

국내 실정에 적합한 위험기반검사 제도의 도입
- Introduction of Risk Based Inspection System
Suitable for Domestic Circumstances -

이 헌 창 *
Lee Hern Chang
조 지 훈 **
Cho Ji Hoon
권 혁 먼 **
Kwon Hyuk Myun
함 병 호 ***
Ham Byeong Ho
차 순 철 ****
Char Soon Chul
김 인 태 *****
Kim In Tae
정 의 수 *****
Chung Eui Soo
김 태 옥 *****
Kim Tae Ok

-
- * 한국안전이엔씨
 - ** 한국산업안전공단
 - *** 노동부
 - **** 차스텍이엔씨
 - ***** 화재보험협회
 - ***** 명지대학교 화학공학과 교수

Abstract

현행 우리나라의 검사제도는 사업장의 자율관리 능력을 고려하지 않고, 설비의 노후화 및 위험도와 무관하게 획일화된 방식으로 적용하여 설비의 안전성을 확보하지 못할 뿐만 아니라 정기 및 자체 검사를 병행하여 많은 불편이 있다. 따라서 사업장의 불편을 해소하고, 설비의 안전성과 신뢰도를 높일 수 있는 위험기반검사(risk based inspection, RBI)를 국내 실정에 적합하게 도입하기 위하여 사업장, 정부 및 관련 기관에서 향후 추진해야할 방향에 대하여 분석하였다.

국내에서 위험기반검사 제도가 정착될 수 있기 위해서는 먼저 법적 근거가 마련되어야 하며, 법적 제도가 마련되면 사업장에서 RBI를 적용 시 이를 검증하고, 관리할 수 있는 인증기구의 설치가 필요하다. 또한 위험기반검사를 수행하는 사업장에 대해서는 공정안전이행수준과 같은 위험기반검사 이행수준평가를 도입하고, 차등 적용하여 사업장을 관리하는 것이 바람직하다.

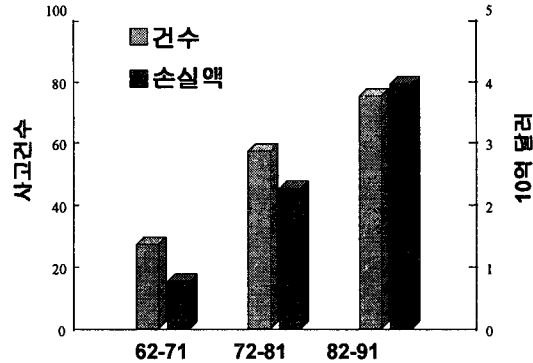
1. 서론

공정설비는 시간이 지남에 따라 점차 노후화되므로 설비의 안전도를 유지 또는 향상시키기 위해 검사를 실시하고 있으나 경제적 또는 환경적 요인으로 이들의 보수나 대체가 용이하지 않을 뿐만 아니라 사고발생 가능성은 그 어느 때보다도 높아지고 있다[1,2]. 따라서 노후된 설비들은 유지·보존 상태와 경제성 및 안전성에 따라 가장 효과적이고, 적절한 시기에 검사하거나 보수해야 될 필요성이 있으며, 이를 해결하기 위해 개발된 위험기반검사(risk based inspection, RBI)[3-5]는 위험에 기반하여 검사의 우선순위를 결정하고, 검사에 소요되는 자원을 관리하기 위한 기법이다.

현행 우리나라의 검사제도는 사업장의 자율관리 능력을 고려하지 않고, 설비의 노후화나 위험도와 무관하게 획일화된 방식으로 적용하기 때문에 설비의 안전성을 확보하지 못하고 있을 뿐만 아니라 유사한 성격의 정기 및 자체 검사를 병행으로 수행하여 사업장에서는 많은 불편을 느끼고 있다. 따라서 본 연구에서는 사업장의 불편을 해소하고, 설비의 안전성과 신뢰도를 높일 수 있는 위험기반검사를 국내 실정에 적합하도록 도입하기 위하여 사업장, 정부 및 관련 기관에서 향후 추진해야할 방향에 대하여 분석하였다.

2. 위험기반검사

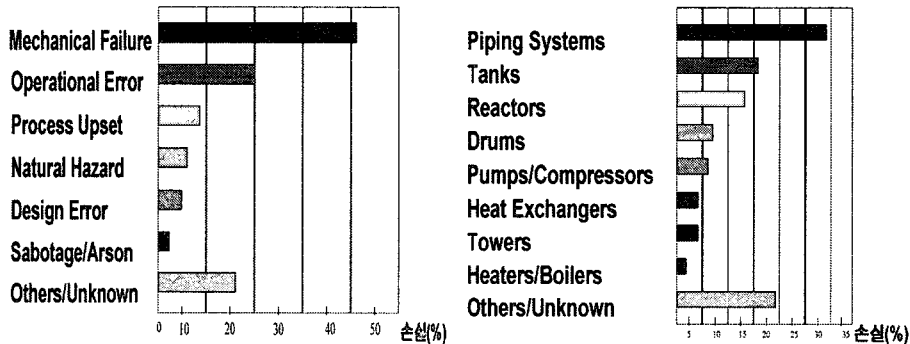
<그림 1>은 Mash and McClennon 연구소[6]에서 발표한 전 세계적으로 정유 및 석유화학산업에서의 사고를 조사한 결과로, 대형 다국적 기업, 소기업, 개인기업 및 국영기업 등에 대해 조사하였다. 그림에서와 같이 중대산업사고 발생건수와 손실액은 증가 추세를 보여주고 있다. 즉, 1962년 이래 매 10년마다 산업사고가 현격한 증가추세를 보여주고 있으며, 피해규모는 1960년대 10억 달러, 1970년대 20억 달러, 1980년대 42억 달러로 증가되었다.



<그림 1> Frequency and Cost of Major Accidents in the Oil Refining and Petrochemical Industries.

또한 사고건당 평균금액도 1960년대 3,300만 달러에서 1980년대 4,700만 달러로 증가되었다. 이러한 추세가 산업사회를 혼란시키고 있으며, 세계적으로 기술발달과 안전에 관한 규제의 강화에도 불구하고, 사업장의 안전관리 능력이 저하되고 있다는 의심을 받게 하고 있다. 1960년대서부터 1980년대에 걸쳐 많은 산업시설이 건설되고, 이들 시설이 노후화되고 있는 반면, 운전 및 안전 기술과 관리시스템은 매우 발전된 것도 사실이다.

또한 Marsh and McClennon 연구소에서 조사한 중대산업사고의 원인은 <그림 2>와 같으며, 주된 원인은 기계적인 결함으로, 지난 30년 동안 발생한 사고의 42%를 나타내었다.



<그림 2> Cause Analysis of Accidents of Refinery and Petrochemical Industries.

이와 같은 기계적인 결함은 검사에 의해 방지될 수 있는 유일한 사고 원인 중의 하나이기 때문에 각 국의 검사규정 및 제도는 기계적 결함이 일어나기 전에 악화를 감지하기 위해 시행되고 있다. 기타의 사고원인은 운전자 실수를 줄이기 위한 교육이나 관리 등을 통해 감소시킬 수 있다.

그러나 주기적인 검사를 요구하는 검사규정의 채택 및 검사기술의 지속적인 발전에도 불구하고, 기계적인 결함은 여전히 사고를 증가시키는 주요 원인으로 남아 있다. 이를 해

결하기 위해 주기적이고 반복적인 검사 이외에 확실히 다른 무엇인가가 필요하며, 이것이 바로 RBI 기법이다.

2.1 RBI란?

RBI는 검사 및 유지·보수 계획의 수립, 관리 그리고 시행에 위험성 평가를 이용하는 것으로, RBI의 최대 장점은 각 설비별로 위험도에 따라 안전·보건·환경 및 경제성 관점에서 검사계획을 수립하는 것이다. 또한 RBI는 설비의 검사 및 유지·보수 기술의 향상과 기계고장으로 인한 위험도를 체계적으로 줄일 수 있도록 해준다. 즉, 설비가 변경되었거나 공정상의 변화가 일어난 경우 RBI 프로그램에 의해 위험도를 재평가하고, 이에 맞도록 검사계획을 적절히 조정할 수 있다. 그리고 RBI에서는 정량화된 위험도를 제공함으로써 위험도 등급이 높은 경우 검사의 주기를 짧게 할 수 있고, 반대로 위험도 등급이 낮은 경우 검사주기를 연장함으로써 검사와 관련된 검사비용을 절감할 수 있도록 해준다.

2.2 RBI 기술현황

RBI 기법은 수년전 미국기계학회(American Society Mechanical Engineers, ASME)에서 비행기의 제트엔진과 원자력의 위험도를 정량적으로 분석하기 위해 처음으로 시도되었으며[3,7], 이 개념을 석유화학공업 분야로 개선하여 발전시켰을 뿐만 아니라 가장 활발하게 연구하고 있는 곳이 미국석유협회(American Petroleum Institute, API)이다[4,5]. API는 21개의 업체와 공동으로 컨소시엄을 구성하여 5년 과제로 많은 연구비를 들여 석유화학공업의 설비 안전도 점검에 맞는 이론개발과 윈도우 기반 컴퓨터 프로그램을 개발·활용하고 있으며, 이 기법은 최근 미국, 유럽 등의 선진국을 중심으로 급속히 발전하여 보급되고 있다[3-5].

최근 미국기계학회에서는 다시 ASME-Post Construction Committee를 설립하여 석유화학공업 뿐만 아니라 일반설비 및 원자력 산업 등에도 적용될 수 있도록 기준(Code)을 만드는 작업을 시작하였다[3,7]. 이밖에도 미국에서는 APTech, Capstone, DNV사 등을 중심으로 활발한 RBI 컨설팅 업무가 이루어지고 있고, 네덜란드와 영국 등을 중심으로 한 유럽 각 국에서도 RBI 기법의 활용이 적극 이루어지고 있는데, 네덜란드에서는 Shell Global Solutions사가, 그리고 영국에서는 AEA, Tischuk, TWI사 등이 가장 활발한 활동을 보이고 있다.

국내의 경우 2002년부터 한국가스안전공사와 한국산업안전공단은 각각 국내 실정에 적합한 RBI 프로그램을 개발하기 위하여 프로젝트를 수행하여 현재 각각 개발이 완료되었으나[8,9] 부식율, 재질 DB 등의 부재와 사업장의 RBI 전문인력 부족으로 현재 사용에는 다소 문제점이 있다. 또한 전문 컨설팅 기관으로는 한국안전이엔씨 등을 비롯한 몇 개의 기관이 있으나 대부분 외국의 프로그램을 구입하여 컨설팅 하고 있기 때문에 국내

환경에 적합한 DB를 구축하지 못하였으며, 향후 지속적인 업데이트와 관리 등의 문제점이 발생되고 있다.

따라서 국내 환경에 적합하고, 원인분석이 가능한 위험기반검사 프로그램의 개발과 더불어 RBI 프로그램 사용자의 정확한 이해가 절실히 요구되고 있다.

2.3 RBI 효과

RBI 효과는 위험의 수준을 낮추면서 보다 안전하게 공장을 운전할 수 있도록 하는 것이며, 이 효과는 RBI 도입 이전에 실시해 왔던 검사방법에 따라 달라질 수 있다. 즉, RBI 도입 이전에 실시하던 검사 프로그램이 지나치게 보수적인 경우에는 검사비용의 즉각적인 절감과 검사로 인한 가동중지 시간이 감소하는 효과를 볼 수 있다. 일정기간을 정하여 주기적으로 실시하는 검사는 보편적으로 매우 보수적이다. 이와 같이 보수적인 검사를 실시해 온 상태에서 RBI를 도입한 경우를 대상으로 발표한 여러 논문에서는 RBI가 언제나 즉각적인 절감효과를 준다는 기대를 갖게 하지만 어떤 경우에는 검사비용이 늘어날 수도 있다. 그 이유는 많은 나라에서 일정주기마다 압력용기만 검사하도록 규제하고 있고, 배관은 전혀 검사하지 않고 있기 때문이다. Marsh-McClennon 연구소의 조사에 따르면 배관시스템에 의해 발생한 사고가 기계고장으로 인한 사고의 28%를 점유할 정도로 큰 비중을 차지하고 있음이 밝혀졌다.

이와 같이 RBI 도입 이전에 배관검사를 하지 않았던 사업장이 RBI를 도입할 경우에는 RBI 프로그램에 지난 몇 년간에 실시했어야 할 배관 검사비용을 추가해야 한다. 어떤 경우에는 이와 같이 추가되는 배관 검사비용이 압력용기 검사비용이 절감되는 것과 균형을 이루었지만, 어떤 경우에는 배관 검사비용이 더 많은 경우도 있다.

3. 국내 실정에 적합한 RBI 제도의 도입

일부 대기업에서는 프로그램 구입과 컨설팅 비용이 많이 들어감에도 불구하고, 외국의 RBI 프로그램을 이용하여 위험기반검사를 실시하고 있는데, 그 이유는 초기의 막대한 비용을 들여 점차적으로 검사비용과 인건비 절감, 생산성 증대와 같은 효과를 기대하고 있기 때문이다. 그러나 국내의 경우에는 현재까지 이를 뒷받침해줄 수 있는 제도가 완벽하게 마련되어 있지 않은 상태이다. 고압가스안전관리법[10]에는 2006년 2월에 개정되어 검사주기를 최장 10년으로 하도록 하였으나, 산업안전보건법은 아직까지 개정되지 못한 실정이다. 그러나 대부분의 설비들은 산업안전보건법에 적용을 받고 있으며, 사업장에서 하루빨리 법이 개정되어 제도가 갖춰지기를 기다리고 있는 실정이다. 특히, 개정될 법에서는 자체검사와 정기검사를 하나도 통합한 사용 중 검사제도로 전환하는 것이 바람직하다.

또한 RBI를 수행하고 얻어지는 검사주기는 외국의 경우 최장 20년으로 설정하는 경우도 있으나, 이를 그대로 국내에 적용할 경우 사업장의 설비 관리능력에 대한 신뢰성이

확보되지 않았기 때문에 위험부담이 크다. 따라서 국내의 경우에는 API-510[11]에 의해 최대 10년을 주기로 설정할 것을 권장한다.

뿐만 아니라 현재 개발된 RBI 프로그램들에 대한 신뢰성을 검증하기 위하여 노동부 산하기관, 학회, 협회와 같은 제3의 인증기관을 별도로 두어 공신력을 확보하는 것이 급선무이다. 그리고 사업장에서 수행한 RBI 결과는 입력되는 자료에 따라 결과가 다르게 나타날 수 있으므로, 이를 검증할 수 있는 시스템을 구축할 필요가 있으며, 신설될 인증기관에서는 이들 자료가 정확하게 입력되어 원하는 결과가 산출되었는지를 검증할 수 있는 능력을 갖추도록 하여야 한다. 또한 위험기반검사를 수행하는 사업장에 대해서는 지속적인 관리를 위하여 공정안전이행수준과 같은 위험기반검사 이행수준평가를 도입하고, 이를 효율적으로 활용하고 있는 사업장에 대해서는 차등 적용하여 관리하는 것이 바람직하다. 뿐만 아니라 위험기반검사를 수행함으로써 설비의 안전성 및 설비의 신뢰도가 확보될 수 있기 때문에 관련 기관(예, 보험)에서는 적용하는 사업장에 대해서 이점을 주는 것이 바람직하다.

4. 결 론

설비에 대한 위험도를 정량적으로 나타내어 설비를 효율적으로 관리할 수 있도록 하는 위험기반검사가 국내에서 조기에 정착되기 위해서는 우선적으로 법적 근거를 마련하여야 하며, 법적 제도가 마련되면 사업장에서 RBI를 적용 시 이를 검증하고, 관리할 수 있는 인증기구의 설치가 필요하다. 또한 위험기반검사를 수행한 사업장에 대해서는 지속적인 관리를 위하여 공정안전이행수준과 같은 위험기반검사 이행수준평가를 도입하고, RBI를 효율적으로 활용하고 있는 사업장에 대해서는 차등 적용하여 관리하는 것이 바람직하다.

5. 참 고 문 헌

- [1] F. P. Lees, "Loss Prevention in the Process Industries", Butter-worths, London, 1980.
- [2] T. A. Kletz, "What Went Wrong?", Gulf Publishing Co., Houston, TX, 1986.
- [3] CRTD/ASME, "Risk-Based Inspection - Development of Guidelines", American Society of Mechanical Engineers, CRTD-20-1, New York, 1991.
- [4] API, "Based Resource Document of Risk Based Inspection : API 580", American Petroleum Institute, New York, 2001.
- [5] API, "Risk-Based Inspection - Basic Resource Document : API 581", American Petroleum Institute, New York, 2000.
- [6] Marsh-McClenn Lab., <http://www.mmc.com/know-legdycenter/index.php>, 2006.
- [7] ASME, "Risk-Based Testing : Development of Guidelines", Center for Research and Technology Development(CRTD), 40(1), American Society of Mechanical Engineers, 2000.

- [8] KGS., “KGS-RBI Program”, Korea Gas Safety Co., 2003.
- [9] KOSHA, “Development of K-RBI Program 2nd”, Korea Occupational Safety & Health Agency, 2004.
- [10] 고압가스안전관리법 39조의2 및 시행규칙 별표 22 “압력용기검사주기”, (2006. 2. 6 개정)
- [11] API, “API Standard 510 : Pressure Vessel Inspection Code : Maintenance Inspection, Rating, Repair, and Alteration”, American Petroleum Institute, 8th Ed., New York, 2003.