

II-380

浮上性粒子を用いた濾過法における逆洗手法に関する研究

清水建設㈱ 技術研究所 正員 毛利 光男

正員 高坂 信章

正員 丹羽 千明

1. はじめに

下廃水処理に当たり、排水中から懸濁固形物を高濃度のまま、かつ経済的に分離・除去する手段として、浮上性粒子を用いた濾過法の研究・開発を実施している。浮上性粒子（以下、粒子という。）は、(1)内部濾過のため濾過継続時間が長く、逆洗頻度が少ない。(2)比重が軽いため逆洗エネルギーが砂等に比べ少なくてすむという長所と、(3)粒子が浮上するため、逆洗手法に工夫がいる等の短所がある。本研究は、逆洗装置に水エゼクタを用い、濾材粒子を省エネルギー的かつ効果的に逆洗する手法を確立することを目的としている。

2. 浮上性粒子の逆洗について

浮上性粒子の逆洗には、従来法に比べ、次の(1)～(4)の基本的な考え方が必要である。(1)比重<1のため従来の逆洗操作では、十分に逆洗できないため逆洗手法にかなり工夫がいる。(2)従来の濾過法に比べ有効に内部濾過が行なわれ、濾層内の捕捉SS量が多く、このため、濾層内部まで入念に逆洗する。(3)SSを高濃度のまま分離するという所期の目的のため逆洗水量を少なくする。(4)粒子比重<1という特徴を生かし、逆洗エネルギーを小さくする。以上に留意し、①エアリフト型、②水エゼクタ型の2つの逆洗方法を比較検討した結果、前者の場合、粒子を十分に循環洗浄するためには比重が0.5以上必要であり、一方後者は、省エネルギー性は前者に劣るが、比重0.5以下の粒子に対しても効果的に逆洗可能であることが判った。そこで本報では、エゼクタを用いた比重0.1以下の粒子の逆洗手法に関する一連の検討結果について報告する。本逆洗装置の基本原理を図-1に示す。濾層を上部からエゼクタ内に吸引しエゼクタ内の剪断力で濾材からSSを剥離させ吐出管下端で粒子とSSを分離し粒子は浮上して再び濾層を形成する。この操作を上部より行い一巡させることにより効果的に逆洗できる。尚、粒子混合系のため一般のエゼクタ理論が成立しにくい。

3. 実験装置及び実験方法

3-1 水エゼクタの粒子吸込性能把握試験

浮上性粒子の逆洗に適した水エゼクタサイズ、吸込口の向き、及び最適運転条件（逆洗エネルギーと逆洗水量からみた適正点）を見つけるため、サイズの異なる水エゼクタについて、駆動水圧と駆動水量、吸込全量（粒子+水）、及び吸込粒子量との関係を求めた。また、本濾過法では、内部濾過を意図しているため、水深方向に厚い濾層も逆洗しなければならない場合を想定し、吐出管長の影響も同時に調べた。実験装置を図-2に、実験条件を表-1に示す。又、粒子の物性を表-2に示す。

3-2 パイロットプラント粒子吸込性能確認試験

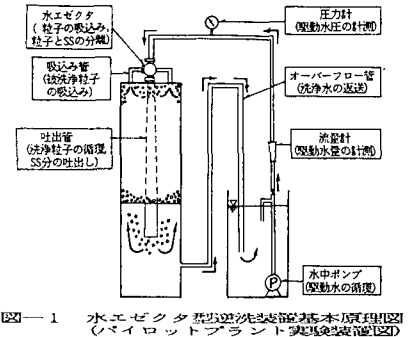


図-1 水エゼクタ型逆洗装置の基本原理図 (パイロットプラント実験装置実図参照)

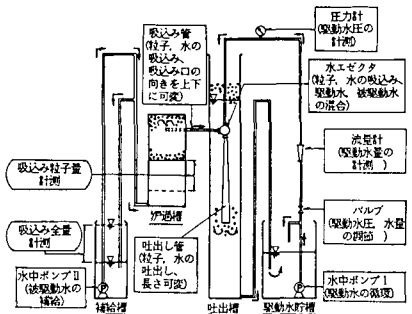


図-2 粒子吸込性能試験装置実図参照

表-1 実験条件一覧表

水噴射ポンプ サイズ	吸込み、吐出 管径	吸込み口の 向き	吐出管長 (m)	駆動水圧 (kg/cm ²)
1 1/4 B	2 B	上 下向き	1.0, 1.5, 2.0, 2.5	0.~2.2
1 B	1 1/4 B	上 下向き	1.0, 1.5, 2.5	0.~1.85
3/4 B	1 B	上 下向き	1.0, 1.5, 2.5	0.~1.9

表-2 浮上性粒子の物性

材 質	最大径 (mm)	最小径 (mm)	平均径 (mm)	均時係数	粒子密度 (g/cm ³)	間隙水率 (%)
発泡ポリスチレン	3.40	2.14	2.83	1.16	0.003	35.1

3-1の実験から得られた逆洗性能が、実装置で発揮できるかの確認試験をパイロットプラント(図-1参照, 14~19m³/日の濾過能力を有する。)にて行なった。

4. 実験結果と考察

4-1 粒子吸込性能把握試験

(1) 各サイズの水エゼクタの吸込特性について

結果を図-3に示す。水だけの吸込の場合, 吸込量比(吸込量/駆動水量)は, 駆動水圧の増加に応じて大きくなっており, 0.45~0.75であった。粒子吸込の場合, 吸込量比は, サイズによる差は無く, 駆動水圧 1.0kg/cm²以上では圧が増加しても吸込量比は, 微増であり, かつ吸込口は上向きの方が多くの粒子を吸込むという事が判った。粒子混入時の吸込量比と水だけを吸込む場合の吸込量比との差は, 摩擦損失等の増加により, 駆動水圧が高い程大きい。吸込まれた粒子と間隙水の容積比は, 常に約1:1であった。

(2) 逆洗エネルギーと逆洗水量について

結果を図-4, 5に示す。単位粒子量当りに必要な逆洗エネルギーは, ①駆動水圧が低い, ②エゼクタが大きい, ③吸込口が上向きである方が小さく, また, 単位粒子量当りの逆洗水量は, ①駆動水圧が高い, ②エゼクタが大きい, ③吸込口が上向きである方が小さいという事が判明した。即ち, 逆洗エネルギーと逆洗水量の経済性に関する項目は, 駆動水圧に対して反対の傾向を示している。

(3) 吐出管の長さが粒子吸込量に与える影響について

5/4B, 1Bのエゼクタは, 吐出管長 1.0m~2.5mの範囲で, 管の長さによる粒子吸込(排出)量の影響は無かった。しかし, 3/4Bについては, 駆動水圧 0.8kg/cm²以下で若干影響があり, 吐出管が長い程, 吸込粒子量の減少する割合が大きかった。

4-2 パイロットプラントでの粒子吸込性能確認試験

結果を図-6に示す。パイロットプラントにおける試験結果は, 上記の結果とほぼ同様であり, その妥当性が, 確認された。

5. まとめ

浮上性濾材を逆洗する有効な手法として, 水エゼクタを選び, その基礎的な性能特性を調べた。その結果以下の事柄が判明した。

①逆洗エネルギーと必要逆洗水量は, 駆動水圧に対し反対の傾向を示す。②エゼクタは, 大きい程省エネルギー的である。③エゼクタの大きさと運転条件の選定に当っては, 逆洗の運転費用と逆洗水量, 及び分離SS濃度に密接な関係がある付属施設(汚泥濃縮槽, ポンプ等)の建設費等を考え合わせて判断する必要がある。④下水の1次処理を対象として砂濾過と逆洗水量比の概算比較を行ったところ, 約1/8になった。

尚, 本研究はバイオフォーカスWTの一環としての建設省土木研究所と実施している共同研究の一部である。

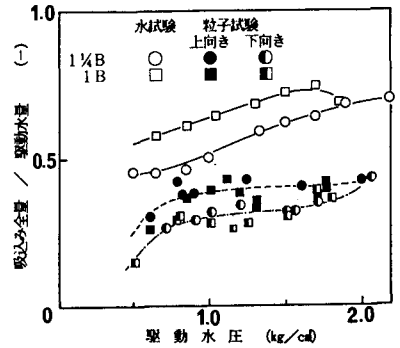


図-3 水エゼクタの吸込み特性

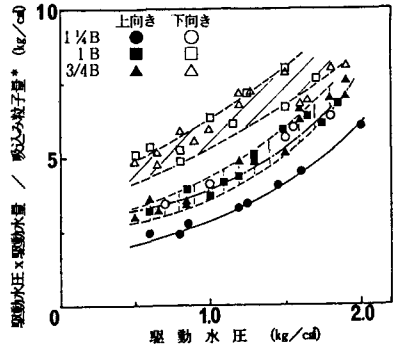


図-4 駆動水圧と逆洗エネルギーの関係
* 吸込み粒子量は, 間隙水を含む顆粒体積で表した。

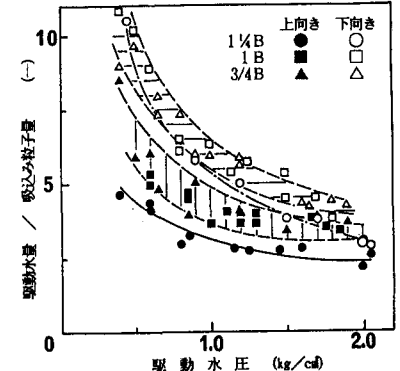


図-5 駆動水圧と逆洗水量との関係

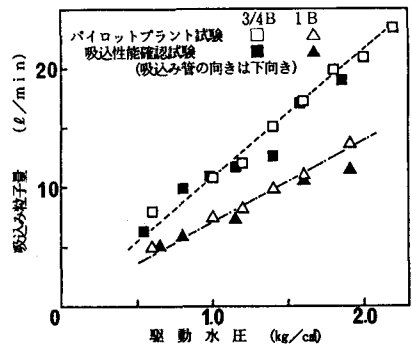


図-6 パイロットプラント粒子吸込み性能確認試験結果