

4. 노후관의 세척 및 갱생공사

4. 노후관의 세척 및 갱생공사

4.1 총칙

4.1.1 공통사항

1. 일반사항

1) 적용범위

- (1) 이 시방서는 기설 노후 송·배·급수관 및 대형건물 옥내급수관의 세척 및 갱생공사에 대한 일반적인 사항에 대하여 규정한다.
- (2) 이 시방서에서 정하지 않은 사항에 대하여는 한국상하수도협회 제정 상수도시설기준, 건설교통부 제정 토목공사 일반시방서 및 관련 공사시방서, 전문시방서 등에 따른다.
- (3) 이 시방서에 정한 사항이 공사시방서에 정한 사항과 다를 때에는 해당 공사시방서에 따른다.

2) 참조규격

- (1) 노후관 세척 및 갱생공사에 사용되는 기자재는 한국산업규격(KS규격), 한국상하수도협회 인증규격에 적합하거나 동등 이상의 제품으로 감리자의 승인을 받아야 한다.

3) 용어의 정의

- (1) 「노후관」이라 함은 회주철관, 아연도강관, 내식성 관으로 구조적 강도가 저하된 관 및 누수가 빈번히 발생하는 관, 관 내부에 녹이 발생하여 녹물이 많이 나오는 관 등을 말한다.
 - ① 회주철관: 주철관에 시멘트라이닝이 되어 있지 않아 녹이 발생하는 관
 - ② 아연도강관: 강관에 아연도금이 되어 있는 관
 - ③ 내식성관으로 구조적강도가 저하되거나 누수가 빈번히 발생하는 관: 스테인리스관, 동관, 덕타일주철관, PE관, PVC관, 도복장강관(에폭시, 분체, 폴리우레탄 등) 등으로 장기간 매설에 의해 경화되어 강도가 저하되거나 전식·부식 등에 의해 누수가 빈번히

발생하는 관(내구연수와는 관계없음)

- ④ 관 내부에 녹이 발생하여 녹물이 많이 나오는 관: 관 내부에 녹물이 많이 나오거나 스케일이 생성되어 통수단면적이 축소된 관
- (2) 「세척공사」라 함은 상수관로 내부에 침전물 또는 슬라임, 녹 또는 경질의 부식생성물 등을 완전 제거하여 수질개선과 함께 상수관로의 통수능을 회복시키는 것을 말한다.
- (3) 「갱생공사」라 함은 관 내부의 녹 및 이물질의 제거 등 세척한 후 라이닝(코팅) 등의 방법으로 통수 기능을 회복시키는 공사를 말한다.

4) 제출물

(1) 사전 제출물

- ① 시공자는 공사 진행에 대한 공정표와 시공계획서(단수계획, 가설급수계획, 노무동원인원, 장비 및 자재 반입계획, 작업순서 시공도면, 사전시험결과서 등)를 현장조사 결과에 따라 다음 첨부자료를 제출하여야 한다.

가. 단수계획

나. 가설용 급수배관 배치계획(필요시)

다. 기술계획: 작업구 및 시공구간의 선정, 시공장비 및 자재의 배치 계획, 완료검사, 수질검사에 대한 계획

라. 안전관리 및 품질관리계획

마. 시공도면

바. 기타 필요한 계획

(2) 사후 제출물

시공자는 검사결과서와 준공서류를 제출한다.

5) 공사기록서류

(1) 공사기록

공사의 착수로부터 준공시까지의 작업공정, 진척상황, 시공법 및 시공정밀도, 실시한 시험 성적 등 공사 전반에 관하여 필요한 사항을 기록, 비치하고 준공시에 감리자에게 제출한다.

(2) 공사기록사진

시공자는 감리자의 지시에 따라 공사에 대한 기록사진을 촬영하되 시공 중일 때와 시공 후의 사진이 선명하게 식별되도록 작성, 제출하여야 한다.

(3) 준공도

공사가 완성된 때에는 공사시방서에 따라 준공도를 작성·정리하여 감리자에게 제출한다.

6) 운반, 보관, 취급

- (1) 시공자는 공사에 필요한 공사별 사용되는 자재나 장비에 대하여 공급원에서 운반 및 보관, 취급에 관한 제반 규정을 따른다.
- (2) 시공자는 공사에 사용되는 재료에서 위험한 화학물질이 사용될 경우 해당 화학물질에 대한 운반 및 보관, 취급에 관한 제반 규정을 따른다.

7) 환경요구사항

- (1) 시공자는 「대기환경보전법」, 「수질환경보전법」, 「소음·진동규제법」 기타 환경 관련 법령을 준수하여 공사시공에 수반하여 공해가 발생하지 않도록 하여야 한다.
- (2) 시공자는 시공 중 먼지, 진동, 탁수, 충격, 소음 등으로 인근주민이나 통행인에게 불편이나 공해가 없도록 최선을 다해야 한다.
- (3) 시공자가 시공을 함으로써 발생하는 비산먼지는 환경기준을 초과하거나 초과할 우려가 있는 공사에서는 비산먼지 발생을 억제하기 위한 시설을 설치하여야 한다.
- (4) 시공자는 물의 오염과 지반오염을 방지하기 위하여 적절하고 충분한 조치를 하여야 한다.
- (5) 시공자는 공사 중 또는 공사 준공 후에 공사현장 및 인근의 환경을 파괴, 훼손이 없도록 보호에 만전을 기하여야 한다.

8) 공정계획

공정계획은 작업 준비, 세척작업, 복구 및 검사로 이루어지며, 세부적인 내용은 해당 공사시방서에 따른다.

2. 재료

1) 재료의 반입

- (1) 재료의 반입마다 그 재료가 설계도서상의 조건에 적합함을 확인하고, 필요에 따라 증명자료를 첨부하여 감리자에게 문서로 보고한다. 다만, 경미한 재료에 대하여는 감리자의 승인을 얻어 보고를 생략할 수 있다.
- (2) 부적격품은 신속히 공사현장 밖으로 반출한다.

2) 재료시험 및 재료검사

(1) 재료시험 일반

- ① 재료시험은 설계도서에서 지정되어 있는 경우 시험에 의하지 아니하면 설계도서에서 정한 조건에 적합함을 증명할 수 없는 경우에 시행한다.
- ② 재료시험용 공시체는 감리자의 입회하에 채취하고 봉인하여 검인을 받고 국공립시험기관 또는 환경부장관이 지정한 품질전문기관에서 시험을 하고, 그 성적결과보고서를 제출하여 승인을 받는다.
- ③ 검사 및 시험에 필요한 모든 비용은 시공자 부담으로 한다.
- (2) 검사 또는 시험은 한국산업규격(KS규격)을 표준으로 하고 그 규격에 제정되지 아니한 것은 공사시방서의 해당 각 항 또는 감리자의 지시에 따른다.
- (3) 시험에 합격된 재료 시설물이라도 사용할 때 변질 또는 손상되어 불량품으로 인정될 때는 이를 사용하지 아니한다.
- 3) 시험 또는 검사 후의 조치
 - (1) 시험 또는 검사 종료 후 합격한 반입재료는 소정의 장소에 정돈하여 적절한 보관을 한다.
 - (2) 불합격된 재료는 장외에 반출하고, 신속히 대체품을 반입하여 공사 진행에 지장이 없도록 한다.

3. 시공

1) 시공 일반

시공은 설계도서, 그리고 감리자의 승인을 받은 공정표·시공계획서·시공도 등에 따라 시행한다.

2) 공사기간

- (1) 시공자는 따로 정한 경우를 제외하고는 계약서상에 명기된 기간 내에 공사를 착공하여 계획대로 공사를 추진하여 계약 공기 내에 완료하여야 한다.
- (2) 선행공정 완료 직후 후속공정에 착수하면 품질에 나쁜 영향을 줄 수 있는 공정에 대하여는 충분한 공사기간을 고려하여야 한다.
- (3) 전체공사의 완료 전에 특정부분에 대한 공사의 완료 또는 시공순서 변경에 대하여 감리자의 요구가 있을 때에는 시공자는 품질에 나쁜 영향이 없는 한 이를 반영하여야 한다.

3) 작업시간의 조정

- (1) 공사시행의 편의상 작업시간을 연장 또는 단축할 때에는 미리 감리자의 승인을 받아야 한다.

(2) 공정계획상 작업시간의 연장 또는 단축, 야간 또는 휴일작업이 필요가 있고 감리자가 인정할 때에는 품질확보에 지장이 없는 한 시공자는 이를 반영하여야 한다.

4) 공정표와 그 관리

(1) 시공자는 설계도서에 따라서 공사 전반에 대한 상세한 계획을 세우고 소정양식의 공정표를 제출하여야 한다.

(2) 공정표에 변경이 생긴 경우에는 변경공정표를 지체없이 작성하고 감리자의 승인을 받는다.

(3) 계약 이외의 공사와 관련이 있는 경우에는 감리자의 지시를 받아 조정한다.

5) 시공계획서

시공자는 공사 실시에 앞서 감리자의 요구에 따라 공정계획, 현장관리계획, 시공장비계획, 안전관리계획 등에 대하여 상세한 실시계획을 작성한 시공계획서를 감리자에게 제출하여 그 승인을 받아야 한다.

6) 입회 및 자료 제출

시공 후의 검사가 곤란한 시공부분에 대하여는 감리자의 입회하에 모양·치수·강도·품질 등을 확인하고 그 기록, 기타 필요한 자료(검사보고서, 기록사진, 품질시험성적표 등)를 제출하여야 한다.

7) 기계 기구

중요한 기계 기구는 당해 공사에 상응한 성능 및 규격 등의 것으로 하되 사용하기 전에 감리자의 승인을 받는다.

8) 위험물 등의 취급

위험물의 운반, 보관 및 사용 등의 취급은 관계법규에 따라 확실하고 안전하게 하여야 한다.

9) 공사 보고

(1) 공사의 진척, 재료의 반입, 기후 등 감리자가 필요하다고 인정하여 지시한 사항에 대하여는 그의 상황·결과를 서면을 감리자에게 제출한다.

(2) 공사보고의 서식, 제출방법, 시기 등에 대하여는 감리자의 지시에 따른다.

4.2 세척 및 갱생공사

4.2.1 세척공사

1. 일반사항

1) 적용범위

- (1) 이 시방서는 노후관의 개량을 위한 관 내부 세척공사에 적용한다.
- (2) 세척공사의 적용 범위는 구조적으로 사용가능한 모든 송·배수관을 대상으로 한다.
- (3) 세척공사의 공법 선정은 관의 노후상태 진단결과에 따라 결정하며, 감리자와 시공자가 협의하여 적용공사를 결정할 수 있다. 단, 금속관종을 제외한 합성수지관 등의 비금속관종은 연마세척을 적용해서는 안 된다.
- (4) 공사는 관련 법령기준 및 제반규격, 규정 등에 적합하여야 하며 음용수로 사용시 인체에 해가 없어야 한다.
- (5) 기존관 내의 세척(cleaning)은 관의 갱생을 위하여 채택하는 공사에 따라 녹제거의 정도가 다르므로 합성수지관 삽입과 같이 관의 삽입에 지장에 되지 않은 정도로 세척하는 방법과 에폭시수지도료라이닝과 같이 고도의 바탕조정(surface preparation)을 필요로 하는 공법이 있다.
- (6) 세척은 관내를 이동하는 기구를 사용하여 수압, 동력, 인력 등으로 시행하지만 환경이나 연장 및 이형관과 급수관의 분기 등의 관로상태와 수용가의 사정, 시공기간의 기온, 통수 재개까지의 소요시간 등을 검토하여 관로조건에 적합하고 경제적인 공법을 채택한다.
- (7) 일반적으로 사용되는 공법으로는 스크레이퍼(scrape), 로터리(rotary), 제트(jet), 폴리픽(polly pig), 에어샌드(air sand) 등이 있다.

2) 참조규격

- (1) 세척공사의 적용기준은 수도시설의 관리에 관한 「수도법」 제2장 제17조 기준을 따르되 향후 제정되는 관련 법규 및 규정 등 최신의 것을 따른다.
- (2) 급수관의 세척 등 조치를 하여야 할 건축물 또는 시설은 「수도법 시행령」 제24조의2항의 기준을 따르되 향후 제정되는 관련 법규 및 규정 등 최신의 것을 따른다.

3) 용어의 정의

「세척」은 관내 슬라임, 녹, 침전물 등을 물의 흐름이나 고압수, 연마재, 피그, 스크레이퍼 등 기구를 이용하여 제거하는 것을 말한다.

2. 재료

1) 장비 및 구성품

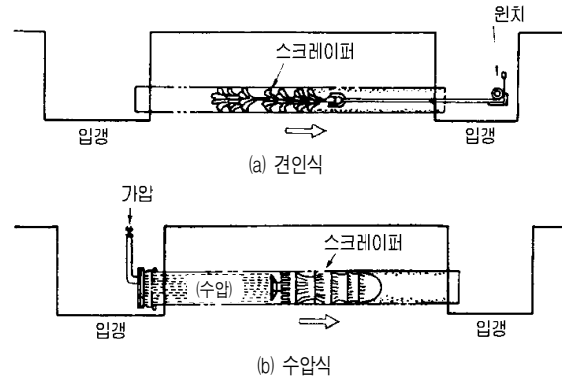
- (1) 세척공사에 사용되는 주요 장비는 공사에 적용되는 공사에 따라 다양하며, 각 공사별 장비 및 구성품은 해당 공사시방서에 따른다.
- (2) 각 공사시 적용되는 공사시방서에는 시공에 소요되는 장비의 특정 기능과 성능, 가동방법 및 기타 특별한 요구 조건을 기술한다.

2) 재료

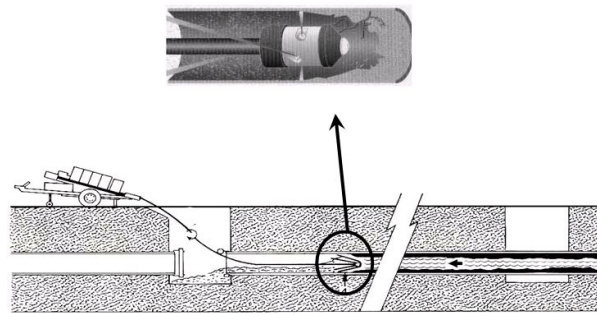
- (1) 세척공사에 투입되는 재료는 각 적용 공사별로 다양하며, 각 공사별 재료의 규격 및 재질 등의 특성은 해당 공사시 제출하는 공사시방서에 따른다.
- (2) 세척공사에서 화학물질(오존 등)이 사용될 경우 재료의 특성은 관련 제반 법규 및 규정을 따른다.
- (3) 세척공사에서 화학물질을 사용하는 공사의 경우, 현장에서 혼합하여 시공하여야 하는 경우에는 종류와 양 또는 비율, 그리고 그들의 배합비나 혼합방법은 해당 공사시방서에 따른다.

3. 시공

- (1) 스크레이퍼방법은 유연한 축의 주위에 탄력성이 큰 스크레이퍼를 방사상으로 여러 단을 설치한 구조의 기구를 사용하는 방식이고 수압을 이용하여 추진하는 수압식과 피아노선 등에 의한 견인식이 있다. 견인식은 관경 250mm 이하의 소구경관에서 수압이 200kPa(약 2.04kg/cm^2) 이상 확보할 수 있을 때 유리하고, 수압식은 관경 300mm 이상의 관에 적합하다. 또한 1회 시공연장은 관로상태에 따라 차이가 있으나 견인식은 대개 100m 전후가 일반적이고 수압식은 그 이상의 경우라도 가능하다.
- (2) 제트방법은 수고압펌프로 물을 10~15MPa($102\sim153\text{kg/cm}^2$)로 가압해 수노즐(nozzle)을 통하여 관 내면에서 후방의 경사방향으로 분사되는 제트류의 반동을 이용하여 전진시키면서 관석을 제거하는 공법으로 주로 관경 400mm까지의 에폭시수지도료의 라이닝공사에 사용된다.



<그림 4.2.1> 스크레이퍼방법의 예



<그림 4.2.2> 제트방법의 예

<표 4.2.1> 폴리픽 주행에 필요한 수압 및 유량

관경(mm)	수압(kPa, kgf/cm ²)	유량(l/sec)
50	689~1,379(7~14)	1~3
75	689~1,034(7~10)	3~7
100	517~896(5~9)	6~12
150	345~689(3~7)	13~30
200	207~552(2~6)	24~50
300	69~345(0.7~4.0)	50~100
600	34~138(0.4~1.5)	200~400

- (3) 폴리픽방법은 특수우레탄의 포탄형 물체를 관로세척용 장치구 또는 맨홀을 통하여 관내에 장치하고 압력이 있는 압력수를 가하여 돌출부에 제트류를 일으킴으로써 관벽의 손상없이

관내에 부착된 스케일 및 이물질을 제거 압류시키는 방법으로 기존관 및 신설관 세척에도 사용된다.



<그림 4.23> 폴리픽의 종류

(4) 에어샌드방법은 잔자갈을 이용하여 관내의 스케일을 세척하는 공사로, 선회 압축공기와 여기에 혼입하는 연마재의 입자속도가 발생하는 힘을 이용하여 세척한다(관내 표준 풍속 80m/sec).

1회 시공연장은 300~1,000m이며 곡관이나 구경이 동일하지 않은 연속 S형 곡관의 세척도 가능하며 제거한 스케일, 이물질 등은 작업 말단부에 설치한 집진기로 회수한다.

4.2.2 갱생공사

1. 일반사항

1) 적용범위

(1) 이 지방서는 노후관의 개량을 위한 갱생공사에 적용한다.

- (2) 공사는 관련 법령기준 및 제반규격, 규정 등에 적합하여야 하며 음용수로 사용시 인체에 해가 없어야 한다.
- (3) 관 갱생공사는 구조적으로 아직 사용 가능한 주철관 및 강관의 내부 스케일을 세척공사로 제거한 후 관 내면에 보호피막 등을 형성시키기 위한 라이닝 등을 시행하여 관의 사용기간을 연장시키는 공사이다.
- (4) 관 갱생을 위한 관 내면 라이닝재료는 수질에 나쁜 영향을 주지 않는 것으로서 접착성, 수밀성 및 내구성이 우수한 재질의 것을 사용하여야 한다.
- (5) 관 갱생공사 등은 단수로 인하여 구역 내 주민생활에 미치는 영향이 크므로 정해진 시간 내에 공사를 마무리하여야 한다.

2) 용어의 정의

- (1) 「갱생(renovation)」은 노후관을 교체하지 않고 기존 매설관의 구조상 기능을 활용하여 보강공법에 의해 악화된 관로의 기능 개선을 도모하는 것으로 주로 라이닝공사를 말한다.
- (2) 「라이닝(pipe lining)」은 주로 관 내부를 세척한 후 현장에서 주로 라이닝재료를 혼합하여 내면에 재료를 분사하여 라이닝을 형성시키거나 이미 제조된 라이닝구조물 등을 다양한 방법으로 관 내부에 삽입하여 고정시키는 공사이다.

2. 재료

1) 장비 및 구성품

갱생공사에 사용되는 주요 장비는 공사에 적용되는 공사에 따라 다양하며, 각 공사별 장비 및 구성품은 각 공사시 제출하는 공사시방서에 따른다.

2) 재료

- (1) 관 갱생을 위한 관내면 라이닝재료는 수질에 나쁜 영향을 주지 않는 것으로서 접착성, 수밀성 및 내구성이 우수한 재질의 것을 사용하여야 한다.
- (2) 갱생공사에 투입되는 재료는 각 적용 공사별로 다양하며, 각 공사별 재료의 규격 및 재질 등의 특성은 각 공사시 제출하는 공사시방서에 따른다.
- (3) 갱생공사에서 화학물질이 사용될 경우에 재료의 특성은 관련 제반 법규 및 규정을 따른다.
- (4) 갱생공사에서 화학물질을 사용하는 공법의 경우, 현장에서 혼합하여 시공하여야 하는 경우

에는 종류와 양 또는 비율, 그리고 그들의 배합비나 혼합방법은 해당 공사시방서에 따른다.

3. 시공

1) 합성수지관삽입

- (1) 신관이 삽입될 수 있는 정도로 세척된 기존관의 내부에 약간 관경이 작은 합성수지관을 삽입하여 관 내면과 합성수지관 외면과의 틈이 시멘트밀크 등을 압입하여 중층구조로 하는 공법이다.
- (2) 관로를 보강하며 또한 관 내면은 평활하기 때문에 내마모성이 좋고 유속계수가 크다.
- (3) 시공공정은 다음과 같다.

관세척 → 합성수지관 삽입작업 → 칼라접속과 특수단관처리 → 시멘트밀크 주입작업
→ 세척·소독·배수(排水) → 통수

① 준비

- 가. 삽입할 관의 치수, 수량 및 배관자재 등을 점검 확인한다.
- 나. 용착기 및 전원을 정비하고, 원치, 와이어 및 공구 등도 정비한다.

② 관 용착

- 가. 1개 시공구간은 100m 정도로 한다.
- 나. 삽입할 폴리에틸렌관을 용착기의 클램프에 끼우고 중심내기를 하여 관이 일치하도록 한 후 3~5m 간격으로 받침대를 설치한다.
- 다. 관 단면을 마감질하고 단차가 없도록 조정한다. 이때 허용단차는 관두께의 10% 이하로 한다.
- 라. 용착기의 온도를 확인하고(고밀도관 $210\pm 5^{\circ}\text{C}$, 중밀도관 $190\pm 5^{\circ}\text{C}$)관의 양단면으로부터 전둘레에 걸쳐 비드가 나올 때까지 가압·용융·용착시킨다. 이때 용착을 위한 압착력은 $98\sim 147\text{kPa}(1\sim 1.5\text{kg/cm}^2)$ 으로 1분간으로 한다.
- 마. 가열된 관은 약 3분간 냉각시켜야 하며 필요한 경우에는 물을 뿌려 냉각시켜도 좋다.

③ 삽입

- 가. 최초 삽입관의 선단에는 선도관을 용착연결하여 도달측 원치에 연결한 후 끌어당긴

- 다. 이때 압입속도는 8m/20분간 정도로 한다.
- 나. 최후의 압입관에는 플랜지단관을 용착하고 특수단관의 플랜지면에 밀착될 때까지 압입한다.
- 다. 삽입할 때 부하가 클 경우에는 뒤로부터 밀어 넣거나 충격을 주어 삽입이 쉽도록 한다.
- 라. 삽입관이 도달층까지 삽입되면 기존 매설관의 끝보다 60cm 길게 삽입관을 절단하고 삽입관의 변형을 교정한다.
- 마. 관절단부를 평활하게 다듬고 플랜지단관을 맞대어 평활상태를 점검한다.
- 바. 특수단관과 삽입관의 간격에 켜기모양의 판을 끼우고 삽입관과 특수 단관의 중심에 고정하고 아울러 삽입관의 변형도 교정한다.
- 사. 삽입관과 플랜지단관을 앞 항의 다, 라, 마의 방법으로 용착한다.
- 아. 특수단관의 플랜지면에 고무패킹을 한 후 플랜지단관의 플랜지에 밀착할 때까지 특수단관을 끌어당기고 볼트로 고정한다. 이때 고정볼트의 길이는 200mm의 것을 사용한다.

④ 수압시험

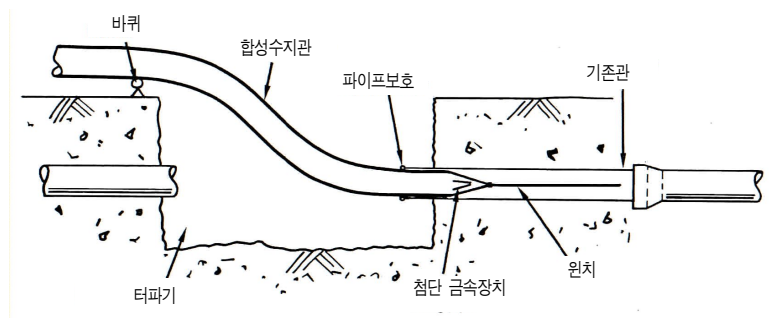
- 가. 관의 삽입이 끝나면 매설관의 양단에 수압계를 설치하고 플랜지 덮개를 덮는다. 수압시험은 한 개 시공구간 또는 몇 개 시공구간을 함께 시험할 수 있다.
- 나. 물을 채운 후에 수압시험을 한다. 이때 수압이 내려가지 않으면 누수가 없는 것으로 수압은 196~245kPa(2~2.5kg/cm²)로 1시간 유지한다.

⑤ 시멘트밀크 주입

- 가. 특수단관의 시멘트밀크 주입구에 PVC관을 연결한다.
- 나. 주입구로부터 시멘트밀크를 압입하고 주입압은 117.7~147kPa(1.2~1.5kg/cm²)으로 한다.
- 다. 유출구로부터 관내 공기가 배기되고, 또 기설관과 삽입관 간격에 남아 있던 물이 적수상태로 배출된다.
- 라. 유출구에서 시멘트밀크가 유출하기 시작하여 액상으로 될 때에는 침전을 시키기 위하여 압입을 일시 중지한다.
- 마. 다시 시멘트밀크를 압입하면 분리된 물이 배출되고, 다시 액상의 시멘트밀크가 유출되면 완전히 충전되었는가를 확인한다.

<표 4.22> 시멘트밀크 배합비율표

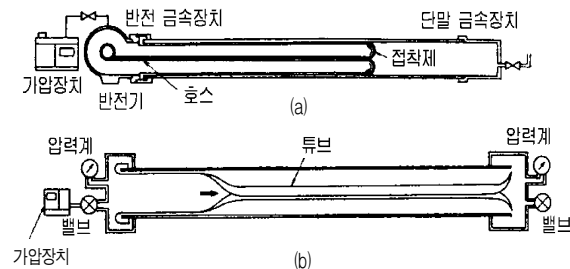
구분	비율(중량비, %)
시멘트	100
물	60
벤토나이트	5



<그림 4.24> 합성수지관 삽입의 예

2) 피복재 관내 장착

- (1) 세척하여 건조시킨 관내에 접착제를 도포한 박막관을 인입하고 공기압 등으로 관 내면에 압착시킨 다음 가열하여 라이닝층을 형성시키는 공법
- (2) 관로의 움직임에 대한 추종성이 좋고 곡선부의 시공이 가능하다.
- (3) 이 공사는 피복재를 관내에서 반전삽입(inserting and reversing)하여 압착하는 방법과 관내에 인입한 다음 가압하여 팽창시키는 방법이 있으며 적용조건을 충분히 조사한 다음에 채택한다.



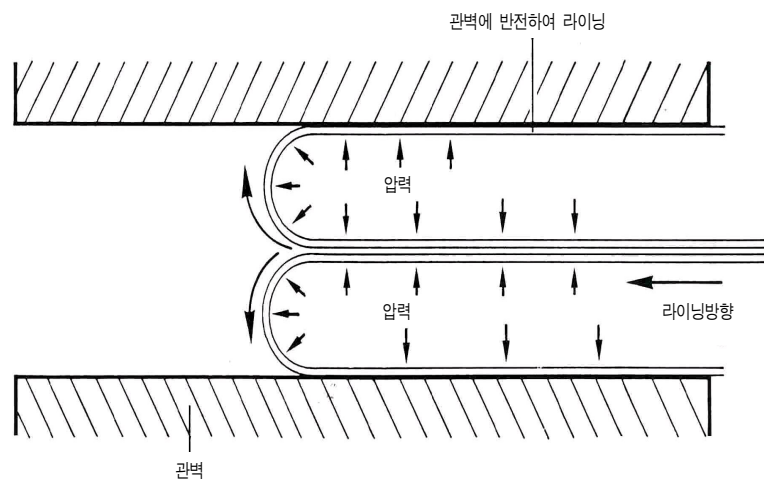
<그림 4.25> 피복재 관내 장착공법의 예

(4) 시공공정은 다음과 같다.

관세척 → 관내 건조작업 → 라이닝작업 → 접착제 가열경화 → 관단 처리작업 → 세척·소독·배수(排水) → 통수

① 반전삽입

- 가. 액상에폭시 또는 폴리에스터 등으로 외면이 도장되어 있는 연성 라이너를 관에 삽입하면서 물(수압) 또는 압축공기를 관 내부로 불어넣어 라이너를 뒤집어 내부에 라이닝을 형성시킨 후 내부에 대기온도 또는 열을 공급하여 관 내면과 라이너 외면이 강하게 밀착, 경화시켜 라이닝을 형성하는 공법
- 나. 반전유도튜브를 설계된 길이(반전차량에서 분리형 반전장치까지)로 재단하여 한쪽 끝은 차량의 반전기에 연결하고, 다른 한쪽은 맨홀 입구에 고정시킨 분리형 반전장치의 튜브장착링을 연결한다.
- 다. 반전차량의 릴에 감겨 있는 라이너를 천천히 회전시켜 반전유도튜브를 통과해서 빼낸 다음 그 끝을 분리형 반전장치에 장착한다.
- 라. 분리형 반전장치에 압력을 가해 맨홀 안의 관 입구까지의 길이만큼 반전시킨 후 감압하고, 맨홀을 통하여 관내로 삽입한다.
- 마. 삽입이 완료되면 다시 압력을 가해 천천히 반전을 시작한다.

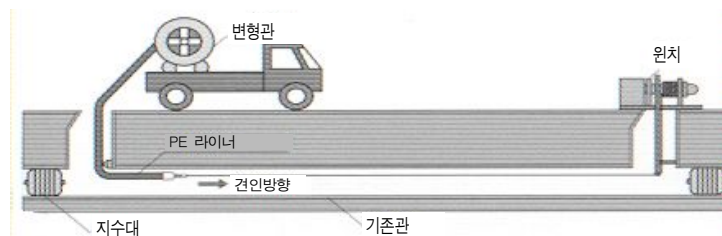


<그림 4.26> 반전삽입공법의 예

- 바. 반전이 완료되면 반전장치의 셔틀밸브를 닫고 반전차량과 반전유도튜브쪽의 압력을 감압한 후 반전유도튜브를 분리형 반전기에서 분리하고 반전기차를 철수한다.
- 사. 서모호스(thermo hose)를 반전장치의 선두부(head)에 장착한 후 스팀호스(steam hose)에 연결하고 보일러를 가동하여 경화를 시작한다.

② 변형관 삽입

- 가. 노후관 갱생 계획구간(100~200m)을 설정하여 작업구를 구축하고 기존관의 양단을 절단
- 나. 고압 세정기와 하드 브러시 등으로 관 내부의 스케일을 완전히 제거
- 다. CCTV 조사로 지관, 가정 급수전 분기 등의 위치를 조사 및 기록 녹화
- 라. 절단한 양단에 플랜지 단관접합
- 마. 라이너 PE관을 현장에서 용착접합(용착부위 비드 제거), ㄷ형으로 가열 변형(*D=300mm 미만의 PE관은 공장에서 접합·변형시켜 reel에 감아 이동 사용이 가능함)
- 바. 변형된 라이너 PE관을 관내에 삽입한 후 양단 마개를 유압잭으로 폐쇄시키고 증기 및 고압 공기로 라이너를 관 내면에 확대 밀착
- 사. 삽입 PE관 양단을 실리콘 러버 히터로 가열, 절곡 플랜지 성형



<그림 4.2.7> 변형관 삽입의 예

아. 지관 및 가정급수 분수전을 천공하고 특수 분수전 설치, 기존 급수관과 연결
 자. CCTV 조사녹화 및 수압시험 ((196~245kPa(2.0~2.5kg/cm²), 1시간 유지))
 차. 작업구의 절단개소 플랜지 접합 및 통수

3) 에폭시수지도료 라이닝

- (1) 세척하여 관 내면을 완전히 건조시킨 다음 에폭시수지도료를 고속원심으로 분사하여 도장하는 공법
- (2) 곡선부 및 분기관외의 시공에는 핀홀(pin hole), 기포(blister) 등이 없도록 균일하게 하고 도포막은 0.5mm 이상이 되도록 한다.
- (3) 에폭시수지도료는 위생적으로 무해하고 경화된 후에는 물에 용출되지 않아야 하며 또한 냄새나 맛, 색도 등 수질에 나쁜 영향을 미치지 않아야 한다.
- (4) 충분히 도포막을 경화시키고 그 효과를 촉진하기 위하여 온풍건조 등의 조치를 강구한다.

관세척 → 관내 열풍건조작업 → 라이닝작업 → 도막건조양생작업 → 세척·소독·배수(排水) → 통수

① 사전조사

- 가. 갯생관로 매설도면, 구간길이, 관중, 관경, 매설년수 등 관로정보 수집
- 나. 관로구간 내 기타 지하 매설물 시설현황 정보수집

② 공사시공 설계

- 가. 시공에 필요한 기기류, 자재량, 현장인원 결정
- 나. 기기류의 배치계획 수립
- 다. 시공을 위한 공정표 작성

③ 공사준비단계

- 가. 현장 설치기기류의 계획된 위치에 배치
- 나. 갯생관로의 구간 내 작업구 설치
- 다. 관로절단(갯생관로의 구간 내 물을 완전히 배수하고, 관말 정리)

④ 세척공정

- 가. 갯생관로의 구간 내 녹 또는 스케일 덩어리를 제거
- 나. 고압수 세척: 준비된 물탱크와 고압펌프에 고압호스에 연결된 고압수 분사노즐을 갯생관로의 구간에 삽입하고 압력밸브를 조절하면서 관내를 세척함.

다. 스크레이퍼 세척: 스크레이퍼를 강철 와이어에 연결하여 갱생관로 한쪽 구간에 삽입하고 강철케이블 릴을 조절하여 당기면서 관내를 세척함.

라. 녹 또는 스케일이 모두 제거될 때까지 반복 수행

⑤ 세척검사

가. 갱생관로 내 입·출구에서 CCTV 또는 육안으로 관 내면의 녹과 스케일의 제거 유무를 확인하고 세척작업 종료함.

⑥ 관내 건조

가. 관 내부 습기의 완전건조 여부는 라이닝공에 영향이 크므로 열풍건조기 등을 사용하여 완전 건조되도록 하여야 한다.

나. 송풍은 관의 경사를 보아 위로부터 아래로 송풍한다.

다. 관 내부를 건조시킬 때 최초에는 열풍으로 건조하고 최후에는 냉풍으로 건조한다.

라. 바람이 나오는 출구측 관 끝이 건조하면 5분 정도 송풍을 중지한 후 다시 송풍하여 물기가 나오는가를 확인하고 물기가 나오지 않을 때까지 송풍한다.

마. 건조상태를 확인하기 위하여 깨끗한 면포 등을 관 내부에 통과시켜 건조상태를 확인한다.

⑦ 라이닝

가. 라이닝은 고속원심뿔칠 도장이나 이와 동등한 효과의 방법으로 도장하며, 1회 라이닝으로 필요한 두께의 도막을 형성하여야 한다.

나. 도막의 필요두께는 1.0mm로 하고, 각 측정(상, 하, 좌, 우)의 평균두께는 필요두께의 80% 이상이어야 하며, 최저 필요두께는 0.6mm이다.

다. 세척이 완전하지 못한 상태나 완전하게 건조되지 못한 상태에서 라이닝을 할 경우 라이닝재료의 분리이탈현상 때문에 관마찰손실수두 증가 등 역효과가 발생할 수 있으므로 주의하여야 한다.

라. 라이닝시행 전후 도료의 배합비, 색조 등을 수시 확인하여야 한다.

마. 라이닝구간 내의 제수밸브는 라이닝 후 도료가 경화되기 전에 여러 번 개폐 작동을 실시하여 밸브의 기능을 확인하여야 한다.

⑧ 양생

가. 라이닝 완료 후 2시간 이상 자연상태로 건조시킨다.

나. 도막면이 안정된 후 필요에 따라 적당한 시간 동안 송풍건조를 한다.

다. 동절기 저온시에 시공할 때에는 열풍건조 또는 저속으로 송풍하여 도막에 영향을 주지 않도록 하며 온도는 30℃ 전후로 한다.

⑨ 건조상태 조사

가. 라이닝한 관 내부의 건조상태 확인을 위하여 깨끗한 마른 면포를 통과시켜 조사하여야 한다.

⑩ 세척 및 소독

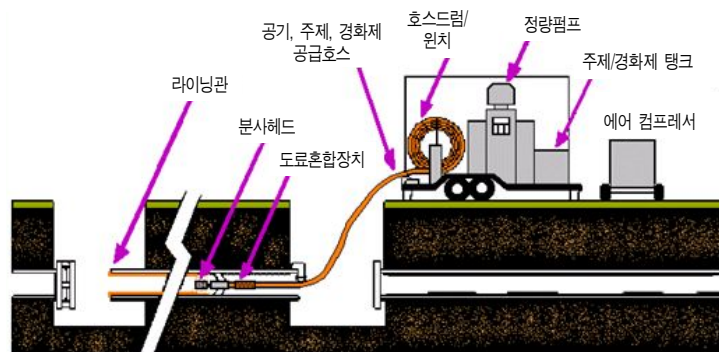
가. 라이닝면이 완전 건조되었을 경우 관을 세척·배수하여야 한다. 이때, 세척배수시간은 10분 이상으로 한다.

나. 세척 후 관내를 소독하여야 한다.

⑪ 검사 및 시험

가. 라이닝 완료 후 시공구간마다 관 양단의 도장상태를 촬영하고 도막(상, 하, 좌, 우)의 두께를 측정하여 감리자에게 제출하여야 한다.

나. 시공과 동시에 동일한 시료편을 제작하여 라이닝 완료 후 통수하기 전에 시료편에 대하여 감리자의 검사를 받아야 하며 시료편의 크기, 제작방법 등은 감리자의 지시에 따른다.



<그림 4.28> 에폭시수지도료 라이닝의 예

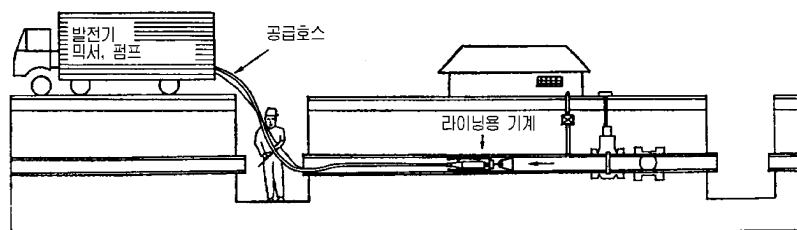
4) 모르타르 라이닝

- (1) 세척하여 완전히 건조시킨 다음 관의 내면에 모르타르를 원심력으로 내뿜으면서 동시에 인두로 표면을 5~10mm 정도의 균일한 두께로 마무리하는 공법
- (2) 모르타르가 경화되는 시간을 충분히 갖도록 하면서 습윤양생한다.

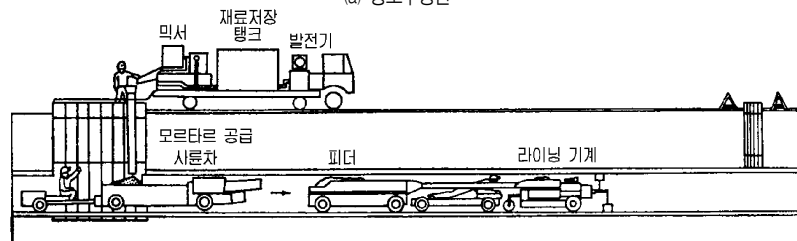
- (3) 모르타르에 의하여 물의 pH가 상승되는 것을 억제하기 위하여 경화된 후에 침투성이 있는 실 코트(seal coat)를 도포한다.

관세척 → 라이닝작업 → 습윤양생 → 실(seal) 코트작업 → 양생 → 세척·소독·배수(排水) → 통수

- ① 시멘트모르타르 라이닝은 관경이 700mm 이상일 때에는 사람이 관내에 들어가거나 자주식 라이닝기를 이용하여 시공하고, 관경이 600mm 이하인 경우에는 지상에서 원격 조작하는 라이닝기를 원치로 당기면서 원심력 또는 스펀나방법으로 모르타르를 분사하여 시공한다. 이때 시멘트모르타르 라이닝의 두께는 6~12mm 정도로 한다.
- ② 시멘트모르타르 라이닝의 품질, 재료, 라이닝 가공, 검사 등에 대해서는 KS D4316(수도용 원심력 덕타일주철관의 모르타르 라이닝) 및 KWWA F 104(수도용 강관 모르타르 라이닝)에 따른다.
- ③ 시멘트를 라이닝하는 방법으로 모래와의 혼합비율은 1:1이며, 시공은 1회에 200m까지 가능하고 모르타르가 경화하는데 약 48시간이 소요되며 통시 직후에는 pH가 상승하므로 충분한 세척 및 실 코트를 도포한다.
- ④ 물의 침투가 있는 경우에는 화산재나 특수시멘트(아크릴 수지성 시멘트 모르타르 등)를 사용할 수 있다.



(a) 중소구경관



(b) 대구경관

<그림 4.29> 모르타르 라이닝의 예

4.2.3 기존관내 부설공사 및 기타 특수공사

1. 일반사항

1) 적용범위

- (1) 이 시방서는 노후관의 개량을 위한 기존관내 부설공사 및 기타 특수공사에 적용한다.
- (2) 기존관내의 부설공사 및 특수공사에 의한 개량 또는 교체는 현장조건, 기존관로 상황 등을 충분히 조사하고 관종은 수밀성, 내구성 및 시공성을 가진 것으로 소요관경이 확보될 수 있는 것을 선정한다.
- (3) 공사는 관련 법령기준 및 제반규칙, 규정 등에 적합하여야 한다.

2) 시스템 설명

- (1) 기능이 저하된 배수관로를 개량 또는 교체할 필요가 있다. 그러나 간선도로 등의 굴착규칙, 매설관이 많은 도로 등에 대한 시공상의 제약으로 노선에 따라서는 교체공사를 채택할 수 없는 경우도 있다.
- (2) 이와 같은 시공조건에도 대응하여 새로운 관으로 교체하는 공법으로서 도로의 굴착을 가능한 적게 하고 기존관로를 이용하여 기존에 설치된 관을 개량 또는 교체하는 기존관내 삽입, 기존관내 라이닝, 기존관 파쇄추진 등이 개발되었다.
- (3) 이들 공사에는 각각 시공상의 특징이 있으며, 그 중에는 고도의 기술이 요구되는 것도 포함되어 있으므로 다음과 같은 사항에 대한 각 공사의 적응성을 충분히 조사, 검토하여 공법을 선택한다.

① 현장조건

- 가. 기존관 주위의 가스관 등 다른 매설물의 유무
- 나. 교통상황
- 다. 매설지반 및 포장의 경과년수
- 라. 단수시간의 제한 또는 가설배관의 필요성

② 기존관로 상황

- 가. 노후화정도, 관종, 관경, 점용위치, 굴곡 정도, 토피(土被)
- 나. 이형관부 및 부속설비의 설치위치
- 다. 급수관의 분기위치
- 라. 관망상황

③ 배수관 정비계획과의 일치성

2. 재료

1) 장비 및 구성품

기존관 내 부설공사 및 기타 특수공사에 사용되는 주요장비는 공사에 적용되는 공법에 따라 다양하며, 각 공사별 장비 및 구성품은 각 공사시 제출하는 공사시방서에 따른다.

2) 재료

기존관내 부설공사 및 기타 특수공사에 사용되는 자료는 공사에 적용되는 공법에 따라 다양하며 각 공사별 재료는 해당 공사시방서에 따른다.

3. 시공

1) 기존관내 삽입(pipe in pipe)

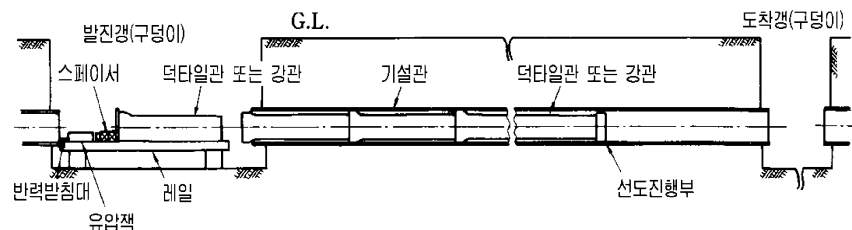
(1) 기존관내에 새로운 관을 부설하는 것으로 단순히 청소한 기존관내에 새로운 관을 삽입하고 기존관의 내면과 새로운 관의 외면과의 간극에 모르타르 등을 주입하여 중층구조로 하는 공법이다.

(2) 이 공사의 입갱부, 부속설비 및 급수전을 위한 부분적인 굴착을 제외하면 지표면을 굴착하지 않고 시공할 수 있다.

(3) 삽입관으로 일반적으로 덕타일주철관 및 강관이 사용되고 있으나 기존관의 관경이나 굴곡에 따라 적용조건이 다른 경우 삽입관의 관중이나 구경 등을 검토한다.

① 관중: 모든 관중에 적용할 수 있고 기존관의 강도가 노후되었더라도 시공이 가능하다.

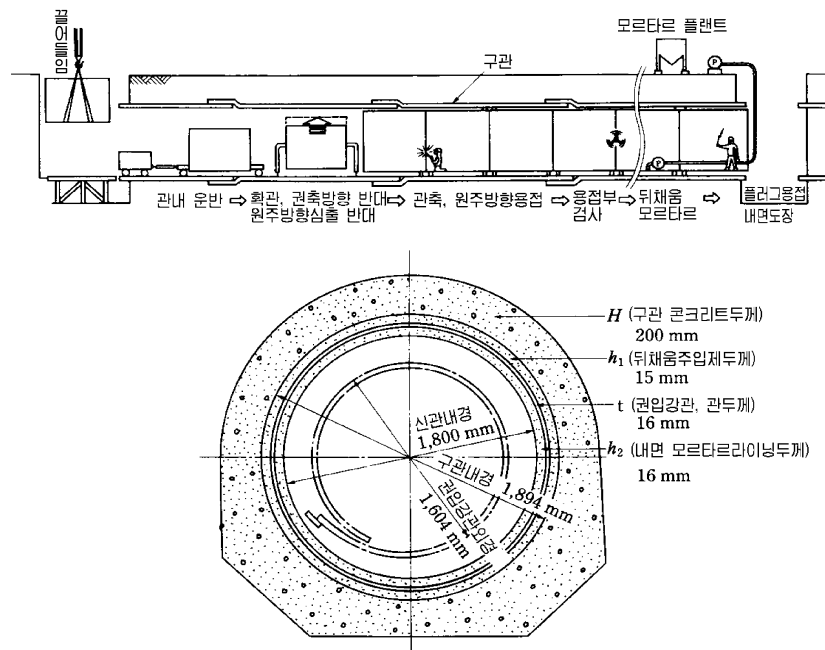
② 관경: 기존관경이 400mm 이상이어야 한다.



<그림 4.2.10> 기존관내 삽입의 예

2) 기존관내 라이닝

- (1) 청소한 관내에 관경을 축소시킨 라이닝강관을 인입하고 관내에서 확관·용접하며 기존관과 새로운 관 사이에 모르타르 등을 주입하여 중층구조로 하는 공법이다.
- (2) 관을 말아 넣어 인입작업한 다음 확관을 하기 때문에 개량교체되는 관로는 기존에 설치한 관의 관경에 가까운 관경을 확보할 수 있으며 또한 구부러짐에 대해서도 대응하기 쉽다.
 - ① 관중: 모든 관중에 적용할 수 있고 기존관의 강도가 노후되었더라도 시공이 가능하다.
 - ② 관경: 기존관경이 800mm 이상이어야 한다.

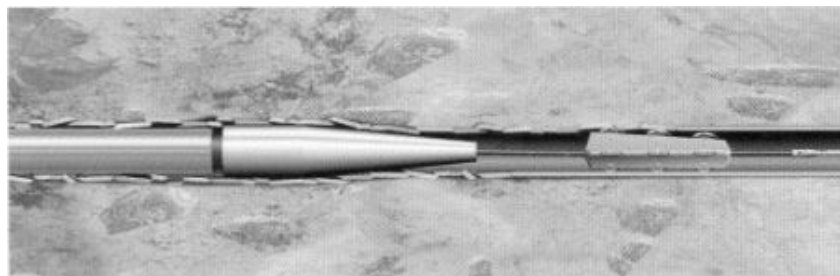
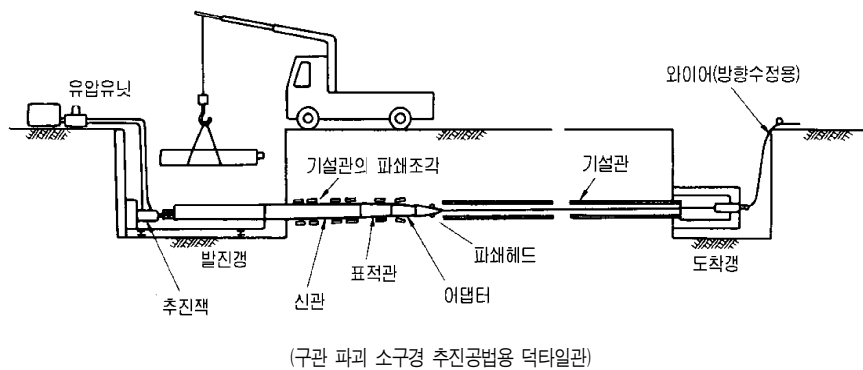


<그림 4.211> 기존관내 라이닝의 예

3) 기존관 파쇄추진방법

- (1) 파쇄기구를 지닌 선도관에서 기존에 설치된 관을 파쇄하면서 기존관과 동등 또는 그 이상 큰 새로운 관(덕타일주철관 또는 강관)을 추진하는 공법이다.
- (2) 이 공법은 입갱부, 부속설비 또는 급수전을 위한 부분적인 개착을 제외하면 지표면을 굴착하지 않고 시공할 수 있다.
- (3) 기존에 설치된 관의 파쇄기구로 다음과 같은 것이 있다.

- ① 썰기모양의 파쇄날을 선도관에 장착하여 추진력에 의하여 기존관을 파쇄하는 방법
- ② 에어해머(air hammer) 기구를 내장한 굴착기를 선도관으로 하고 에어해머의 충격으로 기존관을 파쇄하는 방법
- (3) 이 공사의 작업구간은 토질이나 기존관의 재질에 좌우되는데 직선부에서 50~80m 정도의 시공이 가능하다.
- ① 관종: 주로 석면시멘트관 및 주철관에 적용한다.
- ② 관경: 기존에 설치된 관경이 75~350mm



<그림 4.2.12> 기존관 파쇄추진방법의 예

4.2.4 옥내급수관의 세척·갱생

1. 일반사항

1) 적용범위

이 시방서는 옥내급수관의 개량공사(세척, 갱생공사)에 적용하는 일반적인 사항을 규정하며,

세부적인 사항은 해당 공사시방에 따른다.

2) 용어의 정의

- (1) 「세척」은 관내 슬라임(slime), 침적물, 부식스케일 등을 비연마 및 연마세척을 통하여 제거하는 것을 말하며, “세관”은 동일한 의미이다.
- (2) 「갱생」은 관 내부의 녹 및 이물질을 제거한 후 코팅등의 방법으로 통수기능을 회복하는 것을 말한다.
- (3) 「비연마세관」은 옥내급수관 내 슬라임과 같은 연질 스케일을 대상으로 하는 공법을 말한다.
- (4) 「연마세관」은 강도가 단단한 스케일을 제거 대상으로 하는 공법을 말한다.
- (5) 「스케일」은 부식에 의해 관내에 생성된 녹 및 부식물질을 말하며, 본 갱생공사에서는 단순 세척공사로는 제거할 수 없는 단단한 경질 스케일을 말한다.

2. 재료

1) 장비 및 구성품

- (1) 옥내급수관의 세척·갱생에 사용되는 주요 장비는 공사에 적용되는 공사에 따라 다양하며, 각 공사별 장비 및 구성품은 해당 공사시방서에 따른다.
- (2) 각 공사시 적용되는 공사시방서에는 시공에 소요되는 장비의 특징 기능과 성능, 가동방법 및 기타 특별한 요구조건을 기술한다.

2) 재료

- (1) 옥내급수관의 세척·갱생에 사용되는 재료는 각 적용 공사별로 다양하며, 각 공사별 재료의 규격 및 재질등의 특성은 해당 공사시방서에 따른다.
- (2) 옥내급수관의 세척·갱생공사에 화학물질(오존 등)이 사용될 경우 재료의 특성은 관련 제반 법규 및 규정을 따른다.

3. 시공

1) 세척공사

(1) 비연마세관

- ① 청소봉 세척(foam swabbing): 원통형 플라스틱 청소봉을 관내에 넣고 수압을 통과시켜 세척하는 공법으로 피킹공법이 이에 속한다.
- ② 맥동류 세척(air scouring): 압축공기를 단속적으로 유입시켜 발생하는 슬러그 플로

(slug flow)가 빠른 유속으로 관내를 세척하는 공법으로 공기충격파, 초음파세척 등은 이 공법에 속한다.

③ 물세척(flushing): 다량의 물을 흘려보내 배수시키면서 관 내부를 세척하는 공법으로 맥동류 흐름이 아닌 오존 등의 화학물질을 흡입하는 공법은 이 공법에 포함된다.

④ 기타 오존 등 화학물질을 이용하는 공법

(2) 연마세관

① 고압수 세척: 호스를 관내에 삽입하여 고압수를 분사하여 경질 스케일을 제거하는 공법이다.

② 스크레이핑: 수개의 쇠파일이 다단으로 부착된 스크레이퍼를 이용하여 스케일을 제거하는 공법이며, 관경이 200mm 이상인 관에 주로 적용하며 옥내급수관의 관경이 25mm 이하의 적용이 어렵다.

③ 연마피깅: 구경이 다른 몇 개의 피그를 수압 차로 전진시키면서 스케일을 연마 제거하는 공법이다.

④ 에어샌드(air sand): 강한 기류를 관내를 통과시키고 연마재를 투입하여 단단한 스케일을 제거하는 공법으로 라이닝공사 전처리공정으로 주로 이용된다.

(3) 세관공법의 적용을 위한 공법 선정은 노후상태의 진단결과에 따라 결정하되 시공자와 감리자의 협의에 의해 결정할 수 있다.

(2) 갱생공사(액상에폭시수지 라이닝공사)

(1) 세척하여 관내면을 완전히 건조시킨 다음 에폭시수지도료를 고속원심으로 분사하여 도장하는 공법

(2) 곡선부 및 분기관 등의 시공에는 핀홀(pin hole), 기포(blister) 등이 없도록 균일하게 하여야 한다.

(3) 에폭시수지도료는 위생적으로 무해하고 경화된 후에는 물에 용출되지 않아야 하며 또한 냄새나 맛, 색도 등 수질에 나쁜 영향을 미치지 않아야 한다.

(4) 충분히 도포막을 경화시키고 그 효과를 촉진하기 위하여 온풍 건조등의 조치를 강구한다.

관세척 → 관내 열풍건조작업 → 라이닝작업 → 도막건조양생작업 → 세척·소독·배수
→ 통수

① 사전조사

- 가. 갱생관로 매설도면, 구간길이, 관종, 관경, 매설년수 등 관로정보 수집
- 나. 관로구간 내 기타 지하 매설물 시설현황 정보수집

② 공사시공 설계

- 가. 시공에 필요한 기기류, 자재량, 현장인원 결정
- 나. 기기류의 배치계획 수립
- 다. 시공을 위한 공정표 작성

③ 공사준비단계

- 가. 현장 설치기기류의 계획된 위치에 배치
- 나. 갱생관로의 구간 내 작업구 설치
- 다. 관로절단(갱생관로의 구간 내 물을 완전히 배수하고, 관말 정리)

④ 세척공정

- 가. 갱생관로의 구간 내 녹 또는 스케일 덩어리를 제거
- 나. 녹 또는 스케일이 모두 제거될 때까지 반복 수행
- 다. 관내 연마 마무리도가 마무리기준 SIS D Sa 2½에 도달하여야 한다.

⑤ 관내 건조

- 가. 관 내부 습기의 완전건조 여부는 라이닝공에 영향이 크므로 열풍건조기 등을 사용하여 완전 건조되도록 하여야 한다.
- 나. 관 내부를 건조시킬 때 최초에는 열풍으로 건조하고 최후에는 상온 또는 냉풍으로 건조한다.
- 다. 바람이 나오는 출구쪽 관 끝이 건조하면 5분 정도 송풍을 중지한 후 다시 송풍하여 물기가 나오는가를 확인하고 물기가 나오지 않을 때까지 송풍한다.
- 라. 건조상태를 확인하기 위하여 깨끗한 면포 등을 관내부에 통과시켜 건조상태를 확인한다.

⑥ 라이닝

- 가. 라이닝은 도료가 배관 내부를 환상류(선회류)로 회전하면서 코팅되도록 하거나 이와 동등한 효과의 방법으로 도장한다.
- 나. 세척이 완전하지 못한 상태나 완전하게 건조되지 못한 상태에서 라이닝을 할 경우 라이닝재료의 분리이탈현상 때문에 관 마찰 손실수두의 증가 등 역효과가 발생할 수 있으므로 주의하여야 한다.

- 다. 라이닝 시행 전후 도료의 배합비, 색조 등을 수시 확인하여야 한다.
- 라. 라이닝구간 내의 제수밸브는 라이닝 후 도료가 경화되기 전에 여러 번 개폐 작동을 실시하여 밸브의 기능을 확인하여야 한다.

⑦ 양생

- 가. 도장 초기의 도막은 미성숙되어 유동성이 있다. 따라서 도장필름의 경화를 촉진하기 위하여 관말에 흡입기를 설치하여 가스를 배출시키고 공기를 순환시켜 도막면에 물결이 일지 않도록 미풍 흡입 송기를 5시간 이상 실시한다.
- 나. 도막면이 안정되면 상온별 경화시간을 준수하여 건조시킨다.
- 다. 동절기 저온시에 시공할 때에는 열풍건조 또는 저속으로 송풍하여 도막에 영향을 주지 않도록 하며, 온도는 30℃ 전후로 한다.

⑧ 건조상태 조사

- 가. 라이닝한 관 내부의 건조상태 확인을 위하여 깨끗한 마른 면포를 통과시켜 조사하여야 한다.

⑨ 세척 및 소독

- 가. 라이닝면이 완전 건조되었을 경우 관을 세척 배수하여야 한다.
- 나. 세척 후 관내를 소독하여야 한다.

⑩ 검사 및 시험

- 가. 라이닝 완료 후 시공구간마다 관 양단의 도장상태를 촬영하고 외관, 도막의 두께, 핀홀, 부착성, 경도를 측정하여 감리자에게 제출하여야 한다.
- 나. 도장결함이 인정 또는 발견되었을 경우에는 재시공하여야 한다.

5. 수처리시설공사

5. 수처리시설공사

5.1 구내 배관공사

5.1.1 관련사항

1. 일반사항

이 지방서는 “2. 관부설공사”에 따른다.

2. 재료: 해당사항 없음

3. 시공: 해당사항 없음

5.2 수처리시설

5.2.1 관련사항

1. 일반사항

1) 적용범위

(1) 이 지방서는 상수도 수처리시설공사에 필요한 일반적인 사항에 대하여 규정한다.

(2) 이 지방서에 정하지 않은 사항은 환경부 제정 상수도시설기준, 건설교통부 제정 토목공사 일반표준지방서 및 관련 공사이방서, 전문지방서 등에 따른다.

(3) 내용

- ① 경사판 설치
- ② 정류(도류)벽 설치공사
- ③ 표면세척장치
- ④ 급속여과지 하부집수장치
- ⑤ 완속여과지 하부집수장치
- ⑥ 여과모래
- ⑦ 부대공사

2. 재료

1) 자재

- (1) 자재 반입시 설계도서상의 조건에 적합한지 확인하고, 필요에 따라 시험성적서등을 첨부하여 감리자에게 보고한다.
- (2) 수처리시설에 사용되는 자재는 충분한 강도를 가지며 내식성이 크고, 특히 물에 접하는 재료는 건강에 유해한 물질이 용출되지 않는 음용수에 적합한 것이라야 한다.

2) 시험 및 검사

- (1) 검사 또는 시험은 한국산업규격(KS)을 표준으로 하고, 그 규격에 제정되지 않은 것은 공사 시방서의 각 항 또는 감리자의 지시에 따른다.
- (2) 불합격된 자재는 지체없이 공사현장 밖으로 반출하여야 한다.
- (3) 시험에 합격된 재료라도 사용할 때 변질 또는 손상되어 불량품으로 인정될 때에는 이를 사용하지 않고 즉시 반출하여야 한다.

3. 시공

1) 일반사항

- (1) 시공자는 설계도서, 시공자가 제출한 공정표, 시공계획서등에 따라 공사를 시행한다.
- (2) 시공자는 공사현장의 이용효율 및 작업효율 증대, 품질향상, 안전사고 및 환경공해 예방, 보건 위생 등을 위하여 공사용 자재, 기계기구등에 대한 정리·정돈, 점검·정비, 청소 등을 충분히 하여 현장을 청결하게 유지하여야 한다.
- (3) 시공자는 공사품질 확보를 위하여 성실히 노력하여야 한다.

2) 공정관리

- (1) 시공자는 계약서상에 명기된 기간 내에 공사를 착공하고, 공사기간 중 감리자가 필요하다고 인정할 경우 공사와 관련된 자와 합동으로 공정과 관련된 시공사 회의를 개최할 수 있다.
- (2) 시공자는 공사시행 중 당초에 수립한 공사예정공정표 혹은 시공계획과 공사추진실적을 비교하여 공사 진도율이 계획공정대비 월간공정 실적이 지연되거나 누계공정 실적이 지연될 때는 공정만회 대책을 수립하여 감리자에게 제출 및 승인을 받아 시행하여야 한다.
- 3) 기타
세부 시공사항은 수처리시설의 각 항별 공사시방서에 따른다.

5.2.2 경사판 설치

1. 일반사항

1) 적용범위

이 시방서는 침전지 내 경사판을 이용한 침전시설에 관한 사항에 대하여 규정한다.

2. 재료

- (1) 경사판의 재질은 건강상 유해한 물질이 용출되지 않는 음용수에 적합한 것이어야 한다.
- (2) 경사판은 장기간의 사용으로 인하여 비틀림이 생기지 않도록 충분한 강도를 가진 것으로서 균열, 흠, 떨어져 나간 것이 없어야 한다.

3. 시공

1) 설치공사

이 시설은 시방서 및 설계도에 적합하도록 제작 설치하며 시공자는 다음 사항을 이행한다.

- (1) 시공자는 설계도서 등 제작설치에 관련한 제반사항을 제작 전에 충분히 숙지하여 제작에 임한다.
 - (2) 시공자는 제작 설치 전에 본 시방서, 설계도를 숙지하고 현장조사를 정확히 하여 구체적인 제작절차에 따른 추진 공정계획을 작성, 감리자에게 제출하여 승인을 받는다.
 - (3) 시공자는 제작설치에 대하여 전, 중, 후 사진을 납품검사 전 감리자에게 제출한다.
- #### 2) 경사판 설치

(1) 규격 및 고려사항

- ① 형식: 상향(횡)류식 경사판
- ② 침전지 규격: W ○○m × L ○○m × ○지
- ③ 경사판은 부식되지 않는 재질을 사용하여야 하며, 슬러지 퇴적시에도 충분한 강도를 유지할 수 있어야 한다.
- ④ 경사판의 처짐을 보강할 수 있는 구조가 있어야 한다.
- ⑤ 운영관리시 경사판 상부 및 내부를 원활하게 육안관찰을 할 수 있도록 충분한 강도를 지니거나 발판을 설치하여야 한다.
- ⑥ 침전지 하부의 슬러지 수집기 가동을 고려하여 고속침강장치와 슬러지 수집기 간의 간섭이 되지 않도록 제작 설치한다.
- ⑦ 경사판 설치규격은 수리 및 용량 계산서의 기준에 따른다.

(2) 설치조건

- ① 설치완료 후에는 경사판의 간격, 유수의 방향, 장치 높이가 수평이 되도록 재조정한다.
- ② 경사판 지지장치는 하중에 의하여 굽힘, 비틀림, 좌굴 등이 발생하지 않도록 충분한 응력계산을 근거로 제작 설치한다.
- ③ 침전지 수면이 동결될 우려가 있는 지방에서는 경사판이 수면에 노출되지 않도록 설치하여야 한다.

5.2.3 정류(도류)벽 설치공사

1. 일반사항

1) 적용범위

- (1) 이 지방서 상수도공사 중 조립식 정류(도류)벽 설치공사에 대하여 적용한다.
- (2) 일반적으로 적용하는 콘크리트 재질의 정류(도류)벽은 도면과 이 지방서 “1.7 콘크리트공사”를 준용하여 설치한다.

2) 참조규격

- (1) KS D 3698 냉간압연 스테인리스강판 및 강대
- (2) KS M 3006 플라스틱의 인장성 측정방법

2. 재료

1) 자재

- (1) 패널 제작시 양질의 자재를 사용하여야 하고, 압력, 성형 및 신축에 이상이 없는 것을 사용하여야 한다. 구체적인 사항은 자재 특성별 제작시방서에 따른다.
- (2) 패널 조립을 위한 형강, 볼트류 및 앵커볼트(anchor bolt)에 사용할 재료는 KS D 3698 규격의 STS 316급이나 동급 이상의 재질이어야 한다.

2) 조립식 정류(도류)벽 제작

(1) 검사 및 시험

- ① 검사 및 시험은 관련 KS 규정에 따른다.
- ② 검사는 도면에 따라 형상, 치수, 외관검사를 한다.
- ③ 형상 및 규격은 승인된 도면에 적합하여야 한다.
- ④ 외관은 색상이 균일하여 얼룩 및 변색이 없어야 하며, 표면굴곡이 없이 미려하여야 한다.
- ⑤ 강도시험은 KS M 3006에 의해 제작하여 평균치수를 취한다.

시험항목	단위	판정기준	시험방법
인장강도	N/mm ²	24.5 이상	KS M 3006

- ⑥ 조립식 패널 제작에 사용되는 자재는 KS규격 또는 그와 동등 이상의 제품을 사용하여야 하며, 제품의 시험은 시편을 제작하여 국·공립 시험기관에 의뢰하여 해당기준에 맞게 하여야 한다.

3) 기타사항

- (1) 검사에 합격한 제품은 감리자가 지정하는 공사현장 내의 적정 장소에 운반·적치한다.
- (2) 운반 및 설치 도중 파손되거나 변형된 제품에 대하여는 보수 또는 교체하여야 한다.
- (3) 설치장소 내로의 운반작업이 용이하지 않을 경우는 반입 방안을 반드시 감리자와 협의하여 시행하여야 한다.
- (4) 조립용 자재 중 “H” 형강으로 제작이 필요한 경우 “C” 형강 두 개를 붙여서 용접하여 조립식 패널에 의해 전달되는 힘을 견딜 수 있어야 한다.
- (5) 공사시행에 부자재가 필요한 경우 감리자의 승인을 득한 후 사용한다.
- (6) 본 공사에 사용되는 모든 자재는 수처리시설물의 특성에 적합한 제품이어야 하며, 적합하

지 않은 제품일 경우 현장에서 전량 반출하고 적합한 자재로 반입하여야 한다.

3. 시공

- (1) 시공면의 먼지, 모래, 레이턴스, 침전물 등은 샌드블라스트, 고압공기 등으로 완전히 제거하여야 한다.
- (2) 앵글은 콘크리트면에 단단하게 지지되고 고정되어야 하며 조립된 금속 자재는 STS 316 또는 동급 이상의 재질로 제작되어야 한다. 또한 모든 앵커볼트, 너트 그리고 각 지지대의 와서는 이완방지기능을 가진 동일 재질로 설치되어야 한다.
- (3) 설치되는 모든 패널과 앵글은 앵커볼트, 너트로 견고하게 고정되어야 하며 고정 후 움직임이 없어야 한다.
- (4) 점검 및 유지관리를 위하여 도면에 표시된 곳에 탈착이 가능한 개구부(폭 1.0m, 높이 1.5m 정도)를 설치하여야 한다.

5.2.4 표면세척장치

1. 일반사항

1) 적용범위

이 시방서는 여과지 내에 설치되는 표면세척장치에 대해 적용한다.

2. 재료

표면세척기에 사용되어질 관의 규격 및 재질은 KS D 3698 규격의 STS 316이거나 부식환경에서 동등 이상의 내구성을 확보할 수 있는 재질의 관이어야 한다.

3. 시공

1) 표면세척기

- (1) 표면세척기 배관의 이음방식은 가능한 한 나사이음방식에 의한 접합으로 시행하여야 하며, 부득이한 경우 감리자의 승인을 얻은 위치에 한해 용접이음을 허용한다.
- (2) 분사노즐의 재질은 KS D 3595(일반배관용 스테인리스강관)의 STS 316 또는 동등 이상의 재질에 만족하여야 한다.

2) 표면세척기 본관 및 지관

- (1) 표면세척기 본관 및 지관에 사용되어질 관의 규격 및 재질은 KS D 3698 규격의 STS 316 또는 동등 이상의 내구성을 확보할 수 있는 재질의 관이어야 한다.
- (2) 표면세척기 본관 및 지관 고정용 배관지지 연결부위(pipe support connection)에 사용되어질 스테인리스강관의 규격 및 재질은 (1)의 기준에 따르며, 케미컬 앵커는 제작 승인도면에 명시된 재질로 한다.
- (3) 표면세척기 본관의 이음방식은 플레인 엔드 또는 베벨 엔드 이음방식으로 아크용접에 의해 접합하여야 한다. 또한 본관과 지관의 연결은 가능한 한 나사이음방식에 의한 접합으로 시공하여야 하며, 이음위치가 주관에서 분기되는 지점은 유니온을 사용하여 장래 표면세척지관 노후시 교체에 대비할 수 있도록 하여야 한다.
- (4) 표면세척기 지관 배관의 이음방식은 가능한 한 나사이음방식에 의한 접합으로 시행하여야 하며, 부득이한 경우 감리자의 승인을 얻은 위치에 한해 용접이음을 허용한다.
- (5) 표면세척본관의 배관지지 연결부위는 설계위치 또는 관의 하중을 등분포시킬 수 있는 위치에 설치하여 표면세척기 본관 내에 수압작용시 분력에 의한 관의 떨림이 최소가 되도록 하여야 한다.

5.2.5 급속여과지 하부집수장치

1. 일반사항

1) 적용범위

이 시방서는 급속여과지 내 유공블록, 스트레이너블록, 다공판형, 유공판형을 이용한 하부집수장치의 설치에 대해 적용한다.

2. 재료

1) 유공블록

(1) 일반조건

- ① 물과 역세공기에 접촉하는데 사용되는 모든 재질은 NSF(national sanitation foundation) standard(standard 61 for drinking water system components-health effects) 또는 동등 이상의 기준에 만족하여야 한다.

- ② 하부집수장치의 설치에 필요한 앵커, 그라우팅 지지대(grout retaining strip), 마감재(closure), 개스킷, 스프링 클립 등은 단일 제작자가 공급해야 한다.
- ③ 모든 시험준비, 실험절차 및 계측설비의 제시 자료는 $\pm 2\%$ 이내의 정확도를 가져야 한다.

(2) 하부집수장치

① 재질

여과지에 사용되는 블록은 공기나 물이 스며들지 않고, 고강도로서 내부식성과 화학적으로 안정한 내식성 재질로 만들어져야 하며, 매끄럽고 균일한 표면과 천공된 면이 깨끗이 정리된 오리피스를 가져야 한다.

② 규격

블록의 크기와 무게는 운반이나 시공이 편리하도록 하여야 한다.

③ 형상

블록은 분배 오리피스가 상부의 평면에 위치한 직사각형 형상이 되어야 한다. 블록은 구조적 강도를 위해 튀어나온 곳과 들어간 곳이 있어야 하며, 블록의 옆면은 모르타르와 잘 접합될 수 있는 구조이어야 한다.

④ 구성

블록은 끝과 끝이 연결되도록 배열되어야 하며, 여과면적의 횡방향 연결은 연속적인 기계적 결합이 되도록 하여야 한다. 연결부위는 경사진 탭을 가진 벨과 스피릿 형식을 가져야 하며, 개스킷을 설치하여 물과 공기가 새지 않도록 하여야 한다.

(3) 여재지지시스템

- ① 여재지지시스템은 공장에서 하부집수장치에 부착되어야 한다. 여재지지시스템은 하부집수장치에 STS 316 재질 또는 동등 이상인 재질의 꼭지가 달려 있는 나사로 연결되어야 한다.
- ② 여재지지시스템은 선정된 하부집수장치와 일체를 이루어야 하며, 규격 및 기능은 제작사에서 제시된 표준사양에 의한다.

(4) 공기공급헤더

① 일반사항

공기분배시스템은 일반적으로 하부집수장치의 하부에 위치한 지관을 통해 공기가 적절히 공급될 수 있는 지름의 관으로 설계되어야 하고, 초기 공기공급시 충격에 대비하기

위해 관로상 적절한 위치에 신축장치를 두어야 하며, 여과지 신축 조인트부에도 신축장치를 설치하여야 한다.

② 재질

공기관은 STS 316 재질 또는 동등 이상의 재질을 사용하여야 하며, 공기관의 지지를 위한 앵커나 다른 재료도 동일 재질을 사용하여야 한다.

(5) 그라우트 지지대

플룸(flume)에 설치하는 그라우트 지지대는 블록의 배열을 일정히 할 수 있도록 블록의 하부에 꼭 맞는 형상이어야 하며, 재질은 고강도 폴리에틸렌으로 되어야 한다. 그라우트 지지대는 여과지 하부집수장치 제조업체로부터 공급되어야 한다.

(6) 그라우트

그라우트는 감리자가 승인하는 수축방지제가 혼합된 포트랜드시멘트와 모래가 1대 2로 혼합된 것이어야 한다.

(7) 금속

앵커볼트, 지지대, 조임물, 와셔 등 모든 금속은 STS 316 재질 또는 동등 이상의 재질이어야 한다.

2) 스트레이너블록

(1) 하부집수장치는 운전성능을 오랫동안 안정적으로 유지할 수 있도록 설계되어야 한다. 또한 일정한 손실수두를 유지하고 균일한 흐름을 유지하며, 부식 및 기타 시간의 경과에 따라 발생하는 운전상의 효율 감소 등에 견딜 수 있어야 한다.

(2) 스트레이너의 부식을 방지하기 위하여 내식성이 강한 금속이나 합성수지재료를 사용하여야 한다.

(3) 하부집수장치는 여과지 전체를 통해서 물이 거의 균일한 흐름이 되도록 설계되어야 한다. 여과지 단위 평방미터(m^2)당 흐름의 균일성은 효율적이고 효과적인 운전 및 역세척이 이루어질 수 있을 만큼 되어야 한다. 그리고 여재를 국부적으로 쌓이게 만들거나 모래 또는 안트라사이트층에 다른 어떤 좋지 못한 교란이 일어날 정도의 국부적 흐름이 발생하는 구역이 있어서는 안 된다.

3) 다공판형

(1) 하부집수장치는 그 운전성능을 오랫동안 안정적으로 유지할 수 있도록 설계되어야 한다. 또한 일정한 손실수두를 유지하고 균일한 흐름을 유지하며, 부식 및 기타 시간의 경과에

- 따라 발생하는 운전상의 효율 감소 등에 견딜 수 있어야 한다.
- (2) 하부집수장치는 여과지 전체를 통해서 물이 거의 균일한 흐름이 되도록 설계되어야 한다. 그리고 여재를 국부적으로 쌓이게 만들거나 모래에 다른 어떤 좋지 못한 교란이 일어날 정도의 국부적 흐름이 발생하는 구역이 있어서는 안 된다.

4) 유공관형

하부집수장치는 그 운전성능을 오랫동안 안정적으로 유지할 수 있도록 설계되어야 한다. 또한 일정한 손실수두를 유지하고 균일한 흐름을 유지하며, 부식재를 국부적으로 쌓이게 만들거나 모래에 다른 어떤 좋지 못한 교란이 일어날 정도의 국부적 흐름이 발생하는 구역이 있어서는 안 된다.

3. 시공

1) 유공블록

(1) 일반사항

- ① 하부집수장치는 감리자의 승인을 득한 후 제작하여야 한다.
- ② 월(wall) 슬리브방식으로 하부집수장치를 시공하는 경우 여과지 벽체의 철근 조립시 물분배 슬리브와 공기분배 슬리브의 위치를 사전 확인 후 추후 설치에 지장이 없도록 하여야 한다.
- ③ 하부집수장치는 하나의 블록으로 구성되어 압력이 걸릴 때 스스로 지탱할 수 있어야 하며, 여과지 운전시 부력과 운동에너지(dynamic force)에 견딜 수 있어야 한다. 송수실은 역세척시 역세척수와 공기의 유속이 낮도록 여유있는 단면적을 가져야 한다.
- ④ 물·공기 공급장치는 적절한 크기의 오리피스로 만들어져야 하며, 유입, 이송, 오리피스 내에서의 손실과 오리피스의 위치 등은 여과지 내에서 정해진 유량 조건하에 균일한 공기와 물의 흐름이 유지될 수 있도록 조정 설치되어야 한다.
- ⑤ 하부집수장치의 상부는 여과지의 바닥면을 평면으로 마감할 수 있도록 수평의 평면을 가져야 하며 공기와 물이 일정한 힘을 가지고 여재를 수직으로 투과하여 여재를 깨끗이 할 수 있게 하기 위한 분배오리피스가 있어야 한다.
- ⑥ 하부집수장치의 분산실은 효과적으로 공기를 조절하고 레벨에 따른 민감성을 줄이기 위해 크기와 위치가 정해진 배플(baffle)이 있어야 한다.

- ⑦ 유공블록을 설치하기 전 여과지 내를 깨끗하게 청소한 후 유공블록에 맞추어 먹줄치기 등으로 마킹하여 유공블록 설치 위치를 표시하고, 여과지 바닥에서 3~4cm 높이로 일정한 표고(level)가 되도록 바닥 모르타르를 타설한 후 유공블록을 설치한다.
- ⑧ 하부집수장치 횡방향 오차는 $\pm 5\text{mm}$ 이내이어야 하며, 각 측면 사이의 표고(level) 허용오차는 0.5mm 이내이어야 한다. 각각의 하부집수장치의 표고(level)는 지내 중심선에서 규격에 적합한 측량기로 측정하거나 지내에 소정높이로 물을 채워 검수(check)할 수도 있다.
- ⑨ 유공블록의 설치는 역세척 유입수로가 설치된 벽면에서부터 실시하여야 하고 유공블록 사이는 고무링을 사용하여 한 번에 연결하여야 하며, 유공블록 내부의 봉인은 밀봉재로 접착하여야 한다.
- ⑩ 유공블록은 일정한 압력의 물과 공기의 균등분배와 효과적인 여재세척을 위해 수직으로 역세척하여야 하므로 수평으로 시공된 여과지 바닥 위에 $\pm 5\text{mm}$ 오차 이내로 시공되어야 한다.
- ⑪ 각 유공블록은 설치 전까지 유공블록과 여재지지 시스템을 보호할 수 있는 보호막으로 포장하여 콘크리트조각, 분산먼지 등의 오염물질로부터 보호되어야 한다.
- ⑫ 유공블록 상부면에서 작업을 수행하게 되는 경우에는 상부표면을 적절하게 보호하여야 한다. 모르타르를 채우기 위해 손수레와 같은 장비를 사용할 때에는 그 무게에 분산하중이 걸리도록 합판등을 깔아 작업면으로 사용하여야 한다.
- ⑬ 전체 유공블록은 역세척시 상승압을 고려하여 블록과 블록 사이는 $\phi 12\text{mm}$ 이상의 봉강으로 여과지 바닥과 체결하여야 하며, 또한 블록과 블록 사이 공간에 모르타르를 주입하여 고정봉강과 모르타르가 유공블록의 벽면을 구속하도록 하여야 한다.
- ⑭ 모르타르는 유공블록의 최상부 공간까지 채워져야 하고 모르타르의 건조수축으로 인해 블록과의 결속면이 이완되어서는 안 된다.
- ⑮ 유공블록 제조사가 제시하는 권고사항이나 권장사항에 대하여 특별한 사유가 없는 한 수용하여야 하며, 하부집수장치 모든 배관의 오물이나 파편등 유량흐름에 방해를 주는 것들을 제거하여야 한다.
- ⑯ 여과지 하부수로에 생긴 오물이나 모르타르 부스러기 및 이물질 등은 진공청소기 또는 빗자루로 깨끗하게 청소한 후 여재 투입시까지 먼지, 비산분진, 이물질의 유입을 방지하기 위한 덮개 등으로 보호하여야 한다.

⑰ 여재지지시스템

- 가. 여과자갈의 대체를 목적으로 여재지지시스템을 도입하고자 할 때에는 수처리에 장애가 없도록 제반사항을 검토하여 감리자의 승인을 득한 후 시행하여야 한다.
- 나. 여재지지시스템은 상부의 여재를 지지하면서 최소의 손실수두로 여재와 하부집수장치 사이를 물과 공기가 균등하게 통과하도록 하여야 한다.

(2) 현장시험

① 시험일반

시공자는 지시된 시험을 수행하고 자재, 설비 및 적당한 휴대용 송풍기와 인원 등 시험에 필요한 사항을 공급한다. 또한 감리자가 시험광경을 볼 수 있도록 현장시험 실시계획을 감리자와 사전 협의하여 일정을 보고하여야 한다.

② 하부집수장치 흐름분포시험(물)

- 가. 각 여과지의 하부집수장치는 모든 오리피스가 이물질에 의해 막히지 않았는지 확인하고 흐름의 분포가 균일한지 확인하기 위해 눈으로 볼 수 있는 배출흐름 분포시험을 받아야 한다.
- 나. 이 시험은 여재가 설치되기 전에 이루어져야 하며, 시험을 시작할 때 하부집수장치는 그 높이의 대략 반 정도를 물로 채워야 한다.
- 다. 시험흐름속도의 평균 역세척속도는 ○○(m/분:설계시 제시)이어야 하며, 흐름속도는 눈으로 관찰할 수 있도록 약 2분 정도는 유지되어야 한다.
- 라. 흐름분포시험은 3회 반복 시행되어야 하며, 매시험 동안 각 오리피스로부터의 흐름뿐만 아니라 흐름이 끊어지는 부분 또는 끊는 부분이 있는지 관찰해야 한다.
- 마. 시험 도중 발생된 문제점등을 시정해야 할 필요가 있는 경우 이에 따른 조치를 취하고 시정되었는지 시험을 다시 해 보아야 하며, 반드시 제작자가 현장시험에 참석해야 한다.

(3) 하부집수장치 흐름분포시험(공기)

- ① 각 여과지의 하부집수장치는 모든 오리피스가 이물질에 의해 막히지 않았는지 확인하고 흐름의 분포가 균일한지 눈으로 볼 수 있는 배출흐름 분포시험을 받아야 한다.
- ② 시험 도중 발생된 문제점등을 시정해야 할 필요가 있는 경우 이에 따른 조치를 취하고 시정되었는지 시험을 다시 해 보아야 하며, 반드시 제작자가 현장시험에 참석해야 한다.
- 다. 여재가 설치된 후에 시험을 위해 하부집수장치의 윗부분보다 약 1피트 정도의 높이

로 하부집수장치를 깨끗한 물로 채워야 한다.

- ③ 시험을 위한 흐름속도는 공기와 물의 보통 역세척 속도는 ○○(m/분, m/일:설계시 제시)이어야 하며, 이 속도는 관찰이 이루어지는 2분 동안 지속되어야 한다.
- ④ 이 시험은 3회 반복해야 하며 매시험 동안 각 오리피스로부터의 흐름뿐만 아니라 흐름의 끊어지는 부분 또는 끊는 부분이 있는지 관찰해야 한다.
- ⑤ 시험 도중 발생한 문제점들을 시정해야 할 필요가 있을 경우 이에 따른 조치를 취해야 하며 그러한 문제가 시정되었는지 시험을 다시 해보아야 하며, 반드시 제작사의 기술자가 현장시험에 참석해야 한다.

(4) 손실수두시험

시스템의 손실수두를 적어도 한 개의 여과지에 대해서 측정해야 한다. 이 측정된 마찰손실은 하부수로, 교차파이프, 하부집수장치 및 여재지지시스템 등에도 적용된다. 제작사의 기술자는 모든 여과지에 대해 이 시험기간 동안 참석해야 한다.

2) 스트레이너블록

- (1) 스트레이너가 관에서 이탈되지 않도록 견고하게 고정하여야 한다.
- (2) 스트레이너블록판의 설치 역세척수압에 의하여 떠오르지 않도록 견고하게 설치함과 동시에 줄눈 하단은 염소수에 부식되지 않도록 하여야 한다.
- (3) 스트레이너 설치 분출구에 이물질 등이 끼지 않고 장애물 등의 충격으로 파손되는 일이 없도록 하여야 한다.
- (4) 역세척방법이 물과 공기를 겸용하는 때에는 스트레이너블록판의 요철 조정을 적절히 하고 하부구조는 스트레이너에 공기가 균등하게 분배되도록 설치하여야 한다.

3) 다공판형

다공판형 하부집수장치는 특히 역세척 수압으로 떠오르지 않도록 밑판을 견고히 고정하여야 한다.

4) 유공관형

- (1) 유공관은 정해진 위치에 수평으로 동일높이가 되게 설치하고, 집수공의 위치는 정확하게 유지되어야 한다.
- (2) 유공관은 역세척수압으로 움직이는 일이 없도록 지지철물, 브래킷(bracket) 등으로 견고하게 설치하여야 한다.
- (3) 유공관은 설치하기 전에 청소하고 설치 도중에 시공을 중지할 때에는 임시로 뚜껑을 덮어

두어야 한다.

- (4) 유공관의 벽 관통부는 위치를 정확하게 유지하고 관의 주변에는 콘크리트가 잘 부착되도록 신중히 시공하여야 한다.

5.2.6 완속여과지 하부집수장치

1. 일반사항

1) 적용범위

이 시방서는 완속여과지 하부집수장치의 설치에 대해 적용한다.

2. 재료

- (1) 하부집수장치는 운전성능을 오랫동안 안정적으로 유지할 수 있도록 설계되어야 한다. 또한 일정한 손실수두를 유지하고 균일한 흐름을 유지하며, 부식 및 기타 시간의 경과에 따라 발생하는 운전상의 효율 감소 등에 견딜 수 있어야 한다.
- (2) 하부집수장치는 여과지 전체를 통해서 물이 거의 균일한 흐름이 되도록 설계되어야 한다. 그리고 여재를 국부적으로 쌓이게 만들거나 모래에 다른 어떤 좋지 못한 교란이 일어날 정도의 국부적 흐름이 발생하는 구역이 있어서는 안 된다.

3. 시공

- (1) 하부집수장치를 설치하기 전에 여상(濾床)의 먼지, 콘크리트조각, 잔모래 등을 완전히 제거하고 청소하여야 한다.
- (2) 하부집수장치는 정해진 간격으로 바르게 배치하고 줄눈의 배열 줄틀림, 흔들림, 높이의 불균형 등이 없도록 시공하여야 한다.
- (3) 포러스 슬래브(porous slab)를 사용할 때에는 지정된 강도 및 내식성을 얻도록 신중하게 제작하여야 한다.

5.2.7 여과모래

1. 일반사항

1) 적용범위

이 시방서는 여과모래, 여과자갈, 안트라사이트, 입상활성탄의 투입 및 고르기에 적용된다.

2. 재료

1) 여과모래 투입 및 고르기

(1) 여과모래의 체가름시험방법은 KWWA F 100(수도용 여과모래시험방법)에 따른다.

(2) 여과모래의 물리적 특성은 다음의 기준에 따른다.

① 유효경: $\text{O.Omm} \pm \text{허용오차}$ (설계시 규격 제시)

② 균등계수: O.OO 이하일 것(설계시 범위 제시)

③ 비중: $\text{O.OO} \sim \text{O.OO}$ 의 범위일 것(설계시 범위제시)

(3) 여과모래는 딱딱하고 내마모성의 알갱이로 구형(球形)을 유지하여야 하고 점토, 롬 불순물 및 유기물이 섞이지 않아야 하며, 원칙적으로 천연규사로서 석영질이 많고 견고하며 균등하여야 한다. 또한, 여과수에 영향이 미칠 수 있는 철분이나 망간 등이 함유되어 있지 않은 재료로서 납작하지 않아야 하며, 운모 등은 중량비로 1% 미만이어야 한다. 반입될 여과모래는 운송 전에 견본품을 승인용으로 제출하여야 하며, 감리자는 현장에 반입되는 여과모래가 견본품과 동등하거나 그 이상이 되지 않을 때 현장에서 반출하고 교체품으로 반입하여야 한다.

(4) 여과모래의 지름, 층두께, 형질 등에 대하여 정하지 않았을 때에는 감리자와 협의하여야 한다.

(5) 납품상 고려하여야 할 일반적, 기술적인 사항은 (ANSI/AWWA 100~89) 규정에 따라야 한다.

2) 안트라사이트 투입 및 고르기

(1) 안트라사이트의 규격은 한국상하수도협회에서 정한 KWWA F 101(수도용 안트라사이트 시험방법)의 제규정에 적합하여야 한다.

(2) 안트라사이트 여과재는 먼지, 돌, 이탄질 등의 불순물 및 미세한 분말, 가늘고 긴 것, 납작하거나 비늘 모양등의 파쇄물이 적은 것이라야 한다.

(3) 안트라사이트의 물리적 특성은 다음과 같다.

- ① 유효경: ○.○○mm±허용오차mm(설계시 규격 제시)
- ② 균등계수: ○.○ 이하일 것(설계시 범위 제시)
- ③ 표면건조포화비중: ○.○○○~○.○○○(설계시 범위 제시)

(4) 계약상대자는 여과모래와 안트라사이트 여재의 상관 관계가 합치되도록 조정하여 공급하여야 하며 두 여재 사이의 관계는 다음과 같이 성립한다.

$$\frac{d_s \times UC_s}{d_A \times UC_A} = \frac{(ASG_A - SG_w)^{2/3}}{(SG_s - SG_w)^{2/3}}$$

d_s : 여과모래의 유효경

d_A : 안트라사이트의 유효경

UC_s : 여과모래의 균등계수

UC_A : 안트라사이트의 균등계수

SG_s : 여과모래의 비중

ASG_A : 안트라사이트의 표면건조포화 비중

SG_w : 물의 비중

좌변과 우변의 오차는 ±0.025 이내이어야 한다.

(5) 안트라사이트 반입 전 국가공인기관의 시험성적서와 견본품을 감리자에게 제출하여야 하며, 감리자는 현장에 반입되는 안트라사이트에 대하여 필요하다고 인정될 때 추가로 공인기관의 시험을 요구할 수 있다.

3) 입상활성탄 투입 및 고르기

(1) 입상활성탄 여과지 내의 입상활성탄을 투입, 고르기하는데 대하여 규정한다.

(2) 물리적 특성

규격은 분말활성탄 규격과 KS M 1421(입상활성탄)을 참고하여 결정한다.

(3) 시험 및 검사

① 시험 및 검사: 입상활성탄의 시험은 현장입고 검수를 기준으로 한다.

② 제품 및 납품기준: 계약물량은 전량 공급업체에서 직접 생산된 제품이어야 하며, 타사 제품과 혼합하여 납품할 수 없다.

③ 시험 및 검사방법

가. 현장검수

현장검수는 생산된 제품이 현장에 입고시 발주처의 검수자 및 공급자 입회하에 수행하며 시료채취 횟수는 사용되는 활성탄의 포대 수에 따라 <표 5.2.1>를 기본으로 한다(총시료의 양은 최소 4.5kg 이상).

<표 5.2.1> 활성탄 포대 수에 따른 시료채취 횟수 기준

사용된 활성탄 포대 수	최소 시료채취 지점(포대)
2~8	2
9~15	3
16~25	5
26~50	8
51~90	13
91~150	20
151~280	32
281~500	50
501~1,200	80
1,201~3,200	125
3,201~10,000	200
10,001~35,000	315
35,001~150,000	500

나. 시험방법

발주처 검수자 및 도급자 입회하에 발주처가 지정한 공신력 있는 검사기관에 의뢰 하거나 직접 시험 및 검사한다.

다. 시험항목

시험항목은 납품규격의 전 항목을 실시하는 것을 원칙으로 하되 지정한 시험기관에 서 시험이 불가능한 것으로 판정된 항목은 시험이 가능한 곳으로 분리, 의뢰할 수 있다.

라. 최종 판정

발주처가 의뢰한 시험기관으로부터의 결과가 납품규격을 만족하여야 한다.

마. 불합격품의 처리방법

불합격으로 판정된 제품은 반출 후 재납품하여야 한다.

(4) 운반 및 납품

운반 및 납품은 발주자와 도급자 사이의 계약조건에 따라 결정한다.

(5) 포장 및 표시

단위 포장별 품명, 제조사, 생산지, 제조일, 중량 및 기타 취급 유의사항을 명시하여야 한다.

4) 여과자갈 투입 및 고르기

(1) 여과자갈의 체가름시험방법은 KWWA F 102(수도용 여과자갈시험방법)에 따른다.

(2) 여과자갈의 물리적 특성은 다음의 기준에 따른다.

① 입경: ○○~○○mm(설계시 범위 제시)

각 층마다 설계 최소경 이하의 입경과 설계 최대경 이상의 입경에 대한 중량비를 합한 것이 합계로 15% 이하일 것

② 세척탁도: 30NTU 이하일 것

③ 비중: 표면건조상태로 2.5 이상일 것

④ 염산가용률: 3.5% 이하일 것

⑤ 자갈의 형상은 최장축이 최단축의 5배 이상인 것이 중량비로 2% 이하일 것

(3) 여과자갈의 지름, 층두께, 세척탁도 등에 대하여 정해져 있지 않을 때에는 감리자와 협의하여야 한다.

(4) 여과자갈은 구형(球形)에 가깝고 경질이며 청정하고 균질한 것으로 먼지, 점토질 등 불순물을 포함하지 않아야 한다.

3. 시공

1) 여과모래 투입 및 고르기

(1) 여과모래는 여과자갈 위에 물을 채우면서 고르게 깔아야 하며 투입 전후를 통해 더러워진 여과모래는 깨끗한 재료로 대체하여야 하고, 안트라사이트와의 투입이 연계되지 않을 때 여층 상부에 이물질의 혼입을 방지하기 위해 덮개시설을 설치하여야 한다.

(2) 모래는 감량 등을 미리 고려하여 충전하여야 한다.

(3) 여과모래를 부설 후 표면안정 및 안정된 여과층 유지를 위하여 통수시 스컴(skum) 제거를 3회 정도 실시하여 안정된 여과층이 되도록 하고, 이때 제거된 스컴만큼 여과모래를 보

- 충하여야 한다.
- (4) 여과모래의 투입시 하부집수장치 및 기타 배관 등이 손상되지 않도록 주의하여야 한다.
- 2) 안트라사이트 투입 및 고르기
- (1) 안트라사이트를 여과지 내 투입시 한 층의 높이를 일정하게 하여 요철이 없도록 고르게 깔아야 하며, 트로프에 충격이나 과중한 하중이 가해지지 않도록 세심한 주의를 하여야 한다. 또한 충전이 완료된 후 여과지 가동 전까지 이물질이 혼입되지 않도록 덮개 등으로 보호하여야 하며, 시운전 후에도 정상적인 가동 전까지는 덮개로 보호하여야 한다.
 - (2) 여과지 시험 가동시 여층의 표면안정 및 안정적인 여과층의 유지를 위하여 스컴(scum) 및 미분(微粉) 제거를 3회 이상 실시하고, 제거된 양만큼의 안트라사이트를 보충한 후 스컴제거를 반복하여 안정적인 여층이 형성되도록 하여야 한다.
- 3) 여과자갈 투입 및 고르기
- (1) 여과자갈은 요철이 없도록 순서대로 고르게 깔아야 한다.
 - (2) 여과자갈층은 여과모래층을 지지하는 것이 목적이며 자갈층 중에 여과모래가 침입하지 않도록 위쪽에 가는 입자의 자갈을 깔고 아래쪽으로 갈수록 큰 입자의 자갈층을 만드는 것을 표준으로 하고 있다.
 - (3) 충전할 때에는 여과자갈을 여과지 상단에서 던지거나 떨어뜨리지 말고 하부집수장치 또는 트로프(trough)에 충격이나 과대한 하중이 가해지지 않도록 주의하여 설치하여야 한다. 또 충전을 완료한 뒤에는 이물질이 혼입되지 않도록 덮개로 적당히 보호하여야 한다.
- 4) 입상활성탄 투입 및 고르기
- (1) 입상활성탄을 여과지 내 투입시 한 층(3층 이상으로 투입)의 높이를 일정하게 하여 요철이 없도록 고르게 깔아야 하고, 충전이 완료된 후 여과지 가동 전까지 이물질이 혼입되지 않도록 덮개 등으로 보호하여야 하며, 시운전 후에도 정상적인 가동 전까지는 덮개로 보호하여야 한다.
 - (2) 여과지 시험 가동시 여층의 표면안정, 활성탄 세립자 제거 및 안정적인 여과층의 유지를 위하여 낮은 역세속도로 역세척을 수회 실시하고 제거된 양만큼 입상활성탄을 보충한 후 역세척을 반복하여 안정적인 여층이 형성되도록 하여야 한다.
 - (3) 입상활성탄의 투입시 하부집수장치, 트로프 등이 손상되지 않도록 주의하여야 한다.

5.2.8 부대공사

1. 일반사항

1) 적용범위

이 시방서는 위어, 트로프, 강구조 및 철물, 스펀들 고정대, 관 받침대, 그레이팅 뚜껑, 난간에 대해 적용한다.

2. 재료

1) 위어(weir)

(1) 위어에 사용되는 재료는 냉간압연 스테인리스강재(KS D 3698)로서 STS 316급이나 동급 이상의 재질이어야 한다.

(2) 고무판은 내마모성의 고무판으로 감리자의 승인을 득하여야 한다.

2) 트로프(trough)

트로프는 일반적으로 스테인리스, 철근콘크리트재, 프리스트레스콘크리트재 및 합성수지재 등이 사용된다.

3) 강구조 및 철물

(1) 이 공사에 사용되는 모든 자재는 설계도서 및 시방서에 명시되어 있는 규정에 따라 감리자의 승인을 받아야 하며, 다음 표준 또는 승인된 동등 규격에 적합한 것이어야 한다.

① 구조용 강재 KS D 3503(일반구조용 압연강재)

② 용접용 구조용 강재 KS D 3515(용접구조용 압연강재)

③ 강봉 KS D 3504(철근콘크리트용 봉강)

④ 강관 KS D 3517(기계구조용 탄소 강관)

⑤ 사각강관 KS D 3568(일반구조용 각형 강관)

⑥ 주강 KS D 4101(탄소강 주강품)

⑦ 형강 KS D 3502(열간압연 형강의 모양·치수 및 무게와 그 허용차)

⑧ 스틸 데크(steel deck) KS D 3512(냉간압연 강판 및 강대)

⑨ 스틸 튜브(tube) 및 파이프 KS D 3566(일반구조용 탄소강관)

⑩ 강판 KS D 3501(열간압연 연강판 및 강대), KS D 3512(냉간압연 강판 및 강대), KS D 3506(용융아연도금 강판 및 강대)

- ⑪ 스테인리스강관 KS D 3705(열간압연 스테인리스강관 및 강대)
- ⑫ 강볼트, 너트, 와셔 KS D 3503(일반구조용 압연강재)
- ⑬ 냉간압연 스테인리스강재 KS D 3698(냉간압연 스테인리스강관 및 강대)
- (2) 케이블 덕트 및 그레이팅의 걸이(hanger)등 구조강에 필요한 아연도금은 600g/m^2 의 비율로 하여야 하며, KS D 8308(용융아연도금) 또는 이와 동등 이상의 승인된 것이어야 한다.
- (3) 나사형의 모든 결합재는 ISO의 미터법, 표준시리즈 및 코스피치에 합당하여야 한다.
- (4) 시험은 공인시험기관에서 시행하고 시험성적서 사본을 감리자에게 제출하여야 한다. 또한 감리자가 필요하다고 인정할 때에는 각종 재료시험을 실시하여야 한다.

4) 스펀들 고정대

스펀들 고정대에 사용되는 재료는 냉간압연 스테인리스강재(KS D 3698)로서 STS 316급이나 동급 이상의 재질이어야 한다.

5) 관 받침대

관받침대에 사용되는 자재는 KS D 3698 규격으로 STS 316급이나 동급 이상의 재질이어야 한다.

6) 그레이팅 뚜껑

- (1) 그레이팅 뚜껑은 각 규격별로 베어링 바(bearing bar)는 I-bar로, 크로스 바(cross bar)는 트위스트 바(twist bar)로 제작된 공장제품으로써 그레이팅 및 앵글 프레임의 재질은 원칙적으로 KS D 3503 규격에 적합하고 SS 400 또는 동등 이상의 재질이어야 한다.
- (2) 그레이팅과 앵글 프레임의 방식처리는 전체 표면에 용융아연도금을 하여야 하며, 용융아연도금은 KS D 8308(용융 아연도금), KS D 9521(용융 아연도금 작업표준)에 따라 실시하고 용융 아연도금의 밀착성을 높이기 위한 도금면에 인산염처리 등의 바탕처리를 실시하여야 하며, 그레이팅과 앵글 프레임의 표면 아연의 부착량은 500g/m^2 이상이어야 한다. 또한 KS D 0201(용융아연 도금시험방법)에 의거 시험을 실시하여야 한다.
- (3) 트로프의 설치는 특히 신중하게 하여 월류 트로프의 상단 끝부분은 수평이며, 동일한 높이로 하여야 한다.
- (4) 트로프가 구조물을 관통하는 부분에는 보강철근을 삽입하고 정해진 위치에 정확히 설치하여야 하며, 철재부분은 염소수에 부식되지 않도록 조치하여야 한다.

7) 난간

해당사항 없음

2. 시공

1) 위어(weir)

- (1) 위어는 설치목적에 따라 제작·설치하여야 한다.
- (2) 구조물벽에 STS 철재 위어를 고정시킬 때 구조물벽과 STS 위어 사이의 밀착성을 높여 월류하는 물 외는 밀착면 사이에서 누수가 있어서는 안 된다. 또한 앵커볼트와 결속되는 위어는 높낮이 조절을 위해 수직축 방향으로 이동이 가능하도록 앵커볼트 구멍(hole)을 뚫어야 한다.
- (3) 위어 설치시는 위어의 표고(level)를 정확히 맞추어 정밀시공함으로서 위어별로 균등한 월류가 되도록 하여야 한다.

2) 트로프(trough)

- (1) 구조물벽에 트로프를 설치할 때 구조물벽과 트로프 사이의 밀착성을 높여 밀착면 사이에서 누수가 있어서는 안 된다. 또한 트로프의 표고(level)의 수평을 이루도록 설치하여 역세척수 등이 균등하게 트로프로 유입되어 균등 세척이 되도록 하여야 한다.
- (2) 트로프는 운전하는 동안 작용되는 부력, 운동에너지(dynamic force) 등에 견딜 수 있도록 제작·설치되어야 한다.
- (3) 트로프 설치는 특히 신중하게 하여 월류 트로프의 상단 끝부분은 수평이며, 동일한 높이로 설치하여야 한다.
- (4) 트로프가 구조물을 관통하는 부분에는 보강철근을 삽입하고 정해진 위치에 정확히 설치하여야 하며 철재부분은 염소수에 부식되지 않도록 조치하여야 한다.

3) 강구조 및 철물

(1) 일반사항

- ① 각종 철물은 지정된 규격으로 제작·설치하고 지정된 방법에 따라 적정한 도장을 하는 것을 원칙으로 한다.
- ② 이 항은 시공자가 수행하여야 할 다음 종류의 강구조 및 철물공사 시행에 관련된 사항을 규정한다.
 - 가. 앵커볼트
 - 나. 철재 계단
 - 다. 철재 난간
 - 라. 파이프 및 부속설비

마. 밸브

바. 금속재 삽입물

사. 매설 금속재 공사

아. 비매설 금속재 공사

- ③ 콘크리트 내에 매설될 금속재는 콘크리트 치기를 할 때 매설하고 만일 도면에 표시되어 있거나 감리자의 지시가 있을 경우 리세스(recess) 혹은 블록아웃(block out)을 콘크리트 내에 설치하여 금속블록재를 삽입 후 그 장소는 그라우팅을 하거나 콘크리트로 매설하여야 한다.
- ④ 콘크리트와 접촉하는 모든 금속재의 표면은 콘크리트 치기를 시행하기 바로 전에 철저히 세정하여야 한다.
- ⑤ 금속공사는 콘크리트구조물의 허용오차 및 도면에 표시된 허용오차에 일치하도록 정확한 위치에 완전하게 배치하여야 하며, 콘크리트 치기와 양생기간 동안에 변위가 없도록 고정되어야 한다.
- ⑥ 앵커나 앵커볼트 설치가 불가능한 곳에 사다리, 계단, 레일 및 비교적 가벼운 기타 금속공사를 시공하여야만 할 경우 콘크리트가 양생된 후 드릴로 천공하여 익스팬션 볼트(expansion bolt)나 혹은 리드(lead) 익스팬션 앵커(expansion anchor)를 설치하여야 한다.

(2) 용접

이 공사에 사용되는 모든 금속재의 용접은 규정에 따라야 한다.

(3) 조립

- ① 조립 전 조립현장에 보관된 모든 자재 및 조립된 자재는 가능한 변형되지 않도록 저장하여야 하며 녹방지 및 먼지, 그리스, 기름 등 기타 이물질로부터 보호하여야 한다. 녹이 부스러져 떨어질 징조가 보이는 자재는 사용할 수 없다.
- ② 작업 전에 변형된 자재는 바르게 펴고, 녹 및 먼지 등을 제거하여야 하며 심하게 뒤틀리거나 변형된 것은 자재로 사용할 수 없다. 바르게 펴는 작업이 필요한 경우 파손 및 손상을 입지 않는 방법으로 처리하여야 한다. 감리자의 승인 없이는 자재를 가열하여서는 안 되며, 만일 필요시에는 감리자의 승인을 얻어 650℃ 이하로 가열하고 가열 후 냉각은 서서히 하여야 한다.
- ③ 자재의 모든 절단부의 선단부는 깨끗이 마무리하여야 한다.

- ④ 조립자재의 최고응력이 발생하는 용접부위는 감리자의 승인에 따라 위치를 조정할 수 있으나 그 위치는 최소한으로 하여야 한다.
 - ⑤ 모든 리벳(rivet)은 도면상에 별도로 표시되어 있거나 감리자의 지시가 없는 한 공기 리벳해머(pneumatic rivet hammer)로 리베팅을 하여야 한다.
 - ⑥ 제작완료 후 감리자의 확인을 받고 불합격된 제품은 신속히 다시 제작하여야 한다.
 - ⑦ 운반 중에 생긴 파손자재의 처리는 감리자의 지시에 따른다.
- (4) 허용오차
- ① 모든 금속구조물 부재는 허용오차를 만족하여야 하며, 어떠한 구조물이나 형상이든 시방서나 도면상에 언급된 기준을 따른다.
 - ② 계약상대자는 허용오차 범위 내에서 시공하여야 한다.
- 4) 스펀들 고정대
- 스펀들 고정대 제작은 도면에 의하거나 밸브의 위치가 변동되었을 때에는 변실 벽면과 정확한 거리를 측정하여 고정대의 축연장을 조정하여 제작하여야 하며, 변실의 스펀들 및 스펀들 고정대와 소형 철개홀의 중심과는 수직선상에 위치하도록 설치하여야 한다.
- 5) 관 받침대
- 관지대대의 벽체 고정면은 힐티건이나 벽체에 손상이 가지 않는 방법으로 앵커볼트를 설치하여야 하며, 힐티건으로 고정된 케미컬 앵커는 제조사에서 추천하는 채움재로 코킹 수밀하여야 한다.
- 6) 그레이팅 뚜껑
- (1) 시공자는 도면에 표시되어 있거나 감리자가 지시하는 곳에 상판용 그레이팅을 설치하여야 하며 그레이팅 설치 전, 앵글 프레임 앵커 바(anchor bar)를 구체 콘크리트 타설 이전 구체 철근과 용접이음으로 구축한 뒤 콘크리트를 타설한 후 앵글 프레임 주변을 콘크리트로 채워 앵글 프레임과 콘크리트가 완전하게 부착되도록 시공한다.
 - (2) 앵글프레임 설치가 완료되고 콘크리트의 양생기간이 경과하면 상판용 그레이팅은 도난 및 하부로 추락을 방지하기 위하여 앵글프레임 위에 올려놓기 전 쇠고리로 서로 결속시킨 후 설치한다.
- 7) 난간
- (1) 시공자는 도면에 표시되어 있거나 감리자의 지시 및 이 시방서의 규정에 따라 공급 및 설치를 하여야 한다.
 - (2) 콘크리트 내에 매설될 금속재는 콘크리트 치기를 할 때 매설하고 만일 도면에 표시되어 있

- 거나 감리자의 지시가 있을 경우 리세스 혹은 블록 아웃을 콘크리트 내에 설치하여 금속재를 삽입 후 그 장소는 그라우팅을 하거나 콘크리트로 매설하여야 한다.
- (3) 콘크리트와 접촉하는 모든 금속재의 표면은 콘크리트 치기나 그라우팅을 시행하기 바로 전에 철저히 세정하여야 한다.
 - (4) 금속공사용 그라우팅은 감리자가 제시한 성분 배합비로 수행하여야 한다. 시공자는 그라우팅을 위하여 이 시방서 콘크리트공사에 규정된 재료와 일치하는 시멘트 및 잔골재를 공급하여야 한다. 그라우트를 실시하기 전에 그라우트가 되어질 기설 콘크리트 표면을 거칠게 하고 모든 레이턴스, 느슨하고 결함이 있는 콘크리트 막 및 기타 이물질을 깨끗이 제거하여야 하며 물로 씻어내어야 한다. 이와 같은 표면은 그라우팅 전 적어도 24시간 동안 습윤상태로 유지시켜야 한다.
 - (5) 금속공사는 콘크리트구조물의 허용오차 및 도면에 표시된 허용오차에 일치하도록 정확한 위치에 완전하게 배치하여야 하며, 콘크리트 치기와 양생기간 동안에 변위가 없도록 고정되어야 한다.
 - (6) 앵커나 앵커볼트 설치가 불가능한 곳에 사다리, 계단, 레일 및 비교적 가벼운 기타 금속공사를 시공하여야만 할 경우 콘크리트가 양생된 후 드릴로 천공하여 익스팬션 볼트나 혹은 리드 익스팬션 앵커를 설치하여야 한다.

5.3 방수공사

5.3.1 관련사항

1. 일반사항

1) 적용범위

- (1) 이 시방서는 콘크리트 상수도 구조물 등에 적용될 수 있는 액체침투방수, 콘크리트용 에폭시수지계 방수·방식, 타르에폭시방수, 규산질계 분말형 도포방수, 세라믹메탈계 방수·방식, 폴리우레아수지계 도막방수, 콘크리트표면 도포용 액상형 흡수방지(강화), 내오존방수 등 방수공사에 관련한 사항을 규정한다.
- (2) 이 시방서에 언급되지 않은 방수공법은 제품별, 제조사별 시방을 따른다.

2) 관련사항

- (1) 방수공사는 건조하고 맑은 날씨에 시공하여야 하며 다음과 같은 경우에는 피하여야 한다.
단, 부득이 공사를 하여야 할 경우에는 미리 대책을 강구하여야 한다.
 - ① 눈, 비가 올 때 또는 눈, 비가 예상될 경우, 비가 온 직후 시공면이 건조하지 않은 경우
 - ② 기온이 5℃ 미만으로 현저하게 낮고, 바탕이 동결되어 시공에 지장이 있다고 예상되는 경우
 - ③ 강풍이나 먼지가 심한 경우
- (2) 방수공사 시공 중 시공장소 인근으로 날림, 오염 및 악취를 방지하기 위한 보호조치를 하여야 한다.
- (3) 상수도공사 중 수밀성을 요하는 구조물은 콘크리트 양생 중 발생하는 수화열에 대하여 온·도균열방지책을 수립하여야 한다.

2. 재료: 해당사항 없음

3. 시공

- (1) 시공자는 도면에 명시된 바에 따라 필요한 자재, 인원, 장비 및 기타 이에 수반되는 사항을 공급, 시공하여야 한다.
- (2) 방수제는 보관기간이 경과하지 않아야 하며 덩어리가 없고 미세한 분말이어야 한다.
- (3) 작업할 부분은 사전에 면밀히 검사하여 작업에 지장을 초래할 우려가 있는 것은 모두 제거한 후 작업에 착수하여야 한다.
- (4) 시공이 완료되면 표면의 이물질을 깨끗이 청소하여야 한다.
- (5) 완료된 방수층은 타공정 작업으로 인하여 표면에 손상이 가지 않도록 특히 주의하고 손상된 부분은 즉시 보수하여야 한다.

5.3.2 액체침투방수

1. 일반사항

1) 적용범위

이 시방서는 콘크리트 모르타르 기타 유사한 재질의 표면에 시멘트 방수제를 도포하거나, 방

수제를 혼합한 모르타르를 덧발라 모체를 수밀방수하거나 또는 시멘트, 모르타르, 콘크리트 방수제를 혼합하여 모체의 표면에 덧발라 방수하는 시멘트 방수공사에 대하여 적용한다.

2) 참조규격

KS F 2451 건축용 시멘트 방수제 시험방법

3) 용어의 정리

침투성 방수란 콘크리트 자체의 표면에 방수액을 침투시켜 콘크리트 표면의 미세기공을 막고 표면을 강화시켜 방수효과가 있도록 하는 공법을 말한다.

2. 재료

- (1) 시멘트 방수제는 시멘트 모르타르 및 콘크리트 혼합시 물리화학적 영향이 없으며, 금속을 부식시키지 않는 재료로서 KS F 2451의 규정에 적합한 제품이어야 한다.
- (2) 방수재료의 응결시간은 1시간 후에 시작하여 10시간 이내 종결되어야 한다.
- (3) 안전성은 침수법에 의한 시험으로 균열 또는 비틀림의 원인이 되지 않아야 한다.
- (4) 강도는 강도시험으로 콘크리트 또는 모르타르에 방수제를 넣은 것이 넣지 않은 것에 비하여 콘크리트에서 85% 이상, 모르타르에서 70% 이상이어야 한다.
- (5) 투수비는 모르타르 또는 콘크리트에 방수제를 혼입하는 것이 혼입하지 않은 것에 비하여 0.8% 이하이어야 한다.
- (6) 흡수율은 모르타르 또는 콘크리트 방수제를 혼입한 것이 혼입하지 아니한 것에 비하여 0.95% 이하이어야 한다.

3. 시공

1) 시공일반

(1) 전처리작업(제1공정)

바탕면에 먼지 유분 및 레이턴스 등을 와이어 브러시로 제거한 다음 물로 깨끗이 세척하고 콘크리트 타설 불량부분 및 이음 크랙부위는 3~5cm 커팅하여 액체침투방수 모르타르로 충전처리하여 건실한 모체를 만든 다음 방수작업을 하여야 한다.

(2) 액체침투 방수작업(제2공정)

콘크리트 모체면의 기포와 바탕면을 액체침투방수 모르타르로 충전시켜 준다. 이때 방수층을 형성하면서 모체와 방수층과의 접착성을 극도로 향상시켜야 한다.

(3) 접착 침투제 도포작업(제3공정)

특유의 침투 방수제로서 제2공정이 끝난 후 롤러 또는 스프레이로 도포한다. 이때 우수한 침투성과 반응 밀착력으로 균열을 방지하고 모르타르 속의 핀홀을 막아 주어야 한다.

(4) 방수제 혼합시멘트 풀 바르기(제4공정)

방수제 KS F 2451 시멘트 혼합방수액으로서 제3공정이 끝난 후 적당한 시멘트 풀칠을 하여야 한다.

(5) 액체침투방수 모르타르(제5공정)

시멘트 : 모래(1 : 1) 혼합 방수모르타르를 만들어 10mm 두께로 미장하여야 한다.

(6) 접착침투제 도포작업(제6공정)

제3공정을 반복 시공하여야 한다.

(7) 양생

방수처리된 표면은 2일간 1일 3회씩 분무기로 물을 뿌려주거나 축축한 마대로 일정기간동안 덮어 두어야 한다. 공기순환이 잘되지 않는 탱크 내부 등에서는 환풍기등을 이용하여 공기순환이 잘 되도록 하여야 한다.

2) 기타

(1) 현장 반입시 규정된 포장단위로 밀봉 반입되어야 하며 접착 및 침투강화제, 물 이외의 물질은 절대 혼입을 금지하여야 한다.

(2) 탱크를 제작하여 내외면 중 한 면을 모르타르 미장한 후 잘 양생한 다음 물을 채워 누수를 확인하여야 한다.

(3) 미장시의 두께는 다음과 같아야 한다.

1차 미장시 T:5mm 이상(양생 후 도막 두께)

2차 미장시 T:5mm 이상(양생 후 도막 두께)

(4) 주방수제는 기온이 4.4℃ 이하나 24시간 이내에 4.4℃ 이하로 하락할 우려가 있을 때는 사용을 금지하여야 한다.

(5) 시공완료 후 물탱크는 7~8일 동안 물을 채우지 않아야 한다.

(6) 방수공사 도중 그 위를 보행하거나 하중을 가하지 않도록 하고, 또한 충격, 진동 등을 주지 않아야 한다.

(7) 방수층 보호누름 모르타르두께는 도면과 같은 두께로 하여야 하며, 줄눈의 설치는 도면에 특별한 지시사항이 없는 경우 6mm로 하여야 한다.

5.3.3 콘크리트용 에폭시수지계 방수·방식

1. 일반사항

1) 적용범위

이 시방서는 콘크리트 상수도 구조물의 방수 등을 목적으로 하는 콘크리트용 에폭시수지계 방수·방식공사와 관련한 사항에 대하여 적용한다.

2) 참조규격

- (1) KS F 4921 콘크리트용 에폭시수지계 방수·방식 도료
- (2) KS F 9001 콘크리트용 에폭시수지계 방수·방식 도료 도포방법 시공표준

3) 용어의 정의

(1) 콘크리트용 에폭시수지계 방수·방식제

에피클로로히드린과 비스페놀 A 또는 다가(多價) 알코올 등의 주원료와 아민류의 경화제를 혼합하여 얻어지는 방수·방식용 도료이다. 치밀한 도막을 형성하기 때문에 콘크리트에 도포하여 고압투수(高壓透水) 및 화학환경에 높은 방수성 및 방식성을 부여한다. 종류에는 용제형 에폭시수지계, 무용제형 에폭시수지계, 수용성 에폭시수지계 등이 있다.

(2) 방수·방식 바탕

콘크리트 상수도 구조물의 현장 타설 콘크리트 내부면을 말한다.

바탕제와 방수·방식제와의 부착력을 강화시키고 내구성을 확보하기 위하여, 방수층 시공 전에 표면의 들뜸 부분, 요철 부분 등을 평탄하게 하고, 레이턴스, 먼지, 돌가루, 기름 또는 거꾸집 박리제 등의 이물질이 부착되어 있지 않도록 청소(샌드블라스팅 고압수 세척방법)하며, 취약부, 누수부위 등에 대해서 보수·보강하는 방수·방식공사 직전에 완성되어야 할 바탕청소·정리·조정작업을 말한다.

(3) 바탕처리

바탕제와 방수·방식제와의 부착력을 강화시키고 내구성을 확보하기 위하여, 방수층 시공 전에 표면의 들뜸 부분, 요철 부분 등을 평탄하게 하고, 레이턴스, 먼지, 돌가루, 기름 또는 거꾸집 박리제 등의 이물질이 부착되어 있지 않도록 청소(샌드블라스팅 고압수 세척방법)하며, 취약부, 누수부위 등에 대해서 보수·보강하는 방수·방식공사 직전에 완성되어야 할 바탕청소·정리·조정작업을 말한다.

(4) 취약부

국부적으로 시멘트가 빈배합으로 되어 있거나 골재가 분리되어 공극이 존재하는 부분, 콘 크리트 타설 불량으로 발생한 콜드조인트(cold joint), 누수되고 있는 부분 등 강도 또는 수밀성이 취약하다고 판단되는 부분을 말한다.

(5) 바탕조정(제)

바탕처리작업 중의 하나로서 수지모르타르, 수지시멘트 모르타르, 퍼티류, 프라이머류 등을 사용하여 방수 바탕을 평활하게 혹은 방수·방식제와의 부착력을 강화시킬 목적으로 취해지는 작업 또는 재료를 말한다.

(6) 바탕강화(제)

취약부에 대한 강도를 보강하여 방수·방식층의 부착력을 강화시키기 위한 작업으로서 액체(상)형의 규산질계(또는 실리콘계) 흡수방지제(강화제)를 사용한다

(7) 도막 혹은 피막(방수·방식층)

방수제 및 방식제를 바탕에 도포하여 형성된 일정 두께의 성형막(방수·방식층)을 말한다.

(8) 가사시간(open time)

방수 및 방식 특성을 갖는 주재와 경화촉진 또는 유동성을 부가하기 위한 혼합제(경화제, 물, 수지류)를 섞어 반죽한 방수·방식제가 적정의 유동성을 보유한 상태에서 원활히 도포할 수 있는 기능시간 범위를 말한다.

(9) 양생

- ① 방수·방식층을 시공한 후 적정의 물성을 갖도록 품질을 확보하기 위한 조치이다.
- ② 방수·방식공사 및 다른 공종의 작업으로 인한 방수층의 손상을 막기 위한 조치이다.
- ③ 방수·방식공사 위치나 장소에 근접한 다른 구조물 또는 설비, 마감재 등을 오염시키지 않도록 하기 위한 조치이다.

(10) 충전용 보수제

바탕처리 및 균열 보수, 곰보, 요철, 편홀, 구멍 등의 결함부분을 평탄하게 보수하거나 누수 예상 부분을 사전에 지수 처리하기 위해 사용되는 수지 모르타르, 수지시멘트 모르타르, 코킹제류, 실링제류를 말한다. 이때 사용하는 충전용 보수제는 음용수 수질기준에 적합한 제품이어야 한다.

2. 재료

1) 바탕강화제 및 바탕조정제

상수도 구조물의 방수·방식성능 및 품질 개선을 위해 시공시에 필수적으로 적용되어야 할 바탕강화 및 바탕조정을 위한 재료는 다음과 같다.

- (1) 수지 모르타르 또는 수지시멘트 모르타르
- (2) 퍼티, 코킹제, 프라이머 등
- (3) 콘크리트 표면도포용 액상형 흡수방지제
- (4) 기타 바탕조정제 및 충전제

2) 방수·방식 재료

KS F 4921 규격 또는 동등 이상의 것을 사용하여야 하며, 규정된 품질을 만족시켜야 한다.

3) 운반, 보관, 취급

- (1) 재료는 전용 용기에 완전하게 밀봉된 상태로 현장에 반입하여 품명, 종별, 제품번호, 제조일자 및 수량에 대하여 감리자의 확인을 받아야 한다.
- (2) 재료는 환기가 잘 되고 적정 온도가 유지되는 전용 창고에 보관하여야 하며, 직사광선 및 기타 위험을 피할 수 있는 장소에 격리 보관하여야 한다.
- (3) 재료 보관장소 주변에서의 화기 사용을 금하는 표식을 하여야 한다.

4) 배합

- (1) 사용되는 재료의 배합은 제조자가 제시한 배합비에 따라 충분히 혼합하여 사용한다.
- (2) 혼합된 제품이 사용가능시간이 경과되면 재사용이 불가능하므로 한 번에 사용할 수 있는 양만 배합하여 사용한다.
- (3) 시공도구 및 배합용기 등 작업에 사용한 도구는 작업완료 즉시 세척 후 보관하여야 한다.
- (4) 균열 또는 색소 분리가 일어나고 동질의 용액과 섞이지 않는 방수·방식 재료는 사용해서는 안 된다.

3. 시공

1) 시공일반

(1) 시공 전 점검 사항

시공의 환경 조건은 기온이 최저 5℃ 이상 최고 32℃ 이내이고, 습도는 80% 이하가 적절하며, 표면에 결로가 생겼거나 습도가 높은 상태일 경우 강제 환배기장치를 설치하여 건조시킨다.

(2) 방수·방식 바탕처리

바탕처리는 방수·방식의 수명과 효과에 중요한 영향을 미치는 요소이므로 엄격하게 기준을 준수해야 한다.

① 면 처리

콘크리트 바탕면에는 거푸집 단차, 돌기물, 레이턴스 막 등이 존재하고 거푸집 박리제, 먼지, 유지류, 때, 녹 등의 이물질이 많이 묻어 있다. 이는 콘크리트 바탕과 방수·방식층의 부착력을 약화시키는 직접적인 요인이 된다. 따라서 반드시 고압수 세척방법 등을 사용하여 제거하여야 하고 그 방법을 다음에 기술한다.

가. 고압수 세척

면처리는 샌드블라스팅 고압수 세척을 원칙으로 하며, 현장여건 등에 따라 필요시에는 감리자 승인하에 일반 고압수 세척을 허용한다. 샌드블라스팅 고압수 세척은 규사(4~5호)를 혼합한 물을 특수 에어 컴프레서로 고압(약 24.5MPa)으로 분사시켜 콘크리트 바탕의 이물질 및 단차를 제거하고, 바탕 표면의 모세관을 노출시켜 후속 공정에서 사용하는 바탕조정제 혹은 방수·방식제와의 콘크리트 부착력을 더욱 증대시키는 효과를 얻을 수 있다.

나. 볼 터치식 그라인더 면 처리

볼 터치식 그라인더(진공흡입식) 면 처리방법은 미세한 볼형 쇠구슬을 고압으로 콘크리트 면에 터치시켜 갈아내어 진공으로 흡인하는 청소방법으로서 소규모 면적의 방수·방식공사에 효과적이다.

다. 전동식 디스크 그라인딩 및 사포질 면 처리

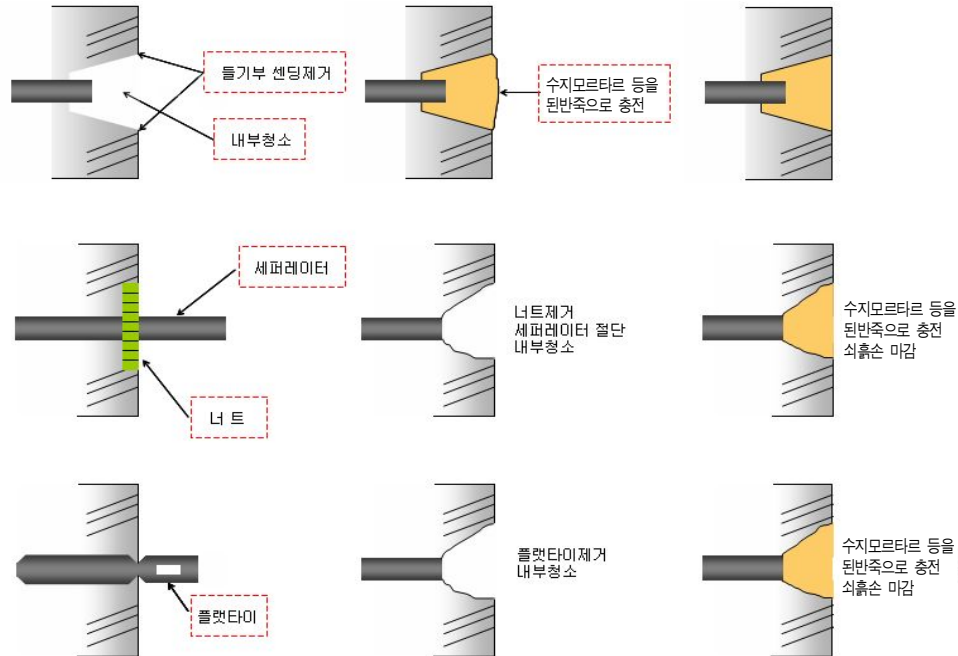
대규모 면적의 면 처리에서 사용되는 전동식 디스크 그라인딩, 사포질 면 처리는 작업시 콘크리트 가루(분진)를 만들어 내므로 주의하여야 한다.

② 결함부위 보수 및 바탕강화

콘크리트 바탕면에 존재하는 방수·방식성능 및 시공을 저해하는 결함 요소를 제거하여 방수·방식층과 바탕의 부착력을 강화시키고, 방수·방식성능을 향상시키고자 수행하는 작업이다.

가. 거푸집 긴결재 제거 및 구멍 보수

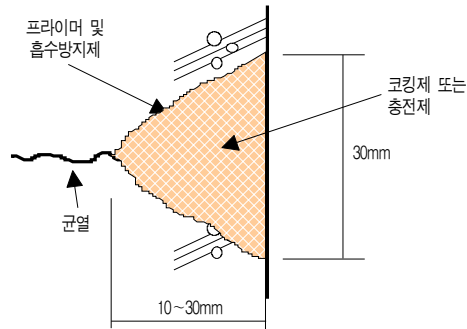
폼타이, 플랫타이 등의 제거 및 구멍 보수는 <그림 5.3.1>과 같이 수행하고, 시공 요령은 다음과 같다.



<그림 5.3.1> 폼타이 및 플랫타이 제거 및 구멍 보수

- 가) 거푸집 탈형 후 거푸집 긴결재 끝부분이 제거될 수 있도록 일정 깊이까지 전동 드릴로 콘크리트를 치핑한 후 내부에 묻힌 거푸집 긴결재를 잘라낸다. 이때 주의사항은 콘크리트 내부의 철근에 손상을 주어서는 안 된다.
- 나) 구멍 내부를 깨끗이 물청소하고, 프라이머 또는 흡수방지제를 바른 후 충전제를 사용하여 구멍을 메운다.
- 다) 충전제는 에폭시수지 모르타르 또는 폴리머시멘트 모르타르(보통시멘트 모르타르는 수축이 커서 사용이 곤란함)로서 뒤반측으로 완전히 속까지 충전이 되도록 눌러주고 쇠풀손으로 표면을 평활하게 마감한다.
- 나. 균열 보수
- 현장에서는 방수·방식공사 도중에 보수·보강처리되지 않은 균열들이 발견된다. 특히 고압수 세척을 통해 레이턴스가 제거되면 미처 발견하지 못했던 균열(대체로 0.3mm 이하)이 발견된다. 균열은 <그림 5.3.2> 및 다음과 같은 요령으로 보수한다.
- 가) 균열은 에폭시수지계 혹은 폴리머시멘트계 주입제를 사용하여 보강한다. 균열의 상태가 정적 상태인지 동적 상태인지, 균열부위가 건조 환경인지 습윤 환경

인지를 파악하고, 보수·보강방법을 선정한다. 균열의 상태가 관통 균열일 때에는 코킹제를 사용하여 균열의 거동에 대응할 수 있도록 하고, 표면 균열의 경우 이에 적절한 재료를 선정하여 보수한다.



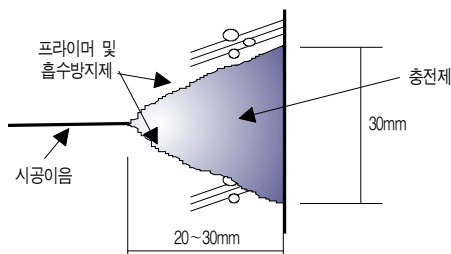
<그림 5.3.2> 균열보수(충전제 메움)

다. 시공이음 및 콜드조인트 보수

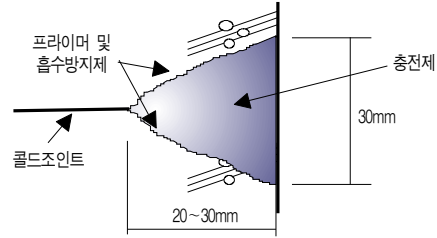
벽체의 상하 또는 좌우 시공이음부, 콜드조인트 부분은 수압이 작용할 때 누수의 원인이 되므로 이 부분에 대해서는 <그림 5.3.3> 및 다음과 같은 요령으로 보수한다.

가) 콘크리트 내부 20~30mm 깊이까지 전동 드릴로 치핑(V 또는 U커팅)한 후 구멍 내부를 깨끗이 물청소하고, 프라이머 또는 흡수방지제를 바른 후 충전제를 사용하여 구멍을 메운다. 누수 발생시에는 지수제를 사용하여 지수작업을 한다.

나) 에폭시수지 모르타르 또는 폴리머시멘트 모르타르 등으로 충전 후 표면을 평활하게 마감한다.



(a) 시공이음 보수

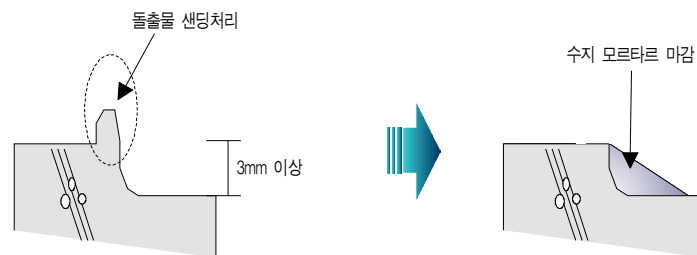


b. 콜드조인트 보수

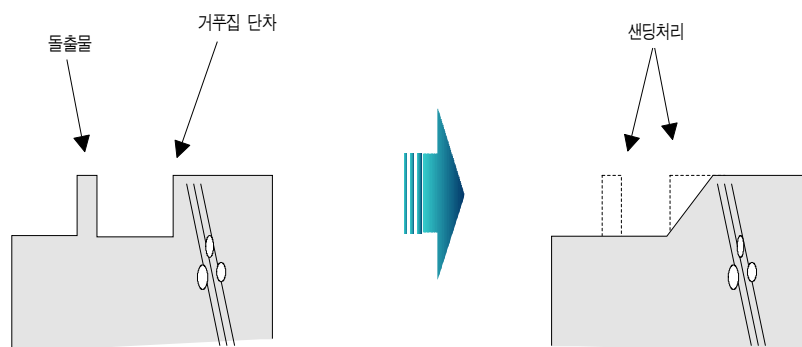
<그림 5.3.3> 이어치기 및 콜드 조인트 보수

라. 요철, 단차, 골재분리 보수

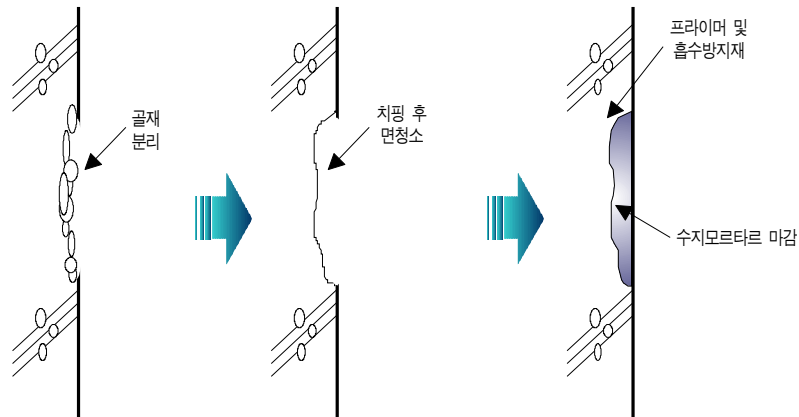
가) 요철부분, 거푸집 이음매 부분에서 생기는 단차 또는 돌기물은 샌드블라스팅 고압수 세척(3mm 이상 단차, <그림 5.3.4>) 후 에폭시수지 모르타르 또는 폴리머시멘트 모르타르로 충전하거나 전동식 디스크 그라인더(3mm 미만 단차, <그림 5.3.5>)로 평활하게 처리한다.



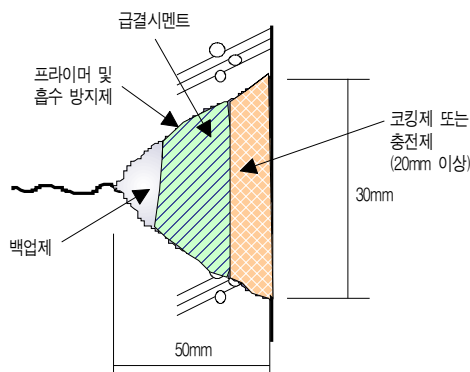
<그림 5.3.4> 3mm 이상 단차 보수



<그림 5.3.5> 3mm 이하 단차 보수



<그림 5.3.6> 골재분리 부분 보수



<그림 5.3.7> 누수부위 지수처리

- 나) 골재분리 부분에 대해서는 그 정도에 따라 다르지만 일반적으로 <그림 5.3.6>과 같이 보수한다. 전동 드릴로 치핑하여 골재분리 부위 제거 후 내부를 깨끗이 물청소하고, 프라이머 또는 흡수방지제를 바른 후 에폭시수지 모르타르 또는 폴리머시멘트 모르타르 등으로 충전하여 표면을 평활하게 마감한다.
- 마. 누수부위 지수 및 보수
- 거푸집 긴결재, 균열, 시공이음, 쿨드조인트, 골재분리 등 발생부위는 수압이 작용하면 누수되는 사례가 많이 발생하므로 동 부위 중 누수부위에 대해서는 <그림 5.3.7> 및 다음의 방법으로 완전히 지수한다.
- 가) 콘크리트 내부 약 5cm 깊이까지 전동 드릴로 치핑(V 또는 U커팅)한 후 구멍

내부를 깨끗이 물청소한다.

나) 지수제는 급결시멘트 등을 사용하되 각 제조업체의 사용기준을 준수한다(콘크리트 제거부위가 매우 깊은 경우 백업제등 사용 후 급결시멘트 충전 가능).

다) 지수 여부를 확인 후 프라이머 또는 흡수방지제를 도포한다.

라) 누수 부위의 조건 및 상태에 따라 코킹제, 에폭시수지 모르타르 또는 폴리머시멘트 모르타르 등으로 충전 후 표면을 평활하게 마감한다.

③ 바탕조정

콘크리트의 전체 표면에 존재하는 구멍, 요철, 미세한 균열 등을 보완하여 콘크리트 표면과 평활하게 유지하고, 방수·방식층의 부착력 강화, 편홀 발생 억제, 균일한 두께의 도막 형성을 목적으로 콘크리트 바탕조정을 실시한다.

가. 바탕조정은 제조자가 제시하는 혼합비에 따라 응어리나 기포 등이 발생하지 않도록 충분히 혼합하여 사용한다.

나. 바탕처리 후 24시간에서 7일 이내에 시공한다.

2) 콘크리트용 에폭시수지계 방수·방식 시공

(1) 계량 및 배합

① 주제, 경화제의 배합은 제조업체에서 제시한 혼합비를 준수하며 임의로 변경하여서는 안 된다.

② 배합 양은 1회 시공가능 면적 및 사용 가능시간 등을 고려하여 정하고 60kg 이하를 표준으로 한다.

③ 혼합시간은 3~5분으로 충분한 혼합을 원칙으로 한다.

(2) 시공

① 프라이머 도포

가. 프라이머 및 방수·방식제의 도포는 함수율 측정기로 콘크리트 바탕면을 25m²당 1회 측정하여 함수율 8% 초과인 경우 열풍기등의 기구를 사용하여 바탕면을 건조시킨 후 도포함을 원칙으로 한다.

나. 도포하고 건조될 때까지 작업자 등이 통행하지 않도록 관리한다.

② 에폭시 도포

가. 방수·방식제를 제조자가 지정한 혼합비에 따라 충분히 혼합하여 사용한다.

나. 바탕조정 시공 후 24시간(10℃) 이후 7일 이내에 방수·방식제를 배합하여 롤러,

에어리스건 등으로 균일하게 2회 이상 도포한다.

다. 도포 후 재도포 가능시간은 제조업체의 제품 시방에 따르는 것을 원칙으로 하며 일반적으로 상온에서 최소 18시간 양생 후 재도포한다.

라. 방수·방식제 도포 완료 후 도포상태를 검사하여 핀홀, 균열, 들뜸, 박리 등 결함 부위는 보수한다.

마. 에폭시 도포 완료 후 건조도막의 두께는 0.5mm 이상이어야 한다.

(3) 보호·양생

- ① 도막은 지축건조시간까지의 사이에 먼지, 수분 등이 묻지 않도록 하고 그 후의 경화과정에서 도막이 손상되지 않도록 한다.
- ② 경화는 자연건조를 원칙으로 하고, 환기상태가 불량하거나 결로 등이 예상되는 경우 환기·제습을 위한 설비의 사용 등 조치를 취하여야 한다.
- ③ 기온이 5℃ 이하로 저온에 의한 동결이 예상되는 경우에는 시공을 중단하며, 양생과정에서 기온이 저하될 경우 도막의 경화 촉진을 위하여 적외선, 열풍기 등의 적당한 방법으로 보양하여야 한다.
- ④ 양생온도 20℃ 기준시 최소한 7일간 양생이 이루어져야 하며, 양생온도가 낮을 경우 충분한 경화가 이루어질 때까지 양생기간을 연장하여야 한다.
- ⑤ 충수 이전에 경화상태 확인을 위해 방수·방식제의 외관검사 및 현장 부착성능시험 등을 실시하여야 한다.

3) 현장 품질관리

(1) 결함부 충전제 및 바탕조정제의 품질

콘크리트 바탕의 요철 조정, 곰보, 골재 분리 등의 결함부 충전 등에 사용되는 재료로서 그 품질 기준은 ① 또는 ②의 기준에 만족하여야 하며, 필요할 경우 재료 특성별로 <표 5.3.1>의 휨강도, 부착강도시험 또는 <표 5.3.2>의 휨강도, 압축강도, 부착강도 등의 시험을 직접 시행하거나 시험전문기관에 의뢰하여 확인할 수 있다.

① 결함부 충전용 에폭시수지 모르타르의 품질기준

가. 에폭시수지 모르타르는 균질하고, 유해하다고 인정되는 물질의 혼입이 있어서는 안 된다.

나. 에폭시수지 모르타르는 흡수 바름이 가능하고 경화 후 마감성이 좋아야 한다.

다. 에폭시수지 모르타르는 음용수 기준에 적합한 기준을 갖는 재료를 사용한다.

라. 에폭시수지 모르타르는 상온상습(20±15℃, 65±20%) 조건에서 제조 후 6개월간 보존해도 <표 5.3.1>의 품질기준에 적합해야 한다.

<표 5.3.1> 에폭시수지 모르타르의 품질기준

시험항목	품 질 기 준	시험방법
외관 혼손 바름	균질, 이물질 혼입 없을 것, 시공성이 좋을 것.	
휨강도	3일 이후 9.8MPa(N/mm ²) 이상	KS F 2476
부착강도	파괴는 콘크리트에서 발생, 또는 0.98MPa(N/mm ²) 이상	KS F 2476
흐 림	형상이 이상 없고, 흐름이 없을 것	

※ 부착강도시험편 두께는 시공두께로 제작

※ 에폭시수지 모르타르는 빠른 경화와 부착력이 요구되는 곳에 주로 사용
(콘크리트와의 탄성계수 및 열팽창계수 차이는 폴리머시멘트 모르타르보다 큼)

② 결함부 충전용 폴리머시멘트 모르타르의 품질기준

가. 폴리머시멘트 모르타르는 균질하고, 유해하다고 인정되는 물질의 혼입이 있어서는 안 된다.

나. 폴리머시멘트 모르타르에 사용되는 시멘트 혼화용 폴리머는 KS F 4916(시멘트 혼화용 폴리머)의 기준을 만족하는 것으로 상온상습 조건에서 6개월간 보존해도 변질되어서는 안 된다.

다. 폴리머시멘트 모르타르는 <표 5.3.2>의 품질기준에 적합해야 한다.

<표 5.3.2> 폴리머시멘트 모르타르의 품질기준

시험항목	품질기준	시험방법
표면상태	균열발생이 없을 것	
휨강도(MPa(N/mm ²))	9.8 이상	KS F 2476
압축강도(MPa(N/mm ²))	19.6 이상	KS F 2476
부착강도 (MPa(N/mm ²))	표준조건	KS F 4919 또는 KS F 9001 (시험조건 KS F 4923)
	특수 조건 습윤시 저온시	0.784 이상 0.49 이상
투수성	표면이 젖거나 물방울이 부착하지 않을 것	KS F 4919

- ※ 부착강도시험편 제작 두께는 시공 두께로 시험편 제작
- ※ 부착강도 특수조건은 시공환경이 습윤, 저온 시공시 적용표
- ※ 폴리머시멘트 모르타르는 습윤면 시공이 요구되는 곳에 주로 사용

(2) 방수·방식 재료의 품질

콘크리트용 에폭시수지계 방수·방식 재료는 KS F 4921의 성능을 만족하여야 한다.

(3) 시공품질

① 바탕처리(현장시험)

바탕처리 상태의 확인 기준은 <표 5.3.3>에 따른다.

<표 5.3.3> 바탕상태의 확인방법 및 판정기준

바탕상태	확인방법	판정기준
평탄(요철)	육안검사, 계측	이 시방서의 1.7 콘크리트공사의 콘크리트 표면의 완성상태에 의한다.
오 차	육안검사, 타진	없을 것 또는 보수처리되어 있을 것
들 땀	육안검사, 타진	없을 것 또는 보수처리되어 있을 것
레이턴스	육안검사, 타진	없을 것 또는 보수처리되어 있을 것
취 약 부	육안검사, 타진	없을 것 또는 보수처리되어 있을 것
돌 기 물	육안검사, 타진	높이 3mm 이하를 기준으로 한다.
나무조각, 철사, 종이류	육안검사	없을 것 또는 보수처리되어 있을 것
곰 보	육안검사, 타진	없을 것 또는 보수처리되어 있을 것
균 열	육안검사, 확대경	없을 것 또는 보수처리되어 있을 것
먼지, 오물, 유지를, 녹	육안검사, 살수	없을 것 또는 보수처리되어 있을 것
시공이음	육안검사	없을 것 또는 보수처리되어 있을 것
콜드조인트	육안검사	없을 것 또는 보수처리되어 있을 것
기 포	육안검사	없을 것 또는 보수처리되어 있을 것
거푸집 고정제	육안검사	제거되어 있을 것
구체배관 주위	육안검사	폭 및 깊이 모두 30mm로 V컷되어 있을 것
누수 부위	육안검사	누수 상태가 나타나지 않을 것

② 방수·방식(현장시험)

가. 외관

상수도 구조물에 사용되는 방수·방식제의 시공 후의 외관 품질 기준은 <표 5.3.4>와 같아야 한다.

<표 5.3.4> 외관검사방법과 판정기준

항 목	관찰방법	평가기준
경화불량상태	육 안	발견되지 않아야 한다.
균 열	육안 또는 확대경	발견되지 않아야 한다.
들 뜸	육 안	발견되지 않아야 한다.
박 리	육 안	발견되지 않아야 한다.
핀 홀	육 안	발견되지 않아야 한다.
구 명	육 안	발견되지 않아야 한다.
주 림	육 안	발견되지 않아야 한다.
홀러내림	육 안	발견되지 않아야 한다.
이물질 배어나옴	육 안	유해 유무 확인
변퇴색	육 안	방수·방식성능 저해 유무 확인
기포(수포)	육 안	발견되지 않아야 한다.

나. 용출성능

상수도 구조물의 내부에 사용되는 방수·방식 재료의 용출성능은 KS F 4921의 용출기준을 초과해서는 안 된다.

다. 부착능

상수도 구조물에 사용되는 방수·방식 재료는 누수방지 및 콘크리트의 보호를 위하여 각 구조물에 작용하는 수압에 대해 장기 내구성을 유지하고, 각종 수처리 환경 및 부식조건으로부터의 화학적 저항성을 유지하기 위해서는 양호한 부착력을 보유하여야 한다. 상수도 구조물에 사용되는 방수·방식층의 부착력은 <표 5.3.5>의 품질조건을 만족해야 하며, 부착성능에 대한 실외시험(자연상태)이 필요할 경우 시공 현장에서 직접 시행할 수 있다.

라. 탈색방지성능

상수도 구조물에 사용되는 방수·방식 재료는 누수방지 및 콘크리트의 보호뿐만 아니라 심미적 관점에서 탈색 정도도 고려하여야 한다. 상수도 구조물에 사용되는 방수·방식제의 탈색방지성능은 <표 5.3.6>의 품질조건을 만족해야 한다.

<표 5.35> 방수·방식제의 부착력

구 분				기준치	비고
부착성능 (MPa(N/mm ²))	실외	부착력(자연 상태)		1.5 이상	현장시험
		수중 침지 후		1.2 이상	
	실내	내화학성능	5% 염산	1.2 이상	
			1% 차아염소산나트륨	1.2 이상	
			5% 수산화나트륨	1.2 이상	
		내구성	동결융해	1.2 이상	
			내 후 성	1.2 이상	
			습윤건조	1.2 이상	
			수중 침지	1.2 이상	
	부착력(상온, 기중)		1.5 이상		

<표 5.36> 방수·방식제의 탈색방지성능

구 분				기준치	비 고
탈색 (색차)	실외	옥외 폭로(자외선)		3급 이상	실외 폭로 1년
	실내	내화학성능	5% 염산	3급 이상	
			1% 차아염소산나트륨	3급 이상	
			5% 수산화나트륨	3급 이상	

※1: 탈색의 평가기준은 KS K 0911의 색차값으로 한다(3급:3.4±0.4).

마. 방수·방식성능

상수도 구조물의 내외부에 사용되는 방수·방식 재료는 누수방지 및 콘크리트의 보호를 위하여 각 구조물에 작용하는 수압에 대해 방수성능을 가져야 하며, 방수·방식층의 장기적 내구성능을 유지하기 위해서는 수처리 환경 및 부식 환경 조건으로 발생하는 화학물질에 대한 방식성능을 가져야 한다. 상수도 구조물에 사용되는 방수·방식제의 방수·방식성능은 <표 5.37>의 품질조건을 만족해야 한다.

<표 5.37> 방수·방식제의 방수·방식성능

구 분			기준치	비 고
방수·방식성	내 흡수성(물 흡수계수, kg/m ² ·h ^{0.5})		0.5 미만	KS F 2451
	염소이온 침투저항성(전하량, Coulombs)		2,000 미만	KS F 2711

바. 시공성능(현장시험)

상수도 구조물의 각 시설물의 환경조건에 대해 시공한 방수·방식 재료의 두께는 <표 5.3.8>의 시공 규정 두께 이상으로 도포되어야 한다.

<표 5.3.8> 콘크리트용 에폭시수지계 방수·방식제의 시공 기준

구 분		에폭시수지계 방수·방식제	
		사용재료	건조도막두께(mm)
바탕처리 및 조정		바탕강화 및 조정제	1.00 이상
방수방식 공사	하도	에폭시	0.15 이상
	중도	에폭시	0.15 이상
	상도	에폭시	0.20 이상
계			1.50 이상

※1: 상수도 구조물의 수처리 조건을 고려하여 유속이 큰 곳, 낙차가 큰 곳, 동결융해의 염려가 있는 곳, 모래·자갈 등의 여과층이 있는 곳에서는 보통두께 이상으로 시공한다. 이때 도막의 두께는 관련자료(유속, 내마모도, 낙차 등)를 참고하여 정하거나 재료 메이커의 품질기준을 참고하여 정한다.

※2: 상도용 마감제는 상수도 구조물의 환경조건에 따라 적합한 재료를 선택하여 사용한다. 또한 「수도법」상의 음용수 수질기준에 적합한 것이어야 하고, 시공 후 음용수에 용출되지 않아야 하며 내화화성이 커야 한다.

(4) 품질시험

① 외관검사

외관검사는 방수·방식층 전면을 대상으로 육안으로 하며, 미세균열 등에 대해서는 확대경을 사용하여 상태를 검사한다.

② 방수·방식성능시험

방수·방식성능시험이 필요할 경우 다음 항목에 대하여 직접 시험 또는 시험전문기관에 의뢰하여 시험할 수 있다.

가. 용출성능시험

상수도 구조물의 각 시설물별 환경조건에 따라 시공한 콘크리트용 에폭시수지계 방수·방식제의 용출성능은 KS F 4921에 의한다. 용출시험에 사용되는 120×70×2 (mm)의 유리판 2매에 배합비에 따라 잘 혼합한 도료를 건조 도막두께가 0.3mm

이상이 되도록 도포하고, 채도장을 하는 경우에는 제품에 표시된 채도장시간에 따라 도포한다. 도포된 시험체는 온도 $20\pm1^{\circ}\text{C}$, 상대습도 $65\pm5^{\circ}\text{C}$ 의 항온 항습기에서 7일간 양생한 후 KS F 4921에 따라 용출시험용 시료수를 제작하여 KS D 8502에 따라 시험한다.

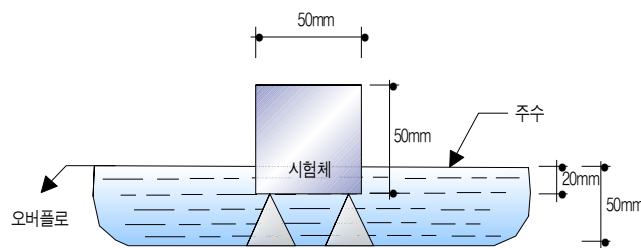
나. 내화학성(내약품성) 시험

상수도 구조물의 각 시설물별 환경조건에 따라 시공한 방수·방식제에 대한 내화학성(내약품성) 시험은 KS M 3007, KS M 3802에 의하여 수행하며, 5% 염산 수용액, 1% 차아염소산나트륨 수용액, 5% 수산화나트륨 수용액에 시료를 상온에서 7일 처리한 후 꺼내어 증류수로 표면을 충분히 씻고 건조한 후 관찰 평가한다.

다. 방수·방식성능시험

가) 흡수시험

KS F 2451에 준하는 모르타르 시험체를 사용하고, 형성 후 48시간 양생한 후 탈형하여 7일간 온도 $20\pm3^{\circ}\text{C}$, RH 85% 전후의 항온실 내에서 양생시킨다. 시험체의 수는 하면과 옆면에 방수·방식제를 도포한 시험체를 3개, 도포하지 않은 시험체를 3개씩 준비한다. 각각의 시험체를(각 조건별 3개씩) KS F 2451에 준하는 방법<그림 5.3.8>으로 물속에 침적(도포면에서 20mm 정도 침적시킴)시켜 침적 후 10분, 30분, 1시간, 5시간 및 24시간의 흡수량을 측정하여 물흡수계수를 계산한다.



<그림 5.3.8> 흡수시험방법

나) 투수시험

물시멘트비 65%, 모래/시멘트비 2:1의 모르타르를 $\phi 100\times 10\text{mm}$ 의 몰드에 채워

넣고, 20±3℃, R.H 85% 이상의 환경에서 7일간 습윤 양생한다.

양생이 끝난 다음 표면의 레이턴스 또는 불순물을 제거하고, 시방서에 지정하는 요령으로 방수제를 도포하여 20±3℃, R.H 85% 전후의 환경에서 14일간 양생한 것을 시험체로 한다. 각각의 재료에 대해서 정투수압 측정용 3개, 역투수압 측정용 3개를 기준으로 제작한다. KS F 4919 에 준하는 아웃풋(out-put)식 투수시험 장치에 시험체를 설치한 후 수압 1kpa를 가한다. 1시간 후 시험체의 투수 유무를 확인한다.

다) 염소이온 침투 저항성 시험

염소이온 침투 저항성 시험방법은 먼저 지름 10mm, 두께 50mm의 콘크리트 바탕체에 방수·방식제를 도포하고 소정의 기간 동안 양생시킨 후 실험을 실시하는 동안 전해질 용액이 새지 않도록 에폭시를 옆면에 도포한다. 시험편을 시험셀에 장착한 후 전원은 60V의 직류를 ±0.1V 정도로 안정적으로 공급하며, 전류의 측정은 기지(既知)의 저항체를 회로에 연결하여 전압을 측정함으로써 얻을 수 있다. 확산셀에 들어가는 전해질 용액은 적용된 전압셀 (-) 전극에 3.0%의 NaCl 용액을 채우고 (+) 전극에는 0.3N의 NaOH 용액을 채운다. 시험 중 30분마다 저항에 걸리는 전압을 6시간까지 측정하여 기록을 하는데, 이때 전압은 0.1mV까지 측정이 가능해야 하고 측정한 전압값은 다음 식에 의하여 전류값으로 환산한다(KS F 2711 준용).

$$I = V/R = V/1.0$$

여기서, I : 전류(amperes, A)

V : 전압(volts, V)

R : 저항(ohms, Ω)

측정은 30분 간격으로 6시간 동안 저항 양단에 걸리는 전압을 측정하고 이를 전류로 환산한 후 다음 식을 이용하여 회로를 통과한 총전하량을 산정한다.

$$Q = 900 \times (I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} + \dots + 2I_{330} + I_{360})$$

여기서, Q : 회로를 통과한 전하량(coulombs)

I_m : 실험시작 후 m 분이 경과하였을 때의 전류(amperes)

라. 부착력 시험

가) 부착력 시험은 실외와 실내시험으로 나눌 수 평가할 수 있다. 실내·외 시험방법은 실내시험은 (가), 실외시험은 (나)를 따른다.

나) 시험방법, 시험위치, 시험면적, 시험빈도는 감리자의 지시에 따라 시행한다.

다) 실외시험방법으로 각 부위별 방수·방수층의 부착력을 현장 부착력 시험기로 측정하여 기준에 적합한지를 평가한다.

라) 시험편에 의한 실내시험으로 만능인장시험기를 사용하여 기준에 적합한 지를 평가한다.

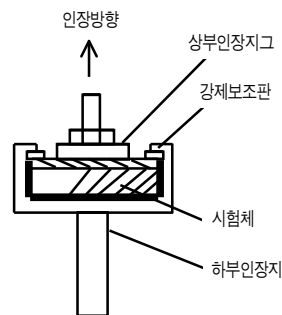
마) 표준상태에서 7일 이상 경화된 방수·방수층에 대하여 측정한다.

(가) 만능시험기를 사용할 경우

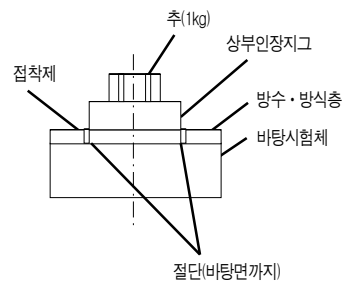
㉔ 시험체는 물시멘트비 55%, 모래/시멘트 2:1의 모르타르를 70×70×20mm(1회 측정용) 또는 180×70×20mm(3회 측정용)의 몰드에 채워 넣고, 20℃±3, R.H. 85% 전후의 환경에서 14일간 양생시킨다.

㉕ 어태치먼트 부착

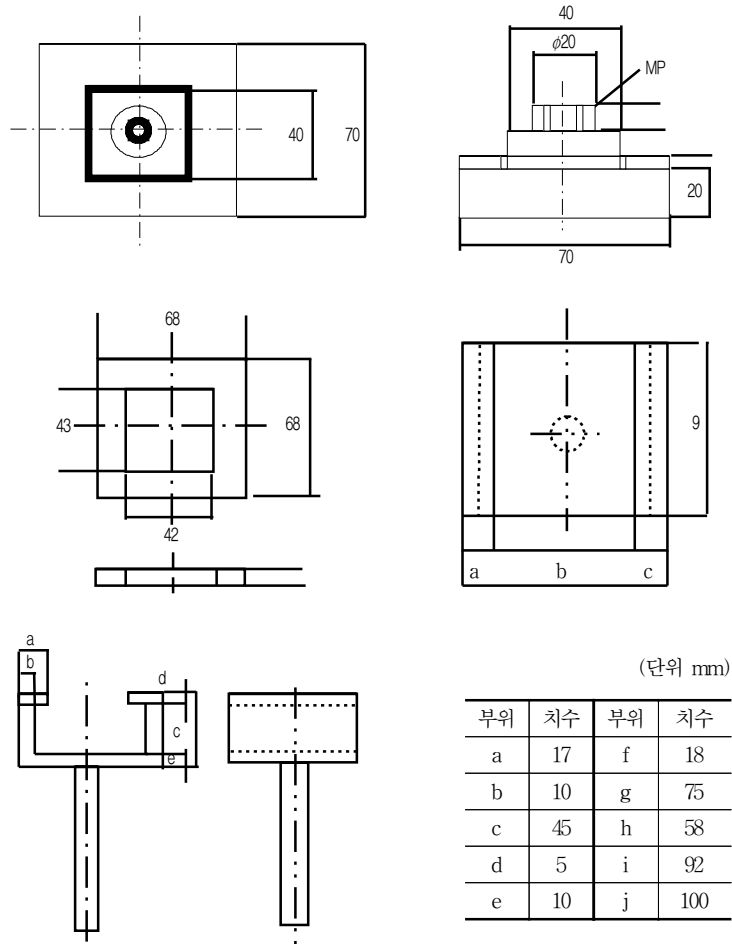
양생된 방수·방수층 위에 접착제를 바르고 시험용 철판(4×40×10mm)을 가볍게 눌러 붙이듯이 얹고 질량 1kg 정도의 무게를 올려놓아(테이프 고정도 가능함) 24시간 이상 경화시킨다. 이때 접착제는 방수·방수층에 침투하지 않도록 고점도 2액형 에폭시 접착제를 사용한다. 경화된 후 시험 철판 주위를 그라인더를 사용하여 방수·방수층을 절단한다.



(a) 시험편과 상부 인장지그 결합도



(b) 시험편과 하부 인장지그 결합도



(c) 상·하부 인장지그 상세 제원

㉔ 측정방법

각각의 재료에 대해서 1회 측정용 몰드의 경우는 9개를 만들어 전체 9회의 부착력을 측정하고, 그 평균값은 측정한 부착력 중 평가가 가능한 측정치(최소 6회 이상의 유효 측정값을 기준으로 함)를 대상으로 한다.

(나) 현장 콘크리트 바탕 방수·방식층의 부착력 시험(현장시험)

㉕ 측정위치

방수·방식층의 경화를 확인한 후 500m²당 감리자가 지정하는 임의의

3개소(벽체 및 바닥)에 각각 3개의 어태치먼트를 부착시킨 후 24시간 동안 경화시켜 현장 부착력 시험기로 부착강도를 측정한다.

㉞ 측정방법

3개소(각 3회 측정)에서 측정한 부착력 중 평가가 가능한 유효측정치 (최소 6회 이상의 유효 측정값을 기준으로 함)를 선정하여 이들의 평균치가 품질 기준 이상으로 만족해야 한다.

마. 내구성 시험

가) 동결융해: 급속 동결 융해에 대한 콘크리트의 저항시험(KS F 2456)의 B법을 준용하여 200회 반복 후 부착성능 및 겉모양(박리, 부풀음, 잔갈림)을 관찰 평가한다.

나) 습윤·건조: 습윤과 건조 100회 반복처리 후 평가한다.

(가) 습윤·건조 반복조건은 다음과 같다.

- ㉠ 온도 20℃, 습도 98%에서 1시간 유지
- ㉡ 온도 20℃, 습도 98%에서 온도 60℃, 습도 50%로 올리는데 1시간
- ㉢ 온도 60℃, 습도 50%에서 1시간 유지
- ㉣ 온도 60℃, 습도 50%에서 온도 20℃, 습도 98%로 내리는데 1시간
- ㉤ 온도 20℃, 습도 98%에서 1시간 유지
- ㉥ 온도 20℃, 습도 98%에서 온도 -10℃ 내리는데 1시간
- ㉦ 온도 -10℃에서 1시간 유지 온도 -10℃에서 온도 20℃, 습도 98%로 올리는데 1시간

다) 수중침지: 30일 장기침수 후 평가한다.

라) 촉진 내후성: 건축용 합성수지제의 촉진노출시험(KS F 2274 준용)의 WS형, 250시간 처리 후 평가한다.

바. 도막두께(현장시험)

가) 도막두께 검사는 전자식 도막계기 또는 기타의 적당한 측정방법으로 시험한다. 다만 도막두께의 측정위치는 감리자와의 협의에 따른다.

나) 전자식 도막계기를 사용하지 않을 때는 임의의 위치에서 도막을 잘라 내어 1/100mm까지 측정 가능한 도구를 사용하여 두께를 측정한다.

5.3.4 타르에폭시 방수

1. 일반사항

1) 적용범위

이 시방서는 콘크리트 상수도 구조물의 방수 등을 목적으로 하는 타르에폭시 방수공사와 관련한 사항에 적용한다.

2) 참조규격

KS M 5307 타르에폭시수지도료

2. 재료

1) 타르에폭시수지도료

(1) 타르에폭시수지도료는 KS M 5307에 규정된 2종 이상의 제품으로 에폭시수지, 콜타르, 안료, 경화제 및 용매를 주원료로 하는 2액형의 것이어야 한다.

(2) 도료의 색상은 도장횟수를 확인할 수 있도록 각 층의 색상을 달리하여야 한다.

2) 프라이머

프라이머는 속건성이며 내약품성 및 내수성이 뛰어나고 수지와 후속 도장되는 타르에폭시수지도료와의 부착력을 증진시킬 수 있는 에폭시계 프라이머를 사용한다.

3) 도료의 확인

도료는 상표가 완전하고 개방하지 않은 채로 현장에 반입하여야 하며, 각각의 도료용기에는 품명, 종류, 색상, 부피, 용도, 제조일, 제조업자명이 표시되어 있어야 한다.

4) 도장장비

(1) 뿔칠용 도장장비는 에어 스프레이 또는 에어리스 스프레이를 사용한다.

(2) 에어스프레이는 유입공기로부터 기름과 응축수를 제거할 수 있는 적합한 크기의 분리장치 및 도료용기와 스프레이 건에서의 압력조절을 위한 압력 조정기를 갖추어야 하며, 에어캡, 노즐, 니들 등은 도료 제조업자가 추천하는 규격의 제품을 사용한다.

(3) 에어리스 스프레이는 건조된 도료나 기타 이물질을 여과할 수 있는 적절한 여과장치를 갖춘 것으로서 도료분사용 노즐 팁(tip)의 규격은 0.02~0.1mm 범위 내에서 도막두께를 따라 조정하여 사용한다.

(4) 장비는 먼지, 건조된 도료, 기타 이물질이 도막에 오염되지 않도록 항상 청결한 상태로 유

지되어야 하며 사용 후에는 즉시 사용도료에 적합한 희석제로 세척하여야 한다.

5) 검측기구

도장작업에 있어서 필요한 경우 현장품질 관리를 위해 다음의 검측용 기구를 준비하고 사용가능한 상태로 유지관리하여야 한다.

- (1) 온도계(대기온도 측정용)
- (2) 습도계(상대습도 측정용)
- (3) 리트머스지(PH 측정용)
- (4) 함수율 측정기 또는 PE필름 및 테이프(함수율 측정용)
- (5) 습도막 또는 건조도막 두께 측정기(도막두께 측정용)

6) 재료 품질시험

타르에폭시수지도료는 다음에서 규정하는 품질시험을 실시하여야 한다.

- (1) 시험종목: 당해제품의 KS규격에 규정된 시험항목
- (2) 시험방법: KS M 5307
- (3) 시험빈도: 제조회사별, 제품규격마다

3. 시공

1) 공사준비

- (1) 공간에서 작업을 하는 경우에는 도료의 폭발방지 및 도막의 건조를 위해 공기를 강제 순환시킬 수 있는 송풍시설을 설치해야 하며, 작업 중은 물론 도막이 완전 건조될 때까지 환기를 계속해야 한다.
- (2) 작업 중에 발생할 수 있는 폭발이나 화재 예방을 위해 노출된 불꽃이나 전기스파크 등의 위험요소를 제거해야 하며, 작업장 주변에는 소화장비를 배치해야 한다.
- (3) 작업자는 신체적 피해를 방지할 수 있는 마스크, 보호안경, 고무장갑 등의 보호장구를 착용하여야 한다.

2) 바탕면의 준비

(1) 콘크리트 표면

- ① 콘크리트 표면의 먼지, 모래, 레이턴스, 침전물 등은 와이어브러시, 샌드블라스트 등으로 연마한 후 고압공기를 이용하여 완전히 제거한다.
- ② 거푸집 연결부분, 반들반들한 표면, 돌기부 등은 그라인더로 평활하게 갈아내고 작업

중 발생한 먼지 및 이물질 등은 깨끗이 제거한다.

- ③ 플랫타이 홈이나 틈새, 재료분리가 발생한 부위, 구조적으로 이상이 없는 균열발생 부위는 V컷한 후 에폭시계의 퍼티를 나무주걱 등으로 눌러 채우고 건조 후 연마지(#160~180)로 마무리한다.
- ④ 방수를 하지 않는 부분에 재료가 흐트러지거나 분사되는 것을 방지할 수 있도록 PE필름 및 마스킹 테이프로 보양한다.

(2) 철부표면

철부표면은 스웨덴규격협회의 탈청처리기준 SIS 055900 Sa 2½ 또는 이와 동등한 기준으로 표면건조가 25~75 μ 가 되도록 연마제 세정작업을 실시하고 고압공기로 먼지나 기타 잔여물을 제거한다.

3) 도료의 준비

- (1) 도료의 사용량은 도막의 두께 및 칠하는 바탕면의 상태, 칠재료의 손실량 및 제품시방서에 명시된 고형분의 용적비율을 감안하여 결정하되 사전에 도료의 사용량에 대하여 감리자의 확인을 받아야 한다.
- (2) 도료는 제조업자의 제품설명서에 표시된 혼합비에 따라 주제와 경화제를 전기나 고압의 공기를 이용한 교반기 또는 교반막대를 사용하여 충분히 혼합하고 희석이 필요한 경우에는 반드시 지정된 희석제를 적정비율로 사용하여야 한다.
- (3) 혼합된 도료는 제품설명서에 명시된 가사시간 내에 사용되어야 하며, 가사시간이 경과한 도료는 승인된 방법으로 폐기되어야 한다.

4) 도장

(1) 도장 일반사항

- ① 도장은 전체 부위에 규정된 도막이 균일하게 도포되도록 하고 누락되거나 과도막으로 흐른 부위가 없어야 한다.
- ② 구석진 곳, 가장자리, 모서리 등은 도장 전에 부분 덧도장을 실시하여 충분히 도막이 도포되도록 해야 한다.
- ③ 볼트 조립이나 용접 예정부위는 도장이 되지 않도록 도장 전에 보호조치를 하여야 한다.
- ④ 도장된 도막은 재도장 전에 충분히 건조될 수 있도록 규정된 재도장 간격을 준수하여야 한다.

⑤ 뿔칠방법은 다음 규정에 따르되 노즐의 구경이나 분사압력 등은 제조업자의 제품시방서에 따른다.

가. 뿔칠 거리는 뿔칠면에서 30cm를 표준으로 하고 압력에 따라 가감한다.

나. 뿔칠은 항상 평행이동하면서 운행의 한 줄마다 뿔칠나비의 1/3 정도를 겹쳐 뿔는다.

다. 뿔칠방향은 뿔칠면에 직각이 되도록 한다.

라. 1회 뿔칠로써 2회의 도막두께를 한 번에 칠해서는 안 된다.

(2) 프라이머 도장

① 프라이머를 칠하기 전에 바탕면의 처리상태에 대해 감리자의 검사를 받아야 한다.

② 프라이머는 바탕면 처리가 완료된 후 가능한 빠른 시간 내에 칠해야 한다.

③ 도장은 붓, 롤러 또는 스프레이를 사용하며 건조도막두께가 50μ 이상이 되도록 1회 도장한다.

④ 1회 도장시 도장면의 흡수가 심한 부분(초기 바탕색으로 환원되는 곳)은 추가 도장한다.

(3) 타르에폭시 도장

① 타르에폭시는 프라이머를 칠한 후 20℃에서 최소 24시간 경과한 다음 도장한다.

② 도장은 1회에 두꺼운 도막을 얻을 수 있는 뿔칠공법(에어 스프레이 또는 에어리스 스프레이)에 의하며, 1회 건조도막두께가 250μ 이상이 되도록 하여 2회 도장(총도막두께 500μ)하여 마감한다.

③ 2회 도장은 1회 도장 완료 후 20℃에서 최소 24시간 경과한 다음 실시한다.

④ 1회 도장 후 7일 이상 경과한 경우에는 도막표면을 연마지 등으로 닦아 거칠게 한 다음 재도장하여야 한다.

⑤ 매회 도장완료 즉시 감리자의 확인을 받은 후 다음 도장을 시행하여야 한다.

⑥ 시공자는 도장작업시 습도막 측정기를 항시 휴대하고 수시로 도막두께를 측정하여 명시된 두께로 균일하게 칠해지는지 여부를 확인해야 한다. 이때 습도막의 두께는 도료의 고형분 용적비를 감안한 환산두께로서 사전에 감리자의 확인을 받아 두어야 한다.

5) 양생 및 보호

완성된 도막은 도료가 완전히 건조·경화되기 전까지 도막에 접촉하거나 주변에서 작업 등을 해서는 안 된다.

6) 현장 품질관리

(1) 검사

방수공사를 시행하면서 현장 품질관리가 필요한 경우 각 단계별 검사를 다음 규정에 따라 실시하며, 매단계별로 감리자의 확인을 받은 후 다음 단계의 작업을 진행할 수 있다.

① 도장작업 전 검사

- 가. 환경조건의 적합성(온도, 습도 등)
- 나. 바탕면의 건조상태(함수율, PH값)
- 다. 환기시설의 설치 및 소화기 비치 여부

② 바탕면 정리작업시 검사

- 가. 유분, 먼지, 이물질 등의 잔존 여부
- 나. 표면 처리의 적정성 여부

③ 도장작업시 검사

- 가. 도료혼합의 적정성 및 가사시간 내 사용여부
- 나. 도장 장비 사용의 적정성
- 다. 도장 사양에 따른 습도막두께의 적정성
- 라. 도장 외관상의 결함 여부
- 마. 재도장 기간의 준수 여부

④ 도장작업 완료 후 검사

- 가. 도장면의 결함여부
- 나. 건조도막두께의 적정성

(2) 수정

- ① 도막 표면에 황변, 핀홀, 주름, 부풀음 등 결함이 있거나 도막이 손상된 경우에는 결함 부분을 세정한 후 명시된 시방규정에 따라 보수도장을 실시하여야 한다.
- ② 도막두께가 규정보다 미달된 경우에는 동일한 도료로 규정된 도막두께가 되도록 덧도장 하여야 한다.

5.3.5 규산질계 분말형 도포방수

1. 일반사항

1) 적용범위

이 시방서는 콘크리트 상수도 구조물의 방수 등을 목적으로 하는 규산질계 분말형 도포방수공사와 관련한 사항에 대하여 적용한다.

2) 참조규격

- (1) KS F 4811 유리섬유강화 폴리에스테르 물탱크
- (2) KS F 4918 규산질계 분말형 도포방수제
- (3) KS F 4930 콘크리트 표면도포형 액상형 흡수방지제

3) 용어의 정의

(1) 규산질계 분말형 도포 방수제

재료는 시멘트 및 입도 조정된 규사, 규산질 미분말 등으로 구성되어 있으며, 소정량의 물 또는 전용 폴리머 분산제를 혼합하여 사용한다. 콘크리트 표면에 도포하면 조직 속에 불용성의 결정체(규산칼슘수화물, 에트링가이트 등)를 만들어 공극을 치밀하게 하여 투수 억제 성능을 부여하며 콘크리트에 방수성을 가지게 하는 재료이다. 종류로는 무기질 단체형 및 무기·유기 혼합형의 재료가 있다.

(2) 방수·방식 바탕

이 시방서 5.3.3의 1의 3)－(2)에 따른다.

(3) 바탕처리

이 시방서 5.3.3의 1의 3)－(3)에 따른다.

(4) 취약부

이 시방서 5.3.3의 1의 3)－(4)에 따른다.

(5) 바탕조정(제)

이 시방서 5.3.3의 1의 3)－(5)에 따른다.

(6) 바탕강화(제)

이 시방서 5.3.3의 1의 3)－(6)에 따른다.

(7) 도막 혹은 피막(방수·방식층)

이 시방서 5.3.3의 1의 3)－(7)에 따른다.

(8) 가사시간(open time)

이 시방서 5.3.3의 1의 3)~(8)에 따른다.

(9) 양생

이 시방서 5.3.3의 1의 3)~(9)에 따른다.

(10) 충전용 보수제

이 시방서 5.3.3의 1의 3)~(10)에 따른다.

2. 재료

1) 바탕강화제 및 바탕조정제

이 시방서 5.3.3의 2의 1)에 따른다.

2) 방수재료

KS F 4918 규격 또는 동등 이상의 것을 사용하여야 하며, 규정된 품질을 만족시켜야 한다.

3) 운반, 보관, 취급

이 시방서 5.3.3의 2의 3)에 따른다.

4) 배합

이 시방서 5.3.3의 2의 4)에 따른다.

3. 시공

1) 시공일반

이 시방서 5.3.3의 3의 1)에 따른다.

2) 규산질계 분말형 도포방수 시공

(1) 계량 및 배합

① 방수제는 방수제 제조업체가 지정하는 양의 물 및 고분자 에멀션을 혼입한 후 전동 혼합기로 3~5분간 충분히 균질하게 섞일 때까지 혼합한다. 이때 물 및 에멀션의 사용량에 따라 방수층의 물성(경화, 강도, 부착력, 투수성, 흡수성, 내부식성)이 크게 좌우되기 때문에 주의하여 계량 및 배합한다.

② 물은 오염되지 않은 깨끗한 수돗물의 사용을 표준으로 한다.

(2) 시공

① 방수·방식제는 솔, 롤러, 뿔칠 및 스프레이건 등으로 콘크리트면에 균일하게 도포한

다. 솔로 바를 경우에는 바를 방향을 일정하게 한다.

- ② 2차 도포는 1차 도포공정에서 도포한 방수제가 묻어나지 않는 상태가 되었을 때 도포를 시작한다.
- ③ 1차 도포 후 24시간 이상의 간격을 두고 2차 도포를 할 경우에는 표면에 물 뿌리기를 하여 부착이 잘 되도록 한다.
- ④ 1차 도포한 방수제가 완전히 건조한 후 하얗게 묻어나오는 현상 혹은 이물질 등이 배어나오는 현상이 나타날 때에는 이들 물질이 음용수 수질 조건에 적합한지 유무를 확인한 후 다음 공정으로 진행한다.
- ⑤ 2차 도포 후 방수·방식층의 건조도막 두께는 2mm 이상이어야 한다.
- ⑥ 방수제 도포 후 점검을 실시하여 방수층의 형성상태를 검사하고 핀홀, 균열, 들뜸, 박리 등을 확인하고 보수한다.
- ⑦ 규정된 사용량을 정확히 준수하는지 사용하지 않은 방수제가 있는지를 확인한다.

(3) 보호 양생

- ① 도포 완료 후 48시간 이상 살수작업을 통하여 양생해야 한다.
- ② 직사광선이나 바람, 고온 등에 의한 급속한 건조가 예상되는 경우에는 살수, PVC시트 등으로 보호 양생한다.
- ③ 이 시방서 5.3.3의 3의 2)의 (3)~③에 따른다.
- ④ 양생온도 20℃ 기준시 28일간 양생이 이루어져야 하며, 양생온도가 낮을 경우 충분한 경화가 이루어질 때까지 양생기간을 연장하여야 한다.
- ⑤ 이 시방서 5.3.3의 3의 2)의 (3)~⑤에 따른다.

3) 현장 품질관리

(1) 결함부 충전제의 품질

이 시방서 5.3.3의 4의 3)~(1)에 따른다.

(2) 방수·방식 재료의 품질

규산질계 분말형 도포 방수재료는 KS F 4918의 성능을 만족하여야 한다.

(3) 시공품질

① 바탕처리

이 시방서 5.3.3의 3의 3)~(3)~①에 따른다.

② 방수·방식성능시험

가. 외관

이 시방서 5.3.3의 3의 3)－(3)－②－가에 따른다.

나. 부착성능

상수도 구조물에 사용되는 방수·방식 재료는 누수방지 및 콘크리트의 보호를 위하여 각 구조물에 작용하는 수압에 대해 장기 내구성을 유지하기 위해서는 양호한 부착력을 보유하여야 한다. 상수도 구조물에 사용되는 방수·방식층의 부착력은 <표 5.3.9>의 품질조건을 만족해야 하며, 부착성능에 대한 실외시험(자연상태)이 필요할 경우 시공현장에서 직접 시행한다.

<표 5.3.9> 방수·방식제의 부착력

구 분				기준치	비고
부착성능 (MPa(N/mm ²))	실외	부착력(자연상태)		1.5 이상	현장시험
		수중 침지 후		1.2 이상	
	실내	내화학성능	5% 염산	1.2 이상	
			1% 차아염소산나트륨	1.2 이상	
			5% 수산화나트륨	1.2 이상	
		내구성	동결융해	1.2 이상	
			내 후 성	1.2 이상	
			습윤건조	1.2 이상	
			수중 침지	1.2 이상	
		부착력(상온, 기중)		1.5 이상	

다. 방수성능

상수도에 사용되는 방수·방식 재료는 누수방지 및 콘크리트의 보호를 위하여 각 구조물에 작용하는 수압에 대해 방수성능을 가져야 한다. 상수도 구조물에 사용되는 방수재료의 방수성능은 <표 5.3.10>의 품질조건을 만족해야 한다.

<표 5.3.10> 방수·방식제의 방수·방식성능

구 분		기준치	비 고
방수성능	내 흡수성(물 흡수계수, kg/m ² ·h ^{0.5})	0.5 미만	KS F 2451

라. 시공성능(현장시험)

상수도 구조물의 각 시설물의 환경조건에 대해 시공한 방수·방식 재료의 두께는 <표 5.3.11>의 시공규정의 두께 이상으로 도포되어야 한다.

<표 5.3.11> 규산질계 분말형 도포방수제의 시공기준

구 분		무기질 단체형 (무기질계 분체 ^{*1} +물)	무기·유기 혼합형 (무기질계 분체+폴리머분산제 ^{*2} +물)
바탕처리 및 조정		바탕 조정제	바탕강화 및 조정제
방수공사	하도	1mm 이상(방수제 0.6kg/m ² 이상)	1mm 이상(방수제 0.7kg/m ² 이상)
	상도 ^{*3}	1mm 이상(방수제 0.8kg/m ² 이상)	1mm 이상(방수제 0.8kg/m ² 이상)

- *1 무기질계 분체는 포틀랜드시멘트+잔골재(입도조정 규사)+규산질미분말을 혼합하여 미리 분체로 조정된 것을 말한다. 「수도법」상 음용수 수질 기준에 적합하고, 용출되지 않아야 한다.
- *2 폴리머 분산제는 무기질 분체의 물성, 유동성, 발수성 등을 개선할 목적으로 사용한 유백색의 에멀션, 폴리디스퍼전, SBR라텍스 등을 말한다.
- *3 상도용 방수제는 상수도 구조물의 환경조건에 의해 부식될 가능성이 있을 때 별도의 방식조치를 취해야 하고, 이때의 사용재료는 「수도법」상의 음용수 수질 기준에 적합한 것이어야 하며 시공 후 음용수에 용출되지 말아야 하고 내화학성이 커야 한다.

(4) 품질시험

① 외관검사

이 시방서 5.3.3의 3의 3)－(4)－①에 따른다.

② 방수·방식성능시험

방수·방식성능시험이 필요할 경우 다음 항목에 대하여 직접 시험 또는 시험전문기관에 의뢰하여 시험할 수 있다.

가. 용출성능시험

상수도 구조물의 각 시설물별 환경조건에 따라 시공한 규산질계 분말형 도포방수제의 용출성능은 KS F 4930에 의한다. 시공되어지는 배합비에 따라 120×70×10 (mm)의 크기로 시험체를 제작하여 온도 20±3℃의 실온에서 건조되지 않도록 양생하고, 24시간 후에 탈형하여 온도 20±2℃의 수중에서 재령 19일까지 양생한다. 양생이 완료된 시험체는 레이턴스를 제거하여 온도 20±2℃, 상대습도 65±5%의 표준상태에서 최소 8일간 함량이 될 때까지 건조시킨다. 준비된 시험체를 KS F

4811 부속서 1에 따라 시험한다.

나. 방수·방식성능시험

이 시방서 5.3.3의 3의 3)－(4)－②－다에 따른다.

다. 부착력 시험

이 시방서 5.3.3의 3의 3)－(4)－②－라에 따른다.

라. 내구성 시험

이 시방서 5.3.3의 3의 3)－(4)－②－마에 따른다.

마. 도막두께

이 시방서 5.3.3의 3의 3)－(4)－②－바에 따른다.

5.3.6 세라믹메탈계 방수·방식

1. 일반사항

1) 적용 범위

이 시방서는 콘크리트 상수도 구조물의 방수 등을 목적으로 하는 세라믹메탈계 방수·방식공사와 관련한 사항에 대하여 적용한다.

2) 참조규격

(1) KS F 4811 유리섬유강화 폴리에스테르 물탱크

(2) KS F 4929 세라믹메탈계 방수·방식 도료

3) 용어의 정의

(1) 세라믹메탈계 방수·방식 도료

무기질 소재의 세라믹과 텅스텐·몰리브덴 등의 금속성 소재로 구성되는 주재와 경화제를 혼합하여 사용하는 2액형의 겔타입의 중방식 도료이다.

(2) 방수·방식 바탕

이 시방서 5.3.3의 1의 3)－(2)에 따른다.

(3) 바탕처리

이 시방서 5.3.3의 1의 3)－(3)에 따른다.

(4) 취약부

이 시방서 5.3.3의 1의 3)－(4)에 따른다.

(5) 바탕조정(제)

이 시방서 5.3.3의 1의 3)~(5)에 따른다.

(6) 바탕강화(제)

이 시방서 5.3.3의 1의 3)~(6)에 따른다.

(7) 도막 혹은 피막(방수·방식층)

이 시방서 5.3.3의 1의 3)~(7)에 따른다.

(8) 가사시간(open time)

이 시방서 5.3.3의 1의 3)~(8)에 따른다.

(9) 양생

이 시방서 5.3.3의 1의 3)~(9)에 따른다.

(10) 충전용 보수제

이 시방서 5.3.3의 1의 3)~(10)에 따른다.

2. 재료

1) 바탕강화제 및 바탕조정제

이 시방서 5.3.3의 2의 1)에 따른다.

2) 방수·방식 재료

KS F 4929 규격 또는 동등 이상의 것을 사용하여야 하며, 규정된 품질을 만족시켜야 한다.

3) 운반, 보관, 취급

이 시방서 5.3.3의 2의 3)에 따른다.

4) 배합

이 시방서 5.3.3의 2의 4)에 따른다.

3. 시공

1) 시공일반

이 시방서 5.3.3의 3의 1)에 따른다.

2) 세라믹메탈계 방수·방식 시공

(1) 계량 및 배합

① 이 시방서 5.3.3의 3의 2)~(1)~①에 따른다.

② 이 시방서 5.3.3의 3의 2)－(1)－②에 따른다.

③ 점도 조절시 희석제를 첨가할 때에는 전용 희석제를 사용하고 정해진 중량비를 초과하지 않도록 주의해야 하며 가사시간 내에 사용하여야 한다. 1차 도포시는 바탕면에 방수·방식제의 흡수가 빠르도록 희석제의 비율을 높일 수 있으나 일반적으로 10%를 초과해서는 안 된다.

(2) 시공

① 프라이머 도포

가. 이 시방서 5.3.3의 3의 2)－(2)－①－가에 따른다.

나. 이 시방서 5.3.3의 3의 2)－(2)－①－나에 따른다.

다. 프라이머 도포 완료 후 건조도막의 두께는 0.1mm 이상이어야 한다.

② 세라믹메탈계 방수·방식제 도포

가. 이 시방서 5.3.3의 3의 2)－(2)－②－가에 따른다.

나. 이 시방서 5.3.3의 3의 2)－(2)－②－나에 따른다.

다. 이 시방서 5.3.3의 3의 2)－(2)－②－다에 따른다.

라. 이 시방서 5.3.3의 3의 2)－(2)－②－라에 따른다.

마. 세라믹메탈계 방수·방식제 도포 완료 후 건조도막의 두께는 0.3mm 이상이어야 한다.

(3) 보호·양생

이 시방서 5.3.3의 3의 2)－(3)에 따른다.

3) 현장 품질관리

(1) 결함부 충전제 및 바탕조정제의 품질

이 시방서 5.3.3의 3의 3)－(1)에 따른다.

(2) 방수·방식 재료의 품질

세라믹메탈계 방수·방식 재료는 KS F 4929의 성능을 만족하는 재료이어야 한다.

(3) 시공품질

① 바탕처리

이 시방서 5.3.3의 3의 3)－(3)－①에 따른다.

② 방수·방식

가. 외관

이 시방서 5.3.3의 3의 3)－(3)－②－가에 따른다.

나. 용출성능

상수도 구조물의 내부에 사용되는 방수·방식 재료의 용출성분은 KS F 4929의 용출기준을 초과해서는 안 된다.

다. 부착성능

이 시방서 5.3.3의 3의 3)－(3)－②－다에 따른다.

라. 탈색방지성능

이 시방서 5.3.3의 3의 3)－(3)－②－라에 따른다.

마. 방수·방식성능

이 시방서 5.3.3의 3의 3)－(3)－②－마에 따른다.

바. 시공성능(현장시험)

상수도 구조물의 각 시설물의 환경조건에 대해 시공한 방수·방식 재료의 두께는 <표 5.3.12>의 시공규정 두께 이상으로 도포되어야 한다.

<표 5.3.12> 세라믹메탈계 방수·방식제의 시공 기준

구 분		세라믹메탈계 방수·방식제	
		사용재료	건조도막두께(mm)
바탕처리 및 조정		바탕강화 및 조정제	1.00 이상
방수방식 공사	하도	세라믹 프라이머	0.10 이상
	중도	세라믹 코팅제	0.15 이상
	상도	세라믹 코팅제	0.15 이상
계			1.40 이상

※1: 상수도 구조물의 수처리 조건을 고려하여 유속이 큰 곳, 낙차가 큰 곳, 동결융해의 염려가 있는 곳, 모래·자갈 등의 여과층이 있는 곳에서는 보통 두께 이상으로 시공한다. 이때 도막의 두께는 관련자료(유속, 내마모도, 낙차 등)를 참고하여 정하거나 재료 메이커의 품질기준을 참고하여 정한다.

※2: 상도용 마감제는 상수도 구조물의 환경조건에 따라 적합한 재료를 선택하여 사용한다. 또한 「수도법」상의 음용수 수질기준에 적합한 것이어야 하고, 시공 후 음용수에 용출되지 않아야 하며 내화확성이 커야 한다.

(4) 품질시험

① 외관검사

이 시방서 5.3.3의 3의 3)-(4)-①에 따른다.

② 방수·방식성능시험

방수·방식성능시험이 필요할 경우 다음 항목에 대하여 직접 시험 또는 시험전문기관에 의뢰하여 시험할 수 있다.

가. 용출성능시험

상수도 구조물의 각 시설물별 환경조건에 따라 시공한 콘크리트용 에폭시수지계 방수·방식제의 용출성능은 KS F 4929에 의한다. 용출시험에 사용되는 120×70×2 (mm)의 유리판 2매에 배합비에 따라서 잘 혼합한 도료를 건조도막두께가 0.3mm 이상이 되도록 도포하고, 재도장을 하는 경우에는 제품에 표시된 재도장시간에 따라 도포한다. 도포된 시험체는 온도 20±1℃, 상대습도 65±5℃ 의 항온 항습기에서 7일간 양생한 후 KS F 4811에 따라 시험한다.

나. 내화학성(내약품성) 시험

이 시방서 5.3.3의 3의 3)-(4)-②-나에 따른다.

다. 방수·방식성능시험

이 시방서 5.3.3의 3의 3)-(4)-②-다에 따른다.

라. 부착력 시험

이 시방서 5.3.3의 3의 3)-(4)-②-라에 따른다.

마. 내구성 시험

이 시방서 5.3.3의 3의 3)-(4)-②-마에 따른다.

바. 도막두께

이 시방서 5.3.3의 3의 3)-(4)-②-바에 따른다.

5.3.7 폴리우레아수지계 도막방수

1. 일반사항

1) 적용 범위

이 시방서는 콘크리트 상수도 구조물의 방수 등을 목적으로 하는 폴리우레아수지 도막방수공사와 관련한 사항에 대하여 적용한다.

2) 참조규격

(1) KS F 4811 유리섬유강화 폴리에스테르 물탱크

(2) KS F4922 폴리우레아수지 도막방수제

3) 용어의 정의

(1) 폴리우레아수지 도막방수제

폴리우레아란 화학적으로 우레아 결합을 일정량 이상 포함한 고분자 화합물의 총칭이고, 이 우레아 결합은 폴리이소시아네이트 화합물과 폴리 아민류와의 부가 중합반응에 의해 얻어지며, 고압력 스프레이 기계를 사용하여 충돌-혼합 분사시켜 방수 도막을 형성하는 수지계 방수제를 말한다.

(2) 방수 · 방식 바탕

이 시방서 5.3.3의 1의 3)~(2)에 따른다.

(3) 바탕처리

이 시방서 5.3.3의 1의 3)~(3)에 따른다.

(4) 취약부

이 시방서 5.3.3의 1의 3)~(4)에 따른다.

(5) 바탕조정(제)

이 시방서 5.3.3의 1의 3)~(5)에 따른다.

(6) 바탕강화(제)

이 시방서 5.3.3의 1의 3)~(6)에 따른다.

(7) 도막 혹은 피막(방수 · 방식층)

이 시방서 5.3.3의 1의 3)~(7)에 따른다.

(8) 가사시간(open time)

이 시방서 5.3.3의 1의 3)~(8)에 따른다.

(9) 양생

이 시방서 5.3.3의 1의 3)~(9)에 따른다.

(10) 충전용 보수제

이 시방서 5.3.3의 1의 3)~(10)에 따른다.

2. 재료

1) 바탕강화제 및 바탕조정제

이 시방서 5.3.3의 2의 1)에 따른다.

2) 방수·방식 재료

KS F 4922 규격 또는 동등 이상의 것을 사용하여야 하며, 규정된 품질을 만족시켜야 한다.

3) 운반, 보관, 취급

이 시방서 5.3.3의 2의 3)에 따른다.

4) 배합

이 시방서 5.3.3의 2의 4)에 따른다.

3. 시공

1) 시공일반

이 시방서 5.3.3의 3의 1)에 따른다.

2) 폴리우레아수지 도막방수 시공

(1) 계량 및 배합

① 이 시방서 5.3.3의 3의 2)－(1)－①에 따른다.

② 경화제는 사용 전에 충분히(30~60분 이상) 교반하여야 한다.

③ 주제 및 경화제를 각각 65~75℃로 가열시킨 후 스프레이건에서 고압충돌 혼합방식으로 혼합과 동시에 분사 도포되도록 한다.

(2) 시공

① 프라이머 도포

가. 이 시방서 5.3.3의 3의 2)－(2)－①－가에 따른다.

나. 이 시방서 5.3.3의 3의 2)－(2)－①－나에 따른다.

다. 프라이머 도포량은 제조업체의 제품시방에 따르는 것을 원칙으로 하며, 일반적으로 약 150g/m²를 도포한다.

② 폴리우레아수지 도포

가. 방수·방식제를 제조자가 지정한 혼합비에 따라 충분히 혼합하여 사용한다. 폴리우레아수지 도포는 전용 스프레이건에 의해 소정온도(70℃ 정도)를 유지하고 스프레이 분사 압력은 2,500~3,000psi를 유지하며 도포한다. 압력과 온도가 유지되지 못하면 경화 불량, 핀홀 등으로 제대로 된 도막이 형성되지 못하므로 주의하여야 한다.

나. 이 시방서 5.3.4의 3-2)-(2)-②-나에 따른다.

다. 도포 후 재도포 가능시간은 제조업체의 제품시방에 따르는 것을 원칙으로 하며 일반적으로 상온에서 지축건조시간(약 30초)이 지난 후 재도포한다.

라. 이 시방서 5.3.3의 3의 2)-(2)-②-라에 따른다.

마. 폴리우레아수지 도포 완료 후 건조도막의 두께는 2.0mm 이상이어야 한다.

(3) 보호·양생

이 시방서 5.3.3의 3의 2)-(3)에 따른다.

3) 현장 품질관리

(1) 결함부 충전제 및 바탕조정제의 품질

이 시방서 5.3.3의 3의 3)-(1)에 따른다.

(2) 방수·방식 재료의 품질

폴리우레아수지 도막방수재료는 KS F 4922의 성능을 만족하여야 한다.

(3) 시공품질

① 바탕처리

이 시방서 5.3.3의 3의 3)-(3)-①에 따른다.

② 방수·방식

가. 외관

이 시방서 5.3.3의 3의 3)-(3)-②-가에 따른다.

나. 용출성능

상수도 구조물의 내부에 사용되는 방수·방식 재료의 용출성분은 KS F 4922의 용출기준을 초과해서는 안 된다.

다. 부착성능

이 시방서 5.3.3의 3의 3)-(3)-②-다에 따른다.

라. 탈색방지성능

이 시방서 5.3.3의 3의 3)-(3)-②-라에 따른다.

마. 방수·방식성능

이 시방서 5.3.3의 3의 3)-(3)-②-마에 따른다.

바. 시공성능(현장시험)

상수도 구조물의 각 시설물의 환경조건에 대해 시공한 방수·방식 재료의 두께는

<표 5.3.13>의 시공규정 두께 이상으로 도포되어야 한다.

<표 5.3.13> 폴리우레아수지 도막 방수·방식제의 시공기준

구 분		폴리우레아수지 도막 방수·방식제	
		사용재료	건조도막두께(mm)
바탕처리 및 조정		바탕강화 및 조정제	1.00 이상
방수·방식공사	하도	폴리우레아수지	0.70 이상
	중도	폴리우레아수지	0.70 이상
	상도	폴리우레아수지	0.60 이상
계			3.00 이상

※1: 상수도 구조물의 수처리 조건을 고려하여 유속이 큰 곳, 낙차가 큰 곳, 동결융해의 염려가 있는 곳, 모래·자갈 등의 여과층이 있는 곳에서는 보통두께 이상으로 시공한다. 이때 도막의 두께는 관련자료(유속, 내마모도, 낙차 등)를 참고하여 정하거나 재료 메이커의 품질기준을 참고하여 정한다.

※2: 상도용 마감제는 상수도 구조물의 환경조건에 따라 적합한 재료를 선택하여 사용한다. 또한 「수도법」상의 음용수 수질기준에 적합한 것이어야 하고 시공 후 음용수에 용출되지 않아야 하며 내화학성이 커야 한다.

(4) 품질시험

① 외관검사

외관검사는 방수·방식층 전면을 대상으로 육안으로 하며, 미세균열 등에 대해서는 확대경을 사용하여 상태를 검사한다.

② 방수·방식성능시험

방수·방식성능시험이 필요할 경우 다음 항목에 대하여 직접 시험 또는 시험전문기관에 의뢰하여 시험할 수 있다.

가. 용출성능시험

상수도 구조물의 각 시설물별 환경조건에 따라 시공한 폴리우레아수지 도막방수·방식제의 용출성능은 KS F 4922에 의한다. 용출시험에 사용되는 120×70×2(mm)의 유리판 2매에 배합비에 따라 잘 혼합한 도료를 건조 도막 두께가 0.3mm 이상이 되도록 도포하고, 재도장을 하는 경우에는 제품에 표시된 재도장시간에 따라 도포한다. 도포된 시험체는 온도 20±1℃, 상대습도 65±5℃ 의 항온 항습기에서 7일간

양생한 후 KS F 4811에 따라 시험한다.

나. 내화확성(내약품성) 시험

이 시방서 5.3.3의 3의 3)-(4)-②-나에 따른다.

다. 방수·방식성능시험

이 시방서 5.3.3의 3의 3)-(4)-②-다에 따른다.

라. 부착력 시험

이 시방서 5.3.3의 3의 3)-(4)-②-라에 따른다.

마. 내구성 시험

이 시방서 5.3.3의 3의 3)-(4)-②-마에 따른다.

바. 도막두께

이 시방서 5.3.3의 3의 3)-(4)-②-바에 따른다.

5.3.8 콘크리트 표면도포용 액상형 흡수방지

1. 일반사항

1) 적용범위

이 시방서는 콘크리트 상수도 구조물의 방수 등을 목적으로 하는 콘크리트 표면도포용 액상형 흡수방지 방수공사와 관련한 사항에 대하여 적용한다.

2) 참조규격

KS F 4930 콘크리트 표면도포용 액상형 흡수방지제

3) 용어의 정의

(1) 콘크리트 표면도포용 액상형 흡수방지제

규산질계 또는 실리콘계의 무색, 유백색, 흰색의 액체(상)형 방수제로서 콘크리트 표층부의 강도를 보강하거나 흡수를 방지하고 바탕과 바탕조정제의 부착력을 강화시킬 목적으로 사용하는 재료이다. 이 재료는 일반적으로 사용되고 있는 시멘트계 액체방수와는 그 용도와 특성이 다른 것이다

(2) 방수·방식 바탕

이 시방서 5.3.3의 1의 3)-(2)에 따른다.

(3) 바탕처리

- 이 시방서 5.3.3의 1의 3)－(3)에 따른다.
- (4) 취약부
이 시방서 5.3.3의 1의 3)－(4)에 따른다.
- (5) 바탕조정(제)
이 시방서 5.3.3의 1의 3)－(5)에 따른다.
- (6) 바탕강화(제)
이 시방서 5.3.3의 1의 3)－(6)에 따른다.
- (7) 도막 혹은 피막(방수·방식층)
이 시방서 5.3.3의 1의 3)－(7)에 따른다.
- (8) 가사시간(open time)
이 시방서 5.3.3의 1의 3)－(8)에 따른다.
- (9) 양생
이 시방서 5.3.3의 1의 3)－(9)에 따른다.
- (10) 충전용 보수제
이 시방서 5.3.3의 1의 3)－(10)에 따른다.

2. 재료

- 1) 재료일반
- (1) 바탕강화제 및 바탕조정제
이 시방서 5.3.3의 2의 1)에 따른다.
- (2) 방수·방식 재료
KS F 4930 규격 또는 동등 이상의 것을 사용하여야 하며, 규정된 품질을 만족시켜야 한다.
- (3) 운반, 보관, 취급
이 시방서 5.3.3의 2의 3)에 따른다.
- (4) 배합
이 시방서 5.3.3의 2의 4)에 따른다.

3. 시공

1) 시공일반

이 시방서 5.3.3의 3의 1)에 따른다.

2) 콘크리트 표면도포용 액상형 흡수방지 시공

(1) 계량 및 배합

- ① 콘크리트 표면도포용 액상형 흡수방지제는 제조업체의 지정사항을 반드시 준수하고, 원액을 희석하게 되면 침투강화의 성능이 약화되므로 임의로 희석하여 사용해서는 안 된다.
- ② 시공면적당 도포량을 정확히 산정하고 이에 해당하는 원액을 도포한다.

(2) 시공

- ① 콘크리트 표면도포용 액상형 흡수방지제는 바탕의 상태에 크게 좌우되지 않고, 고압 뿔칠 도포할 수 있어 시공성이 간편하다. 그러나 방식시공을 위한 바탕조정제를 시공할 때에는 흡수방지제로 인하여 부착성능이 감소할 수 있으므로 시공에 주의가 요구되며, 관련 규정에 적합한 것을 사용한다.
- ② 스프레이 등을 사용하여 총도포량 0.6kg/m^2 이상이 되도록 1~2차 도포한다. 단, 도포량은 제조자가 제시하는 제품시방 등에 따라 감리자 승인하에 조정이 가능하다.
- ③ 1차 도포 후 제조자가 정한 재도포시간 안에 같은 방법으로 2차 도포하며, 일반적으로 2차 도포는 1차 도포 후 4시간 경과 후에 실시한다.
- ④ 충분히 침투가 이루어지지 않은 곳에 한하여 3차 도포한다.

(3) 보호 양생

- ① 이 시방서 5.3.3의 3의 2)-(3)-①에 따른다.
- ② 이 시방서 5.3.3의 3의 2)-(3)-②에 따른다.
- ③ 양생온도 20°C 기준시 14일간 양생이 이루어져야 하며, 양생온도가 낮을 경우 충분한 경화가 이루어질 때까지 양생기간을 연장하여야 한다.
- ④ 충수 이전에 경화상태 확인을 위해 방수·방식제의 외관검사 및 침투깊이 시험 등을 실시하여야 한다.

3) 현장 품질관리

(1) 결합부 충전제 및 바탕조정제의 품질

이 시방서 5.3.3의 3의 3)-(1)에 따른다.

(2) 방수·방식 재료의 품질

콘크리트 표면도포용 액상형 흡수방지재료는 KS F 4930의 성능을 만족하여야 한다.

(3) 시공품질

① 바탕처리

이 시방서 5.3.3의 3의 3)-(3)-①에 따른다.

② 방수·방식

가. 외관(현장시험)

상수도 구조물에 사용되는 흡수방지제의 시공 후 외관은 흘러내림, 이물질의 배어나옴, 변퇴색이 발견되지 않아야 하며, 물을 분사하여 구슬 모양으로 맺혀 흘러내려야 한다.

나. 방수성능

이 시방서 5.3.3의 3의 3)-(3)-②-마에 따른다.

③ 시공성능(현장시험)

상수도 구조물의 각 시설물의 환경조건에 대해 시공한 방수·방식 재료의 사용량은 <표 5.3.14>의 사용량 이상으로 도포하여야 한다.

<표 5.3.14> 콘크리트 표면도포용 액상형 흡수방지제의 시공기준

구 분		콘크리트 표면도포용 액상형 흡수방지제	비 고
바탕처리 및 조정		바탕 조정제(결함부 충전)	
방수공사	하도	흡수방지제 0.3kg/m ² 이상	
	상도*1	흡수방지제 0.3kg/m ² 이상	

*1 상도용 방수제는 상수도 구조물의 환경조건에 의해 부식될 가능성이 있을 때 별도의 방식조치를 취해야 하고, 이때의 사용재료는 「수도법」상의 음용수 수질기준에 적합한 것 이어야 하며 시공 후 음용수에 용출되지 말아야 하고 내화확성이 커야 한다.

(4) 품질시험

① 외관검사

이 시방서 5.3.3의 3의 3)-(4)-①에 따른다.

② 방수·방식성능시험

방수·방식성능시험이 필요할 경우 다음 항목에 대하여 직접 시험 또는 시험전문기관에 의뢰하여 시험할 수 있다.

가. 용출성능시험

이 시방서 5.3.3의 3의 3)－(4)－②－가에 따른다.

나. 방수·방식성능시험

이 시방서 5.3.3의 3의 3)－(4)－②－다에 따른다.

다. 침투깊이(현장시험)

가) 침투깊이 검사는 도포 7일 후 코어를 채취하여 KS F 4930에 따라 시험한다.

나) 현장여건상 코어 채취가 어려운 경우 구조물과 동일한 조건에서 타설, 양생된 콘크리트 공시체에 콘크리트 표면도포용 액상형 흡수방지제를 도포하여 시험할 수 있다.

5.3.9 내오존방수

1. 일반사항

1) 적용범위

- (1) 이 시방서는 방수공사 중 콘크리트 상수도 구조물의 오존으로 인한 콘크리트 및 철근의 부식방지를 목적으로 한다.
- (2) 오존방수는 일반적으로 “고강도 콘크리트구조물”, “세라믹메탈계 방수·방식”, “무기질 침투성 탄성 복합방수” 등이 있으며, 이 시방서에 언급된 공법 이외에 기술개발로 방식 기능이 향상된 신기술·신공법 등 다른 공법을 적용할 수 있다.

2) 참조규격

- (1) KS F 4918－98 규산질계 분말형 도포방수제
- (2) KS F 4929 세라믹메탈계 방수·방식 도료

3) 용어의 정의

(1) 고강도 콘크리트구조물

오존가스 저장조를 신축할 때 물시멘트비가 45% 이하인 포틀랜드시멘트를 사용하여 34.5MPa 이상의 압축강도를 발현하도록 하여 방수 기능을 발휘하는 콘크리트구조물을 말한다.

(2) 세라믹메탈계 방수·방식 도료

이 시방서 5.3.6의 1의 3)－(1)에 따른다.

(3) 무기질 침투성 탄성 복합 방수제

침투성 무기질과 유기질 탄성 복합공법으로, 콘크리트 배면으로부터의 내수압성이 높고, 콘크리트 표면의 중성화를 방지해 줄 수 있는 내산성이 있으며 아크릴계 수지, 활성실리카와 특수시멘트를 사용한 폴리머시멘트 모르타르의 복합층을 용도에 따라 적층시킨 도료이다.

(4) 방수·방식 바탕

이 시방서 5.3.3의 1의 3)－(2)에 따른다.

(5) 바탕처리

이 시방서 5.3.3의 1의 3)－(3)에 따른다.

(6) 취약부

이 시방서 5.3.3의 1의 3)－(4)에 따른다.

(7) 바탕조정(제)

이 시방서 5.3.3의 1의 3)－(5)에 따른다.

(8) 바탕강화(제)

이 시방서 5.3.3의 1의 3)－(6)에 따른다.

(9) 도막 혹은 피막(방수·방식층)

이 시방서 5.3.3의 1의 3)－(7)에 따른다.

(10) 가사시간(open time)

이 시방서 5.3.3의 1의 3)－(8)에 따른다.

(11) 양생

이 시방서 5.3.3의 1의 3)－(9)에 따른다.

(12) 충전용 보수제

이 시방서 5.3.3의 1의 3)－(10)에 따른다.

2. 재료

1) 고강도 콘크리트구조물

해당사항 없음.

2) 세라믹메탈계 방수·방식

이 시방서 5.3.6의 2에 따른다.

3) 무기질 침투성 탄성 복합방수

(1) 바탕강화제 및 바탕조정제

- 이 시방서 5.3.3의 2의 1)에 따른다.
- (2) 방수·방식 재료
재료는 <표 5.3.15>의 것과 동등 이상의 재료를 사용한다.
- (3) 운반, 보관, 취급
이 시방서 5.3.3의 2의 3)에 따른다.

<표 5.3.15> 방수·방식제의 물성 및 성능

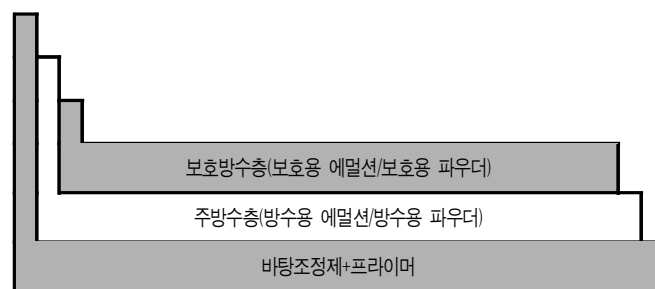
품 목	물 성	비 고
프라이머	침투성 아크릴수지	
방수용 에멀션	아크릴 수지	
보호용 에멀션	아크릴 수지	
방수용 파우더	무기질 탄성 파우더	
보호용 파우더	무기질 침투성 파우더	

- (4) 배합
이 시방서 5.3.3의 2의 4)에 따른다.

3. 시공

- 1) 시공일반
이 시방서 5.3.3의 3의 1)에 따른다.
- 2) 고강도 콘크리트구조물
- (1) 오존가스 저장조의 방식공
- ① 오존가스 저장조의 콘크리트는 물시멘트비가 45% 이하인 포틀랜드시멘트를 사용한 고강도콘크리트(압축강도 34.3MPa 이상)이어야 한다.
 - ② 오존가스 저장조는 보강한 강철근을 사용하거나 또는 코팅이 안 된 탄소강을 보강재로 사용하는 경우는 보강재를 10% 더 보강해야 한다.
 - ③ 보강재(철근)의 콘크리트 피복두께는 최소 10cm가 되어야 한다.
 - ④ 오존가스 저장조의 봉합은 스테인리스강이나 테플론(teflon)이 사용되어야 한다.
- (2) 오존가스관의 방식공

- 오존가스관은 오존가스에 대한 내식성이 강한 것으로 시공해야 한다.
- 3) 세라믹메탈계 방수·방식
이 시방서 5.3.6의 3의 2)에 따른다.
- 4) 무기질 침투성 탄성 복합방수
- (1) 계량 및 배합
- ① 이 시방서 5.3.3의 3의 2)－(1)－①에 따른다.
- ② 배합의 양은 1회 시공 가능한 면적 및 사용 가능시간을 고려하여 정한다.
- (2) 시공
- ① 프라이머 도포
- 가. 이 시방서 5.3.3의 3의 2)－(2)－①－가에 따른다.
- 나. 이 시방서 5.3.3의 3의 2)－(2)－①－나에 따른다.
- 다. 프라이머는 원액 그대로 붓이나 롤러를 사용하여 바탕면에 도포하고 양생시킨다.
- ② 주방수층 및 보호층
- 가. 주방수층은 제조업체에서 제시한 주제 및 방수제등을 천천히 넣으면서 핸드믹서로 응어리가 없게 충분히 혼합한 뒤 쇠흙손으로 도포한다. 방수층이 양생된 후에 보호층의 바름작업을 수행한다.
- 나. 주방수층이 양생되면 제조업체에서 제시한 주제 및 물을 충분히 배합하고, 보호용 파우더를 천천히 넣으면서 핸드믹서로 충분히 배합하고 쇠흙손으로 도포한다.



<그림 5.3.9> 방수시공

- ③ 표준배합 및 공정표
- 재료는 <표 5.3.16>의 것과 동등 이상의 재료를 사용한다.

<표 5.3.16> 표준배합 및 공정표

공 정	방수층	배합비	재료 사용량(kg/m ²)
바탕처리	결함부 충전	아크릴에폭시 3 폴리아미드 1 바탕처리제 10	0.380
프라이머층	침투층	아크릴계 수지에멀션 원액	0.170
주방수층	탄성층	방수용 에멀션 8 방수용 파우더 20	3.850
보호층	보호층	보호용 에멀션 4 보호용 파우더 25 물 3~4	3.84~3.96

(3) 보호·양생

- ① 방수 시공 후 직사광선, 물뿌림, 충격, 보행등을 금한다.
- ② 설비작업 등으로 방수층이 손상되지 않도록 연계되는 작업공정과 협의를 거친다.
- ③ 공기 순환이 잘 되지 않는 곳은 환·배기기구를 이용하여서 공기를 순환시키고 양생시킨다.

(4) 현장 품질관리

- ① 결함부 충전제 및 바탕조정제의 품질
이 시방서 5.3.3의 3의 3)~(1)에 따른다.
- ② 방수·방식 재료의 품질
 - 가. 무기질 침투성 탄성 복합 방수재료는 <표 5.3.17>의 KS F 4918-98의 성능을 만족하여야 한다.
 - 나. 혼합된 방수제는 30분 이내에 사용을 완료한다.
 - 다. 시공완료 후 28일 이내에는 수조에 물을 채우지 않는다.
 - 라. 규정된 재료 이외의 물질의 혼입은 절대 금한다.
 - 마. 재료의 현장 반입시 규정된 포장방법에 의해 반입되었는지 확인하고 관리 감리자의 검사를 득한다.
 - 바. 필요시 전문기술자를 파견하여 품질관리 및 시공지도를 실시한다.

<표 5.3.17> 물성기준

구분	시험항목	규격번호	물성기준	기준두께(mm)
주방수층	부착강도(MPa(N/mm ²))	KS F 4918	0.8 이상	1.58
	내잔갈림성	KS F 4918	이상 없을 것	
	흡수량(g)	KS F 4918	2.0 이하	
	압축강도(MPa(N/mm ²))	KS F 4918	10 이상	
보호층	부착강도(MPa(N/mm ²))	KS F 4918	0.8 이상	1.45
	내잔갈림성	KS F 4918	이상 없을 것	
	흡수량(g)	KS F 4918	2.0 이하	
	압축강도(MPa(N/mm ²))	KS F 4918	10 이상	

(5) 검사 및 시험

① 검사

가. 공사와 관련하여 제반 시방서 및 안전규정에 의한 철저한 시공과 품질관리를 하여야 한다.

나. 제반공사 검사와 관련하여 관리 감리자와 사전에 충분히 협의를 한다.

② 시험

가. 제품의 시험은 국공립시험기관에 의뢰하여 품질규정에 합격되어야 한다.

나. 시험성적서 및 기타의 자료는 필요에 따라서 제출한다.

6. 특수공사

6. 특수공사

6.1 수관교 설치공사

6.1.1 수관교 설치

1. 일반사항

1) 적용범위

이 시방서는 하천이나 수로를 횡단하는 방법 중 수관교 설치공사에 대해 적용한다.

2) 참조규격

(1) 한국산업규격(KS)

- ① KS B 0885 용접기술검정에 있어서의 시험방법 및 판정기준
- ② KS D 3515 용접구조용 압연강재
- ③ KS D 7006 고장력강용 피복 아크용접봉
- ④ KS D 8502 수도용 액상에폭시수지도료 및 도장방법

3) 제출물

(1) 시공계획서

- ① 횡단할 하천의 관리자와 협의되어야 할 제반사항 검토
- ② 설계서상에 제시된 공법에 대한 타당성 검토 및 대안의 비교검토
- ③ 현장시공시의 공사현황, 현장조직, 설치작업, 앵커볼트의 설치, 관의 용접작업, 안전관리, 설치 공정계획, 현장 품질관리 및 검사 등에 대한 세부계획서
- ④ 자재반입계획서
- ⑤ 공사용 가도로 및 가물막이 설치계획서
- ⑥ 원상복구계획서

(2) 시공상세도

- ① 관설치 표준도
 - ② 시공순서도
 - ③ 공사용 가도로 및 가물막이 설치상세도
 - ④ 앵커볼트의 설치상세도
 - ⑤ 링 거더 서포트 설치상세도
- (3) 견본
- 시공자는 해당공사에 필요한 관지지 및 고정철물, 도장재료 등에 대한 견본을 제출하여야 한다.
- 4) 품질보증
- (1) 제조업자의 자격
- 공사의 요건 및 본 지방서의 요건을 만족시키고 KS 또는 동등 이상의 규정에 따라 제조할 수 있는 자로서, 재료시험기사 자격을 가진 기술자 혹은 이와 동등 이상의 지식, 경험이 있는 기술자가 상주하며 감리자가 승인한 자이어야 한다.
- (2) 용접사 자격
- 이 지방서 “2.5.2 용접사 자격”에 따른다.

2. 재료

- (1) 수관교를 가설하기에 앞서 재료를 재점검하고 도장 상황, 부품, 부재의 수량 등을 확인하여 이상이 있으면 감리자에게 보고하고 지시를 받아야 한다.
- (2) 링 거더 서포트용 강재는 KS D 3515의 해당요건에 합치하거나 동등 이상의 제품이어야 한다.
- (3) 강재의 용접에 사용되는 용접봉은 KS D 7006의 해당요건에 합치하거나 동등 이상의 제품이어야 한다.
- (4) 수관교의 외부도장에 사용되는 도료는 KS D 8502의 해당 요건에 합치하거나 동등 이상의 제품이어야 한다.

3. 시공

- 1) 일반
- (1) 관으로 하천이나 수로를 횡단하는 방법에는 교량에 첨가, 수도전용교의 가설과 관 자체를

빔(beam)으로 하는 수관교 등의 세 가지 방법이 있다.

- (2) 가설관 또는 첨가관은 가설비에 큰 차이가 없는 경우에는 중량의 경감과 내진동성의 점에서 강관이 안전하고, 휨성이 없는 플랜지이음의 주철관은 외력변화에 따라 관이 파손되기 쉬우므로 사용하지 않는 편이 좋다.

2) 수관교 가설

- (1) 수관교를 가설할 때에는 사전에 교대, 교각의 상부 끝부분까지의 높이 및 교각 중심간 거리(span)를 재측량하고 지지(支持)위치를 정확히 결정하여 앵커볼트를 묻어야 한다. 앵커볼트는 지진하중, 풍하중 등에 충분히 견딜 수 있도록 견고하게 설치하여야 한다.
- (2) 고정지지, 가동지지부는 설계도에 따라 각 기능을 발휘하도록 정확하게 설치하여야 한다.
- (3) 신축이음은 정확하게 규정된 유격을 갖도록 하고, 드레셔형 신축이음에 대해서는 고무링에 이물질 등이 끼지 않도록 설치하여야 한다.
- (4) 가설용 비계는 작업 및 검사에 지장이 없도록 안전한 것이라야 한다. 또 비계의 철거는 관리자의 지시에 따라야 한다.

3) 배관공

- (1) 도복장강관은 도복장의 손상을 방지하기 위하여 운반시 특수 운반기구를 사용하여야 하며, 현장에서 관의 소운반 또는 배관시 받침대는 면이 고른 나무 등을 사용하여 관의 도복장에 손상을 주지 않도록 하여야 한다.
- (2) 수구접합을 할 경우에는 삼구의 편중으로 용접 및 볼트·너트의 조임에 지장이 없도록 하여야 한다.
- (3) 관내의 용접 및 도복장시 환기 및 조명장치 등을 충분히 하여 재해예방에 만전을 기하여야 한다.
- (4) 관부설 후 관내의 토사 및 오물 등의 청소를 철저히 하고, 작업을 중지할 때는 관 입구를 판재 등으로 잘 막아 토사나 오물의 유입을 방지하여야 한다.
- (5) 한랭지에서 관내의 물이 동결할 염려가 있을 경우에는 관 둘레에 방한공사를 시행할 필요가 있다. 방한공법으로는 일반적으로 현장에서 관 둘레에 유리섬유 혹은 발포폴리스트를 등의 방한재를 감고 그 위를 철판으로 덮는 공법이 채용되고 있으며 최근에는 공장제품도 생산되고 있다. 방한공의 시공은 공사시방서에 따른다.
- (6) 필요한 지점에는 신축관을 설치한다.

6.2 전식방지공사

6.2.1 전식방지

1. 일반사항

1) 적용범위

이 시방서는 상수도관 또는 관지 지 기초 등의 전식방지대책으로 시공하는 방식에 대한 일반적인 사항에 대해 적용한다.

2) 참조규격

(1) 한국산업규격(KS)

- ① KS B 0885 용접기술검정에 있어서의 시험방법 및 판정기준
- ② KS C 1301 열연저항계(발전기식)
- ③ KS C 1302 열연저항계(전기식)
- ④ KS C 1303 지시 전기계기
- ⑤ KS D 0904 전기기계기구 및 배선재료의 방수시험 통칙
- ⑥ KS D 7301 방식용 마그네슘 양극

(2) 관련법

- ① 전기사업법 전기설비 기술기준 제48조, 제70조
- ② 전기사업법 전기설비 기술기준의 판단기준 제243조, 제261조, 제262조, 제263조, 제264조, 제 265조

3) 용어의 정의

(1) 전식

- ① 지중이나 수중에서 목적 이외의 전류(누설전류)가 유입되었다가 다시 누출될 때 누출부에서 금속이 이온화하여 소모되는 현상이다.
- ② 전기부식이라는 뜻인데 특히 전철의 누설전류로 인하여 지중 매설금속체가 전기분해하는 것을 뜻한다.

(2) 유전양극방식(galvanic anode method)

금속원소 중 이온화 경향이 높은 마그네슘(Mg), 아연(Zn) 등의 금속을 강관과 전기적으로

로 연결시켜 갈바닉 쌍을 형성하게 하여 그 전위차로 방식전류를 발생시켜 강관의 부식전류 발생을 억제하는 방식이며, 희생양극방식이라고도 한다.

(3) 외부전원방식(impressed current method)

직류 전류 발생장치(정류기)를 사용하여 정류기의 (-) 단자에 상수도관을, (+) 단자에 선정된 양극을 연결하여 강제적으로 전류를 선정된 양극에서 상수도관으로 유입시켜 상수도관의 부식전류를 억제하는 방식이며 강제전류방식이라고도 한다. 외부전원 방식용 양극으로는 고규소주철(HSCI), MMO(mixed metal oxide), 그래파이트(graphite), 철 등이 사용된다.

(4) 배류법

매설관에 흐르는 미주전류를 직접 전철케선에 복귀시키기 위하여 매설관과 케선을 전기적으로 연결하는 방법으로 그 접속선을 배류선이라고 한다. 배류법은 그 접속회로의 형식에 의하여 직접배류법, 선택배류법 및 강제배류법으로 구분된다.

(5) 직류전원장치(정류기)

상수도관 양극 사이에 공급할 직류전압을 얻기 위해 교류의 입력전력을 공급받아 직류전력으로 변환하는 장치로서 실리콘 정류기가 사용된다.

(6) 채움재(backfill material)

전기적인 저항이 낮은 물질로써 양극 주위를 둘러싸서 양극이 균일한 환경에 있게 함으로써 양극의 부식을 균일하게 함은 물론 환경과의 접촉저항을 감소시킬 목적으로 사용하는 물질이다

4) 제출물

(1) 시공계획서: 시공자는 다음 항목을 포함하는 시공계획서를 작성 제출하여야 한다.

- ① 세부공정계획서
- ② 자재, 장비 및 인력 동원계획
- ③ 시공계획
- ④ 시험 및 검사계획(시공 및 재료)

(2) 시공상세도: 시공자는 다음 항목을 포함하는 시공상세도를 작성 제출하여야 한다.

- ① 설치위치도
- ② 설치상세도
- ③ 캐드웰딩(cad welding) 상세도

- ④ 측정함 설치상세도
- (3) 전위측정보고서: 시공자는 전위 측정보고서를 작성하여 서명 날인한 후 감리자에게 제출하여야 한다.

2. 재료

1) 유전양극방식: 유전양극방식에 사용될 자재는 다음 각 규격에 적합하거나 동등 이상의 것이어야 한다.

- (1) 양극형식: 마그네슘 양극 17-D
- (2) 양극의 평균 저항률: 4,000Ω
- (3) 양극 1개당 발생전류: 35mA(토양의 비저항에 따라 발생전류는 변경될 수 있음)
- (4) 채움재는 chemical backfill이라고 하는 혼합물이며 그 성분비율은 다음과 같다.
석고(75%): 벤토나이트(20%): 망초(5%)

2) 외부전원방식: 외부전원방식에 사용될 자재는 다음 각 규격에 합치하거나 동등 이상의 것이어야 한다.

- (1) 직류전원장치(실리콘 정류기)
 - ① 공랭식(강제 통풍식)의 단상 또는 3상 전파정류방식
 - ② 직류출력전압조정은 SCR 조정방식
 - ③ 정류기의 직류출력전압은 60(V)로 하고 교류입력전압은 220V, 380V 등 전기공급회사의 공급전압으로 한다.
 - ④ 직류출력전류는 소요방식전류의 1.5배 보다 큰 일반규격품 정류기의 정격전류로 한다.
- (2) 양극: 고규소주철 양극(H.S.C.I Anode), M.M.O Anode(Mixed Metal Oxide Anode), Graphite Anode, 철 양극, Polymeric Anode, Magnetite Anode 등으로서 설치되는 현장 환경에 맞도록 선정
- (3) 채움재는 coke breeze를 사용하며 그 성분비율은 다음과 같다
탄소(99.54%): 휘발성분(0.41%): 수분(0.05%)

3. 시공

- 1) 전식방지
 - (1) 전기방식 시설물을 설치 완료한 후에는 측정함의 위치에서 상수도관의 방식 전위 상태를

- 조사하여 측정기록표를 작성, 감리자에게 제출하도록 한다.
- (2) 인접한 지중 철 구조물의 전기적 간섭유무를 조사하여 기록표를 작성 제출하여야 한다.
 - (3) 직류철도나 지하철 등의 누설전류가 예상되는 곳의 간섭전위를 조사하여 해결방법을 제시하고 측정기록표도 작성하여 제출하도록 한다.
 - (4) 각종 변설 시공시 철근이 관에 전기적인 접촉이 되어서는 안 된다.
- 2) 유전양극방식
- (1) 선정된 양극(마그네슘양극 등)을 시공용 도면에 따라 설치하고 양극보호관과 양극 사이에 채움재로 되메우기를 하여야 한다.
 - (2) 양극을 운반하거나 이동할 때에는 양극의 리드선을 잡아당기지 않도록 하여야 한다.
 - (4) 양극의 리드선과 강관의 접속은 캐드웰딩에 의하여 접속하고, 접속 후 캐드웰딩 부위는 에폭시로 보호 처리하고 되메우기에 의한 피해가 없도록 하여야 한다.
 - (5) 방식효과를 확인하기 위하여 지정된 지점에 기준전극, 측정함 등을 설치한다.
- 3) 외부전원방식
- (1) 선정된 양극(HSCI 등)은 피방식체를 따라 매설구간 내 양극이 균등한 간격으로 배치되도록 하고 양극보호관과 양극 사이에 채움재(coke breeze: 코크 브리지)를 침하되지 않도록 채운다.
 - (2) 양극을 2개 이상 설치할 때에는 양극 상호간의 간격을 3m 이상 유지하여야 한다.
 - (3) 직류전원장치 등 외부 전원장치를 설치할 때에는 전기설비기술기준에 따른다.
 - (4) 방식효과를 확인하기 위해 지정된 지점에 기준전극, 측정함 등을 설치한다.
 - (5) 모든 전선의 강관에 대한 접속은 캐드웰딩에 의하여 접속하고 그 부위는 에폭시로 보호처리하고 되메우기에 의한 피해가 없도록 하여야 한다.
- 4) 배류법
- (1) 배류기는 콘크리트패드 위에 견고히 설치하여야 한다.
 - (2) 배류기의 금속제 상자는 접지를 하여야 한다.
 - (3) 배류선을 공중에 설치할 경우 주의사항은 다음과 같다.
 - ① 케이블은 접지공사를 실시하고 단면적 22mm^2 이상의 아연도금한 강선을 사용 설치한다.
 - ② 배류선으로 케이블 이외의 것을 사용하는 경우는 직경 4mm의 경동선 또는 동등 이상의 것을 사용한다.
 - ③ 배류선으로는 배류전류를 안전하게 통할 수 있는 것을 사용한다.

- ④ 가공 배류전선의 높이는 도로를 횡단하는 경우는 지표 위 6m 이상, 철도를 횡단하는 경우는 레일보다 6m 이상, 그 외는 지표면 위 5m 이상으로 한다.
 - ⑤ 배류선과 가공 약전류선을 동일지지물에 시설하는 경우는 배류선을 가공 약전류선의 아래로 하여 30cm 이상의 거리를 두어야 한다.
- (4) 배류선을 땅속에 매설하는 경우 주의사항은 다음과 같다.
- ① 직접매설식의 경우 중량물의 압력을 받을 위험이 있는 장소에서는 토피를 1.2m 이상, 그 외는 60cm 이상으로 한다.
 - ② 배류선의 시점 부분에서 지표상 2.5m 미만 부분은 600V 고무 절연전선 이상의 절연 효력이 있는 것을 사용하고, 인체에 접촉할 우려가 있는 장소에 설치하는 경우는 사람과의 접촉이나 손상을 방지할 수 있도록 설치하여야 한다.
 - ③ 배류선의 크기는 배류전류의 크기에 따라 선정하고 선택배류기의 연속 정격전류에 맞추는 것이 보통이지만, 배류선이 긴 경우에는 배류선에 의한 전압강하를 작게 하기 위해 특히 굵은 것을 사용한다.
- 5) 전위측정
- (1) 자연전위는 전기방식 대상물에 방식전류를 흘리지 않은 상태에서 측정하여야 하며 만일 전류가 흘렀을 경우는 대상물에 유입된 전류의 영향이 완전히 소멸한 뒤에 측정하여야 한다.
 - (2) 방식전위측정은 전류를 흘리고 24시간 이상 경과한 후에 측정하여야 한다.
 - (3) 방식전위의 기준값은 포화 황산동 전극기준으로 $-0.85V$ 이하이어야 하고, 방식전위 하한값은 지하철도 등의 간섭영향을 받는 곳을 제외하고는 포화황산동 기준전극으로 $-2.5V$ 이상이 되도록 노력한다.
 - (4) 방식전류에 의한 자연전위와의 최소 전위변화가 $-300mV$ 이하이어야 한다.
- 6) 시험 및 검사
- (1) 전식방지설비의 시험 및 검사는 다음 사항이 포함되어야 한다.
 - ① 구조 및 외관검사
 - ② 배선검사
 - ③ KS C 1301, KS C 1302에 의한 절연저항측정
 - ④ KS D 0904에 의한 내전압시험
 - ⑤ 온도 상승시험
 - ⑥ 효율시험

- ⑦ 조작시험
- ⑧ 출력전압 조정범위 및 시험
- ⑨ KS D 0235 방식용 희생양극의 성능시험방법

6.3 보호관 및 철관 추진공사

6.3.1 관련사항

1. 일반사항

1) 적용범위

이 시방서는 도로, 철도, 하천 등을 추진으로 횡단하여 관로를 부설할 경우에 대한 일반적인 사항에 대해 적용한다.

2) 참조규격

(1) 한국산업규격(KS)

- ① KS D 3503 일반구조용 압연강재
- ② KS D 3506 아연 강판
- ③ KS D 3565 상수도용 도복장강관
- ④ KS D 3578 상수도용 도복장강관 이형관
- ⑤ KS D 4308 수도용 덕타일주철 이형관
- ⑥ KS D 4311 수도용 원심력 덕타일주철관
- ⑦ KS D 7017 용접철망

3) 제출물

(1) 시공계획서

- ① 횡단할 시설물의 관리주체와의 협의조건
- ② 위 ①항의 협의조건에 적합한 공법의 선정과 대안비교 등 그 검토내용
- ③ 필요시 추가 토질조사 또는 횡단 구조물 안정성 분석결과(응력계산서)
- ④ 굴착토량 반출 및 처리계획서
- ⑤ 원상복구계획서

(2) 시공상세도

- ① 추진기지 설치 평면도 및 상세도
 - ② 가이드레일(guide rail) 제작상세도
 - ③ 원상복구계획도
 - ④ 필요시 보수계획 평면도
- (3) 관 추진공사와 병행하거나 단일 수평지보공사로서 파이프 루프공사로 시공할 경우 시공자는 다음 사항을 포함한 시공계획서 및 시공상세도를 제출하여야 한다.
- ① 추진공사와 병행할 경우
 - 가. 파이프 루프로 형성된 지보공사의 안정성 검토서
 - 나. 파이프 루프 설치상세도
 - 다. 가이드레일 제작상세도
 - 라. 파이프 내 보강이 필요한 경우 보강작업계획서
 - 마. 기타 파이프 루프공사에 수반되는 작업에 필요한 사항
 - ② 단일 수평지보공사로 시공할 경우
 - 가. 상기 ①의 모든 사항
 - 나. 추진기지 등 필요한 관련 사항

2. 재료: 해당사항 없음

3. 시공

1) 시공조건 확인

- (1) 시공자는 작업시작 전 설계서를 검토하여 설계서의 이상 유무를 체크하고 이상이 있을 때 즉시 감리자에게 보고하여야 한다.
- (2) 시공자는 미리 시공장소의 토질, 지하수의 상황, 지하매설 물 및 기타 공사와 관계있는 제반조건을 충분히 조사하고, 그 결과에 근거하여 현장에 적합한 시공계획을 정해야 한다.

2) 작업준비

추진공법은 법규의 규제를 받는 일이 많으므로 규제 정도와 수속절차 및 대책 등에 대한 사전 검토가 필요하며 또 토질, 지층, 지하수 상태 등과 지표상황에 따라야 할 때가 많으므로 이와 같은 상황을 고려한 사전조사가 필요하다.

3) 추진기지공사

- (1) 시공자는 승인받은 시공상세도에 따라 추진기지를 설치하여야 한다.
- (2) 추진기지는 추진관의 반입이나 압력벽의 축조 등 추진공에 동원되는 설비가 안전하며 효율적으로 관내 토사를 반출할 수 있는 구조 및 규모이어야 한다.
- (3) 추진기지 설치 등 추진공에 필요한 모든 토공은 이 시방서 “1.6 구조물 및 관로 토공사”에 따라야 한다.
- (4) 작업 중 강우나 침투되는 지하수 등은 횡단할 구조물의 안정성이나 작업에 악영향이 생기지 않도록 배수 또는 차수 처리되어야 한다.
- (5) 임시로 흙깎기를 하고 추진공사 완료 후 복구되어야 할 토사 비탈면은 복구가 완료될 때까지 공사감독자에게 승인 받은 방법으로 보호되어야 한다.
- (6) 시공자는 추진기 입구 주변을 작업관리가 편리하도록 필요한 두께 및 넓이로 콘크리트 기초바닥 슬래브를 시공하여야 한다.
- (7) 압력벽은 관 추진에 필요한 최대압력과 소요의 안전율을 고려한 설계압력에 저항할 수 있는 구조 및 규모이어야 한다.
- (8) 추진관 내에는 굴착 등 작업에 지장이 없도록 조명시설을 설치·운영·철거되어야 한다.
- (9) 추진관 내에는 필요에 따라 작업자의 안전에 위해하지 않도록 환기설비를 하여 설치·운영·철거되어야 한다.
- (10) 가이드 레일은 추진 도중 그 위치나 방향이 변형되어서는 아니 되며 시공자는 레일의 위치 및 방향을 점검하여야 한다.

6.3.2 보호관 추진공사

1. 일반사항

1) 관련 시방절

추진공사에 관하여 이 시방서에서 규정하지 않은 사항은 터널공사 표준시방서(건설교통부)에 따른다.

2. 재료

보호관(shield pipe)의 제작은 공사시방서에 따른다.

3. 시공

1) 추진공사

- (1) 공사를 착수하기 전에 토질조사 자료와 설계서를 충분히 검토한 뒤 추진방법과 보조공법을 선정하여야 한다.
- (2) 추진은 주야간 계속공사를 원칙으로 한다. 단, 부득이한 경우에는 감리자의 지시에 따른다.
- (3) 실드공법은 실드를 사용하여 시행하는 터널공사로서 실드는 주로 원통형 강제의 스킴플레이트(skim plate)와 내장된 잭으로 구성되어 있다.
- (4) 보호관을 압입할 때에는 중심선 및 고저를 확정하고 추진대는 중심선이 흔들리지 않도록 견고하게 설치하여야 한다.
- (5) 공사시공에 앞서 토질조사 자료를 충분히 검토하고 추진방법 및 보조공법 등을 선정한다.
- (6) 지압벽은 흙막이 뒷면의 지반 변동에 의한 이상하중 및 관 압입에 의한 추진력에 충분히 견디는 강도를 가지며, 변형이나 파괴가 되지 않도록 견고하게 축조한다.
- (7) 발진구는 특히 원지반의 붕괴, 노면의 함몰 등과 같은 위험이 많으므로 전면 막장 절취시 관측공으로 원지반의 안정을 확인한 다음 시행한다.
- (8) 잭 추진은 추진지반의 토질에 따라 막장, 추진관, 지압벽 등의 안정을 기하면서 신중히 하여야 한다.
- (9) 지압벽은 흙막이와 밀착시킴과 동시에 지압면은 추진계획선에 직각으로 또 평탄하게 마무리하여야 한다.
- (10) 추진할 때에는 관의 강도를 고려하여 관의 허용저항력 이하로 추진하여야 한다.
- (11) 추진할 때에는 추진력을 최소화하기 위하여 필요에 따라 골재를 주입한다.
- (12) 추진 중에 추진력을 관리하는 방법으로서 항상 유압펌프의 압력계를 감시하고 추진력의 이상 유무를 확인한다.
- (13) 추진 중에 추진력이 갑자기 상승하는 경우에는 추진을 중지하고 그 원인을 조사하여 안전을 확인한 뒤에 추진한다.
- (14) 관내 굴착은 추진지반의 상황, 용출수 상태, 분출가스의 유무 등을 조사하고 작업의 안전을 기한다. 또 굴착할 때에는 선도관의 단면만큼만 굴착하고 선행 굴착 등에 의하여 주위의 토사를 이완시키지 않게 하여야 한다.
- (15) 감리자가 지시한 경우에는 추진 중 지질의 변화가 있을 때마다 자료를 채취하고 지층도를 작성, 제출한다.

- (16) 추진 중에는 관 1개마다 중심선, 고저 및 롤링을 측량하고 추진 정밀도를 확인하여야 한다.
 - (17) 부득이한 경우에 관의 굴곡수정은 굴곡이 적을 때에 실시하고 관에 과도한 편압력이 걸리지 않도록 하기 위하여 급격한 방향 수정은 피해야 하며, 굴곡수정 중에는 수시로 계측하고 수정효과를 확인하여야 한다.
 - (18) 보호관의 접합부는 지하수 및 세사 등이 유입되지 않도록 충전재를 충전한다. 또한 압입 구에는 배수설비를 마련해서 배수를 완전하게 하여야 한다.
 - (19) 추진 중에는 항상 근처의 상황에 주의하고 인근구조물에 영향을 주지 않도록 필요한 조치를 취해야 한다.
 - (20) 추진 중에 장애물, 용출수, 토사붕괴 등이 발생하였을 때에는 즉시 필요한 조치를 취함과 동시에 감리자에게 보고하여야 한다.
 - (21) 보호관의 주위에 공극이 생겼을 때에는 즉시 뒤채움을 완전히 하여야 한다.
 - (22) 뒤채움은 관 내면에서 적당한 간격으로 그 배합은 지질조건에 따라 결정되 주입압력은 $0.3\text{MPa(N/mm}^2\text{)}$ 이하를 표준으로 한다. 또 뒤채움 계획은 미리 감리자에게 보고하여야 한다.
 - (23) 개방형 절단날인 경우 부득이 관내 굴착을 중단할 때에는 널말뚝, 잣 등으로 막장부 전면 을 흠막이하여야 한다.
- 2) 보호관 내 배관
- (1) 보호관 내는 배관하기 전에 완전히 청소한다.
 - (2) 관은 설치하기 전에 충분한 검사를 하고 관체가 손상되지 않은 것을 확인하여야 한다.
 - (3) 배관은 대차 또는 미끄럼틀을 사용하여 시공한다.
 - (4) 관은 상하 좌우에 받침 등으로 고정한다.
 - (5) 배관은 원칙적으로 휜 배관을 하지 않으며 보호관의 시공 상황에 따라 부득이 관을 구부려서 접합할 때에는 감리자와 협의하여야 한다.
 - (6) 덕타일주철관의 접합은 이 시방서 “2.4 덕타일주철관의 접합”, 강관의 용접접합 및 도복장 공사는 “2.5 강관의 용접접합” 및 “2.6 도복장공사”에 따른다.
- 3) 추진완료 후의 조치
- (1) 추진이 완료되면 지압벽(支壓壁) 등을 배관 전에 빨리 해체하여야 한다.
 - (2) 보호관의 이음부는 실링을 한 후 모르타르를 충전한다.
 - (3) 보호관의 추진시 공극은 모래 또는 일반모르타르를 사용하여 완전히 충전한다.

6.3.3 철관 추진공사

1. 일반사항

1) 제출물

시공은 이 시방서 “6.3.2 보호관 추진공사”에 따르며, 시공자는 추진용 덕타일주철관과 추진강관을 제작하기 전에 응력계산서 및 승인도를 제출하고 감리자의 승인을 받아야 한다.

2) 추진공법의 종류

(1) 관의 사용방법에 따라 외부관 추진공법과 철관 추진공법으로 구분된다.

① 외부관 추진공법은 추진 부설된 관내에 수도관을 설치하는 2중관 방식이다.

② 철관 추진공법은 외장을 한 주철관이나 강관을 추진시키고 그 관 자체를 수도관으로 사용하는 방식이다.

(2) 철관 추진공법은 보호관 추진공법에 비해 굴진규모가 작고 연장이 대개 50~100m 정도가 일반적이다. 이 공법은 압입 수직갱을 파고 추진용 칼날을 붙인 선도관을 추진용 재크로 압입하고 관내 토사를 배제하면서 굴진하여 차례로 관을 연결해 터널을 형성한다.

2. 재료

1) 추진용 덕타일주철관의 제작

(1) 추진용 덕타일주철관의 제작은 KS D 4311(수도용 원심력 덕타일주철관)에 따르며 승인도에 따라 제작한다.

(2) 관 외면을 제작하기에 앞서 녹이나 기타 유해한 부착물을 제거하고 외장을 하지 않는 부분은 KS D 4311에 따라 도장한다.

(3) 콘크리트의 배합은 중량배합으로 하고 그 배합비는 <표 6.3.1>에 따른다. 또한, 시멘트, 물, 골재를 사용할 때에는 콘크리트 표준시방서에 따른다.

<표 6.3.1> 콘크리트의 배합비

시 멘 트	물	잔 골 재	굵은 골재
1	0.5~0.7	2~3	1~2

(4) 콘크리트의 양생은 콘크리트의 압축강도(f_{ck})가 $20\text{MPa}(\text{N/mm}^2)$ 이상이 되도록 증기양생

또는 자연 양생한다. 자연양생을 할 때에는 직사광선 등을 피하기 위하여 적당한 보호재료 및 보호방법으로 양생한다.

- (5) 콘크리트 외장을 한 관은 양생기간이 끝날 때까지 충격을 주지 않도록 하여야 한다.
- (6) 철망은 KS D 7017(용접철망)로 하고 그 치수에 대해서는 감리자의 승인을 받아야 한다.
- (7) 관의 부속품(압륜, 분할, 링, 볼트, 고무링 등)은 KS D 4311에 따른다.
- (8) 플랜지리브(flange rib) 및 스터드볼트·너트(stud bolt nut)의 재질은 KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 2종(SS 400)으로 하고 관체와의 용접, 소켓부의 탭(tab) 구멍, 스터드볼트·너트의 치수 허용차는 KS D 4308(수도용 덕타일주철 이형관)에 따른다.

2) 추진용 강관의 제작

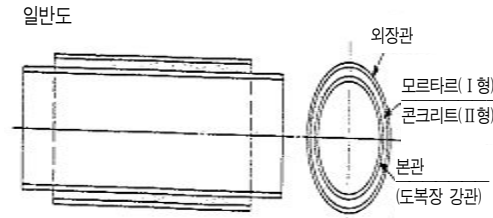
- (1) 강관의 제작은 공사시방서에 따라 제작한다.
- (2) 추진 강관은 본관과 외장관의 이중 구조(I형 및 II형)로 한다.
- (3) 이중관은 도복장한 본관과 외장관의 사이에 I형은 모르타르로 II형은 콘크리트로 충전한다.
- (4) 모르타르 또는 콘크리트를 충전할 때에는 외장관에 본관을 삽입하여 균등한 간격을 유지하도록 조립한 뒤에 모르타르 또는 콘크리트로 완전히 충전하여 일체화하며, 추진관은 직사광선을 피하기 위하여 적당한 보호재료 및 보호방법으로 양생한다.
- (5) 모르타르 또는 콘크리트의 배합은 중량 배합으로 하고 배합비는 <표 6.3.2>에 따른다. 시멘트, 물, 골재를 사용할 때에는 콘크리트 표준시방서에 따른다.

<표 6.3.2> 모르타르·콘크리트 배합비

종별 \ 항목	시멘트	물	잔골재	굵은골재
모르타르	1	0.3~0.8	1~3	—
콘크리트	1	0.3~0.8	1~3	3~5

<표 6.3.3> 현장이음재

형식	이음재		
	단열재	아연 철판	이음링(2등분)
I형	석면 조인트 시트 두께 3mm 2매	KS D 3506(아연강판)의 일반용(SBHG1)	KS D 3503의 2종 SS 400
II형	세그먼트(4~10으로 분할)		
	강재는 KS D 3503의 2종 또는 동등 이상품	콘크리트는 위의 <표 6.3.2>에 따른다.	



<그림 6.3.1> 수도용 추진 강관

- (6) 외장관은 KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 2종(SS 400) 강재를 아크용접으로 제작한다.
- (7) 본관 내면의 도장은 원칙적으로 수도용 액상에폭시 도장으로 하되 감리자가 필요하다고 인정할 때에는 위생안전기준에 적합한 다른 도료를 사용할 수 있다.
- (8) 본관 외면의 도복장은 KS D 3565, KS D 3589, KS D 3607, KWWA M 201, KWWA M 202 등에 의한 재료 및 도장방법에 따른다.
- (9) 관에 부착되는 현장이음재에 대하여는 미리 제작 도면을 작성하여 감리자의 승인을 받은 후 사용하여야 한다.

3) 관체 검사

- (1) 관체의 공장검사는 KS 및 관련규격에 따라 검사한다.
- (2) 공장검사는 감리자가 특히 필요하다고 인정할 경우 직접검사를 할 수 있다.

3. 시공

1) 추진

- (1) 그라우트 구멍은 플러그(plug)로 마개를 한 뒤 조이고 둘레를 모두 용접한다.
- (2) 외장부의 그라우트 구멍은 충전재로 완전히 충전한다.

2) 덕타일주철관의 접합

- (1) 추진용 덕타일주철관의 접합은 이 시방서 “2.4 덕타일주철관의 접합”에 따른다.
- (2) 관을 접합할 때에는 소켓에 삽구를 정해진 위치까지 삽입하고 소켓 끝면과 플랜지부를 스터드볼트로 표준 간격 치수가 되도록 균등하게 조인다.
- (3) 추진 중에는 이미 접합을 완료한 다른 이음부에 대한 삽입 여유길어도 정기적으로 측정한다.

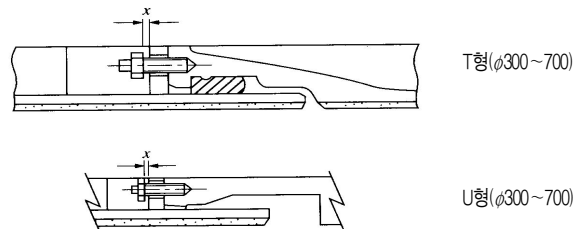
3) 강관의 접합

- (1) 강관의 용접접합 및 도복장공사는 이 시방서 “2.5 강관의 용접접합” 및 “2.6 도복장공사”에

- 따른다.
- (2) 추진 완료 후 도달구 내의 추진 강관 끝부분(자유단측)은 그라인더 등으로 정해진 홈 형상으로 마무리한다.
 - (3) 용접이음부의 내면 도장은 추진작업 중에 도막의 손상을 피하기 위하여 추진작업이 완료된 뒤 일괄 도장한다.
 - (4) I형관 외장부의 접합은 다음에 따른다.
 - ① 외장은 연결 링을 용접할 때 열에 의하여 본관 외면의 도복장이 손상되는 것을 방지하기 위해 본관 외면 도복장부를 단열재 등으로 감싸고 아연 철판으로 완전히 피복한다.
 - ② 외장관의 이음부는 둘로 나뉘어진 연결 링을 확실하게 부착하고 외면에서부터 편면 용접을 한다.
 - (5) II형관 외장부의 접합은 다음에 따른다.
 - ① 본관 외면 도장 후 외장관의 이음부에 세그먼트(segment)를 볼트로 조립한다.
 - ② 세그먼트 볼트 조임부의 채널(channel) 오목한 곳은 두께 3.2mm의 강판을 대고 주변을 용접해서 덮개를 하여 세그먼트의 표면을 평활하게 한다.
 - ③ 외장관과 세그먼트의 사이에는 추진 중 세그먼트의 이동, 흔들림 등을 방지하기 위하여 강철제 췌기를 박고 용접, 고정한다.

<표 6.3.4> 플랜지와 너트의 표준간격(x)

호칭 지름(mm)	간격(mm)
300~600	3
700~900	5
1,000~1,350	8
1,500~1,800	10
2,000~2,400	12
2,600	15



4) 덕타일주철관 접합의 검사

- (1) 메커니컬 및 KP메커니컬접합 이음은 접합 완료 후 소켓 내면과 삽입구 외면 사이의 간격과 볼트의 조임이 균등히 이루어졌는지 등을 확인한다.
- (2) 타이튼형 이음은 접합 완료 후 측정 공구를 사용하여 고무링이 정확한 위치에 있는가를 확인하여야 한다.
- (3) 수압시험 및 검사는 이 시방서 “2.4.6 수압시험 및 검사”에 따른다.
- (4) 이음부 충전 모르타르의 검사는 육안으로 보아 모르타르의 균열과 평활도 및 해머링(hammering)에 의한 모르타르의 들뜬 것을 검사하고 검사 결과 기능상 유해한 결함이 없어야 한다.

5) 강관 접합의 검사

- (1) 용접·도복장의 검사는 이 시방서 “2.5.6 배관의 용접검사” 및 “2.6.7 검사 및 보수”에 따른다.
- (2) 관 내면 도장부는 공장 도장부를 포함한 전면에 대하여 검사한다.

6.4 파이프 루프(pipe roof)공사

6.4.1 관련사항

1. 일반사항

1) 적용범위

이 시방서는 도로, 철도, 하천 등을 추진으로 횡단하여 관로를 부설할 경우에 대한 일반적인 사항에 대해 적용한다.

2) 제출물

시공자는 다음 사항을 포함한 시공계획서 및 시공상세도를 제출하여야 한다.

(1) 추진공과 병행할 경우

- ① 파이프 루프로 형성된 지보공의 안정성 검토서
- ② 파이프 루프 설치상세도
- ③ 가이드 레일 제작상세도

- ④ 파이프 내 보강이 필요한 경우 보강작업계획서
 - ⑤ 기타 파이프 루프공사에 수반되는 작업에 필요한 사항
- (2) 단일 수평지보공사로 시공할 경우
- ① 상기 ①의 모든 사항
 - ② 추진기지 등 필요한 관련 사항

2. 재료

KS D 3503의 2종(SS 400) 규격에 적합하거나 동등 이상의 것으로서 스파이럴 실 용접접합된 관이어야 하며, 내·외면 모두 나관상태로 녹 또는 이물질이 관 표면에 부착되어 있어서는 안 된다.

3. 시공

- 1) 추진기지공사
- (1) 시공자는 승인 받은 시공상세도에 따라 추진기지를 설치하여야 한다.
 - (2) 추진기지는 추진관의 반입이나 압력벽의 축조 등 추진공사에 동원되는 설비가 안전하며 효율적으로 관내 토사를 반출할 수 있는 구조 및 규모이어야 한다.
 - (3) 작업 중 강우나 침투되는 지하수 등은 횡단할 구조물의 안정성이나 작업에 악영향이 생기지 않도록 배수 또는 차수 처리되어야 한다.
 - (4) 임시로 흙깎기를 하고 추진공사 완료 후 복구되어야 할 토사 비탈면은 복구가 완료될 때까지 감리자에게 승인 받은 방법으로 보호되어야 한다.
 - (5) 수급인은 추진기 입구주변을 작업관리가 편리하도록 필요한 두께 및 넓이로 콘크리트 기초 바닥 슬래브를 시공하여야 한다.
 - (6) 압력벽은 관 추진에 필요한 최대압력과 소요의 안전율을 고려한 설계압력에 저항할 수 있는 구조 및 규모이어야 한다.
 - (7) 추진관 내에는 굴착 등 작업에 지장이 없도록 조명시설을 설치·운영·철거되어야 한다.
 - (8) 추진관 내에는 필요에 따라 작업자의 안전에 위해하지 않도록 환기설비를 하여 설치·운영·철거되어야 한다.
 - (9) 가이드 레일은 추진 도중 그 위치나 방향이 변형되어서는 아니 되며 시공자는 레일의 위치 및 방향을 점검하여야 한다.

2) 파이프 루프공사

- (1) 투입시 관과 관의 연결은 이 시방서 “2.5 강관의 용접접합”에 따라야 한다.
- (2) 시공자는 최초로 투입한 파이프가 반대편 설계지점에 정확히 관통된 것을 확인한 후 그 다음 순서의 파이프를 인터로킹과 연결시킨 상태로 투입하여야 한다.
- (3) 시공자는 파이프 투입에 방해가 되는 전석 등은 감리자의 승인을 받은 방법으로 제거하고 파이프 루프의 배면쪽의 공간을 메워 횡단구조물에 악영향이 없도록 하여야 한다.

3) 굴착

- (1) 시공자는 단일 수평지보공사로 시공되었을 경우 파이프 루프가 아치형 지보를 형성하는 내부를 굴착하여야 한다.
- (2) 내부 굴착은 터널공사 표준시방서(건설교통부)에 따른다.
- (3) 시공자는 횡단할 구조물의 상부 활하중 등 외부하중에 의한 파이프 루프 변형에 대해 항상 유의하여야 하며 필요시 계기를 설치·운영하여야 한다.
- (4) 수급인은 횡단할 구조물의 지하수의 상태에 항상 유의하여야 하며 파이프 루프공사 및 내부굴착에 따른 지하수의 변동으로 횡단할 구조물에 악영향이 없도록 필요한 대책을 강구하고 감리자의 승인을 받아 조치하여야 한다.
- (5) 시공자는 추진 도중 당초 예상하지 못하였던 외부하중으로 파이프 루프에 변형이 발생될 우려가 있을 경우 보조지보공사를 하여야 한다.
- (6) 시공자는 굴착작업에 지장이 없도록 조명시설을 설치·운영·철거하여야 한다.
- (7) 시공자는 필요에 따라 작업자의 안전에 위해하지 않도록 환기설비를 설치·운영·철거하여야 한다.

4) 내관 부설

- (1) 관추진공과 병행하는 경우 다음 항에 따라야 한다.
 - ① 시공자는 관내 굴착이 완료되면 관내 청소를 하여야 하며 내관 삽입 전에 감리자 승인을 받아야 한다.
 - ② 시공자는 내관을 삽입할 때 외부 도복장의 손상이 없도록 하며 손상이 발생된 경우 수급인의 비용으로 손상된 부분을 보수하여야 한다.
 - ③ 내관의 연결은 이 시방서 “6.3.2 보호공 추진공사” 및 “6.3.3 철관 추진공사”에 맞추어 시공되어야 하며 감리자의 승인을 받은 후 삽입되어야 한다.
- (2) 단일 수평지보공사로 시공되었을 경우 이 시방서 “6.3.2 보호공 추진공사” 및 “6.3.3 철관

추진공사”에 따라야 한다.

5) 내관 주변 뒤채움

- (1) 관 추진공사와 병행하는 경우 시공자는 내관 삽입이 완료되면 양단부의 추진관 및 내관 사이의 공간부를 설계서에 명시된 방법으로 수밀시키고 채움 그라우팅하여야 한다.
- (2) 단일 수평지보공사로 시공되었을 경우 다음 각 조항에 따라 시공되어야 하며 별도로 규정되지 않은 사항은 콘크리트 표준시방서 및 터널공사 표준시방서(건설교통부)에 따른다.
 - ① 시공자는 내관 부설 완료 후 양단부의 파이프 루프공과 내관 사이의 공간부를 콘크리트로 채워야 하며 채움재는 설계서에 따른다.
 - ② 내관 주변 뒤채움 콘크리트 치기는 터널공사 표준시방서(건설교통부)에 따른다.

6.5 세미실드(semi-shield) 터널공사

6.5.1 관련사항

1. 일반사항

1) 공정계획

- (1) 시공자는 설계도면, 시방서를 충분히 이해하고 공사현장의 예비조사를 실시하여 공사작업 계획서를 작성 제출하여야 한다.
- (2) 시공자는 세미실드(semi-shield) 굴진시 1스트로크(stroke)마다 암의 강도, 커터헤드(cutter head) RPM, 커터토크(cutter torque), 커터(cutter) 위치별 교환주기, 추진력(원압, 중압 등) 및 단계별 중압추진에 소요되는 시간을 기록하고 작업 중지시는 중지 원인을 파악, 분석하여 상세히 기록 관리하여야 한다.

2) 제출물

(1) 시공계획서

- ① 횡단할 시설물의 관리주체와의 협의조건
- ② 위 ①항의 협의조건에 적합한 공법의 선정과 대안비교 등 그 검토내용
- ③ 필요시 추가 토질조사 또는 횡단 구조물 안정성 분석결과(응력계산서)
- ④ 굴착토량 반출 및 처리계획서

- ⑤ 원상복구계획서
- (2) 시공상세도
 - ① 추진기지 설치 평면도 및 상세도
 - ② 가이드레일(guide rail) 제작상세도
 - ③ 원상복구계획도
 - ④ 필요시 보수계획 평면도

2. 재료

- 1) 장비사양
 - (1) 조사된 현장의 지질조건 및 암반특성에 적합한 굴진가능한 장비이어야 한다.
 - (2) 장거리 추진 설비장치는 이토(slime) 제거장치, 자동측량장치, 자동활재 주입제어장치가 부착되어 있어야 한다.
 - (3) 이토 제거장치는 실드 하부에 쌓이는 이토를 제거하여 장거리 추진시 재밍(jamming)을 방지할 수 있어야 한다.
 - (4) 자동 측량 장치는 거리 증가에 따라 레이저 빔(laser beam)의 감도가 확산 및 저하되므로 레이저 테오도라이트(laser theodolite)가 움직이는 추진관 내부로 들어가서 측량되는 구조이어야 한다.
 - (5) 자동활재 주입장치는 활재가 전 추진관의 외벽과 굴착면 사이에 고르게 분포될 수 있는 성능을 발휘할 수 있어야 한다.

3. 시공

- 1) 작업갱(발전작업구, 도달작업구)
 - (1) 공사시행 전 교통 및 보행자의 안전을 위하여 안전 울타리를 현장여건에 맞게 설치하여야 한다.
 - (2) 아스팔트 및 콘크리트 포장도로의 경우 절단기로 절단한 후 인력으로 줄파기를 하여 지하 매설물의 유무를 확인하고 매설물이 나타날 경우 보호공 이설을 행하여야 하며, 대책을 포함한 계획서를 감리자에게 제출하여 승인을 받아 시행한다.
 - (3) 굴착한 토사는 지정된 사토장에 즉시 반출하여야 하며, 적재차량에 덮개를 씌워 토석이 흘러내리지 않도록 한다.

- (4) 작업갱 내 되메우기는 감리자의 확인을 받아 양질의 토사 또는 모래로 물다짐을 실시하여야 한다.
 - (5) 차수공사 시행 후 지반이 교란되지 않도록 충격을 주지 않아야 하고 지반의 융기현상이 없도록 차수를 확인하여야 하며, 융기 현상이 발생할 경우 시공자 부담으로 원상복구한다.
- 2) 추진설비
- (1) 반력벽은 잭(jack)의 추진에 견딜 수 있도록 견고하게 설치하여야 하며 터널방향에 직각과 수직이 되게 하여야 한다. 총추진력이 커서 입갱 내 반력벽 지지력이 부족할 때는 반력벽 후부에 지반개량 또는 지지말뚝으로 보완하여야 한다.
 - (2) 바닥콘크리트 타설은 입갱 내 기계설비설치 및 관 추진작업시 지반의 안정을 고려하여 적절한 두께로 타설하여야 한다.
 - (3) 추진 잭의 선정 및 배치는 장비의 조향성, 추진관의 구조, 추진관 조립시 시공성 등을 고려하여 결정하여야 한다.
 - (4) 잭의 용량은 총추진력에 여유를 두어 선정하여야 한다.
 - ① 각 잭이 각개 조합일 경우 잭 실린더(cylinder)는 추진관의 중심선으로부터 같은 거리에 대칭 배치하여 편심추력이 작용하지 않도록 하여야 한다.
 - ② 잭 설치시 추진방향에 대한 측량을 정확히 실시하여 추진방향과 일직선이 되도록 설치하여야 한다.
 - (5) 압각은 잭이 반력벽에 등분포하중으로 바뀌어 작용할 수 있는 구조로 되어야 한다.
 - (6) 압륜은 잭의 추진력이 추진관에 고르게 분포되도록 설계, 시공되어야 한다.
 - (7) 추진대는 추진관이 정위치에서 이탈하지 않도록 일정한 레벨(level)과 평행을 이루도록 설치하여야 한다.
 - (8) 추진 잭의 작동속도는 지반조건 및 장비형식에 적합하게 결정하여야 한다.
 - (9) 추진 잭의 타입은 추진관의 폭에 소요의 여유를 더한 것으로 하여야 한다.
 - (10) 선단부의 형상 치수는 지반조건에 적합하게 결정되어야 하며, 누수가 없도록 하여야 한다.
 - (11) 몸체부의 길이는 추진 잭, 커터헤드의 축수장치(軸受裝置), 구동장치 및 배토장치 등의 배치공간을 고려하여 결정하되, 그의 구조는 충분한 강성을 확보하여야 한다.
 - (12) 테일(tail)부의 길이는 추진관의 폭 및 형상을 기준으로 하여 결정하고, 테일 스킨플레이트(tail skin plate) 두께는 변형에 대하여 충분히 검토하여 결정하여야 한다.
 - (13) 기둥 및 고정 덱(deck)은 작업공간을 확보하면서 몸체부를 보강하는 것으로 지반조건에

- 다른 굴착과 몸체부의 지지가 가능한 구조로 하여야 한다.
- (14) 작업공간은 안전하고 능률적으로 작업할 수 있도록 확보하여야 한다.
 - (15) 문형 크레인(20ton)은 추진관 및 압륜, 스트럿(strut)의 반출입이 용이하도록 설치하여야 한다.
 - (16) 믹서(mixer)는 활재 및 이입재의 혼합제조에 사용되며, 그라우팅 펌프로서 추진관에 부착된 플러그(plug)를 통하여 흡과 관 사이에 이를 주입하여야 한다.
 - (17) 유체 수송설비
 - ① 이수 설비는 추진 공정 및 배토량을 감안하여 충분한 용량을 가지고 있어야 한다.
 - ② 배토된 토사는 즉시 지정된 사토장에 반출 또는 유용 처리하여야 한다.
 - ③ 송, 배니 파이프는 교통에 지장을 주지 않도록 설치하여야 한다.
 - ④ 이수 펌프는 적절한 양정을 가져야 하며 발진갱에서 이수 설비까지 거리가 길어지면 중간 펌프를 설치하여 이수의 수송을 원활히 하여야 한다.
 - ⑤ 배토된 토사는 반드시 필터 프레스(filter press)를 거쳐 수분을 제거하고 지정된 사토장에 처리하여야 한다.
 - (18) 유압기기는 점검 부수에 편리한 위치를 정하여 될 수 있는 대로 콤팩트하게 집약하여 돌출부를 작게 하며 조사, 뒤채움 주입재 등에 대해 완전히 보호되는 구조로 하여야 한다.
 - (19) 전기기기는 방수성이 우수하고 절연도가 높은 기기를 사용하여야 한다.
 - (20) 전력설비는 각종 기기가 지장없이 안전하게 운전할 수 있는 충분한 용량의 것이어야 한다.
 - (21) 뒤채움 주입설비는 주입재료, 주입방법 등을 고려하여 충분히 충전될 수 있는 설비이어야 한다.
 - (22) 배수설비는 입갱 및 갱내의 지하수 및 이수 등을 충분하게 배수할 수 있는 능력을 가져야 하며, 예상치 못한 출수에 대비하여 예비펌프를 준비하여야 한다.
 - (23) 굴진기의 고장 유무 확인이나 갱내작업시 작업자에게 신선한 공기를 넣어줄 수 있는 환기설비를 설치하여야 한다.
- 3) 굴진공사
- (1) 굴진장비 속도

표준상태에 따른 굴진장비 속도는 <표 6.5.1>과 같다.
 - (2) 측량 및 공사기록

추진공사 시공에 있어서 측량 및 공사기록은 매일 상세히 작성하여 감리자에게 제출하여야

하며, 공사 전과정을 촬영하고 공사 준공 후 이를 제출하여야 한다. 측량은 지표측량, 관로 내 측량으로 구분 실시하며 측량결과를 매일 기록하여 감리자의 요구가 있을 때 제출하여야 한다.

<표 6.5.1> 토질상태에 따른 굴진장비 속도

일축압축강도 (N/mm ²)	투과깊이 (cm/회)	cutter 교환횟수(m/회)		
		outer	mid	inner
200~160	0.17	60	90	120
160~120	0.23	90	125	148
120~80	0.33	115	163	175
80~40	0.43	170	210	240

① 지표측량

- 가. 시공자는 시공에 앞서 관로중심선, 종단측량 수준측량을 행하고 그 기준이 될 수 있는 기준점을 설치하여야 한다.
- 나. 기준점은 변형의 염려가 없는 곳에 추진관의 연장, 지형상황을 참조하여 트래버스(traverse), 삼각측량 등의 적절한 방법으로 견고하게 설치하여 충분히 보호하여야 한다.
- 다. 굴진에 앞서 20m마다 지표에 측점을 설치하고 굴진 전, 후로 수준측량을 실시하여 지반의 변형상태를 점검한다.
- 라. 기준점은 변형의 염려가 없는 곳에 견고하게 설치하여 충분히 보호하고, 또 인근점을 설치하여 검측, 복원이 용이할 수 있도록 하여야 한다.

② 터널 내 측량

- 가. 터널 내 측량의 기준점은 작업구 내 갱내에 설치해야 하며 추진에 영향을 받지 않고 변형이 없는 곳에 설치하여야 한다.
- 나. 터널 내 수준측량은 추진관 1본 추진 완료시마다 레이저 트랜짓(laser transit)으로 측량하여 기록하고 굴진기 조종자는 그 결과를 숙지하여 추진관로가 계획선로에 어긋나지 않도록 해야 한다.
- 다. 굴진 중에도 레이저 트랜짓을 설치, 레이저 빔(laser beam)을 계획관로대로 목표

물(target)에 조사시켜 굴진기의 방향수정 및 사행관로를 방지한다.

라. 추진이 완료된 후 전체관로의 수준측량을 주 2회씩 1개월간 실시하여 관로의 변형 상태 및 결과를 감리자의 요구가 있을시 제출하여야 한다.

마. 관측점의 간격은 20m를 표준으로 하되 곡선부의 시종점부는 관측점을 적절히 설치 하여야 한다.

③ 장거리 및 곡선부 측량

가. 장거리 및 곡선부 측량에 적용된 자동측량시스템은 굴진작업 현황을 연속적으로 나타내서 계획된 노선과 비교가 가능하여야 한다.

나. 만약 노선에 오차가 생기면 오차를 교정하여 계획노선과 일치하도록 하여야 한다.

다. 자동측량시스템은 장비의 위치 및 관독을 위하여 컴퓨터화되어야 하며 숫자와 그래픽으로 계속해서 정보를 제공하여야 한다.

라. 모든 관련된 측량 자료는 나중에 분석을 위하여 모두 저장하여야 한다.

마. 자동측량시스템은 노선에 오차를 방지하기 위하여 측량자료를 컴퓨터 그래픽으로 나타나야 한다.

바. 교정된 롤(roll)의 위치를 표시하는 데는 목표물(target), 레이저(laser), 후방 목표물 및 프리즘(prism) 등이 있어야 한다.

사. 자동측량시스템은 레이저빔의 방위각과 편차를 읽을 수 있어야 한다.

아. 추진관 추진시 갑자기 방향이 전환될 경우 실링재의 허용오차를 넘어 그대로 진행되면 실링재가 손상되어 방수에 문제가 되며, 추진시 마찰력이 증가하여 유압에 문제가 발생하는 원인이 되므로 갑자기 방향이 전환되는 것을 방지하여야 한다.

자. 장비의 위치는 굴진 중에도 일정한 시간차로 기록되어야 한다.

차. 기본적인 가정치와 추진관 제작시 변형, 과도한 여굴, 곡선부에서 계획 노선과 일치시키는데 따르는 어려움을 방지하기 위하여 최소한 매100m 이내에서 측량을 조정하여야 한다.

카. 프리즘은 목표물 후방으로부터 터널의 곡선 반경에 따라 약 30~60m에 설치되어야 한다.

타. 레이저 전방에서 굴진 중인 굴진기의 실제 위치를 측정하고, 측정된 추진관의 위치와 이론적인 장비 위치 사이에 변위를 운전반에서 결정하기 위하여 2대의 프리즘에서 나온 측점이 레이저 전방에 있는 추진관에 있어야 한다.

파. 변위의 차가 심각하면 새로 측정된 수치들을 현재 굴진 중, 작동 중인 컴퓨터에 그 자료를 입력해서 오차를 교정하여 계획 노선과 일치하도록 하여야 한다.

(3) 굴진기 점검

굴진기의 성능을 완벽하게 발휘시키고 고장, 사고 등을 미연에 방지하기 위하여 다음과 같은 일상 및 정기점검을 실시하여야 한다.

① 일상점검

가. 일상점검

나. 각부의 급유, 기름의 유무 확인, 보충

다. 작동유 유량확인

라. 전원 및 전압

마. 각부의 볼트 및 너트 점검

바. 조작판의 스위치, 표시등, 제반 기기류의 이상 확인

사. 계기판의 이상점검

아. 이수압의 측정자, 작동유, 윤활유, 이수의 이상누출

차. 굴진기 본체와 이수 파이프 및 조작 케이블(cable), 동력선과 이상 점검

카. 기타 감리자의 지시사항

② 정기점검 및 보수

정기점검은 1스팬(span)이 굴진 완료될 때마다 실시한다.

가. 전동기기의 정밀점검

나. 마모 비트(bit)의 점검 및 보수

다. 스킨플레이트(skin plate)의 점검 및 보수

라. 제어반 및 배선점검

마. 오일탱크(oil tank)의 점검

바. 각 계기판의 점검

사. 유압장치의 점검

아. 헤드(head)의 회전수 점검

4) 현장작업시 유의사항

(1) 현장작업시 교통에 최대한 지장을 주지 않도록 해야 한다.

(2) 도로 및 도로주변은 본 공사로 인하여 이물질 등 장애물이 없도록 항상 깨끗이 유지하여야

한다.

- (3) 작업시는 항상 공구별로 긴밀한 연락을 유지하여야 하며, 공사 중의 불의의 사고 등에 대비할 수 있는 태세를 갖추어야 한다.

(4) 중압 추진

중압추진은 추진연장이 길어 추진압력이 매우 커져서 추진관의 내하력이 견딜 수 없을 때 또는 추진 잭의 설비용량이 추력에 비해 부족할 때 추력을 부담할 목적으로 사용하여야 한다.

- ① 중압관은 중압 잭을 설치하여 잭 작동에 따라 전후 작동이 가능할 수 있도록 선도관 및 후속(following) 관으로 조립되어 있어야 한다.

- ② 중압 잭은 중압관 동심 원주상에 일정 간격으로 배치되며 잭의 작동은 원압 파워 팩(power pack)에 연결된 유압호스를 통하여 중압 조작반에서 조작하여야 한다.

가. 스트로크: 700mm

나. 용량: 1,200ton

③ 중압 추진작업

가. 중압관 설치작업

중압관을 설치시 설치 단수와 위치는 감리자의 승인을 득한 후 시행하여야 한다.

나. 중압 추진작업

가) 중압 추진작업은 원압 추진작업과 교대로 실시되며, 중압 잭 작동은 중압조작반에서 조작된다.

나) 중압 추진시 중압 잭 위치에 잭 스트로크 체크 인원을 배치하여 잭 스트로크 길이를 측정하고 수시로 잭 운전사에게 보고하면서 추진한다.

다) 중압 추진이 완료되면 중압 잭을 리턴(return)하면서 원압 추진을 중압 추진 길이만큼 실시하는 작업순서를 반복하면서 중압 추진을 실시하여야 한다.

라) 중압 잭은 1회 추진 스트로크가 짧고, 원압 추진도 중압 추진거리 만큼만 실시되므로 전체 추진속도가 크게 떨어지는 단점을 중압관 설치 및 조작시 고려하여야 한다.

- (5) 시공자는 추진관의 저장 및 운반계획서를 작성하여 감리자에게 제출하여야 하고, 추진관의 운반 및 저장 시 손상과 변형이 없도록 보호설비를 하여야 한다.

(6) 추진관의 조립 및 방수

- ① 추진관 및 장비의 테일 부분은 조립 전에 충분히 청소하고, 추진관 사이에 토사 및 이

물질이 끼지 않도록 하여야 한다.

- ② 추진관의 조립시에 이가 서로 맞지 않는 일이 없도록 해야 하며 고무링은 충분히 체결 하여야 한다.
 - ③ 추진관은 파손 또는 고무링의 이탈이 발생하지 않도록 주의해야 하며, 파손될 경우는 대책을 수립하여 감리자의 승인을 득하여야 한다.
 - ④ 추진관 조립 후 하중 또는 자중에 의해 변형되지 않도록 정확히 조립하여야 한다.
 - ⑤ 추진관 조립 후 균열 등에 인하여 누수가 발생할 경우 감리자에게 보고하고 이에 대한 대책을 수립해야 한다.
- (7) 뒤펀 주입은 지반 침하에 관계되므로 특히 다음 사항에 유의하여야 한다.
- ① 뒤펀 주입설비는 장비의 굴진속도에 대응할 수 있는 설비라야 한다.
 - ② 장비 굴진 후 뒤펀 주입을 하여야 한다.
 - ③ 뒤펀 주입순서는 위쪽에서부터 아래쪽으로 좌, 우 대칭으로 행하고 추진관에 편압이 작용하지 않도록 하여야 한다.
 - ④ 주입압은 추진관 및 이음강도를 고려해서 $0.1 \sim 0.3 \text{N/mm}^2$ 정도로 하고, 주입재가 충분히 채워질 때까지 주입압을 유지시켜야 한다.
 - ⑤ 주입작업시 주입호스에서의 고결이 일어나지 않도록 주의하여야 한다.
- (8) 커터는 지질조건에 따라 형상, 강도, 배치 등이 달라지므로 지반 및 시공조건에 적합하여야 하고, 장비 굴진 중 커터 교환이 필요할 때는 막장의 안정, 차수 등을 위하여 지반보강을 시행하여야 하며, 이때 시공계획서를 작성·제출하여 감리자에게 승인을 득한 후 시행하여야 한다.
- (9) 이토 처리는 필터프레스를 설치하여 폐기물이 발생하지 않도록 하고, 굴착토의 처리는 노면을 더럽히지 않고 교통에 혼잡을 주지 않도록 운반하여야 한다.
- (10) 지반 침하는 주로 원지반의 조건, 막장의 안정성, 뒤펀 주입상황에 따라 발생하므로 시공자는 항상 지반 침하 검측 측량을 실시하여 침하 허용치를 초과할 때는 긴급조치를 시행하고, 그 결과에 대한 보강 대책방안을 수립하여 감리자에게 보고하여야 한다.
- ① 막장 안정에 의한 방지대책
 - ② 추진관리 측량을 철저히 하여 사행발생을 최소화하여야 하고 롤링, 피칭 등을 최소화하여야 한다.
 - ③ 뒤펀 주입이 시공 후 침하를 좌우하는 최대 요인이므로 주입압, 주입량 등의 설정을

최적화하여야 하고, 1차 주입 후 주입의 확실성을 위해 2차 주입을 실시하여 공극부를 충전하여야 한다.

- ④ 추진관의 이음부, 뒤채움 주입공 등에서의 누수에 의하여 흠 속의 간극수압이 감소하지 않도록 방수공을 확실히 하여야 한다.

6.5.2 세미실드 추진관 제작

1. 일반사항

1) 적용범위

세미실드공법용 추진관을 제작하는데 대한 시설, 제품규격, 품질, 재료, 작업방법에 대하여 적용한다.

2) 참조규격

- (1) KS D 3503 일반구조용 압연강재
- (2) KS D 3504 철근콘크리트용 봉강
- (3) KS D 3505 PC 봉강
- (4) KS D 3515 용접구조용 압연강재
- (5) KS D 3552 철선
- (6) KS D 3554 연강선재
- (7) KS D 7004 연강용 피복 아크용접봉
- (8) KS F 2526 콘크리트용 골재
- (9) KS F 2527 콘크리트용 부순돌
- (10) KS F 2560 콘크리트용 화학 혼화재
- (11) KS L 5201 포틀랜드시멘트
- (12) KS L 5210 고로 슬래그 시멘트
- (13) KS L 5211 플라이애시 시멘트
- (14) KS L 5401 포틀랜드 포졸란 시멘트
- (15) KS L 5405 플라이애시

3) 종류 및 치수

- (1) 종류: <표 6.5.2>와 같이 표준관, 중압관으로 분류한다.

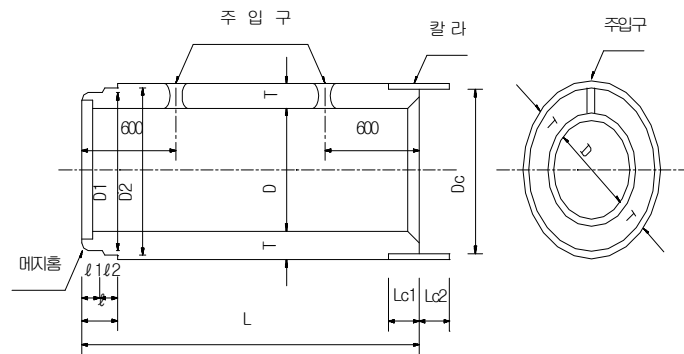
<표 6.5.2> 추진관의 종류

종 류			콘크리트 강도(kgf/cm ²)
표준관	$\phi 800 \sim 2,600$		700
중압관	S.T형	$\phi 1,000 \sim 2,600$	700

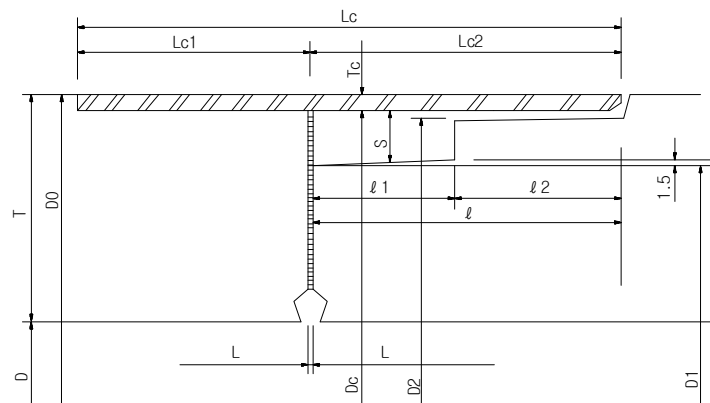
(2) 형상 및 치수

① 표준관: 표준관의 형상 및 치수는 다음 그림 및 표와 같다.

(단위 : mm)



<그림 6.5.1> 추진관 형상



<그림 6.5.2> 추진관 연결부 상세도

<표 6.5.3> 추진관 치수

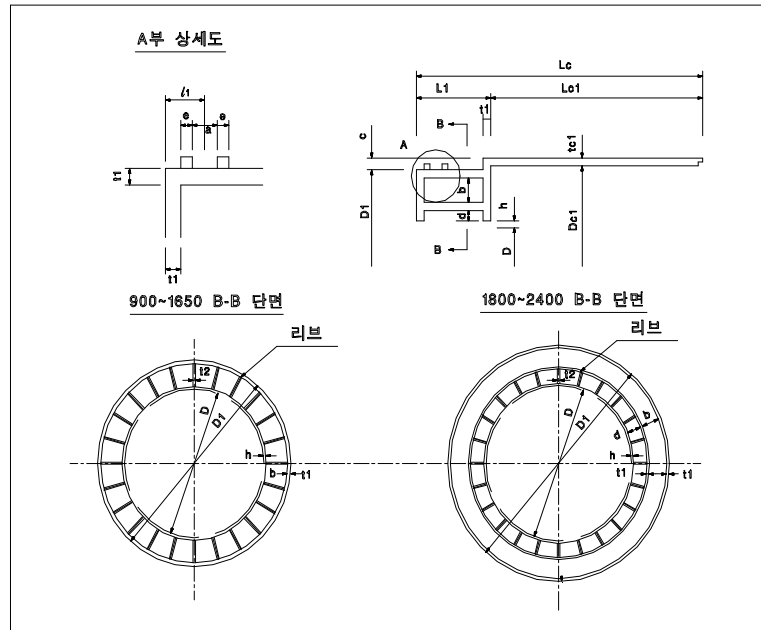
직경	D ₁	D ₂	두께	유효 길이	l_1	l_2	l	L _{C1}	L _{C2}	L _C	T _C	D _C	참고중량 (kg)
800	933	942	80	2,500	60	72	132	120	130	250	4.5	951	1,330
900	1,053	1,062	90	2,500	60	72	132	120	130	250	4.5	1,071	1,670
1,000	1,173	1,182	100	2,500	60	72	132	120	130	250	4.5	1,191	2,060
1,100	1,283	1,292	105	2,500	60	72	132	120	130	250	4.5	1,301	2,380
1,200	1,403	1,412	115	2,500	60	72	132	120	130	250	4.5	1,421	2,840
1,350	1,563	1,577	125	2,500	60	72	132	120	130	250	6	1,588	3,460
1,500	1,743	1,757	140	2,500	60	72	132	120	130	250	6	1,768	4,310
1,650	1,913	1,927	150	2,500	60	72	132	120	130	250	6	1,938	5,060
1,800	2,083	2,097	160	2,430	60	72	132	120	130	250	6	2,108	5,890
2,000	2,313	2,327	175	2,430	60	72	132	120	130	250	6	2,338	7,140
2,200	2,543	2,557	190	2,430	60	72	132	120	130	250	6	2,568	8,520
2,400	2,763	2,779	205	2,430	70	82	152	150	130	300	6	2,792	10,100
2,600	2,993	3,009	220	2,430	70	82	152	150	150	300	6	3,022	11,700

<표 6.5.4> 추진관 치수의 허용차

직 경	D	D ₁	πD ₁	T	L	<i>l</i>	L _C	L _{C2}	π(D _{C2} +2t _C)													
800	±4	±2	±2	$\begin{smallmatrix} +4 \\ -2 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +10 \\ -5 \end{smallmatrix}$	± 2	$\begin{smallmatrix} + 3 \\ - 2 \end{smallmatrix}$	± 2	±2													
900	±6	$\begin{smallmatrix} +3 \\ -2 \end{smallmatrix}$	±3	$\begin{smallmatrix} +3 \\ -2 \end{smallmatrix}$					±3													
1,000																						
1,100																						
1,200																						
1,350	±8	$\begin{smallmatrix} +4 \\ -3 \end{smallmatrix}$	±6	$\begin{smallmatrix} +8 \\ -4 \end{smallmatrix}$					±5													
1,500				$\begin{smallmatrix} +10 \\ -5 \end{smallmatrix}$																		
1,650																						
1,800	±10																					
2,000																						
2,200																						
2,400	±12		±9	$\begin{smallmatrix} +12 \\ -6 \end{smallmatrix}$																		
2,600																						

② 중압관: 중압관은 S형, T형으로 구분하며 형상 및 치수는 다음 그림 및 표와 같다.

가. S형



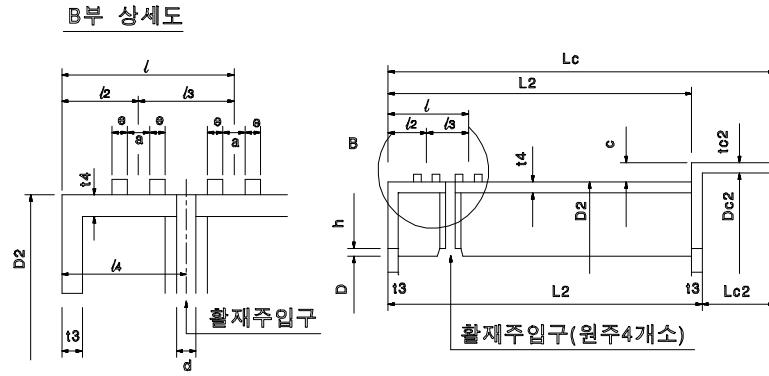
<그림 6.5.3> S형 중압관 형상

<표 6.5.5> S형 중압관의 치수

(단위: mm)

호칭경	D_s	D_1	πD_1	D_c	$\pi(D_c + 2t_c)$	L_s	L_c	l	t_c	t	φ
1,000	1,024	1,173	3,685	1,182	3,770	150	1,100	60	9	16	6
1,100	1,124	1,283	4,031	1,292	4,115	150	1,100	60	9	16	6
1,200	1,224	1,403	4,408	1,406	4,492	155	1,100	60	12	19	6
1,350	1,374	1,563	4,910	1,576	5,027	155	1,150	60	12	19	9
1,500	1,524	1,743	5,476	1,756	5,592	155	1,150	60	12	19	9
1,650	1,674	1,913	6,010	1,926	6,126	160	1,150	60	12	22	9
1,800	1,824	2,083	6,544	2,096	6,660	160	1,150	60	12	22	9
2,000	2,024	2,313	7,267	2,326	7,383	160	1,150	60	12	22	9
2,200	2,224	2,543	7,989	2,556	8,105	160	1,150	60	12	22	9
2,400	2,424	2,763	8,680	2,778	8,828	180	1,200	70	16	25	9
2,600	2,624	2,993	9,403	3,009	9,550	180	1,200	70	16	25	9

나. T형



<그림 6.5.4> T형 중압관 형상

<표 6.5.6> T형 중압관의 치수

(단위: mm)

호칭경	D_1	πD_1	D_c	$\pi(D_c + 2t_c)$	L_T	L_c	l	l_1	l_2	l_3	a	b	t_c	t_1	t_2	φ
1,000	1,164	3,657	1,191	3,770	1,150	130	125	60	65	92.5	26	18	4.5	9	6	6
1,100	1,274	4,002	1,301	4,115	1,150	130	125	60	65	92.5	26	18	4.5	9	6	6
1,200	1,388	4,361	1,421	4,492	1,150	130	125	60	65	92.5	26	21	4.5	9	6	6
1,350	1,551	4,873	1,588	5,027	1,200	130	125	65	65	92.5	26	21	4.5	9	6	9
1,500	1,731	5,438	1,768	5,592	1,200	130	140	65	75	102.5	30	24	6	9	6	9
1,650	1,901	5,972	1,938	6,126	1,200	130	140	65	75	102.5	30	24	6	12	6	9
1,800	2,071	6,506	2,108	6,660	1,200	130	140	65	75	102.5	30	24	6	12	6	9
2,000	2,301	7,229	2,338	7,383	1,200	130	140	65	75	102.5	30	24	6	12	6	9
2,200	2,531	7,951	2,568	8,105	1,200	130	140	65	75	102.5	30	24	6	12	6	9
2,400	2,749	8,636	2,792	8,828	1,250	150	150	70	80	110.0	34	30	9	12	9	9
2,600	2,979	9,359	3,022	9,550	1,250	150	150	70	80	110.0	34	30	9	12	9	9

<표 6.5.7> S형 중압관의 치수의 허용차

(단위: mm)

호 칭 경	D_1	πD_1	$\pi(D_C+2t_c)$	L_T	L_C
1,000	-2				-3
1,200					
1,350	+4	± 6	± 5		
1,500	-3				
1,650					
1,800					
2,000					
2,200					
2,400	+5	± 9			
2,600	-3				

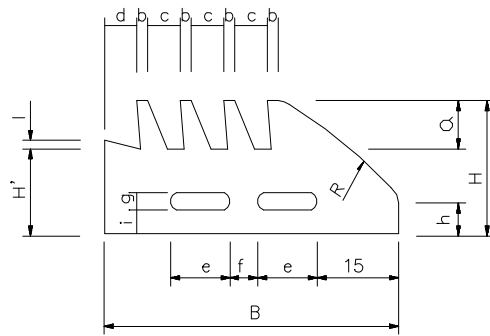
<표 6.5.8> T형 중압관의 치수의 허용차

(단위: mm)

호 칭 경	D	D_1	πD_1	$\pi(D_C+2t_c)$	L_T	L_C
1,000		-2			-3	
1,200						
1,350	± 8	+4	± 6	± 5		
1,500		-3				
1,650						
1,800	± 10					
2,000						
2,200						
2,400	± 12	+5	± 9			
2,600		-3				

③ 고무링: 관이음에 사용되는 고무링의 형상 및 치수는 다음 그림 및 표와 같다.

가. 표준관용



<그림 6.5.5> 표준관용 고무링의 형상

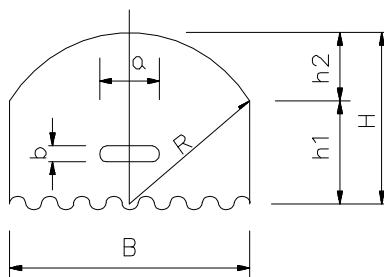
<표 6.5.9> 표준관용 고무링의 치수

(단위: mm)

호 칭 경	B	H	H'	h	a
$\phi 800 \sim 1,200$	50	15	10	2	5
$\phi 1,350 \sim 2,200$	50	20	14	3	6
$\phi 2,400 \sim 2,600$	60	23.5	16.5	5	7

※ 길이는 장착부위의 85%임(치수허용오차=±13%).

나. 중압관용



<그림 6.5.6> 중압관용 고무링의 형상

<표 6.5.10> 표준관용 고무링의 치수

(단위: mm)

호 칭 경	B	H	H'	h	a
$\phi 800 \sim 1,200$	26	13	6	7	길이는 장착부위의 90%
$\phi 1,350 \sim 2,200$	30	19	9	10	
$\phi 2,400 \sim 2,600$	34	22.5	11.5	11	

2. 재료

1) 시멘트

시멘트는 다음 어느 규격에 적합한 것 또는 품질이 이들과 동등 이상인 것이어야 한다.

- (1) 포틀랜드시멘트(KS L 5201)
- (2) 고로 슬래그 시멘트(KS L 5210)
- (3) 플라이애시 시멘트(KS L 5211)
- (4) 포틀랜드 포졸란 시멘트(KS L 5401)

2) 골재

골재는 깨끗하고 강하며, 단단하고 내구적으로 적당한 입도를 가지며 먼지, 점토 덩어리, 염분, 유기물, 연한 석편, 세장 석편 등 유해한 성분을 함유해서는 안 되며 다음 기준을 만족해야 한다.

- (1) 콘크리트용 골재(KS F 2526)
- (2) 콘크리트용 부순돌(KS F 2527)

3) 물

물은 기름, 산, 염류, 유기물 등 해로운 성분을 함유해서는 안 된다.

4) 혼화재료

혼화제 및 혼화재료를 사용할 경우에는 관에 해로운 영향을 주지 않는 것이어야 하며 다음 기준을 만족해야 한다.

- (1) 콘크리트용 화학 혼화제(KS F 2560)
- (2) 플라이애시(KS L 5405)

5) 철근

철근은 다음 어느 규격에 적합한 것 또는 기계적 성질이 이와 동등 이상인 것을 사용해야 한다.

- (1) 철근콘크리트용 봉강(KS D 3504)
- (2) 철선에 규정한 보통 철선(KS D 3552)

(3) 연강선재(KS D 3554)

6) 철판

철판은 일반구조용 압연강재(KS D 3503)에 적합한 것 또는 기계적 성질이 이와 동등 이상인 것을 사용해야 한다.

7) 용접봉

용접봉은 연강용 피복 아크용접봉(KS D 7004)에 적합한 것을 사용한다.

8) 페인트(추진관 내면 코팅재료)

(단위: m²/당)

구 분	품 명	규 격	도장횟수	소요량(kg)	비 고
프라이머	수용성 에폭시 프라이머	WS-101	1회	0.4	
중 도	수용성 타르에폭시	WS-100	1회	0.5	
상 도	수용성 타르에폭시	WS-100	1회	0.5	

9) 칼라

칼라의 재료는 $\phi 800 \sim 2,600$ 까지는 일반구조용 압연강재(KS D 3503)에 규정한 SS 400 또는 용접구조용 압연강재(KS D 3515)에 규정하는 SCWS 410로 한다.

10) 고무링

고무링의 재료는 수도용 고무(KS M 6613) 1종 1호에 적합한 고무를 사용하며, 감리자의 승인하에 발포용 고무를 사용한다.

3. 제조

1) 철근 배근

배근은 종선 및 나선으로 구성하고 규격에 따라 단철근 또는 복철근으로 배근한다.

2) 콘크리트 혼합

(1) 추진관의 콘크리트 설계기준강도는 70N/mm^2 이상이어야 하며 소요강도, 수밀성, 내구성 등 품질에 해가 되지 않는 범위 내에서 제관작업을 할 수 있는 작업성을 가져야 한다.

(2) 콘크리트에 포함되는 염화물 이온(CL^-)량은 콘크리트 표준시방서에 따른다.

(3) 재료의 계량

① 콘크리트에 사용하는 재료의 계량은 무게에 따른다. 다만, 물 및 액상 혼화제는 용적으

로 계량하여도 좋다.

- ② 계량오차는 입력오차를 포함하여 물 및 시멘트는 $\pm 1\%$, 액상혼화제 $\pm 2\%$, 골재 및 혼화재료는 3% 이내이어야 한다.

3) 제관

제관작업시 원심력은 초속에서 콘크리트의 배합이 충분히 풀려 균등한 두께가 유지되었는지 확인한 후 서서히 중속, 고속으로 올려 콘크리트를 치밀히 다진다.

4) 표시

관에는 다음 사항을 명기하여야 한다.

- (1) 제품의 호칭명
- (2) 제조공장명 또는 그 약호
- (3) 제조년월일 또는 그 약호

4. 품질관리

1) 겉모양

해로운 흠이 없고, 내면은 사용상 지장이 없을 정도로 매끈해야 한다.

2) 외압강도

외압강도는 시험방법 규정의 외압시험을 하였을 때 추진관은 다음의 <표 6.5.11>과 같이 하중에 견딜 수 있어야 한다.

<표 6.5.11> 추진관 외압강도

추진 관경	균열하중	파괴하중
	kgf/m	kgf/m
800	3,600	5,900
900	3,900	6,600
1,000	4,200	7,300
1,100	4,350	8,000
1,200	4,500	8,800
1,350	4,800	10,000
1,500	5,100	11,200
1,650	5,400	12,400

추진 환경	균열하중	파괴하중
	kgf/m	kgf/m
1,800	5,700	13,600
2,000	6,000	14,400
2,200	6,300	15,100
2,400	6,600	15,800
2,600	6,900	16,600

3) 추진 내하력

각 호칭별 추진 방향 허용 내하력은 다음 <표 6.5.12>와 같다.

<표 6.5.12> 추진방향 허용 내하력

호칭경	허용 내하력		유효 단면적 A (m ²)
	500(N/mm ²)	700(N/mm ²)	
800	23.0		0.1766
900	29.9		0.2297
1,000	37.7		0.2897
1,100	43.8		0.3365
1,200	53.1		0.4084
1,350	62.4		0.4800
1,500	79.4		0.6107
1,650	94.5		0.7270
1,800		149.3	0.8533
2,000		183.6	1.0494
2,200		221.5	1.2658
2,400		255.3	1.4590
2,600		299.7	1.7123

6.6 수로터널공사

6.6.1 관련사항

1. 일반사항

1) 적용범위

이 시방서는 수로터널공사의 일반적인 사항에 대해 적용한다.

2) 참조규격

(1) 한국산업규격(KS)

- ① KS D 3503 일반구조용 압연강재
- ② KS D 3504 철근콘크리트용 봉강
- ③ KS D 7017 용접철망
- ④ KS L 5201 포틀랜드시멘트

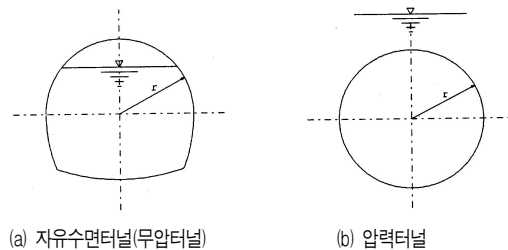
3) 용어의 정의

(1) 자유수면 터널

상시의 사용상태에서 계획유량이 자유수면을 갖고 흐르는 터널로서 내수압이 작용되지 않는 터널을 말하며, 하천에서의 취수터널은 대부분 자유수면 터널이다.

(2) 압력터널

상시의 사용상태에서 계획유량이 터널 단면을 만류하는 터널로서 내수압이 작용되는 터널을 말하며, 일반의 발전용 도수터널, 저수지에서의 취수터널, 광역상수도터널 등이다.



<그림 6.6.1> 수리터널의 수리상의 분류

(3) 방수형 터널

터널 내·외부로 물이 통수되어서는 안 되는 경우는 강 라이닝(steel lining) 또는 별도로 고안된 완전 수밀성의 콘크리트 세그먼트 라이닝(concrete segment lining)을 설치하여 완전방수가 되도록 한 터널

(4) 배수형 터널

터널 주변의 지하수는 터널 주변으로 연결된 암반의 절리면을 통하여 터널 내부로 유입되어 외수압이 해소됨으로서 배수터널과 같은 기능을 갖는 터널

(5) 강섬유 뿔어붙임 콘크리트(steel fiber reinforced shotcrete)

굵은골재, 잔골재 및 포틀랜드시멘트, 급결재와 강섬유를 배합하여 압축공기를 이용 뿔어 붙이는 콘크리트

4) 제출물

(1) 시공계획서

- ① 터널노선에 대한 세부측량계획서
- ② 갱내 측량에 필요한 갱외 기준점 설치계획서
- ③ 터널 굴착방법에 대한 세부검토서 및 대안에 대한 검토서
- ④ 현장 시공시의 공사현황, 현장조직, 안전관리, 공정계획, 현장 및 자재 품질관리 및 검사 등에 대한 세부계획서
- ⑤ 자재 반입계획서
- ⑥ 가설비 설치계획서
 - 가. 환기설비
 - 나. 조명설비
 - 다. 배수설비
 - 라. 배출수처리설비
 - 마. 통신설비
 - 바. 터널 내의 통행

(2) 시공상세도

- ① 터널굴착 표준도
- ② 시공순서도
- ③ 지보공 설치상세도

- ④ 앵커볼트 설치상세도
- ⑤ 쏫크리트(shotcrete), 라이닝(lining) 등의 시공상세도
- ⑥ 가설비 설치상세도

2. 재료: 해당사항 없음

3. 시공

1) 가설비

- (1) 시공자는 수로터널공사를 시공하기 위해 필요한 환기, 조명, 배수설비 등을 가설비를 설치 운영하여야 한다.

(2) 환기설비

- ① 환기설비는 다음 조건에 적합한 시설이어야 한다.

가. 작업자가 호흡할 공기에 19% 이상의 산소가 포함되어 있어야 하고 유해가스, 건강에 해로울 정도의 먼지, 증기 등이 농축 함유되어 있지 않아야 한다.

나. 시공계획에 예정한 작업자의 1인당 $14\text{m}^3/\text{min}$ 이상, 디젤엔진을 가동할 경우 엔진 kW당 $4\text{m}^3/\text{min}$ 이상의 공기를 공급할 수 있는 설비규모이어야 한다.

다. 발파공법을 사용할 경우 매발파 후 10분 이내에 공기 중의 질소 산화물로 측정되는 질소가스가 $5\text{mg}/\text{l}$ 이하이어야 하며, 절대 최대량이 질소산화물은 $30\text{mg}/\text{l}$, 이산화탄소는 $5,000\text{mg}/\text{l}$ 이하이어야 한다.

라. 내연기관의 연구소에서 3m 이내에 작업자나 조종자가 없는 경우 허용될 수 있는 질소산화물은 $5\text{mg}/\text{l}$, 일산화물 mg/l , 이산화탄소 $5,000\text{mg}/\text{l}$ 이내이어야 한다.

마. 터널에서 공기 흐름 속도가 $15\text{m}/\text{min}$ 이상이 유지되어야 한다.

- ② 시공자는 공기가 한 곳에 머무는 현상이 발생하지 않도록 다음 사항을 포함한 필요한 모든 사항을 조치하여야 한다.

가. 환기설비는 터널작업장에서 발생할 수 있는 불쾌한 가스, 여러 가지 독극물 등에 작업자가 노출될 경우 위생적인 한계를 넘지 않도록 모든 종류의 설비 및 용량이 계획되어야 한다.

나. 굴착작업동안 환기설비는 배기설비가 되어야 하고, 배기관의 입구가 막장에서 30m 이내에 위치하고 있어야 한다.

- 다. 시공자는 막장의 발파에 따른 가스가 정체되어 있는 곳으로부터 배기관 사이에 보조 환풍설비를 설치하여야 한다.
- 라. 터널 내에 연료가 휘발유, 액체석유가스, 프로판, 부탄, 프로필렌, 부틸렌 등을 사용하는 내연기관의 사용이나 직접 연소하는 행위는 허용되지 않는다.
- 마. 시공자는 디젤엔진 장비를 사용하고자 할 경우에는 “광산작업규정”에 적합한 것인지를 확인할 수 있는 증빙서류를 제출하여야 한다.
- 바. 시공자는 수소화합물의 발생을 감지할 수 있는 측정기를 사용하여 터널바닥으로부터 0.15m 높이에서 규칙적으로 검사하여야 한다.
- 사. 시공자는 연소성 가스의 발생을 감지할 수 있는 측정기기를 사용하여 천정에서부터 0.3m 이내의 위치에서 규칙적으로 검사하여야 한다.
- 아. 모든 가스측정기는 해당 공인기관의 검증과 품질보증을 받은 것이어야 한다.
- 자. 시공자는 감리자의 승인없이 환기설비의 어떤 부분이라도 철거할 수 없다.
- 차. 터널의 양 입구가 관통되어 자연환기가 가능할 경우에는 환기설비의 철거가 가능하나 이 경우에도 외부공기의 흐름이 항상 일정한 방향이고 일시적으로 바뀌지 않은 조건이어야 한다.

(3) 조명설비

- ① 터널 내의 조명설비는 다음 기준에 적합한 시설이어야 하며, 가능한 밝고 어두운 차이가 심하지 아니하고 눈부심이 생기지 않도록 하여야 한다.
 - 가. 설계 등 사무공간: 100lux
 - 나. 일반작업장 등: 최소 50lux 이상
 - 다. 일반 통로: 10lux
 - 라. 사용 전압: 240volt 이하, 막장에서 150m 이내는 50volt 이하
- ② 작업 중에 분진이나 매연 등으로 인하여 조도가 떨어지게 될 경우에 대비하여야 하며, 위험한 장소에는 경계표시 등을 설치하여야 한다.
- ③ 비상시에도 필요한 조도를 확보할 수 있도록 예비전원을 설치하여야 하며, 조명기구는 파손되지 않도록 보호하여야 한다.
- ④ 모든 조명·동력선은 터널 한쪽 벽면에 일괄 설치되어야 하고 파이어링 케이블(firing cable)은 반대편 벽면에 설치하되 통신선과는 거리를 두고 설치되어야 한다.

(4) 배수설비

- ① 시공지는 터널로부터 터널 내에 누출되는 모든 지하수를 적절히 배수하여야 하며, 터널 외부로부터 지표수 등의 유입을 차단하여 배수불량에 따른 작업능률의 저하나 안전에 위해하지 않도록 배수설비를 계획하여야 한다.
 - ② 배수설비는 상기 ①에 적합한 것으로서 규칙적인 점검과 정비가 되어야 한다.
 - ③ 배수설비는 수선·유지가 용이하고 충분한 용량을 가진 것이어야 하며 고장을 대비하여 예비설비가 설치되어 항상 가동될 수 있도록 준비되어야 한다.
 - ④ 시공지는 배출수의 유량측정을 위하여 일정한 위치마다 유량측정 설비를 설치하여 규칙적으로 측정하고 그 기록을 감리자에게 제출하여야 한다.
 - ⑤ 시공지는 굴착작업 중에 갑작스러운 지하수의 분출 또는 유입 가능성에 항상 주의를 기울여야 하며, 작업자의 안전보장과 장비 등의 손상에 따른 작업 지연방지를 위해 필요한 모든 사전 예측방법을 강구하여야 한다.
 - ⑥ 상기 ⑤에 따라 수급인은 단층 또는 이와 유사한 위험구간, 지하수의 누출이 예외적으로 많은 구간 등에 대하여 파일럿(pilot) 천공을 하여야 한다.
- (5) 배출수 처리설비
- ① 시공지는 터널 내 배수 중에 발생하는 오탁수를 처리할 수 있는 물리화학적 방법이나 자연침강방식 등의 방법을 이용한 오탁수 처리설비를 공급, 설치 및 운영하여야 하며 사용을 완료한 후에는 감리자의 승인을 받아 철거하여야 한다.
 - ② 시공지는 오탁수 처리설비를 설치하기 전 관련법규에 따라 설치허가를 받아야 하며 설치완료 후 설치완료 신고를 하여 적합여부를 통보받아야 한다.
 - ③ 오탁수 처리시설에서 배출되는 수질 기준은 「수질환경보전법」의 허용배출기준에 적합하여야 한다.
- (6) 통신설비
- ① 시공지는 막장 등 작업장과 현장요원이 상주하는 사무실 사이에 통신설비를 설치하여야 한다.
 - ② 통신선로는 조명설비 및 기타 작업용 동력선과 별도로 분리된 위치에 설치되어야 한다.
 - ③ 통신설비는 비상시를 대비한 예비통신설비를 함께 설치하여야 한다.
- (7) 비상발전기
- ① 시공지는 환기, 배수, 조명 등 터널 가설비의 전원공급이 불시에 중단될 경우를 대비하여 비상전원을 준비하여야 한다.

- ② 주전원이 불시 중단될 경우 자동경보를 울림과 동시에 즉시 이 비상전원이 공급될 수 있도록 계획되어야 한다.
- ③ 비상발전기는 항시 운전 가능한 상태로 유지하도록 하여야 하며, 이를 위해 2주일에 1회 점검을 위한 시운전을 하여야 한다.

(8) 터널 내의 통행

- ① 터널 내의 수송은 기관차 또는 트럭을 사용하며, 궤도부설의 경우 터널 내 변위에 대해 견고하고 안전해야 한다.
- ② 기관차 또는 트럭 등 운반장비는 다음 사항이 갖추어져야 한다.
 - 가. 들을 수 있는 경고음장치
 - 나. 가시거리 60m의 전조등
 - 다. 가시거리 60m의 미등(트럭의 경우 붉은색)
 - 라. 기관차의 경우 운전자가 손을 떼면 자동으로 동력전달이 차단되는 데드맨 스위치(dead man switch), 트럭의 경우 자동제어장치
- ③ 시공자는 작업자 등이 터널 내를 안전하게 보행할 수 있도록 다음과 같이 통로를 확보하여야 한다.
 - 가. 터널벽면과 운반차량 사이에 최소 0.75m의 공간이 확보되도록 궤도의 설치 등 운송계획이 수립되어야 한다.
 - 나. 상기 항이 불가능할 경우에 수급인은 18m 간격으로 높이 1.8m×폭 0.75m 크기의 대피공간을 확보하여야 한다.
- ④ 트럭 등 타이어 방식을 사용할 경우 수급인은 가이드레일, 안전로프 등으로 보행통로를 명확히 구분하여야 하며, 이런 통로설치가 곤란할 경우에는 차량의 교행을 제외하고는 최소 1m 이상 떨어져 운행하도록 조치하여야 한다.
- ⑤ 사갱이나 수직갱 등에서 권양장치와 작업자 사이에 접촉위험이 있을 경우에 수급인은 칸막이를 설치해야 한다. 수직갱 또는 기울기가 15°를 넘는 통로에는 미끄럼방지 발판을 설치하고, 추락위험이 있는 곳에는 높이 0.75m 이상의 튼튼한 손잡이를 설치하여야 한다. 수직갱 내의 계단 통로 길이가 15m 이상인 것은 10m 이내마다 수평구간을 설치하여 안전을 도모하여야 한다.

2) 굴착

터널공사 표준시방서(건설교통부)에 따른다.

3) 지보재

터널공사 표준시방서(건설교통부)에 따른다.

6.6.2 방·배수형 터널

1. 일반사항

1) 공정계획

(1) 방수형 터널

지하수위 또는 지표수위가 매우 높은 여건에서 완전방수가 요구될 때 강 라이닝(steel lining) 또는 수밀성의 콘크리트 세그먼트 라이닝(concrete segment lining)의 설치가 현실적인 문제로 현장타설 철근콘크리트 라이닝구조로서의 계획이 불가피할 경우에는, 터널 내부는 방수막과 철근콘크리트 라이닝으로 완전 폐합하고 터널 외부에 배수로를 설치하여 지하수를 유도 배수처리 함으로서 콘크리트 라이닝에 높은 외수압이 작용되지 않도록 한다.

(2) 배수형 터널

터널 주변의 지하수는 터널 주변으로 연결된 암반의 절리면을 통하여 터널 내부로 유입되어 외수압이 해소됨으로서 배수터널과 같은 기능을 갖게 된다.

2. 재료: 해당사항 없음

3. 시공

1) 방수형 터널

(1) 완전 방수형 터널에서는 외수압 100%, 내수압 0으로서 외수압에 대하여 지지할 수 있는 라이닝 부재가 설치되어야 하며, 이 부재는 내수압 100%, 외수압 0의 경우에서도 내수압에 지지할 수 있도록 주변지반과 밀착된 라이닝 부재가 되도록 설계되어야 한다.

(2) 터널 외부로의 배수처리는 다음과 같은 여건이 조성되어야 한다.

- ① 터널의 종단구배로서 배수로 내의 물 흐름이 원활히 될 수 있어야 한다(최소 3% 이상).
- ② 터널 내부 방수는 소정의 배수재와 방수재를 굴착면과 콘크리트 라이닝 사이에 설치하여야 하며 터널 주변을 완전히 폐합하여야 한다.

- ③ 배수로는 최소 3% 이상의 종단구배를 갖도록 하고 유공관, 필터시트(filter sheet), 자갈 등으로 채워야 하며 배수재가 배수로로 연결되도록 하여야 한다.
- ④ 유공관의 통수 능력은 일반적으로 2ton/km/분을 기준으로 한다.
- ⑤ 배수로의 영구 기능 유지를 위하여 100m 간격으로 수밀성의 개폐형 맨홀을 설치하여 주기적으로 청소가 되도록 하여야 한다.
- ⑥ 터널 주변의 배수재, 배수로의 배수기능 저하로 외수압이 작용되는 경우를 예상하여 터널 주변지반에 잔극수압계를 매설하여 영구적으로 주기적인 계측이 시행되어야 한다.

2) 배수형 터널

- (1) 콘크리트 라이닝을 설치하지 않는 경우는 굴착면의 절리, 뿔어붙임 콘크리트의 균열을 통하여 터널 내부로 지하수가 유입되어 외수압이 해소된다.
- (2) 무근콘크리트 라이닝을 설치하는 경우도 콘크리트 라이닝의 균열과 시공 이음을 통하여 터널 내부로 지하수가 유입되어 외수압이 해소된다.
- (3) 외수압이 내수압의 2배 이상으로 높을 경우에는 암반 절리면을 통한 유입량이 콘크리트 라이닝의 통수능력을 상회할 것으로 간주하여 위프홀(weep hole)을 설치하며 일반적 위프홀의 간격은 3m로 한다.
- (4) 위프홀은 터널운영 중 터널을 비우게 될 경우 콘크리트 라이닝에 작용하는 암반 내의 잔류수압을 적극적으로 해소하는 역할을 하게 된다.

3) 라이닝

라이닝은 이 시방서 “6.6.4 콘크리트 라이닝”에 따른다.

6.6.3 압력수로터널

1. 일반사항

1) 공정계획

- (1) 압력수로터널은 운영(통수와 배수)과정에서 내수압의 작용이 반복되기 때문에 내·외수압의 차이에 따른 수리구조의 검토가 시행되어야 한다.
- (2) 수격작용은 압력수로터널에서 수류의 급작스런 변화에 의해 수압이 변화되어 발생된 압력파가 상·하류로 전파되는 현상으로 터널, 관로, 펌프, 터빈, 밸브 등의 시설물을 파손시키거나 진동·소음을 발생시킨다.

2. 재료: 해당사항 없음

3. 시공

1) 압력수로터널

(1) 압력수로터널의 수리구조 검토를 위해서는 내수압이 외수압보다 큰 경우와 외수압이 내수압보다 큰 경우로 구분하여 검토한다.

(2) 내수압이 외수압보다 큰 경우

① 누수검토

가. 굴착구간을 대형보링홀로 취급하여 암반의 누수를 예측할 수 있으며, 내수압이 외수압보다 크므로 터널 내부로부터 터널 외부로의 누수량에 대한 검토가 필요하다.

나. 내수압이 외수압의 2배 이상일 경우 누수량이 과다하여 표면 용출(surface spring) 발생 가능성이 있다. 이 경우는 누수량을 제어하는 방안을 검토하여야 한다.

다. 누수추정량은 구속조건이 만족되지 않을 경우 과소평가될 수 있으므로 주의하여야 한다.

라. 누수량을 제어하기 위하여 차수 및 압밀그라우팅과 철근콘크리트 라이닝(균열조건의 최소철근비)을 병행할 수 있으나 토피가 적을 경우 과도한 그라우팅 주입압은 피하여야 한다. 그라우팅 주입압은 토피의 2배, 내수압의 3배 이하로 하며 0.3MPa (N/mm^2)로 제한한다.

② 구속조건 검토

가. 내수압에 대한 구속력 부족시 과다한 누수와 수압분산이 발생하여 지반파괴와 과다한 용수의 손실이 발생한다.

나. 지반의 인장력은 고려할 수 없으므로 토압에 의한 내수압 구속조건을 검토한다.

다. 일반적으로 구속조건 검토는 스노우 마운틴 기준(snowy mountains criterion)과 노르웨이 기준(norwegian criterion)을 적용한다.

라. 공내재하시험이나 수압파쇄시험을 통하여 구속조건 검토의 지반특성치를 구한다.

마. 구속조건이 만족되지 않을 경우 차수그라우팅과 철근콘크리트 라이닝을 병행하여 과다한 누수발생을 억제하거나 강 라이닝(steel lining)을 사용하여 지반에 작용되는 내수압을 근원적으로 제거하여야 한다.

바. 라이닝 적용구간은 횡단과 종단을 모두 검토하여 불리한 단면에 대하여 검토하여야

한다.

(3) 외수압이 내수압보다 클 경우

- ① 지하수 유입과 콘크리트 라이닝 균열 및 시공이음을 통한 통수능력을 검토하고, 터널 내부로의 지하수유입이 클 경우(외수압이 내수압의 2배 이상) 위프홀을 설치하여 콘크리트 라이닝에 작용되는 외수압에 대한 하중을 경감시켜야 한다.
- ② 일반적으로 누수문제 보다 지하수위 저하에 대한 대책을 강구하여야 한다.
- ③ 차수그라우팅에 의하여 지하수위의 급격한 저하를 방지할 수 있으나, 넓은 구간에 걸쳐서 많은 용출수가 발생하는 경우에는 배수시설 설치를 검토하여야 한다.
- ④ 구속조건은 암반의 단위중량이 물의 단위중량의 2배 이상이므로 안전율 2 이상이 예상되나, 주변지반의 중·횡단구배를 고려하여 급사면에 대한 구속력 검토가 필요하다.

2) 라이닝

라이닝은 이 시방서 “6.6.4 콘크리트 라이닝”에 따른다.

6.6.4 콘크리트 라이닝

1. 일반사항

1) 공정계획

(1) 콘크리트 라이닝 일반

- ① 굳지않은 콘크리트를 사용하여 현장에서 타설하는 콘크리트 라이닝에 대하여는 본 공종에서 정하는 바를 따른다.
- ② 이 시방서에 규정되지 않은 사항에 대하여는 건설교통부 제정 콘크리트 표준시방서의 규정을 따른다.
- ③ 터널의 콘크리트 라이닝은 콘크리트 펌프로 침을 원칙으로 하고, 치기방법을 변경할 경우 충분한 검토 후 감리자에게 승인을 받아야 한다.
- ④ 시공자는 콘크리트 치기 순서, 거푸집 설치 및 해체, 치기공정을 포함한 시공계획서를 사전에 감리자에게 제출하여야 한다.

(2) 콘크리트 라이닝의 시공시기

- ① 콘크리트 라이닝은 지보재의 시공이 완료된 후 계측결과를 토대로 변위가 수렴된 것을 확인한 후 시공하여야 한다.

- ② 팽창성 지반에서 변위가 완전 수렴되지 않은 상태에서 콘크리트 라이닝을 타설하게 될 경우에는 변위량과 변위속도를 기준하여 콘크리트 라이닝 타설시기를 결정하여야 한다.
- (3) 콘크리트 라이닝 시공순서 선정
 - ① 기초 및 인버트가 없을 경우는 배수콘크리트를 먼저 타설하고 이에 따라 측벽, 아치 전 단면 콘크리트를 타설해야 한다.
 - ② 기초 및 인버트가 있을 경우는 기초 및 인버트 콘크리트를 타설한 후 앞의 (1)항과 같이 타설하여야 한다.

2. 재료

1) 콘크리트의 배합 및 운반

- (1) 콘크리트는 설계조건을 만족시키며, 재료분리 및 공극이 발생되지 않을 정도의 워커빌리티를 갖도록 배합을 정하여야 한다.
- (2) 배합된 콘크리트는 비빈 후 가능한 한 빨리 타설하여야 한다. 비빈 후 타설이 완료할 때까지의 시간은 외기 온도가 25℃ 이상인 경우에는 1.5시간, 25℃ 이하일 때에는 2시간을 초과하여서는 안 된다. 단, 지연제를 사용하는 경우에는 콘크리트의 품질의 변동이 없는 범위 내에서 감리자의 승인을 얻어 상기의 시간제한을 조정할 수 있다.
- (3) 콘크리트의 현장배합은 시방배합을 기준으로 사용재료, 타설방법 등을 고려하여 결정하여야 한다.
- (4) 배치 플랜트 배합 콘크리트는 재료의 분리, 손실, 이물질의 혼입이 생기지 않는 방법으로 운반하여야 한다. 운반에는 교반기가 부착된 운반차를 사용하여야 하며, 기타의 운반방법에 의할 때는 운반방법의 적정성을 검증하여야 한다.

2) 콘크리트재료의 품질관리

콘크리트재료의 품질관리는 콘크리트 표준시방서 및 터널공사 표준시방서의 규정에 따른다.

3. 시공

1) 콘크리트 시공계획

- (1) 콘크리트는 시공 전에 콘크리트 라이닝 시공계획서를 작성하여 검토한 후 콘크리트를 타설하여야 한다.
- (2) 터널을 굴착한 결과 공기단축 등 여건변동으로 콘크리트 라이닝의 시공순서 등의 시공조건

이 변경될 경우에는 이에 적합한 시공계획을 수립하여 안전하게 시공하여야 한다.

- (3) 콘크리트 라이닝 시공계획을 변경할 경우에는 변경계획서를 작성하여 검토한 후 변경하여야 한다.

2) 콘크리트의 타설 및 양생

- (1) 콘크리트 타설시에는 재료분리가 생기지 않고, 골고루 채워져서 공극이 발생하지 않도록 하여야 한다.
- (2) 건조수축에 의한 균열이 발생하지 않을 길이로서 정해진 당해 타설분량의 콘크리트는 연속하여 타설하여야 하며, 재료분리가 일어나지 않는 타설속도를 유지하여야 한다.
- (3) 콘크리트 타설은 좌우 대칭이 되어 거푸집에 편압이 발생하지 않도록 하여야 하며 바이브레이터 등을 이용하여 다짐을 시행하여야 한다.
- (4) 콘크리트 타설에 슈트 혹은 벨트 컨베이어 등을 사용할 경우에는 감리자의 지시를 받아야 한다.
- (5) 용수 혹은 유수에 의하여 콘크리트의 품질이 저하되지 않도록 적절한 방법을 강구하여야 한다.
- (6) 타설된 콘크리트는 경화에 필요한 온도 및 습도를 유지하며 양생하여야 한다.
- (7) 콘크리트 라이닝에는 균열발생이 최소가 되도록 시공시 주의하여야 하며 균열발생이 예상되는 구간에는 필요한 대책을 강구하여야 한다.
- (8) 터널 내부와 외부와의 온도 차이에 의한 영향으로 신축이음이 필요한 경우에는 신축이음을 둘 수 있다.

3) 신축이음 및 시공줄눈

- (1) 콘크리트 타설시 콘크리트 라이닝 단면, 크기, 온도차 등을 고려하여 신축이음을 설치하여야 한다.
- (2) 콘크리트 타설시 건조수축 등에 의한 균열을 유도하기 위해 시공줄눈을 일정한 간격으로 설치하여야 한다.
- (3) 신축이음 및 시공줄눈은 측벽, 아치, 인버트까지 일치하도록 설치하여야 한다.
- (4) 콘크리트 라이닝의 신축이음은 터널 입·출입구 50m 이내에서는 20~30m 간격으로, 터널 내부에서는 20~60m 간격으로 설치하여야 하며, 단면 변화부, 지층의 급격한 변화구간, 철근과 무근콘크리트 라이닝의 접합부 등에는 추가로 설치할 수 있다.
- (5) 실런트(sealant)는 신축이음 시공시 프라이머 접착제를 바른 후 시공하여야 한다.

4) 천정부 시공

- (1) 천정부의 콘크리트 채움을 검사하기 위해 거푸집 1스팬마다 직경 10mm 파이프를 천정부 양단에 각각 매입하여 채움 상태와 공극을 조사할 수 있도록 설치하여야 한다.
- (2) 천정부의 마감콘크리트는 점검창을 이용하여 목재거푸집으로 마감하여야 한다.
- (3) 천정부에 콘크리트를 타설하는 경우에는 원지반이나 숏크리트면과 완전히 밀착시키기 어려우므로 콘크리트 경화 후 모르타르 주입으로 뒤채움을 하여야 한다.
- (4) 콘크리트 펌프로 천정부의 콘크리트를 타설하기 위하여 공기승압기를 사용할 경우에는 아직 굳지않은 콘크리트의 30cm 정도의 깊이에 공기 배출파이프를 매설하여 콘크리트가 잘 충전되도록 하고 콘크리트 타설 후 순차적으로 뽑아야 한다.

5) 인버트 시공

- (1) 인버트 콘크리트를 타설하기 전에 굴착면 또는 숏크리트면을 청소하고 배수처리하여 콘크리트가 밀착하게 채워지도록 시공하여야 한다.
- (2) 인버트 콘크리트의 타설이음은 인버트 축력의 직각방향으로 설치하여야 한다.
- (3) 지형조건상 편압이 예상되는 경우 또는 콘크리트 라이닝이 구조적인 기능을 발휘하는 경우에는 감리자의 승인을 받아 인버트를 설치할 수 있다.
- (4) 인버트 콘크리트의 시공시기는 계측결과를 기초로 하여 결정하여야 하며, 특히 지반이 불량한 경우에는 굴착 중에 숏크리트에 의한 인버트도 고려하여야 한다.
- (5) 인버트는 측벽과 일체가 되어 외력에 충분히 저항할 수 있는 형상이 되도록 하여야 한다.
- (6) 인버트의 두께는 지형 및 지반조건에 따라 정하며 감리자의 승인을 받아야 한다.
- (7) 인버트 콘크리트에는 콘크리트의 건조수축으로 인한 균열을 방지하기 위해 적절한 간격으로 시공이음부를 두어야 한다.

6) 공극 충전

- (1) 숏크리트면 또는 굴착면과 콘크리트 라이닝 사이는 공극이 발생되지 않도록 하여야 하며 공극이 발생하는 경우는 공극이 완전히 채워질 수 있도록 적절한 시공관리하에 채움주입을 실시하여야 한다.
- (2) 주입은 콘크리트 라이닝이 주입압력에 견딜 수 있는 강도에 도달한 후 가능한 한 조기에 실시하여야 한다.
- (3) 주입에 앞서 주입을 저해하는 장애물을 제거하여야 한다.
- (4) 주입의 순서 및 압력은 굴착면이 흐트러지지 않도록 하고 기시공된 지보재에 편압이나 과

- 다하중이 걸리지 않도록 정하여야 한다.
- (5) 주입은 소정의 압력에 도달할 때까지 충분히 실시하여야 한다.
- (6) 공극충전용 파이프는 라이닝 콘크리트를 타설시 매몰, 이탈되지 않도록 견고히 고정시켜야 한다.
- (7) 파이프는 라이닝 콘크리트 타설시 막히지 않도록 보호조치 하여야 한다.
- 7) 콘크리트 라이닝의 품질관리
- (1) 콘크리트 라이닝 시공 전에는 반드시 내공을 검측하여 콘크리트 라이닝의 설계두께를 확보할 수 있는지 여부를 확인하여야 하며 설계두께 확보가 불가능한 경우에는 철근량 증대, 강섬유 혼합, 콘크리트 강도증대 등 별도의 보강조치를 취하여야 한다.
- (2) 콘크리트 라이닝 두께는 평균두께가 설계두께 이상이 되도록 관리하여야 하며, 국소부위는 10cm 또는 설계두께의 1/3값 중 작은 값 이상을 초과하지 않는 범위 내의 시공오차를 허용할 수 있다.
- (3) 콘크리트 라이닝의 강도는 3회 이상의 시험결과로 판정하되 시험재령 28일 강도가 설계강도 이상이어야 하며, 1차 시험에서 미달될 경우 좌우 5m 범위 내에서 재시험을 실시하고 그 결과가 설계강도에 미달할 경우 두께 증가 등의 보완시공 또는 재시공하여야 한다.
- (4) 시공 중 또는 시공 후 <표 6.6.1>과 같은 사항을 관리하여야 한다.
- (5) 라이닝 콘크리트의 압축강도는 $f_{28}=24\text{MPa}(\text{N/mm}^2)$ (재령 28일 강도)를 표준으로 하며, 소요강도가 고강도를 필요로 하는 경우에는 고강도콘크리트를 사용할 수 있다.
- (6) 콘크리트 라이닝의 품질관리는 콘크리트 표준시방서와 터널공사 표준시방서에서 규정한 바를 따른다.

<표 6.6.1> 콘크리트 라이닝 품질관리 내용

관리항목	관리내용 및 시험	시험빈도	비 고
시공정확도 두께 균열, 변형	소정의 위치에 철근 및 거푸집설치 상태 콘크리트 라이닝 두께 관리 콘크리트 라이닝 타설 후 균열, 변형 상태	시공 전 시공 전, 후 시공 후 수시	
슬럼프시험	콘크리트 슬럼프값	필요할 때마다	KS F 2402
압축강도시험	콘크리트 압축강도		KS F 2405

7) 내공 및 선형관리

- (1) 콘크리트 라이닝을 설치하기 전에 내공 및 선형 측량을 실시하여 콘크리트 라이닝의 설계 두께 유지가 불가능한 부분에 대해서는 기시공된 지보재를 재시공하여 콘크리트 라이닝의 설계두께를 확보할 수 있도록 하여야 한다. 단, 지반조건상 재시공이 부적절하다고 판단될 경우에는 별도의 조치를 강구하여야 한다.
- (2) 선형관리 기준은 설계서에 제시된 기준을 따른다. 단, 별도의 관리 기준치가 주어지지 않았을 경우에는 터널의 목적과 콘크리트 라이닝의 두께 표준에 적합한 범위 내에서 선형의 오차범위를 인정한다.

6.6.5 콘크리트 라이닝 뒤채움 및 주입

1. 일반사항

1) 공정계획

- (1) 콘크리트 타설 후 라이닝 뒷면과 원지반과의 사이에 생긴 공극은 그라우팅공법 등으로 뒤채움을 하여야 한다.
- (2) 그라우팅 압력은 주입관 바로 아래에 부착된 압력계에서 $0.2\text{MPa}(\text{N}/\text{mm}^2)$ 이하로 주입하여야 한다.
- (3) 그라우팅 장비는 그라우트 믹서로 재료를 혼합하여 그라우트 펌프로 주입한다.
- (4) 주입관은 콘크리트를 타설할 때 내경 30~50mm PVC 파이프를 사용하고 주입관 선단은 켜기 형태로 제작하여 주입재가 원활히 충전될 수 있도록 하고 주입시 공기 배출구멍으로 활용한다.

2. 재료

1) 재료선정

그라우팅 재료선정, 재료시험 등은 콘크리트 표준시방서와 토목공사 표준일반시방서에서 규정한 해당 시방서에 따라 관리한다.

2) 뒤채움 모르타르의 배합조건

- (1) 뒤채움 모르타르의 배합은 장차 변질하지 않고 수축이 작은 주입작업에 적당한 유동성을 가지는 범위 내에서 단위수량을 정하여야 한다.
- (2) 모르타르 배합비는 설계조건을 만족하고 골고루 뒤채움 할 수 있도록 정하여야 한다.

- 3) 뒤펀 및 주입재료의 품질관리
재료에 대한 규정은 설계서에 따른다.

3. 시공

- 1) 콘크리트 라이닝 뒤펀 및 주입시공 계획
 - (1) 콘크리트 경화 후 천정부 등 라이닝 뒤펀 공극을 반드시 조사하여 뒤펀재료, 재료혼합 및 주입장비, 주입구멍 배치, 주입시공 순서, 주입압력, 주입기간 등이 포함된 뒤펀 및 주입시공 계획서를 작성하여 검토한 후 주입하여야 한다.
 - (2) 뒤펀 및 주입시공계획을 변경할 경우에는 변경계획서를 작성하여 검토한 후 감리자의 승인을 얻어 변경하여야 한다.
- 2) 뒤펀 및 주입시공
 - (1) 뒤펀 주입량은 공극상태를 조사하여 추정계획하고 실제주입량은 주입구멍 번호별로 주입량을 합산하여 정산한다.
 - (2) 콘크리트 타설 전에 뒤펀 주입파이프를 매설할 때에는 콘크리트 타설시 구멍이 막히지 않도록 나무를 끼아서 틀어막아야 한다.
 - (3) 콘크리트 타설 후 뒤펀 주입구멍을 뚫을 때에는 기시공된 콘크리트 라이닝이 손상되지 않는 공법으로 뚫어야 한다.
 - (4) 주입시기는 콘크리트 라이닝의 강도가 주입압력에 견딜 수 있는 강도 이상이 되는 시기를 선택하여 주입하여야 한다.
 - (5) 주입순서 및 방법은 주입구간을 1, 2, 3구간 또는 1, 2구간으로 나누어 계획량을 한꺼번에 고압으로 주입하지 말고 1단계부터 3단계까지 저압에서 단계별로 조정하여 뒤펀을 완전하게 충전하도록 주입하여야 한다.
- 3) 뒤펀 주입시공 품질관리
 - (1) 뒤펀 주입시공은 뒤펀 주입시공 전 반드시 재료를 시험배합하여 주입장비로 1회 이상 주입압력을 현장시험한 후 시공하여야 한다.
 - (2) 뒤펀 주입시공은 구간별 주입구멍 번호를 정하고 주입구멍별, 단계별, 재료배합, 주입량, 주입압력을 기록하여 감리자에게 제출하여야 한다.
 - (3) 검사결과 뒤펀 주입이 미흡한 개소는 재주입하고 감리자의 검사를 받아야 한다.
 - (4) 시공자는 최종주입 보강 후 최종검사항 자료를 공사준공 때 준공도와 같이 반드시 제출하

여야 한다.

4) 뒤채움 주입시공 안전관리

뒤채움 주입시공시 콘크리트 라이닝에 변형이나 균열이 발생되지 않도록 주입압력관리를 철저히 하여야 한다.

6.6.6 세그먼트 라이닝

1. 일반사항

1) 공정계획

(1) 제작시 고려사항

- ① 세그먼트 제작자는 재료, 제조, 검사 등에 관한 필요사항이 상세히 기재된 제작요령서, 제작도 및 제작공정표를 작성하여 감리자의 승인을 받아야 한다.
- ② 세그먼트 제작시에는 설계서에서 요구하는 정확도를 반드시 유지하여야 한다.

(2) 제작 규격서

세그먼트 제작 규격서에 기재하여야 할 사항은 다음과 같다.

① 강재 세그먼트

재료의 명세, 절단, 가공, 조립용접(용접공의 자격, 용접재료, 용접자세, 용접순서, 용접상의 주의사항 등), 검사, 저장 및 기호 등을 상세히 기재하여야 한다.

② 주철재 세그먼트

재료의 명세, 용해, 조형, 열처리, 기계가공, 검사, 저장 및 기호 등을 상세히 기재하여야 한다.

③ 콘크리트 세그먼트

재료의 명세(시멘트, 골재, 철근, 철골, 부재료 등), 형틀, 콘크리트의 배합, 제조법(철근 등의 가공조립, 체결방법, 양생방법 등), 검사 및 기호 등을 상세히 기재하여야 한다.

(3) 기호

모든 세그먼트에는 제조번호, 제작자명(약호), 각 부분 번호, 제조일 등을 명기하여야 한다.

(4) 저장

세그먼트를 저장할 때에는 손상 및 부식 등이 발생하지 않도록 보호하여야 한다.

(5) 운반 및 취급

세그먼트는 손상되지 않도록 주의하여 운반하고 취급하여야 한다. 운반 및 취급 중에 손상된 세그먼트의 처리에 대해서는 감리자의 지시에 따라야 한다.

(6) 세그먼트 라이닝 설치일반

① 세그먼트는 조립 전에 이물질을 완전히 제거한 후 조립순서에 따라 신속, 정확하게 조립하여야 한다.

② 세그먼트의 본체 및 실링부는 손상받지 않도록 시공하여야 하며, 필요한 진원 유지장치 등의 보조기구를 사용하여야 한다.

(7) 뒤채움 주입의 방법

뒤채움 주입은 다음의 방법들 중 실드기종과 현장 지반조건 등을 고려하여 선정하여야 한다.

① 동시주입

실드기 측면에서 추진과 동시에 주입하는 방법

② 반동시주입

세그먼트 주입공에서 추진에 맞춰 주입하는 방법

③ 즉시 주입

1개 세그먼트 링 설치 완료시마다 주입하는 방법

(8) 방수 일반

① 세그먼트 라이닝은 지하수압에 견딜 수 있고 방수가 될 수 있도록 세그먼트간의 이음부, 볼트구멍, 뒤채움 주입구 등의 시공에 유의하여야 한다.

② 터널 내의 누수는 완성 후 터널의 기능 및 유지관리에 문제를 일으킬 수 있으므로 방수 공법의 선정시에는 터널의 사용목적과 작업환경에 적합한 공법은 선정하여야 한다.

③ 방수에는 실, 코킹, 볼트 등이 있으며, 사용목적과 현장여건에 부합하도록 한 가지 또는 여러 가지의 방법을 조합하여 사용할 수 있다.

(9) 내부 콘크리트 라이닝 일반

① 외력을 지지할 수 있도록 콘크리트 라이닝을 세그먼트 라이닝과 합성구조체로 설계한 경우는 설계조건대로 내부 콘크리트 라이닝을 무근 또는 철근콘크리트로 시공하여야 한다.

- ② 내부 콘크리트 라이닝은 세그먼트를 보호하고 방식, 방수, 방진, 사행수정 등을 위해서도 할 수 있다.
- ③ 내부 콘크리트 라이닝의 두께는 사용목적, 시공성 등을 고려하여 결정하여야 하나 최소한 150mm 이상이 되도록 하여야 한다.
- ④ 내부 콘크리트 라이닝은 세그먼트 방수, 청소, 이음볼트의 확인 등의 사전처리를 철저히 행한 후 시공하여야 한다.

2. 재료

1) 세그먼트의 품질

(1) 강재 세그먼트

① 실물검사

현장에서 주형 및 이음판의 실물도를 보고 형상, 크기 및 볼트공 위치를 설계크기와 대비하여야 한다.

② 재료검사

한국산업규격에서 정하는 시험방법에 의해 재료의 역학적 성질을 조사하는 검사를 실시하여야 한다. 다만, 밀 시트(mill sheet) 등의 품질보증에 있는 강재 및 한국산업규격 품으로 제작된 볼트, 너트 등에 대해서는 시험을 생략할 수 있다.

③ 도구시험

강판의 벤딩, 천공, 절단, 부재조립용 형틀 등의 제조에 필요한 도구에 대해 검사하여야 한다.

④ 용접검사

용접부의 두께 및 비트 길이에 관해서는 측정계이지를 이용하고 그 외는 육안 등에 의해 검사를 받아야 한다.

⑤ 수평 가조립검사

제작 중인 세그먼트 중에서 2링을 추출하여 수평 가조립하고 진원도를 조사하여야 한다.

⑥ 성능검사

세그먼트 만곡시험 및 잭 추력시험 등을 통해 강도를 조사하여야 한다.

(2) 주철재 세그먼트

① 재료검사

주물의 화학 성분, 주조 후의 현미경 조직 및 테스트 피스의 기계적 성질을 조사하여야 한다.

② 형상치수검사

기계가공 후의 치수는 검사도구 등을 이용하여 조사하여야 한다.

③ 다이체크검사

주철재 세그먼트는 탈형 후의 냉각에 의해 드물게 코너부에 미세한 균열을 나타내는 수가 있으므로 이것을 조사하기 위해 행해지는 염색시험이며, 100링에 1회 정도의 비율로 실시하여야 한다.

(3) 콘크리트계 세그먼트

① 재료검사

콘크리트계 세그먼트의 품질은 콘크리트재료 및 제조방법에 따라 큰 영향을 받기 쉬우므로 <표 6.6.2>, <표 6.6.3>을 참고하여 세밀한 관리를 하여야 한다.

<표 6.6.2> 품질관리항목

구분	관리항목	시험방법	관리장소	빈도
골재	골재의 입도시험	골재 체가름시험방법(KS F 2502)	골재야적장	1회/월
	비중 및 흡수량	잔골재의 비중 및 흡수율 시험방법(KS F 2504) 굵은골재의 비중 및 흡수율 시험방법(KS F 2503)		1회/월 또는 산지 변경시
	씻기시험	골재에 포함된 잔입자 시험방법		
	모래의 유기불순물	모래의 유기불순물 시험방법(KS F 2510)		
	마모량	로스엔젤레스시험기에 의한 굵은골재의 마모시험방법 (KS F 2508)		산지 변경시
	잔골재의 표면수율	잔골재의 표면수율 방법(KS F 2509)	플랜트 계량호퍼	2회/일
	염화물량	굳지않은 콘크리트 중의 물의 염소이온 농도시험방법 (KS F 2515)	타설장소	1회/주
기타	슬럼프	콘크리트의 슬럼프시험방법(KS F 2402)	타설장소	1회/일
	공기량	굳지않은 콘크리트의 압력에 의한 시험방법(KS F 2421)	타설장소	1회/일
	워커빌리티	육안	타설장소	배치마다
	강도	콘크리트의 압축강도시험방법(KS F 2405)	타설장소	1회/일

<표 6.6.3> 제조관리항목

검사번호	관 리 항 목
1	골재표면 수량
2	철근 수량, 휨 형상, 조립상황, 치수
3	철근망 형상, 스페이서, 부속설치 부품
4	콘크리트 투입량, 타설상황, 슬럼프
5	양생온도 및 시간
6	탈형시의 규격, 외관, 형상
7	야적장의 외관형상, 표시, 재령, 수량
8	형틀청소, 설치상황, 규격정도

② 외관검사

모서리 부분의 파손과 균열부에 대하여 검사하여야 한다.

③ 성능검사

세그먼트 만곡시험, 이음부 만곡시험, 잭 추력시험, 인양고리 인발시험 등을 통하여 강도를 조사하여야 한다.

2) 뒤채움 주입재료의 특성

(1) 주입재료에는 시멘트 모르타르, 발포성 모르타르, 섬유혼합 모르타르, 슬래그 또는 석탄회를 사용하는 가소성 주입재, 자갈 등 여러 가지가 있으며, 현장에서는 지반조건, 실드형식, 주입재 특성 등을 고려하여 가장 적합한 재료를 선정하여야 한다.

(2) 주입재료는 다음과 같은 조건들을 만족시킬 수 있는 것이어야 한다.

- ① 블리딩 등의 재료분리를 일으키지 않고 유동성을 잃지 않은 재료
- ② 주입 후의 경화현상 등에 따라 용적감소가 적은 재료
- ③ 지반강도에 상당하는 균일한 강도를 조기에 얻을 수 있고 설계강도 이상을 발휘할 수 있는 재료
- ④ 수밀성이 뛰어난 재료
- ⑤ 주변환경에 영향이 없는 무공해 재료

4) 방수재료의 성질

(1) 실링재에는 합성고무계, 복합고무계, 수팽창고무계 등이 있으며 현장조건을 고려하여 수밀

- 성, 내구성, 압착성, 복원성, 시공성 등이 우수한 것을 선택하여야 한다.
- (2) 코킹재에는 에폭시, 티오콜계, 요소수지계 등의 재료가 있으며, 현장조건을 고려하여 적합한 재료를 선정하여야 한다.
- 5) 내부 콘크리트 라이닝
- 내부 콘크리트 라이닝은 이 시방서 “6.6.4 콘크리트 라이닝”에 따른다.

3. 시공

1) 세그먼트 라이닝의 시공

- (1) 세그먼트를 조립할 때 실드 잭을 한 번에 제거하면 토압 또는 막장의 이수압에 의해 실드가 후진하는 일이 있으므로 세그먼트 조립 순으로 수 본씩 단계별로 제거하면서 조립하여야 한다.
- (2) 세그먼트의 링이음은 교차형 배열로 조립하여야 한다. 조립은 세그먼트의 방수기능을 손상하지 않도록 하고, 세그먼트 이음부에는 이물질이 없도록 하여 서로 잘 밀착되도록 하여야 한다.
- (3) 세그먼트의 조립은 설치기 또는 미동장치를 이용하여 주위의 세그먼트를 손상시키지 않도록 정확하게 조립하여야 한다.
- (4) 세그먼트 이음볼트는 조립시 세그먼트에 손상을 주지 않고 정한 힘으로 충분히 체결하여야 한다.

2) 테이퍼 세그먼트 라이닝의 시공

- (1) 원활한 곡선부의 시공을 위하여 시공부위의 곡선에 맞는 테이퍼 세그먼트를 제작하여 사용하여야 한다.
- (2) 실드 시공구간은 곡선부가 없더라도 사행수정을 위하여 테이퍼 세그먼트를 전체 세그먼트 링수의 5% 이상으로 제작하여 비치하여야 한다. 그러나 테이퍼 세그먼트의 사용량이 많아지면 라이닝이 변형될 수도 있으므로 테이퍼 세그먼트의 사용에 주의하여야 한다.

3) 진원의 유지

세그먼트를 진원으로 조립하는 것은 터널단면의 확보, 시공속도, 지수효과의 향상 및 지반침하의 감소 등에서 중요하므로 실드의 후미 내에서 세그먼트를 조립한 후 진원을 유지하여야 한다.

4) 뒤채움 주입시공

- (1) 뒤채움 주입은 세그먼트 배면을 완전히 충전시킬 수 있도록 세그먼트에 작용하는 외압보다

0.1~0.2MPa(N/mm²) 큰 압력으로 실시하여야 한다.

- (2) 주입량은 실드 후미의 공극 크기, 주입재의 지반에 대한 침투성, 지반의 투수성, 여굴 등을 고려하여 결정하여야 한다.

5) 뒤채움 주입관리

- (1) 뒤채움 주입관리방법은 주입압력에 의한 관리방법과 주입량에 의한 관리방법으로 구분하며, 현장에서는 두 가지 방법을 혼용하여 종합 관리하여야 한다.
- (2) 세그먼트 조립 후 1차 주입시에 미충전부가 발생하거나 실드의 추력에 의해 세그먼트와 지반 사이에 틈이 발생하는 경우에는 2차 주입을 시행하여야 한다.
- (3) 뒤채움 주입시 과다압력은 지반과 세그먼트의 변형 또는 K형 세그먼트의 볼트를 절단시킬 수 있으므로 압력관리를 철저히 하여야 한다.

6) 실링재의 시공

- (1) 세그먼트에 부착된 실링재는 세그먼트의 작업구 내 운반이나 적하시 손상되기가 쉬우므로 시공시 세심한 주의를 요한다.
- (2) 실링재의 부착위치는 원칙적으로 이음볼트 외측에 두어야 한다.
- (3) 실링재 중 수팽창 고무계는 물에 접촉하지 않도록 보관하여 팽창박리가 생기지 않도록 하여야 한다.

7) 코킹의 시공

세그먼트의 누수를 막기 위해 세그먼트 내측의 이음부에 미리 홈을 만들어 두고 이곳에 코킹재를 충전하여야 하며 코킹은 추력의 영향이 없을 때 시공하여야 한다.

8) 볼트구멍 및 뒤채움 주입구의 방수

- (1) 세그먼트를 볼트로 연결하는 경우 볼트구멍의 방수를 위해서는 볼트와셔와 볼트구멍 사이에 고리형의 패킹재를 넣고 볼트를 조여야 한다.
- (2) 뒤채움 주입공의 플러그부 및 주입공 배면은 패킹재를 설치하여 방수하여야 한다.

9) 특수 방수처리

- (1) 콘크리트 세그먼트에서 주입구나 볼트 체결부 주위에 누수가 많은 경우는 에폭시 등을 칠하여 방수하여야 한다.
- (2) 시공 이음부에서 실링, 코킹으로도 누수가 발생하는 경우는 그 장소에 추가적인 주입공을 설치하고 발포성 약액을 주입하여 누수가 발생하지 않도록 하여야 한다.

10) 내부 콘크리트 라이닝

콘크리트 라이닝은 이 시방서 “6.6.4 콘크리트 라이닝”에서 정하는 바를 따른다.

6.6.7 뿔어붙임 콘크리트(shotcrete)

1. 일반사항

1) 공정계획

(1) 뿔어붙임 콘크리트

- ① 시멘트 모르타르 등을 뿔어붙임 콘크리트할 때에는 뿔칠재료가 균등하게 시공되도록 하여야 한다.
- ② 뿔어붙임 콘크리트면이 암반인 경우에는 뜯은 돌을 제거하고 콘크리트인 경우에는 표면을 거칠게 한 뒤 청소하여야 한다. 뿔칠면이 흡수성이 있는 바위인 경우에는 충분히 흡수 시켜야 한다.
- ③ 뿔어붙임 콘크리트장소의 용수개소에 대한 처치는 감리자와 협의하여야 한다.
- ④ 뿔어붙임 콘크리트 기계의 노즐은 그 앞 끝이 뿔칠면에 대하여 거의 직각이 되도록 유지하면서 뿔어 붙여야 한다.
- ⑤ 뿔어붙임 콘크리트의 배합은 필요한 강도와 내구성이 확보되어야 하며 1일 압축강도는 $10\text{MPa}(\text{N/mm}^2)$ 이상, 28일 강도는 $18\text{MPa}(\text{N/mm}^2)$ 이상이 되어야 한다.
- ⑥ 당일의 작업이 끝난 때 또는 휴식 시간에는 뿔어붙임 콘크리트의 끝부분이 점점 얇게 되도록 시공하고, 여기에 이어서 시공할 때에는 그 부분을 잘 청소하고 축축하게 한 다음 덧붙임 시켜야 한다.
- ⑦ 표면이나 모서리진 부분은 뿔어붙임 콘크리트의 속도를 느리게 하여 신중하게 뿔어 붙여야 한다. 흠손 등으로 표면을 마무리할 때에는 뿔칠면과 콘크리트 모르타르 등이 잘 부착되도록 유의하여야 한다.
- ⑧ 뿔어붙임 콘크리트 비탈면의 토질이 흙과 모래가 섞인 혼합토일 때에는 뿔어붙임 콘크리트 압력으로 토사가 흐트러지지 않도록 흙을 단단히 굳혀야 한다.
- ⑨ 뿔어붙임 콘크리트를 할 때는 다른 구조물을 오손하지 않도록 유의하고, 탄성물은 신속히 처리해서 샌드포켓(sand pocket)이 생기지 않도록 시공하여야 한다.
- ⑩ 층으로 나누어서 뿔칠할 때에는 층이 잘 될 수 있는 시간을 택하고 청소에 대해서 유의하여야 한다.

- ⑪ 철망은 마무리면에서 적당한 겹침을 확보하고, 또한 뿔어붙임 콘크리트 등으로 철망이 이동치 않도록 비탈면에 고정시켜야 한다. 또 철망의 이음은 적어도 한 망눈 이상이 겹치도록 하여야 한다.
- ⑫ 철망 설치재는 두부(頭部)의 모르타르 피복이 50mm 이상이 되도록 타설하고 필요할 때에는 모르타르를 주입하여 설치재를 고정하여야 한다.
- (2) 강섬유 뿔어붙임 콘크리트(steel fiber reinforced shotcrete)
강섬유 뿔어붙임 콘크리트는 굵은골재, 잔골재 및 포틀랜드시멘트, 급결제와 강섬유를 배합하여 압축공기를 이용하여 뿔어붙이는 콘크리트이다.

2. 재료

- 1) 뿔어붙임 콘크리트
 - (1) 시멘트는 KS L 5201 기준에 적합한 포틀랜드시멘트를 사용하는 것을 원칙으로 한다. 단, 중용열 포틀랜드시멘트, 초조강시멘트는 현장여건에 따라 감리자의 승인을 얻은 후 사용할 수 있다.
 - (2) 잔골재는 0.1mm 이상의 깨끗한 모래이어야 한다.
 - (3) 잔골재는 15mm 이하의 강자갈이나 쇄석을 사용한다.
 - (4) 급결제의 양이 많으면 초기강도는 커지나 장기강도는 떨어진다. 상세한 것은 설계도면에 따른다.
 - (5) 기타재료로서 AE제, 분산제, 지연제 등의 혼화제가 사용되며 분진의 감소, 부착력의 향상, 리바운드의 감소 등을 목적으로 분진방지제가 사용된다. 단, 사용되는 혼화제는 철근을 부식시키지 않고 강도에 유해하지 않음이 입증되어야 한다.
- 2) 강섬유 뿔어붙임 콘크리트
 - (1) 강섬유는 뿔어붙임 콘크리트공법에 적합한 것을 사용해야 하며 강섬유 이외의 섬유에 대하여는 소요의 품질을 얻는데 적합하다는 것을 확인한 다음에 사용해야 한다.
 - (2) 강섬유를 재료로 선정할 때 뿔어붙임 콘크리트 강도 및 인성의 증대뿐만 아니라 비비기, 압송 및 타설시 호스의 폐색여부 등을 고려하여 결정하여야 한다.

3. 시공

- 1) 뿔어붙임 콘크리트

- (1) 뿔어붙임 콘크리트는 지반의 이완 변형을 최소한으로 방지하기 위해 굴착 후 최단시간에 신속하게 지반에 밀착하여 타설되도록 한다.
 - (2) 최소 뿔어붙임 콘크리트의 두께는 설계두께 이상이어야 하며, 설계두께에 대한 합격률은 80% 이상이어야 한다.
 - (3) 용수가 다소 있는 경우에는 물구멍을 만들어 적절한 배수처리를 한 다음 시공해야 하며, 용수가 거의 없다고 생각되는 비탈면에도 2m에 1개소 정도의 비율로 대나무 또는 파이프 등으로 물구멍을 만들어 두는 것이 좋다. 용수가 많은 개소에는 동상, 동결의 피해를 받지 않는 공법을 고려하여 감리자와 협의하는 것이 좋다.
 - (4) 보강용 철망은 비탈면의 요철에 맞추어 펴 깔고 앵커로 고정하며 철망의 중첩은 종방향으로 10cm, 횡방향으로 20cm 정도 실시하는 것이 바람직하다.
 - (5) 뿔어붙이기를 할 때는 뿔어붙임 콘크리트면과 0.8~1.2m의 간격을 유지하며 비탈면에 직각이 되도록 하여 타설하고 작업 후 타설면은 평탄하게 이루어져야 한다.
 - (6) 타설방법은 비탈면 상단에서 하부로 차례로 진행하여야 하며 어떤 경우라도 비탈면 상부로 진행하여 시공하여서는 안 된다. 뿔어붙임 콘크리트를 2층 이상으로 나누어 시행할 때에는 다음 층을 1시간 이내에 시행치 않으면 안 된다.
 - (7) 1일 작업종료시 또는 휴식시는 뿔어붙임 콘크리트의 단부를 점차로 얇게 하여 마무리한다.
- 2) 강섬유 뿔어붙임 콘크리트
- 시공은 앞 항 “1) 뿔어붙임 콘크리트”에 따른다.

6.6.8 록볼트

1. 일반사항

1) 공정계획

- (1) 시공자는 록볼트를 시공하기 전에 시공관리자, 공사공정표, 사용기계 종류 및 주요제원, 사용재료, 정착방법, 정착에 필요한 응고시간 등을 기재한 시공계획서를 감리자에게 제출하여 사전 승인을 받아야 한다.
- (2) 시공계획서에는 록볼트가 시공될 원지반에 대해 암층별로 3개씩의 록볼트 현장시험 결과 (인발하중, 변위, 용수상태, 천공구경, 천공장비, 시험위치, 암질상태, 정착재료 등)가 첨부되어야 한다.

- (3) 록볼트의 시공시기는 굴착 후 가급적 빠른 시간 내에 시공토록 하되 막장 및 굴착면의 절리 등 지반상황에 따라 숏크리트 콘크리트의 치기 두께와 치는 시기를 감안하여 감리자와 협의 후 결정하여야 한다.

2. 재료

1) 록볼트

굴착방향의 록볼트를 제외한 록볼트의 재질은 SD35(인장강도 50kg/mm^2 이상, 연신율 18% 이상, 직경 25mm) 이상의 표준이형철근을 사용하는 것을 원칙으로 한다.

2) 접착재료

(1) 수지(resin)형

- ① 레진은 폴리에스터 레진(polyester resin)계 및 동등 이상의 재질이어야 하며 캡슐형태로 제공되어야 한다.
- ② 제조업자가 표시한 보관기간이 경과한 레진을 사용해서는 안 되며, 용수, 염수, 약산, 약알칼리성에 대하여 영향을 받지 않아야 한다.
- ③ 레진은 팽창성 접착재로서 직경 27mm 이상의 것이라야 하고 레진의 조합은 선단에 2배 팽창이 되어야 하고 용수에서 초기강도가 높아야 한다.
- ④ 레진에 발포성 레진을 사용할 때는 발포배율에 따른 접착력의 감소를 반드시 점검하여야 한다.

(2) 시멘트 모르타르(cement mortar)형

- ① 모르타르는 모래와 시멘트 및 첨가제로 구성되며 물시멘트비(W/C) 40~50%의 배합을 원칙으로 한다.
- ② 모르타르용 모래로는 2mm 이하로 입도분포가 좋아야 하며, 모래의 표면수량에 따라서 수량을 조정해야 한다.
- ③ 모르타르용 시멘트는 보통시멘트와 초조강시멘트를 사용할 수 있으며 보통시멘트를 사용할 때는 반드시 첨가제로서 초기에 정착능력을 발휘할 수 있도록 급결작용할 수 있는 급결제를 사용해야 한다.
- ④ 초조강시멘트를 사용할 때는 지연제를 사용하여 모르타르 경화시간을 조정하되 시공관리에 특별히 유의하여야 한다.
- ⑤ 모르타르에 의한 그라우트는 용수, 염수, 약산, 약알칼리성에 대하여 영향을 받지 않아야 한다.

야 한다.

(3) 시멘트 페이스트(cement paste)형

① 시멘트 페이스트는 시멘트 밀크(cement milk)와 경화제로 구성된다.

② 배합비는 수온, 용수형태 등에 따라 현장실험을 통하여 조정한다.

3) 부속부품

(1) 베어링 플레이트(bearing plate)는 지반의 변형을 구속하는 효과를 충분히 발휘하여야 한다.

(2) 베어링 플레이트는 지반의 붕락방지 등의 목적을 조성하기 위해서 안전하게 조절할 수 있어야 하며, 이러한 조절에 의하여 암석이나 슛크리트의 표면에 완전히 밀착시킬 수 있어야 한다.

3. 시공

1) 수지형 록볼트

(1) 천공할 때 천공지름은 보통 레신일 때는 볼트지름 $+(6\sim 8\text{mm})$, 발포성 레신일 때는 볼트지름 $+(10\sim 15\text{mm})$ 이어야 하며, 깊이는 설계깊이에 대하여 $\pm 50\text{mm}$ 이내의 오차이어야 한다.

(2) 레진 삽입 체적계산에 의하여 적절한 양의 레진을 투입한다.

(3) 오가, 픽해머와 드리프터 등을 이용하여 1,000rpm 이상으로 20~30초간 록볼트를 회전하면서 삽입한다.

(4) 록볼트 삽입 후 현장실험에 의해 확인된 경화시간 이후에 록볼트를 조인다.

2) 모르타르형 록볼트

(1) 천공할 때 천공지름은 볼트지름 $+(10\sim 16\text{mm})$ 이어야 하며, 그 깊이는 설계 깊이에 대하여 $-50\text{mm}\sim +100\text{mm}$ 이내의 오차이어야 한다.

(2) 모르타르 주입시 저압주입기[$0.3\text{MPa}(\text{N/mm}^2)$ 이하]를 사용한다. 특히 캡슐형 선단급결제를 사용할 때는 1차 모르타르 압입 및 홀(hole) 선단에 급결제 캡슐을 끼워서 1차 모르타르 속으로 넣으면서 2차 모르타르 주입을 행하여야 한다.

(3) 픽해머, 드리프터와 가이드셀 등을 이용하여 록볼트를 박아 넣는다.

(4) 록볼트 삽입 후 현장실험에 의해 확인된 경화시간 이후에 록볼트를 조인다.

3) 시멘트 페이스트형 록볼트

- (1) 천공할 때 천공지름은 볼트지름 $+(10\sim15\text{mm})$ 이어야 하며, 깊이는 설계 깊이에 대하여 $-50\text{mm}\sim+100\text{mm}$ 이내의 오차이어야 한다.
- (2) 록볼트를 삽입할 경우 시멘트 페이스트가 흘러나오는 것을 막고 록볼트를 임시 고정시키기 위해 반드시 실(seal)을 록볼트에 부착하여야 한다.
- (3) 시멘트 페이스트를 주입할 경우 배기 파이프로부터 페이스트가 나오면 주입을 중단한다.
- (4) 록볼트 삽입 후 현장시험에 의해 확인된 경화시간 이후에 록볼트를 조인다.

6.6.9 강재지보

1. 일반사항

1) 공정계획

(1) 관련사항

- ① 강재지보공 설치공사는 터널굴착시 긴급보호를 위하여 단독 또는 포어폴링(orepoling), 록볼트, 와이어 메시(wire mesh) 등과 함께 슛크리트 타설공사를 하게 된다.
- ② 강재지보공의 목적은 토압으로 인한 내공의 변위를 최대한 감소시키기 위한 것이다.
- ③ 강재지보공은 원지반의 이완진행이 최대한 작게 되도록 굴착 후 시공도면에 제시된 순서에 의하여 가급적 빨리 설치하여야 한다.

(2) 강지보재의 특성

- ① 강지보재는 슛크리트 콘크리트가 경화할 때까지 즉시 지보효과를 발휘하며 경화 후에는 슛크리트 콘크리트와 연합하여 지지효과를 증진시킨다.
- ② 강지보재는 이음부가 적고 예상되는 외력, 기타 제조건에 대하여 유리한 형상을 가지며 시공상 편리한 것이어야 한다.
- ③ 강지보재의 역할은 다음과 같다.
 - 가. 슛크리트 콘크리트를 친 후 경화시까지 임시 보강재 기능
 - 나. 무지보 지반의 직접보강 및 슛크리트 콘크리트 라이닝 하중분산 작용
 - 다. 포어폴링, 파이프 루프 시공시 지지대 역할
 - 라. 터널 내공확인, 발파 천공의 지표 역할

2. 재료

강지보재의 종류는 H형, U형, 격자형 등이 있으며 재질은 KS D 3503에 규정된 SS 400에 준하거나 이상의 자재를 사용하여야 한다.

3. 시공

- (1) 강재 지보공은 정해진 위치에 정확히 설치하여 지보공 건립 후 위치 중심, 고정 등에 대하여 검측을 행하여 감리자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 강재 지보공의 상호 연결볼트 및 연결재는 충분히 조여야 한다.
- (3) 부재의 연결볼트는 이음이 약점이 되지 않도록 한다.
- (4) 그라우트된 봉이나 파이프, 포어폴링 등을 사용하는 경우에는 강재지보공이 이동하거나 뒤 틀리는 것을 막아야 한다. 이 경우 설치오차는 100mm 이내이어야 한다.
- (5) 강재지보공은 항시 관찰하여 이상이 있다고 인정되는 경우에는 즉시 보강하여야 한다.
- (6) 터널 발파 후 암질의 종류에 따라 지보공 설치 간격을 조정할 수 있으며 이때 반드시 감리자의 지시에 따라 시공하여야 한다.
- (7) 시공자는 지보공 설치 기록부를 작성하여 감리자에게 제출하여야 한다.

6.6.10 철망

1. 일반사항

- 1) 공정계획
- (1) 타설된 슛크리트 콘크리트가 자중으로 인해 박리되는 경우나 슛크리트 콘크리트의 전단강도 및 인장강도를 향상시킬 필요가 있는 경우 철망을 사용한다.
- (2) 철망은 슛크리트 콘크리트 타설시 부착력을 증대시키고 슛크리트 콘크리트 라이닝의 휨응력에 대한 인장재 역할을 하는 보강재의 역할을 한다.
- (3) 철망은 슛크리트 콘크리트가 굴착면에 밀착되도록 도와주고 구조적 보강효과가 최대한 발휘할 수 있도록 배치하여야 한다.
- (4) 강섬유보강 슛크리트 콘크리트를 사용할 경우에는 철망을 생략할 수 있다.

2. 재료

- (1) 철망은 구조용 용접철망을 사용하는 것을 원칙으로 한다.

- (2) 철망은 슛크리트 콘크리트 반발량, 품질, 시공성 등을 고려하여 사용목적에 부합하는 한국 산업규격(KS)의 크기를 사용하여야 한다.

3. 시공

- (1) 철망은 핀 등으로 지반 또는 슛크리트 콘크리트에 견고하게 고정하고, 철망간의 연결시에는 충분히 중첩하여야 한다.
- (2) 철망의 중첩은 터널 종방향으로 10cm, 횡방향으로 20cm 정도 실시한다.
- (3) 철망은 설계에서 정한 이음을 실시하여 전체가 서로 연결되도록 하여야 한다.
- (4) 철망의 최소 슛크리트 콘크리트 피복두께는 20mm 이상이어야 한다.

6.6.11 보조공법

1. 일반사항

1) 공정계획

- (1) 보조공법의 선정은 시행목적에 따라 지질조건, 환경조건, 시공조건 등을 고려하여 경제성 및 시공성에 대한 검토 후 가장 유리한 공법을 선정하여야 한다.
- (2) 보조공법의 주요 목적은 막장의 안전대책, 용수대책, 지표면 침하 억제대책 등으로 구분된다.

2) 포어폴링

포어폴링은 록볼트 및 강관을 주로 사용하며 극히 연약한 토사터널에서는 터널막장 전방 굴착면에 일정 경사각으로 시공하되 시공각도는 지반조건 및 굴진장과 연계하여 적절히 조정하여 시행하여야 한다.

3) 주입공

- (1) 주입공은 시행목적에 따라 수종의 공법을 우선 선별하여 현지 시험 주입으로 효과 판정 후 선정하되 감리자의 승인을 얻은 후 최종 확정한다.
- (2) 시험 주입 시행은 사전에 유사조건에서 시행한 주입 실적을 참조하여 주입재, 주입량, 주입압, 주입범위, 주입방법 등을 검토한 후 경제적이고도 충분한 효과가 예상되는 공법으로 시행하여야 한다.

4) 강관 다단 그라우팅

- (1) 천단부의 암피복이 얇거나 파쇄가 심한 지반에서 굴착 전에 천단부 지반을 광범위하게 보강하여야 할 경우에 본 공법을 적용한다.
- (2) 이 시방은 터널 주변의 사력층 및 파쇄 연암층과 암반 절리면을 통하여 유출되는 지하수를 차단하고 파쇄대 및 활동 가능면의 봉합을 위하여 터널 내에서 시행되는 강관 보강형 다단 주입공법에 대한 사항이다.
- (3) 이 공법은 기존의 항타장비에 의하지 않고 터널 전용장비에 의하여 직경 100~200mm 정도의 공을 천공한 후 하중을 감안하여 응력 부담재인 강관을 삽입하고 주변을 그라우팅하여 지지구조로서 사용하는 것이다.
- (4) 이 공법에 적용되는 지지력은 터널 상부의 이완 토압을 고려하여 계산하고 지지력 검토는 사용강관의 직경으로 한다.
- (5) 차수 및 지반보강 효과는 사용될 강관에 일정한 구멍을 뚫어서 적정간격으로 배치하여 강관을 삽입한 후 단산 패커주입에 의하여 주변지반을 보강하게 된다.
- 5) 지하수위 저하공법
 - (1) 굴착면 안전성 증진과 유입지하수량을 감소시키기 위하여 지하수위 저하공법을 적용할 수 있다.
 - (2) 지하수위 저하공법으로는 웰포인트공법, 심정에 의한 배수공법, 물빼기공 등을 적용할 수 있다.

2. 재료

1) 포어폴링

- (1) 포어폴링은 구조용 이형봉강이나 강관으로 한다.
- (2) 천공의 충전재로서는 시멘트 모르타르 또는 시멘트 풀을 사용한다.

2) 강관 다단 그라우팅

- (1) 강관은 직경 50mm 이상의 구조용 강관으로 한다.
- (2) 그라우팅재로서는 시멘트 풀을 사용한다.

3) 주입

그라우팅 주입재는 내구성을 보유하여야 하며 환경을 오염시키지 않는 재료를 선정하여야 한다.

3. 시공

1) 포어폴링의 설치

- (1) 포어폴링은 강지보재에 의해 지지되도록 설치하여야 한다.
- (2) 진행방향의 설치각도는 15° 이하가 되도록 하여야 한다.
- (3) 설치구간은 천단부를 중심으로 좌우 60° 구간을 표준으로 하고 횡방향 설치간격은 50cm 이하가 되도록 하여야 한다.
- (4) 포어폴링은 종방향 1~2회 굴진장비마다 설치하여 굴진방향으로 포어폴링이 1상의 중첩길이가 확보되도록 하여야 한다.
- (5) 상호 중첩되도록 설치하여야 한다.

2) 강관 다단 그라우팅의 시공

- (1) 강관은 강지보재에 의해 지지되도록 설치하여야 한다.
- (2) 진행방향의 설치각도는 20° 이하가 되도록 하여야 한다.
- (3) 강관의 길이는 6m 이상이 되어야 하며, 막장 굴착면 높이 이상의 중첩길이가 확보되도록 하여야 한다.
- (4) 그라우팅은 패커를 이용하여 여러 단계로 나누어 실시하여 주입량을 기록하여야 한다.
- (5) 강관은 휨하중에 대한 충분한 내력을 가진 재료를 사용하여야 하며, 강관 설치간격은 일반적으로 0.3~0.6m이나 현장의 지반조건을 고려하여 효율적인 주입이 가능하도록 배치하여야 한다. 또한 시공계획서에는 사용강관의 규격과 제원, 주입재의 종류 및 시험 성과, 주입압력, 주입량 관리방안을 명시하여야 한다.

3) 주입

- (1) 그라우팅은 소요의 목적을 달성할 수 있도록 주입재 주입범위와 주입방법을 결정하여야 한다.
- (2) 그라우팅 범위 내의 그라우팅공의 주입범위는 상호 중첩될 수 있도록 주입하여야 한다.
- (3) 그라우팅공당 주입압력, 주입량 등을 정확히 기록하여야 한다.
- (4) 그라우팅시 과도한 압력이 작용하여 이미 설치된 지보재에 손상을 주지 않도록 관리하여야 한다.

4) 지하수위 저하

- (1) 배수시 토립자가 유출되지 않도록 조치하여야 한다.
- (2) 지하수위 저하공법을 적용하는 경우에는 주변시설물에 영향을 미치지 않도록 조치하여야

한다.

- (3) 시공 후에는 지하수위 저하공을 폐쇄하여야 한다.

6.6.12 현장품질관리

1. 일반사항

수압시험은 그라우트를 위하여 천공한 모든 구멍에 그라우트주입작업 전에 수압시험을 하여야 한다.

2. 재료

수압시험은 다음 규정에 맞는 장비를 사용하여 시행하여야 한다.

- (1) 수압시험용 펌프는 토출용량이 150ℓ/min 이상, 최대 토출압력이 2MPa(N/mm²) 이상으로 토출압력의 조절을 쉽게 할 수 있으며 맥동이 적은 것(소정압력의 ±20% 이하)이어야 한다.
- (2) 패커는 기능이 입증된 제품으로 공사감독자의 지시에 따라 싱글 혹은 더블 패커를 사용하여 하며, 패커는 공벽과 완전히 밀착되어 시험구간의 상하로 물이 새어나가지 않도록 완전히 밀폐될 수 있도록 하여야 한다.
- (3) 압력계는 정밀하고 안정적으로 계측할 수 있으며 최대 주입압력의 1.5배 이상의 용량을 가진 제품을 사용하여야 한다.
- (4) 유량계는 정밀하고 안정적으로 계측을 할 수 있으며 최소 눈금이 1ℓ 이내인 제품을 사용하여야 한다.

3. 시공

1) 수압시험

- (1) 수압시험은 그라우트를 주입할 때와 같은 압력으로 10분간 주입된 수량을 측정하여야 한다. 만약 표면에 물이 새어 나오는 것이 발견되는 경우에는 이러한 유출을 막고 다시 시험을 하여야 한다.
- (2) 시공자는 수압시험을 완료한 구멍에 대한 공 번호, 지하수위 상태, 주입압력, 주입률 및 압력게이지의 위치 등 시험과정과 결과에 대한 모든 자료를 기록한 시험성과표를 작성하여

감리자에게 제출하여야 한다.

2) 수압시험 후 그라우트

(1) 그라우트를 완료한 지역에 검사용으로 천공한 구멍에 수압시험을 한 결과 루전치가 필요한 수준(차수 그라우팅:1~3Lu, 압밀 그라우팅:3~5Lu) 이하로 낮아지지 않는 구멍은 감리자의 지시에 따라 시멘트를 사용한 그라우트를 주입하여야 한다. 이러한 추가 그라우트를 완료한 후 공사감독자가 지시하는 경우에는 추가로 수압시험을 하여야 한다.

(2) 수압시험을 완료한 검사공은 감리자가 별도로 지시하지 않는 한 다음과 같은 규정으로 시멘트 그라우트를 실시하여야 한다.

- ① 물시멘트비 1:5 내지 1:0.5
- ② 주입시간 1시간 이상
- ③ 최대압력 1.5MPa(N/mm²)

참 고 자 료

□ 공정별 Check List

공 정		검사항목	검사기준	점검단계		
				시공 전	시공 중	시공 후
관부설 공사	관부설	1. 재질시험 등 사전 검사 완료된 합격제품인가?		☐		
		2. 관체에 대한 손괴, 코팅상태, 손상 유무를 확인하였는가?		☐		
		3. 관의 부설은 낮은 곳에서 높은 곳으로 향하여 부설하였는가?			☐	
		4. 수구는 높은 곳을 향하여 배관하였는가?			☐	
		5. 직관의 접합개소에서 각도를 잡기 위해 과도한 힘 배관을 하지 않았는가?			☐	
	덕타일 주철관의 접합	1. 접합방법, 순서, 사용재료 등에 대한 상세한 계획이 수립되었는가?		☐		
		2. 접합에 종사하는 배관기술자는 경험이 풍부한가?		☐		
		3. 삼구의 외면, 수구의 내면, 압륜 및 고무링은 광선 및 화기에 노출되지 않도록 포장케이스 및 옥내에서 보관하고 있는가?		☐		
		4. 압륜의 보관상태는 적정한가?		☐		
		5. 접합방법은 시방서에 적합하게 시공하고 있는가?			☐	
		6. 규격의 볼트·너트를 사용하는가?			☐	

공 정		검사항목	검사기준	점검단계		
				시공 전	시공 중	시공 후
관부설 공사	강관의 용접접합	1. 용접부는 충분히 건조시키고 이물질은 없는가?			☐	
		2. 환풍기, 감전대책 등의 안전관리는 적당한가?		☐		
		3. 벨 엔드 형상 위 겹침길이는 적절한가?			☐	
		4. 배관의 정열오차는 $\pm 1^\circ$ 이하인가?			☐	
		5. 용접공 및 배관공의 자격은 적당한가?		☐		
		6. 가용접 배관은 3분 이내인가?			☐	
		7. 용접봉은 건조하여 사용하는가?	- 일미나이트계 : 100~150°C(30~60분) - 저수조계 : 300~400°C(30~60분)		☐	
		8. 용접은 2명 이상이 대칭으로 용접하는가?			☐	
		9. 용접부 규격은 적당한가?			☐	
		10. 용접 전 예열처리는 실시하는가?	40~70°C		☐	
		11. 용접 후 후열처리는 실시하는가?	650°C 정도		☐	
		12. 산소압축시험은 실시하고 이상이 없는가?	1.5MPa(N/mm ²) 1시간 유지		☐	
		13. 언더컷	0.5mm 미만		☐	
		14. 오버랩	허용되지 않음		☐	
		15. 크랙	허용되지 않음		☐	
		16. 각장 및 두께			☐	
		17. 슬래그, 스파터			☐	
		18. 모재 상단유지 여부	관두께의 15% 유지		☐	

공 정		검사항목	검사기준	점검단계		
				시공 전	시공 중	시공 후
관부설 공사	액상에폭 시 도복장	1. 프라이머 및 액상에폭시는 선정시험에 합격한 기준에 맞는 규격품을 사용하였는가?		☐		
		2. 사용도료는 유효기간 내의 것인가?		☐		
		3. 프라이머 및 액상에폭시의 보관 및 관리상태는 양호한가?		☐		
		4. 공장 도장부와 현장 도장부의 겹침폭은 충분한가?			☐	
		5. 도막상태는 이물질 혼입, 열륙, 핀홀, 미도장부 등이 없이 균일하고 도막 두께는 적정한가?			☐	
		6. 도장면은 층간 박리상태가 발생하지 않았는가?			☐	
		7. 홀리데이 디텍터 검사결과 이상이 없는가?				☐
	테이프 도복장	1. 프라이머 및 테이프는 선정시험에 합격한 기준에 맞는 합격품을 사용하고 있는가?		☐		
		2. 프라이머 및 테이프의 보관 및 관리상태는 양호한가?		☐		
		3. 공장도장부와 현장도장부의 겹침폭은 충분한가?			☐	
		4. 그래프트 페이퍼(graft paper)는 제거하였는가?			☐	
		5. 가로방향 최소 겹침폭은 50% 이상 겹쳐 있는가?			☐	

공 정		검사항목	검사기준	점검단계		
				시공 전	시공 중	시공 후
관부설 공사	테이프 도복장	6. 테이프는 강면에 완전 밀착되었는가?			☐	
		7. 홀리데이 디텍터 검사결과 이상이 없는가?				☐
	기타	1. 밸브키는 수직으로 설치되었는가?			☐	
		2. 공기밸브의 보수용 밸브는 개방되었는가?			☐	
		3. 암거나 하수본관에 연결되는 드레인 밸브의 토출부는 수질측정용 시료수 채수가 가능하도록 설치되는가?			☐	
		4. 공기변실의 맨홀 뚜껑은 공기의 흡·배기에 충분한 구멍이 있는가?			☐	
		5. 드레인밸브실 내 곡관은 통수시 이탈을 방지할 수 있게 고정되었는가?			☐	
		6. 플랜지접합용 고무패킹은 현장 임의 가공한 제품은 사용하지 않았는가?			☐	
		7. 게이트밸브의 패킹누르개 볼트는 설치 전 조임상태 확인하는가?			☐	
		8. 강관신축관(드레서형)의 임시고정구(stopper)는 제거 후 설치하는가?			☐	
급수설비 공사	급수관 분기	1. 배수관에 맞는 새들분수전을 사용하는가?	-주철관:CD용, -강관, PE관, PVC관:SV용		☐	
		2. 배수관에 맞는 천공기 사용을 사용하는가?	주철용, PE용 구분 사용		☐	

공 정		검사항목	검사기준	점검단계			
				시공 전	시공 중	시공 후	
급수설비 공사	급수관 분기	3. 배수관의 천공부위는 부식방지를 위한 링크립이 삽입 설치되는가?	천공기 드릴 외경 치수			☐	
			규격	드릴치수 (mm)			허용오차 (mm)
			20A	φ18			±0.15
			25A	φ23			±0.15
			30A	φ28			±0.15
	40A	φ37	±0.15				
	50A	φ47	±0.15				
		4. 배수관 천공시 발생하는 쇳가루 및 시멘트가루를 제거하는가?			☐		
	급수관 배관 (옥외배관)	1. 타매설관과 간격을 30cm 이상 확보하는가?			☐		
		2. 배수관에서 수직으로 수도 계량기까지 배관하는가?			☐		
		3. 관 전용 절단기로 절단하고 덧살은 리머로 제거하는가?			☐		
		4. 옥외배관과 옥내배관 연결시 관종이 다를 경우 절연체를 사용하는가?			☐		
		5. 관심도는 동결심도보다 20cm 이상 깊게 매설하는가?			☐		
	급수관 배관 (옥내배관)	1. 건물 내 매립배관을 피하고 노출배관이나 덕트 내 배관을 하는가?			☐		
		2. 2층 이상의 배관시 각층마다 지수밸브와 역류방지밸브를 설치하고 1~2m 간격으로 건물에 고정하는가?			☐		
		3. 관의 동결, 결로, 부식 및 전식에 대한 방호조치를 하는가?			☐		
4. 수격방지를 위하여 에어 체임버 등을 설치하는가?				☐			

공 정		검사항목	검사기준	점검단계		
				시공 전	시공 중	시공 후
급수설비 공사	수도 계량기	1. 검침에 편리한 지점에 설치하는가?	- 대지 경계선에서 가장 가까운 지점에 설치		☐	
			- 빗물 유입이나 장애물이 놓이기 쉬운 지점을 피해 설치		☐	
		2. 동결방지를 위한 보온 조치를 하는가?			☐	
		3. 지수 및 역류방지밸브를 설치하는가?			☐	
		4. 대형 계량기실 내부 배관	- 직관부 상류측에 관경의 5배, 하류측에 3배 길이 확보		☐	
			- 제수밸브 및 계량기 받침대 설치		☐	
	불용관 정비	1. 불용관 분기점 확인	- 신설관을 기존관과 위치와 동일하게 굴착하여 철거 후 분기점 확인		☐	
			- 배관 탐지기를 사용하여 기존 분기점 확인		☐	
		2. 불용관 분기점 폐쇄	- 맹새들, 새들잠금(캡 설치), 재사용, 정자관 철거 후 직관연결 등		☐	
			- 불용관 급수가구에 대하여는 즉시 급수공사 시행		☐	
	누수 복구공사		- 복구업체 인력, 자재 및 장비의 24시간 복구능력 유지	☐		
			- 단수를 수반하는 공사는 단수홍보를 철저히 한다.	☐		
노후관의 세척 및 갱생공사	준비작업	1. 관로의 종곡부는 확인하는가?		☐		
		2. 지장물 횡단구간과 같은 작업이 불가한 구간을 확인하는가?		☐		

공 정		검사항목	검사기준	점검단계		
				시공 전	시공 중	시공 후
노후관의 세척 및 갱생공사	세척공사	1. 세척 전 수도계량기 실내 앵글밸브는 잠그는가?		☐		
		2. 세척 전 분기밸브는 잠그 는가?		☐		
		3. 세척작업은 스케일이 제 거될 때까지 반복하는가?			☐	
		4. 세척 후 배수작업은 녹물 이 완전히 제거될 때까지 실시하는가?			☐	
		5. 세척작업 후 열풍건조작 업은 충분히 하였는가?			☐	
		6. 건조 후 면포 통과 등을 실시하여 건조상태를 확 인하는가?			☐	
		7. CCTV로 세척상태, 누수 여부 및 분수관의 손상을 확인하는가?				☐
	라이닝 공사	1. 도장기 내에는 주제와 경 화제를 별도 저장할 수 있는 장치를 보유하는가?		☐		
		2. 도장 전 도장기는 충분히 예열하는가?		☐		
		3. 도장기는 공사시방서에 제 시한 주제와 경화제의 혼 합비율이 분사되는지 확인		☐		
		4. 제수변을 도장기가 통과 된 후에는 즉시 제수밸브 를 개폐 작동하여 제수밸 브의 동작이 정상인지 확 인하는가?			☐	
		5. 도장 후 상온에서 2시간 이상 자연 건조하는가?			☐	

공 정		검사항목	검사기준	점검단계		
				시공 전	시공 중	시공 후
노후관의 세척 및 갱생공사	라이닝 공사	6. 동절기와 저온일 때 열풍과 송풍건조를 실시하는가?			☐	
		7. 건조 후 면포를 통과시켜 건조를 확인하는가?			☐	
		8. 불량상태(핀홀, 균열, 부풀음, 흐름)가 없는지 CCTV로 검사하는가?				☐
	세정 및 통수	1. 갱생작업의 현장검사완료 후 소독과 탁수가 없도록 세정배수				☐
		2. 세정배수 후 수질검사가 검사기준에 적합토록 실시				☐
		3. 단수세대 정상통수 확인 여부				☐
수처리 시설	침전지 경사판	1. 재질시험 등 사전 검사 완료된 합격제품인가?		☐		
		2. 설치된 경사판 간격이 적정한가?	- 육안검사, 실측		☐	
		3. 경사판이 수면에 노출되어 있는가?	- 육안검사			☐
		4. 경사판 지지장치에 구부러짐, 비틀림, 좌굴이 발생하였는가?	- 육안검사			☐
	정류 (도류)벽	1. 제작품인 경우 형상 및 규격은 승인된 도면에 적합한가?	- 도면, 실측	☐		
		2. 제작품인 경우 제작된 정류(도류)벽에 얼룩 및 변색이 발생하지 않았는가?	- 육안검사	☐		
		3. 제작품의 경우 앵커, 볼트 너트 등 부속제품이 동일 재질로 반입되었는가?	- 육안검사, 품질	☐		
		4. 패널 및 앵글은 설치 후 움직임이 없는가?	- 현장 확인			☐

공 정		검사항목	검사기준	점검단계		
				시공 전	시공 중	시공 후
수처리 시설	표면세척 장치	1. 재질시험 등 사전검사 완료된 합격제품인가?		☐		
		2. 용접부는 충분히 건조시키고 이물질은 없는가?			☐	
		3. 용접공 및 배관공의 자격은 적당한가?		☐		
		4. 표면세척기 지관, 배관의 연결은 나사이음방식에 의하였는가?	- 육안검사			☐
	급속 여과지 하부집수 장치	1. 유공블록 설치 전 여과지 바닥에서 3~4cm 높이로 일정한 표고가 되도록 바닥 모르타르를 타설하였는가?	- 실측, 검수		☐	
		2. 유공블록은 역세척 유입 수로가 설치된 벽면에서 부터 설치하고 있는가?	- 육안검사		☐	
		3. 유공블록의 설치 높이가 일정하고 및 횡방향으로 반듯하게 설치되고 있는가?	- 측량기기, 도면, (횡방향 오차 ±5mm 이내 표고 오차 0.5mm 이내)		☐	
		4. 유공블록의 블록과 블록 사이에 유공블록의 최상부 공간까지 모르타르를 빈틈없이 채웠는가?	- 현장 확인			☐
		5. 하부집수장치 및 하부수로에 오물, 콘크리트부스러기 등 이물질이 깨끗하게 제거되었는가?	- 현장 확인			☐
		6. 하부집수장치 흐름분포시험시 오리피스 흐름이 끊어지거나 끊는 부분이 발생하지 않는가?	- 흐름시험 3회 - 흐름속도 2분 유지			☐
		7. 입전까지 하부집수장치를 보호막등으로 보호하고 있는가?	- 육안검사			☐

공 정		검사항목	검사기준	점검단계		
				시공 전	시공 중	시공 후
수처리 시설	완속 여과지 하부집수 장치	1. 하부집수장치 설치 전 여상(濾床)의 먼지, 콘크리트 조각, 잔모래 등을 완전히 제거하고 청소하였는가?	- 육안검사	☐		
		2. 줄눈의 배열, 줄틀림, 흔들림, 높이의 불균형 등이 발생하지 않았는가?	- 육안검사		☐	
	여과모래	1. 물리적 특성 등 사전 검사 완료된 합격제품인가?	- 국가공인시험성적서, 견본 품등	☐		
		2. 입상활성탄 현장입고시 시료를 채취하여 공인기관에서 시험한 결과 시방서 규격에 적합한가?	- 시료의 양은 최소 4.5kg 이상	☐		
		3. 통수전 여과지 여층 상부에 이물질의 방지를 위해 덮개를 설치하였는가?	- 현장 확인			☐
		4. 안정된 여과층 유지를 위하여 통수시 스킴(skum) 제거를 3회 정도 실시하고 여과모래를 보충하였는가?	- 현장 확인			☐
	위어, 트로프	1. 월류하는 물 외에는 구조 물벽과 위어 또는 트로프 밀착면 사이에 누수가 발생하지 않는가?	- 육안검사			☐
		2. 부분적으로 불균등한 월류가 발생하지 않는가?	- 육안검사			☐
방수· 방식공사	바탕상태 의 확인 및 판정	1. 바탕상태가 평탄하고 요철이 발생하지 않았는가?	- 육안검사, 계측			☐
		2. 들뜸이 발생하지 않았는가?	- 육안검사, 타진			☐
		3. 바탕표면에 레이턴스가 발생하였는가?	- 육안검사, 타진			☐

공 정		검사항목	검사기준	점검단계		
				시공 전	시공 중	시공 후
방수 · 방식공사	바탕상태 의 확인 및 판정	4. 높이 3mm 이상의 돌기 물이 존재하는가? 존재한 다면 보수하였는가?	- 육안검사, 타진			☐
		5. 바탕면으로부터 나무조각, 철사, 종이류 등을 제거 하였는가?	- 육안검사			☐
		6. 바탕면에 곰보자국이 존 재하는가?	- 육안검사, 타진			☐
		7. 균열면이 존재하는가?	- 육안검사, 확대경			☐
		8. 누수되는 부위는 관찰되 지 않는가?	- 육안검사			☐
		9. 구체의 균열이 심한 부분 은 에폭시그라우팅 또는 V컷하고 무수축 방수모르 타르로 충전하였는가?	- 육안검사			☐
	아스팔트 시트	1. 재료의 종류, 규격, 품질보 증서 등은 확인하였는가?	- 품질보증서	☐		
		2. 동절기등 5℃ 이하에서는 시공을 중지하고 있는가?	- 현장 확인		☐	
		3. 시트의 접착방향은 물 흐 름방향으로, 아래서부터 위로 붙여 나가는가?	- 현장 확인		☐	
		4. 겹침 이음시 10cm 이상 겹침 이음하고 있는가?	- 현장 확인		☐	
		5. 겹침 접합부는 불꽃으로 양 면의 길이와 폭을 동시에 녹여 용융접착하고 있는가?	- 현장 확인		☐	
		6. 접착 후의 상태는 기포, 주름 등이 없는가?	- 육안검사		☐	
		7. 구석, 모서리, 배수구 주 위 및 패러핏 치켜 올림 부분은 30cm 정도 치켜 올려 시공되고 있는가?	- 현장 확인			

공 정		검사항목	검사기준	점검단계		
				시공 전	시공 중	시공 후
방수 · 방식공사	아스팔트 시트	8. 방수공사 완료 후 누수여 부를 확인하기 위하여 담 수시험은 하였는가?	- 현장 확인			☐
	액체침투	1. 재료의 종류, 규격, 품질보 증서 등은 확인하였는가?	- 품질보증서	☐		
		2. 동결기등 5℃ 이하에서는 시공을 중지하고 있는가?	- 현장 확인		☐	
		3. 방수제는 보관기간이 경과 하지 않았으며, 덩어리가 없고 미세한 분말인가?	- 제품 확인	☐		
		4. 방수제 현장 반입시 규정 된 포장단위로 밀봉 반입 되었는가?	- 제품 확인	☐		
		5. 도포의 도막두께는 기준치 이상인지 확인하였는가?	- 시방서			☐
		6. 2차 도포 후 습윤 양생 방법과 절차는 적정한가?	- 최소 2일 이상 - 1일 3회 이상 물뿌리기			☐
	에폭시수지, 규산질계 분말형 도포, 세라믹 메탈계, 폴리우레아 수지, 콘크리트 표면도포용 액상형 흡수방지, 내오존	1. 재료의 종류, 규격, 품질 보증서 등은 확인하였는 가?	- 품질보증서	☐		
		2. 동결기등 5℃ 이하에서는 시공을 중지하고 있는가?	- 현장 확인		☐	
		3. 바탕면 먼처리 후 젖은 상태에서 바탕면조정 도 포하였는가?	- 현장 확인		☐	
		4. 배합된 바탕면 조정 방수 제는 가사시간을 초과하 지 않는가?	- 배합시간 확인		☐	
		5. 바탕면 도포 후 24시간 이내에는 직사광선이나 열풍을 피하고 건조를 방 지하고 있는가?	- 현장 확인			

공 정		검사항목	검사기준	점검단계		
				시공 전	시공 중	시공 후
방수 · 방식공사	에폭시수지, 규산질계 분말형 도포, 세라믹 메탈계, 폴리우레아 수지, 콘크리트 표면도포용 액상형 흡수방지, 내오존	6. 바탕면에 사용되는 방수 자재의 사용량이 설계수량 이상인가를 확인하였는가?	- 시방서		☐	
		7. 프라이머의 배합은 제품 설 명서의 기준에 적합한가?	- 현장 확인	☐		
		8. 프라이머 적절한 양이 균 일하게 도포되었는가?	- 시방서			☐
		9. 프라이머를 손에 묻어나 지 않을 정도로 충분히 건조 양생시켰는가?	- 현장 확인			☐
		10. 프라이머 방수시공면의 요철부 처리 상태가 평활 하게 정리되어 있는가?	- 육안검사			☐
		11. 1차 도포시 도포량은 적 절한 양이 균일하게 도 포되었는가?	- 시방서			☐
		12. 도포면의 양생관리는 적 합한가?	- 현장검사		☐	
		13. 소요 방수재 사용량은 적절한가?	- 시방서		☐	
		14. 1차 도포 후 2차 도포 전 양 생시간은 충분히 가졌는가?	- 시방서		☐	
		15. 2차 도포시 윗바름의 도 포량은 적절한 양이 균 일하게 도포되었는가?	- 시방서		☐	
		16. 충격, 강우 및 통행에 대하여 적절한 보호조치를 하였는가?	- 현장검사		☐	
		17. 누수시험을 실시하고 시 험결과는 적합한가?	- 시방서			☐
		18. 방수층 형성상태를 검사 하고 핀홀, 균열, 들뜸, 박리 등을 확인하고 보 수하였는가?	- 육안검사			☐

공 정		검사항목	검사기준	점검단계		
				시공 전	시공 중	시공 후
기타	단수 · 배수 · 통수	1. 단수지역 결정	- 단수지역은 정확히 결정	☐		
		2. 단수시간 산정	- 관내 물빠기작업시간, 공사 작업시간, 통수시간을 합산	☐		
		3. 단수날짜 결정	- 장기일기예보를 참고로 비나 눈이 내리지 않는 날을 선택	☐		
			- 단수지역의 지역특성을 고려	☐		
		4. 단수구역 최소화	- 용원급수로 단수구역 최소화	☐		
		5. 작업계획	- 공종별 작업시간 산출	☐		
			- 충분한 인력과 장비로 작업조를 편성하고 작업시간이 길면 교대조를 확보	☐		
			- 식사, 간식 등은 교대하여 중단 없는 작업계획을 수립	☐		
			- 당일에는 순작업만 하도록 하고 준비작업은 1일 전 완료	☐		
		6. 사전홍보	- 단수는 충분한 시간을 두고 홍보	☐		
			- 다양한 방법으로 홍보 (신문, TV, 라디오, 유선방송, 생활일간지, 소식지, 전광판, 인터넷, 앰프방송, 안내문 배부, 현수막 게첨 등)	☐		
		7. 시설물 점검	- 도상점검 차단밸브, 드레인밸브, 공기변, 소화전	☐		
			- 현장 확인 및 점검 차단밸브, 드레인밸브, 공기변, 소화전	☐		

공 정		검사항목	검사기준	점검단계		
				시공 전	시공 중	시공 후
기타	단수 · 배수 · 통수	8. 주민생활불편 최소화	- 공동주택의 저수조는 단수 전 충분히 물을 받을 수 있게 전담요원 실명화 배치	☐		
			- 가정의 옥상물탱크나 옥조 등에 사전 충분히 물을 받아 사용토록 홍보	☐		
			- 운반급수가 필요한 가정에는 급수차로 운반급수		☐	
			- 물을 다량으로 필요로 하는 업체는 민간급수차를 임차 사용토록 권장	☐		
		9. 유관기관 협조	- 단수홍보, 영업일조정, 휴무일 조정 및 영업중단 등	☐		
		10. 단수작업	- 차단밸브를 통해 작업장으로 물이 유입되지 않아야 한다.		☐	
		11. 배수(drain)	- 월류, 침수 등의 피해예방을 위한 배출수로 확인 및 점검	☐		
			- 이토시 물빼기작업 대상관로의 최고점에 설치된 공기변을 해체하고 볼이 내려갔는지 확인한다. 이때 볼이 떠있으면 물이 새 들어오고 있는 것이며, 볼이 내려가고 공기변으로 공기가 빨려 들어가면 물 빼기작업은 정상		☐	
		12. 통수	- 원거리 급수지역이나 고지대 관말지역의 조기통수를 위해 배수지에 물을 충분히 저장 하였다 통수전 배수	☐		
			- 공동주택 대형수조는 흐린 물 완전배출 확인 후 물을 받을 수 있도록 전담요원 실명화 배치	☐		

공 정		검사항목	검사기준	점검단계		
				시공 전	시공 중	시공 후
기타	단수 · 배수 · 통수	12. 통수	- 차단밸브는 서서히 개방		☐	
			- 통수 때는 단수밸브를 원 상태로 개방		☐	
			- 대유량 통수시 공기변의 불 이 단혀질 수 있으므로 배 기량에 맞춰 통수량을 조정		☐	
			- 대유량 통수로 배기량이 많 으면 맨홀뚜껑이 솟구칠 수 있으므로 통수량을 서서히 증가		☐	
			- 통수시 공기배출과 흐린 물 배출을 위해 통수반 배치	☐		
			- 수질확인기동반을 편성 pH, 잔류염소, 탁도, 색도 측정		☐	
			- 관 내부에 물을 채운 후 가압장 가동		☐	
			- 무인가압장 운영요원 배치	☐		
		13. 상황근무	- 시간대별 조치사항 기록		☐	
			- 출수상황 확인: 고지대, 관말		☐	
			- 급수 재개 후 민원발생 파악			☐
			- 긴급출동반을 대기시켜 계 량기 막힘 등을 해결	☐		
			- 긴급 복구업체를 대기시켜 누수 등 긴급사고 즉시 대응	☐		
		14. 기타	- 단수작업조와 통수작업조 에게는 무전기를 지급	☐		
			- 단수구역 내 송·배수본관 과 관말지역의 조기통수를 위해 단수구역 내 저지대 주민은 수도꼭지를 틀지 않도록 홍보	☐		

집필위원 명단

◎ 집필위원

● 총괄연구위원 : 최 철 식 대구시 공공기관이전지원단 단장

목차	집필위원
1. 총론	최철식 (대구시 공공기관이전지원단 단장)
2. 관부설 공사	이근채 (서울시 상수도연구소 사무관)
3. 급수설비 공사	이근채 (서울시 상수도연구소 사무관)
4. 노후관의 세척 및 갱생 공사	김학용 (한일네트워크 엔지니어링 사장)
5. 수처리시설 공사	김진수 (한국수자원공사 수도개발처 부장)
6. 특수공사	이방열 (도우기술협력회 상무)

◎ 환경부

최 용 철 환경부 수도정책과 과장
 김 금 철 환경부 수도정책과 사무관
 도 은 주 환경부 수도정책과 주사

◎ 자문위원(가나다순)

구 자 용 서울시립대학교 교수
 김 수 원 영남건설기술교육원 교수
 김 은 겸 서울산업대학교 교수
 오 왕 선 안산시 상하수도사업소 시설과장
 윤 정 권 하이텍 엔지니어링 전무
 이 상 홍 서울시 상수도사업본부 급수장치과장
 정 영 화 대구시 상수도사업본부 급수부장

최 문 경 한국종합기술 상무

현 인 환 단국대학교 교수

황 인 대 대한전문건설협회 상하수도공사협회 사무국장

◎ 개정 업무지원

장 기 환 한국상하수도협회 교육연구처장

심 유 섭 한국상하수도협회 연구팀장

고 형 찬 한국상하수도협회 사원