



VGOFCC Project

탱크 제작 및 설치 절차서

문서번호 : PAS-D-501

개정번호 : A

개정일자 : 2011.06.19

페이지 : 1 OF 26

**TANK FABRICATION AND ERECTION WORK PROCEDURE
(FLOATING & CONE ROOF)
FOR
VGOFCC PROJECT
OF
GS Caltex CORPORATION**

A	2011. 06 .19	For Approval	CKK	TSK	YOK	
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREP' D	CHK' D	APPR' D	Client APPR' D

목 차

	제목	페이지
1	적 용 범 위	3
2	목 적	3
3	용어의 정의	3
4	적 용 SPEC	3
5	책임과 권한	3
6	일 반 사 항	4
7	자 재 관 리	4
8	수 동 용 접	5
9	자 동 용 접	9
10	BOTTOM PLATE 설치 및 용접	11
11	SHELL PLATE 설치 및 용접	13
12	WIND GIRDER 설치 및 용접	16
13	DECK PLATE 설치 및 용접	16
14	PONTOON 설치 및 용접	17
15	COLUMN, GIRDER, RAFTER & ROOF PLATE	20
16	부속물 설치	21
17	총 수 시 험	20
18	중간 검사 및 검사 보고서	21
19	현장 설계 변경	24
20	붙 임	24

1 적용범위

본 절차서는 VGOFCC PROJECT 의 SRU, Utility, OFF SITE UNIT 의 탱크 제작 및 설치 공사에 적용한다.

2 목적

본 절차서는 탱크 제작 및 설치 공사를 수행함에 있어 작업절차와 이에 따른 검사 및 시험을 수행하여 Project Spec. 이 요구하는 최소 품질수준을 만족시키는데 그 목적이 있다.

3 용어의 정의

공사시방서의 용어에 따른다.

4 참고 문헌

4.1 Caltex Spec.

- 1) GPS-D1 Atmospheric Pressure Storage Tank
- 2) NYS-D1.10 Storage Tanks to API 650
- 3) NYS-B9.10 General Welding Requirement

4.2 HOU-INSP-002 GS 칼텍스 검사표준 “신설 탱크 검사표준” .

4.3 API 650 Welded Steel Tanks for Oil Storage.

4.4 PAS-Q-509 Specification for Tank Foundation Work

4.5 PAS-B-504 부적합 관리 절차서

4.6 PAS-B-506 용접사 자격시험 절차서

4.7 PAS-B-507 용접봉 관리 절차서

4.8 PAS-B-508 자재 입고검사 절차서

5 책임과 권한

5.1 현장소장

5.1.1 본 절차서에 따라 시공업무가 이행되는지를 확인하고 관리할 책임이 있다.

5.1.2 작업 절차서에 대하여 최종 승인을 한다.

5.2 공사담당

본 절차서에 따라 시공업무를 성실히 수행할 책임이 있다.

5.3 현장 품질관리자

검사 및 시험 계획서에 따라 품질관리 업무를 수행, 관리할 책임이 있다.

자격요건: 플랜트공사(Tank 등) 품질경력 5년 이상인자

업무내용: 자재입고검사, Shop 제작검사, 현장설치검사 등(절단, 용접, NDE 등)

6 일반사항

6.1 TANK 용 기초는 TANK 의 진원 도를 유지하기 위해 매우 중요하며 형태, 반경, 높이, 경사 및 수평도(LEVEL)등은 기계공사 시작 전에 점검 및 보완이 완료되어야 한다.

6.2 LEVEL 점검 시 측정 점은 원주를 8 등분 또는 5m (Ring Wall 미 설치 시 3m) 이하의 원주간격으로 4의 배수가 되게 분할하여 측량하며

Concrete Ring Wall 설치 시: 동일 원주상에서 최대 ± 6 mm이내 또는 인접 측정 점과의 차이가 ± 3 mm이상을 초과해서는 안 된다.

Concrete Ring Wall 미 설치 시: 동일 원주상에서 최대 ± 13 mm이내 또는 인접 측정 점과의 차이가 ± 3 mm이상을 초과해서는 안 된다

6.3 기초상태는 TANK 수압시험 시, 침하도, 안정도 등의 검사를 받아 이상이 없어야 한다.

6.4 모든 기자재(철판, 형강, PIPE 등)는 용접 부위를 최소화하기 위하여 원자재를 사용하는 것을 원칙으로 한다.

7 자재 관리

7.1 자재 입고 및 검수

7.1.1 자재는 도면 또는 시방서에 명시된 규격자재를 사용하여야 한다.

7.1.2 자재 입고 시 입고검사 요청서를 작성하여 감독관에게 제출한다.

7.1.3 자재 검사 시 감독관 입회 하에 실시하고 손상여부, 사양 일치 여부 등 품질 기준과의 적합성을 검증 한다. (감독관의 요구 시 건설자체 자재검사도 가능 함)

7.1.4 손 망실 되었거나 다른 이유로 사용할 수 없는 자재는 자재 공급업체에 통보 하여 즉시 교체 반입하도록 한다.

7.2 자재 식별 및 보관

7.2.1 자재는 입고되어 사용되기 전까지 식별관리를 Plate 는 각 Tank 당 단별 Heat No. 구분하여 고임목 위에 적치하고 앞쪽에는 따로 명판을 세워 구분 하고 Column, Manhole 등도 같은 방법으로 식별 보관한다.

7.2.2 식별표시는 명확하고 읽기 쉬운 재료나 방법이 사용되어야 하며 제품의 기능 이나 수명에 유해한 영향을 끼쳐서는 안 된다.

7.2.3 검수가 완료된 자재는 야적 품과 창고 내 보관 품을 구분하여 사용할 때까지 제품의 성능에 변함이 없도록 보관 관리하여야 한다.

7.2.4 야적장은 정리, 정돈을 실시하고 각종 운반 장비의 이동통로를 확보하여 운 반에 따른 파손이 발생되지 않아야 한다.

7.3 부적합품의 관리

7.3.1 제품의 불량 발생시에는 부적합 보고서(NCR)를 발행하여 승인된 처리 방안에 따라 시정 조치하여야 한다.

7.3.2 부적합 품은 부주의로 사용 설치되는 것을 방지하기 위하여 식별, 격리 조치를 취한다.

8 수동 용접

8.1 용접봉 관리

PAS-B-507 용접봉 관리 절차서에 따라 관리되어야 한다.

8.2 용접 조건

8.2.1 기 후

기후상태가 다음과 같은 조건일 때는 용접작업을 할 수 없다.

단, 특별보완시설을 할 경우는 예외일 수도 있으며 이 경우는 감독관의 승인을 득한 후 용접을 수행한다.

- (1) 눈 또는 비: 안개 같은 비, 빗방울이나 눈이 내릴 때
- (2) 바람: 평균 풍속이 10M/SEC 이상일 때
- (3) 온도: 모 재 온도 - 10°C이하일 때
- (4) 습도: 상대 습도가 80%이상일 때

8.2.2 용접할 모 재 의 온도가 - 10°C이하 일 때는 예열용접을 할 수 없다. - 10°C 이상일 때는 예열용접을 하여 용접작업을 할 수 있다.

(특별보완시설 시 예외)

8.2.3 바람이 기준이상의 속도일 때는 바람막이를 설치하고 용접을 할 수 있다.

8.3 용접시험

8.3.1 용접사 자격 시험(WELDER QUALIFICATION TEST)

용접사 자격시험은 용접사 자격시험 절차서인 PAS-B-506 에 따른다.

8.3.2 WPS 및 PQR

- (1) 용접작업 전 WPS 및 PQR 을 발주처에 제출하여 승인 받은 후 용접을 시작한다.
- (2) 실제 용접시공을 하는 것과 동일한 재질 및 방법으로 시행하여, 이와 같은 방법으로 시공한 TANK 가 안정성이 있고 설계상의 용접강도를 유지할 수 있는가를 시험한다. 시험시편은 ASME SECTION-IX에 의해 제작한다.
- (3) TEST 는 인장시험(TENSION TEST), 180° 굽힘 시험(FACE AND ROOT BEND TEST, Hardness Test)그리고 필요에 따라서 충격시험(IMPACT TEST)등을 하여 시험한다.

8.4 용접용 장비

8.4.1 용접용 장비는 필요한 용량의 것으로 사용하기 전에 정비 상태를 점검 받아야 하고 사용 중에 항상 양호한 상태로 관리한다.

8.4.2 용접선 및 분 전반은 사용하기 전에 안전상태 등을 점검 후 설치하여 사용한다. 특히 용접용 전선(CABLE)은 피복이 상하여 물이 스며들어서는 안 된다.

8.5 용접 준비작업

8.5.1 용접 접합부의 준비

- (1) 용접을 하기 위하여 끝면 다듬기는 도면과 같이 해야 한다.
- (2) 철판의 끝이면은 기계절단, CHIPPING, 산소-아세틸렌 화염절단 또는 탄소-아크 가우징으로 하며 가급적 자동절단 장비를 사용한다. 절단 부위의 잔여물 또는 거친 면은 GRINDING 으로 완전히 제거하여야 한다.
- (3) 용접할 모든 연결 끝 면에는 녹, 먼지, 기름 또는 페인트 등의 이물질이 없게끔 청소를 깨끗이 한다.
- (4) 조립 순서는 용접작업 순서 및 용접 작업의 특성을 고려하여 작업을 하고 용접 불능 또는 용접자세가 불안정한지를 미리 검사한다.

8.5.2 임시 고정용 용접

- (1) 임시 고정용 용접은 본 용접 시공과 동일한 용접봉을 사용하여야 한다.
- (2) 임시 부착을 제거 후 표면상태를 확인하고 MT 또는 PT 를 수행한다.
- (3) 철판의 맞대기 어긋남이 아래 수치를 초과할 경우는 수정 후 임시 용접한다.
 - 세로이음: 철판 두께의 10%까지 이고 최대치 1.6 mm를 넘을 수 없음.
 - 수평이음: 윗단 철판두께의 15%이내까지이고 최고 3.2 mm를 초과할 수 없음.

8.6 용접

8.6.1 용접작업 전에 용접순서, 용접봉 치수, 사용전류 및 전압, 용접횟수, 용접봉 운봉속도 및 방법, 용접자세 등 용접 절차서 양서를 숙지한다.

- 8.6.2 용접 시작 전에 용접할 GROOVE 면의 상태를 확인 점검한다. 또한 용접한 부분의 SLAG 등의 잔여 부착물질을 BRUSH 등으로 깨끗이 청소하여 육안으로 용접부의 결함여부를 검사하면서 용접한다. 용접한 부분의 부분적 결함은 GRINDING 또는 ARC AIR GOUGING 으로 발견 즉시 수정 후 다음 용접을 한다.
- 8.6.3 1 차 용접은 충분한 모 재와의 용융용접이 되어야 하고, 2 차 용접 또는 그 이상의 용접이 완료된 다음 뒷면을 CHIPPING, GRINDING, GOUGING 등의 방법으로 면 상태를 보강 후 그 부분을 용접한다.
- 8.6.4 발견된 결함은 용접 용착금속을 제거시킨 다음, 본 용접에 대한 제반 지시사항에 따라 검사 및 재 용접을 한다. 제거방법은 결함부분의 판 두께, 조건, 결함상태에 따라 제거방법(GRINDING 또는 GOUGING)을 결정하여 시행한다.
- 8.6.5 모든 용접은 2 PASS 이상이 되도록 하고 최종 용접이 끝난 부분은 용접 SLAG 및 용접잔여 불필요 물은 모두 깨끗하게 제거해야 한다.
- 8.6.6 용접부의 최종 표면은 적당하고 균일한 곡선을 가져야 하고 용접 살 외면 돌출높이가 다음 칫수를 초과해서는 안 된다.

철 판 두께 (mm)	용접부위의 돌출
12 mm 이하	1.6 mm MAX.
12 ~ 25 mm	2.4 mm MAX.
25 mm 이상	3.2 mm MAX.

- 8.6.7 모 재 표면에 SPARK 를 시키거나 용접 용융 물이 흐트러져 용접 후 주위에 지지분한 상태가 되어서는 안 된다. 발생시는 표면을 GRINDING 하여 제거한다.

- 8.6.8 용접 부위의 UNDERCUT 은 다음 칫수를 초과할 수 없다.

용접 부위	허용치
TANK SHELL 의 수직용접	0.4 mm
TANK SHELL 의 수평용접	0.8 mm
TANK BOTTOM 용접	0.4 mm

기타	TANK	용접	0.8 mm
배		관	0.4 mm
구	조	물	0.8 mm

8.6.9 용접부 검사

첨부의 Check List 검사 및 시험 계획서에 따라 실시 한다.

9 자동 용접

9.1 WELDING OPERATER

AUTOMATIC WELDING OPERATOR 는 충분한 훈련을 받은 숙련공으로 PAS-B-508 용접사 자격시험 절차서에 따라 자격을 인증 받은 자 이어야 한다.

9.2 용접 재료의 관리

9.2.1 WIRE 는 비나 습기를 피해 보관한다.

9.2.2 FLUX 는 비나 방습이 충분히 고려된 창고에 보관하고 사용 전에 250℃에 1 시간 이상 2 시간 이내 건조하여 사용한다.

9.2.3 천후의 관리

다음 조건의 경우는 용접을 중지한다. (단, 적절한 조치를 하였을 경우는 감독관의 승인을 득한다.)

- (1) 작업장의 상대 습도가 80%가 넘었을 때
- (2) 풍속이 10 m/s 이상일 때
- (3) 대기 온도가 - 10℃ 이하일 때

9.3 용접 작업 요령

9.3.1 겹침 자동 용접

- (1) 가접에 사용할 용접봉은 본 용접과 동일한 것으로 사용한다.
- (2) 가접 전에 겹침 부위의 이물질 청소를 충분히 한다.
- (3) BOTTOM 또는 ROOF PLATE 의 겹침은 최소 26 mm ~ 최대 34 mm의 유

동과 ANNULAR PLATE 는 40 mm ~ 50 mm 유동을 원칙으로 한다.

- (4) 가접은 적은 오목 형으로 하고 연장 30 mm 이하에 PITCH 는 250 mm를 원칙으로 한다.
- (5) 잔류용접선 및 최종용접선과 ANNULAR PLATE 부위는 우마 또는 JIG 로 고정시키고 MARKING 하여 둔다.
- (6) 용접 개시 직전에 곁침 부분 및 자동 용접 기의 주행 부분은 WIRE BRUSH 로 청소하고, 녹이 발생된 부분은 녹을 완전히 제거한다.
- (7) 예열은 원칙적으로 하지 않아도 되나 곁침 부분에 수분이 있을 경우는 기초 예열을 행한다.
- (8) 용접 층은 다음을 원칙적으로 한다.
5t 이하: 1 PASS
6t ~ 9t: 2 PASS
- (9) 삼중 곁침 부위는 햄머링하여 수동 용접한다.

9.3.2 수평 자동 용접

- (1) 용접 개선 면에는 절단 후 조립 전에 필히 GRINDING 을 하고 때에 따라 POWER BRUSH 를 사용한다.
- (2) AUTOMATIC WELDING 전에 TACK WELDING 끝부분은 CHIPPING GIRDER 로 PLATE 표면과 같이 평평하게 하여 준다.

9.3.3 수직 상향 자동 용접

- (1) 예열(PREHEAT)

예열은 STARTING CRACK 과 STARTING POROSITY 를 최소화하고 용접의 START 에서 끝부분 WELD BEAD 가 채워질 수 있게 하여 준다. 예열은 WPS 에서 규정한 온도 내에서 시행되어야 하며 아래의 온도를 참조한다.

START AREA 에서 추천하는 최소 예열 온도

철판두께(mm)	9.5	12.7 ~ 25.4	25.4 ~ 50.8	76.2 ~ 101.6
최소예열온도(℃)	93	121	149	177

- (2) 가동절차(STARTING PROCEDURE)

STARTING TIME 이 지난 후에는 WELD PROCEDURE STICK-OUT 이

유지되어야 한다. STARTING 시 약간의 STARTING POROSITY 가 발생할 수 있으나 STARTING 을 개선하여 POROSITY 를 줄이기 위해 예열 또는 880M FLUX 를 첨가한다. 철판 두께 매 1" 마다 880M FLUX 를 부어 넣는다. ELECTRODE 가 STRIKING SURFACE 와 접촉되어 있는 동안 ARC 가 발생하기 전에 추천하는 FLUX 양의 반을 넣는다. ARC 가 꺼지지 않도록 남은 FLUX 를 점차적으로 첨가한다. ELECTRODE 와 ARC 가 발생하는 것을 피하기 위해 비철 도구로 FLUX 를 첨가한다.

(3) 재가 동(RE-STARTING)

용접이 완료 되기 전에 중단되면

- 1) CARRIAGE 를 위로 움직인다.
- 2) CRATER 의 모든 SLAG 를 제거한다.
- 3) 용융금속이 깨끗한가, POROSITY 가 없나 또는 깊은 SHRINK CAVITY 가 있나 확인한다.
- 4) ELECTRODE 를 잘라내고 적절한 STICK-OUT 를 재조정한다.
- 5) START AREA 를 최소한 204℃ 예열한다.
- 6) 용접부 위에 STEEL WOOL 로 된 조그만 덩어리를 놓는다.
- 7) COPPER SHOE 를 다시 맞춘다. SHOE 가 PLATE 에 견고하게 접촉되었는지 확인한다. (용접 면을 갈아낼 필요가 있을 수 있다.)
- 8) 가동절차를 따른다.

(4) SUMP 없는 가동(STARTING WITHOUT SUMP)

때로는 START SUMP 없이 용접을 해야만 한다. 예를 들면 TANK ERECTION 할 때 VERTICAL 용접의 시작 부분이 아래 단(COURSE)의 위에 있을 때 상태 좋은 PLATE 에 START 또는 RESTART 를 해야 하는 곳, 특히 두꺼운 철판에는 START AREA 에서 약간의 REPAIR 가 때때로 필요하다. 이 REPAIR 부분의 크기와 최소 ACCESSIBILITY 는 최소 204℃ 정도로 예열함으로써 조절될 수 있다.

- 1) STARTING SUMP 를 ARC GOUGING 한다.
- 2) STARTING AREA 를 204℃로 예열한다.
- 3) 용접 수행
- 4) 전면의 STARTING AREA 에 REPAIR 를 한다.

(5) 끝 마무리 절차(FINISH PROCEDURE)

“ OFF” BUTTON 을 누르기 바로 전에 880M FLUX 를 첨가하여 충분히 용접 부위를 덮는다. FLUX 를 첨가함으로써 CAVITY 또는 CARTER, POROSITY 를 제거하고 줄이는데 도움이 된다. 이 절차는 RUN-OFF

TAP 안에서 행하여야 한다.

10 BOTTOM PLATE 설치 및 용접

10.1 배열

10.1.1 BOTTOM PLATE 의 배열을 TANK CENTER 에서 시작하여 원주방향으로 배열하고 배열 작업 중 기초를 손상하지 않도록 주의한다.

10.1.2 철판 겹침(LAPPING)은 용접 시 수축을 고려하여 도면치수보다 5~15 mm 크게 하며 외경절단 치수는 도면치수보다 3~10 mm 커야 하고 외경절단은 기초(OIL-SAND)를 상하지 않도록 60 mm 이상 지면에서 띄어서 절단한다.

10.1.3 철판 배열 시 TACK-WELDING 은 최소로 하여야 하고 본 용접을 하기 전에 모두 제거한다.

10.1.4 ANNULAR PLATE 배열을 한 다음 용접하기 전에 용접 중 변형을 방지할 수 있도록 보강 JIG 을 설치한다.

10.1.5 철판 배열 시 3 장 겹침 부분 간의 간격은 최소한 300 mm 이상이 되어야 한다.

10.2 BOTTOM PLATE 용접

10.2.1 1 차 용접(FIRST PASS WELDING)은 TANK 중심에서 원주방향으로 시작한다. 이 용접 방향은 최종용접 때에는 반대가 되어야 하고, 이 최종용접은 BOTTOM PLATE 와 SHELL PLATE 와의 FILLET 용접이 완료된 후에 시행한다.

10.2.2 1 차 용접은 약 300 mm PITCH 로 건너뛰기 용접으로 하며 다음 건너뛰기 용접을 할 때 용접연결 부위는 GRINDING 후 용접한다.

10.2.3 BOTTOM PLATE 용접순서

(1) 용접은 짧은 쪽부터 하고 긴 쪽은 한 줄 건너 하나씩 자동 용접한다.

(2) SHELL PLATE 가 놓이는 ANNULAR PLATE 의 JOINT 는 SHELL PLATE 설치하기 전에 우선 용접 완료하여 표면을 원활하게 GRINDING 한다.

10.2.4 3 장의 PLATE 가 겹쳐지는 부분의 가장 위쪽 PLATE 의 모서리는 R=20 mm 이상 절단하여 LAP JOINT 를 만들어 수동 용접한다.

10.2.5 PLATE 배열 후 CORNER 를 절단을 할 때에는 아래쪽 철판이 상하지 않도록 한다.

10.2.6 겹침 배열 부분 용접을 할 때 겹침 부분에 틈이 발생치 않도록 충분히 밀착시켜야 한다.

10.2.7 BOTTOM PLATE 3 장 겹침 부분의 용접은 마지막에 하고, 용접 전에 LAP 부분을 가열하여 HAMMER 로 소성변형을 시킨다. 이때 철판을 손상시켜서는 안 된다.

10.3 BOTTOM/ANNULAR PLATE 변형 방지

소정의 용접순서를 따르지 않을 때는 용접 열에 의한 변형이 발생되므로 JIG 를 설치하여 용접 시공 관리에 주의해야 한다.

10.3.1 BOTTOM PLATE

(1) BOTTOM PLATE 의 용접 시 철판의 국부변형이 발생되어서는 안 된다. 변형은 특히 철판 길이 방향 용접을 할 때 많이 발생하며 변형은 대부분 국부가 부풀어 오른다. 따라서 용접 전 또는 용접 중 변형 발생이 예상될 때는 용접을 중단하고 충분한 변형 방지 조치를 한다.

(2) 또 이 변형은 BOTTOM PLATE 의 용접순서를 지키지 않거나 가용 접부분을 제거치 않을 경우에 많이 발생하고 겹침 부분의 틈(GAP)이 있는 상태에서 용접할 때 발생되기 쉽다. 철판 배열 시 OIL SAND 가 밀리든가 기초의 다짐이 잘 안되었을 때는 수압시험 후에 발생하는 예가 있다.

(3) 변형이 심할 경우는 용접부위를 절단하여 보수하고, 수압시험 후 발생한 것은 상태를 면밀히 검사한 후 보수방법을 결정한다. 보수된 부분은 PT TEST 후 기밀시험(VACUUM TEST)을 행한다.

10.4 BOTTOM PLATE 의 진공 검사(VACUUM TEST)

탱크 바닥 판의 누설여부를 확인하는 진공검사는 유리창이 부착된 폭 150 mm, 길이 750 mm의 금속제 진공 상자로 하단에 스폰지 고무가 부착된 VACUUM BOX 를 사용하며, 비누 거품 용액을 바른 바닥 판의 용접 선에 밀착시키고 진공 상자의 내측에 진공을 형성하여 거품의 발생으로 누설을 확인한다. 이때 진공압은 400 mm Hg 이상으로 한다.

11 SHELL PLATE 설치 및 용접

11.1 SHELL PLATE 및 부착물 제작

11.1.1 철판은 설치하기 전 설계치수 및 용접 면 다듬기를 하여야 한다. 다듬면은 균일한 직선이며 굴곡이나 손상된 부분이 없어야 한다. 다듬작업은 산소 절단으로 할 수 있고 절단면에 폭 파인 부분, 절단 파형굴곡은 GRINDING 해야 한다.

11.1.2 SHELL 철판은 만곡을 정확하게 하기 위한 ROLLING 을 해야 하고 곡률 GAGE 로 측정하여 허용치를 넘지 않아야 한다.

11.1.3 SHELL OPENING 은 만곡된 철판으로 만들고 설치 전 절단 시는 자동가스 절단기로 절단한다. 설치 후 절단할 때는 MARKING 후 상하 및 좌우에 용접 변형에 견딜 수 있게 보강 판을 안쪽에 설치(용접)한 후 작업한다.

11.1.4 TOP ANGLE 은 PRESS 가공 또는 ROLLING MACHINE 에 의한 BENDING 가공을 해야 하고 가열가공을 해서는 안 된다. BENDING 가공 후 휨 상태는 일정하여야 하고 비틀림 등의 변형이 있어서는 아니 된다.

11.2 SHELL PLATE 조립 설치

11.2.1 SHELL PLATE 를 조립 설치 전에 SHELL 원주선을 BOTTOM PLATE 에 MARKING 하며 이때의 반경은 BOTTOM PLATE 의 경사를 고려하여 도면치수보다 커야 하고, 각 단 SHELL PLATE 의 시작점을 명확히 표기하여 둔다. 동시에 SHELL PLATE 설치검사를 위한 보조 원주선을 SHELL 위치 안쪽으로 100 mm 위치에 표기한다.

11.2.2 SHELL 1 단 철판은 BOTTOM 철판에 TACK-WELDING 한 METAL CLIP 으로

조정할 수 있다. 또 BOTTOM 철판과의 용접부위를 TACK-WELDING 할 수 있다.

11.2.3 SHELL 철판의 용접부는 균일한 간격 및 위치의 어긋남이 없어야 하고 용접할 동안에도 변동이 발생되어서는 안 된다.

11.2.4 조립 JIG 의 설치는 용접 방법에 따라 탱크 외면 혹은 내면에 설치한다.

11.2.5 SHELL PLATE 설치 후 배열 이음의 어긋남은 아래 수치를 초과할 수 없다.
세로이음: 철판 두께의 10% 또는 최대 1.6 mm
수평이음: 윗단 철판두께의 15% 이내 최대 3.2 mm

11.3 SHELL PLATE 용접

11.3.1 SHELL 철판의 본 용접을 시작하기 전에 필요한 각종 중간검사가 완료되었는가를 확인한다.

11.3.2 SHELL PLATE 용접은 수직 용접부터 시작한다. SHELL 수직 용접은 철판 설치 검사를 완료한 후 시작하고 완료 후에 다음 단을 설치할 수 있다. 윗단 수직 용접이 끝난 다음 수평 용접을 한다.

11.3.3 SHELL 의 수직 용접은 15t 이상, 수평 용접은 12t 이상은 자동 용접으로 하고 두께가 그 이하인 PLATE 는 수동 용접한다.

11.3.4 SHELL PLATE 용접순서는 다음과 같다.

- (1) SHELL 1 단 수직 용접
- (2) SHELL 2 단 수직 용접
- (3) SHELL 1 단+2 단 수평 용접
- (4) SHELL 3 단 수직 용접
- (5) SHELL 2 단+3 단 수평 용접
- (6) 이상 최상 단까지 반복
- (7) TOP ANGLE 용접

11.3.5 TANK 설치 및 용접이 완료되면 용접 부착한 JIG 또는 LUG 등을 철거한다.

철거 시 손상된 표면은 용접 육성 후 GRINDING 하여 보수한 후 MT 또는 PT 를 한다.

11.3.6 철판 면에 필요 없는 SPARK 를 시켜서는 절대 안 된다.

11.4 SHELL MANHOLE 및 NOZZLE 설치

11.4.1 MANHOLE 및 NOZZLE FLANGE 의 표면 및 외경은 선반가공이 된 것을 사용하고 BOLT HOLE 은 DRILLING 되어야 한다.

11.4.2 가공 후 반입된 FLANGE 는 별도 저장하여 표면의 손상을 방지하기 위하여 Flange 면 크기의 합판 또는 두꺼운 비닐로 밀착 고정시킨다.

11.4.3 보강 판을 SHELL 에 설치한 후에 NOZZLE 또는 MANHOLE 을 SHELL 에 TACK WELDING 하고 용접하기 전에 비틀림 방지용 임시 보강 판이 설치된 것을 확인한 다음 용접한다.

11.4.4 PWHT 요구사항(API 650 Para. 3.7.4 Thermal Stress Relief 참조)

11.4.5 SHELL OPENING 된 곳에 보강 판을 부착하기 전, 개구부 치수를 확인하여 도면과의 이상여부를 확인한다.

12 WIND GIRDER 설치 및 용접

12.1 WIND GIRDER 는 STEEL PLATE 를 가공하여 조립 설치하며 BENDING 은 BENDING MACHINE 을 이용해야 하며, BENDING 부위에 재료의 갈라짐이 없어야 한다.

12.2 WIND GIRDER 의 설치시 보강 RING 이 있을 경우 보강 RING 을 설치한 후 TOP ANGLE 을 설치하고 SHELL 의 수직도 및 진원 도를 검사한 후 조립 설치한다.

12.3 WIND GIRDER 간 연결용접은 SHELL 과 TACK-WELDING 이 끝난 다음에 본 용접을 완료하고, SHELL 과의 1 차 용접은 약 1M 간격으로 건너뛰기 용접을 해야 하고 2 차 용접부터는 연속용접을 할 수 있다.

12.4 WIND GIRDER 의 끝부분 연결용접은 양면용접을 하고 뒷면은 GRINDING 또는

GOUGING 을 한다.

13 DECK PLATE 설치 및 용접

13.1 배열

13.1.1 BOTTOM PLATE 위에 TEMPORARY SUPPORT 를 설치하고 LEVEL 을 CHECK 해야 한다.

13.1.2 DECK PLATE 의 배열순서는 BOTTOM PLATE 와 동일한 방법으로 TANK 중심에서 원주방향으로 겹침이음으로 배열한다.

13.1.3 DECK PLATE 배열 시 TEMPORARY SUPPORT 에 DECK PLATE 의 임시 고정용접은 가급적 최소로 한다.

13.2 용접

13.2.1 DECK PLATE 의 겹침 배열 및 TACK-WELDING 이 완료된 후에 본 용접을 하여야 한다.

13.2.2 1 차 용접은 중심에서 원주방향의 건너뛰기 용접으로 하고 2 차 용접은 연속 용접으로 하되 1 차 용접의 반대 방향으로 한다.

14 PONTOON 설치 및 용접

14.1 설치

14.1.1 PONTOON 바닥 철판을 배열할 때 용접 시 수축을 고려하여 직경을 도면 치수보다 약간 크게 한다.

14.1.2 OUTER RIM PLATE, INNER RIM PLATE 및 COMPARTMENT PLATE 등의 설치 위치를 MARKING 한다.

14.1.3 OUTER/INNER RIM PLATE 설치 하단부의 PONTOON BOTTOM PLATE 를

150 mm 길이로 용접하고 GRINDING 한다.

14.2 용접

14.2.1 PONTOON 의 용접순서는 다음과 같다.

- (1) OUTER RIM PLATE 의 세로용접
- (2) OUTER RIM PLATE 와 PONTOON BOTTOM PLATE
- (3) INNER RIM PLATE 의 세로용접
- (4) INNER RIM PLATE 와 PONTOON BOTTOM PLATE
- (5) COMPARTMENT PLATE 의 바닥과 양측용접
- (6) PONTOON BOTTOM PLATE 용접

14.2.2 PONTOON 의 모든 용접작업이 완료되면 AIR LEAK TEST 를 1.6 kg/cm²으로 실시한다.

15 COLUMN, GIRDEER, RAFTER 및 ROOF PLATE

15.1 COLUMN

15.1.1 COLUMN 의 제작은 도면 및 시방서에 명시된 이음부위, 이음방법을 확인한 후 제작, 설치한다.

15.1.2 모든 BOLT HOLE 은 DRILLING HOLE 이어야 한다.

15.1.3 COLUMN BASE PLATE 는 설치 시 TACK WELDING 을 할 수 있으나 설치 완료된 후 모두 제거해야 한다.

15.1.4 COLUMN BASE PLATE 가 BOTTOM PLATE 이음부위에 설치될 경우 낮은쪽 BOTTOM PLATE 에 두께와 재질이 동일한 보강 삼입 판을 설치, 용접한다.

15.1.5 COLUMN 설치 후 수직도 검사를 실시한다.

15.2 GIRDER & RAFTER STRUCTURE

15.2.1 GIRDER & RAFTER STRUCTURE 는 새 자재로서 이음이 없고 부분 손상이나 굽혀진 곳이 없어야 한다.

15.2.2 모든 BOLT HOLE 은 DRILLING HOLE 이어야 하고 SHELL PLATE 에 설치되는 BRACKET 는 RAFTER 설치 전에 용접이 완료되어야 한다.

15.3 ROOF PLATE

15.3.1 ROOF PLATE 의 배열은 CENTER 부터 OUTSIDE 방향으로 진행하며 특히 설치 시 ROOF PLATE 와 RAFTER 간에 용접이나 가용접을 해서는 안되며 부득이 가용접을 해야 할 경우 감독의 승인을 받아야 한다.

15.3.2 TOP ANGLE 과 ROOF PLATE 외경과의 용접은 SEAL WELDING 으로 ONE PASS 만 하여야 하며 완전 기밀이 되어야 한다.

15.3.3 ROOF PLATE 용접은 짧은 면부터 중심에서 원주 방향으로 하며, BOTTOM PLATE 용접순서와 같게 한다.

15.3.4 ROOF PLATE 의 용접검사는 공기 압력시험, 또는 VACUUM BOX 시험 등으로 기밀시험을 한다. 단, Open Vents 가 설치되는 Tank 는 Visual Inspection 을 실시한다. (API 650. Para. 6.6 참조)

16 부속물 설치

16.1 SEAL

16.1.1 SEAL 을 설치하기 전에 PONTOON COVER PLATE 및 OUTER RIM PLATE 에 부착된 돌출부의 예리한 끝부분은 완전히 제거한다.

16.1.2 SEAL 은 TANK 수압시험 전에 설치하여 수압시험 시에 SEAL 의 작동상태가 원활한지를 점검하고 수압시험 후에 손상여부를 검사해야 한다.

16.1.3 WEATHER SHIELD PLATE 의 상태는 균등하여야 하고 접지가 확실하게 되었는지를 확인한다.

16.2 ROOF SUPPORT

16.2.1 ROOF SUPPORT 의 설치는 GUIDE PIPE 를 설치 후 설치한다.

16.2.2 ROOF SUPPORT 는 수압시험 후 배수(DRAIN)때 DECK 높이가 약 2M 일 때 배수를 정지하고 SUPPORT 의 PIN 위치를 조정하여 운전시 DEAD SPACE 를 최소화할 수 있도록 한다.

16.3 AUTO BREATHER VENT

SLEEVE PIPE 와 VENT PIPE 가 닿는 부분에 SPARK 가 일어나지 않도록 조치 되어야 한다.

17 총수시험

17.1 총수시험준비

17.1.1 TANK 설치 및 용접이 완료되면 절차에 따라 총수시험을 한다. 총수시험에 착수하기 전에 다음의 사항이 완료되었는가를 점검, 확인한다.

- (1) SHELL, BOTTOM PLATE 용접 완료 및 용접보수작업의 완료 및 검사
- (2) TANK SHELL, BOTTOM, ROOF 의 각종 부착물 설치 상태
- (3) LEVEL GAUGING SYSTEM 설치
- (4) TANK 내부의 청소상태
- (5) 각종 총수 전 검사 항목의 검사여부 및 보수
- (6) TANK 에 설치된 각종 JIG 철거 및 철거부위의 보강 및 MT & PT
- (7) 총수용 용수의 인입시설 및 배수시설과 총수 량 측정장치
- (8) 기초 침하 량 측량기점 표기 및 기준점 설치와 총수 전 측량
- (9) 각 NOZZLE 의 COVER 부착상태, 보강 판 및 ROOF 의 VENT HOLE 개폐
- (10) 각 NOZZLE 의 GASKET 삽입상태
- (11) 기초주변의 정리 및 다짐

17.1.2 TANK 총수시험용 용수는 7℃ 이상이어야 하고 총수 중 SHELL 의 온도가 0℃ 이하가 되지 않아야 한다.

17.2 충수시험

17.2.1 충수시험 중에 다음 점검 사항을 이상 없이 수행하여야 한다.

- (1) SHELL PLATE 용접부위의 누수 여부
- (2) 각종 NOZZLE, VALVE 및 보강 판의 누수 여부
- (3) SHELL PLATE 팽창상태
- (4) 기초 침하도 및 안정도 CHECK(SETTLEMENT CHECK)
- (5) LEVEL GAUGE 작동상태검사 및 “0” 점 고정
- (6) BOTTOM PLATE 의 누수 여부

17.2.2 기초 침하도 및 안정도 CHECK (SETTLEMENT CHECK)

- (1) 최소 8 POINT 이상으로 최고원주 길이 5m 이내로 4 의 배수가 되게 등분할 점을 정하여 시험 전, 시험 중, 시험 후까지 LEVEL 측량을 정확하게 시행하여 기록한다. 매 측량마다 결과를 즉시 검토하여 충수 관계를 결정한다.
- (2) LEVEL 측량 중에는 충수를 중단하여야 하며 최소한 1/4, 2/4, 3/4, 4/4 충수 시에 기초의 침하상태 CHECK 을 위해 측량한다.
- (3) 만 수시는 최소 1 일(24 시간)을 대기하여 기초의 느린 변화상태를 점검하며, 배 수시는 대기시간은 필요치 않으나 배수속도는 중진속도의 2 배를 초과해서는 안 된다.
- (4) 기초 침하도: 전체 측정 점 간의 최고치와 최저치가 ± 6 mm이내 또는 인접한 측정 점과의 차이는 ± 3 mm이내이어야 한다.
- (5) 결과 보고: 기초침하 및 안정도 검사 기록은 충수시험 기록과 함께 정리하여 보고하여야 한다.

17.2.3 충수시험의 물 높이를 TOP ANGLE 에서 50 mm까지 더 높이 해서 ROOF PLATE 의 SEAL WELDING SEAM 부분을 검사할 수 있다.

17.2.4 충수 중 누수부분이 발생 기초의 침하 상태의 이 상등의 발생되면 즉시 충수를 중단하고 누수부분을 검사한 후 충수 계속 여부를 결정한다. 단, SHELL 용접 부위가 누수 될 때는 충수한 물을 배수시키고 보수한 다음 다시 충수시험을 한다.

17.2.5 누수가 되었다라도 충수시험 후 보수할 경우 보수한 부분은 PT, VACUUM

탱크 제작 및 설치 절차서

BOX TEST 또는 MT 등으로 엄밀하게 시험해야 한다.

17.2.6 충수시험 및 배수가 완료된 후 내부를 다시 청소하고 건조시킨 다음 MAN HOLE 의 본래 GASKET 및 COVER 을 설치 조립한다.

18 중간검사 및 검사보고

18.1 탱크건설 중 각 단계마다 검사 및 시험 계획서(ITP)에 따라 시공 중 검사를 행하며 이 검사에 합격된 다음에 다음 공정을 진행할 수 있다.

18.2 검사에 사용되는 계기는 감독관의 확인을 득한 후 사용한다.

18.3 검사에 따른 검사 요청서를 사전에 제출한다.

18.4 매 검사를 한 후 시공 자는 검사 해당 양식에 검사 결과를 기록하여 보고하여야 한다.

18.5 검사 기준

검사 항목	검사 위치	검사 기준	허용 오차	비 고
겹침 길이	BOTTOM PLATE	PLATE 배열 후(용접 전) 줄자사용	도면 기준	상세 제작도 참조
MARKING	SHELL 과 BOTTOM 의 연결 부	컴퍼스를 사용하여 진원도 확인	±3 mm	
진원도	BOTTOM PLATE 에서 300 mm 상단	탱크직경 12.2M 이하	12 mm 이하	
		탱크직경 12.2M ~ 45.7M	20 mm 이하	
		탱크직경 45.7M ~ 76.3M	25 mm 이하	
		탱크직경 76.3M 이상	32 mm 이하	
평활도	탱크의 외벽	수평길이 915 mm 기준	12 mm 이하	
수직도	BOTTOM 에서 TOP 상단 까지 LEVEL GAUGE 사용	수직도 CHECK	탱크 전체 높이의 1/200 이하	
BENDING & PEAKING	SHELL PLATE	수직길이 915 mm 기준	12 mm 이하	
진공 CHECK	ROOF PLATE	진공압 400 mm Hg 이상	거품발생확인	비누 물 확인



VGOFCC Project

탱크 제작 및 설치 절차서

문서번호: PAS-D-501
 개정번호: A
 개정일자: 2011.06.19
 페이지: 23 OF 26

검사 항목	검사 위치	검사 기준	허용 오차	비고	
이음 면의 어긋 (가용접 상태)	세로 이음	진공압 400 mm Hg 이상	거품발생확인	비누 물 확인	
		PLATE 두께 10 mm이하	1 mm이하		
	수평 이음	PLATE 두께 10 mm이상	판 두께의 10%	또는 1.5 mm이하	
		PLATE 두께 8 mm미만	1.5 mm이하		
치수검사	ROOF 높이	TOP ANGLE 에서 최상 단 까지	±50 mm		
	BEAM 간격	도면참조	±10 mm		
NOZZLE 및 MANHOLE	ORIENTATION	위치금긋기 검사	±3 mm		
	높이	위치금긋기 검사	±2 mm		
	측 판에서 FLANGE 면 까지 거리	가용접후 검사	±3 mm		
	보강 판	2~3 kg/cm ² 압력	거품발생확인	비누 물 사용	
기초	기초의 원주 LEVEL 중심 에서의 높이 중심위치	10M 간격으로 원주를 검사 중시에서의 높이 검사 기초 중심의 빗나감을 검사	최대±10 mm ±3 mm 20 mm 이하		
밀판	DIAMETER SHELL PLATE LEVEL 추의 편차	밀판 배열 후 검사 첫 단 설치 후 TRANSIT 계기로 LEVEL 검사 BOB WEIGHT 나 LEVEL 로 각 SHELL 의 한장소에서 실시	10 mm ±4 mm ±3 mm		
기름 침투 테스트	SUMP 필렛 용접부 측 판과 저판코너 필렛 용접부	용접부위에 기름 살포 후 반대 쪽으로 기름 침투 발생 여부검사 검사	누수 발생확인		

18.6 최종 검사

 VGOFCC Project	<h2>탱크 제작 및 설치 절차서</h2>	문서번호: PAS-D-501 개정번호: A 개정일자: 2011.06.19 페이지: 24 OF 26
---	-------------------------	---

검사의 종류	검사 개소	허용치, 기준, 기타
진공 테스트	BOTTOM	400 mm Hg 이상
수평도의 측정	물채우기중의 탱크 기초 침하 량 측정	부등침하 발생 여부
시일 간격의 계측	물채우기중 시일의 작동상태 및 간격 측정	
중간 검사	물채우기중의 탱크 각부 누설 유무	
스트래핑	탱크 각부의 실측*	탱크테이블의 작성**
변형의 확인	저판	물빼기후 저판의 부등침하
최종 검사	탱크 각부	

NOTE:

- * 완성된 탱크의 실용 량을 구하기 위해 만 수시에 주로 측 판이나 부동 지붕 각부의 치수를 실측하여 물 빼기 후에 저판 및 탱크내의 부속품 치수를 실측함을 말함.
- ** 건설이 완료된 탱크를 실측하여 탱크 높이의 각 점에서의 실제의 용량을 구해 표로 만든 것을 말함.
- *** HOLYDAY TEST SUMP 의 기초 접촉부분에 PE TAPE Wrapping 실시하고 수행

18.7 소방검정공사 검토 및 검사사항

- 1) 50 만 리터 이상의 옥외탱크저장소(기술검토)
 - * 기초, 지반에 대한설계(지지력 및 지반의강도등)
 - ** 탱크본체에 대한설계(구조강도 및 용접방법 등)

- 2) 100 만 리터 이상의 옥외탱크저장소(안전성능검사)
 - * 기초, 지반검사: 평판재하시험(성토기초), 파일동재하시험(파일기초)
 - ** 총수, 수압시험: 물을채운후 24 시간 후 지반침하 및 누수여부검사
 - *** 총수, 수압시험 중 수평도, 수직도검사
 - **** 용접부검사: 비파괴검사(PT, MT, UT, RT), 용접부육안검사

- 3) 50 만 리터 이상의 신설 옥외저장탱크(완공검사)
 - *저장소의 안전거리, 보유공지 등의 확보의무
 - **표지 및 게시판, 펌프설비, 방 유제의 적정성
 - ***탱크본체의 외부구조 및 설비의 적정성
 - ****저장소와 관련된 소방시설 적정성

19 현장설계변경

19.1 타 공정과 간섭 또는 설계결함 및 수정보완은 현장 설계 변경을 제출하여 발주처의 승인을 받는다.

19.2 현장 설계 변경통보서(FCN)

미미한 설계 결함으로 타 공정과 간섭이 안될 때

19.3 현장 설계 변경요청서(FCR)

19.3.1 중대한 설계결함 또는 타 공정과 간섭이 될 때

19.3.2 수정, 보완이 요청될 때

19.4 소방검정공사 변경인허가 사항

(완공검사)

변경 전: 관할소방서에서 실시

변경 후: 50 만 리터 이상 소방검정공사에서 실시

50 만 리터 이하 관할소방서에서 실시

20 붙임

- Form No. D-001 CHECK LIST FOR TANK
- Form No. D-001-1 FOUNDATION LEVELNESS-1
- Form No. D-001-2 FOUNDATION LEVELNESS-2
- Form No. D-001-3 SHELL PLATE DIMENSION
- Form No. D-001-4 ANNULAR PLATE DIMENSION
- Form No. D-001-5 SHELL DIAMETER MARKING
- Form No. D-001-6 VACUUM TEST
- Form No. D-001-7 OIL TEST
- Form No. D-001-8 SHELL PLATE LEVEL
- Form No. D-001-9 SHELL PLATE PLUMBNESS
- Form No. D-001-10 충수시험 중 FRT 부상시험 점검상태 REPORT
- Form No. D-001-11 BOTTOM PLATE WELDING VISUAL
- Form No. D-001-12 TANK SETTLEMENT CHECK
- Form No. D-001-13 SHELL & PONTOON CLEARANCE
- Form No. D-001-14 SHELL PLATE NOZZLE/ MANHOLE ORIENTATION

탱크 제작 및 설치 절차서

- Form No. D-001-15 SHELL(V) PLATE FIT-UP
- Form No. D-001-16 SHELL(H) PLATE FIT-UP
- Form No. D-001-17 SHELL NOZZLE FIT-UP & WELDING VISUAL
- Form No. D-001-18 SHELL NOZZLE REINF. PAD TEST
- Form No. D-001-19 ROOF PLATE NOZZLE ORIENTATION & FIT-UP
- Form No. D-001-20 HYDROSTATIC TEST OF TANK BODY
- Form No. D-001-21 SHELL WELDING VISUAL
- Form No. D-001-22 MANHOLE CLOSURE CERTIFICATE