

탄중 프리옥 탱크 터미널 프로젝트

글 | 김홍민 | 플랜트공사부 사원 || 전화 : 02-3433-7298 || E-mail : khm8010@ssyenc.com

1 서론

당 현장은 인도네시아 정부가 외자유치 및 민간개방으로 시작된 첫 Petroleum Tank 분야의 Project로서, 제품류 비축을 위한 저장 탱크시설, 육해상 입·출하설비 및 송유관로 등을 설치하는 Tank Terminal 공사현장이다.

해양 선박지역에서 육상 탱크시설까지 송유관 3 Lines(Diesel 1 Line, Gasoline 2 Lines)을 형성하여 Diesel 저장탱크(7기 / 약 86만 배럴)와 Gasoline 저장탱크(10기 / 약 72만 배럴)로 구성되어 있다. 또한 출하시설 부근에 관리동을 신축하여 공정제어뿐 아니라 Tank Terminal의 모든 구역을 통제, 관리 및 비상시 신속히 대처할 수 있도록 구축되어 있다. 이번 기고에서는 현장에서 시공법으로 사용된 DRT(Dome Roof Tank) 방식과 Roof Air Raising 방식의 특징에 대해 기술하고자 한다.

2 공사 개요

(1) 위치 : Tanjung Priok, Jakarta Utara, Indonesia

(2) 공사기간 : 2007년 12월 ~ 2010년 2월(27개월)

(3) 제품류 저장탱크

〈표 1〉 탱크 구성

구분	제원(Dia x Height)	수량(기)	용량(bb)
Gasoline Tank	22,19 x 25 mtr	5	286,186
	27,2 x 25 mtr	5	430,852
Diesel Tank	35,1 x 25 mtr	3	430,223
	30,4 x 25 mtr	4	430,223

(4) 입출하 송유관

① Gasoline : 총 길이 약 5,99km의 2 Lines

② Diesel : 총 길이 약 4,04km의 1 Line

(5) 해상 선박시설

① Marine Loading Arm(12" -1500m³/hr x 3대)

② Gangway Tower(15ton x 1대)

③ Fire Pump(850m³/hr x 3대)

(6) 육상 입·출하 시설

① Product Pump(300m³/hr x 12대)

② Additive Vessel(25m³ x 9기)

③ Truck Loading Arm(4" -150m³/hr x 34대)

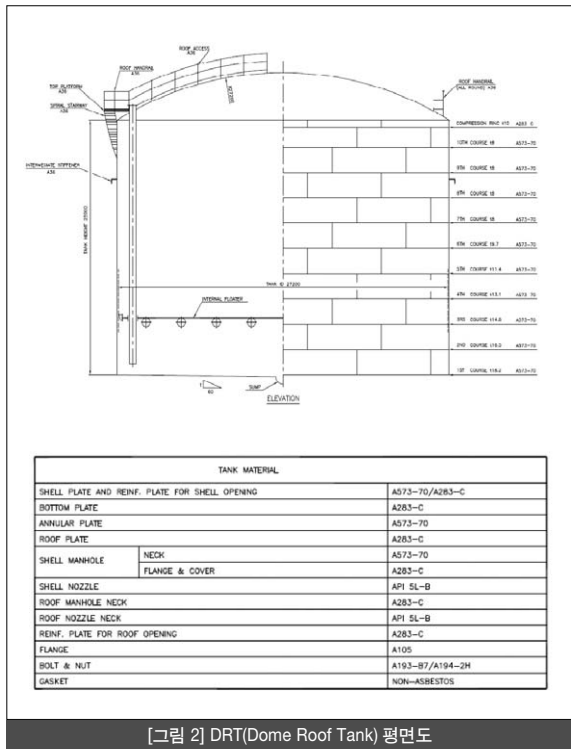
④ Admin building 1동



[그림 1] 탄중 프리옥 탱크 터미널 현장 전경

3 DRT 및 Air Raising 시공순서

당 현장 DRT(Dome Roof Tank)는 총 5,838ton의 철판 및 강재류가 사용되었고 바닥판 및 지붕판은 A283 Gr.C 재질의 철판이 사용되었으며 측면판은 A573-70 철판이 사용되었다. 탱크의 소화설비로 각각의 탱크마다 3~4개의 Foam Chamber 및 Water Spray Pipe를 설치하였고 외력에 견디기 위해 Wind Girder를 설치하였다. 지붕판에는 탱크 안의 유량을 측정할 수 있는 Level Gauge를 설치하였고, 제품류 입·출하 시에 탱크보호를 위해 기당 2개의 8"PV(Pressure Vacuum)Vent를 설치하였다. 또한 휘발성이 강한 Gasoline 10기의 저장탱크에 대해서는 Diesel 저장탱크와는 달리 Dome Roof 안에 추가로 Aluminum Roof를 설치하는 IFR(Internal Floating roof) System을 적용하였다. 현장에서 사용된 시공법인 DRT(Dome Roof Tank) 방식과 Roof Air Raising 방식에 대해 기술하겠다.



[그림 2] DRT(Dome Roof Tank) 평면도

(1) 탱크 기초 Pile work

탱크 기초, Utility시설, 입·출하시설, 관리동 등 전 현장에 사용된 Pile 물량은 다음과 같다.

- ① Dia 500 x 2,965 points
- ② Dia 300 x 463 points



[그림 3] Piling Work

(2) 탱크 기초 콘크리트 및 아스팔트 포설

C40(약 400kg/cm²) 강도의 콘크리트를 이용하여 탱크 기초를 만들고 탱크 중심에서 원주방향으로 1/60의 구배(Slope)를 주면서 아스팔트를 포설한다.



[그림 4] 탱크 기초 콘크리트 포설



[그림 5] 아스팔트 포설

(3) 탱크 환형판 및 바닥판 설치

환형판(Annular Plate)을 탱크 기초의 가장자리의 Degree 0도에서부터 먼저 깔고 바닥판(Bottom Plate)은 탱크 중심에서 시작하여 원주 방향으로 배열한다. 용접하기 전에 탱크 기초의 중심부에서 환형판의 끝부분까지의 거리를 재면서 진원을 만들어준다.



[그림 6] 환형판(Annular Plate) 배열



[그림 7] 진원도 확인(Roundness)

환형판(Annular Plate)은 용접 전 Jig, Pin, Key Plate 등을 사용하여 Fit-up을 하고 난 다음 용접을 실시한다. 용접 후 API Standard Code에 따라 최소 용접 Joint 수의 50% 이상을 방사선 투과법(Radiography Test)을 실시하여 결함 여부를 판단하고 1단 측판이 설치되는 부분에는 평편하게 Grinding을 해준다.



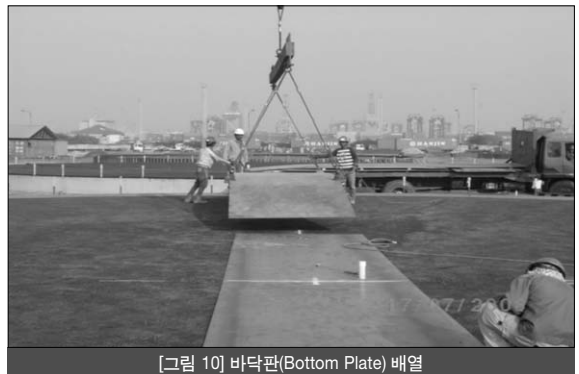
[그림 8] 환형판 Fit-up



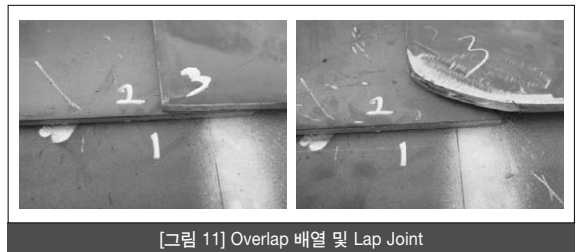
[그림 9] 환형판 용접

바닥판 배열 시 용접이 철판의 수축방지 및 작업의 용이성을 고려하여 2,3 Lap Joint에 대해 Overlap(최소 40mm에서 최대 50mm)이 되도록 설치하며 임시적으로 Tack Welding을 하여 고정을 시켜준다. 용접 시에는 Tack Welding한 부분은 Grinding 하고 철판의 수축을 최소화하기 위해 한 측면을 용접 후 하나 건너 병렬방향으로 용접한다.

겹침 부분 용접 시에는 바닥과 최대한 밀착을 위하여 Jig를 사용하여 고정시킨다. 바닥판의 용접 완료 후에는 Vacuum검사(기밀시험)를 통해 결함의 여부를 판단한다. 3겹침 부분은 가장 위쪽의 Plate의 모서리를 R=20mm 정도 절단하여 Lap Joint를 만들어 용접한다.



[그림 10] 바닥판(Bottom Plate) 배열



[그림 11] Overlap 배열 및 Lap Joint

(4) 측판 설치

설치 전에 측판이 설치 될 위치를 바닥판에 표시하고 Crane을 이용하여 설치한다. 용접 전 Fit-up 검사를 완료 후 용접 Car를 이용하여 측판에 걸어 내·외부 Vertical 용접을 실시한다. Vertical 용접 시 용접 열에 의한 수축, 휨 현상을 최대한 줄이기 위해 용접사를 균등하게 배치하고 예열된 용접봉을 이용하여 측판 하부에서 상부로 용접하는 상향식 방식을 따른다.



[그림 12] 1단 측판 설치



[그림 14] 2단 측판 설치



[그림 15] 수평자동용접



[그림 16] Corner용접



[그림 13] 수직 용접

각 단마다 철판 두께가 다르므로 1단 안쪽 면을 기준으로 수직을 맞춰 설치한다. 각 단마다 용접이 완료되면 수직, 수평도, RT(방사선투과법)와 Visual검사를 실시하여 결함 여부를 판단한다. 또한 탱크의 보호목적으로 Water Spray Pipe를 각각의 탱크마다 3~4개의 Foam Chamber를 설치하였고, 화재 시 소화기 역할을 하도록 Water Spray Pipe, 풍압의 피해를 최소화하는 Wind Girder를 설치하였다. Wind Girder 설치 완료 후 자분탐상법(Magnetic Particle Test)을 실시하여 결함 여부를 판단하였다.

1단의 Vertical 용접이 완료되면 수평, 수직도, 진원도를 검사하고 2단을 설치한다. 설치 전에 바닥판과 1단 측판 고정을 위해 Tack Welding을 Corner부분에 실시한다. 설치 시에 1단 측면 1/3지점에 2단 측판의 시작점을 Marking을 하고 2단 측면의 Vertical 하단에 일치시킨 다음 Channel, Jig, Pin등을 이용하여 임시적으로 고정을 시켜준다.

1단과 같은 방식으로 Vertical 용접을 실시하고 Horizontal 부분은 자동용접기를 사용하여 내·외부 Double 자동용접을 실시한다. 2~3단 설치 후에는 측면과 환형판의 Corner 내부용접을 실시하고 에 Test 후 바깥쪽 용접을 마무리한다.



[그림 17] Foam Chamber



[그림 18] Water Spray



[그림 19] Wind Girder



[그림 20] 자분탐상법

(5) 지붕판 지지대 및 지붕판 설치

① 지지대(Column) 설치

측판이 올라가는 도중에 탱크중심 부근에 지붕판 설치를 위한 지지대를 설치 한다. 이때 바닥판과 접촉이 되는 부위에는 Tack Welding을 해줌으로써 지지력 향상과 지붕판 설치 변형성을 대비한다. 지지대를 설치하고 난 후에는 수직도를 측정하여 지지대의 기울어짐이 없도록 한다.



[그림 21] 지지대(Column) 설치

② Rafter와 Girder 설치

지붕판의 뼈대 역할을 하는 Rafter와 Girder를 한 Set 단위로 제작하여 Crane을 이용하여 하나씩 뼈대를 형성해 간다. 설치 시에는 Jack 또는 Pin 등을 이용하여 도면에 명시된 진원률(1/30)을 유지시켜준다.



[그림 22] Rafter 및 Girder 설치

③ 지붕판 설치

Rafter와 Girder를 설치한 후 지붕판(Roof)이 설치될 위치를 Orientation에 맞게 정확하게 Marking한다. 설치 시에는 Jig를 이용하여 고정된 후 Tack Welding을 하여 임시적으로 고정시켜준다. 지붕판도 바닥판과 마찬가지로 최소 40mm에서 최대 50mm까지 겹치게 설치(Overlap)하고 철판의 수축을 최소화하기 위해 한 측면을 용접 후 하나 건너 병렬방향으로 용접한다.



[그림 23] 지붕판(Roof Plate) 설치

(6) Air Raising

Air Raising은 Tank 내부에 일정한 내부 압력을 만들어 지붕판이 상승하여 Compression Ring에 도달하여 용접할 수 있도록 하기 위한 방법이다.

① Compression Ring 설치 및 Sealing

Air Raising 하기 전에 최상단에 Compression Ring을 설치하고 공기 누출방지과 일정한 압력유지를 위해 측판(노즐, Manhole)과 하부의 지붕판 틈새를 메우는 Sealing 작업을 먼저 한다. 측면의 Opening Point(Manhole)는 Box를 설치하여 공기주입 시 내부 Sealing 상태를 확인할 수 있게 한다.



[그림 24] Compression ring



[그림 25] 내부 Sealing



[그림 26] Wiring



[그림 27] Box 설치

② Block, Manometer, Blower 설치

Double Block과 'A' Block을 설치하고 Wire를 걸어 Roof 상승 시 기울어짐이 없이 좌우 균등하게 Raising할 수 있게 한다. 내부에 0°, 90°, 180°, 270° 방향에 Level을 Marking 하고 올라오는 상태를 Check하도록 하고, 상하부에 각각 하나씩 기압계(Manometer)를 설치하여 내부의 압력 및 Blower 상태를 확인한다. Blower는 두 개가 1set가 되도록 Manhole에 설치를 하고 하나를 먼저 가동하고 비상시 다른 하나를 가동하도록 한다.



[그림 28] Block 설치



[그림 29] Level 표시



[그림 30] 기압계 설치



[그림 31] Blower 설치

③ Air Raising 과 지붕판 고정

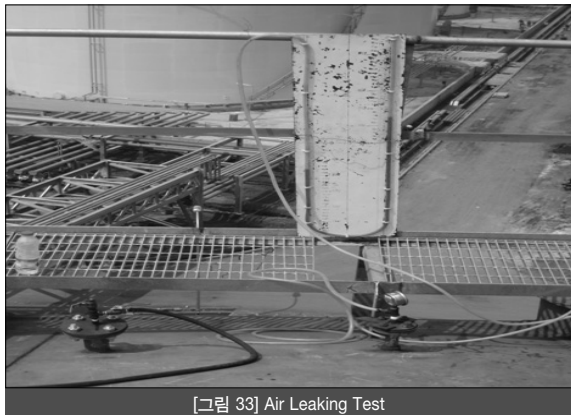
Roof가 설치될 위치에는 미리 작업자를 배치하고(1개조 : Welder, Fitter, Helper) 8~12개 조를 운용한다. Roof가 Compression Ring에 도달하게 되면 최소한 1 Pass 용접을 하고 Jig나 Strong Back을 이용하여 고정시킨다. 지붕판(Roof)이 고정이 될 때까지 Blower를 계속적으로 가동시켜 작업을 원활하고 안전하게 해준다.



[그림 32] Air Raising 및 지붕판 고정

④ Air Leaking Test

Air Raising전 탱크하단에서 Roof용접 완료 후에는 각종의 누출류를 설치 용접한다. 지붕판의 내·외부를 Sealing Welding 한 후 내부는 Visual 검사를 통해 결함 여부를 판단하고 외부는 Air Raising 후에 모든 용접과 충수시험을 완료한 후 공기를 주입하고 난 뒤 비눗물을 뿌려 용접부위에서의 누출 여부를 판단한다.



[그림 33] Air Leaking Test



[그림 33] Air Leaking Test

(7) Gasoline 저장탱크의 IFR(Internal Floating Roof)설치

휘발성이 강한 Gasoline 제품류 저장탱크 안에는 Air Raising과 수압검사를 수행한 후 내부에 알루미늄 재질의 IFR을 설치한다. Fixed Roof Tank 내부에 Pontoon을 이용(부력작용)한 또 하나의 부상 지붕을 설치하여 제품류와 외기를 차단함으로써 증발로 인한 제품의 손실을 방지하고 빗물 등의 외부 이물질 유입을 방지하여 저장물의 품질을 보존하고 Tank의 바닥판(Bottom) 부식을 방지하는 효과를 볼 수 있다.

IFR 상승 시에 좌우로 움직이는 것을 방지하기 위해 바닥판과 부상판에 Wire를 건다(Anti-Rotation 설치). IFR이 제품류의 입·출입 시에는 IFR이 부력에 의해 상하로 움직일 수 있도록 해준다.



[그림 34] IFR 설치



[그림 35] Pontoon 설치



[그림 36] Anti-Rotation

5 결론

1993년 Export Oriented Refinery Project-1(Balongan, Indonesia) 이후 14년 만에 인도네시아 Plant시장에 발을 다시 내디딘 Project로 새로운 도약이라는 점에서 의미가 남달랐다. 그리고 한국기업과 처음 일을 같이 해본다는 유럽 최대의 Oil-gas Tank Terminal Operator, Rooyal Vopak과 인도네시아 기업인 AKR Tbk에 진정한 쌍용의 모습을 보여 줌으로써 쌍용건설의 위상을 한 단계 높인 프로젝트였다.

서산비축기지, 평택지상탱크 Project 등에서 나온 탱크시공의 풍부한 경험과 노하우를 바탕으로 불철주야 노력한 현장팀과 본사, 지사의 긴밀한 협조가 준공이라는 큰 결실을 맺게 되었다. 밤낮을 가리지 않고 흘려온 땀방울은 결코 우리의 기대를 저버리지 않는다는 걸 일깨워준 모든 쌍용식구들에게 감사드린다. 앞으로 동남아시아뿐만 아니라 나아가 전 세계에 쌍용의 승전보를 알리는 날까지 최고의 품질과 최우선의 안전만을 가슴속 깊이 간직하면서 전진하겠다. **S**