

YSZ의 플라즈마 용사 기술을 이용한 흑연도가니와 우라늄과의 반응성

조춘호, 이윤상, 김응수, 이한수

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

ex-kaeri@kaeri.re.kr

산화물 형태 사용후 핵연료의 약 95% 질량은 우라늄 이산화물 (UO_2)이므로, 현재까지 알려진 어떤 방법으로도 고방사성인 고체 우라늄 이산화물로부터 우라늄 금속 잉곳을 직접 만들지는 못한다. 따라서 건식처리 공정은 산화물 핵연료의 금속화 및 전해정련 공정을 거쳐 순수한 우라늄을 회수하며, 재활용 혹은 중간저장을 위한 우라늄 주조공정이 수반된다.

본 연구는 우라늄 잉곳 제조시 graphite도가니를 사용할 경우 우라늄과의 반응성을 가지므로 해서 순수한 우라늄 잉곳 제조가 어렵기에 graphite에 YSZ와 알루미나 분말을 사용한 플라즈마 용사 코팅을 하여 우라늄과의 반응성을 조사하였다.

반응성 실험에 앞서 30mmX70mmX5mm의 흑연 plate에 Metco사의 YSZ 분말과 Fujisi Surprex사의 AHP60 99.9% 알루미나 분말을 사용하여 1600°C의 열원을 갖고 650m/sec의 화염 속도에서 플라즈마에 의한 용사코팅 재료를 제작하였다. 그림1은 용사 코팅된 재료와 우라늄과의 반응성 실험을 위한 흑연도가니의 설계도로서 같은 조건에서 많은 샘플들을 테스트하기 위하여 10개의 hole이 장착될 수 있도록 설계되었다.

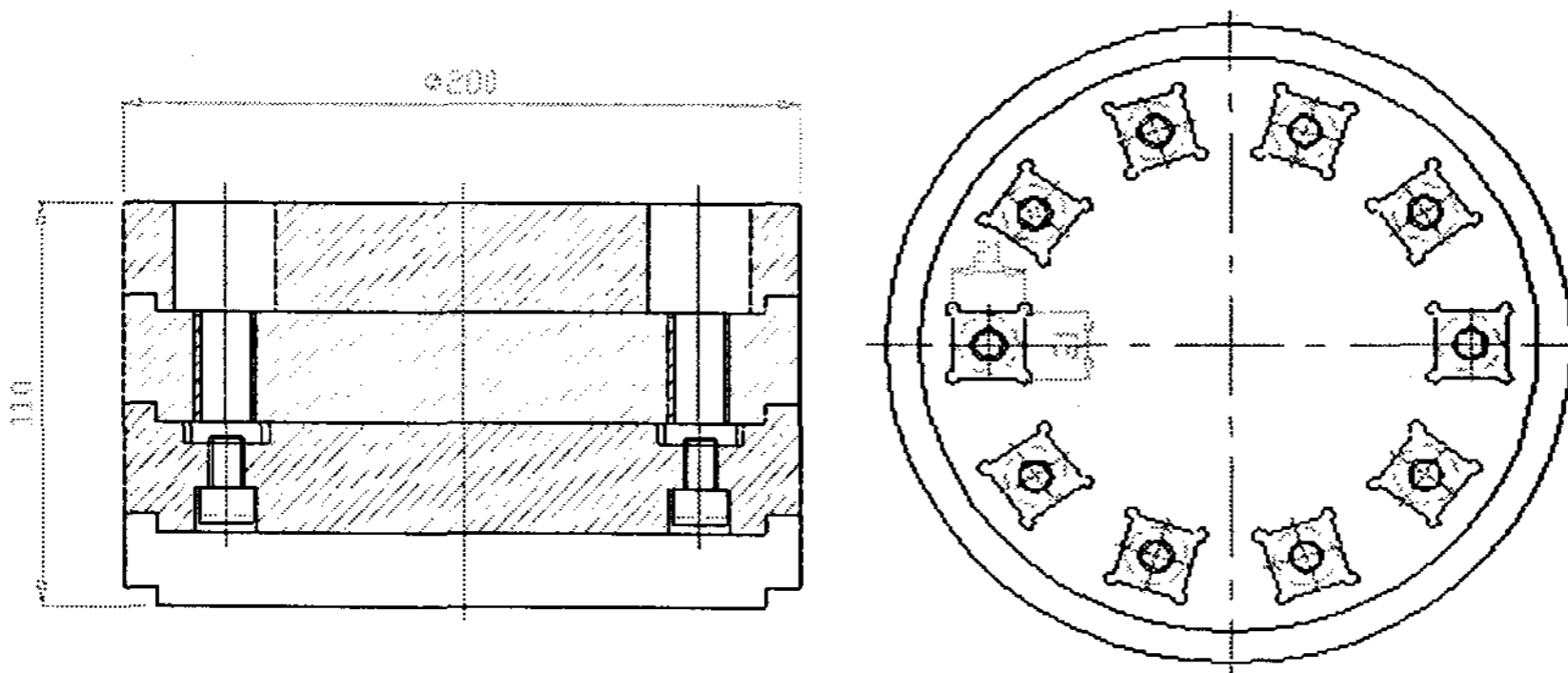
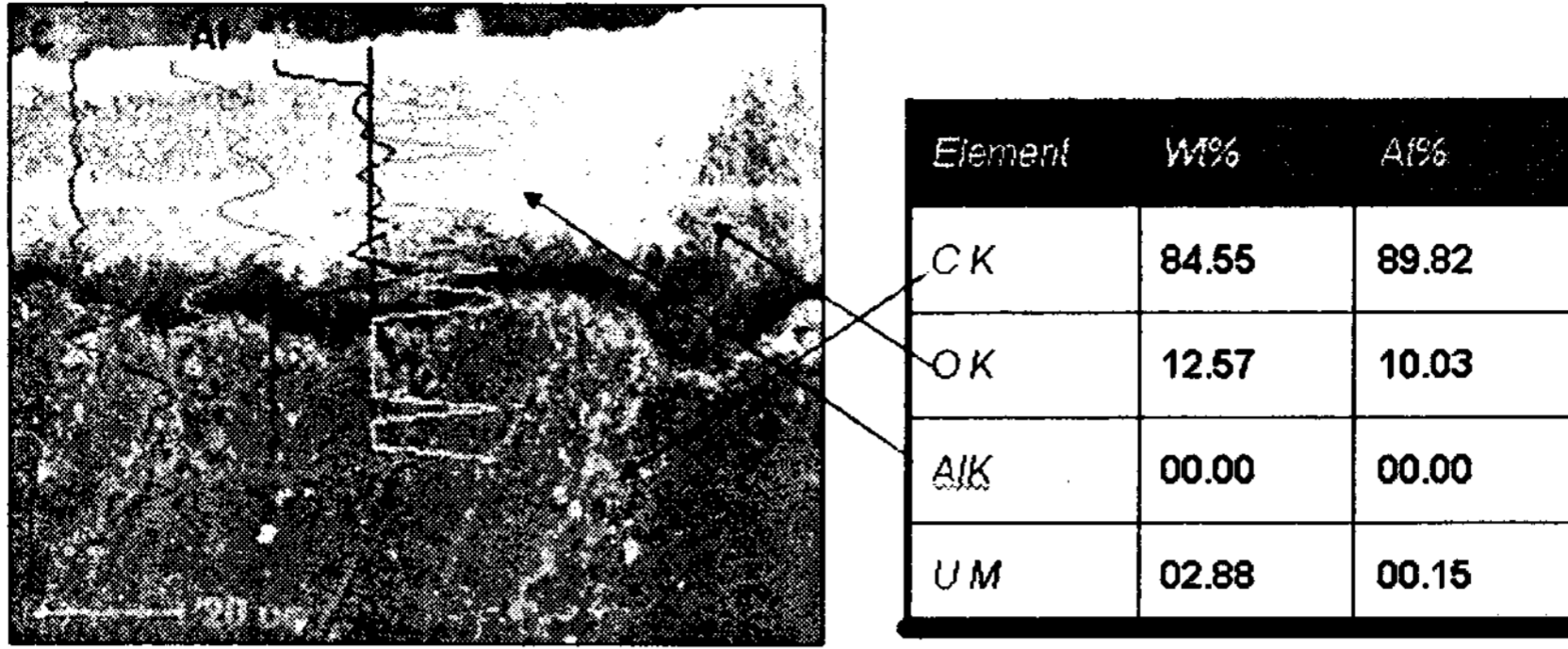
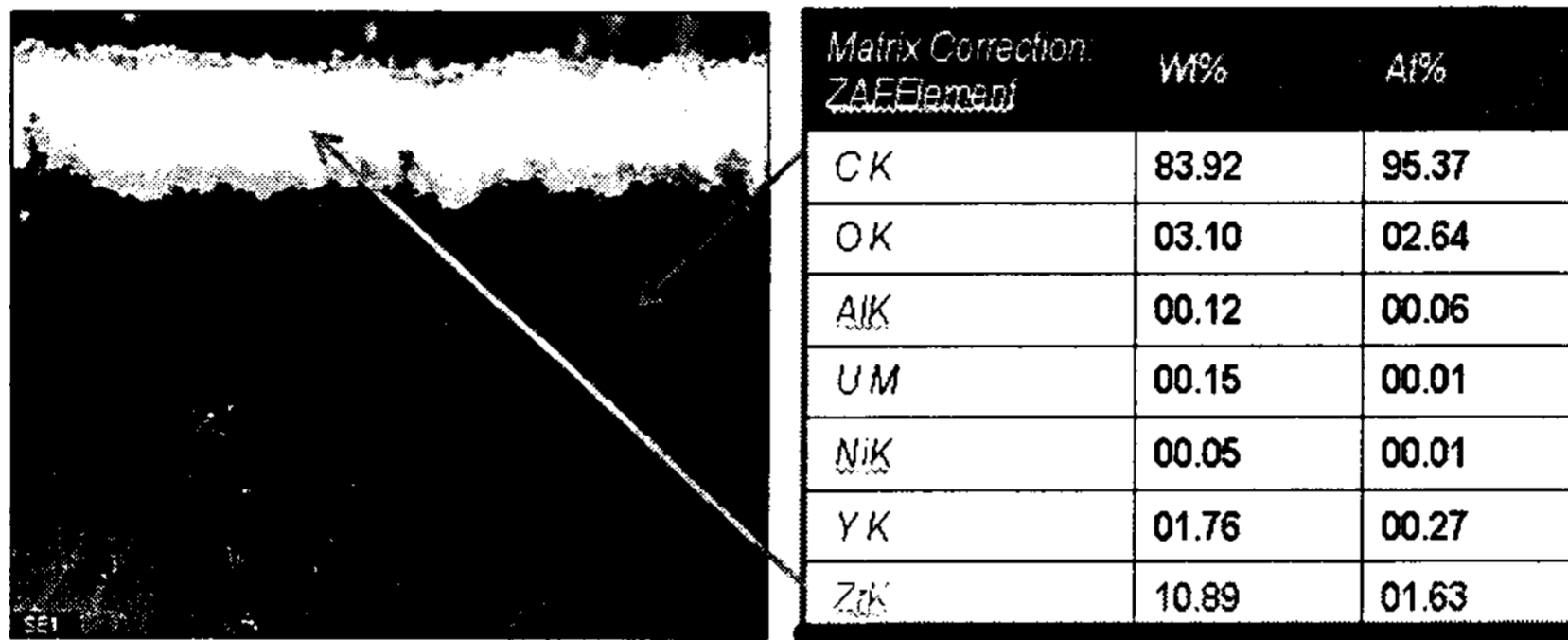


그림1. 우라늄과의 반응성 실험을 위한 흑연도가니 설계도

알루미나, YSZ, Ni-Al이 들어간 YSZ 중에서 두께가 다른 코팅층의 샘플들을 각각 2개씩 선택하여 1300°C에서 1시간 동안 실험을 수행하였다. 그림2는 반응성 실험 후 각 샘플들을 SEM/EDX를 사용하여 반응층들을 조사한 결과로서 (a)는 알루미나로 코팅된 재료의 우라늄과의 반응성 실험으로 코팅층에 우라늄과의 반응층은 형성하지 않았으나 코팅층이 흑연과 분리 되었음을 알 수 있었다. 또한, (b)는 YSZ와 우라늄과의 반응성 실험으로 (a)처럼 코팅층이 우라늄과의 반응성은 나타나지 않았지만 흑연재와도 분리되지 않고 1300°C의 고온에서도 흑연재와 접착성을 그대로 유지하고 있음을 알 수 있다.



(a)



(b)

그림2. (a)알루미나, (b)YSZ의 우라늄과의 반응 후 SEM/EDX으로 분석된 코팅층

-결론 및 향후 계획

우라늄 잉곳 제조시 graphite 도가니를 사용할 경우 알루미나나 YSZ 모두 우라늄과의 반응성은 발견되지 않았지만 YSZ는 알루미나와는 달리 흑연재와 접착성을 그대로 유지하였다.

향후 흑연도가니 코팅에 알루미나 보다는 YSZ를 사용한 우라늄 잉곳 제조가 더 나을 것으로 판단되며 재료를 고온에서 모두 녹여서 플라즈마 코팅을 하게 되면 접차시 분말의 상변화로 코팅 재료의 성질이 바뀌게 되기 때문에 향후 코팅재의 m.p 보다 낮은 0~700℃ 범위의 Kinetic spray 와 같은 추가적인 용사 기술을 사용하여 우라늄과의 반응성 및 흑연과의 접착성도 테스트를 수행 할 계획이다.