

## 천연 및 감손 UO<sub>2</sub> 혼합분말의 농축도

정정환, 나상호, 송대용, 안성규, 신희성, 김호동  
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045  
 jwieong@kaeri.re.kr

### 1. 서론

세라믹 핵연료인 이산화우라늄(UO<sub>2</sub>)은 경수로(LWR)형 연료로, 현재 세계 원자력발전의 주종을 이루고 있다. 이산화우라늄을 장전한 연료봉 다발을 원자로에서 조사시킬 경우, 그림 1에 G23-K10 연료봉에 대한 연소도 프로파일을 일례로 도시한 바와 같이, 연료봉의 길이방향 길이에 따라 연소도가 다를 수 있다. 연소도에 따라 U의 농축도 그리고 TRU 및 생성되는 핵분열생성물의 양이 다르므로 사용후핵연료에서 금속 우라늄을 만들기 위해서는 분말 균질화(powder homogenizing) 공정이 요구된다.

최적의 분말 균질화를 위해서는 분말의 입자 크기와 혼합장치가 필수적인 인자이다. 분말이 미세할수록 분말의 균질화는 향상되며, 미립의 분말을 제조하기 위해서는 산화속도, 그리고 산화온도 및 시간 등

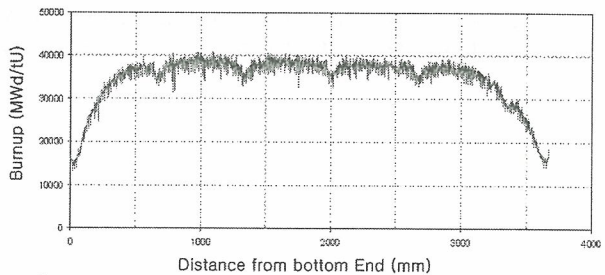


그림 1. Schematic burnup profile of the G23-K10 fuel rod

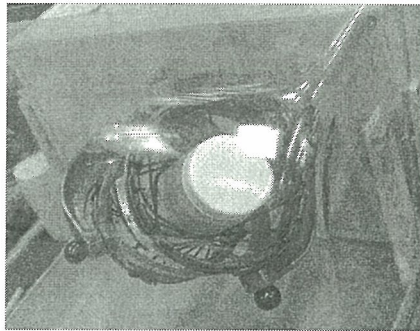


그림 2. Turbula mixer

의 변수를 잘 조절하여야 한다. 혼합장치는 혼합의 성능을 향상시키기 위한 다양한 방법이 연구되고 있으며, 실험실 규모(예 ; Turbula mixer) 또는 양산용 규모(예 : Nauta mixer)로 상업화된 장치가 많이 개발되어 있다. Turbula mixer는 3차원으로 회전하는 vessel jig에 의하여 원하는 용기를 규칙적이고 균일하게 shaking 작용을 하여 2종 이상의 분말을 혼합할 때 유용하다.

본 연구에서는 Turbula mixer(그림 2 참조)를 이용하여 천연 UO<sub>2</sub> 분말(NU)과 감손 UO<sub>2</sub> 분말(DU)을 혼합비에 따라 혼합된 분말의 혼합시간에 따른 농축도의 균질성을 조사하여 혼합 비율에 따른 최적의 혼합시간을 구하고자 하였다.

### 2. 실험 방법 및 결과

천연 UO<sub>2</sub> 분말(NU)과 감손 UO<sub>2</sub> 분말(DU)의 혼합비를 10 : 40, 15 : 35 그리고 20 : 30으로 하였다. 시료의 양은 50g이다. 각각의 혼합비로 준비한 시료의 혼합시간은 30분, 60분 그리고 120분으로 하였다. 농축도 분석용 샘플링은 각 조건 당 3개씩 취출하였다. 농축도는 열이온화 질량분석기(thermal ionization mass spectrometer)를 이용하여 분석하였다. 혼합비에 따른 분말의 혼합시간에 따른 농축도를 그림 3에 나타내었다. 그림 3에서 보는 바와 같이 혼합분말의 균질도는 천연 UO<sub>2</sub> 분말(NU)과 감손 UO<sub>2</sub> 분말(DU)의 혼합비가 작을 수록 혼합시간은 짧아질 때 양호한 것으로 나타났다. 예를 들어 NU : DU = 10 : 40, NU : DU = 15 : 35 그리고

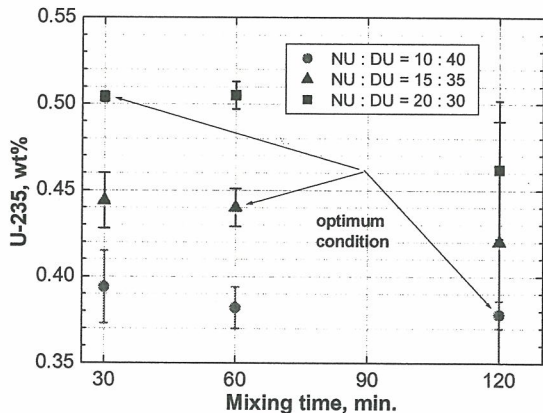


그림 3. 혼합비에 따른 혼합분말의 혼합시간에 따른 농축도

NU : DU = 20 : 30일 때 최적의 균질도를 갖는 혼합시간은 각각 120분, 60분 그리고 30분으로 나타났다. 즉, 감손  $UO_2$  분말에 천연  $UO_2$  분말을 소량 첨가혼합할 경우에는 가능한 한 장시간 혼합하는 것이 바람직하고, 반면에 감손  $UO_2$  분말에 천연  $UO_2$  분말을 다량 첨가혼합할 경우에는 단시간 혼합하는 것이 바람직하다. 이것은 분말이 가지고 있는 형태와 같은 특성이 달라 비슷한 양을 첨가할 경우에는 혼합시간이 길어지면 편석(segregation)이 일어나기 때문인 것으로 사료된다.

### 3. 결론

천연  $UO_2$  분말과 감손  $UO_2$  분말을 혼합비에 따라 혼합된 분말의 혼합시간에 따른 농축도의 균질성을 조사하여 혼합 비율에 따라 구한 최적의 혼합시간은 혼합비율이 비슷할수록 혼합시간은 짧아지는 것으로 나타났다. 즉,

- 천연  $UO_2$  분말 : 감손  $UO_2$  분말 = 10 : 40 이면 120분
- 천연  $UO_2$  분말 : 감손  $UO_2$  분말 = 15 : 35 이면 60분
- 천연  $UO_2$  분말 : 감손  $UO_2$  분말 = 20 : 30 이면 30분