

신규면허발급에 즈음한 플랜트 건설공사 기초적 사항

[플랜트 배관설치공사 기준]

한영복/우주플랜트건설(주) 기술담당이사

막대한 투자보다 많은 경험을
정립화한 기술을 체계화하여 시간의 연구,
동작의 연구,관리의 연구를 통하여 공사의 효율적
운영을 기하기 위하여는 업무 체계를 확립해야 한다.
공사의 계획·인원조직 정예화·합리적이고 효율적인 지휘·
조정·통제하는 사전관리와 집행관리를 위하여 본고는
현장에서 중점적으로 체크하면서 공사 수행 중점
사항을 나열한 내용이다.

[편집자 주]

플랜트 배관제작 설치공사 일반적 사항

[1] 공사기준

하기의 공사기준에 의하여 한다. 단, 하기내용
중 누락된 부분에 대하여는 사전에 협의하여야
한다.

- (1) 오스테나이트계 배관공사 기준서
- (2) 탄소강관 배관공사 기준서

[2] 공사규모

각사에서 설계한 도면에 의거 시공한다.

[3] 공사범위

각 도면별 공사범위는 다음과 같다.

- (1) 배관제작 및 설치

- (2) 배관 SUPPORT 행가 및 SHOE 제작 설치
- (3) 배관보온, 보냉 및 LAGGING(PAINING 포함)
- (4) 각종 레벨게이지의 취부
- (5) 각종 콘트롤 밸브 및 스페셜 밸브의 취부
- (6) 각종 제너럴 밸브, 스테이아 밸브의 취부
- (7) 각종 TE용 노즐의 제작, 취부 및 웰의 취부
- (8) 배관 FLUSHING & LEAKTEST와 이에 따르는 템포러리 스트레이너와 배관의 설치
- (9) 기구 보온, 보냉 및 LAGGING(PAINING 포함)
- (10) X-RAY CHECK(X-RAY TEST 비용은 도급)

[4] 공사시방

※ 배관공사

(1) 배관용 라인 CLASS에 따르는 유체명 및 PIPE SPEC은 LINE SCHEDULE과 같다.

(2) SUS PIPE를 고속절단기로 절단할 때 필히 스테인레스용 연석을 사용

(3) PIPE의 굽힘 가공은 ROLL 직경의 5배 이상의 반경으로 냉각 기계굽힘에 의하여 편육, 편평, 주름 등이 생기지 않도록 충분히 주의하여 가공하여야 한다.

(4) 하접판의 재질은 모관과 동일한 재질을 사용한다.

(5) SUS 용접봉은 150°~200℃도로 1시간 이상 건조하여 사용한다.

(6) 2페이스 이상 용접시는 SLUG를 필히 제거하고 기공이 없도록 한다.

(7) FLANGE의 BOLTING시에는 PACKING이 정확히 압입되어야 하며 대각선으로 완전히 조이되 몽키스페너는 조임공구로 사용할 수 없다.

(8) 기존 배관 연결시에는 담당자와 사전 협의한 후 시행한다.

(9) PIPE SUPPORT, HANGER 및 슈우는 도면을 참조하여 시공한다.

(10) 모든 카아본 스틸PIPE(백관은 제외)는 사전에 광명단 1회 도장 및 PIPE 내부를 깨끗히 소제하여야 하고 시공후 상도 2회 한다.

(11) PIPE에 광명단 도장시 용접할 부분에서 100m/m를 떼어 놓고 도장 잡물이 용접부에 침입하는 것을 방지한다.

(12) 자재는 창고 및 야적장에 보관한다.

(13) 압력배관 및 스테인레스 배관 용접공의 기능 TEST를 별도 실시하여 합격한 자만 시공토록 한다.

(14) 특별 시방 스테인레스 탄소강 배관 표준공사 기준 참조

(15) 위치의 결정 : 시공에 앞서 전배관에 대하여 병렬, 교차, 기울기, 보수 및 관리를 할 수 있는 여유 공간 등을 고려하여 정확하게 배관위치를 결정해야 한다.

(16) 슬리브 및 지지철물의 고정 : 콘크리트에 관통할 관에 대해서는 콘크리트 다설전에 슬리브 등을 소정의 위치에 묻어야 하며 INSERT 및 지지철물은 건축공사의 진행에 따라 지체없이 소정의 위치에 정확하게 부착하여야 하며 그의 마감을 처리하여야 한다.

(17) 관의 절단 및 절단부위 처리 : 관의 절단시는 축선이 직각이 되도록 정확히 절단함과 절단부위는 GRINDER로 SIZE에 따라 PE 또는 BE로 처리한다.

(18) 관내의 점검 및 청소 : 모든 관을 접합하기 전에 관내부를 점검하고 이물질이 있을 때에는 깨끗이 청소하여야 하며 배관작업이 중지될 때나 끝마쳤을 경우는 이물질이 들어가지 않게 밀봉하여야 한다.

[5] 검수방법

(1) 배관공사

① 세정 및 청소상태

② 기밀시험

③ 진공시험

④ 최종 LINE 확인

(2) X-RAY CHECK

① 현장 설명서 별도로 표기한 LINE에 대한 X-RAY CHECK

② REPAIR 처리기준

- 3% 미만 : 불량 POINT REPAIR 처리

- 3% 이상 : 불량 POINT REPAIR 처리후 X-RAY 재 CHECK

스테인레스 강관 배관공사 기준서

[1] 적용범위

(1) 본 기준서는 하기의 오스테나이트계 스테

인레스 강관을 사용하는 배관공사의 필요사항에 대하여 규정한다.

	JIS G3459	ASTM
배관용 스테인레스강관	SUS 304 TP	A312 TP 304
	SUS 304L TP	A312 TP 304L
	SUS 321 TP	A312 TP 321
	SUS 316 TP	A312 TP 316
	SUS 316L TP	A312 TP 316L
	SUS 347 TP	A312 TP 347

(2) 이하 각항의 탄소강 배관공사 기준서와 상 위하는 부분에 대하여만 규정한다. 따라서 본 기준서는 필히 탄소강 배관공사 기준서와 병행하여야 한다.

[2] 일반사항

탄소강 배관공사 기준서에 준한다.

[3] 가공 및 제작

(1) 가공 및 제작

① 스테인레스 강관을 고속절단기로 절단할 때는 필히 스테인레스용 연석을 사용한다.

② 대구경관 및 부득이한 경우는 아크에어 가우징, 프라즈마 절단 또는 분말절단을 행한다. 이 경우 절단면의 열 영향부가 없어질 때까지 그라인더로 마감한다.

(2) 굽힘가공

스테인레스강관의 굽힘가공은 호칭경의 5배 이상의 반경으로 냉간 기계굽힘에 의하여 편육, 편평, 주름 등의 발생이 생기지 않도록 충분히 가공해야 한다.

(3) 분기관의 제작

보강판은 관과 같은 재질의 것을 사용하여야 하고 그외는 탄소강 배관공사 기준서에 준한다.

[4] 용접

(1) 일반사항

① 가접판의 재질은 모관과 동일 재질로 한다.

② 가접판의 제거는 그라인더 또는 가우징에 의하여 주의하여 행하되 해머로 두들겨서는 안 된다. 또한 손상이 되었을 경우는 그라인더로 고

르게 작업한다.

③ 용접부분은 스파크 부착방지제를 도포하고 나서 용접을 한다.

④ 직류용접기를 사용한다. 단, 지시가 있을 경우는 티크용접을 한다.

⑤ 용접봉은 150°~200°로 1시간 이상 건조한다.

⑥ 다층용접의 경우는 각층별 스톱의 제거, 아크오프의 뒷손질, 청소를 완전히 행한 뒤 다음 층의 용접을 해야 한다. 이 경우 스테인레스계의 와이어브러쉬, 나무망치 등을 사용하여 카본의 침투를 방지한다.

⑦ 용접봉은 아래와 같다.

재 질	JIS	ASTM
SUS 304	D-308	E-308
SUS 304L	D-308L	E-308ELC
SUS 309	D-309	E-309
SUS 316	D-316	E-316
SUS 316L	D-316L	E-316ELC
SUS 321		E-347
SUS 347	D-347	E-347
SUS 304 + 탄소강	D-309	E-309
SUS 304L + 탄소강	D-309	E-309
SUS 316 + 탄소강	D-309MO	E-309MO
SUS 316L + 탄소강	D-309MO	E-309MO
SUS 321 + 탄소강	D-309	E-309
SUS 347 + 탄소강	D-309MO	E-309

상기표 이외의 상이한 재질간에 용접에 대하여는 인코넬계 용접봉을 사용한다.

(2) 맞대기 용접

탄소강 배관공사에 준한다.

(3) 모서리 살붙이기 작업

① 소켓트식 용접의 내면용접은 3/4B 이하는 생략해도 된다.

② 그외 사항은 탄소강 배관공사에 준한다.

(4) 플랜지의 용접

탄소강 배관공사에 준한다.

(5) 열처리

① 원칙적으로 예열 및 열처리는 하지 않는다. 단지 0도 이하의 기온에서 용접할 경우는 섭씨온도 30°~50°정도로 예열하는 것으로 한다.

② 후열처리는 염화물 및 유화물에 의하여 응력 부식크랙을 일으킬 우려가 있는 경우에 한하여 서서만 안정화 및 응력완화의 목적에 따라 행한다.

③ 후열처리의 조건

- 처리온도 : 섭씨온도 850°~950°

- 처리시간 : 10분 두께 10m(단지 최저 20분까지)

- 냉각방법 : 외기 노출 냉각으로 한다. 단, 650도 부근에서 급냉이 가능한 방법을 취하여야 한다.

[5] 배관 SUPPORT

스테인레스 배관의 SUPPORT를 용접하는 경우 관에 직접 용접하는 부분은 관과 같은 재질의 부품을 사용한다. 그외에 항목은 탄소강 배관공사 기준서에 준한다.

[6] 배관조립

탄소강 배관공사 기준서에 준한다.

[7] 검사 및 시험

탄소강 배관공사 기준서에 준한다.

[8] 세정 및 청소

(1) 산세정

① 부동 태화처리를 위한 산세정은 특별히 지시하지 않는 한 행하지 않는다.

② 용접 그을음의 제거는 특별한 지시가 있을 경우에 한하여 행한다.

(2) 수세정, 공기세정, 증기세정 등 탄소강 배관공사 기준서에 준한다.

[9] 진공시험

탄소강 배관공사 기준서에 준한다.

[10] 최종 LINE 확인

탄소강 배관공사 기준서에 준한다.

[11] 안전주의 사항

탄소강 배관공사 기준서에 준한다.

탄소강 강관 배관공사 기준서

[1] 적용범위

(1) 본 기준서는 하기의 탄소강 강관을 사용하는 배관공사의 전반적인 필요사항에 관하여 규정한다.

같다.

① 법규

② 도면 및 개별 사양서

③ 본 기준서

구 분	J I S	J P I	A S T M
일 반 용 배 관	SGP, STPY 41	PSW 1	A 120, A 139
압 력 용 배 관	STPG 38, 42	PSW 2	A 53 GR A, GR B
고압및고온용배관	STPT 38, 42, STS 38	PSS 1	A 106 GR A, GR B

(2) 이중관 배관공사 등 특수배관에 관해서는 기준서를 참조한다.

(3) 법규에 규정되는 경우는 필히 법규에 따라야 한다.

(4) 본 기준서는 도면 및 개별사양서에 명기되지 않는 일반적 사항에 관하여 규정한다.

(5) 위의 (3)(4) 규정간의 우선 순위는 다음과

(6) 도면 개별 사양서 및 본 기준서에 명기되어 있지 않는 일반적 사항에 있어서도 기술상 또는 공작상 당연히 요구되는 내용은 필히 시공해야 한다.

[2] 일반사항

(1) 배관도면에 지시된 것과 같이 시공이 불가할 경우 또는 도면지시 이외의 방법에 따라 시공

하는 것이 적절한 것으로 판단되는 경우는 사전 협의하여 시공한다.

(2) 변경되는 부분에 대하여는 서류로 확인하고 기록하여 보존토록 한다.

(3) 재료는 별도로 규정되는 배관재료 기준에 어긋나지 않게끔 보관 및 사용치 않으면 안된다.

(4) 착공전에 하기 내용을 포함한 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

① 지급자재 목록

② 공정표(제작공정, 조립공정, 시험공정을 상세히 기술)

③ 인원 구성표(책임자를 구성할 것)

④ 용접공 명부

⑤ 용역, 동력의 배치 계획도 및 필요량

(5) 가능한 한 제작상 또는 공장에서 제작하고 현지에서의 용접은 최소한이 되도록 한다. 단, 용접자세가 하향 또는 수평이 되도록 충분히 배려하여야 한다.

[3] 가공 및 제작

(1) 절단 및 개선가공

① 관은 도면에서 지시하는 규격대로 정확히 절단토록 한다.

② 절단에는 파이프 절단기, 고속 절단기 등을 사용한다. 또한 가스절단은 정도가 높은 방법이 있다면 사용해도 좋다.

③ 분지관 등 불규칙한 절단이 필요한 경우는 형판을 사용한다.

④ 관말의 개선가공은 원칙적으로 기계가공 또는 그라인더 마감으로 한다.

⑤ 절단면 및 개선면은 가공에 의하여 상처나 찌꺼기가 없는 평활한 면이 되도록 한다.

(2) 굽힘가공

① 곡관에는 맞대기 용접 또는 소켓트 용접에 의한 엘설우를 사용한다. 단지 도면 또는 개별 사양서에 지시된 경우는 굽힘가공 또는 굽힘에 의하여 행한다.

② 굽힘가공

- 굽힘가공은 파이프 밴드에 의하여 냉간공간과 열처리 가공 어떠한 방법으로 좋으나 가능한 한 파이프 밴드를 사용한다.

- 파이프 밴드에 의한 굽힘가공의 경우는 굽힘후 곡률반경이 배관 효칭경의 5배를 표준으로 한다.

- 굽힘가공의 경우는 타원도 및 살 두께 감소율에 대하여서는 3~5항에서 규정

(3) 분지관의 제작

① 분지관은 원칙적으로 맞대기 용접 또는 소켓트 용접에 의한 피를 사용하든지 또는 보스를 사용하여 제작한다.

② 주관에 직접 지관을 용접하여 제작하는 분지관을 제2도에 의한다. 주관 14B 이상은 주관 내면으로도 용접하지 않으면 안된다. 단지 14B 이상에도 분지관의 소구경 1/2B~11/2B의 경우는 필요가 없다.

③ 분지관을 주관에 삽입하는 경우 주관에 정확히 구멍을 뚫고 분지관을 주관의 개구부의 형상에 맞춰 용접부를 가공하여 완전히 융합된 구루브 용접에 의하여 취부하여야 한다.

④ 보강재는 검사구를 뚫고 보강재를 보강할 경우는 둘레방향으로 분할해야 한다.

⑤ 분지관을 배관의 주량, 열팽창 및 그외에 의력에 견디도록 충분히 고려하여야 한다. 리브, 카셋트, 프레임 등을 사용하는 경우는 이들이 관벽에 용접되는 부분이 국부적으로 응력이 집중하여 이 부분으로부터 폐쇄가 될 수 있다.

(4) 스크류 조인트

① 스크류 마운트는 특히 지정하지 않는 한 JIS B 0203 (배관용 테이퍼 스크류)에 의한 것으로 한다.

② 스크류 내기는 파이프머신 또는 핸드다이스에 의한다. 또한 선반에 의한 가공을 피한다.

③ 핸드다이스로 스크류를 내는 경우는 윤활유

를 사용하여 거치른 스크류 및 금속의 표면에 상처가 나지 않도록 하여야 한다.

④ 핸드다이스로 사용전에 충분히 청소하고 또는 불완전한 스크류를 사용치 말아야 한다.

⑤ 스크류 조인트에 대해서는 콤파운드, 셀테이프를 사용하여 관측의 스크류가 소정의 길이만큼 충분히 났는가를 확인한다.

⑥ 한번 스크류가 난 것을 반대도 돌려서 확인한다.

⑤ 스크류 조인트 플랜지에 관을 접속한 경우 관의 선단이 플랜지면과 같이 되도록 한다. 또한 관끝이 조금이라도 가스켓면보다 돌출하여 있는 경우는 가스켓면을 손상시키지 않도록 그라인더 또는 끌로 뒷손질을 하여야 한다.

(5) 배관제작 준법공차

공장제작 경우의 배관부품의 준법공차는 다음과 같이 한다. 현장제작의 경우는 다음의 공차에 준하여 하도록 한다.

- ① 배관길이 : $\pm 3\text{mm}$ 이하
- ② 맞대기 용접의 편심 $a : 1.5\text{mm}$ 또는 $a : 0.2\text{mm}$
- ③ 볼트구멍의 치우침 $a : \pm 1.6\text{mm}$
- ④ 플랜지면의 치우침 4B 이하 : $\pm 1\text{mm}$ 6B~8B : $\pm 1.5\text{mm}$ 10B 이상 : $\pm 3.0\text{mm}$
- ⑤ 분지관의 취부위치
- ⑥ 분지관의 치우침 $a : 1/2^\circ$
- ⑦ 굽힘 각도 $a : \pm 1/2^\circ$
- ⑧ 굽힘관 타원도 $d_2-d_1 (4\% \sim 8\%) d$
- ⑨ 굽힘관의 두께 감소율 $t-t (6\% \sim 8\%) t$

[4] 용접

(1) 일반사항

① 용접공은 일정한 자격 검정시험에 합격한 사람 및 이와 동등한 이상의 기량을 가진 사람으로 한다.

자격 검정시험에 대해서는 별도로 정하는 용접공 기량검정기준에 의한다.

② 용접봉에 대해서는 KS 또는 JIS Z 3211에 정하는 것 또는 이와 동등 이상의 것을 사용하여야 한다.

용접개소	용접봉의 종류
용접	JIS Z 3211 D 4301
맞대기 용접 (제 1층)	JIS Z 3211 D 4316 (이하 용접용)
맞대기 용접 (제 2층 이상)	JIS Z 3211 D 4301, D 4303

③ 관의 용접작업은 풍우 습기를 피하고 하향 자세로 행하는 것을 원칙으로 한다. 또 사용하는 용접봉은 충분히 건조한 것을 사용하여야 한다.

④ 개선표면의 수분, 먼지 등이 부착되어 있는 경우 완전히 제거하여야 한다.

⑤ 모재의 온도가 섭씨 -180도 이하의 경우에는 용접을 행하여서는 안된다. -180도에서 0도 사이의 경우는 용접개소로부터 적어도 75mm 범위를 용접에 적합한 온도로 예열하여야 한다.

⑥ 용접의 층수는 아래의 표를 원칙으로 한다.

⑦ 사용 용접봉의 굵기는 제1층을 2.6~3.2 ϕ , 제2층부터는 3.2~5.0 ϕ 를 사용한다.

⑧ 사용하는 용접기, 기구는 충분히 안전한 것을 사용하여야 한다.

(2) 맞대기 용접

① 관과 관, 관과 피팅, 관과 밸브의 끝단부는 적당한 도구를 사용하며 가능한 정확히 중심을 맞추어야 한다. 이러한 도구는 용접부가 용접된 전장 5% 이상이 되기까지 취부하여서는 안된다.

② 가접의 필요수는 2B~8B까지 3개, 10B 이상은 최소 4개로 한다.

③ 가접은 브릿지 또는 로트에 따라 행하고 정

파이프두께	6.4mm미만	6.4mm이상	9mm이상	13mm이상	19mm이상	25mm이상
층 수	2~3	3~4	4~5	6~8	11~14	13~14

확한 간격을 유지하여야 한다.

④가접을 개선내에 용접으로 행한 경우 본 용접을 행할 때는 이것을 확실히 취부하여야 한다.

⑤배면판은 특히 지시가 없는 한 사용하지 않으며 배면판이 없는 제1층의 용접을 특히 용접물이 완전히 되도록 주의하고 관내로 이물질이 들어가지 않도록 시공하여야 한다.

⑥각층 용접중 용접면의 블로우홀, 크랙 등의 결함이 일어난 경우는 아르 에어가우징 또는 그 라인더로 결함부를 완전히 제거해 나가며 시공해야 한다.

⑦말대기 용접의 외면에 엔드카트(0.5mm 이상) 오버랩(1.5mm 이상) 등을 일으키지 않도록 주의해야 한다.

⑧용접후 비드의 높이는 (표1)의 값을 넘어서는 안된다. 단지 접합관의 살두께가 일정하지 않을 때는 낮은 살두께를 기준으로 한다.

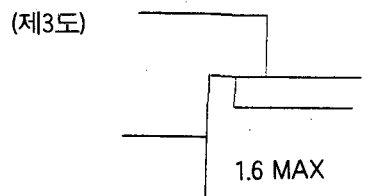
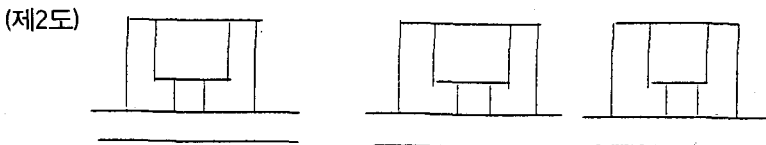
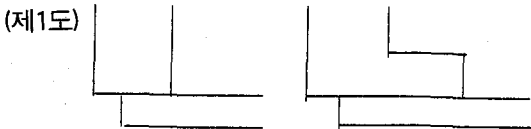
[표 1]

살 두께 (mm)	비드 높이 (mm)
13 이하	1.5
14~25	2.5
26 이상	3.0

⑨관 내경이 일정치 않을 경우에 직경의 차가 3mm를 초과할 때는 두꺼운 쪽을 연마하여 용접해야 한다.

(3) 모서리살 용접

모서리살 용접의 경우는 아래의 그림에서 보이는 값 이상으로 하여야 한다.



①스립은 용접 플랜지 (제1도)

②소켓용접의 경우 (제3도)

③하프 카플링 (보스) (제2도)

(4) 셸 용접

①스크류 조인트는 셸 용접을 행하는 경우는 외부로 들어난 스크류를 전부 용접 비드로 덮어야 한다.

②스립은 용접 플랜지의 내면 용접의 경우 가 스킷트면의 손상이 없도록 주의하여야 한다.

③소둔할 필요가 있는 스텝은 용접 플랜지는 허브에 3mm의 밴드구멍을 내도록 하여야 한다.

(5) 열처리

①열처리를 필요로 하는 것은 다음과 같다.

- 탄소 함유량이 0.35% 이상으로 두께 1.3 mm 이상의 탄소강

- 살 두께 20mm 이상의 탄소강

②열처리 조건

- 가열시간 : 150도/시간

- 유지시간 : 1시간/25mm 두께

- 온도 : 600~650도

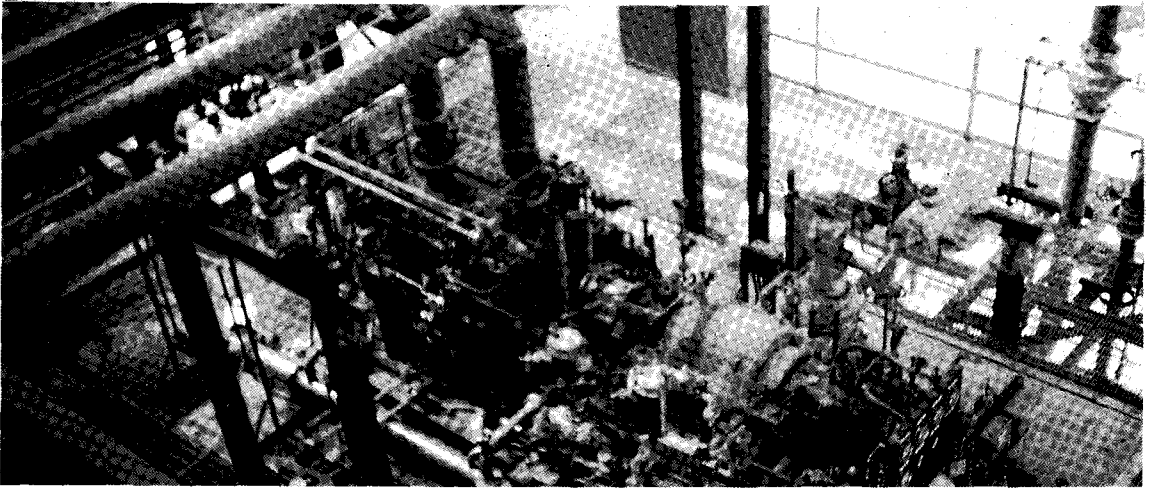
③순서

- 용접선을 중심선으로 한 용접부를 소정의 온도까지 서서히 가열한다.

- 가열부분의 폭은 용접 비드 폭의 최저 4배로 한다.

- 관의 전주에 걸쳐서 균일한 온도가 되도록 특히 주의하여야 하며, 관의 온도는 가열부의 끝에서 바깥으로 향하여 서서히 강하하도록 한다.

- 소둔로에서 가능하지 않는 경우는 밴드히타에 의하여 국부소둔을 행한다.



— 밴드히타의 경우 폭을 관의 직경보가 적어도 50mm 이상 넓도록 한다.

[5] 배관 SUPPORT

(1) 배관 SUPPORT의 설치

① 배관 SUPPORT는 배관 조립전에 설치하고 수평, 수직이 되도록 라이나로 조정을 하여야 한다.

② 배관 조립전에 설치가 되지 않는 경우는 배관의 중심선 맞추기가 가능한 강도를 갖고 가설재로 써포트를 설치하여야 한다.

③ 배관 써포트는 매입볼트 또는 홀인앵카로 설치하도록 한다. 매입 플레이트를 탐조류에 직접 용접하지는 못한다.

(2) 배관 슈의 설치

① 배관 슈를 용접하고자 할 때는 관에 구멍을 내지 않도록 충분히 주의해야 한다.

② 열팽창 또는 수축하는 배관의 슈 취부위치는 열 팽창 또는 수축에 의한 이동량을 고려하여야 한다.

(3) 앵카 및 방진기구

① 설치에 있어서는 팽창 또는 수축에 의한 과도한 하중이 배관에 걸리지 않도록 주의하여야 한다.

② 방진기구의 취부에 있어서는 통상의 열팽창

에 의한 이동에 대하여 구속을 최저가 되도록 하고하지 않으면 안된다.

[6] 배관조정

(1) 일반사항

① 배관취부전에 도면 표시와 같은 재료, 규격의 것을 바로 사용하도록 한다.

② 관 내면 및 연결부를 충분히 청소하여야 한다.

③ 조립을 할 때는 레벨, 수평계, 트랜지트 등을 사용하여 정확히 수평도, 수직도를 갖도록 하여야 한다.

④ 조립을 위하여는 충분한 가설판을 설치하도록 하고 소구경관, 펌프계기 등을 발판으로 삼아서 안된다.

(2) 플랜지 조립

① 플랜지의 체결에 있어서는 가스켓트면을 청소하고 손상이 없는 것을 확인하고 나서 체결하여야 한다.

② 중심선의 이동 플랜지면의 평형상태, 간격 등을 확인하여 무리한 응력이 발생치 않도록 대각으로, 순차적으로 균일하게 체결하며 과도한 조임이나 균형을 잃은 조임이 생기지 않도록 주의한다.

③ 플랜지면의 취부정도의 허용치는 아래와 같

다.

접합장소	평행도(mm)	곡 간(mm)	중심이동(mm)	배관(예)
정밀회전기기	0.05	±0.3	0.3	압축기, 진공펌프
일반회전기기	0.1	±0.5	0.5	펌프, 송출기
일반기기	0.5	±0.1	1.0	탑조류, 열교환기
일반배관	0.3~1.0	±1.0~±2.0	0.5~1.0	배관접속

④ 펌프의 체결력은 아래의 수치를 표준으로 하고 과로와 부족이 되지 않도록 한다.

볼트의 호칭경	스파나 길이 (cm)	스파나 선단의 하중 (kg)	비고
M10 UNC 3/8	10	13	한손으로 가볍게 조인다.
M12 UNC 1/2	10	26	한손으로 강하게 조인다.
M16 UNC 5/8	20	30	한손으로 강하게 조인다.
M20 UNC 3/4	20	56	양손으로 가볍게 조인다.
M22 UNC 7/8	30	58	양손으로 강하게 조인다.
M24 UNC 1	30	88	양손으로 강하게 조인다.
M28 UNC 1 1/8	30	130	양손으로 스파나 2배 길이의 보조막대 사용
M32 UNC 1 1/4	30	184	양손으로 스파나 3배 길이의 보조막대 사용

주) * 스파나 선단의 하중은 SS, SCM의 경우는 상기값의 3~4할을 더한다.

* 스파나의 보조막대가 사용불가능한 경우는 햄머를 사용한다.

볼트 경	햄머 중량
M 28 UNC 1 1/8	1 1/2
M 32 UNC 1 1/4	1 1/2
M 36 UNC 1 3/8	1 1/2

⑤ 가스켓트에는 도면 및 사양서에 지시가 없는 한 원칙적으로 페이스트는 사용하지 않는다. 페이스트를 도포하는 배관을 아래와 같이 한다.

페이스트 종류	배관 유체명
실리콘 그리스	DMT, EG, MA, CAT, 열매
진공 그리스	진공배관진공 EG, BHT)
액체 패킹 (스리 본드)	TPA, CHIP, 크린에어
에어 셀 폼파운드(헤르메 셀)	에어닥트
스모콘	증기

⑥ 볼텍스 가스켓트는 치우치게 조이지 않도록 주의하여야 하며 체결력은 아래와 같이 한다.

두께 (mm)	사용유체	체결력 (mm)
4.5	가스	1.0~1.2
4.5	액체	0.8~1.2
3.0	가스	0.6~0.7
3.0	액체	0.7~0.7

⑦ 아스베토스 조인트 시트는 에어 테스트시에

석면 섬유를 공격을 통하여 누설될 염려가 있다. 이 경우 가스켓트 페이스트를 내경단에 도포하여야 한다.

⑧ 고온배관에 사용하는 볼트, 너트에는 소착방지를 위하여 이유화 모리브텐 윤활제(예:모리코트) 등의 소착방지제를 도포하여야 한다.

⑨ 이밖의 배관용 볼트, 너트의 스큐류부에는 그라파이프 페이스트를 도포해야 한다.

⑩ 링 조인트의 경우는 필히 적절한 콤파운드를 사용하고 취부시에 흠이나지 않도록 주의하여야 한다.

⑪ 주철재 플랜지, 그밖의 파손되기 쉬운 플랜지에 배관을 취부할 때는 과도한 조임에 의하여 플랜지를 깨뜨리지 않도록 주의하여야 한다.

(3) 밸브 취부

① 취부위치 및 핸들방향은 배관도에서 지시하는 것과 같이 취부하여야 한다.

② 밸브는 닫힌 상태에서 취부를 행하고(단, BUTTERFLY 밸브는 예외) 공사중에 불필요하

게 개폐하지 않아야 한다.

③ 글로브밸브, 체크밸브, 콘트롤밸브 등은 유체의 흐름방향을 확인하여 밸브의 표시방향과 맞게 취부하여야 한다.

④ 수송중에 보호를 위하여 취부된 캡을 취외하여 내부에 먼지 등의 이물질이 없는가를 확인하고 나서 청결한 상태로 취부하여야 한다.

⑤ 바깥 스크류형 밸브의 스템 스크류부에는 녹의 발생을 방지하기 위하여 도포하고 비닐 등으로 피복하여 둔다.

⑥ 스크류 조인트 밸브의 취부는 관을 바이스로 물리고 밸브단부의 렌치를 걸어서 조인트시키며 취외하기 가능하도록 유니온 또는 플랜지를 사용한다.

(4) 익스팬션 조인트 취부

① 드렛샤 카프링, 빅토링 조인트 등의 취부에는 지시된 위치에 편심이 생기지 않도록 취부하여야 한다.

② 익스팬션 조인트는 그 취부개소의 배관계가 전부 조립을 완료하고 각 앵카 가이드 스톱바 등이 도면과 같이 시공되어 있는가를 확인한 후 취부하여야 한다.

③ 익스팬션 조인트의 취부시에는 신축방향이외로 하중이 걸리지 않도록 유의하고 취부 완료 후 쉬핑볼트 또는 쉬핑용 보조재를 취외하고 주위 신축 접수의 수직힘을 막는 장애가 없는가를 확인하여야 한다.

④ 관내에 스리브가 있는 익스팬션 조인트는 유체의 흐름방향을 확인하고 취부하여야 한다.

⑤ 콜프 스프링을 필요로 하는 배관은 필히 소정의 위치에 앵카를 설치한 후 취부하지 않으면 안된다.

(5) 콤프레샤 및 펌프 주위 배관

① 흡입측 배관의 상용 스트레이나가 없는 경우는 테스트전에 가설 스트레이나를 취부하여야 한다.

② 콤프레샤 및 펌프에 배관을 접속하는 경우는 그 기기에 하중이 걸리지 않도록 충분히 주의하여 제작, 취부하여야 한다.

③ 배관 조립후 플랜지부를 취외하여 하중이 기기에 걸리지 않는가를 재확인한다.

④ 배관의 열팽창 수축에 의한 응력이 기기에 미치지 않도록 주의한다.

(6) 계기류의 취부

① 일반사항

- 배관라인에 붙는 계기 및 부속품을 원칙적으로 일단 배관에 붙여서 본다.

- 부조의 배관 취부가 끝나면 되도록 빨리 취외하여 보호하여야 한다.

- 만일 취외를 하지 않는 경우는 파손되지 않도록 보호구를 설치한다.

- 취부시에는 계기번호를 확인하고 수평, 수직 또는 지시된 각도를 정확히 내도록 한다.

- 계기 및 배관내부에 이물질이 없는가를 확인후 취부한다.

- 계기의 지시면이 보기좋은 방향으로 되어 있는가를 확인하여야 한다.

② 오리피스

- 오리피스 플랜지의 취부는 상류측 20D, 하류측 5D의 범위는 용접개소가 최소가 되도록 시공한다. 관 내부의 용접 스크라그나 비드가 없도록 한다.

- 플랜지의 기둥볼트는 서로 180도 반대 위치가 되도록 취부한다.

- 관으로부터 랩을 취외하는 경우는 도면지시의 위치에 드릴로 구멍을 내어 넣도록 하고 소켓트는 관내에 매입하여서는 안된다.

- 오리피스 프레임의 손잡이는 필히 위로 향하고 각인이 있는 쪽을 상류로 취부하여야 한다.

- 프레임 및 파이프의 중심을 일치시켜 취부하고 관내의 가스켓트가 손상되지 않도록 충

분히 주의하여 취부하여야 한다.

③ 유량계, 콘트롤밸브의 취부공차는 아래와 같다.

계기명	수평방향	수직방향
면접식 유량계	1/100	1/100
용접식 유량계	2/100	2/100
전자식 유량계	2/100	2/100
콘트롤 밸브	2/100	2/100

④ 압력계의 취부, 취위는 필히 소정의 위치에 스파나를 걸어서 하며 케이스부에 힘을 가해서는 안된다.

⑤ 온도계용 보스의 취부

- 보스를 용접하는 개소 모관의 구멍을 온도계 보호관이 용이하게 들어가는 크기로 한다.

- 보스를 가접한 상태로 보호관과 같은 구경에 같은 길이의 검사용을 삽입하여 모관구멍의 크기와 모관의 구멍과 보스구멍의 중심이 일치하고 있는가를 확인한다.

- 보호관의 선단이 관 내면에 접촉하지 않는가를 확인한다.

[7] 검사 및 시험

(1) 자재검사

① 배관작업을 시작하기에 앞서 각 배관계의 재료가 도면지시와 같은 재질 및 촌법인가를 각인 또는 그외의 표시기호로 확인하지 않으면 안된다.

② 재료의 표면 결함, 관 단의 라미네이션이 없는가를 확인한다.

(2) 용접검사

원칙적으로 용접공정중 차기의 검사를 행하며 판정기준은 3~5항의 규정에 의한다.

① 개선 및 가접공사

② 본 용접입회 및 각층검사

③ 외관공사

(3) 용접공사

가접 또는 가조립시에 촌법검사를 행하고 판

정기준은 4항의 규정에 의한다.

(4) 방사선 검사

① 특수배관에 대하여는 전수검사로 하고 JIS 23104에 따라 판정을 행하고 제1종의 결함에 대해서는 2급 이상을 합격으로 하고 제2종의 결함에 대해서는 1급 이상을 합격으로 한다.

② 일반배관에 대해서는 공장용접과 현장용접으로 나누어 검사한다.

- 공장용접(현장용접에 있어서도 파이프를 회전하면서 하향용접을 한 경우는 이것에 준한다)의 경우는 용접부 전수의 20% 이상을 임의로 선정하여 검사한다. 합격은 JIS 23104에 따라 판정하고 검사부수의 80% 이상이 2급 이상으로 합격되지 않는 부분은 전수검사로 한다.

- 현장용접의 경우는 전수검사를 하고 제1종, 제2종의 결함에 대해서 2급 이상의 경우 합격으로 한다.

③ 특수배관이라 함은 다음의 배관을 가르킨다.

- 고압가스 취제법에 적용되는 배관으로서 압력 10kg 이상이 되는 압축가스 또는 압력이 2kg 이상이 되는 액화가스를 취급하는 지하배관 및 위험물(제1종 가연성 가스) 배관

- 50kg 이상의 유체를 취급하는 배관

- 25kg 이하의 증기배관

④ 일반배관

- 고압가스 취제법의 적용되는 배관으로 특수배관에 해당되지 않는 배관

- 제1종 가연성 가스를 취급하는 배관

- 25kg 이하의 증기배관

(5) 압력시험 및 기밀시험

① 배관시험 계획서를 시험 실시전에 작성하며 계획서에는 하기내용을 포함하여야 한다.

- 시험라인과 압력

- 시험시행 일시 및 책임자

- 시험기기 및 테스트 유체

- 시험실시 순서 및 주의사항

② 시험압력

- 수압에 의한 내압시험

$$P = 1.5 P_n \frac{S_o}{S_n}$$

P = 시험압력 (kg/cm² G)

P_n = 설계압력

S_o = 30도에 있어서 허용능력 (kg/cm² G)

S_n = 설계온도에 있어서 허용능력 (kg/cm² G)

- 공압에 의한 내압시험

$$P = 1.25 P_n$$

③ 시험준비

- 시험전에 하기사항이 준비되었는가 확인한다.

△ 외관, 촌법검사

△ 밸브, 계기류의 흐름방향

△ 배관압력, 재질, 촌법확인

△ 열팽창이 있는 배관의 고정점, SUPPORT의 취부상태

△ 볼트, 너트, 가스켓트의 취부상태

- 시험에 사용하는 맹판위 두께에 대하여는 (표1)를 참조로 하며 맹판은 취부개소를 알기 쉽게 하기 위하여 표식판이 있는 것을 사용한다. 또한 맹판개소를 표시한 서류를 작성하고 시험종료후 철거에서 빠지지 않도록 한다.

- 시험에 사용하는 압력계는 시험압력의 약 2배의 눈금을 갖는 것을 시험전에 검사하여 정확히 조정하여야 한다. 취부개소는 각 시험구분당 2개소 이상으로 하고 눈금지시에 차이가 있는 경우는 취부위치가 낮은 쪽의 게이지에 의한다.

- 고압관계와 저압관계가 밸브로 접속되는 경우는 원칙적으로 밸브의 저압측에 맹판을 취부하나 저압측의 배관을 취외시켜야 한다.

- 펌프, 콤프레샤, 터빈 등은 단관을 취외하여 두고 취외하기 불가능한 경우는 맹판을 넣되 기기가 주철재의 경우 무리하게 체결하지 않도록 한다.

- 탭조류, 열교환기류는 가능한한 분리하여 시험하나 분리하지 않고 동시에 시험하는 경우

는 기기의 내압시험압력에 맞추어야 한다.

- 계기 및 그 부속품은 (표2)의 조치를 행하여야 한다.

- 체크밸브가 있는 경우는 흐름방향을 확인하여 압력을 걸어야 하고 역방향으로 압력을 걸 필요가 있을 때는 체크밸브를 취외하든지 반대로 취부하여야 하고 테스트 종료후 바른 상태로 반드시 복구시켜야 한다.

- 수압시험을 행하는 경우의 배관 SUPPORT로 물의 압력에 견디지 못하는 것은 가SUPPORT를 설치하여야 한다.

- 기압시험에 사용하는 콤프레샤는 오일레스형을 사용하여야 한다.

④ 압력시험 순서

- 배관을 물로 충전하는 경우는 배관의 벤트류를 개방하여 관내의 공기가 배출되도록 서서히 채우도록 한다.

- 수압시험시 압력의 유지시간은 소정의 압력까지 도달한 것을 확인하고 나서 1시간을 최소 표준으로 한다.

- 물의 충전시 수주를 주의하여 저부가 필요 이상의 과압으로 되지 않도록 배수속도를 고려하여 행한다.

- 수압시험 완료후 물을 배수하기전에 벤트의 개방을 확인하고 계내압력이 부압으로 되지 않도록 배수속도를 고려하여 행하여야 한다.

- 기압시험을 행하는 경우 먼저 시험압력의 50%까지 증압하고 이점에서 이상의 유, 무 및 안전성을 확인하고 나서 이후 10%씩 단계적으로 압력을 높여 나가야 한다. 압력의 유지시간은 30분을 최소표준으로 한다.

- 내압시험을 수압으로 행한후 기압에 의한 기밀시험을 행하는 것을 원칙으로 한다.

- 기압시험중 해머 등으로 충격을 주지 말아야 한다.

- 시험종료후 맹판, 가 배관 등은 취외하고 취

플랜트 건설공사 기초적 사항

구경 (B)	시 험 압 력									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
15A	0.7	1.0	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9	2.0	2.1	2.2
20A	0.9	1.3	1.6	1.9	2.1	2.3	2.5	2.6	2.8	2.9
25A	1.2	1.7	2.1	2.4	2.6	2.9	3.1	3.3	3.5	3.7
40A	1.8	2.5	3.1	3.6	4.0	4.4	4.7	5.0	5.3	5.6
50A	2.3	3.2	3.9	4.6	5.1	5.6	6.0	6.4	6.8	7.2
65A	2.8	4.0	4.9	5.7	6.3	6.9	7.5	8.0	8.5	9.0
80A	3.4	4.8	5.8	6.7	7.5	8.2	8.9	9.5	11	11
100A	4.4	6.2	7.6	8.8	9.8	11	12	13	14	14
125A	5.5	7.7	9.4	11	13	14	15	16	17	18
150A	6.5	9.2	12	13	15	16	18	19	20	21
200A	8.6	13	15	18	20	21	23	25	26	28
250A	11	16	19	22	24	27	29	31	32	34
300A	13	19	23	26	29	32	34	37	39	41
350A	15	21	25	29	32	35	38	41	43	46
400A	17	24	29	33	37	40	44	47	49	52
450A	19	26	32	37	41	45	49	52	55	58
500A	21	29	36	41	46	51	55	58	62	65
600A	25	35	43	50	55	61	66	70	74	78

계기 또는 부품명	압력시험시 상태	비 고
오리피스 플레이트	가 오리피스 취부	손잡이에 색칠을 할 것
로타 미터(금속관)	취 외	
(유리관)	취 외	
전자식 유량계	취 외	
용적식 유량계	취 외	
콘트롤 밸브	취 외	
부르동관식압력계	취 외	
온도계 보호관	취 부	
액 면 조 절 계	취 부	전 밸브 열것
액 면 계	취 부	전 밸브 열것
액 면 스 위치	취 부	
계 장 도 압 관	전 밸브 닫힘 하류측 개방	가능하면 전 밸브를 열고 본관과 동시에 가압할 것
안 전 밸브	맹관취부	
필 타	취 부	글라스 파손의 염려가 없는 경우는 취부가 됨
다이아프람 밸브	취 부	
테프론 면 밸브	취 부	

외한 계기류 등은 청소후 취부한다.

- 주성 등의 불량개소가 발생할 때는 확실히 표시하여 방압후 보수하고 그 부분에 대한 재시험을 행하여야 한다.

- 압력시험중을 필히 「시험중」 표시를 하며 특히 고압으로 시험할 때에는 충분한 방호 조치를 하여야 한다.

- 테스트 종료후 시험성적서를 작성하고 성적서에는 필히 하기 항목을 기입한다.

- 분기관 등에 취부하는 보강관은 5~7kg으로 기밀시험을 행한다.

[8] 세정 및 청소

(1) 배관 조립전의 청소

① 배관의 내장 종료후 현장 취부전까지는 관

내의 먼지, 스크랩 등을 제거하여야 한다.

② 기기에의 접속은 청소가 끝난 것을 확인하고 나서 행한다.

③ 청소방법은 하기에 의한다. 단지 (나,다) 시공후는 (가)의 공기후라싱을 행한다.

가. 공기 후라싱과 해머링

나. 브라싱 또는 그라인딩(대구경관 또는 단관)

다. 튜브 크리너에 의한 청소(소구경관으로 긴관)

(2) 배관 조립후의 청소

① 배관취부후 소정의 시험, 검사가 종료된 후 증기, 물, 공기에 의한 전 라인의 청소를 행한다. 배관의 유체와 세정유체의 관계는 아래와 같다.

유 체 명	세정 유체명
프로세스 라인	물
프로세스 라인 (진공)	공기
열 매	공기

유 체 명	세정 유체명
증 기	증 기
압력, N2	공 기
계기 압공	계기 압공
냉각수	물

② 각 후라싱전에 용접개소를 중심으로 해머링을 행한다. 단지 밸브, 계기류 및 보온 보냉을 시공한 배관은 행하지 않는다.

③ 해머링은 라인 규격에 맞춰 강도를 조절하여 행한다.

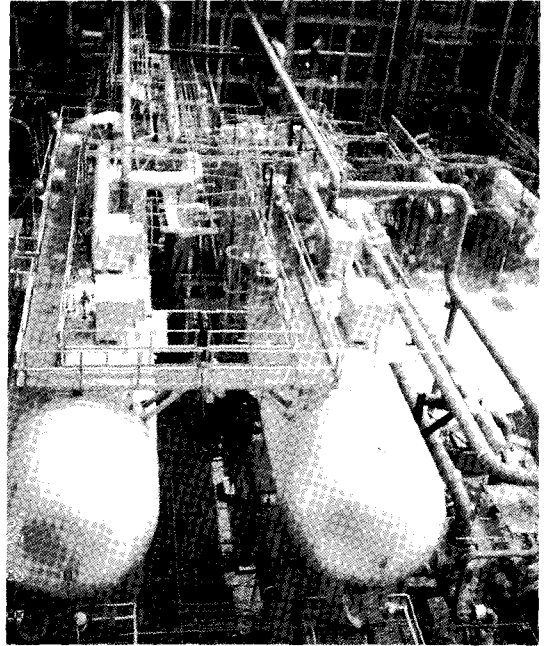
④ 압력 시험중에 사용한 맹판, 단관 등을 세정 방법을 고려해서 시간을 정한다.

(3) 수세정

① 수세정에는 충분한 양의 청수를 사용하고 수원 배수에 주의한다.

② 완전히 이물이 제거된 것이 확인될 때까지 행한다.(80-100 메쉬의 금망을 사용하여 행한다.)

③ 펌프 등 기기의 입구에는 가 스트레이너를 설치한다.



④ 프로세스라인은 수세정후 가능한 빨리 건조하여야 한다.

(4) 공기세정

① 사용공기의 원압과 축압량은 각 세정관의 목적에 적합하여야 한다.

② 공기 취출구 주위에는 적당한 방호조치를 강구하여야 한다.

③ 출구의 상황을 감시하며 밸브조작을 하여야 한다.

(5) 증기세정

① 배관 SUPPORT, 보온공사가 완료되어야 한다.

② 안전을 위하여 출구에 가설관을 설치하여 사람이나 기타 시설물에 후라싱 증기가 미치지 않도록 한다.

③ 소음이 문제가 되는 경우는 출구에 소음기를 붙여야 한다.

④ 후라싱배관이 길 경우는 충분한 시간을 갖고 워밍을 하여야 한다.

⑤ 주요 배관의 후라싱은 10~20분간 연속적으

로 행하고 10분간 정지하는 단속 후라싱을 3~4회 반복하여야 한다.

⑥ 말단 배관은 개개로 10~20분간의 연속 후라싱으로 한다.

(6) 계기류에 대한 조치

① 각 배관의 청소가 종료된 후 계기류 및 단관 등의 취외 부분을 복구하고 맹판 등의 철거 가오리피스 플레이트의 정상품 교체 등 전배관을 운전전의 정상적인 상태로 접속한다.

② 배관 복구를 행한 후 누락시험이 되지 않는 개소를 명시하고 종합기밀시험으로 확실하게 검사를 행한다.

[9] 종합기밀시험

(1) 종합기밀시험은 내압시험, 기밀시험 및 청소작업으로 취외해둔 개소를 복구하고 운전전에 그 부분의 누설을 공기압으로 시험하여야 한다.

(2) 현장 용접만의 배관으로 내압시험이 곤란한 배관의 현장 용접부도 종합기밀시험으로 누설을 확인한다.

(3) 종합기밀시험은 원칙적으로 공기에 의한 시험압력은 최고 사용압력의 1.1배로 행한다. (경우에 따라서는 최고 사용압력과 동일하게 된다.)

(4) 승압은 7k 이하의 경우는 1단으로 행하여도 좋으나 고압의 경우는 3단계로 분할하여 서서히 행하되 각 단계별로 검사를 행한다. 압력유지 시간은 15분 이상으로 한다.

(5) 정치에 따라서는 종합기밀시험으로 방치시험을 행하여 누설량을 측정하고 규정치 이내에 드는 것을 확인한다. 이 경우 기온의 변화에 따른 압력의 보정은 다음 식에 의한다.

$$P = P_1 \frac{273 + T_0}{273 + T_1}$$

P = 보정압력 (kg/cm² G)

P = 게이지 지시압력 (kg/cm² G)

To = 검사게이지의 가스 또는 관표면 온도(°C)

T = 검사시의 가스 또는 관표면 온도(°C)

[10] 진공시험

(1) 진공으로 사용하는 배관은 기밀시험, 기밀방치시험 및 진공시험을 행한다.

(2) 설비의 종류에 따라 다음의 순서로 진공시험을 행한다. 진공시험압력 및 판정기준에 대해서는 개별기준서에 따른다.

① 상온 정지 진공시험

② 상온 회전 진공시험(회전기 포함되는 경우)

③ 가열 정지 진공시험(기기, 배관이 가열상태로 운전되는 경우)

④ 가열 회전 진공시험(가열상태로 운전되는 각 회전기기 포함된 경우)

(3) 진공시험의 전에 다음의 작업이 완료되어 있는 것을 확인한다.

① 기기 및 배관의 건조

② 회전기기의 회전시험

③ 진공기기(예를들어 스팀 이젝터)의 성능시험

(4) 시험대상 구분의 강제 가스켓트 등이 포함되어 있다.

가스 및 잔류수분을 완전히 제거하기 위하여 충분한 시간을 두고 탈기를 한다. 탈기시는 상황을 봐서 적절히 연장한다.

[11] 최종라인 체크

배관공사는 전시험을 종료한 후 전배관에 대해서는 최종라인 체크를 행하고 완료한다.

① 배관접속이 무리없이 행하여져 불필요한 응력을 배관에 주고 있지 않은가 확인한다.

② 밸브 핸들은 조작성의 불편이 없는가, 충분히 점검하고 글로브 밸브, 체크밸브는 반드시 흐름방향을 확인한다.

③ 계기류의 취부가 완전한가 확인한다.

[다음호에 계속]