

PNG용 가스배관의 필요특성 및 개발방향

김우식, 고영태

한국가스공사 연구개발원 배관연구센터

Review for PNG gas pipeline material and construction

Woo-sik Kim, Young-tai Kho
KOGAS Pipeline Research Center

1. 서론

천연가스의 공급에 사용되는 배관은 사용압력이나 사용위치에 따라 여러 종류가 있으며 배관생산공정에서도 차이가 있다. 배관제작공정시 필요한 심용접과 건설현장에서 배관용접시 필요한 원주용접은 용접공정 자체가 다르며 배관의 종류에 따라 원주용접방안도 변화한다.

현재 동북아시아에서는 그림1과 같이 여러 나라를 통과하는 다양한 장거리 가스배관의 건설이 추진 중에 있으며, 중국내의 막대한 자체 가스배관 건설계획도 수립되어 시행되고 있다. 본 고에서는 가스배관재료 현황과 향후 PNG(Pipeline Natural Gas) 도입과 관련된 고강도 강관 개발 필요성에 대하여 알아보았다.

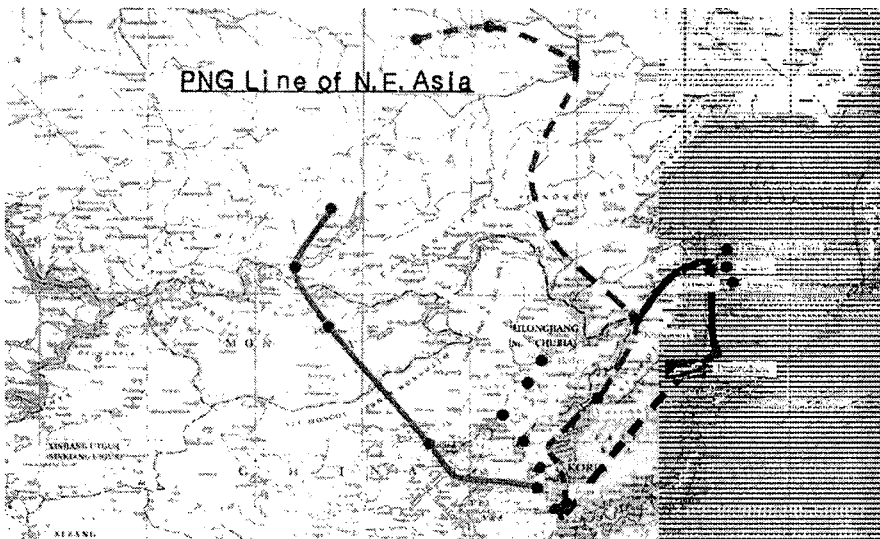


그림1. 동북아시아의 장거리 천연가스배관 건설 예상도

2. 세계각국의 API강재 사용방향

3.1. 국제동향

PNG에 의한 천연가스의 공급은 주로 유럽과 북미지역에서 이루어지고 있으며, 사용 배관은 대량 천연가스 수송을 위하여 API X65급에서 API X70, 80으로 변화되는 추세이다. API X80 강관은 일본의 新日本製鐵, 日本製鐵, 住友金屬.I.業, 川崎製鐵 및 독일의 Europipe, Manessmann과 같은 대형 제철소에서 제작되고 있다. API X80 배관은 1986년에 체코에서 직경 56인치, 두께 15.6mm배관이 시공되었으며, 캐나다에서는 42인치 배관이 1993년에 시공되어 운영하고 있다. 러시아의 Yamal 반도에서 서유럽으로 천연가스를 공급하기 위해 배관 외경 56인치, 수송압력 75bar로 대구경의 배관이 건설되고 있다.

고강도, 대구경 강관에 대한 용접시공은 일반적으로 사용되는 수용접공정 이외에 원주자동용접기를 사용하고 있다. 원주자동용접 방식은 크게 두 종류가 있는데, 첫째는 GTAW 방식으로 용접부의 품질은 우수하나 작업속도가 느리다. 두 번째는 GMAW 공정으로 작업속도가 빠르나 GTAW 공정에 비하여 용접부 품질이 약간 떨어진다. 국외 가스배관 건설은 고품질의 가스배관 용접을 수행할 수 있는 숙련된 용접사의 부족과 배관 대구경화에 따른 많은 용접시간의 필요 때문에 대부분 자동용접 시공을 하며, 대부분 GMAW 공정으로 시공되고 있다.

표 1은 API X65와 API X80 강관에 대한 건설비를 나타낸 것이다. 고강도 강관 사용으로 일정 공급압력 하에서 가스배관 두께를 감소시킬 수 있으며, 용접에 소요되는 시간이 단축되어 전체적인 공사비 절감이 가능하다. 표 1에 따르면 공사기간단축, 배관단가 감소, 용접단가 감소 등으로 약 7.5%의 전체 건설비 감소가 가능하다.

Table 1. Comparison of installation cost on the API X65 vs. API X80.

	API X65	API X80
Wall thickness, in.	1.25	1.0625
Lay rate, joint/day	150	177
Project duration	440	373
Pipe weight, ton	660, 220	561,200
Cost per ft , \$	164	154
Material cost, \$ million	433	406
Transportation, \$15/ton, \$ million	9.9	8.4
Weld consumable cost, \$ million	3.0	2.6
Welding cost, \$ million	4.1	3.6
Total cost, \$ million	516	477
Saving, \$ million	-	39

또한 직경 56인치의 배관에 대하여 API X70과 API X80으로 건설할 경우 초기 투자비는 비슷하나, API X80을 사용하여 고압으로 가스를 공급하면 약 30~35%의 가스 수송비 감소가 가능하다. 따라서 PNG를 도입하기 위해서는 고강도, 대구경 강관을 사용하여 배관을 건설하는 것이 시설투자비와 가스수송비용을 절감할 수 있다.

3.2. 국내동향

동북아 지역의 천연가스는 사할린연안의 4천억 m^3 , 사하(옛 야쿠츠크)지역에 9조6천억~13조 m^3 , 이르쿠츠크지역에 6천억~8천억 m^3 등 최대 56조 m^3 이 매장되어 있다. 한국가스공사에서는 러시아의 이르쿠츠크시의 코빅틴스크 가스전으로부터 천연가스를 도입하기 위하여 한국, 중국 및 러시아와 공동 프로젝트 수행을 위한 본 타당성 조사사업을 2001년 9월 현재 수행중에 있다. 또한 남북화해분위기에 따라 가스배관의 북한통과를 위한 협상도 아울러 진행중이다.

이르쿠츠크 배관노선 지역은 한랭지와 해저를 통과하고, 고압으로 대량 천연가스를 수송하기 위하여 기존 배관보다 저온인성이 우수한 재질이 사용되어야 한다. 국내 천연가스 주배관은 API X65 배관을 사용하고 있으나, 향후 건설될 PNG Line에 대해서는 API X80 또는 X100과 같은 고인성, 고강도 배관 사용이 검토되어야 한다. 극한지 천연가스 수송용 배관은 1990년초부터 포항제철(POSCO) 기술연구소에서 연구를 진행하고 있다. POSCO에서는 시베리아 천연가스개발 프로젝트에 대비하여 극저온 환경하에서 사용 가능한 API X70 후판재를 90년초에 개발하였으며, API X80에 대한 연구를 실험실적 규모로 진행하고 있다. 극한지에서 사용되는 강관은 강도요구 조건이외에 저온인성 향상에 중점을 두고 개발을 진행하고 있다.

고강도, 고인성 강관은 고청정성이 요구되기 때문에 개재물 구상화처리, 탈가스 처리, 연주 중심편석 경감처리, 가속냉각에 의한 TMCP 등의 공정이 필요하다. 대량 천연가스 수송용 강재는 다음 사항에 주안점을 두고 개발하고 있다.

- 수송능력제고 : 대구경 고압수송 \Rightarrow 고강도, 후유화
- 극한지 적용 : 저온인성 요구 \Rightarrow 열영향부 인성향상
- 부식환경적용 : 내 HIC(Hydrogen Induced Cracking) \Rightarrow 고청정강

그러나 API X70 이상 등급의 배관에 대한 심용접, 원주용접 공정에 대한 경험이나 기초 데이터가 부족한 상태이며, 수용접이나 자동용접에 적용시킬 용접봉도 아직 국내 생산이 안되고 있다. 국내에서 천연가스 배관을 조관하는 강관회사는 폭 240cm의 강관을 공급받아 Roll bending 공법으로 직경 30인치 배관을 SAW방법 조관하고 있으며, 24인치 이하는 ERW 방법으로 조관하고 있다. 국내 강관사의 Roll bending 설비로는 40인치 이상의 강관을 제작하는데 큰 무리가 없다. 국외 PNG Line 건설시 배관길이는 18m 정도이다. 국내배관길이는 6m와 12m가 기본으로, 배관 길이가 길어짐에 따라 현장 용접 공정이 감소되어 건설비 감소 및 공사기간 단축을 추구할 수 있다는 점에서 이에 대한 대처가 필요하다.

PNG Line의 현장 배관용접은 국내와는 다른 고강도 대구경 강관이 예상되며

로 현재 주배관 공사에 적용되는 용접공정과는 다른 새로운 공정이 필요하다. 또한 공사기간 단축을 위하여 자동용접공정도 검토되어야 하며, 시베리아 지역은 한랭지이므로 극한지에서 사용할 수 있는 피복용접봉개발도 추진되어야 한다. 방식 설계기준과 피복도 해저와 한냉지와 같은 장거리배관에서는 국내배관과 달라야 함은 분명한 사실로서 함께 개발되어야 할 기술이다.

3.3 기술개발 방향

극한지 천연가스배관 건설에 필요한 배관재료, 용접시공기술은 국내에서 확보하는데 최소 5년 이상이 소요될 것으로 예상된다. 이러한 배관관련 자체기술을 미확보할 때에는 다국간 프로젝트인 PNG배관 건설에 대해 외국과의 기술협이나 사업협상에서 불리한 여건을 자초하는 것이며, 국가차원에서 추진되는 대규모 기간산업 프로젝트에 소요되는 기반기술이 모두 해외에 종속되어 기술도입에 따른 외화낭비 우려된다. 이러한 현상은 이미 다른 국책사업에서 유사한 사례를 경험한 바 있다. 이를 위해 국가지원 하에 대형 프로젝트로 PNG 가스배관에 대한 아래와 같은 내용을 일괄적으로 개발할 필요가 있다.

- 대구경 고강도 강관용 재료 및 강관 개발
- 용접재료, 비파괴검사기기, 용접기 개발
- 배관피복재 및 방식설계기준 개발
- 고강도 대구경배관의 건설현장 용접공정 및 용접부 결함평가 기준
- PNG배관의 안전성, 파괴거동 및 피로특성 평가 방안

4. 요약

점차 가시화되고 있는 이루크츠크 가스도입 사업과 같은 장거리 가스배관에 사용될 배관은 현재 국내 가스배관과는 다른 종류가 될 가능성이 매우 높다. 이에 API X70 이상의 고강도 강재 개발부터 배관건설현장 용접 결함평가기준까지 다양한 분야의 기술개발이 필요하다. 이러한 기술개발은 어느 한 기관이 아닌 여러 관련업계가 함께 연구 및 제품개발에 참여하는 대형 과제로서 추진하는 것이 효과적이다.

5. 참고문헌

- 1) 산업자원부 중기거점 기획조사사업 보고서, “극한지 천연가스배관 재료 및 용접시공기술 개발”, 1999.7.
- 2) 대한금속학회 포항지부 제 8회 기술강습회 교재, “API강재의 용접성 보증기술”, (1999)
- 3) K. Asakura: Oil & Gas Journal, May 15 (2000) 74
- 4) N.Sanderson, R.Ohm, M.Jacobs: Oil & Gas Journal, May 15 (1999) 54
- 5) 신문보도자료: 매일경제신문(2000.9.8.), 한겨레신문(2001.9.17.)