

RBI기법을 이용한 화학공장의 안전성 향상에 관한 연구

노용해 · 서재민 · 고재욱

광운대학교 화학공학과

서론

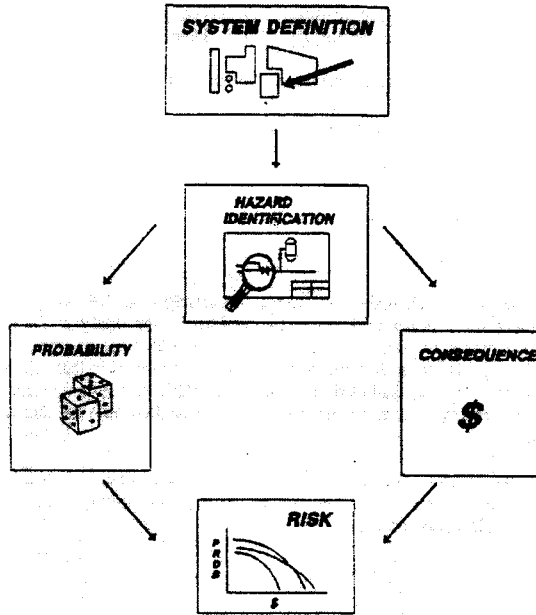
현대의 화학산업시설에서는 다양한 잠재위험으로 인하여 화재, 폭발, 독성물질 누출 등의 중대산업사고의 발생 가능성 및 사고결과에의 피해 범위가 증가되고 있다. 만약 사고가 발생한다면, 현장의 근로자, 인근지역 주민, 주변의 환경에 심각한 영향을 미칠 수 있으며, 사회적·경제적 불안 요소를 제공하게 된다. 지금까지는 정량적 위험성 평가라는 방법을 사용하여 화학공장의 안전관리를 수행하였으나 이번 연구에서는 이러한 사고의 위험도를 낮추기 위하여 RBI라는 기법을 사용하여 효과적이고 효율적인 안전성 향상 모델을 제시하고자 한다.

최근 5년간 미국에서는 RBI를 구체화 시키는 작업을 하여 이제 거의 마무리 단계에 들어갔고 이 결과로 API 581 (Risk Based Inspection, Basic Resource Document) and API 580 (Recommended Practice for Risk Based Inspection)의 규정집과 자료집을 발간하게 되었다. 또한 사용 적정성 평가 기법(Fitness for Service)이나 ASME에서도 Risk-Based Inspection Development of Guidelines를 통하여 이 부분에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한 BP, Shell, Conoco, Unocal, Exxon, Sun, Chevron, Texaco, Ashland, Mobin, Phillips, DuPont, Marathon 등 전 세계적인 기업차원에서도 연구가 진행되고 있으며, 또한 이들은 자체 기술을 전혀 공개하지 않고 있는 실정이다. 따라서 연구 개발이 현시점에서 이루어지지 않는다면, 향후 이 기법을 사용하려면 몇 배 이상의 가격으로 수입을 감수하지 않을 수 없고 기술적인 의존도는 이보다 더욱 더 심화될 것이다.

The Concept of Traditional Risk Analysis

RBI 프로그램을 수행하기 이전에 우리는 전통적인 위험성 평가방법에 대하여 알고 있어야 한다. 왜냐하면 기존에 사용되던 위험성 평가방법이 RBI의 일부분에 속하기 때문이다. 결국 RBI는 기존의 위험성 평가와 기계적인 평가가 합해진 것이다.

다음은 전통적인 위험성 평가방법을 보여준다.



위험성평가의 어떤 부분은 RBI program에서는 다르게 취급된다. 예를 들면, 전통적 위험성평가에서는 hazard identification이 중요한 과정이지만, RBI program은 unit의 압력 범위에 초점을 두고 그 범위에서 확인할 수 있는 degradation의 메카니즘을 통하여 오류가 발생할 것이라 가정한다.

RBI program에서는 기계적 오류 혹은 인적오류 같은 것들로 발생하는 누출은 관리 시스템의 평가에 내부적으로 고려되지만, 전통적 위험성 평가에서는 이런 오류들은 외부적으로 계산된다.

전통적 위험성평가의 주요한 목표는 발생가능한 다양한 시나리오들을 평가하는 것이다. 각 시나리오의 발생 빈도와 영향 결과를 계산하고 이들의 조합으로 위험도를 표현하게 된다. 전통적 위험성 평가에서는 공정의 특성과 평가의 방법에 따라 많은 수의 시나리오를 얻을 수 있고 이런 각 시나리오의 빈도와 영향을 평가하고 조합하여야 하지만 RBI 프로그램에서는 제한되고도 신중히 정의된 시나리오만을 사용하게 된다.

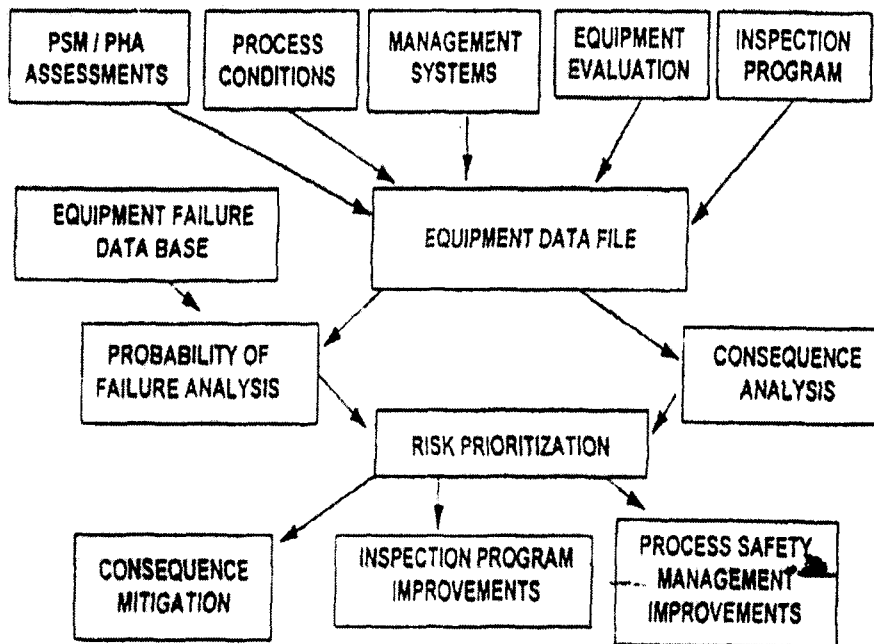
RBI 기법의 기술적 배경

모든 압력용기나 장치들은 여러 형태의 결함(flaw)을 가지고 있다. 그러나 대부분의

이러한 결함들은 압력장치를 가동하는 데는 지장이 없는 결함들이며 이 중 소수가 누출이나 파손을 발생시킬 수 있고 또 그 중 아주 극소수가 대형사고를 일으킬 수 있다. 이 극소수의 결함들을 사고 전에 미리 효과 적절하게 찾아낼 수 있는 능력을 개발하는 것이 RBI의 주요한 목적중 하나이다. 한 공장을 전체적으로 둘러 볼 때도 여러 부분의 unit들 가운데서 어떠한 장치/설비 분야에서도 문제를 일으킬 수 있는 잠재성을 가질 수 있다. 이러한 경우에서 주어진 예산과 시간 내에서 어느 부위에서부터 우선적으로 검사 혹은 개선을 해야할지 결정하는 과정이 필요하다. 이러한 결정과정에 분석적이고 정량적인 상대적 비교가 (우선순위 결정) 요구되는데 RBI가 그 방향을 제시하여주는 기술이다.

RBI란 압력 용기 및 장치의 파손 확률(likelihood of failure)과 손해정도 (consequence of failure)를 체계적으로 종합하여 압력장치의 전반적인 위험도를 정량적 혹은 정성적으로 분석하여 검사 및 교체시기의 우선순위를 결정하는 방법이다. 이 방법은 의사 결정과정에서 부식, 검사, 공정 분야의 정보들이 모두 고려되어야한다.

다음은 기본적인 RBI의 수행절차를 나타낸다.



결론

본 연구에서 국내·외 문헌연구, 사례조사 및 벤치마킹을 통하여 RBI방법을 제시하고 또한 이의 적용사례를 제시하여 RBI방법을 통한 안전관리의 효율성 증대 및 비용절감 등의 효과를 얻을 수 있었다.

다음은 구체적인 RBI방법을 사용하여 얻을수 있는 장점들이다..

1. 검사활동의 관리를 위한 위험도 분석의 이해 및 적용
2. 검사 자원의 효율적인 이용
3. 위험발생 원인 등의 이해
4. 검사활동에 부식관련지식을 이용
5. 위험완화활동의 결과평가를 위한 영구적인 절차
6. 사실에 기초한 방법론 제공, 즉 검사주기의 변화에 대한 근거제공
7. 산업시설내에서의 누출, 사고, 상해 등의 경감 가능

참고문헌

- [1] Lees, F.P., Loss Prevention in the Process Industries, Butterworths, London, 1980
- [2] API-580, Risk-based Inspection, Washington,DC, American Petroleum Institute, 1999.
- [3] Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals Standard, Title 29, Code of Federal Regulations(CFR) Part 1910.119 (FR57(36):6356-6417, Feb 24, 1992.
- [4] ASME CRTD-Vol.20, Risk-based Inspection, New York, N.Y. 10017, American Society of Mechanical Engineers.
- [5] API-570, Inspection, Repair, Alteration, and Rerating of In-Service Piping Systems, Washington,DC, American Petroleum Institute, 1993.
- [6] AIChE/CCPS, Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, Center for Chemical Process Safety, American Institute of Chemical Engineers, New York, 1985.
- [7] AIChE/CCPS, Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis, Center for Chemical Process Safety, American Institute of Chemical Engineers, New York, 1985.