

## 공정 시스템의 응용설계에 관한 고찰

김 영 호  
남해화학(주) 정밀화학부

### A Study on the applied design of chemical process systems

Young Ho Kim

Dep't of fine chemicals, Nam Hae Chemical Corp.

#### 서론

여기서 논하는 내용들은 산업현장에서 화학공정 설계와 공장 운전을 수행하는 과정중에 배워 익힌 내용들중 관계되는 여러 분야에서 조금더 보완 해 나갔으면 하는 내용들을 요약 한 것이다.

공정 시스템은 광범위한 파라미터(parameter)를 가지고 전 과정에 걸쳐 세밀하게 응용 설계할 때 결합에 의한 인재와 산업재해를 예방할 수 있고 기업화하여 사회에 공헌할 수 있게된다. 공정시스템과 기업은 불가분의 관계이기 때문에 여기서는 공정시스템을 산.학 협동 차원에 초점을 맞추어 논하기로 한다.

#### 본론

##### 공정 시스템 설계와 기업

기업은 경제성이 감안된 공학을 바탕으로 신제품을 끊임없이 연구 개발하고, 이들 신제품 생산을 위해 최적 조건으로 설계한 공정 시스템을 선택운영 할 때 기업은 경쟁 체제를 구축해 나갈 수 있다. 공정 시스템의 최적 설계가 기업경영 발전에 일익을 담당할때 기업은 생명력이 있는 꽃을 피울 수 있게 된다.

##### 공정 시스템의 새로운 영역관리

화학공장들은 수 많은 기기 장치들과 부품들이 복합적으로 구성된 상태에서 물리적, 화학적 조건속에 유체와 함께 연속적으로 가동되기때문에 공정 기기 장치류의 폴립현상과 마모 그리고 부식 현상이 일어나게 된다.

그리고 시간이 흐름에 따라 노후화 현상으로 인하여 공정 형태에 따라 화재, 폭발, 독극물 확산, 환경오염, 인재등과 같은 위험요소가 공정 곳곳에서 발생할 가능성이 높아지게 된다.

이제 공정시스템의 범위는 제품원료 생산에서부터 제조과정, 제품저장, 제품수송 그리고 부산물 생산과 폐기물처리부문까지의 전 과정을 종합과정 싸이클(overall life cycle)의 개념으로 정립하여 설계를 해 나가야 한다.

##### 공정 시스템 설계시 주요 파라미터(parameter) 연구

공정 시스템 설계에 있어 다음 내용의 사업을 추진할때는 아래의 파라미터들을 전과정에 걸쳐 면밀히 응용 연구 검토하여 반영할때 공정 시스템 설계가 완벽해진다.

1) 파라미터 적용을위한 주요사업내용

- ① 제품생산공정(manufacturing process)과 공장건설(plant construction)
- ② 기기장치와 공정의 수정 및 변경(system modification and revision)
- ③ 공정의 병목현상 해소 및 완화(process debottlenecking)
- ④ 복합적 기기장치의 개량과 개장 (system retrofitting)
- ⑤ 시설개선 및 품질의 고급화 (system and process upgrading)
- ⑥ 전 계통의 복합적 개선 및 개량 (system improvement)
- ⑦ 공정 및 복합기기장치의 자동화 (system automation)

2) 주요 파라미터(parameter)

- |   |                             |
|---|-----------------------------|
| (1) physical and chemical properties    | (2) toxicological info.     |
| (3) stability and reactivity            | (4) impurities              |
| (5) technical info. of MSDS and CSDS    | (6) static electricity      |
| (7) corrosion resistance / allowance    | (8) safety allowance        |
| (9) on-stream factor of process plants  | (10) hazards identification |
| (11) side reaction and by-products      | (12) ecological information |
| (13) thermal decomposition              | (14) waste disposal         |
| (15) technical info. for transportation | (16) regulatory information |

**손실예방을 위한 공정 시스템의 설계 영역**

공정시스템의 위험요소들은 앞에서 언급한 공정설계 파라미터(parameter of process design)와 설계고려사항(design considerations)등을 광범위하고 세부적으로 검토하지 못하고 지나칠때 공정의 폭발, 환경오염 그리고 인명피해 와 자산손실등을 유발시키게 된다.

이와 같은 손실들을 예방하기 위해서는 다음에 언급하는 분야에 설계파라미터와 설계고려 사항등을 적용하여 응용설계 해 나가야 한다.

1) 공장위치와 배치

- 토질의 안정성과 PH, 토질이 오염될때의 토질의 양상
- 긴급상황시에 대응하기위한 접근 방법의 용이성
- 외부로 부터의 긴급상황이 공장에 영향을 줄 가능성
- 공장에서의 긴급상황이 외부지역에 영향을 미칠 가능성

2) 건설

- 인화성 증기의 축적 가능성이 있는 곳 : 측면 개방, 적절한 환기시설
- 내화성 (fire-proofing)의 철 구조물
- automatic sprinkler protection
- 폭발에 노출된 조정실(control rooms) : blast resistant structure
- 인화성 증기방출에 노출되는 조정실 : 양압시설, low pressure alarms 설치
- 공기흡입시설 : 인화성 가스 탐지기(flammable gas detection) 설치 : 경보가 울리도록 하고 송풍기가 shut-down 되도록 interlock 장치 설치

3) 공정 유해물질

- 배수및 배출시설 계통 :공정 누출량과 소방수, 우수등을 안전지역까지 이송할수 있도록 배수관로 설계
- 유출물 : 유출물이 주요공정 장치로 부터 멀어지는 쪽으로 우회 설계

- tank 지역 : 제방독을 설치, 배수구는 평상시에 잠글수 있도록 설계
- 4) 공정제어
  - 공정 장치 : 액체 누출과 가스 배출을 최소화 하도록 설계
  - control valve 와 제어계통의 장치 : fail safe가 되도록 설계
  - 고장시 위험한 상태가 대두될 가능성이 있는 중요 system : 비교측정기 (comparator)와 같은 적절한 수준의 복수장치를 사용할 수 있도록 설계
- 5) 유해성 물질
  - 취급화공 물질 : MSDS와 CSDS, parameter에 대하여 응용설계
- 6) 화재예방
  - 전 공장 process 지역 : 소화전 설치의 dead zone이 없도록 최적 배치 설계
  - 인화성, 가연성 액체의 누출화재 예방 : foam water fire stream을 사용
  - 개방공정 구조물 : automatic water, foam water spray system
  - 화학공장 지역에서의 살수 시설이나 sprinkler system의 설계 고려사항
    - control valves의 접근 용이성
    - 내부식성 (corrosion resistance)
    - 내폭발성 (explosion resistance)
  - 위험성 가스 발생 지역 : 증기 감지시설은 automatic water spray와 interlok이 되도록 설계
- 7) 유틸리티
  - 적정 규격설계 : 전력, 물, steam, 압축공기, 비활성 가스
  - 복합형 유틸리티 공급시설 : 단일체로 분리운영 ; 화재, 폭발, 기타 사고 발생시 유틸리티가 완전히 차단되는 것을 예방할수 있도록 설계  
예 : cooling towers, boilers, furnaces, oil heaters, compressors등.
  - 전기 장치 : 인화성 가스의 노출과 부식등을 특별히 고려하여 설계
  - 적절한 낙뢰대비시설이 설치될수 있도록 설계
  - 계기계통, 비활성 가스, 냉각수 공급시설 : 비정상 위험및 비상 조건에서 공정을 안전하게 유지시키기 위해 적절한 수준의 여유량이 있도록 설계
- 8) 손실관리 프로그램
  - 예방정비와 예측 정비: 중장비가 공정내에 들어갈수 있도록 layout 설계
  - 적절한 수준의 spare part가 확보될수 있도록 설계
  - 공정 및 유틸리티 장치 : 종합적으로 정기적 검사와 정비가 가능토록 설계

**변화 예측에 따른 공정 시스템의 설계 영역**

생산 활동을 위한 조업과정 중에는 내외부로 부터 수많은 영향과 변화가 나타나게되는데 이때 변화에 따른 공정시스템의 운전기준을 설정하고 그 기준 위에 최적의 설계를 해야한다.

변화와 예측의 주요 대상 부문 :

- |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|
| - 원료공급부문 | - 원료수송부문 | - 생산계획부문 | - 규격부문   |
| - 재고수준부문 | - 저장능력부문 | - 유틸리티부문 | - 공정요소부문 |
| - 기기장치부문 | - 인허가 부문 | - 설비보전부문 |          |

### 공정 위험 요소 평가에 따른 시스템의 안전 설계

공정의 주요 위험요소에는 독성, 화재, 폭발, 복사열, 소음, 유해가스질식, 기타 여러형태의 환경 문제등이 있다. 다음 부문의 공정 설계를 한 후에는 반드시 공정 위험요소 평가(process hazard assessment)를 하여 설계의 미비한 점들을 모두 보완하는 단계를 거치도록 하고 공정안전관리(process safety management : PSM) 내용상의 항목들을 공정 시스템 설계에 반영하도록 한다.

- ① 새로운 공정의 모든 공장
- ② 기존 공장의 공정 수정
- ③ 공정 계통의 안전과 환경오염이 예상될때 ;
  - . process dead zone
  - . system mothballing
  - . process system cleaning ; waste handling/treatment/recovery

### 유독물 제품 수송에 따른 운송 수단의 설계

화학공장의 생산품들은 대부분 유독물질로서 수송과정중에 사고가 발생할 때 주위에 환경오염, 생태계 파괴, 인명피해, 자산 손실등의 엄청난 피해를 입히게 되고 사회에 물의를 일으키게 된다. 이와 같은 사고로 부터 피해를 최소화하기위해 수송수단의 설계는 다음의 주요 파라미터를 응용하여 설계 한다.

- . physical and chemical properties
- . stability and reactivity
- . toxicological information
- . static electricity

### 맺음말

화학공장은 각생산공정 특성에따라 위험요소가 다양하다. 이제는 화학공정의 안전과 환경문제가 완벽히 해결되지 않은상태에서는 정상적인 생산활동을 할 수 없게되어 있다. 이러한 화학공장의 위험요소들로부터 기업과 사회를 보호하기 위해 공정시스템 설계는 engineering philosophy를 가지고 광범위하고 세부적인 parameter를 종합적으로 연구검토하여 반영해 나가야 한다. 그리고 공정시스템 설계는 overall life cycle 전과정에 걸쳐서 이루어져야 하며 산.학.연의 유기적인 협동이 있어야 한다.

### 참고문헌

- . 김영호 : 화학공장의 건설과 관리 ( 1995 )