

KCS 33 35 15 : 2024

열수송설비공사

2024년 8월 22일 개정
<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE



국토교통부



건설기준 제·개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설 공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 건축기계설비공사표준시방서에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기계설비공사 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
산업·환경설비공사표준시방서	• 산업·환경설비공사 표준시방서 제정	제정 (1999.12)
산업·환경설비공사표준시방서	• 산업·환경설비공사 표준시방서 개정	개정 (2001.8)
산업·환경설비공사표준시방서	• 산업·환경설비공사 표준시방서 개정	개정 (2007.9)
산업·환경설비공사표준시방서	• 산업·환경설비공사 표준시방서 개정	개정 (2012.12)
산업·환경설비공사표준시방서	• 산업·환경설비공사 표준시방서 개정	개정 (2012.12)
KCS 31 90 25 15 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KCS 31 90 25 15 : 2018	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)
KCS 31 90 25 15 : 2021	• 건설기준 적합성평가연구 결과에 따라 개정함	개정 (2021.2)
KCS 33 35 15 : 2024	• 대분류 재조정에 따른 코드번호 수정	개정 (2024.8)

제 정 : 2016년 6월 30일

개 정 : 2024년 8월 22일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서 : 국토교통부 건설산업과

관련단체 : 대한설비공학회

작성기관 : 국가건설기준센터

국토교통부장관은 「훈령·예규 등의 발령 및 관리에 관한 규정」에 따라 고시일을 기준으로 매 3년이 되는 시점마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다.

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 참고 기준	1
1.3 품질보증	3
1.4 용어의 정의	4
1.5 시스템 설명	4
1.6 제출물	7
1.7 운반, 보관, 취급	8
1.8 환경요구사항	10
1.9 타 공정과의 협력작업	11
2. 자재	11
2.1 열배관 공사용	11
2.2 전기 공사용	20
2.3 계측 제어설비공사용	23
2.4 자재품질관리	25
3. 시공	30
3.1 열배관공사	30
3.2 토목공사	35
3.3 용접공사	46
3.4 전기공사	52
3.5 계측제어설비공사	54

1. 일반사항

1.1 적용범위

- (1) 이 기준은 열배관공사 및 이와 관련된 토목공사, 용접공사, 전기공사, 계측제어설비공사에 대하여 적용한다.
- (2) 이 기준은 지역난방 열수송 설비공사의 열배관 공사 중 직접매설에 의한 열팽창을 구속하는 방식(non-compensated method)에 의하여 시공되는 부분에 적용한다. 부분적으로 열팽창을 허용하는 방식(compensated method) 방법에 의하여 시공할 필요가 있는 경우에는 발주자의 승인을 얻은 후 시행할 수 있다.
- (3) 열배관 감시장치 패널을 설치하는 경우에는 이중보온관과 열원설비 배관 접속부의 측정점 케이블 인출부까지 역무한계로 한다.
- (4) 이 기준은 기자재 공급 및 시공에 대한 일반사항으로 각 기술 사양에 별도 기술이 없어도 지입 자재의 공급 및 시공과 발주자 공급자재의 시공 등 수급인이 시행하는 모든 역무에 적용된다.

1.2 참고 기준

1.2.1 공통사항

- (1) KCS 33 10 10(1.3 1.2)에 따른다.
- (2) KCS 33 35 05(1.2)에 따른다.
- (3) 이 기준에 명기되지 않은 사항은 건설공사 기준을 적용한다.

1.2.2 열배관 공사

열배관 공사의 수행 시 본 기준에 특별히 규정되어 있지 않은 사항에 대하여서는 다음 규격의 최신판에 따른다.

- (1) 적용 규격
 - ① 한국산업표준
 - ② ASME(American Society of Mechanical Engineers)
 - ③ ASTM(American Society for Testing and Materials)
 - ④ ANSI(American National Standards Institute)
 - ⑤ MSS(Manufacturers Standardization Society of the Valve and Fitting Industry)
 - ⑥ AWS(American Welding Society)
 - ⑦ DIN(Deutsche Industrie Normung)
 - ⑧ ISO(International Standardization Organization)
 - ⑨ SFS(Finlands Standardization Konnission)
 - ⑩ JIS(Japanese Industrial Standards)
 - ⑪ DS(Danish Standards)

- ⑫ BS(British Standards)
 - ⑬ EN(European Norm)
 - ⑭ 기타 관련법규 및 규정 (에너지이용 합리화법, 도로법, 하천법, 공유수면 관리 및 매립에 관한 법률, 도시공원 및 녹지 등에 관한 법률, 산림기본법, 집단에너지사업법, 집단에너지시설의 기술기준, 열공급시설의 검사기준, 열공급시설의 검사기준 등)
- (2) 이 기준에 명시되지 않은 시공사항은 지역난방이 발달한 서구지역에서 일반적으로 채용되고 있는 동일 열수송관 매설방식에 준하여 시공할 수 있다.
- (3) 이 기준에 규정되지 않은 재질을 사용할 경우 동등 혹은 그 이상의 재질을 발주자의 승인을 얻어 사용하여야 한다.
- (4) 표준규격에 속하지 않는 특수한 재질은 제작자의 규격에 따른다.

1.2.3 용접공사

- (1) 지역난방 열수송시설공사에 적용하는 용접관련 규격 및 법규는 집단에너지시설의 기술기준과 열공급시설의 검사기준, KS 규격을 최우선으로 하되 미비점은 다음의 규격 및 표준에 따른다. 일반사항에 명시된 기준과 기타 적용할 수 있는 모든 규칙을 준수하여야 한다. 아래에 열거한 목록은 탄소강과 저합금강의 전기용접에 적용하는 기준, 지침 및 규칙에 관한 사항들이며, 아래 목록은 다른 ANSI 기준이나 수급인의 품질기준, 구매기준에 의하여 참조될 수 있으나 이러한 경우는 국내 기준이나 승인 내용에 비하여 상세한 면과 엄격한 면에서 떨어져서는 안된다. 또한 기준이 변경된 경우는 최근 기준을 따른다.
- (2) 적용 규격
- ① KS B 0885 수동 용접 기술검정의 시험방법 및 판정기준
 - ② KS B 0845 강 용접 이음부의 방사선 투과 시험 방법
 - ③ KS B 0816 침투 탐상 시험 방법 및침투 지시 모양의 분류
 - ④ KS B 0817 금속 재료의 펄스 방사법에 따른 초음파 탐상 시험 방법 통칙
 - ⑤ KS D 0213 철강재료의 자분 탐상 시험방법 및 자분 모양의 분류
 - ⑥ AWS(American Welding Society)
 - ⑦ ASME Boiler and Pressure Vessel Code
 - ⑧ Section IX 용접 및 납땜의 조건
 - ⑨ Section V 비파괴 검사

1.2.4 전기공사

전기관련 자재의 제작, 구매, 운반, 설치, 시험 및 검사(이하 전기공사라 한다.)의 업무를 수행함에 있어 적용할 법규 및 규정은 아래와 같다.

- (1) 한국산업표준
- ANSI(American National Standards Institute)

- ISA(Instrument Society of America)
 - IEC(International Electrotechnical Commission)
 - IEEE(Institute of Electrical and Electronic Engineers)
 - NFPA(National Fire Protection Association)
 - NEC(National Electrical Code)
 - NEMA(National Electrical Manufacturer's Association)
 - UL(Underwriter's Laboratory)
- (2) 적용법규 및 규정 사이에 상호 차이가 있을 경우에는 공사감독자에게 그 내용을 통보하여 공사감독자의 결정에 따른다.

1.2.5 계측제어설비공사

- (1) 자재 및 모든 절차는 발주시점을 기준으로 가장 최근에 간행된 유효한 법규 및 규정에 준하여 공급 또는 시행되어야 한다.
- (2) 상기 법규 및 규정들 사이에 차이가 있을 경우 수급인은 공사감독자에게 통보하여야 하며, 공사감독자의 결정에 따라 법규 및 규정을 적용하여야 한다. 상기 법규 및 규정은 대표적인 것으로, 수급인은 계기형식 및 적용사항에 대하여 이들 법규 및 규정 적용 항목에 따라야 한다. 공급설비에 적용되는 추가 법규 및 규정은 공사감독자와 충분히 협의 후 공사감독자의 의견에 따라야 한다.

1.3 품질보증

1.3.1 용접자격

- (1) 수급인은 아래와 같은 조건에 의하여 유자격자로 판정된 자가 용접을 담당하는 현장요원으로 투입될 수 있도록 하여야 한다.
- (2) 용접사는 필요한 용접작업에 대한 자격을 갖춘 사람이어야 한다.
- (3) 용접작업을 행하는 용접공은 용접사의 유자격자로서 용접사 기량확인시험에 합격한 자로 한다.
- (4) 용접사 기량확인시험에 사용할 시험편 및 방법은 KS 규정에 준하며 용접사 기량확인시험 절차서에 따라 기량확인시험을 실시한다.
- (5) 용접사 기량시험 확인은 기계적 시험 및 비파괴검사로 판정한다.

1.3.2 용접봉의 관리

- (1) 용접봉은 방습포장으로 공급, 보관하여야 하며 개방된 포장은 가열된 오븐 내에 보관하여야 한다. 현장에는 용접봉을 따뜻하고 제습된 상태로 보존하기 위한 용접봉 건조기를 용접사 개개인이 사용 가능토록 비치하여야 한다.
- (2) 용접봉의 피복이 건조되어 있어 원상회복이 불가능하거나, 물리적인 손상으로 인하여 나빠진 용접봉은 사용할 수 없다.

- (3) 용접재료는 건조하여 보관하고 사용하고자 하는 양만큼만 불출하여 사용토록 하며 피복재가 탈락하거나 오손, 변질, 흡습 또는 녹이 슨 것은 사용하지 않는다.
- (4) 용접봉의 관리기준은 다음과 같다.
 - ① 하루분의 용접봉은 건조용 오븐에서 보온용기(site dryer)로 옮긴다.
 - ② 보온 용기가 작동되는 상태에서 용접봉을 넣고, 용접작업이 완전히 끝날 때까지 정지되지 않아야 한다.
 - ③ 일반적으로 보온 용기에서 꺼낸 용접봉은 즉시 또는 3시간 이내에 사용하여야 한다.
 - ④ 건조용 오븐에서 꺼낸 용접봉은 보온 용기에 있는 시간을 포함하여 4시간 이내에 사용해야 한다.
 - ⑤ 비가 오거나 상대습도가 80% 이상인 조건에서 방호조치 하에 꼭 용접을 한다면, 건조용 오븐에서 꺼낸 용접봉은 1시간 이내에 사용하여야 한다.
 - ⑥ 보온 용기에서 일단 꺼낸 용접봉은 다시 보온 용기에 넣어서는 안 된다. 단 이때 재건조 사용회수는 1회에 한한다.

1.4 용어의 정의

- (1) 열배관에서는 온도변화에 따른 열팽창으로 인하여 상당히 큰 열응력이 발생된다. 그러나 온도변화가 배관재의 허용응력 내에서 발생하고 배관길이가 긴 경우에는 흡과의 마찰력이 점차로 커져 열팽창력과 그 크기가 같게 된다.
- (2) 배관재는 마찰력이 커져서 열신축 작용이 발생하지 않는 구간(non-sliding section)과 관단 부근 등 열신축 작용이 발생하는 구간(sliding section)의 두 부분으로 나누어지는데, 이 경계점을 활동시점(natural anchor point)이라 한다.
- (3) 활동시점은 각 배관재의 크기, 매설깊이, 온도변화, 토질과 마찰계수 등에 따라 매우 다양하게 나타나며, 매설 열배관에서는 이 활동시점을 찾아내어 신축량의 산정 및 배관의 거동에 대한 정확한 예측이 이루어져야 한다.
- (4) 배관의 신축을 처리하는 방안에는 다음과 같은 4가지의 방법이 있다.
 - ① 토압으로 제어하는 방법
 - ② 배관탄성으로 제어하는 방법
 - ③ 앵커를 이용하여서 제어하는 방법
 - ④ 신축 관이음을 이용하여서 제어하는 방법

1.5 시스템 설명

1.5.1 일반사항

- (1) 열배관은 강관으로 된 내관, 폴리우레탄 보온재 및 고밀도 폴리에틸렌(HDPE: High Density Polyethylene) 외관으로 구성되어 있다.
- (2) 열배관은 정상적인 운전조건인 40~120 ℃의 온도범위에서 발생하는 열팽창력(또는 수축

력), 모멘트 및 열응력이 최소가 되도록 시공되어야 한다.

- (3) 열배관 계통을 통한 열공급이 중단되는 경우 열수송 유체의 온도저하로 인하여 발생하는 응력에 견딜 수 있도록 시공되어야 한다.
- (4) 열배관 계통의 상대적 고지점과 저지점에서의 운수흐름이 원활히 이루어질 수 있도록 하기 위해서 다음의 지점에는 공기 배출구(air vent) 또는 드레인을 설치하되 가능한 한 높낮이를 조절하여 공동(air pocket) 등이 형성되지 않도록 시공하여야 한다.
 - ① 관경 125 A 이상의 배관 중 상(하)향 60° 이상의 변곡지점으로서 두 변곡점 내의 배관길이가 2 m 이상인 지점
 - ② 관경 600 A 이상의 배관 중 상(하)향 30~60°의 각도를 가지며, 두 변곡점 내의 배관 길이가 4 m 이상인 지점
 - ③ 관경 550 A이하 125 A이상의 배관 중 상(하)향 15~60°의 각도를 가지며, 두 변곡점 내 배관길이가 8 m 이상인 지점
 - ④ 기타 현장여건상 공사감독자가 필요하다고 인정하는 경우
- (5) 리듀서(reducer)를 사용해야 하는 경우에는 동심형의 것을 사용하여야 한다.
- (6) 시공상세도면상에 별도의 규정이 없는 한 용접이음을 원칙으로 하며, 용접이음의 개소를 최소화하여야 한다.

1.5.2 시스템 운전조건 및 설계 · 시공기준

- (1) 정상운전 시 열배관의 온도범위는 외기 온도에 따라 변화하나 공급 관의 경우가 75~120 °C, 회수관의 경우가 40~80 °C이다.
- (2) 매설 후 일시운전 정지 시에는 배관 내 온도는 10 °C 이상을 유지하여야 한다. (65 °C 로 예열 후 매설의 경우)
- (3) 정상 운전 시 열배관의 압력범위는 1.6 MPa 이하이다.
- (4) 열매체는 용존 산소 제거제의 기준농도가 0.3 ppm 이상이고 9~10 pH인 지역 난방수이며 원수사용 시에는 여기에 부식 방지제를 첨가한다.

1.5.3 안전 및 수명

- (1) 열배관은 최선의 안전과 최장의 수명이 보장될 수 있도록 시공되어야 한다.
- (2) 열배관은 내부 강관으로부터의 누수와 외관(jacket pipe)을 통한 외부 침수 등이 발생하지 않아야 하며, 이를 위하여 응력 발생과 열수축 및 팽창에 의한 배관의 변형이 허용치 이내에서 발생되도록 시공되어야 한다.
- (3) 부식의 위험으로부터 보호하기 위하여 사용하는 부식방지제의 사용량은 사용수질에 따라 계산하여 사용하며 충수된 후의 수질관리는 pH 9 미만일 때 지정된 약품을 투입하여 pH 9~10으로 유지하여야 한다.

1.5.4 배관과 앵커

- (1) 앵커 지역은 내관이 갑자기 냉각되어 최대 허용 온도 강하가 발생되었을 때 생기게 되

는 최대 열응력에 견딜 수 있도록 시공되어야 한다.

- (2) 분기점에서 발생하는 열팽창력 및 열수축력의 흡수나 차단을 위하여서 Z형 배관법을 사용한다. 불가피하게 앵커를 사용할 경우에는 팽창력(또는 수축력)의 흡수에 적절한 앵커의 크기 및 설치지점을 선정하여 공사감독자의 승인을 득한 후 시행하여야 한다.

1.5.5 열팽창의 흡수

- (1) 열팽창으로 인한 열 신축작용이 발생하는 구간의 신축은 신축 흡수재에 의하여 조절되도록 시공하여야 한다.
- (2) Z형 배관의 설치 시점에서 발생하는 열팽창 또는 열수축의 방향과 크기 등을 충분히 고려하여 배관길이 및 관로를 선정 시공하여야 한다.
- (3) Z형 배관법의 적용순서는 다음과 같다.
 - ① 매설깊이에 따른 토압 및 마찰력을 계산한다.
 - ② 열작용력과 마찰력을 이용하여 활동길이를 산정한다.
 - ③ 활동길이에 따른 배관의 신축량을 계산한다.
 - ④ 배관의 신축량에 따른 모멘트 팔 길이를 산정한다.

1.5.6 분기관 점검구의 설치

매설분기관(T-branch)의 상부 또는 관찰을 요하는 부분에는 공사감독자의 지시에 따라 분기관 점검구를 설치할 수 있다.

1.5.7 사용자 기계실 연결 차단밸브

- (1) 차단밸브는 공급측과 회수측에 설치하여야 하며, 필요시 공급관과 회수관을 연결하는 바이패스 관을 설치하거나 공기 배출구를 설치하여야 한다.
- (2) 바이패스 관의 설치기준은 다음과 같다.
 - ① 빌딩 밀집지역으로 하절기의 열부하가 전혀 없는 관 말단부
 - ② 추가 연결점으로 장기간 예열이 필요한 부분
 - ③ 기타 장기간 열공급이 되지 않는 열배관 단말부
- (3) 수급인의 사용자 기계실 연결에 관련한 역무 범위는 기계실이 가까운 지하 구조물(건물) 외벽 2 m 전의 차단밸브 설치까지를 기준으로 한다.
- (4) 사용자 기계실 연결 작업은 사용자 기계실 설치자가 시행하되, 수급인은 연결에 지장이 없도록 차단밸브에서 0.5 m의 배관을 설치하여 양 끝단부에 이물질 및 습기 등이 들어가지 않도록 보호하여 매설해 두어야 한다.
- (5) 각 사용자 기계실 연결 차단 밸브는 매설 시공을 원칙으로 하되, (1)의 필요 시설물을 설치할 경우에는 밸브 박스 내에 설치하여야 한다.

1.5.8 관로 표지기의 설치

열배관 시공이 완료된 후에는 열배관 관로 표지기(발주자 제공)를 다음과 같은 기준에 따

라 설치한다.

- (1) 모든 피팅류에는 해당 관로 표지기를 설치한다.
 - ① 직선구간에는 다음과 같이 설치한다.
 - ② 관경 400 A 이상의 경우에는 공급관 및 회수관에 각각 40 m 간격으로 설치한다.
- (2) 관경 350 A 이하의 경우에는 공급관 및 회수관 사이의 중앙에 20 m 간격으로 설치한다.
- (3) 일반녹지 또는 하천의 고수부지 및 제방 등 열배관 관로 표지기가 명확히 노출되지 않는 지역에는 입상용 열배관 표지판을 관경의 구분이 없이 50 m당 1개소를 설치하는 등 매설 배관의 보호 조치를 강구하여야 한다.

1.5.9 경고테이프 포설

- (1) 열배관 매설 시 관의 보호를 위하여 공급관 및 회수관에 각각 경고테이프를 포설한다.
- (2) 경고테이프는 모래 채움 후 1차 되 메우기(30 cm 기준) 다짐 후에 포설함을 원칙으로 하되, 공사감독자의 지시에 따라 제 규정에 맞도록 포설하여야 한다.

1.6 제출물

KCS 33 35 05에 따른다.

1.6.1 전기공사

- (1) 자재의 단면 및 각 부분의 명칭을 기록한 도면 및 기타 협의에 의한 도면을 제출하여야 한다.
- (2) 모든 기술자료, 변경된 내용, 추천하는 대안 등을 기록한 기술사양서를 제출하여야 한다.
- (3) 다음의 분전반 설계자료를 견적서, 구매발주서에 표기된 수량만큼 공급한다.
 - ① 다음에 표기된 모든 설계자료는 견적서, 구매발주서에 표기된 수량을 공급한다.
 - ② 밀리미터로 치수가 기입된 정면도와 기타 측면도
 - ③ 차단기와 단자의 위치를 나타내는 내부 배치도
 - ④ 캐비닛과 기타 부품에 대한 재료 사양서
 - ⑤ 기기의 중량
 - ⑥ 제조회사의 기타 특성
- (4) 승인용으로 제출하는 도서는 공급범위가 명백하게 기술되어 있어야 하며, 발주자가 공사관리를 할 수 있도록 준공도면을 제출하여야 한다. 특히 열배관 감시 시스템 도면은 발주자가 제공하는 설계 및 시공기준에 의거 작성하여야 한다.

1.6.2 계측제어설비공사

- (1) 도면상의 표기들이 치수를 적용한 것인지 아닌지를 나타내야 한다.
- (2) 현장여건에 따라 공사감독자의 승인하에 시공방법을 변경하였을 경우에는 변경된 내용

을 발주자에게 제출하여 발주자로 하여금 도서관리를 하도록 하여야 한다.

(3) 열배관 감시설비의 제작자가 제출하여야 할 도서목록은 다음과 같다.

- ① 기기 및 자재규격서
- ② 기기 납품일정
- ③ 제작 시방서
- ④ 설치 시방서
- ⑤ 시운전 절차서
- ⑥ 운전조작 설명서
- ⑦ 보수지침서
- ⑧ 여유자재 목록
- ⑨ A/S 계획서
- ⑩ 시험성적서

1.7 운반, 보관, 취급

1.7.1 일반사항

KCS 33 35 05(1.14)에 따른다.

1.7.2 열배관용 자재

(1) 자재관리

모든 자재는 손상을 방지하기 위하여 적절한 포장을 하여 반입되어야 한다. 수급인은 준공 시까지 자재관리와 보호에 책임을 져야 한다. 모든 임시 출입구는 작업이 끝나거나 더 이상의 필요가 없을 시는 적절한 방법으로 막아야 한다. 모든 자재는 시공 전 깨끗이 닦아야 하며 시공 후에는 청결수로 설비를 청소한 후 단부를 막아야 한다.

(2) 운반 및 하역

- ① 관 및 부수 자재는 충격을 받아 제품이 손상되지 않도록 최대한 조심하여야 한다.
- ② 제품을 적재할 때 차안에서 떨어뜨려 적재하지 말아야 한다.
- ③ 모든 제품은 차에서 내릴 때 반드시 하역장비를 사용하여야 한다.
- ④ 크레인 등의 하역장비를 사용할 경우에는 공장 보온관 등이 손상되지 않도록 나일론, 로프 등으로 만든 밧줄을 사용하여야 한다. 그 밧줄은 반드시 파이프가 보온되지 않은 내부강관의 양끝에 걸어야 하며, 보온이 되어 있는 외관에 걸치지 않도록 하여야 한다.
- ⑤ 운반 장비가 없을 경우에는 인력으로 하역하여야 하며, 떨어뜨리거나 충격이 가해지지 않도록 주의하여야 한다.
- ⑥ 온도가 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 이하일 때는 운반하지 말아야 하며 공장 제작 후 공장 보관 시간(발포 후 24시간) 경과 후 출하하여야 한다.
- ⑦ 직관은 버팀목(지주)과 밧줄에 의하여 하역할 수 있다. 이때 버팀목의 간격은 3 m

이내로 하며 굴러가지 않도록 밧줄로 감아 통제를 하여야 한다.

⑧ 트랜치에 직접 하역할 경우에는 관이 손상되지 않도록 각별히 유의하여야 한다.

(3) 보관 및 적재

① 보관 장소는 평평하고 건조하여야 한다. 바닥 흙에는 직경 20 mm 이상의 돌이 있어서 안 되고 흙은 단단하고 침하가 발생되지 않는 곳이어야 하며, 우기 시 자재가 침수되지 않도록 배수가 되는 지점을 피하여야 한다.

② 관을 적치할 경우 굴러 떨어지지 않도록 받침목 또는 모래주머니 등으로 안전하게 조치하여야 하고, 350 A 이하 소구경 관의 적치높이는 1 m 이상을 초과하여서는 안 되며 400 A 이상 대구경 관은 2단까지 쌓을 수 있다. 받침목과의 접촉 폭은 외관의 눌림을 방지하도록 20 cm 이상으로 하되 단단히 고정시켜 보관하여야 한다.

③ 관이 직사광선을 받지 않도록 커버를 씌워서 보관하여야 하고, 출고시의 운반편의를 위하여 층별로 받침목 또는 모래주머니를 사용하여 보관하는 것이 편리하며 받침목과 모래주머니의 폭은 20 cm 이상, 받침목 또는 모래주머니 사이의 간격은 3 m 이내로 하여야 한다.

④ 열배관 감지선이 내장되어 있는 자재는 과다한 습기에 노출되지 않도록 하고 특히 끝 부분 즉 열배관 감지선이 노출되어 있는 부분을 잘 보호하여야 한다.

⑤ 열수축형 기자재와 폴리우레탄(발포)액은 먼지 또는 오물 및 습기가 없고 일광이 차단된 곳(실내)에 보관하여야 한다. 폴리우레탄액은 6개월 이상 장기보관을 해서는 안되며, 적어도 3개월에 1회 이상 내용물이 섞여지도록 흔들거나 굴러서 응고 현상을 방지하여야 한다. 열수축형 기자재는 60 °C 이하에서 보관하고, 폴리우레탄액은 10~30 °C의 상온에서 보관하여야 한다.

1.7.3 전기공사용 자재

(1) 모든 자재의 운반 시에는 뒤집혀지지 않도록 로프나 지지대를 사용하여 잘 묶어서 안전하게 운반한다.

(2) 각 기자재 운반 중 변형 또는 손상을 입은 부분은 공사감독자에게 통보하고 원형으로 정정한 뒤 설치한다.

(3) 모든 기자재는 청결하고 부식성 가스가 없는 건조한 옥내에서 보관함을 원칙으로 하나 옥외에 보관할 경우에는 비닐 커버 등으로 별도의 방수처리를 하고 습기가 차지 않도록 유지·관리하여야 한다.

(4) 깨어지기 쉬운 기기는 충격을 받지 않도록 특별히 주의하여 보관한다.

(5) 보관 장소의 바닥이 평탄하지 않을 때에는 보조받침을 사용한다.

(6) 포장된 박스에 '상부' 또는 'UP'으로 표시된 쪽이 항상 위를 향하도록 한다.

(7) 케이블의 단말은 밀봉하고 외부적 손상 또는 열화되는 것을 방지할 수 있도록 취급하고 저장한다.

(8) 모든 기자재의 취급 및 설치 시에는 손상을 주지 않도록 주의하여야 하며 기기 및 부속품의 수령 시 손상이나 부족분을 확인하고 이에 대한 결과를 공사감독자에게 통보하

여야 한다.

- (9) 공사가 끝난 전선은 운반이나 보관 중에 발생할 수 있는 모든 손상을 방지하기 위하여 단단한 케이블 드럼에 감겨 있어야 한다.
- (10) 수급인은 현장 반입과정의 케이블 손상 및 파손, 성능보장에 대한 일체의 책임을 갖는다.

1.8 환경요구사항

1.8.1 용접공사

- (1) 가스 메탈 아크 또는 일렉트로 가스 용접(electric gas welding with external gas shielding)의 경우 바람이 강하면 실드가 부족하여 결함이 발생하기 쉬우므로 작업을 중지하거나 충분한 바람막이를 하여야 한다.
- (2) 수직배관의 용접 시(특히 예열에 의한 용접) 배관이 굴뚝과 같은 역할을 하지 않도록 조치한 후 작업한다.
- (3) 가스 메탈 아크 용접(GTAW: gas metal arc welding)시 용접부위의 모재 온도는 0 ℃ 이상일 경우에 작업한다.
- (4) 습도가 높으면 용접부에 침입하는 수소량이 증가하고 용접균열과 기공의 원인이 되기 쉬우므로 공사감독자의 지시에 따라 작업을 중지할 수 있다.
- (5) 고소작업이나 강풍의 영향을 받는 장소에서의 용접 시 안전을 위하여 비계틀, 계단 및 난간 등을 설치하여 작업토록 한다.
- (6) 협소한 장소나 대형기기가 설치된 장소에서의 용접 시 환기장치를 설치하여 용접 시 발생하는 냄새(fume)와 가스를 제거하도록 한다.
- (7) 신선한 공기를 사용할 수 없거나 열악한 작업환경에서는 산소를 사용하는 것을 금한다.
- (8) 좁은 곳 또는 젖은 곳에서 용접을 할 때에는 전기감전의 위험이 있으므로 이러한 위험을 피하기 위하여 세심한 주의를 기울여야 한다.
- (9) 용접과 절단에 관련된 일반적인 안전수칙은 산업안전보건법 등 관련법규에 따라야 한다.

1.8.2 계측제어설비공사

- (1) 수급인은 설치에 사용되는 모든 기자재에 대하여 철저한 내부, 외부의 청소를 하여야 한다.
- (2) 수급인은 설치과정에서 습기 또는 기타 이물질이 배관 내에 유입되지 않도록 각별한 유의를 하여야 하며 오물 유입가능성이 있는 부분은 방청처리 후 밀봉한다.
- (3) 모든 청소작업 순서는 공사감독자의 승인에 따라야 하며, 제작자가 제공하는 자료에 작업순서가 있을 때에는 제작자의 지시에 준하여야 한다. 청소작업은 기본 금속성질을 변경시켜서는 안되며 외관상 나쁜 흔적을 남겨서도 안된다.
- (4) 하루의 작업이 종료된 후에는 주변 청소를 실시하여 항상 작업장을 청결히 하여야 한다.

다.

- (5) 이음쇠(tube fitting) 등 각종 연결부분은 설치 전에 청결한 공기로 청소하여 설치 후에 발생할 수 있는 손상을 사전에 방지하여야 한다.
- (6) 매일 작업이 끝난 후 작업장소와 주위의 청소, 정리정돈을 충분히 하여 작업장 분위기를 좋게 하여야 한다.

1.9 타 공정과의 협력작업

본 공사는 토목 및 열배관공사와 병행되는 작업이므로 타 공사에 지장을 초래하지 않도록 각별히 유의하여 항상 긴밀한 협조관계를 유지하여야 한다.

2. 자재

2.1 열배관 공사용

2.1.1 일반사항

- (1) KCS 33 35 05(2.1)에 따른다.
- (2) 사용자재의 물리적, 화학적 조건과 시험기준 등은 관련법규 및 규정에 따른다.
- (3) 모든 재질은 물리적, 화학적 성질이 열배관에 적합하고 관련규격에 만족하여야 하며 신 품이어야 한다.
- (4) 별도의 규정이 없는 한 배관 부속자재는 공장 보존된 상태로 현장에 투입되어야 한다.
- (5) 용가재, 용접봉 그리고 와이어 등은 모재의 기계적이고 화학적인 특성에 알맞게 선택되어야 하며 시방에 주어진 조건에 합당하여야 한다.
- (6) 용접재료는 최소한 열처리한 모재와 동일조건 이상이어야 한다.
- (7) 용접봉은 적용규격에 합격한 것을 사용하여야 하며, 손상된 용접봉은 사용하여서는 안 된다.
- (8) 열배관은 지역난방수의 온도변화로 인하여 발생하는 배관재의 신축을 제어하기 위하여 매설 토압의 마찰력을 이용토록 제작된 공장 보존관을 사용한다.
- (9) 공장 보존관은 내관, 보온재, 외관이 일체형으로 제작되어 배관의 팽창을 외관에 작용하는 토압의 마찰력으로 억제할 수 있는 일체형(bonded system)으로 제작된 것이다.
- (10) 밸브는 기본적으로 용접형이며, 배관재와 설계 조건은 동일하다. 별도의 규정이 없는 한 설계압력 1.6 MPa, 설계온도 120 °C를 기준으로 한다. 밸브의 사용은 특별한 경우를 제외하고는 다음 기준의 적용을 원칙으로 한다.
 - ① 직매의 경우
 - DN 20~DN 125: 용접식 볼밸브
 - ② 밸브맨홀 내에 설치되는 경우
 - 가. DN 650 이상: 용접식 버터플라이 밸브
 - 나. DN 150~600: 용접식 기어장착 볼밸브

- (11) 버터플라이 밸브를 사용할 경우는 수동 기어 구동형(manual gear operating type)의 사용을 원칙으로 하며, 필요시 공사감독자의 승인 하에 자동제어형을 설치할 수 있다.

2.1.2 운전 요구사항

- (1) 열수송관의 정상운전의 온도범위는 다음과 같다.
- ① 공급 배관: 75~120 ℃
 - ② 회수 배관: 40~80 ℃
- (2) 비상시에는 일시적으로 운전이 중단될 수 있고, 일시 가동 정지는 최장 24시간으로 관 내 온도가 최저값 이하로 떨어지지 않도록 하여야 한다.

2.1.3 내관의 재질 및 설계요구사항

- (1) 내관의 설계 조건은 다음과 같다.
- ① 온도범위: 10~120 ℃ (65 ℃로 예열 후 매설의 경우)
 - ② 압력범위: 0.3~1.6 MPa
 - ③ 설계온도: 120 ℃
 - ④ 설계압력: 1.6 MPa
 - ⑤ 운전수명: 30년
- (2) 강관
- ① 강관의 재질은 KS 규격의 SPPS 370S, SPPS 370E 및 SPW 400을 사용하여야 한다.
 - ② 특별히 별도의 언급이 없는 한 관련규격 및 표준에 의한다.
 - ③ 환경에 따른 재질의 사양은 별도로 정하는 바에 따른다.
 - ④ 소재 내에는 잔존 결함이 없어야 한다.
 - ⑤ 내관 제작 시 사용되는 강관의 두께는 공장 보온관의 두께와 일치하여야 한다.
 - ⑥ 내관의 표면은 녹이나 스케일, 기름, 습기 등 이물질이 없어야 하며, ISO 8501-1의 B등급 이상이어야 한다.
 - ⑦ 모든 배관은 정상 운전 시 발생하는 힘, 모멘트 및 응력에 견딜 수 있도록 설계되어야 한다.
 - ⑧ 열팽창을 허용하지 않는 방식으로 배관망이 형성되었을 때 발생하는 힘과 응력을 지속적으로 견딜 수 있도록 설계되어야 한다.
 - ⑨ 일시적으로 운전이 정지되었을 때 발생하는 응력이 강관의 허용응력을 초과하지 않도록 설계되어야 한다.
 - ⑩ 최대 운전 부하에서 안전하게 운전 수명까지 사용할 수 있도록 설계되어야 한다.
 - ⑪ 임시 가동 정지의 조건은 24시간이고, 최저온도는 10 ℃이다.
- (3) 피팅류
- ① 피팅의 재질은 KS 규격의 PT38, PS370 및 PG38W 등을 사용한다.
 - ② 환경에 따른 재질의 사양은 별도로 규정하는 바에 따른다.
- (4) 굽힘재(bend)

- ① 관의 말단 부분을 제외한 부분의 타원도가 6%를 초과하지 않아야 한다.
- ② 제작된 벤드를 사용할 경우 KS B 1541~1543의 규정에 따라서 제작된 제품을 사용 하여야 한다.
- ③ 굽힘부의 벽두께는 관벽의 평균두께보다 12% 이상 얇아지면 안 된다.
- ④ 굽힘부의 반경은 배관 공칭경의 3배 이상이어야 한다.
- ⑤ 굽힘재의 내압성은 KS B 1541~1543의 규정에 따른다.
- ⑥ 중 방향 용접 시에는 용접선이 굽힘재의 중앙 축과 평행하도록 하여야 한다.
- ⑦ 굽힘부에 발생하는 주름(buckle)은 배관 공칭경의 3% 이하이어야 한다.

(5) 티(tee)

- ① 모든 티는 제작된 제품이나 인발하여 만들어진 것을 사용하여야 한다.
- ② 지관의 연결부위가 주관의 용접선 위에 만들어져서는 안 된다.
- ③ 크기에 따른 구분은 별도로 규정하는 제작기준 및 상세도에 따라야 한다.

2.1.4 외관의 재질 및 설계요구사항

- (1) 외관은 고밀도 폴리에틸렌(HDPE: High Density Polyethylene)으로 제작되어야 한다.
- (2) 재질의 특성은 시공 상세도에 따라야 한다.
- (3) 공장 보온관의 내관 및 보온재를 안전하게 내장 보호하여야 한다.
- (4) 열팽창 및 수축으로 인한 충격, 응력, 지중이동, 지중고정 등에 대한 마찰력, 내마모성 등이 우수하여야 한다.
- (5) 지중, 수중의 습기 유해물질에 대하여 침입 및 부식저항이 강하여야 한다.
- (6) 부식의 원인이 되는 정전기를 절연시켜야 한다.
- (7) 보온관의 수송, 상하차, 시공 시에 일어나는 충격에 강하여야 한다.
- (8) 응력부하, 피로도로 인한 부식 파손이 없어야 한다.
- (9) 자외선을 차단할 수 있도록 적당량의 카본블랙이 첨가되어야 한다.
- (10) 한냉기 시공을 위하여 냉간 충격강도가 높아야 한다.
- (11) 되메우기 및 기타 외부손상에 대하여 내구성이 있어야 한다.
- (12) 산화에 특히 안정해야 하므로 적절한 산화방지제가 첨가되어야 한다.
- (13) 피팅의 제작 및 외관의 용접 시 용접성이 좋아야 한다.
- (14) 외관의 내면은 보온재와의 접착력 및 마찰력을 충분히 갖도록 전기적 처리방법으로 설계되어야 하고, 기계적 결합이 온도변화에 관계없이 전체 접촉면에 걸쳐 확실히 이루어져야 하며 박리현상이 일어나지 않아야 한다.

2.1.5 보온재

- (1) 보온재료는 폴리우레탄폼이 사용되어야 한다.
- (2) 보온력과 강도가 우수한 제품으로 관련규격에 따라 제작되어야 하고 별도로 정하는 바와 같은 특성을 가지고 있어야 한다.
- (3) MDI Index ≥ 130 이어야 한다.

- (4) 내관과 외관 사이는 보온재로 잘 충전되어야 한다.
- (5) 원료를 잘 혼합하여 성층, 기공, 줄무늬 같은 모양이 생기지 않도록 하여야 한다.
- (6) 보온재로 사용된 원료의 제조기록 및 혼합비율을 기록하여 보관하여야 한다.
- (7) 보온재의 원자재 및 공급자 변경 시 또는 발주자가 요구 시 시효 경화 처리 시험을 실시한다.

2.1.6 이음(joint)

- (1) 피팅 및 외관의 이음은 특별한 언급이 없으면 용접에 의한다. 단 고밀도 폴리에틸렌 인발의 경우 주관(내관)이 400 A이하로서 가지관이 주관의 1/2 이하인 경우 주관을 인발 후 맞대기 용접을 하여야 한다.
- (2) 피팅을 포함한 모든 강관의 용접부분은 별도로 정하는 방법으로 100% 비파괴시험을 수행하고 부위(lot)별 성적서를 제출하여야 한다.
- (3) 외관의 용접은 특별한 언급이 없으면 맞대기용접으로 시행하고 부득이한 부위에는 성형 용접(extruder welding)으로 시행한다.
- (4) 외관의 용접 비드 높이가 파이프 외경의 2%를 초과하지 않으면서 용접표면은 매끄러워야 한다.
- (5) 외관 용접 이음부의 단차는 파이프 벽두께의 10%를 초과하지 않아야 한다.

2.1.7 앵커피스(anchor piece)

- (1) 앵커피스의 재질은 KS D 3503을 사용하여야 한다.
- (2) 앵커피스는 온도변화에 의하여 발생하는 열응력에 견딜 수 있도록 설계되어야 한다. 이 때 앵커피스에 사용되는 열수축재는 발주자의 승인을 받아야 한다.

2.1.8 밸브

- (1) 설계
 - ① 수급인은 밸브의 재질 및 치수가 명기된 시공상세도면을 발주자에게 제출하여 승인을 받은 후 제작하여야 한다.
 - ② 모든 밸브는 해당 적용규정에 부합되어야 하며 지역난방 배관의 특성에 맞아야 한다.
 - ③ 밸브와 부속재는 규정된 조건에 적절한 규격이어야 하되, 최소 부하와 최대 부하, 압력 및 온도변화를 감당할 수 있도록 충분한 여유를 두어야 한다.
 - ④ 모든 밸브는 설계조건 상의 정격유량이 양쪽으로 정상적으로 흐를 수 있어야 한다.
 - ⑤ 모든 매설용 밸브는 매설에 적합한 공장 보온 제품이어야 하며 보온 및 열배관 감지선 규격은 시공 상세도면 상의 이중 보온관 제작사양에 따른다.
 - ⑥ 밸브는 설계압력 및 온도에 충분히 견디도록 설계되어야 한다. 압력과 온도의 상관관계는 KS 혹은 ANSI B 16.34 규정을 참조한다.

- ⑦ 모든 밸브는 밸브와 연결되는 관 재질과 부합되어야 한다.
- ⑧ 연결지점의 치수(face to face and end to end dimension)는 압력등급(pressure rating)이 KS에 부합되거나 ANSI 규정을 참조한다.
- ⑨ 밸브의 열림과 닫힘 방향은 손잡이와 도면에 표시되어야 하고, 열림 방향은 반 시계 방향이어야 한다.
- ⑩ 기어형(gear type) 볼 밸브는 기어에 의하여 90° 방향으로 열림과 닫힘이 이루어져야 하며 밸브의 토크에 충분히 견딜 수 있어야 한다.
- ⑪ 버터플라이 밸브는 기어에 의하여 열림과 닫힘이 이루어져야 하며, 밸브의 토크에 충분히 견딜 수 있어야 한다.
- ⑫ 밸브는 개폐정도를 확인하기 위한 개도 지시계(position indicator)를 부착하여야 하고 완전 열림 및 닫힘 시 멈출 수 있는 구조이거나 썰기를 부착하여야 한다.
- ⑬ 밸브의 길이는 현장 상황에 맞는 보온시공이 가능한 길이가 확보되어야 하며 공기 배출구 및 드레인 용 표준 밸브는 300 mm로 제작하여야 한다(볼밸브).
- ⑭ 엔드 피스(end piece)의 두께는 지역난방 열배관 두께와 같아야 한다(볼밸브).
- ⑮ 흐름의 방향은 밸브 몸체에 견고하게 표시되어야 한다.
- ⑯ 밸브 시트는 충분한 기밀성을 갖도록 하며 장기간 사용 및 개폐시의 충격에 대하여 충분한 강도를 갖도록 한다.
- ⑰ 밸브는 공장 제작 이중 보온관 구조로서 지중 매설에 적합한 구조이어야 하며 열배관의 온도차에 의한 열팽창을 충분히 견딜 수 있어야 한다.
- ⑱ 밸브는 T형 핸들에 의하여 조작할 수 있도록 설계되어야 한다(볼밸브).

(2) 구조

- ① 밸브는 최대유량과 최고압력의 흐름이 발생되었을 때 완전히 닫힐 수 있어야 한다.
- ② 모든 밸브는 별도의 언급이 없으면 맞대기 용접 연결형(지역난방 연결부위)이고, 수동 작동형이어야 한다.
- ③ 볼밸브는 꼭 닫힐 수 있어야 하나 꼭 조여져서 움직이지 못하여서는 안 된다(non-sticking).
- ④ 유지보수가 손쉬워야 한다.
- ⑤ 양방향으로 완전히 밀폐되기에 적합한 시트를 사용하여야 한다.
- ⑥ 밸브는 완전히 열릴 수 있어야 한다.
- ⑦ 공기 배출구 및 드레인용 표준 밸브는 지중 매설 밸브와 같은 구조로 제작되어야 하며, 비보온 제품으로서 조작이 용이한 레버형으로 제작하여야 한다(볼밸브).
- ⑧ 차단용 밸브 스템부의 T형 핸들 연결부는 이미 설치되어 있는 밸브와 호환성을 유지하기 위하여 125A 이하는 20×20×25 mm(사각형), 150A 이상은 50×50×40 mm(육각형) 규격으로 제작하여 밸브 개폐 조작에 어려움이 없어야 한다(볼밸브).
- ⑨ 밸브는 누수가 방지될 수 있는 구조이어야 하고 본체와 엔드 피스 간의 용접구조로 제작되어야 한다.

- ⑩ 밸브 개폐를 알기 위한 방향표시는 핸드 휠에 표시되어야 한다.
 - ⑪ 모든 밸브에 기어구동장치(gear operator) 및 수동손잡이를 사용하여야 하며, 기어 구동장치는 최대 차단압력에 맞도록 규격이 정하여져야 한다.
 - ⑫ 밸브는 환경 조건과 공급 조건에 맞추어 자체적으로 운환되도록 조립되어야 하며, 스텐레스 강재 스템이 손상되지 않도록 조립되어야 한다.
 - ⑬ 밸브 기어장치는 윤활유 보충이 용이하도록 되어야 한다.
 - ⑭ 용접부 루트 경로(root pass)에 대하여서는 GTAW 용접방식으로 제작되어야 한다.
- (3) 연결(열배관과의 연결지점)
- ① DN 65 이상의 밸브는 면가공(bevel end)형이어야 한다.
 - ② DN 50 이하의 밸브는 면단형(plain end type)이어야 한다.
- (4) 끝단처리
- ① 내관 재의 양 끝단에서 170 mm (± 20 mm)는 폴리우레탄 폼이 묻지 않은 깨끗한 상태이어야 한다.
 - ② 외관 및 양끝단면은 내관의 축방향에 대하여 직각(허용오차 ± 2.5)으로 깨끗하게 절단되어야 한다.
 - ③ 밸브의 끝단처리는 ANSI B 16.25의 규정을 참조한다.
- (5) 재질
- ① 모든 재료는 공급 조건에 적절하여야 한다.
 - ② 모든 재료는 해당 KS에 부합하거나 ASTM을 참조한다.
 - ③ 몸체의 재료는 침부에 적합한 것 또는 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가지는 것 이어야 한다.
 - ④ 밸브 부품은 부식과 마모에 안전하고 견고한 재질이어야 한다.
 - ⑤ 외피(hard facing)로 사용되는 재료는 경도가 로크웰 C 30 또는 그 이상이어야 한다.
 - ⑥ 밸브 중 유체와 접하는 부품은 구리나 구리합금이 포함되어서는 안 된다. 또한 밸브는 알루미늄이나 알루미늄 합금이 포함되어서는 안 된다.
 - ⑦ 핸드 휠은 플라스틱이나 합성수지 제품을 사용하여 제작하여서는 안 된다.

2.1.9 신축 흡수재(foam pad)

(1) 일반사항

- ① 신축 흡수재는 정상적인 운전상태에서 반복적으로 발생하는 열배관의 신축을 원활하고 지속적으로 흡수할 수 있어야 한다.
- ② 신축 흡수재는 곡선부와 직선부로 구성되며 열배관 외관에 잘 맞도록 제작되어야 한다.
- ③ 모든 자재는 동일 제품으로 공급되어야 하며 수급인은 자재에 대한 사양서를 발주자에게 제출하여야 한다.

2.1.10 조립

(1) 일반사항

- ① 공장 보온관 및 피팅은 내관의 강관 및 피팅과 외관의 사이에 보온재인 폴리우레탄폼을 발포하여 제작한다.
- ② 내관은 외관의 정 중앙에 오도록 제작되어야 한다.
- ③ 작업 도중 보온재에 손상이 가지 않도록 조심하여야 한다.
- ④ 피팅류의 보온재 두께는 부분적으로 평균 보온두께의 $\pm 50\%$ 를 초과하여서는 안 되며, 최소한 15 mm 이상이어야 한다.
- ⑤ 공장 보온관의 타원도는 300 A 이하는 $\pm 2\%$, 350 A 이상은 $\pm 0.9\%$ 를 초과하지 않아야 한다.
- ⑥ 외관의 바깥 면은 깨끗하고 원활하며 기능상 유해한 흠이나 날카로운 면이 없어야 한다.
- ⑦ 공장 보온관의 관경 및 두께는 첨부 4에 따른다.
- ⑧ 공장 보온관의 현장 설치 시 열배관 감지선이 상부로 설치되는 것을 돕기 위해 열배관 감지선이 설치되어 있는 부분의 외관 표면에 쉽게 식별이 가능하도록 흰색의 줄무늬로 표시하여야 한다(단, 임펄스방식은 황색임.).
- ⑨ 외관의 직경을 발포 후 평균외경의 2% 이상 증가하여서는 안 된다.

(2) 끝단처리

- ① 내관재의 양끝단에서 170 mm(± 20 mm)는 폴리우레탄폼이 묻지 않은 깨끗한 상태 이어야 한다.
- ② 내관재의 양끝 단면은 KS 규격에 의하여 면가공이 되어야 한다.
- ③ 외관 및 양끝 단면은 내관의 축 방향에 대하여 직각(허용오차 $\pm 2.5^\circ$)으로 깨끗하게 절단되어야 한다.

(3) 제품

① 이중보온관(preinsulated pipe)

가. 직관으로서 열배관의 주요품목이며, 주 수송관 및 분배관에 사용된다.

나. 내관의 길이는 관경에 따라서 6 m 혹은 12 m로 구분되며, 상세사항은 시공 상세도면에서 정하는 바에 따른다.

다. 직관의 직진도는 배관길이의 1/1,000 이하이어야 한다.

라. 외관 표면부에 웨이브의 최대 높이 차는 관두께의 25%를 초과하지 않아야 한다.

② 이중보온앵커피스 (preinsulated pipe with anchor piece)

가. 이론적으로 계산된 배관의 열팽창, 수축으로부터 안정적으로 배관재를 고정시키는 데 사용된다.

나. 선 단열처리관과 동일한 제품에 강관을 용접하여 제작한다.

다. 앵커피스의 크기 및 두께의 산출근거 자료가 제출되어야 한다.

③ 이중보온 90° 벤드

- 직선 배관의 방향을 직각방향으로 바꾸는데 사용되며 열팽창 및 수축을 보상하여 주는 데 사용된다.
- ④ 이중보온 60° 벤드
직선 배관의 방향을 60° 방향으로 바꾸는 데 사용한다.
- ⑤ 이중보온 45° 벤드
직선 배관의 방향을 45° 방향으로 바꾸는 데 사용한다.
- ⑥ 이중보온 30° 벤드
직선 배관의 방향을 30° 방향으로 바꾸는 데 사용한다.
- ⑦ 이중보온 22.5° 벤드
직선 배관의 방향을 22.5° 방향으로 바꾸는 데 사용한다.
- ⑧ 이중보온 11.25° 벤드
직선 배관의 방향을 11.25° 방향으로 바꾸는 데 사용한다.
- ⑨ 이중보온 티 (티 +45° 벤드)
가. 주수송관에서 분배관으로 배관을 연결할 때 사용된다.
나. 티의 분지관에 45° 벤드가 연결된 형태의 제품을 사용할 수 있다.
다. 제작 시 필요에 따라 티의 분지관과 45° 벤드 사이에 단관을 연결하여 사용한다. 주수송관 및 분배관의 외관은 최소한 50 mm의 간격을 유지하여야 한다.
- ⑩ 이중보온 리듀서(preinsulated reducer)
가. 관경이 줄어드는 부분에 사용된다.
나. 내관은 리듀서의 양 끝단에 단관을 용접하여 사용한다.
다. 외관은 감소부분에 용접부가 없이 매끈하여야 한다.
라. 리듀서는 동심형의 것을 사용하여야 한다.
- ⑪ 공기 배출구 및 드레인을 위한 이중보온 티(preinsulated straight tee)
가. 공기 배출구 및 드레인을 위하여 설치되는 것으로 밸브는 시공상세도면에 명시된 제품을 사용하되 티의 제작기준을 준용하여 제작한다.
나. 공기 배출구 및 드레인 계통의 관경은 별도로 정한다.
- ⑫ 용접부 케이싱용 고밀도 폴리에틸렌 슬리브
가. 공장 보온관의 현장 연결용 자재로 사용된다.
나. 재질은 외관과 동일하여야 한다.
다. 대형 폴리에틸렌 슬리브의 내경과 연결배관 외관의 외경과의 차이는 2.0~10.0 mm로 한다.
라. 규격 및 끝단 처리는 별도로 정하는 바에 따른다.
마. 대형 폴리에틸렌 슬리브의 두께는 동규격인 외관의 두께를 초과하여서는 안 된다.
- ⑬ 단말(termination) 슬리브
가. 단말 슬리브의 규격(dimension)은 별도로 정하는 바에 따른다.
나. 관말부의 마감용 자재로 사용된다.

- 다. 두께와 재질은 외관과 동일하여야 한다.
- 라. 단말 슬리브 내경은 연결배관의 외관의 외경보다 2-10 mm 커야 한다.
- 마. 규격 및 끝단의 처리는 시공상세도면에 따른다.

⑭ 틈새 채움재(gap closure)

- 가. 공장 보온관의 용접 연결부 현장용 자재인 PE(Polyethylene) 슬리브와 공장 보온관 외관 사이에 생기는 틈새를 채우기 위한 자재로 사용된다.
- 나. 채움재는 취급, 설치 시 용이하도록 부드러워야 하며, 설치 후 빠져나가지 않도록 탄력 및 마찰력을 갖는 연질 PVC 재질이어야 한다.
- 다. 현장 보온 시 폴리우레탄(PUR) 원액 누출을 차단할 수 있고, 설치 후에는 래핑 시 공동(air pocket)이 형성되지 않는 구조를 갖추어야 한다.
- 라. 대형 고밀도 폴리에틸렌 슬리브와 공장 보온관 외관 사이의 틈새크기가 7 mm 미만이면 소형을, 7 mm 이상이면 대형을 설치한다.
- 마. 소형과 대형의 치수는 별도로 정한다.

⑮ 보온액 주입구 마개

- 가. 보온액 주입구 마개는 연결부 현장 보온 시 주입을 위하여 대형 고밀도 폴리에틸렌 슬리브에 만든 구멍을 막기 위하여 사용된다.
- 나. 보온액 주입구 마개는 취급이 용이하도록 손잡이(직경 3 mm)가 있어야 한다.
- 다. 규격 및 적용범위는 별도로 정한다.

⑯ 열배관 감지선 인출용 이중 보온관 제작

- 가. 감지선과 인출케이블 연결
- 나. 간극장치(spacer) 설치
- 다. 인출부위 폴리에틸렌 용접
- 라. 단열(foaming) 실시
- 마. 회로시험: 절연저항 및 단선 점검
- 바. 구체적인 제작방법 및 규격은 시공상세도면에 따른다.

2.1.11 마감

각 재료에는 다음과 같은 표식 및 명판(marking)을 부착한다.

(1) 열배관

- ① 각 제품을 구별할 수 있는 표식은 부식에 견딜 수 있는 재질로 된 스티커나 꼬리표가 파이프, 피팅, 밸브, 앵커판 및 기타 부속물에 견고하게 부착되어야 한다.
- ② 크기, 온도, 특성, 압력 등이 표기되어야 한다.
- ③ 스티커, 꼬리표 등의 표식 분류표는 발주자의 승인을 받아야 한다.
- ④ 표식은 20 mm보다 크게 페인트나 유성 천연색 잉크로 프린팅, 스텐실되거나 혹은 읽기 쉽게 쓰여져야 한다.
- ⑤ 표식을 할 수 있는 면적이 부족한 경우에는 50×50 mm이상의 알루미늄 판을 별도로 마련하여 표식을 하되, 녹슬지 않은 인장력 20 kg 이상의 연결선으로 연결하여

야 한다.

(2) 밸브

- ① 밸브 개개별 알루미늄으로 된 명판을 붙여야 한다.
- ② MSS SP-25을 참조하여 마킹한다.
- ③ 밸브 번호와 명칭은 밸브 목록과 일치하여야 한다.
- ④ 명판의 두께는 0.8 mm로 한다.
- ⑤ 명판의 크기는 밸브규격에 따라 적절한 크기로 조정한다.
- ⑥ 명판 제작에 대하여서는 아래 내용을 포함하여 제출하여야 한다.

가. 명판의 크기

나. 재료

다. 문자모양(매설 후 밸브의 개폐여부를 확인할 수 있어야 한다.)

라. 문자배열

마. 문자크기

바. 도면 및 사양

사. 명판은 영문으로 쓰되 제작자의 명칭, 호칭지름, 제조번호 또는 부위번호, 모델 번호, 규격재료 및 등급(rating)이 포함되어야 한다.

2.2 전기 공사용

2.2.1 전선류

(1) 일반사항

- ① 케이블은 전선관 부설이나 직접 매설에 적합하여야 하고 관련규격을 만족시켜야 한다.
- ② 케이블의 형식과 규격 등은 별도로 정하는 바에 따른다.

(2) 설계 및 설치

- ① 도체는 연동 연선이어야 하고 KS C 3103을 만족하여야 한다.
- ② 절연재료는 600 V 전력케이블(600 V CV)의 경우에는 KS C 3611을 만족하는 XLPE를, 제어케이블(CEEWAE-S)의 경우에는 KS C 3330을 만족하는 폴리에틸렌을 사용한다.
- ③ 차폐: 재질 및 구성방법을 공사감독자에게 제출하여 승인을 얻어야 한다(동 테이프 등의 금속 차폐).
- ④ 600 V 전력케이블의 외피는 KS C 3611을 만족하는 PVC를, 제어케이블의 외피는 KS C 3330을 만족하는 폴리에틸렌을 사용한다.
- ⑤ 외피의 색상은 600 V 전력케이블 및 제어케이블 모두 검정색으로 한다.
- ⑥ 개별선은 절연재에 색상을 입히거나, 절연재 위에 색상 테이핑을 함으로써 구분한다. 이때 저압 전력케이블의 경우에는 1심일 때 검정색, 2심은 검정색과 흰색, 3심은 검정색과 흰색 및 적색, 4심일 때에는 검정색과 흰색 및 적색과 녹색으로 한

- 다. 제어케이블은 2심은 검정색과 흰색, 3심은 검정색과 흰색 및 적색, 4심은 검정색과 흰색 그리고 적색과 녹색, 5심 및 그 이상은 아라비아 숫자로 표기한다.
- ⑦ 모든 케이블에는 제작자와 생산연월일 및 케이블의 형식과 규격을 1미터 간격으로 전체 길이에 표시되어야 한다.
 - ⑧ 케이블은 사양에 따라 각각 릴에 감겨져 있어야 하며, 릴의 지름은 NEC ARTICLE 334을 참조하여 최소 굴곡반경보다 커야 한다. 릴은 수차례의 운반이나 사용이 가능하도록 단단하여야 하며, 미반납 형식이어야 한다.
 - ⑨ 릴은 기후의 영향을 받지 않는 형태(weather proof type)의 금속이나 플라스틱 꼬리표를 붙여야 하며, 꼬리표에는 꼬리표 번호, 절연등급, 도체의 크기, 전체 길이, 제작사 일련번호 등이 기재되어야 한다.
 - ⑩ 실제 릴에 감겨진 케이블은 구매사양에 대하여 적어도 3% 이상의 여유를 가지고 있어야 한다.

2.2.2 분전반

(1) 일반사항

- ① 본 코드는 동력부하나 조명회로의 분기회로 배전에 사용할 분전반 완제품에 대한 사양이며, 설계 상 주위의 공기온도는 최고 40 ℃, 최저 -20 ℃로 한다. 설치지역에 존재하는 기타 환경조건은 데이터 시트에 표기한다.
- ② 본 기준은 분전반 완제품의 일반적인 요건만을 규정하며, 각 완제품의 특수조건(옥내외의 구별, 외함의 형식, 회로차단기 정격 등)은 제작자에 의하여 제출되어 승인된 사양서에 준한다.
- ③ 규격화된 기기나 패키지 설비의 분전반은 제작자의 설계조건과 표준에 따른다.
- ④ 분전반은 분전반 데이터 시트에 표시된 형식별 정격, 설치장소 및 주위조건 등에 관한 특수요건에 맞도록 설계한다.
- ⑤ 분전반을 구성하는 모든 구성품은 완전히 본 시방과 일치하고 외부조건에 충분히 견딜 수 있는 성능을 가져야 하고, 또한 전기적으로 안전하고, 검사와 정비가 편리한 위치에 설치할 수 있도록 설계되어야 한다.
- ⑥ 문을 열어야만 차단기를 조작할 수 있는 분전반에는 허가자 이외에는 문을 열 수 없도록 자물쇠 장치를 한다.
- ⑦ 지워지지 않고 내부결선에 지장을 초래하지 않도록 설계된 전압, 전류정격, 상수 그리고 제조회사의 상호나 상표를 표식하여 놓아야 한다.
- ⑧ 분전반의 외함은 방진형의 구조로, 재질은 스테인리스강이어야 한다.

(2) 회로차단기

- ① 분전반은 회로분리 및 단락, 과부하 보호 및 지락보호 역할을 하는 회로차단기를 수용한다.
- ② 회로차단기는 몰드 케이스형으로 하고 열동-전자식 차단장치가 되어 있어야 한다. 회로차단기 트립정격, 프레임 사이즈, 차단용량은 데이터 시트에 표시된다.

- ③ 회로차단기는 트립-프리(trip-free) 구조로 되어야 하고 단락이나 과전류 상태 하에서 투입상태가 지속될 수 없다.
- ④ 회로차단기는 일반적으로 수직 2열로 배열하고 손잡이 위나 옆에 명판을 벗겨지거나 지워지지 않도록 제작하여 부착한다.
- ⑤ 모든 배전반에는 총괄 단자대 및 투명 플라스틱 커버를 설치하여야 한다.
- ⑥ 외부 배선용 단자대의 각 단자에는 꼬리표를 붙인다.
- ⑦ 총괄 단자대에는 접지단자를 설치하고 캐비닛과 단자까지의 결선은 완료하도록 하며, 방폭 지역에서 사용하는 것에는 배전반 외측에도 내측과 마찬가지로 접지단자를 설치하여야 한다. 내부 및 외부접지 단자에는 'E'라는 표식이 되어 있어야 한다.
- ⑧ 3상/4선(220/380볼트) 계통이나 단상/3선(110/220볼트) 계통에서는 리그를 부착시킨 중성점 단자대를 설치하고 이 단자대는 분전반과 절연시켜야 한다. 필요한 단자수는 데이터 시트에 표기한다.

(3) 재질

- ① 신축 흡수재는 독립기포를 가진 폴리에틸렌폼 또는 동등 이상의 제품으로 제작되어야 한다.
- ② 폴리에틸렌폼인 경우 표면처리가 잘 된 방사선 가교방식의 재질이어야 한다.
- ③ 폴리에틸렌폼의 가교도는 $50 \pm 10\%$ 이어야 한다.
- ④ 신축 흡수재는 내화학 내류약품성, 위생성 및 내식성을 갖고 내구성을 위한 카본블랙을 0.2% 이상 함유하여야 한다.
- ⑤ 신축 흡수재를 접착하여 제작하는 경우 접착부의 접착강도는 모재보다 우수하여야 하며 접착되는 재료의 두께는 외피 5 mm 이상, 내피 8 mm 이상이어야 한다.
- ⑥ 폴리에틸렌폼이 아닌 경우에는 동제품과 동등하거나 그 이상인 물리적, 화학적 성질의 재질이어야 한다.
- ⑦ 기타 만족하여야 할 물리적 성질은 별도로 정한다.

2.2.3 부속재료

- (1) 분전반 설치용 볼트와 너트, 외부조작 핸들과 같은 부속품 및 제작자의 표준 부속품을 공급하여야 한다.
- (2) 공사기간과 설치 후 1년 동안 요구되는 성능을 발휘하는데 필요한 예비부품을 입찰서류에 명시하여야 한다.

2.2.4 조립

- (1) 케이블이 절연재(외피 등) 내에서 연결되어서는 안 된다.
- (2) 현장 저장 및 운반 중 수분의 침투를 막기 위하여 모든 전선의 끝에는 질소 봉입 밀봉으로 처리하여야 한다.
- (3) 모든 릴은 케이블의 손상을 방지하기 위하여 끝단에 나무포장을 하여야 하고 최소두께

는 50 mm이다.

- (4) 제작자는 제작자 기준에 따라 시험완료 및 출하 확인서를 제출하여야 한다.
- (5) 제작자는 현장 저장 및 유지에 따른 자세한 자료를 제공하여야 한다.
- (6) 운반 적재 준비는 제작자 기준에 따라 실시한다.

2.3 계측 제어설비공사용

2.3.1 일반사항

- (1) 각 기자재는 승인된 법규 및 규정을 기준으로 수급인의 표준절차에 따라 공사감독자의 입회 아래 시험하고, 수급인은 시험항목을 상세히 기술한 시험절차서를 승인용으로 제출하여야 한다. 설치 시에 행하여지는 모든 연결부는 연결 즉시 시험하여야 하며 공사감독자의 확인을 받아 기록을 유지하여야 한다.
- (2) 수급인은 공사를 위하여 발주자 및 수급인이 공급하는 모든 기자재에 대한 검사 및 시험의 책임을 지며 검사, 공장시험 및 모든 현장시험은 공사감독자의 입회하에 수행하여야 한다. 다만 KS '전'자 표시 및 형식승인 품목은 공장 시험성적서로서 검사 및 시험을 대신할 수 있다.
- (3) 공사에 사용할 모든 자재는 신품이어야 하며 품질, 품명, 규격 등은 기술규격서 및 설계서 등과 일치하거나 그 이상이어야 한다. 기술규격서 및 설계서 등에 명기되지 않은 것은 표준품 이상으로서 계약의 목적을 달성하는데 적합한 것이어야 한다.
- (4) 검사의 결과 불합격된 모든 자재는 현장반입 및 사용할 수 없다.
- (5) 모든 자재 중 조립을 요하는 부분 및 수중 또는 지하에 매몰되는 공작물 기타 준공 후 외부로부터 검사할 수 없는 공작물의 공사는 공사감독자의 입회하에 시공하여야 하며, 필요하면 사진으로 기록·보관하여야 한다.
- (6) 공사감독자는 수급인이 공급하는 자재에 대하여서는 재료 및 성분 등이 기술규격서의 내용과 일치하는지의 여부를 시험 또는 확인하기 위하여 수급인에게 필요한 서면자료의 제출을 요구할 수 있다.
- (7) 기자재의 제작자가 당해 기자재에 대한 시험설비를 갖추지 못하여 완벽한 시험의 수행이 불가능한 것으로 인정될 경우에는 수급인은 발주자가 인정하는 기관에서 시험을 시행하여야 한다.
- (8) 수급인은 발주자가 공급하는 계기들의 설치 전에 그 계기들의 규격표(data sheet)상 요건을 만족하는지 검사하여야 하며, 규격표상의 요건을 만족시키지 못하는 계기들에 대하여서는 공사감독자에게 서면으로 보고하여야 한다.
- (9) 수급인이 설치한 모든 설비들은 제작자의 지침과 도면에 준하여 설치되어야 하며, 공사감독자가 승인할 수 있도록 동작되어야 한다. 수급인이 공급한 설비의 결함, 잘못된 저장, 부주의한 취급 등으로 야기된 개수나 시공에 따른 비용은 수급인의 부담으로 한다.

2.3.2 메인 스테이션(main station)

메인 스테이션의 기능은 아래와 같다.

- (1) 열배관 상태 현황관리 및 추이분석
- (2) 통합서버와 연계운전기능 제공
- (3) 유·무선 중앙감시장치 통합관리
- (4) 감시시스템 통신상태 관리
- (5) 결함발생 시 시스템 관리자에게 문자전송 알림
- (6) 열배관 감시장치 동작환경 감시 및 운전모드 제어
- (7) 무선열배관 감시장치 운전 소프트웨어 원격 업그레이드
- (8) 유선 중앙감시장치 탑재 가능
- (9) 중앙감시장치별 화면전환 제어

2.3.3 무선통신 중앙감시장치(wireless central monitoring unit)

메인 스테이션의 기능은 아래와 같다.

- (1) 유·무선 열배관 감시장치 관리
- (2) 단문서비스(SMS_ASP) 이용하여 열배관 감시장치 원격 호출
- (3) 관리서버로 열배관상태 실시간 업로드
- (4) 결함상태의 추이분석 (표, 그래프)
- (5) 열배관상태 현황 보고서 작성
- (6) 신규 비정상루프 발생 알림
- (7) 결함 발생시 시설물 관리자에게 문자전송 알림(SMS)
- (8) 절연저항 측정치 보정
- (9) 무선통신망(CDMA) 장애 시 비상망(MtoM SMS)자동 전환 운전
- (10) 관리자의 실시간 수동측정 명령지원
- (11) 무선열배관 감시장치 동작환경(온도, 무선전계감도, 배터리상태, 공급전력 등)감시
- (12) 무선열배관 감시장치 전력관리 모드설정
- (13) 배터리 완전 방전 방지기능
- (14) 열배관 감시장치 운전모드 설정
- (15) 무선열배관 감시장치 자동등록(pnp) 기능 지원
- (16) 무선통신 중앙감시장치의 규격은 별도로 정하는 바에 따른다.

2.3.4 무선통신 열배관 감시장치(wireless leak detection unit)

(1) 기능

- ① 열배관상태(보온재 건조상태, 감지선상태) 감시
- ② 운전환경 측정
- ③ 배터리 완전방전 방지 기능(WCU 제어)

- ④ 전력관리 모드별 운전(비절전, 반절전, 완전절전)
- ⑤ 관리자 실시간 측정가능
- ⑥ 무선망 장애 시 비상 SMS 데이터 송수신 기능
- ⑦ 기존장비 전력 공급 및 관리 기능
- ⑧ 감시장치 운영프로그램 자동업그레이드 기능
- ⑨ PLC통신 기능
- ⑩ 로칼 RF통신 기능
- ⑪ 유선 CU 연동 운전 기능(슬레이브)
- ⑫ 장치 자동 서버 등록기능
- ⑬ 장치 구성모듈 자동인식 기능

(2) 무선통신 열배관 감시장치의 규격은 별도로 정하는 바에 따른다.

2.3.5 현장교정장치(local calibration unit)

(1) 기능

- ① 열배관 감시장치 고유번호 설정
- ② 절연불량 위치 수동측정(현장)
- ③ 열배관 감시장치 이상유무 진단(신호전송 여부 등 정상동작 확인)

(2) 현장 교정장치의 규격은 별도로 정하는 바에 따른다.

2.4 자재품질관리

2.4.1 열배관공사용

(1) 관 및 부속자재

모든 관과 부속자재는 다음에 기술한 대로 시험하여야 한다.

- ① 검사 및 시험은 시공 상세도면에 제시된 방법을 적용한다.
- ② 모든 강관(내관)은 해당규격에 의거 수압시험, 인장시험 및 비파괴검사를 시행하며, 부위별 시험성적서를 제출하여야 한다.
- ③ 외관 및 보온재에 대한 모든 검사 및 시험은 시공 상세도면에 따라야 하며, 검사 기준서가 제출되어야 한다.
- ④ 공장 보온 작업 후 완제품에 대한 검사는 발주자의 입회하에 실시하여야 하며 발주자의 승인을 받은 후 납품되어야 한다.
- ⑤ 모든 티는 공장보온하기 전에 용접상태 및 제작상태가 확인되어야 하며 반드시 발주자의 검사와 승인 절차를 받아야 한다.
- ⑥ 발주자는 필요에 따라 수급인이 시공계획서 및 시공상세도면에 명시되어 있는 대로 제작하는지를 수시로 감독 및 입회할 수 있으며, 이때 수급인은 제반 시험기를 포함 최대한의 편의를 제공하여야 하며, 발주자가 추가시험 및 검사 요구 시는 이에 순응하여야 한다.

⑦ 수압시험 삭제

(2) 밸브

- ① 모든 시험 및 검사는 수급인 책임 하에 제작자 공장 또는 공인기관에서 실시하고, 기준은 승인된 시공상세도면 상의 기준에 따르며 시험 및 검사는 수급인 부담으로 수행하여야 한다.
- ② 화학분석시험, 기계시험(인장시험), 기밀시험, 내압시험, 비파괴시험은 공인기관 혹은 제3자 검사기관의 시험성적서를 3.1.2에 의거, 납품 전에 제출하여야 하며 제출 시기 및 파괴시험은 발주자와 협의하여야 한다.
- ③ 시험 및 검사항목은 별도로 정하는 바에 따른다.
- ④ 공장검사는 지역난방 열배관 기자재 검사기준의 검사방법에 따라 공장입회검사를 수행하여야 한다.
- ⑤ 재질시험
 - 가. 모든 밸브자재는 해당규정에 따라 검사하여야 한다.
 - 나. 탄소, 저합금, 스테인리스 단조강은 해당 사양에 의하여 검사하여야 한다.
 - 다. 채움재 : 용접부위에 쓰일 용재는 해당 사양에 맞아야 한다.
 - 라. 밸브의 주요부분[본체, 기어(이상 공통), 엔드 피스, 볼, 스템(이상 볼밸브), 디스크, 시트 축(이상 버터플라이 밸브)]에 대하여는 각 규격에 규정된 화학성분 및 기계적 성질을 가져야 하며, 화학분석시험 및 기계시험을 하여야 한다.
- ⑥ 내압시험 및 기밀시험
 - 가. 제작완료 후 완성품에 대하여 KS B 2308, API Std. 598 및 ANSI B 16.34을 참조하여 본체의 내압 및 시트의 기밀시험을 실시하고 결과를 발주자에게 제출한다(볼밸브).
 - 나. 제작 완료 후 완성품에 대하여 MSS SP-61, API Std. 598 및 ANSI B 16.34을 참조하여 본체의 내압 및 시트의 기밀시험을 실시하고 결과를 발주자에게 제출한다(버터플라이 밸브).
 - 다. 기밀시험은 밸브의 양쪽의 흐름방향에 대하여 실시한다(버터플라이 밸브).
- ⑦ 비파괴검사
 - 가. 밸브의 비파괴검사는 해당규격을 기준으로 별도로 정하는 시험 및 검사항목에 따라 실시하며, 그 결과를 시험검사성적서(test and inspection sheet)에 기록, 발주자에게 제출하며 그 시험치는 해당규격의 규정치를 만족하도록 한다.
 - 나. 방사선투과시험(RT): 모든 밸브의 본체부분은 방사선투과시험을 실시하여야 하며, 시공상세도면에 부가하는 제작도서 제출 시 발주자에게 사전승인을 받아야 한다. 주조밸브의 경우는 ANSI B 16.34 ANNEX B을 참조하여 실시하며, 용접 제작형 밸브의 경우는 KS B 0845 2류 이상이어야 한다.
 - 다. 액체침투탐상검사(PT): 본체 표면의 내외부 필릿 용접부에 대하여 실시하며, KS B 0816에 따라 실시하고 시험결과 균열, 기공, 수축 등의 결함부가 없어야 한다. 염색제 침투시간은 최소 15분 이상, 염색제 현상시간은 최소 10분 이상

을 유지토록 하며, 판정기준은 KS B 0816을 따른다.

라. 자분탐상검사(MT): KS D 0213을 따라 실시하고 시험결과 균열, 기공, 수축 등의 결함부가 없어야 한다.

마. 초음파탐상검사(UT): KS B 0896을 따르며 판정기준은 2급 이상이어야 한다. 초음파탐상검사가 불가능한 경우에는 발주자의 승인을 받은 후 방사선투과시험으로 대체할 수 있다.

⑧ 치수검사

모든 완성품에 대하여 API 6D을 참조하여 실시하고, 주요치수가 시공 상세도면과 일치하는지를 검사한다.

⑨ 외관검사

가. 검사 해당규격은 MSS-SP-55에 따라 실시하고, 제품의 표면은 매끈하고 유해한 결함이 없도록 하며, 특히 구조제품의 경우에는 균열, 수축, 기공 또는 이물질의 침투에 의한 결함이 없도록 한다.

나. 기계 가공면에서 유해한 흠집, 날카로운 흠, 돌출부 등이 없도록 하며, 레버 및 핸드 휠의 조작이 원활하도록 한다.

⑩ 도장검사

가. 표면처리: 표면처리는 SSPC-SP10(near-white, blast cleaning)을 참조하여 표면처리를 실시한다.

나. 외부도장: 공기탈출구 및 드레인용 표준밸브 외관은 내압시험 후 밸브 외면의 주물사, 유분, 습기 등 도장에 악영향을 미치는 이물질을 완전히 제거한 뒤 무기 아연재(inorganic zinc primer)로 방청도장(1회)을 하고 실리콘 고열(silicon high heat(2회)) 마감을 하여야 한다.

다. 기계 가공면: 기계 가공면은 녹 방지를 위하여 방청용 그리스를 칠한다.

라. 수급인은 모든 도장의 상세사양을 시공상세도면에 첨부하여 발주자에게 승인을 받은 후 도장을 실시한다.

⑪ 용접부 성능

가. 밸브는 사용상 지장이 있는 흠, 균열, 언더컷 등이 없어야 하며, 용접부의 보강 덧붙임 높이는 모재의 표면보다 낮지 않아야 한다.

나. 밸브 용접부의 인장강도는 모재의 최소 인장강도 이상이어야 한다.

다. 밸브 본체와 연결되는 엔드 피스 용접부의 비파괴시험(RT)은 납품수량의 10%에 대하여 실시하며, 엔드 피스와 외관의 연결부분 발생시 100% 방사선투과검사를 실시한다(볼밸브).

라. 돔(dome)과 본체 내의 용접부위는 비파괴시험(액체침투탐상검사 또는 자분탐상검사)을 전량 실시하여 결함이 없어야 한다(볼밸브).

⑫ 볼 부위시험(볼밸브의 경우)

볼 표면부분의 액체침투탐상검사를 KS B 0816에 따라 실시하여야 하며 결함이 없어야 한다.

⑬ 검사

수급인은 발주자가 자재를 조립하거나, 시험 및 검사하는 장소에 입회할 수 있도록 발주자에게 통보하여야 하며, 제반편의를 제공하여야 한다.

⑭ 포장

가. 밸브는 선적 전에 완전히 건조시켜야 한다.

나. 밸브는 개방된 상태로 고정시켜 포장한다.

다. 밸브의 개구부는 습기가 침투하지 못하도록 수송 및 저장 시 이물질 유입을 방지하기 위하여 플라스틱이나, 금속 캡으로 마감처리 하여야 한다.

라. 운송 및 저장 시 밸브의 손상을 방지하기 위하여서 나무나 플라스틱 박스에 포장납품하여야 한다.

마. 각 포장마다 밸브 품목 목록 1부를 넣어 포장하여야 한다.

⑮ 기술지원

수급인은 설치 및 운전 에 필요한 기술자를 발주자의 요청에 따라 밸브설치 현장에 파견하여야 하며, 공급된 모든 밸브는 현장 기술자의 기술지도에 따라 설치되어야 한다.

(3) 접속 밸브

① 설계조건

가. 접속 밸브는 해당 적용규정에 부합되어야 하되 지역난방 배관의 특성에 맞아야 한다.

나. 밸브와 부속자재는 규정된 조건에 적절한 규격이어야 하되 최소부하와 최대부하, 압력 및 온도변화를 감당할 수 있어야 한다.

② 성능조건

지역난방수 조건(65~120℃, 16 MPa)하에서 작업 중 누수발생이 없어야 한다. 용접시 열에 의한 변형과 고무링 등 밸브 부품의 내열성 저하로 누수가 발생하는 일이 없어야 한다.

③ 지수판(sluiice plate)

주관의 태핑(tapping) 후 접속 밸브에 지수판을 삽입하였을 경우 압력수에 의한 변형이나 누수발생이 없어야 한다.

④ 접속 밸브의 규격 및 치수는 별도로 정하는 바에 따른다.

⑤ 사용방법 및 주의사항

가. 접속 밸브의 위치 및 용접상태 점검

(가) 배관과의 동심 및 수직상태 점검

(나) 밸브 내부에 용접 비드가 인입 되었는지 점검

(다) 천공기 설치공간 및 방향 확인

(라) 천공 전에 수압 시험을 실시

나. 조립품 조절

(가) 밸브의 보호 테이프를 제거한 후 이물질 청소

(나) 밸브의 내경과 커터의 외경을 비교한 후 커터 선정

2.4.2 전기공사용

(1) 전선류

전선류의 제작자는 다음의 시험을 실시하여야 한다.

① 생산시험

가. 전체길이에 대하여 외관검사, 도체 저항시험, 전압시험 및 절연저항시험을 실시한다.

나. 표본검사로서 구조검사, 절연저항검사, 내전압시험 및 물리적 시험(인장률 및 장력시험)을 실시한다.

다. 상기 시험 이외에도 제작자는 자체 성능시험 기준에 따라 시험을 하여야 하며 관련기관의 인증서를 제출하여야 한다.

② 입회시험

가. 제작자는 입회시험 신청 전에 시험성적서를 발주자에게 제출하여야 한다.

나. 각 케이블은 규격에 따라 수급인 입회하에 시험을 하여야 한다.

다. 시험에서 발견된 사양과의 차이에 의하여 발생된 모든 비용은 제작자가 부담한다.

라. 입회시험 결과 재시험이 요구될 시에는 재시험 및 검사, 재시험 및 검사를 위한 시간비용 등은 제작자가 부담한다.

마. 입회 시험자는 모든 사양 및 관련규격에 따라 시험이 되도록 감독하여야 한다.

③ 품질보증

가. 이 사양에 명시된 자재는 적재된 날로부터 최초 30개월 동안 또는 협의된 날로부터 24개월 동안 성능이 보장되어야 한다.

나. 상기 기간 내에 발견된 제작자의 자재결함, 제작자 실수 또는 오 설계에 기인한 사양의 미흡은 제작자 부담으로 보수 또는 보완하여야 한다.

(2) 분전반

목적지에 운송하기 전에 제조회사의 공장에서 다음 시험을 실시하여야 한다.

① 외형

② 구조

③ 치수

④ 재료

⑤ 작업기술

⑥ 정격

⑦ 수량

⑧ 포장

⑨ 부속품과 예비품

⑩ 절연저항 측정

2.4.3 계측제어설비 공사용

(1) 공장검사

- ① 제작사에서 제출하여 승인된 시험절차 및 제품규격에 따라 시험한다.
- ② 주요 시험항목은 각 기기의 외관검사, 사양 및 기능시험으로 한다.
- ③ 검사수량은 발주수량의 10% 범위 내에서 발주자 임의선정에 따른다. 단 발주자의 요구에 따라 검사수량을 증감할 수 있다
- ④ 접속함, 크립프 콘넥터, 열수축 튜브 등 부속자재는 공장검사 없이 현장 검사로 대체한다.

2.4.4 현장검사

외관검사 : 수량, 규격, 도장 및 마감상태, 명판(기기번호 표시)

3. 시공

KCS 33 35 05(3.1)에 따른다.

3.1 열배관공사

3.1.1 시공조건 확인

- (1) 본 항은 지역난방용 열배관의 시공에 적용되며, 본 항과 함께 지하매설과 관련한 일반적인 관련조항, 관련규칙 및 법규, 관자재 제작자의 요구사항도 적용되어야 한다.
- (2) 적용내용 중 상호 상이한 점이 있을 경우는 발주자에게 서면으로 제출하여 발주자의 결정에 따른다.

3.1.2 시공기준

(1) 일반

- ① 열배관은 직접매설에 의한 비보상 방법으로 설치하여야 한다.
- ② 피팅류는 공장제품 사용을 원칙으로 하고, 불가피한 경우 공사감독자의 승인 하에 현장 제작하여 사용할 수 있다.
- ③ 배관 작업 관 거치 시 모래주머니 받침을 이용하여 관을 배열하며, 용접 및 보온 작업이 끝난 후 모래 채움이 되도록 한다. 모래 채움 시에는 모래 주머니를 터트리 공극이 발생되지 않도록 하여야 한다.
- ④ 운반과 설치 시에 제작자의 기준을 지켜야 한다.
- ⑤ 관의 설치 시 타시설과 최소 이격거리는 횡단 시 30 cm 이상, 병행 구간 시 1 m 이상이어야 한다.

(2) 보온관의 보호

- ① 보온관과 피팅을 운반·보관할 때에는 반드시 비닐과 테이프, 마개를 사용하여 열

배관 감지선과 관의 단부를 보호하고 습기나 이물질의 유입을 방지하여야 한다. 관로에 설치한 이중 보온관은 용접작업 직전까지 이를 제거하여서는 안 되며 시공도중 작업을 중단할 시에는 비닐과 테이프, 마개를 다시 씌워서 보호하고, 다음 작업을 착수할 때까지 습기나 이물질이 들어가지 않도록 유의하여야 한다. 관의 절단 시에는 현장에서 별도의 비닐, 테이프, 마개를 준비하여 절단부를 보호하여야 한다(보호방법은 이중 보온관 및 부속자재 사양의 보호방법에 준한다.).

(3) 임시받침

- ① 긴 관을 설치하거나 굴리는 방법으로 관을 운반할 때에는 받침목에 그리스를 발라서 충분히 윤활이 되도록 처리하여야 한다.
- ② 받침목의 설치간격은 3 m 이내여야 하며, 충분한 두께의 것을 사용하여 관이 땅에 닿아 손상이 생기지 않도록 조치하여야 한다.
- ③ 췌기(stopper)를 받침목 양단에 고여서 관이 움직이지 않도록 해야 하고, 배관설치가 끝나면 받침목은 제거해야 한다
- ④ 직경 150 mm 이하의 관을 설치할 때는 관로 위에 나무 받침을 걸쳐놓고, 그 위에서 연결하여도 된다. 이때 나무받침의 단면은 100×100 mm 이상이어야 하며, 그 간격은 3 m 이내여야 하고, 그 양단이 관로 양쪽 끝에서 50 cm 이상 걸쳐야 하며 필요한 곳에는 채기를 적절히 설치하여야 한다.
- ⑤ 나무받침은 순차적으로 제거하여 보온관에 과도한 변형이 발생하지 않도록 유의한다.

(4) 파이프 굴리기

- ① 이중 보온관은 지나치게 작은 굴림대를 사용하여 굴리거나 보온재에 손상이 가계 취급하여서는 안 된다.
- ② 파이프나 체인을 사용하여 굴릴 경우에는 다음 사항에 유의하여야 한다.
가. 어떠한 경우에도 굴림대가 고밀도 폴리에틸렌관에 직접 접촉되지 않도록 한다.
나. 관이 손상되어서는 안 된다.
다. 열배관 감지선이 철저히 보호되어야 한다.

(5) 예열

- ① 열팽창을 고려하지 않는 방식에 의한 배관 개념은 예열에 그 기본을 두고 있으며 전기예열의 온도는 65 °C 기준이며, 되메우기 완료시까지 예열온도(65 °C)를 유지하여야 하며 재열(re-heating)은 실시하지 않는다.
- ② 온수예열을 실시할 경우 강관의 인장응력이 허용범위 이내로 유지되도록 예열 기준온도와의 차이가 55 °C 이내의 범위에 있어야 하며 이 범위를 초과할 경우 재열을 실시하여야 한다.
- ③ 단위구간 예열에 대한 팽창길이는 계산치에 최대한 가까운 값이 되도록 충분히 온도를 상승시키고, 측정척을 설치하여 팽창길이를 측정하여 측정결과 공사감독자의 승인에 따라 되 메우기를 시행한다.
- ④ 지역 난방수를 이용하여 충수 및 예열을 하는 경우 공급관과 회수관이 서로 바뀌

지 않도록 유의하며, 충수 시 밸브조작을 서서히 진행하여 배관온도가 급상승하는 것을 방지하여야 한다. (30 ℃/시간 이하 기준)

(6) 용접

- ① 관의 용접은 수급인이 제출하여, 공사감독자가 승인한 용접 절차서에 의하여 시행한다. 이 절차서에는 아래와 같은 지침이 지켜져야 한다.
- ② 지역난방 배관은 AWS(American Welding Society)을 참조하고 국내 관련법규에 따르되, 상호 상이점이 있을 때는 발주자가 지정하는 규정(또는 법규)에 따른다.
- ③ 용접하기 전에 모든 녹, 페인트, 기름류, 윤활유, 때 등 불순물을 제거하여야 한다. 용접에는 관 재질에 적합한 용접봉을 사용하여야 하고 건조한 상태가 유지되도록 특별히 유의하여야 한다.
- ④ 용접 시에는 보온재의 손상을 방지하기 위하여 적절한 보호조치를 하여야 하며, 단관을 용접하는 경우 단관의 길이는 호칭경의 1.5배 이상으로 최소 20 cm 이상인 단자재로 사용하여야 한다.
- ⑤ 서로 다른 직경이나 두께를 가진 관을 용접할 경우에는 두께가 서로 같아지도록 두꺼운 관을 가공하여야 한다.
- ⑥ 어떠한 경우에도 파이프 안쪽에 보강판이나 보조링을 설치하여서는 안 된다.
- ⑦ 용접에 대한 일반적인 지침은 이 기준 3.3에 따르고 비파괴시험은 모든 용접점에 실시하며 방사선투과검사를 원칙으로 하되, 방사선투과검사가 불가능할 시 공사감독자의 지시에 따라 기타 방법으로 실시한다.
- ⑧ 기준에 미달되는 용접부위는 당초 용접방법과 같은 방법으로 시행한 후 재시험하여야 한다.
- ⑨ 비파괴시험에 합격하면 열배관감지선 연결 및 용접부 보온작업을 행한다.

(7) 용접부 보온작업

- ① 용접 이음부의 열수축재와 보온재의 시공은 제작자가 제시하는 시공방법을 지켜야 하며, 아래 사항에 유의하여야 한다.
 - 가. 모든 이음부의 표면은 시공 전에 깨끗하고 건조하게 닦아야 한다.
 - 나. 열 수축재의 설치시 비가 오거나 추운 날씨에는 시공하지 않는 것을 원칙으로 하나, 보호조치(커버 등)를 취한 후에 시행할 수 있다.
 - 다. 발주자가 제시한 상세 설계도면과 제작자의 시공지침에 따라서 비파괴시험이 합격된 후에 용접부 보온을 시공하여야 한다.
- ② 용접부 보온공사에는 다음과 같은 방법을 사용할 수 있다.
 - 가. 방법 1: 열수축 케이싱 사용법
 - 나. 방법 2: 금속제 케이싱 사용법
 - 다. 방법 3: 폴리에틸렌 슬리브 사용법
- ③ 수급인은 작업 착수 전에 상세 연결방법 및 작업계획서를 제출하여 공사감독자의 승인을 득한 후에 시공하여야 한다.
- ④ 용접부의 현장 보온 시에는 다음을 준수하여야 한다.

- 가. 현장보온은 발포기계를 이용하여야 한다. 단 기계발포가 불가능한 지역에서는 공사감독자의 승인을 받아 수동 발포작업을 할 수 있다
- 나. 발포기계는 주입할 원액을 30초 이내(외기온도 10 ℃일 때)에 연결부에 혼합하여 주입할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.
- 다. 폴리올 및 MDI 원액은 10~30 ℃에서 액에 직사광선이 직접 닿지 않도록 보관되어야 하며, 생산된 후 사용가능 기간은 폴리올 및 MDI 모두 6개월 이내이다.
- 라. 혼합액은 30~40초 사이에 발포 완료되어야 하며, 이때 발포액의 온도는 15~25 ℃를 유지하도록 하여야 한다. 또한 케이싱과 강관 표면 사이의 온도가 45 ℃ 이상인 경우에는 공장제작 보온재 사용을 원칙으로 하며, 불가피할 경우 공사감독자의 승인 하에 긴 깔때기를 사용한 발포를 할 수 있다.
- 마. 혼합액 주입 시에는 액이 새어나오지 못하도록 대형 고밀도 폴리에틸렌 슬리브와 고밀도 폴리에틸렌관 사이에 틈이 없도록 하며, 필요시 틈새 채움재를 설치하여야 한다.
- 바. 폴리우레탄 폼 현장보온은 시공전 자유발포 밀도가 $43 \pm 2 \text{ kg/m}^3$ 의 범위에 있는지 확인 후 시공하여야 하며, 발포부의 밀도는 60 kg/m^3 이상을 목표로 시행하여야 한다.
- ⑤ 열수축재의 시공은 각별히 유의하여야 하며, 제작자의 지침에 의하여 철저히 시공하고 감독하여야 한다.
- ⑥ 모든 이음매의 작업결과는 철저히 조사하여야 하며, 작업상황을 판단하여 공사감독자가 필요하다고 인정될 때 이를 해체하거나 찢어서 검사할 수 있다. 이때 이음매의 강도와 치밀도가 적절한지 유의하여서 조사하여야 한다.
- ⑦ 고밀도 폴리에틸렌 계통 슬리브의 마감시공
고밀도 폴리에틸렌 계통 슬리브(일반 폴리에틸렌 슬리브, 열수축 케이싱류 등)는 양쪽관 단부에 같은 길이로 걸쳐져야 한다. 보온액 주입구는 WEPS 전기용접법을 참조하며, 이때 가열온도는 250 ℃를 초과하여서는 안 된다.
- ⑧ 폴리에틸렌 슬리브 시공법
슬리브가 보온관과 겹치는 최소길이는 70 mm이며, 슬리브가 연결부의 중앙에 위치하도록 설치하여야 한다.
- ⑨ 금속제 케이싱 시공법
금속제 케이싱 절단 시 겹치는 길이는 60 mm 이상 되어야 하며, 보온관과 겹치는 길이는 50 mm 이상이 되도록 하여야 한다. 날카로운 부분이 없도록 면처리를 하여야 하고, 리벳은 19~21개를 사용하여 고정하되 들뜨는 부분이 없도록 해야 하며, 보온관 고밀도 폴리에틸렌관에 리벳이 설치되어서는 안 된다.
- ⑩ 열수축재 시공
열수축재는 발포작업 후 24시간이 경과한 뒤, 시공하여야 하며 보온관의 설치부위는 사포질하여 청소한 후, 관표면을 60 ℃ 정도로 활성화시켜 부착이 잘 되도록

하여야 한다. 시공 시 과열되지 않도록 유의하여야 하며 충분히 가열되어 기포가 없도록 하여야 하고 특히 관 하단부의 시공에 유의하여야 한다.

⑪ 열수축 케이싱 시공법

열수축 케이싱은 용접부의 전구간(miter 구간 제외)에 사용가능 하다. 차수용 띠가 설치될 부분(관단부 100~150 mm)에 대하여 사포질을 깨끗이 한 후, 스페이서를 설치한 뒤 표면활성화(60 ℃) 작업을 시행한다. 열수축 케이싱이 중앙에 위치하여야 하며, 대구경 (400 A 이상)은 2인이 동시에 가열하여 수축시키도록 한다. 양단에 설치하는 열수축재는 열수축 케이싱이 60 ℃까지 식은 후 시공하여야 한다.

⑫ 이중방수 열수축 케이싱 시공법 삭제

⑬ 관 단말부용 열수축재(DHEC) 시공 삭제

⑭ 인출관 부분용 열수축재(TFLS) 시공 삭제

⑮ 엔드 캡 보온

가. 부분적으로 시공이 완료된 관로의 수분침투방지와 보온을 위한 작업으로서 단부는 end cap으로 용접한다.

나. 단말 슬리브를 사용하여 마감 처리 후 단열 및 수축 슬리브로 이음부를 밀봉한다.

(8) 열배관 감지선의 연결

① 배관의 연결 시 용접 등의 작업으로 인하여 감지선이 손상되지 않도록 적절히 보호하여야 한다.

② 배관 감지선은 2~4개의 선으로 구성되어 있다.

③ 연결방법은 제작자의 지침에 따른다.

(9) 밸브 맨홀 설치

밸브 맨홀 설치기준은 다음과 같다.

① 이중보온관 20A~125 A: 불밸브 맨홀 (PVC 핸드홀형)

② 이중 보온관 150 A 이상: 콘크리트 4각 맨홀

(10) 열배관 말단부 바이패스 관로 관리방안

① 바이패스 관로의 설치 및 폐쇄는 반드시 공사감독자의 승인사항으로 한다.

② 공사 준공 전 미철거 바이패스는 준공도서에 설치위치 및 현황이 작성·제출되어야 한다.

③ 주수송관(분기관)에서 분기한 배관을 단부 처리하여 별도 온도 유지관리가 불필요하게 하는 등 설치개소를 최소화한다.

④ 설치설비

가. 차단밸브는 조작이 용이한 불밸브로 한다.

나. 모든 바이패스 관로는 맨홀을 설치하여 노출관리를 원칙으로 한다.

다. 공사 준공 전 현장여건에 맞춰 단기사용 바이패스 관로는 마대를 사용한 임시 노출관리가 가능하도록 한다.

라. 준공 때까지 미철거 바이패스 관로는 맨홀을 설치하여 준공 시 인수되도록 한

다.

마. 바이패스 관로의 배관 관경은 20 mm 배관을 사용하여 설치 관경을 최소화한다.

3.1.3 완성품 관리

수급인은 준공 시까지 시공된 설비와 부속시설에 대한 유지보수의 책임이 있다. 수급인은 시공, 운전정지, 시험 시행 시 모든 설비를 적절히 보호할 수 있는 방안을 강구하여야 한다. 이 책임에는 최대부하 운전시험의 지연에 따른 필요 조치사항에 대한 준비도 포함된다. 모든 설비의 시공이 완료되고 운전조건이 충족되면 수급인은 설계대로 시공되었는지를 보여주고 설비를 가동시켜야 하며, 설비의 운영유지 보수지침서를 발주자에게 제출하여야 한다. 준공 승인은 상기의 모든 조건이 이루어지고 마지막 보수와 조정이 끝나서 발주자의 요구조건을 완전히 충족시킨 후 이루어진다.

3.2 토목공사

3.2.1 시공조건 확인

- (1) 공사구간 내의 지하매설물에 대하여서는 공사착수 전 세부사항을 파악하여, 이에 대한 처리계획과 교통처리대책을 수립, 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 열배관 관로매설을 위한 굴착단면을 현장 여건상 부득이 변경하여야 할 때에는 공사감독자의 승인 후 변경할 수 있다.

3.2.2 작업준비

수급인은 공사와 관련된 각종 인허가 사항을 포함한 제반법규 등을 준수하여야 하며, 발주자 장의 명의로 득 하여야 하는 인허가 사항에 대하여서는 공사감독자에게 협조 요청할 수 있다. 또한 이와 관련된 모든 사항은 공사감독자에게 보고하여야 한다.

3.2.3 시공기준

(1) 측량

- ① 지반고는 인근의 수준점을 이용하여 노선측량을 실시하는 것을 원칙으로 하며, 설계도면과 상이할 경우 그 원인을 규명한다. 수급인은 관로에 대하여 노선측량을 실시하고, 이에 대한 성과표는 공사감독자의 승인을 득한 후 제출한다.
- ② 평면상 관로의 방향 전환점에 대하여서는 위치를 명확하게 파악할 수 있도록 시공도 및 준공도에 표고, 좌표값이나 지형물과의 이격상태에 대하여 명기하여야 한다.

(2) 굴착 및 되메우기

① 일반사항

가. 굴착작업을 시작하기 전에 모든 지장물(상하수도, 하수 및 우수, 전기, 통신,

가스관 등) 을 사전 조사하고 지장물 간의 간섭과 시공절차에 대하여 유관기관과 충분히 사전 협의를 한 후, 유관기관 담당자 입회하에 작업에 착수하여야 한다. 굴착은 공사감독자가 검토 승인한 시공상세도에 의하여 지시된 깊이와 경사도에 의하여 굴착하여야 한다.

나. 성토지역 및 연약지반에 설치하는 열배관은 부등 침하에 의하여 손상되지 않도록 조치를 취한 후 설치하여야 한다.

다. 배관의 토피는 다음의 표준깊이를 준수하여 시공토록 한다.

(가) 도로 내 지하부분 매설관로 표준깊이 1.0 m 이상, 최소 0.6 m 이상

(나) 녹지 및 보도 지하부분 매설

(다) 주관로는 표준깊이 1.0 m 이상, 최소 0.6 m 이상, 녹지 및 보도 혹은 단지 내 관로는 표준깊이 0.6 m 이상

② 관로

관로는 정해진 토피를 유지할 수 있도록 굴착하여야 하고 바닥은 평평하게 고르며 원래 다짐도를 유지하도록 과굴착하지 말아야 한다. 단위구간 연결지점은 충분히 공간을 확보하여야 한다.

③ 굴착

가. 굴착토사는 주변 여건에 따라 현장 적치 또는 집토장으로 운반하고 충분한 작업공간을 확보하여야 하며, 이를 위하여 토류벽, 복공판 등의 조치로 차량 및 주민통행에 지장을 주지 않도록 제반조치를 취하여야 한다.

나. 아스팔트 굴착 구간은 커터로 일직선이 되게 절단하여 굴착 선형을 유지하여야 한다.

다. 암반 굴착선은 현장여건에 따라 공사감독자의 지시에 따라 결정되어야 한다.

라. 토류벽 설치는 터파기와 동시에 실시하여야 한다.

마. 지하매설물이 있는 곳의 공사는 시굴하거나 탐지기 등으로 매설물의 정확한 위치와 크기를 확인하고 확인된 매설물의 관리자와 협의 및 입회하에 굴착한다.

바. 터파기 후 모래 깔기 이전 배관의 부등침하방지 및 보호를 위하여 바닥면 고르기 및 다짐을 실시하여야 하며, 암구간의 바닥다짐은 실시하지 않는다.

사. 포장 제거 시에는 굴착 예정면 상단쪽에서 각각 지자체의 기준에 적합한 여유폭으로 절단(saw cutting) 한 후 굴착하며 아스팔트 콘크리트가 포함된 굴착토는 되 메움 토사 등으로 사용하여서는 안된다.

아. 브레이커에 의한 파쇄 공법은 암구간 및 기존 구조물 제거 등에 활용하며, 시공범위와 장비의 규격, 사양 등은 설계서 및 공사감독자의 지시에 따라야 한다.

자. 브레이커 파쇄 작업 시 소음이 크므로 소음이 공사장의 소음 허용기준치 이하가 유지되도록 조치하여야 하며, 차량통행 및 통행인원에 대한 보호막 설치 등 안전조치를 취한 후 파쇄 작업을 수행하여야 한다.

차. 시가지 또는 주요구조물 및 시설물 가까이에서 암반이나 콘크리트를 파쇄할 경우, 설계서 및 공사감독자의 지시에 따라 무진동 파쇄 공법을 활용할 수 있으며, 현장여건 및 공사조건을 고려하여 유압식 파쇄 공법이나 팽창성 파쇄제 공법 등을 선정하여 시공토록 한다.

④ 되메우기

가. 모래의 제원

(가) 모래는 현장주위를 조사하여 공사감독자의 확인 하에 최적의 골재원을 선정하여야 하며, 다음 규격에 맞는 것으로 불순물이 함유되지 않은 청결하고 염분이 규정치를 넘지 않는 양질의 것을 사용하여야 한다.

(나) 입도

- ㉠ 5 mm (No. 4체) 통과량 95% 이상
- ㉡ 2.5 mm (No. 8체) 통과량 80% 이상
- ㉢ 0.6 mm (No. 30체) 통과량 25% 이상
- ㉣ 0.15 mm (No. 100체) 통과량 10% 이하

(다) 골재의 최대치수: 9.52 mm 이하

(라) 염분: 0.1% 이하

(마) 염분함량이 규정치 이하로 함량된 세척사(바다모래)를 사용하는 경우에는 양질의 모래가 사용되는지 여부에 대한 관리를 하여야 한다.

(바) 본 사양에 규정되지 않은 것은 공사감독자의 승인에 의하여 관련 시방규정에 맞는 내용의 타 규정을 적용할 수 있다.

나. 모래깔기 및 채움

(가) 바닥(관저면) 모래깔기는 시공상세도 및 관련 도서에 규정된 두께 이상 평평하게 포설한 후 관을 배열하여야 한다.

(나) 모래 채움은 시공 상세도 및 관련 도서의 규정두께 이상 채워야 하고 모래다짐은 충분한 물 다짐을 실시하며 결과를 공사감독자가 확인한 후 후속작업을 시행하도록 하여야 한다.

다. 되메우기(토사)

(가) 되 메우기는 pre-heating후 배관 내 온도 65 ℃를 유지한 상태로 감독원의 지시에 따라 시행하여야 하며, 토사 되 메우기가 끝날 때까지 65 ℃를 유지하여야 한다.

(나) 예열 전 교통소통 등의 문제가 예상되는 경우 이음작업 구간이 아닌 부분에 대하여 열배관에 무리가 발생하지 않도록 공사감독자의 승인 하에 소규모 되 메우기를 실시할 수 있다.

(다) 되메우기 작업을 하기 전에 시공잔재 쓰레기 등은 사전에 제거하여야 하며, 되메우기용 재료는 오물이 섞여 들어가지 않은 입도분포가 좋은 양질의 흙이어야 한다.

(라) 되메우기 작업은 관련 규정에 맞게 다짐을 충분히 시행하여 침하가 발생

되지 않도록 하여야 하며 도로가 형성된 부분에서는 도로 다짐기준에 맞게 다짐을 실시하여야 하며 필요시에는 해당관리청과 협의 후 공사감독자의 승인을 득한 후 시행하여야 한다.

(마) 포장복구가 지연될 때는 공사감독자의 승인을 득한 후 원지반 상태로 가 복구하여야 한다.

(바) 도로부의 되메우기 골재는 해당 관리청의 허가조건에 따라 모래, 쇄석 및 양질의 토사 등으로 되 메우기하고 굴착토가 되 메우기에 적합한 토질인 경우 관계기관과 협의하여 사용할 수 있다.

⑤ 굴착토의 활용 및 잔토처리

가. 굴착 후 발생한 토사 및 암석은 현장 토질시험 성과에 의거, 사용가능 여부를 판단한 후, 되메우기나 기타 설계서에 명기된 목적에 최대한 활용되도록 하여야 한다.

나. 굴착 후 발생한 암석 중 되 메우기 및 쇄석골재 원석으로 활용할 것은 토사나 풍화암 등이 혼입되지 않도록 조치하며 지정된 장소에 운반, 야적하여야 한다.

다. 사토는 공사장 내에서 발생한 재료가 되메우기 및 기타공사를 완성하고도 남거나, 그 재료의 성질이 되메우기 및 기타공사에 부적합할 때 적당한 장소를 선정하여 버리는 작업을 말하며, 사토는 설계서에 명시되어 있거나 공사감독자가 승인한 장소에 지정된 방법으로 처리하여야 한다.

⑥ 뒷정리 및 복구작업

가. 되메우기 작업이 완료된 후, 수급인은 작업장은 물론 공사로 인하여 야기된 주변의 폐기물, 쓰레기 및 기타 산업부산물 등을 완전히 제거하여 원상태로 복구하여야 한다.

나. 공사를 위하여 잠정적으로 통행도로로 사용하기 위하여 변조한 울타리 및 기타 시설물 등을 원상복구 하여야 한다.

다. 공사완료 후 철거 및 뒷정리 등을 철저히 하여 교통소통 등에 지장이 없도록 하여야 한다.

(3) 포장공

① 보조기층 및 기층

가. 보조기층 및 기층은 표층에 가하여지는 하중을 분산 분포시켜 노상이 안전하도록 전달하는 중요한 역할을 하는 부분으로서, 충분한 지지력을 지니고 또한 내구성이 풍부한 재료로 필요한 두께만큼 충분한 다짐이 되어야 한다.

나. 보조기층 재료는 견고하고 내구적인 부순돌, 자갈, 모래, 슬래그 기타 제 규정에 적합한 재료 또는 이들의 혼합물로 점토질, 실트, 유기불순물, 기타 유해물질을 함유하여서는 안 된다.

다. 수급인은 재료의 시료 및 시험결과를 공사감독자에게 제출하여 승인을 얻은 후 사용하여야 한다.

라. 보조기층은 노상 면이 연약하거나 동결상태에 있을 때는 시공하여서는 안되며,

- 노상 면이 부적합할 경우에는 면고르기, 재다짐 또는 필요한 경우 치환 등을 실시하여 시방서에 맞는 노상면을 준비하여야 한다.
- 마. 보조기층 재료는 운반, 깔기 및 다짐 시에 적절한 함수비를 가지고 있어야 한다.
- 바. 보조기층 깔기에 사용하는 장비는 재료분리를 일으키지 않는 장비이어야 하며, 협소한 지역이나 특수한 지역의 경우에는 별도로 공사감독자의 승인을 얻은 장비를 사용할 수 있다.
- 사. 보조기층 재료의 깔기는 다짐 후 1층의 두께가 20 cm를 넘지 않도록 재료를 균일하게 깔아야 하며, 다짐에는 머캐덤 롤러, 탠덤 롤러, 진동 롤러 또는 타이 어 롤러를 이용, KS F 2312(흙의 다짐 시험 방법)의 E방법으로 구한 최대건조 밀도의 95% 이상으로 다져야 한다.
- 아. 입도 조정기층 재료의 깔기는 다짐 후 1층의 두께가 15 cm를 넘지 않도록 재료를 균일하게 깔아야 하며, 다짐시 KS F 2312(흙의 다짐 시험 방법)의 D방법 또는 E방법에 의한 최대건조밀도의 95% 이상이 되도록 균일하게 다져야 한다. 특히 구조물과의 접촉부 다짐은 소홀히 취급되기 쉬우므로 소형의 다짐기계 등으로 정성들여 다져야 한다.
- 자. 입도 조정기층은 시공 중 항상 양호한 상태로 유지하여야 하며 손상부분은 즉시 보수하여야 한다.
- 차. 아스팔트 안정처리 기층 시공 시에는 먼저 보조 기층면을 점검하여 손상된 부분이 있으면 이를 보수하고 표면 위의 먼지 및 기타 불순물을 완전히 제거하여야 한다.
- 카. 입도조정기층의 시공은 150 mm를 넘어서는 안 되며, 기층의 평탄성이 그 상부층인 표층의 평탄성에 큰 영향을 미치므로 평탄하고 균일한 다짐이 되도록 마무리하여야 한다.
- 타. 아스팔트 혼합물 포설에 앞서 프라이م 코트를 하여야 하며, 보조기층이나 기층의 종류, 표면상태, 사용할 시기에 따라 적당한 것을 선정하여야 한다. 노면이 치밀한 경우에는 침투성이 좋은 것을, 한냉 시에는 휘발성이 큰 것을 사용토록 한다.
- 파. 택 코트 및 프라이م 코트에 사용되는 역청 재료의 사용량 및 살포온도는 현장 조건 및 시공방법을 감안하여 제 규정에 맞게 시공하여야 하며, 시공할 표면은 뜯돌, 먼지, 점토 기타 이물질이 없어야 하며, 제 규정에 맞게 마무리되어야 한다.
- 하. 프라이م 코트를 시공한 후에 프라이머가 충분히 침투할 때까지 양생한 다음에 아스팔트 혼합물을 포설하며, 프라이م 코트 시공 후 RS(C)의 경우는 24시간 양생을 원칙으로 한다.
- 거. 우천 시에는 택 코우트 및 프라이م 코우트 시공작업을 하여서는 안 된다. 또한 일몰 후나 기온이 택 코우트 5 °C 이하, 프라이م 코우트 10 °C 이하일 때는 시

공하여서는 안 되며, 불가피하게 시공 시 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

② 아스팔트콘크리트 표층

가. 아스팔트 혼합물 포설의 양부는 포장 공용성에 큰 영향을 미치므로 다음의 사항에 유의하여 시공하여야 한다.

(가) 다짐을 충분히 하여 가능한 한 큰 밀도를 얻도록 하여야 한다.

(나) 종·횡단 구배를 정확히 유지하고 평탄하게 마무리하여야 한다.

(다) 혼합물의 종류에 따라 균일한 표면조직이 되도록 하여야 한다.

나. 아스팔트 혼합물 포설시 혼합물이 식기 전에 포설을 완료하는 것이 가장 중요하므로, 혼합물이 현장에 도착하면 즉시 균일하게 포설하여야 한다. 공사감독자는 포설온도범위를 지정하여야 하며, 지정된 포설온도보다 20 ℃ 이상 낮을 경우에는 그 혼합물은 폐기하여야 한다.

다. 피니셔에 의한 포설은 피니셔의 성능이나 현장여건에 따른 시공체제를 갖추고 시공 폭, 포설두께 및 평탄성 등을 충분히 확보할 수 있도록 시공하여야 한다.

라. 인력 포설 시 혼합물은 균일한 밀도로 소정의 두께와 형상이 되도록 레이크 등으로 포설한다. 인력에 의한 포설은 혼합물의 온도가 내려가기 쉽기 때문에 신속히 작업하는 것이 중요하다.

마. 인력 포설은 평탄성을 얻기 어려우므로 숙련된 현장요원에 의하여 신중히 포설하여야 한다.

바. 포설이 완료되면 가능한 한 빨리 다짐을 시작한다. 롤러로 다짐하기 전에 표면을 점검하고 불균일한 표면이나 요철 등의 발생부위는 즉시 수정토록 한다.

사. 일반적인 다짐순서는 다음과 같다.

(가) 이음다짐 (시공이음, 구조물과의 접합부)

(나) 1차다짐

(다) 2차다짐

(라) 마무리 다짐

아. 기온이 5 ℃ 이하인 경우 시공을 피하는 것이 바람직하며, 불가피하게 시공 시 공사감독자와 협의하여 완전한 대책수립 후 시공토록 한다.

③ 아스팔트 재활용

가. 수급인은 도로구간 굴착 시 발생하는 아스콘에 대하여 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률 제12조 및 건설폐재 배출업자의 재활용 준수지침(국토해양부 고시 1999-218호, 환경부 고시 제1999-117호) 등에 의거, 설계, 시공지침 등에 적합하게 재활용할 수 있도록 조치하여야 한다.

나. 아스팔트 포장도로 복구공사는 폐아스팔트 재활용을 원칙으로 하며, 도로관리청의 도로굴착복구 허가조건이 표층은 신규 아스팔트로 포장하도록 되어 있는 경우에만 표층에 한하여 신규 아스팔트를 사용한다.

다. 이때 발생하는 폐아스팔트는 재활용 업체에 위탁처리한다.

④ 시멘트콘크리트 포장공

- 가. 시멘트 콘크리트 포장의 시공에 앞서 시공할 표면에는 뜬돌, 점토, 기타 유해 물이 있어서는 안 되며, 항상 양호한 상태로 유지되어야 하고 손상부분은 즉시 보수하여야 한다.
- 나. 보조기층이나 기층 마무리 면은 콘크리트 깔기 직전에 적절한 함수비를 함유하고 있어야 하며, 보조기층이나 기층면이 건조해 있을 때는 소량의 물을 균일하게 살수한 후 콘크리트를 타설하여야 한다.
- 다. 거푸집 설치 및 콘크리트 타설에 관한 사항은 도로공사표준시방서 제10장 시멘트콘크리트 포장공사를 따른다.
- 라. 보강용 철망을 설치하는 경우 철망은 설계도서에 표시된 높이까지 하부 콘크리트를 포설한 후 설치하여야 하며, 철망 설치 후 상부 콘크리트를 포설하여야 한다. 또한, 포장의 전 두께를 펴 간 후 기계적인 방법으로 표면에서 소정의 깊이까지 삽입하는 방법을 사용할 수도 있다.

(4) 경계석 설치 및 보도블럭 포장·철거

- ① 경계석 설치는 직선과 고저를 맞추어 미리 시공하여야 한다.
- ② 보도블록 철거 시 철거재는 최대한 재사용할 수 있도록 주의하여야 하며, 설치 시에는 노반을 충분히 다져, 침하되지 않도록 한다.
- ③ 바닥모래는 4 cm 이상 포설하고, 보도블록의 줄눈과 면의 요철이 생기지 않도록 시공하여야 한다.
- ④ 보도블록 철거 시 굴착예정면 상단쪽에서 각각 30 cm 이상의 여유폭으로 보도블록을 철거하여야 한다.

(5) 구조물공

① 콘크리트 타설 및 양생

- 가. 콘크리트 구조물의 시공에 있어서는 콘크리트 시공에 관한 충분한 지식이 있는 기술자를 현장에 두는 것을 원칙으로 한다.
- 나. 콘크리트 구조물의 시공에 있어서는 공사개시 전에 충분한 시공계획을 세워 시공계획서 및 시공상세도를 작성하여야 하고, 운반, 치기 등에 관하여 미리 충분한 계획을 세워야 하며, 콘크리트 타설시 재료분리가 될 수 있는 한 적게 일어나도록 하여야 한다.
- 다. 레드믹스트 콘크리트를 사용할 경우에는 원칙적으로 KS F 4009에 따라야 한다. 공장은 원칙적으로 KS 표시허가 공장으로서, 재료시험기사 자격을 가진 기술자 혹은 이와 동등 이상의 지식, 경험이 있는 기술자가 상주하는 공장을 선정하여야 한다.
- 라. 콘크리트는 소요의 강도, 내구성, 수밀성 및 이중 보온관을 보호하는 성능 등을 가지며 품질이 균일한 것이어야 한다. 또한 콘크리트 시공 시에는 작업에 적당한 작업성을 갖고 있지 않으면 안 된다.
- 마. 콘크리트를 치기 전에 철근, 거푸집, 치기순서, 기타에 관하여서는 공사감독자의 검사를 받아야 한다.

- 바. 터파기 안의 물은 콘크리트를 치기 전에 배제하여야 한다. 또한 터파기 안에 흘러 들어온 물에 새로운 콘크리트가 씻기지 않도록 적당한 조치를 강구하여야 한다.
 - 사. 콘크리트의 치기 작업을 할 때에는 철근의 배치가 흐트러지지 않도록 주의하여야 하며, 재료분리가 일어나지 않도록 필요한 조치를 취한 후 타설하여야 한다.
 - 아. 콘크리트 다지기에는 내부진동기의 사용을 원칙으로 하나, 얇은 벽 등 내부진동기의 사용이 곤란한 장소에서는 거푸집 진동기를 사용하여도 좋다. 사용하는 진동기는 공사에 적합한 것이어야 하며, 진동기를 철근에 대어 진동으로 인한 부착력을 감소시키는 것을 금지하여야 한다.
 - 자. 콘크리트는 친 후, 경화에 필요한 온도, 습도조건을 유지하며 유해한 작용의 영향을 받지 않도록 충분히 양생하여야 한다.
 - 차. 콘크리트는 친 후, 경화를 시작할 때까지 직사광선이나 바람에 의하여 수분이 증발하지 않도록 방지하여야 한다.
 - 카. 콘크리트는 양생기간 중에 예상되는 진동, 충격, 하중 등의 유해한 작용으로부터 보호하여야 한다.
- ② 철근가공조립
- 가. 철근은 이형철근 및 고강도 철근을 사용하며, KS D 3504에 합격한 것으로 직 접 땅에 닿지 않게 취급하고 적당한 덮개를 하여 보관하여야 한다.
 - 나. 철근은 철근가공조립도에 표시된 형상과 치수에 꼭 일치하도록 재질을 헤치지 않는 방법으로 가공해야 한다.
 - 다. 철근은 바른 위치에 배치하고 콘크리트를 칠 때 움직이지 않도록 충분히 견고 하게 조립하여야 한다.
 - 라. 철근은 조립이 끝난 후 철근가공조립도에 의하여 조립되어 있는지를 반드시 검사하여야 한다.
- ③ 거푸집 및 동바리
- 가. 거푸집 및 동바리는 소정의 강도와 강성을 가지는 동시에 완성된 구조물의 위치, 형상 및 치수가 정확하게 확보되어 만족스러운 콘크리트가 되도록 설계, 시공하여야 한다.
 - 나. 거푸집 및 동바리는 콘크리트가 자중 및 시공 중에 가하여지는 하중에 충분히 견딜만한 강도를 가질 때까지 떼어내서는 안 된다.
 - 다. 거푸집 및 동바리를 떼어낸 직후에 구조물에 재하할 경우에는 콘크리트의 강도, 구조물의 종류, 작용하중의 종류와 크기 등을 고려하여 유해한 균열이나 기타 손상을 받지 않도록 하여야 한다.
- ④ 시공이음
- 가. 설계에 정하여져 있는 이음의 위치와 구조는 지켜야 한다.
 - 나. 새 콘크리트를 치기 전에 거푸집을 바로 잡고 새 콘크리트를 칠 때, 구 콘크리

트와 밀착되게 다짐을 잘하여야 한다.

다. 신축이음에는 구조물이 서로 접하는 양쪽 부분을 절연시켜야 한다. 신축이음에는 필요에 따라 이음재, 지수판 등을 배치하여야 한다.

⑤ 지수판 설치 및 방수공

가. 지수판의 재료로는 다음을 적용한다.

(가) PVC 지수판: KS M 3805 또는 공사감독자의 지시에 따라 사용

(나) 수팽창성고무지수판: 공사감독자의 지시에 의거, 사용

나. PVC 지수판은 설계도서에 명기된 위치에 비틀림이나 구부러짐이 없도록 설치하여야 하며, 지수판의 접합은 PVC 용접기 또는 공사감독자가 승인한 방법으로 누수가 되지 않도록 하여야 한다.

다. PVC 지수판이 콘크리트에 묻힐 때는 표면에 기름, 그리스, 건조한 모르타르 등의 이물질이 묻지 않도록 하여야 하며, 지수판의 모든 부분은 치밀하게 콘크리트로 채워져 단단히 유지되도록 하여야 한다.

라. 수팽창성 고무 지수판은 콘크리트 양생 후 시공하게 되므로 시공면은 청결하고 건조된 상태로 유지되어야 하며, 부착되는 면은 요철이 없도록 하여야 한다.

마. 맨홀 본체의 방수를 위하여 내부에 액체침투방수를 실시하며, 방수재료에 대하여서는 공사감독자의 사전승인을 받아야 한다. 또한 외부방수가 필요한 경우에는 공사감독자와 협의하여 방수방법, 시공범위 등에 대하여 승인을 얻은 후 시공토록 한다.

(6) 토류벽의 설치 및 철거

① 수급인은 시공에 앞서 설계도서 및 현장의 각종 상황(매설물, 도로구조물, 지반, 교통처리계획 등) 등을 고려한 가시설 시공계획서를 작성하여 공사감독자의 승인을 받아야 하며, 설계도서에 의한 시공이 곤란할 때에는 대안을 수립하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

② 굴착 전 주위 건물과 지상에 설치된 시설물에 대하여 철저히 조사하여 균열상태, 균열의 크기, 시설물의 상태, 시설물의 안전도 등 굴착 전의 상태를 정확히 기록, 굴착 후 변동상황을 비교할 수 있도록 사진과 함께 기록·보존하여야 한다.

③ 주변에 건축물 등 주요시설이 있을 때에는 굴착작업을 하기 전에 지하수에 대한 차수대책을 마련한 후 시공에 임하도록 해야 한다. 부분적인 누수가 발생할 경우에는 보완계획서를 마련, 공사감독자에게 제출하여 승인을 받은 후 조속히 보완공사를 실시하여야 한다.

④ 수급인은 공사착수 전에 가시설공사에 따른 교통처리계획, 교통안전요원의 운영계획 및 관련기관과 협의된 사항 등을 작성, 공사감독자에게 제출하여 사전승인을 받아야 하며, 공사감독자는 교통처리상 필요하다고 인정되는 제반 임시조치를 수급인에게 요구할 수 있다.

⑤ H-파일 박기 전, 박기 위치에 따라 인력으로 줄파기를 하여 지하 매설물의 유무

및 위치를 확인하여야 한다.

- ⑥ H-파일의 재질은 KS D 3503의 기준에 합격한 것이어야 한다.
- ⑦ 굴착은 설계도서에 표시된 폭과 깊이에 따라 하여야 하며, 지나치게 터파기를 하였을 경우에는 소요의 원지반 이상 지지력이 확보될 수 있도록 양질의 재료로 되메워야 한다.
- ⑧ 굴착이 완료되면 면 고르기를 하고, 측량을 실시한 후 공사감독자의 확인을 받아야 한다.
- ⑨ 띠장은 H-pile에 밀착되도록 시공하여야 하며, 버팀보와의 접합부에는 반드시 보강재를 설치하여야 한다.
- ⑩ 버팀보는 띠장에 밀착되도록 시공하여야 하며, 유압잭 시공 시 단단히 조여야 한다. 사보강 가설 시에는 띠장과와의 접합부가 45°보다 예각이 되지 않도록 주의하여서 시공하여야 한다.
- ⑪ 버팀보의 해체작업은 해체순서 및 방법을 수립하여 공사감독자의 승인을 받은 후 시행하여야 한다.
- ⑫ 토류벽은 지하수 유출 시 배면토사가 유출되지 않도록 밀착 시공되어야 한다. 토류벽 배면에 공동이 생기지 않도록 양질의 토사 등으로 뒷채움하여야 하며, 수시로 조사하여 보완하여야 한다.
- ⑬ 토류벽은 굴착 즉시 설치하여 배면지반의 과도한 변형이나 토사유실을 방지하여야 한다.
- ⑭ 공사기간 중에는 주 1회 이상 가시설을 점검하여 그 점검결과를 기록하여야 하며, 이상 발견 시 즉시 공사감독자에게 보고하여 보강조치를 취하여야 한다. 변형상태가 시급을 요할 때에는 즉시 보강조치를 실시하고 공사감독자에게 보고하여야 한다.

(7) 복공판의 제작, 설치 및 제거

- ① 굴착구간에 인원 및 차량소통 등의 원활을 위하여 필요한 위치에 복공판을 설치하여 소통에 지장이 없게 하여야 한다.
- ② 복공판과 기존 노면과의 접속부 단자는 설계도서를 기준으로 하되, 현장여건을 감안하여 그 접속부분은 종방향, 횡방향 모두 노면 교통에 지장이 없도록 포장 등 조치를 취하여야 한다.
- ③ 복공판의 접속부 및 안전시설에 대하여 수급인은 상시 점검하여 교통장애 및 안전사고를 철저히 예방하여야 한다.
- ④ 설치위치에 대하여서는 가설공사 관리대장에 의거 위치별 설치수량, 설치전경, 설치사유, 설치 및 철거일시 등을 기록하고 관리를 철저히 하여야 한다.

(8) 지장물 보호공

- ① 타 지장물 보호는 설계도서에 따라 반드시 규정대로 시공되어야 한다.
- ② 수급인은 설치현장에 전담직원을 두어, 공사감독자 또는 매설물 관리자의 지시사항을 준수하여야 하며, 평상시 점검보수를 하여야 한다.

- ③ 만일 매설물에 이상이 발생하였을 때에는 즉시 공사감독자 또는 매설물 관리자에게 연락하고, 교통통제 등 안전조치를 취한 후 조속히 보수하거나 매설물 관리자가 시행하는 보수에 적극 협조하여야 한다.

(9) 발파

- ① 발파에 따른 제반법규를 준수하며, 소정의 절차를 밟아 발파를 시행한다. 발파작업은 발파를 전문으로 하는 현장요원에 의하여 시행되어야 하며 공공안전, 구조물 및 재산보호, 작업원의 안전 등에 각별히 유의하여야 한다.
- ② 파편의 비산방지를 위하여 스크린, 가마니 등의 안전조치를 취하여야 하며 기타 필요에 따라 경비원, 통보관의 재배치, 경적, 경계울타리 등을 설치하여야 한다.

(10) 압입공(jacking)

- ① 교통이 번잡한 도로, 철도, 지장물이 산재된 구간, 개착이 불가능한 구간을 관로가 횡단할 시 공사감독자의 지시에 따라 강관 혹은 압력흡관 등을 이용하여 압입을 실시하고 압입강관 내부에 열배관을 매설하여야 하며, 압입 전 압입 구간에 대하여 관할 관리관청과 사전에 충분한 협의를 거쳐 압입을 실시하여야 한다.
- ② 압입 강관의 설치는 열배관의 관저고와 위치를 정확하게 관측을 한 후, 시행되어야 하며 추진 도중에는 계속 제대로 추진이 되는지 관측이 되어 정확한 시공이 되도록 유의하여야 한다.
- ③ 압입 강관이 정하여진 장소와 관저고에 맞추어 시공이 되어 반대편(후진기지)에 도달하게 되면 추진은 끝나게 되고, 이때 압입강관 내에 채워진 흙은 깨끗이 청소되어야 한다.
- ④ 시공 전 지질조사 및 지장물에 대한 철저한 조사가 이루어져야 하며, 암석구간의 발생, 연약지반 및 지하수 발생, 지장물 등이 노출되면 즉시 공사를 중단하고 공사감독자와 협의하여 완벽한 공사대책 수립 후 공사를 계속 시행하여야 한다.
- ⑤ 추진 방향의 흙은 1회 추진길이에 맞추어 굴착하며, 어떠한 경우에도 선행굴착을 하여서는 안 된다.
- ⑥ 압입 강관 내 열배관 부설 시는 공사감독자의 지시에 의거, 열배관 모재의 외부가 손상되지 않도록 주의하여야 한다.
- ⑦ 압입 강관과 열배관 사이는 모래를 충분히 채우고 압입강관 외부에는 가급적 공간이 생기지 않도록 하여야 하며, 제 규정에 맞게 침하방지 등을 위한 조치를 하여야 한다.
- ⑧ 압입 강관 외경과 타 지장물과의 이격거리는 최소 1.0 m 이상이 되어야 한다.
- ⑨ 압입 강관의 추진이 끝나면 압입 강관의 연결부분은 안쪽에 누수가 되지 않도록 한다.
- ⑩ 압입구 및 도달구의 위치선정은 시공 상세도면에 따르되, 공사감독자와 협의하여 다음사항을 고려하여 결정되어야 한다.

가. 철도, 하천 등이 압입 작업으로 영향을 받지 않는 지역
나. 추진길이가 가능한 한 짧은 노선 선정

다. 지역이 평평하거나 자재활용이 용이한 지역

⑪ 시공허용오차는 압입 강관의 관경 10% 이내에서 정확하게 시공되어야 한다.

(11) 하천상의 열배관 매설

① 하천상을 횡단 또는 종단하여 부설되는 열배관에 대하여서는 시공 전 하천관리관 청에 하천점용 및 제반사항에 대하여서 사전 협의한 후 시공에 만전을 기하여야 한다.

② 하천상에 매설되는 열배관은 유속변화에 의한 하상 변형 및 기타 하천 상 계획 변경 등에 의하여서 노출 또는 손상이 되지 않도록 시공하여야 하며 현장여건에 따라 특별한 보호조치를 하여야할 구간에 대하여서는 공사감독자의 승인에 의거 실시하여야 한다.

③ 부력에 대한 안정성이 유지되어야 하고, 홍수 시 세굴에 대하여서 안전하여야 한다.

④ 하상 및 제방 등의 복구는 공사 후 재해방지를 위하여서 철저를 기하여 원상복구 하여야 한다.

3.2.4 보수 및 재시공

본 공사로 인한 사유재산 및 공공시설물의 피해가 발생되지 않도록 하되, 피해 발생 시에는 원상복구 또는 변상·조치하여야 한다.

3.2.5 완성품 관리

수급인은 공사를 인수(준공검사)하기 전까지 공사구간을 보호하여야 한다. 수급인은 공사 중 또는 공사 중이 아닐지라도 재해 또는 기타 원인에 의하여 그 공사의 어떠한 부분에도 손상이 없도록 필요한 모든 예방조치를 강구하여야 한다.

3.3 용접공사

3.3.1 시공조건 확인

(1) 원칙적으로 수급인은 다음과 같은 사항들을 실행하는 조건으로 모든 용접방법이 사용될 수 있다.

① 용접 절차의 상세한 기록

② 용접에 대한 적절한 자료에 의한 용접물의 구조에 따른 상세한 실행절차

③ 상세한 실행절차에 의한 용접절차

④ 반드시 인가된 용재와 용접봉 및 와이어를 사용하여야 한다.

(2) 우천, 강풍 등으로 인한 용접에 지장이 있을 경우 이에 상응하는 보호조치를 강구한 후 용접작업을 행하도록 한다.

(3) 기온이 0 °C 이하의 경우는 용접작업을 중지하거나 적절한 온도로 예열하여 용접작업을 실시한다.

- (4) 재질, 두께, 기온 등을 고려하여 필요한 경우에는 용접 전에 예열을 한다.
- (5) 챔퍼(chamfer)는 충분히 청소를 행하여 녹, 기름, 페인트, 토사, 수분 등의 부착이 없도록 한다.
- (6) 용접 비드부는 언더컷, 핀홀, 슬래그, 균열, 용입 부족이 없도록 한다. 용접 비드부의 모양 및 모재 두께 별 작업기준은 별도로 정하는 바에 따른다.
- (7) 용접부의 스파터 또는 슬래그 등은 관 표면까지 충분히 제거한다.
- (8) 두 종축 용접선 간격은 원주의 거리로 공칭벽 두께의 12배 이상이어야 한다. (단 180°를 넘지 않는다.)
- (9) 모든 측정계기와 공구들은 반드시 먼저 조정하고 확인한 후 작업에서 사용한다.
- (10) 모든 증명서는 철하여야 하고, 공사감독자가 필요에 따라 이용할 수 있어야 한다.
- (11) 공사감독자는 작업내용이 해당 작업에 적절한 방법과 품질 등급에 맞지 않는다고 판단할 시에는 어느 때든지 다시 시험해야 한다.
- (12) 각 절차는 각각 별도로 제한요건을 요구한다.
- (13) 용접절차의 근본적인 변경이 있을 시는 용접절차사양을 재작성하고 제출하여 공사감독자의 승인을 득한 후 용접작업을 실시한다. 현장용접은 원칙적으로 다음의 두 가지 방법을 사용한다.
 - ① 금속아크용접(metal arc welding with covered electrodes(shielded metal arc welding))
 - ② 모든 루트 용접부위는 불활성 가스 텅스텐 아크 용접(inert gas tungsten arc welding)
- (14) 용접시공을 이행하기 전에 먼저 용접절차사양(WPS: Welding Procedure Specification)을 작성 제출하여 공사감독자의 승인을 득하여야 하며, 승인을 득한 용접절차사양에 따라 확인 시험 용접을 시행한 후 PQR(Procedure Qualification Record)를 작성 제출하여 재차 공사감독자의 승인을 득한다.

3.3.2 작업준비

용접시공을 이행하기 전에 먼저 용접절차사양을 작성 제출하여 공사감독자의 승인을 득하여야 하며, 승인을 득한 용접절차사양에 따라 확인 시험 용접을 시행한 후 PQR을 작성 제출하여 재차 공사감독자의 승인을 득한다.

3.3.3 시공기준

(1) 용접 개선면

- ① 용접 개선면은 별도로 정하는 바에 따른다.
- ② 용접 개선면의 청결
- ③ 용접작업 전 용접개선 양측을 브러시 또는 기타 적정한 방법에 의하여 용접과정 중에 용접의 품질을 위태롭게 하는 녹, 페인트, 오일, 그리스, 스케일, 기타불순물 등을 제거하여야 한다. 필릿용접 개선은 샌드 블라스트 또는 연마에 의하여 밀스

케일이 제거되어야 한다.

(2) 용접 회로

- ① 용접 케이블은 용접 전류와 케이블의 길이에 적절한 규격을 사용하여야 한다.
- ② 용접 케이블의 연결 부품은 분리형이어야 하고 케이블은 손상이 없고 가접지를 하지 않은 제품을 사용하여야 한다.
- ③ 접지 클램프 또는 연결 부품은 접촉 물체에 언더컷 또는 과열이 발생하지 않도록 충분한 치수의 제품을 사용하여야 하며 모재에 가용접하여 접지점으로 사용하여서는 안되고 접지는 용접 전류가 베어링, 밸브 그 밖의 민감한 기기를 통과하지 않도록 설치하여야 한다.

(3) 열처리

- ① 균열방지를 위하여서 필요시 모재의 용접부 또는 열의 영향을 받은 부분은 발주자의 승인을 득한 용접절차기준에 따라 열처리를 하여야 하며 열처리 방법과 온도 조건은 아래 기술한 사항에 따라 결정되어야 한다.

가. 모재의 화학적 특성

나. 모재의 두께

다. 용접방법에 따른 변수 (가열 등)

라. 구조

- ② 열처리는 가열/냉각속도 및 적정온도, 일정한 금속온도의 적정 유지 및 시간조절에 따른 적당한 가열방법에 따라야 한다. 모든 열처리 과정에서 발산하는 온도는 열전대와 적당한 기록계로 측정한다. 측정결과는 기록, 보관되어야 하고 공사감독자가 활용할 수 있도록 한다.

(4) 맞춤(fit-up)과 가용접(tack welding)

- ① 용접을 시작하기 전에 해당되는 용접방법에 따라 용접에 필요한 준비물을 준비하고 용접할 표면에 있는 페인트, 기름, 녹, 스케일, 그 밖의 불순물 등 용접의 방해 물질을 제거한다.

가. 맞춤

용접하고자 하는 두 부재의 용접 부위를 정확하게 맞추되 서로 어긋남의 범위가 1.5 mm를 초과하지 않도록 한다. 만일 1.5 mm를 초과할 경우 유체 흐름이 원활하도록 배관 내면 측의 트림(trim) 작업을 하도록 하되 배관의 최소 허용두께 이하가 되지 않도록 한다. 서로 다른 두께의 부재를 용접코자 하는 경우 두꺼운 쪽의 부재를 얇은 쪽의 부재에 일치하도록 한다.

나. 가용접

가용접은 최종 용접과 같은 방법에 따라 행하되, 다음의 요령에 따른다.

(가) 용접전에 예열을 해야 한다.

(나) 무리한 챔퍼 합침 및 잔류응력이 발생치 않도록 한다.

(다) 루트 간격은 스페이서 등에 의하여 확실히 유지한다.

(라) 용접봉 크기는 루트 간격에 적당한 것을 사용한다.

- (마) 정열(setting up)할 때 필요한 지그(브리지 혹은 클램프)는 최소한으로 설치한다.
- (바) 지그는 모재와 동질 또는 모재 이상의 양재질을 사용한다.
- (사) 브리지 등을 떼어낼 때는 그라인더 또는 가스절단에 의한다. 그러나 가스절단에 의한 경우는 용접 끝단 상부를 절단하여 모재 면까지의 마무리 다듬질은 그라인더에 의한다. 즉 떼어낼 때는 햄머에 의하거나 강제로 잡아떼는 방법을 사용하여서는 안 된다.
- (아) 클램프 제거 시에는 파이프 원주의 50% 이상 루트용접을 실시한 후 제거하여야 한다.

② 가용접

- 가. 가용접은 원칙적으로 용접 방법에는 없으며 도면에 표시되지 않는다.
- 나. 설계 또는 작업조건이 불완전할 경우 가용접이 행하여지지만 최종 용접절차와 같은 조건이 요구되어진다.
- 다. 가용접한 부분은 공사감독자가 요구하면 제거하여야 하고 용접표면은 마무리 다듬질을 하여야 한다.
- 라. 가용접은 가능한 한 저수소계 용접봉을 사용하여야 한다.

3.3.4 보수 및 재시공

- (1) 결함을 보수하기 위한 계획서는 보수를 행하기 전에 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다. 경화시킬 수 없는 탄소함유량 0.25% 이하의 탄소강으로 구성되고 예열없이 용접된 별로 중요하지 않는 조인트에서의 보수는 예외로 할 수 있다. 보수할 수 있는 결함은 아래와 같다.
 - ① 필릿용접의 크기가 너무 작을 때
 - ② 언더컷이 초과될 때
 - ③ 다리(leg) 또는 용가제 부족시
 - ④ 용접 목 두께(throat)가 작을 때
- (2) 보수회수
동일부위의 보수는 2회 이상을 시행할 수 없으며, 2회 이상의 보수를 요하는 부위는 절단하여 재시공한다.
- (3) 보수부위의 절단
보수부위의 절단 시에는 절단부위에서 50 cm 이상 이격하여 절단하여야 한다(조인트작업 고려).
- (4) 그 밖의 중요한 모든 용접결함은 공사감독자가 승인한 보수 절차에 따라 수리가 이루어져야 하며, 공사감독자의 승인을 득한 후에야 보수하여야 한다.

3.3.5 현장 품질관리

- (1) 일반적인 요구조건과 시험방법

용접검사의 범위에 있어서, 최종적인 용접상태와 시험방법은 인가된 기준, 표준 관련문서에 따라 이루어져야 한다. 용접자가 혹은 기술자가 용접이 틀림없음을 확인한 것은 스탬프(stamp)로 표시하거나 다른 적당한 방법으로 표시하여야 한다. 자격증을 가진 용접사의 명단, 용접사의 개인적인 스탬프나 도장은 공사감독자에게 제출되어야 한다. 모든 용접은 다음의 사항 중 공사감독자가 지정하는 검사를 하여야 한다.

- ① 육안검사
- ② 액체침투검사
- ③ 자분탐상검사
- ④ 초음파검사
- ⑤ 방사선검사

여러 종류의 비파괴검사가 있으며 이들은 상호 보완적으로 사용할 수 있다. 현장 용접에 대한 준비상태, 특히 경화용 강에 대한 흡은 기계가공 후 액체침투법 또는 자분탐상법에 의하여서 검사되어야 한다. 산소-아세틸렌 절단이나 연마에 의한 개선용접의 경우 밀면 따내기(back chipping) 또는 가우징(gouging)에 의하여 벌어진 루트와 강은 크랙 발생의 위험이 있으며 개선 용접은 액체침투법 또는 자분탐상법으로 검사하여야 한다. 많은 열처리를 하여야 하는 강의 용접 조인트의 경우 첫 경로(pass)는 액체침투시험을 받아야 한다. 최종인가를 위하여 모든 시험 결과를 기록하고 정리하여서 공사감독자에게 제출하여야 한다.

(2) 사용방법

① 육안검사

첫 단계로 모든 용접부위는 육안검사를 받아야 한다. 아래 사항이 발생하는 용접은 허용할 수 없으며, 이러한 결함들이 발생된 경우에는 그 내용을 상세히 기록하고 즉시 보수하여야 한다.

가. 균열: 허용 안 됨.

나. 용입불량: 허용 안 됨.

다. 용착불량: 허용 안 됨.

라. 비드불량 (비드불균형)

(가) 크기불량: 2.0 mm 이하

(나) 폭 불량: 2.5 mm 이하

(다) 편심불량: 2.5 mm 이하

(라) 언더컷 초과: 1.0 mm 초과하지 못함.

(마) 오버랩: 1.0 mm 초과하지 못함.

마. 불필요한 leg (필릿용접에서의 불필요한 보강

바. 부족한 목두께와 크레이터(crater)

사. 용접덧살(reinforcement)

(가) 모재두께 12 mm 이내 : 2.0 mm 이내

(나) 모재두께 12~25 mm 이내 : 2.5 mm 이내

- (다) 모재두께 25~50 mm 이내 : 3.0 mm 이내
- (라) 모재두께 50 mm 초과 : 4.0 mm 이내
- 아. 표면기공 : 허용 안 됨.
- 자. 용접물 측면 또는 상부에서 아크 발생
- 차. 비드 내면의 흘러처짐
 - (가) 관경 25 A 이하 : 1.0 mm 이내 또는 외경의 3% 중 작은 것
 - (나) 관경 40~80 A : 1.5 mm 이하
 - (다) 관경 100 A 이상 : 2.0 mm 이하
- ② 액체침투탐상검사(PT)

이 방법은 흠이나 용접부 표면 등의 균열이나 모재의 열영향을 받은 부분에 대한 균열들의 결함을 찾아내는 방법으로 권장된다. 방사선투과검사가 불가능한 개소에는 액체침투탐상검사를 하며 KS B 0816의 검사방법을 적용하되 판정기준은 시험부위의 어떠한 결함에 대하여서도 보수 후 재시험을 실시한다.
- ③ 자분탐상검사 (MT)

이 방법의 이용은 액체침투검사와 같은 원리이지만 모재의 표면에는 관찰되지 않는 얇은 균열도 검출될 수 있으며, 모재가 얇은 경우에는 용접의 표면 또는 모재의 앞·뒷면까지도 검사할 수 있으며, KS D 0213의 검사방법을 적용하되 판정기준은 시험부위의 어떠한 결함에 대하여서도 보수 후 재시험을 실시한다.
- ④ 초음파탐상검사 (UT)

초음파탐상검사는 모재의 열 영향을 받는 부분의 균열이나 박층조직 등의 용접물 결함을 찾아내는 방법으로 추천되어지며, 이 방법은 필릿용접과 두께 10 mm 이상 맞대기 용접 그리고 방사선이 투과하기 어려운 두꺼운 부분의 검사에도 사용되어진다. 방사선투과검사의 효과가 너무 낮거나, 불가능할 때는 초음파탐상검사를 이용하여야 한다.
- ⑤ 방사선투과검사 (RT: γ-Ray)

보통 두께의 모든 맞대기 용접은 우선 방사선투과검사를 거쳐야 한다. 이 방법의 결과는 다른 방법으로 나타난 것보다 쉽게 인정받고 기록된다. 기공, 용착불량, 슬래그 혼입, 용입부족, 투과방향으로의 균열 은 결함을 발견한다. 방사선투과검사가 요구되는 용접부중 방사선투과검사검사가 불가능 할 때에는 사전에 발주자 공사 감독자와 협의 후 초음파탐상검사(UT) 작업을 수행하여야한다.
- (3) 시험의 범위
 - ① 시험의 범위는 시공상세도면에 따른다. 모든 용접부위는 용접 후 즉시, 그리고 제반규정에 일치하지 않아 보수하여야 할 경우에는 우선 100% 육안검사를 실시한다. 다음 단계의 검사는 방사선투과검사나 용접절차서에 승인된 다른 방법에 의하여 실시한다.
 - ② 용접부의 기본적인 검사범위

배관용접부의 비파괴검사 범위를 다음과 같이 적용하여 산출한다.

- 가. 모든 맞대기 용접부: 100% 방사선투과검사
- 나. 필릿 및 소켓 용접부: 100% 액체침투탐상검사 또는 자분탐상검사
- 다. 방사선투과검사가 불가능한 용접 : 100% 초음파탐상검사
- 라. 맹판 제거용 작업구 용접 : 100% 방사선투과검사
- 마. 공기탈출구 및 드레인관
 - (가) 주배관과의 연결 필릿 및 소켓 용접부: 100% 액체침투탐상검사
 - (나) 가지관과 볼밸브와의 연결용접부: 100% 방사선투과검사
- 바. 품질관리를 위하여 요구되는 도면상의 모든 용접부

③ 보충조건

방사선투과 혹은 초음파탐상검사는 맞대기 용접을 할 때마다 실시한다. (아래와 같은 두께와 특성을 갖는 모재는 맞대기 용접을 할 때마다 방사선투과 또는 초음파탐상검사를 실시한다.)

- 가. 탄소강은 탄소 함유량이 0.20~0.30%이며 금속의 두께는 30 mm 이상
- 나. 연강은 탄소 함유량이 0.2% 이하로써 두께 40 mm 이상
- 다. 페라이트(ferritic) 저합금강으로 구성원소가 Cr, Mo, Ni로써 한원소 또는 전체 함유량이 0.5% 이상으로 함유되어 있고 두께는 15 mm 이상
- 라. 페라이트 저합금강으로 Cr, Mo, Ni로써 한 원소 또는 전체 함유량이 1% 이상 이고 금속두께 10 mm 이상
- 마. 페라이트 저합금강으로 Cr, Mo, Ni, V 그리고 W 등의 함유량이 3% 이상 방사선투과검사법에 의한 용접이음부의 분류 및 관독에서 나타난 모든 결함과 방사선에 의하여 관독된 결함이나, 불량 부분 등은 재시공을 하여야 한다. 검사규정은 KS B 0845(강 용접 이음부의 방사선 투과 시험 방법)의 2급 이상 및 동자부 고시 제1992-41호, 42호(집단에너지시설의 기술기준 및 열공급시설의 검사기준-열수송시설의 사용전 검사)의 기준에 만족하여야 합격으로 한다.

(4) 초음파탐상검사의 합격기준

육안검사와 함께 초음파탐상검사를 받아야 하는 용접부위는 ASME Boiler Code Section VIII, ANSI B31.1, AWS D1.1 등을 참조하여 해당 부위의 요구조건을 충족시키면 합격할 수 있다. 불연속적인 용접과 균열발생, 용착 불량과 용입 불량이 발견된 모든 경우는 길이에 상관없이 불합격이다.

(5) 재검사

모든 용접불량부위는 최초의 용접과 같은 방법에 의하여 재검사를 받아야 한다.

3.4 전기공사

3.4.1 시공조건확인

수급인은 본 시방과 기본설계를 기준으로 작성된 시공상세도면에 의거 공사업무를 수행하여야 하며, 제시된 자료가 현장여건에 적합하지 않으면 현장여건에 알맞은 수정방안을 공

사감독자에게 제출하여 승인을 얻은 후 시공하여야 한다.

3.4.2 시공기준

(1) 케이블 설치 일반사항

- ① 수급인은 시공상세도면, 시방서 및 IEEE 404 및 422의 적용부분을 참조하여 설치한다.
- ② 수급인은 모든 전력, 제어 및 신호회로의 끝 부분에 모든 회로를 식별할 수 있도록 식별표(Cable No.)를 부착하여야 한다. 각 케이블은 식별이 가능하여야 하고 배선이 완료되었을 때 뚜렷하게 육안으로 볼 수 있어야 한다.
- ③ 케이블의 연결을 위하여 사용자 기계실 내부에 설치되는 접속단자함(junction box)의 단자에 케이블을 연결한 후 시험 및 점검에 용이하도록 각 단자에 고유번호를 부여하여야 한다.
- ④ 케이블의 설치 시에는 지역난방설비가 단계별로 진행되는 특성을 고려하여 연결구간에 있는 케이블은 연결공사가 시행될 때까지 철저히 보호되어야 하며 각 케이블은 중단 및 접합작업이 수행되고 있을 때를 제외하고는 밀봉되어 있어야 한다.
- ⑤ 케이블은 접속하여 사용하지 않도록 하며 부득이한 경우는 공사감독자의 승인을 얻은 후 접속하되 접속불량 및 건설공사의 수분 침투로 인한 사고가 발생하지 않도록 방수용 스플라이싱 키트(splicing kit)를 사용하여야 하며, 그 위치를 검측서 및 준공도면에 명기하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.
- ⑥ 케이블 설치공사 및 유지, 보수를 위하여 시공상세도면에 따라서 필요한 개소에 주물형 패널을 설치하여야 한다.
- ⑦ 케이블의 절연저항시험은 케이블 설치 후에 수행되어야 하며, 모든 도체는 IEEE 기준 45를 참조하여 절연 저항시험을 하여야 한다.
- ⑧ 케이블 시험에는 연속성에 대한 시험이 포함되어 있어 부설된 케이블의 결선 여부를 확인하여야 한다.
- ⑨ 저전위 신호를 갖는 케이블들은 저항측정기에 의하여 시험하고 2중심(coaxial) 및 3중심(triaxial) 전선들은 제작자의 지침에 준하여 시험한다.
- ⑩ 지하에 매설되는 케이블 등 기타 준공 후 외부로부터 용이하게 접근할 수 없는 부분은 공사감독자의 입회하에 시공하며 필요하면 사진으로 기록·보관한다.

(2) 파상형 폴리에틸렌 지중전선관의 설치

- ① 수급인은 시공상세도면에 따라서 전선관을 설치하여야 한다.
- ② 관로의 바닥은 평평하게 고르고 유해한 돌출물은 제거한 후 시공하여야 한다.
- ③ 전선관의 앞부분과 끝부분에 이물질의 유입을 방지하면서 설치하여야 한다.
- ④ 관로설치 후 규격에 맞는 시험봉으로 도통시험을 하여 관로에 이상이 없음을 확인하여야 한다.
- ⑤ 전선관의 접속은 전선관 제작자의 시공 시방을 준수하여야 하며 방수가 철저히 되도록 시공하여야 한다.

- ⑥ 전선관을 핸드홀이나 접속단자함 등의 고정체에 취부시킬 때에는 규격에 맞는 완충파이프, 관로구 방수 개스킷(sealing gasket)나 클램프와 고무패킹을 사용하여 전선관의 이상 굴곡현상이나 고정체에서 전선관이 이탈하는 것을 방지할 수 있도록 시공하여야 한다.
 - ⑦ 예비관로에는 예비관 마개를 하여 이물질의 침입을 막아야 한다.
 - ⑧ 전선관 끝이 침수가 우려되는 장소에 위치하는 경우에는 규격의 단말 방수제를 사용하여 완전한 수밀이 되도록 하여야 한다.
- (3) 전원공급케이블의 설치
- ① 임계점 신호전송용 전산단말기 및 열배관 감시시스템에 대한 전원공급은 사용자 기계실에 설치하는 분전반을 통하여 이루어져야 하며, 각 분기회로 등 차단기는 누전차단기를 사용하여야 한다.
 - ② 전원공급 케이블은 부설되는 길이에 따라 적절한 용량의 케이블을 사용한다.
- (4) 측정점 인출케이블의 설치
- ① 인출 이중보온관에서 인출된 측정점 인출케이블은 패널에 설치되기 전까지 외부과손으로부터 보호될 수 있도록 적절한 조치를 취하여야 한다.
 - ② 인출케이블의 외부과손에 대한 보수 및 연장 연결 시에는 스플라이싱 키트를 사용하고 각 케이블의 종단은 밀봉되어 있어야 한다.
- (5) 접지
- ① 주전원(220 V)이 공급되는 패널은 경제성 및 안전성을 고려하여 접지되어야 한다.
 - ② 신호 전송선에 발생하는 유도전류 등의 해소를 위하여 열배관 감시장치 패널에 인입되는 신호 전송선은 대지접지시공이 되어야 한다.

3.5 계측제어설비공사

3.5.1 시공조건 확인

- (1) 계기와 계기류의 설치공사 시에는 그 기능상 문제점이 없는가 보수 및 점검에 충분한 공간이 있는가, 배선, 배관공사에 지장이 없는가, 보호장치는 고려되어 있는가 등을 검토하여 그 위치를 결정하여야 하며 기기 제작회사가 공급하는 도면, 참고도서와 공사감독자와 기기 제작회사에서 파견된 현장기술자의 지시에 의거 설치함을 원칙으로 한다.
- (2) 시공은 제작자의 설치지침서에 의하여 설치하여야 하며 지침서가 제공되지 않을 경우에는 공사감독자 및 파견기술자의 지시에 따라 작업하여야 한다.
- (3) 수급인은 설치에 소요되는 자재를 적기에 사용할 수 있도록 사전에 충분한 준비를 하여 공정에 차질이 없도록 하여야 한다.
- (4) 계측 · 제어설비의 설치 시 도면, 공급계약서 또는 기타 참고문헌과 서로 상반되는 사항이 있으면 즉시 작업을 중단하고 공사감독자에게 문의하여 적절한 지시를 받아야 한다.
- (5) 발주자가 제공한 도면을 충분히 검토하여 현장과 비교하여서 상이한 내용이 발견되면

공사감독자의 지시를 받아 시공에 차질이 없도록 하여야 한다.

- (6) 설계서, 도면에 충분히 명시되어 있지 않거나 의견의 차이가 있을 경우는 서로 충분히 협의 후 공사감독자의 해석에 따라야 한다.
- (7) 기자재 설치에 필요한 부수 작업, 발판, 블로킹, 썬치와 기타 재료는 수급인 부담으로 제공, 제거되어야 한다.
- (8) 자재 및 기기의 기중 시는 지지재(suspension material)을 세심히 점검하고 지상 2 m 정도 기중을 거친 후 이상 유무를 확인하고 본 작업에 들어간다.
- (9) 튜브 작업 시 튜브 내 이물질이 들어가지 않도록 시공하여야 하며, 튜브 내 에 이물질이 있는 경우 공사감독자에게 보고 후 제거하여야 한다.

3.5.2 시공기준

(1) 열배관 감시시스템

① 일반사항

- 가. 수급인은 본 사업과 관련하여 발주자가 공급하는 열배관 감시시스템과 연결될 열배관 감시시스템의 설계, 품질관리, 시험 및 검사 등에 관한 제반 업무 일체를 수행하여야 한다.
- 나. 발주자가 공급하는 기자재의 유지·관리에 만전을 기하여야 한다.
- 다. 수급인은 설치에 필요한 소모성 자재 일체를 공급하여야 한다.
- 라. 발주자가 공급하는 기자재에 대한 설치, 시험, 운전, 유지 보수 등에 관련된 도서를 제출하여야 한다.
- 마. 현장시공에 필요한 공기구 및 시험장비 일체를 구비하여야 한다.
- 바. 수급인은 본 시방에 언급되지 않은 기타 상세시방은 발주자가 제공하는 열배관 감시시스템 설계 및 시공기준에 따른다.

② 열배관 감시시스템의 설계

- 가. 수급인은 열배관 감시시스템의 시공도면을 제출하여 승인을 득한 후 시공하여야 하며, 시공도면은 발주자가 제공하는 도면 표기방법에 의하여 설계하여야 한다.
- 나. 시공도면에는 열배관 감시장치 번호, 전원공급장치 번호, 열배관 감시장치 1대 당 감지 배관길이, 회로 분리점 번호, 전원공급 케이블, 기호(symbol) 및 명패(name plate) 등이 표기되어야 한다.
- 다. 열배관 감시시스템의 설계는 시스템관리, 시공 및 유지보수, 경제성을 고려하여 설계하여야 한다.
- 라. 중앙감시장치는 열원설비 중앙제어실에 설치되도록 설계하여야 한다.
- 마. 열배관 감시장치는 가능한 한 사용자 기계실에 설치되도록 설계되어야 하며 현장 여건상 불가피한 경우 지상 노출하여 설치할 수 있다.
- 바. 열배관 감시장치 1대의 감지구역은 배관 길이로 1,000 m를 초과하여서는 안 되며, 추후 개발 분을 고려하여 설계하여야 한다.

- 사. 측정점은 구역(sector) 분리점, 사용자 기계실(열배관 감시장치 설치지점 제외) 및 버터플라이 밸브 양단에 설치되도록 설계하여야 한다.
- 아. 기타 상세설계 내용은 발주자가 제공하는 열배관 감시시스템 설계 및 시공기준에 준하여 행하여야 한다.
- ③ 열배관 감시시스템 기자재 설치
- 가. 수급인은 모든 자재를 발주자가 제공하는 도면, 방법, 절차 및 설치기준에 준하여 설치하여야 한다.
- 나. 수급인은 본 시방에 명시되어 있지 않더라도 필요한 모든 부수기기 및 연결계통에 관련된 제반 기기 장치를 설치하여야 한다.
- 다. 설치되는 기자재와 관련된 모든 작업은 시공상세도면 및 지침서에 명시된 내용 또는 가장 좋은 기술에 준하여 도면에 나타난 대로 행하여야 한다.
- 라. 메인스테이션의 설치 및 결선작업은 발주자가 제공하는 설치기준에 의거 수행되어야 하고 공사감독자 입회하에 전원을 공급하여야 한다.
- 마. 열배관 감시장치의 설치 및 결선작업은 발주자가 제공하는 설치기준에 의거 수행되어야 하고 회로시험을 한 후 기록을 유지하여야 한다.
- 바. 기타 상세 설치 시방은 발주자가 제공하는 열배관 감시시스템 설계 및 시공기준에 준하여 행하여야 한다.
- ④ 열배관내 감지선의 결선
- 가. 열배관내 감지선은 이중보온관 제작 시 내장된 저항측정방식의 센서선(Ni-Cr 선)과 복귀선(return wire) 및 임펄스방식의 나동선(naked copper wire)을 말하며, 배관 연결공사 시 발주자가 제공하는 부품 및 시공기준에 준하여 현장에서 연결하여야 한다.
- 나. 설치 시에는 감지선의 측정길이를 확인하고 실제 배관길이가 1000 m를 넘지 않도록 확인한 후 결선하고, 관경 250 A 이상 및 200 A 이하로 구분하여 결선하여야 한다. 결선 전 및 결선 후에는 반드시 시험절차에 의거 시험하여 기록을 유지하여야 한다.
- 다. 이중 보온관을 설치할 때는 센서선 및 복귀선을 상부로 향하도록 하여 와이어의 진행방향이 일치되도록 하고, 나동선은 좌우 수평상태로 배열되도록 하여야 한다.
- 라. 현장 열배관 감지선을 연결할 때에는 열팽창에 따른 관의 팽창길이에 따라 팽창될 수 있도록 여유를 두어 연결하여야 한다.
- 마. 열배관 감지선의 결선 후 접속부위를 양손으로 잡아당겨 단단히 접속되었는지를 확인한 후 접속부위가 느슨할 경우에는 재시공을 하여야 한다.
- 바. 구간 구간의 시공이 완료되어, 한 감시회로가 완료되면 다음의 자료를 제출하여 공사감독자의 승인을 얻는다.
- (가) 열배관 감지선 결선도
- (나) 감지선 루프 결선도

사. 현장 시공 시 유의사항은 다음과 같다.

- (가) 저항비교측정방식의 감지선(Ni-Cr선)은 상부에, 임펄스방식의 감지선(나동선)은 좌우 수평으로 위치되도록 설치한다.
- (나) 관접합 부분 작업공간의 배수처리는 잘 되어 있는가를 확인한다.
- (다) 비 또는 눈이 올 때는 보온재에 수분이 침투되지 않도록 유의하여야 한다.
- (라) 감지선 연결작업이 끝난 후에는 감지선의 결선 및 절연시험을 실시하여 단선 및 습기침투가 판명되면 그 위치를 찾아 처리하여야 한다.
- (마) 이중 보온관 매설 후 수급인은 감지선의 정기적인 측정을 통하여 절연저항 및 루프저항 값의 상태를 기록·유지하고, 측정값이 기준에 미달될 때에는 이를 공사감독자에게 보고하고 공사감독자의 지시를 받아 즉각 보수하여야 한다.

아. 기타 상세 내용은 열배관 감시시스템 설계 및 시공기준에 따라야 한다.

⑤ 측정점의 설치

- 가. 열배관 감시시스템 운용 시 감지선의 불량위치를 정확히 측정하기 위하여 필요한 개소에 측정점을 설치하여야 한다.
- 나. 열배관 감시장치가 설치되는 위치에는 감지선 인출용 이중보온관을 사용하여 측정점만을 시공한 후 열배관 감시장치 판넬 내부단자에 결선하며, 열배관 감시장치가 설치되지 않는 위치에는 측정점을 시공하고 규정된 방수형 단자대를 사용하여야 한다.
- 다. 규정된 방수형 단자대를 사용자 기계실에 설치할 때는 측정점 박스 내부에 설치하고, 관로상 측정점에 설치할 때는 내부 단자대를 주물형 측정점 판넬에 설치한다.
- 라. 배관망구성 시 회로 분리점, 250 A 이상 배관과 200 A 이하 배관이 분리되는 지점에는 시공기준에 의거 측정점을 설치하여야 한다.
- 마. 측정점은 감지선 인출용 이중보온관을 사용하여 시공하되, 사용자 기계실 인입 시에는 기계실 안에서 현장인출을 할 수도 있다. 단, 이때 접지는 강관에 볼트 용접을 하여야 한다.
- 바. 측정점을 결선처리한 패널 내부에는 회로결선도를 내부에 부착하여야 한다.
- 사. 주물형 측정점 패널을 설치할 때는 주위환경과 유지관리 측면을 고려하여 설치위치를 선정한다.
- 아. 기타 상세내용은 감시시스템 설계 및 시공기준에 따른다.

(2) 임계점(critical point)

- ① 지역난방 열공급 상태를 감시하기 위하여서 주배관망 및 최말단 사용자 기계실 내에 난방수 공급 및 회수온도, 난방수 공급 및 회수압력, 차압 그리고 차단밸브 별로 측정 및 전송을 가능토록 하는 임계점 설비를 설치하여야 한다.
- ② 말단 사용자 기계실의 압력전송기 태핑점(tapping point)은 기계실내 1차 차단밸브

혹은 차압유량 조절밸브(PDCV) 전단에 설치하여 지역난방 배관망의 압력이 검출 되도록 하고, 온도 전송기는 기계실 내에 설치되어 있는 써머웰(thermowell)을 이용하여 설치한다.

- ③ 주 배관망의 측정신호는 가장 가까운 사용자 기계실로 차폐 케이블을 통하여 전송한다.
- ④ 밸브 박스 내의 침수대비 및 방습을 위하여 모든 연결부위는 방수형으로 시공하여야 한다.
- ⑤ 압력전송기의 태핑점은 지역난방 펌프 실을 기준으로 차단밸브 후단에 설치한다.
- ⑥ 임계점은 공사 시 작성된 도면에 의거 시공한다.
- ⑦ 계기는 진동이 최소인 지역 내에서 가능한 한 프로세스 취출점에 가깝고 접근이 용이한 곳에 설치하여야 한다.
- ⑧ 계기는 배관 기둥(pipe stanchion), 현장 계기 랙(rack) 또는 현장 계기함 등에 설치하여야 한다.
- ⑨ 측정정도를 저하시키지 않는 범위 내에서 현장 설치계기는 한 곳으로 집중화하여서 설치할 수 있다.
- ⑩ 온도소자(temperature element) 설치 보수 시를 고려하여 충분한 공간을 주어야 하며 직상유동(vertical upward flow)일 때는 유동과 반대방향으로 45°로 설치한다.
- ⑪ 압력배관과 온도계기의 위치가 동일선상에 설치될 때는 난류현상에 의한 계기오차를 방지하기 위하여 상류로부터 압력탭(pressure tap), 써머웰 순으로 위치를 선정하여야 한다.
- ⑫ 압력계통의 기밀을 요하는 계기는 밀봉테이프(seal tape)를 사용하여 누설을 방지하여야 한다.
- ⑬ 주배관 탭(tap)에서 계기까지의 압력배관은 최대한 짧게 하여야 하며 그 길이는 15 m 이내로 하여야 한다. 만약 15 m를 초과하여 시공할 때는 공사감독자의 승인을 득 하여야 한다.
- ⑭ 모든 압력배관은 비틀림, 처짐 및 휨이 없어야 한다.

(3) 기타 주의사항

- ① 계기는 보수와 검사를 위하여 출입이 용이한 곳에 설치되어야 한다. 계기 설치 시 아래와 같은 장소는 피하여야 한다.
 - 가. 먼지가 많은 장소
 - 나. 증기트랩에서 가까운 곳
 - 다. 고온의 파이프나 장치(equipment)로부터 열을 받기 쉬운 장소에서 가까운 곳
 - 라. 심한 진동을 하는 물체로부터 가까운 곳
- ② 계기 설치 시에는 다른 장비와의 관계를 고려하여야 하며, 다른 장비와 간섭이 생기지 않도록 하여야 한다. 예를 들면 기기의 정기적인 보수 점검시의 유통은 통로에 설치되는 것이 아닌지 주의를 기울여야 한다.

3.5.3 현장품질관리(열배관 감시선 시험)

(1) 시험방법

보온관의 현장 시공 시 열배관 감시선의 결선상태 및 제반점검이 끝나기 전에 매우기를 하여서는 안 된다. 열배관 감시선의 점검, 시험은 최대 50 m 구간마다 절연저항 측정, 단선점검, 수분침투 여부 및 단락시험을 실시한 후 시공상의 적정여부를 판정하여야 한다. 점검 및 시험결과는 기록·유지하여 품질관리에 적용하도록 한다.

(2) 절연저항 측정

① 센서선과 복귀선 및 나동선의 절연저항 시험을 실시한다.

② 시험장비

가. Ni-Cr선 : BS-MH2

나. 나동선 : BH-MH2 또는 500 V MEGA 이상

③ 시험방법 : 각 와이어 별로 와이어와 보온관 내측 강관과의 절연 측정

④ 판정기준

가. Ni-Cr선: Level '0'이면 정상

나. 나동선: Level '0'이면 정상

(3) 단선점검 (회로 저항측정)

① 시험장비: 저항측정기

② 시험방법: 보온관 후단의 센서선과 복귀선(나동선은 나동선 끼리)를 연결시킨 후 전단에서 센서선과 복귀선, 나동선을 점점으로 전기저항을 측정한다.

③ 판정기준: 각 와이어의 길이에 비례한 고유 저항값이 지시되면 정상임.

가. 정상 저항값이 무한대에 가까우면 단선으로 판정

나. 저항값 계산

(가) Ni-Cr선 : $5.7\text{ohm} \times \text{길이(m)} + 0.0367\text{ohm} \times \text{길이(m)}$ (Ni-Cr + Cu)

(나) 나동선 : $0.012\text{ohm} \times \text{길이(m)} \times 2$

(4) 단락측정

센서선과 복귀선 및 나동선 등 각 와이어와 강관과의 접촉여부를 측정한다.

① 시험장비 : BS-MH2

② 시험방법 : 각 와이어와 보온관의 내부강관 사이의 절연저항 측정

③ 판정기준 : 표시 "C"이면 단락상태

(5) 수분침투여부측정 (준공 및 시스템 운영 시)

센서선과 복귀선 및 나동선 등 각 와이어의 보온재에 수분침투 여부를 측정한다.

① 시험장비

가. Ni-Cr선 : BS-MH2

나. 나동선 : BS-MH2

② 시험방법 : 각 와이어와 보온관의 내부강관 사이의 절연저항 측정

③ Level 0 또는 12이면 정상

3.5.4 시운전

- (1) 수급인은 발주자에게 시운전 관련 제반사항을 통보한 후 공사감독자의 입회하에 시운전을 하여야 한다.
- (2) 수급인은 시공이 끝난 후 감지회로가 완료되면 준공도면 및 열배관 감시시스템 계통도, 열배관 감시장치 당 회로구성도(결선도), 열배관 감지선 검측서, 현장 데이터 기록서를 제출하여 승인을 얻는다.
- (3) 수급인은 발주자가 제공하는 시운전 절차서에 의하여 시운전을 실시하고 시운전이 완료되면 다음의 자료를 제출하여 승인을 얻는다.
 - ① 시운전 시험결과 기록표
 - ② 준공도면



2021 집필위원

성명	소속	성명	소속
박종문	(주)동명기술공단	박재철	(주)동해기술공사
성순경	가천대학교	신영기	세종대학교
윤석만	한국지역난방공사	이광현	(주)한국종합기술

2024 설비분야 대분류 분리에 따른 코드번호 개정

성명	소속	성명	소속
주영경	한국건설기술연구원		

2021 자문위원

성명	소속	성명	소속
변운섭	우원엠앤이	신현준	한국건설기술연구원

2024 건설기준위원회 및 국가건설기준센터

성명	소속	성명	소속
강철규	경기대학교	이영호	한국건설기술연구원
김명철	동부엔지니어링	김기현	한국건설기술연구원
김세동	두원공과대학교	김나은	한국건설기술연구원
김승원	뉴테크구조기술사사무소	김민관	한국건설기술연구원
김영진	한국건설기술연구원	김재훈	한국건설기술연구원
김창수	디엠엔지니어링	김태송	한국건설기술연구원
김태진	티아이구조기술사사무소	김희석	한국건설기술연구원
남기범	한국전기기술인협회	류상훈	한국건설기술연구원
류현희	NCS구조엔지니어링	안준혁	한국건설기술연구원
박지훈	인천대학교	원훈일	한국건설기술연구원
서병택	용인송담대학교	이상규	한국건설기술연구원
성순경	가천대학교	이소정	한국건설기술연구원
신영기	세종대학교	이승재	한국건설기술연구원
신영수	이화여자대학교	이승환	한국건설기술연구원
엄영호	(주)동명기술공단	이용수	한국건설기술연구원
유홍국	건일엠이씨	이원중	한국건설기술연구원
이복희	인하대학교	주영경	한국건설기술연구원
이주철	건일엠이씨	최봉혁	한국건설기술연구원
이철호	서울대학교	허원호	한국건설기술연구원
이태형	건국대학교		

2024 중앙건설기술심의위원회


성명	소속	성명	소속
김영일	서울과학기술대학교	이영범	(주)수성엔지니어링
송상빈	한국광기술원	박영	한밭대학교
최영욱	한국전기연구원	박경윤	LG전자
주강필	SK에코플랜트(주)		

국토교통부

성명	소속	성명	소속
전인재	국토교통부 건설산업과	이종문	국토교통부 건설산업과
		이상민	국토교통부 건설산업과

(분야별 가나다순)





KCS 33 35 15 : 2024
열수송 설비공사

2024년 8월 22일 개정

소관부서 국토교통부 건설산업과

관련단체 대한설비공학회
06130 서울 강남구 테헤란로7길 22(역삼동 635-4)과학기술회관 신관 902호
Tel : 02-554-8571~2 E-mail : hvac@sarek.or.kr
<http://www.sarek.or.kr/>

작성기관 국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
<http://www.kcsc.re.kr>

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
<http://www.kcsc.re.kr>