

위험기반검사의 이해

(Risk Based Inspection : RBI)



이삼석

케이앤디티엔아이(주)
위험기반검사센터 이사

① 위험이란 무엇인가?

위험이라고 하는 것은 여러 가지 측면에서 생각할 수 있다. 위험은 우리 각 개인이 일상생활에서 안고 있는 것이다. 사람들은 알게, 모르게 위험에 기초한 결정을 계속적으로 하고 있다. 단순히 운전하고 출근하거나 거리를 횡단하는 것도 위험이 수반된 결정이다. 집을 사거나, 돈을 투자하거나 혹은 결혼을 하는 등의 큰 결정도 위험을 수락하는 것이 내포되어 있다. 위험이 없는 인생은 없으며, 아무리 신중하고 모험을 회피하는 사람도 결과적으로는 위험에 노출되게 된다.

예를 들어, 운전할 때 사람들은 교통사고에 의한 사망이나 부상에 대한 위험을 수락하는 것이다. 이런 위험을 수락하는 이유는 사고에 의한 사망이나 부상에 대한 위험이 매우 낮으므로 그런 위험을 받

아들인 것이다. 결정에 영향을 미치는 것은 차의 종류, 설치된 안전장치, 교통상황 및 속도 그리고 기타 이용편리성 및 다른 대체교통수단 등과 같은 인자들이 있을 수 있다.

위험은 어떤 사건이 일어날 가능성과 그 사건에 관련된 사건의 중대성(부정적 측면)의 결합에 있다. 수학적 방식에 의한 위험 계산식은 아래와 같다.

$$\text{위험 (Risk)} = \text{가능성 (Likelihood)} \times \text{중대성 (Consequence)}$$

② RBI의 정의

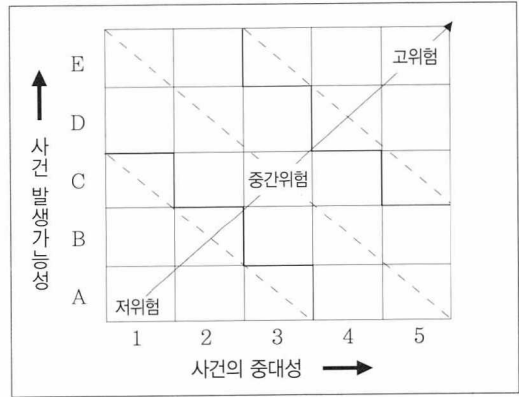
RBI는 특정설비에 대한 위험성평가(Risk Assessment)를 해당 설비의 검사, 점검 및 모니터링의 계획에 활용하는 것이라고 할 수 있다. 즉, 각

설비가 노출된 위험인자 등을 과학적이고 체계적으로 분석하여 그에 적절한 검사방법과 주기를 결정, 효율적으로 설비를 관리하는 기법이라 할 수 있다.

장치산업의 경우 많은 설비가 있으며, 취급하는 유체의 종류, 압력, 사용조건 등에 따라 노출되는 파손인자는 다를 것이다. 스테인리스 재질로 제작된 압력용기나 파이프 등은 사용되는 조건에 따라 다르겠지만 부식보다는 응력부식균열이 발생할 확률이 높고, 일반 탄소강 재질의 경우 부식에 취약점이 있다고 할 수 있다. 이렇듯 설비에 부정적인 영향을 주는 인자를 손상기구(Damage Mechanism)라고 하며, 한 설비에서 여러 가지 손상기구가 나타날 수 있다. 이런 여러 가지 경우의 수를 분석·정량화 하여 표현한 것을 사건발생 가능성(Likelihood an event)이라고 표현한다.

또한 급수배관과 가스운송배관이 파손되어 누수와 가스 누설이 발생하였을 때의 발생할 수 있는 위험 정도는 사뭇 다를 것이다. 급수배관이 파손된 경우에는 단순히 누수에 불과하겠지만 가스배관에 누설이 있는 경우에는 화재 및 폭발위험이 있어 안전상에 심각한 문제를 야기하게 될 것이다. 즉, 두 경우 모두 파이프 파손이라는 동일한 사건에 기초한 것이지만, 이로 인한 영향은 매우 다르다는 것을 알 수 있다. 이러한 개념을 RBI에서는 사건의 중대성(Consequence of the event)로 표현하고 있다.

진술한 바와 같이 위험은 가능성과 중대성의 조합으로 나타낼 수 있다. 이것을 도표로 나타내면 아래와 같다. 가능성 정도를 낮은 순서로부터 A, B, C, D, E, 중대성 또한 낮은 순서로부터 1, 2, 3, 4, 5로 분류하여 도표로 나타내면 <표 1>과 같은 결과가 나



<표 1> 위험지수의 결정

타난다. 이것을 위험지수(Risk Matrix)라고 하며, 5, 4, 4 및 3, 3 등의 방법이 사용될 수 있다.

<표 1>에서 나타내는 화살표는 파손 가능성이 높고 결과의 중대성이 심할수록 위험지수가 증가한다는 것을 나타낸 것이며, 점선으로 표시된 것은 등가 위험(Iso-Risk Line)을 표시한 것이다. 예를 들어 가능성이 E, 중대성이 1인 경우에는 발생 가능성이 매우 높지만 상대적으로 그 결과는 미약하며, 반면 가능성이 A, 중대성이 5인 경우는 발생 가능성이 매우 낮지만 그로 인한 결과는 상대적으로 크기 때문에 위험성 지수가 같게 나타난다.

따라서 파손 발생 가능성이 높고, 사건의 중대성이 심각한, 즉 <표 1>에서 고위험으로 분류된 설비들은 다른 설비에 비해 위험성이 높고 사고가 미치는 영향도 크기 때문에 중점 관리 대상이 된다.

위의 내용을 간략하게 요약하면 다음과 같다. RBI는 관련설비에서 발생할 수 있는 각 손상기구를 파악하고 설비의 설계조건, 운전조건 등의 제반인자를 고려하여 파손가능성을 등급별로 분류하며, 또한 각

해당 설비에 파손이 발생하였을 때 발생할 수 있는 경제, 환경 및 안전 등, 결과의 중대성을 토대로 각 설비의 위험도를 산정하고, 최종적으로는 설비의 위험성 정도를 검사에 반영하는 것이라고 할 수 있다.

3 RBI의 실행

가. 팀의 구성 및 소프트웨어의 선정

RBI는 많은 재원으로부터 데이터를 수집·분석을 하여야 하며, 설비가 노출된 위험 요인을 분석하고, 필요한 경우 여러 가지 결정을 하여야 할 경우가 있다. 일반적으로 한 사람이 모든 일을 수행할 지식이나 기술을 가지고 있지 않기 때문에 필요한 지식이나 기술을 가지고 있는 기술자가 팀을 이루어 RBI 평가를 수행하는 것이 바람직할 것이다.

팀이 구성되면, 해당 공정에 적절하게 적용할 수 있는 RBI 소프트웨어를 선정하여야 한다. 국·내외에서 개발된 여러 종류의 소프트웨어가 있으므로, 해당 설비의 특성 등을 고려하여 적절한 제품을 선정한다.

나. 교육

RBI를 성공적으로 구축하기 위해서는 관련 기술자들이 이의 필요성을 인식하고 관련 자료와 정보를 프로젝트를 수행하는 직원에게 효율적으로 공급할 수 있는 제도적인 장치가 마련되어야 한다. 따라서 프로젝트를 수행하기 전에 관련 기술자를 대상으로 RBI 개요, 필요성 및 향후추진계획 등에 대한 교육을 하고 적극적인 지원이 이루어질 수 있도록 하여야 한다.

RBI를 직접 수행하는 팀장과 팀원은 API 580의 내용을 충분히 숙지하고, 선정된 소프트웨어의 사용 방법 및 운영 조직에 대하여 공급자로부터 충분한 교육을 받아야 한다.

다. 시범 공정의 선정, 데이터의 수집·분석 및 입력

한 공장 전체설비를 한번에 RBI 시스템을 구축하는데 많은 어려움이 있기 때문에 단계적으로 적용범위를 확대하는 것이 바람직하다. 즉, 초기에는 한 두 개의 단위 공정을 선정하여 시범적으로 실시하고, 다른 공정에 확대시켜 나가는 것이 바람직할 것이다.

시범 공정이 선정되면 그 공정의 공정도(PFD, Process Flow Diagram), 공정배관계장도(P & ID, Pipe & Instrumentation Diagram), 검사기록, 해당설비의 설계조건 및 운전조건 등의 자료를 취합하여 각 설비에서 발생할 수 있는 손상기구를 분석하고, 파손이 발생했을 때 미칠 수 있는 결과의 중대성을 분석하여 위험성 지수를 결정한다.

대부분의 RBI 소프트웨어에서는 해당 설비의 설계 조건 및 운전 조건을 입력하면, 그 설비가 어떤 손상기구에 노출되었는지 계산하는 소프트웨어가 내장되어 있으며, 필요한 경우 별도의 손상기구를 입력할 수 있는 시스템이 구축되어 있다.

라. 위험에 따른 검사계획의 수립

각 설비의 위험의 정도가 결정되면 이에 따른 검사 계획을 수립하여야 한다. 이 과정은 RBI에서 가장 중요하고 기술적으로 신중하게 시행해야 할 단계이다. 검사 계획을 수립하면서 가장 중요한 것은 해당설비가 어떤 손상기구에 노출되어 있으며, 그 설비의 파손 시 어떤 결과를 야기할 것인가, 즉 설비의 위험에 따라 검사 주기, 검사방법 및 적용범위 등을 결정하여야 한다는 것이다.

마. RBI 프로그램의 운영

공정에 대한 RBI 시스템 구축이 완료되면 그에 따른 검사주기, 검사방법 및 적용범위에 따라 설비를

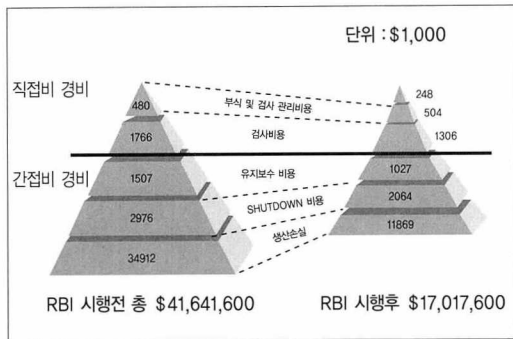
관리하고, 검사에서 새로이 얻어진 데이터를 주기적으로 업데이트함으로써 효율적으로 RBI 시스템을 운영할 수 있다.

4 RBI 시행사례

이 장에서는 유럽 가스 생산업체의 RBI 도입사례를 통해, 시행효과를 분석해 보고자 한다.

데이터를 제공한 회사는 1974부터 가동을 시작하였으며, 1994년에 RBI 시스템을 도입하였고, RBI 대상 설비는 4,500개의 파이프라인, 530개의 압력용기 등 저장용기 및 638개의 안전밸브 등이었다.

〈그림 1〉에 나타내 수치는 RBI 시행 6년간의 경제적 가치로 환산하여 수치화한 것이다.



〈그림 1〉 RBI 시행사례 (자료제공 : 영국 Tischuk사)

시행 후 도표 상부의 \$248,000의 금액은 6년간 RBI 프로그램 운영비용을 나타낸 것이며, 검사활동과 직접적인 관련이 있는 비용을 직접 경비로 분류하였고, 검사활동에 수반되는 유지보수 및 Shutdown 등을 간접경비로 하여 비용을 산출한 것이다. 이 회사의 경우 RBI 시스템을 구축하기 위해 약 1,000 man-hour가 투입되었다고 한다.

RBI 운영비용이 추가되고 부식 및 검사관리비용

이 약간 상승하였지만, 연간 약 \$77,000의 검사비용이 절감되었으며, 이에 따른 부수적인 효과로 유지보수비용과 Shutdown 등의 간접 경비도 연간 \$232,000 정도 절감이 이루어졌다고 한다. 또한 검사 또는 정비 등으로 인해 생산 공정이 정지되는 시간이 줄어들어 연간 약 \$3,840,000 생산증대 효과를 이룰 수 있었다고 한다.

5 맺음말

RBI를 수행함으로써 설비를 과학적이고 체계적으로 관리할 수 있는 기틀을 마련할 수 있다는데 의미가 있고, 검사 및 정비활동을 효율적으로 관리하여 관련 생산공정의 운전시간을 늘려 생산성 향상에 많은 효과가 있다는 것이 기존에 RBI를 수행하던 사업장이나 전문가들의 주장이며, 검사 전문가의 입장에서 RBI를 평가해 볼 때에도 이런 주장이 설득력을 가진다고 생각한다.

우리 나라의 경우에는 2000년을 전후로 일부 화학공장에서 RBI를 도입·실행하고 있으며, 국내 업체에서도 관련 소프트웨어를 개발하여 해외에도 수출하고 있는 것으로 알려지고 있다. 다만, 시행효과에 대해서는 아직 정량화되어 있는 자료가 공개되고 있지 않지만, 설비의 효율적인 관리에 상당한 효과가 있는 것으로 알려지고 있다. 또한 많은 사업장에서 RBI 도입을 긍정적으로 검토하고 있는 등 그 시행이 확대되고 있다.

성공적으로 RBI를 수행하기 위해서는 적절한 인력을 투입하여 체계적으로 데이터를 평가하고 분석하는 것이 중요하며, 또한 단시간 내에 효과를 기대하기보다는 장기적인 안목을 가지고 지속적으로 수행하는 것이 필요할 것이다. ☞