

역설계 기법을 이용한 ACPF 아르곤 셀 구축

박병석*, 조일제, 김기호, 이종광

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

*nbspark@kaeri.re.kr

1. 서론

기존 공기 셀로 구축된 ACPF(Advanced spent fuel Conditioning Process Facility)를 공기 셀과 아르곤 셀로 구성되도록 개조하였다. 아르곤 셀은 공기 셀의 일부를 격리시켜 구축하였으며, 벽면에 굴곡이 심하기 때문에 역설계 기법을 이용하였다. 본 논문은 역설계 기법을 이용한 아르곤 셀 구축 내용에 대해 기술한다.

2. 본론

2.1 ACPF 아르곤 셀 구축 구역 3차원 스캔

아르곤 셀은 기존 ACPF 공기 셀 우측의 일부(운전 지역에서 바라 볼 때 우측 첫 번째 윈도우 영역)를 격리시켜 구축하였다. 격리는 크게 2곳에서 이루어졌는데, 천장 방향의 상부와 공기 셀 방향의 측면이다. 즉, ㄱ의 대칭 모습으로 SUS 플레이트를 용접하여 격리시켰다. 격리된 기존 공기 셀 영역은 굴곡이 심하기 때문에 플레이트를 직선 형태로 잘라서 용접하는 경우 기밀성을 보장하기 어렵다. 따라서 역설계(Reverse Engineering) 기법을 적용하여 플레이트를 벽면 굴곡 형상으로 절단하였다. 즉, Fig. 1에서 보는 바와 같은 격리시키고자 하는 영역을 레이저 스캐너로 3차원 스캔한 후 point cloud 데이터를 바탕으로 mesh를 구성하고, surface 형태의 3차원 cad를 구성하였다. 원하는 면을 자를 수 있도록 CATIA에서 surface 형태의 3차원 cad를 solid 형태의 3차원 cad로 변환하고, 격리시킬 면을 잘라 2D cad를 생산하여 SUS 철판을 레이저 절단하였다. Fig. 2는 아르곤 셀 영역에 대한 3차원 스캔 데이터(3차원 모델)을 보여준다. Fig. 2(a)는 스캔 한 데이터의 와이어 프레임(wire frame)을 보여주며, (b)는 두께가 없는 surface model을 보여준다. 이의 모델은 원하는 영역을 절단하여 2D 데이터를 추출할 수 없기 때문에 (c)에서 보는 바와 같이 3D modeller 인 CATIA를 활용하여 solid model로 변환하였다.

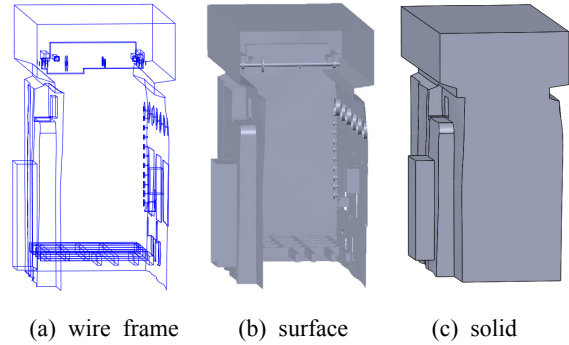
2.2 ACPF 아르곤 셀 영역 치수 도출 및 구축

ACPF as-built 도면을 기준으로 구축하고자 하는



(a) Scan Area (b) FARO Laser Scanner

Fig. 1. 3D Scan using Laser Scanner.



(a) wire frame (b) surface (c) solid

Fig. 2. 3D Model of Scanned Data.

아르곤 셀 영역의 치수를 아르곤 셀 내부 바닥면(작업대)을 기준으로 1,786(L) x 1,994(D) x 2,740(H) mm 로 결정하였다. 이와 같은 치수로 결정한 이유는 다음과 같다. 아르곤 셀 바닥면 높이는 전해환원장치의 크기와 원격 취급성을 고려할 때 현재의 작업대(Working Table) 높이(900 mm) 보다 낮추어야 한다. 또한, 공기 셀 방향으로 돌출된 물질이송 시스템과 리어 도어로 공정 물질 및 장치 등이 운반되기 때문에 이의 작업대 높이도 같은 높이가 되어야 한다. 작업대 높이를 현재 보다 낮추게 되면 기 설치된 penetration이 영향을 받게 된다. 따라서 작업대 높이는 리어 도어와 penetration을 고려하여 결정 하여야 한다. 리어 도어는 공기 셀 방향으로 플레이트가 돌출되어 있고, 높이가 바닥으로부터 430 mm 이다. 리어 도어는 격리실 바닥에 설치된 레일을 따라 이동하고, 플레이트 위에 핵물질계량장치(ASNC) 등을 적재하여 운반한다. 또한, 리어 도어 내부의 Padirac을

이용하여 공정물질(지름 250 mm, 높이 400 mm 이내)을 운반한다. 따라서 평상시에는 플레이트가 작업대 아래로 감추어져 있고, 특별히 사용하고자 할 경우에는 플레이트 공간 위의 작업대를 제거한다. 아르곤 셀 및 리어 도어 앞 작업대 높이는 리어 도어 플레이트 높이와 penetration 높이가 보다 높아야 한다. 그런데 penetration 중에서 상부 2줄의 홀은 사용하지 않아도 공기 셀 및 아르곤 셀 전기 공급에 문제가 없기 때문에 최종적으로 아르곤 셀 및 리어 도어 앞 작업대 높이는 480 mm로 결정하였다. 아르곤 셀의 천장 높이는 게이트 크레인(gate crane) 하단 높이와 분리되는 원격 조작용 슬레이브(slave) 부의 견인 고리 높이 및 이의 견인 크레인 하단 높이를 고려하여 아르곤 셀의 내부 높이를 2,740 mm로 결정하였다. 길이 방향의 폭은 운전지역에서 바라 볼 때 우측에서 2번째와 3번째 원격 조작용기를 모두 활용할 수 있도록 1,786 mm로 결정하였다. Fig. 3(a)는 구축하고자 하는 아르곤 셀 영역을 위의 solid model로 부터 절단한 모습을 보여주며, (b) 및 (c)는 공기 셀과의 수직 경계면과 수평 경계면의 2D 도면을 보여준다. 스캔 데이터의 신뢰성을 확인하기 위해 이의 2D 치수로 SUS plate를 상부는 2조각, 측면은 3조각으로 레이저 절단하여 ACPF 아르곤 셀 구축 영역에 가접하여 비교한 결과, 레이저 스캔된 측면과 상부 면의 치수는 레이저 센서의 측정 오차 ($\pm 2\text{mm}/25\text{m}$) 이내로 확인되었다.

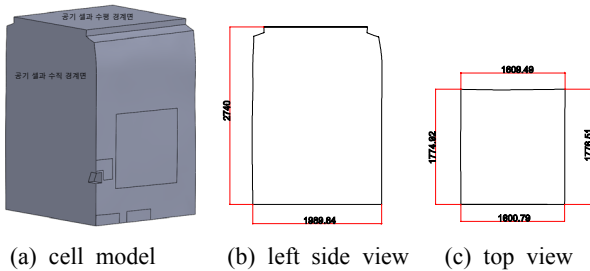


Fig. 3. Boundary Line Between Air and Argon Cell.

Fig. 4는 ACPF의 도면 치수와 스캔한 도면 치수 사이의 차이를 보여준다. Fig. 4에서 보는 바와 같이 도면 치수(그림에서 정수 치수)와 3차원 레이저 센서로 이의 영역을 스캔하여 얻은 치수(그림에서 소수점 단위의 치수)와는 최대 약 49 mm 차이가 발생하였다. 면이 수직 형태가 아니라 굴곡이 있고 좌우/상하 길이도 차이가 있기 때문에 ACPF as-built 도면 치수로 플레이트를 절단하여 용접하고자 하는 경우 추가로 부분적으로 용접 하여야 하며, 이의 경우 gas-tight를 보장하기가 어려워진다.

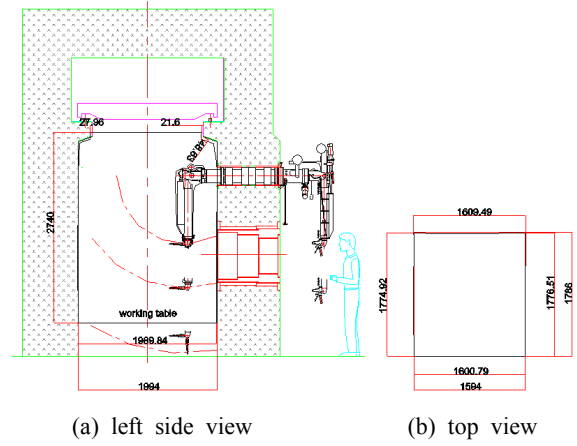


Fig. 4. Difference Between As-built Drawing and New Drawing Created from Scanned Data.

스캔 데이터의 신뢰성이 확인되었기 때문에 이를 토대로 플레이트를 레이저 절단하고, 기존 벽면에 용접하여 Fig. 5에서 보는 바와 같은 아르곤 기밀 셀을 구축하였다.

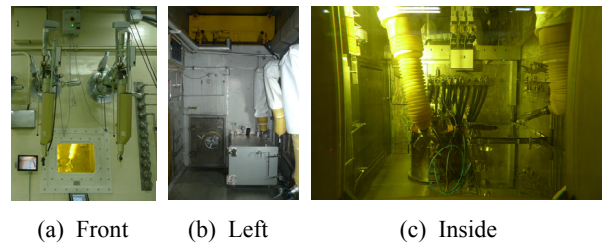


Fig. 5. Constructed Argon Cell of ACPF.

3. 결론

굴곡이 심한 기존 ACPF 셀 내부 일부 구역을 레이저 스캐너로 3차원 스캔한 후 이의 데이터를 토대로 구축하고자 하는 아르곤 셀 영역을 역설계하여 기밀성이 확보되는 아르곤 셀을 구축하였다.

4. 감사의 글

이 논문은 미래창조과학부의 재원으로 시행하는 한국연구재단의 원자력기술개발사업으로 지원받았습니다.

5. 참고문헌

[1] 박병석, 이종광, 유승남, 김기호, 조일제, "ACPF 핫셀 아르곤 컴파트먼트 시스템 구축", 한국방사성폐기물학회 2014 추계학술발표회 논문요약집, 127-128, 10.15~17, 2014.