

## 海岸よりでの鋼の腐食の研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2297/33293">http://hdl.handle.net/2297/33293</a>

# 海岸よりでの鋼の腐食の研究

本多良辰 広瀬幸雄

## 1 はじめに

近年、日本海側とくに北陸地区において海岸および周辺の地区においては、工業団地や鉄工団地の造成が多くみられ構造物ばかりでなく工場における機械なども必然的に厳しい環境に置かれることが多くなっている。その結果、これらの機械および構造物の腐食が直接あるいは引金となった破壊あるいは破損がみられている。最近、このような海岸地区で工業用配管・装置・化学プラント等においてさびないと言われているステンレス鋼でさえ腐食によるき裂の発生、成長破壊といった破壊事故がたびたび起こっている。この事故例の中ですきま腐食でき裂が発生したと思われることが多い。しかしながらこのすきま腐食についての研究は非常に重要であるにもかかわらず研究例が少なく、その評価法あるいは耐すきま腐食性の評価の確立が切望されている。

その評価法の一つとして著者らの一人が、すきま腐食の再不動態化電位  $E_{R, CRBU}$  (以下  $E_R$  と略記) を提案した。<sup>1)</sup>

本研究では北陸の海岸地方での自然環境中における鋼の腐食について、とくに実海水中でのすきま腐食の問題について、海水液流速の影響について  $E_R$  の評価の観点から検討を加えた。

## 2 実験方法

厚さ18mmの液体化処理 316鋼板から切り出した外径(2R)20、内径(2r)10mmの環状板2枚を重ね、これを 316鋼製 M10ボルト/ナットで締めることによってすきま試片を組立てた。<sup>2)</sup> 測定対象のすきまは2枚の環状板の相接する金属/金属-すきまである。すきま部金属面は#100SiC紙で湿式研磨し水洗の後試験液中でスバナできつく締めつけた。必要なとき両環状板間に 2.8mm厚のアスベストシートパッキン(温石綿)をはさみ、指締めから60°増し締めで締めつけた。試験液は特級NaClと蒸留水とで作った25℃の 3wt%NaCl水溶液で、大気に開放されている。

すきま試片のボルトをモーターで回転させることにより液の流動条件を作った。角速度を $\omega$ とすると環状板の外周または内周における周速は  $R\omega$  または  $r\omega$  であるが、以下では  $r\omega$  を以って液流速とした。これは、(a) すきま腐食は環状板すきま内部にも拡がるが、比較的深い侵食は内周縁付近に限って観察されること、(b) 内径は10mmと同じで外径を  $2R=40\text{mm}$  にした試片の  $E_R$  の流速

依存性が  $2R = 20\text{mm}$  のそれと同一バンドに入るのは  $r\omega$  で整理した場合であること、に基づく。

静止液中および流動液中における  $E_R$  の測定は自動化測定法によった。試片上の侵食深さは光頭の焦点示差法により測定した。

### 3 実験結果と考察

#### 3.1 静止液中 316鋼金属/金属-すきまの $E_R$

流速  $r\omega = 0$  の静止液中で 316鋼金属/金属-すきまの  $E_R$  を測定し、 $E_R$  測定後の試片に観察されたすきま腐食による最大の侵食深さに対して整理した結果を Fig. 1 に示す。最大侵食深さ約  $40\mu\text{m}$  を境にして、下では  $E_R \geq E_{R1} = -0.37\text{V.SCE}$ 、上では  $E_R \geq E_{R2} = -0.29$  である。先に報告した 316鋼ナット/ナット-すきま (外径16.5、内径10mmの環状面が相接する) の  $E_R$  は、侵食深さの浅いとき  $-0.30\text{V}^{1)}$ 、侵食深さが約  $100\mu\text{m}$  以上になると約  $-0.20\text{V}^{2)}$  であった。本報のすきまでは外径が  $20\text{mm}$  と大きいため  $E_{R1}$ 、 $E_{R2}$  とも  $0.07 \sim 0.09\text{V}$  だけより卑であるが、一定の臨界侵食深さ以上で  $E_R$  が貴になるという挙動は共通である。

#### 3.2 流動液中 316鋼金属/金属-すきまの $E_R$

流速  $r\omega = 4\text{ft/s}(1.22\text{m/s})$  の流動液中で 316鋼金属/金属-すきまの  $E_R$  を測定し Fig. 1 と同様最大侵食深さに対して整理した結果を Fig. 2 に示す。 $E_{R1} = -0.29\text{V}$ 、 $E_{R2} = -0.11\text{V}$  で、静止液中の値より  $E_{R1}$  で  $0.08\text{V}$ 、 $E_{R2}$  で  $0.18\text{V}$  貴になっている。これらの  $E_R$  値の意味を検討するため、同一流速条件下にすきま試片を定電位保持し、試片中最大侵食深さと保持時間との関係を求めた。この結果を示す Fig. 3 において

$E_{R2} = -0.11\text{V}$  より貴な  $0.00\text{V}$  では最大侵食深さは保持時間と共に大きくなる。

$E_{R1}$  と  $E_{R2}$  との中間の電位  $-0.15\text{V}$  では最大侵食深さは約  $22\mu\text{m}$  を越えない。

1 試片あたり数ヶ所の浅い侵食部 (数  $\mu\text{m}$  以下、 $1\text{mm}^2$  以下) があり、この中に局所的に深いところが観察された。侵食部最深部ともそれらの幅が時間的に広がる傾向は認めなかった。

$E_R = -0.29\text{V}$  より卑な  $-0.30\text{V}$  では5、10及び15h のいずれの時間保持した試片にも侵食を認めなかった。

これらの事実は、 $E_{R1}$  は非成長性すきま腐食再不動態化電位の下限值  $E_{2,CREU}$ 、 $E_{R2}$  は成長性すきま腐食再不動態化電位の下限值であることを物語り、ここでは  $E_{R1}$ 、 $E_{R2}$  のようによぶにとどめる。

Fig. 4 に  $E_R$  と流速との関係をまとめた。 $r\omega = 0$  及び  $4\text{ft/s}(1.22\text{m/s})$  での  $E_{R1}$  (●印)・ $E_{R2}$  (○印) はそれぞれ Fig. 1 および Fig. 2 からえられた値で

ある。また×印で記入したのは最大侵食深さが20~30 $\mu\text{m}$ の範囲内にあるものの $E_R$ と流速のデータである。臨界侵食深さ約40 $\mu\text{m}$ の意味によってこれらの値が $E_{R1}$ と $E_{R2}$ との間に入ることが理解できる。図示の直線は、流速を $V$ として次式で表される：

$$E_{R2}(V.SCE) = 0.045V(\text{ft/s}) - 0.29 \quad (1)$$

$$= 0.148V(\text{m/s}) - 0.29 \quad (1)'$$

$$E_{R1}(V.SCE) = 0.020V(\text{ft/s}) - 0.37 \quad (2)$$

$$= 0.066V(\text{m/s}) - 0.37 \quad (2)'$$

(1)'式は流速1m/sの増加が $E_{R2}$ を0.15V賈にすることを示す。これを1に述べた推奨流速1.5~3m/sに適用すると0.23~0.45Vに相当する。316鋼の各種すきまについて我々がこれまで測定した範囲内の $E_R$ の変化分は、すきまの幾何学的寸法によって0.13V、ガスケット種類によって約0.1V、また液のNaCl濃度によって0.2Vであった。これらに比較して流速は $E_R$ をかなり大きく変える因子であるといえる。ただし海水冷却熱交換器において問題の付着物下すきまについての定量的評価は現在のところなされていない。

実環境中におけるステンレス鋼の電位-局部腐食を起こしていない不動態化ステンレス鋼の自然電極電位-が $E_R$ より高いか、低いかによって、すきま腐食がそれぞれ起こる、起こらないを判定することができる。

同じすきまについて、 $r\omega = 13\text{ft/s}(3.96\text{m/s})$ における $E_{R2}$ を(1)式による外挿値+0.30Vであると仮定すると、これは同流速の海水中での316鋼の電位+(0.1~0.2)Vより賈であるので、成長性すきま腐食は起こらないとしよう。このように流速の増大と共に $E_R$ が賈になるすきまにおいては、液の流動条件によるすきま腐食の抑制を期待することができる。

#### 4 まとめ

すきま腐食に及ぼす液流動条件の影響の定量化を試みた。主として316鋼の2枚の環状板が相接する金属/金属-すきまをもつ試片を3%NaCl水溶液中で中心軸の周りに回転しつつ、すきま再不動態化電位 $E_R$ を測定し、環状板内周の周速度としての流速の影響を調べた。結果は以下のようにまとめられる：

- 1) 静止液中の316鋼金属/金属-すきまについて、より大きい侵食深さ域で測定した $E_R$ の下限値、 $E_{R2}$ は臨界侵食深さ(~40 $\mu\text{m}$ )以下のそれ、 $E_{R1}$ より賈である。流動液中でも同様の挙動がみられ、定電位試験から $E_{R2}$ は成長性すきま腐食の再不動態化電位の下限値、 $E_{R1}$ はすきま内に侵食は起こるがいずれ再不動態化するような電位域の下限界値 $E_{E,CREU}$ であると推定した。

2) 316鋼金属/金属-すきまの $E_{R1}$ 及び $E_{R2}$ は実験条件範囲内の液流速と共に負になった。このようなすきまにおいては液流速の増大によるすきま腐食の抑制を期待することができる。

文献

- 1) 広瀬幸雄、辻川茂男、岡山伸、久松敬弘；防食技術,32,707-711(1983).
- 2) 辻川茂男、久松敬弘、広瀬幸雄；腐食防食協会 '81春期学術講演大会講演予稿集,287-291(1981).

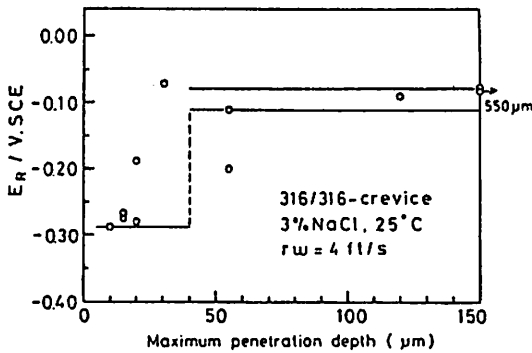


Fig.1 Relationship between Maximum penetration depth and  $E_R/V.S.E.$

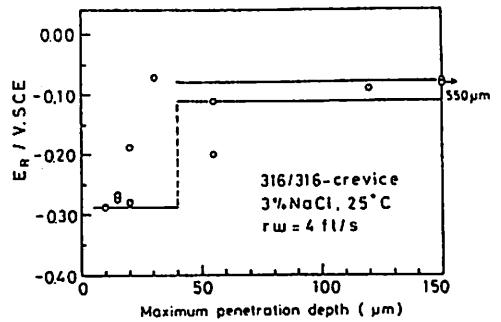


Fig.2 Relationship between Maximum penetration depth and  $E_R/V.S.E.$

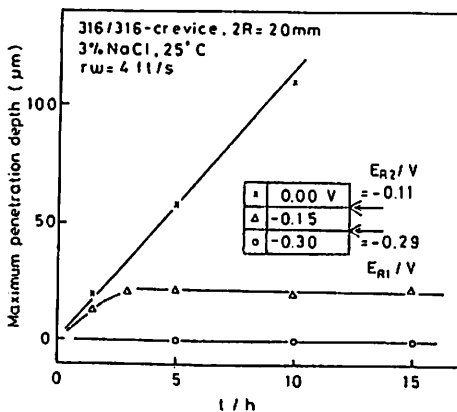


Fig.3 Relationship between Maximum penetration depth and  $t/h$ .

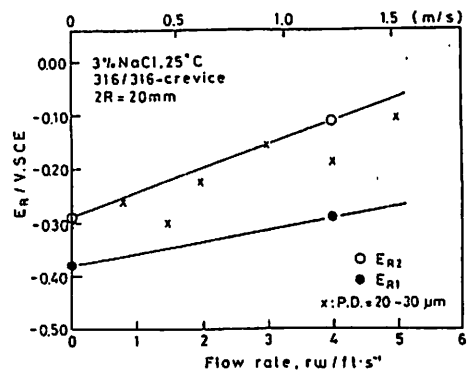


Fig.4 Relationship between Flow rate and  $E_R/V.S.E.$