

가 가

A Study on the Control of the Bottom Crust Thickness in the Cold Crucible Melting

150

TROI(Test
for Real corium Interaction with water)

가 가
가 가
TiO₂ 가 가
ZrO₂ 가 가
8 가 가
2.5cm 가 가
가 가
가 가

Abstract

KAERI has been conducted TROI program of which characteristics use actual corium materials for fuel-coolant interaction test. As a part of this program, the melting and release method of oxide materials with high melting points has been studied. The method of thinning of crust bottom crust thickness which is most important parameter for the development of melting and release method of oxide materials was developed and applied to the test for TiO₂ and ZrO₂ which is one of compositions of corium materials. When the plug which is partitioned in eight pieces and the descending of coil position to 2.5cm from the crucible bottom are applied, the crust formed at the upper surface the plug can be thinner. The molten oxide materials were released through punching the thinner crust by the puncher. In addition, the rubble crust which is formed by providing the gas release hole during the melting period played an important role of obtaining the superheat of the melt and increasing the efficiency of the R.F generator.

I.

TROI(Test

for Real cOrium Interaction with water)

[1]

FCI(Fuel-Coolant Interaction)

가

(Corium)

UO₂/ZrO₂/Zr/SS

가 2500 °C

가

(: 2700 °C)

(: 3400 °C)

가

가

가

(Cold Crucible Melting)

가

[2]

TROI

가

가

가

(sintered layer)

TiO₂

TiO₂

ZrO₂

II.

가

가

[3].

TROI

가

가

가

4가

가

가

가

가

가

가

가

가

가

가

가

가

가

가

[4].

가

가

가

[5].

가

가

가

가

TROI

가

가
 .
 가
 가 1 가 가
 2 가 가 가
 . 2 가 3 ,
 4 가 (electro-magnetic flux) 가
 가 . 5 가
 , 6 가
 가
 7

III.

8
 TiO₂ 5kg 30kW,
 370kHz , UO₂/ZrO₂ 20kg 150kW,
 50kHz가 . TiO₂
 가 , Mobile Control Rack
 , ZrO₂ 가
 가 가 , Mobile Control Rack PC
 . TiO₂ (80 mm, 10 mm,
 10 mm) , ZrO₂ ZrO₂
 50mm, 10mm, 10mm 100g Zr 가
 TiO₂ 5-10kg 25cm, 15cm , TiO₂
 60% ZrO₂ 20cm, 15cm 가
 가 1-2mm ,
 가
 TiO₂ 8turn , ZrO₂ 10 turn .
 가 , 가 .
 가 ,
 , ZrO₂ 가
 .
 .
 가
 가

가 2-3cm 가
 ,
 가 P.C 가
 가 가
 가 가
 가 가
 가 가
 가 가
 9
 (Copper) (1) (2) ,
 (3) (4)
 (5) 8
 (6) 1mm
 3/4 ,
 10 (7)
 (8)
 (9) 가 가
 (10)
 11

III.

TiO₂ 가
 가 12 TiO₂ , 13 가
 . FCI
 가 8cm
 가 가
 가 가
 가 가
 13 가
 가

가 가

가 ,

가

가

가

2-3cm

가

가

가

14

15

가

가

10cm

3cm

TiO₂

60%

2.6kg

16

TiO₂

가

가

가

가

가

16

6cm

가

가 3cm

가

9

가

[6].

가

가

가

가

ZrO₂

TiO₂

150kW,

50kHz

가

가

100g,

50mm,

10mm Zr

가

, Coil

TiO₂

17

가

18

ZrO₂

가

가

2.5cm

Q

가

25

가

35

가 .
가
가 1 20
19 ZrO₂ 가 가 3cm
20 ZrO₂
가 , FCI

20
(Block Body) 1
3000 °C ZrO₂ (2700 °C) 300
21 가
3mm 가 0.5 1.5
22 23
15 TiO₂ 3 가 TiO₂
24
가 가
26 17
26 5kg

가
가 가 가
가 가 가
2-3cm 가 가

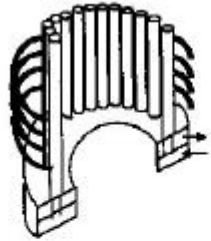
IV.

가 ,
가 가 . 가
가 가
TiO₂ ZrO₂
가 가
2.5cm 가 ,
가
(eruption) , 가
(Block Body)
가 가
가 3

1. , "ZrO₂ - ", 2000
, 2000. 11
2. E. Kaldis, "Current Topics in Material Science: Vol. 1", north- Holland, Chapter 6: pp.421-480.2, 1978.
3. , "Skull UO₂/ZrO₂ 가 ", 1998
. 1998.5
4. Hiroaki Kobayash , "Apparatus for Discharging Molten Melter from Cold Crucible Induction Melting Furnace", United States Patent Number : 5901169, May 5, 1999.
5. Marcel Garnier , "Bottom Discharge Cold Crucible", United States Patent Number : 5058127, Oct. 15, 1991.
6. Y. Abe, K. Sassa, M. Kuwabara and S. Asai, "Mathematical Modeling of Skull and Pool formation in High-Frequency Induction Skull Melting", Journal of the iron and steel Institute of Japan, Vol. 85, Issue 1, pp.1-5.4. 1999.



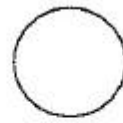
냉 도가니 중앙 단면도



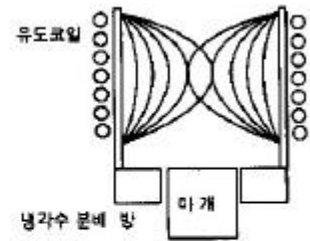
냉도가니 중앙 단면도



마개 정면도



마개 상, 하 면도

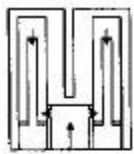


냉각수 분배 방

마개

그림 1. 방출구를 갖지 않는 그림 2. 방출구가 있는 냉도가니 구조

그림 3. 원통형 마개 그림 4. 원통형마개 사용시 자속분포



마개 중앙 세로 단면도



마개 중앙 가로 단면도

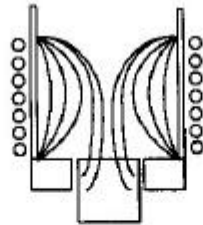


그림 6. 분할형 마개 사용시 자속분포



천공장치 정면도



천공장치 상면도



천공장치 측면도

그림 5. 분할형 마개

그림 7. 천공장치 모형

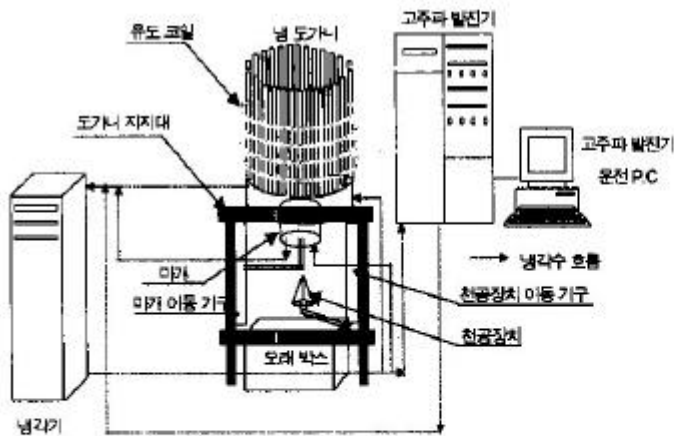


그림 8. 용융물 방출 장치도

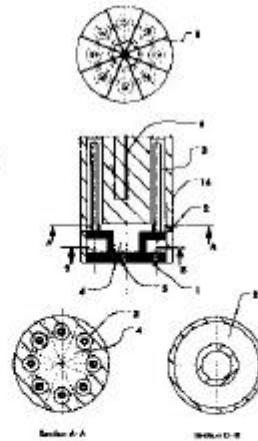


그림 9. 마개 모형도

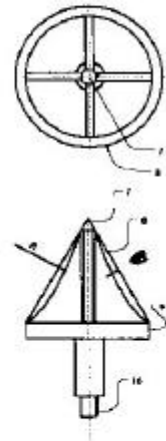


그림 10. 천공장치 모형도

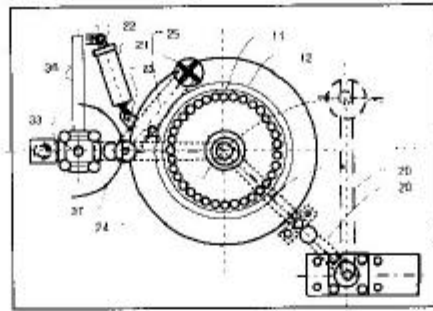


그림 11-b. 평면도

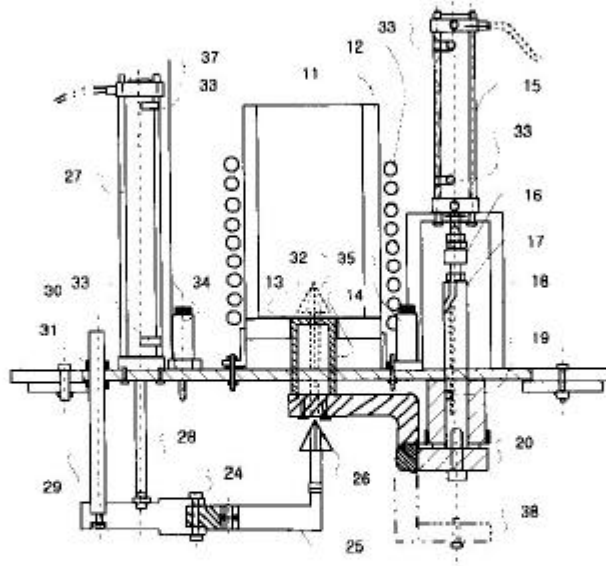


그림 11-a 측면도

그림 11. 산화금속을 발출 장치



그림 12. 용융 초기 모습



그림 13. 용융 후기 모습



그림 14. 용융물 상부 거친 소결층(TiO₂)

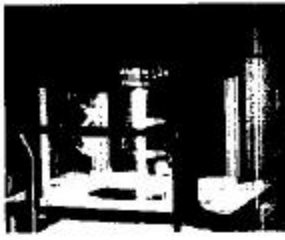


그림 15. TiO₂ 방출 사진

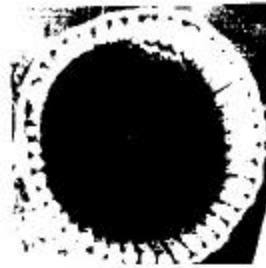


그림 16. 용융물 방출 직경 및 소결층



그림 17. 텅없는 마개 사용시 용기 하부 소결층

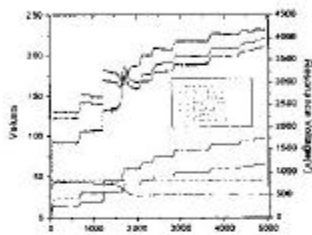


그림 18. 고주파 가열장치 운전 곡선



그림 19. 용융물 상부 거친 소결층



그림 20. 가스 방출구로 가스 방출 모습



21. 용기역회유 하는 소결층



그림 22. 용융물 방출모습(0.5초)



그림 23. 용융물 방출모습(1.5초)



그림 24. 텅없는 마개 사용시 용기 하부 소결층



그림 25. 진공된 도가니 하부 방출구



그림 26. 방출된 용융물(~5kg)