

본 내용은 세계 18개국 46명의 전문가들이 광물과 합성 섬유 사용의 안전에 대하여 토의한 것을 정리한 것으로 그 내용 전체가 연재로 소개될 것입니다.

## 광물과 합성섬유의 안전한 사용 2

(Safety in the Use of Mineral and Synthetic Fibres)

가톨릭대 의과대학  
윤 임 중

### <목 차>

1. 머리말
2. 인조광물섬유
3. 자연광물섬유
4. 합성 유기섬유
5. 작업장에서 기증 분진의 모니터링
6. 예방과 관리대책
7. 선정된 국가에서의 법과 시행

### 2.4 직업적 폭로

#### 2.4.1 머리말

MMMMF는 작업하는 중에 많은 사람이 폭로될 수 있을 만큼 광범위하게 사용되고 있다. 연속 필라멘트인 유리섬유는 시멘트, 석고, 플라스틱 제품의 종이와 고무제품, 산업방직 그리고 전기 절연 등의 보강제로 사용된다.

단열솜(insulation wool)은 가정이나 사업장에서 단열과 방음제로 이용되고 방음천정타일과

판, 환기나 에어컨의 닥트, 방수와 화재 방지 등에 사용된다. 내화섬유는 고온차단, 예를 들면 방수, 방화 그리고 건축물의 완전침투(interpenetration) 등에 사용된다. 단열솜이나 내화섬유 모두는 마찰재의 한 성분으로도 사용되며 유리섬유는 특수목적으로 고효율 단열재 특히 항공산업, 고효율의 방음 그리고 고효율의 여과재로 사용된다. 단열재를 사용하는 MMMF의 종류는 섬유의 열저항에 따라 다르다. 대부분의 유리솜은 최고 450°C까지인데 최

근에 개발된 유리솜은 800°C까지이고, 암면과 광재면(rock wool과 slag wool)은 최고 820°C까지 단열된다. aluminium silicate ceramic fiber는 1,300°C까지 단열되는데 고도의 알루미늄나 섬유는 1,600°C이상까지도 유용하다. 제품의 성능(열전도율)은 기본적으로 섬유직경의 기능인데 직경이 클수록 제품의 성능은 떨어진다.

#### 2.4.2 연속 필라멘트 유리섬유

(continuous filament glass fiber)

이 제품은 섬유의 직경이 6~20 $\mu$ m로 만들어지기 때문에 비흡입성 유리 필라멘트 섬유이다. 이 제품을 취급하는 사업장의 충분진농도는 높을 수 있고 이 섬유는 심한 자극증상을 일으킬 수 있으나 흡입성 분진이나 섬유성 입자를 함유하지는 않는다. 그러나 섬유보강 플라스틱, 예를들면 보트, 폴, 옥조, 싱크대, 배관, 루핑, 타일 그리고 섬유보강 플라스틱 등에는 연속 필라멘트 유리섬유가 함유되었기 때문에 이들을 절단, 그라인딩 혹은 sanding할 때는 기술적 관리 대책이나 호흡보호구 또는 보호안경의 착용이 필요하다. 그리고 화학물질의 폭로에 대한 관리도 매우 중요하다. 사업장에서는 formaldehyde 수지계통도 사용되는데 보강 플라스틱 제품을 제외한 연속 필라멘트 유리섬유 사용에서는 polyester resin, cobalt naphthenate methylethyl ketone peroxide 등이 부가적으로 사용된다.

#### 2.4.3 단열솜(Insulation wool)

단열솜(glass wool, rock wool, slag wool)의

제조과정에서 충분진량이 통상적인 개념의 폭로 한계를 초과하는 경우는 드물다.

흡입성 섬유농도는 대부분 1f/ml이지만 formaldehyde resin을 결합제로 사용하기 때문에 formaldehyde의 농도가 높아질 수 있다. 단열재 시설물에서 공기중 흡입성 섬유농도는 일반적으로 낮아서 대부분의 경우 1f/ml보다 낮지만 어떤 제한된 공간에서는 순간 농도가 1~2f/ml일 때도 있다.

단열솜 제품의 취급은 작업하는 날의 일부에 한함으로 작업시간 전체에 대한 섬유의 시간가중 평균 농도는 가정하는 시간에 관찰된 것 보다는 일반적으로 낮고 충분진 수준도 낮다. 그러나 건축물에 대한 다른 활동으로 인한 충분진량은 제조업체에서 보다 높을 수 있다. IPCS는 MMMF를 함유한 제품으로 시설을 하는 동안 기중 부유분진의 농도를 평가한 바 있는데 이는 일반적으로 제품을 생산할 때 보다 낮아서 1f/ml라고 하였다. 예외적으로 제한된 공간에서 분출하거나 분무작업을 할 때 예를들면 항공기를 단열작업 할 때 유리섬유나 광물섬유의 평균농도는 1.8~4.2f/ml였다.

제한된 공간에서 푸석푸석한 상태로 충전할 때는 8.2f/ml를 초과하였다. 섬유성 단열재가 함유된 구조물을 파괴할 때 공기중에 부유하는 섬유의 농도가 높을 수 있다. 분진억제물질이나 결합제가 포함된 내열물을 파괴할 때는 분진의 발생이 증가한다. 시간이 오래되어 먼지가 쌓인 노후한 단열물을 제거할 때도 같은 경우에 속한다. 오래되었거나 가열된 단열물을 제거할 때도 시설할 때 보다는 흡입성 분진이 더 발생한다. 공기중에 비산하는 섬유농도가

증가하는 것은 분무하거나 청소할 때이다. 이와같이 충분진량이 매우 높은 것은 분무과정에서 사용된 시멘트 때문이다.

2.4.4 내화섬유(refractory fibres)

내화섬유제조에는 결합제를 사용하지 않기 때문에 단열솜을 제조할 때 보다 내화섬유를 제조할 때 흡입성섬유분진의 농도가 높은 경향을 보여서 1f/ml를 초과한다고 보고된 바 있다. 충분진농도는 일반적으로 2mg/m<sup>3</sup>이하인데 이는 결합제를 사용하지 않고 formaldehyde도 문제되지 않기 때문이다. 아직 공개되지는 않았으나 공장과 공공기관에서 측정된 바에 의하면 방화벽, 방화천정, 완전침투 그리고 내화섬유솜으로 된 방화문에서는 공기 중에 비산하는 흡입성섬유의 농도는 1f/ml이 하이고 충분진량은 5mg/m<sup>3</sup>정도였다고 하였다. 용광로 라이닝이나 보온 피복처리한 파이프와 같이 고온단열재를 시설할 때 흡입성섬유 농도는 1f/ml를 초과하고 충분진량은 일반적으로 2mg/m<sup>3</sup>보다 낮다. 고온단열재 제거 때는 흡입성섬유의 농도가 대단히 높을 수 있어서 1.0f/ml를 초과할 수 있다(미공개 사업장 자료). 충분진농도 역시 꽤 높을 수 있고 cristobolite나 mullite가 존재할 수 있다.

2.4.5 특수 목적의 유리섬유

(special purpose glass fibres)

제조업체들은 공기중 흡입성섬유농도에 대한 정보를 매우 적게 가지고 있는데 이 제품은 명목상으로 섬유의 직경이 1.0µm 또는 그 이하이고 결합제를 사용하지 않으며 섬유의

농도가 1.0f/ml이하로 유지하도록 강력한 조치를 취하고 충분진량도 낮기 때문이다. 특수 정밀 섬유업체에서 평균 기중 농도는 1~2f/ml이고 미세 섬유 제조업체에서 농도가 가장 높을 때는 1.0f/ml이다. 항공산업에서 사용하는 것과 같은 특수목적 단열재의 경우 충분진량은 낮고 기중 흡입성섬유농도는 높다.

2.5 비직업성 폭로

단열솜은 가정의 단열용이나 단독주택을 지을 때 많이 사용된다. 기중 흡입성섬유농도는 솜을 탄 형태의 접착된 제품을 사용할 때는 낮아서 보통 0.1f/ml 혹은 그 이하지만 충분진량은 특히 낡은 집에 단열재가 사용되었을 때는 10mg/m<sup>3</sup> 또는 그 이상으로 높다. 피부 자극은 보호장갑, 긴팔셔츠, 긴바지 그리고 옷깃을 안쪽으로 여미므로써 최소화 할 수 있다. 눈을 보호하기 위해서는 보호안경을 착용한다.

연속 필라멘트 유리섬유는 가정, 플라스틱 보강제, 선박이나 장난감 등에 많이 사용된다. 충분진농도는 특히 압력공구를 사용하거나 절단, 샌딩할 때 높지만 흡입성섬유농도는 크게 문제되지 않는다. 이는 연속 필라멘트 유리섬유의 직경이 6µm보다 크기 때문이다. 환기가 불량한 곳에서 작업하면 부가적으로 화학물질에 폭로될 수 있다. 피부자극은 장갑, 느슨한 긴팔셔츠, 긴바지를 입거나 옷깃을 안쪽으로 여미는 것으로 최소화 할 수 있다.

화학물질의 폭로는 환기를 잘 시키고 적절한 호흡구의 사용으로 억제시킬 수 있다.