

港湾鋼構造物の腐食の実態について

CORROSION OF STEEL STRUCTURES IN MARINE ENVIRONMENTS BASED ON FIELD INVESTIGATIONS

横井聰之*・阿部正美**

By Toshiyuki YOKOI and Masami ABE

In order to study the actual states and tendencies of corrosion of steel structures in marine environments, some analyses were performed on the results of the investigations conducted in the various ports and the following results were obtained. Corrosion rate nearby L. W. L. varied from structure to structure. The corrosion rate of steel pipe piles was a little larger than that of steel sheet piles. Intensive corrosion under mean low water level, so called concentrated corrosion, were found in many of the structures; the concentrated corrosion had a tendency to occur at steel pipe piles, with having high upper exposed end of steel members, in sea water of poor quality and in sea water with inflow of fresh water.

Keywords : corrosion, corrosion rate, steel pipe pile, steel sheet pile

1. ま え が き

わが国において、棧橋や矢板式係船岸など鋼材を用いた港湾構造物は、昭和30年代後半から大量に建設されてきた。現在では、係船岸の約半分は鋼構造物が占めるにいたっている。鋼材の高強度、鋼構造物の施工の早さおよび軟弱地盤にも比較的容易に適用できるなどの利点が活用されたからである。

一方、鋼材の欠点は腐食であり、腐食に対してはそれ相当の対策を講じてきた。腐食対策として従来主に用いられてきたのは、電気防食と腐食しろによる方法であった。しかし、海洋環境における腐食の複雑さ、腐食の進行の予測が困難なことに加えて、海水中に没して腐食の状態に気付きにくいなどのため必ずしも十分に対応できていなかった。鋼構造物が大量に建設されはじめてから約20年経過した昭和50年代終りに腐食の問題が顕在化した。そのため、鋼構造物の腐食対策技術の確立があらためて重要な課題になった。

運輸省港湾技術研究所においては、以前から腐食に関する調査・研究を行ってきた。また、港湾建設局等にお

いても腐食の実態を把握し構造物の健全度を確認するため全国的に腐食調査を実施した。

本文においては、港湾技術研究所が従来から行ってきた腐食調査（以下、港研調査とよぶ）のデータ、および全国的に実施した腐食調査（以下、全国調査とよぶ）の結果をもとに、港湾鋼構造物の腐食の実態を整理し、問題となる形態の腐食が生じやすい条件を検討した。

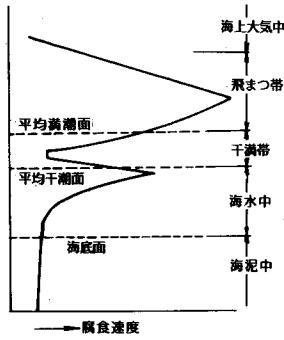
2. 海洋環境における鋼材腐食の特徴

海洋環境において、鋼材に対する海水の作用の仕方は、常に海水に没している部分、潮位変動により浸水と大気中への暴露を繰り返す部分、海水飛まつや海塩粒子を受ける部分など、鋼材が存在する場所により異なる。港湾構造物はこれらの異なる環境をまたがって存在している。

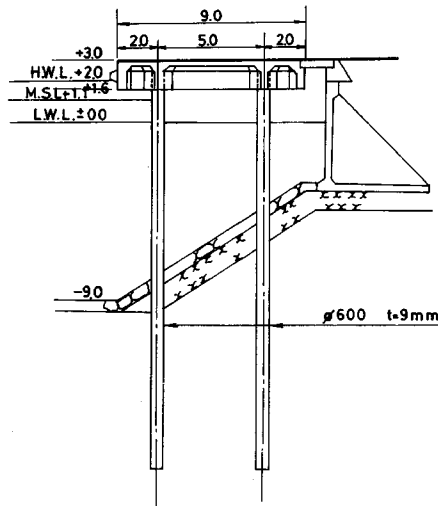
図一¹⁾は海洋環境における鋼材の腐食傾向を表わすものとして、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」をはじめとしてよく引用されているものである。港湾鋼構造物にとって最も問題となるのは、図一1において最も腐食速度が大きい飛まつ帯よりも、平均干潮面直下の腐食である。港湾鋼構造物においては飛まつ帯まで鋼材が露出していることは少ないので、この部分の腐食はあまり問題にならない。それに対し、平均干潮面直下の腐食

* 正会員 運輸省港湾技術研究所構造部長
(〒239 横須賀市長瀬3-1-1)

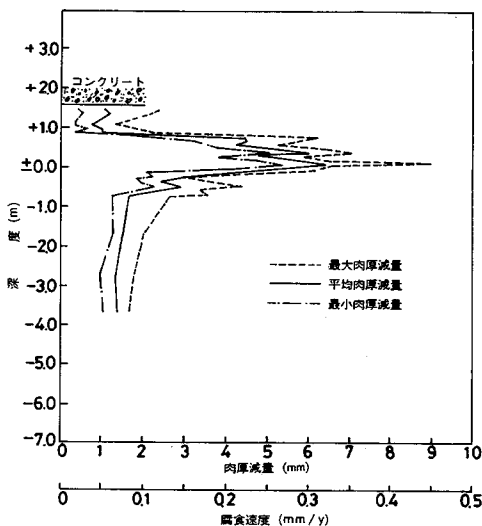
** 運輸省港湾技術研究所構造部主任研究官(同上)



図一 海中鋼杭の腐食傾向¹⁾



図二 栈橋構造断面図



図三 肉厚測定結果

速度は時には飛まつ帯よりも大きく、時にはそれより下の海中と同程度で図一のようなピークを示さないなど、構造物とその環境により一様でない。また、その予測も困難である。さらに、ほとんど常時海水に没している部分であるから点検も容易でない。

図一のような平均干潮面直下の腐食は、干満帯特に平均水面付近をカソード（陰極）、平均干潮面直下をアノード（陽極）とするマクロ腐食電池の形成により生じる。すなわち、干満帯と海中部の異なる環境の間でマクロ腐食が生じる。この形態の腐食を港湾関係では従来から集中腐食とよんでいる。

港湾鋼構造物の腐食の被害はほとんどすべてが集中腐食によるものである。その一例を次に示す。図二に調査対象の栈橋の断面図、図三に鋼管杭の肉厚測定結果を示す。図三にみるように典型的な集中腐食を起こしており、鋼管杭には孔があいていた。

3. 腐食調査の方法

腐食調査には鋼材の肉厚測定と目視観察がある。肉厚測定の方法には、構造物より鋼材片を切り取ってその肉厚を測定する破壊調査と、現位置で超音波厚み計を用いて肉厚を測定する非破壊調査がある。肉厚の測定値より初期肉厚からの肉厚減量を求め、さらに経過時間で除して腐食速度を算出する。港研調査は破壊調査、非破壊調査両方で、全国調査は非破壊調査である。

目視観察は、腐食の概略の状態を把握するために行う。L.W.L.（さく望平均干潮面）時あるいはそれに近い低潮時に観察し、写真撮影を行う。

以下では港研調査（肉厚測定）および全国調査（肉厚測定および目視調査）の結果を用いる。ここで用いたデータの件数（構造物数）は港研調査 73 件、全国調査 212 件（目視観察は 240 件）である。なお、電気防食および被覆防食を適用していない構造物を対象としている。

4. 調査結果

(1) 目視観察による集中腐食の判定

全国調査においては、まず腐食の概略の状態を把握するため、肉厚測定に先立って目視観察を行った。

集中腐食を起こしている場合は平均干潮面直下の鋼材に赤味を帯びたさびが顕著にみられるのが特徴である。現場で撮影した写真より次のランクに分けて腐食の状態を判定した。

ランク 4：赤味を帯びたさびが顕著にみられ、集中腐食の可能性が大である。

ランク 3：赤味を帯びたさびがかなりみられ、集中腐食の可能性がある。

ランク 2：赤味を帯びたさびがある程度みられるが、

集中腐食にはなっていないと思われる。ただし写真からだけでは断定できない。

ランク1：赤味を帯びたさびはみられないか、散見される程度で集中腐食ではないと思われる。

判定の結果は次のとおりであった。

- ランク4：25%
- ランク3：17%
- ランク2：13%
- ランク1：45%

なお、鋼管杭の方が矢板よりもランク4および3が多かった。

(2) 腐食速度

港研調査の結果から、鋼材別に鉛直方向各環境ごとの腐食速度を求めると、表—1 および図—4 になる。ここに、H.W.L (さく望平均満潮面) 付近は平均満潮面付近より上方、M.S.L (平均水面) 付近は平均満潮面付近から平均干潮面付近まで、L.W.L 付近は平均干潮面付近からL.W.L 付近まで、海水中上部はL.W.L 付近から-2 m 付近までを指す。凸矢板は海側に突き出ている面、凹矢板はくぼんでいる面を表わす。構造物ごとに各環境での平均値を用いて整理した。なお、腐食量は表裏両面を合せて測定されるから、腐食速度は両面に対する値である。ただし、海水に接する表面に比べて裏面の腐食量ははるかに少ないから、安全側みると、近似的にはこの値を表面の腐食速度とみることができる。

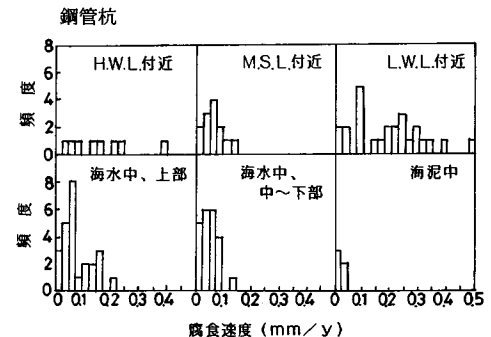
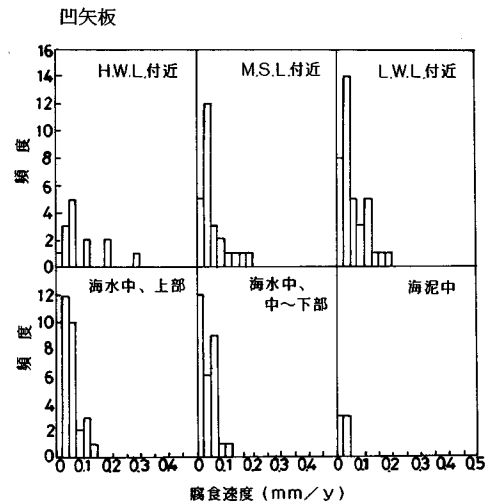
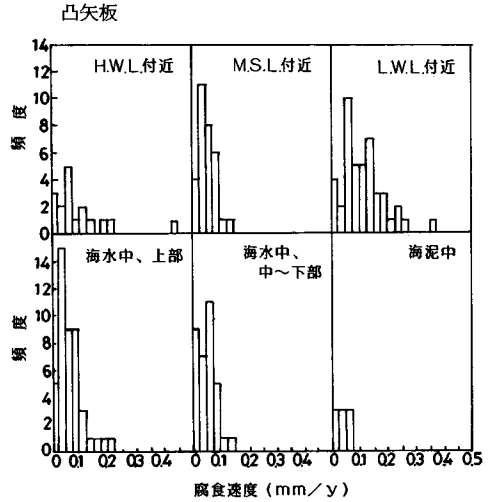
全国調査の結果を同様にまとめると表—2 のようになる。

表—1 および表—2 にみられるように、L.W.L 付近の腐食速度はM.S.L 付近および海水中よりも大きく、特に凸矢板と鋼管杭において顕著である。また、

表—1 腐食速度 (港研調査)

鋼材種類	腐食速度 (平均値) mm/y					
	H.W.L 付近	M.S.L 付近	L.W.L 付近	海水中 上部	海水中 中下部	海底 土中
凸 矢 板	0.100	0.057	0.126	0.068	0.050	0.037
凹 矢 板	0.092	0.054	0.061	0.048	0.041	0.031
鋼 管 杭	0.166	0.066	0.200	0.084	0.067	0.034
鋼材種類	標準偏差 mm/y					
	H.W.L 付近	M.S.L 付近	L.W.L 付近	海水中 上部	海水中 中下部	海底 土中
凸 矢 板	0.104	0.031	0.097	0.044	0.031	0.028
凹 矢 板	0.078	0.041	0.043	0.038	0.026	0.015
鋼 管 杭	0.101	0.033	0.137	0.053	0.043	0.031

L.W.L 付近では分布の幅が広く、標準偏差が大きい。これは集中腐食のデータが含まれているからである。なお、矢板は凸面に集中腐食が生じるのが特徴である。鋼管杭のL.W.L 付近の値は表—1 の方が表—2 よりも大



図—4 腐食速度の頻度分布

表—2 腐食調査 (全国調査)

鋼材種類	腐食速度 (平均値) mm/y			
	M.S.L 付近	L.W.L 付近	海水中 上部	海水中 中下部
凸 矢 板	0.064	0.121	0.087	0.064
凹 矢 板	0.084	0.094	0.080	0.065
鋼 管 杭	0.056	0.130	0.095	0.071
鋼材種類	標準偏差 mm/y			
	M.S.L 付近	L.W.L 付近	海水中 上部	海水中 中下部
凸 矢 板	0.046	0.071	0.051	0.041
凹 矢 板	0.050	0.056	0.045	0.046
鋼 管 杭	0.039	0.068	0.053	0.031

表—3 腐食調査 (イギリス等)²⁾

Location	Corrosion Rate(mean) mm/y			
	Splash	Inter Tidal	Low Water	Immersion
United Kingdom	0.09	0.04	0.09	0.05
Cyprus	0.10	0.04	0.09	0.05
United Arab Emirates	0.13	0.07	0.07	0.08
Location	Standard Deviation mm/y			
	Splash	Inter Tidal	Low Water	Immersion
United Kingdom	0.05	0.03	0.08	0.04
Cyprus	0.07	0.03	0.05	0.04
United Arab Emirates	0.06	0.04	0.03	0.08

きいが、港研調査は、腐食した構造物の調査に重点をおいていたので、全国調査に比べて集中腐食のデータが多いからである。鋼管杭の腐食速度は矢板よりも全体的にやや大きい。両者の材質の相違が関係しているかもしれない。

参考のため、イギリス、キプロスおよびアラブ首長国連邦において行われた調査結果を表—3に示す²⁾。鋼材の種類別に分けていないが、ほとんどは矢板である。表—1および表—2と表—3の環境区分はほぼ対応していると考えられる。

表—1および表—2と表—3を比較すると、L.W.L 付近を除いてほぼ一致している。表—3のL.W.L 付近の値が表—1、表—2と比べて小さいのは集中腐食のデータが少ないからである。一般の海域においては海中部の平均的な腐食速度は、地域による差はあまりないといわれているが、集中腐食の多少を除けば、表—1から表—

表—4 腐食速度の標準値³⁾

腐食環境	腐食速度 (mm/年)	
海側	H.W.L 以上	0.3
	H.W.L と海底間	0.1
	海底泥層中	0.03
陸側	陸上大気中	0.1
	土中 (残留水位上)	0.03
	土中 (残留水位下)	0.02

3の3つの表はそれを示している。

次に表—4³⁾は従来設計において用いられてきた標準的な腐食速度の値である。ただし、集中腐食がない場合の片面の値である。

表—1および表—2の腐食速度の値を表—4の値と比較すると、表—1の海底土中は表—4の海底泥層中とほぼ等しく、表—1および表—2のM.S.L 付近および海水中は表—4とほぼ等しいかやや小さい。そのほか、次の相違点がある。

① 表—1のH.W.L 付近は、表—4のH.W.L 以上よりも小さい。

② 表—1および表—2の凸矢板と鋼管杭のL.W.L 付近は、表—4のH.W.L から海底間よりも大きい。

①については、実際の港湾鋼構造物では飛まつ帯まで鋼材が露出している例は少なく、図—1に示したような腐食速度の大きい飛まつ帯のデータが表—1にはほとんどないためである。

②については、表—1および表—2は集中腐食のデータを含んでいるのに対して、表—4は集中腐食のない場合であるから異なって当然ではある。しかし、後で述べるように干満帯から海中部の腐食速度がほぼ同じである事例の方が少ないことからみると、設計の基準として表—4のような表示の仕方は一考する必要がある。

(3) 腐食の形態

a) 腐食の形態の分類

前述のように、港湾鋼構造物にとって最も問題になるのは集中腐食の発生の有無である。集中腐食の傾向の有無を知るには、平均干潮面直下付近の腐食速度のみでなく、鉛直方向の腐食速度の分布形を調べることが有効である。

善は矢板の腐食速度の分布形は図—5に示す5種類に分類でき、鋼管杭についても同図の(a)、(b)、(c)の実線と同じ3種類に分類できるとした⁴⁾。しかし、その後の調査結果も含めて整理すると、図—5の(d)および(e)はほとんどなかった。そこで、図—6に示すように、図—5の(a)、(b)、(c)と同様な3種類に分類することにした(図の横軸は図—1と逆向きに表示している)。図—6においては腐食速度の値は各測定深度の平均値を用いる。平均値を用いるのは、通常腐食速度は

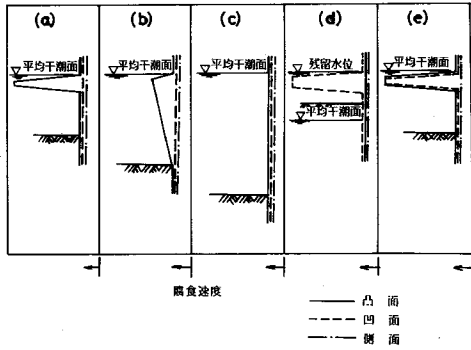


図-5 腐食傾向の分類⁴⁾

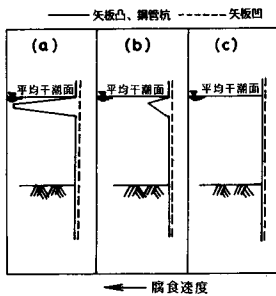


図-6 腐食パターン分類

平均値で整理されていることと、最大値では局所的な孔食の影響が入るからである。パターン (a) は、平均干潮面直下付近に腐食速度のピークが明瞭に現われ、その値が 0.2 mm/y 程度より大きい場合である。パターン (b) は、ピークの値が 0.1~0.2 mm/y 程度で、(a) ほどピークが明瞭に出ない場合である。また、パターン (c) は、干満帯から海中部にわたって腐食速度が 0.1 mm/y 程度以下でピークがない場合、すなわち表-4 に該当する場合である。集中腐食の定量的な定義はないが、パターン (a) は集中腐食に該当し、パターン (b) もややその傾向があるといつてよいと思われる。

b) 腐食パターンの比率

全国調査の結果を矢板、鋼管杭別に分けて腐食パターンの度数を示すと、図-7 のようになる。また、両者合せて各パターンの割合は次のとおりである。

- パターン (a) : 17 %
- パターン (b) : 44 %
- パターン (c) : 39 %

腐食パターン (c)、すなわち表-4 の値を満足しているのは約 40 % である。

港研調査の結果は図-8 に示すとおりで、腐食パターン (a) の比率が高いが、港研の調査対象は腐食している構造物が多かったためであると考えられる。全国的な傾向をみるには全国調査結果の方が適当である。

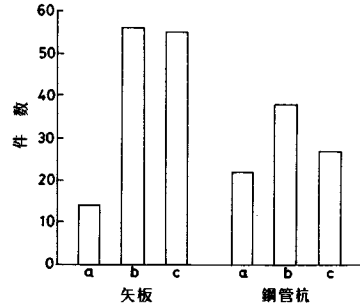


図-7 鋼材別腐食パターンの分布 (全国調査)

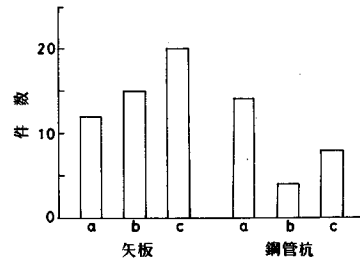


図-8 鋼材別腐食パターンの分布 (港研調査)

表-5 目視観察結果と腐食パターンの対比

腐食パターン	腐食ランク			
	1	2	3	4
a	10	4	2	20
b	37	14	19	24
c	52	6	16	8

図-7 および図-8 とも腐食パターン (a) は、鋼管杭の方が矢板よりもかなりその比率が高く、前述の腐食速度とあわせて、鋼管杭の方が腐食しやすい傾向を示している。

5. 調査結果の分析

(1) 目視観察の判定と腐食パターンの対比

全国調査における目視観察による腐食ランクの比率と腐食パターンの比率を比較すると、ランク 1 とパターン (c) の比率は大差ない。しかし、ランク 4 はパターン (a) よりも多い。目視観察では (a) と (b) の区別が困難なことを示しているといえる。

各構造物ごとに目視観察のランクと腐食パターンを対比すると、表-5 のようになる。ランク 1 ではパターン (c) が多く、ランク 4 ではパターン (a) と (b) が多く全体的には目視観察で腐食パターンすなわち集中腐食の傾向の有無をとらえている。表-5 において、目視観察の判定違いといえる「ランク 1 でパターン (a)」と「ランク 4 でパターン (c)」の事例をみると、前者は鋼材露

出部上端が低いものが約半数である。露出部上端が低いときびの状態がよくわからず判定しにくいことを示している。この場合、目視では危険側に判定しているので注意が必要である。また、後者は逆に鋼材露出部上端がかなり高い場合と昭和10年以前に建造されたものが約半数である。露出部上端が高く露出面積が広いときびが目立ってみえることと、このような場合集中腐食の例が多いという先入観によることが考えられる。また、経過年数が長いと腐食速度は小さくても腐食量は大きいことは十分考えられることから危険側の判定にならないような意識が働いたこともあるかもしれない。

(2) 腐食パターンと要因との関係の検討

腐食パターンに関係すると思われる要因について、全国調査の結果をもとにして検討する。なお、善は、鋼材露出部上端が高く干満帯部分の露出が広範囲の場合、水深が浅い場合、潮位差がない場合(潮位差がある場合その大小は関係ない)、淡水が流入している場合に集中腐食が多い傾向があるといっている⁵⁾。

a) 鋼材の種類、構造形式

鋼材の種類については、すでにみたように鋼管杭の方が矢板よりも集中腐食を生じやすい。

構造形式については、調査構造物はほとんどが矢板式係船岸と棧橋であったので、腐食パターンも鋼材の種類に対応していた。なお、鋼管矢板は材質は鋼管杭と同じで、構造形式は矢板式である。極端な集中腐食の例はなかったが、腐食パターン(c)は少なく、鋼管杭と類似の傾向を示していた。セル式係船岸は矢板と鋼管杭よりなるが、鋼管杭の方に集中腐食を起こしているものがあった。

b) 鋼材露出部上端高さ

上述のように、鋼材露出部上端が高いと集中腐食が生じやすいといわれている。これはマクロ腐食電池のアノード部に対するカソード部の面積の比が大きいほど、マクロ腐食が生じやすいことによると考えられている。図-9は露出部上端がM.S.Lより高いか低いによって分けて、それぞれの場合の腐食パターンの件数を示し

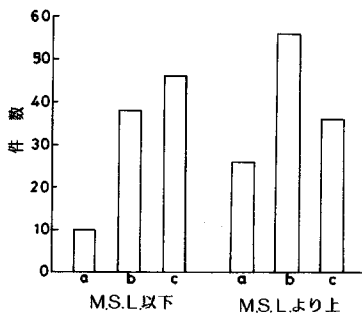


図-9 鋼材露出部上端高さ別腐食パターンの分布

たものである。M.S.Lよりも低いとパターン(c)が多く、M.S.Lよりも高いとパターン(b)が多く(a)の比率も高くなる。これより鋼材露出部上端が高いと集中腐食が生じやすいことが確認された。

c) 水質

水質と腐食との関係については、pHの低下や硫化物イオンの存在の影響、硫酸塩還元菌の作用など明らかにされているものはある。しかし、それらは水質が甚だしく汚染している場合であって、港湾の水質はそれらに該当するほど汚染していない。また水質と集中腐食との関連はわかっていない。善は水質の指標として透視の程度を用いて検討した結果からは集中腐食と海水汚染とは特に関係なさそうであるとしている⁵⁾。しかし、感覚的には集中腐食は水質が悪そうなどところに多いように思われる。

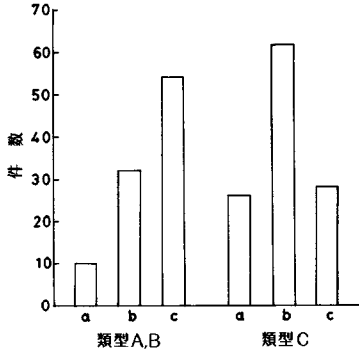
腐食は長期間かかって進行するものであり、その間に水質は変化するので、検討には長期間の水質のデータが必要である。しかし、長期間特に昭和40年代なかばまでのデータはそろっていない。さらに、水質の各種指標のうち何が影響するのか、あるいはどの指標をとりあげればよいかもわかっていない。存在するデータもpH、溶存酸素、CODなど限られている。

このように、水質と腐食パターンの関係を検討するには十分なデータがない。そこで次のようにごく大づかみに検討した。

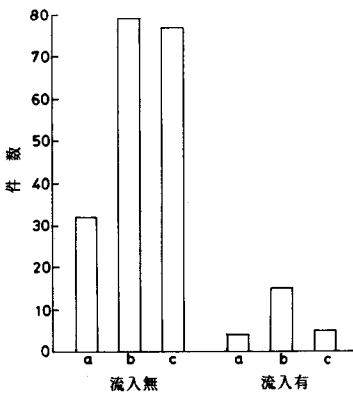
環境庁告示「生活環境の保全に関する環境基準」では、海域の環境基準として表-6を与えている。そして各海域は類型が指定されている。いうまでもなく、指定された類型の基準値はその海域の実際の水質を示したものである。しかし、その海域の水質を相対的にはある程度表わしているとみても見当はずれではないと思われる。そのように考えて、たとえば類型Cの海域の水質は類型Bの海域よりは悪かったとみることにした。ともかく、類型と腐食パターンの関係をみると図-10のようになった。なお、類型Aは港湾内では少ないので類型

表-6 海域の水質の基準値

項目 類型	利用目的の 適応性	基準値				
		水素イオン 濃度(pH)	化学的酸素 要求量 (COD)	溶存酸素量 (DO)	大腸菌数 Nヘキサン 抽出物質 (油分等)	
A	水産1級 水浴 自然環境保全 およびB以下の 欄に掲げるもの	7.8以上 8.3以下	2mg/l 以下	7.5 mg/l 以上	1000 MPN/100ml 以下	抽出されない こと
B	水産2級 工業用水 およびCの欄に 掲げるもの	7.8以上 8.3以下	3mg/l 以下	5mg/l 以上	-	抽出されない こと
C	環境保全	7.0以上 8.3以下	8mg/l 以下	2mg/l 以上	-	-



図一10 水質類型別腐食パターンの分布



図一11 淡水流入の有無別腐食パターンの分布

Bと合せて分類した。類型A, Bでは腐食パターン(c)が多い。また、類型Cでは腐食パターン(b)が多く、(a)の割合も高くなっている。これより、概略の検討ではあるが、水質が良いと集中腐食が発生しない割合が高く、水質が悪いと集中腐食の傾向を示すものが多くなるといってもよさそうである。

d) 淡水の流入

構造物前面に河川水など淡水が流入しているところでは集中腐食が生じることがあるといわれている。淡水が流入する場合、淡水が海水より上層となり、淡水に接している鋼材の部分がカソード、海水に接しているところがアノードとなるマクロ腐食電池が形成されるためと考えられている。

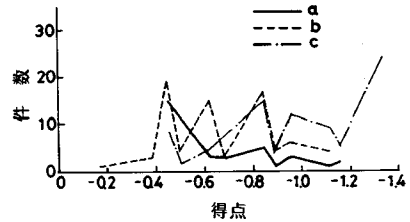
図一11に示すように淡水が流入しているところは少ないが、腐食パターン(b)の割合が高く、(c)が低い。これより、淡水が流入しているところではL.W.L付近が腐食する傾向は認められる。

e) 水深

水深については、港研調査においては水深が浅いと集中腐食が多い傾向があったが、全国調査では水深の浅い構造物の例が少なく、その傾向は確認できなかった。

		比率 (%)			
		20	40	60	80
全体		a	b	c	
鋼材種類	矢板	[Bar chart showing ratios]			
	鋼管杭	[Bar chart showing ratios]			
露出部上端	M.S.L.下	[Bar chart showing ratios]			
	M.S.L.上	[Bar chart showing ratios]			
水質	類型A,B	[Bar chart showing ratios]			
	類型C	[Bar chart showing ratios]			
淡水	流入無	[Bar chart showing ratios]			
	流入有	[Bar chart showing ratios]			

図一12 要因別腐食パターンの比率



図一13 腐食パターンの得点分布

f) 地域

温暖あるいは寒冷地域など港湾の存在する地域による腐食傾向の相違は特になかった。腐食パターン(a)の構造物がある港湾は全国に分布し、30%弱の港湾に及んだ。しかし、(a)が複数個ある港湾は10%弱で限られていた。

g) その他

潮位差の大小と腐食パターンには関係はみられなかった。なお、前述の善が集中腐食が生じやすい場合として挙げた潮位差のない場合は特殊な場合である。

流速が早いほど腐食速度が大きいといわれている。しかし、調査結果からは流速と腐食パターンの関係はわからなかった。もともと港湾内は流速があまり早くないことのほか、ある程度流速のある場合でも、そのために海水の交換が促進されて水質が良くなり、逆に腐食にとって有利に働くことも考えられる。波浪についても、対象構造物のほとんどが係船岸であり港内にあるから、波浪は小さく、その影響はわからなかった。

イガイやフジツボなどの付着生物と腐食との関係についてはほとんど研究されていない。付着生物については詳しく調査していないが、付着生物の多少と腐食パターンの関係はわからなかった。

(3) 腐食パターンの判別

上記の要因のうち、腐食パターンと関係がみられた鋼材の種類、鋼材露出部上端高さ、水質、淡水流入の有無の4項目について、腐食パターンの比率をまとめて表わすと図一12のようになる。

図-12の左欄の項目を要因のアイテムとカテゴリーとして、3つの腐食パターンをどの程度判別できるか数量化理論により検討した。その結果、各腐食パターンの得点の分布を示すと図-13のようになる。図において各パターンの得点の分布に差があれば、図-12の4項目よりどのパターンになるか判別できることになる。図-13において、右端はパターン(c)が卓越している。右端は4項目とも図-12の上段、すなわち集中腐食に対して有利な条件の場合に相当し、この場合はパターン(c)の可能性が高いことを示している。しかし、図の左側ではパターン(a)と(b)、中間ではパターン(b)と(c)の区別は明確ではない。したがって、4項目とも有利な条件の場合を除いて、この4項目からではどのパターンになるかの予測は明確にはできない。

6. 結 論

以上の腐食調査結果およびその分析の主な結論は次のとおりである。

(1) 平均干潮面直下からL.W.L付近の腐食速度は構造物により異なり、一律には定められない。

(2) 鋼管杭は鋼矢板よりも若干腐食速度が大きい。

(3) 平均干潮面直下の腐食速度が顕著に大きく、集中腐食を起こしている構造物(腐食パターン(a))は17%であった。また、海中部の腐食速度と変わらない構造物(腐食パターン(c))は約40%であった。

(4) 目視観察の判定は集中腐食の傾向の有無をほぼとらえていた。目視観察の危険側への判定違いの約半数は鋼材露出部上端が低い場合であった。

(5) 鋼管杭は鋼矢板よりも集中腐食の割合が高い傾向があった。この点、かつて、戦前に造られた矢板構造物の腐食事例が多かった頃に、矢板の方が集中腐食が多いと思われていたことと異なる。

(6) 鋼材露出部上端が高いと集中腐食の割合が高い傾向があった。

(7) 概略の検討では水質が良いと腐食パターン(c)の割合が高い傾向があった。

(8) 淡水が流入しているところでは腐食パターン(c)の割合が低い傾向があった。

(9) 上記(5)から(8)の事項がすべて望ましい側にある場合は腐食パターン(c)の可能性が高いが、それ以外の場合は腐食パターンの予測は明確にはできない。

7. おわりに

以上、港湾鋼構造物の腐食の実態をまとめたが、構造物により腐食は一様ではなく、その予測もまだ精度よくはできない。

省みると、昭和30年代後半以降の港湾鋼構造物の発展は目覚ましいものがあったが、その実績が鋼構造物に対する自信となって、腐食に対する恐れを薄らせた感もしないではない。腐食についてはまだ十分解明されていないことを念頭に、設計および維持管理にあたることが重要であると考え。特に点検が重要である。また、本文では扱っていないが、防食技術の向上が課題である。

最後に、本文をまとめるにあたって協力いただいた港湾技術研究所 山本邦夫技官ならびに腐食調査に関係された各位に謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) Humble, H. A. : The cathodic protection of steel piling in sea water, Corrosion, Vol.5, No.9, p.292, 1949.
- 2) Morley, J. and Bruce, D. W. : Survey of steel piling performance in marine environments, British Steel Corporation, pp.20~22, 1983.
- 3) 港湾の施設の技術上の基準・同解説, 日本港湾協会, pp.3~10, 1979.
- 4) 善 一章: 港湾における既設鋼構造物の腐食に関する研究, 港湾技術研究所報告, 第12巻, 第1号, p.179, 1973.
- 5) 善 一章: 海洋環境における鋼構造物の腐食の実態と集中腐食対策に関する研究, 港湾技術研究所報告, 第15巻, 第3号, pp.185~201, 1976.

(1988.9.9・受付)