

복합식 삼중수소마스크 연구 개발

이세엽 · 김동균 · 문기원 · 김군열 · 양순환
(주)한국원자력엔지니어링
E-mail: kdk5109@hanmail.net

중심어 (keyword) : 삼중수소, 삼중수소마스크, 방사성입자, 필터

서론

월성원자력발전소와 같은 중수로형 원자력 발전소에서는 운전 중 생성되는 방사성 핵종 중 삼중수소가 많은 양을 차지한다. 삼중수소는 비교적 적은 에너지를 가지고 있으나 체내 흡입시 삼중수소는 피부와 혈액에 의해 온 몸에 전달되어 모든 전신에 피폭이 수반된다. 이러한 삼중수소에 의한 체내피폭을 방지하기 위해 월성원자력발전소에서는 흡입된 공기중에 존재하는 삼중수소가 열음정화통을 거치면서 열음에 흡착하게 되어 작업자의 내부피폭을 방지하는 구조를 가진 열음정화통 삼중수소마스크를 사용하고 있다.

그러나 1차 계통 개방작업 수행시, 특히 개방작업전 건조작업이 수행되는 경우에는 고농도의 삼중수소뿐만 아니라 비산이 용이한 형태로 계통에 존재하는 방사성입자의 체내흡입으로 인한 내부피폭가능성 또한 간과 할 수 없는 큰 문제이다.

그러나 현재 중수로발전소에서 사용하고 있는 기존 삼중수소마스크는 구조상 방사성입자에 대한 고려가 없다.

따라서 상술한 단점을 보완한 복합식 삼중수소마스크[일체형(삼중수소와 방사성입자 동시 포집 기능)]의 개발필요성이 대두되었다.

개발범위

1. 자료수집, 분석 및 세부적용기술 도출
가. 중수로 발전소 삼중수소마스크에 대한 자료수집

- 1) 각종 샘플 조사, 확보 및 분석
- 2) 성능시험 관련자료 조사 및 적용항목 검토
- 3) 기존마스크 장단점 분석
나. 중수로형 삼중수소마스크의 최적조건 도출
다. 면체, 커넥터, 정화통 요소기술 개발
- 1) 각 구성품 적용 기술 도출
- 2) 각 구성품별 개념 설계
2. 디자인 및 기구설계
가. 마스크면체와 정화통 디자인
1) 각 구성품별 유사 제품 조사 및 적용방안 검토
나. 면체, 정화통, 흡·배기구, 커넥터 기구설계
3. Mock-up 제작
가. 각 구성품별 Mock-up 제작
나. 결합 및 조립상태 확인 및 수정 보완
4. 금형 제작
5. 시사출 및 시작품 제작
6. 시작품 성능시험 및 보완 수정
7. 제작

실험 및 개발방향

1. 실험방법
가. 호흡호스 건조실험
기존 호흡호스를 대체할 호흡호스를 건조기의 온도를 45, 60, 80°C 각 1~3시간 간격으로 온도를 올려 젖은 상태로 건조율 및 호스의 상태 변화를 관찰 하였다.
나. 열음충진량 비교실험

기존 정화통과 모형 정화통에 얼음(2.5×4×2.5)을
충진하여 얼음충진량(개수) 및 부피를 비교

다. 얼음녹음시간 비교 실험

모형 정화통에 단열처리 및 단열처리를 하지
않는 상태에서 동일한 크기의 얼음을 충전 할
경우 상온 20℃에서의 30분 간격으로 총 14회
얼음의 녹음상태를 관찰

라. 단열, 단열처리 되지 않은 정화통, 기존 정화통
얼음녹음 비교 실험

온도 40℃로 설정된 건조기에 상기의 정화통을
넣어 얼음이 동일한 시간에 녹는지를 측정

라. 호흡용이성 실험

기존 정화통과 모형 정화통에 물 또는 얼음을
충진한 상태에서 호흡이 용이한지를 실험 대상
자를 조사



그림1. 단열, 비단열,
기존 정화통 얼음녹음
비교 실험




그림2. 모형정화통, 기
존정화통 호흡용이성
비교 실험

2. 각 구성품별 디자인 및 설계

가. 마스크 면체

| | | |
|--------|---|--|
| 기 존 |  | * 안면부 밀착 불량 * 호흡호스 분리 현상 빈발 |
| 개 발 |  | * 밀착성 향상 구조 * 호흡호스와의 결합 방식 향상(원터치방식) |

나. 정화통

| | | |
|--------|---|--|
| 기 존 |  | * 부피 과다로 작업시 장애 빈발 * 정화통 움직임 과다로 인해 작업 불편 |
|--------|---|--|

| | | |
|--------|--|---------------------------------------|
| 개 발 |  | * 제염 용이한 구조 * 정화통 벨트 개선 * 단열 효과 |
|--------|--|---------------------------------------|

다. 호흡호스

| | | |
|--------|--|---|
| 기 존 |  | * 고무특유의 냄새 발생 * 건조시간 과다 * 건조 불량 * 체결 불량 빈발 |
| 개 발 |  | * 나선구조로 건조 양호 * 경량화 * 건조시간 향상 |

라. 커넥터

| | | |
|--------|--|--|
| 기 존 |  | * 나사식으로 인해 결합시간 과다 * 나사산 마모로 인한 결합 빈번 |
| 개 발 |  | * 원터치 방식으로 간편한 탈부착 가능 |

결 론

상기 실험결과 호흡호스는 건조 및 열에 잘 견디
며 모형 정화통은 기존 정화통과 동일한 부피임 판명
되었고 정화통 단열처리, 호흡용이성 등이 설계에 반
영되어 연구개발품이 현장에 적용된다면 방사능 조건
에 상관없이 입자 및 삼중수소를 방호가 가능하여 작
업의 효율성 및 마스크 사용에 대한 사용의 편리성
나아가 현장 업무여건 및 업무효율을 개선하는데 크
게 이바지 하게 될 것이다.

본 연구는 한수원중소기업협력연구개발로 진행중.

참 고 문 헌

1. (주)한국원자력엔지니어링, 삼중수소방호호흡기 (2003)
2. (주)한국원자력엔지니어링, 삼중수소제거용가방 (2004)