

厚岸フェリーポート工事について

正員 日本道路公団東京支社 大立目 勤
(元厚岸フェリー工事事務所長)

正員 日本道路公団東京支社 高岡 正樹
(元厚岸フェリー工事事務所員)

1. ま え が き

厚岸フェリーは有料道路事業として日本道路公団が北海道で行なう最初の事業で、道道霧多布・厚岸線が、厚岸湾および、厚岸湖を通過する、厚岸町大字真竜と厚岸町大字奔渡間 640 m を連絡するフェリー・ポートである。本工事は総事業費 100,000,000 円でフェリーポート総 ton 数 140.12 ton 1 隻を建造し、接岸設備および取付道路を 2 カ所新設する工事で、その工費内訳は以下のとおりで

ある。なお、工期は昭和 33 年 9 月 18 日から 34 年 7 月 20 日迄の約 10 カ月間で、竣工式は 8 月 1 日であつた。

船舶建造費 (1 隻)	29,300 千円
接岸施設費 (2 カ所)	37,479 千円
可動棧橋製作据付工費 (2 カ所)	13,202 千円
道 路 費 (2 カ所)	6,610 千円
営 繕 費 (管理事務所外 2 棟)	4,380 千円
写真-1 フェリーポート、写真-2 可動棧橋、図-1 厚岸フェリー工事平面図参照。	



写真-1 フェリーポート

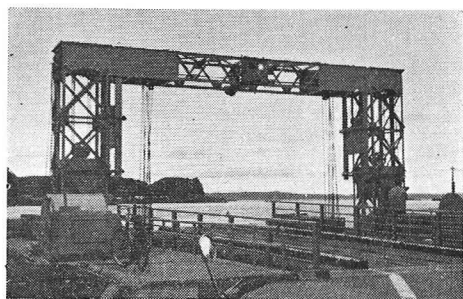
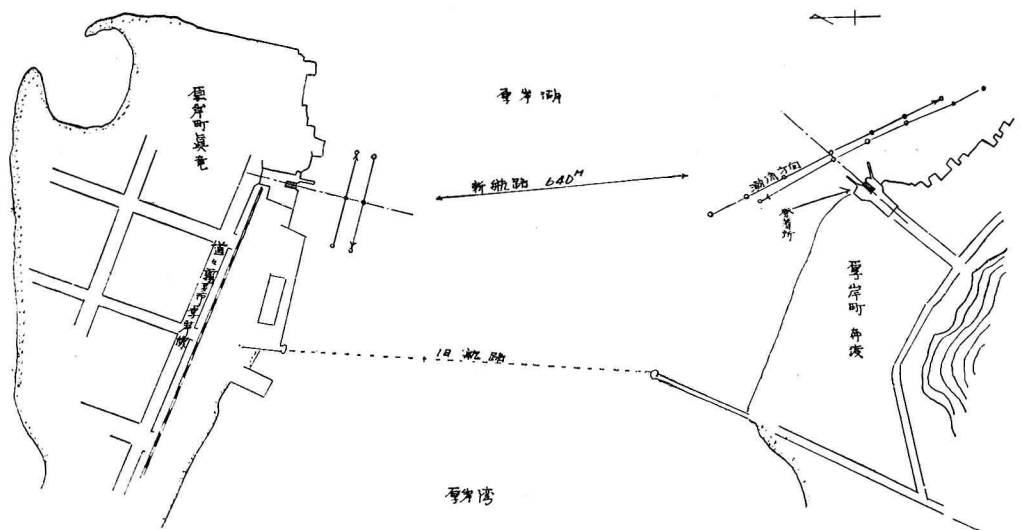
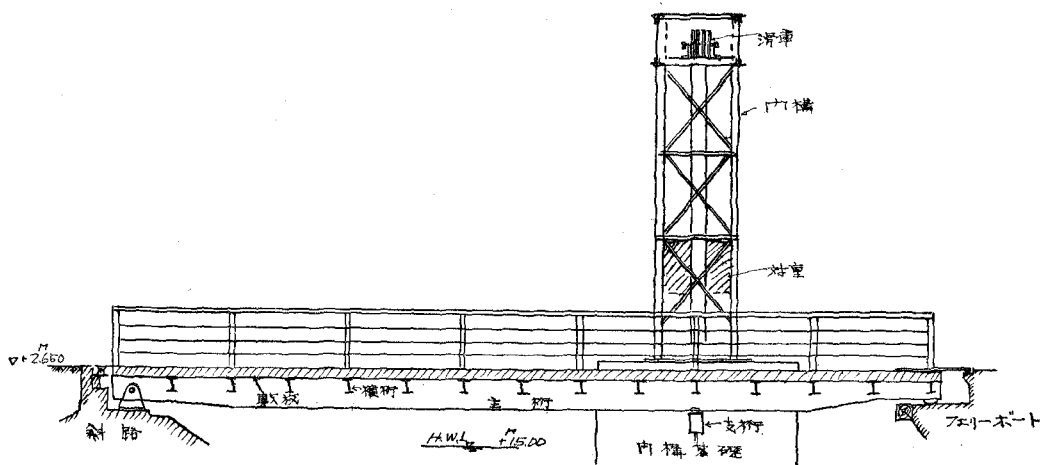


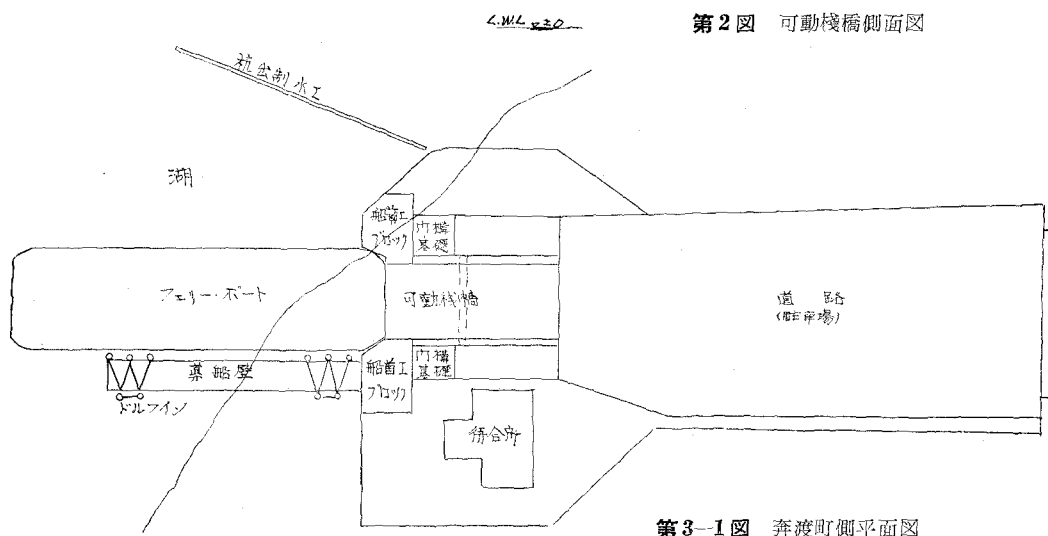
写真-2 可動棧橋



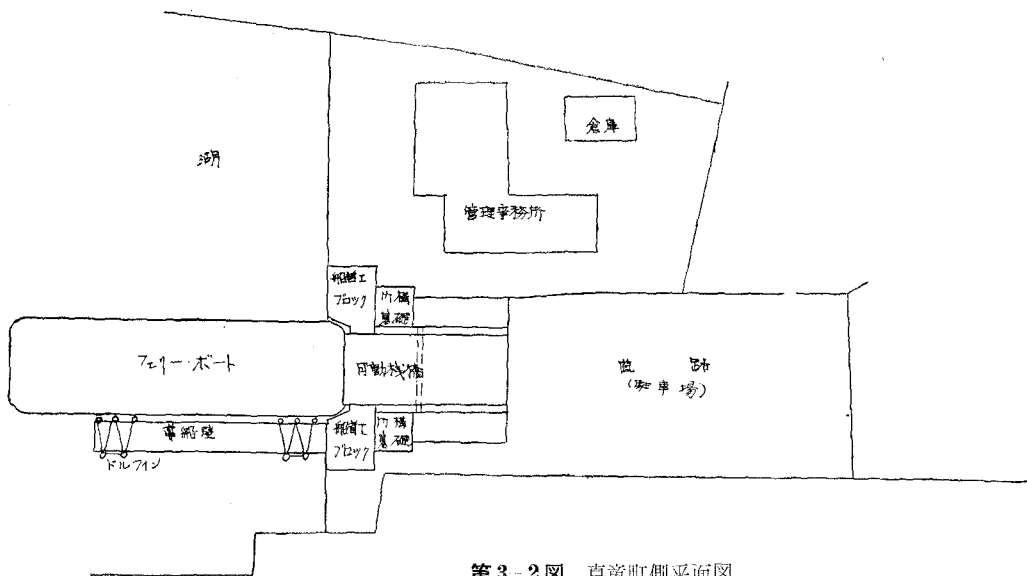
第1図 厚岸フェリー工事平面図



第2図 可動棧橋側面図



第3-1図 奔渡町側平面図



第3-2図 真竜町側平面図

2. 設 計

フェリーボートは長さ 28.0 m、幅 7.0 m、深さ 2.5 m、主機関出力 130 馬力、航海速力 8.5 ノットあり、搭載能力は車輦大型車 1 台、小型車 2 台、旅客 100 名である。

可動棧橋は厚岸湾内が潮位差 1.50 m もあつたので、この潮位差に対し車輦が船に自由に乗降できるような方法としては

1. スリップウェイ (斜路) 方式
2. ポンツーンを利用するもの
3. 門構により棧橋を吊上げるもの

以上の三方式があるが、厚岸フェリーについては種々検討した結果、門構により棧橋を吊上げる方式を採用した。この可動棧橋は棧橋をワイヤーロープで吊り、バランスドウェイトをつけて棧橋を動力で上下するのであるが棧橋の各部は全てピン連結になつており、船が接岸している際に船のローリングおよびピッチングに応じて棧橋も動くような構造になつている (第 2 図)。

湾内潮位差が 1.50 m もあるので潮流速度が速く、上げ潮の際は真竜側が最大流速 1.40 m/sec、奔渡側 0.80 m/sec、下げ潮の際は奔渡側で最大流速 1.60 m/sec、真竜側 0.70 m/sec の流速があり、その流向は第 1 図に示すとおりである。フェリーボートは前後に推進機を有する特殊構造の船で、流向に対し直角に接岸するので、(一般に船の接岸は、流向に平行に船首を上流に向けて接岸する) 船の操舵が難しく、接岸カ所の位置、方向には相当の検討をしたが、その結果荒天の際の風浪と、冬期の結氷および流氷の恐れが少なく、また浚渫土量の少ない位置として第 1 図の位置に決定した。なお、奔渡側は接岸位置が海岸線より海にでるので、木杭にて杭出制水工を

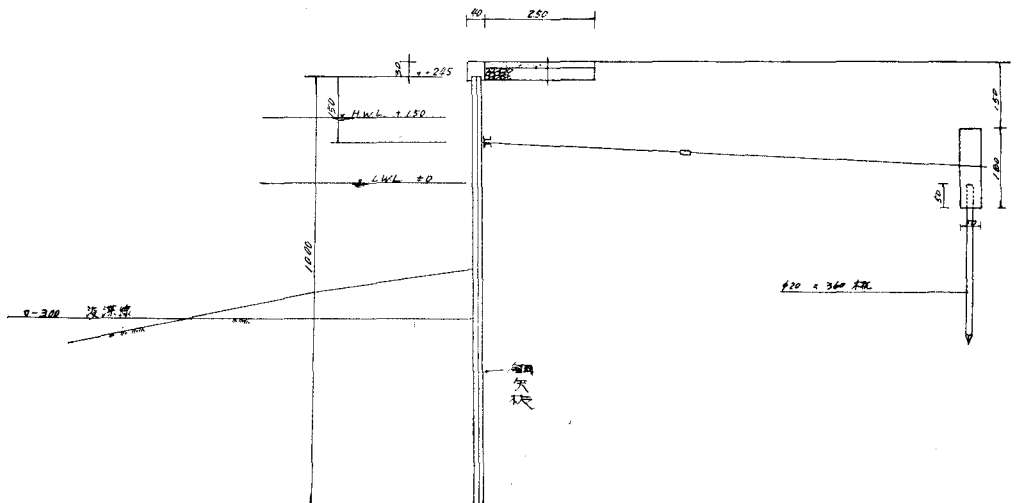
設け、流氷および潮流に備えた。

接岸接備の高さは潮位差 1.50 m と波高を考慮して 2.75 m にしたので、管理事務所および陸上施設は波浪に対し安全である。また可動棧橋の桁高はその脊を海水に浸されないように決めた。本地点の地質、地耐力および経済性を考慮して、護岸型式は矢板式護岸にし、鋼矢板を使用した。鋼矢板は八幡製 A II 型で、長さは 10 m、8 m、5 m の 3 種とした。また鋼矢板は海岸地では腐蝕が基だしいので、この防護のために電気防蝕法を採用した。矢板の控桿には径 44 mm の棒鋼を使用し、控板には幅 0.50 m、高さ 1.80 m の鉄筋コンクリート製控板にした (第 4 図)。

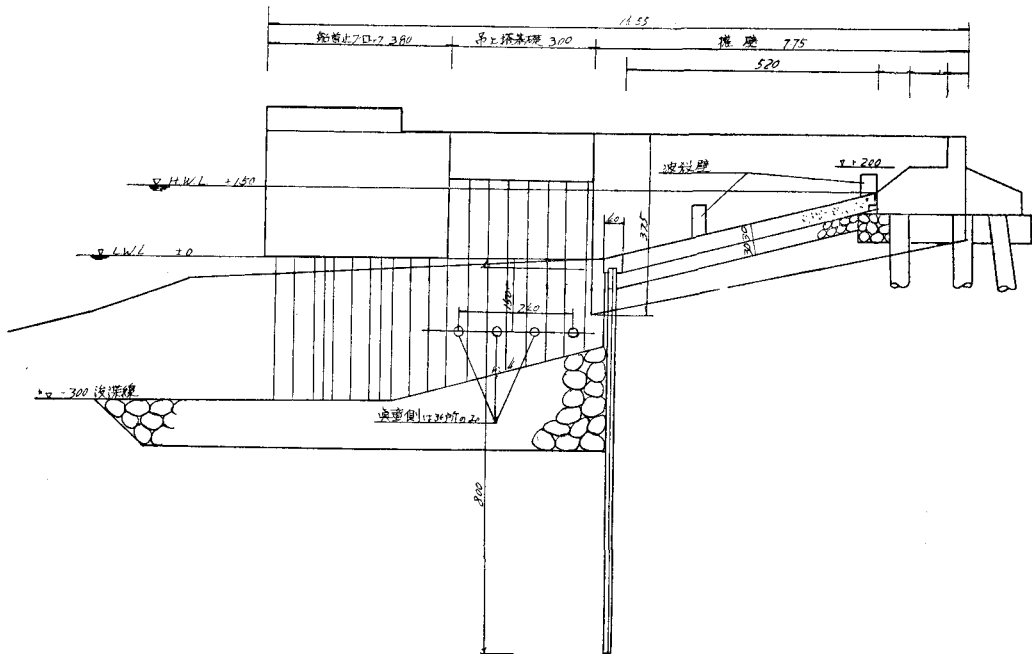
接岸の操船を安全且つ敏速にできるように鋼管杭 (杭長 17 m、外径 0.50 m) を 5 本 1 組にしたドルフィン を 2 カ所設置し、この間に導船壁を取付けて導船するようにした。これらの設計は接岸速力 0.5 m/sec 以上でも、その衝撃で船に支障をおよぼさないように可撓性に富んだ構造とした。この鋼管杭にも防蝕法を採用したが、鋼矢板に採用した防蝕法は外部電源法であるが、鋼管杭に採用したのは流電陽極法である。ただし、鋼矢板に近い側の鋼管杭は両者を併用した。

船首が接岸する箇所にはコンクリート製船首止ブロックを設け、鋼矢板と直接衝突するのを避けるようにした (第 5 図)。この船首止ブロックや可動棧橋橋台および棧橋門構の基礎には遠心力鉄筋コンクリート杭径 40 cm、長さ 10 m を基礎杭として使用した。

フェリーボート待合のための駐車場として、真竜側に長さ 27 m、幅 14.5 m、奔渡側に長さ 35 m、幅 15.5 m のコンクリート舗装道を設け、北海道庁施工の道路と接続するようにした。



第 4 図 護岸断面図



第5図 接岸工正面図

以上設計の概略であるが、工事費が少ないため種々なる悪条件の下で、できるだけ安全且つ経済的な接岸設備の設計をした。

3. 施 工

施工については接岸設備工事が工期約10ヵ月にて施工することになり、冬期間も余儀なく施工せねばならなくなり、施工順序を概略列記すれば

鋼矢板の打込

基礎杭の打込

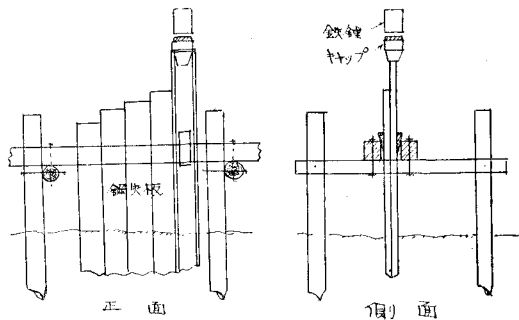
コンクリート打設

浚渫および取付道路の施工

可動機橋据付

以上のとおりで、冬期施工として鋼矢板および基礎杭の打込およびマスコンクリート構造物類の寒中コンクリート施工を実施した。

鋼矢板および基礎杭類の打込は、落錘式打込法を行ない、18mのデリッククレーンを使用し、鉄錘(970kg)を鉄製リード(長さ10m)を使用して落下させ杭の打込を施工した。鋼矢板および基礎杭打込地点の土質は両岸とも砂質土で、その粒子は細かく、とくに真竜側は粗い粒子に細かい粒子が混合されているので土質は堅く固まっている。奔波側は-5.00m付近までは貝殻層と流砂が互に噛み合っていて、それより下方が砂質土になっている。鋼矢板および基礎杭を垂直に打込むためには、土質は前に述べたような土質であるので、杭打込には支障ないか



第6図 ホース・ワーク図

ら建込および杭位置を正確にだすようにした。このためホースワークを行なつて杭の建込および打込を行なった(第6図)。護岸位置は鋼矢板にて決定されるので、ホースワークは正確に組まれ、鋼矢板が1枚傾くとそれ以後は全部傾いてしまうので、ホースワークで垂直に保ちながら打込んだ。以上のような施工で杭類は打込み基礎杭はすべて設計荷重に対し安全支持力を得た。

コンクリート工事は寒中コンクリート施工になつたので、その施工については入念にこれを行なつた。コンクリートの示方配合は第1表のとおりであるが、海岸工作物や寒中コンクリート施工であるので、これにポゾリス No. 10 をセメント重量の1%を加えコンクリートの配合とした。

骨材について、粗骨材は現場より約8km隔つた門静の原石山、岩質な砂岩であるが、ここより最大径45mm

第1表 コンクリート示方配合

	単位セメント量 (kg)	単位水量 (kg)	水セメント比 (%)	単位細骨材量 (kg)	単位粗骨材量 (kg)
鉄筋コンクリート	320	180	55.4	764	1,190
舗装コンクリート	320	160	50.0	646	1,375
無筋コンクリート	230	160	69.5	730	1,235

第2表 細骨材のコンクリート圧縮強度試験

試験練配合 (骨材含水率の補正を行なった配合で試料 20ℓ 当り配合)

セメント (kg)	水 (kg)	水セメント比 (%)	細骨材 (kg)	粗骨材 (kg)	骨材比 (%)
6.4	3.6	60.0	17.4	24.0	1.4

採集地名	水セメント比 (%)	細粗骨材比 (%)	スランプ (cm)	7日強度 (kg/cm ²)	28日強度 (kg/cm ²)
釧路	60.0	1.4	1.0	104.7	121.7
札幌	60.0	1.4	3.5	147.1	135.8
門静	60.0	1.4	9.5	167.0	169.8

第3表 コンクリート現場配合

	単位セメント量 (kg)	単位水量 (kg)	水セメント比 (%)	単位細骨材量 (kg)	単位粗骨材量 (kg)	ポゾリス量 (kg)
鉄筋コンクリート	320	160	50	742	1,114	3.2
舗装コンクリート	320	160	50	646	1,375	3.2
無筋コンクリート	230	138	60	730	1,235	2.3

の碎石を粗骨材として使用した。細骨材については札幌川産、釧路産、門静産の3地より採集して現場試験を行なった。現場試験として骨材篩分け試験およびコンクリート圧縮強度試験を実施した。この試験結果は第2表のとおりで、この試験結果より粗骨材は門静産碎石、細骨材は門静産砂を使用することにした。この材料を使用することにより現場配合を第3表のとおり決定し、重要配合で現場混合を施工した。ポゾリスは25%濃度の水溶液として使用し、ポゾリス水溶液量分の水量を減らした。ポゾリス使用によりコンクリート中に空気量が4~5%含有されていた。コンクリートの圧縮強度は、セメント使用量 320 kg/m³ は強度 $\sigma_{28}=180 \text{ kg/cm}^2$ 以上、同じく 230 kg/m³ には $\sigma_{28}=150 \text{ kg/cm}^2$ 以上、舗装コンクリートには $\sigma_{28}=280 \text{ kg/cm}^2$ 以上を要求した。各構造物別のコンクリート圧縮強度結果は第4表のとおりである。この内摘要欄に記入した構造物は寒中コンクリート施工をし、この施工については水および骨材を加熱し、打込温度を高め、更に養生としてビニール温熱線を使用した。水および骨材の加熱と打込温度との関係を打込中の熱損失がないものとして計算した結果は下記のとおりである。

水温 (°C)	骨材温度 (°C)	打込温度 (°C)
40.0	5.0	12.3
40.0	10.0	15.7
60.0	5.0	16.6
60.0	10.0	20.2

これを現場にて施工した結果はつぎのとおりであつた。

2月16日

時間 (時)	気温 (°C)	水温 (°C)	骨材温度 (°C)		打込温度 (°C)
			砂	砂利	
9	-4.0				
12	0	60	10	5	13
18	-1.0				

2月23日

時間 (時)	気温 (°C)	水温 (°C)	骨材温度 (°C)		打込温度 (°C)
			砂	砂利	
11	-1.0				
12	0	64	16	0	14
15	-1.0				

第4表 構造物別コンクリート圧縮強度

奔 渡 側

採取年月日	スランブ (cm)	材 齢 (日)	圧縮強度 (kg/cm ²)	構 造 物 名 称	摘 要
34. 2. 16	10.0	7	118.8	棧橋下部擁壁	150 kg/cm ² ≤ σ_{28} 寒中コンクリート施工
"	"	28	203.7	"	"
"	"	"	192.4	"	"
34. 2. 28	4.5	7	79.2	"	"
"	"	28	158.5	"	"
"	"	"	130.2	"	"
34. 3. 2	15.0	7	141.5	護岸控板	180 kg/cm ² ≤ σ_{28} "
"	"	28	260.3	"	"
"	"	"	271.6	"	"
34. 3. 24	5.0	7	107.5	船首止ブロック	"
"	"	28	192.4	"	"
"	"	"	198.1	"	"
34. 3. 26	11.0	7	152.8	控 板	"
"	"	28	305.6	"	"
"	"	"	260.3	"	"
34. 3. 31	2.7	7	107.5	船首止ブロック	"
"	"	28	147.1	"	"
34. 4. 22	3.5	7	101.9	門 構 基 礎	"
"	"	28	209.4	"	"
"	"	"	186.7	"	"
34. 5. 23	6.0	7	152.8	"	"
"	"	28	186.7	"	"
"	"	"	203.7	"	"
34. 7. 9	3.0	7	282.9	舗 装	280 kg/cm ² ≤ σ_{28}
"	"	"	316.9	"	"

真 竜 側

採取年月日	スランブ (cm)	材 齢 (日)	圧縮強度 (kg/cm ²)	構 造 物 名 称	摘 要
34. 3. 27	11.0	7	130.2	控 板	180 kg/cm ² ≤ σ_{28}
"	"	28	226.4	"	"
"	"	"	226.4	"	"
"	10.0	7	152.8	"	"
"	"	28	237.3	"	"
"	"	"	249.0	"	"
34. 4. 24	9.0	7	113.2	棧橋下部擁壁	150 kg/cm ² ≤ σ_{28}
"	"	28	220.7	"	"
34. 4. 25	10.0	"	181.1	"	"
"	"	"	186.7	"	"
"	"	"	181.1	"	"
34. 4. 30	9.0	7	164.1	船首止ブロック	180 kg/cm ² ≤ σ_{28}
"	7.0	28	196.2	"	"
34. 5. 1	7.0	"	175.4	"	"
"	14.5	"	210.2	"	"
34. 5. 13	11.0	7	172.1	門 構 基 礎	"
"	"	28	196.4	"	"
"	"	"	187.3	"	"

3月2日

時 間 (時)	気 温 (°C)	水 温 (°C)	骨材温度 (°C)		打込温度 (°C)
			砂	砂 利	
14	4.0				
16	3.0	40	10	0	9
18	0				

骨材加熱はドラムカンを4ヶ横に倒して縦に連続させ煙突状にして骨材を上へ盛り、ドラムカン内で薪を燃やして骨材を加熱した。水はボイラーを使用し、石炭を燃焼させ水の温度を高めた。コンクリートの養生にビニール温熱線を構造物の型枠上に巻き、電気をとおり、更に簀で覆って熱の発散を防いだ。養生温度は最高温度がそれぞれ14°C、15°C、17°Cになった。ビニール温熱線養生は24~36時間養生を行ない、後は簀だけの養生を行なった。寒中コンクリート施工の構造物は大部分が地中下で直接風が当たらないので養生に対しては割合案であつた。特に工事施工中の最高、最低気温(1~3月)月を掲げると第5表のような気温になつており、年間最低気温-19.0°Cであるから、この地方では暖冬の年であつたということがいえる。

護岸施設の腹起しの取付、控樺の取付などは干潮時を利用して取付けた。

道路は凍上防止のため路床を切込砂利厚さ70cmに入

第5表 最高、最低気温表

日	1 月		2 月		3 月	
	最 高	最 低	最 高	最 低	最 高	最 低
1	-3.0	-8.0	-1.0	-13.0	3.0	-12.0
2	-2.0	-10.0	3.0	-14.0	5.0	-2.0
3	-3.0	-14.0	7.0	-2.0	2.5	-4.5
4	0	-8.0	3.0	-7.0	1.5	-4.5
5	1.0	-7.0	0	-8.5	5.0	-2.0
6	-3.0	-11.0	3.0	-10.5	5.0	-5.0
7	-4.0	-13.5	1.0	-8.0	2.0	-6.5
8	-3.5	-16.5	-1.0	-11.0	1.0	-7.0
9	-2.0	-15.0	2.5	-0.5	1.0	-4.0
10	1.5	-8.0	-1.0	-7.0	8.0	-7.5
11	-4.0	-13.0	-1.0	-10.0	2.0	-1.5
12	1.0	-15.0	0	-16.0	6.0	0
13	-0.5	-7.0	6.0	-4.0	3.5	-0.5
14	-2.0	-5.0	0	-8.0	3.5	-2.0
15	-2.0	-9.0	1.0	-12.0	0	-2.5
16	-2.0	-8.0	1.0	-10.0	0	-5.0
17	0	-8.0	4.0	-1.0	3.0	-5.0
18	-5.0	-13.0	1.0	-6.0	3.5	-8.0
19	-4.0	-15.5	2.0	-10.0	4.0	-7.0
20	1.0	-19.0	-1.5	-6.0	2.5	-1.5
21	1.0	-10.0	1.5	-11.5	3.5	-4.0
22	-4.0	-11.5	3.0	-3.0	5.0	-4.0
23	0	-10.0	1.0	-6.5	3.0	-2.0
24	-3.0	-12.0	1.0	-13.5	2.0	-7.0
25	3.0	-11.0	-4.5	-12.0	5.0	-5.0
26	0	-9.0	-1.5	-11.0	4.5	-1.0
27	0	-13.5	2.0	-14.0	5.5	-2.0
28	-1.0	-13.0	0	-7.5	0	-6.5
29	0	-16.0			1.5	-4.5
30	-1.0	-6.0			1.5	-6.0
31	-1.0	-10.0			5.5	0

れ換えて、更に15cmの碎石路盤、20cmのコンクリート舗装を行なつた。路盤は真竜側10tonマカダムローラーにて転圧したが、奔渡側はD-8ブルドーザーにて転圧後、仕上転圧にバイブレーティングローラーを使用した。路面は1.5%双曲線横断勾配であるので、目地割は縦方向に3.0mおよび4.0mで車線幅に沿つて入れ目地材としてアスファルト目地材、盲目地にトップシールを使用した。横膨脹目地にはスリッバーを使用し、目地材にトベタイトを使用した。舗装コンクリートはスランプ1~3cmであつたが、ボゾリス No. 10を使用しているので、骨材に碎石を使用しているがウワーカブルなコンクリート打設が施工された。

ドルフィンには長さ17.0m、外径50cmの鋼管杭をデリッククレーンを改良して、アーム長を24.0mにし、コンクリート杭打と同様にこの杭を打込んだ。所定の高さに打ち込んで後斜傾材はすべて現場溶接にて溶接した。導船壁は陸上にて組立てデリッククレーンにて吊込んでドルフィンに取付けた。

浚渫は両岸合せて2,750m³のわずかな量であつたのでクラムシェルおよびオレンジールとデリッククレーンで行なつた。しかし真竜側の土質は固く、浚渫には非常に手間取つた。この浚渫は護岸付近でデリッククレーンのアームが届く範囲内だけの浚渫であるので、それ以外の箇所は、ドラッグラインによつて行なつた。ドラッグラインは沖にアンカーをとり、水中を往復させるだけであるため溝ができる。この溝は潜水夫によつて周囲の土を集めて浚渫施工した。船の吃水が1.70mで、浚渫深さは-3.00mであるから船の航行には充分な深さの施工をした。

可動棧橋は室蘭にて工場製作、仮組立および試運転後現場に運搬され架設された。棧橋据付は吊上塔門構を据付後主桁の受桁を渡し主桁を組立てた。橋自体が上下自由に動けるようになってゐるから、床版はクレオソート注入の材木を使用した。可動橋の上下はウインチを使用して行ない。モーターでこれを動かすが、停電の際はギアの切替を行なつて手動にて棧橋の上下ができるようになってゐる。ウインチにはマグネチックブレーキとメカニカルブレーキが付いてあつて、可動橋の安全性を増すようにしてある。可動橋はワイヤーロープにて吊つてあるが、このワイヤーロープは可動橋自重だけを吊り上げる設計になつていて、船が接岸の際は可動橋は船に桁の支点を受けたことになる。そのためワイヤーロープが充分緩んでロープを垂ませるために、カウンターウェイトを取付けてある。そのため車輻が可動橋に乗つてもワイヤーロープには荷重が掛らないようになっている。可動橋には船の接岸および交通の安全性を保つため、信号燈、バルおよび照明が付属されている。

フェリーボートは室蘭にて造船工事が完成され、ここより厚岸に廻送されてきた造船工事および管理事務所、待合所の建築工事についての報告は本文では省略する。

4. む す び

フェリーボートが動く道路として安全且つ敏速に運航されるよう、その接岸については種々検討をした結果、

以上述べてきた接岸設備が完成し、昭和34年8月1日より運航を始めた。フェリーボート運航後事故もなく現在迄安全且つ敏速に就航しているのは設計に際し、種々検討された東京支社設計課の方々、工事施工にあつた菅原建設株式会社、函館ドック株式会社、桤崎造船建設株式会社の方々の努力奮斗の結果である。

技術資料編集委員

委員 長	北海道開発局	古 谷 浩 三
	札幌市役所	岡 本 成 之
	北海道開発局	川 島 雅
	北海道電力株式会社	町 野 好 宣
	北大工学部	渡 辺 昇
	札幌鉄道管理局	余 湖 平 八 郎
	北海道土木部	小 山 義 之
	北海道開発局	小 林 道 郎

昭和35年2月5日印刷
昭和35年2月15日発行

技術資料・第十六号

発行所	土木学会北海道支部 札幌市北十二条西八丁目 北海道大学工学部 TEL. ④-2181
編集兼 発行人 印刷所	古 谷 浩 三 合名会社 文栄堂印刷所 札幌市北3条東7丁目 電話 ③ 2711・5560 ②0851