

天 塩 港 に つ い て

準 員 留 萌 開 発 建 設 部 八 木 実

目 次

1. 位置及び地勢
2. 天塩河港の港としての利点及び欠点
3. 天塩河口導水堤の工事経過
4. 気象河況並びに海況とその影響
5. 導流堤の工法
6. 導流堤の施行
7. 将来計画

要 旨

天塩河港の昭和30年度中間報告並びに河口状況を

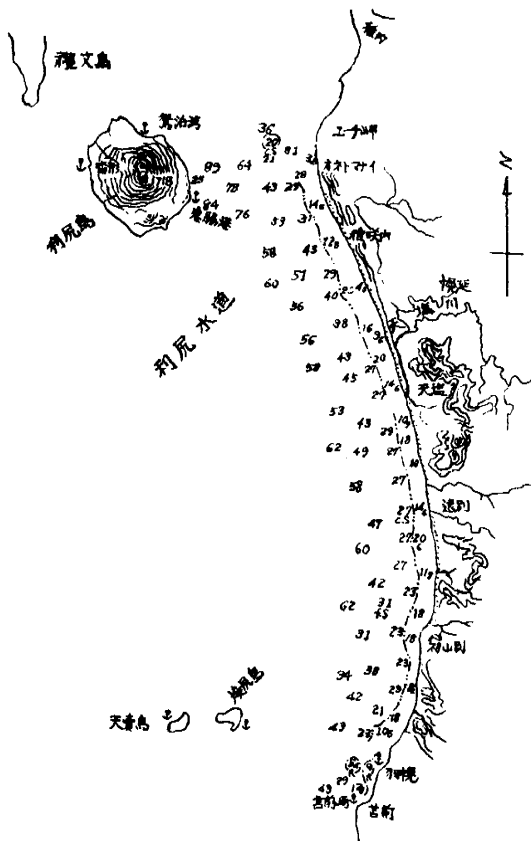


図-1 地形図

述べ、今後この種工事を施工計画せられる方々に多少の参考となれば幸と思つて書いて見た。

1. 位置及び地勢

天塩川は遠く北見山脈の南部に聳える天塩岳 (1558 m) にその源を発し、土別・名寄・美深・音威音府・天塩中川・幌延及び天塩町を通り日本海に注ぐ延長約 300 km、流域面積山地 4,629 km²、平地 960 km² の計 5,589 km² であり、各地に農業が盛んである。

天塩港は稚内港と留萌港の中間に位し、略南北に走るユーチ岬と苫前崎を結ぶ円弧状の海岸線 (約 100 km) の略中間北寄りにあり附近海岸線地質は砂質である。又天塩の北西方面には利尻富士 (1718 m) をもつ利尻島と礼文島があり、略南西方面には天売焼尻の両島がある。天塩港は天塩川の河口に位しその位置は、北緯 44°52'40"、東経 141°44'300" である。海岸段丘が発達して居り天塩町はこの海岸段丘にあり、天塩川は河口より 8.5 km 上流附近より海岸線に沿つて南流し、細長い砂嘴を形成している。天塩港よりの各方面の対岸距離は図-2 の通りである。

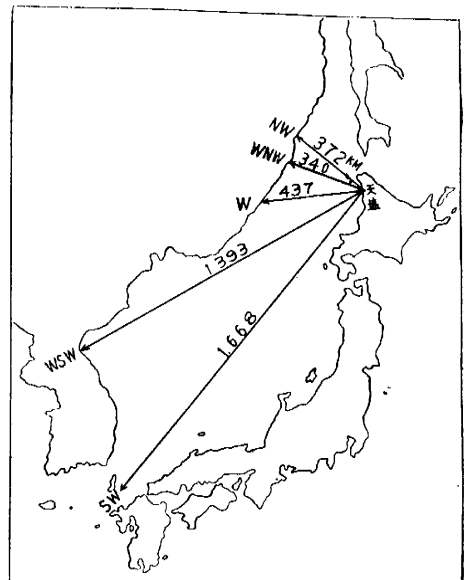


図-2 対岸距離

2. 天塩河港の港として利点及び欠点

① 利 点

(a) 河口内水面が広大で水深も(→)6m程度に保たれ右岸砂嘴のため波浪の遮閉が完全である。即ち天然の内港として人工を待つ迄もなく直ちに利用出来る。

(b) 天塩川の相当上流迄内陸水路として使用出来沿岸港敷地が広大である。

(c) 護岸延長を幾らでも取り得、道路鉄道に近い地域に堀込式の船溜を作り得るから荷役経費の軽減が考えられる。

(d) 船虫の害が少なく殺虫の役割を果し得る。

(e) 流水濃霧の発生がない。

② 欠 点

(a) 冬期河口砂洲が発達し河口幅を狭め春の融雪、解氷期に増水のため流速が極めて大となり漁船の出入に困難を感じる。

(b) 河口前面海底に発達する砂畦(Sand ridge or Bar)のため出入船舶の大きさに制限(30t)がある。

(c) 河口部の船舶出入航路となる滞筋が一定でないで、不案内の漁船及び夜間の入港が危険である。

(d) 冬期河口内部の天塩川水面が結氷して冬期の使用が困難である。

(e) 沿岸漂砂の移動が烈しく洪水時相当の掃流土砂を河口に運搬する。

(f) 最大洪水量と渇水量との比が大きき、渇水量小さいので(e)と相俟つて修築が難しい。

(g) 冬期渇水期間が長く流量も過少で港口前部の砂畦のフラッシュが望めない。

以上の利点及び欠点を確実に知つて港湾計画を樹てねばならない。然しこれらの欠点を除くに足る計画は、港湾工学上解明されていない問題が多い。

3. 天塩河口導水堤の工事経過

天塩が港として使われた最初と思われるのは、今より200年程前の徳川時代に利尻並びに樺太経営の寄港地となつたとの事で、又鯨漁期を終えた後天塩川の豊富な鮭鱒の漁獲に当つた。

当時は川岸一帯樹木鬱蒼として昼なお暗く、鮭鱒の豊漁な事は想像外で網を結ばずして魚を獲つたとの事である。

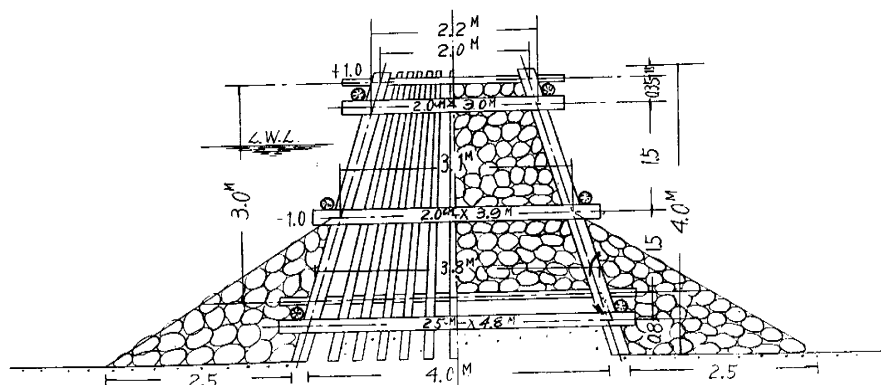
河口は明治時代から現在の河口附近にあり、この豊富な木材の移出が盛んとなり沖に大型汽船が拾数隻碇泊して沖荷役を行い、この繁営に伴ない雑貨を積んだ帆船も相当入港した。

この頃は何等河口の改修に意を用いず、従つて稍大型帆船は河口前面の砂畦に座礁しその対策の一つとして、評判の高い秋田県の某寺に多額のお布施を電報替為で送り神仏の助けを借りたと云う事である。

併し昭和の初期に至り漸く木材の乱伐がたり底をつき、町も相当衰退し余り重要視されなかつた漁業に力を注ぎ、鮭鱒漁の他鯨が北方に移動して来たので此が漁業に意を払い、又天塩西方海上拾数海里に在る武蔵堆のタラ場スケソ場鳥賊等を眼前にしているが、河口特有の滞筋変化並びに水深が浅い為出漁出来ず河口改修の声が高まり、昭和6年11月地元民の要望がかなつて試験工事として着工するに至つた。

昭和6年より8年度に於いては板柵120m 混凝土矢板145m 及びロクシナイ川の取付護岸50m 土俵積袖護岸として120mを施行している。

この鉄筋混凝土矢板はA(長8m)、B(長7.4m)二種を交互に水深約(→)3.6mの箇所に根入約3.0mで打込んだもので、天端高は1.5mとなつている。錨碇棒は長7.0mである。この打込を終つた翌年昭和9年春の融雪水には耐えたがその年の秋の出水で、昭和9年度に施行した



図—3 昭和10年度石柳工

20mの矢板と共に倒壊してつた。9年度の秋にはその先の延長として図-3に見られる両法石柵を以て施行している。昭和10年度には前年度と同工法で矢板倒壊部160mを施行し、昭和11年度にはロクシナイ川の流入口を根部に導き、12年度に於いては当初施行した板柵と矢板施行部を結んで一応の導水堤の形態を整えた。

然し昭和9年、10年に施行した石柵工法も完全ではなく、石柵の破壊或は詰石の流出がありこの為昭和13年度に於いては導水堤に亘り捨石補充を行い、蛇籠を捨石表面にはわせ流水に耐えしめる様施工した。昭和14年度には両法石柵に蛇籠をはわした工法で延長18mを施行している。(図-4 参照)

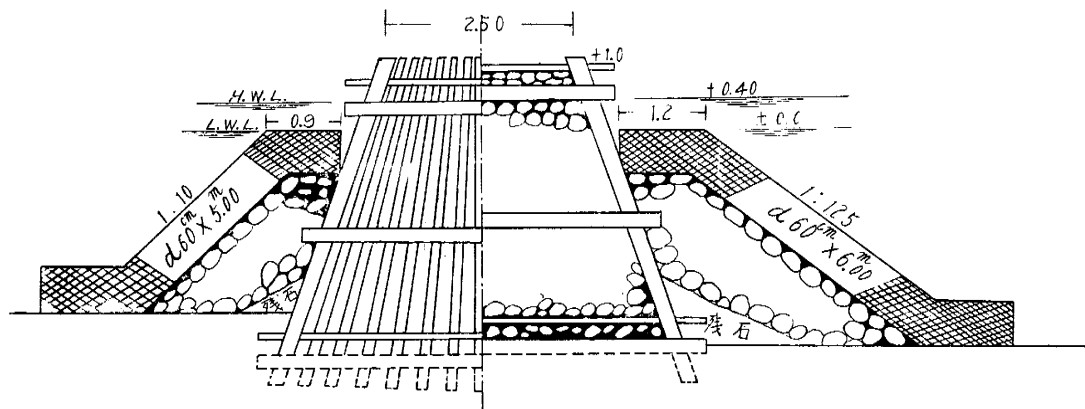


図-4 昭和13年度 石柵改良工法

昭和15年既設部の捨石補充及び蛇籠をはわせて補修を行った。

昭和15年8月2日に襲来した暴風雨は、相当の降雨をもたらし水位上昇と河水の激突に依り、導水堤先端部18mを残して延長180mに亘り石柵は殆んど沈下或いは

飛散する災害を被つた。この復旧費が昭和16及び17年度に配付され施行を終り、引き続き140mに亘つて場所詰混凝土工法で昭和18年度に復旧し(図-5 参照) 附帯工として、ロクシナイ川を現在の位置導水堤起点に迂回せしめる様板柵を施行した。

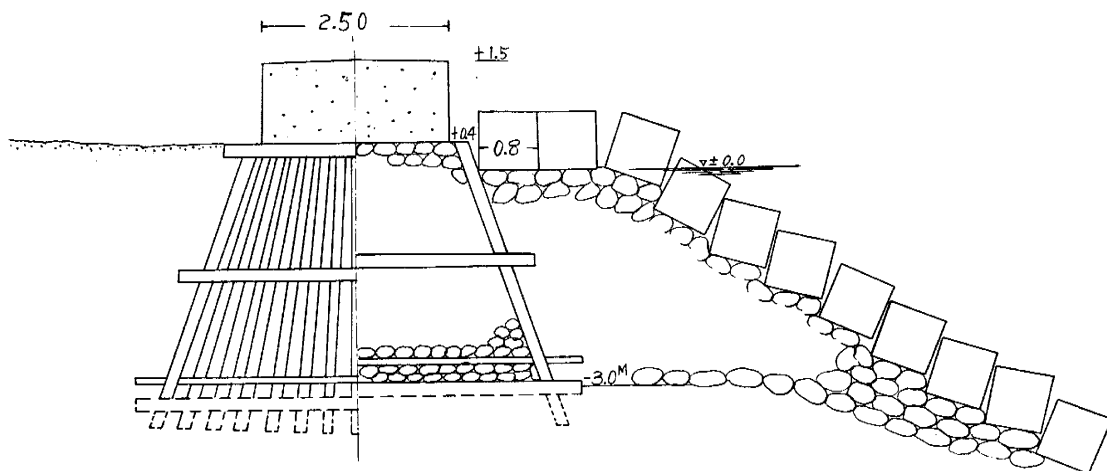


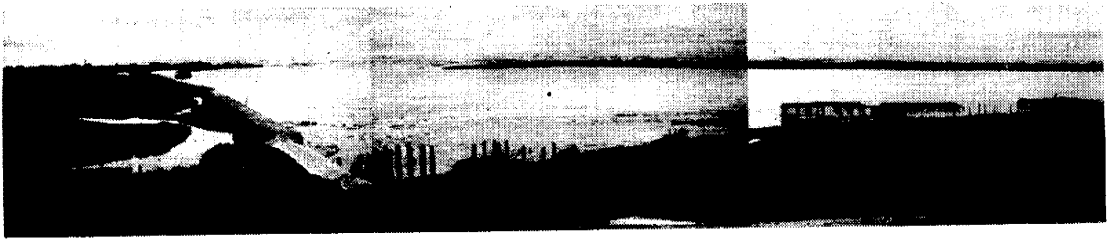
図-5 捨方塊を施した石柵復旧工法

図-6の平面図及び写真-1に見られる導流堤はこの災害に依つて施行したものが大部分である。

その後暫く工事は中断されていたが、終戦後漸く近海漁業が盛んとなるにつれ河口の改修が叫ばれ、昭和25年度より工事が再開され石柵20mと図-7に見られる工法で100m計120mが計画され、昭和28年度に完了し

た。

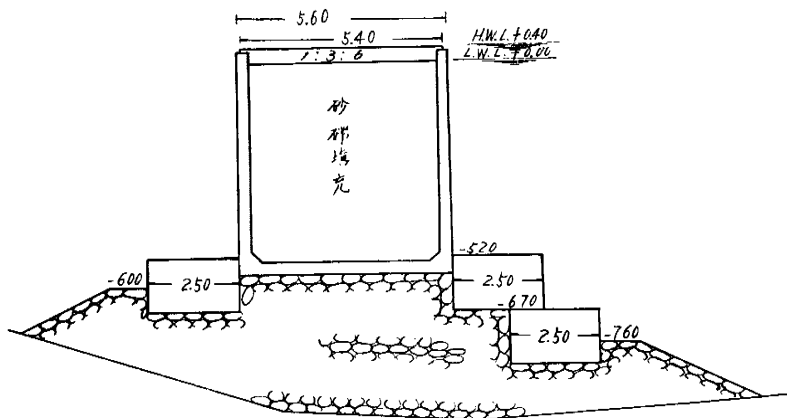
併しこの工事途中昭和27年春4月11日の融雪水に依り、堤頭部より6個の函塊は傾斜或いは転倒し(写真2参照)早速災害査定を受けA部14.6m及びB部は21.9mは函塊堤を以て、又災害原因となつた基礎の洗掘防止の為蛇籠をはわせ、倒壊した5個の函塊が丁度新設され



写真一1 天塩河河口部状況 (W. L.+0.6m 出水時) (昭 30.7)



図一6 天塩河口導水堤補修工事平面図 (昭 17.7.12 調査)



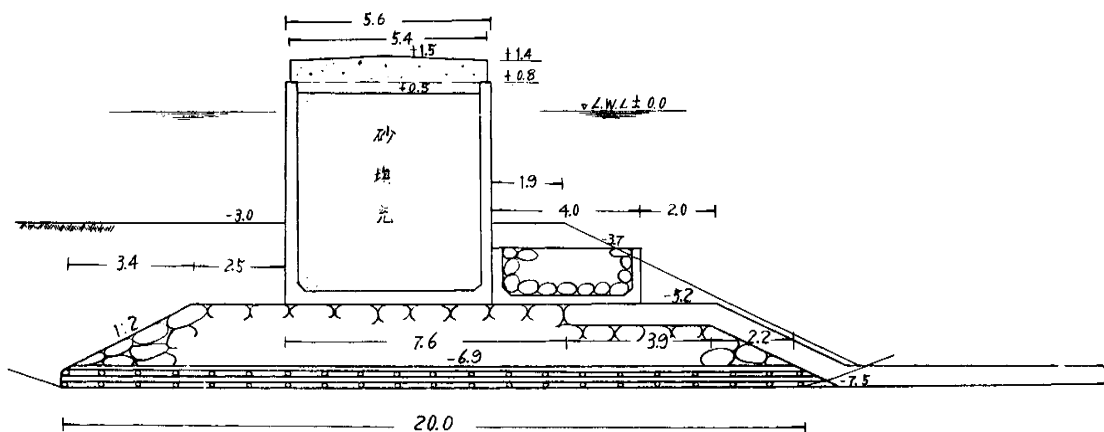
図一7 昭和 26 年度 函塊堤

る堤の根固となる様に法線を 2.1m 河心に逆の方へずらして掘付する事とし、6 個目の函塊は傾きが小さかつたので、場所詰混凝土に依つて復旧する工法とした。昭和 27 年度に於いて地方港湾の指定を受け昭和 30 年度迄に長 23m の函塊 2 個を掘付し 6 個の函塊を行い、昭和 31 年度には 6 函掘付の予定である。(図一8参照)

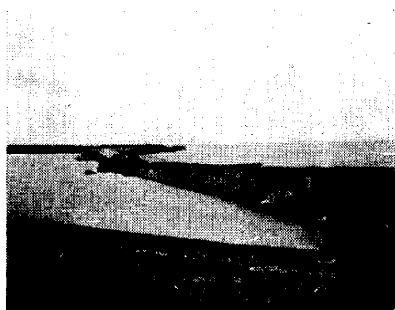
昭和 16 年度 17 年度に施行された導流堤も基礎から徐々に洗掘せられ、石柁沈下と相俟つて場所詰端が傾斜し(写真一3) この災害復旧工事延長 70m を昭和 29 年度並びに 30 年度に於いて図一9 の工法で復旧した。表 1 は各年度毎の導水堤工事の内訳である。



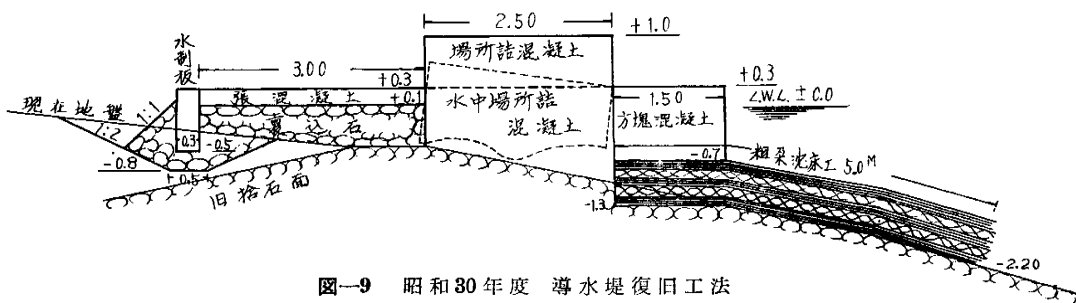
写真—2 昭和27年4月に倒壊せる導流堤状況
この前面に4個の埋没せる函塊あり



図—8 粗砂沈床を用いた現函塊混成堤



写真—3 導水堤破壊状況



図—9 昭和30年度 導水堤復旧工法

表—1 各年度毎導水堤工事内訳

年 度	工 事 名	工 費 円	工 事 内 容	施行員補助員
昭 6	天塩河口改良試験工事	5,200	板柵工 12m 埋築土 1324.8m	
昭 7	同 上	12,363	鉄筋混凝土矢板 96.5m 埋築土砂 1500 m	
昭 8	同 上	7,236	鉄筋混凝土矢板 88.5m 埋築土砂 3,750m ³ 木柵工 50m	
昭 9	同 上	8,045	鉄筋混凝土矢板 20m 埋土 600m ³ 場所詰 混凝土 5m	
昭 10	同 上 並びに補修工事	12,000	板柵工 80m 蛇笥工 120m 石杵堤 160m	
昭 11	天塩河口改良試験工事	1,6000	杭打 砂土俵水制工 56m 帶梢柵工 109m	
昭 12	同 上	3,156	石杵堤 26m	
昭 13	同 上 並びに補修工事	11,267	導水堤補修 (基礎工及び蛇笥工) 10m	
昭 14	同 上	3,500	導水堤 (蛇笥工) 1.8m 石杵中詰石補充 120m	
昭 15	同 上	6,000	導水堤補修詰石 18m 蛇笥工 50m	
昭 16 昭 17	天塩河口導水堤 災害復旧工事	167,244		梅木 小田原
昭 18	同 上		導水堤 180m+140m ロクシナイ川根部 に切替	中山 小田原
昭 19~24			施工なし	
昭 25~28	上 同	40,441,000	2.5m 巾場所詰堤 20m 5.6 巾函塊混成堤 100m	角谷 恒松 工藤
昭 27~28	天塩港導水堤 災害復旧工事	15,359,000	函塊混成堤 36.5m 場所詰のみ 8.5m	角谷 木村 高藤
昭 29~30	同 上	9,600,000	2.5m 巾導水堤場所詰工 70m 水中混凝 土工法	角谷 八木 木村
昭 30	同 上	800,000	2.5m 巾場所詰混凝土堤上部場所詰 13.6m	小田原 八木
昭 27	天塩港改修工事	6,000,000	換算延長 7m 玉石採取 700m ³ 函塊 2 個製作	角谷 木村 高橋
昭 28	同 上	7,500,000	換算延長 10m 函塊 1 函据付 2 個製作	角谷 木村 高橋
昭 29	同 上	4,950,000	換算延長 7.3m 函塊 1 個据付 1 個製作	角谷 八木 木村
昭 30	同 上	9,000,000	捨石用玉石 842m ³ 採取 函塊 3 個製作	小田原 八木 伊藤

4. 気象河況並びに海況とその影響

① 風

天塩の最近 3 年間の風、向風速は図—10 の通りである。又昭和 27 年よりの強風表を表—2 に掲げた。この表は毎時間の 10 分間平均風速を見、5 m/sec 以上の風速で全風向継続時間 10 時間以上のものを上欄に風速 10 m/sec 以上で 5 時間以上のものを下欄に寄せ、その図数算出方法は 5 m/sec 以上のものは継続時間 10~24 時間を 1 回、25~39 時間を 2 回、40~54 時間を 3 回 55 時間以上を 4 回とし、下欄の 10m/sec 以上の風速のものは 5~14 時間を 1 回、15~24 時間を 2 回、それ以上を 3 回と云うふうに拾いあげた。尚上欄は下欄の時間をも含めた延時間を考えている。又 5 m/sec 以上の風速で継続時間 10 時間では約 1.0 m の波高、10 m/sec で継続時間 5 時

間では波高 2.0m 前後である。(S.M 法に依る有意義波高) 次表から解る事は

- i) 例年 6 月から 8 月迄の 3 箇月間は激浪を与える風は殆んどないこと。
- ii) 9 月~10 月には南西~西の風が多いが此は台風の影響に依るものと思れ、南東から南西に強風方向が廻転する。
- iii) 11 月と 12 月は季節風の影響の最も卓越した月で 1 年の 1/3 以上の強風回数となる。
- iv) 1 月から 3 月迄は西の風が主であるが東の風も又相当吹く。
- v) 1 年の中北西乃至西の風が全強風回数の半数を占め継続時間長く冬期に吹く。
- vi) 然し 9 月頃に吹く颱風に依る南西の風は、時に颱風が日本海を通つて北々東に進む時は、対岸距離の長い

表-2 強 風 回 数 表

自 昭和 28 年 2 月
至 昭和 30 年 12 月

月	N	NNW	NW	WWN	W	WSW	SW	SSW	S	SSE	SE	ESE	E	ENE	NE	NNE	計	NW~S
1	1.5 1.5			1.5	13.5 7.5				1.5		3 1.5		10.5 3				31.5 13.5	16.5 7.5
2	3 3	1 1	2 1	4 3	13 9	1			2 2		1 1		8 4		3 1		38 25	22 15
3	3 1			1	9 3		5 2	1			1 1	1 1	7 3			2 1	30 12	16 .5
4			1		9		11 3		5 2			1	3		1		27 5	24 5
5	2				6 1				8 2			2	1	1	1 1		21 4	14 3
6	3				1			2	2								8	5
7	2							4	1				2				9	5
8					1		1		2				2				6	4
9			1 1	1	5 1	2 2	7 4	1	6 3		2 1		5 2		1 1		32 15	24 11
10			1	5 3	10 4	2 2	2	2 1	2	3 1	2 2		1 1		1 1	1 1	32 16	24 10
11	1	2	14	13 8	17 8	4 4	3 1	2	1		5 1						63 22	50 21
12			24 10	12 5	20 12		3 2	1		1	2 1	1 1		1		3	68 30	60 29
計	15.5 5.5	3 1	43 12	37.5 19	102.5 45.5	10 8	32 12	13 1	30.5 9	4 1	16 8.5	6 1	37.5 13	2	7 4	6 2	365.5 142.5	268.5 106.5

註 NW~S は波を発生させる風向である。又 28 年 1 月は欠測であるので比例的に回数を求めたので小数点がついた。

関係もあつて最強度の波を発生させる事がある。

② 天塩川流量

天塩川の流量は大体 1 年を週期とする流量の変化を行う。

即ち 3 月末から暖温の上昇があり融雪が漸次増加し、4 月の上旬に氷が落ち流量を増す。

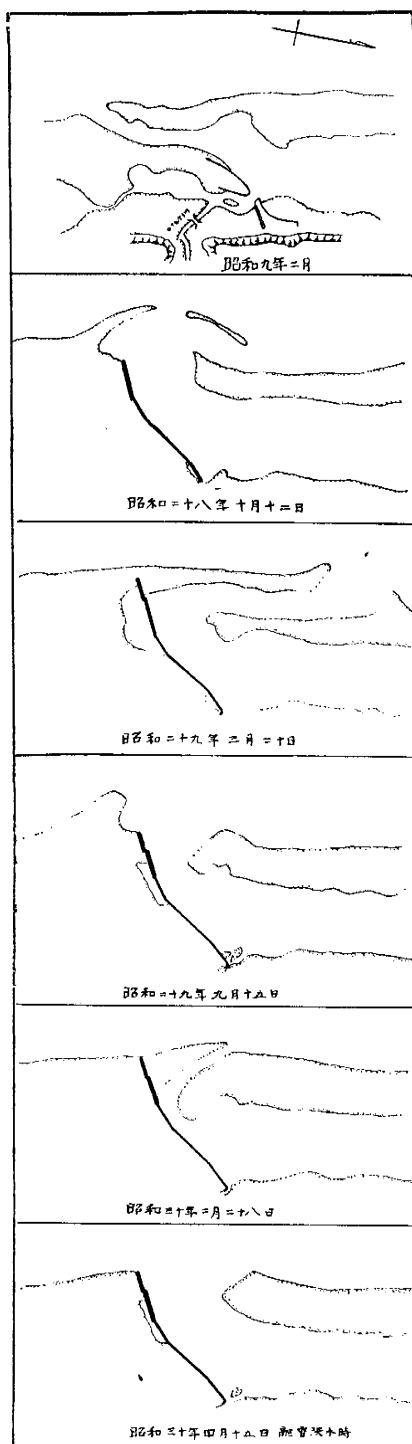
最近の解氷及び結氷時期は 第一 3 表の通りである。

3 月中旬迄の気温上昇の著しくない間は 30 年 3 月 9 日の測定では、 45 m^3 程度であつたが此は比較的風の時の

測定である。この時の河幅は最小 44 m で最大水深 (河口部) 2.5 m 。平均流速約 0.6 m/sec であつた。この頃は水面勾配は逆になる場合が多い。3 月の中旬になると気温が上昇し始める 3 月の下旬に著しい上昇があり、4 月初旬に解氷がありこの頃最大洪水量となる。併しこの洪水量は積雪量と気温上昇の度合に依つて相当大きな差異がある。兎も角この融雪水に依り冬期発達した砂嘴は突き破られ (図 11 参照) 本年度では流速 2.5 m/sec 以上、流量は大凡 $3,000 \text{ m}^3/\text{sec}$ 位に増大した模様で、この調査

表-3

年 別	昭 24	昭 25	昭 26	昭 27	昭 28	昭 29	昭 30
解 氷 期 日		4. 16	4. 8	4. 6	4. 2	4. 5	4. 7
結 氷 期 日	12. 20	12. 18	12. 20	12. 24	12. 25	12. 28	12. 23



図一11 河川口線変化図

の詳細な北海道大学より発表される事になっている。導水堤先端部近くでは流速は更に大きく $3 \sim 4 \text{ m/sec}$ に達する。この春の融雪水は殆んど5月一杯続き6月に入つ

て激減する。即ち水深 8 m 、河幅 180 m の全断面に流れていた河水は水面より 2 m 位で、その下部は海水となり約 20 km 上流迄海水が逆上る。海化の際は更に上流に達する。

流速は $0.2 \sim 0.3 \text{ m/sec}$ で、流量も落潮時と漲潮時で多少の差異があるが 70 m^3 前後である。27年8月の北大の調査ではその差は 1 m^3 前後であつた。

然し一旦相当の降雨があるとその河水の厚さは漸次増大し、河積全断面が河水となり、更に流量が増大すると水位の上昇が起り更に河床の洗掘が始る。この際の流量は専ら降雨量の多寡に依るもので河口部での水位上昇は海量・潮位・気圧・風向及び波浪の大小に依つて左右され、この中逆風が最も水位を高めるようである。順風で高気圧の時は波浪も少ないので流量の増大に依つては急激な水位上昇はない。

この夏の洪水は継続時日が短く一週間以上続く事は稀で低水状態に復帰する。

この様な繰返しは4月迄回数之差こそあれ例年行われる。11月に入ると気温が下降し降雨は降雪と変る。この為流量は著しく減少し洪水はなくなり12月20日前後に結氷する。

この頃の流量は観測したデータはないが $40 \text{ m}^3/\text{sec}$ 以下になると想定される。

以上が流量の1年の週期的変化の概略である。

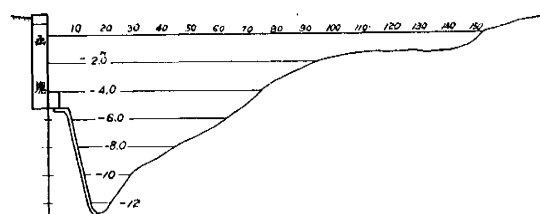
③ 河口部の汀線変化状況

河港附近の汀線変化に及ぼす影響の第一は波浪の方向及び強度である。天塩附近の海岸線の方向は約 $N163^\circ$ で直角な方向は $N253^\circ$ で、激浪方向のSWに対しては 8° 西に傾よりWに対しては 17° 南に傾つてゐる。海浜は遠浅であるので波高の大なるものは、殆んど海岸線に直角方向になる。併しこの幾らかの傾きをもつ波がやつて来ると沿岸漂砂の移動が起る。然しこれは打寄せる波浪の強度に依るもので、この大小に依り沿岸流の速度に大小を生じ、此が或る比重と粒度の砂の限界移動速度を越えたと漂砂の現象が起る訳であるが、この移動方向は概括的には汀線に対する波の反射方向に移動するが、然し波浪の影響の他に海岸近くの海中には砂咀が生じ、この砂咀は砂咀を越えた海水の戻り流れに依り不連続となり、その箇所より河水も多く流れるので、この水流と砂咀の影響に依り局部的には必ずしも反射方向に移動しない。本年度に於いてはこの箇所が導水堤より南側 300 m 附近にあつた。波浪強度が更に大となると砂咀水深が深まり、汀線附近に比較的粒径の大きい砂或いは小砂利が現われる。

第2に河流が考えられるが、河流の河口部から海に放流する方向は、風浪のない場合で海岸線に直角に流れるとすれば流速は真中で最高で、両端では流速が小となり

夫々左右方向に分散されて流れると思われるが、風と浪の方向、流水の速度と風浪に依り発生する砂畦との有機的な相対関係に依り河流の方向速度とも変化する。即ち不連続な砂畦に依り河流の中心速度より大なる流れが傾寄つて生ずる。更にこの他に導流堤（このそばは風浪の影響が小さい）の影響が加わり、流れは導流堤に沿つて流れ流速も大水深も大である。南流している流れを導流堤に依り西方に変えさせているので更にこの傾向が強い事は明らかである。

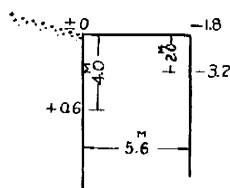
河口部の夏期の水深分布は大体図一12の如くである。図一12は10月11日の測量であつてこの数日前の気象は



図一12 河口部横断深浅図 (10月11日測量)

8日・9日・10日に波高2.5m位の西方向の時化があり又降水量もあつた。この測量の前9月25日から気圧傾度が著しく急となり10m/sec前後の南西風が30時間程続き、波高3.0m(推定)の波が押し寄せ導流堤に沿つて河心側に50mに亘り15m巾の漂砂が堆積したが、颱風22号のもたらした降雨に依り忽ち姿を消し10月4日には図一12と殆んど同様な状態に復帰した。この時導流堤先端部の河側の勾配は

1:1.4で図一13の通りであつた。この砂の勾配は流速に支配されるがこの時は流速約2.0mであつたが、此等の拡大された関係が解れば面白いと思うが流速計不備のため未調査である。



図一13

④ 砂畦の導流堤先端よりの距離及び水深

昭和30年は5月一杯相当の流量がありその後は降雨

に依つて洪水を屢発生し、8月中旬迄は河口の滞筋は導流堤の方向に殆んど真直に流れて居り大きな海化も殆んどなく、従つて砂畦を河口に近づける事もなく唯洪水があると流出土砂に依り砂畦の幅が増すが、時化がないためこの沖の流出土砂は押寄せられず砂畦の水深は小さくならず3.5m前後の水深を保つ。これと同時に小時化に依り海岸移動漂砂は漂砂の移動を阻止する河流のため、河口の両側に浅い恰も防波堤(2本堤)の如き浅瀬を作るこれが11月14日に測量した深浅(図一14)図の状態とわれ思ふ。但し導流堤の南側からは昭和27年、28年の如く、はつきり洲となつて姿を現わさないのは、洪水日数の多い事と南西の波浪が比較的少なかった為と思われる。

ここで船の出入・航路の変遷を述べるが、昭和18年迄の導流堤延長では(昭和25年迄この状態が続いた)導流堤先端の南側汀線の沖100m位を汀線に沿つて滞筋があつたが、昭和26年乃至昭和29年の間に導流堤を更に120m出してからは、河流が海岸線に直角に流れようとする傾向になり、滞筋が一定しなくなり、風の場合で洪水後暫くは略導流堤方向に滞筋があり、それ以外の時は年に依り異り、南西方向の波浪が多い時は北側砂嘴汀線に沿つて流れ、しからずは南側汀線に沿つて流れる。勿論此は夏期の4月乃至11月迄の間で、小官の担当した29年には大体上記の通り流れ、更に細く考えると南側が幾らか多かつた。昭和30年には導流堤の延長を図らなかつたが、滞筋は4~8月には図一13に見られる通り導流堤方向に、9月以降は全く南側汀線に沿つて流れていた。8月13日の測量後に12月27日を最後に4回の深浅測量を行つているが、此から推定するに導流堤の延長と共に導流堤方向に滞筋をとる傾向になつて来た、事北側汀線に沿つて通る滞筋は直角に流れんとする河水が、北側からの漂砂を止めて堆積する傾向にあるので、今後余り生じないと思われる。この事は海流が北上している事と相俟つて防波堤計画に問題になる。

以上5回の深浅図より、導流堤先端よりの砂畦の位置及び水深を次表に掲げる。

表一4

測量月日	最小水深 m	同右迄の距離 m	導流堤先端部よりの距離				摘 要
			陸側 (-) 3.0m 箇所	陸側 (-) 2.0m 箇所	沖側 (-) 2.0m 箇所	沖側 (-) 3.0m 箇所	
8月13日	(-) 3.0	360	246m	—m	—m	380m	(-)3.0m 未満なし
10月4日	(-) 1.0	345	210	300	375	400	
10月11日	(-) 1.3	340	210	300	415	440	
11月14日	(-) 2.0	290	170	290	290	350	
12月27日	(-) 2.7	170	160	—	—	180	砂畦とは認め難い
	(-) 2.5	220	300	—	—	350	

この表から、冬期には激浪と渇水期である為砂畦が海岸線に打ち上げられ、沿岸バームの水深は深くなる傾向にある。

⑤ 洪水時の土砂掃流量と海底表面土質

この調査は現在迄は調査資料が少なく、現在迄に知れる点を挙げる

i) 平時時は掃流土砂量は殆んど皆無である。

ii) 洪水時の土砂量は相当量ある事は次の事例から解るが、調査が困難な為定性的に調査していない。即ち昭和29年8月に河口より上流約1kmに、天端高(±)1.5mに仮置した函塊3個が30年10月に据直しをしたが、この時には天端高が0.8~1.5m沈下し、この隔壁中には泥土が、木屑等の混入はあつたが平均1.5mの高さに入つて居た。洪水時の表面流の中には、0.1mm以下の径の泥土が混入している事が解る。次に春の出水前には最大水深5.5m程度のものが、洪水通過後に水深3.0m位になる事から、河床部に於いては相当流送土砂量のある事が解る。

海底面或いは汀線附近の粒径であるが、汀線に於いても波の強度に依り相当変化があり、時化後は5cm径位の砂利が打ち上げられている事がある。風の時は砂径が小となり、0.2~0.5mm程度のものが多い。昭和29年に導流堤築設の為基礎根掘を行つたが、(→)7.0m迄は小砂利混りの砂で、(→)7.5m附近では木屑混りの微粒径混りの砂と泥土の混合した層であつた。それ以下は浚渫しないので不明である。

砂畦の砂の粒径はかなり大きく1~2cmで、殆んど小砂利で流速も速い。その沖方は稍急に粒径を減し、(→)10m附近では泥土或は粘土混りである。

5. 導流堤の工法

昭和6年よりの作工物の経過を見るに、混凝土矢板打込(→)6.0mでは洗掘に耐え得ず(図-3・図-4・図-5 図-6の石枠堤では、基礎水深が浅い為と基礎の捨石が川法尻から洗掘され飛散するのと、泥砂中に沈下埋没する為上部の作工物が何れも倒壊している。図-7の断面も捨石法尻が以10m上に洗掘されれば、到底災害をまぬがれ得ないのは明らかである。以上の災害原因を簡条書きにすると

- i) 基礎の水深が洗掘される水深に対して浅きに失した事
- ii) 基礎の洗尻の作工が容易に洗掘され易いもので、柔軟性を欠いていた事
- iii) 基礎の捨石が沈下埋没する事
- iv) 基礎の法尻に洗掘を低減させる水制の付きをするものがなかつた事

図-8は現在の構造図であるが、此は上記の欠点を除

く或る程度満足した工法と思われるが、最大洪水量が更に増して基礎法尻の法掘を促して(→)13m以上の水深となれば、相当不安定度が増すと思われる。然し昭和30年は数十年来の多洪水と云はれ、これに依り基礎沈下は認められない。唯昭和27年に倒壊した函塊が水制の役割を果たしていると思われるので、満足な工法とは勿論断定出来ない。即ち現在用いている工法は基礎水深を(→)7.5mとし、フレキシブルな粗粒沈床を敷き、或る程度の洗掘にも決定的な影響を与えないようにし、又捨石沈下の防止を図り高価な捨石を減ずるようにした。又川側捨石法尻には径60cm長20mの鉄線蛇籠を匍はせ、法尻水深12~13m迄洗掘に耐えしめる様に考えた。更にその上部に水制の役割と蛇籠の押えの意味で幅4.0m・長5.0m・高1.5mの根間函塊を据え詰石した。大きな起重機船のない処では良い方法と思う。堤体の函塊は長7.3m・幅5.6m・高6.0mの浮きの良いもので、申請は経済性を考え浚渫船に依る砂填充とし、蓋混凝土及び上部場所混凝土に依り天端高(±)1.5mとした。胸壁を設ける計画はないが、此は冬期の強風方向が北よりで、降雪があるので余り飛砂の影響は少ないと考えたからで、越波に依る溢流砂から考えると、汀線附近は必要かも知れない。(写真-4, 5)

導流堤に沿つた水深を防災の為減少を図るには、南導



写真-4 昭和29年迄進捗中の導流堤
北側より撮影
前方の砂地は南導流堤より発達した砂嘴



写真-5 南側より撮影 (昭和30.3)

流堤に対峙して北防波堤を設ければ、冬期の季節に依る風浪の為北側の砂咀が伸びて港口幅を狭め、融雪時に洪水がこの狭い河口を通るので深掘れする訳で、北導流堤の早期実現を望みたい。

6. 導流堤の施工

① 基礎根掘

大体 (→) 8.0m 迄浚渫するが、(→) 7.0m 迄は殆んど砂と小砂利の混合したもので、それ以下 (→) 8.0m 附近では泥土と砂の混合したものである。導流堤の延長と共に漂砂が南側に漂砂堆積する現段階では、函塊1個分 (7.3m) の浚渫量は時期に依つて異なるが、浚渫可能な期間では 2,500~4,500 m³ 前後と思われる。春の融雪洪水時は 1,500 m³ 位であるが、勿論作業船の稼働は不可能で、5月中旬から5月末頃は 2,500 m³ 前後と思われる。7月になれば 4,000 m³ 前後が普通で、時化の度合に依つて異なる。9月以降は浚渫不能である。それは風の継続日数が短くなる事、即ち手戻りが非常に多くなり颱風シーズンに入るからである。導流堤先端の水深は、図-15の計画図に見られる通り、水深は導流堤から離れると一旦非常に深くなっているから、予算の配付の少ない時は造函を行なつて、毎年1個宛の据付は避けるのが賢明な策と思う。浚渫船にはプリストマングラブ式浚渫船 (B型) を使用しているが、1昼夜の浚渫量は最大で10坪積土運船1隻にて10隻、即ち 600 m³ 程度である。この時は運転士3人・火夫1人の4名の交替で作業した。作業に適當した期間は5月の中旬頃から8月中旬位迄で、始めの方が浚渫量が少なく、流量が 200 m³ 程度であるので、少し位の夏の時化では浚渫の手戻りが僅かであるので、この時期を逃さず短期間に完了させる事が肝要である。

② 粗朶沈床工

粗朶の採取は雪のある間に採取すると安価につく。大体三月一杯である。ただ注意しなければならぬのは洪水に依る流出で、此の影響のない地点を集積場所を選ぶべきである。この頃採取した粗朶は、何時頃迄枯れずに居る

か判然とした調査はないが、単に結束放置する時は7月の初旬迄の様である。結束には三子繩を用いず、3#・5#の亜鉛引鉄線を用い、小杭吊梢に依るしがら行なわれない。据付法としては、先ず所定の据付箇所迄河に浮かべて運搬する。次に解を導流堤方向に向けて粗朶の両脇にアンカーせしめる。次に予め用意した1m毎に印のつてある10本程のロープを両解にとつて、粗朶の端に結びつけ、15~30 kg 程度の玉石を解から沈床を均等に沈床が丁度沈む程度に投入し、次に解のデッキのリングに取りつけたロープを解き、1m宛沈下させ所定の位置に据え付けしめる。(写真-6, 7)

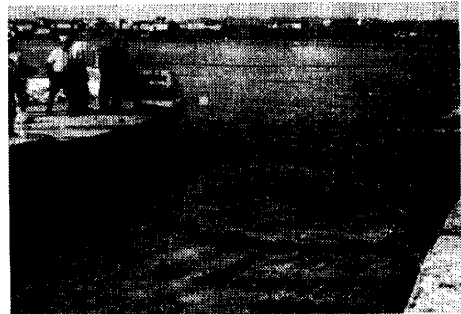


写真-7 2隻の解にて粗朶を沈む程度に玉石を投げ終つた処

③ 蛇籠の据付

蛇籠の据付には、解の上に蛇籠投入台を設置する。この投入台は、垂木を解の片隅に横方向に投入架のように傾斜をつけて打付け、この土に2寸板を2尺幅になるように、又蛇籠の長さが20mであるのでその長き丈け張りつける。解には予め蛇籠詰石が載せてあるので、この投入台上にて詰石し所定の投入箇所に解を曳航する。詰石の際は予め蛇籠がころげ落ちない様に、数箇所にロープで縛りつけておくと、このロープを外して数丁の艇子で一気に入る。落した跡を潜水夫に調査させて見ると、一様に落ちた場合はかなりうまく据付かるが、さもないと折れ曲つて了うから熟練を要する。失敗の場合は起重機で吊り直す。(写真-8)



写真-8 函塊基礎の蛇籠投入台の状況並びに詰石作業

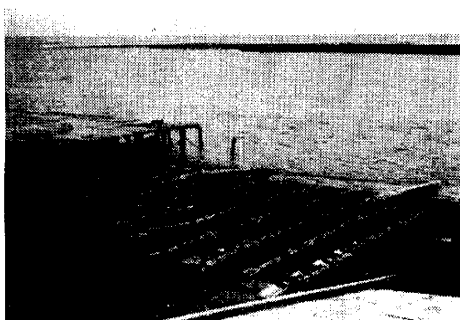


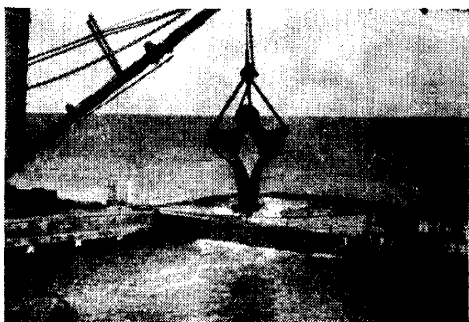
写真-6 函塊基礎の粗朶沈床を進水に便なよう斜路上にて製作中のもの

④ その他

据付けを行はしない予備の基礎据石は、所定の深さ迄投入すると、来年度クラブで浚渫の際刃を痛めるから、考慮して投入の高さを決める事。捨石場は河水が相当ある間は濁っている事と、流速が早いので潜水夫の人役を余計要する事となるが、浚渫・粗朶沈床敷設・捨石・捨石均及び函塊据付迄の作業期間を極力短時日の間に叩き上げねばならぬので、最小限2人の熟練した潜水夫を要する。此の為に捨石投入を慎重に行なうべきである。又据付け迄にはサンドポンプ及び砂を吹き飛ばすセントルポンプを備える必要がある。函塊の仮置は河幅のなるべく広い箇所を選ぶが、洪水に依り相当沈下するから浮上を便ならしめるよう土台を廻す事が大切である。(写真—9, 10, 11 参照)



写真—9 函塊の据付



写真—10 函塊砂填充



写真—11 水深を測りながら玉石を投入している処

⑤ 函塊据付一年後の状態

昭和29年度据付函塊の天端高を測定せるに、据付後1箇月では3cm, 1年後は5cm程度の沈下が見られた。(写真—12)



写真—12 昭和29年度竣功せる導流堤状況

7. 将来計画

将来計画を樹てるには、先に述べた河港の利点及び欠点と4に述べた気象・河況並びに海況、更に防波堤の工法を併せ考え計画を樹てねばならないが、この中主な計画資料を整理列記して見ると

- (イ) 波浪の方向は夏期は南西、冬期は西で、強度は遠浅なので構造物の水深に依つて定める。
 - (ロ) 河流は計画洪水量として $3,000 \text{ m}^3/\text{sec}$ を融雪期の洪水と考え、冬期の濁水量は $40 \text{ m}^3/\text{sec}$ を考えれば良い。
 - (ハ) 海流は北上している事。
 - (ニ) 沿岸流は漂砂の傾向から、河口部では河流に近づくように流れる傾向がある。
 - (ホ) 砂咀は夏期 350m 附近にあり、450m では (-) 5.0m となる。
 - (ヘ) 漂砂は夏期南側に多く堆積する。
 - (ト) 冬期砂咀は汀線近くに押し寄せられ、沿岸バームの水深は幾分深くなる。又北側砂咀が河口の奥部の方に発達する。この現象に依り、海岸線が稍南向きの為、約 8.0 km の砂咀が発達したと思われる。
 - (チ) 河口港でなく、河港であるので多少波浪の進入は許され、又河水により減衰される。
 - (リ) 深浅図から解る様に、(-) 5m 等深線の凸部は河口の北側 300m 附近で汀線より 300m 沖にある。
 - (ヌ) 現状では港口航路は南側汀線に流れる傾向にある。
- 以上がその概要で、此等を考慮して下記の条件に当てはまるよう計画しなければならない。
- i) 河口の滞筋が一定になるようにする。
 - ii) 港口部に漂砂の堆積がない事。
 - iii) 洪水並びに波浪に依つて導流堤が砂襲しない事。
 - iv) 水深 (-) 5m を維持する事。
 - v) 砂咀及び砂咀の発達が少ない事。
 - vi) 冬期結氷を少なくする事。

圖-10 昭和30年 風 圖

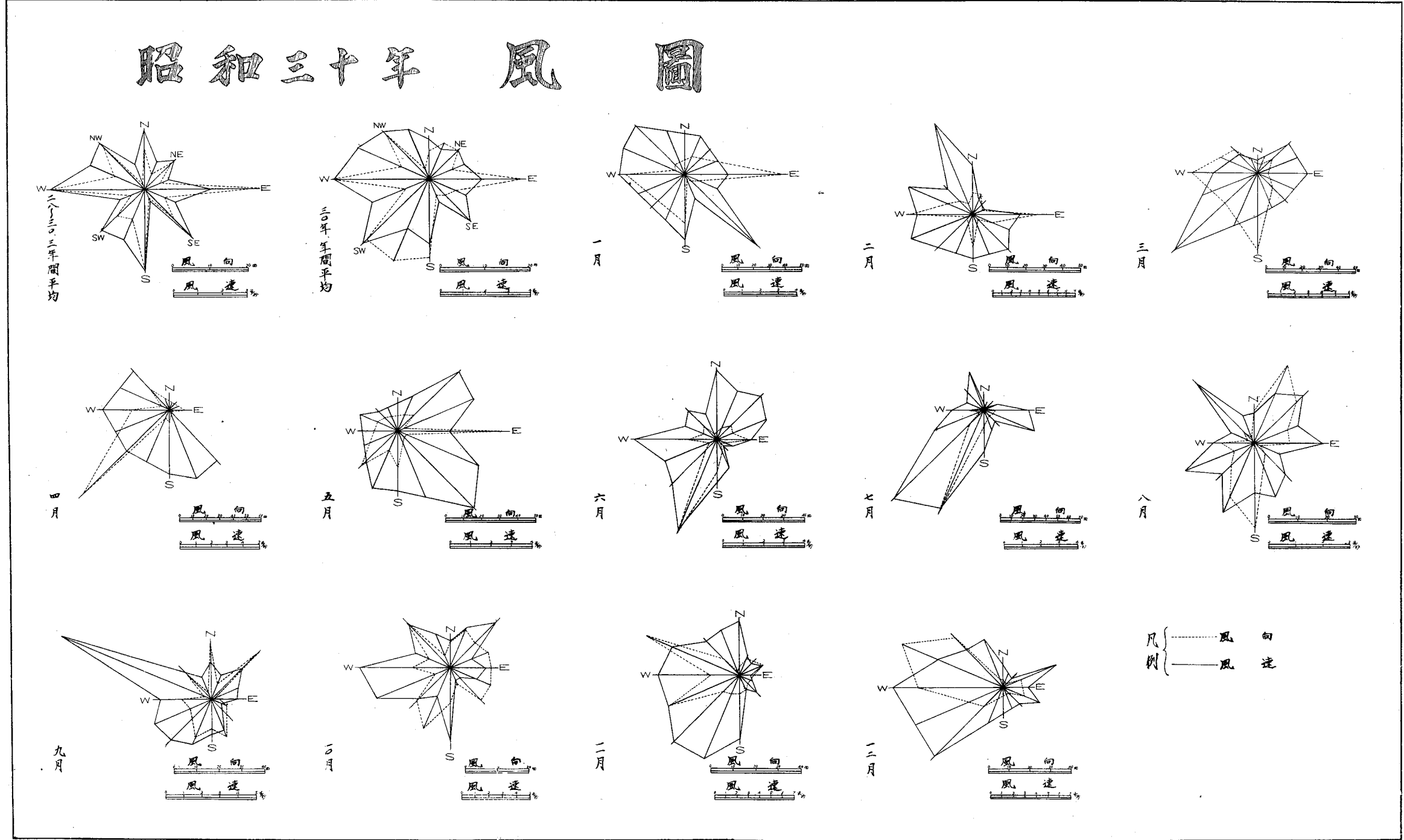


圖-14 天塩港平面及び深浅図

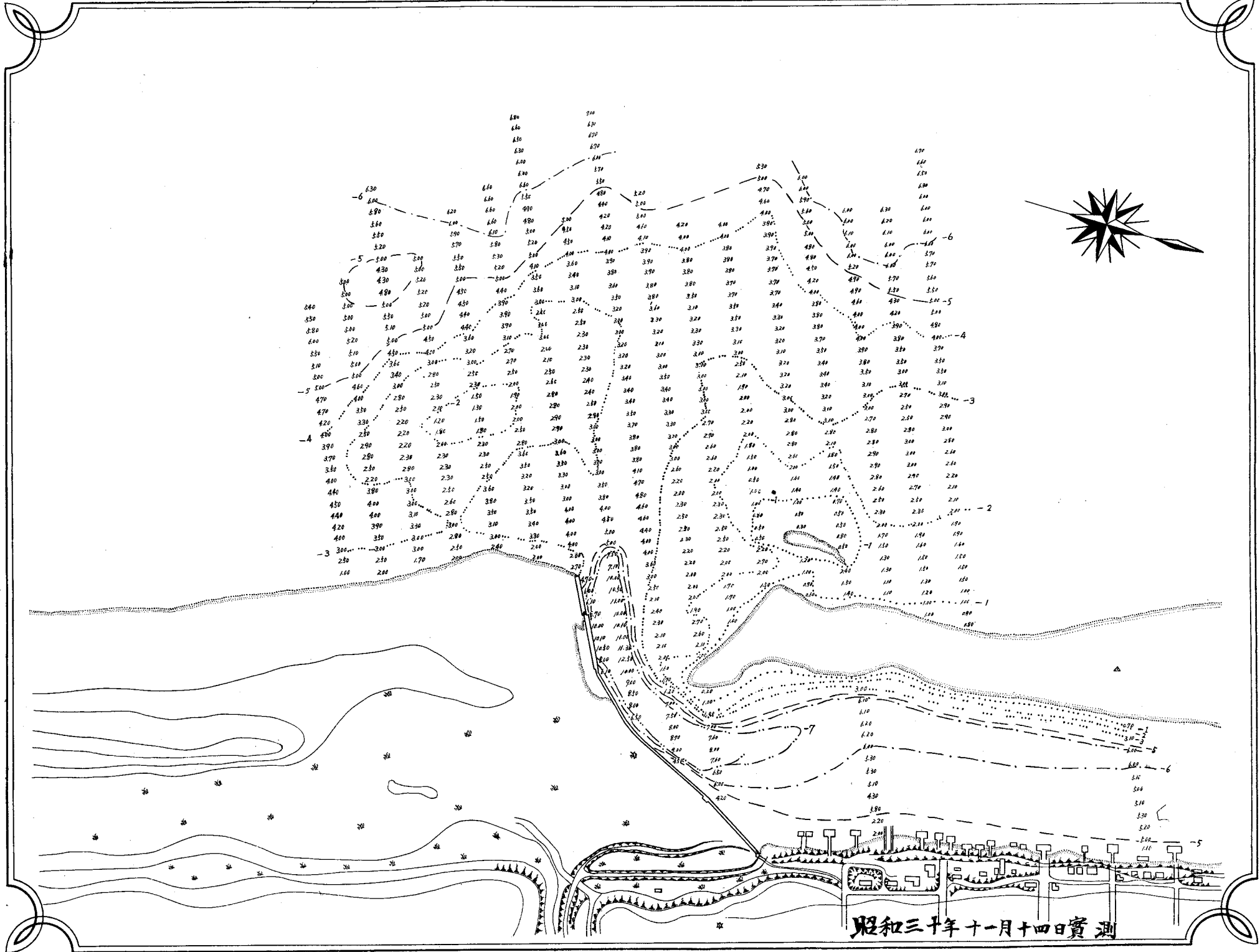


図-15 A 案に依る将来計画

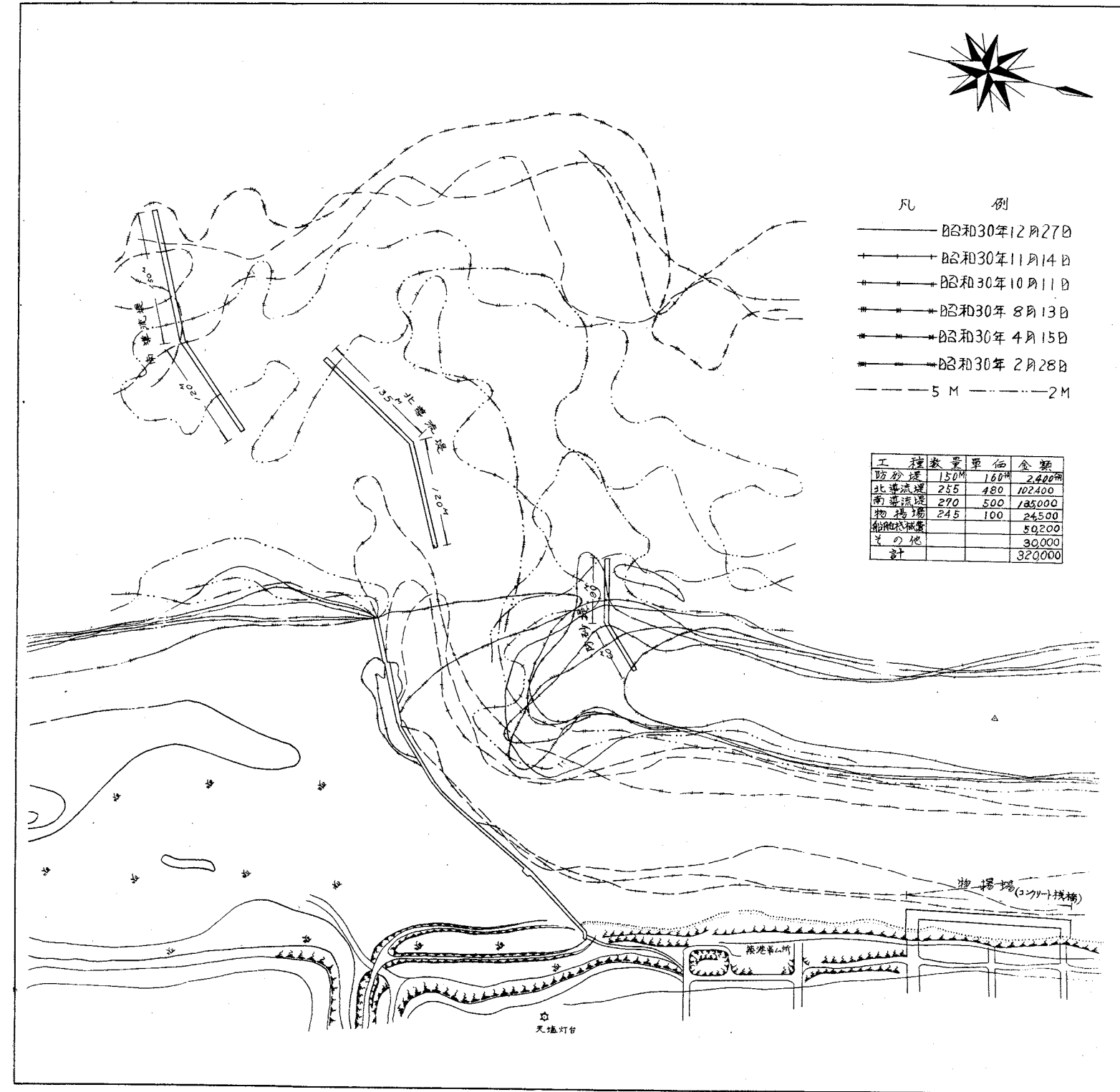


図-16 B 案に依る将来計画

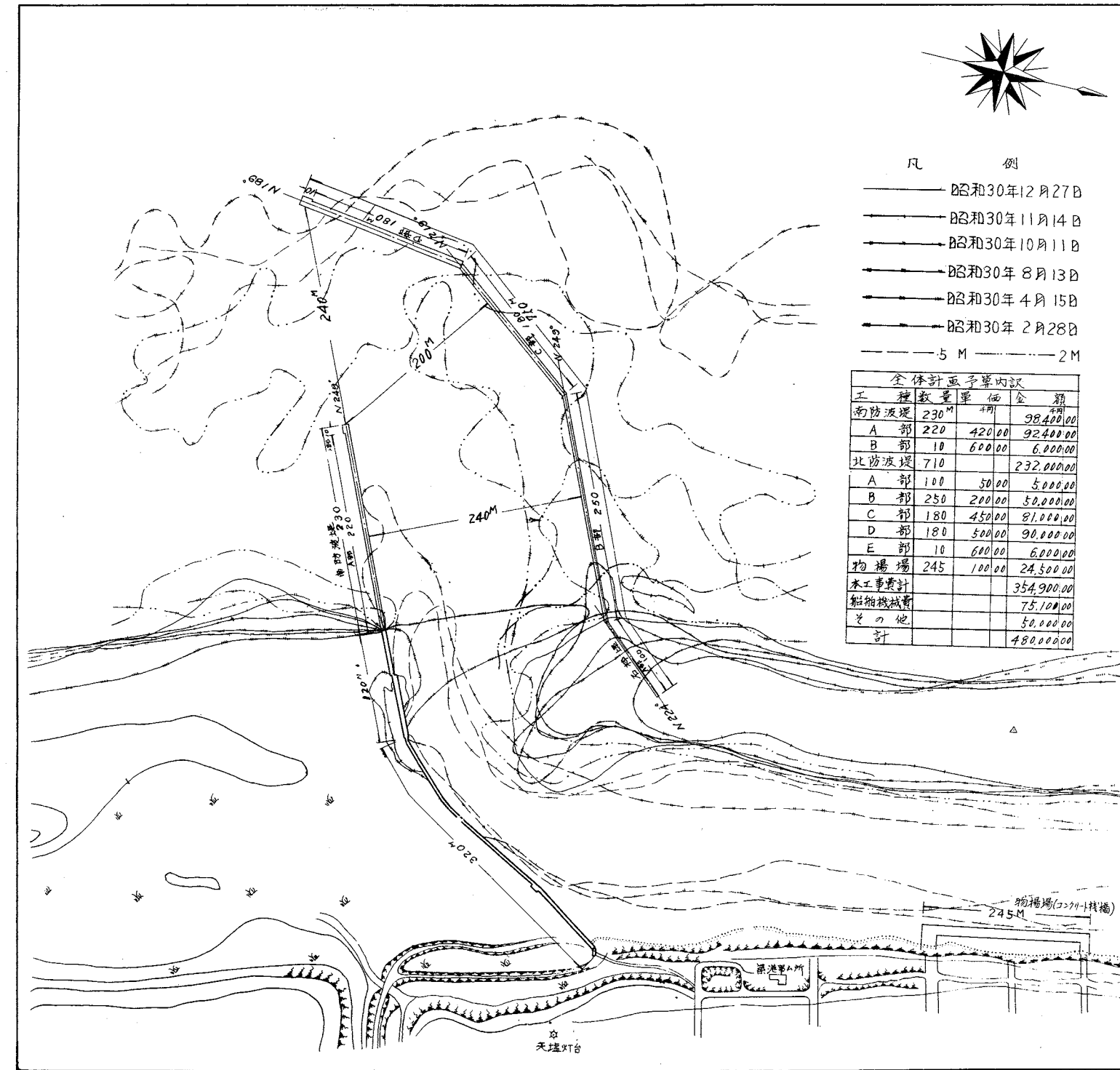
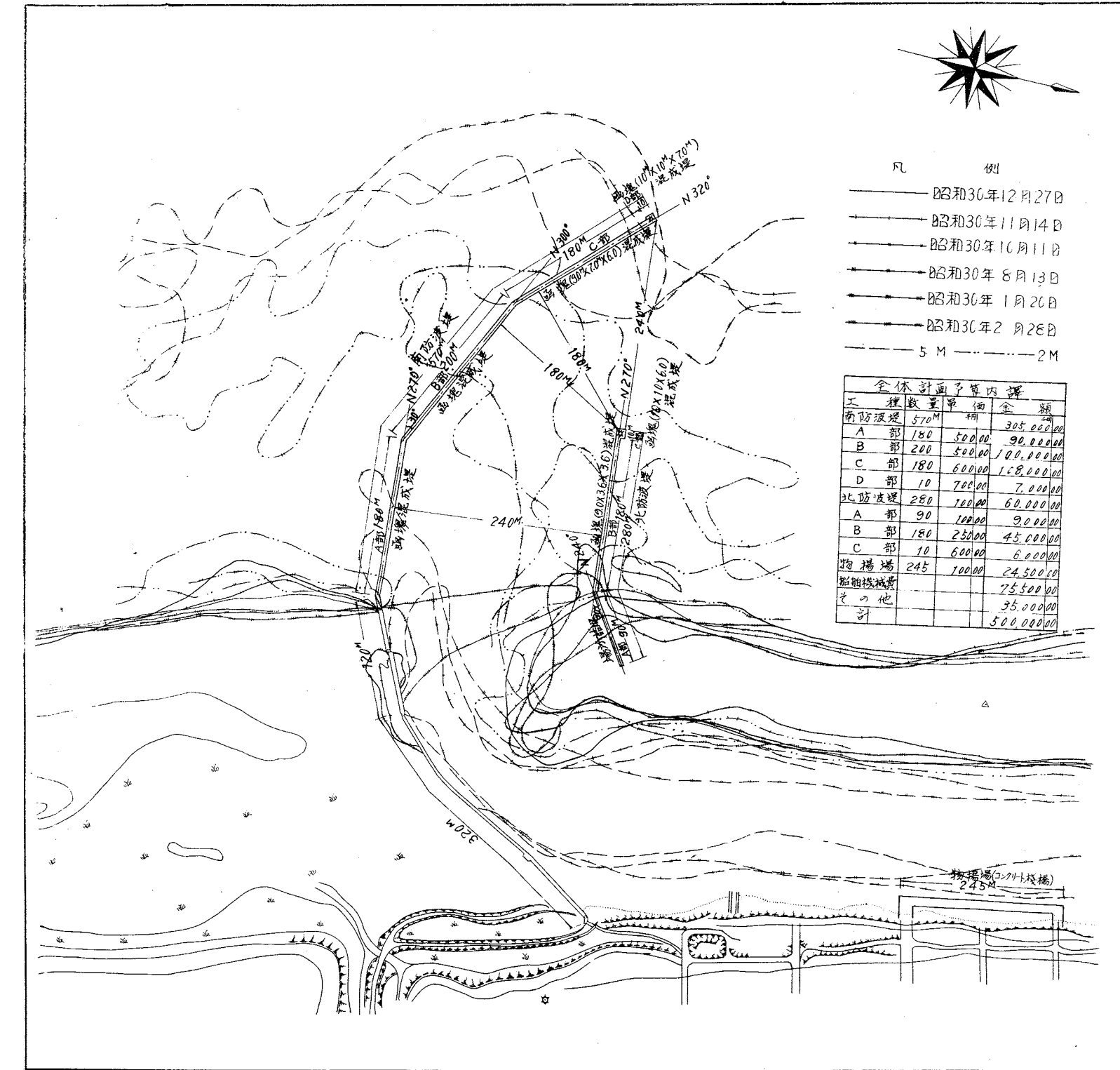


図-17 C 案に依る将来計画



以上を満足させる計画を樹てねばならぬ訳で、次に述べる 3 つの計画を検討して見る。

(A) 図-15 の如く港口を北に向ける。

(B) 図-16 の如く港口を南に向ける。

(C) 現在の河流方向に合わせて 図-17 の如くする。

(A) の計画は上流に於いて河口を切替える場合にも良く、i) ii) iii) iv) v) vi) を満足させるものと思う。(B) の計画は i) ii) を余り満足させ得ないので不適当と思う。(C) は i) ii) iii) iv) v) を満足させ、洪水を集中させ得るので水害が良く保たれ、経済性にも富んでいる工法と思われる。唯河口の切替があれば、(A) の計画に移設しなければならぬ。河港の切替の問題は天塩川上流の洪水被害の軽減と、幌延及び天塩川の支流であるサロベツ川附近の泥炭地開発の為(地温上昇水位下降を図る為)、河口により約 8.5 km 上流の屈曲部に於いて天塩川を海へ真

直ぐに流そうとするものであるが、これに依り天塩河港の受ける影響は相当大きく、洪水に依るフラッシュが望めないで、防波堤を (一) 6.0 m 以上の処迄出さねばならぬ事に依り、(A) 案の拡大したものが必要となる事。次に完全に切替えた場合は港内が海水となるので、不凍港になると思われる。

以上不十分な調査にも拘わらず、思い切つた意見を述べたが、この計画には更に多くの調査が必要と思われる。即ち流量の定期的調査・沿岸流・波の諸原等の調査を行い、海岸工学並びに港湾工学研究の必要が痛切に感じられ慚愧に耐えぬ次第で、諸先輩の御指導御援助を賜れば幸いと思います。

最後にこの報告作製に当り前任諸先輩の苦勞と、北海道大学真嶋助教授並びに薄口助教授の御指導に対して厚く感謝致します。

技 術 資 料

第十二号

新札幌変電所工事の中同期調相機基礎の 振動測定について

準 員 北海道電力株式会社土木部 酒 井 賢 一
同 同 佐 藤 慶 一

1. は し が き

近時種々の機械は、その設計技術と製作技術の発達につれて高度の精密度を有する大型重量機械が製作されるに至つたが、これは機械自体の完成であつて、その機能発揮の凡てではない、機械はこれが設置され運転乃至利用されて始めて機能を発揮するものである。故に機械の設備方式、基礎の設計、据付方法等が機械の機能発揮に及ぼす影響は甚大で、時には機械の使用不能になる場合さえも生ずる。

しかるに基礎の設計、据付方法等については、重要部門であり乍ら種類或は設備方法が多様多様にわたる為、理論的体系的に考究されず、未実験乃至未研究の範囲も少なくない。

この為基礎地盤の不良な新札幌変電所同期調相機基礎地盤について、一部の解明を試みた次第である。

2. 同期調相機の概要

新札幌変電所は、電源開発株式会社にて工事中の、糠

平系発電所と、当社十勝川系発電所の発生電力を受電する目的で、札幌郊外月寒に新設されたもので、受電々圧 196 KV を 66 KV にし札幌変電所に連繫する様計画され、昭和 29 年 10 月着工し、30 年 12 月第 1 期工事の竣工を見たものである。

変電所の位置：札幌郡豊平町字東月寒

変電所の出力：132,000 KVA { 第 1 期 66,000 KVA
第 2 期 66,000 KVA

調 相 設 備：第 1 期 同期調相機

30,000 KVA (進相) 20,000 KVA (遅相)

堅軸水素冷却 1,000 R.P.M 1 基

第 2 期 静電蓄電器

30,000 KVA の予定

調相機の特徴：

(イ) 屋 外 式

建物費の節減の為屋外型とし、寒冷積雪地に適應する様検討した。

(ロ) 堅軸型の採用

占有床面積が小さく、据付分解点検が容易であり、軸