

원격 다발용접장치 모의 성능시험 분석

김수성, 이도연, 이영순, 김영환, 박근일, 이정원
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045, 305-353
 sskim7@kaeri.re.kr

1. 서론

본 연구는 고방사성 hot-cell 내에서 재순환핵연료의 다발 원격제조를 위하여 모듈식 용접장치 설계 및 성능시험에 관한 것으로, 재순환 핵연료 기술의 완성 측면에서 궁극적으로 제조된 핵연료를 이용한 원격 다발제조 기술개발은 핵연료의 안전성과 성능 향상을 고려할 때 반드시 필요하다. 또한 모듈식 상하단 용접장치는 hot-cell 내에서 핵연료 다발을 제조하는데 사용되며, 이때 다발조립은 연료봉을 조립치구에 고정된 다음 원격으로 상단용접의 헤드부로 이송하면서 연료봉이 장착된 상단접합판을 장착한 후 상단용접이 이루어지고, 마지막 공경인 하단접합판을 장착한 후 180°회전하여 하단용접이 수행된다.⁽¹⁾ 이와 같이 모든 작업이 원격으로 이루어지기 때문에 원격조정기(manipulator)로 취급이 용이하도록 특수구조로 된 용접장치의 설계가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 모듈식 다발용접장치의 설계 관련 기본 자료를 제공하였으며, 실제로 hot-cell 내에서 다발 조립 및 용접 시 원격조정기를 이용한 작업조건을 선정하여 모의실험을 수행하였고, 이에 따른 상하단 다발용접장치의 원격성 및 운용성을 분석하였다.

2. 본론

2.1 상·하단 다발용접장치 설계 및 구성

Fig. 1은 모듈식 원격 다발용접장치의 기본 구성을 보여주고 있다. 기존의 멀티핀 집합체 연구용⁽²⁾으로 개발된 장비에 비해 조작과 크기 면에서 간결하게 설계하였고, 특히 hot-cell 내에서 원격조립 및 운용이 개선되어 모듈화 개념으로 설계되었다. 모듈식 상하단 다발용접장치의 설계는 기본적으로 원격 용접공정의 완벽을 기하기 위하여 전체 부품설계의 단순화 및 보수 운용 면에서 hot-cell 내의 원격조정기 작업이 용이하게 이루어져야 한다. 상단에 위치한 용접헤드 part는 x-y

테이블에 부착된 모터의 직접 전달하는 방식에서 belt를 이용한 구동방식과 x-y 테이블의 ball screw 사이즈를 교체하여 개선되었고, 기존보다 충분한 유효공간을 확보하였다. 그리고 hot-cell 내 장치 set-up을 위해서는 loop door를 이용할 수 있도록 main frame을 4단 조립 형태로 설계 개선되었으며, 여기서 main frame의 크기는 직경 450mm이다. 또한 part별 조립된 세부장치의 unit는 전극헤드, 보조전극, diaphragm cylinder, 접합판 공급박스 및 상·하단 회전장치(rotary unit) 등으로 구성되었으며, hot-cell 내에서 분리 및 결합이 가능하도록 설계 구성되었다.

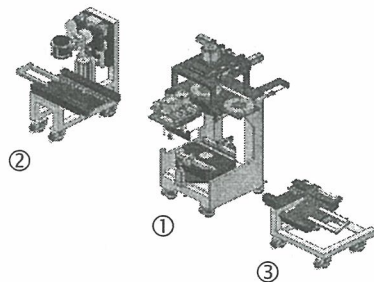
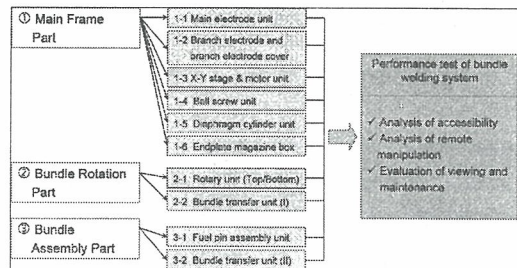


Fig. 1. 원격 다발용접장치의 기본 구성

2.2 원격 다발용접장치 성능시험 및 분석

재순환핵연료를 이용하는 원격 다발용접장치는 조립 완성한 후 mock-up 모의시험 시설에 이동하여 set-up 하였으며, Fig. 1과 같이 part 별 모듈식 분해 및 조립할 수 있도록 각 세부장치 unit의 성능시험이 수행되었다. 본 다발용접장치의 전체 구

성은 Fig. 2에서와 같이 주 프레임 part, 회전 조립 part 및 연료봉 조립 part로 구분되며, 이것은 hot-cell 내에서 원격 조립 및 운용이 가능하게 하여 모듈화 개념으로 조립, 분해 및 교체할 수 있도록 하였다. Fig. 3은 원격 다발용접장치의 핵심 part인 전극헤드를 이용하는 원격 성능실험의 작업을 보여주고 있으며, Fig 4는 원격조정기를 이용한 보조전극 unit에서 전극을 교체하는 성능실험의 작업이 수행되었고, 전체 장치의 원격성과 각 세부장치의 부분 요소 보완 개선사항 그리고 운용성 분석 등이 검토되었다.

3. 결론

본 연구에서는 재순환 핵연료 다발제조를 위한 용접장치를 개발하였고, hot-cell 내의 원격작업을 위한 모듈화 설계방법으로 모사하였다, 또한 실제 DUPIC mock-up 모의시설 내에서 원격작업을 통하여 각각의 세부장치에 대한 성능시험이 수행되었으며, 향후 유사한 사용자 연료집합체 제조장치나 전처리 공정장치의 설계 및 제작 시 유의한 기술 자료가 제시될 것으로 판단된다.

4. 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부의 재원으로 시행하는 한국연구재단의 원자력 연구개발사업 지원으로 수행되었습니다.

5. 참고문헌

- [1] Trunt P. T., 1983, "CANDU Fuel Performance," Power Reactor Experience, AECL-MISE-250-3 rev.1
- [2] GE Canada Nuclear Products, 1995, "Bundle Assembly Welder Manual," KNFC Equipment Data Book, April.

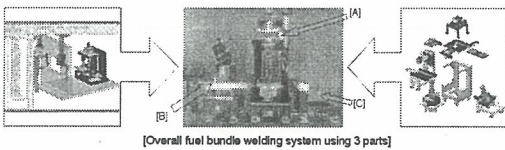


Fig. 2. Mock-up시설 이용한 장치 조립 구성

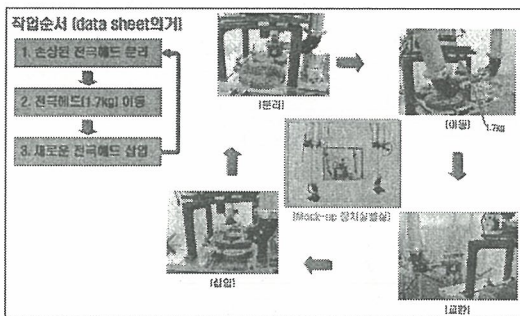


Fig. 3. 전극헤드 unit의 원격 성능실험 작업

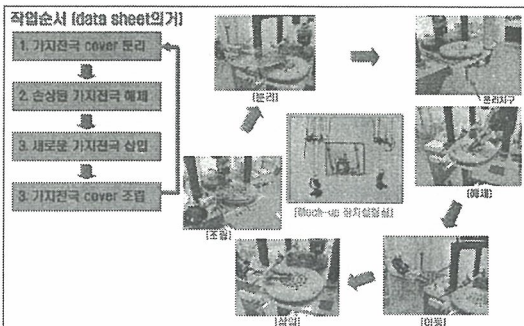


Fig. 4. 보조전극 unit의 원격 성능시험 작업