

エジェクターポンプにおける空気圧送の効果

西日本技術開発株式会社	正会員	黒木 修身
九州電力株式会社	正会員	山上 裕也
京都大学	正会員	角 哲也
八ザマ土木事業本部	正会員	天明 敏行

1. はじめに

ダム貯水池の堆砂対策工法として、ジェット水による負圧を利用して吸引・輸送を行うエジェクターポンプはサンドポンプと比較してインペラの磨耗がないため、耐久性が高く、閉塞の可能性が少ない点で活用が期待されている¹⁾。ここでは、エジェクターポンプと空気圧送の併用による貯水池内堆砂の吸引・輸送に関する模型実験を実施し、駆動ポンプの圧力や空気量を変化させることにより、空気の圧送効果を把握するための検討を行った。

2. 試験の概要

試験装置概要を図-1に、エジェクター部の写真を図-2に示す。試験では、まず水の吸引試験を行い、次に土砂の吸引試験を実施した。計測器は図-1に示すそれぞれの箇所に流量計 Q1, 圧力計 P1, P2, 空気量測定器 A1 を設置した。

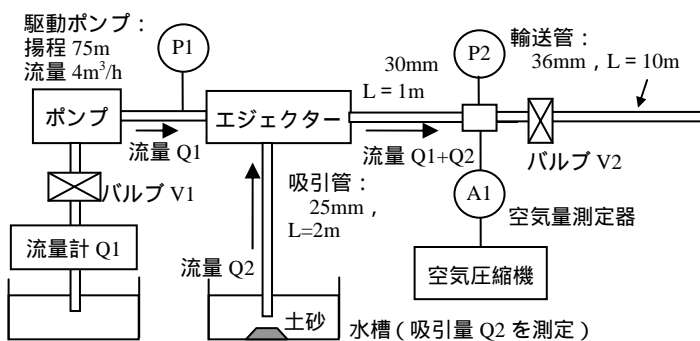


図-1 試験装置概要

3. 水の吸引試験

水の吸引試験は、駆動ポンプ側のバルブ V1 を開放し、輸送管側のバルブ V2 の開度を調整して行った。空気量を 0 ~ 80N /min と変化させた試験の結果を図-3に示す。空気量 A1 が増えると吸引量 Q2 は減少し、圧力 P2 は増加するが、同じ吸引量 Q2 であれば圧力 P2 はほとんど同じであった。このことから、エジェクターポンプで水の空気圧送を行う場合、圧送空気は空気量が多いほど吸引量を減少させるが、ポンプとしての性能すなわち吸引量 - 揚程の関係には影響を及ぼさないと考えられる。

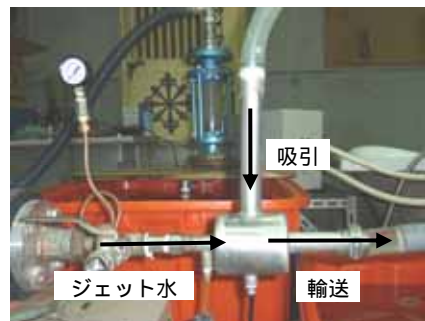


図-2 エジェクター部

4. 土砂の吸引試験

土砂の吸引試験ではバルブ V2 を調整すると土砂が閉塞するため、バルブ V1 を調整して試験を行った。試験では駆動ポンプの圧力 P1 を 0.20MPa ~ 0.71MPa, 圧送空気量 A1 を 0 ~ 80N /min とした。

土砂別の試験ケースを表-1に示す。水は水の試験, A ~ D は使用した土砂の種類であり, A ~ C の写真を図-4に示す。A は粒径 5mm 以下の砂利であり, B, C は粒径がそれぞれ 3 ~ 6mm, 7 ~ 10mm 程度で単粒度の玉砂利である。また, D は A ~ C の混合土砂である。なお, 土砂は吸引管が閉塞しない程度で最大限の吸引を行った。

吸引試験において、水と土砂の吸引量 (容積) Q2 (/min) は貯水した水槽に土砂を入れ、吸引前後の時間当りの水位差から求めた。また、吸引した土砂のかさ容積を土砂輸送量 S (/min), S と Q1+Q2

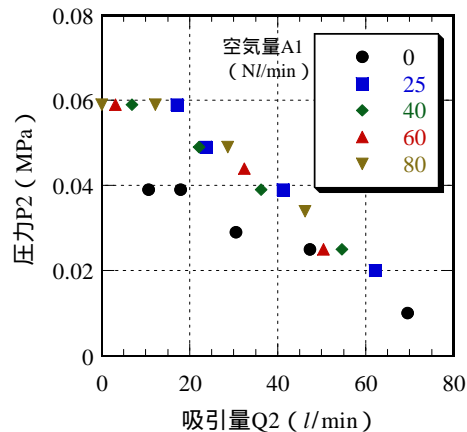


図-3 吸引量 Q2 と圧力 P2 の関係

キーワード：堆砂, ポンプ浚渫, 空気圧送, エジェクター

連絡先：西日本技術開発株式会社 流域環境整備部 TEL: 092-781-2867

表-1 土砂吸引試験の試験ケース

駆動ポンプ 圧力P1 (MPa)	空気量A1 (N/min)				
	0	25	40	60	80
0.71	水, B	水, B	水, B	水, B	水, B
0.49	水, A, B	水, A, B	水, A, B	水, A, B	水, A, B
0.29	水, A, B	水, A, B	水, A, B	水, A, B	水, A, B
0.20	A, B, C, D	A, B, C, D	A, B, C, D	A, B, C, D	A, B, C, D

DはA:B:C=2:1:1(かさ容積による比)とした混合土砂



図-4 使用した土砂

の比率を土砂濃度 C' (%) と定義した。

P1 がそれぞれ 0.71MPa, 0.49MPa, 0.29MPa, 0.20MPa のときの輸送管に挿入した空気量 A1 と吸引量 Q2 の関係を図-5 に示す。P1 が 0.49MPa 以上では水の試験を含め、空気量の増加とともに吸引量が減少している。しかし P1 が 0.29MPa のケースでは、A の砂ケースで空気量の増加とともに吸引量が増加し、60N /min で吸引量が最大となった。また P1 が 0.20MPa のケースではこの傾向が C 以外の土砂で顕著となり、空気量 A1 がゼロのケースでは吸引不可能となるとともに空気量 A1 が 40N /min で最大の吸引量となった。この時の輸送管内の水と空気量(1気圧)の比率はおよそ 1:1 である。駆動ポンプのエネルギーが小さい場合には空気圧送を行うことで輸送管に土砂が堆積しなくなり、吸引量が増加したと考えられる。なお、C の土砂は閉塞しやすい状況であり、吸引する土砂の量は少なかった。

次に、P1 が 0.20MPa のときの空気量 A1 と土砂濃度 C' 及び土砂輸送量 S の関係を図-6、図-7 (凡例は図-5 と同じ) にそれぞれ示す。土砂濃度 C' は A を除いてほぼ一定であり、吸引量 Q2 が増加した空気量のケースにおいて土砂輸送量 S が増加していることがわかる。

5. まとめ

模型実験の結果、水の吸引に関しては圧入する空気量に関わらず揚程 - 吸引量の関係は一定であった。土砂の吸引に関しては、駆動ポンプの能力が大きい場合には、圧入する空気量が多くなるとともに土砂の吸引・輸送能力は低下し、駆動ポンプの能力が小さい場合には土砂の種類や吸引する土砂濃度にもよるが、水と空気を 1:1 程度の割合となるように空気を混入することで、土砂の吸引・輸送能力は向上することを確認した。

【参考文献】

1) Yoshikochi. I. et al., "Study of Possible Applications of Special Ejector to Dam Sediment Dredging System", International Symposium on Modern Technology of Dams - The 4th EADC Symposium, pp.211-218, 2007.

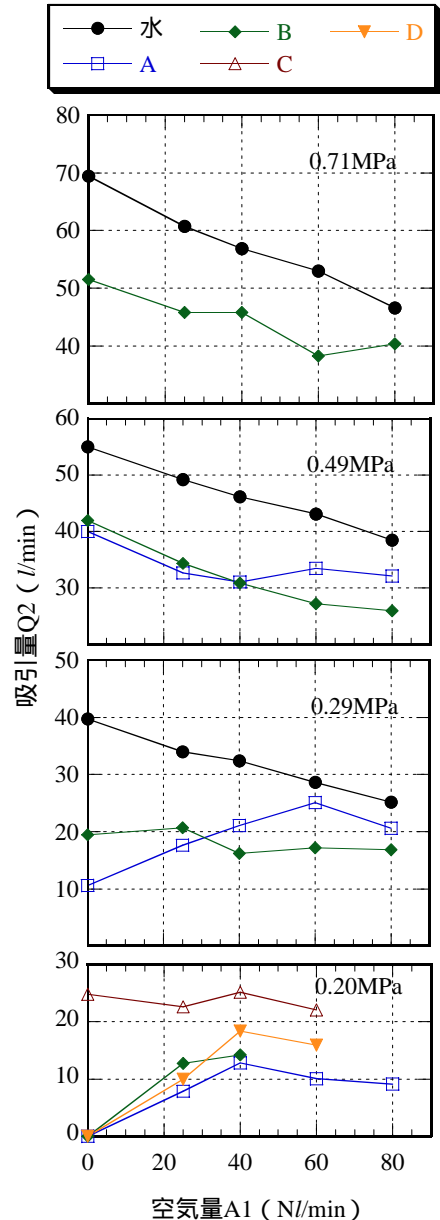


図-5 空気量 A1 と吸引量 Q2 の関係

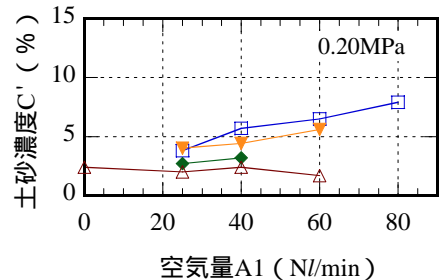


図-6 空気量 A1 と濃度 C' の関係

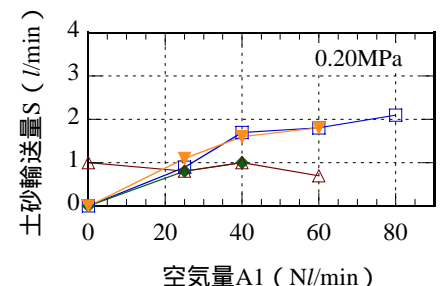


図-7 空気量 A1 と輸送量 S の関係