

北海道大学 衛生工学科 正会員 丹保憲仁, 松井佳彦, 間山一典, 麻柄利克

1. はじめに

既成の高除去精度を持つ粒状層清澄汚濁池に高抑留容量を与え、除去限界を対応可能濃度と総抑留容量の両面で従来の方式を大きく越えうる2階汚濁池の提案を行なった¹⁾。すなわち、従来の重力式汚濁池のトラフ上の与圧空間に、圧力損失をほとんど出さない表面負荷率が汚濁池と同程度の多段の分離機構を前置し粗分離を果たし、下段の砂層との連繋で清澄な処理水をうる。前段の粗分離機構は抑留容量が高く再生が容易か、または連続的であることが必要である。ラシヒリング充填床とフィン付チャンネルセパレータなどがそのために有用なものとして提案された。

図-1は80 mg/lの濃度のカオリン懸濁液を原水として行なったラシヒリング付2階汚濁池の実験装置と結果の一例であり、高濁水を汚濁池のみで充分に除去しうることを示している。また図-2はラシヒリングの再生を単なる床中の水の急速排除のみで行なって充分再生が可能であることを示すものである。

2. ラシヒリング充填床の除去機構の検討

2階汚濁池の新機軸の中心をなすものは粗分離床の除去能力である。そこでここでは、ラシヒリング充填床の持つ抑留能力を定量的に評価するための検討を行なった結果を報告する。

a) 実験の方法

図-3に示すように実験装置により、汚速を120, 160, 200, 300, 400 m/dと変化させてラシヒリング充填床のみの汚濁能力に関する測定を行なった。流入流出濁度およびラシヒリング充填床内部の深さ方向の濁度分布を継続時間毎に測定した。また、損失水頭分布の測定も行なった。一般の砂汚濁床では種々の除去機構の複合によって濁度計の検出限度近くまでの除去が可能であるが、粗分離では実用の範囲内で除去不能濁度部分があるので、実測濁度からラシヒリング床では除去できない部分を差し引いた値を除去可能濁度として解析に用いた。後述のように汚床の深さ方向の濁度分布は指数関数的に減少するのでその漸近値を除去不能濁度値とした。この場合原水濁度の2%である。

b) 90 cm ラシヒリング床の効果

ラシヒリング径6の実験結果を示すと図-4のようである。 $\phi 3 \sim 6$ mm 汚速 200 m/d といった値が実際に運用しやすい操作条件であることを知った。

c) ラシヒリング層の初期阻止率

図-5は $\phi 6$ mmのラシヒリング床の内の初期濁度を示すもので、濁度の一次反応でその減衰を評価できることを示している。一次反応定数(阻止率)

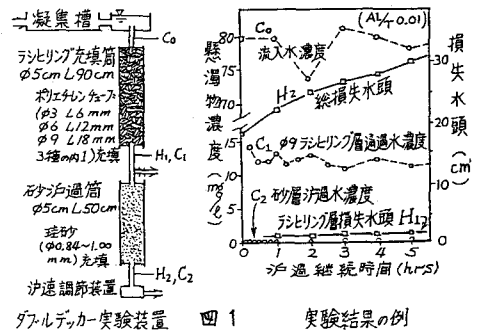


図1 実験結果の例

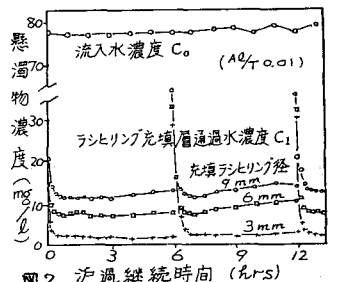


図2 ラシヒリング層による除濁と排泥による層の再生

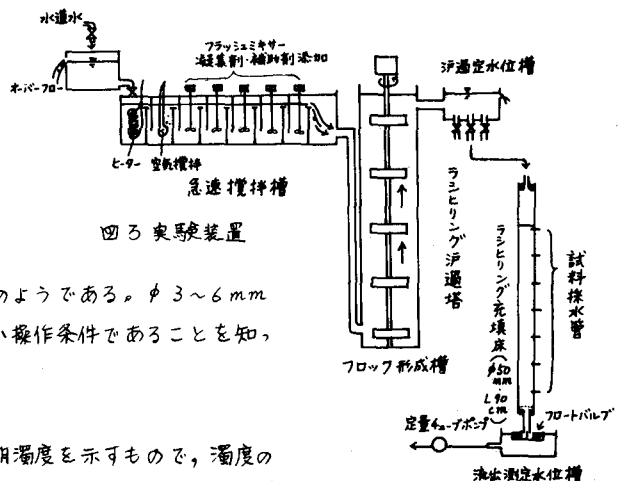


図3 実験装置

と汚過速度の関係は図-6 のようであり、汚速に逆比例して低下する。このことは、ラシヒリング汚過を微小沈殿池の多段直列除去モデルによって表現して得られる式の妥当性を示す。

$$\lambda_0 = \beta \frac{4(1-\varepsilon) \cos \bar{\theta}}{\pi(d_o - d_i)} \cdot \frac{\bar{w}}{v}$$

β : 係数, ε : 空隙率, $\bar{\theta}$: ラシヒリングの平均的傾き,

v : 汚過速度, d_o, d_i : ラシヒリングの外径と内径,

$\bar{w}$: 粒子の平均沈降速度

d) 剝離を考えた抑留進行のモデル

抑留が進行して行くと、単位体積汚床当りの抑留量 σ に応じて抑留速度が変化することが一般に知られている。汚過の物質収支をとり、抑留量を増すフラックスの一部が反射して懸濁物に戻るという Ives 形の剝離を考えると²⁾

$$\frac{dC}{dL} = -\lambda_0 \left(1 - \frac{Z(\sigma)/C}{v\lambda_0} \right) C$$

L : 砂層の深さ, $Z(\sigma)$: 剝離量関数

図-7 は σ と $Z(\sigma)/C$ の関係がほぼリニアであることを示している。したがって、実用的には

$$\frac{dC}{dL} = -\lambda_0 \left(1 - \frac{\kappa\sigma}{v\lambda_0} \right) C$$

なる式で除去が示される。抑留限界量 $\sigma = \sigma_u$ では、 $dC/dL = 0$ であるから、 $\sigma_u = v\lambda_0/\kappa$ となり、Mintz 形の式²⁾

$$\frac{dC}{dL} = -\lambda_0 \left(1 - \frac{\sigma}{\sigma_u} \right) C$$

で除去が示され、次のような解析解によって濃度分布を求めうる。

$$\frac{C}{C_0} = \frac{\exp(\lambda_0 v C_0 t / \sigma_u)}{\exp(\lambda_0 L) + \exp(\lambda_0 v C_0 t / \sigma_u) - 1}$$

<参考文献>

1) 丹保・小林: 高容量汚過池の研究, 水道協会雑誌, 昭57年5月

2) K.J. Ives: The Scientific Basis of Filtration, Noordhoff International 205pp, 1975

