

VI-1 水中捨石基礎重錘式均し工法

北海建設株式会社 代表取締役 斎藤 潔

I . はじめに

現在、我が国に於て、水中捨石基礎の基面均しについては、依然として潜水士の人力作業に頼っている。しかし、めざましい建設の技術革新、又機械化により、この工法は順次実用化されつつありますが、一般普及には種々問題も多いのが現状であります。

永い間、港湾工事施工にたずさわリ、悩む事は潜水士の対策が一番であり、若く、知識、能力ある潜水士をいかにして確保するか、我々施工業者にとっては、工事完成の良否を決める問題点でもあり、港湾技術者が必ず直面する大きな悩みの種であります。

ある現場の出来事です。時化も治まり風になったので、大喜びで潜水士に潜ってもらった所、間もなく上ってきてヘルメットを外して報告するには“真暗で何も見えず、底うねりで身体も持って行かれる”“今日は休み”“これで仕事をやれと言うのは危険だ”これで、この現場担当者は一切どうすることも出来ない。

工程の遅れ、会社に対しての言い訳、発注者に対し説明、作業船、作業員の無駄な待機、会社から来る問い合わせ、この風はどうして作業出来ないかいくら説明しても納得してくれない。こういう場面はどこにでもあることです。

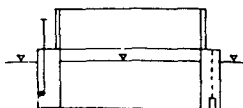
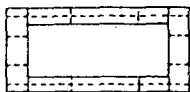
それでは、潜水士が水中で濁って見えないなら、我々が、水面上から少しでも手助けしてやる方法がないものか。工事が大型化したとき、どう対処したら良いか。永い間この壁に直面して来た結果、将来、避けては通れない壁であればなんとか少しでも潜水士の手助けになる方法を開発してみようと始めたのが経緯であります。

II . 開発の経過

- | | | |
|------------------|------------------------------|------------------|
| (1) 浮型枠 | (2) 枠定規船 | (3) 枠定規船 (バランス塔) |
| (4) 枠定規船改良 (双胴式) | (5) 水中遺形設置方法 | (6) 枠定規と重錘 |
| (7) 重錘 (トラス式) | (8) 浮重錘 (パイプ式)、改良重錘 (パイプ注水式) | |

(1) 浮型枠

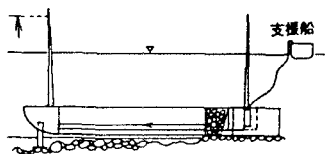
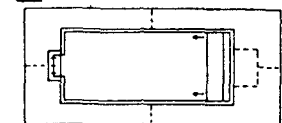
1 浮型枠



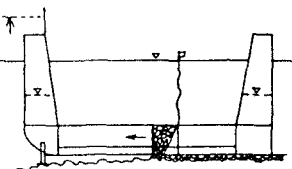
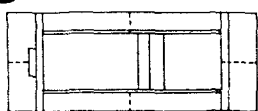
当時、漁港の防波堤でプレキャストコンクリートを施工していましたが、型枠が大型のため、クレーン能力が小さく木製型枠を傾斜台を利用して降ろしていましたが、風の日数がなく、注入のとき時化してくるサイクルのため、いつも手戻りが起きていた。原因は木製の型枠組立据付が貴重な風の間中かかることであった。そこで別図(1)の鉄製長方形の箱にバルブ、水中ポンプ、空気孔をつけ、タイロット貫通孔をつけたものを干潮時に浜で組立て、満潮時に浮かし筏にしておき、メタルホームで残り部分を乗せ、現場で沈降位置決め、浮上沈降、固定、砂利投入、注入、取外し、一連の工程が水の力、空気の力を利用して大型の型枠が簡単に移動出来、良い結果が出ていた。潜水士に意見を聞いた所、枠の中はうねりもないし、体も持って行かれないうし、作業が楽だとの報告であった。それでは、この浮型枠を大きくして定規を取付け自由に沈める方法があれば均しも兼ねることが出来るのではないかと考えたのが枠定規船である。

(2) 枠定規船、(3) バランス塔

2 枠定規船



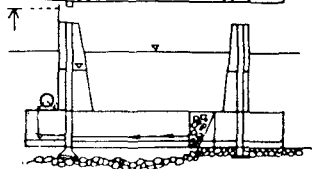
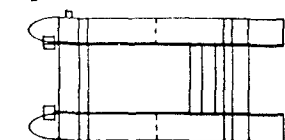
3 枠定規船 (バランス塔付)



陸上実験では、2本の走行レールを敷設して、その上を散布し目ら移動する貯石ホッパーを車輪で強引に移動させて実験した所、良好な均し面が得られたので、その貯石ホッパーを別図(2) 定規船に取付け実験を繰り返して、釧路西港の護岸工事に実施してみました。結果は支援船が小さい、沈降のとき横すべりする、等々、種々問題点が生じたので別図(3)の様にバランス塔で解決して再度実験してみました。結果は前段の荒投入、補給船、捨石の粒径、ブレードウインチの力不足、等々の問題が生じた。

(4) 枠定規船 (双胴式)

4 枠定規船改良型 (双胴式)

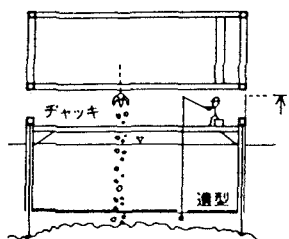


次に、船首と船尾に、ジャッキ4本を取付け、別図(4)の双胴式に改良、ブレードウインチも強力にして実施した所、中割石30kg~100kgなので均し面は引っ掛かりが大きいので、船をゆすり、反力が4本の足に行き、沈むと計画高の維持が出来ない。再度修正、補給船待ち、等々問題が生じた。

種々な問題点が発生したうち、致命的欠点があった。

- (イ) 寸法が一定であり種々な断面に対応がむずかしい。
- (ロ) 移動、沈降、避難に時間がかかる。(作業中、時化て来たとき)
- (ハ) 均すとき捨石の大きさによって反力が4本の足にくる。
- (ニ) 4本の足が法面にあるときは常に高さが狂う。
- (ホ) 計画高の修正に時間がかかる。
- (ヘ) 均し面に締りがない。(小割石は良好な均し面が得られる)

5 水中遺形設置方法



長所については

- (イ) 荒投入した上に沈降してレベリングで一度に遺形出来る。
- (ロ) 海底のセンター、高さが水面上で操作、修正出来る。

これ以上の開発は続行しても水深の深い所、その他、上記の欠点は解決出来ないと判断し、解体、まぼろしの船になりました。

(5) 水中遺形設置方法

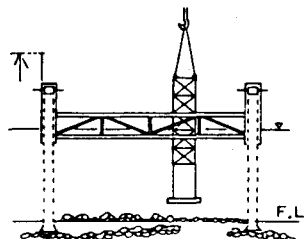
次に遺形が設置出来る長所を生かし、この枠定規を水面上上げることで、海底のセンター、高さが水面上で操作、修正が簡単に行える。別図(5)の水中遺形設置方法を研究、改良を加えたのです。

それは、クレーン船で荒投入した上に吊降ろし、センター、高さを水面上で作業員が行い、それだけで海底に短時間で遺形、センターが出来上がり、隅りで見えない所でも、遺形上より投入、仕上げ均しを行った所、今までより何倍もの早さで作業が進む様になりました。能率が良い原因は、遺形が早く設置出来る、仕

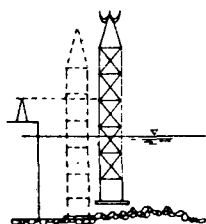
上投入が遺形を基準にして行なえるので正確に投入出来、潜水士の手作業が省けるのが大きな要因であることが解りました。

(6) 枠定規と重錘

6 枠定規と重錘



7



いままでは、手作業の場合も含めて、荒投入は計画高より低く投入して遺形を出し、その遺形を基準にして潜水士の判断、指示において仕上げ石の過不足を補充し均しを行っていた。

しかし、これだけうまく均しが出来るのであれば今後は計画高より高く投入しておき枠定規の基準に従って枠内を重い錘で突き固め水面上の規準点で止めれば海底も計画高に一致する筈であろうと今までの発想の転換を図ってみた訳です。陸上実験の結果、良好な均し面が得られたので別図(6)の枠定規と重錘の組み合わせで均し作業を実施したが結果は、枠のフレーム直下の捨石が大きいと、枠に重錘がぶつかり高さが狂う。クレーン船のリーチが不足して枠の隅まで均しが出来ない。作業中、時化て来たとき重錘のワイヤー取外しが出来ない。クレーン船の吊能力によりフリー落下もワイヤー掛け数が多いとドラムの逆回転が多いためブレーキの焼損があるなど、問題も多く出ましたが長所もあった。クレーン船の直巻能力を大きくしフリー落下もワイヤー掛け数を少なくすると、落下エネルギーを利用出来るので多少の荒投入の所があっても対応出来ることが解った。

又、均し面の締りが良好であり、枠を外し一回毎に固定点から計測してオペレーターに無線で知らせると、立体的な数字を、クレーンの巻上で、加減して、ストロークを決め平面的には、重錘の傾き具合で高い位置を見定め、その、位置が重錘の真心に落下する様に旋回して、フリー落下する、再び計測して後いくら下げれば良いか知らせるので再度繰り返すことにより $\pm 5\text{cm}$ 迄、丁寧に仕上げる事が出来る様になりました。能率を上げるため重錘面積を広く、重量を重くしてクレーン船の能力を高めても長さに限度があり、トラス式の重錘を継ぎ足しても落下のとき自己の重量で圧縮(ちょうちん現象)のため部材の損傷、継ぎ足部の損傷等、解決しなければならない問題もあったが水深の浅い所での施工成績は良好で現在約15万 m^2 の実績を得て来ました。又、能率良く仕上げ均しを行なうには、前段の投入をいかに重錘重量に合せ $\pm 10\text{cm}$ に投入するかが一つのノウハウになって来ました。

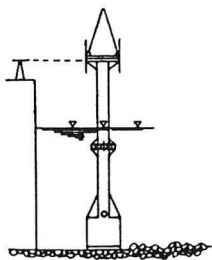
いよいよ、 $-20\text{m} \sim -35\text{m}$ の仕上げ均しの時代になって来ましたが、クレーン船が現在あるもので、 $-20\text{m} \sim -35\text{m}$ に均すには、今のトラス式では到底むずかしい。重心が上になるので落下、着地してもふらふらの状態で、吊ワイヤーの取外作業中にいつ倒れるかの、危険が伴う。又、長尺物でも断面部材は、同一で、少しの接触でも損傷が大きい。クレーン船のブーム長さを大きくしても、吊込みに曲げが起き、これ以上長い重錘は無理であることが解った。

(8) 浮重錘、改良重錘

又、壁にぶつかりましたが、今までの経験で、重心を出来るだけ下げ、浮心を上に、の原則に基づき、別図(8)の注水式浮重錘別を考案しました。概要は、一升ビンを水面に横に浮べ上から注水して底の方から沈め、残りの空気で浮いているうちにクレーン船の側で吊ワイヤーを掛け、終了後、完全に注水し作業を行なう方法であります。

-15m の均しに20mの重錘で実施したがパイプ式で頑丈なため、今迄とは違った良さと取扱が容易に

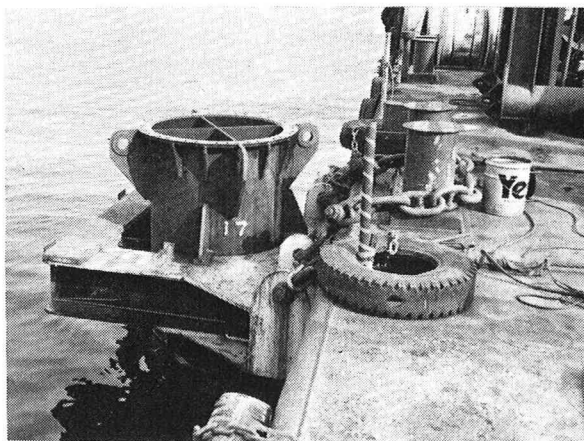
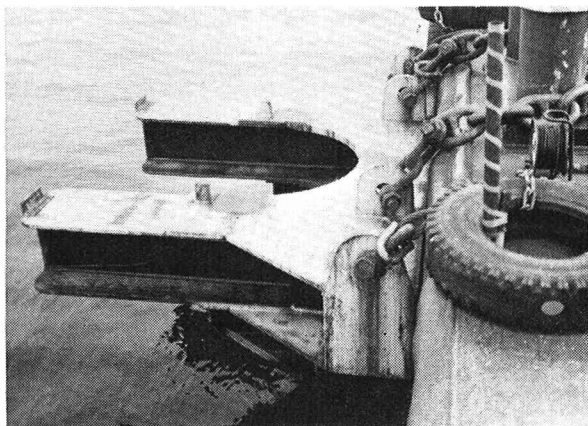
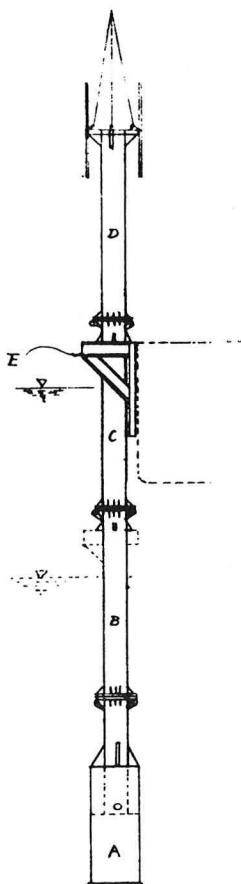
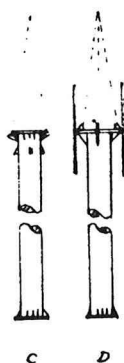
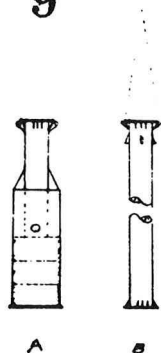
8



なった。前述のトラス式長尺物と同じで、落下させ、仕上げ均しが終り、均し面が平らになってからも揺れる状態であった。これは、水平に浮かすため浮力のバランスで上部、下部共、同一の重さにするための結果で、このまま $-20\text{m} \sim -35\text{m}$ の均しに必要な長さで推計すると、到底むつかしく、又危険も伴うことが、解った。要は、長尺の重錘の重心を下げ、いかにして簡単に継ぎ足し、引き起こし、クレーンフックに吊下げ、ワイヤーの掛け外しが出来るかが、大水深に対応出来る大きな問題点として解決しなければならなかった。

そこに、水深 -35m で本工法の重錘を使用、 3m 毎に何層も締固めた後、 -26.0m の仕上げ均し $\pm 5\text{cm}$ の施工案件が出て来ました。条件は、クレーン船は 100t 吊級、 $\text{m}^3/\text{水中} 7\text{t}$ 、締固め落下ストローク $2\text{m} 3$ 回落下、ブーム吊代、 17m しか確保出来ない。重錘底面 6.25m^2 で計画すると、約 50t の重量が必要であり長さは 35m に干渉差の分だけ補助定規を使用する様に計画したが継ぎ足す方法が問題であった。

9



そこで重心を出来る限り下方に、上方を軽くの原則に基づいて、上方を鋼管パイプφ1mにして重心を下げ、均し終っても安全に直立する様に、継ぎ足しフランジはボルト締付けし組立て方法の解決を計った。

先づ、別図(9)の単体A、B、C、D、を吊金具Eでクレーン船の舷側に吊下げる。写真(1)クレーン船での吊代一杯にA、Bを継ぎ足して吊降ろし水平方向に移動しA、Bを水中に降ろしEに挟込む、降ろすと受金物でEに仮預けの状態となる。次にCを継ぎたす。写真(2)再度、吊上げ水平方向外側に移動、C部を水中へ吊降ろして再び仮預けD部を継ぎ足すことで、深さを利用し本方法の解決が出来た。

この場合、重量が50tにもなるとクレーン船の傾斜が起きてくるので、バラストタンクで調整を計り吊金具Eは常に水平で重錘の受金具に均等に荷重の分布を計った。以上の継ぎ足し作業が終るとクレーン船、船首方向へ旋回して-35mでの、締固め作業、均し作業を行なうことが出来る様になりました。作業終了後は写真(3)の通り、直立しているの、クレーン船上より、吊ワイヤーを外し浮標ワイヤーをつけ帰港する。台風、時化で倒れても極厚鋼管で製作しているので損傷もなく、浮標ワイヤーを吊上げ、短時間で均し作業に掛り-35mでも変わりなく能率良く作業が出来る様になりました



写真 - 1

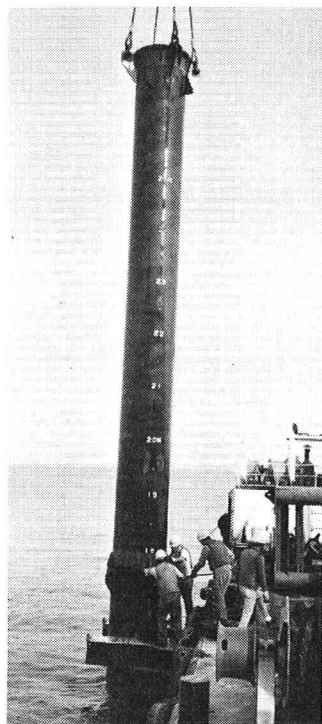
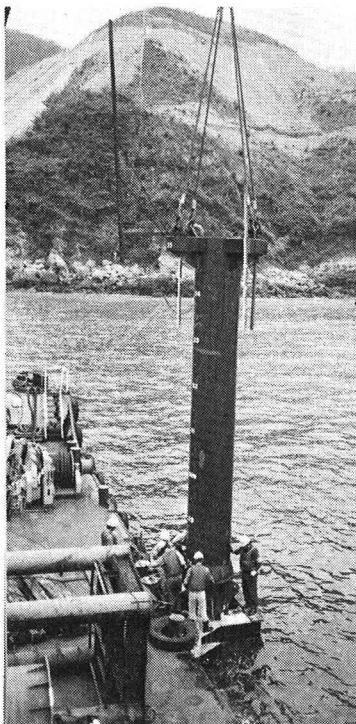


写真 - 2

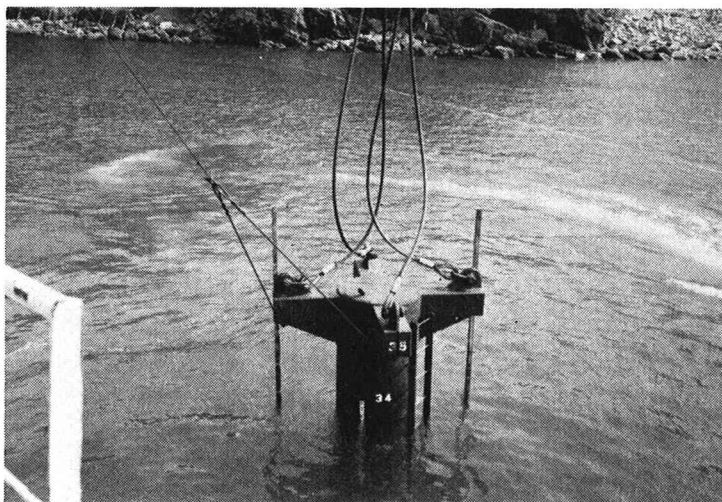


写真 - 3



写真 - 4

III . むすび

以上の様に均し面についても、水深の浅い所、また深い所でも通常使用されているクレーン船で、簡単に施工出来、潜水土の省力化に役立つ様になって来つつあります。一般の港湾工事には必ずクレーン船、グラブ船を使用するので、基本的な捨石投入のノウハウを知ることで誰でもすぐ覚えることが出来る様になります。均し面の出来上がりも写真(4)の様に据付物も±5cmを確保出来る迄になりました。種々試行錯誤を繰り返して、永年、実施してみた結果は、昔行なわれていた杭打ちのタコつきと一緒に、極めて単純な方法です。重力の法則、落下エネルギーの利用で大きな効果があり、単純であるため故障も少なく、どなたが御使い頂いても解り易い、この様な方法でも水中捨石均しが出来る様になって来ましたが、ここで問題はこの工法の実績を確保する過程で、潜水土の容易に確保出来る地域では無用な競争は避けなければなりません。出来るだけ条件の悪い所で、潜水土の納得を得た所のみ、進めて来ております。技術の進歩はめざましく、明日には、これ以上の工法も開発されて来ますが、私共では明日に向かってたゆまず技術の革新を続けて行きたいと願っております。

終りに官工事現場で最初に試験工事に御採用頂いた、開発局苫小牧港湾建設事務所、始め御協力頂いた皆様に深甚な感謝を申し上げますと共に変らぬ御指導を御願申し上げむすびとします。