

# 송유관의 운영 및 관리

千 成 德  
 <유공 송유관 운영팀 과장>

## 1. 머리말

우리나라의 송유관 역사는 1970년 12월 주한미군이 한국내 미군용 유류의 공급을 위하여 포항→의정부간 건설한 TKP(Trans Korea Pipeline)가 그 효시라 할 수 있다.

당시 한국을 준전지로 간주하였기 때문에 해안에서 내륙지방(특히 군사분계선 근방)으로 적의 공습, 포격, 잠수함이나 기뢰에 의한 해상봉쇄에도 안전하게 작전지까지 전투물자(유류)를 수송할 수 있는 수송수단을 필요로 하게 되었다. 이에 가장 잘 부합되는 것이 지하매설 장거리 송유관으로 미군에 의해 건설되었으나 미군물량만으로는 운영이 불가능하

여 당사는 이와 연계하여 울산 CLX에서부터 대구저유소까지 당사 단독 송유관(YKP)을 '72년 6월 건설하여 당사 자체물량을 대구, 대전, 서울에 수송하기 시작하였다.

TKP 송유관은 포항→의정부간 건설되었으며, 제원은 다음과 같다. 포항→오산간 길이 354km 관경은 10인치이며, 오산→퇴계원간 길이 106km 관경은 8인치로 건설되었으며, '80년대초에는 퇴계원에서 의정부간 길이 14km 관경 6인치 송유관이 국방부에 의해 건설되어 미군에 양도되었다. 당사는 울산→대구간 길이 101km 관경 12인치 송유관을 대구에서 TKP 송유관과 연결하였다.

TKP 송유관은 유류를 양방향으로 송유할 수 있도록 설계되어 있어 전

방에 있는 유류를 유사시에는 후방으로 역수송이 가능하여 전, 후방간 유류 이관작전도 가능할 수 있도록 설계하였다.

## 2. 송유관 수송의 장점

송유관 수송의 가장 큰 잇점은 타 수송수단 보다 수송단가가 저렴하고, 안전한 석유제품 수송수단이며, 수송과정중에 우려되는 석유제품 오염도 방지할 수 있다.

송유관은 장거리 송유가능성 때문에 국토가 광활한 미국에서 특히 많이 설치되어 왔다. 미국에서 19세기 후반까지 200ℓ 들이 통나무통(숯통과 비슷함)에 석유를 담아서 마차로 수송했는데 처음에는 통의 용량대로



〈송유관 사업에 필수적인 저유시설〉

가득 채웠으나 수송중 통에서 계속 누유되어 최종 소비자에게 전해질 때에는 159ℓ 밖에 되지 않아 1배럴이 159.9ℓ가 되었다고 한다. (사실 여부 미확인)

2차 세계대전 당시 석유제품을 생산지인 남부에서 주소비지인 동부로 연안선으로 수송하였으나 독일 U-2로 불린 잠수함 공격에 의해 연안에서 불타버렸다고 한다. 이를 본 미국인들의 유류의 안전한 수송수단을 강구하게 되어 송유관건설이 본격화되었고, 이후 미국 전역에 송유관망이 건설되었다고 한다.

또한 송유관 수송은 유조화차, 유조자동차 보다 저렴하고 철도수송능력이 한계에 다달아 있는 현시점에서 철도는 여객수송에 치중하고 내

륙지방 석유제품의 안정적 공급을 가능하게 한다.

### 3. 운영 경험

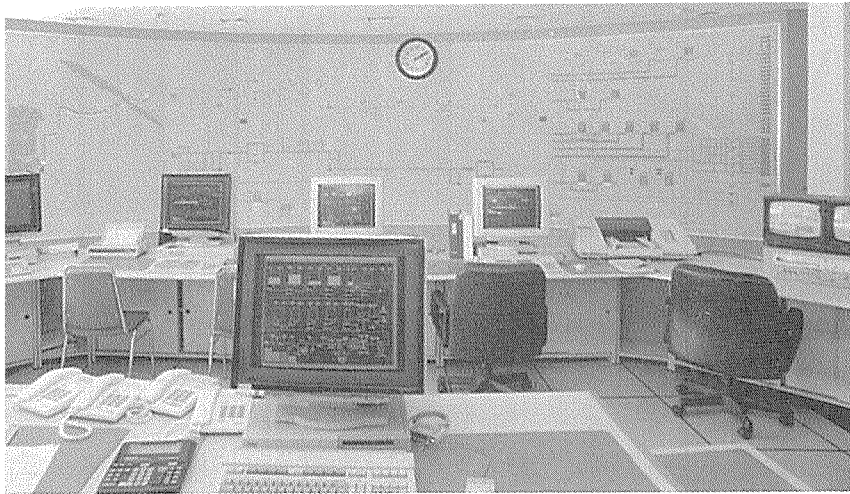
송유관 운영에는 크게 송유업무와 정비·보수 업무로 대별할 수 있다.

송유업무에는 중앙통제실을 갖추고 송유계획을 수립하여, 정유공장에서부터 시작하여 관로중간에 가압장을 설치하고 석유제품을 울산 정유공장에서 인도하여 목적지까지 송유하는(Pumping) 업무이다.

송유에는 중간저유소에서 기름을 뽑아서 수하하는 스트리핑(stripping)과 최종저유소에서 전량 공급받는 풀리시빙(Full receiving)으로 구분할 수 있다. 송유관상 중간가압장

에서 계속 가압하여 유체가 흐를 수 있는 운동에너지를 제공해주는 것이 중간가압장의 기능이다. 중간가압장에는 여러대의 원심펌프가 설치되어 있고, 가동펌프의 댓수에 따라서 필요한 만큼 송유량을 조절할 수 있다.

정비·보수는 가압장과 송유관 관리로 대별할 수 있다. 가압장 정비는 각종 기기들의 예방정비(Preventive maintenance)와 분해정비(Overhaul maintenance)가 있다. 송유관으로 정비는 송유관 부대시설인 이정표, 위험표시판의 관리와 전기방식 시설의 점검, 방식전위의 주기적 측정과 외부전원식으로 송유관 방식전위를 제공해 주는 정류기 점검들이다. 또한 관로의 주기적 순찰업무가 있는데 관로상의 제3자에 의한 관과



〈중앙통제실〉

열 사고를 방지하고 관파열사고시 누유량을 최소화하고 신속히 파열부위를 복구하는 업무가 중요한 기능이다.

### 가. 송유업무

송유관 운영은 송유계획수립(Scheduling)과 가압장을 가동하여 유체를 송유시키는 송유업무(Dispatching)가 있다.

송유계획수립은 각지역별 수요에 측에 의해 수요를 공급하기 위해 송유계획을 짜는 기능을 말한다. 월간, 주간 단위로 작성된 송유계획에 의하여 정유공장에서 제품이 송유관으로 연속적으로 인도되며, 이는 배치시퀀스(Batch sequence)에 의해 순서가 결정된다.

예를들면 경유에서 시작하여 중간에 등유를 완충제 또는 제품공급원으로 집어넣고 무연휘발유를 송유한

후 다시 등유가 완충제 역할로 들어가 다시 경유가 송유되는게 일반적인 송유제품 순서이다. 경유와 무연휘발유 사이에 등유가 들어가는 것은 등유성상이 보다 무연휘발유에 가깝기 때문에 제품품질의 저하를 최소화하기 위해서다.

송유업무는 송유계획에 의하여 유체를 수송하기 위해 각 가압소 가압펌프(Booster pump)를 가동하는 것을 말한다. 이를 위하여 모든 가압장을 원격조정이나 유선으로 통제할 수 있는 중앙통제실을 필요로 하고 모든 가압소의 송유반원들은 중앙통제센터의 지시에 절대적으로 따라주어 한치의 오차도 없어야 한다. 원심펌프는 낮은 흡입압력이 걸릴 때는 공동현상(cavitation)으로 진동이 발생하고 펌프 임펠러가 손상될 수 있고, 적절치 못하게 운영되었을 시 충격파(surge)가 발생해 순간적으로

과도한 압력이 발생하여 펌프나 배관을 파괴시킬 수 있기 때문에 운전에서 각별한 주의를 요한다.

또한 대부분의 주펌프구동원이 모타나 엔진이므로 가압펌프를 효율적으로 운영함에 따라 전력비나 연료비를 절감할 수 있어 운영원가에 큰 영향을 미칠 수 있다. 원활한 운영을 위해서는 중앙통제센터와 각 가압소간 통신수단이 중요한데 주로 유무선을 이용한 중앙통제시설(Scada)과 긴급 직통전화(Hot line)를 갖추고 있다.

송유관 내벽에 부착되어 있는 이물질 제거기 관내마찰손실을 저감시키고 제품과 제품사이를 이격시키기 위하여 송유구간마다 보통 월간 1~2회씩 제품사이에 대포 포탄 모양의 피그(Pig)를 주기적으로 발사한다. 이것을 관경이 바뀔때마다 받아내고 다시 제관경의 피그를 발사하여 다음 관경변화 지점에서 다시 받아내는 작업을 계속하여야 한다.

### 나. 정비·보수업무

가압장에는 가압펌프를 비롯하여 양을 관리하는 유량계, 비중을 측정하는 비중계, 온도를 측정하는 온도계, 송유제품에서 이물질(Practice matter)을 제거해 주는 멀티사이클론, 배관과 각종 밸브들로 구성되어 있다.

유량계의 정확성은 송유관 운영을 위하여 필수적이기 때문에 월 1회씩

주기적으로 검량기를 사용하여 검량하여야 한다. 장거리 송유관에는 정확도는 다소 떨어지지만 많은 유량을 측정할 수 있는 터빈미터(Turbine meter)가 사용된다.

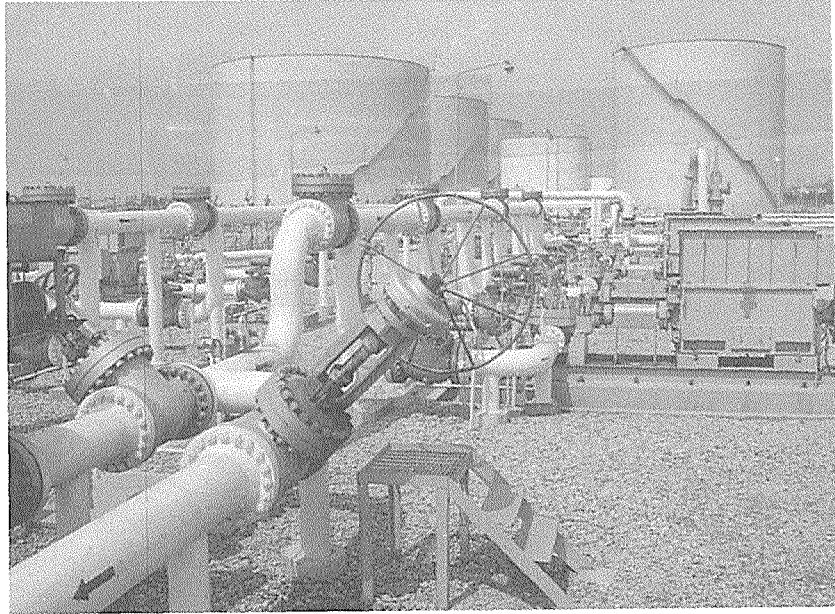
비중계와 온도계도 최소 1년에 2회 이상 검정하여 정확한 API 비중과 제품온도를 측정할 수 있어야 한다.

멀티사이클론은 송유제품중에 미세한 미립합작물을 원심력을 이용하여 유분중에서 제거한 후 가운데로 모이게 하는 것으로, 이것도 월 1회씩 청소를 해주어야 한다. 펌프와 각종 기기를 보호해 주기 위해 기기 전단에 설치되어 있는 스트레이너 철망에 침착되어 있는 이물질들을 분기 1회씩 주기적으로 청소해 주어야 한다.

가압장에는 대부분 가동개폐밸브(MOV)가 설치되어 원격조정이 가능하게 되어 있으며 MOV의 구동모타와 연결부위는 주기적으로 점검이 필요하다.

대부분 가압장에는 콘트롤판넬이 설치되어 있어 실내에서 원격조정 또는 마이크로프로세서에 의한 자동조절이 가능토록 되어 있다. 이 콘트롤판넬의 각종 지시계들도 연간 2회씩 검정이 필요하다.

송유관상에는 출발점에서 거리 1~2km마다 이정표가 표시되어 있어 송유관의 위치를 식별할 수 있고, 농경지나 인구밀집지에는 지역주민 계도를 위하여 위험표시판이 설치되어 있다. 지역주민들이 송유관로상이나



〈가압장 펌프시설〉

관로 부근에 중장비로 굴착을 할 때는 사전 연락이 요망된다.

송유관로상 일정거리 간격이나 큰 하천전후, 인구 밀집지역에는 유사시 송유중단하고 누유량을 최소화시키기 위하여 긴급차단밸브가 설치되어 있다.

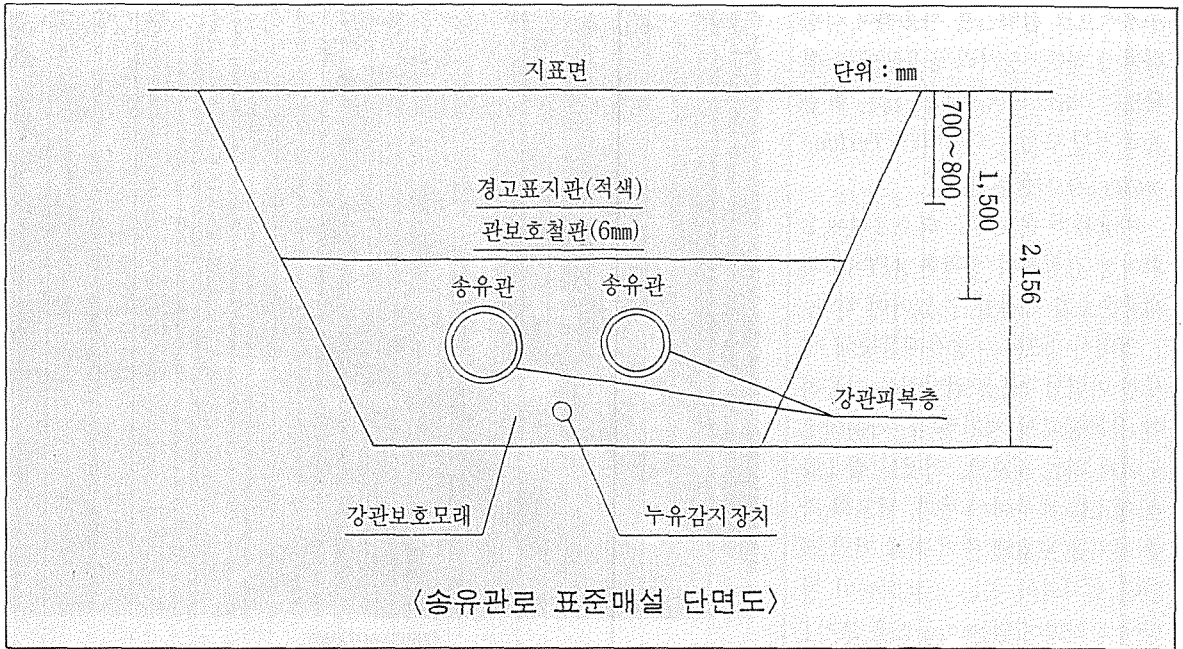
우기전 하천통과지점에 송유관 노출된 곳 확인과 노출시 간이보호제나 돌담태를 설치하여 노출된 송유관이 매립되도록 한다.

송유관은 토양에 묻혀 있기 때문에 부식이 우려되는데 송유관이 폴리에틸렌(PE) 피복이 되어 토양과 차단되어 있고 송유관에 전기방식시설을 설치한다. 사용하는 방식시설은 주로 외부전원식으로 정류기를 통해 송유관에  $\ominus$  전위를 공급해 주

어 철분자(Fe)에서 전자(e)가 빠져나와 산소와 결합하지 못하도록 하여 송유관의 부식을 막는다. 적정방식전위(-0.85~-3.0볼트)가 유지되는가 년 2회 확인해야 하고, 미달시 적절한 조치를 취해 보완해 주어야 한다.

#### 4. 송유관의 안전관리

송유관이 제3자에 의해 중장비 굴착시 파열되거나 자체 부식 또는 운영의 미숙으로 충격파에 의해 파열될 시 누유를 최소화하고 신속히 복구하기 위하여 당사는 관파열시 긴급복구계획을 수립하여 실행하고 있으며 매년 2회씩 모의훈련을 실시하고 있다.



관파열사고시 긴급복구할 수 있는 5분대기조를 편성하고 인근 관공서, 소방서, 경찰서와 상호지원을 위한 비상연락체계를 갖추는 것이 필수적이다. 비상시 신속한 업무체계를 위하여 각 개인별로 업무를 부여하고 숙지토록 하여 유사시 우왕좌왕하지 않고 지시가 없이도 자신의 업무를 수행토록 하였으며, 매년 2회씩 일정정보없이 가상상황을 설정하여 비상훈련을 실시하고 있다. 또한 관파열사고시 여러가지 특수자재가 소요되는데 평상시 장비의 정비와 필요한 수리장비와 수리 부품들을 지정 장소에 보관시켜 놓고 유사시 즉시 출동이 가능하도록 관리하고 있다.

산업화에 따라 증가하는 유류수요를 공급하기 위해 가장 공해가 적고

수송단가가 저렴한 송유관이 필수불가결하며 비록 송유관이 고압으로 가연성유체를 수송하지만 적절히 관리가 되면 생활필수품을 수송해주는 친근한 이웃이 될 수 있다. 송유관로 중 일부는 대도시 인구밀집지역 통과가 불가피하므로 인근에 송유관 통과지점은 증장비로 굴착을 금지하고, 관로주변에 굴착시는 반드시 위험표시판의 연락처로 사전에 연락하여 현장확인을 하여야만 송유관 파열사고를 미연에 방지할 수 있다. 송유관의 안전을 위해서는 관로주변의 지역주민들의 절대적인 협조가 필요하며, 안전관리를 위하여 정비, 순찰, 경비업무는 전문성이 요구되므로 운영경험이 있는 전문업체에 용역을 주는 방안도 고려될 수 있다.

## 5. 맺는 말

대한 송유관공사가 설립된 지 5년 만에 전국 송유관 대전이남 부분 가동을 앞두고 있는 현시점에서 수송 규정 재정립이나, 송·저유요율 체계에 대한 이용사들과의 협의체계구축 등의 추가검토할 점이 있으나 계속 보완, 발전되리라고 믿으며 효율적, 경제적인 운영을 통한 국가적 차원에서 물류비용 절감을 위하여 그동안 송유관건설에 고군분투하신 대한송유관공사 전 임직원에게 감사드리며 향후 원활한 운영을 기대해 마지 않는다. ♣