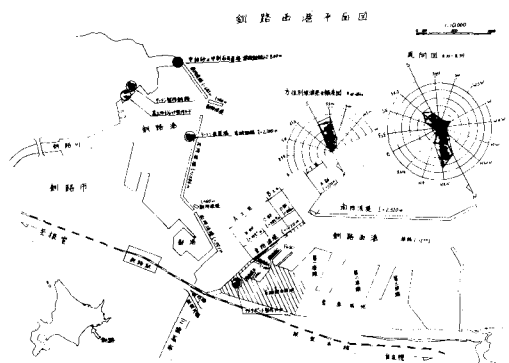


外洋における釧路西港東防波堤施工の一例

正員 鏑原 召力 *
 正員 ○ 富田 幸雄 **
 正員 移川 任教 ***
 正員 三浦 孝雄 ****

1 はじめに

近年外海に面した位置に、防波堤の施工がなされる様になり釧路西港(図-1参照)も物資の集散地としての重要な役割を果たすために現港では、施設拡張の余地がなく、今後ますます発展する流通機構に備えて、昭和44年度より着工している。



外海に面した港湾の施工で話題にのぼる八戸・小名浜・鹿島港などと同様、外海特有の海象、気象条件のきびしさに加えて、釧路地方は、表-1の如く、12月より3月迄平均気温も零下を記録し、更に霧の発生日も年間を通して108日を示し、北海道東部特有の建設条件を余儀なくされ、これに対処すべき施工計画の緻密性が要求されている。

ここに、あげるのは北海道開発局釧路開発建設部発注(47年度)の釧路西港東防波堤当工区(現在施工中、図-1のA工区)の施工方法についてである。

釧路西港と他港の自然条件を対比し、その後、工種別に實際施工及び、施工上の問題などを提示し、施工者の立場から報告するものである。他港の施工と大差のない

船団の編成かもしれないが、外海に面したケーソン防波堤の施工・計画・積算に役立てば幸いである。

2 自然状況

(1) 気象

釧路地方に於ける気象状況を表-1に示す。気温は年平均 $+5.5^{\circ}\text{C}$ という低い値を示し、特に12月から3月迄は零下を示し、最低気温 -28°C を記録している。

表-1 釧路地方月別気象表

単位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年	備考
平均気温 $^{\circ}\text{C}$	6.4	6.2	2.1	3.2	7.7	11.1	15.4	17.9	15.2	9.6	3.3	2.7	5.5	
最高気温極値 $^{\circ}\text{C}$	26	25	15	18.3	28.0	28.0	29.7	30.8	27.1	22.6	18.7	12.4	30.8	昭和44年
最低気温極値 $^{\circ}\text{C}$	-28	-27	-24	-14	-6.6	-0.4	3.3	5.4	-2.2	-6.7	-15.2	-25.7	-28.3	昭和44年
月降水量 mm	76	52	44	67	90	110	112	104	131	153	115	68	61	1112
日降水量最大値 mm	76	37	93	88	80	114	122	113	182	120	59	52	182	昭和44年
最大瞬間風速極値 m/sec	30.5	25.0	23.4	23.7	26.0	29.3	21.6	28.5	29.0	31.0	26.4	26.4	30.3	昭和44年
降雪の深さ最大値 cm	61	47	40	44	5					0	22	32	61	昭和44年
月平均霧日数 日	2	3	5	8	17	16	18	18	15	8	3	2	108	昭和44年以内 の観測値

冬期間11月下旬より3月上旬頃迄のケーソン据付けは可能であるが、ケーソン上にかぶる波が15 cm ~ 20 cm ぐらいの厚さで氷結し、作業上の非効率化と作業員の動作の鈍化は避けられない現況にある。又、釧路地方は霧の発生で知られているが、年間を通して切れ間のない事が表-1よりうかがわれる。早朝に発生する霧については、晴れるのを待つて作業を進めることができるが、日中、突然に発生する霧については、作業船が航路を見失い、座礁、又は船舶同志の衝突という危険が伴うのは事実である。少ない作業可能日をいかに最大限利用するかによつて外海の施工は決定されるので、この霧の発生で施工能率、作業の安全性が非常に妨げられている事は釧路西港の特異性である。

* 大成建設(株)札幌支店釧路西港(作)所 長

** 同 上 同 上 工事主任

*** 同 上 上 上 工事主任

**** 同 上 上 上 工事係

(2) 海象

外海における防波堤施工は論を待たず、波浪条件により施工計画、施工方法が決定される。

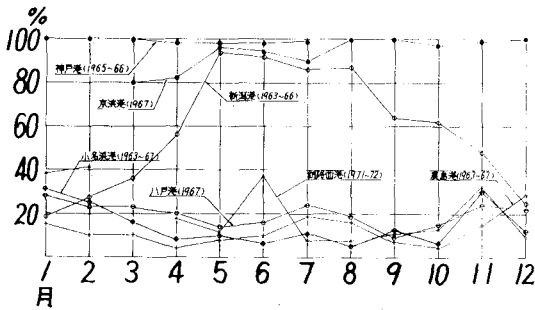
鹿島、小名浜、八戸港などと同様、釧路西港も外海特有の波浪特性を有している。海象データーは過去2年間しかなく不足ではあると思うが他港と比較して作成したのが図-2～9、迄である。

a) $H \frac{1}{3} \geq 0.5$ mの月別発生頻度

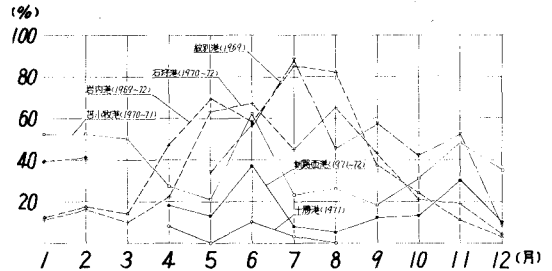
従来の実績によれば、 $H \frac{1}{3} \geq 0.5$ mであれば海上の全作業が可能と判断されるので、その発生頻度を図-2に示した。釧路西港の場合も外海に面した各港と同様の傾向を示し、その発生頻度は極めて低く、月別の最大でも、40%、年間平均では20%前後であり内海の神戸、京浜港、日本海側の新潟港と比較して大きく異なる点である。

これに加えて冬期間の海水温度の低下も、潜水作業能率に影響を与える事大である。

$H \frac{1}{3} \leq 0.5$ m波の月別発生頻度

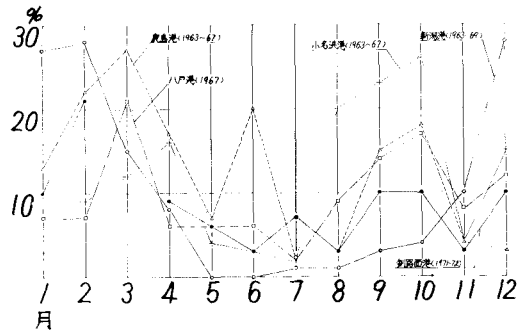


北海道各港の $H \frac{1}{3} \leq 0.5$ m 発生頻度表



ちなみに北海道、太平洋岸の釧路・苫小牧・十勝港、日本海岸の石狩・岩内港、オホーツク岸の紋別港など、各港の $H \frac{1}{3} \geq 0.5$ mの月別発生頻度を図-3に示した。太平洋岸の釧路・苫小牧・十勝港とも同様な外海特有の傾向を示しており、十勝港の場合データー不足ではあるが最大で10%、平均で4%とほとんど皆無に等しいのが注目される。又、参考に $H \frac{1}{3} \geq 2.0$ mの月別発生頻度を他港の資料内に釧路西港の資料を入れてみたのが図-4である。やはり、8月、9月の台風発生期、2月の台湾坊主発生期には、他の太平洋岸の各港と同様、発生頻度の高い傾向を示し、又、日本海の新潟港とは正反対の傾向を示している。

$H \frac{1}{3} \geq 2.0$ m波の月別発生頻度



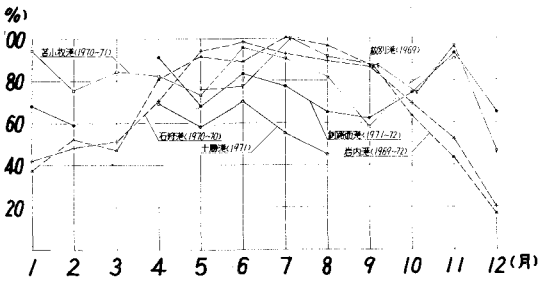
b) 限界波高及、作業可能日と稼働率

当工区船団編成での、工種別稼働日の最大の有義波高を末だ、施工途中であるが、実績からまとめてみると、捨石投入 $H \frac{1}{3} = 1.4$ m、捨石均し $H \frac{1}{3} = 0.9$ m、テトラポット据付 $H = 1.1$ m、ケーソン据付 $H = 0.9$ mである。

他港の施工例からしても、 $H \frac{1}{3} = 1.0$ mが、現状では各作業の限界を示しているものと判断できそうである。

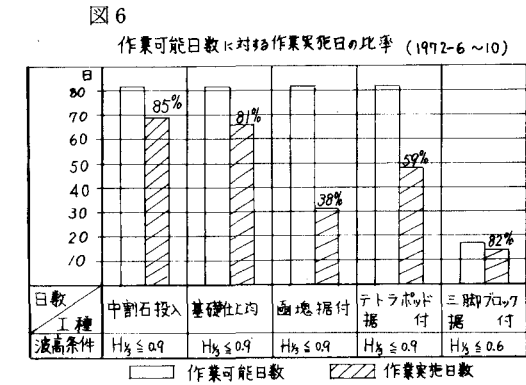
捨石の投入で $H\frac{1}{3}=1.5\text{ m}$ と記録されているが、これはガツト船による荒投石故、一般的でないと考えられる。その観点より北海道の各港の $H\frac{1}{3}\geq 1.0\text{ m}$ 月別発生頻度をまとめたのが図-5である。

北海道各港の $H\frac{1}{3}\leq 1.0\text{ m}$ 発生頻度表



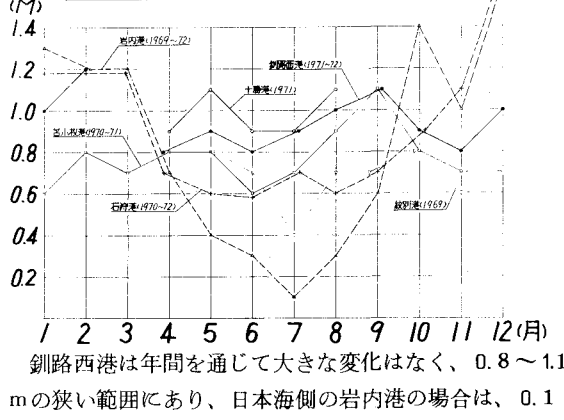
ここで問題になるのは $H\frac{1}{3}=0.5$ から 1.0 m の間の波高である、釧路西港の場合最低の月62%、年間平均すると75%、になつていて、かなりの出現率の様にみうけられるが、波の周期、波高、風速、風向、潮流、海水の透明度霧の発生及、作業相互の関連性などが影響して100%の稼働率にならないのが現実である。

上記観点より47年度施工に関し、稼働可能日に対する作業実施日の比率をまとめたのが図-6である。



c) 北海道各港の月別平均波高
道内の釧路、苫小牧、十勝、石狩、岩内、紋別港の波の静穏度と季節による波高の傾向を比較する目安として月別の平均波高を示したのが図-7である。

図7 北海道各港の月別平均波高

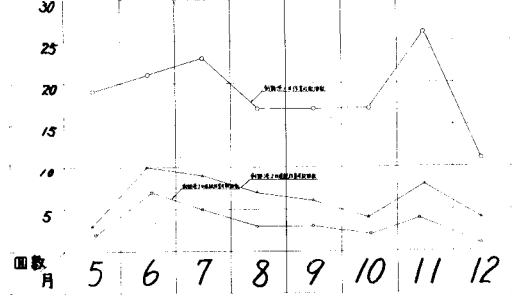


釧路西港は年間を通じて大きな変化はなく、 $0.8\sim 1.1\text{ m}$ の狭い範囲にあり、日本海側の岩内港の場合は、 $0.1\sim 1.6\text{ m}$ と広い範囲にあるが、5、6、7、8月と夏の4ヶ月間に平均波の小さい値が集中している。このためこの4ヶ月間に集中的な作業が可能となるであろう。しかしながら釧路西港の場合は年間を通して同じ様な平均波なので、一定期間集中した作業ができないため、日・時間単位で、集中した密度の高い仕事の可能な作業編成をしておかねばならない。

d) 月別連続作業可能回数

連続作業可能日の出現回数は、ケーソンの据付け工程を決めるうえで重要な資料となり、ケーソンが大型になる程完成断面まで長時間を要するため、2～3日間の連続作業可能日の出現回数が問題となる。その観点より、月別の発生頻度を図-8に示した。

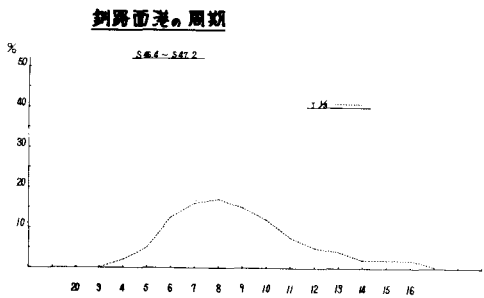
図8 釧路港の月別連続作業可能回数 ($H\frac{1}{3}\leq 1.0\text{ m}$)



外海の波の特性の一つとして、来襲波の周期が内海のそれにくらべて長いことがあげられているが、図-9に示す如く、釧路西港も鹿島、小名浜、八戸の各港の例と

同じく、7～10秒前後の周期が最も多く、最大は17秒にも達している。周期の長い波は一見穏やかに見えるが、実際は潜水作業、ケーソンの据付け、消波ブロックの据付け、等に与える影響をみのがす訳にはいかない。

図 9

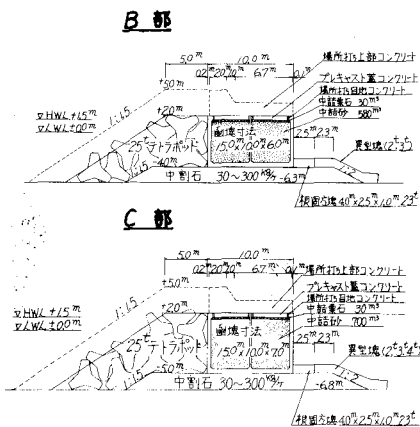


f) 海水の透明度
鉧路西港の位置が新鉧路川の河口に位置しており、沈澱物による海水の汚濁があり、外海特有の海象条件に加えて透明度のない事も防波堤建設に大きな影響を与えている。一般に潜水夫による捨石均し作業は4～5mの透明度で標準作業といわれているが、ここ鉧路西港東防波堤の場合は、0.5m前後で透明度のはとんどない事からして盲作業の状態にあり、能率は非常に低下している。

3 防波堤の施工

(1) 要旨
47年度施工の当工区は図-1に示すA、B、C工区の中、A工区647.6mである。防波堤断面は図-10の如くであり、消波ブロックの据付けがケーソン据付けと同時に施工にならねば災害を受ける危険性が非常に大きく、ケーソン据付け作業との相互関係で相当の神経を使つた。尚、参考に当工区施工数量をあげると表-2の如くである。

図 10



鉧路港東防波堤標準断面図

表 2

昭和47年度鉧路西港東防波堤A工区工事数量

工種	材	数量	摘要
施工延長	m	647.6	
基礎	捨石投入	17340	20~300%
	砕石	7420	
	砕石上均し	5340	
	横石	2133	
本体	面地据付け	29	
	中粒砂据付け	8692	
	中粒石	842	粗粒石
	表イロツツ製作	60	21% 67%
	面地コンクリート	40	15%
	合端ブロック	24	62% T=10%
根固	基礎据付け	118	21% 67% T=10%
	除去	10	
	美砂基礎据付け	326	2% T=10%
		220	1% T=10%
	製作	880	2% T=10%
	据付け	240	
消波工	美砂消波据付け	1678	21% T=10%
	据付け	222	
上部工	場所転コンクリート	6109	

2、で述べた自然状況の各資料及、外港防波堤の参考資料などを基礎にし、受注数量から、船団、機械の編成を計画したのが表-3である。
A工区は既設部と隣B工区との間の工区であるため、当初、陸方向からのみ施工を計画したが、据付け日は船舶の航行が激しく潜水作業に危険をおよぼすため、ケーソン部の均し作業は中断せざるを得なかつた。もとよりケーソン据付けは、基礎部の均し如何によつて決り、作

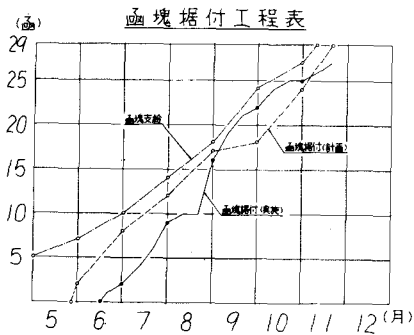
業可能日に対する均し作業の稼働率をあげることは即ち全工程の進捗を決る重要な要素となる意味で途中からではあつたが、B工区側からも均しを行い、両部分施工とした。参考までに計画と実施のケーソン据付け工程表をあげると図-11の如くである。

表3

機 械 名	性 能	数 量	主 要 な 用 途
起重機	100t	2	ケーソン据付け
ポンプ	1000馬力	2	ケーソン据付け
クレーン	100t	2	ケーソン据付け
台 船	1000t	2	ケーソン据付け
電 船	1000t	2	ケーソン据付け
潜水船	1000t	2	ケーソン据付け
測量船(通称)	1000t	2	ケーソン据付け

船 団 及 機 械 一 覧 表

図 1 1



10月末現在で計画と実施がほぼ一致しているが、前年度に作業可能日の多かつた、6、7月が悪く工程の遅延をみたが、8月下旬から9月にかけて天候に恵まれ好結果がでている。遅延をみた時点で、資料不足による計画の誤りかとも思われ、船舶、潜水夫など追増している。函塊支給と函塊据付けは工程表を見る限り問題はないが、実際に色々、論議の対象になつた事は否定できない。余裕のある函塊製作、支給は種々難点を抱えていようが外海の防波堤施工上から問題点を一つでも少なくしていかなければならない観点より今後の課題であると思われる。

(2) 施 工

a) 基礎捨石投入

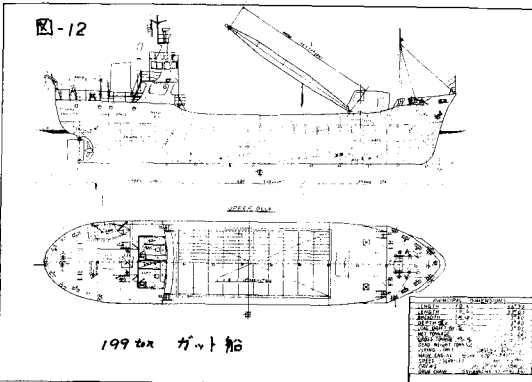
(i) 方法

妨波堤基礎マウンド用の割石は原石山よりダンプトラックにて積出し、岸壁迄直送し堆積する。海上輸送に当つてはガット船(199ton型、250m積み)を採用し、積み出し岸壁より、約3.0km沖合の投入場所迄航行、あらかじめボンデンで標示された個所に投入する。この際、透明度の悪い海の状態なので入念にレッドによる深浅測量を行い、過不足のない投入を行なう。

割石の仕様は30~300Kg/ケであるが、施工には目つぶし仕上用に30~80Kg/ケと、荒投石用の80Kg/ケ~300Kg/ケの2種類とした。又、消波ブロック据付部は波浪による吸い出しを防護する為に300Kg/ケ級の割石を投入している。

ii) ガット船の採用

ガット船(図-12)の採用にあつては、艀(200~300ton級)に割石を積み込み(はね出し棧橋よりトラツにて落とし込む)タイヤショベルをのせて現地にて押し出して投入する工法と安全性と工費の点で相当論議を行つた。



- ガット船工法の短所は主として
- ① 水深-3.5m以上の積み込み岸壁が必要である。
 - ② 作業可能日が極めて少ない為、工費が高くなる。
- 又、長所は主として
- ① 波浪に対し安全に作業が行なえる。
 - ② 1回の積荷、投入量が多い。
 - ③ 作業人員が少なく済む。
 - ④ 船、ショベル等の船舶・機械が不要
 - ⑤ 捨石の過不足個所をクラムシエル又はオレンジピールバケツで迅速に処理できる。

- ⑥ 天候の急変（霧、波の発生）時、迅速にしかも安全に退避できる。

艇工法と比較してのガット船は上記の如く種々異論はあつたが波浪の状況・工程・安全性の点からその採用に踏切つたのである。

ガット船の作業能力が大きいだけに、施工数量の多少が工費に与える影響は大であるが、ケーソン据付け時、中詰砂の投入などにも急速施工上兼用されることを考えれば、今後の工法の一端になるのではないかと考える。

特に北海道の場合、起重機船を含めて作業船舶は、数、種類など本州の比ではなく、回航し、工事期間中拘束することになり、この点も今後の計画に際しての課題と思われる。

iii) 基礎捨石の沈下量及、余盛り

外海における基礎捨石の沈下に対する余盛を調べるうえで47年度施工分に対して調査を試みたが、基礎沈下はわずかながら現在も続いており、長期的な沈下状況をのべるには資料不足である。

表 4

釧路港東防波堤基礎捨石の沈下量

沈下量測定時 捨石の先行状況	中詰終了時の沈下量	据付後1ヶ月以上 経過後の沈下量
前年度捨石と完成した部 (5箇)	平均 13.5 m	平均 40.0 m
前年度荒投石(完成天端より 50%低く)を行なふ部 (7箇)	40.5	118.0
今年度捨石工事を行なふ部 (8箇)	36.5	93.0

(注) 沈下量は測量隅角部4点の平均値で表わした。

ケーソンを据付けた時点の沈下（初期沈下）については表-4にあるように捨石の先行投入による差があらわれており、初期沈下は捨石の先行が早ければ小さくなっている事がわかる。捨石の先行が3ヶ月以上あつたものは、先行のないものに対して約半分の値を示している。

余盛は前年度捨石済みの箇所については15.0cm、今年度捨石箇所については10.0cmとして施工にあたつた。計画、施工にあたつてはこれら余盛を見込んでの割増し数量の考え方が必要である。

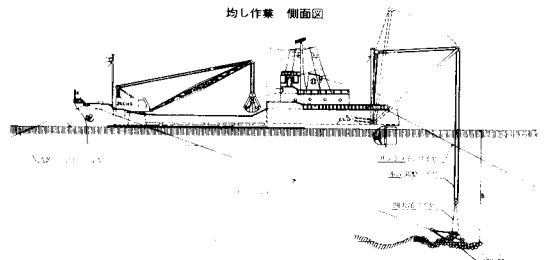
b) 基礎捨石均し

i) 均し船の採用

防波堤の施工で一番時間がかかり、手がかかるのは、

ケーソン基礎捨石均しである。外海特有の海象条件と透明度が特に低い事などに依る作業能率の低下を考慮し、又、昨今腕の良い潜水夫が段々居なくなつてきている。現実の解決策として、この均し作業に対処すべく図-13の様な均し船を使用した。内海での施工及、砂、或いは小石（30Kg/7位）での実績はあつたものの、外海での施工は初めてであつただけ疑問点のあつた事は否定できない。

図 13



ii) 施工

施工計画より30cm~50cm下りで前記ガット船にて荒投石をレッド測量により行うのであるが、時に計画面より高い投入が生じたり、更にこの上にも目つぶし用仕上げ石を入れた場合、石のかみ合せによつて大石の除去は非常に困難になる。従つて荒投石の終つた時点で均し船により法線と直角方向に引き均しを先ず行い、仕上用の石を投入のあと、更にもう一度均し船による均しを行なつた。

北海道開発局港湾工事仕様書では、捨石基礎仕上均しについて計画面に対し±3.0cmと規定されている。申す迄もなく内海のように静穏な状態が期待できない為、結局は $H_{1/2} \geq 0.5$ m程度で均し船による均し作業を行つたが、規定内の精度は残念ながら得られなかつた。

iii) やり方

やり方はタル木机を割石中に埋め込み、貫板の丁張材を3~4m毎に設置する一般的な方法をとつたが、透明度の低い海という特異条件があるため、その設置、検測には長時間要している。この時間を少しでも短縮できぬものかと、丁張として角パイプ（60mm×60mm）に白ペンキを塗り見える様にし更に杭は鉄筋棒にかえ、止め方もクランプ式にしたり、潜水夫の作業を容易にすべく工夫をしたりした。結果は作業時間を木材施工の二割減

にできたが、9月の台風、低気圧の発生時期以後、丁張材が破壊される事は木材と同じだが、鋼材故にその処理に時間がかかり現在は木材の使用に戻っている。

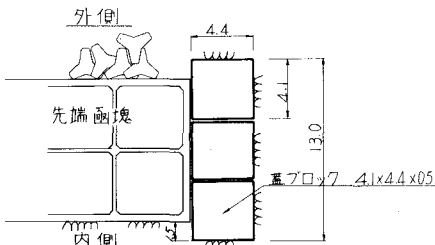
均し船を有効に使用して、やり方を設置しないで基礎捨石均しの施工が可能とならないか、その場合どの位の仕上り精度となるか、そのためにはどんな設備、方法が必要になるか、など、現在の均し船では未解決の類に属する論議を呼んだが、ケーソンの据付けが均しの速度如何によつて決る現状で、早期に解決したいのは我々ばかりではないと思う。

画期的な均し工法は地方、地方の実状にあつた精度の考え方と相まつて今後の課題の一つでもあり、透明度の低い港の施工にあつては更に、よい方法を考えねばならないだろう。

iv) 洗堀防止

小名浜港での函魂端部、割石の防護にL型ブロックの使用が効果をあげている事は既に聞いているが、当工区でも広い面積のものが効果をあげるとの同じ考え方から了解の上、函魂用蓋コンクリート（鉄筋挿入、4.0m×4.0m×0.5m）を使用した。図一14の如くである。その効果あつて均し面の被災は丁張材以外は現在の所極少である。

図-14



釧路港における防災根固ブロック

c) ケーソンの据付け

i) 準備

ケーソン据付けの作業編成は表-5の如くである。作業にあたつて浮上、曳航するケーソンには安全ネット及据付け用の台付ワイヤーを仕込み、既設ケーソン上に起重機船でウインチ（30）、1台を設置し、ケーソンの破損を少なくするため緩衝材として大型トラックのタイヤを4～5本準備する。

表5

ケーソン据付・トラ据付編成表

名 称	形状・能力	数 量	備 考
曳 船	150HP	1 隻	ケーソン曳船・据付
起重機船	自航全装置 100t級	1 隻	ケーソン据付・トラウ・トラ(25t)
ガット 船	1993型 600HP	2 隻	ケーソン据付・中継の投入
潜水夫		2~3 名	注水バルブ 取付 撤去
台 船	550t	1 隻	注水バルブ 取付 撤去
ウインチ	30t	1 台	ケーソン据付
水中ポンプ	6 吋	2 台	ケーソン据付
発電機		1 台	ケーソン据付
その他 注水バルブ等		1 台	

ii) 浮上

浮上は夜間作業がほとんどで、加えて霧の発生する時間帯なども考えて、レーダーの有しているガット船で行い、水中ポンプ6吋（2台）、発電機75HP（1台）を常設した。

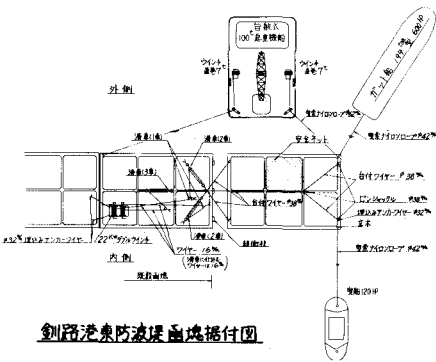
iii) 曳航

据付け地点迄、約2.0kmを、1時間余りでガット船或いは曳船（150HP）1隻で曳航する。

iv) 据付け

据付け方法は図-15の如くで、順を追つて説明してみる。

図 15



釧路港防災堤防据付図

- ① ウインチにて除々に既設ケーソンに引き寄せる。
 - ② 引き寄せた、ケーソンにワイヤーを仕込んだあと、マウンド面より50cm位いの一次注水を行う。この場合潮流が相当に強いためケーソンが堤内側に流される傾向があり、その為、起重機船（800IP）ガット船（600IP）を堤外側へ配置し曳綱を取つてこれに対処する。
- アンカーブロック工法は、時間短縮上、操作上、安全

作業上、など外海施工のうえから種々問題点も多いという事で当初から大型船団編成を考えて計画にあたつたのでこの据付け方法に踏み切つたものである。

起重機船（100ton、800HP）は、テトラポット運搬、据付け専用の考え方であつたが、ブッシャー船として利用したり、ケーソン据付け完了と同時にテトラポット据付けを施工せねばならないので、その待機中にケーソン据付けの補助作業を行つている。

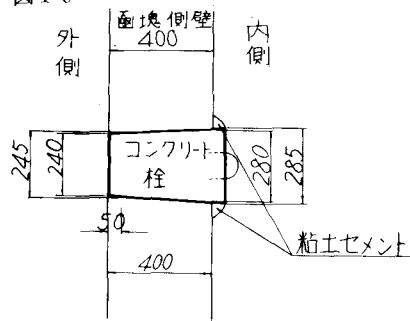
- ① 一次注水完了後、ウインチ及、各船の曳綱を引き締め法線の測定とうねりによるケーソンの動きをみながら二次注水のバルブ開閉を繰返し、法線、目地間の所定の許容範囲 30 cm におさまる様、ウインチ、各船の曳綱の最終締付を行い、うねりの周期をみて最終注水をし据付けを完了する。最終注水のタイミングが悪く、据付け精度が許容範囲外の場合、ポンプ排水を行い、浮揚し同様の作業を繰返す。

なお、うねりによる既設ケーソンと新設ケーソンの激突によるケーソンの損傷を、少なくするためトラツクのタイヤを数本用い又、ケーソン法線の調整や目地間隔の調整には木材を用いている。ケーソン隅角部の損傷は鉄筋などの露出する事もあり補修が難しいだけに、鹿島港の鉄板巻の様な、何んらかの方策が必要であらう。又、注水バルブの数は本年度の場合 4 ケ（ $\phi 250$ 2ヶ $\phi 300$ 2ヶ）であるが据付けの際に函魂上にどうしても 4 人乗らねばならず、波浪によるワイヤーロープの急激な張り、キンネンブロックへの極端な力の具合、ショックによるワイヤーの切断などの危険な据付け作業を見る時、安全対策上何んらかの改良案なきかと、現在、当技術室にて、注水バルブ開閉の遠隔操作化を研究中である。ケーソンが大きくなるに従いバルブの径を大にするか、個数を増やす事になるが、大きくすれば重量の点で取扱いに難であり、数を増せば、上記安全性の上で問題もでそうであり今後の課題点であらう。

V) 注水孔の処置

径 250 2ヶ 径 300 2ヶの計 4 ケの注水バルブが取付けてあり、据付完了後ただちに潜水夫 2 組にてバルブ本体を取はずし、既製の円すい型コンクリート栓を詰め端部を粘土セメントにて填充する。図-16 参照

図 16



注水孔の後処理方式

IV) 中詰砂、雑割石

ケーソンの中詰は砂を使用している。埋立地（西港背後）より現港南埠頭（平面図-1 参照）迄ダンプトラックにて運搬する。堆積された砂をトラクターショベル（1.9m³級）でガツト船（250m³積）の届く所迄押し、自船のクラムシエルで積み込む。積み終つたガツト船は据付け地点迄約 3.0Km を航行し投入する。ケーソン天端より、65 cm 下りが砂の天端であり、投入を終えた時点で海水があるため、水中ポンプ（2 吋）又は、サイホンで水を揚げる。更に 15 cm の厚さに割石（150 %）を敷き人力にて均す。

この場合の問題点は、捨石の場合と同様、3-(2)-(a)-(ii)で記述した点が揚げられるが更に釧路港の場合は作業基地が極端に狭く分散しているという余儀ない現状では、ケーソンが大きく又、施工数量が増大するにつれ、施工計画にあたつて取り組まねばならない重要な点であらう。

雑割石の点で

- ① 雑割石の積込、投入、均しの手間と時間が思いのほか要する。
- ② 砂と割石の積込投入が別段取で編成せねばならない。などがあげられるが、ケーソン据付けは目地コンクリート打設迄、波浪予測をもとに連続作業で行なわねばならない事を考える時、万一天候の急変で中詰砂の保護が必要な時のみ、臨期的に雑割石の投入、もしくは他の方法をとるべく準備してあれば、砂のみで良いのではないかと案も考えられ検討を要したい所である。

(VII) 蓋コンクリート

蓋コンクリートは全部（29 函）プレキャストコンクリートとした。大きさは 4.0m×4.0m×0.5m で重量は 20 ton

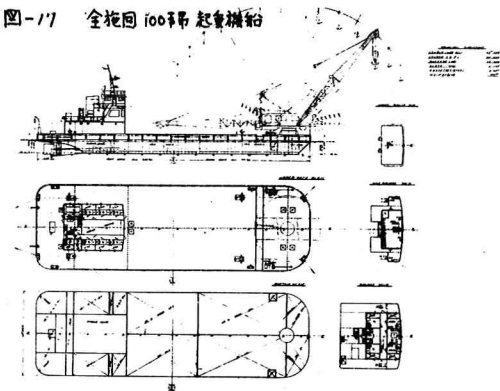
弱であり、埠頭前面（平面図－1 参照）で製作、養生完了後、現場近くの波浪の影響の少ない防波堤に仮置きをし、据付け時にもう一度運搬を行つている。仮置き、据付けに際して慎重にクレーン操作を行うが、コンクリートに亀裂が発生し、再度作らねばならない事を考え鉄筋を配筋しこれに対処した。

1 函当りの蓋ブロックの寸法（縦・横）は目地間隔を等しくしたため異なり、又、上部工との関係から半数の蓋ブロックに凸部（2.0m×2.0m×0.5m）を設けているため仮置きの際狭い場所だけに仕分けに労を要している。吊作業性からも蓋のフラット化を望むのは、我々ばかりではないと思われる。

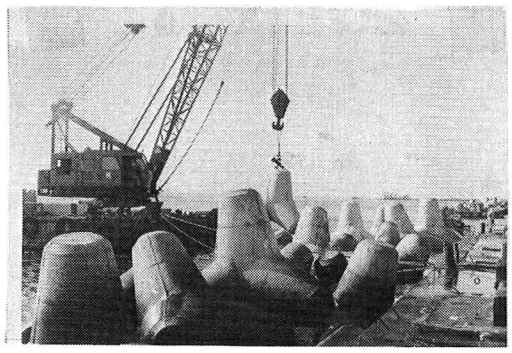
(viii) 消波ブロックの据付け（乱積み）

ケーソンの据付けと同時に消波ブロックとして堤外側にテトラポット 25ton の据付けを行つた。これはケーソン据付け時の必要条件であるので、計画には波高に対する能力の問題、リーチの問題などから自航、全旋回、吊り荷重 100ton、更に甲板に 16 ケ（368ton）、積載出来る起重機船を採用した。（図－17 参照）

この船での据付限界波は $H_{1/3}=1.1\text{m}$ であつたが、うねりの周期の関係もあり又、ブーム、ワイヤー、アンカー各キンネンブロック、モヤイロープ及、船体自身の安全性の問題から、この船級では $H_{1/3} \leq 0.7 \sim 0.8\text{m}$ で計画されるべきであろうと思われる。又、 $H_{1/3} \geq 0.9\text{m}$ になれば舳船よりの取込みが危険で困難な事は他港の例と同じである。



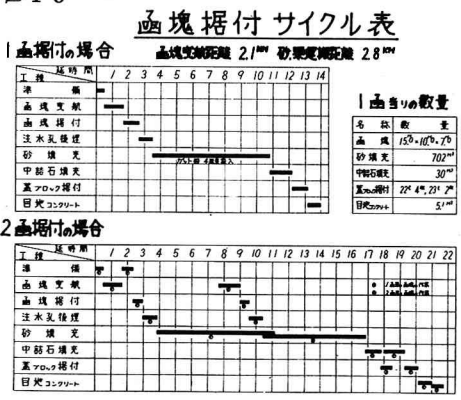
写真－1 テトラポット (25 ton) 据付け



(ix) ケーソン据付けサイクル

ケーソンの 1 函及、2 函連続の平均据付けサイクルタイムは図－18 の如くである。

図 18



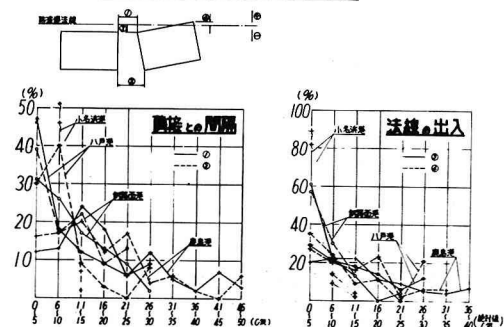
サイクルタイムの 65 % を中詰砂と中詰栗石で占めているが、これは堤外側で消波工の作業を行つているため、堤内側のみより中詰砂投入を行つている理由によるものである。それにしてもケーソンが大型化し、中詰めの量が増してくる程、中詰投入時間の占める割合は増してくる。未完成断面での被災は避けねばならず、波浪条件から時間の短縮を考える時、機動性ある船舶の施工計画をたてる事が必要であろう。

(X) ケーソンの据付け精度

釧路西港のケーソン据付け精度の実績を、鹿島、小名浜、八戸港の他、外港の例と比較の意味で取りまとめたのが図－19 である。

図 1 9

函塊据付精度の実績



d) 根固めブロック

断面図-10に示すごとく防波堤の堤内側基礎捨石の被履工として施工するものであるが、海象条件から、クレーン船での整積み作業は低能率であり、透明度が低いという悪条件にもあり、従って潜水夫の危険が伴なわなという悪条件にもあり、従って潜水夫の危険が伴なわなといえ、整積みによる法面被履は今後の課題の一つであろう。

e) 上部工

46年度ケーソン据付け部の上部コンクリート工 (13M×10M×1.5M) を47年度に施工したものである。陸続き故、打設済みの上部工から鋼製の仮栈橋を設置し、生コン車をこの上にのせ直接打設の方法をとった。写真-2参照

型枠組立から打設まで、1日、1回の打設で完了(約200m³)であるが、この施工方法だと養生の間は前方へ進めず施工日数不足の恐れがあつたので、何とか静穏な日を有効に使用したく連続打設ができないものかと、ポンプ車打設を検討し、実施に踏み切つたのである。

写真-2 上部コンクリート打設



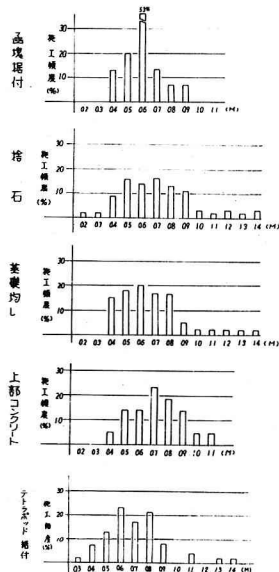
配合、スランプなどの問題があつたが、圧送距離が短かく、直線であることより規定内におさめることができ日程の短縮に成果をあげている。なお、型枠は厚板(30mm)セパレーター(φ13mm)を用いている。災害は3回受け型枠を流失している。

4 各作業と波高との関係

各作業と波高別の作業頻度を、今後同種の計画の参考になればと思い実績を図-20に示した。

図 2 0

各作業の波高との関係



H1/3≧1.0mが作業の限界を示しているものと思うが、捨石の範囲が広く分布しているのはガット船工法の特徴を表わしている。

5 あとがき

釧路西港の海象自然条件の各港との対比を2で説明し、3で当工区施工方法に考察を加えながらのべ、4で作業の実績から計画し実施した船団編成での限界波高をまとめた。

北海道の場合、重要港湾といつても作業用船舶が非常に少なく当工区の施工にあつてはその大部分を本州より回航し使用している現況である。今後、年度毎に函魂も大きく、又、函数も増大するに従い急速施工、完成断面迄の時間短縮の意味からも作業基地を含めた施工計画を練り直す必要があると思われる。

作業可能日に対して稼働率は波高のみで作業可能と判断しても、周期、うねり、透明度、予期せぬ潮流など、

自然条件の他、船舶、潜水夫の交錯などにより100%とはならない現状であるがこれは当初の作業編成の計画によつて大きく左右されることでもあろう。又、北海道では、1月、2月、3月は寒冷地の特殊条件から作業能率が極端に低下するので今後の計画と実施の場合一考しなければならない点である。

以上、施工者の立場から記してきたが御理解ある判読をお願い、計画、積算などに役立てば幸いです。まとめるにあつて、北海道開発局釧路開発建設部釧路港湾建設事務所、日本気象協会北海道本部釧路支部の皆様にご協力していただきましたことを紙面を借りまして厚くお礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 西田俊策・赤塚雄三・和智昭市：外海におけるケーソン防波堤施工方法の研究，土木学会論文報告書 No. 171， P. 43～63、1969-11
- 2) 運輸省第二港湾建設局：“外海における防波堤の施工方法とその問題点”，第19回直轄港湾技術研究会資料， P. 1～78. 1968年11月
- 3) 北海道開発局：港湾工事仕様書、北海道開発協会、 P. 1～165 1972 追録