2000 추계학술발표회 논문집
한국원자력학회

암모니아 수용액에서 Ti 합금의 부식 거동

Corrosion Behavior of Ti Alloy in the Ammonia solution

김태규, 백종혁, 박상윤, 정용환, 이두정

한국원자력연구소
대전시 유성구 덕진동 150

요약

일체형 원자로의 운전조건인 암모니아 수용액에서 Ti 합금의 부식 거동을 관찰하였다. 전체적으로

Abstract

1. 서론

최근 원자력 선진국을 중심으로 안정성의 획기적 향상과 경제성을 확보할 수 있는 중소형 신형원자로를 개발하기 위한 노력이 진행되고 있으며, 현재 다양한 개념의 원자로 형태가 제시되고 있다. 국내에서도 기존의 원자로를 개량하여 안정성과 경제성 향상을 기본 목표로 해수담수화와 중소형 발전 등의 다목적용 일체형 원자로인 SMART (System-integrated Modular Advanced Reactor) 개발이 추진되고 있다. 일체형 원자로 노심의 주요 구성 요소인 증기 발생기 전열관의 재료는 고온고압 환경에서 비강도 (strength to weight ratio)가 높고 내식성 및 내열성이 우수한 Ti 합금이 고려되고 있으므로, Ti 합금의 부식성 평가는 수화학 설계 및 재료 선정의 기본 자료로 긴요하게 활용될 것으로 기대된다. Ti 합금의 중성자에 의한 방사화도는 Zr, Fe 및 Ni 합금에 비하여 상대적으로 아주 낮다. 특히 일체형 원자로는 기존의 상용 원자로의 가동 분위기와 다른 무붕산의 암모니아 조건에서 수화학적 설계를 고려하기 때문에 암모니아 분위기에서 Ti 합금의 부식 거동 평가는 매우 중요하다.

본 연구에서는 표준조건 및 일체형 원자로의 운전조건 (360℃/pH=9.98 NH_3)을 중심으로 Ti 합금 (Ti-2Al-2.5Zr)의 부식성을 평가하였다.

Table 1. Chemical composition of as-received Ti alloy

	Ti	Al	Zr	Si	Fe	O	H	N	C
PT-7M	bal.	2.0	2.5	0.12	0.25	0.15	0.006	0.04	0.1

Table 2. Experimental conditions for corrosion test

Temperature (℃)	Pressure (psi)	pH	Duration (days)	Remark
360	2,750	7.00	300	pure water
		9.98	300	
		11.13	300	
400	1,500	7.00	300	pure steam
500	1,500	9.98	120	
		11.13	120	
520	1,500	9.98	60	
		11.13	60	
550	1,500	9.98	15	
		11.13	15	

Table 3. Hydrogen pick-up contents of samples corroded at various corrosion conditions

Temperature (℃)	Solution	pH	Duration (days)	H content (wt%)
360	pure water	7.00	150	66.7
			300	64.8
	ammonia	9.98	150	67.1
			300	66.7
		11.13	150	69.1
			300	71.3
400	pure steam	7.00	150	63.9
			300	58.4
500	ammonia	9.98	120	168
		11.13	120	158
520	ammonia	9.98	60	142
		11.13	60	166
550	ammonia	9.98	15	144
		11.13	15	168

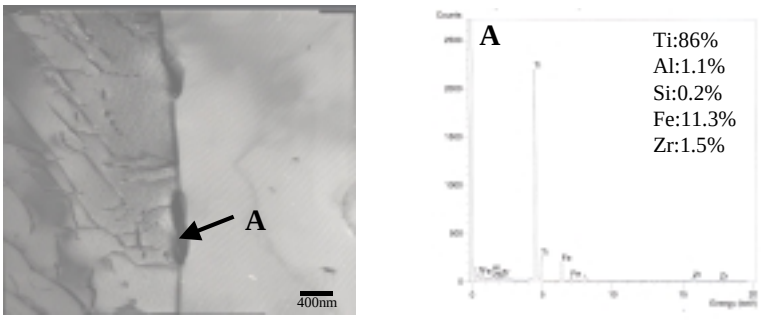


Fig. 1. TEM micrograph and EDS spectra of as-received Ti alloy tube.

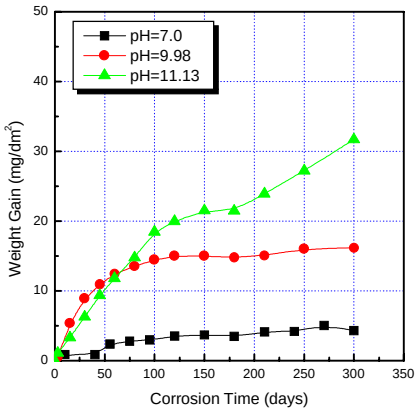
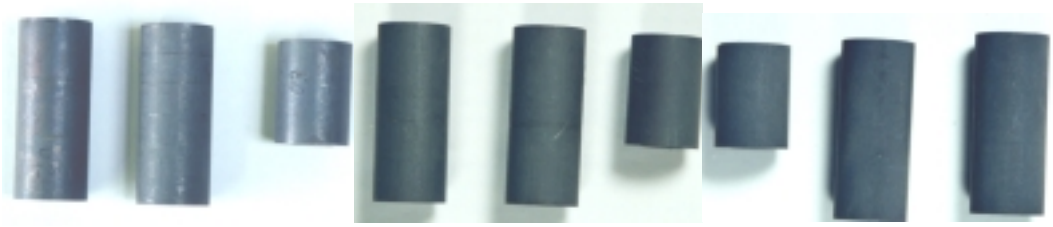
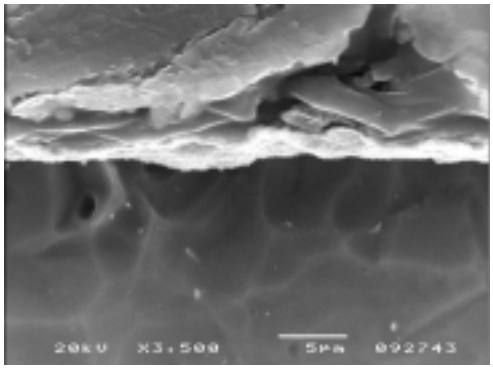


Fig. 2. Effects of ammonia on the corrosion behavior of Ti alloy at 360℃.

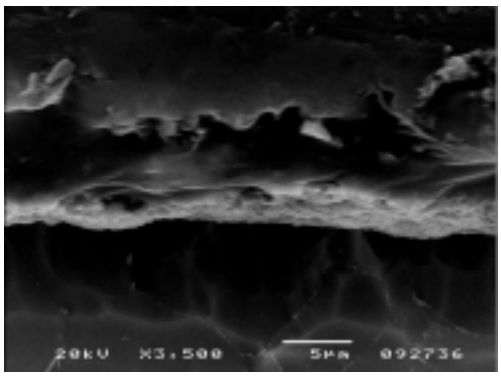


(a) (b) (c)

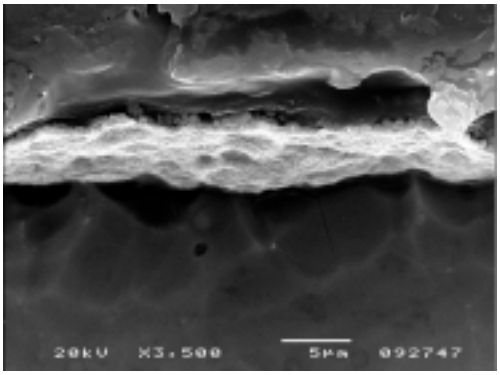
Fig. 3. Surface appearance of samples corroded for 300 days at 360℃ ammonia solutions with pH values of (a) 7.0, (b) 9.98 and (c) 11.13.



(a)

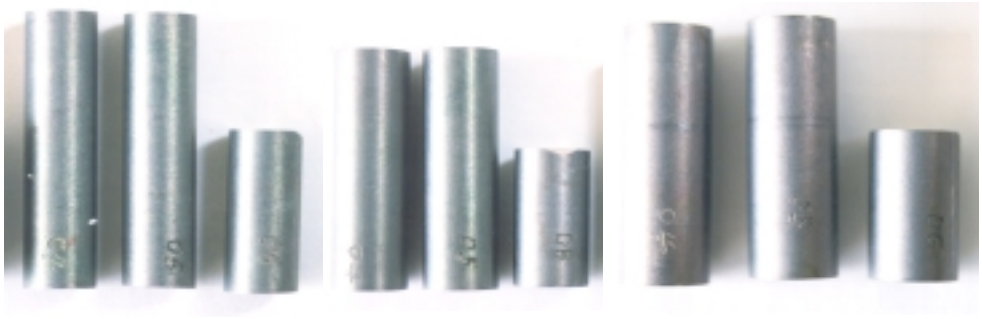


(b)



(c)

Fig. 4. SEM micrographs of samples corroded for 300 days at 360℃ ammonia solutions with pH values of (a) 7.0, (b) 9.98 and (c) 11.13.



6Φ 8Φ 10Φ

400℃ steam / 210 days

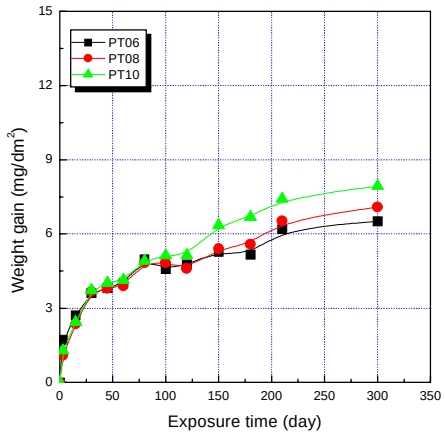
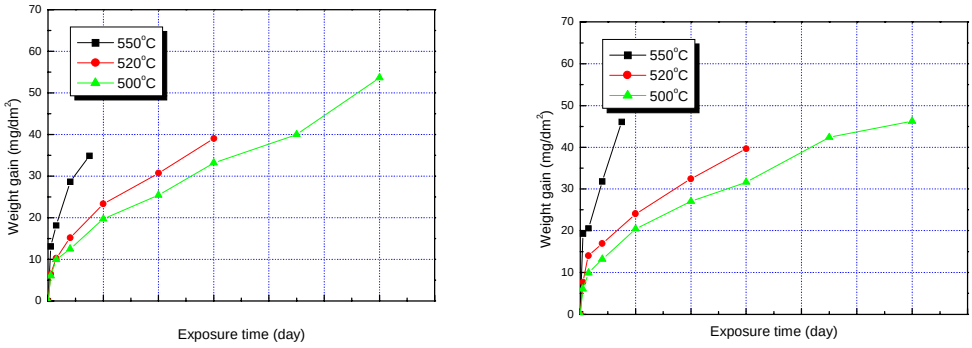
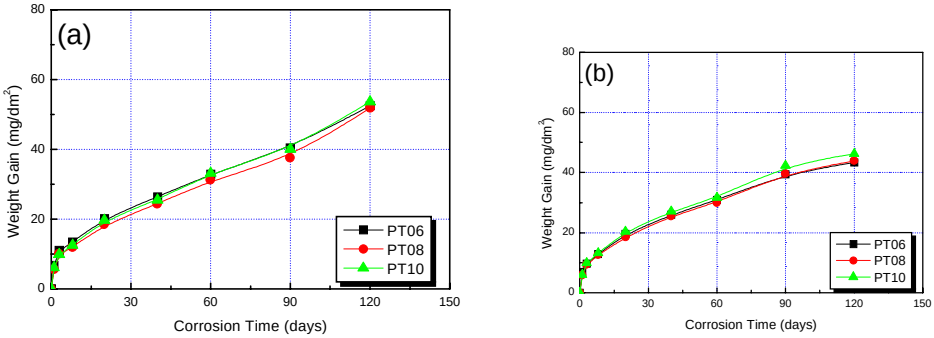


Fig. Corrosion behavior of PT-7M at 400℃ steam.

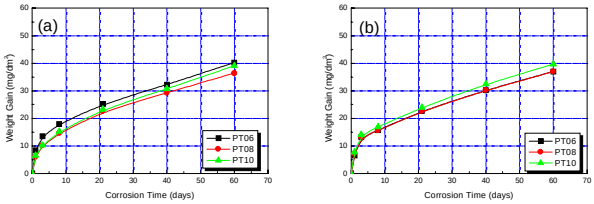


(a) (b)

Fig. Effect of temperature on the Nodular corrosion of Ti alloy in the ammonia solution of (a) pH=9.98 and (b) pH=11.13



pH=9.98 pH=11.13 NH_3
500℃ steam



pH=9.98 pH=11.13 NH_3
520℃ steam

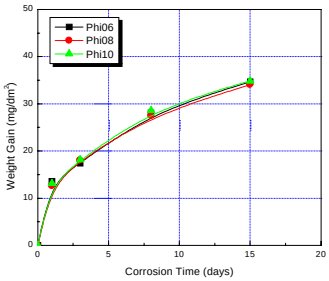


Fig. Corrosion behavior of PT-7M at 550°C in pH=9.98 NH_3 solution

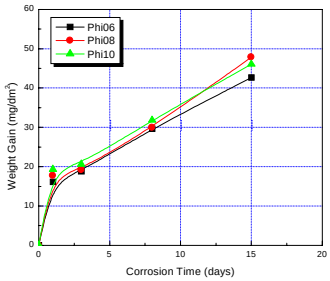


Fig. Corrosion behavior of PT-7M at 550°C in pH=11.13 NH_3 solution

pH=9.98 pH=11.13 NH_3

550℃ ammonia steam