

# 港湾技術資料

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

No. 601 Dec. 1987

港湾鋼構造物の腐食調査  
(函館港，横浜港，神戸港および平良港)

阿	部	正	美
横	井	聡	之
大	即	信	明
山	本	邦	夫

運輸省港湾技術研究所



# 目 次

要 旨 .....	3
1. まえがき .....	3
2. 函館港における腐食調査 .....	4
2.1 調査鋼矢板 .....	4
2.2 調査方法 .....	4
2.3 調査結果 .....	5
3. 横浜港における腐食調査 .....	9
3.1 調査鋼管杭, 鋼矢板, その他 .....	9
3.2 調査方法 .....	10
3.3 調査結果 .....	12
4. 神戸港における腐食調査 .....	28
4.1 調査鋼管杭 .....	28
4.2 調査方法 .....	28
4.3 調査結果 .....	28
5. 平良港における腐食調査 .....	35
5.1 調査鋼矢板 .....	35
5.2 調査方法 .....	36
5.3 調査結果 .....	36
6. 結 論 .....	42
あとがき .....	43
参考文献 .....	44
写 真 .....	45
付 表 .....	78

**Corrosion Serveys of Steel Structures in Marine  
Environments (Hakodate, Yokohama, Kobe and Hirara ports)**

**Masami ABE \***  
**Toshiyuki Yokoi \*\***  
**Nobuaki OTUKI \*\*\***  
**Kunio YAMAMOTO \*\*\*\***

**Synopsis**

The corrosion serveys of two steel pipe structures and three steel sheet pile structures have been carried out, by means of specimens cut out from at different depths and locations of each structure on the occasion of reconstruction.

The concentrated corrosion below M. L. W. L. due to macro-corrosion occured in four structures. The corrosion below M. L. W. L. occured in the structure to which the cathodic protection had been applied, when the cathodic protection was not maintained adequately.

In two of structures, pitting corrosion by local corrosion and holes by uniform corrosion occured at above H.W. L. and the maximum corrosion rate there were 0.5mm/y and more than 0.6 mm/y. Except such extremely corroded parts, the corrosion rates were fairly small in comparision with the rates being considered in the desingning.

---

\* Senior Research Engineer, Structures Division

\*\* Director, Structures Division

\*\*\* Chief of Materials Laboratory, Structures Division

\*\*\*\* Member of Materials Laboratory, Structures Division

# 港湾鋼構造物の腐食調査 (函館港, 横浜港, 神戸港および平良港)

阿 部 正 美 \*

横 井 聡 之 \*\*

大 即 信 明 \*\*\*

山 本 邦 夫 \*\*\*\*

## 要 旨

鋼管杭構造物2例および鋼矢板構造物3例について、それぞれ改修時を利用して鋼管杭あるいは鋼矢板より試験片を採取し、腐食調査を行った。その結果、4例についてM. L. W. L.直下付近に腐食の著しいものがあった。電気防食を適用している構造物においても、電気防食が不完全な時期があったためM. L. W. L.直下付近に腐食が認められた。また、H. W. L.付近に著しい孔食や全面腐食によって孔のあいた事例が認められた。その部分の最大腐食速度はそれぞれ0.5 mm/y および0.6 mm/y 以上に達していた。しかし、各例とも、これらの腐食の著しい部分以外では腐食速度は比較的小さかった。

## 1. まえがき

我が国の港湾鋼構造物に鋼矢板は昭和初年より、鋼管杭は昭和30年代より使用され、いずれも昭和30年代の後半より広く利用されるようになった。港湾環境への鋼材の利用に伴い鋼材の腐食の問題が検討され、腐食の実態を把握するために数多くの実構造物について腐食調査が行われてきた。腐食調査には非破壊調査と破壊調査の2通りがあり、非破壊調査は厚み計を使用して鋼材の肉厚測定や目視観察を行なうものである。破壊調査は鋼材より試験片を切り取りマイクロ・メーターによって肉厚を測定するもので、局部的に詳細な調査が可能である。今回の調査はいずれも鋼材から試験片を切取る破壊調査によって実施した。調査港は函館港、横浜港、神戸港および平良港の4港である。

各港の調査の目的としては次のとおりである。函館港の調査構造物は、一般に腐食調査を実施する場合にある程度期間(10年程度以上)が経過している構造物について調査を行なうのが通例であるが、50年以上経過した構

造物の調査事例が少ない事を考慮し、長期間経過した構造物の調査例として調査を行なった。横浜港、神戸港においては、いずれの構造物も電気防食を継続していた構造物であり、破壊調査により試験片の切取りが可能な条件であったために調査を行なった。電気防食を行なっている構造物の調査としては、厚み計による非破壊調査の例<sup>1)~4)</sup>がある。しかし、今回のように試験片を切り取り、詳細に調査した例はいままでになかった。また、横浜港においてはタイロッドとコンテナ・クレーンに利用されていたレールについても合わせて調査した。タイロッドについては、いままでに港研で行なった調査例はわずかに2例<sup>5)~6)</sup>と少ない事、レールについては調査例が全くなかった事の理由によるものである。平良港においては、この地方の気候が亜熱帯気候であることより、港研で行なった亜熱帯地方の調査例は沖縄本島で実施した2例<sup>6)</sup>のみのため調査事例が非常に少ない事を考慮して調査を行なった。

以上、4港について、調査事例がないことやあっても非常に少ない事より、調査資料の蓄積および腐食、防食

\* 構造部 主任研究官(防食担当)  
\*\* 構造部 部長  
\*\*\* 構造部 材料施工研究室長  
\*\*\*\* 構造部 材料施工室

表-1 函館港における調査対象構造物

施設名	水深 (m)	鋼 矢 板			施工年 (年)	調査年 (年)	経過期間 (年)	防食法
		タイプ	t <sub>1</sub> (mm)	t <sub>2</sub> (mm)				
海岸町溜 船	- 2.5 ) - 4.0	LarssenⅢ	14.2	8.0	S. 6	S. 58	52	なし

の対策資料とするために試験片を切り取り腐食調査を実施した。調査した鋼材の種類は鋼管杭、鋼矢板、タイロッド、レールである。本資料はこれらの調査結果を取纏めたものである。

## 2. 函館港における腐食調査

### 2.1 調査鋼矢板

函館港における調査対象構造物を表-1に示す。調査位置図を図-1、断面図を図-2に示す。この船溜は昭和6年に輸入鋼矢板を用いて建設されたものであるが、

50年以上経過した施設の老朽化が激しいので鋼矢板を埋め殺しにして前面に新しい鋼矢板を打込んで改修することにしたものである。なお、この構造物は昭和44年にも目視観察<sup>7)</sup>を行なっているが、このとき、すでに凸矢板に集中腐食による孔の発生が認められており、昭和58年の改修工事の時点では巻末の写真-1にみられるように凸矢板には大きく孔があいていた。鋼矢板はラルゼンⅢ型でウェブの初期肉厚は14.2mmである。なお、凸矢板、凹矢板ならびにウェブの定義は図-3に示すとおりである。

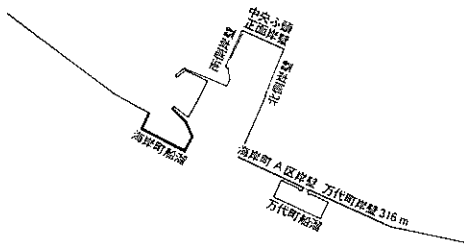


図-1 調査位置図

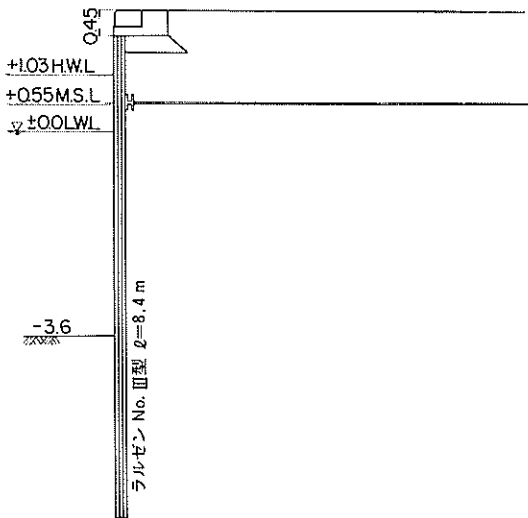


図-2 調査構造物の断面図

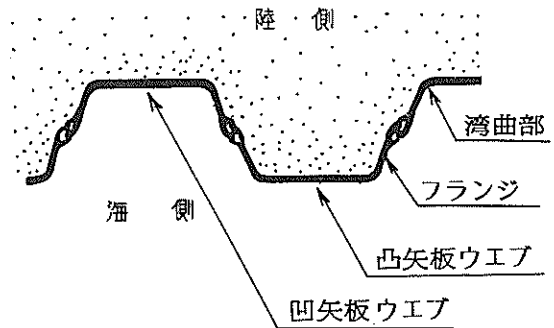


図-3 凸矢板、凹矢板およびウェブ、フランジ、湾曲部の定義

### 2.2 調査方法

試験片を切取る前の鋼矢板の表面状況および切り取りを行なった試験片について写真撮影を行なった。鋼矢板から試験片の切り取りを実施する時点では写真-1にみられるように鋼矢板前面はすでにかなりの量の土砂で埋められていたため、試験片は切り取り可能な部分から図-4に示すように採取した。

鋼矢板より切取った試験片は番号、深度、上下方向を明記した後、長尺の試験片についてはさらに深度10cmごとに切断を行なった。これをクエン酸ニアンモニウム10%溶液に一昼夜浸漬後、脱錆を行なった。脱錆後、試験片の表面状況を写真撮影した。その後、試験片の現有肉厚をポイント型マイクロ・メーターにより15mmメッ

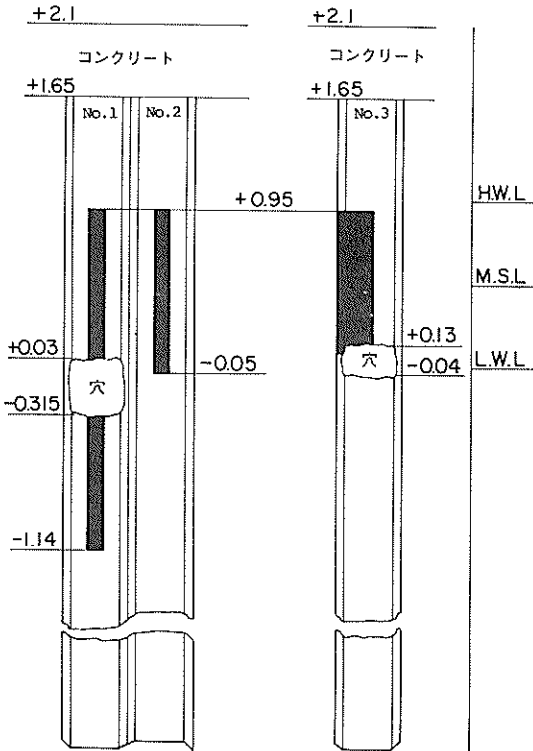
シュの各点で測定した。ポイント型マイクロ・メーターの目盛りは0.01mmであるが、0.001mm単位まで目測で読取った。各試験片についてメッシュ各点で測定した肉厚の平均値、最大値、最小値を求めた。

腐食量および腐食速度は次式で算出したが、初期肉厚としてはカタログ値である14.2mmを使用した。

肉厚減量(腐食量) (mm)

= 初期肉厚 (mm) - 現有肉厚 (mm)

腐食速度 = 肉厚減量 (mm) / 腐食期間 (y)



切り取りヶ所：黒く塗った部分  
単位：m

図-4 鋼矢板の切り取り箇所

### 2.3 調査結果

#### (1) 観察結果および試験片の表面状況

構造物の状況および切り取り試験片の写真を写真-1および写真-2に示す。観察は写真にみられるように前面の埋め立てがかなり進行した時期に行なったので、海中の観察は出来なかった。また、写真-1より凸矢板面に付着物はあまり認められない。凹矢板にはL.W.L.付近にわずかに付着物がみられる。凸矢板のほとんどは写真にみられるようにウェブ全幅にわたり深度方向20~

50cm程度の大きい孔があいていた。

切取った試験片の脱錆後の表面状況を写真-3および写真-4に示す。写真-3の凸矢板では+0.03m~-0.315mまで孔があいていたため断面が欠損している。しかし、それ以外では50年以上経過しているわりには腐食が少なく表面の凹凸も比較的少ない。なお、凹矢板にみられる孔はタイロッド用の孔である。写真-4においても凸矢板ウェブで+0.2m付近より下、湾曲部で+0.15m付近より孔があいているが、それ以外の表面はかなり平滑である。

#### (2) 腐食傾向

調査鋼矢板の肉厚測定結果を付表-1~付表-3に示す。肉厚減量を深度方向について図示すると図-5~図-8のとおりである。なお、図-8の湾曲部については初期肉厚が一樣でないで現有肉厚で示した。凸矢板と凹矢板の傾向を比較すると凸矢板が+0.2m付近より下で肉厚が急減し+0.05m付近より下で孔があいているのに対し、凹矢板は-0.05mより上のみしか試験片はないが、ほぼ一樣の肉厚を保っている。すなわち、凸矢板には集中腐食が生じ、凹矢板には深度方向に一樣に腐食するパターンを示している。これは鋼矢板に集中腐食が生

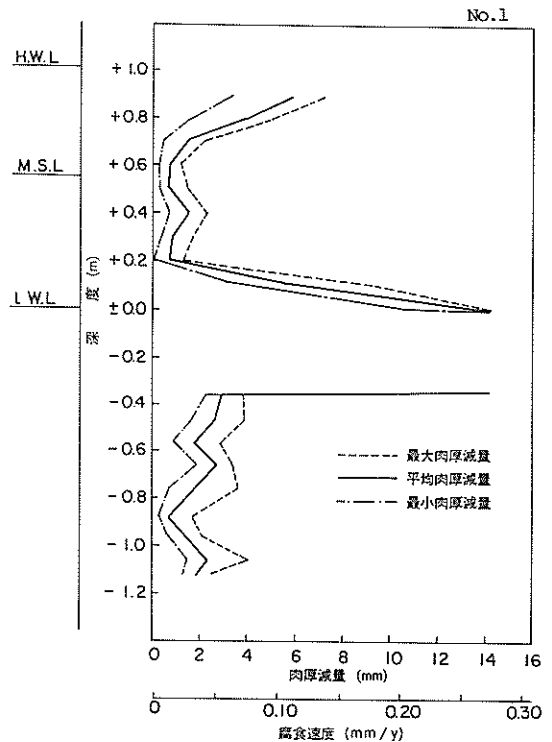


図-5 切り取り鋼矢板の腐食傾向(1), (凸矢板, ウェブ) 函館港

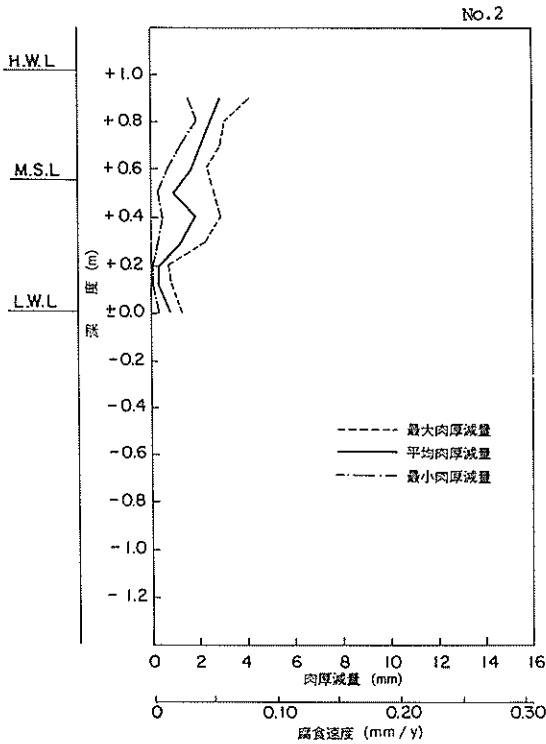


図-6 切取り鋼矢板の腐蝕傾向(2),  
(凹矢板, ウェブ) 函館港

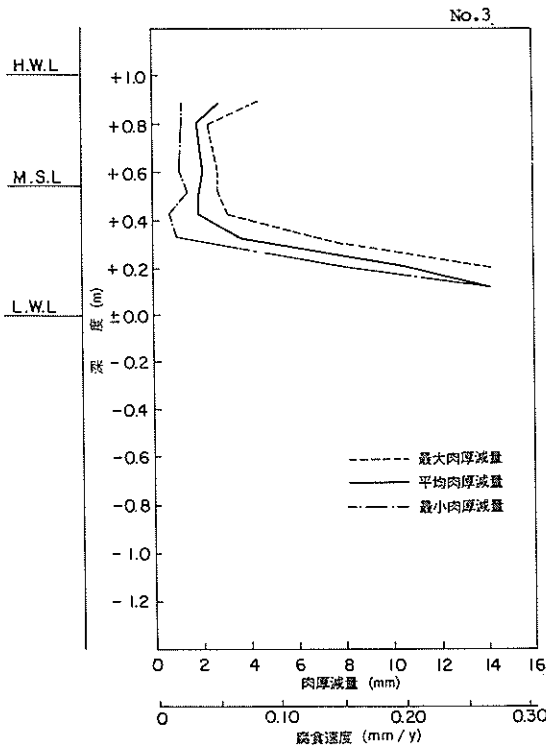


図-7 切取り鋼矢板の腐蝕傾向(3),  
(凸矢板, ウェブ) 函館港

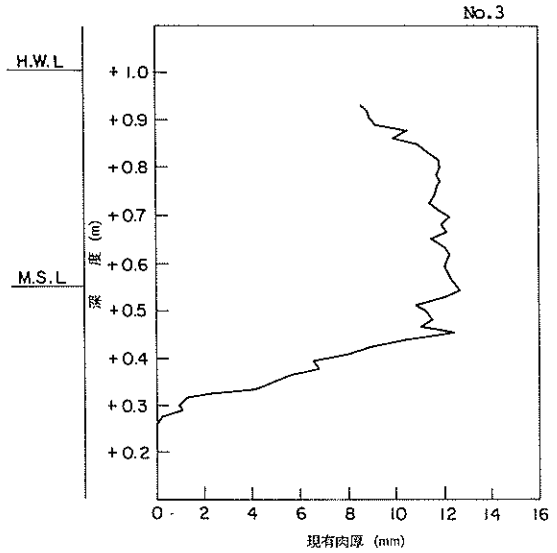
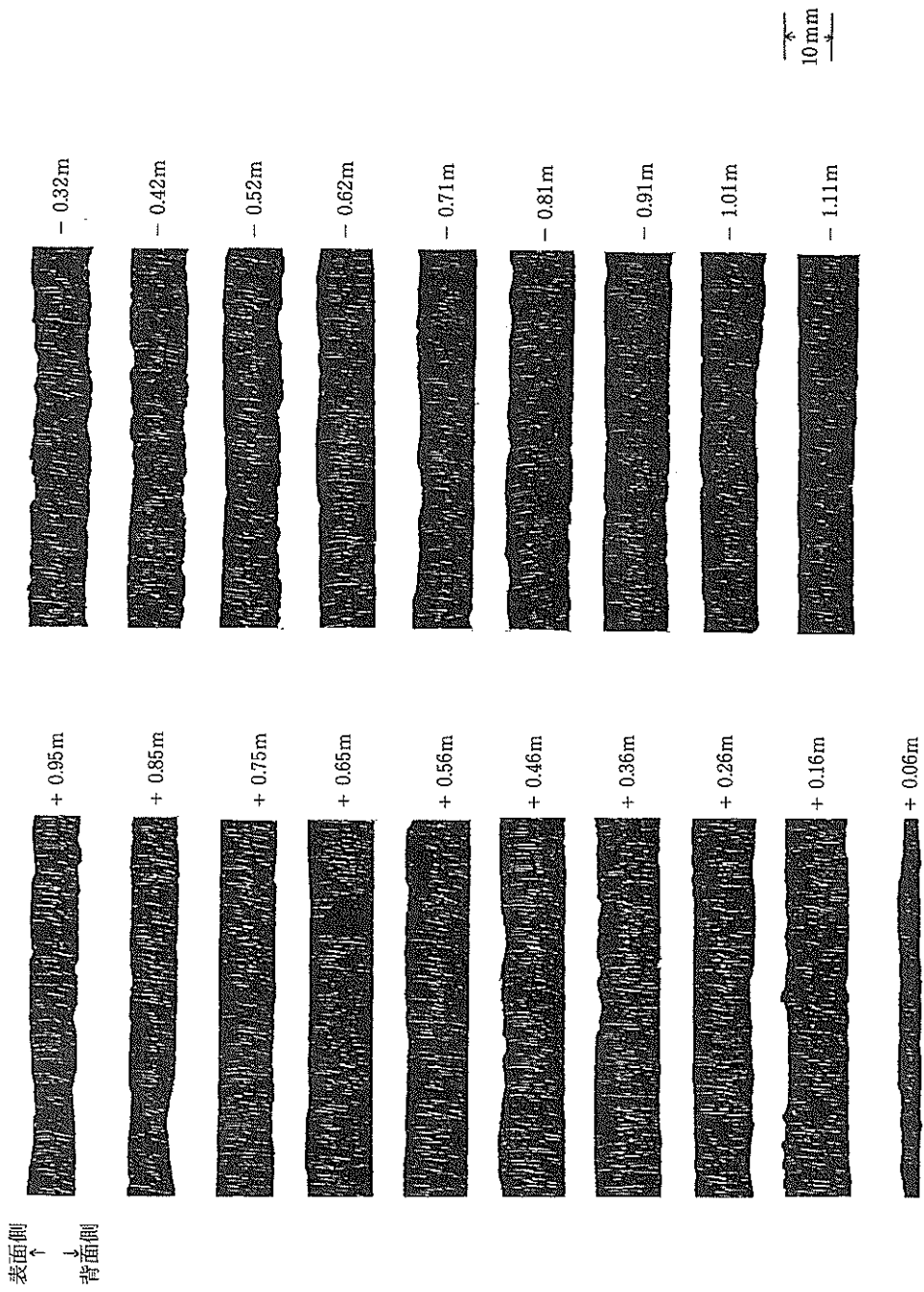


図-8 切取り鋼矢板の腐蝕傾向(4),  
(凸矢板, 湾曲部) 函館港

じる場合の典型的なパターンである。函館港の施設では図-5に示されるように孔の発生位置がL. W. L. より下であり、若干深い位置で集中腐食が生じているが、これは函館港の潮位差が比較的小さいためマクロセルのアノードがL. W. L. より下に生じたためと思われる。

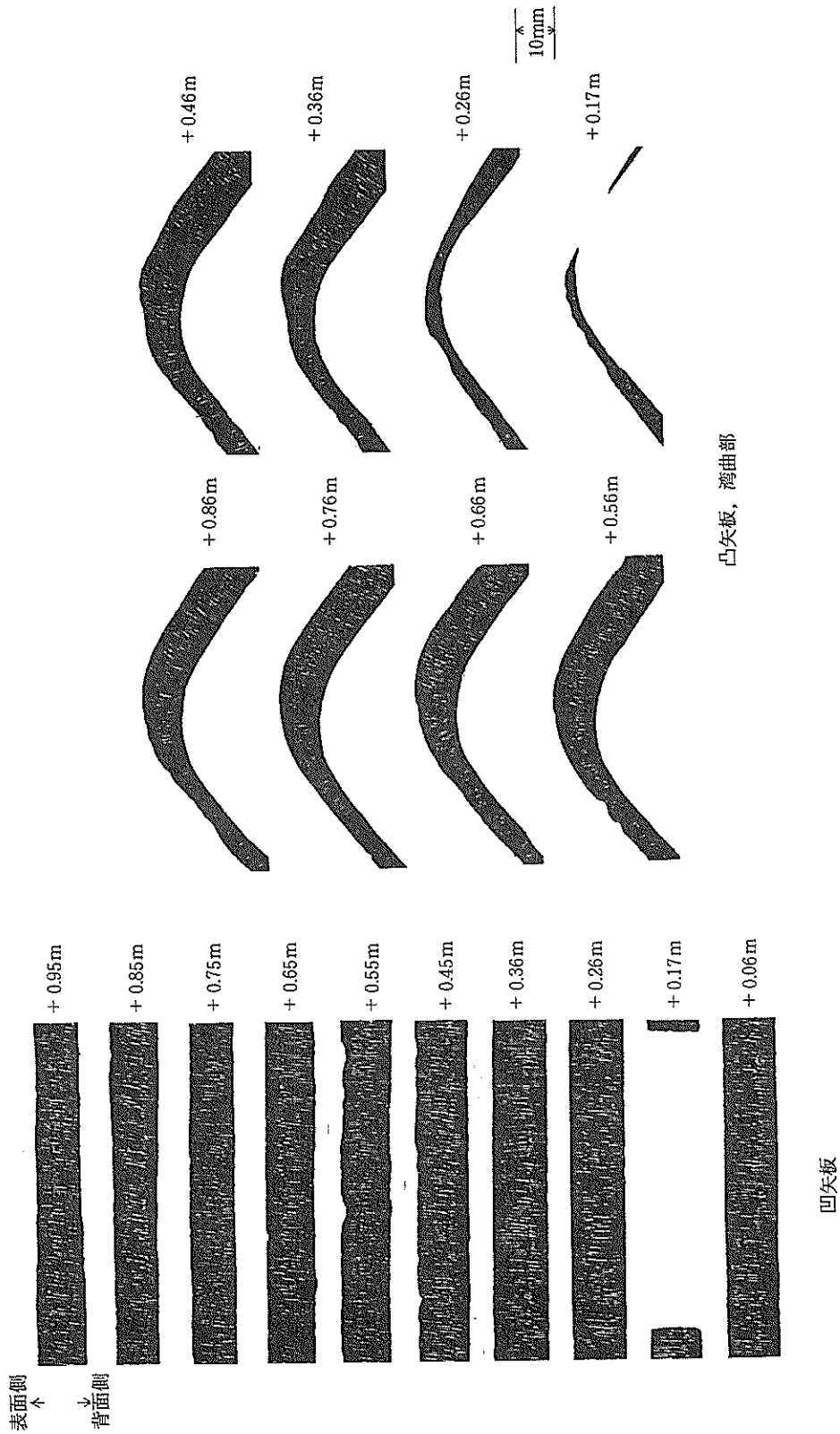
### (3) 試験片の肉厚分布

試験片の切断面の形状を図-9および図-10に示す。図-9の凸矢板では+0.95mおよび+0.85mで少し肉減の減少がみられるが+0.75m~+0.16mではあまり減少していない。+0.95mと+0.85mの試験片では背面側に少し凹凸がみられる。+0.06mになると急激に肉厚は減少し、+0.16mでの肉厚の1/3~1/4になる。孔あき部分をすぎると-0.32mで肉厚が回復し、それ以深では+0.75m~+0.16mの区間と同様な形状になっている。図-10の凹矢板については+0.95mと+0.85mの肉厚が若干薄く感じられる程度で全体に肉厚の減少は少なく、表面も+0.55mを除いて平滑である。凸矢板の湾曲部は図の左側がフランジの方向である。+0.26mより下で肉厚が減少し+0.17mでは孔があいている。湾曲部での肉厚の減少はウェブ側が著しい。全般に孔のあいている箇所以外については図にみられるように肉厚の減少は少ない。また表面は平滑である。このことは図-5~図-7における肉厚減量の最大値と最小値の間隔がせまいことにも表わされており肉厚の分布の幅もせまい。



図一9 切取り試験片の断面状況図(1), 凸矢板, 函館港





図一10 切取り試験片の腐蝕傾向(2), 凸, 凹矢板, 函館港

表一 2 各環境ごとの腐食速度

函館港

環 境	平均肉厚減量 (mm)		平均腐食速度 (mm/y)		最大肉厚減量 (mm)		最大腐食速度 (mm/y)	
	凸矢板	凹矢板	凸矢板	凹矢板	凸矢板	凹矢板	凸矢板	凹矢板
H. W. L. 付近	3.593	2.708	0.069	0.052	7.190	4.084	0.138	0.079
M. S. L. 付近	1.406	1.667	0.027	0.032	2.708	2.917	0.052	0.056
M.L.W.L.付近	14.200 以上	0.848	0.373 以上	0.016	14.200 以上	2.240	0.373 以上	0.043
海水中 (上部)	2.031	/	0.039	/	4.070	/	0.078	/

※昭和44年調査時にすでに穴の発生があったので 14.2mm/44年-6年 = 0.373mm/y 以上とした。

(4) 腐食速度

各環境毎の腐食速度を算出すると表一 2 のとおりである。M. L. W. L. 付近の凸矢板の腐食速度は昭和44年の調査時にすでに孔があいていたことから、それまでの経過年数である38年間で初期肉厚を除いた値以上とした。H. W. L. 付近の平均腐食速度は凹、凸矢板とも大差なく 0.05~0.07mm/y であったが、最大腐食速度では凸矢板が凹矢板より 2 倍程度大きかった。M. S. L. 付近では凹、凸矢板ともほとんど同じで、平均腐食速度が 0.03mm/y、最大腐食速度は 0.05mm/y 程度と小さい値であった。M. L. W. L. 付近では凸矢板は 0.37mm/y 以上と大きい値になるが、凹矢板では平

均腐食速度 0.02mm/y、最大腐食速度 0.04mm/y と非常に小さかった。海水中は凸矢板のみであるが平均腐食速度 0.04mm/y、最大腐食速度 0.08mm/y とこれも小さかった。このように孔のあいている部分の腐食速度は大きいですが、その他の部分の腐食速度は、海水中における通常の値 (0.1mm/y) よりかなり小さかった。

3. 横浜港における腐食調査

3.1 調査鋼管杭、鋼矢板およびその他

横浜港における調査対象構造物を表一 3~表一 4 に示す。調査位置図を図一 11、鋼管杭、鋼矢板の断面図を図一 12、図一 13 に示す。この構造物は昭和44年度施工され

表一 3 横浜港における調査対象構造物(1)

施 設 名	水 深 (m)	鋼 管 杭			施工年 (年)	調査年 (年)	経過期間 (年)	防 食 法
		φ (mm)	t (mm)	ℓ (m)				
本牧ふ頭 A 突堤 8号バース、ロールオン ロールオフ部ドルフィン	-9.0	609.8	16.0	24	S. 44	S. 61	17	※ 電気防食

※流電陽極法

表一 4 横浜港における調査対象構造物

施 設 名	水 深 (m)	鋼 矢 板			施工年 (年)	調査年 (年)	経過期間 (年)	防 食 法
		タイプ	t (mm)	ℓ (m)				
本牧ふ頭, A突堤 8号バース取付部	-4.5	Z-14	9.4 8.2	10~14	S. 44	S. 61	17	※ 電気防食

※S. 58年2月から外電を流電に切替え。

たが、8号バースの改良工事に伴い、使用されていた鋼管杭、鋼矢板、タイロッドおよびコンテナ・クレーンに使用されていたレールを昭和61年3月に撤去することとなり、その一部を腐食調査の資料とした。使用されていた鋼管杭は直径609.8mm、肉厚16mm、長さ24mものである。鋼矢板はZ-14型で肉厚はフランジ9.4mm、ウェブ8.2mmである。タイロッドは直径44mm、レールについては図-14に示す形状寸法のものである。施工から調査時までの経過期間は17年である。防食法としては当初、鋼矢板においては外部電源方式による電気防食を行っていたが、昭和58年2月より流電陽極法に切替えられた。また、鋼管杭は昭和44年より流電陽極法によ

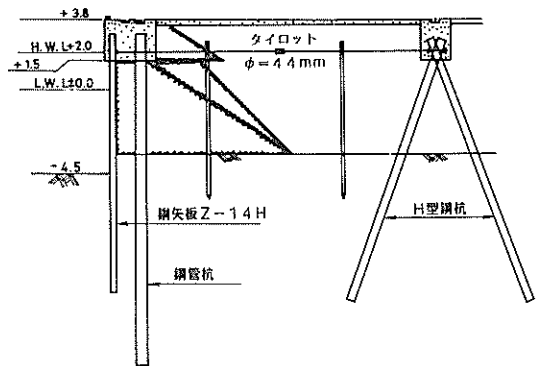


図-13 8号バース取付部断面図

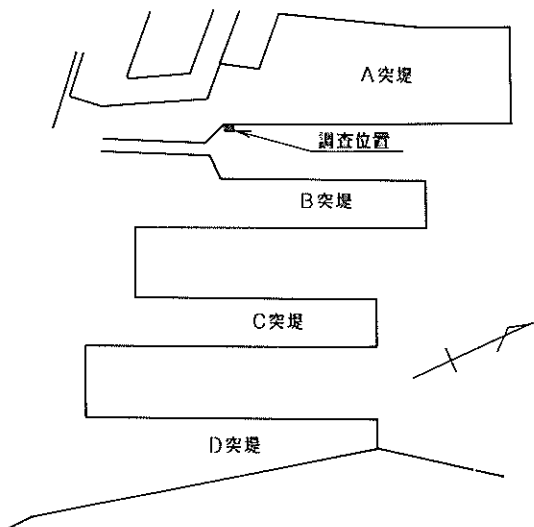


図-11 調査位置図

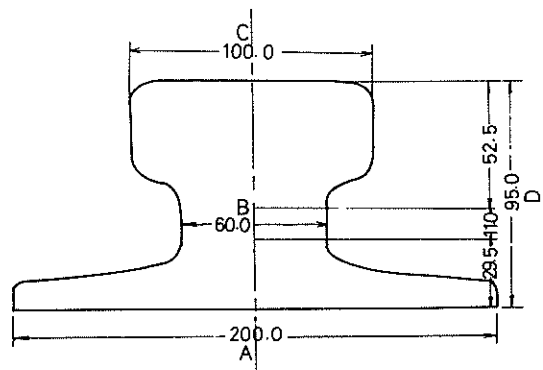


図-14 レールの形状寸法, 単位: mm

り電気防食が行われていたが、昭和52年に陽極の補充、昭和56年12月～昭和57年2月の間に陽極の取替えを実施している。

### 3.2 調査方法

#### (1) 試験片の切取り

鋼管杭からの試験片の切取りは図-15に示すように、コンクリート中4箇所(12cm×12cm)、コンクリート下端直下(+0.5m)～-1.5mは長尺物(幅約10cm)を切取り、それ以深については、-2m～-5m間は50cmピッチで、-7m～-13m間は1mピッチ(12cm×12cm)で切取った。方向としては海側、陸側の2方向について行なった。鋼矢板からの試験片の切取りは図-16に示すように、+1.8m(コンクリート中)～-1.5m間は長尺物で切取りを行ない(幅約10cm)図-16の下に示すように1枚の矢板からフランジ(1, 3)、ウェブ(2)の3方向について切取った。鋼管杭鋼矢板における長尺物を切取った試験片はさらに細かく10cmピッチに切断した。タイロッドおよびレールについては図-17に示す位置より回収した。タイロッドは長

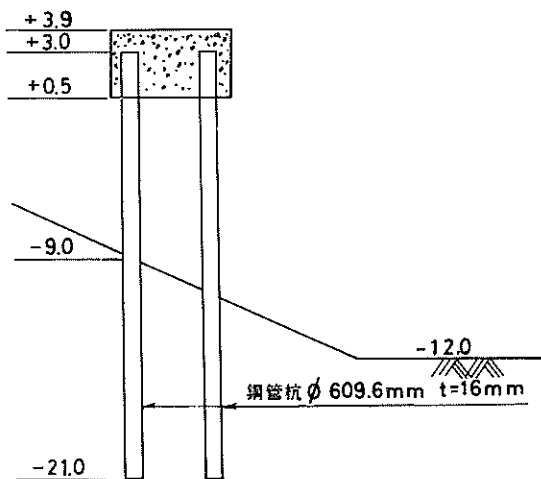


図-12 ドルフィン断面図

さ15mを回収し、1mピッチに目盛りを入れて各ピッチ毎より長さ10cmの試験片15個を切出した。レールについては約2m物をガス切断し回収した。回収したレールはさらに10cmピッチに切断され試験片とした。

試験片の脱錆以後の手順は函館港と同じである。

また、タイロッド、レールについての測定は、タイロッドの場合、図-18に示すように3方向の外径寸法をノギスにより測定した。レールについては図-14に示すようにA~Dの幅測定を行ない、Aはノギスにより測定しB~Dについてはマイクロ・メーターにより測定した。

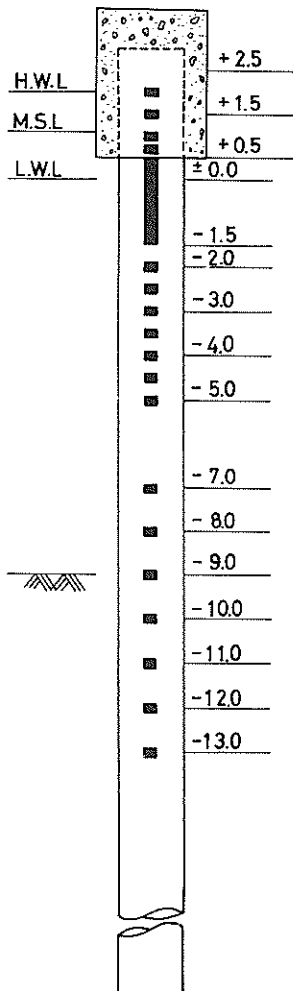


図-15 鋼管杭の切取り箇所 単位：m

図-15 鋼管杭の切取り箇所

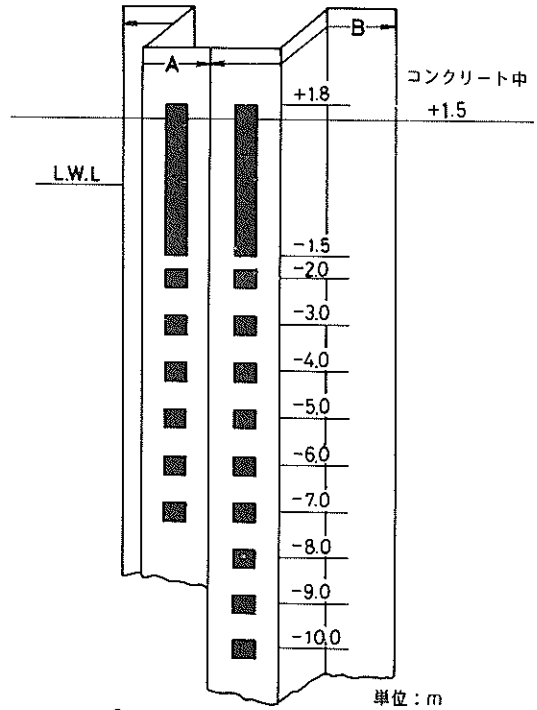


図-16 鋼矢板の切取り箇所

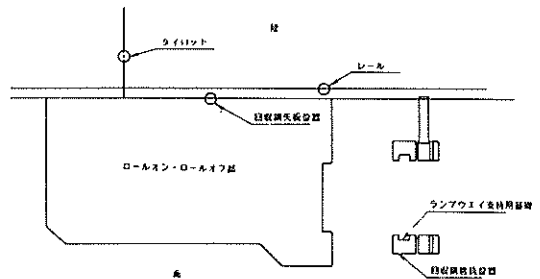


図-17 鋼管杭、鋼矢板、タイロッドおよびレールの回収位置図

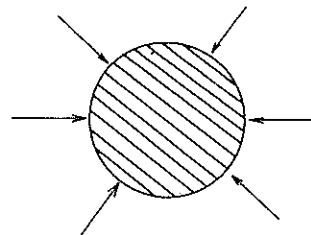


図-18 タイロッドの外径測定方向

### 3.3 調査結果

#### (1) 試験片の表面状況

切取った試験片の脱錆後の表面状況を写真-5～写真-21に示す。写真-5～写真-6の鋼管杭（海側）については+0.45mの下半分から-0.25m付近までは凹凸が激しい。それ以深では-0.85m～-0.95m, -1.05m, -0.5mに若干の孔食が認められる。それ以外では平滑な表面をしている。写真-7～写真-8（陸側）では+0.45mの下半分から+0.15m付近までにやや凹凸がみられる。その他では-2.5m, -6.0m, -9.0mに浅いくぼみがみられる。それ以外は海側と同じように平滑な表面を呈している。写真-9～写真-17の鋼矢板の表面状況は、鋼矢板A（陸側フランジ）（写真-9）では+1.25m付近～-0.55m付近まで鋼材表面に凹凸がみられる。それ以深では大きい凹凸はみられず平滑な表面である。ウェブ（写真-10）では+1.25m付近～-1.0m付近まで凹凸がみられるが、それ以深では平滑な表面である。海側フランジ（写真-11）では+1.25m付近～+0.25m付近まで凹凸がみられ、また、-0.95mで孔食が目立った。その他の深度では平滑であった。鋼矢板Bの陸側フランジ（写真-12, 13）では+1.55mの下半分～+1.45m, -0.35m付近で凹凸がみられ、それより以深では平滑であった。ウェブ（写真-14, 15）では+1.45m付近～-0.75m付近まで細かい凹凸がみられ、特に+0.45m付近が激しい。海側フランジ（写真-16, 17）では+1.45m付近～+1.25m付近と、+0.25m付近に細かい凹凸がみられるが、その他では平滑な表面であった。なお、鋼矢板試験片のNo. 1, 4, 79, 80, B-6, B-85の表面の傷または孔は鋼矢板回収時における損傷箇所であるため腐食には関係ない。

タイロッドの表面状況は写真-18に示すように、いずれの試験片にも細かい凹凸が認められた。しかし、腐食が著しいものは認められない。

また、レールについては写真-19～写真-21に示すようにレールの上部（滑車と接する部分）においては平滑な表面状態であったが、その下の側面（上部から約1.5cm～2cm下）では腐食が非常に大きく、特に、海側に面している方（写真-20）が陸側に面している方（写真-21）より激しい腐食を示していた。底部については深い孔食などは認められなかったが、全面腐食が生じていた。脱錆前の状況では側面部分、特に、図-14の幅測定Bの位置より上下に3～4cmの間は2～3mmの錆層が固着しており脱錆には苦労した。

#### (2) 腐食傾向

調査鋼管杭の肉厚測定結果を付表-4～付表-5に示

す。また、肉厚減量を深度方向について図示すると図-19～図-20のようになる。図-19をみるとコンクリート上部工直下の+0.45m付近より肉厚減量は大きくなり、-0.25m付近まで続く。これより以深では-5.0mの位置で若干、肉厚減量が大きかった。図-20では+0.45m付近～+0.25m付近のみが肉厚減量は大きく、その他の深度では大きくても2mm以下と肉厚減量は小さい。

調査鋼矢板の肉厚測定結果を付表-6～付表-11に示す。また、図-21～図-26に腐食傾向を示す。図-21～図-23の鋼矢板Aでは、いずれもコンクリート下端直下（+1.5m）から±0m付近まで肉厚減量の大きいことが目立つが、-1m以深ではいずれも小さい。図-24～図-26の鋼矢板Bでも鋼矢板Aと同様にコンクリート下端直下から±0m付近までの腐食が大きく、±0m以下では肉厚減量は小さい。鋼矢板AとBの干満帯の肉厚減量をみると海側フランジ、ウェブは陸側フランジに比べ肉厚減量はいずれもやや大きい傾向を示している。

#### (3) 試験片の肉厚分布

試験片の切断面の形状を図-27～図-34に示す。図-27の鋼管杭（海側）では+0.35m～-0.05mの深度で肉厚が他の試験片に比べ薄いことがうかがえる。陸側（図-28）では+0.35m～+0.15mの深度で肉厚の減少が認められる。しかしながら、海、陸側とも他の深度では海泥中（-9m以深）とほとんど変わらず肉厚減量は少なかった。

次に、鋼矢板（図-29～図-34）においては、+0.85mあたりより肉厚減少がみられ、-0.05m付近まで続く。ウェブ（図-30）ではもともと初期肉厚が8.4mmと薄いのが、+1.45mあたりより凹凸が認められ、+0.65m～+0.55m間が最も薄い。-1m付近から下になると肉厚は回復している。陸側フランジ（図-29）は極端に減っている所はみられないが+1.25m～-0.35m付近で若干減少がみられる。鋼矢板Bの海側フランジ（図-34）ではコンクリート上部工直下の+1.45m, +1.35mで凹凸がみられ、+0.75m～+0.25m間で肉厚減少がみられる。また、-0.35m, -0.45m, -1.35mでも減少が認められる。ウェブ（図-33）は+1.45m～-1.45m間で凹凸がみられ、特に現有肉厚の薄い深度は+1.05m～+0.35m間である。陸側フランジ（図-32）では大きく減少している所は認められないが、+1.45m～-1.45m間で小さい凹凸がみられた。なお、Aの海側フランジ（図-31）で+1.75m～+1.55mの曲がっている試験片は鋼矢板引抜き時に変形したものである。

鋼管杭および鋼矢板いずれも干満帯において肉厚減少の大きい所がみられたが、海水中や海泥中では目立って

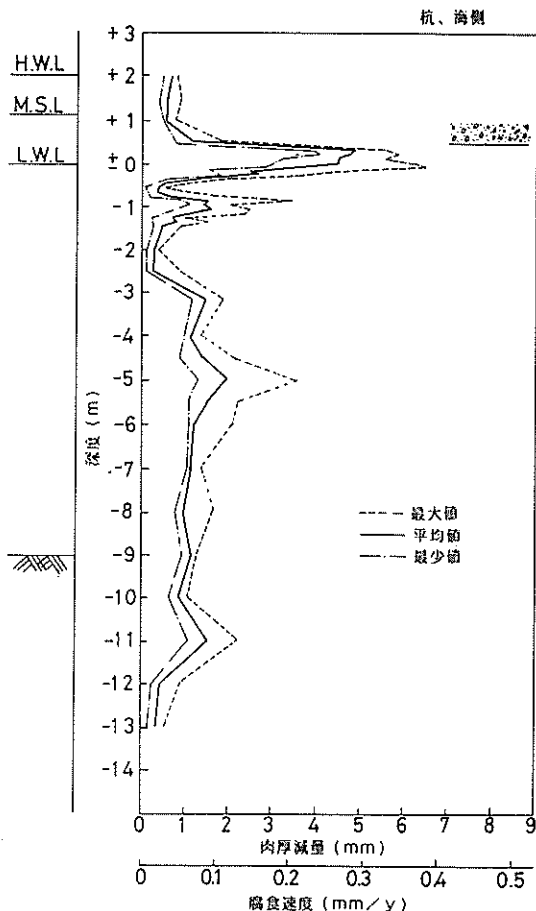


図-19 切り取り鋼管杭の腐蝕傾向(1), 横浜港

肉厚の減少しているものはなかった。

次に、各環境における肉厚減量の度数分布を示すと図-35～図-37のようになる。図-35の鋼管杭ではM. L. W. L. 付近では海、陸側ともに他の環境より肉厚減量の分布の幅が大きい。特に海側では肉厚減量の平均が3.5 mmと陸側よりも大きい。全体的な傾向としては陸側よりも海側の方がコンクリート中を除き分布の幅が大きい。

図-36の鋼矢板Aでは海側フランジのM. L. W. L. 付近の環境で分布の幅が他のところより若干大きい。海水中の中～下部と海泥中環境ではほとんど肉厚減量が0.5 mm以下に集まっており、ウェブ、フランジの差はなく分布の幅は極めて小さい。図-37の鋼矢板BでもM. L. W. L. の環境では分布の幅は他の環境に比べやや広い(特に海側フランジ、ウェブ)。ただし、鋼矢板A、Bとも陸側のフランジ部ではM. L. W. L. 付近の分布の幅はM. S. L. 付近と大差なく少ない。海水中の中～下部、海泥中においても鋼矢板Aと同様に最多頻度が明確に現

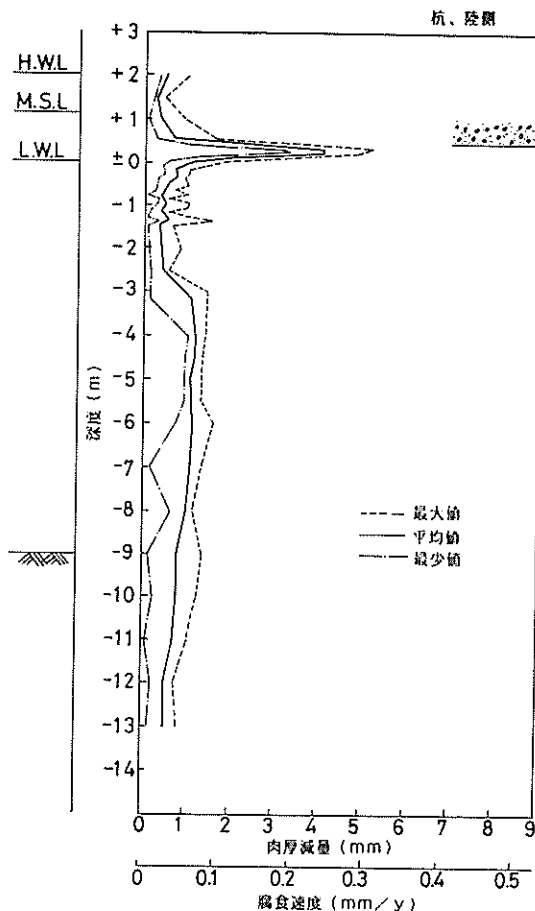


図-20 切り取り鋼管杭の腐蝕傾向(2), 横浜港

われており、0.25 mm以下に肉厚減量は集中している。

#### (4) 腐食速度

鋼管杭および鋼矢板における各環境毎の腐食速度を算出すると表-5、表-6のとおりである。表-5の鋼管杭ではコンクリート中で最大腐食速度0.1 mm/yと大きい所があるが、平均腐食速度では0.02～0.04 mm/yと小さい。M. L. W. L. 付近では最大で0.38 mm/yが認められたが、平均腐食速度においては0.1 mm/y～0.21 mm/yと通常の腐食速度よりやや大きい。海水中上部においては最大で0.2 mm/y、平均で0.03～0.05 mm/y、海水中の中～下部では最大0.2 mm/y、平均で0.06～0.08 mm/yであった。また海泥中では最大で0.14 mm/y、平均で0.04～0.05 mm/yと平均腐食速度では海水中と大差なく小さい。

表-6の鋼矢板はコンクリート中で最大0.128 mm/yとやや大きい所がみられる。しかし、平均では0.02 mm/yと小さい。M. S. L. 付近では最大0.17 mm/y、

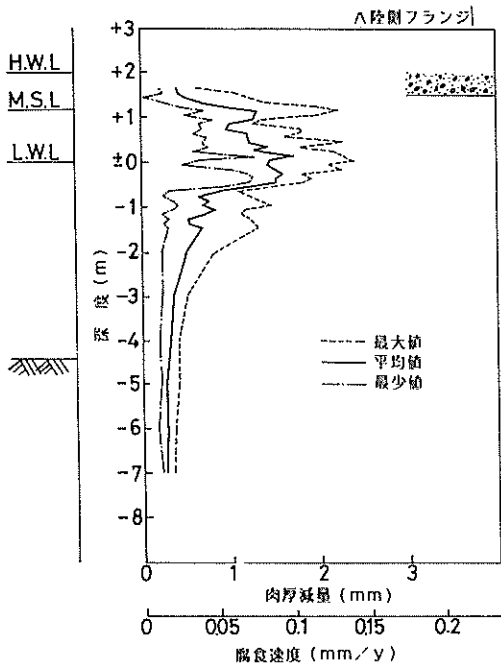


図-21 切取り鋼矢板の腐蝕傾向(1), 横浜港

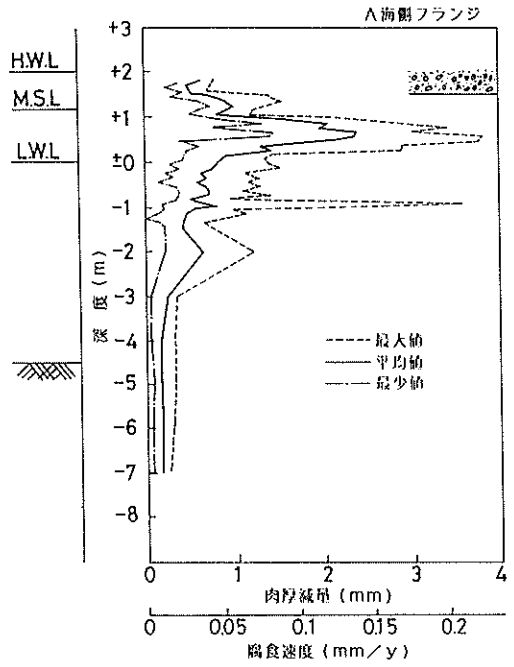


図-23 切取り鋼矢板の腐蝕傾向(3), 横浜港

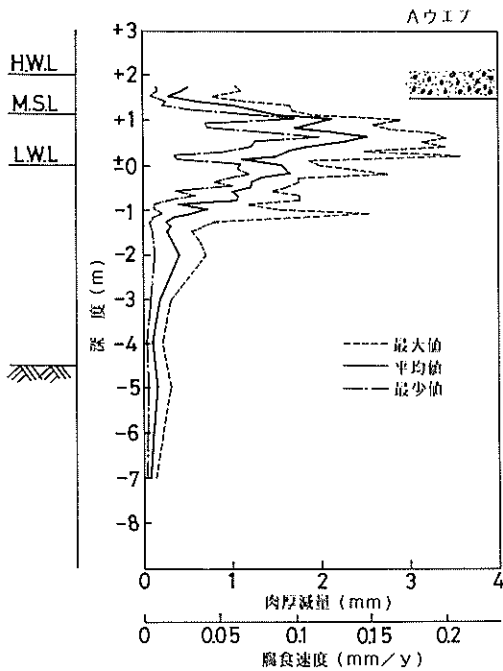


図-22 切取り鋼矢板の腐蝕傾向(2), 横浜港

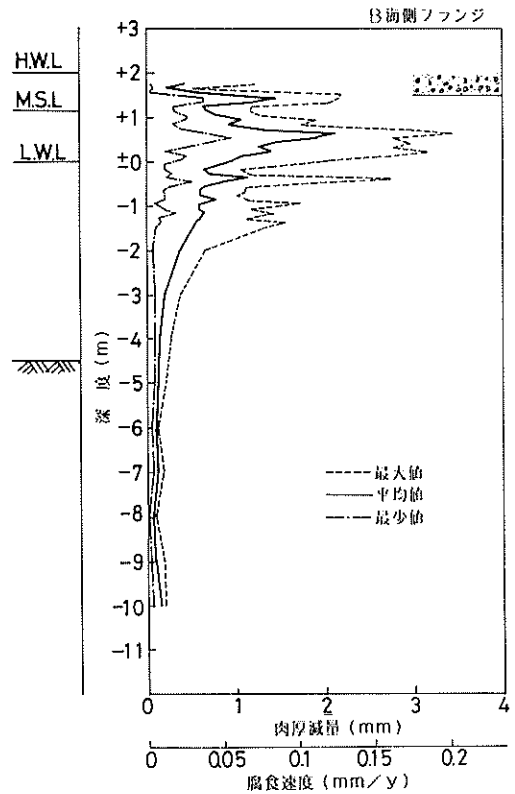


図-24 切取り鋼矢板の腐蝕傾向(4), 横浜港

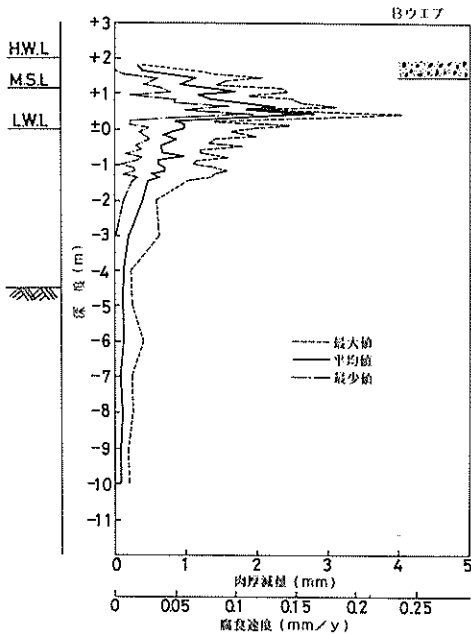


図-25 切り鋼矢板の腐蝕傾向(5), 横浜港

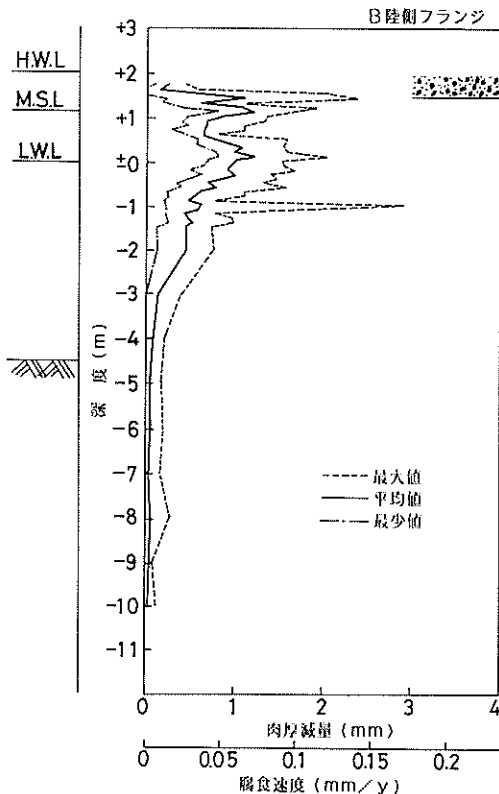


図-26 切り鋼矢板の腐蝕傾向(6), 横浜港

平均では  $0.06 \sim 0.08 \text{ mm/y}$  と小さく, M. L. W. L. 付近でも最大では  $0.239 \text{ mm/y}$  程度の所があるが, 平均では  $0.05 \sim 0.12 \text{ mm/y}$  と M. S. L. 付近よりやや大きい。海水中上部では最大で  $0.211 \text{ mm/y}$  であるが, 平均では  $0.01 \sim 0.03 \text{ mm/y}$  と小さい。海水中の中～下部および海泥中では最大, 平均腐食速度ともあまり変動がなく,  $0.006 \sim 0.024 \text{ mm/y}$  の範囲で腐食は極めて小さい。鋼管杭, 鋼矢板ともに海水中, 海泥中では電気防食を行っていたので一般的な無防食の値よりも小さい。なお, 電気防食の防食状況については後述する。

タイロッドの外径測定結果を付表-12に示す。付表-12の外径測定結果では腐食速度に換算した場合に, 全体の平均腐食速度は  $0.054 \text{ mm/y}$ , 最大腐食速度は  $0.076 \text{ mm/y}$  と通常の土中に埋設されている鋼材に比べやや大きめであった。

レールについての測定結果を付表-13～付表-16に示す。付表-13のレール底部の幅測定においては平均腐食速度で  $0.159 \text{ mm/y}$ , 最大腐食速度では  $0.465 \text{ mm/y}$  と大きかった。最大腐食速度で  $0.465 \text{ mm/y}$  と大きい箇所の状況は写真-20のNo. 11に示すようにかなりの凹みが認められる。腐食調査用に回収された約  $2 \text{ m}$  のレール内で, このような凹みは海側, 陸側合せて16箇所(海側7箇所, 陸側9箇所)認められた。また, 最大腐食速度の  $0.465 \text{ mm/y}$  は幅減少量としては約  $8 \text{ mm}$  である。付表-14の図-14に示すBの幅測定結果では平均腐食速度で  $0.242 \text{ mm/y}$ , 最大腐食速度では  $0.294 \text{ mm/y}$  であった。付表-14をみるといずれの試験片においても現有幅は  $55 \text{ mm} \sim 56 \text{ mm}$  の範囲で幅減少量は  $5 \sim 6 \text{ mm}$  程度である。付表-15に示す測定結果は図-14のCにあたる部分の幅測定である。平均腐食速度では  $0.131 \text{ mm/y}$  とそれ程大きくないが, 最大腐食速度では  $0.345 \text{ mm/y}$  と大きい。腐食の大きい部分は上から  $2 \sim 3 \text{ cm}$  程度下がった箇所が最も大きかった(写真-20, 21)。付表-16は図-14のDにあたる部分の幅測定結果である。平均腐食速度は  $0.068 \text{ mm/y}$ , 最大腐食速度は  $0.107 \text{ mm/y}$  であった。いま, 仮にレール上部(クレーンの滑車と接する面)がほとんど腐食していないとみなした場合には付表-16の腐食速度はそのまま底面の腐食速度とみなせる。実際に, 上部の表面状況は腐食による凹凸はほとんど認められず平滑な表面を呈している。表-7は各幅測定から求めた腐食速度を示すが, 最も大きい腐食が生じている箇所はAの  $7.9 \text{ mm}$ , 次いでC ( $5.886 \text{ mm}$ ), B ( $4.998 \text{ mm}$ ), D ( $1.822 \text{ mm}$ ) の順である。平均値で見るとBの  $4.11 \text{ mm}$ , 次いでAの  $2.7 \text{ mm}$ , C ( $2.227 \text{ mm}$ ), D ( $1.156 \text{ mm}$ ) の順であり, 4箇所の幅測定のうち最大肉厚減量



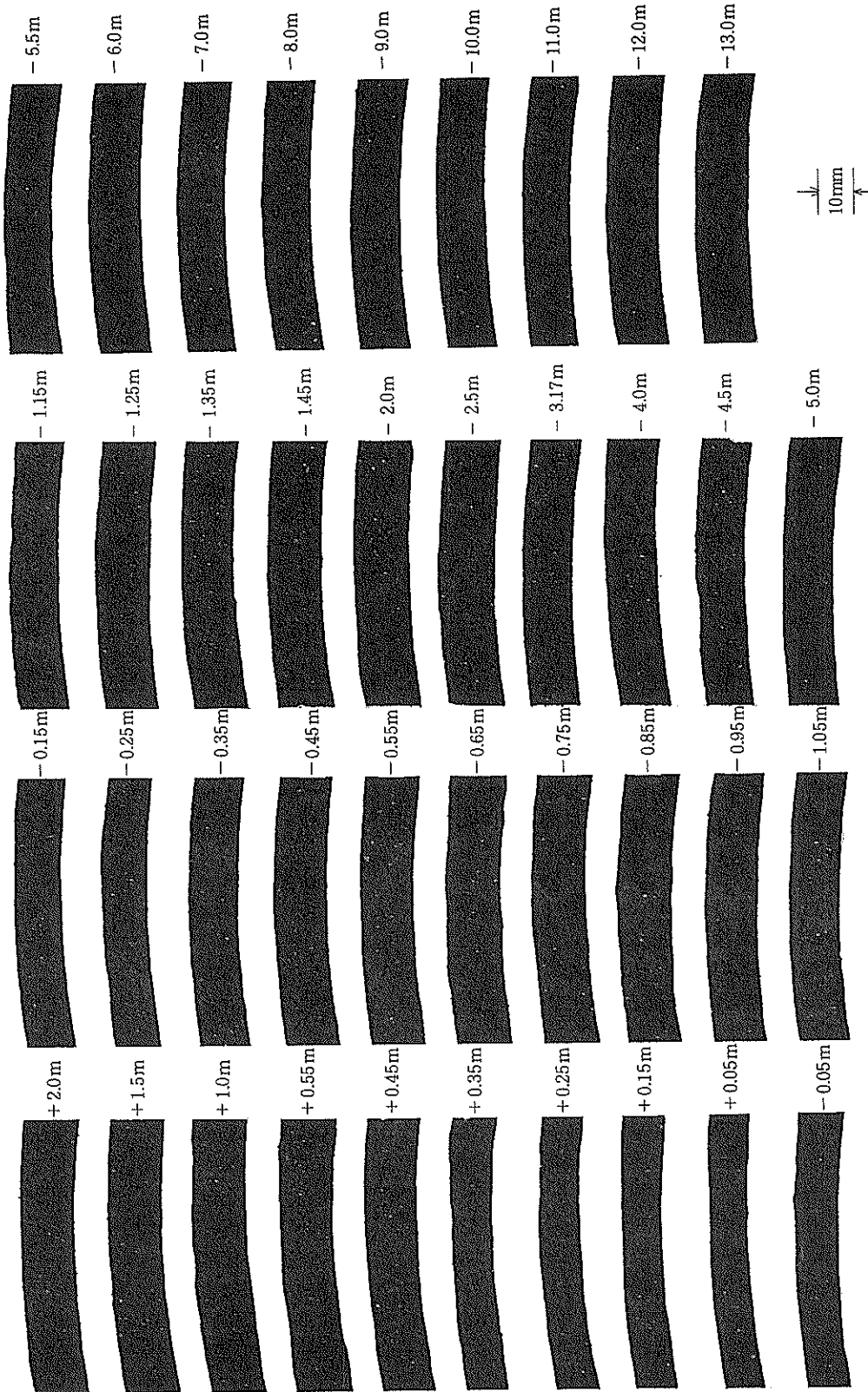


図-27 切取り試験片の断面状況図(1), 杭, 海側, 横浜港

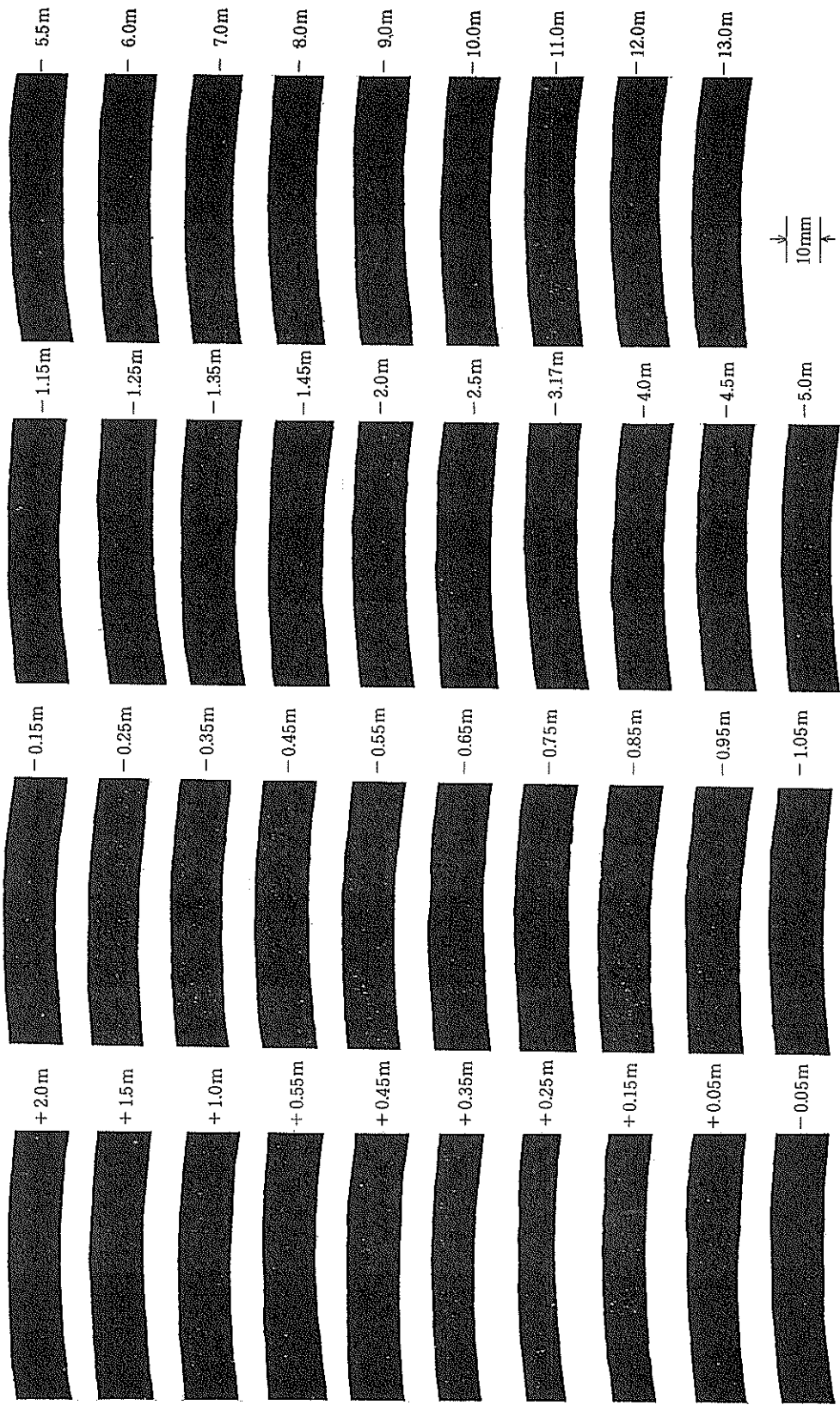


図-28 切取り試験片の断面状況図(2), 杭, 陸側, 横浜港

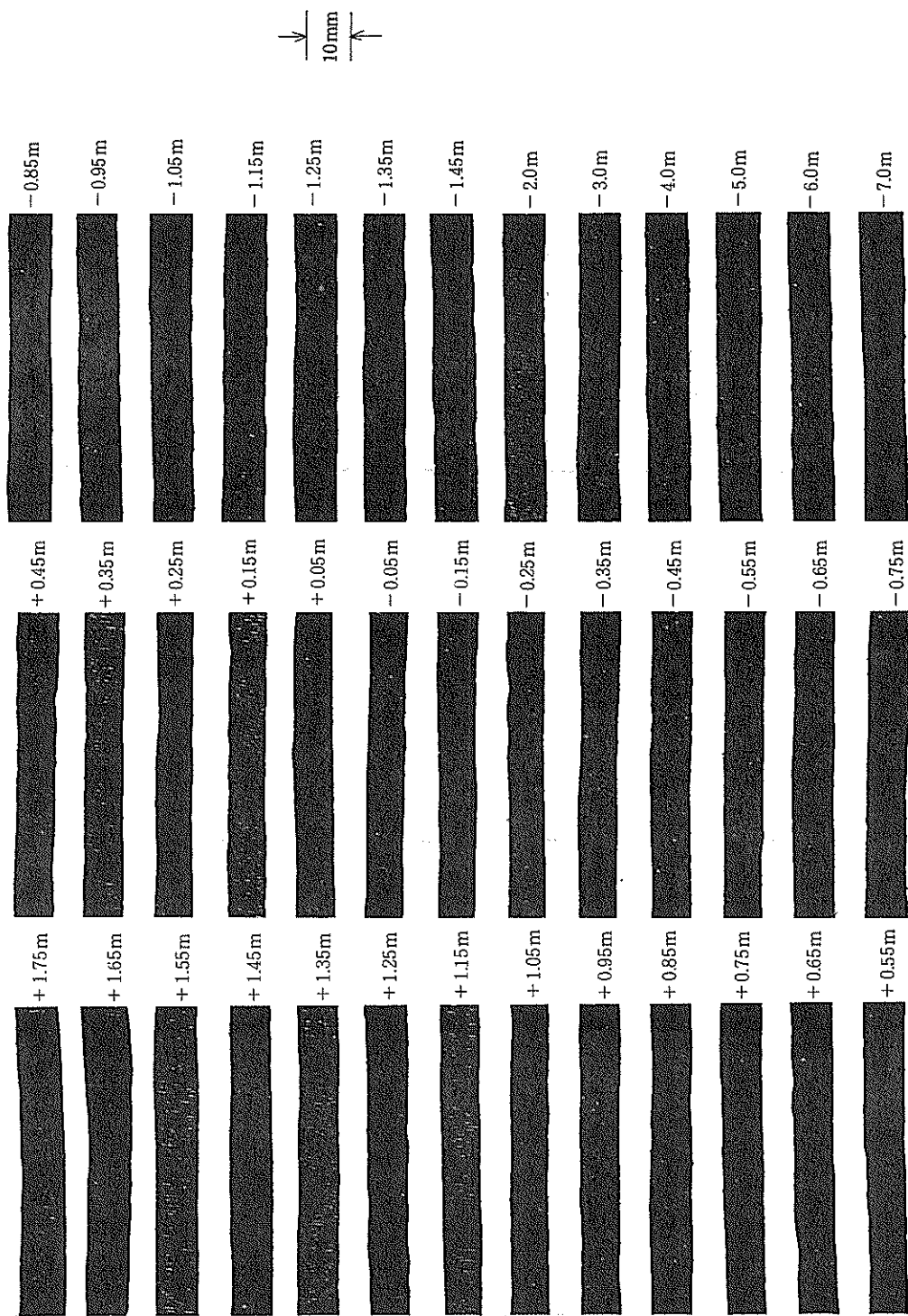


図-29 切取り試験片の断面状況図(3), 矢板A, 陸側フランジ, 横浜港

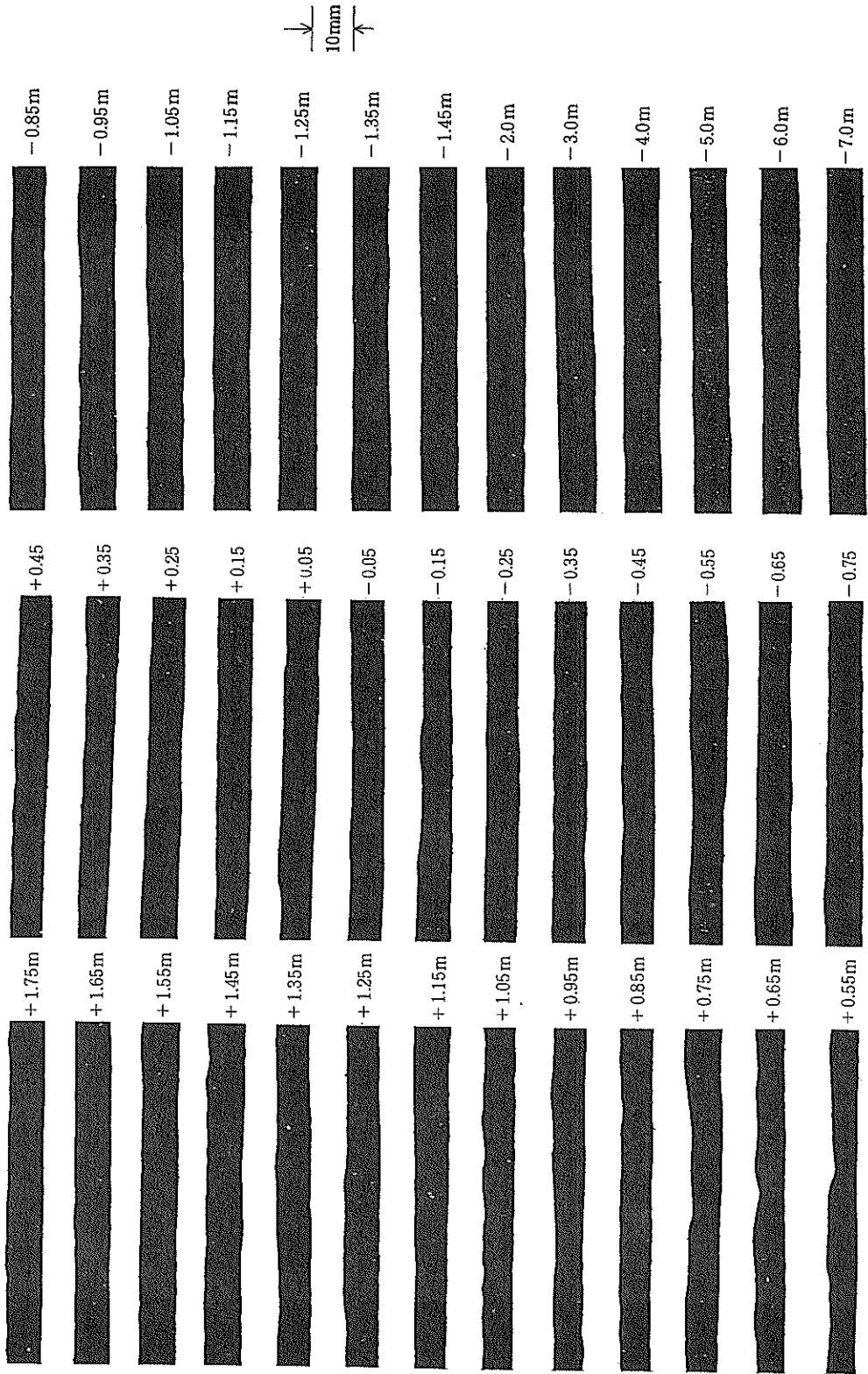


図-30 切取り試験片の断面状況図(4), 矢板A, ウェブ, 横浜港

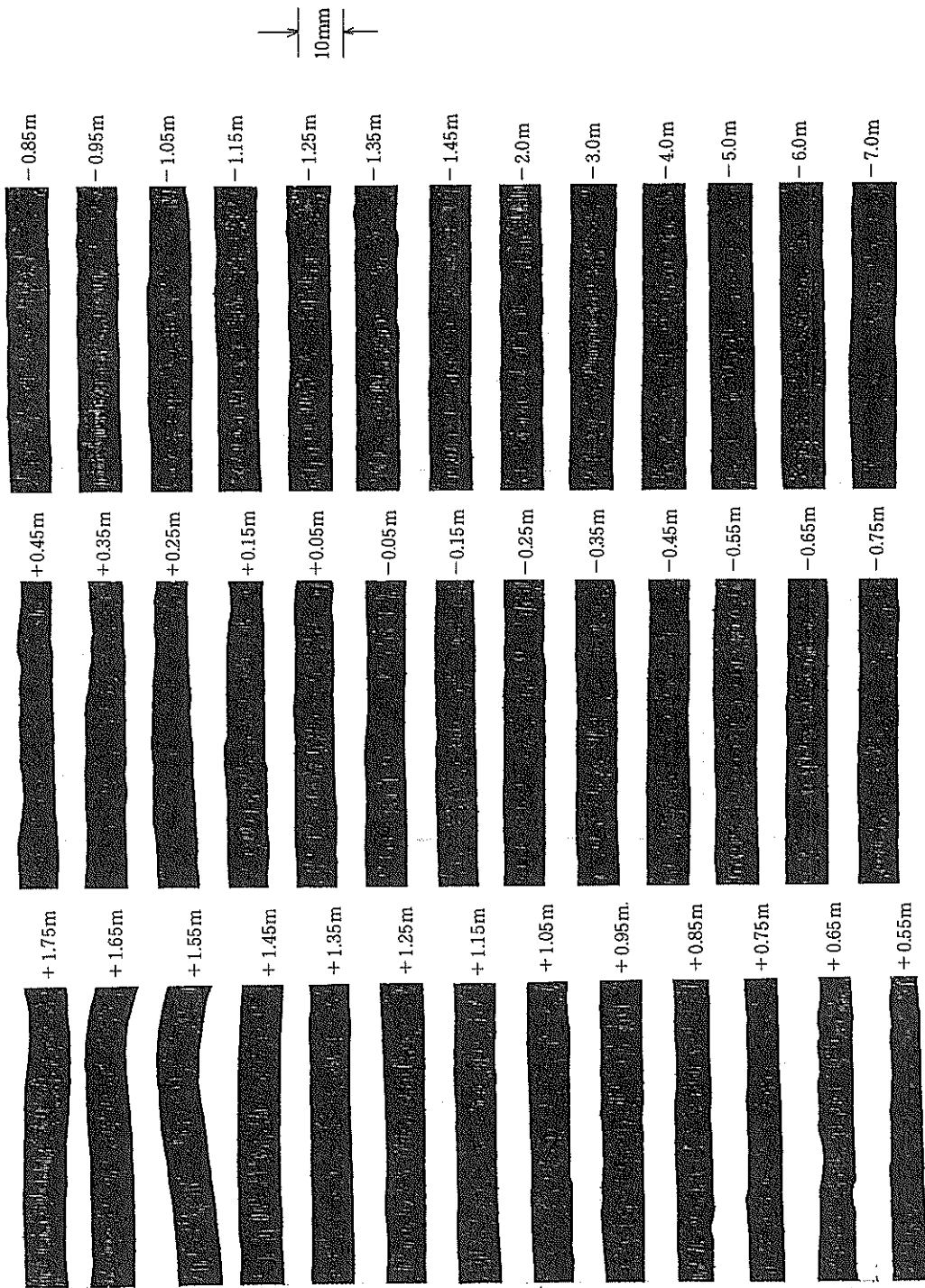


図-31 切取り試験片の断面状況図(5), 矢板A, 海側フランジ, 横浜港

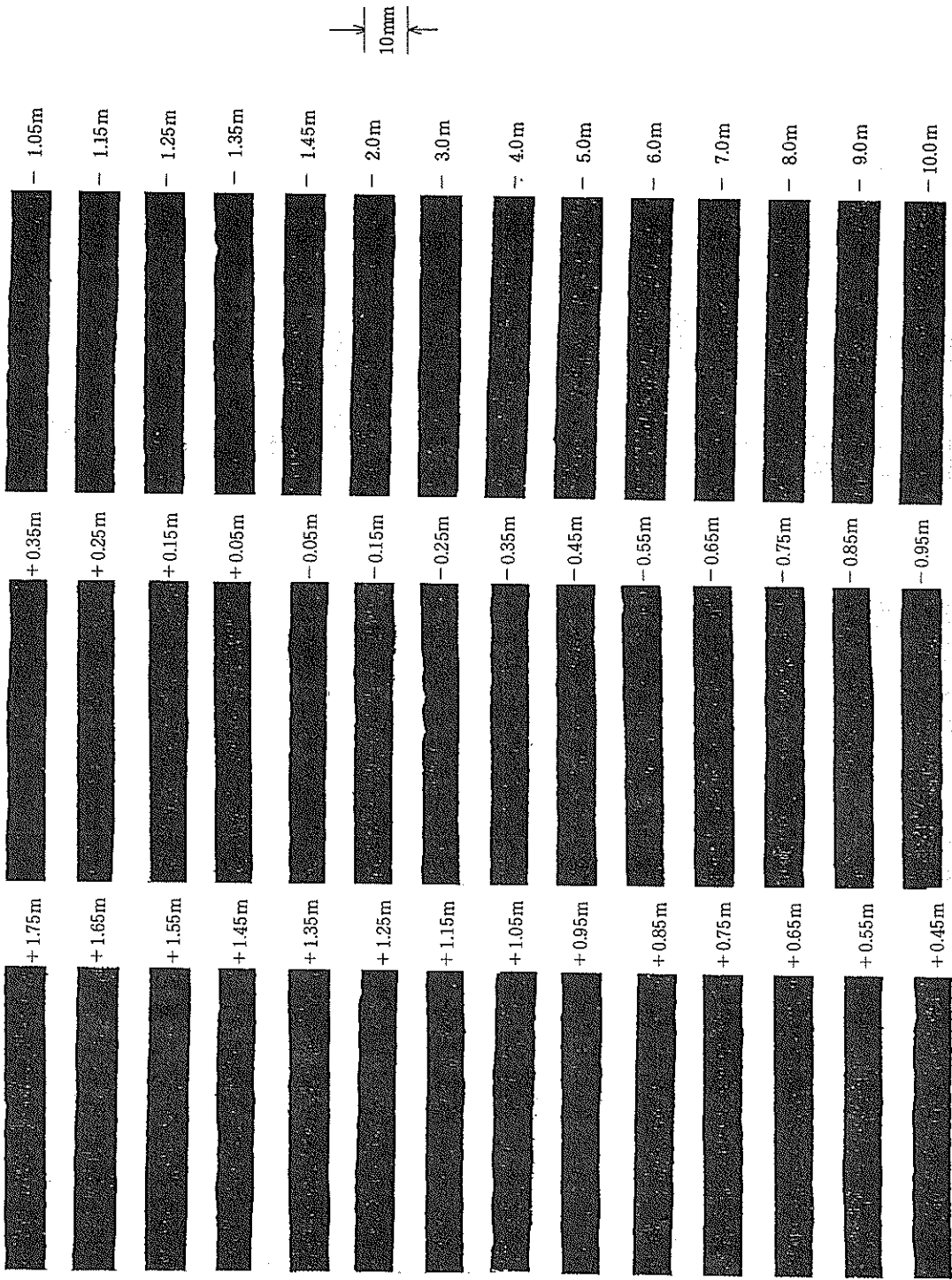


図-32 切取り試験片の断面状況図(6), 欠板B, 陸側フランジ, 横浜港

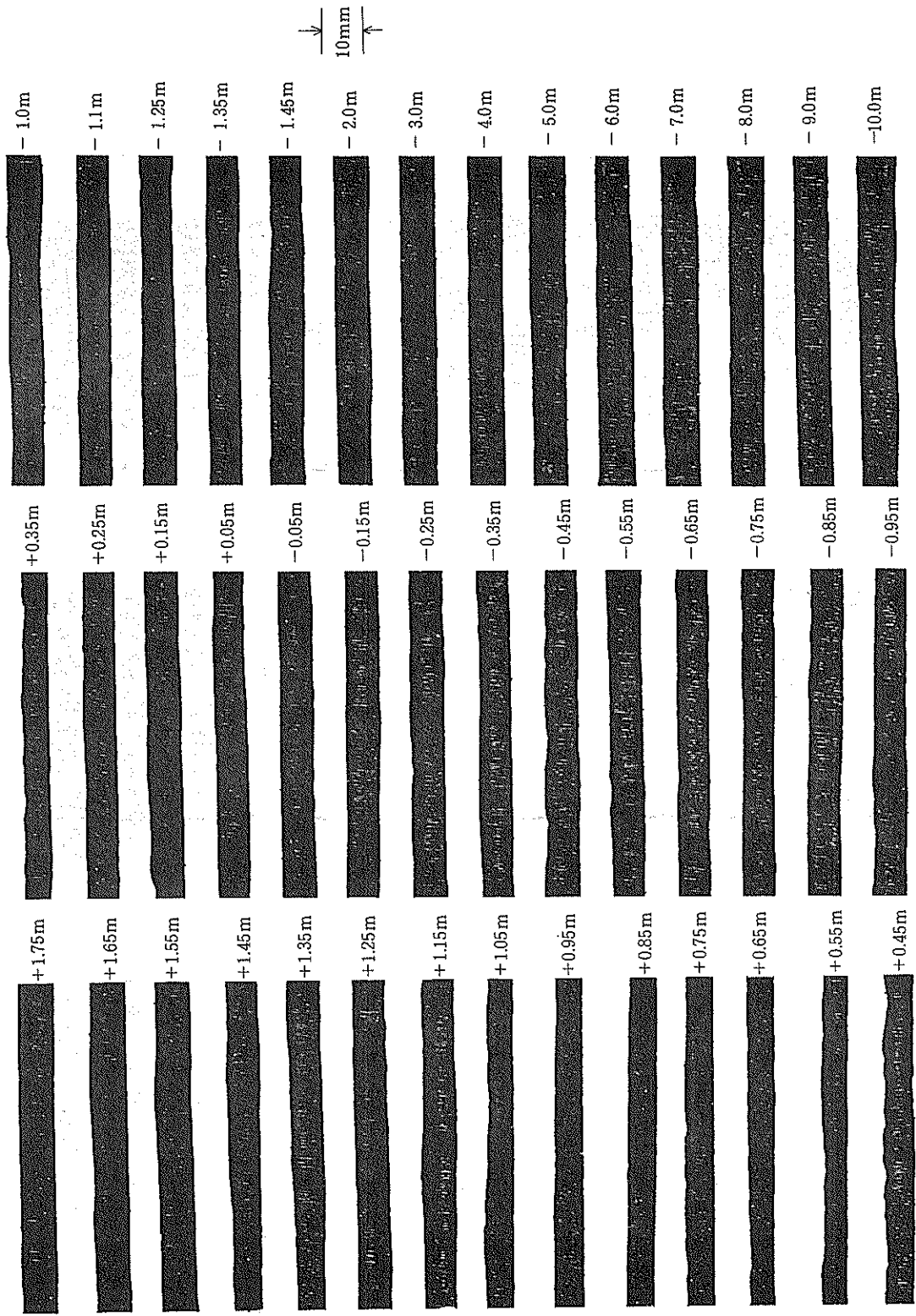


図-33 切取り試験片の断面状況図(7), 矢板B, ウェブ, 横浜港

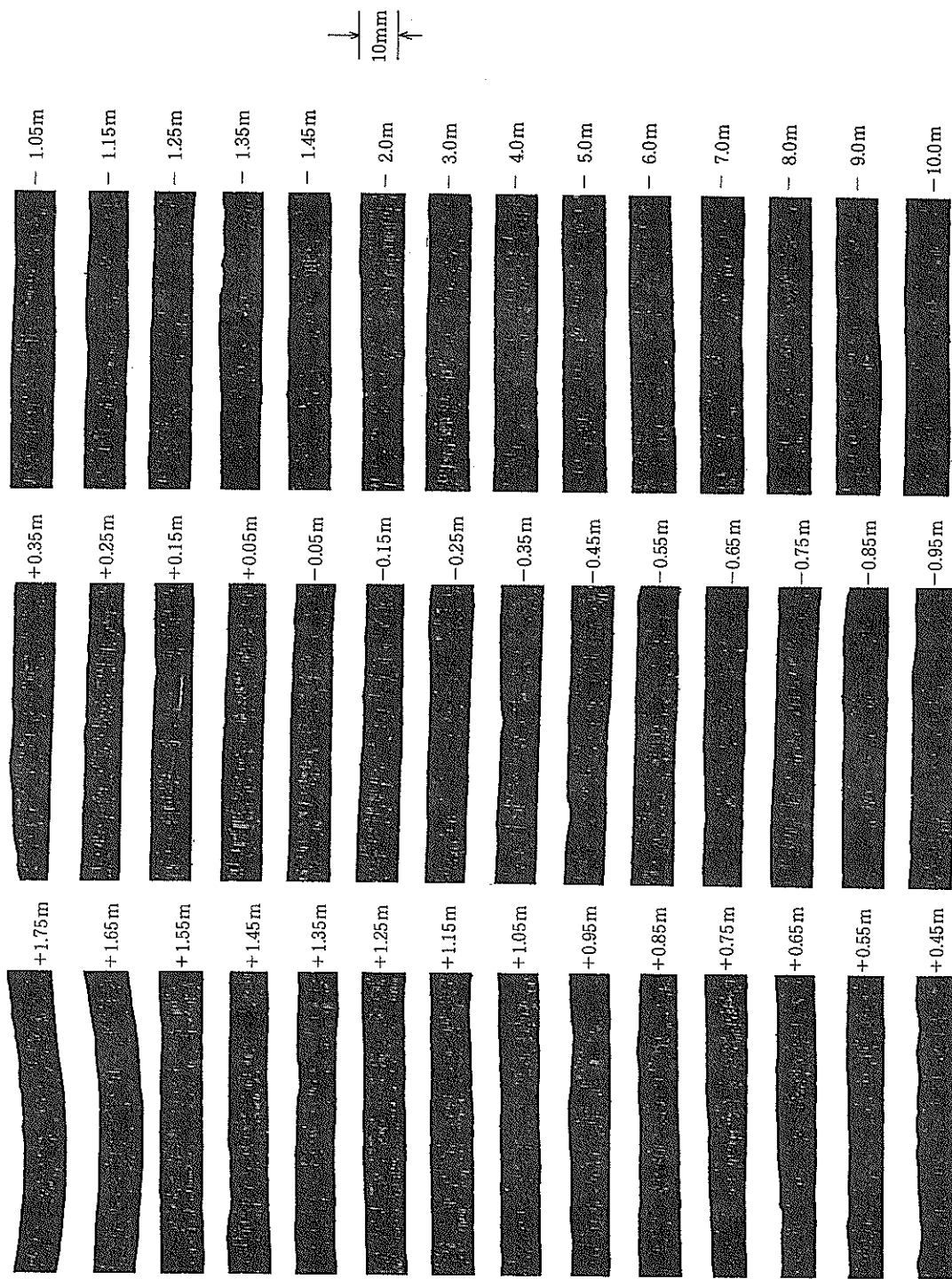


図-34 切取り試験片の断面状況図(8), 矢板B, 海側フランジ, 横浜港



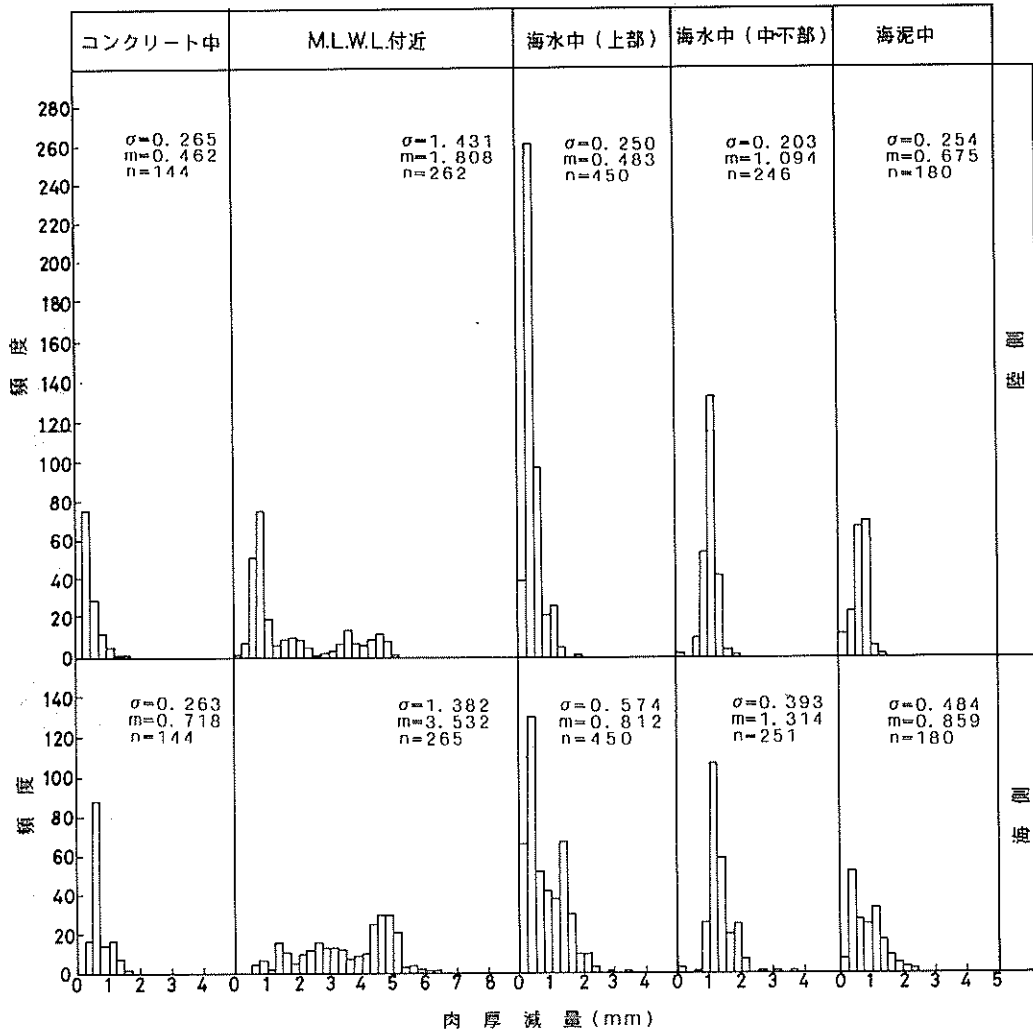


図-35 各環境における肉厚減量の度数分布図 (n = 測定点数, m = 平均値,  $\sigma$  = 標準偏差), 杭, 横浜港

が大きいのはA, 平均肉厚減量の大きいのはBである。また, Dは4箇所測定のみならず最大, 平均肉厚減量ともに最も小さく腐食速度は小さかった。したがって, 平均値からみた場合にBの箇所が4箇所の内最も腐食していることとなる。

#### (5) 電気防食の防食状況

前述したように, この施設は施工当初から電気防食により鋼材表面を防食していたので, 電気防食の経時的な状況を見るために, 測定された施設の電位測定結果を整理してみると付表-17, 付表-18のとおりである。付表-17, 18では電位測定用の基準電極が海水塩化銀電極であるから電位の測定値が-780mVより卑な方向, すなわちマイナスの方向に大きい電位を示していれば一応,

防食効果を発揮していることとなる。付表-17は鋼管杭における測定結果であるが, 昭和50年, 昭和53年の測定結果では, 昭和53年の-1.0mで-830mVの電位を示しているのを除いて, 他では-590mV~-760mVの範囲であり, 防食効果は十分でなかったことを示している。また, 昭和57年のA1陽極再取付け後の電位では-810mVより卑な値を示し良い防食効果を発揮していたと思われる。そのため, 昭和44年当初, 資料によると当初の取付けの寿命が10年物のA1陽極を取付けているが, 昭和50年測定では, 電位はすでに-500mV~-600mV代を示していたので, この期間, 電気防食が不完全な時期があったと思われる。

付表-18における鋼矢板の電位測定結果では昭和58年

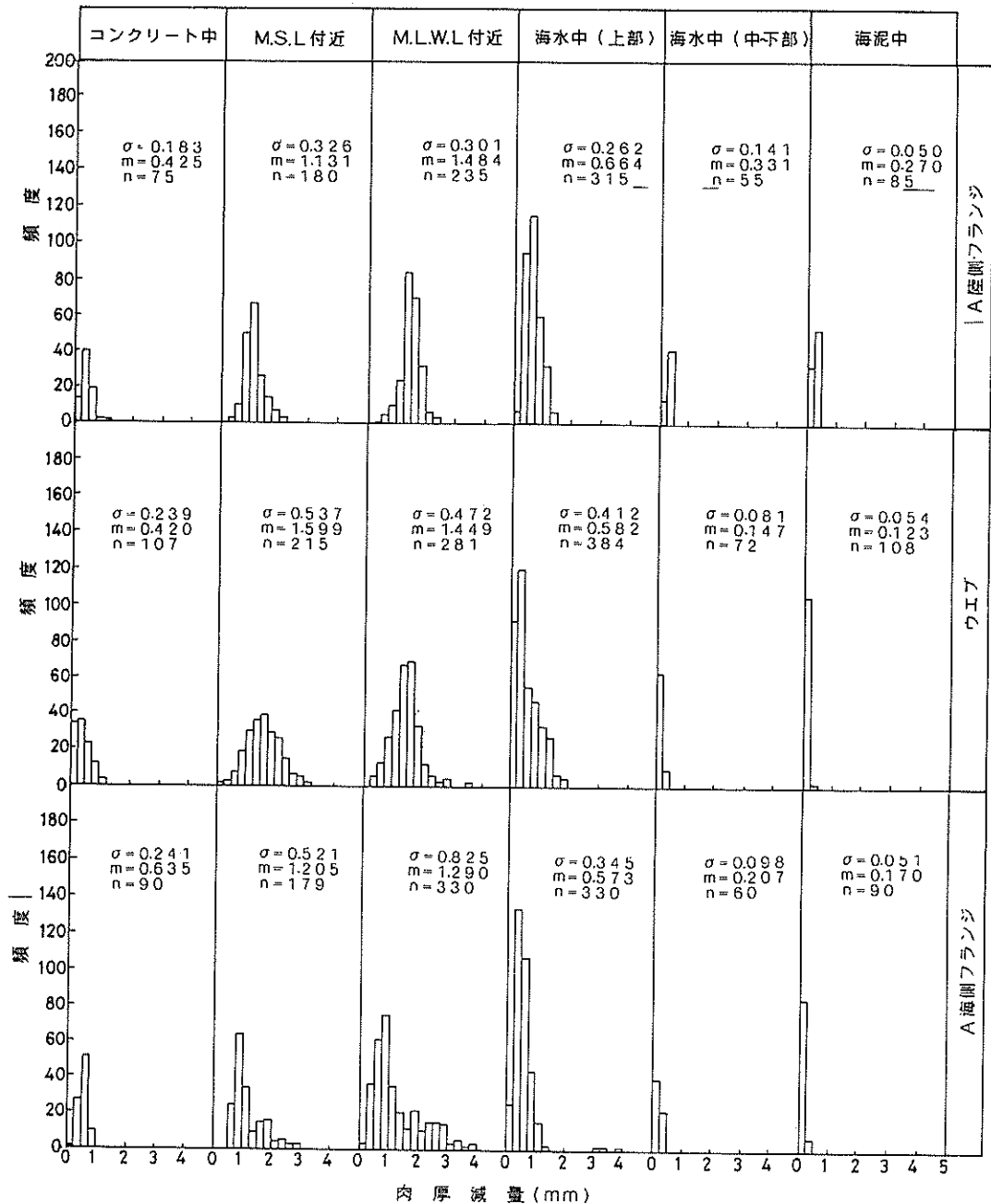


図-36 各環境における肉厚減量の度数分布図 (n=測定点数, m=平均値,  $\sigma$ =標準偏差) 矢板A, 横浜港

1月に測定された値は-586mV~-602mVの範囲にあり、この電位では防食電位に達していないので電気防食が不十分な時期があったと推察される。昭和58年2月

に外部電源法から流電陽極法に切替えてから後の電位測定結果では-859mV~-1020mVの範囲を示し防食は十分にされていたと思われる。

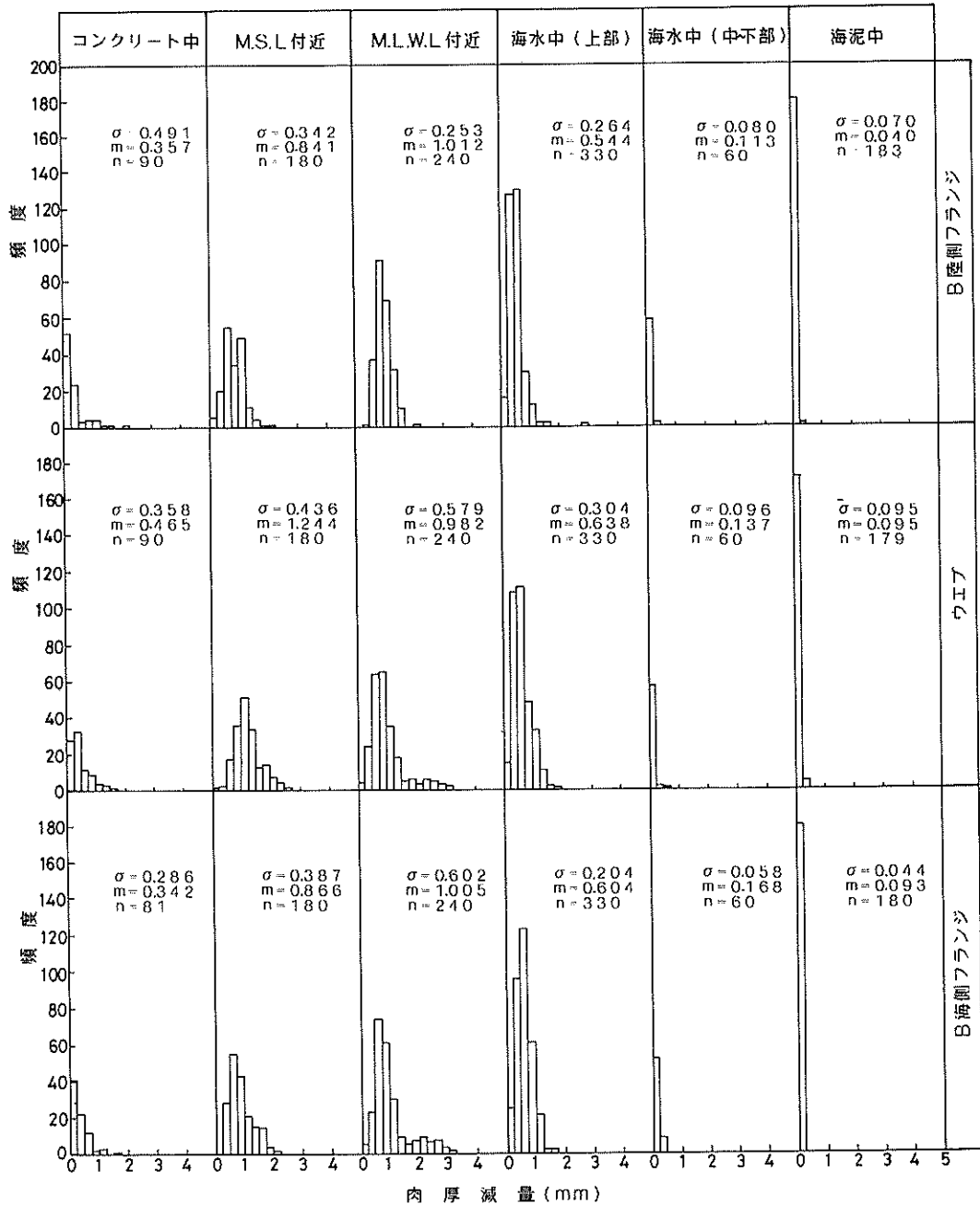


図-37 各環境における肉厚減量の度数分布図 (n = 測定点数, m = 平均値,  $\sigma$  = 標準偏差) 矢板B, 横浜港

表-5 各環境ごとの腐食速度(1)

杭, 横浜港

環 境	平均肉厚減量 (mm)		平均腐食速度 (mm/y)		最大肉厚減量 (mm)		最大腐食速度 (mm/y)	
	海 側	陸 側	海 側	陸 側	海 側	陸 側	海 側	陸 側
コンクリート中	0.717	0.425	0.042	0.025	1.715	1.606	0.101	0.094
M.L.W.L. 付近	3.563	1.813	0.209	0.107	6.445	5.219	0.379	0.307
海水中(上部)	0.819	0.487	0.048	0.029	3.412	1.755	0.201	0.103
海水中(中~下部)	1.320	1.090	0.078	0.064	3.511	1.605	0.207	0.094
海 泥 中	0.788	0.684	0.046	0.040	2.324	1.387	0.137	0.082

表-6 各環境ごとの腐食速度(2)

鋼矢板 A, B, 横浜港

環 境	平均肉厚減量 (mm)			平均腐食速度 (mm/y)			最大肉厚減量 (mm)			最大腐食速度 (mm/y)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
コンクリート中	0.478	0.436	0.391	0.028	0.026	0.023	2.180	1.447	2.002	0.128	0.085	0.118
M. S. L. 付近	0.989	1.407	0.989	0.058	0.083	0.058	2.860	2.911	2.220	0.168	0.171	0.131
M.L.W.L. 付近	1.248	1.170	1.148	0.073	0.069	0.068	3.803	4.065	2.387	0.224	0.239	0.140
海水中(上部)	0.603	0.616	0.213	0.035	0.036	0.013	3.559	3.583	2.907	0.209	0.211	0.171
海水中(中~下部)	0.222	0.145	0.185	0.013	0.009	0.011	0.372	0.639	0.490	0.022	0.038	0.029
海 泥 中	0.155	0.110	0.113	0.009	0.006	0.007	0.335	0.400	0.385	0.020	0.024	0.023

※1: 海側フランジ, 2: ウェブ, 3: 陸側フランジ

表-7 レールの各幅測定による腐食速度

横浜港

幅測定箇所	平均肉厚減量 (mm)	平均腐食速度 (mm/y)	最大肉厚減量 (mm)	最大腐食速度 (mm/y)
A	2.7	0.159	7.9	0.465
B	4.11	0.242	4.998	0.294
C	2.227	0.131	5.866	0.345
D	1.156	0.068	1.822	0.107
重量測定	1.020	0.060		

## 4. 神戸港における腐食調査

### 4.1 調査鋼管杭

調査対象構造物を表-8に示す。栈橋の位置図を図-38、断面図を図-39に示す。この栈橋は昭和35年～38年にかけて建設された。昭和58年に耐震バースに造りかえるため撤去された。鋼管杭の外径は500mm、肉厚は9mmであるが杭上部の4m区間は12mmとなっている。外部電源方式による電気防食が適用されていたが、過去2回、台風のため電気防食用の配線や電極が被災し、修理をした経歴をもっている<sup>8)</sup>。

### 4.2 調査方法

鋼管杭の回収は上部工コンクリートを破壊し、写真-

22に示すように起重機を用いて引抜かれた。引抜かれた鋼管杭の中から図-40に示すようにバースをほぼ等分するように杭2本を選定し調査鋼管杭とした。試験片の切り取りは図-41に示すとおりである。-1.05mより上は幅12cmの長尺の試験片であるが、これをさらに深度10cm毎に切断した。この部分の初期肉厚は12mmである。-2mより下の試験片の大きさは約12cm×12cmであり、初期肉厚は9mmである。試験片の脱錆以後の手順は函館港と同じである。

### 4.3 調査結果

#### (1) 観察結果

鋼管杭の回収状況および回収した鋼管杭からの試験片の切り取り状況を写真-22に示す。回収された鋼管杭には

表-8 神戸港における調査対象構造物

施設名	水深 (m)	鋼管杭			施工年 (年)	調査年 (年)	経過期間 (年)	防食法
		φ(mm)	t(mm)	ℓ(m)				
摩耶ふ頭 第1突堤 1-2バース	-10.0	500	12.0	34.5	S. 35	S. 58	20	外部電源 法による 電気防食
			9.0		S. 38		23	

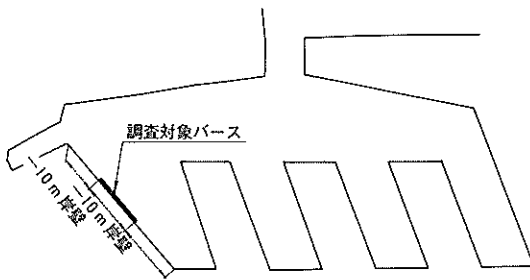


図-38 調査位置図

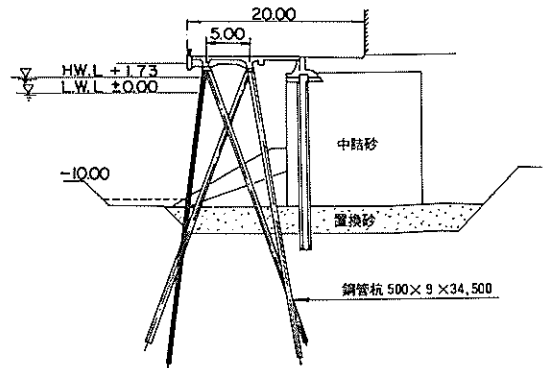


図-39 調査構造物の断面図 (回収杭は黒く塗られた杭)

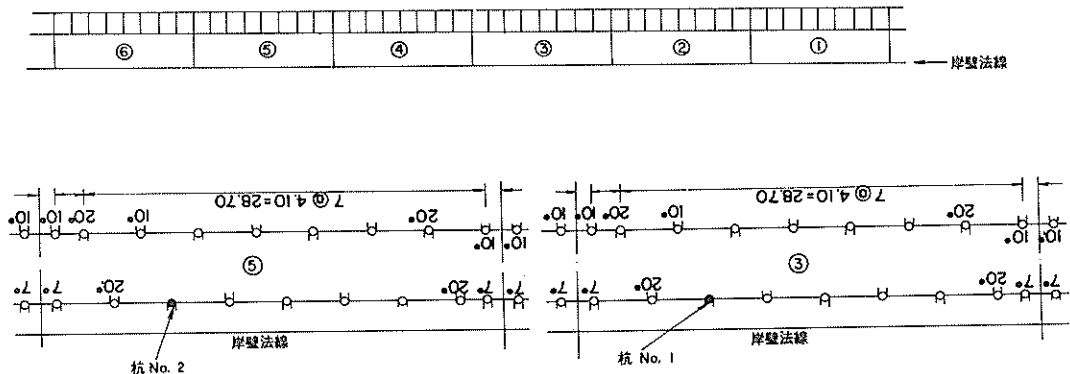


図-40 回収杭の位置図

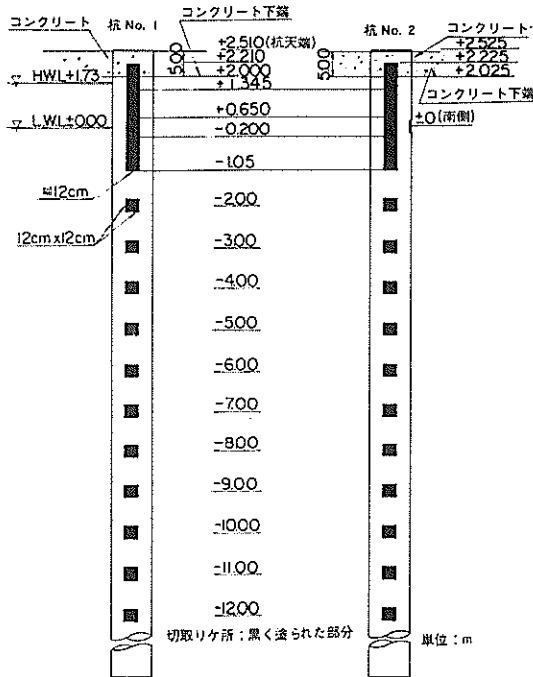


図-41 鋼管杭の切取り箇所

付着生物等はあまり多く付着しておらず、所々赤錆の生じているのが目立った。

脱錆後の試験片の表面状況を写真-23～写真-26に示す。写真-23および写真-25をみると杭 No. 1, No. 2ともコンクリート直下からH. W. L. にかけて深い孔食がみられ腐食の激しいことがうかがえる。M. S. L. 付近の表面はあまり凹凸がみられない。写真-24および写真-26の海水中では深度が下がるに従い試験片の表面は平滑になり、杭 No. 1 で-9 m以深、杭 No. 2 では-10 m以深で特に平滑であった。

## (2) 腐食傾向

調査鋼管杭の肉厚測定結果を付表-19～付表-20に示す。肉厚減量を深度方向について図示すると図-42および図-43のとおりである。杭 No. 1 と杭 No. 2 ではほぼ同じ傾向を示している。H. W. L. 付近の腐食が著しく特にH. W. L. 直上部では最大肉厚減量が10mmに達している。これは局部的に深い孔食が生じていたからである。鋼管杭の初期肉厚は-1 m付近より上では12mmであったが、もし下部と同じ9 mmであれば孔が発生していたと考えられる。H. W. L. 付近では孔食のため最大肉厚減量と平均肉厚減量で2倍以上の開きがある。M. S. L. 付近になると肉厚減量は急激に少なくなるが、M. S. L. 付近より下がると再び肉厚減量が増大し、平均肉

厚減量はH. W. L. 付近と同じかそれを上回る量になっている。しかし、最大肉厚減量と平均肉厚減量の差はあまりない。±0 mより下では平均肉厚減量は少なく、下部になるほど減少している。また、最大肉厚減量についても杭 No. 1 の-4 mで1箇所孔食(肉厚減量2.6 mm)がみられた以外はあまり大きい腐食はみられない。杭 No. 1 およびNo. 2ともM. L. W. L. 直下付近の腐食がやや大きく、また、H. W. L. 付近でも腐食が著しく海洋環境における鋼材の腐食の典型的なパターンを示している。H. W. L. 付近は電気防食の効果がおよばないから腐食するのは当然とも言えるが、ここでは特に孔食が著しかった。M. L. W. L. 直下付近でやや腐食が大きかったのは後述するが電気防食の不完全な時期があったためと考えられる。

## (3) 試験片の肉厚分布

横浜港と同様に試験片の切断面の形状を図-44および図-45に示す。なお、図-44においては-1.03m以上、図-45では-1.025 m以上が初期肉厚12mmで、-2 m以深が初期肉厚9 mmである。杭 No. 1 の+2.16 m、杭 No. 2 の+2.08 mはコンクリート中にわずかに入ったところであるが鋼材表面に凹凸がみられる。H. W. L. 付近には孔食が生じており、孔食の生じている箇所は肉厚が極めて薄いことがこの図からもわかる。現有肉厚がかなりあるために深度方向における腐食量の変化が顕著ではないが、+1.9 m付近から+1.4 m付近にかけてと+0.6 m付近から+0.2 m付近にかけて肉厚の減少が認められる。海水中においては肉厚の減少は少なく、鋼材表面も一部を除いて平滑であり、深度が深くなるとさらに平滑である。

次に、各環境における肉厚減量の度数分布を示すと図-46のようになる。杭 No. 1 およびNo. 2とも同じような度数分布図を示している。海水中は分布の幅が狭く最多頻度が明確に現われている。M. L. W. L. 付近とH. W. L. 付近では分布の幅は広く、特にH. W. L. 付近ではとびぬけて肉厚減量の大きいものがみられる。コンクリート中は肉厚減量が小さく分布の幅もわずかである。

## (4) 腐食速度

各環境での腐食速度を表-9に示す。平均腐食速度でみるとH. W. L. 付近で0.17～0.19 mm/y、M. L. W. L. 付近で0.17～0.21 mm/yと両者はほぼ同じであるが、最大腐食速度ではH. W. L. 付近では孔食のため0.5 mm/y程度であるのに対しM. L. W. L. 付近では0.22～0.29 mm/yとなっている。M. S. L. 付近では平均腐食速度で0.05～0.08 mm/y、最大腐食速度は0.11～0.16 mm/yであり、これは海水中上部の平均腐食速度

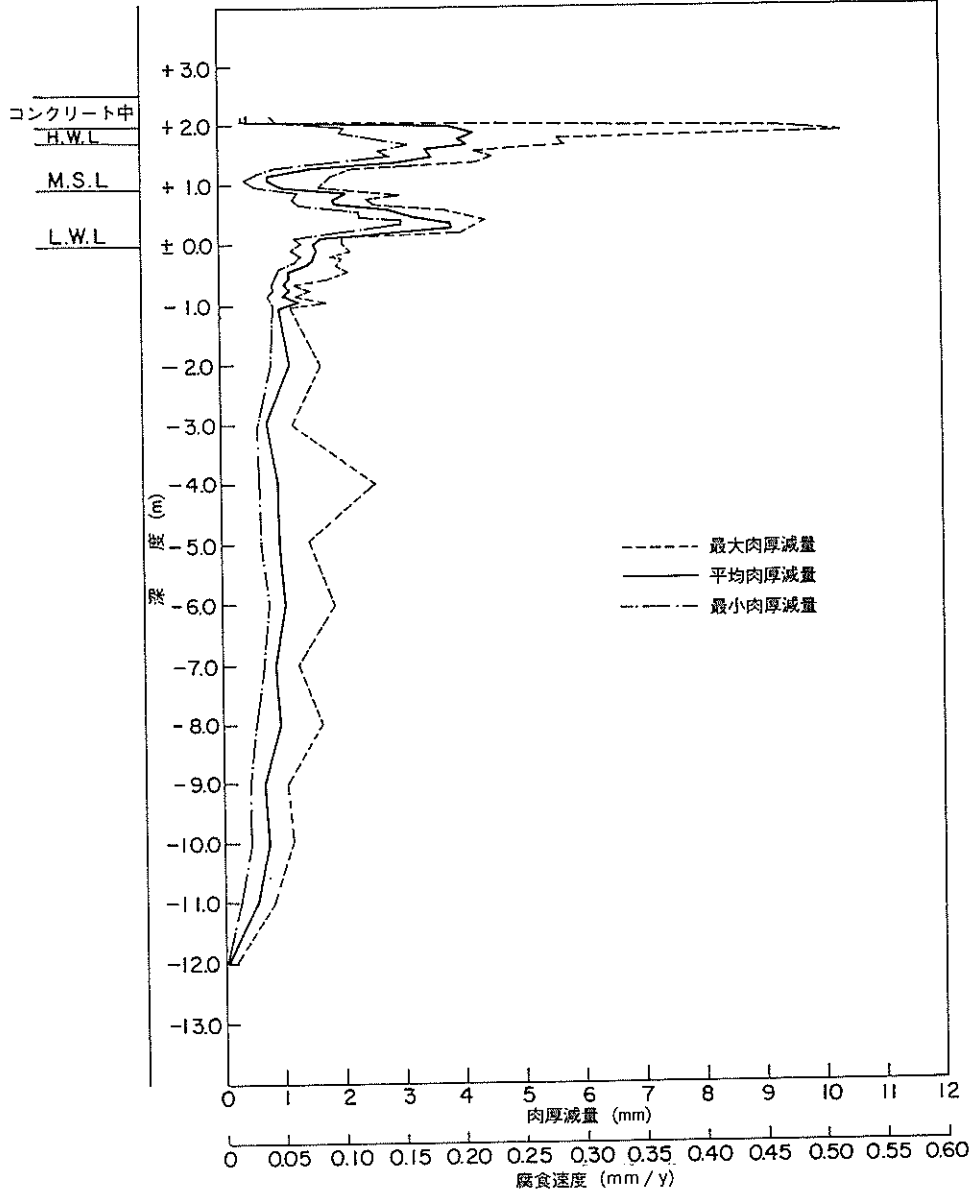


図-42 切り取り鋼管杭の腐蝕傾向(1), 神戸港

0.06 mm/y, 最大腐食速度 0.10~0.19 mm/y とほぼ同じである。海中は下部になる程腐食速度は小さくなり、海水中下部では平均腐食速度で 0.02~0.03 mm/y, 最大腐食速度でも 0.05~0.07 mm/y である。後述するように電気防食を十分に行なっていればこれより小さな腐食速度であったと思われる。

#### (5) 電気防食の防食状況

このバースにおいては外部電源方式による電気防食が行われていたので防食状況について述べると、付表-21

は昭和55年11月に行なった電位測定結果である。測定位置の番号は図-40の平面図において栈橋No.1ブロック側よりの順になっている。測定位置は1ブロックに2地点ずつ取られていた。したがって、調査杭No.1は電位測定位置No.6の近傍で、調査杭No.2は測定位置No.10の近傍である。電位の測定は海水塩化銀電極を使用して深度1mピッチに行なっている。測定位置No.12を除き測定電位は-750 mV~-775 mVの範囲で防食電位(-780 mV)に達していなかった。電位測定はこれ以

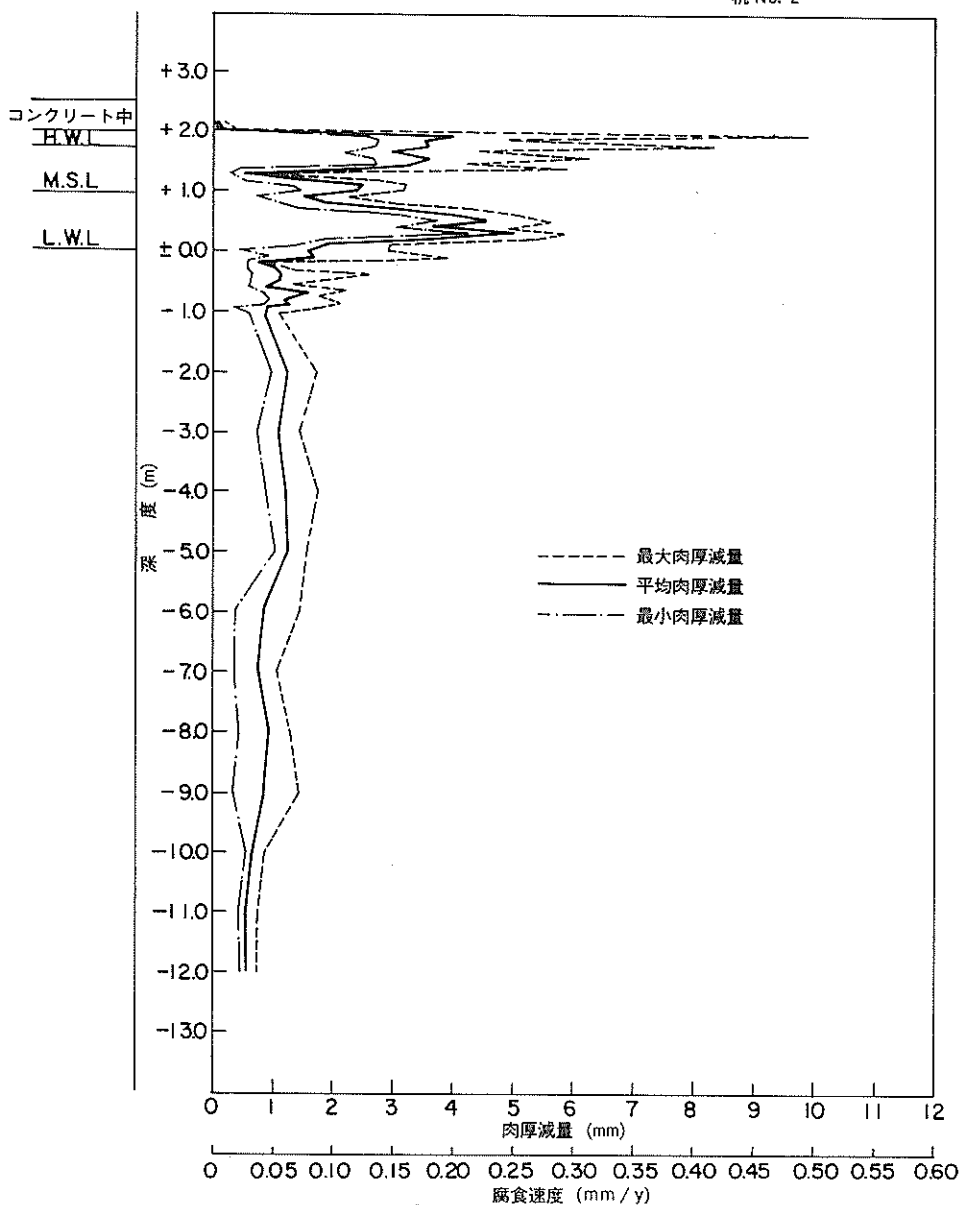


図-43 切取り鋼管杭の腐蝕傾向(2), 神戸港

外にも行われており、その結果を付表-22に示す。大体が防食電位より卑な値を示していたが、ときには防食電位に達していないこともあったようである。

以上のように、このバースにおける電気防食の状況は

電位測定の結果、防食電位に達していない時期があったり、前述したように台風の被災にあい電気防食用の装置の破損等があり、電気防食の不完全な時期があったと思われる。



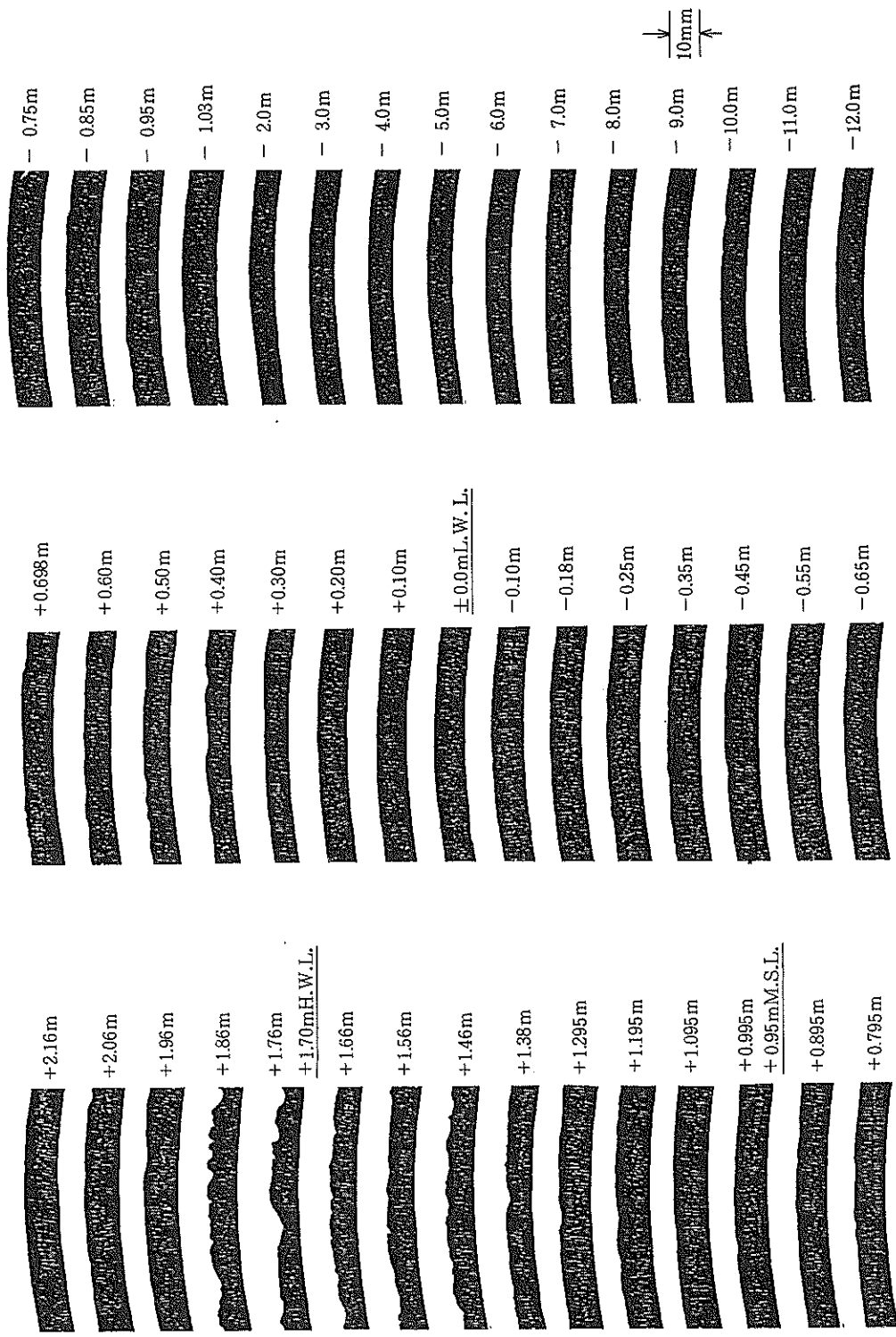
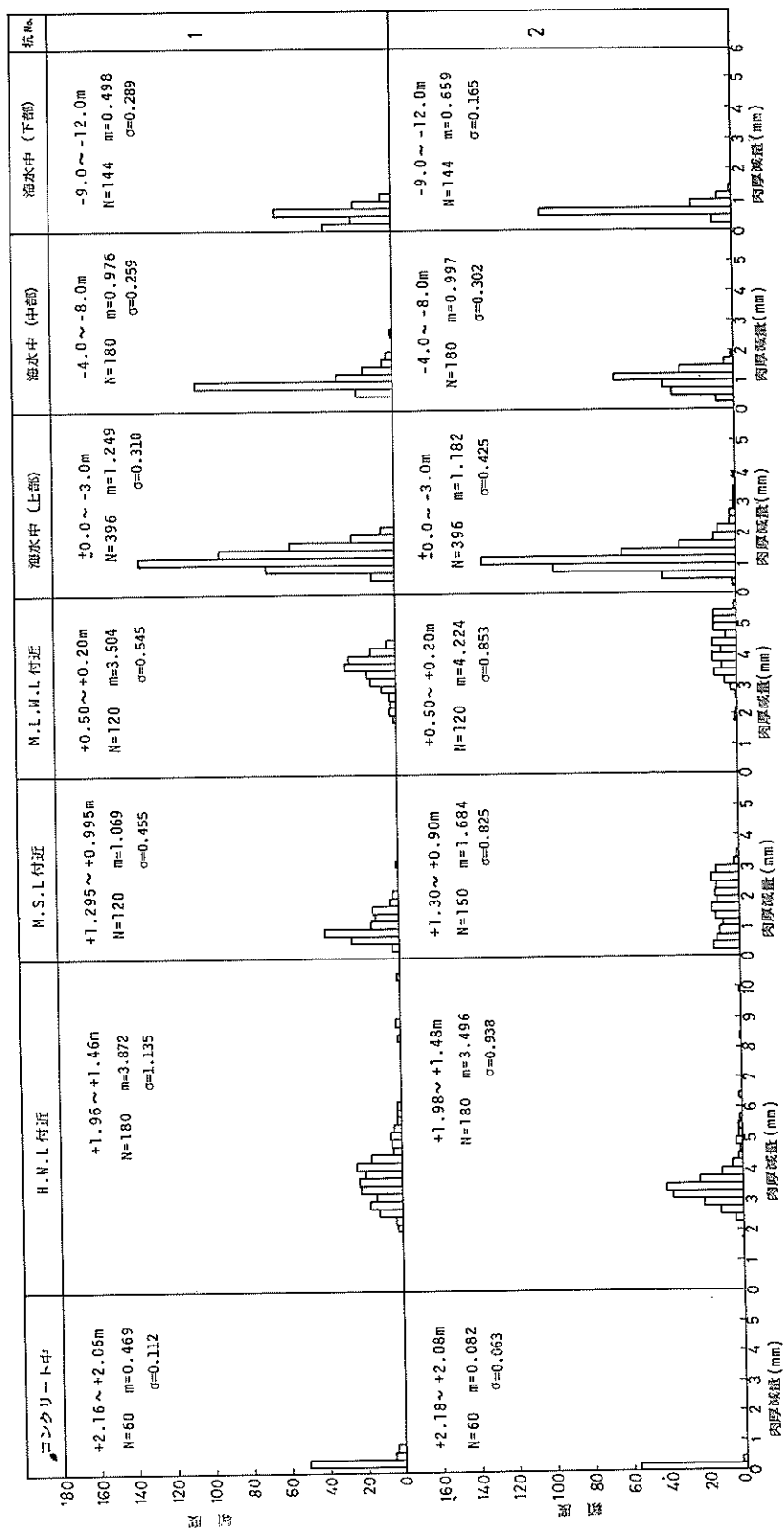


図-44 切取り試験片の断面状況図(1), 杭No. 1, 神戸港



図-45 切取り試験片の断面状況図(2), 杭No. 2, 神戸港



図一46 各環境における肉厚減量の度数分布図 (n = 測定点数, m = 平均値, σ = 標準偏差), 神戸港

表-9 各環境ごとの腐食速度

神戸港

環 境	平均肉厚減量 (mm)		平均腐食速度 (mm/y)		最大肉厚減量 (mm)		最大腐食速度 (mm/y)	
	No. 1	No. 2	No. 1	No. 2	No. 1	No. 2	No. 1	No. 2
コンクリート中	0.469	0.082	0.023	0.004	0.908	0.330	0.045	0.017
H. W. L. 付近	3.872	3.496	0.194	0.175	10.356	9.862	0.518	0.493
M. S. L. 付近	1.069	1.684	0.053	0.084	2.220	3.198	0.111	0.160
M.L.W.L. 付近	3.504	4.224	0.175	0.211	4.460	5.884	0.223	0.294
海水中 (上部)	1.249	1.182	0.062	0.059	2.168	3.846	0.108	0.192
海水中 (中部)	0.976	0.897	0.049	0.050	2.586	1.768	0.129	0.088
海水中 (下部)	0.498	0.659	0.025	0.033	1.126	1.406	0.056	0.070

## 5. 平良港における腐食調査

### 5.1 調査鋼矢板

平良港における調査対象構造物を表-10に示す。図-47に平面図を、図-48に断面図を示す。この岸壁は昭和

30年～昭和36年にかけて建設され、昭和59年岸壁を新しく前面に出し改造することになったものである。+3.0 mまで矢板は露出しており、H. W. L. 付近の腐食を調べるのには恰好の構造物であった。

表-10 平良港における調査対象構造物

施設名	水深 (m)	鋼 矢 板			延長 (m)	建設年 (年)	経過期間 (年)	防食法	調査年月
		タイプ	t (mm)	ℓ (m)					
-4.5 m 岸壁	0~-6	YSPIV	15.5		522	S. 30 S. 36	24	なし	S. 59

※建設年をS. 35としてとった。

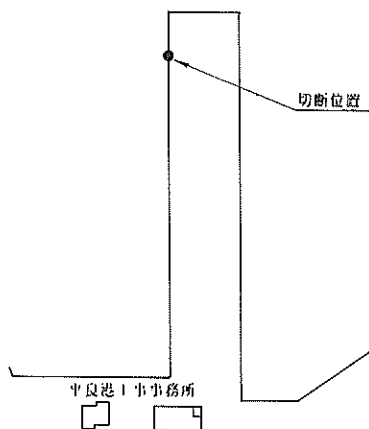


図-47 -4.5 m 岸壁平面図および鋼矢板回収位置

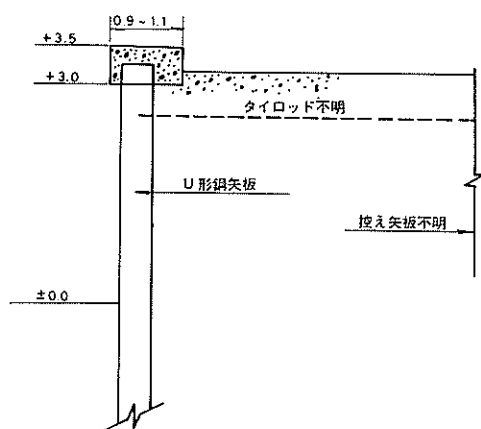


図-48 -4.5 m 岸壁断面図

## 5.2 調査方法

### (1) 試験片の切取り

試験片は図-47の回収位置より回収し、切取りの詳細は図-49に示すように凸矢板、凹矢板各1枚ずつより、コンクリート中から-1.0mまでは長尺物を現地でガス切断し、-2.0m~-4.0mは1mピッチに12cm×12cm幅で試験片を切取った。長尺試験片についてはさらに10cm深度毎に切断を行なった。試験片の切断以後の手順は函館港と同様である。

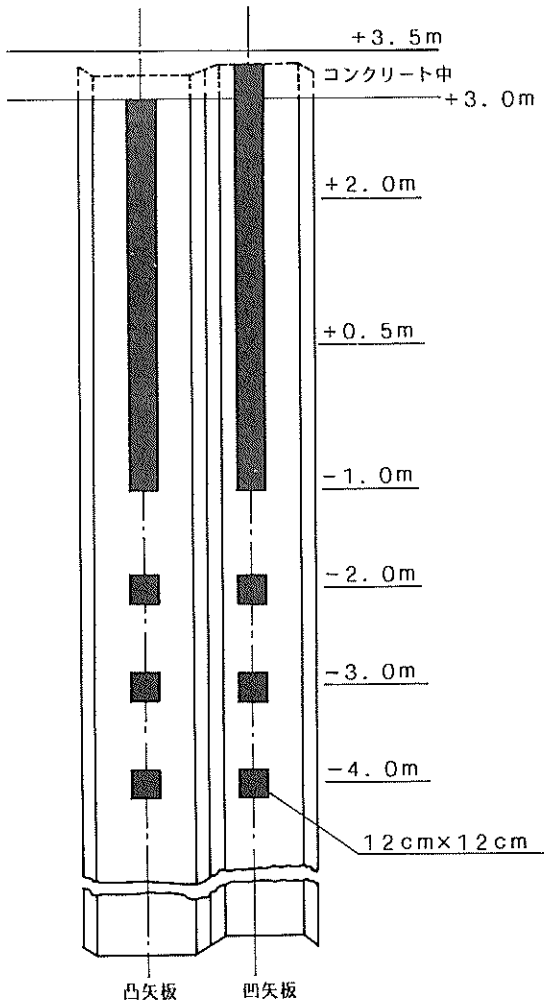


図-49 鋼矢板の切取り箇所

## 5.3 調査結果

### (1) 観察結果

調査した岸壁の状況および切取りを行なった長尺試験片を写真-27に示す。+0.5m付近~+2m付近までは

付着物(石灰物)で鋼材表面は覆われている。+2m付近より上部では厚い錆層が固着しており、凸矢板では腐食によって孔のあいているところも認められる。

脱錆後の試験片の表面状況を写真-28~写真-33に示す。写真-28~写真-30の凸矢板では+2.05mより上部においては腐食が激しく、+2.05m~+2.15m間および+2.65m~+2.85m間で腐食による孔の発生がみられる。なお、+2.65m~+2.75m、+1.25m~+1.35m、-0.85m~-0.95mの大きい丸い孔は腐食によるものではない。+2.85m~+1.85m程度まで鋼材の表面は凹凸が極めて大きく、それで深では凹凸は小さくなる。写真-31~写真-33の凹矢板ではコンクリート上部直下の+2.95m付近から+1.55m付近まで孔食が目立ち、特に+1.85mにおいては孔食による孔が認められた。+1.55m以深ではやや凹凸がみられるがそれ程大きいものではない。また、+0.45m付近から下ではミゾ状の腐食がみられる。なお、+3.05mのコンクリート中と+1.35m~+1.45mにかけての孔は腐食によるものではない。

### (2) 腐食傾向

調査鋼矢板の肉厚測定結果を付表-23~付表-24に示す。また、肉厚減量を深度方向について図示すると図-50および図-51のとおりである。図をみると凸矢板、凹矢板とも同じような傾向を示し、H. W. L. 上で腐食は激しく、M. S. L. 付近では小さい。L. W. L. 付近では海水中よりやや大きい肉厚減量を示しているが、M. L. W. L. 直下付近の凸矢板におこる集中腐食の傾向は認められない。

### (3) 試験片の肉厚分布

試験片の切断面の形状を図-52~図-55に示す。図-52~図-53の凸矢板では現有肉厚の極めて薄いところは+2.85m~+2.05m間で、腐食により孔のあいている試験片が9枚中4枚にみられる。このうちでも特に腐食の大きいところは+2.85m~+2.75mの間である。また、+1.95m~+1.85m間でも3mm程度の凹凸がみられる。+1.75m以深ではそれ程極端な肉厚の減少は認められない。図-54~図-55の凹矢板でも現有肉厚のかなり薄いところは+2.85m付近より始まり+2.25m付近までみられる。特に孔食(深さ6~8mm)の大きいところが目立つ。+1.95m~+1.65mあたりで若干凹凸がみられるが、それ以下の深度では極端に肉厚の薄いところは凸矢板と同じようにみられない。

次に、各環境毎の肉厚減量の度数分布を示すと図-56のようになる。図-56の凸矢板ではコンクリート上部直下~H. W. L. 付近にかけての環境では、肉厚減量は5mm~15.5mmに分布しており、分布の幅は右側にか

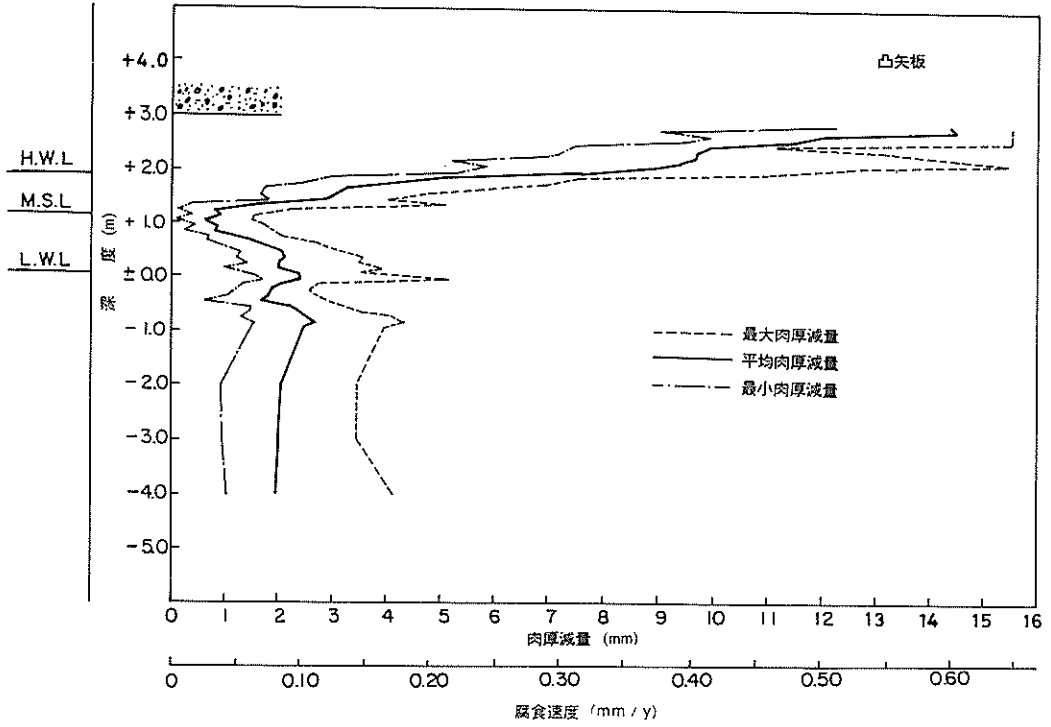


図-50 切取り鋼矢板の腐蝕傾向(1), 平良港

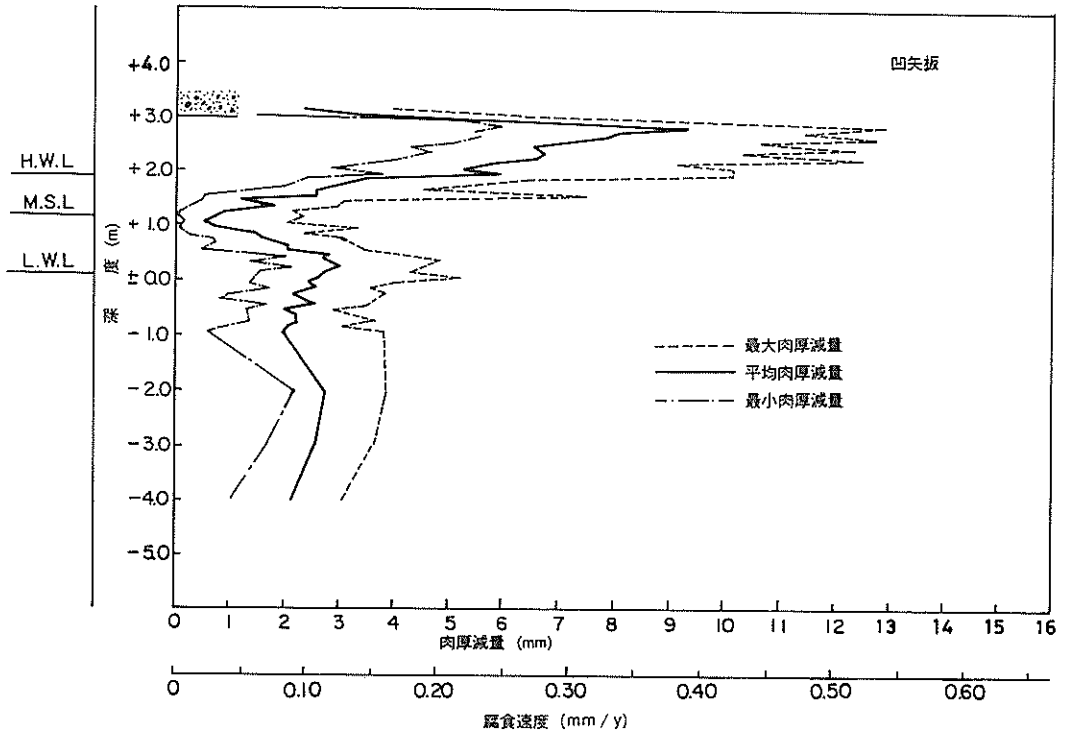


図-51 切取り鋼矢板の腐蝕傾向(2), 平良港

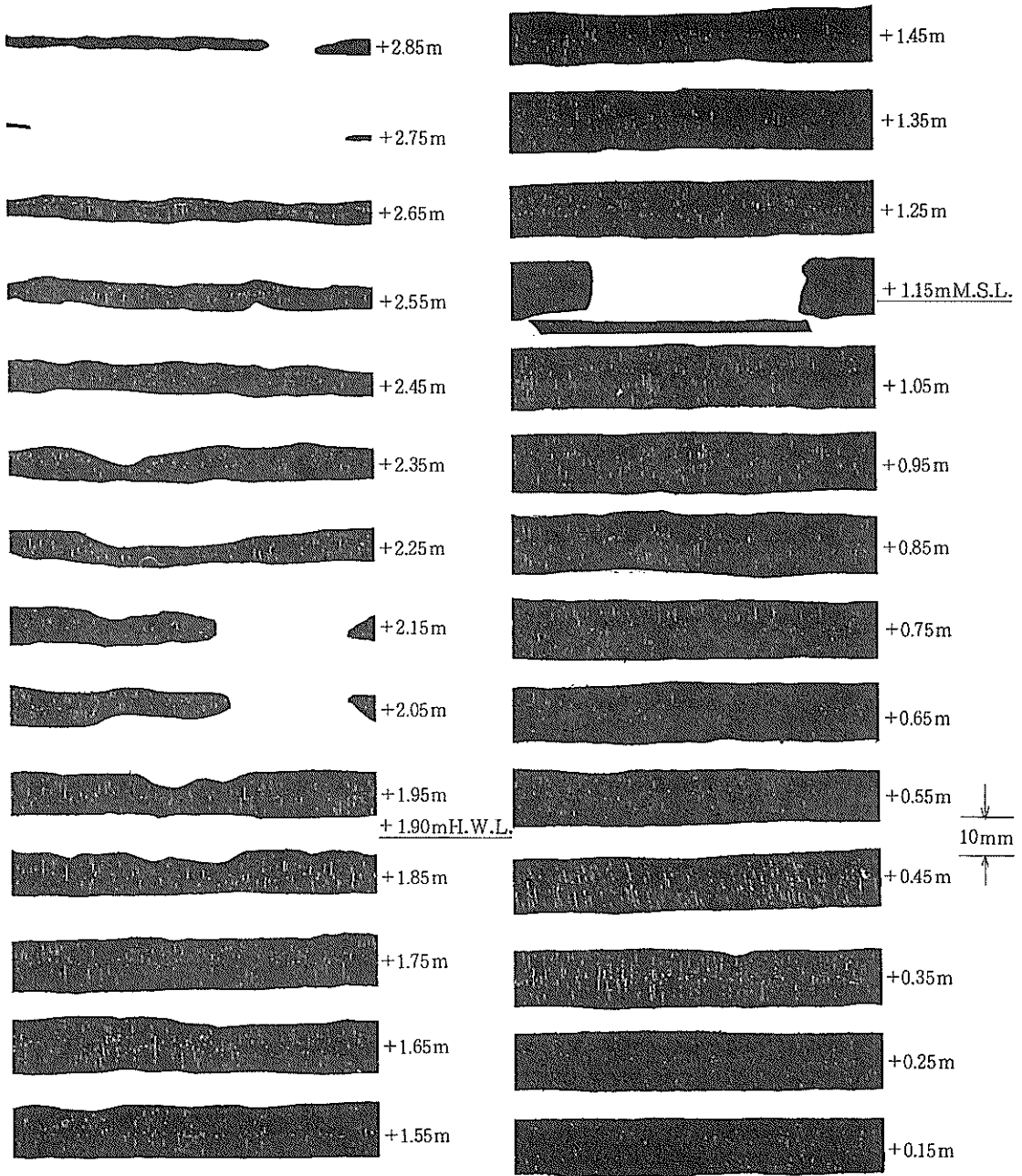


図-52 切り取り試験片の断面状況図(1), 凸矢板, 平良港

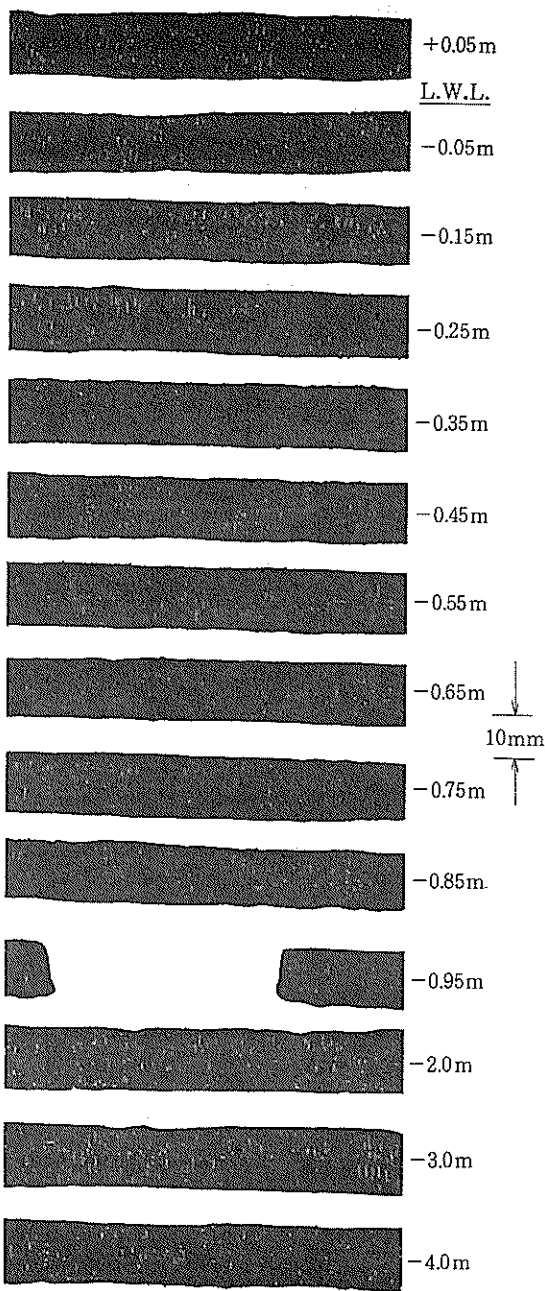


図-53 切取り試験片の断面状況図(2), 凸矢板, 平良港

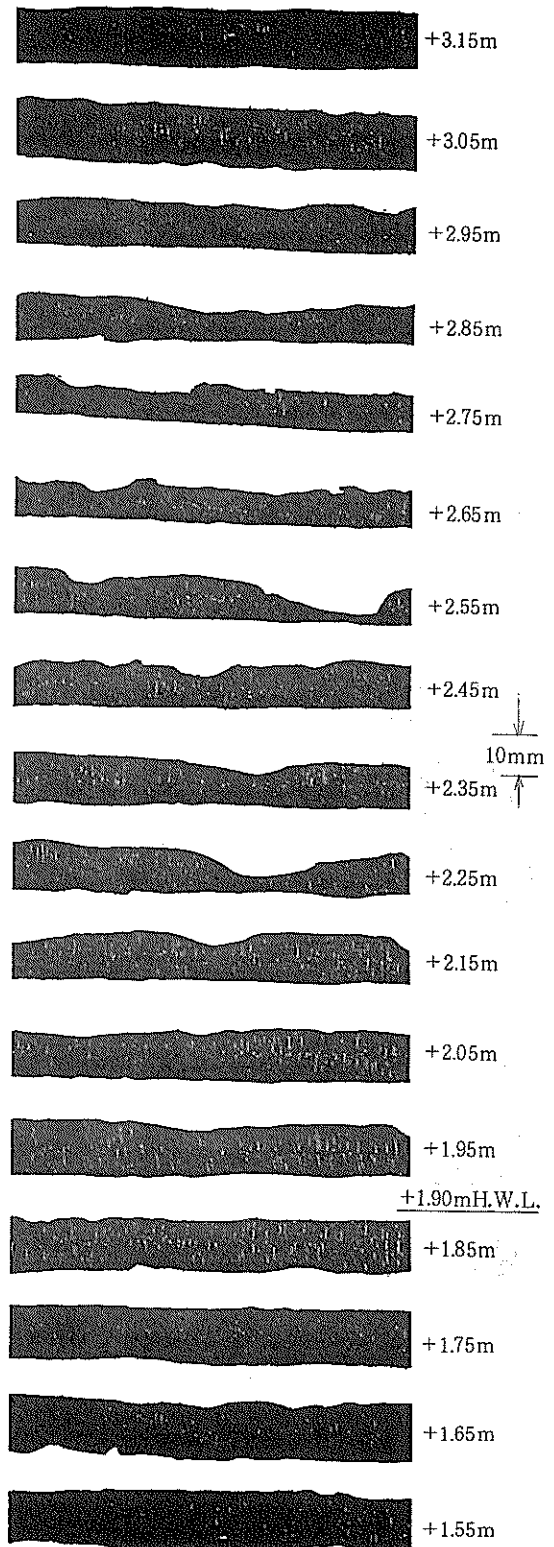


図-54 切取り試験片の断面状況図(3), 凹矢板, 平良港



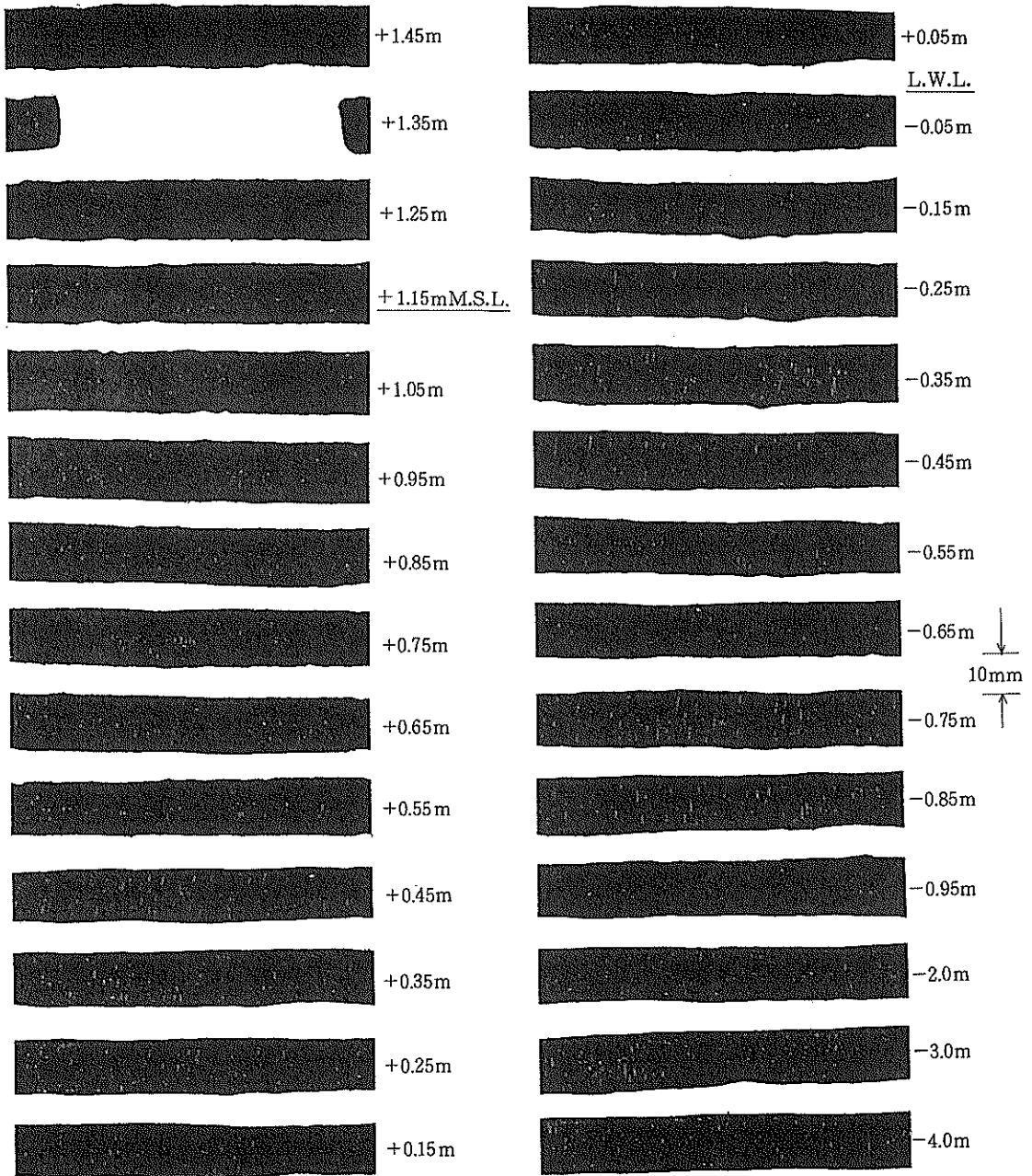
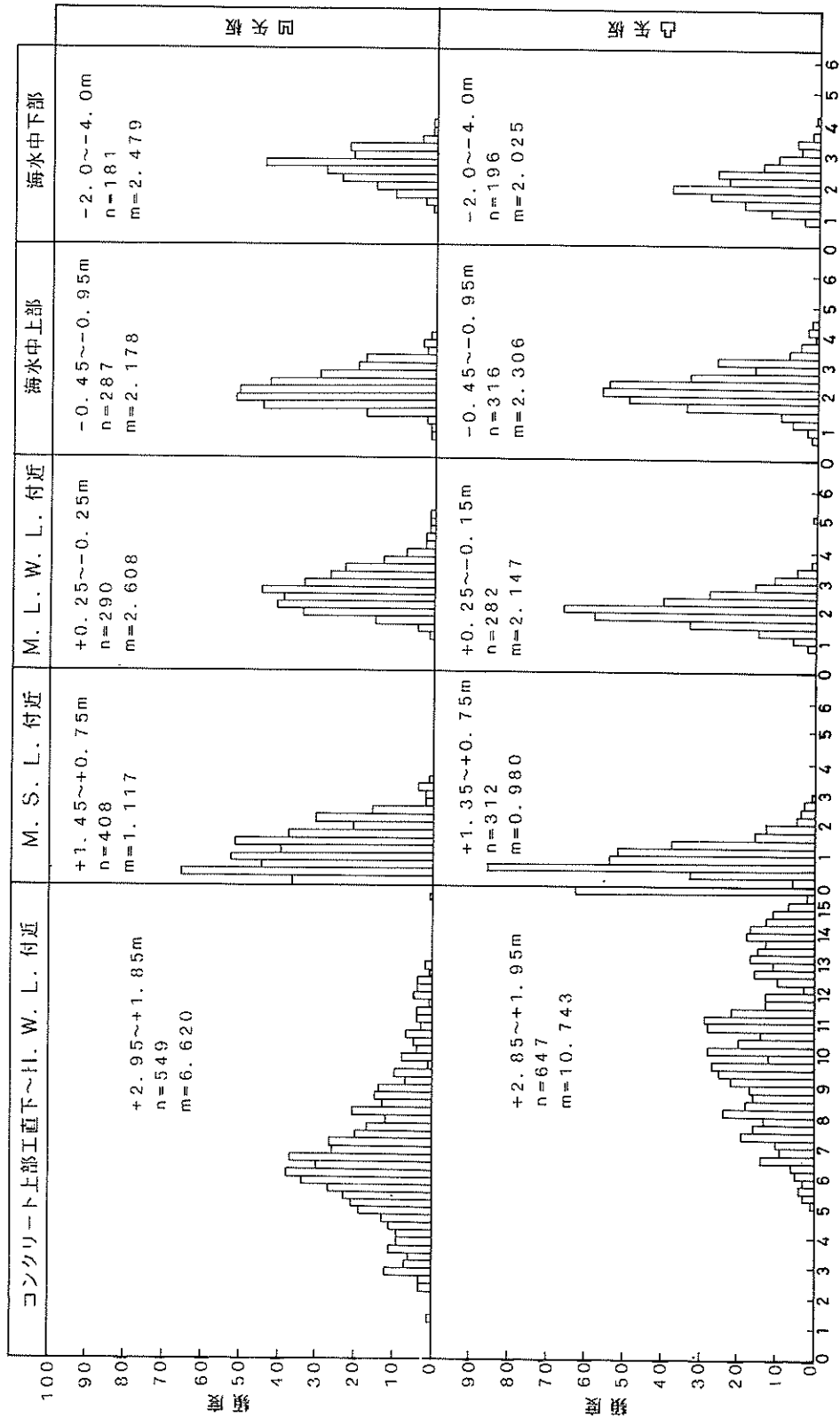


図-55 切取り試験片の断面状況図(4), 凹矢板, 平良港



肉厚減量 (mm)

図-56 各環境における肉厚減量の度数分布図 (n = 測定点数, m = 平均値, σ = 標準偏差), 平良港

表一 11 各環境ごとの腐食度

平良港

環 境	平均肉厚減量 (mm)		平均腐食速度 (mm/y)		最大肉厚減量 (mm)		最大腐食速度 (mm/y)	
	凸矢板	凹矢板	凸矢板	凹矢板	凸矢板	凹矢板	凸矢板	凹矢板
コンクリート中	/	2.841	/	0.118	/	5.719	/	0.238
コンクリート上部工直下 ～H. W. L. 付近	10.743	6.909	0.448	0.288	15.500	15.500	※ 0.646 以上	※ 0.646 以上
M. S. L. 付近	0.846	1.097	0.035	0.046	2.227	3.300	0.093	0.138
M. L. W. L. 付近	2.147	2.608	0.089	0.109	5.155	5.242	0.215	0.218
海水中(上部)	2.306	2.177	0.096	0.091	4.313	3.814	0.180	0.159
海水中(下部)	2.025	2.479	0.084	0.103	4.136	3.888	0.172	0.162

※調査時にすでに孔があいていたので0.646mm/y以上とした。

たよっている。肉厚減量の平均が10.743mmで、分布状況のうち15.25mm～15.5mm間の肉厚減量は全測定数647点中63点もあり、約1割近くがここに分布していることとなり腐食の激しさがうかがえる。M. S. L. 付近では肉厚減量の最多頻度は1mm以下の所に位置し腐食は小さい。M. L. W. L. 付近でも最多頻度は2mm前後、海水中の上、下部とも同様な傾向を示し大きい腐食はみられない。また、凹矢板ではコンクリート上部工直下～H. W. L. 付近では平均肉厚減量が6.620mmと凸矢板に比べて少ないが、肉厚減量の分布は1mm～15.5mmの範囲に広がっており腐食は大きい。その他の環境においては凸矢板と大差なかった。

#### (4) 腐食速度

付表-23および付表-24に基づき各環境毎の腐食速度を整理すると表-11のようになる。表-11よりコンクリート中においては凸矢板の試験片がないので凹矢板について示すと平均腐食速度で0.1mm/y、最大で0.2mm/yとコンクリート中としては大きい値を示した。大きい値を示した原因としては写真-27に示すようにコンクリート自体の劣化が非常に激しいためと考えられる。コンクリート上部工直下～H. W. L. 付近では特に凸矢板の腐食が大きく平均腐食速度で0.45mm/y、最大腐食速度では0.65mm/y以上で腐食による孔のあいている所が多くみられる。凹矢板では平均腐食速度は0.29

mm/y、最大腐食速度は凸矢板と同じく0.65mm/y以上であった。M. S. L. 付近では凹矢板、凸矢板とも平均腐食速度は0.03mm/y～0.05mm/yと小さく、最大腐食速度は0.09mm/y～0.14mm/yであった。M. L. W. L. 付近では平均腐食速度で0.09mm/y～0.11mm/y、最大腐食速度では0.22mm/y程度で集中腐食の傾向はみられなかった。集中腐食のみられなかった理由としては干満帯、特にM. S. L. 付近に有機質の石灰物が多く付着していたため、M. L. W. L. 付近とM. S. L. 付近とのマクロセル作用が活発でなかったためと考えられる。海水中では平均腐食速度で0.08mm/y～0.1mm/yの範囲で、最大腐食速度でも0.15mm/y～0.18mm/yとそれ程大きい値ではなかった。

## 6. 結 論

調査結果より以下のことが言える。

(1) 鋼管杭および鋼矢板の各環境毎の平均および最大腐食速度を示すと表-12のとおりである。

M. L. W. L. 付近では大きい値が3例もあり、腐食速度自体は大きくないが海水中に比べ大きいものが1例ある。平良港のH. W. L. 付近およびM. L. W. L. の3例を除いた平均腐食速度はいずれも標準的な腐食速度といわれるH. W. L. 上の0.3mm/y、H. W. L. ～海底面間の0.1mm/yと同じ程度かやや小さい値であった。な

表-12 各調査港の環境別腐食速度 (mm/y)

環境	港名	横 浜		神 戸	平 良
		函 館	杭		
H. W. L. 付近	0.07 0.14			0.18 ~ 0.19 0.52	0.29 ~ 0.45 0.65 以上
M. S. L. 付近	0.03 0.05		0.05 ~ 0.08 0.17	0.05 ~ 0.08 0.16	0.03 ~ 0.05 0.14
H. L. W. L. 付近	0.37 以上 0.37 以上	0.11 ~ 0.20 0.38	0.05 ~ 0.12 0.23	0.18 ~ 0.21 0.29	0.09 ~ 0.11 0.21
海 水 中 (上部)	0.04 0.08	0.03 ~ 0.05 0.20	0.01 ~ 0.04 0.21	0.06 0.19	0.09 0.18
海水中 (中~下部)		0.06 ~ 0.08 0.20	0.01 ~ 0.07 0.04	0.03 ~ 0.05 0.13	0.08 ~ 0.10 0.17
海 泥 中		0.04 ~ 0.05 0.13	0.01 以下 0.02		

※各環境の上段に平均腐食速度、下段に最大腐食速度を示す。

お、横浜港および神戸港では不完全な時期はあったが、電気防食を施していたので無防食であればM. S. L. 付近より下では表-12の値より腐食速度はより大きくなったと思われる。最大腐食速度は平均腐食速度の2~3倍のものが多かった。

M. L. W. L. 付近およびH. W. L. 付近で肉厚減量値が幅広く分布していた。その他の部分では最多頻度値が明確に現われ分布の幅も狭くなっている。

タイロッドの平均腐食速度は0.05mm/y、最大腐食速度では0.076mm/yを示し、土中に埋設されている鋼材としては通常値よりやや大きかった。

レールの腐食は図-14に示すA~Dの幅測定結果によると平均腐食速度ではB部が最も大きく0.24mm/yを示した。

(2) 函館港においては集中腐食により孔のあいてしまったM. L. W. L. 直下付近を除いた他の部分では50年以上経過したにもかかわらず、その腐食は小さく、平均腐食速度では0.07mm/y以下であった。集中腐食が生じなかったら、すなわち集中腐食を防ぐ措置が行われていれば構造上の耐用期間はさらに長期間期待できたわけで集中腐食対策がポイントであることを物語っている。

(3) 横浜港、神戸港においては流電陽極方式および外部電源方式による電気防食を施していたが、電位の測定記録からみると防食が完全でない期間があったようである。M. L. W. L. 直下付近にやや大きい腐食の傾向がみられたのはそのためと思われる。しかし、電気防食を行

なっていたために、孔のあく程の大きな集中腐食を抑制出来たものと考えられる。現在まで電気防食調査を28例実施してきたが、これらの調査例<sup>11)~14)</sup>や電気防食の水槽実験<sup>9)</sup>からも電気防食を十分管理している場合には集中腐食は認められていない。電気防食の効果を期待するためには構造物の電位が防食電位より卑となるように電気防食の維持管理を十分行なうことが大切である。

(4) 平良港については上部工の下端深度が+3.0mと高い位置にあったため、H. W. L. 付近から上部の亜熱帯地方における腐食傾向を調査することが出来た。その部分の腐食は非常に大きく凹矢板よりも凸矢板の方が激しかった。最大腐食速度では凸矢板、凹矢板ともに0.65mm/y以上で腐食による孔の発生が認められた。また、神戸港のH. W. L. 付近に著しい孔食が生じており、最大腐食速度にして0.5mm/yに達していた。電気防食はほぼ常時海水が存在している所でないとその効果は十分でないため、H. W. L. 付近の腐食防止には役立たなかったためである。電気防食を適用する場合でもL. W. L. 付近から上部の鋼材には被覆材などによって防食を行なうことが望ましく、このことは電気防食の防食電流の低減にも役立つ<sup>10)</sup>。

## あ と が き

本調査は在来施設を撤去する際に、調査目的に応じた内容で試験片を切り取り調査を行なったものである。腐食した鋼材の肉厚分布について詳しい資料を得る事が出来

た。従来、設計において平均的な腐食速度が用いられてきたが、最大腐食速度をどのように考慮すべきかは課題であり、その検討にこの資料が利用出来ると考えられる。その上、函館港における集中腐食の傾向や電気防食の管理上の問題、あるいは亜熱帯地方における H. W. L. 付近の腐食等、この調査は防食のポイントが何であるかを端的に示していると思われる。

また、横浜港においてコンテナ・クレーンに使用されていたレールの腐食状況を調査することが出来た。レールの腐食調査を実施したことは今回が初めてであり、この資料は港湾環境に使用されているレールの耐用年数等を検討するうえからも非常に貴重なものと思われる。

最後に、本調査の実施に際してご協力いただいた神戸港工事事務所、平良港工事事務所、横浜港ふ頭公社、函館市港湾部の関係各位および肉厚測定を担当していただいた前材料施工研究室山中肇君に対してお礼申し上げます。

(1987年9月30日受付)

## 参考文献

- (1) 善一章, 阿部正美: 港湾構造物の所要防食電流に関する調査, 港湾技研資料, No. 365, 1980
- (2) 善一章, 横井聡之, 阿部正美: 港湾構造物の電気防食調査(その1), 港湾技研資料, No. 475, 1984
- (3) 横井聡之, 阿部正美: 港湾構造物の電気防食調査(その2), 港湾技研資料, No. 502, 1984
- (4) 横井聡之, 阿部正美: 港湾構造物の電気防食調査(その3), 港湾技研資料, No. 532, 1985
- (5) 善一章, 阿部正美: 港湾鋼構造物の腐食調査(第1報), 港湾技研資料, No. 49, 1968
- (6) 善一章, 阿部正美: 那覇港泊ふ頭, 那覇港那覇ふ頭および直江津港西ふ頭における腐食調査, 港湾技研資料, No. 289, 1978
- (7) 善一章, 阿部正美: 港湾鋼構造物の腐食調査(第6報), 港湾技研資料, No. 131, 1972
- (8) 第三港湾建設局神戸港工事事務所: 摩耶ふ頭直轄工事施工の記録, 1966
- (9) 善一章, 阿部正美: 集中腐食に対する電気防食の適用性, 港湾技術研究所報告, Vol. 22, No. 2, 1983
- (10) 阿部正美 横井聡之: 被覆工と電気防食との併用効果に関する実験, 港湾技研資料, No. 537, 1985

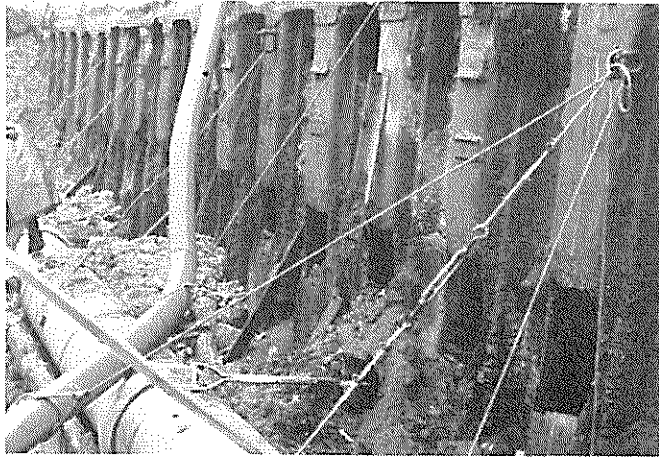


写真-1 鋼矢板試験片切取り前の状況，函館港

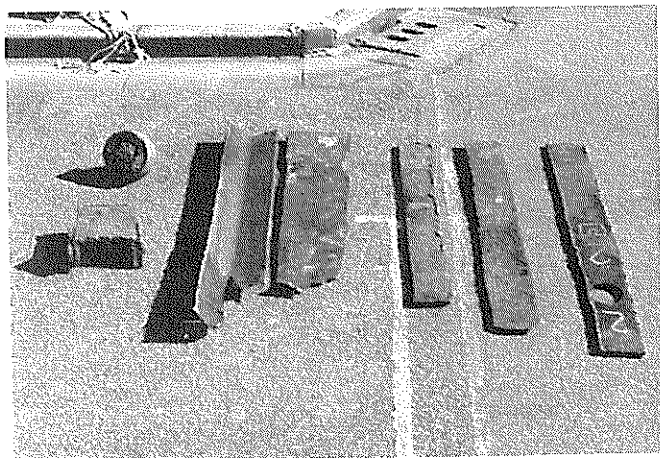
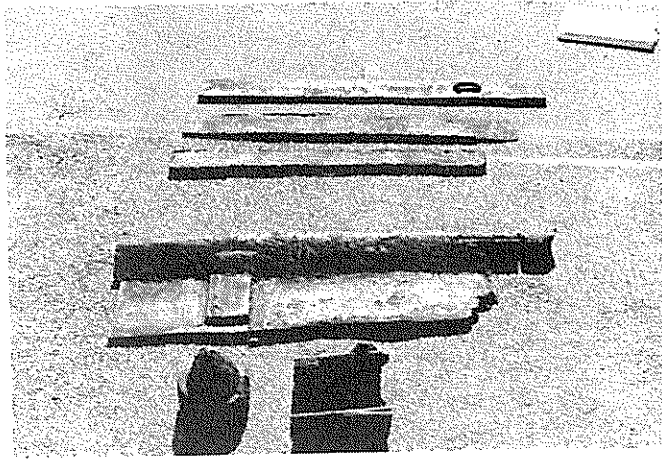


写真-2 切取りを行なった試験片，函館港

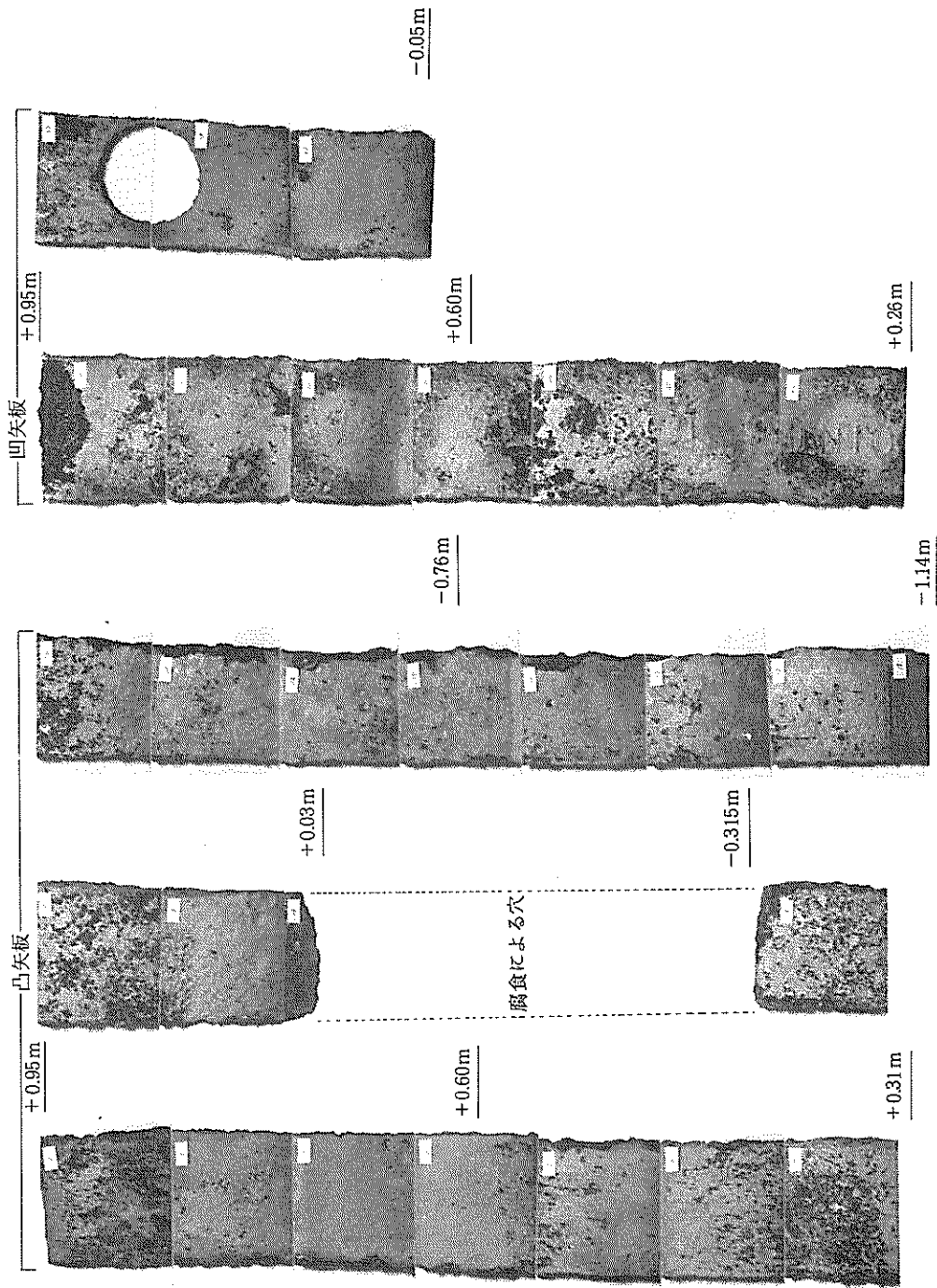


写真-3 切取り試験片の脱錆後の表面状況(1), 函館港



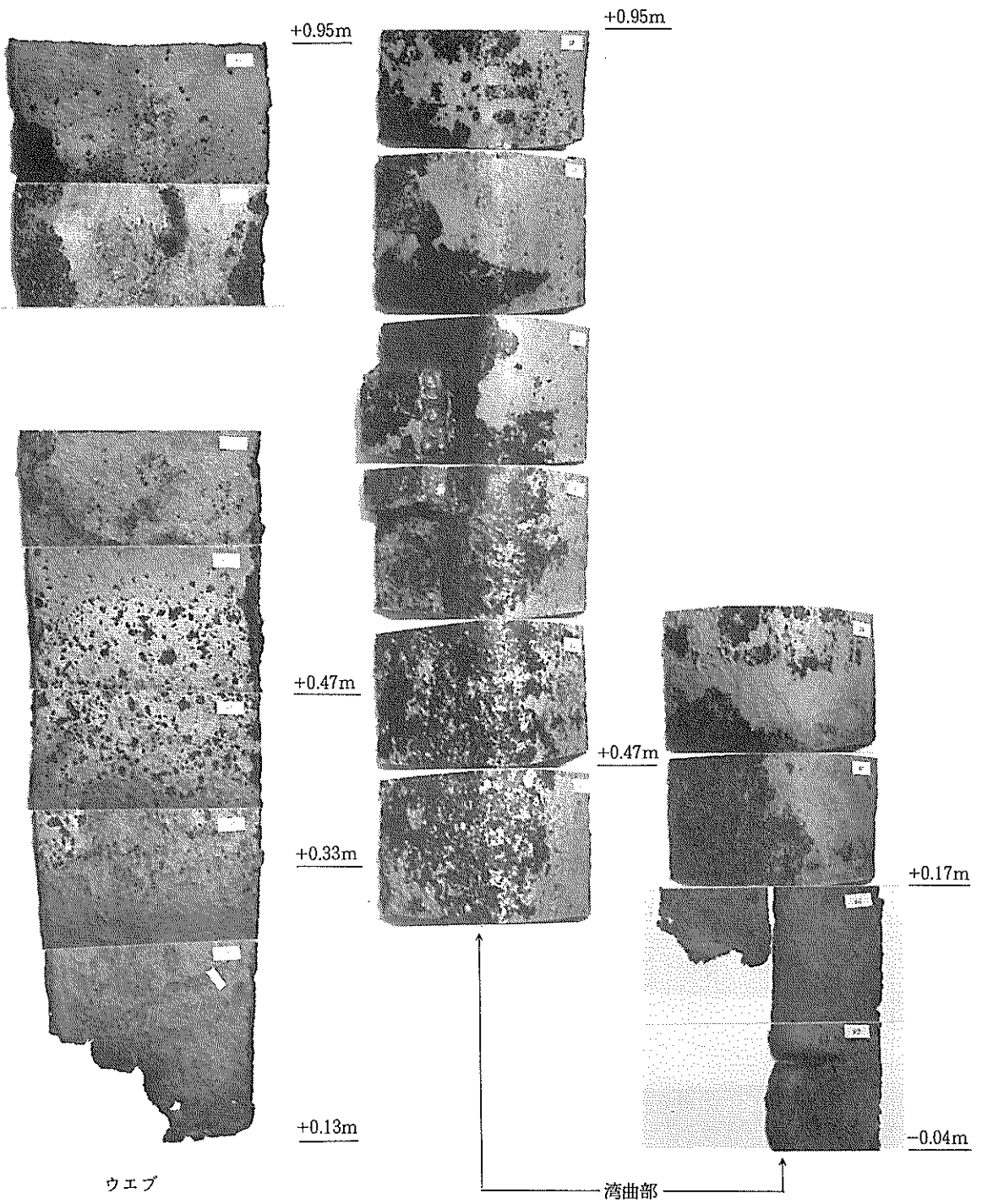


写真-4 切り取り試験片の脱錆後の表面状況(2), 凸矢板, 函館港

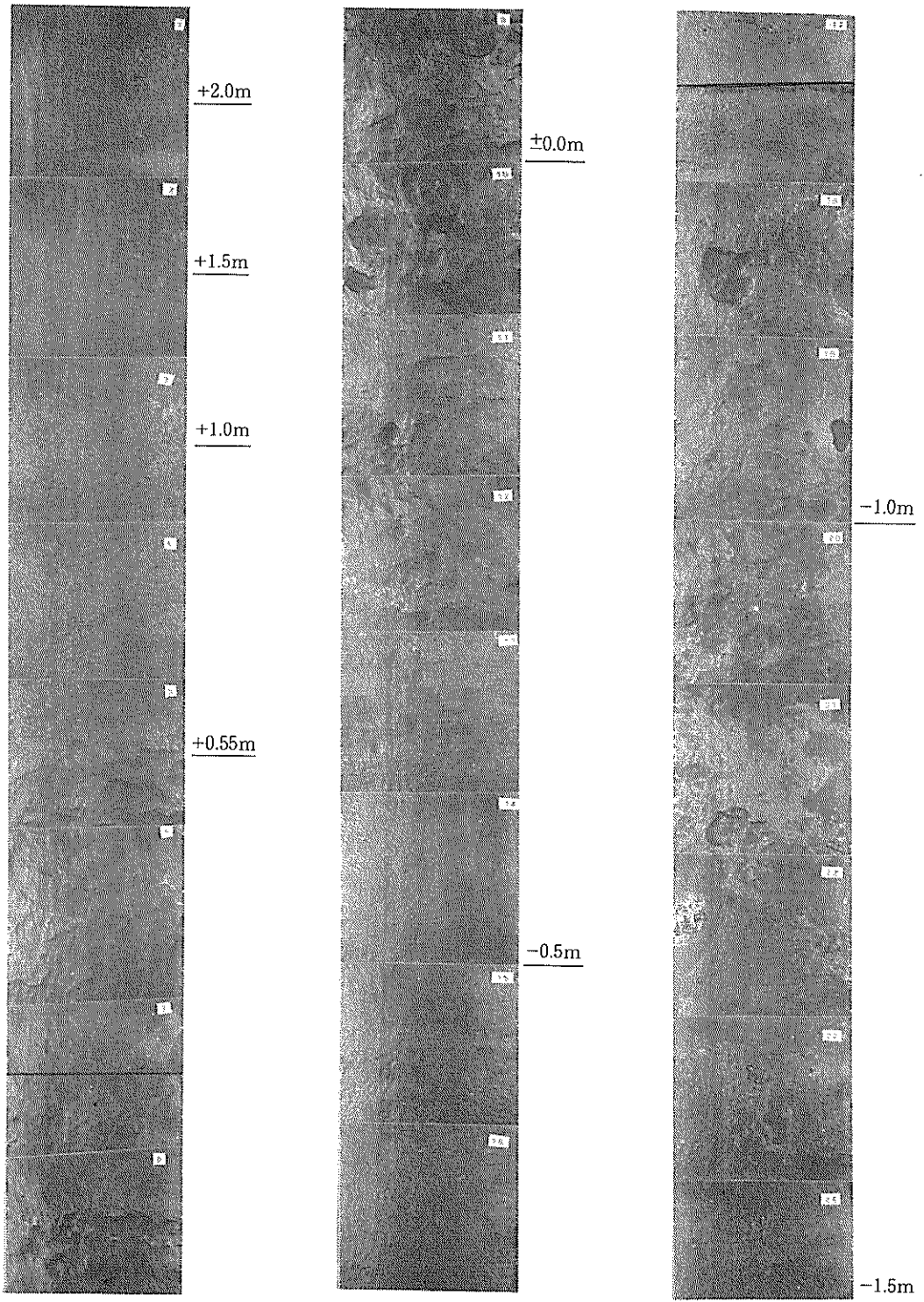


写真-5 切取り試験片の脱錆後の表面状況(1), 杭海側, 横浜港

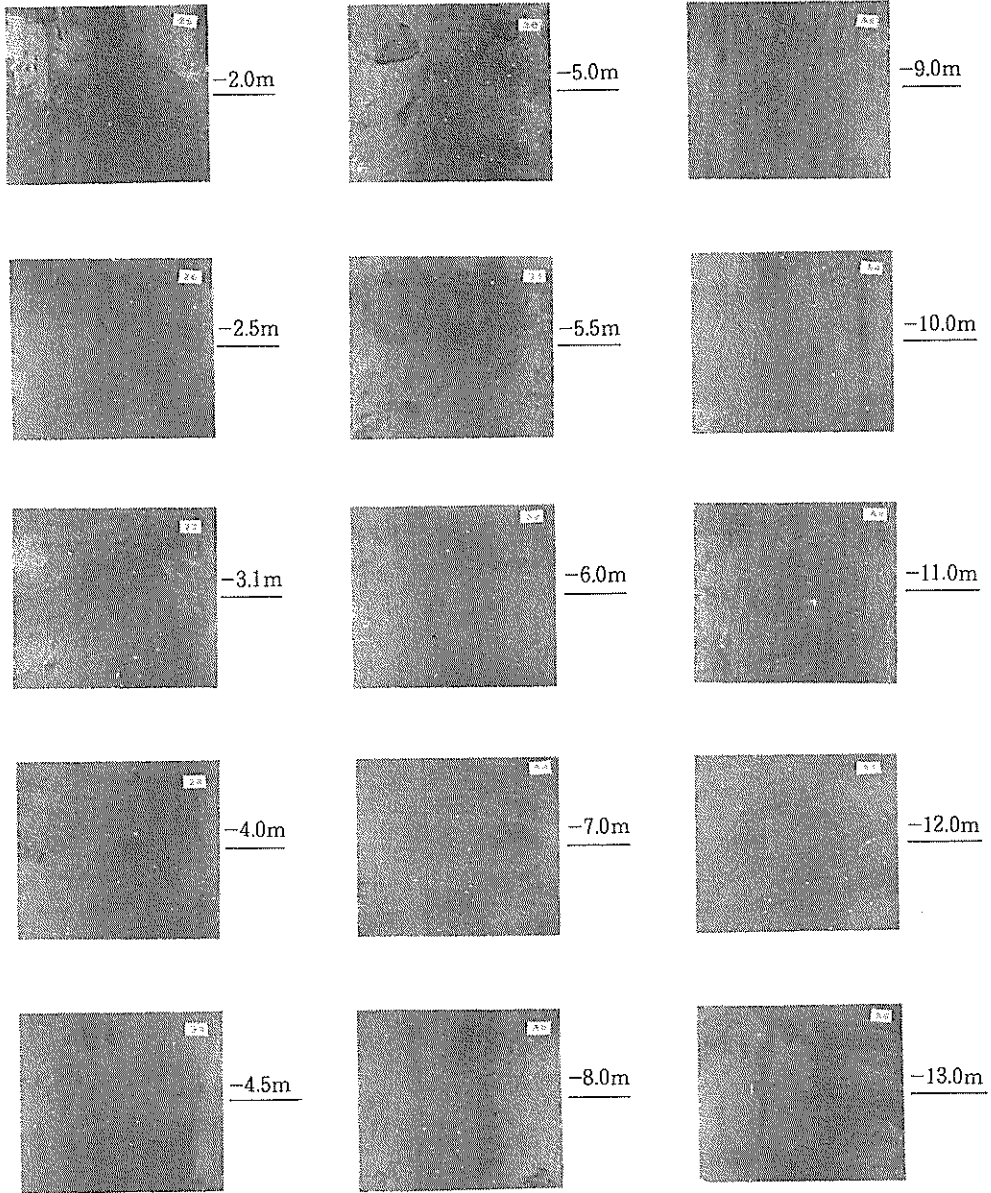


写真-6 切り取り試験片の脱錆後の表面状況(2), 杭海側, 横浜港

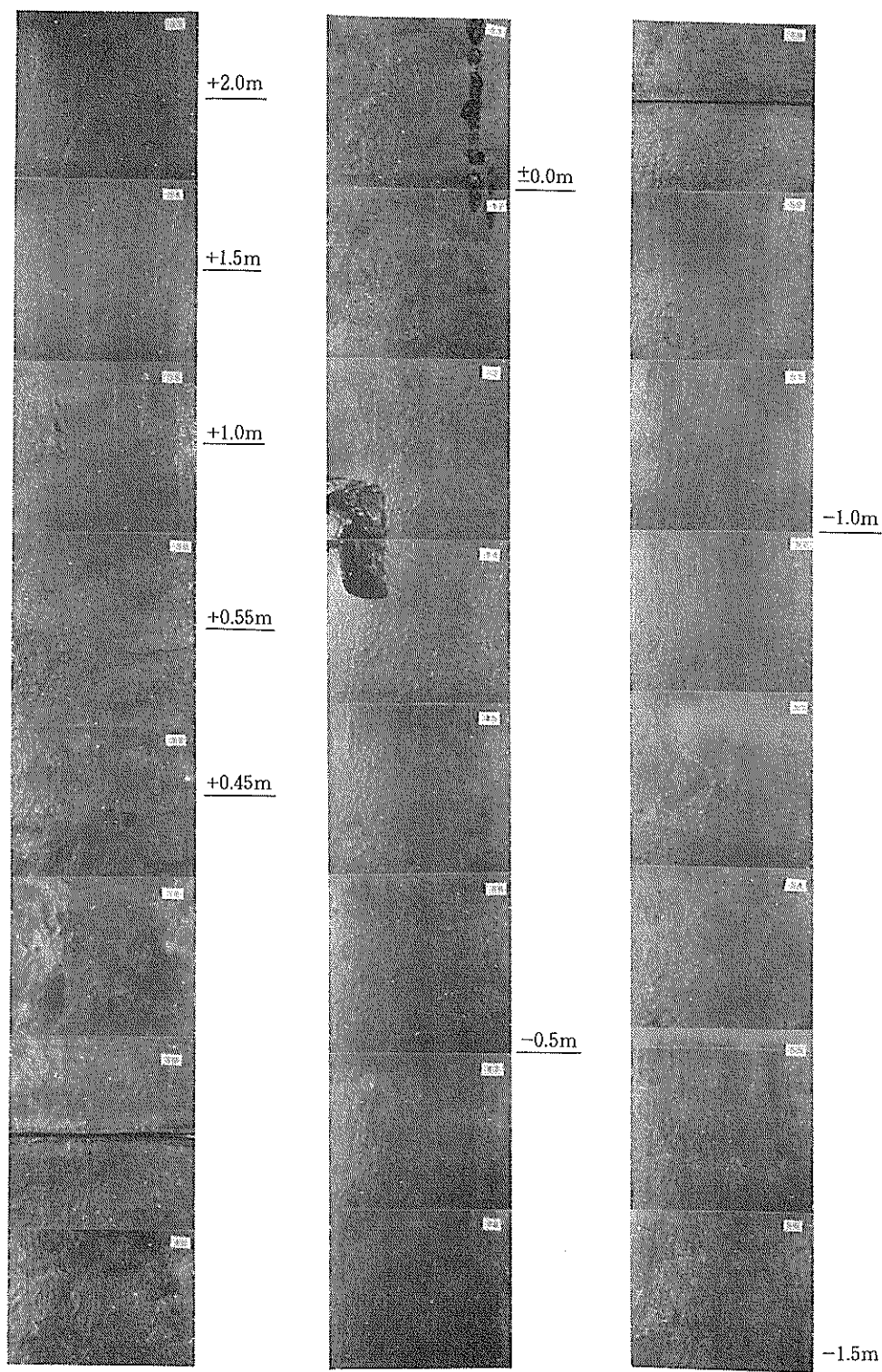


写真-7 切取り試験片の脱錆後の表面状況(3), 杭陸側, 横浜港

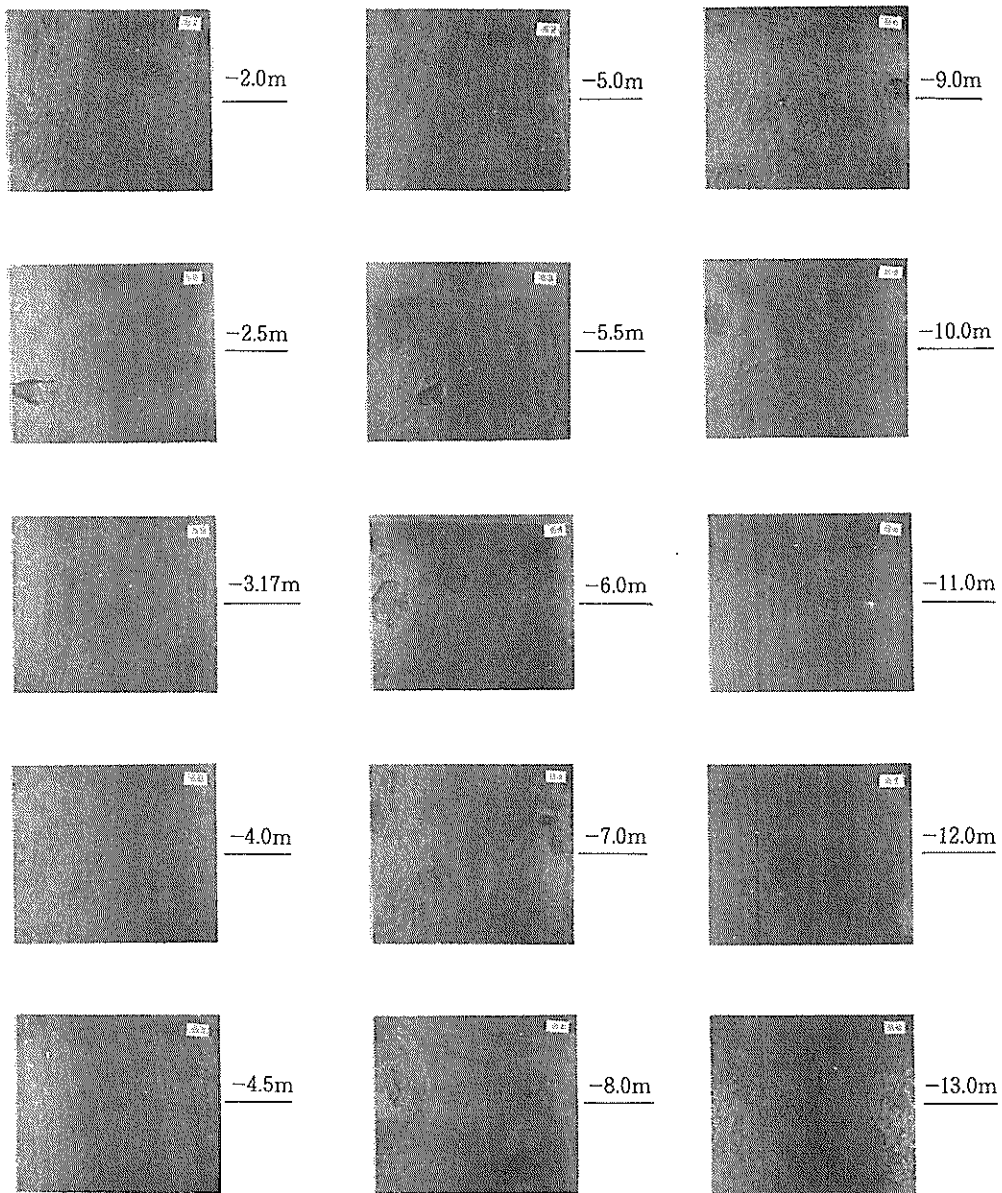


写真-8 切り取り試験片の脱載後の表面状況(4), 杭陸側, 横浜港

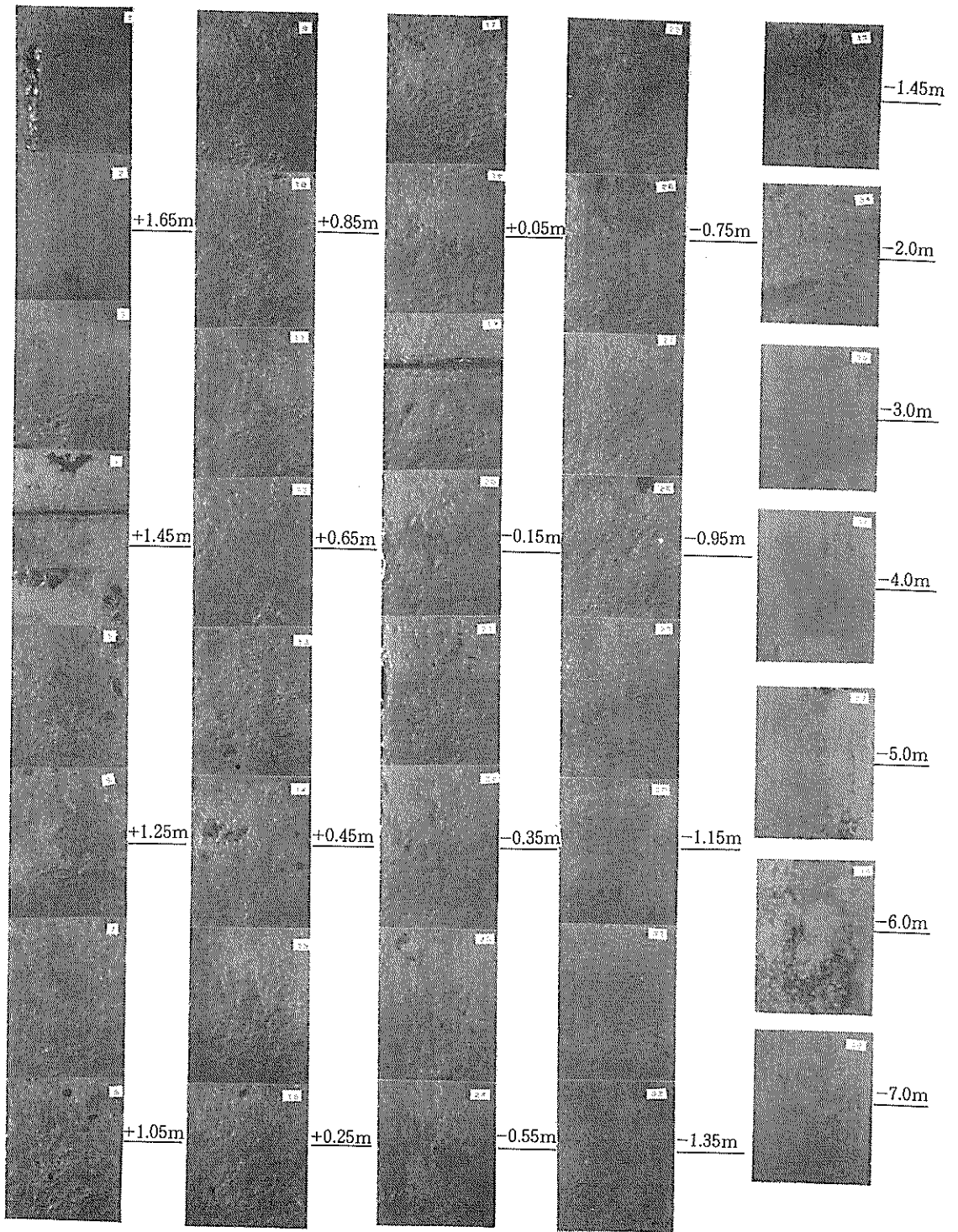


写真-9 切り取り試験片の脱錆後の表面状況(5), 鋼矢板A陸側フランジ, 横浜港

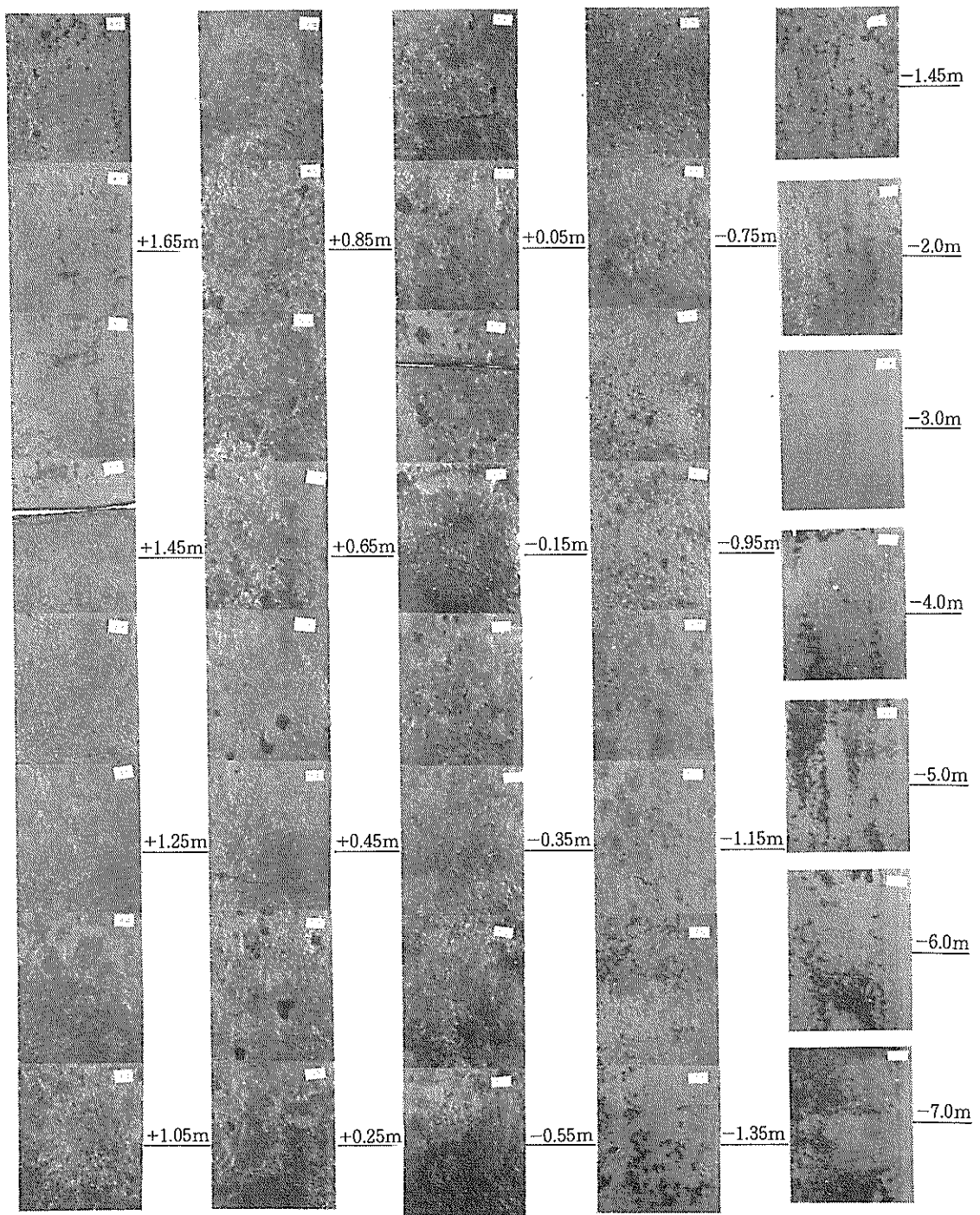


写真-10 切取り試験片の脱錆後の表面状況(6), 鋼矢板Aウェブ, 横浜港

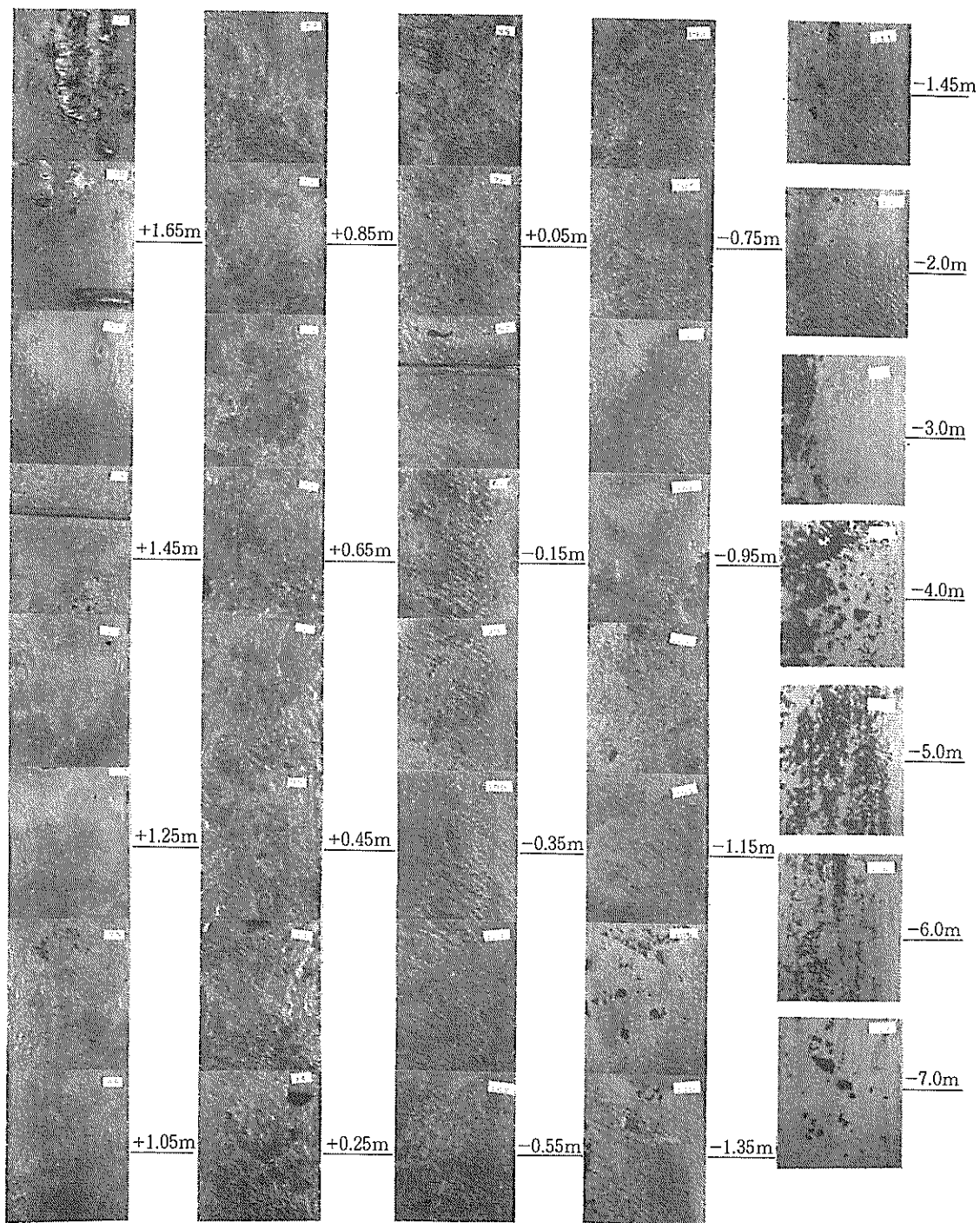


写真-11 切取り試験片の脱錆後の表面状況(7), 鋼矢板A海側フランジ, 横浜港



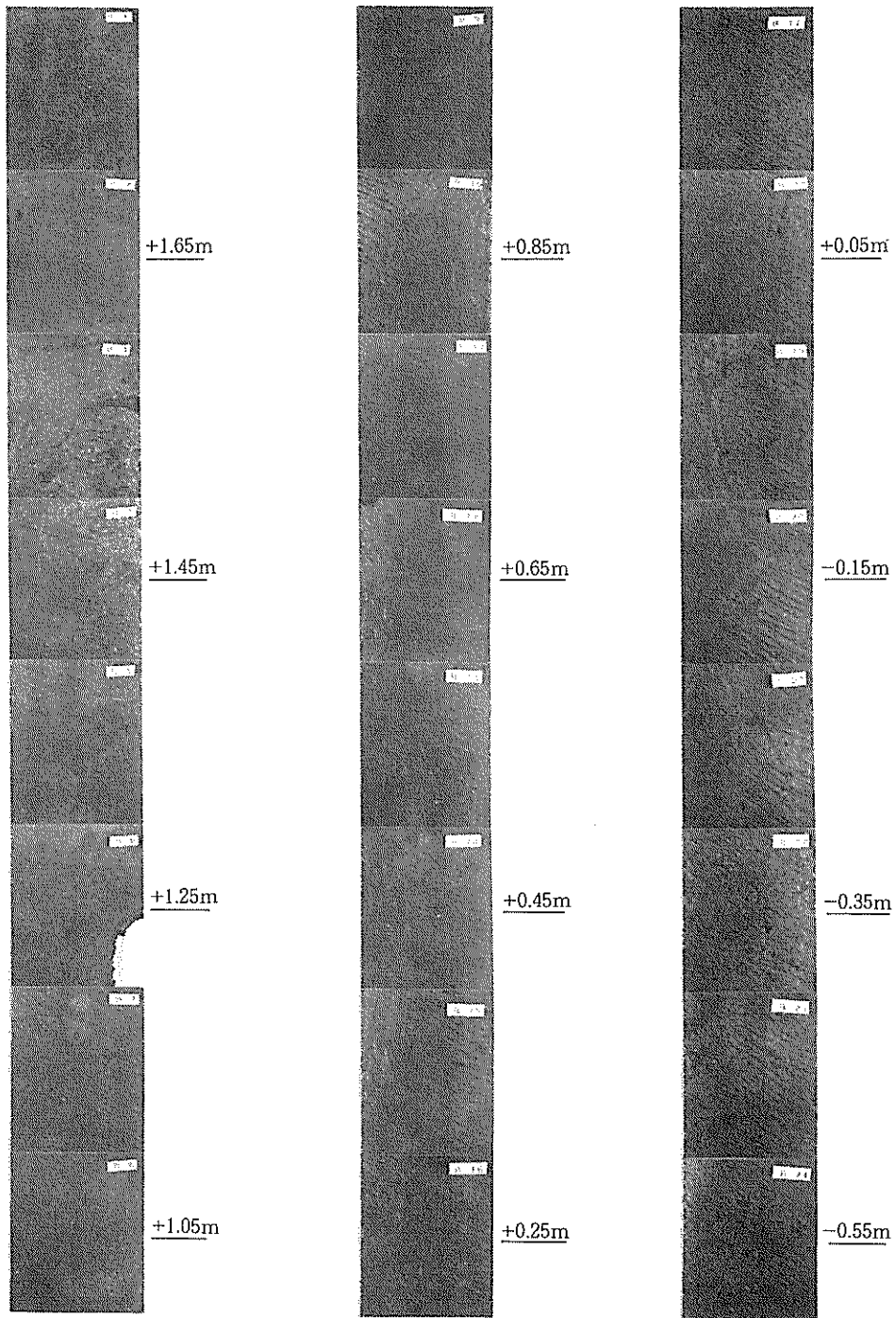


写真-12 切取り試験片の脱錆後の表面状況(8), 鋼矢板B陸側フランジ, 横浜港

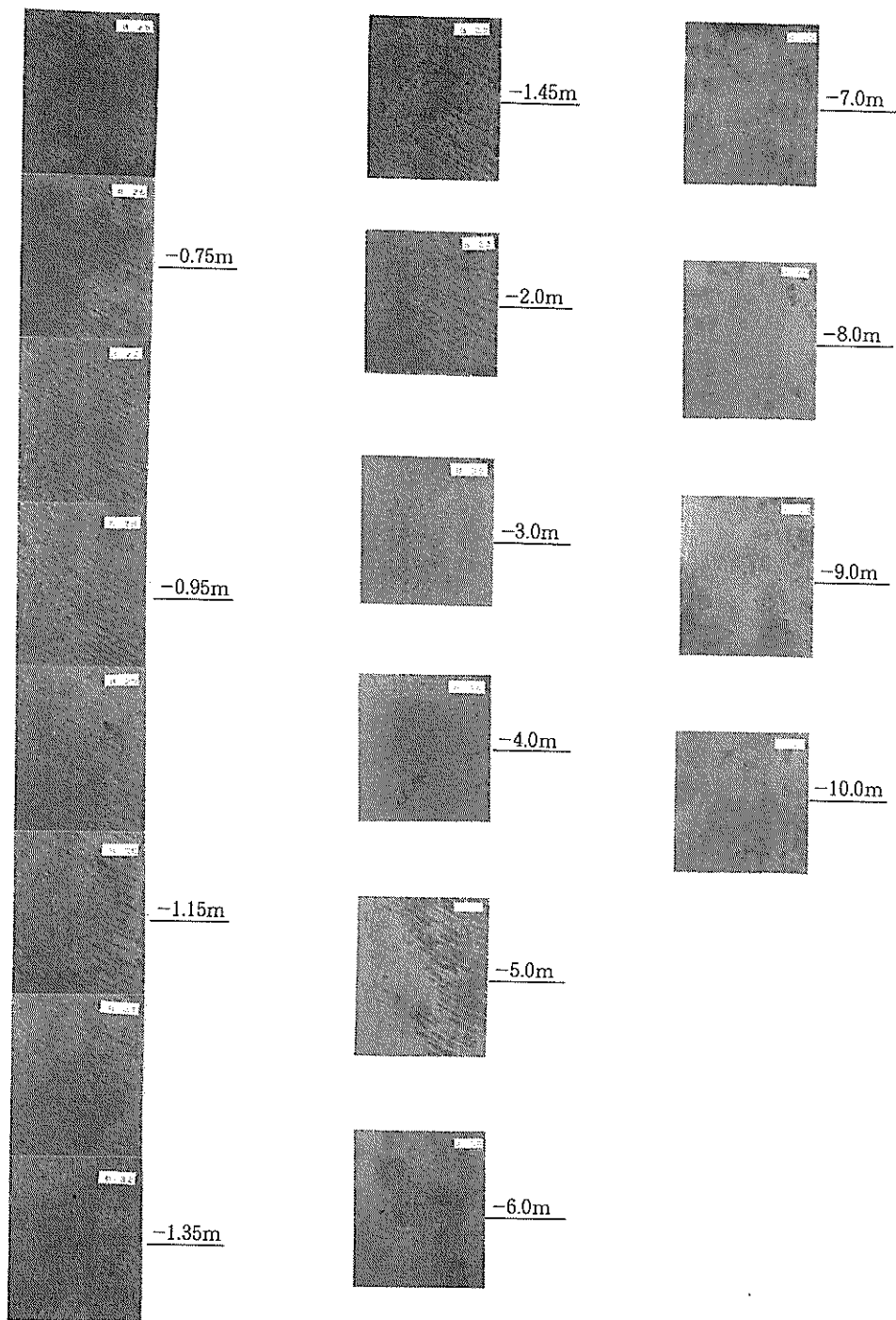


写真-13 切り取り試験片の脱錆後の表面状況(9), 鋼矢板B陸側フランジ, 横浜港

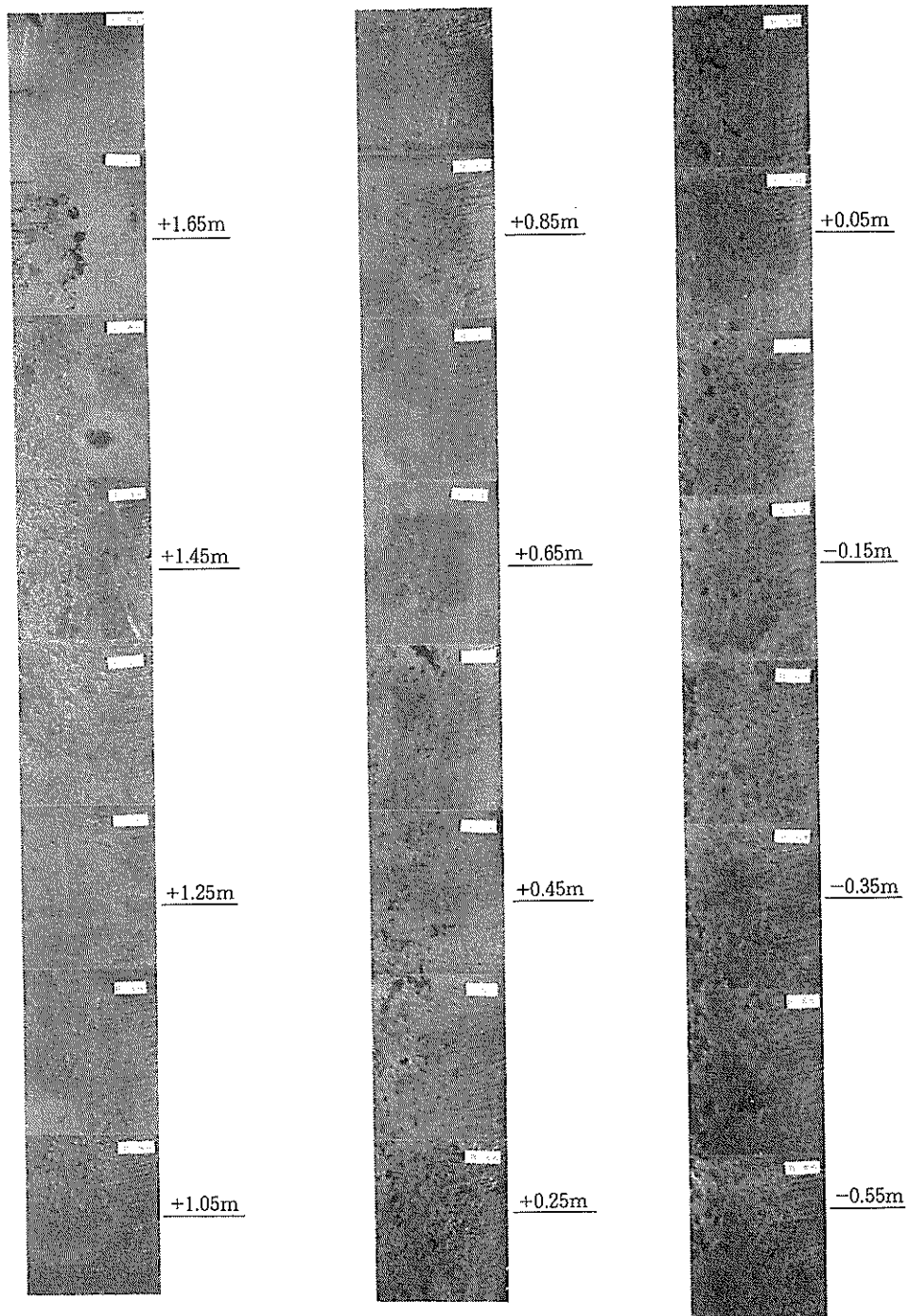


写真-14 切り取り試験片の脱錆後の表面状況(10), 鋼矢板Bウェブ, 横浜港

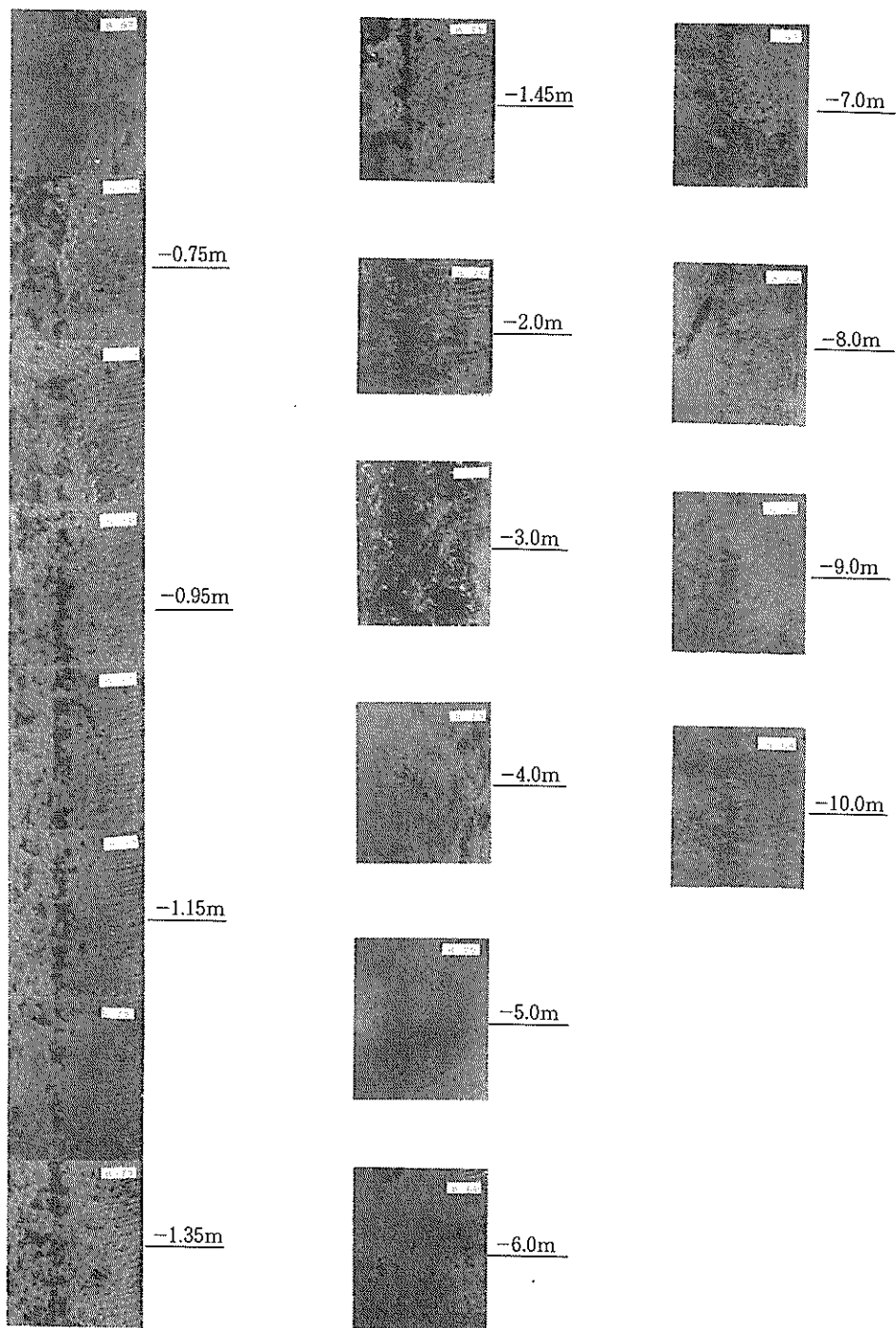


写真-15 切取り試験片の脱錆後の表面状況(11), 鋼矢板Bウェブ, 横浜港

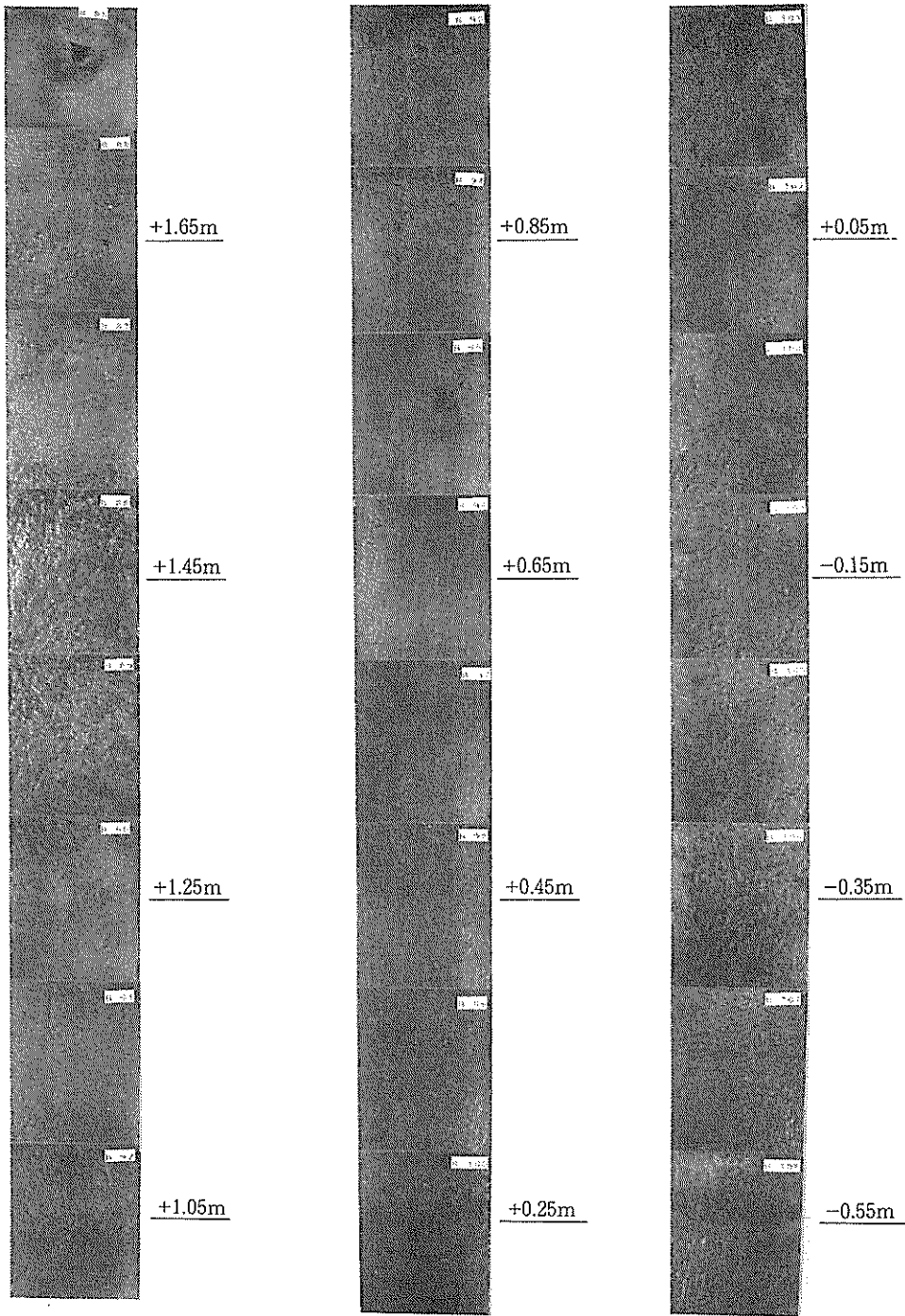


写真-16 切取り試験片の脱錆後の表面状況(12), 鋼矢板B海側フランジ, 横浜港

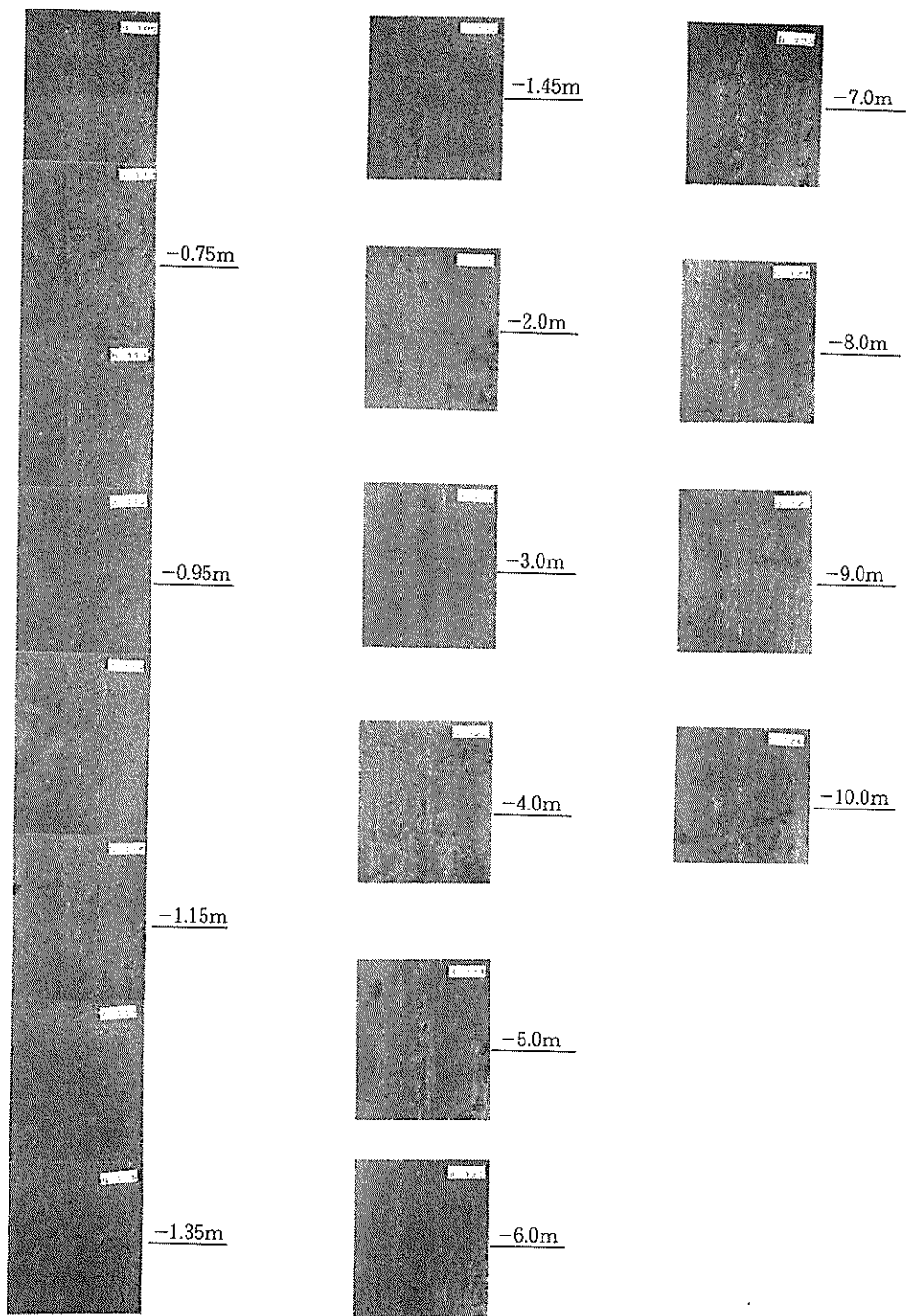


写真-17 切り取り試験片の脱錆後の表面状況(13), 鋼矢板B海側フランジ, 横浜港

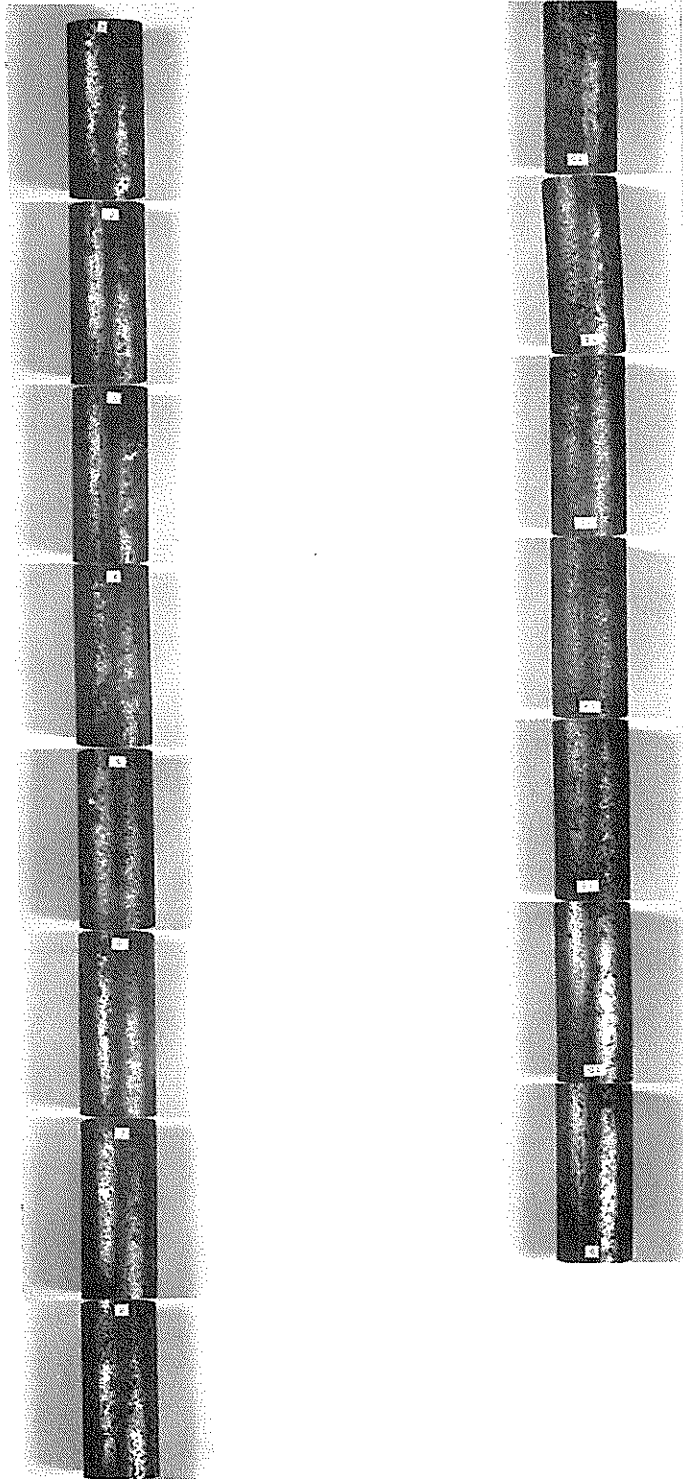
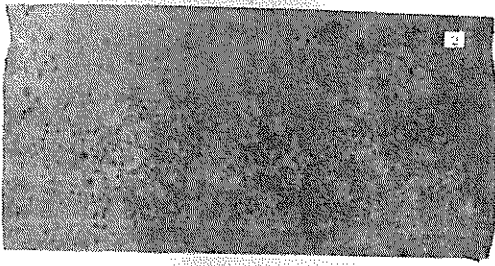
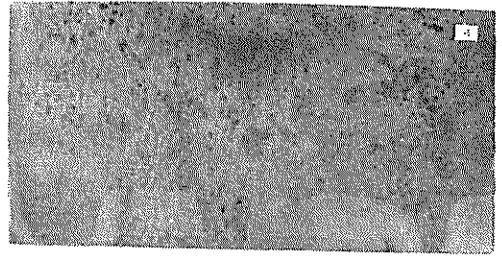


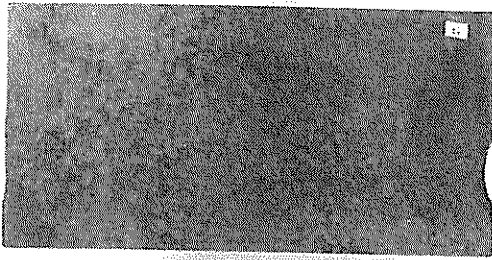
写真-18 切り取りを行なったタイロッドの脱錆後の表面状況，横浜港



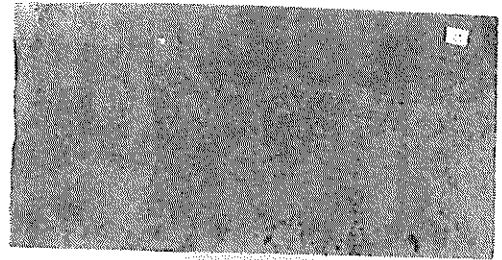
2



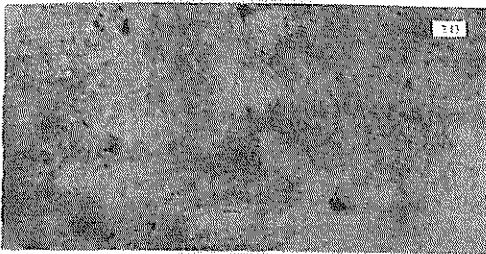
4



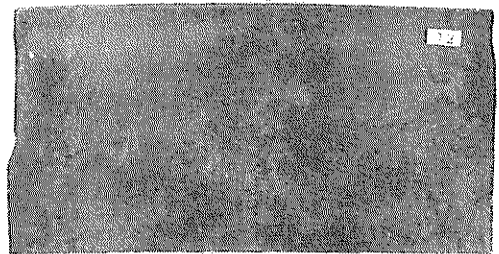
6



8



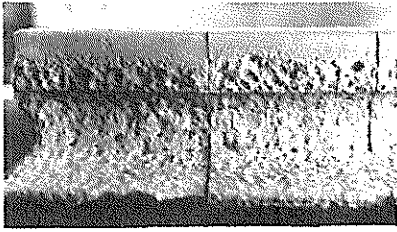
10



12

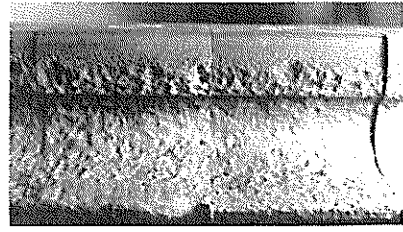
写真-19 レール底面の腐食状況，横浜港





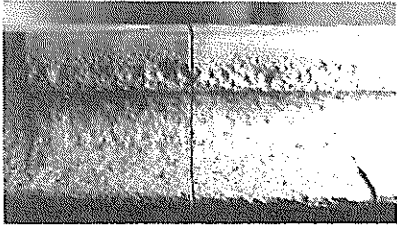
0

1



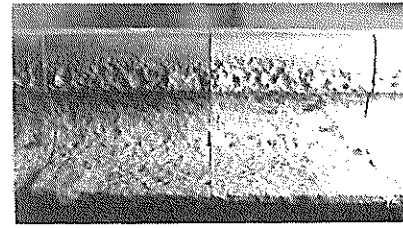
2

3



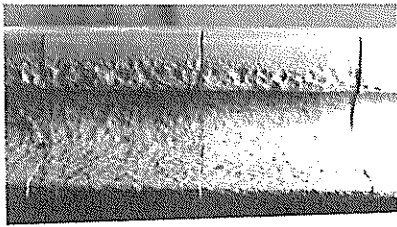
4

5



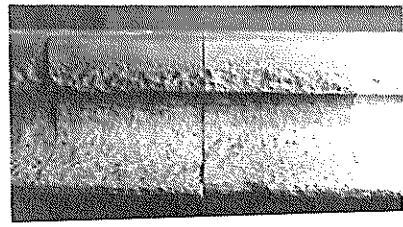
6

7



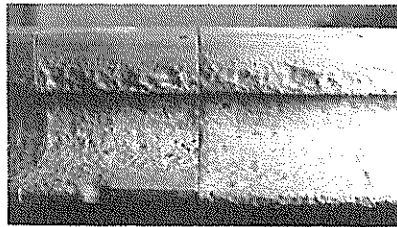
8

9



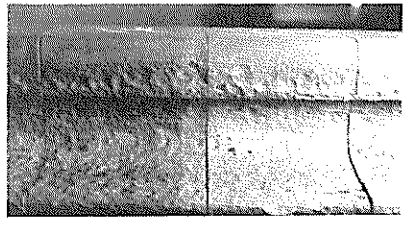
10

11



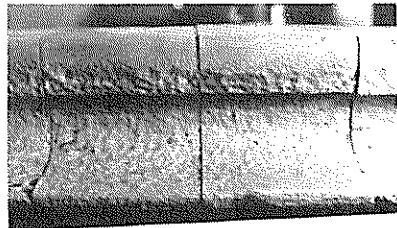
12

13



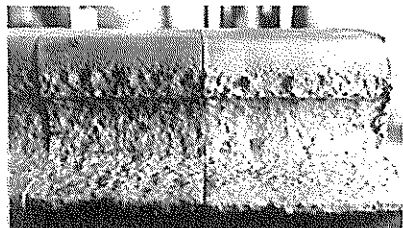
14

15



16

17



18

19

写真-20 レールの脱錆後の表面状況（海側），横浜港

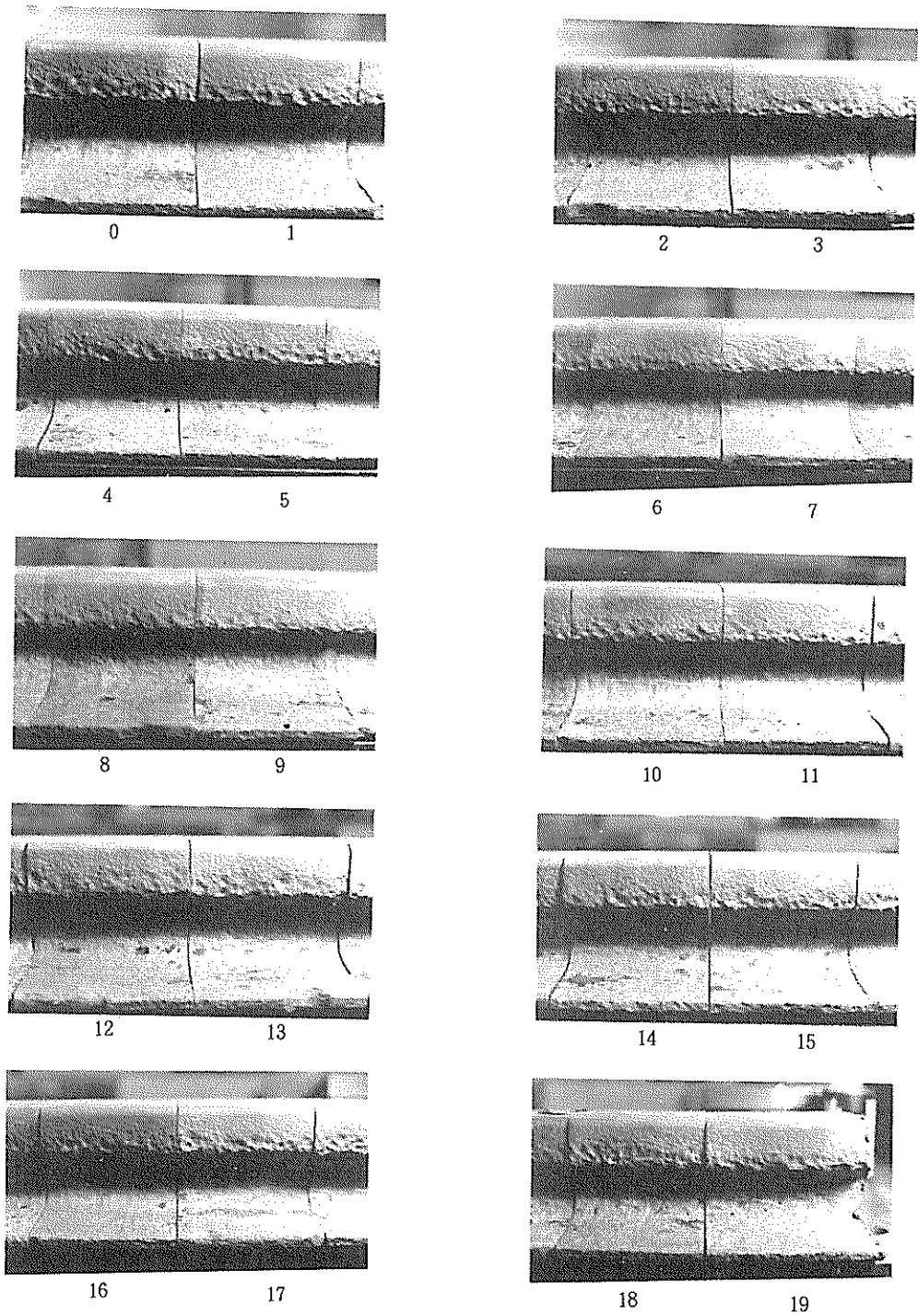


写真-21 レールの脱錆後の表面状況（陸側），横浜港

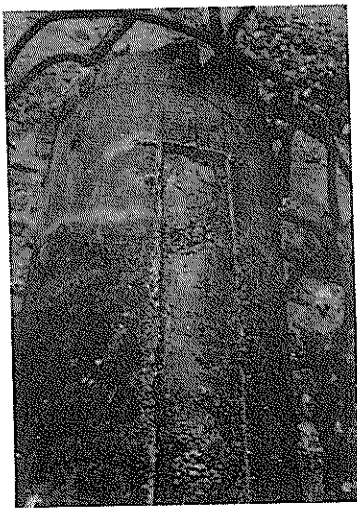
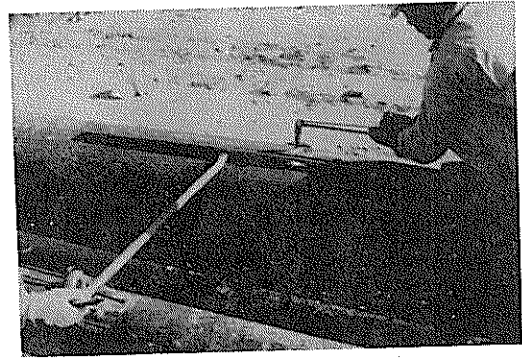
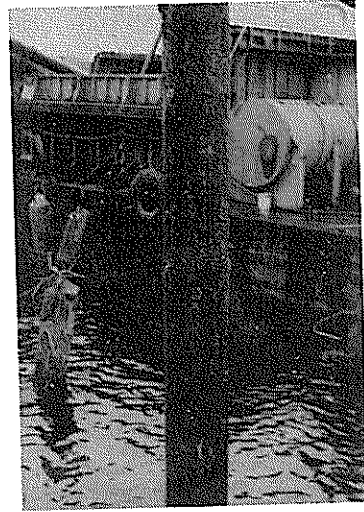
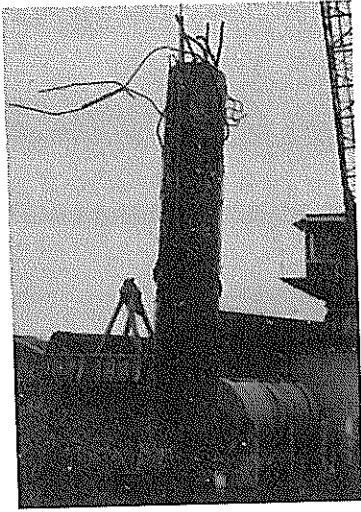


写真-22 鋼管杭の回収および試験片切断状況, 神戸港

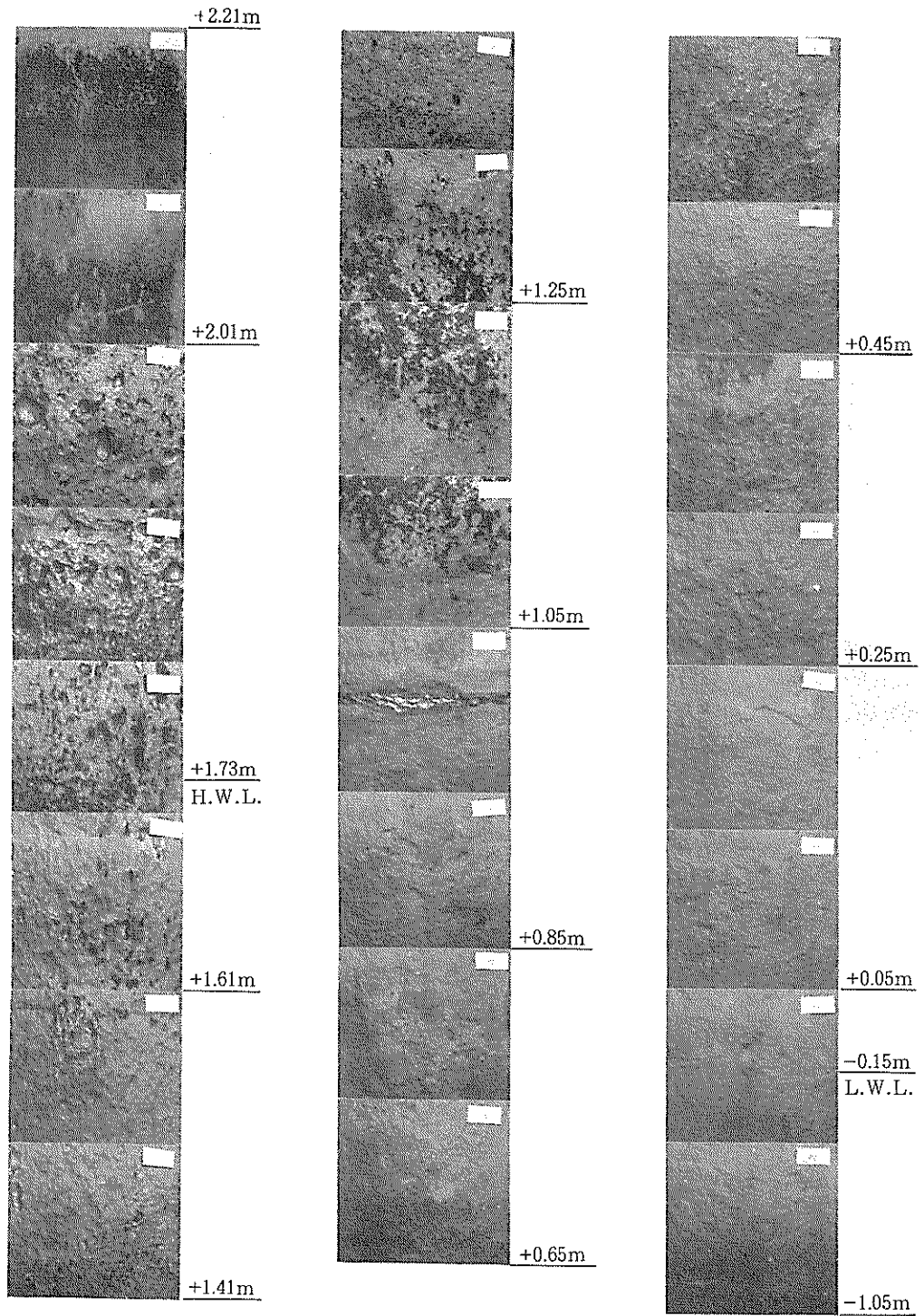


写真-23 切り取り試験片の脱錆後の表面状況(1), 杭No. 1, 神戸港

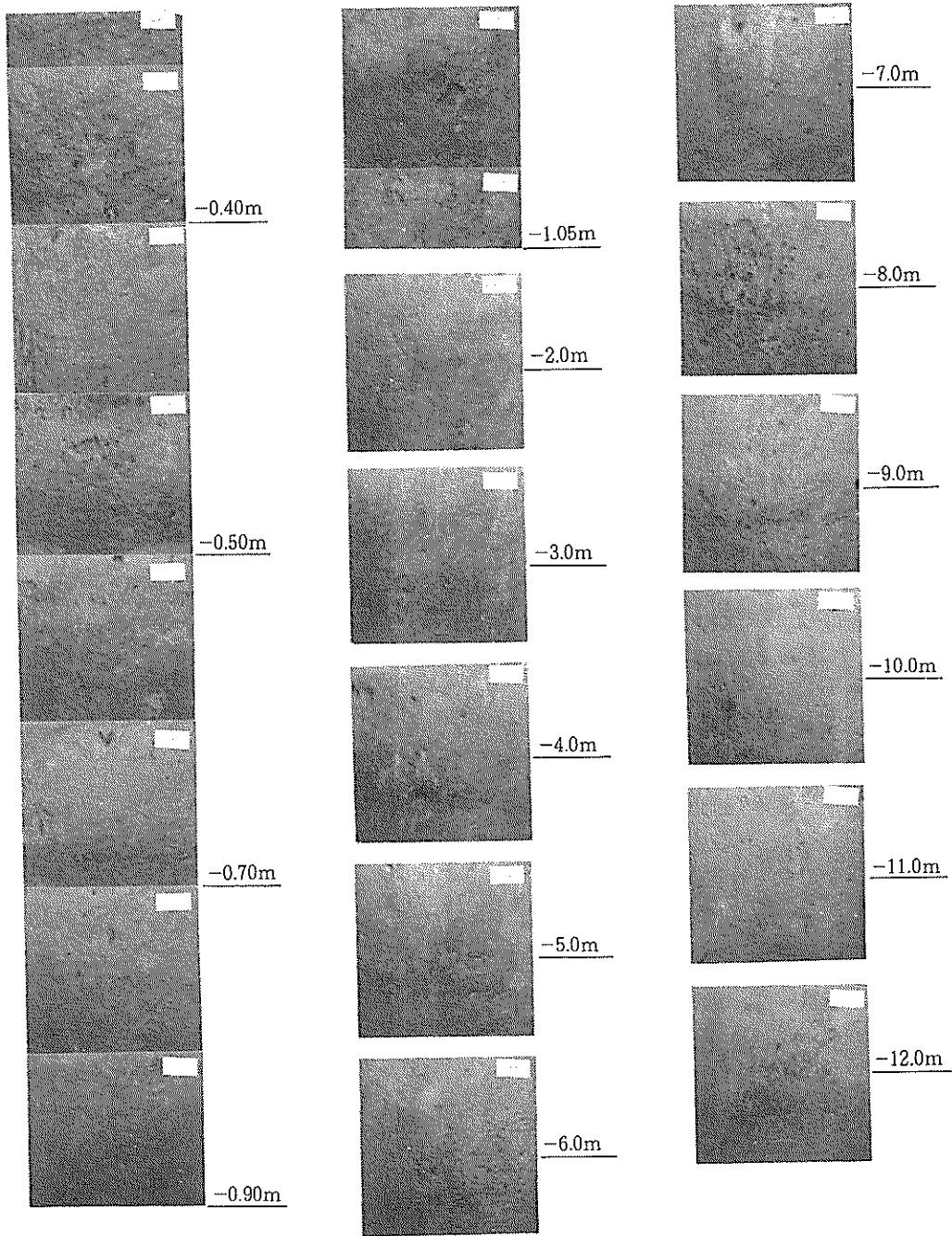


写真-24 切り取り試験片の脱錆後の表面状況(2), 杭No. 1, 神戸港

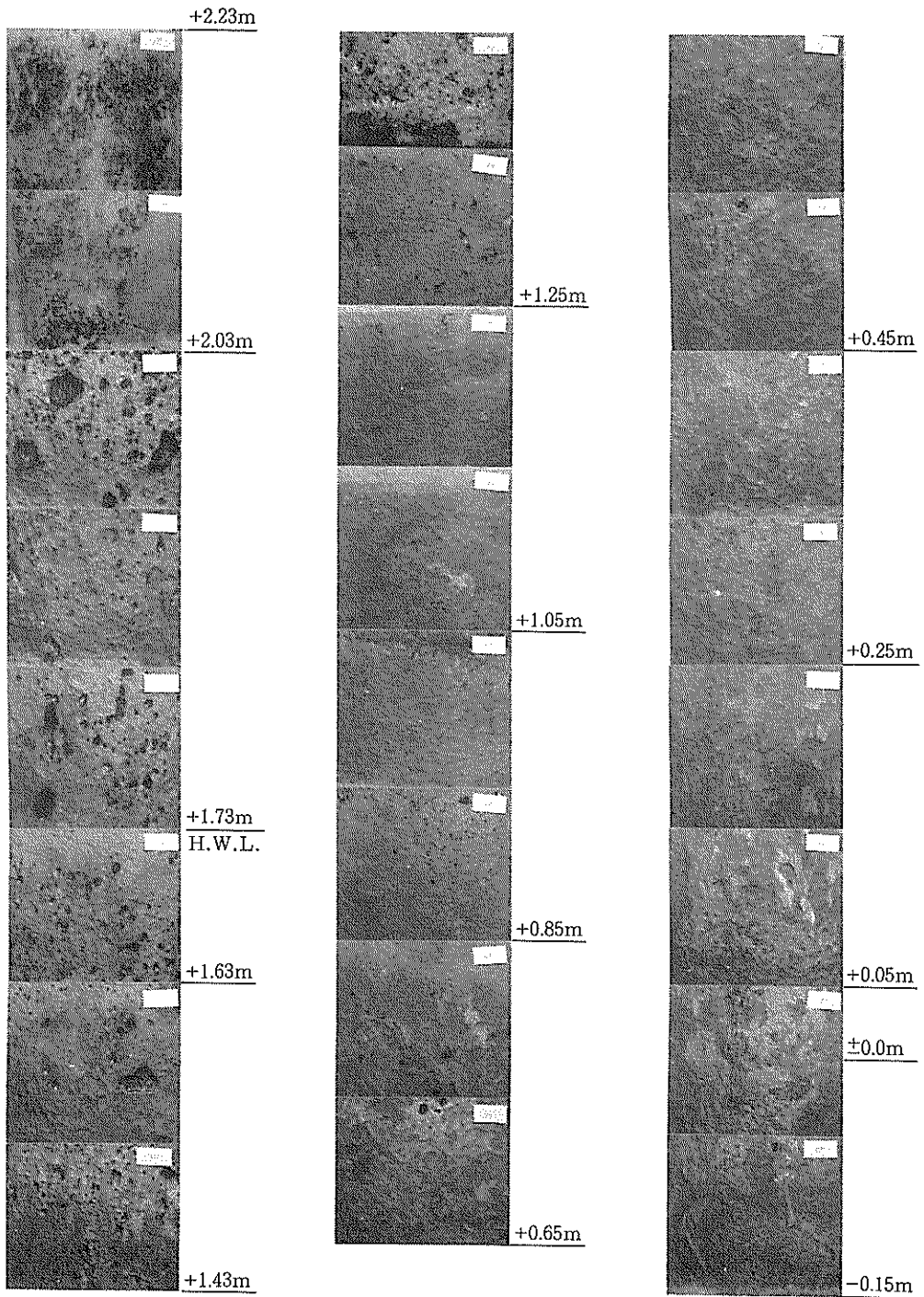


写真-25 切取り試験片の脱錆後の表面状況(3), 杭No. 2, 神戸港

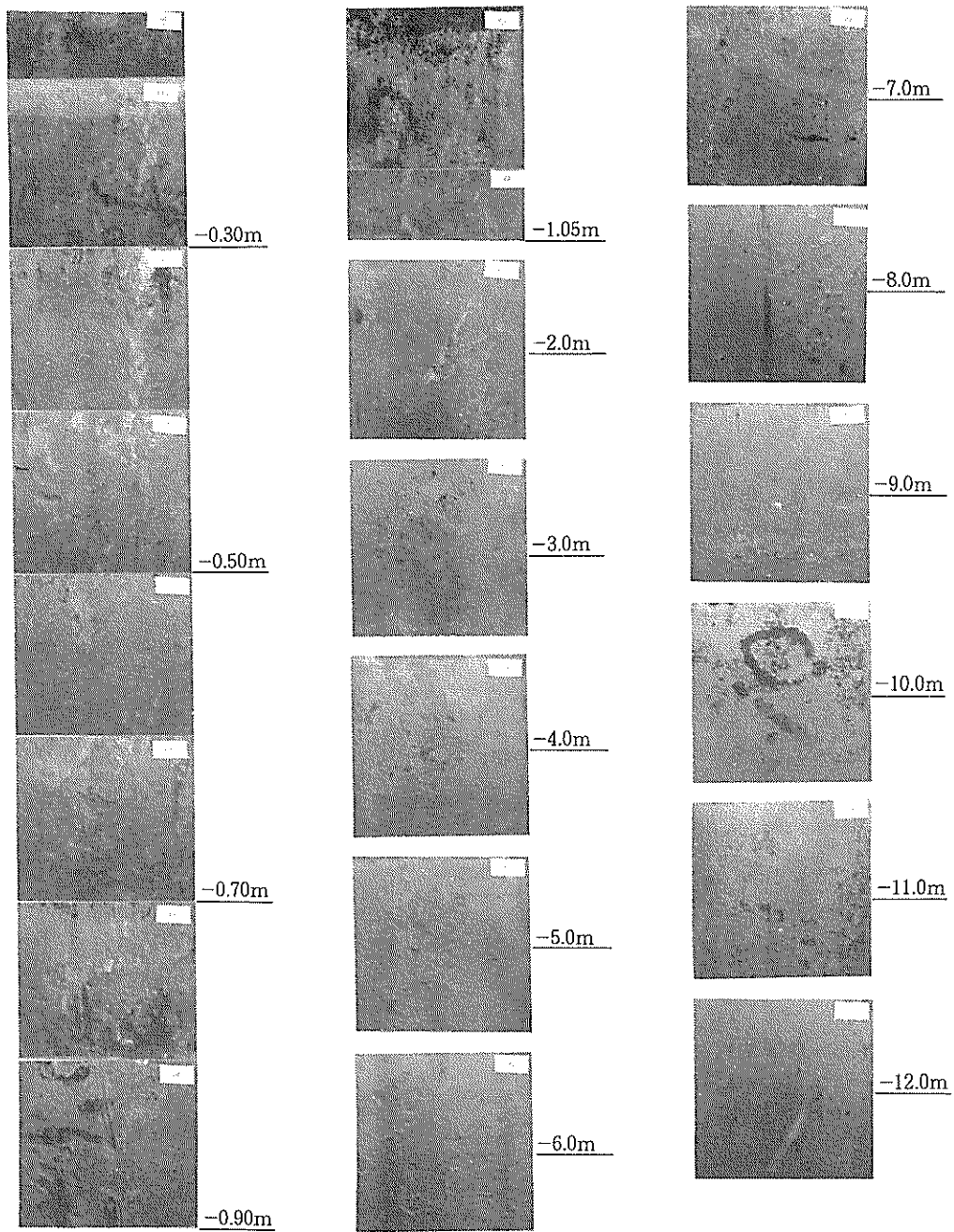


写真-26 切り取り試験片の脱錆後の表面状況(4), 杭No. 2, 神戸港

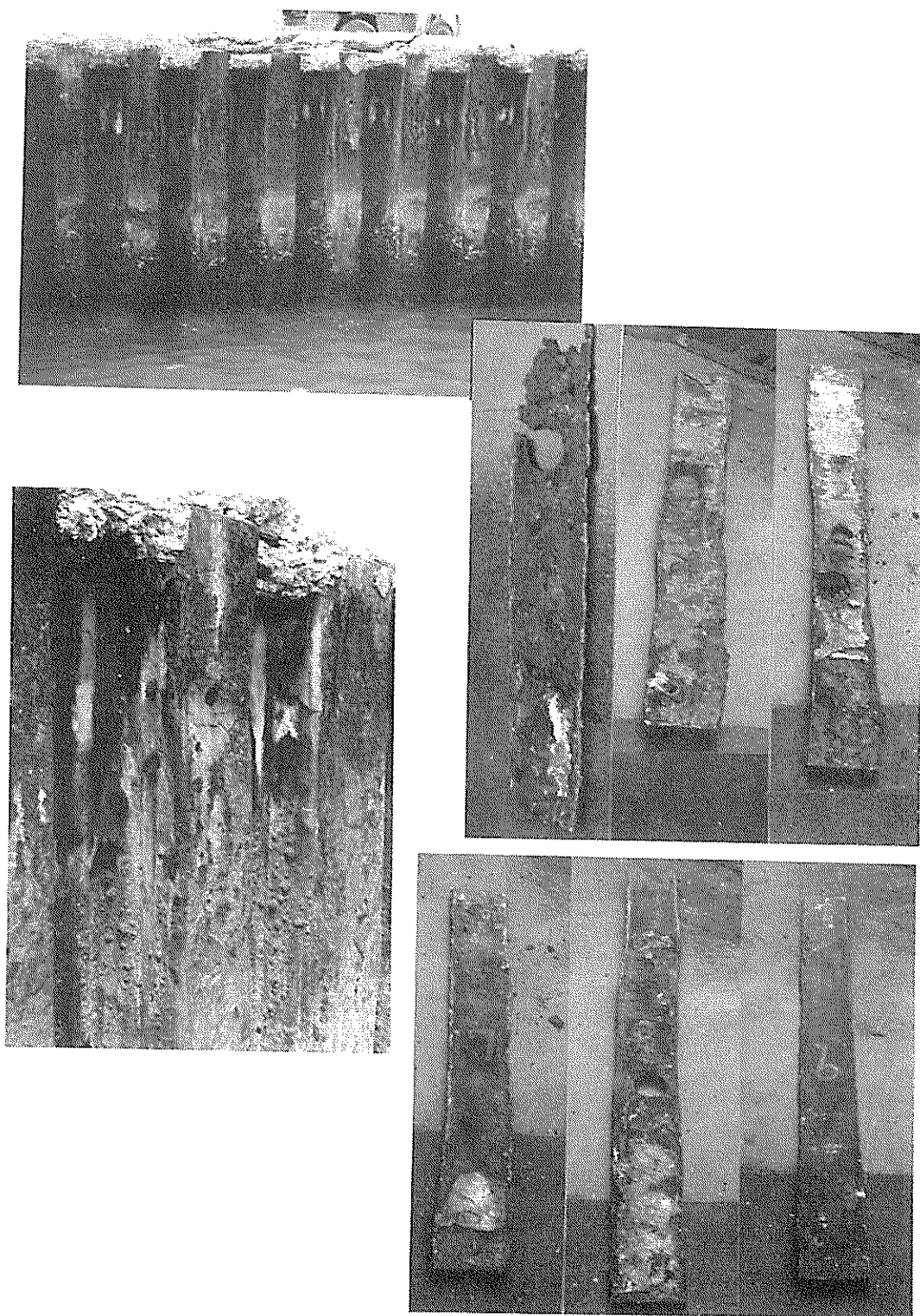


写真-27 調査岸壁の状況および切り取りを行なった試験片，平良港



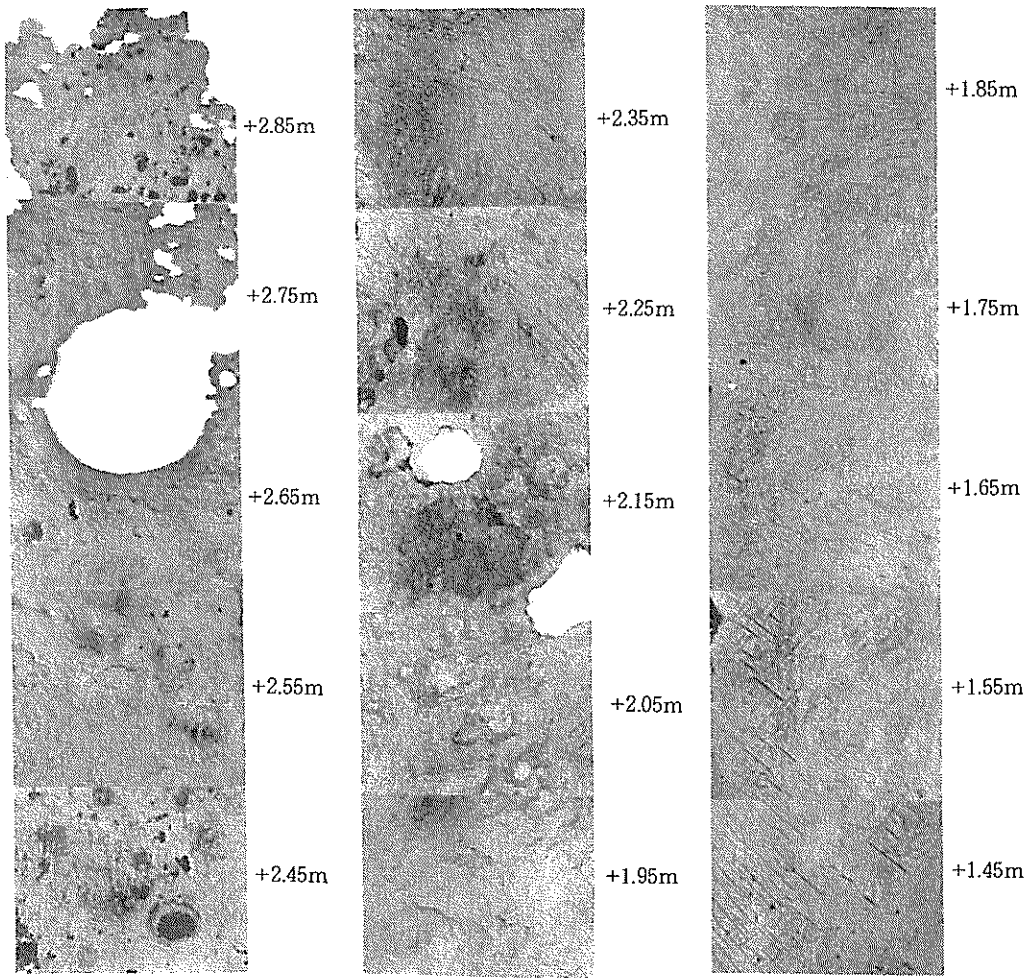


写真-28 切り取り試験片の脱錆後の表面状況(1), 凸矢板, 平良港

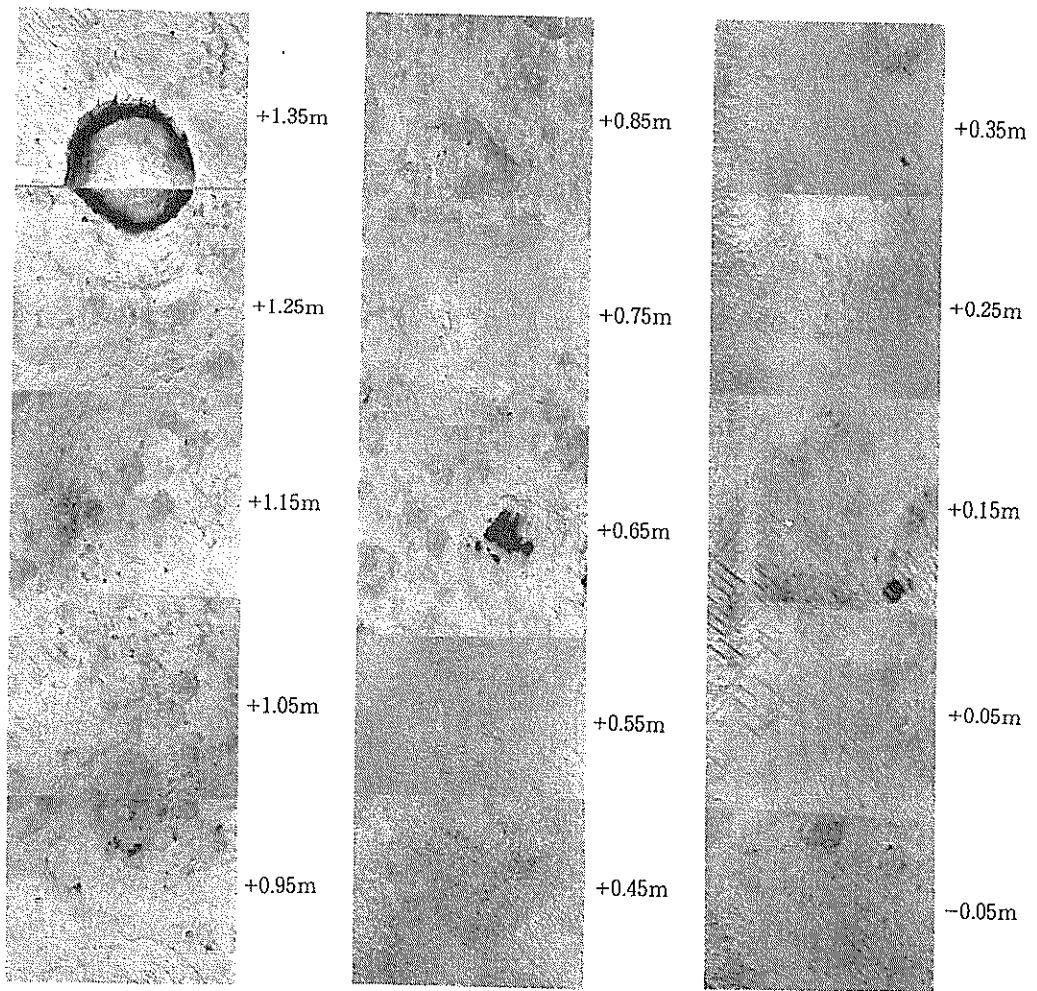


写真-29 切取り試験片の脱錆後の表面状況(2), 凸矢板, 平良港

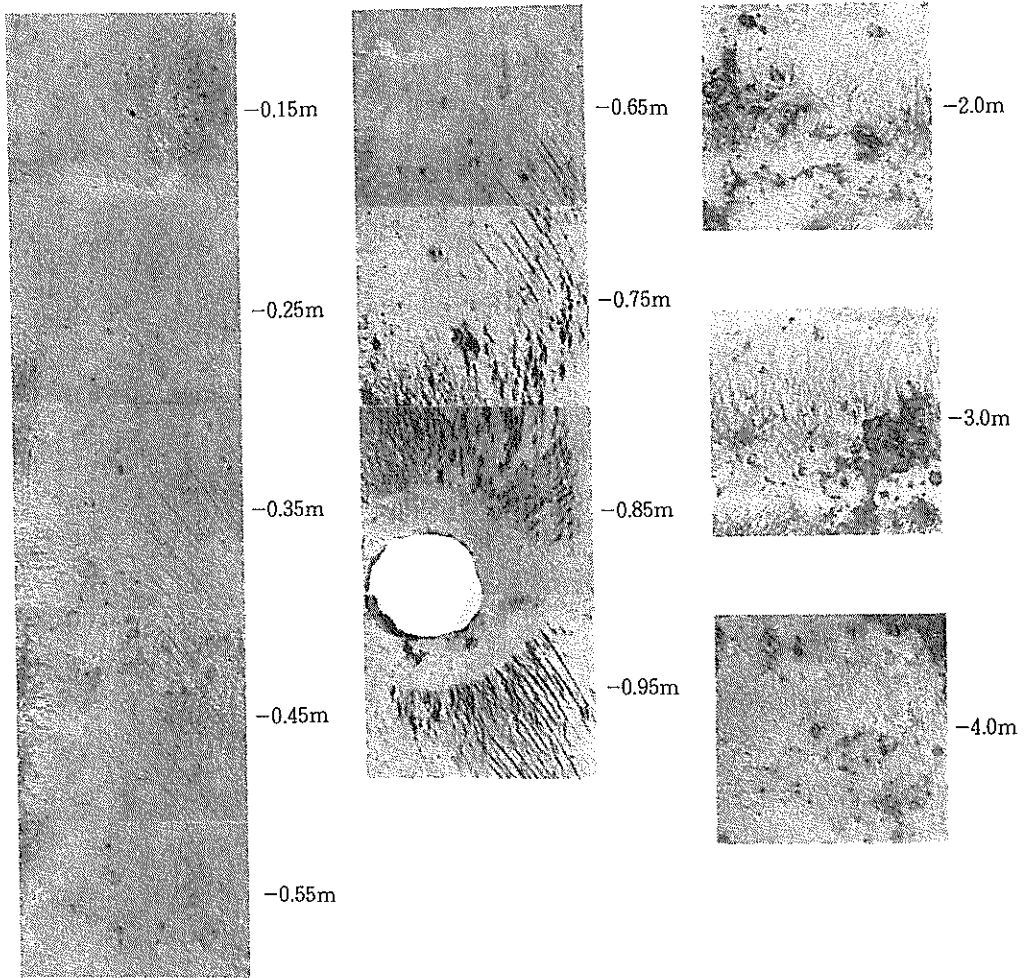


写真-30 切り取り試験片の脱錆後の表面状況(3), 凸矢板, 平良港

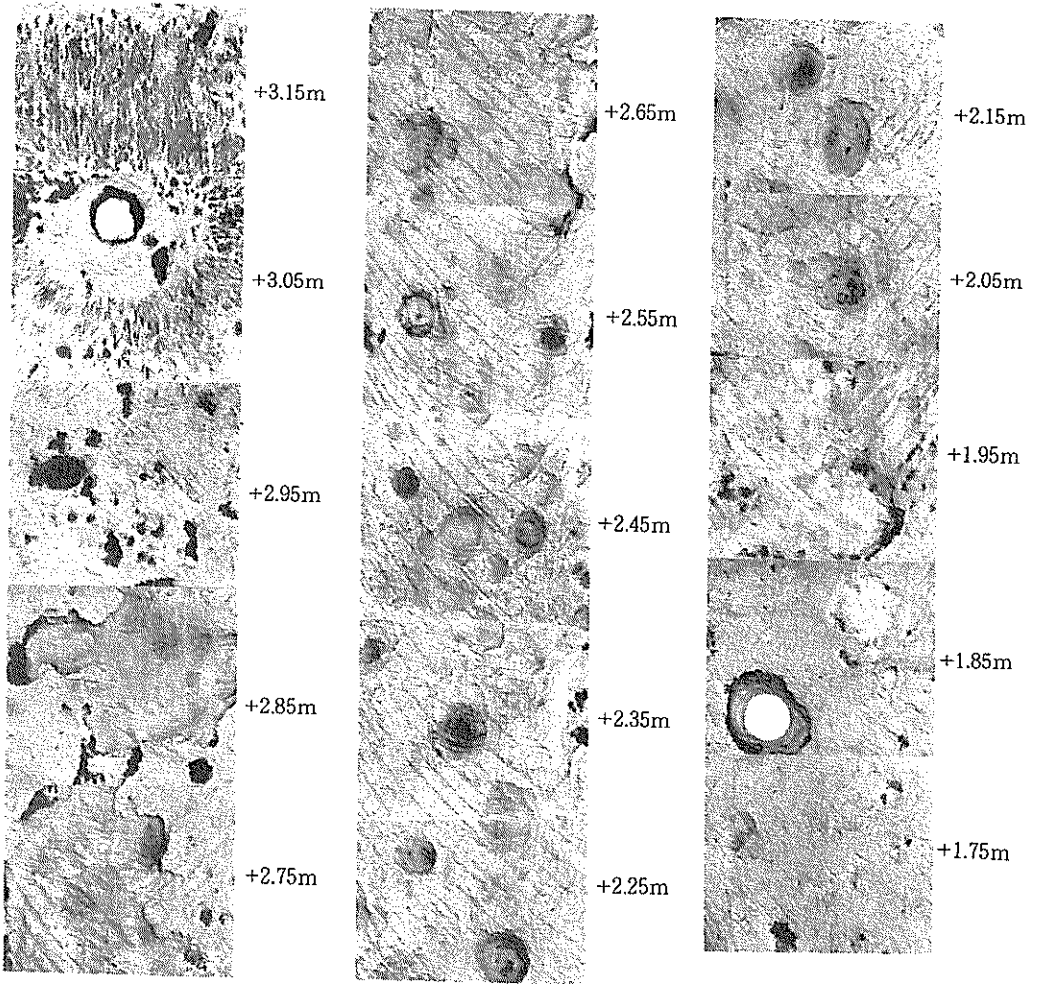


写真-31 切取り試験片の脱錆後の表面状況(4), 凹矢板, 平良港

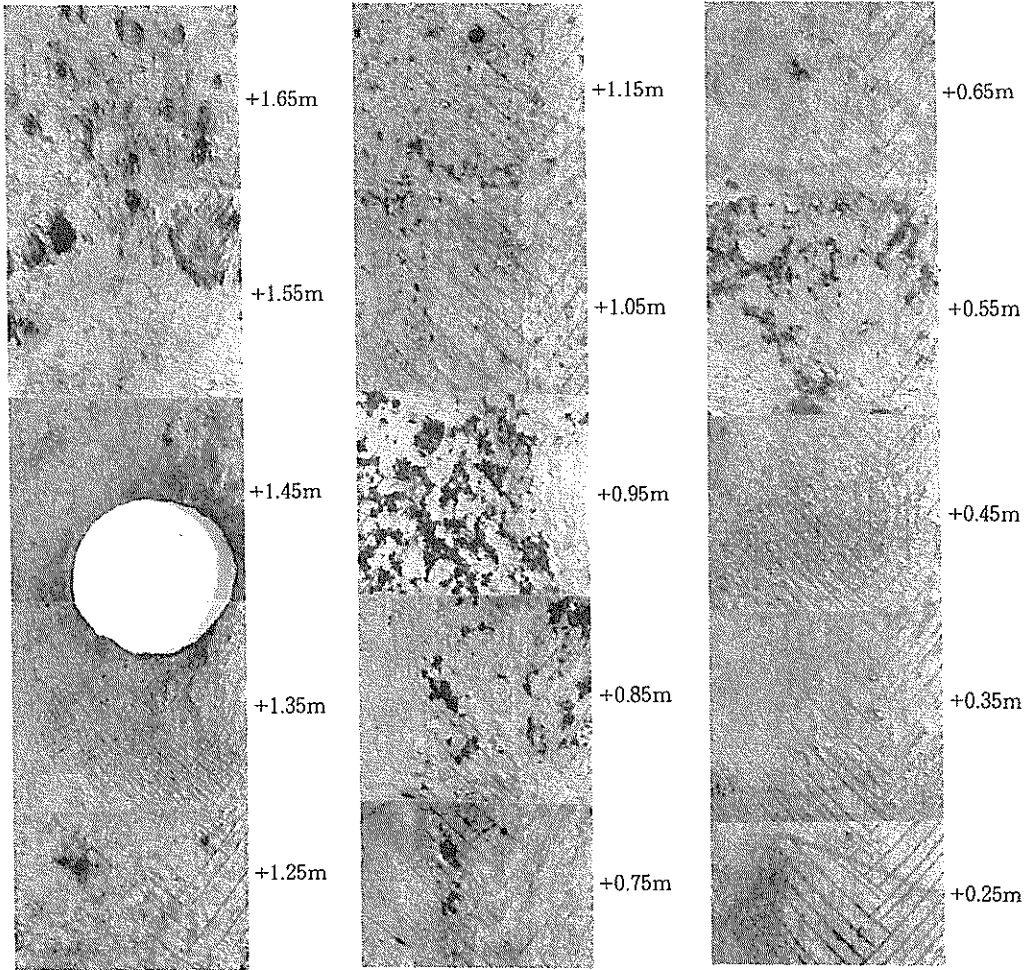


写真-32 切り取り試験片の脱錆後の表面状況(5), 凹矢板, 平良港

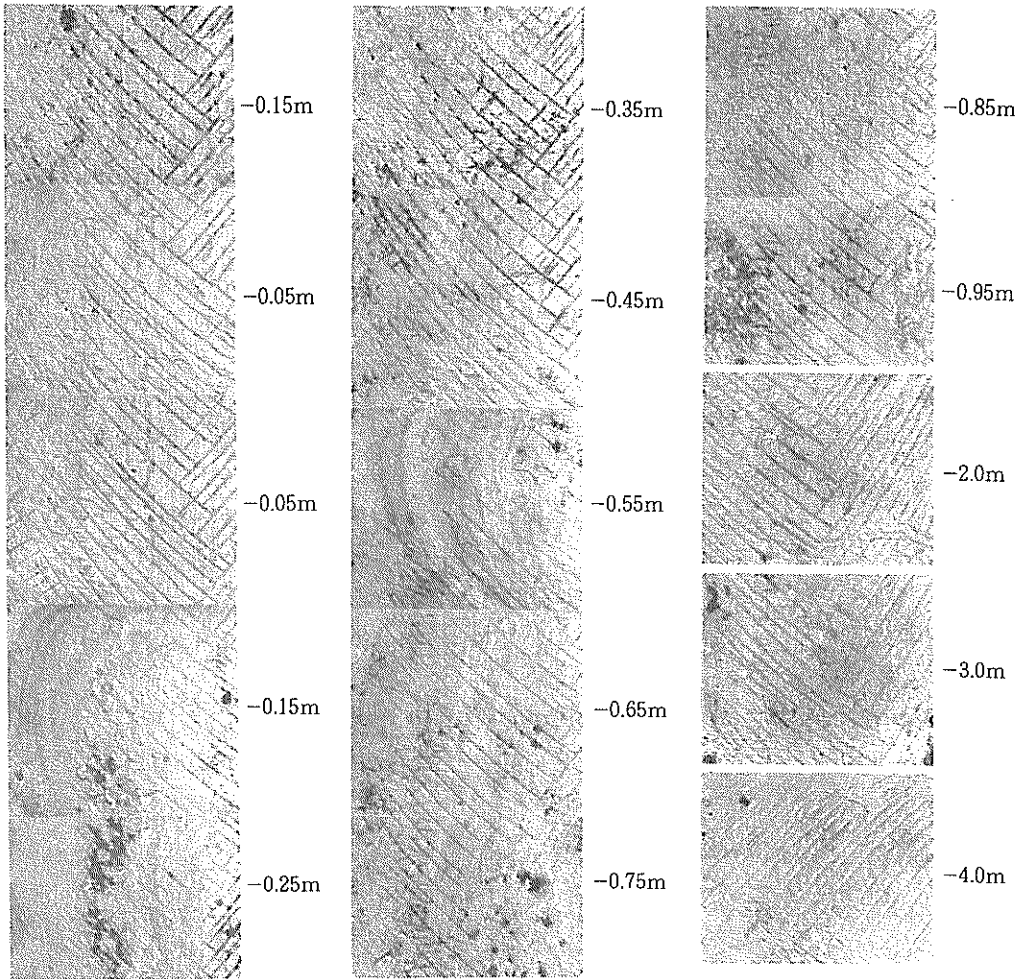


写真-33 切取り試験片の脱錆後の表面状況(6), 凹矢板, 平良港

付表-1 切取り試験片の肉厚測定結果 (1)

凸矢板ウェブ, No.1 函館港

試験片 No.	深 度 (m)	環 境	測 定 点 (n)	現 有 肉 厚 (mm)			腐食速度 (mm/y)		標準偏差 (mm)
				最大値	最小値	平均値	最大値	平均値	
1	+ 0.897	干満帯	30	9.796	7.010	8.309	0.138	0.113	0.630
2	+ 0.797		30	11.674	9.294	10.336	0.094	0.074	0.560
3	+ 0.700		30	13.782	12.028	12.740	0.042	0.028	0.440
4	+ 0.602		30	13.960	12.970	13.518	0.024	0.013	0.239
5	+ 0.505		30	13.944	12.774	13.565	0.027	0.012	0.245
6	+ 0.405		30	13.568	11.936	12.719	0.044	0.028	0.492
7	+ 0.307		30	13.840	12.448	13.389	0.034	0.016	0.403
8	+ 0.210		20	14.170	12.940	13.552	0.024	0.012	0.412
9	+ 0.110		30	10.960	5.390	8.608	0.169	0.108	1.538
10	+ 0.045		30	3.418	0	0.504	0.373以上	0.263	1.040
11	- 0.367	海水中	25	11.970	10.362	11.251	0.074	0.057	0.423
12	- 0.467		25	12.544	10.354	11.598	0.074	0.050	0.482
13	- 0.565		25	13.344	11.344	12.445	0.055	0.034	0.543
14	- 0.665		25	12.208	10.762	11.411	0.066	0.054	0.434
15	- 0.762		25	13.510	10.582	12.477	0.070	0.033	0.914
16	- 0.860		20	13.910	12.488	13.414	0.033	0.015	0.331
17	- 0.960		20	13.540	12.154	12.841	0.039	0.026	0.454
18	- 1.060		20	12.674	10.130	11.875	0.078	0.045	0.576
19	- 1.125		10	12.844	11.648	12.329	0.049	0.036	0.433

※ S. 44年調査時にすでに穴があいていたので  $14.2 \text{ mm} / 38 \text{ y} = 0.373 \text{ mm/y}$  以上とした。  
 その他の腐食速度は 52y で計算した。

付表-2 切り取り試験片の肉厚測定結果 (2)

凹矢板 ウェブ, No.2 函館港

試験片 No	深 度 (m)	環 境	測定点 (n)	現 有 肉 厚 (mm)			腐食速度 (mm/y)		標準偏差 (mm)
				最大値	最少値	平均値	最大値	平均値	
1	+ 0.90	干満時	30	12.700	10.116	11.319	0.079	0.055	0.615
2	+ 0.80		30	12.282	11.106	11.717	0.060	0.048	0.305
3	+ 0.70		30	12.928	11.260	12.050	0.056	0.041	0.449
4	+ 0.60		30	13.536	11.810	12.551	0.046	0.032	0.429
5	+ 0.50		30	13.946	11.564	13.262	0.051	0.018	0.500
6	+ 0.405		30	13.762	11.304	12.356	0.056	0.035	0.675
7	+ 0.30		30	13.928	11.950	12.884	0.043	0.025	0.504
8	+ 0.215		11	14.192	13.510	13.882	0.013	0.006	0.203
9	+ 0.115		17	14.182	13.354	13.841	0.016	0.007	0.228
10	+ 0.005		30	13.856	12.880	13.348	0.025	0.016	0.260

腐食速度は52yで計算した。

付表-3 切り取り試験片の肉厚測定結果 (3)

凸矢板 ウェブ, No.3 函館港

試験片 No	深 度 (m)	環 境	測定点 (n)	現 有 肉 厚 (mm)			腐食速度 (mm/y)		標準偏差 (mm)
				最大値	最少値	平均値	最大値	平均値	
1	+ 0.897	干満帯	45	12.986	9.750	11.356	0.086	0.055	0.734
2	+ 0.800		45	12.982	11.930	12.381	0.044	0.035	0.244
3	+ 0.616		45	13.038	11.492	12.156	0.052	0.039	0.331
4	+ 0.523		45	12.786	11.474	12.313	0.052	0.036	0.328
5	+ 0.425		45	13.456	11.038	12.346	0.061	0.036	0.624
6	+ 0.330		45	13.206	6.788	10.586	0.143	0.070	1.528
7	+ 0.205		45	6.598	0	3.620	0.373以上	0.203	1.660

※ S.44年調査時にすでに穴があいていたので14.2 mm/38y = 0.373 mm/y 以上とした。  
その他の腐食速度は52yで計算した。



付表一 4 切取り試験片の肉厚測定結果 (1)

杭, 海側, 横浜港

試験片 No	深 度 (m)	環 境	測 定 点 (n)	現 有 肉 厚 (mm)			腐食速度 (mm/y)		標準偏差 (mm)
				最大値	最少値	平均値	最大値	平均値	
1	+ 2.0	コンク リート中	36	15.565	15.227	15.357	0.045	0.038	0.061
2	+ 1.5		36	15.649	15.132	15.427	0.051	0.034	0.094
3	+ 1.0		36	15.553	15.230	15.460	0.045	0.032	0.066
4	+ 0.55		36	15.243	14.285	14.887	0.101	0.065	0.212
5	+ 0.45	干満帯	30	14.468	11.868	13.313	0.243	0.158	0.796
6	+ 0.35		36	12.060	10.427	11.181	0.328	0.283	0.287
7	+ 0.25		31	11.956	10.115	11.229	0.346	0.281	0.413
8	+ 0.15		36	12.738	10.464	11.550	0.326	0.262	0.518
9	+ 0.05		30	12.975	9.843	11.519	0.362	0.264	0.760
10	- 0.05	海水中	30	13.134	9.555	12.282	0.379	0.219	0.810
11	- 0.15		36	14.426	11.535	13.577	0.263	0.143	0.600
12	- 0.25		30	14.200	12.353	13.371	0.215	0.155	0.470
13	- 0.35		36	15.420	13.974	14.785	0.119	0.071	0.390
14	- 0.45		36	15.752	15.005	15.531	0.058	0.028	0.176
15	- 0.55		36	15.957	15.484	15.652	0.030	0.020	0.103
16	- 0.65		36	15.923	15.080	15.679	0.054	0.019	0.158
17	- 0.75		36	15.856	14.316	15.446	0.099	0.033	0.299
18	- 0.85		30	15.143	12.588	14.539	0.201	0.086	0.552
19	- 0.95		36	14.920	14.005	14.613	0.117	0.082	0.172
20	- 1.05		36	15.215	13.565	14.389	0.143	0.095	0.426
21	- 1.15		36	15.500	13.667	14.910	0.137	0.064	0.436
22	- 1.25		30	15.778	15.003	15.316	0.059	0.040	0.211
23	- 1.35		30	15.782	14.507	15.211	0.088	0.046	0.388
24	- 1.45		36	15.768	15.127	15.545	0.051	0.027	0.170
25	- 2.0		36	15.904	15.619	15.752	0.022	0.015	0.079
26	- 2.5		36	15.930	15.134	15.749	0.052	0.015	0.137
27	- 3.17		36	14.857	14.124	14.548	0.110	0.085	0.143
28	- 4.0		36	15.025	14.650	14.874	0.079	0.066	0.098
29	- 4.5		36	15.180	13.846	14.577	0.127	0.084	0.211
30	- 5.0		36	14.708	12.489	14.046	0.207	0.115	0.403
31	- 5.5		36	14.935	13.817	14.509	0.128	0.088	0.279
32	- 6.0		36	14.989	13.922	14.806	0.122	0.070	0.167
33	- 7.0	海泥中	36	15.223	14.628	14.880	0.081	0.066	0.125
34	- 8.0		35	15.888	14.318	15.068	0.099	0.055	0.301
35	- 9.0		36	15.100	14.743	14.942	0.074	0.062	0.120
36	- 10.0		36	15.390	14.938	15.183	0.062	0.048	0.130
37	- 11.0		36	14.925	13.676	14.463	0.137	0.090	0.347
38	- 12.0		36	15.773	15.107	15.547	0.053	0.027	0.132
39	- 13.0		36	15.856	15.465	15.638	0.031	0.021	0.097

付表-5 切り取り試験片の肉厚測定結果 (2)

杭, 陸側, 横浜

試験片 No	深 度 (m)	環 境	測定点 (n)	現 有 肉 厚 (mm)			腐食速度 (mm/y)		標準偏差 (mm)
				最大値	最少値	平均値	最大値	平均値	
40	+ 2.0	コンク リート中	36	15.650	15.010	15.417	0.058	0.028	0.146
41	+ 1.5		36	15.819	15.548	15.716	0.027	0.017	0.062
42	+ 1.0		36	15.940	15.099	15.686	0.053	0.018	0.146
43	+ 0.55		36	15.708	14.394	15.382	0.094	0.036	0.343
44	+ 0.45	干満帯	30	14.928	12.187	13.493	0.224	0.147	0.785
45	+ 0.35		30	12.823	10.781	11.921	0.307	0.240	0.614
46	+ 0.25		36	12.675	11.111	11.911	0.288	0.241	0.481
47	+ 0.15		30	14.885	12.526	13.942	0.204	0.121	0.523
48	+ 0.05		36	15.397	14.003	14.813	0.117	0.070	0.369
49	- 0.05	海水中	30	15.559	14.537	15.051	0.086	0.056	0.198
50	- 0.15		32	15.562	14.978	15.291	0.060	0.042	0.136
51	- 0.25		32	15.557	14.987	15.269	0.060	0.043	0.134
52	- 0.35		36	15.682	15.095	15.300	0.053	0.041	0.127
53	- 0.45		36	15.693	15.082	15.459	0.054	0.032	0.143
54	- 0.55		36	15.741	15.028	15.514	0.057	0.029	0.193
55	- 0.65		36	15.768	15.315	15.574	0.040	0.025	0.124
56	- 0.75		36	15.960	15.013	15.606	0.058	0.023	0.190
57	- 0.85		36	15.675	15.407	15.535	0.035	0.027	0.086
58	- 0.95		36	15.688	15.019	15.504	0.058	0.029	0.132
59	- 1.05		30	15.815	15.010	15.546	0.058	0.027	0.176
60	- 1.15		36	15.894	15.415	15.635	0.034	0.021	0.141
61	- 1.25		30	15.908	15.015	15.528	0.058	0.028	0.189
62	- 1.35		36	15.697	14.478	15.456	0.090	0.032	0.239
63	- 1.45		30	15.944	15.344	15.669	0.039	0.019	0.112
64	- 2.0		36	15.891	15.143	15.609	0.050	0.023	0.155
65	- 2.5		36	15.822	15.413	15.619	0.035	0.022	0.097
66	- 3.17		36	15.894	14.650	14.890	0.079	0.065	0.203
67	- 4.0		36	14.991	14.543	14.799	0.086	0.071	0.114
68	- 4.5		36	15.035	14.662	14.824	0.078	0.067	0.110
69	- 5.0		30	15.092	14.415	14.909	0.093	0.064	0.122
70	- 5.5		36	15.034	14.642	14.852	0.080	0.068	0.113
71	- 6.0		36	15.212	14.395	14.894	0.094	0.065	0.152
72	- 7.0		36	15.894	14.668	15.014	0.078	0.058	0.247
73	- 8.0		36	15.345	14.841	15.079	0.068	0.054	0.135
74	- 9.0	海泥中	36	15.982	14.613	15.201	0.082	0.047	0.268
75	- 10.0		36	15.712	14.723	15.199	0.075	0.047	0.228
76	- 11.0		36	15.982	14.911	15.240	0.064	0.045	0.195
77	- 12.0		36	15.833	15.218	15.494	0.046	0.030	0.136
78	- 13.0		36	15.830	15.143	15.446	0.050	0.033	0.166

付表-6 切取り試験片の肉厚測定結果 (1)

矢板A 陸側フランジ, 横浜港

試験片 No	深 度 (m)	環 境	測定点 (n)	現 有 肉 厚 (mm)			腐食速度 (mm/y)		標準偏差 (mm)
				最大値	最少値	平均値	最大値	平均値	
1	+ 1.75	コンク リート中	25	9.190	8.721	9.007	0.040	0.023	0.115
2	+ 1.65		25	9.170	8.788	9.010	0.010	0.023	0.094
3	+ 1.55		25	9.370	8.349	8.907	0.062	0.029	0.267
4	+ 1.45	干満帯	27	9.160	8.187	8.750	0.071	0.038	0.234
5	+ 1.35		24	8.980	8.042	8.497	0.080	0.053	0.236
6	+ 1.25		30	8.704	7.393	8.029	0.118	0.081	0.350
7	+ 1.15		30	8.943	7.180	8.098	0.131	0.077	0.365
8	+ 1.05		30	8.595	7.446	8.150	0.115	0.074	0.288
9	+ 0.95		36	8.758	8.044	8.415	0.080	0.058	0.168
10	+ 0.85		30	8.730	8.150	8.450	0.074	0.056	0.158
11	+ 0.75		30	8.813	7.627	8.219	0.104	0.069	0.259
12	+ 0.65		30	8.662	7.621	8.214	0.105	0.070	0.242
13	+ 0.55		30	8.715	7.802	8.205	0.094	0.070	0.245
14	+ 0.45		30	8.631	7.128	7.963	0.134	0.085	0.307
15	+ 0.35		30	8.833	7.560	8.165	0.108	0.073	0.319
16	+ 0.25		30	8.105	7.261	7.687	0.126	0.101	0.120
17	+ 0.15		30	8.760	7.148	7.978	0.132	0.084	0.371
18	+ 0.05		30	8.954	7.013	7.994	0.140	0.083	0.328
19	- 0.05	海水中	30	8.379	7.291	7.920	0.124	0.087	0.265
20	- 0.15		30	8.281	7.131	7.804	0.133	0.094	0.268
21	- 0.25		25	8.152	7.602	7.891	0.106	0.089	0.138
22	- 0.35		30	8.173	7.463	7.883	0.114	0.089	0.172
23	- 0.45		30	8.500	7.604	8.130	0.106	0.075	0.201
24	- 0.55		30	9.090	7.934	8.511	0.086	0.052	0.264
25	- 0.65		30	9.161	8.323	8.778	0.063	0.037	0.213
26	- 0.75		30	9.058	8.151	8.649	0.073	0.044	0.257
27	- 0.85		25	8.994	8.084	8.794	0.077	0.036	0.195
28	- 0.95		30	9.055	7.937	8.557	0.086	0.050	0.262
29	- 1.05		30	9.095	8.232	8.691	0.069	0.042	0.202
30	- 1.15		30	9.173	8.275	8.891	0.066	0.030	0.220
31	- 1.25		30	9.081	8.195	8.797	0.071	0.035	0.276
32	- 1.35		30	9.131	8.136	8.839	0.074	0.033	0.253
33	- 1.45		25	9.095	8.081	8.715	0.078	0.040	0.261
34	- 2.0		25	9.179	8.443	8.908	0.056	0.029	0.169
35	- 3.0		25	9.180	8.910	9.047	0.029	0.021	0.085
36	- 4.0		30	9.217	8.988	9.121	0.024	0.016	0.062
37	- 5.0	海泥中	30	9.188	9.015	9.111	0.023	0.017	0.050
38	- 6.0		25	9.233	9.034	9.133	0.022	0.016	0.049
39	- 7.0		30	9.220	9.054	9.146	0.020	0.015	0.044

付表-7 切取り試験片の肉厚測定結果 (2)

矢板A ウェブ, 横浜港

試験片 No	深 度 (m)	環 境	測定点 (n)	現 有 肉 厚 (mm)			腐食速度 (mm/y)		標準偏差 (mm)
				最大値	最少値	平均値	最大値	平均値	
40	+ 1.75	コンクリート中	36	8.055	7.143	7.682	0.062	0.032	0.249
41	+ 1.65		36	8.044	7.091	7.756	0.065	0.026	0.239
42	+ 1.55		36	8.101	7.416	7.906	0.046	0.017	0.160
43	+ 1.45	干満帯	36	7.935	7.125	7.606	0.063	0.035	0.186
44	+ 1.35		36	7.978	6.552	7.192	0.097	0.059	0.321
45	+ 1.25		36	7.715	6.503	6.948	0.100	0.074	0.306
46	+ 1.15		35	7.105	6.299	6.719	0.112	0.087	0.198
47	+ 1.05		36	6.507	5.289	6.041	0.171	0.127	0.336
48	+ 0.95		36	7.493	5.573	6.291	0.155	0.112	0.388
49	+ 0.85		36	7.465	5.420	6.475	0.164	0.101	0.483
50	+ 0.75		36	6.834	4.913	5.970	0.193	0.131	0.507
51	+ 0.65		36	6.245	4.753	5.664	0.203	0.149	0.365
52	+ 0.55		36	6.931	5.048	5.909	0.185	0.135	0.480
53	+ 0.45		30	6.980	4.780	6.344	0.201	0.109	0.470
54	+ 0.35		36	7.239	5.698	6.568	0.147	0.096	0.384
55	+ 0.25		36	7.861	4.617	6.715	0.211	0.087	0.886
56	+ 0.15		36	7.802	6.332	7.087	0.110	0.065	0.383
57	+ 0.05		30	7.107	6.228	6.637	0.116	0.092	0.266
58	- 0.05	海水中	36	7.122	5.913	6.593	0.135	0.095	0.253
59	- 0.15		36	7.019	5.418	6.528	0.164	0.098	0.309
60	- 0.25		36	7.206	6.456	6.842	0.103	0.080	0.241
61	- 0.35		36	7.401	6.435	6.994	0.104	0.071	0.219
62	- 0.45		36	7.197	6.560	6.975	0.096	0.072	0.172
63	- 0.55		36	7.838	6.723	7.160	0.087	0.061	0.253
64	- 0.65		30	7.583	6.446	7.111	0.103	0.064	0.347
65	- 0.75		36	7.903	6.444	7.135	0.103	0.063	0.420
66	- 0.85		36	8.071	7.007	7.772	0.070	0.025	0.227
67	- 0.95		36	8.077	6.698	7.468	0.088	0.043	0.395
68	- 1.05		30	7.997	5.642	7.645	0.150	0.033	0.443
69	- 1.15		36	8.074	6.588	7.834	0.095	0.022	0.270
70	- 1.25		36	8.128	7.409	7.939	0.047	0.015	0.161
71	- 1.35		36	8.112	7.518	7.896	0.040	0.018	0.177
72	- 1.45		36	8.100	7.638	7.928	0.033	0.016	0.123
73	- 2.0	36	8.080	7.500	7.858	0.041	0.020	0.172	
74	- 3.0	36	8.120	7.863	8.000	0.020	0.012	0.068	
75	- 4.0	36	8.164	7.980	8.098	0.013	0.006	0.054	
76	- 5.0	海泥中	36	8.150	7.870	8.040	0.018	0.009	0.057
77	- 6.0		36	8.163	7.978	8.077	0.013	0.007	0.047
78	- 7.0		36	8.165	8.060	8.115	0.008	0.005	0.024

付表-8 切取り試験片の肉厚測定結果 (3)

矢板A 海側フランジ, 横浜港

試験片 No	深 度 (m)	環 境	測定点 (n)	現 有 肉 厚 (mm)			腐食速度 (mm/y)		標準偏差 (mm)
				最大値	最少値	平均値	最大値	平均値	
79	+ 1.75	コンク リート中	30	9.023	8.610	8.756	0.046	0.038	0.126
80	+ 1.65		30	9.161	8.663	8.921	0.043	0.028	0.137
81	+ 1.55		30	8.985	8.685	8.856	0.042	0.032	0.110
82	+ 1.45	干満帯	30	9.115	8.000	8.626	0.082	0.046	0.323
83	+ 1.35		30	8.891	7.840	8.472	0.092	0.055	0.245
84	+ 1.25		30	8.653	8.023	8.400	0.081	0.059	0.154
85	+ 1.15		30	8.791	8.193	8.485	0.071	0.054	0.173
86	+ 1.05		30	8.899	8.214	8.591	0.070	0.048	0.163
87	+ 0.95		30	8.548	7.200	7.888	0.129	0.089	0.363
88	+ 0.85		30	8.085	6.540	7.336	0.168	0.121	0.430
89	+ 0.75		30	8.642	6.008	7.449	0.200	0.115	0.581
90	+ 0.65		30	7.948	6.360	7.015	0.179	0.140	0.465
91	+ 0.55		30	8.008	5.597	7.037	0.224	0.139	0.610
92	+ 0.45		30	8.973	5.643	7.285	0.221	0.124	0.980
93	+ 0.35		30	8.785	6.483	8.109	0.172	0.076	0.641
94	+ 0.25		30	8.910	6.500	7.981	0.171	0.083	0.632
95	+ 0.15		30	8.953	7.943	8.497	0.086	0.053	0.270
96	+ 0.05		30	8.978	8.035	8.546	0.080	0.050	0.196
97	- 0.05	海水中	30	9.117	8.010	8.576	0.082	0.048	0.344
98	- 0.15		30	9.026	7.885	8.650	0.089	0.044	0.255
99	- 0.25		30	9.170	8.273	8.776	0.066	0.037	0.209
100	- 0.35		30	9.092	8.110	8.718	0.076	0.040	0.226
101	- 0.45		30	9.250	8.249	8.827	0.068	0.034	0.214
102	- 0.55		30	9.075	8.091	8.737	0.077	0.039	0.197
103	- 0.65		30	9.125	8.298	8.687	0.065	0.042	0.223
104	- 0.75		30	9.125	8.001	8.678	0.082	0.042	0.250
105	- 0.85		30	9.158	8.450	8.884	0.056	0.030	0.185
106	- 0.95		30	9.218	5.841	8.596	0.209	0.047	0.884
107	- 1.05		30	9.200	8.438	8.843	0.057	0.033	0.656
108	- 1.15		30	9.252	8.252	8.943	0.068	0.027	0.240
109	- 1.25		30	9.400	8.478	8.957	0.054	0.026	0.199
110	- 1.35		30	9.254	8.751	8.965	0.038	0.009	0.136
111	- 1.45		30	9.192	8.658	8.977	0.044	0.025	0.152
112	- 2.0		30	9.181	8.193	8.759	0.071	0.038	0.248
113	- 3.0		30	9.361	9.049	9.151	0.021	0.015	0.089
114	- 4.0		30	9.352	9.080	9.245	0.019	0.009	0.059
115	- 5.0	海泥中	30	9.314	9.065	9.242	0.020	0.009	0.089
116	- 6.0		30	9.340	9.091	9.222	0.018	0.010	0.051
117	- 7.0		30	9.341	9.150	9.244	0.015	0.009	0.044

付表-9 切取り試験片の肉厚測定結果 (4)

矢板B 陸側フランジ, 横浜港

試験片 No	深 度 (m)	環 境	測定点 (n)	現 有 肉 厚 (mm)			腐食速度 (mm/y)		標準偏差 (mm)
				最大値	最少値	平均値	最大値	平均値	
1	+ 1.75	コンク リート中	30	9.497	9.133	9.361	0.027	0.014	0.078
2	+ 1.65		30	9.600	9.037	9.445	0.033	0.009	0.157
3	+ 1.55		30	9.600	7.598	8.920	0.118	0.040	0.558
4	+ 1.45	干 満 帯	30	9.387	7.235	8.509	0.139	0.064	0.594
5	+ 1.35		30	9.420	8.465	8.987	0.067	0.036	0.368
6	+ 1.25		30	9.211	7.693	8.516	0.112	0.064	0.271
7	+ 1.15		30	8.795	7.877	8.396	0.101	0.071	0.252
8	+ 1.05		30	9.122	8.234	8.750	0.080	0.050	0.226
9	+ 0.95		30	9.165	8.265	8.916	0.079	0.040	0.194
10	+ 0.85		30	9.142	8.502	8.930	0.065	0.039	0.171
11	+ 0.75		30	9.320	8.506	8.945	0.064	0.039	0.235
12	+ 0.65		30	9.172	8.806	8.955	0.047	0.038	0.133
13	+ 0.55		30	9.036	8.014	8.821	0.093	0.046	0.197
14	+ 0.45		30	9.052	8.040	8.640	0.092	0.056	0.218
15	+ 0.35		30	8.918	8.058	8.515	0.091	0.064	0.211
16	+ 0.25		30	8.828	8.013	8.602	0.093	0.059	0.222
17	+ 0.15		30	8.803	7.568	8.355	0.120	0.073	0.241
18	+ 0.05		30	8.915	8.069	8.586	0.090	0.070	0.206
19	- 0.05	海 水 中	30	8.973	8.050	8.642	0.091	0.056	0.231
20	- 0.15		30	9.101	7.928	8.676	0.098	0.054	0.259
21	- 0.25		30	8.978	8.181	8.607	0.083	0.058	0.213
22	- 0.35		30	9.112	8.141	8.730	0.086	0.051	0.254
23	- 0.45		30	9.284	8.272	8.902	0.078	0.041	0.236
24	- 0.55		30	9.215	8.050	8.808	0.091	0.047	0.272
25	- 0.65		30	9.355	8.505	8.987	0.064	0.036	0.219
26	- 0.75		30	9.340	8.502	9.042	0.065	0.033	0.243
27	- 0.85		30	9.400	8.821	9.116	0.046	0.028	0.160
28	- 0.95		30	9.400	6.693	8.971	0.171	0.037	0.470
29	- 1.05		30	9.375	8.192	9.012	0.083	0.035	0.274
30	- 1.15		30	9.400	8.815	9.153	0.046	0.026	0.171
31	- 1.25		30	9.372	8.628	9.134	0.057	0.027	0.180
32	- 1.35		30	9.357	8.622	9.086	0.058	0.030	0.166
33	- 1.45		30	9.488	8.857	9.190	0.044	0.024	0.158
34	- 2.0		30	9.480	8.853	9.146	0.044	0.027	0.190
35	- 3.0		30	9.600	9.202	9.463	0.023	0.008	0.088
36	- 4.0		30	9.600	9.385	9.517	0.013	0.005	0.065
37	- 5.0	海 泥 中	30	9.600	9.435	9.559	0.010	0.002	0.050
38	- 6.0		30	9.600	9.395	9.553	0.012	0.003	0.064
39	- 7.0		30	9.600	9.412	9.570	0.011	0.002	0.051
40	- 8.0		30	9.600	9.340	9.557	0.015	0.003	0.060
41	- 9.0		30	9.600	9.501	9.580	0.006	0.001	0.033
42	- 10.0		30	9.600	9.464	9.574	0.008	0.002	0.038

付表-10 切取り試験片の肉厚測定結果 (5)

矢板B ウェブ, 横浜港

試験片 No	深 度 (m)	環 境	測 定 点 (n)	現 有 肉 厚 (mm)			腐食速度 (mm/y)		標準偏差 (mm)
				最 大 値	最 少 値	平 均 値	最 大 値	平 均 値	
43	+ 1.75	コンクリート中	30	8.200	7.832	7.880	0.022	0.019	0.158
44	+ 1.65		30	8.200	7.025	7.830	0.069	0.022	0.340
45	+ 1.55		30	8.071	6.753	7.528	0.085	0.040	0.368
46	+ 1.45	干満帯	30	7.593	6.119	7.053	0.122	0.067	0.421
47	+ 1.35		30	7.683	6.645	7.209	0.091	0.058	0.265
48	+ 1.25		30	7.805	6.767	7.293	0.084	0.053	0.246
49	+ 1.15		30	7.575	5.844	6.953	0.139	0.073	0.426
50	+ 1.05		30	7.418	5.770	6.493	0.143	0.100	0.437
51	+ 0.95		30	7.993	6.307	7.025	0.111	0.069	0.352
52	+ 0.85		30	7.333	5.674	6.880	0.149	0.078	0.335
53	+ 0.75		30	7.362	5.556	6.459	0.156	0.102	0.458
54	+ 0.65		30	6.610	5.010	5.930	0.188	0.134	0.418
55	+ 0.55		30	7.218	5.622	6.336	0.152	0.110	0.307
56	+ 0.45		30	6.224	4.135	5.424	0.239	0.163	0.469
57	+ 0.35		30	7.258	5.170	6.142	0.178	0.121	0.653
58	+ 0.25		30	7.990	6.795	7.360	0.083	0.049	0.314
59	+ 0.15		30	7.998	5.748	7.225	0.144	0.057	0.525
60	+ 0.05		30	7.713	6.228	7.225	0.116	0.057	0.366
61	- 0.05	海水中	30	7.896	6.560	7.397	0.096	0.047	0.363
62	- 0.15		30	7.815	6.200	7.503	0.118	0.041	0.283
63	- 0.25		30	7.718	6.791	7.328	0.083	0.051	0.210
64	- 0.35		30	7.794	6.851	7.465	0.079	0.043	0.235
65	- 0.45		30	7.912	6.400	7.558	0.106	0.038	0.219
66	- 0.55		30	7.828	6.981	7.554	0.072	0.038	0.237
67	- 0.65		30	8.075	6.988	7.513	0.071	0.040	0.283
68	- 0.75		30	7.827	6.612	7.229	0.093	0.057	0.367
69	- 0.85		30	7.910	7.050	7.597	0.068	0.035	0.196
70	- 0.95		30	8.105	7.098	7.595	0.065	0.036	0.252
71	- 1.05		30	7.945	6.802	7.505	0.082	0.041	0.278
72	- 1.15		30	7.935	6.622	7.501	0.093	0.041	0.286
73	- 1.25		30	8.098	6.765	7.668	0.084	0.031	0.294
74	- 1.35		30	7.876	6.843	7.578	0.080	0.037	0.239
75	- 1.45		30	7.960	7.142	7.723	0.062	0.028	0.190
76	- 2.0		30	8.078	7.628	7.818	0.034	0.022	0.171
77	- 3.0		30	8.200	7.561	8.026	0.038	0.010	0.107
78	- 4.0		30	8.200	7.984	8.098	0.013	0.006	0.068
79	- 5.0	海泥中	30	8.200	7.958	8.098	0.014	0.006	0.072
80	- 6.0		30	8.200	7.800	8.075	0.024	0.007	0.112
81	- 7.0		30	8.200	7.970	8.129	0.014	0.004	0.068
82	- 8.0		30	8.200	7.936	8.110	0.016	0.005	0.073
83	- 9.0		30	8.200	8.019	8.116	0.011	0.005	0.058
84	- 10.0		30	8.200	8.001	8.119	0.012	0.005	0.058

付表-11 切取り試験片の肉厚測定結果 (6)

矢板B 海側フランジ, 横浜港

試験片 No	深 度 (m)	環 境	測定点 (n)	現 有 肉 厚 (mm)			腐食速度 (mm/y)		標準偏差 (mm)
				最大値	最少値	平均値	最大値	平均値	
85	+1.75	コンクリート中	30	9.563	8.372	9.170	0.072	0.025	0.313
86	+1.65		30	9.542	9.067	9.384	0.031	0.013	0.132
87	+1.55		30	9.578	7.420	9.046	0.128	0.033	0.556
88	+1.45	干満帯	30	8.953	7.435	8.123	0.127	0.087	0.355
89	+1.35		30	8.956	7.558	8.402	0.120	0.070	0.363
90	+1.25		30	9.304	8.423	8.953	0.069	0.038	0.205
91	+1.15		30	9.295	8.430	8.929	0.069	0.039	0.233
92	+1.05		30	9.160	8.312	8.823	0.076	0.046	0.176
93	+0.95		30	9.139	7.700	8.593	0.112	0.059	0.429
94	+0.85		30	9.313	7.862	8.673	0.102	0.055	0.479
95	+0.75		30	9.258	6.795	8.303	0.165	0.076	0.674
96	+0.65		30	8.927	6.155	7.471	0.203	0.125	0.691
97	+0.55		30	8.648	6.824	7.697	0.163	0.112	0.574
98	+0.45		30	8.861	6.660	8.128	0.173	0.087	0.506
99	+0.35		30	9.135	6.812	8.338	0.164	0.074	0.746
100	+0.25		30	9.400	6.440	8.186	0.186	0.083	0.754
101	+0.15		30	9.195	6.928	8.537	0.157	0.063	0.514
102	+0.05	30	9.221	7.540	8.624	0.121	0.057	0.454	
103	-0.05	海水中	30	9.400	8.025	8.799	0.093	0.047	0.317
104	-0.15		30	9.400	8.534	8.948	0.063	0.038	0.220
105	-0.25		30	9.331	8.451	8.882	0.068	0.042	0.214
106	-0.35		30	9.362	6.849	8.465	0.162	0.067	0.790
107	-0.45		30	9.101	7.772	8.758	0.108	0.050	0.333
108	-0.55		30	9.336	8.490	8.953	0.065	0.038	0.202
109	-0.65		30	9.415	8.502	8.997	0.065	0.035	0.224
110	-0.75		30	9.415	8.568	8.981	0.061	0.036	0.195
111	-0.85		30	9.400	8.453	8.817	0.067	0.046	0.212
112	-0.95		30	9.490	7.878	9.003	0.101	0.035	0.297
113	-1.05		30	9.402	8.421	9.015	0.069	0.034	0.241
114	-1.15		30	9.292	8.165	8.951	0.084	0.038	0.378
115	-1.25		30	9.455	8.461	8.973	0.067	0.037	0.223
116	-1.35		30	9.431	8.040	9.036	0.092	0.033	0.242
117	-1.45	30	9.490	8.240	9.076	0.080	0.031	0.308	
118	-2.0	30	9.548	8.941	9.241	0.039	0.021	0.166	
119	-3.0	30	9.504	9.228	9.421	0.022	0.011	0.066	
120	-4.0	30	9.503	9.332	9.455	0.016	0.008	0.038	
121	-5.0	海泥中	30	9.508	9.399	9.473	0.012	0.007	0.034
122	-6.0		30	9.541	9.477	9.505	0.007	0.006	0.015
123	-7.0		30	9.544	9.431	9.485	0.009	0.007	0.033
124	-8.0		30	9.600	9.501	9.532	0.006	0.004	0.029
125	-9.0		30	9.570	9.410	9.505	0.011	0.006	0.044
126	-10.0		30	9.600	9.400	9.541	0.012	0.003	0.056



付表一12 タイロッドの腐食速度  
外径測定による，横浜港

試験片 No	外径測定値 (mm)		腐食速度 (mm/y)	
	平均値	最少値	平均値	最大値
1	42.3	42.2	0.050	0.053
2	42.3	42.2	0.050	0.053
3	42.3	42.2	0.050	0.053
4	42.4	42.2	0.047	0.053
5	42.3	42.2	0.050	0.053
6	42.4	42.2	0.047	0.053
7	42.2	42.1	0.053	0.056
8	42.2	42.0	0.053	0.059
9	42.3	42.2	0.050	0.053
10	42.3	42.2	0.050	0.053
11	42.1	42.1	0.056	0.056
12	42.0	41.8	0.059	0.065
13	41.9	41.8	0.062	0.065
14	41.7	41.6	0.068	0.071
15	41.5	41.4	0.074	0.076

※ 片面，腐食期間17年，外径44mm(初期)で計算

付表一13 レールの底部(A)の腐測定結果  
ノギスによる，横浜港

試験片 No	幅 測 定 (mm)		腐食速度 (mm/y)	
	最大値	最小値	平均値	最大値
0	198.50	197.95	198.28	0.121
1	200.00	195.70	199.11	0.253
2	198.95	197.70	198.04	0.135
3	197.40	196.50	197.10	0.206
4	198.25	197.30	197.81	0.159
5	199.80	194.30	198.10	0.335
6	199.40	197.25	198.23	0.162
7	197.80	196.50	197.05	0.206
8	197.35	195.35	196.45	0.274
9	197.50	197.15	197.31	0.168
10	197.40	195.15	196.63	0.279
11	198.10	192.10	196.04	0.465
12	197.50	196.60	197.00	0.200
13	197.90	196.60	197.00	0.200
14	197.40	196.60	196.90	0.200
15	198.80	196.65	197.44	0.197
16	199.85	195.00	197.77	0.294
17	197.45	195.10	196.66	0.288
18	197.70	194.20	195.69	0.341
19	198.35	195.40	197.44	0.271
全体の腐食速度 0.465 (最大値)， 0.159 (平均値)				

付表一 14 レールB部の幅測定結果

マイクログ・メーターによる，横浜港

試験片 No	幅測定 (mm)		腐食速度 (mm/y)	
	最小値	平均値	最大値	平均値
0	55.476	55.740	0.266	0.251
1	55.440	55.810	0.268	0.246
2	55.010	55.463	0.294	0.267
3	55.468	55.812	0.267	0.246
4	55.323	55.525	0.275	0.263
5	55.596	56.031	0.259	0.233
6	55.634	55.846	0.257	0.244
7	55.002	55.706	0.294	0.253
8	55.378	55.614	0.272	0.258
9	55.312	55.711	0.276	0.252
10	55.198	56.038	0.282	0.233
11	55.612	55.966	0.258	0.237
12	55.282	56.017	0.278	0.234
13	55.594	55.932	0.259	0.239
14	55.005	55.532	0.294	0.263
15	55.448	55.940	0.268	0.239
16	55.500	56.114	0.265	0.229
17	55.982	56.382	0.236	0.213
18	56.210	56.375	0.223	0.213
19	55.544	55.989	0.262	0.236
全体の腐食速度0.294 (最大値)		0.242 (平均値)		

付表一 15 レールC部の幅測定結果

マイクログ・メーターによる，横浜港

試験片 No	幅測定 (mm)		腐食速度 (mm/y)	
	最小値	平均値	最大値	平均値
0	95.605	97.860	0.259	0.126
1	95.623	97.859	0.257	0.126
2	94.134	97.815	0.345	0.129
3	95.000	97.718	0.294	0.134
4	95.612	97.715	0.258	0.134
5	96.164	97.795	0.226	0.130
6	95.958	97.542	0.238	0.145
7	96.405	97.820	0.211	0.128
8	97.080	98.030	0.172	0.116
9	97.470	98.020	0.149	0.116
10	98.365	98.469	0.096	0.090
11	96.212	97.800	0.223	0.129
12	94.445	97.314	0.327	0.158
13	95.104	97.134	0.288	0.169
14	94.573	97.124	0.319	0.169
15	94.463	97.054	0.326	0.173
16	94.252	97.316	0.338	0.158
17	96.562	98.175	0.202	0.107
18	96.308	98.190	0.217	0.106
19	98.384	98.794	0.095	0.071
全体の腐食速度0.345 (最大値)		0.131 (平均値)		

付表-16 レールD部の幅測定結果  
マイクロ・メーターによる、横浜港

試験片 No	幅測定 (mm)		腐食速度 (mm/y)	
	最小値	平均値	最大値	平均値
0	93.969	94.145	0.061	0.050
1	93.980	94.099	0.060	0.053
2	93.365	93.928	0.096	0.063
3	93.400	93.932	0.094	0.063
4	93.247	93.857	0.103	0.067
5	93.793	94.064	0.071	0.055
6	93.861	94.040	0.067	0.056
7	93.833	94.080	0.069	0.054
8	93.280	93.820	0.101	0.069
9	93.178	93.621	0.107	0.081
10	93.305	93.603	0.100	0.082
11	93.314	93.672	0.099	0.078
12	93.288	93.717	0.101	0.075
13	93.313	93.672	0.099	0.078
14	93.356	93.771	0.097	0.072
15	93.251	93.672	0.103	0.078
16	93.218	93.700	0.105	0.076
17	93.278	93.637	0.101	0.080
18	93.182	93.684	0.107	0.077
19	93.661	94.010	0.079	0.058
全体の腐食速度 0.107 (最大値), 0.068 (平均値)				

付表-17 鋼管杭の電位測定結果 (-mV)

横浜港, 海水塩化銀電極基準

深度 (m)	測 定 年 月 日							
	S・44・9・22	S・44・9・30	S・50・10・15	S・53・12・17	S・57・2・25	S・58・3・10	S・59・2・12	S・60・2・17
+1.0				700	882	↑	↑	↑
±0.0	700	750	590	760	893	↑	↑	↑
-1.0		780		830	1003	↑	↑	↑
-2.0		790		740	1098	↑	↑	↑
-3.0		780		690	938	840	810	↑
-4.0		780		680	926	↓	↓	870
-5.0	690	790		670	926	1005	1010	↓
-6.0		960		665	950	↓	↓	1000
-7.0		960	620	600	979	↓	↓	↓
-8.0		780		650	970	↓	↓	↓
-9.0		740		640	938	↓	↓	↓
備考	陽極取付け前	陽極取付け直後			陽極再取付け直後			

◦ S・44・9・30 Al陽極の取付け, S・52陽極の補充, S・56・12 ~ S・57・2陽極の取替えを行っている。

付表-18 鋼矢板の電位測定結果 (-mV)

横浜港, 海水塩化銀電極基準

深 度 (m)	測 定 年 月 日			
	S・58・1・23	S・58・2・9	S・59・2・12	S・60・2・17
+1.0	586	859	↑	↑
±0.0	589	889	860	870
-1.0	601	921	↓	↓
-2.0	602	920	↓	↓
備 考	外電法, Al陽極取付け前	Al陽極取付け直後		

◦ S・58・1までは外部電源法, それ以後は流電陽極法。

付表-19 切取り試験片の肉厚測定結果 (1)

杭No.1, 神戸港

試験片 No	深 度 (m)	環 境	測定点 (n)	現 有 肉 厚 (mm)			腐食速度 (mm/y)		標準偏差 (mm)
				最大値	最少値	平均値	最大値	平均値	
1	+ 2.16	コンク リート中	30	11.600	11.144	11.523	0.043	0.024	0.104
2	+ 2.06		30	11.632	11.092	11.539	0.045	0.023	0.119
3	+ 1.96	海上 大気中 H.W.L. + 1.73	30	9.880	3.062	8.195	0.447	0.190	1.909
4	+ 1.86		30	9.956	1.644	7.743	0.518	0.213	1.465
5	+ 1.76		30	9.284	6.378	7.960	0.281	0.202	0.811
6	+ 1.66	干満帯	30	8.814	6.304	7.855	0.285	0.207	0.639
7	+ 1.56		30	9.352	7.754	8.538	0.212	0.173	0.460
8	+ 1.46		30	9.134	7.466	8.480	0.227	0.176	0.483
9	+ 1.38		24	9.902	7.732	9.055	0.213	0.147	0.455
10	+ 1.295		30	11.078	9.780	10.467	0.111	0.077	0.458
11	+ 1.195		30	11.384	10.042	11.158	0.098	0.042	0.254
12	+ 1.095		30	11.578	10.252	11.176	0.087	0.041	0.383
13	+ 0.995		30	11.492	10.322	10.922	0.084	0.054	0.327
14	+ 0.895		30	10.676	8.988	9.875	0.151	0.106	0.397
15	+ 0.795		30	10.754	9.512	10.093	0.124	0.095	0.292
16	+ 0.698		30	10.656	9.416	10.007	0.129	0.100	0.319
17	+ 0.60		30	9.654	8.424	9.233	0.179	0.138	0.274
18	+ 0.50		30	9.672	7.944	8.734	0.203	0.163	0.428
19	+ 0.40		30	8.904	7.540	8.190	0.223	0.191	0.278
20	+ 0.30		30	8.982	7.726	8.124	0.214	0.194	0.308
21	+ 0.20		30	10.052	7.978	8.934	0.201	0.153	0.574
22	+ 0.10		30	10.778	9.914	10.313	0.104	0.084	0.230
23	± 0.00	L.W.L.	30	10.628	9.918	10.426	0.104	0.079	0.167
24	- 0.10	海水 中	30	10.814	9.840	10.382	0.108	0.081	0.280
25	- 0.18		12	10.626	10.164	10.403	0.092	0.080	0.136
26	- 0.25		30	10.760	9.926	10.448	0.104	0.078	0.233
27	- 0.35		30	10.985	10.008	10.556	0.100	0.072	0.290
28	- 0.45		30	11.074	9.832	10.838	0.108	0.058	0.235
29	- 0.55		30	11.116	10.132	10.837	0.093	0.058	0.201
30	- 0.65		30	11.084	10.772	10.925	0.061	0.054	0.093
31	- 0.75		30	11.182	10.468	10.822	0.077	0.059	0.187
32	- 0.85		30	11.134	10.714	10.948	0.064	0.053	0.115
33	- 0.95		30	10.874	10.200	10.695	0.090	0.065	0.130
34	- 1.03		12	11.124	10.892	11.017	0.055	0.049	0.068
35	- 2.00		36	8.148	7.298	7.812	0.085	0.059	0.182
36	- 3.00		36	8.396	7.798	8.211	0.060	0.039	0.120
37	- 4.00		36	8.344	6.414	8.061	0.129	0.046	0.318
38	- 5.00		36	8.328	7.554	8.048	0.072	0.048	0.162
39	- 6.00		36	8.212	7.110	7.902	0.095	0.055	0.280
40	- 7.00		36	8.306	7.734	8.081	0.063	0.046	0.155
41	- 8.00		36	8.452	7.330	8.025	0.084	0.049	0.292
42	- 9.00		36	8.556	7.944	8.328	0.053	0.034	0.145
43	- 10.00		36	8.542	7.874	8.276	0.056	0.036	0.168
44	- 11.00		36	8.726	8.174	8.473	0.041	0.026	0.139
45	- 12.00		36	8.992	8.838	8.929	0.008	0.004	0.036

腐食速度は 20 y で計算

付表-20 切取り試験片の肉厚測定結果 (2)

杭No.2 神戸港

試験片 No	深 度 (m)	環 境	測定点 (n)	現 有 肉 厚 (mm)			腐食速度 (mm/y)		標準偏差 (mm)
				最大値	最少値	平均値	最大値	平均値	
1	+ 2.18	コンク リート中	30	12.118	11.962	12.059	0.008	0.003	0.044
2	+ 2.08		30	12.096	11.788	12.014	0.017	0.005	0.072
3	+ 1.98	海 上 大 気 中 H.W.L. + 1.73	30	9.642	2.256	8.078	0.493	0.202	1.566
4	+ 1.88		30	9.354	7.218	8.612	0.245	0.175	0.542
5	+ 1.78		30	9.420	3.824	8.514	0.415	0.180	1.016
6	+ 1.68	干 満 帯	30	9.994	7.690	9.144	0.221	0.149	0.478
7	+ 1.58		30	9.458	5.846	8.543	0.314	0.179	0.704
8	+ 1.48		30	9.404	7.900	8.842	0.211	0.164	0.382
9	+ 1.39		24	11.714	6.156	9.768	0.298	0.118	1.261
10	+ 1.30		30	11.826	11.280	11.604	0.042	0.026	0.148
11	+ 1.20		30	11.580	9.490	10.485	0.131	0.082	0.633
12	+ 1.10		30	10.818	8.920	9.668	0.160	0.123	0.486
13	+ 1.00		30	10.622	8.982	9.782	0.157	0.117	0.450
14	+ 0.90		30	11.408	9.876	10.631	0.112	0.074	0.346
15	+ 0.80		30	11.076	9.208	10.244	0.146	0.094	0.528
16	+ 0.70		30	10.622	7.762	8.957	0.218	0.158	0.694
17	+ 0.60		30	8.982	7.012	8.055	0.255	0.203	0.495
18	+ 0.50		30	8.408	6.472	7.583	0.282	0.227	0.488
19	+ 0.40		30	9.096	7.200	8.462	0.246	0.183	0.399
20	+ 0.30		30	7.848	6.234	7.022	0.294	0.255	0.324
21	+ 0.20		30	10.256	6.732	8.509	0.269	0.180	0.922
22	+ 0.10		30	10.762	9.224	10.232	0.145	0.094	0.405
23	± 0.00	L.W.L.	30	11.718	9.236	10.565	0.144	0.078	0.540
24	- 0.10	海 水 中	30	11.182	8.272	10.463	0.192	0.083	0.674
25	- 0.175		12	11.534	11.216	11.393	0.045	0.036	0.087
26	- 0.25		30	11.554	10.826	11.087	0.065	0.052	0.156
27	- 0.35		30	11.476	9.470	10.996	0.132	0.056	0.362
28	- 0.45		30	11.490	9.904	11.037	0.111	0.054	0.288
29	- 0.55		30	11.506	10.844	11.238	0.064	0.044	0.170
30	- 0.65		30	11.282	9.804	10.595	0.116	0.076	0.402
31	- 0.75		30	11.186	10.374	10.931	0.087	0.059	0.183
32	- 0.85		30	11.300	10.018	10.871	0.105	0.062	0.400
33	- 0.95		30	11.818	10.396	11.261	0.086	0.043	0.282
34	- 1.025		12	11.518	11.018	11.254	0.055	0.043	0.132
35	- 2.00		36	8.016	7.284	7.748	0.086	0.062	0.151
36	- 3.00		36	8.294	7.556	7.893	0.072	0.055	0.201
37	- 4.00		36	8.154	7.232	7.798	0.088	0.060	0.224
38	- 5.00		36	7.962	7.460	7.761	0.077	0.062	0.125
39	- 6.00		36	8.634	7.574	8.151	0.071	0.042	0.284
40	- 7.00		36	8.650	7.912	8.234	0.054	0.038	0.192
41	- 8.00		36	8.584	7.716	8.070	0.064	0.047	0.222
42	- 9.00		36	8.682	7.594	8.163	0.070	0.042	0.211
43	- 10.00		36	8.480	8.132	8.356	0.043	0.032	0.087
44	- 11.00		36	8.572	8.232	8.406	0.038	0.030	0.078
45	- 12.00		36	8.528	8.248	8.442	0.038	0.028	0.063

腐食速度は20y で計算

付表-21 電位測定結果(神戸港)

S・55年11月測定, 単位: -mV 海水塩化銀電極基準

深 度 (m)	測 定 位 置 (セ ル No)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
+ 1	760	775	765	770	775	765	765	770	760	750	760	800
± 0	760	775	765	770	775	765	765	770	760	750	760	800
- 1	760	775	765	770	775	765	765	775	760	750	760	800
- 2	760	775	765	770	775	765	770	775	760	750	760	800
- 3	760	775	765	770	775	765	770	775	760	750	760	800
- 4	760	775	765	770	780	765	770	775	760	750	760	800
- 5	760	770	760	765	775	765	770	775	760	750	760	800
- 6	755	760	760	765	770	765	770	770	760	750	760	800
- 7	755	755	760	765	770	765	770	760	750	750	760	800
- 8	750	755	760	765	770	760	765	765	760	750	760	795
- 9	750	750	755	765	770	760	760	765	760	750	760	795
- 10	750	750	755	765	770	760	760	765	760	750	760	790

付表-22 電位測定の結果(神戸港)

単位: -mV, 海水塩化銀電極基準

深 度 (m)	測 定 位 置 (No.2セル)				測 定 位 置 (No.8セル)			
	測 定 年 月				測 定 年 月			
	S・48・1	S・48・11 ~ 49・1	S・53・10	S・55・1	S・48・1	S・48・11 ~ 49・1	S・53・10	S・55・1
+ 1	760	775	840	980	660	840	850	1140
± 0	760	775	840	980	660	840	850	1150
- 1	760	775	850	990	660	840	850	1170
- 2	760	780	850	1030	660	840	850	1180
- 3	760	780	850	1030	660	840	850	1210
- 4	770	785	850	1015	660	840	860	1210
- 5	770	785	850	980	670	840	860	1200
- 6	770	780	840	970	670	840	860	1170
- 7	770	780	840	960	670	840	860	1170
- 8	770	780	840	960	670	840	860	1170
- 9	760	775	840	960	670	835	850	1170
- 10	760	775	840	960	670	830	850	1170

付表-23 切取り試験片の肉厚測定結果 (1)

凸矢板、平良港

試験片 No	深 度 (m)	環 境	測定点 (n)	現 有 肉 厚 (mm)			腐食速度 (mm/y)		標準偏差 (mm)
				最大値	最少値	平均値	最大値	平均値	
1	+ 2.85	海 上 大 気 中	70	3.227	0.000	1.116	0.646	0.599	0.917
2	+ 2.75		72	6.477	0.000	1.050	0.646	0.602	1.138
3	+ 2.65		64	5.564	0.000	3.484	0.646	0.501	1.400
4	+ 2.55		68	5.981	0.000	4.009	0.646	0.479	1.346
5	+ 2.45		65	8.035	3.629	5.581	0.495	0.413	0.971
6	+ 2.35		66	8.270	2.281	5.807	0.551	0.404	1.395
7	+ 2.25		66	8.538	1.321	5.835	0.591	0.403	1.590
8	+ 2.15		62	10.323	0.000	6.134	0.646	0.390	3.151
9	+ 2.05		62	9.652	2.849	6.632	0.527	0.369	1.947
10	+ 1.95		52	10.180	4.324	7.920	0.466	0.316	1.328
11	+ 1.85	M.S.L. 干 満 帯	57	12.600	8.001	10.431	0.312	0.211	0.879
12	+ 1.75		57	13.058	8.479	11.438	0.293	0.169	1.048
13	+ 1.65		60	13.790	9.790	12.296	0.238	0.134	0.721
14	+ 1.55		56	13.841	10.785	12.494	0.196	0.125	0.743
15	+ 1.45		49	13.701	11.480	12.647	0.168	0.119	0.486
16	+ 1.35		50	15.150	10.379	13.899	0.213	0.067	0.801
17	+ 1.25		40	15.386	13.273	14.725	0.093	0.032	0.496
18	+ 1.15		36	15.105	13.959	14.608	0.064	0.037	0.348
19	+ 1.05		43	15.423	14.013	14.686	0.062	0.026	0.430
20	+ 0.95		47	15.060	13.769	14.676	0.072	0.034	0.274
21	+ 0.85		48	15.248	13.628	14.718	0.078	0.033	0.313
22	+ 0.75		48	14.795	13.458	14.329	0.085	0.049	0.283
23	+ 0.65		50	14.803	12.835	14.011	0.111	0.062	0.447
24	+ 0.55		37	14.510	12.628	13.708	0.120	0.075	0.397
25	+ 0.45		51	14.222	12.310	13.484	0.133	0.084	0.429
26	+ 0.35		65	14.293	11.982	13.387	0.147	0.088	0.446
27	+ 0.25		60	14.113	12.007	13.495	0.146	0.084	0.410
28	+ 0.15		62	14.551	11.578	13.534	0.163	0.082	0.666
29	+ 0.05		57	13.981	11.974	13.139	0.147	0.098	0.393
30	- 0.05	海 水 中	58	13.797	10.345	13.105	0.215	0.100	0.519
31	- 0.15		45	14.149	12.784	13.492	0.113	0.084	0.340
32	- 0.25		60	14.287	12.926	13.651	0.107	0.077	0.308
33	- 0.35		54	14.455	12.852	13.697	0.110	0.075	0.375
34	- 0.45		61	14.851	12.600	13.849	0.121	0.069	0.420
35	- 0.55		58	13.990	12.350	13.310	0.131	0.091	0.347
36	- 0.65		52	14.019	11.995	13.118	0.146	0.099	0.425
37	- 0.75		61	14.200	11.435	13.003	0.169	0.104	0.632
38	- 0.85		42	13.900	11.187	12.859	0.180	0.110	0.666
39	- 0.95		43	14.000	11.564	13.027	0.164	0.103	0.531
40	- 2.0		65	14.557	12.033	13.445	0.144	0.086	0.610
41	- 3.0		68	14.541	12.058	13.497	0.143	0.083	0.645
42	- 4.0		63	14.416	11.364	13.482	0.172	0.084	0.625



付表一 24 切取り試験片の肉厚測定結果

凹矢板, 平良港

試験片 No	深 度 (m)	環 境	測定点 (n)	現 有 肉 厚 (mm)			腐食速度 (mm/y)		標準偏差 (mm)
				最大値	最少値	平均値	最大値	平均値	
1	+ 3.15	海 上 大 気 中	50	14.052	11.540	13.117	0.165	0.099	0.478
2	+ 3.05		46	14.046	9.781	12.201	0.238	0.137	0.874
3	+ 2.95		49	10.441	6.040	8.899	0.394	0.275	0.923
4	+ 2.85		49	9.568	2.523	6.188	0.541	0.388	2.247
5	+ 2.75		51	10.100	4.039	7.437	0.478	0.336	1.483
6	+ 2.65		48	9.949	2.734	7.531	0.532	0.332	1.550
7	+ 2.55		47	10.418	4.842	8.448	0.444	0.294	1.321
8	+ 2.45		45	11.220	3.095	8.948	0.517	0.273	1.700
9	+ 2.35		48	10.841	5.468	8.723	0.418	0.282	1.244
10	+ 2.25		47	11.440	3.039	8.863	0.519	0.277	1.889
11	+ 2.15		41	11.870	6.332	9.715	0.382	0.241	1.558
12	+ 2.05		40	12.635	5.318	10.216	0.424	0.012	1.796
13	+ 1.95		42	11.720	4.790	9.532	0.446	0.249	1.681
14	+ 1.85	M.S.L. 干 満 帯	42	13.157	0.000	11.783	0.646	0.155	0.937
15	+ 1.75		47	13.475	10.279	12.529	0.218	0.124	0.665
16	+ 1.65		48	14.142	10.974	12.914	0.189	0.108	0.772
17	+ 1.55		56	15.000	8.010	12.926	0.312	0.107	1.736
18	+ 1.45		39	15.090	12.430	14.245	0.128	0.052	0.562
19	+ 1.35		43	15.263	12.536	13.674	0.124	0.076	0.574
20	+ 1.25		54	15.451	13.354	14.632	0.089	0.036	0.498
21	+ 1.15		54	15.442	13.168	14.818	0.097	0.028	0.573
22	+ 1.05		54	15.390	13.420	15.001	0.087	0.021	0.376
23	+ 0.95		54	15.458	12.200	14.705	0.138	0.033	0.624
24	+ 0.85		63	15.283	13.105	14.061	0.100	0.060	0.551
25	+ 0.75		48	14.832	12.469	13.928	0.126	0.066	0.537
26	+ 0.65		41	14.791	12.218	13.445	0.137	0.086	0.626
27	+ 0.55		63	15.025	12.064	13.456	0.143	0.085	0.638
28	+ 0.45		48	13.445	11.324	12.631	0.174	0.120	0.445
29	+ 0.35		48	14.132	10.673	12.798	0.201	0.113	0.656
30	+ 0.25		50	13.361	10.942	12.421	0.190	0.128	0.535
31	+ 0.15		48	13.946	11.209	12.702	0.179	0.117	0.605
32	+ 0.05		48	14.045	10.258	12.880	0.218	0.109	0.843
33	- 0.05	海 水 中	48	14.116	11.539	13.069	0.165	0.101	0.539
34	- 0.15		48	13.742	11.916	12.921	0.149	0.107	0.421
35	- 0.25		48	14.462	11.658	13.357	0.160	0.089	0.546
36	- 0.35		42	14.705	11.885	13.204	0.151	0.096	0.560
37	- 0.45		48	13.810	11.997	12.952	0.146	0.106	0.426
38	- 0.55		48	14.200	12.624	13.506	0.120	0.083	0.372
39	- 0.65		48	14.167	12.251	13.278	0.135	0.093	0.484
40	- 0.75		47	14.115	11.840	13.241	0.153	0.094	0.572
41	- 0.85		48	14.634	12.488	13.422	0.126	0.087	0.578
42	- 0.95		48	14.928	11.686	13.535	0.159	0.082	0.557
43	- 2.0		56	13.394	11.612	12.784	0.162	0.113	0.391
44	- 3.0		62	13.849	11.849	12.922	0.152	0.107	0.434
45	- 4.0		63	14.457	12.436	13.356	0.128	0.089	0.458

港湾技研資料 No.601

1987・12

編集兼発行人 運輸省港湾技術研究所

発行所 運輸省港湾技術研究所  
横須賀市長瀬3丁目1番1号

印刷所 有限会社 つばさ印刷技研

Published by the Port and Harbour Research Institute  
Nagase, Yokosuka, Japan.