# 미국 OPS의 가스·유류 배관 안전관리 동향

## 1. 개요

미국 배관안전사무국(Office of Pipeline Safety, OPS)은 1968년 천연가스배관안전법(Natural Gas Pipeline Safety Act)이 의회를 통과함에 따라 설립되었다. 현재는 미국 운수성(Department of Transportation, DOT) 산하 연구 및 특정프로그램 관리국(Research and Safety Programs Administration, RSPA)의 각종 규제 프로그램 중 배관안전에 관한 사항을 담당한다. 즉, 배관을 이용한 천연가스, 석유류, 위험물질의 수송에 대한 안전을 확보하기 위한 활동을 한다. OPS의 주요활동은 배관안전규정(기준)을 개발하고, 배관 및 부속시설의 설계, 시공, 시험, 유지관리, 응급조치에 관한 안전을 확보하기 위한 위험관리기법을 개발한다.

OPS는 미국내 1,600천mile의 액화천연가스(Liquefied Natural Gas)배관과 155천mile의 위험유체배관을 관할한다. 가스 및 액체의 인수, 수송, 공급에 종사하는 사람은 3천명이상이다. 현재 OPS의 인력은 약 70명 정도로 절반은 본부에 나머지 절반은 5개의 지방사무소에 종사하며, 법으로부터 위임받은 사항의 수행에 대한 권한과 집행 책임을 진다.

OPS의 재정은 사용자 부담금으로 충당된다. 즉, 2001년 기준으로 천연가스배관 마일당 $84.57, 위험액체배관 마일당 $73.83이 부과된다. 이러한 재정을 토대로 OPS는 각종 배관안전프로그램과 관련된 연구, 교육훈련 등을 활발하게 지원하고 있다. 2001년 기준으로 OPS의 전체 예산은 4천7백만달러이다.

최근 OPS가 이룬 괄목할 만한 성과는 다음과 같다.

- ○ 배관의 위험관리 프로그램 개발
  - - 배관위험관리데모프로그램을 개발하였으며, 배관특성에 맞는 위험확인, 위험관리, 위험 및 환경모니터링 절차서로서 12개의 배관운영회사에서 이를 받아들여 위험평가를 수행하였다.
- ○ 국가 배관망 매핑시스템(National Pipeline Mapping System, NPMS) 구축
  - - NPMS는 지리정보시스템(Geographic Information System, GIS) DB에 천연가스 및 위험액체 배관의 위치를 포함시키는 작업으로, 배관관리자의 자발적인 참여로 구축되었다.
- ○ 지하 매설배관 손상방지 시스템(소위 One-Call System) 구축
  - - One-Call System은 굴착작업자가 One-Call Center에 한번의 문의로 지하 매설물의 상황을 알 수 있도록 하는 방법으로 지하시설물의 보호를 위한 매우 효과적인 방법으로 인정받았다.
- ○ 건전성 평가프로그램
  - - 누출사고에 따른 주변 환경피해 영향이 매우 큰 지역에 위치한 위험액체배관에 대해 특별히 강화된 위험관리 프로그램이다. 특히, 주변 동식물 등 환경에 미치는 영향이 강조된다.

## 2. 주요 활동

### □ 연방 배관안전규정 개발

연방 배관안전규정은 천연가스, 위험액체 배관 및 부대시설의 설계, 시공, 검사, 시험, 운전 및 유지관리 전방에 있어 안전을 확보토록 하고 있으며, 이러한 배관안전프로그램의 통제에 필요한 요건들을 설정하고 있다. 또한, 종업원이 마약 또는 술을 복용하지 않은 상태를 유지할 것과 육상 액체배관에 대해서는 비상조치계획을 수립할 것 등을 요구한다.

OPS는 주요 배관사고에 대해 규정위반이 없는 지, 규정의 개정이나 부가되어야 할 것이 없는지 결정하기 위해 조사한다. 규정의 개정은 업계의 이해 당사자와 공동의 합의에 의해 이루어진다.

**□ 건정성관리를 위한 규칙 제정**

OPS는 특별히 인구밀도가 높은 지역, 상업적 선박의 이동이 잦은 수로, 환경오염에 취약한 지역에서의 배관 건전성을 입증하도록 규칙을 제정하려 하고 있다. 이를 위해 1999년에는 건정성 관리프로그램을 운영중인 운전자와 회의를 개최하기도 하였다. 위험관리의 기본 개념은 OPS와 배관운영회사를 중심으로 제안되었고 관계되는 다양한 활동들이 최근 몇 년간 수행되었다.

이러한 규칙 제정과정에는 정부와 업계 양자의 생각, 요구, 이해관계 등이 고려되었다. 이를 위해 1995년에 정부와 업계 공동으로 위험관리 프로그램 표준을 제정하기 위한 팀을 구성하여, 위험관리 프로그램의 기본적인 구성요소를 문서화하여, 1996년에 Risk Management Program Standard를 제정하였다. 또한 이 프로그램의 효과적인 적용을 위해 시범사업을 실시하여 효과를 측정하고 있다. 이러한 시범사업을 토대로 연방정부는 2001년 초에 액체수송배관에 대한 위험평가를 의무화하였다.

**□ 국가 배관망 매핑시스템(Nation Pipeline Mapping System) 구축**

1996년 발효된 배관안전 및 상호협력법(Accountable Pipeline Safety and Partnership Act)에서는 배관관리자가 배관이 위치한 자치단체의 규제기관에 그들의 시설에 대한 지도(Map)를 제공하도록 요구하고 있다. 또한, OPS는 오염취약지역, 높은 인구밀도지역에 위치한 배관의 운영자가 유지 관리하는 지도정보가 표준규정에 적합한지를 확인한다. OPS는 배관사업자에게 과도한 부담을 주지 않도록 하기 위해 정부와 업계 공동으로 도면품질팀(Pipeline Mapping Quality Team, MQATI)을 구성하였다. MQATI는 국가 배관망 매핑시스템의 기본전략을 수립하고 각 주와 정부차원의 도면관리에 대한 표준을 마련하였다.

**□ 유류오염방지법(Oil Pollution Act, OPA) 추진**

미국내 액체 수송배관은 약 155천mile에 이른다. 1990년 제정된 유류오염방지법은 위험한 유류로부터 안전을 확보하기 위해 배관의 설계, 시공, 운전, 유지관리, 긴급조치에 대해 규제한다. 즉, 이 법은 유류의 누출을 줄여 인명과 환경을 보호하고 누출에 대한 책임을 강화하는데 목적이 있다. 유류저장탱크 운영자가 미국 환경부(Environmental Protection Agency, EPA)의 환경정책에 따르도록 요구되는 것과 마찬가지로 유류배관 관리자는 OPS의 시설조치계획(Facility Response Plans, FRP's)을 따르도록 되어 있다. OPS는 배관사업자의 비상조치계획 즉, 조치방법, 사고시 명령체계, 지역내 비상조치계획과의 연계에 대해 검토한다.

OPS는 환경부(EPA) 소속의 국가대책팀(Nation Response Team)과 7개의 지역 대책팀 그리고 해안경비대(Coast Guard)와 함께 국가비상조치계획을 수립하는 업무도 담당한다.

### □ 특별보호지역(Unusually Sensitive Areas, USA) 설정

OPS에서 말하는 USA는 위험한 액체배관으로부터 누출이 발생했을 경우 환경손상이 특별히 우려되는 지역으로 표현될 수 있는데 이러한 지역에 위치한 배관을 분류하는 방법을 설정하고 특별히 이 지역에 대한 방재활동을 강화하고 있다.

USA로 지정되면 배관관리자는 누출시 배관 주변지역에 가해질 위해를 예측하기 위해 위험평가를 실시한다. 위험평가에는 때로는 동물자원 또는 해양 생물자원과 식수자원 등을 보호할 책임이 있는 정부기관의 자문을 포함해야 한다. 따라서, USA내에 있는 배관에 대해서는 누출방지를 위한 부가적인 사고방지 및 감시활동을 수행해야한다. 이러한 목적으로 최근 OPS는 사고영향이 큰 지역에서의 방재강화 규칙을 제안했다.

1999년 OPS 연방규정에 "Notice of Proposed Rulemaking for USA's"를 제안했다. 여기에 제안된 규정에는 USA를 상수원 보호구역, 생태 보호구역으로 정의하였다. 후속조치로 미국석유협회(American Petroleum Institute, API)에서 보호지역 설정을 위해 예비 실험을 실시한 결과 미국내 액체수송배관의 약 46%가 보호구역내에 있다고 분류하였다. 이 결과에 대해 배관운전자들에게 이해시키는 게 현재의 이슈이다.

### □ 배관안전 데이터 분석

OPS는 규정의 개정, 적용, 교육훈련과 관련된 의사결정을 지원하기 위해 배관안전과 관련된 데이터를 수집, 분석, 평가한다. OPS는 가스 또는 위험한 액체의 수송배관에 대한 사고/안전관련 보고서의 수집과 배관운전자로부터 배관의 종류 및 길이정보에 대한 연간보고서를 수집하기 위한 보고체계를 유지하고 있다.

### □ 마약 및 음주 프로그램

가스, 위험액체, 이산화탄소 수송배관의 운전자, 계측장치의 주 운전자, LNG 시설의 운전자에 대해서는 마약 및 음주여부에 대한 테스트를 받아야 한다. 이는 DOT 규정 49 CFR 192, 193, 195에 따라 마약 및 술의 요용으로 인한 운전, 유지관리, 비상조치 기능을 수행하는 사람에게 적용되는 프로그램으로서 사고발생 후 또는 이유가 있다고 판단될 경우 수시로 행해진다.

### □ 교육훈련

OPS는 배관안전규정에 대한 이해를 필요로 하는 정부 및 업계에 종사자를 위한 훈련과정과  연방 및 주정부 검사원의 준수사항, 검사기법 및 절차에 대한 훈련을 지원한다. 이러한 훈련과정은 지역별 세미나와 DOT산하 운송안전연구원(Transportation Safety Institute, TSI)에서의 훈련이 있다. 아래에 2001년 TSI에 개설된 배관안전관련 훈련코스를 나타내었다.

○ 훈련코스 : 가스배관의 위험평가, LNG안전 및 검사기술, LNG안전기술 테스트, 배관재료 접합기술, 가스압력조정 및 과압방지, 배관안전규정 적용 및 준수 절차, 배관손상 조사기술, 위험액체배관시스템 위험평가, 가스배관운전자에 대한 규정준수 요구사항, 일반 배관안전 의식, 위험폐기물 운전과 비상조치, 위험액체배관, 노출 탱크의 위험평가, SCADA시스템 기술기초 및 운전, 배관내부검사(Pig 검사)프로그램, 배관망의 부식관리

○ 세미나 : 규정개정세미나, 소규모 가스 운전세미나, 규정 및 코드준수 세미나, 규정개정 및 소규모 가스 운전세미나, LNG운전 및 검사세미나, 규정개정 워크샵세미나, 위험액체배관세미나 등

**□ 연구개발**

OPS는 배관안전프로그램을 계획하고 평가하고 수행하는데 필요한 기술적인 기초기술 제공과 규제의 정당성을 뒷받침하기 위한 연구를 수행 또는 지원한다. 위에서 언급한 배관안전법과 유류오염방지법에 의한 환경보호구역 지정을 위한 연구가 그 예이다. 연구개발 예산은 2001년 기준으로 2백7십만달러이다. 현재 OPS의 지원으로 수행되고 있는 연구개발 과제는 아래와 같다.

○ 기계적 손상 및 응력부식파괴에 대한 배관내부 검사(In-Line Inspection, ILI) 기술

- OPS와 GTI(Gas Technology Institute)는 ILI 즉, 배관내부에 Pig를 삽입하여 결함부를 지속누출(Magnetic Flux Leakage, MFL)법을 이용해 탐측하는 최신 기술로 약 40개월 동안 약 3백억달러를 지원하였으며 현재도 진행중이다.

○ 배관 위치탐사 기술

- 배관사고 원인의 약 60%가 타공사 등의 외부적인 요인에 의해 발생함에 따라, 지하매설물을 탐측하는 기술을 개발하고 있으며 금속물에 적용된다. 현재는 알람기능을 갖춘 탐측장비를 개발중이다.

○ 배관안전 모니터링을 위한 공중 지하침투 레이더

- 지상침투 레이더를 이용해 지하 매설배관의 탐지하여 매핑하는 기술로서 누출탐지도 가능한 기술이다.

○ 공중 원격감지시스템을 이용한 배관의 환경적 위해 및 위험모델링

- 최근 센티미터 단위의 변형도 관측할 수 있는 합성반사경레이더간섭계(Synthetic Aperture Radar Interferometry)와 인공위성의 고해상도 영상을 결합하여 배관 주위의 정확한 환경적 위험 평가하는 기술

○ 배관의 접촉(충격)에 대한 실시간 모니터링

- 외부의 힘에 의한 손상을 받을 때 발생하는 특정 음향신호를 검출하여 원격지에서 손상을 실시간으로 탐지하는 기술