

## 금속폐기물의 형상 정보획득을 위한 3차원 스캐너의 조건

손정희, 신상원, 이재민, 한병섭  
 (주)에네시스, 대전광역시 유성구 구암동 328번지  
 ihson@enesys.co.kr

### 1. 서론

원자력 시설에서 발생하는 금속 폐기물은 자체 처분대상임에도 불구하고, 복합형상을 띠는 경우 방사능 평가가 어려워 시설 내에 보관하는 경우가 대부분이다. 이와 같은 복합형상 저준위 금속 폐기물의 방사능 평가를 위해 현재 MCNP 코드를 이용하여 산출한 보정인자와 실 계측 데이터를 연계한 방사능 평가 기술을 개발 중이다. 보정인자를 산출하기 위해 금속 폐기물의 3차원 형상을 측정하고 데이터화하여 실시간으로 MCNP 코드의 입력문으로 활용한다. 이 과정에서 폐기물의 형상을 측정하기 위해 3차원 스캐너를 사용한다. 3차원 스캐너의 선택 시 업계 전문가들은 필요이상으로 고성능 장비를 도입하기보다는 업무 내용을 정확히 분석하고 그에 맞는 최적 장비를 선택하기를 권장하고 있다[1]. 이에 따라 금속폐기물 형상 측정용으로 최적의 3차원 스캐너를 선택하기 위해 고려해야할 주요인자를 도출하였다.

### 2. 본론

#### 2.1 3차원 스캐너의 종류와 특징

3차원 스캐너는 크게 접촉식과 비접촉식으로 나뉜다. 접촉식이란 측정대상의 표면에 프로브를 접촉시켜 상대 이동값을 측정하여 형상정보를 획득하는 방식이다. 비접촉식은 레이저나 백색광을 이용하여 사물의 형상 정보를 획득하는 방식이다. Fig. 1. 에 개략적인 스캐너 분류법을 나타내었다. 접촉식 스캐너의 경우, 측정 정밀도가 높다. 그러나 측정 시간이 매우 길고 측정대상과 프로브의 접촉으로 대상물 표면 손상 위험이 있으며 그로인해 프로브의 방사능 오염 가능성이 있다. 또한 숙련된 전문가가 필요하다는 단점도 있다. 반면에 비접촉식 스캐너의 경우 정밀도는 상대적으로 접촉식 스캐너보다 낮지만 측정시간이 빠르고 조작성이 간단하다, 그리고 대상물과 물리적 접촉이 필요 없으므로 스캐너의 방사능 오염을 염려하지 않아도 된다는 장점이 있다. 이러한 장점들을 고려해

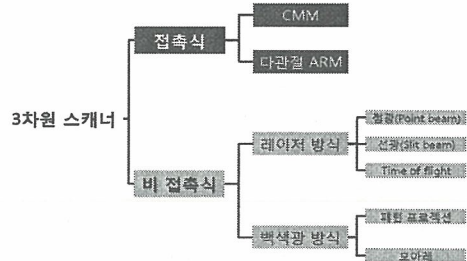


Fig. 1. 3D Scanner categorization

비접촉식 스캐너가 적합하다고 판단하였다.

비 접촉식 스캐너는 사용하는 광원에 따라서 다시 레이저 스캐너와 백색광 스캐너로 나뉜다. 레이저 스캐너는 사용이 안정적이고 활용범위가 넓은 장점이 있으나, 백색광 방식에 비해 스캔 속도가 떨어진다. 또한 인체에 유해한 레이저를 사용할 경우 사용자의 시력에 영향을 주는 단점이 있다. 백색광 스캐너는 스캔속도가 빠른 것이 최대 장점이지만 외부 광간섭에 약하다는 단점이 있다. 그러나 업계에서는 이러한 단점을 극복하기 위해 4500 ANSI-Lumen 의 강한 빛을 사용하는 모델을 개발하였다. 레이저 스캐너의 경우에도 인체에 안전한 레이저를 사용하고, 스캔 속도가 빠른 모델을 개발 중이다.

레이저 스캐너와 백색광 스캐너의 단점을 극복하기 위한 기술개발에 의해 두 가지 방식의 사양 차이가 좁혀졌다. 다만 사용하는 광원의 특성에 따라 세부적인 차이가 있다. 따라서 스캐너 선정에 두 가지 방식 모두를 고려하였다.

#### 2.2 3차원 스캐너의 기본사양과 중요인자

##### 2.2.1 3차원 스캐너의 기본사양

모델마다 제공하는 성능항목과 표기방식이 제각각 다르지만, 공통적으로 제공하는 항목으로 측정시간, 측정영역, 측정거리, 정밀도, 해상도, 작동 온도, 출력 포맷, 광원의 종류 등이 있다.

##### 2.2.2 금속폐기물의 형상 특성

폐기물의 물리적 특성으로는 밀도, 물리적 형

태, 크기 등을 고려하는데, 이러한 제반 특성들은 고체폐기물 처리시스템선정에 매우 중요한 인자가 되므로[2] 주의 깊게 분석할 필요가 있다. 원자력 기관에서 발생하는 방사성 금속폐기물은 대부분 금속용기, 펌프, 실험장치, 파이프 등과 철판, 앵글, 철근 등이 대부분이며 오염된 금속폐기물과 오염되지 않은 폐기물이 함께 포장되어 있을 것으로 추정한다[3].

2.2.3 금속 폐기물 형상측정을 위한 3차원 스캐너의 중요인자

비 접촉식 3차원 스캐너의 중요 인자는 출력 포맷 형식과 측정영역이다. 획득한 형상데이터를 MCNP코드의 입력문으로 사용 하는데, 이때 입력문 형식이 텍스트이므로 형상데이터가 텍스트 형식이 아닐 경우 텍스트로 변환하여 입력문으로 사용한다. 획득한 데이터를 또 다시 텍스트 형식으로 변환하기 위하여 많은 시간과 노력이 든다. 스캐너의 출력포맷이 텍스트 형식이라면 그러한 과정을 거칠 필요가 없으므로 효율적인 프로세스 체계를 구축할 수 있다. 측정영역의 경우 대상물의 크기를 충분히 포함하지 못하면 분할 측정하여 데이터를 결합한다. 그 과정에서 오류가 발생하거나 정확도가 떨어질 우려가 있다. 그리고 분할 측정된 다수 데이터의 라벨링을 위해 대상물의 표면에 마킹을 해야 할 경우 방사능 오염의 우려가 있고 작업속도가 현저하게 느려진다. 따라서 가능한 적은 횟수로 촬영을 완료하는 것이 좋다. 이를 위해 스캐너의 촬영 범위는 대상물의 크기를 포함할 수 있어야 한다. 금속폐기물을 처리할 때 작업자가 임의로 폐기물을 절단하므로 폐기물의 크기에 알맞은 측정영역을 정하기는 어렵다. 하지만 폐기물을 보관하는 용기가 200L 드럼인 점을 고려하여 측정영역의 최대치가 약 1m 내의인 것으로 선정하였다.

측정 영역은 시스템 프레임 크기와 같은 하드웨어적인 사항을 결정하고, 출력 포맷은 데이터의 변환과 같은 소프트웨어적인 사항을 결정한다. 그러므로 둘 중 어느 하나를 우선시하기 보다는 두 가지 모두를 고려하여 균형이 맞는 제품을 선택하는 것이 바람직하다. 형상데이터를 텍스트로 변환하는 기술이 있으므로, 출력포맷 형식을 일차적으로 고려하되, 측정영역이 조건에 부합된다면, 출력포맷이 텍스트 형식이 아니더라도 고려대상에서 제외하지 않았다. Table 1. 에서는 상기 조

건에 부합하는 스캐너의 사양을 제시하였다.

Table 1. Database of 3D Scanner specification

제조사	모델명	측정영역 [mm]	Output format	광원
코니카 미놀타	VIVID9i	1,495 × 1,121 × 1,750	Konica 자체 포맷 DXF* STL OBJ ASCII	레이저
	VIVID910	1,196 × 897 × 750		
드림T&S	Mobile Scan 3D	1,395 × 1,395 × 1,395	-	
브로이크만	smart SCAN	2,500 (diagonal)	ASCII STL PLY VRML BRE	백색광
	stereo SCAN	1,200 (diagonal)		
비전테크	Flex Scan (HDI타입)	2,000 × 2,000	PLY OBJ STL ASC 3D3 3D3F	
솔루션닉스	RaxcanIII	1,094 (diagonal)	STL	
아이메트릭	I Scan	1,000 × 750	-	
GOM	ATOS II	2,000 × 1,600	-	

\* BLOCK 처리된 항목은 텍스트버전을 지원하는 파일포맷

3. 결론

금속폐기물의 형상측정에는 비접촉식 스캐너를 사용하고, 스캐너 선정 시 중요인자는 측정영역과 출력 포맷이다. 출력포맷은 MCNP 코드의 입력문으로 사용하기 위해 텍스트 형식이 가장 이상적이다. 측정영역은 폐기물을 보관하는 200L 드럼의 크기를 고려하여 측정영역 최대치 1m 내외의 제품을 선택하였다.

향후 금속 폐기물 형상측정에 적합한 스캐너를 선정하면, 스캐너 출력 데이터의 변환성을 연구하여 MCNP 입력문으로서의 활용방안을 구축해야 할 것이다.

4. 감사의 글

본 연구는 2010년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.(No.2010T100100687)

5. 참고문헌

[1] CAD & Graphics, CAD & Graphics 7월호 3차원스캐닝업계 인터뷰, pp.66-72, 2007.  
 [2] Proceeding of the Korean Radioactive Waste Society, Vol.1, No.2, pp.645-649, 2003.  
 [3] 한국방사성폐기물학회, 2006년 추계학술발표회 논문 요약집, pp.55-56, 2006.