

# UL의 소화기 소화성능시험 소개

이 두 형/기초시험실 연구원

## 1. 서 언

초기화재의 진압에 가장 유효한 도구의 하나로서 널리 사용되고 있는 소화기의 성능을 평가하는데 있어 중요한 요소로 소화성능시험을 꼽을수 있다.

세계 각국에서는 그 나라의 여건에 적합한 시험기준을 채택하고 있는데 미국 UL의 경우 우리나라의 시험방법과 상이한 소화성능시험을 실시하고 있다.

본고에서는 UL의 소화기 능력단위 산정을 위한 소화성능시험(UL 711기준) 방법을 A, B급 화재시험을 중심으로 소개하기로 한다.

## 2. 일반사항

가. UL기준에서 규정하고 있는 A급 소화기의 능력단위 산정은 3가지 형태의 화재시험을 실시하도록 되어있다. 즉 목재크립화재시험(Wood-Crib Fire Test), 목재판넬화재시험(Wood-Panel Fire Test), 대패밥화재시험(Excoelsior Fire Test)을 실시했을때 연속해서 소화할수 있어야 한다.

나. A급소화기의 능력단위별 적용화재시험의 형태는 <표 1>과 같다.

<표 1> A급소화기 능력단위별 적용화재 시험

능력 단위	화재 시험의 형태
A급 1단위 ~A급 6단위	해당능력단위 크기의 목재크립화재시험, 목재판넬화재시험, 대패밥화재시험
A급 10단위	A급 10단위 크기의 목재크립화재시험, A급 6단위 크기의 목재판넬화재시험
A급 20단위이상	해당능력단위 크기의 목재크립화재시험

다. 대형소화기(통상 차륜식소화기)의 A급화재 소화 능력단위 산정은 목재크립화재시험만을 근거로 산정한다.

라. B급소화기의 능력단위는 각 능력단위별로 규정된 철제 4각모형에 가연성액체연료(n-Heptane)를 담아 실시한 화재시험에 의하여 산정한다.

마. B급화재 소화능력단위는 소화작업전문가(expert operator)가 연속해서 소화한 모형면적의 40%를 그 능력단위로 한다.

(예) B급 40단위의 경우

○ 소화모형의 크기 : 10ft × 10ft

○ 연소면적 : 100ft<sup>2</sup>

○ B급소화능력단위 : 연소면적 × 0.4

= 100ft<sup>2</sup> × 0.4 = 40단위

바. 모든 화재시험은 경험이 풍부한 전문가에 의해 실시되어야 하며, 소화작업자는 방열복, 내열장갑 및 자장식호흡구(SCBA)등의 보호용구를 착용하여 열로부터 보호한다.

사. A급소화기(A급 1단위 소화기는 제외)및 B급소화기의 유효방사시간은 13초 이상이어야 한다. 유효방사시간은 규정량의 소화약제를 충전하여 70°F(21.1°C)로 유지시킨후 소화기의 정상조작위치에서 방사시험을 실시하여 측정한다.

### 3. A급화재 소화능력시험

#### 가. 목재크립화재시험(Wood-Crib Fire Test)

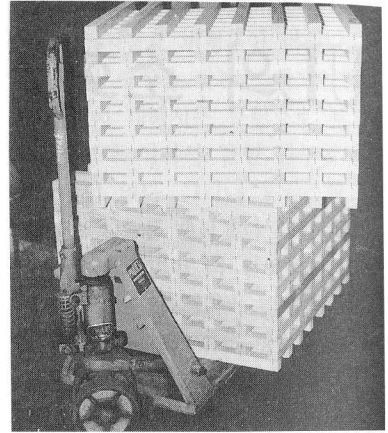
(1) A급 10단위까지의 목재크립화재시험은 시험에 필요한 산소공급과 시계확보를 위해 충분히 넓은 무풍상태의 실내에서 실시한다. [높이 약 24ft(7.3m), 용적 57,000ft<sup>3</sup>(1615m<sup>3</sup>)이상의 시험장]

(2) A급 10단위를 초과하는 목재크립화재시험은 비나 눈이 내리지 않고 풍속이 3~8mile/hr(1.3~3.6m/sec)인 고요한 대기상태의 옥외에서 실시한다.

(3) 목재크립은 2×2in(38×38mm)나 2×4in(38×89mm) 규격의 건조된 가문비나무 또는 전나무로서 수분함유율이 9~13%인 목재층으로 구성한다.<사진1>

목재크립은 균일한 간격을 유지하고 각 층은 서로 직각을 이루도록한다. 각 능력단위별 목재의 규격 및 수량은 <표 2>와 같다.

(4) 목재크립은 <표 3>에 규정된 높이로 콘크리트 블럭위에 2개의 철제앵글(규격 : 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>×2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>in) 지지대를 사용하여 설치한다.



<사진 1> 목재크립화재시험용 모형

(5) 목재크립의 점화는 목재크립 아래에 놓인 점화용 강철편안에 <표 3>에 규정된 양의 n-Heptane을 넣어 실시한다.

(6) A급 4단위이하인 소화기의 목재크립화재시험은 점화용 연료에 점화시켜 2~4분간 연소시킨후 목재크립을 8~10분간 연소시키거나 목재크립 상부 3

<표 2> 목재크립모형의 구성

Classification and Rating	Number of Wood Members	Size and Length of Wood Members,		Arrangement of Wood Members in Crib
		Nominal Inches	Actual mm	
1-A	50	2 by 2 by 20	38 by 38 by 508	10 layers of 5
2-A	78	2 by 2 by 25-5/8	38 by 38 by 651	13 layers of 6
3-A	98	2 by 2 by 30-3/4	38 by 38 by 781	14 layers of 7
4-A	120	2 by 2 by 33-3/8	38 by 38 by 848	15 layers of 8
6-A	153	2 by 2 by 38-3/8	38 by 38 by 848	17 layers of 9
10-A	209	2 by 2 by 47-1/2	38 by 38 by 1207	19 layers of 11
20-A	160	2 by 4 by 62-1/4	38 by 89 by 1581	10 layers of 15 on edge 1 top layer of 10 flat
30-A	192	2 by 4 by 74-5/8	38 by 89 by 1895	10 layers of 18 on edge 1 top layer of 12 flat
40-A	224	2 by 4 by 87-1/8	89 by 89 by 2213	10 layers of 21 on edge 1 top layer of 14 flat

<표 3> 목재크립모형의 배치 및 연료량

Classification and Rating	Flammable Liquid Pan Size,		n-Heptane Charge,		Height of Supports Above Floor or Grade,	
	Inches	mm	U. S. Gallons	L (dm <sup>3</sup> )	Inches	mm
1-A	21 by 21 by 4	533 by 533 by 102	1/4	0.95	16	405
2-A	21 by 21 by 4	533 by 533 by 102	1/2	1.90	16	405
3-A	27 by 27 by 4	686 by 686 by 102	3/4	2.85	16	405
4-A	27 by 27 by 4	686 by 686 by 102	1	3.80	16	405
6-A	32 by 32 by 4	813 by 813 by 102	1-1/2	5.70	16	405
10-A	38 by 38 by 12	965 by 965 by 305	2-1/4	8.50	32	810
20-A	54 by 54 by 12	1372 by 1372 by 305	4-1/2	17.00	32	810
30-A	66 by 66 by 12	1676 by 1676 by 305	6	22.70	32	810
40-A	76 by 76 by 12	1930 by 1930 by 305	10	37.90	32	810

줄의 목재 직경이 3/4~1in(19~25mm)로 감소될 때까지 연소시킴후 소화를 개시한다.

A급 4단위를 초과하는 소화기의 경우에는 점화용 연료에 점화시켜 2~4분간 연소시킴후 목재크립을 6~7분간 연소시키거나 목재크립 상부 3줄의 목재 직경이 원래의 1/2~2/3로 감소될 때까지 연소시킴후 소화를 개시한다.

(7) 목재크립화재의 소화는 최초에 6ft(1.8m) 거리에서 시작하되 점차로 소화거리를 단축할 수 있다. 소화작업은 목재크립의 상부, 하부 및 측면에서 실시할 수 있으나 어떠한 경우에도 목재크립의 뒷면에서는 실시할 수 없다.

(8) 목재크립을 연소시키는 동안 일정한 시간간격으로 다음 사항들을 관찰하여 기록한다.

- 목재크립 상부로부터의 화염높이
- 화염에 휩싸인 목재크립 측면면적
- 점화용 연료(n-Heptane)의 완전연소시간

(9) 목재크립화재의 소화를 실시하는 동안 다음 사항들을 기록한다.

- 소화기 작동시간
- 목재크립화재가 소화된 시간
- 유효방사가 완료된 시간

(10) 목재크립화재의 소화가 완료된 후 잔여의 존재 여부, 잔여위치, 잔여의 증가 또는 감소여부 및 재연 여부를 관찰하여 기록한다.

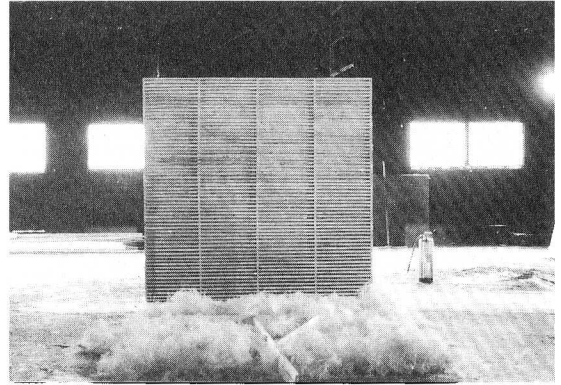
(11) 위의 시험방법에 의하여 실시된 시험결과 재연하지 않거나 연기를 내면서 계속 타지않으면 소화된 것으로 판정한다.

#### 나. 목재판넬화재시험(Wood-Panel Fire Test)

(1) 규정된 크기의 목재판넬을 지지대를 사용하여

가.항 (1)에 규정된 실내에 설치한다. 목재판넬은 연소하기 쉬운 목재에 대하여 넓은 표면적을 제공하기 위하여 일정한 간격을 둔 수평받침목들이 부착된 4각의 목재로 구성되어 있다.

이때 사용되는 4각의 목재는 규격이 3/4×3/4in(19.1×19.1mm)이며 수분함유율이 9~13%인 건조한 가문비나무이다.



<사진 2> 목재판넬화재시험 모형

(2) <표 4>에 규정된 양의 대패밥을 균등하게 나누어 4열로 배치한다.(대패밥은 건조시킨 참피나무, 포플러, 백양목의것을 사용한다.) 풀어 헤쳐놓은 대패밥 열들은 시험용 목재판넬의 폭과 같도록 하고 판넬의 정면에서 약 10ft(3m)이내에 위치시킨다.

(3) 시험실시 15분이내에 목재판넬의 뒷면이 수직이 되도록 설치한 다음 <표 4>에 규정된 양만큼의 Grade No.2 Oil(ASTM D396-78)을 목재판넬의 전면 에 고르게 뿌려준다. A급 1단위와 A급 2단위 목재판넬화재시험의 경우에는 물뿌리개형의 통을 사용하고 A급 3단위 이상의 목재판넬화재시험의 경우에는 2갤용량의 소화기에 연료를 담아 가압하여 뿌려준다.

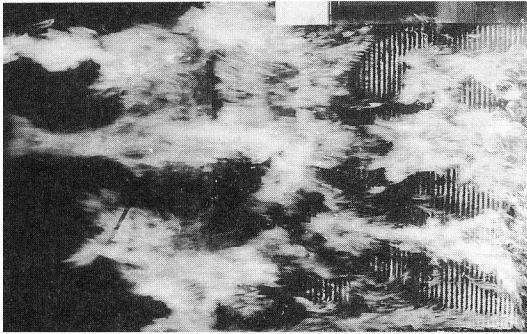
<표 4> 목재판넬모형의 크기 및 연료량

Rating-Class	Test Panel Size,		No.2 Fuel Oil(ASTM D396-78) Applied,		Excelsior Windrow Material,	
	Feet	m	U. S. Gallons	L (dm <sup>3</sup> )	Pounds	kg
1-A	8 by 8	2.45 by 2.45	1	3.80	10	4.55
2-A	10 by 10	3.05 by 3.05	2	7.55	20	9.05
3-A	12 by 12	3.65 by 3.65	3	11.35	30	13.60
4-A	14 by 14	4.25 by 4.25	4	15.15	40	18.15
6-A	17 by 17	5.20 by 5.20	6	22.70	60	27.20

만일 연료가 흘러 넘쳐서 바닥에 고이게 되면 고무 등을 사용하여 제거한다.

(4) n-Heptane 60~120ml를 세척병을 사용하여 대패밥 첫번째 열의 아래부분에 뿌리고 그 중앙에 점화한다.

(5) 점화후 45초가 경과하면 두번째 열의 대패밥을 연소중인 첫번째 열의 대패밥에 밀어넣는다. 동일한 방법으로 네번째 열까지 밀어넣어서 연소시킨다.



<사진 3> 연소중인 목재판넬화재시험 모형

(6) 점화개시후 3분 20초가 경과하면 남아있는 모든 대패밥을 목재판넬 정면에서 제거한다. 이때가 목재판넬모형이 가장 격렬하게 연소하는 때이다.

(7) 점화후 4분 15초와 5분 15초 사이에 연소중인 목재판넬의 아래부분[바닥으로부터 6~30in(150~760mm)높이]의 목재가 가장 심하게 손상되어 목재판넬로부터 떨어져 나오게 된다. 이때부터 5초후에 목재판넬로부터 약 10ft(3.05m) 이상의 거리에서 소화기를 개시하되 점차로 거리를 단축할 수 있다.



<사진 4> 목재판넬화재 소화시험 장면

(8) 시험을 실시하는 동안 다음 사항들을 기록하여야 한다.

- 각 열의 대패밥을 밀어넣은 시간
- 대패밥을 제거시킨 시간
- 소화기 작동시간
- 목재판넬화재가 소화된 시간
- 유효방사가 완료된 시간

(9) 목재판넬의 소화가 완료된 후 잔염의 존재여부, 잔염위치, 잔염의 증가 또는 감소여부 및 재연여부를 관찰하여 기록하여야 하며, 만일 재연되었을 경우에는 그 시간을 기록한다. 또한 사용된 소화약제의 양과 목재판넬의 탄화상태 및 뒷면의 상태를 관찰하여 기록한다.



<사진 5> 소화시험이 완료된 목재판넬모형의 모습

(10) 위의 시험방법에 의하여 실시된 시험결과 목재판넬화재를 완전히 소화시킬수 있어야 하고 바닥으로부터 3ft 6in(1.1m) 높이에 있는 목재를 떼어내어 관찰했을때 타지않은 부분의 직경이 약 1/4in(6.4mm) 정도 존재한다면 그 모형은 소화된 것으로 판정한다. [원래의 목재 직경은 3/4in(19.1mm)임]

#### 다. 대패밥화재시험(Excelsior Fire Test)

(1) 대패밥화재시험은 가.항 (1)의 규정에 적합한 무풍상태의 실내에서 실시한다.

(2) 대패밥은 건조시킨 참피나무, 포플러, 백양목을 가공한 것으로하며 능력단위별 대패밥의 양과 시험

면적은 <표 5>의 규정에 따른다.

<표 5> 대패밥의 양과 시험면적

Rating - Class	Weight of Excelsior		Test Area	
	Pounds	kg	Feet and Inches	m
1-A	6	2.70	2ft10in by5ft8in	0.85 by 1.75
2-A	12	5.45	4ft by8ft	1.20 by 2.45
3 A	18	8.15	4ft11in by9ft 9-1/2in	1.50 by 3.00
4-A	24	10.90	6ft by10ft 8in	1.85 by 3.25
6-A	36	16.35	6ft11in by13ft 11in.	2.10 by 3.95

(3) 능력단위별로 규정된 양의 대패밥을 철판위나 건조한 콘크리트 바닥위에 고르게 풀어 헤쳐서 <표 5>에 정해진 면적내에 배치하고 높이가 1ft(300mm)가 되도록 쌓아 놓는다.

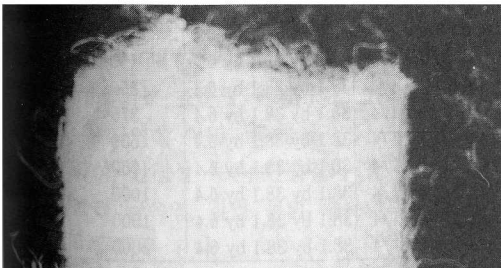
(4) 2~4온스(60~120ml)의 n-Heptane을 대패밥모형의 한쪽 긴변에 뿌리고 그 중앙에 점화시킨다.

(5) 화염이 대패밥모형의 중앙에 도달했을때 모형의 긴변으로부터 15ft (4.6m)의 거리에서 소화를 개시하되 점차로 거리를 단축할 수 있다.

(6) 시험을 실시하는 동안 다음 사항들을 관찰하여 기록하여야 한다.

- 소화기 작동시간
- 대패밥화재가 소화된 시간
- 유효방사시간

(7) 대패밥화재가 소화된후 잔염의 존재여부, 잔염 위치, 잔염의 증가 또는 감소여부 및 재연여부를 관찰하여 기록해야하며 만일 재연되었을 경우에는 그 시간을 기록한다. 또한 사용된 약제의양과 남은 대패밥의 상태도 기록한다.



<사진 6> 대패밥화재시험 모형

## 4. B급화재 소화성능시험

### 가. 시험조건

(1) B급 20단위까지의 소화성능시험은 “A급화재 소화성능시험”의 가.항 (1)규정에 적합한 실내에서 실시하며 B급 20단위를 초과하는 경우에는 가.항 (2)규정에 적합한 옥외에서 실시한다.

(2) 시험용 연료는 다음의 물성치를 갖는 n-Heptane을 사용한다.

#### Distillation —

Initial Boiling Point	203°F (95°C)
50 Percent	206°F (96.7°C)
Dry Point	208°F (97.8°C)
Gravity° API	68.8(not critical)
Specific Gravity (60°F/60°F)	
(15.56°C/15.56°C)	0.7064(not critical)

### 나. 시험방법

(1) 소화성능시험을 실시하기 전에 소화기의 최소 유효방사시간을 측정해야 한다. 유효방사시간은 <표 6>의 규정치 이상이어야 한다.

(2) 소화성능시험에 사용하는 모형은 깊이가 8in (203mm) 이상인 강철제 4각모형 (두께 1/4in(6.4mm)이상)에 두께가 3/16in(4.8mm) 이상인 앵글을 보강한 것으로 한다. 각 능력단위별 모형의 크기, 규격 및 연료량은 <표 6>에서 규정되어 있다.

(3) 시험용 연료인 n-Heptane을 2in(51mm) 두께로 모형에 붓는다. 연료층의 표면은 모형의 상부로부터 6±1/4in(152±6mm) 아래에 위치하도록 물을 가하여 조절한다.

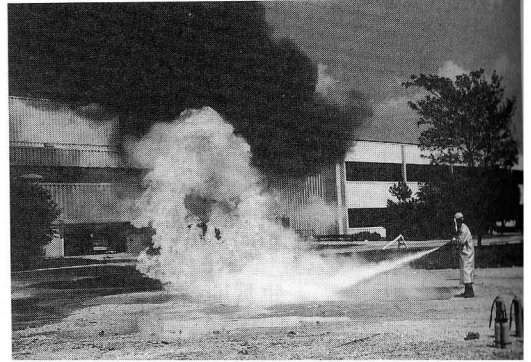
(4) B급화재시험모형에 점화하여 60초동안 연소시킨다음 소화를 개시한다. 소화작업방법은 각 소화기의 방사특성에 적합하여야 한다. 분말소화기의 경우에는 소화모형의 한쪽면만을 사용하여 비질하듯이 노즐을 신속히 좌우로 이동하면서 소화한다. 이산화탄소소화기의 경우에는 소화기 혼(Horn)을 연소면 위에 접근 시켜서 가능한 최상의 질식효과를 얻을 수 있도록 한다. 이때 소화자는 소화모형의 어느쪽에서도 소화할 수 있다.

소화작업을 실시하는동안 어느경우에도 소화작업자의 신체부분이 소화모형을 넘어가서는 안된다.

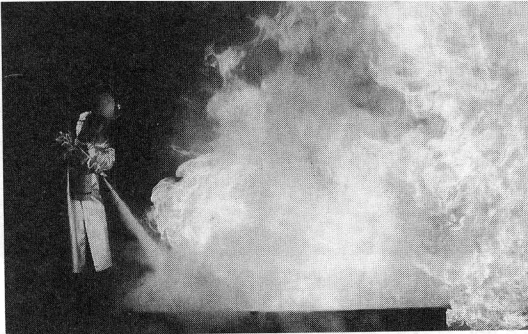
(5) 소화시험을 실시하는 동안 다음 사항들을 기록한다.

- 소화기 작동시간
- 화재모형이 소화된 시간
- 유효방사시간

(6) 소화시험이 완료되면 시험도중에 발생했던 상황, 소화방법 및 사용된 소화약제량을 기록한다. 옥외시험의 경우에는 풍속, 기후조건등도 기록해야 한다.



<사진 8> 옥외 B급화재소화시험(B급40단위)



<사진 7> B급화재소화시험

#### 다. 시험결과

(1) 위의 시험방법에 의하여 실시된 시험결과 소화종료후 재연하지 않으면 소화된 것으로 판정한다.

(2) 해당되는 능력단위의 소화모형을 연속해서 소화할 수 있어야 한다.

(3) 옥외화재시험에 의하여 B급 20단위이상으로 산정된 휴대용소화기는 실내화재시험에서도 B급 20단위모형을 소화할 수 있어야 한다.

<표 6> 최소유효방사시간, B급화재시험모형의 규격 및 사용연료량

Rating - Class	Minimum Effective Discharge Time,	Pan Size, (Inside)		Metal Thickness,		Reinforcing Angle Size,		n-Heptane Rsed, (Approximate)**	
	Seconds	Square Feet	m <sup>2</sup>	Inch	mm	Inches	mm	U. S. Gallons	L(dm <sup>3</sup> )
Indoor tests:									
1-B	8	2-1/2	0.25	1/4	6.4	1-1/2 by 1-1/2 by 3/16	38.1 by 38.1 by 4.8	3-1/4	12.5
2-B	8	5	0.45	1/4	6.4	1-1/2 by 1-1/2 by 3/16	38.1 by 38.1 by 4.8	6-1/4	23.5
5-B	8	12-1/2	1.15	1/4	6.4	1-1/2 by 1-1/2 by 3/16	38.1 by 38.1 by 4.8	15-1/2	58.5
10-B	8	25	2.30	1/4	6.4	1-1/2 by 1-1/2 by 3/16	38.1 by 38.1 by 4.8	31	117.0
20-B	8	50	4.65	1/4	6.4	1-1/2 by 1-1/2 by 3/16	38.1 by 38.1 by 4.8	65	245.0
Outdoor tests:									
30-B	11	75	6.95	1/2	12.7	1-1/2 by 1-1/2 by 1/4	38.1 by 38.1 by 6.4	95	360.0
40-B	13	100	9.30	1/2	12.7	1-1/2 by 1-1/2 by 1/4	38.1 by 38.1 by 6.4	125	475.0
60-B	17	150	13.95	1/2	12.7	1-1/2 by 1-1/2 by 1/4	38.1 by 38.1 by 6.4	190	720.0
80-B	20	200	18.60	1/2	12.7	1-1/2 by 1-1/2 by 1/4	38.1 by 38.1 by 6.4	250	950.0
120-B	26	300	27.85	1/2	12.7	1-1/2 by 1-1/2 by 1/4	38.1 by 38.1 by 6.4	375	1420.0
160-B	31	400	37.20	1/2	12.7	1-1/2 by 1-1/2 by 1/4	38.1 by 38.1 by 6.4	500	1895.0
240-B	40	600	55.75	1/2	12.7	1-1/2 by 1-1/2 by 1/4	38.1 by 38.1 by 6.4	750	2840.0
320-B	48	800	74.30	1/2	12.7	1-1/2 by 1-1/2 by 1/4	38.1 by 38.1 by 6.4	1000	3790.0
480-B	63	1200	111.50	1/2	12.7	1-1/2 by 1-1/2 by 1/4	38.1 by 38.1 by 6.4	1500	5680.0
640-B	75	1600	148.60	1/2	12.7	1-1/2 by 1-1/2 by 1/4	38.1 by 38.1 by 6.4	2000	7570.0

\*a: The amount of n-Heptane to be used in each test is to be determined by the actual depth as measured in the pan and not by the gallons indicated.