

PE2) 제지공장의 소각로에서 염화수소(HCl)의 효율적인 제거를 위한 공정시스템 개발에 관한 연구

A Study of Incineration Process Reformation for HCl treatment In the Paper Manufacture Plant

김인규 · 김준홍 · 최인호 · 감진상 · 김환성¹⁾

환경관리공단, ¹⁾한국해양대학교

1. 서 론

제지공정 중 펄프와 고지를 물과 혼합하여 종이 원료인 섬유질과 이물질(폐기물)로 분류되는 해리 과정을 거치게 된다. 해리 과정에서 발생된 폐기물은 소각시켜 폐기물 처리비용 절감 및 소각과정에서 발생하는 폐열을 제지공정의 건조과정(건조기)에 공급되는 열원으로 이용한다. 그러나 대부분 소각로는 연소가스처리시스템을 건식·반건식으로 설계되어 있어 폐기물과정에서 나오는 고농도의 염화수소(HCl)가 완벽하게 제거되지 않고 대기 중으로 배출됨으로써 환경오염 증가 및 소각로의 연속적인 가동에 많은 제약이 존재한다.

따라서, 제지공정에 알맞은 공정시스템 개발을 통한 환경오염 감소, 운영비용 절감 및 소각로 처리량 증가에 따른 제지공정에 안정적인 열원공급 등을 통한 생산단간 절감, 연료비용(예비열원 : B-C 보일러 가동시간 단축 또는 부하감소)절약 등의 실현시키는 공정시스템 모델을 개발하고자 한다.

2. 공정개선을 모델로 하는 제지공장의 일반 현황 및 문제점

2.1 공정개선을 모델로 하는 제지공장의 일반 현황

- 폐기물 성분 : 폐지(5%), PE(20%), PS(25%), 플라스틱(40%), 섬유(2%), 고무(3%), 금속(5%)
- 전송항목('5년 배출허용기준) : 먼지(80mg/m³), NOx(150ppm), HCl(40ppm), CO(50ppm)

2.2 공정개선의 필요성

제지공장에서 운영하고 있는 대부분 소각로는 폐수발생 등의 운영적 측면 때문에 연소과정에서 배출되는 오염물질의 제거효율을 고려하지 않은 단순한 건식 또는 반건식(SDR + Bag Filter)의 배출가스처리시스템으로 시공되어 운영되고 있다. 굴뚝자동측정시스템(T.M.S)을 구축하기 이전에는 관할행정기간의 년 1~2회 정도의 수분석 측정 데이터에 의한 배출 오염도가 관리되었고, 2002년 이후 굴뚝자동측정시스템(T.M.S)을 통한 오염물질 농도를 실시간으로 연속 측정하여 행정자료로 활용하는 시스템으로 전환이후 비연속 측정시에 나타나지 않았던 공정 운영상의 문제점이 도출되었으며, 그 내용은 다음과 같다.

소각로에서 배출되는 고농도의 염화수소(1000ppm 전후)가 반건식 반응탑에서 완전히 제거되지 않고 굴뚝으로 배출되어 배출허용기준초과에 따른 행정조치, 초과 부과금 증가 및 기업이미지 손상, 소각로의 잦은 가동중단에 따른 폐기물 위탁처리에 비용 및 제지공정에 열원을 공급하기 위한 예비보일러 가동에 따른 운영비용 증가, 염화수소 처리효율에 비해 약품(소석회) 과다 투입량에 비용증가, 백필터에서 반응하지 않은 소석회가 재(ash)로 배출되므로 인한 폐기물 매립처리비용 증가, 백필터의 수명단축에 따른 교체 비용증가 및 백필터 손상에 따른 먼지 배출 농도 상승, 이상과 같은 잦은 공정트러블로 인한 소각로 운전자의 작업강도 증가 등 여러 가지 문제점이 나타나고 있다.

3. 제지공장의 소각로에서 염화수소(HCl)의 효율적인 제거를 위한 공정시스템 개발 및 적용

3.1 공정개선 모델

소각로 → 폐열보일러 → 반건식 반응탑(SDR : 액상의 소석회 투입) → 여과집진시설(Bag Filter) → 배기팬(ID Fan) → 습식세정탑[습식세정탑에 공급되는 세정수는 폐수처리장에서 처리된 방류수(pH-7) 또는 지하수(pH-7) 투입하고, 습식세정탑에서 발생된 폐수(pH-2)를 제지공정의 해리공정에 투입하여 해

리공정에서 발생하는 강알칼리의 폐수와 증화시킨 후 폐수처리장에 유입하여 폐수처리장의 오염부하경감에 따른 약품(가성소다) 비용절감] → 끝

3.2 공정 개선 전·후 굴뚝에서의 염화수소 배출농도 및 공정운전자료 분석

그림 1과 같은 소각프로세스 공정을 개선한 결과 그림 2 및 표 1과 같은 결과를 얻을 수 있었다. 소각로(반건식반응탑 전단)에서 배출되는 염화수소 농도는 1000ppm 전후의 농도에 대하여, 공정개선 전에는 염화수소의 제거농도 30ppm 전후에 비해 공정개선 후에 염화수소의 제거농도 1ppm으로 안정적인 제거효율을 그림 2에서 보여주고 있으며, 표 1에서는 공정개선 전(1~3월)·후(4~10월)의 공정운전자료 소각로 가동일수, 오염물질 초과건수 및 소석회 투입량의 상관관계를 분석한 결과 공정개선후의 오염물질 초과건수 감소, 소각로 가동일수 증가 및 소석회 투입량의 감소 등을 보여주고 있다.

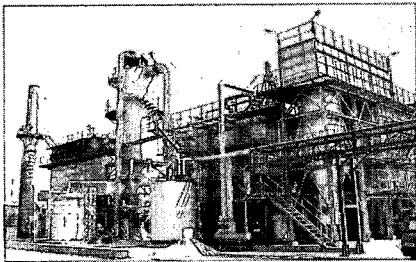


Fig. 1. Incineration Process after Reformation.

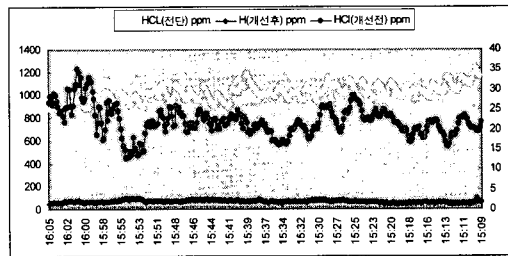


Fig. 2. HCl concentration Differences in Stack between before and after Process Reformation.

Table 1. The number of Excess Pollutants, working days of Incineration plant, and Input of Slaked Lime after Process Reformation

| 월 별 | 먼지 초과 건수 | HCl 초과 건수 | 소각로 가동일 | 액상 소석회(20%) 사용량 | 비고 |
|-----|----------|-----------|---------|-----------------|---|
| 1 | 22 | 5 | 8 | 6,000 kg/day | 소석회 과다투입으로 인한 백필터 손상에 따른 먼지초과 |
| 2 | 4 | 289 | 16 | 6,000 kg/day | |
| 3 | 2 | 556 | 26 | 6,000 kg/day | |
| 4 | - | 73 | 25 | 5,041 kg/day | 10월의 HCl의 3회초과는 소석회 투입 펌프 고장에 의한 초과 발생됨 |
| 5 | - | 39 | 31 | 4,989 kg/day | |
| 6 | - | 6 | 25 | 4,188 kg/day | |
| 7 | - | - | 26 | 3,822 kg/day | |
| 8 | - | - | 25 | 3,244 kg/day | |
| 9 | - | - | 27 | 3,179 kg/day | |
| 10 | - | 3 | 30 | 2,695 kg/day | |

4. 결 과

본 연구에서 제시한 제지공정 모델을 적용한 결과 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

- 폐기물 성장, 연소조건의 변화에 따른 배출농도를 환경 규제치 농도이하로 저감시키기 위해 반건식 반응탑(S.D.R)에 공급되는 소석회 투입량과 습식세정탑에 공급되는 공정수 순환량을 최적제어를 통한 환경오염의 최소화, 백필터에서 배출되는 Ash량 감소에 따른 Ash 처리비용 절감, 습식세정탑의 공정수 및 발생된 폐수를 공정에 재활

용에 따른 폐수처리공정에서 pH 제어를 위한 약품(가성소다)의 투입 비용 절감, 공정개선의 결과에 따른 소각로의 안정적인 운영을 통한 폐열 사용의 증가로 인한 에너지 절감 등 제안된 제지공정보델을 타 제지회사에도 적용이 가능할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

김동술, 김태오 (2004) 대기오염방지공학, 동화기술.