

차세대관리 종합공정 실증시설 핫셀 크레인의 안전설계

구정희, 정원명, 이은표, 권기찬, 조일제, 국동학, 유길성

한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

jhku@kaeri.re.kr

한국원자력연구소에서는 차세대관리 종합공정(ACP: Advanced spent fuel conditioning process)의 실증을 위한 핫셀 시설을 조사제시시험시설의 지하에 위치한 예비 핫셀을 개조하여 건설하였다 [1]. 실증시설은 공정셀과 유지보수셀로 구성되며, 공정셀 내에는 워킹 테이블 위에 많은 공정 장치들이 있으며, 천장에는 그림 1과 같이 TM원격조종기(Telescopic Manipulator), 1톤 용량의 천장 크레인 그리고 크레인 게이트가 설치되어 있다. 이 가운데 천장 크레인은 공정장치의 운전 등 거의 모든 작업에 사용될 것이므로 일반 핫셀 보다도 사용빈도가 그만큼 높을 것으로 예상된다. 따라서 이들의 운전이 절대적인 영향을 미치는 크레인의 구조적 건전성의 유지 및 안전설계는 매우 중요하다. 또한 크레인뿐만 아니라 크레인과 TM 원격조작기 및 크레인게이트와의 상호 역할 관계에 대해서도 면밀한 검토가 필요하다. 또한 유지보수셀에서는 크레인과 TM원격조종기를 유지보수하며, 유지보수 작업시에는 셀간벽 상부의 개구부를 크레인 게이트로 막아 차폐를 유지하도록 하여 작업자의 안전성을 보장하였다.

본 논문에서는 차세대관리 종합공정 실증시설 핫셀의 중량물 취급장치 가운데 가장 중요한 역할을 하는 천장크레인에 대한 안전설계 특성에 대해 평가하였다. 구조적 안전성 평가는 조사제시 시험시설 및 실증시설의 내진해석에 적용한 기술기준 및 내진부하를 기준으로 범용 구조해석 프로그램인 ANSYS ver. 9.0 코드를 이용한 유한요소해석을 수행하여 수행하였다[2]. 실증시설 핫셀의 천장크레인은 일반 크레인과는 달리 인양 및 주행속도를 저속으로 하여 운전상의 안전성을 높였으며, 운전중에 발생할 수 있는 정전사고에 대한 안전설비를 갖추었다. 특히 인양장치의 운전중 정전사고로 인한 정지시에 대응한 장치설계 및 크레인의 이동 기능의 상실시 수동으로 이동시킬 수 있는 안전장치들은 이 크레인이 고준위 방사성물질인 공정물질을 취급중에 사고가 발생할 경우 핫셀의 공간에 그대로 방치해서는 안 되기 때문이다. 따라서 크레인이 공정물질을 매단 상태에서 정전 사고가 났을 경우 운전자가 수동으로 크레인에 매달린 방사성 물질을 보관하기 적합한 장소로 이동시켜 저장할 수 있도록 한 것이다. 또한 과부하가 걸리지 않도록 고속과 저속시 모두에 대하여 과부하방지장치를 설치하여 안전성을 보장하였다. 이에 대한 안전성은 산업안전관리공단의 입회하여 하중검사 등의 성능검사를 통해 입증하였다.

그림2는 핫셀 크레인을 핫셀 정면을 기준으로 우측에서 바라본 모습으로 크레인 인양용 모터 집합체로부터 아래로 길게 늘어져 나온 봉이 바로 수송인양 장치이다. 이 수송인양장치는 그림3에 나타낸 바와 같이 인양용 구동모터의 기어에 직접 연결되어 정전사고시 MSM 원격조종기와 에어랜치를 함께 이용하여 수송인양장치를 돌려서 크레인 혹은 매달린 방사성물질을 내려놓을 수 있도록 한 장치이다. 또한 핫셀 크레인의 좌측의 거더 프레임의 구동축에는 그림4와 같이 헬리컬 기어를 설치하여 수직방향으로 설치된 소켓을 수송인양장치와 같이 돌려서 크레인 전체를 좌우로 이동할 수 있도록 하였으며, 기어의 직경비를 74:116으로 하여 이송에 필요한 하중을 감소시키기도

록 하였다. 또한 크레인의 수평이동에 대해서는 그림1의 우측에 보이는 바와 같이 크레인게이트를 구동하여 천장크레인을 유지보수셀로 이동시킬 수 있도록 하였다. 이와 같이 실증시설의 천장 크레인은 고장이 발생할 경우 방사성물질을 적정 장소에 하역하고 유지보수작업을 신속히 할 수 있도록 안전설계 개념을 적용하여 설계 되었다.

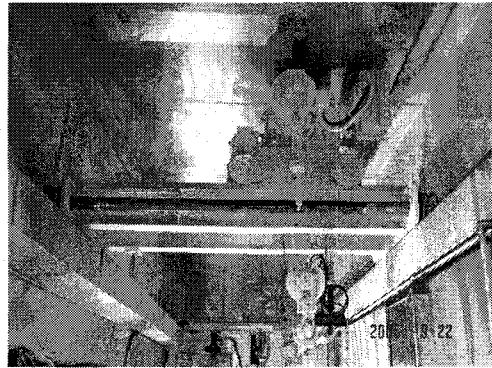
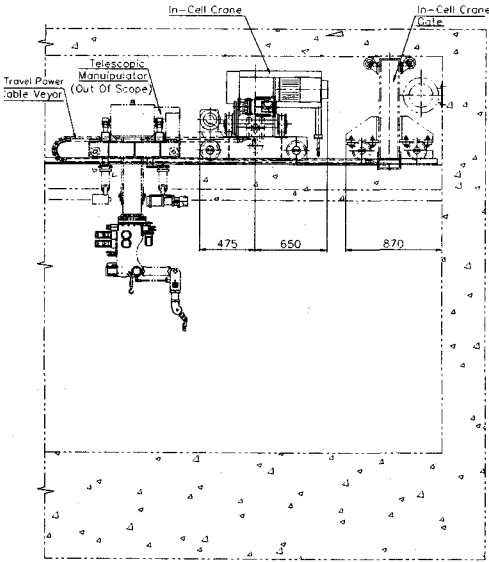


그림 1. ACP 핫셀의 크레인 및 크레인게이트

그림 2. ACP 핫셀의 크레인 설치모습

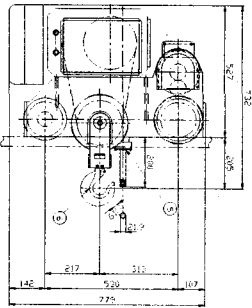


그림 3. 크레인 수동 인양장치

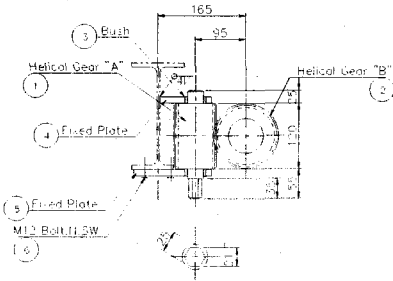


그림 4. 크레인 수동 이송장치

[참고문헌]

1. 유길성의 8인, 차세대관리 종합공정 실증시설 설계요건서, 한국원자력연구소 보고서, KAERI/TR-2004/2002 (2002).
2. Hyosung D&P, Dynamic Qualification Report of In-Cell Crane & Crane Gate, UVC-HD&P-DQR-01,(2005).