

국내 화학공장의 화재폭발 위험성과 안전관리 대책



한우섭
안전보건공단
산업안전보건연구원
화학물질연구센터
위험성연구부 부장

1. 국내 화학공장의 노후화 실태 및 위험성

화학공장에서는 일상생활에 필요한 제품을 만들기 위해 여러 가지 화학원료를 사용하거나 취급하고 있다. 그러나 대부분의 화학물질은 다양한 화재폭발 또는 독성 위험성을 가지고 있기 때문에 누출되거나 화재폭발이 발생하게 되면 해당 사업장만이 아닌 인근 지역에게까지 큰 피해를 줄 수 있다. 특히 수많은 화학공장이 모여 있는 산업단지에서의 화학물질에 의한 사고는 대형사고로 이어질 수도 있다.

이러한 국내 산업단지로서는 1960년대에 세워진 울산석유화학단지, 1970년대에 건설된 여수석유화학단지와 인천남동공단과 반월시화단지, 그리고 1980년대에는 대산석유화학단지 등의 대규모 화학공장 단지가 있다. 가장 최근에 세워진 대산석유화학단지를 제외하면 대부분 건설된 지 30년 이상이 넘어 시설과 설비의 노후화가 심각하게 진행되고 있어 화학물질의 누출과 착화에 의한 화재폭발 사고 위험성이 증가하고 있다.

이러한 해당 사업장의 현실과 함께 국내 화학공장들의 안전대책도 부족해 화학물질 누출과 화재폭발사고가 반복해 발생하고 있으며, 이러한 위험에 노출된 사업장 노동자가 증가하고 있다는 점에서 약 10년 전부터 문제점이 많이 제기돼

왔으며 점점 우려의 목소리가 커지고 있다.

설비 노후화에 따른 대표적 예로서 화재폭발성 물질과 독성 화학물질 수송을 위한 배관에 대한 관리가 미흡해 위험물 이송 과정에서 배관 부식에 따른 균열이 발생해 누출 및 화재폭발 등의 대형사고로 이어질 가능성이 있다는 점을 들 수 있다. 또한 석유화학공단은 폭발 위험성이 높은 화학물질과 이러한 폭발성 물질을 저장하고 있는 탱크가 많기 때문에 사고발생 위험이 높은 반면에 기업들은 비용절감을 위해 안전관리를 소홀히 하거나 안전업무를 협력사에 위탁하는 위험의 외주화의 관행도 사고위험성을 높이는 원인으로 지적되고 있다.

다행이 2018년도에 고용부의 산안법 전면 개정을 통해 '위험의 외주화' 금지에 대한 제도 시행이 예정되고 있어 사업장의 안전에 대한 관심이 보다 높아질 것으로 기대되고 있다. 그럼에도 불구하고 많은 화학물질을 사용하는 화학공장에서는 시설 노후화에 따른 각종 사고가 일상화될 가능성이 높으며 설비 및 시설에 대한 안전관리의 미비는 이러한 경향을 지속시키는 역할을 하고 있다. 사고가 발생한 후에 대책을 강구하는 것은 사후약방식이 되기 쉬우므로 효율적인 방법이 아니다. 사고가 일어나기 전에 안전대책을 마련해 사고를 사전에 방지하는 것이 안전관리라고 할 수 있다.

본고에서는 화학공장 사고예방의 효과적인 수단으로서 안전관리에 대해 시대와 환경변화 등을 생각해 보고 최근의 중대 화학사고를 통해 사업장 안전관리 문제점과 대책을 살펴보고자 한다.

2. 화학공장에서 요구되는 안전관리는?

화학공장의 누출, 화재폭발 사고는 자주 발생하는 것은 아니며 또한 대형 화학사고가 갑자기 일어나는 것도 아니다. 인명 및 재산피해가 없는 작은 사고(이차사고)도 발생한다. 설비의 자동화를 통해서 안정적인 공정 운전과 철저한 안전관리를 통해 사고의 사전방지와 사고빈도를 줄일 수도 있다. 그러나 화학공장에는 많은 위험요인이 존재하며 이러한 위험요인은 사고의 주된 원인이 된다. 사고는 위험요인이 쉽게 보



이지 않기 때문에 발생한다. 실제로 사업장의 노동자가 평생 근무하면서 사고를 당하거나 경험할 가능성은 생각보다 높지 않다. 각 사업장이 보유하고 있는 사고사례나 관련 정보는 그다지 많지 않으며 사업장이 가지고 있는 안전정보를 활용해 사고예방교육을 한다고 해도 위험요인을 체계적으로 교육하기는 쉽지 않다.

화학공장의 많은 사고사례를 분석해 보면, 화학공장에 존재하는 주된 위험요인은 화학물질의 위험성, 설비, 사람(노동자)의 3가지로 분류된다. 화학공장에는 화학물질이 필수불가결하게 사용되고 있는데 화학물질의 위험성을 정확히 알지 못해 안전대책이 생략돼 사고로 이어진 사례가 매우 많다. 또한 장치의 고장이 발생하거나 불충분 또는 미설치된 안전설비에 의해 사고가 나는 경우도 있다. 그리고 작업자의 판단이나 조작이 잘못돼 사고가 일어나기도 한다. 위험요인을 알지 못한 상태에서 안전관리를 수립하는 것은 불가능하며, 위험요인을 경험에서 배울 수 있는 것도 아니다. 과거의 사고 사례로부터 체계적으로 배울 수밖에 없지만 동일 공정이라도 원인이 다양하므로 사고 내용을 아는 것만으로는 의미가 없다. 사고사례 수집을 통해 위험요인을 종류에 따라 분류하고 정리해 각 사고로부터의 사고교훈을 안전관리에 반영하는 것이 필요하다.

화학공장의 사고를 사전에 방지하기 위한 안전관리를 효율적으로 수행하기 위해서는 먼저 화학플랜트를 설계 및 안전성 평가를 실시하고 정상운전과 함께 점검 및 수리 체계 수

립과 개선 및 개조 등의 작업실시를 작업자에 대한 교육훈련과 병행해 실시하는 일련의 작업흐름으로 수립하는 것이 중요하다. 화학공장은 비용 절감이나 생산 효율을 향상시키기 위해 원자재와 생산 공정의 변화가 요구되기도 하며 사업장의 조직 변경이나 인사이동에 따라 작업자나 관리자가 변경될 수도 있다. 이와 같이 화학공정은 시간과 함께 용도에 따라 변화가 요구되는데 여기에는 변경관리라고 하는 새로운 안전관리가 필요하다. 변경관리의 3가지 중요 요소는 설계관리, 안전성평가, 운전관리다. 사고를 방지하기 위한 최초의 안전대책은 설계로서, 설계관리가 중요한 이유다. 설계자가 미처 고려하지 못한 위험요소를 검토하기 위한 수단이 안전성평가이며, 또한 설비의 지속적인 안전성 확보를 위해서 운전관리가 담보돼야 한다. 그 밖에도 운전관리와 함께 중요한 시설관리도 필요하며, 이는 시설의 유지 관리와 점검 등의 관리 소홀에 의해 장치 고장으로 사고가 일어날 수 있기 때문이다. 비정상작업 중에는 여러 가지 설비나 작업장의 공사가 필요할 수 있으므로 관련된 사고에 관심을 가져야 하며, 작업자에 대한 안전교육 등도 관리의 중요한 요소가 된다.

3. 화학공장 안전관리의 문제점은 무엇인가

사고예방의 최초 단계는 설계기준이다. 얼마나 많은 안전요소를 고려했는가에 따라 사고발생 확률은 크게 달라진다. 대부분의 설계기준을 보면 기준에 대한 결론은 있지만 그러한 결론이 얻어진 원인에 대한 과거 유사사고사례와 운전 미스 등의 교훈에 관련된 안전정보가 설계기준에 제대로 명문화돼 있지 않은 경우가 많다. 이러한 정보가 반영되지 않으면 본질적인 안전설계는 어려울 수밖에 없다.

화학공장에서 많이 발생하는 사고원인 중에서는 반응폭주 반응이 있다. 화학공정에서 발열반응의 냉각 실패는 화재폭발로 이어질 수 있는 치명적인 사고 요인이 된다. 화학공정의 설계 시에 어느 정도 예상이 되는 기계적 강도 설계와는 달리 발열반응에 대한 안전율은 취급 화학물질의 종류나 사용조건에 따라 달라질 수 있기 때문에 예측이 쉽지 않으므로 과거 사고사례의 문제점과 교훈 등의 안전정보를

충분히 반영해 설계하는 것이 사고예방을 위해 중요하다. 따라서 공정설계 시 발열에 대한 냉각능력을 안전을 관점에서 위험성평가를 통해 화학설비나 공정의 재검토를 하는 것도 중요하다.

화학사고는 주로 시운전, 공정의 문제발생 해결을 위한 비정상작업(비일상작업) 시에 많이 일어나고 있다. 정상작업 시에는 비교적 안정된 운전 상태이며 운전관리에 관해서는 대부분의 사업장에서 운전관리 체제가 정비돼 있으므로 사고위험성이 상대적으로 낮다. 그러므로 운전관리의 기본은 체계적인 운전매뉴얼이며 정상운전 및 긴급시 등의 비정상운전 시에 모두 대응할 수 있어야 한다. 그러나 비정상작업을 고려한 운전매뉴얼은 대부분의 사업장에서 부족한 것이 현실이다. 다양한 위험요인을 가정해야 하고 비정상작업의 경험도 적기 때문에 쉽지는 않지만 최근에는 비정상작업 중의 화재폭발사고도 증가하고 있기 때문에 이에 대한 예방대책이 요구된다. 또한 공정변경에 따라 운전관리의 기본이 되는 운전매뉴얼의 충실한 안전정보는 사고예방의 기본이 된다는 점에서 중요하다.

4. 맺음말

대부분의 화학공장에서는 사고발생 빈도는 높지 않으며 오랫동안 중대한 사고발생 경험이 없었을 가능성도 높다. 따라서 사고경험이 적은 사업장에서는 사고 위험에 대한 인식이 감소하기 쉽다. 최근에는 사업장의 안전관리에 있어서 리스크 관리라는 개념이 많이 사용되고 있는데 발생 빈도가 낮더라도 사고가 일어날 확률이 없다는 의미는 아니며 사고통계를 보더라도 사고는 일정 확률로 반드시 일어나고 있다. 본 고에서는 화학공장의 사고예방에 필요한 안전관리에 있어서 문제가 될 수 있는 요인과 문제점에 대해서 몇가지 살펴봤다. 산업환경의 변화에 따른 조직체계, 미지의 위험성을 가지는 화학물질의 사용 등의 안전 환경은 급격히 변화하고 있는 반면에 국내 사업장의 안전에 대한 체계 및 대응 방법에는 개선점이 없는지에 대한 성찰이 요구되고 있다. 