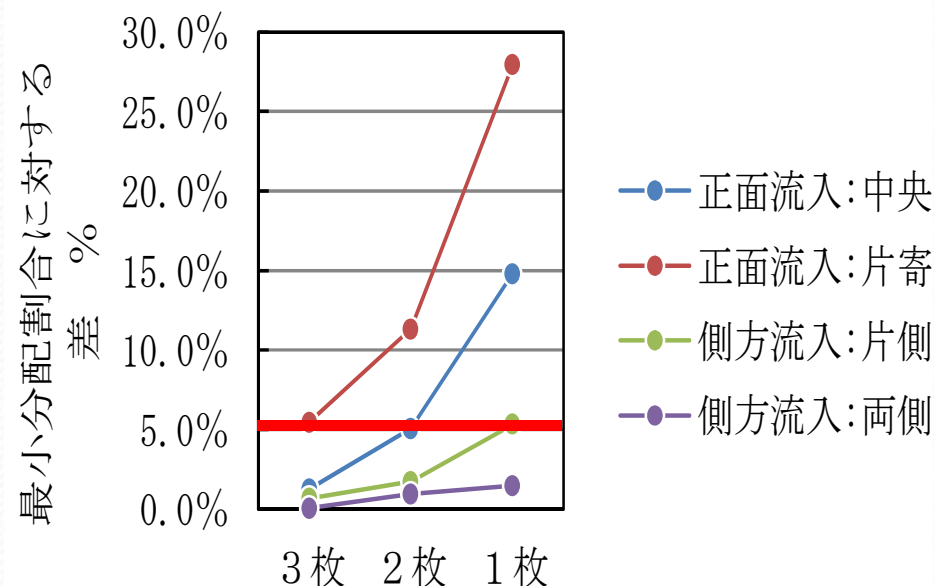


図-9 流入方向および整流壁枚数と最小分配割合に対する差

○正面流入の場合

中央であると2枚以上、片寄だと3枚で概ね有効である。

○側方流入の場合

1枚の整流壁で概ね有効である。

7. おわりに

【正面流入の場合】

整流壁が有効であるものの最小分配割合の差を概ね5%以下にするには、中央からの流入の場合、2枚必要であり、片寄った流入がある場合は、3枚必要であることが判明した。

【側方流入の場合】

整流壁なしでも最小分配割合の差が概ね5%以下であるが、片側からでも両側からでも流入方向を問わず1枚でも整流壁が有効であることが判明した。

⇒ 整流壁の枚数が多いほど、最小分配割合に対する差が小さくなった。



ご清聴
ありがとうございました。