

RTO 설비운용에 따른 악취저감

LG화학 익산공장

I. 회사현황

백제의 고도인 전라북도 익산시에 자리한 익산공장은 91년 5월 ABS공장을 준공하여 ABS 생산을 시작으로 EPC, 토너 등을 생산하고 있으며, 대지 4만7천평, 건평 2만5천평에서 220여명의 임직원이 한 가족이 되어 생활하고 있는 작지만 강한 공장이다.

LG화학 익산공장은 『고객을 위한 가치창조』 『인간존중의 경영이념』을 달성하고, 『첨단기술과 새로운 솔루션으로 고객의 기대에 앞서가고 경영에서 신뢰하며 고객이 원하는 제품을 공급하고 지역사회발전에 기여하는 익산공장』 실현을 위해 최선을 다하고 있다.

무공해, 무재해 공장 실현을 위해 당 공장은 '96년 6시그마를 도입하였으며, '01년 TPM-6시그마를 접목하여 활동하는 등의 지속적인 생산혁신활동을 전개하여 '98년이래 매년 200억원 이상의 경상이익을 실현하는 공장으로 발전하였다.

당 공장은 이에 만족하지 않고 끊임 없는 혁신활동으로 어떠한 경영여건하에서도 최고의 경쟁력을 갖추기 위해 노력하고 있으며, 또한 지역사회와 더불어 발전하는 회사가 되기 위하여 전 임직원이 최선을 다하고 있다.

II. 생산제품 현황

우선 ABS란 Acrylonitrile, Butadiene, Styrene의 공중합물이다. 당 공장의 ABS Compounding은 ABS의 최종제품을 만드는 공정으로 ABS공정 중 가장 중요한 공정중의 하나이다. 원하는 수준의 ABS Pellet을 생산하기 위하여 ABS DP(Dry powder)에 SAN, 안정제 및 기타 부원료 및 Color를 배합, 혼련, 압출하여 생산한 제품으로 ABS수지는 Acrylonitrile의 강성, 내 화학성, Butadiene의 내 충격성, Styrene의 가동성을 고루 갖추고 있어, 기계적 물성이 우수하여 전기, 전자부품, 산업자재, 일상 생활용품 등 다양한 분야에 사용되고 있으며 EP(Engineering Plastic)는 성형성이 우수한 고기능성 원료 PBT(Poly Butylene Terephthalate), 성형 수축율이 우수한 성질의 원료 SAN(Styrene Acrylonitrile) 투명성과 내열성, 내충격성이 우수한 성질의 원료인 PC(Poly Carbonate)에 각종 첨가제를 배합, 혼련, 압출하여 생산한 제품으로 고기능, 고성능의 공학적 물성을 구현하는 플라스틱 소재로서 광범위한 온도와 기계적, 응력 및 가혹한 환경 조건 하에서 장기간 사용이 가능하며 주로 자동차 부품이나 기계부품, 정보전자 부품, 정밀부품 등 첨단산업 용도에 적합한 수지로써 광범위하게 사용되며 복사기 및 프린터용 토너를 생산하고 있다.

III. RTO 특징 및 원리

3.1 Introduction

“RTO”란 Regenerative Thermal Oxidizer의 약자로서 ‘축열식 소각로’라고 함. Fin & tube or plate type의 Heat exchanger를 가열 및 냉각하는 Regeneration 방법을 사용함. 열회수율이 높은 Ceramic를 사용하기 때문에 에너지 절약형 소각로이며, 동시에 95% 이상의 VOC 및 악취 처리효율을 가짐.

3.2 적용분야

저농도이며 대용량가스에 적합하고 화학공장 공정배출가스 및 폐수처리장 악취가스 처리, 인쇄공장 및 도료공장 등 오븐배출가스 처리, 기타 유기용제를 사용하는 공장 배출가스에서 생활악취까지 처리할 수 있어 적용분야가 광범위함.

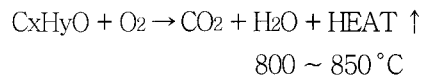
3.3 특징

- 처리 효율이 높음 (95%이상, 3-Bed RTO)
- 열회수율이 높음 (95%이상)
- 2차 공해요인이 적음
- NOx 발생량이 적음
- 구조가 간단하고 자동 운전이 가능함.
- 가스 농도가 1.5~2g/Nm³에서 무연료 운전가능
- 현재 상용화된 처리기술 중 가장 확실한 처리성능을 가짐.

3.4 기능

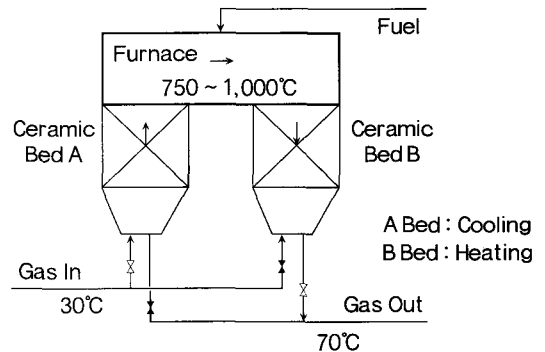
RTO의 초기 가동은 상부에 부착된 Gas burner를 이용하여 Combustion chamber의 온도가 약 800°C에 도달할

때까지 예열한다. 이때에는 연소용 공기는 대기중의 Fresh air를 이용한다. 예열이 끝나면 VOC를 포함한 공정의 폐가스를 Main fan을 이용하여 RTO 내부로 공급하게 된다. 이 과정에서 온도가 낮은 폐 가스는 Ceramic Media (축열재)를 통과하면서 예열 되고, 폐가스의 산화가 시작한다. 공정폐 가스는 고온(800~850°C)의 Combustion chamber에서 완전 산화되어 VOC가 분해된다.



800 ~ 850°C에서 폐 가스의 산화(연소)과정에서 발생된 열은 Ceramic Media (축열재)을 통과하면서 Ceramic Media에 열을 축적하고 대기중으로 배출된다. 이때의 온도는 조건에 따라 차이가 날 수 있으나 인입 gas 온도보다 40°C 정도 높게 된다.

3.5 2-BED RTO 처리 공정도



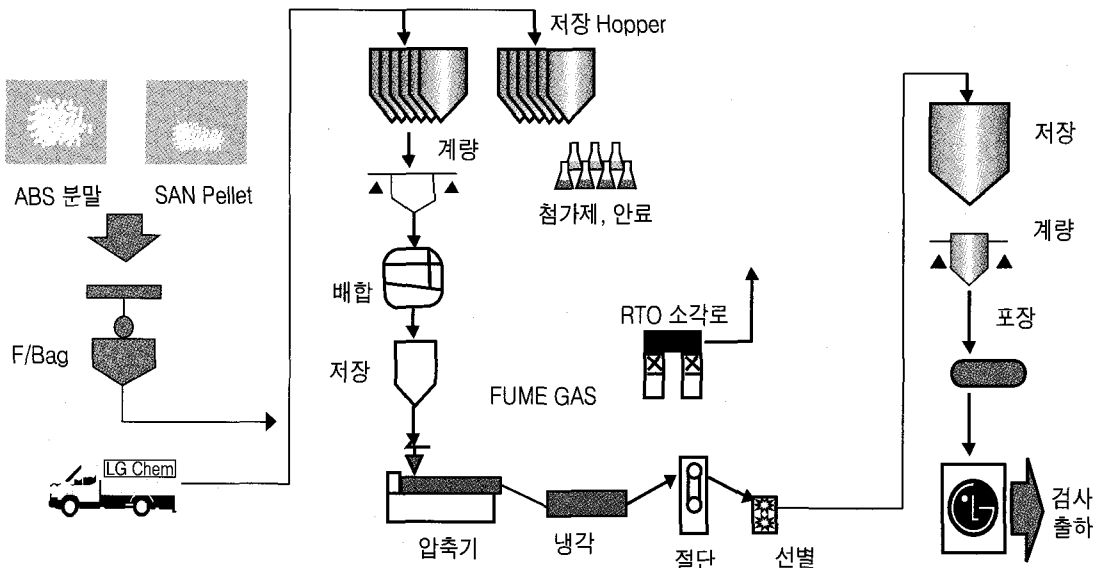
IV. 당공장 RTO시스템 도입배경 및 운영

최초 공장 준공시 공정설비인 압출기에서 발생되는 Monomer Fume(연소, 승화등 물리화학적반응 과정에서 생성된 보통 직경 1μm이하의 고체상 물질을 말하며 압출

또는 사출공정 등에서 발생하는 콜로이드상 물질임)을 처리하기 위해 당시 당시의 기술 제휴선인 일본 JCC 견학중 Fume Collector를 이용한 Fume Gas처리 설비를 눈여겨 보고 국내 제작사와 협의 개발한 것으로 Fume Collector는 일반 Bag Filter 집진기를 이용한 포집 설비로 Filter bag 외부에 흡착성 및 다공성이 우수한 규조토 또는 활성탄을 코팅(2-3mm)한 후 가스를 통과시켜 fume를 흡착하는 방식으로 투자 및 유지비용에 비하여 효과가 우수하여 현재 플라스틱 콤팩운드 공장등에 폭넓게 사용되고 있다. 그러나 공단 주변환경이 다변화되고 있다. 공단 주위에 대단위 아파트 건설로 각종 민원 제기가 예상되고 정부에서는 악취방지법이 입법예고 되고 또한 친화적 기업으로써 기업 이미지 관리가 요구되며 하절기 대기온도 상승으로 악취 확산에 따른 공단에 대한 민원

제기가 특히 어려운 문제점으로 대두되었다. 설비 관리 상 문제점 또한 발생되었는데 빈번한 구조토 교체(Filter Bag 교체 시기를 놓치면 Bag이 찢어 있어 배출가스 농도 증가), 동절기 수분에 의한 Filter Bag의 동결로 효율 저하와 같은 이유로 설비개체의 필요성이 절실히 요구되었다. 이로인해 근원적 해결을 위한 방법으로 당시의 배출 가스가 유기성 가스로 소각 처리한다는 원칙을 방법으로 당시의 배출 가스가 유기성 가스로 소각 처리한다는 원칙을 위한 수립하고 검토에 들어갔다. 검토결과 초기 투자비용은 많으나 내구성 및 운영비 측면에서 신기술인 축열 소각로(RTO)가 가장 적합하여 추진기로 하고 기존 Fume Collector는 설비의 Trouble을 대비한 Stand-By 하기로 결정하였다.

〈ABS공장 공정도〉



〈소각로 비교표〉

(1997년 4월)

구분	처리효율	열회수율	연료비	기타
직화소각로	95%이상	75%내외	매우높음	- 초기 투자비 저렴 - 연료비가 높아 운전비용 부담 - 열교환기 수명저하
축열식 축매 소각로 (RCO)	90%이상	75%내외	낮음	- 초기 투자비 중간 - 축매교체비용 발생 - 축매 관리가 어려움 - 유기 가스중 축매독 우려
축열 소각로 (RTO)	95%이상	95%이상	낮음	- 초기 투자비 많음 - 무연로 운전이 가능 - 내구성이 높고 운전이 간단

동부 에어 라인 등의 파손으로 인한 RTO 과열 등의 문제가 있을 수 있어 이는 무엇보다 안전과 직결되는 문제이므로 초기 설치 시 각별한 검토와 주의가 요구되어 진다.

현재는 3-Bed Type의 RTO등장으로 초기투자비는 2-Bed Type보다 1.5배정도 고가이지만 스위칭시 발생될 수 있는 미연소 가스등을 완벽히 잡아 처

리할 수 있어 그 효율 면에서는 2-Bed에 비해 월등하다고 볼 수 있다. 현대 RTO 설비는 당공장을 포함하여 여수, 울산, 나주 공장에 설치 되어 운영되고 있으며 대기방지 시설에서 다른 어떠한 설비보다 탁월한 효율을 입증하며 잘 운영되고 있다.

LG화학 나주공장 폐수처리장에 국내 최초이자 순수 국산기술로 RTO가 설치되었다. 처음 1년간은 로 및 베드 과열 등 많은 문제점이 발생되었으나 점차 설비가 안정화 되어갔고 지속적인 보완이 이루어진 시점인 '97년 당공장에도 2-Bed Type의 RTO가 설치되었다. 투자기간 5개월, 투자비용 200백 만원이 소요되었으며 초기 설치 후 정상화까지 조건을 맞추는데 2개월 정도 소요되었다. 초기 문제점은 2-Bed이다 보니 스위칭 조건이 흔들려 RTO과열이 주요 문제점이 있었다. 점차 계기류 점검 및 Over-Haul 주기 등이 운전 안정화에 따라 설정되어 설비 자체의 안정성이 크게 향상되었다. ABS공장에 최초 RTO를 설치하여 운영한 후 '00년 EP공장에 또한대의 RTO가 설치되었다. EP공장의 RTO는 처음에는 RCO(축매산화)로 선정되었으나 최종 처리 후 분석된 물질에서 처리가 안되는 물질의 완벽한 처리를 위해 다시 RTO로 기종을 변경하여 설치하였으며 현재는 시스템도 안정화 되어 악취유발물질의 처리가 잘 이루어지고 있다. 다만 드물게 나타나는 문제로서 RTO 밸브들의 구

리할 수 있어 그 효율 면에서는 2-Bed에 비해 월등하다고 볼 수 있다. 현대 RTO 설비는 당공장을 포함하여 여수, 울산, 나주 공장에 설치 되어 운영되고 있으며 대기방지 시설에서 다른 어떠한 설비보다 탁월한 효율을 입증하며 잘 운영되고 있다.

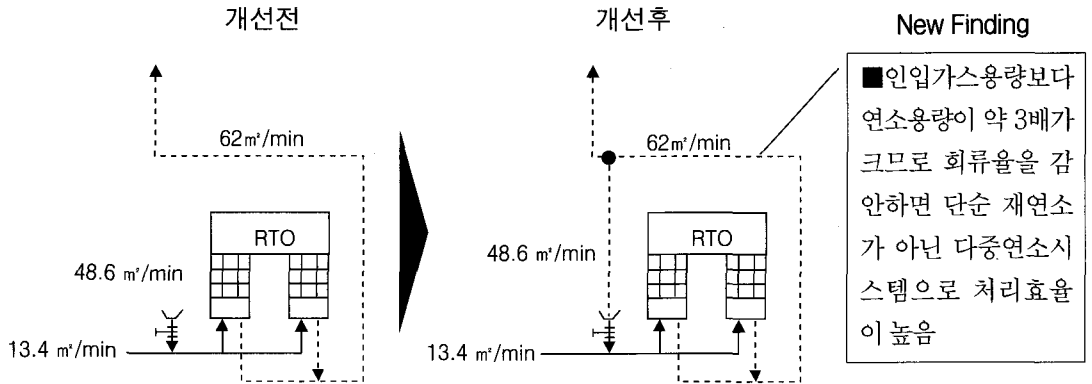
V. RTO시스템 설치 운용에 따른 악취배출물질 저감

RTO 소각로를 설치 운영하여 왔으나 최근 강화되는 환경관련법 개정 및 공단에 대한 민원 계기로 효율성 제고를 위한 Fume Gas처리 효율 개선을 위해 RTO 후단에 재처리 설비를 검토하였으나 실효성이 확실치 않아 다른 방법을 강구기로 하고 전사적으로 진행중인 식스시그마 기법을 통한 RTO시스템 효율개선에 들어 갔다.

〈후단 재처리 설비 비교표〉

구분	열산화	필터흡착 (카본, 규조토)	세정탑	향 회석식	오존산화	미생물 담체
1. 부하변동대응	강함	강함	강함	부하변동에 매우 약함		
2. 예상처리효율	높음	보통	보통	낮음	낮음	보통 추정
3. 주요적용	Fume처리	Fume처리	Fume처리	악취회석	용수 수처리(소독)	폐수 처리향상
4. 운전비용	다소많음	보통	많음	많음	많음	보통
5. 업무 load	보통	보통	많은편	많은편	보통	보통
6. 2차 처리유무	없음	폐기물	폐수	없음	없음	없음

아래 그림과 같은 공정 개선으로 RTO에서 배출되는 기체의 약 78%를 회류시켜 재소각함으로써 압출기 Fume의 처리효율을 높였으며 인입가스용량보다 연소용량이 약3배가 크므로 회류율을 감안하면 단순 재연소가 아닌 다중연소시스템으로 처리효율이 높다는 것을 알 수 있었다.



금번 RTO시스템 개선을 통해서 배출기체 농도 및 배출량의 획기적인 저감이 예상되며 부가적으로 연간 2,000천원의 에너지 Saving효과가 기대된다.

〈오염 부하량 감소〉

(단위 : ppm)

(단위 : m³/분)

구분	Acrylonitrile	Methyl Meta Acrylate	Toluene	Ethylbenzene	VinylCycloHexane	Styrene	배출량
배출가스농도	87.6	247.2	254.9	157.6	25.1	1214.5	50
규조토 처리	1.1	5.1	8.8	4.2	1.2	78.8	440
RTO개선 전	N.D.	0.4	0.5	0.3	N.D.	8.7	62.0
RTO개선 후	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1.3	13.4

※규제치 : 법령은 입법예고되었으나 오염물질 배출허용규제치는 공포되지 않음.

〈에너지 절감〉

예상 열량 Saving 효과

$$13.4\text{m}^3/\text{min} \times (30-0)^\circ\text{C} \times 0.32\text{ kcal}/\text{m}^3\text{C} \approx 55,000,000\text{ kcal}/\text{년}$$

LNG사용금액 Saving

$$\frac{55,000,000\text{ kcal}/\text{년}}{10,500\text{ kcal}/\text{m}^3} \times 452\text{원}/\text{m}^3 \approx 2,000\text{천원}/\text{년}$$