人工土壤中でのSUS304鋼のすきま腐食再不動態化電位

今 井 八 郎*

Repasivation Potential for Crevice Corrosion of SUS304 Stainless Steel in Artificial Soil

Hachiro IMAI*

Key Words : Stainless Steel, Crevice Corrosion, Repasivation Potential, Artificial Soil

1. 緒 言

ステンレス鋼は、水道用管など土壤中で用いられることも多い。それに伴い各種の実環境中での耐食試験も行われている¹⁾。しかし、実験に長時間要するという問題²⁾や本当に実環境をシュミレートしているかという問題も常におこっている³⁾。そのため長期を要する試験にとっては、土壤中でのCl⁻濃度、含水量の影響を実験室的に調べ、腐食傾向を予測することの必要性は高い。しかし、現在までそのような研究はほとんど行われていない。土壌と接するステンレス鋼材の腐食形態は、おもにCl⁻濃度、含水量によって変化し、孔食状、すきま腐食状に損傷する場合が多い⁴⁾。そこで本研究においては、ケイ砂による人工土壤中でのSUS304鋼のすきま腐食性を調べた。ステンレス鋼-砂粒界面ですきまが形成されると予想し、人工土壤中にNaCl水溶液を浸透させ、そのCl⁻濃度、含水量を変化させ、すきま腐食再不動態化電位、 E_R を測定することによりSUS304鋼のすきま腐食性を検討した。

2. 実験方法

供試材は、市販のSUS304・2B鋼(C:0.064, Si:0.55, Mn:0.97, P:0.027, S:0.008, Ni:9.42, Cr:18.38, Mo:0.11, Cu:0.05, N:0.012, すべてwt%)の板材を20×30×2mmに切断し、所定の研磨後16×24mmの試験面を残し、シリコン系の被覆剤でコーティングし、電極とした。人工土壌は、秩父8号ケイ砂(主成分は、SiO₂:93.40, Al₂O₃:2.08, Fe₂O₃:1.59, CaO:0.44, MgO:0.45すべてwt%, 平均粒径53-74μm)を用い前処理として土壌中の水分を除去するため370℃で1時間ベーキングして、その後所定の濃度のNaCl水溶液を添加した。対極には試験電極と同材を用いた。測定用照合電極は、セルロイド製の管とゴム

球で保護した飽和甘こう電極を使用した。先端を保護するゴム球の一定部分にキャピラリーとして炉紙をとりつけた。先端よりのCl⁻の溶け出しがほとんどないことを確認の上試験に供した。乾燥土1kgに10ppm~6.07×10⁴ppm Cl⁻に調整したNaCl水溶液を2.0×10⁻²~5.0×10⁻¹dm³含ませ十分かく拌し、人工土壌とした。すきま腐食再不動態化電位、 E_R の測定は、辻川らの方法⁵⁾に準じて行った。

3. 実験結果及び考察

3. 1 すきま腐食再不動態化電位、 E_R に及ぼす人工土壌中のCl⁻濃度の影響

E_R を測定するためのくり返し分極曲線は、Cl⁻濃度が比較的高く、含水量も多いと水溶液中での分極曲線とほぼ同様であった。 E_R 値が0.1V vs SCEより貴の時には孔食を伴う場合もあった。しかし、Cl⁻濃度が低く、含水量が低いと肉眼で腐食が観察されず、試験片に流れる電流値が20μAに達するまでに+1.0V vs SCEをはるかにこえていた。この場合は20μAで折り返し、 E_R を測定したが測定不能のものも多く存在した。この限界については、3.2項で測定後の腐食形態とともに判定した。

くり返し分極曲線より求めた人工土壌中の E_R 値をCl⁻濃度変化によりまとめたものが図1である。Cl⁻濃度が高くなると E_R 値は卑になることがわかる。また、同図中に示す数値は土壌1kg中に含有する総水分量を示す。これからわかるように同じCl⁻濃度でも水分量の多い場合の方が E_R 値は卑になる傾向を示す。水分量が多くなるとCl⁻濃度が低いところまで E_R 測定が可能であったが総水分量が2.0×10⁻²dm³では6.07×10³Cl⁻ppm以上でないと測定が不可能だった。このことよりCl⁻濃度とともに含水量が腐食に大きく影響していることがわかる。ステンレス鋼と土壌粒子は十分充てんしても、ある空隙が存在する。この空隙にCl⁻を含む水がしみ込み、ステンレス鋼表面に達し、かつ酸素が十分に届かないと腐食が進行する。最終的にはステンレス鋼板と

* 芝浦工業大学 (〒108 東京都港区芝浦 3-9-14)
Shibaura Inst. of Tech. (9-14, Shibaura 3-chome,
Minato-ku, Tokyo 108)

Fig. 1 Influence of Cl^- concentration in soil on repassivation potential, E_R for crevice corrosion of Type SUS304 stainless steel in artificial soil.

土壌粒子の形状的な問題で粒子状腐食を呈する。水及び酸素が少なくと OH^- の供給が十分でないので腐食は進行しにくい。実際の土壌では、粒子も不揃いでしかも石、粘土など多くの成分が混合しているものなのでさらに複雑な腐食過程を示すと思われる。

3. 2 腐食形態について

E_R 測定後の試料表面を観察すると図2のように粒状の腐食が観察されるものがほとんどであった。 Cl^- 濃度により、程度に差はあるがほぼ同様に粒状を呈した。試験片と砂粒との間ですきま腐食が発生したものと予想される。 Cl^- 濃度が高いと粒状腐食同士が衝突して全面腐食状を示したものが一部観察された。また、前述のように、非常にわずかであるが孔食も観察された。このような腐食の程度を Cl^- 濃度、含水量によって定性的にまとめたものが図3である。ほとんど腐食が観察されないもの(○印)、腐食が軽微なもの(▲印)、粒状腐食が強いもの(●印)、腐食が激しく全面腐食状を示すもの(■印)に分類された。これからもわかるように Cl^- 濃度が高くなればなるほど腐食は激しくなり、前述の E_R の結果とも一致するが含水量もかなり大きく影響している。腐食部のSEM像を観察すると、すきま溶け出し部は浅く、かなり広がりが見られる。侵食の深部(図2)は、オーステナイト結晶粒界がはっきりと観察された。また、水溶液系で観察されたような方位性エッチピットは観察されなかった。土壌粒子一つが接するとみられるところが強く侵食し、まわりは浅く、粒子とステンレス鋼がすきまをつくっていたことが推測された。

4. 結 言

人工土壌中でのSUS304鋼のすきま腐食再不動態化電位, E_R を測定した。結果を要約すると以下のようである。

(1) E_R は、土壌中の Cl^- 濃度が高いほど、また含水量が多いほど卑になった。 Cl^- 濃度が高くて含水量が少ないとすきま腐食は、発生しない。

Fig. 2 Microstructures after corrosion test in artificial soil containing 3.04×10^4 ppm Cl^- .
(A) Appearance of crevice corrosion.
(B) SEM image of well developed corrosion site with austenitic grain boundaries.

Fig. 3 A type of crevice corrosion after E_R measurement in artificial soil.
○ : no corrosion
▲ : light crevice corrosion
● : crevice corrosion with granular attacks as Fig. 2 (A).
■ : general corrosion with deep penetration.

(2) E_R 測定後の腐食の形態は、粒子状のすきま腐食の様相を呈している。 E_R が 0.1 V vs SCEより貴になる条件では孔食も観察された。

(3) Cl^- 濃度と含水量の図より腐食限界を判定すると、 Cl^- 濃度が50ppm以下になると含水量が多くても腐食は発生しない。含水量が $2.0 \times 10^{-1} \text{ dm}^3$ 以上になると、100ppm Cl^- 以上では含水量に関係なくすべて腐食が発生する。(1988-9-10 受理)

文 献

- 1) 遅沢浩一郎, 堀岡勝彦, 小林末子夫, 木谷 滋, 沢村栄男, 井上裕夫: 鉄と鋼, 68, S1492 (1982)
- 2) 小林末子夫, 木谷 滋, 遅沢浩一郎, 堀岡勝彦, 沢村栄男, 井上裕夫: 鉄と鋼, 68, S1491 (1982)
- 3) 梶川 修, 佐古光聡, 高江 勉, 林 良隆, 齊藤道雄: 材料, 31, 1031 (1982)
- 4) 井上裕夫, 木谷 滋, 藤原最仁: 第48回腐食防食分科会資料, p. 84 (1981)
- 5) 辻川茂男, 久松敬弘: 防食技術, 29, 37 (1980)