

底質中の砂鉄が鋼材腐食に及ぼす影響

苫小牧工業高等専門学校専攻科創造工学専攻 学生会員 ○中澤 愁杜
苫小牧工業高等専門学校創造工学科 正会員 松尾 優子

1. 研究背景

苫小牧港湾は物流および工業の拠点として発展しており、多くの鋼構造物が用いられている。また、苫小牧市沿岸は砂鉄鉱床¹⁾であり、底質内には強磁性の砂鉄が多く含まれている。筆者らはこれまで苫小牧港湾内で鋼材の暴露試験²⁾(図-1)を行うなかで、海底付近(-4m)の鋼板に砂鉄が付着し、その部分は著しく腐食が進行していないことに気が付いた。これまでの海中暴露試験では鋼板に砂鉄が付着する事例は報告されておらず、砂鉄中のマグネタイトが鋼材の腐食に及ぼす影響明らかになっていない³⁾。

そこで、本研究では苫小牧沿岸域の砂鉄に着目し、それらが鋼構造物の腐食に与える影響を明らかにすることを目的とする。本稿では、上記暴露試験にて鋼板に付着した砂鉄(以降、付着物)の状態分析と、海洋構造物への腐食を想定した腐食加速試験(浸漬試験)の結果を報告する。

2. 鋼板付着物の状態分析

鋼板付着物は、図-1の暴露試験²⁾の鋼板のうち、海底(-4m)にもっとも近い鋼板(No.6)に付着したものを採取し試料とした。

(1) 蛍光 X 線分析

付着物の構成元素を調べるため、蛍光 X 線分析(真空雰囲気)を行った。その結果を表-1に示す。主な構成元素として、Fe が全体質量の 38.9%、Si が 37.0%確認された。

(2) X 線回析分析

次に付着物の生成相を同定するため採取した付着物の X 線回析分析を行ったが、非結晶構造をなしており蛍光 X 線分析で確認された Fe 化合物が検出されなかった。そこで、試料を 1000℃で 1hr 焼成し再び分析を行った。図-2に X 線回析分析結果を示す。ここで図中の○△は化合物のピークが現れた箇所を示している。

図より赤錆であるヘマタイト(Fe₂O₃)、石英(SiO₂)が検出された。焼成前の試料は黒色であったことから、付着物の Fe はマグネタイト(Fe₃O₄)、またはオキシ水酸化鉄(FeOOH)の状態であると推察される。

3. 腐食加速試験 (浸漬試験)

砂鉄が腐食に与える影響を調べるため、浸漬試験を以下の内容で 60 日間(1440hr)実施した。図-3に浸漬試験の概略図を示す。溶液は滅菌海水(40L、45℃、塩分濃度 3.5%)を用い、サーモヒーターの位置は定期的に図の上下で入れ換えた。試験片は鋼板 SS400(100×50×6mm)を使用し、腐食防止のため保護材を鋼材側面と裏面

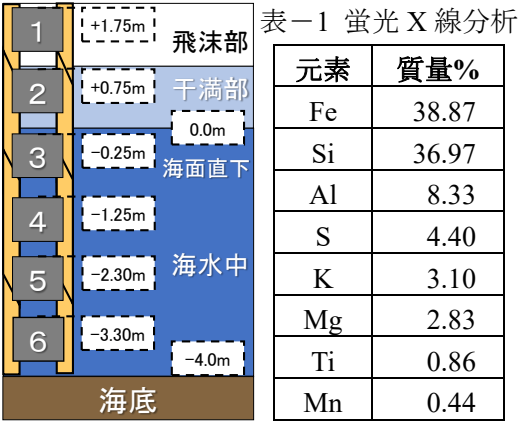


図-1 暴露試験

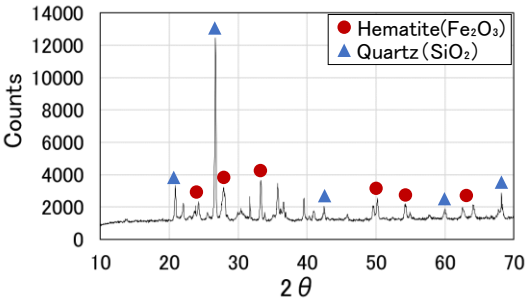


図-2 X 線回析分析結果

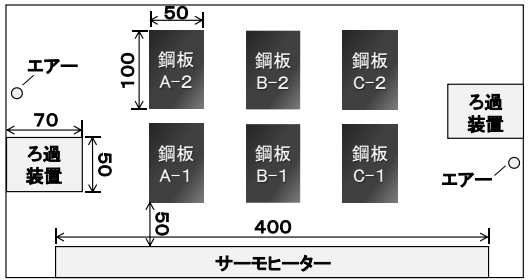


図-3 浸漬試験概略図

キーワード 砂鉄, 腐食, 腐食試験

連絡先 〒059-1275 北海道苫小牧市宇錦岡 443 番地苫小牧工業高等専門学校 TEL0144-67-8063

に塗布した。試験条件は A : SS400 のみ, B : SS400+珪砂 30cm³ 付与, C : SS400+砂鉄 30cm³ 付与の 3 パターンで、2 枚ずつ設置した。砂鉄(密度 3.35g/cm³)は苫小牧沿岸域の海砂から磁石を用いて選別し試料とした。また、珪砂(密度 2.51g/cm³)の粒度分布は砂鉄と均一(粒径 0.075~0.250mm)となるよう調整した。

4. 浸漬試験結果と考察

図-4 に浸漬試験後および腐食生成物除去後の試験片の腐食状況を示す。なお、腐食生成物除去には 9.5%の塩酸を用いた。図より、A の試験片両端に赤錆が発生し、中央部に灰色の付着物が確認できる。除去後の写真では、A は赤錆以外の部分ではまだ光沢があり、B、C はうっすらと表面が粗い全面腐食を示していた。なお、C の砂鉄除去時には付与した砂鉄が珪砂よりも鋼板に密着していた。

図-5 に試験片の腐食量を示す。腐食量は電子秤(0.001g 精度)で試験前後の重量減量を測定し、単位面積、単位時間あたりとして算出した。ただし、試験後の測定では腐食生成物を除去した後に測定した。図より、A の腐食量が顕著に大きく、B、C は重量減少が僅かであった。なお、C-1 はほとんど腐食が生じず、保護材が僅かに残っていたために負の値になったと考えられる。特に C の腐食量が少なかった要因として、前述したように砂鉄が試験片に密着したため酸素供給量が減った、もしくは砂鉄中の Fe 酸化物が何らかの効果を発したと推察される。

図-6 に試験片の凹部の腐食深さを示す。腐食深さは共焦点レーザー顕微鏡(0.001 μ m 精度)で、試験片の中心点および腐食が著しい箇所 4 点、計 5 点の凹部の深さを測定し、その平均値とした。図-6 より、腐食深さに大きな差はみられなかった。A は図-5 が示すように腐食量が大きいため深さ方向にも腐食が進展したと考えられ、B、C では粒状の試料を付与したために隙間腐食による孔食が発生したと考察される。

図-7 に試験片の腐食速度を示す。腐食速度は超音波厚さ計(0.01mm 精度)で測定した試験前後の試験片厚さ(10 点測定の平均値)の差異である。図-7 より、A および B と比較して C の腐食速度が著しく小さくなった。

5. 結言

本研究では以下のことが明らかになった。

- 1) 鋼板付着物の主成分はマグネタイトまたはオキシ水酸化鉄であり、その他に石英が検出された。
- 2) 浸漬試験の結果では砂鉄を付与した鋼板の腐食量および腐食速度が小さくなった。

参考文献

- 1) 須藤定久, 有田正史, 藤橋葉子: 北海道の浜と砂(5)石狩湾・積丹半島・噴火湾の砂, 地質ニューNo651, pp.58-68, 2008.
- 2) 松尾優子, 林和哉: 苫小牧港湾の鋼矢板の腐食要因に関する検討, 土木学会第 77 回年次学術講演会, I-49, 2022.
- 3) 柴田俊夫, 瀬尾眞浩ほか 3 名: マグネタイト共存下における炭素鋼の腐食挙動に関する研究の現状と課題, 材料と環境, No54, pp.2-8, 2005.

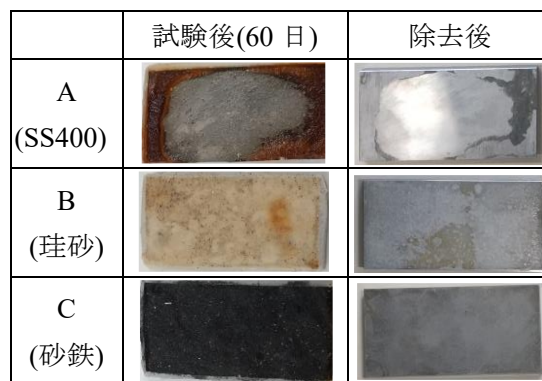


図-4 試験片腐食状況

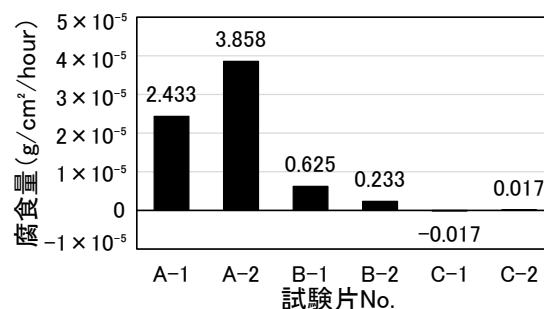


図-5 腐食量

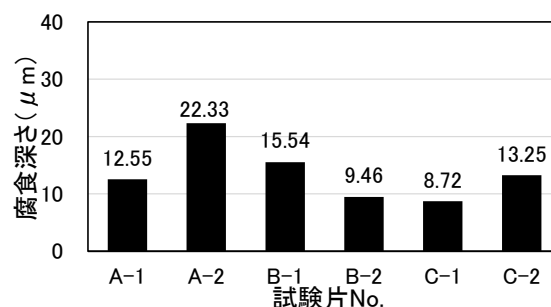


図-6 凹部の腐食深さ

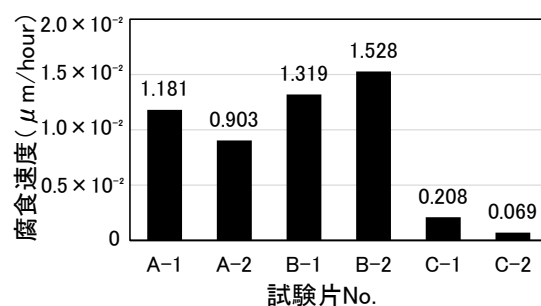


図-7 腐食速度