

PB20) 유리섬유제조공정에서 Aldehyde류 배출 특성

Characteristic of Aldehyde Compounds Emissions from Glass Fiber Manufacture

김신도 · 이정주¹⁾ · 서병량²⁾ · 김정호³⁾

서울시립대학교 환경공학부, ¹⁾용인대학교 산업환경보건학과,

²⁾환경관리공단 약취관리팀, ³⁾(주)사베코

1. 서 론

인조유리섬유(Man Made Mineral Fiber, MMMF)는 외국에서 약 60년 동안 상업적으로 사용되었지만, 우리나라의 경우는 1950년대부터 40년 이상 사용되고 있으며 석면의 대체물질로 각광받고 있다. 유리섬유는 건축의 내장재뿐만이 아니라 조선 및 화학설비 등의 보온재와 방화용 자재로 여러 분야에서 다양하게 사용되고 있으며, 최근에는 석면에 대한 정부의 규제가 강화되면서 유리섬유가 이의 대체물질로서 사용이 증가하고 있다(이세휘 등, 1996). 유리섬유 제조에 있어 Forming 공정(Formation of fibers into a wool fiberglass mat)에서 binder 물질이 사용되는데 binder의 주요성분은 phenol-formaldehyde resin, water, urea, lignin, silane 및 암모니아용액으로 구성되어 있으며, 제조공정에서 다양한 오염물질이 배출되고 있다(US EPA, 1996). 그러나 유리섬유를 제조하는 주요공정 Forming, Curing, Cooling 공정에서 배출되어 약취의 주요원인으로 작용하는 Aldehyde 류에 관하여 국내에서 연구된 사항은 거의 전무한 실정이다. 그러므로 우리는 유리섬유의 주요 제조공정중의 Forming, Curing, Cooling 공정을 통해 배출되는 물질 중에 약취의 주요 원인으로 작용하는 Aldehyde류 물질의 특성에 관하여 공정별 배출농도를 파악하였으며, 향후 근로자의 노출에 관한 영향 평가 및 동업종의 배출계수를 산정하는데 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 생각한다.

2. 연구 방법

본 연구는 유리섬유 주요 제조공정인 Forming, Curing, Cooling 공정(그림 1)에서 배출되는 가스를 DNPH 카드리지에 포집하여 HPLC를 이용하여 Formaldehyde (HCHO), Acetaldehyde(CH₃CHO), Propionaldehyde(C₂H₅CHO), Butyraldehyde(C₃H₇CHO), iso-Valeraldehyde((CH₃)₂CHCH₂CHO), n-Valeraldehyde(CH₃(CH₂)₃CHO)를 분석하였다. Aldehyde 표준시료(Supelco co.)를 단계별로 희석한 후 HPLC로 분석하여 크로마토그램을 그림 2에 나타내었고, 산출된 농도와 면적 값을 1차 회귀방정식의 검량선을 작성하였으며, 결정계수(R²)는 0.999로 나타났다(그림 3).



Fig. 1. Glass fiber manufacture process.

3. 결과 및 고찰

Forming 공정에서는 formaldehyde 935.66 ppb, acetaldehyde 20.02ppb, propionaldehyde 5.19ppb, butyraldehyde 10.74ppb로 나타났으며, 알데히드류 중 formaldehyde가 대부분을 차지하고 있는 것으로 조사되었다. Curing 공정의 입구 농도는 formaldehyde 87.90ppb, acetaldehyde 688.42ppb, propionaldehyde 748.74ppb, butyraldehyde 50.43ppb, iso-valeraldehyde 13.25ppb로 나타났으며, acetaldehyde와 propionaldehyde

가 대부분을 차지하고 있는 것으로 조사되었다. Curing 공정의 출구 농도는 formaldehyde 91.81ppb, acetaldehyde 554.97ppb, propionaldehyde 741.87ppb, butyraldehyde 50.42ppb, iso-valeraldehyde 36.90ppb, n-valeraldehyde 14.00ppb로 나타났으며, acetaldehyde와 propionaldehyde가 주요 오염물질이었다. Cooling 공정에서는 formaldehyde 742.14ppb, acetaldehyde 47.98ppb, propionaldehyde 50.97ppb, butyraldehyde 43.25ppb로 나타났으며, formaldehyde가 가장 높은 농도를 나타내었다. 이는 Curing Oven에서 Resin이 원료와 반응하고 난 후 Cooling 공정에서 급속한 냉각을 통해 formaldehyde가 형성되어 배출되는 것으로 판단된다. 유리섬유제조 주요공정에서 aldehyde류는 formaldehyde, acetaldehyde, propionaldehyde가 높은 농도로 배출되고 있었으며 공정 개선을 통하여 이 물질군의 발생을 감소시키고, 관련된 최적방지기술로 제어함으로써 악취문제를 예방하고 작업자에게 노출되는 악취물질을 저감시킬 수 있을 것으로 판단된다.

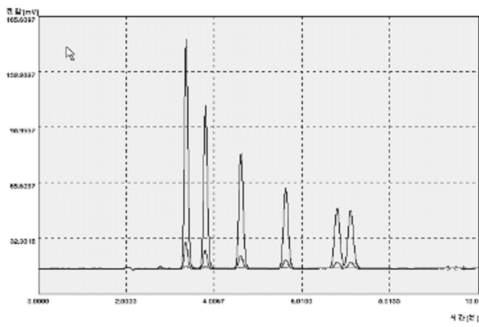


Fig. 2. Aldehyde Standard Chromatogram.

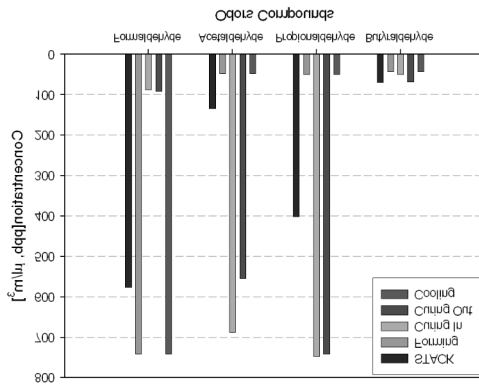


Fig. 4. Aldehyde compounds in Process.

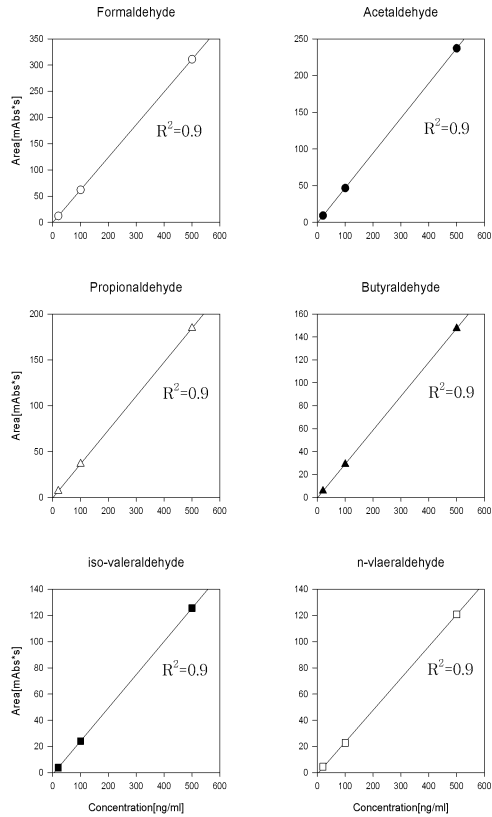


Fig. 3. Aldehyde Standard Curve.

참고 문헌

이세희, 김규상, 최정근, 김양호, 강성규, 최경숙, 문영한 (1996) 유리섬유 제조업체 근로자의 건강장해, 예방의학회지, 29(2), 187-198
 최민호, 정인재 (1998) 레졸형 페놀수지의 경화 속도가 가교 밀도 및 기계적 물성에 미치는 영향, 화학공학회지, 36(3), 399-406.
 AUS DEH (2004) National Pollutant Inventory-Emissions Estimation Technique Manual for Glass and Glass Fibre Manufacturing.
 US EPA (1996) Emission Factors-Mineral Products Industry-11.13 Glass Fiber Manufacturing.