Flame Manikin Test System Under Simulated Fire Environment

Flame & Fire 실증평가시스템

"Committed To Quality"

FITI 시험연구원
FITI Testing & Research Institute

FITI시험연구원은 완제품 및 소재의 방염성능평가 전문시험기관으로 각 산업과 관련된 법규 및 요구기준의 부합 여부를 평가하는 다양한 시험 서비스를 제공하고 있습니다.
또한 소방장비관리법 제14조, 동일 법 시행령 19조에 따라 국내 첫 「소방장비 특수방화복 시험·인증기관」으로 지정되었습니다.

[지정번호 제2021-1호, 지정일자 : 2021.12.20]

완제품 및 소재 안전성 시험안내

소방장비표준규격, 특수방화복(KFS)-4-0014-2022-01

열 및 불꽃에 대한 위험으로부터 신체를 보호하기 위해 화재진압 시 착용하는 특수방화복의 요구 성능을 국가 표준에 따라 시험을 진행하고 적합 여부의 평가 서비스를 제공하고 있습니다.

시험구분		시험표준	성능기준	시험장소
완제품	계기화된 인체모형을 이용한 전달에너지 측정	KS K ISO 13506-1	2도, 3도 화상 전체 몸통 50% 이하	본원
소재	불꽃에 노출시 열전도성 측정	KS K ISO 9151	$HTI_{24} \geq 17$초, $HTI_{24} - HTI_{12} \geq 6$초	본원
	복사 열원 노출 시 재료 및 재료 구성품 평가	KS K ISO 6942	$RHTI_{24} \geq 26$초, $RHTI_{24} - RHTI_{12} \geq 8$초	본원
	가열실린더에 의한 접촉열	KS K ISO 12127-1	압축 전도 내열성(CCHR) 등급(t_t) 13.5초 이상	본원
	열풍 순환 오븐에서의 대류열 저항성 시험	KS K ISO 17493	(260~265)℃, 5분 노출 후 치수변화율 ± 5 % 이하	오창
	한계 불꽃 확산에 관한 시험	KS K ISO 15025	평균 잔염시간 2초 미만, 탄화길이 100 mm 미만	오창

Flame & Fire 실증평가 시스템 소개

전신 화염 마네킨

· 134개의 정밀 구리 열 센서를 통해 전신 Heat flux 측정

위치	수량	위치	수량
머리	9	팔	20
몸통	49	허벅지	28
종아리	20	손 & 발	8

· 센서 : (0 ~ 175) kW/m² Heat flux 측정 가능
· 1도, 2도, 3도 화상, 열 통증 부위 및 면적 산출 가능
· 연소 공정을 야기하지 않는 내화성, 열적 안정성이 우수

버너 시스템

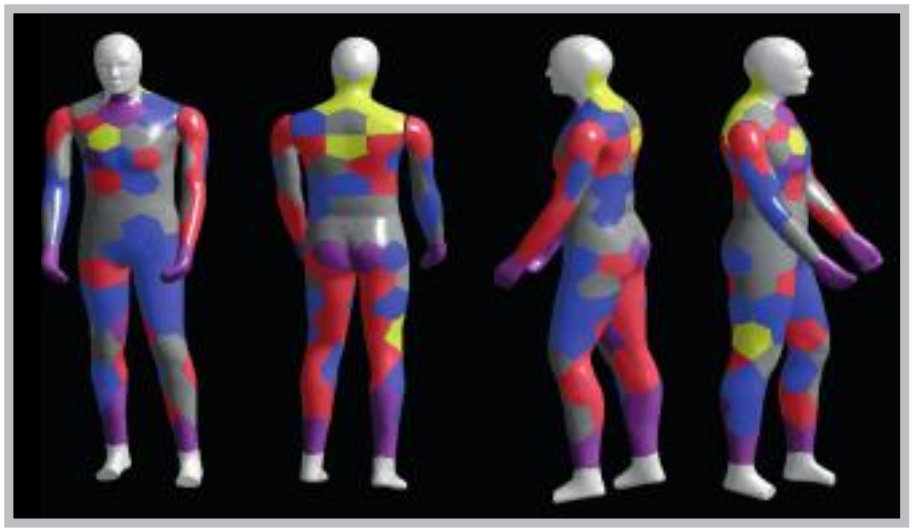
· 균일한 화염 노출을 위한 12개 버너 시스템
  [개별 이동 및 각도 조절 가능]
· Heat flux 평균 84 kW/m²의 화염 휩싸임 환경 구현
· 화염 노출시간 조절 가능 [최대노출시간 12초]

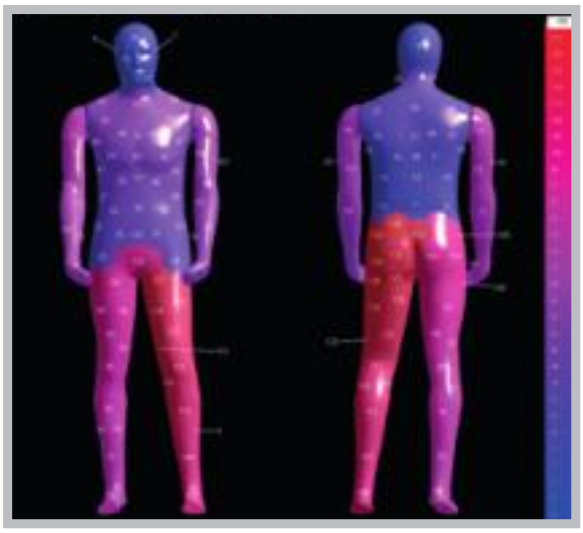
Flame & Fire 실증평가 프로세스

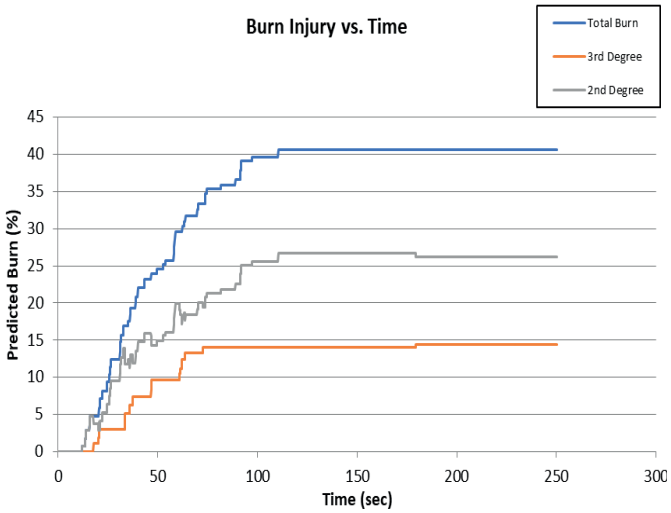
Flame Exposure 10 Seconds 적용 후 외관

데이터 수집 시스템

화염마네킨 센서에서 수집된 데이터를 기반으로「 화상 예측 알고리즘 」을 작성







< Data Acquisition System >

온도범위	1st Deg Burn Area (%)	2nd Deg Burn Area (%)	3rd Deg Burn Area (%)	Clothed 1st Deg Burn Area (%)	Clothed 2nd Deg Burn Area (%)	Clothed 3rd Deg Burn Area (%)
Back (ISO)	4.24	0.00	0.00	4.24	0.00	0.00
Chest and Abdomen (ISO)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Left Arm (ISO)	8.61	0.00	0.00	8.61	0.00	0.00
Left Leg (ISO)	0.00	9.30	0.00	0.00	9.30	0.00
Right Arm (ISO)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Right Leg (ISO)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
System	1.75	1.77	0.00	1.75	1.77	0.00

화상 예측 시스템 및 화상 예측 방법

· 열 노출 결과로 예상되는 총 화상 영역 측정, 각 센서의 화상 부상 수준 예측
· 1도, 2도, 3도 화상 예측 시간 측정

입력값 : 흡수 열류량
(absorbed heat flux values, kW/m² 또는 cal/s·cm²)

↓

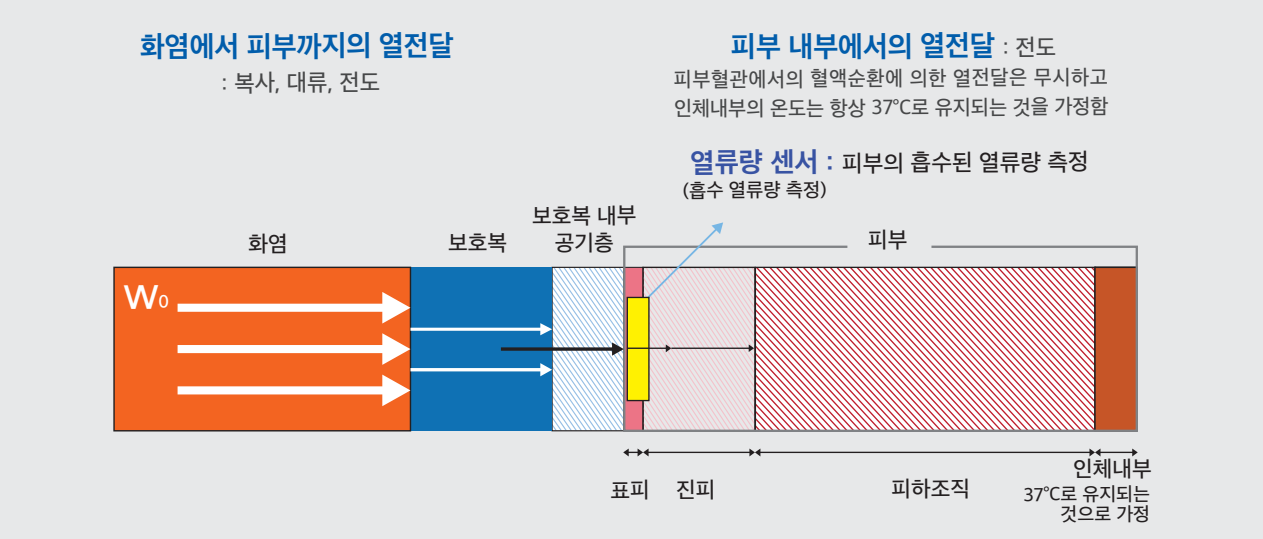
Step 1
피부 깊이에 따른 온도분포 예측

↓

Step 2
피부화상계수(omega) 계산

↓

Step 3
화상위험 분석지표 출력



피부화상 예측계수(Ω)

· 계산식

$$\Omega = \int P e^{-\left(\frac{\Delta E}{RT}\right)} dt$$

Ω : 화상에 대한 변수로, ≥1인 값은 화상 예측을 나타낸다.
t : 노출시간 및 데이터 수집기간 (s)
$P(x, T)$: 지수 앞자리 항(깊이 및 온도에 따라 달라지는 값) (1/s)
e : 수학상수(오일러수) = 2.7183
$\Delta E(x, T)$: 활성화 에너지(깊이 및 온도에 따라 달라지는 값) (J/kmol)
R : 일반기체상수(8314.5 J/mol·K)
$T(x, t)$: $T(0, t)$, $T(75, t)$, $T(1200, t)$와 같이 규정 깊이 (x)와 시간(t)에서의 온도(T) (K)

단, P, ΔE/R : 피부깊이, 온도에 따라 다른 값 입력

화상	온도범위	P	ΔE/R
2도	317.15K ≤ T ≤ 323.15K (44°C ≤ T ≤ 50°C)	$2.185 \times 10^{124} s^{-1}$	93 534.9 K
	T > 323.15K (T > 50°C)	$1.823 \times 10^{51} s^{-1}$	39 109.8 K
3도	317.15K ≤ T ≤ 323.15K (44°C ≤ T ≤ 50°C)	$4.322 \times 10^{64} s^{-1}$	50 000 K
	T > 323.15K (T > 50°C)	$9.389 \times 10^{104} s^{-1}$	80 000 K

ISO 13506-2

· 판정기준
Ω > 0.53 : 1도 화상
Ω > 1 : 2도 화상
Ω > 1 : 3도 화상

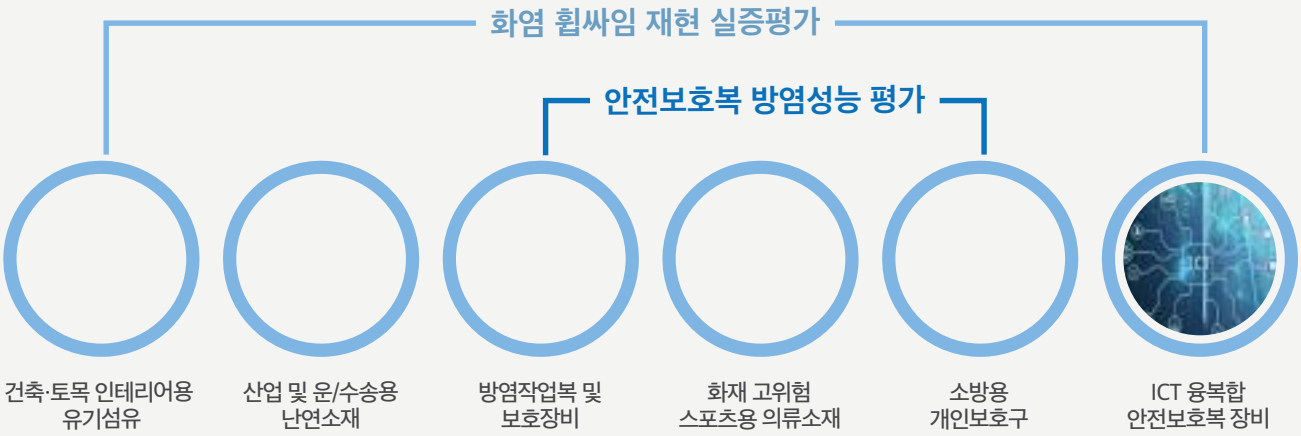
화염 마네킨 평가 필요성

열 및 불꽃에 대한 보호복은 피부 화상을 유발할 수 있는 위험으로부터 착용자를 보호하기 위함입니다. 소재 평가의 경우 소재 자체에 대한 성능만 평가되지만 모의 화재 환경을 구현한 화염 챔버 내에서 화염 마네킨에 보호복 앙상블을 착용 후 화염에 노출시키는 실증평가 시스템을 통하여 인체에 전달되는 에너지를 측정할 수 있으며 그 에너지를 이용하여 실제 발생되는 화상 정도를 예측할 수 있습니다.

화염 마네킨 평가 적용 국외 표준 및 규격

· ISO 13506-1, ASTM F1930-17, BS EN 469, BS EN 1486,

응용분야 및 평가



평가·인증·시험 지원 범위

01
난연성 소재/제품의
국내외 표준 기반 시험·인증

02
소재 · 부품 · 완제품 연계
핵심성능 평가 지원

03
화염 휩싸임 환경 모사
평가법 및 평가기준 개발

www.fiti.re.kr

- **기능성평가센터 시험 담당자**
  홍석민 책임 연구원
  T.02-3299-8299 M. hongsm@fitiglobal.com
  김창성 선임 연구원
  T.02-3299-8071 M. kc13@fitiglobal.com

- **본원**
  서울특별시 강서구 마곡중앙8로3길 79
  T. 02-3299-8000
  F. 02-3299-8161

- **강남지원**
  서울특별시 강남구 테헤란로 518 섬유센터 3F
  T. 02-528-0983
  F. 02-528-0990

- **경기·강원 지원**
  서울특별시 금천구 벚꽃로 254 월드메르디앙 벤처센터 1차 302호
  T. 02-2113-8120
  F. 02-2113-8130

- **강북사무소**
  서울특별시 성동구 아차산로 49 서울숲코오롱디지털타워 3차 801호
  T. 02-3299-8080
  F. 02-3299-8089

- **경기사무소**
  경기도 안산시 단원구 동산로 76 타원TAKRA2 지식산업센타 B131호
  T. 031-362-4295
  F. 031-362-4214

- **산업환경시험센터**
  충청북도 청주시 청원구 오창읍 양청3길 21
  T. 043-711-8800
  F. 043-711-8804

- **대전지원**
  대전광역시 유성구 테크노4로 17 대덕비즈센터 7층 C동 701호
  T. 042-623-5156
  F. 042-621-5143

- **전주지원**
  전라북도 전주시 덕진구 반룡로 109 전북테크노파크 벤처지원동 2층 211호
  T. 063-746-9580~9582
  F. 063-716-9583

- **대구지원**
  대구 서구 와룡로 498
  T. 053-551-2150
  F. 053-551-2148

- **부산지원**
  부산 동구 중앙대로 248번길 14
  T. 051-463-5462
  F. 051-462-8803

- **울산지원**
  울산광역시 중구 종가로 362-11 울산그린카기술센터 501호
  T. 052-700-1580~2
  F. 052-700-1583

- **광주사무소**
  광주광역시 광산구 평동산단로 184-1 평동비즈니스센터 4층 401호
  T. 062-710-7090~7093
  F. 062-710-7094