

港 灣 技 研 資 料

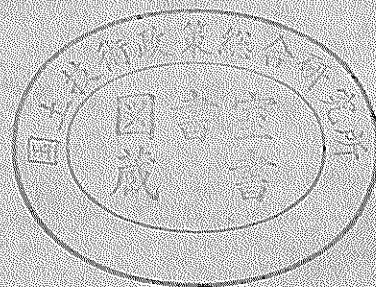
TECHNICAL NOTE OF
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF TRANSPORT, JAPAN

No. 147 Dec. 1972

港湾鋼構造物の腐食調査
(第9報)

善 一 章
阿 部 正 美

運輸省港湾技術研究所



目 次

1. ま え が き	3
2. 肉厚測定による腐食調査	3
3. 観察による綱矢板腐食傾向調査	18
4. あ と が き	28
参 考 文 献	32

Corrosion Survey of Steel Structures at Harbors (9th Report)

Kazuaki ZEN*

Masami ABE**

Synopsis

In this report, non-destructive corrosion surveys measuring the thickness of steel sheet piles using the ultrasonic sounding thickness gauge (for underwater use) have been carried out at Nanao, Rumoi, Tachibana, Kochi, Sakaide and Imabari Harbors and confirmation of presence of hole produced by concentration corrosion on steel sheet pile surface directly under mean low water level has been made at Wazima, Yasuda, N, Katagami, Mizushima, Hagi, Tsukumi, Aburatsu, Otaru, Urakawa, Kushiro, Sasebo and G Harbors, and the following results were obtained.

At previous report, corrosion tendencies of steel sheet pile structures have been roughly divided into the three types, (a), (b) and (c), but as the result of the further corrosion surveys, it was found that new two kinds of corrosion tendencies were occurred at steel sheet pile structures at harbors besides the above corrosion tendencies (a), (b) and (c).

Namely, concentrated corrosion was occurred in the area at concave surface of steel sheet piles under residual water level while corrosion was concentrated in the area on both convex and concave surfaces of steel sheet piles directly under mean low water level, and the former was classified as corrosion tendency (d), the later as corrosion tendency (e). After all, corrosion tendencies of steel sheet pile structures in ports and harbors of Japan are classified five tendencies, (a), (b), (c), (d) and (e).

On the other hand, corrosion rates at concentrated portions were around 0.8 mm/yr in corrosion tendency (d) and 0.4 to 0.8 mm/yr in corrosion tendency (e).

* Senior Research Engineer, Structures Division

** Member, Structures Division

港湾鋼構造物の腐食調査（第9報）

善 一 章 ※

阿 部 正 美 ※ ※

要 旨

本報では、超音波式厚み計（水中用）による鋼矢板の肉厚測定を七尾港、留萌港、橘港、高知港、坂出港、今治港で、平均干潮面直下付近の鋼矢板面に発生する集中腐食による穴の確認を輪島港、安田港、N港、片上港、水島港、萩港、津久見港、油津港、小樽港、浦河港、釧路港、佐世保港、G港で行ない、次の結果を得た。

前報では、鋼矢板構造物の腐食傾向は(a), (b), (c)の三通りに大別されたが、今回の調査ではこの他に新しい二通りの腐食傾向が発生することが確認された。すなわち、残留水位下付近の凹面のみ集中腐食が発生するものと平均干潮面直下付近の凸面と凹面に腐食が集中するもので、前者を腐食傾向(d)、後者を腐食傾向(e)とする。

結局、日本の港湾における鋼矢板構造物の腐食傾向は(a), (b), (c), (d), (e)の五通りに分類される。

一方、集中腐食速度は腐食傾向(d)で 0.8 mm/y_R 位、腐食傾向(e)で $0.4 \sim 0.8 \text{ mm/y}_R$ である。

1. まえがき

港湾鋼構造物の腐食の実体把握、腐食機構の検討および腐食調査法の検討を目的として、港湾調査指針による腐食調査を運輸省港湾建設局、北海道開発局、港湾管理者などの協力を得て昭和42年より実施している。

これまでの調査結果より^{2)~9)}港湾における鋼矢板構造物の腐食傾向は三通りのパターンに分類されることがわかっている。しかし、これまでの調査データには四国地方、南九州地方のデータが不足しており、また、港湾鋼構造物の調査についての目的を達成するためには地域差（潮位差、水質、潮流、付着物など）、設計条件（水深、根入長、上部工など）の異なる構造物についての調査をできるだけ実施することが望まれる。したがって、研究協議会に港湾鋼構造物の腐食調査の実施を港湾技術研究所より提出し承認されたのでこれまでの調査に引続いて腐食調査を行なった。

例年の調査では港湾調査指針に従った破壊調査または非破壊調査を行なっていたが、鋼矢板構造物の腐食傾向としてはこれまでの調査結果よりすでにいくつかのパターンに分類される見通しが出来てきたので今回は港湾調査指針による非破壊測定の外に、腐食傾向の特長を観察して腐食傾向を判定する調査も行なってみた。また、一、二の港ではすでに改造されていて旧施設は今回の調査では見ることができなかつたので、これらの旧施設につい

ては現地で旧施設の資料調査を行ない資料として利用できる分は本報に含めた。

本報は、非破壊による鋼矢板の肉厚測定を行なった七尾港、留萌港、橘港、高知港、坂出港、今治港の6港、観察による腐食傾向調査を行なった輪島港、安田港、N港、水島港、萩港、津久見港、油津港、小樽港、浦河港、佐世保港、G港の13港の調査結果である。

なお、後者13港の中でも一部に鋼矢板の肉厚測定が破壊（切り取り）または非破壊で行なわれたところがあるが、この肉厚測定は港湾調査指針のように深度方向、断面方向について細かく行なわれたものでないためこのような肉厚測定結果は参考資料と判断してこれらの調査港は後者のグループに入れた。

2. 肉厚測定による腐食調査

2.1 調査鋼構造物

調査鋼構造物は表2.1に示すように七尾港、留萌港、橘港、高知港、坂出港および今治港の6港における各施設である。一方、図2.1に本報に報告する調査港の位置図を示す（肉厚測定による腐食調査港を黒丸、観察による腐食傾向調査港を白丸で示す）。

※ 構造部 主任研究官

※※ 構造部

表 2.1 鋼矢板の肉厚を測定した施設

港名	施設名	水深 (m)	鋼矢板 タイプ	初期肉厚 (mm)		経年 (m)	施工年	経過期 間 (年)	防食法 の有無	腐蝕食 腐 (年)	調査年月	腐食 様 相
				平端部	側面部							
七尾港	11号物揚場	-2.0	ラベゼン I	8	7	217.0	S, 7	39	なし	39	S, 46.10	(a)
	12号物揚場	-2.0	ラベゼン I	8	7	170.0	S, 7	39	なし	39	S, 46.10	(a)
	13号物揚場	-1.5	ラベゼン I	7	6	279.3	S, 11	35	なし	35	S, 46.10	(a)
	14号物揚場	-1.5	ラベゼン I	7	6	150.0	S, 11	35	なし	35	S, 46.10	(a), (c)
福崎港	南岸土留護岸	-4.0	ラベゼン II	10.5	8	40.3	S, 2	45	なし	45	S, 45.7	(a), (c)
	南岸土留護岸	-5.0	ラベゼン I -ジュ	7.5	6	17.0	S, 2	45	なし	45	S, 47.7	(a)
	南岸岸壁	-6.0	F S P II	13.0		61.0	S, 38	9	なし	9	S, 47.7	(c)
	南岸岸壁	-7.0	F S P II	15.5		54.8	S, 38	9	なし	9	S, 47.7	(c)
	南岸物揚場	-4.0	Y S P			4.0	S, 30	17	なし	17	S, 47.7	(c)
	南岸地区護岸	-2.0	ラベゼン I -ジュ	7.5	6				なし		S, 47.7	(a)
福崎港	北岸物揚場	-4.0	Y S P II	10.5			S, 33	14	なし	14	S, 47.7	(c)
	橋 港 A けい船岸	-6	ラベゼン F	15.5	9	65	S, 14	32	なし	32	S, 46.7	(c)
高知港	弘法台-3号物揚場	-3.0	Y S P II	13.0		3.0	S, 33	13	なし	13	S, 46.7	(c)
坂出港	-7.0m 岸壁	-7.0	Y S P II	13.0		27.5	S, 22	25	なし	25	S, 47.8	(a)
今治港	成田物揚場	-1.5	ラベゼン II	10.5	8	79.7	S, 6	40	なし	40	S, 46.8	

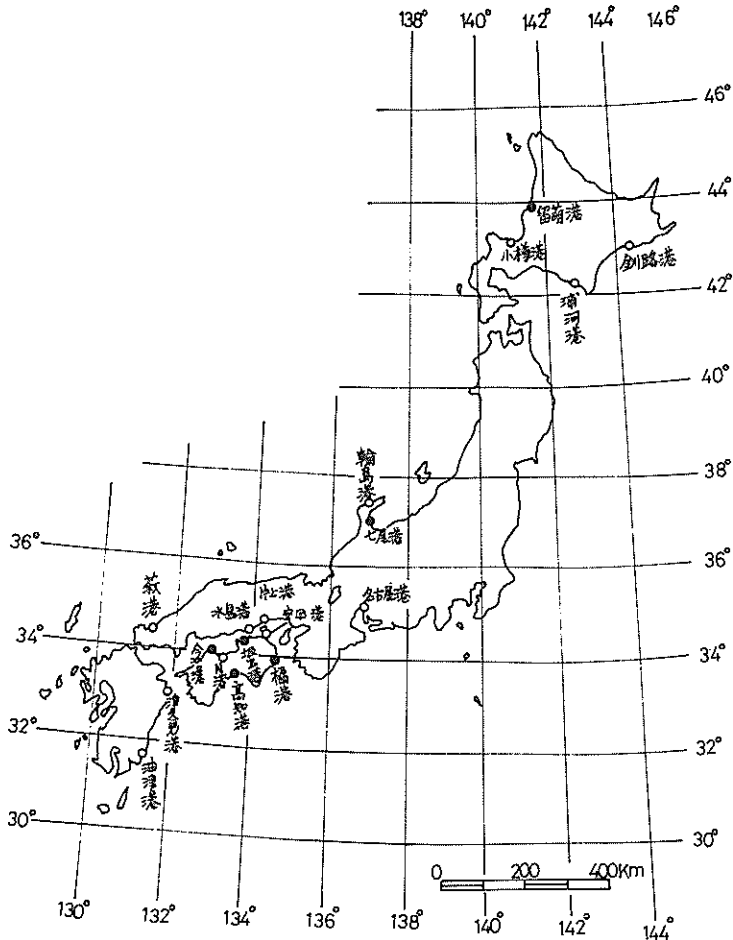


図 2.1 腐食調査港の位置

2-1-1 七尾港における調査構造物

七尾港における調査構造物である11号～14号物揚場の位置図を付図2.1に、11号および12号物揚場の断面図を付図2.2に、13号および14号物揚場の断面図を付図2.3に示す。

2-1-2 留萌港における調査構造物

留萌港における調査構造物は南岸土留護岸、南岸岸壁、南岸物揚場、北岸物揚場と南岸物揚場改造前の旧矢板部分で、南岸物揚場の旧矢板部分を南岸地区護岸と表示することにした。

留萌港における調査鋼構造物の位置図を付図2.4に示す。南岸土留護岸の平面図および縦断面図を付図2.5に、断面図を付図2.6に示す。一方、南岸岸壁の平面図および縦断面図を付図2.7に、断面図を付図2.8(G断面)、付図2.9(F断面)、付図2.10(A断面)に示す。

また、北岸物揚場の平面図および縦断面図を付図2.11に、断面図を付図2.12に示す。

2-1-3 橋港における調査構造物

橋港で調査したA施設についての断面図はない。

2-1-4 高知港における調査構造物

高知港における調査施設である弘化台-3m物揚場の位置図を付図2.13に、断面図を付図2.14に示す。

2-1-5 坂出港における調査構造物

坂出港における調査構造物の平面図を付図2.15に、断面図を付図2.16に示す。

2-1-6 今治港における調査構造物

今治港における調査構造物の位置図を付図2.17に、断面図を付図2.18に示す。

2.2 調査項目および調査方法

2-2-1 調査項目

調査としては非破壊調査と環境調査を行なった。非破壊調査は港湾調査指針に準拠した鋼矢板肉厚の非破壊測定および観察、環境調査は採水した海水の水質試験を行なった。

2-2-2 使用機器および用具

肉厚測定による腐食調査で使用した機器および用具は次の通りである。

- (1) 超音波式探傷厚み計一式(本体、水中用探触子、陸上用探触子、高周波ケーブルなど)
- (2) 基準肉厚鋼板(材質:SY-II, 肉厚:3mm, 5mm, 7mm, 10mm)
- (3) スクレーパー, ハンマ, ワイヤ・ブラシ
- (4) 北原式採水器および貯水瓶
- (5) カメラおよびフィルム

(6) 記録用紙および筆記用具

(7) その他

レッド, スケールなど。

2-2-3 調査年月

各施設の調査年月は表2.1に示す通りである。なお、留萌港南岸土留護岸では調査が2期になっているが、このうち昭和45年7月は観察のみである。

2-2-4 調査箇所

深度方向の肉厚測定箇所は現地を観察後に適宜決めた。一方、断面方向の肉厚測定箇所は図2.2に示す。すなわち、ラルゼン型では海側からみて左側から①～⑩, または④～⑧を、テル・ルージュ型では海側からみて左側より①～⑤の各点を肉厚測定箇所とした。なお、ラルゼン型では④～⑩と①～③の二通りがあるが、これは鋼矢板が比較的平滑なときは④～⑧を、あまり平滑でないときは①～⑩とした。また、YSPやFSPなどのU型鋼矢板の場合もラルゼン型に準じて肉厚測定を行なった。各施設毎の肉厚測定箇所については各施設の調査結果のところを参照されたい。

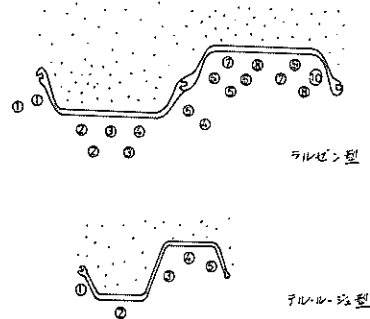


図2.2 肉厚測定点(断面方向)

2-2-5 肉厚測定

鋼矢板肉厚の非破壊測定は超音波式探傷厚み計を使用して行なった。なお、海水面の測定には陸上用探触子を、海水中の測定には水中用探触子をそれぞれ使用した。肉厚の測定要領は第1報²⁾、4-4(付着物の除去および鋼材面の研磨, p.32~33), 第2報³⁾、2-8(超音波式探傷厚み計による肉厚測定, p.6~7)の方法によった。

2-2-6 腐食速度の算出

肉厚測定値からの腐食速度の算出は第1報、4-12(腐食速度の算出, p.43)の方法によった。

2-2-7 観察

現地鋼矢板の観察は第1報、4-6(観察, p.33~34)の方法によった。

2-2-8 付着物の採取

付着物の採取は第1報, 4-5 (付着物の採取, P. 33) によった。

2-2-9 水質試験

水質試験は第1報, 4-13 (水質試験, P.43~44) の方法によったが, その他全硫黄およびSO₄ について港湾調査指針に準拠した。

2-3 調査結果および考察

2-3-1 七尾港における腐食

(1) 肉厚測定結果

七尾港における鋼矢板の肉厚測定結果は付表2.1, 2の通りである。また, 付表2.1, 2より算出した腐食量

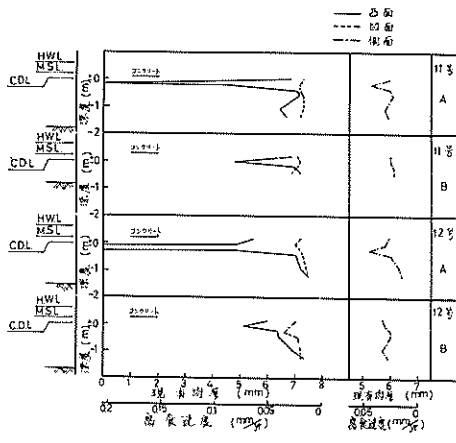


図2.3 七尾港における鋼矢板腐食傾向(1)

傾向は凸面の腐食状況によって二通り見られる。一つは平均干潮面直下付近の凸面の腐食が激しく穴があいている場合であり, もう一つは平均干潮面直下付近の凸面の肉厚減量があまりひどくなく同じ深度の凹面の肉厚減量の1~2倍程度にすぎない場合である。なお, どちらの場合も凹面, 側面とも腐食量は小さく深度方向による差もあまりない。第8報までの調査結果を参照すると前者は腐食傾向(a), 後者は腐食傾向(b)に該当するように考えられる。

一方, 表2.5によれば平均干潮面直下付近の凹面に穴が散見される。いま, 表2.2~表2.5より平均干潮面直下付近の鋼矢板上の穴の発生率を求めてみると表2.7のようになる。表2.7によれば平均干潮面直下付近での腐食の集中は凸面が圧倒的に多い。

しかし, 14号物揚場では平均干潮面直下付近の凸面と凹面に腐食が集中しているが, このような傾向は第8

は付表2.3, 4に示す。付表2.3, 4より七尾港における調査鋼矢板の腐食傾向を図2.3, 4の通りである。

(2) 観察結果

鋼矢板面に発生した腐食穴の有無, 深度および大きさを潜水夫により確かめた。七尾港における調査鋼矢板の損傷状況を表2.2~表2.5に示す。一方, 七尾港における鋼矢板の状況を写真2.1に示す。

(3) 水質試験結果

七尾港における水質試験結果を表2.6に示す。

(4) 調査鋼矢板の腐食

(i) 腐食傾向

図2.3, 4によれば七尾港における調査鋼矢板の腐食

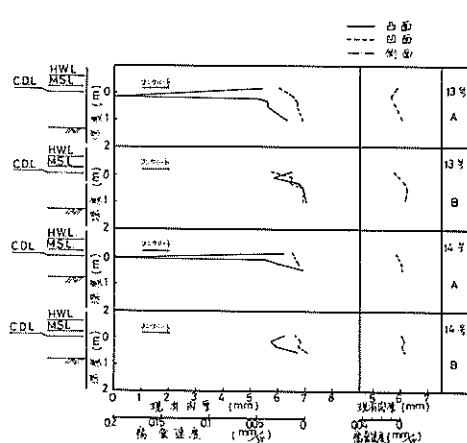


図2.4 七尾港における鋼矢板腐食傾向(2)

報までの調査結果には含まれていない。14号物揚場のよう凸面とともに凹面にも腐食が集中する腐食傾向を(e)とする。この結果, 七尾港における調査鋼矢板の腐食傾向は(a), (b), (e)となる。

(ii) 腐食速度

図2.3, 4によれば, 調査鋼矢板の腐食速度(海側と陸側を併せたもので, 以下両面と呼ぶ)は平均干潮面直下付近の集中腐食箇所では0.2mm/yr程度, その他の箇所では0.1mm/yr以下である。しかしながら, 集中腐食箇所の穴は調査時点よりはるか以前に発生しており, 写真2.1(6)に見られるよう腐食穴から裏込め土砂が流出して上部が陥没している。穴の発生時期ははっきりしないが, 穴の発生時期を建設後10年, 15年, 20年と仮定すると腐食速度は0.8, 0.6, 0.4mm/yrとなる。

(iii) 集中腐食箇所

七尾港における調査構造物には沈下現象が見られる。

表 2.2 七尾港 11 号物揚場における鋼矢板の損傷状況

凸矢板 No	距離** (cm)	穴の幅 (cm)	穴の長さ (cm)	凸矢板 No	距離** (cm)	穴の幅 (cm)	穴の長さ (cm)	凸矢板 No	距離** (cm)	穴の幅 (cm)	穴の長さ (cm)
74	25	2	5	151	20 25	15 3	20 25	176	30 25	4 5	15 15
82	20	φ 3		152	25	33	30	177	20	3	15
118	25	1.1	3.3	153	25 20	6 8	15 25	179	25	2	20
119	20	φ 2		154	25	33	30	180	25	6	20
121	25 30	5 2	20 10	155	30 20	5 5	20 15	181	25	3	12
122	20	6	15	156	25 20	5 4	25 15	182	25	3	20
123	20	5	20	157	25 20	15 10	20 20	183	25	4	15
131	20	1	15	158	20	33	20	184	22	5	15
132	20	10	15	159	20	33	20	185	25	2 3	10 15
133	30	1	5	160	20	20	15	187	25	1 10	10 10
134	30	1	5	161	25	33	20	188	20	1	15
141	15	φ10		162	25	5	20	189	25	φ1 1	10
142	20	φ33		163	20 30	5 2	5 5	191	32	4	10
144	30	2	5	164	25	5	15	196	22	1	7
145	20	33	25	166	25	4	10	199	20 30	5 1	20 5
146	20	35	20	172	35	3	10	208	25	1	5
147	25	33	30	173	30 20	2 2	10 5	211	37	2	7
149	25	33	25	174	25	5 4	15 7				
150	25 20	3 3	20 10	175	25 27	3 2	15 15				

** コンクリート下端から穴の上端までの距離

表 2.3 七尾港 12号物揚場における損傷状況

凸矢板	距離**	穴の幅	穴の長さ	凸矢板	距離**	穴の幅	穴の長さ	凸矢板	距離**	穴の幅	穴の長さ
2	20	φ20		104	20	30	25	142	15	2	10
21	20	35	25	105	20	$\frac{10}{10}$	$\frac{5}{5}$	144	15	φ 2	
29	20	15	5	106	15	30	20	146	15	2	10
39	20	φ10		107	30	30	15	149	15	2	10
40	20	φ20		108	20	30	15	156	20	30	20
42	20	φ10		109	20	30	20	158	20	2	10
43	20	30	20	110	20	5	20	159	20	$\frac{3}{3}$	$\frac{15}{15}$
45	25	φ30		111	15	30	25	160	20	$\frac{2}{2}$	$\frac{10}{10}$
48	20	φ 2		112	30	$\phi \frac{1}{6}$		161	20	$\frac{2}{2}$	$\frac{10}{10}$
49	25	φ 5		114	20	30	15	162	20	1	5
50	20	30	25	115	15	30	30	164	20	30	20
51	20	φ20		116	15	30	30	165	20	$\frac{3}{2}$	$\frac{15}{10}$
52	20	φ20		117	15	30	30	166	20	$\frac{3}{1}$	$\frac{20}{10}$
53	20	30	20	118	15	$\frac{5}{5}$	$\frac{15}{15}$	167	20	1	10
56	20	φ15		119	15	30	25	168	20	$\frac{2}{2}$	$\frac{15}{10}$
59	25	φ 5		120	15	30	20	169	15	$\frac{5}{2}$	$\frac{25}{10}$
61	20	φ 3 (3コ)		121	20	30	25	170	20	$\frac{3}{3}$	$\frac{25}{15}$
75	25	φ25		122	20	$\phi \frac{1}{1}$	5	171	20	5	15
85	25	φ 5		123	20	30	30	172	20	φ10	
86	20	φ 3		124	20	30	30	173	20	2	10
88	25	5	10	125	20	30	15	174	20	φ 6	
89	20	1	10	126	20	30	20	176	20	5	10
94	20	φ10		127	20	30	20	177	25	5	10
95	20	30	10	128	20	30	20	178	20	$\frac{3}{2}$	$\frac{15}{5}$
96	20	φ10 (2コ)		129	20	φ 5		179	25	5	15
97	20	φ2,3,10		130	20	$\phi \frac{5}{3}$	15	180	20	30	25
98	30	$\phi \frac{1}{10}$	15	131	20	30	15	182	25	2	10
99	20	30	15	132	20	3	10	183	20	30	20
100	20	$\frac{5}{5}$	$\frac{15}{15}$	133	25	$\phi \frac{1}{2}$	10	184	25	φ 3	
101	20	φ15 (2コ)		134	35	φ 1		185	20	30	20
103	20	30	20	140	25	30	15	187	20	5	10

** コンクリート下端から穴の上端までの距離

表 2.4 七尾港 13号物揚場における鋼矢板の損傷状況

矢板 No.	距離 [※] (cm)	穴の幅 (cm)	穴の長さ (cm)	矢板 No.	距離 [※] (cm)	穴の幅 (cm)	穴の長さ (cm)	矢板 No.	距離 [※] (cm)	穴の幅 (cm)	穴の長さ (cm)
1	20	6	25	61	25	30	25	115	20	30	20
4	15	10	30	62	20	30	25	116	20	φ15	
6	15	10	10	63	20	15	10	117	25	12	10
8	22	5	15	64	20	10	20	118	30	15	10
12	30	φ 3		66	20	25	25	119	20	10	10
13	20	3	15	67	20	15	25	120	15	33	15
18	20	20	25	68	20	30	20	121	25	33	30
20	20	10	20	69	10	33	35	122	30	5	10
22	20	15	20	70	10	33	35	124	20	3	15
24	20	30	20	71	15	33	30	125	10	33	20
26	15	10	20	72	20	33	30	127	15	33	30
27	15	30	30	73	20	33	25	128	20	33	15
28	15	33	35	74	20	33	25	129	25	10	20
29	15	30	40	75	20	33	20	131	20	33	20
30	20	30	30	76	15	33	30	132	25	30	10
31	20	30	10	77	20	3	15	133	20	33	20
32	20	30	20	78	20	7	15	134	20	33	25
33	25	20	20	79	20	15	15	135	30	φ 5	15
34	15	33	30	82	25	3	5	136	20	20	
35	15	30	25	83	20	33	30	137	20	33	30
36	15	10	20	84	20	8	15	138	20	30	35
37	10	10	20	85	20	3	5	139	20	33	15
38	20	30	30	92	20	20	25	140	30	φ 5	
39	25	12	15	95	20	φ 10		142	20	25	15
40	15	30	25	96	15	1	5	143	25	33	30
41	25	5	16	99	15	5		144	20	6	25
42	20	9	15	100	20	10	10	145	20	30	20
43	15	30	30	101	15	33	25	146	25	5	15
44	20	30	10	102	25	33	20	147	20	10	15
45	25	30	10	103	15	33	20	149	20	5	25
47	20	5	15	104	25	33	20	153	20	5	15
48	15	15	30	105	15	33	20	155	20	5	15
50	30	8	15	107	20	33	20	157	20	10	20
51	25	5	10	108	15	33	30	159	20	5	15
52	25	10	20	109	20	15	15	161	20	φ 2	3
54	25	15	10	110	15	15	30	162	20	1	3
56	25	5	16	111	20	33	40	163	20	5	15
58	25	3	15	113	15	33	20	164	20	8	15
60	20	30	30	114	20	33	30	180	15	30	20
								236	20	7	15
								237	20	2	15
								248	25	3	5
								250	20	20	30
								251	35	2	20
								263	15	15	15
								271	20	φ 3	10
								277	20	φ 10	
								278	30	φ 3	
								282	20	5	10
									15	2	15

※ コンクリート下端から穴の上端までの距離

表 2.5 七尾港 14号物揚場における鋼矢板の損傷状況

矢板 No	距離** (cm)	穴の幅 (cm)	穴の長さ (cm)	矢板 No	距離** (cm)	穴の幅 (cm)	穴の長さ (cm)	矢板 No	距離** (cm)	穴の幅 (cm)	穴の長さ (cm)
32	15	10	20	102	15	φ5 φ6		167'	5	φ4	
35	20	φ7		111	43	φ1		171	20	φ5	
41	20	5	20	119	40	φ2		171'	10	φ3	
48	15	3	20	131	37	φ2		172	2	φ3	
56	15	10	20	150	0	φ3		176'	5	φ6	
63	25	2	10	155	5	φ3		179	8	φ5	
67	10 20	φ7 1	5	158 158	5	15	6	180	17	2 2	10 5
74	15	5	30	161	0	φ3		181	12	30	30
76	25	φ3		162'	5	φ2		182	10	15 3	30 15
78	22	3	10	163	6	φ5		183	7	30	35

※ コンクリート下端から穴の上端までの距離

※※ 矢板Noの ' は凹矢板を示す

表 2.6 七尾港における水質試験結果
1971. 10. 1 採水

採水 地点	深度	外観	Cl^- (g/l)	PH	ρ (Ω -cm)	SO_4^{--} (g/l)	Total S (g/l)	比重
A	上下	無色 "	7.574	7.65	38.53	—	—	1.008
			16.796	7.57	18.02	2.34	0.78	1.022
B	上下	無色 "	7.513	7.05	37.82	—	—	1.008
			16.952	7.49	17.87	2.39	0.80	1.021
C	上下	無色 "	10.970	8.00	26.54	—	—	1.012
			16.505	7.75	18.32	2.35	0.78	1.020
D	上下	無色 "	3.166	7.02	86.00	—	—	1.000
			15.825	7.18	18.92	2.27	0.76	1.020

表 2.7 七尾港における腐食穴の発生状況

施設名	凸 面			凹 面		
	全凸面数	穴の発生した凸面数	穴発生率 (%)	全凹面数	穴の発生した凹面数	穴発生率 (%)
11号物揚場	270	55	20.4	271	0	0
12号物揚場	212	93	43.9	213	0	0
13号物揚場	348	133	38.2	349	0	0
14号物揚場	187	25	13.3	188	5	2.7

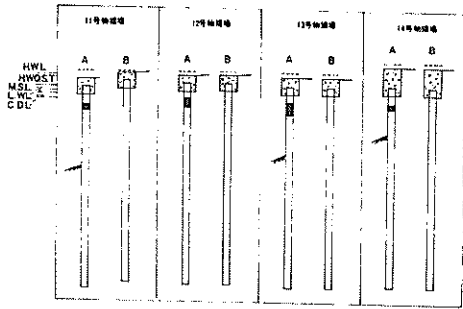


図 2.5 七尾港における集中腐食ヶ所（深度方向）

沈下の模様を図 2.5 に示す。図 2.5 に肉厚測定地点における集中腐食の深度範囲を集中腐食の発生深度例として記入してみると、集中腐食の発生深度は調査時点では C.D.L. $\pm 0m$ 直下付近となるが、地盤沈下を考慮すれば L.W.L. 直下付近となる。一方、断面方向の集中腐食の大きさ（ヨコ×タテ）は凸面では $33cm \times (20 \sim 30)cm$ 、または $(2 \sim 5)cm \times (5 \sim 30)cm$ 、凹面では $(5 \sim 10)cm \times (2 \sim 15)cm$ である。

(V) 木材の接触による影響

写真 2.1 に見られるように七尾港 11号~14号物揚場は木材の貯木場として使用されている。このため、腐食傾向(a)が発生因として貯木されている木材の凸面への接触作用が考えられるかもしれない。しかし、腐食傾向(a)は貯木場でない港でも発生しており、また腐食傾向(e)の現象は木材の接触作用では説明できない。その他、後述するように（今治港）、木材が接触しても腐食速度（両面）は $0.1mm/yr$ 程度にすぎない例がある。

(V) 水質の影響

11号~14号物揚場は付図 2.1 に示すように港内の奥まったところに位置しているため海水の動きが悪くて澱んでいる感じであり、とくに 11号物揚場前面の海水が汚い。海泥はヘドロ質のため潜水夫が入って作業すると海水が真黒に濁って肉眼による水中観察は全くできない状態である。しかし、同じ海水に接していて特定の断面にのみ腐食が集中する現象は水質からは説明できない。

2-3-2 留萌港における腐食

(1) 肉厚測定結果

留萌港における肉厚測定結果を付表 2.5~付表 2.7 に、付表 2.5~表 2.7 より算出した腐食量を付表 2.8~付表 2.10 に示す。付表 2.8~付表 2.10 より調査鋼矢板の腐食量を図示すると図 2.6~図 2.8 の通りである。

(2) 観察結果

潜水夫により鋼矢板面に発生した腐食穴の有無、大き

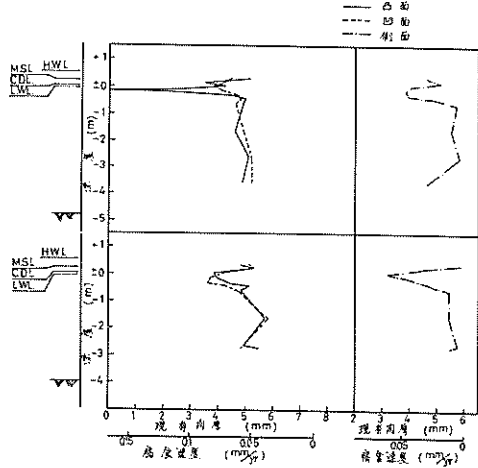


図 2.6 留萌港における鋼矢板の腐食傾向(1) 南岸土留護岸、テル・ルー・ジュ型

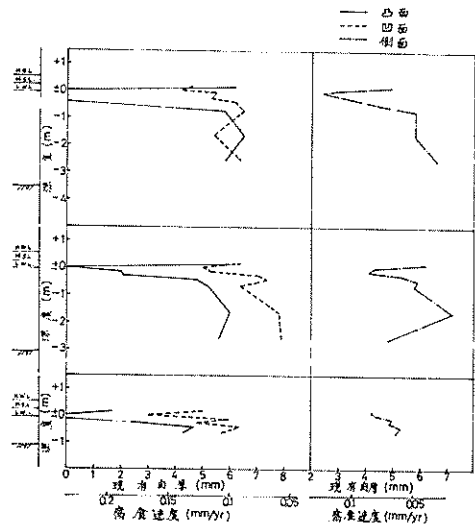


図 2.7 留萌港における鋼矢板の腐食傾向(2) 南岸土留護岸、ラルゼン型

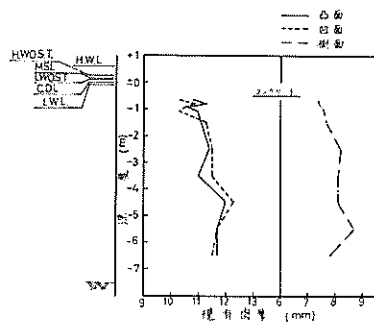


図 2.8 留萌港南岸岸壁の腐食傾向

さ、深度を観察したが、留萌港の調査構造物の中で南岸土留護岸のみに腐食穴が認められた。南岸土留護岸に発生した腐食穴の深度は図 2.9、10 の通りである。ただし、図 2.10 で H.W.L. 上の穴の深度測定は矢板 No. 26~28 (または No. 26'~No. 28') について行っており、矢板 No. 1~No. 25 については測定されていない。また、穴の大きさは表 2.8 に示すようほぼ凸面 (または凹面) の幅一杯である。調査時点での鋼矢板の模様を写真 2.2 に、改造前の南岸岸壁および南岸物揚場の模様を写真 2.3、付図 2.19~付図 2.21 に示す。

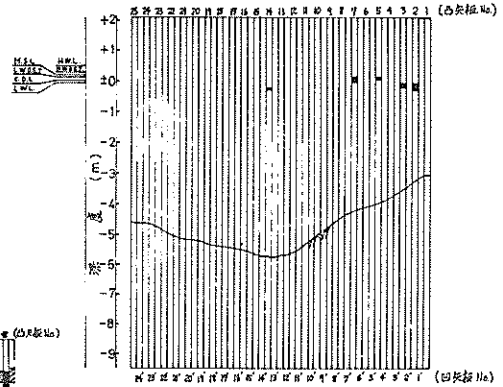


図 2.9 留萌港南岸土留護岸の鋼矢板腐食傾向 (テル・ルージュ型)

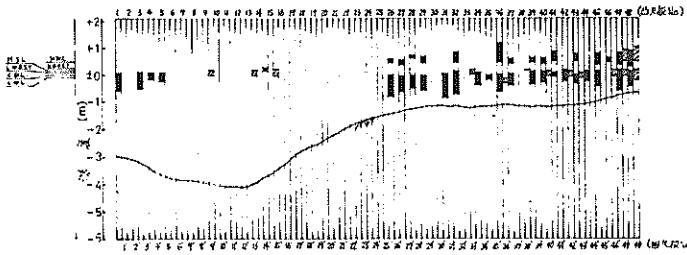


図 2.10 留萌港南岸土留護岸の鋼矢板腐食傾向 (ラルゼン型)

(3) 水質試験結果

留萌港海水の水質試験結果を表 2.9 に示す。

(4) 調査鋼矢板の腐食

(i) 腐食傾向

南岸土留護岸のテル・ルージュ型鋼矢板では図 2.6 に

表 2.8 留萌港南岸土留護岸における鋼矢板損傷状況

ラルゼン型

矢板 No.	穴の深度 (cm)		穴の長さ (cm)	穴の幅 (cm)	矢板 No.	穴の深度 (cm)		穴の長さ (cm)	穴の幅 (cm)
	上限	下限				上限	下限		
1	+6	-61	67	30	32	+80	+47	33	39
3	+8	-52	60	32	32	+10	-72	82	35
4	+6	-19	25	32	34	+3	-39	42	34
5	+6	-27	33	32	35	-5	-19	14	11
26	+56	+43	13	30	36	+106	+46	70	22
26	-5	-71	76	35	36	-3	-59	62	34
27	+51	+36	15	33	37	+55	+41	14	12
27	-10	-46	56	35	37	±0	-40	40	34
28	+70	+62	8	3	39	+60	+48	12	14
28	-6	-39	45	33	39	+9	-38	47	34
29	+64	+43	21	34	40	+58	+40	18	23
29	-7	-43	50	33	40	+9	-37	38	33
31	±0	-87	87	35	41	+83	+51	32	19

矢板 No	穴の深度(cm)		穴の長さ (cm)	穴の幅 (cm)	矢板 No	穴の深度(cm)		穴の長さ (cm)	穴の幅 (cm)
	上限	下限				上限	下限		
41	+ 6	- 9	15	33	14'	+23	+11	12	30
42	+16	-24	40	37	15'	+18	+ 7	25	30
43	+74	+52	22	12	33'	+16	± 0	16	33
43			34	32	36'	-14	-32	18	8
44	+10	-25	35	34	38'	+16	+11	5	14
45	+79	+38	41	34	40'	+11	- 8	19	34
45	+11	-43	54	35	42'	+11	- 9	20	33
46	+59	+47	12	7	43'	+ 6	-14	20	32
47	+79	+37	42	31	46'	+16	- 8	24	25
47	+16	-59	75	35	47'	+90	+49	41	35
48	+85	+29	56	36	48'	+100	+50	50	31
9'	+13	- 4	17	17	48'	+14	-21	35	29
13'	+13	- 5	18	35					

テル・ルーシュ型

矢板 No	穴の深度(cm)		穴の長さ (cm)	穴の幅 (cm)	矢板 No	穴の深度(cm)		穴の長さ (cm)	穴の幅 (cm)
	上限	下限				上限	下限		
2	- 7	-30	23	5	7	+13	- 2	15	3
3	- 7	-20	13	3	14	-22	-29	7	3
5	+13	+ 6	7	3					

表 2.9 留萌港における水質試験結果

採水地点	年月日時	水深 (m)	外観	PH	Cl^- (ppm)	Total S (ppm)	SO_4^{--} (ppm)	比抵抗 (Ω -cm)	溶存酸素 量(ppm)	比重
南岸 (1)	1969.7.30 14° 00'	水面	無色	6.72	17,909	-	-	18.0	6.0	1.024
南岸排水	1969.7.30 15° 08'	"	"	7.20	245	-	-	787.7	6.3	0.996
北岸 (1)	1969.7.30 13° 16'	"	"	6.92	21,203	-	-	130.9	5.4	1.002
北岸 (2)	1969.7.30 15° 16'	"	"	6.54	18,285	-	-	17.3	6.0	1.025

示すように腐食傾向(a), (b)が発生する。ただし、側面にも平均干潮面直下付近で肉厚の急減が見られるが、これは凸矢板の側面の一部に肉厚減少が見られるためである。一方、南岸土留護岸のラルゼン型鋼矢板では図 2.7 に示すように平均干潮面直下付近では凸面に腐食が集中して穴があいているが、凹面にも一部肉厚が急減しているところがある。また表 2.8 に示すように平均干潮面直下付近の凸面には穴が発生していない箇所もある。したがって、南岸土留護岸のラルゼン型鋼矢板では腐食傾向(a), (b), (e)が発生している。なお、側面にも平均干潮面直下付近で肉厚の急減が見られるが、これはテル・ルーシュ型と同様に凸矢板の側面部にも凸面の穴が及んでいるためである。

これに対して、南岸岸壁、南岸物揚場、北岸物揚場では断面方向、深度方向に腐食差はほとんどなく腐食傾向は(c)である。この他、南岸地区護岸は南岸物揚場改良前の旧矢板部分で、現地の人話では南岸土留護岸と同様の腐食現象が発生していた由である。なお、現在は平均干潮面上の鋼矢板部分は切れてないか(改造時に切ったものか)、陸側の方にまくれていて海水面下に没している。

(ii) 腐食速度

45年経過した南岸土留護岸の鋼矢板腐食速度は、図 2.6～図 2.7 に示すように凸面の平均干潮面直下付近では $0.2\sim 0.25\text{mm/yr}$ で深度が下るにつれて腐食速度は減少し 0.1mm/yr またはこれ以下となる。一方、凹面でも平均干潮面直下付近で $0.10\sim 0.17\text{mm/yr}$ のところもある。しかし、平均干潮面直下付近の穴は調査時以前に発生しているためこの箇所の腐食速度は上記の値よりもっと大きくなる。たとえば、穴の発生するまでの期間を10～20年とするとテル・ルーシュ型鋼矢板では $0.75\sim 0.38\text{mm/yr}$ 、ラルゼン型鋼矢板では $1.05\sim 0.53\text{mm/yr}$ となる。また、図 2.9、10 に示すように H.W.L. 付近にも腐食穴が発生しているが、H.W.L. 付近の腐食速度についても穴があくまでの期間がはっきりしないが平均干潮面直下付近と同じことがいえる。

南岸岸壁では2mm前後の肉厚減量は測定されたが、腐食期間が9年間と短いこと、非破壊測定による誤差は数%程度考えられることなどから腐食速度を算出できなかった。

南岸物揚場では使用鋼矢板の初期肉厚がはっきりしない。南岸地区護岸の海水中の腐食速度(両面)は凸面、凹面、側面とも 0.05mm/yr 以下であった。一方、北岸物揚場での腐食速度(両面)は $0.1\sim 0.2\text{mm/yr}$ であるが、腐食期間が比較的小さいため非破壊測定の誤差が影響して

いるものと思われる。

(iii) 集中腐食箇所

45年経過した南岸土留護岸では凸面と凹面に腐食が集中した箇所がある。腐食が集中した深度は凸面では $+1.0\sim +0.4\text{m}$ 間と $+0.1\sim -0.8\text{m}$ 間で前者はH.W.L. 付近後者は平均干潮面直下付近である。また、凹面に腐食が集中した深度は $+1.0\sim +0.5\text{m}$ 間と $+0.2\sim -0.3\text{m}$ 間である。

一方、断面方向は表 2.8 に示すようにラルゼン型では凸面、凹面ともほぼ幅一杯であり長さは数10cmである。これに対して、テル・ルーシュ型では幅10～20cm、長さ3～5cm程度である。

(iv) 水質の影響

表 2.9 によれば留萌港の海水はとくにひどい汚染はないが、南岸土留護岸の排水は比抵抗が $800\Omega\text{-cm}$ 程度の淡水である。この排水口は南岸土留護岸のテル・ルーシュ型とラルゼン型の境界に位置しており、調査時の排水量は大きく多くなかった。実験によれば淡水が混入して海水の比抵抗が数 $100\sim 1,000\Omega\text{-cm}$ になると平均干潮面直下付近に集中腐食が最も発生し易くなる傾向があるが、図 2.9、10 に見られるようにラルゼン型もテル・ルーシュ型ともに排水口に近いNo.1～No.7(両タイプとも排水口に近い方をNo.1としている)付近までの凸面に腐食が集中していることに関連があるようにも受取れる。しかし、排水量の経年変化がはっきりしないので明言できない。

2-3-3 橋港における腐食

(1) 肉厚測定結果

橋港A施設における鋼矢板の肉厚測定結果は付表 2.11 に示す。付表 2.11 よりA施設の現有肉厚平均値を図示すると図 2.11 の通りである。

(2) 観察結果

海面上は船上より係員が、海水中は潜水夫が鋼矢板面を観察したが、橋港A施設では集中腐食による穴は発生していなかった。写真 2.4 にA施設の鋼矢板の状況を示す。

(3) 水質試験結果

橋港A施設前面海水の水質試験結果を表 2.10 に示す。

(4) 調査鋼矢板の腐食

(i) 腐食傾向

A施設の設計水深は -6m であるが、調査時点(建設3年後)では -2m 位にまで埋設されていた。このため肉厚測定は -1m までしかできず、構造物の腐食傾向を検討するには調査深度が不足した。このような埋設の経年変化を示す資料は何もない。(ii)で示すようにYSP

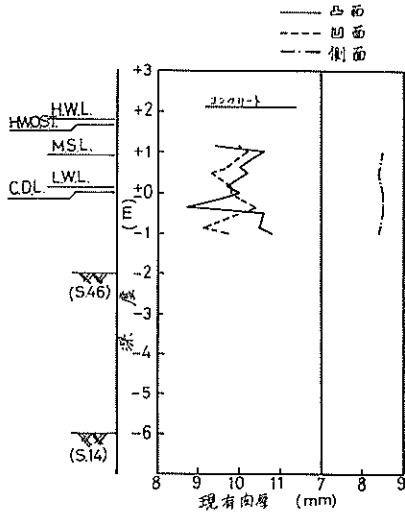


図 2.1.1 橋港 A 施設の腐食傾向

表 2.10 橋港における水質試験結果

採水	水深 (m)	水温 (°C)	Cl (%)	PH	DO (cc/l)	COD (ppm)	濁度 (ppm)	透明度 (m)
S. 45. 4. 22	0.0	14.88	12.51	8.28	5.72	1.061	2.5	1.4
	1.0	14.91	15.96	8.29	5.57	0.880	2.3	
	2.0	14.43	17.39	8.29	5.58	0.882	2.3	
	3.0	14.39	17.88	8.29	5.70	0.637	1.5	
	5.0	14.10	18.37	8.30	5.57	0.751	2.5	
S. 45. 7. 24	0.0	26.20	16.96	8.30	6.54	0.586	2.5	3.1
	1.0	26.40	17.10	8.32	6.77	0.633	1.8	
	2.0	24.40	17.45	8.28	6.20	0.665	1.0	
	3.0	24.50	17.58	8.21	5.57	0.237	0.9	
	5.0	22.70	17.67	8.15	4.61	0.317	0.7	
	0.0	7.15	17.70	8.50	6.63	1.277	3.9	2.7
	1.0	7.25	17.81	8.52	6.73	1.293	3.9	
	2.0	7.70	17.92	8.51	6.80	1.340	3.8	
	3.0	7.75	17.96	8.54	6.83	1.403	4.1	
	5.0	7.90	17.99	8.52	6.86	0.741	3.9	

採水	水深 (m)	外観	Cl (g/l)	PH	ρ (Ω -cm)	SO ₄ ²⁻ (g/l)	Total S (g/l)	比重
S. 46. 7. 29	0	無色	15.23	6.90	18.78	2.23	0.74	1.021

Ⅱ型とすると腐食傾向は (C) となる。

(ii) 腐食速度

凸面の±0 m付近の腐食速度は $(13.0-9.0)/32 = 0.125 \text{ mm/yr}$, -1 mでは $(13.0-11)/32 = 0.062 \text{ mm/yr}$ である。

(iii) 水質の影響

表 2.10 によれば A 施設前面の海水は普通の海水であり、とくに汚染による影響はない。

2-3-4 高知港における腐食

(1) 肉厚測定結果

高知港弘化台-3 m物揚場の鋼矢板肉厚測定結果は付表 2.12 の通りであり、付表 2.12 より腐食速度を算出すると付表 2.13 のようになる。付表 2.13 より-3 m物揚場の腐食傾向を図示すると図 2.12 のようになる。

なお、-3 m物揚場の肉厚測定地点は付図 2.2.2、深度方向の肉厚測定箇所は付図 2.2.3 の通りである。

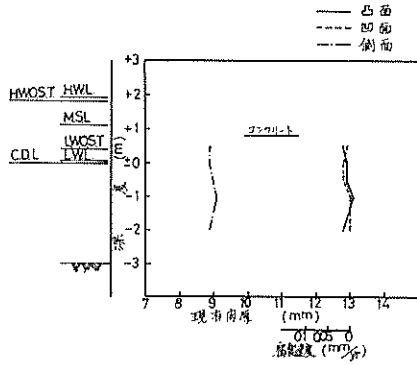


図 2.12 高知港弘化台-3m物揚場における鋼矢板腐食傾向

表 2.11 高知港における水質調査結果

S.46.2.1

項 目	干 潮 (15°20')	満 潮 (10°48')
水 温 (°C)	13.5	12.7
外 観	きわめて僅か 黄色	きわめて僅か 黄色
臭 気	認めない	認めない
透 視 度 (cm)	30 以上 (濁度 8 度)	30 以上 (濁度 4 度)
PH	7.88	7.91
C O D (ppm)	4.63	2.23
D O (")	7.10	7.13
S S (")	6.0	6.6
油 分 (")	0.13	0.08
塩素イオン (")	17,677	18,182
硫 化 物 (")	3.29	4.8

(2) 観察結果

弘化台-3m物揚場の調査状況を写真2.5に示す。

写真2.5(4),(5)に見られるように-3m物揚場の鋼矢板には集中腐食による穴は発生していない。また、写真2.6(3)に示すようにここでの水中作業にはアクアラングを着用したダイバーを使用した。

(3) 水質試験結果

弘化台-3m物揚場前面海水の水質試験結果を表2.11に示す。

(4) 調査鋼矢板の腐食

(i) 腐食傾向

高知港弘化台-3m物揚場における鋼矢板の腐食傾向は図2.12に示すように(c)に相当する。しかし腐食傾向(c)は水深が深いほど発生し易い傾向のあることがこれまでの調査結果で見受けられるが、このように-3mのところでも腐食傾向(c)が発生することは鋼矢板構造物の腐食機構を検討する上で興味ある現象である。

何故このような現象が発生したかを考察する場合、一つの見方としては弘化台-3m物揚場の上部コンクリートのかぶりが+0.8mまで下がっており、これはM.S.L.=+1.1mとL.W.O.S.T.=+0.4mの中間に位置することである。一般に集中腐食は平均干潮面直下付近であるから、ここでも腐食傾向(a)が発生する場合、集中腐食の深度はM.S.L.~L.W.O.S.T.間の平均干潮面直下付近となる。したがって、ここでの平均干潮面を+0.8m付近と考えると+0.8m下の裸鋼材がアノード、+0.8m上のコンクリート中鋼材がカソードとなる。この場合、海水中鋼材より流出する電流がセメント硬化体中鋼材に流入することになるが、このマクロ腐食電流の永続性が問題である。したがって、図2.13に海水中裸鋼材と海水飽和セメント硬化体中鋼材を短絡したときアノードとなる海水中裸鋼材より流出するマクロ腐食電流の経日変化を示す(ただし、図2.13ではマクロ腐食電流密度を腐食調査結果との比較のために腐食速度(mm/yr)に換算してある)。

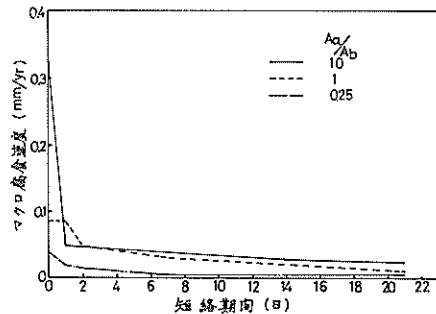


図 2.13 セメント硬化体中鋼材~海水中鋼材間に発生するマクロ腐食速度の経日変化

図2.13によればコンクリートのかぶりが下ってコンクリート中鋼材がカソードとなるマクロ腐食は発生し難いことがうかがわれる。この結果、弘化台-3m物揚場では水深が浅いにも拘らず鋼矢板の腐食傾向が(c)となった現象は上述のようにコンクリート中鋼材がカソードとなつたためではないかと推定される。

(ii) 腐食速度

図 2.12 によれば弘化台-3 m 物揚場の鋼矢板の腐食速度(両面)は0.05mm/yr 以下である。

(iii) 水質の影響

表 2.11 に示すように-3 m 物揚場の前面海水は汚いが、腐食傾向は(c)で腐食速度も小さく水質による影響はとくに認められない。

2-3-5 坂出港における腐食

(1) 肉厚測定結果

坂出港-7.0 m 岸壁における鋼矢板の肉厚測定結果を付表 2.14 に、付表 2.14 より求めた腐食量を付表 2.15 に示す。付表 2.15 より-7.5 m 岸壁の鋼矢板の腐食傾向を図示すると図 2.14 のようになる。なお、-7.0 m 岸壁における肉厚測定深度は付図 2.24 の通りである。

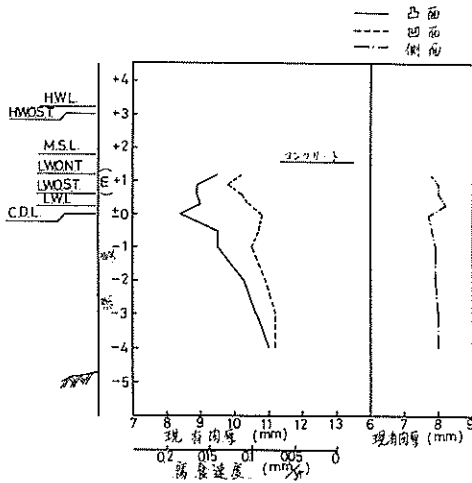


図 2.14 坂出港-0.7 m 岸壁の腐食傾向

(2) 観察結果

坂出港-7.5 m 岸壁の鋼矢板面の状況を写真 2.6 に示す。写真 2.6 に見られるように-7.0 m 岸壁では上部工の陥没、集中腐食による穴の発生は全くなかった。

(3) 調査鋼矢板の腐食

(i) 腐食傾向

図 2.14 によれば-7.0 m 岸壁の鋼矢板の腐食傾向は(b)と見られる。-7.0 m 岸壁は設計水深は-7.0 m であったがその後埋没して調査時点では-4~-4.5 m とかなり浅くなっている。埋没の経年変化を示す資料はないが、-7.0 m 岸壁の腐食傾向が(b)であることの原因は埋没により水深が浅くなったためと推定される。

また、写真 2.6(3), (5) に示すように矢板天端に付けて

ある横板ではエッジ部の腐食の著しい箇所がある。

(ii) 腐食速度

図 2.14 によれば平均干潮面直下付近の凸面の腐食速度は0.15~0.20mm/yr であり、深度がさらに下るにつれて腐食速度は次第に減少して行き-3 m 以下では0.1mm/yr となる。これに対して、凹面の腐食速度は0.1mm/yr 前後である。一方、側面では深度方向、断面方向による肉厚減少の差はほとんどない。

2-3-6 今治港における腐食

(1) 肉厚測定結果

今治港浅川荷揚場における鋼矢板の肉厚測定結果を付表 2.16 に、付表 2.16 より算出した腐食量を付表 2.17 に示す。付表 2.17 より浅川荷揚場における鋼矢板の腐食傾向を図示すると図 2.15 のようになる。

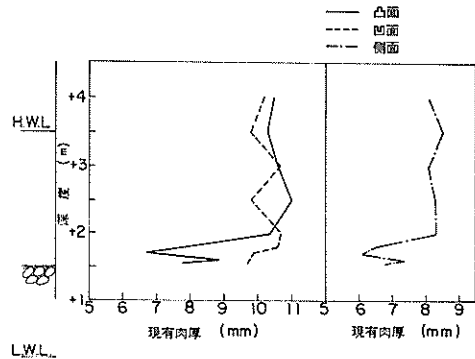


図 2.15 今治港浅川荷揚場における鋼矢板腐食傾向(40年経過)

なお、浅川荷揚場における肉厚測定地点を付図 2.25 深度方向の肉厚測定点を付図 2.26 に示す。

(2) 観察結果

浅川荷揚場の鋼矢板の状況を写真 2.7 に示す。写真 2.7(1), (2) に示すように浅川荷揚場は貯木場であるため、満潮時は写真 2.7(2)のように干潮時は写真 2.7(3)のようになる。干潮、満潮の繰り返しにより鋼矢板凸面を木材でこすることになるが、凸面で木材の接触作用を受けるのは写真 2.7(3)に示すように泥面上 30~40cm の範囲にすぎない。付図 2.18 を参照すればこの深度は+1.6~+2.0m であって+2.0m 以上の鋼矢板面は平滑で腐食による被害は海側からはほとんど見られない。一方、凹面では+1.6~+2.0m 間は写真 2.7(4)に示すように付着物が湿っているが、+2.0~+3.7m 間では青ノリが薄い付着物層の上に着いており+3.7~+4.5m 間では凸面同様頑固い錆層に覆われて腐食はほとんどなさそうである。また、凸面の+3.7m の深度にあるタイロット固定用金具は

錆で多少膨れているが腐食による災害は全く起っていない。この外、写真2.7(1)に示すように浅川荷揚場では上部工の陥没は見られない。

(3) 水質試験結果

浅川荷揚場前面海水の水質試験結果を表2.12に示す。

表2.12 今治港における水質試験結果

採水	外観	C _ℓ (g/ℓ)	PH	ρ (Ω-cm)	SO ₄ (g/ℓ)	Total S (g/ℓ)	比重
S.46.8	無色	5.361	7.02	53.7	0.72	0.24	1.005

(4) 調査鋼矢板の腐食

(i) 腐食傾向

浅川荷揚場では付図2.18に示すように海泥面が+1.5mであるため干潮時には海泥面が露出するが、図2.15のように鋼矢板の腐食傾向は(b)に類似しているようにも考えられるが調査深度が深くとれないためははっきりしない。図2.15に示す鋼矢板の腐食傾向はむしろ木材による摩擦作用が腐食に及ぼす影響を示すものと解される。

(ii) 腐食速度

図2.15を参照すれば、凸面では+1.5~+1.8m間は海泥面に近くて湿っているため木材による摩擦の影響が目立つ箇所では腐食速度(両面)は0.1mm/yr程度である。しかし、+1.8m以上の凸面は干潮時には乾燥するため木材の接触作用はほとんど影響なく腐食速度(両面)は0.05mm/yr以下である。一方、凹面、側面とも+1.5m以上の腐食速度(両面)は0.05mm/yr以下である。

浅川荷揚場の調査結果から、貯木場で木材が鋼矢板凸

面に接触する場合木材の摩擦作用の鋼材腐食におよぼす影響は大して著しくなく、腐食速度で0.1mm/yr程度であることがわかる。この結果、七尾港11号~14号物揚場で発生した鋼矢板の腐食傾向(a)の発生因は貯木による接触作用ではないことを示す一つの資料となる。

(iii) 水質の影響

浅川荷揚場前面の海水は黒く干潮時に露出する海泥面は大部分ヘドロ質であるが、一部には写真2.7(7)に見られるように砂質のところもある。ヘドロ質のところは水はけが悪く干潮時でも写真2.7(4)のように泥面上数10cmの範囲鋼矢板面の付着物は湿っている。この結果、ヘドロ質のところでは泥面直上部の鋼矢板面は木材の接触作用によって発錆が促進され易い。これに対して写真2.7(7)のように海泥が砂質の場合、海泥面直上部の鋼矢板面は干潮時には乾燥しており木材による接触によって腐食が促進される心配はほとんどない。

一方、+1.8m以上の鋼矢板の腐食量は小さく満潮時に接する海水の水質による影響はとくにない。

3. 観察による鋼矢板腐食傾向調査

3-1 調査鋼構造物

観察による鋼矢板腐食傾向を調査した構造物は表3.1に示す輪島港、安田港、N港、片上港、水島港、萩港、津久見港、油津港、小樽港、浦河港、釧路港、佐世保港、G港の13港である。これら13名港の位置図を図2.1に示す(白丸)。

表3.1 腐食傾向を調査した施設

港名	施設名	水深 (m)	鋼矢板 タイプ	初期肉厚(mm)		延長 (m)	施工年	経過期間 (年)	防食法 の有無	無防食 期間(年)	調査年月	腐食 傾向
				平端部	側面部							
輪島港	乙物揚場	-2.5	U型			118	S.7	38	なし	38	S.45.12	(a)
安田港	安田岸壁	-4.0	U型I, II			130	S.24	22	なし	22	S.46.7	(c)
N港	№1	-2	ラルゼンI	8.0	7.0	164	S.3	27	なし	27	S.29.12~ S.30.1	(a)
	№2	-2	ラルゼンI	8.0	7.0	23.5	S.3	27	なし	27	"	(a)
	№3	-2	YSP II	10.5	6.5	21.5	S.25	4	なし	4	"	(a)
	№4	-1	YSP II	10.5	6.5	11.8	S.25	4	なし	4	"	(a)
	№5	-2	ラルゼンI	8.0	7.0	45	S.3	27	なし	27	"	(a)
	№6	-2	ラルゼンI	8.0	7.0	271	S.3	27	なし	27	"	(a)
	№7	-2	ラルゼンIIa	8.0	7.0	132.8	S.11	19	なし	19	"	(a)

港名	施設名	水深 (m)	鋼矢板 タイプ	初期肉厚 (mm)		延長 (m)	施工年	経過期間 (年)	防食法 の有無	無防食 期間(年)	調査年月	腐食 傾向
				平端部	側面部							
片上港	同和鉱業 第2けい船岸	-3.6	デル・ル ーシュⅡ	10 9	6	254	S.5	42	なし	42	S.47.7	(c)
水島港	Aけい船岸	-3.5	ラルゼンⅢ	11	8	76	S.10	37	なし	37	S.47.8	(b)
萩港	-7.3m 岸壁	-7.5	U型			110	S.7	38	なし	38	S.45.10	(c)
	-3.5m 物揚場	-3.5	U型			40	S.7	38 39	なし	38 39	S.45.10 S.46.12	(a) (b)
津久見港	小野田第2工場 大平岸壁	-8.0	ラルゼンV	21	11	119.2	S.9	38	なし	38	S.47.8	(c)
	小野田第2工場 原燃料岸壁	-6.0	ラルゼンⅣ Ⅴ	11 15.5 21	8 9 11	145.3	S.9	38	なし	38	S.47.8	(c)
油津港	第一物揚場	-1.8	ラルゼンⅡ	8	7	114.8	S.6	21	なし	21	S.27	(a)
小樽港	信香町物揚場	-2.4	ラルゼンⅠ	8	7	40.6	S.7	40	なし	40	S.47.7	(e)
浦河港	第一物揚場	-2				68.9	S.4~5	28~29	なし	28~29	S.31~33	(a)
	第三物揚場	-2				104	S.4~5	28~29	なし	28~29	S.31~33	(a)
釧路港	釧路川両岸施設											
佐世保港	-3m 物揚場	-3										(a)
G 港	岸壁		YSP									(d)

3-1-1 輪島港における調査構造物

輪島港における調査構造物乙物揚場の平面図を付図3.1に、断面図を付図3.2に示す。

3-1-2 安田港における調査構造物

安田港安田岸壁の平面図を付図3.3に、断面図を付図3.4に示す。

3-1-3 N港における調査構造物

N港における調査構造物の平面図を付図3.5に、断面図を付図3.6~付図3.8に示す。

3-1-4 片上港における調査構造物

片上港同和鉱業第2けい船岸の正面図を付図3.9に、平面図を付図3.10に、断面図を付図3.11に、取付詳細図を付図3.12に示す。

3-1-5 水島港における調査構造物

水島港における調査構造物の断面図を付図3.13に示す。

3-1-6 萩港における調査構造物

萩港-7.3m岸壁、-3.5m物揚場の平面図を付図3.14に、断面図を付図3.15に示す。

3-1-7 津久見港における調査構造物

津久見港小野田第2工場大平岸壁、小野田第2工場原燃料岸壁の平面図を付図3.16に、断面図を付図3.17、18に示す。

3-1-8 油津港における調査構造物

油津港第一物揚場の位置図を付図3.19に、断面図を付図3.20に示す。

3-1-9 小樽港における調査構造物

小樽港信香町物揚場の位置図を付図3.21に、断面図を付図3.22に示す。

3-1-10 浦河港における調査構造物

浦河港第一、第三物揚場の位置図を付図3.23に、断面図を付図3.24に示す。

3-1-11 釧路港における調査構造物

釧路港における調査構造物の位置図を付図3.25に、断面図の一例を付図3.26に示す。

3-1-12 佐世保港における調査構造物

佐世保港-3m物揚場の位置図を付図3.27に示す。

3-1-13 G港における調査構造物

G港岸壁の断面図を付図3.28に示す。

3-2 調査項目および調査方法

3-2-1 調査項目

港湾調査指針では破壊調査と非破壊調査があり、第1報～第8報までの調査は何れも港湾調査指針に準拠した破壊調査か非破壊調査である。これまでの調査結果より鋼矢板構造物の腐食傾向は(a), (b), (c)三通りのパターンに分類されることがわかった。腐食傾向(a)は平均干潮面直下付近の凸面に腐食が集中して比較的短期間で穴があき、腐食傾向(b)は(a)ほどひどくないが凹面より凸面の方が腐食速度が大きい。これに対して、腐食傾向(c)では断面方向、深度方向とも腐食量に差がなく腐食速度が小さい。この結果、港湾調査指針の定量的調査によらなくとも平均干潮面直下付近の鋼矢板面を調べれば腐食傾向の判別がつくことになる。したがって、簡便な定性的調査法として平均干潮面直下付近の鋼矢板面を観察することにした。調査項目は、調査対象物が存在しているときは平均干潮面直下付近の鋼矢板面の観察(穴の確認、穴の位置、穴の寸法)、水質調査であり、調査対象物がすでに存在していないときには旧鋼矢板の資料調査(設計、施工関係図面、写真、過去の調査結果など)を探した。

3-2-2 使用機器および用具

存在している調査構造物に対して潜水夫が使用できるときは潜水夫による観察を行なったが、潜水夫が使用できないときには小舟、竹竿、ハンマ、カメラなどを使用した。

- | | |
|--------------|---------------|
| (1) 潜水夫 1 組 | (5) 採水器および貯水瓶 |
| (2) 小舟 | (6) レッド |
| (3) 竹竿またはハンマ | (7) スケール |
| (4) カメラ | (8) その他 |

3-2-3 調査年月

各施設の調査年月は表 3.1 に示す。

3-2-4 調査箇所

全矢板について平均干潮面直下付近の鋼矢板面(凸面、凹面、側面)を調査の対象とした。なお、参考として海面上、海水面下も観察した。

3-2-5 腐食穴の観察

存在している調査対象物について潜水夫が使用できるときは潜水夫が一枚宛海水面下(主として平均干潮面直下付近)を観察して穴の有無、穴の発生箇所(深度方向および断面方向の位置、大きさ)を測定した。一方、潜水夫が利用できないときは、干潮時に小舟で鋼矢板面に近づき肉眼による観察、撮影、竹竿またはハンマによる穴の確認を行なった。

一方、海面上の鋼矢板面に対しては小舟より肉眼観察、撮影、穴の位置および形状寸法の測定を行なった。

3-2-6 水質試験

水質試験は第1報、4-13(水質試験, p.43~44)の方法によったが、その他全硫黄および SO_4^{2-} については調査指針に準拠した。

3-3 調査結果および考察

3-3-1 輪島港における腐食

(1) 観察結果

調査時点ではすでに改造工事が進められており、旧矢板部分は僅か延長 10 m 程度しか残っていなかった。旧矢板の前面に新矢板が打込まれ、新しいタイロッドが張られていた。このタイロッドを張るためには写真 3.1 に示すように新しいタイロッドを通す旧鋼矢板の凸面部分ははがされていた。残っていた旧矢板の海水面下を観察してみると凸面に穴があいており、穴の深度は図 3.1 の通りである。

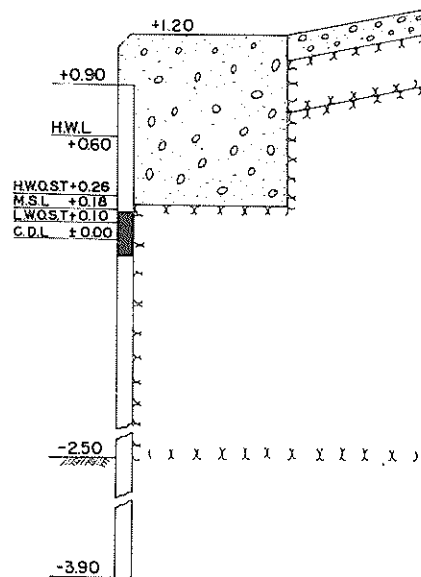


図 3.1 輪島港乙物揚場腐食状況

(2) 肉厚測定結果

輪島港乙物揚場の改造工事の際、除去した旧矢板の一部(これは凸矢板ではないかと思われる)が保存されていたので、これの肉厚を参考として測定した。測定結果を付表 3.1~付表 3.4 に示す。

(3) 調査鋼矢板の腐食

(i) 腐食傾向

観察した範囲では、輪島港乙物揚場における鋼矢板の腐食傾向は(a)と推定される。

(ii) 腐食速度

付表3.1～付表3.4によれば、+0.15～+0.90 mまでの(凸矢板)平端面の現有肉厚は約4 mm、側面の現有肉厚は1～3 mmである。旧鋼矢板のタイプが明らかでないが鋼矢板の寸法からラルゼンI型ではないかと予想される。仮りにラルゼンI型とすれば腐食速度は平端面で $(8-4)/38=0.11 \text{ mm/yr}$ 、側面で $(7-1-3)/38=0.16\sim 0.11 \text{ mm/yr}$ となる。また、平均干潮面直下付近の腐食穴の箇所は腐食速度は穴のあくまでの期間を10～20年とすれば $0.8\sim 0.4 \text{ mm/yr}$ となる。この結果、輪島港の平均干潮面は+0.10～+0.15 m付近と思われるので、凸面の腐食速度は平均干潮面で 0.1 mm/yr 位、平均干潮面直下で $0.4\sim 0.8 \text{ mm/yr}$ となる。

(iii) 集中腐食箇所

図3.1によれば、凸面に集中した腐食の深度は+0.16～-0.1 mである。また、集中腐食が発生した断面方向は凸面が多く、側面の爪の付根付近に一部ある。

3-3-2 安田港における腐食

(1) 観察結果

安田港安田岸壁の模様を写真3.2に示す。写真3.2(5)に示すように安田岸壁では腐食による穴が認められたのは一部のH.W.L.付近のみである。海水面下は干潮時に小舟から観察したり竹竿でつついてみたが穴は全くなかった。また、安田岸壁の上部工は写真3.2(4)に示すように陥没は見られない。

(2) 調査鋼矢板の腐食

(i) 腐食傾向

安田港安田岸壁の鋼矢板の腐食傾向は(c)である。

3-3-3 N港における腐食

N港の施設61～67についてはすでに昭和30年に管理者が観察を主とした調査を実施し、一部補修されている。以下、昭和30年の調査結果を主として参照してN港における鋼矢板の腐食傾向を述べる。

(1) 観察結果

N港の施設61～67の鋼矢板の状況を写真3.3に示す。写真3.3(5)に示すようにH.W.L.付近に腐食による穴が散見されるが、平均干潮面直下付近の凸面にも写真3.3(1)～(4)に示すように穴があいている。表3.2に平均干潮面直下付近の穴の発生割合を示す。

(2) 肉厚測定結果

平均干潮面直下付近で穴のない凸矢板面からコアを採取して肉厚を測定すると付表3.5のようになる。また、補修工事の際にタイロッドを掘出して外径を測定してみると付表3.6の通りである。

(3) 水質試験結果

調査施設前面海水の水質試験結果を付表3.7に示す。

(4) 調査鋼構造物の腐食

(i) 腐食傾向

写真3.3や表3.2、3からわかるように調査鋼矢板の腐食傾向は(a)である。

(ii) 腐食速度

平均干潮面直下付近の凸面の集中腐食による穴は建設20年後には認められたそうであるから、腐食速度は $8/20=0.4 \text{ mm/yr}$ 以上となる。さらに、集中腐食による穴から裏込め土砂の流出したため起った上部工の陥没を補修した箇所では僅か4年で穴が発生している。したがって、この場合の腐食速度は $10.5/4=2.6 \text{ mm/yr}$ と非常に大きな値となる。この外、平均干潮面直下付近に穴が発生していない凸面の腐食速度は付表3.5に示すように $0.07\sim 0.33 \text{ mm/yr}$ である。

一方、タイロッドの腐食速度は上段(+3.78m)で $0.03\sim 0.08 \text{ mm/yr}$ 、下段(+1.1m)で $0.05\sim 0.18 \text{ mm/yr}$ である。

(iii) 集中腐食箇所

凸面にのみ腐食が集中したが、腐食が集中した深度は表3.3の通りである。表3.3によれば集中腐食深度は+2.10～-2.16 mの範囲にあり大部分の穴は±0～-1 mにある。昭和30年の調査では、H.H.W.L. +3.296, M.L.W.L. -0.233 m となっているがこの潮位基準がはっきりしない。この基準ではL.W.L. -0.50, C.D.L. -0.64となる。したがって、集中腐食の発生深度を地盤沈下がないものとしてC.D.L.基準で表示すると+2.74～-1.52 mの範囲となり、大部分の穴は+0.64～-0.36 mにあることになる。C.D.L.基準ではH.W.L. +3.72 m, M.S.L. +1.99 m, L.W.O.S.T. +0.50 m, L.W.L. +0.14

表3.2 N施設における平均干潮面直下付近の腐食穴の発生状況

調査S.30.1

施設 No	延長 (m)	全凸矢板 (枚)	穴のある 凸矢板枚	穴の発生 率(%)	腐食期間 (yr)
1	163.780	205	7	3.4	26
2	23.500	29	2	6.9	26
3	21.450	27	0	0	4
4	11.790	15	3		4
5	44.970	56	5	8.9	26
6	271.090	339	8		26
7	132.770	166	15		18

(穴はS.23年頃より生じた。)

表 3.3 N施設に発生した穴の位置および発生矢板の水深

施設 No.	穴のある 凸矢板No.	施設No.1左端 からの距離(m)	穴上端の 深度 (m)	水深 (m)	施設 No.	穴のある 凸矢板No.	施設No.1左端 からの距離(m)	穴上端の 深度 (m)	水深 (m)	
1	1	26.030	-0.680	-2.210	6	22	277.350	-0.490	-3.250	
	2	28.450	-0.680			23	287.730	-0.510		
	3	29.280	-0.720	-2.250		23	287.730	-2.160		
	4	33.880	-0.120			24	301.030	-0.500		
	5	37.930	-0.450	-2.580		25	302.820	-0.410		
	2	6	154.380	-0.690	-1.680	7	26	553.820	+0.660	-3.330
		7	156.680	-0.240			26	553.820	-0.100	-3.330
4	8	173.780	-0.630		27		556.680	-0.110	-3.760	
	9	179.610	-0.920	-2.780	28		566.530	-0.320		
5	10	213.060	+0.500		29		570.400	-0.310	-2.590	
	10	213.060	+2.100		29		570.400	-1.860	-2.590	
	11	215.700	+0.080	-1.690	30		577.830	-0.340		
	12	220.450	-0.720	-1.020	31		582.540	-0.380		
6	13	228.330	-0.480		32		584.020	-0.380	-3.390	
	14	231.480	-0.550	-1.800	33		623.580	-0.400		
	15	248.300	-0.660		34		634.870	-0.380	-3.160	
	16	250.580	-0.570	-3.330	35		638.870	-0.270		
	17	264.370	-0.680		36		642.780	-0.250		
6	18	265.120	-0.430	-3.630	37		653.300	-0.300	-2.760	
	19	269.150	-0.610		38	655.800	-0.340			
	20	273.310	-0.870		39	658.900	-0.400			
	21	274.290	-0.650	-2.440	40	660.670	-0.570	-3.020		

mであるから大部分の穴は平均干潮面直下付近に発生している。なお、+2.74mの深度に1箇所穴が観察されているが、施設の特殊事情によるのかどうかははっきりしない。

一方、断面方向は写真3.3に示すように凸面の幅一杯のところが多い。

(IV) 水質の影響

調査施設前面の海水は黒く濁っているが、付表3.7によれば腐食におよぼす水質の影響はとくに考えられない。

(V) 鋼矢板の形状による影響

昭和30年の調査ではラルゼンⅠ型よりもラルゼンⅡ型の方が腐食の激しいことが観察されている。また、肉厚測定でも昭和3年施工のラルゼンⅠ型の平均腐食速度が0.05~0.30mm/yrであるのに対して昭和11年施工のラルゼンⅡ型の平均腐食速度が0.10~0.40mm/yr

となっている。

このように平均干潮面直下付近の腐食速度がラルゼンⅠ型とⅡ型とで異なる原因として鋼矢板の形状寸法による影響を仮定してみた。

ラルゼンⅠ型とⅡ型の寸法(mm)を比較してみると、幅、高さ、肉厚(平端面)、肉厚(側面)は前者では400、75、8、7、後者では400、100、10.5、8となる。したがって、凸矢板と凹矢板の1組の鋼矢板について凸面の表面積/全表面積(凸面+凹面+4側面)の比を比較してみると、ラルゼンⅠ型では1/3、ラルゼンⅡ型では1/3.4となる。一方、平均干潮面直下付近に発生する集中腐食は平均干潮面を挟んで上下方向に発生するマクロ・セルによるもので、凸面に腐食が集中する現象はマクロ腐食電流が凸面から流出し易いためと考えられる。この結果、全表面積に対して凸面の表面積の占める

割合の小さい程凸面から流出するマクロ腐食電流密度は大きくなる。この考えに基づけばラルゼンⅠ型より、ラルゼンⅡ型の方が凸面に集中腐食を発生し易く、集中腐食速度は $34/3 \approx 1.1$ 倍だけⅡ型の方が大きくなる勘定になる。

3-3-4 片上港における腐食

(1) 観察結果

片上港同和鉱業第2けい船岸の模様を写真3.4に示す。写真3.4(1)に示すように第2けい船岸の上部工には陥没は全く見られない。一方、鋼矢板では写真3.4(3)に示すようにH.W.L.付近に穴が見られる。第2けい船岸では付図3.11に示すように当初の設計ではコンクリートのかぶりほとんど海側矢板面を被覆していなかったが、H.W.L.付近の腐食が激しいため現在では写真3.4(2)のようにH.W.L.付近までコンクリートで被覆している。なお、コンクリートの下端は写真3.4(4)のようにH.W.L.下まで下がっているところもある。これに対して、H.W.L.～海水面までの鋼矢板面には腐食による穴は見られなかった。他方、写真3.4(4)に示すようにここではタイロッドが凸面から取ってあるためタイロッドを固定するために溝型鋼が海側に取付けてある。溝型鋼の取付け深度は $+0.45m$ で写真3.4(6)、(7)に示すように溝型鋼の幅が急減している。一方、写真3.4(5)のように $+1.0m$ 付近にアングルが取付けられていることがある。このアングルでは付着物をハンマで除去してみるとほとんど腐食は見られない。また、海側に突出しているタイロッドのネジ部分では写真3.4(8)のようにネジ部分のみがなくなってしまっている。写真3.4(7)のようにタイロッド($+0.45m$)から海水面までの鋼矢板面には穴はなくハンマで叩いてみるとかなりの肉厚が残っていた。

(2) 肉厚測定

昭和45年5月に管理者の手によって $+1.5 \sim +1.6m$ 付近と $+0.8 \sim +0.9m$ 付近の2深度からコアを採取して肉厚測定が行なわれている。付図3.29に測定深度を、付表3.8に測定結果を示す。

(3) 調査鋼矢板の腐食

(i) 腐食傾向

調査結果によれば腐食による穴の発生はH.W.L.上に限られH.W.L.以下の鋼矢板面には集中腐食が発生していないため、鋼矢板の腐食傾向は(c)である。ただし、 $+0.45m$ の海側に取付けてある溝型鋼のエッジ部の腐食が激しく、ひどい箇所ではエッジ部分がなくなっている。L.W.O.S.T.が $+0.5m$ 位であるから、鋼矢板面に発生するところの集中腐食が溝型鋼の突出部に発生したものと推定される。いま仮りに溝型鋼の寸法を厚 $1.2cm$ 、幅 $5cm$ とし、テル・ルーシュⅡ型1組の幅($38cm \times 2$)

当りの重量が鋼矢板凸面(幅 $30cm$)から流出したと考えると、凸面(幅 $30cm$ 、長さ $30cm$)の肉厚減量は

$$\frac{1.2 \times 5 \times 76}{30 \times 30} = 0.507cm \text{ となる。これを平均腐食度に}$$

換算すると $5.07/29 = 0.175mm/yr$ となる。溝型鋼の一方の幅がなくなったとき $0.175mm/yr$ であるから両方の幅がなくなったときには鋼矢板凸面の腐食速度は $0.175 \times 2mm/yr$ となる。したがって、もし溝型鋼が取付けてなければ調査鋼矢板の腐食傾向は(b)となったのではないかと推定される。

(ii) 腐食速度

付表3.8によれば、 $+1.5 \sim +1.6m$ では t_1 面は $0.07 \sim 0.21mm/yr$ 、 t_2 面は $0.04 \sim 0.21mm/yr$ 、 t_3 面は $0.14 \sim 0.17mm/yr$ であり、 $+0.8 \sim +0.9m$ では t_1 面は $0 \sim 0.07mm/yr$ 、 t_2 面は $0 \sim 0.04mm/yr$ 、 t_3 面は $0 \sim 0.07mm/yr$ となる。ただし、 t_1 面、 t_2 面のどちらかが凸面、凹面で、 t_3 面は側面である。

付図3.12によれば、タイロッド固定用の溝型鋼の寸法は $5" \times 2\frac{1}{2}"$ である。仮りに幅 $50mm$ とすれば幅の減少速度は $50/29 = 1.72mm/yr$ となる。

3-3-5 水島港における腐食

(1) 観察結果

水島港A施設の模様を写真3.5に示す。写真3.5によれば干潮時に海面上の凹面から海水が噴出している箇所がある。この部分をハンマで叩いて付着物を除去してみると何れも凹面の定位置(深度はM.S.L.直下付近、断面方向は凹面の中央付近の2点)にあり、穴に指を突込んでみると穴の周辺の肉厚はまだ十分に残っており穴の形は円形である。したがって、付図3.13に示すようにタイロッド固定用の溝型鋼が陸側に固定されており、凹矢板面の穴はこの溝型鋼をボルトで固定するための穴と見られる。カキなどで覆われていて海水の噴出量が少ない穴もあるが、付着物を除去すると同じ大きさの穴となる。このように海水が噴出しているボルト穴以外に海面上および海水面直下付近には穴は見られない。その他、写真3.5(7)にA施設に取付けてあった木材防舷材の損傷例を示す。

(2) 肉厚測定結果

昭和45年に凸面の $+1.8m$ と $+1.3m$ の2深度よりコアを採取して肉厚測定が行なわれている。付図3.30に肉厚測定地点を、付表3.9に肉厚測定結果を示す。

(3) 調査鋼矢板の腐食

(i) 腐食傾向

付表3.9によれば凸面の腐食速度は $+1.8m$ で $0.07 \sim 0.10mm/yr$ 、 $+0.3m$ で $0.06 \sim 0.19mm/yr$ である。すなわち、 $+1.8m$ より $+0.3m$ の方が凸面の腐食速度は大

きいが、凹面の腐食速度が測定されていないのでA施設の腐食傾向をはっきりさせるには資料不足である。しかし、付表3.9や観察結果によれば少なくともA施設の腐食傾向は(a)ではないことは確かで、凸面の+0.3mの腐食速度が0.19mm/yrの箇所もあることからむしろ腐食傾向(b)に近いのではないかと推定される。

3-3-6 萩港における腐食

(1) 観察結果

付図3.15に示すように-7.3m岸壁はコンクリートの下端が-0.50mまで下がっているため干潮時にも鋼矢板面は海水上面に現われない。このため小舟を岸壁に近づけて木製ののぞき箱(底をガラスで張ったもの)で海水中をのぞいて鋼矢板面を観察した。一方、-3.5m物揚場ではコンクリートのかぶりが+0.45mまであるから干潮時には鋼矢板面の一部が海水上面に現われるので、干潮時に露出した鋼矢板面の観察と海水面下の鋼矢板面をのぞき箱でのぞいて観察した。観察の結果を表3.4、写真3.6に示す。また図3.2に発錆箇所の深度を示す。

(2) 調査鋼矢板の腐食

(i) 腐食傾向

表3.4によれば-7.3m岸壁の鋼矢板の腐食傾向は(c)である。一方、-3.5m物揚場では図3.2に示すように

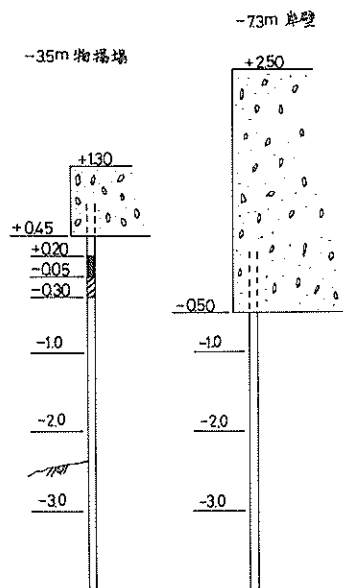


図3.2 萩港における発錆深度(黒印:発錆平均深度, 斜線:発錆最深深度)

表3.4 萩港における鋼矢板腐食状況

-3.5m物揚場				-7.3m物揚場									
凸矢板 No.	発錆の有無	凸矢板 No.	発錆の有無	凸矢板 No.	発錆の有無	凸矢板 No.	発錆の有無	凸矢板 No.	発錆の有無	凸矢板 No.	発錆の有無	凸矢板 No.	発錆の有無
1	○	26	◎	1※		26	◎	51		※※※1		26	
2		27	◎	2		27	○	52		2		27	
3	◎	28	◎	3		28		53	○	3		28	
4	◎	29	◎	4		29	○	54		4		29	○
5	◎	30	◎	5		30		55		5		30	
6		31	◎	6		31		56		6		31	
7		32	◎	7		32		57		7		32	
8		33	◎	8		33		58	◎	8		33	
9	◎	34	◎	9		34		59		9		34	
10		35	○	10		35		60		10		35	
11	◎	36	◎	11		36		61		11		36	
12	◎	37	◎	12		37		62		12	◎	37	
13	◎	38	○	13		38		63		13		38	
14	◎	39	◎	14		39		64		14	○	39	
15	◎	40	◎	15		40	○	65		15		40	
16		41	◎	16		41		66		16		41	
17		42	○	17		42		67		17		42	

-3.5 m物揚場				-7.3 m物揚場									
凸矢板 No	発錆の 有 無	凸矢板 No	発錆の 有 無	凸矢板 No	発錆の 有 無	凸矢板 No	発錆の 有 無	凸矢板 No	発錆の 有 無	凸矢板 No	発錆の 有 無	凸矢板 No	発錆の 有 無
18	◎	43	◎	18		43		68		18		43	
19	◎	44	◎	19		44		69		19		44	
20		45	○	20	◎	45		70		20		45	
21	◎	46		21		46				21		46	
22	◎	47		22	○	47				22		47	
23	◎	48	◎	23		48				23		48	
24	◎	49	◎	24		49				24		49	
25	◎	50		25		50				25		50	

◎ 発錆面積 10×10cm 以上

※ -3.5 m物揚場側からの No

○ 発錆面積 10×10cm 以下

※※ 反対側からの No

+0.20~-0.30 m の深度にわたって発錆があり、一部には写真3.6(5)に示すように穴があいている。これらのことから-3.5 m物揚場の腐食傾向は(a)と(b)のように考えられる。

3-3-7 津久見港における腐食

(1) 観察結果

小野田第2工場大平岸壁と小野田第2工場原燃料岸壁の鋼矢板の状況を写真3.7に示す。写真3.7(3)のように海水面(干潮時)付近の凸面の定位置に穴があいているが、この穴の上部にも写真3.7(3)、(7)に示すように同じ形状寸法の穴があいている。したがって、これは付図3.17、18からもわかるように防舷材取付け用の穴である。この防舷材取付け用の穴以外には海面上および海水面下には穴は全くなく腐食による損傷は認められない。

(2) 調査鋼矢板の腐食

(i) 腐食傾向

観察結果より小野田第2工場の大平岸壁と原燃料岸壁の鋼矢板の腐食傾向は(c)である。

3-3-8 油津港における腐食

(1) 観察結果

油津港第一物揚場は昭和27年に災害復旧工事が行なわれており現在は埋設してあるため旧矢板を見ることはできない。なお、旧矢板には穴があいて裏込め土砂が流出していたところを越波により叩かれて上部工が陥没したそうである。災害時の旧矢板の状況を現地係員が撮影しているのでこれを利用することにした。写真によれば旧矢板では干潮面付近の凸面に穴があいていることが確かめられた。

(2) タイロッドの腐食

復旧工事のとき旧タイロッドを掘り出したところ、タ

イロッドは裸のまま使用されていたにも拘らず腐食による損傷はほとんどなかった。

3-3-9 小樽港における腐食

(1) 観察結果

小樽港信香町物揚場は改修工事のため調査時点では延長80mしか残っていなかった。写真3.8に信香町物揚場の状況を示す。写真3.8(1)は昭和45年8月の様子であるが昭和47年7月では写真3.8(2)のように様子が変わっていた。H.W.L付近では写真3.8(3)、(4)のように凸面や鋼矢板天端の溝型鋼に穴があき裏込めの雑割石がのぞいている。調査は写真3.8(5)、(6)のように海水面下の穴の有無を潜水夫により全矢板について確かめ、さらに写真3.8(7)のように穴の深度および水深の測定を矢板10枚位の間隔で行なった。信香町物揚場前面の海水は黒く濁っており潜水夫の水中作業によって泥面のヘドロが攪拌され、海水中の観察は全くできなくなったので穴の確認および深度測定は手探りで行なった。写真3.8(8)はタイロッドを固定するためにL.W.L付近の海側に取付けられた溝型鋼の腐食の状況である。

表3.5に信香町物揚場のL.W.L付近の穴の発生状況を、表3.6に穴の深度を示す。

(2) 調査鋼矢板の腐食

(i) 腐食傾向

表3.5に示すように信香町物揚場では平均干潮面付近の凸面と凹面に腐食が集中して穴があいているが、これは腐食傾向(a)、(b)、(c)とは異なる。このような腐食傾向は七尾港14号物揚場や留萌港南岸土留護岸(ラルゼン型)にも少し見られるが、ここではほぼ全面的に発生している。このように平均干潮面直下付近の凸面、凹面に腐食が集中して穴があく腐食傾向を(e)とする。写真3.8

表 3.5 小樽港信香町物揚場における穴の発生状況

No	凸面		No	凹面		No	凸面		No	凹面	
	○	×		○	×		○	×		○	×
1	○		26	○	○	51	○	○	76	○	○
2	○		27	○	○	52	○	○	77	○	○
3	○		28	○	○	53	○	○	78	○	○
4	○		29	○	○	54	○	○	79	○	×
5	○		30	○	○	55	○	○	80	○	○
6	○		31	○	○	56	○	×	81	○	×
7	○		32	○	○	57	○	○	82	○	○
8	○		33	○	○	58	○	○	83	○	○
9	○		34	○	○	59	○	○	84	○	○
10	○		35	○	○	60	○	○	85	○	○
11	○		36	○	○	61	○	○	86	○	○
12	○		37	○	○	62	○	○	87	○	○
13	○		38	○	○	63	○	○	88	○	○
14	○		39	○	○	64	○	○	89	○	×
15	○		40	○	○	65	○	○	90	○	×
16	○		41	○	○	66	○	○	91	○	○
17	○		42	○	○	67	○	○	92	○	×
18	○		43	○	×	68	○	○	93	○	○
19	○		44	○	○	69	○	○	94	○	○
20	○		45	○	○	70	○	○	95	○	○
21	○		46	○	×	71	○	○	96	○	×
22	○		47	○	○	72	○	○	97	○	×
23	○		48	○	○	73	○	×	98	○	×
24	○		49	○	○	74	○	×	99	○	×
25	○		50	○	○	75	○	○			

○：穴あり ×：穴なし

表 3.6 小樽港信香町物揚場の穴の深度
単位：m

鋼矢板 No	凸 面		凹 面	
	上 端	下 端	上 端	下 端
40	-0.19	-0.65	-0.23	-0.36
50	-0.18	-0.58	-0.26	-0.35
60	-0.09	-0.71	-0.27	-0.45
70	-0.15	-0.40	-0.25	-0.36
80	-0.13	(石)※	-0.24	-0.37
91	-0.15	-0.44	-0.24	-0.40

※裏込めの雑割石が出ていて測定不能

(8)に示すように平均干潮面付近の溝型鋼のエッジ部が消失している現象があるが、これは片上港同和鉱業第2ヶ

い船岸の現象に類似している。

(ii) 腐食速度

H.W.L.付近の穴が何時頃あいたのかははっきりしないが、仮りに20年間であいたとすると腐食速度(両面)は $8/20 = 0.40 \text{ mm/yr}$ となる。また、平均干潮面直下付近の凸面、凹面の穴が10~20年で発生したとすると腐食速度(両面)は $0.80 \sim 0.40 \text{ mm/yr}$ となる。

3-3-10 浦河港における腐食

(1) 観察結果

浦河港第一、第三物揚場はともに昭和31~33年の改造のとき埋設されたため現在は見る事ができない。改造に関係した人の話ではL.W.L.付近の凸面に穴があいていたそうである。

(2) 調査鋼矢板の腐食

(i) 腐食傾向

第一、第三物揚場の鋼矢板の腐食傾向は(a)と推定される。

(ii) 腐食速度

建設後28~29年には裏込め土砂が流出して上部工が陥没したため昭和31~33年に改造されたことからみて、20年位経過した頃には腐食穴がL.W.L.に生じたのではないかと予想される。もし、20年間で穴があいたとすると $8 \sim 10 / 20 = 0.4 \sim 0.5 \text{ mm/yr}$ となる。

3-3-11 釧路港における腐食

(1) 観察結果

釧路港の調査構造物に関する資料が焼失しているため鋼矢板のタイプ、建設年、断面図など構造物の詳細がわからない。また、調査構造物は釧路川の両岸にあるが埋没による水深変化もはっきりしない。このように資料不足ではあるが、折角の古い鋼構造物が両岸に数多く残っているため観察した。観察結果を写真3.9に示す。

(2) 調査鋼矢板の腐食

(i) 腐食傾向

写真3.9(7)、(8)によれば裏込め土砂の流出を防ぐため陸側にコンクリートを詰めた箇所がある。また、写真3.9(7)によれば腐食傾向(e)の発生もあるように思われる。

3-3-12 佐世保港における腐食

(1) 観察結果

佐世保港-3m物揚場の模様を写真3.10に示す。

干潮時に鋼矢板面を観察すると平均干潮面付近の凸面(隅角部付近が多い)に腐食穴が散見される。穴の深度は $+0.8 \sim \pm 0 \text{ m}$ 間で、穴のない凸面も付着物を除去すると穴があく寸前のように肉厚が非常に薄い。穴の発生頻度を表3.7に示す。現在は佐世保川の川水が直接-3m物揚場前面に流入しないが、以前は写真3.10(3)に示すように佐世保川に直接面していたため鋼矢板前面に淡水が混入していたことになる。

(2) 調査鋼矢板の腐食

(i) 腐食傾向

-3m物揚場の鋼矢板の腐食傾向は(a)のように思われる。

(ii) 腐食速度

使用鋼矢板のタイプがはっきりしないが、-4m物揚場がYSPⅣ($t = 15.5 \text{ mm}$)であることから-3m物揚場の鋼矢板をこれ相当品と考えると $+0.8 \sim \pm 0 \text{ m}$ の凸面の腐食速度は $15.5 / 23 = 0.67 \text{ mm/yr}$ となる。また、 $+0.8 \sim \pm 0 \text{ m}$ で穴のあいていない箇所も穴があく寸前と薄くなっていることからこれに近い腐食速度と思われる。

(iii) 淡水の影響

表3.7 佐世保港-3m物揚場における穴の発生状況

No.	凸面	凹面	No.	凸面	凹面	No.	凸面	凹面
1			22			43		
2			23			44		
3			24	○		45		
4			25	○		46		
5			26	○		47	○	
6	○		27	○		48	○	
7			28			49		
8			29			50		
9			30			51		
10			31			52	○	
11			32			53		
12			33			54		
13			34			55		
14			35			56	○	
15			36			57		
16			37			58		
17			38			59		
18			39			60		
19			40	○		61	○	
20	○		41			62	○	
21			42					

○印：穴あり(穴の深度： $+0.8 \sim \pm 0$)

実験によれば淡水が流入して海水の比抵抗が数100~1,000 $\Omega \cdot \text{cm}$ になればマクロ腐食量が増大するが、このことは-3m物揚場前面に淡水が混入することにもいえよう。ただ、淡水の流入による海水比抵抗値や流入期間がはっきりしないためどの程度の影響があったのかははっきりしない。

3-3-13 G港における腐食

(1) 観察結果

G港岸壁の一部(干潮時に海泥面が露出する箇所)で、建設13年後に凹面の $+0.5 \sim +1.5 \text{ m}$ の範囲に穴があいて裏込め土砂の流出、上部工の陥没する現象が発生した。図3.3に穴の発生箇所を示す。また、鋼矢板片を切取って観察、肉厚測定などを行なった。図3.4に切取片の腐食状況を示す。

(2) 肉厚測定結果

切取り鋼矢板片の肉厚測定結果を付表3.10に示す。

(3) 調査鋼矢板の腐食

(i) 腐食傾向

図3.3に示すようにL.W.L.上の凹面のみに腐食が集中

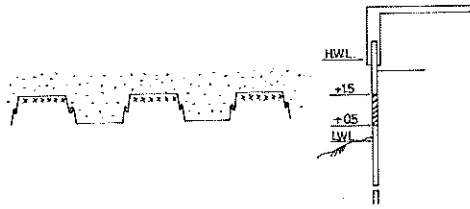


図 3.3 G 港岸壁集中腐食ヶ所 (×印:斜線)

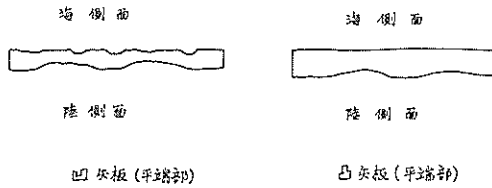


図 3.4 G 港岸壁における鋼矢板腐食状況例

していて凸面には穴が全く認められないという現象は、これまでの腐食傾向(a), (b), (c), (e)の何れにも該当しない新しい腐食傾向である。したがって、図 3.3 に示すような腐食傾向を(d)とする。

(ii) 腐食速度

凹面に発生した穴の箇所の腐食速度は $10.5/13 \div 0.81$ mm/yr となる。

4. あとがき

昭和 42 年より港湾鋼構造物の腐食の実体を把握するために港湾調査指針に準拠した腐食調査を実施しており、これまでの調査結果は港湾鋼構造物の腐食調査(1)~(8)に報告している。第 8 報までの調査結果から港湾鋼構造物についての腐食の実状、腐食の機構、腐食調査などに関するいろいろな資料が得られたが、さらに本報では次のことがわかった。

4-1 鋼矢板構造物の腐食傾向

第 8 報までの調査結果より港湾における鋼矢板構造物の腐食傾向は平均干潮面直下付近の腐食状況によって、図 4.1 に示す(a), (b), (c)三通りに分類されることがわかっていて、すなわち、腐食傾向(a)は平均干潮面直下付近の凸面に腐食が集中して腐食速度(両面)は $0.5 \sim 1.0$ mm/yr と大きいがこの範囲はせいぜい数 10 cm までであり、さらに深度が下がると現有肉厚は回復してきて腐食速度(両面)は 0.1 mm/yr 以下となる。一方、凹面、側面では深度方向による腐食量の差はほとんどなく腐食速度(両面)は 0.05 mm/yr またはこれ以下である。次に、

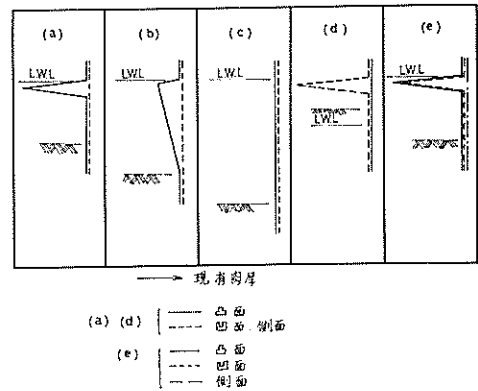


図 4.1 港湾における鋼矢板の腐食傾向

腐食傾向(b)は腐食傾向(a)に類似しているが平均干潮面直下付近の凸面の腐食速度(両面)が(a)ほど大きくなく $0.2 \sim 0.3$ mm/yr 程度であり、穴があくほどまでには至っていない。この場合、さらに深度が下がるにつれて腐食速度は徐々に小さくなり 3 m 付近では凹面、側面の値に近づく。なお、凹面、側面の腐食量は深度方向によって大差ない。また、腐食傾向(c)は断面方向、深度方向によって腐食速度(両面)はあまり変わらず 0.1 mm/yr 以下である。

しかし、今回の調査では七尾港 14 号物揚場の一部、留萌港南岸土留護岸(ラルゼン型鋼矢板の部分)および小樽港信香町物揚場に上記(a), (b), (c)と異なる腐食傾向が発生した。すなわち、平均干潮面直下付近の腐食量が凸面に限らず凹面も大きくどちらにも穴があいている。このように平均干潮面直下付近の凸面と凹面に腐食が集中する傾向を腐食傾向(e)とし、(e)のパターンを図 4.1 に示す。腐食傾向(e)が発生した場合、凸面、凹面の穴から裏込め材料が洗われることになる。

この他、G 港岸壁の浅い(干潮時には海泥面が露出する)箇所では残留水位 1 m 位の範囲にわたって凹面のみに腐食が集中して穴があく現象が生じた。この腐食現象も第 8 報までの調査結果から求めた腐食傾向(a), (b), (c)に該当しない。したがって、G 港岸壁の一部に発生した腐食傾向を(d)とし、その模様を図 4.1 に示す。

本報では、港湾調査指針による肉厚の非破壊測定を 6 港、平均干潮面直下付近の観察から腐食傾向を検討することを 13 港について実施したが、調査鋼構造物の腐食傾向はそれぞれ表 2.1、表 3.1 の通りである。

この結果、日本の港湾における鋼矢板構造物では腐食傾向(a), (b), (c), (d), (e)の五通りが発生することが確かめられた。

4-2 腐食調査

港湾調査指針による港湾鋼構造物の腐食調査を昭和42年より実施しているが、調査を開始するに先立って昭和40~41年に腐食調査法を検討した。港湾における腐食調査は昭和20年後半からある種の厚み計(水中用)による肉厚の非破壊測定として実施されてきているが、検討の結果いろいろの問題点があることがわかった。この結果、超音波式厚み計(水中用)で肉厚を測定する非破壊調査、引抜き鋼材または切取り鋼材片について腐食量を測定する破壊調査および環境調査を含む腐食調査法を提案した。提案した腐食調査法を昭和42年より現地で検討して港湾鋼構造物の腐食の実体を把握するため資料を得るのに適していることが確認されたので、提案された腐食調査法は港湾調査指針となっている。港湾調査指針に組み込まれている腐食調査法は上述のように鋼材の肉厚を非破壊または破壊(回収)した状態で定量的に測定するものであるが、今回の調査では簡便な定性的調査も併用してみた。第8報までの定量的な調査結果から図4.1に示した(a), (b), (c)三通りの腐食傾向が発生することが確かめられたが、このことから腐食傾向を最も判別しやすい平均干潮面直下付近の凸面と凹面の腐食状況(穴の有無)を観察する定性的な腐食調査法が考えられる。したがって、本報ではこの簡便な調査法によって鋼矢板構造物の腐食傾向の判別を試みてみた。この結果、3章に述べたように一応の目的を達することができた。なお、この際全く問題がないわけではない。例えば、腐食傾向(b)では平均干潮面直下付近に穴が発生していないため判別に多少経験的要素が入る可能性のあること、写真3.4

のように溝型鋼などの鋼材が海側に取付けてある場合にはこの取付け鋼材の腐食状況も勘案して鋼矢板の腐食傾向を検討する必要があること、腐食期間が10~15年未満のように短いときには腐食傾向が(a)の場合でもまだ穴が発生していないことが予想されるので付着物を除去して肉厚の減り具合を観察や手で触れて確かめることなどの諸点がある。しかしながら、干潮時では潜水夫なしでも行なえる、潜水夫が利用できれば穴の有無、位置、大きさの確認から十分な判定資料が得られるなどの他、とに角簡便なため数多くの資料が入手しやすいなどの利点がある。また、簡便な方法であるから改造される鋼矢板構造物がある場合には改造前に是非実施して貰いたいものである。

この他、鋼矢板構造物を改造する際、タイロッドも掘り出して写真撮影、被覆材料の確認、外径測定など出来る範囲内のことは実施する必要がある。このような鋼矢板やタイロッドの腐食調査は単に港湾における鋼構造物の腐食調査資料を収集するだけでなく、同一場所に新設する鋼構造物の腐食対策に直接反映できる貴重な資料を得ることになる。

4-3 鋼矢板構造物の腐食傾向に影響する要因

本報の調査から港湾における鋼矢板構造物の腐食傾向として(a)~(e)の五通り発生することがわかった。これらの腐食傾向の発生機構を明らかにすることは鋼構造物の腐食対策の上から重要なことであるが、ここでは本報の調査例について何が影響しそうなかを眺めてみる。表2.1、表3.1に示す腐食傾向毎に施設の条件を整理してみると表4.1のようになる。

(1) 水深の影響

表4.1より腐食傾向(a), (e)が発生した施設の調査時の水深をみると-3mより浅い。留萌港南岸土留護岸

表4.1 調査鋼矢板構造物の腐食傾向と条件

港名	施設名	水深 (m)		鋼矢板タイプ	腐食期間 (yr)	裏込め材	海水の汚染性	腐食傾向
		設計	調査時					
七尾港	11号物揚場	-2	-1.7	ラルゼンI	39	砂	大	(a)
"	12号物揚場	-2		ラルゼンI	39	"	大	(a)
"	13号物揚場	-1.5	-1.5	ラルゼンI。	35	"	大	(a)
"	14号物揚場	-1.5	-0.8	ラルゼンI。	35	"	中	(a), (e)
留萌港	南岸土留護岸	-4.0	-0.7~ -4	ラルゼンII	45	割石※	小	(a), (e)
"	"	-6.0	-3~ -6	テル・ルー・ジュI	45	" ※	小	(a)

港名	施設名	水深 (m)		鋼矢板タイプ	腐食期間 (yr)	裏込め材	海水の 汚染性	腐食傾向
		設計	調査時					
留萌港	南岸地区護岸	-2.0		テル・ルージュⅠ			大	(a)
輪島港	乙物揚場	-2.5		U型	38	割石	小	(a)
N 港	㈬1	-2	-1~ -2	ラルゼンⅠ	27	砂	大	(a)
"	㈬2	-2	-2	ラルゼンⅠ	27	"	大	(a)
"	㈬4	-1	-0.3~ -1	YSPⅡ	4	"	大	(a)
"	㈬5	-2	-1~ -2	ラルゼンⅠ	27	"	大	(a)
"	㈬6	-2	-1.5~ -2	ラルゼンⅠ	27	"	大	(a)
"	㈬7	-2	-2	ラルゼンⅡa	19	"	大	(a)
萩港	-3.5m物揚場	-3.5	-2.4	U型	39	"	小	(a), (b)
油津港	第一物揚場	-1.8		ラルゼンⅡa	21	"	小	(a)
浦河港	第一物揚場	-2		U型	28~29	"	小	(a)
"	第三物揚場	-2		U型	28~29	"	小	(a)
佐世保港	-3m物揚場	-3		U型	23		小	(a)
坂出港	-7.0m岸壁	-7.0	-4~ -4.5	YSPⅡ	25	砂	小	(b)
水島港	Aけい船岸	-3.5		ラルゼンⅡa	37	"	中	(b)
留萌港	南岸岸壁	-6.0		FSPⅡ	9	"	小	(c)
"	"	-7.0		FSPⅣ	9	"	小	(c)
"	南岸物揚場	-4.0		YSP	17	"	中	(c)
"	北岸物揚場	-4.0		YSPⅡ	14	"	中	(c)
橘港	Aけい船岸	-6		YSPⅡ	32		小	(c)
高知港	弘化台 -3m物揚場	-3.0	-1~ -2	YSPⅡ	13	砂	大	(c)
安田港	安田岸壁	-4.0		U型	22		小	(c)
片上港	同和鉱業 第2けい船岸	-3.6		テル・ルージュⅡ	42	砂	中	(c)※
萩港	-7.3m岸壁	-7.5		U型	38	"	小	(c)
津久見港	小野田第2工場 大平岸壁	-8.0		ラルゼンⅤ	38	"	中	(c)
"	小野田第2工場 原燃料岸壁	-6.0		ラルゼンⅣ ^a Ⅴ	38	"	中	(c)
G 港	岸壁		+0.2	YSP	13	"		(d)
小樽港	信香町物揚場	-2.4		ラルゼンⅠ	40	雑割石	大	(e)

※ 建設時の裏込め材料ははっきりしないが、腐食穴から裏込め材料が流出したため陸側に割石やコンクリートを詰めて補修されており、現在は穴から割石やコンクリートが見える。

ではラルゼン型鋼矢板の水深が-0.7~-4 m, テル・ルージュ型鋼矢板の水深が-3~-6 mとなっているが、図2.9, 10を参照するとわかるように水深が-3 mより浅い地点で集中腐食が多く発生している。

また、N港ではNo.3, 4の鋼矢板は集中腐食を受けたために調査(昭和29~30年)4年前に新しい鋼矢板に取替えられているが、新しい鋼矢板でも水深が-1 mより浅いNo.4では僅か4年間で穴があいている。一方、萩港では同じ延長上に-7.3 m岸壁と-3.5 m物揚場とが並んでおり、-3.5 m物揚場の方では腐食傾向が(a), (b)であるが-7.3 m岸壁の腐食傾向は(c)である。ただし、高知港弘化台-3 m物揚場の水深は-1~-2 mと浅いにも拘らず腐食傾向は(c)である。この場合が唯一の例外であるがここでは上部コンクリートのかぶりが平均干潮面付近まで下がっているという点が他の腐食傾向(a)が発生した構造物の場合と異なっている。

以上のように腐食傾向(a)は水深が-3 m程度より浅い場合(厳密には上部コンクリートのかぶりが平均干潮面下まで下がっていない場合)に発生し易い傾向があるが、これに対して腐食傾向(c)は-4 mより深い場合に発生している。表4.1では腐食傾向(c)の場合の例外として高知港弘化台-3 m物揚場と片上港同和鉱業第2けい船岸の場合がある。高知港の場合は先に触れたが、片上港の場合は3-3-4の(3)(i)で述べたように海側の平均干潮面付近に取付けてある溝型鋼のエッジ部に集中腐食が発生したために鋼矢板の腐食傾向は(c)となったもので、もし溝型鋼が取付けてなければ溝型鋼の腐食量からみて鋼矢板の腐食傾向は(b)と推定される。

また、腐食傾向(b)は-3~-4 m位の水深のときに発生している。一方、腐食傾向(d)は干潮時に海泥面が露出する場合に発生している。

以上のことから、本報の調査例についてはごく大まかに云えば腐食傾向(a), (e)は-3 mより浅い場合、腐食傾向(b)は-3~-4 m位の時、腐食傾向(c)は-4 mより深いときにそれぞれ発生し易いようである。この結果、鋼矢板の腐食傾向は鋼矢板構造物の水深に関係があると考えられる。

(2) 鋼矢板タイプの影響

表4.1によれば腐食傾向(a)が発生したときの鋼矢板のタイプはラルゼンⅠ, Ⅱ型程度であるが、腐食傾向(c)が発生した場合の鋼矢板のタイプはラルゼンⅡ~Ⅴ型程度となっている。しかしながら、これから直ちに腐食傾向と鋼矢板のタイプの関係が取上げられる性質のものではなく、これはむしろ水深の浅いところでは小型の鋼矢板を、深いところでは大型の鋼矢板を使用したことを示す

ものであろう。

これに対して、N港ではNo.6(ラルゼンⅠ型)よりNo.7(ラルゼンⅡa型)の方が腐食がひどいという調査資料がある(3-3-3参照)。同じ延長上の施設で同じ程度の水深であるにも拘らず、昭和3年に施工されたラルゼンⅠ型鋼矢板より昭和11年に施工されたラルゼンⅡa型鋼矢板の方が平均干潮面付近の集中腐食がひどいという現象はどのように説明されるものであろうか興味深い例である。このように設計条件、腐食環境が類似しているとすれば、鋼矢板の形状、腐食期間などが異なることになるが、本報では鋼矢板の形状が平均干潮面付近の集中腐食に影響あるのではないかと考えてみた。この結果、3-3-3の(4)(v)で述べたように同じ巾の鋼矢板であれば高さの高い鋼矢板の方が低い方の鋼矢板より集中腐食は受け易いことになる。このことは溝型鋼の腐食例からも予想できることである。

(3) 腐食期間 海水汚染性の影響

表4.1によれば鋼矢板の腐食傾向と腐食期間または腐食傾向と海水の汚染性間にはとくに関係は見られない。

(4) 裏込め材料

小樽港信香町物揚場では腐食傾向(e)が発生しているが、この裏込め材料は雑割石である(付図3.2.2参照)。

腐食傾向(e)は七尾港14号物揚場と留萌港南岸土留護岸の一部にも発生しているが、裏込め材料は前者は砂、後者は割石である。

以上のように、本報では港湾鋼構造物の腐食傾向に関する資料をさらに追加することが出来た。また、鋼矢板構造物の腐食傾向におよぼす要因効果について二、三検討してみたがここでは単にその傾向を探ってみたにすぎない。

最後に、本調査の実施に協力して頂いた各関係機関の方々に感謝するとともに、現地測定に協力された北海道開発局・港湾部・港湾建設課・渡辺係長、留萌開発建設部・岡 留萌港建設事務所長、高松築港課計画係長、運輸省第一港湾建設局・七尾港工事事務所・田村(宏二)工事専門官、田村(政太郎)工事専門官、熊谷工事係長、運輸省第三港湾建設局・神戸調査設計事務所・野村調査課長、後藤構造係長、高松港工事事務所・伊東工事係長、小松島港工事事務所・本官工務課長、高知港工事事務所・矢内工務課長、松山港工事事務所・下川工事課長、運輸省第四港湾建設局・下関調査設計事務所・山口検査係長の方々に厚くお礼申し上げます。

(1972年9月30日受付)

参考文献

- 1) 運輸省港湾局編：港湾調査指針，605～646，日本港湾協会(1971)
- 2) 善，阿部：港湾鋼構造物の腐食調査(1)，港研資料No. 49(1968)
- 3) 善，阿部：港湾鋼構造物の腐食調査(2)，港研資料No. 84(1969)
- 4) 善，阿部：港湾鋼構造物の腐食調査(3)，港研資料No. 99(1970)
- 5) 善，阿部：港湾鋼構造物の腐食調査(4)，港研資料No. 111(1971)
- 6) 善，阿部：港湾鋼構造物の腐食調査(5)，港研資料No. 128(1971)
- 7) 善，阿部：港湾鋼構造物の腐食調査(6)，港研資料No. 131(1972)
- 8) 善，阿部：港湾鋼構造物の腐食調査(7)，港研資料No. 138(1972)
- 9) 善，阿部：港湾鋼構造物の腐食調査(8)，港研資料No. 139(1972)

付表 2.1 七尾港における鋼矢板の測定肉厚

測定地点	コ下距 ン端離 リから トの (m)	深 度 (m)	測 定 肉 厚 (mm)										
			凸 面			凹 面			側 面				
			②	③	④	⑦	⑧	⑨	①	⑤	⑥	⑩	
11号 物揚場 A	0.1	-0.01	7.1	7.1	6.6	7.2	7.3	7.4	6.1	5.9	5.8	6.1	
	0.3	-0.21	4.5	4.6	4.4	7.2	7.3	7.1	4.9	4.2	5.9	6.3	
	0.5	-0.41	7.2	7.4	6.8	7.1	7.3	7.3	6.0	5.9	6.1	6.1	
	0.7	-0.61	7.3	7.0	7.4	7.2	7.3	7.4	6.0	6.1	5.9	6.4	
	1.2	-1.11	6.4	6.5	6.6	7.3	7.2	7.3	4.7	6.1	6.1	6.1	
	1.5	-1.41	6.5	6.9	6.7	7.3	7.1	7.3	6.1	5.7	5.9	6.0	
11号 物揚場 B	0.1	+0.15	6.7	7.1	6.9	7.1	6.9	7.2	5.8	6.1	5.9	6.2	
	0.3	-0.05	4.8	5.0	4.6	7.2	7.3	7.1	5.9	6.0	5.9	6.1	
	0.5	-0.25	6.9	7.0	7.1	7.0	7.2	7.2	6.0	6.1	6.0	6.1	
	0.7	-0.45	7.1	7.3	7.3	7.0	6.9	6.7	6.1	5.9	6.1	6.1	
12号 物揚場 A	0.1	+0.12	4.8	4.9	6.7	7.1	7.3	7.3	5.9	5.7	6.3	5.5	
	0.3	-0.08	5.5	4.8	4.4	6.8	7.0	7.2	5.3	5.3	6.0	6.5	
	0.3~0.5	-0.08~ -0.28	0	0	0								
		-0.28	5.1	4.1	5.0	7.2	7.1	7.3	5.5	4.1	5.0	6.3	
	0.7	-0.48	6.8	7.3	6.9	7.2	7.4	7.2	5.9	5.7	6.1	6.3	
	1.2	-0.98	7.3	7.1	7.3	7.4	7.3	7.4	6.1	7.0	5.9	6.2	
1.5	-1.28	7.5	7.4	7.5	7.5	7.6	7.4	6.3	6.1	6.3	7.0		
12号 物揚場 B	0.1	+0.10	5.7	6.3	6.0	6.7	7.2	7.0	5.2	5.7	6.1	5.6	
	0.3	-0.10	5.6	4.6	5.2	7.0	6.2	7.2	5.1	5.7	6.1	6.2	
	0.5	-0.30	6.7	6.7	5.7	7.0	6.6	6.3	5.9	5.6	6.3	6.1	
	0.7	-0.50	6.5	6.6	6.2	7.1	7.0	7.1	6.1	6.1	5.9	6.0	
	1.2	-1.00	6.8	6.8	7.0	7.3	7.1	7.3	5.4	5.5	5.9	6.1	
	1.5	-1.30	7.1	7.4	7.3	7.1	7.1	7.4	5.5	5.9	5.9	6.1	

付表 2.2 七尾港における銅矢板の測定肉厚

測定地点	下端から コンクリートの 距離(m)	深 度 (m)	測 定 肉 厚 (mm)									
			凸 面			凹 面			側 面			
			②	③	④	⑦	⑧	⑨	①	⑤	⑥	⑩
13号 物揚場 A	0.1	+0.15	5.8	5.2	5.2	6.1	6.2	5.8	6.0	6.0	5.7	5.5
	0.3	-0.15	0	0	0	6.6	6.4	6.5	5.1	5.4	5.9	5.9
	0.4	-0.25	5.3	5.2	5.4							
	0.5	-0.35	5.9	5.2	5.6	6.7	6.7	6.6	5.7	5.7	5.4	5.9
	0.7	-0.55	5.6	5.3	6.0	7.1	6.4	6.6	5.5	5.8	5.7	6.1
	1.2	-1.05	5.8	6.9	6.1	6.9	6.8	6.9	5.9	6.0	6.1	6.0
13号 物揚場 B	0.1	+0.06	6.4	5.8	7.1	6.0	5.4	5.8	5.8	5.7	5.7	5.5
	0.3	-0.14	5.6	4.9	6.9	6.8	6.2	6.4	6.2	5.9	6.1	5.4
	0.5	-0.34	6.1	6.9	7.1	6.3	6.0	6.8	6.1	6.1	6.1	6.1
	0.7	-0.54	6.8	7.0	6.9	7.0	6.8	6.9	6.4	6.4	6.0	6.0
	1.2	-1.04	7.1	7.1	6.8	7.1	6.9	6.8	6.1	6.3	6.1	6.0
14号 物揚場 A	0.1	+0.10	6.5	6.1	5.9	6.8	6.6	6.1	5.7	5.6	6.0	5.9
	0.25~0.3	-0.05										
		-0.10	0	0	0							
		-0.10	5.8	5.6	5.2	6.5	6.9	6.4	6.1	5.7	5.9	5.9
0.5	-0.30	6.2	5.9	6.1	6.8	6.8	6.6	6.1	5.9	6.0	5.9	
0.7	-0.50	6.8	6.9	7.0	6.5	6.9	6.8	6.1	5.9	6.0	6.1	
14号 物揚場 B	0.1	+0.07	6.3	6.2	6.1	6.3	6.9	6.6	6.1	6.0	5.8	5.9
	0.3	-0.13	5.7	5.5	5.9	6.6	7.0	6.8	6.0	6.1	5.9	6.2
	0.5	-0.33	6.0	5.5	6.1	6.5	6.8	6.9	6.1	6.0	5.9	6.1
	0.7	-0.53	6.8	6.4	7.0	7.0	7.0	7.0	6.1	6.1	5.9	6.1

付表 2.3 七尾港における鋼矢板腐食量(1)

測定地点	コンクリートの距離(④)下端	深度(m)	凸面				凹面				側面			
			初期厚(mm)	現肉有厚(mm)	肉減厚量(mm)	腐速※食度(mm/yr)	初期厚(mm)	現肉有厚(mm)	肉減厚量(mm)	腐速※食度(mm/yr)	初期厚(mm)	現肉有厚(mm)	肉減厚量(mm)	腐速※食度(mm/yr)
一 一 号 物 揚 場 A	0.1	-0.01	8	6.9	1.1	0.028	8	7.3	0.7	0.018	7	6.0	1.0	0.026
	0.25	-0.16	8	0	8.0									
	0.3	-0.21	8	4.5	3.5	0.090	8	7.2	0.8	0.021	7	5.3	1.7	0.044
	0.5	-0.41	8	7.1	0.9	0.023	8	7.2	0.8	0.021	7	6.0	1.0	0.026
	0.7	-0.61	8	7.2	0.8	0.021	8	7.3	0.7	0.018	7	6.1	0.9	0.023
	1.2	-1.11	8	6.5	1.5	0.039	8	7.3	0.7	0.018	7	5.8	1.2	0.031
	1.5	-1.41	8	6.7	1.3	0.033	8	7.2	0.8	0.021	7	5.9	1.1	0.028
一 一 号 物 揚 場 B	0.1	+0.15	8	6.9	1.1	0.028	8	7.1	0.9	0.023	7	6.0	1.0	0.026
	0.3	-0.05	8	4.8	3.2	0.082	8	7.2	0.8	0.021	7	6.0	1.0	0.026
	0.5	-0.25	8	7.0	1.0	0.026	8	7.1	0.9	0.023	7	6.1	0.9	0.023
	0.7	-0.45	8	7.2	0.8	0.021	8	6.9	1.1	0.028	7	6.1	0.9	0.023
一 二 号 物 揚 場 A	0.1	+0.12	8	5.5	2.5	0.064	8	7.2	0.8	0.021	7	5.9	1.1	0.028
	0.3	-0.08	8	4.9	3.1	0.080	8	7.0	1.0	0.026	7	5.8	1.2	0.031
	0.3~ 0.5	-0.08 ~-0.28	8	0	8.0									
	0.5	-0.28	8	4.7	3.3	0.085	8	7.2	0.8	0.021	7	5.2	1.8	0.046
	0.7	-0.48	8	7.0	1.0	0.026	8	7.3	0.7	0.018	7	6.0	1.0	0.026
	1.2	-0.98	8	7.2	0.8	0.021	8	7.4	0.6	0.015	7	6.3	0.7	0.018
	1.5	-1.28	8	7.5	0.5	0.013	8	7.5	0.5	0.013	7	6.4	0.6	0.015
一 二 号 物 揚 場 B	0.1	+0.10	8	6.0	2.0	0.051	8	7.0	1.0	0.026	7	5.7	1.3	0.033
	0.3	-0.10	8	5.1	2.9	0.074	8	6.8	1.2	0.031	7	5.8	1.2	0.031
	0.5	-0.30	8	6.4	1.6	0.041	8	6.6	1.4	0.036	7	6.0	1.0	0.026
	0.7	-0.50	8	6.4	1.6	0.041	8	7.1	0.9	0.023	7	6.0	1.0	0.026
	1.2	-1.00	8	6.9	1.1	0.028	8	7.2	0.8	0.021	7	5.7	1.3	0.033
	1.5	-1.30	8	7.3	0.7	0.018	8	7.2	0.8	0.021	7	5.9	1.1	0.028

※両面

付表 2.4 七尾港における鋼矢板腐食量(2)

測定地点	コンクリートの距離(下端)	深度(m)	凸面				凹面				側面			
			初期厚(mm)	現肉厚(mm)	肉減厚量(mm)	腐速※食度(mm/yr)	初期厚(mm)	現肉厚(mm)	肉減厚量(mm)	腐速※食度(mm/yr)	初期厚(mm)	現肉厚(mm)	肉減厚量(mm)	腐速※食度(mm/yr)
一三号物揚場A	0.1	+0.15	7	5.4	1.6	0.046	7	6.0	1.0	0.029	6	5.8	0.2	0.006
	0.3	-0.15	7	0	7.0		7	6.5	0.5	0.014	6	5.6	0.4	0.011
	0.4	-0.25	7	5.3	1.7	0.049								
	0.5	-0.35	7	5.6	1.4	0.040	7	6.7	0.3	0.009	6	5.7	0.3	0.009
	0.7	-0.55	7	5.6	1.4	0.040	7	6.7	0.3	0.009	6	5.8	0.2	0.006
	1.2	-1.05	7	6.3	0.7	0.020	7	6.9	0.1	0.003	6	6.0	0	0
一三号物揚場B	0.1	+0.06	7	6.4	0.6	0.017	7	5.7	1.3	0.037	6	5.7	0.3	0.009
	0.3	-0.14	7	5.8	1.2	0.034	7	6.5	1.2	0.034	6	5.9	0.1	0.003
	0.5	-0.34	7	6.7	0.3	0.009	7	6.4	0.6	0.017	6	6.1	0	0
	0.7	-0.54	7	6.9	0.1	0.003	7	6.9	0.1	0.003	6	6.2	0	0
	1.2	-1.04	7	7.0	0	0	7	6.9	0.1	0.003	6	6.1	0	0
一四号物揚場A	0.1	+0.10	7	6.2	0.8	0.023	7	6.5	0.5	0.014	6	5.8	0.2	0.006
	0.25 ~0.3	-0.05 ~0.3	7	0	7.0									
	0.3	-0.10	7	5.5	1.5	0.043	7	6.6	0.4	0.011	6	5.9	0.1	0.003
	0.5	-0.30	7	6.1	0.9	0.026	7	6.7	0.3	0.009	6	6.0	0	0
	0.7	-0.50	7	6.9	0.1	0.003	7	6.7	0.3	0.009	6	6.0	0	0
一四号物揚場B	0.1	+0.07	7	6.2	0.8	0.023	7	6.6	0.4	0.011	6	6.0	0	0
	0.3	-0.13	7	5.7	1.3	0.037	7	6.8	0.2	0.006	6	6.1	0	0
	0.5	-0.33	7	5.9	1.1	0.031	7	6.7	0.3	0.009	6	6.0	0	0
	0.7	-0.53	7	6.7	1.3	0.009	7	7.0	0	0	6	6.1	0	0

※両面

付表 2.5 留萌港における鋼矢板の測定肉厚(1)

南岸土留護岸 テル・ルージュ型

測定地点	深度(m)	測定肉厚 (mm)				
		凸面 ④	凹面 ②	側面		
				①	③	⑤
No. 2 3	+ 0.3	4.8	5.1	5.6	4.0	6.1
	+ 0.1 8	5.3	5.3	4.4	3.6	4.3
	± 0.0	3.8	4.1	3.9	3.7	2.2
	- 0.1 5	3.9	3.7	4.6	4.2	3.1
	- 0.3 7	4.4	3.6	4.7	3.5	4.6
	- 0.4 5	5.1	4.2	5.1	3.9	4.5
	- 0.6 2	4.8	4.7	5.0	4.7	5.7
	- 1.6 7	5.7	5.8	5.1	5.1	5.6
	- 2.6 7	4.9	4.9	5.8	5.3	5.6
	- 2.7 7	5.5	4.8	5.3	5.3	5.4
No. 2	+ 0.3 0	5.2	4.5	5.1	5.2	4.0,
	+ 0.1 3	3.5	4.2	5.5	5.3	4.6
	± 0.0	4.3	3.8	4.5	5.1	3.5
	- 0.1 0	2.7				
	- 0.1 5	0	4.1	2.9	3.4	4.7
	- 0.2 0	2.4				
	- 0.3 2	4.5	4.7	4.0	4.8	3.7
	- 0.4 5	5.0	4.8	4.3	4.6	5.4
	- 0.6 2	4.9	4.6	5.5	5.8	5.9
	- 1.6 7	4.6	4.9	5.4	5.1	5.6
	- 2.6 7	5.1	5.2	5.7	4.4	5.9
	- 3.6 2	4.9	5.2	4.5	4.9	4.7

付表 2.6 留萌港における鋼矢板の測定肉厚(2)

南岸土留護岸 ラルゼン型

測定地点	深度 (m)	測定肉厚 (mm)							
		凸面		凹面		側面			
		②	③	⑥	⑦	①	④	⑤	⑧
No. 3	+ 0.15	6.3	6.0	4.7	4.5	4.1	5.4	5.2	4.8
	± 0.0	0	0	4.1	4.3	0	0	5.5	5.8
	- 0.08	0	0	5.5	5.5	0	0	4.5	5.2
	- 0.30	0	0	5.1	5.5	0	4.7	4.8	4.5
	- 0.42	0	0	6.6	5.8	0	5.0	5.4	5.9
	- 0.72	6.5	5.0	6.3	6.7	5.9	5.1	5.7	6.5
	- 1.62	6.3	6.7	5.9	4.9	6.0	5.0	5.8	6.5
	- 2.57	5.7	5.9	6.6	6.1	6.1	7.1	5.9	7.3
No. 12	+ 0.15	6.1	6.6	7.1	5.3	5.5	6.3	7.1	5.9
	± 0.0	0	0	4.0	6.0	0	5.2	5.7	6.3
	- 0.15	0	3.9	4.9	5.7	0	4.2	6.1	5.9
	- 0.30	0	4.1	7.1	7.1	4.5	5.2	5.4	6.5
	- 0.45	4.1	5.4	7.5	7.3	3.6	6.1	6.9	6.9
	- 0.67	4.2	6.2	6.4	6.3	4.7	5.9	6.3	6.2
	- 1.62	6.3	5.7	7.9	7.6	6.3	7.1	7.4	7.9
	- 2.62	6.1	5.1	8.2	7.6	0	5.8	5.7	7.6
No. 36	+ 0.13	0 (4.8) 0		5.6	4.3	0	5.1	5.5	6.1
	± 0.0	0	0	4.9	4.2	4.4	4.1	4.1	4.9
	- 0.15	0	0	5.8	6.2	5.1	3.4	4.5	6.8
	- 0.30	5.7	0	4.9	4.6	4.7	4.7	5.3	4.9
	- 0.45	4.2	5.1	5.9	6.8	5.1	5.0	5.1	5.8
	- 0.67	4.3	4.3	5.7	5.7	6.6	4.7	4.5	4.7

付表 2.7 留萌港における鋼矢板の測定肉厚(3)

測定地点	コンクリート 下端からの距離 (m)	深度(m)	測定肉厚 (mm)			
			凸面	凹面	側	面
			④	①	②	③
南岸壁 G	0.15	-0.65	10.8	10.3	7.0	7.7
	0.30	-0.80	11.3	10.9	7.3	7.5
	0.45	-0.95	10.6	10.5	7.1	7.8
	0.60	-1.10	11.0	10.3	7.3	7.9
	1.00	-1.50	11.1	11.3	7.9	7.5
	2.00	-2.50	11.4	11.5	8.1	8.3
	3.00	-3.50	11.0	11.5	8.0	8.1
	4.00	-4.50	12.0	12.3	7.9	8.3
	5.00	-5.50	11.7	11.7	8.5	8.9
	6.00	-6.50	11.7	11.5	7.9	7.7
南岸壁 F	0.15	-0.65	13.1	13.1	8.8	9.0
	0.30	-0.80	12.7	12.9	8.3	8.7
	0.45	-0.95	12.5	12.8	8.1	8.3
	0.60	-1.10	12.9	12.9	8.3	8.5
	1.00	-1.50	12.9	12.6	8.3	8.1
	2.00	-2.50	13.1	12.9	9.0	8.0
	3.00	-3.50	13.2	12.7	8.0	8.0
	4.00	-4.50	12.9	12.9	8.5	8.1
南岸物揚場 A	0.15	-0.65	7.5	5.3	4.1	4.1
	0.30	-0.80	6.3	7.3	5.7	6.1
	0.45	-0.95	5.5	5.3	6.2	7.1
	0.60	-1.10	4.9	4.7	6.9	7.1
	1.00	-1.50	4.2	4.7	5.7	5.9
南岸物揚場 A 旧矢板		-0.60	5.3	6.0	5.0	
		-1.50	6.4	5.5	5.2	
北岸物揚場		-1.0	7.7	7.6	4.3	5.5
		-1.15	8.3	8.3	6.5	7.7
		-1.30	8.5	8.7	6.1	7.3
		-1.70	9.3	8.1	7.2	7.4

付表 2.8 留萌港における鋼矢板腐食量(1)

南岸土留護岸 テル・ルー・ジュ型

測定地点	深度 (m)	凸面				凹面				側面 ※※			
		初期厚 (mm)	現肉有厚 (mm)	肉減 厚量 (mm)	腐速※ 食度 (mm/yr)	初期厚 (mm)	現肉有厚 (mm)	肉減 厚量 (mm)	腐速※ 食度 (mm/yr)	初期厚 (mm)	現肉有厚 (mm)	肉減 厚量 (mm)	腐速※ 食度 (mm/yr)
No. 23	+ 0.3	7.5	4.8	2.7	0.060	7.5	5.1	2.4	0.053	6	5.9	0.1	0.002
	+ 0.18	7.5	5.3	2.2	0.049	7.5	5.3	2.2	0.049	6	4.4	1.6	0.036
	± 0.0	7.5	3.8	3.7	0.082	7.5	4.1	3.4	0.076	6	3.1	2.9	0.064
	- 0.15	7.5	3.9	3.6	0.080	7.5	3.7	3.8	0.084	6	3.9	2.1	0.047
	- 0.37	7.5	4.4	3.1	0.069	7.5	3.6	3.9	0.087	6	4.7	1.3	0.029
	- 0.45	7.5	5.1	2.4	0.053	7.5	4.2	3.3	0.073	6	4.8	1.2	0.027
	- 0.62	7.5	4.8	2.7	0.060	7.5	4.7	2.8	0.062	6	5.4	0.6	0.013
	- 1.67	7.5	5.7	1.8	0.040	7.5	5.8	1.7	0.038	6	5.4	0.6	0.013
	- 2.67	7.5	4.9	2.6	0.058	7.5	4.9	2.6	0.058	6	5.7	0.3	0.007
	- 2.77	7.5	5.5	2.0	0.044	7.5	4.8	2.7	0.060	6	5.4	0.6	0.013
No. 2	+ 0.30	7.5	5.2	2.3	0.051	7.5	4.5	2.0	0.044	6	4.6	1.4	0.031
	+ 0.13	7.5	3.5	4.0	0.089	7.5	4.2	3.3	0.073	6	5.1	0.9	0.020
	± 0.0	7.5	4.3	3.2	0.071	7.5	3.8	3.7	0.082	6	4.0	2.0	0.044
	- 0.10	7.5	2.7	4.8	0.107								
	- 0.15	7.5	0	7.5	0.167	7.5	4.1	3.4	0.076	6	3.8	2.2	0.049
	- 0.20	7.5	2.4	5.1	0.113								
	- 0.32	7.5	4.5	2.0	0.044	7.5	4.7	2.8	0.062	6	3.9	2.1	0.047
	- 0.45	7.5	5.0	2.5	0.056	7.5	4.8	2.7	0.060	6	4.9	1.1	0.024
	- 0.62	7.5	4.9	2.6	0.058	7.5	4.6	2.9	0.064	6	5.7	0.3	0.007
	- 1.67	7.5	4.6	2.9	0.064	7.5	4.9	2.6	0.058	6	5.5	0.5	0.011
	- 2.67	7.5	5.1	2.4	0.053	7.5	5.2	2.3	0.051	6	5.8	0.2	0.004
	- 3.62	7.5	4.9	2.6	0.058	7.5	5.2	2.3	0.051	6	4.6	1.4	0.031

※ 両面

※※ ① ⑤

付表 2.9 留萌港における鋼矢板腐食量(2)

南岸土留護岸 ラルゼン型

測定地点	深 度 (m)	凸 面				凹 面				側 面			
		初肉期厚 (mm)	現肉有厚 (mm)	肉波厚量 (mm)	腐速※食度 (mm/y r)	初肉期厚 (mm)	現肉有厚 (mm)	肉波厚量 (mm)	腐速※食度 (mm/y r)	初肉期厚 (mm)	現肉有厚 (mm)	肉波厚量 (mm)	腐速※食度 (mm/y r)
No. 3	+0.15	10.5	6.2	4.3	0.096	10.5	4.6	5.9	0.131	8	4.9	3.1	0.069
	±0.0	10.5	0	10.5	0.233	10.5	4.2	6.3	0.140	8	2.8	5.2	0.116
	-0.08	10.5	0	10.5	0.233	10.5	5.5	5.0	0.111	8	2.4	5.6	0.124
	-0.30	10.5	0	10.5	0.233	10.5	5.3	5.2	0.116	8	3.5	4.5	0.100
	-0.42	10.5	0	10.5	0.233	10.5	6.2	4.3	0.096	8	4.1	3.9	0.087
	-0.72	10.5	5.8	4.7	0.104	10.5	6.5	4.0	0.089	8	5.8	2.2	0.049
	-1.62	10.5	6.5	4.0	0.089	10.5	5.4	5.1	0.113	8	5.8	2.2	0.049
	-2.57	10.5	5.8	4.7	0.104	10.5	6.4	4.1	0.091	8	6.6	1.4	0.031
No.12	+0.15	10.5	6.4	4.1	0.091	10.5	6.2	4.3	0.096	8	6.2	1.8	0.040
	±0.0	10.5	0	10.5	0.233	10.5	5.0	5.5	0.122	8	4.3	3.7	0.082
	-0.15	10.5	2.0	8.5	0.189	10.5	5.3	5.2	0.116	8	4.1	3.9	0.087
	-0.30	10.5	2.1	8.4	0.187	10.5	7.1	3.4	0.076	8	5.4	2.6	0.058
	-0.45	10.5	4.8	5.7	0.127	10.5	7.4	3.1	0.069	8	5.9	2.1	0.047
	-0.67	10.5	5.2	5.3	0.118	10.5	6.4	4.1	0.091	8	5.8	2.2	0.049
	-1.62	10.5	6.0	4.5	0.100	10.5	7.8	2.7	0.060	8	7.2	0.8	0.018
	-2.62	10.5	5.6	4.9	0.109	10.5	7.9	2.6	0.058	8	4.8	3.2	0.071
No.36	+0.13	10.5	1.6	8.9	0.198	10.5	5.0	5.5	0.122	8	4.2	3.8	0.084
	±0.0	10.5	0	10.5	0.233	10.5	3.0	7.5	0.167	8	4.4	3.6	0.080
	-0.15	10.5	0	10.5	0.233	10.5	6.0	4.5	0.100	8	5.0	3.0	0.067
	-0.30	10.5	2.9	7.6	0.169	10.5	4.8	5.7	0.127	8	4.9	3.1	0.069
	-0.45	10.5	4.7	5.8	0.129	10.5	6.4	4.1	0.091	8	5.3	2.7	0.060
	-0.67	10.5	4.3	6.2	0.138	10.5	5.7	4.8	0.107	8	5.1	2.9	0.064

※ 両面

付表 2.10 留萌港における銅矢板腐食量(3)

測定地点	深度 (m)	凸面				凹面				側面			
		初肉期厚 (mm)	現肉有厚 (mm)	肉減厚量 (mm)	腐速※食度 (mm/yr)	初肉期厚 (mm)	現肉有厚 (mm)	肉減厚量 (mm)	腐速※食度 (mm/yr)	初肉期厚 (mm)	現肉有厚 (mm)	肉減厚量 (mm)	腐速※食度 (mm/yr)
南岸壁 G	-0.65	13.0	10.8	2.2		13.0	10.3	2.7			7.4		
	-0.80	13.0	11.3	1.7		13.0	10.9	2.1			7.4		
	-0.95	13.0	10.6	2.4		13.0	10.5	2.5			7.5		
	-1.10	13.0	11.0	2.0		13.0	10.3	2.7			7.6		
	-1.50	13.0	11.1	1.9		13.0	11.3	1.7			7.7		
	-2.50	13.0	11.4	1.6		13.0	11.5	1.5			8.2		
	-3.50	13.0	11.0	2.0		13.0	11.5	1.5			8.1		
	-4.50	13.0	12.0	1.0		13.0	12.3	0.7			8.1		
	-5.50	13.0	11.7	1.3		13.0	11.7	1.3			8.7		
-6.50	13.0	11.7	1.3		13.0	11.5	1.5			7.8			
南岸壁 F	-0.65	15.5	13.1	2.4		15.5	13.1	2.4			8.9		
	-0.80	15.5	12.7	2.8		15.5	12.9	2.6			8.5		
	-0.95	15.5	12.5	3.0		15.5	12.8	2.7			8.2		
	-1.10	15.5	12.9	2.6		15.5	12.9	2.6			8.4		
	-1.50	15.5	12.9	2.6		15.5	12.6	2.9			8.2		
	-2.50	15.5	13.1	2.4		15.5	12.9	2.6			8.5		
	-3.50	15.5	13.2	2.3		15.5	12.7	2.8			8.0		
	-4.50	15.5	12.9	2.6		15.5	12.9	2.6			8.3		
南岸物揚場 A	-0.65		7.5				5.3				4.1		
	-0.80		6.3				7.3				5.9		
	-0.95		5.5				5.3				6.7		
	-1.10		4.9				4.7				7.0		
	-1.50		4.2				4.7				5.8		
南岸物揚場 A 旧矢板	-0.60	7.5	5.3	2.2	0.049	7.5	6.0	1.5	0.033	6	5.0	1.0	0.022
	-1.50	7.5	6.4	1.1	0.024	7.5	5.5	2.0	0.044	6	5.2	0.8	0.018
北岸物揚場	-1.0	10.5	7.7	2.8	0.200	10.5	7.6	2.9	0.207		4.9		
	-1.15	10.5	8.3	2.2	0.157	10.5	8.3	2.2	0.157		7.1		
	-1.30	10.5	8.5	2.0	0.143	10.5	8.7	1.8	0.129		6.7		
	-1.70	10.5	9.3	1.2	0.086	10.5	8.1	2.4	0.171		7.3		

※ 両面

付表 2.1 1 橋港Aけい船岸における鋼矢板肉厚測定値

測定地点	天の端距離 (m)	深 度 (m)	肉 厚 測 定 値 (mm)										
			凸 面			凹 面			側 面				
			②	③	平均	⑥	⑦	平均	①	④	⑤	⑧	平均
1	2.23	1.0	10.7	10.6	10.6	10.3	10.1	10.2	8.9	8.1			8.5
	2.73	0.5	10.4	9.9	10.2	9.2	9.3	9.3	7.2	9.1	8.3	9.0	8.4
	3.23	0.0	9.4	10.5	10.0	9.6	10.0	9.8	7.8	7.7	10.1	8.4	8.5
	3.73	-0.5	10.3	10.8	10.6	9.9	10.4	10.2	8.2	9.2	8.5	7.9	8.5
	4.23	-1.0	10.6	11.0	10.8	10.1	9.3	9.7	7.7	7.9	10.5	7.4	8.4
2	2.43	1.13	10.3	8.5	9.4	10.2	10.0	10.1					
	2.93	0.63	9.8	10.2	10.0	9.8	9.5	9.7					
	3.43	0.13	9.8	9.5	9.7	9.6	10.0	9.8					
	3.93	-0.37	8.7	8.6	8.7	10.1	10.7	10.4					
	4.43	-0.87	10.3	10.7	10.5	8.8	9.3	9.1					

付表 2.1 2 高知港における鋼矢板肉厚測定値

測定地点	深 度 (m)	測 定 肉 厚 (mm)							
		凸 面		凹 面		側 面			
		②	③	⑥	⑦	①	④	⑤	⑧
A	0.5	13.0	12.9	13.1	12.9	8.6	8.6	8.9	8.9
	0.0	12.7	12.9	12.9	13.0	8.6	8.7	9.0	8.9
	-0.5	12.9	13.1	12.9	12.9	8.7	9.0	9.0	8.9
B	0.5	12.7	12.8	12.8	12.8	8.9	8.6	9.0	8.7
	0.0	13.0	12.9	12.7	12.5	8.9	8.7	9.0	8.9
	-0.5	12.6	12.9	12.8	12.8	8.9	8.9	9.0	8.9
C	0.5	12.7	12.7	12.9	12.9	9.0	9.1	9.1	9.0
	0.0	12.8	12.7	12.7	13.0	8.9	9.0	9.0	9.0
	-0.5	13.0	12.9	12.7	12.6	9.0	8.9	9.0	9.1
	-1.0	12.9	13.0	12.9	13.0	9.0	9.1	9.0	9.0
	-2.0	12.9	12.7	13.0	13.0	8.9	8.9	8.8	9.0
D	0.5	12.9	12.6	12.7	12.7	9.0	8.9	9.1	8.9
	0.0	13.0	12.9	12.8	12.7	8.8	9.0	8.9	8.9
E	0.5	12.7	12.8	13.0	13.0	9.0	8.9	9.1	9.0
	0.0	13.0	13.1	12.9	12.8	9.0	8.9	8.9	9.1
	-0.5	12.8	13.0	12.9	12.8	9.1	8.9	9.1	8.9
	-1.0	13.1	13.0	13.1	12.8	9.1	9.0	9.0	9.1

付表 2.13 高知港における銅矢板腐食量

測定地点	深度 (m)	凸面				凹面				側面 現肉有厚 (mm)
		初肉期厚 (mm)	現肉有厚 (mm)	肉減厚量 (mm)	腐速※ 食度 (mm/yr)	初肉期厚 (mm)	現肉有厚 (mm)	肉減厚量 (mm)	腐速※ 食度 (mm/yr)	
A	0.5	13.0	13.0	0	0	13.0	13.0	0	0	8.8
	0.0	13.0	12.8	0.2	0.015	13.0	13.0	0	0	8.8
	-0.5	13.0	13.0	0	0	13.0	12.9	0.1	0.008	8.9
B	0.5	13.0	12.8	0.2	0.015	13.0	12.8	0.2	0.015	8.8
	0.0	13.0	13.0	0	0	13.0	12.6	0.4	0.031	8.9
	-0.5	13.0	12.8	0.2	0.015	13.0	12.8	0.2	0.015	8.9
C	0.5	13.0	12.7	0.3	0.023	13.0	12.9	0.1	0.008	9.1
	0.0	13.0	12.8	0.2	0.015	13.0	12.9	0.1	0.008	9.0
	-0.5	13.0	13.0	0	0	13.0	12.7	0.3	0.023	9.0
	-1.0	13.0	13.0	0	0	13.0	13.0	0	0	9.0
	-2.0	13.0	12.8	0.2	0.015	13.0	13.0	0	0	8.9
D	0.5	13.0	12.8	0.2	0.015	13.0	12.7	0.3	0.023	9.0
	0.0	13.0	13.0	0	0	13.0	12.8	0.2	0.015	8.9
E	0.5	13.0	12.8	0.2	0.015	13.0	13.0	0	0	9.0
	0.0	13.0	13.1	0	0	13.0	12.9	0.1	0.008	9.0
	-0.5	13.0	12.9	0.1	0.008	13.0	12.9	0.1	0.008	9.0
	-1.0	13.0	13.1	0	0	13.0	13.0	0	0	9.1

※ 両面

付表 2.14 坂出港における銅矢板肉厚測定値

測定地点	深度 (m)	測定肉厚 (mm)							
		凸面		凹面		側面			
		②	③	⑥	⑦	①	④	⑤	⑧
A	+ 1.2	9.6	9.8	1 0.4	1 0.4	7.5	8.2	6.8	8.4
	+ 0.9	9.4	8.2	1 1.2	9.6	8.0	7.3	9.2	8.6
	+ 0.6	1 0.4	1 0.2	1 1.0	9.4	6.2	8.6	9.4	8.6
	+ 0.3	9.6	9.2	1 0.4	1 0.4	9.4	8.4	8.8	7.9
	± 0.0	9.8	7.8	1 1.4	1 0.8	7.3	7.5	7.5	7.9
	- 0.5	9.6	9.8	1 0.8	1 0.6	7.7	7.6	7.6	8.2
	- 1.0	9.6	9.0	1 0.0	1 0.8	7.7	7.0	8.6	8.8
	- 2.0	1 1.4	1 1.8	1 1.2	1 1.2	7.4	7.7	7.6	8.4
	- 3.0	1 1.2	1 0.6	1 0.8	1 2.0	7.4	8.8	7.7	8.2
	- 4.0	1 1.6	1 2.2	1 0.8	1 2.0	7.9	7.6	7.9	8.6
B	+ 1.2	8.8	9.8	9.4	1 0.6	7.7	7.7	7.9	7.9
	+ 0.9	9.0	9.0	9.0	9.2	7.3	8.1	7.5	7.7
	+ 0.6	7.8	7.2	1 0.4	1 0.0	7.1	8.1	8.3	7.4
	+ 0.3	8.4	8.6	1 0.6	1 0.0	8.3	7.1	7.8	7.7
	± 0.0	8.4	7.6	1 0.6	1 0.4	7.2	7.9	8.1	8.1
	- 0.5	9.8	8.6	1 0.4	1 0.8	7.5	7.5	7.7	8.2
	- 1.0	9.8	9.4	1 0.4	1 0.6	7.2	8.1	8.1	7.9
	- 2.0	1 0.0	7.8	1 0.4	1 0.6	8.1	7.5	8.1	7.9
	- 3.0	1 0.4	1 0.0	1 0.8	1 1.2	8.2	7.9	8.2	7.2
	- 4.0	1 0.4	9.8	1 0.8	1 1.0	7.7	7.5	8.2	8.2

付表2.15 坂出港- 7.5 m岸壁における鋼矢板腐食量

測定地点	深度 (m)	凸面				凹面				側面 現肉 有厚 (mm)
		初肉 期厚 (mm)	現肉 有厚 (mm)	肉減 厚量 (mm)	腐速※ 食度 (mm/y r)	初肉 期厚 (mm)	現肉 有厚 (mm)	肉減 厚量 (mm)	腐速※ 食度 (mm/y r)	
A	+ 1.2	1 3.0	9.7	3.3	0.1 3 2	1 3.0	1 0.4	2.6	0.1 0 4	7.7
	+ 0.9	1 3.0	8.8	4.2	0.1 6 8	1 3.0	1 0.4	2.6	0.1 0 4	8.3
	+ 0.6	1 3.0	1 0.3	2.7	0.1 0 8	1 3.0	1 0.2	2.8	0.1 1 2	8.2
	+ 0.3	1 3.0	9.4	3.6	0.1 4 4	1 3.0	1 0.4	2.6	0.1 0 4	8.6
	± 0.0	1 3.0	8.8	4.2	0.1 6 8	1 3.0	1 1.1	1.9	0.0 7 6	7.6
	- 0.5	1 3.0	9.7	3.3	0.1 3 2	1 3.0	1 0.7	2.3	0.0 9 2	7.8
	- 1.0	1 3.0	9.3	3.7	0.1 4 8	1 3.0	1 0.4	2.6	0.1 0 4	8.0
	- 2.0	1 3.0	1 1.6	1.4	0.0 5 6	1 3.0	1 1.2	2.8	0.1 1 2	7.8
	- 3.0	1 3.0	1 0.9	2.1	0.0 8 4	1 3.0	1 1.4	1.6	0.0 6 4	8.0
	- 4.0	1 3.0	1 1.9	1.1	0.0 4 4	1 3.0	1 1.4	1.6	0.0 6 4	8.0
B	+ 1.2	1 3.0	9.3	3.7	0.1 4 8	1 3.0	1 0.0	3.0	0.1 2 0	7.8
	+ 0.9	1 3.0	9.0	4.0	0.1 6 0	1 3.0	9.1	3.9	0.1 5 6	7.7
	+ 0.6	1 3.0	7.5	5.5	0.2 2 0	1 3.0	1 0.2	2.8	0.1 1 2	7.7
	+ 0.3	1 3.0	8.5	4.5	0.1 8 0	1 3.0	1 0.3	2.7	0.1 0 8	7.7
	± 0.0	1 3.0	8.0	5.0	0.2 0 0	1 3.0	1 0.5	2.5	0.1 0 0	7.8
	- 0.5	1 3.0	9.2	3.8	0.1 5 2	1 3.0	1 0.6	2.4	0.0 9 6	7.7
	- 1.0	1 3.0	9.6	3.4	0.1 3 6	1 3.0	1 0.5	2.5	0.1 0 0	7.8
	- 2.0	1 3.0	8.9	4.1	0.1 6 4	1 3.0	1 0.5	2.5	0.1 0 0	7.9
	- 3.0	1 3.0	1 0.2	2.8	0.1 1 2	1 3.0	1 1.0	2.0	0.0 8 0	7.9
	- 4.0	1 3.0	1 0.1	2.9	0.1 1 6	1 3.0	1 0.9	2.2	0.0 8 8	7.9

※ 両面

付表 2.1 6 今治港における鋼矢板肉厚測定値

超音波式探傷厚み計(陸上用)による

鋼矢板 No.	深 度 (m)	凸 面			凹 面			側 面			
		②	③	④	⑦	⑧	⑨	①	⑤	⑥	⑩
1	+ 4.0	1 1.1	1 1.0	1 1.3	1 0.2	9.7	1 0.1	9.0	8.9	8.1	6.3
	+ 3.5	1 1.1	1 1.1	1 1.1	6.5	8.7	8.7	8.9	8.7	7.9	8.4
	+ 3.0	1 1.5	1 1.8	1 1.2	1 1.0	1 1.3	1 0.1	7.8	8.8	8.1	6.7
	+ 2.5	1 1.9	1 1.6	1 1.9				8.7	8.2	7.2	7.7
	+ 2.0	1 1.1	1 1.3	1 1.3	9.9	1 1.5	9.5	8.9	8.7	8.7	9.0
2 5	+ 4.0	1 0.1	1 0.1	1 0.1	1 0.7	1 0.7	1 0.2	8.6	8.1	7.5	7.9
	+ 3.5	1 1.6	7.2	9.5		1 1.3	1 1.2	8.7	8.1	8.3	8.7
	+ 3.0	1 0.1	1 0.2	9.7	1 0.7	1 1.1	1 1.0	8.6	7.5	8.1	8.8
	+ 2.5	1 0.1	1 0.5	1 0.8	1 0.7	1 0.5	9.1	8.9	8.1		8.7
	+ 2.0	1 1.0	1 1.4	1 1.2	1 1.5	1 1.1	1 1.6	9.0	8.5	8.2	8.5
5 0	+ 4.0	1 0.1	1 0.3	9.9	9.5	1 0.3	1 0.8	8.7	7.1	8.1	8.1
	+ 3.5	1 0.3	1 0.1	1 0.1	1 0.5	1 0.8	9.6	8.5	8.5	8.3	8.3
	+ 3.0	9.9	1 0.0	1 0.3	1 0.6	1 0.7		8.1	7.5	7.3	7.8
	+ 2.5	1 1.0	1 1.5	1 0.5	8.6		8.9	8.8	8.5		8.5
	+ 2.0	1 0.4	1 0.7	1 0.0	1 0.9	1 0.7	1 0.7	8.7	8.3	7.9	8.3
	+ 1.8	8.9	8.0	6.9	1 0.9	1 0.7	1 0.1	7.3	6.1	6.1	6.3
	+ 1.6	8.9	8.9	8.9				8.1	6.1	7.9	
6 7	+ 1.7	7.1	6.3	6.7	1 0.0	9.9	9.9	6.1	6.1	6.1	
	+ 1.55	7.1	7.3	8.9	9.1	9.9	1 0.1	6.1	6.9	6.5	7.5
7 5	+ 4.0	1 1.0	1 0.6	1 0.8	9.9	1 0.0		8.7	8.3	7.5	8.2
	+ 3.5	1 0.4	1 0.7	1 0.7	1 0.1	9.3	1 0.1	8.8	8.7	7.9	8.7
	+ 3.0	1 1.3	1 0.1	1 0.7	1 0.5	9.9	1 0.5	7.3	8.5	8.7	8.7
	+ 2.5	1 0.7	1 0.5	1 0.5	1 0.6	1 0.7	1 0.1	8.1	8.0	8.1	8.2
	+ 2.0	9.0	8.5	9.1	1 0.5	1 0.0	9.9	8.1	7.7	7.2	7.1

付表 2.17 今治港における鋼矢板腐食量

40年経過
超音波式探傷厚み計(陸上用)による

測定地点	深 度 (m)	凸 面				凹 面				側 面			
		初内 期厚 (mm)	現内 有厚 (mm)	肉被 厚量 (mm)	腐速※ 食度 (mm/y r)	初内 期厚 (mm)	現内 有厚 (mm)	肉被 厚量 (mm)	腐速※ 食度 (mm/y r)	初内 期厚 (mm)	現内 有量 (mm)	肉被 厚量 (mm)	腐速※ 食度 (mm/y r)
1	+ 4.0	1 0.5	1 1.1	0	0	1 0.5	1 0.0	0.5	0.0 1 3	8	8.1	0	0
	+ 3.5	1 0.5	1 1.1	0	0	1 0.5	8.0	2.5	0.0 6 3	8	8.5	0	0
	+ 3.0	1 0.5	1 1.5	0	0	1 0.5	1 0.8	0	0	8	7.9	0.1	0.0 0 3
	+ 2.5	1 0.5	1 1.8	0	0					8	8.0	0	0
	+ 2.0	1 0.5	1 1.2	0	0	1 0.5	1 0.3	0.2	0.0 0 5	8	8.8	0	0
2 5	+ 4.0	1 0.5	1 0.1	0.4	0.0 1 0	1 0.5	1 0.5	0	0	8	8.0	0	0
	+ 3.5	1 0.5	9.4	1.1	0.0 2 8	1 0.5	1 1.2	0	0	8	8.5	0	0
	+ 3.0	1 0.5	1 0.0	0.5	0.0 1 3	1 0.5	1 0.9	0	0	8	8.3	0	0
	+ 2.5	1 0.5	1 0.5	0	0	1 0.5	1 0.1	0.4	0.0 1 0	8	8.6	0	0
	+ 2.0	1 0.5	1 1.2	0	0	1 0.5	1 1.4	0	0	8	8.6	0	0
5 0	+ 4.0	1 0.5	1 0.1	0.4	0.0 1 0	1 0.5	1 0.2	0.3	0.0 0 8	8	8.0	0	0
	+ 3.5	1 0.5	1 0.2	0.3	0.0 7 1	1 0.5	1 0.3	0.2	0.0 0 5	8	8.4	0	0
	+ 3.0	1 0.5	1 0.1	0.4	0.0 1 0	1 0.5	1 0.6	0	0	8	7.7	0.3	0.0 0 8
	+ 2.5	1 0.5	1 1.0	0	0	1 0.5	8.8	1.7	0.0 4 3	8	8.6	0	0
	+ 2.0	1 0.5	1 0.4	0.1	0.0 0 3	1 0.5	1 0.8	0	0	8	8.3	0	0
	+ 1.8	1 0.5	7.9	2.6	0.0 6 5	1 0.5	1 0.6	0	0	8	6.5	1.5	0.0 3 8
	+ 1.6	1 0.5	8.9	1.6	0.0 4 0					8	7.4	0.6	0.0 1 5
6 7	+ 1.70	1 0.5	6.7	3.8	0.0 9 5	1 0.5	9.9	0.6	0.0 1 5	8	6.1	1.9	0.0 4 8
	+ 1.55	1 0.5	7.8	2.7	0.0 6 8	1 0.5	9.7	0.8	0.0 2 0	8	6.8	1.2	0.0 3 0
7 5	+ 4.0	1 0.5	1 0.8	0	0	1 0.5	1 0.0	0.5	0.0 1 3	8	8.2	0	0
	+ 3.5	1 0.5	1 0.6	0	0	1 0.5	9.8	0.7	0.0 1 8	8	8.5	0	0
	+ 3.0	1 0.5	1 0.7	0	0	1 0.5	1 0.3	0.2	0.0 0 5	8	8.3	0	0
	+ 2.5	1 0.5	1 0.6	0	0	1 0.5	1 0.5	0	0	8	8.1	0	0
	+ 2.0	1 0.5	8.9	1.6	0.0 4 0	1 0.5	1 0.1	0.4	0.0 1 0	8	7.5	0.5	0.0 1 3

※ 両面

付表 3.1 輪島港における切取り鋼矢板片の現有肉厚

重量測定による

No.	深 度 (m)	形 状 寸 法 (mm)				表 面 積 (cm ²)	重 量 (g)	現 有 肉 厚 (mm)
		a	b	c	d			
1	+ 0.8 2	3 2 3.5	3 2 2.0	6 8.4	6 4.0	2 1 3.6 9	6 4 5.9 8	3.8 4 6
2	+ 0.6 9	2 9 9.8	3 0 3.4	9 9.6	9 3.4	2 9 1.0 4	9 4 0.0 6	4.1 0 9
3	+ 0.5 6	2 9 2.2	2 8 5.0	8 7.0	9 3.0	2 5 9.7 4	8 8 2.5 8	4.3 2 3
4	+ 0.4 3	2 9 7.0	3 0 8.0	9 8.4	100.8	3 0 1.2 9	9 9 9.6 8	4.2 2 1
5	+ 0.3 0	2 9 2.0	2 9 0.5	8 9.2	8 9.0	2 5 9.5 4	8 5 2.9 1	4.1 8 1
6	+ 0.1 5	2 9 0.2	2 8 4.2	8 7.4	8 6.2	2 4 9.2 8	7 4 2.1 0	3.7 8 7

付表 3.2 輪島港における切取り鋼矢板片の測定肉厚 (1)

平端部 マイクロ・メータによる

No.	深 度 (m)	肉 厚 測 定 値 (mm)				
		平 均 値	標 準 偏 差	最 大 値	最 少 値	最 大 - 最 少
1	+ 0.8 2	3.8 9 8	0.4 2 7	4.5 8 0	3.0 5 0	1.5 3 0
2	+ 0.6 9	4.3 6 1	0.4 3 1	5.4 0 4	3.3 9 0	2.0 1 4
3	+ 0.5 6	4.2 7 5	0.4 8 3	5.1 2 6	2.8 7 2	2.2 5 4
4	+ 0.4 3	4.4 2 4	0.7 0 6	5.7 0 4	2.2 5 6	3.4 4 8
5	+ 0.3 0	4.3 8 9	0.5 8 6	5.8 0 4	2.8 9 0	2.9 1 4
6	+ 0.1 5	3.9 8 1	0.6 6 3	5.4 9 4	2.4 9 6	2.9 9 8

付表 3.3 輪島港における切取り鋼矢板片の測定肉厚(2)

平端部 マイクロ・メータによる

No.	深 度 (m)	肉 厚 測 定 値 (mm)				
		平 均 値	標 準 偏 差	最 大 値	最 少 値	最 大 - 最 少
1 9		2.4 0 6	1.0 8 2	4.6 9 6	0.0 0 0	4.6 9 6
2 0		2.4 8 9	2.2 4 6	5.6 9 0	0.0 0 0	5.6 9 0
2 1		0.4 9 6	0.9 9 0	3.2 7 0	0.0 0 0	3.2 7 0

付表3.4 輪島港における切取り鋼矢板片の測定肉厚

側面部 マイクロ・メータによる

No.	深度 (m)	肉 厚 測 定 値 (mm)				
		平均値	標準偏差	最大値	最少値	最大-最少
7 13	+ 0.82	2.586 3.996	0.423 0.286	3.084 4.420	1.916 3.470	1.168 0.950
8 14	+ 0.69	3.893 4.440	0.716 0.375	5.114 4.860	2.810 3.372	2.304 1.488
9 15	+ 0.56	4.456 4.311	1.111 0.160	5.800 4.584	2.520 4.110	3.280 0.474
10 16	+ 0.43	3.816 4.497	0.568 1.474	4.564 5.656	2.738 4.246	1.826 1.410
11 17	+ 0.30	3.071 4.257	0.401 0.366	3.990 4.826	2.418 3.478	1.572 1.348
12 18	+ 0.15	3.042 4.409	0.883 0.318	4.780 4.932	1.708 3.660	3.072 1.272

付表3.5 N施設における腐食速度

S 3 0.1

施設No.	測定地点	肉厚測定 深度 (m)	初期肉厚 (mm)	現有肉厚 (mm)	肉厚減量 (mm)	腐食速度※ (mm/yr)	腐食期間 (yr)
1	No. 3+ 2.0 m	- 0.360	8.0	6.0	2.0	0.074	27
1	No. 5+ 4 0.0 m	- 0.500	8.0	3.0	5.0	0.185	27
1	No. 7+ 5.0 m	- 0.500	8.0	4.0	4.0	0.148	27
2	No. 8+ 2.0 m	- 0.400	8.0	2.2	5.8	0.215	27
6	No. 22+ 5.8 m	- 0.500	8.0	4.0	4.0	0.148	27
6	No. 25+ 2 0.0 m	- 0.500	8.0	3.5	4.5	0.167	27
7	No. 27+ 5.0 m	- 0.290	8.0	1.6	6.4	0.327	19
7	No. 32+ 2 0.0 m	- 0.310	8.0	3.0	5.0	0.263	19
7	No. 36+ 5.0 m	- 0.150	8.0	6.0	2.0	0.115	19

※ 両面

付表 3.6 N 港におけるタイロッドの腐食量

施設 No.	測定地点	上段タイロッド				下段タイロッド				鋼矢 板	腐期 食間 (yr)
		深 度 (m)	初期外径 (mm)	現有外径 (mm)	腐食速度 ※ (mm/yr)	深 度 (m)	初期外径 (mm)	現有外径 (mm)	腐食速度 ※ (mm/yr)		
1	No.29	+3.780	25.4	25.0	0.007	+1.100	50.8	44.5	0.117	ラルゼン I	2.7
2		+3.780	25.4	21~24	0.026~ 0.082	+1.100	50.8	41~42	0.163~ 0.181	ラルゼン I	2.7
4		+3.780	25.4	22	0.063	+1.100				ラルゼン I	2.7
5		+3.780	25.4	22~24	0.026~ 0.082	+1.100	50.8	44	0.126	ラルゼン I	2.7
7		+0.410	60.0	58.0	0.053					ラルゼン II	1.9

※ 片面

付表 3.7 調査鋼矢板前面海水成分例

試. 水	Cl ⁻ (%)	SO ₄ ⁻ (%)	NO ₃ ⁻ (%)	Cu ⁺⁺ (%)	NH ₄ ⁺ (%)	pH
1	1.702	0.294	0.005	0.231	0.0002	7.8
2	1.759	0.276	0.005	0.235		7.75

付表 3.8 片上港における鋼矢板腐食量

同和鉱業第2けい船岸 腐食期間：29年

測定 深度 (m)	測 定 地 点	t ₁				t ₂				t ₃			
		初 期 厚 (mm)	現 有 厚 (mm)	肉 減 厚 量 (mm)	腐 速 ※ 食 度 (mm/yr)	初 期 厚 (mm)	現 有 厚 (mm)	肉 減 厚 量 (mm)	腐 速 ※ 食 度 (mm/yr)	初 期 厚 (mm)	現 有 厚 (mm)	肉 減 厚 量 (mm)	腐 速 ※ 食 度 (mm/yr)
+1.6 ~+1.5	A	10	4~5	5~6	0.172~ 0.207	9	3~7	2~6	0.069~ 0.207	6	1~2	4~5	0.138~ 0.172
	B	10	5~6	4~5	0.138~ 0.172	9	5~6	3~4	0.103~ 0.138	6	1~2	4~5	0.138~ 0.172
	C	10	6~8	2~4	0.069~ 0.138	9	6~8	1~3	0.035~ 0.103	6	1~2	4~5	0.138~ 0.172
+0.9 ~+0.8	A	10	8~10	0~2	0~ 0.069	9	8~9	0~1	0~ 0.035	6	4~6	0~2	0~ 0.069
	B	10	8~10	0~2	0~ 0.069	9	8~9	0~1	0~ 0.035	6	4~6	0~2	0~ 0.069
	C	10	8~10	0~2	0~ 0.069	9	8~9	0~1	0~ 0.035	6	4~6	0~2	0~ 0.069

※ 両面

付表 3.9 A 施設 鋼矢板腐食量

凸面 腐食期間：35年

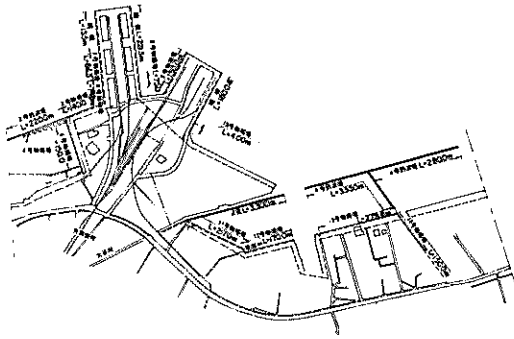
測定地点	深度 (m)	初期肉厚 (mm)	現有肉厚 (mm)	肉厚減量 (mm)	腐食速度※ (mm/yr)
1	+ 1.8	11	7.4	3.6	0.103
	+ 0.3	11	9	2.0	0.057
2	+ 1.8	11	8.4	2.6	0.074
	+ 0.3	11	7.5	3.5	0.100
3	+ 1.8	11	8.5	2.5	0.071
	+ 0.3	11	6.5	4.5	0.129
4	+ 1.8	11	8.2	2.8	0.080
	+ 0.3	11	4.5	6.5	0.186
5	+ 1.8	11			
	+ 0.3	11	7.0	4.0	0.114

※ 両面

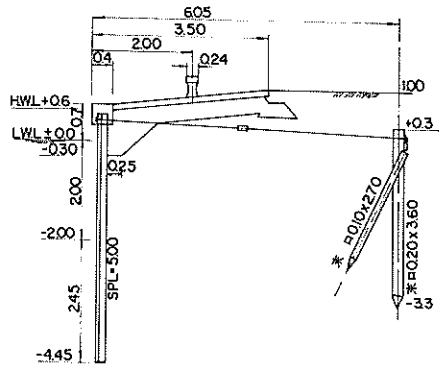
付表 3.10 G港における鋼矢板片の肉厚測定値

矢板面	孔食直径 (mm)	孔食深さ (mm)	凸凹直径 (mm)	凸凹深さ (mm)	最大肉厚 (mm)	最小肉厚 (mm)	腐食速度※ (mm/yr)
凸面	0	0	10~40	1.8~3.3	10.5	7	0 ~0.27
凹面	8~30	1.8~3.5	30~60	2~3.5	7.8	2	0.21~0.66

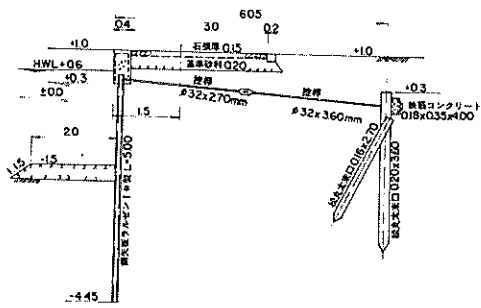
※ 両面



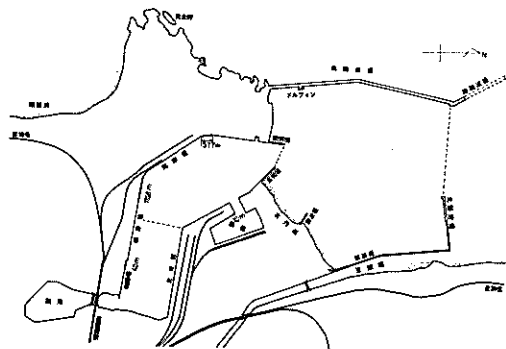
付図 2.1 七尾港における調査鋼構造物の位置図



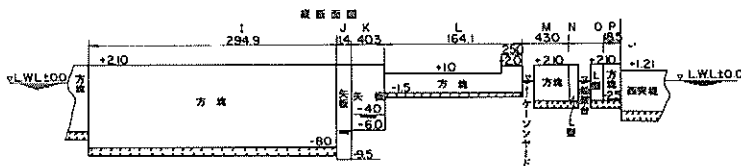
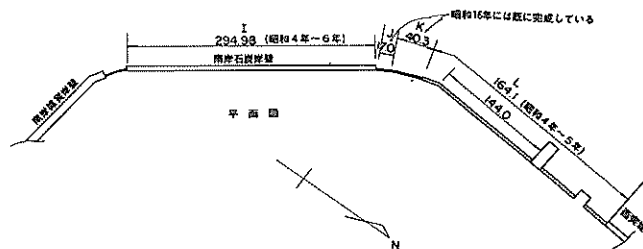
付図 2.2 七尾港 1 1号, 1 2号物揚場断面図



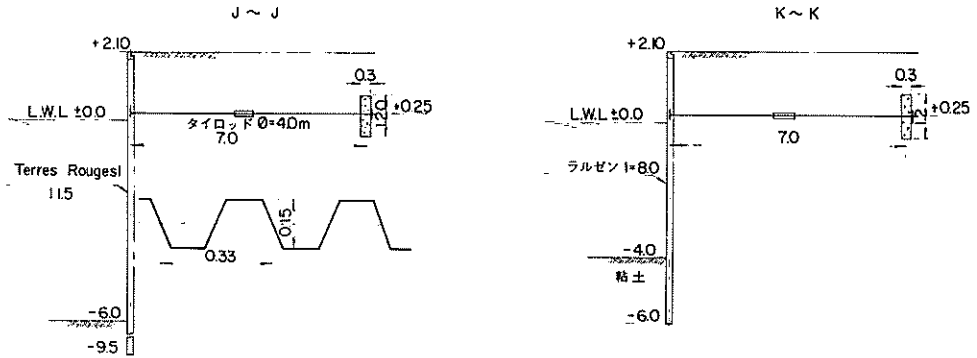
付図 2.3 七尾港 1 3号, 1 4号物揚場断面図



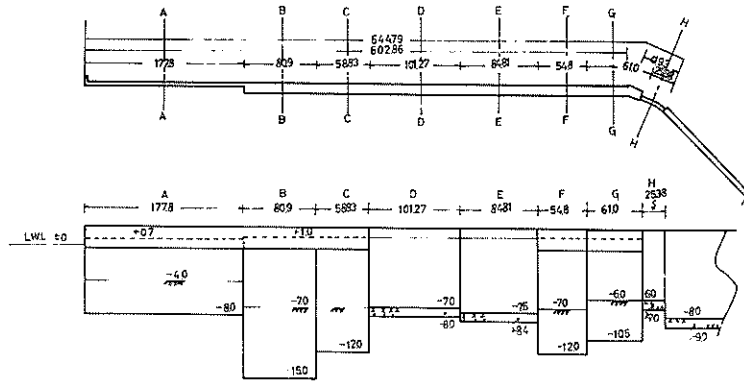
付図 2.4 留萌港における調査鋼構造物位置図



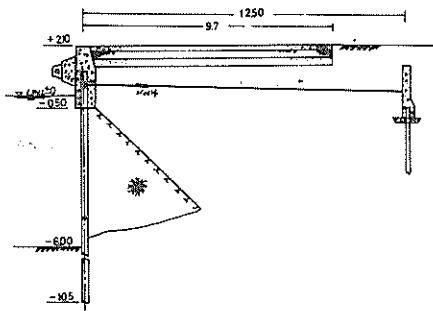
付図 2.5 留萌港における調査鋼構造物の平面図および断面図



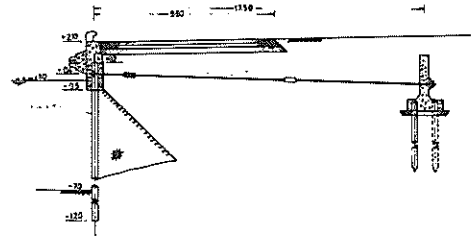
付図2.6 留萌港における調査鋼構造物の断面図



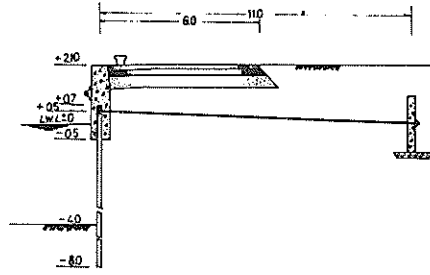
付図2.7 留萌港南岸壁平面図および縦断面図



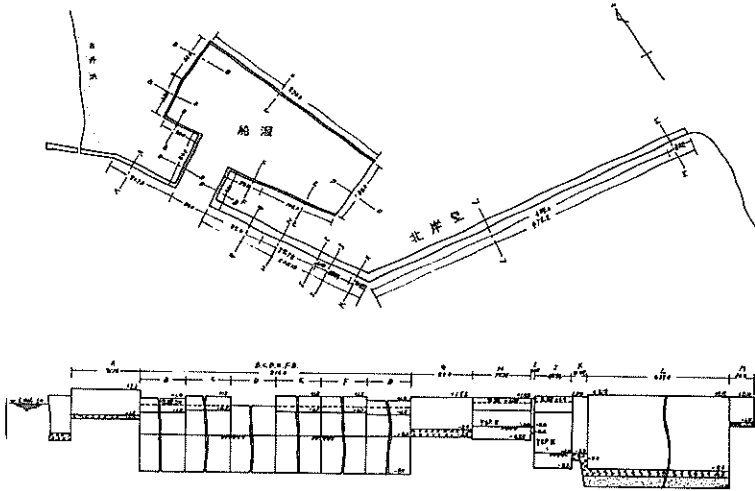
付図2.8 留萌港南岸岸壁断面図 (G断面)



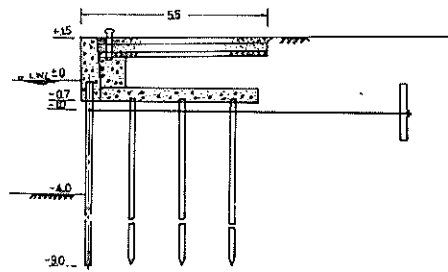
付図2.9 留萌港における南岸岸壁断面図 (F断面)



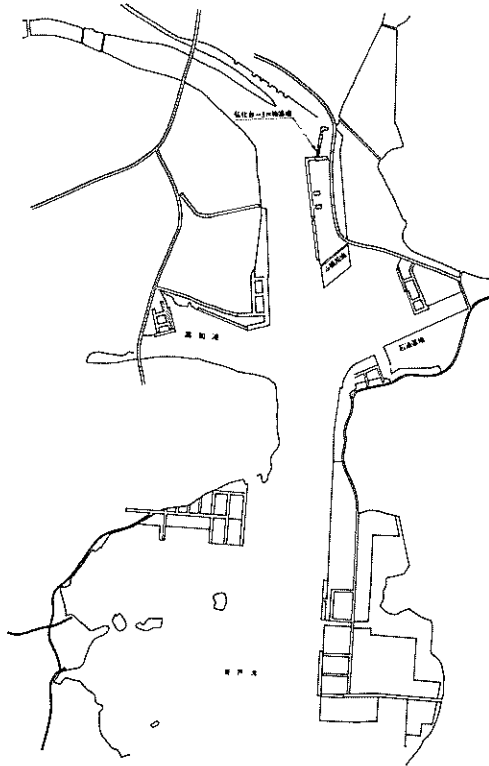
付図2.10 留萌港南岸物揚場断面図



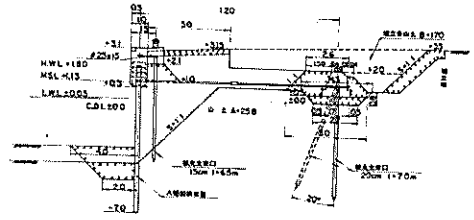
付図2.11 留萌港北岸平面図および縦断面図



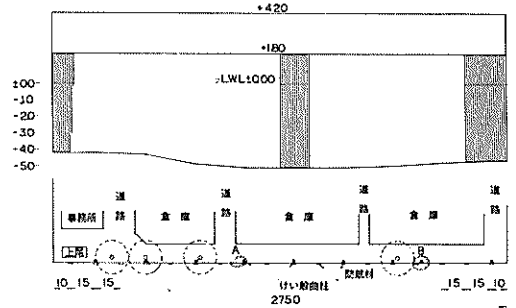
付図2.12 留萌港北岸物揚場断面図



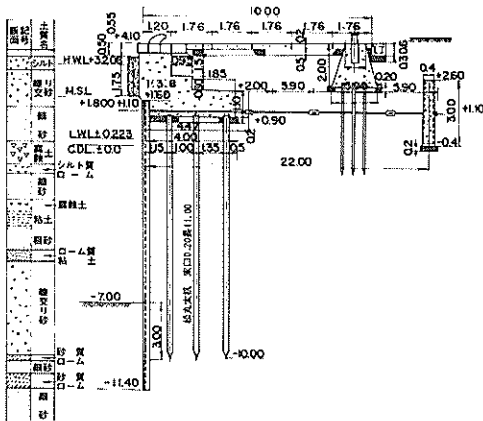
付図 2.1 3 高知港弘化台 - 3 m 物揚場位置図



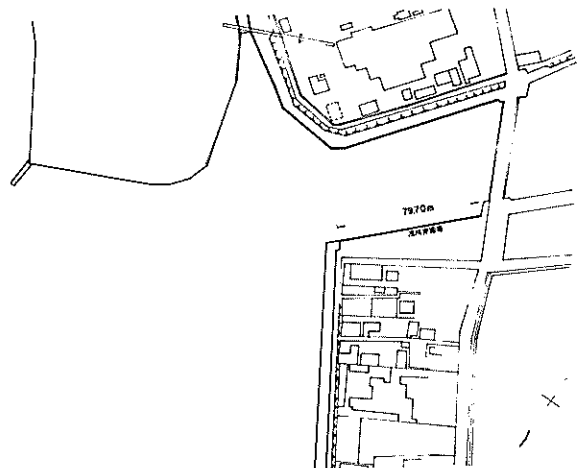
付図 2.1 4 高知港弘化台 - 3 m 物揚場断面図



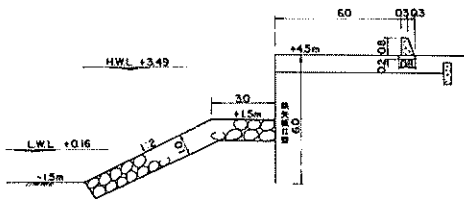
付図 2.1 5 坂出港 - 7.0 m 岸壁平面図および肉厚測定地点 (A, B)



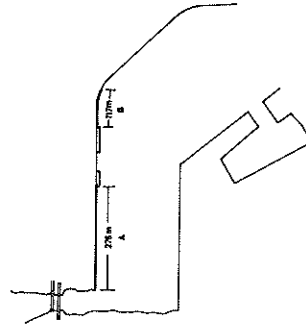
付図 2.1 6 坂出港 - 7.0 m 岸壁断面図



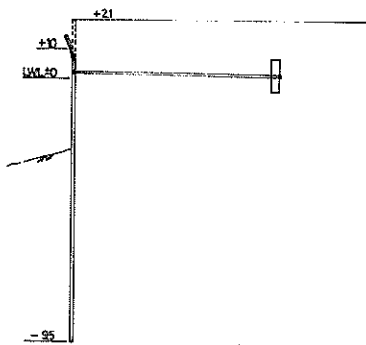
付図 2.1 7 今治港浅川荷揚場位置図



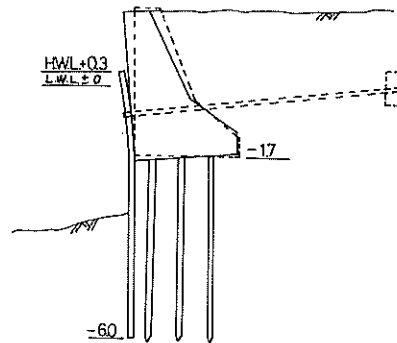
付図 2.18 今治港浅川荷揚場断面図



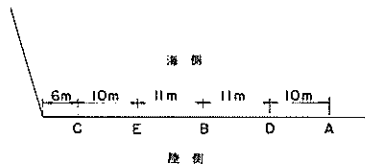
付図 2.19 留萌港S. 37年災害復旧ヶ所



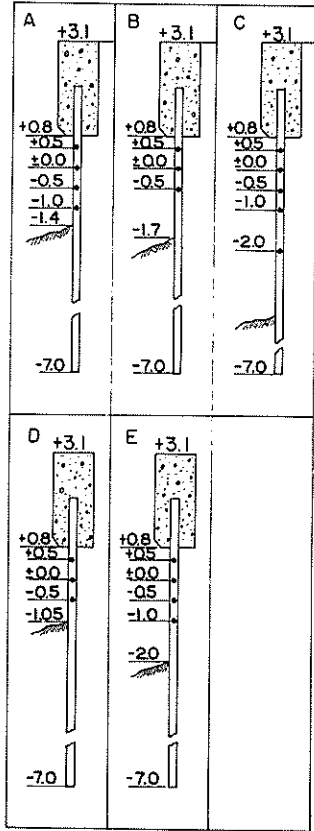
付図 2.20 留萌港南岸岸壁旧矢板



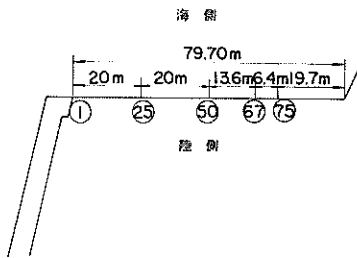
付図 2.21 留萌港南岸物揚場旧矢板



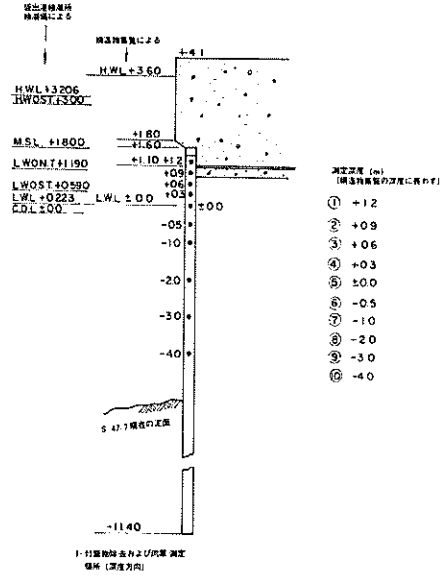
付図 2.22 高知港弘化台-3m物揚場における肉厚測定地点



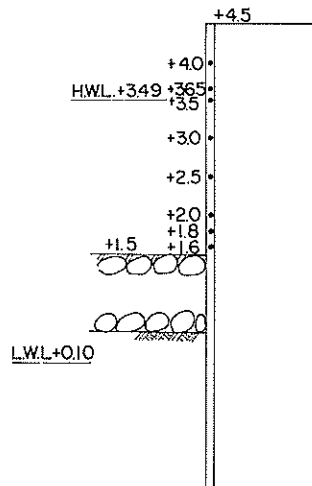
付図 2.2.3 高知港弘化台 - 3.0 m物揚場肉厚測定点 (深度方向)



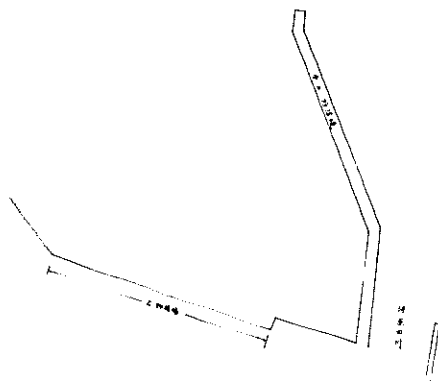
付図 2.2.5 今治港浅川荷揚場における肉厚測定点



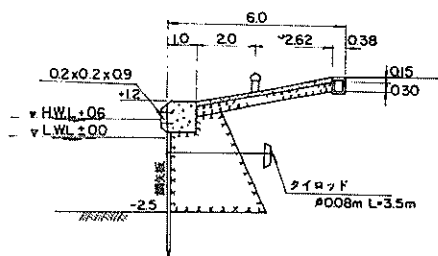
付図 2.2.4 坂出港 - 7.0 m岸壁における肉厚測定点 (深度方向)



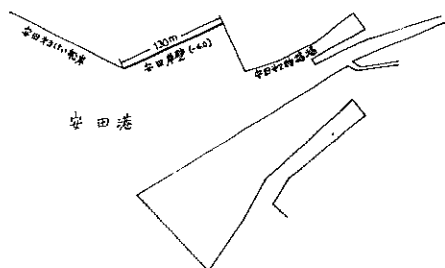
付図 2.2.6 今治港浅川荷揚場における肉厚測定点 (深度方向)



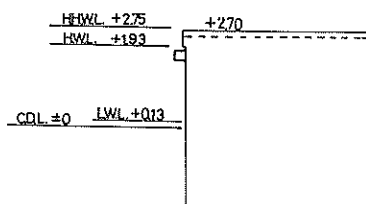
付図 3.1 輪島港乙物揚場位置図



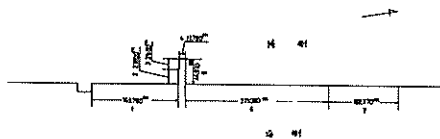
付図 3.2 輪島港乙物揚場の断面図



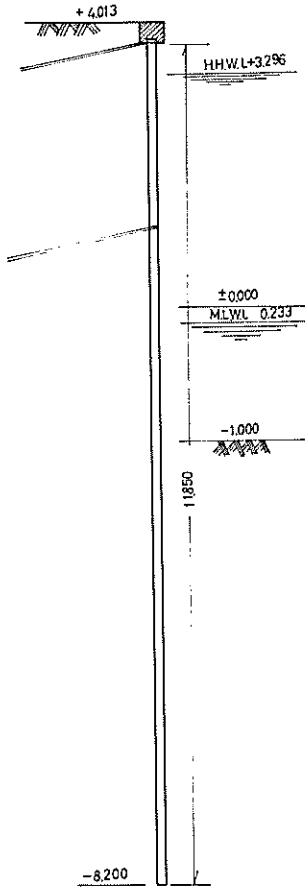
付図 3.3 安田港調査構造物位置図



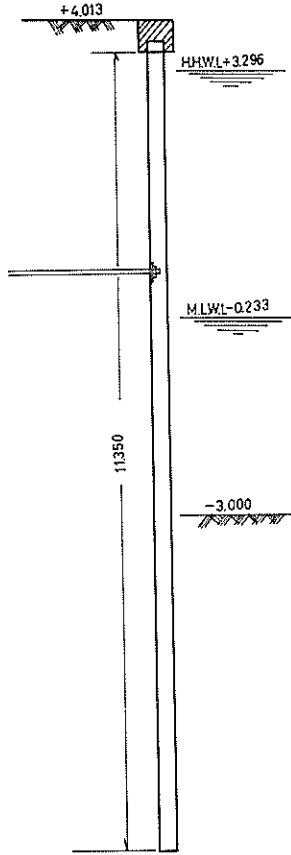
付図 3.3 安田港安田岸壁の断面図



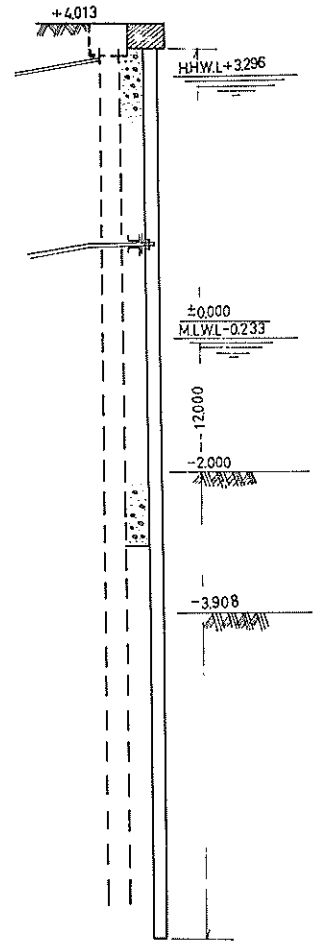
付図 3.5 N施設における鋼矢板使用ヶ所



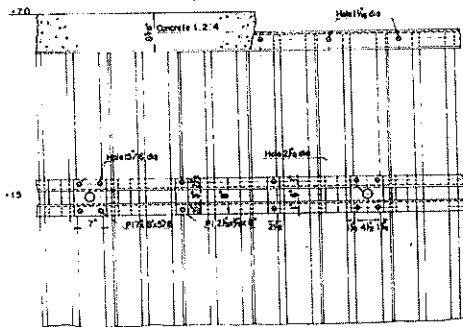
付図 3.6 N港における断面図(1)
ラルゼン I 型



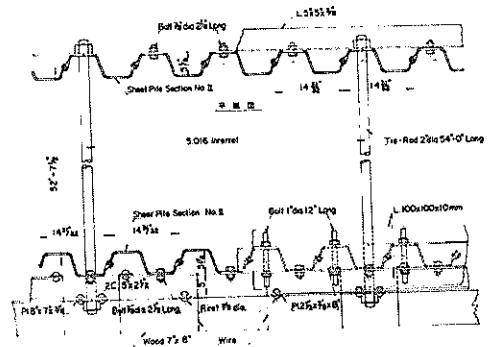
付図 3.7 N港における断面図(2)
ラルゼン II a 型



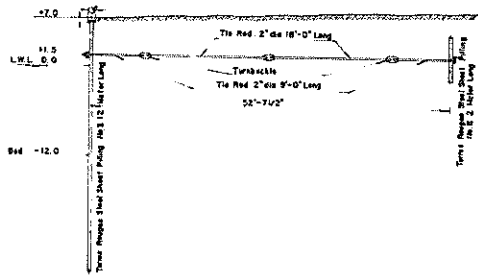
付図 3.8 N港における断面図(3)
(YSP型)



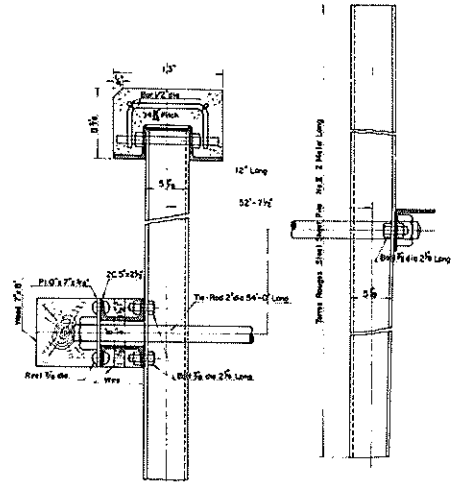
付図 3.9 片上港同和鉸業第 2 けい船岸正面図



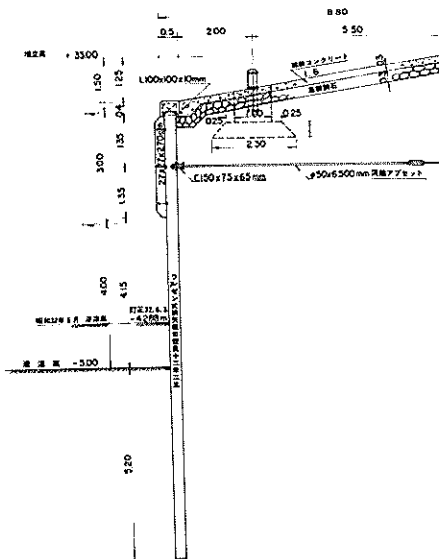
付図 3.10 片上港同和鉸業第 2 けい船岸平面図



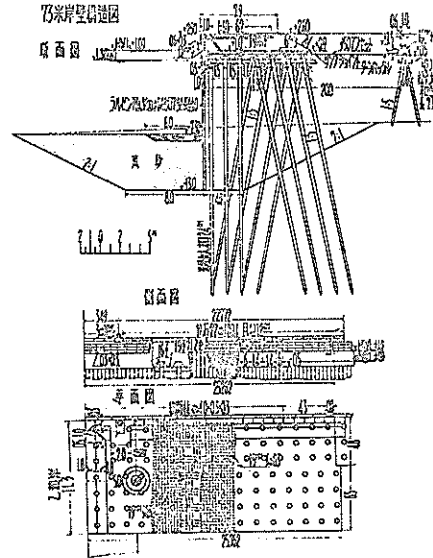
付図 3.11 片上港同和鉦業第2けい船岸断面図



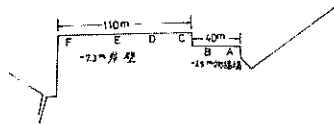
付図 3.12 片上港同和鉦業第2けい船岸取付詳細図



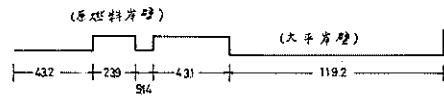
付図 3.13 水島港Aけい船岸の断面図



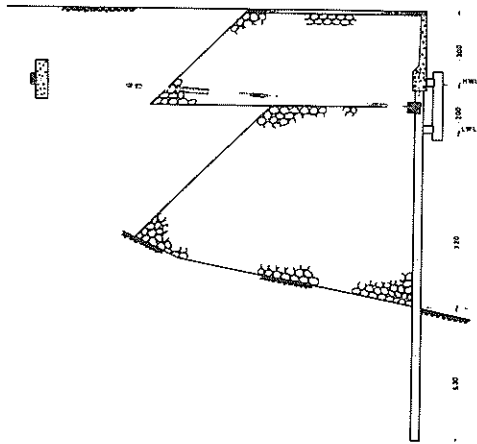
付図 3.15 萩港-7.3m岸壁構造図



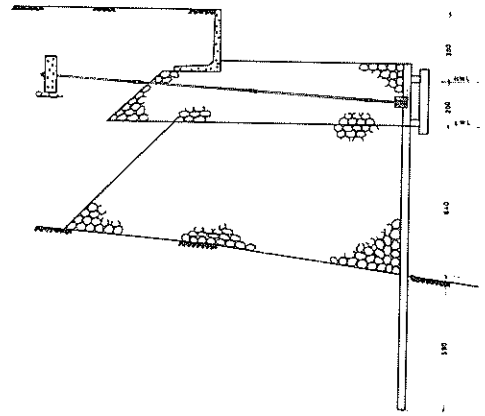
付図 3.14 萩港における調査構造物平面図



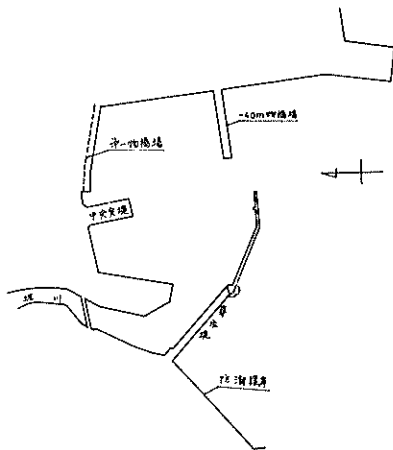
付図 3.16 津久見港調査構造物平面図



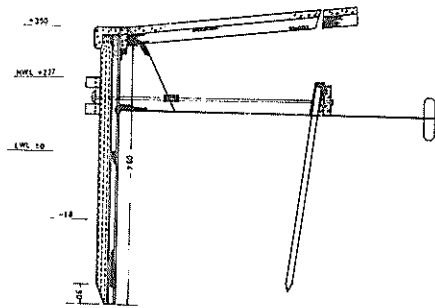
付図 3.17 津久見港小野田第2工場大平岸壁断面図



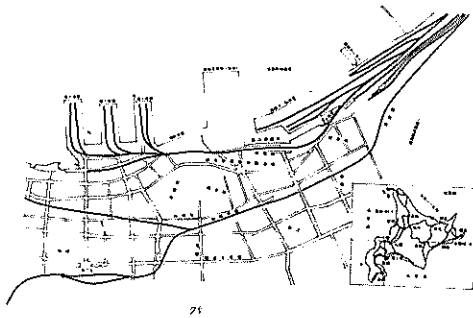
付図 3.18 津久見港小野田第2工場原燃料岸壁断面図



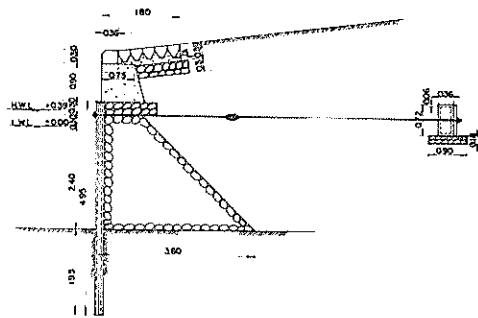
付図 3.19 油津港第一物揚場位置図



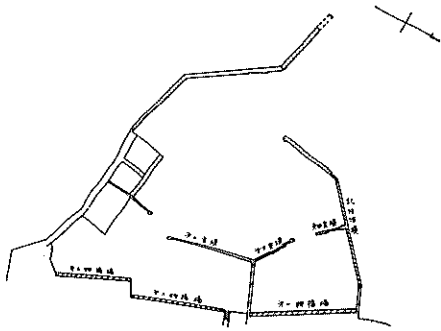
付図 3.20 油津港第一物揚場断面図



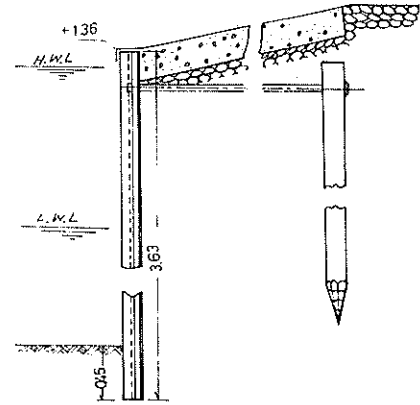
付図 3.21 小樽港信香町物揚場位置図



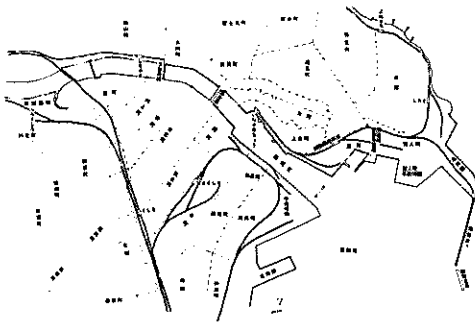
付図 3.22 小樽港信香町物揚場の断面図



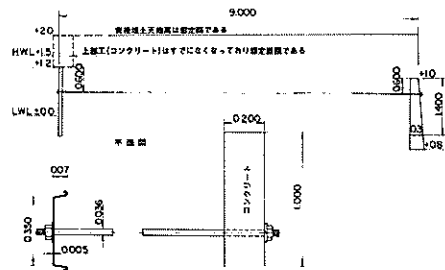
付図 3.2.3 浦河港第一, 第三物揚場位置図



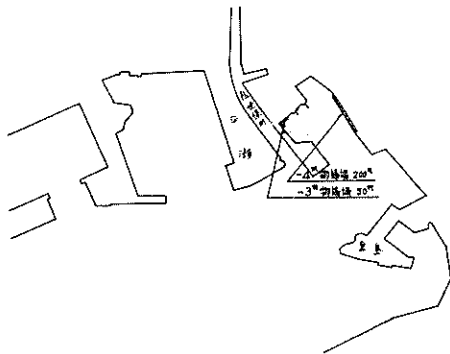
付図 3.2.4 浦河港第一, 第三物揚場断面図



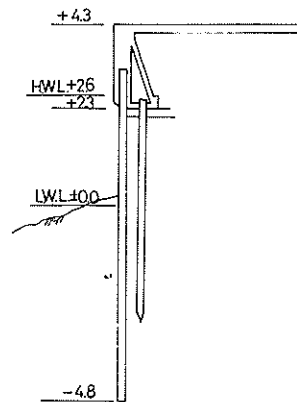
付図 3.2.5 釧路港における調査鋼構造物の位置図



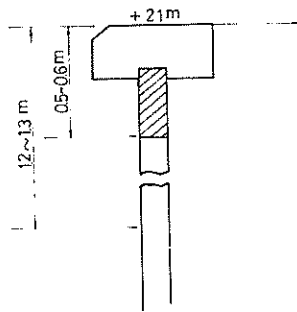
付図 3.2.6 大町地区(弊舞橋下流左岸約80m)護岸断面図



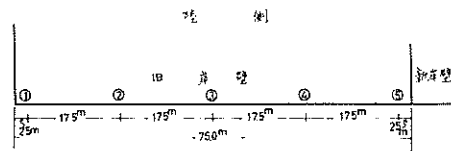
付図 3.2.7 佐世保港 - 3m物揚場位置図



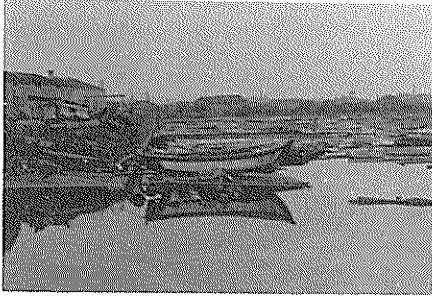
付図 3.2.8 G港岸壁断面図



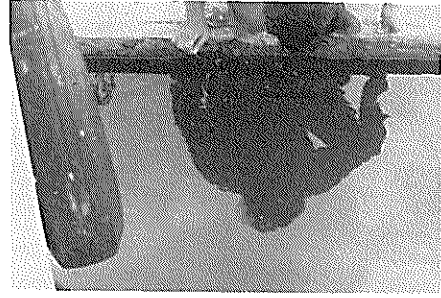
付図 3.29 片上港における肉厚測定ヶ所
(斜線：腐食がはげしい)



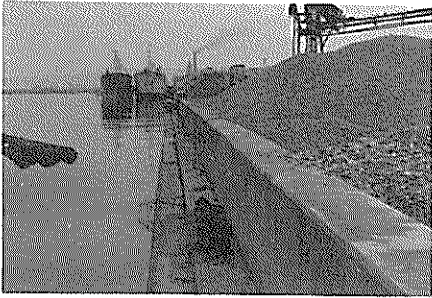
付図 3.30 水島港 A 施設の肉厚測定地点 (S. 45 年)



(1)



(5)



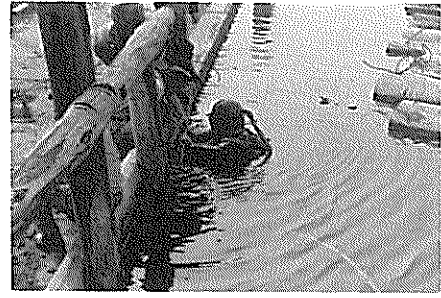
(2)



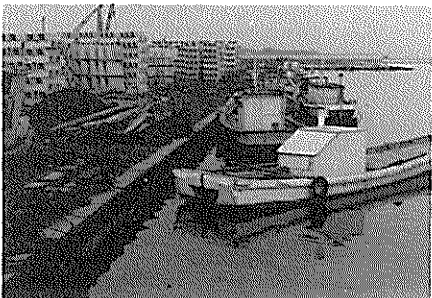
(6)



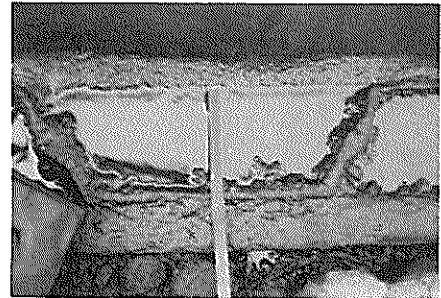
(3)



(7)

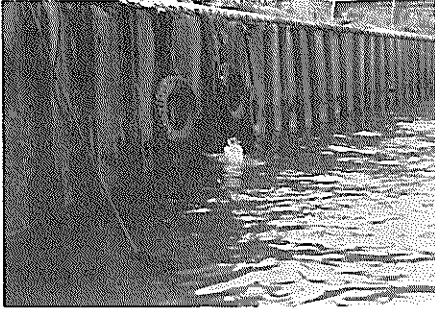


(4)



(8)

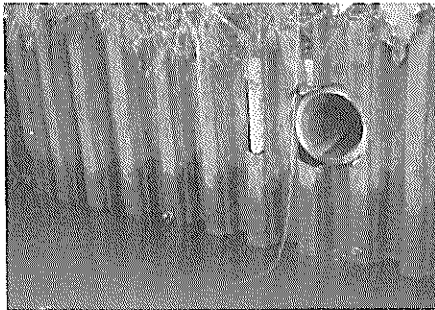
写真2.1 七尾港第11号~14号物揚場



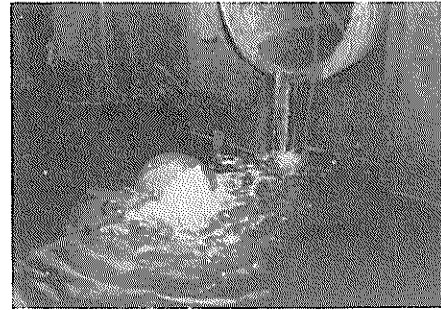
(1)



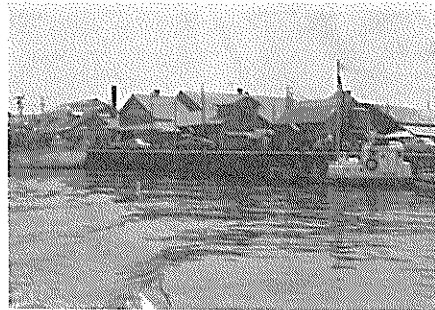
(5)



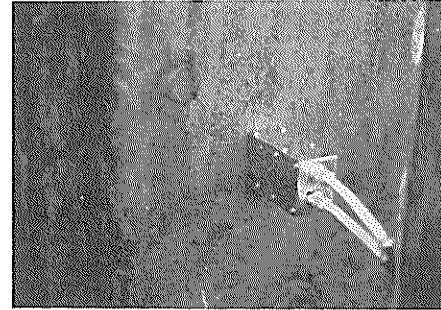
(2)



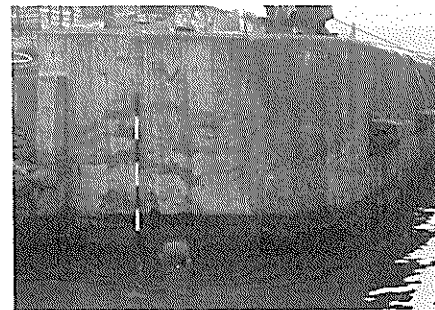
(6)



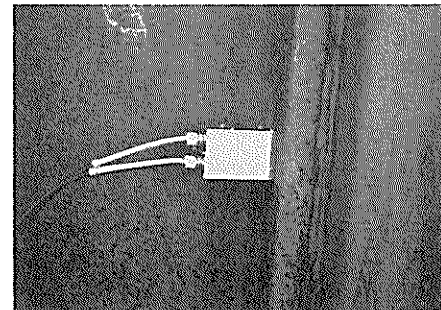
(3)



(7)

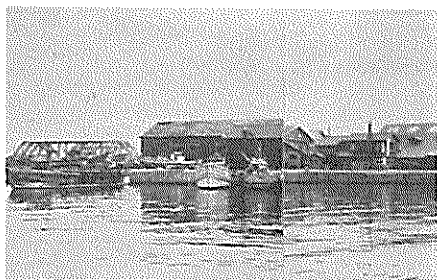


(4)

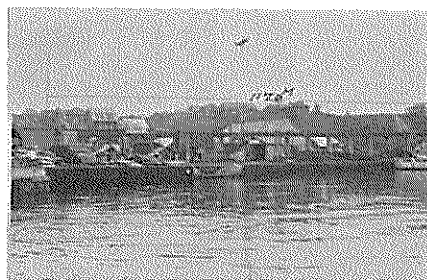


(8)

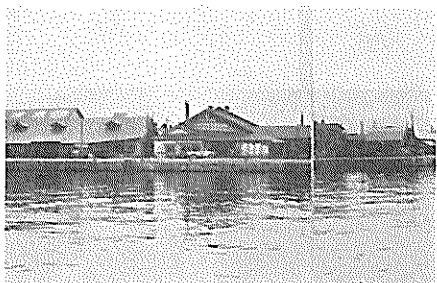
写真 2.2 留萌港における調査鋼構造物



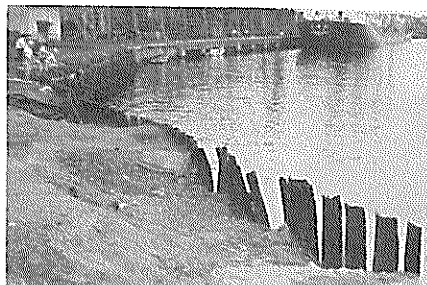
(1)



(5)



(2)



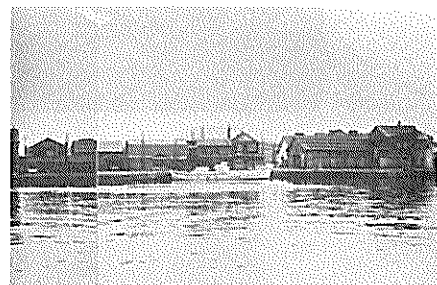
(6)



(3)

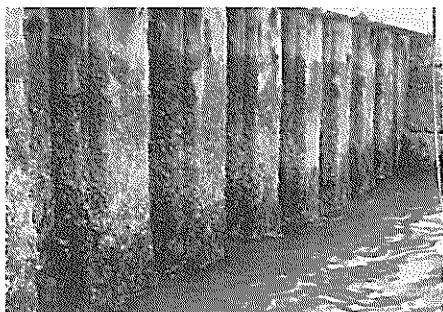


(7)

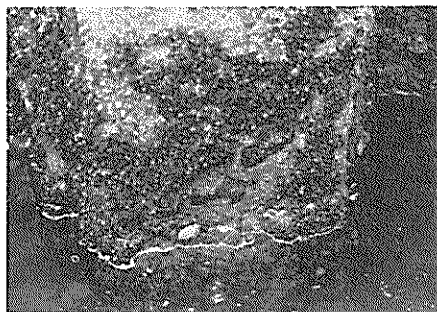


(4)

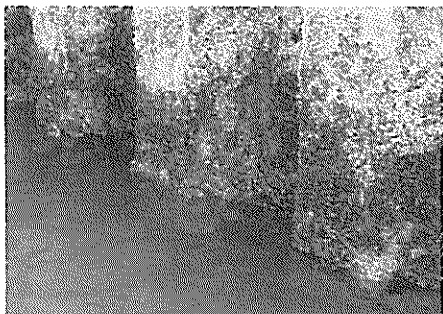
写真 2.3 留萌港旧南岸構造物



(1)



(4)



(2)



(5)

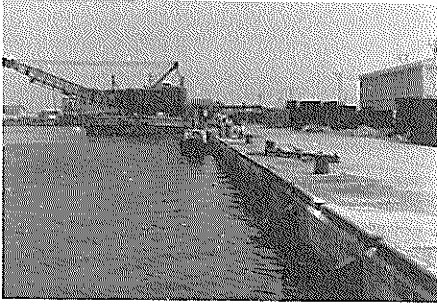


(3)

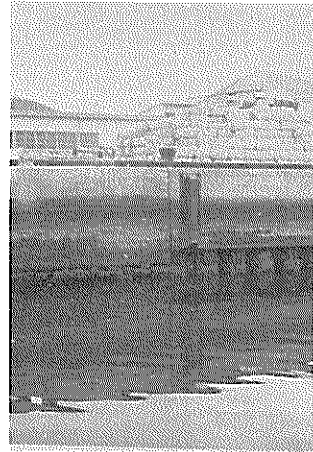


(6)

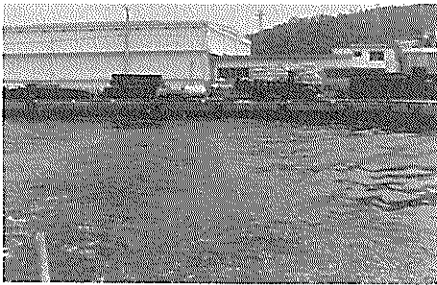
写真 2.4 橘港 A けい船岸



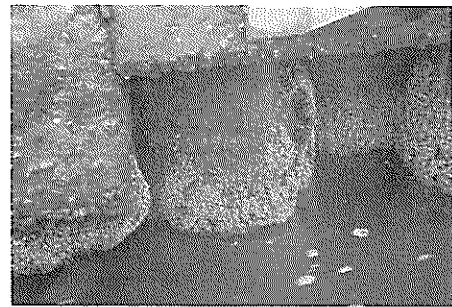
(1)



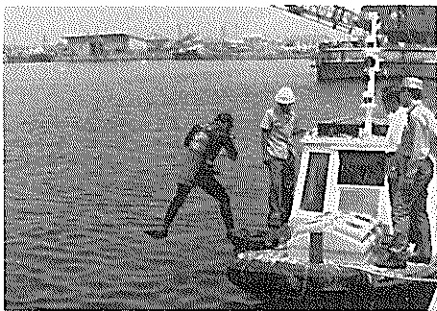
(4)



(2)

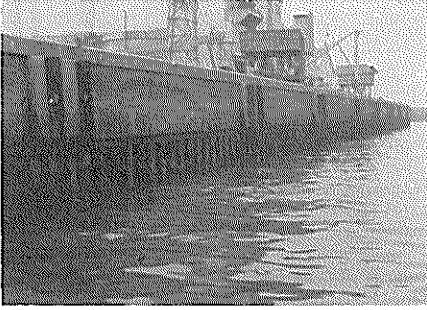


(5)

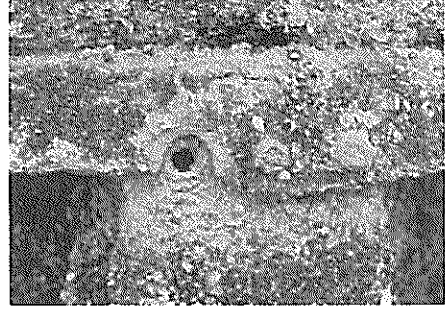


(3)

写真2.5 高知港弘化台-3m物揚場



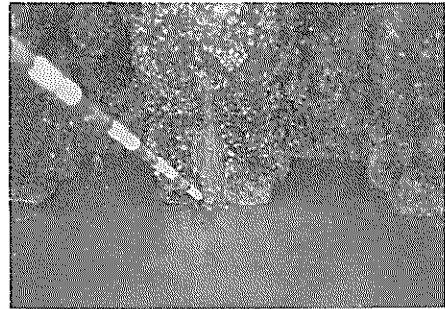
(1)



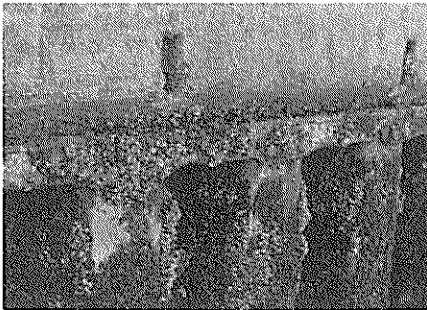
(5)



(2)



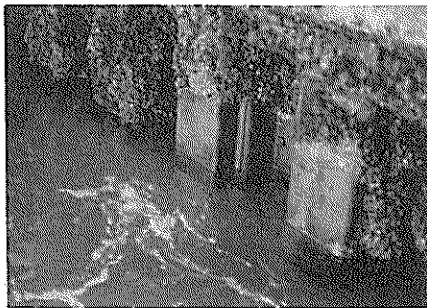
(6)



(3)



(7)



(4)

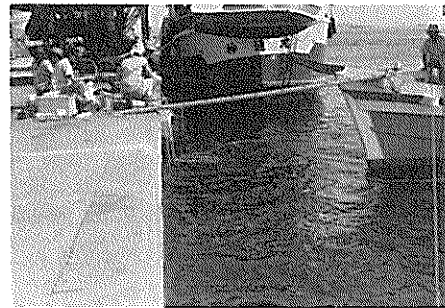
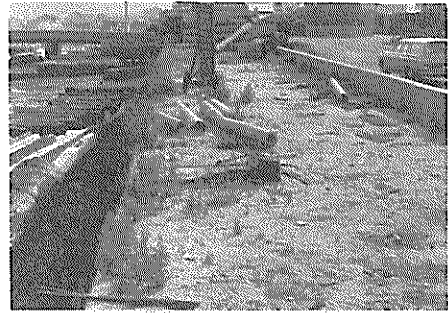


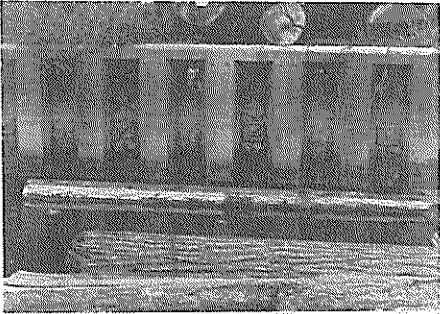
写真2.6 坂出港 - 7.5 m岸壁



(1)



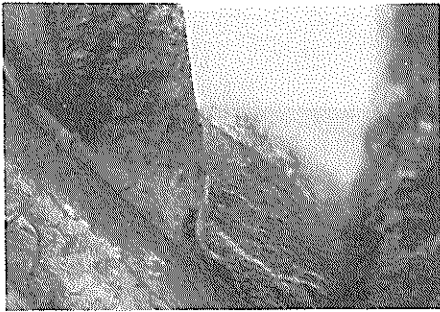
(5)



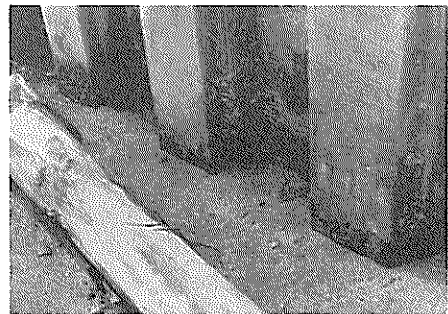
(2)



(6)



(3)



(7)

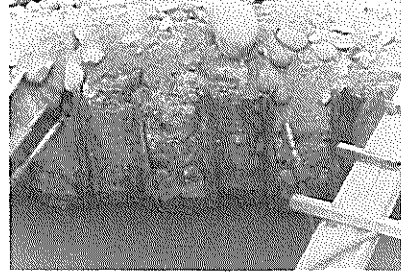


(4)

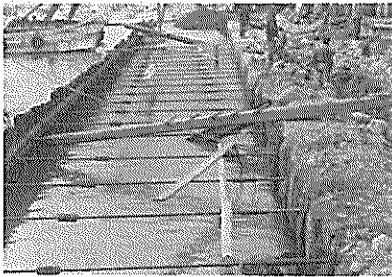
写真2.7 今治港浅川荷揚場



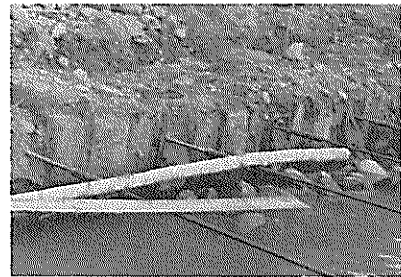
(1)



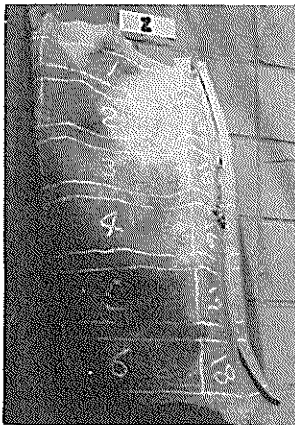
(2)



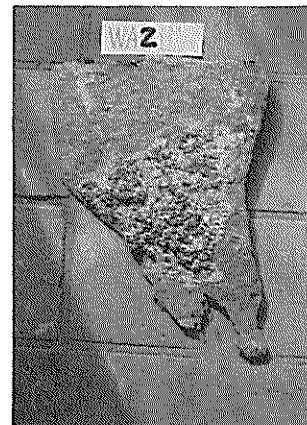
(3)



(4)

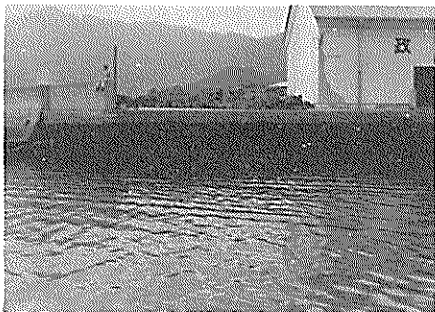


(5)



(6)

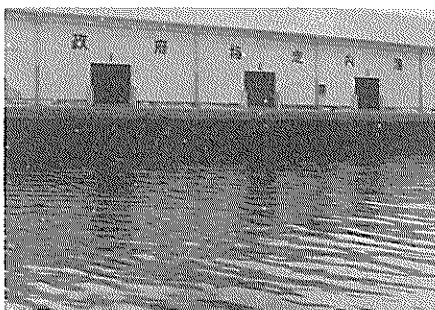
写真 3.1 輪島港乙物揚場



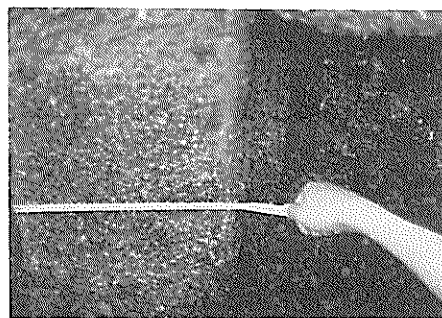
(1)



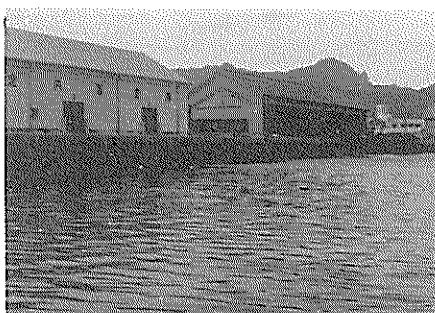
(6)



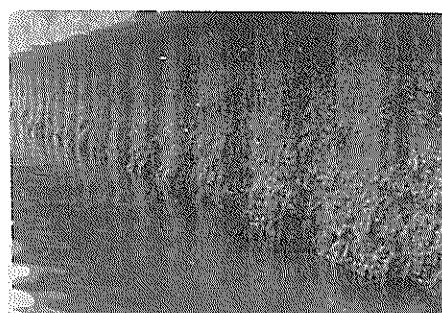
(2)



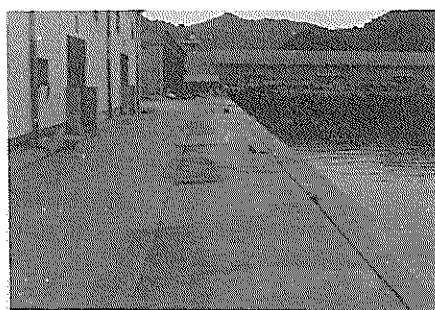
(7)



(3)

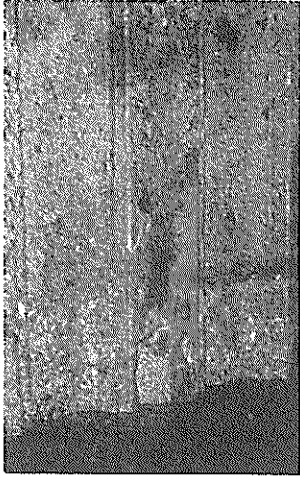


(8)

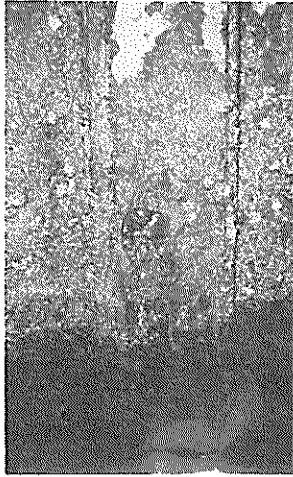


(4)

写真 3.2 安田港安田岸壁



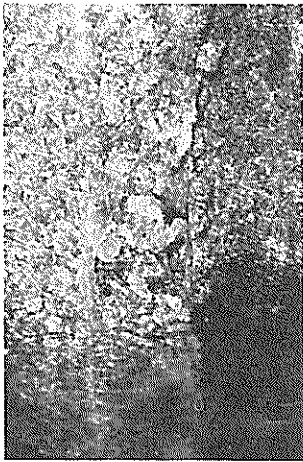
(1)



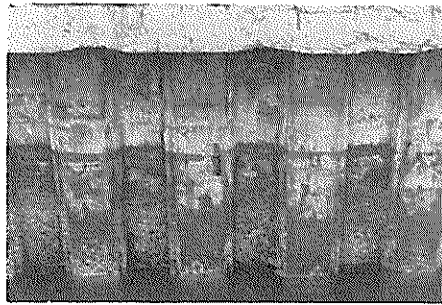
(2)



(3)



(4)

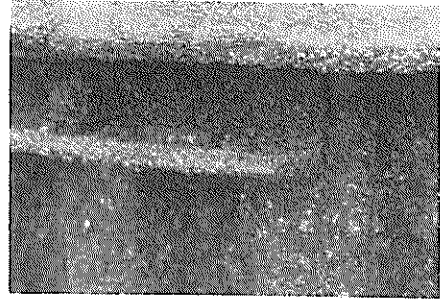


(5)

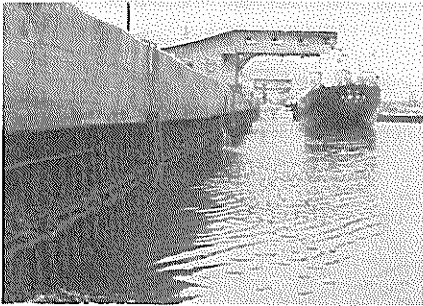
写真 3.3 N 港施設 № 1 ~ № 7



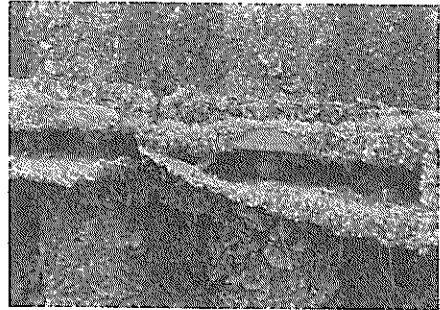
(1)



(5)



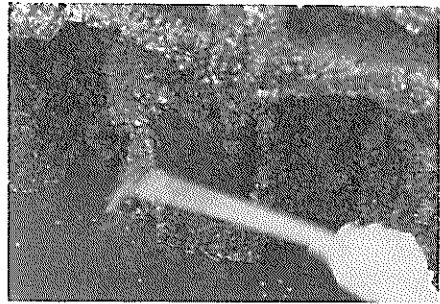
(2)



(6)



(3)



(7)



(4)

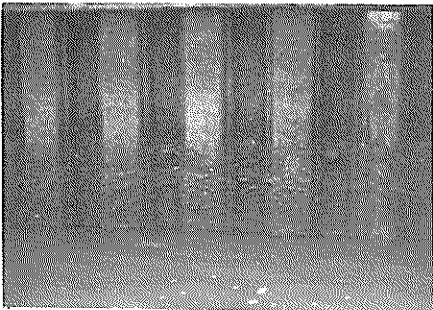


(8)

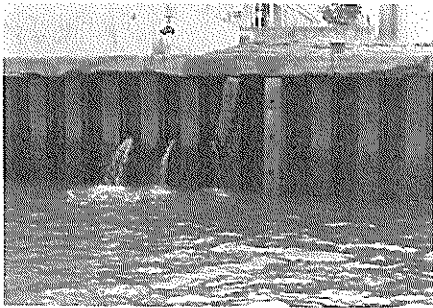
写真3.4 片上港同和鉱業第2けい船岸



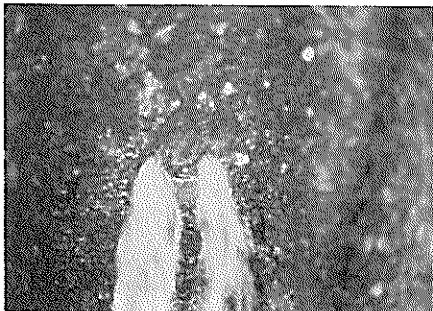
(1)



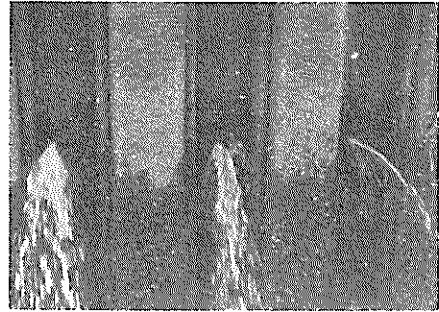
(2)



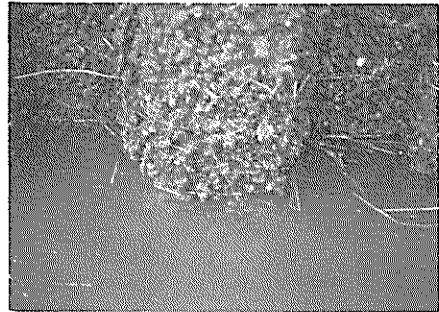
(3)



(4)



(5)

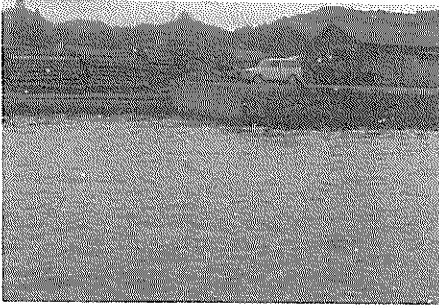


(6)

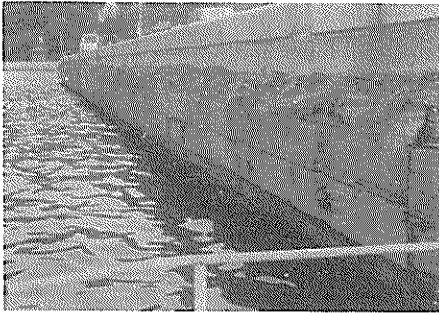


(7)

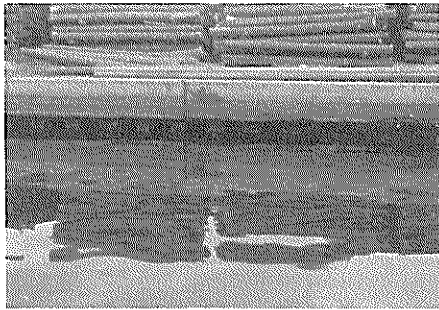
写真 3.5 水島港 A けい船岸



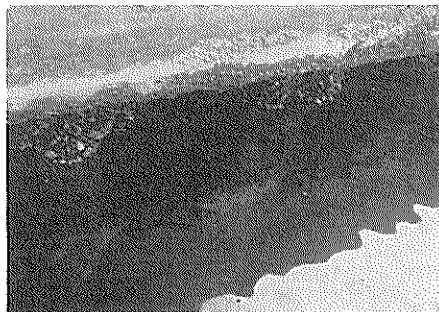
(1)



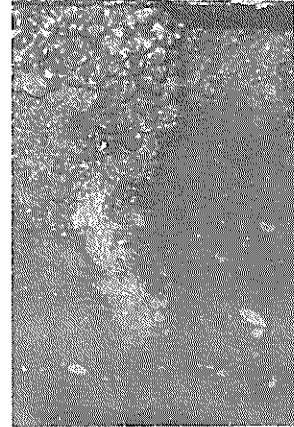
(2)



(3)



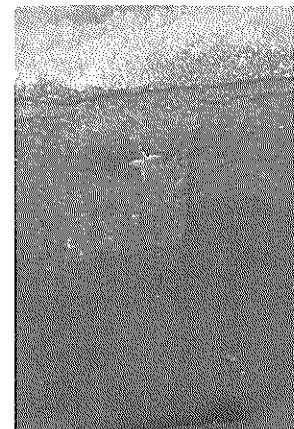
(4)



(5)

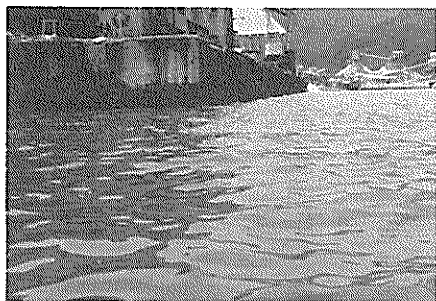


(6)



(7)

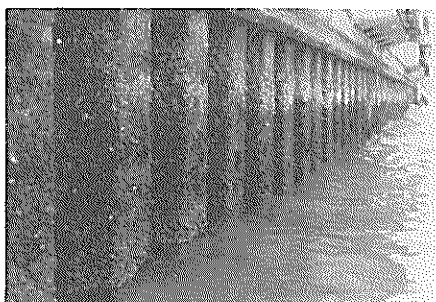
写真 3.6 萩港 - 7.3 m 岸壁および - 3.5 m 物揚場



(1)



(5)



(2)



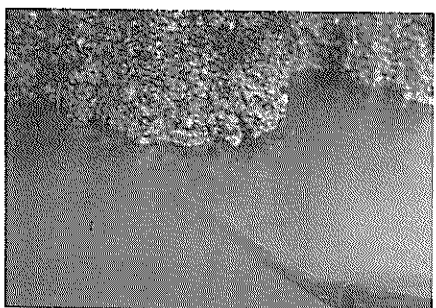
(6)



(3)

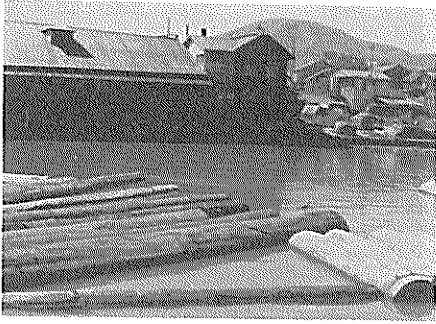


(7)

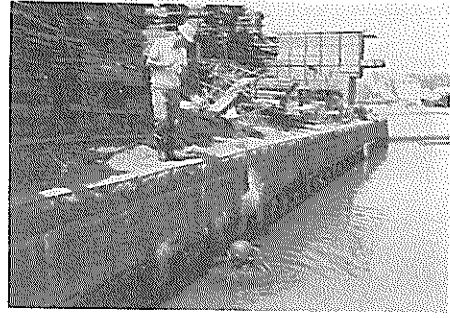


(4)

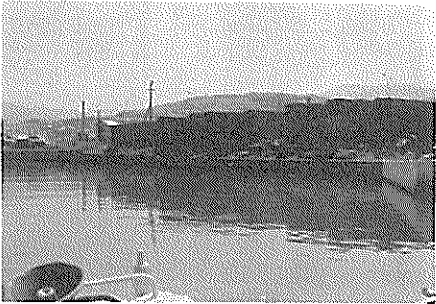
写真 3.7 津久見港小野田第 2 工場大平岸壁および原燃料岸壁



(1)



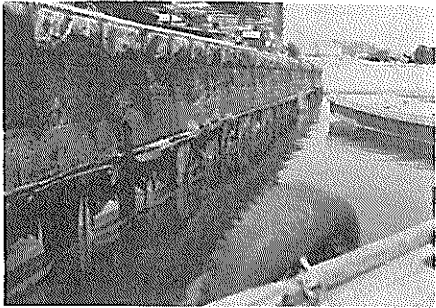
(5)



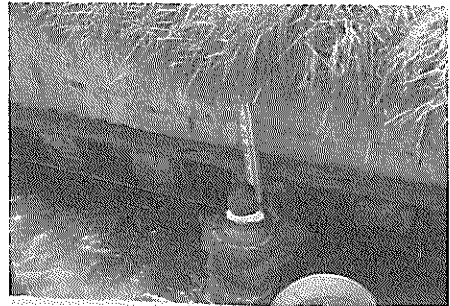
(2)



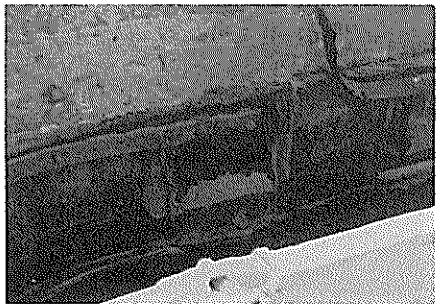
(6)



(3)



(7)

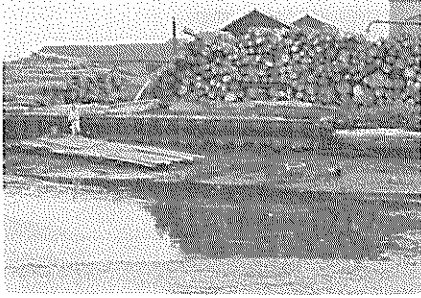


(4)

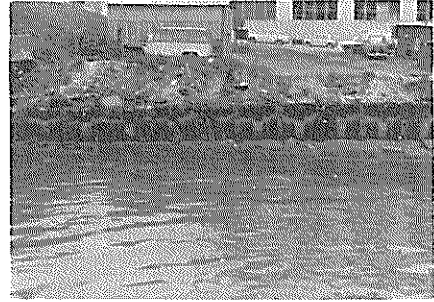


(8)

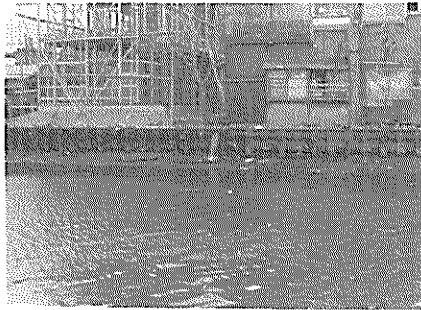
写真 3.8 小樽港 信香町物揚場



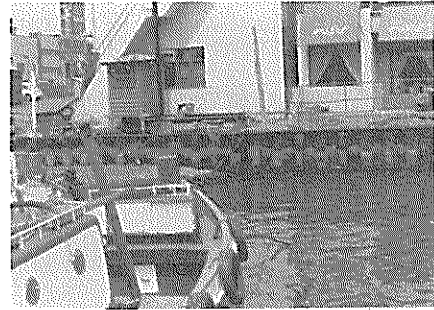
(1)



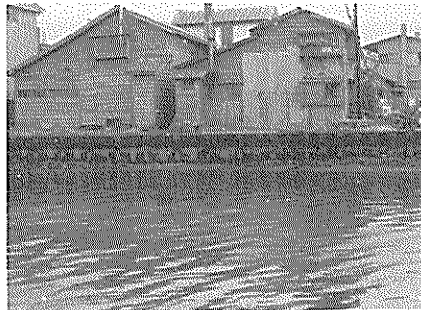
(5)



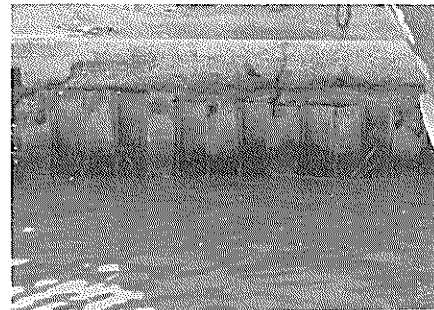
(2)



(6)



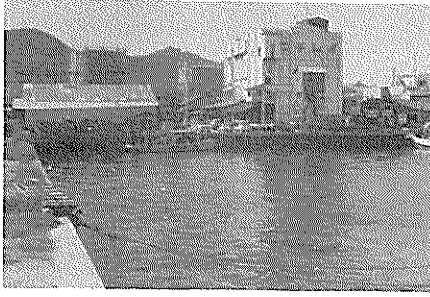
(3)



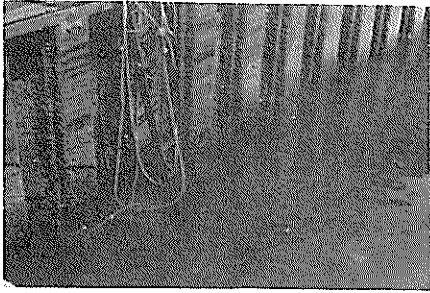
(7)



写真 3.9 釧路港鋼矢板構造物



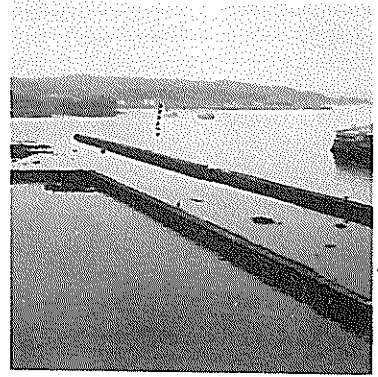
(1)



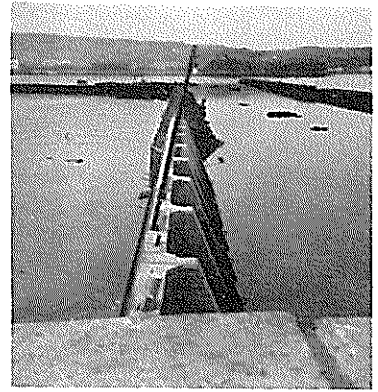
(2)



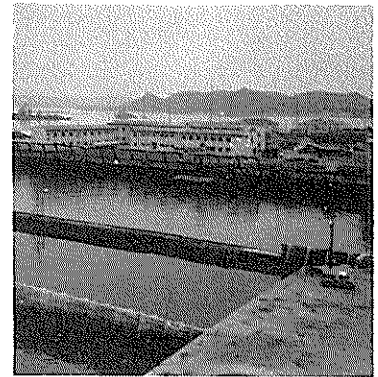
(3)



(4)



(5)



(6)

写真 3.10 佐世保港 - 3m物揚場

港湾技研資料 No.147

1972・12

編集兼発行人 運輸省港湾技術研究所

発行所 運輸省港湾技術研究所
横須賀市長瀬3丁目1番1号

印刷所 日青工業株式会社