

大気環境における球状黒鉛鋳鉄の腐食挙動に関する基礎的研究

日之出水道機器㈱ 正会員 ○池田 鮎美, 甲斐 博信, 椎本 圭一

九州大学大学院 フェロー会員 貝沼 重信

1. はじめに 球状黒鉛鋳鉄は設計の自由度, 機械的性質や経済性に優れていることから, 自動車や産業用装置の部品, マンホール鉄蓋などの材料として採用されてきた. この球状黒鉛鋳鉄を橋梁などの大規模構造物に適用するためには, 大気環境における腐食挙動を定量的に把握することが重要である. しかし, 先行研究^{1),2)}では球状黒鉛鋳鉄の腐食性は普通鋼材に比して低いとの報告があるが, その腐食挙動に関するデータは少ない. そこで, 本研究では球状黒鉛鋳鉄, 普通鋼および耐候性鋼を腐食環境の著しく異なる3つの地点で大気暴露試験することで, それらの腐食深さの経時性や腐食表面性状などの腐食挙動を評価した.

2. 試験方法 試験体の材料には, Cu 量 0.35%相当の一般的な球状黒鉛鋳鉄, 比較材として JIS G 3101 SS400 および耐候性鋼2種 (JIS G 3125 SPA および 3%Ni 系耐候性鋼) を用いた. 各材料の化学成分, 機械的特性および試験体寸法を表-1 に示す. 試験体表面は機械研磨 (#600) した後, 試験の対象面積が 50×120 mm (60cm²) となるように, その他はタールエポキシ塗装を塗布した. 大気暴露環境は飛来海塩量の多少と雨洗効果の有無に着目し, 1)雨がかりがあり, 飛来海塩量が約 0.003 mdd でほとんど無い当社 R&D 総合センター (Lat. 33°21'N, Long. 130°26'E) 屋上 (以下, R&D), 2)雨がかりがあり飛来海塩量が 0.3 mdd で比較的多い日本ウエザリングテストセンター (Lat. 35°43'N, Long. 140°45'E) の銚子暴露試験場 (以下, 銚子), および 3)雨がかりが無いように試験体を遮へい物で覆った銚子, の3つの腐食環境が著しく異なる地点で実施した. 試験体は 1)と 2)は 45°対空面の直接暴露, 3)は 0°対地面の遮へい暴露とした. 暴露期間は2年間とした. また, 試験体の平均腐食深さ d_{mean} は, 塩酸にヘキサメチレンテトラミンを加えた水溶液 (JIS Z 2371 付属書) を用いて腐食生成物を除去した試験体の重量減少量に基づき算出した. 腐食生成物除去後の試験体の表面性状は, 光切断法を用いた非接触式3次元計測装置を用いて測定することで, 最大腐食深さ d_{max} を算出した. なお, 表面性状の検討対象範囲は, 試験体中央部のマスキングによる異常腐食部位を除外した 40 mm×40 mm または 25 mm×30 mm とした.

3. 試験結果 各暴露試験における平均腐食深さ d_{mean} の経時変化を図-1 に示す. 2年暴露後の球状黒鉛鋳鉄の d_{mean} は, 暴露地点によらず, SS400 や 3%Ni 系耐候性鋼に比して小さくなっており, SPA と同程度になっている. 環境の影響については, 飛来海塩量の多い銚子, R&D の順に d_{mean} が大きくなっている. また, 雨洗効果が無い環境では, 雨洗効果のある環境に比べて, d_{mean} が大きくなっており, 線形増加する傾向にある. この結果は, 試験体に付着した飛来海塩が降雨により雨洗されないためと考えられる. 銚子の遮へい環境で2年間暴露した試験体の腐食生成物除去後の表面性状を図-2 に示す. 球状黒鉛鋳鉄の腐食孔は, SS400 および 3%Ni 系耐候性鋼と比べて小さい. 銚子の遮へい暴露試験における最大腐食深さ d_{max} の経時変化を図-3 に示す. 球状黒鉛鋳鉄の d_{max} は SS400 および

表-1 各試験体の化学成分, 機械的性質および寸法

材料	化学成分 (mass %)								機械的性質			寸法(mm)
	C	Si	Mn	P	Cu	Ni	Cr	Mg	引張強さ (MPa)	0.2%耐力 (MPa)	伸び (%)	
球状黒鉛鋳鉄	3.60	1.85	0.42	0.024	0.33	0.00	0.02	0.031	538	313	15	145 × 65 × 8
JIS G 3101 SS400	0.16	0.02	0.47	0.013	-	-	-	-	439	301	41	150 × 70 × 6
JIS G 3125 SPA	0.08	0.45	0.39	0.096	0.30	0.19	0.72	-	528	399	31	150 × 65 × 1.6
3%Ni系耐候性鋼	0.06	0.21	0.85	0.009	0.32	2.97	0.00	-	558	489	28	150 × 65 × 8

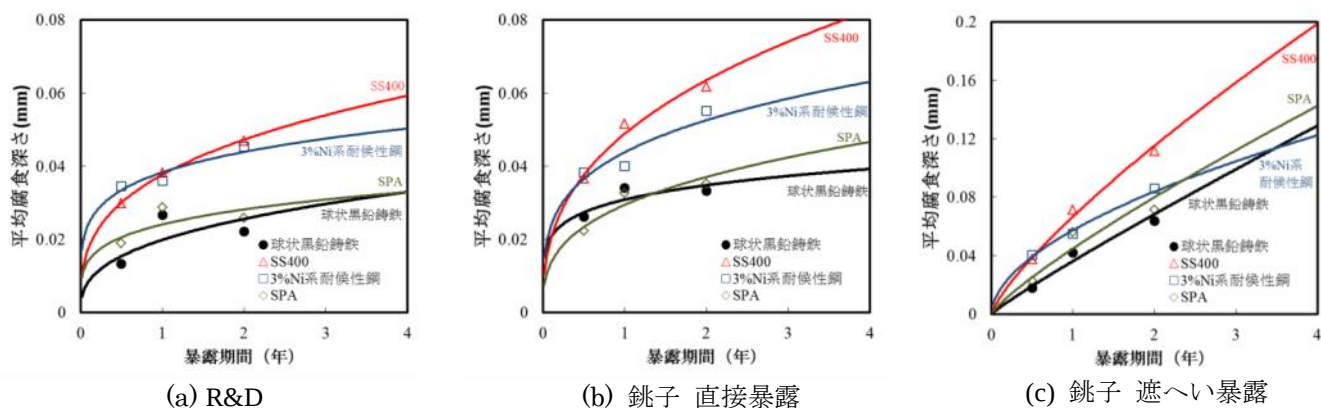


図-1 各暴露地点における平均腐食深さの経時変化

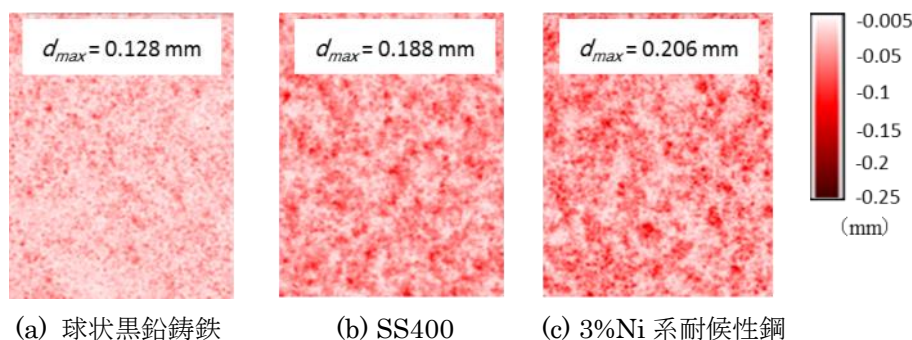


図-2 銲子遮へい暴露 2年後の各試験体における表面性状

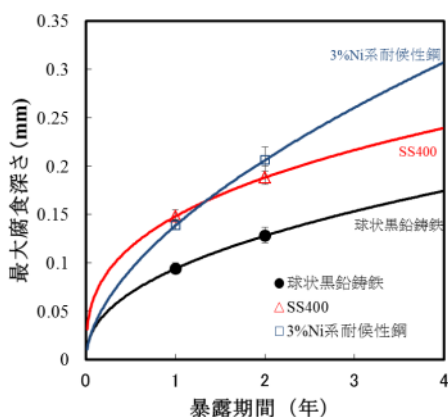


図-3 最大腐食深さの経時変化 (銲子 遮へい)

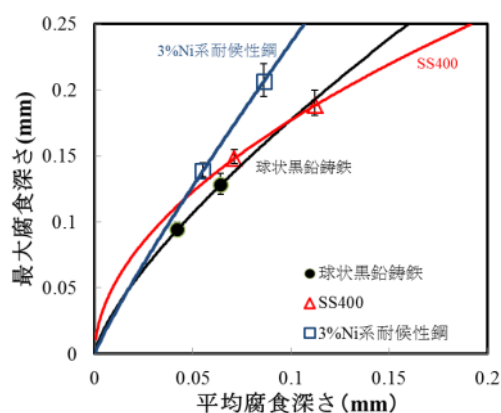


図-4 平均腐食深さと最大腐食深さの関係 (銲子 遮へい)

3%Ni系耐候性鋼に比べて小さくなっている。直接暴露した R&D と銲子における暴露試験においても、ほぼ同様の傾向となっている。銲子の遮へい暴露試験における平均腐食深さ d_{mean} と最大腐食深さ d_{max} との関係を図-4 に示す。球状黒鉛鋳鉄のデータの傾きは、3%Ni 耐候性鋼よりも小さく、SS400 と同等になっている。なお、直接暴露した R&D と銲子については、 d_{mean} および d_{max} の値が小さく、材料によらず同程度である。

4.まとめ 球状黒鉛鋳鉄の腐食速度は、SS400 よりも遅く、耐候性鋼と同程度である。また、球状黒鉛鋳鉄の孔食性は、3%Ni 系耐候性鋼よりも小さく、SS400 と同程度である。今後は、黒鉛の有無などの金属組織が腐食挙動の差異に及ぼす影響を検討する予定である。

参考文献 1) 例えば, F.L.La Que : The Corrosion Resistance of Ductile of Iron, Corrosion, Vol.14, pp.485-492, 1958.

2) 例えば, 桑原祐樹 : 鋳鉄の大気腐食, 平成 26 年度ウエザリング技術研究成果発表会予稿集, pp.85-95, 2014.