

ダム堆砂の湖内移送を目的とした特殊エジェクターの基本性能実験

ハザマ（正）○大矢 通弘、（正）早瀬 学

ネイテックシステム（株） 稲垣 夏郎

京都大学（正）角 哲也

1. はじめに

ダムによって遮断された土砂の流れを、適切な土砂管理によりその連続性を回復させることは重要であり、最近では水压等を利用したダム堆砂排除システムの研究等も進められている¹⁾。堆砂対策は、現地条件に合わせて最適なシステムを構築することが重要であり、また複数の手法を組合せることも有効である。本文は、特殊エジェクターをダム堆砂の湖内移送等に利用することを目的に実施した室内での基本性能実験について報告するものである。

2. 特殊エジェクター

エジェクターをダム湖の浚渫に利用する案は過去にも検討されている²⁾（表-1、図-1）。特殊エジェクターは混気ジェットポンプとも呼ばれ、意図的に外部空気を導入する点や絞りのない内装管を用いる点などが通常のエジェクターと異なる（図-2、写真-1）。外部空気の導入はキャビテーションの抑制に有効であり、内装管の利用はその交換性から管の磨耗対策として効果がある。さらに、駆動水の圧力とノズル径および内装管径の組合せにより、揚程力や揚水量の調整が容易にできるといふ利点も有する。

3. 実験方法

実験はハザマ技術研究所（つくば市）で行った。表-2に示す設備・機材を用いて、排出距離、本体高さ、末端部高さ、空気導入の有無等の条件を変えて

表-2 使用した設備・機材

大型平面水槽	35m×26m×1.5m
特殊エジェクター	本体径100mm、内装管径75mm、ノズル径6.1mm
駆動ポンプ	プランジャーポンプSJ125 (15Mpa、325L/min)
吸引側ホース	径100mm、長さ=10m
排出側ホース	D=125mm、L=27～96m
給水用ポンプ	水中ポンプ (3、4inch)
流量計	超音波式 (PT868)
水タンク	容量1m ³ 、5m ³
門型天井クレーン	2.8t

清水の吸引性能を調べた。吸引量は排出口に設置した5m³水槽で実測した排出量から、あらかじめ測定した駆動水量（Q=250L/min）を減ずることにより求めた。また、超音波式流量計により吸引管と排出管の流量を直接測定することも合わせて実施した。

4. 実験結果

図-3に排出距離と吸引量の関係を示す。L=96m（L/D=770）までの範囲では吸引量の低下は見られず、逆に

表-1 ダム湖浚渫のためのエジェクターの設計例²⁾

項目	設定値
水深	2～30m（標準20m）
実揚程	約5m
管内流速	3～5m/s
土質	D ₅₀ =20mm、D _{max} =100mm、γ _s =2.69
高圧水	0.7Mpa
高圧水用ポンプ	220PS
ノズル径	75mm
スロート部形状	直径=200mm、長さ=800mm
ディフューザ角	7°
吐出管径	300mm
揚土量	160m ³ /h（含砂率15%）

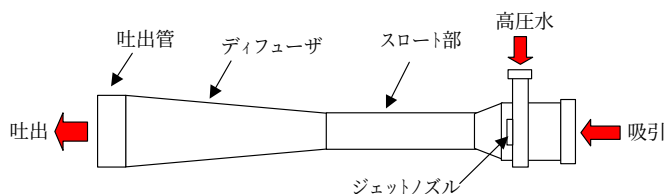


図-1 通常のエジェクター

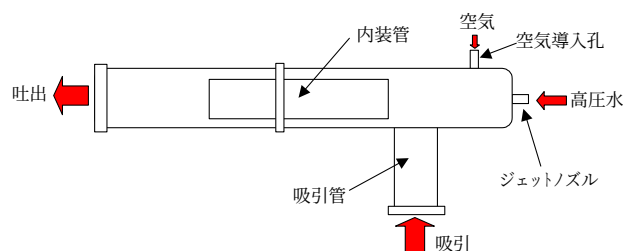


図-2 特殊エジェクター



写真-1 特殊エジェクター（分解状態）

キーワード：ダム堆砂、湖内移送、貯水池土砂管理、特殊エジェクター

連絡先：〒105-8479 東京都港区虎ノ門2-2-5 ハザマ土木事業本部技術第二部 TEL:03-3588-5770

能力は若干上昇傾向を示した。最大 1900L/min の吸引量であり、駆動水量の 7～8 倍の水量を吸引している。

図-4、5 に本体高さ、末端部高さと吸引量の関係を示す。両者とも高さが大きくなるほど吸引量は低下する。末端部高さよりも本体高さの方が吸引能力への影響が大きい。本体高さが 3m を超えると再起動しない状況も観察された。本体高さ 3m で約 30% の能力減、末端部高さ 4m で約 8% の能力減である。

図-6 に負荷タイプと吸引量の関係を示す。末端部を水平に上げる場合（**写真-2**）に最も負荷がかかり、約 10% の能力減である。また、途中で高さを与える場合も末端に近い部分で上げる方（**写真-3**）がより負荷が大きいことが分かる。空気を導入しない場合は、本体の騒音・振動現象がみられたが、これらは空気導入により消失した。ただし、導入空気量が多すぎる場合（**図-7** のケース A）は、本体の真空度低下による吸引量の低下がみられた。

5. まとめ

今回の実験により、種々の負荷（排出距離、本体高さ、末端高さ等）が特殊エジェクターの基本的な吸引性能に与える影響および空気導入の効果等が明らかになった。特殊エジェクターは高压と低压の 2 つのタイプに分けられ（**表-3**）、高压タイプは使用水量が少なくコンパクトな設備で済む、低压タイプは使用水量は多いが管径を大きくできる等の特徴を有する。今後、現場条件に合わせたシステムの設計が必要である。

参考文献：1) 岡野真久、俣野文孝、片山裕之、田島芳満、中川一：水圧吸引土砂排除システムの排砂機能に関する研究、ダム工学 14(4)、2004、2) 大音宗昭、門田孝、山田豊彦：エゼクタ・ポンプの概念設計、東洋建設（株）技術研究所報告第 16 巻、1989、3) 大矢通弘、早瀬学、稲垣夏郎、角哲也：特殊エジェクターを用いたダム堆砂移送システム、土木学会第 59 回年次学術講演会、2004

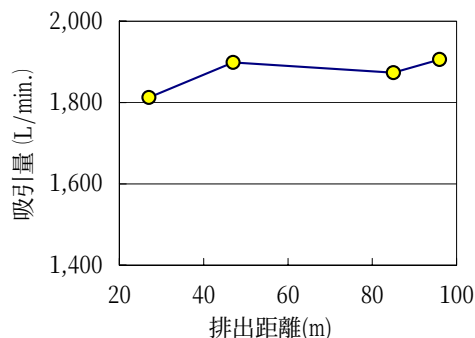


図-3 排出距離と吸引量

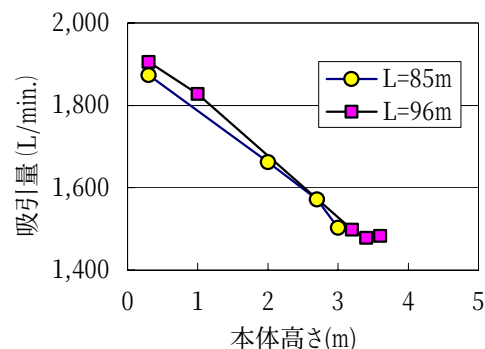


図-4 本体高さと吸引量

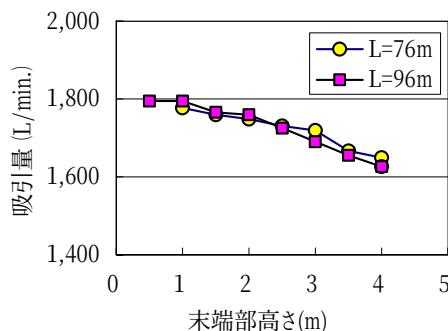


図-5 末端部高さと吸引量

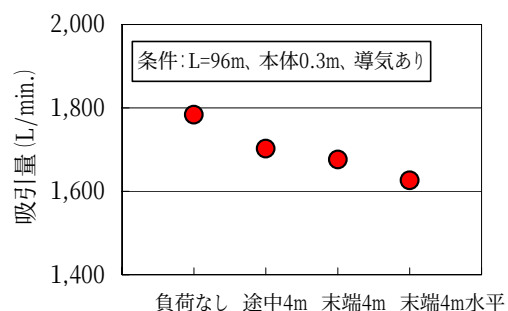


図-6 負荷タイプと吸引量



写真-2 試験状況 (末端部負荷)



写真-3 試験状況 (途中負荷)

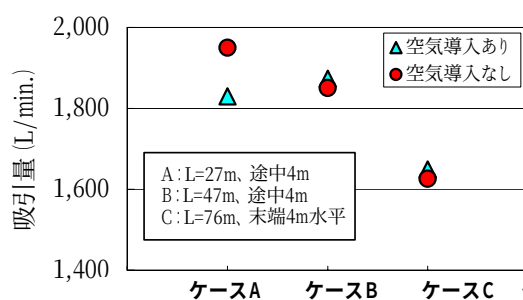


図-7 空気導入の有無と吸引量

表-3 特殊エジェクター設計例

項目	高压タイプ	低压タイプ
駆動水圧力 (Mpa)	30	0.6
駆動水量 (m ³ /min)	0.3	3.7
ノズル口径 (mm)	5	50
内装管径 (mm)	100	100
最大揚程h(m)	13.9	23.1
最大吸引水量 (m ³ /min)	4.3	4.2
流送管長 (m)	50	100
流送管径 (mm)	200	200
流送管内流速 (m/sec)	2.0	3.9
最終吸引水量 (m ³ /min)	3.1	2.4
吸引含砂率(%)	20	20
吸引土砂量* (m ³ /hr)	37	29

※吸引対象物: 砂 (真比重=2.6、見かけ比重=1.56)