# 1 囲い込み工の設置目的

囲い込み工は、Step 2 までの汚染対策を完了するために、当面必要となる油の移動・拡散の 防止を主な目的として設置する。

ここでは、囲い込み工の範囲設定および工法等の検討を行ったが、油回収の一方策である土壌 (PCB を含む油が付着した土壌) の掘削除去時の土留めも具備すべき要件として検討した。

# 2 囲い込み工の設置範囲の設定

囲い込み工の設置範囲は、油相が確認される範囲とし、大略して「旧処分場内」と「旧処分場外」に区分する。「旧処分場外」は PCB の汚染度合いから「汚染源域」と「その他エリア」に区分し、さらに対策の優先度から「その他エリア」を「高水敷部」と「低水護岸部」と設定する。

囲い込み工の設置範囲(平面図)を図-1に、各対策区域の面積を表-1に示す。



汚 染 源 域:不法投棄されたコンデンサ素子等の投棄物及び高濃度の PCB が留まっている と想定される区域

その他エリア: 低濃度の PCB が留まっていると想定される区域

・高 水 敷 部:計画高水位以下の区域で、過去 10 年間水没していない区域

・低水護岸部:計画高水位以下の区域で、年間数回程度の水没が想定される区域

図-1 囲い込み工範囲の平面図

表-1 各対策区域の面積

	対策区域	面積(㎡)
旧処分場内		5, 500
	汚染源域	370
	その他エリア(高水敷部)	4, 100
旧処分場外	その他エリア(低水護岸部)	1, 900
	計	6, 370
北側・振子川	護岸エリア	2, 300
合 計		14, 170

# 3 囲い込み工に求められる機能

囲い込み工に求められる機能は、主として油分の移動・拡散防止であるが、対策区域によっては付帯すべき機能がある。

囲い込み工の区分を図-2に、囲い込み工の区分ごとの求められる機能を表-2に示す。

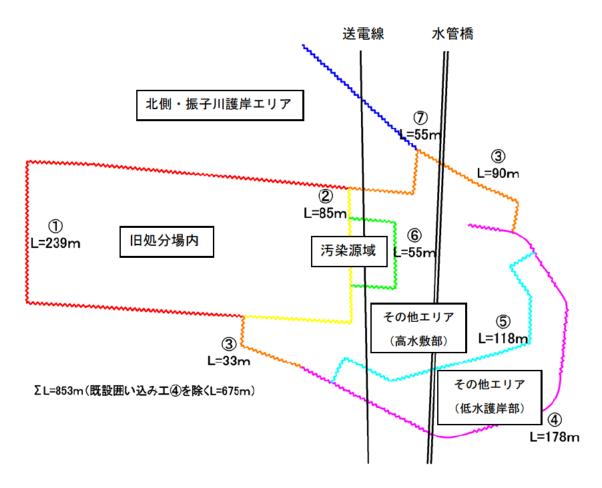


図-2 範囲ごとの囲い込みエ

表-2 囲い込み工の区分ごとに求められる機能

区分	延長(m)	求められる機能	備考
1	239	・油分の移動および拡散防止機能	
2	85		
3	123	ンカノンの エク チム +ン しょぎ サヤ #b ロナ 。L +メタム インヒ.	
4	178	・油分の移動および拡散防止機能 ・油回収の一方策である土壌(PCBを	既設鋼矢板
(5)	118	含む油が付着した土壌) の掘削除去	
6	55	時の土留め機能	
7	55		
合計	853 (既設	鋼矢板を除いた合計 L=675m)	

# 4 囲い込み工の検討

# 4. 1 囲い込み方式について

囲い込み方式は、地下水面上にある油の移動・拡散を防止できるものとする必要がある。 囲い込み方式には、「浮き型」と「根入れ型」があり、特性比較表を表-3に示す。

表-3 囲い込み方式の特性比較表

工法名称	浮き型	根入れ型
概要	・不透水層までの根入れは行ない囲い込み工である。 ・地下水の移動はあるが、地下水面上の油の移動を制限す ることが可能である。	・不透水層までの根入れを行う囲い込み工である。 ・地下水の移動を制限できる。 ・根入れ型においては、地下水位の管理が重要となる。
概要図	地表面	地表面 //// 地下水位 油相 <u>囲い込みエ</u> ////  不透水層
設置深さ	10m~15m程度	25m以上 (不透水層まで)
油移動の制限	0	0
施工の確実性	0	Δ (不透水層の確実な把握が必要)
維持管理	0	△(揚水管理が必要)
経済性	0	Δ
施工速度	0	Δ
壁内の掘削	〇(必要に応じ補助工法が必要)	〇(必要に応じ補助工法が必要)
主な適用技術	鋼矢板	・地中連続壁 ・ソイルセメント固化壁
実 績	あり	あり

# 4. 2 囲い込み工法について

囲い込み工の工法は、種々あるが、ここでは表-2 に示した機能を担保することができる工 法を対象にし、課題を整理した上で、特に当現場での適用性について工法比較を行った。

### (1)課題の整理

囲い込み工の設置に係る課題は、表-4に示すとおりである。

区 分 内容 水管橋・送電線下は空頭制限となる。そのため、対応可能 空頭制限下による施工 な重機での施工が必要である。 旧処分場外の掘削においては、囲い込み工を土留め工とし 土留め工としての利用 て利用する必要がある。 現地地盤は、砂礫や玉石が多い。そのため、対応可能な重 砂礫・玉石に対しての対応 機での施工が必要である。 囲い込み工設置に際し、発生する廃棄物や汚染土壌の保 発生する廃棄物や汚染土壌について 管・処分について留意する必要がある。 本事案現場は、河川区域内であり、地下水位が高い状況が 地下水位の高い場合の施工 考えられる。そのため、地下水位の高い場合の施工の可否 を検討する必要がある。 隣接する工場に影響を与えないため、無振動施工を行う必 無振動施工 要がある。

表-4 囲い込み工の設置に係る課題

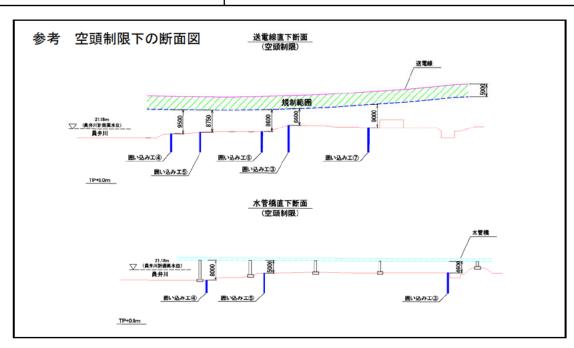


図-3 空頭制限下の断面図

# (2) 囲い込み工法の比較検討

表-4に示した課題を踏まえ、各工法の比較検討を行った。特性比較表を表-5に示す。

# 表-5 囲い込みエ法の特性比較表

1997   1997					既設品		地中連続壁(完全層梯)		イオルトバ	ンイルセメント固化壁
No. 10   N		Ň	#		鋼矢板工法		RC遮水壁工法		ソイルセメント固化壁工法	ソイルセメント固化壁工法+芯材
Table   Part		<u>w</u>	<b>⊠</b>		地表面類先板	# # # # # # # # # # # # # # # # # # #	が 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		地表面・ソイルセメント	は後年というというというというというというというというというというというというというと
#ETCF-0   11   11   11   11   11   11   11   1		工法の	就明		,	地人精	Pを溝状に先行細削し、鉄筋籠を挿 をコンクリートを打設して連続壁を 覧する工法		現地盤とセメント系配合液を混合して 連続した固化壁を構築する工法	ソイルセメント遮水壁とH鋼や鋼矢板と の併用工法
According		がエイン	J							
The column   Column		遮水( ) 期待できる	性能 ;透水係数)		1×10 <sup>-6</sup> cm/sec程度		1×10 <sup>-7</sup> cm/sec程度		賣	m S
1. ct		施工可	能深度		25m程度		150m程度		45m程度	45m程度
The control of the			水管橋 (4.6m∼5.0m)		0		(1m程度の盤下げが必要)		◁	◁
The country			送電線 (6.6m~9.5m)		0		0		0	0
		空頭制限下 の適用	整画设衣							
## ** *** *** *** *** *** *** *** *** *					圧入機:1.9m (国内に数十台)	先(国) (国) (国)	削機4.7m (回転式) に8台以上) 限下では回転式の掘削機 限定される。		TRD重t (日本に2	幾: 6.5m 2~3台程度)
		工人员干	77	0	士留めとしての利用は可能 (ただし約3mを超える類削に際して は、タイロッド工法や切梁・腹起し等 の補助工法が必要となる。)			$\triangleleft$	としての利用は困難	
# 2	現場での適用		単に対しての対応	0	ロックオーガーと圧入機が一体となった硬質地盤クリアー工法においては、粒径200mm程度まで対応可能 粒径200mm以上の場合は、ロックオーガー等で対応。 比等で対応。 圧入における打設は困難である。(既		応式船削機/パケット式舶削機:粒径me程度まで対応可能 E150m以上の場合は、ロックオー等で対応。	0		等で対応
20mg   10mg	2世				廃棄物・汚染土壌はほどんど発生しない。	光士 ゆ	e置換のため、大量の廃棄物・汚染 資が発生し、適正な保管が必要とな		原位置土との混合壁となるが、施工時にリ 説木には、PCBが混入するため、PCB含有の る。	泥水が発生する。 (PCB落葉物) となるこ
(15年4年 (2015年 (2015			発生する廃棄物・汚染 土壌等の措置	0	1		廃棄物としての適正な保管が必要	$\triangleleft$	PCB廃棄物としての適正な保管が必要。 泥木については、水処理等の指置が必要と	: 45.
Try Atto Atto Atto Atto Atto Atto Atto Att			発生量 (延長400m深度25mと 想定)		1		約8, 700㎡		<b>*</b> 553	,600m²
#報節衛工 ( (		地下水位の	高い場合の施工	0	地表付近に地下水位があっても施工可能である。河川・港湾での実績多い。		hは、周辺地下水位と孔内水位の水 岩により保護するため、周辺地下水 L内地下水位より約2m程度低い必要 bる。	0	孔内をセメントミルク(比重1. 5程度)満近に地下水位があっても施工は可能となる	周辺土壌と比重差が無く
(権工権) 対策が必要		無	振動施工	0	無振動施工が可能 (硬質地盤クリアー工法)	◁	困難	◁		因難
工業的         単体         2.5万円/㎡程度         60㎡/日程度         80㎡/日程度         〇           土留めの補助工法         計算         1.5万円/㎡程度         〇         日曜         4万円/㎡程度         〇           施工業費         新町工法を用いれば、上留め工として 発生する汚炭廃棄物・汚染土壌がほと 施工進度が違い。         金生する汚炭廃棄物・汚染土壌がほと 施工進度が違い。         工程めとして利用ができる。)         本機的経済性に優れている。 経済権に確しいる。         所効経療物・汚染土壌がは軽い大量に発生する。 を見たなるとのなるが展験が、汚染産業物・汚染土壌が発生する。         「お砂をして利用ができる。)           デメリット         25mを超える海度の施工は困難         大量の廃棄物・汚染土壌が発生がたの体の、汚染産業の、汚染産業の、汚染産業の、汚染産業の、洗剤をおいる。 ・ 25両砂を耐がたが困難。 となるがなが困難。 となるがなが困難。 となるがなが関係であるが、汚染機制 での対なが正確をおりる。		20	)他留意点		継手部における漏水(油)対策が必要である。 である。 ウォータジェットによる打設は、油の 払散を招く可能性がある。 低水護岸部は頻繁に水没するため、機 検設置は十分な検討が必要となる。				衛植士に対しては、セメント固化材の水利性を担保できない可能性がある。 医水護岸部は頻繁に水没するため、機械部	おそれがあり が必要となる
単体		(工 (施工遊)	期 <b>担度</b> )	0	90㎡/日程度	0	60㎡/日程度	0	80㎡/日程度	70㎡/日程度
上留めの補助工法       ①       1.5万円/㎡程度       ○       日本 4万円/㎡程度       ○       ○       日本 4万円/㎡程度       ○ <th></th> <td></td> <td>単体</td> <td></td> <td>2.5万円/㎡程度</td> <td></td> <td>13万円/㎡程度</td> <td></td> <td>4万円/㎡程度</td> <td>8万円/㎡程度</td>			単体		2.5万円/㎡程度		13万円/㎡程度		4万円/㎡程度	8万円/㎡程度
6 本力 (所設用い込み工は、鋼头板である。)     (所設用い込み工は、鋼头板である。)       4 J		松冰柱	土留めの補助工法	0	1.5万円/㎡程度	◁	1	0	困難	○ 2万円/㎡程度
6       (既設囲い込み工は、鋼矢板である。)         4       相助工法を用いれば、土留め工としての利用ができる。       土留めとして利用ができる。       比較的経済性に優れている。       権力を対象を実施・汚染土壌が比較的大量に発生する。         A とない。 施工速度が速い。       本量の廃棄物・汚染土壌が発生する。       大量の廃棄物・汚染土壌が発生する。       大量の廃棄物・汚染土壌が発生する。       大量の廃棄物・汚染土壌が発生する。       大量の廃棄物・汚染土壌が発生する。       大量の廃棄物・汚染土壌が発生する。         メリット       25mを超える深度の施工は困難       か、保管・処理の検討が必要。       空頭制限下(水管橋)での対応は可能であるが、不透明である。       本透明限下(水管橋)での対応は可能であるが、不透明である。			<del>al</del> a.		4万円/㎡程度		13万円/㎡程度		4万円/㎡程度	10万円/㎡程度
#助工法を用いれば、土留め工として の利用ができる。 上留めとして利用ができる。 上載的経済性に優れている。 かどない。 経済性に優れている。 施工速度が速い。 た量の廃棄物・汚染土壌が発生するた が実施棄物・汚染土壌が比較的大量に発生する。 大量の廃棄物・汚染土壌が発生するた 対象地盤が腐植土の場合、十分な遮水性能を担係 空頭削限下(水管橋)での対応が困難。 空頭削限下(送電線)での対応が困難。 空頭削限下(送電線)での対応は可能であるが、不透明であるが、不透明であるが、不透明であるが、		施工多	実績				(既設囲い込み工	数からは、	ĸô	
活染廃棄物・汚染上嬢が比較的人量に発生する。 ソイルセメント固化壁が、汚染上嬢が発生するた 壁となる。 壁となる。 世となる。 か、保管・処理の検討が必要。 空頭制限下(水管橋)での対応が困難。 空頭制限下(水管橋)での対応が困難。 空頭制限下(水管橋)での対応が困難。 不透明であるが、 不透明であるが、		<u> </u>			補助工法を用いれば、土留め工として の利用ができる。 発生する将染廃棄物・汚染土壌がほと んどない。 経済性に優れている。 施了速度が速い。	+1			比較的経済性に優れている。	補助工法を用いれば、土留めエとしての利用ができる。
		*	3		25mを超える深度の施工は困難	<u>*</u> %	春の廃棄物・汚染土壌が発生するた 保管・処理の検討が必要。		汚染廃棄物・汚染土壌が比較的大量に発生メイルセメント固化壁が、汚染廃棄物(浴室となる。 整となる。 対象地盤が腐植土の場合、十分な遮水性前対象地器が腐植土の場合、十分な応水性間が変頭側限下(水管橋)での対応が困難。 空頭側限下(送電線)での対応が困難。 不透明である。	亡する。 5%土壌)とソイルセメントと混合した地中 8を担保できない可能性がある。 5るが、対応重機が日本に2~3台であるため

# 5 囲い込み工の設置深度の設定

囲い込み工の区分ごとの設置深度は、表-2に示した機能から設定することができる。 また、求められる機能が複数ある場合には、より深い設置深度とする必要があると想定され、 既設鋼矢板の設置深度(TP+12.3m)も考慮して、設置深度を設定することが肝要と考えられる。

# 5. 1 油分の移動・拡散防止機能から想定される設置深度

油分の移動・拡散防止機能を確保するためには、油膜判定による汚染範囲下端の深度以上の囲い込み工を設置する必要があると考えられる。油分の移動・拡散防止機能から想定される深度設定は、囲い込み工近傍の油膜判定による汚染範囲下端より 1.0m深い範囲と設定する。

油分の移動・拡散防止機能から想定される深度設定を表-6に示す。

表-6 油分の移動・拡散防止機能から想定される設置深度

区分	設置深度	備考
囲い込み工①	TP+12.0m	囲い込みエ①の近傍は、TP+13.0m付近で油膜 検出が確認されているため、TP+12.0mの設置 深度としている。
囲い込み工②	TP+10.0m	
囲い込み工③	TP+12.0m	
囲い込み工④	TP+12.3m	既設矢板の設置深度
囲い込み工⑤	TP+12.0m	
囲い込み工⑥	TP+9. 0m	囲い込み工⑥の近傍は、TP+10.0m付近で油膜 検出が確認されているため、TP+9.0mの設置深 度としている。
囲い込みエ⑦	TP+12.0m	

# 5. 2 掘削時の土留め工としての機能から想定される設置深度

油回収の一方策である土壌 (PCB を含む油が付着した土壌) の掘削除去時の土留め工として必要な設置深度を表-7 に示す。

表-7 掘削時の土留め工の機能から想定される設置深度

区分	想定される設置深度	備考
囲い込みエ①	-	_
囲い込み工②	TP+11.0m	深度は、タイロッド式鋼矢板の計算より算出
囲い込み工③~⑦	TP+12.3m	自立鋼矢板の計算より算出

# 5. 3 囲い込み工の設置深度

以上より、囲い込み工の区分ごとの設置深度は、次に示す設置深度以上とすることが考えられる。

表-8 囲い込み工の設置深度

区分	設置深度
囲い込み工①	TP+12.0m
囲い込み工②	TP+10.0m
囲い込み工③	TP+12.0m
囲い込み工④	TP+12.3m
囲い込み工⑤	TP+12.0m
囲い込み工⑥	TP+9.0m
囲い込みエ⑦	TP+12.0m

表-9 囲い込みエの設置深度

										4	Ì	-,,		いににが	Υ .								
															旧処分場外	易外							
1	_															₹0	その他エリア						
対策 1. フス 区分					旧処	旧処分場内						污染源域	₩			高水敷部	器		低水護岸部		北側・振子川護岸エリア	護岸エリ	<b>A</b>
調査地点 孔口標高	No. 22-06 24. 04	No. 22-06 No. 22-08 No. 22-07 No. 24. 04 23. 48 24. 01	No. 22-07 24.01		No. 22-04 23. 30	No. 22-0	22-05 No. 22-04 No. 22-03 No. 22-02 No. 22-01 23. 21 23. 30 23. 53 23. 29 23. 34	2 No. 22-C	4 23.22	No. 23-05 No. 23-04 No. 23. 22 23. 04	4 No. 23-03 4 22.84	9	0 22-C 0 20.8	39 No. 22-	24 No. 22- 78 20.	10 No. 22-	14 No. 22-	23 No. 22-1	8 No. 22-20 4 17. 45	23-06 No.22-09 No.22-24 No.22-10 No.22-14 No.22-29  20.30 20.80 20.78 20.44 20.28 19.93 20.04 17.45 19.71	Š.	22-22 No. 23-08 No. 23-07	No. 23-07 21. 52
23.0		<b>①</b>					书	地表面 地表面			(2)												
22.0	N. D.		100					Ļ	Ľ													:	
21.0	1	N. D.	1	N. D.	N. D.	N. D.	. 110, 000	000 '02 0	130,000	N. D.							[		(			地表面	桓
20.0	N. D.	1	100		•	·			1	1	N. D.			<u>ဖ</u> ြ	地表面	国	<u></u>		<u>(Q</u> )			   	   
19.0		400	_	N. D.	21,000	N.D.	48,000	000,58	0 48,000	9, 300	ı			– N. D.	D. N. D.	D. N. D.	ć	N. D.				-	_
18.0	N. D.	Ī	16,000	'							400	O N. D.	100	OC N. D.		100 N. D.	O. N. D.	). N. D.	Ь	( <del>4</del> )	- N. D.	1	
17.0		N.D.	F		130 000		0 8, 800	0 160,000	0 24,000	100,000	ĺ	_	-	– N. D.	D. N. D.	D. N. D.	). N. D.	). N. D.	_	(既設矢板) _	- N. D.	006	N. D.
16.0	N. D.	'	800	'		-			:		- 52, 000	0 -18 -000	1,200	009 7 000	00 12 000	00 2,100	00. N. D.	3, 700	N. D.		3, 600	12000	N
15.0		N. D.	_	200	23, 000	200	0 3, 200	000 28,000	0 1, 200	1, 100				- 4, 100		900 1, 300		300	3, 500	N. D.			N. D.
14.0	N. D.	1	N. D.	ľ	'				1	·	N. D.	. N. D.	. 100		100 N. [	. D.	700	100 N. D.	. 200	N. D.	2, 900	-	ı
13.0	_	N. D.	-	100	200	) N. D.	. N. D.	100	0 N.D.	N. D.			_	- N. D.	D. N. D.	D. N. D.	). N. D.	). N. D.	N. D.	N. D.	200	Ť	_
12.0		1	-	_	'			1	_	-	N. D.	. N. D.	N. D.	). N. D.	N	D. N. D.	ĸ	D. N. D.	N. D.		- N. D.	1	_
11.0			-	-	_		_	_	– N. D.	100	-		_	– N. D.	N	D. N. D.	). N. D.	). N. D.	. N. D.		- N. D.	-	_
10.0		-	_					1	– N. D.		N. D.	. N. D.	N. D.	ž	D.	- N. C	D. N. D	D. N. D.	. N. D.		- N. D.	1	_
9.0	-	1	1				1	1	1	_	1	1			1	1	N. D	D.	– N. D.		- N. D.	1	1
8.0		-	-	_					_	-	_		1	-	1	-	-	_	– N. D.		_	1	_
7.0	-			_	_		_		-			-	_	_	_	_	_	_	– N. D.	-		_	_
6.0	-	-		_	'		_	1	_		_			-	1	1	1	1	_			1	_
					:汚泥系物	<b>S</b>		数值	:TPH濃度	TPH濃度 (mg/kg)						Y位(過水類) Y位(曹水越)	<b>22</b>				:囲い込みエ	ţ	
					王体の廃業物:焼却灰	8.業物		N. D.	: TPH濃度	TPH濃度(100mg/kg未満)	(複米g)				無	油膜判定 による汚染範囲			※軸中①	~ (型は囲い	※番号①~⑦は囲い込み工を示す	<del>نام</del>	
					本権の理	医囊物		ı	: TPN試験なし	象なし					∏HT:	TPH≥1,000mg/k <sub>i</sub>	: TPH≧1,000mg/kg (≒PCB≧10mg/kg)  - Lz :=::::::::::::::::::::::::::::::::::	10mg/kg)	i	! !	- 地表画		
					:	Ħ							1		1	の方米利用							

※囲い込みエ④は、既設矢板であり、TP+12.3mまでの深度である。

基線

低水護岸部

加米聚售 ⑤

污染源域

旧処分場内

0

基線

北側振子川護岸エリア

# 6 鋼矢板継手部での漏油防止措置

### 6. 1 鋼矢板継手部での漏油防止措置

鋼矢板は、連続した鋼材で構成されており、それ自体は漏油し難い材料である。

しかし、継手部は打設性の観点から、適当な余裕代が必要であり、継手部を無処理のまま 打設すると漏油することが想定される。そのため、継手部には油分の移動・拡散防止効果を 高める措置が必要であり、膨潤性材料の塗布による対策が考えられる。

### <参考:膨潤性材料を塗布した鋼矢板>

膨潤性材料は、塗布後に硬化し、ゴム弾性を持つ生成物となる。鋼矢板打設後、周囲の地下水を吸収して膨張し、継手の隙間に充填する。また、膨潤性遮水材は特殊ポリウレタンを主成分とし、水を吸収して3倍~20倍程度まで膨張する。図-4に膨潤性材料を塗布した継手部状況を示す。



図-4 膨潤性材料を塗布した継手部状況

### 6.2 鋼矢板の耐久性

鋼矢板の耐久性は、鋼矢板の腐食代により設定することが妥当と考えられる。腐食代の基準は表-10 に示すとおりである。

当現場の場合、鋼矢板の腐食代は表裏合わせて 2mm (片面 1mm) を想定し、土中の腐食速度を 0.02~0.03mm/年と設定すれば、設計耐久年数は約 30 年~50 年となると考えられる。

		脚矢板の腐食代及び防食 <sup>液</sup>	
医别 港湾関係	基準名称 港湾の施設の技術 上の基準・同解説 (平成11年4月) (日本港湾協会)	腐食代  鋼材の腐食速度は、環境条件によって 異なるので、当該施設のおかれた条件 を考慮して適切に決定するものとする。  腐食環境区分 腐食速度 (mm/y)  世	防食法  (1) 電気防食 適用範囲平均干潮面以下 (2) 被覆材による防食 適用範囲 朔望平均干潮面以下 Im 以浅 セメント硬化体,塗装,有機 質ライニング,金属ライニング (3) 干満帯および海中においては 腐食しろによる防食は用いないことを原則とする。ただし 仮設構造物の場合は腐食しろ による防食の考え方を適用してもよい。
	漁港の技術指針 (1999年版) (全国漁港協会)	腐食代は、30年分を考慮することを標準とする 準とする 鋼材の腐食速度 (片面) の標準値は、 「港湾の施設の技術上の基準・同解説」 と同じ	鋼材の防食方法の実施例として ①腐食代による方法 ②被覆防食と腐食代の併用による方 ③被覆防食と電気防食の併用による方 ④被覆防食および電気防食と腐り 代の混合による方法 がある。
河川関	建設省事務連絡 (昭和54年4月10日) 護岸用鋼矢板の選 定について	表裏合せて2mmただし特に腐食が著しいと判断される場合は現地に適合した 腐食代を見込む	

表-10 鋼矢板の腐食代及び防食法関する基準

災害復旧工事の設計要領 一般河川 表裏合わせて 2mm