

가정용 전기매트에 대한 화재 및 감전 시험법에 관한 연구

장인혁¹ · 이창훈² · 이영주² · 임홍우^{2*}

¹조선대학교, ²한국기계 전기전자시험연구원

The Testing Methods of the Fire and the Electric Shock on the Electric Pad Using the House

In-Hyeok Jang¹ · Chang-Hoon Lee² · Young-Joo Lee² · Houngh-Woo Lim^{2*}

¹Chosun University, ²Korea Testing Certification

In this paper, the evaluating test methods of the fire and the electric shock on the Electric pad using the house is proposed. We analyzed electric pad using magnetic shielded type hot wire because electric pad using the magnetic shielded type hot wire generally be used in the home. We analyzed FMEA in order to analyze the mechanism of the fire and the electric shock of the electric pad and designed testing methods (Durability tests on the environment, Mechanical durability tests, Electrical durability tests) obtained through the two-step QFD and tested. We verified the evaluating test methods of the fire and the electric shock on the Electric pad using the house through the analysis of the test results.

Keywords: Electric pad, Fire, Magnetic Shielded Type, Electric Shock, Mechanism

1. 서론

최근 산업의 발전과 국민소득의 증대로 인해 가전제품의 보급이 증가하는 추세를 보이고 있다. 소비자들은 기능에 대한 요구가 높아짐에 따라 다양화 되고 있으며, 무역개방과 함께 저가형 전기기기들의 수입이 늘어나고 있고 이에 따라 가전제품의 안전사고 역시 증가하고 있는 추세이다. 가전제품의 전기·기계적 요인으로 인한 화재의 피해현황은 소방방재청(2014, 2013) 자료를 참고한 <표 1>과 같다. 그중 전기매트는 가정 내 화재사고 품목별 현황 중 1위를 차지하며 전기화재의 주요 발화 원인중 하나이다. 발화 위험성에 대한 고찰에 대해 홍백성(2010)이 연구하였고, 발화 요인으로는 사용 중 이불을 장시간 덮어둔 채 방치하거나, 동작상태의 매트를 접은 상태로 방치하는 등의 축열조건 내 동작 또는 보관상의 부주의로 인한 단선 및 합선을 들 수 있다 전기매트로 인한 화재사고가 증가하는 만큼 제조업체 역시 제조기술 및 품질의 향상을 통해 제조사의 전기매트 설계 마진 안전센서 및 퓨즈 등을 통한 안전성 확보를 위해 노력하고 있지만, 장기간 사용으로 노후화된 제품에 대한 화재 및 감전 사고를 방지하기에는 한계가 있다(송재용 등, 2011). 또한 실제 가정 내에서 발

생한 전기매트 화재와 관련 현장에서 조사증거가 확보되었더라도 전기매트의 경우 내부 전열선의구조가 매우 섬세하여 정확한 원인 규명은 매우 어렵다. 또한 기존의 전기매트의 안전성평가에 대한 다양한 KS 안전규정 등이 존재하지만 이는 초기품을 대상으로 한 안전기준이며 장기간 사용으로 인한 노후화된 제품에 적용하기엔 다소 무리가 있다.

<표 1> 가정 내 화재사고 품목별 현황(상위 10대)

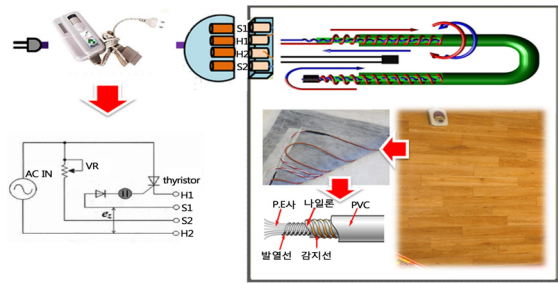
품목명	건수	구성비(%)
전기장판·매트	413	18.4
가정용 세탁기	150	6.7
화목보일러	134	6.0
가정용 냉장고	88	3.9
형광등용 안정기	71	3.2
전기보일러	67	3.0
김치냉장고	67	3.0
선풍기	60	2.7
텔레비전	56	2.5
리셉터클(소켓)	54	2.4

따라서 본 논문에서는 가정에서 사용 중 노후화된 전기매트의 화재 및 감전 고장모드를 제품 초기에 재현할 수 있는

* 교신저자 dyamond@krc.re.kr

2014년 6월 3일 접수; 2014년 8월 1일 수정본 접수; 2014년 8월 10일 게재 확정.

시험법을 제안하였다. 본 시험법은 일반적으로 많이 사용되는 무자계열선 방식의 전기매트를 대상으로 하였다. 발화요인 분석을 위해 FMEA를 실시하였고, 2단계 QFD를 통해 환경 내구성 시험, 기계적 내구성 시험, 과도 전기적 내구성 시험을 설계 및 시험하였다. 그리고 각각의 시험결과 분석을 통해 전기매트의 화재 및 감전에 대한 시험법을 검증하였다.



<그림 1> 전기매트의 구조

2. 전기매트 제품분석

2.1 전기매트 구조

일반적으로 무자계열선형<그림 1>과 같이 전기매트는 온도를 조절하는 조절기 및 스위치, 내부 발열선과 감열선 등으로 구성된다.

2.2 발열특성

전기매트온도 특성은 <표 2>와 같이 축열조건(이불, 전기매트 접힘) 동작상태 매트내부 평균 온도가 82.26 °C로 정상 동작 상태 평균 온도 49.5 °C보다 높았으며, 내부 열선의 눌림

<표 2> 전기매트 동작환경 및 시료상태에 따른 열화상 분석

정상동작				축열동작		
구분	피복	열선	접힌 열선부	피복	열선	접힌 열선부
시료 1	41.9	49.7	56	61.6	83.5	105.8
시료 2	39.6	50.1	58.1	58.6	80.1	104.8
시료 3	40.2	48.2	52.1	64.3	85.3	100.5
시료 4	41.1	49.3	55.1	62.1	79.5	103.2
시료 5	41.3	50.2	50.2	65.2	82.9	108.3
min	39.6	48.2	50.2	58.6	79.5	100.5
max	41.9	50.2	58.1	65.2	85.3	108.3
mean	40.82	49.5	54.3	62.36	82.26	104.52

<표 3> 전기매트 사고사례 및 고장분석

축열로 인한 화재	단선 및 합선	제어부 불량
<p>이불 덮기 전 이불 덮은 후</p>	<p>이불 덮기 전 이불 덮은 후 이불 덮기 전 이불 덮은 후 전기장판이 뜨겁다 보니 이불을 계속 덮어두면 내부의 열선 일부가 끊어지게 됩니다.</p>	
<p>축열 조건에서 사용</p>	<p>보관 부주의(접힌 상태보관)</p>	<p>퓨즈 과용량 교체</p>

이 있거나 접힘 부분이 정상부분에 비해 더 높은 것으로 확인되었다.

2.3 필드고장 분석

전기매트의 발화요인은 <표 3>과 같이 축열조건 내 사용, 전기매트의 사용 및 보관 시 접었다 폈다의 반복으로 인한 단선 및 합선, 제어부 오동작으로 인한 화재 등을 들 수 있다.

3. 시험법 설계

3.1 메커니즘 분석 및 추정

전기매트 FMEA 분석 결과 <표 4>와 같이 주요한 고장의 원인은 온도 컨트롤부의 전기적 과부하(SCR의 내부 전압 불

균형), 주회로 열화 및 손상(가변저항의 저항값 증대)과 전기장관 내부의 내부 피복 손상 및 단화(발열선과 감열 선에 의한 발열량에 의한 피복손상 및 보관상 부주의), 온도제어 불능(온도센서의 접속부 손상 및 구조상 결함) 등으로 발생빈도가 높은 것으로 추정된다. 따라서 이러한 위험고장의 원인에 대하여 FMEA를 다음과 같이 분석하였다.

3.2 QFD 1단계

QFD 1단계에서는 시스템 각각의 부분(또는 부품)의 고장 원인과 고장모드/메커니즘에 대한 객관적인 자료가 필요하다. 객관적인 자료로는 국내 및 국제 규격, 학회 및 학위 논문, 제품의 필드고장 사례, 실행시험 사례 등을 통하여 QFD 1단계에 적용하도록 한다(김종룡 등, 2008). 앞의 FMEA에서 구해진 RPN 값을 이용하여 전체 비율 내에 차지하는 각각의 RPN Scale 값을 구하고 그 값을 이용하여 RPN Score 유효성을 판

<표 4> 전기매트 FMEA 분석

전기매트 FMEA												
번호	부품 (Unit)	기능	고장형태		영향	치명도	원인		RPN	점검방법	조치방법 및 개선	
			고장형태	발생 빈도			검지도	검지도				
1	전해 커패시터	정류 · 평활 작용, 방전	단락	3	누설 전류 증가, 이상 파형 인한 회로 손상 및 발화 위험	4	과전압, 과대 리플전류, 역전압 인가	2	24	<ul style="list-style-type: none"> 육안검사 LCR Meter 사용 Multi Meter 비파괴검사 파괴검사 	<ul style="list-style-type: none"> 과전류 계전자 저항소자의 연결로 과전압, 과도리플로부터의 회로 보호 고용량 소자 사용 	
			단선	3			기계적 스트레스	2	24			
			정전용량 감소 및 손실증대	4			온도 스트레스나 리플전류에 의한 발열	3	48			
			누설 전류의 증대	4			고온 또는 저온 환경에 노출	3	48			
			전해액 누출	3			리드에 기계적 스트레스 또는 과전압, 역전압 등에 의한 내부 발열 및 내부 압력 상승	2	24			
			개변	4			고온 환경에서 내부압력 상승으로 인한 현상	2	32			
2	저항	전류, 전압 제어	균열성장	8	주변 회로 열화 및 손실, 전기적 특성 변화	8	내부 저항체와 전극간 단선 및 내부저항체를 보호하는 오버코팅 불량으로 인한 내부저항체의 전해부식으로 인한 저항값 증대	6	384	<ul style="list-style-type: none"> 육안검사 LCR Meter 사용 전기적 특성 검사 Multi Meter 비파괴검사 	저항 크기 변경	
			내외부 전극 연결 불량	8				6	384			
			전해부식	5				3	120			
3	가변저항	분압 전압의 위상 지연 조절	균열성장	7	주회로 열화 및 손실, 전기적 특성 변화	7	내부 저항체와 전극간 단선 및 내부저항체를 보호하는 오버코팅 불량으로 인한 내부저항체의 전해부식으로 인한 저항값 증대	5	245	<ul style="list-style-type: none"> 특성 검사 Multi Meter 비파괴검사 	저항 크기 조절	
			내외부 전극 연결 불량	5				5	175			
			전해부식	8				3	168			
4	SCR	전력 제어	단락	8	회로 제어 불가 내부 전압 불균형	8	열적 전기적 과부하	5	320	<ul style="list-style-type: none"> LCR Meter 사용 전기적 특성 검사 Multi Meter 	소자 재선정	
			단선	8				제조 공정상의 의한 현상	3			48
			오염	2								
5	발열선 및 감열선	전류의 흐름에 저항하여 열을 발생시키는 재료	용융	8	내부 피복 손상 및 단화	8	감열 선에 의한 줄열과 열선의 발열량이 합쳐져 피복의 손상	6	384	<ul style="list-style-type: none"> 육안검사 Multi Meter 	보관 주의	
			단락		화재		보관 부주의	8	512			
			단선				감전 및 화재					외부 장력

발생도 : 고장 발생 가능성을 1~10 사이의 값으로 추정
 치명도 : 고장이 소비자에게 미치는 영향도 1~10 사이의 값으로 등급 추정
 검지도 : 고장모드와 원인/메커니즘을 찾아서 시정조치 능력을 평가하여 1~10 사이 값으로 추정
 R P N : 발생도×치명도×검지도, 잠재고장모드에 의한 기대위험의 예측치

악하여 시스템에서 가장 우선적으로 개선해야 할 부분(또는 부품)을 결정한다. <표 5>는 우선 개선 부분 선정을 위한 QFD 1단계 매트릭스를 나타낸 것이다. QFD 1단계 결과 전기매트의 주 고장부위는 발열선 및 가열선이 가장 높게 추정되었고 주요 고장원인은 단락과 단선으로 확인되었다.

3.3 QFD 2단계

QFD 2단계는 1단계에서 결정된 RPN Score와 각각의 고장 모드별 점수별의 합계를 이용하여 다음<표 6>과 같이 결정하였다. 그 결과 전압상승과 온도가 주요 고장에 가장 큰 영향을 주는 고장모드로 확인되었다.

<표 5> QFD 1단계[전기매트]

고장부위 고장기구 (Failure Mechanisms) 고장원인 (Stresses and Performance)	가변저항			발열선 및 가열선			SCR			전해커패시터			
	균열 성장	내·외부 전극연결 불량	전해 부식	용융	단락	단선	단락	단선	균열	단락	단선	누설 전류의 증대	전해액 누출
RPN	245	175	168	384	512	512	320	48	48	24	24	48	24
RPN Scale	0.97	0.07	0.07	0.15	0.20	0.20	0.13	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01
온도	○	◎	◇	◎			◎	○				○	○
과전압				◎	◎		◎	◎	◎	○			
기계적 스트레스					◎	◎				○	○		
과대리플전류 인가												○	
온도변화				○	◎	◎		◎	◎				
습도	○	◇	○										
고온고습	◎	◎					○	◇					
진동	◎	○	○		○	○							
Score	24	22	7	21	21	12	21	22	18	6	3	6	3
RPN Score	2.32	1.52	0.46	3.18	4.25	2.43	2.65	0.42	0.34	0.06	0.03	0.11	0.03
유효성	24.16%			55.39%			19.16%			12%			

◎ : 9점, ○ : 3점, ◇ : 1점으로 평가하며 ◎이 9점 인 것은 ◎의 영향도가 다른 영향 도에 비해 매우 크다는 것을 나타낸다.

<표 6> QFD 2단계[전기매트]

시험방법(Test Methods) 고장모드(Failure Modes/Mechanisms)			고온 시험	고온 고습 시험	과전류 시험	기계적 스트레스	전압 상승	과대 리플 전류	진동
부품	고장모드	RPM Score							
가변저항	균열성장	2.32	○	○	-	-	-	-	◎
	내·외부 전극연결 불량	1.52	◎	◇	-	-	-	-	○
	전해부식	0.46	◇	○	-	-	-	-	○
발열선 및 감열선	용융	3.18	○	○	○	◎	◎	-	
	단락	4.25	◎	○	◎	◎	◎	-	○
	단선	2.43	○	◇	-	◎	◎	-	○
SCR	단락	2.65	◎	◎	◎	-	◎	-	-
	단선	0.42	○	◇	-	◎	◎	-	-
	균열	0.34	-	○	-	◎	◎	-	-
전해 커패시터	단락	0.06	-	-	-	-	○	-	-
	단선	0.03	-	-	-	-	-	-	-
	누설전류의 증대	0.11	○	-	-	-	-	○	-
다이오드	전해액 누출	0.03	○	-	-	-	-	-	-
	단락	3.8	◎	○	-	-	◎	-	-
	단선	4.05	○	◇	-	-	◎	-	-
	오염	1.6	-	○	-	-	-	-	-
저항	균열	0.43	-	-	-	-	○	-	-
	균열성장	3.18	○	○	-	-	◎	-	-
	내·외부 전극연결 불량	3.18	◎	◇	-	-	◎	-	-
LED 및 LED Display	전해부식	1.28	◇	◎	-	-	-	-	-
	패키지 열화	0.3	○	○	-	-	-	-	-
	광출력 열화	0.15	○	-	-	-	-	-	-
	색온도 열화	0.6	○	-	-	-	-	-	-
점수			190.65	81.41	71.64	95.58	248.79	0.33	46.86
순위			2	4	5	3	1	7	6

◎ : 9점, ○ : 3점, ◇ : 1점으로 평가하며 ◎이 9점 인 것은 ◎의 영향도가 다른 영향 도에 비해 매우 크다는 것을 나타낸다.

4. 시험 및 결과

2단계 QFD 결과 전기매트의 화재 및 감전의 주요고장 메커니즘은 주로 고온과 고온고습 등의 주변 환경적 요인과 서지 및 과전압, 과전류 등으로 인한 전기적 요인 그리고 매트 접음 및 눌림 등의 기계적 스트레스 등으로 분류할 수 있었다. QFD에서 분석한 환경적, 기계적, 과도 전기적인 요인 들을 뽑아 아래와 같은 내구성 시험을 설계하였고, 이를 실험을 통해 결과를 분석하였다.

4.1 환경 내구성 시험

전기매트의 환경 내구성 시험을 위해 고온고습시험(85 ℃

85% R.H), 고온 시험(100 ℃)의 각각의 상태에서 동작 상태와 무동작 상태 시험을 다음 <표 7>과 같이 실험하였다.




전기매트의 환경 내구성 시험을 위해 고온고습시험(85 ℃ 85% R.H), 고온 시험(100 ℃)의 각각의 상태에서 동작시킨 후 매트 내부 온도 측정 및 동작 정지 시간을 측정한 결과 <표 8>과 같이 고온 시험 전기매트의 내부 온도는 126.4 ℃로 축열 시험 내부 온도 121.9 ℃와 유사하였고 약 100시간 동작 후 정지하였다. 고온고습시험 전기매트의 내부 온도 120.9 ℃로 축열 조건과 온도조건은 유사하지만 약 150시간 동작 상태를 유지하였다. 무동작 상태에서 항온조 내에 방치한 경우 고온 고습시험에 방치한 매트 내 온도는 약 83.7 ℃, 고온 시험의 매트 내 온도는 113.6 ℃이었으며, 500시간 후 동작이 정지하였다.

온도컨트롤러의 경우 <표 9>와 같이 고온고습시험(85 ℃

<표 7> 환경 내구성 시험 방법

시험항목	시험방법	비고
고온고습 동작시험	(1) 온습도 : (85±2) ℃ (85±5)% R. H (2) 동작	완제품 (컨트롤러 챔버 외부 설치)
고온동작시험	(1) 온도 : (100±3) ℃ (2) 동작	완제품 (컨트롤러 챔버 외부 설치)
고온방치시험	(1) 온도 : (100±3) ℃ (2) 무동작	매트부, 온도컨트롤러
고온고습 방치시험	(1) 온습도 : (85±2) ℃ (85±5)% R. H (2) 무동작	매트부, 온도컨트롤러

<표 8> 환경별 전기매트 절연저항 비교

시험 항목	축열시험(이불+접음)		고온고습 동작시험		고온 동작시험	
						
동작여부	동작	동작	무동작	동작	무동작	
포화온도	121.9 ℃	120.9 ℃	83.7 ℃	126.4 ℃	113.6 ℃	
정지시간	100시간	150시간	500시간	100시간	500시간	

<표 9> 환경별 온도컨트롤러 내구성 시험

초기 시료	고온고습시험	고온 시험
		

85% R. H), 고온 시험(100 ℃)에서 외관케이스가 150시간 만에 열에 녹아 외관이 일그러지면서 스위치가 파손되었다.

70 ℃(외관케이스의 일그러짐이 없는 한계 온도)에서 1000시간 방치한 열화제품을 다음 <표 12>와 같이 실험하였다.

4.2 기계적 내구성 시험

화재 · 감전에 대한 기계적 내구성 시험은 KS C 2612의 굽힘 시험을 응용하여 <그림 2>와 같이 자체 제작한 굽힘 시험용 지그에 전기매트를 고정한 후 <표 10>과 같이 수행한 후 각 항목별 점검하였다.



<그림 2> 굽힘 시험용 지그

<표 10> 기계적 내구성 시험

시험항목	시험방법	비고
굽힘 시험	(1) 좌우 90° 굽힘 시험 (2) 동작	완제품

전기매트 굽힘 시험 결과 약 110,000회에서 동작이 정지하였다. 그 원인은 <표 11>과 같이 굽힘을 받는 부분의 저항이 상승 → 축열 현상 발생 → 열선 열화진행 → 열선 내구성 감소 → 지속적인 굽힘 반복으로 인해 열선이 단선되며 동작 정지하였다.

4.3 전기적 내구성 시험

전기매트 성능시험 및 안전성 시험을 위해 초기 품과 고온

<표 11> 전기매트 내부 열선

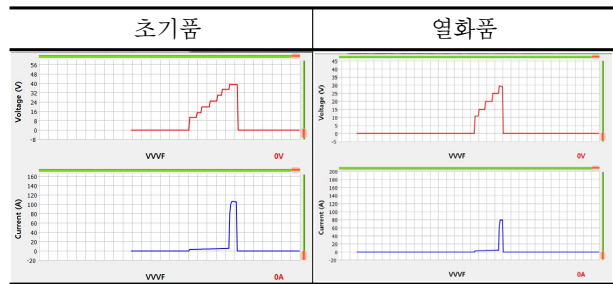
정상열선	열화된 열선	굽힘 시험 후 단선된 열선

<표 12> 과도전기내구성 시험 방법

시험항목	시험방법	비고
전압상승	- 전압 Step Up	초기품, 열화제품

온도컨트롤러 전압상승 시험 결과 <표 13>과 같이 초기품의 경우 약 800 V 내에서 동작이 정지되었다. 고온 시험 70 ℃에서 1,000시간 환경시험을 한 열화제품의 경우 약 600 V 내에서 동작이 정지되었다.

<표 13> 온도컨트롤러 과전압 상승시험



온도컨트롤러 동작 정지 원인은 전압상승 시험의 경우 <그림 3>과 같이 과전압 상승 시험의 경우 PCB기판 내의 저항의 탄화로 인해 동작 정지 하였다. 시험을 통해 열화제품의 경우 초기품에 비해 내부 반도체 소자 등이 열화 되어 보다 낮은 전압에도 탄화가 발생하는 것을 확인 할 수 있었다.



<그림 3> 과전압 시험 후 저항 탄화시료

<표 14> 전기매트 내구성 시험

구 분	시험항목	시험방법	점검사항	판정 기준	비고
환경 내구성 시험	고온동작 시험	(1) 온도 : (100±3) °C (2) 동작 (3) 100 h	기본 안전성시험 - 구조 - 온도상승 - 절연내력 - 절연저항	- 정상동작	완제품 (컨트롤러 챔버 외부 설치)
	고온고습 동작시험	(1) 온습도 : (85±2) °C (85±5)% R. H (2) 동작 (3) 150 h			
기계적 내구성 시험	굽힘 시험	(1) 좌우 90° 굽힘 시험 (2) 동작	100,000회	- 절연파괴	완제품
과도 전기적 내구성 시험	전압상승	(1) 전압 Step Up (2) (220 V~1 500) V (100 V간격)	초기품 : 800 V 이상 열화품 : 600 V 이상	정상동작	온도 컨트롤러 초기품 열화품 (70 °C, 1,000시간)

4.4 시험법 확정

시험결과를 바탕으로 실제 필드에서 발생할 수 있는 환경 내구성과 기계적 내구성 및 과도 전기적 내구성을 고려하여 <표 14>의 시험방법을 확정하였다.

5. 결 론

본 논문에서는 가정 내에서 사용 중 신뢰 수명 이후의 노후화된 전기매트의 화재 및 감전에 대한 시험법에 대해 연구하였다. 본 시험법은 일반적으로 가정 내 많이 사용되는 무자계 열선 방식의 전기매트를 대상으로 설계하였다. 본 시험법에 적용되는 전기매트의 발화요인 분석을 위해 FMEA를 실시하였고, 그 결과를 바탕으로 2단계 QFD를 설계하여 환경 내구성 시험, 기계적 내구성 시험, 과도 전기적 내구성 시험을 설계하였다. 환경 내구성 시험은 고온고습시험(85 °C 85% R.H), 고온 시험(100 °C)의 각각의 상태에서 동작과 무동작상태의 매트 내부온도와 동작 정지시간을 측정하였다. 그 결과 무동작 상태에서 고온고습 및 고온 시험의 경우가 실제 필드에서 발생하는 축열조건으로 인한 발화현상과 유사함을 발견하였다. 온도컨트롤러의 경우 고온 시험과 고온고습시험 모두 외관케이스가 녹아 스위치 파손 등으로 인해 동작이 불가능 하게 되어 실험법 적용에는 다소 무리가 있음을 확인하였다. 기계적 내구성 시험은 자체 제작한 굽힘 시험용 지그를 이용하여 실행한 결과 약 110,000회에 내부 열선 단선으로 인해 동작이 정지하였다. 전기매트의 동작 정지 원인으로서는 굽힘을 받는 부분의 저항이 상승→축열 현상 발생→열선열화진행→열선 내구성 감소→지속적인 굽힘 반복으로 인해 열선이 단선되며 동작 정지한 것으로 실제 필드에서 발생할 수 있는 사용부주의(접힘 동작)이나 장기간 보관부주의(접힘 상태 보관)로 인한 발화 메커니즘과 유사함을 확인하였다. 과도 전기적 내구

성 시험은 온도조절기 초기품과 열화품을 100 V 단계별 전압 상승 시 회로 파손 및 이상여부를 관측하였다. 그 결과 초기품에 비해 내부 반도체 소자 등이 열화 되어 보다 낮은 전압에도 탄화가 발생하는 것을 확인 할 수 있었다. 따라서 본 논문에서는 실제 필드에서 신뢰수명 이후의 노후화된 전기매트의 화재 및 감전에 대한 시범협에 대해 연구한 것으로 실제 필드 화재 조사와 관련 규격 및 문헌을 통해 FMEA 분석 및 QFD2 단계를 설계하였고, 이를 바탕으로 환경 내구성 시험, 기계적 내구성 시험, 과도 전기적 내구성 시험을 설계 및 실행하였다. 그리고 실험 결과를 바탕으로 시험법을 검증하였다. 추후 전원계통 노이즈인가 시험 및 다양한 스트레스 시험을 보완하고, 점검사항을 추가 개선시킨 후 보다 완성도를 높인다면 실제 가정 내에서 사용 중 신뢰수명 이후의 노후화된 제품의 화재 및 감전 위험이 높은 제품에 대해 열화에 대한 고장 메커니즘을 규명할 수 있으며 이러한 결과를 DB화하여 산업체에 보급함으로써 화재 및 감전에 안전한 제품을 생산할 수 있도록 설계 시부터 반영 가능할 것으로 예상된다.

참고문헌

- [1] 소방방재청 (2014), 2014년 화재발생현황 분석, pp. 1-17.
- [2] 소방방재청 (2013), 2013년 8월 전국 화재발생현황 분석, pp. 1-16.
- [3] 금종룡 · 서용석 · 이준구 · 박재운 (2008), FMEA를 활용한 디지털 신호처리기 보드의 진단 유효범위의 측정 한국 신뢰성학회지: 신뢰성응용연구, 제8권, 제2호, pp. 101-111.
- [4] 송재용 · 사승훈 · 남정우 · 김진표 · 조영진 · 오부열 (2011), 전기장판 열선 결함에 의한 전기화재 원인분석 한국안전학회지, 제27권, 제2호, pp. 7-12.
- [5] 홍백성 (2010), 전기장판류의 발화위험성에 대한 고찰 한국 화재감식학회지, 제2권, 제2호, pp. 17-28.