

## 36. ダム堆砂除去装置の開発

### ～小型堆砂除去装置「マジックボール」～

東京電力株式会社  
東京電力株式会社  
東亜建設工業株式会社

荒木 宏則  
○小林 敏晴  
宮下 広樹

#### 1. はじめに

水力発電用ダムの調整池や貯水池では、年々土砂が流入堆積しており、堆砂の進行が、貯水量の低下を促し、若しくは発電電力量の減少を引き起こすことにもなる。このため、堆砂の除去を行い、適正な維持管理を行うことが必要となる。

通常、堆砂除去には浚渫船などが用いられるが、一般的にダムは山間部に位置しているため、工事中船舶・重機の搬入が制限されることが多く、有効な堆砂除去の技術が確立されていない。

東京電力株式会社と東亜建設工業株式会社は、小型で運搬が容易な堆砂除去装置「マジックボール」を共同で開発し、2008年10～12月の高瀬川第五発電所調整池（長野県大町市）の堆砂除去工事に適用した。

この工事では、機材搬入用の車両が現場まで進入できず、ヘリコプターによる機材運搬・組立を行う必要があったため、小型・軽量の装置としたが、工事条件や現場条件に応じて様々なサイズ・能力で柔軟に設計・製作を行うことが可能である。

本稿ではこの堆砂除去装置マジックボールとその施工管理システムの概要について紹介するとと



写真-1 堆砂除去装置「マジックボール」

もに、マジックボールを使用した工事について概説する。

写真-1 に堆砂除去装置「マジックボール」の概観を示す。

#### 2. 堆砂除去システムの構成

今回高瀬川第五発電所調整池に適用した堆砂除去システムは、マジックボール（球形の堆砂除去装置）、マジックプレーサ（位置決め装置）、マジックコントローラ（遠隔操作盤）、マジックビューア（施工管理システム）から構成されており、これらを組み合わせることにより調整池の堆砂除去を効率的に行う。図-1 に堆砂除去装置マジックボールと位置決め装置マジックプレーサを組み合わせた一般配置図を示す。

球形の堆砂除去装置であるマジックボールは、堆砂を吸引・吐出するための吸入装置を内蔵しており、遠隔操作盤にて吸入装置を起動し、堆砂除去を行う。マジックボールの昇降はマジックプレーサ（位置決め装置）に搭載した昇降ウインチで行い、水平方向の移動・位置決めは陸上部に設置したウインチ3台を操作することにより行う。

本堆砂除去システムの構成と仕様は以下の通りである。

##### ○マジックボール（堆砂除去装置）

径	φ 1,200 mm
質量	450 kg
堆砂吸入装置	1台
出力	11kW
吐出口径	100 mm

##### ○マジックプレーサ（位置決め装置）（写真-2）

フロート部	
全長×幅×深さ	3.5m×3.4m×0.8m
質量	2,500 kg
昇降ウインチ	1台
巻上荷重	1,300kg

荒木宏則：東京電力株式会社 高瀬総合制御所長 小林敏晴：東京電力株式会社 松本電力所 土木建築グループ  
宮下広樹：東亜建設工業株式会社 土木事業本部 機電部

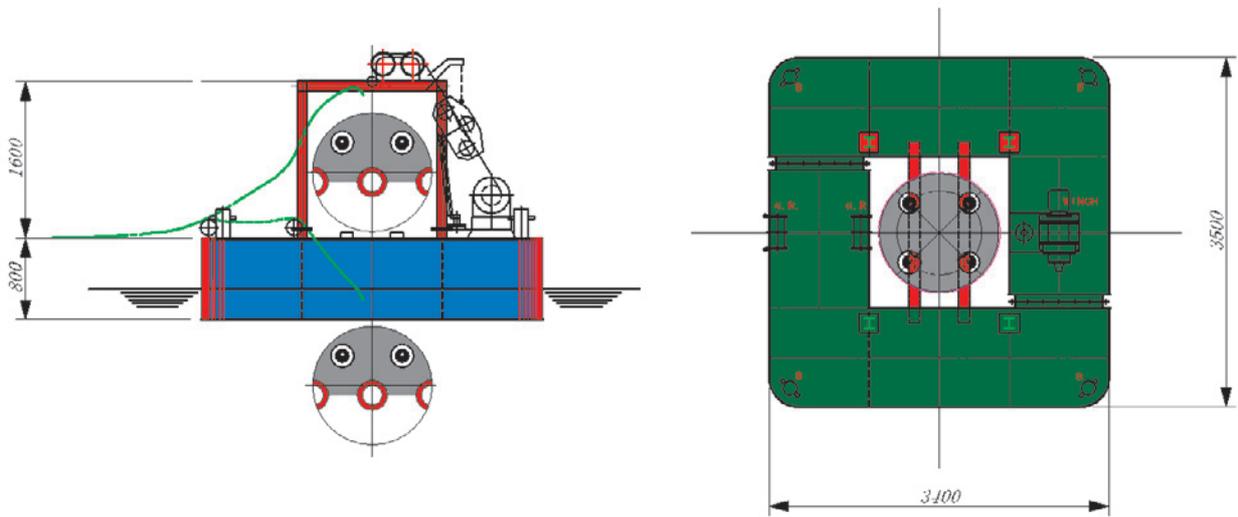


図-1 堆砂除去装置マジックボールと位置決め装置マジックプレーサの配置図



写真-2 位置決め装置「マジックプレーサ」



写真-3 遠隔操作盤「マジックコントローラー」

支持荷重	2,000kg
巻上速度	10m/min
ドラム容量	45m
電動機	3.7kW×4P
質量（電動機を除く）	175 kg
音響測深機	1 台

写真-2 に位置決め装置マジックプレーサの概観を示す。

○操作用ウインチ（陸上設置）

ウインチ	3 台
巻上荷重	2,000kg
支持荷重	2,000kg
巻上速度	10m/min
ドラム	300m
電動機	3.7kW×4P
質量（電動機を除く）	175 kg

○マジックコントローラ（遠隔操作盤）（写真-3）

縦×横×高さ	0.6m×1.2m×1.5m
質量	80 kg
ウインチ個別操作レバー	4 式
ジョイスティック式レバー	1 式
タッチパネル式モニタ	15 インチ

3. 堆砂除去装置の特長

堆砂除去装置「マジックボール」の特長は以下の通りである。

①山間部の調整池や貯水池に適応

小型で計量なため、運搬・組立が可能であり、浚渫船では対応が難しい山間部の調整池や貯水池に適応可能である。また、工事条件等に応じて様々なサイズ・能力で柔軟に設計・製作を行うことが可能である。

②発電所運転状態での施工が可能

発電所を通常運転した状態での施工が可能であることから、これに伴う溢水伝電力の低減を図ることができる。

③余分な水を取り込まず、堆砂を効率的に吸入  
 堆砂除去装置に内蔵した吸入装置を起動すると、球体下部と堆砂の接触面では少量の水が流れ、堆砂を巻き込むため、余分な水を取り込まず堆砂を効率的に吸入できる。

図-2 に堆砂除去機構の概要を示す。

④作業効率・安全性が高い

陸上に設置した複数台のウインチを手動・自動で遠隔操作するため、様々な状況に対応可能で作業効率・安全性が高い。

⑤環境に配慮

動力源は主にダム の管理用電力を使用するため、余分な CO<sub>2</sub> の発生を抑制できる。また、堆砂除去に伴う水質汚濁もほとんど発生しない。

⑥直立姿勢を保ち、常に安定した施工が可能

球体上部にフローター、下部にウェイトを内蔵しており、堆砂除去装置は常に直立姿勢を保つことが可能で安定した施工ができる。

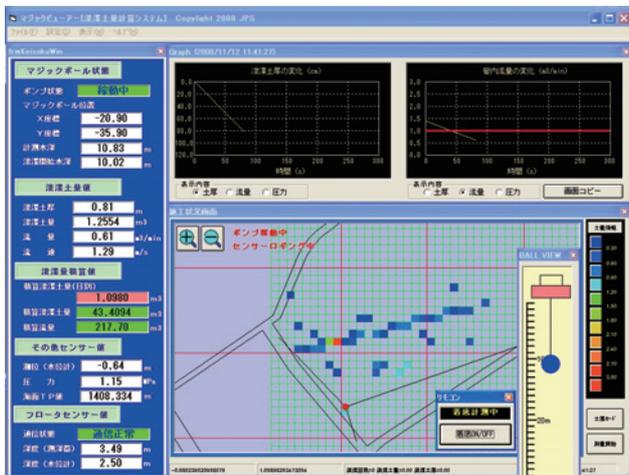


写真-4 マジックビューアー（遠隔モニタ）

#### 4. 施工管理システム

施工管理システム（マジックビューア）はマジックボール専用の管理ソフトであり、管理項目は排砂管内流量（m<sup>3</sup>/min）、排砂管内圧力（MPa）、浚渫深度（m）、浚渫座標（X,Y,Z）、浚渫土量（m<sup>3</sup>）である。写真-4 に本管理ソフトのモニタ画面を示す。

##### 4.1 排砂管内流量

排砂管内の流量を記録し、アナログモジュールを通して計測用 PC ヘデータを転送する。管内流量を管理することで、排砂管の閉塞等のトラブルを未然に防止する。

##### 4.2 排砂管内圧力

流量計と同様に排砂管内の圧力を記録し、アナログモジュールを通して計測用 PC ヘデータを転送する。管内圧力よりポンプの稼動状況を管理する。

##### 4.3 浚渫深度

浚渫深度はマジックボール本体に取り付けた水位計により管理する。マジックプレーサ上の計測用の PC に一度データを蓄積し、無線 LAN を用いて陸上側の計測用 PC ヘデータを転送する。

##### 4.4 浚渫座標

操作用ウインチの繰り出し長を演算することで浚渫座標を設定する。浚渫座標は遠隔モニタ上の平面図上に表示される。過去の浚渫記録は浚渫深度ごとに色分けし、平面図上に表示する。

##### 4.5 浚渫土量

浚渫深度より演算することで概算の浚渫土量を管理する。浚渫土量は 1 施工点の他に 1 日の累計、全浚渫土量の累計を表示する。

図-3 に本施工管理システムの構成を示す。

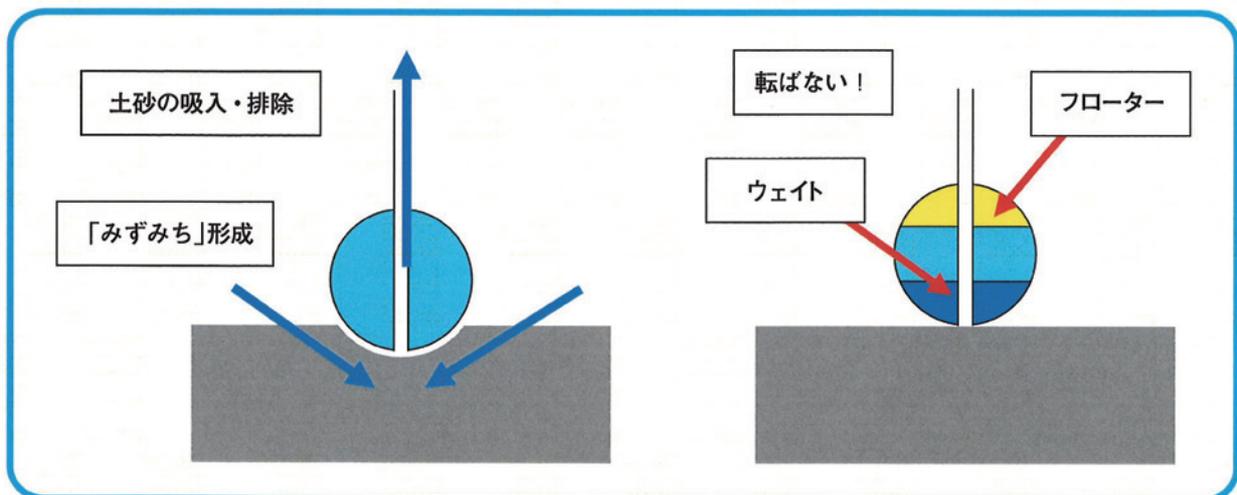


図-2 浚渫機構の概要

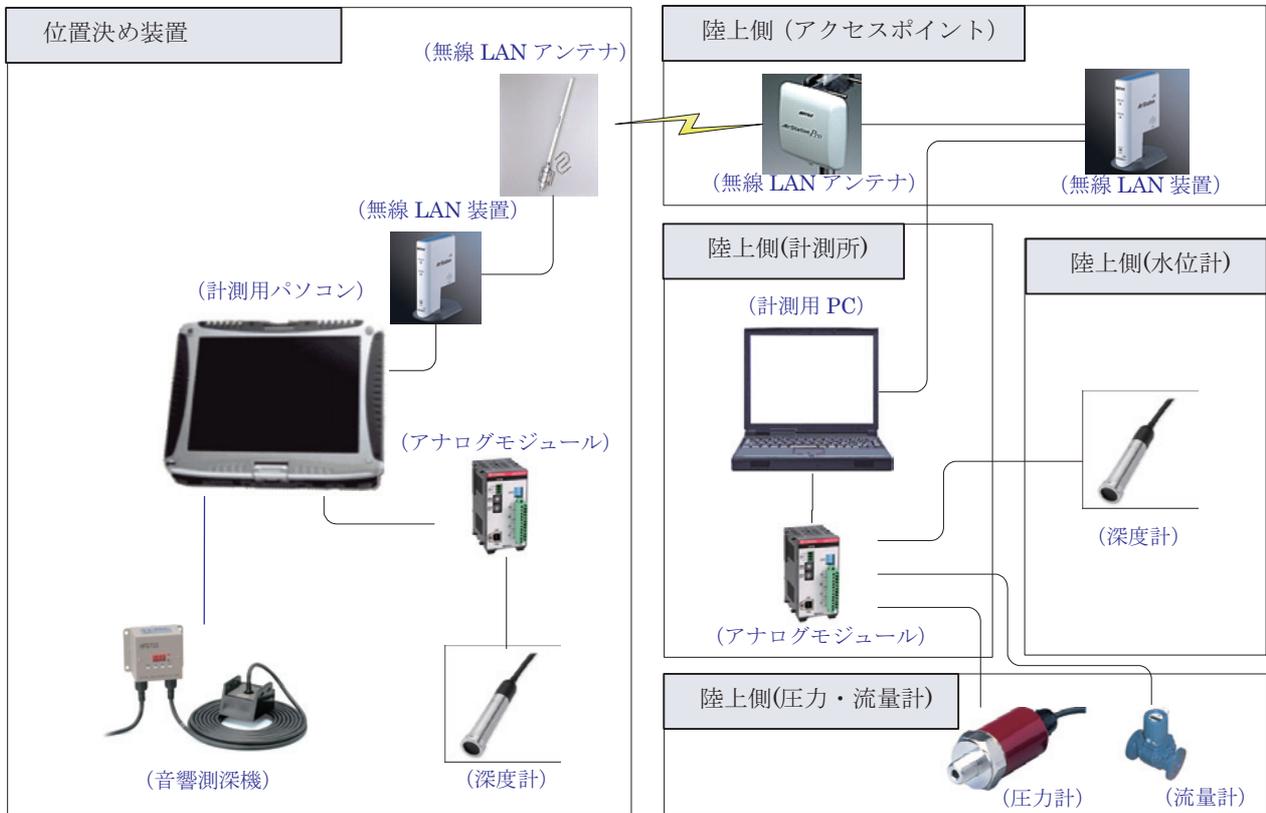


図-3 管理システム構成



写真-5 現場全景



写真-6 ヘリコプターによる機材運搬状況

## 5. 施工事例

高瀬川第五発電所調整池土砂排除工事（工期：平成20年10月～12月）において今回開発した堆砂除去装置マジックボールを採用した。図-4に本現場の配置図を示す。

本現場は、標高1,500m付近の山間部に位置しており、機材搬入用の車両が現場まで進入できないため、ヘリコプターによる機材運搬・組立を行った。

写真-5に現場全景、写真-6にヘリコプターによる機材運搬状況を示す。

マジックボールで吸入した土砂は、水上ならびに陸上の排砂管を通して土砂ストック箇所に排砂した。実稼働期間は約1ヶ月の昼間作業で、約1,000 $m^3$ の堆砂除去を行った。

写真-8に堆砂除去装置マジックボールの運転状況、写真-9に遠隔操作状況、写真-10に陸上排砂管設置状況、写真-11に位置決め装置マジックプレーサの移動状況、写真-12に排砂口と堆積土砂ストック状況を示す。

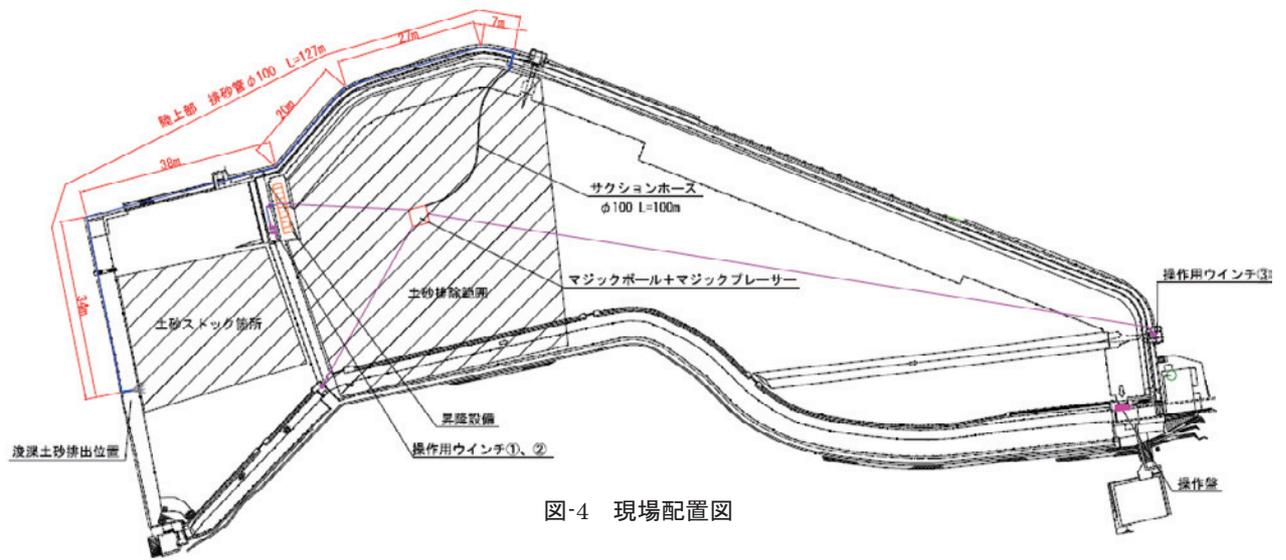


図-4 現場配置図



写真-7 調整池航空写真



写真-8 マジックボール運転状況



写真-9 遠隔操作状況



写真-10 陸上排砂管設置状況



写真-11 マジックプレーサ移動状況



写真-12 排砂口と堆積除去土砂ストック状況

## 6. おわりに

本稿で紹介したマジックボールは、車両による機材運搬・組立が行えない調整池向けに製作した小型・軽量の堆砂除去装置であるが、山間部のダムや調整池、貯水池だけでなく、一般の船舶・重機では対応が難しい河川、湖沼、港湾構造物近傍など狭隘な水域にも適用でき、性能向上や大型化などにも柔軟に対応できるものとする。今後、さらなる改良を加え、各水力発電所用ダムの調整池や貯水池の有効な堆砂除去技術として採用していく予定である。

最後に本装置の開発ならびに現場施工に際して、ご指導・ご協力頂いた関係各位に感謝の意を申し上げます。