

# 원자력 발전소 주요 부품의 해체 시물레이션을 위한 CAD모델의 절단 방법

김익준\*, 김근호, 문제권, 서재석, 이종환, 정관성, 최병선, 현동준  
한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111  
\*ikjunekim@kaeri.re.kr

## 1. 서론

원자력 시설 해체공정은 비용 및 시간이 많이 소요되고 위험한 공정이므로, 시물레이션을 통한 공정 최적화 과정을 통해서, 비용과 시간을 절감하고 공정의 위험성을 미리 평가하여, 안전성을 향상시키는 과정이 필수적이다. 원자력 시설 해체공정에는 반드시 대형 구조물을 절단하는 공정이 포함되지만 기존의 공정 시물레이션 프로그램에는 절단공정을 시물레이션할 수 있는 기능이 없기 때문에 해체공정에 적용하기 힘들다.

본 연구는 공정 시물레이션 프로그램이 원자력 시설 해체 모든 공정을 다룰 수 있도록 절단공정 시물레이션 알고리즘을 제시한다.

## 2. 본론

### 2.1 모델 절단 방법

원자력 시설의 주요 부품의 절단공정 시물레이션 알고리즘은 다음 요구 조건을 만족하여야 한다.

- 절단공정에서 발생하는 절삭 현상을 표현
- 발생하는 2차 폐기물의 양을 예측
- 절단된 구조물을 반복적으로 다시 절단하더라도 안정성을 보장

이와 같은 요구 조건을 만족하도록 본 연구에서는 절삭 형상을 절삭 공구와 절삭 경로를 이용하여 solid로 모델링하고 절단 대상으로부터 Boolean remove 연산을 수행함으로써 두께와 깊이가 있는 물리적 절삭 형상을 표현하였다.

절단 대상과 절삭 형상을 Boolean intersect 연산을 수행하여 교차하는 형상의 부피를 구하고 절단 대상의 밀도를 곱하여 2차 폐기물의 발생 중량을 예측하였다.

일반적인 CAD파일은 specification history에 과거 연산 정보를 저장하여 형상을 변경 시 파라미터 수정으로 손쉽게 형상을 변경할 수 있으나 연산을 반복하는 회수 만큼 specification history의 용량이 증가

하므로 원전 해체공정과 같이 대형 구조물을 수백회 이상 절단할 경우 데이터 용량 증가로 인한 불안정성을 야기할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 specification history를 갖지 않는 geometry 정보만을 사용하여 반복적으로 절단하더라도 용량이 증가하지 않도록 하였다.

### 2.2 알고리즘의 구현

모델 절단 방법은 다음의 개발 환경에서 구현되었다.

- OS: Windows 7 x64
- 개발 언어 및 라이브러리: C++ ; CAA
- 시물레이션 SW: Delmia V5R21

Delmia는 Dassault System에서 개발한 시물레이션 도구로서 공정 계획, 개선 및 검증 분야에 주로 사용된다[1]. CAA (Component Application Architecture)는 Delmia의 API로써 개발 플랫폼에 독립적으로 프로그램 개발을 가능하게 한다.

Fig. 1은 band saw를 이용하여 원통형 절단 대상을 절단 하는 예제이다. Fig. 1의 절삭 형상이 절삭 공구와 이송 경로를 기반으로 생성된 모델이다.

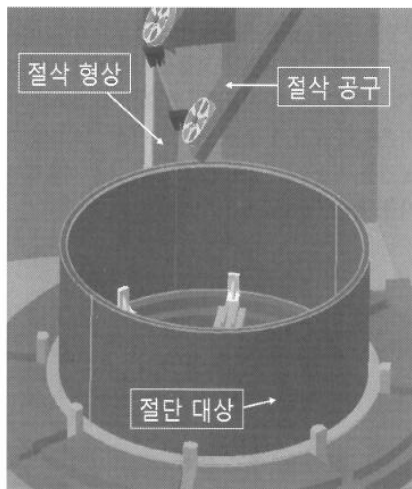


Fig. 1. An Example of the cutting simulation.

Fig. 1의 절단 대상과 절삭 형상을 기반으로 시뮬레이션 실행하게 되면 Fig. 2의 결과를 얻을 수 있다. Fig. 2의 점선으로 표시한 부분에서, 원통형의 절삭 대상이 절삭 공구의 이동 경로에 따른 절삭 형상에 따라 절단된 모습을 확인할 수 있다.

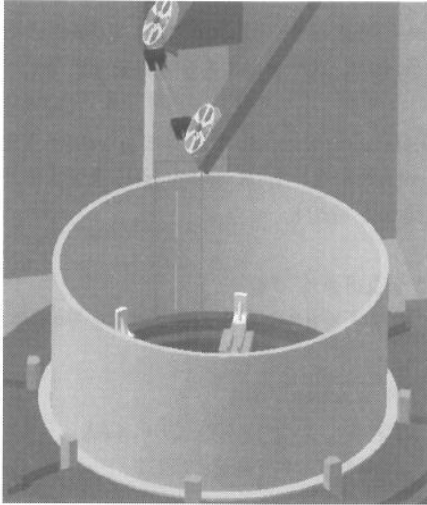


Fig. 2. Cutting simulation result.

Fig. 1과 Fig. 2를 이용해 나타낸 Band Saw의 경우뿐만 아니라, 원전 주요 부품 해체에 사용될 수 있는 Circular Saw, Hydraulic Cutter 등의 경우에 대해서도 본 연구의 절단 알고리즘을 적용하여 구현하였다.

### 3. 결론

본 연구는 기존 공정 시뮬레이션 프로그램이 갖고 있지 않는 절단 시뮬레이션 모듈을 개발하기 위해서 수행되었다. 원전 해체 시뮬레이션 과정에 필요한 정보를 기반으로, 모듈의 작동 요구 조건을 정의하였고, 요구 조건을 기반으로 상용 CAD kernel을 이용해서 절단 시뮬레이션 알고리즘을 구현하였다.

### 4. 감사의 글

본 연구는 미래창조과학부의 재원으로 시행하는 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었습니다.

### 5. 참고 문헌

[1] 류근영, 김천영, 정나현, 주현준, 김병수. DELMIA

을 이용한 유도 무기 조립 시뮬레이션. 2008년 한국 항공우주학회 학술발표회 논문집, pp. 1220-1223, 2008.