

안전분야-연구자료
연구원 99-30-100
S-RD-I-99-30-100

안전망 화재확산방지를 위한 적정 방염처리방안 연구

(화재방지포의 방염 및 난연성능 기술지침 개발을 중심으로)

A Study on the Scheme of Reasonable Flame Retardant Treatment for the Protection of Flame Spread by Safety Net

(Focused on the Development of Guidelines for the Flame and Fire Retardant Performance of Fire Protection Sheet)



한국산업안전공단
산업안전보건연구원

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 보고서를 1998년도 산업안전연구 개발사업의 일환으로 수행한 「안전
망 화재확산방지를 위한 적정 방염처리 방안연구」의 최종 보고서로 제출
합니다.

1998. 12. 31

주 관 연 구 부 서 : 산업안전보건연구원 안전공학연구실
총괄연구책임자 : 산업안전보건연구원 선임연구원 이근원
공 동 연 구 기 관 : 한국화재보험협회 부설 방재시험연구소
공동연구책임자 권오승

요 약 문

I. 제목

안전망 화재확산방지를 위한 적정 방염처리 방안 연구
(화재방지포의 방염 및 난연성능 기술지침 개발을 중심으로)

II. 연구의 목적 및 중요성

조선업 및 화학공장 등 산업현장의 화재사고 중 용접·용단작업시 불티 주위의 가연성물질을 착화시켜 화재, 폭발 사고를 일으키는 원인이 되고 있다. 우리나라의 조선 및 화학공장 등에서 용접·용단시 불티에 의한 화재예방을 위해 “화재방지포”를 사용하고 있다. 그 재료는 석면, glass wool 등 무기섬유에서 아크릴 섬유 등 특수가공 처리한 섬유로 되어 있으며, 조선사업장 등에서는 용접·용단시 불티에 의한 화재예방을 위해 glass fiber, silica fabrics, 석면 등 불연재료와 glass fiber 또는 특수가공 아크릴 천에 수지 등을 코팅한 것 등을 사용하고 있다. 이는 주로 안전망위에 깔거나 단독으로 사용되고 있다. 안전망은 주로 추락방지용으로 사용되고 있으며 안전망의 방염 및 난연성능평가 보다는 화재방지포의 성능평가 무엇보다 중요하다. 화재방지포는 사업장의 따라 다양한 제품을 구입하여 사용하고 있으나, 화재방지포의 적정성능에 대한 신뢰성이 검증되어 있지 못한 실정이다. 따라서, 적절한 화재예방대책을 수립하기 위한 기반연구로서 국내 사업장에서 사용되고 있는 화재방지포에 관한 방염 및 난연 성능비교와 함께 적정방염 처리방안을 찾고자 기존 제품을 방염처리 후 방염 및 난연성능 평가가 필요하다. 이 연구의 목적은 사업장에서 활용할 수 있는 화재방지포의 방염 및 난연 성능평가 방법과 적정 방염 성능 기준을 제시하는데 있다.

III. 연구의 범위

조선사업장 등에서 용접·용단시 불티에 의한 화재예방대책을 수립하기 위해 사업장에서 사용하고 있는 화재방지포의 사용 실태조사와 국내외 화재방지포의 방염 및 난연 성능 비교와 함께 기존 제품의 방염처리 후 난연 및 방염성능 평가를 토대로 적정 방염처리방안 제시하고, 화재방지포의 방염 및 난연기술 지침개발을 목표로 다음과 같은 내용의 연구를 수행하였다.

- (1) 용접·용단작업 사업장의 화재위험특성 조사·분석
- (2) 화재방지포의 사용실태 조사 및 분석
- (3) 각국의 화재방지포에 대한 성능시험 기준 수집 및 분석

- (4) 국내에서 사용되는 화재방지포의 방염 및 난연성능 비교실험
- (5) 화재방지포의 방염 후처리를 통한 방염 및 난연성능 평가
- (6) 용접작업의 축소모형 실험을 통한 비산거리 및 가연물 착화성 실험

III. 연구결과 및 활용방안

용접·용단시 불티에 의한 화재예방을 위해 사용되고 있는 화재방지포의 사용 실태 조사를 실시하였으며, 화재방지포의 국내 사업장에서 사용되고 있는 화재방지포의 난연 및 방염성능을 비교하였다. 또한 화재방지포의 적정 방염처리 방안을 도출하기 위하여 방염 후처리실험을 통한 성능평가와 함께 축소모형 실험을 실시하여 얻은 결론은 다음과 같다.

국내에서 주로 사용되고 있는 화재방지포의 6종 모두 충분한 방염성능을 갖고 있으나, 용단 불꽃에 의한 내구성 실험 결과 Thermosil, Siltex 및 Lastan이 내구성이 좋았다. 기존제품에 대한 성능실험결과 실리카 섬유 등 4종은 난연 A급 성능을 갖고 있었으나, Fiber glass에 수지를 코팅한 제품 등 3종은 용접·용단불티에 의한 난연성능이 부족한 것으로 나타났다. 특히 석면포는 취급시 발암물질인 석면분진이 발생함으로 화재방지포로 사용하는 것은 부적합하다고 사료된다. 또한 화재방지포의 최소산소지수의 국내기준은 30이상으로 고려하는 것이 좋을 것으로 사료된다. 후처리 제품의 경우에는 방염액 및 방화도료를 후처리한 다음 실험을 실시한 결과 난연 A급에서 C급까지의 성능을 나타냈다. 실험 범위내에서 후처리 제품에 대해 난연 A급의 성능을 유지하기 위해서는 두께 0.35 mm 이상의 Fiber glass 및 두께 0.8 mm 이상의 면제품에 대하여 방화도료로 양면도장하는 것이 적절한 후처리 방안인 것으로 나타났다. 또한 화재방지포의 특성에 적합하고 방염 및 난연성능이 우수한 방염제 또는 난연제의 개발이 필요할 것으로 판단된다.

축소모형실험을 실시한 결과 불티의 비산 범위내에 있는 가연물이 착화하는 것을 확인하였다. 또한 화재방지포를 수평으로 설치하여 사용하는 경우에는 작업높이에 따라 난연 A급~C급의 성능을 갖는 제품을, 수직으로 설치하여 사용하는 경우에는 작업높이에 관계없이 난연 C급 성능을 갖는 제품을 선정하여 사용하는 것이 바람직한 것으로 나타났다. 이상의 결과를 토대로 사업장에서 화재확산 방지를 위해 사용되고 있는 화재방지포의 방염 및 난연성능 기술지침 개발의 기초자료로서 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

<제 목 차 례>

제1장 서 론	1
1. 연구의 필요성 및 목적	1
2. 연구기간	2
3. 연구내용 및 방법	2
가. 연구내용	2
나. 연구방법	2
제2장 용접 · 용단작업의 <u>화재위험</u> / 특성 및 <u>화재방지포</u> 의 사용실태	4
1. 용접 · 용단 작업장의 화재위험	4
2. 용접 · 용단 작업으로 인한 국내외 화재 분석	5
가. 한국	5
나. 일본	6
다. 미국	7
라. 영국	8
3. 용접 · 용단 작업시 화재방지포의 사용실태	8
가. 화재방지포의 사용실태	8
나. 화재방지포 사용상의 문제점	9
제3장 적정방염 및 난연성능 실험방법의 정립	12
1. 방염성능실험	12
가. 건축공사용 시트의 방염성능실험	12
나. 텐트의 방염성능실험	13
다. 보호용 덮는 재료의 성능실험	13
2. 난연성능실험	14
가. 최소산소지수 실험	14
나. 용접 및 용단불꽃에 의한 난연성실험	15
3. 축소모형실험	16
제4장 성능 실험방법 및 실험장치	17
1. 실험재료와 방염후처리 방법	17
가. 실험재료	17
나. 방염 후처리 방법	18

2. 방염성능 실험장치 및 방법	18
가. 건축공사용 시트의 방염성능실험	18
나. 텐트의 방염성능실험	19
다. 보호용 덮는 재료의 성능실험	22
3. 난연성능 실험	23
가. 최소산소지수 실험	23
나. 용접 및 용단불꽃에 의한 난연성실험	24
4. 축소모형실험 (Mock-up test)	26
5. 용접 · 용단불티에 의한 가연물의 착화성 및 비산거리 실험	27
 제5장 결과 및 고찰	28
1. 화재방지포의 방염성능	28
가. 건축공사용 시트의 방염성능 실험(45도 마이크로버너법 및 45도 맥켈 버너법)에 의한 평가 결과	28
나. 텐트의 방염성능 실험(수직버너법 및 메타나민 정제법)에 의한 방염 성능 결과	30
다. 보호용 덮는 재료의 성능실험방법(대형불꽃실험)에 의한 방염성능 결과	34
2. 난연성능 결과	36
가. 최소산소지수	36
나. 용접 및 용단불티에 의한 난연성능 결과	39
3. 축소모형실험 (Mock-up test)	43
가. 용단불티의 비산범위	43
다. 용단불티에 의한 가연물의 착화성	45
 제5장 결 론	47
 참 고 문 헌	49
 부 록	51

〈표차례〉

<표 2-1> 주요 용접·용단종류별 불티의 온도	5
<표 2-2> 최근 5년간 전체화재 및 불티화재 현황	6
<표 2-3> 최근 5년간 불티화재의 원인별 화재건수	6
<표 2-4> 원인별 화재폭발 발생건수 및 순위	7
<표 2-5> 1992-1996 중요화재와 Hotwork 화재	8
<표 2-6> 화재방지포의 실태조사의 주요내용	10
<표 3-1> 공사용시트의 방염성능 실험기준 비교	12
<표 3-2> 텐트의 방염성능 실험기준 비교	13
<표 3-3> 고분자재료의 최소산소지수법 실험기준 비교	14
<표 3-4> 건축공사용 시트의 용접 및 용단불꽃에 대한 난연성 실험	15
<표 4-1> 실험에 사용된 재료의 사양	17
<표 4-2> 45도 방염실험에 의한 성능기준	19
<표 4-3> 수직법 및 수평법에 의한 방염성능기준	22
<표 4-4> 불꽃발생용 강판의 규격	26
<표 4-5> 착화성 실험에 사용된 가연물	27
<표 5-1> 45도 버너법에 의한 기존제품의 방염성능 결과	28
<표 5-2> 45도 버너법에 의한 방염후처리 실험체의 방염성능 결과	29
<표 5-3> 수직버너법에 의한 기존제품 실험체의 성능결과	31
<표 5-4> 수직버너법에 의한 방염후처리 실험체 수직버너법 성능결과	32
<표 5-5> 메타나민정제법에 의한 기존제품 실험체의 실험결과	33
<표 5-6> 메타나민정제법에 의한 방염후처리 실험체의 실험결과	34
<표 5-7> 대형불꽃에 의한 기존제품 실험체의 방염실험 결과	35
<표 5-8> 대형불꽃에 의한 방염후처리 실험체의 방염실험 결과	36
<표 5-9> 기존제품 실험체의 최소산소지수 결과	37
<표 5-10> 방염후처리 실험체의 최소 산소지수 결과	38
<표 5-11> 용접 및 용단불티에 의한 기존제품의 난연성 실험결과	40
<표 5-12> 용접 및 용단불티에 의한 방염후처리 실험체의 난연성 결과	41
<표 5-13> 방염 후처리방법에 따른 난연성능 등급	42
<표 5-14> 가스용단에 의한 불티의 비산거리	44
<표 5-15> 용단불티에 의한 가연물의 착화위치	45
<표 5-16> 수평화재방지포의 착화방지 성능결과	45

〈그림 차례〉

[그림 4-1] 45도 방염성능 실험장치	19
[그림 4-2] 수직 연소성 실험장치	21
[그림 4-3] 금속테두리의 설치	21
[그림 4-4] 실험체 설치모형	23
[그림 4-5] 목재크립모형	23
[그림 4-6] 최소산소지수 실험장치	24
[그림 4-7] 난연성 실험장치	25
[그림 4-8] 축소모형 실험장치	26
[그림 5-1] 방염처리 방법에 따른 탄화면적의 변화	30
[그림 5-2] 방염처리 방법에 따른 탄화면적의 변화 (12초 가열)	33
[그림 5-3] 방염처리 방법에 따른 최소산소지수	38
[그림 5-4] 용단작업 높이에 따른 불티의 비산거리	43

제1장 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

조선업 및 화학공장 등 산업현장의 화재사고 중 용접·용단작업시 불티 주위의 가연성물질을 착화시켜 화재, 폭발 사고를 일으키는 원인이 되고 있다. 이들 불꽃은 틈새, 배관구멍 또는 마루나 벽의 작은 개구부 등을 통하여 상당 시간 혼소화재 형태를 유지하다 발화되어 화재의 원인이 되고 있다. 특히, 용단작업시 비산되는 불티는 1,600℃ 이상의 고온체로서 산소 압력에 따라 다르나 약 11m(산소압력, 7 kg/cm²)까지 비산되어 이 반경내에 있는 가연물에 착화될 수 있으므로 이에 대한 예방대책이 필요한 작업공정이다.

미국, 영국, 독일, 일본 등 선진국에서는 화재확산방지용 Spatter(or Slag) Sheet 사용이 일반화되어 있고 일부 국가에서는 이의 안전기준이 정립되어 산업현장에서 화재예방을 위한 안전장구로서 널리 사용함으로써 화재 및 폭발을 방지하여 인명과 재산상의 손실경감에 크게 기여하고 있다.

우리나라의 조선 및 화학공장 등에서 용접·용단시 불티에 의한 화재예방을 위해 “안전 시트”를 사용하고 있으며, 사업장마다 사용목적은 같지만 시트의 이름은 “불받이포”, “용접불티 차단막”, 및 “방화담요” 등 다양한 이름으로 불려지고 있지만 여기서는 “화재방지포”로 통일하여 부르기로 한다. 그 재료는 석면, glass wool 등 무기섬유에서 아크릴 섬유 등 특수가공 처리한 섬유로 되어 있다. 현재 우리나라 조선사업장 등에서는 용접·용단시 불티에 의한 화재예방을 위해 glass fiber, silica fabrics, 석면 등 불연재료와 glass fiber 또는 특수가공 아크릴 천에 수지 등을 코팅한 것 등을 안전 sheet으로 사용하고 있다.

본 연구에서는 용접·용단작업시 비산되는 불티로 인한 화재를 예방하기 위하여 화재방지포를 활용하고 있는데, 이는 주로 안전망위에 깔거나 단독으로 사용되고 있다. 안전망은 주로 추락방지용으로 사용되고 있으며 안전망의 방염 및 난연 성능평가 보다는 화재방지포의 성능평가 무엇보다 중요하다. 화재방지포는 사업장의 따라 다양한 제품을 구입하여 사용하고 있으나, 화재방지포의 적정성능에 대한 신뢰성이 검증되어 있지 못한 실정이다. 따라서, 적절한 화재예방대책을 수립하기 위한 기반연구로서 국내 사업장에서 사용되고 있는 화재방지포에 관한 방염 및 난연 성능비교와 함께 적정방염 처리방안을 찾고자 기존제품을 방염처리 후 방염 및 난연성능 평가를 행하였다. 이와 함께 축소모형 실험을 통해 용단 불티의 비산범위와 착화성 실험을

하였다. 이 연구의 결과는 사업장에서 활용할 수 있는 화재방지포의 방염 및 난연 성능평가 방법과 적정방염 성능 기준을 제시하고, 이를 토대로 용접·용단시 사용되는 화재방지포의 방염 및 난연성능 평가를 위한 기술지침 개발에 활용하고자 한다.

2. 연구기간

1998. 3. - 1998. 12. 31

3. 연구내용 및 방법

가. 연구내용

조선사업장 등에서 용접·용단시 불티에 의한 화재예방대책을 수립하기 위해 사업장에서 사용하고 있는 화재방지포의 사용 실태조사와 국내외 화재방지포의 방염 및 난연 성능 비교와 함께 기존 제품의 방염처리 후 난연 및 방염성능 평가를 토대로 적정 방염처리방안 제시하고, 화재방지포의 방염 및 난연기술 지침개발을 목표로 다음과 같은 내용의 연구를 수행하였다.

- (1) 용접·용단작업 사업장의 화재위험특성 조사·분석
- (2) 화재방지포의 사용실태 조사 및 분석
- (3) 각국의 화재방지포에 대한 성능시험 기준 수집 및 분석
- (4) 국내에서 사용되는 화재방지포의 방염 및 난연성능 비교실험
- (5) 화재방지포의 방염 후처리를 통한 방염 및 난연성능 평가
- (6) 용접작업의 축소모형 실험을 통한 비산거리 및 가연물 착화성 실험

나. 연구방법

화재방지포의 화재확산방지를 위한 적정 방염처리 방안 연구를 위하여 조선사업장 등 용접·용단작업시 사용되고 있는 화재방지포의 사용 실태조사를 통해 소재의 종류, 포의 설치위치와 방법 및 사용상의 문제점 등의 분석과 함께 많이 사용되고 있는 화재방지포의 실험재료를 수집하였다. 이들 재료와 같은 재질을 구입하여 방염 및 난연성능 실험을 행하였다. 또한, 용접·용단작업의 화재위험 특성에 관한 국내·외 관련자료를 조사·분석하여 화재예방 대책수립에 필요한 기반조사를 실시하였다. 화재방지포에 대한 각국의 시험기준을 조사·분석하여 성능확보에 필요한 적정 성능평가를 위한

하였다. 이 연구의 결과는 사업장에서 활용할 수 있는 화재방지포의 방염 및 난연 성능평가 방법과 적정방염 성능 기준을 제시하고, 이를 토대로 용접·용단시 사용되는 화재방지포의 방염 및 난연성능 평가를 위한 기술지침 개발에 활용하고자 한다.

2. 연구기간

1998. 3. - 1998. 12. 31

3. 연구내용 및 방법

가. 연구내용

조선사업장 등에서 용접·용단시 불티에 의한 화재예방대책을 수립하기 위해 사업장에서 사용하고 있는 화재방지포의 사용 실태조사와 국내외 화재방지포의 방염 및 난연 성능 비교와 함께 기존 제품의 방염처리 후 난연 및 방염성능 평가를 토대로 적정 방염처리방안 제시하고, 화재방지포의 방염 및 난연기술 지침개발을 목표로 다음과 같은 내용의 연구를 수행하였다.

- (1) 용접·용단작업 사업장의 화재위험특성 조사·분석
- (2) 화재방지포의 사용실태 조사 및 분석
- (3) 각국의 화재방지포에 대한 성능시험 기준 수집 및 분석
- (4) 국내에서 사용되는 화재방지포의 방염 및 난연성능 비교실험
- (5) 화재방지포의 방염 후처리를 통한 방염 및 난연성능 평가
- (6) 용접작업의 축소모형 실험을 통한 비산거리 및 가연물 착화성 실험

나. 연구방법

화재방지포의 화재확산방지를 위한 적정 방염처리 방안 연구를 위하여 조선사업장 등 용접·용단작업시 사용되고 있는 화재방지포의 사용 실태조사를 통해 소재의 종류, 포의 설치위치와 방법 및 사용상의 문제점 등의 분석과 함께 많이 사용되고 있는 화재방지포의 실험재료를 수집하였다. 이들 재료와 같은 재질을 구입하여 방염 및 난연성능 실험을 행하였다. 또한, 용접·용단작업의 화재위험 특성에 관한 국내·외 관련자료를 조사·분석하여 화재예방 대책수립에 필요한 기반조사를 실시하였다. 화재방지포에 대한 각국의 시험기준을 조사·분석하여 성능확보에 필요한 적정 성능평가를 위한

실험기준을 정립하고, 외국에서 사용하고 있는 화재방지용 화재방지포를 확보하여 국산제품과의 방염 및 난연성능 비교실험을 행하였으며, 축소모형 실험을 통한 부티의 비산거리와 함께 방염 및 난연성능 검증을 실시하였다.

제2장 용접 · 용단작업의 화재위험 특성 및 화재방지포의 사용실태

1. 용접 · 용단 작업장의 화재위험

산업현장 등에서 가스 및 전기를 이용한 용접 · 용단작업이 장소와 시간의 구애를 받지 않고 제조업체의 제조설비 뿐만이 아니고, 선박의 건설, 수리, 해체 등 모든 사업장에서 일상적으로 행해지고 있다. 작업 특성상 인접지역에 위험물 및 가연성물질 등이 존재하는 조건하에서도 작업이 종종 진행되고 있으므로 화재위험이 높다. 용접 · 용단작업으로 인한 화재원인에는 작업에 수반되어 비산하는 고온의 불티, 금속용융편, 적열된 금속과 역화, 전도가 열, 정전기 스파크 등이 있으나, 용접 · 용단에 의한 불티에 의한 것이 가장 많다. 그 원인은 불티가 1,600 °C 이상의 고온 발화원이며 미세(직경 0.3~3 mm)하고¹⁾ 작업시 수천개가 발생, 원거리까지 비산하기 때문에 틈새, 배관구멍 또는 바닥이나 벽의 작은 개구부로 들어갈 수 있고 축열에 의해 상당시간 경과한 후에도 발화하기 때문이다.

용접 · 용단시의 불꽃온도는 산소아세틸렌 토오치의 경우 최고 6000 °F (3,316 °C) 까지²⁾ 도달하며 주요 용접 · 용단 종류별 불티의 최고온도는 <표 2-1>와 같다. 철판의 용단작업시에는 철의 산화에 필요한 절단산소가 완전히 사용되지 않고 틈에서 그대로 방출되므로 좁은 장소에서는 주위의 산소 농도가 높아져 가연물을 쉽게 발화시킬 우려도 있다.

또한 용접 · 용단작업에 의한 화재의 특징은 용접 · 용단장치 등 설비의 결함에 의한 것보다 작업방법의 잘못과 작업관리상의 문제점에 의해 발생된 것이 대부분이며 안전관리가 허술한 소규모 영세작업장에서 많이 발생되며 화학장치산업 등에서는 용접 · 용단작업에 대한 안전관리를 철저히 하고 있고 작업자들도 위험물이나 폭발 화재에 대한 많은 지식을 갖고 있기 때문에 화재발생이 적으나 오히려 위험물 취급량이 적은 건설, 조선, 기계 · 기구 제조업에서 많이 발생한다. 특히 조선사업장은 고소작업, 중량물 이동, 도장작업, 용접 · 용단 작업이 제한된 공간내에서 동시 다발적으로 작업이 진행됨으로 작업통제가 어려워 화재위험성이 항상 잠재하고 있다.

<표 2-1> 주요 용접·용단종류별 불티의 온도¹⁾

종 류	최고온도 (℃)	종 류	최고온도 (℃)
산소-아세틸렌불꽃	3,200	테 르 밋	2,300
철 아-크	6,000	원자수소	4,000
탄소 아-크	5,300	용해금속	2,000

2. 용접·용단 작업으로 인한 국내외 화재 분석

가. 한국

용접·용단 작업으로 인한 화재현황을 살펴보기 위해 행정자치부에서 발표한 최근 5년간('92 - '96) 전체화재 및 불티화재 현황과 불티화재의 원인별 화재 건수를 각각 <표 2-2>와 <표 2-3>에 나타내었다. 이 통계에 의하면 5년간 전체 화재발생 건수는 112,984 건으로 이중 부상을 포함한 인명 피해는 9,722명으로 한해 평균 2,000여명의 인명 피해를 내고 있다. 불티로 인한 화재는 6,959건이 발생하여 전체화재의 6.2%를 차지하고 있다. 또한 인명피해는 379명으로 3.9%, 재산피해는 약223억원으로 5.0%를 차지하고 있다. <표 2-3>에서 보는 바와 같이 불티화재의 발생건수를 원인별로 보면 용접불티가 2,760건으로 전체 불티화재의 39.7%를 차지하여 1위를 기록하고 있으며, 그 라인더 불티에 의한 화재도 4.6%를 차지하였다.

<표 2-2> 최근 5년간 전체화재 및 불티화재 현황³⁾

연 도 별 구 분			1992	1993	1994	1995	1996	계 (%)
전 체 화 재	발생건수 (단위: 건)		17,458	18,747	22,043	26,071	28,665	112,984
	인명피해 (단위: 명)		1,747	1,777	1,879	2,129	2,223	9,755
	재산피해 (단위: 억원)		527	519	1,326	1,007	1,131	4,510
불 티 화 재	발생건수 (단위: 건)		824	1,106	1,497	1,884	1,648	6,959 (6.2)
	인명피해 (단위: 명)	사망	5	9	16	31	5	66
		부상	32	64	58	83	76	313
	재산피해 (단위: 백만원)		2,097	4,600	4,624	5,116	5,908	22,345 (5.0)

<표 2-3> 최근 5년간 불티화재의 원인별 화재건수³⁾

연 도 별 구 분	1992	1993	1994	1995	1996	계 (%)
굴뚝불티	27	59	64	61	52	263
모닥불티	239	268	579	641	237	1,964 (28.2)
아궁이불티	78	99	98	123	123	521
용접불티	309	468	503	908	572	2,760 (39.7)
그라인더불티	52	51	100	86	31	320 (4.6)
충돌불티	26	36	74	41	65	242
기 타	93	125	79	24	568	889
계	824	1,106	1,497	1,884	1,648	6,959

나. 일본

일본 노동성 안전연구소에서 발표한 각 사업장의 원인별 화재폭발 통계를 <표2-4>에 나타내었다. 화재 원인별 발생건수를 살펴보면, 용접·용단

작업에 의한 화재가 1965년 이후 최상위를 점유하고 있으며, 통계 표시 방법이 한국과는 다르지만 비슷한 경향을 나타내었다. 이는 용접·용단작업의 특성상 강력한 열원이 필수조건이고, 발생한 불티가 먼 곳까지 도달하며 더욱이 가스 용접·용단작업에서는 가연성가스의 취급이 필수적이며 화재나 폭발의 개연성 큰 특성이 있기 때문이라고 생각된다.

<표 2-4> 원인별 화재폭발 발생건수 및 순위⁴⁾

연대 순 위	1955~1964		1965~1974		1975~1984		1985~1994	
	원 인	건수	원 인	건수	원 인	건수	원 인	건수
1	버어너, 화로불	175	용접, 용단	218	용접, 용단	132	용접, 용단	81
2	충격, 충격불꽃	175	버어너, 화로불	201	버어너, 화로불	116	버어너, 화로불	79
3	용접, 용단	162	전기불꽃	153	전기불꽃	89	전기불꽃	58
4	마찰, 마찰불꽃	129	충격, 충격불꽃	122	정전기	76	이상반응, 혼촉	57
5	전기불꽃	105	난로	100	충격, 충격불꽃	62	정전기	54
6	수증기 폭발	101	마찰, 마찰불꽃	99	라이터, 점화기구	56	히타, 로의열	43
7	액화	94	수증기 폭 발	99	마찰, 마찰불꽃	62	충격, 충격불꽃	38
8	히타, 로의열	94	이상반응, 혼촉	95	이상반응, 혼촉	48	마찰, 마찰불꽃	34
9	라이터, 점화기구	93	라이터, 점화기구	93	자연발화	47	수증기 폭 발	33
10	난로	87	정전기	91	난로	44	라이터, 점화기구	30

다. 미국

미국 FM에서 발표한 화재통계에 의하면 1993년부터 1997년까지 5년동안 보험에 가입된 물건중 용접·용단 등 Hot Work에 의한 화재폭발 발생건수

는 268건이었고, 재산피해는 3억 6천백만달러(평균 140만 달러)에 달한 것으로 나타났다. 이중 1백만 달러 이상의 피해를 낸 화재폭발사고는 35건이었고 피해액이 5,000만 달러를 초과하는 경우도 있었다²⁾.

라. 영국

1992년부터 1996까지 5년동안 발생한 중요화재(피해액이 £50,000 이상이거나 사망자를 낸 화재)와 화기작업으로 인한 화재현황을 <표 2-5>에 나타내었다. 표에서 보는 바와 같이 중요 화재의 전체 발생건수는 3,446건이고, 피해액은 £1,228,414,000 이었다. 이중 용접·용단 등 Hot work에 의한 화재건수는 83건으로 총 중요화재발생건수의 2.4 %에 해당되며, 피해액은 £45,670,000으로 총 중요화재 피해액의 3.8 %를 차지했다. 한편 용접·용단에 의한 화재 발생건수는 42건으로 총 Hot work에 의한 화재발생 건수의 51 %를 기록했으며, 피해액은 Hot Work로 인한 화재 피해액의 33 %를 차지했다.

<표 2-5> 1992-1996 중요화재와 Hotwork 화재⁵⁾

구 분	건 수 (건)	금 액 (단위: 1000 £)
전체중요화재	3,446	1,228,414
Hot work로 인한 화재	83	45,670
용접·용단작업으로 인한 화재	42	14,184

3. 용접·용단 작업시 화재방지포의 사용실태

국내 사업장에서 사용되고 있는 화재방지포의 사용실태 조사를 위해 1998년 7월 부터 1개월간 수도권, 부산, 울산광역시 및 경남에 위치한 조선사업장과 화학공장을 중심으로 현장에서 사용되고 있는 화재방지포의 재료 샘플링과 사용실태를 조사하였다. 그 주요내용은 다음과 같으며, 사업장별 실태조사 주요내용은 <표 2-6>에 나타내었다.

가. 화재방지포의 사용실태

(1) 대부분의 사업장에서 용접·용단작업시 화재방지포를 사용하며 제품은 대리점을 통해 국내 및 외국에서 구입하고 있었다.

- (2) 화재방지포의 소재는 Glass Fiber, Silica Fabrics, 석면 등의 불연재료와 Glass Fiber에 PVC, 우레탄 수지 등을 코팅하여 강도를 보강한 것, 아크릴 섬유 등에 수지 등을 코팅하여 불연성을 보강한 것 등을 사용하고 있었다.
- (3) 화재방지포의 사용부위는 용접부위로부터 대부분 2~5 m이며, 조선 사업장의 선박 건조의 경우 10 m 이상인 곳도 있었다.
- (4) 화재방지포의 사용연한은 소재, 작업상황 등에 따라 다르지만, 짧게는 2 - 3 회, 길게는 반영구적(구멍이 생겨 사용이 불가능할 때까지)으로 사용하며 선박 건조시는 약 4~6개월(선박 1척 건조기간) 정도 사용하는 것으로 나타났다.

나. 화재방지포 사용상의 문제점

- (1) Glass wool 및 석면제품의 경우 인체에 유해한 분진 등이 발생하고 중량이 무거워 작업자가 설치, 사용을 꺼리거나 재사용을 하지 않고 방치하는 경우가 많았다.
- (2) 일부업체의 경우 방염 성능이 우수하다고 판단되는 외국제품을 사용하고 있으나, 가격이 비싸 공급이 원활하지 못해 적기에 사용을 못하는 경우가 있었다.
- (3) 대부분의 사업장은 용접·용단작업시 화재방지포 사용에 관한 안전규정이 없었으며, 일부 조선사업장의 경우 작업장이 광범위하게 산재되어 있어 안전담당 부서에서 통제가 불가능 상태였다.
- (4) 조선 사업장의 경우 작업량의 약 50 % 정도가 하도급 체제로 운영되고 있으며 하도급 업체의 특성상 작업자의 잦은 이동에 따른 미숙련 작업자의 안전수칙 미이행과 안전담당부서의 하도급업체에 대한 통제기능 미비 및 관리의 이원화로 인해 화재방지포의 사용없이 용접·용단 작업이 이루어지고 있는 경우가 있었다.

<표 2-6> 화재방지포의 실태조사의 주요내용

업체명 내 용	H중공업	H조선	H중공업	H에너지
◦ 재 질	Glass Fiber	Glass Cloth Fabrics	Glass Fiber	석면포, Glass Fiber
◦ 사용회수	용접시마다 사용	용접시마다 사용	용접시마다 사용상황에 따라 다름	용접상황에 따라 다름(고소작업시 사용)
◦ 내용년한	6개월(선박건조기간)	수리시 1회, 건조시 수회	반영구적(구멍이 생길때 까지)	1~2년
◦ 설치/안전기준	없 음	회사내규(안전수칙)	회사내규(안전수칙)	사내안전관리규정(구체적이지 못함)
◦ 자체성능검증	Torch로 연소시험	Torch로 연소시험	Torch로 연소시험	없 음
◦ 용접·용단방법	용접: 아크(티그) 용단: 가우징(전기)	용접: 아크(티그) 용단: 가우징(전기)	용접: 아크(티그) 용단: 가우징(전기)	용접: 아크(티그) 용단: 산소, 아세틸렌
◦ 포의설치 - 위 치 - 방 법	1~3 m 바닥에 깔, 매달음	2~5 m 바닥에 깔, 매달음	2~3 m 바닥에 깔, 매달음	2~5 m 기계포장, 바닥에 깔, 매달음
◦ 화재사례	수리조선 엔진룸에서 Valve 교체 용접작업 중 불티가 기름에 인화하여 화재발생	미상	차단기공장 마그네트 콘택트룸 배수관 연결 용접중 용접불티가 벽에 착화	Common pipe Rack 상단에서 Guide 용접중 용접불티가 Oily Hub에 들어가 화재
◦ 사용시 문제점	내용년한이 짧다.	내용년한이 짧다. 고가로 공급이 원활치 못함, 무거움	설치 등의 번거로움 등으로 작업자들이 사용을 기피하는 경유 있음.	비석면포는 구입비가 고가, 석면은 분진 발생
◦ 기준제정시 반영 및 회망사항	용접·용단작업시 안전 대책	현장여건에 맞는 기준이 되도록 (신조/수리 분리)	현장여건에 맞는 기준이 되도록 (신조/수리 분리)	인체에 무해하고, 가볍고 값이 싼 제품 개발 유도

업 체 명 내 용	S중공업	D중공업	S페인트
◦ 재 질	특수아크릴 등	특수아크릴, Glass Fiber	석면포
◦ 사용회수	작업상황에 따라 다름 (주요기기 주위, 불작업이 많은곳)	작업상황에 따라 다름 (주요기기, 자재 등)	작업상황에 따라 다름 (주위의 인화성 물질을 옮기기 곤란한 경우 등)
◦ 내용년한	2개월	2~3회 사용	2년
◦ 설치 / 안전 기준	화기작업기준 (불받이포) 사용작업	없 음	없 음
◦ 자체성능검증	용단작업시험으로 성능확인	Torch로 성능 확인	없 음
◦ 용접·용단 방법	용접: 아크(교류, 티그, CO ₂) 용단: 가우징(전기), 절단(가스)	용접: 아크(교류, 티그, CO ₂) 용단: 가우징(전기), 절단(가스)	용접: 아크(수동) 용단: 절단(가스)
◦ 포의 설치 - 위치 - 방법	2~5 m 기계포장, 바닥에 깔, 매달음.	2~5 m 기계포장, 바닥에 깔, 매달음.	2~5 m 바닥에 깔, 매달음.
◦ 화재사례	바람에 의해 불티가 쓰레기(기름걸레 등) 저장소에 비산하여 화재발생	바람에 의해 불티가 쓰레기(기름걸레 등) 저장소에 비산하여 화재발생	미상
◦ 사용시 문제점	화재작업공간의 협소로 설치곤란한 경우 있음. 구입비용이 비쌘.	가격이 비싸 사용을 꺼림.	분진발생, 물을 뿌리고 사용하므로 사용 후 운반 등에 어려움.
◦ 기준제정시 반영 및 희망 사항	인체에 무해하고, 가볍고 싸며, 난연성능이 뛰어난 국산제품개발 유도	작업현장 여건에 맞는 기준 제정요망 (신조 및 수리 분리 등)	분진발생이 없고 가볍고, 성능이 좋은 국산품 개발 유도

제3장 적정방염 및 난연성능 실험방법의 정립

1. 방염성능실험

가. 건축공사용 시트의 방염성능실험

건축공사용 시트의 방염성능실험에 대해서 일본소방법⁶⁾, KS F 8081⁷⁾, JIS A 8952⁸⁾에서 규정하고 있으며, 실험기준의 비교를 <표 3-1>에 나타내었다. 그러나 KS F 8081 시험은 일본 소방법 및 JIS A 8952에 비해 방염성능시험 방법이 4가지 종류로 복잡한 반면에 일본 소방법 및 JIS A 8952는 KS F 8081에 비해 연소조건이 가혹한 측면이 있다. 일반적으로 용접 및 용단작업은 옥내는 물론 옥외에서도 이루어지고 있기 때문에 실험방법이 단순하고 합리적인 일본 소방법에서 규정한 실험방법을 적용하였다.

<표 3-1> 공사용시트의 방염성능 실험기준 비교

구 분	KS F 8081				JIS A 8952	일 본 소방법
	A	B	C	D		
실험체크기 및 개수	5×15 cm ×5개	2.5× 15.2 cm 5개	10.4× 31.8 cm ×5개	7×30cm ×10개	35×25cm ×6개	35×25 cm ×8개
전 처 리	105± 3 °C 30분	60~ 62 °C 4±0.25 시간	60~ 62 °C 4±0.25 시간	50± 2 °C 24시간	50±2 °C 온수 30분 50±2 °C 항온조 24 시간	50±2°C, 30분 (옥외에서 사용하는 것) 50±2 °C 항온조 24시간
실험체 지지각도	45°	30°	수평	수직	45°	45°
화 원	Gas Jet burner	성냥불	Bunsen burner (수평)	Bunsen burner (수직)	Micro/Meker burner	Micro/Meker burner
접염시간	1초	5초	25.4cm 연소까지	12초	1분/2분	1분/2분
관정방법	연소시간	연소시간	연소속도	잔염시간 탄화길이	잔염시간, 잔진시간, 탄화면적, 탄화길이, 접염회수	잔염시간, 잔진시간, 탄화면적, 탄화길이, 접염회수
불꽃길이	1.6cm	-	3.8cm	3.8cm	45 mm/ 65 mm	45 mm/ 65 mm
연 료	부탄 (c.p급)	-	부탄	부탄	LPG 4호	LPG 4호

나. 텐트의 방염성능실험

텐트의 방염성능 실험에 대해서는 <표 3-2>에서 보는 바와 같이 KS K 0770⁹⁾, ASTM D 4372¹⁰⁾, CPAI 84¹¹⁾에서 규정하고 있고 각 시험기준이 동일하기 때문에 KS K 0770을 적용하였다.

<표 3-2> 텐트의 방염성능 실험기준 비교

기준명 구 분		KS K 0770		ASTM D 4372		CPAI 84	
		벽, 천정재	바닥재	벽, 천정재	바닥재	벽, 천정재	바닥재
실험체	크 기	7×30cm	23×23cm	7×30cm	23×23cm	7×30cm	23×23cm
	갯 수	가로, 세로 각 4매	4매	가로, 세로 각 4매	4매	가로세로 각 4매	4매
	전처리	25.5~21.1℃, pH 6~8, 물속, 72시간 20±2℃, 65±2%		15.5~21.1℃, pH 6~8, 물속, 72시간 20±2℃, 65±2%		15.5~21.1℃, pH 6~8, 물속, 72시간 20±2℃, 65±2%	
실험체 지지각도		수 직	수 평	수 직	수 평	수 직	수 평
화 원		분젠버어너	메타나민	분젠버어너	메타나민	분젠버어너	메타나민
불꽃길이		3.8cm	-	3.8cm	-	3.8cm	-
접염시간		12초	-	12초	-	12초	-
연 료		합성가스	-	합성가스	-	합성가스	-
판정방법	잔염시간	-	-	잔염시간	-	잔염시간	-
	탄화길이	탄화길이	탄화길이	탄화길이	탄화길이	탄화길이	탄화길이

다. 보호용 덮는 재료의 성능실험

LPS 1207¹²⁾ 기준에서 보호용 덮는 재료의 화재성능요건으로 규정한 5가지 화재특성실험(소형불꽃 착화성, 대형불꽃 착화성, 연기발생량, 유독가스 발생량, 산소지수)중 대형불꽃실험을 적용하였다. 이 실험은 LPC(Loss Prevention Council)에 의해 개발된 실험으로서 신문지의 연소와 같은 보다 큰 화원에 의한 화재조건을 나타내기 위한 것으로서 보호용 덮는 재료의 성

능을 보다 실제적인 방향과 시편크기로 나타낼 수 있다는 장점이 있다. 이 실험에서 점화원으로서 BS 5852¹³⁾의 목재크립 7번을 사용하며 불꽃높이는 바닥면으로 부터 약 400 mm 정도이다.

2. 난연성능실험

가. 최소산소지수 실험

최소산소지수 실험에 대해서는 <표 3-3>에서 보는 바와 같이 KS, M 3032¹⁴⁾, JIS K 7201¹⁵⁾, ISO 4589¹⁶⁾, ASTM D 2863¹⁷⁾ 기준에서 규정하고 있다. 이 기준들을 비교 검토한 결과 성능실험 절차가 거의 유사하나 재료의 종류에 따라 실험체 양생조건을 세분화하고 있는 KS M 3032를 성능평가 기준으로 적용하였다.

<표 3-3> 고분자재료의 최소산소지수법 실험기준 비교

기준별 구분		KS M 3032	JIS K 7201	ASTM D 2863	ISO 4589
실험체 양생	고무	20 ⁺¹⁰ ₋₀ °C, 1시간 이상	20 ⁺¹⁰ ₋₀ °C, 1시간 이상	23±2 °C, 50±5 %, 88시간	23±2 °C, 50±5 %, 88시간
	플라스틱	20±2 °C, 65±5 %, 24시간 이상	20±2 °C, 65±5 %, 24시간 이상		
	섬유	50±2 °C, 24시간	50±2 °C, 24시간		
연소원통		내경: 75 ⁺³ ₋₀ mm 높이: 450±5 mm	내경: 75 ⁺³ ₋₀ mm 높이: 450±5 mm	내경: 75 mm 이상 높이: 450 mm 이상	내경: 75 mm 이상 높이: 450 mm 이상
점화기		내경 3mm관	내경 3mm관	내경 1~3 mm관	외경 2±1 mm관
점화원	가스	액화석유가스	액화석유가스	수소, 프로판	프로판
	불꽃길이	15~20 mm	15~20 mm	6~25 mm	16±4 mm

나. 용접 및 용단불꽃에 의한 난연성실험

난연성실험은 실제 용단작업시 사용되는 강판의 두께에 따라 발생하는 불꽃에 의한 화재방지포의 착화성 및 용적물(溶適物)에 의한 방화상 유해한 관통공의 발생을 확인하는 실험이다.

한국, 일본에서 국가산업규격으로 적용되고 있는 실험방법으로서 이 실험은 용접·용단작업시 발생하는 불꽃이 작업장 주변에 산재된 가연물을 착화시켜 화재가 확대되는 상황을 가정하여 가연물로의 불꽃비산 확산을 방지하도록 설치되는 화재방지포의 화재예방상 필요한 성능을 검증하는 실험방법이다.

현장실태조사 및 실험기준을 분석한 결과 용접·용단불꽃이 직접 가연물에 착화되어 화재가 확산되는 현상을 고려한 KS F 2298¹⁸⁾, JIS A 1323¹⁹⁾ 실험 기준이 사업장에서의 화재예방 목적에 부합하는 것으로 분석되어 KS F 2298 기준을 적용하여 실험을 실시하였다.

<표 3-4> 건축공사용 시트의 용접 및 용단불꽃에 대한 난연성 실험 방법 비교

구 분		관련기준			KS F 2298			JIS A 1323		
시험체의 크기 및 개수					90×150 cm×3개			90×150 cm×3개		
전 처 리					50±2 ℃, 48시간, 20±5 ℃, 65±10 %, 24시간			50±2 ℃, 48시간, 20±5 ℃, 65±10 %, 24시간		
불꽃 발생용 강판	크 기				10×60 cm			10×60 cm		
	두 겜				3.2, 4.5, 9.0 mm			3.2, 4.5, 9.0 mm		
표 준 절 단 조 건	강판두께				9 mm	4.5 mm	3.2 mm	9 mm	4.5 mm	3.2 mm
	항 목									
	절 단 길 이				400 mm	400 mm	400 mm	400 mm	400 mm	400 mm
	화 구 지 림				1 mm	1 mm	1 mm	1 mm	1 mm	1 mm
	예열심 길이				5 mm	4 mm	3.5 mm	5 mm	4 mm	3.5 mm
	절단산소길이				140 mm	100 mm	90 mm	140 mm	100 mm	90 mm
	화구와 강판거리				6 mm	6 mm	9 mm	6 mm	6 mm	9 mm
	절단속도				500 mm/min	650 mm/min	700 mm/min	500 mm/min	650 mm/min	700 mm/min
	산소압력				2.5 kgf/cm ²	2.0 kgf/cm ²	2.0 kgf/cm ²	2.5 kgf/cm ²	2.0 kgf/cm ²	2.0 kgf/cm ²
	아세틸렌가스압력				0.25 kgf/cm	0.20 kgf/cm	0.20 kgf/cm	0.25 kgf/cm	0.20 kgf/cm	0.20 kgf/cm

3. 축소모형실험

축소모형 실험은 불티의 비산거리와 가연물의 착화성 실험을 위해 실시하였다. 용단불티의 비산거리 측정을 위해 각 실험높이에 실험용 가스토치를 수평으로 설치한 후 실험용 철판을 절단하는 과정에서 발생하는 용단불티의 비산거리 및 분포상태를 측정한다.

용단불티에 의한 가연물의 착화성실험은 각 실험높이에 실험용 가스토치를 수평으로 설치한 후 실험용 철판을 절단하는 과정에서 발생하는 낙하 불티에 의한 실험용 가연물의 착화 상태를 측정한다.

제4장 성능 실험방법 및 실험장치

1. 실험재료와 방염후처리 방법

가. 실험재료

화재방지포의 방염 및 난연성능 비교실험을 위하여 조선소 등 용접·용단 작업장의 실태조사를 통하여 수집한 9종의 화재방지포중 현재 사업장에서 많이 사용되고 있는 기존제품 6종을 선택하였다. 적정 방염처리 방안을 도출하기 위해 방염 후처리 제품으로 비교실험에 사용된 같은 재료인 기존제품 6종을 선정하였다. 그 세부적인 재료의 사양을 <표4-1>에 나타내었다. 또한 두께에 따른 대형불꽃시험, 산수지수 및 용접·용단불티에 대한 난연성능을 측정하기 위하여 Fiber glass 제품 3종을 실험에 사용하였다.

<표 4-1> 실험에 사용된 재료의 사양

구 분	상 품 명	구 성 재 료	규 격	비 고
기존제품 실험체	HD 118	Fiber glass	폭(1m)×두께(0.18mm) 우레탄수지 양면코팅	국 산
	KNF 209	Fiber glass	폭(1m)×두께(0.35mm) PVC수지 양면코팅	국 산
	Thermosil	Fiber glass	폭(1m)×두께(3.2mm)	수입품
	Siltex (HF 3200)	Silica Fabrics	폭(1m)×두께(3.2mm) 폭(1.5m)×두께(3.2mm)	수입품
	Lastan (KTOP-2010S)	특수아크릴 섬유	폭(1m)×두께(1.0mm) 실리콘 수지 코팅	수입품
	-	석면	폭(1m)×두께(3.2mm)	수입품
	유리섬유원단 (TSG 1600)	Fiber glass	폭(1m)×두께(1.6mm)	국 산
후처리 실험체	옥 양 폭	Cotton 100%	폭(1.2m)×두께(0.19mm)	국 산
	FRANSOA TR-610	Cotton 100%	폭(1.37m)×두께(0.48mm)	국 산 커튼용
	범포지 I	Cotton 100%	폭(1.2m)×두께(0.80mm)	국 산 천막용
	범포지 II (구대구)	Cotton 100%	폭(1.2m)×두께(1.0mm)	국 산
	유리섬유원단 I (KN2600)	Fiber glass	폭(1m)×두께(0.35mm)	국 산
	유리섬유원단 II (TSG 1400)	Fiber glass	폭(1m)×두께(1.2mm)	국 산

나. 방염 후처리 방법

방염 후처리는 방염액 침지와 방화도료 처리 2가지를 행하였다. 방염액 침지 처리는 후처리 실험체를 방염액(Biofax-2000, 18 %)에 30분간 침지한 후 꺼내어 방염액을 짜내고 수평상태에서 자연 건조하였다. 후처리 실험체에 부착된 방염제의 양은 원소재 중량의 약 15 % 정도이다. 방화도료 처리는 후처리 실험체에 도장용 롤러를 사용하여 방화도료(NPT-170)를 제품사양에 따라 실험체에 약 0.1~0.15 mm 두께로 양면에 각각 도장한 후 자연 건조하였다.

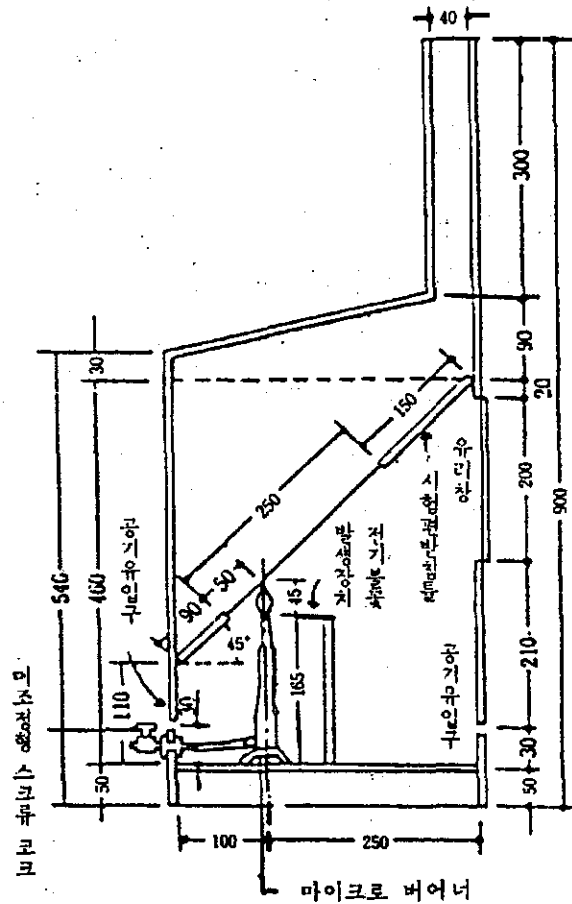
2. 방염성능 실험장치 및 방법

가. 건축공사용 시트의 방염성능실험

건축공사현장 등에서 용접·용단시의 불티에 의한 연소확대를 방지하기 위하여 사용되는 공사용시트의 방염성능을 확인하기 위한 것으로서 소형불꽃에 의한 제품의 손상정도(탄화면적, 탄화길이), 연소상황(잔염시간, 잔진시간) 등을 측정하는 실험이다. 실험장치는 [그림 4-1]과 같이 연소상자, 버너, 실험체 설치대 및 잔염시간, 잔진시간 측정장치 등으로 구성된 45도 방염성능 실험장치(Flammability 45 Degree Test Instrument, SUGA사)며 탄화면적을 측정하기 위해 면적계(Digiting Area-Line Meter, TAMAYA사)를 사용하였다.

실험방법은 화재방지포를 350 mm×250 mm 실험편을 5개 절취하여 50 ±2℃의 항온조에 24시간 보존한 다음 실리카겔을 넣은 데시케이터에서 2시간 이상 보존한다. 실험체를 45도 방향으로 설치하고 불꽃길이 65 mm인 맥켈버너로 2분간 가열하여(실험체가 450 g/m²이하인 경우에는 불꽃길이 45 mm인 마이크로 버너로 1분간 가열함) 잔염시간, 잔진시간, 탄화면적, 탄화길이를 측정한다. 실험체가 용융하는 경우에는 점염실험을 실시한다. 가열실험 조건은 다음과 같다.

- 사용가스 : KS M 2150 (액화석유가스) 제 4호
- 가스압력 : 400 mmH₂O
- 불꽃의 최대온도 : 약 750 ℃



[그림 4-1] 45도 방염성능 실험장치

실험결과에 따라 공사용 시트의 방염성능은 <표 4-2>의 성능기준에 의하여 평가한다.

<표 4-2> 45도 방염실험에 의한 성능기준

실험체구분	잔염시간 (초)	잔진시간 (초)	탄화면적 (cm ²)	탄화길이 (cm)	접염회수 (회)
얇은포(450 g/m ² 이하인 것)	3 이하	5 이하	30 이하	20 이하	3 이상
두꺼운포(450 g/m ² 초과하는 것)	5 이하	20 이하	40 이하	20 이하	3 이상

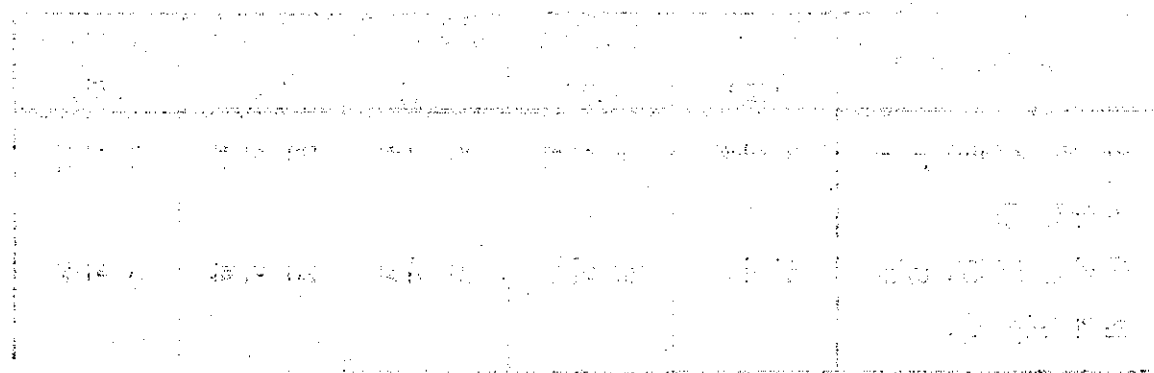
나. 텐트의 방염성능실험

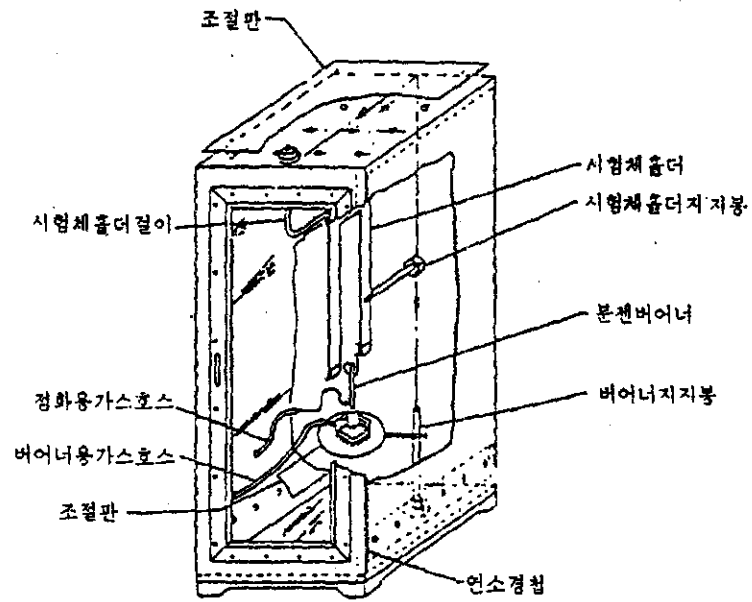
텐트 및 텐트용 직물재료(캠핑용 텐트 포함)의 방염성능을 확인하기

위하여 소형불꽃에 의한 제품의 손상정도 및 연소상황을 측정하여 방염성능을 확인하는 실험으로서 수직 연소성 실험과 수평 연소성 실험 2가지가 있다.

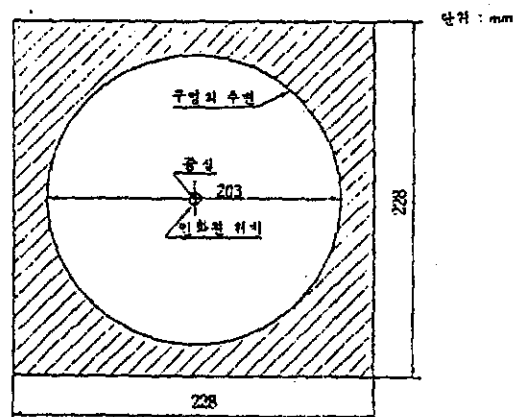
수직 연소성 실험은 [그림 4-2]와 같이 연소실험상자, 안지름 9.5 mm의 분젠버너, 실험체 설치대 및 잔염시간 측정 장치 등으로 구성된 수직연소성 실험장치(Flammability Vertical Test Instrument, CS-1S, SUGA사)를 사용하였다. 수직 연소성 실험방법은 용접용 화재방지포 제품으로부터 7×30 cm의 직사각형 실험편을 4매씩 채취 하여 온도 20 ± 2 °C, 상대습도 65 ± 5 %의 항온조내에서 24시간 보존한 다음 실리카겔을 넣은 데시케이터 내에서 2시간 보존한다. 버너의 불꽃을 38 mm로 조절한다음 실험편을 설치하여 실험편의 하단이 버너의 끝으로부터 19 mm의 높이가 되도록하여 12초, 30초, 60초동안 각각 불꽃을 댄 다음 불꽃을 제거하고 잔염시간과 탄화길이를 측정한다. 사용가스는 메탄가스 (순도 95 %)이며, 불꽃 최대온도는 약 940 °C이다.

수평 연소성 실험은 같이 두께 6.4 mm 정도의 석면판으로 제조된 안치수 305×305×305 mm의 뚜껑이 없고 바닥이 분리되는 연소실험상자를 사용하였다 [그림 4-3].수평 연소성 실험은 용접용 화재방지포 제품으로부터 23×23 cm의 정사각형 실험편 4매씩을 채취 하여 온도 20 ± 2 °C, 상대습도 65 ± 5 %의 항온조내에서 24시간 보존한 다음 실리카겔을 넣은 데시케이터내에서 2시간 보존한다. 실험편을 상자바닥 중앙에 펴놓고 228×228 mm의 정사각형 금속테두리(중앙에 지름 203 mm의 구멍이 있는 것)를 얹어 실험편의 주위를 누르고 메탄 아민정제(No.1588) 1개를 중앙에 놓고 성냥으로 점화한다. 시험편에 대하여 금속테두리의 중앙을 통과하는 선상에서 탄화부분의 주변과 금속 테두리의 구멍주변과의 최단거리 (cm)를 측정한다.





[그림 4-2] 수직 연소성 실험장치



[그림 4-3] 금속테두리의 설치

실험결과에 따라 텐트의 방염성능은 <표 4-3>의 성능기준에 의해 평가한다.

<표 4-3> 수직법 및 수평법에 의한 방염성능기준

실험방법	성 능 기 준		
수직법	잔염시간 ; 개개값 : 4.0초 이하 평균값 : 2.0초 이하 탄화거리 ;		
	무게 (g/m ²)	최대평균 탄화거리(cm)	최대개개 탄화거리(cm)
	339 초과	11.5 (4.5 ~)	25.4 (10 ~)
	271 초과 339 이하	14.0 (5.5 ~)	25.4
	203 초과 271 이하	16.5	25.4
	136 초과 203 이하	19.0	25.4
	51 초과 136 이하	21.5	25.4
	51 이하	23.0	25.4
수 평 법	금속테두리 구멍의 주변으로부터 2.54 cm 이내까지 탄화된 실험편이 하나도 없을 것.		

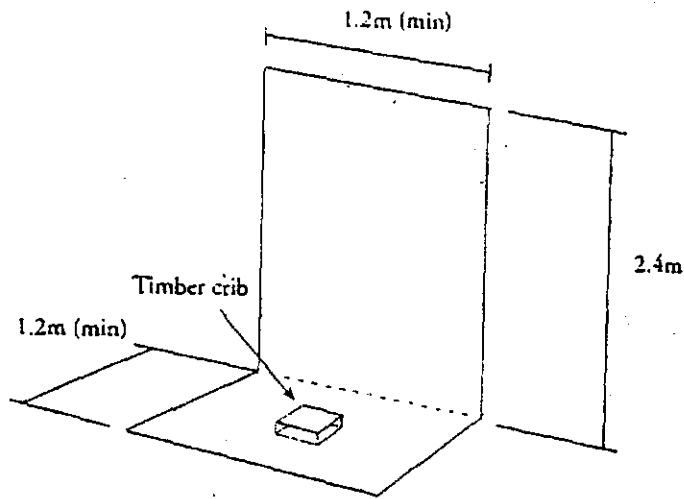
다. 보호용 덮는 재료의 성능실험

건축공사현장, 개·보수 작업장에서 용접·용단 불꽃에 의한 화재를 예방 하기 위하여 가구, 벽, 바닥 등의 가연물을 덮는데 사용되는 보호용 덮개에 대한 성능을 확인하는 실험으로 영국 LPC(Loss Prevention Council)에서 개발한 실험방법이다 [그림 4-4]. 실험체가 목재크립의 대형불꽃에 노출되었을 때 착화여부를 측정하여 적합한 화재확산방지 성능이 있는지를 판단한다.

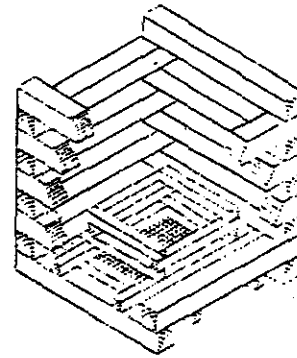
실험장치는 BS 5852에서 정하는 No.7 목재크립을 점화원으로 사용되며 [그림 4-5]와 같은 화재모형을 사용하였다. 실험은 실험체 한 장을 수직면으로부터 최소 1.2 m 이상 떨어진 바닥에 깔고 다른장의 최상부가 바닥으로부터 약 2.4 m 높이에 수직으로 매달아 덮개의 바닥면이 바닥면에 깔린 덮개에 닿도록 한다. 접착용 테이프를 사용하여 수평면에 대하여 수직면을 결합한다. 목재크립을 실험체 수직면에 직접 접촉하도록 놓고 폭방향의 중앙에 위치시킨다. 1.4 ml의 Propan-2-ol(이소프로필알콜, IPA)을 적신면 패드를 크립의 중앙 아래에 놓고 면패드에 점화한다음 크립이 연소 하는 동안 보호용 덮개의 거동을 관찰한다.

실험결과의 평가는 실험체 수직면으로부터 불꽃을 내며 떨어지는 용융물이 없어야 한다. 재료가 크립으로부터의 불꽃으로 인하여 착화되지 않고 수축되어야 한다. 만일 보호용 덮개에 착화되었다면 불꽃이 크립 중심선으로

부터 수평면이나 수직면 어느쪽으로도 300 mm 이상 도달하지 않아야 한다



[그림 4-4] 실험체 설치모형



[그림 4-5] 목재크립모형

3. 난연성능 실험

가. 최소산소지수 실험

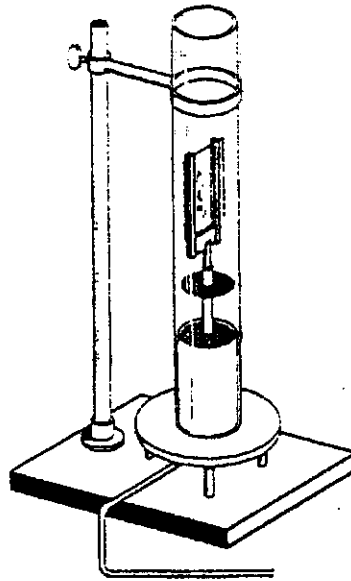
산소와 질소가 혼합된 상승기류속에서 착화된 물질이 연소를 지속하는데 필요한 최저산소농도(부피 %)를 측정하여 재료의 상대적인 연소성을 판단하는 실험이다. 일반적으로 산소지수가 큰 물질은 연소하기가 어려운 것으로 볼 수 있다. 실험장치는 [그림 4-6]과 같이 KS M 3032 기준에 적합한 것으로서 연소부, 가스공급부, 측정부 및 점화기로 구성되어 있다 (최소산소지수 시험기, CS-178B, CSI사).

실험방법은 제품으로부터 길이 150 mm, 폭 20 mm의 크기로 실험편을 채취하고 온도 50 ± 2 °C의 항온조내에서 24시간 유지한 후 실험편을 U자형 고정기구에 수직으로 설치한다. 시험편의 추정산소농도를 선택하여 그 농도에 해당하는 산소 유량 및 질소 유량을 설정한다. 실험편에 15~20 mm의 불꽃의 점화기로 점화시켜 연소시간이 3분 이상이거나 연소길이가 50 mm 이상이 되는데 필요한 최저의 산소유량과 질소유량을 결정한 다음 다음식으로 산소지수를 구하고, 3개의 실험편에 대한 평균치를 산소지수값으로 하였다.

$$\text{산소지수} = \frac{[\text{O}_2]}{[\text{O}_2] + [\text{N}_2]} \times 100$$

[O₂] : 산소의 유량 (ℓ/min)

[N₂] : 위의 산소유량에 대응한 질소의 유량 (ℓ/min)

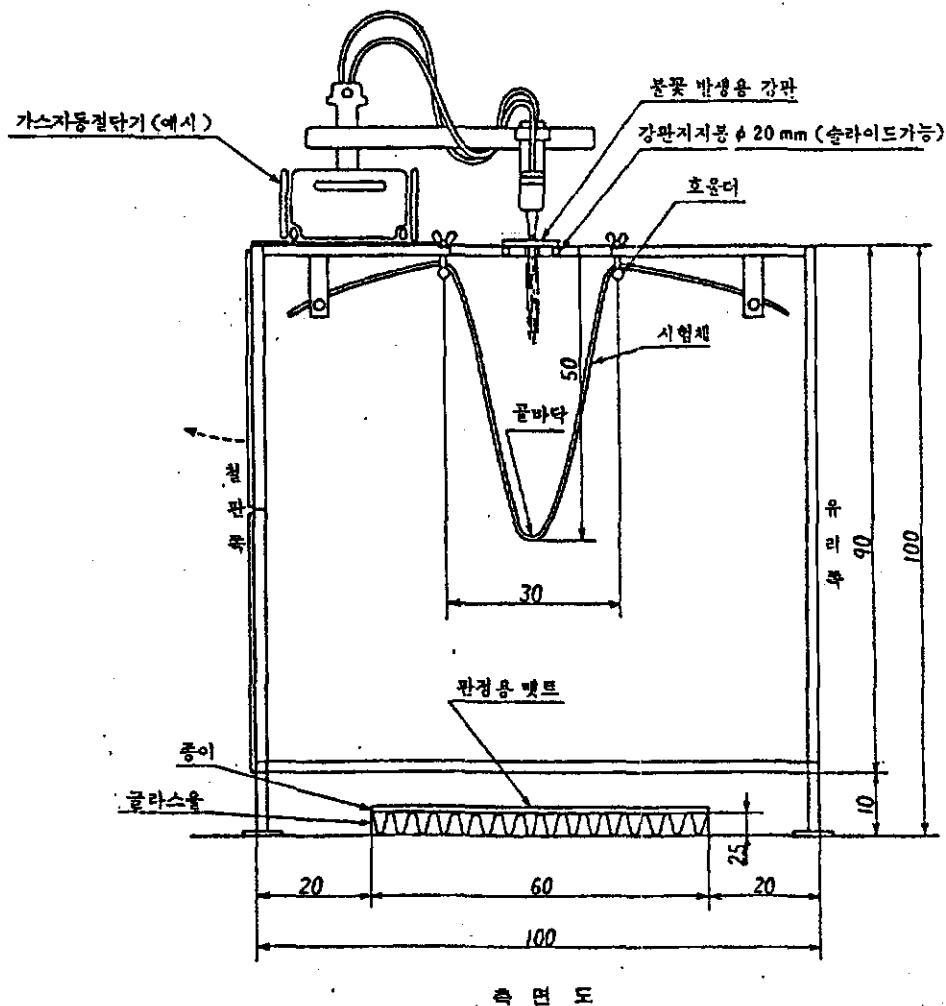


[그림 4-6] 최소산소지수 실험장치

나. 용접 및 용단불꽃에 의한 난연성실험

화재방지포의 난연성실험은 산소-아세틸렌 자동절단기의 용단작업시 발생하는 불꽃에 의한 화재발생을 예방하기 위하여 사용되는 화재방지포의 난연성능을 확인하기 위한 실험이다. 실험은 용단작업에 의한 불꽃을 받을 수 있도록 화재방지포를 설치하고 불꽃발생에 의해 화재방지포의 착화상태 및 방화상 유해한 관통구멍 발생을 확인하여 용접·용단 작업장에 설치되는 화재방지포의 화재 예방 성능을 검증하는데 목적이 있다.

실험장치는 KS F 2298에서 정하는 난연성 실험방법에 의해 정해진 실험장치를 활용하였다. 실험장치의 구성은 [그림 4-7]과 같이 자동절단부(자동절단기, YK-150, 유광공업사), 불꽃발생부, 시료설치부, 관통구멍 판정용 Mat로 구성되어 있다.



[그림 4-7] 난연성 시험장치

시험방법은 시험체를 불꽃발생부에서 발생된 용접불꽃을 직접 접할 수 있도록 설치하고 <표 4-4>와 같이 난연등급은 강판의 두께에 따라 나눌 수 있으며, 불꽃발생용 강판을 교체하면서 시험을 하였다. 시험방법은 KS F 2298에서 정한 시험방법을 적용하였으며 시험실의 조건은 다음과 같다.

- 기 압 : 1013 ± 50 hpa
- 풍 속 : 외란의 영향이 없는 실내에서 시험
- 온 도 : 20 ± 5 °C
- 습 도 : 60 ± 25 %
- 시료의 전처리 : KS F 2298에서 정하는 전처리 과정에 따름

시험결과의 평가는 용단할 때 발생하는 불꽃에 대하여 발염 및 방화성 유해한 관통구멍이 없어야 한다. 발염은 시험체가 화염을 올리고 연소하기 시작한 상태를 말하며 방화상 유해한 관통구멍 유무의 판정은 시험체에서 떨어진 불꽃에 의해서 판정용 매트종이가 발염하는 것의 유무에 따른다. 이들 결과에 의해 난연성능을 A, B, 및 C급으로 나눌 수 있다.

<표 4-4> 불꽃발생용 강판의 규격

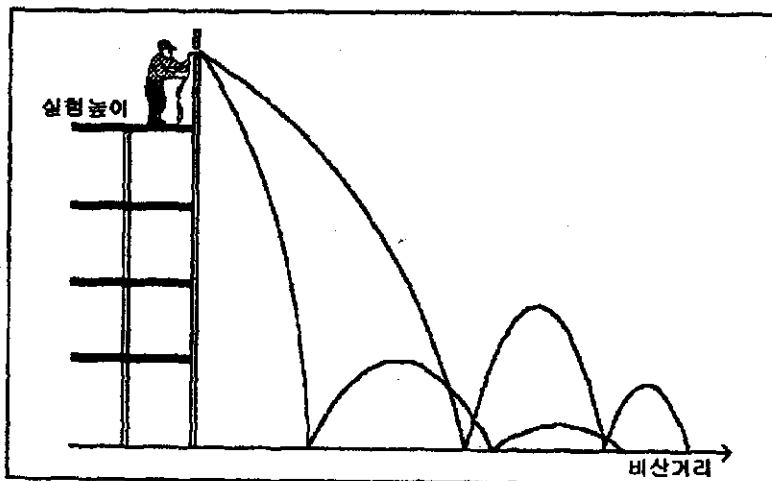
난연등급	강판두께 (mm)	강판크기 (mm)	종 류
A	9	10×60	KS D 3503, 2중, SS 41
B	4.5		
C	3.2		

4. 축소모형실험 (Mock-up test)

용단불티의 비산범위 측정을 위해 용단작업 현장의 고소작업상황을 재현하기 위하여 실험장내에 작업대를 설치하고 각 높이에서 용단작업을 실시하여 용단불티의 낙하위치 및 비산범위를 측정함으로써 용단작업시의 화재 위험구역 및 안전거리를 파악하기 위한 실험이다 [그림 4-8].

실험방법은 각 실험높이에 실험용 가스토치를 수평으로 설치하고 실험용 철판을 절단하는 과정에서 발생하는 용단불티의 낙하거리 및 비산범위를 측정하였다. 실험조건은 국내외 자료¹⁸⁻²⁰⁾와 국내사업장의 용접작업장의 높이 등을 참고하여 다음과 같이 정하였다.

- 실험높이 : 2 m, 4 m, 6 m, 10 m
- 용단작업의 종류 : 가스절단 (산소-아세틸렌)
- 실험용철판
 - 재 질 : SS-41, - 두께 : 9 mm
- 용단가스압력
 - 산 소 : 5 kgf/cm², - 아세틸렌 : 0.5 kgf/cm²
- 절단기화구 : No.2
- 실험장의 조건
 - 온 도 : 4 ℃, - 습 도 : 40 %, - 풍 속 : 0.2 m/s



[그림 4-8] 축소모형 실험장치

5. 용접·용단불티에 의한 가연물의 착화성 및 비산거리 실험

용단불티에 의한 가연물의 착화성실험은 용단작업 높이에서 발생하는 낙하불티가 가연물에 착화되는 위치를 측정하고 화재 방지포의 적정성능을 파악하기 위한 실험이다. 가연물의 착화성실험은 <표 4-5>와 같은 가연물들을 바닥에 배치하고 각 가연물을 낙하 불티에 노출시킨 상태에서 용단불티의 비산범위 측정실험과 동일한 조건으로 용단 작업을 실시하여 비산되는 용단불티에 의해 가연물이 착화되는 거리를 측정하였다.

수평안전시트의 착화방지 성능실험은 가연물 상부 10 cm 위치에 안전시트(1×1 m)를 수평으로 설치하고 각 높이에서 용단작업을 실시하여 착화방지를 위한 안전시트의 적정성능을 측정하였다. 수직안전시트의 착화방지 성능실험은 용단작업 위치에서 50 cm 떨어진 위치에 안전시트(1×1 m)를 수직으로 설치하고 2 m 높이에서 용단작업을 실시하여 용단불티에 의한 안전시트의 착화 및 관통여부를 측정하여 수직 안전시트의 적정성능을 측정하였다.

<표 4-5> 착화성 실험에 사용된 가연물

가연물	내 용
기름솥	휘발유에 적신 크기 200×300 mm의 것
신문지	크기 200×300mm 4매를 겹쳐서 놓은 것
대패밥	250g을 크기 200×300mm로 펼쳐 놓은 것
스티로폼	크기 200×300mm이고, 두께 10mm의 것

제5장 결과 및 고찰

1. 화재방지포의 방염성능

가. 건축공사용 시트의 방염성능 실험 (45도 마이크로버너법 및 45도 맥켈버너법)에 의한 평가

사업장에서 사용되고 있는 화재방지포의 방염성능을 비교하기 위해 기존 제품 6종에 대해 방염성능 실험결과를 <표 5-1>에 나타내었다. 또한 적정 방염처리 방안을 찾기 위해 기존제품 4종을 방염처리 한후 방염성능 평가 실험을 각 3회씩 실시하였으며, 그 결과를 <표 5-2>에 나타내었다. 방염성능 기준은 앞장의 <표 4-2>을 참조하였으며, <표 5-1>에서 보는 바와 같이 기존제품 실험체 6종 모두가 방염성능기준을 만족하였다. 이는 기존제품들이 Fiber glass, 탄소섬유 등 충분한 방염성능을 갖는 소재로서 제조되었기 때문으로 판단된다. <표5-2>에서 보는 바와같이 방염처리를 실시하지 않은 실험체 4종은 실험체 전체가 연소하였으나 방염처리를 실시함에 따라 탄화면적이 약간의 차이를 보이고, 잔염 및 잔진을 나타나지 않아 방염성능기준을 만족하는 것으로 나타났다.

<표 5-1> 45도 버너법에 의한 기존제품의 방염성능 결과

상 품 명	측 정 항 목		
	잔염시간(초)	잔진시간(초)	탄화면적(㎠)
HD 118	0	0	17.7
KNF 209	0	0	27.1
Thermosil	0	0	13.1
Siltex	0	0	20.7
Lastan	0	0	8.5
석 면 포	0	0	17.7

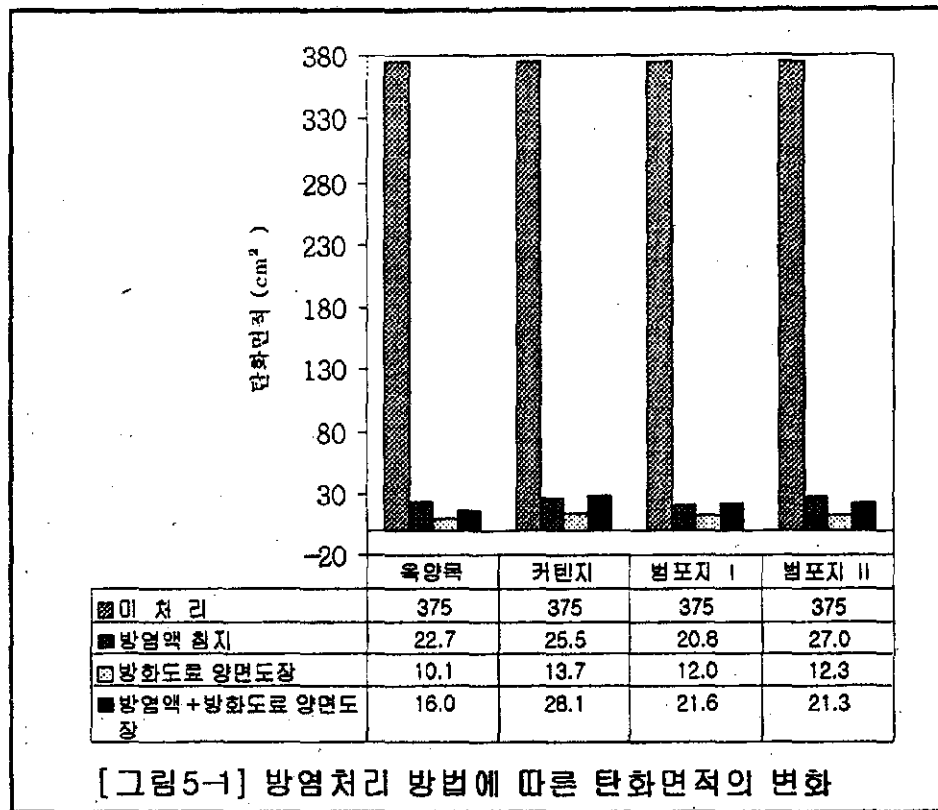
(실험체 3개의 평균값)

<표 5-2> 45도 버너법에 의한 방염후처리 실험체의 방염성능 결과

상품명	방염 처리방법	측정항목		
		잔염시간(초)	잔진시간(초)	탄화면적(cm ²)
옥양목	미 처리	-	-	375
	방염액 침지	0	0	22.7
	방화도료 양면도장	0	0	10.1
	방염액+방화도료	0	0	16.0
커튼지	미 처리	-	-	375
	방염액 침지	0	0	25.5
	방화도료 양면도장	0	0	13.7
	방염액+방화도료	0	0	28.1
범포지 I	미 처리	-	-	375
	방염액 침지	0	0	20.8
	방화도료 양면도장	0	0	12.0
	방염액+방화도료	0	0	21.6
범포지 II	미 처리	-	-	375
	방염액 침지	0	0	27.0
	방화도료 양면도장	0	0	12.3
	방염액+방화도료	0	0	21.3

(실험체 3개의 평균값)

방염후처리 방법에 따른 방염성능을 비교하기 위하여 방염처리방법에 따른 탄화면적의 변화를 [그림 5-1]에 각각 나타내었다. [그림 5-1]에서 보는 바와같이 방염처리에 따라 방염효과가 향상됨을 알 수 있다. 그러나 방염액 침지에 의해 방염 처리한 후 다시 방화도료를 양면도장한 경우에는 탄화면적이 증가하여 방염처리 효과가 감소되는 것으로 나타났다.



나. 텐트의 방염성능 실험(수직버너법 및 메타나민 정제법)에 의한 방염성능 결과

(1) 수직버너법에 의한 결과

실험은 기존제품6종과 방염처리를 실시한 후처리 실험체 4종과 대하여 3가지 가열시간(12초, 30초, 60초)을 적용하여 각각 4회씩 실시하였으며, 실험결과를 <표 5-3>과 <표 5-4>에 각각 나타내었다. KS, ASTM 등 실험기준에서는 12초동안 가열하도록 규정하고 있으나 가열시간에 따른 방염성능의 변화를 알아보기 위하여 30초 및 60초 가열시험을 추가하여 실시하였다. <표>에서 보는 바와 같이 방염처리를 실시하지 않는 수직실험체 4종은 모두 전소하였으나 방염처리한 실험체와 기존제품 실험체 6종은 모두 수직불꽃에 대하여 적합한 방염성능을 갖춘 것으로 나타났다. 또한 접염시간을 12초, 30초, 60초로 변화시킴에 따라 탄화길이도 증가함을 알 수 있었다.

<표 5-3> 수직버너법에 의한 기존제품 실험체의 성능결과

상 품 명	탄 화 길 이 (cm)						잔 염 시 간 (초)		
	12초 가열		30초 가열		60초 가열		12초 가열	30초 가열	60초 가열
	최대	평균	최대	평균	최대	평균	최대 및 평균	최대 및 평균	최대 및 평균
HD 118	0.9	0.8	1.4	1.2	1.6	1.5	0	0	0
KNF 209	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thermosil	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Siltex	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lastan	0	0	0	0	0	0	0	0	0
석 먼 포	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(실험체 4개에 대한 최대 및 평균값)

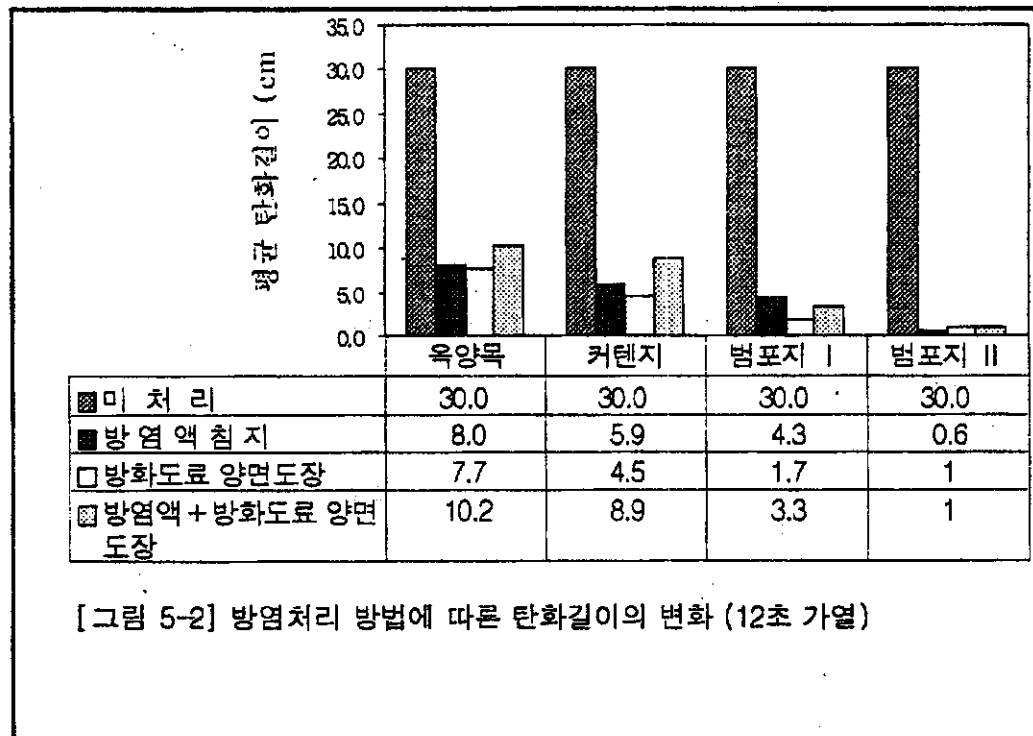
<표 5-4> 수직버너법에 의한 방염후처리 실험체 수직버너법 성능결과

상품 명	방염처리 방 법	탄 화 길 이 (cm)						잔 염 시 간 (초)		
		12초가열		30초가열		60초가열		12초가열	30초가열	60초가열
		최대	평균	최대	평균	최대	평균	최대 및 평균	최대 및 평균	최대 및 평균
옥 양 목	미 처 리	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	-	-	-
	방염액침지	8.2	8.0	9.2	9.0	10.3	10.1	0	0	0
	방화도료 양면도장	7.9	7.7	8.9	8.6	9.4	9.2	0	0	0
	방염액+방화 도료양면도장	10.5	10.2	12.4	12.2	19.5	19.2	0	0	0
커 텐 지	미 처 리	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	-	-	-
	방염액침지	6.1	5.9	8.4	8.3	9.5	9.3	0	0	0
	방화도료 양면도장	4.7	4.5	7.8	7.6	8.7	8.5	0	0	0
	방염액+방화 도료양면도장	9.2	8.9	9.5	9.3	10.5	10.3	0	0	0
범 포 지 I	미 처 리	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	-	-	-
	방염액침지	4.4	4.3	7.1	6.9	9.2	8.9	0	0	0
	방화도료 양면도장	1.8	1.7	5.5	5.3	7.6	7.3	0	0	0
	방염액+방화 도료양면도장	3.5	3.3	6.7	6.4	9.4	9.1	0	0	0
범 포 지 II	미 처 리	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	-	-	-
	방염액침지	0.6	0.6	4.5	4.2	7.4	7.2	0	0	0
	방화도료 양면도장	0	0	4.4	4.2	7.0	6.7	0	0	0
	방염액+방화 도료양면도장	0	0	5.5	5.2	6.5	6.2	0	0	0

(실험체 4개에 대한 최대 및 평균값)

방염 후처리방법에 따른 방염성능을 비교하기 위해 12초 가열시험시 방염 처리방법에 대한 탄화길이의 변화를 [그림 5-2]에 나타내었다. 방염처리 방법에 따라 방염성능의 차이를 보이고 있으나 방염성능기준을 만족하는 것으로 나타났다. 45도 방염성능 실험에서와 마찬가지로 방염액 침지처리한 실험체에 다시 방화도료를 양면도장 처리한 경우 오히려 방염성능이 저하

되는 것으로 나타났다.



(2) 메타나민정제법(수평법)에 의한 평가

실험은 방염처리를 실시한 기존제품 6종과 후처리 실험체 4종 대하여 각각 4회씩 실험을 실시하였고, 실험결과를 <표 5-5>와 <표 5-6>에 각각 나타내었다. 앞장에서 언급한 <표 4-3>의 기준에 따라 평가한 결과 방염처리 방법에 따른 방염성능의 차이는 크지 않은것으로 나타났으며, 후처리 실험체와 기존제품 실험체 모두 성능기준을 만족하였다.

<표 5-5> 메타나민정제법에 의한 기존제품 실험체의 실험결과

상 품 명	금속테두리 주변과 탄화부분과의 최단거리 (cm)
HD 118	9.5
KNF 209	9.5
Thermosil	9.6
Siltex	9.3
Lastan	9.6
석 면 포	9.5

(실험체 4개의 최대값)

<표 5-6> 메타나민정제법에 의한 방염후처리 실험체의 실험결과

상품명	방염처리 방법	금속테두리 주변과 탄화부분과의 최단거리 (cm)
옥 양 목	미 처 리	8.3
	방염액침지	8.9
	방화도료 양면도장	9.6
	방염액+방화도료 양면도장	9.3
커 텐 지	미 처 리	8.5
	방염액침지	8.6
	방화도료 양면도장	9.6
	방염액+방화도료 양면도장	9.1
범 포 지 I	미 처 리	7.6
	방염액침지	9.1
	방화도료 양면도장	9.5
	방염액+방화도료 양면도장	9.3
범 포 지 II	미 처 리	8.6
	방염액침지	9.2
	방화도료 양면도장	9.3
	방염액+방화도료 양면도장	9.1

(실험체 4개의 최대값)

다. 보호용 덮는 재료의 성능실험방법(대형불꽃실험)에 의한 방염성능 결과

실제 화재조건과 유사한 대형불꽃(목재크립)에 화재방지포를 노출시켜 실험현장과 유사한 상황에서의 방염성능을 측정하여 <표 5-7>과 <표 5-8>에 각각 나타내었다. 실험결과 방염처리를 실시하지 않은 후처리제품 4종은 실험체 2.4 m 전체가 연소하였으나, 방염처리를 실시한 후처리제품 6종과 기존제품 7종은 목재크립 화재에 의하여 착화되지 않았고 수직포로부터 용융 불꽃이 낙하되지도 않아 적절한 방염성능을 갖는 것으로 나타났다.

<표 5-7> 대형불꽃에 의한 기존제품 실험체의 방염실험 결과

상 품 명	실 험 결 과		
	수직 Sheet로부터 용융불꽃 낙하여부	착 화 여 부	착화시 불꽃도달거리
HD 118	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
KNF 209	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
Thermosil	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
Siltex	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
Lastan	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
석 면 포	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
유리섬유원단 (TSG 1600)	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-

<표 5-8> 대형불꽃에 의한 방염후처리 실험체의 방염실험 결과

상품명	방염 처리방법	실험 결과		
		수직 Sheet로부터 용융불꽃 낙하여부	착화여부	착화시 불꽃 도달거리
옥양목	미 처리	용융불꽃 낙하없음	착 화 됨	2.4 m
	방염액 침지	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
	방화도료 양면도장	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
	방염액+방화 도료 양면도장	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
커텐지	미 처리	용융불꽃 낙하없음	착 화 됨	2.4 m
	방염액 침지	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
	방화도료 양면도장	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
	방염액+방화 도료 양면도장	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
범포지 I	미 처리	용융불꽃 낙하없음	착 화 됨	2.4 m
	방염액 침지	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
	방화도료 양면도장	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
	방염액+방화 도료 양면도장	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
범포지 II	미 처리	용융불꽃 낙하없음	착 화 됨	2.4 m
	방염액 침지	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
	방화도료 양면도장	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
	방염액+방화 도료 양면도장	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
유리섬유 원단 I	미 처리	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
유리섬유 원단 II	미 처리	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-

2. 난연성능 결과

가. 최소산소지수

화재방지포의 난연성능을 평가하기 위해 최소 산소지수법에 의해 난연성

을 측정한 결과를 <표 5-9>와 <표 5-10>에 각각 나타내었다. 기존제품 실험체의 경우 Fiber glass에 PVC 등 수지코팅한 실험체 2종의 산소지수는 36과 31이었고 나머지제품 5종은 산소지수가 50 이상이었다. 방염후처리를 실시하지 않은 실험체의 산소지수는 19~22를 나타낸 반면, 방염 후처리를 한 실험체의 산소지수는 46~64를 나타내 후처리 방법에 따라 난연성능이 향상되고 있는 것으로 나타났다[그림 5-3]. 화재예방을 위한 보호덮개 물질에 대한 최소산소지수는 LPS 1207²¹⁾에 따르면 23이상을 요구하고 있고, 미국 MIL-STD-2031(SH)²²⁾의 잠수함 내부에 물질에 적용되는 최소산소지수는 35 이상을 요구하고 있다. 이들 기준과 실험결과를 종합할 때 화재방지포의 최소산소지수의 국내기준은 30이상으로 고려하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

<표 5-9> 기존제품 실험체의 최소산소지수 결과

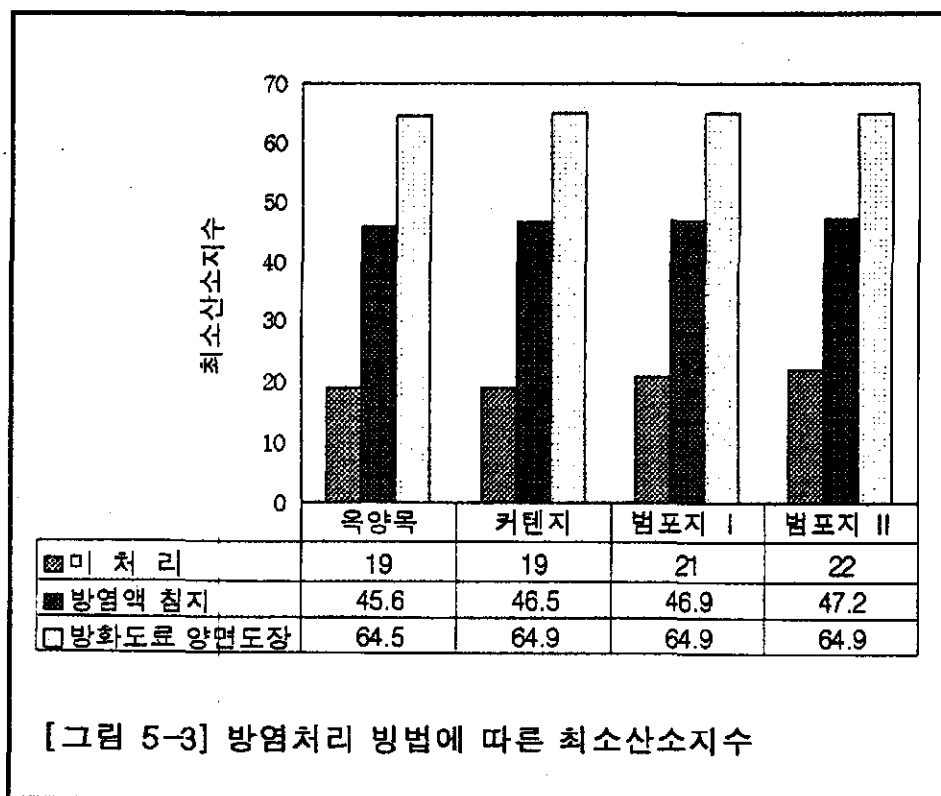
상 품 명	산 소 지 수
HD 118	36
KNF 209	31
Thermosil	불 연
Siltex	불 연
Lastan	54
석 면 포	불 연
유리섬유원단	불 연

(실험체 3개의 평균값)

<표 5-10> 방염후처리 실험체의 최소 산소지수 결과

상 품 명	방염처리방법	산소지수
옥 양 목	미 처 리	19
	방염액 침지	45.6
	방화도료 양면도장	64.5
커 텐 지	미 처 리	19
	방염액 침지	46.5
	방화도료 양면도장	64.5
범포지 I	미 처 리	21
	방염액 침지	46.9
	방화도료 양면도장	64.9
범포지 II	미 처 리	22
	방염액 침지	47.4
	방화도료 양면도장	64.9
유리섬유 원단 I	미 처 리	불 연
유리섬유 원단 II	미 처 리	불 연

(실험체 3개의 평균값)



나. 용접 및 용단불타에 의한 난연성능 결과

용접 및 용단불타에 의한 난연성능실험결과를 <표 5-11>과 <표 5-12>에 각각 나타내었다. 기존제품 실험체중 앞장의 <표 4-4>에서 언급한 바와 같이 난연 A급의 성능을 갖는 제품은 Thermosil, Siltex, Lastan 제품 3종과 유리섬유 1종으로 나타났으나, 기타 3종은 용단시 불타에 의한 난연성능이 적절하지 못한 것으로 나타났다. 특히 Fiber glass 위에 Epoxy 수지 및 PVC 수지를 코팅한 제품은 화재방지포로서 화재예방성능이 없는 것으로 나타났다. 또한 석면포는 취급시 발암물질인 석면분진이 발생됨으로 화재방지포로 사용하는 것은 바람직하지 않는 것으로 사료된다. Fiber glass 원단의 경우 두께 0.35 mm, 1.2 mm인 제품은 난연 B급의 성능을 갖는 것으로 나타났고, 두께 1.6 mm의 제품은 난연 A급 성능을 갖는 것으로 나타났다.

후처리 실험체 6종에 대해 난연 B급 성능을 갖는 두께 0.35 mm와 1.2 mm의 Fiber glass에 방화도료를 양면도장한 경우 난연 A급 성능을 갖는 것으로 나타났다. 따라서 Fiber glass에 수지를 코팅한 기존제품 2종은 원단에 방화도료 도장 등 적절한 방염처리를 실시하면 난연성능을 확보할 있을 것으로 판단된다. 방염액에 침지한 실험체중 두께가 0.8 mm 이상인 면제품 2종은 난연 C급의 성능을 나타내었다. 또한 방화도료를 양면도장한 면제품 실험체중 두께가 얇은것(0.8 mm 미만)은 난연 B급, 두꺼운 것(0.8 mm 이상)은 난연 A급의 성능을 나타내었다. 실험에 사용된 후처리 방염액 및 방화도료는 실내 장식물 및 건축 구조물용으로 화재방지포의 방염후처리용으로 사용시 질감이 딱딱해지는 등 사용상 단점이 있으므로 화재방지포의 특성에 적합하고 방염 및 난연 성능이 우수한 방염제 또는 난연제의 개발이 필요할 것으로 판단된다.

<표 5-11> 용접 및 용단불티에 의한 기존제품의 난연성 실험결과

상 품 명	난연 등급	발염유무	관 통 공 유 무	비 고
HD 118	A	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생	
	B	착화현상 없음	2~3회 실험시 관통공 발생	
	C	착화현상 없음	2~3회 실험시 관통공 발생	
KNF 209	A	착화현상 발생	1회 실험시 관통공 발생	
	B	착화현상 없음	2회 실험시 관통공 발생	
	C	착화현상 없음	3회 실험시 관통공 발생	
Thermosil	A	착화현상 없음	관통공 발생없음	
	B	착화현상 없음	관통공 발생없음	
	C	착화현상 없음	관통공 발생없음	
Siltex	A	착화현상 없음	관통공 발생없음	
	B	착화현상 없음	관통공 발생없음	
	C	착화현상 없음	관통공 발생없음	
Lastan	A	착화현상 없음	관통공 발생없음	용적물에 의해 연기발생
	B	착화현상 없음	관통공 발생없음	용적물에 의해 연기발생
	C	착화현상 없음	관통공 발생없음	
석 면 포	A	착화현상 없음	직조과정의 관통공으로 불티비산	용적물에 의해 연기발생
	B	착화현상 없음	직조과정의 관통공으로 불티비산	용적물에 의해 연기발생
	C	착화현상 없음	직조과정의 관통공으로 불티비산	
유리섬유 원단 (TSG 1600)	A	착화현상 없음	관통공 발생없음	
	B	착화현상 없음	관통공 발생없음	
	C	착화현상 없음	관통공 발생없음	

<표 5-12> 용접 및 용단블티에 의한 방염후처리 실험체의 난연성 결과

상 품 명	방염처리 방법	난연 등급	실 험 결 과	
			발 염 유 무	관통공유무
옥 양 목	미처리	A	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
		B	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
		C	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
	방염액 침지	A	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생
		B	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생
		C	착화현상 없음	3회 실험시 관통공 발생
	방화도료 양면도장	A	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생
		B	착화현상 없음	관통공 발생없음
		C	-	-
커 텐 지	미처리	A	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
		B	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
		C	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
	방염액 침지	A	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생
		B	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생
		C	착화현상 없음	3회 실험시 관통공 발생
	방화도료 양면도장	A	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생
		B	착화현상 없음	관통공 발생없음
		C	-	-
범포지 I	미처리	A	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
		B	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
		C	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
	방염액 침지	A	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생
		B	착화현상 없음	2회 실험시 관통공 발생
		C	착화현상 없음	관통공 발생없음
	방화도료 양면도장	A	착화현상 없음	관통공 발생없음
		B	-	-
		C	-	-
범포지 II	미처리	A	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
		B	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
		C	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
	방염액 침지	A	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생
		B	착화현상 없음	2회 실험시 관통공 발생
		C	착화현상 없음	관통공 발생없음
	방화도료 양면도장	A	착화현상 없음	관통공 발생없음
		B	-	-
		C	-	-

상 품 명	방염처리 방법	난연 등급	실 험 결 과	
			발 염 유 무	관통공유무
유리섬유 원단 I	미처리	A	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생
		B	착화현상 없음	관통공 발생없음
		C	-	-
	방화도료 양면도장	A	착화현상 없음	관통공 발생없음
		B	-	-
		C	-	-
유리섬유 원단 II	미처리	A	착화현상 없음	3회 실험시 관통공 발생
		B	착화현상 없음	관통공 발생없음
		C	-	-
	방화도료 양면도장	A	착화현상 없음	관통공 발생없음
		B	-	-
		C	-	-

방염처리 방법에 따른 난연성능의 변화를 <표 5-13>에 나타내었다. <표 5-13>에 나타난 바와 같이 방염액의 미처리보다는 방염처리를 실시함에 따라 난연성능이 향상됨을 알 수 있었고, 방염액의 침지보다는 방화도료 양면도장이 난연성능이 우수하였다.

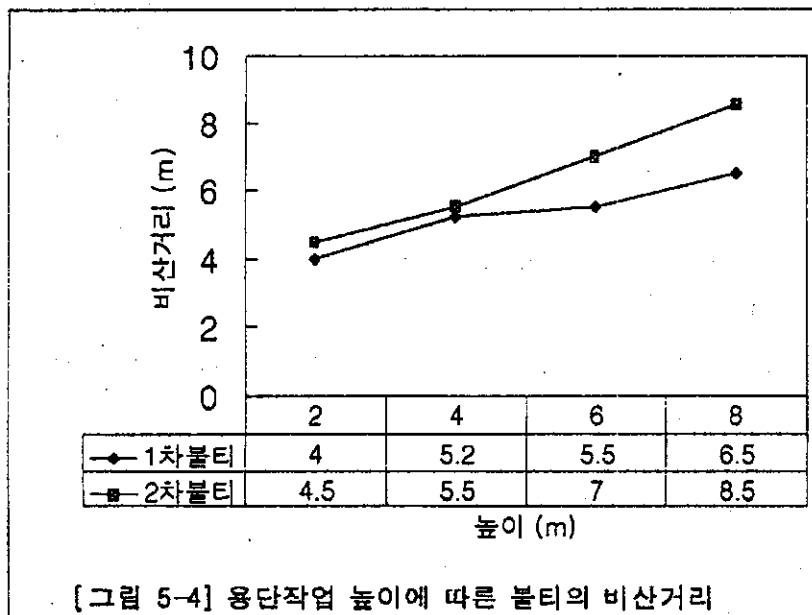
<표 5-13> 방염 후처리방법에 따른 난연성능 등급

상 품 명	미 처 리	후처리 방법	
		방염액 침지	방화도료 양면도장
옥양목	난연등급 외	난연등급 외	B급
커튼지	난연등급 외	난연등급 외	B급
범포지 I	난연등급 외	C급	A급
범포지 II	난연등급 외	C급	A급
유리섬유 원단 I	B급	-	A급
유리섬유 원단 II	B급	-	A급

3. 축소모형실험 (Mock-up test)

가. 용단불티의 비산범위

실제 용단작업현장의 상황을 재현하기 위해 실험장내에 용단작업대를 설치하고 지상으로부터 높이 2 m, 4 m, 6 m, 10 m에서 용단불티가 보다 광범위하게 비산하는 가로방향으로 용단실험을 실시하여 비산거리를 측정하였다. 이는 최악의 작업조건을 고려하여 용단불티가 가능한 많이 발생하도록 하여 비산상태를 명확히 파악하기 위한 것이다. 용단작업 위치로부터 불티가 낙하한 위치(이하 1차불티라 함)와 지면에 낙하하여 2차적으로 비산하는 불티(이하 2차불티라 함)의 최대 수평도달거리를 측정하여 [그림 5-4]에 각각 나타내었다. 실험결과 작업위치가 높아질수록 불티의 비산범위는 넓어졌으며, 2m 높이에서 불티의 비산거리가 4 - 4.5m, 6m에서는 5.5 - 7.0m, 10m에서는 6.5 - 8.5 m까지 비산하는 것으로 보아 15m높이에서는 8.0 - 11.5m 정도 비산할 것으로 추정된다. 실험이 풍속 0.2 m/s의 무풍상태인 실험장내에서 실시한 점을 감안하면 산업현장에서는 바람의 영향으로 이보다 더 멀리 비산할 수 있을것으로 생각된다. 또한 이는 渡初弘吉²⁰⁾이 같은 조건 하에서 실험한 일본에서 실험한 결과와 유사하게 나타났으며, 가스용단에 의한 불티의 비산거리를 <표 5-14>에 나타내었다. 이 표에 의하면 가스 용접·용단시 발생하는 불티는 높이 2.2 m의 장소에서 작업할 때 산소압력이 7.0 kg/cm²인 경우 수평으로 10.5 m까지 비산되며 높은 장소에서 작업할 경우는 더 멀리까지 비산하는 것으로 알려져 있다. 특히 옥외에서 작업을 하는 경우는 작업장의 높이, 철판의 두께, 작업방향, 풍향, 풍속 등에 따라 15 m까지 비산하는 것으로 나타났다.



<표 5-14> 가스용단에 의한 불티의 비산거리

높 이 (m)	철관두께 (mm)	작업의 종류	불티의 비산거리 (m)				풍 속 (m/s)
			역 풍		순 풍		
			1차불티 ※	2차불티※	1차불티	2차불티	
8.25	4.5	세로방향	4.5	6.5	7.0	9.0	1~2
		아래방향	3.5	6.0	-	-	
12.25	4.5	세로방향	5.5	7.0	6.0	9.5	1~2
		아래방향	3.5	6.0	-	-	
15	4.5	세로방향	4.5	6.0	8.0	11.0	2~3
	9		6.0	12.0	8.5	12.0	
	16		5.5	7.0	9.0	12.0	
	25		6.0	8.0	9.0	12.0	
	4.5	아래방향	3.0	6.0	-	-	
	9		4.0	7.0	-	-	
	16		5.0	8.0	-	-	
	25		6.0	9.0	-	-	
20	4.5	세로방향	4.0	6.0	8.0	12.0	4~5
	9		4.5	6.0	9.0	15.0	
	16		4.5	6.0	10.0	15.0	
	4.5	아래방향	6.5	14.0	-	-	
	9		7.0	10.0	-	-	
	16		8.0	10.0	-	-	

※ 주 1차불티 : 용접 · 용단시 발생하는 불티

2차불티 : 1차불티가 지면에 낙하하여 반사되면서 2차적으로 비산하는 불티

다. 용단불티에 의한 가연물의 착화성

(1) 가연물의 착화성

용단불티에 의한 착화위험범위를 파악하기 위하여 4종류의 가연물을 배치하고 2 m, 6 m, 10 m 높이에서 각 가연물별 착화위치를 관찰한 결과를 <표 5-15>에 나타내었다. 실험결과 기름솥은 모두 각 높이에서의 2차불티 비산범위내에서 착화되었으며, 신문지는 2 m 높이에서만 용단작업위치 하단에서 착화되었으며, 6 m, 10 m 높이에서 낙하하는 불티에 의해 착화되지 않았다. 그러나 대패밥, 스티로폼은 비산불티에 의하여 착화되지 않았다.

<표 5-15> 용단불티에 의한 가연물의 착화위치

높이	착화위치 (m)			
	기름솥	신문지	대패밥	스티로폼
2 m	4	0.5	착화되지 않음	착화되지 않음
6 m	6	착화되지 않음	착화되지 않음	착화되지 않음
10 m	8	착화되지 않음	착화되지 않음	착화되지 않음

(2) 수평 화재방지포의 착화방지성능

각 용단작업 높이에서 낙하하는 비산불티에 의한 화재방지포의 착화방지성능을 측정하기 위하여 방염 미처리제품과 난연 A급, 난연 B급, 난연 C급 제품을 수평으로 설치하여 용단실험을 실시하였다. <표 5-16>에서 보는 바와 같이 2 m 높이에서의 용단불티는 난연 A급 성능을 갖는 화재방지포가 착화방지성능을 갖고 있었으며, 6 m, 10 m 높이에서의 용단불티는 난연 C급 이상의 제품이 적정한 성능을 갖는 것으로 나타났다.

<표 5-16> 수평 화재방지포의 착화방지 성능결과

높이	착화여부			
	미처리	난연 C급	난연 B급	난연 A급
2 m	착화됨	착화됨	착화됨	착화되지 않음
6 m	착화됨	착화되지 않음	착화되지 않음	착화되지 않음
10 m	착화됨	착화되지 않음	착화되지 않음	착화되지 않음

(3) 수직 화재방지포의 착화방지성능

화재방지포 제품을 수직으로 설치하여 용단작업시 비산하는 불티를 일정구획부분 이내에서 방호하도록 하는 적정 불티비산방지 성능을 측정 하였다. 실험결과 난연 C급 이상의 성능을 갖는 화재방지포 제품이 비산하는 용단불티에 의해 착화되지 않고 관통되지도 않는 것으로 나타났다.

제5장 결 론

용접·용단시 불티에 의한 화재예방을 위해 사용되고 있는 화재방지포의 사용 실태 조사를 실시하였으며, 화재방지포의 국내 사업장에서 사용되고 있는 화재방지포의 난연 및 방염성능을 비교하였다. 또한 화재방지포의 적정 방염처리 방안을 도출하기 위하여 방염 후처리실험을 통한 성능평가와 함께 축소모형 실험을 실시하여 얻은 결론은 다음과 같다.

국내에서 주로 사용되고 있는 화재방지포의 6종 모두 충분한 방염성능을 갖고 있으나, Thermosil, Siltex 및 Lastan은 난연성능이 우수하였으나, HD 118, KNF 209 및 석면포는 난연기준에 적합하지 않는 것으로 나타났다. 용단 불꽃에 의한 내구성 실험 결과 Thermosil, Siltex 및 Lastan이 내구성이 좋았다. 기존제품에 대한 성능실험결과 실리카 섬유 등 4종은 난연 A급 성능을 갖고 있었으나, Fiber glass에 수지를 코팅한 제품 등 3종은 용접·용단불티에 의한 난연성능이 부족한 것으로 나타났다. 특히 석면포는 취급시 발암물질인 석면분진이 발생함으로 화재방지포로 사용하는 것은 부적합하다고 사료된다. 또한 화재방지포의 최소산소지수의 국내기준은 30이상으로 고려하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

후처리 제품의 경우에는 방염액 및 방화도료를 후처리한 다음 실험을 실시한 결과 난연 A급에서 C급까지의 성능을 나타냈다. 실험범위내에서 후처리 제품에 대해 난연 A급의 성능을 유지하기 위해서는 두께 0.35 mm 이상의 Fiber glass 및 두께 0.8 mm 이상의 면제품에 대하여 방화도료로 양면 도장하는 것이 적절한 후처리 방안인 것으로 나타났다. 실험에 사용된 후처리 방염액 및 방화도료는 실내 장식물 및 건축 구조물용으로 화재방지포의 방염 후처리용으로 사용시 질감이 딱딱해지는 등 사용상 단점이 있으므로 화재방지포의 특성에 적합하고 방염 및 난연 성능이 우수한 방염제 또는 난연제의 개발이 필요할 것으로 판단된다.

축소모형실험을 실시한 결과 높이 10m에서 산소압력 5 kg/cm²으로 9mm 철판 용단작업시 발생한 불티는 최대 8.5m까지 비산하였으며, 불티의 비산범위내에 있는 가연물이 착화하는 것을 확인하였다. 그러나 실제 작업현장 조건하에서 바람의 영향, 작업높이, 용단가스의 압력 등에 따라 더 멀리 비산할 것으로 추정된다. 또한 화재방지포를 수평으로 설치하여 사용하는 경우에는 작업높이에 따라 난연 A급~C급의 성능을 갖는 제품을, 수직으로 설치하여 사용하는 경우에는 작업높이에 관계없이 난연 C급 성능을 갖는 제품을 선정하여 사용하는 것이 바람직한 것으로 나타났다.

이상의 결과를 토대로 사업장에서 화재확산 방지를 위해 사용되고 있는 화재방지포의 방염 및 난연성능 기술지침개발의 기초자료로서 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. (사)한국화재보험협회, 가스용접의 방화지침, (사)한국화재보험협회, pp.37~39, 1980.
2. Factory Mutual, Don't get burned by hot work, Record, First Quarter, pp.11~16, 1998.
3. 내무부, 화재통계년보(1992~1996).
4. 板垣晴彦, 産業安全研究所, 爆發火災データベースに基づく 爆發火災災害の現狀と要因分析, 安全工學, Vol.37, No.3, pp 178~184, 1988.
5. Loss Prevention Council, Serious fires caused by hot work 1992~1996, Fire Prevention, No.309, pp 45~46, 1998.
6. 日本防災協會, 防災關係法規集, (財)日本防災協會, 1991.
7. KS F 8081, 건축공사용 시트, 1997.
8. JIS A 8952, 建築工事用 ツート, 1979.
9. KS K 0770, 텐트의 방염성능시험방법, 1996.
10. ASTM D 4372, Standard Specification for Flame-Resistant Materials used in Camping Tentage, 1993.
11. CPAI 84, A Specification for Flame Retardant Materials used in Camping Tentage, 1972.
12. LPS 1207, Fire Requirements for Protective Covering Materials, 1994.
13. BS 5852: Part 2, Fire Tests for Furniture, 1982.

14. KS M 3032, 산소지수법에 의한 고분자재료의 연소시험방법, 1995.
15. JIS K 7201, 酸素指數法による高分子材料の燃焼試験方法, 1995.
16. ISO 4589, Plastics-Determination of Flammability by Oxygen Index, 1984.
17. ASTM D 2863, Standard Test Method for Measuring the Minimum Oxygen Concentration to Support Candle-like Combustion of Plastics (Oxygen Index), 1991.
18. KS F 2298, 건축공사용 시이트의 용접 및 용단불꽃에 대한 난연성 시험방법, 1995.
19. JIS A 1323, 建築工事用 ツートの 溶接及び 溶断火花に 對する 難燃性 試験方法, 1995.
20. 渡初弘吉, 溶接火花の 飛散範圍とがス着火, 安全工学, Vol.5, No.2, pp 113, 1966.
21. LPS 1207, Fire Requirments for Protective Covering Materials, 1996.
22. MIL-STD-2031(SH), Fire and Toxicity Test Methods and Qualification Procedure for Composite Material Systems Used in Hull, Machinery, and structural Applicatios Inside Naval Submarines, 1991.

부 록

부록 1. 화재방지포의 종류 및 규격

부록 2. 성능실험 결과 Data Sheet

부록 3. 실험관련 사진

여 백

[부록 1]

화재방지포의 종류 및 규격

종류	상품명	규격	제조, 판매업체	사용업체	비고
Fiber Glass		1 m×0.2 m/m	(제조) (주)현대화이버 (판매) 성우천막	H중공업	에폭시수지 코팅
	KNF 209	1 m×0.35 m/m	(제조, 판매) 코니산업	D중공업	PVC수지 코팅
	Ther-moSil	1 m×1.6 m/m 1 m×3.2 m/m	(제조) 미국 GARLOCK (판매) (주)삼성상공	H에너지	
		1 m×1.6 m/m 1 m×3.2 m/m			알루미늄 단면코팅
		1 m×1.6 m/m 1 m×3.2 m/m			알루미늄 양면 코팅
Glass Cloth Fabrics	HDT Serie 1100	1 m×1.37 m/m	(제조) 스페인 HARD-TECH Group (판매) 아림통상	H조선	
Silica Fabrics	Siltex (HF 3200)	폭 1 m×3.2 m/m 폭 1.5 m×3.2 m/m	(제조) (주)파이로	H중공업	미국 듀폰사에서 원료수입 제직, 봉제 가공
	AMET EK	0.91 m×1.4 m/m	(제조) 미국 HAVEG (판매) 영창산업	H중공업	
특수 아크릴 섬유	Lastan (KTOP -2010S)	1 m×1.0 m/m	(제조) 일본 旭化成 (판매) 부일기업	S중공업	Silicon Resin코팅
	Lastan (KTOP -1700)	1 m×1.7 m/m	(제조, 판매) 부일기업	D중공업 (시험사용) H중공업	일본 旭化成에서 원면수입, 방사제직, 봉제가공함.
석면		1×3.2 m/m 1×1.6 m/m	(제조) 제일화학 (판매) (주)삼성상공	H에너지 S페인트	

[부록 2]

성능시험 결과 Data Sheet

1. 방염성능시험

가. 건축공사용 시트의 방염성능시험에 의한 방염성능 시험결과

제품명세	구분			A					
	상품명			옥양목					
	바탕재료			면 100%					
	두께			0.19 mm					
방염처리방법				미처리					
시험체	크기			350×250 mm					
	양생			50±2 ℃, 24시간					
시험결과	시험방법	가열시간	시험회수	측정항목					비고
				잔염시간 (초)	잔진시간 (초)	탄화면적 (cm ²)	탄화길이 (cm)	점염회수 (회)	
	45도 마이크로 버너법	1분	1	-	-	전소	/	모든물품 에 적용	
			2	-	-	전소			
			3	-	-	전소			
		착염후 3초	1	-	-	-			착염하는 물품에 적용
			2	-	-	-			
	이완법		1	/	/	/	/	열에의해 수축하는 물품에 적용	
			2						
			3						
	코일법		1	/	/	/	/	열에의해 용융하는 물품에 적용	
			2						
			3						
			4						
			5						

제 품 명 세	구 분		A						
	상 품 명		옥양목						
	바탕재료		면 100%						
	두 겹		0.19 mm						
방염처리방법			방염액 침지						
실 험 체	크 기		350×250 mm						
	양 생		50±2 ℃, 24시간						
실 험 과 결 과	실험 방법	가열 시간	실험 회수	측 정 항 목					비 고
				잔염시간 (초)	잔진시간 (초)	탄화면적 (cm ²)	탄화길이 (cm)	점염회수 (회)	
	45도 마이 크로 버너법	1분	1	0	0	24.0	/		모든물품 에 적용
			2	0	0	21.6			
			3	0	0	22.6			
		착염후 3초	1	-	-	-			착염하는 물품에 적용
			2	-	-	-			
	이 완 법		1	/			-		열에 의해 수축하는 물품에 적용
			2				-		
			3				-		
	코 일 법		1	/			-		열에 의해 용융하는 물품에 적용
			2				-		
			3				-		
			4				-		
			5				-		

제품명세	구 분		A						
	상 품 명		옥양목						
	바탕재료		면 100%						
	두께		0.19 mm						
방염처리방법			방화도료 양면도장						
실험체	크 기		350×250 mm						
	양 생		50±2 ℃, 24시간						
실험결과	실험 방법	가열 시간	실험 회수	측 정 항 목					비 고
				잔염시간 (초)	잔진시간 (초)	탄화면적 (cm ²)	탄화길이 (cm)	점염회수 (회)	
	45도 마이크로 버너법	1분	1	0	0	10.1	/		모든물품에 적용
			2	0	0	10.0			
			3	0	0	10.3			
		착염후 3초	1	-	-	-			착염하는 물품에 적용
			2	-	-	-			
	이 완 법		1	/			-		열에의해 수축하는 물품에 적용
			2				-		
			3				-		
	코 일 법		1	/			-		열에의해 용융하는 물품에 적용
			2				-		
			3				-		
			4				-		
			5				-		

제 품 명 세	구 분		A						
	상 품 명		옥양목						
	바탕재료		면 100%						
	두 겹		0.19 mm						
방염처리방법			방염액 +방화도료 양면도장						
실 험 체	크 기		350×250 mm						
	양 생		50±2 ℃, 24시간						
실 험 결 과	실험 방법	가열 시간	실험 회수	측 정 항 목					비 고
				잔염시간 (초)	잔진시간 (초)	탄화면적 (cm ²)	탄화길이 (cm)	점염회수 (회)	
	45도 마이 크로 버너법	1분	1	0	0	16.2	/		모든물품 에 적용
			2	0	0	15.7			
			3	0	0	16.0			
		착염후 3초	1	-	-	-			착염하는 물품에 적용
			2	-	-	-			
	이 완 법		1	/			-		열에의해 수축하는 물품에 적용
			2				-		
			3				-		
	코 일 법		1	/			-		열에의해 용융하는 물품에 적용
			2				-		
			3				-		
			4				-		
			5				-		

제 품 명 세	구 분		B							
	상 품 명		커텐지							
	바탕재료		면 100%							
	두 겹		0.48 mm							
방염처리방법			미처리							
실 험 체	크 기		350×250 mm							
	양 생		50±2 ℃, 24시간							
실 험 결 과	실험 방법	가열 시간	실험 회수	측 정 항 목					비 고	
				잔염시간 (초)	잔진시간 (초)	탄화면적 (cm ²)	탄화길이 (cm)	점염회수 (회)		
	45도 마이 크로 버너법	1분	1	-	-	전소	/	모든물품 에 적용		
			2	-	-	전소				
			3	-	-	전소				
		착염후 3초	1	-	-	-		착염하는 물품에 적용		
			2	-	-	-				
		이 완 법		1	/	-		-	열에의해 수축하는 물품에 적용	
	2			-						
	3			-						
	코 일 법		1	/		-		-	열에의해 용융하는 물품에 적용	
			2							-
			3							-
			4							-
			5							-

제품명세	구분		B						
	상품명		커텐지						
	바탕재료		면 100%						
	두께		0.48 mm						
방염처리방법			방염액 침지						
실험체	크기		350×250 mm						
	양생		50±2 ℃, 24시간						
실험결과	실험방법	가열시간	실험회수	측정항목					비고
				잔염시간 (초)	잔진시간 (초)	탄화면적 (cm ²)	탄화길이 (cm)	점염회수 (회)	
	45도 마이크로 버너법	1분	1	0	0	25.6	/	모든물품 에 적용	
			2	0	0	25.3			
			3	0	0	25.5			
		착염후 3초	1	-	-	-		착염하는 물품에 적용	
			2	-	-	-			
			이완법		1	/			-
	2	-							
	3	-							
	코일법		1	/	-	열에의해 용융하는 물품에 적용			
			2		-				
			3		-				
			4		-				
			5		-				

제 품 명 세	구 분		B						
	상 품 명		커텐지						
	바탕재료		면 100%						
	두 겹		0.48 mm						
방염처리방법			방화도료 양면도장						
실 험 체	크 기		350×250 mm						
	양 생		50±2 ℃, 24시간						
실 험 결 과	실험 방법	가열 시간	실험 회수	측 정 항 목					비 고
				잔염시간 (초)	잔진시간 (초)	탄화면적 (㎠)	탄화길이 (cm)	점염회수 (회)	
	45도 맥켈 버너법	2분	1	0	0	15.2	/	모든물품 에 적용	
			2	0	0	12.2			
			3	0	0	13.8			
		착염후 3초	1	-	-	-		착염하는 물품에 적용	
			2	-	-	-			
		이 완 법		1	/	/		-	열에의해 수축하는 물품에 적용
	2			-					
	3			-					
	코 일 법		1	/	/	-	열에의해 용융하는 물품에 적용		
			2			-			
			3			-			
			4			-			
			5			-			

제 품 명 세	구 분		B						
	상 품 명		커텐지						
	바탕재료		면 100%						
	두 겹		0.48 mm						
방염처리방법			방염액 + 방화도료 양면도장						
실 험 체	크 기		350×250 mm						
	양 생		50±2 ℃, 24시간						
실험 결 과	실험 방법	가열 시간	실험 회수	측 정 항 목					비 고
				잔염시간 (초)	잔진시간 (초)	탄화면적 (㎠)	탄화길이 (cm)	점염회수 (회)	
	45도 팩셀 버너법	2분	1	-	-	27.8	/	모든물품 에 적용	
			2	-	-	28.3			
			3	-	-	28.1			
		착염후 6초	1	-	-	-		착염하는 물품에 적용	
			2	-	-	-			
	이 완 법		1	/	/	-	열에의해 수축하는 물품에 적용		
			2			-			
			3			-			
	코 일 법		1	/	/	-	열에의해 용융하는 물품에 적용		
			2			-			
			3			-			
			4			-			
			5			-			

제 품 명 세	구 분			C					
	상 품 명			범포지 I					
	바탕재료			면 100%					
	두 겹			0.8 mm					
방염처리방법				미처리					
실 험 체	크 기			350×250 mm					
	양 생			50±2 ℃, 24시간					
실 험 결 과	실험 방법	가열 시간	실험 회수	측 정 항 목					비 고
				잔염시간 (초)	잔진시간 (초)	탄화면적 (cm ²)	탄화길이 (cm)	점염회수 (회)	
	45도 마이 크로 버너 법	1분	1	-	-	전소	/	모든물품 에 적용	
			2	-	-	전소			
			3	-	-	전소			
		착염후 3초	1	-	-	-		착염하는 물품에 적용	
			2	-	-	-			
	이 완 법		1	/	/	-	열에의해 수축하는 물품에 적용		
			2			-			
			3			-			
	코 일 법		1	/	/	-	열에의해 용융하는 물품에 적용		
			2			-			
			3			-			
			4			-			
			5			-			

제 품 명 세	구 분		C						
	상 품 명		벌포지 I						
	바탕재료		면 100%						
	두 겹		0.8 mm						
방염처리방법			방염액 침지						
실 험 체	크 기		350×250 mm						
	양 생		50±2 ℃, 24시간						
실 험 결 과	실험 방법	가열 시간	실험 회수	측 정 항 목					비 고
				잔염시간 (초)	잔진시간 (초)	탄화면적 (cm ²)	탄화길이 (cm)	점염회수 (회)	
	45도 맥켈 버너법	2분	1	0	0	21.2	/		모든물품 에 적용
			2	0	0	20.4			
			3	0	0	20.8			
		착염후 6초	1	-	-	-			착염하는 물품에 적용
			2	-	-	-			
	이 완 법		1	/			-	열에의해 수축하는 물품에 적용	
			2				-		
			3				-		
	코 일 법		1	/			-	열에의해 용융하는 물품에 적용	
			2				-		
			3				-		
			4				-		
			5				-		

제 품 명 세	구 분			C					
	상 품 명			범포지 I					
	바탕재료			면 100%					
	두 겹			0.8 mm					
방염처리방법				방화도료 양면도장					
실 험 체	크 기			350×250 mm					
	양 생			50±2 ℃, 24시간					
실 험 결 과	실험 방법	가열 시간	실험 회수	측 정 항 목					비 고
				잔염시간 (초)	잔진시간 (초)	탄화면적 (cm ²)	탄화길이 (cm)	점염회수 (회)	
	45도 맥켈 버너법	2분	1	0	0	12.3	/		모든물품 에 적용
			2	0	0	11.8			
			3	0	0	12.0			
		착염 후 6초	1	-	-	-			착염하는 물품에 적용
			2	-	-	-			
	이 완 법		1	/			-		열에의해 수축하는 물품에 적용
			2				-		
			3				-		
	코 일 법		1	/			-		열에의해 용융하는 물품에 적용
			2				-		
			3				-		
			4				-		
			5				-		

제품명세	구분		C						
	상 품 명		범포지 I						
	바탕재료		면 100%						
	두께		0.8 mm						
방염처리방법			방염액 + 방화도료 양면도장						
실험체	크 기		350×250 mm						
	양 생		50±2 ℃, 24시간						
실험결과	실험방법	가열시간	실험회수	측정항목					비고
				잔염시간 (초)	잔진시간 (초)	탄화면적 (cm²)	탄화길이 (cm)	점염회수 (회)	
	45도 맥켈 버너법	2분	1	0	0	21.2	/	모든물품에 적용	
			2	0	0	22.1			
			3	0	0	21.6			
		착염후 6초	1	-	-	-		착염하는 물품에 적용	
			2	-	-	-			
	이완법		1	/		-	열에의해 수축하는 물품에 적용		
			2			-			
			3			-			
	코일법		1	/		-	열에의해 용융하는 물품에 적용		
			2			-			
			3			-			
			4			-			
			5			-			

제품명세	구 분		D						
	상 품 명		범포지Ⅱ						
	바탕재료		면 100%						
	두 겹		1.0 mm						
방염처리방법			미처리						
실험체	크 기		350×250 mm						
	양 생		50±2 ℃, 24시간						
실험결과	실험방법	가열시간	실험회수	측 정 항 목					비 고
				잔염시간 (초)	잔진시간 (초)	탄화면적 (cm ²)	탄화길이 (cm)	점염회수 (회)	
	45도 덱셀 버너법	2분	1	-	-	전소	/	모든물품 에 적용	
			2	-	-	전소			
			3	-	-	전소			
		착염후 6초	1	-	-	-		착염하는 물품에 적용	
			2	-	-	-			
	이 완 법		1	/	-	열에의해 수축하는 물품에 적용			
			2		-				
			3		-				
	코 일 법		1	/	-	열에의해 용융하는 물품에 적용			
			2		-				
			3		-				
			4		-				
			5		-				

제 품 명 세	구 분		D						
	상 품 명		범포지Ⅱ						
	바탕재료		면 100%						
	두께		1.0 mm						
방염처리방법			방염액 침지						
실 험 체	크 기		350×250 mm						
	양 생		50±2 ℃, 24시간						
실 험 결 과	실험 방법	가열 시간	실험 회수	측 정 항 목					비 고
				잔염시간 (초)	잔진시간 (초)	탄화면적 (cm ²)	탄화길이 (cm)	점염회수 (회)	
	45도 팩켈 버너법	2분	1	0	0	27.5	/		모든물품 에 적용
			2	0	0	26.5			
			3	0	0	26.9			
		착염후 6초	1	-	-	-			착염하는 물품에 적용
			2	-	-	-			
		이 완 법		1	/				-
	2			-					
	3			-					
	코 일 법		1	/			-	열에의해 용융하는 물품에 적용	
			2				-		
			3				-		
			4				-		
			5				-		

제 품 명 세	구 분		D						
	상 품 명		범포지Ⅱ						
	바탕재료		면 100%						
	두 겹		1.0 mm						
방염처리방법			방화도료 양면도장						
실 험 체	크 기		350×250 mm						
	양 생		50±2 ℃, 24시간						
실험 결 과	실험 방법	가열 시간	실험 회수	측 정 항 목					비 고
				잔염시간 (초)	잔진시간 (초)	탄화면적 (cm ²)	탄화길이 (cm)	점염회수 (회)	
	45도 맥켈 버너법	2분	1	0	0	12.7	/		모든물품 에 적용
			2	0	0	11.9			
			3	0	0	12.3			
		착염후 6초	1	-	-	-			착염하는 물품에 적용
			2	-	-	-			
	이 완 법		1	/			-		열에의해 수축하는 물품에 적용
			2				-		
			3				-		
	코 일 법		1	/			-		열에의해 용융하는 물품에 적용
			2				-		
			3				-		
			4				-		
			5				-		

제품명세	구 분		D						
	상 품 명		범포지Ⅱ						
	바탕재료		면 100%						
	두 게		1.0 mm						
방염처리방법			방염액 + 방화도료 양면도장						
실험 체	크 기		350×250 mm						
	양 생		50±2 ℃, 24시간						
실험 결 과	실험 방법	가열 시간	실험 회수	측 정 항 목					비 고
				잔염시간 (초)	잔진시간 (초)	탄화면적 (cm ²)	탄화길이 (cm)	점염회수 (회)	
	45도 멕셀 버너법	2분	1	0	0	21.7	/	모든물품 에 적용	
			2	0	0	21.0			
			3	0	0	21.3			
		착염후 6초	1	-	-	-		착염하는 물품에 적용	
			2	-	-	-			
	이 완 법		1	/		-		열에의해 수축하는 물품에 적용	
			2		-				
			3		-				
	코 일 법		1	/		-		열에의해 용융하는 물품에 적용	
			2		-				
			3		-				
			4		-				
			5		-				

제품명세	구분		G						
	상 품 명		HD 118						
	바 탕 재 료		Fiber glass						
	표 면 가 공		우레탄수지 양면 코팅						
	두께		0.18 mm						
실험체	크 기		350×250 mm						
	양 생		50±2 ℃, 24시간						
실험결과	실험 방법	가열 시간	실험 회수	측 정 항 목					비 고
				잔열시간 (초)	잔진시간 (초)	탄화면적 (cm ²)	탄화길이 (cm)	점열회수 (회)	
	45도 마이 크로 버너법	1분	1	0	0	18.9	/		모든물품 에 적용
			2	0	0	18.1			
			3	0	0	16.2			
		착열후 3초	1	-	-	-			착열하는 물품에 적용
			2	-	-	-			
	이 완 법		1	/			-		열에의해 수축하는 물품에 적용
			2				-		
			3				-		
	코 일 법		1	/			-		열에의해 용융하는 물품에 적용
			2				-		
			3				-		
			4				-		
			5				-		

제품명세	구 분		H						
	상 품 명		KNF 209 (KN # 2600-PV2 주황)						
	바 탕 재 료		Fiber glass						
	표 면 가 공		PVC 수지 양면코팅						
	두 께		0.35 mm						
실험체	크 기		350×250 mm						
	양 생		50±2 ℃, 24시간						
실험결과	실험 방법	가열 시간	실험 회수	측 정 항 목					비고
				잔염시간 (초)	잔진시간 (초)	탄화면적 (cm ²)	탄화길이 (cm)	점염회수 (회)	
	45도 멕셀 버너법	2분	1	0	0	25.8	/	모든물품 에 적용	
			2	0	0	26.5			
			3	0	0	29.1			
		착염후 6초	1	-	-	-		착염하는 물품에 적용	
			2	-	-	-			
	이 완 법		1	/	/	-	열에 의해 수축하는 물품에 적용		
			2			-			
			3			-			
	코 일 법		1	/	/	-	열에 의해 용융하는 물품에 적용		
			2			-			
			3			-			
			4			-			
			5			-			

제품명세	구 분		I						
	상 품 명		Thermosil						
	바 탕 재 료		Fiber glass						
	표 면 가 공		-						
	두 계		3.2 mm						
실험제	크 기		350×250 mm						
	양 생		50±2 ℃, 24시간						
실험결과	실험 방법	가열 시간	실험 회수	측 정 항 목					비고
				잔염시간 (초)	잔진시간 (초)	탄화면적 (cm ²)	탄화길이 (cm)	점염회수 (회)	
	45도 맥켈 버너법	2분	1	0	0	13.2	/	모든물품 에 적용	
			2	0	0	13.9			
			3	0	0	12.2			
		착염후 6초	1	-	-	-		착염하는 물품에 적용	
			2	-	-	-			
		이 완 법	1	/	-	/		열에의해 수축하는 물품에 적용	
	2		-						
	3		-						
	코 일 법	1	/	-	/	열에의해 용융하는 물품에 적용			
		2		-					
		3		-					
		4		-					
		5		-					

제품명세	구분			J					
	상 품 명			Siltex(HF 3200)					
	바 탕 재 료			Silica					
	표 면 가 공			알루미늄, 마그네슘, 규산염 코팅					
	두 겜			3.2 mm					
실험체	크 기			350×250 mm					
	양 생			50±2 ℃, 24시간					
실험결과	실험 방법	가열 시간	실험 회수	측 정 항 목					비고
				잔염시간 (초)	잔진시간 (초)	탄화면적 (cm ²)	탄화길이 (cm)	점염회수 (회)	
	45도 맥켈 버너법	2분	1	0	0	19.0	/	모든물품 에 적용	
			2	0	0	21.4			
			3	0	0	21.8			
		착염후 6초	1	-	-	-		착염하는 물품에 적용	
			2	-	-	-			
	이 완 법		1	/			-		열에의해 수축하는 물품에 적용
			2				-		
			3				-		
	코 일 법		1	/			-		열에의해 용융하는 물품에 적용
			2				-		
			3				-		
			4				-		
			5				-		

제품명세	구 분		K						
	상 품 명		Lastan(KTOP 2010S)						
	바 탕 재 료		아크릴섬유						
	표 면 가 공		실리콘 수지 양면 코팅						
	두 계		1.0 mm						
실험체	크 기		350×250 mm						
	양 생		50±2 ℃, 24시간						
실험결과	실험 방법	가열 시간	실험 회수	측 정 항 목					비고
				잔염시간 (초)	잔진시간 (초)	탄화면적 (cm ²)	탄화길이 (cm)	점염회수 (회)	
	45도 맥켈 버너법	2분	1	0	0	7.8	/	모든물품 에 적용	
			2	0	0	8.6			
			3	0	0	9.2			
		착염후 6초	1	-	-	-		착염하는 물품에 적용	
			2	-	-	-			
	이 완 법		1	/	/	-		열에의해 수축하는 물품에 적용	
			2			-			
			3			-			
	코 일 법		1	/	/	-		열에의해 용융하는 물품에 적용	
			2			-			
			3			-			
			4			-			
			5			-			

제품명세	구분			L					
	상 품 명			석면포					
	바탕재료			석면					
	표면가공			-					
	두께			3.2 mm					
실험체	크기			350×250 mm					
	양생			50±2 ℃, 24시간					
실험결과	실험방법	가열시간	실험회수	측정항목					비고
				잔염시간 (초)	잔진시간 (초)	탄화면적 (cm ²)	탄화길이 (cm)	점염회수 (회)	
	45도 맥켈 버너법	2분	1	0	0	18.9	/	모든물품 에 적용	
			2	0	0	18.1			
			3	0	0	16.2			
		착염후 6초	1	-	-	-		착염하는 물품에 적용	
			2	-	-	-			
	이완법		1	/	/	-	열에 의해 수축하는 물품에 적용		
			2			-			
			3			-			
	코일법		1	/	/	-	열에 의해 용융하는 물품에 적용		
			2			-			
			3			-			
			4			-			
			5			-			

나. KS K 0770 “텐트의 방염성능시험” 에 의한 방염성능 실험결과

제품명세	구 분		A					
	상 품 명		옥양목					
	바탕재료		면 100%					
	두 겹		0.19 mm					
방염처리방법			미처리					
실험체	크 기		수직: 70×300 mm, 수평: 230×230 mm					
	양 생		온도 20 ℃, 상대습도 65 %에서 24시간					
실험결과	시험방법	측정항목 가열시간 시험회수	탄화길이(cm)			잔염시간(초)		
			12초	30초	60초	12초	30초	60초
	수 직 버어너법	1	전소	전소	전소	-	-	-
		2	전소	전소	전소	-	-	-
		3	전소	전소	전소	-	-	-
		4	전소	전소	전소	-	-	-
	수 평 메타나민법	측정항목 시험회수	금속테두리 구멍주변과 탄화부분 주변과의 최단거리 (cm)					
		1	8.6					
		2	8.3					
		3	9.0					
		4	8.9					

제품명세	구분		A					
	상품명		옥양목					
	바탕재료		면 100%					
	두께		0.19 mm					
방염처리방법			방염액 침지					
실험체	크기		수직: 70×300 mm, 수평: 230×230 mm					
	양생		온도 20 ℃, 상대습도 65 %에서 24시간					
실험결과	시험방법	측정항목 가열시간 시험회수	탄화길이(cm)			잔염시간(초)		
			12초	30초	60초	12초	30초	60초
	수직 버어너법	1	8.2	9.2	10.3	0	0	0
		2	7.9	9.0	9.9	0	0	0
		3	8.1	9.0	10.1	0	0	0
		4	7.8	8.8	10.0	0	0	0
	수평 메타나민 법	측정항목 시험회수	금속테두리 구멍주변과 탄화부분 주변과의 최단거리 (cm)					
		1	9.4					
		2	9.2					
		3	8.9					
		4	9.0					

제품명세	구분		A					
	상품명		옥양목					
	바탕재료		면 100%					
	두께		0.19 mm					
방염처리방법			방화도료 양면도장					
실험체	크기		수직: 70×300 mm, 수평: 230×230 mm					
	양생		온도 20 ℃, 상대습도 65 %에서 24시간					
실험결과	시험방법	측정항목 가열시간	탄화길이(cm)			잔염시간(초)		
		시험회수	12초	30초	60초	12초	30초	60초
	수직 버어너법	1	7.9	8.9	9.4	0	0	0
		2	7.6	8.7	9.0	0	0	0
		3	7.8	8.5	9.1	0	0	0
		4	7.5	8.4	9.4	0	0	0
	수평 메타나민 법	측정항목 시험회수	금속테두리 구멍주변과 탄화부분 주변과의 최단거리 (cm)					
		1	9.7					
		2	9.9					
		3	9.6					
		4	9.7					

제품명세	구 분		A					
	상 품 명		옥양목					
	바탕재료		면 100%					
	두 겹		0.19 mm					
방염처리방법			방염액 + 방화도료 양면도장					
실험체	크 기		수직: 70×300 mm, 수평: 230×230 mm					
	양 생		온도 20 ℃, 상대습도 65 %에서 24시간					
실험결과	시험방법	측정항목 가열시간	탄화길이(cm)			잔염시간(초)		
		시험회수	12초	30초	60초	12초	30초	60초
	수 직 버어너법	1	10.5	12.4	19.5	0	0	0
		2	10.0	12.1	19.2	0	0	0
		3	9.9	12.3	19.3	0	0	0
		4	10.2	12.0	18.9	0	0	0
	수 평 메타나민 법	측정항목 시험회수	금속테두리 구멍주변과 탄화부분 주변과의 최단거리 (cm)					
		1	9.8					
		2	9.9					
		3	9.3					
		4	9.5					

제품명세	구 분		B					
	상 품 명		커텐지					
	바탕재료		면 100%					
	두 겹		0.48 mm					
방염처리방법			미처리					
실험체	크 기		수직: 70×300 mm, 수평: 230×230 mm					
	양 생		온도 20 ℃, 상대습도 65 %에서 24시간					
실험결과	시험방법	측정항목 가열시간	탄화길이(cm)			잔염시간(초)		
		시험회수	12초	30초	60초	12초	30초	60초
	수 직 버어너법	1	전소	전소	전소	-	-	-
		2	전소	전소	전소	-	-	-
		3	전소	전소	전소	-	-	-
		4	전소	전소	전소	-	-	-
	수 평 메타나민법	측정항목 시험회수	금속테두리 구멍주변과 탄화부분 주변과의 최단거리 (cm)					
		1	8.5					
		2	8.7					
		3	8.7					
		4	8.8					

제품명세	구 분		B					
	상 품 명		커텐지					
	바탕재료		면 100%					
	두 겹		0.48 mm					
방염처리방법			방염액 침지					
실험체	크 기		수직: 70×300 mm, 수평: 230×230 mm					
	양 생		온도 20 ℃, 상대습도 65 %에서 24시간					
실험결과	시험방법	측정항목 가열시간 시험회수	탄화길이(cm)			잔염시간(초)		
			12초	30초	60초	12초	30초	60초
	수 직 버어너법	1	6.1	8.4	9.5	0	0	0
		2	5.6	8.3	9.4	0	0	0
		3	5.9	7.9	9.0	0	0	0
		4	5.8	8.1	9.1	0	0	0
	수 평 메타나민법	측정항목 시험회수	금속테두리 구멍주변과 탄화부분 주변과의 최단거리 (cm)					
		1	9.2					
		2	8.8					
		3	8.6					
		4	8.9					

제품명세	구 분		B					
	상 품 명		커텐지					
	바탕재료		면 100%					
	두 겹		0.48 mm					
방염처리방법			방화도료 양면도장					
실험체	크 기		수직: 70×300 mm, 수평: 230×230 mm					
	양 생		온도 20 ℃, 상대습도 65 %에서 24시간					
실험결과	시험방법	측정항목 가열시간 시험회수	탄화길이(cm)			잔염시간(초)		
			12초	30초	60초	12초	30초	60초
	수 직 버어너법	1	4.7	7.8	8.7	0	0	0
		2	4.2	7.7	8.3	0	0	0
		3	4.5	7.3	8.5	0	0	0
		4	4.6	7.4	8.4	0	0	0
	수 평 메타나민법	측정항목 시험회수	금속테두리 구멍주변과 탄화부분 주변과의 최단거리 (cm)					
		1	9.9					
		2	9.6					
		3	9.9					
		4	9.8					

제품명세	구 분		B					
	상 품 명		커텐지					
	바탕재료		면 100%					
	두 겹		0.48 mm					
방염처리방법			방염액 + 방화도료 양면도장					
실험체	크 기		수직: 70×300 mm, 수평: 230×230 mm					
	양 생		온도 20 ℃, 상대습도 65 %에서 24시간					
실험결과	시험방법	측정항목 가열시간 시험회수	탄화길이(cm)			잔염시간(초)		
			12초	30초	60초	12초	30초	60초
	수 직 버너시험	1	9.2	9.5	10.5	0	0	0
		2	8.7	9.2	10.2	0	0	0
		3	8.9	9.3	10.1	0	0	0
		4	9.1	9.1	10.3	0	0	0
	수 평 메타나민법	측정항목 시험회수	금속테두리 구멍주변과 탄화부분 주변과의 최단거리 (cm)					
		1	9.1					
		2	9.4					
		3	9.2					
		4	9.2					

제 품 명 세	구 분		C					
	상 품 명		범포지 I					
	바탕재료		면 100%					
	두 겹		0.8 mm					
방염처리방법			미처리					
실 험 체	크 기		수직: 70×300 mm, 수평: 230×230 mm					
	양 생		온도 20 ℃, 상대습도 65 %에서 24시간					
실 험 결 과	시험방법	측정항목 가열시간 시험회수	탄화길이(cm)			잔염시간(초)		
			12초	30초	60초	12초	30초	60초
	수 직 버어너법	1	전소	전소	전소	-	-	-
		2	전소	전소	전소	-	-	-
		3	전소	전소	전소	-	-	-
		4	전소	전소	전소	-	-	-
	수 평 메타나민법	측정항목 시험회수	금속테두리 구멍주변과 탄화부분 주변과의 최단거리 (cm)					
		1	7.8					
		2	8.0					
		3	7.7					
	4	7.6						

제품명세	구 분		C					
	상 품 명		범포지 I					
	바탕재료		면 100%					
	두 계		0.8 mm					
방염처리방법			방염액 침지					
실험체	크 기		수직: 70×300 mm, 수평: 230×230 mm					
	양 생		온도 20 ℃, 상대습도 65 %에서 24시간					
실험결과	시험방법	측정항목 가열시간 시험회수	탄화길이(cm)			잔염시간(초)		
			12초	30초	60초	12초	30초	60초
	수 직 버어너법	1	4.4	7.1	9.2	0	0	0
		2	4.2	6.6	8.6	0	0	0
		3	4.3	7.0	8.9	0	0	0
		4	4.3	6.8	8.8	0	0	0
	수 평 메타나민법	측정항목 시험회수	금속테두리 구멍주변과 탄화부분 주변과의 최단거리 (cm)					
		1	9.7					
		2	9.2					
		3	9.1					
	4	9.4						

제품명세	구 분		C					
	상 품 명		범포지 I					
	바탕재료		면 100%					
	두 겹		0.8 mm					
방염처리방법			방화도료 양면도장					
실험체	크 기		수직: 70×300 mm, 수평: 230×230 mm					
	양 생		온도 20 ℃, 상대습도 65 %에서 24시간					
실험결과	시험방법	측정항목 가열시간 시험회수	탄화길이(cm)			잔염시간(초)		
			12초	30초	60초	12초	30초	60초
	수 직 버어너법	1	1.8	5.5	7.6	0	0	0
		2	1.7	5.1	7.5	0	0	0
		3	1.8	5.1	7.0	0	0	0
		4	1.6	5.3	7.2	0	0	0
	수 평 메타나민법	측정항목 시험회수	금속테두리 구멍주변과 탄화부분 주변과의 최단거리 (cm)					
		1	9.9					
		2	9.8					
		3	9.5					
		4	9.6					

제 품 명 세	구 분		C					
	상 품 명		범포지 I					
	바탕재료		면 100%					
	두 계		0.8 mm					
방염처리방법			방염액 + 방화도료 양면도장					
실 험 체	크 기		수직: 70×300 mm, 수평: 230×230 mm					
	양 생		온도 20 ℃, 상대습도 65 %에서 24시간					
실 험 결 과	시험방법	측정항목 가열시간 시험회수	탄화길이(cm)			잔염시간(초)		
			12초	30초	60초	12초	30초	60초
	수 직 버어너법	1	3.5	6.7	9.4	0	0	0
		2	3.3	6.1	9.0	0	0	0
		3	3.2	6.5	8.8	0	0	0
		4	3.3	6.4	9.1	0	0	0
	수 평 메타나민법	측정항목 시험회수	금속테두리 구멍주변과 탄화부분 주변과의 최단거리 (cm)					
		1	9.5					
		2	9.7					
		3	9.6					
		4	9.3					

제품명세	구 분		D					
	상 품 명		범포지Ⅱ					
	바탕재료		면 100%					
	두 겹		1.0 mm					
방염처리방법			미처리					
실험체	크 기		수직: 70×300 mm, 수평: 230×230 mm					
	양 생		온도 20 ℃, 상대습도 65 %에서 24시간					
실험결과	시험방법	측정항목 가열시간	탄화길이(cm)			잔염시간(초)		
		시험회수	12초	30초	60초	12초	30초	60초
	수 직 버어너법	1	전소	전소	전소	-	-	-
		2	전소	전소	전소	-	-	-
		3	전소	전소	전소	-	-	-
		4	전소	전소	전소	-	-	-
	수 평 메타나민법	측정항목 시험회수	금속테두리 구멍주변과 탄화부분 주변과의 최단거리 (cm)					
		1	8.7					
		2	8.6					
		3	8.7					
		4	9.0					

제품명세	구 분		D					
	상 품 명		범포지Ⅱ					
	바탕재료		면 100%					
	두께		1.0 mm					
방염처리방법			방염액 침지					
실험체	크 기		수직: 70×300 mm, 수평: 230×230 mm					
	양 생		온도 20 ℃, 상대습도 65 %에서 24시간					
실험결과	시험방법	측정항목	탄화길이(cm)			잔염시간(초)		
		가열시간						
	수 직 버어너법	시험회수	12초	30초	60초	12초	30초	60초
		1	0.6	4.5	7.4	0	0	0
		2	0.5	4.2	7.0	0	0	0
		3	0.6	4.1	7.2	0	0	0
	4	0.6	4.1	7.2	0	0	0	
	수 평 메타나민법	측정항목	금속테두리 구멍주변과 탄화부분 주변과의					
		시험회수	최단거리 (cm)					
		1	9.6					
		2	9.4					
		3	9.2					
	4	9.5						

제품명세	구 분		D					
	상 품 명		범포지Ⅱ					
	바탕재료		면 100%					
	두 겹		1.0 mm					
방염처리방법			방화도료 양면도장					
실험체	크 기		수직: 70×300 mm, 수평: 230×230 mm					
	양 생		온도 20 ℃, 상대습도 65 %에서 24시간					
실험결과	시험방법	측정항목 가열시간 시험회수	탄화길이(cm)			잔염시간(초)		
			12초	30초	60초	12초	30초	60초
	수 직 버어너법	1	0	4.4	7.0	0	0	0
		2	0	3.9	6.8	0	0	0
		3	0	4.2	6.4	0	0	0
		4	0	4.1	6.5	0	0	0
	수 평 메타나민법	측정항목 시험회수	금속테두리 구멍주변과 탄화부분 주변과의 최단거리 (cm)					
		1	9.6					
		2	9.3					
		3	9.5					
		4	9.6					

제품명세	구 분		D					
	상 품 명		범포지Ⅱ					
	바탕재료		면 100%					
	두 겹		1.0 mm					
방염처리방법			방염액 + 방화도료 양면도장					
실험체	크 기		수직: 70×300 mm, 수평: 230×230 mm					
	양 생		온도 20 ℃, 상대습도 65 %에서 24시간					
실험결과	시험방법	측정항목 가열시간	탄화길이(cm)			잔염시간(초)		
		시험회수	12초	30초	60초	12초	30초	60초
	수 직 버어너법	1	0	5.5	6.5	0	0	0
		2	0	4.9	6.1	0	0	0
		3	0	5.2	6.1	0	0	0
		4	0	5.0	6.2	0	0	0
	수 평 메타나민법	측정항목 시험회수	금속테두리 구멍주변과 탄화부분 주변과의 최단거리 (cm)					
		1	9.4					
		2	9.5					
		3	9.2					
		4	9.1					

제품명세	구 분		G					
	상 품 명		HD 118					
	바탕재료		Fiber glass					
	표면가공		우레탄수지 양면코팅					
	두 겹		0.18 mm					
실험체	크 기		수직: 70×300 mm, 수평: 230×230 mm					
	양 생		온도 20 ℃, 상대습도 65 %에서 24시간					
실험결과	시험방법	측정항목 가열시간 시험회수	탄화길이(cm)			잔염시간(초)		
			12초	30초	60초	12초	30초	60초
	수 직 버어너법	1	0.9	1.0	1.6	0	0	0
		2	0.6	1.4	1.5	0	0	0
		3	0.8	1.2	1.6	0	0	0
		4	0.8	1.3	1.5	0	0	0
	수 평 메타나민법	측정항목 시험회수	금속테두리 구멍주변과 탄화부분 주변과의 최단거리 (cm)					
		1	9.6					
		2	9.5					
		3	9.8					
		4	9.8					

제품명세	구분	H						
	상 품 명	KNF 209 (KN # 2600-PV2 주황)						
	바탕재료	Fiber glass						
	표면가공	PVC수지 양면코팅						
	두께	0.35 mm						
실험체	크기	수직: 70×300 mm, 수평: 230×230 mm						
	양생	온도 20 ℃, 상대습도 65 %에서 24시간						
실험결과	시험방법	측정항목 가열시간 시험회수	탄화길이(cm)			잔열시간(초)		
			12초	30초	60초	12초	30초	60초
	수직 버어너법	1	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0
		4	0	0	0	0	0	0
	수평 메타나민법	측정항목 시험회수	금속테두리 구멍주변과 탄화부분 주변과의 최단거리 (cm)					
		1	9.9					
		2	9.7					
		3	9.5					
		4	9.8					

제품명세	구 분		I					
	상 품 명		Thermosil					
	바탕재료		Fiber glass					
	표면가공		-					
	두 겹		3.2 mm					
실험체	크 기		수직: 70×300 mm, 수평: 230×230 mm					
	양 생		온도 20 ℃, 상대습도 65 %에서 24시간					
실험결과	시험방법	측정항목 가열시간	탄화길이(cm)			잔염시간(초)		
		시험회수	12초	30초	60초	12초	30초	60초
	수 직 버어너법	1	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0
		4	0	0	0	0	0	0
	수 평 메타나민법	측정항목 시험회수	금속테두리 구멍주변과 탄화부분 주변과의 최단거리 (cm)					
		1	9.6					
		2	9.6					
		3	9.8					
		4	9.9					

제품명세	구 분		J					
	상 품 명		Siltex(HF 3200)					
	바탕재료		Silica					
	표면가공		알루미늄, 마그네슘, 규산염 코팅					
	두 겹		3.2 mm					
실험체	크 기		수직: 70×300 mm, 수평: 230×230 mm					
	양 생		온도 20 ℃, 상대습도 65 %에서 24시간					
실험결과	시험방법	측정항목 가열시간 시험회수	탄화길이(cm)			잔열시간(초)		
			12초	30초	60초	12초	30초	60초
	수 직 버어너법	1	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0
		4	0	0	0	0	0	0
	수 평 메타나민법	측정항목 시험회수	금속테두리 구멍주변과 탄화부분 주변과의 최단거리 (cm)					
		1	9.6					
		2	9.5					
		3	9.8					
		4	9.6					

제품명세	구 분		K					
	상 품 명		Lastan(KTOP 2010S)					
	바탕재료		아크릴섬유					
	표면가공		실리콘수지 양면코팅					
	두 겹		1.0 mm					
실험체	크 기		수직: 70×300 mm, 수평: 230×230 mm					
	양 생		온도 20 ℃, 상대습도 65 %에서 24시간					
실험결과	시험방법	측정항목 가열시간 시험회수	탄화길이(cm)			잔염시간(초)		
			12초	30초	60초	12초	30초	60초
	수 직 버어너법	1	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0
		4	0	0	0	0	0	0
	수 평 메타나민법	측정항목 시험회수	금속테두리 구멍주변과 탄화부분 주변과의 최단거리 (cm)					
		1	9.9					
		2	9.9					
		3	9.6					
		4	9.8					

제품명세	구 분		L					
	상 품 명		석면포					
	바탕재료		석면					
	표면가공		-					
	두 겹		3.2 mm					
실험체	크 기		수직: 70×300 mm, 수평: 230×230 mm					
	양 생		온도 20 ℃, 상대습도 65 %에서 24시간					
실험결과	시험방법	측정항목 가열시간 시험회수	탄화길이(cm)			잔열시간(초)		
			12초	30초	60초	12초	30초	60초
	수 직 버어너법	1	0	0	0	0	0	0
		2	0	0	0	0	0	0
		3	0	0	0	0	0	0
		4	0	0	0	0	0	0
	수 평 메타나민법	측정항목 시험회수	금속테두리 구멍주변과 탄화부분 주변과의 최단거리 (cm)					
		1	9.5					
		2	9.5					
		3	9.7					
		4	9.6					

다. LPS 1207 "보호용 덮개 재료에 대한 화재성능요건" 중 대형불꽃실험에 의한 방염성능 실험결과

☐ 방염처리방법 : 미처리

구 분	상 품 명	실 험 결 과		
		수직 Sheet로부터 용융불꽃 낙하여부	착화여부	착화시 불꽃 도달거리
A	옥 양 목	용융불꽃 낙하없음	착 화 됨	2.4 m
B	커 텐 지	용융불꽃 낙하없음	착 화 됨	2.4 m
C	범포지 I	용융불꽃 낙하없음	착 화 됨	2.4 m
D	범포지 II	용융불꽃 낙하없음	착 화 됨	2.4 m
E	유리섬유 원단 I	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
F	유리섬유 원단 II	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-

☐ 방염처리방법 : 방염액 침지

구 분	상 품 명	실 험 결 과		
		수직 Sheet로부터 용융불꽃 낙하여부	착화여부	착화시 불꽃 도달거리
A	옥 양 목	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
B	커 텐 지	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
C	범포지 I	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
D	범포지 II	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-

□ 방염처리방법 : 방화도료 양면도장

구 분	상 품 명	실 험 결 과		
		수직 Sheet로부터 용융불꽃 낙하여부	착화여부	착화시 불꽃 도달거리
A	옥 양 목	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
B	커 텐 지	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
C	범포지 I	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
D	범포지 II	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-

□ 방염처리방법 : 방염액 침지 + 방화도료 양면도장

구 분	상 품 명	실 험 결 과		
		수직 Sheet로부터 용융불꽃 낙하여부	착화여부	착화시 불꽃 도달거리
A	옥 양 목	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
B	커 텐 지	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
C	범포지 I	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
D	범포지 II	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-

구분	상 품 명	실 험 결 과		
		수직 Sheet로 부터 용융불꽃 낙하여부	착 화 여 부	착화시 불꽃 도달거리
G	HD 118	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
H	KNF 209	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
I	Thermosil	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
J	Siltex	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
K	Lastan	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
L	석 면 포	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-
M	유리섬유원단 (TSG 1600)	용융불꽃 낙하없음	착화되지 않음	-

2. 난연성능실험

가. 산소지수법에 의한 난연성능 실험결과

☐ 방염처리방법 : 미처리

구 분	상 품 명	최 소 산 소 지 수			평 균
		1	2	3	
A	옥 양 목	19	19	19	19
B	커 텐 지	19	19	19	19
C	범포지 I	21	21	21	21
D	범포지 II	22	22	22	22
E	유리섬유 원단 I	불 연	불 연	불 연	불 연
F	유리섬유 원단 II	불 연	불 연	불 연	불 연

☐ 방염처리방법 : 방염액 침지

구 분	상 품 명	최 소 산 소 지 수			평 균
		1	2	3	
A	옥 양 목	45.6	45.6	45.6	45.6
B	커 텐 지	46.5	46.5	46.5	46.5
C	범포지 I	46.9	46.9	46.9	46.9
D	범포지 II	47.4	47.4	47.4	47.4

☐ 방염처리방법 : 방화도료 양면도장

구 분	상 품 명	최 소 산 소 지 수			평 균
		1	2	3	
A	옥 양 목	64.5	64.5	64.5	64.5
B	커 텐 지	64.9	64.9	64.9	64.9
C	범포지 I	64.9	64.9	64.9	64.9
D	범포지 II	64.9	64.9	64.9	64.9

☐ 기존제품 실험체

구 분	상 품 명	최 소 산 소 지 수			평 균
		1	2	3	
G	HD 118	36	36	36	36
H	KNF 209	31	31	31	31
I	Thermosil	불 연	불 연	불 연	불 연
J	Siltex	불 연	불 연	불 연	불 연
K	Lastan	54.4	54.4	54.4	54.4
L	석 면 포	불 연	불 연	불 연	불 연
M	유리섬유원단 (TSG 1600)	불 연	불 연	불 연	불 연

나. 건축용 시트의 용접 및 용단불꽃에 의한 난연성 실험결과

□ 방염처리방법 : 미 처리

구분	상 품 명	난연등급	실험회수	발염유무	관통공의 유무
A	옥 양 목	A	1	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
			2	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
			3	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
		B	1	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
			2	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
			3	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
		C	1	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
			2	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
			3	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
B	커 텐 지	A	1	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
			2	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
			3	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
		B	1	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
			2	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
			3	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
		C	1	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
			2	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
			3	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
C	범포지 I	A	1	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
			2	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
			3	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
		B	1	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
			2	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
			3	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
		C	1	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
			2	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
			3	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
D	범포지 II	A	1	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
			2	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
			3	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
		B	1	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
			2	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
			3	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
		C	1	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
			2	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생
			3	착 화 됨	1회 실험시 관통공 발생

구분	상 품 명	난연등급	실험회수	발연유무	관통공의 유무
E	유리섬유 원단 I	A	1	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생
			2	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생
			3	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생
		B	1	착화현상 없음	관통공 발생없음
			2	착화현상 없음	관통공 발생없음
			3	착화현상 없음	관통공 발생없음
		C	1	-	-
			2	-	-
			3	-	-
F	유리섬유 원단 II	A	1	착화현상 없음	3회 실험시 관통공 발생
			2	착화현상 없음	3회 실험시 관통공 발생
			3	착화현상 없음	3회 실험시 관통공 발생
		B	1	착화현상 없음	관통공 발생없음
			2	착화현상 없음	관통공 발생없음
			3	착화현상 없음	관통공 발생없음
		C	1	-	-
			2	-	-
			3	-	-

□ 방염처리방법 : 방염액 침지

구분	상품명	난연 등급	실험 회수	발염유무	관통공의 유무	비 고
A	옥 양 목	A	1	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생	연기발생
			2	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생	연기발생
			3	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생	연기발생
		B	1	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생	연기발생
			2	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생	연기발생
			3	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생	연기발생
		C	1	착화현상 없음	3회 실험시 관통공 발생	연기발생
			2	착화현상 없음	3회 실험시 관통공 발생	연기발생
			3	착화현상 없음	3회 실험시 관통공 발생	연기발생
B	커 텐 지	A	1	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생	연기발생
			2	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생	연기발생
			3	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생	연기발생
		B	1	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생	연기발생
			2	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생	연기발생
			3	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생	연기발생
		C	1	착화현상 없음	3회 실험시 관통공 발생	연기발생
			2	착화현상 없음	3회 실험시 관통공 발생	연기발생
			3	착화현상 없음	3회 실험시 관통공 발생	연기발생
C	범 포 지 I	A	1	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생	연기발생
			2	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생	연기발생
			3	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생	연기발생
		B	1	착화현상 없음	2회 실험시 관통공 발생	연기발생
			2	착화현상 없음	2회 실험시 관통공 발생	연기발생
			3	착화현상 없음	2회 실험시 관통공 발생	연기발생
		C	1	착화현상 없음	관통공 발생없음	연기발생
			2	착화현상 없음	관통공 발생없음	연기발생
			3	착화현상 없음	관통공 발생없음	연기발생
D	범 포 지 II	A	1	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생	연기발생
			2	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생	연기발생
			3	착화현상 없음	1회 실험시 관통공 발생	연기발생
		B	1	착화현상 없음	2회 실험시 관통공 발생	연기발생
			2	착화현상 없음	2회 실험시 관통공 발생	연기발생
			3	착화현상 없음	2회 실험시 관통공 발생	연기발생
		C	1	착화현상 없음	관통공 발생없음	연기발생
			2	착화현상 없음	관통공 발생없음	연기발생
			3	착화현상 없음	관통공 발생없음	연기발생

□ 방염처리방법 : 방화도료 양면도장

구분	상품명	난연 등급	실험 회수	발염유무	관통공의 유무	비 고
A	옥 양 목	A	1	착화현상 발생	1회 실험시 관통공 발생	연기발생
			2	착화현상 발생	1회 실험시 관통공 발생	연기발생
			3	착화현상 발생	1회 실험시 관통공 발생	연기발생
		B	1	착화현상 없음	관통공 발생없음	연기발생
			2	착화현상 없음	관통공 발생없음	연기발생
			3	착화현상 없음	관통공 발생없음	연기발생
		C	1	-	-	-
			2	-	-	-
			3	-	-	-
B	커 텐 지	A	1	착화현상 없음	3회 실험시 관통공 발생	연기발생
			2	착화현상 없음	3회 실험시 관통공 발생	연기발생
			3	착화현상 없음	3회 실험시 관통공 발생	연기발생
		B	1	착화현상 없음	관통공 발생없음	연기발생
			2	착화현상 없음	관통공 발생없음	연기발생
			3	착화현상 없음	관통공 발생없음	연기발생
		C	1	-	-	-
			2	-	-	-
			3	-	-	-
C	범 포 지 I	A	1	착화현상 없음	관통공 발생없음	연기발생
			2	착화현상 없음	관통공 발생없음	연기발생
			3	착화현상 없음	관통공 발생없음	연기발생
		B	1	-	-	-
			2	-	-	-
			3	-	-	-
		C	1	-	-	-
			2	-	-	-
			3	-	-	-
D	범 포 지 II	A	1	착화현상 없음	관통공 발생없음	연기발생
			2	착화현상 없음	관통공 발생없음	연기발생
			3	착화현상 없음	관통공 발생없음	연기발생
		B	1	-	-	-
			2	-	-	-
			3	-	-	-
		C	1	-	-	-
			2	-	-	-
			3	-	-	-

구분	상 품 명	난연등급	실험회수	발염유무	관통공의 유무	비 고
E	유리섬유 원단 I	A	1	착화현상 없음	관통공 발생없음	
			2	착화현상 없음	관통공 발생없음	
			3	착화현상 없음	관통공 발생없음	
		B	1	-	-	
			2	-	-	
			3	-	-	
		C	1	-	-	
			2	-	-	
			3	-	-	
F	유리섬유 원단 II	A	1	착화현상 없음	관통공 발생없음	
			2	착화현상 없음	관통공 발생없음	
			3	착화현상 없음	관통공 발생없음	
		B	1	-	-	
			2	-	-	
			3	-	-	
		C	1	-	-	
			2	-	-	
			3	-	-	

□ 기존제품 실험체

구분	상품명	난연등급	실험회수	발 염 유 무	관통공의 유무	비 고
G	HD 118	A	1	착화현상 없음	1 회 실험시 관통공 발생	
			2	착화현상 없음	1 회 실험시 관통공 발생	
			3	착화현상 없음	1 회 실험시 관통공 발생	
		B	1	착화현상 없음	2 회 실험시 관통공 발생	
			2	착화현상 없음	2 회 실험시 관통공 발생	
			3	착화현상 없음	3 회 실험시 관통공 발생	
		C	1	착화현상 없음	3 회 실험시 관통공 발생	
			2	착화현상 없음	2 회 실험시 관통공 발생	
			3	착화현상 없음	3 회 실험시 관통공 발생	
H	KNF 209	A	1	착화현상 발생	1 회 실험시 관통공 발생	
			2	착화현상 발생	1 회 실험시 관통공 발생	
			3	착화현상 발생	1 회 실험시 관통공 발생	
		B	1	착화현상 없음	2 회 실험시 관통공 발생	
			2	착화현상 없음	2 회 실험시 관통공 발생	
			3	착화현상 없음	2 회 실험시 관통공 발생	
		C	1	착화현상 없음	3 회 실험시 관통공 발생	
			2	착화현상 없음	3 회 실험시 관통공 발생	
			3	착화현상 없음	3 회 실험시 관통공 발생	
I	Thermosil	A	1	착화현상 없음	관통공 발생없음	
			2	착화현상 없음	관통공 발생없음	
			3	착화현상 없음	관통공 발생없음	
		B	1	착화현상 없음	관통공 발생없음	
			2	착화현상 없음	관통공 발생없음	
			3	착화현상 없음	관통공 발생없음	
		C	1	착화현상 없음	관통공 발생없음	
			2	착화현상 없음	관통공 발생없음	
			3	착화현상 없음	관통공 발생없음	

구분	상품명	난연 등급	실험 회수	발 염 유 무	관통공의 유무	비 고
J	Siltex	A	1	착화현상 없음	관통공 발생없음	-
			2	착화현상 없음	관통공 발생없음	-
			3	착화현상 없음	관통공 발생없음	-
		B	1	착화현상 없음	관통공 발생없음	-
			2	착화현상 없음	관통공 발생없음	-
			3	착화현상 없음	관통공 발생없음	-
		C	1	착화현상 없음	관통공 발생없음	-
			2	착화현상 없음	관통공 발생없음	-
			3	착화현상 없음	관통공 발생없음	-
K	Lastan	A	1	착화현상 없음	관통공 발생없음	연기발생
			2	착화현상 없음	관통공 발생없음	연기발생
			3	착화현상 없음	관통공 발생없음	연기발생
		B	1	착화현상 없음	관통공 발생없음	연기발생
			2	착화현상 없음	관통공 발생없음	연기발생
			3	착화현상 없음	관통공 발생없음	연기발생
		C	1	착화현상 없음	관통공 발생없음	-
			2	착화현상 없음	관통공 발생없음	-
			3	착화현상 없음	관통공 발생없음	-
L	석면포	A	1	착화현상 없음	직조과정의 관통공으로 불티비산	연기발생
			2	착화현상 없음	직조과정의 관통공으로 불티비산	연기발생
			3	착화현상 없음	직조과정의 관통공으로 불티비산	연기발생
		B	1	착화현상 없음	직조과정의 관통공으로 불티비산	연기발생
			2	착화현상 없음	직조과정의 관통공으로 불티비산	연기발생
			3	착화현상 없음	직조과정의 관통공으로 불티비산	연기발생
		C	1	착화현상 없음	직조과정의 관통공으로 불티비산	-
			2	착화현상 없음	직조과정의 관통공으로 불티비산	-
			3	착화현상 없음	직조과정의 관통공으로 불티비산	-
M	유리섬유 원단 (TSG 1600)	A	1	착화현상 없음	3회 시험시 관통공 발 생	-
			2	착화현상 없음	3회 시험시 관통공 발 생	-
			3	착화현상 없음	3회 시험시 관통공 발 생	-
		B	1	착화현상 없음	관통공 발생없음	-
			2	착화현상 없음	관통공 발생없음	-
			3	착화현상 없음	관통공 발생없음	-
		C	1	-	-	-
			2	-	-	-
			3	-	-	-

여 백

[부록 3]

실험관련사진

여 백

1. 대형불꽃(목재크립)에 의한 방염성능실험 사진

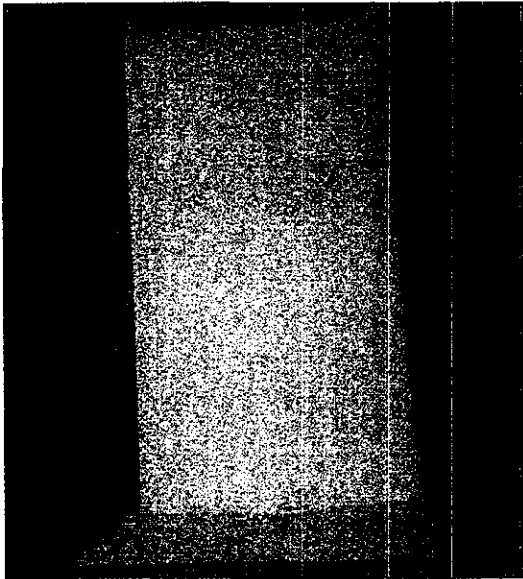


사진 1. 방염미처리 실험체에 대한 방염성능
실험시 목재크립에 점화

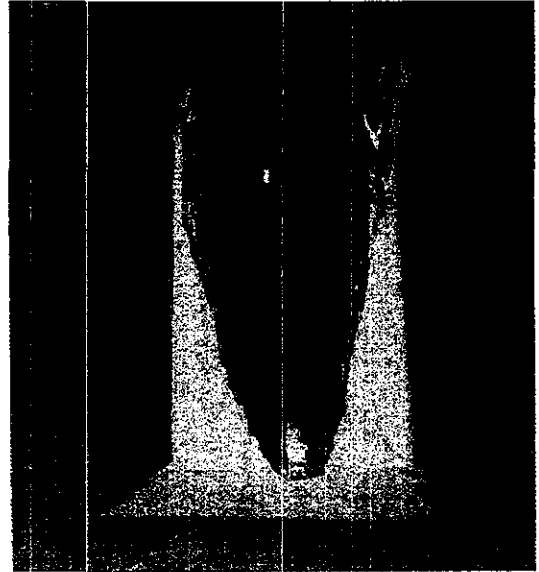


사진 2. 방염미처리 실험체에 대한 방염성능
실험

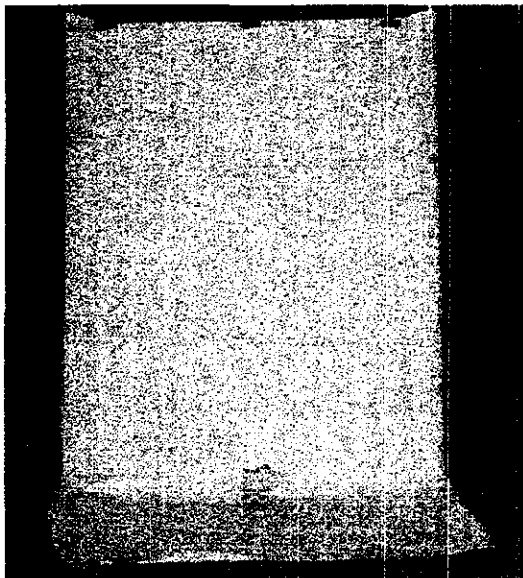


사진 3. 방염후처리 실험체에 대한 방염성능
실험시 목재크립에 점화

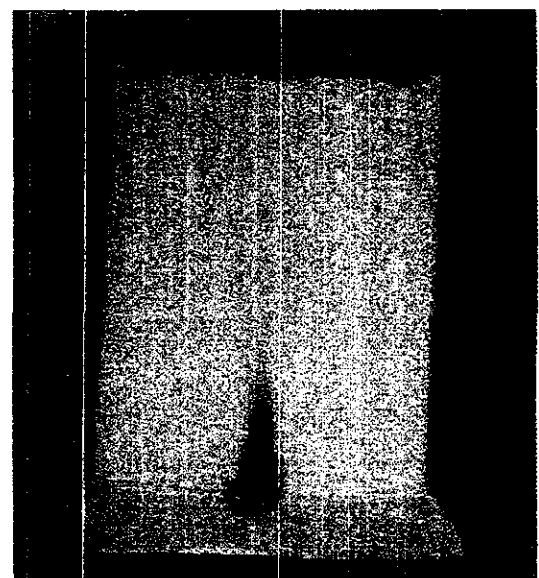


사진 4. 방염후처리 실험체에 대한 방염성능
실험

2. 난연성실험 사진



사진 5. 화재방지포를 설치하지 않은 상태의
용단실험(난연 A급)



사진 6. 화재방지포를 설치하지 않은 상태의
용단실험(난연 C급)

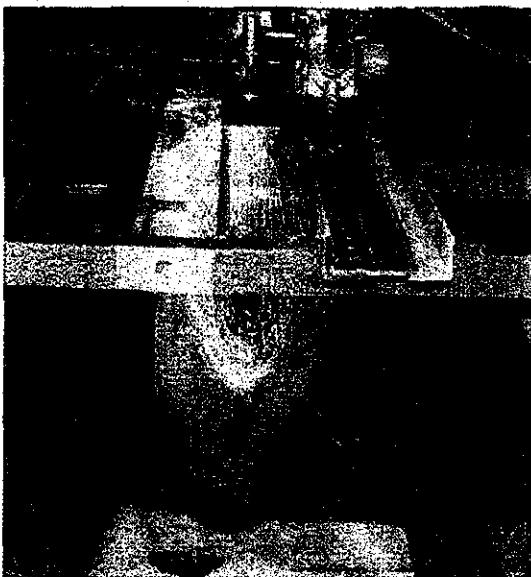


사진 7. 기존제품 실험체에 대한 난연 A급 실험(용단불티가 실험체를 관통하여 매트
트에 착화됨)

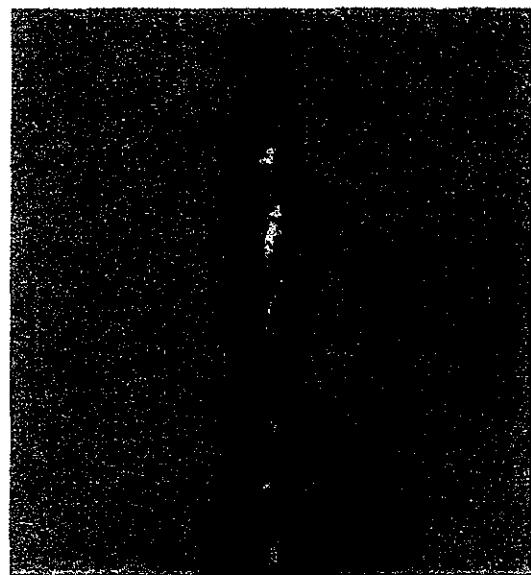


사진 8. 기존제품 실험체에 대한 난연 A급
실험후의 상태

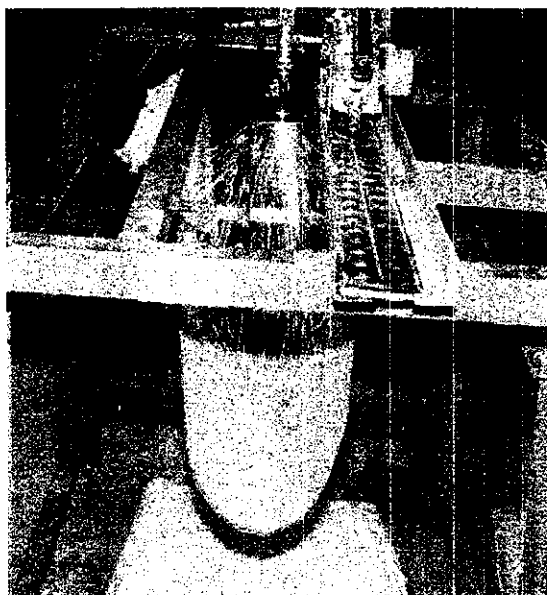


사진 9. 기존제품 실험체에 대한 난연 A급 실험

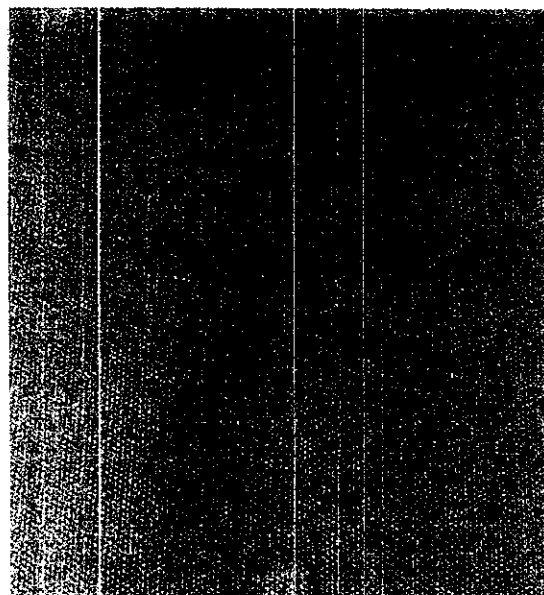


사진 10. 기존제품 실험체에 대한 난연 A급 실험후의 상태



사진 11. 방염미처리 실험체에 대한 난연 C급 실험(볼티가 실험체를 관통하여 매트
에 착화됨)

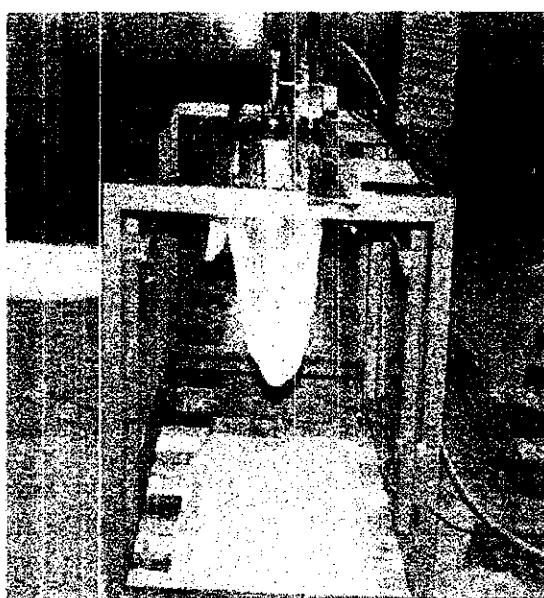


사진 12. 방염후처리 실험체의 용단볼티에 대한 난연 C급 실험

3. 축소모형실험 (Mock-up test) 사진

가. 용단불티의 비산범위실험

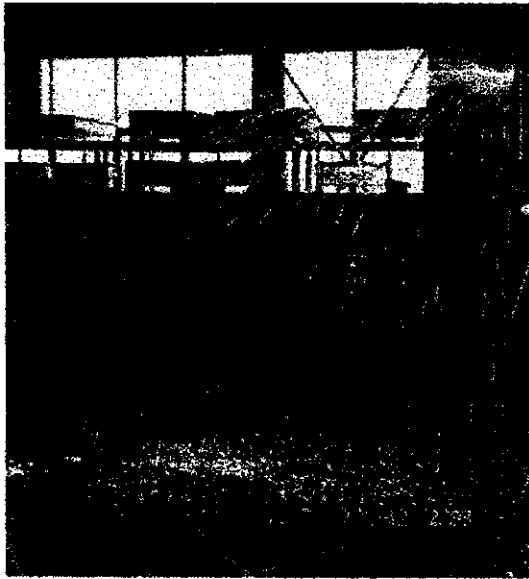


사진 13. 용단불티의 비산범위실험(높이:2m)



사진 14. 용단불티의 비산범위실험(높이:6m)



사진 15. 용단불티의 비산범위실험(높이:10m)

나. 용단불티에 의한 착화성실험

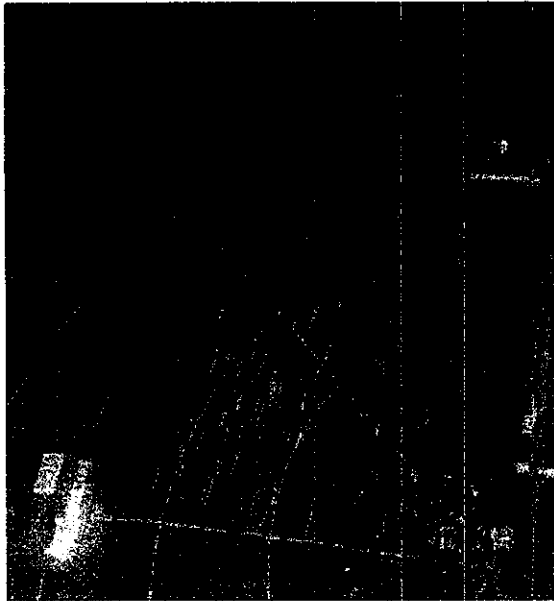


사진 16. 용단불티에 의한 착화성실험시
기름솜에 착화(높이:2m)



사진 17. 용단불티에 의한 착화성실험시
기름솜에 착화(높이:6m)

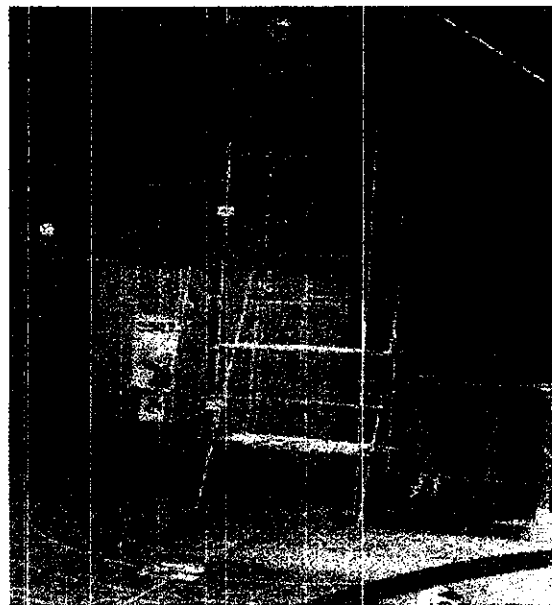


사진 18. 용단불티에 의한 착화성실험시
기름솜에 착화(높이:10m)

다. 화재방지포에 대한 착화방지성능시험

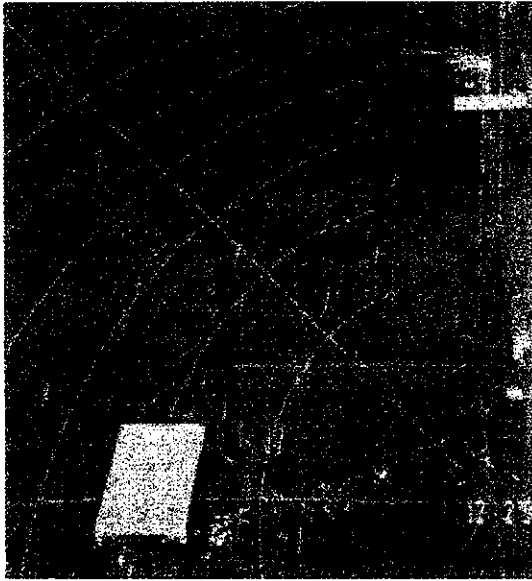


사진 19. 방염미처리 실험체에 대한 착화방지 성능시험(높이:2m)

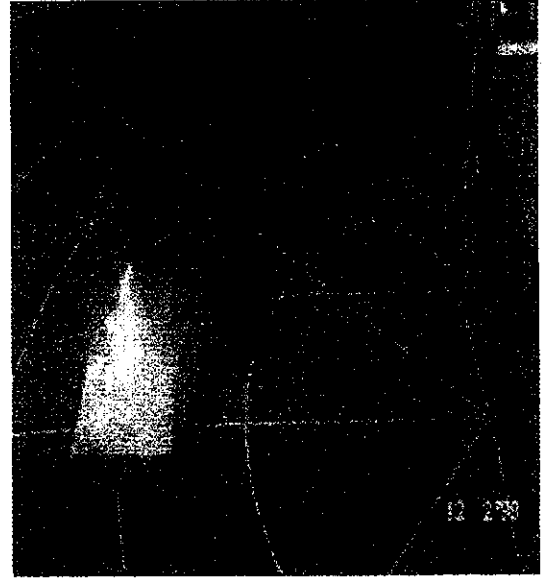


사진 20. 방염미처리 실험체를 관통하여 가연물에 착화(높이:2m)



사진 21. 난연 A급 실험체에 대한 착화방지 성능시험(높이:2m)

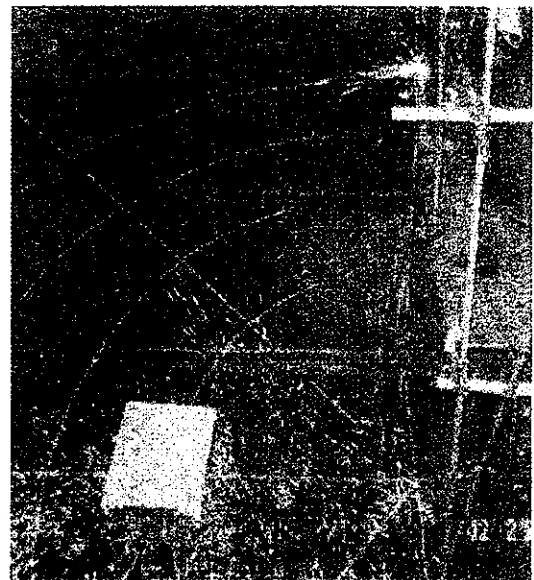


사진 22. 난연 B급 실험체에 대한 착화방지 성능시험(높이:6m)

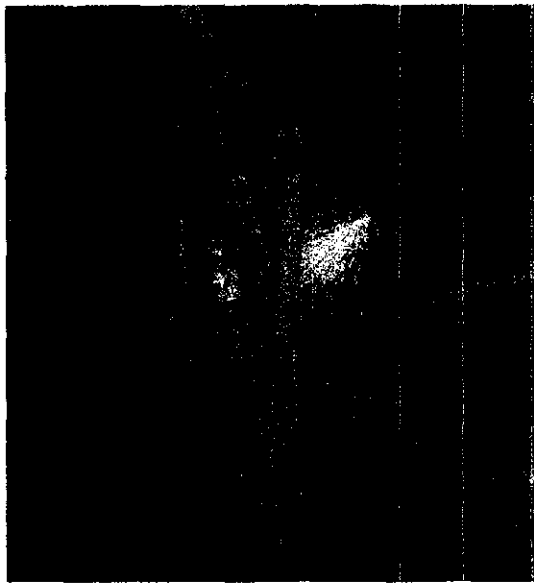


사진 23. 방염미처리 실험체에 대한 착화방지
성능실험

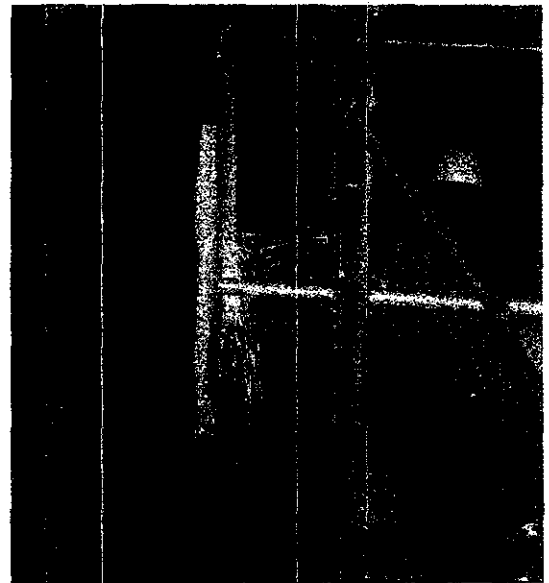


사진 24. 난연 C급 실험체에 대한 착화방지
성능실험

안전망 화재확산방지를 위한 적정 방염처리방안 연구

(화재방지포의 방염 및 난연성능 기술지침 개발을 중심으로)

(연구원 99-30-100)

발 행 일 : 1999. 4

발 행 인 : 원 장 정 호 근

연구책임자 : 선임연구원 이 근 원

발 행 처 : 한국산업안전공단
산업안전보건연구원

주 소 : 인천광역시 부평구 구산동 34-4, 6

전 화 : 032) 5100-812

F A X : 032) 518-0687

<비매품>