

## 방사성 폐기물 처분장에서 가스 발생 평가 모델링

강철형, 이연명, 황용수

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

chkang@kaeri.kr

### 1. 서론

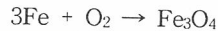
방사성폐기물에서는 다양한 반응에 의하여 가스가 발생된다. 방사성폐기물에서 가스 발생은 환경 조건, 특히 물, 산소, 온도, pH 등과 화학 조건에 민감하게 변한다. 처분장 조건에서 고려할 수 있는 가스 발생 기구는 금속의 부식, 방사선에 의한 분해와 미생물에 의한 유기물질의 분해 등이 있다. 이 논문에서는 이러한 반응기구들을 기술하고 SMOGG코드 [1]를 이용하여 발전소 운영 폐기물에 대한 기체 발생을 및 발생량을 평가하여 보았다.

### 2. 기체 발생 모델

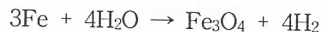
#### 가. 금속 부식

일반적으로 폐기물에는 stainless 와 carbon steel을 모두 포함하고 있다. 가스 생성 모델링의 목적으로 같은 반응에 따라 부식되나 반응 속도는 다른 것으로 가정되었다. 다음은 steel에 대한 혐기성 산소막 환원 반응 등을 제외한 대표적인 부식 반응이다.

##### (1) 호기성 부식



##### (2) 혐기성 부식



방사선 조사된 금속들은 대부분 질소 활성화 생성물로서  $^{14}\text{C}$ 을 포함하고 있다. 어떤 금속들은 또한 고온에서 금속으로 확산된 트리튬을 포함하고 있다. 이들은 금속이 부식할 때  $^{14}\text{C}$  치환된 작은 가스 상태 분자와 tritiated 수소를 생산할 것으로 기대된다.

#### 나. 방사분해

방사분해는 폐기물로부터 가스 유출의 중요한 원인이라고 할 수 있다. 물의 방사분해와 수지(resin) 등의 유기물의 방사분해 등의 방사 분해를 고려할 수 있다.

##### (1) 물과 수용액의 방사분해

물의 방사분해는 수소를 생산한다. 물이 약간의 트리튬을 포함하고 있다면 유출된 수소에 상응하는 비율로 삼중수소가 발생할 것이다. 폐기물 package 내에 존재하는 물은  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  방사선으로부터 방사선 분해될 수 있다. package 외부, 완충재에 있는 물은 또한 폐기물 package에서 새어 나간  $\gamma$  방사선에 의해 방사선 분해될 수 있다.

##### (2) 유기물의 방사분해

폐기물 내 존재하는 유기 화합물의 방사성 분해는 다양한 가스 생성을 야기할 수 있으나 [2], 이 모델에서는 수소가 대부분의 가스를 구성할 것이라고 가정하였다. 유기 물질은 셀룰로오스, 비셀룰로오스 중합물질, 유류, 그리고 작은 분자 등 4가지 그룹으로 나눌 수 있다.

#### 다. 유기 물질의 미생물학적인 분해

미생물에 의한 분해에서 고려될 수 있는 유기물질은 셀룰로오스와 가용성 유기 분자 등이 있다. 셀룰로오스는 초기에 일차적으로 작은 유기 분자로 가수 분해된다. 그리고 작은 유기분자들과 같은 방식으로 이산화탄소와 메탄으로 분해된다. 메탄은 혐기성 조건과 질산염(nitrate)과 황산염(sulphate)이 없는 조건하에서만 생산된다.  $^{14}\text{C}$ 은 그 시간에 생성된 가스로부터 나온 작은 유기 분자들의 집합에 있는  $^{14}\text{C}$ 와  $^{12}\text{C}$ 의 비율에 비례하여 생성된 가스와 합쳐질 것이다.

### 3. 가스 발생 평가

가스 발생 평가모델의 계산 예로 발전소 운영폐기물을 고려하여 보았다. 그림 1은 이 중 압고체 폐기물의 시간에 따른 기체 발생 누적량을 나타내고 있다. 압고체 폐기물의 경우 그 조성이 다양하기 때문에 압고체 드럼의 조성을 가정하여 평가하였다.

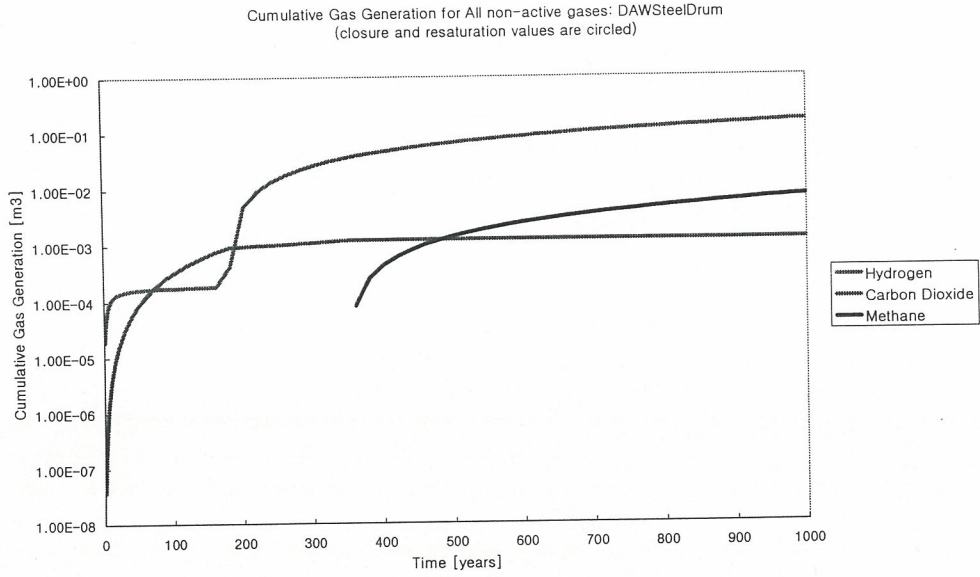


그림 1 일반 압고체 폐기물 드럼당 기체 발생량

### 참고 문헌

1. Rodweel, W. R. *Specification for SMOGG Version 4.0: a Simplified Model of Gas Generation from Radioactive Wastes*, SERCO/ERRA-0452, 2004.

### 사 사

본 연구는 교육과학기술부의 원자력연구개발 중장기계획사업의 일환으로 수행되었습니다.