

7. 玉石破碎装置付浚渫機械

建設省中部技術事務所 鳥山 仁
山田 信夫
土井 芳樹

1. まえがき

湖における土砂堆積は計画時の予想をはるかに上廻る速度で進行しているものが見受けられるが、これは湖の機能を損うとともに、上流部の河床が上昇し、少ない降雨でも絶えず災害の危険にさらされ弊害が数多く発生する等、管理上大きな問題となっている現状から、実態調査を行った結果、上流部のダム湖においては、流入地点から500～600m附近まで粒径200mmの玉石が流入しておりその混在率も10～20%と推定され、現在のポンプ浚渫では湖底に残り、浚渫効果の低下とともに玉石層を形成し次期浚渫時の障害となる。

堆積土砂の処理として、ダム湖で特に問題となっている大粒径玉石が混在する土砂を、現用ポンプ船の吸い込み側にて破碎できないか検討した結果、その可能性について目安を得たので、玉石破碎装置付き浚渫機械の模型を作製し、実用化の可能性を得ることを目的に実験を行った。

本報告は、模型実験について中間報告としてとりまとめたものである。

2. 実験装置の概要

表-1 模型実験装置の概略仕様

模型実験装置の概略仕様を表-1に示す。その実験装置の決定条件として

- (1) 玉石は、ダム湖の土砂ポンプ浚渫において、80mm以上をカット流入部で除去しているが、粒径80～200mmまでの玉石を浚渫破碎処理するものとして実験機を想定し、その $\frac{1}{3.8}$ の粒径のものを処理できるものとした。
- (2) 口径については、ダム湖で浚渫しているポンプ船が200～ ϕ 300mmであるが、玉石の粒径および混入率等から吸い込み側は ϕ 350mmが必要と考えられるので、模型としてはその $\frac{1}{3.5}$ とする。
- (3) 破碎能力は、吸い込み土砂のうち破碎を要する玉石の混入率を15%と定め、模型は150 $\frac{g}{h}$ の $\frac{1}{10}$ とした。模型実験フローを図-1、破碎装置構造を図-2、実験設備の状況を写真-1に示す。

玉石破碎装置	
吸込部寸法	巾250mm×開90mm
出口セット	24mm(供給砂利60mm以下)
回転速度	200～500rpm
動力装置	無段減速機付7.5kwVベルト駆動
破碎能力	1.5m ³ /h～24mm
サンドポンプ	
吸込口径	ϕ 150mm
吐出口径	ϕ 100mm
全揚程	2.0m
吐出量	120m ³ /h
通過粒径	30mm
動力装置	4.5kwVベルト駆動

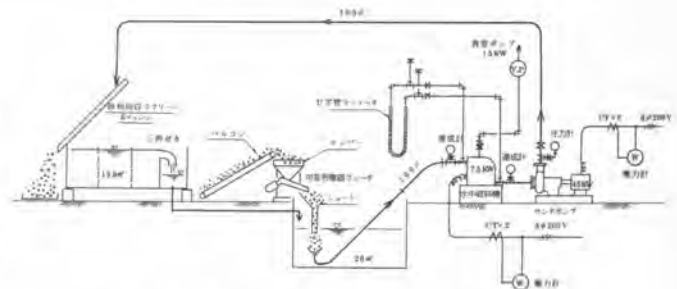


図-1 玉石破碎装置付き浚渫機械模型実験フロー

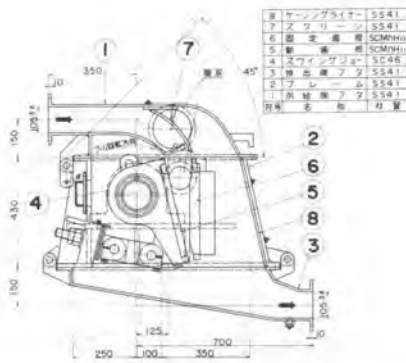


図-2 玉石破碎装置の構造



写真-1 模型実験設備

2.1 玉石破碎装置

この玉石破碎装置はジョータイプの破碎機構で、管路中に設けられるように設計製作したもので、主軸とフレームおよびスイングジョーの間はグランドパッキンにより水密構造となっている。破碎装置内に入ってきた土砂は、供給側の蓋に取り付けたスクリーンにより破碎を必要とする粒径のみを咬込部に送り、それ以外のは破碎部をバイパスさせるものとし、その破碎装置の入口と出口は0.73mの落差があり、咬込部、スクリーンによる分離部には視窓を設け内部の状態がわかるように、また、破碎用動力として、出力7.5kwの電動機に直結された無段変速機出力軸より、Vベルト駆動とするようにした。

2.2 サンドポンプ

一般のポンプ浚渫船に使用されている横軸片吸込渦巻形のサンドポンプで、吸込口径はφ150mmであるが、吸込管径はφ100mmでありレジューサで接続している。また、動力装置は手持の電動機を使用した。

2.3 真空ポンプ

サンドポンプの始動時に吸い込み側管路および破碎装置内に水を滴すためのもので、吸い込み側配管の最も位置の高い装置の入口部より、サンドフィルターを通し真空引きをするようにした。

2.4 水槽および砂利回収スクリーン

水槽は、吸い込み側に2.0mを地中埋設し、吐出側に1.38mを地上に置きそれに傾斜角45°で砂利回収スクリーンを設け、水槽内は整流板と三角ゼキを備え流量測定ができるようにした。

2.5 砂利供給装置

ベルトコンベヤで供給した砂利はホップにストックされ、可変形電磁フィーダで引き出し、シャートにより水槽へ落下させ、吸い込管に設けたホップで受け水とともにサンドポンプで吸い上げる方法とした。

3. 実験内容

3.1 サンドポンプの性能試験

サンドポンプの性能を把握するため、全揚程、流量、電動機入力、ポンプ回転数について測定した。

3.2 玉石破碎装置の損失水頭

ポンプの吸込み側管路に破碎装置を設ける場合、その損失をどれだけにおさえられるかということが重要な問題である。実験は管内流速にして約4%以上で行ったが、これは一般的に粒径200 μm のものを吸い上げるに5%程度の流速が必要であることから実施した。損失水頭は、水のみによる場合と破碎をすべく砂利を15%混入した時の損失を、破碎装置に取り付けたU字管マンメータで測定した。

なお、本実験として、玉石破碎装置の最適回転速度、所要動力の測定および原石粒度と破碎粒度についてふるい分試験を行った。

4. 結果と考察

4.1 サンドポンプ性能

玉石破碎装置の損失水頭を測定する前にサンドポンプの性能試験を行った。その結果を図-3に示す。結果として、当初計画の性能は十分満足しているが、流速5%が必要とのことから考えると多少能力不足ということもいえる。

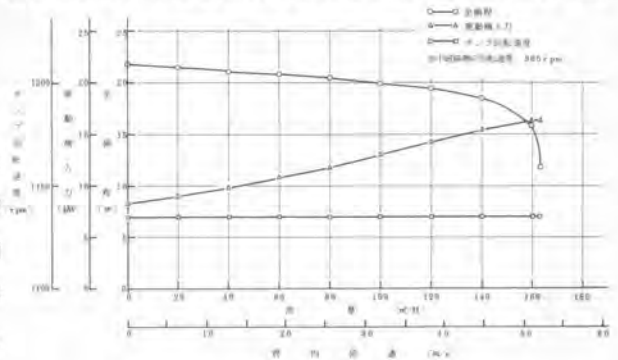


図-3 サンドポンプ性能

4.2 玉石破碎装置の損失水頭

(1) 水のみによる場合の損失水頭

玉石破碎装置の回転速度をパラメータとして、各流量（バルブ調節）における圧力損失を測定し、その時の破碎装置出入口流速をも含めてこの関係を図-4に示した。また、流量と流速における吸込み側の諸損失および揚程の関係を図-5に示す。吸込全揚程はU字管マンメータでの測定値で、吸込実揚程は実測値であり破碎装置の損失水頭は図-4の値を示し、130%以下は仮想線である。吸込管路損失は吸込全揚程から、吸込実揚程と破碎装置の損失を差引いたもので、図から吸込全揚程の中で管路損失の占める割合が大きく、配管の設計には十分留意することが必要である。

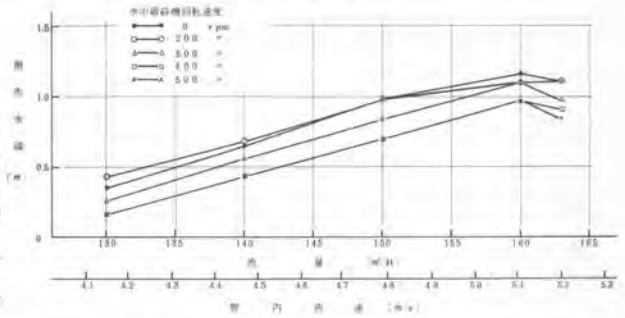


図-4 玉石破碎装置の損失水頭

なお、損失は、300 μm で流速5%において水柱値約1mであった。

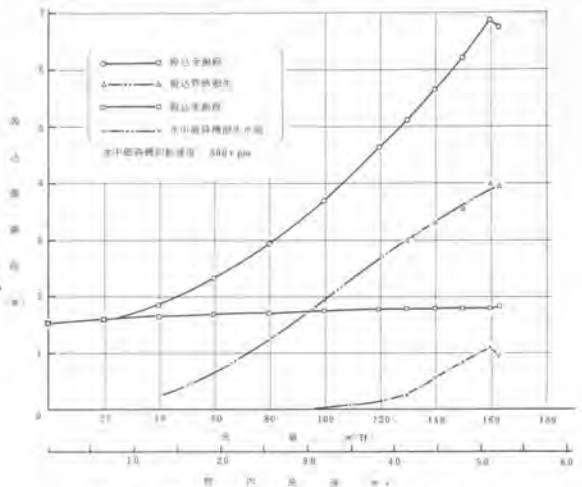


図-5 吸込側諸損失水頭及び揚程

(2) 破砕時の損失水頭

砂利を破砕している状態での損失水頭の測定は、流量をバルブで調節することは困難であるため、含石率を変化させた場合の損失を測った。破砕する砂利の混合割合を15%とし、回転速度300 rpmとしたもので、結果を図-6に示す。本図は、含石率と損失水頭を表わしたもので、含石率が高くなると損失は低下している。

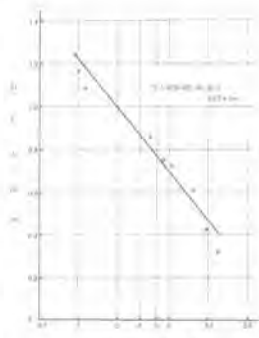


図-6 含石率変化による損失水頭

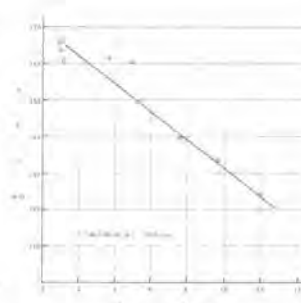


図-7 含石率と全流量の関係

これは、図-7に示すように全流量が含石率の増加により減少しており、両図を見比べてみると、大部分が全流量の減少による損失の低下と思われる。

(3) 最適回転速度

回転速度を変えた場合の破砕能力、電動機入力、減速機効率、伝達効率を図-8に示す。破砕する砂利の混合割合を15%一定条件のもとに0.05 m³の試料を破砕処理する時間と電動機入力を測定し、これにより求めたものである。この結果、処理能力および電動機入力からみても、回転速度は300 rpmが最適であった。

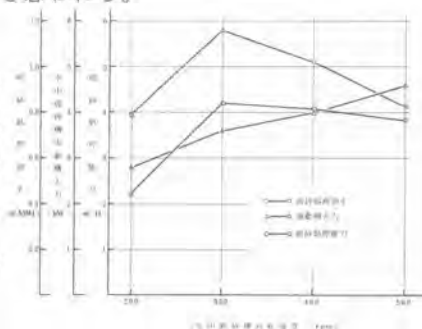


図-8 破砕装置の最適回転速度

(4) 所要動力

玉石破砕装置の所要動力は電力計で測定した電動機入力に、電動機効率、減速機効率、伝達効率を掛けたものを軸入力とした。所要動力は含石率にほぼ比例して上昇し、含石率(全流量比)12%において軸入力が5.5 kWであった。

(5) 原石粒度と破砕粒度

原石および破砕粒度の関係を図-9に示す。原石試料は川砂利の2.5~4.0 mmと4.0~6.0 mmの2種類を破砕前後においてふるい分試験を行った結果、原石粒度の大きいほど効果が表われ、破砕粒度の分布が多少細い方に移動するが、概ね同じような分布をしている。

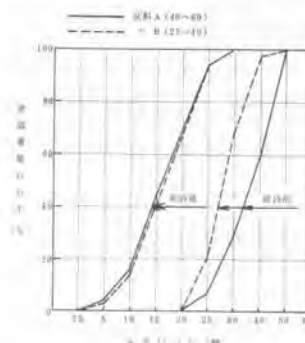


図-9 原石及び破砕粒度の関係

5. まとめ

玉石破砕装置の実験結果をまとめると、次のとおりである。

- (1) 破砕装置の損失水頭は、装置の出入口部流速5%のとき1 m程度であり、現用のポンプ船での検討余裕吸込水頭1.9 m以内で、実用機として採用できるものと思われる。
- (2) 破砕装置の最適回転速度は300 rpmで、所要動力は含石率にほぼ比例して上昇し、流水抵抗等による動力の増加はなく、一般の破砕機と同じと考えてよい。
- (3) 流水中での破砕効果についても問題は認められない。

今後、当装置の実用化についての実験を実施していく予定である。