

FMEA를 이용한 분말소화기 개발 절차 제시

남준석 · 정수환*

한국소방산업기술원, *(주)한국소방기구제작소

FMEA는 개발 제품에 대하여 예상 가능한 모든 고장양상이 사용자에게 어떤 영향을 미치며 고장의 원인이 어디에 있는지를 추정해가는 신뢰성 해석 방법의 하나로 ‘고장양상 영향분석’이라고도 한다. 설계단계에서 실행하여 목표 품질의 조기 확보와 양질의 제품을 제공하기 위한 것으로 양산되기 전에 설계 결함에 기인되는 잠재적인 고장모드에 중점을 두는 것을 DFMEA(Design Failure Mode and Effect Analysis), 제조 및 조립과정 상의 결함에 기인된 제품의 잠재고장모드에 중점을 두는 것을 PFMEA(Process Failure Mode and Effect Analysis)라 한다.

분말소화기는 1928년 Dugas(이후 Ansul에서 인수)에 의해 소개된 후, 1950년대에 작은 분말소화기로 가정용이 개발되었다. 또한, 1950년대 유럽으로부터 미국에 ABC분말소화기가 전해졌고, 일본을 거쳐 국내에 도입되었다. 이러한 사유로 국내에서는 외국의 제품을 모방하여 제조하는 제작 기술만을 가지고 있었으며, 소화기 부품별 개발요소에 대한 자료 또한 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 분말소화기 개발을 진행하여 국내 소화기 제조업체의 연구개발 방법을 제시하고자 한다. 분말소화기 개발 초기단계에 제품의 잠재고장모드 및 조립에 미치는 영향을 예측하여 잠재 안전문제를 해결하고 설계 요인에 대한 평가를 용이하게 하며 개선조치의 우선순위를 정하고자 DFMEA를 이용하여 개발절차를 제시하고자 한다.

FMEA의 적용단계는 다음과 같다.

1. 작성 : 설계, 제조, 조립, 품질, 신뢰성, 서비스, 구매, 실험, 협력업체 및 관련 전문가 참여
2. 시점 : 개발 또는 공정 변경 시 시작하고 DFMEA는 양산도가 출도되는 시점에서, PFMEA는 관리계획 수립 완료 후 종료
3. 적용 기본사항 :
 - System→Subsystem→Component 순으로 구성
 - 해석 수준 결정 : FMEA 전개 대상 단위 결정
 - 신뢰성 Block diagram : 구성 부품간의 기능관계를 명확성 확보(block이 독립일 경우 직렬 접속, block 중 2차적 기능을 가질 경우 병렬접속)
4. 적용순서
 - 부품의 기능 확인 → 해석 수준 결정 → 신뢰성 Block 작성 → 고장양상의 예측 → 고장의 영향 추측 → 고장의 원인 추측 → 현재의 설계관리상태 작성 → 정량분석(심각도, 발생도, 검출도) → RPN 산출 → 중요 문제 항목에 대한 대책 수립 → 문제 항목 개선 상태 F/U → 조치후 2차 RPN 산출 → 요구수준 확인 → 설계 적용 및 품질정보 비교

예상되는 고장의 심각도(Severity, S), 발생도(Occurrence, O), 검출도(Detection, D) 등에 관하여 평가기준을 설정해두고, 개개의 구성요소에 대해 고장 평가를 하고 이것을 종합하여 위험 우선순위(Risk Priority Number, RPN=S×O×D)를 구하고 값이 높을수록 중점적인 관리(개선활동)를 통해야 필요하여 개선활동을 통해 개발 소화기의 완성도를 높힐 수 있다.

Table 1. FMEA analysis of fire extinguisher

부품명	잠재적 고장형태	잠재적 고장영향	S	잠재적 고장원인	O	현재의 관리방법	D	RPN	Recmd 행동	책임성 및 경계선	개선내역
용기	도색불량	용기 부식		분체시간 및 회전수의 미비		분체시간 및 회전속도 관리			용기크기별 회전속도 선정 및 용기의 표면처리		
벨브 플러그 (헤드)	헤드의 나사부분 불량	기밀누설		가공치수불량		LOT별 치수관리			나사개이지 고정 및 일정회수 사용 후 공기교체		
호스 걸이	호스걸이 파손	호스 탈착		시간의 경과로 인한 플라스틱 취성이 약해짐		LOT별 치수관리			밴드형식으로 크기 변형가능		
통목 패킹	패킹의 빠져나옴	기밀누설		결합 시 휘틀림, 두께불량 내외경불량		LOT별 치수관리			치수관리 강화		
누름핀	부품이탈	소화약제방사 불량, 기밀누설		조립불량		부품별 치수관리			누름핀 조립 후 치수관리 화		
스프링	권선수 및 혼입	소화약제방사 불량 및 지연		스프링 탄성 상이		치수관리 및 육안확인			소화기별 스프링관리 및 스프링 탄성범위 선정으로 조작된 확보		
약제방출관	약제방출관 파손 및 이탈, 길이 불량	소화약제방사 불량 및 방사 시간 지연 및 잔량 OVER		조립불량, 사출불량		사출조건 일정 유지			사출조건 통일 및 LOT별 검사		
지시암력계	사용암력표시 이상, 헤드부분과의 게이지 체결부위 나사 불량	사용암력확인불가, 기밀누설		충격으로인한 이상, 나사가공 불량		성능검사품사용			암력계 주위공간 확보		
손잡이	손잡이 파손	소화약제방사 불량		사출불량		치수 및 두께 확인			내구성 테스트 및 두께/재질 변경		
봉인줄	안전핀 제거 조작력 이상	사용 시 사용시간 지연		안전핀 결합시 상이한방향으로 결합		LOT별 조작력 테스트			제질선정 및 급형주기선정		
안전핀	안전핀 구부러짐 발생 안전핀제거지연	소화약제방사 불량 소화기 사용시간 지연		외부충격 안전핀 고리 내경사이즈 작음		치수확인 및 조작력 테스트			굵기 증가 및 재질 변경 고리의 크기설계		
호스	노즐 구경 이상	소화약제방사 불량 및 지연		호스밴드체결 불량		LOT별 치수관리			지은설계 호스밴드체결 조작력 선정		
	구부러짐, 터짐	소화약제방사 불량 및 지연		제질불량		내압시험			지은설계 재질선정		
소화기걸이	소화기 파손 소화기 빼기 지연	소화기 추락 소화기 기울어짐		소화기 무게에 따라 소화기가 안정되게 걸리지 않음		제질 및 치수확인			용기의 총중량 고려한 재질 선정		
소화기 밀판	파손 및 이탈	소화기 부식 및 바닥에 놓을시 소화기가 넘어짐		사출불량 및 재질불량		LOT별 치수관리 재질 관리			제질변경, 용접 등의 방법으로 안정성 확보		

감사의 글

본 연구는 ‘재난안전기술개발 기반구축사업 산업화지원사업(소방분야)’중 ‘친환경 분말소화기(ABC, 5 lb) 개발 및 평가기준 제정’ 연구의 일환으로 이루어진 결과입니다.