

## 가압기 Structural Weld Overlay 용접작업 방사선안전관리 경험사례

이 대 영 · 이 승 춘 · 조 성 일

선광원자력안전(주)

E-mail: rwp20@naver.com

중심어 (keyword) : 이중금속부 Overlay, ALARA 실무회의, 모의훈련, 납차폐복, Watchman

### 서 론

국내원전 최초로 ‘가압기 이중 금속부 Overlay 용접 작업’을 고리1, 2호기 계획예방정비 기간 중에 수행하였다. 국내원전에 처음 시도된 작업인 만큼 작업 시행 전의 소그룹회의 및 ALARA 실무회의를 실시하였으며, 정비요원의 방사선 피폭 최소화, 가압기 주변 부위의 작업 조건을 고려한 차폐체 설치, 납차폐복 개선 및 방사선 장해방어 조치 등 각 작업 공정에 따른 방사선안전관리 계획의 수립과 적용 등 관련 작업절차를 마련하였다.

이에 ‘가압기 이중 금속부 Overlay 용접 작업’ 과정에서 작업자의 피폭 방사선량 저감을 위한 경험 사례를 소개 하고자 한다.

### 정비 현황 및 세부내용

정비 배경은 Alloy 600 재질의 경우 1차수 응력부식균열(PWSCC)에 대한 취약성 보완, 용접부 및 배관의 두께 증가로 인한 안전 여유도 추가 확보, 결함 발생/평가 시 두께 대비 결함의 크기에 대한 여유도 확보 후 Overlay 용접을 통한 가압기 이중 금속 용접부의 구조 건전성 확보, 전 원전 Alloy 600/690 기기 DB 구축 및 니켈합금 통합관리 지침에 따른 원전 주기기 재료 신뢰도 관리체계 구축 등을 위하여 정비를 수행하게 되었다.

세부공정의 작업 대상으로는 가압기 상부의 분무노즐 1개소, 안전노즐 2개소, 방출노즐 1개소와 가압기 하부의 밀림노즐 1개소의 이중 금속용접부에 대하여 1차수 응력부식균열(PWSCC)에 저항성이 높은 Alloy 52M을 이용한 구조적 Overlay 용접작업을 수행하였다.

### 방사선안전관리 및 피폭저감화 세부내용

고리 1호기 계획예방정비 기간 중에 ALARA 실무회의를 통하여 방사선량률 예상 및 최적의 차폐방안 도출, 가압기/전열기 케이블 교체작업 등 간접공정에 의한 문제점 검토와 가압기 상/하부 Watchman (용접부위 감시자) 위치 선정을 위한 사전협의를 진행하였다. 또한 방사선량률 저감을 위하여 가압기 상부 배관, 하부 밀림관, Watchman 상주 지역 등에 임시 차폐체를 설치하여 작업장 최대 공간선량률이 차폐 전 4.0 mSv/hr, 차폐 후 2.0 mSv/hr로 50%의 방사선량률 저감 효과 보였다.

가압기 하부작업대 설치를 위하여 현장 작업조건과 동일한 환경의 모의훈련을 실시하고, 가압기 상/하부에 3개소의 임시계단을 설치하여 작업 접근성을 높여 작업시간을 단축하였으며, RCS 배수운전에 따른 계통 내 방사선량률 증가 전의 작업요청과 재작업 방지를 위하여 장비 성능검사 확인 후 장비를 설치하였다. 그 외의 작업 환경과 효율성을 높이기 위하여

- 중량 납차폐복(10kg)의 경량화(6kg) 및 일체형에서 조끼형으로 개선
- 내부 피폭 및 오염 확산 방지 조치를 위한 지역 분리대 운영 및 오염구역 전용 안전화 사용
- 용접부위의 표면처리 시 공기공급형 후드 착용
- 작업 후 지역제염 및 오염검사 실시(1회/1일 이상)
- 아르곤 침착 우려가 있는 격납용기 내 낮은 지역에 산소농도 측정기 6대 고정 설치 및 수시 감시로 안전사고 예방활동 병행
- 필수인원 외 원활한 출입통제를 위하여 주작업장에 별도로 출입 기록 관리 및 작업 시간제한
- 방사선안전관리원의 24시간 밀착 작업관리에 따른 Shift별 1회 방사선(능) 측정 및 특이 선량감시

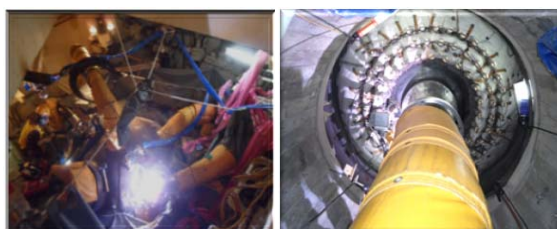
등을 시행하여 작업자와 방사선안전관리원간의 유기적인 협조 체계 하에 피폭방사선량 최소화에 최선의 노력을 다 하였다.

고리 2호기 계획예방정비 때엔 고리 1호기의 Feedback Item을 도출하여 개선방안을 적용하여 작업을 진행하였다.

- 공간방사선량을 감소를 위해 주작업 위치에 따른 납차폐체의 즉시 이동/보강
- 불필요한 인원 통제와 효율적 관리를 위하여 3명의 전담 방사선안전원 배치
- 용접작업 시 모니터링을 위한 Watchman 배치 대신 작업부위에 원격카메라를 설치, 고방사선지역의 접근시간 단축
- 용접부의 연마작업 시 중량화 납차폐복 착용과 중준위 선량률 지역에서는 경량화 납차폐복을 착용, 납차폐복의 이원화로 효율적 방사선작업관리 수행



[그림 1. 가압기 이중 금속부 Overlay 작업사진]



[그림 2. 가압기 상/하부 납차폐]

[표 1. 해외원전 사례 및 국내 피폭선량 실적표]

해외원전사례	Braidwood	Comanche peak	Vogtle	평균
피폭선량 (man-mSv)	200	250	139	196
국내원전	고리 1호기		고리 2호기	
	목표	실적	목표	실적
피폭선량 (man-mSv)	190	147	157	100

## 결 과

고리 1호기의 작업별 목표선량을 해외원전 사례와 모의훈련 결과 데이터를 통하여 효율적인 목표선량을 산출하였고, 납차폐복의 경량화에 따른 착용 거부감 해소와 전작업자의 납차폐복 착용으로 목표 집단피폭선량인 190man-mSv 보다 낮은 147man-mSv로 약 23%의 저감효과를 거두었다.

또한, 고리 2호기는 고리 1호기 피폭선량 실적과 전주기 작업장 방사선량률 및 모의훈련 실적을 바탕으로 목표 집단피폭선량을 157man-mSv로 설정하였고, 실제 집계된 집단피폭선량이 목표 대비 36% 저감한 100man-mSv의 실적을 나타내었다. 특히 이는 고리 2호기의 출입인원이 고리 1호기 대비 23% 증가한 상황으로 용접작업 시 모니터링 방법 개선 및 납차폐복 이원화(중량/경량)에 따른 효과로 볼 수 있다.

## 결 론

국내원전 최초로 시행된 고리 1발전소의 ‘가압기 이중 금속부 Overlay 용접 작업’이 성공적으로 완료됨으로써 설비의 성능 향상과 발전소 안전성이 제고되었다. 특히, ALARA 개념에 입각한 방사선안전관리를 위하여 현장 작업조건을 반영한 모의훈련, 중준위 지역에 적합한 납차폐복 개선 및 전작업자의 납차폐복 착용유도, 그리고 작업환경 개선을 통한 작업시간 단축 등의 경험 사례를 제시함으로써 향후 국내 원자력발전소에 이와 유사한 작업 수행시 업무에 참고자료로 활용되었으면 한다.

## 참 고 문 헌

1. 고리 1, 2호기 가압기 Structural Weld Overlay 용접 정비 수행 계획서 [한국수력원자력(주)]
2. 고리 1, 2호기 계획예방정비 방사선안전관리 결과 수행보고서 [한국수력원자력(주)]
3. 고리 1, 2호기 계획예방정비 방사선안전관리 결과 수행보고서 [선광원자력안전(주)]