

ISO착화성시험방법에 의한 목재시료의 착화특성연구

임 홍 순 / 연소시험실 연구원

— ABSTRACT —

We intended to apprehend the ignitability of the wood, using the ISO test for the ignitability assessment. So we first conducted the ISO test on eight kinds of the wood as sample, which came from domestic forest, and discovered the tendency of the ignitability for the wood in the condition of external factors (its density and the rate of water content, humidity). Finally it was found that the ignition time of the wood was effected by its density and, the rate of water content, the humidity in the atmosphere.

1. 서 론

최근 목재의 안락한 느낌과 따뜻한 질감, 음향등에 대한 반사나 잔향이 적다는 장점 때문에 쾌적한 주거환경을 도모하기 위해 많이 사용되는 중요한 건축 재료이다. 그러나 건축재료로서의 목재는 연소되기 쉬워 방화상 충분한 안전성 고려가 필요하다.

본고에서는 國內産 목재 8수종에 대해 ISO/TC 92 위원회의 ‘건축재료에 대한 화재시험’으로 개발된 ISO 착화성시험을 실시하여 목재의 연소성을 착화성 측면에서 검토한 결과를 소개하고자 한다.

2. 시험방법

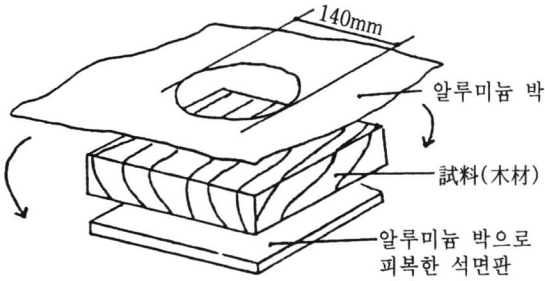
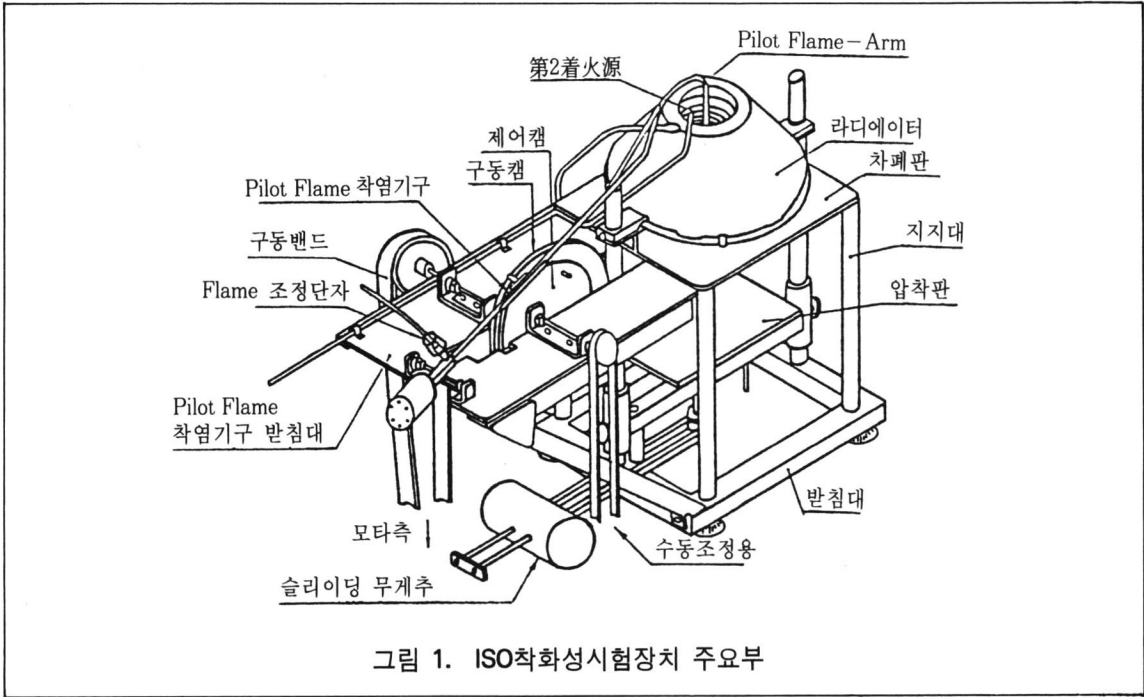
ISO 착화성시험장치의 주요부는 <그림1>에 나타난

바와 같이 라디에터형의 전열히터, 시료를 지지하는 기구, 시험체표면부근으로 일정시간간격으로 pilot flame을 접점시키는 기구 등으로 구성된다.

또한 <그림2>와 같이 알루미늄으로 포장된 165mm×165mm 크기의 석면판위에 목재시료를 놓고 중앙부에 140mm 직경의 원을 도려낸 알루미늄호일 로 전체를 포장하여 시험체를 만든다.

시험체는 전열히터 아래에 설치되고 그 목재시료 표면에 일정강도(2w/cm²)의 방사열을 가하고 이때부터 시료표면위 1cm위치에 4초간격으로 pilot flame을 접점시킨다. 이것을 지속적인 착화가 일어 나거나 가열시작후 15분이 경과할 때까지 계속한다. 시험도중에 flash(지속적이 아닌 일시적인 불꽃착화현상)의 발생, 기타 변화특성을 관찰한다.

시험체에 가하는 방사열의 강도는 전열히터에 공



100°C의 건조로에서 72시간 완전건조후, 20°C, RH 30%에서 120시간과 20°C, RH 90%에서 172시간 각각 양생하였으며 이 때 목재시료의 비중과 함수율도 함께 산출하였다.

이번 실험에서 설정한 방사열 강도는 방화공학상 '목재출화위험온도'인 260°C 이상의 온도로서 본 ISO 착화성시험 가열단계(1~5w/cm²) 중 가장 근접된 강도인 2w/cm²로 정하였다.

3. 시험결과 및 분석

ISO 착화성시험방법에 따라 시험을 행한 결과, <표 1>과 같이 나타났으며 이를 내용별로 세부분석, 검토하였다.

가. 착화연소현상관찰

시험체표면에 방사열(2w/cm²)를 가하면 청백색의 연기형태로 열분해 생성물이 발생한 후, 그 목재표면이 다갈색으로 변색되며, 이후 착화할 때까지 또는 15분이 경과할 때까지 시험체표면에는 큰 갈라짐, 박

급하는 전력을 가감하여 조정하며 pilot flame 버너에는 공기와 프로판가스가 각각 200ml, 15ml씩 공급된다. 하나의 시험이 끝난후 다음 시험까지의 간격은 약 40초 정도의 시간을 두어 방사열 강도가 일정하게 되도록 충분히 안정시킨다.

금번 ISO 착화성시험을 실시한 목재시료는 두께 13mm의 소나무, 잣나무, 임갈나무, 리기다, 상수리나무, 해송, 젓나무, 이태리나무 등 8수종으로 모두 국내 산림에서 생산된 것이며, 무처리된 것을 표면을 평활하게 마무리 하였다. 이 목재시료는 시험에 앞서

표 1

시료명	습도	비중	함수율 (%)	착화시간 (초)	Flash(회)
소나무	30%	0.382	7.5	140	22
	90%	0.476	23.3	412	46
잣나무	30%	0.424	7.1	151	2.0
	90%	0.513	20.1	503	14.6
입갈나무	30%	0.703	10.3	309	10.2
	90%	0.764	21.5	683	19.2
리키다	30%	0.531	9.7	267	4.8
	90%	0.599	20.4	575	6.8
상수리나무	30%	0.714	2.7	207	5.2
	90%	0.762	9.3	598	20.0
해송	30%	0.379	5.0	126	1.6
	90%	0.417	16.7	303	5.6
젓나무	30%	0.374	5.9	174	2.2
	90%	0.409	18.3	291	2.6
이태리나무	30%	0.393	5.1	114	2.2
	90%	0.434	17.2	311	1.8

주 1) 上記 濕度는 20°C일때의 상대습도(RH%)의 養生條件을 나타냄.

2) 上記 試驗結果 값은 각각 5회의 평균값을 나타냄.

리현상 등은 생기지 않았으며 다만 작은 갈라짐이 생긴다든가, 소량의 수분이 스며나오는 것이 발견되는 정도였다. 시험종료 후 시험체표면에 남은 탄화깊이는 그 경계가 명확치 않아 정확한 수치를 나타낼 수 없으나 굵변 실험에서 방사열 강도인 2w/cm²조건 하에서 최고 깊이는 2mm 정도였다.

한편 시험된 목재시료중 대체로 침엽수가 활엽수보다 착화시간이 길게 나타났는데 이는 침엽수의 목질세포가 활엽수보다 치밀하여 비중이 상대적으로 높아진 때문으로 비중에 관련된 착화특성은 다음항에서 기술하였다.

나. 목재비중과 착화시간

목재시료 8종류에 대한 비중(ρ)과 착화시간(t)의 상관관계를 도식하여 보면 (그림3)과 같으며, 표시된 각각의 점들의 분포관계를 회귀函數로 계산하여 나타내면

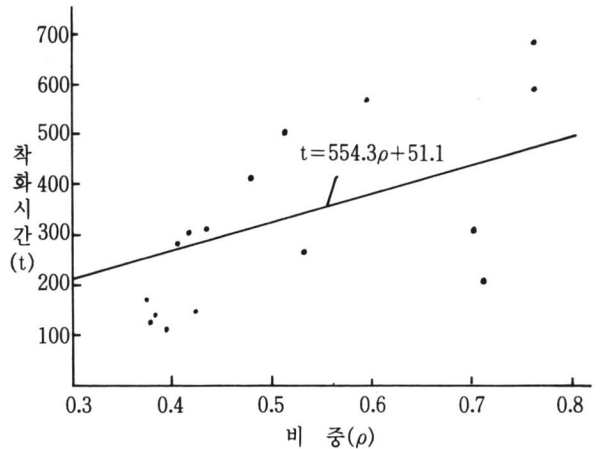


그림 3. 목재비중에 따른 착화시간 (방사열 : 2w/cm²일때)

$t=554.3\rho+51.1$ (t : 착화시간(초), ρ : 양생후 목재비중)로 타나낼 수 있다.

이는 착화시간(t)이 비중(ρ)에 따라 일정구배를 가지고 변화하는 것을 보여주고 있으며 다만 각 점간의 분산폭이 크게 나타난 것은 방사열 강도가 2w/cm²로 비교적 낮은 수준이기 때문으로 판단되며, 이미 건재시험센터에서 시험보고 한 내용(건재시험정보 v.11,1988)에 따르면 방사열 강도가 커질수록 일정구배를 가진 회귀函數에 근접하여 나타나는 것으로 보고하고 있다. 즉 방사열 강도가 커짐에 따라 착화시간과 비중의 회귀函數 의존도가 커진다. 고로 목재류의 착화성의 차이는 그 비중에 영향을 받는 것으로 생각할 수 있다.

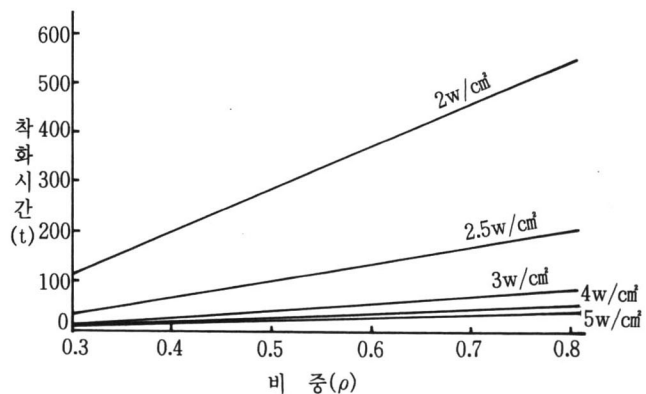


그림 4. 방사열 강도(2w/cm²)에 따른 착화·비중관계 곡선

한편 이번 실험에서는 방사열로서 $2w/cm^2$ 만을 사용하였지만 이미 보고된 바에 따르면 방사열 강도의 변화에 따라 착화·비중관계 回歸函數의 구배가 달라지는데 이를 도식하여 보면 다음 <그림4>과 같다.

위 <그림4>에 나타난 결과에서 방사열 강도가 높을수록 비중에 따른 착화 시간의 차이는 적어지며, 방사열 강도가 낮아질수록, 목재의 비중이 커질수록 방화적으로 안전하다고 판단된다.

다. 목재 함수율과 착화시간

목재시료 8종류에 대한 함수율(r)과 착화시간(t)의 상관관계를 도식하여 보면 <그림5>와 같으며, 표시된 각각의 점들의 분포관계를 回歸函數로 계산하여 나타내면

$t = 18.82r + 87.5$ (t : 착화시간(초), r : 함수율(%))로 나타낼 수 있다.

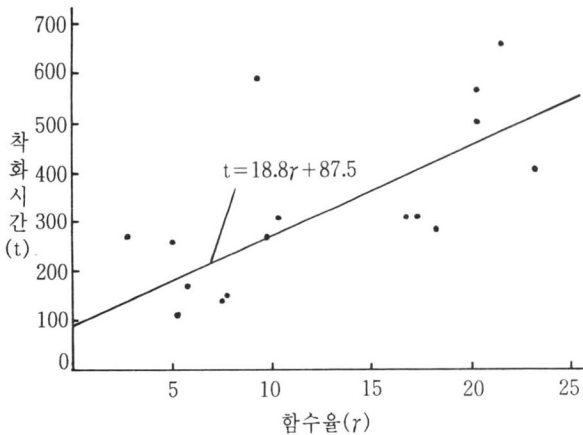


그림 5. 목재함수율에 따른 착화시간 (방사열 : $2w/cm^2$ 일때)

위의 <그림5>에서도 목재비중, 착화시간관계에서와 같은 특성을 보여주고 있으며 함수율이 커질수록 착화시간이 커진다. 더우기 이번 실험에서 나타난 상대습도에 따른 함수율의 변화를 보면 $20^\circ C$, RH30% 일때 평균함수율은 6.6%이고, $20^\circ C$, RH90%일때 평균함수율은 18.3%로서 큰 영향을 보이고 있다. 이는 날씨가 건조한 봄에 산불화재 등 목재화재가 많은 것은 목재함수율과 관련하여 판단하면 이해할 수 있는 일이다.

한편 가열강도에 따른 함수율과 착화시간의 관계를 기보고된 자료에서 보면 <그림6>과 같다. 이 결과에서 가열강도가 높을수록 함수율에 따른 착화시간의 차이는 적어지는 것으로 나타났다.

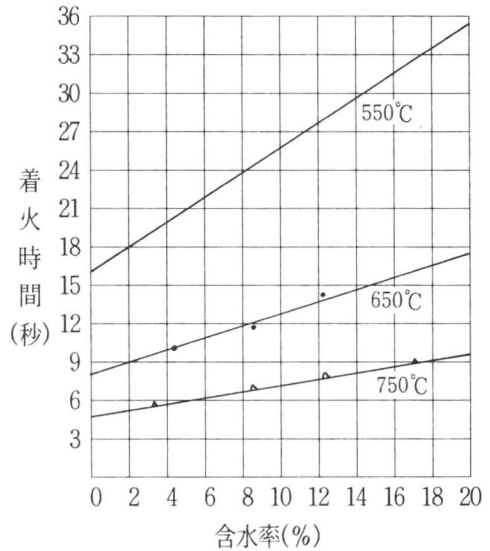


그림 6. 가열강도에 따른 함수율의 착화시간과의 관계

라. 목재비중과 함수율과의 상관관계

앞서 서술한 목재비중과 함수율이 착화시간에 미치는 영향은 유사한 특성을 보이고 있는데, 이는 목재비중과 함수율이 어떠한 상관관계를 가지는 것으

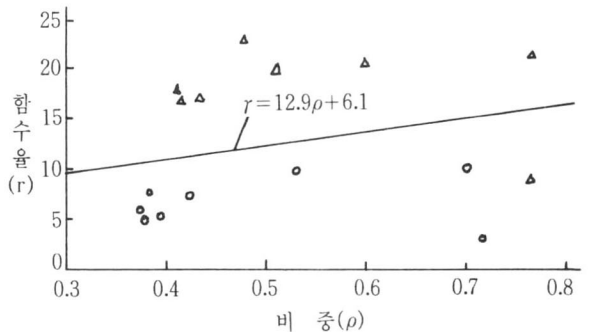


그림 7. 목재비중에 따른 함수율분포 (Δ : $20^\circ C$, RH 90% 일때) (\circ : $20^\circ C$, RH 30% 일때)

로 생각된다. 이를 파악하기 위하여 비중에 따른 함수율 분포를 도식하여 보면 (그림7)과 같이 일정구배를 가진 직선을 중심으로 분포되었다. 이는 목재비중이 함수율의 증감에 크게 영향을 받는 것을 나타내 주는 것으로 판단된다. 고로 목재비중과 함수율은 모두 목재의 착화특성을 결정하는 중요한 요인이다.

4. 결 론

국내 산림에서 생산된 목재 8종류에 대한 ISO 착화성 시험을 실시한 결과, 가열조건 및 시료 등의 극히 한정된 조건하에서 그 착화특성을 충분히 밝혀내는데는 아쉬움이 남지만 금후 목질재료의 착화특성 연구와 난연화대책 등에 대한 기본계기가 되었으면 한다.

그 실험연구결과를 요약하면

- 1) 목질재료의 착화시간은 목재비중에 크게 영향을 받으며 목재종류에 따른 차이는 그 비중의 차이로 인해 일어난다고 볼 수 있다.
- 2) 목재비중은 함수율에 의해 영향을 받으며 함수

율에 따른 착화시간의 차이는 함수율에 의한 목재비중의 증감이 착화시간에 영향을 줌으로인해 생기는 차이로 볼 수 있다.

3) 목재함수율은 대기중 습도에 따라 크게 영향을 받는다. 고로 대기중 습도의 변화에 따라 착화특성도 변한다.

4) 가열강도가 높을수록 목재비중 및 함수율에 따른 착화시간의 차이는 줄어든다.

〈참고문헌〉

- 1) ISO 5657-1986 Fire Tests-Reactoion to Fire-Ignitability of building Products.
- 2) 畠山久常: 氣象と火災, 昭和 53年, 日本火災學會 刊
- 3) 建材試驗情報 v.11, 1988, 日本建材試驗센터 刊
- 4) 岸谷孝一: 建築防火材料, 昭和 48年, 技術書院刊
- 5) Erwin Kreyszig: Advanced Engineering Mathematics, 1979.

어떤 방화제품을 시험할 수 있는가?

- 건 축 재 료: 난연성재료, 고분자화합물 등 내장재료.
- 방 염 물 품: 방염선처리물품, 난연성섬유 등 물품, 방염후처리물품
- 건축구조부재: 벽, 보, 바닥, 지붕 등
- 건축방화설비: 방화문, 방화샷타
- 기초소화설비: 각종 소화기 및 소화약제, 포소화약제
- 경 보 설 비: 감지기
- 소 화 설 비: 스프링클러
- 기타 방화관련제품