

# 부적절한 천공드릴의 마찰 발화 가능성에 관한 연구

A study on the rubbing firing possibility of the inadequacy drill

경남소방본부 정 순 욱

## 1. 연구개요

### 1-1 연구의 목적

화재현장에서 마찰에 의한 화재원인을 객관적으로 입증하기란 어렵다. 다만 관계자의 진술과 여러 정황을 토대로 전문가의 식견으로 추정할 뿐 과학적인 근거를 제시하기가 어려운 현실이다. 지난해 마산의 원목주택 화재사태를 다시 고찰하면서 마찰발화 가능성을 연구하고자 한다.

### 1-2 목재의 특성

#### 1-2-1 목재의 종류

- 원목 (천연 목재) : 결이 좋고 튼튼하지만, 비싸다. 두께에 관계없이 휘거나 갈라지는 경우가 많다. 원목은 크게 활엽수와 침엽수로 나뉜다. 침엽수는 대체로 강도가 약하고 무르고, 활엽수는 단단한 성질이 있다. 활엽수는 외관이 아름다워 가구, 장식재로, 침엽수는 가볍고 유연해 건축재 내장재로 쓰인다.
- 코아강판 : 나왕각재와 합판의 결합구조로 강도와 기능성을 높인 목재
- 코아(합판) : 각목을 붙이고 양쪽에 합판을 붙인 것.
- 집성목 : 각목을 정교하게 붙여서 만든 것(DIY용으로 많이 사용)
- 칩보드(chip board) : 톱밥 같은 작은 조각을 압축해서 만든 판재
- 합판 (plywood) : 목재를 얇은 판으로 만들어서 접착제를 이용해 여러 장 붙인 것.
- MDF (중밀도 섬유판 medium density fiberboard) : 목재 따위의 식물섬유를 압축해서 만든 판재
- 오동판재 : 오동나무 원목판재

- 미송집성판재 : 미송 원목을 약 5cm의 폭으로 자른 각재를 접착제를 붙인 판재.
- 각목 : 원목각재, 30mm, 45mm, 90mm 등의 규격으로 구조재로 많이 사용.

#### 1-2-2 목재의 연소성

- 인화점 : 160°C ~ 180°C  
[점화원을 가하여 불을 붙일 수 있는 최저온도]
- 착화점 : 260°C ~ 270°C  
[점화원을 가하지 않더라도 불을 붙일 수 있는 최저온도]
- 발화점 : 400°C ~ 450°C [자연발화온도]

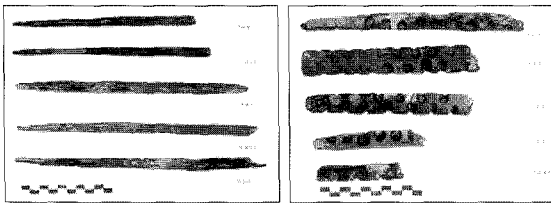
#### □ 목재의 발화점

목재	밀도	착화점(°C)	발화점(°C)
적송	0.42	263	430
은행나무	0.54	-	445
가문비나무	0.42	262	437
계수나무	0.5	270	455
낙엽송			455
오동나무	0.23	269	435
느티나무	0.76	264	426
벚꽃나무	0.36		442
자작나무		263	438
삼나무		240	435
솔송		253	445
침엽수(마로니에)		264	406
노송나무(노간주나무)	0.35	253	446
너도밤나무		272	415
나왕		264	
미송		270	445
미국산 노송나무		258	468
미국산 삼나무		255	
톱밥			470

출처 : 동경소방청감수 동경법령출판 「화재조사필류」

### 1-3 우리나라 고대 발화구

나무를 비벼서 불씨를 내는 목재 발화구는 이미 6세기 고구려시대 고분벽화에 등장하는 불신(부싷돌신)의 상징물로 표현되고 있다. 그동안 우리나라의 목재 발화구는 벽화 이외에는 증거가 없었으나 1995년 국립중앙박물관에 의해 광주 신창동유적에서 발화구가 발굴되었다. 목재 발화구의 사용법은 우선 부싷깃(火絨(화용) : 일명 불쏘시개로 쭉잎 등을 불에 볶아 곱게 만든 것)을 깔아 놓고 그 위에 구멍 뚫린 발화대를 올려놓은 다음 양손으로 발화봉을 잡고 구멍에 맞춰 계속 비비면 마찰열에 의해 탄 나무부스러기(炭木)가 옆으로 흘러내리면서 주변의 부싷깃에 불이 붙게 되는 것이다.



(발화봉)

(발화대)

### 1-4 드릴의 종류

- 일반드릴 : 타격기능이 없는 드릴
- 임팩트드릴 : 약한 타격기능과 천공능력 15mm이하의 소형 드릴
- 햄머드릴 : 강한 타격기능과 천공능력 20mm이상의 대형 드릴
- 코어드릴 : 큰 충격 없이 대형 천공작업이 가능한 드릴 (최근에는 에어컨 설치 작업시 많이 사용)

### 1-5 비트의 종류

#### 1-5-1 구멍을 뚫을 때 사용하는 비트

- 금속용(지름 0.1~13mm), 목공용(3~13mm), 플라스틱(3~17mm), 유리·타일용(3~10mm)

#### 1-5-2 코아드릴비트(Core Drill Bits)

- 진동용 : 코아드릴비트에 작은 진동과 회전을 주는 천공용
- ALC(Autoclaved Lightweight Concrete)용 : 경량 기포콘크리트 전용.
- 건식(Diamond Core Drill Bit) : 물을 사용하지 않고 천공
- 목공용 : 목재, 합판, 석고보드, 염화비닐판, 기타 복합

재 천공용

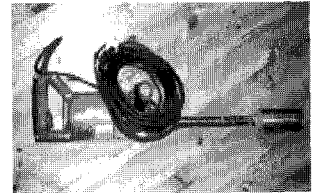
- 멀티코어 드릴비트 : 석고보드, FRP, 베니어판, 염화비닐판 천공용
- 하이스피드 드릴비트 : 얇은 철판, 동판, 알루미늄, 수지, 염화비닐판, 석고보드 천공용

## 2. 마찰실험

### 2-1 실험장비

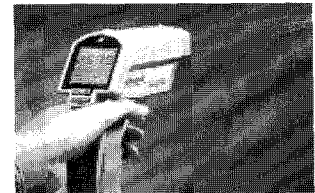
- 드릴

BAIER(Made in German), BDB823 220V 50/60Hz  
1800W 8.4A 1,650rpm Ø65



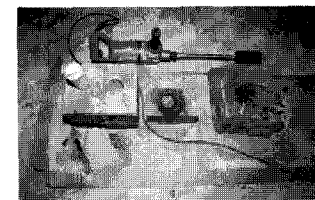
- 적외선온도계

Reytek(Made in German), RAYMX2U,  
-30°C ~ 900°C, 0.25초(응답시간)



### 2-2 실험재료

- 소련산 소나무 원목 2개(35×22×28cm, 28×15×17cm)
- 외송 원목 1개(35×23×22cm)



### 2-3 실험

#### 2-3-1 실험환경

- 실내온도 : 18°C
- 습도 : 50.1%
- 장소 : 마산소방서 3층회의실

### 2-3-2 실험 I

- 목재재질 : 소련산 소나무
- 천공시간 : 1분 54초
- 천공시 코어비트의 표면 최고온도 : 180.4℃
- 천공결과 : 탄흔이 생성되지 않음



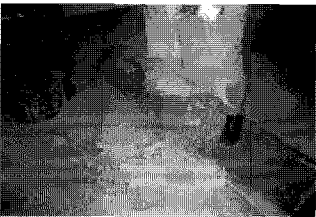
### 2-3-3 실험 II

- 목재재질 : 소련산 소나무
- 천공시간 : 3분 20초
- 천공시 코어비트의 표면 최고온도 : 175.2℃
- 천공결과 : 탄흔이 생성되지 않음



### 2-3-4 실험 III

- 목재재질 : 소련산 소나무
- 천공시간 : 1분 30초
- 천공시 코어비트의 표면 최고온도 : 187.1℃
- 천공결과 : 탄흔이 생성되지 않음



### 2-3-5 실험 IV

- 목재재질 : 외송
- 천공시간 : 3분 36초
- 천공시 코어비트의 표면 최고온도 : 280.5℃
- 천공결과 : 탄흔이 생성되고 탄연이 발생



### 2-3-6 실험 V

- 목재재질 : 외송
- 천공시간 : 3분 50초
- 천공시 코어비트의 표면 최고온도 : 333.4℃
- 천공결과 : 탄흔이 생성되고 탄연이 발생



### 2-3-6 실험 종합

구분	실험 I	실험 II	실험 III	실험 IV	실험 V
목재재질	소송	소송	소송	외송	외송
천공시간	1'54초	3'20초	1'30초	3'36초	3'50초
최고온도	180.4℃	175.2℃	187.1℃	280.5℃	333.4℃
탄흔탄연	무	무	무	유	유

### 2-4 실험결과

◎ 실험IV, V에서 코어비트의 표면온도가 280.5℃ 이상이 나왔으므로 목재의 착화점인 260℃를 상회하였다.

◎ 실험 I, II, III에서도 코어비트의 표면온도가 175℃~187℃가 나왔지만, 실제로 내부 마찰열은 187℃보다 훨씬 높게 나타났을 것으로 추정할 수 있다.

◎ 실험IV, V에서 튼밥의 무연연소가 진행되어 소량의 탄연(육안으로 식별가능)이 발생하였지만 공기의 흐름과 축열이 지속되지 않아 자연소화되었다.

◎ 실험결과를 종합해 보면 코어드릴비트를 목재용 대신 콘크리트용으로 사용하여 드릴비트의 날이 목재를 깎아내지 않고 긁어내어 마찰열이 발생하였고 그 온도가 착화점까지 상승하여 탄연이 발생하였지만, 천공상태의 환경적 요인(공기흐름, 축열, 주변온도, 습도, 목재의 경질정도, 목재의 건조상태 등)의 차이로 무연연소를 더 이상 진행시키지는 못하였

지만 환경적 조건만 충족된다면 화재로 이어질 수 있다는 결론을 도출함.

### 3. 화재사례

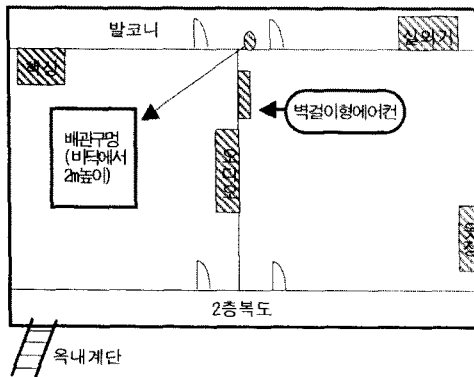
#### 3-1 화재개요

- 일 시 : 2002. 05. 30(목) 16 : 06
- 장 소 : 마산시 ○○동 00-0번지, 주택
- 인명피해 : 없음
- 재산피해 : 31,117천원(부동산 : 30,037, 동산 : 1,080)
- 건물현황 : 목조 2층 1동 연 140㎡(40평) 원목주택
- 발화지점 : 2층 좌측방(26㎡)
- 화재원인 : 에어컨 배관설치를 위한 천공작업의 관리소홀로 인한 화재
- 화재개요

□ 화재당일 15시경 벽걸이형 에어컨(6평형)을 설치하기 위해 원목에 구멍을 뚫어 에어컨 배관을 설치한 후 화재가 발생하였는데 구멍을 뚫기 위해 목재용 비트를 사용하지 않고 콘크리트용 비트를 사용하였고 천공시 어려움이 있었다고 진술함.

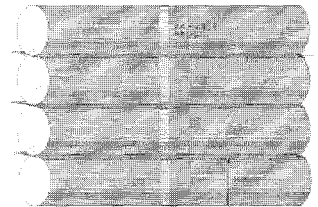
□ 발화과정을 살펴보면 콘크리트용 코어비트로 원목에 천공작업을 하였는데 7cm쯤 부근에 수직으로 관통된 전선배관용 구멍에 코어비트의 마찰에서 생성된 톱밥가루가 쌓이고 (원목사이의 보온재에는 구멍이 없어 톱밥가루가 쌓임) 마찰열에 의해 톱밥의 불씨가 생성되고 톱밥더미에서 무염연소상태로 진행되다가 축열로 에어컨 배관 보온재를 녹이고 이때 유입된 공기로 출화된 화재임.

#### 3-2 발화지점 평면도 : 2층

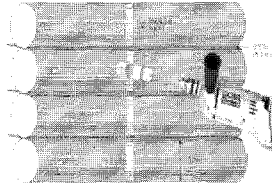


#### 3-3 발화상황의 입체도

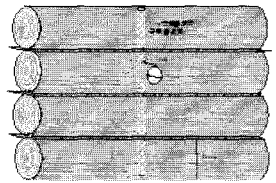
##### ● 발화상황 I



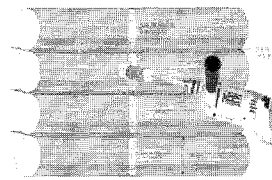
##### ● 발화상황 II -1



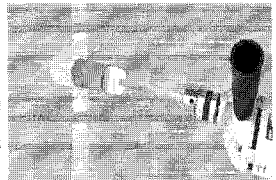
##### ● 발화상황 II -2



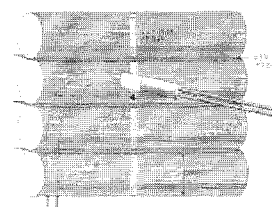
##### ● 발화상황 III



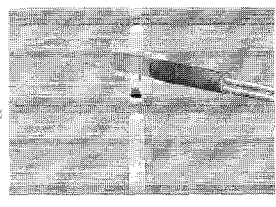
##### ● 발화상황 IV



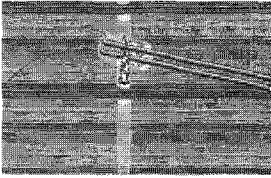
##### ● 발화상황 V



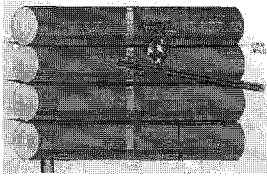
##### ● 발화상황 VI



● 발화상황Ⅵ



● 발화상황Ⅶ



#### 4. 결론

대부분의 화재는 상황자체가 정상적인 상태가 아니라 비정상적인 상태이기 때문에 발생한다. 따라서 열이 존재하는 모든 상황에서는 항상 화재의 가능성을 내포하고 있다. 지난해 마산에서 발생한 원목주택화재 상황도 에어컨 배관용 구멍을 천공하기 위해 부적절한 코어드릴비트를 사용하였고, 에어컨 배관 구멍안에 전선배관용 구멍이 있어 틈밥의 착화상황을 인지하지 못해서 발생한 화재로 비정상적인 상태가 결국 화재로 이어진 경우이다. 재현실험을 통한 이번 연구에서 비정상적인 상태에서는 항상 화재가 발생할 수 있고 화재조사자는 그런 비정상적인 상황을 하나라도 놓치지 않는 것이 보다 정확한 화재원인조사를 할 수 있다고 생각한다. 다만 재현실험에서 실험조건이 당시의 상황과 맞지 않은 부분과 각종 문헌의 부재로 연구의 한계가 있었지만 「마찰 발화 가능성」에 대해서는 앞으로 지속적으로 연구할 필요가 있다.