

# 청정생산기술



유 영 준  
 (주)미래품질환경컨설팅 대표이사  
 경영학박사, 기술사

## 목차

- I. 환경경영시스템
- II. 환경성표시
- III. 환경성과평가
- IV. 전과정평가
- V. 환경회계
- VI. 청정생산기술
- VII. 환경보고
- VIII. 환경을 고려한 설계(DFE)
- IX. 종합적 환경경영시스템(TEMS)

전국의 많은 환경기술인들은 주어진 책무를 다하기 위해 오늘도 많은 수고를 아끼지 않고 있다. 그러나 대부분의 경우 환경기술인들은 열악한 여건 하에서 일을 해야 하기 때문에 많은 고생을 하고 있다.

최고경영자의 관심부족, 인적물적자원의 부족, 관계자들의 이해부족 등의 여건 속에서 일을 해야 되는 것은 물론 환경전문가로서 더욱 발전하여야 함에도 불구하고 연구할 수 있는 여건 등이 미비하여 훌륭한 환경전문가로서의 성장과 위상의 제고가 힘들다.

오로지 환경현장의 법적관리인으로서의 위상과 역할에만 만족할 수 밖에 없는 경우가 많다. 그러나 이러한 현실에 우리 환경기술인들은 좌절하거나 남의 탓으로만 돌려서는 안된다. 주위 환경적인 문제도 있지만 우리 환경기술인들 자체에도 문제가 있을 수 있다. 스스로 공부하고 연구하며 역할을 훌륭히 해냄으로써 성장, 발전하도록 노력을 하여야 한다고 생각한다.

앞으로 수회에 걸쳐 환경문제를 단순한 법적사항 준수나 관리차원이 아닌 환경문제를 환경경영차원으로 승화하도록 하기 위해 환경기술인들이 꼭 알아야 될 내용을 중심으로 환경경영시리즈를 신고자 한다. 이번 호에서는 청정생산기술에 대해서 알아보기로 한다.

## 1. 서론

환경문제가 점점 더 심각성을 더해가고 있다. 환경문제에 대한 근본적인 대책은 후처리기술(End of Pipe Technology)가 되어서는 안된다는 것은 이미 잘 알려진 사실이다. 후처리기술 보다는 근본적인 대책이 필요하다. 국제적인 환경체제의 강화에 대한 대책을 고려하더라도 청정생산기술의 도입 및 적용만이 근본적인 대책이 됨은 명약관화한 사실이다.

청정생산기술의 적용은 빠르면 빠를수록 좋다. 기초연구단계에서부터 청정생산기법을 적용할 경우 보다 많은 공정개선 기회를 가질 수 있다. Pilot 단계와 생산 공정설계에 들어서면 점점 기회가 적어진다. 비록 가동중인 공정이라도 개선의 여지는 얼마든지 있다.

청정생산기술 등 선진기법을 도입하기 위해서는 사고방식의 전환이 필요하다.

이러한 기법의 적용에 있어 근본적인 사고의 전환이 필요하다. 과거에는 저비용으로 제품만 생산하면 그만이었고 발생하는 오염물에는 무관심하였다. 그러나 이제는 저오염 생산체제를 갖추지 않으면 궁극적으로는 생산활동을 영위할 수 없게 될 것이다.

이러한 청정생산기법을 적용하는 데에는 몇 가지 조건이 있다. 가장 중요한 것이 경영진의 의지와 적극적인 지원이다. 청정생산기법을 적용함으로써 경제적 환경적 개선을 이룰 수 있다는 확고한 믿음과 필요성을 인식해야 한다. 두 번째로 적절한 기법이 필요하다. 세 번째로는 환경기술인 등과 같은 전문가의 연구와 노력이 필요하다.

## 2. 청정생산기법

청정생산기법은 여러 가지가 소개되고 있으나 그 중 몇 가지를 소개하면 다음과 같다.

미국 EPA방법과 CMA의 Responsible Care, APO의 GP(Green Productivity)등이 있다.

### 1) 청정생산절차

청정생산기법은 크게 4단계로 구성되어 있다.

- 1단계 : 추진팀을 구성하여 목표를 설정하는 단계

청정생산기술 등 선진기법을 도입하기 위해서는 사고방식의 전환이 필요하다.

이러한 기법의 적용에 있어 근본적인 사고의 전환이 필요하다. 과거에는 저비용으로 제품만 생산하면 그만이었고 발생하는 오염물에는 무관심하였다. 그러나 이제는 저오염 생산체제를 갖추지 않으면 궁극적으로는 생산활동을 영위할 수 없게 될 것이다.

이러한 청정생산기법을 적용하는 데에는 몇 가지 조건이 있다. 가장 중요한 것이 경영진의 의지와 적극적인 지원이다. 청정생산기법을 적용함으로써 경제적 환경적 개선을 이룰 수 있다는 확고한 믿음과 필요성을 인식해야 한다. 두 번째로 적절한 기법이 필요하다. 세 번째로는 환경기술인 등과 같은 전문가의 연구와 노력이 필요하다.

- 2단계 : 현장자료를 수집, 분석하여 대안(개선안)을 도출하는 단계
- 3단계 : 대안을 분석, 평가하여 실행하는 단계
- 4단계 : 실행결과를 점검하고 지속적 수행을 검토하는 단계

2) 시작단계

시작단계에서는 청정생산을 성공적으로 수행하기 위해 전체적인 실행계획을 수립하는 것이다.

(1) 최고경영자의 결정

시작단계에서 가장 중요한 것은 최고경영자의 의지와 결정이다. 자체적으로 공정진단을 하는 경우에는 관계없지만 외부 전문가에 의한 공정진단의 경우 관련된 공정 data를 모두 공개해야 한다. 한번 결정하면 끝까지 적극적인 지원과 참여를 하여야 한다.

기업의 입장에서 사업추진을 위한 동기는 환경규제에 대응, 원가절감, 생산성제고, 후처리비용을 절감하거나 사회적 이미지를 제고하기 위해서 등 여러 가지 이유가 있을 수 있으며 경영진이 청정생산 공정에 대한 욕구가 있는 경우 가장 바람직하다고 할 수 있겠다.

(2) 추진계획의 수립

구체적인 추진계획을 수립하는 것이 성공의 지름길이다. 사업추진계획에 포함되어야 할 내용은 다음과 같은 것이 있다.

- ① 팀 리더 선임
- ② 청정생산의 경제적효과 예비분석
- ③ 청정생산에 따른 보상계획
- ④ 전 부서의 참여

(3) 오염물(Waste Stream)의 선정

정확한 오염물의 파악이 중요하다.

오염물 흐름은 최종처리장치의 전흐름 또는 외부로 방출되는 오염물의 흐름으로 정의되며, 양(부피)이 많거나 독성이 심하거나 경제적 영향이 큰 주요오염의 흐름과 상대적으로 양이 적거나 영양이 적은 부오염물 흐름으로 분류한다.

오염물 흐름이 모두 파악되면 어떤 흐름에 대해서 청정생산 기법을 적용할 것인가를 결정한다.

청정생산기법을 도입하는데 우선 순위를 정하여야 할 경우 다음과 같은 기준으로 결정하는 것이 좋다.

- 공정개선효과 : 수율증대, cycle time 감소, 품질개선 등
- 후처리장치 투자회피 비용 또는 생산비 절감액
- 외부 처리비용
- 현재 또는 예정된 환경규제
- 양 또는 부피
- 독성, 발암성 여부 등
- 안전성 : 휘발성, 반응성, 발화성
- 회사 이미지 개선 비용 등(soft costs)

(4) 추진팀 구성

추진팀의 임무는 적용할 오염물 흐름을 선정하고 예비과를 계산하며 평가분석(2단계) 및 실행(3단계) 업무를 수행하는 것이다. 추진팀은 프로젝트 공정, 연구개발, 세부기술 전문가(예: 촉매전문가, 분리전문가, 입자전문가 등), 운전, 유지보수, 마케팅, 재료, 품질관리, 경영, 엔지니어링 평가, 환경규제 및 관리 담당 및 외부 전문가 중에서 필요에 따라 적절한 인원으로 구성하며, 공정의 크기나 복잡성에 따라 구성하되 보통 5~6명으로 구성한다.

3) 평가분석단계

이 단계에서는 오염물 발생원인을 규명하고 저감하

거나 제거할 수 있는 개선안을 도출하고 이 개선안에 평가를 하는 단계이다.

(1) 데이터 수집

청정생산기술에서 제일 중요한 것은 각종 data를 정확히 충분히 수집하는 것이다. data의 구체적 내용은 다음과 같다.

- ① 공정 data  
공정도(Process flow diagram), 물질 및 에너지수지, 공정 simulation data, 운전 manual, 장치규격, 판매자 제품정보, P&ID (Piping & Instrument Diagram), plot and elevation plan 등
- ② 화학반응 data  
원부재료의 물리, 화학성질 반응식, 반응운전조건, 원부재료 투입/배출 순서 및 방법 등
- ③ 환경규제 data  
환경법규, 국제적 기준, 규격, 단체 규격 등
- ④ 원료 및 생산 data  
제품조성, batch sheets, MSDS, 재고관리, 운전기록, 운전계획 등
- ⑤ 회계자료  
원재료비, 에너지 비용, 폐기물 처리비용, 제품가 등
- ⑥ 기타  
회사의 조직도, 회사의 비전 및 경쟁사의 기술

(2) 목표설정

달성가능한 목표는 수립하되 회사의 비전 방침, 전략 등을 고려하고 환경법규 등에 위배되어서는 안된다.

(3) 현장확인

추진팀은 현장을 확인한다. 현장의 관리상태, 누출, 폐기물 처리방법 등에 대해

여 점검하고 운전습관 등을 살핀다.

(4) 오염물 흐름분석

앞서 설명한 오염물 흐름 분석표를 사용하여 오염물 흐름을 분석하여야 한다.

- ① 오염물 분석 대상은 다음과 같다.
  - 유해/유독 화학물질 또는 관련 화합물
  - carrier or diluents
  - 기타 오염물질
- ② 오염물 흐름분석 절차는 다음과 같다.
  - 1단계
    - 오염물 흐름이 있는 모든 성분 기록
    - pH, 온도, 압력 등 모든 변수 기록
  - 2단계
    - 환경규제물질, 발암물질 확인
    - 이들 물질의 발생원인 규명
  - 제거 또는 저감안 제시
  - 3단계
    - 최다 배출되는 물질을 확인 (물, 공기, 용매 등)
    - 이들 물질의 발생원인 규명
  - 제거 또는 저감안 제시
  - 4단계
    - 2 ~ 3단계 반복

(5) 공정분석

- ① 공정분석 내용은 다음과 같다.
  - 판매가능한 제품
  - 중간제품
  - 원료
  - 기타물질(용제, scrubbing 액체, 촉매 등)
- ② 공정분석 절차는 다음과 같다.
  - 1단계  
원료, 중간물질, 제품기록(목록1)

- 2단계  
부산물, 용매, 물, 공기, 산 등 기타 물질 기록 (목록2)
- 3단계  
(목록1)에 있는 물질로 목록2에 있는 물질을 대체할 수 없는가?  
(목록2)에 있는 물질을 제거 또는 저감하기 위해서 어떻게 공정을 개선하면 되나? 를 검토한다.
- 4단계  
2 ~ 3단계의 반복한다.

(6) 오염예방기술과 실행방법

오염예방과 실행방법은 여러 가지가 있으나 업종, 취급하는 원료, 공정 등에 따라 다르고, 경제적 기술적으로 충분한 검토를 하여야 한다.

중요기술과 방법은 다음과 같은 것들이 있을 수 있다.

- 회분식 조작
- 장치 및 부품세정
- 반응기 설계 및 조작
- 고부가 폐기물
- 용수사용
- pH 조절
- 진공공정
- 배기
- 휘발성 유기물 저장
- 분리

(7) 대안의 도출과 선택

① 위의 여러 분석과 문제점 파악 및 목표 등을 감안하여 대안을 도출하여야 한다.

대안의 도출에는 참신한 아이디어가 필요하다. 창조성 기법에는 브레인스토밍 등이 유효하다.

(8) 대안의 평가

여러 가지 대안 중 가장 최적의 대안을 선택한다. 대안의 평가를 위해서는 경제적 기술적 평가를 정하여야 한다.

4) 실행단계

전략과 추진계획에 따라 실행을 하여야 한다. 그 구체적인 단계는 다음과 같다.

- ① 실행을 위한 대안선정
- ② 예비 실행 계획수립
- ③ 실행계획에 대한 최종 승인
- ④ 실행 프로젝트 시작

5) 점검 및 지속적인 개선

- ① 실행결과를 모니터링하고 분석하여 그 성과를 파악하여야 한다.
- ② 지속적인 개선이 되도록 한다.
- ③ 연차별 실행계획을 수립하는 것도 좋은 방법이다.

3. 결론

이번 호에서는 청정생산기술에 대해서 논하였다. 우리 환경기술인들은 자칫하면 후처리(end of pipe)에 만족하거나 스스로 활동범위를 단순한 폐수처리에 국한시키는 경향이 있다.

환경문제에 대한 적극적인 사고방식과 활동의 범위를 넓혀가야 한다.

관련부서장과 함께 청정생산기술을 도입하는데 앞장서기 바란다.

