

CCS 坑井環境における CRA 油井管材料の局部腐食評価

(INPEX) ^{すな ぼとしゆき}○砂場敏行, ^{みずかみひろたか}水上裕貴

1. 緒言

CCS (Carbon Capture and Storage) は、CO₂削減における最も有効な手段の一つである。しかし、長期的な CO₂ の地下貯留における安全性の確保は、依然として重要な課題である。特に、圧入される高圧 CO₂ および含まれる不純物 (H₂S, O₂, SO_x, NO_x など) の影響により、油井管材料に腐食が生じる可能性が懸念されている。そのため、CRA (Corrosion Resistant Alloy) 材料の使用が検討されるが、CRA 材料では全面腐食に加えて局部腐食への対策も必要となる。そこで、本研究では、CCS 環境下における CRA 材料の局部腐食挙動を評価した。

2. 試験方法

2-1 試験材料と試験環境

試験材料として、CRA 油井管材料であるマルテンサイト系の Super 13Cr 鋼と 3 種類の二相ステンレス鋼 (22Cr, 25Cr) を供試した。(表 1)

試験温度は坑底環境を想定した 96°C、pH は想定される CO₂ 圧力より計算した 3.7 とした。塩化物イオン濃度は地層水 55,000ppm を基本として Worst Case(80,000ppm)の検討も行った。

表 1 試験材の化学組成と PREN

CRA	C	Cr	Ni	Mo	PREN ^{*1}
S13Cr	0.01	11.9	5.3	2.0	18.5
22Cr	0.02	22.8	5.4	3.2	36.0
25Cr-1	0.01	24.7	6.6	3.2	38.2
25Cr-2	0.02	24.6	5.0	1.14	31.4

^{*1}Pitting resistance equivalent number

2-2 局部腐食評価試験

局部腐食は、ASTM G192-08 に準拠したステンレス鋼のすき間腐食再不働態化試験法により評価した。ステンレス鋼の耐食性は鋼表面の不働態被膜の健全性が重要な要素となる。ステンレス鋼の局部腐食は、孔食およびすき間で生じるが、一般的にすき間腐食がより厳しい環境となることから、すき間腐食を人工的に発生させ停止する電位を測定することにより局部

腐食の評価を行った。試験片サイズは 20mm×20mm×10mm とし、PTFE 製のすき間付与治具にて両面から挟みこむ形ですき間を付与した。

3. 試験結果と考察

図 1 に塩化物イオン濃度 55,000ppm 環境における各材料の浸漬時の腐食電位(Y1 軸)とすき間腐食再不働態化電位 (Y2 軸) を CRA の耐孔食指数(PREN)で整理した図を示す。各材料の腐食電位は若干のばらつきは見られたが大きくは変わらなかった。一方で、試験材の再不働態化電位は PREN に従った結果を示した。PREN が小さい S13Cr 鋼は腐食電位と再不働態化電位に差が 100mV 以下となっており、すき間腐食が発生すると停止しない可能性が高い、一方で 22Cr および 25Cr-1 は非常に高い再不働態化電位を有しており、CCS 環境でも安定な材質であることが示された。

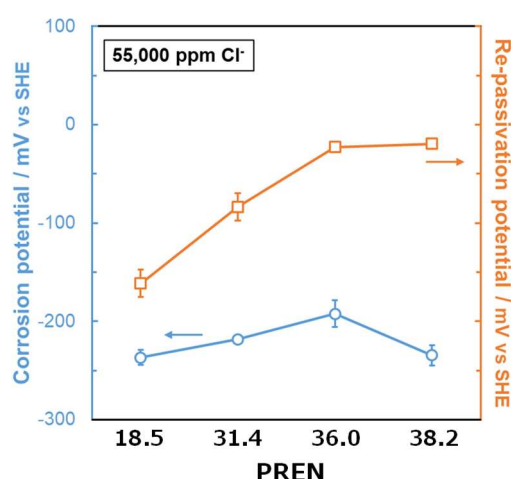


図 1 CRA 材料 PREN と腐食電位およびすき間腐食再不働態電位の関係

4. まとめ

- CCS 環境において S13Cr 鋼は、腐食電位とすき間腐食再不働態化電位の差が小さく、腐食発生時に停止しない可能性が高い。
- 二相鋼においては CCS 環境でも高い耐食性を有していることが確認された。