

B-30 エゼクタを用いた省エネ揚砂システム

○数井 徹^{1*}・福浦 清¹

¹前澤工業株式会社（〒332-8556埼玉県川口市仲町5-11）

* E-mail: toru_kazui@maezawa.co.jp

1. はじめに

下水道の沈砂池設備は他の設備に比べ、臭気などの環境条件が悪い、機器点数が多い、維持管理が大変である等のことから、これらの問題を低減できるエゼクタ（ジェットポンプ）揚砂方式が数多く採用されてきた。しかし、この方式は大出力の加圧水ポンプを要し、消費電力も多いことから改善が求められていた。そこで今般、エゼクタを用いた2段階揚砂システムを考案し、工場にて性能確認実験を行ったので報告する。

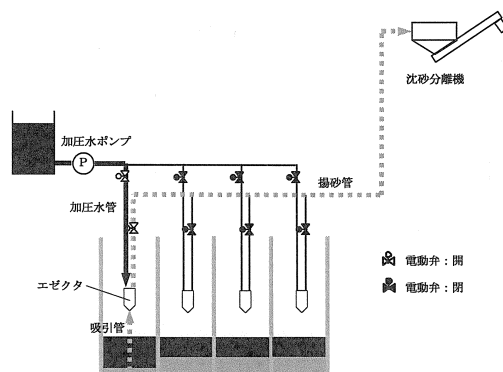


図1 従来のエゼクタ式揚砂システム

2. 動作原理

従来のエゼクタ（ジェットポンプ）方式は通常のポンプと同様、池内にエゼクタを設置し、一回の運転で砂をホッパーまで移送する（図1参照）。

これに対し2段階揚砂システムは、エゼクタによる真空吸引で一旦砂をレシーバタンク内に貯め（図2参照）、次に加圧水ポンプの圧力でホッパーまで圧送する（図3参照）2段階移送である。

本システムではエゼクタを吸引装置としてのみ使用し、噴射水による移送は行わない。吸引による揚程は原理的に10mを超えられないので、沈砂池と沈砂分離機の配管途中にレシーバタンクを配置し、沈砂池からレシーバタンクまでのエゼクタによる吸引と、レシーバタンクから沈砂分離機までのポンプによる圧送の2段階で揚砂を行なう。圧送用ポンプにはエゼクタ駆動用の加圧水ポンプを用いる。

2段階揚砂システムは、吸引開始前にレシーバタンクを所定の圧力まで減圧する「減圧工程」、沈砂池からレシーバタンクへ砂を吸引する「吸引工程」、レシーバタンクから沈砂分離機へ圧力水によって砂を圧送する「圧送工程」、圧送工程後にレシーバタンクの滞留水を自然流下によって沈砂池へ排出する「排水工程」の計4工程で1サイクルとする。

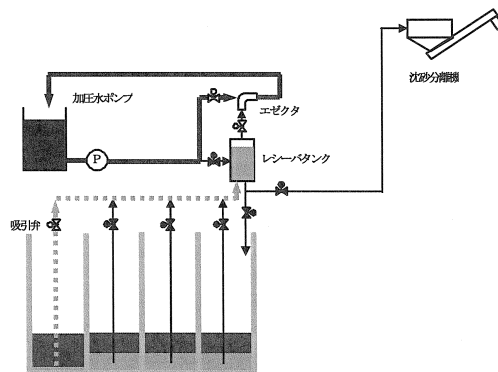


図2 2段階揚砂システム（吸引工程）

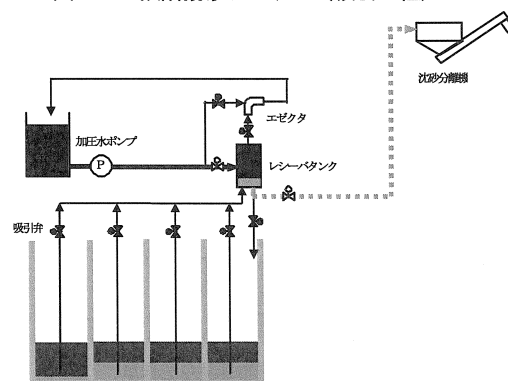


図3 2段階揚砂システム（圧送工程）

3. 実験方法

(1) 実験装置

本実験は実スケールで行っており、当社工場の敷地内に実験設備を設置した。使用したエゼクタ、レシーバタンクを写真1～2に示す。

高低差 5.5m の段差を利用して下のレベルに模擬沈砂池、上のレベルにレシーバタンクと加圧水槽、沈砂分離機を設置し、レシーバタンクから沈砂分離機への配管は実揚程が取れないため、バルブを絞って抵抗を与え、実揚程を模擬した。

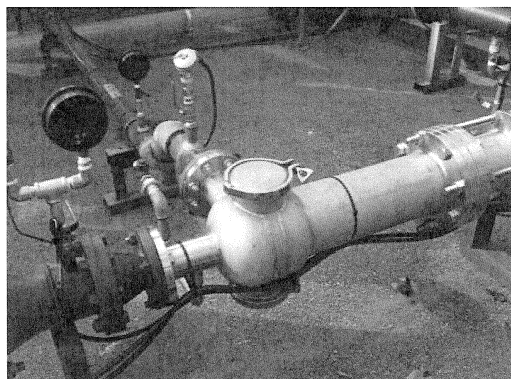


写真1 エゼクタ（吸込管 80A）

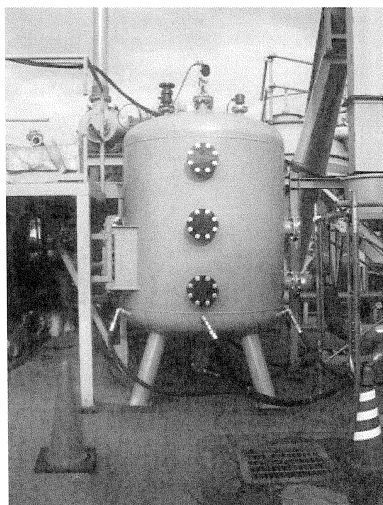


写真2 レシーバタンク(3m³)

また揚砂能力の向上を期待して吸引管に空気を注入することも試みた。通常吸引口付近の砂を流動化させるために掘削水（加圧水から分岐）を入れるが、空気注入はその掘削水管に小型エゼクタを設置することによって行った（図4参照）。

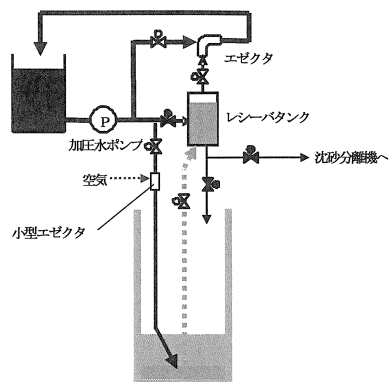


図4 空気注入方法

(2) 実験条件

エゼクタ加圧水量は定量とし、吸引揚程（沈砂槽水位からレシーバタンク設置面までの高低差）を変化させて揚砂能力（ $\text{揚砂体積} \div \text{ポンプ運転時間}$ ）を測定した。

圧送揚程（レシーバタンク設置面から沈砂分離機までの高低差をバルブの抵抗で模擬）はすべて 20m とした。圧送の完了は圧送管の一部を透明塩ビ管として目視により確認した。揚砂体積は運転開始前後に枕砂槽内の砂を敷き均らしたうえで上面の高さを測定し、沈砂槽の寸法から計算した。

4. 実験結果

吸引に要した時間と揚砂量について吸引揚程ごとに表1に示す。なお吸引工程以外の減圧工程と圧送工程でもポンプを運転しているが、いずれの場合も減圧工程が約4分、圧送工程が約4.5分とタイマーで固定している。

表1 吸引時間と揚砂量

吸引揚程 m	空気注入なし		空気注入あり	
	吸引時間 min	揚砂量 m³	吸引時間 min	揚砂量 m³
4.4	12.1	0.56	—	—
5	13.8	0.45	13.7	0.68
5.5	14.7	0.35	—	—
6	16	0.24	14	0.52
7	—	—	15.3	0.42

このデータをもとに横軸に吸引揚程、縦軸に揚砂能力をとって図5に示す。

吸引揚程を上げると揚砂能力はほぼ直線的に低下し、空気注入なしの場合で吸引揚程 1m 当たり 0.6m³/hr 程度、空気注入ありの場合で吸引揚程 1m 当たり 0.4m³/hr 程度

と、空気注入ありのほうが低下する度合いが小さかった。

揚砂能力を比較すると吸引揚程 5m で 1.5 倍、揚程 6m では 2.3 倍と吸引揚程が大きくなるほどその効果がある。

写真 3 と写真 4 に空気注入なしの場合とありの場合の吸引管の様子を示す。空気注入なしの場合は管の半分ぐらいまで砂が沈降し大きな抵抗になっていたのに対し、空気注入すると砂が沈降しても掃流される状況がうかがえた。

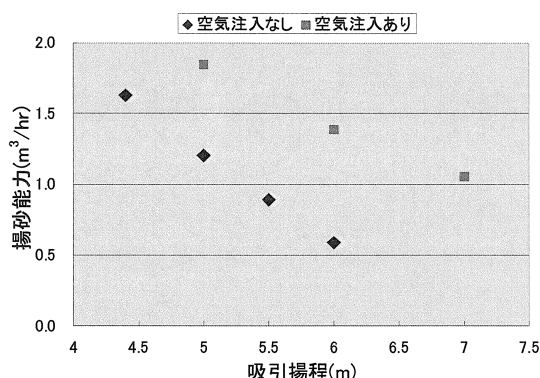


図 5 吸引揚程と揚砂能力



写真 3 空気注入なしの吸引管

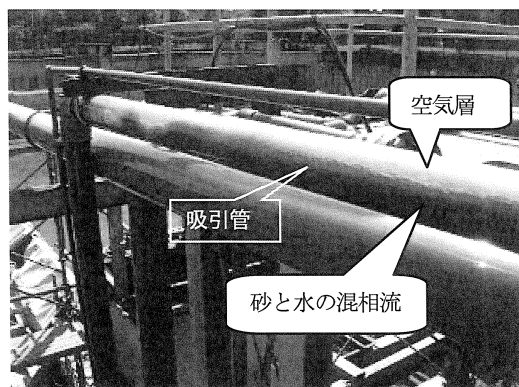


写真 4 空気注入ありの吸引管

5. 考察

従来のエゼクタ式揚砂システムは、加圧水の圧力が沈砂池から沈砂分離機までの揚程の 3～4 倍必要であり、例えば吸込み口径 80mm で全揚程 25m の場合は吐出量 2.6m³/min×揚程 90m 程度のポンプが選定される。これと、今回得た 2 段階揚砂システム（空気注入あり）の性能を吸引揚程 5m の場合について比較し表 2 に示す。

従来式の加圧水ポンプの電動機出力が 75KW に対し本方式は 15KW と 1/5 になり、また砂 1m³ を 25m 揚げるための消費動力は従来式が 20.8 KWh/m³-砂を要していたのに対し、本法は 8.3 KWh/m³-砂と 1/2 以下となった。

表 2 性能比較表

		従来式	本方式
加圧水ポンプ	KW	75	15
揚程	m	25	25※
揚砂量	m³/回	0.3	0.68
ポンプ運転時間	分/回	5	22.5
消費動力	KWh/回	6.25	5.63
揚砂能力	m³/h	3.6	1.81
消費動力/m³-砂	KWh/m³-砂	20.8	8.3

※ 吸引 5m + 圧送 20m = 25m

6. おわりに

工場実験の結果、従来のエゼクタ揚砂方式に比べ、加圧水ポンプ出力が 1/5 に、消費電力が 1/2 以下（吸引揚程 5m 以下の場合）になることを確認した。また砂だけでなく直径 50mm 程度の礫も吸引・圧送できることを確認している（写真 5 参照）。現在はこの 2 段階揚砂システムを実際の沈砂池に設置して性能を検証するとともに、このような礫や夾雑物などによる不具合がないかどうかを確認している。

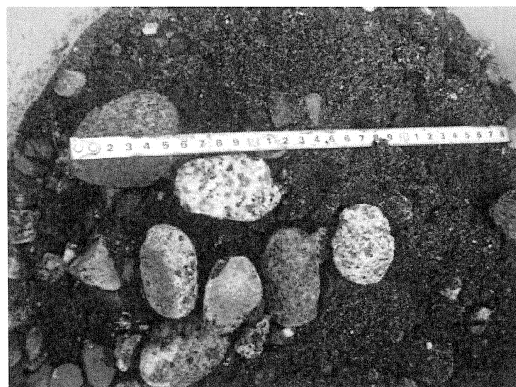


写真 5 吸引・圧送できた約 50mm の礫