

(79) 鉛-蒼鉛共晶熔融合金中の不銹鋼の腐蝕に関する研究 (I)

A Study on Corrosion of Stainless Steel in Liquid Lead-Bismuth Eutectic (I)

K. Ogawa, et alius.

東大教授 工博 芥川 武
〃〃大学院学生 工〇小川 清行

I. 緒 言

液体金属が熱輸送物質として優れた性質を持っていることは古くから知られており、熱処理浴、水銀ボイラーから最近では原子炉の冷却剤に使用され、後者の場合にはとくに液体金属による腐蝕部質量輸送^{1)~5)}を起すがその機構についてはなお幾多の不明な点がある。

液体金属の腐蝕実験は真空中でおこなうのが普通であるが、本実験では予備実験として大気中について鉛-蒼鉛共晶合金中の不銹鋼の腐蝕実験をおこなったのでその結果を報告する。

II. 実験方法

試料の種類は 13 Cr, 18-8, 22-15, 25-20 各種不銹鋼ならびに Nimonic 90 で、その化学成分を Table 1 に示す。使用した合金浴の Pb, Bi の化学成分はつきのごとし

	Bi	Pb	Ag	Cu	Zn	Sb
Bi:	99.97	tr	0.002	0.010	0.005	tr.
Pb:		99.5	0.004	0.05	0.010	0.10
		Fe	As			Sb+Sn
Bi:	0.008	tr.				
Pb:	0.009	0.04				

容器は直径 50 mm, 厚さ 5 mm, 長さ 220 mm の 18-8 不銹鋼管を使用し、15×20×3 mm の大きさの試料を

micro polisher で 04 まで研磨し、ついでエメリならびにバフ仕上げをおこない、500~800°C の合金浴中に 1~100 h 連続浸漬後、表面の酸化物層を除き試料の重量減を測定した。

一方酸化物のついた試料を合成樹脂に埋めこみ検鏡用とし、ガイガーカウンター自記式 X 線分析計により酸化物の組成を調べた。

III. 実験結果

(i) 合金浴中で 100 h 加熱した場合には 550°C までは各試料共腐蝕減量が認められないが、600°C 以上で腐蝕は激しくなり、800°C では 18-8, 25-20, 22-15 不銹鋼の腐蝕減量は 400~600 mg/cm², 13Cr 鋼では 150~200 mg/cm² であるが Nimonic 90 では 40~60 mg/cm² で著しく優れた耐蝕性を示した。

Fig. 1 (省略, 会場で掲示) に 800°C の腐蝕減量-時間曲線を示す。

18-8 不銹鋼では C の高いものは耐蝕性悪く、Mo を余計添加しても改良されない。ついで Ti ならびに Nb を添加したもの、最も耐蝕性がよいのは C の低い場合である。これは炭化物の析出が少い結果と考えられる。22-15, 25-20 不銹鋼は Ti ならびに Nb を添加した 18-8 不銹鋼の腐蝕減量と大差がない。13% Cr 鋼は 18-8 不銹鋼より明らかに耐蝕性がよいが、Al ならびに Mo 添加の影響は認められない。Ni 50% 以上含有する Nimonic 90 は Ni が上記不銹鋼に較べて著しく多いにもかかわらず耐蝕性は最も優れている。

(ii) 顕微鏡組織: オーステナイト結晶粒は Ti および Nb を添加するとかかなり微細化されるが他は粗粒である。

18-8, 25-20, 22-15 不銹鋼では試料表面に数 μ~30 μ の厚さの合金層が存在し、これが粒界に沿って浸入し、

Table 1. Chemical composition of tested materials.

Materials	No.	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo			
18-8	1	0.06	0.56	1.10	0.022	0.008	8.95	18.95	0.45			
"	2	0.03	0.73	1.24	0.012	0.011	10.64	18.75	0.37			
"	3	0.07	0.79	0.98	0.012	0.004	9.80	17.48	0.48	Ti		
"	4	0.05	0.37	1.81	0.022	0.015	10.52	18.38	0.20	Nb		
"	5	0.07	0.71	1.97	0.025	0.010	11.71	17.51	2.38			
22-15	6	0.12	1.00	1.40	0.021	0.008	13.54	22.65	0.18			
25-20	7	0.07	1.09	1.45	0.010	0.009	19.98	24.50	0.05			
Nimonic-90	8	0.04	0.89	0.90	tr.	0.006	56.63	18.33	17.20	Co	Al	Fe
									2.35		1.13	1.01
									0.52			
13 Cr	9	0.11	0.23	0.60	0.017	0.010	0.26	12.53	0.16	Cu		
"	10	0.14	0.55	0.42	0.022	0.015	0.28	13.85		Mo		
"	11	0.07	0.56	0.41	0.013	0.009	0.12	12.71	0.24	Al		

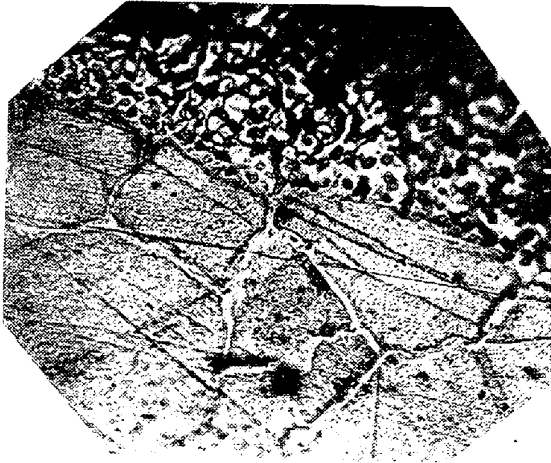


Photo. 1. Nature of edge corrosion attack in liquid lead-bismuth eutectic. No. 1 specimen. $\times 400(2/3)$

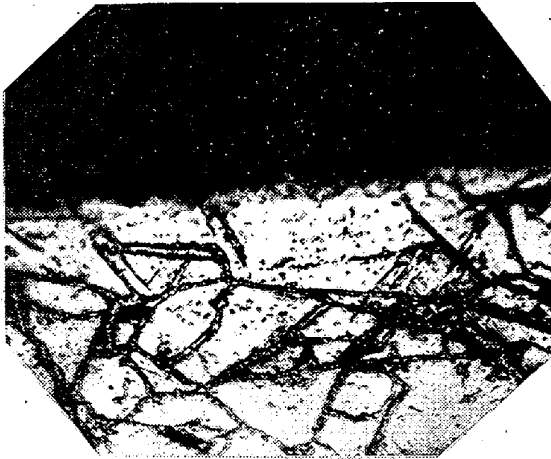


Photo. 2. Nature of edge corrosion attack in liquid lead-bismuth eutectic No. 6 specimen $\times 400(2/3)$

粗粒では表面から 150μ 位に達している (Photo 1 ならびに Photo 2) が細粒では数十 μ である。Ti および Nb を添加した試料では細粒のため合金層に結晶粒が取りかこまれ、地の結晶粒から遊離しているのがみられ、周面から徐々に腐蝕が進行することがわかる。Ti 添加の試料では粒内ならびに粒界に一樣に微細な析出物 (窒化物) があり、これは腐蝕抵抗を示すようである。25-20 不銹鋼では合金層に接した粒内で一定方向に直線または波状に合金層が幾スデも地に入りこみ腐蝕されているのがみられる。13% Cr 鋼ではフェライトの粒界に沿った侵蝕がみられ、炭化物は地のフェライトより侵され易く、試料表面では、フェライトの部分を取り残されているのがみられ (Photo. 3), C の低い試料ではフェライト粒界に析出している炭化物の侵蝕が明瞭である。Nimonic 90 の α 相はかなり細粒でかつ粒界腐蝕の傾向が見られず、酸化物層剝離が極めて困難な点から表面に

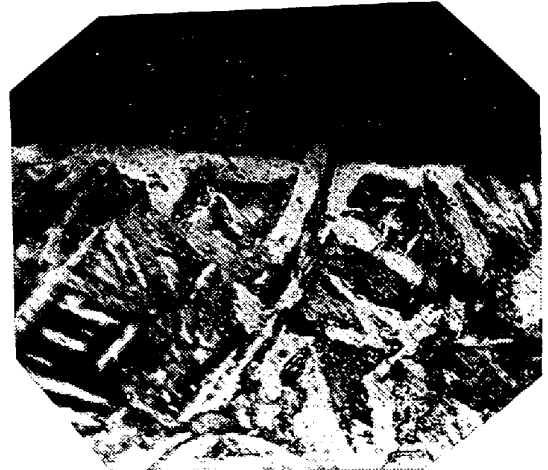


Photo. 3. Nature of edge corrosion attack in liquid lead-bismuth eutectic. No. 10 specimen $\times 400(2/3)$

耐蝕性の大きい薄膜の形成が考えられる。

(iii) X線廻折⁶⁾⁷⁾ による酸化物層の組成はつきのごとくである。

α - Bi_2O_3 , PbO , PbO_2 , Fe_3O_4 , γ - Fe_2O_3 , および $\text{PbO}\cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$

$\text{PbO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ は約 15 Mol% Fe_2O_3 の点で共晶点 752°C を示す研究⁸⁾があるが、本実験で得た $\text{PbO}\cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$ はその場合の化合物で、大気に接した Bi-Pb 合金中の鉄の腐蝕の原因と考える。

文 献

- 1) H. N. Hackett: Trans. Am. Soc. Mech. Engrs., 64, 647 (1942)
- 2) J. V. Cathcart & W. D. Manly: Corrosion, Dec., (1954)
- 3) J. V. Cathcart & W. D. Manly: Corrosion, Feb., (1956)
- 4) Robert A Lad & Sidney L. Simon: Corrosion, Dec., 1954
- 5) R. N. Lyon(ed). Liquid Metals Handbook, Government Printing Office, Washington, D. C., 1950
- 6) W. Horsley: J.I.S.I. Jan. 1956
- 7) 久保, 加藤: X線廻折による化学分析, 1955
- 8) Cumulative Alphabetical & Grouped Numerical Index of X Ray Diffraction Data; A.S.T.M. 1955
- 9) Gmelins Handbuch der Anorganischer Chemie 1932, p. 785