

# 목재펠릿 분진의 화재·폭발 위험성 평가 [1/2]

## 목재펠릿 분진의 특성

- 목재펠릿은 톱밥, 목재칩 등을 건조, 분쇄, 성형 과정을 거쳐서 제조되는 2차 가공품으로 일반 목재 분진보다 입도가 작고, 석탄 계열 분진보다 겉보기 밀도가 작음
- 석탄 계열 분진 대비 분진운을 형성할 위험성이 높고, 분진운의 최소 점화 온도가 낮아 분진폭발 위험성은 상대적으로 높다고 볼 수 있음
- 또한 저장·운반 과정에서 미생물 대사 및 화학적 산화로 인해 발생한 가스로 질식·중독사고가 발생하고 이 과정에서의 발열 현상으로 자연발화가 발생

## 국내외 화재·폭발 사고사례

- 국내외 사고사례 58건을 취합하여 분석한 결과 '분진폭발', '자연발화', '질식·중독', '가스폭발' 사고사례를 확인

〈표 1〉 목재/목재펠릿으로 인한 화재·폭발(질식·중독포함) 사고의 주요 발생 형태

| 연번 | 업종   | 설비   | 형태                            | 주요 사고 내용   | 비고     |
|----|------|------|-------------------------------|--|--------|
| 1  | 펠릿제조 | 집진기  | 분진폭발                          | · 집진기 운전 중에 분진폭발<br>· 집진기 정비 목적으로 진입한 상태에서 분진폭발                    | -      |
| 2  |      | 성형기  | 분진폭발<br>화재                    | · 성형기 과열로 화재·폭발  |        |
| 3  |      | 건조기  | 분진폭발<br>화재                    | · 건조기 운전 중에 화재·폭발  |        |
| 4  |      | 저장설비 | 질식·중독<br>자연발화<br>분진폭발<br>가스폭발 | · 저장설비 내부로 진입하다가 질식·중독<br>· 저장설비에서 자연발화로 화재<br>· 저장설비에서 분진폭발, 가스폭발 | 사이로 포함 |
| 5  | 발전   | 컨베이어 | 분진폭발<br>마찰화재                  | · 환기 실패로 분진 폭발<br>· 컨베이어 덕트에 누적된 분진 자연발화<br>· 롤러에 물리적 마찰로 인한 화재    | -      |
| 6  |      | 호퍼   | 분진폭발                          | · 호퍼에 펠릿투하 과정에서 대전 → 분진폭발  |        |
| 7  |      | 저장설비 | 질식·중독<br>자연발화<br>분진폭발<br>가스폭발 | · 저장설비 내부로 진입하다가 질식·중독<br>· 저장설비에서 자연발화로 화재<br>· 저장설비에서 분진폭발, 가스폭발 |        |
| 8  | 운반   | 선박   | 질식·중독<br>분진폭발                 | · 선박내 밀폐공간으로 진입하다가 질식·중독<br>· 하역과정에서 발생한 분진운이 폭발                   |        |

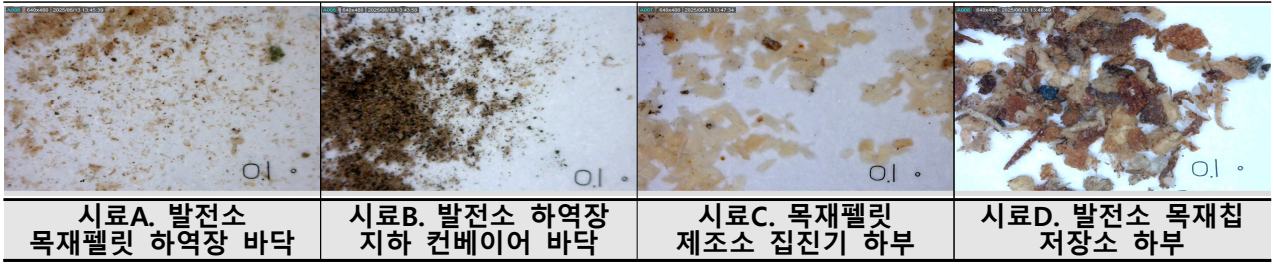
## 평가대상 물질

- 채취한 시료는 ASTM E11(Test sieve) 600 μm 체로 체질 후 평가 실시함

〈표 2〉 평가대상 물질 채취 장소

| 시료 구분 | 물질명         | 사업장         | 채취 장소          |
|-------|-------------|-------------|----------------|
| 시료A   | 목재펠릿 분진     | 목재펠릿 전소 발전소 | 하역장 바닥         |
| 시료B   | 목재펠릿 퇴적 분진  | 목재펠릿 전소 발전소 | 하역장 지하 컨베이어 바닥 |
| 시료C   | 목재 계열 퇴적 분진 | 목재펠릿 제조소    | 집진기 하부         |
| 시료D   | 목재칩 분진      | 목재펠릿 전소 발전소 | 저장소 하부         |

# 목재펠릿 분진의 화재·폭발 위험성 평가 [2/2]



[그림1] 시료의 현미경 촬영 사진

## 위험성 평가 결과

### 분진폭발·발화 위험성 시험 결과

- ✓ 응집 상태가 심해서 입도를 단정적으로 규정하기 힘들었으나, 시료C 대비 상대적으로 입도가 작은 시료A와 시료B가 분진폭발 위험성이 높은 것으로 측정됨

〈표 3〉 위험성 시험 결과

| 물질명 | 입도(d <sub>50</sub> ) [μm] | 겉보기 밀도 [g/ml] | 최대폭발압력 [bar] | 분진폭발지수 [bar·m/s] | 폭발하한농도 [g/m <sup>3</sup> ] | 최소점화에너지 [mJ] | 자동발화온도 [°C] | TGA열분해·산화 온도[°C] | DSC외삽개시 온도[°C] |
|-----|---------------------------|---------------|--------------|------------------|----------------------------|--------------|-------------|------------------|----------------|
| 시료A | 0.620                     | 0.231         | 7.6          | 109(St 1)        | 70                         | 100~300      | 236.33      | 193~508          | 253            |
| 시료B | 1.389                     | 0.275         | 6.9          | 101(St 1)        | 70                         | 300~1,000    | 231.67      | 191~567          | 239            |
| 시료C | 314.100                   | 0.230         | 6.2          | 23(St 1)         | 200                        | 1,000 이상     | 276.33      | 190~501          | 303            |
| 시료D | 403.000                   | 0.369         | -            | -                | -                          | -            | -           | -                | -              |

### 화재·폭발 위험성 비교 검토

- ✓ 목재펠릿 분진이라고 해서 기존의 목재 계열 분진보다 분진폭발 위험성이 단정적으로 높다고 할 수는 없음
- ✓ 하지만, 목재 계열 분진 자체가 석탄 계열 분진보다 겉보기 밀도, 분진운 최소점화 온도, 폭발압력상승속도에서 상대적으로 분진폭발 위험성이 높은 것으로 검토됨
- ✓ '미생물 대사'로 시작해 '화학적 산화' 과정을 거쳐 자연발화가 발생하며, 이런 과정에서 이산화탄소, 일산화탄소, VOC(휘발성유기화학물)가 발생하는 것으로 확인됨

## 사고 예방 대책

- **분진폭발 예방** ① 구역별 폭연방출(벤트 등) 시스템 검토 ② 분진운 제어시스템(집진 등) 검토(석탄 보다 높은 기준 적용 필요) ③ 작업 위험성 평가(JSA)를 통한 자체 위험성 검토
- **화재·질식·중독 예방** ① 저장소 밀폐공간프로그램 운영 ② 장기 저장 최대한 지양 ③ 산소·일산화탄소 농도 관리 ④ 화재 발생 대비 검지기 설치 ⑤ 저장소 질식 소화 대책 확보
- **미찰 화재 예방** ① 설비 표면온도 정기 측정 및 관리 ② 동력계통 설비 고장 대비 대응책 확보