

長期間（24年間）大気暴露した球状黒鉛鑄鉄の腐食状態調査

ヒノデホールディングス(株) 正会員 ○土手 一朗 ヒノデホールディングス(株) 山下 和也
 ヒノデホールディングス(株) 桑原 裕樹 ヒノデホールディングス(株) 甲斐 信博
 九州大学大学院 フェロー会員 貝沼 重信

1. はじめに 球状黒鉛鑄鉄は設計の自由度、機械的性質や経済性に優れていることから、産業用装置の部品やマンホール鉄蓋などの材料として採用されてきた。この球状黒鉛鑄鉄を橋梁等の構造物に適用するためには、腐食が問題になる。著者らは既往研究¹⁾において、球状黒鉛鑄鉄の大気環境における腐食挙動の定量評価を行っており、球状黒鉛鑄鉄が耐食性に優れる事を確認した。

球状黒鉛鑄鉄製の構造物として、例えば照明柱のように大気環境において長期間（10年以上）設置され、比較的良好的な外観を維持している実績があるが、過去の論文等において腐食を定量的に評価した例はない。既往研究¹⁾においても、現状では2年程度の結果しか得られておらず、より信頼性を高める為には長期の状態把握が必要である。そこで、24年間大気環境に曝された既設の球状黒鉛鑄鉄製照明柱（以下、照明柱）の腐食状態や生成したさびの調査を実施し、構造物としての健全性について評価した。

2. 調査内容及び結果

2.1 調査対象 本調査では皇居の周辺に長期間設置された複数の候補の中から調査の対象となる照明柱を選定し、

評価を実施した。候補となった照明柱ではほとんど腐食損傷が生じていなかったが、その中から外観上腐食損傷の程度が最も大きいと想定される照明柱を選定した。本調査の対象とした照明柱を図-1に示す。対象となる照明柱は高さ4,480mmで、Lat. 35° 41' 22.1"N, 139° 45' 10.3"Eに位置する。照明柱の金属組織は球状黒鉛、フェライトおよびパーライトで構成される一般的な球状黒鉛鑄鉄と同様の金属組織であった。照明柱は部位ごとに腐食損傷の程度に差異があったため、外観を基に想定した腐食損傷の程度に応じて照明柱上部、中部および下部の領域に区分して評価を行った。上部は腐食が進行し、さびが発生している部位と表面処理層が残存している部位が混在していた。中部は腐食損傷が少なく、表面処理の大部分が残存していた。下部は最も腐食が進行しており、広い範囲で表面処理層が消失し、さびが発生していた。評価のための試験片は地面から高さ約3,260mm（上部）、約2,150mm（中部）、約380mm（下部）の位置から採取した。



図-1 調査対象照明柱の外観

2.2 さび層の断面観察 偏光顕微鏡によるさび層断面の観察結果を図-2に示す。上部では、表面処理層が消失した部位、表面処理層下で腐食が進行している部位および表面処理層が残存している部位が確認された。中部では、大部分で表面処理層が残存し、一部表面処理層下で腐食が発生していた。下部では、表面処理層はほとんど消失し、一部さび厚の大きくなったさび層の表面に表面処理層が残存していた。上部と中部では、概ねさび層は基底近傍に消光した緻密な層、大気側に偏光したポーラスな層がそれぞれ形成されている傾向にある。黒鉛の周囲で腐食が発生していることが確認されたが、深さ方向には著しい腐食は発生していなかった。

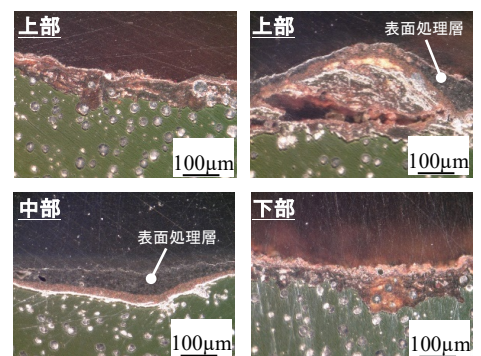


図-2 さび層断面の偏光顕微鏡像

キーワード 球状黒鉛鑄鉄, 照明柱, 大気暴露試験, さび

連絡先 〒849-0101 佐賀県三養基郡みやき町大字原古賀字岩崎 R&D 総合センター TEL 0942-94-5600(代)

EPMAによる元素マッピングの結果を図-3に示す。中部で検出されたCaは表面処理層の含有成分と考えられる。また、黒鉛周囲の腐食した部位に、Siの濃縮が確認された。文献²⁾によると、Siは保護性の高いさび層の形成に寄与するとの報告があり、本照明柱でも濃縮したSiがさび層の保護性に寄与している可能性がある。また、上部、中部および下部のいずれにおいてもClはほとんど検出されなかったため、本照明柱の設置場所は塩類に曝されない腐食環境であると推察される。

2.3 さびの分析 (XRD) 照明柱下部のさびのX線回折スペクトルを図-4に示す。解析の結果、主に α -FeOOH、 γ -FeOOHおよびFe₃O₄のピークが検出された。準定量分析(RIR法)にて求めた結晶性のさびの組成は α -FeOOHが57%、次いで γ -FeOOHとFe₃O₄がそれぞれ20%と18%となっており、耐食性の向上に寄与するとされる電気化学的に不活性な α -FeOOH³⁾が最も多く存在している。

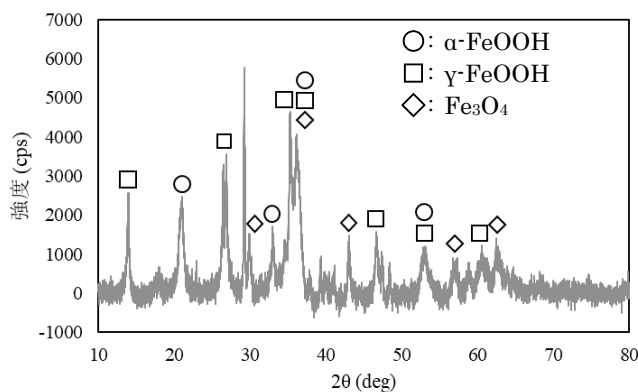


図-4 X線回折スペクトル

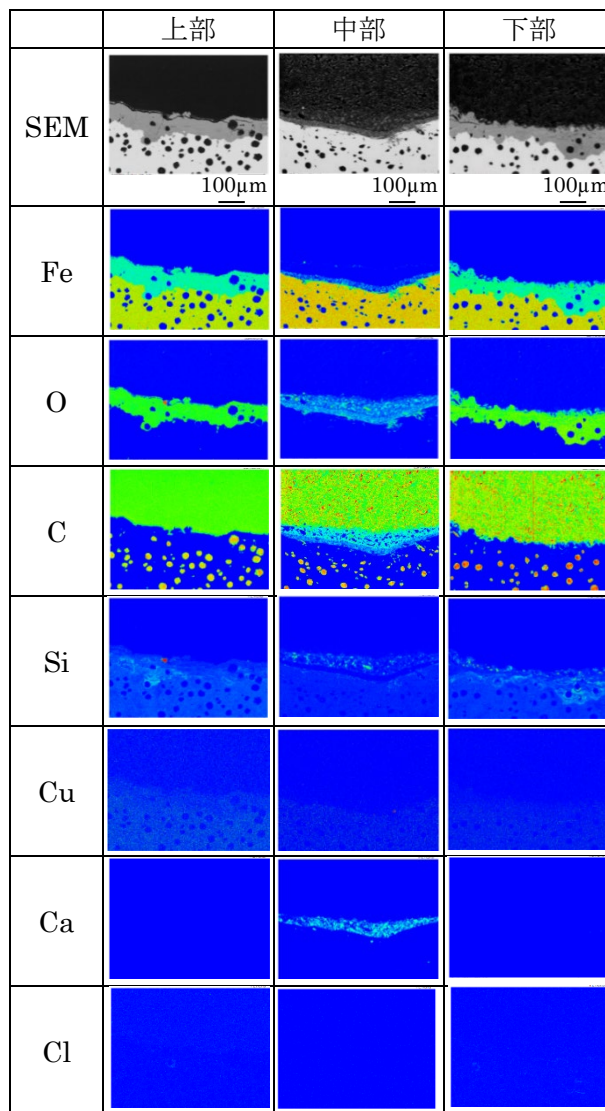


図-3 EPMAによる元素マッピング

3. まとめ

今回調査対象とした照明柱は24年間大気環境に曝されていたが、ほとんど腐食損傷が生じておらず、大部分は表面処理によって健全な状態が保たれていた。その中から外観上腐食損傷の程度が最も大きいと想定される照明柱を対象に調査を実施した結果、主として以下の知見が得られた。

- ・調査対象とした照明柱の上部と下部の腐食損傷が生じている部位については、断面観察の結果、表層の黒鉛を取り囲む形で腐食が発生する傾向がみられるが、深さ方向には著しい腐食は発生していない。
- ・黒鉛の周囲の腐食した部位にSiが濃縮しており、Siがさび層の保護性の向上に寄与している可能性がある。
- ・照明柱下部の結晶性のさび組成について、電気化学的に不活性な α -FeOOHが多い。

以上の結果から、本調査の対象とした照明柱は、24年間の大気暴露後であっても健全性に問題はないと考えられる。今後は、本調査の対象とした照明柱の腐食環境評価を実施する予定である。

謝辞:本調査の実施にあたり、照明柱をご提供いただいた東京都千代田区の関係各位に厚く感謝を申し上げます。

参考文献

- 1)土手一朗, 池田鮎美, 桑原裕樹, 甲斐信博, 椎本圭一, 貝沼重信, 材料と環境 2019 講演集, B202, pp.135-138, 2019.
- 2)中村幸吉著 鑄鉄の科学, 日本鑄物工業会, p.48, 2005.
- 3)上村隆之, 山下正人, 内田仁, 幸英昭, 日本金属学会誌, Vol.65, No.10, pp.922-928, 2001.