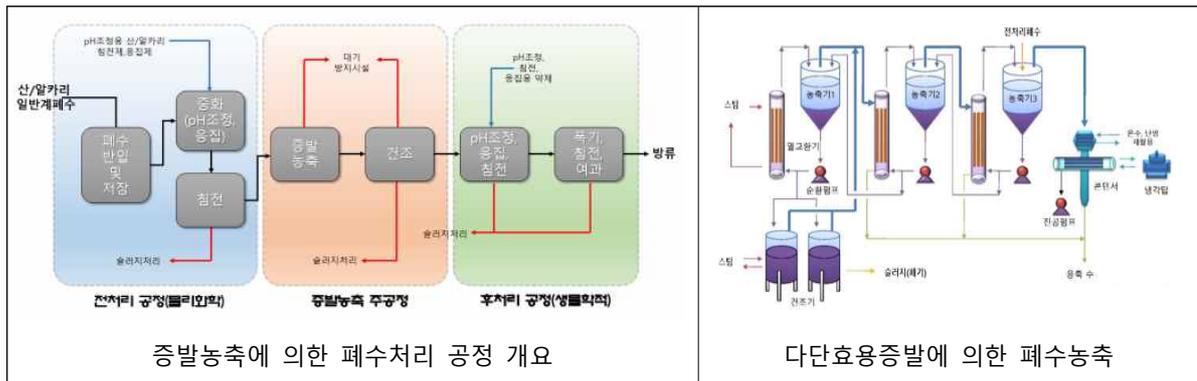


# 증발농축에 의한 폐수처리 공정물질의 물리적위험성 평가(1/2)

## 증발농축에 의한 폐수처리 공정



- ❖ 2020. 7월 기준, 전국에 79개의 산업폐수처리 업체가 운영 중이며, 이중 약 41%가 수탁처리 업체로 상당부분이 증발농축 방식에 의한 폐수처리 실시.
- ❖ 다양한 사업장에서 개별적으로 배출된 폐수를 혼합하여 처리하기 때문에 입고되는 폐수의 특성을 명확히 규정하기 어렵고, 중화 등의 전처리 공정에서 폐수 내 성분 간의 반응에 의한 미지 물질 생성 등 잠재적 위험성이 있음.

## 사고사례

- ❖ 2020년 경기도 소재 폐수처리 공장에서 다단효용증발농축에 의해서 폐수를 처리하는 과정에서 건조기가 폭발하는 사고가 발생.



- ❖ 증발농축에 의해서 농축된 폐수를 회분식 반응기 형태의 건조기에서 진공 건조하는 과정에서 내부물질 유출에 이은 과압 발생으로 건조기 폭발 및 화재발생.

## 평가대상 물질 및 방법

- ❖ 사고현장에서 채취한 물질 6종과 유사한 공정을 운영 중인 폐수처리 업체에서 채취한 시료 6종 그리고 전처리 시료 3종 등 총 15종에 대한 평가 실시
- ❖ 모든 시료에 대해서 TGA 및 DSC 등 열적안정성을 분석하고, 사고현장 채취 시료에 대해서는 인화점 등 화재폭발 특성을 평가.
- ❖ 사고발생 건조설비에서 채취한 시료를 대상으로 반응 속도론적 해석(kinetic analysis)과 가속속도열량계(ARC) 분석을 통한 사고발생의 개연성 분석

# 증발농축에 의한 폐수처리 공정물질의 물리적위험성 평가(2/2)

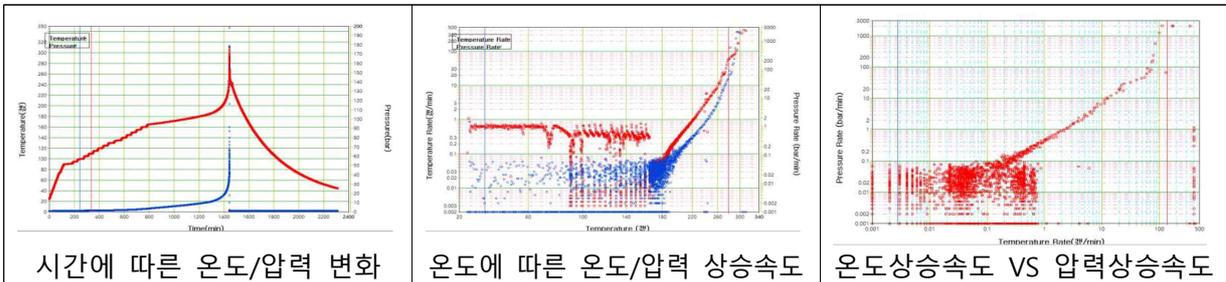
## 물리적위험성 평가결과

### 열적특성분석, 인화점, 자연발화점, 강열민감도 평가

- ✓ TGA/DSC 분석결과, 사고현장 채취시료는 중화공정 이후 시료에서 활성/불활성과 무관하게 발열이 발생하였으며, 다른 유사 사업장 시료는 발열현상 없었음.
- ✓ 인화점/자연발화점 분석결과, 시료 내 수분의 증발에 의한 기포발생으로 측정불가.
- ✓ 압력용기에 의한 강열민감도는 USA-PVT No. 가 모두 "1", 민감도 "아니오"로 평가되었으나, 1.0mm오리피스에서 급격한 온도상승에 의한 시료의 분해/팽창 발생.

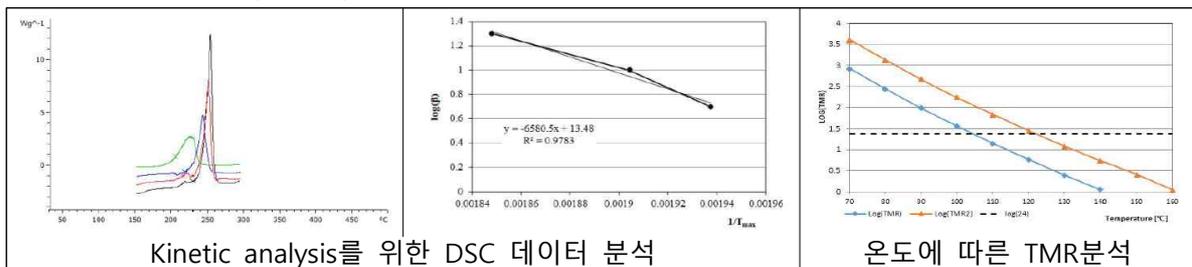
### 가속속도열량계(ARC) 분석결과

- ✓ 사고발생 건조기 시료에 대한 ARC분석결과, 내부온도 165°C 부근에서 자기발열이 개시되어, 422°C/min 및 2,076bar/min의 최대온도상승속도와 최대압력상승속도를 보이는 폭발적 분해반응 발생 후 내압 200bar의 시험용기가 파열됨.



### 속도론 해석에 의한 사고발생 개연성 분석

- ✓ 건조기 시료의 분해반응은 ASTM E 698의 분석법에 따라서 약 117kJ/mol의 활성화 에너지와 2.01<sup>11</sup>/min의 빈도계수를 가지며, 개시온도에 따라서 24시간 이내에 폭발 반응에 도달 가능한 온도(ADT<sub>24</sub>)가 (104~120)°C의 범위에 있는 것으로 분석.
- ✓ 자켓의 스팀공급(120°C)을 고려할 때 공정 이상 발생 시 사고발생 개연성 있음.



## 유사사고 발생 방지를 위한 안전대책

- ❖ 신규위탁 폐수 입고 전 기존 폐수와의 반응여부를 확인하고, 과도한 농축을 예방하기 위한 정량화된 건조공정의 종점조건을 확립하고, 이상여부 확인을 위한 내부 온도센서 등 감지기 및 경보장치 설치.
- ❖ 경보장치와 연동된 열원 긴급차단장치와 급냉물질 투입을 위한 자동긴급냉각장치의 설치를 고려하고 비정상 운전을 포함한 안전운전절차서 작성과 주기적 교육실시.