

원전 일반기기 해체작업 기간 산정 방안 고찰

권용범*, 최광순, 이동진, 이병식

한국전력기술(주), 경상북도 김천시 혁신로 269

*gaja@kepc0-enc.com

1. 서론

우리나라는 2017년 6월 고리 1호기 원자력발전소 영구 운전정지가 결정됨에 따라 원자력발전소 해체를 위한 기술이 필요하게 되었으며, 이를 위한 기술 개발 및 해외기술 습득을 통한 국산화 필요성이 시급한 과제로 인식되고 있다. 하지만, 현재까지 우리나라는 원전해체 관련 경험이 부족하고, 해외 원전해체 작업 참여업체 또한 부족한 상황이다. 또한 국내 해체기술 축적 현황은 원활한 해체작업을 수행을 위한 체계적 조직정비 및 적절한 해체기술 확보가 부족한 것이 현실이다. 그래서 한국전력기술(주)는 해체 조직 정비 및 기술 확보를 위한 표준절차를 수립하여 향후 국내·외에서 발생할 원전해체사업에 참여하여 해체 작업을 원활히 수행하기 위한 준비 작업을 수행하고 있다. 이에 따른 해체 준비 작업의 일환으로 해체작업 공정표를 개발하여 해체작업을 보다 효율적으로 수행하고자 한다. 그러나 우리나라는 현재까지 해체 공정표 작성 경험이 부족하고 공정표 개발 과정에서 필수적인 해체 작업별 세부 공사기간 산정 기준도 부재한 상황이다. 따라서 산업표준 및 해외경험 자료를 바탕으로 해체작업 공기산정 방안을 고찰하고자 한다.

2. 본론

원전 해체작업은 청정구역과 방사선관리구역 기기 해체로 구분되며 본 논문에서는 방사선관리구역 기기 해체 작업에 대한 기간산정 방안을 고찰하였다.

2.1 청정구역과 방사선관리구역 기기 해체

원전 해체사업의 특징은 일반 건설공사와 매우 상이하다. 일반 건설공사는 오랜 시간에 걸쳐 진행되고 반복되어 그 수행 과정이 매우 널리 알려져 있고 보편화되어 있다. 건설 대상물을 설계하고 필요한 자재를 구매하여 일정한 논리적 순서에 따라 설치, 시공하며 최종적으로 성능 시험 과정을 거친다. 이에 비해, 원전 해체사업은 시설 내 방사성오염 구역을 포함하고 있어 시설 전 범위에 걸쳐 방사능 오염 정도와 분포를 측정하는 작업부터 수행

하고 그 결과에 따라 전체 해체 추진 계획이 수립되며, 제염, 절단, 철거의 본격적인 해체과정을 거쳐 방사성폐기물을 처리, 처분하고 최종적으로 부지복원까지 진행된다. 본 논문에서는 일반기기 해체에 대한 작업 공기 산정을 위한 해외 사례를 조사하고 이를 토대로 방사성 오염구역 일반기기 철거를 위한 공기 산정 기준 작성을 목표로 설정하였다.

2.2 방사선 관리구역 기기철거

원전 해체 작업의 본질은 방사선 통제구역에 설치된 설비들의 해체라 할 수 있다. 또한 방사성 오염기기 철거작업은 일반기기 철거 작업과 달리 기밀 유지 및 작업자 피폭관리, 오염물질 확산 방지를 위한 철거기기 포장, 운반, 등의 추가 작업이 필요하다. 따라서 작업의 편의 및 효율 증대를 위해 오염원 측정결과에 따라 작업구역을 구분 구역 특성을 규정하고, 작업 구역별 오염도 등의 차이에 따라 작업의 난이도를 구분하고 난이도에 따라 구역 특성에 따라 해체 작업을 수행해야 한다. 그러나 실측 오염자료가 없어 구역별 오염도를 가정하고 공기에 양형을 미치는 몇 가지 인자를 기준으로 가중치를 부여하여 공기를 산정하는 방안을 고찰하였다.

2.2.1 작업 구역 구분

원전 해체 작업은 대규모 철거 작업으로 작업 구역 간 및 공중 간 간섭이 빈번히 발생할 것으로 예상되는 바 철거 작업 수행을 원활하게 하기 위해 건물별, 층별 구역을 구분함으로써 철거작업 시의 간섭과 중첩을 최소화할 수 있을 것으로 예상되며, 따라서 각각의 작업 단위를 구역구분을 기준으로 작성하였다. 구역구분은 본관건물과 기타 Yard 부속 건물로 구분하고, 건물의 규모, 구조 등의 물리적인 특성, 즉 층별 및 세부 구역별 위치를 방위와 좌우 등을 기준으로 구분하였다(예시: Fig. 1 참조).



Fig. 1. Area Designation.

2.2.2 작업난이도(Work Difficulty Factor) 분류

작업난이도는 접근성, 호흡장비 착용, 방사능, 방호복 착용 및 휴식 등의 인자로 분류 한다.

- 접근성 인자: 고소 작업등 비계가 설치된 지역 작업 시 활동성 제한에 대한 보정
- 호흡 장비 인자: 산소마스크 착용 시 시야 제한 등에 대한 활동성 제한에 대한 보정
- 방사능/ALARA 인자: 방사능 수치에 따른 작업장 체류시간 제한
- 방호복 인자: 납 조끼 등의 방호복 착용 시 발생하는 작업자 활동능력 저하
- 휴식 인자: 전체 작업시간에 대한 작업자들의 휴식시간 사용 비율

Table 1. WDF 및 가중치

구분	가중치(%)
접근성 (AC)	0 ~ 20
호흡 장비 (RS)	0 ~ 50
방사능/ALARA (RA)	0 ~ 40
방호복 착용 (CL)	0 ~ 30
휴식 시간 (WB)	8.33

2.2.3 작업난이도에 따른 공기산정

각각의 작업난이도를 비방사성 기기 철거 작업시간에 부가하여 오염구역 기기철거 작업시간을 계산 하였으며, 계산식은 식(1)과 같다.

$$RW = N \times (1 + AC + RS + RA + CL + WB) \dots (1)$$

- * RW: 방사성폐기물 해체 작업기간
- * N: 일반 기기 해체 작업기간

3. 결론

우리나라의 당면한 과제인 수명종료 원자력발전소 해체 준비의 일환으로 해체 공정표 개발 과정에서 수집한 참고자료를 바탕으로 방사선관리구역 내의 일반기기 해체 기간산정 방안을 고찰하였다. 향후 보다 정확한 공기산정을 위해 다음의 작업이 추가로 필요한 것으로 판단된다. 첫째, 발전소 운전 경험과 특성 자료를 바탕으로 한 실측을 통하여 물리적으로 구분이 가능한 구역 조사가 필요하다. 면밀한 구역별 조사를 통해 물리적으로 분리가 가능한 구역으로 구분하고 방사성 오염도에 따른 작업 구역 분류를 통해 작업난이도를 부여한다. 둘째, 최신 해체 관련 기술 조사를 통해 기기 절단 철거 작업에 적용할 최적의 작업 난이도별 가중치 선정 작업이 필요하다. 이를 통해 도출된 작업난이도를 적용하여 구역에 대한 최적의 기기철거 작업 기간 산정이 가능 할 것으로 기대한다.

4. 참고문헌

- [1] RSCS, Decommissioning cost analysis for the Korean pressurized water nuclear power plant, 2009.
- [2] ASME, DOE & ANS, "The Decommissioning Handbook", 2004.