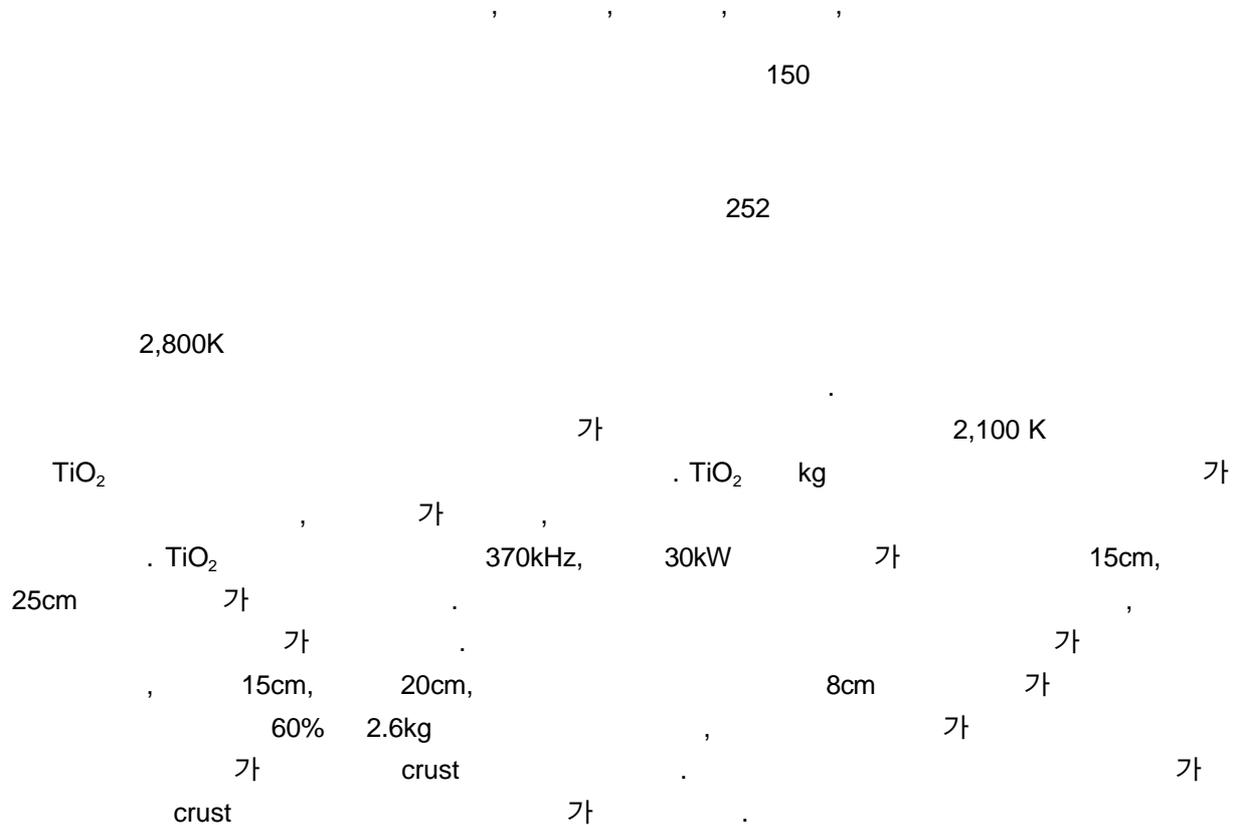


가 TiO2

Experimental Results for TiO2 Melting and Release using Cold Crucible Melting



Abstract

To simulate the severe accident phenomena using the real reactor material which melting point is about 2,800K, the melting and release method for materials with high melting point should be developed. This paper discusses the test results for TiO₂ materials using the cold crucible melting method to study the melting and release method of actual corium. To melt and release of few kg of TiO₂, the experimental facility is manufactured through proper selection of design parameters such as frequency and capacity of R.F generator, crucible size and capacity of coolant. The melting and release of TiO₂ has been successfully performed in the cold crucible of 15cm in inner diameter and 30cm in height with 30kW RF power generator of 370 KHz. In the melt delivery experiment, about 2.6kg of molten TiO₂, 60% of initial charged mass, is released. Rest of it is remained in the water-cage in form of the rubble crust formed at the top of crucible and melt crust formed at the interface between the water-cage and melt. Especially, in the melt release test, the location of the working coil is important to make the thin crust at the bottom of the crucible.

I.

TROI(Test for Real cOrium Interaction with water)

. FCI

70%

가 (powder) [5] 가 가

가 가 가 10-20%가 가 가 2 가

가 가 가 가 가 가 가 (

가 가 가 가 가 가 가 (

가 가 가 가 가 가 가 가

$$Q = 4.18MC_p\Delta T \tag{1}$$

M:

Cp:

ΔT: 가

가 P(W) (t)

$$P=Q/t \tag{2}$$

가

$$P_{RF}=P/\eta \tag{3}$$

η: 가 (~70%)

(1)

가

II.2

[7]. 가 가 10% 가 TiO₂ 가
 가 가 370kHz 가 2
 가 kHz (1)

25 cm, 16 cm, 8
 water-cage
 2/3
 가 가 가 가
 가 가 가
 가 (2-3mm) crust 가
 가 가
 7 (8cm, 1cm, 1cm) 가 가
 가 rubble crust 가
 가 rubble crust 가
 (8). 3cm 9

ZrO₂ TiO₂ 가 ZrO₂
 2 ZrO₂ 가 가 TiO₂
 ZrO₂ 가 가
 가

III.2
 FCI

가 15cm 8cm 가 가 가 가
 chamber 15cm

puncher가 (10). 가 가
 가

puncher (11) Chamber
 12 puncher 3cm
 60% 2.6kg
 13 crucible
 Crucible, Work Coil, Plug Puncher
 Crucible
 crucible, crucible chamber
 가 Crucible
 가, plug
 puncher 가
 가

IV.

가
 Cover 가, TiO₂ kg
 가, 가
 가
 가
 , Cold Crucible Crust, 가
 (Plug Puncher),
 가
 TiO₂
 UO₂/ZrO₂ UO₂/ZrO₂ 20kg 150kW. 50 kHz
 가 22cm, 30cm 가

1. 가, 1999.5.22
2. I. Hutiniemi, "FCI Experiments in the Corium/Water System", NUREG/Cp-0142 Vol. 3, p 1712-1727, Sep. 1995
3. E. KALDIS, "Current Topics in Materials Science", Vol.1. 1978.
4. , " : ", 1995.10
5. , "Skull UO₂/ZrO₂ 가 ", 1998. 5
6. , " 가 ", 1995 3
7. Vlatko Cingoski, "Analysis of Induction Skull Melting Furnace by Edge Finite Element Method Excited from Voltage Source", IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 30, No. 5, Sep. 1995

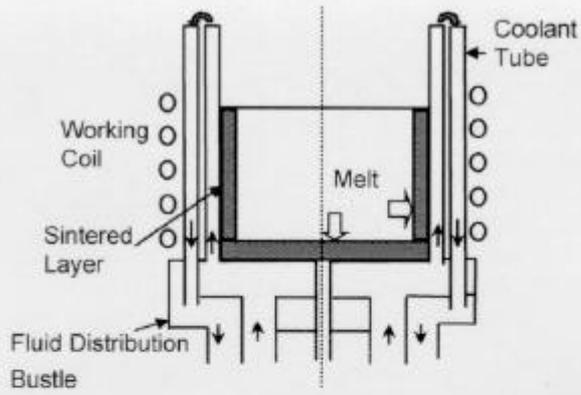


그림 1. 수냉 도가니 구조

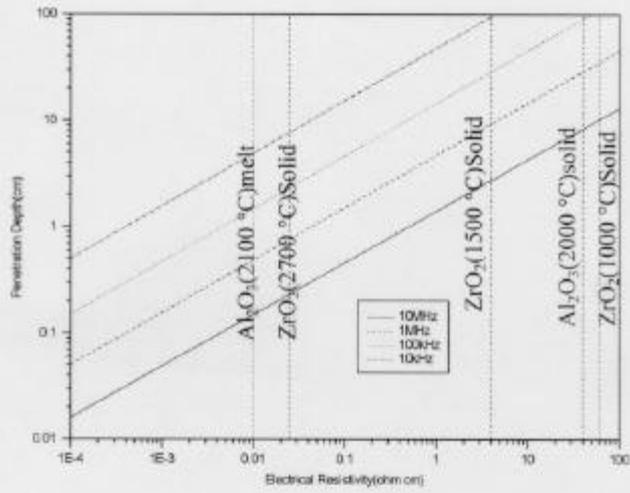


그림 2. 전기저항, 침투 깊이, 주파수와의 관계

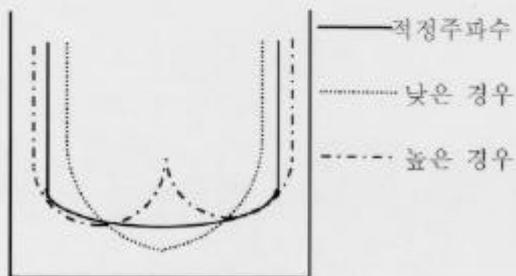


그림 3. 주파수와 용융선

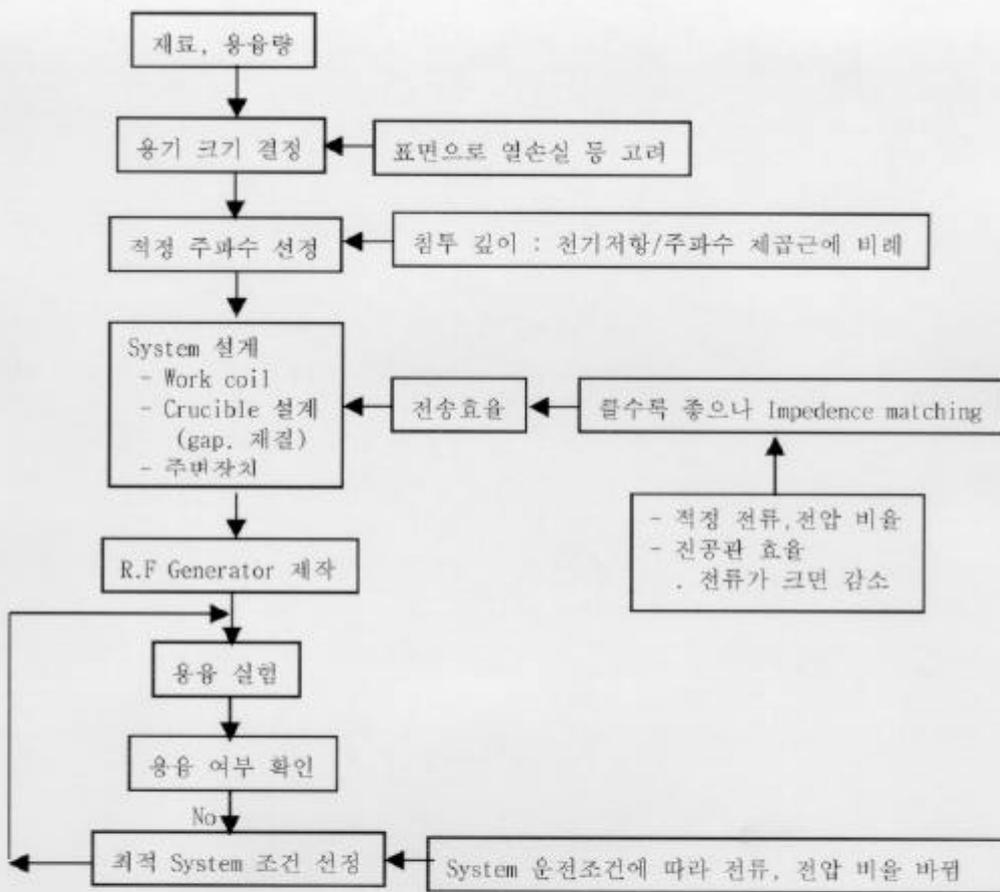


그림 4. 고주파 가열 실험장치 설계 고려 사항

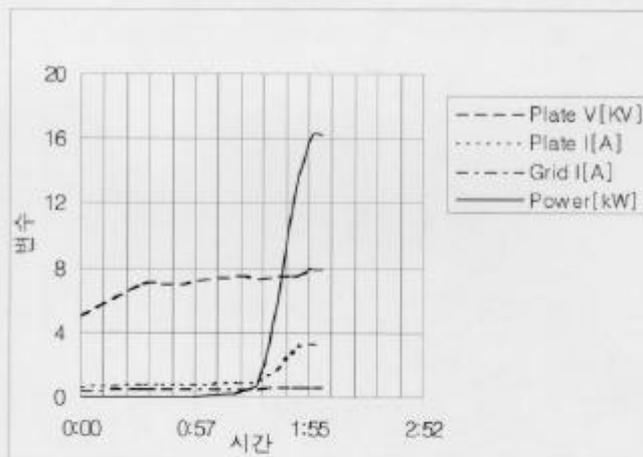


그림 5. 고주파 가열장치 운전 이력

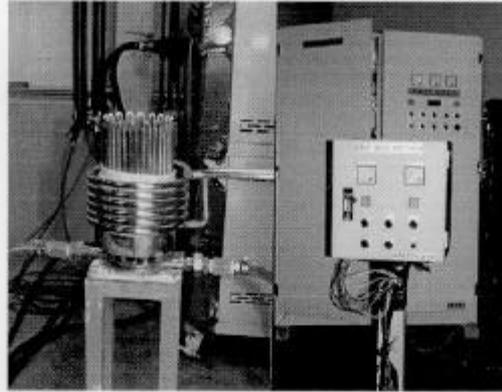


그림 6. 용융실험 장치

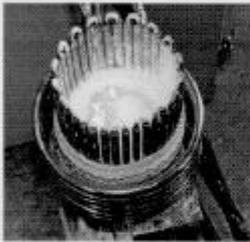


그림 7. 용융 초기 모습

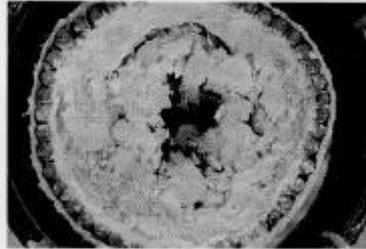


그림 8. 상부 rubble crust 모습(실험 후)

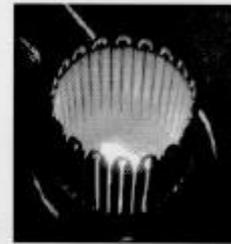


그림 9. 용융 후기 모습

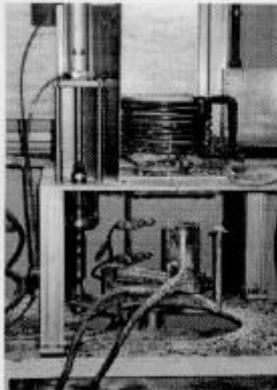


그림 10. Plug 및 Puncher



그림 11. 유도 코일의 위치를 내린 모습

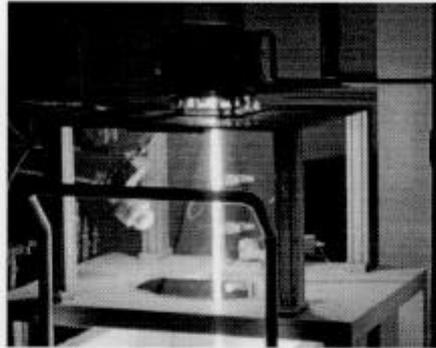


그림 12. 용융물 방출 모습

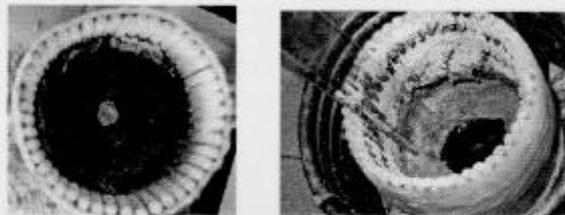


그림 13. 용융물 방출 직경 및 소결층 형성 모습

표 1. 용융 및 전열 실험에서 압력 값을 이용한 장치 특성 분석

	Measuring		Delivery		Comment
	초기값	종료후	초기값	종료후	
Ein(KV) : Plate 전압	10.00	9.70	9.00	8.00	측정값
Igdc(A) : Plate 전류	3.90	5.50	0.60	3.40	
Igdc(A) : Grid 전류	0.72	0.45	0.98	0.64	
I(Hz) : 주파수	387.00	389.00	440.00	435.00	초기값 측정, 종료후:2회 Delivery값은 기정치임
Igs(A)	18.09	23.71	2.99	14.65	4.21*Igdc
Ign(A)	4.24	2.65	2.24	3.76	Igdc*0.17
Ea,ms(kV) :	0.00	2.00	0.10	0.40	전공급 Table 이름
Vn, ms(kV) : 전공급출력전압	6.65	2.62	3.97	5.23	(Ea-Ea,min)/1.814
Ia, ms(A) :	4.31	6.77	0.74	4.18	1.74*Igdc/1.414
Pout(KW) : 입출력 출력	28.63	12.71	2.56	21.90	Vn,ms*Ia,ms
η(%) : 전공급 효율	81.40	56.40	85.29	80.50	Pout/Pin
Zab : 임피던스 Impedance	1343.31	356.62	4693.49	1260.85	Vn,ms/Ia,ms
z	0.0461	0.0477	0.0276	0.0266	Z*3.14*f*ε
Q	71.15	18.45	129.60	35.74	Zab*ωc
ηc (%) : 전송효율	74.06		72.44		(Q1-Q2)/Q1
Pheat(KW) : 열기열계	13.12		15.88		Pout*2*ηc
ηh (%) : 가열효율	41.84		18.31		전공급출력*전송효율
P(W) : 가열전력	13.12		15.88		Ea,2*Ia,2*가열 효율
lc : 임피던스 계수	305.43	124.89	85.75	149.54	Igs*Q
Pr (KVA) : 열공급온도 계수	2037.10	326.80	303.82	782.59	Vn,ms*lc
Q	0.30	1.14	0.28	0.98	Pout/ε**2
Q (복합가중)	9.41	8.78	13.10	12.25	Q*ηw
LCoil 값 기판	10.19		13.31		4.7**2*N**2/(9**10L) N=No. of Turns(7,8) a=W.C Backup(inch) : 4.8 L=W.C Height (inch) : 6.5
I(Hz) : 계산	352.889		436.4302		1/(2*3.14*Pout/LCoil)