

## 통합정보시스템을 이용한 연구로 2 호기 Thermal Column 시나리오 분석

<sup>a</sup> 김 성균, <sup>a</sup> 박 희성, <sup>a</sup> 정 운수, <sup>a</sup> 정 기정, <sup>a</sup> 이 근우, <sup>a</sup> 오 원진, <sup>a</sup> 박 진호

<sup>a</sup> Korea Atomic Energy Research Institute, 150, Dukjin-Dong, Yuseong-Gu, Deajeon Korea, sungkyun@kaeri.re.kr

### 1. 서 론

연구로 해체를 수행하기 전에 사전 해체 시나리오 분석 및 검토 작업은 필수적이고 중요한 작업이다. 이러한 작업을 체계적이고 효과적으로 수행하기 위하여 통합정보시스템을 개발하여 해체 시나리오를 종합적으로 평가하고자 한다. 본 논문에서는 통합정보시스템의 세부 평가요소들에 대해 논하고 통합정보시스템의 평가요소들을 통해 연구로 2 호기 Thermal column 의 해체시나리오를 평가하였다.

### 2. 연구방법 및 결과

본 장에서는 해체통합정보시스템의 시스템 구성도를 기술하고 세부기능에 대해 간략히 설명하였다. 그리고 연구로 2 호기의 해체대상물 중 Thermal column 의 해체 시나리오 평가를 위해 해체통합정보시스템 중 전산모사, 작업시간, 폐기물량 산정 결과를 도출하여 시나리오를 분석하였다.

#### 2.1 해체통합정보시스템 구성도

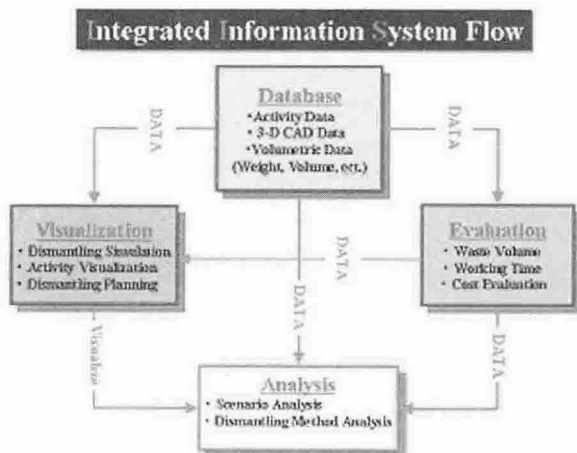


Fig. 1 The flow of the integrated information system

통합정보시스템은 Fig. 1 과 같이 데이터베이스 부분, 가시화 부분, 평가 부분, 분석 부분으로 나누어진다. 데이터 베이스 부분은 방사화 자료, 3D CAD 데이터, 및 다양한 해체정보가 저장되어 있다. 가시화 부분은 데이터 베이스의 정보 및 산출된 정보등을 통해 시각적으로 표현해 주는 부분이다. 즉 해체 전산모사, 방사화 가시화, 해체 일정 모사 등이 여기에 포함된다. 평가

부분은 가시화 부분의 결과를 토대로 폐기물량, 작업시간, 비용산정등이 산출된다. 최종적으로 데이터 베이스 부분, 가시화 부분, 평가부분의 정보를 종합하여 시나리오 평가 및 해체 방법론 평가를 수행한다.

#### 2.2 Thermal column 시나리오 평가

##### 2.2.1 Thermal column 시나리오

Thermal column 는 다이아몬드 와이어 쏘 해체공법 과 원격 휠커팅 절단공법[1]에 대해 각각 다음과 같이 시나리오를 도출하였다[2].

##### ▪ 다이아몬드 와이어쏘 해체공법 시나리오

- ① 지지대 및 다이아몬드 와이어 쏘 장비 설치
- ② Thermal column 전면 절단
- ③ 좌측 지지대 설치
- ④ 좌측 빔포트 절단
- ⑤ 우측 지지대 설치
- ⑥ 우측 빔포트 절단
- ⑦ 니블러 장비 설치
- ⑧ 상부 Thermal column 부터 절단
- ⑨ 절단된 Thermal column 조각 이송용기 수납
- ⑩ 이송용기 이송

##### ▪ 원격 휠커팅 절단공법 해체공법 시나리오

- ① 원격 휠커팅 장비 설치
- ② 좌측 빔포트 절단
- ③ 우측 빔포트 절단
- ④ Thermal column 전면부 절단
- ⑤ Thermal column 좌측면 절단
- ⑥ Thermal column 우측면 절단
- ⑦ Thermal column 바닥면 절단
- ⑧ 절단된 Thermal column 조각 이송

##### 2.2.3 전산모사

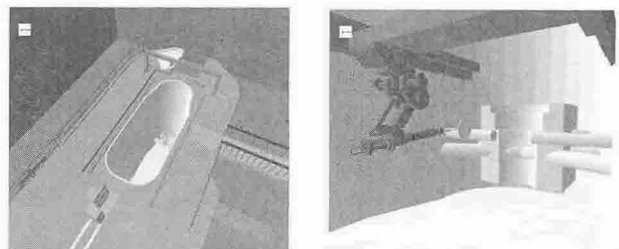


Fig. 2 The simulation views of the diamond wire saw method and the remote wheel cutting method for the thermal column

다이아몬드 와이어 쏘와 원격 휠커팅 공법에 대해 Fig. 2 와 같이 전산모사를 구현하였다. 전산모사 방법은 연구로 2 호기 2 차원 도면을 이용 3D 로 다시 모델링하고 ENVISION 소프트웨어를 이용하여 각 모델링

파트를 조립 및 해체장비의 구동특성에 따라 Kinematics 를 입력하여 Device 를 구축한다. 최종적으로 해체 시나리오에 따라 GSL(Graphic Simulation Language) 을 이용하여 전산모사 프로그래밍을 수행한다[3]. 전산모사 수행 결과, 다이아몬드 와이어 쏘 공법은 Thermal column 절단[4] 높이 만큼 해체장비의 이송거리가 충분히 확보되어야 함을 확인하였고 해체장비 위치 및 지지대 지지위치 선정에 활용하였다. 원격 휠커팅 공법은 Thermal column 내부 절단시 장비 공구와 Thermal column 과의 충돌의 위험성이 있음을 확인 할 수 있었다.

2.2.3 작업시간 도출

해체작업시간은 대상물 해체시 발생하는 장비의 절단시간, 이송시간, 공구 쿨링 시간 등 해체작업시 발생하는 시간을 말한다. 산출방법은 실제 해체장비의 이송속도, 절삭속도 등과 같은 정보를 모델링의 Kinematics 값에 대입하여 ENVISION 내의 Gantt chart 의 작업시간 계산 기능을 이용하여 각 해체과정에서 소요되는 해체작업 시간을 산출하고 각 작업 단계마다 추가로 소요되는 시간(공구냉각 시간, 장비 세팅시간 등)을 산출하여 총 작업시간을 도출한다. 절단 및 이송시간 외에 Thermal column 의 원격 휠커팅공법 해체시 폐기물 발생량을 최소화 하기 위해 건식절삭을 수행하였기 때문에 일정길이 만큼 절단 후 공구 냉각 시간이 추가로 소요되었다. 공구의 냉각을 위해 30 cm 절단 후 1 분의 냉각시간을 추가 하였다. 절삭속도는 최대 20 mm/min 이내이며 공구 이송속도는 40 mm/min 이내 이다. 그리고 다이아몬드 와이어 쏘의 절삭속도는 10 mm/min 이며 절단된 Thermal column 을 세절하기 위해 Nibbler 장비는 개당 약 27 sec 의 절단시간이 소요되었다. 다이아몬드 와이어 쏘 절단 장비를 이용하여 해체시 소요된 작업시간은 약 33,766 sec 정도 이며 원격 휠절단 장비를 이용하여 Thermal column 을 해체한 경우는 총 11,088 sec 가 소요되었다.

Table 1 Comparison of the waste volume as following dismantling method

해체공법 부위	해체전 (mm <sup>3</sup> )	휠커팅 공법 (mm <sup>3</sup> )	와이어 쏘 공법 (mm <sup>3</sup> )
전면	N/L	5.01×10 <sup>8</sup>	2.47×10 <sup>7</sup>
우측면	N/L	1.28×10 <sup>7</sup>	1.28×10 <sup>7</sup>
좌측면	N/L	1.51×10 <sup>7</sup>	1.51×10 <sup>7</sup>

바닥면	N/L	2.37×10 <sup>7</sup>	2.37×10 <sup>7</sup>
총 체적	1.3057×10 <sup>9</sup>	5.53×10 <sup>8</sup>	7.63×10 <sup>7</sup>

2.2.4 해체 폐기물량 산정

해체 폐기물량 산정은 ENVISION 의 부피계산 기능을 이용하여 예상 폐기물의 체적을 계산하고 이들을 합산하여 전체 작업에서 발생될 해체 폐기물량을 계산하였다. Table 1 은 Thermal column 을 해체공법에 따라 발생된 폐기물량을 계산한 결과를 나타내고 있다.

3. 결 론

Thermal column 해체에 대해 다이아몬드 와이어 쏘 공법과 원격 휠커팅 공법에 대한 시나리오 분석을 전산모사, 작업시간, 폐기물량 산정 결과를 도출하였다. 전산모사 결과 원격 휠커팅 공법에서 Thermal column 내부 절단 작업중 충돌 및 간섭과 같은 치명적인 결함이 발견된 반면 다이아몬드 와이어 쏘 공법은 특별한 위험요소를 발견하지 못했다. 그리고 작업시간에서는 다이아몬드 와이어 쏘가 원격 휠커팅 공법 보다 작업시간이 약 3 배이상 소요되는 것을 알 수 있었으며 해체폐기물에서는 원격 휠커팅 공법이 다이아몬드 와이어 쏘 공법에 비해 약 7 배 많은 폐기물이 발생됨을 알 수 있었다. 결론적으로 3 가지의 해체평가 요소 결과, 전산모사 결과와 폐기물 발생량에서는 다이아몬드 와이어 쏘 공법이 효과적인 반면, 작업시간 측면에서는 원격 휠커팅 공법이 더 효과적임을 확인 할 수 있었다.

향후에는 해체 대상물에 대해 해체일정, 비용산정, 방사화 가시화와 같은 평가요소를 추가로 도출하여 보다 다양한 측면에서 해체 시나리오를 평가하여 시나리오 선정의 신뢰성을 향상 시킬 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

[1] A. R. Gregory, The Use of Remote Handling Equipment for Gas Cooled Reactor Inspection, Proceeding of Remote Handling in Nuclear Facilities, pp. 534-555, 1984.  
 [2] H. R. Kim and S. K. Kim, The Preliminary 3D dynamic simulation on the RSR dismantling process of the KRR-1&2, Annals of nuclear energy, pp. 1487-1494, 2003.  
 [3] J. S. Yoon, Graphic simulation of a remote handling operation using a virtual master-slave manipulator, IASTED international conference modeling & Simulation 2003, pp. 1-6, 2003.  
 [4] W. I. Clark, Fixed abrasive diamond wire machining- part I: process monitoring and wire tension force, International Journal of Tools & Manufacture, Vol. 43, pp 523-532, 2003.