

석유화학 산업에서의 RBI 적용 사례

김 수 창 · LG화학 여수공장 검사팀, 차장

_e-mail : sckime@lgchem.com

국내에 RBI가 소개된 지 어느새 10여 년이라는 세월이 흘렀다. 그간 많은 석유화학장치산업 분야에 RBI의 내용이 소개되었으며, 각 개의 업체에서 적용을 실시한 것으로 알고 있다. 이 글에서는 초기 RBI 기법을 현장에 적용했던 사례와 지속적으로 운영했던 내용을 소개하고자 한다.

RBI를 처음 소개 받을 당시 국내에서 본 tool을 적용했던 사업장은 인근의 정유사를 비롯하여 울산 화학단지 내의 정유회사였다. 아무래도 그 기술연구의 시작이 세계의 우수 major 정유사에서 비롯되었기에 국내에서도 이와 관련된 업체에서 선도적으로 적용했던 것으로 여겨진다.

국내의 석유화학(petrochemical)사업장에서는 적용사례가 없었기에 당 공장에 적용하는 것을 검토하는 과정에서는 다소 조심스러운 접근을 할 수밖에 없는 입장이었기에 범 세계적으로 우수한 정유 및 석유화학 플랜트에 RBI 적용경험이 풍부했던 DNV

와 컨설팅을 실시하는 것으로 추진하게 되었다. 2001년 도입 당시 RBI는 우리에게 아직은 생소한 기술이었지만, 이미 적용했던 업체들과 그 분야의 전문가들로부터 그 효용성에 대한 긍정적인 평가와 더불어 선진 검사기술이라는 기대감으로 설비검사 시스템에 획기적인 발전과 장치산업에서 무수히 도사리고 있는 설비의 잠재 위험성을 발굴하고 설비 운전기간의 획기적인 연장을 목표로 하는 당사의 입장이 합일되어 어렵지 않게 프로젝트는 시작하게 되었다.

그 해 RBI를 적용했던 플랜트는 제품 생산을 위한 가동을 시

작한 지 약 5년 정도 되어가는 연속공정의(continuous process) 공장이었다. 선정배경은 당시로서는 가장 최근에 건설된 플랜트였기에 RBI 적용을 위한 자료(도면, 장치 및 배관설비의 설계자료, 설비 제작자료, 현장 설치자료, 운전자료, 설비 검사자료 등)의 확보가 용이할 것으로 예상되었고, 기 건설되어 운전되고 있었던 동일공장으로부터 운전 경험이 풍부하여 설비에서 발생된 문제점들이 이미 많은 부분 확인되어있었으며, 또한 외부환경 요인으로는 당사의 핵심공정으로서 당시에 많은 관심이 요구되었던 공정이었기 때문이었다.

프로젝트를 시작하면서 제일 먼저 진행했던 일은 RBI의 도입의 필요성에 대하여 플랜트 관리자들의 이해도를 높이는 것이었다. 이미 다들 10년 이상의 기간 동안이나 플랜트 설비의 운전 경험이 있었으며, 그간 축적해온 노하우를 바탕으로 나름 공장의 안전운전에 대한 자부심이 넘치는 그들에게 새로운 선진기법이라 하며 더 나은 것을 도입하고자 하는 것이 어쩌면 큰 변화가 아닐 수 없다고 생각되었기 때문이었다.

RBI 도입 시 최종 결과물의 이미지는 핵심고정설비에 대한 위험을 제거함으로써 플랜트의 운전 가동일수를 연장하고 정기적으로 실시하고 있는 연차보수의 주기를 늘릴 수 있다는 것으로 당시에는 매우 도전적인 것이었다. 그 외에도 선진 검사기술의 도입과 보전인원의 효율적인 운영을 통하여 비록 기회비용이기는 하나 보전비용(maintenance

cost)을 절감할 수 있다는 것이 이 프로젝트의 목표로 설정되었던 것이다. 이것으로 당 공장에 RBI를 도입하게 된 배경은 어느 정도는 설명된 것으로 여겨진다.

이제 RBI의 기본원리에 대한 현장적용을 말씀 드리고자 한다. RBI의 적용범위는 석유화학 산업 내의 장치설비에 국한된다. RBI에서의 RISK, 즉 위험이라 일컬어지는 것은 설비가 누설(leak)될 수 있는 가능성과 설비에서 누설이 발생되었을 때 그 피해의 크기에 따라 결정되는 함수라 한다.

누설의 가능성은 먼저 설비의 유형에 따라 그 확률이 API 581(Risk Based Inspection Base Resource Document)에 명시되어 있으며 이는 산업계에서 일반적으로 발생한 사고의 빈도수를 나타낸 것이다. 예를 들면 반응기의 경우, 작은 누설(1/4인치 크기의 leak)이 발생할 확률은 10,000분의 1이고, Rupture

가 발생할 확률은 100,000분의 1이다. 반면에 1인치 배관설비가 Rupture가 발생될 확률은 1,000,000분의 5로서 그 발생 확률이 더욱 낮은 것으로 나타난다. 이를 표 1에 나타낸다.

다음으로는 공정 내 대상설비의 자체 특성입니다. 설비가 얼마나 노후화 되었는지, 그 손상 정도는 어느 정도인지, 손상은 어떠한 형태로 발생하는지, 그리고 그것을 확인하기 위한 점검과 검사활동은 얼마나 자주 하며, 어떤 방법으로 그러한 행위를 하는지에 따라 그 결과는 천차만별로 나타나게 된다.

오래된 설비일수록 누설의 발생 확률은 당연히 높게 나타날 것이고, 손상의 메커니즘이 예상되는 설비와 그 정도가 심각한 설비 역시 그렇지 않은 설비보다 높은 확률로 나타나며, 빈번하고 정밀한 점검 및 검사를 실시하는 설비는 그 누설의 가능성이 원래 보다는 낮게 나타날 것이다.

이런 누설의 확률과 더불어 정량적으로 평가되는 것이 누설의 결과에 따른 피해 정도이다. 어떤 설비에서 누설이 되었는지에 따라 누설의 양은 다르게 나타나며, 누설되는 유체가 인체에 유해한 독성물질인지, 위험물질인지, 아니면 폭발성이 강한 물질인지, 대기로 방출되었을 때의 상황에 따라 그 피해의 규모는 다양하게 나타나게 된다. 이와 같이 누설의 확률이 높고 그 피해의 크기가

표 1 일반적 산업계 설비파손의 빈도수

설비유형	Failure Frequency (per year for four hole sizes)			
	1/4 in	1 in	4 in	Rupture
원심펌프(단독)	6×10^{-2}	5×10^{-4}	1×10^{-4}	
Column	8×10^{-5}	2×10^{-4}	2×10^{-5}	6×10^{-6}
열교환기, Shell	4×10^{-5}	1×10^{-4}	1×10^{-5}	6×10^{-6}
열교환기, Tube side	4×10^{-5}	1×10^{-4}	1×10^{-5}	6×10^{-6}
배관, 1 in OD, per ft	5×10^{-6}	5×10^{-7}		
배관, >16 in OD, per ft	6×10^{-8}	2×10^{-7}	2×10^{-8}	1×10^{-8}
압력용기	4×10^{-5}	1×10^{-4}	1×10^{-5}	6×10^{-6}
반응기	1×10^{-4}	3×10^{-4}	3×10^{-5}	2×10^{-5}
상압 저장탱크	4×10^{-5}	1×10^{-4}	1×10^{-5}	2×10^{-5}

큰 설비는 결국 고 위험설비로 평가되며, 이러한 설비를 우선적으로 집중 관리함으로써 효율적인 설비관리를 할 수 있다는 것이 그 기본원리이며 취지라 하겠다.

이와 같은 방법으로 장치설비를 관리하는 것은 그전의 방법과 무엇이 다른 것일까? 결론적으로 말한다면 오랫동안 우리가 적용 하였던 관리방법에서는 불필요한 설비관리가 현장에서 발생할 수 있다는 것이었다.

경험적으로 위험하다고 느껴졌던 설비들, 과거 사고 경험이 있었던 설비들 또는 이와 유사한 설비들, 정성적인 설비평가방법으로 잘못 평가되어 지나치게 관리가 계획된 설비들, 혹은 주관부서의 임의적인 판단에 의하여 위험하다고 평가된 설비들, 외부 환경에 따라 점검이 빈번하게 요구되는 설비들 등, 이모든 설비들을 모두 점검하고 관리하는 데에는 많은 비용이 발생할 것이고 이러한 비용들 중에는 필수적인 비용 외에도 loss가 발생할 수 있다는 것을 의미하는 것이다. 그리고 이를 줄일 수 있는 방법으로 RBI를 적용할 수 있다는 것이었다. 주지하는 바와 같이 이미 석유화학 장치산업 분야에서는 설비의 중요도에 따라 그 우선순위를 선정하여 관리하고 있었으며, 설비의 점검 및 관리의 기술도 RBI에서 제시하는 방법과 크게 변화될 것이 없었다. 그럼에도 불구하고 차

별화가 이루어지는 부분은 바로 설비의 위험도를 평가하는 방법에 있어서 정량적인 방법, 즉 수치로 계산되는 방법으로 보다 합리적이며 논리적으로 설비를 평가할 수 있다는 것이며 누구라도 설비의 위험의 크기를 비교할 수 있다는 사실이다.

우선순위를 결정한다는 것은 정말로 중요한 것이 아닐 수 없다. 매 순간순간 변화해야 한다는 것을 피부로 느끼고, 무한경쟁시대에 노출된 기업환경에서 제한된 자원과 시간으로 석유화학 공정의 무수한 장치설비들의 위험을 예측해야 하는 경우라면 RBI라는 tool은 지금까지 설명한 이유로 너무나 유용하게 이용될 것이다. 설비의 고유특성에 따른 자료를 바탕으로 공정 내 설비가 미치는 위험을 분석·평가하여 공정 내 발생할 사고를 예측하고 그 결과를 가설로서 설정하여 이에 대한 공정의 개선, 설비의 교체 혹은 보수, 철저한 위험검사 등의 의사결정을 실시하고 현장에서 최적화될 수 있는 방안을 실행에 옮길 수 있는 이러한 tool을 산업현장에서의 위험관리 시스템, 위험관리 경영이라고 말한다면 지나친 것일까?

외국계 컨설팅업체와 이런 일련의 과정을 약 4개월간에 걸쳐 진행하였고, RBI 도입결과를 그 해 여름 해당 플랜트의 관리자분들 앞에서 설명 드리게 되었다. 우리가 얻은 그 순간의 결과물은

도입 당시 우리가 기대했던 플랜트 운전 가동일수의 연장이나 정기적으로 실시하고 있는 연차보수의 주기의 연장은 아니었다. 그것은 먼 훗날의 이야기는 될 수 있어도 지금 당장의 모습은 아니었다. 다만 그간 우리가 믿고 따랐던 우리의 방식이 변화해야 한다는 사실을 깨달았다는 것이 적지않은 비용을 지불하며 얻은 가장 큰 결과물이었다. 다행스럽게도 많은 플랜트 관리자분들께서는 이러한 변화를 빠르게 인식하고 인정하여 주었다. 플랜트의 안전운전을 누구보다도 염려하고 이를 개선하고자 항상 노심초사하는 그 분들은 기존과는 다른 새로운 가능성을 인정하였던 것이다. 그것은 아마도 가까운 미래에 이러한 방법으로 많은 개선과 변화가 이루어진 후에는 우리가 원했던 결과가 나올 것을 예측하였던 것 같다.

이렇게 RBI의 프로젝트는 그 해 여름에 끝이 났다. 컨설턴트들은 새로운 프로젝트를 찾아 그들의 본연의 자리로 다시 돌아갔고, 저 역시 플랜트의 설비검사 담당으로서 바로 그제서야 본연의 일을 시작하게 된 것이었다. 그들의 임무가 플랜트 설비의 위험을 예측하고 평가하여 높은 위험설비의 관리 필요성을 제시하는 것이었다면 그 위험을 진단하고 검증하는 것은 바로 남아있는 나와 플랜트의 설비담당자들의 몫이었던 것이다. 그리고 그 위험의 가

능성이 확인된 후에는 이를 제거하는 실행의 몫이 남아 있는 것이었다. RBI의 예측결과를 100% 신뢰한다고 말할 수는 없다. 어느 누가 미래를 예측할 수 있을까? 미래경영의 위대한 석학들 또한 다양한 가능성을 가지고 여러 시나리오를 설정하고 가장 가능성 있는 것을 토대로 의사결정을 하지 않을까? 마찬가지로 RBI 기술 역시 다양한 가능성을 제시하고 이를 확인하는 과정을 거쳐야 하는 것이다.

그 후로 제법 많은 시간이 흘렀고, 이제 국내에서도 RBI의 소개에 국한된 것이 아니라 몇몇의 업체에서는 자체 개발된 프로그램을 가지고 정유업체와 석유화학의 사업장에 국내의 기술을 가지고 컨설팅도 실시하고 있다. 당사의 사업장에서도 역시 그 이후 많은 플랜트에 이러한 선진기법을 적용해 나가고 있다. 처음 실시했던 플랜트와 같이 연속공정의 플랜트뿐만 아니라 단속운전(batch process)되는 폴리머 공정까지도 RBI를 적용하고 있으며 그 방법도 과거보다는 보다 효율적으로 적용할 수 있게 되었다.

향후에는 더욱 더 많은 정유 및 석유화학 업체에서 RBI 기술을 적용하거나 그와 유사한 고유의 관리기술을 통하여 보다 안전한 플랜트 관리를 실시할 것으로 예상된다. 그렇지만 단순하게 컨설팅을 받고 RBI 기술을 도입한

것으로만 플랜트의 위험설비들이 사라지고 안전하게 되는 것이 아니라 하는 것을 우리 모두는 이제 알고 있다. RBI 기술은 플랜트의 관리자와 현장에 계신 분들께서 지속적으로 관심을 가지고 위험을 제거하는 실행력이 뒷받침되어야만 빛을 발하게 될 것입니다. 위험을 제거하기 위한 의사결정을 독려함에 있어 보다 합리적이

고 스피드 하게 진행할 수 있도록 본 기술을 이용한다면 현장에 계신 설비관리 담당자들에게는 많은 도움이 될 것이다. 언젠가는 그러한 경험들을 함께 나눌 수 있는 자리가 함께 되길 바라며 이것으로 이 글을 마치고자 한다.

RBI 대상 공정 공장

