

.....
 論 文

UDC 669.14.018.8 : 669.141.24 : 620.193.27

種々の海洋環境における鋼の腐食挙動*

島田 春夫**・三井田万穹***・横大路照男****

The Relation between the Corrosion behaviour of Steels and the Characteristics of Various Ocean Environment

Haruo SHIMADA, Kazuhiro MIIDA, and Teruo YOKOOJI

Synopsis:

The relation between the corrosion behaviour of steels in various oceanic environments and characteristics of sea water was studied.

The results are as follows:

(1) In the unpolluted sea water, the corrosion rate (2 meters below the surface and on the sea bed, 30, 60, 90, meters deep) increased with increase of the oxygen content. On the other hand, in the polluted sea water, the corrosion was accelerated with increases of microorganisms and the temperature of sea water. In addition, local corrosion of the steels tended to be more pronounced than in the unpolluted sea water.

(2) The corrosion resistances of low-alloy steels containing Cu, Cr, Si, and Mo were extremely superior to that of carbon steel. This is considered to be due to the coexistence of Si and Cr in steels, which is effective in suppressing detrimental effect of sulphate reducing bacteria, and due to the coexistence of Si, Cr, and Cu in the adherent product effective in decreasing the rapid growth of the rust crystals in any ocean environments.

(Received Feb. 15, 1974)

1. 緒 言

これまでに、海洋環境における鋼の腐食挙動に関しては種々の研究が報告されている^{1)~3)}。これらの研究における実地試験用の海域は一般に静かな清浄海域に限定されている。しかし、海洋開発の進展に伴なつて、種々の海洋環境における構築物に鉄鋼材料を使用する機会がますます増大しつつある。したがつて種々の環境における鋼材の腐食挙動を解明する必要がある。この目的で、われわれは清浄な海峡と汚染された港湾の海面下2mおよび清浄な湾内の30mから90mの海底で、炭素鋼と耐海水鋼の腐食挙動を研究した。

2. 実 験 方 法

2.1 試 料

実地試験に供した普通炭素鋼と低合金鋼の化学組成をTable 1にしめす。低合金鋼はSi, Cu, Cr, Ni, Mo, Pの3種ないしそれ以上を含んだ耐海水鋼である。炭素鋼と試料Mの試片は商用鋼から採取した。耐海水鋼-P,

G, Tの試片は250kgの電気炉で溶製した鋼塊を板厚6mmに圧延した熱延板から採取した。試片は幅50mm, 長さ100mmのものと同幅20mm, 長さ770mmのものに分類される。これらの試片はすべて#320エメリペーパーで機械研磨後、溶剤で脱脂した。

2.2 実験方法

2.2.1 実地試験用の海域

種々の環境における実地試験のためにブイとブイ支持用の沈錘を利用する目的で、北九州付近の海域に設置された2コのブイと大分の別府湾の海底に設置された3コの沈錘を選定した。試験海域の詳細はFig. 1にしめすとおりである。海面付近の試験に使用したブイは潮の流れの速い清浄な関門海峡と汚染された奥洞海港に設置した。海底での試験に用いたブイの沈錘は佐賀関(深さ30m)別府4号地点(深さ60m)と別府1号地点(深さ90m)

* 昭和48年4月本会講演大会にて発表
 昭和49年2月15日受付

** 新日本製鉄(株)基礎研究所 工博

*** 新日本製鉄(株)八幡製鉄所技術研究所

**** 新日本製鉄(株)生産技術研究所

Table 1. Chemical composition of steel specimens immersed in sea water.

Steel	Chemical Composition								
	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Cu (%)	Cr (%)	Ni (%)	Mo (%)
Structural carbon steel (JIS SS41)	0.15	0.26	0.63	0.011	0.011	0.04	—	—	—
Sea-water corrosion resistant steel-M	0.16	0.03	0.79	0.112	0.013	0.52	—	0.42	—
" -P	0.11~ 0.12	0.79~ 1.03	1.21	0.006	0.021	0.32~ 0.33	0.39	—	—
" -G	0.07~ 0.10	0.78~ 1.00	0.80~ 1.23	<0.005	0.012~ 0.016	0.29~ 0.34	0.89~ 0.98	—	0.15~ 0.21
" -T	0.06~ 0.10	0.88~ 1.02	0.83~ 1.25	0.005~ 0.007	0.013~ 0.014	0.34~ 0.35	2.00~ 2.10	—	0.21~ 0.22

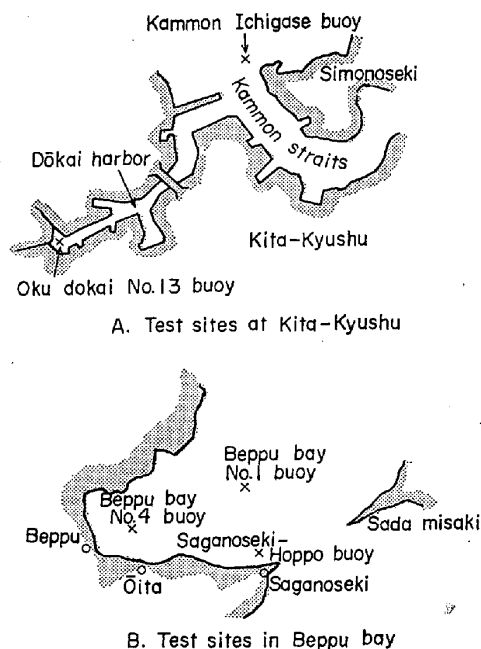


Fig. 1. Field corrosion test sites.

に設置された。

2.2.2 腐食速度の測定方法

大型の長尺試片は絶縁性の座金およびボルトでパイの胴回りに取付けた。小型の試片はラックに挿入してその4隅を絶縁性のプラグで支持した。このラックはPhoto. 1に示すようにパイの底部に溶接した鋼製枠に挿入した。他の小型試片は同じようにラックに取付けた後、そのラックをPhoto. 2に示すように特別に設計したコンクリート製沈錘に取付けた。

海面から2mの深さにおける腐食試験の期間は3カ月毎(冬から秋)、1年および2年間である。深さ30m, 60m, 90mの海底での腐食試験の期間は2年から3年3カ月である。上記の試験終了後、試片を室温で0.5%の

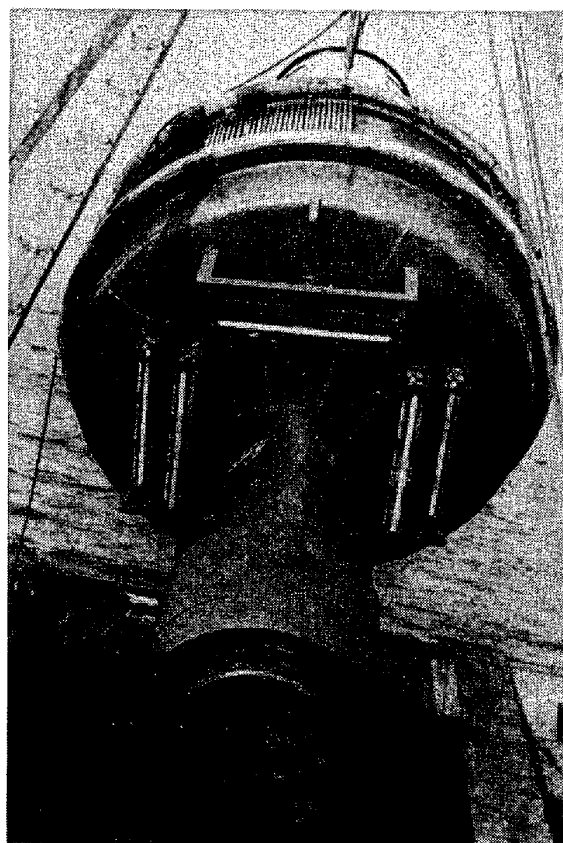


Photo. 1. View of the specimens held at the floating buoy for surface and under sea water (2m. deep) corrosion test.

インヒビターを含む10%硫酸に浸漬し、腐食生成物を化学的に除去した。試験後の腐食減量は次式を用いて平均腐食速度(mm/year)に換算した

$$\text{腐食速度 (mm/year)} = \left[\frac{\text{腐食量 (g)}}{\text{表面積 (cm}^2\text{)}} \right] \times 365 / \text{試験期間 (日)} \times 1 / \text{比重 (g/cm}^3\text{)} \times 10$$

さらに、錆層を除去後、鋼表面の局部腐食を観察した。この局部腐食の傾向を解明するために、Fig. 2にし

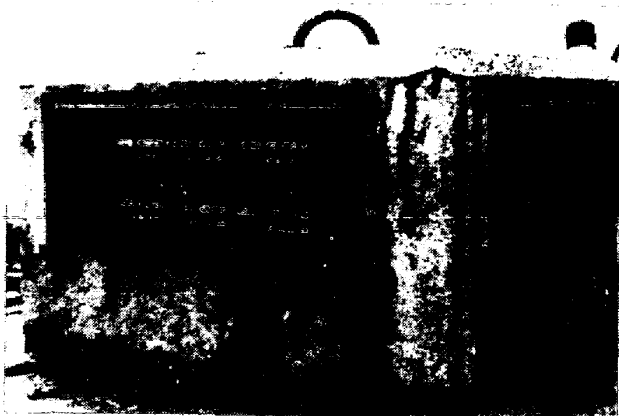


Photo. 2. View of the specimens held at the submerged weight of buoy for sea bed corrosion test.

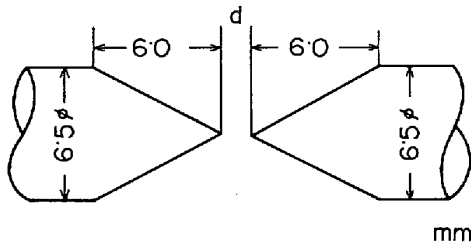


Fig. 2. Figure of point-micro-meter used for the measurement of the maximum decrease in thickness of specimens.

めすようなポイントマイクロメーターによつて板厚減少量を調べた。板厚の最大減少量の半分を最大腐食速度として表示した。

2.2.3 海水の水質試験方法

上記の海洋環境の性質は次の方法によつて調査した。海水は採水器を用いて水質分析用と溶存酸素測定用と別々に採取した。海水の温度、pH、溶存酸素量、COD、Cl⁻、SO₄⁻、Ca⁺⁺、Mg⁺⁺の量、電気伝導度、全残量などは JIS K0101 の試験法にしたがつて調べた。なお 90m の深さの海水は北原式採水器を使用して採取しその水質を同じように調べた。深さ 30m、60m、90m の海底泥の状態もまた詳細に観察した。

2.2.4 硫酸塩還元バクテリアの調査方法

海水中の微生物の鋼の腐食挙動におよぼす影響を明らかにするために、海水中における硫酸塩還元バクテリアの挙動に関する研究も実施した。この影響は WOLZOGEN ら⁴⁾によつて報告され、G. H. BOOTH ら⁵⁾によつて電気化学的に詳細に検討されている。硫酸塩還元バクテリアの量は八幡の製鉄病院で希釈培養法で定量した。この研究に用いた基準バクテリアは石本教授(現、北大教授)から送付して戴いたものである。採取した海水は滅菌した生理食塩水を用いて 1/10 から 1/10¹⁰ の範囲に希釈し

Table 2. Composition of liquid culture media for sulphate reducing bacteria.

Pepton	5.0 g
Meat extract	1.0 g
Lactic acid (50%)	10.0 ml
MgSO ₄ ·7H ₂ O	1.5 g
Na ₂ SO ₄	5.0 g
KH ₂ PO ₄	0.1 g
Yeast extract	0.5 g
Dist.-water	1 000 ml
PH value	7.0

た。種々の濃度に希釈された海水は Table 2 にしめしたような液体培地を含む 5 本の試験管に接種した。このようにして用意した試験管を 25~30°C の恒温槽に保持して、硫酸塩還元バクテリア、Desulfovibrio を嫌気性条件下で培養した。硫酸塩還元バクテリアの存在は試験管内の培地の色が白から黒色に変化することによつて認知できる。7 日ないし 10 日経過した後、各希釈段階(例えば 1/10, 1/100, 1/1 000, 1/10 000 など)にある全量 5 本の試験管において変色した管のパーセントを調べ、Desulfovibrio の数を 100 ml の海水中における最確数で表示した。(cell/100 ml)

3. 実験結果ならびに考察

種々の環境における炭素鋼の平均ならびに最大腐食速度を Fig. 3 にしめす。Fig. 3 から、最も腐食性の大きい環境は関門海峡で最も腐食性の小さい環境は 60m の

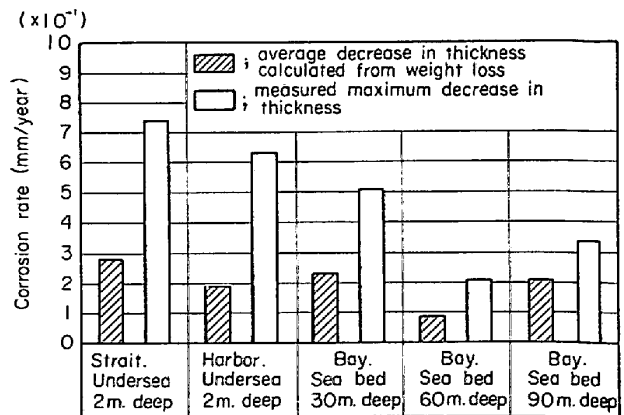


Fig. 3. Corrosion rate of carbon steel in various ocean environment. (Test period; two or three years)

深さの海底であることがわかった。鋼の平均腐食速度は 0.09 mm/year から 0.28 mm/year で、最大腐食速度は 0.21 mm/year から 0.74 mm/year に亘っていた。上記の結果は鋼の腐食速度が海洋環境の違いによつて著しく変化していることをしめしている。これらの結果について考察は下記のとおりである。

3.1 清浄海域と汚染海域における海面附近の鋼の腐食挙動

海水中における鋼の腐食挙動に関する従来の研究はほとんどが清浄海域における挙動に限定されている。今回の研究では、清浄海域と汚染海域における鋼の腐食挙動を研究し、相互に比較した。両海域の水質は Table 3 に比較してある。

3.1.1 両海域における pH, 温度, 溶存酸素量の比較

汚染された港湾内の海水の温度は常時、清浄な海峡の温度より 1°~2°C 高目であつた。海峡においては、試片を保持しているブイは最大 0.6m/sec の潮流と冬期における強風のため回転、振動しているのが常である。さらに保持された試片はすべて藻、ノリ、貝殻のような海

Table 3. The comparison of the characteristics of the sea water at the unpolluted area (Kammon Straits) with that of the sea water at the polluted area (Okudokai Harbor).

Test site Item	Kammon Ichigase buoy (Strait)	Oku-dokai No. 13 buoy (Harbor)
Temperature (°C)	10~27	11~29
PH value	8.0~8.3	6.6~7.9
Dissolved oxygen content (ppm)	4.44~8.13	tr~0.09
NH ₄ ⁺ (ppm)	0.4~3.6	14.7~135.5
Sulfide-S (ppm)	tr~0.01	0.03~0.39
Chemical oxygen demand content KMnO ₄ (ppm)	1.7~4.4	6.8~15.9
Number of sulphate-reducing bacteria (cells/ml)	240~110,000	3,300~2,400,000
Muddiness (degree)	tr~3	23~87
Tidal current	rapid (Max. 0.6m/sec)	quiescent

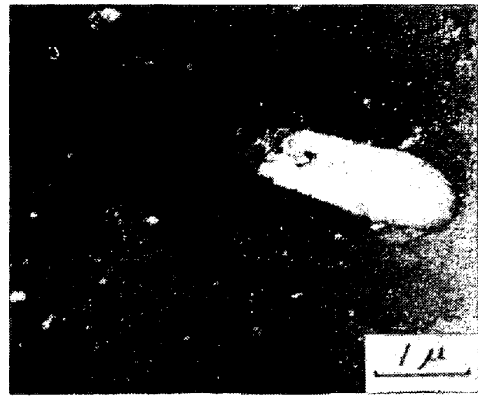


Photo. 3. Sulphate-reducing bacteria in sea water at Kita-kyushu area.

洋生物によつて、外洋におけるようにびつしりとおおわれていた。他方、汚染された港湾内の海域は潮流やそのような海の生物の影響を全く受けていない。試片はただ薄い泥と腐食生成物によつておおわれているだけである。

海峡の海水の pH は 8.0~8.3 で溶存酸素量は 4~8 ppm である。これらの値は標準海水の値に相当している。港湾内における海水はこのような性質をもっていない。この海水の最大の特徴は溶存酸素量が 0.1 ppm 以下であることである。6.6~7.9 の pH 値は標準海水の pH 値よりいちじるしく低くなつている。さらにこの海水では NH₄⁺ と Sulfide-S が多く認められた。汚染海水における熱交換器の腐食に関する研究⁶⁾によると、そのような海水はいわゆる汚染海水に相当している。汚染された港湾内における海水の特性は河川水ないし都市下水によつてもたらされた多量の有機物の酸化-分解過程での溶存酸素の著しい減少によるものであろう。このような環境においては、典型的な嫌気性バクテリアの一種である硫酸塩還元バクテリアと硫化水素が容易に観察できる。この傾向は夏と秋、特に夏の暖かい海水で明りょうに増加する。北九州海域における硫酸塩還元バクテリアの外観を Photo. 3 にしめす。

3.1.2 両海域における硫酸塩還元バクテリアの量の比較

季節の変化にともなうこのバクテリアの活動の変化を明らかにするために、汚染海域と清浄海域におけるバクテリアの数を調べた。同時に、季節の変化にともなう両海域における鋼の腐食速度の変化を測定した。その結果を Fig. 4 と Fig. 5 にしめす。Fig. 4 と Fig. 5 から、汚染海域における鋼の腐食速度が清浄海域の場合と比較して季節変化にともなつていちじるしく変化し、夏と秋の 20°C 以上の海水中で増大する傾向のあることがわかつた。

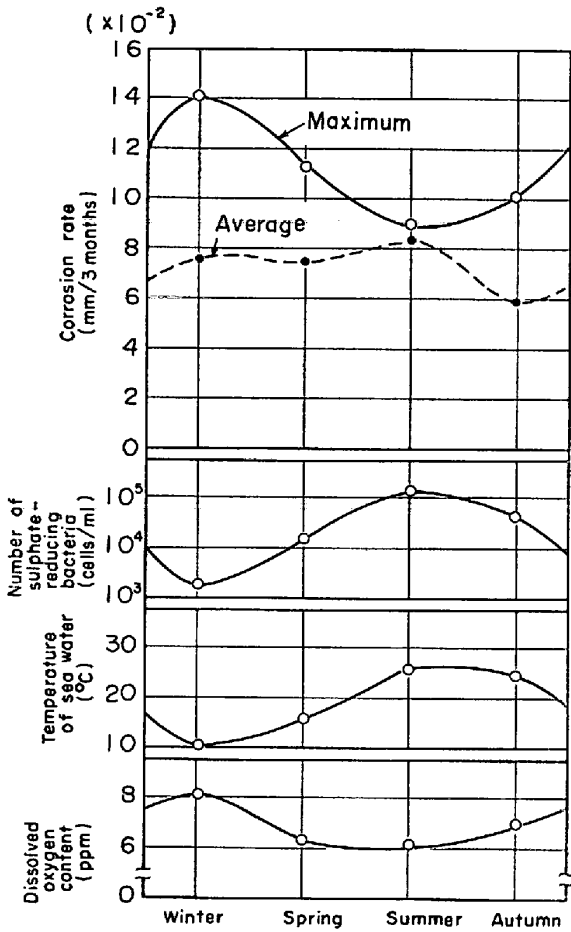


Fig. 4. Effect on seasonal factors on sea water corrosion of structural carbon steel in the Kammon Straits.

3-1-3 両海域における鋼の腐食速度の比較

海水のような中性溶液においては、一般に鋼の腐食速度は溶存酸素量によつていちじるしく影響を受ける。汚染海域と清浄海域における酸素量のいちじるしい相違にもかかわらず、両海域における鋼の腐食速度の差は期待されるほど大きくない(Fig. 3)。夏と秋においても、溶存酸素量 0.1ppm 以下の港湾内における鋼の腐食速度は溶存酸素量約 6ppm の海峡における腐食速度と同等ないしそれ以上である。このために、夏、秋における汚染海域における鋼の腐食速度は溶存酸素以外の要因によつていちじるしく影響を受けると考えられる。溶存酸素以外の主要な要因は pH 値、海水の温度、潮流および微生物である。港湾においては pH 値は全季節を通じてほとんど一定で、鋼表面の腐食生成物が溶解しうるほど小さくない。この海域では潮流もない。したがつて汚染海域における鋼の腐食挙動を考察するに当つては pH 値と潮流の影響は無視できる。

以上から、この海域での鋼の腐食速度と水温、微生物

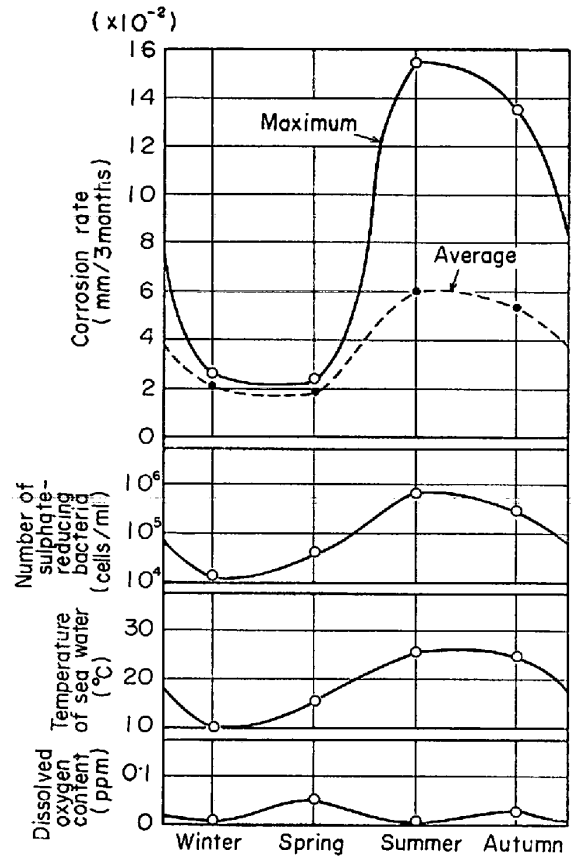


Fig. 5. Effect of seasonal factors on sea water corrosion of structural carbon steel in the Oku-dokai Harbor.

のような要因との関係を調べた。Fig. 5 から、夏、秋の 20°C 以上の海水中において硫酸塩還元バクテリアの増加に伴つて鋼の腐食速度が急速に増加することがわかつた。硫酸塩還元バクテリアの鋼の腐食におよぼす効果は多くの研究^{7)~11)}で報告されている。いずれの報告においても、このバクテリアの生体作用による Sulfide-S の生成が記されている。われわれもまた、化学分析によつて腐食生成物中に Sulfide-S を確認し、鋼の腐食速度と Sulfide-S との関係性を報告した¹²⁾。

Table 4. The relation between the number of sulphate reducing bacteria in sea water and that in corrosion products of steel specimens.

Month	Number of sulphate-reducing bacteria in sea water (cells/ml)	Number of sulphate-reducing bacteria in corrosion products of steel specimens (cells/total surface of specimen 106cm ²)
May	9 × 10 ³	3 × 10 ⁹
June	4 × 10 ⁴	8 × 10 ¹⁰

Table 5. Dissolved oxygen content of sea water in Beppu-Bay.

Date	Test site	1973-10-4			1973-10-5		
		Saganoseki Hoppo Buoy	Beppu Bay No 4 Buoy (high tide)	Beppu Bay No 1 Buoy	Saganoseki Hoppo Buoy	Beppu Bay No 4 Buoy (ebb tide)	Beppu Bay No 1 Buoy
1		7.8	8.0	7.5	7.8 7.8	7.8 7.8	7.5
15		7.0	—	—	6.8 6.7	—	—
30		6.2*	6.6	6.6	6.6* 6.3	7.6 7.5	7.5
60			2.9*	6.7		1.7* 5.4	6.7
90				6.3*			6.6* 6.2

* in the neighborhood of sea bed.

Table 6. C. O. D. KMnO_4 (Chemical Oxygen Demand content) of sea-bed mud ($\text{O}_2\text{mg/dry mud 1g}$).

Saganoseki Hoppo Buoy (30m. deep)	Beppu Bay No 4 Buoy (60m. deep)	Beppu Bay No 1 Buoy (90m. deep)
3.83	30.98	1.13

今回の研究では腐食生成物中におけるバクテリアの数が海水中におけるバクテリアの数よりいちじるしく多いことも確認した (Table 4). 5月ないし6月において10 mlの海水が106 cm²の試片表面に付着したと仮定すると、硫酸塩還元バクテリアの腐食生成物中に存在する量は海水中の場合の10⁵倍も多く増加することになる。腐食生成物が硫酸塩還元バクテリアの増加により好都合なのは、この腐食生成物が海水より嫌気性でかつバクテリアの栄養分であるFe⁺⁺イオン¹³⁾をより多く含んでいるためであろう。

他方、清浄な海峡における鋼の腐食を支配する要因はFig. 4にしめすように、温度、pH、微生物よりむしろ溶存酸素であるといつてよからう。特に飽和値に近い溶存酸素とこの海水の急速な潮流は鋼の腐食速度の促進に最も好都合である。Fig. 4は鋼の最大腐食速度が溶存酸素量と関連していることをしめしている。この新しい知見は清浄海域における鋼の局部腐食の挙動を検討するのに役立つことにならう。

3.2 清浄海域における深さ 30m~90m の海底での鋼の腐食挙動

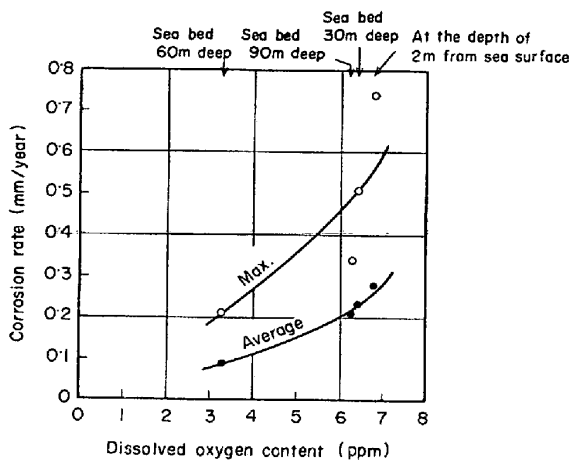
3.2.1 海底における海水の水質

深さ30m, 60m, 90mの海底での鋼の腐食挙動を検討し、海面付近の結果と比較した。Table 5から海水中の溶存酸素量が深さとともに低下することがわかった。これは海水中の溶存酸素が大气から溶解、拡散した酸素であるという推察と一致している。深さ60mの海底の溶存酸素がいちじるしく減少しているという異常な現象は、この海底が他の海底よりきわめて多くの有機物を含む有している河川泥で覆われていることによると思われる (Table 6)。

深さ60mと90mの海底での海水の温度は海面付近の温度より2°~3°C低下していた。60mの深さでの海水のpH値は約7.8で標準海水の値より若干低目であったが他の海底での海水のpH値は標準海水の値に似ていた。これらの海底での海水の流れは0.05m/secから0.4m/secで潮流ほど速くはなかつた。海底における海水中のSulfide-Sと硫酸塩還元バクテリアの量は標準海水における量とほとんど類似していた。

3.2.2 海底での鋼の腐食速度

海底での海水中の溶存酸素量と炭素鋼の腐食速度との関係をFig. 6にしめす。海面付近における鋼の腐食速度もFig. 6にしめす。Fig. 6から溶存酸素量3ppm以上の海水中における鋼の腐食速度が海底でも海面付近でも酸素量の増加につれて増大するのがわかった。一般に、海底での酸素量は海面付近と比較して少ない。した



Max; Measured maximum decrease in thickness.
Average; The average decrease in thickness calculated from weight loss.

Fig. 6. Correlation between the dissolved oxygen content in sea water and the corrosion rate of carbon steel immersed in the sea 2m. deep, in sea bed 30m, 60m, 90m deep.

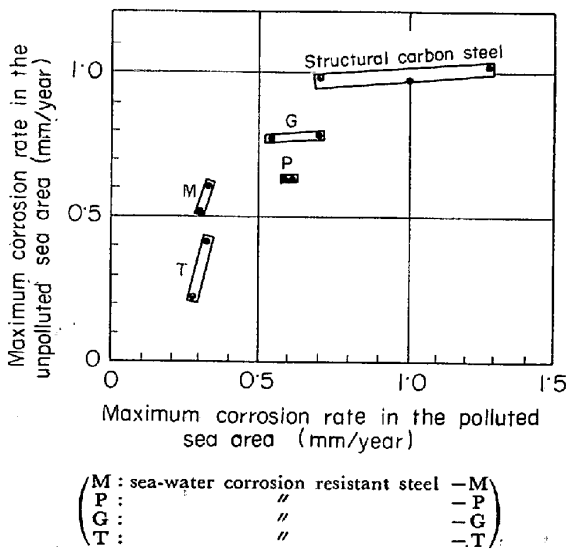


Fig. 7. The comparison of the maximum corrosion rate in the polluted sea area (Oku dokai Harbor) with that in the unpolluted sea area (Kammon Straits).

がつて前者の場合の鋼の腐食速度は後者の場合よりも減少することになる。

3.3 種々の海洋環境における耐海水鋼の耐食性

3.3.1 耐海水鋼の特徴

海面付近の海水中における耐海水鋼の耐食性を Fig. 7 (このデータのみが長尺試片での結果) に、深さ 30m, 60m, 90m の海底での耐食性を Fig. 8 にしめす。いずれの海域でも Si, Cr, Cu ないし Cu, Ni, P を共存させた鋼の耐海水性は炭素鋼の耐海水性より優れてい

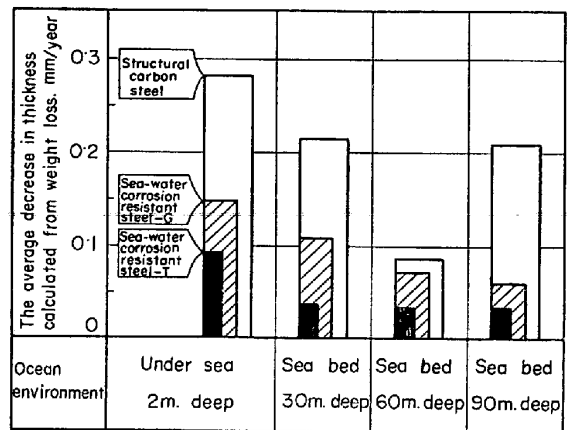


Fig. 8. Corrosion rate of sea-water corrosion resistant steel and structural carbon steel in various ocean environment. (Test period; two or three years.)

た。2%Cr を含む鋼-T の腐食速度は炭素鋼の腐食速度の 1/3 から 1/6 であつた。

炭素鋼の最大腐食速度は清浄な海峡では約 1.0 mm/year で試片間でそれほど相違はなかつたが、汚染された港湾内における値は 0.7 mm/year から 1.3 mm/year に分布していた (Fig. 7)。既述のように、港湾内における鋼の腐食速度は微生物の増加によつて増大する。鋼表面での微生物の生体活動とその量は鋼表面と海洋雰囲気との界面の僅かの変化によつていちじるしく変化する傾向がある。港湾内における腐食速度の分布が大きいは試片間での微生物量とその生体活動が大きくばらつていることによるのであろう。

耐海水鋼の特徴は閩門海峡のような清浄海域においてのみならず、港湾のように汚染された海域においても耐食性を有していることである。深さが 30m から 90m に亘る海底での耐海水鋼の耐食性はすべて普通鋼の耐食性より優れていた。

3.3.2 耐海水性の良好な理由

以上の優れた耐食性の理由は耐候性鋼のそれに似ているかもしれぬが明りょうでない。この機構を解明するために、鋼-T の鋼表面に密着している錆層と炭素鋼の錆層を走査電顕と E.P.M.A で調査した。超音波振動によつて機械的に外層錆を除去した後、鋼表面に残存している錆層を Photo. 4 と Photo. 5 にしめす。

Photo. 4 から鋼-T の錆結晶の間の隙間が炭素鋼の針状錆結晶の間の隙間より少ないことがわかつた。E. P. M. A によつて調べた鋼-T の錆層断面を Photo. 5 にしめす。Photo. 5 から、錆層中に Si, Cr および Cu が富化していることがわかつた。この理由で、耐海水鋼-

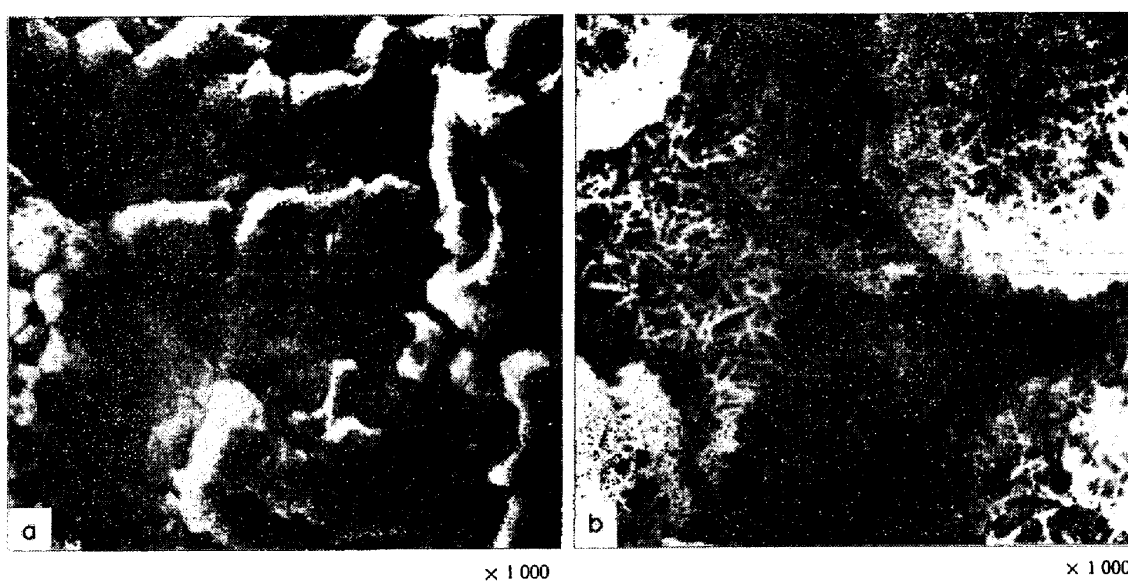


Photo. 4. The inner corrosion products of the sea-water corrosion resistant steel (a) and the structural carbon steel (b) exposed for three years at the sea bed (90m. deep) examined by scanning electron microscopes.

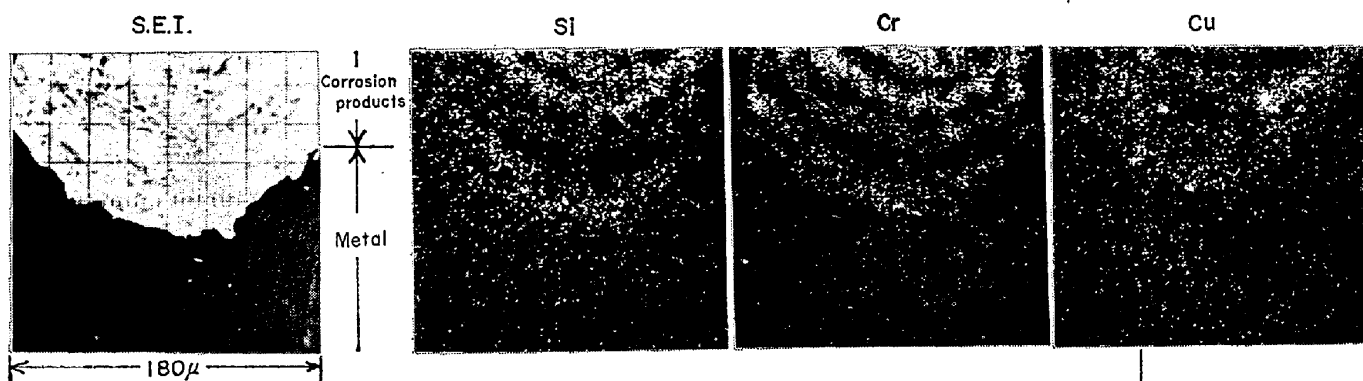


Photo. 5. Distribution image of Si, Cr and Cu in the corrosion products of sea-water corrosion resistant steel exposed for two years at 2 meters deep from sea surface examined by E.P.M.A..

Table 7. Chemical composition of steel specimens used for laboratory tests of bacterial corrosion.

Steel	Chemical Composition								
	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Cu (%)	Cr (%)	Ni (%)	Al (%)
Structural carbon steel (JIS SS 41)	0.20	0.03	0.49	0.017	0.018	0.04	0.02	0.02	<0.01
Sea-water corrosion resistant steel-M	0.12	0.05	0.88	0.132	0.026	0.53	—	0.67	—
Si-Cr steel	0.10	0.86	0.50	0.016	0.015	0.04	0.88	—	0.028

P, G, Tの耐食性は鋼表面に密着している錆層中に、錆結晶の急速な成長を抑制する効果のある Si, Cr, Cu が共存していることによると考えてよからう。

つぎに、港湾のように汚染された海域におけるこれら

の耐海水鋼の優れた耐食性を解明するために、実験室試験をおこなった。Table 7 にしめした試片を汚染海域から採取した海水中に、Fig. 9 にしめすように 10 日間浸漬し、その後で、海水中に硫酸塩還元バクテリアが存在

Table 8. Existence of sulphate-reducing bacteria in the sea water after ten days immersion. (+ : positive, - : negative)

Run No.	1	2	3	4
Steel				
Structural carbon steel (JIS SS 41)	+	+	+	+
Sea-water corrosion resistant steel-M	+	+	+	+
Si-Cr steel	-	-	-	-

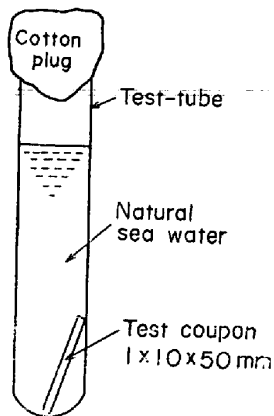


Fig. 9. The examination confirming the existence of sulphate-reducing bacteria by setting a test specimen at the bottom of test-tube for 10 days.

するか否かをしらべた。その結果を Table 8 にしめす。Table 8 から Si と Cr を共存した試片を浸漬した海水中では硫酸塩還元バクテリアがすべて死滅して確認できないことがわかった。これは Si, Cr のいずれかなくとも Si と Cr が鋼中に多く含まれているとこのバクテリアの生体活動を抑制するのにきわめて効果的であることを暗示している。この腐食機構の詳細は今後、検討すべき課題である。

4. 結 論

腐食要因を考慮して、種々の海洋環境（清浄な海峡、汚染された港湾、深さ 30m, 60m, 90m の海底）において、炭素鋼と耐海水鋼の耐食性を詳細に調査した。えられた結果は下記の通りである。

(1) 海峡の海面付近および深さ 30m から 90m の

海底はすべて清浄海域でその酸素量は標準海水の酸素量に近い。このような環境では鋼の腐食速度は酸素量の増加によつて増大する。この場合には、溶存酸素量の調査が海洋構造物の耐食性の評価にきわめて有用である。

(2) 港湾内の海域は汚染された海域である。このような環境では鋼の腐食速度は微生物量と温度の増加に比例する。さらに炭素鋼の局部腐食はそのような環境で増大する傾向がある。港湾内の海洋構造物の異常腐食の事故はこのような局部腐食によるものと思われる。

(3) Si, Cr, Cu, Mo を共存した耐海水鋼の耐食性はいずれの海洋環境においても炭素鋼の耐食性より優れ、とくに鋼-Tの 2%Cr を含んだものの腐食速度は炭素鋼の 1/3 である。これは鑄結晶の急速な成長の抑制に効果的であつ鋼のいちじるしい腐食に対して保護作用のある Si, Cr, Cu が共存していることによるのであろう。また Si と Cr の共存は海水中のバクテリア腐食を抑制するのに有効である。

本研究に御協力いただいた海上保安庁第7管区、ならびに新日鉄、八幡製鉄所、製鉄病院検査科の諸先生に深く感謝致します。

文 献

- 1) C. P. LARRABEE: Corrosion, 9 (1953), p. 250
- 2) J. C. HUDSON and J. F. STANNERS: J. I. S. I., 180 (1955), p. 271
- 3) B. W. FORGESON: Corrosion, 16 (1960), p. 105 t
- 4) von Wolzogen KÜHR: Water, 16 (1934), p. 147
- 5) G. H. BOOTH and A. K. TILLER: Corrosion Sci., 8 (1968), p. 583
- 6) 大津, 田中, 佐藤: 防食技術, 11 (1962), p. 265
- 7) W. SZYBALSKI and E. OLSEN: C. T. Aa. Chem. Scand., 3 (1949), p. 1094
- 8) J. N. WANKLYN and C. J. P. SPRUIT: Nature, 169 (1952), p. 928
- 9) von Wolzogen KÜHR: Corrosion, 17 (1961), p. 293 t
- 10) G. H. BOOTH, L. ELFORD and D. S. WAKERLEY: Brit. Corros. J., 3 (1968), p. 242
- 11) R. A. KING and J. D. A. MILLER: Nature, 233 (1971), p. 491
- 12) 島田, 三井田, 武井: 防食技術, 18 (1969), p. 148
- 13) 下平: 防食技術, 22 (1973), p. 2