천연가스처리 플랜트 현장용접의 품질 및 생산성 향상

오 동 원
현대건설기술연구소

1. 서 언

당사는 최근 카타르 인근해의 세계 최대의 천연가스 유전 하나를 두고 동시에 두 곳에서 천연가스처리시설을 발주 받아 공사를 수행 중에 있다. 한 공사는 QGPC(Quatar General Petroleum Corperation)에서 발주한 천연가스 액화처리시설을 건설하는 것이고, 한 공사는 프랑스의 TOTAL사가 발주한 것으로 이 가스유전의 반대편에 있는 이란에 천연가스 처리시설 공장을 건설하는 것이다. 본고에서는 이란에서의 현장 용접을 중심으로 천연가스 처리시설의 배관용접에 대하여 서술하고자 한다.

2. 용접품질 요구사항

2.1 용접부 내부식성 측면

처리전의 천연가스에는 황화수소 성분이 포함되어 있어 이로 인한 응력부식균열을 방지를 목적으로 배관재의 선정, 용접재의 선정, 그리고 용접시공 방법에 대한 사항들이 요구되고 있다. 배관재에 대한 HIC 및 SSCC요구, 탄소량의 제한 및 TMCP강재의 사용, 최대허용경도(HV 248), 용접재료의 Ni양 허용기준(최대 1%), 용접부의 비파괴검사 기준강화(특히 텅스텐 혼입) 등이 요구되어 배관재의 구입에서 시공에 이르기까지 조치가 취해졌다.

SSCC시험의 경우 PQ TEST의 공기 등을 고려하여 현장에서 LAB.을 운영하여 6개월에 걸쳐 시험하였다.

2.2 용접부 기계적성질 측면

사용된 배관재는 주로 API X-65 등급으로 인장강도 77 Ksi, 항복강도 65 Ksi가 요구된다. 이에 맞는 용접재료로 강도면에서 다소 부족한 감이 있으나 SMAW 및 GTAW의 경우 인장강도가 70 Ksi급인 용접봉이 선택되었고, FCAW의 경우 인장강도가 80 Ksi급이 선택되어 PQ TEST를 거쳐 사용되었다. 설계의 온도인 영하 30도에서 충격값 45 J이 용접부의 루트 및 중앙부에서 요구되어 용접재료 선정시 신중히 고려되었다. 또한 참고용으로 용접부에 대해 CTOD시험이 요구되었다.

3. 사용된 용접기법

3.1 GTAW

배관 초층용접에 사용되었으며, 사용된 용접봉은 ER70S-3이 사용되었다.

3.2 SMAW

GTAW으로 초층용접을 2 패스한후 잔충에 사용되었으며, 사용된 용접봉은 E7016-G였다.

3.3 FCAW

SMAW의 대체 용접으로 수평고정관의 용접에 일부 적용되었으며, 터닝롤을 이용한 회전관의 용접에 주로 사용되었다.

4. 용접품질 문제점 및 향상 예

4.1 텅스텐 혼입

GTAW으로 초층용접시 주로 발생하였으며, RT결함의 대부분을 차지하였다. 텅스텐 혼입의

허용된 크기가 타공사에 비해 매우 엄격하여 결함 발생이 높았으며, 이에 대한 대책으로 고주파 발생장치가 미부착된 용접기에 별도의 장치를 준비하였다.

4.2 기공

여름철에 습도가 90% 이상으로 매우 높아 SMAW 사용시 용접봉의 흡습으로 인한 기공이 발생되었다. 또한 현장 용접의 불충분한 방풍시설로 인한 GTAW 사용시 기공이 발생하기도 하였다. 충분한 용접봉 건조 및 방풍시설 설치로 발생율을 줄일 수 있었다.

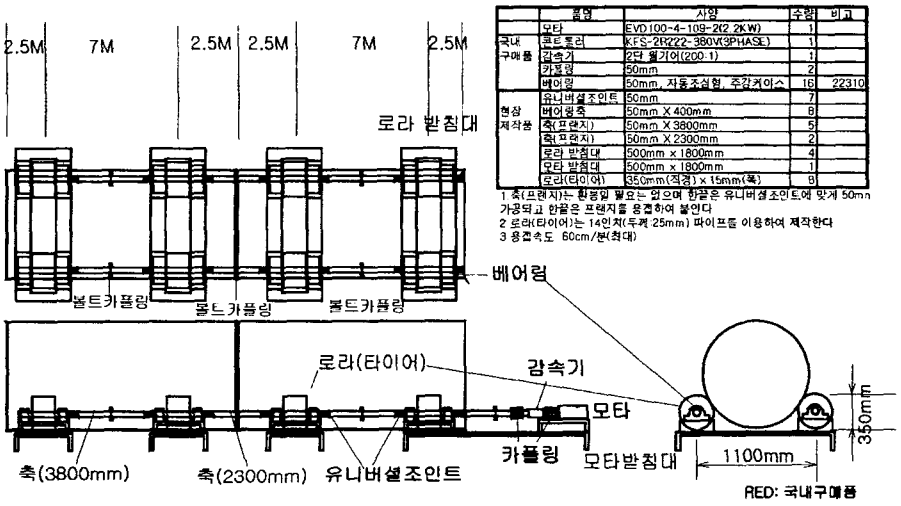
5. 용접생산성 향상 예

5.1 터닝롤 및 FCAW를 이용한 DOUBLE JOINING

12M의 파이프 2개를 미리 용접하여 공기를 단축하고자 하였으며, 생산성 향상을 위해 터닝롤을 현장에서 제작하여 사용하였다. 용접방법은 용접사가 1G 자세로 반자동용접을 사용하였다.

그림 1에는 터닝롤의 개략도가 그림 2에는 SMAW에 대비한 생산성향상 효과를 나타내었다.

SLUG CATCHER용 터닝롤 개략도



	품명	사양	수량	비고
국내구매품	모타	EVD100-4-109-2(2.2KW)	1	
	콘트롤러	KFS-2R222-380V(3PHASE)	1	
	감속기	2단 헬기어(200:1)	1	
	카플링	50mm	2	
	베어링	50mm, 자동조심형, 주강케이스	16	22310
현장제작품	유니버셜조인트	50mm	7	
	베어링축	50mm X 400mm	8	
	축(프랜지)	50mm X 3800mm	5	
	축(프랜지)	50mm X 2300mm	2	
	로라 받침대	500mm x 1800mm	4	
	모타 받침대	500mm x 1800mm	1	
	로라(타이어)	350mm(직경) x 15mm(폭)	8	

1 축(프랜지)는 환봉일 필요는 없으며 한끝은 유니버셜 조인트에 맞게 50mm 가공되고 한끝은 프랜지를 용접하여 붙인다
2 로라(타이어)는 14인치(두께 25mm) 파이프를 이용하여 제작한다
3 용접속도 60cm/분(최대)

그림 1. 터닝롤의 개략도

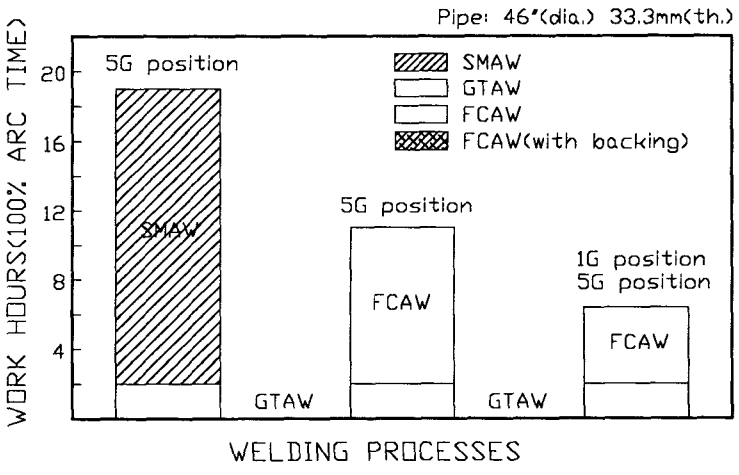


그림 2. 기법별 생산성 기교

5.2 자동파이프 용접 적용

배관공장에 2대의 자동용접장비가 설치되었으며, 파이프와 엘보우, 티 등의 피팅류의 용접에 사용되었다. 용접방법은 FCAW가 사용되었으며, 초층용접은 수동 GTAW가 사용되었다.

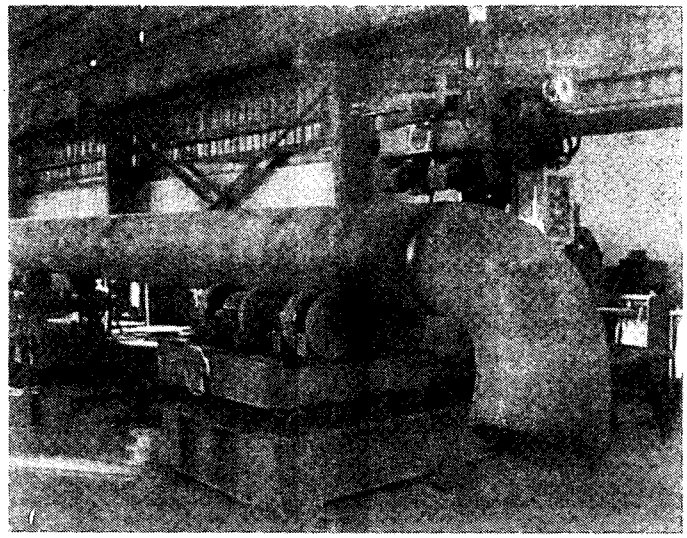


그림 3. 자동파이프 용접 적용 사진

6. 결 론

GTAW 및 SMAW의 기법이 보편화되어 있는 플랜트 해외현장에 국내에서는 처음으로 FCAW 기법이 반자동 및 자동용접의 형태로 성공적으로 적용되었으며, 향후 생산성향상을 위해 현지의 FCAW 반자동용접사의 교육 및 자동용접 장비의 개발 및 투자 등이 더욱더 준비되어야 할 것으로 생각된다. 또한 파이프 라인에서 사용되고 있는 수평고정관의 자동용접 기법을 가스처리시설 공장에도 적용할 수 있도록 더욱 연구개발이 필요하다고 할 수 있다.