

원자력 발전소 주요 부품의 해체 시뮬레이션을 위한 CAD모델의 절단 방법

2014. 5. 9.



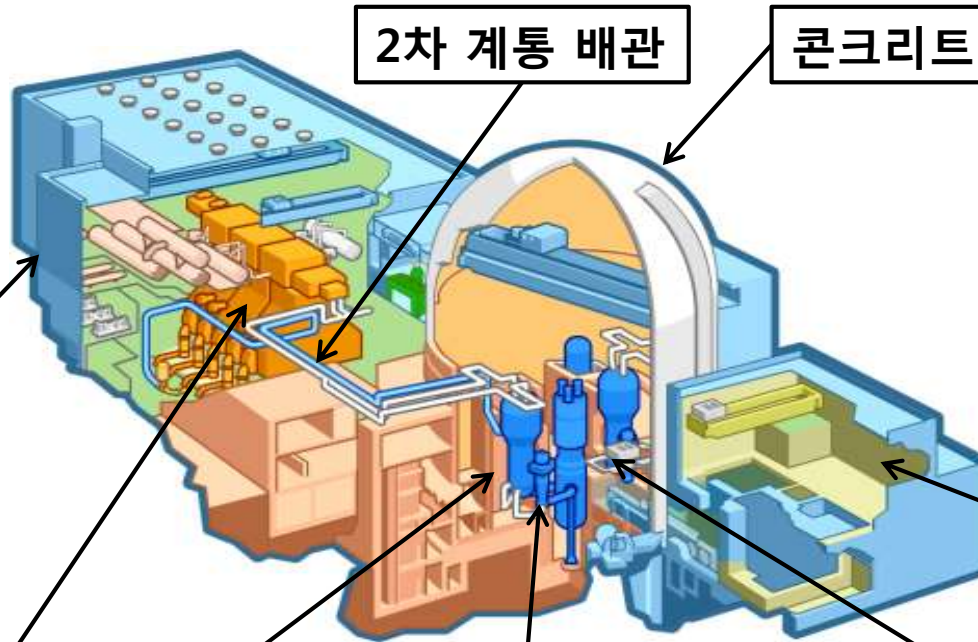
원자력 발전소 해체 대상



콘크리트 외벽



터빈 및 발전기



제어기 및 지원시설



Radiologically Controlled Area Remediation



방사선 방호 콘크리트



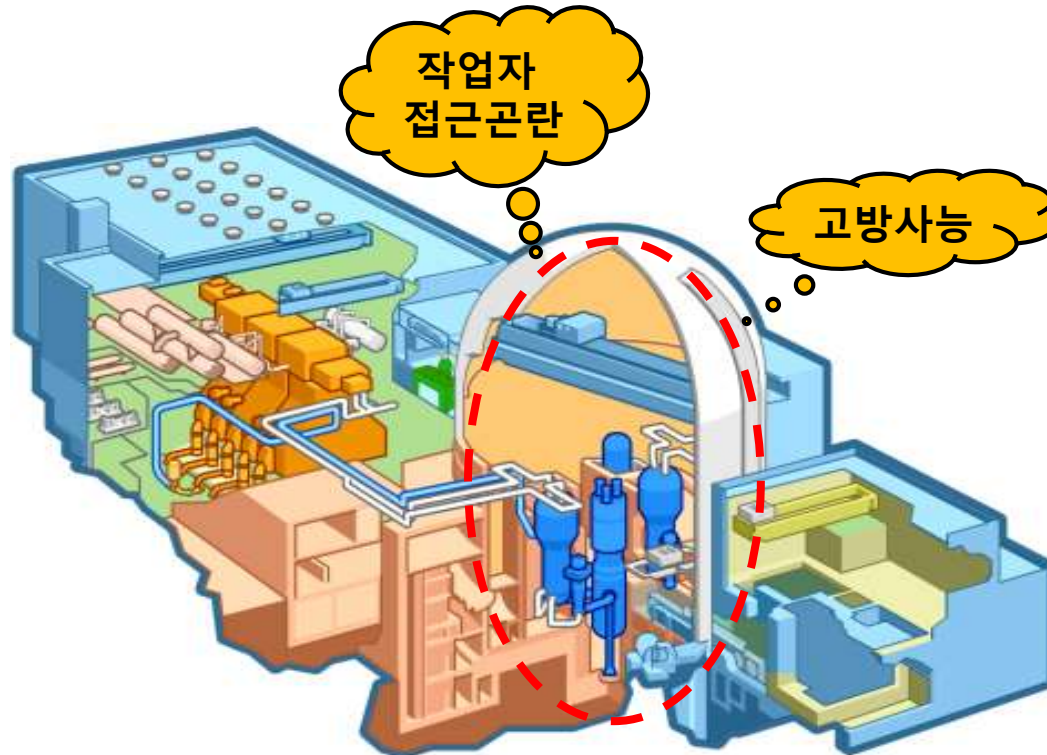
원자로 냉각 계통 배관

원자로 및 대형 핵심설비



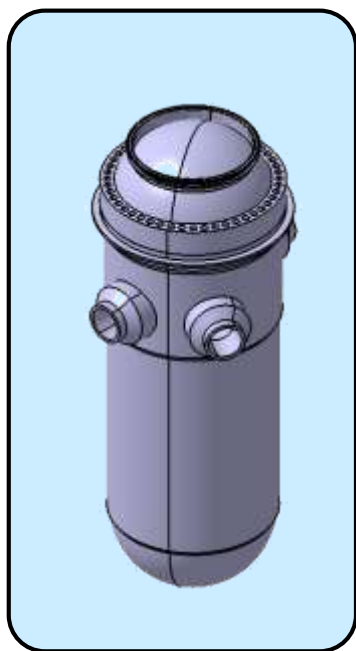
해체 시뮬레이션

- 원자력 시설 해체공정은 비용 및 시간이 많이 소요되고 위험한 공정
 - 원격 해체 시뮬레이션을 통한 공정 최적화
 - 비용과 시간을 절감
 - 공정의 위험성을 미리 평가
 - 안전성을 향상
 - 절단 과정의 시각적 시뮬레이션 필요

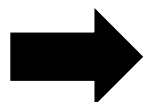


절단의 필요성

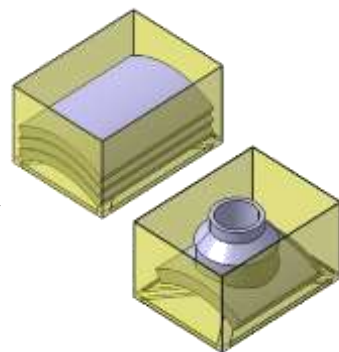
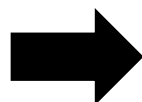
- 국내 특성 반영하면 일체형 해체보다 절단하여 해체하는 것이 유리함
 - 폐기물 저장 공간이 충분치 않으므로 부피 감소에 중점



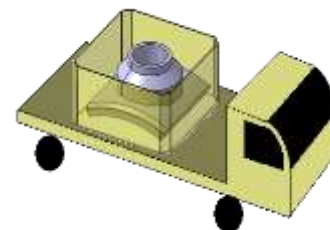
고방사능
핵심설비



세절



포장



이송

부피 감소
효율 증대

■ 계획하는 해체 시뮬레이션 방법

■ 원격 해체 시뮬레이션

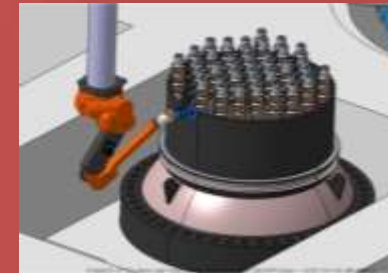
- Haptic 장비에 의한 사용자 입력에 따라 실시간으로 시뮬레이션
 - 사용자 훈련 기능
 - 실제 절단 실행 시 사용자 보조 기능



Haptic 장비



절단 시뮬레이션





■ 실시간 공정 시뮬레이션 도구

- 자체 개발: 개발 시간 및 비용이 많이 소요됨
- 상용 SW: 본 연구의 방법
 - Dassault System Delmia
 - Siemens 3D PLM
 - Solidworks Simulation

→ Dassault System Delmia가 공정 계획, 개선 및 검증 분야에 주로 사용됨



■ 간편한 사용자 인터페이스와 개발 도구를 제공

- 사용자가 쉽게 시뮬레이션 가능
- 자체 개발에 비해 개발 시간 및 비용면에서 경제적

■ 문제점

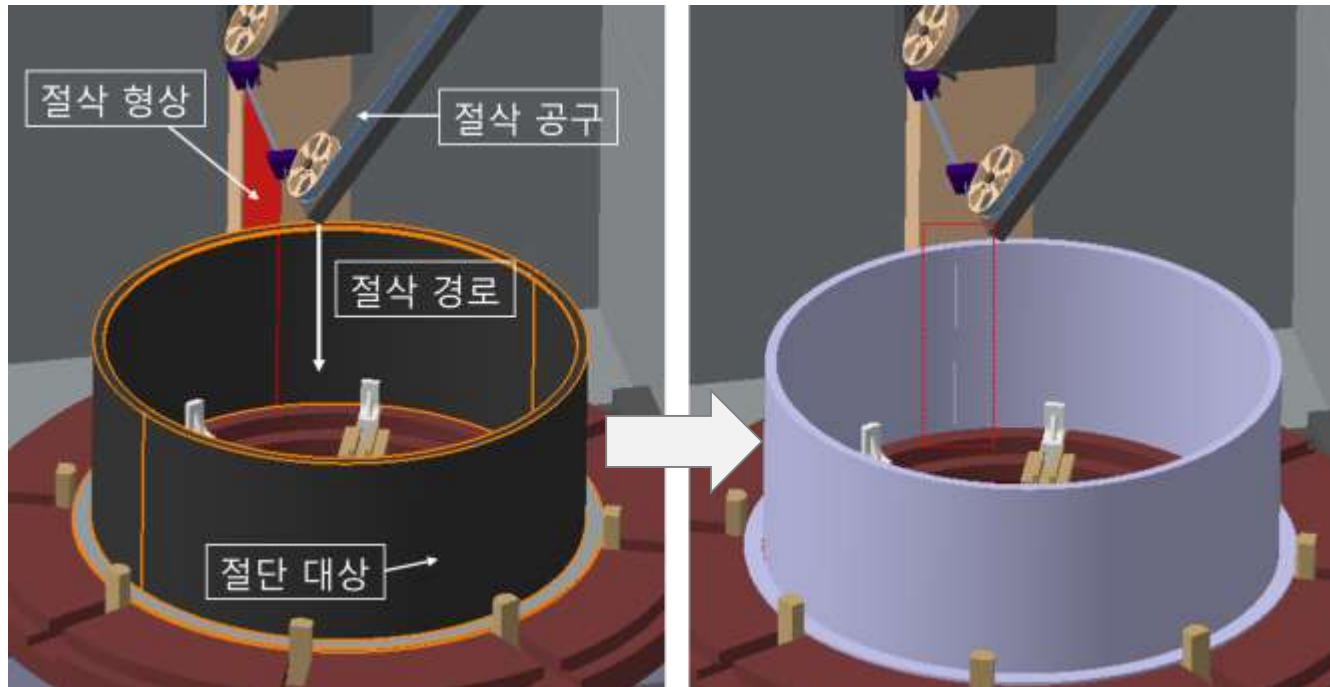
- 해체 시뮬레이션에 적합한 기능 모듈을 제공하지 않음
 - 기존 공정 시뮬레이션은 모델의 형상 변화가 필요 하지 않는 과정
 - 원격 해체 시뮬레이션을 위해 사용자 입력에 의한 실시간 시뮬레이션 필요
- 시뮬레이션 과정에서 대상 모델의 형상이 변화(절단)되는 과정 필요

■ 해결책

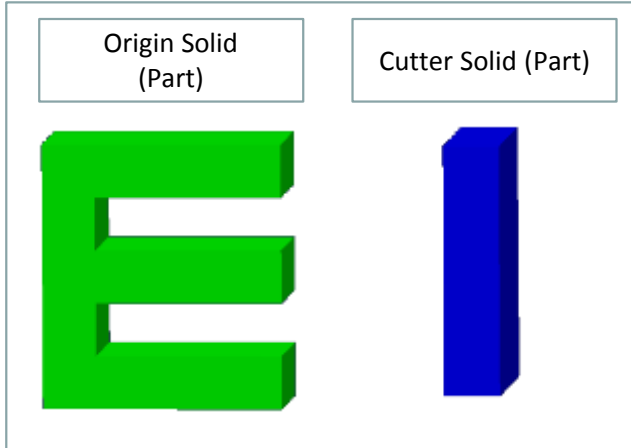
- 해체 시뮬레이션은 커터에 의해서 잘려지는 원전 시설의 모습을 정확하게 표현해야 함
- 실시간으로 절단공정에서 발생하는 절삭 현상을 표현

절단 시뮬레이션 방법

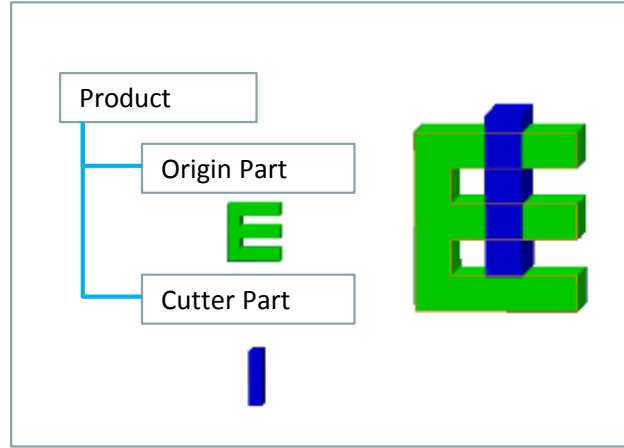
- 절삭 형상을 절삭 공구와 절삭 경로를 이용하여 모델링
- 절삭 형상을 절단 대상으로부터 빼기 연산을 수행
 - 두께와 깊이가 있는 물리적 절삭 형상을 실시간으로 표현



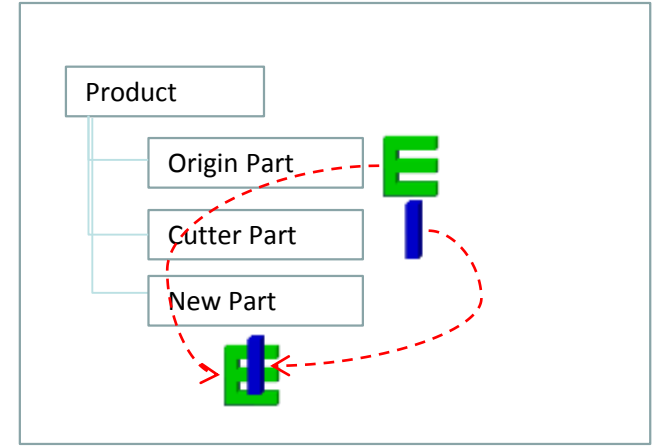
절삭 알고리즘 기본 방법론 설계



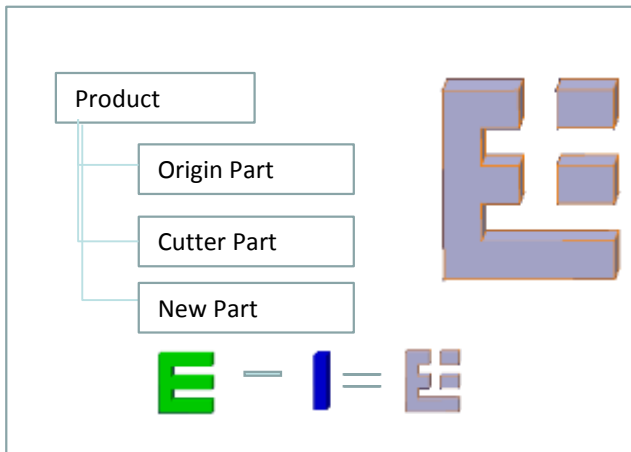
1. 절단 대상과 절단 공구 모델



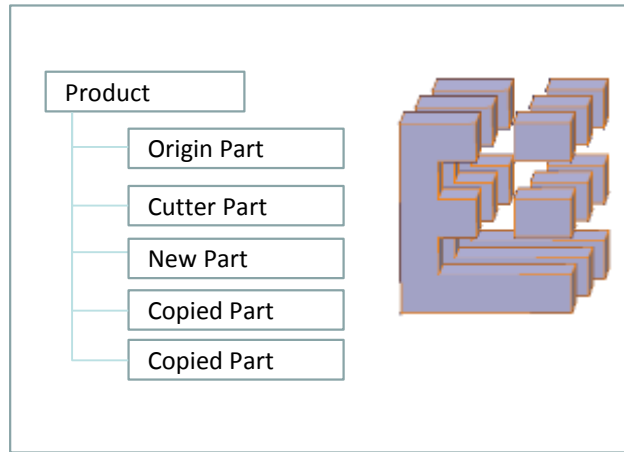
2. 두 모델이 교차하여 절단 하는 상황



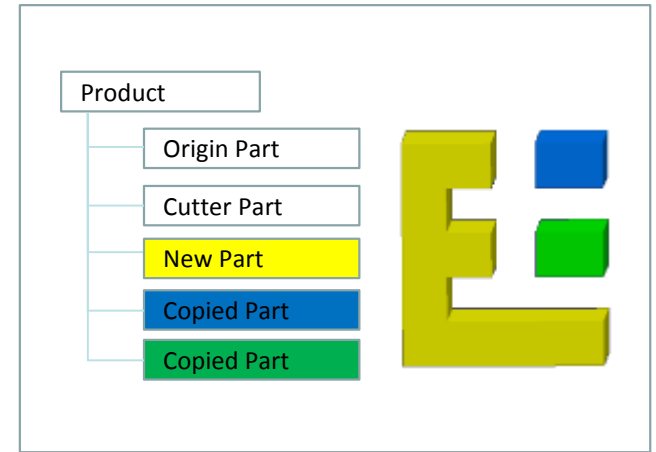
3. 새 Part를 만들고 Solid를 복사



4. 원본 Part에서 Cutter Part를 Remove



5. Remove된 결과를 새로운 파트에 복사



6. 각 파트에 하나의 Lump만 남기고 삭제



■ 구현 환경

- OS: Windows 7 x64
- IDE: Visual Studio 2008
- 언어: C++

■ 절단 시뮬레이션 모듈

- CATIA, DELMIA CAA를 기반으로 구현 및 사용

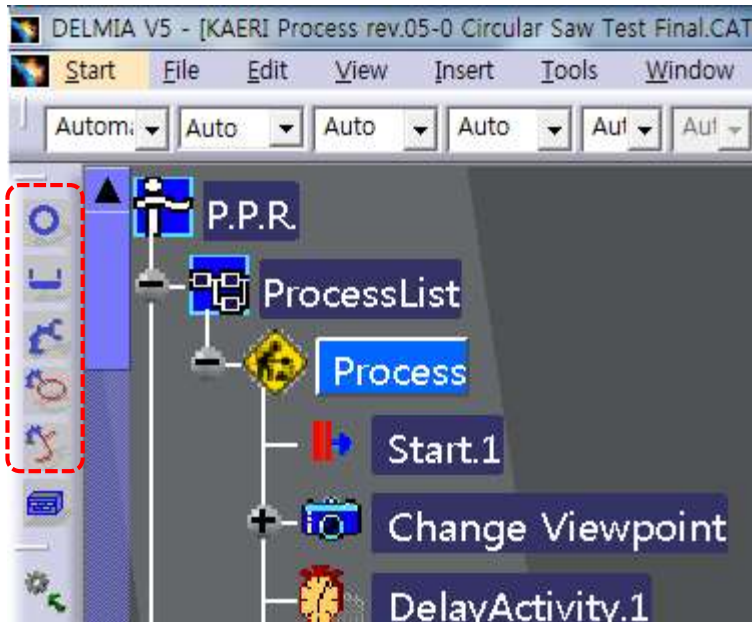
절단 시뮬레이션 모듈



CAA (Component Application
Architecture)

CATIA
(CAD system)

Delmia
(Simulation SW)

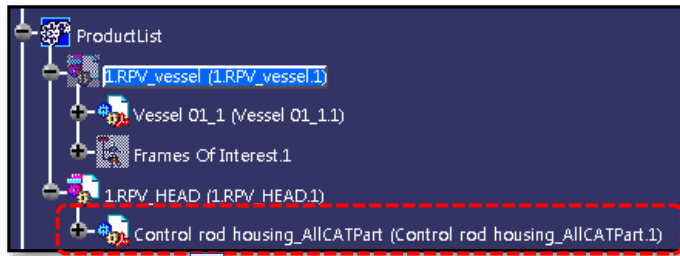
■ Toolbar 형태의 모듈을 Delmia SW에 추가



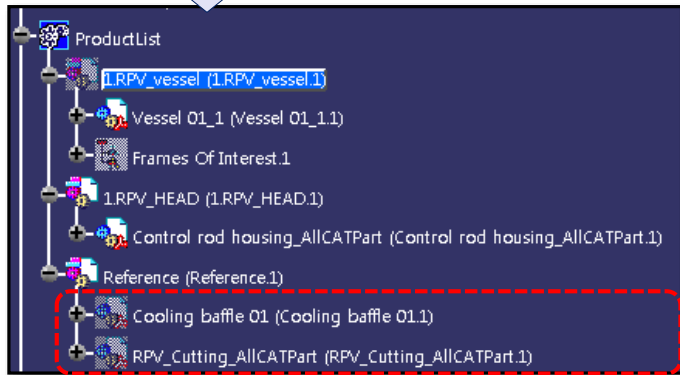
-  Circular-Saw (c)
-  Band-Saw (b)
-  Manipulator (m)
-  Water-Jet Circular (w)
-  Water-Jet Free-Path (p)

시뮬레이션 결과

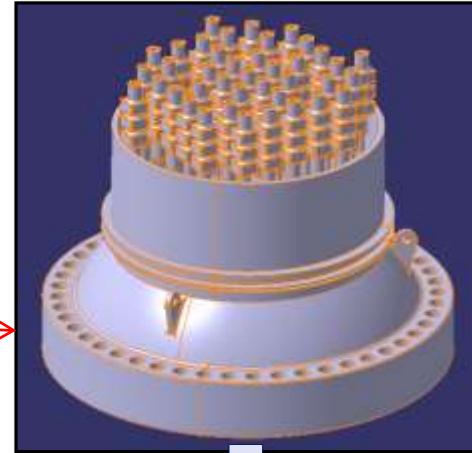
- 실시간으로 입력된 CAD 모델의 형상이 변형이 필요한 시뮬레이션 가능



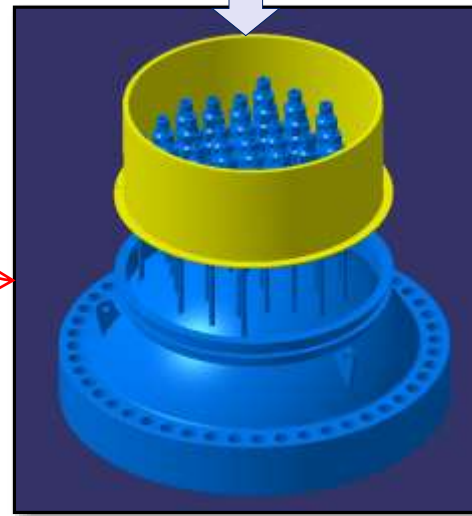
절단 (Circular Saw)



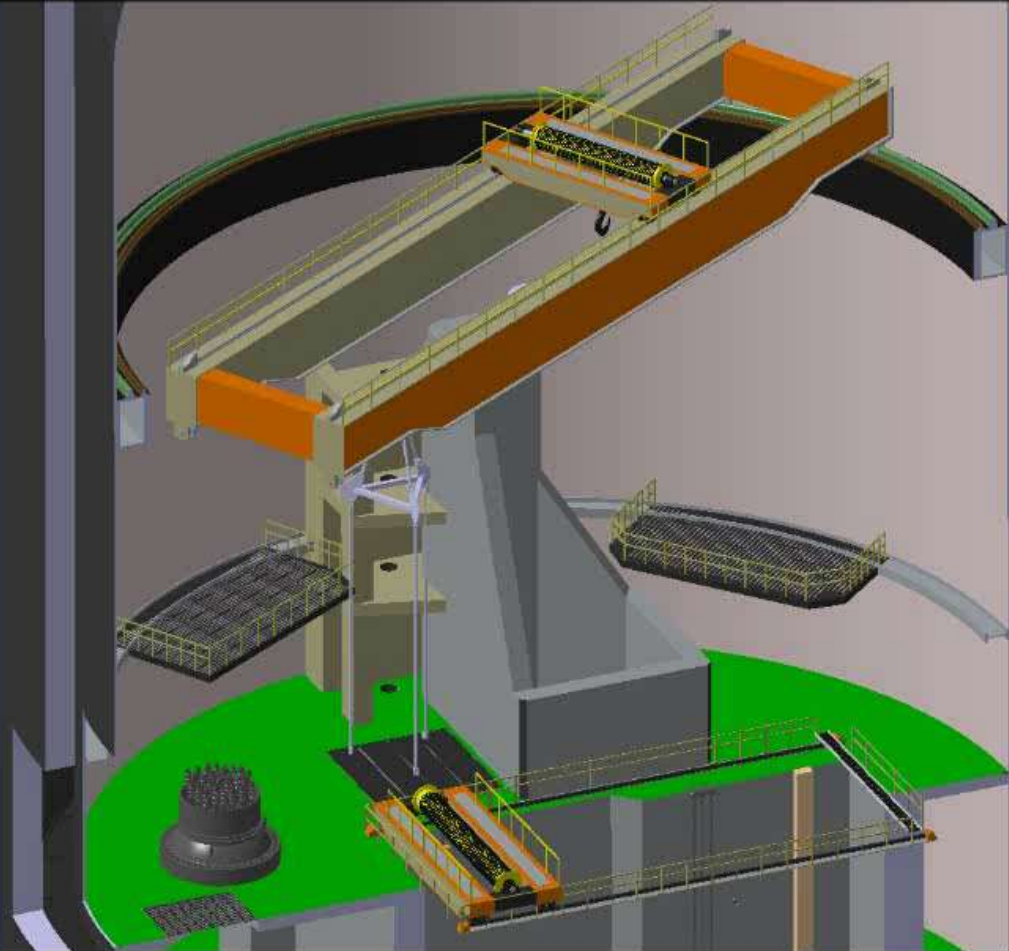
절단 대상 파트



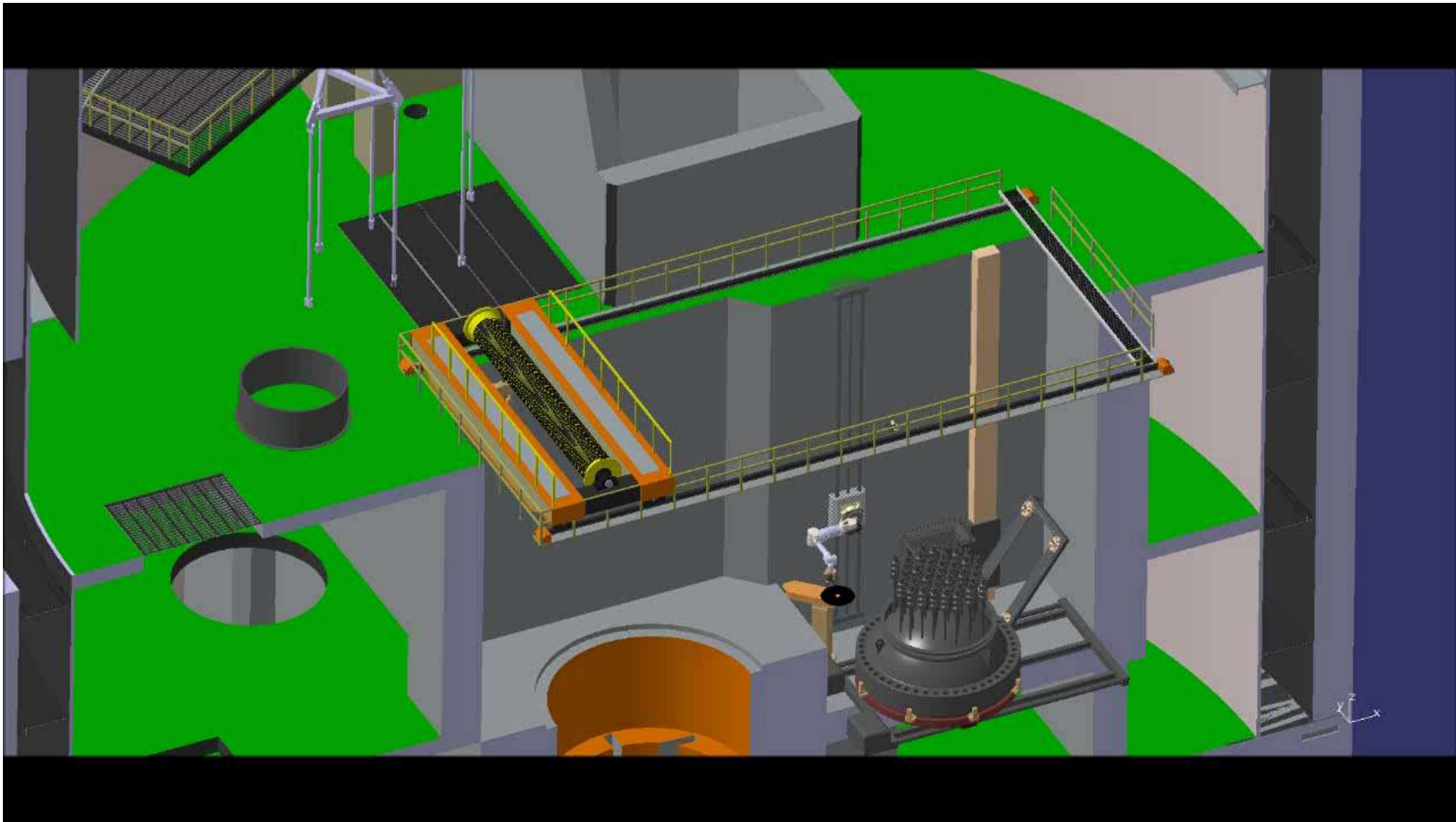
절단된 두 개의 파트



Circular Saw



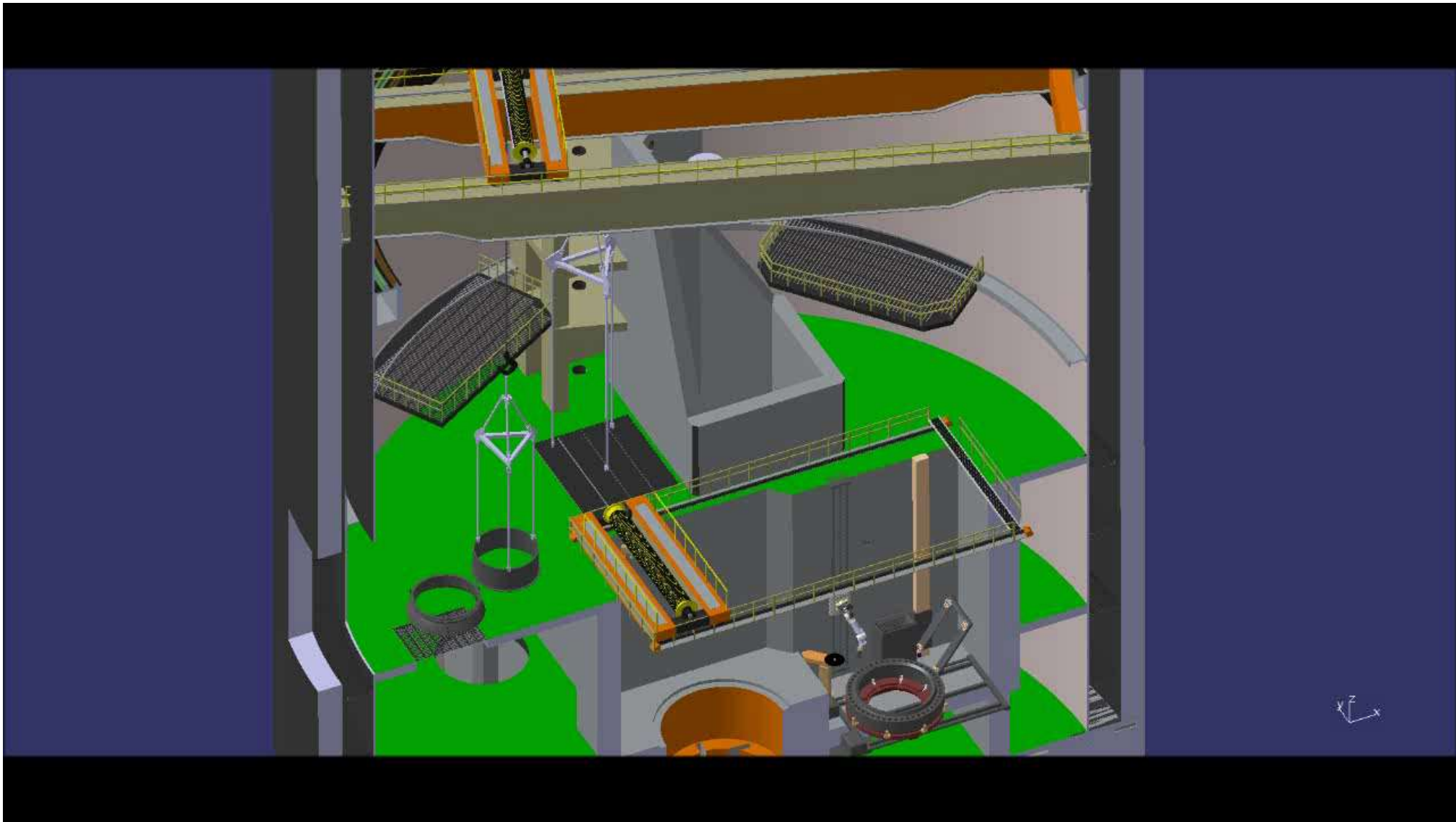
Hydraulic Cutter



Water-jet (Circular path)



Water-jet (Free path)





■ 연구 내용

- 원전 해체 시뮬레이션 과정에 필요한 정보를 기반으로, 모듈의 작동 요구 조건을 정의
- 요구 조건 기반으로 절단 알고리즘 개발
- 상용 CAD kernel을 이용해서 절단 시뮬레이션 알고리즘을 구현

■ 연구 결과

- 상용 시뮬레이션 SW에서 절단 시뮬레이션 가능
 - 두께와 깊이가 있는 물리적 절삭 형상을 실시간으로 표현
 - 정확한 절단 형상 및 2차 폐기물양 확인 가능