

리스크 중심의 점검

(Risk-Based Inspection)

정유업자 및 석유화학제품 생산업자는 기계장치의 보전을 개선하기 위하여 매년 많은 비용을 투자하고 있다. 그러나 산업체의 제한된 자원만으로는 장치 안전의 효과를 기대하기가 어렵다. 이에 따라, 생산업자를 위하여 리스크 중심의 점검(Risk-Based Inspection : RBI) 프로그램이 다음과 같은 사항을 중심으로 개발되고 있다.

- (1) 리스크가 가장 높은 장치의 결정
- (2) 부식의 발견 및 장치 고장의 리스크를 감소시키기 위한 점검 프로그램 설계

이러한 리스크 중심 점검(RBI) 방법의 지원에 따라, 회사는 가압장치의 고장으로 인한 대재해 사고의 리스크를 효과적으로 감소시킬 수가 있다.

가공산업의 장치는 많은 결함을 가지고 있으며, 일부 결함은 누설을 야기할 수 있고, 극히 일부는 대재해의 원인이 될 수 있다. 재해의 원인이 될 수 있는 중대한 결함이 쉽게 발견되지 않는다는 데에 문제점이 있다.

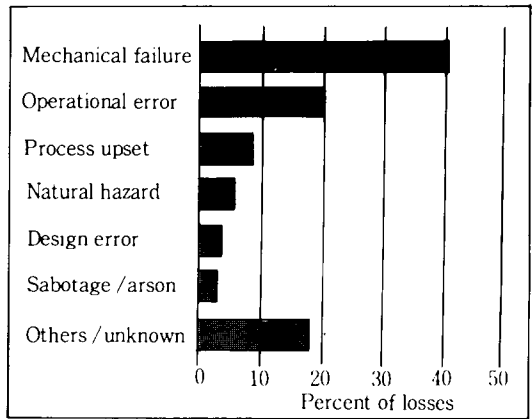
□ 리스크 중심의 점검

RBI는 점검 및 유지관리를 수행하는 하나의 통합된 방법론이다. RBI는 전체 리스크의 우선순위 목록을 수립하기 위해, 재해의 가능성과 결과 모두를 조합한 정량적 및 정성적 과정이다. 사용자는 우선순위 목록을 근거로 리스크를 감소시키거나, 리스크의 허용 레벨을 설정하고 또한 장치 고장의 리스크를 관리하는 점검 프로그램을 설계할 수 있다.

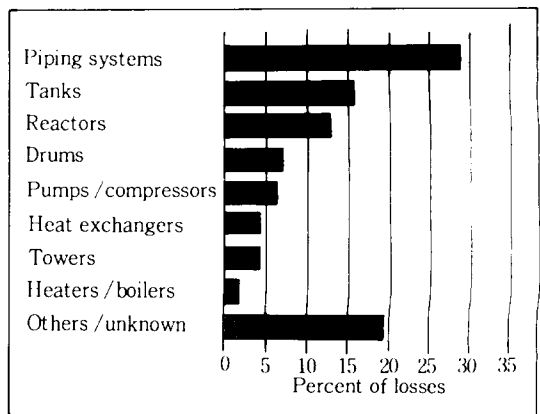
□ 사고의 원인

가공산업에서 지난 30년 동안 발생한 170건의 대

규모 사고 보고서에 의하면, 절반 이상이 장치의 기계적 결함에 의해 발생 되었다(그림 1). 또한, 이들 손실의 80% 이상은 배관, 용기(vessels), 칼럼(column), 반응장치, 탱크, 펌프 및 열교환기와 같은 가압장치의 결함에 의해 발생 되었다(그림 2). 따라서, RBI 방법론은 펌프를 포함한 가압장치에 집중되어 있다.



〈그림 1〉 손실의 원인



〈그림 2〉 손실관련 장치

□ RBI 기법의 개발

RBI 기법은 API(American Petroleum Institute)를 포함한 16개 석유화학회사에 의해 개발되어 왔다. API와 DNV[Det Norske Veritas Industry Inc., Houston]는 RBI 개발의 제1단계(phase 1)에 대한 계약을 체결했다.

DNV는 API가 권장실무서(API RP 580)를 제정할 수 있도록 자료를 개발중에 있으며, 산업체에서 이용 가능한 상세한 자료는 1997년에 발간할 계획이다. 본 기사속에 기술된 방법론은 API 계약하에 DNV에 의해 개발중에 있으며, 1994년 11월, 로스앤젤레스 API 연차총회에서 처음 보고되었다.

□ 정성적 리스크 등급

RBI 적용의 제1단계는 리스크 매트릭스를 이용하기 위한 공정장치 또는 공정부분의 정성적 리스크 등급매김 작업이다. 17페이지 분량의 기준서는 사고의 가능성과 관련된 리스크를 평가하기 위해 개발되었으며, 사고의 가능성과 사고의 결과에 근거를 두고 있다. 기준서는 권장실무서로 발간되는 경우 이용 가능할 것이다.

공정장치의 유해성, 안전성 및 기계장치 보전성에 대한 50가지의 항목이 기준서 내에 포함되어 있으며, 필요한 정보의 이용 가능성에 좌우되지만, 각 공정장치에 대한 기준서를 완성하는 데에는 단지 몇시간이면 가능하다.

흥미롭게도, API 후원 그룹 회사들이 그들의 부지내에서 선택한 2개의 정유장치에 대하여 정성적 리스크 등급 매김 작업을 수행한 결과 어느정도 유사한 공정장치에 대해 매우 다르게 리스크 등급이 결정되었다.

예를들면, 접촉분해장치는 유사한 설계의 또 다른 장치에 대해 완전히 다르게 리스크 등급을 매길 수 있는데, 다음과 같은 문제점에 근거를 두고 있다.

- (1) 지역사회에 대한 근접성
- (2) 계획되지 않았던 운전정지 및 운전가능성 문제에 대한 기록

- (3) 안전성을 개선하기 위한 안전시스템 및 관리 시스템의 상태
- (4) 인화성 탄화수소류 또는 황화수소(H₂S)의 전체 목록
- (5) 차단밸브 및 완화시스템(mitigation system)의 설치
- (6) 기타 주요한 고가자산에 대한 근접성

주어진 부지에서 모든 공정장치에 대한 정성적 리스크 등급 매김 작업을 완료한 후, 사용자는 정량적 리스크 중심 점검 분석을 위해 더 높은 리스크 장치를 선정한다.

□ 정량적 리스크 등급

정량적 RBI 방법은 점검, 장치 설계 및 유지관리 기록뿐만 아니라 전체 기계장치 보전 및 공정장치의 안전에 영향을 미칠 수 있는 많은 공정 안전 관리 문제점과 기타 모든 중요한 문제점을 찾을 수 있다. 분석은 리스크를 입증하기 위한 점검 프로그램을 고찰하기 위한 것만은 아니다.

고장의 가능성은 공정장치 중 압력장치의 각 부분에 대해 계산한다. 이용 가능한 데이터의 많은 자료로부터 수집된 총괄고장빈도(generic failure frequency ; GFF)를 근거로 하여, 조정고장확률(adjusted probability of failure ; POF_A)은 플랜트 장치의 각 부분에 대한 고장 빈도 특성을 나타내기 위해 총괄고장빈도의 수식으로 계산한다.

계산식은 다음과 같다.

$$POF_A = GFF \times F_E \times F_M$$

여기에서 :

- (1) F_E는 장치 보정 계수-주어진 플랜트의 기계장치 보전 프로그램의 정성값을 근거로한 보정값
- (2) F_M은 관리 보정 계수-주어진 플랜트의 전체 공정 위험 관리 프로그램의 정성값을 근거로한 보정값

지침서를 이용하여 얻은 F_M은 공정 안전 관리 프로그램의 유효성을 평가할 수 있으며, F_M은 권장실

부서가 발간되면 이용 가능하다.

하나의 모델로 부터 결과 분석치를 조합한 조정고상화물(POFA)은 압력장치의 모든 부분에 대한 리스크 등급을 나타낸다. 일부 문제점은 다음 사항을 포함하여 특정 장치 보정 계수를 계산하기 위해 정량적으로 평가한다.

- (1) 예상된 손해의 유형 및 비율
- (2) 점검 프로그램의 품질 및 적용범위
- (3) 품질 관리 프로그램의 유지관리 및 보완
- (4) 사용된 설계 및 건축 기준
- (5) 장치 및 공정 이력
- (6) 예방 유지관리 프로그램

문제점은 API RP 750, "Management of Process Hazards"로 부터 직접 얻은 특정 관리 계수를 계산하기 위해 평가한다.

□ 결론

장치의 크기 및 설치된 차단 장치는 잠재적 사고에 대한 이용 가능한 목록의 계산값에 있어서 중요한 역

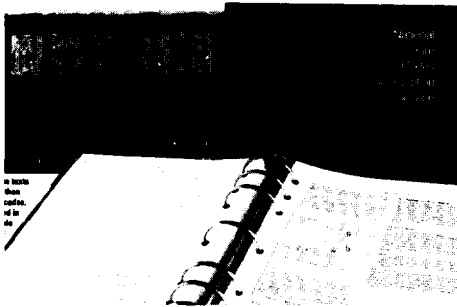
할을 한다. 누설이나 파괴의 규모 및 존재하고 있는 일시적 또는 계속적 방출의 가능성은 어떤 잠재적 사고의 규모와 유형에 크게 영향을 미친다.

인화성 물질 사고에 대한 계산값은 사고가 증기운 폭발, 플래쉬 화재, Jet Fire, Liquid-Pool Fire로 되거나, 또는 안전한 분산(발화없이)이 되도록 결정해야 한다.

사업 중단(기업휴지)시에는 주요한 자산의 손실과 운전이 정지되는 경우, 이를 금전 손해로 환산하여 포함시킨다. 대재해 환경 영향에 대한 비용은, 특히 예상되는 액체 유출물이 부지 밖으로 흐르는 경우를 포함시킬 수 있다.

각 RBI에 의한 최종 보고서에는 우선 순위가 결정된 리스크 등급뿐만 아니라, 고장의 가능성과 결과만의 우선 순위가 결정된 목록을 작성한다. 이는 전체 리스크에서 특정 문제점에 대해 집중시키고, 고장의 가능성 또는 결과에 의해 유도과정을 이해하기 위해서다. 그러한 이해는 장치의 각 부분에 관련된 리스크 레벨을 어떻게 감소시킬 것인가를 결정하기 위해서도 매우 중요하다. ☞

미국화재안전기준(National Fire Code) 국문판 발간



미국 방화협회(National Fire Protection Association)가 제정한 세계 최고 수준의 화재 안전기준인 NFC 전문을 NEPA의 승인을 얻어 한국화재보험협회에서 완역, 발간하였습니다.

국내 최고 수준의 각 분야 전문가들이 번역, 감수하여 완성한 본서는 대형 산업체, 소방설비 설계 및 제조업체, 엔지니어링회사, 안전 관련단체, 대학교 등에서 꼭 필요한 안전총서입니다.

- NFC는 14권 285개 코드(약 1만페이지)로 구성되어 있으며, 화재예방, 소방시설·전기·건축·위험물·가스·인명안전 등을 망라한 안전분야의 필수서임.
- NFC 국문판은 총 20권(약 16,000페이지)으로 제작됨.
- 보급 가격 : 1질 20권, 250만원(협회 위험관리정보회원 : 특별-20%, 단체-10% 할인)
- 문의처 : 한국화재보험협회 위험관리정보센터 정보관리팀 ☎ 780-8111