

3. 着座型タンパ式捨石均し機の開発

東洋建設(株)：牧野 栄一・*皿澤 薫
久保 滋

1 まえがき

捨石均しは、捨石マウンド面を平坦にならす作業であり、防波堤、護岸等の水中基礎工事における代表的な工種である。近年水中基礎工事は大規模、大水深化の傾向にあり、潜水士の高齢化、不足等により潜水士では、対応が困難となってきたり、機械化、ロボット化が強く要求されている。機械化、ロボット化の仕様として、①±5cmの施工精度 ②水深40mで施工可能 ③急速施工 ④安価な施工費等があげられる。当社では、この条件の基に1979年に機械式捨石均し機の開発に着手し捨石マウンドに着座して均し作業を行う「着座型タンパ式捨石均し機」を完成し、西宮市鳴尾浜で陸上実験、海上実験を行い良好な結果を得た。写真-1 陸上実験状況参照

2. 機械式捨石均し装置の現状

機械式捨石均し装置の現状は図-1に示す通りであり本機は振動締固め式にあたる。

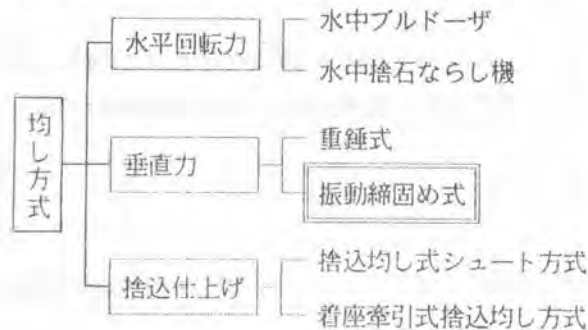


図-1 機械式捨石均し装置の現状

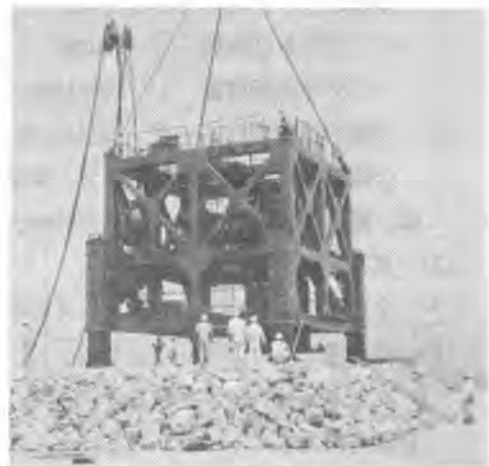


写真1 陸上実験状況

3. 装置設計方針

- ① 今までの機械式捨石均し機の実験結果より装置に加わる水平力を30トンとし、この装置が振動体であることおよび人の目に見えない所で使用する為できるだけ強固につくる。
- ② 海上より海底の均し機を遠隔操作するため各種センサー類は、フェールセーフを原則とし、異なったセンサにより2重計測し、一つのセンサが故障しても運転可能とする。
- ③ オペレータには、操作盤およびディスプレイより必要な情報をあたえ判断させるマンマシンシステムとする。オペレータが間違った操作をした場合、機械はインターロックされコンピュータより音声発生器を通じメッセージがでるようにする。
- ④ 海上と海底の均し機との通信は、多重電送によりおこなう。ただし応答速度を最優先し海上の操作盤と実際の動作にタイムラグを生じさせない。

4. 機械仕様

本機は、捨石マウンドを均すとともに目的によっては捨石層を締固めるものである。構造的には、上下振動を起こす起振機を内蔵した均し機（タンバ）とそれを保持し回転させる架台で構成されており、架台は姿勢制御用の伸縮可能な4本の脚を有している。（図-2 参照）

最大使用水深	: -40m	捨石の大きさ	: 10kg~200kg
均し精度	: ±5cm	標準均し面積	: 約200m ² /日
機械重量	: 138トン	脚伸縮長	: 2.0m
寸法	: 全長9.9m×全幅8.1m×高さ7.25m（脚縮時）		

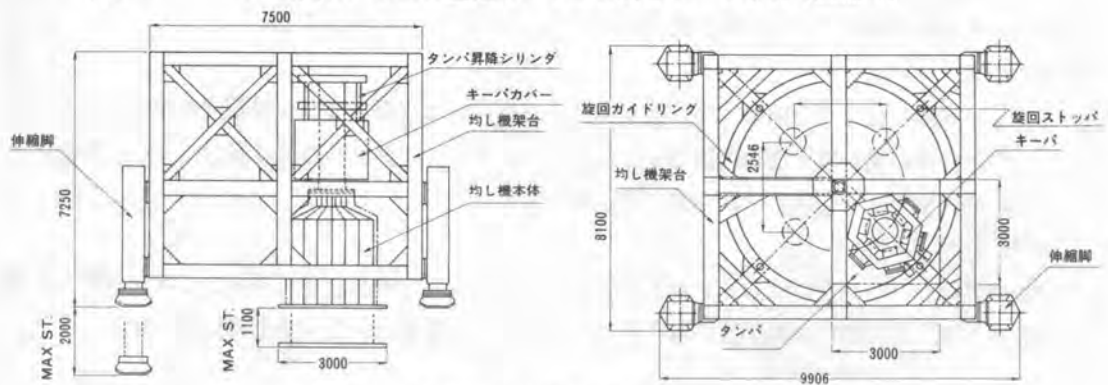


図-2 着座型タンバ式捨石均し機

5. 周辺機器

5.1 母船

母船は、150ton~300tonクラスの起重機船で、施工水深が深くなれば吊り代が大きくなり、それに伴い起重機船は大きくなる。

5.2 発電機

発電機は、500KVA可搬式発電機（起振機150KW入-△起動、油圧ユニット37KW直入れ、起動用）である。

5.3 制御装置

制御装置は、起動盤 操作盤 音探制御盤 操作用パソコンおよびディスプレイ で構成される。制御装置を 写真-2 に示す。

5.4 測量システム

均し機の位置決めは、光波または、レーザを用いた位置出しシステム等を現場条件にあわせて採用する。レベル管理は水中スタッフ及び潮位電送装置と水圧計による。



写真-2 制御装置

6. 均し機作業手順

均し機作業手順を図-3に示す。

①位置決め吊降し

起重機船より所定の位置に正確に吊降ろし捨石マウンド上に載せる。その後起重機船の吊りワイヤを緩め、対角にある2本の脚を伸ばしプレロードすることにより捨石面にしっかりと着座させる。

②姿勢水平制御

架台傾斜計、水深計を見ながら4本の脚を操作し、均し機架台を水平かつ所定の深度にセットする。その後各脚に加わる荷重が概ね等しくなっていることを確認する。

③均し作業

タンバ昇降シリングを縮め、均し機本体（タンバ）を捨石面に降ろし起振機を作動させる。均しモード作業の場合は、均し天端でリミットスイッチおよびタンバ深度計測器により自動的にとまる。締固めモードの場合は、手動で停止させる。

④タンバ移動

タンバ昇降シリングを伸ばしタンバを持上げ、均し機架台の中心を回転軸としてタンバを90度回転させる。この際に回転装置に取り付けた多素子型の音響測深器により均し面の計測を行う。

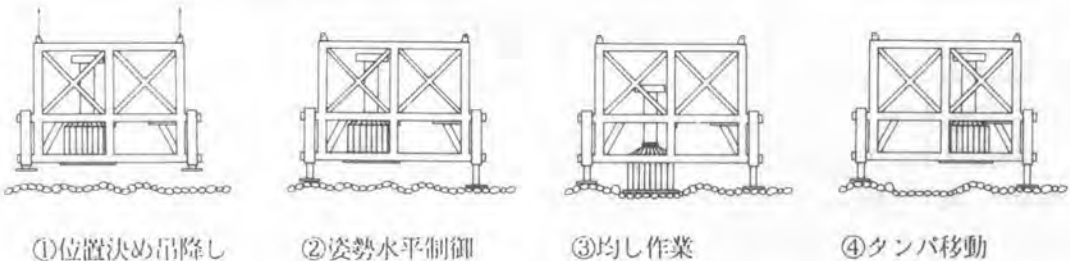


図-3 均し機作業手順

均し機作業手順③～④の作業を図-4の均し機旋回手順にしめす4地点で行いタンバを初期位置に戻し、一着座当りの作業が終了する

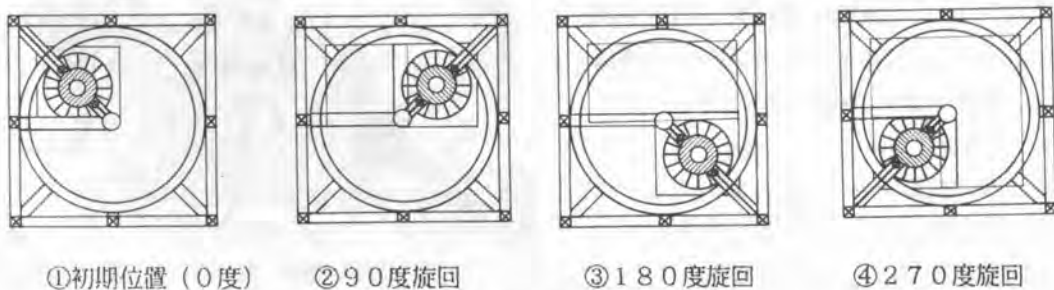


図-4 均し機旋回手順

7. 実験状況

陸上実験では、各機器の調整、性能確認、捨石均し実験を行い、均し精度±5cmを確認できた。また海上実験では、機器の耐水性、制御機器だけによる遠隔操作性および均し精度±5cmを確認できた。写真-3に均し後の状況（陸上実験）、写真-4に海上実験状況を示す。



写真-3 均し後の状況（陸上実験）

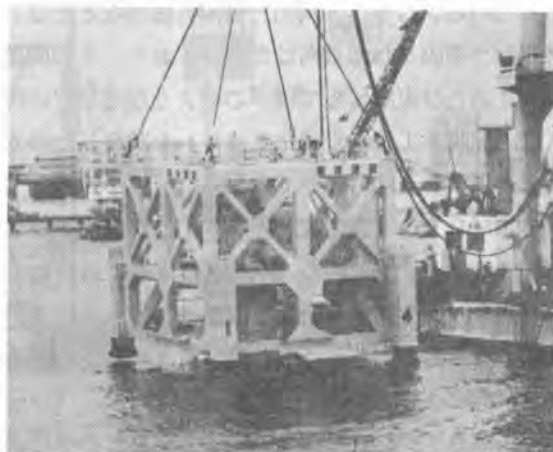


写真-4 海上実験状況

8. 特徴

- ①振動で捨石均し、締固めするため、平坦で強固な捨石ウンドが形成できる。
- ②捨石面に着座するため、海象に影響が少なく精度よく施工ができる。
- ③水深-40mまでのいかなる水深にも適応できる。
- ④一日当りの標準均し面積は約200㎡と急速施工が可能。
- ⑤機械化施工のため、大水深でも安全に施工できる

9. あとがき

今回開発した着座型タンバ式捨石均し機の制御装置は数年前ならば、技術的に不可能なところが多々ある。今後も新技術を取入れて本機をより施工性に優れたものとしたい。また捨石均し機として開発に着手したが、締固め効果もあると考えられ、今後も基礎研究を重ね、基礎地盤の均しだけでなく締固めにも用いるつもりである。

参考文献：（社）土木学会 建設ロボット委員会「建設工事における自動化ロボット化への展望」