

#12

港湾技研資料

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

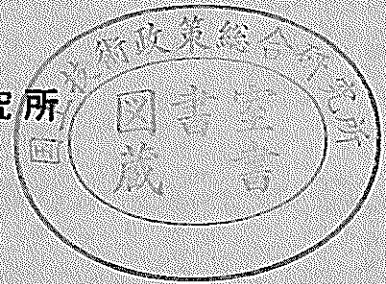
No. 99 June 1970

港湾鋼構造物の腐食調査（第3報）

—下北埠頭—5.5m 岸壁および富山港—7.5m
岸壁、—3.0m 物揚場の腐食調査—

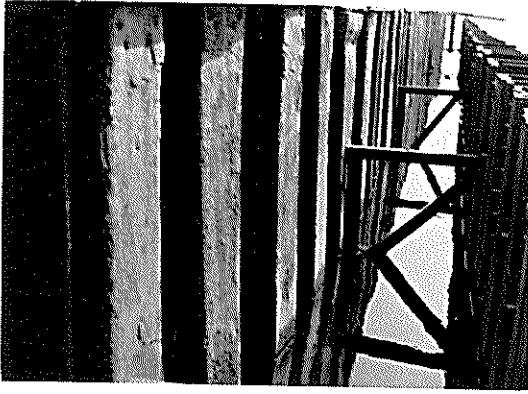
善 一 章
阿 部 正 美

運輸省港湾技術研究所

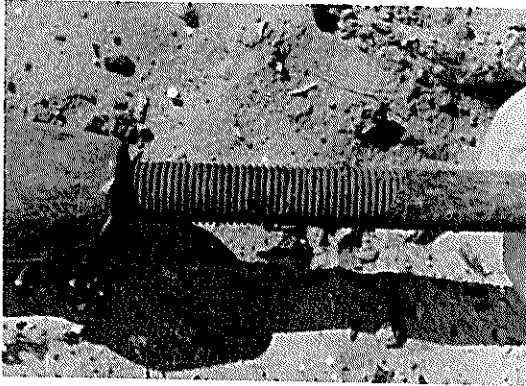


港湾技研資料 No. 99 正誤表

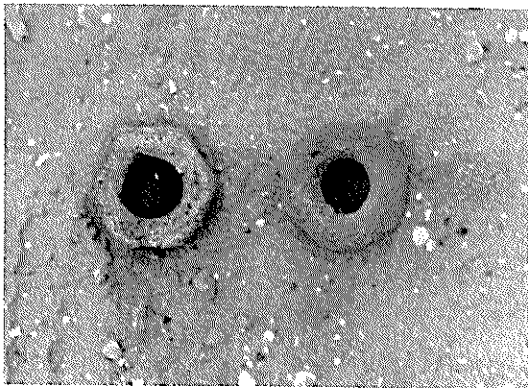
頁	誤	正
グラビア 左下	固定するロッド	固定するナット
6 図 2.6	Larrsen	Larssen
25 左下から1行目	0.04 mm /yr	0.004 mm /yr
46 表 3.7	タイロッド	タイロッド
62 表 3.2.3	超音波式探傷厚め計	超音波式探傷厚み計



海面上の鋼矢板面 (左側)
(下北埠頭—5.5m 岸壁、40年経過)



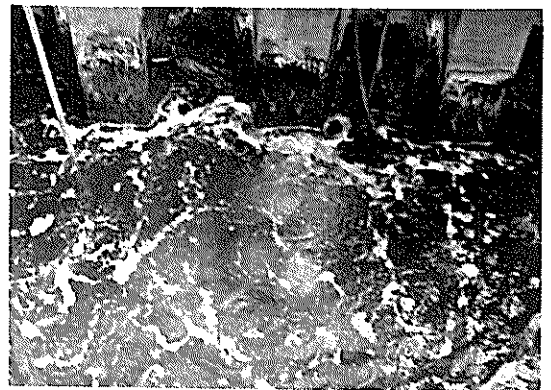
回収したタイロッド
(下北埠頭—5.5m 岸壁、40年経過)



タイロッドを錨定板へ固定するロッド
(下北埠頭—5.5m 岸壁、40年経過)
左：回収時タイロッドに接触していた
ナット
右：回収時タイロッドからはずれて
いたナット



鋼矢板の引き抜き
(富山港—3.0m 物揚場、11年経過)



海面上の鋼矢板面
(富山港—7.5m 岸壁、34年経過)

港湾鋼構造物の腐食調査（第3報）

— 下北埠頭 - 5.5 m 岸壁および富山港 - 7.5 m 岸壁，
- 3.0 m 物揚場の腐食調査 —

目 次

1. ま え が き	3
2. 下北埠頭 - 5.5 m 岸壁の腐食調査（鋼矢板，タイロッド）	4
3. 富山港 - 7.5 m 岸壁， - 3.0 m 物揚場の腐食調査（鋼矢板，タイロッド）	29
4. あ と が き	98
参 考 文 献	99

Corrosion Survey of Steel Structures at Harbors (3rd Report)

Corrosion Survey of Steel Structures at Shimokita Wharf and Toyama Harbor

Kazuaki Zen*, Masami Abe**

Synopsis

We carried out at - 5.5 m quay wall (after 40 years) at Shimokita Wharf and - 7.5 m quay wall (after 30 years) and - 3.0 m lighter wharf (after 10 - 11 years) at Toyama Harbor both the non-destructive corrosion survey with new ultrasonic thickness meters (resonance and pulse echo types for underwater use) and the destructive corrosion survey using steel pieces cut from steel structures. Since it was assumed that - 3.0 m lighter wharf had temporarily contacted with fresh water, furthermore, steel sheet piles were extracted to inspect the effect of fresh water on corrosion of steel structure, and the following results were obtained:

- (1) Corrosion rate of sheet pile at H.W.L. at - 5.5 m quay wall was 0.1 mm/yr (two sides) and pitting factor between 1 and 2.
- (2) With respect to tie rod at - 5.5 m quay wall, a valuable sample on both macro- and micro-corrosion phenomena was obtained.
- (3) Corrosion rate of sheet pile in sea water at - 7.5 m quay wall was less than 0.05 mm/yr (two sides).
- (4) On the other hand, at - 3.0 m lighter wharf corrosion rate of outward sheet pile with respect to shore at - 0.4 m alone was more greater than others.

* Senior Research Engineer, Structures Division

** Member, Structures Division

港湾鋼構造物の腐食調査（第3報）

— 下北埠頭—5.5 m岸壁および富山港—7.5 m岸壁， —3.0 m物揚場の腐食調査—

善 一章*，阿部正美**

要 旨

下北埠頭—5.5 m岸壁（40年）、富山港—7.5 m岸壁（34年）および—3.0 m物揚場（10～11年）において超音波式共振厚み計（水中用）と超音波式探傷厚み計（水中用）による非破壊調査と切り取り片による破壊調査が行なわれた。その他、富山港—3.0 m物揚場では一時淡水に接したことが考えられるので、その影響を見るために鋼矢板の引き抜きも行なった。

調査結果は次の通り。

- (1) —5.5 m岸壁のH.W.L.の鋼矢板腐食速度は0.1 mm/yr（両面）であり、孔食係数は1～2であった。
- (2) —5.5 m岸壁のタイロッドについてマクロ腐食とミクロ腐食に関する貴重な資料を得た。
- (3) —7.5 m岸壁の海水中鋼矢板の腐食速度は0.05 mm/yr以下（両面）であった。
- (4) これに対して、—3.0 m物揚場では凸鋼矢板の—0.4 m付近の腐食速度のみが大きかった。

1. ま え が き

従来の港湾鋼構造物の腐食調査はもっぱら厚み計（水中用）により鋼矢板の現有肉厚を測定し、これを用いて腐食速度を算出する非破壊調査が行なわれてきた。しかし第1報¹⁾で示したようにいろいろな問題があるため、新しく作られた超音波式厚み計による非破壊調査と切り取りまたは引き抜いた鋼材について調査する破壊調査を含む調査方法で、既設鋼構造物の腐食調査を昭和42年度より実施している。¹⁾²⁾これに対して下北埠頭の—5.5 m岸壁は昭和3年に輸入鋼矢板を用いて旧函館定温岸壁として建設されたもので、昭和43年まで無防食で40年経過しており恰好の調査対象である。一方、下北埠頭は日本原子力船開発事業団によって日本における最初の原子力船の母港として生れかわることになり、改造工事が昭和43年度から開始されることになった。なお、昭和43年5月16日の十勝沖地震により多少の被害を生じたが、改造工事は予定通り昭和43年度に行なわれた。

このため40年経過した下北埠頭—5.5 m岸壁の腐食

調査の実施を昭和43年度の研究協議会へ運輸省港湾技術研究所より提出した。この結果、研究協議会において下北埠頭の腐食調査が承認されたので日本原子力船開発事業団などの協力を得て昭和43年6月～12月にかけて調査を行なった。

一方、運輸省第1港湾建設局・伏木富山港工事事務所では昭和42～43年度に富山港—7.5 m岸壁を、また昭和44年度は富山港—3.0 m物揚場の改造を行なうことになった。富山港は岩瀬運河と富岩運河に通じており、また西防波堤の北側には神通川が流れている。この神通川の淡水が昭和30年代には富岩運河の河口付近に流れ込み、—3.0 m物揚場の鋼矢板に淡水が接していた形跡がある。したがって、運河または川に接する港内の鋼矢板構造物の腐食量を正確に測定するために、富山港—7.5 m岸壁と—3.0 m物揚場の改造の機会に破壊調査を主とした腐食調査の実施を昭和42、43、44年度の研究協議会に運輸省港湾技術研究所より提出した。富山港における腐食調査が研究協議会で承認されたので運輸省第

* 構造部 主任研究官

** 構造部

1 港湾建設局・伏木富山港工事事務所の協力を得て-7.5 m岸壁と-3.0 m物揚場の調査を昭和42年～昭和44年に実施した。このうち、昭和42年は-7.5 m岸壁（上流部）のタイロッドの腐食調査で、調査結果は第1報¹⁾に報告されている。

本報は下北埠頭-5.5 m岸壁の調査結果および昭和43年に実施した-7.5 m岸壁（下流部）、-3.0 m物揚場の調査結果と昭和44年に実施した-3.0 m物揚場の調査結果である。

2. 下北埠頭-5.5 m岸壁の腐食調査（鋼矢板タイロッド）

2・1 調査対象鋼構造物

調査対象鋼構造物は表2・1のように水深-5.5 mの

鋼矢板岸壁で、これの位置図は図2・1、断面図は図2・2、外観は図2・3の通りである。ただし、図2・3は十勝沖地震後約1カ月経過したときの外観で、すでに旧鋼矢板前面に新鋼矢板が改造工事のために打込まれている。

表2・1 調査鋼構造物

施設名	水深 (m)	鋼 矢 板					タイロッド				施工 年	測定 年	
		タイプ	肉厚 (mm)		長さ (m)	期間 (yr)	防食	外径 (mm)	長さ (m)	期間 (yr)			防食
			平端部	側面部									
下北埠頭	-5.5	ラルゼン30	10.5	10.0	12.0	40	なし	38.1	11.3	40	(塗料)	S・3	S・43

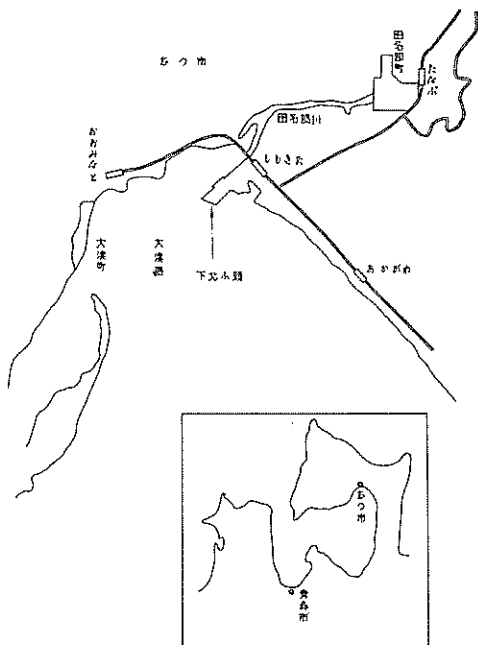


図2・1 下北埠頭位置図

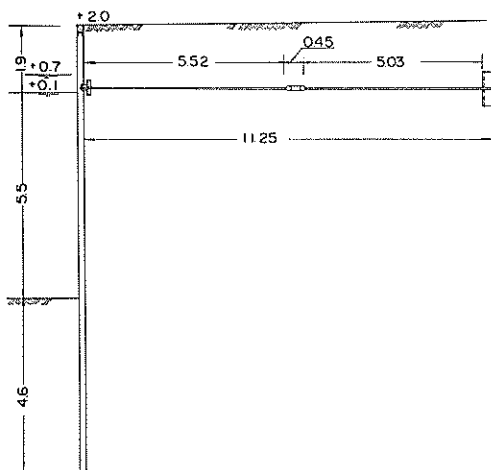


図2・2 断面図（下北埠頭）

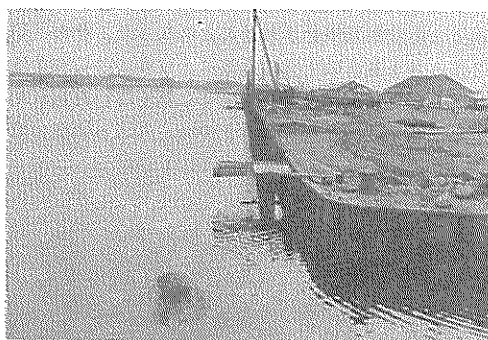


図2・3 下北埠頭の外観

2・2 調査年月日

調査は昭和43年6月19日、7月1日～3日に行なわれたが、この他昭和43年12月までに改修工事の進捗具合に応じてスプラッシュ・ゾーンにおける鋼矢板片105枚の切り取りが行なわれた。

なお、調査の日程は次の通りである。

6月19日(水)

①調査についての打合せ

調査関係機関は次の通りである。

日本原子力船開発事業団
運輸省第2港湾建設局・横浜調査設計事務所
運輸省・港湾技術研究所
日本港湾コンサルタントkk
鹿島建設KK・仙台支店

②現地視察

③回収したタイロッド片の観察

7月1日(月)

①使用機器の調整

②鋼矢板の肉厚測定

超音波式共振厚み計による測定

㍿2 (+0.55m, +0.40mの②, ③, ④)

㍿3 (+0.55mの②, ③, ④+0.40mの②)

㍿4 (+0.55mの②, ③, ④)

㍿5 (+0.55mの②, ③, ④)

㍿6 (+0.55mの②, ③, ④)

㍿7 (+0.55mの②, ③, ④)

㍿8 (+0.55mの②, ③, ④)

㍿9 (+0.40mの②, ③, ④)

㍿10 (+0.40mの②, ③, ④)

ただし、測定時+0.55mは水面上、+0.40mは水面下

7月2日(火)

①鋼矢板の肉厚測定

超音波式共振厚み計による測定

㍿11 (+0.55mの②, ③, ④)

㍿12 (+0.55mの②, ③, ④)

超音波式探傷厚み計による測定

㍿12 (+1.50m, +1.35m, +1.20m, +1.05m,
+0.85m, +0.70m, +0.55m, +0.40m
の①～⑩, ただし、+0.55mの①を除く)

なお、両厚み計による測定とも測定時+0.55m以上は水面上、+0.40mは水面下である。)

②海水面下の観察

③電位測定

④電流測定

7月3日(水)

①調査鋼矢板の寸法測定

②採水

③調査岸壁に関する資料収集

④計測器および採水の梱包、発送(港研着)

12月4日

①切り取り鋼矢板片(105枚)港研着

この外、海水面上の肉眼観察および写真撮影は肉厚測定と併行して行なわれた。

なお、現地における作業のうち付着物の除去、超音波式厚み計による測定(探触子の鋼矢板面への吸着または押しあて、肉厚の読み取り、記録)、観察(海水面上、下)は港湾技術研究所の職員が行ない、切り取り片の採取(鋼矢板およびタイロッド)および発送、肉厚測定の準備(梯子など)は日本原子力船開発事業団と日本港湾コンサルタント職員の指示により施工業者が行なった。

2・3 使用機器および用具

本調査で使用した機器および用具は次の通りである。

- (1)超音波式共振厚み計(水中用)一式(本体、探触子、モニタ、高周波ケーブルなど)
- (2)超音波式探傷厚み計(水中用)一式(本体、陸上用探触子、水中用探触子、高周波ケーブルなど)
- (3)基準肉厚鋼板(SS41, SY II)
- (4)スクレーパ、ハンマ、ワイヤ・ブラシ
- (5)採水器
- (6)カメラおよびカラー・フィルム
- (7)電流計(D, C.)
- (8)テスタ
- (9)電位計一式(本体および海水塩化銀電極)
- (10)記録用紙および筆記用具
- (11)その他

電線、テーブル・タップ、プラグ、半田および半田鍍、麻紐、プライヤ、十字型ビス、グリス、折尺、ドライバ、ニッパ、エンジン・オイル、軍手、ビニール・シート、ビニール・テープ、ウェスなど

2・4 調査箇所

調査箇所は次の通りである。

2・4・1 肉厚測定箇所

鋼矢板の肉厚測定箇所は現地打合せの結果、図2・4に示すように㍿1～㍿12の計12地点を設定し、超音波式共振厚み計では㍿1～㍿12の12地点、超音波式探傷厚み計では㍿11～㍿12の2地点についてそれぞれ

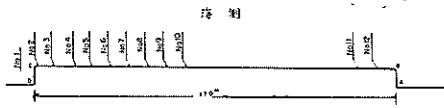


図2・4 下北埠頭-5.5m岸壁の鋼矢板肉厚非破壊測定地点

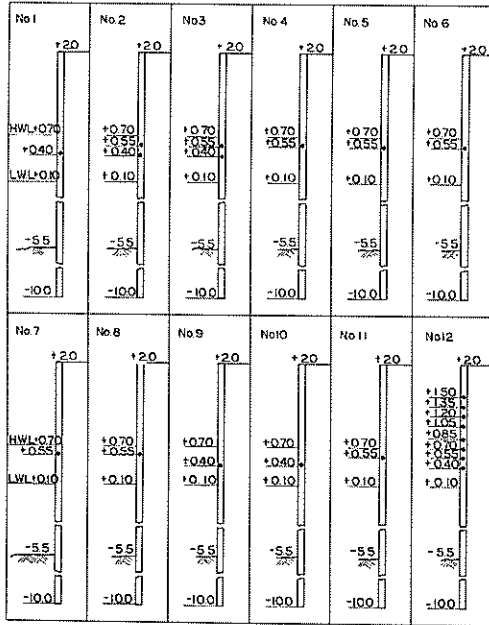


図2・5 下北埠頭における鋼矢板肉厚非破壊測定点(深度方向)

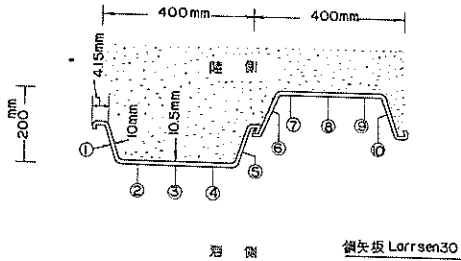


図2・6 下北埠頭における鋼矢板肉厚非破壊測定点(断面方向)

れ肉厚測定を行なった。なお、No.10～No.11間は改造工事の都合により肉厚測定を避けた。

次に各地点における深度方向の測定点は図2・5の通りであるが、No.1～No.12の海水面付近は超音波式共振厚み計で測定し、No.11、No.12の海水面付近および海

水面上は超音波式探傷厚み計で測定した。また各深度における断面方向の測定点は図2・6のように①～⑩の10点あるが、超音波式共振厚み計ではこのうち②、③、④を測定し、超音波式探傷厚み計では①～⑩を測定した。

2・4・2 鋼材片の切り取り箇所

調査岸壁より切り取った鋼矢板片は105枚で、切り取りは図2・4のB、C間の鋼矢板4枚毎に行なった。なお、切り取り片に付けているNo.はBを起点としたときの鋼矢板の枚数である。下北埠頭-5.5m岸壁の改造では図2・7に示すように旧鋼矢板の前面に新鋼矢板を打込んで旧鋼矢板を埋め殺しにするが、新鋼矢板用のタイロッドを引張るため旧鋼矢板に穴をあける必要がある。新タイロッドの位置は図2・7に見られるように+1.0mであるので旧鋼矢板の+1.0m付近から約10cm×10cmの鋼矢板片を切り取ることにし、これを腐食調査用試片とした。またタイロッドは図2・4のNo.10～No.12間のを掘り出し、これらのうちから適宜切り取りを行なった。この外、図2・29のようにタイロッドを控え板に固定する金具が緩んでいたところは再び締め付けたが、タイロッドよりはずれていた金具は観察のために回収した。

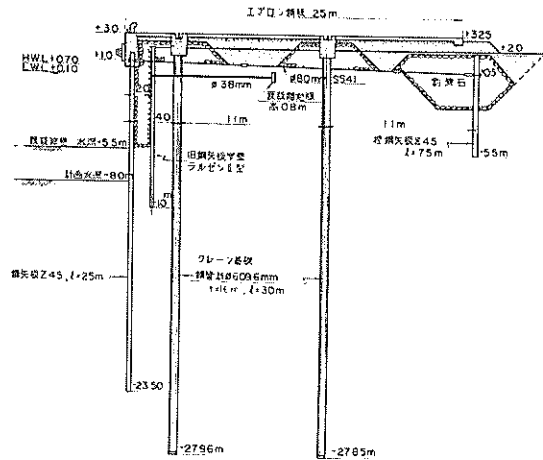


図2・7 下北埠頭-5.5m岸壁断面図

2・4・3 採水箇所

採水は図2・4のNo.10～No.11間の前面で行なった

2・4・4 電位、電流測定箇所

鋼矢板の電位測定は図2・4の板2, 板3, 板4, 板5で行ない, 新旧鋼矢板間の電流は図2・4の板2, 板3の旧鋼矢板とその前面の新鋼矢板について測定した。

2・5 調査項目および調査方法

調査は非破壊調査, 破壊調査および水質試験が行なわれた。非破壊調査としては現地鋼矢板について現有肉厚測定および腐食速度の算出, 観察, 電位測定, 電流測定を行なった。破壊調査としては切り取り鋼矢板片について肉厚測定および腐食速度の算出, 観察, 材質試験を行ない, タイロッドについては観察を行なった。

調査の方法は次の通りである。

2・5・1 現地鋼矢板の肉厚測定

現地鋼矢板の肉厚測定は非破壊測定で超音波式共振厚み計と超音波式探傷厚み計で行なったが, いずれの厚み計の場合もまず測定点の付着物を5cm×5cm程度の面積除去する。次に付着物を除去した鋼矢板面に厚み計の探触子を吸着(超音波式共振厚み計の探触子の場合), または押しあてて(超音波式探傷厚み計の探触子の場合)鋼矢板の現有肉厚を岸壁上に設置した厚み計の本体で測定した。

付着物の除去は第1報, 4-4(付着物の除去および鋼材面の研磨, P32~33)¹⁾の方法で行なった。また, 超音波式共振厚み計による肉厚測定は第1報, 4-8(超音波式共振厚み計(水中用)による肉厚測定, P37~40)の方法によったが, 超音波式探傷厚み計による肉厚測定は第2報, 2-8(超音波式探傷厚み計(水中用)による肉厚測定, P6~7)の方法によった。なお, 第2報, 2-8に示す方法には超音波式探傷厚み計の探触子が水中用, 陸上用の場合とも含まれている。

以上の方法に基本的には準拠しているが, 現地における測定は各現場の状況に則応して行なわれるため以下に現地における肉厚測定状況を記してみる。

ここでの肉厚測定深度は図2・5に示すように海水面付近(海水面直下を含む)から上であるため付着物の除去, 厚み計探触子の鋼矢板面への吸着または押しあて作業も港研職員が行なった。調査時点ではすでに図2・8のように旧鋼矢板(左)の前面海上に岸壁改造用の新鋼矢板(右)が打込まれていた。このため付着物の除去および探触子の吸着または押しあて作業は図2・9, 図2・10に示すように旧鋼矢板天端に固定した木製または鋼製の梯子を使用して行なった。なお, 1部では図2・11に示すように新旧鋼矢板間にあった工事用の浮台(ドラム缶の上に板を乗せたもの)を使用した。また,

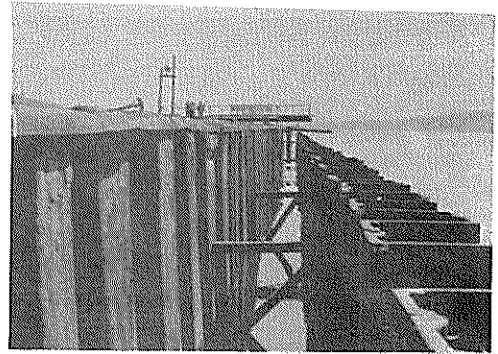


図2・8 下北埠頭-5.5 m岸壁の鋼矢板
(右は新鋼矢板)

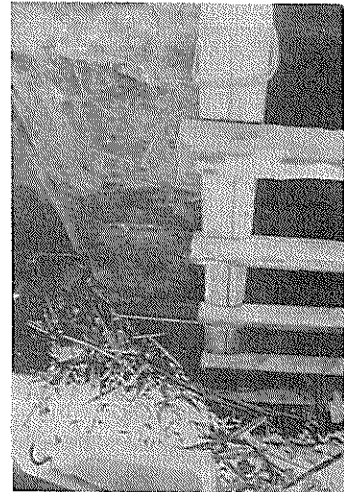


図2・9 測定用梯子(1)

付着物の除去の模様を図2・11に示す。厚み計用の電源(A・C・100V)は調査岸壁中央付近から約50m離れたところにあった監督員詰所からとった。超音波式共振厚み計による測定の場合は測定深度が海水面付近であるから図2・12に示すように超音波式共振厚み計用のモニタを紐で海水面に吊り下げて固定し, 探触子は図

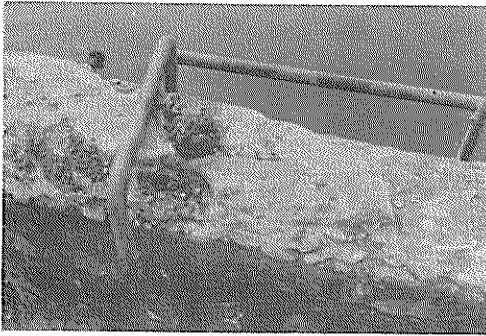


図 2・10 測定用梯子(2)



図 2・12 超音波式共振厚み計用モニター



図 2・11 海水上鋼矢板面の付着物除去

2・11(右下)に見られる具合に鋼矢板面に吸着させた。これに対して超音波式探傷厚み計による測定の場合は測定深度が海水上であるため探触子には陸上用のものを使用した。陸上用探触子の鋼矢板面への適用の様態を図 2・13 に示す。すなわち所定の深度毎に図 2・6 に示す測定点①～⑩の付着物を除去し、各測定点に陸上用探触子を押しあてた。このとき陸上用探触子の鋼矢板面に触れるところにはグリスを付けて使用したため陸上用探触子による肉厚測定跡には図 2・13 のようにグリスの小丸が見られる。

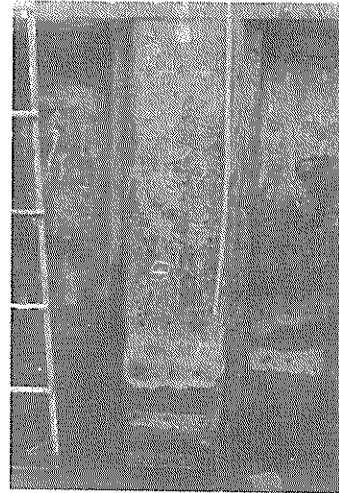


図 2・13 超音波式探傷厚み計による測定跡 (測定点 12)

2・5・2 切り取り鋼矢板片の肉厚測定

鋼矢板片の切り取り深度は+1.0 mのみであるから切り取りは一般に陸上で使用する酸素・アセチレン炎で行なった。切り取った鋼矢板片(約10cm×10cm)には切り取り箇所および海側、陸側の区別を示す符号を付けて港湾技術研究所へ送付した。なお、調査鋼矢板は埋め殺しにするもので切り取り箇所には岸壁改造用の新タイ

ロッドが通るためこの部分の補修はとくにしなかった。

港湾技術研究所へ到着した鋼矢板片は第1報, 4-9 (鋼材片の切り取り, 成形, 脱錆および切り取り方所の補修, P40~42)のうち4-9-2 (脱錆), 4-9-3 (成型)の方法により脱錆および成型を行なった。さらに, 第1報, 4-10 (鋼材片の肉厚測定および重量測定, P42)の方法で鋼矢板片の肉厚測定および重量測定を行なった。

2・5・3 腐食速度の算出

現有肉厚測定および重量測定からの腐食速度の算出は第1報, 4-12 (腐食速度の算出, P43)の方法によった。

2・5・4 観察

現地鋼矢板および切り取り鋼矢板片の観察は第1報, 4-6 (観察, P33~34)の方法によった。一方, タイロッドの観察は第1報, 4-11 (タイロッドの観察および外径測定, P42~43)のうち4-11-1 (観察)の方法で切り取ったタイロッド片および控え板への固定部付近について行なった。なお, 海水面下の鋼矢板の観察は港研職員が潜って水面下2~3mまで肉眼で行なった。

2・5・5 鋼矢板の電位測定

鋼矢板の電位測定は第1報, 4-15 (電位の測定, P46)の方法によった。なお, このとき使用した基準電極は海水塩化銀電極であり, 電位の測定は新・旧鋼矢板について行なった。

2・5・6 新旧鋼矢板間の電流測定

調査時点では図2・9のように旧鋼矢板前面にすでに新鋼矢板が打込まれていたため, 参考として新旧鋼矢板間にD.C.電流計を挿入してガルバニック電流を測定した。このときの鋼矢板と測定用電線との接触はヤスリをかけた鋼矢板天端部を鱗口クリップで挟んで行なった。なお, このときの電流はD.C.電流計のフルスケールが10mAのときの値であり, 電流測定は短絡後数分間継続した。

2・5・7 材質試験

切り取り鋼矢板片の材質試験は第1報, 4-14 (材質試験, P45~46)の方法によった。

2・5・8 水質試験

水質試験は第1報, 4-13 (水質試験, P43~45)の方法によったが, その他全硫酸および SO_4^{2-} についても港湾調査指針(案)⁴⁾に準拠して行なった。

2・6 調査結果

2・6・1 現地における鋼矢板肉厚測定結果

表2・2 下北埠頭における鋼矢板肉厚測定結果

超音波式共振厚み計による

測定地点	深度 (m)	鋼矢板 ¹⁾ の肉厚 (mm)			
		②	③	④	⑤ ²⁾
No. 1	+0.40	11.24	11.22	11.26	9.64
No. 2	+0.55	10.36	10.44	10.32	
No. 2	+0.40	10.08	10.40	10.21	9.54
No. 3	+0.55	10.36	10.44	10.32	
No. 3	+0.40	10.36			
No. 4	+0.55	10.16	10.54	10.30	
No. 5	+0.55	9.96	9.25	10.22	
No. 6	+0.55	10.10	9.96	10.34	
No. 7	+0.55	10.22	9.94	9.86	
No. 8	+0.55	10.40	10.45	10.74	
No. 9	+0.40	10.06	11.48	9.94	
No. 10	+0.40	10.55	10.52	10.48	
No. 11	+0.55	10.52	10.28	10.52	
No. 12	+0.55	— 3)	10.40	9.95	

1) 海側に凸

2) 爪付近(図2・6 参照)

3) 測定不能

超音波式共振厚み計(水中用)を用いて鋼矢板の現有肉厚を現地で測定した結果は表2・2の通りである。表2・2の測定地点No.12, +0.55mのところでは横線が引いてあるのは, 鋼矢板面の凹凸などのため鮮明な共振波形がでないか, もしくは波形の数が少ないため測定不能としたところである。その他, 空白のところは都合により測定しなかったところである。下北埠頭-5.5m岸壁は図2・2に示すように鋼矢板の天端はむき出しのままである。この結果, ここでは初期肉厚として上部コンクリート中の鋼矢板肉厚が利用できないため, 設計図にしたがって調査鋼矢板の初期肉厚を平端部(図2・6の②, ③, ④, ⑦, ⑧, ⑨)を1.05mm, 側面部(図2・6の①, ⑤, ⑥, ⑩)を1.00mmとして表2・2の値より肉厚減少量および腐食速度(経過期間40年)を算出すると表2・3のようになる。

一方, 超音波式探傷厚み計による現有肉厚測定値は表2・4の通りである。また表2・3と同じ要領で表2・

表 2・3 下北埠頭における鋼矢板腐食量

超音波式共振厚み計による

測定地点	深度 (m)	初期肉厚(mm)		現有肉厚(mm)			肉厚減少量 (mm)		腐食速度 (mm/yr)	
		平端部	側面部	凸矢板平端部		側面部 平均値	平端部 平均値	側面部 平均値	平端部 平均値	側面部 平均値
				平均値	標準偏差					
№ 1	+0.40	10.5	10.0	11.24	0.02	9.64	-0.74	0.36	0	0.009
№ 2	+0.55	10.5		10.37	0.05		0.13		0.003	
	+0.40	10.5		10.23	0.10		0.27		0.007	
№ 3	+0.55	10.5	10.0	10.37	0.05	9.54	0.13	0.46	0.003	0.012
	+0.40	10.5		10.36			0.14		0.004	
№ 4	+0.55	10.5		10.33	0.16		0.17		0.004	
№ 5	+0.55	10.5		9.81	0.40		0.69		0.017	
№ 6	+0.55	10.5		10.13	0.16		0.37		0.009	
№ 7	+0.55	10.5		10.01	0.17		0.49		0.012	
№ 8	+0.55	10.5		10.53	0.15		-0.03		0	
№ 9	+0.40	10.5		10.49	0.70		0.01		0	
№ 10	+0.40	10.5		10.52	0.03		-0.02		0	
№ 11	+0.55	10.5		10.44	0.11		0.06		0.002	
№ 12	+0.55	10.5		10.18	0.18		0.32		0.008	

表 2・4 下北埠頭における鋼矢板肉厚測定結果

超音波式探傷厚み計による

測定地点	深度 (m)	鋼矢板の肉厚 (mm)									
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
№ 12	+1.50	6.0	6.0	5.2	5.8	6.0	5.8	6.0	6.0	5.8	6.0
	+1.35	5.5	5.5	5.8	6.0	5.8	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
	+1.20	6.2	5.8	5.8	6.0	5.8	6.0	5.8	6.2	5.8	5.8
	+1.05	6.5	6.5	6.2	6.2	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
	+0.85	7.0	7.0	8.2	7.0	6.5	7.0	6.5	6.5	6.8	7.0
	+0.70	9.6	10.2	9.8	9.8	9.0	9.0	9.5	9.5	9.0	9.0
	+0.55		10.2	10.0	9.8	9.6	9.8	10.1	10.2	10.6	9.6
	+0.40	8.0	10.0	9.8	10.2	10.0	9.2	10.5	10.0	10.2	7.8

4より鋼矢板の肉厚減少量および腐食速度を算出すると、部の値は表2・6のようになる。表2・5、表2・6に鋼矢板の平端部の値は表2・5のように、鋼矢板の側面示す腐食速度を図示すると図2・14のようになる。

表 2・5 下北埠頭における鋼矢板（平端部）腐食量

超音波式探傷厚み計による

測定地点	深度 (m)	初期肉厚 (mm)	現有肉厚 (mm)				肉厚減少量 (mm)			腐食速度 (mm/yr)		
			1) 凸矢板 平均値	2) 凹矢板 平均値	凸凹矢板		1) 凸矢板 平均値	2) 凹矢板 平均値	凸凹矢板 平均値	1) 凸矢板 平均値	2) 凹矢板 平均値	凸凹矢板 平均値
					平均値	標準偏差						
No. 12	+1.50	10.5	5.7	5.9	5.8	0.28	4.8	4.6	4.7	0.12	0.12	0.12
	+1.35	10.5	5.8	6.0	5.9	0.19	4.7	4.5	4.6	0.12	0.11	0.12
	+1.20	10.5	5.8	5.9	5.9	0.18	4.7	4.6	4.6	0.12	0.12	0.12
	+1.05	10.5	6.3	6.0	6.2	0.28	4.2	4.5	4.3	0.11	0.11	0.11
	+0.85	10.5	7.4	6.6	7.0	0.57	3.1	3.9	3.5	0.08	0.10	0.09
	+0.70	10.5	9.9	9.3	9.6	0.37	0.6	1.2	0.9	0.02	0.04	0.03
	+0.55	10.5	10.0	10.3	10.2	0.25	0.5	0.2	0.3	0.01	0.01	0.01
	+0.40	10.5	10.0	10.2	10.1	0.22	0.5	0.3	0.4	0.01	0.01	0.01

1) : 図 2・6 の②, ③, ④

2) : 図 2・6 の⑦, ⑧, ⑨

表 2・6 下北埠頭における鋼矢板（側面部）腐食量

超音波式探傷厚み計による

測定地点	深度 (m)	初期肉厚 (mm)	現有肉厚 (mm)				肉厚減少量 (mm)			腐食速度 (mm/yr)		
			1) 凸矢板 平均値	2) 凹矢板 平均値	凸凹矢板		1) 凸矢板 平均値	2) 凹矢板 平均値	凸凹矢板 平均値	1) 凸矢板 平均値	2) 凹矢板 平均値	凸凹矢板 平均値
					平均値	標準偏差						
No. 12	+1.50	10.0	6.0	5.9	6.0	0.10	4.0	4.1	4.0	0.10	0.10	0.10
	+1.35	10.0	5.7	6.0	5.8	0.21	4.3	4.0	4.2	0.11	0.10	0.11
	+1.20	10.0	6.0	5.9	6.0	0.20	4.0	4.1	4.0	0.10	0.10	0.10
	+1.05	10.0	6.3	6.0	6.1	0.33	3.7	4.0	3.9	0.09	0.10	0.10
	+0.85	10.0	6.8	7.0	6.9	0.22	3.2	3.0	3.1	0.08	0.08	0.08
	+0.70	10.0	9.3	9.0	9.2	0.27	0.7	1.0	0.8	0.02	0.03	0.02
	+0.55	10.0	9.6	9.7	9.7	0.08	0.4	0.3	0.3	0.01	0.01	0.01
	+0.40	10.0	9.0	8.5	8.8	0.90	1.0	1.5	1.2	0.03	0.04	0.03

1) : 図 2・6 の①, ⑤

2) : 図 2・6 の⑥, ⑩

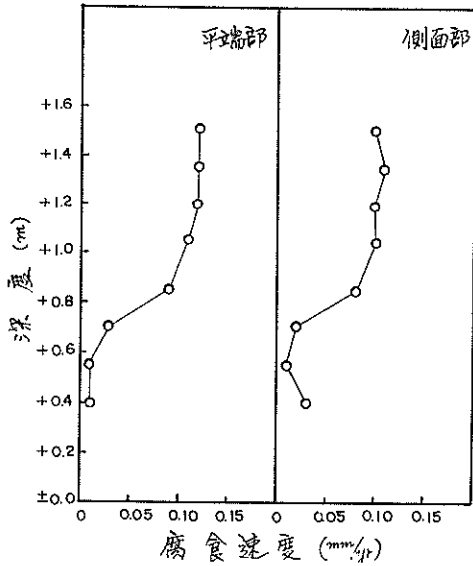


図 2・1 4 下北埠頭における鋼矢板腐食速度
(測定地点No 1 2, 超音波式探傷厚み計による)

2・6・2 切り取り鋼矢板片についての測定結果
マイクロ・メータによる鋼矢板片の肉厚測定結果および初期肉厚を1.05mm(鋼矢板平端部)として算出した肉厚減少量, 腐食速度を表2・7~表2・10に示す。

また, 鋼矢板片の重量測定結果ならびにこれより算出した肉厚減少量, 腐食速度を表2・11~表2・14に示す。

表 2・7 切り取り鋼矢板片の肉厚測定値および腐食量(1)

鋼材片 No	深 度 (m)	初 期 肉 厚 (mm)	度 数 n	肉 厚 測 定 値 (mm)					平均肉厚 減 少 量 (mm)	腐食速度 (mm/yr)
				最 大 値	最 小 値	最 大 値 - 最 小 値	平 均 値	標 準 偏 差		
21	+1.0	10.5	30	3.418	0.490	2.928	2.296	0.888	8.204	0.205
25	+1.0	10.5	36	8.160	6.332	1.828	7.437	0.355	3.063	0.077
29	+1.0	10.5	26	6.248	4.520	1.728	5.190	0.446	5.310	0.133
33	+1.0	10.5	26	7.056	1.924	5.132	4.864	1.229	5.636	0.141
37	+1.0	10.5	18	8.540	7.606	0.934	8.124	0.254	2.376	0.059
41	+1.0	10.5	27	7.724	3.932	3.792	5.908	0.819	4.592	0.115
45	+1.0	10.5	15	6.680	4.508	2.172	5.972	0.502	4.528	0.113
49	+1.0	10.5	28	8.174	6.302	1.872	7.514	0.439	2.986	0.075
53	+1.0	10.5	30	8.544	6.170	2.374	7.540	0.598	2.960	0.074
59	+1.0	10.5	18	6.734	5.094	1.640	5.993	0.453	4.507	0.113
61	+1.0	10.5	35	8.042	6.710	1.332	7.325	0.402	3.175	0.079
65	+1.0	10.5	29	6.578	2.988	3.590	5.065	0.454	5.435	0.136
69	+1.0	10.5	30	3.532	0.334	3.198	2.363	0.914	8.137	0.203
73(1)	+1.0	10.5	24	7.124	3.990	3.134	5.572	1.071	4.928	0.123

73(2)	+1.0	10.5	31	8.806	7.378	1.428	8.275	0.330	2.225	0.056
77	+1.0	10.5	27	6.692	4.376	2.316	5.853	0.657	4.647	0.116
85	+1.0	10.5	25	4.906	3.430	1.476	4.295	0.411	6.205	0.155
87	+1.0	10.5	25	7.940	5.138	2.802	6.879	0.625	3.621	0.091
89	+1.0	10.5	28	6.738	3.128	3.610	5.871	0.699	4.629	0.116
93	+1.0	10.5	33	3.102	0.408	2.694	1.971	0.760	8.529	0.213
97	+1.0	10.5	25	6.034	3.602	2.432	4.707	0.553	5.793	0.145
101	+1.0	10.5	25	5.696	3.548	2.148	4.906	0.592	5.594	0.140
105	+1.0	10.5	30	5.000	3.326	1.674	4.265	0.351	6.235	0.156
113	+1.0	10.5	25	6.460	2.920	3.540	5.226	0.892	5.274	0.132
117	+1.0	10.5	24	5.148	2.436	2.712	3.927	0.758	6.573	0.164
121	+1.0	10.5	26	5.936	4.000	1.936	4.994	0.476	5.506	0.138
125	+1.0	10.5	27	5.510	2.700	2.810	4.267	0.566	6.233	0.156
129	+1.0	10.5	25	9.236	8.102	1.134	8.759	0.296	1.741	0.044
133	+1.0	10.5	25	5.554	4.614	0.940	5.201	0.234	5.299	0.132
137	+1.0	10.5	25	7.844	6.096	1.748	7.081	0.452	3.419	0.085
141	+1.0	10.5	25	9.810	8.348	1.462	9.125	0.384	1.375	0.034

表 2・8 切り取り鋼矢板片の肉厚測定値および腐食量(2)

鋼材片 板	深 度 (m)	初 期 肉 厚 (mm)	度 数 n	肉 厚 測 定 値 (mm)					平均肉厚 減 少 量 (mm)	腐食速度 (mm/yr)
				最 大 値	最 小 値	最大値- 最小値	平 均 値	標準偏差		
145	+1.0	10.5	25	7.904	4.190	3.714	6.224	1.031	4.276	0.107
149	+1.0	10.5	25	6.702	4.534	2.168	5.120	0.635	5.380	0.135
153	+1.0	10.5	25	8.098	6.774	1.324	7.597	0.359	2.903	0.073
157	+1.0	10.5	31	7.824	5.534	2.290	6.663	0.645	3.837	0.096
161	+1.0	10.5	29	8.328	6.532	1.796	7.518	0.396	2.982	0.075
165	+1.0	10.5	29	8.574	5.818	2.756	7.750	0.642	2.750	0.069
169	+1.0	10.5	29	7.972	6.482	1.490	7.126	0.342	3.374	0.084
173	+1.0	10.5	28	9.344	8.312	1.032	8.883	0.274	1.617	0.040
177	+1.0	10.5	30	6.870	5.158	1.712	6.211	0.404	4.289	0.107
181	+1.0	10.5	28	7.376	5.088	2.288	6.693	0.503	3.807	0.095
185	+1.0	10.5	30	8.580	5.590	2.990	7.591	0.554	2.909	0.073
189	+1.0	10.5	25	7.940	3.576	4.364	6.802	0.888	3.698	0.092
193	+1.0	10.5	25	7.970	6.660	1.310	7.298	0.377	3.202	0.080
201	+1.0	10.5	28	8.384	6.490	1.894	7.569	0.466	2.931	0.073

205	+1.0	10.5	29	7.202	5.346	1.856	6.529	0.504	3.971	0.099
209	+1.0	10.5	30	9.016	7.414	1.602	8.344	0.441	2.156	0.054
213	+1.0	10.5	24	7.814	4.840	2.974	6.554	0.718	3.946	0.099
217	+1.0	10.5	30	9.190	7.930	1.260	8.102	0.396	2.398	0.060
221	+1.0	10.5	28	7.756	6.348	1.408	7.232	0.310	3.268	0.082
225	+1.0	10.5	24	6.240	5.198	1.042	5.864	0.274	4.636	0.116
229	+1.0	10.5	30	8.998	7.414	1.584	8.129	0.422	2.371	0.059
233	+1.0	10.5	28	7.416	4.500	2.916	6.444	0.787	4.056	0.101
237	+1.0	10.5	29	7.044	1.122	5.922	5.800	1.465	4.700	0.118
241	+1.0	10.5	25	8.246	5.150	3.096	7.327	0.817	3.173	0.079
245	+1.0	10.5	30	6.848	5.564	1.284	6.080	0.291	4.420	0.111
249	+1.0	10.5	25	6.362	2.960	3.402	5.060	0.746	5.440	0.136
253	+1.0	10.5	25	5.682	4.108	1.574	4.598	0.481	5.902	0.148
253	+1.0	10.5	25	7.990	6.268	1.722	6.950	0.395	3.550	0.089
261	+1.0	10.5	28	7.920	4.898	3.022	5.920	0.742	4.580	0.115
265	+1.0	10.5	30	7.444	5.322	2.122	6.444	0.500	4.056	0.101
269	+1.0	10.5	24	7.000	4.770	2.230	5.972	0.611	4.528	0.113

表2・9 切り取り鋼矢板片の肉厚測定値および腐食量(3)

鋼材片 No	深 度 (m)	初 期 肉 厚 (mm)	度 数 n	肉 厚 測 定 値 (mm)					平均肉厚 減少量 (mm)	腐食速度 (mm/yr)
				最大値	最小値	最大値- 最小値	平均値	標準偏差		
277	+1.0	10.5	25	7.904	6.486	1.418	7.046	0.370	3.454	0.086
281	+1.0	10.5	27	8.682	3.856	4.826	6.671	0.951	3.829	0.096
285	+1.0	10.5	26	8.682	5.984	2.698	7.502	0.805	2.998	0.075
289	+1.0	10.5	25	9.326	6.462	2.864	7.593	0.728	2.907	0.073
293	+1.0	10.5	25	8.400	5.956	2.444	7.373	0.526	3.127	0.078
297	+1.0	10.5	29	8.178	5.916	2.262	7.105	0.698	3.395	0.085
301	+1.0	10.5	41	10.420	7.940	2.480	9.510	0.481	0.990	0.025
309	+1.0	10.5	21	8.182	6.694	1.488	7.279	0.386	3.221	0.081
317	+1.0	10.5	26	7.938	6.226	1.712	6.780	0.383	3.720	0.093
321	+1.0	10.5	24	8.798	7.566	1.232	8.221	0.461	2.279	0.057
325	+1.0	10.5	30	8.000	6.192	1.808	7.035	0.382	3.465	0.087
329	+1.0	10.5	30	7.926	4.904	3.022	6.809	0.663	3.691	0.092
333	+1.0	10.5	29	7.974	4.460	3.514	7.078	0.642	3.422	0.086
337	+1.0	10.5	30	8.746	6.304	2.442	7.893	0.464	2.607	0.065

341	+1.0	10.5	25	8.996	6.580	2.416	8.420	0.493	2.080	0.052
345	+1.0	10.5	21	7.930	6.136	1.794	6.917	0.494	3.583	0.090
349	+1.0	10.5	28	6.890	5.656	1.234	6.176	0.284	4.324	0.108
353	+1.0	10.5	33	8.074	5.116	2.958	7.062	0.683	3.438	0.086
357	+1.0	10.5	25	8.020	6.522	1.498	7.471	0.326	3.029	0.076
361	+1.0	10.5	25	8.352	5.984	2.368	7.092	0.574	3.408	0.085
365	+1.0	10.5	25	8.314	6.072	2.242	7.440	0.534	3.060	0.077
369	+1.0	10.5	25	7.498	5.602	1.896	6.578	0.424	3.922	0.098
373	+1.0	10.5	27	7.788	5.780	2.008	6.786	0.528	3.714	0.093
377	+1.0	10.5	25	8.332	5.980	2.352	7.268	0.638	3.232	0.081
381	+1.0	10.5	24	8.374	6.462	1.912	7.611	0.616	2.889	0.072
385	+1.0	10.5	25	8.596	4.182	4.414	6.806	0.786	3.694	0.092
389	+1.0	10.5	25	8.476	4.490	3.986	7.232	0.915	3.268	0.082
393	+1.0	10.5	30	8.128	5.704	2.424	7.409	0.654	3.091	0.077
397	+1.0	10.5	22	6.516	4.210	2.306	4.972	0.612	5.528	0.138
401	+1.0	10.5	23	7.350	3.254	4.096	5.391	0.922	5.109	0.128
405	+1.0	10.5	26	7.646	4.754	2.892	6.511	0.730	3.989	0.100

表 2・10 切り取り鋼矢板片の肉厚測定値および腐食量(4)

鋼材片 No	深 度 (m)	初 期 肉 厚 (mm)	度 数 n	肉 厚 測 定 値 (mm)					平均肉厚 減 少 量 (mm)	腐食速度 (mm/yr)
				最大値	最小値	最大値 - 最小値	平均値	標準偏差		
409	+1.0	10.5	27	7.862	4.174	3.688	5.727	0.852	4.773	0.119
413	+1.0	10.5	22	7.390	5.316	2.074	6.024	0.528	4.476	0.112
417	+1.0	10.5	30	9.610	8.068	1.542	8.746	0.444	1.754	0.044
421	+1.0	10.5	25	8.886	3.082	5.804	6.651	1.518	3.849	0.096
425	+1.0	10.5	25	8.126	5.754	2.372	7.306	0.669	3.194	0.080
429	+1.0	10.5	25	8.788	6.098	2.690	7.907	0.576	2.593	0.065
439	+1.0	10.5	25	7.906	6.404	1.502	7.279	0.438	3.221	0.081
443	+1.0	10.5	29	8.566	4.204	4.362	6.649	1.284	3.851	0.096
447	+1.0	10.5	25	8.730	7.480	1.250	8.207	0.298	2.293	0.057
455	+1.0	10.5	25	6.394	4.482	1.912	5.666	0.443	4.834	0.121
457	+1.0	10.5	27	8.460	6.048	2.412	7.446	0.517	3.054	0.076
459	+1.0	10.5	36	8.272	7.474	0.798	7.638	0.297	2.862	0.072
平均	+1.0	10.5	2817				6.646	1.549	3.854	0.096

表 2・11 切り取り鋼矢板片の重量測定値および腐食量(1)

鋼矢板片 No	形状寸法 (cm)				表面積 (cm ²)	重量 (g)	肉厚 (mm)	初期肉厚 (mm)	肉厚減量 (mm)	腐食速度 (mm/yr)
	A	B	C	D						
21	9.400	9.470	9.300	9.495	88.693	145.63	2.089	10.5	8.411	0.210
25	8.940	8.820	10.350	10.300	91.129	521.55	7.281	10.5	3.219	0.080
29	8.080	8.320	8.850	8.600	71.530	276.09	4.911	10.5	5.589	0.140
33	6.950	6.980	9.270	9.300	64.670	234.14	4.606	10.5	5.894	0.147
37	5.290	5.490	8.160	8.300	44.353	273.79	7.853	10.5	2.647	0.066
41	7.690	8.040	9.200	9.480	73.484	326.89	5.659	10.5	4.841	0.121
45	4.900	4.600	5.260	5.600	25.818	110.43	5.441	10.5	5.059	0.126
49	8.940	9.050	9.950	10.020	89.812	523.91	7.421	10.5	3.079	0.077
53	8.110	8.200	9.760	9.840	79.913	447.82	7.129	10.5	3.371	0.084
59	9.100	9.060	—	—	—	360.79	—	10.5	—	—
61	8.120	8.080	10.300	10.240	83.158	457.10	6.993	10.5	3.507	0.088
65	8.540	8.980	9.820	9.890	86.108	323.98	4.786	10.5	5.714	0.143
69	8.280	8.740	10.360	10.130	87.210	165.10	2.409	10.5	8.091	0.202
73(1)	8.900	8.900	8.420	8.410	74.894	312.72	5.312	10.5	5.188	0.130
73(2)	8.800	8.580	8.320	8.040	71.099	442.62	7.920	10.5	2.580	0.065
77	8.320	8.340	8.560	8.540	71.221	302.41	5.402	10.5	5.098	0.127
85	8.080	7.770	8.770	8.410	67.683	215.81	4.056	10.5	6.444	0.161
87	9.040	9.240	9.200	9.340	84.644	426.67	6.413	10.5	4.087	0.102
89	8.320	8.170	8.650	8.960	72.604	317.76	5.557	10.5	4.943	0.124
93	8.730	8.440	8.980	8.760	76.165	113.36	1.893	10.5	8.607	0.215
97	8.080	8.200	8.150	8.260	66.785	244.23	4.653	10.5	5.847	0.146
101	8.320	8.440	8.890	8.900	74.540	269.58	4.603	10.5	5.897	0.147
105	8.360	7.940	9.080	8.780	79.006	237.69	3.827	10.5	6.673	0.167
113	8.940	8.800	8.300	8.420	74.157	286.98	4.923	10.5	5.577	0.139
117	8.600	8.800	9.270	9.000	79.438	236.19	3.782	10.5	6.718	0.168
121	8.080	8.400	9.660	9.880	80.522	293.94	4.644	10.5	5.856	0.146
125	6.000	6.800	8.950	9.120	60.170	190.49	4.028	10.5	6.472	0.162
129	8.730	8.880	8.600	8.760	76.433	511.53	8.514	10.5	1.986	0.050
133	8.500	8.480	9.170	9.190	77.939	304.69	4.973	10.5	5.527	0.138
137	9.060	8.900	9.720	9.700	87.197	465.99	6.799	10.5	3.701	0.093
141	8.060	8.020	8.520	8.480	68.341	476.96	8.878	10.5	1.622	0.041
145	9.480	9.350	9.200	9.300	87.092	409.89	5.987	10.5	4.513	0.113

表2-12 切り取り鋼矢板片の重量測定値および腐食量(2)

鋼矢板片 No	形状寸法 (cm)				表面積 (cm ²)	重量 (g)	肉厚 (mm)	初期肉厚 (mm)	肉厚減量 (mm)	腐食速度 (mm/yr)
	A	B	C	D						
149	8.180	7.930	8.480	8.300	67.593	272.56	5.130	10.5	5.370	0.134
153	8.600	8.780	9.200	9.000	79.038	447.90	7.209	10.5	3.291	0.082
157	8.640	8.630	10.500	10.400	90.236	449.03	6.331	10.5	4.169	0.104
161	8.220	8.060	8.900	8.740	71.802	408.48	7.237	10.5	3.268	0.082
165	8.140	8.300	8.940	8.840	73.080	438.03	7.625	10.5	2.875	0.072
169	6.870	7.040	9.000	8.980	62.526	340.23	6.922	10.5	3.578	0.089
173	8.280	8.100	8.500	8.380	69.079	470.20	8.659	10.5	1.841	0.046
177	8.340	8.100	9.440	9.340	77.192	360.67	5.944	10.5	4.556	0.114
181	8.710	8.840	8.630	8.800	76.480	391.80	6.517	10.5	3.988	0.100
185	8.900	9.280	10.050	9.680	89.707	516.50	7.325	10.5	3.175	0.079
189	9.380	9.160	8.920	8.700	81.681	427.32	6.655	10.5	3.845	0.096
193	8.080	8.400	9.040	8.890	73.884	398.05	6.854	10.5	3.646	0.091
201	9.200	9.300	9.480	9.480	87.690	492.02	7.139	10.5	3.361	0.084
205	8.680	8.820	9.580	9.600	83.914	420.53	6.375	10.5	4.125	0.103
209	7.190	7.550	9.340	9.100	66.973	426.25	8.097	10.5	2.403	0.060
213	7.240	7.400	8.000	7.800	57.836	286.16	6.294	10.5	4.206	0.105
217	7.780	7.560	9.540	9.750	74.012	470.36	8.085	10.5	2.415	0.060
221	7.860	7.780	7.420	7.400	57.947	364.97	8.013	10.5	2.487	0.062
225	8.420	8.860	8.120	8.600	72.284	320.26	5.636	10.5	4.864	0.122
229	7.080	7.000	9.140	9.100	64.206	394.89	7.824	10.5	2.676	0.067
233	8.430	8.080	9.640	9.900	72.594	380.82	6.674	10.5	3.826	0.096
237	8.900	8.900	9.490	9.320	83.705	382.59	5.815	10.5	4.685	0.117
241	8.780	8.600	8.950	8.840	77.303	423.15	6.964	10.5	3.536	0.088
245	7.900	8.160	9.420	9.240	74.932	347.29	5.896	10.5	4.604	0.115
249	8.500	8.540	8.980	8.940	76.340	294.17	4.903	10.5	5.597	0.140
253	8.900	8.550	9.000	9.300	79.860	413.22	6.583	10.5	3.917	0.098
253	8.300	8.440	9.240	9.400	78.014	277.34	4.522	10.5	5.978	0.149
261	8.490	8.400	8.300	8.400	70.518	310.64	5.604	10.5	4.896	0.122
265	8.660	8.900	9.820	9.760	85.960	434.78	6.435	10.5	4.065	0.102
269	5.700	5.770	9.240	9.280	53.107	247.49	5.929	10.5	4.517	0.114
277	9.000	9.060	8.470	8.700	77.526	408.62	6.705	10.5	3.795	0.095
281	8.860	8.980	9.040	9.180	81.248	410.65	6.430	10.5	4.070	0.102

表 2・13 切り取り鋼矢板片の重量測定値および腐食量(3)

鋼矢板片 No	形状寸法 (cm)				表面積 (cm ²)	重量 (g)	肉厚 (mm)	初期肉厚 (mm)	肉厚減量 (mm)	腐食速度 (mm/yr)
	A	B	C	D						
285	7.590	7.700	7.700	7.740	59.021	347.96	7.500	1.05	3.000	0.075
289	8.940	9.000	9.200	9.180	82.435	497.46	7.677	1.05	2.823	0.071
293	7.840	7.800	8.010	8.110	63.030	350.24	7.070	1.05	3.430	0.086
297	7.940	7.780	9.300	9.360	73.332	428.59	7.435	1.05	3.065	0.077
301	8.350	8.230	8.500	8.620	70.939	514.74	9.231	1.05	1.269	0.032
309	8.460	8.620	8.060	7.940	68.146	383.25	7.155	1.05	3.345	0.084
317	8.720	8.860	8.800	8.660	77.178	393.11	6.480	1.05	4.020	0.101
321	8.350	8.110	9.700	9.900	80.666	505.35	7.970	1.05	2.530	0.063
325	10.300	10.300	8.970	9.140	93.267	500.23	6.823	1.05	3.677	0.092
329	8.170	8.400	9.440	9.560	78.237	409.27	6.655	1.05	3.845	0.096
333	9.470	9.500	9.560	9.650	91.104	495.09	6.913	1.05	3.587	0.090
337	9.120	9.240	9.770	9.630	89.050	536.55	7.666	1.05	2.834	0.071
341	8.330	8.540	9.200	9.360	78.286	502.90	8.172	1.05	2.328	0.058
345	9.680	9.500	9.400	9.200	89.196	471.08	6.719	1.05	3.781	0.095
349	8.300	8.200	9.070	8.940	74.295	342.12	5.858	1.05	4.642	0.116
353	9.620	9.440	9.100	8.880	80.685	455.69	7.185	1.05	3.315	0.083
357	8.850	8.800	8.820	8.750	77.529	442.99	7.269	1.05	3.231	0.081
361	9.360	9.220	9.780	9.880	91.324	490.97	6.839	1.05	3.661	0.092
365	7.000	7.190	9.210	9.240	65.453	374.16	7.272	1.05	3.228	0.081
369	8.190	8.390	8.060	8.000	66.572	333.75	6.378	1.05	4.122	0.103
373	8.030	8.100	8.500	8.730	69.484	357.25	6.541	1.05	3.959	0.099
377	8.550	8.490	9.100	9.080	77.447	421.26	6.920	1.05	3.580	0.090
381	9.280	9.300	9.410	9.480	87.745	493.82	7.152	1.05	3.348	0.084
385	9.640	9.610	9.320	9.500	90.573	461.48	6.482	1.05	4.018	0.100
389	9.680	9.690	8.960	8.900	86.401	462.45	6.809	1.05	3.691	0.092
393	8.560	8.650	8.680	8.680	74.779	414.70	7.055	1.05	3.445	0.086
397	7.700	8.100	8.520	9.020	69.333	254.10	4.662	1.05	5.838	0.146
401	7.550	7.320	8.900	9.090	66.889	266.61	5.071	1.05	5.429	0.136
405	7.560	7.360	8.300	9.000	64.564	296.30	5.838	1.05	4.662	0.117
409	8.640	8.500	9.150	9.050	77.991	344.17	5.614	1.05	4.886	0.122
413	4.880	5.100	9.020	9.020	45.010	202.84	5.733	1.05	4.767	0.119
417	9.620	8.700	9.000	9.120	83.017	579.05	8.874	1.05	1.626	0.041

表 2・14 切り取り鋼矢板片の重量測定値および腐食量(4)

鋼矢板片 No.	形状寸法 (cm)				表面積 (cm ²)	重量 (g)	肉厚 (mm)	初期 肉厚 (mm)	肉厚 減量 (mm)	腐食 速度 (mm/yr)
	A	B	C	D						
421	8.080	8.300	8.760	8.960	72.575	368.02	6.035	10.5	4.465	0.112
425	8.880	9.270	8.820	9.140	80.820	459.85	7.238	10.5	3.262	0.082
429	9.220	9.250	9.120	9.120	84.224	496.20	7.495	10.5	3.005	0.075
439	8.750	8.820	8.820	8.800	77.396	422.71	6.948	10.5	3.552	0.089
443	8.860	8.770	8.400	8.290	73.564	365.31	6.317	10.5	4.183	0.104
447	8.740	8.660	8.460	8.590	74.170	462.14	7.927	10.5	2.573	0.064
455	7.700	8.920	10.040	9.740	82.278	336.20	5.198	10.5	5.302	0.133
457	8.370	8.180	8.500	8.500	70.338	408.73	7.393	10.5	3.107	0.078
459	9.140	8.920	10.100	10.090	91.560	547.95	7.614	10.5	2.886	0.072
平均									4.113	0.103

2・6・3 観 察

ここでは調査した鋼矢板岸壁の外観、切り取った鋼矢板片およびタイロッド片についての観察を含む。

(イ) 鋼矢板岸壁の外観

海水面上の鋼矢板面を海側から見ると図 2・15、図 2・16 のように腐食による破壊箇所はあまりない。H.W.L. 上の鋼矢板面は図 2・17、図 2・18 に示すように数mm～10mm 程度の錆生成物で覆われている。これに対して H.W.L. ～海水面付近は図 2・19 に示



図 2・15 下北埠頭-5.5 m 岸壁の海水面上鋼矢板面(1)
No.12 付近より No.2 を望む(40 年経過)

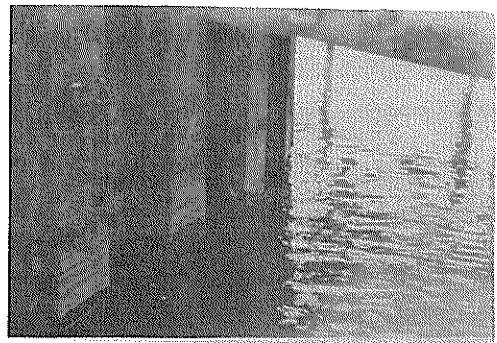


図 2・16 下北埠頭-5.5 m 岸壁の海水面上鋼矢板面(2)
(B より A を望む)(40 年経過)

すように錆生成物は厚く付着しておらず、とくに海水面付近にはノリが少し付着した程度で鋼矢板は大して腐食していないようである。H.W.L. 上および H.W.L. ～海水面付近ともとくに凸鋼矢板(海側に凸)、凹鋼矢板(陸側に凸)の区別による腐食差はないように見受けられる。ただし、ところどころに図 2・20 に示すように H.W.L. 上に腐食によって鋼矢板に穴があいているところが散見された。このような腐食による損傷箇所は

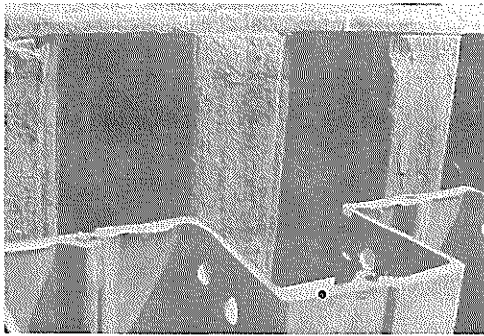


図 2・17 下北埠頭 - 5.5 m 岸壁の H.W.L. 上の鋼矢板面(1)
(向う側) (経過期間 40 年)



図 2・20 下北埠頭 - 5.5 m 岸壁の H.W.L. 上の鋼矢板面(3)
(経過期間 40 年)

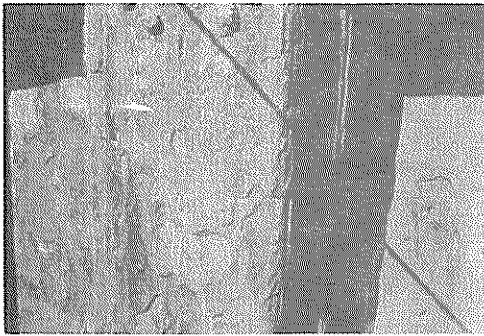


図 2・18 下北埠頭 - 5.5 m 岸壁の H.W.L. 上の鋼矢板面(2)
(経過期間 40 年)

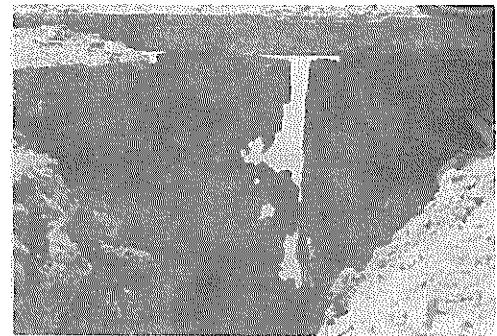


図 2・21 下北埠頭 - 5.5 m 岸壁の H.W.L. 上の鋼矢板面(4)
(経過期間 40 年)

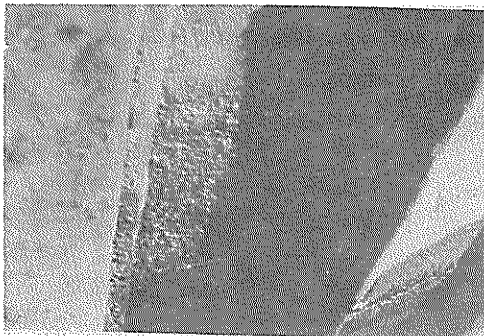


図 2・19 下北埠頭 - 5.5 m 岸壁の海水面 付近の鋼矢板面
(経過期間 40 年)

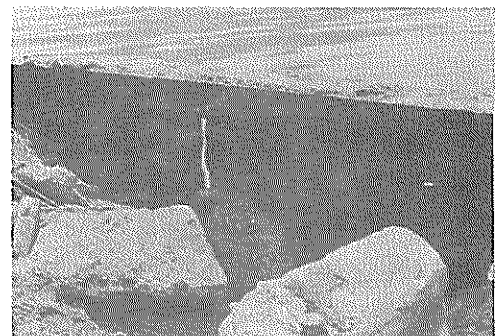


図 2・22 下北埠頭 - 5.5 m 岸壁の H.W.L. 上の鋼矢板面(5)
(経過期間 40 年)

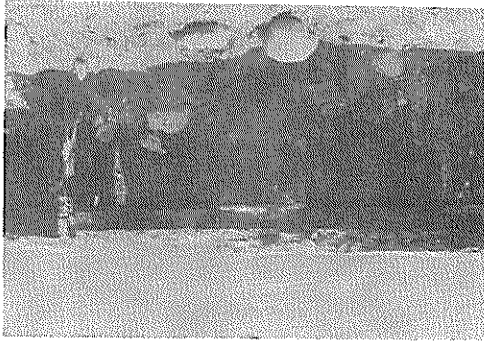


図 2・23 下北埠頭 - 5.5 m 岸壁の H.W.L. 上の鋼矢板面(6)
(経過期間 40 年)

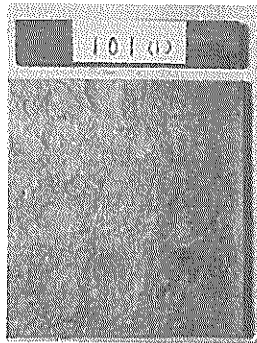
図 2・20 のところが最もひどく、その他 2~3 箇所に
損傷箇所があった。これらの損傷箇所を裏込め土砂を除

いて陸側から眺めてみると図 2・21~図 2・23 の通りである。なお、図 2・20 に示す箇所を陸側から見たのが図 2・21 である。一方、海水面下の鋼矢板面は潜水して肉眼で観察したところ海水面~海水面下 2 m 付近まではノリ、フジボ、ムラサキガイなどが少し付着しているが、海水面下 2 m~泥面にかけてはホンダワラなどの海藻が付着している。海水面下の鋼矢板面は海水面付近の鋼矢板面と大差なく、手で触れてみると 1 mm 程度の凹みがところどころにある程度で大して腐食していないようである。この外、ある鋼矢板面には海水面上下にまたがって DORTMUND の文字が明瞭に認められた。このときの一字の大きさは大体縦 2~2.5 mm、横 3 mm、高さ(肉の盛上がり) 1 mm である。このように 40 年前の鋼矢板面にあった文字がほとんどそのままの状態に残っていることは、海水面直上、直下の鋼矢板が如何に腐食しなかったかを示す 1 事例である。

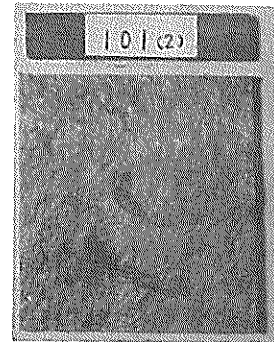
(ロ) 切り取り鋼矢板片

+1.0 m (H.W.L. 直上) から切り取った鋼矢板片(約 10 cm × 10 cm) の脱錆前後の表裏の状況例を図 2・24 に示す。

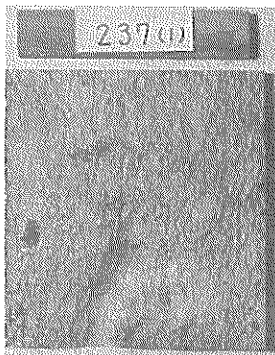
(ハ) タイロッド



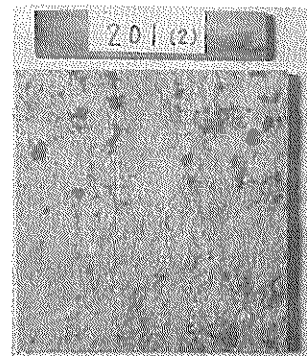
№101 (海側)



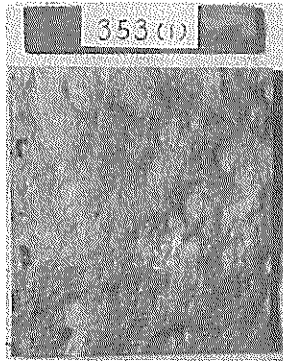
№101 (陸側)



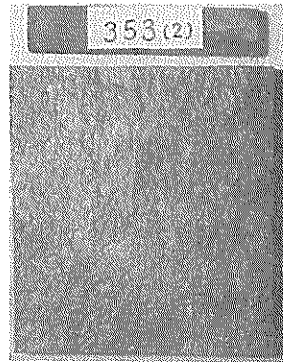
№201 (海側)



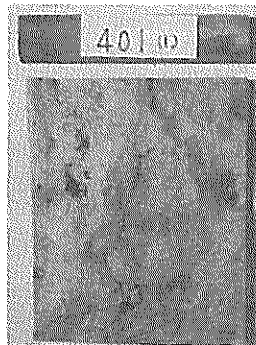
№201 (陸側)



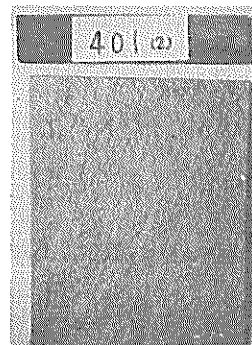
Ⓐ 353 (海側)



Ⓐ 353 (陸側)



Ⓐ 401 (海側)



Ⓐ 401 (陸側)

図 2・24 40年経過した鋼矢板の切り取り片

(下北埠頭, +1.0 m, 寸法 10 cm × 10 cm 脱錆後)

40年間砂層中に埋設されていたタイロッドを掘り出してみると図 2・25 に示すようにタイロッド面には砂粒が付着しており、発錆は掘り出し直後も乾燥後もほとんど見られなかった。さらに乾燥した砂粒を除いてみると砂粒の下に赤橙色の部分が散見されたところがある。切り取り片を水洗して砂粒を除去すると図 2・26、図 2・27 に示すように黒皮がまだ付いており、またロッドとターン・バックルを接合するところのネジ山も鋭くほとんど初期のままと思われる。数多く掘り出してみると大部分は図 2・28 のようにタイロッドは錨定板にしっかりと固定されていたが、一部には図 2・29 のように固定用金具がゆるんだところがあり、さらには固定用金具(ナット、座金)がタイロッドよりはずれ落ちて単独に砂層中に埋設されているところがあった。図 2・30、図 2・31 に回収した固定用金具を示す。

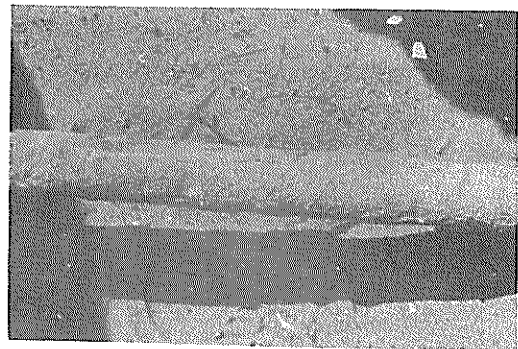


図 2・25 回収したタイロッド(1)

(下北埠頭)

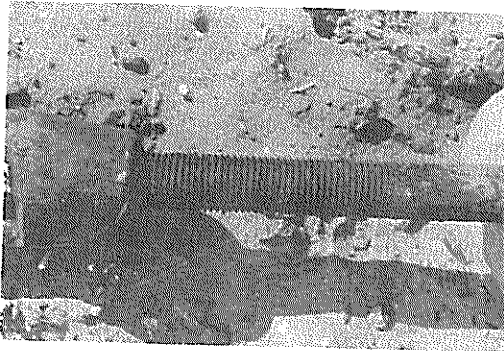


図 2・26 回収したタイロッド(2)
(下北埠頭)

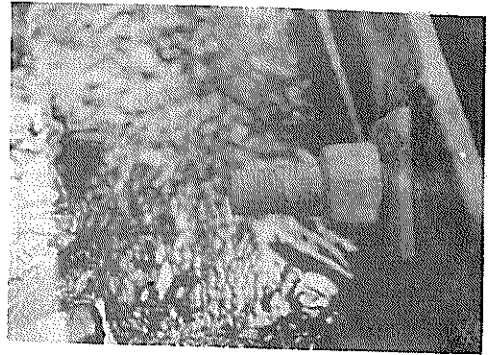


図 2・29 タイロッドの固定状況(2)
(下北埠頭)

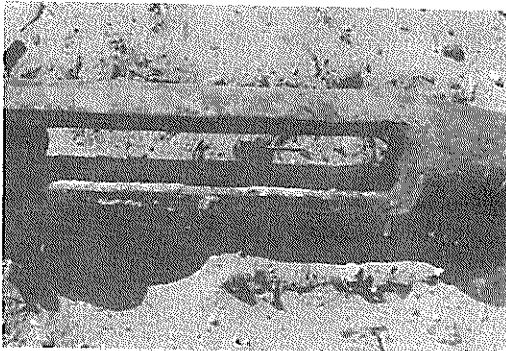


図 2・27 回収したタイロッド(3)
(下北埠頭)

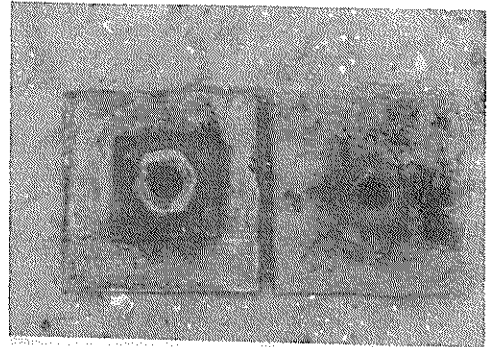


図 2・30 タイロッドを錨定板へ固定する金具(下北埠頭)
(左:回収時タイロッドに接触していた金具
右:回収時タイロッドからはずれていたナット)

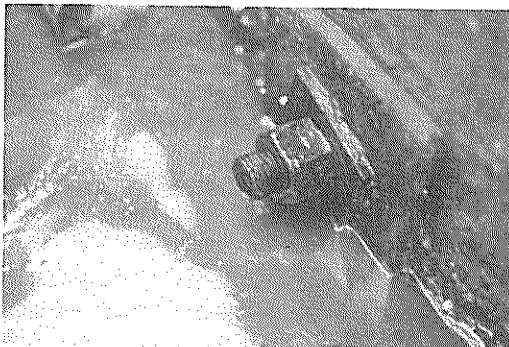


図 2・28 タイロッドの固定状況(1)
(下北埠頭)

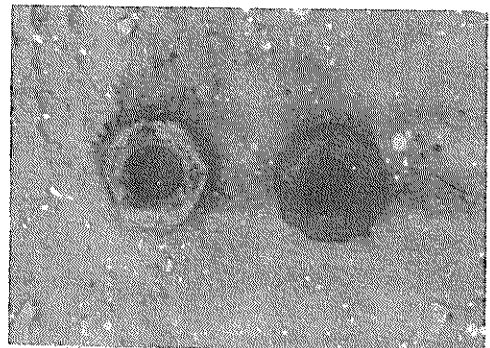


図 2・31 タイロッドを錨定板へ固定するナット
(下北埠頭)
(左:回収時タイロッドに接触していたナット
右:回収時タイロッドからはずれていたナット)

2・6・4 電位および電流測定結果

新旧鋼矢板の電位は表2・15の通りである。

表2・15 鋼矢板の電位

測定地点	海水塩化銀電極基準	
	電位 (mv)	
	旧鋼矢板	新鋼矢板
No. 2	-640	-670
No. 3	-640	-700
No. 4	-640	-700
No. 5	-650	

また、新旧鋼矢板間に流れるガルバニック電流は表2・16の通りである。なお、この場合の+、-は表2・15の電

表2・16 新旧鋼矢板間に流れる電流

短絡時間 (分)	電流 (mA)	
	No. 2 付近	No. 3 付近
0	3.60	5.62
1	3.42	5.30
2	3.00	5.34
3	2.90~3.02	5.34~5.30
4	3.40~3.80	5.20~5.60
6	2.80~3.00	

位測定結果から予想されるように新矢板が- (アノード)、旧矢板が+ (カソード) である。

2・6・5 材質試験結果

鋼矢板の材質試験結果は表2・17の通りである。

表2・17 下北埠頭-5.5m岸壁前面海水の水質試験結果

採水地点	水深 (m)	外観	PH	Cl ⁻ (g/l)
No. 10~No. 11	水面	無色 僅かに淡白色の沈殿	7.30	15.66

2・6・6 水質試験結果

採水した試水の水質試験結果は表2・18の通りである。

表2・18 下北埠頭における切り取り鋼矢板片の材質分析結果

単位：%

試料	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu
Larsen 30	0.20	0.09	0.73	0.109	0.035	0.026	0.008	0.34

2・7 考察

以上の調査結果より次のことが考察される。

(1) 超音波式厚み計の現地適用性

厚み計の現地への適用率=測定可能な点/全測定点×100%と考えて両厚み計の適用率を表2・2および表2・4よりそれぞれ算出してみると次のようになる。

超音波式共振厚み計の適用率

凸鋼矢板の潮位間について

全測定点	41
肉厚測定可能な点	40
適用率	40/41×100=98%

超音波式探傷厚み計の適用率

凸鋼矢板の海面上

全測定点	39
------	----

肉厚測定可能な点 39

適用率 39/39×100=100%

凹鋼矢板の海面上

全測定点 40

肉厚測定可能な点 40

適用率 40/40×100=100%

適用率は以上のように超音波式共振厚み計では98%、超音波式探傷厚み計では100%である。超音波式共振厚み計の適用率は第1報¹⁾第2報²⁾では数10%の調査箇所が多かったが、ここでの適用率が98%もの高率を示したのは第1報、第2報のときと異なって厚み計の適用箇所が潮位間に限定されたためと思われる。これは以下の(3)で述べるように鋼矢板構造物の潮位間は構造物としてのカソードに保たれるためほとんど腐食しないとい

うことにもっぱら起因すると考えられるが、適用率の方から見れば潮位間の鋼矢板面は共振厚み計で十分に肉厚測定ができるほど初期の平滑面に保たれているということになる。

一方、超音波式探傷厚み計の適用率は第1報、第2報でも100%であったが、第1報、第2報では測定深度が海水面下であるため水中用の探触子を使用している。これに対して今回の調査では測定深度が海水面上であるため陸上用の探触子を使用した。この結果、超音波式探傷厚み計の現地への適用性は陸上用探触子使用の場合（海水面上に適用）も水中用探触子使用の場合（水中に適用）もともに非常にすぐれるといえよう。

(2) 測定精度

表2・19 両厚み計による測定値の比較

厚み計	鋼矢板の内厚(mm)		
	② ¹⁾	③ ¹⁾	④ ¹⁾
超音波式共振厚み計	(測定不能)	10.40(3) ²⁾	9.95(4) ²⁾
超音波式探傷厚み計	10.5	10.0	9.8

1) 図2・6 参照

2) 共振波形のコ数

折角厚み計の適用率が高くても測定精度が劣ると実用に適さないため両厚み計による肉厚測定値を同一測定点について比較してみる。表2・2と表2・4に共通な測定点(仮12, 深度0.55m)について両厚み計による肉厚測定値を比較してみると表2・19のようになる。表2・19によれば超音波式共振厚み計では水平方向の測定点②で測定不能となっているが、③では共振波形の数が3コ、④では共振波形の数が4コで測定されている。このように共振波形の数が3コまたは4コときの超音波式共振厚み計による肉厚測定値は第1報、第2報で示したように同一箇所から切り取った鋼材片の肉厚に近似すると見られることから、表2・19の超音波式共振厚み計による③、④の測定値は精度が高いと考えられる。これに対して超音波式探傷厚み計では表2・19に示すように②、③、④では何れも肉厚が測定されている。いま③、④における両厚み計による測定肉厚の差(超音波式共振厚み計による値-超音波式探傷厚み計による値)を求めてみると③では0.40mm、④では0.15mmとなる。③、④における差を経過期間の40年で割ってみると③は0.01mm/yr、④は0.04mm/yrとなり、どちらの厚

み計による腐食速度を使用しても実際上大差ないことになる。また、図2・14に示す超音波式探傷厚み計による深度+1.0mにおける鋼矢板の腐食速度(測定地点仮12)を表2・7~表2・10または表2・11~表2・14に示す+1.0mの切り取り鋼材片についての腐食速度と比較してみると何れも0.1mm/yr前後でよく類似している。

(3) 調査鋼矢板の腐食速度

下北埠頭-5.5m岸壁における潮位間の鋼矢板腐食速度は表2・3に示すように平端部は0~0.02mm/yr、側面部は0.01mm/yr程度である。このように潮位間の鋼矢板腐食速度が非常に小さいことは潮位間の鋼矢板面がアノード、海水面下(主として海底泥層中)鋼矢板面がカソードとなるためカソードの潮位間の鋼矢板は丁度電気防食された恰好でほとんど腐食しなくなるためである。なお、このとき A_c/A_a (A_c :カソード表面積, A_a :カソード表面積) $\ll 1$ であればカソードを防食することにより生ずるアノードの腐食量はほとんど無視できる程度である⁵⁾。一方、海水中の鋼矢板面は肉眼観察および手の触覚によれば潮位間の鋼矢板面と同様にほとんど腐食していないように見受けられた。以上のように潮位間および海水中の鋼矢板の腐食速度が0.05mm/yrより小さいことは第1報、第2報で報告した均一海水に接する鋼矢板構造物についての調査結果と同じ傾向である。

これに対してH.W.L.上の鋼矢板面は海水面下に発生するマクロ・セルのカソードとなり得ないため、H.W.L.上の鋼矢板の腐食速度は同じ環境に曝露した鋼材片の腐食速度にほぼ等しくなることが予想される。超音波式探傷厚み計によるH.W.L.上の鋼矢板腐食速度は図2・14に示すように0.10~0.12mm/yrとなっている。一方、切り取り鋼矢板片(+1.0m)についての測定では次のようになっている。すなわち、マイクロメータによる肉厚測定値から算出した腐食速度は表2・7~表2・10によれば最大値0.213mm/yr、最小値0.025mm/yr、平均値0.096mm/yrであり、重量測定値から算出した腐食速度は表2・11~表2・14によれば最大値0.215mm/yr、最小値0.046mm/yr、平均値0.103mm/yrである。ただし、ここに示した腐食速度は何れも海側、陸側からの値の和である。その他、図2・20~図2・23に見られるようにH.W.L.上の鋼矢板に穴があいているところがあるが、もし穴が40年であいたとするとこの箇所での腐食速度は10.5mm/40yr=0.26mm/yrとなる。したがって下北埠頭-5.5m岸壁の鋼矢板のH.W.L.付近の腐食速度(両面)は平均して0.1mm/yr程度であるが、2~3の箇所では0.26

mm/yr またはそれ以上となる。

H.W.L. 上では 0.2 mm/yr を越える腐食速度 (両面) のところがあり、とくにひどいところでは穴があいているが、このような腐食による損傷箇所は図 2・14 からわかるように H.W.L. 上に限られている。しかし、このような H.W.L. 上の腐食による損傷は H.W.L. 上の鋼矢板をコンクリートで包むことによって完全に防ぐことができる。したがって、下北埠頭 - 5.5 m 岸壁も 40 年前に H.W.L. 上の鋼矢板をコンクリートで被覆しておれば、40 年後でも腐食による損傷はほとんどなかったであろうと推察される。

(4) H.W.L. 付近の鋼矢板の孔食係数

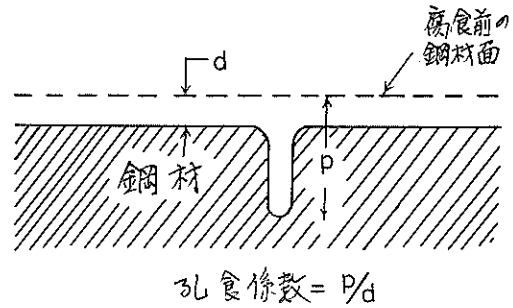


図 2・32 孔食係数を示す図

表 2・20 H.W.L. 付近における鋼矢板の孔食係数(1)

鋼矢板片 No	P ¹⁾	d ²⁾	P/d ³⁾	鋼矢板片 No	P ¹⁾	d ²⁾	P/d ³⁾
21	1.0010	8.411	1.19	133	5.886	5.527	1.06
25	4.168	3.219	1.29	137	4.404	3.701	1.19
29	5.980	5.589	1.07	141	2.152	1.622	1.33
33	8.576	5.894	1.46	145	6.310	4.513	1.40
37	2.894	2.647	1.09	149	5.966	5.370	1.11
41	6.568	4.841	1.36	153	3.726	3.291	1.13
45	5.992	5.059	1.18	157	4.966	4.169	1.19
49	4.198	3.079	1.36	161	3.968	3.263	1.22
53	4.330	3.371	1.28	165	4.682	2.875	1.63
59	5.406	(4.507) ⁴⁾	(1.20) ⁵⁾	169	4.018	3.578	1.12
61	3.790	3.507	1.08	173	2.188	1.841	1.19
65	7.512	5.714	1.31	177	5.342	4.556	1.17
69	10.166	8.091	1.26	181	5.412	3.983	1.36
73(1)	6.510	5.188	1.25	185	4.910	3.175	1.55
73(2)	3.122	2.580	1.21	189	6.924	3.845	1.80
77	6.124	5.098	1.20	193	3.840	3.646	1.05
85	7.070	6.444	1.10	201	4.010	3.361	1.19
87	5.362	4.087	1.31	205	5.154	4.125	1.25
89	7.372	4.943	1.49	209	3.086	2.403	1.28
93	10.092	8.607	1.17	213	5.660	4.206	1.35
97	6.898	5.847	1.18	217	2.570	2.415	1.06
101	6.952	5.897	1.18	221	4.152	2.487	1.67
105	7.174	6.673	1.08	225	5.302	4.864	1.09
113	7.580	5.577	1.36	229	3.086	2.676	1.15
117	8.064	6.718	1.20	233	6.000	3.826	1.57
121	6.500	5.856	1.11	237	7.018	4.685	1.50
125	7.800	6.472	1.21	241	5.350	3.536	1.51
129	2.398	1.986	1.21	245	4.936	4.604	1.07

表 2・21 H.W.L. 付近における鋼矢板の孔食係数(2)

鋼矢板片 No	P ¹⁾	d ²⁾	P/d ³⁾	鋼矢板片 No	P ¹⁾	d ²⁾	P/d ³⁾
249	7.540	5.597	1.35	373	4.720	3.959	1.19
253(1)	6.392	5.978	1.07	377	4.520	3.580	1.26
253(2)	4.232	3.917	1.08	381	4.038	3.348	1.21
261	5.602	4.896	1.14	385	6.318	4.018	1.57
265	5.178	4.065	1.27	389	6.010	3.691	1.63
269	5.730	4.571	1.25	393	4.796	3.445	1.39
277	4.014	3.795	1.06	397	6.290	5.838	1.08
281	6.644	4.070	1.63	401	7.246	5.429	1.33
285	4.516	3.000	1.51	405	5.746	4.662	1.23
289	4.038	2.823	1.43	409	6.326	4.886	1.29
293	4.544	3.430	1.32	413	5.184	4.767	1.09
297	4.584	3.065	1.50	417	2.432	1.626	1.50
301	2.560	1.269	2.02	421	7.418	4.465	1.66
309	3.806	3.345	1.14	425	4.746	3.262	1.45
317	4.274	4.020	1.06	429	4.402	3.005	1.46
321	2.934	2.530	1.16	439	4.096	3.552	1.15
325	4.308	3.677	1.17	443	6.296	4.183	1.51
329	5.596	3.845	1.46	447	3.020	2.573	1.17
333	6.040	3.587	1.68	455	6.018	5.302	1.14
337	4.196	2.834	1.48	457	4.452	3.107	1.43
341	3.920	2.328	1.68	459	3.026	2.886	1.05
345	4.364	3.781	1.15	平均			1.29 ⁶⁾
349	4.844	4.642	1.04				
353	5.384	3.315	1.62				
357	3.978	3.231	1.23				
361	4.516	3.661	1.23				
365	4.428	3.228	1.37				
369	4.898	4.122	1.19				

- 1) 初期肉厚－現有肉厚最小値
- 2) 初期肉厚－重量より算出した現有肉厚平均値
- 3) 孔食係数
- 4) マイクロ・メーターで測定した現有肉厚平均値
- 5) 4)をdとして求めたP/d
- 6) 5)を除く

腐食量を表示する場合、表 2・7～表 2・10、表 2・11～表 2・14 に示すように肉厚減少量 (mm) や腐食速度 (mm/yr) があり、その他にも腐食速度を lpy (inch/year), mdd (mg/dm²/day) で表わすことがある。しかしながら、これらはいずれも全面腐食のときに用いられる。これに対してある部分の腐食速度が他の部分の腐食速度にくらべて大きい場合には孔食がおこる。孔食を生ずる場合、金属表面の比較的小さな部分が固定したアノードとして働いて相当大きな速度で腐食すると深いピットが生じ、腐食部の面積が比較的大きい場合に

は浅いピットとなる。したがって孔食の程度はしばしば最も深いピットの深さと、鋼材片の重量減少量から換算した平均的な腐食の深さとの比率によって表わされる。この比率が孔食係数でこれの算出の模様を図 2・32 に示す。

下北埠頭-5.5 m 岸壁の H.W.L. 付近の鋼矢板の孔食係数を図 2・32 の要領で算出してみると表 2・20、表 2・21 のようになる。なお、表 2・20、表 2・21 の P は表 2・7～表 2・10 に示す現有肉厚の最小値 (mm) を初期肉厚の 1.05 mm から差し引いた値であり、

また表2・20、表2・21のdは表2・11～表2・14に示す重量減量(%)から算出した肉厚減量(mm)である。表2・20、表2・21によればH.W.L.付近に40年間曝露された鋼矢板の孔食係数は1～2で平均は1.29である。これに対して各環境における鉄鋼の孔食係数は一般に表2・22のように示されている。表2・22には環境として港湾におけるH.W.L.付近がないため大気中の孔食係数と比較してみると、表2・22の大気中の孔食係数は2～10であるのに対して表2・20、表2・21に示すH.W.L.付近の孔食係数は1～2でかなり小さい。

表2・22 孔食係数の例

環 境	平均腐食速度 (mm/yr)	孔食係数
大気 ¹⁾ (軟鋼) ²⁾	0.25	2～10
海水(軟鋼)	0.12	2～30 ³⁾
海水(鋳鋼)	0.10	2～15
淡水(軟鋼)	0.05	2～5
土壌(軟鋼)	0.01	2～25

- 1) 工場地帯の悪条件
- 2) 鉄鋼試片は表面を切削または研削
- 3) 黒皮付

(5) タイロッドの腐食

下北埠頭-5.5m岸壁のタイロッドは図2・2のように鋼矢板に接触した状態で潮位間に相当する砂層中に埋設されていた。鋼矢板岸壁前面の海水は背面砂層中に浸透し、残留水位は海面の昇降より多少遅れて昇降する。

この結果、タイロッドは飽和砂層中鋼材(残留水位面下の鋼矢板)と電気的に接触した状態で飽和と不飽和を繰り返す砂層に接することになる。

図2・25～図2・28などによれば下北埠頭では40年間潮位間に相当する砂層中に埋設されていてもタイロッドは黒皮のままであり、またネジ山も鋭くほとんど初期のままの状態である。また、図2・30、図2・31に見られるようにタイロッドに接触していた固定用金具にはほとんど発錆は認められないが、タイロッドに接触していなかった固定用金具はS.43・5・16の十勝沖地震のときタイロッドからははずれたものとする1箇月(S.43・5～S.43・6)程度の期間で発錆が著しかった。これに対して潮位間に相当する砂層中に12年間

埋設されていた鋼材片の腐食速度は0.05～0.09mm/yrともいわれている。このような違いをはっきりさせることがタイロッドの腐食を考える上で重要である。水位の変動がないとき飽和砂層中鋼材の電位は約-700mV(海水塩化銀電極基準)、不飽和砂層中鋼材の電位は約-500mV(海水塩化銀電極基準)で両者間には200mV程度の電位差が発生し、この電位差は3年以上経過してもほとんど変わらない⁶⁾。水位の変化によって不飽和砂層中鋼材が飽和と不飽和を繰り返す砂層中鋼材となった場合、水位の変化とともに鋼材の電位は-200～-300mV(海水塩化銀電極基準)となるが漸減して-500mV(海水塩化銀電極基準)付近となる。いま簡便のため飽和と不飽和を繰り返す砂層中鋼材片をA、常時飽和砂層中鋼材片をBとすると、水位の昇降によりA、B鋼材片間の電位差は400～500mVと大きくなり次第に200mV程度に戻って行く。このように水位の昇降による電位差の変化に応じてA、B鋼材片間に流れるガルバニック電流も変化する。すなわち、水位が上昇してAの鋼材片の環境が飽和砂層となったとき(干潮から満潮となることに相当)は鋼材片Bより鋼材片Aに流入する電流は0.032A/m²から0.04A/m²に増大後、次第に減少して0.023A/m²に落着く。一方、水位が降下して鋼材片Aの接する環境が不飽和砂層となると(満潮から干潮となることに相当)、鋼材片Bより鋼材片Aに流入する電流は0.023A/m²から0.04A/m²と大きくなってから漸減して0.032A/m²となる。このように砂層中の水位が昇降することにより以上のような電流変化が繰り返されることになる。ただし、自然環境では6時間毎に干満による水位の昇降がゆるやかに繰り返される。これに対して以上の電位、電流変化は干満状態に水位を急に変化させてから6時間放置したときの電流変化であるが、これから現地条件における電流変化の模様は十分推察できる。

したがって、タイロッドの場合にも常時飽和砂層中の鋼材(残留水位面下の鋼矢板)から潮位の昇降に応じて0.032A/m²または0.023A/m²のマクロ腐食電流が流入することになる。港湾鋼構造物の陸側面に対する電気防食所要電流密度は0.01A/m²であることを参照すれば、以上の検討結果⁶⁾からタイロッドにはそれ以上のマクロ腐食電流が流入することになる。このことから図2・30、図2・31に見られる現象が説明できよう。すなわち、図2・30、図2・31に示すようにタイロッドに接続していたナットまたは座金は流入するマクロ腐食電流によって防食されるため発錆しないが、タイロッドと縁が切れたナットまたは座金には防食電流が流入しないため腐食が進行する。このときの後者が一般に潮位間の砂層

中に埋設した鋼材片の腐食（マイクロ腐食）で、このマイクロ腐食速度が上掲した $0.05 \sim 0.09 \text{ mm/yr}$ である。一方、タイロッドの防食として作用する恰好の腐食電流を流出するアノード（常時飽和砂層中鋼材）の腐食が懸念されるが、 A_c/A_a （ A_c ：カソードの表面積、 A_a ：アノードの表面積） $\ll 1$ のときマクロ腐食電流の流出によるアノードの腐食量は非常に小さく実際は無視できる位であることが測定されている。⁵⁾

次に、回収したタイロッド面には砂粒が固着しておりその下には赤橙色の塗料らしきものが散見された。砂粒の固着はモルタルを吹き付けるなどの被覆工を施したのではないかとも考えられる。しかし一般に土中に長期間埋設されていた鋼材を回収してみると鋼材面には土砂が付いており、しばらく放置して乾燥すると土砂は鋼材面に固着して叩いてもなかなか落ちなくなることはよく経験する。

このような固着の原因としては鋼材面から溶出した F_2^{++} による膠着作用、または電流の流入面には C_2O_3 などが析出することなどが考えられる。上記のようなタイロッドの腐食機構ではまず後者が主因かとも思われる。また、赤橙色のものはベンガラではないかと推定される。もしそうであればこれは塗膜形成物質（ビヒクル）中に Fe_2O_3 を懸濁させた不溶性顔料粒子の混合物であるが、入念な塗膜調査をとくに行なわなかったため赤橙色は塗料としての色なのかビヒクルの変質により単なる顔料としての色なのかははっきりしない。

したがって下北埠頭—5.5 m 岸壁のタイロッドの被覆状態ははっきりしないが、上述のようにタイロッドは鋼矢板に電氣的に接触していれば裸のままでもほとんど腐食しないことが予想される。さらに何らかの被覆工が施されておれば、一般に示されている被覆材と電防との併用による電流の削減効果がこの場合にも期待できよう。

(6) 新旧鋼矢板間に発生するガルバニック電池

表 2・15 によれば明らかに新旧鋼矢板の電位間には差が認められる。このように電位差があるということの因として新旧鋼矢板の根入れ長の差や裏込めの有無などが考えられる。すなわち、図 2・7 によれば旧鋼矢板の根入れ長は 4.5 m であるのに対して新鋼矢板の根入れ長は 1.8 m である。鋼材の電位は鋼材のおかれた環境の溶存酸素量が小さくなるほど卑となる傾向があるため土中深く埋設された鋼材の電位の方が土中深く埋設された鋼材の電位より卑となる。また、裏込めがあれば残留水位面

上の鋼材の電位はかなり貴となる。その他鋼材面の経年変化による差などが考えられるがはっきりしない。いずれにしても新旧鋼矢板間には電位差があるため両者を短絡すれば相対的に電位が卑な新鋼矢板がアノード、相対的に電位が貴な旧鋼矢板がカソードとなるセルが発生することになる。このとき流れるガルバニック電流は表 2・16 のようになる。

表 2・16 によれば予想通り新鋼矢板から流出した電流が旧鋼矢板に流入しているが、この場合新鋼矢板から旧鋼矢板のみに電流が流入しているのではなく新旧鋼矢板の短絡電位より貴な鋼材部分に短絡電位より卑な鋼材部分から電流が流入する。したがって新鋼矢板の貴な電位の部分（たとえば潮位間など）にも電流が流入していることになる。表 2・16 によれば新鋼矢板から旧鋼矢板へ流れる電流量は $3,000 \mu A \sim 5,000 \mu A$ 程度であるが、新旧鋼矢板の表面積が正確に算出できないためはっきりした電流密度が算出できない。いま試みに 1 枚の新鋼矢板から 1 枚の旧鋼矢板へ流れているとすれば $3,000 \sim 5,000 \mu A / 1.8 m \times 0.4 m \div 0.04 \sim 0.07 \mu A/m^2$ となり、これを腐食速度に換算すると $0.005 \sim 0.0001 \text{ mm/yr}$ である。したがって工事の都合で旧鋼矢板前面に新鋼矢板が打込まれ、両者が短絡されても新旧鋼矢板間に発生するガルバニック電池による新鋼矢板の腐食はほとんど無視して差支えない。

(7) 材質による影響

鋼矢板の材質は表 2・17 に示すように普通の鋼矢板であり、とくに材質の腐食におよぼす影響は顕著でない。

(8) 水質の影響

表 2・18 によれば海水の PH は中性であり、 Cl^- は $1.5 g/l$ で多少淡水で希釈されているが普通の均一海水と大差なく水質による影響はとくにないようである。

3. 富山港—7.5 m 岸壁、—3.0 m 物揚場の腐食調査（鋼矢板、タイロッド）

3・1 調査対称鋼構造物

調査対象鋼構造物は表 3・1 に示すように TR—V 型の鋼矢板を使用した—7.5 m 岸壁と YSP—II 型の鋼矢板を使用した—3.0 m 物揚場であり、図 3・1 に調査構造物の位置および採水地点を示す。—7.5 m 岸壁については図 3・2 に断面図を示す。

一方、—3.0 m 物揚場については図 3・3 に断面図を、図 3・4 に外観を示す。

表3・1 富山港における調査鋼構造物

構造物名	水深 (m)	鋼 矢 板				タイ・ロッド			延長 (m)	施工年	経過期間(yr)	測定年月
		タイプ	初期肉厚 (mm)	長さ (m)	防食	外径 (mm)	長さ (m)	防食				
-7.5 ^m 岸壁	-7.5	TR-V	19.0 17.5 13.0	14.0	なし	55	13.7	シュート被覆	105	S. 9	34	S. 43.9
-3.0 ^m 物揚場	-3.0	YSP-II	10.5	6.5	なし	30	10.0	なし	180	S. 33	10	S. 43.9
											11	S. 44.7

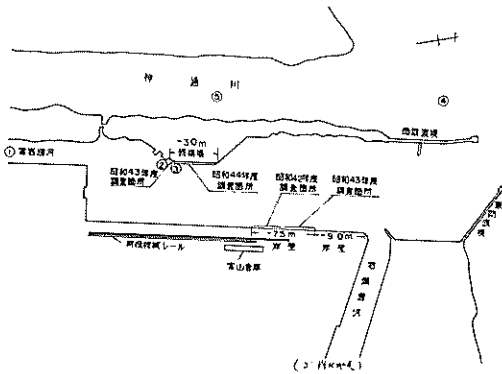


図3・1 富山港における調査鋼構造物の位置図 (○:採水地点)

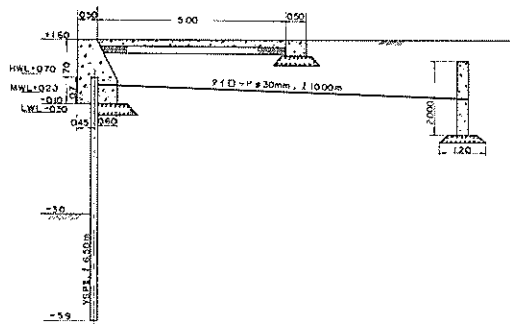


図3・3 富山港-3.0m物揚場断面図

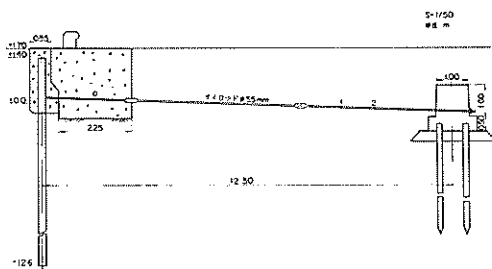


図3・2 富山港-7.5m岸壁におけるタイロッドの外径測定箇所



図3・4 -3.0m物揚場の外観(富山港)

3・2 調査年月日

調査は昭和43年9月28日～9月30日と昭和44年7月25日～7月30日に行なわれた。なお、調査の日程は次の通りである。

昭和43年

9月28日(土)

①調査についての現地打合せ

調査関係機関は次の通りである。

運輸省第1港湾建設局・伏木・富山港工事事務所

運輸省第1港湾建設局・新潟調査設計事務所

運輸省港湾技術研究所

②現地視察

③鋼矢板の切り取り(5枚)および切り取り箇所の補修

— 7.5 m岸壁

凸鋼矢板 -0.3m, -1.3m, -2.3m

凹鋼矢板 -0.3m, -1.3m

④タイロッドの外径測定(—7.0 m岸壁)

⑤上部コンクリート中鋼矢板の肉厚測定(—7.0 m岸壁)

9月29日(日)

①鋼矢板の切り取り(7枚)および切り取り箇所の補修

— 7.5 m岸壁

凸鋼矢板 -3.3m, -4.3m, -5.3m

凹鋼矢板 -2.3m, -3.3m, -4.3m, -5.3m

9月30日(月)

①鋼矢板の切り取り(6枚)および切り取り箇所の補修

— 3.0 m物揚場

凸鋼矢板 ±0.0m, -1.0m, -2.0m

凹鋼矢板 ±0.0m, -1.0m, -2.0m

昭和44年

7月25日(金)

①調査についての現地打合せ

調査関係機関は次の通りである。

運輸省第1港湾建設局・伏木富山港工事事務所

運輸省第1港湾建設局・新潟調査設計事務所

運輸省港湾技術研究所

②現地視察

③使用機器の調整

7月26日(土)

①鋼矢板の肉厚測定

超音波式共振厚み計による測定

№4 (-0.2m, -1.0m, -2.0mの①～⑩)

№3 (-0.2m, -1.0mの①～⑩)

超音波式探傷厚み計による測定

№4 (-0.2m, -1.0m, -2.0mの①～⑩)

№3 (-0.2m, -1.0mの①～⑩)

7月27日(日)

①鋼矢板の肉厚測定

超音波式共振厚み計による測定

№3 (-2.0mの①～⑩)

№2 (-0.2m, -1.0m, -2.0mの①～⑩)

№1 (-0.2m, -1.0m, -2.0mの①～⑩)

超音波式探傷厚み計による測定

№3 (-2.0mの①～⑩)

№2 (-0.2m, -1.0m, -2.0mの①～⑩)

№1 (-0.2m, -1.0m, -2.0mの①～⑩)

②採水

7月28日(月)

①観察

②鋼矢板引き抜き

7月29日(火)

①鋼矢板の引き抜き

②引き抜き鋼矢板の肉厚測定

超音波式共振厚み計による測定

№1 (+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9, -3.9, -4.9 m)

№2 (+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9, -3.9, -4.9 m)

№7 (+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9, -3.9, -4.9 m)

№8 (+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9, -3.9, -4.9 m)

№14 (+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9, -3.9, -4.9 m)

№15 (+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9, -3.9, -4.9 m)

超音波式探傷厚み計による測定

№1 (+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9, -3.9, -4.9 m)

№2 (+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9, -3.9, -4.9 m)

№7 (+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9, -3.9, -4.9 m)

№8 (+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9, -3.9, -4.9 m)

№14 (+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9, -3.9, -4.9 m)

№15(+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9,
-3.9, -4.9 m)

7月30日(水)

①引き抜き鋼矢板の肉厚測定

超音波式共振厚み計による測定

№19(+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9,
-3.9, -4.9 m)

№20(+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9,
-3.9, -4.9 m)

№27(+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9,
-3.9, -4.9 m)

№28(+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9,
-3.9, -4.9 m)

№31(+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9,
-3.9, -4.9 m)

№32(+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9,
-3.9, -4.9 m)

№37(+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9,
-3.9, -4.9 m)

№38(+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9,
-3.9, -4.9 m)

超音波式探傷厚み計による測定

№19(+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9,
-3.9, -4.9 m)

№20(+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9,
-3.9, -4.9 m)

№27(+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9,
-3.9, -4.9 m)

№28(+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9,
-3.9, -4.9 m)

№31(+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9,
-3.9, -4.9 m)

№32(+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9,
-3.9, -4.9 m)

№37(+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9,
-3.9, -4.9 m)

№38(+0.1, -0.4, -0.9, -1.9, -2.9,
-3.9, -4.9 m)

この外、海水面上の鋼矢板面および引き抜き鋼矢板面の観察および写真撮影は肉厚測定のと同時に行なった。

なお、現地における作業のうち水中作業(海水面下における付着物の除去および採取、鋼矢板片の切り取りおよび切り取り箇所の補修、鋼矢板面の観察、厚み計探触子の鋼矢板面への吸着)は潜水夫が行ない、鋼矢板の引き抜きおよび切断、タイロッドの切断は伏木富山港工事事

務所・職員の指示により施工業者が行なった。また、引き抜き鋼矢板の付着物除去、鋼矢板の肉厚測定、タイロッドの外径測定、観察および写真撮影、採水、切り取り試験片の発送は伏木富山港工事事務所・職員の協力を得て港湾技術研究所・職員が行なった。この外、切り取り片についての観察および測定は港湾技術研究所において行なった。

3・3 使用機器および用具

本調査で使用した機器および用具は次の通りである。

- (1) 超音波式共振厚み計(水中用)一式(本体、探触子、モニタ、高周波ケーブルなど)
- (2) 超音波式探傷厚み計(水中用)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)
- (3) バイプロ・ハンマー式(鋼矢板引き抜き用、施工業者)
- (4) 直流電弧溶接機一式(発電機、酸素ボンベ、溶接棒など、施工業者)
- (5) 基準肉厚鋼板(SS41, SYII)
- (6) スクレーパ、ハンマ、ワイヤ・ブラシ
- (7) 北原式採水器および貯水瓶
- (8) カメラおよびフィルム(カラー)
- (9) テスタ
- (10) 記録用紙および筆記用具
- (11) その他

電線、ケーブル、タップ、プラグ、半田および半田鑊、麻紐、プライヤ、十字型ビス、グリッス、折尺、ドライバ、ニッパ、エンジン・オイル、軍手、ビニールシート、ビニール・テープ、ウェスなど

3・4 調査箇所

富山港-7.5m岸壁と-3.0m物揚場における腐食調査箇所は現地打合せの結果、次の通りである。ただし、昭和42年に実施した-7.5m岸壁(上流部)のタイロッド腐食調査箇所は第1報に示してあるのでここでは除く。

3・4・1 引き抜かない鋼矢板の肉厚測定箇所

海水面下の鋼矢板の肉厚測定は図3・5に示すように-3.0m物揚場で№1~№4の計4地点を設け、またコンクリート中鋼矢板の肉厚測定は図3・6に示すように-7.5m岸壁で4地点を設定した。ただし、図3・6に示す№65はコンクリート中鋼矢板部分を切り取ってから肉厚を測定した。

次に、各地点における深度方向の測定点は-3.0m物

揚場では図3・7の通りであり、-7.5m岸壁では図3・8の通りである。また各深度における断面方向の測定点は-3.0m物揚場では図3・9のように①~⑩の10点、-7.5m岸壁では図3・10のように①~⑦の7点である。

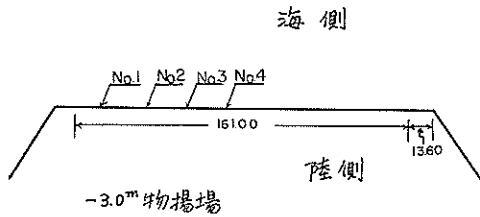


図3・5 富山港-3.0m物揚場における非破壊測定地点

単位:m

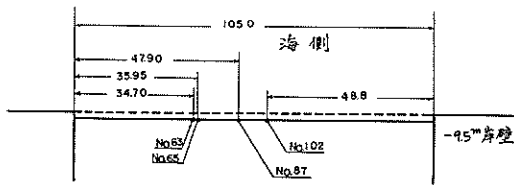


図3・6 富山港-7.5m岸壁における上部コンクリート中鋼矢板の肉厚測定箇所

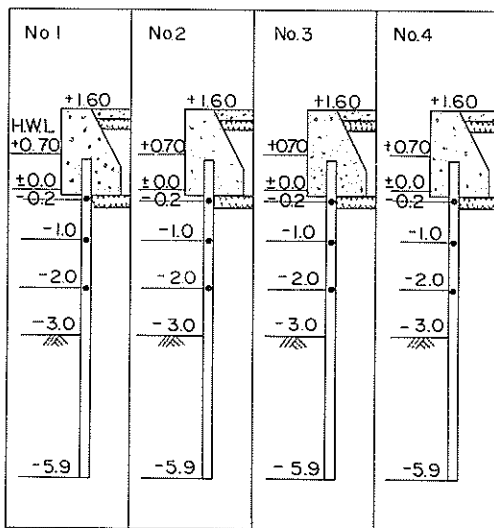
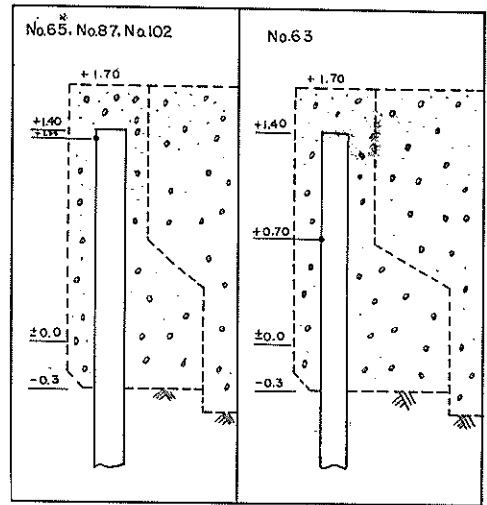


図3・7 富山港-3.0m物揚場における肉厚測定点(深度方向)



* No.65は切り取り後に測定

図3・8 富山港-7.5m岸壁における上部コンクリート中鋼矢板の肉厚測定深度

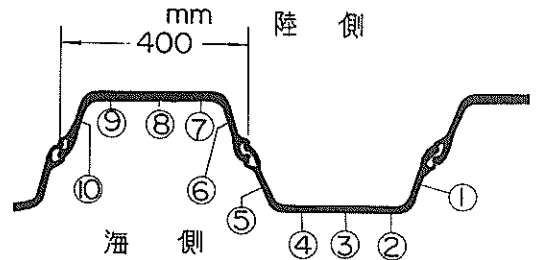


図3・9 富山港-3.0m物揚場における鋼矢板の肉厚測定点(断面方向)

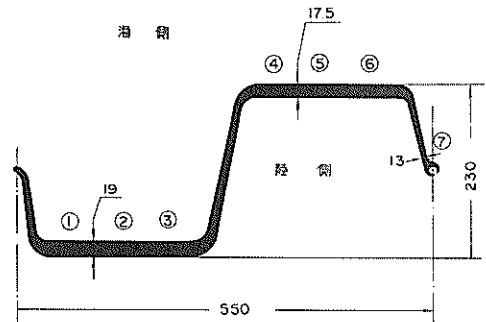


図3・10 富山港-7.5m岸壁における鋼矢板の肉厚測定点(断面方向)

3・4・2 引き抜き鋼矢板の肉厚測定箇所

海側

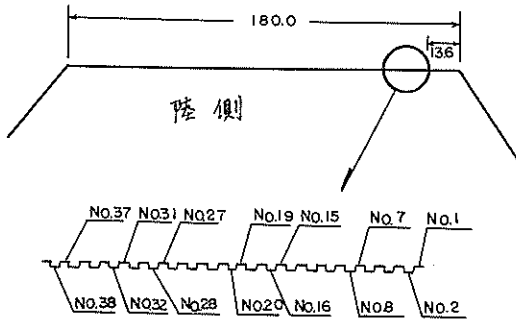


図3・11 富山港-3.0m物揚場において肉厚測定を行った引き抜き鋼矢板の原位置

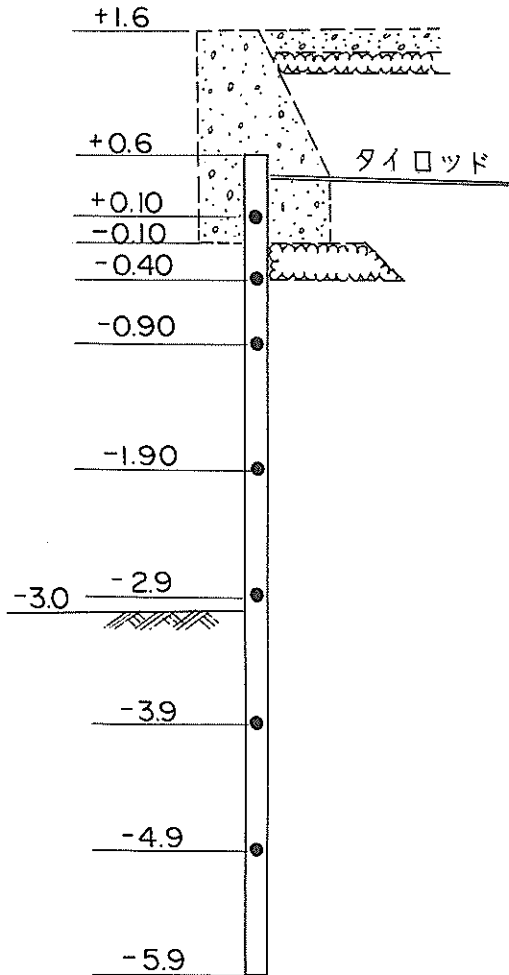


図3・12 富山港-3.0m物揚場における引き抜き鋼矢板の肉厚測定点(深度方向)

鋼矢板の引き抜きは-3.0m物揚場の全鋼矢板(凸鋼矢板200枚,凹鋼矢板200枚,計400枚)について行なわれたが,超音波式厚み計による肉厚測定はこのうちの14枚を対称として行なわれた。図3・11に肉厚測定を行なった14枚の鋼矢板の原位置を示す。

引き抜き鋼矢板肉厚の深度方向の測定点は図3・12に示す7深度であり,断面方向の測定点は図3・9に示す①~⑩の10点である。

3・4・3 鋼材片の切り取り箇所

鋼材片の切り取りには,引き抜かない鋼矢板からの切り取り,引き抜き鋼矢板からの切り取りおよび掘り出したタイロッドからの切り取りの3通りがある。

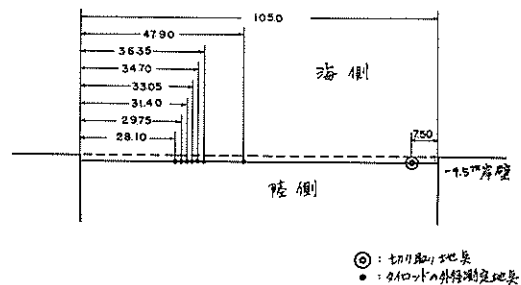
(イ) 引き抜かない鋼矢板からの切り取り箇所

引き抜かない鋼矢板から鋼矢板片を切り取った箇所は-7.5m岸壁の海水面下では図3・13に示す位置の鋼矢板について図3・14の計12点である。また,-7.5m岸壁の上部コンクリート中鋼矢板は工事の都合により全て切り取られることになったが,調査時点では図3・6に示す板65のみが切り取られた。このときの肉厚測定箇所は深度方向は図3・8に,断面方向は図3・10と同じである。

一方,-3.0m物揚場における引き抜かない鋼矢板からの鋼矢板の切り取り箇所は図3・15に示す鋼矢板について図3・16の計6点である。

(ロ) 引き抜き鋼矢板からの切り取り箇所

鋼材片の切り取りを行なった引き抜き鋼矢板は図3・17に示す凸鋼矢板3枚,凹鋼矢板3枚,計6枚である。切り取りは図3・12と同じ7深度毎に約10cm巾で全断面を帯状に行なった。



◎: 切り取り地点
●: 肉厚計の外径測定地点

図3・13 富山港-7.5m岸壁における鋼矢板片の切り取りおよびタイロッドの外径測定地点

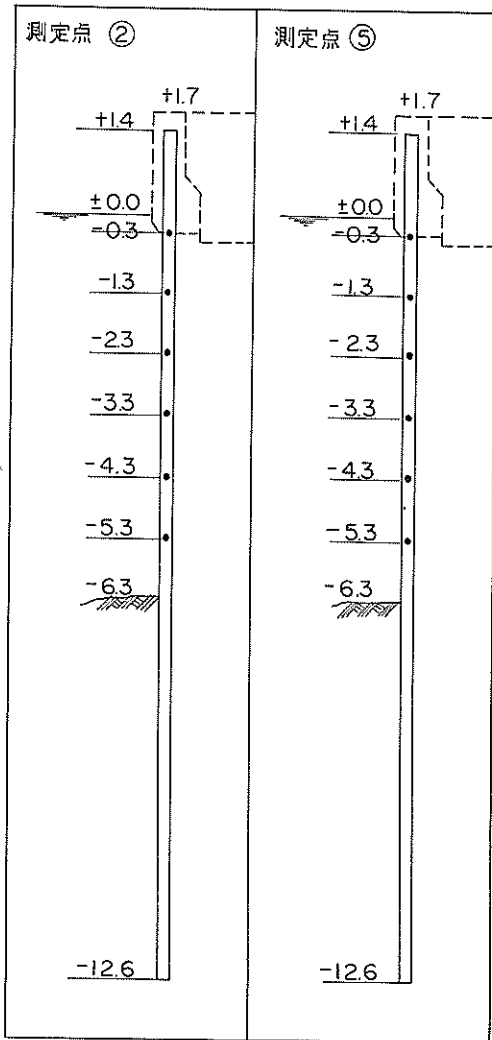


図3・14 富山港-7.5m岸壁における鋼矢板の切り取り深度点(深度方向)

イ) タイロッドの切り取り箇所
 - 3.0m物揚場から切り取ったタイロッドの位置は図3・11のところの2本である。

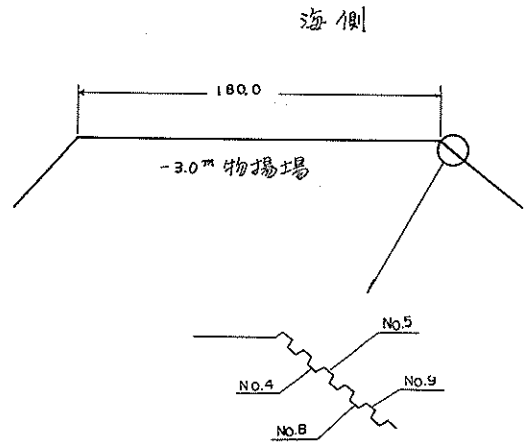


図3・15 富山港-3.0m物揚場における鋼矢板片の切り取り地点

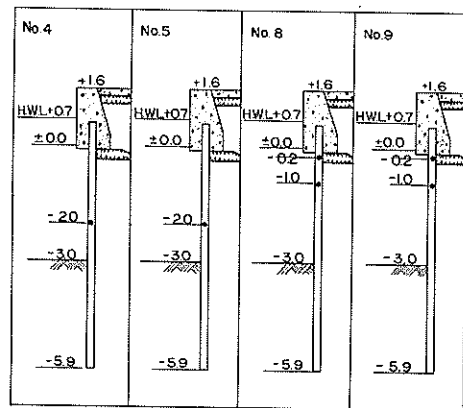


図3・16 富山港-3.0m物揚場における鋼矢板片切り取り箇所(深度方向)

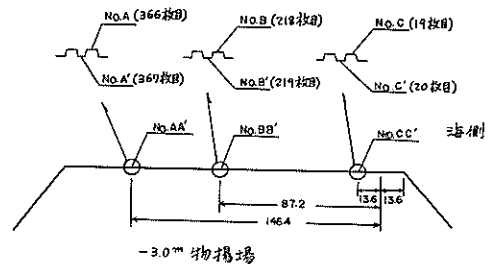


図3・17 富山港-3.0m物揚場において切り取りを行なった引き抜き鋼矢板の原位置

3・4・4 現地におけるタイロッド外径測定箇所
 現地においてタイロッドの外径を測定した位置は図3・13に示す7地点で、各地点におけるタイロッドについての外径測定点は図3・2に示す0, 1, 2の3点である。また、-3.0m物揚場で回収したタイロッド片についての測定箇所および成型用タイロッド片を切り取った箇所は図3・18の通りである。

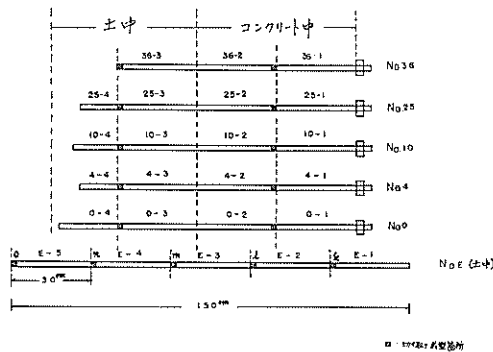


図3・18 富山港-3.0m物揚場における回収タイロッド片

3・4・5 採水地点

採水地点は図3・1に示す6地点であり、各地点における採水は水面および水面下1m毎に行なった。

3・5 調査項目および調査方法

調査は非破壊調査、破壊調査および水質試験が行なわれたが、調査の内容は次の通りである。

非破壊調査

引き抜かない鋼矢板について

観察

超音波式厚み計またはマイクロメータによる現有肉厚測定および腐食速度の算出

破壊調査

引き抜いた鋼矢板について

観察

超音波式厚み計による現有肉厚の測定および腐食速度の算出

引き抜いた鋼矢板または引き抜いた鋼矢板から切り取った鋼矢板片について

観察

マイクロメータによる肉厚測定、重量測定および

び腐食速度の算出

腐食生成物および材質分析

掘り出したタイロッドについて

観察

外径測定および腐食速度の算出

切り取ったタイロッド片について

観察

外径測定、重量測定および腐食速度の算出

材質分析

採水した試水について

水質試験

3・5・1 引き抜かない鋼矢板の肉厚測定

(イ) 超音波式厚み計による肉厚測定

引き抜かない鋼矢板の肉厚測定は非破壊測定であり、超音波式共振厚み計と超音波式探傷厚み計で行なったが、どちらの厚み計による場合も次のように行なった。すなわち、まず測定点の付着物を5cm×5cm程度の面積除き、付着物を除去した鋼矢板面に超音波式共振厚み計の探触子を吸着させ、調査地点の構造物上に設置した厚み計の本体で肉厚を読み取った。このときの探触子は図3・9の①から⑩の方へ順次吸着させて行き、また深度方向は上から下の方へ順次行なった。このようにして1地点における超音波式共振厚み計による肉厚測定が終了すると、次に超音波式探傷厚み計による肉厚測定を超音波式共振厚み計のときと同じ順序で行なった。

付着物の除去は第1報、4-4(付着物の除去および鋼材面の研磨、P32~33)¹⁾の方法によって行なった。また、超音波式共振厚み計による肉厚測定は第1報、4-8(超音波式共振厚み計(水中用)による肉厚測定、P37~40)の方法に、超音波式探傷厚み計による肉厚測定は第2報²⁾、2-8(超音波式探傷厚み計(水中用)による肉厚測定、P6~7)の方法によった。

引き抜かない鋼矢板の肉厚測定は以上の方法に基本的には準拠しているが、現地における測定は現地の状況に則して行なわれるため以下に富山港における肉厚測定状況を記してみる。

引き抜かない鋼矢板の肉厚測定は-3.0m物揚場のみで行なわれ、測定深度は図3・7に示すように海水面下の3深度である。したがってここでの付着物の除去および厚み計探触子の鋼矢板面への吸着は図3・19のように潜水夫が行なった。また、調査時点ではすでに図3・4のように旧鋼矢板の前面海上に改造用の新鋼矢板が打込まれていた。このため潜水夫が付着物の除去および厚み計探触子の鋼矢板面への吸着作業をするときはその都



図 3・19 潜水夫による水中作業

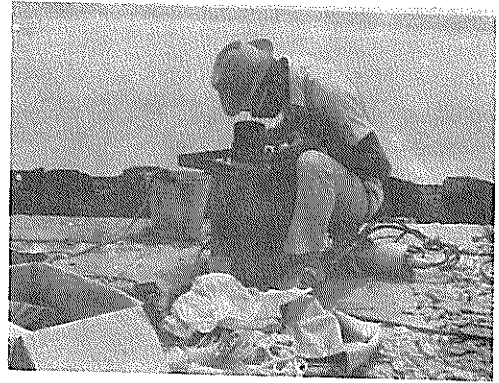


図 3・22 超音波式共振厚み計による測定状況



図 3・20 潜水準備

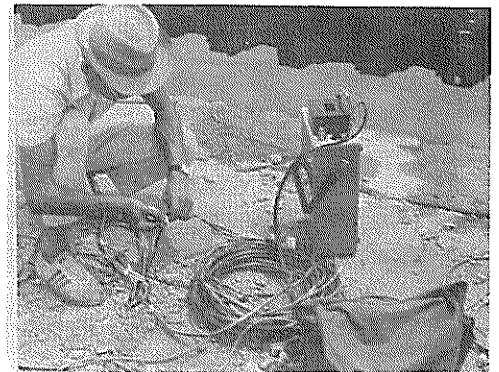


図 3・23 超音波式探傷厚み計による測定状況

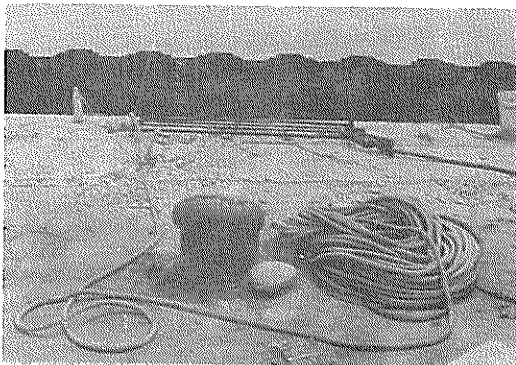


図 3・21 梯子の固定



図 3・24 - 3.0 m物揚場を望む

度図3・20のように新鋼矢板面の向う側に撃留した船から新鋼矢板を越えて旧鋼矢板面の方へ移った。付着物の除去および探触子の吸着作業を行なうときは鋼製の梯子を図3・21のようにピットに固定し、この梯子を利用して潜水夫は水中作業を行なった。図3・22に超音波式共振厚み計による測定状況を、図3・23に超音波式探傷厚み計による測定状況を示す。なお、このときの両厚み計の電源は図3・24に示す木材の左手の方にある配電盤より電線を測定地点まで約200m配線してA.C. 100Vを利用した。

(ロ) マイクロ・メータによる肉厚測定

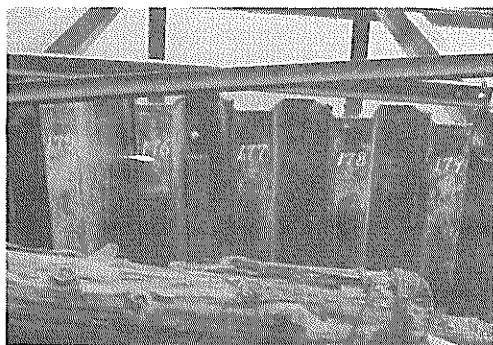


図3・25 鋼矢板天端部(富山港、-7.5m岸壁、陸側)

引き抜かない鋼矢板のマイクロ・メータによる肉厚測定は-7.5m岸壁の上部コンクリート中鋼矢板について行なわれた。-7.5m岸壁の上部コンクリートは図3・25のように除去され(図3・25に示す鋼矢板の白い部分がコンクリート中にあったところ)、鋼矢板にはペンキで痕が付けられた。工事の都合で鋼矢板の天端部はガスで切り取られることになっていたが、調査時点では図3・25のようにまだ切り取られていないところが残っていた。

したがって、-7.5m岸壁の調査鋼矢板の初期肉厚を明らかにするために切り取られていない鋼矢板の天端付近の肉厚をマイクロ・メータで測定した。肉厚の測定は第1報、4-10-1(1)(マイクロ・メータによる測定、P42)の要領で行なったが、各点における測定は5回宛行なった。

3・5・2 引き抜き鋼矢板の肉厚測定

鋼矢板の引き抜きは-3.0m物揚場で行なわれたが、



図3・26 バイブロ・ハンマによる鋼矢板の引き抜き(富山港、-3.0m物揚場)



図3・27 鋼矢板の引き抜き(富山港、-3.0m物揚場)



図3・28 上部コンクリートの除去

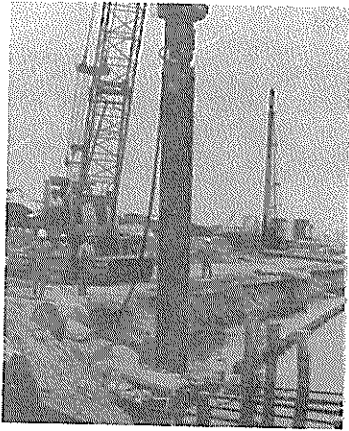


図 3・29 鋼矢板の引き抜き

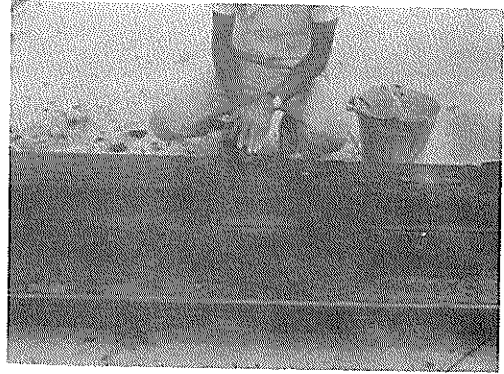


図 3・32 付着物の除去



図 3・30 引き抜き鋼矢板

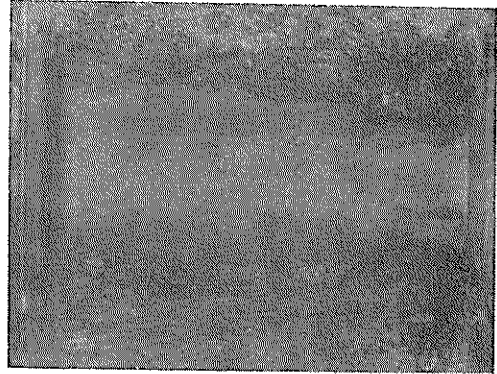


図 3・33 付着物を除去した鋼矢板面



図 3・31 引き抜き鋼矢板

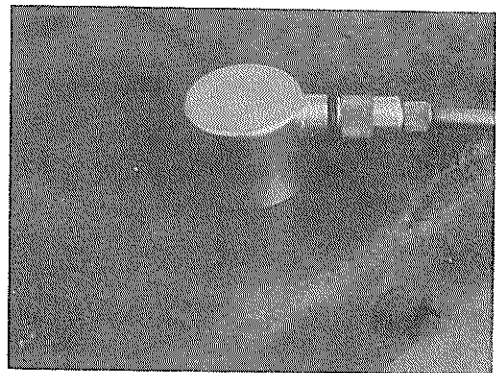


図 3・34 探触子の吸着（超音波式共振厚み計）

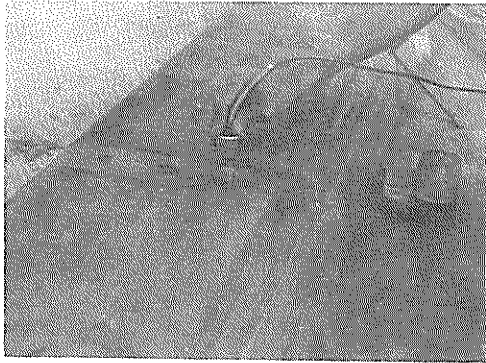


図 3・35 探触子の吸着（超音波式探傷厚み計）

引き抜きには図 3・26 に示すパイプロ・ハンマが使用された。引き抜きは上部コンクリートを除去した凹鋼矢板の天端部をパイプロ・ハンマで図 3・27 のように掴み、振動を与えながら引き抜いた。なお、上部コンクリートの除去はさく岩機、マイト、重錘の落下などで行なわれた。図 3・28 にその模様を示す。

鋼矢板は図 3・29 に示すように凹、凸鋼矢板が 2～3 枚 1 組となって引き抜かれたのが多かった。引き抜かれた鋼矢板は図 3・30、図 3・31 のように地上に横たえられ、直ちに仮が付けられた。観察後に肉厚測定点における鋼矢板面の付着物の除去を図 3・32、図 3・33 のように行なった。次に、超音波式共振厚み計の探触子を図 3・34 のように鋼矢板面に吸着し、超音波式探傷厚み計の探触子を図 3・35 のように鋼矢板面に押しあてて肉厚測定を行なった。厚み計による肉厚測定方法は 3・5・1 の場合と同じである。しかしここでは陸上測定となるが、超音波式探傷厚み計は第 2 報、2-8（超音波式探傷厚み計（水中用））による肉厚測定、P 6～7 に示すように探触子の機構上水中用探触子は陸上では使用できないため同計用の陸上用探触子を使用して肉厚を測定した。なお、第 2 報、2-8 に示す方法には超音波式探傷厚み計の探触子が水中用、陸上用の場合とも含まれている。また、探触子の吸着（共振厚み計探触子の場合）、押しあて（探傷厚み計探触子の場合）は全て鋼矢板の陸側面について行なわれた。

3・5・3 切り取り鋼矢板片の肉厚測定

- (1) 引き抜かない鋼矢板から切り取った鋼矢板片の場合（海水中）

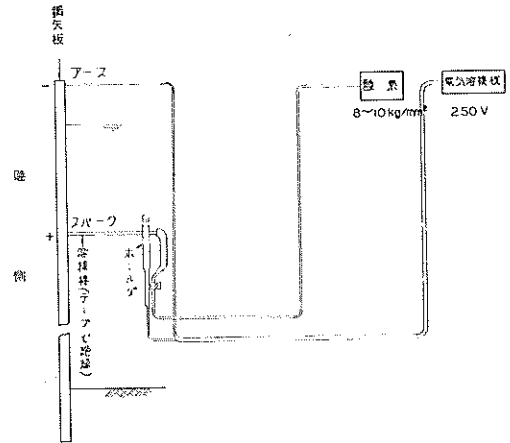


図 3・36 水中切断の要領

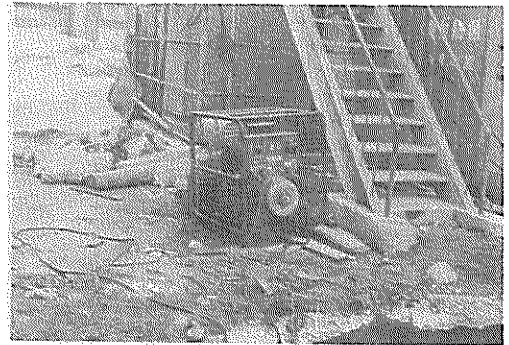


図 3・37 D.C. 発電機（250V）

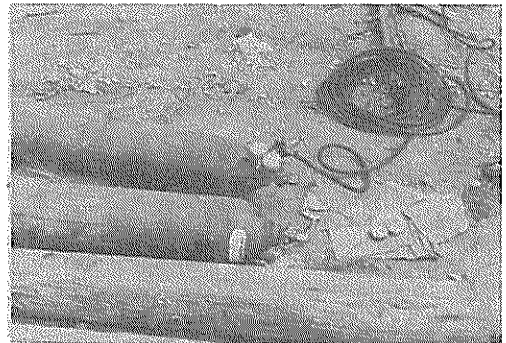


図 3・38 酸素ボンベ

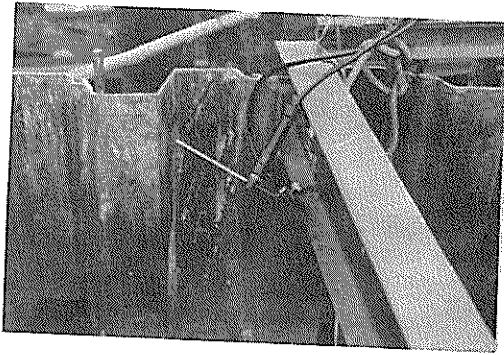


図3・39 ホールダおよび溶接棒(1)

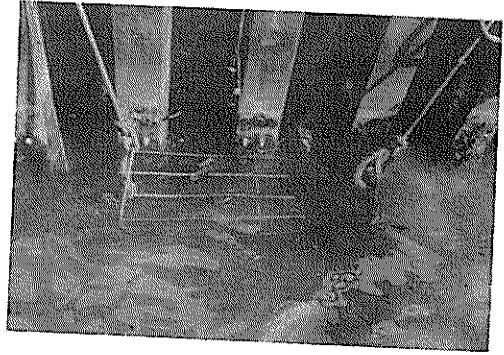


図3・42 水中切断用の足場

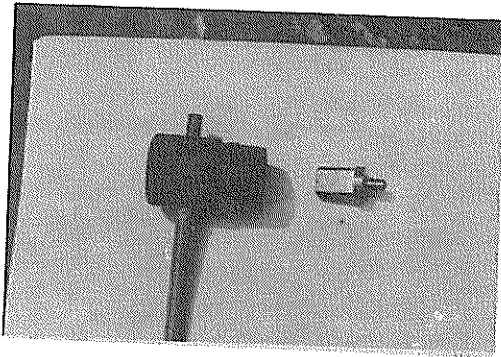


図3・40 ホールダおよび溶接棒(2)

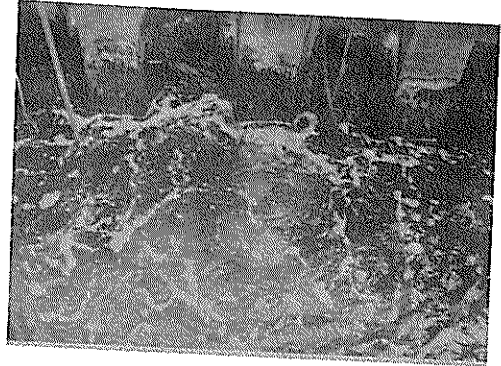


図3・43 水中切断(-7.5 m岸壁)

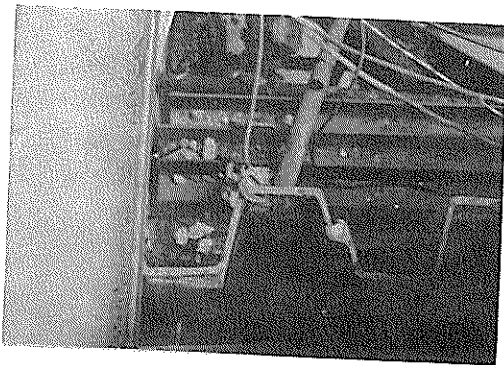


図3・41 アースの取り口

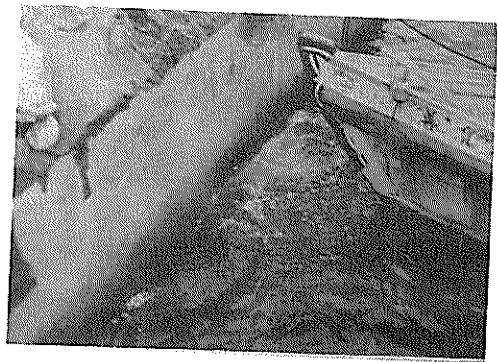


図3・44 水中切断(-3.0 m物揚場)

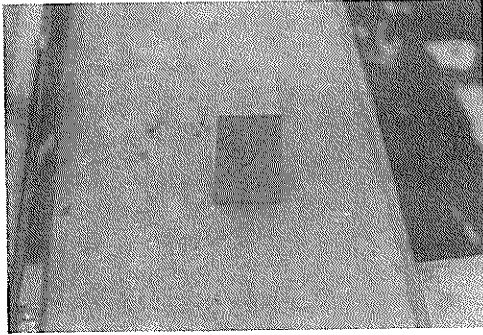


図3・45 切り取り穴を一時的に充填するための木材片

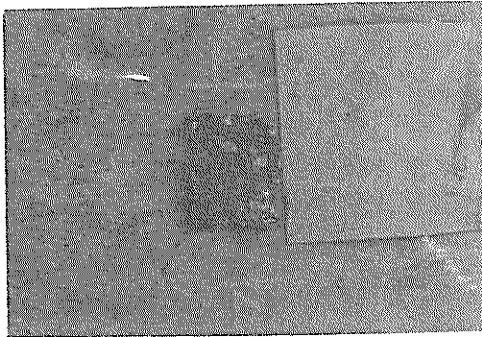


図3・46 切り取り鋼矢板片(左)と補修用鋼矢板片(右)

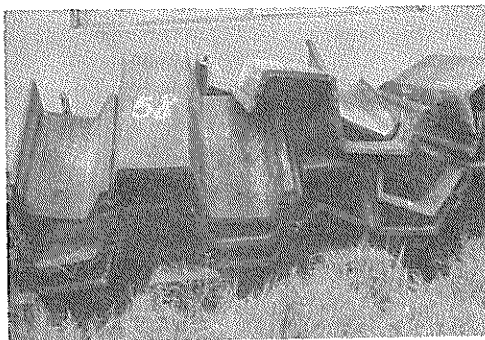


図3・47 上部コンクリート中にある鋼矢板天端部(富山港, -7.5m岸壁)

引き抜かない鋼矢板についての海水面下の切り取りは第1報, 4-9-1(鋼材片の切り取り, P.40~41)の方法で行なわれた。水中切断の要領は図3・36の通りであり, 図3・37にD.C.発電機, 図3・38に酸素ポンプ, 図3・39, 図3・40にホルダおよび溶接棒, 図3・41にアースの取り方の模様を示す。一方, 潜水夫は図3・42に示すような足場を準備して所定の深度に身体を保ち図3・43, 図3・44のように水中切断を行なう。切り取りを行なった鋼構造物が使用されている場合には切り取り箇所をそのままにしておくことと構造物にとって都合の良いことが考えられるので, 切り取り箇所は切り取り直後に第1報, 4-9-4(補修, P.41~42)の方法で補修される。-7.5m岸壁と-3.0m物揚場はどちらも改造後埋め殺しとなるので, 補修の対称にならないかと思われたが, 水中切断を行なった箇所から裏込め土砂が海側に流出することがあるので, 次のように補修をすることにした。すなわち, 切り取り穴には切り取りの都度直ちに図3・45に示す木片を詰めおき, 一地点における各深度の切り取りが終了すると図3・46に示す補修用鋼矢板片を切り取り箇所に溶接して裏込め土砂の流出を防いだ。

水中切断した鋼矢板片を潜水夫から受取ると直ちに鋼矢板片の上下, 左右の方向を確かめてから第1報, 4-9-1(鋼材片の切り取り, P.40~41)に示すように肉眼観察および写真撮影する。現地より切り取り鋼矢板片が港湾技術研究所へ到着したら第1報, 4-9-2(脱錆, P.4)の方法で鋼矢板片の脱錆および第1報, 4-9-3(成型, P.41)の方法で鋼矢板片を成型した。次に, 第1報, 4-10(鋼材片の肉厚測定および重量測定, P.42)の方法で鋼矢板片の肉厚測定および重量測定を行なった。

(ロ) 引き抜かない鋼矢板から切り取った鋼矢板片の場合(海面上)

-7.5m岸壁では改造工事の都合により上部コンクリート中鋼矢板はガスで切断された。図3・47に天端部の切り取り鋼矢板片を示す。図3・47に示す切り取り鋼矢板片について(イ)と同じ要領でマイクロ・メータによる肉厚測定を行なった。

(リ) 引き抜いた鋼矢板から切り取った鋼矢板片の場合

引き抜いた鋼矢板から切り取られた鋼矢板片は鋼矢板の全断面が残っている。港湾技術研究所に到着した切り取り鋼矢板片はスクレーラおよびハンマで錆生成物を除去した後, 図3・48に示すA, Bのところをカットで切断する。カットで切断された鋼矢板片は第1報, 4-9

— 2 (脱錆, P.41)の方法で脱錆し,次に第1報, 4-10-1 (肉厚測定, P.42)の方法で肉厚を測定する。

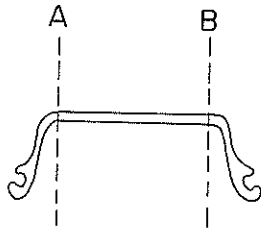


図3・48 引き抜き鋼矢板切り取り片の切断箇所(富山港, -3.0m物揚場)

3・5・4 タイロッドの外径測定

— 7.5 m岸壁の切り取らないタイロッドの外径測定は第1報, 4-11-2 (外径測定, P.43)の方法により行なった。また, -3.0 m物揚場から切り取ったタイロッド片の外径測定も第1報, 4-11-2 (外径測定, P.43)の方法に準拠して行なった。

3・5・5 腐食速度の算出

鋼矢板およびタイロッド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。

3・5・6 観察

切り取らない鋼矢板および切り取り鋼矢板片の観察は第1報, 4-6 (観察, P.33~34)の方法によった。引き抜いた鋼矢板の観察は引き抜き時および引き抜いて陸上に横たえた直後に行なわれた。このときの観察は肉

眼観察と写真撮影(カラー)で鋼矢板の全面について行なわれた。一方, タイロッドの観察は第1報, 4-11-1 (観察, P.42~43)の方法で切り取らないタイロッドと切り取りタイロッド片について行なわれた。なお, 引き抜かない鋼矢板の海水中の観察は潜水夫が肉眼で行なった。

3・5・7 材質試験

切り取った鋼矢板片およびタイロッド片の材質試験は第1報, 4-14 (材質試験)の方法でC, Si, Mn, P, S, Ni, Cr, Cu の8成分について行なった。

3・5・8 水質試験

水質試験は第1報, 4-13 (水質試験, P.43~45)の方法によって外観, pH, 比抵抗(導電率の逆数), Cl^- , 溶存酸素について行なったが, その他全硫黄および SO_4^{2-} についても港湾調査指針(案)⁴⁾に準拠して行なった。

3・6 調査結果

3・6・1 -7.5 m岸壁における鋼矢板の肉厚測定結果

(1) コンクリート中鋼矢板の肉厚

マイクロ・メータによる上部コンクリート中鋼矢板の肉厚測定結果は表3・2の通りである。

(2) 海水中鋼矢板の肉厚および腐食速度

凸鋼矢板と凹鋼矢板の海水面下より切り取った鋼矢板片について行なったマイクロ・メータによる肉厚測定値を表3・3に, これより算出した腐食速度を表3・4に示す。また, 重量測定値より算出した鋼矢板片の肉厚および腐食速度は表3・5, 表3・6の通りである。

また, 表3・4, 表3・6より凸, 凹鋼矢板の腐食速度を深度に対して図示すると図3・49のようになる。

表3・2 上部コンクリート中鋼矢板の肉厚測定結果

富山港 -7.5m岸壁
(両球型マイクロ・メータによる)

鋼矢板 No.	肉 厚 (mm)				肉 厚 (mm)				肉厚 (mm)
	①	②	③	平均	④	⑤	⑥	平均	
63 ¹⁾	18.969	19.163	19.222	19.123	17.787	17.960	17.890	17.856	15.488
	19.091	19.165	19.193		17.725	17.953	17.914		15.297
	19.075	19.181	19.109		17.722	17.824	17.935		15.331
	19.112	19.196	19.150		17.796	17.524	18.062		15.295
	18.971	19.168	19.081		17.984	17.973	17.785		15.296
65 ²⁾	18.580	18.682	18.840	18.760	17.172	17.214	17.223	17.245	
	18.600	18.850	18.867		17.210	17.314	17.230		
	18.630	18.746	18.976		17.159	17.202	17.249		
	18.671	18.661	19.006		17.153	17.348	17.286		
	18.598	18.715	18.974		17.251	17.356	17.309		
87 ¹⁾	18.397	18.545	18.369	18.405	16.957	16.985	17.079	16.994	
	18.380	18.492	18.427		16.851	17.029	17.040		
	18.278	18.403	18.389		16.758	17.127	17.099		
	18.417	18.316	18.399		16.821	17.131	17.068		
	18.366	18.448	18.449		16.891	16.987	17.088		
102 ¹⁾	18.479	18.580	18.417	18.493	17.245	17.348	17.100	17.257	15.174
	18.493	18.576	18.450		17.282	17.420	17.158		15.125
	18.403	18.649	18.441		17.272	17.502	17.192		15.092
	18.267	18.564	18.489		17.220	17.361	17.120		15.160
	18.497	18.575	18.518		17.272	17.360	16.998		15.106
平均	18.695				17.338				15.236

- 1) 切り取り前に測定
- 2) 切り取り後に測定

表3・3 切り取り鋼矢板片の肉厚測定結果
富山港 -7.5 m岸壁 (34年経過)
(両球型マイクロ・メータによる)

測定点	深 度 (m)	現 有 肉 厚 (mm)				
		平均値	標準偏差	最大値	最小値	最大値-最小値
⑤ (凸)	-0.3	15.155	0.284	15.546	14.250	1.296
	-1.3	15.004	0.191	15.224	14.560	0.664
	-2.3	15.469	0.190	15.730	15.184	0.546
	-3.3	15.464	0.241	15.856	14.818	1.038
	-4.3	15.812	0.301	16.548	15.168	1.380
	-5.3	15.489	0.210	15.816	15.150	0.666
② (凹)	-0.3	17.680	0.200	18.074	17.532	0.542
	-1.3	17.454	0.298	17.834	16.936	0.898
	-2.3	17.500	0.142	17.758	17.168	0.590
	-3.3	17.513	0.234	17.816	17.018	0.798
	-4.3	17.562	0.298	17.908	17.162	0.746
	-5.3	17.267	0.265	17.690	16.818	0.872

3・6・2 -7.5 m岸壁におけるタイロッドの外
径測定結果

ノギスによるタイロッドの外径測定結果は表3・7の
通りである。

3・6・3 -7.5 m岸壁についての観察結果

ここでは-7.5 m岸壁の外観、切り取り鋼矢板片およ
びタイロッドについての観察を含む。

(1) 鋼矢板岸壁

海側から見た鋼矢板の海水面上は図3・43、図3・
44のように海水面付近には少しノリが付着した程度で
あり、またその上は錆色をしているがとくに厚いスケ
ールもなく腐食による損傷はほとんどない。一方、-7.5
m岸壁の鋼矢板を陸側から見ると図3・25、図3・50

表 3.4 切り取り鋼矢板片の腐食速度

富山港-7.5m岸壁(34年経過)
(両球型マイクロ・メータによる)

測定点	深度 (m)	肉厚減少量 (mm)		腐食速度 (mm/yr)	
		(1)	(2)	(1)	(2)
⑤ (凸)	-0.3	2.345	2.183	0.069	0.064
	-1.3	2.496	2.334	0.073	0.069
	-2.3	2.031	1.869	0.060	0.055
	-3.3	2.036	1.874	0.060	0.055
	-4.3	1.688	1.526	0.050	0.045
	-5.3	2.011	1.849	0.059	0.054
② (凹)	-0.3	1.320	1.015	0.039	0.030
	-1.3	1.546	1.241	0.045	0.037
	-2.3	1.500	1.195	0.044	0.035
	-3.3	1.487	1.182	0.044	0.035
	-4.3	1.438	1.133	0.042	0.033
	-5.3	1.733	1.428	0.051	0.042

- (1): カタログ厚 (凸は 17.5mm, 凹は 19.0mm) を初期肉厚とした場合
 (2): コンクリート中の鋼矢板肉厚 (凸は 17.338mm, 凹は 18.695mm) を初期肉厚とした場合

表 3.6 切り取り鋼矢板片の肉厚

富山港-7.5m岸壁(34年経過)
(重量減量より算出)

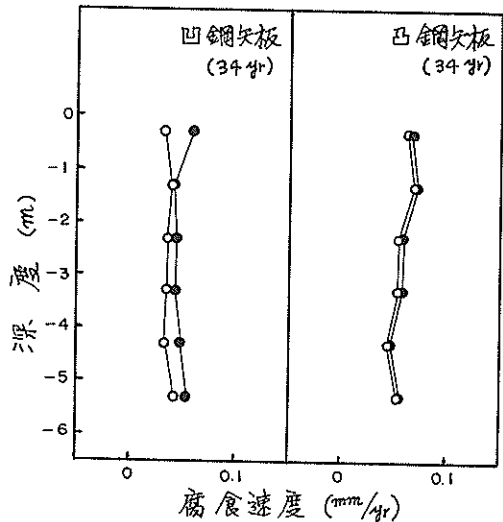
測定点	深度 (m)	肉厚減少量 (mm)		腐食速度 (mm/yr)	
		(1)	(2)	(1)	(2)
⑤ (凸)	-0.3	2.340	2.178	0.069	0.064
	-1.3	2.553	2.391	0.075	0.070
	-2.3	2.267	2.105	0.067	0.062
	-3.3	2.095	1.933	0.062	0.057
	-4.3	1.835	1.673	0.054	0.049
	-5.3	2.116	1.954	0.062	0.057
② (凹)	-0.3	2.294	1.989	0.067	0.059
	-1.3	1.645	1.340	0.048	0.039
	-2.3	1.808	1.503	0.053	0.044
	-3.3	1.757	1.452	0.052	0.043
	-4.3	1.918	1.613	0.056	0.047
	-5.3	2.134	1.829	0.063	0.054

- (1): カタログ厚 (凸は 17.5mm, 凹は 19.0mm) を初期肉厚とした場合
 (2): コンクリート中の鋼矢板肉厚 (凸は 17.338mm, 凹は 18.695mm) を初期肉厚とした場合

表 3.5 切り取り鋼矢板片の肉厚

富山港-7.5m岸壁(34年経過)
(重量減量より算出)

測定点	水深 (m)	寸法 (mm)				表面積 (cm ²)	重量 (g)	肉厚 (mm)
		a	b	c	d			
⑤ (凸)	-0.3	58.0	69.2	57.0	67.6	39.33	468.66	15.160
	-1.3	25.2	48.1	26.4	47.0	12.28	144.28	14.947
	-2.3	30.6	34.0	29.4	33.4	10.11	121.04	15.233
	-3.3	51.0	73.8	51.0	72.6	37.33	452.03	15.405
	-4.3	58.4	74.4	58.8	73.6	43.36	533.94	15.665
	-5.3	28.6	58.0	32.0	56.4	17.33	209.57	15.384
② (凹)	-0.3	38.4	59.2	39.2	59.0	22.93	317.81	16.706
	-1.3	35.0	49.2	34.8	51.6	17.59	239.95	17.355
	-2.3	52.6	64.1	52.4	64.8	33.86	457.59	17.192
	-3.3	54.4	69.2	54.6	70.4	38.04	515.57	17.243
	-4.3	49.8	65.6	52.0	64.0	32.98	442.84	17.082
	-5.3	63.0	68.2	62.8	68.2	42.90	568.67	16.866



- : マイクロ・メータによる
 ● : 重量測定による

図 3.49 富山港-7.5m岸壁における切り取り鋼矢板片の腐食速度

のように上部コンクリート中にある部分には発錆は見られず、コンクリートより下で裏込め土砂に接する部分には発錆が認められるがほとんど腐食による損傷はほとんどない。なお、図 3.25、図 3.50 は裏込め土砂を除去してからかなり経日しており、掘り出し直後の鋼

表 3・7 富山港-7.5 m岸壁におけるタイロッドの外径測定結果

ノギスによる

タイ・ロッド №	測 定 点		外 径 (mm)			
			①	②	③	平均
51	0	B	55.40	55.30	55.00	55.23
	1	B	54.55	55.20	54.95	54.90
54	0	B	55.55	55.20	55.40	55.38
	1	B	55.40	55.00	55.10	55.17
	2	B	55.30	54.75	54.65	54.90
57	1	B	54.50	55.25	55.00	54.92
	2	B	54.90	54.90	54.95	54.92
60	1	B	54.65	54.75	54.70	54.70
	2	B	54.65	54.90	55.10	54.88
63	1	B	55.15	55.00	55.10	55.08
	2	B	55.30	55.35	55.30	55.32
66	1	B	55.20	54.40	54.60	54.73
	2	B	55.00	55.60	54.45	55.02
87	1	B	55.20	55.30	55.20	55.23
	2	B	55.40	55.00	55.60	55.33
総平均		55.05	標準偏差 0.289			

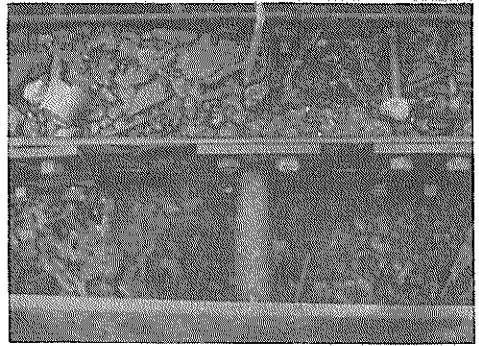
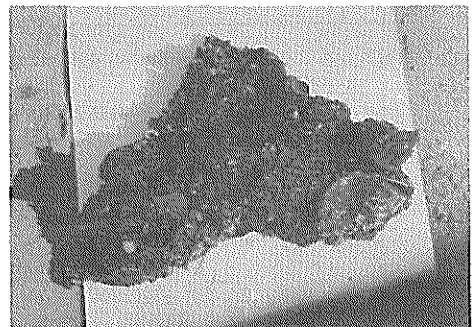


図 3・51 タイロッド固定用金具(富山港, -7.5 m岸壁, 陸側)



表

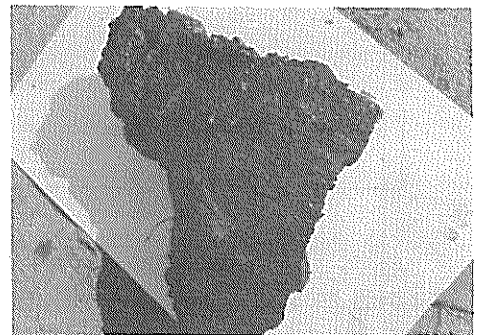


図 3・52 付着物(-7.5 m岸壁)

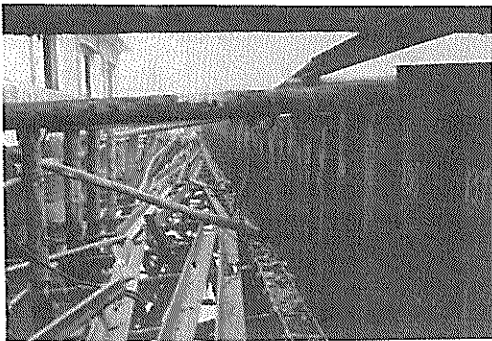
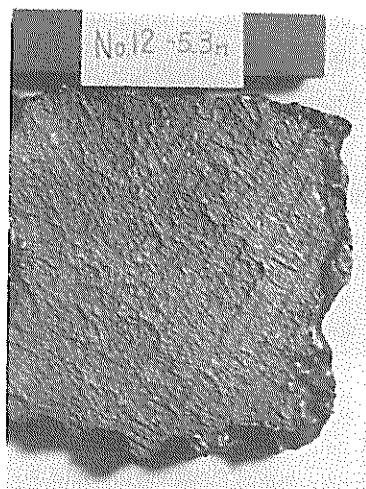


図 3・50 鋼矢板の陸側面(富山港, -7.5 m岸壁)



海側



陸側

図3・53 切り取り鋼矢板片（富山港，-7.5 m岸壁，脱錆後）

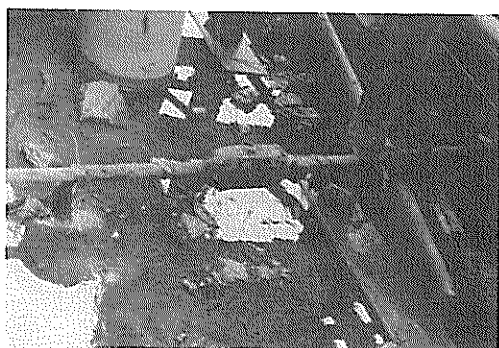


図3・54 富山港-7.5 m岸壁のタイロッド(1)

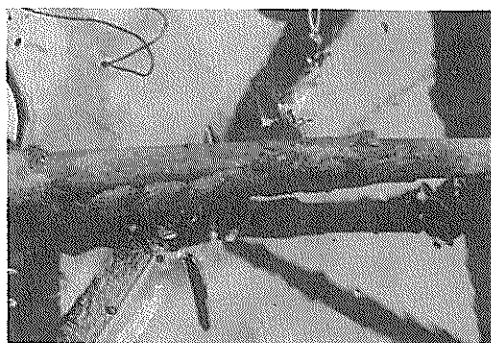


図3・55 富山港-7.5 m岸壁のタイロッド(2)

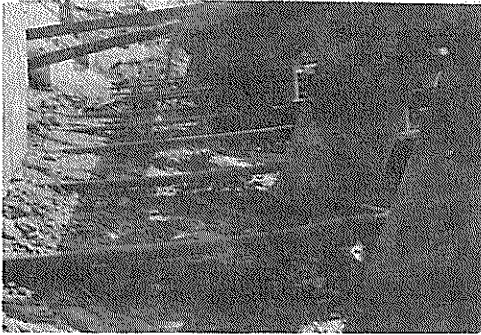


図3・56 富山港－7.5 m岸壁のタイロッド(3)

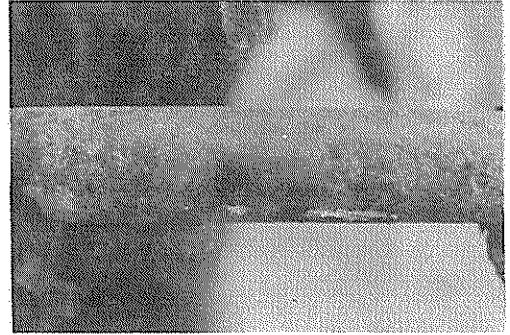


図3・58 富山港－7.5 m岸壁のタイロッド(5)

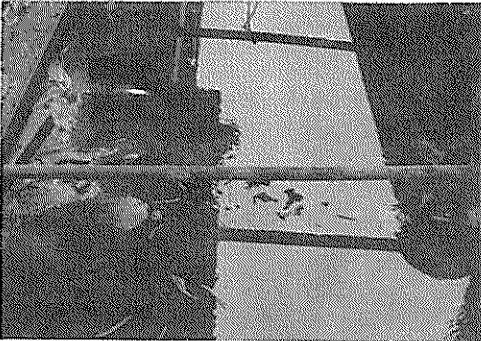


図3・57 富山港－7.5 m岸壁のタイロッド(4)

矢板面ではない。また、図3・43（海側）と図3・51（陸側）からわかるように腹起し材を凸鋼矢板（海側に凸）に固定している金具は原状のままである。

一方、海水面下の鋼矢板面には図3・52に示すような付着物が付いており、付着物の下はほとんど平滑で大して腐食していないように見受けられる。

(2) 切り取り鋼矢板片

上部コンクリート中の鋼矢板の切り取り片は図3・47の通りである。ただし、図3・47に示す鋼矢板片はコンクリートを除去してから長く大気中に放置されていたため発錆している。

海水中鋼矢板からの切り取り片（脱錆後）の1例を図3・53に示す。

(3) タイロッド

34年後にタイロッドを掘り出してみると土砂に埋設されていたところは全てジュート被覆が施されていたが、改造工事のために掘り出し後にほとんどジュート被覆がとれてしまった。図3・54と図3・55にジュート被覆が一部残っている模様を、図3・56、図3・57にジュート被覆がとれた状況を示す。また、図3・58に外径測定箇所1例を示す。

3・6・4 ー3.0 m物揚場における鋼矢板の肉厚測定結果

(1) 引き抜かない鋼矢板についての肉厚測定結果

表 3・8 富山港ー3.0 m物揚場における鋼矢板の肉厚測定結果

超音波式共振厚み計による

測定位置	深度 (m)	凸鋼矢板			凹鋼矢板			凸鋼矢板		凹鋼矢板	
		②	③	④	⑦	⑧	⑨	①	⑤	⑥	⑩
1	-0.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	-1.0	9.54 9.52	—	—	10.08 —	10.02 —	—	—	—	—	—
	-2.0	—	—	—	—	9.94 9.92	—	—	—	—	—
2	-0.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	-1.0	—	9.86	9.54	—	—	—	—	—	—	—
	-2.0	—	—	9.74	—	—	—	—	9.42	—	—
3	-0.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	-1.0	—	—	—	10.26 —	10.14 10.16	—	—	—	—	—
	-2.0	—	9.70	9.52	—	—	9.96	—	—	—	—
4	-0.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	-1.0	9.46 9.74	9.68 9.60	9.62 9.45	9.55 9.55	—	—	—	—	—	—
	-2.0	—	—	—	9.58	—	—	—	—	—	—

—：測定不能

引き抜かない鋼矢板についての超音波式共振厚み計による肉厚測定結果は表 3・8 の通りであり、超音波式探傷厚み計による肉厚測定結果は表 3・9 に示す。また、表 3・8、表 3・9 より算出した腐食速度を表 3・10、表 3・11 に示す。

(2) 引き抜き鋼矢板についての超音波式厚み計による肉厚測定結果

引き抜き鋼矢板についての超音波式共振厚み計による肉厚測定値を表 3・12～表 3・15 に、表 3・12～表 3・15 より算出した鋼矢板平端部の腐食速度を表 3・16、表 3・17 に示す。

また、超音波式探傷厚み計による鋼矢板平端部の肉厚

測定値を表 3・18～表 3・21 に、表 3・18～表 3・21 より算出した鋼矢板平端部の腐食速度を表 3・22、表 3・23 に示す。また、引き抜き鋼矢板（側面部）の肉厚測定結果は表 3・24～表 3・27 の通りである。

(3) 引き抜かない鋼矢板より切り取った鋼矢板片についての肉厚測定結果

引き抜かない鋼矢板から切り取った鋼矢板片についてのマイクロ・メータによる肉厚測定値およびこれより算出した腐食速度は表 3・28 の通りである。また、重量測定値より算出した腐食速度は表 3・29 の通りである。表 3・28、表 3・29 より切り取り鋼材片の腐食速度

表 3 - 9 富山港—3.0 m物揚場における鋼矢板の肉厚測定結果

超音波式探傷厚み計による

測定位置	深度 (m)	凸鋼矢板			凹鋼矢板			凸鋼矢板		凹鋼矢板	
		②	③	④	⑦	⑧	⑨	①	⑤	⑥	⑩
1	-0.2	9.0	8.0	7.6	—	—	9.5	7.6	—	—	—
		8.8	8.4	8.2	—	—	9.4	8.0	—	—	—
	-1.0	10.0	9.5	(8.2) 9.8	9.6	9.8	9.4	8.5	—	8.0	8.0
2	-0.2	—	8.4	8.4	8.8	9.8	9.0	—	—	—	—
		—	8.8	8.4	9.5	10.0	9.0	—	—	—	—
	-1.0	9.4	9.6	9.6	9.6	9.5	9.4	8.5	—	—	—
3	-0.2	10.2	—	10.0	10.4	10.0	10.0	—	8.6	—	9.8
		9.8	—	10.4	10.0	9.5	10.0	—	9.5	—	—
	-1.0	9.4	10.2	9.2	11.0	10.5	10.0	9.0	8.6	—	8.5
4	-0.2	9.2	9.0	8.5	9.8	9.4	10.0	9.4	7.5	7.5	8.0
		9.0	9.5	8.0	9.4	9.8	10.2	10.0	8.0	7.5	7.8
	-1.0	11.0	10.5	10.8	11.5	10.2	10.5	9.5	8.8	—	—
5	-0.2	10.6	10.2	10.2	10.5	10.8	10.0	8.0	—	—	9.5
		9.8	9.8	9.6	10.5	10.8	10.0	9.2	8.5	—	8.0
	-1.0	9.0	10.8	9.4	10.6	10.0	10.0	8.5	9.0	—	8.5

表 3.10 富山港—3.0 m物揚場における凸鋼板の腐食速度

超音波式共振厚み計による

測地 地点	深 度 (m)	初 期 肉 厚 (mm)	現 有 肉 厚 (mm)				肉 厚 減 少 量 (mm)			腐 食 速 度 (mm/yr)		
			凸鋼板 平均値	凹鋼板 平均値	凸凹鋼板		凸鋼板 平均値	凹鋼板 平均値	凸凹鋼板 平均値	凸鋼板 平均値	凹鋼板 平均値	凸凹鋼板 平均値
					平均値	標準偏差						
1	-0.2	10.5	9.53	10.05 9.93	9.79 9.93	0.261 0.001	0.97	0.45 0.57	0.71 0.57	0.088	0.041 0.052	0.065 0.052
	-1.0	10.5										
	-2.0	10.5										
2	-0.2	10.5	9.70 9.74	9.70 9.74	0.160 0	0.80 0.76	0.80 0.76	0.073 0.069	0.073 0.069	0.073 0.069	0.073 0.069	0.073 0.069
	-1.0	10.5										
	-2.0	10.5										
3	-0.2	10.5	9.61 9.96	10.19 9.79	0.052 0.191	0.89	0.31 0.54	0.31 0.71	0.081	0.028 0.049	0.028 0.065	0.028 0.065
	-1.0	10.5										
	-2.0	10.5										
4	-0.2	10.5	9.59 9.58	9.55 9.58	9.57 9.58	0.092 0	0.91	0.95 0.92	0.93 0.92	0.083	0.086 0.084	0.085 0.084
	-1.0	10.5										
	-2.0	10.5										

表 3.11 富山港—3.0 m物揚場における鋼板の腐食速度

超音波式共振厚み計による

測地 地点	深 度 (m)	初 期 肉 厚 (mm)	現 有 肉 厚 (mm)				肉 厚 減 少 量 (mm)			腐 食 速 度 (mm/yr)		
			凸鋼板 平均値	凹鋼板 平均値	凸凹鋼板		凸鋼板 平均値	凹鋼板 平均値	凸凹鋼板 平均値	凸鋼板 平均値	凹鋼板 平均値	凸凹鋼板 平均値
					平均値	標準偏差						
1	-0.2	10.5	8.3	9.5	8.9	0.696	2.2	1.0	1.6	0.20	0.09	0.15
	-1.0	10.5										
	-2.0	10.5										
2	-0.2	10.5	8.5	9.3	8.9	0.537	2.0	1.2	1.6	0.18	0.11	0.15
	-1.0	10.5										
	-2.0	10.5										
3	-0.2	10.5	10.2	10.0	10.1	0.263	0.3	0.5	0.4	0.03	0.05	0.04
	-1.0	10.5										
	-2.0	10.5										
4	-0.2	10.5	8.7	9.8	9.3	0.683	1.8	0.7	1.2	0.16	0.06	0.11
	-1.0	10.5										
	-2.0	10.5										

表 3・12 引き抜き鋼矢板（平端部）の肉厚測定結果(1)

富山港-3.0m物揚場

超音波式共振厚み計による

鋼矢板 板	深 度 (m)	凸 鋼 矢 板 (mm)				凹 鋼 矢 板 (mm)				凸凹鋼矢板 (mm)	
		②	③	④	平均値	⑦	⑧	⑨	平均値	平均値	標準偏差
1(凸) 2(凹)	+0.1	10.08	10.15	9.76	10.00	10.66	10.72	10.66	10.67	10.34	0.355
		10.06	10.14	9.78		10.64	10.66	10.66			
	-0.4	9.66	9.62	9.56	9.59	10.66	10.76	10.32	10.57	10.08	0.505
		9.58	9.60	9.54		10.64	10.72	10.30			
	-0.9	10.42	10.10	10.28	10.27	10.62	10.64	10.40	10.55	10.41	0.180
		10.44	10.12	10.26		10.60	10.60	10.42			
	-1.9	9.82	9.94	9.56	9.76	10.46	10.76	10.86	10.69	10.23	0.496
9.76		9.92	9.54	10.44		10.76	10.86				
-2.9	10.64	10.66	10.10	10.47	10.68	10.84	10.56	10.48	10.48	0.088	
	10.64	10.65	10.10		10.64	10.06	10.02				10.56
-3.9	10.02	10.12	9.62	9.96	10.34	10.56	11.12	10.66	10.31	0.135	
	10.02	10.14	9.84		10.35	10.52	11.06				
-4.9	9.84	10.20	9.58	9.80	10.56	10.74	10.60	10.63	10.22	0.445	
	9.82	9.80	9.54		10.56	10.70	10.60				
7(凸) 8(凹)	+0.1	10.66	10.82	10.60	10.69	10.24	10.45	10.16 10.20 10.76 10.80	10.41	10.55	0.236
		10.66	10.82	10.60		10.22	10.45	10.80			
	-0.4	10.06	9.78 9.76 9.94 9.93	9.64	9.88	10.04	10.25	10.08	10.12	10.00	0.173
		10.06	9.84	9.84		10.04	10.26	10.04			
	-0.9	10.06	10.40	10.38	10.28	9.88	10.18	10.02	10.03	10.16	0.188
		10.05	10.40	10.40		9.92	10.18	10.00			
	-1.9	9.84	10.64	10.64	10.31	9.98	10.05	9.95	9.98	10.15	0.366
9.86		10.64	10.42	9.88		10.08	9.92				
-2.9	10.58	10.58	10.50	10.55	10.64	10.35	10.14	10.37	10.46	0.184	
	10.60	10.58	10.48		10.66	10.34	10.08				
-3.9	10.45	10.66	10.56	10.55	9.95	10.24	10.04 10.02 10.70 10.66	10.22	10.39	0.277	
	10.45	10.64	10.55		9.94	10.22	10.66				
-4.9	10.34	10.54	10.36	10.42	10.84	10.25	10.02	10.36	10.39	0.256	
	10.35	10.56	10.36		10.84	10.20	10.02				

表 3・13 引き抜き鋼矢板（平端部）の肉厚測定結果(2)

富山港-3.0m物揚場
超音波式共振厚み計による

鋼矢板 No	深度 (m)	凸鋼矢板 (mm)				凹鋼矢板 (mm)				凸凹鋼矢板 (mm)	
		②	③	④	平均値	⑦	⑧	⑨	平均値	平均値	標準偏差
15(凸) 16(凹)	+0.1	1064	1064	1044	1058	1020	1044	1034	1032	1045	0.163
		1065	1064	1044		1016	1046	1034			
	-0.4	1034	992	948	991	1014	1040	1030	1027	1009	0.317
		1034	992	948		1010	1040	1028			
	-0.9	1056	1008	1008	1023	999	1012	996	1002	1013	0.203
		1056	1006	1004		999	1010	994			
	-1.9	1022	1034	1032	1029	1006	1044	994	1014	1022	0.217
		1020	1032	1032		1008	1044	990			
-2.9	1044	1052	1024	1040	1012	1024	1016	1017	1029	0.144	
	1045	1050	1024		1012	1024	1015				
-3.9	1040	1048	1020	1037	1040	996	992	1009	1023	0.222	
	1042	1049	1020		1038	996	991				
-4.9	1036	1060	1024	1041	1016	1044	1066	1042	1042	0.176	
	1040	1058	1026		1016	1044	1066				
19(凸) 20(凹)	+0.1	1064	1078	1074	1072	1062	1064	1074	1067	1070	0.064
		1062	1080	1076		1065	1065	1072			
	-0.4	966	980	954	980	1034	1066	1066	1055	1018	0.427
		980	1010	985		1034	1066	1066			
		966	1008	985							
	-0.9	1064	1074	1052	1063	1056	1062	1054	1057	1060	0.078
		1064	1074	1050		1054	1064	1054			
	-1.9	1076	1080	1046	1068	1040	1058	1068	1055	1062	0.166
1076		1080	1050	1040		1056	1068				
-2.9	1074	1094	1082	1083	1068	1072	1076	1072	1078	0.086	
	1072	1094	1082		1068	1072	1074				
-3.9	1066	1070	1082	1073	1065	1040	1048	1051	1062	0.166	
	1066	1072	1082		1065	1040	1046				
-4.9	1074	1090	1082	1082	1026	1064	1056	1048	1065	0.207	
	1074	1088	1082		1026	1064	1054				

表3・14 引き抜き鋼矢板(平端部)の肉厚測定結果(3)

富山港-3.0m物揚場
超音波式共振厚み計による

鋼矢板 No	深度 (m)	凸鋼矢板(㎜)				凹鋼矢板(㎜)				凸凹鋼矢板(㎜)	
		②	③	④	平均値	⑦	⑧	⑨	平均値	平均値	標準偏差
27(凸) 28(凹)	+0.1	10.04	10.30	10.18	10.17	10.34	10.54	10.52	10.46	10.32	0.214
		10.04	10.30	10.16		10.34	10.54	10.52			
	-0.4	8.45	8.92	8.96	8.78	10.84	10.10	9.82	10.20	9.49	0.789
		8.45	8.92	8.96		10.80	10.05	9.84			
	-0.9	8.94	8.96	10.02	9.30	10.20	10.64	10.38	10.40	9.85	0.674
		8.90	8.96	10.02		10.16	10.64	10.38			
	-1.9	8.90	9.98	8.14	9.01	10.58	10.52	10.35	10.49	9.75	0.912
8.90		9.98	8.16	10.60		10.52	10.35				
-2.9	9.32	9.44	9.50	9.42	10.60	10.58	10.42	10.53	9.98	0.612	
	9.32	9.44	9.50		10.60	10.58	10.42				
-3.9	9.88	10.12	9.92	9.97	10.28	10.60	10.38	10.42	10.20	0.254	
	9.88	10.10	9.92		10.28	10.60	10.38				
-4.9	9.08	9.38	9.26	9.24	10.34	10.45	10.24	10.35	9.80	0.531	
	9.08	9.36	9.26		10.36	10.45	10.26				
31(凸) 32(凹)	+0.1	10.34	10.36	10.26	10.32	10.30	10.54	10.44	10.42	10.37	0.091
		10.34	10.36	10.26		10.30	10.54	10.40			
	-0.4	9.62	9.96	10.04	9.87	10.22	10.48	10.32	10.34	10.11	0.293
		9.60	9.96	10.04		10.22	10.48	10.32			
	-0.9	10.02	10.14	9.94	10.03	10.70	10.55	10.40	10.55	10.29	0.284
		10.00	10.14	9.94		10.70	10.55	10.38			
	-1.9	10.05	10.20	10.06	10.10	10.18	10.20	10.78	10.39	10.25	0.248
10.04		10.20	10.06	10.18		10.20	10.78				
-2.9	10.15	10.30	10.06	10.17	10.30	10.52	10.35	10.39	10.28	0.201	
	10.15	10.30	10.08		10.30	10.50	10.35				
-3.9	10.06	10.38	10.05	10.17	10.22	10.52	10.34	10.36	10.27	0.173	
	10.06	10.40	10.04		10.22	10.52	10.36				
-4.9	10.04	10.18	10.10	10.11	9.88	10.46	10.34	10.22	10.17	0.169	
	10.06	10.18	10.10		9.88	10.46	10.32				

表 3・15 引き抜き鋼矢板（平端部）の肉厚測定結果(4)

富山港-3.0m物揚場
超音波式共振厚み計による

鋼矢板 No.	深度 (m)	凸鋼矢板 (mm)				凹鋼矢板 (mm)				凸凹鋼矢板 (mm)	
		②	③	④	平均値	⑦	⑧	⑨	平均値	平均値	標準偏差
37(凸) 38(凹)	+0.1	11.24	11.44	11.32	11.33	10.22	10.44	10.24	10.30	10.82	0.526
		11.24	11.44	11.32		10.22	10.42	10.24			
	-0.4	10.66	10.28	10.00	10.44	9.80	10.44	10.14	10.12	10.29	0.355
		10.66	10.28			9.78	10.44	10.14			
		10.70	10.54	10.00							
	-0.9	10.86	10.86	10.88	10.87	10.10	10.42	10.20	10.24	10.56	0.327
		10.88	10.86	10.86		10.10	10.44	10.18			
	-1.9	10.55	11.00	10.98	10.84	9.84	9.90	10.02	9.92	10.38	0.487
10.55		11.00	10.98	9.84		9.90	10.02				
-2.9	11.06	11.26	11.22	11.18	10.22	10.52	10.26	10.33	10.76	0.441	
	11.06	11.25	11.22		10.22	10.52	10.26				
-3.9	11.18	11.26	10.46	10.96	10.16	10.46	10.20	10.27	10.62	0.748	
	11.16	11.26	10.46		10.16	10.46	10.20				
-4.9	10.94	10.84	10.88	10.89	10.10	10.32	10.26	10.23	10.56	0.338	
	10.94	10.84	10.88		10.10	10.32	10.26				

表 3・16 引き抜き鋼矢板（平端部）の肉厚減少量および腐食速度(1)

富山港-3.0m物揚場

超音波式共振厚み計による

鋼矢板 板 No	深度 (m)	肉厚減少量 (mm)						腐食速度 (mm/yr)					
		凸鋼矢板		凹鋼矢板		凸凹鋼矢板		凸鋼矢板		凹鋼矢板		凸凹鋼矢板	
		(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
1 (凸)	+0.1	0.50	0	-0.17	0	0.16	0	0.045	0	0	0	0.015	0
	-0.4	0.91	0.41	-0.07	0.10	0.42	0.26	0.083	0.037	0	0.009	0.038	0.024
	-0.9	0.23	-0.27	-0.05	0.12	0.09	-0.07	0.021	0	0	0.011	0.008	0
	-1.9	0.74	0.24	-0.19	-0.03	0.27	0.11	0.067	0.022	0	0	0.025	0.010
2 (凹)	-2.9	0.03	-0.47	0.02	0.19	0.02	-0.14	0.003	0	0.002	0.017	0.002	0
	-3.9	0.54	0.04	-0.16	0.01	0.19	0.03	0.049	0.004	0	0.001	0.017	0.003
	-4.9	0.70	0.20	-0.13	0.04	0.28	0.12	0.064	0.018	0	0.004	0.025	0.011
7 (凸)	+0.1	-0.19	0	0.09	0	-0.05	0	0	0	0.008	0	0	0
	-0.4	0.62	0.81	0.38	0.29	0.50	0.55	0.056	0.074	0.035	0.026	0.045	0.050
	-0.9	0.22	0.41	0.47	0.38	0.34	0.39	0.020	0.037	0.043	0.035	0.031	0.035
8 (凹)	-1.9	0.19	0.38	0.52	0.43	0.35	0.40	0.017	0.035	0.047	0.039	0.032	0.036
	-2.9	-0.05	0.14	0.13	0.04	0.04	0.09	0	0.013	0.012	0.004	0.036	0.008
	-3.9	-0.05	0.14	0.28	0.19	0.11	0.16	0	0.013	0.025	0.017	0.010	0.015
	-4.9	0.08	0.27	0.14	0.05	0.11	0.16	0.007	0.025	0.012	0.005	0.010	0.015
15 (凸)	+0.1	-0.08	0	0.18	0	0.05	0	0	0	0.016	0	0.005	0
	-0.4	0.59	0.67	0.23	0.05	0.41	0.36	0.054	0.061	0.021	0.005	0.037	0.033
	-0.9	0.27	0.35	0.48	0.30	0.37	0.32	0.025	0.032	0.044	0.027	0.034	0.029
	-1.9	0.21	0.29	0.36	0.18	0.28	0.23	0.019	0.026	0.032	0.016	0.025	0.021
16 (凹)	-2.9	0.10	0.18	0.33	0.15	0.21	0.16	0.009	0.016	0.030	0.014	0.019	0.015
	-3.9	0.13	0.21	0.41	0.23	0.27	0.22	0.012	0.019	0.037	0.021	0.025	0.020
	-4.9	0.09	0.17	0.08	-0.10	0.08	0.03	0.008	0.015	0.007	0	0.007	0.003
19 (凸)	+0.1	-0.22	0	-0.17	0	-0.20	0	0	0	0	0	0	0
	-0.4	0.70	0.92	-0.05	0.12	0.42	0.52	0.064	0.084	0	0.011	0.038	0.047
	-0.9	-0.13	0.09	-0.07	0.10	-0.10	0.10	0	0.008	0	0.009	0	0.009
	-1.9	-0.18	0.04	-0.05	0.12	-0.12	0.08	0	0.004	0	0.011	0	0.007
20 (凹)	-2.9	-0.33	-0.11	-0.22	-0.05	-0.28	-0.08	0	0	0	0	0	0
	-3.9	-0.23	-0.01	-0.01	0.16	-0.12	0.08	0	0	0	0.015	0	0.007
	-4.9	-0.32	-0.10	0.02	0.19	-0.15	0.05	0	0	0.002	0.017	0	0.005

(1): カタログ厚(10.5mm)を初期肉厚とした場合

(2): コンクリート中(深度+0.1m)の肉厚を初期肉厚とした場合

表 3・17 引き抜き鋼矢板（平端部）の肉厚減少量および腐食速度(2)

富山港-3.0m物揚場
超音波式共振厚み計による

鋼矢板 No	深度 (m)	肉厚減少量 (mm)						腐食速度 (mm/yr)					
		凸鋼矢板		凹鋼矢板		凸凹鋼矢板		凸鋼矢板		凹鋼矢板		凸凹鋼矢板	
		(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
27 (凸)	+0.1	0.33	0	0.04	0	0.18	0	0.030	0	0.004	0	0.016	0
	-0.4	1.72	1.39	0.30	0.26	1.01	0.83	0.156	0.126	0.027	0.024	0.092	0.075
	-0.9	1.20	0.87	0.10	0.06	0.65	0.47	0.109	0.079	0.009	0.005	0.059	0.043
28 (凹)	-1.9	1.49	1.16	0.01	-0.03	0.75	0.57	0.135	0.105	0.001	0	0.068	0.052
	-2.9	1.08	0.75	-0.03	-0.07	0.52	0.34	0.098	0.068	0	0	0.047	0.031
	-3.9	0.53	0.20	0.08	0.04	0.30	0.12	0.048	0.018	0.007	0.004	0.027	0.011
	-4.9	1.26	0.93	0.15	0.11	0.70	0.52	0.115	0.085	0.014	0.010	0.064	0.047
31 (凸)	+0.1	0.28	0	0.08	0	0.13	0	0.025	0	0.007	0	0.012	0
	-0.4	0.63	0.45	0.16	0.08	0.39	0.26	0.057	0.041	0.015	0.007	0.035	0.024
	-0.9	0.47	0.29	-0.05	-0.13	0.21	0.08	0.043	0.026	0	0	0.019	0.007
32 (凹)	-1.9	0.45	0.22	0.11	0.03	0.25	0.12	0.041	0.020	0.010	0.003	0.023	0.011
	-2.9	0.33	0.15	0.11	0.03	0.22	0.09	0.030	0.014	0.010	0.003	0.020	0.008
	-3.9	0.33	0.15	0.14	0.06	0.23	0.10	0.030	0.014	0.013	0.005	0.021	0.001
	-4.9	0.39	0.21	0.28	0.20	0.33	0.20	0.035	0.019	0.025	0.018	0.030	0.018
37 (凸)	+0.1	-0.83	0	0.20	0	-0.32	0	0	0	0.018	0	0	0
	-0.4	0.06	0.89	0.38	0.18	0.21	0.53	0.005	0.081	0.034	0.016	0.019	0.048
	-0.9	-0.37	0.46	0.26	0.06	-0.06	0.26	0	0.042	0.024	0.006	0	0.024
38 (凹)	-1.9	-0.34	0.49	0.58	0.38	0.12	0.44	0	0.045	0.053	0.034	0.011	0.040
	-2.9	-0.68	0.15	0.17	-0.03	-0.26	0.06	0	0.014	0.015	0	0	0.006
	-3.9	-0.46	0.37	0.23	0.03	-0.12	0.20	0	0.033	0.021	0.003	0	0.018
	-4.9	-0.39	0.44	0.27	0.07	-0.06	0.26	0	0.040	0.025	0.006	0	0.024

(1) : カタログ厚 (10.5mm) を初期肉厚とした場合

(2) : コンクリート中 (深度+0.1m) の肉厚を初期肉厚とした場合

表 3 - 18 引き抜き鋼矢板（平端部）の肉厚測定結果(1)

富山港-3.0m物揚場

超音波式探傷厚み計による

鋼矢板 No	深 度 (m)	凸 鋼 矢 板 (mm)				凹 鋼 矢 板 (mm)				凸凹鋼矢板 (mm)	
		②	③	④	平均値	⑦	⑧	⑨	平均値	平均値	標準偏差
1(凸) 2(凹)	+0.1	10.0	10.0	9.8	9.9	10.6	10.6	10.4	10.5	10.2	0.339
		9.8	10.0	9.8		10.6	10.8	10.2			
	-0.4	10.0	10.0	9.8	9.8	10.2	10.2	10.0	10.1	10.0	0.222
		9.8	9.8	9.6		9.8	10.4	10.0 10.3 10.2			
	-0.9	9.8	9.8	9.6	9.7	10.5	10.8	10.5	10.6	10.0	0.456
		9.6	9.8	9.6		10.5	10.5	10.5			
	-1.9	10.0	9.8	10.0	9.8	10.3	10.5	10.3	10.4	10.1	0.323
9.5		9.8	9.8	10.5		10.5	10.3				
-2.9	10.0	9.8	9.5	9.7	10.0	9.8	9.8	9.8	9.8	0.206	
	10.0	9.6	9.5		10.0	9.5	9.6				
-3.9	10.5	10.5	10.4	10.4	10.0	10.0	9.8	10.0	10.2	0.258	
	10.4	10.5	10.2		10.0	10.3	9.8				
-4.9	10.4	10.5	9.8	10.2	11.0	11.0	10.8	10.8	10.5	0.404	
	10.0	10.5	9.8		10.5	10.7	10.8				
7(凸) 8(凹)	+0.1	10.3	10.5	10.5	10.4	10.0	10.5	10.3	10.3	10.4	0.183
		10.4	10.5	10.4		10.0	10.5	10.3			
	-0.4	9.5	9.0	9.0	9.2	9.8	10.5	10.5	10.3	9.8	0.541
		9.5	9.0	9.2		9.8	10.0	11.0			
	-0.9	10.2	10.5	10.0	10.2	11.0	10.0	9.8	10.2	10.2	0.389
		10.0	10.5	9.8		10.8	10.0	9.8			
	-1.9	10.8	10.5	10.2	10.4	10.4	10.0	10.2	10.1	10.3	0.286
10.5		10.4	10.0	10.0		10.2	10.0				
-2.9	10.5	10.5	10.4	10.4	10.0	10.2	10.4	10.2	10.3	0.194	
	10.4	10.5	10.2		10.0	10.4	10.0				
-3.9	10.6	10.3	10.0	10.3	10.0	10.0	10.0	10.0	10.2	0.214	
	10.5	10.3	10.2		10.0	10.0	10.0				
-4.9	10.0	10.5	10.5	10.3	10.2	10.0	9.8	9.9	10.1	0.272	
	10.0	10.5	10.0		10.0	10.0	9.6				

表 3・19 引き抜き鋼矢板（平端部）の肉厚測定結果2)

富山港-3.0m物揚場
超音波式探傷厚み計による

鋼矢板 No.	深度 (m)	凸鋼矢板 (mm)				凹鋼矢板 (mm)				凸凹鋼矢板 (mm)		
		②	③	④	平均値	⑦	⑧	⑨	平均値	平均値	標準偏差	
15(凸) 16(凹)	+0.1	10.5	10.6	10.4	10.5	10.0	10.5	10.3	10.3	10.4	0.198	
		10.5	10.6	10.5		10.0	10.5	10.5				
	-0.4	9.5	10.0	9.5	9.6	10.4	10.6	10.5	10.5	10.1	0.469	
		9.5	10.0	9.5 9.4		10.4	10.5	10.5				
	-0.9	10.0	10.0	10.0	10.0	9.8	10.2	10.0	10.0	10.0	0.129	
		10.0	10.0	9.8		9.8	10.2	10.0				
	16(凹)	-1.9	10.2	10.2	11.0	10.4	10.0	10.0	10.0	10.0	10.2	0.284
			10.2	10.2	10.2 10.5 10.4		10.0	10.4	9.8			
-2.9		10.4	10.5	10.0	10.3	9.8	10.2	10.0	10.0	10.2	0.234	
		10.2	10.5	10.2		9.8	10.2	10.0				
-3.9		10.5	10.4	10.0	10.4	10.2	10.8	10.5	10.4	10.4	0.258	
		10.5	10.5	10.2		10.2	10.8	10.0				
-4.9	10.2	10.4	10.2	10.3	9.8	10.2	10.0	10.0	10.2	0.194		
	10.2	10.3	10.2		9.8	10.2	10.0					
19(凸) 20(凹)	+0.1	10.6	10.8	10.4	10.6	11.0	11.0	11.0	11.0	10.8	0.266	
		10.5	10.8	10.2		11.0	11.0	10.8				
	-0.4	10.2	9.5	9.5	9.8	10.8	11.0	10.8	10.9	10.4	0.613	
		10.2	9.5	9.6		10.8	11.0	10.8				
	-0.9	10.0	10.4	10.0	10.1	9.8	10.4	10.2	10.2	10.2	0.218	
		10.0	10.4	10.0		10.0	10.5	10.2				
	-1.9	10.5	10.5	10.4	10.5	10.0	10.2	10.4	10.3	10.4	0.187	
		10.5	10.5	10.4		10.0	10.5	10.5				
-2.9	10.5	10.4	10.5	10.5	10.2	10.4	10.2	10.2	10.4	0.163		
	10.5	10.4	10.5		10.0	10.4	10.2					
-3.9	10.3	10.5	10.5	10.5	10.8	10.8	10.6	10.8	10.7	0.227		
	10.3	10.5	10.5		11.0	10.8	10.6					
-4.9	10.6	10.5	10.5	10.5	10.2	10.2	10.6	10.3	10.4	0.173		
	10.6	10.5	10.5		10.2	10.2	10.6					

表 3・20 引き抜き鋼矢板（平端部）の肉厚測定結果(3)

富山港 -3.0m 物揚場
超音波式探傷厚み計による

鋼矢板 No	深度 (m)	凸鋼矢板 (mm)				凹鋼矢板 (mm)				凸凹鋼矢板 (mm)	
		②	③	④	平均値	⑦	⑧	⑨	平均値	平均値	標準偏差
27(凸) 28(凹)	+0.1	10.4 10.4	10.0 10.0	10.0 10.0	10.2	10.0 10.0	10.0 10.0	10.0 10.0	10.0	10.1	0.263
	-0.4	7.8 9.5 8.2 8.0 9.5 8.0	8.5 9.8 8.6 9.0 9.8 9.0	8.8 9.5 8.8 8.8 9.5 8.8	8.9	10.0 9.8	9.8 10.0	9.6 9.5	9.8	9.4	0.719
	-0.9	9.5 9.5	9.8 9.8	9.6 9.6	9.6	10.2 10.0	10.4 10.4	10.0 10.0	10.2	9.9	0.308
	-1.9	10.0 10.0	9.8 9.8	10.0 10.0	9.9	9.6 9.8	10.2 10.2	10.0 10.0	10.0	10.0	0.173
	-2.9	9.2 9.0	9.6 9.5	9.4 9.5	9.4	9.8 9.8	10.2 10.2	9.8 9.8	9.9	9.7	0.349
	-3.9	9.5 9.5	9.8 9.8	9.8 9.8	9.7	10.0 9.8	10.0 10.0	10.0 10.0	10.0	9.9	0.187
	-4.9	9.8 9.8	10.0 10.0	10.0 10.0	9.9	9.8 10.0	10.0 9.8	9.8 9.8	9.9	9.9	0.100
31(凸) 32(凹)	+0.1	10.0 10.0	9.8 10.0	10.0 9.8	9.9	10.0 10.0	10.2 10.2	9.8 9.8	10.0	10.0	0.141
	-0.4	9.4 9.4	9.5 9.5	9.6 9.5	9.5	10.0 10.0	10.0 10.0	10.0 10.0	10.0	9.8	0.269
	-0.9	10.0 10.0	9.8 9.8	9.5 9.6	9.8	10.0 10.0	10.2 10.2	10.2 10.0	10.1	10.0	0.225
	-1.9	9.8 9.6	9.8 10.0	9.8 9.6	9.8	10.2 10.2	10.4 10.4	10.2 10.2	10.3	10.1	0.250
	-2.9	9.8 9.6	9.8 10.0	9.8 9.6	9.8	9.6 9.6	10.2 10.2	10.0 10.0	9.9	9.9	0.223
	-3.9	9.8 9.6	9.8 9.6	9.6 9.6	9.7	9.8 9.8	10.0 10.0	10.0 10.0	9.9	9.8	0.163
	-4.9	9.6 9.6	10.0 9.8	9.6 9.8	9.7	10.0 10.0	10.0 10.0	9.8 9.8	9.9	9.8	0.163

表 3・21 引き抜き鋼矢板（平端部）の肉厚測定結果(4)

富山港-3.0m物揚場
超音波式探傷厚み計による

鋼矢板 No	深度 (m)	凸鋼矢板 (mm)				凹鋼矢板 (mm)				凸凹鋼矢板 (mm)	
		②	③	④	平均値	⑦	⑧	⑨	平均値	平均値	標準偏差
37(凸) 38(凹)	+0.1	10.5	10.8	10.6	10.6	10.0	10.0	10.0	10.0	10.3	0.329
		10.5	10.8	10.6		10.0	10.0	10.0			
	-0.4	10.4	10.4	9.8	10.2	9.0	10.0	9.6	9.6	9.9	0.403
		10.4	10.4	9.6		9.2	10.0	9.5			
	-0.9	10.4	10.4	10.2	10.3	9.8	10.0	9.6	9.8	10.1	0.300
		10.4	10.4	10.2		9.8	10.0	9.6			
	-1.9	10.0	10.4	10.5	10.3	10.0	10.0	9.6	9.8	10.1	0.286
10.0		10.2		10.0		9.8	9.6				
-2.9	10.5	10.8	10.5	10.6	9.8	10.0	9.8	9.9	10.3	0.374	
	10.5	10.6	10.5		9.8	10.0	9.8				
-3.9	10.5	10.5	10.6	10.5	9.8	10.0	9.8	9.9	10.2	0.333	
	10.5	10.5	10.5		9.8	10.0	9.8				
-4.9	10.5	10.5	10.4	10.5	10.0	10.0	9.8	9.9	10.2	0.277	
	10.5	10.5	10.4		10.0	10.0	9.8				

表 3・22 引き抜き鋼矢板（平端部）の肉厚減少量および腐食速度(1)

富山港-3.0m物揚場
超音波式探傷厚み計による

鋼矢板 No	深度 (m)	肉厚減少量 (mm)						腐食速度 (mm/yr)					
		凸鋼矢板		凹鋼矢板		凸凹鋼矢板		凸鋼矢板		凹鋼矢板		凸凹鋼矢板	
		(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
1 (凸)	+0.1	0.6	0	0	0	0.3	0	0.05	0	0	0	0.03	0
	-0.4	0.7	0.1	0.4	0.4	0.5	0.2	0.06	0.01	0.04	0.04	0.05	0.02
	-0.9	0.8	0.2	-0.1	-0.1	0.3	0	0.07	0.02	0	0	0.03	0
	-1.9	0.7	0.1	0.1	0.1	0.4	0.1	0.06	0.01	0.01	0.01	0.04	0.01
2 (凹)	-2.9	0.8	0.2	0.7	0.7	0.7	0.4	0.07	0.02	0.06	0.06	0.06	0.04
	-3.9	0.1	-0.5	0.5	0.5	0.3	0	0.01	0	0.05	0.05	0.03	0
	-4.9	0.3	-0.3	-0.3	-0.3	0	-0.3	0.03	0	0	0	0	0
7 (凸)	+0.1	0.1	0	0.2	0	0.1	0	0.01	0	0.02	0	0.01	0
	-0.4	1.3	1.2	0.2	0	0.7	0.6	0.12	0.11	0.02	0	0.06	0.05
	-0.9	0.2	0.1	0.3	0.1	0.3	0.2	0.02	0.01	0.03	0.01	0.03	0.02
	-1.9	0.1	0	0.4	0.2	0.2	0.1	0.01	0	0.04	0.02	0.02	0.01
8 (凹)	-2.9	0.1	0	0.3	0.1	0.2	0.1	0.01	0	0.03	0.01	0.02	0.01
	-3.9	0.2	0.1	0.5	0.3	0.3	0.2	0.02	0.01	0.05	0.03	0.03	0.02
	-4.9	0.2	0.1	0.6	0.4	0.4	0.3	0.02	0.01	0.05	0.04	0.04	0.03
15 (凸)	+0.1	0	0	0.2	0	0.1	0	0	0	0.02	0	0.01	0
	-0.4	0.9	0.9	0	-0.2	0.4	0.3	0.08	0.08	0	0	0.04	0.03
	-0.9	0.5	0.5	0.5	0.3	0.5	0.4	0.05	0.05	0.05	0.03	0.05	0.04

16 (凹)	-1.9	0.1	0.1	0.5	0.3	0.3	0.2	0.01	0.01	0.05	0.03	0.03	0.02
	-2.9	0.2	0.2	0.5	0.3	0.3	0.2	0.02	0.02	0.05	0.03	0.03	0.02
	-3.9	0.1	0.1	0.1	-0.1	0.1	0	0.01	0.01	0.01	0	0.01	0
	-4.9	0.2	0.2	0.5	0.3	0.3	0.2	0.02	0.02	0.05	0.03	0.03	0.02
19 (凸)	+0.1	-0.1	0	-0.5	0	-0.3	0	0	0	0	0	0	0
	-0.4	0.7	0.8	-0.4	0.1	0.1	0.4	0.06	0.07	0	0.01	0.01	0.04
	-0.9	0.4	0.5	0.3	0.8	0.3	0.6	0.04	0.05	0.03	0.07	0.03	0.05
20 (凹)	-1.9	0	0.1	0.2	0.7	0.1	0.4	0	0.01	0.02	0.06	0.01	0.04
	-2.9	0	0.1	0.3	0.8	0.1	0.4	0	0.01	0.03	0.07	0.01	0.04
	-3.9	0	0.1	-0.3	0.2	-0.2	0.1	0	0.01	0	0.02	0	0.01
	-4.9	0	0.1	0.2	0.7	0.1	0.4	0	0.01	0.02	0.06	0.01	0.04

(1): カタログ厚(10.5mm)を初期肉厚とした場合

(2): コンクリート中(深度+0.1m)の肉厚を初期肉厚とした場合

表 3.23 引き抜き鋼矢板(平端部)の肉厚減少量および腐食速度(2)

富山港-3.0m物揚場

超音波式探傷厚め計による

鋼矢板 No	深度 (m)	肉厚減少量(mm)						腐食速度(mm/yr)					
		凸鋼矢板		凹鋼矢板		凸凹鋼矢板		凸鋼矢板		凹鋼矢板		凸凹鋼矢板	
		(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
27 (凸)	+0.1	0.3	0	0.5	0	0.4	0	0.03	0	0.05	0	0.04	0
	-0.4	1.6	1.3	0.7	0.2	1.1	0.7	0.15	0.12	0.06	0.02	0.10	0.06
	-0.9	0.9	0.6	0.3	-0.2	0.6	0.2	0.08	0.05	0.03	0	0.05	0.02
	-1.9	0.6	0.3	0.5	0	0.5	0.1	0.05	0.03	0.05	0	0.05	0.01
28 (凹)	-2.9	1.1	0.8	0.6	0.1	0.8	0.4	0.10	0.07	0.05	0.01	0.07	0.04
	-3.9	0.8	0.5	0.5	0	0.6	0.2	0.07	0.05	0.05	0	0.05	0.02
	-4.9	0.6	0.3	0.6	0.1	0.6	0.2	0.05	0.03	0.05	0.01	0.05	0.02
	31 (凸)	+0.1	0.6	0	0.5	0	0.5	0	0.05	0	0.05	0	0.05
-0.4		1.0	0.4	0.5	0	0.7	0.2	0.09	0.04	0.05	0	0.06	0.02
-0.9		0.7	0.1	0.4	-0.1	0.5	0	0.06	0.01	0.04	0	0.05	0
-1.9		0.7	0.1	0.2	-0.3	0.4	-0.1	0.06	0.01	0.02	0	0.04	0
32 (凹)	-2.9	0.7	0.1	0.6	0.1	0.6	0.1	0.06	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01
	-3.9	0.8	0.2	0.6	0.1	0.7	0.2	0.07	0.02	0.05	0.01	0.06	0.02
	-4.9	0.8	0.2	0.6	0.1	0.7	0.2	0.07	0.02	0.05	0.01	0.06	0.02
	37 (凸)	+0.1	-0.1	0	0.5	0	0.2	0	0	0	0.05	0	0.02
-0.4		0.3	0.4	0.9	0.4	0.6	0.4	0.03	0.04	0.08	0.04	0.05	0.04
-0.9		0.2	0.3	0.7	0.2	0.4	0.2	0.02	0.03	0.06	0.02	0.04	0.02
-1.9		0.2	0.3	0.7	0.2	0.4	0.2	0.02	0.03	0.06	0.02	0.04	0.02
38 (凹)	-2.9	-0.1	0	0.6	0.1	0.2	0	0	0	0.05	0.01	0.02	0
	-3.9	0	0.1	0.6	0.1	0.3	0.1	0	0.01	0.05	0.01	0.03	0.01
	-4.9	0	0.1	0.6	0.1	0.3	0.1	0	0.01	0.05	0.01	0.03	0.01

表 3・24 引き抜き鋼矢板（側面部）の肉厚測定結果(1)

富山港-3.0m物揚場

鋼矢板 No.	深度 (m)	超音波式共振厚み計による肉厚 (mm)				超音波式探傷厚み計による肉厚 (mm)							
		凸鋼矢板		凹鋼矢板		凸鋼矢板			凹鋼矢板			凸凹鋼矢板	
		①	⑤	⑥	⑩	①	⑤	平均值	⑥	⑩	平均值	平均值	標準偏差
1 (凸)	+0.1					7.3 7.2	8.0 8.0	7.6	6.6 7.5	7.3 7.3	7.2	7.4	0.424
	-0.4					6.6 6.6	7.6 7.5	7.1	8.5 8.0	6.8 7.0	7.6	7.4	0.614
	-0.9					7.2 7.0	8.4 8.4	7.8	8.0 8.0	7.0 7.2	7.6	7.7	0.574
	-1.9					7.0 7.0	7.8 8.5	7.6	7.5 7.5	7.0 7.0	7.3	7.5	0.511
2 (凹)	-2.9					7.4 7.5	8.2 8.0	7.8	7.8 8.0	7.8 7.8	7.8	7.8	0.248
	-3.9					7.8 7.8	7.5 7.8	7.7	7.0 7.5	8.8 7.5	7.7	7.7	0.481
	-4.9	— —	6.64 5.80	7.98 7.94	7.10 7.16	7.2 7.4	8.5 8.2	7.3	7.8 7.6	7.0 7.0	7.4	7.4	0.548
7 (凸)	+0.1					8.0 8.4	7.4 7.3	7.8	8.5 8.0		8.3	8.1	0.483
	-0.4					8.0 8.0	7.2 7.0	7.6	7.3 7.5		7.4	7.5	0.383
	-0.9					8.0 8.2	7.4 7.4	7.8	8.5 7.5		8.0	7.9	0.432
	-1.9					7.8 8.0	7.0 6.8 7.0	7.3	7.4 7.4		7.4	7.4	0.414
8 (凹)	-2.9					8.0 8.0	7.2 7.2	7.6	7.5 7.5		7.5	7.6	0.331
	-3.9					8.0 8.0	7.3 7.5	7.7	7.4 7.4		7.4	7.6	0.289
	-4.9					8.2 8.2	8.0 7.8	8.1	8.2 7.8		8.0	8.1	0.191

表 3・25 引き抜き鋼矢板（側面部）の肉厚測定結果(2)

富山港-3.0m物揚場

鋼矢板 板	深 度 (m)	超音波式共振厚み計による肉厚 (mm)				超音波式探傷厚み計による肉厚 (mm)							
		凸鋼矢板		凹鋼矢板		凸鋼矢板			凹鋼矢板		凸凹鋼矢板		
		①	⑤	⑥	⑩	①	⑤	平均値	⑥	⑩	平均値	平均値	標準偏差
15 (凸)	+0.1					8.0 8.2	8.0 8.0	8.1	8.0 7.8	8.5 8.5	8.2	8.2	0.250
	-0.4					7.2 7.0	7.5 7.2	7.2	7.2 7.5	8.0 8.0	7.7	7.5	0.357
	-0.9					7.4 8.0	7.0 7.2	7.4	7.4 7.5		7.5	7.5	0.319
	-1.9					7.8 7.8	7.2 7.0	7.5	7.5 7.5		7.5	7.5	0.294
16 (凹)	-2.9					7.6 7.8	7.0 7.0	7.4	7.2 7.2		7.2	7.3	0.300
	-3.9					8.0 8.0	7.5 7.8	7.8	7.5 7.5		7.5	7.7	0.227
	-4.9					7.8 7.6	8.8 8.4	8.2	7.8 7.5		7.7	8.0	0.464
19 (凸)	+0.1					8.5 8.5	7.4 7.4	8.0	7.0 7.0	9.0 9.0	8.0	8.0	1.184
	-0.4					7.0 7.0	7.0 7.0	7.0	7.4 7.4	9.0 9.0	8.2	7.6	0.820
	-0.9					7.8 7.8	7.0 7.0	7.4	7.5 7.5	8.0 8.0	7.8	7.6	0.377
	-1.9					8.0 8.0	7.2 7.0	7.6	7.0 7.0	8.0 8.0	7.5	7.6	0.485
20 (凹)	-2.9					8.2 8.5	7.2 7.2	7.8	7.0 7.0	8.0 8.2	7.6	7.7	0.527
	-3.9					7.8 7.8	7.0 7.0	7.4	7.2 7.5	8.2 8.2	7.8	7.6	0.460
	-4.9					8.0 8.0	7.0 7.0	7.5	7.0 7.4	8.4 8.4	7.6	7.6	0.616

表 3・26 引き抜き鋼矢板（側面部）の肉厚測定結果(3)

富山港-3.0m物揚場

鋼矢板 No	深度 (m)	超音波式共振厚み計による肉厚 (mm)				超音波式探傷厚み計による肉厚 (mm)							
		凸鋼矢板		凹鋼矢板		凸鋼矢板			凹鋼矢板		凸凹鋼矢板		
		①	⑤	⑥	⑩	①	⑤	平均値	⑥	⑩	平均値	平均値	標準偏差
27 (凸)	+0.1					7.4 7.4	7.2 7.2	7.3	7.5 7.5	7.5 7.5	7.5	7.4	0.122
	-0.4					7.0 7.0	7.0 7.0	7.0	7.0 7.0	7.5 7.5	7.3	7.2	0.229
	-0.9					7.0 7.0	7.0 7.0	7.0	7.5 7.5	8.0 8.0	7.8	7.4	0.415
	-1.9					7.4 7.4	7.0 7.0	7.2	7.0 7.0	8.0 8.0	7.5	7.4	0.412
28 (凹)	-2.9					7.0 7.0	7.0 7.0	7.0	7.6 7.5	7.6 7.6	7.6	7.3	0.289
	-3.9					7.2 7.2	7.2 7.4	7.3		7.6 7.8	7.7	7.5	0.252
	-4.9					7.2 7.4	7.0 7.0	7.2		7.4 7.4	7.4	7.3	0.192
31 (凸)	+0.1					7.5 7.5	7.5 7.5	7.5	7.8 7.8	7.8 7.8	7.8	7.7	0.158
	-0.4					7.2 7.2	7.0 7.0	7.1	7.8 7.8	7.5 7.5	7.7	7.4	0.304
	-0.9					7.4 7.4	7.3 7.3	7.4	7.5 7.5	7.8 7.8	7.7	7.6	0.212
	-1.9					7.2 7.2	7.0 7.0	7.1	7.5 7.5	7.4 7.4	7.5	7.3	0.194
32 (凹)	-2.9					8.0 7.8	7.0 7.0	7.5	8.0 7.8	7.6 7.5	7.7	7.6	0.376
	-3.9					7.5 7.5	7.2 7.2	7.4	7.8 7.8	7.5 7.5	7.7	7.6	0.235
	-4.9					7.5 7.5	7.2 7.4	7.4	7.6 7.6	7.5 7.5	7.6	7.5	0.128

表 3・27 引き抜き鋼矢板（側面部）の肉厚測定結果(4)

富山港-3.0m物揚場

鋼矢板 No	深度 (m)	超音波式共振厚み計による肉厚 (mm)				超音波式探傷厚み計による肉厚 (mm)							
		凸鋼矢板		凹鋼矢板		凸鋼矢板			凹鋼矢板			凸凹鋼矢板	
		①	⑤	⑥	⑩	①	⑤	平均值	⑥	⑩	平均值	平均值	標準偏差
37 (凸)	+0.1					7.6	7.6	7.6	8.0	8.0	8.0	7.8	0.187
						7.6	7.6		7.8	8.0			
	-0.4					7.5	7.5	7.5	7.5	7.4	7.5	7.5	0.050
						7.5	7.5		7.5	7.4			
38 (凹)	-0.9					7.6	7.5	7.6	8.0	7.2	7.6	7.6	0.282
						7.6	7.5		8.0	7.2			
	-1.9					7.8	7.2	7.5	7.2	7.5	7.4	7.5	0.260
						7.8	7.2		7.2	7.5			
38 (凹)	-2.9					8.0	7.5	7.7	7.5	8.0	7.8	7.8	0.244
						7.8	7.5		7.5	8.0			
	-3.9					7.8	7.5	7.7	7.5	8.0	7.8	7.8	0.341
						7.8	7.5		7.5	8.0			
38 (凹)	-4.9					8.0	7.5	7.8	7.4	8.0	7.7	7.8	0.287
						8.0	7.5		7.4	8.0			

表 3・28 富山港-3.0m物揚場における切り取り鋼矢板片の肉厚測定結果

両球型マイクロメータによる

測定点	深度 (m)	初期肉厚 (mm)	現 有 肉 厚 (mm)				肉厚減少量 (mm)	腐食速度 (mm/yr)	
			平均値	標準偏差	最大値	最小値			最大値-最小値
③ (凸)	±0.0	10.5	9.155		9.750	8.424	1.326	1.345	0.135
	-1.0	10.5	9.090		9.382	8.790	0.592	1.410	0.141
	-2.0	10.5	10.372		10.434	10.302	0.132	0.128	0.013
④ (凹)	±0.0	10.5	9.917		10.348	9.440	0.908	0.583	0.058
	-1.0	10.5	10.654		10.812	10.546	0.266	-0.154	0
	-2.0	10.5	10.465		10.592	10.354	0.238	0.035	0.004

表3・29 富山港一3.0 m物揚場における切り取り鋼矢板片の腐食速度

測定点	深度 (m)	寸法 (mm)				表面積 (cm ²)	重量 (g)	肉厚 (mm)	重量減量より算出		
		a	b	c	d				初期肉厚 (mm)	肉厚減量 (mm)	腐食速度 (mm/yr)
③ (凸)	±0.0					23442	165.95	9.007	10.5	1.493	0.149
	-1.0					39543	280.62	9.029	10.5	1.471	0.147
	-2.0					26468	214.60	10.315	10.5	0.185	0.019
④ (凹)	±0.0					24159	185.30	9.758	10.5	0.742	0.074
	-1.0					22444	184.22	10.443	10.5	0.057	0.006
	-2.0					35517	288.02	10.317	10.5	0.183	0.018

を深度に対して図示すると図3・59の通りである。

(4) 引き抜いた鋼矢板より切り取った鋼矢板片についての肉厚測定結果

引き抜いた鋼矢板より切り取った鋼矢板片についてマイクロ・メータで測定した肉厚は平端部では表3・30, 表3・31の通りであり, これより算出した鋼矢板平端部の腐食速度を表3・32, 表3・33に示す。

また, マイクロ・メータで測定した切り取り鋼矢板側面部の肉厚測定結果を表3・34~表3・36に示す。

一方, 重量測定より求めた切り取り鋼矢板片(平端部)の現有肉厚は表3・37, 表3・38の通りであり, 肉厚減量および腐食速度は表3・39, 表3・40の通りである。

3・6・5 一3.0 m物揚場におけるタイロッドの外径測定結果

切り取りタイロッド片の外径測定結果は表3・41~表3・43の通りである。また, タイロッド固定用板の肉厚は表3・44に示す。

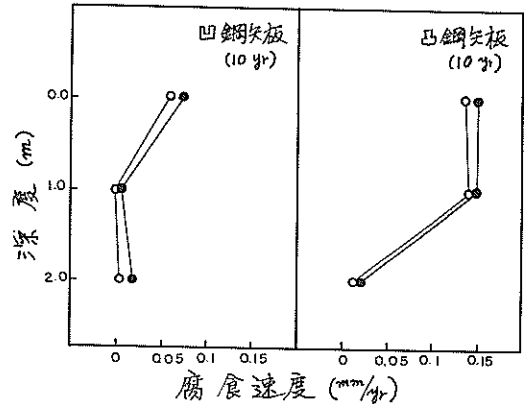
3・6・6 一3.0 m物揚場についての観察結果

ここでは一3.0 m物揚場の外観および引き抜き鋼矢板, 切り取り鋼矢板片, タイロッド片についての観察を含む。

(1) 一3.0 m物揚場の外観

上部コンクリートを破壊する前の一3.0 m物揚場の潮位間は図3・60に示すように付着物はなく, 腐食による損傷はほとんど見られない。上部コンクリートは図3・4の通りである。

次に, 上部コンクリートを除去したときの鋼矢板を図3・61, 図3・62に示す。図3・61, 図3・62によればコンクリート中鋼矢板面には発錆は認められな



○ : マイクロ・メータによる
● : 重量測定による

図3・59 富山港一3.0 m物揚場における切り取り鋼矢板片の腐食速度

い。

(2) 引き抜き鋼矢板

引き抜き直後の鋼矢板の海側面を図3・63~図3・65に示す。図3・63は凸鋼矢板(海側に凸)面であるが, カキなどの付着は一1.9 m付近が最も多く海水面に近づくとつれて少なくなり一0.4 m付近ではほとんど付着していない。一2.9 mの引き抜き時は海水と海泥の境面付近であるが, かつては海水中であったのかカキなどに泥が付着しており, 一3.9 m, 一4.9 mでは海泥が付着している。一方, 図3・64は凹鋼矢板(陸側に凸)

表 3.30 切り取り鋼矢板片（平端部）の肉厚(1)

富山港-3.0m物揚場

両球型マイクロ・メータによる

鋼材片 No	深度 (m)	度数 n	肉厚測定値 (mm)				
			最大値	最小値	最大値- 最小値	平均値	標準偏差
A (凸)	+0.1	108	10.188	9.528	0.660	9.931	0.147
	-0.4	108	9.354	7.032	2.322	8.183	0.189
	-0.9	108	10.052	8.922	1.130	9.605	0.254
	-1.9	108	9.926	9.028	0.898	9.624	0.167
	-2.9	108	9.758	8.654	1.104	9.539	0.166
	-3.9	108	10.072	9.168	0.904	9.698	0.193
	-4.9	108	10.012	9.108	0.904	9.682	0.197
A' (凹)	+0.1	108	10.322	9.674	0.648	10.101	0.111
	-0.4	108	10.280	8.510	1.770	9.501	0.381
	-0.9	108	10.260	8.214	2.046	9.621	0.328
	-1.9	108	10.352	9.362	0.990	9.938	0.205
	-2.9	108	10.262	9.460	0.802	9.925	0.180
	-3.9	106	10.740	9.378	1.362	9.987	0.256
	-4.9	73	10.250	9.308	0.942	9.912	0.218
B (凸)	+0.1	108	10.264	9.550	0.714	9.990	0.142
	-0.4	102	9.332	7.346	1.986	8.403	0.384
	-0.9	98	10.164	9.200	0.964	9.905	0.243
	-1.9						
	-2.9	108	9.952	9.324	0.628	9.651	0.158
	-3.9	108	10.900	9.350	1.550	9.812	0.212
	-4.9	108	10.082	9.574	0.508	9.787	0.140
B' (凹)	+0.1	108	10.688	8.994	1.694	9.684	0.235
	-0.4	108	10.230	8.710	1.520	9.565	0.251
	-0.9	108	10.274	9.014	1.260	9.706	0.234
	-1.9						
	-2.9	107	10.176	9.312	0.864	9.817	0.227
	-3.9	109	10.224	9.334	0.890	9.753	0.216
	-4.9	100	10.138	9.448	0.690	9.827	0.185

表 3.31 切り取り鋼矢板片（平端部）の肉厚(2)

富山港-3.0m物揚場
両球型マイクロ・メータによる

鋼矢板 系	深 度 (m)	度 数 n	肉 厚 測 定 値 (mm)				
			最 大 値	最 小 値	最大値－ 最小値	平 均 値	標 準 偏 差
C (凸)	+0.1	105	11.034	10.594	0.440	10.825	0.086
	-0.4	48	10.056	8.816	1.240	9.507	0.268
	-0.9	72	10.920	9.628	1.292	10.389	0.242
	-1.9	68	10.976	10.438	0.538	10.745	0.177
	-2.9	108	10.990	10.386	0.604	10.751	0.138
	-3.9	108	10.924	10.100	0.824	10.603	0.213
	-4.9	90	10.964	10.144	0.820	10.610	0.180
C' (凹)	+0.1	98	10.896	9.816	1.080	10.505	0.223
	-0.4	57	10.888	9.174	1.714	10.232	0.480
	-0.9	72	10.804	8.970	1.834	10.381	0.363
	-1.9	78	10.850	9.978	0.872	10.644	0.387
	-2.9	145	10.726	9.892	0.834	10.374	0.225
	-3.9	108	10.788	9.870	0.918	10.472	0.166
	-4.9	70	10.814	10.086	0.728	10.434	0.171

表 3.32 切り取り鋼矢板片（平端部）の肉厚減少量および腐食速度(1)

富山港-3.0m物揚場
マイクロ・メータによる

鋼材片 No	深 度 (m)	肉厚減少量 (mm)		腐食速度 (mm/yr)	
		(1)	(2)	(1)	(2)
A	+0.1	0.569	0	0.052	0
	-0.4	2.317	1.748	0.211	0.159
	-0.9	0.895	0.326	0.081	0.030
	-1.9	0.876	0.307	0.080	0.028
	-2.9	0.961	0.392	0.087	0.036
	-3.9	0.802	0.233	0.073	0.021
	-4.9	0.818	0.249	0.074	0.023
A'	+0.1	0.399	0	0.036	0
	-0.4	0.999	0.600	0.091	0.055
	-0.9	0.879	0.480	0.080	0.044
	-1.9	0.562	0.163	0.051	0.015
	-2.9	0.575	0.176	0.052	0.016
	-3.9	0.513	0.114	0.047	0.010
	-4.9	0.588	0.189	0.053	0.017
B	+1.0	0.510	0	0.046	0
	-0.4	2.097	1.587	0.191	0.144
	-0.9	0.595	0.085	0.054	0.008
	-1.9				
	-2.9	0.849	0.339	0.077	0.031
	-3.9	0.688	0.178	0.063	0.016
	-4.9	0.713	0.203	0.065	0.018
B'	+0.1	0.816	0	0.074	0
	-0.4	0.935	0.119	0.085	0.011
	-0.9	0.794	0	0.072	0
	-1.9				
	-2.9	0.683	0	0.062	0
	-3.9	0.747	0	0.068	0
-4.9	0.673	0	0.061	0	

(1) : 10.5mmを初期肉厚とした場合
(2) : +0.1 m (コンクリート中)の肉厚を初期肉厚とした場合

表 3.33 切り取り鋼矢板片（平端部）の肉厚減少量および腐食速度(2)

富山港-3.0m物揚場
マイクロ・メータによる

鋼材片 No	深 度 (m)	肉厚減少量 (mm)		腐食速度 (mm/yr)	
		(1)	(2)	(1)	(2)
C	+0.1	0	0	0	0
	-0.4	0.993	1.318	0.090	0.120
	-0.9	0.111	0.436	0.010	0.040
	-1.9	0	0.080	0	0.007
	-2.9	0	0.074	0	0.007
	-3.9	0	0.222	0	0.020
	-4.9	0	0.215	0	0.020
C'	+0.1	0	0	0	0
	-0.4	0.268	0.273	0.024	0.025
	-0.9	0.119	0.124	0.011	0.011
	-1.9	0	0	0	0
	-2.9	0.126	0.131	0.011	0.012
	-3.9	0.028	0.033	0.003	0.003
	-4.9	0.066	0.071	0.006	0.006

(1) : 10.5mmを初期肉厚とした場合
(2) : +0.1 m (コンクリート中)の肉厚を初期肉厚とした場合

表 3.3.4 切り取り鋼矢板片（側面部）の肉厚測定結果(1)

富山港-3.0m物揚場

マイクロ・メータによる

鋼材片		深度 (m)	度数 n	肉厚 (mm)				
板	左右			最大値	最小値	最大値- 最小値	平均値	標準偏差
A (凸)	左	+0.1	27	7.780	6.608	1.172	7.120	0.419
		-0.4	28	7.004	5.154	1.850	6.087	0.595
		-0.9	24	7.326	5.676	1.650	6.709	0.419
		-1.9	24	7.272	6.136	1.136	6.707	0.351
		-2.9	27	7.254	6.336	0.918	6.778	0.288
		-3.9	27	7.508	6.326	1.182	6.809	0.387
		-4.9	33	7.374	6.304	1.070	6.804	0.310
	右	+0.1	27	7.912	6.760	1.152	7.322	0.373
		-0.4	27	6.284	5.474	0.810	5.768	0.178
		-0.9	27	7.498	6.292	1.206	6.812	0.391
		-1.9	24	7.384	6.310	1.074	6.801	0.347
		-2.9	27	7.196	6.038	1.158	6.724	0.292
		-3.9	27	7.208	6.044	1.164	6.662	0.387
		-4.9	33	7.584	6.088	1.496	6.853	0.480
A' (凹)	左	+0.1	30	7.368	6.494	0.874	6.974	0.294
		-0.4	30	7.424	5.920	1.504	6.584	0.383
		-0.9	27	6.818	4.836	1.982	6.167	0.379
		-1.9	27	7.814	6.768	1.046	7.181	0.331
		-2.9	28	7.584	6.658	0.926	7.066	0.306
		-3.9	29	7.458	6.082	1.376	6.886	0.331
		-4.9	30	7.692	6.412	1.280	6.952	0.382
	右	+0.1	33	8.530	7.238	1.292	7.774	0.490
		-0.4	35	6.756	5.638	1.118	6.250	0.332
		-0.9	30	8.062	6.368	1.694	7.273	0.436
		-1.9	27	6.806	6.254	0.552	6.633	0.143
		-2.9	27	7.034	6.150	0.884	6.572	0.257
		-3.9	27	7.750	6.630	1.120	7.151	0.366
		-4.9	27	6.812	6.004	0.808	6.446	0.262

表 3.35 切り取り鋼矢板片（側面部）の肉厚測定結果(2)

富山港-3.0m物揚場
マイクロ・メータによる

鋼材片		深 度 (mm)	度 数 n	肉 厚 (mm)				
左	右			最 大 値	最 小 値	最大値 - 最小値	平 均 値	標 準 偏 差
B (凸)	左	+0.1	30	7.762	6.544	1.218	7.062	0.346
		-0.4	31	7.004	5.060	1.998	6.190	0.551
		-0.9	27	7.768	6.716	1.052	7.272	0.315
		-1.9						
		-2.9	33	7.370	6.384	0.986	6.838	0.264
		-3.9	30	7.022	6.034	0.988	6.609	0.322
		-4.9	33	7.344	6.198	1.146	6.776	0.344
	右	+0.1	36	7.420	6.370	1.050	6.864	0.151
		-0.4	33	7.092	6.032	1.060	6.449	0.336
		-0.9	28	6.768	5.848	0.920	6.372	0.240
		-1.9						
		-2.9	32	7.234	6.050	1.184	6.640	0.347
		-3.9	28	6.812	5.978	0.834	6.514	0.264
		-4.9	33	7.144	6.460	0.684	6.862	0.211
B' (凹)	左	+0.1	33	7.100	6.140	0.960	6.605	0.293
		-0.4	27	7.756	6.584	1.172	7.274	0.374
		-0.9	27	6.768	6.110	0.658	6.419	0.195
		-1.9						
		-2.9	28	6.704	5.848	0.856	6.392	0.220
		-3.9	24	7.348	6.060	1.288	6.802	0.409
		-4.9	27	7.016	5.926	1.090	6.486	0.328
	右	+0.1	33	7.380	6.438	0.942	6.793	0.265
		-0.4	24	6.804	5.954	0.850	6.287	0.224
		-0.9	27	7.406	6.346	1.060	6.990	0.325
		-1.9						
		-2.9	30	7.586	6.424	1.162	7.021	0.384
		-3.9	27					
		-4.9	27	7.720	6.710	1.010	7.195	0.341

表 3.36 切り取り鋼矢板片（側面部）の内厚測定結果(3)

富山港-3.0m物揚場
マイクロ・メータによる

鋼材片		深度 (m)	度数 n	肉厚 (mm)				
No	左右			最大値	最小値	最大値- 最小値	平均値	標準偏差
C (凸)	左	+0.1	27	8.432	7.320	1.112	7.780	0.333
		-0.4						
		-0.9						
		-1.9						
		-2.9	24	7.406	6.474	0.932	6.942	0.310
		-3.9						
		-4.9	21	7.162	6.158	1.004	6.634	0.292
	右	+0.1	24	7.958	7.240	0.718	7.580	0.250
		-0.4	21	7.500	6.058	1.442	6.887	0.396
		-0.9	27	8.028	6.688	1.340	7.512	0.377
		-1.9	27	8.050	6.890	1.160	7.506	0.367
		-2.9	21	8.106	7.166	0.940	7.671	0.266
		-3.9	24	8.274	7.292	0.982	7.806	0.302
		-4.9	21	8.074	7.070	1.004	7.501	0.295
C' (凹)	左	+0.1	27	7.276	6.204	1.072	6.747	0.308
		-0.4						
		-0.9						
		-1.9						
		-2.9	29	6.790	5.696	1.094	6.267	0.332
		-3.9	27	7.980	7.148	0.832	7.587	0.272
		-4.9	30	7.734	6.120	1.614	7.006	0.503
	右	+0.1	30	8.362	7.240	1.122	7.828	0.334
		-0.4	30	7.114	5.960	1.154	6.522	0.326
		-0.9	27	6.932	6.172	0.760	6.585	0.249
		-1.9	27	7.738	6.756	0.982	7.373	0.281
		-2.9	27	8.006	7.100	0.906	7.697	0.220
		-3.9						
		-4.9	30	8.344	6.996	1.348	7.831	0.295

表 3・37 切り取り鋼矢板片(平端部)の現有肉厚(1)

富山港-3.0m物揚場
重量測定による

鋼材片 名	深 度 (m)	形 状 寸 法 (mm)				表 面 積 (cm ²)	重 量 (g)	肉 厚 (mm)
		a	b	c	d			
A (凸)	+0.1	78.8	79.0	268.8	269.0	222.8	1615.0	9.223
	-0.4	82.0	82.2	281.4	282.2	242.9	1437.5	7.529
	-0.9	79.0	78.6	274.2	274.2	226.9	1587.5	8.902
	-1.9	73.7	74.0	272.1	273.0	211.5	1485.0	8.932
	-2.9	73.8	74.0	267.0	267.6	207.4	1447.0	8.876
	-3.9	81.8	82.2	270.8	271.2	233.3	1651.0	9.002
	-4.9	97.0	97.0	271.4	272.8	277.1	1959.0	8.993
A' (凹)	+0.1	93.4	93.4	281.4	281.3	276.0	2049.0	9.446
	-0.4	93.4	93.6	273.0	274.0	268.5	1875.0	8.884
	-0.9	86.8	86.4	268.6	268.8	244.3	1719.0	8.951
	-1.9	74.0	69.2	270.8	270.6	203.5	1482.0	9.265
	-2.9	82.0	82.2	268.6	269.4	231.9	1693.0	9.289
	-3.9	74.1	73.9	276.4	276.2	214.7	1571.5	9.313
	-4.9	93.8	93.4	277.0	277.2	272.3	1978.0	9.241
B (凸)	+0.1	103.2	103.0	281.2	281.4	304.5	2229.5	9.315
	-0.4	105.2	105.2	272.8	273.0	301.4	1848.5	7.802
	-0.9	93.5	93.4	267.4	267.4	262.5	1897.0	9.194
	-1.9							
	-2.9	107.3	107.8	271.1	271.0	306.3	2180.0	9.055
	-3.9	100.5	100.5	273.4	273.4	288.5	2068.0	9.120
	-4.9	107.6	107.8	277.6	279.8	315.2	2262.5	9.133
B' (凹)	+0.1	113.6	113.8	275.7	262.0	327.0	2322.0	9.034
	-0.4	69.4	69.4	270.8	271.2	197.5	1390.0	8.955
	-0.9	93.6	93.4	272.8	272.0	267.4	1895.5	9.018
	-1.9							
	-2.9	93.4	93.4	266.0	266.0	260.8	1880.0	9.169
	-3.9	82.2	81.8	273.0	273.0	235.1	1680.0	9.093
	-4.9	93.0	93.0	282.4	281.2	275.2	1975.0	9.131

表 3.38 切り取り鋼矢板片(平端部)の現有肉厚(2)

富山港-3.0m物揚場
重量測定による

鋼材片 No	深 度 (m)	形 状 寸 法 (mm)				表 面 積 (cm ²)	重 量 (g)	肉 厚 (mm)
		a	b	c	d			
C (凸)	+0.1	82.0	82.0	273.6	273.6	235.6	1880.0	10.154
	-0.4	67.0	67.2	156.1	155.5	109.8	764.0	8.855
	-0.9	87.0	87.2	192.4	190.8	175.2	1337.0	9.707
	-1.9	86.2	87.2	207.0	207.7	188.8	1484.0	10.000
	-2.9	61.6	61.9	276.0	276.4	179.2	1416.0	10.052
	-3.9	78.8	77.8	188.4	188.0	154.7	1209.0	9.941
	-4.9	73.8	74.0	266.8	266.8	207.0	1614.5	9.922
C' (凹)	+0.1	82.2	82.0	272.6	272.6	235.0	1808.5	9.791
	-0.4	84.4	84.0	159.4	159.6	141.0	1085.0	9.789
	-0.9	71.4	71.6	180.4	181.5	135.9	1040.0	9.737
	-1.9	84.0	83.8	207.4	206.0	182.1	1394.0	9.740
	-2.9	78.4	79.2	281.4	281.2	232.7	1774.0	9.697
	-3.9	86.2	86.8	270.0	270.0	245.2	1886.0	9.785
	-4.9	81.9	82.0	189.0	189.6	163.0	1247.0	9.734

表 3.39 切り取り鋼矢板片（平端部）の肉厚減量および腐食速度（両面）(1)

富山港—3.0 m物揚場
重量測定による

鋼材片 NO	深 度 (m)	肉厚減少量(mm)		腐食速度(mm/yr)	
		(1)	(2)	(1)	(2)
A (凸)	+0.1	1.277	0.708	0.116	0.064
	-0.4	2.971	2.402	0.270	0.218
	-0.9	1.598	1.029	0.145	0.094
	-1.9	1.568	0.999	0.143	0.091
	-2.9	1.624	1.055	0.148	0.096
	-3.9	1.498	0.929	0.136	0.084
	-4.9	1.507	0.938	0.137	0.085
	A' (凹)	+0.1	1.054	0.655	0.096
-0.4		1.616	1.217	0.147	0.111
-0.9		1.549	1.150	0.141	0.105
-1.9		1.235	0.836	0.112	0.076
-2.9		1.211	0.812	0.110	0.074
-3.9		1.187	0.788	0.108	0.072
-4.9		1.259	0.860	0.114	0.078
B (凸)		+0.1	1.185	0.675	0.108
	-0.4	2.698	2.188	0.245	0.199
	-0.9	1.306	0.796	0.119	0.072
	-1.9				
	-2.9	1.445	0.935	0.131	0.085
	-3.9	1.380	0.870	0.125	0.079
	-4.9	1.367	0.857	0.124	0.078
	B' (凹)	+0.1	1.466	0.650	0.133
-0.4		1.545	0.729	0.141	0.066
-0.9		1.482	0.666	0.135	0.061
-1.9					
-2.9		1.331	0.515	0.121	0.047
-3.9		1.407	0.591	0.128	0.054
-4.9		1.369	0.553	0.124	0.050

(1) : 1 0.5 mmを初期肉厚とした場合

(2) : +0.1 m (コンクリート中)の肉厚を初期肉厚とした場合

表 3.40 切り取り鋼矢板片（平端部）の肉厚減量および腐食速度（両面）(2)

富山港—3.0 m物揚場
重量測定による

鋼材片 NO	深 度 (m)	肉厚減少量(mm)		腐食速度(mm/yr)	
		(1)	(2)	(1)	(2)
C (凸)	+0.1	0.346	0.351	0.032	0.032
	-0.4	1.645	1.650	0.150	0.150
	-0.9	0.793	0.798	0.072	0.073
	-1.9	0.500	0.505	0.045	0.046
	-2.9	0.448	0.453	0.041	0.041
	-3.9	0.559	0.564	0.051	0.052
	-4.9	0.578	0.583	0.053	0.053
	C' (凹)	+0.1	0.709	1.034	0.064
-0.4		0.711	1.036	0.065	0.094
-0.9		0.763	1.088	0.069	0.099
-1.9		0.760	1.085	0.069	0.099
-2.9		0.803	1.128	0.073	0.103
-3.9		0.715	1.040	0.065	0.095
-4.9		0.766	1.091	0.070	0.099

(1) : 10.5 mmを初期肉厚とした場合

(2) : +0.1 m (コンクリート中)の肉厚を初期肉厚とした場合

表 3・41 切り取りタイロッド片(コンクリート中)の外径(1)

富山港-3.0m物揚場(11年経過)

ノギスにより測定

NO.	測定点	外 径 (mm)				平均	NO.	測定点	外 径 (mm)				平均
		①	②	③	④				①	②	③	④	
0-2	1	32.2	32.0	32.4	32.1	25-2	1	31.8	32.0	31.6	32.0		
	2	32.0	32.2	32.1			2	31.6	32.0	32.0			
	3	32.3	32.1	32.1			3	31.6	31.8	31.8			
	4	31.8	32.1	32.0			4	31.8	31.7	31.9			
	5	31.6	31.8	31.8			5	31.9	31.7	31.9			
	6	31.9	32.0	32.0			6	32.0	32.0	31.8			
	7	32.2	32.0	32.0			7	32.2	32.0	32.0			
	8	31.8	31.8	32.0			8	32.0	32.2	32.0			
	9	32.0	32.0	31.8			9	32.0	32.2	32.0			
4-2	1	31.6	31.6	31.6	32.0	36-2	1	31.8	31.4	31.4	31.8		
	2	31.7	31.9	31.7			2	31.6	32.0	31.8			
	3	31.9	31.9	31.8			3	32.0	31.8	31.6			
	4	31.6	32.0	31.9			4	32.0	32.0	31.8			
	5	32.4	32.4	32.0			5	32.0	31.8	31.6			
	6	32.2	32.0	32.0			6	32.2	32.0	31.6			
	7	32.4	32.2	32.0			7	32.4	32.0	31.6			
	8	32.4	32.0	32.4			8	32.0	32.1	31.6			
	9	32.2	32.4	32.2			9	32.2	31.6	31.7			
コンクリート中タイロッドの平均外径(mm) 31.9													
10-2	1	32.4	32.4	32.3	31.8								
	2	32.2	32.0	31.9									
	3	31.8	31.8	31.8									
	4	31.6	31.4	31.6									
	5	31.6	31.8	31.7									
	6	31.6	31.7	31.7									
	7	31.9	31.6	31.6									
	8	31.6	31.4	31.6									

表3・42 切り取りタイロッド片(土中)の外径(1)

富山港-3.0m物揚場(11年経過)
ノギスにより測定

NO.	測定点	外 径 (mm)				NO.	測定点	外 径 (mm)			
		①	②	③	平均値			①	②	③	平均値
0-3	1	31.4	31.5	31.0	31.7	10-3	1	31.2	31.4	31.8	31.8
	2	31.8	31.4	31.4			2	31.4	31.2	31.3	
	3	31.6	31.8	32.0			3	31.6	31.2	31.0	
	4	32.0	31.2	31.2			4	31.6	31.0	31.0	
	5	32.0	31.9	31.5			5	39.8	30.8	30.5	
	6	31.8	32.0	31.6			6	31.2	31.6	30.9	
	7	32.0	32.0	31.4			7	30.4	31.0	30.6	
	8	31.8	31.8	31.6			8	31.0	31.0	30.6	
	9	31.6	31.6	31.8			9	30.0	31.4	31.0	
0-4	1	32.0	31.8	31.8	31.5	10-4	1	31.4	31.4	31.6	31.5
	2	32.0	32.0	31.6			2	31.2	31.4	31.6	
	3	31.8	31.8	31.8			3	31.6	31.6	31.6	
	4	31.4	31.2	31.6			4	31.6	31.6	31.8	
	5	31.4	31.4	31.5		1	31.8	31.7	31.7	31.4	
	6	31.6	30.2	31.4		2	31.6	31.8	31.6		
	7	31.4	31.4	31.2		3	31.7	31.2	31.6		
4-3	1	32.4	32.4	31.9	31.9	25-3	4	30.9	31.6		30.2
	2	32.0	32.2	31.9			5	31.4	31.6		31.2
	3	32.0	32.0	31.8			6	31.1	31.4		31.8
	4	31.6	31.9	32.0			7	31.6	31.6		31.4
	5	32.0	31.8	31.4			8	31.2	31.2	31.2	
	6	31.8	31.0	31.3		9	31.5	30.8	31.5		
	7	31.9	32.0	32.4		25-4	1	31.6	31.4	31.4	31.6
	8	32.2	31.6	31.6			2	31.6	31.6	31.5	
	9	32.0	31.9	31.8			3	31.4	31.8	32.0	
4	31.6	31.6	31.2	4	31.6		31.6	31.2			
4-4	1	31.9	31.8	32.0	31.8	36-3	1	31.6	31.6	32.0	31.8
	2	32.2	32.4	31.8			2	31.6	32.0	32.4	
	3	31.2	31.1	31.2			3	32.6	32.0	31.8	
	4	31.8	32.0	32.0			4	31.8	32.0	32.0	
					5		31.4	31.4	31.8		
					6		31.6	31.6	31.5		
					7		31.9	32.2	32.0		

表 3・43 切り取りタイロッド片(土甲)の外径②

富山港-3.0m物揚場(11年経過)
ノギスにより測定

NO.	測定点	外 径 (mm)				NO.	測定点	外 径 (mm)			
		①	②	③	平均値			①	②	③	平均値
E-1	1	31.7	32.0	31.5	31.7	E-4	1	31.6	31.6	32.0	31.8
	2	32.2	32.0	31.8			2	31.8	31.8	32.0	
	3	31.6	31.9	32.0			3	30.8	31.5	32.0	
	4	32.0	31.9	31.8			4	31.6	32.0	31.8	
	5	31.5	31.4	31.8			5	31.4	31.6	32.0	
	6	31.6	31.6	31.5			6	32.0	32.8	32.0	
	7	31.6	31.7	31.6			7	31.8	31.6	31.8	
	8	31.8	31.6	31.8			8	32.0	30.4	31.8	
E-2	1	30.6	31.2	31.8	31.5	E-5	1	31.0	31.4	31.4	31.3
	2	31.8	31.2	31.8			2	30.9	31.0	32.0	
	3	31.6	31.6	31.6			3	31.6	31.6	31.0	
	4	31.3	31.7	31.6			4	31.8	31.2	31.8	
	5	31.5	31.9	31.8			5	30.9	30.4	30.8	
	6	30.8	30.9	30.9			6	31.4	31.9	31.4	
	7	31.8	31.8	31.6			7	31.4	31.8	31.8	
	8	31.6	31.1	31.9			8	31.2	30.6	31.2	
E-3	1	31.6	30.0	31.2	31.4	土中タイロッドの平均外径(mm) : 31.6					
	2	31.6	31.4	31.4							
	3	31.4	31.3	31.9							
	4	30.6	31.4	30.4							
	5	32.0	31.6	31.6							
	6	31.0	31.4	31.8							
	7	31.6	31.8	31.6							
	8	31.4	32.0	32.2							

表 3・44 タイロッド固定用板の肉厚測定値
 富山港—3.0m物揚場(11年経過)
 両球型マイクロ・メータによる

固定板 NO.	度 数 n	肉 厚 測 定 値 (mm)				
		最大値	最小値	最大値- 最小値	平均値	標準偏差
1	100	9.500	8.770	0.730	9.258	0.148
2	100	9.640	9.014	0.626	9.384	0.141
3	100	9.364	8.646	0.718	9.027	0.131
4	100	9.800	9.098	0.702	9.515	0.165

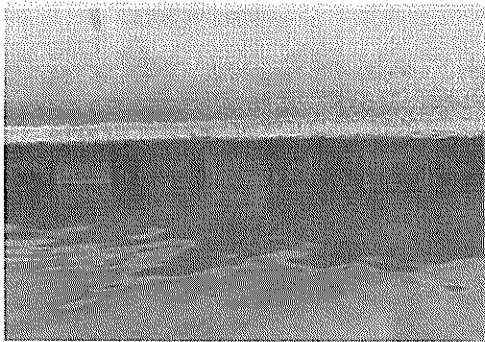


図 3・60 富山港—3.0m物揚場の潮位間



図 3・61 上部コンクリート中鋼矢板面(1)

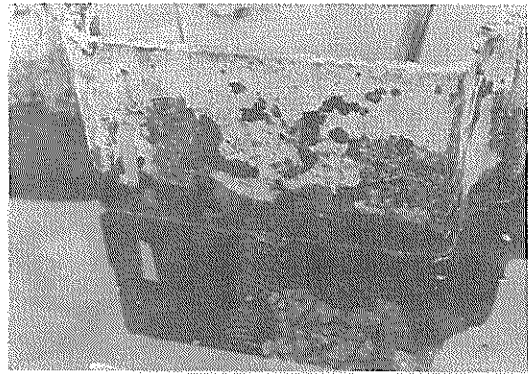
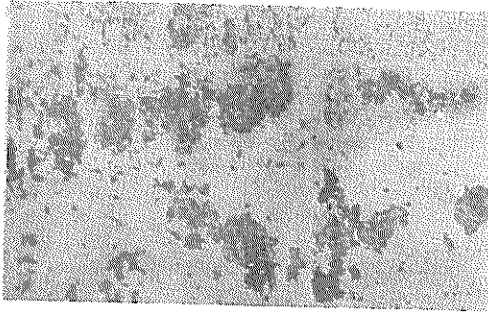
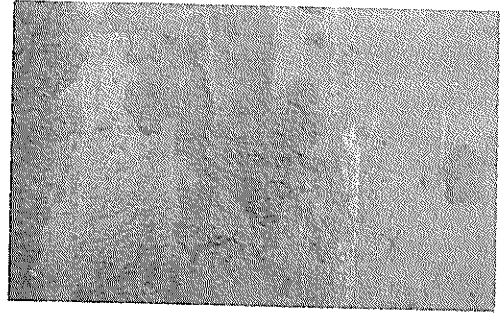


図 3・62 上部コンクリート中鋼矢板面(2)



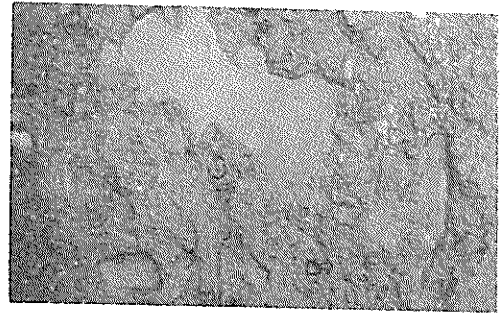
+ 0.1 m (コンクリート中)



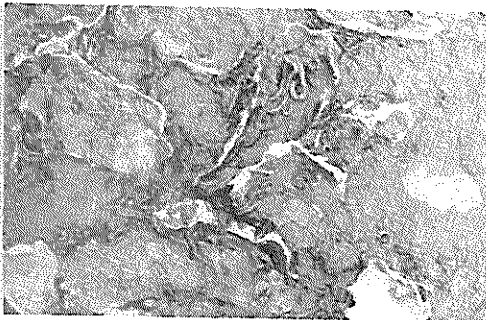
- 2.9 m (海水中～海泥中)



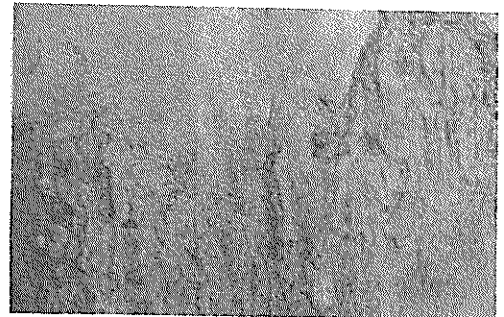
- 0.4 m (海水中)



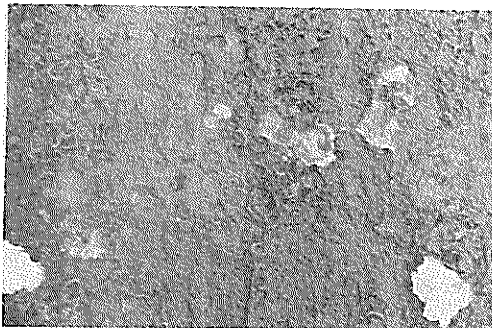
- 3.9 m (海泥中)



- 0.9 m (海水中)

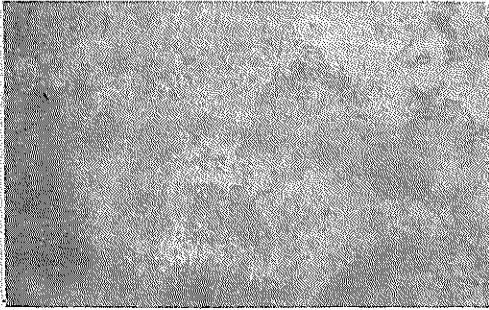


- 4.9 m (海泥中)

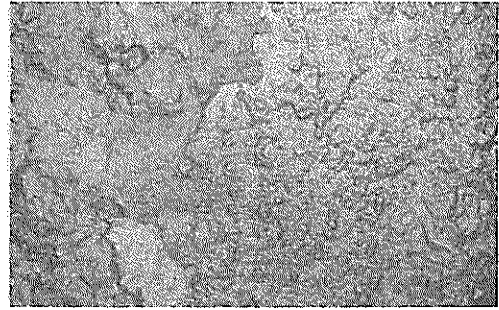


- 1.9 m (海水中)

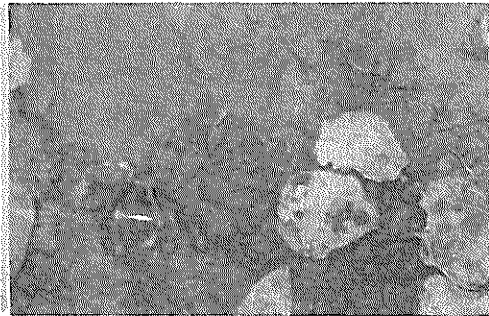
図 3 - 6 3 引き抜き鋼矢板 (富山港, - 3.0 m 物揚場)



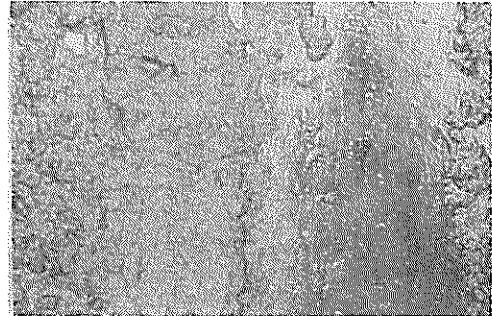
+0.1 m (コンクリート中)



-2.9 m (海水中～海泥中)



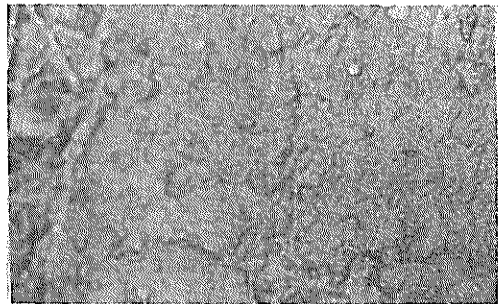
-0.4 m (海水中)



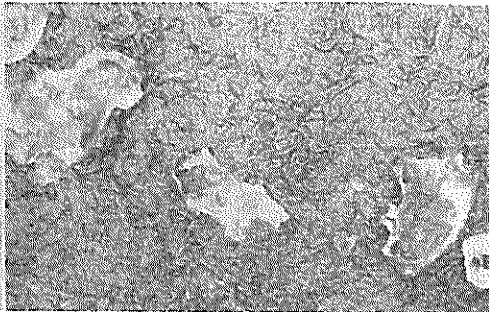
-3.9 m (海泥中)



-0.9 m (海水中)

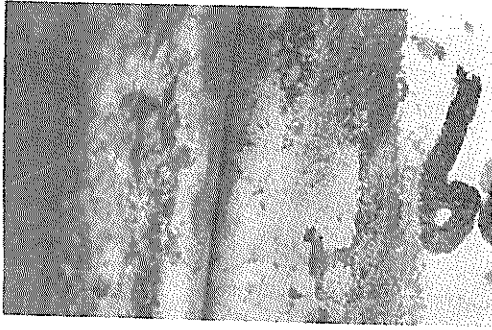


-4.9 m (海泥中)

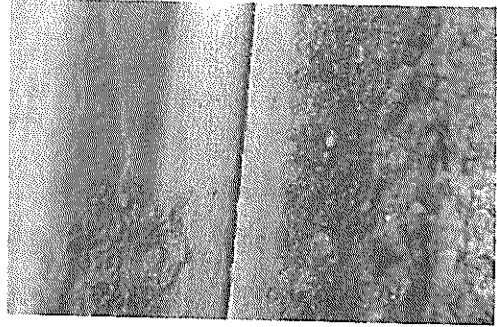


-1.9 m (海水中)

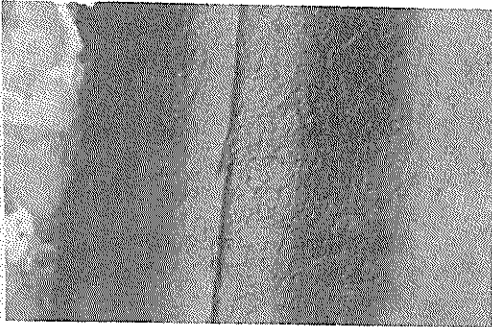
図3・64 引き抜き鋼矢板 (富山港, -3.0 m物揚場)



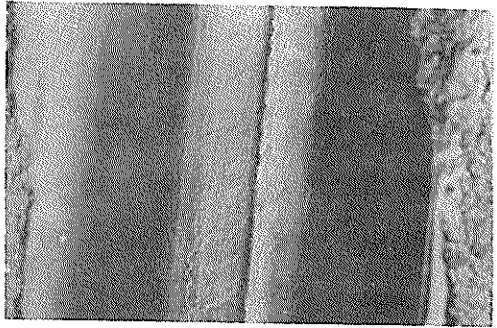
+ 0.1 m (コンクリート中)



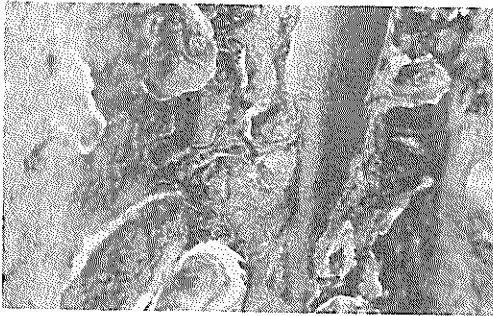
- 2.9 m (海水中～海泥中)



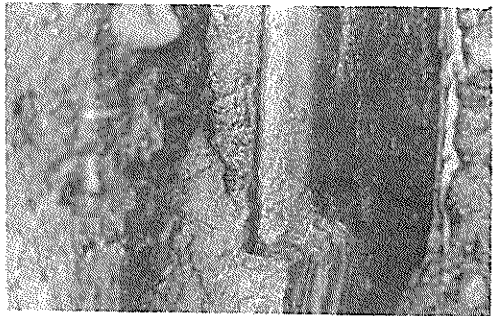
- 0.4 m (海水中)



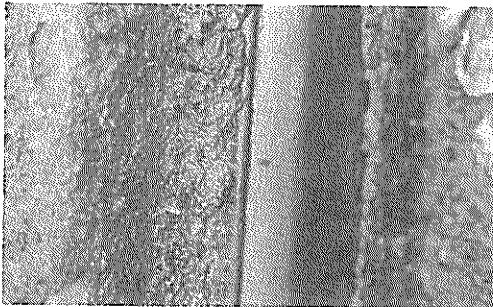
- 3.9 m (海泥中)



- 0.9 m (海水中)

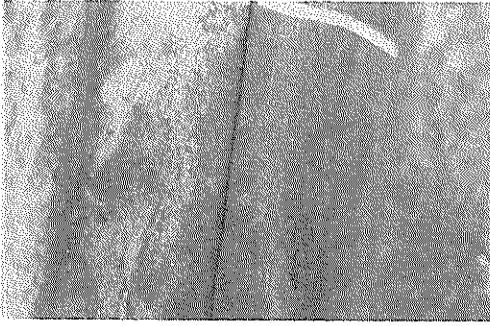


- 4.9 m (海泥中)

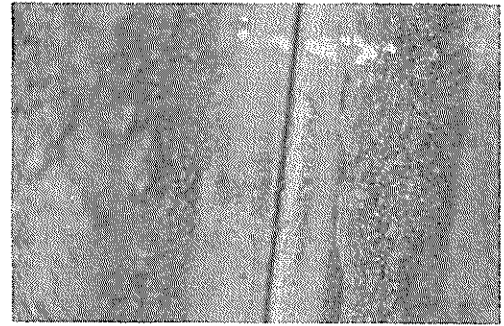


- 1.9 m (海水中)

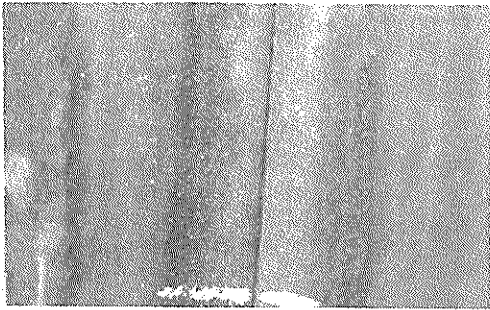
図 3・65 引き抜き鋼矢板 (富山港-3.0 m物揚場)



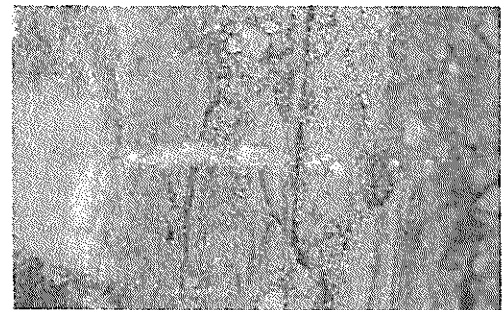
+ 0.1 m (コンクリート中)



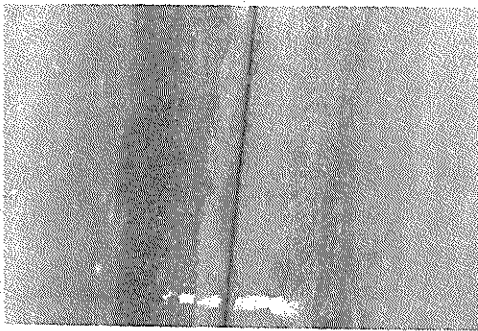
- 2.9 m (海水中~海泥中)



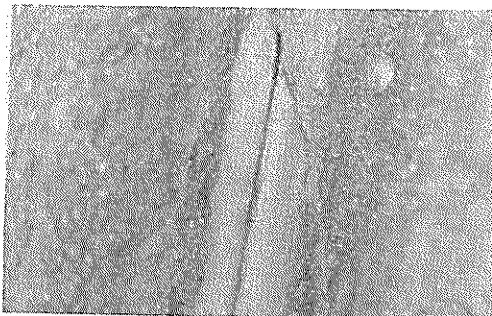
- 0.4 m (海水中)



- 3.9 m (海泥中)



- 0.9 m (海水中)



- 1.9 m (海水中)

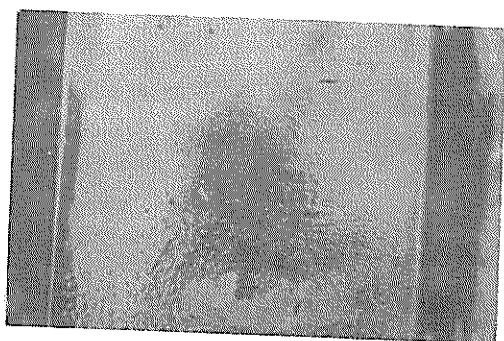
図 3・66 引き抜き鋼矢板 (富山港, -3.0 m 物揚場)



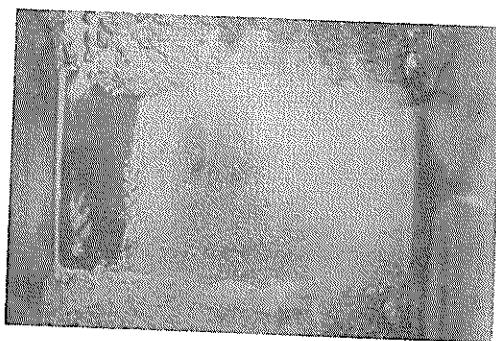
+0.1 m (コンクリート中)



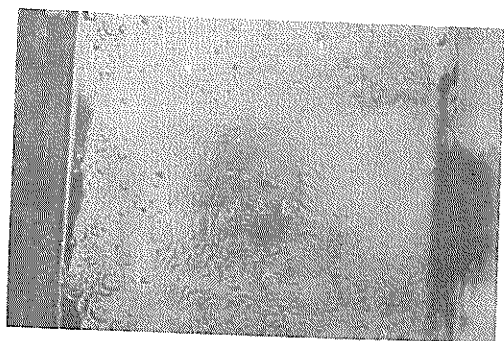
-2.9 m (海水中～海泥中)



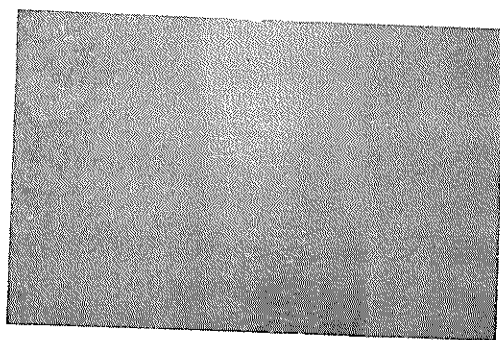
-0.4 m (海水中)



-3.9 m (海泥中)



-0.9 m (海水中)



-4.9 m (海泥中)



-1.9 m (海水中)

図3・67 引き抜き鋼矢板(富山港, -3.0 m物揚場)

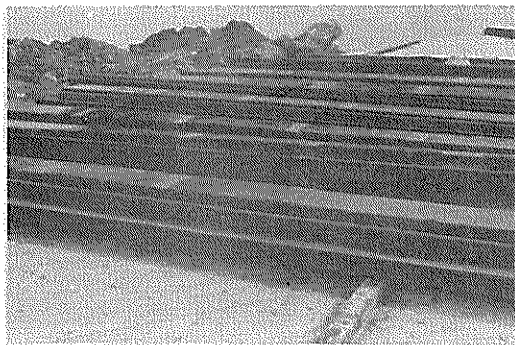
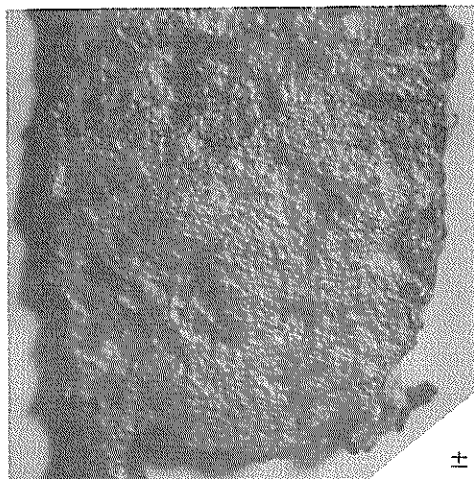


図3・68 引き抜き鋼矢板（富山港—3.0 m物揚場，陸側）



± 0.0m



図3・70 切り取り位置の明示



- 1.0m

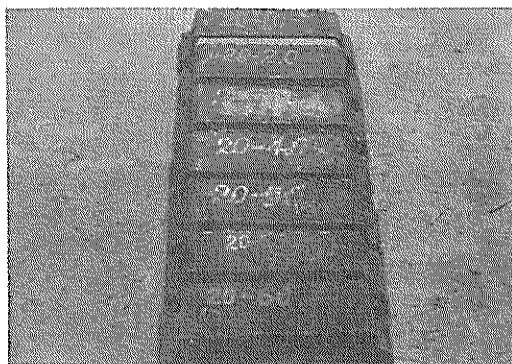
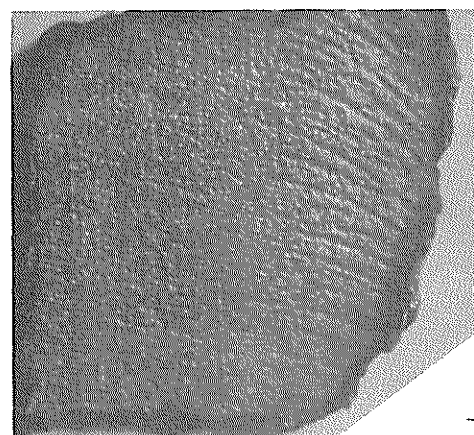
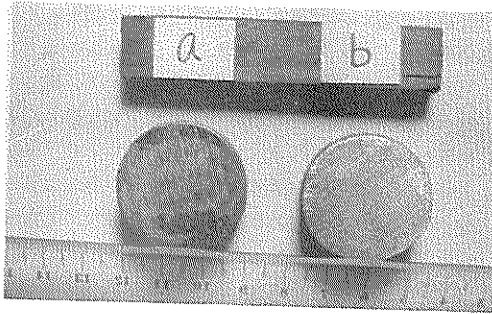


図3・71 引き抜き鋼矢板からの切り取り片

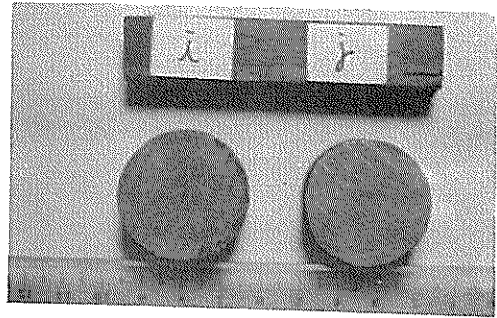


-2.0m

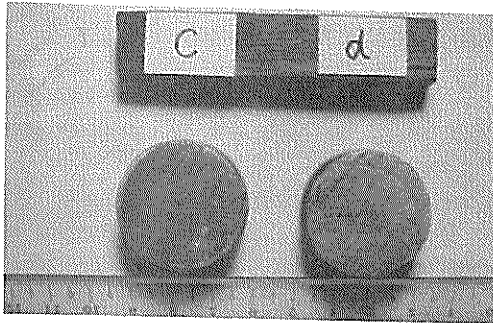
図3・69 富山港—3.0 m物揚場における切り取り鋼矢板片（凸）



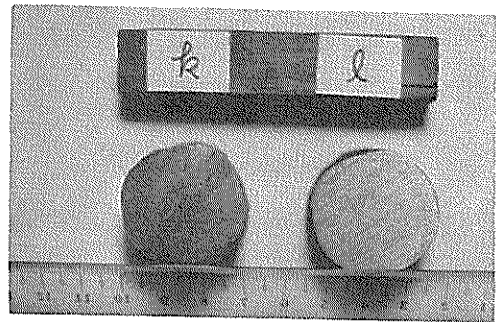
(イ)



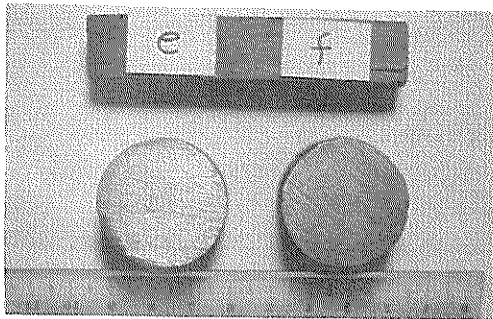
(ホ)



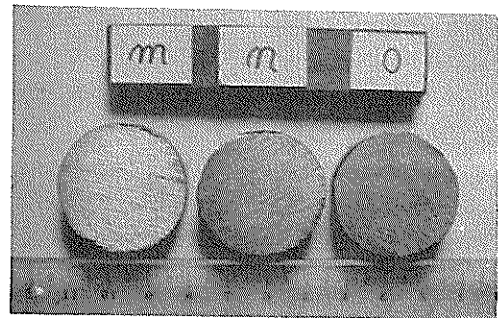
(ロ)



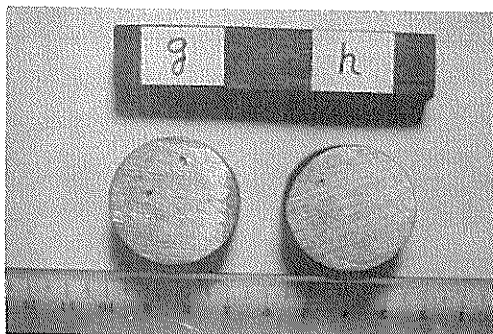
(ヘ)



(ニ)



(ト)



(リ)

図3.72 成型タイロッド片(富山港-3.0m物揚場)

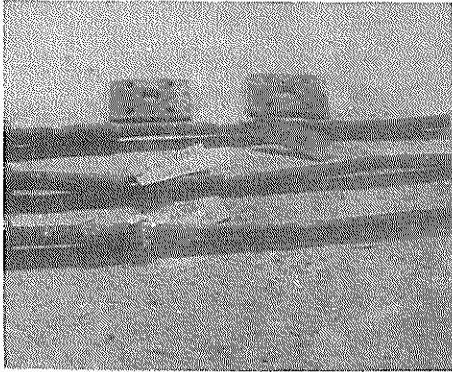


図 3 - 73 腹起し材固定用金具

面ではあるが、カキなどの付着は $-0.9m$ 、 $-1.9m$ に多く、 $-0.4m$ でも多少付着しているが、 $-2.9m$ ではほとんど海泥が付着している。また、引き抜き鋼矢板の側面部の様子が図3・65である。側面部は図3・65に見られるように凸、凹鋼矢板の噛合部には腐食による損傷は少しもない。

これに対して、引き抜き鋼矢板の陸側面を図3・66、図3・67に示す。図3・66は引き抜き直後の側面部

付近であるが、コンクリート中を除いて鋼矢板一面に裏込め土砂が付いており、また凹、凸鋼矢板の噛合部には腐食による損傷は少しも見られない。一方、図3・67は肉厚測定箇所付近を水洗して付着土砂を除いたときの鋼矢板面である。図3・67によればコンクリート中鋼矢板面には鋼矢板のタイプを示す記号が完全に残っており初期の通り平滑であるが、その他の深度でも陸側の鋼矢板はいずれも平滑な面が保たれている。この他、図3・68に引き抜き鋼矢板の全体図(陸側面)を示す。

(3) 切り取り鋼矢板片

引き抜かない鋼矢板から切り取った(水中切断)鋼矢板片(脱錆後)を図3・69に示す。

一方、引き抜き鋼矢板からの切り取りに先立って、まず、図3・70に示すようにペンキで切り取り箇所を明示しておき、この箇所を図3・71に示す形状に陸上でガス切断した。

(4) タイロッドおよび腹起し材固定用金具

成型したタイロッド片の断面を図3・72に、腹起し材固定用金具の1例を図3・73に示す。

3・6・7 材質試験結果

—7.5m岸壁および—3.0m物揚場における鋼矢板とタイロッドの材質試験結果は表3・45の通りである。

表 3・45 富山港における切り取り鋼矢板片およびタイロッドの材質分析結果

単位：%

試料	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu
TR-V※	0.13	0.11	0.71	0.059	0.057	0.045	0.057	0.42
YSP-II※※	0.29	0.16	0.62	0.025	0.038	0.053	0.022	0.36
タイロッド※※	0.38	0.11	0.62	0.036	0.042	0.057	0.060	0.17

※ —7.5m岸壁で使用

※※ —3.0m物揚場で使用

3・6・8 水質試験結果

富山港における水質試験結果は表3・46の通りである。

表3・46 富山港における水質試験結果

採水地点	深度 (m)	PH		Cl-(g/l)		ρ (Ω -cm)	外観	O ²
		(1)	(2)	(1)	(2)			
1	水面		7.06		2.38	135		
	-0.8		6.82		2.48	125		
2	水面		7.20		6.22	970		
	-1.0		7.18		11.87	100		
	-2.0		6.92		14.02	21		
	-3.0		6.78		14.98	20		
3	水面	7.06	6.84	15.68	8.07	42		
	-1.0	7.14	6.70	17.36	9.63	36		
	-2.0	7.08	6.68	18.50	15.26	23		
	-3.0		6.70		16.02	22		
	-4.0		7.04		17.04	21		
	-5.0		7.74		17.61	21		
	-6.0		7.70		18.12	20		
	-7.0		7.72		17.84	20		
4	水面		6.70		0.48	720		
	-1.0		6.50		5.15	64		
	-2.0		7.10		16.69	21		
	-3.0		7.40		17.23	20		
	-4.0		8.20		17.26	20		
	-5.0		7.90		17.93	20		
5	水面		7.72		0.48	970		
	-1.0		7.42		1.62	100		
	-2.0		6.76		17.26	21		
	-3.0		7.24		17.26	20		
6	水面	6.78		16.39				
	-1.0	6.94		17.36				
	-2.0	7.00		18.27				
	-3.0	7.32		18.66				
	-4.0	7.34		18.50				
	-5.0	7.44		18.99				
	-6.0	8.04		18.99				

(1): 昭和43年10月採水

(2): 昭和44年7月採水

3・7 考 察

以上の調査結果より次のことが考察される。

(1) 超音波式厚み計の現地適用性

厚み計の現地への適用率＝測定可能な点／全測定点×100%と考えて両厚み計の適用率を算出してみると次のようになる。

(イ) 引き抜かない鋼矢板に対する適用率

超音波式共振厚み計の適用率

－3.0 m物揚場における潮位間および海中鋼矢板面への超音波式共振厚み計の適用率は次の通り。

(表3・8より)

凸鋼矢板の平端部では

$$\text{適用率} = 9/36 \times 100 = 25 \%$$

凸鋼矢板の側面部では

$$\text{適用率} = 8/36 \times 100 = 22 \%$$

凹鋼矢板の平端部では

$$\text{適用率} = 1/24 \times 100 = 4 \%$$

凹鋼矢板の側面部では

$$\text{適用率} = 0/24 \times 100 = 0 \%$$

超音波式探傷厚み計の適用率

－3.0 m物揚場における潮位間および海水中鋼矢板面への超音波式探傷厚み計の適用率は次の通り。(表3・9より)

凸鋼矢板の平端部では

$$\text{適用率} = 33/36 \times 100 = 92 \%$$

凸鋼矢板の側面部では

$$\text{適用率} = 15/24 \times 100 = 63 \%$$

凹鋼矢板の平端部では

$$\text{適用率} = 34/36 \times 100 = 94 \%$$

凹鋼矢板の側面部では

$$\text{適用率} = 9/24 \times 100 = 38 \%$$

(ロ) 引き抜いた鋼矢板に対する適用率

－3.0 m物揚場で引き抜いた鋼矢板に対する超音波式共振厚み計の適用率は次の通り。(表3・12～表3・15より)

凸鋼矢板の平端部では

$$\text{適用率} = 147/147 \times 100 = 100\%$$

凹鋼矢板の平端部では

$$\text{適用率} = 147/147 \times 100 = 100\%$$

－3.0 m物揚場で引き抜いた鋼矢板に対する超音波式探傷厚み計の適用率は次の通り。(表3・18～表3・21, 表3・24～表3・27より)

凸鋼矢板の平端部では

$$\text{適用率} = 147/147 \times 100 = 100\%$$

凸鋼矢板の側面部では

$$\text{適用率} = 98/98 \times 100 = 100\%$$

凹鋼矢板の平端部では

$$\text{適用率} = 147/147 \times 100 = 100\%$$

凹鋼矢板の側面部では

$$\text{適用率} = 84/84 \times 100 = 100\%$$

(イ)によれば－3.0 m物揚場の引き抜かない鋼矢板に対する超音波式共振厚み計の適用率は0～25%と悪い。このときの探触子は何れも海側の鋼矢板面に吸着させたが、このように適用率の悪い主な因はやはり海側鋼矢板面に2mm以上の凹みがあったことではないかと思われる。

一方、引き抜かない鋼矢板に対する超音波式探傷厚み計の適用率は鋼矢板平端部では90%以上と高率であるが、鋼矢板側面部では40～60%程度で平端部より適用率は劣っている。－3.0 m物揚場で引き抜いた鋼矢板面の観察結果を参照すると鋼矢板(海側)の側面部の方が平端部より凸凹がひどいという傾向は見られないため、超音波式探傷厚み計による適用率が平端部より側面部の方が劣るということはむしろ潜水夫の付着物の除去または探触子吸着作業に起因するのではないかと考えられる。

これに対して、(ロ)によれば－3.0 m物揚場で引き抜いた鋼矢板に対する超音波式共振厚み計の適用率は平端部で100%であり、また超音波式探傷厚み計の適用率は平端部、側面部とも100%である。引き抜き鋼矢板の現地における肉厚測定に際しては両厚み計の探触子と鋼矢板の陸側面に吸着または押しあてた。したがって、(ロ)のように両厚み計の適用率が100%ということは鋼矢板の陸側面はほとんど平滑であることを意味すると思われるが、このことは引き抜き鋼矢板の観察結果と一致する。

以上のことから適用率の面からのみ厚み計の適用性を考えれば引き抜かない鋼矢板に対しては超音波式探傷厚み計の方が好ましいが、引き抜いた鋼矢板の肉厚測定には探触子を鋼矢板の陸側面に適用できるため超音波式共振厚み計と超音波式探傷厚み計とも十分使用できる。

(2) 測定精度

－3.0 m物揚場の引き抜かない鋼矢板についての両厚み計による測定値を表3・10, 表3・11より比較してみると表3・47のようなになる。ただし、比較は表3・10に見られるように超音波式共振厚み計で測定できた－1.0 mと－2.0 mの2深度について行なった。表3・47によれば両厚み計による測定値間の差は0～1mmの範囲であり、これは初期肉厚に対して1～11%に相当する。

一方、－3.0 m物揚場で引き抜かない鋼矢板に対する両厚み計による測定値を表3・16, 表3・17, 表3

・2.2, 表3・2.3より比較してみると表3・4.8, 表3・4.9のようになる。ただし, 比較は腐食速度(1)(カタログ厚を初期肉厚としたときの腐食速度)について行なった。表3・4.8, 表3・4.9によれば引き抜き鋼矢板に対しては両厚み計による測定肉厚の差は0~0.9mmであり, これは初期肉厚に対して0~8.5%に相当する。

両厚み計による測定肉厚の差は引き抜かない鋼矢板の場合は0~1mm, 引き抜いた鋼矢板の場合は0~0.9mmであり, どちらの場合もほぼ1mm以内と見られる。これを腐食速度でみれば経過期間が10年で0.1mm/yr以内, 40年で0.025mm/yr以内の差となる。

次に, -3.0m物揚場では引き抜き鋼矢板の凸1枚, 凹1枚については両厚み計による肉厚測定と切り取り片としてのマイクロ・メータによる肉厚が行なわれているので, 超音波式厚み計による測定肉厚をマイクロ・メータによる測定肉厚と比較してみると表3・5.0, 表3・5.1のようになる。表3・5.0によれば鋼矢板平端部に対する超音波式共振厚み計とマイクロ・メータによる測定肉厚間の差は0.04~0.35mmであり, 初期肉厚に対

して0.4~3.3%程度である。これに対して, 表3・5.1に示すように超音波式探傷厚み計とマイクロ・メータによる測定肉厚間の差は鋼矢板平端部では0.1~0.7mmであるが, 鋼矢板側面部では0.1~1.7mmとなる。これを初期肉厚に対する百分率で表わすと平端部で1.0~6.4%, 側面部で1.1%~16.0%となる。したがって, 引き抜き鋼矢板の平端部ではマイクロ・メータによる肉厚に対する差は超音波式共振厚み計による肉厚では0.35mm以内, 超音波式探傷厚み計による肉厚では0.7mm以内である。しかしながら, 鋼矢板側面部に対しては超音波式探傷厚み計による肉厚とマイクロ・メータによる肉厚との差は平端部のときと大差ないが, 一部では1mmを越す値が見られる。このように両厚み計による肉厚が1mmを越すことは鋼矢板の側面部が図3・9のように湾曲しており平端部のように均一の肉厚でないことに主に因るものと思われる。また, U型鋼矢板などでは側面部の初期肉厚はとくに定められていない。この結果, 鋼矢板側面部の超音波式厚み計による測定結果は参考資料となる。

表3・4.7 引き抜かない鋼矢板についての両厚み計による測定肉厚の差

富山港-3.0m物揚場

測定地点	深度(m)	凸 鋼 矢 板		凹 鋼 矢 板		凸 凹 鋼 矢 板	
		mm ¹⁾	% ²⁾	mm	%	mm	%
1	-1.0	-0.17	1.6	0.35	3.3	0.09	0.9
	-2.0			0.33	3.1	0.23	2.2
2	-1.0	0.10	1.0			0.0	0.0
	-2.0	0.34	3.2			0.24	2.3
3	-1.0			-0.21	2.0	0.09	0.9
	-2.0	0.31	3.0	-0.74	7.0	-0.21	2.0
4	-1.0	-1.11	10.6	-1.05	10.0	-1.13	10.8
	-2.0			-0.72	6.9	-0.52	5.0

1): (超音波式共振厚み計による測定肉厚) - (超音波式探傷厚み計による測定肉厚)

2): $\frac{\text{(超音波式共振厚み計による測定肉厚)} - \text{(超音波式探傷厚み計による測定肉厚)}}{\text{カタログ厚}} \times 100$

表 3・48 引き抜き鋼矢板についての両厚み計による測定肉厚の差(1)

富山港—3.0 m物揚場

鋼矢板 NO	深 度 (m)	凸 鋼 矢 板		凹 鋼 矢 板		凸 凹 鋼 矢 板	
		mm ¹⁾	% ²⁾	mm	%	mm	%
1 (凸)	+0.1	-0.10	1.0	-0.17	1.6	-0.14	1.3
	-0.4	0.21	2.0	0.47	4.5	-0.08	0.8
	-0.9	-0.57	5.4	-0.05	0.5	-0.21	2.0
	-1.9	0.04	0.4	-0.29	2.8	-0.13	1.2
2 (凹)	-2.9	-0.77	7.3	-0.68	6.5	-0.68	6.5
	-3.9	0.44	4.2	-0.66	6.3	-0.11	1.0
	-4.9	0.40	3.8	-0.43	4.1	-0.28	2.7
7 (凸)	+0.1	-0.29	2.8	-0.11	1.0	-0.15	1.4
	-0.4	-0.68	6.5	0.18	1.7	-0.20	1.9
	-0.9	0.02	0.2	0.17	1.6	0.04	0.4
	-1.9	0.09	0.9	0.12	1.1	0.15	1.4
8 (凹)	-2.9	-0.15	1.4	-0.17	1.6	-0.16	1.5
	-3.9	-0.25	2.4	-0.22	2.1	-0.19	1.8
	-4.9	-0.12	1.1	-0.46	4.4	-0.29	2.8
15 (凸)	+0.1	-0.08	0.8	-0.02	0.2	-0.05	0.5
	-0.4	-0.31	3.0	0.23	2.2	0.01	0.1
	-0.9	-0.23	2.2	-0.02	0.2	-0.13	1.2
16 (凹)	-1.9	0.11	1.0	-0.14	1.3	-0.02	0.2
	-2.9	-0.10	1.0	-0.17	1.6	-0.09	0.9
	-3.9	0.03	0.3	0.31	3.0	0.17	1.6
	-4.9	-0.11	1.0	-0.42	4.0	-0.22	2.1
19 (凸)	+0.1	-0.12	1.1	0.33	3.1	0.10	1.0
	-0.4	0.0	0.0	0.35	3.3	0.32	3.1
	-0.9	-0.53	5.0	-0.37	3.5	-0.40	3.8
20 (凹)	-1.9	-0.18	1.7	-0.25	2.4	-0.22	2.1
	-2.9	-0.33	3.1	-0.52	5.0	-0.38	3.6
	-3.9	-0.23	2.2	0.29	2.8	0.08	0.8
	-4.9	-0.32	3.0	-0.18	1.7	-0.25	2.4

1) : (超音波式共振厚み計による肉厚) - (超音波式探傷厚み計による肉厚)

2) : $\frac{\text{(超音波式共振厚み計による肉量)} - \text{(超音波式探傷厚み計による肉厚)}}{\text{カタログ厚}} \times 100$

表 3・49 引き抜き鋼矢板についての両厚み計による測定肉厚の差②

鋼矢板 NO	深 度 (m)	富山港-3.0m物揚場					
		凸 鋼 矢 板		凹 鋼 矢 板		凸 凹 鋼 矢 板	
		mm 1)	% 2)	mm	%	mm	%
27 (凸)	+0.1	0.03	0.3	-0.46	4.4	-0.22	2.1
	-0.4	0.12	1.1	-0.40	3.8	-0.09	0.9
	-0.9	0.30	2.9	-0.20	1.9	0.05	0.5
	-1.9	0.89	8.5	-0.49	4.7	0.25	2.4
28 (凹)	-2.9	-0.02	0.2	-0.63	6.0	-0.28	2.7
	-3.9	-0.27	2.6	-0.42	4.0	-0.30	2.9
	-4.9	0.66	6.3	-0.45	4.3	0.10	1.0
31 (凸)	+0.1	-0.32	3.0	-0.42	4.0	-0.37	3.5
	-0.4	-0.37	3.5	-0.34	3.2	-0.31	3.0
	-0.9	-0.23	2.2	-0.45	4.3	-0.29	2.8
	-1.9	-0.25	2.4	-0.09	0.9	-0.15	1.4
32 (凹)	-2.9	-0.37	3.5	-0.49	4.7	-0.38	3.6
	-3.9	-0.47	4.5	-0.46	4.4	-0.47	4.5
	-4.9	-0.41	3.9	-0.32	3.0	-0.37	3.5
37 (凸)	+0.1	-0.73	7.0	-0.30	2.9	-0.52	5.0
	-0.4	-0.24	2.3	-0.52	5.0	-0.39	3.7
	-0.9	-0.57	5.4	-0.44	4.2	-0.46	4.4
	-1.9	-0.54	5.1	-0.12	1.1	-0.28	2.7
38 (凹)	-2.9	-0.58	5.5	-0.43	4.1	-0.46	4.4
	-3.9	-0.46	4.4	-0.37	3.5	-0.42	4.0
	-4.9	-0.39	3.7	-0.33	3.1	-0.36	3.4

1) : (超音波式共振厚み計による肉厚) - (超音波式探傷厚み計による肉厚)
 2) : (超音波式共振厚み計による肉厚) - (超音波式探傷厚み計による肉厚)
 カタログ厚 $\times 100$

(3) 調査鋼矢板の腐食速度

(イ) -7.5m岸壁における鋼矢板の腐食速度

-7.5m岸壁の鋼矢板については上部コンクリート中鋼矢板肉厚のマイクロ・メータによる測定および海底泥面上の裸鋼矢板より切り取った鋼矢板片のマイクロ・メータによる肉厚測定と重量測定が行なわれた。いま初期肉厚をカタログ厚としてから切り取り鋼矢板片についての腐食速度を求めると表3・4、表3・6のようになり、これを図示すると図3・49のようになる。図3・49からわかるように-7.5m岸壁の鋼矢板の腐食速度は潮位間、海水中とも0.05mm/yr程度であり、肉厚測定と重量測定との差および鋼矢板の凸、凹による差はほとんどない。

次に、初期肉厚をカタログ厚と上部コンクリート中鋼矢板の肉厚としたときの腐食速度を比較してみると初期

肉厚の取り方による腐食速度の差は0.01mm/yr程度である。

(ロ) -7.5m岸壁におけるタイロッドの腐食速度

表3・7によれば-7.5m岸壁のタイロッドの外径は55.05mmである。初期外径を施工資料の55mmとすれば34年経過してもタイロッドの腐食速度は0mm/yrとなる。ここではシュート被覆が施されていたためこのように34年経過したタイロッドの腐食速度が0mm/yrということは、シュート被覆の防食効果かと思われ勝ちであるが、2・7・(5)タイロッドの腐食のところ述べてように鋼矢板構造物に発生するマクロ・セルのカソードとなったことが主因と思われる。

(ハ) -3.0m物揚場における鋼矢板の腐食速度

-3.0m物揚場から水中切断した鋼矢板片についての

表 3・50 超音波式共振厚み計による肉厚とマイクロ・メータによる肉厚との比較

富山港-3.0m物揚場
鋼矢板平端部

鋼矢板 No	深度 (m)	凸鋼矢板		凹鋼矢板	
		mm 1)	% 2)	mm 1)	% 2)
19 (凸)	+0.1	-0.105	1.0	0.165	1.6
	-0.4	0.293	2.8	0.318	3.0
	-0.9	0.241	2.3	0.189	1.8
	-1.9	-0.065	0.6	-0.094	0.9
20 (凹)	-2.9	0.079	0.8	0.346	3.3
	-3.9	0.127	1.2	0.038	0.4
	-4.9	0.210	2.0	0.046	0.4

1): (超音波式共振厚み計による肉厚) - (マイクロ・メータによる肉厚)

$$2) : \frac{\text{(超音波式共振厚み計による肉厚)} - \text{(マイクロ・メータによる肉厚)}}{\text{カタログ厚}} \times 100$$

腐食速度は図3・59のように凸鋼矢板と凹鋼矢板によって異なる。すなわち、凹鋼矢板では海水面、海水中とも0.05mm/yr、またはそれ以下であるが、凸鋼矢板では±0.0m~-1.0mは0.15mm/yrと大きく、また-2.0mでは0.02mm/yr程度である。

このように凸鋼矢板の±0.0mと-1.0m付近のみが腐食速度が大きい傾向を引き抜き鋼矢板、平端部からの切り取片についてみると図3・74のようになる。図3・74によれば明らかに腐食速度の大きい箇所は凸鋼矢板の±0.0m~-1.0m間に集中していることがわかる。一方、引き抜き鋼矢板側面部から切り取った鋼材片については図3・75のようになる。図3・75からは以上の傾向は凸鋼矢板のAに見られる程度でその他でははっきりしない。これは鋼矢板側面部の肉厚が一様でないため測定箇所によって肉厚がかなり異なることに主に原因するものと思われる。

次に、同じ引き抜き鋼矢板について超音波式共振厚み計の肉厚測定から求めた腐食速度は図3・76、図3・77の通りであり、超音波式探傷厚み計の肉厚測定から求めた腐食速度は図3・78、図3・79の通りである。図3・76~図3・79に見られるように厚み計による測定からも凸鋼矢板の-0.4m付近の腐食速度の大きい

表 3・51 超音波探傷厚み計による肉厚とマイクロ・メータによる肉厚との比較

富山港-3.0m物揚場

鋼矢板 No	深度 (m)	鋼矢板平端部				鋼矢板側面部			
		凸鋼矢板		凹鋼矢板		凸鋼矢板		凹鋼矢板	
		mm 1)	% 2)	mm 1)	% 2)	mm 1)	% 2)	mm 1)	% 2)
19 (凸)	+0.1	-0.225	2.1	0.495	4.7	0.320	3.0	0.712	6.8
	-0.4	0.293	2.8	0.668	6.4	0.113	1.1	1.678	16.0
	-0.9	-0.289	2.8	-0.181	1.7	-0.112	1.1	1.215	11.6
	-1.9	-0.245	2.3	-0.344	3.3	0.094	0.9	0.127	1.2
20 (凹)	-2.9	-0.251	2.4	-0.174	1.7	0.493	4.7	0.618	5.9
	-3.9	-0.103	1.0	0.328	3.1	-0.406	3.8	0.213	2.0
	-4.9	-0.110	1.0	-0.134	1.3	0.432	4.1	0.181	1.7

1): (超音波式探傷厚み計による肉厚) - (マイクロ・メータによる肉厚)

$$2) : \frac{\text{(超音波式探傷厚み計による肉厚)} - \text{(マイクロ・メータによる肉厚)}}{\text{初期肉厚}} \times 100$$

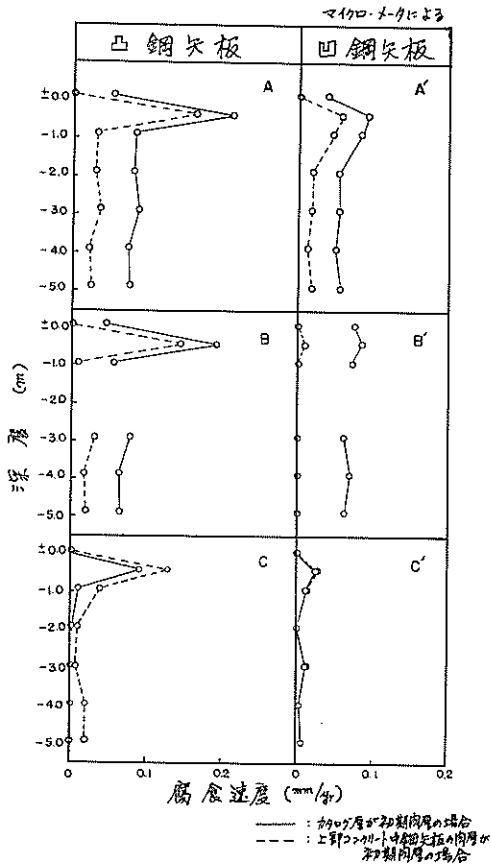


図3・74 富山港-3.0m物揚場における切り取り鋼矢板片(平端部)の腐食速度

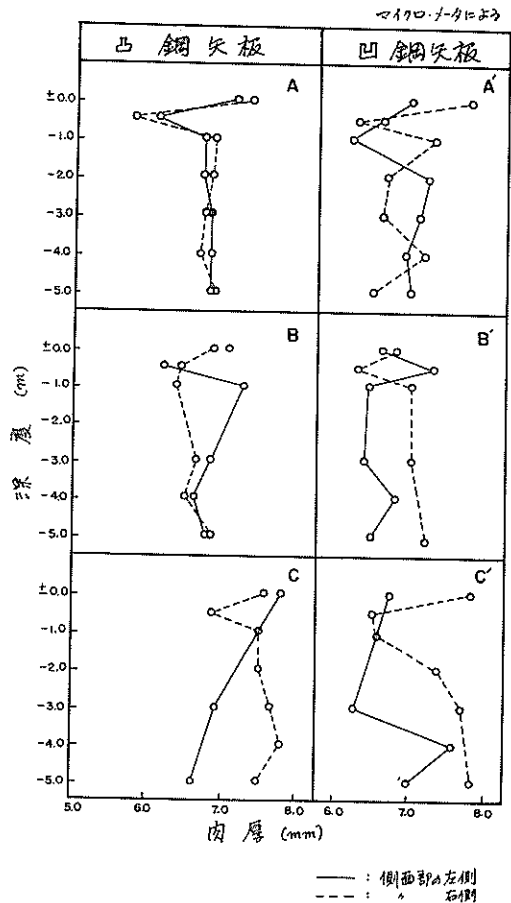


図3・75 富山港-3.0m物揚場における切り取り鋼矢板片(側面部)の肉厚

傾向は多少うかがえるが、切り取り片についての測定程明瞭でない。

また、-3.0m物揚場の鋼矢板については凸凹鋼矢板の平均として腐食速度を算出することは、凸、凹鋼矢板の腐食傾向の差があまり見られず意味がない。

(二) -3.0m物揚場におけるタイロッドの腐食速度
 コンクリート中タイロッドの外径は表3・41のように3.1.9mmであり、土中タイロッドの外径は表3・42、表3・43のように3.1.6mmである。したがってコンクリート中タイロッドの外径を初期外径とするとタイロッドはほとんど腐食しなかったことになる。ただし、図3・72のように一部の土中タイロッドの断面が多少変形しているところが見られるこれは後述の水質の影響に関連

すると思われる。

(4) 調査鋼矢板の孔食係数

-7.5m岸壁と-3.0m物揚場における鋼矢板(平端部)の孔食係数を算出してみると表3・52のようになる。表3・52によれば海水中鋼矢板の孔食係数(p/d)は凸、凹の区別なく1~1.4程度であり、大きな値で2~3位である。また、図3・59、図3・74によれば-3.0m物揚場の深度が±0.0m~1.0m間では0.2mm/yr程度の大きな腐食が見られるが、ここでの孔食係数は表3・52に示すように1~1.5位で凸鋼矢板の他の深度または凹鋼矢板の孔食係数と大差ない。したがって0.2mm/yrのように大きな腐食速度を示す深度の凸鋼矢板面は孔食ではなくて全面的に腐食することになるが、

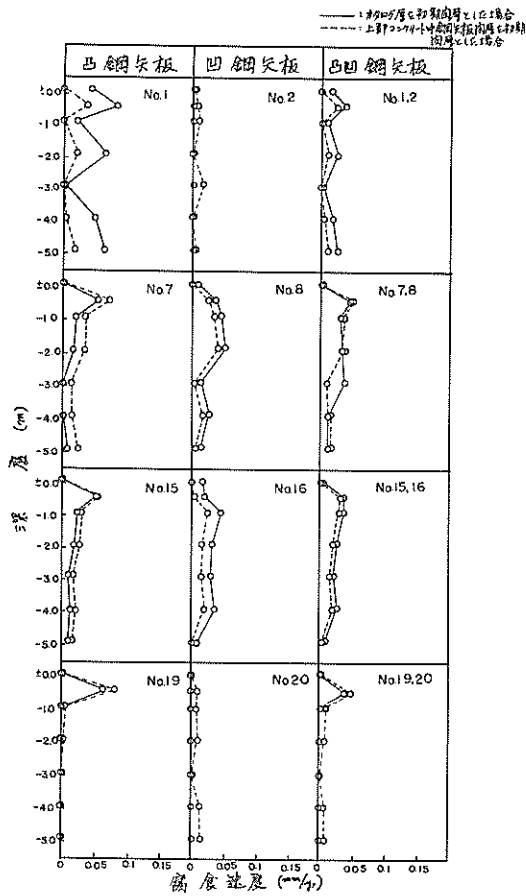


図3.76 富山港-3.0m物揚場における鋼矢板の腐食速度(超音波式共振厚み計による)

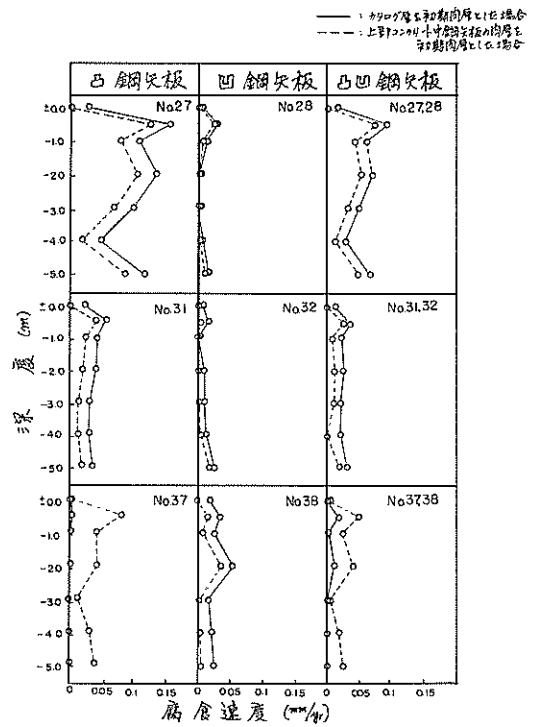


図3.77 富山港-3.0m物揚場における鋼矢板の腐食速度(超音波式共振厚み計による)

表3.52 富山港における調査鋼矢板の孔食係数

富山港-7.5m岸壁

深度 (m)	凸鋼矢板			凹鋼矢板		
	P	d	P/d	P	d	P/d
-0.3	3.250	2.340	1.39	—	0.794	—
-1.3	2.940	2.553	1.15	0.564	0.145	3.20
-2.3	2.316	2.267	1.02	0.332	0.302	1.08
-3.3	2.682	2.095	1.28	0.482	0.257	1.88
-4.3	2.332	1.835	1.27	0.338	0.418	0.81
-5.3	2.350	2.116	1.11	0.682	0.634	1.08

富山港-3.0m物揚場

深度 (m)	凸鋼矢板			凹鋼矢板		
	P	d	P/d	P	d	P/d
±0.0	2.076	1.493	1.39	1.060	0.742	1.43
-1.0	1.710	1.471	1.16	—	0.057	—
-2.0	0.198	0.185	1.07	0.146	0.183	0.80

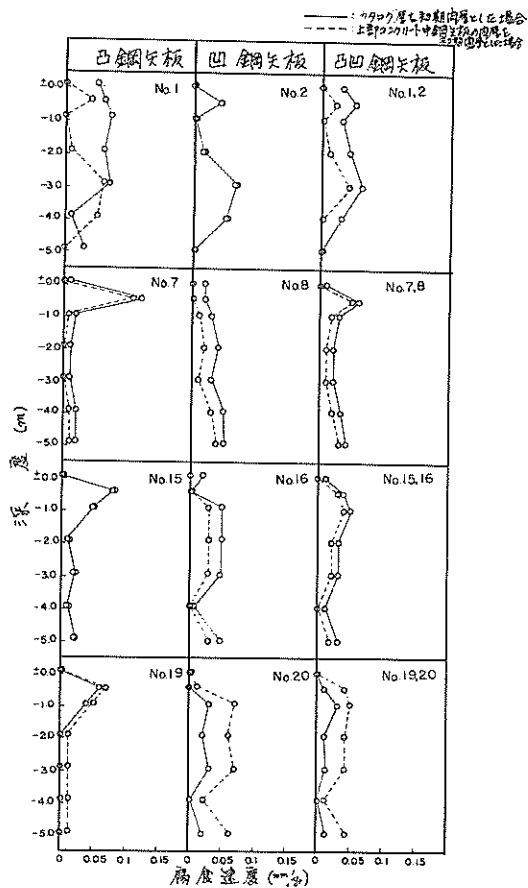


図3・78 富山港-3.0 m物揚場における鋼矢板の腐食速度(超音波式探傷厚み計による)

このような現象は観察結果と一致する。

(5) 水質の影響

表3・46に示す富山港における水質試験結果によれば各採水地点とも中性環境であるが、塩素イオン量と比抵抗には淡水の影響が見られる。特に、採水地点4、5では明らかに塩水くさびの様相を呈している。なお、4、5は図3・1に示すように神通川の川口付近で現在では直接には調査鋼矢板には影響なさそうであるが、昭和30年代には-3.0 m物揚場の富岩運河寄りの水門から

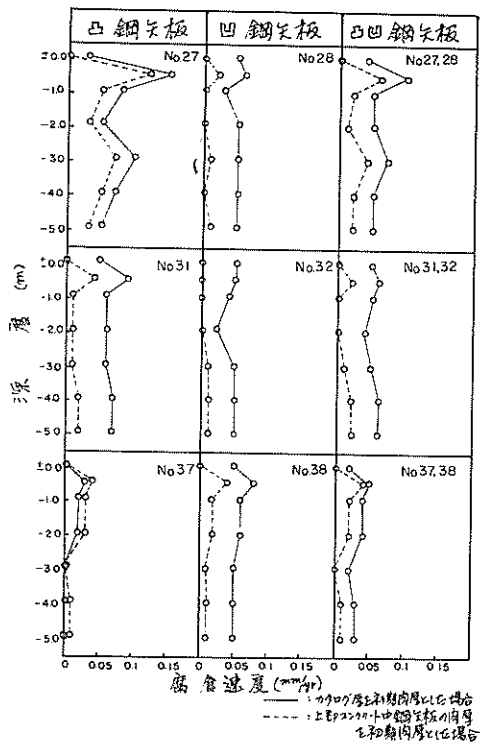


図3・79 富山港-3.0 m物揚場における鋼矢板の腐食速度(超音波式探傷厚み計による)

神通川の川水が港内に流入していたそうである。この結果、現在では-3.0 m物揚場前面(採水地点2、3)の海水表層の塩分量は海水の $\frac{1}{2}$ 位であるが、かつては採水地点4、5に類似した水質ではなかったかと予想される。

一方、-7.5 m岸壁前面の海水の塩分量は普通海水の量に近い。

鋼矢板の腐食傾向は(3)に示したように-7.5 m岸壁と-3.0 m物揚場とは非常に異なっているが、以上のように鋼矢板の接する海水の水質も違っている。この結果、-7.5 m岸壁と-3.0 m物揚場における鋼矢板の腐食傾向の相違は水質の差に起因しているのではないかとまず考えられる。

水質の差による腐食速度の大、小としては一般にpHまたは硫酸イオン(S^{2-})の違いが考えられるが、表3・46によれば両施設前面海水の水質はpH、溶存酸素

表3・53 富山港におけるサビ付着物の分析結果
- 3.0m物揚場

採集地点	分析項目	Total S (%)	硫酸イオン (%)
C ₁ -0.9m 海側ワイヤーブラシ処理		0.27	0.18
C ₁ -0.9m 海側ハンマー処理		0.13	0.21
C ₁ -0.9m 海側ナイフ処理		0.17	0.15
C ₁ -0.9m 陸側ナイフ処理		0.20	0.45
C ₁ -0.4m 陸側ワイヤーブラシ処理		0.53	0.23
C ₁ -0.4m 陸側ハンマー処理		0.20	0.14
C ₁ -0.4m 陸側ナイフ処理		0.20	0.01

量、硫酸イオンは大差ない。念のため-3.0m物揚場において腐食速度が大きい場合と小さい場合の鋼矢板面の腐食生成物について硫化物としての硫黄を定量してみると、表3・53のようになり、腐食速度との関連はあまりみられない。

次に、表3・46に示すように淡水と海水が互層を成す環境の鋼材腐食におよぼす影響を明らかにする必要がある。これの検討結果についてここでは省き、続報にゆずることとする。

また、-3.0m物揚場におけるタイロッドの一部に多少断面減少しているところが図3・72のように見られるが、これも-3.0m物揚場前面の海水の表層に存在したと思われる砂水の影響があるのではないかと考えられる。この点についても続報にゆずることとする。

4. あとがき

ii. W. L. 付近は通常スプラッシュ・ゾーンとも呼ばれて港湾鋼構造物にとっては最もきびしい腐食環境であるため、ここの防食が重要な課題の一つとされている。したがって下北埠頭-5.5m岸壁の改造に際しては集中的にH. W. L. 付近の鋼矢板片を105枚切り取って、40年間経過した鋼矢板岸壁のH. W. L. 付近の腐食速度および孔食率を重点的に調べた。その他、タイロッドの腐食状況や超音波式共振厚み計と超音波式探傷厚み計による鋼矢板肉厚の非破壊測定などを行なった。

下北埠頭-5.5m岸壁の腐食調査結果は次の通りである。

(1) 40年間経過した鋼矢板のH. W. L. 付近の平均腐食速度は0.10mm/yr(マイクロ・メートルによる場合は

0.096mm/yr, 重量測定による場合は0.103mm/yr)である。ただし、この場合の腐食速度は海側と陸側併せての値である。

(2) 40年間経過した鋼矢板のH. W. L. 付近の孔食係数は1~2の範囲であり、平均は1.29である。この値は工場地帯の汚染大気中の軟鋼の孔食係数2~10より小さい。

(3) 40年間経過した鋼矢板の潮位間の腐食速度は0~0.02mm/yr程度で非常に小さい。また、海水面下の鋼矢板面には腐食による損傷はほとんど見られなかった。このような傾向はとくに鋼矢板の凸、凹に関係なく、また第1報、第2報で報告した均一海水に接する鋼矢板についての調査結果と類似している。

(4) 40年間経過したタイロッドには黒皮がまだ付いており、またネジ山も鋭くほとんど初期の状態が保たれていた。

(5) これに対して、タイロッドよりはずれていた固定用金具(座金およびナット)にはひどい発錆が見られたが、タイロッドに接続していた固定用金具はほとんど発錆していなかった。この相違はマクロ腐食の立場から説明がつくと考えられるが、このような現象はタイロッドを含めた鋼矢板構造物の腐食機構に関する非常に有力な資料である。

(6) 少数の鋼矢板ではH. W. L. 上では腐食により穴があいていた。この結果、港湾鋼構造物ではH. W. L. 上の鋼矢板をコンクリートで被覆することが是非必要である。

(7) タイロッドは鋼矢板と接続しておれば常時飽和泥層中鋼材(残留水位面下の鋼矢板)からタイロッドの防食に十分な電流が流入して丁度電防された恰好となるため裸タイロッドでもほとんど腐食しないことが予想される。しかしながら、被覆(はつきりしないが塗料もしくは塗料とモルタルの吹き付けの併用)された調査タイロッドが40年間ほとんど腐食しなかったことは確かな事実である。

海面上は観察が容易であるためH. W. L. 上鋼矢板の腐食による損傷がとくに目に入りやすい。もしH. W. L. 上の損傷がひどく感じられるときには鋼矢板構造物全体も腐食による損傷がひどいと一般に思われ勝ちであるが、これは以上の調査結果によれば単なる紀要にすぎないことがわかる。また、H. W. L. 上のスケールの厚みが10mmのときの鋼矢板の肉厚減少はその1/10の1mm程度にすぎないということを考慮すれば、H. W. L. 上の鋼矢板面をハンマで叩いたときに落ちる厚いスケールにも驚かなくなると思われる。調査結果によればH. W. L.

付近の鋼矢板の腐食速度（両面）は 0.1 mm/yr 位でそれほど大きくないが、H. W. L. 上に穴があいて裏込めが見えているところが散見されている。したがって、調査鋼矢板岸壁のH. W. L. が40年前にコンクリートで被覆されておれば40年経過しても腐食による損耗はほとんどなかったのではないかと予想される。

一方、富山港では神通川、富岩運河、岩瀬運河などの淡水または淡水の混入した塩水に接する鋼矢板構造物の腐食調査を行なった。

富山港の調査結果は次の通りである。

(1) 調査鋼矢板の腐食速度

淡水の影響の少ない -7.5 m 岸壁の34年経過の鋼矢板の腐食速度は海水中で 0.05 mm/yr またはそれ以下である。これに対して一時神通川の川水に接したと思われる -3.0 m 物揚場の鋼矢板は -7.5 m 岸壁の鋼矢板と違った腐食傾向を示す。すなわち、 -3.0 m 物揚場では凸鋼矢板の特定の水深（ -0.4 m ）の腐食速度は $0.1 \sim 0.2 \text{ mm/yr}$ と大きい、海水中のその他の深度および海泥中は凸、凹鋼矢板とも 0.10 mm/yr 以下である。

(2) 調査タイロッドの腐食速度

-7.5 m 岸壁のタイロッドはジュート被覆が施されていたが、34年経過しても腐食速度は 0 mm/yr であった。一方、 -3.0 m 物揚場のタイロッドは裸で11年間経過したがやはり腐食速度はほとんど 0 mm/yr であった。しかし、土中部分の片面には多少の凹みが散見された。

(3) 調査鋼矢板の孔食係数

-7.5 m 岸壁で 1~3 （海水、海泥中）

-3.0 m 物揚場で 0.8~1.4 （海水、海泥中）

(4) 超音波式厚み計の適用性

引き抜かない鋼矢板（平端部）に対する適用率

超音波式共振厚み計 4~25 %

超音波式探傷厚み計 60~90 %

引き抜かない鋼矢板（側面部）に対する適用率

超音波式共振厚み計 0~22 %

超音波式探傷厚み計 40~60 %

引き抜き鋼矢板（平端部）に対する適用率

超音波式共振厚み計 100 %

超音波式探傷厚み計 100 %

引き抜き鋼矢板（側面部）に対する適用率

超音波式探傷厚み計 100 %

以上のように富山港内において -7.5 m 岸壁と -3.0 m 物揚場とでは鋼矢板の腐食傾向が異なっていることがわかった。この傾向は水質試験結果から鋼矢板前面海水の淡水化の程度に起因するのではないと思われるが、原因の追求は鋼構造物の腐食機構の解明に是非必要であ

る。

ここでは調査結果から問題点の提起に終わった感じがするが、淡水の腐食におよぼす影響については改めて報告したいと考えている。

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、とくにお世話になった下北埠頭調査関係の元日本原子力船開発事業団・定係港建設室・大場昭吾主任技師（現、運輸省第2港湾建設局）、および富山港調査関係の運輸省第1港湾建設局・伏木富山港工事事務所の関係各位に厚くお礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 善, 阿部: 港湾鋼構造物の腐食調査 (第1報), 港研資料 No 49, 1~136 (1968)
- 2) 善, 阿部: 港湾鋼構造物の腐食調査 (第2報), 港研資料 No 84, 1~87 (1969)
- 3) 日本原子力船開発事業団: 1968年十勝沖地震に際しての原子力船定係港旧岸壁の安定について, 1~56 (1969)
- 4) 運輸省港湾局編: 港湾調査指針 (案) (1969)
- 5) 善: 港湾における鋼材腐食の研究 (第1報), 防蝕技術, 17, No 3, 1~6 (1968)
- 6) 善: 港湾における鋼材腐食の研究 (第3報) 防蝕技術, No , (1970) (1970.3.30受付)

港湾技研資料 No.99

1970・6

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 日本真写真株式会社
東京都内神田2-5-6