

SUS316 鋼の酸性超臨界水による初期酸化・腐食量評価

Evaluation of Initial Oxidation and Corrosion of SUS316 Steel in Acidic Supercritical Water

NIMS 戸田佳明, 小畠仁奈, 出村雅彦

【緒言】2050 年までのカーボンニュートラルを実現するためには、再生可能エネルギーの利用拡大が必須である。その中で超臨界地熱発電は、火山地帯の深部 3~5 km に存在する 400~500℃で 25 MPa 以上の超臨界状態にある地熱流体を地上に自噴させ、蒸気タービンを回して発電する方法である。従来の地熱発電よりも大きな発電出力が得られ、外国資源や昼夜・天候に依存することなくベースロード発電が可能になることから、次世代の発電方法として注目されている。超臨界地熱発電が利用する流体は、水素イオン (pH) 指数が 2 程度の酸性超臨界水であるが、酸性超臨界水による金属材料の酸化・腐食挙動に関する研究例やデータは皆無であり、それを調べる実験方法も確立されていない。そのため、超臨界地熱流体を採取するための抗井の内枠 (ケーシング) に用いる金属材料の選定や開発が進んでいない。本研究では、管状試験片を用いた酸化・腐食試験装置を設計・製作し、酸性超臨界水による SUS316 鋼の酸化皮膜厚さと試験片腐食量の時間変化を評価した。

【実験方法】外径 6.35 mm、

肉厚約 1 mm、長さ 50 mm

の、市販の SUS316 鋼管を

試験片とした。この管状試験

片の一方に高圧ポンプとシ

リンジ式注入器、他方に冷却

器と背圧弁を配管で繋いだ

装置を製作した (Fig. 1、特

開 2025-077240)。背圧弁を

閉めて高圧ポンプを作動さ

せ、pH 値を 2 に調整した塩

酸溶液をシリンジ式注入器の下部から試験片に圧送

し約 24 MPa にした。この状態で電気炉により試験

片を 500℃に加熱することで、試験片内部を酸性超

臨界水に最長で 96 時間まで曝した。管状試験片の断

面の内壁近傍を走査型電子顕微鏡で観察し、酸化皮

膜厚さを測定した。また、試験片を腐食させた後の

塩酸溶液を回収し、溶液中の金属元素を誘導結合プ

ラズマ発光分光分析法により定量した。溶液中の金

属元素は試験片の内壁から均等に溶解したと仮定し

て、試験片の腐食量を評価した。

【結果】500℃-24 MPa で pH 2 の超臨界塩酸溶液

に曝した SUS316 鋼の酸化皮膜厚さ x_1 と腐食量 x_2

の暴露時間 t に伴う変化を、Fig. 2 にそれぞれ赤点と

青点で示す。酸化皮膜厚さは直線則で増加した。それに対し、試験片は初期に塩酸溶液中に多く溶解す

るものの、時間の経過とともに腐食量は低下する傾向が見られた。赤点線と青点線は、実験結果を $x_1 =$

$k_1 t$ と $x_2 = (k_2 t)^n$ 式で回帰した結果である。今後は、pH 7 の純水や大気圧中で同様の実験・解析を行い、

SUS316 鋼の酸化・腐食に及ぼす pH 値と圧力の影響を解明していきたい。

【謝辞】本研究は科学研究費補助金 25K08550 および日本鉄鋼協会第 35 回鉄鋼研究振興助成により遂

行された。NIMS 技術開発・共用部門 表面・バルク分析ユニットの岡田勝行氏と藤井湧氏に塩酸溶液中の

金属元素を定量していただいた。

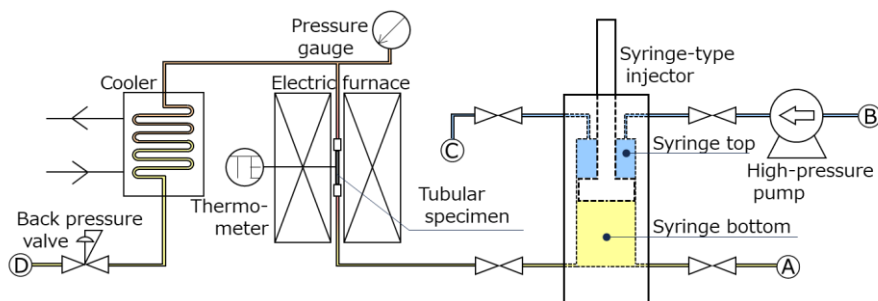


Fig. 1 Schematic diagram of the oxidation and corrosion test equipment.

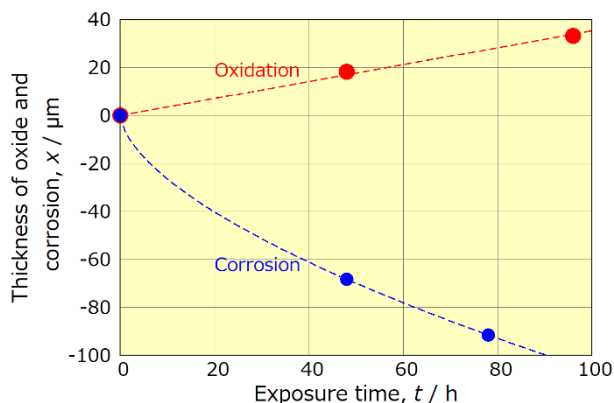


Fig. 2 Temporal changes in the thickness of oxide and corrosion of SUS316 steel with exposed by acidic supercritical water at 500 °C and 24 MPa.