

화학공장의 중대사고 위험관리

EU(유럽연합)에서는 화학플랜트 중대사고 방지의 기본이라고 할 수 있는 세베소 지침을 대폭 개정하여 1996년에 「세베소 지침 II」를 공표하였다.

본 고에서는 세베소 지침의 역할과 기본 원칙을 소개하였으며, 개정의 초점이 되는 관리·조직의 강화에 관한 사항을 정리하였다. 또한, 각 국의 토지이용계획 수립 순서, 리스크 해석과 판단 기준 등에 관한 사항을 네덜란드, 영국, 프랑스, 독일, 이탈리아의 예를 들어 설명하였다.

1. 서두

EU(유럽연합)에서는, 화학공장 및 석유화학 플랜트에서의 위험물질의 저장과 프로세스와 관련된 중대사고 위험관리에 관한 사항을 「세베소 지침 II」로 정하고 있다. 이는 앞서 발표된 세베소 지침을 보완한 것이다. 본 고는, EU 가맹국에 도입된 기준을 일반원칙을 중심으로 요약한 것이다.

리스크란 1) 어떤 기술이나 환경과 관련된 Hazard의 종류, 2) Hazard가 사고로 진전될 확률, 3) 사고가 중대 사고에 이를 수 있는 가능성 등에 관한 복합함수이다. 리스크 매니지먼트는 리스크를 효과적으로 관리하기 위한 프로세스로서, 리스크의 해석은 리스크 매니지먼트 프로세스의 핵심이라 할 수 있다. 실제, 적절한 리스크의

해석을 시작으로 적절한 리스크 매니지먼트가 될 수 있으며, 이는 목표나 기준과의 비교로서 평가된다. 리스크 해석은 다음과 같이 설명된다.

— Hazard의 확인

Hazard란 처음부터 존재하고 있거나 프로세스 반응에서 생성될 수 있는 "위험물질", 압력과 온도 및 화재 또는 폭발로 전이되기 쉬운 위험한 "물리적 상황", 그리고 설계, 제어, 안전시스템, 오퍼레이터의 감시 여부 등과 같은 "제어기구에서의 고장"을 말하며, 사람이나 환경에 대한 잠재적 손해를 내포하고 있다.

— 이와 같은 사태가 발생할 수 있는 척도 (빈도, 확률)

— 이와 같은 사태가 사람이나 환경에 미치는

영향의 평가

- 영향 요소는 다음의 것을 말한다.
 - 독성, 발암성, 복사열, 과압 등에 의한 영향
 - 위험에 노출되는 사람 수와 노출 시간
 - 방출 우려가 있는 물질과 에너지에 대한 환경 측면의 영향(동·식물, 물, 토지 등)
 - 주민의 관심과 준비를 포함한 비상 대책의 실효성

세베소 지침은 위의 3개 항목을 효과적으로 수행하여 리스크를 최소로 하는 것을 목적으로 하고 있다.

이를 위하여 사업주에 의한 중대사고 방지 수단(MAPP, Major Accident Prevention Policy)과 안전 매니지먼트 시스템(SMS, Safety Management System)이 채용되어야 하며, 이를 위해 다음 사항의 시행을 요구하고 있다.

- 위험물질의 재고량을 줄임으로써 본질적인 위험이 적은 프로세스로 변환시켜(고유안전화) 위험을 감소시킨다.
- 하드웨어의 신뢰성을 증가시키는 등 조직적인 수단에 의해 예기치 않은 사고의 빈도를 감소시킨다.
- 긴급사고에 대비한 준비와 시설의 대응으로 취약점을 감소시킨다.

세베소 지침은 행정관서에 대하여서도 다음과 같은 규정을 요구하고 있다.

- 사업주가 의무를 다할 수 있도록 할 것과, 시설은 곧 리스크라는 것을 주지시킨다.
- 사업장 외부에 대한 주의를 환기시켜 이에

따른 토지 이용을 관리케 함은 물론, 비상시 준비와 대응을 확실히 하여 외부 환경에 대한 취약점을 감소시키도록 한다.

2. 세베소 지침

중대사고(예를 들면, 1974년의 영국 Flixborough 사고, 1976년의 이탈리아 Seveso 사고)의 발생으로, 위험한 공업활동에 대한 관리의 필요성이 절실했다. 이들 사고에는 다음과 같은 공통점이 있다.

- 공장에서 사용하고 있는 화학물질의 종류와 수량을 관할 소재지의 행정 관서에서 모르고 있었다.
- 프로세스에 관한 충분한 데이터가 없어, 사고 상황하에서 생성될 수 있는 물질이나 방출 에너지의 크기 등을 이해하지 못했다.
- 긴급사태 대응이 명확하지 못했다.

이와 같은 배경에 의해 공표된 최초 “세베소 지침”(1982, 501/ ECE)은, 특정 리스크 매니지먼트 프로세스에 관계되는 당사자간에 적절한 정보를 충분히 교환함으로써 효율적인 리스크 관리가 되도록 하자는 데 있다. 여기에서 특정 리스크는 사고에 의해 중대한 독성물질의 방출, 화재나 폭발을 발생시킬 가능성이 있는 물질의 프로세스와 저장을 포함한 제반 공업활동을 말한다. 이러한 물질의 확산을 최소화하기 위하여 리스트에 의한 분류를 규정하고 있으며, 원칙적으로 다음과 같은 것을 요구하고 있다.

- 가맹국은, 관할 행정관서를 지정해야 한다.

- 사업주는 설비의 중대 위험을 파악하여야 하고, 그에 따른 충분한 안전 대책에 의해 사고 방지가 될 수 있다는 사실을 행정관서에 밝혀야 한다.
- 위험물질 보유량이 규정치를 초과하게 될 경우, 사업주는 서면으로 안전에 관한 보고서를 작성하고 시설에 대한 비상계획을 수립하여 행정관서에 제출함으로써, 긴급사태 발생시 필요한 정보가 될 수 있도록 하여야 한다.
- 설비의 주요 변경사항은 반드시 행정관서에 통보하여야 한다.
- 행정관서는 시설 주위 지역에 대한 비상시 대처계획을 수립하여야 한다.
- 가맹국은, 사고에 의해 영향을 받을 가능성이 있는 주민에 대하여 안전 대책과 사고시 행동에 관한 사항을 적극적으로 홍보하여야 한다.
- 사업주는, 발생한 중대사고 보고서를 행정관서에 제출하여야 하며, 행정관서는 유럽연합에 이 사실을 통보하도록 한다.
- 유럽연합은 사고의 기록을 유지하여, 가맹국이 앞으로의 사고 방지를 목적으로 이 경험을 활용할 수 있도록 한다.

“세베소 지침”은 리스크 매니지먼트 프로세스의 원칙을 일관되게 정한 최초의 국제적인 예로서, 이후 국제간의 협의, 예를 들면 OECD (Organization for Economic Cooperation and Development, 경제협력개발기구), UN/ ECE (Economic Commission for Europe, 유럽경제위원회) 등에서, 국경을 벗어난 중대사고의 영향에 대한 권고나 협정 체결의 기초가 되었다. 이 지침을 개

정한 “세베소 지침 II”가 1996년 12월에 발표되었으며, 특히 사회적 조직적인 관리정책에 초점이 맞추어져 있다. 주요 개정 내용은 다음과 같다.

- 위험물질의 존재가 특징인 공업활동에 대하여 소위 “시설지역(establishment)”이라는 개념을 도입하였다. 시설지역 내의 설비, 특히 조직과 매니지먼트에 초점을 맞추고 있으며 또한 인접 시설에서 “도미노 현상”이 발생할 가능성이 있는 상황에 대하여도 주의하고 있다.
- 중대사고 방지 수단(MAPP)의 도입 의무화에 따라 시설의 사회적·조직적인 관점이 강화될 것으로 기대된다. 중대사고 보고 시스템 (MARS, Major Accident Reporting System)에 의해 수년간에 걸쳐 통보된 다수의 중대사고 원인이 프로세스 매니지먼트의 결여에 의한 것으로 보고, 이에 대한 조항이 추가되었다.
- 중대사고위험이라고 하는 관점에서의 토지 이용계획 의무조항이 도입되었는데, 이 조항의 도입은 사회적·조직적으로 큰 반향이 있을 것으로 예상된다. 지금까지 의무가 없었던 나라에서는 특히 그러할 것이다. 이 의무는 신규시설과 기존시설의 주요 변경 및 기존시설 주위의 신규 도시 개발 등에 해당된다.
- 비상계획과 주민에 대한 정보의 조항이 강화되어, 안전 리포트가 공식적으로 기록되고 또한 주민은 비상 계획의 결정에 참여하게 되었다.
- 더불어, 신 지침의 명칭을 공업활동에 따른 리스트로 바꾸고, 물질의 특성에 따른 등급

분류라고 하는 형태로도 위험물질을 고려하고 있다. 여기에는 환경에 대한 위험도도 포함되어 있다.

이에 따라 위험물질의 저장과 프로세스에 관한 보다 광범위한 방안이 확립되었다. 즉, 보다 많은 사람이 계획에 참여함으로써 리스크 매니지먼트의 문제에 대한 주민의 관심을 높이고, 리스크 매니지먼트 프로세스에서의 사회적·조직적 관점을 강화하여 환경 보호에 대한 관심을 제고하였다.

3. 지침의 도입에 따른 EU의 활동

지침에는 EU의 전 가맹국이 준수해야 할 목적과 기본 원칙이 확립되어 있다. 바꾸어 말하면 이는 필수적인 요구사항으로서, 가맹국은 국내법에 이와 같은 내용을 수용하여야 한다. 다만, 유럽 내의 다양한 문화적 전통, 법령의 구조, 규제 방법 등을 고려하여 이에 적합한 형태로 각기 다르게 표현하는 것을 인정하고 있다.

지침을 도입하는데 발생하는 여러 문제를 해결하기 위하여 기술작업 위원회(TWG)를 설립하였으며, 중대사고위험기구 (MAHB, The Major Accident Hazards Bureau)를 설립하여 중대위험을 관리하고, 중대사고의 방지 및 확대 저지 방침을 EU에 제공하기 위한 과학적, 기술적인 지원을 하게 되었다.

최근에 얻어진 작업위원회의 활동 성과는 안전 리포트의 작성에 관한 지침으로 모두 발간되었다. Ravello 세미나에서 시작된 안전 매니지먼트 시스템 지침 제정도 진행중이다.

4. 국가별 리스크 해석

안전 리포트와 토지이용계획에 있어서 정량적인 리스크 평가의 역할은, 나라에 따라 다르다. 계획에 대한 기본 방침(Planning Policy)이 국가 또는 지역의 입법상의 문화와 관행에 따라 현저히 다르기 때문에 EU 전체에의 공통기준을 작성하는 것은 아주 곤란하다. 그러나 1999년까지는 원칙적 지침을 가이드선 형태로 제안할 예정이다. 리스크에 관한 국가별 고려 사항은 다음과 같다.

네덜란드의 경우, 정량적 리스크 평가(QRA)는 안전 리포트에 대한 기본적 요구사항이다. 네덜란드의 리스크 기준은 1985년에 의회에 제출된 환경에 관한 일반적 방침의 일부로서 그 후에도 계속 수정되어 왔다. 네덜란드에서는 환경보호에 관한 사항과 토지이용계획을 같은 부처에서 모두를 담당하고 있다. 네덜란드에서는 리스크의 값으로서 두 가지가 사용되는데 이는 사고에 의해 영향을 받는 어느 한 사람에 대한 값, 즉 개인적 리스크와 집단을 고려한 값, 즉 사회적 리스크이다.

— 개인적 리스크

사망에 관한 개인적 리스크의 최대값은 단일 리스크원에 대하여, 10^{-6} [/year]을 채용하고 있으며, 리스크의 복합이라도 10^{-5} [/year]을 초과하지 않는 것으로 정의되어 있다. 그 이하의 값에서는 통상 ALARA의 원칙(As Low As Reasonably Achievable)을 적용한다.

— 사회적 리스크

사회적 리스크의 최대허용레벨 기준은 하

나의 사고로 10인 이상 사망하는 확률이 10^{-5} [/year]으로 되어있다. 보다 큰 재해에는 “혐오계수(Aversion Factor)”가 채용된다. 예시하면, 100인 이상의 희생자가 나는 사고의 최대허용빈도는 10^{-7} [/year]이 된다.

영국에서의 정량적 리스크 기준은 공업활동에 관련된 인접의 토지 이용 관리에 제한적으로 적용되고 있으며, 신규활동을 위한 입지 기준은 작성중이다. 이 지침은 근로자의 건강과 안전을 관리하는 HSE(Health and Safety Executive)에 의해 작성된다. 이 기준은 어떤 리스크를 받을 수 있는 사람 수를 고려하는 것으로서, 개인적 리스크와 사회적 리스크를 조합시켜 정량적인 목표를 정하고 있다. 리스크 평가시 고려되는 수치는 사망자 수가 아닌 “위험의 크기 (dose)”이다.

프랑스에서는 2 종류의 시나리오에 기초하여 사고 결과를 평가하는데, 이는 시가지 안전거리를 평가하는 참조 시나리오 (reference scenarios)와, 긴급시의 계획을 책정하기 위한 총괄 시나리오 (envelope scenarios)이다.

참조 시나리오는 경험에 의해 확인된 사고 시나리오로부터 선택되며, 이들은, 토지이용계획을 고찰할 때에 고려되어야 한다. 이 때 2종류 레벨의 노출이 고려된다. 즉, 1%가 치명상을 입을 제1 (고위) 레벨과, 노출이 곧 위험이 될 수 있는 제2 (저위) 레벨이다.

독일에서의 안전해석은 시설 외부로 리스크를 회피하기 위하여 취해지는 수단을 정성적으로 평가하기 위해 널리 사용되고 있다. 도시지역에서의 안전거리는 일반적으로 공업활동 조건에 의해

결정된다.

이탈리아에서는 아직 리스크 평가를 일반 법률로 규정하고 있지 않으나, 1991년 APIPAR 프로젝트로 부르는 리스크 연구가 Ravenna 공업지대에서 실시되었다. 이 연구에서는 고정시설과 위험물질의 수송활동이 주민의 리스크에 미치는 영향을 고려하고 있다. 리스크는 정량적인 방법으로 평가되어 지역의 개발과 인프라 스트럭처 (Infrastructure) 개선을 위한 기초자료가 되었다. 이 프로젝트에서 위험물질 수송에 관한 리스크는 사고위험에 아주 큰 것으로 나타났다. 이를 계기로, 보다 좋은 계획 수립을 위하여 지방 당국에 의해 최신의 평가가 진행되고 있다.

5. 결론

1982년 세베소 지침이 처음 시행된 후 1992년 세베소 지침 II로 개선 적용되어오는 동안 리스크 관리에 대한 EU의 포괄적인 방법이 되었으며, 그 방법은 OECD와 UNEP의 APELL (Awareness and Preparedness for Emergencies at Local Level, 지역사회 의 비상시 대응 대책) 프로그램을 통하여 세계적인 규모로 확대되었다. 예컨대, 1992년의 미국 신대기정화법 (The New Clean Air Act)은 EU 지침의 주요 부분을 인용하였으며, UN-ECE의 중요 협정은 전 유럽에 도입되었다. ☉

— “安全工學”(Vol.38, No.5, 1999)

— 발췌: 정보센터 부장대우 김동일