

# (831) 地熱蒸気熱水流中の材料損傷における pH と流速の影響

㈱日本製鋼所 材料研究所 工博 大西敬三 ○細工藤龍司  
 東北工業技術試験所 工博 池内 準

## 1. 緒言

地熱井ケーシング、抗井装置、輸送配管などに使用される材料は、高温高流速の地熱蒸気熱水にさらされ、とくに酸性の強い熱水を含む場所で著しい損傷を受けることが知られている<sup>[1]</sup>。このような環境における、材料の耐食性評価法を検討するために、鬼首地熱発電所、東北工業技術試験所テストループにおいて、4種の耐食材料を用いた耐食性試験を実施した。さらに実験室での耐食性試験を行なって、熱水のpHと流速の効果を検討し、地熱熱水蒸気流中の材料の損傷機構を考察した。

## 2. 実験方法

供試材として3種のステンレス鋼(SUS 316L, SUS 329J1, Carpenter 20)およびNi-Cr-Mo合金(Hastelloy F)を用いた。試験材として高周波真空溶解した50kgインゴットを用い、厚さ10mmまで熱間圧延後に溶体化処理を行なった。現地での試験には3×30×60, mmの平板腐食試験片を用いた。8インチ配管中にとりつけた試験片の状況を写真1に示す。試験は約96%の熱水を含む流速30m/secの気液2相流中で3ヶ月間実施した。熱水の主な組成はpH2, Cl<sup>-</sup>5400ppm, Na<sup>+</sup>1940ppm, Ca<sup>2+</sup>1030ppm, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>247ppmであり、温度は110℃である。実験室的にオートクレーブを用いた高温HCl水溶液中の腐食試験、および超音波キャビテーション試験(周波数6.5KHz)を行なった。

Table 1 Chemical composition of materials tested, wt%

	C	Si	Mn	Ni	Cr	Cu	Mo	Nb	Ti	N
SUS 316 L	0.016	0.43	1.80	13.12	16.23	0.18	2.16	—	—	0.015
SUS 329 J1	0.037	0.47	0.96	3.69	24.56	0.02	1.89	0.04	0.01	0.101
Carpenter 20	0.040	0.48	1.02	27.70	19.90	3.22	2.53	0.06	0.08	0.039
Hastelloy F	0.015	0.45	0.43	48.70	24.50	0.83	5.60	0.03	1.07	0.037

## 3. 実験結果

(1) 写真2に示すように、高速2相流中の材料損傷は流れが垂直にあたる試験片の前縁に集中して起きており、その形態は均一な試験片巾の減少と深い多数のピットの発生に分けられる。巾の減少量およびピットの密度はともに管の内壁から管の中央部に向かって増加しており、管内の流速の分布の影響が表われている。

Table 2 Corrosion test results, mm/year

Material	Plant test at Onikobe pH 2, 110°C, 30m/s	HCl solution pH 2, 100°C
SUS 316 L	3.45	5.5 × 10 <sup>-3</sup>
SUS 329 J1	3.19	3.0 × 10 <sup>-3</sup>
Carpenter 20	2.74	3.0 × 10 <sup>-3</sup>
Hastelloy F	1.31	nil

(2) 2相流中の前縁における平均腐食速度は実験室におけるHCl水溶液(pH2, 100℃)中の静的腐食速度と傾向としては一致して順位づけられるが、その絶対値は大きく異なり、高流速下での腐食の加速作用が認められる。

(3) 前縁に多数発生するピットはエロージョン・コロージョンの機構を示唆するように考えられるが、この点については腐食に対する流速効果も含めてキャビテーション試験の結果をもとに考察し報告する。

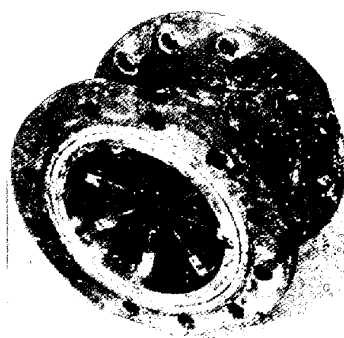


Photo 1 Specimens inserted in 8 inch Pipe

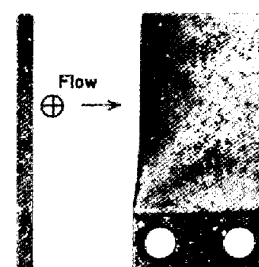


Photo 2 Specimen surface after 3 months exposure at Onikobe

文献[1] 池内 防食技術, 30(1981), 166