

## VI. “防波堤基礎および根固め工，繋船岸などに 用いる注入コンクリートについて”

土木試験所	林 正道
港湾部港湾建設課	服部典節
稚内開発建設部	高島 孝
函館開発建設部	荻野 洋
小樽開発建設部	高沢信次郎
留萌開発建設部	林 胤次
釧路開発建設部	福士誠一
室蘭開発建設部	佐々木和元
石狩川治水事務所	岩村 勉・中川 望

### ま え が き

従来の水中コンクリート工法に代わり水中のコンクリート施工において主体的工法となるためには，いろいろと改善すべきこともあると思われる。本年度港湾工事に於いて施工された注入コンクリート工事について，とりまとめたが，とりまとめの期間が短かったこと，集まった各現場のデータも早急な工事施工をひかえながらそのかわりにまとめた実績であるので，必ずしも満足すべきものではなかったがまとめた結果から述べる。

### 1. 骨材の粒度

細骨材の粒度については，ASTM 規格 C 33~46 でふるい目 1.2 mm 以下 FM 1.35~2.20 の範囲が適当とされている。粗骨材についても 15 mm 以下のものは除くべきで，これは注入グラウトに必要な流動性を保持する上においても，また分離の傾向を早めないためにも必要である。しかし現場条件からこれに合致するものが得られない場合とするが，この点は各港ともひどいものはないようである。

### 2. セメントおよびポゾラン

小樽，松前は普通セメントにアサノポゾラン網走はフライアッシュセメントの 25% ものその他は 20% ものを使用している。単位セメント量をもっと少なくすることができるよう思うが，強度のバラツキが大きいので不安であるが，この種の港湾工事はあまり短期強度を必要としない場合が多いのでバラツキの点さえ解決できれば耐久性，水密性の点から考えて長期強度 (91日) を期待すべきである。ポゾランとしてのフライアッシュについては品質試験が簡単にできないので品質の均等性についてはわからないがたまたま固結することがある。フライアッシュが固結しているとグラウチングが困難になる。これについて現場セメント倉庫に 12 袋を積み重ねて 28 日後上部より 9 段目の 1 袋を抜きとってみると著しく固く硬直状態を呈しており，これをほぐさねば使用に堪えられない。このような状態のフライアッシュでもブレン，水量比，湿分および強熱減量にははなはだしい変化は認められない。ただし東電の物理化学試験の結果をみると，特に 44 にふるいの残量が漸次増すことでブレンとふるい残分は並行性がなく一見矛盾して見えるが，この理由は主としてフライアッシュの中の石灰分と，空气中の炭酸ガスや湿分とで不溶性の化合物が生成され，これが粒子間と緊縛して外力を与えてもほぐれにくく変化するのでないかといわれているが，これはいずれ電子顕微鏡を使って他面からいずれ解明されるものと思う。この点を考慮してコンクリート打後の中で注入が全量の半数近く占める現場では使用セメントを全部フライアッ

シュセメントとにし、注入コンクリート施工の場合は在庫の中で最も新しいものを使用するようにしてこの点を解決している。

### 3. 混 和 剤

Intrusion aid 使用のものとは Pozzolith およびアルミ粉使用のものがある。小樽港は aid を使用しているが、他港は全部 Pozzolith とアルミ粉を使って注入を施工している。Pozzolith は No.5 No.8 とその港によってまちまちであるが、モルタルの輸送距離、経済性、強度などから考えると、No.5 でいいました塩カリを含むことその他 aid の特性を与えるための効果の点などから No.8 でなければならないといわれているが、この点明らかでないのでいずれがいいといわれないうである。

### 4. アルミ粉

アルミ粉はモルタルのアルカリと化学的に反応して水素ガスを発生し、これがモルタルに一樣に分布しモルタルの沈下収縮するのを軽減すると同時にモルタルを膨張さす。投入量については板倉教授その他いろいろな人の研究結果を要約すると、アルミ粉の量をほぼ  $(C+F)$  の 0.015% にすれば aid 使用のときと同程度の膨脹を生ずる。また強度との関係についても Carl A Meuzel 氏や板倉教授の実験で型枠上部に圧力を加えた場合と無荷重の場合などについては発表されている。各港で採用しているアルミ粉の量は  $C+F$  の 0.01~0.015 の間である。

### 5. 配合設計および強度の確認

各港ともモルタル  $1\text{ m}^3$  当たり 800~900 kg  $(C+F)$  で  $C$  は 600~720 kg 使用している。 $C$  の値については散乱量や注入中のロスなどを初めから 3% 前後見込んでいところや void で 2% 増としているところもあった。出来上がりコンクリートの強度の確認方法については、従来粗骨材の最大寸法が 50 mm 位のもが使用されていたときは普通のモールドで供試体を作れたが最近最大寸法が 150~200 mm を越す粗石が使用されているが、この場合の供減体の製作方法についてはなら決められていない。この問題については本文中に触れているので、詳細は省略する。

#### A. 注入コンクリートを施工した断面

各港の構造物の断面は図 VI-1 のとおりである。

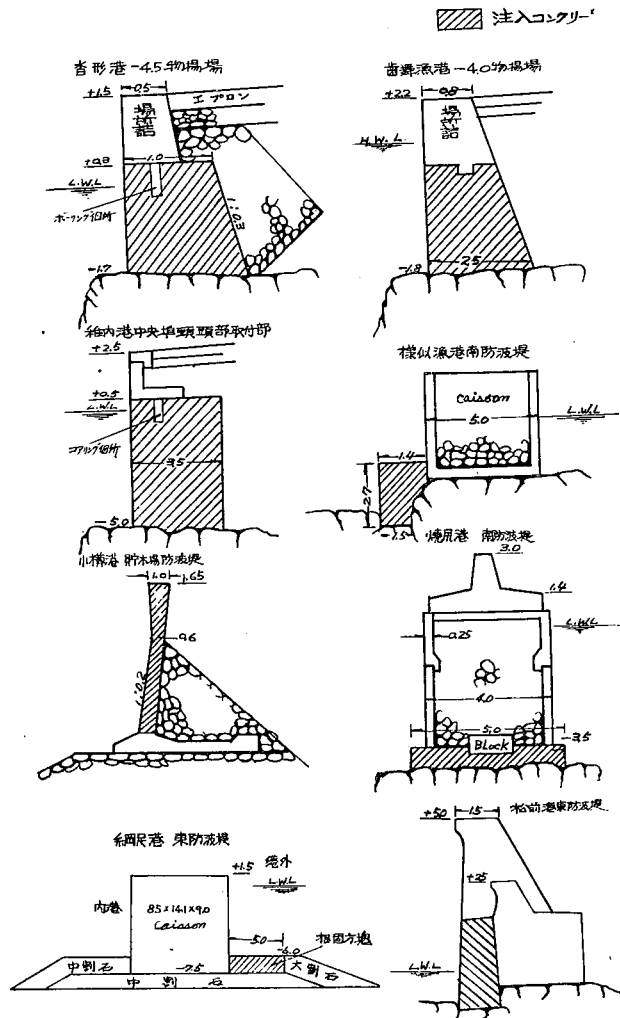


図 VI-1 断面図

B. 各港の骨材の品質

表 VI-1

① 細骨材

種 別	比 重	吸水量	単位容積重量	有機不純物試験	F.M	最大寸法	空隙率	摘 要
稚内市目熊海岸砂	2.62	1.00	1,650	合 格	1.15	2.0	42.5	稚 内 港
東利尻町沼浦海岸砂	2.55	1.00	1,557	"	1.31	2.0	48.5	杓 形 港
錦 岡 砂	2.72	0.765	1,670	"	2.47	1.0		小 樽 港
様 似 海 岸 砂	2.85	1.73	1,600	"	1.09	1.2	44.0	様 似 漁 港
沖根辺海岸砂	2.63	0.96	1,690	"	2.49	1.2		齒 舞 漁 港
羽 幌 海 岸 砂	2.66	1.11	1,660	"	1.99	1.2		
松 前 海 岸 砂	2.73	1.92	1,708	"		2.0		松 前 港
網走市北浜海岸	2.63	1.40	1,691	"	2.76	2.5		網 走 港

② 粗骨材

礼文町元地海岸碎石	2.65	0.8	1,805		8.92	150	39.7	稚 内 港
東利尻町南浜海岸砂利	2.66	2.7	1,410		9.95	150	45.0	杓 形 港
小 樽 碎 石	2.85	1.4	1,596		7.94	50		小 樽 港
浦川町幌別川砂利	2.71	0.35	1,550		8.67	80	43.0	様 似 漁 港
齒 舞 海 岸 碎 石	2.75	1.01	1,720		5.1	50	47.0	齒 舞 漁 港
羽 幌 川 砂 利	2.66	0.84	1,644		7.9	50	3.82	焼 尻 港
松 前 海 岸 砂 利	2.60	0.98	1,876		7.8	150	38.0	松 前 港
常呂町字端野2区	2.72	1.0	1,572		8.0	50	42.0	網 走 港

③ セメントおよびポゾランの品質

種 別	$I_{g10s}$	Insol R	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	MnO	total
普通ポルトランド	0.82	0.42	22.62	5.29	2.89	64.34	1.45	1.61	—	99.44
高 炉 B 種	0.37	0.83	24.77	10.31	2.28	55.90	2.43	1.73	0.55	
フライアッシュ B種	1.02	11.66	20.08	5.52	2.55	55.32	1.22	1.84	—	

④ フライアッシュ

比 重	所 要 水 量 比	粉末度	$I_{floss}$	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
2.07	9.54	3.170	1.54	56.48	25.13	4.56	7.26	2.18	0.50	1.13	1.37

強 度 比			
曲 げ		圧 縮	
7	28	7	28
76	125	75	164

各港で採用したモルタルおよびコンクリートの m<sup>3</sup> 当たり配合および圧縮強度は次のとおりである。

表 VI-2

① モルタル 1 m<sup>3</sup> 当たりの配合および圧縮強度

港名	配合 C:F:S	Intrusion Aid (C+F) に対する		F (kg/m <sup>3</sup> )	C (kg/m <sup>3</sup> )	S (kg/m <sup>3</sup> )	W (kg/m <sup>3</sup> )	W/C+F (%)	Flow (sec)	σ <sub>7</sub>	σ <sub>28</sub>	σ <sub>91</sub>
		A C+F に対し (%)	P C+F に対し (%)									
稚内港	4:1:4	0.01	0.5	180	720	720	450	50	18±2	94.0	108.2	
網走港	3:1:4	0.01	0.25	88.7	266	354	160	45	16	95.0	180.0	
杓形港	4:1:6	0.01	0.5	160	640	960	480	60	20±1		110.4	
小樽港	3.1:1:4.4		0.01	204	626	895	400	48	20±1		250.0	
様似漁港	4:1:5	0.01	0.25	162	648	810	405	50	19±1		85.0	
歯舞漁港	3:1:5	0.015	0.25	200	600	1000	400	50	20±1	116.0	180.0	
焼尻港	4:1:5.7	0.01	1.75	140	560	780	400	40	17±1	—	225.2	
松前港	3:1:5.7	0.015	0.3	220	660	440	390	45	20±3		225	

② コンクリート m<sup>3</sup> 当たりの配合

港名	配合 C:F:S	W/C+F (%)	アルミ粉 Pozzolith C+F に対する		F (kg)	C (kg)	C+F (kg)	W (kg)	S (kg)	G (kg)	Void (%)	摘要
			A C+F に対し (%)	P C+F に対する (%)								
稚内港	4:1:4	50	0.01	0.5	72	288	360	180	288	1800	40	
網走港	3:1:4	45.0	0.01	0.25	88.7	266	354.7	160	354	1920	42	
杓形港	4:1:6	60	0.01	0.5	72	288	360	216	432	1490	45	
小樽港	3:1:4.4	48		0.01	82	252	334	160	360	1596	42	
様似漁港	4:1:5	50	0.01	0.5	74	294	368	180	396	1510	44.5	
歯舞漁港	3:1:5	50	0.015	0.5	94	283	377	186	472	1720		
焼尻港	4:1:5.7	40	0.01	0.7	56	224	280	112	320	1846	38.2	
松前港	3:1:2.2	45	0.015	0.3	100	300	400	178	220	1876		

C. 注入コンクリートの施工状況

1. 様似漁港防波堤根固工

様似漁港は太平洋に面し、日高管内の東南部にあり北緯 42°7' 東経 142°55' に位置し東方はエンム岬を有し自然の湾をなしている自然の良港で第3種漁港である。本邦有数の漁田である襟裳堆に網集する多数の漁船と本州道南と道東を連絡する船舶に有効に利用されている。

本港は図 VI-2 に示すとおり南防波堤が台風および冬の強烈な季節風により打ち寄せる激浪を防いでいるが越波がはなはだしいので堤体の嵩上げをするが、堤体の安全を保つために根固の補強としてテトラポット据付けおよび注入コンクリートを施工する。

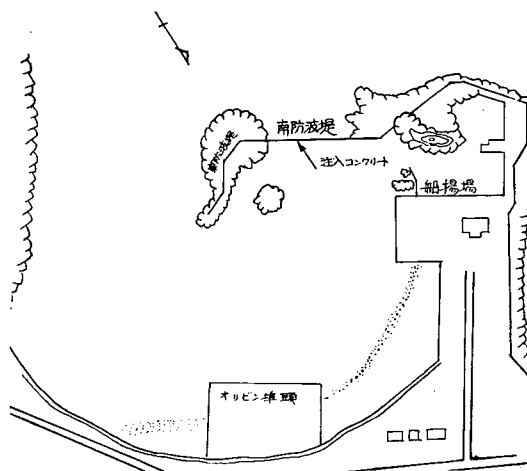


図 VI-2

配合の検討

- a) 配合水量  $\frac{W}{C+F} = 50\%$  で  $\sigma_{91} = 230$  kg 位得られるものとした。
- b) フロー値は 18~20 秒とする。
- c) 配合比  $C:F:S = 4:1:5$

以上のことからモルタル単位当たりセメント量を計算すると

セメントの比重 3.15, フライアッシュ 2.0, 砂 2.65

$$C = \frac{1000 Cr}{\frac{Cr}{Cs} + \frac{Fr}{FS} + \frac{Sr}{Ss} + a(Cr+Fr)} = \frac{1000 \times 4}{\frac{4}{3.15} + \frac{1}{2} + \frac{5}{2.63} + 0.5(4+1)} = 648.2 \approx 648 \text{ kg}$$

モルタル 1 m<sup>3</sup> 当たり所要量を算出すると

セメント	= 648 kg	水	(648+162)×0.5 = 405 kg
フライアッシュ	648×1/4 = 162 kg	アルミ粉末	(648+162)×0.01 = 81 g
砂	648+162 = 810 kg	ポゾリス	(648+162)×0.25 = 2.0 kg

以上の結果より注入コンクリートの配合を決定したが予備実験は行っていない。

構造物の設計および施工

南防波堤は十勝沖地震以降急激に地盤変化の影響をうけて自然に沈下し、防波堤としての機能を発揮していない現状なので堤体の嵩上げを余儀なくされた。嵩上げに際し現在の堤体断面では滑動の恐れが十分考えられるので根柢の補強として、注入コンクリートおよびテトラポッドを使用した。施工については砂礫除去後岩盤を平均-4.0 m まで底幅 1.5 m の拡さに掘り下げ、型枠の長さを 5.0 m とし 5.0 m ごとに区切った。型枠を据付けてからグラウトの流出防止の防水工については下記のようにした。

① 函塊の合端よりの流出についてはコンクリート楔を下部より順に打ち込み粘土セメントで仕上げた。

② 木製の型枠を使用したが一重張とし、下部の漏水を防ぐには型枠と地盤の間に麻布を巻き砂袋を置いて内部より粘土セメント仕上げをした。次に注入パイプ 2 インチ 1 本, 15 インチ 2 本を建て込み注入パイプ上端より異物の流入を防ぐために木栓をした後、艇船上より粗骨材を投入したのであるが潜水して防水工が破損されないよう、また粗骨材が片寄らないように均を行ないつつ型枠と同じ高さになるまで投入し、注入パイプよりモルタルを流入して施工した。材料機械の配置などは図 VI-3 のとおりである。

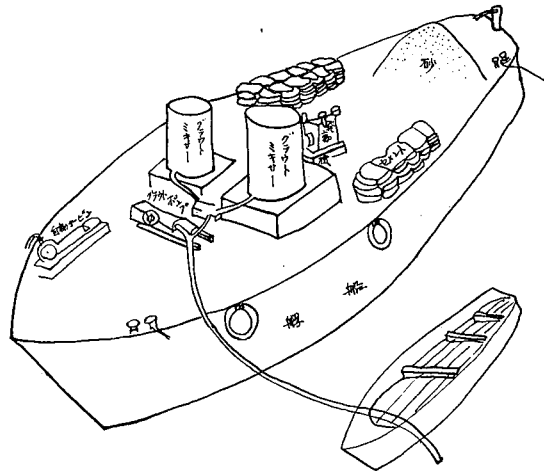


図 VI-3 注入機械設備

出来上がりコンクリートの圧縮強度

出来上がりコンクリートのコアを取るべく苫小牧港よりボーリングマシンを借りてボーリングした (コアチューブφ 190 mm) が、回転の力を加えるとチューブが跳って不成功に終わった。

供試体の試験結果

試験用供試体の製作については当港に設備がないので室蘭港において製作した。製作方法はシリンダーに、(φ 15×30 cm) に砕石を充填し、空隙を水で満たしモルタルは中心部に内径 12 mm のガス管を固定しモルタルを注入した。最初注入用ガス管の端がモールド底面より 5 cm 上になるように設置し、モルタルの注入にしたがっ

て15 cm まで上げ碎石の表面にモルタルが表われるまで行なった。作成要領および試験結果は図 VI-4 のとおりである。

表 VI-3 圧縮強度試験結果 水温 20°C±1

配合 (C:F:S)	ポゾリス No. 8 F/C+F (%)	水 (W/l)	フロー (sec)	材 齢 (目)	強 度 (kg/cm <sup>2</sup> )	重 量	使用水
4:1:5	0.27	50	20	28	85	12.5	淡水
"	"	50	20	28	82	12.6	"
"	"	48	18	29	100	12.8	"
"	"	48	18	29	90	12.7	"
"	"	48	18	29	105	22.5	"

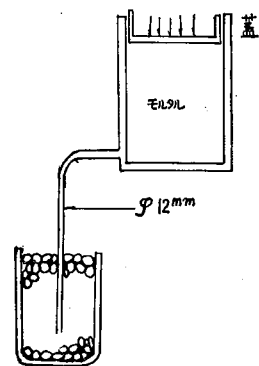


図 VI-4 供試体製作要領

## 2. 網走港防波堤根固め工

### 注入コンクリートを用いた理由

本港はオホーツクに面し特有の激浪に襲われ、9月の台風または12月の冬期風浪に毎年構造物被害を及ぼしている。東防波堤は NNE~ENE 風向による波浪が堤体に沿って走るため、基礎および根囲が洗掘されやすいので根囲ブロックを施工することにした。今このブロックをプレキャストでなく、注入コンクリート施工にした理由は函塊に付着することおよび基礎面にモルタル漏出防止の綿布を敷くが、基礎捨石面の凹凸部に噛み合わせができ安定性を増すこと既設防波堤の内側に注入設備した作業船を繋船し注入作業ができるので多少の波浪には影響がないなどのことである。

### 施工方法

1) 型枠は木製の跳枠とメタルフォームの鉄枠との組み合わせとした。大きさは幅 5.0 m×長 6.0 m×高 1.5 m のコの字型のもの 1 組製作した。型枠で特に注意したのは水密性すなわちモルタルの漏出を防ぐ方法で堰板は 9 m/m と 19 m/m の二重としその間にセメント袋をはさんだ。また本体と型枠の接続部には麻袋を加工し径 20 cm ほどの細長い袋をつくり中に綿をつめパッキングとした。基礎捨石面の防漏には綿布を敷きつめたが、これは厚手のサージか綿布 3,000 # (180 円/m<sup>2</sup>) が適当と思う。鉄み枠はメタルフォーム (0.3×1.5 m)/枚を組み合わせ使用した。本工事は東防波堤延長 42 m の根固工として幅 5.0 m×高 1.5 m の注入コンクリートを施工したが、跳枠 3 回鉄枠 3 回の計 6 回に分けた。作業順序は構内で組み立てた型枠を 1.5 t 起重機船で吊り所定の箇所まで運搬据付け、潜水夫によって防漏作業を施す。粗骨材は舢舨 2 隻に所要の数量 45~60 m<sup>3</sup> を積み込んでおいた砂利を 1.5 t 起重機船を使い投入し潜水夫が天端均を行なう。これまでの作業が 1 日で 2 日目はセメント、モルタル、ミキサー、グラウトポンプ、砂などを舢舨に積み込み現場へ向う。現場では潜水夫が注入パイプの打ち込みを終わり舢舨の到着と同時にホースを連結し注入を始める。幸い工事期間中は天候に恵まれ 315 m<sup>3</sup> の注入コンクリートに要した作業日数は 7 日、その他 18 日計 25 日を要し完了した。

### 供試体の製作方法

テストピースはコンクリート用のシリンダーに利砂を填充し、空隙を海水で満たしモルタルは中央に挿入したビニールパイプより注入した。供試体は各作業日につき 3 個製作した。

モルタルの軟度はフローコン (1725 cc) を流下するフロー値をもって測定した。フロー値は 16±1 秒とした。試験結果は平均強度 1 週 102 km, 4 週 184 km である。

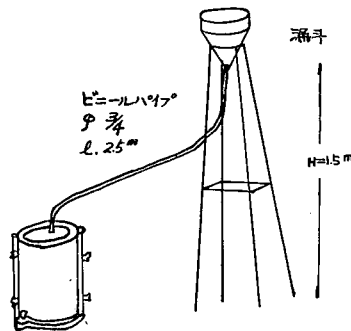


図 VI-5

### 3. 齒舞漁港 -4.0 m 物揚場

齒舞漁港は根室半島に位置し太平洋に面する4種漁港である。昭和35年度165mにわたり繫船岸をプレキャスト工法により施工された。型枠はメタルフォーム側板を使用妻枠上部蓋枠は厚木造りとし、さらに枠面側底部は麻布をたれさげ、モルタルの漏出を防止し外枠には50mmレールを荷重とした。満潮時には水中に浸するので木蓋を覆せモルタルの流出を防止した。注入施工については60t舢舨上に諸機械を載せた。詳細は類似漁港と同一なので省略する。

### 4. 稚内港頭部護岸取り付け工および -5.5 m 岸壁基礎工

中央埠頭工事は昭和35年 -7.5 m 岸壁に着工、本年度は頭部護岸 -5.5 m 岸壁に着手ほぼ中央埠頭の輪部を現わすに至った。-5.5 m 岸壁の基礎注入298.8m<sup>3</sup>を施工した。岸壁の構造については函塊式捨石混成および注入コンクリートの基礎の工法などいろいろ検討したが現地盤は岩盤であるため、岩盤上に基礎として注入コンクリートを幅4.0~4.5m水深までコンクリート厚0.5~2.0mである。この上に函塊据付けを行ない上部工を施すものである。工法の利点としては岩盤と注入コンクリートの付着応力の増大による滑動に対する安定、また函塊の後部にshoeをつけることにより正確な据付けができる。工費については函塊が小型で同一タイプのものを製作することにより注入コンクリートの割高を節減できる。施工の状況は類似に準ずるので省略する。

### 5. 沓形港 -4.5 m 物揚場工事

利尻島沓形港の既設物揚場は石垣造りで前面水深は-2.5m前後である。この物揚場を延長237mにわたり-4.5mに改造するため本年度より工事に着手した。本年度は延長60m施工したが基礎地盤は安山岩であるが、旧石垣を除去した後基礎を調査したところ35mm位の亀裂が入っていることがわかった(これは前面濶内を水中発破により爆破浚渫したため)ので粘土セメントをクラックに張りつけ、モルタルの漏出を防止した。型枠は陸上で組み立て(長さ10mせき板の厚さ3cm合欠き)型枠の内側下部より50cmの位置からてんぢく木綿を張り外側に約30cm出しその上に砂を30cmの厚さまで投入した。施工方法は舢舨の上にセメント、砂、ミキサー、グラウトポンプを積み込み注入した。

### 6. 小樽港貯木場甲部防波堤

かねてから懸案の貯木場は36年度から着手された全体計画として593.5mの防波堤を築設されるが、今年度は甲防波堤80mを施工することになった。防波堤の構造には方塊積、ケーソン、セルラーブロックなどがありこれらについて比較設計を行なったが方塊積は工費が高いため、ケーソンは他改修工事の函塊計画のため余裕がなく、またセルラーについても同じようなことがいえるので検討した結果L型塊防波堤を提案した。すなわちL型ブロックの重量とそれの突込石とで機能発揮させようとするもので、安定計算によればL型ブロックは重量190t/mになるので起重機船の能力から見て陸上作業は困難である。したがって陸上で底板を打設し擁壁の部分の型枠を組み立てこの部分を水中コンクリートで施工することとした。純工費はこれによると1194日で他の構造より低廉である。施工については5m×5m方塊の上に組み立てられた木製型枠はおおよそ25tの重量で築設位置まで舢舨に仮置されて曳航される。安定計算は10mを1塊として築設されるようにしたので5m長さの型枠は水中で2個結合されねばならないので、型枠の結合部が水密性を保つかどうか心配されたが施工の際モルタル22.9%が漏出した。注入作業は海上で舢舨に機械を設置して行ない注入パイプは1~1.2m間隔に設置した。

### 7. 松前港東防波堤補強工事

東防波堤補強の断面を種々検討した結果注入により基礎地盤から+2.5mまで打設し、新旧堤体を一体として外力に抵抗させるのが最も望ましいと考えた。グラウトポンプは日本ボーリングK.K.のNP-8・2連式横型、グラウトミキサーは0.6mの上下式を用いたがグラウトポンプの圧送ピストンの摩耗が激しく、モルタル約100m<sup>3</sup>に1組の取り替が必要であった。なお注入の圧力は5.0~7.0kg/cm<sup>2</sup>で圧送した。型枠はメタルフォーム(平型300×1,800 or 100×1,800)を屈曲部は異型特殊型を使用した。妻枠は木造でせき板は木目欠とし継目は鉄板で目張りをした。建込みは妻枠を立ててメタルフォーム3枚を長手につなぎ、下部より積み重ねて表面枠を形成し

た。桝止めは初めのうちはドライブットによって旧壁体にピンを打ち込み、ボルトをねじ込んだがピンが完全に打ち込まれず締付けに危険を生じたので 50 IP コンプレッサーによるジャックハンマー 2 台フル運転によって無数の穿孔を行ない、フォークボルトをモルタルにて填充固めた後締付けボルトにて横材または縦材に緊結したメタルフォームの継目は縦横共厚さ 3.0 mm の板ゴムを 5.0 cm 幅に細長く切ってパッキン込したが、メタルフォームの変形によって少々モルタルの漏洩が見られたがヒカワによって止められる程度である。建込み完了後の型枠底部よりの漏洩防止には麻袋または帆布を幅 50 cm 長さ 5.5 m につなぎ二重に折りたたんでその上にメタルフォームを載せ、残り幅 30 cm ほどを内側にひろげて布と岩盤との間に漏出止めを施した。型枠建込み後に斜材によって枠の変形や膨らみを防ぐとともに枠上にレールで 1.5 t の荷重をかけ型枠の浮上を防いだ。混合順序は水、アルミ粉、ポゾリス、フライアッシュの砂の順である。上槽で練り上がれば下槽に貯溜し次に上槽を練り始めた時注入を開始した。上槽の流下用バルブは 2.0 インチのものであったので流下速度を速めるために改良して 4 インチのものとした。注入に先立ちモルタルフロー試験を行ない 20 sec ± 3 sec の範囲に水量を加減した。時間当たりのパッチ能力は 6~7 パッチすなわち 2.7~3.0 m<sup>3</sup> 程度である。モルタル上昇はほとんど水平に上昇してきたが型枠内の水を除去するために一方にゆるい傾斜になるよう注入した。探知管は別に使用せず絶えず隣接の注入管で上昇速度を調べて抑制した。

#### 供試体の圧縮試験結果

供試体の採取は原則として 1 Span 6 コをとり 7 日、28 日、90 日強度を測定した。供試体の製作はシリンダーに砂利を填充し中心部にビニールパイプをさし込んで 1 m の高さより自然流下せしめ、モルタルが溢れたらパイプを取り除き蓋をしてボルトで上下に締める。上蓋には 4 コの空気孔を設けておき 24 時間で脱型する。

#### 試験結果

表 VI-4

打設月日	フロー値	圧 縮 強 度				
		材 齢	No. 1	No. 2	No. 3	平 均 (kg/cm <sup>2</sup> )
7.14	15~21	7	164	107	159	223
22	15~20	28	193	272	204	223
26	19~21	28	193	261		229
29	19~24	7	147	99.4	90.9	112
8. 5	16~19	7	130	147	147	141
6	15~20	7	130	178.9	144.8	150
7.30		7	122.5	125		125
10.15		7	122.8	113.2	113.8	118

#### D. 出来上がりコンクリートの圧縮強度およびその確認方法に対する検討

注入コンクリート供試体の強度はその製作方法によって著しく相違するから、これに対する標準方法を定めない限り出来上がりコンクリートの強度を論じても意味はない。用いた粗骨材の最大寸法が 50 mm のものについては従来用いられているモールドで供試体をとり強度を論じ合えるが、最大寸法が 50 mm 以上のものの骨材を実際に使用して打設しながらテストピースには 50 mm 位のを用いたのでは打設コンクリートの強度を推定することはできない。

今回一つの試みとして打設されたコンクリートをボーリングマシンを用いてコアを採取して見た。この方法も手持のボーリングマシンではコアチューブの径が 180 mm 以上のものは機械の性能と無理なためこれを用いたが、この方法にしる使用された骨材の最大寸法が 90 mm 以上のものについてはコアの強度から打設されたコンクリートの強度は推定できない。各現場でいろいろな試験を試みているので結果だけを列記しておく。



表 VI-5 シュミットおよびアルスラーム  
による圧縮強度  $\sigma_{365}$  齒舞漁港

Sample No.	シュミット (kg/cm <sup>2</sup> )	アルスラー (kg/cm <sup>2</sup> )	摘要
1	320	371	
2	390	453	
3	420	545	
4	350	430	
5	290	336	
6	400	465	
7	420	487	
8	420	487	
計	3,010	3,574	
平均	376	444	116~118%

表 VI-6

測点	強度成績		摘要
	注入	場所詰	
1	429	450	
2	302	600	
3	385	488	
4	429	551	
5	262	463	
6	296	510	
平均	350	510	

松前港は注入コンと場所コンの打継目を境としてシュミットハンマーにより強度を測定した。注入は下方水面までの 1.0 m の区間を 0.3 m 間隔に測線左右と下方 1.5 m にわたり実施し、場所詰は 52.5~3.5 m の間を 0.3 m 間隔に同じく測線左右と上方へ 0.9 m にわたり実施した。結果は表 VI-6 のとおりである。

ボーリングマシンによるコアの採取

稚内港、沓形港、様似漁港ではボーリングマシンを用いて直接打設されたコンクリートからコアをとり強度試験を試みたが、ボーリングマシンの能力がないこと、ロットが触れてコンクリートに切り込めないこと、などで失敗した。稚内、沓形港ではコアチューブの長さを 30 cm にしてコアを採取したが、ワイヤーの故障のためこのたびの発表には間に合わなかった。

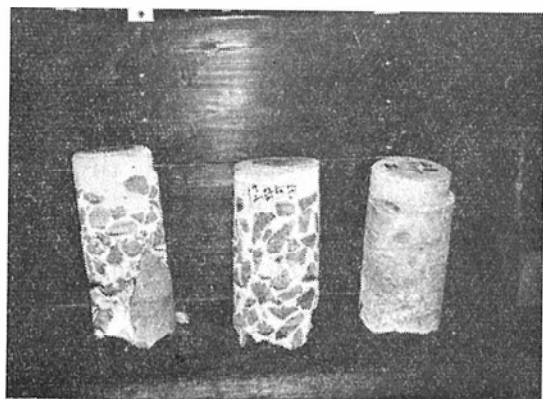


写真 VI-1 稚内港頭部護岸取り付け部  
コンクリートコア

打設月日 10月23日  
材 齢 44日 48日 51日



写真 VI-2

E. 出来高および歩掛りの検討

各港の施工実績は表 VI-7 のとおりである。地域的に骨材の単価が高いため稚内、沓形が他港に比して出来高も高い。

表VI-7

① 施工実績表 I

(稚内港)

月 日	作業量 (m <sup>3</sup> )	職 種	人員 (歩数)	使用 機 械	備 考
9.27~11.6	317.8	潜水夫 運転工 人 夫	354組 10人 235人	舳 船, 曳 船 モルタルミキサー グラウトポンプ	頭部護岸延長6mを4回にわたり打設-5.5m岸壁延長5.6mを6回にわたり打設
1m <sup>3</sup> 当たり		" " "	1.11組 0.03人 0.74人		

施工実績表 II

工 種	作業量 (m <sup>3</sup> )	材 量 費 (円)	労 力 費 (円)	機械損料 (円)	そ の 他 (円)	備 考
頭部護岸および -5.5m岸壁 注入コンクリート 1m <sup>3</sup> 当たり	317.8	2,195,418 6,908	1,309,410 4,120	114,530 360	—	

② 施工実績表 I

(沓形港)

月 日	作業量 (m <sup>3</sup> )	職 種	人員 (歩数)	使用 機 械	備 考
11.11~12.10	98.0	潜水夫 運転工 大 工 人 夫	48組 6人 18人 288人	モルタルミキサー グラウトポンプ ク ロ ラ ク レ ン	延長60mを11~18日間に6回にわたって打設1回の打設延長10m
1m <sup>3</sup> 当たり		" " " "	0.49組 0.06人 0.18人 2.94人		

施工実績表 II

工 種	作業量 (m <sup>3</sup> )	材 料 費 (円)	労 力 費 (円)	機械損料 (円)	そ の 他 (円)	備 考
物 揚 場 注入コンクリート 1m <sup>3</sup> 当たり	98.0	600,000 6,122	389,700 3,976	70,000 714	—	

③ 施工実績表 I

(様似漁港)

月 日	作業量 (m <sup>3</sup> )	職 種	人夫(歩数)	使 用 機 械	備 考
7.8~9.27	93.1	潜水夫 運転工 人 夫	12組 6人 45人	グラウトポンプ, ミキサー コンプレッサー 自動タービン	
1 m <sup>3</sup> 当たり		" " "	0.13組 0.06人 0.48人		

施工実績表 II

工 種	作業量 (m <sup>3</sup> )	材 料 費 (円)	労 力 費 (円)	機械損料 (円)	そ の 他 (円)	備 考
南 防 波 堤 注入コンクリート	93.1	375,918	276,732	1,177	—	艀船および曳船は無償貸与, 官施工のため機械損料なし
1 m <sup>3</sup> 当たり		4,037	2,972	12		

④ 施工実績表 I

(齒舞漁港)

月 日	作業量 (m <sup>3</sup> )	職 種	人員(歩数)	使 用 機 械	備 考
9.17~10.3	346.2	潜水夫 運転工 人 夫	218組 13人 290人	60t 艀船1隻, 1.5t吊起重機船1隻, グラウトポンプ(容量3.6~8m <sup>3</sup> )1台 ミキサー0.7m <sup>3</sup> (0.35, 2層)1台	
1 m <sup>3</sup> 当たり		" " "	0.63組 0.04人 0.84人	発動機(10HP)1台, 発動機(3HP)1台曳船(16t)1隻	

施工実績表 II

工 種	作業量 (m <sup>3</sup> )	材 料 費 (円)	労 力 費 (円)	機械損料 (円)	そ の 他 (円)	備 考
-4m 岸壁 注入コンクリート	346.2	1,694,995	641,162	521,379	52,968	
1 m <sup>3</sup> 当たり		4,896	1,852	1,506	153	

⑤ 施工実績表 I

(網走港)

月 日	作業量 (m <sup>3</sup> )	職 種	人員 (歩数)	使 用 機 械	備 考
7.10~8.26	315	潜水夫 運転工 人 夫	22.5組 22.0人 15.0人	舢舨2隻, 1.5t吊起重機 船1隻, グラウトポンプ およびミキサー発動機	
1m <sup>3</sup> 当たり		" " "	0.06組 0.06人 0.48人		

施工実績表 II

工 種	作業量 (m <sup>3</sup> )	材 料 費 (円)	労 力 費 (円)	機械損料 (円)	そ の 他 (円)	備 考
防波堤根固め方塊 注入コンクリート	315	1,437,600	345,500			
1m <sup>3</sup> 当たり		4,500	1,100			