

YSZ 코팅층에 따른 흑연재의 우라늄과의 건전성 평가

조춘호, 이윤상, 김응수, 이한수

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지  
ex-kaeri@kaeri.re.kr

사용후 핵연료의 건식처리공정은 산화물 핵연료의 금속화 및 전해정련 공정을 거쳐 순수한 수지상의 우라늄을 회수하며, 재활용 혹은 중간저장을 위한 우라늄 주조공정이 수반된다. 우라늄은 산화성이 강하여 진공 분위기에서 용해하며 흑연도가니를 사용할 경우 반응하기 때문에 지르코니아, 이트리아, 알루미늄 등을 사용하여 코팅을 한다. 본 연구에서는 8%의 yttria가 포함된 YSZ가 사용되었으며 코팅층은 50~200 $\mu$ m 범위의 두께로 Metco사의 YSZ 파우더를 사용하여 플라즈마 용사법으로 코팅하였다. 코팅시 용사 거리는 64mm로 용사 속도는 2.7kg/hr의 조건에서 코팅되었다. 우라늄 용해 시 YSZ의 코팅층에 따른 우라늄과의 온도 조건은 1350~1450 $^{\circ}$ C에서 2시간 유지하였다. 실험 후 각 샘플들은 SEM/EDX를 통해서 반응층의 특성들을 분석하였다. 따라서 실험결과 우라늄 용해에 따른 코팅층의 최적 두께 및 온도 조건들을 도출하고자 한다.

그림1.은 용사 코팅된 재료와 우라늄과의 반응성 실험에 대한 공정으로 시료는 각 두께 별로 2개씩 총 8개가 장착되었다.

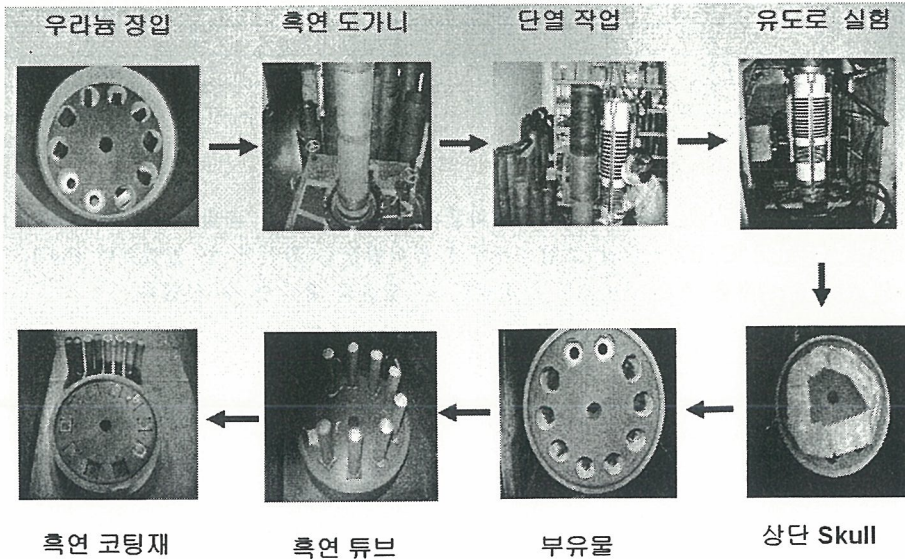


그림1. 우라늄과의 반응성 실험에 대한 공정도

그림2는 반응성 실험 후 각 샘플들을 SEM/EDX를 사용하여 반응층들을 조사한 결과로서 (a)는 가장 얇은 두께의 80 $\mu$ m로 코팅된 재료의 우라늄과의 반응성 실험으로 코팅층에 우라늄과의 반응층도 형성되지 않았으며 또한, 흑연재와의 접착성도 그대로 유지하고 있음을 알수 있다. (b)는 가장 두꺼운 160 $\mu$ m로 코팅된 재료의 우라늄과의 반응성 실험으로 (a)처럼 코팅층이 우라늄과의 반응성도 나타나지 않았으며 1350 $^{\circ}$ C의 고온에서도 흑연재와도 분리되지 않고 접착성에 대한 건전

성을 그대로 유지하고 있음을 알 수 있다.

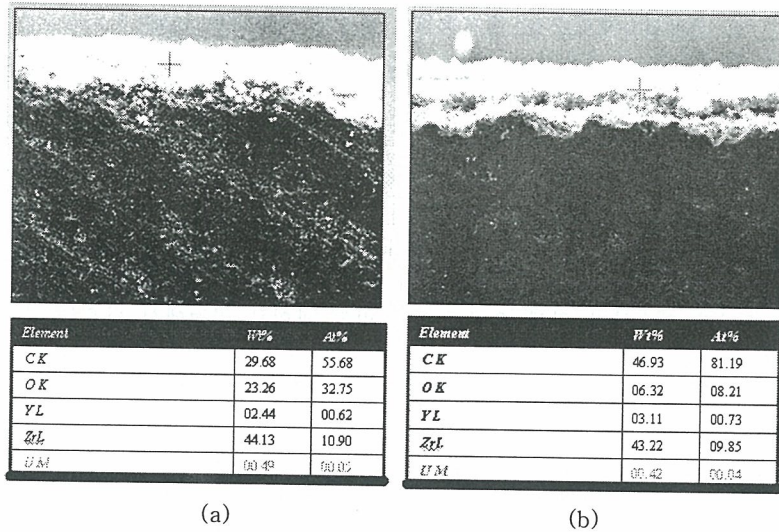


그림2. (a) 80 $\mu$ m, (b) 160 $\mu$ m YSZ 층에서 우라늄과의 반응 후 EDX분석 결과

- 결론 및 향후 계획

우라늄 잉곳 제조시 graphite 도가니를 사용할 경우 일반적으로 세라믹 재료로 코팅을 한다. 본 연구에서는 그 중에서도 건전성이 좋은 YSZ 세라믹재 코팅층을 가지고 각각 80 $\mu$ m, 110 $\mu$ m, 130 $\mu$ m, 160 $\mu$ m 두께로 1350 $^{\circ}$ C에서 2시간 우라늄과의 반응실험이 수행되었다. 실험 후 모든 시료들이 흑연재와 YSZ 코팅층들은 분리되지 않고 그대로 접착성을 유지하고 있었으며 SEM/EDX으로 분석된 시료들은 우라늄과의 반응층도 형성하지 않고 그대로 건전성을 유지하였다. 한편, 진행 중인 2차 실험은 앞의 1차 실험보다 높은 1400 $^{\circ}$ C에서 2시간 유지한 상태의 실험이 진행 중으로 앞의 결과와 비교하여 최적의 온도 및 두께들을 일부 도출할 수 있을 것으로 판단된다.