

# 50. 捨石均し機および支援母船の 高波浪域施工への対応

東洋建設(株)：\*皿澤 薫・牧野 栄一  
森田 研志

## 1. はじめに

着座型タンパ式捨石均し機（以下均し機という：平成2年度本シンポジウムで報告済み、図-1参照）およびその専用母船であるL E T S - 1号船（以下母船という）からなる機械式捨石均し工法（LEVERING TAMPER SYSTEM）は既に多くの施工実績を挙げている。しかし、いずれも東京湾、大阪湾等の湾内（以下静穏海域という）における施工であり、長周期の大きなうねりが発生する海域（以下高波浪域という）での施工実績はない。外洋に面した海域での大規模な防波堤工事を施工するためには、均し機と母船を高波浪域で施工ができるよう改造する必要がある。そこで、茨城県鹿島港沖合いの海域を運輸省から『実海域提供システム』によって提供を受け、その海域で施工性確認実験を行い、問題点を抽出した。（その時の波高は有義波高で0.5~0.8m、周期は5~9secであった。）その問題点を解決するための新たな装置の開発、改造を行い実施工（常陸那珂港東防波堤工事）において長周期のうねりの中、無事施工をすることができたのでここに報告する。また同時に開発した水中位置だしシステムの概要についても述べる。

## 2. 高波浪海域施工の問題点と対応策

### 1) 吊りワイヤー衝撃緩衝装置の設置

当機械式捨石均し工法（図-2 施工概念図）は、母船から均し機を吊り降ろし、海底に着座させて均し作業を行う工法である。均し機と母船は常に吊りワイヤーでつながれているため、均し作業中には船体動揺分だけ吊りワイヤーを弛ませておく必要がある。高波浪域では、船体動揺が大きいため

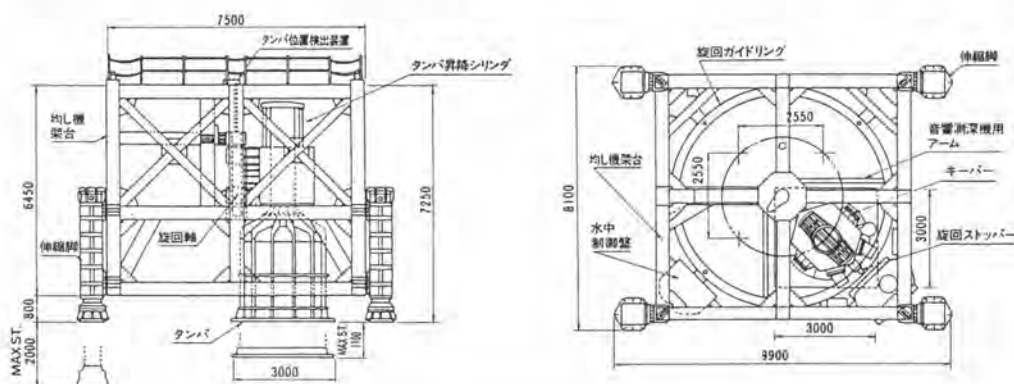


図-1 着座型タンパ式捨石均し機



図-2 施工概念図

弛ませる吊りワイヤーの長さも多くする必要があり、(吊りワイヤーは3本掛けのため、弛ませるワイヤー長は船体動揺分の3倍になる。)このため弛めた吊りワイヤーが均し機の油圧機器やセンサー等にかまったり、破損させたりする危険がある。また、ワイヤーの弛みが少ないと、母船が波によって大きく上下に動揺したとき均し機を吊り揚

げた状態になり、衝撃的な力がワイヤーに掛かり、ワイヤーを傷つける恐れがあると同時に、均し中に均し機を吊り揚げることも予想される。高波浪域での、母船の上下動はコンピューターでの船体動揺予測、および鹿島港沖での実験結果からの予測でも有義波高1mで最大2mにもなる。そのため、均し機吊りワイヤーを6m(2m×3本掛け分)以上フリーにし、フリーにしたワイヤーが均し機の上に垂れ下がらない様な衝撃緩衝装置が必要である。(写真-1) 衝撃緩衝装置は母船の檣頂部に設置し、滑車を利用して吊りワイヤーを横方向に引き出し、その滑車にカウンターウエイト(以下重りという)からのワイヤーを取り付け、吊りワイヤーを緩めたとき均し機の上にワイヤーが垂れ下がることなくその重りと滑車の動きで緩めたワイヤーの弛みを取る機構である。(図-3) また転船するために均し機を吊り上げる時、船体がうねりにより上昇するタイミングと操作員がウィンチを巻き上げるタイミングとが重なったとき、急激に均し機を吊り上げる可能性がある。その衝撃を緩和させる

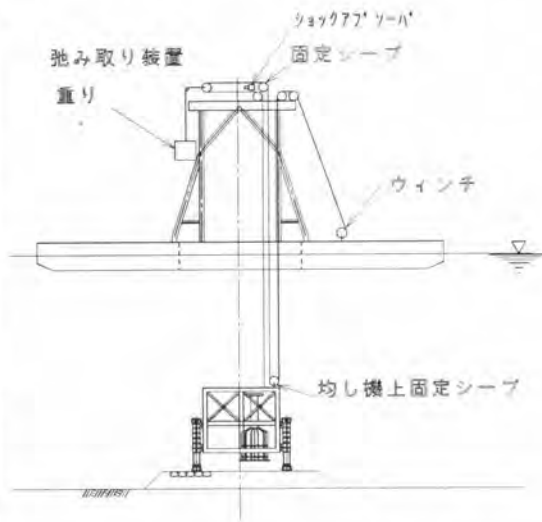


図-3 衝撃緩衝装置概念図

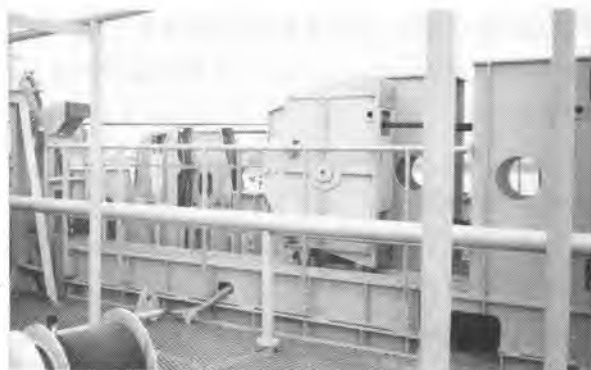


写真-1 衝撃緩衝装置

ための対策として、油圧式ショックアブソーバーをこの装置に組み込んでいる。この装置の設置により均し機と母船は、うねりによる上下の動揺が最大 2.6mまで発生しても対応できる構造となった。実施工で均し作業中に 2.3mの船体動揺を経験したが、何の問題もなく対応する事ができた。

## 2) 昇降ウィンチの自動制御システム

均し機は4点吊りで4台の昇降ウィンチで昇降させている。静穏域での施工では操作員が2人で均し機の傾斜状態を見て速度を調整しながら操作をしていた。高波浪域では、迅速正確な昇降が必要であり、一人で操作するシステムが必要である。このシステムは、操作員がマスターウィンチとなる均し機昇降ウィンチ（1号ウィンチ）を操作すると、コンピュータが他の3台のウィンチを操作し、4台のウィンチが同じ動作をするように指示を出す。その制御方法は4台のウィンチに取り付けた回転検出器で、コンピュータが繰り出し量を監視し、均し機が傾斜しない様に3台のウィンチの速度を制御（ウィンチの回転を検出）することである。このシステムの導入により、初心者の操作員でも簡単に運転することができる様になり、実施工においても天候悪化で船体が動揺している状態でも、安心して均し機回収作業が行えた。また、吊りワイヤー衝撃緩衝装置と昇降ウィンチの自動制御システムの組み合わせで、たとえ1台のウィンチが無負荷状態になっても、（4点吊りのため3点で吊る状態になりやすい）吊りワイヤー緩衝装置が働きウィンチドラムが乱巻きにならずスムーズな均し機の昇降が実現した。

## 3) 均し機の動揺対策

1日の作業終了後には、均し機を母船上まで引き揚げ、格納用の台車に乗せ固定する。その時、船体と均し機は動揺周期が異なるため、お互いに大きく揺れることがある。その揺れを抑えるために、母船側から均し機を拘束する必要があり、甲板上に油圧伸縮式の均し機拘束装置を設置している。静穏域では、均し機と母船とが開口部通過中に波による動揺で接触することはない。しかし、鹿島港の実験では、うねりで母船が1m近くも前後左右に動揺し、開口部通過中に均し機が母船開口部側壁に接触したり、船底に潜り込むことがあった。対策としては母船の開口部を補強し、船底部と側壁の接合部を丸く加工した鋼板で補強した。均し機側の対策として、均し機の頂部にゴム性の案内ローラーを左右に4基と前後に2基を取り付け、均し機上昇中に母船の船底に均し機が接触しても、案内ローラーが開口部の側壁テーパに沿って上昇しスムーズに昇降できる構造とした。（図-4参照）さらに、開口部の側壁に油圧伸縮式の均し機拘束装置を左右に2基増設し、均し機頂部が水面から出てくるとすぐに、伸縮式のアームにより均し機の動揺を拘束する構造にした。高波浪域の実施工では、均し機拘束装置は均し機の動揺を確実に止めることができ、スムーズに格納作業を行うことができた。

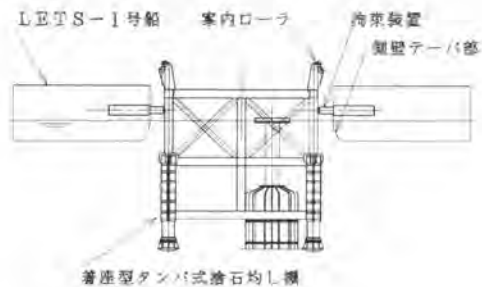


図-4 均し機拘束装置

#### 4) 水中位置だしシステム

静穏域での均し機の位置だしは、作業船位置だしシステムで母船の位置決めをし、均し機にからず母船にたちあげたスタッフの傾斜をはかる事で行ってきた。高波浪域では、母船が前後左右に動揺するため、船体の動揺で位置がずれる可能性がある。その対策として有効均し面積を少なくして対応す



写真-2 水中位置だし装置

ば（ラップを多くする）施工の効率が悪くなる。そこで作業船が動揺していても海底の均し機的位置を正確に測定する水中位置出しシステムを開発した。写真-2 参照 右より「音響受信器」「音響発信器」「中継ボックス」「増幅装置」「コントロールユニット」

システム概要は、

- ① GPS やデジタル測量機とジャイロコンパスを組み合わせた作業船位置だしシステムで船体位置を測定する。
- ② 傾斜計で船体の傾斜を測定する。
- ③ 均し機に2個の音響発信器を船体に3個の受信機を取付け、それぞれの距離を測定し船体と均し機の相対位置を検出する。図-5に装置取付位置を示す。

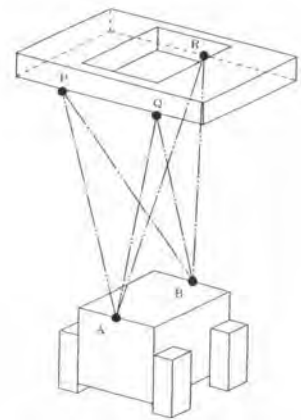


図-5 装置取付位置図

- ④ 以上の①②③の測定タイミングをコンピュータのソフト上であわせ演算し海底の均し機的位置をだすものである。

#### 3. おわりに

今回、LETS-1号船の高波浪対策の行い、常陸那珂港 東防波堤工事において、無事施工を終了することができた。この開発で高波浪長周期海域において、浮体構造物から水中作業機械を正確にかつ安全に海底へ設置する技術を確認したといえる。この技術は捨石均しに限らず、沈埋トンネルの沈埋函沈設や、防波堤開口部ケーソンの据付などの海洋土木工事に広く応用でき、尚一層の安全性と施工性の向上に、役に立つのではないかと思う。またこの技術が近未来の構想である海中都市、海中工場、海中牧場、海中倉庫などの建設工事の一翼を担うものと期待する。なお水中位置だしシステムについては、数現場の施工したうえで、次回詳細に報告する所存です。最後に、この開発に当たり全般的に指導を受けた神戸商船大学、実験海域の提供を受けた運輸省をはじめ、関係各位に紙面をお借りしてお礼申し上げます。