

北海道における海岸および港湾の諸問題

1. はじめに

北海道の海岸は大別して日本海、オホーツク海および太平洋に面していて延長は約 2,734km で日本全体 (約 27,000km) の約 10 %をしめている。海岸線は比較的平坦で大小の未改修河川が流出していて砂浜海岸が圧倒的に多い。昭和37年度の調査によればそれまでの防護施設実施海岸を除き浸食を受けている海岸は 884km にも達している。これに対して海岸保全事業が体系的に始められたのは昭和 25 年以降で 38 年度末までに防護施設は約 132km 実施されているにすぎない。

一方本道海岸に点在する港湾および漁港は前者が48港(特定重要港湾; 1, 重要港湾; 6, 地方港湾; 24, 避難港; 5, 56条港湾; 11)で後者は236港(第1種; 178, 第2種; 27, 第3種; 15, 第4種; 16)でその多くは現在築造途中にある(図-1)。

本文では本道沿岸の気象および海象と海岸および港湾の特色, 代表的工事, 技術的問題点等を抜粋記述する。

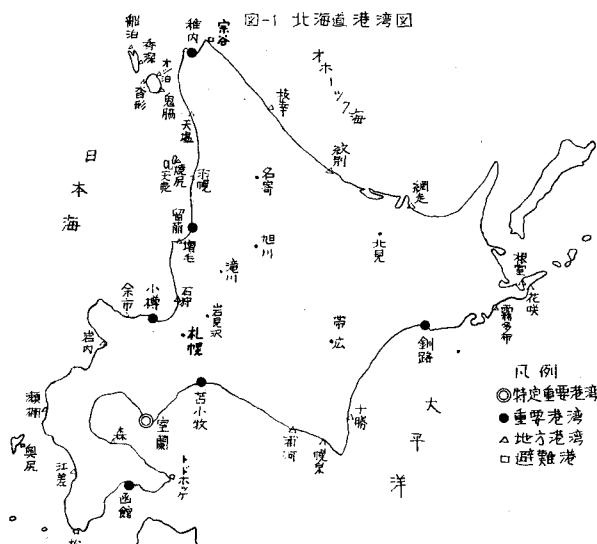
2. 北海道沿岸の気象海象

2-1. 概要

本道沿岸の気象海象はその特性から日本海側, オホーツク海側および太平洋側に大別することができる。

〔日本海側〕 4月から10月頃までは南よりの風が卓越し海上はおだやかである。11月から3月頃までは北～西の季節風が5～10日の周期で強弱をくり返しながら吹き続ける。すなわち日本海に低気圧があらわれて接近すると風雪模様となり, 通過後は風向が北西に変わり, この状態が数日続き風速が 15～20m/sec になることはめずらしくない。このため海上は風波の高い日が続き海上工事は困難で海岸や港湾施設の被災もほとんどこの期間に集中する。台風は北海道附近に来るまでに多くは衰えるが, 中心示度 980mb より低いまま日本海を北上して接近すると大きな被害を与える。昭和29年の洞爺丸の惨事を起こした15号台風はその代表的なものである。近海を対馬海流が北上しているので海水は結氷せず流水も稚内附近を除き接岸しない。潮差は 30cm 位の地域が多い。

〔オホーツク海側〕 流水離岸後から10月頃までは陸風である南よりの風が卓越するので海上は比較のおだやかであるが, 11月頃から流水の接近する前までは北～西の季節風により風波の高い日が続く。流水は樺太やオホーツク海北部沿岸にできた海水が流出し季節風や海流によって移動してくる水で, オホーツク海沿岸で1月に見られるようになり, 大氷野をなして沿岸に近づく。2月から3月までが流水の最盛期で厚さは数 10cm から 2m 以上に及ぶものもあり, 普通の年には3月下旬から4月初旬にかけて岸でとけたり沖合に移動して消失する。流水とともにこの沿岸は海水も結氷しその厚さは数10cm にも達し, ときには海岸から 10km 以上も結氷することがある。流水



および結氷のため一般船舶の航行は不能となり、港の機能はこの間まったく停止し防波堤等は氷におおわれてコンクリートは凍結融解作用を受ける(表-1, 写真-1)。流水の接岸している前後2, 3ヶ月の間に低気圧が北海道南部あるいは南岸をとって千島列島ぞいに進むようなことが例年2, 3回あるが、この場合沿岸一帯に北～東の強風が吹き込み風浪により海岸や港湾施設はしばしば被災する。潮差は南下するにしたがい大きくなり 50～150cm 位である。



写真 1

〔太平洋側〕 4月から10月頃までは海風である南よりの風が卓越し海上は常に数 10cm～1m のうねりがあり海霧の発生する日も多いので海上工事は他の海域にくらべて困難である。これに反して冬期間は陸風である北～西の風が卓越するので、沿岸海上は比較のおだやかな日が多く他の地域より積雪の少ないこともあいまって所によっては海上工事をこの期間に集中している例もある。この沿岸に大きな波浪の押し寄せるのは秋から春にかけて台風や低気圧が沿岸あるいは南方洋上を通過して東方洋上に去る場合で、高潮をともなって海岸や港湾施設もしばしば被災する。海霧(通称ガス)は5月から8月にかけてエリモ岬以东に特に多く発生し、海上陸上とも視界不良の日が多く船舶や航空機の航行に支障を及ぼしている(表-2)。海霧の発生原因は本道東部近海を親潮が南下しその外側を黒潮が北上していて、黒潮上で気温が上って水蒸気を多く含んだ空気が南よりの季節風に送られて水温の低い親潮上にきたとき気流中の水蒸気が凝結して霧となるためである。潮差は 100～150cm である。本沿岸一帯は地震や津波による被害が3海域沿岸

表-1 北海道沿岸の海水(気象台観測)

地名	沿岸氷				流水氷				備考
	初日	終日	日数	期間	初日	終日	日数	期間	
稚内	1.18	3. 2	23	44	2. 6	3. 8	28	26	統計期間は 1946～1964 ・紋別港のみ 1953～1964 ・日数は 1956～1964
枝幸	1.14	3.13	42	59	1.16	4. 2	50	78	
雄武	12.31	3.22	72	82	1.17	4. 2	65	76	
紋別	1. 2	3.25	76	82	1.16	4. 2	71	84	
網走	1. 6	3.31	86	86	1.15	4.18	84	94	
根室	12.27	3.28	77	92	1.31	4. 1	26	61	
釧路	12.14	3.28	×	105	2.21	3.13	4	10	

表-2 北海道沿岸霧日数(昭和39年)

月		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
地名	根室	2		6	10	21	21	23	22	8	7	1	2	123
	釧路	2		4	12	20	20	20	19	9	9		2	117
	苫小牧			1	5	6	7	6	8				2	35
	室蘭			1	7	6	8	7	10					39
	函館					3	3	6	1		1			14
	小樽					2	1	3						6
	小留				1	2	4	4	2	1	1			15
	稚内					3	7	6	5					21
	網走	1		1	3	8	10	4	4	1				32

のうちで最も多い。

2-2. 北海道沿岸の波について

海岸や港湾施設の設計施工や災害防止のためには波の特性をより正確に把握する必要がある。北海道開発局では昭和38年度から「北海道沿岸波浪の特性について」と題して港湾漁港のうち25港に観測網を設け、観測を続けているのでその概要を紹介する。

〔観測目的〕 波浪を発生成長させる気象条件はほぼ年周変化をするので、波も連続して1年以上観測することによりその地点の特性をつかみ、これに地形条件による補正を加えて深海波の特性を求めることができる。一方深海波はある海域では連続的に変化するから各観測網で得た深海波を結び合わせればよい。このようにして求めた各海域の波浪特性に地形条件による補正を加えて沿岸各港の設計波高等を合理的に定めるのが最終目標である。

〔指定港および観測項目〕

指 定 港	-日本海沿岸	13港
	-オホーツク海沿岸	5 港
	-太平洋沿岸	7 港
調査項目	-波浪観測：波向、波高、周期(10分間観測)	
	-気象条件：風向、風速(毎時)	
	-地形条件：深浅測量の実施、屈折図の作成	

〔観測資料の統計解析〕 有義波はその波高、周期と発生頻度との間に一定の統計分布関係があることが知られている。以前に調べた資料によれば多く対数正規分布を示していたので、それに基づき下式のように仮定する。

$$F_x = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\xi} e^{-\xi^2} d\xi$$

$$\xi = a \log_{10} [(x+b)/(x_0+b)] \quad -b < x < \infty$$

a, b, x_0 ; 常数

〔地形条件による補正〕 海底摩擦によるエネルギーの損失を無視すると波高の変化は

$$H/H_0 = K_s \cdot K_r$$

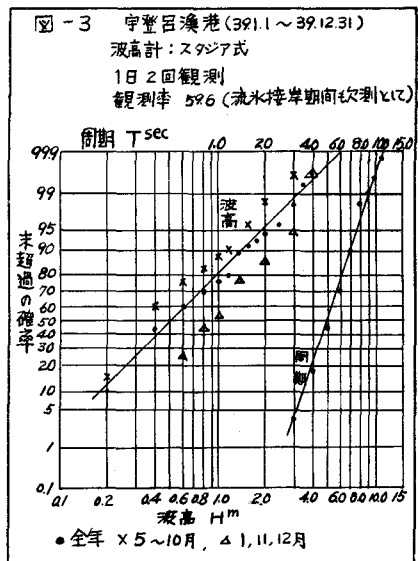
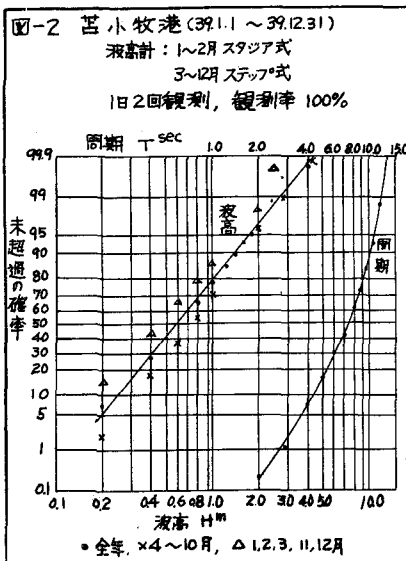
H : 観測地点の波高

H_0 : 深海波高

K_s : 浅水係数

K_r : 屈折係数

であらわされるから、港附近の深浅図によりいくつかの方向と周期について屈折図を作成し、屈折角図、屈折係

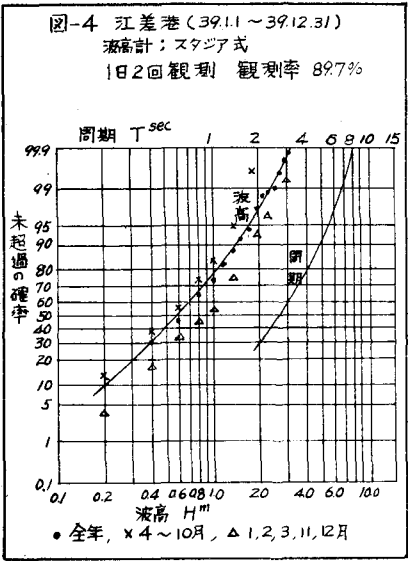


数図および浅水係数図を組み合わせ、観測波から深海波の波向と波高を簡単に求めることができる。

〔現在までに整理されている資料とその考察〕全観測網の観測体勢の整ったのは39年度後半で屈折図等も完成していないので、ここでは3海域の代表例としては苫小牧(太平洋)、宇登呂(オホーツク海)、江差(日本海)の観測地点における資料を図-2, 3, 4に示す。各港の観測値を冬期、夏期に分けた曲線も図中に入っているが前述の各海域別の波の特性が明確にあらわれている。

2-3. 苫小牧港のリレー型ステップ式波高計

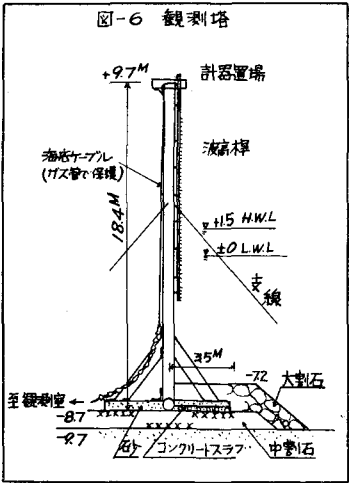
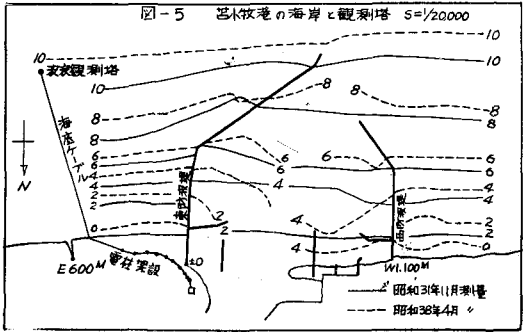
これまで道内各港における波高観測は光学式や水圧式の機械によって行なってきた。これらは比較的安価で軽度であるが、光学式は天候に左右され波の追跡に個人差があり人手も要し、水圧式は個々の忠実な表面波形が得がたく読みとりには波高変換式を用いるためにかなりの人手と時間を要す。一方ステップ式は原理的には波形に忠実で確実な方法であるが、在来のは階段状の記録が短期間で失われるばかりでなく、感度、直線性もすぐに変ってしまう欠点を有していた。北海道開発局土木試験所村木技官等はこの欠点をリレーを用いることによって解決し、直線性、感度とも長期間にわたり変らない安定なものにすることに成功し38年2月から苫小牧港沖に観測塔を設けて観測を開始した(図-5, 6)。この観測装置は観測塔に10~20cm間隔の電極を有する波高桿を取りつけ、ここから塔上のリレーボックスを経て海底ケーブルにより陸上観測所に伝送する遠隔操作方式で、自動、手動いずれでも操作できるようになっている。観測開始後7ヶ月間は直列型を用い、その後は改良した並列型を用いて現在に至っているが、これまで無調整、無故障である。なお本年度は水圧式、光学式を並用して同時観測を行ない、3者の観測値の比較検討を行ない、日本海沿岸(石狩港附近)には2号機を設置する予定である。



3. 海岸

3-1. 概要

〔日本海側〕小樽以南は岩石海岸が多くその間に小さな砂浜海岸が散在している。このため岩内附近の漂砂現



象が活発である以外海岸線は比較的安定している。石狩湾沿岸は石狩川流出土砂からなる広大な砂浜海岸であるが、最近では河口付近を除いて海岸線は安定している。留萌附近から稚内方面にかけては浸食性の海岸段丘と砂浜海岸が続き、浸食堆積海岸が多く、苫前、羽幌、天塩および稚内の海岸に浸食の度合の大きなところが多い。

〔オホーツク海側〕海岸線は全部に平坦で砂浜海岸が多く漂砂現象は活発である。かつての浜鬼志別漁港は通称「砂入瀬」といわれたほどであり、最近では紋別、枝幸港等も多少埋没気味である。なお本沿岸には大小いくつかの湖沼があるが、サロマ湖を除き湖口が毎年冬期間閉塞する現象がある(サロマ湖もかつてはそうであった)。すなわち夏期間開いている湖口を両側の砂丘が発達して秋から冬にかけて完全に閉塞してしまうので、その間河川から流入する水で湖沼の水位が上昇して湖岸附近に悪影響を及ぼす。このため春の融雪出水前に砂丘に水路をつくり(潮切り)、水位差を利用して湖面から海面に水を落す作業を例年くり返している。水路は水流により広げられ夏期間は維持されている。このような現象は河川流量、潮汐、沿岸流、波浪などがからみあって生ずるものと思われる。

〔太平洋側〕釧路以東の海岸線は入りくんでいて花咲港附近の漂砂現象が比較的活発である。釧路～広尾間は浸食性の海岸段丘と砂(礫)浜が続き漂砂現象は活発で十勝港、白糖漁港等とはときどき埋没を受ける。日高胆振海岸は道内でも最も広範囲にしかも大量の砂移動のある海岸で、浸食海岸や埋没している港が多い。内浦湾は入口両側が岩石海岸で、内部はほとんど砂浜海岸で伊達、八雲、森附近の浸食がはげしい。鹿部以南の海岸は岩石海岸が多く函館附近の海岸の浸食が部分的に大きい程度である。

3-2. 浜中湾およびビワセ湾の防潮堤

太平洋沿岸は環太平洋地震帯に面しているため津波災害も多く、17世紀以後本道沿岸に被害を与えた津波17回のうち11回は太平洋側に来襲したものである。第2次大戦後の大きなものは十勝沖地震(27年)とチリ地震による津波である。

チリ地震津波は35年5月23日朝チリ沖に発生した地震による津波が翌24日早朝には本道沿岸に到着したもので、太平洋沿岸に多大な被害を与えた。本道で最も被害の大きかったのは浜中湾およびビワセ湾附近で4m内外の津波が押し寄せ、浸水面積17km²、死者11名、その他沿岸住民の6割は罹災した(図-7、写真-2)。このためただちに対策事業にとりかかり、36年から総事業費約10億円で防潮堤11,428m(39年度までに10,330m完成)、護岸582m(39年度までに288m完成)、橋梁137m(完成)、道路1,286m(完成)を工事中である(図-8)。なお39年からはこのほかに保全事業として堤防430mを施工しているので、これらが完成すると本海岸はすべて防潮堤によってとりかこまれ沿岸住民の安住の地となる。

3-3. 日高沿岸の漂砂

エリモ岬から苫小牧附近に至る海岸地形はエリモ岬～様似間は日高山系が海岸にせまる岩石海岸と小規模の砂浜海岸、中央部は浸食性海岸段丘と西に進むに従い大きくなる砂浜海岸、鶴川～苫小牧間は広大な砂浜海岸とな

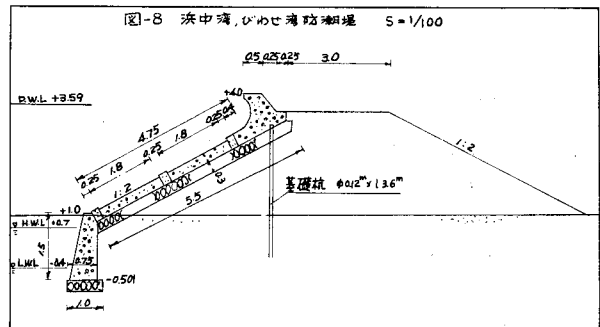
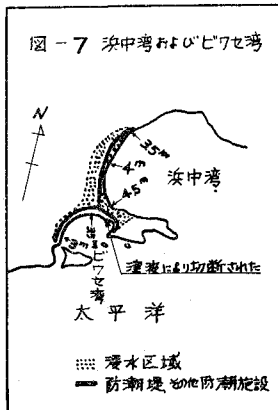


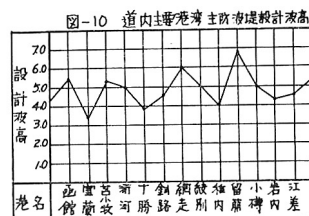
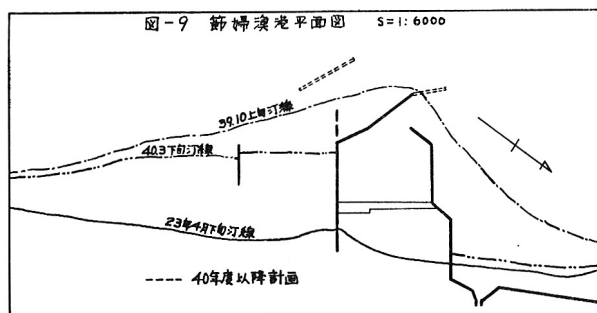


写真 2

っている。

本海岸の風向は冬から春にかけては北～西、春から秋にかけては南よりがそれぞれ卓越し、波向は冬から春にかけては西よりが卓越し沿岸流をエリモ岬の方向に向け春から秋にかけては南よりが卓越し沿岸流を苦小牧の方向に向けている。したがって沿岸漂砂は冬から春にかけてはエリモ岬より移動し、春から秋にかけては苦小牧よりに移動し年間を通じては苦小牧よりの漂砂量が多くなっている。このことは冬期間の波がフェッチが小さいのでエネルギーも小さいのに対して土砂を流出する河川の出水期が春から秋に限られていることと夏から秋にかけての南よりのうねりによる砂移動が大きいためであるといわれている。浦河附近から西に向かうほど砂の移動は活発となり苦小牧附近が最も激しいが中間の節婦、厚賀附近の漂砂は港の機能に致命的な打撃を与えている。

〔節婦漁港附近の漂砂〕 節婦漁港は昭和24年に着工された港で防波堤築造とともに東側の汀線が前進し始め、西側はそれまで漂砂の供給があいなかばして平衡状態に近かったのが、防波堤の築造により供給が絶たれたので、汀線は後退し始め護岸工事を行なうようになった(図-9)。図-9でわかるように39年3月(欠潰時)の汀線は着工前にくらべて150mほど前進しているが、この状態にはすでに昭和31年当時に到達していた。本港附近の漂砂の移動現象は春から次第に東側防波堤に漂砂が定着し始め、汀線は前進し、夏になると汀線は港口附近に至り、秋の台風時にはもちろん少々の荒天時でも堆積した砂層上を巨浪が乗り越えて防波堤の天端から多量の砂をとま



流れこみ、毎年この時期になると港内が陸化したり浅くなったりして港の機能は停止してしまう。なお港の規模が小さいため港口付近まで達し飽和状態になり防波堤東側に堆積しきれない漂砂は、港口付近を浅くするばかりでなく、港口を横切って西側にも堆積している。一方冬期間は波向、沿岸流の転向により漂砂はエリモ岬よりに輸送され汀線は後退する。しかし冬期のこのような回復過程は夏期の漂砂の動きにくらべて量的に少ないので、

年間を通じると港の東岸汀線は年々前進し西側汀線は後退している。北海道大学福島教授等は竹竿を用いて捕砂を行ない、捕砂量の沿直分布曲線の特性からこの附近の漂砂の最も大きな供給源は新冠川であると推定している。またこのような漂砂海岸の港の機能を維持するために、北海道大学尾崎教授等の模型実験に基づき、島堤を100m設けて背後にトンボロを形成させ、自然の突堤をつくり、南防波堤の反射波を利用して沿岸流と逆の流れを生じさせて港口の埋没を防ぐよう計画している。

〔苫小牧港附近の漂砂〕 苫小牧港は砂浜海岸に外郭施設を築造し波浪、漂砂を処理して、その内に外港航路を確保して、商港、工業港の航路、泊地、埠頭等の諸施設はすべて内陸部に掘り込んで築造する港である。昭和26年に東防波堤工事に着手して以来、防波堤が延長するに従い、東海岸は前進し西海岸は後退し始めた。着工以来現在に至る汀線変化を要約すると次のとおりである。

- i. 東防波堤基部を基準にして東側 600m の間は、30年頃までは一様な速度で前進し最大 140m に達した。30年から35年にかけて前進速度はかなり落ちて 40m 程度であった。現在は夏期に前進し冬期に後退して年間を通じては比較的安定している。
- ii. 東 600～2,000m では前進後退いろいろであるが、一般に前進している。東 2,000m 以東は安定している。
- iii. 西海岸は西 2,500m 以西が安定している以外、全般に後退を続けてきた。西 1,100～2,000m の間は西防波堤の延長し始めた33年頃から後退がはげしくなり、西 1,300m 附近では欠潰 48m に及び、護岸を施工したが、引き続き欠潰により倒壊したところもあった。35年からはポンプ浚渫土砂の一部をこの地区に放流しているので、現在は護岸前面に前浜ができています。

以上の汀線変化と捕砂器による捕砂結果やアイソトープを用いた調査その他により、この附近の漂砂の卓越する方向は西向きで、主供給源は沙流川、鶴川等からの流出土砂であることが判明している。港内外の深淺変化は図-5に示してあるように、東防波堤より東側は浅くなり、西防波堤より西側は深くなっている。港口附近の水深は現在 9m ほどであるが、港外から輸送されてくる土砂で埋没する可能性もあるので、東防波堤の延長工事を続けている。また外港部も攪乱されて航路が埋没する可能性があるので、東防波堤の嵩上、港内の砂止工等を施工している。

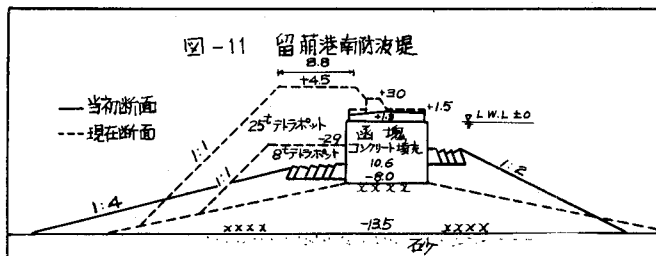
4. 港湾および漁港

4-1. 概 要

本道の港湾工事が本格的な計画に基づいて行なわれるようになったのは明治28年からの函館港改良工事、同30年からの小樽港第1期工事等で、その後第1期拓殖計画、第2期拓殖計画を経て現在は北海道開発事業の一環として行なわれている。

道内の港湾および漁港の特色を以下に2, 3列挙してみる。

- i. ほとんどの港が外海に面していて、懐深い湾内に位置する天然の良港が少ない。したがって防波堤の設計波高も図-10のとおり大きい。留萌、網走、沓形港等は相次ぐ被災により復旧断面は膨大なものになっている(図-11)。
- ii. 港湾や漁港区域の地質は岩盤や砂のところが多く、比較的良好である。軟弱地盤は留萌港、厚岸漁港に広く分布し、小樽、函館、室蘭、釧路港に部分的に分布する程度である。



- iii. これまで砂浜に築造した小港はほとんど漂砂対策になやんでいるのに対して、岩盤地帯に築造した小港の多くは戦前から防波堤を水中コンクリートで施工して港内を締切り掘削して成功している。前者の例として日本海側の泊漁港(後志)、オホーツク海側の浜鬼志別漁港、太平洋岸の節婦、厚賀、東静内漁港その他、後者の例としては幌泉港、庶野、元稲府漁港等数多い。
- iv. 戦前に築造された防波堤の天端高が低く港内静穏度が悪い、嵩上げ工事を行なっている港が多い(小樽、函館、留萌港等)
- v. 外郭施設の完成港が少なく、工事全体に占める防波堤工事の割合が大きい。

4-2. 戦前の特色ある港湾工事

北海道の築港史上特筆すべき貢献者は広井勇博士と伊藤長右衛門氏であり、両氏はそれぞれ特色ある工事を行なっているのでここに紹介する。

〔混合セメントを用いたコンクリート〕広井博士は波圧式の提唱者としてよく知られているが、道内の主要港湾の調査計画を手がけ、現在の港の姿を画いたほか、小樽港等の工事は自ら陣頭指揮にあたった人である。氏は小樽港では工事指導を行なうかたわら、ミハリエス(独)の提唱したセメントに適量の火山灰を混合すればコンクリートの耐久性が増し費用を節約できるとの主張に着目して、小樽附近の火山灰を使い数回の実験を行なった後、明治35年に実施に踏みきった。配合はブロック式混成堤の本体工用ブロックにはセメント；1.0、火山灰；0.8、砂；3.2、砂利碎石；6.4で根固用ブロックにはセメント；1.0、火山灰；1.0、砂；4.0、砂利碎石；8.0の割合であった。これらのブロックは現在でもほとんど風化せず原形のまま残っている。これ以来道内各港でこれにならばポゾランセメントを使ったコンクリートが耐久性に富むことを立証した。

〔小樽港の斜路からのケーソン進水〕伊藤技師は第1期、第2期拓殖計画による各港修築計画の調査、設計を行なったほか、小樽港においてケーソンの進水工法や長距離海上運搬(小樽から留萌、岩内港へ)等築港史上特筆すべき工事を実施した。斜路上よりケーソンを水中に進水させる工法は現在ではありふれたものであるが、当時は国内にその前例もなく、船舶の進水にヒントを得て水圧によるケーソンの耐力、進水時の動水圧、斜路上の滑動等すべて実験を重ねた結果、明治44年に巾40尺、長さ40尺、高さ26尺のケーソンをはじめて進水した。1号函は進水時の動水圧をおそれてフロートをつけなければ浮遊しないほど厚い壁にしたが、2号函からはそれ自体浮遊するようにした。本工法の成功により以後の各港の防波堤工事は施工能力が急激に増大した。

4-3. 最近の特色ある港湾工事

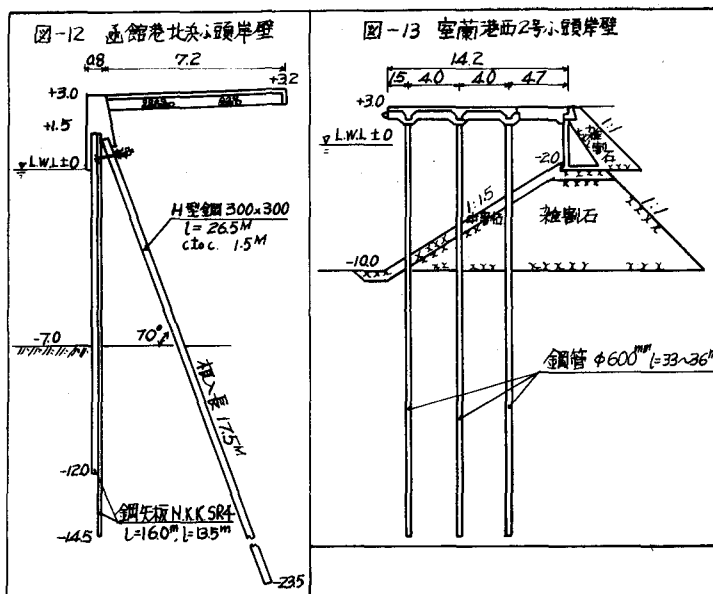
〔函館港北浜埠頭 -5.5m 岸壁〕本岸壁築造地点の地盤は軟弱で重力式工法は工費がかさみしかも背後の埋立を岸壁施工と並行できない事情にあったので矢板式を採用できず、斜控杭式鋼矢板工法を採用した。本工法は垂直に打込んだ鋼矢板壁を斜めに打ち込んだ杭で支えるもので、土圧に対しては矢板の押込抵抗と杭の引抜抵抗で対抗し、背後を埋立てするまでの波浪に対してはその逆の力で対抗するものである。39年度から施工中である(図-12)。

〔室蘭港西2号埠頭 -10m 岸壁〕岸壁築造地点が軟弱地盤であったので、直立壁を低くして斜面を有する横棧橋型式の構造として壁体の安定をはかった(図-13)。

〔苫小牧港石炭積出岸壁〕矢板式岸壁とウエルを用いた横棧橋の両型式を採用しているが、ここでは後者を紹介する。岸壁築造地点に礫混じりの砂層があり、矢板の打込みが困難であったので採用した型式で、ウエルを2列沈下させウエル間に桁を載せその上をローダーが走行するようにし、場所詰コンクリート壁と斜面上の捨石で背後土砂の流出を防止した。完成後波浪により捨石間隙から土砂の流失が目立ったのでタールピッチによるサンドマチック工法等で流出防止工をほどこした(図-14)。

〔苫小牧港漁港区南防波堤〕港附近に捨石にする石材を産しないため、これまで遠距離から運んでいたのが捨石は非常に高価であった。このため39年度に試験的に地耐力の十分ある砂地盤上に直接ケーソンを据付け、塩化ビニール板を敷いて洗掘防止をはかる工法を採用した。塩化ビニールの海水中での耐久性、浮遊砂による摩耗等いろいろ問題があるので今後の経過を見る必要がある(図-15)。

〔苫小牧港における中継ポンプを用いた浚渫工事〕商港区の浚渫土は粗砂で礫をも含んでいたのと土捨場所が



3km以上も離れていて、浚渫船のポンプのみで土砂を送ると管内に沈殿しやすく能率が低下するので、中継ポンプを入れて直列運転を行ない、管内流速を 5m/sec～6m/sec という高速度に保って作業を行なっている。

〔釧路港中央埠頭 -9.0m 岸壁〕型式は普通の鋼矢板式岸壁である。海面上に矢板式岸壁を構造する場合水中作業が多く工事が不確実になりがちで、背面を埋立てるまでに被害を受けやすいので、築島工法により工事を確実に行なうようはかり、控工もウエルポイント工法により陸上作業で施工した。

〔港湾構造物へのプレパックドコンクリートの採用〕本工法は比較的新らしいもので、旧コンクリートや岩盤との付着強度が大きく、水中施工に適しているので最近港湾構造物に多く採用されている。本道の岩盤地帯の港湾の小型船用物揚場、水深の浅い防波堤等は現在ほとんど本工法を採用している(図-16, 17)。

〔稚内港および紋別港における岩盤破碎工事〕本道的水中岩盤破碎工事は従来潜水夫が穿孔したり舢舨上から穿孔する工法が多かったが、これらは非能率で費用がかさんだり不確実であった。これに対して37年度から稚内港で、39年度から紋別港で用いている工法は能率的で確実な方法である。前者は伸縮可能な鋼製足場に3列に桁を載せて3台の掘削機を走行させるもので、足場4基、桁6本が一組であり、後者はスパット付台船上に3台の掘削機を載せるものである。

4-4. 当面している技術的諸問題

〔室蘭港外防波堤〕本港は道内で最も取扱貨物の多い港で既設港内が船舶の大型化、ふくそう化により狭くなってきたので、外防波堤を既設防波堤の沖に築造して、新たに被覆される水域に埠頭用地を確保することになり39年度に着工した。現在工事中の箇所は基部で浅いので問題はないが、予定ケ所の大部分は水深 18m 以上もあり基礎土質が細砂層(一部岩盤)からなっていて、内浦湾に面しているので設計波は比較的小さく、波高 3.2m, 周期 7.5sec 位である。このような条件に対しては、従来から防波堤構造として一般的であるとされている函塊式混成堤が最も安全で確実な工法であるとはいいいきれないので、現在数種の工法を比較検討している(図-18)。

〔留萌港南防波堤〕外港部泊地の静穏度を向上させるために既設防波堤の嵩上げを現在工事中であり、引き続き40年度からは延長工事も行なうことになった。増設部の基礎地盤は留萌川からの流出土が堆積してきた粘土質、シルト質の軟弱土で $C_u=0.3\sim0.5\text{kg/cm}^2$ 程度しかなく、しかも設計波高は 6.0～7.0m もある。このため波力に対してはかなり大きな断面を必要とするのに対して、地盤反力をできるだけ小さくしなければならない困

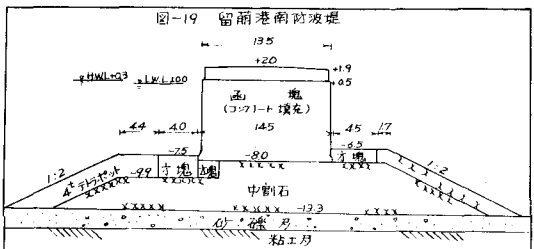
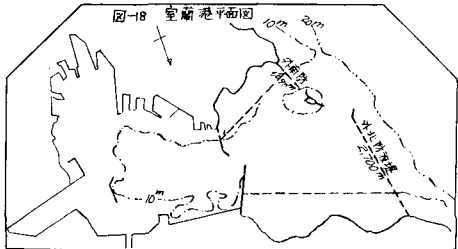
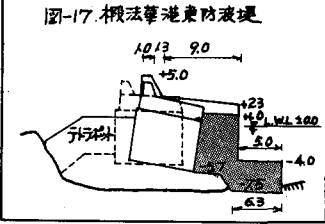
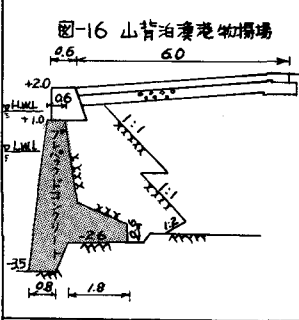
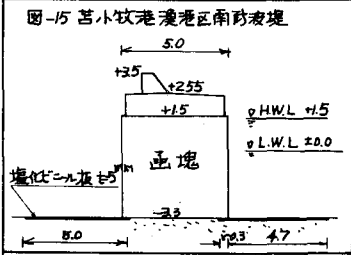
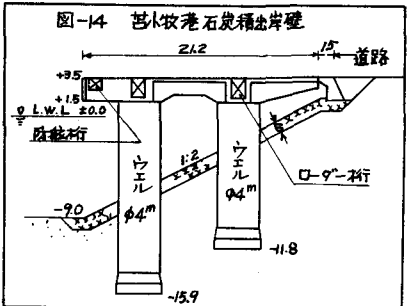
難な問題に直面している。なお防波堤築造地点は水深13m以上で海上作業可能日数が非常に少ないのと、表層に2m程度の砂礫層があるために地盤改良や置換は困難であるので、現在検討中の断面は捨石厚を大きくして地盤反力を小さくする方向に進んでいる(図-19)。

〔苫小牧港工業港区の浚渫〕本港の掘込部は現地盤高が+7m以上あるために泊地、航路等の浚渫土量が非常に多い。これまで商港区の浚渫は上層部(-1m以上)をパワーショベル、ドラグラインで掘削してトラックで附近の低湿地帯に捨土し、下層部(-1m以下)をポンプ浚渫船で浚渫して、欠潰性の西海岸に放流して、毎年2~3百万m³程度施工していた。40年度からはいよいよ工業港区の浚渫にとりかかり、5ケ年間で商港区を合わせて少なくとも15百万m³の浚渫が予定されているが、これまでの国道を利用したトラックの土砂運搬が交通量の増大、社会不安の増大(騒音、事故、土砂散乱等)、土捨て場の遠隔化等問題があるのと、ポンプ浚渫船による捨土も西海岸の収容能力も限界に達しているの、現在数種の浚渫方式を検討中である(図-20)。

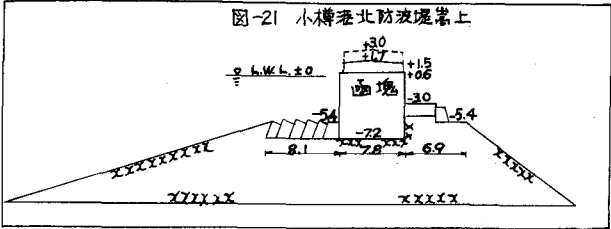
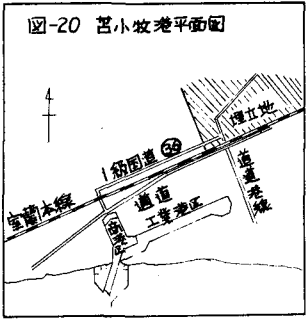
〔網走港におけるケーソンの中詰砂凍結調査〕36年4月に網走港および宇登呂漁港の既設防波堤の調査を行なったところ、微細な亀裂がケーソンの隅角部附近に多数発生しているのを発見した。この原因の一つとして中詰砂の凍結による内圧が考えられたので、ケーソンの中に電気抵抗式凍結深度計、土圧計、間隙水圧計等を入れて観測を始めた。これまでの観測結果によると、ケーソン天端から70cmほど下まで凍結の進んだ記録を得ているが、凍結による内圧等はまだまだわかっていないので引き続き観測を行なっている。

〔防波堤の嵩上〕港内の静穏度を高めるために道内各港で既設防波堤の嵩上を行なっているが、これまでせいぜい天端高が+2m程度で越波を許して堤体に作用する波力も小さかったものを嵩上すると、波力は大きくなり、たとえ断面全中で嵩上しても安定上問題である。しかしながら波、堤体天端高および前面水深と堤体に作用する波力の関係は明確でなく、たとえある関係式を使って安定計算を行なっても、断面を拉中補強しなければならぬような答が出た場合、特に混成堤など多大な工費を要するので困惑することが多い(図-21)。

〔プレパックドコンクリートによる滑動防止工法〕道内の岩盤地帯に位置する港湾の防波堤には、ケーソンの



施工能力の不足、捨石の欠亡等の理由により基礎捨石を行わず岩盤均しあるいはプレパッドコンクリートによる均しを行なった上に、安定計算上滑動に対しては不安定であるような小さなケーソンを据え付け、不足重量分は背後の岩盤を掘削して、溝の底からある高さまで打設したプレパッドコンクリートにより、応力を岩盤に分布させて安定であるようはかっている例が多い。これまで本工法による構造物の被災例は少ないが、安定計算上不可解な問題が多い(図-22)。



〔流水圧〕これまでオホーツク海側の防波堤は流水圧により被災した例が無いので、この面の説明には何ら力を入れていなかった。最近、海上のある航路標識塔が流水により倒壊した例があるので、流水圧(特に海中の孤立構造物、小断面の防波堤等の流水圧)を説明する必要がある。

5. おわりに

道内の海岸および港湾漁港の工事のうち、港湾と第3、4種漁港の工事を主として国が直轄施工し、その他は地方公共団体や受益者が施工している。したがって、本文の内容が筆者の担当する港湾関係に重点が置かれ、その他の部門の重要な問題が脱落していることも考えられるが、了承されたい。なお本文の内容の詳細な資料は当局港湾部、農業水産部、北海道土木部等に整備されている。

