

KCS 61 80 10 : 2017

하수도 전체 보수공법

2017년 10월 27일 개정

<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE



환경부

KCS 61 80 10 하수도 전체보수공법

1. 현장경화보강튜브공법 (Cured-in-place pipe: CIPP)

1.1 일반사항

1.1.1 적용범위

이 시방서는 하수관로를 맨홀과 맨홀 사이의 구간에 대해 비굴착 방식으로 기존관로의 내면에 라이닝 등을 설치하는 방법으로 전체보수하는 공사 중 관경 250~1,700mm에 해당하는 중력식은 물론 압력식의 오수관과 우수관 및 합류관에 대해 적용한다.

1.1.2 주요 내용

- (1) 관로세정 및 검사
- (2) 관로의 지장물
- (3) 기존관체의 표면처리
- (4) 물돌리기
- (5) 보강튜브의 삽입
- (6) 보강튜브의 경화
- (7) 보강튜브의 냉각
- (8) 연결관 천공
- (9) 연결관 접합부 보수

1.1.3 참조규격

다음 규격은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

(1) 한국산업표준(KS표준)

- ① KS F 2242 유리섬유 강화 플라스틱의 휨 시험 방법
- ② KS K 0520 직물의 인장 강도 및 신도 시험 방법
- ③ KS M 3006 플라스틱의 인장성 측정방법
- ④ KS M 3008 경질 플라스틱의 굴곡성 측정 방법
- ⑤ KS M 3029 플라스틱 필름과 쉬트의 단일 인열법에 의한 인열 전개 저항 시험방법
- ⑥ KS M 3065 경질 플라스틱의 하중 변형 온도 시험방법
- ⑦ KS M 3305 섬유강화 플라스틱용 액상 불포화 폴리에스테르 수지
- ⑧ KS M 3331 액상 불포화 폴리에스테르수지 시험 방법
- ⑨ KS M 3820 에폭시 수지 및 경화제의 시험방법 통칙

(2) 영국표준협회(BSI)

- ① BS 4618 Recommendation for the presentation of plastics design data.(플라스틱 설계자료의 제

출에 대한 권장)

- ② WIS 4-34-04 “Specification for Renovation of Gravity Sewers by Lining with Cured-In-Place Pipes” (CIPP 라이닝을 이용한 중력식 하수관 갱생에 관한 시방), 1986

(3) 미국재료시험학회 (ASTM)

- ① ASTM D 543 Standard practices for Evaluating the Resistance of Plastics to Chemical reagents.(화학약품에 의한 플라스틱의 내약품성 평가에 대한 표준)
- ② ASTM F 1216-93 “Standard Practice for Rehabilitation of Existing Pipelines and Conduits by the Inversion and Curing of a Resin-Impregnated Tube”(수지가 함침된 튜브의 반전과 경화에 의한 기존관로 보수에 관한 표준시방)
- ③ ASTM F 1743-96 “Standard Practice for Rehabilitation of Existing Pipelines and Conduits by Pulled-in-Place Installation of Cured-in-Place Thermosetting Resin Pipe (CIPP)” (열경화성 수지 튜브의 견인삽입과 경화에 의한 기존관로 보수에 관한 표준시방)
- ④ ASTM D 5813-95 “Specification for Cured-in-Place Thermosetting Resin Sewer Pipe” (열경화성 수지를 이용한 CIPP 시방)

(4) 관련법

시공자는 다음의 법령 등을 준수하여야 한다.

- ① 산업안전보건법 제41조

1.1.4 제출물

(1) 시공계획서

시공자는 시공하기에 앞서 설계서상의 관로 이상상태 등을 고려하여 적용공법의 시행타당성 검토자료와 설계서 및 현장의 각종 상황(지하매설물, 인접구조물, 지반현황, 노면교통)을 고려한 적용공법에 대한 장비, 사용재료, 시공방법, 검사방법 등을 포함한 시공계획서를 제출하여 공사감독자(건설사업관리자)의 승인을 받은 후 시공해야 한다.

(2) 제품자료

시공자는 공사에 사용되는 모든 재료를 포함한 공법에 대하여 국내외에서 공인된 자료에 근거하여 작성된 공법고유의 관련 품질관리계획서를 제출하여 발주자 또는 공사감독자(건설사업관리자)의 승인을 받아야 하고, 반드시 이에 따른 검사 및 시험에 합격한 재료와 공법을 사용하여야 한다.

이 때 사용되는 재료의 각종 물성과 경화된 보강튜브는 이 시방에 제시된 조건을 만족시켜야 한다.

(3) 견본

공사감독자(건설사업관리자)의 요구가 있을 때 재료 및 완성제품에 대한 견본을 제출하여야 하며, 수량 및 크기 등은 요구내용에 따른다.

(4) 협의자료

시공자는 관련기관과 협의가 필요한 경우 시공 전에 협의자료를 작성하여 제출하여야 하며 협의결과를 시공자의 날인 후 서면으로 제출하여야 한다.

(5) 운반, 보관, 취급

본 공사의 특성은 사용 원자재 및 중간 가공 자재가 미반응 상태의 화학물질로 구성되어 있다. 그러므로 보관, 운반, 시공시 변질될 가능성을 고려하여 제작자가 제시하는 관련 규정을 엄격히 준수하여야 한다. 또한 이 시방과 관련된 자재의 취급은 “산업안전보건법 제 41조 규정”을 준수하여 시행되어야 한다.

(6) 환경요구사항

이 시방은 환경 및 안전에 대한 전반적인 사항을 다루지 않았으므로, 시공자는 사전에 안전과 유해성에 대한 기준 및 지침을 별도로 운용하여야 한다. 한편 시공자는 작업에 소요되는 점유면적을 최소화하도록 하며, 주변지역에 소음, 먼지, 악취 등 2차 공해의 발생을 저감시켜야 한다.

1.2 재료

1.2.1 수지

(1) 수지의 종류

- ① 열경화성 불포화폴리에스터 수지와 촉매제
- ② 에폭시수지와 경화제

수지는 수중 경화가 가능해야 하고 시공에 사용되는 증기 또는 온수에 의하여 충분히 경화될 수 있어야 한다.

(3) 수지의 품질관리

① 액상수지

가. 불포화폴리에스터 수지는 점도, 요변도, 가사시간 등(KS M 3331, M 3305)이 삽입과 운반 방법에 따른 시공자의 요구에 만족되어야 한다. 이러한 물성은 저장과 운송 기간동안 전체적인 온도범위에서 유지되어야 하며, 경화 후에 요구되는 CIPP 두께, 기계적 물성과 내화학성이 충족되어야 한다.

나. 불포화 폴리에스터 수지는 산가(KS M 3331, M 3305)가 24이하여야 하며, 수산가(KS M 3331, M 3305)는 30이하여야 한다.

다. 수지제작자는 시공자에게 수지 공급시 수지의 산가, 점도, 요변도, 겔타임 등에 대한 자체 시험성적서를 제시하여야 한다.

라. 에폭시 수지는 KS M 3820의 요구사항을 따른다.

② 경화수지

보강재 없이 수지 자체만 경화시킨 경화수지는 파괴시 신장률이 2.5% 이상이어야 한다. 인장시험은 변형게이지 신장계를 이용하여 측정하며, 그립(grip) 분리율을 5mm/min으로 한다. 또한 열변형을 감안한 시험온도(KS M 3065)는 CIPP의 예상최고사용온도(주)보다 20℃ 이상 높아야 한다

주) 가정용 하수관에서 최고 사용온도는 관경 200mm이하일 때 45℃로, 200mm이상일 때 35℃로 가정하여 시험온도를 결정한다.

③ 저장

시공자는 밀봉용기로 운반되는 수지에 대해 제작자로부터 수지의 사용기한을 제시받아야 하며, 밀봉 저장된 원수지를 제작자가 제시한 보관온도에서 저장하고, 유효기간을 준수하여 사용한다.

제작자 및 시공자는 정기적으로 저장용기의 오염 여부를 검사하며 오염 발생시 이를 제거하고 이에 대한 사항을 기록하여 보관하여야 한다.

수지배합에 사용되는 각종 첨가제, 경화제의 경우 상온과 자외선에 의해 경화반응이 일어나므로 냉암소에 보관하며, 특히 열과 충격에 의한 폭발과 화재예방을 위하여 제반의 발화 원인이 제거된 상태에서 저장되어야 한다.

1.2.2 튜브

(1) 구성

튜브는 펠트와 필름으로 구성된다. 펠트는 한 겹 혹은 두 겹 이상으로 유연하게 짜여진 부직포 및 직포 혹은 부직포나 직포가 조합된 재료로서 수지가 흘러내리지 않게 담고 있는 기능을 하며, 펠트의 종류에 따라서 구조적인 역할을 하기도 한다.

한편 필름은 펠트의 한쪽 면(완성 시 관 내부)에 코팅된 불침투성의 플라스틱 막으로서, 경화시 사용되는 압력에 의해 수지가 이탈되는 현상을 방지하기 위한 역할을 한다.

(2) 튜브 제작

제작자는 라이너의 소요 설계 두께, 삽입방법과 설치 작업 중에 횡 방향, 종 방향으로 팽창될 것 등을 고려하여 다음과 같이 라이너의 두께를 설계한다. 한편 CIPP의 설계두께는 기존관의 상태에 따라 크게 다르며, 세부적인 계산식은 다음에 명시해 놓았다.

① 원주길이

반전시 원주방향으로 팽창하여 밀착할 수 있도록 허용차(작게 재단)를 둔다.

② 튜브 길이

튜브의 길이는 맨홀간의 연속적 설치를 기본으로 하며, 최대 시공길이를 고려하여야 한다.

③ 두께

한 겹 이상의 펠트를 사용하여 라이너 두께를 결정할 때, 완성된 CIPP가 튜브 이음부에서 국부적으로 두꺼워지는 것을 방지하도록 하여야 한다. 또한 통수능력을 고려한 최대 허용 두께는 설계자가 제시하는 조건을 준수한다.

$$t = \frac{D_o}{\left[\frac{2KE_L C}{PN(1-\nu^2)} \right]^{\frac{1}{3}} + 1}$$

- 여기서, P = 지하수 수압 (kg/cm^2)
 K = 지지항상계수
 (기존 관에 대한 전체지지 경우의 최소값 7.0)
 E_L = 라이너의 장기 휨 탄성계수 (kg/cm^2)
 v = 포아송 비 (평균 0.3)
 SDR = 라이너의 표준 치수비(D/t)
 D = 기존관의 직경 (외경, mm)
 t = 라이너 두께 (mm)
 C = 형상 감소계수 = $[(1 - \frac{q}{100}) / (1 + \frac{q}{100})]^3$
 N = 안전계수

1.2.3 배합

재료의 배합은 사용수지와 첨가제(경화제 및 촉매제)에 관한 사항으로 계량과 혼합공정으로 나누어진다.

(1) 계량

수지량은 공법 및 시공조건을 고려하여 제작자가 제시하는 적정량이 준수되어야 한다. 이 때 고려사항은 다음과 같다.

- ① 배합수지는 튜브의 설계두께와 펠트의 공극을 채울 수 있는 충분한 양이어야 한다.
- ② 시공자는 시공조건의 온도를 고려하여 현재 온도에서의 가사시간 자료 및 경화제 사용량 등에 대한 수지제조자로부터 제시받은 사항을 준수하여 계량한다.
- ③ 주입량은 수지의 중합반응에 따른 체적감소는 물론 온도에 의한 팽창과 수축 및 기존관 균열부의 침투나 이음부에 따른 수지의 이동변화에 대비하여 필요량의 3~15% 정도를 증가시킨다.

(2) 혼합

혼합공정은 배합비에 따라 계량된 수지와 첨가제를 혼합기에서 완전히 혼합되도록 하는 공정으로서 이 때 고려사항은 다음과 같다.

- ① 수지와 첨가제는 완전히 혼합되도록 하여야 하며, 첨가제 종류별 혼합 우선순위를 준수하여야 하고, 혼합시 발생할 수 있는 기포가 잔존하지 않도록 조치하여야 한다.
- ② 혼합 후 혼합수지의 강도발현 상태(수지와 첨가제의 완전 혼합여부 등)를 시험한다.
- ③ 혼합시간은 수지제조자가 제시하는 혼합 허용가능 시간을 준수하여야 한다.
- ④ 수지의 혼합장소는 반드시 직사광선이 차단되어야 하며, 수지제조자가 제시하는 온도 및 습도조건을 유지시켜야 한다.
- ⑤ 혼합기 내의 잔류 수지는 별도의 세척방법을 이용하여 깨끗하게 제거되어야 한다.

(3) 장비

재료를 배합할 때 필요한 소요장비는 수지 및 첨가제 계량기, 운반, 혼합 장치들로 구성되는데, 이들은 각각 작업조건 및 소요기능을 충족시켜야 한다.

1.2.4 함침

(1) 진공

진공작업은 튜브내의 공기를 외부로 배출시키는 공정으로 수지를 튜브에 주입하기 전에 시작하여 수지 주입 전과정에 걸쳐 수행되어야 한다. 이것은 수지를 튜브 내에 함침할 때 원활한 주입작업을 도모하고, CIPP내에 기포에 의한 건점이 형성되는 현상을 방지하기 위한 것이며, 다음 사항을 준수하여야 한다.

- ① 수지 주입속도(35 m³/hr) 이상의 흡입용량을 가지는 진공펌프를 사용한다.
- ② 수지 주입전의 진공기준은 500 ~ 600 mmHg이다.
- ③ 튜브 길이방향에 적당한 간격을 유지하며, 양끝지점과 필요시 중간지점에서 진공작업을 시행한다.
- ④ 펠트내의 철저한 공기배출을 위하여 함침 작업전 일정 시간이상 진공상태를 유지시킨다.

(2) 사전준비

함침작업시 일단 수지가 튜브에 주입되면 공정을 다시 되돌릴 수 없다. 따라서 함침 작업 전에 철저히 점검되어야 한다.

- ① 튜브의 길이, 관경, 두께 등이 설계 치수대로 제작되었는지와 튜브의 밀봉 상태여부를 확인한다.
- ② 함침 작업장의 실내 온도가 약 15℃ ~ 25℃ 이내로 유지되는지 점검한다.
- ③ 함침장비가 제대로 작동되는지 확인한다.

(3) 수지주입 및 조정

주입 펌프 등을 이용하여 수지를 튜브내로 주입시키는 공정으로서 신속 정확하여야 하며, 다음 사항에 유의하여야 한다.

- ① 튜브가 수지에 완전히 함침되도록 주입속도를 진공속도 이하로 한다.
- ② 수지가 알맞게 분배되도록 로울러의 간격을 결정하고, 함침된 튜브를 로울러 사이로 진행시킨다. 이때 견인공법용 튜브의 함침시에는 현장작업조건의 특성상 튜브 상·하부에서 수지 함침량이 불균형 상태가 유발될 수 있으므로 신중을 기하여야 하며 이를 철저히 점검하여야 한다.
- ③ 함침된 튜브는 함침작업 완료 즉시 냉동차에 직접 상차하거나 반전기의 릴(reel)에 감아 저온 상태에서 저장한다.

(4) 함침장비

함침과정에서 사용되는 일반적인 장비는 혼합기, 수지주입 펌프, 진공펌프, 롤러판과 함침컨베이어, 핀치롤러 등으로 구성되는데, 함침작업을 원활히 할 수 있도록 규모와 기능을 만족시켜야 한다.

1.2.5 마감(저장 및 운반)

저장 및 운반 공정은 함침된 튜브를 시공현장에 운반하는 공정으로써, 함침된 수지가 소정의 기간 동안 자체이동 및 화학적인 변화가 없도록 물리·화학적 조건을 유지하여야 한다.

(1) 저장 및 운반

튜브 내에 함침된 수지는 화학적으로 매우 불안정한 상태에 있어 온도에 매우 민감하다. 또한 수지자체의 요변도 때문에 내부에서 다소간의 흐름현상이 있다. 따라서 저장 및 운반 기간은 가능한 한 짧아야 하며, 다음과 같은 온도 상태를 유지시켜야 한다.

- ① 함침튜브를 냉동차에 상차하여 보관할 경우 냉동차 내부는 약 0 ~ 5℃로 유지시킨다.
- ② 튜브가 반전기 트럭에 저장될 경우는 액화 CO₂ 가스를 살포하여 반전기 내 평균 온도를 -5℃ ~ 5℃(표준 0℃)로 유지시킨다.
- ③ 혼합공정은 물론 저장 및 운반공정은 수지제조자가 제시하는 가사시간을 준수하여야 한다.

(2) 장비

함침튜브의 저장 및 운반 시 필요한 소요장비는 냉동차 또는 반전기 차량이다.

1.2.6 자재 품질관리

(1) 수지에 대한 안정성

튜브를 구성하는 모든 재료는 사용되는 수지에 의하여 물리·화학적인 변화가 없는 재질이어야 한다.

(2) 경화압력 및 온도

튜브는 수지함침이 용이해야 하며, 반전 및 경화압력과 경화온도에 대해 저항할 수 있어야 한다.

(3) 유연성 및 찌짐성

튜브는 불규칙한 관 단면에 일치되도록 찌짐성이 있어야 하며, 기존관로의 관단차, 파손부위, 이음부 이탈, 곡관로 등의 이상부위에 설치가 가능토록 충분한 유연성이 있는 재료여야 한다.

(4) 인장강도

고온 가압시 봉합부분 등의 터짐을 방지하기 위해 튜브는 종.횡방향으로 최소 허용인장 강도 (50 kg/cm² 이상)를 만족(KS K 0520)시켜야 한다.

1.3 시공

1.3.1 시공조건 확인

(1) 협의 조정사항

발주자 및 시공자는 가스, 수도, 전기, 통신 등의 지하매설물 관련부서와 공사시 입회 필요성 여부 등을 협의한다. 한편 현장에서의 단수 및 물돌리기, 교통장애 등에 대한 공사영향권에 있는 주민들의 민원 발생 가능성을 예측하여 대책을 수립하고 홍보 등의 조치를 취하여야 한다.

(2) 현장여건 파악

본 공사는 하수의 통수를 일시적으로 저해한다. 그러므로 현 유량을 조사하여 물돌리기 작업계획 수립시 참조하고, 우천시 등 유하량이 증가할 경우 시공이 불가능하므로 강우 등에 대한 일기예보를 확인하는 작업이 필요하다.

또한 갑작스런 교통량의 증가를 초래할 수 있는 주변 공사나 행사계획 등을 시공 수행 수일 전에 파악한 후 공사시행일을 조정하는 등의 대안을 마련해야 한다.

(3) 설계서 검토

본 공사에 앞서 제출한 시공계획서 및 품질관리 계획서를 확인하여 공사 시행 전에 시공상의 문제점 여부를 재확인 한다. 특히 관련 장비 및 전문 기술자의 확보가능성에 대하여 면밀히 검토하여야 한다.

(4) 안전조치

공사시행 안내문 설치와 같은 일반적인 안전조치 사항은 시공계획서에 준하여 재확인되어야 한다. 맨홀과 같은 하수도 시설의 밀폐지역으로 진입시 제반 안전규정 및 법규에 따라야 한다. 특히 유독성 또는 가연성 가스의 존재여부와 산소결핍 정도 등에 대한 조사와 평가가 선행되어야 하며, 이에 대한 대책을 강구하여야 한다.

1.3.2 작업준비

(1) 관로 세정 및 검사

① 관로의 세정

관로 내부의 모든 퇴적물과 이물질이 깨끗이 제거되어야 하므로 시공자는 시공에 앞서 고압 세정기 등을 이용하여 세정작업을 수행한다.

② 관로의 검사

관로의 검사는 정비 및 세정방법의 선정과 청소상태의 확인 등을 위하여 CCTV나 인력으로 필요에 따라 수시로 조사되어야 한다. 이 때 이 분야에 대해 교육훈련을 받은 경험자에 의해 수행되어야 한다. 관로 조사는 함침된 튜브의 정상적인 설치를 방해할 수 있는 돌출된 연결 관이나 붕괴 또는 파손된 관 등의 위치와 결함정도를 정밀히 조사하여야 한다.

(2) 관로의 지장물

관로 내부에 수지가 함침된 튜브의 삽입을 방해할 수 있는 다른 관이나 돌출된 연결관 및 저면 부착물 등 모든 지장물들이 사전에 제거되어야 한다. 조사과정에서 발견된 지장물이 비굴착정비 장비로 제거될 수 없는 경우에는 개착에 의하여 보수하여야 한다.

(3) 기존 관 체의 표면처리

시공자는 전체보수구간의 관단차, 관이음부, 국부적인 침하, 관파손 등 기존 관의 불량 부위에 대해 시공후 CIPP가 평탄성을 유지할 수 있도록 공법별 특성을 고려하여야 하며, 필요시 표면 처리를 사전에 시행하여야 한다.

(4) 물돌리기

비굴착 정비중인 하수관로에 하수가 흐를 경우 들뜸현상 및 경화저하현상이 발생할 수 있으므로 철저한 물돌리기가 필요하며, 하수량을 고려하여 지수플러그 설치위치 및 개소를 선정하고 작업에 지장이 없도록 충분한 물돌리기를 하여야 한다. 이 때 펌프와 배수관은 흐름이 용이하도록 적절한 용량과 길이를 확보한다. 오수받이가 없는 곳의 경우 관내부로부터 지수변을 설치하여 오수의 유입을 중지시켜야 한다.

한편 시공자는 하수도시설의 사용이 불가능함을 해당 지역에 정식으로 사전 통보해야 하며, 그 지역 주민에게 복구가 될 때까지 물의 사용을 중지 또는 자제하도록 홍보한다.

1.3.3 시공기준

(1) 삽입

① 반전

함침 튜브는 기존맨홀이나 다른 진입로를 통해 관내로 반전되는데, 이 때 충분한 수압과 공기압의 작용으로 상류에서 하류로 시공하는 것이 좋다. 반전 압력은 튜브가 관 벽에 완전히 밀착되고, 연결관 부분이 역으로 부풀 정도의 충분한 압력으로 조절될 수 있어야 한다. 또한 반전하는 동안 튜브에 과도한 압력이 걸리지 않도록 주의하여야 한다. 반전 방법은 수압반전과 공기압 반전이 있으며, 이에 대한 유의 사항은 다음과 같다.

가. 반전방법의 선정

(가) 수압반전

수압 반전법에는 하부 반전, 개량탑 반전, 상부 반전 등이 있다. 따라서 시공자는 현지 상황에 적합한 반전방법을 선정하여야 한다. 일반적으로 사용되는 반전은 하부 반전방식이며 이것은 외부가 불침투성의 플라스틱 막으로 코팅된 수직의 반전유도파이프를 이용하여 튜브가 반전되는 것이다. 튜브는 반전유도파이프의 하단부에서 반전되어지며, 이때 반전유도파이프에 밀착되어 방수가 되도록 하여야 한다. 상부반전 방법의 경우에 튜브는 상부의 링에 묶여진 후 튜브 자체가 반전유도파이프를 형성하면서 반전되는 방식이다. 개량탑 반전방식은 반전엘보우가 개량피팅으로 대체된 것을 제외하고는 하부 반전과 유사하다.

(나) 공기압 반전

반전원리 및 특성이 기본적으로 수압반전과 유사하며 공기압을 사용한다.

나. 튜브의 완벽한 밀착과 안전사고를 방지하기 위하여 반전 압력유지 및 반전 속도를 준수하여야 하며, 반전막이를 설치한다.

다. 소요 압력

반전을 시작하기 전에 재료 제작자는 기존관로에 튜브를 단단하게 밀착시킬 수 있는 최소소요압력 및 튜브에 손상이 생기는 것을 방지하기 위한 최대 허용압력을 제시해야 한다. 일단 반전이 시작되면 완료가 될 때까지 압력은 최대압력과 최소압력 사이에서 유지가 된다. 만약 시공시 최대 최소 압력의 범위를 벗어날 경우, 삽입 튜브는 기존 하수관로로부터 제거되어야 한다.

한편 시공시 고압유체를 사용하므로 현장 주변의 사람들에게 위해가 되는 것을 방지하기 위한 적절한 사전조치가 필요하다.

라. 윤활유

반전 동안 마찰을 감소시키기 위해서 윤활유의 사용이 바람직하다. 이 윤활유는 튜브에 접촉되는 반전수에 부어지거나 튜브에 직접적으로 충전된다. 윤활유는 비독성이어야 하며, 튜브나 보일러 및 양수시설에 해가 되지 않는 기름 성분을 기본으로 하고, 유동체 흐름을 원활히 하는 작용을 한다.

② 견인

가. 삽입공정

함침 튜브는 파워 윈치를 이용하여 관내 정해진 위치까지 견인된다. 이 때 견인시 튜브가

마찰로 인한 손상을 입지 않도록 주의하여야 하며, 특히 곡선 부분과 급격한 단차가 있는 곳 및 돌출된 연결관이나 이물질 등 기존관의 조건상 다른 마찰이 발생할 수 있는 경우에 주의해야 한다.

견인력은 튜브 제작자가 제시하는 허용한계를 초과해서는 안되며, 동력계나 로드셀과 같은 장치를 설치하여 원치의 견인력을 주시 가능하도록 준비하여야 한다. 또한 견인이 완료된 후에 튜브의 전체적인 신장율을 측정해야 한다. 종방향의 허용 신장율은 신장된 길이가 전체 길이의 5%를 넘어서는 안된다.

나. 밀착공정

견인에 의한 함침튜브의 삽입후 기존관내에 밀착될 수 있도록 공기압을 가하며, 이때 관경별 유효압력을 준수하여야 한다.

견인공법은 공법특성상 침입수 등 외부 유입수가 발생하는 장소에서는 들뜸 현상이 발생할 가능성이 높으므로 신중을 기하여야 한다.

(2) 경화

시공자는 보강튜브를 보수대상관로내에 삽입, 밀착한 후 증기 또는 온수로서 수지가 경화온도에 도달할 때까지 가열 경화시킨다. 이 때 경화작업동안 보강튜브내 경화 온도와 압력을 측정하고 기록할 수 있는 설비를 구비하여 공사감독자(건설사업관리자)가 확인할 수 있도록 하여야 한다. 온도 측정은 증기나 온수의 유입부와 유출부 2군데 이상에서 (중간맨홀이 있을 경우 중간맨홀의 관저부를 포함하여 3군데 이상) 측정하여 균일한 가온이 되도록 하여야 한다.

온도 측정계는 유입부의 관정부와 중간맨홀 및 유출부의 관저부에서 CIPP와 기존관 사이에 위치하게 한다. 초기 경화이후 유입부와 유출부의 온도차이가 10℃를 초과할 경우 즉시 공사감독자(건설사업관리자)에게 보고하며, 공사감독자(건설사업관리자)의 조치를 따르도록 한다. 경화 방식별 주의 사항은 다음과 같다.

① 온수의 순환 경화

삽입과정을 마친 후에 보일러 및 온수순환장치를 이용하여 수지의 경화 효과를 위해 필요한 온도를 유지하도록 하고, 관 내면에 균일하게 온수를 순환 전달할 수 있어야 한다. 경화시간 동안 관로내부에 유지하여야 하는 물의 온도는 수지 제작자가 제시하여야 한다.

가. 열원은 유입수와 방출수에 대한 온도 측정이 가능하도록 온도계를 설치하여 알맞은 제어가 되어야 한다.

나. 온도가 상승하는 동안 초기 경화가 이루어지고, 이 때 새롭게 생성된 관의 노출 부분이 단단하고 견고하게 보이며, 원격 온도 감지기가 발열반응을 감지할 때 초기 경화는 완료된다. 한편 온도는 초기 경화 후에 후기 경화가 될 때까지 수지 제작자가 제시한 온도까지 계속 상승하게 될 것이다.

다. 후기 경화 온도는 수지 제작자가 제시한 기간동안 유지되어야 하며, 그 기간 동안 계속해서 온도를 일정하게 유지하기 위해 보일러의 가동과 물순환이 이루어져야 한다. CIPP 경화는 기존관로의 재질과, 수지 및 지반의 조건(온도, 습도, 열전도율) 등이 반드시 고려되어야 한다.

② 증기경화

가. 삽입공정이 끝난 후에 관전체에 증기를 분포시킬 수 있는 적절한 증기발생장치가 필요하다. 이 장치는 수지의 경화에 필요한 온도를 관로 전체에 균일하게 상승시켜줄 증기를 전달할 수 있어야 한다.

나. 경화 기간 동안의 관로 내부 유지 온도는 수지 제작자가 제시하여야 한다. 온도 측정조건 및 고려사항은 온수경화와 같다.

③ 소요압력

가. 제작자는 경화과정 동안 연성 튜브를 기존관에 밀착시키기 위한 최대·최소 소요압력을 제시하여야 한다. 이 때 외부 지하수위를 고려하여 압력을 증가시켜야 한다.

나. 경화가 시작되면 연결관 부위가 외부로 부풀게 되는데, 이 때 소요압력은 경화가 끝날 때까지 최대·최소 소요압력 내에서 유지되어야 한다.

다. 증기압이나 수압이 경화동안 최소 권장값 이하로 떨어지면, 들뜸이나 CIPP의 박리 검사를 수행해야 하며 적정성을 재평가한다.

(3) 냉각

① 경화가 완료된 CIPP를 급격히 냉각 및 감압시킬 경우 열팽창계수가 큰 CIPP는 급격한 수축 현상에 의하여 들뜸과 파손 및 균열이 발생할 가능성이 있다. 따라서 경화공정 후 감압하기 전에 온수는 38℃, 증기는 45℃ 이하의 온도까지 서서히 냉각시켜야 한다.

② 냉각 방법 및 냉각시간은 수지 제조자에 의해 추천된 사양에 의하여 시행하되, 냉각 후 관내 압력저감을 서서히 하여 CIPP가 부압에 의한 손상이 가지 않도록 하여야 한다.

③ 온수열 경화 방식의 경우에 배출수가 물고기가 사는 하천으로 직접 방출되는 환경에서는 40℃ 이상의 경화수가 배출되어서는 안된다.

(4) 연결관 천공

CIPP 설치 후에 기존에 접속되어 활용되던 연결관은 천공되어야 한다. 관내로 사람이 출입할 수 없는 경우는 관내부의 CCTV카메라와 원격조정 천공기로 수행한다. 연결관 천공시 사용하지 않는 연결관은 천공하지 않는다.

(5) 연결관 접합부 보수

본관과 연결관이 이격되어 있거나 본관의 접합부위가 파손되어 있는 경우 에폭시 수지 충전 또는 부분라이닝 등의 방법으로 필히 보수하여야 한다.

1.3.4 현장 품질관리

CIPP의 품질관리를 위해 공법의 특성 및 현장조건을 고려하여 다음과 같이 현장검사 및 품질관리 시험을 수행하여야 한다. 다만 공사감독자(건설사업관리자)의 요구에 의하여 항목 및 빈도를 가감할 수 있다.

(1) 현장 검사

설치 및 경화가 완료된 CIPP에 대해 관내 CCTV 주행 및 직접 육안조사를 시행하는 것으로서, 공사감독자(건설사업관리자) 입회하에 완성된 시공품에 대해 현장에서 두께와 관내 요철 및 주름 등에 대한 합격여부를 판단하기 위한 검사이다.

① 검사대상 및 빈도

관경 및 두께는 물론 공사일시, 공사구간 등 시공조건이 변화하는 모든 CIPP에 대하여 시행한다. 이 때 기존관의 단차 등이 있던 부위에 대해 상세한 검사를 한다.

② 검사항목

CIPP두께 측정, 들뜸, 요철 및 주름, 균열, 건점, 박리발생 정도

③ 검사법

가. CIPP두께 측정

CIPP두께 측정은 설치완료된 관의 유입부와 유출부의 원주(횡방향)에 대해 관정, 관저 및 양 측면부의 두께를 고르게 최소 8회 측정한다. 측정된 값에서 플라스틱 코팅 두께와 구조설계에 포함되지 않은 CIPP층은 공제한다.

측정도구는 ± 0.1 mm의 정확도가 요구된다.

CIPP의 평균 두께는 측정된 모든 값의 산술평균 값이 설계두께 이상이어야 한다. 어느 지점에서든지 최소 벽 두께는 발주자와 감리자 및 시공자간의 동의에 의한 설계 두께의 87.5% 이상이어야 하고, 최대 벽 두께는 설계두께의 130% 이하이어야 한다.

나. 들뜸

완성된 CIPP는 사용재료의 성질 및 시공조건에 따라 시공구간 전반에 걸쳐 들뜸이 발생할 수 있다. 재료의 수축율을 고려한 들뜸은 관경에 따라 다르며 이에 대한 상세한 사항은 지침서(비굴착공법에 의한 하수관거정비 품질관리지침서(1999.8, 서울특별시) 등)를 참고로 한다.

들뜸현상 중 시공구간 전반에 걸쳐 미세하게 발생한 경우 외에, 미경화된 수지로 인해 관저면부에 국부적으로 발생한 들뜸은 상온경화성 수지혼합물로 채워야 한다.

다. 요철 및 주름

완성된 CIPP는 주름이 발생하지 않아야 하며, 기존관의 단차 및 이음부 등의 부위에 발생한 주름에 대하여 보수 및 재시공 여부를 판단한다. (지침서(비굴착공법에 의한 하수관거정비 품질관리지침서(1999.8, 서울특별시) 등)에 제시한 기존관의 조건과 관경에 대한 주름허용치 적용)

CCTV를 이용하여 CIPP의 요철 및 주름을 측정하고 합격 여부를 판단할 때 표면의 요철 및 주름의 크기가 실제보다 과장되게 느껴진다는 것을 염두에 두고 검사를 실시한다. 표면의 요철부위(주름) 크기에 대한 합격여부 논란의 소지가 있을 때에는 실측한다.

라. 균열

경화 후 급냉각, 급감압에 의한 수지의 갑작스런 수축률로 인해 튜브의 인장강도 부족으로 발생하는 현상으로 CIPP완성 후 종방향 균열(절단)이 형성될 때에는 재시공하여야 한다.

마. 건점

수지의 결여와 공기발생 등으로 인해 건점이 발생할 경우 CIPP의 초기 물성치를 만족시킬 수 없으므로 해당부위를 잘라내어 상온경화성 수지혼합물로 채운다. 만일 시공된 CIPP관내에 전반적인 건점 발생시에는 재시공하여야 한다.

바. 박리

공법에 따라 사용튜브를 구성하는 펠트와 필름이 부착되어 있지 않은 경우에 주로 발생하며, 관중에 따라서는 파형관 등의 경우에 열전달이 고르게 분포되지 않을 때 발생하게 된다. 박리현상의 발견시 해당부위를 잘라내어 상온경화성 수지혼합물로 채워야 하며, 만일 시공된 CIPP관내에 전반적으로 발생하였을 경우에는 재시공하여야 한다.

(2) 현장시험

일반적으로 시공현장에서 직접 채취한 시편에 대한 시험으로서 시공된 CIPP의 구조적인 특성 파악과 적합성 여부를 판단하기 위함이며 단기시험과 조건부시험으로 나누어진다.

① 시험대상 및 빈도

가. 단기시험

단위공사구간 등 시공조건이 변화하는 모든 CIPP에 대하여 시행한다.

나. 조건부시험

공사감독자(건설사업관리자)가 현장여건 및 시공상황을 고려하여 필요하다고 인정할 경우에 수행한다.

② 시험항목

가. 단기시험

휨(휨강도, 휨탄성계수)시험, 인장(단, 압력관의 경우에만)시험

나. 조건부시험

누수시험, 박리시험

③ 물성치

CIPP는 <표 1-1-1>에 주어진 것과 같은 최소값의 초기 강도를 만족시켜야 한다.

<표 1.1.1> CIPP 초기 강도

구 분	시 험 법	최 소 값
휨 강 도	·KS M 3382	32 MPa 이상
휨 탄성계수	·KS M 3382	1,760 MPa 이상
인장강도(단, 압력관에서)	·KS M 3006	21 MPa 이상

주) 1) <표 2-11-3>에 주어진 값은 현장 채취 시편에 대한 물성치이다.

2) 공사감독자(건설사업관리자)가 발주자에게 제출하는 품질관리 계획서에서 제시한 공법고유의 물성치를 만족시켜야 한다.

④ 시료 및 시편제작

시료는 현장에서 경화된 CIPP로부터 채취하며 다음과 같은 방법으로 준비한다.

가. 시료채취 지점

CIPP 시료는 전체를 대표할 수 있는 곳에서 채취하여야 한다. 시료는 동일 관경으로 반전된 중간맨홀과 단부지점의 경화된 CIPP 단면에서 채취하며, 이 때 동일관경이 유지되어야 하고, 관 내부의 경화조건과 유사하도록 모래주머니(샌드백)와 같은 적절한 열 흡수장치를 이용한다.

나. 시료의 크기

시료의 크기는 중력관의 경우 휨 시험에 대해 5개의 시편을 준비하기에 충분하여야 하고, 압력관의 경우 휨 및 인장시험에 대해 각각 5개의 시편을 준비하기에 충분한 크기이어야 한다. CIPP의 물리적 성질을 증대시키기 위해 강화섬유로 CIPP가 시공된 경우, 시편은 CIPP의 중·횡방향으로 시험이 가능하도록 준비하는 것이 좋다. 개개의 시편은 쉽게 식별할 수 있도록 명확하게 표시해야 한다.

⑤ 시험조건

- 가. 본 시방에서 규정되지 않은 사항일 때 시편은 $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 에서 보관하고 시험한다.
- 나. 에폭시수지 등 상온경화성 수지로 만든 CIPP 시편은 $-5^{\circ}\text{C} \sim +2^{\circ}\text{C}$ 의 평균 하수온도에서 채취부터 시험시점까지 공기 중에 보관하여야 한다. 이러한 시편은 시험에 앞서 24시간 이상 또는 12시간이하 시험온도에 이르지 않아야 한다.
- 다. 현장채취 시편의 경우 시험 전에 48시간이상 공기중에 노출시켜서는 안된다.

⑥ 시험법

가. 휨시험

CIPP 초기 휨 탄성계수와 휨 응력은 시험기준 KS M 3382의 시험법에 따라 측정한다.

나. 인장시험

CIPP 인장성질 시험은 압력관의 경우에만 해당하며, 시험기준 KS M 3006에 따라 측정한다.

다. 누수시험

누수시험은 지하수위 조건에 따라 2가지의 시험법이 있으며, 필요에 따라 선정하여 시행한다.

라. 박리시험

박리시험용으로 시료를 준비할 때 튜브제작자가 제시한 방법에 의해 튜브재료의 일부분을 건조시킨 후 수지로부터 튜브 막을 분리시킨다.

박리시험은 다음의 사항 이외에 KS M 3029에 따른다.

(가) 동력을 가동시키는 그립의 주행속도는 분당 25 mm가 되어야 한다.

(나) 각 반전 구간별 5개의 시편을 시험한다.

(다) 시편의 두께는 최소화해야 하지만, 비균질의 CIPP 적층(積層)에 대한 정확한 박리 시험 수행에 충분해야 한다.

(라) CIPP 적층관의 비균질 적층 사이에 박리.박락 강도는 적용된 CIPP 폭의 최소 178.60 g/mm이어야 한다.

(3) 인증시험

일반적으로 공법의 구조적 안전성 및 품질의 안정성에 대한 장기적인 물성치 공인을 위한 시험으로서 사용된 튜브 및 수지의 적합성과 구경 및 두께 등 적용범위를 재현한 CIPP의 특성을 파악하기 위함으로 시험대상 및 항목 등은 다음과 같다.

① 시험대상 및 빈도

가. 아래에 열거한 인증시험 항목을 수행하지 않은 신공법을 검증할 경우

나. 공법이 다소라도 변화되거나 수지 및 튜브 등 재료상의 변화가 있을 경우

다. 공사감독자(건설사업관리자) 판단으로 기술자의 교체 등 당초 검증된 공법의 유지가 곤란하다고 판단되는 경우

② 시험항목

시공자가 시공범위로 신청한 시공구간에 대하여 다음과 같은 항목을 수행한다.

장기휨(휨탄성계수, 휨크리프계수, 휨파괴변형시험)시험, 내화학적시험

③ 물성치

CIPP는 <표 1-1-2>에 주어진 것과 같은 50년 장기물성치에 대한 최소값을 만족시켜야 한다.

<표 1.1.2> CIPP 장기물성치

성 질	시 험 법	최 소 요 구 값
50년 휨 탄성 계수 E50	·BS 4618의 부속항목 1-1-2	단기값의 50%이상 (또는 공법 고유의 장기 물성치)
50년 크리프 계수 F50	·BS 4618의 부속항목 1-1-2	0.1 이상
50년 산성 환경 하에서 휨 파괴 변형 (단, 강화섬유 사용시)	-	수돗물에서 0.74%, 황산(0.5M)에서 0.45% 이하
내화학적 시험	·ASTM D 543	초기 휨 탄성율의 80% 이상
기밀성 시험(KPa)	·ASTM F 1417 : 92(2005),	감압량 1.5이하

④ 시료 및 시편제작

시료는 클램프몰드(clamped mold) 제작으로 준비한다. 단, 강화섬유재를 사용한 경우 현장채취시편도 같이 준비한다.

가. 몰드제작

클램프몰드(clamped mold)는 시공에 사용되는 수지 및 촉매제와 튜브를 이용하여 제작하며, 경화장소는 온수 열경화 방식에서는 다운 튜브(down tube)내에서, 증기 열경화의 경우에는 소음기 속에서 경화시킨다.

나. 시료의 크기

시료의 크기는 휨 시험에 대해 5개의 시편을 준비하기에 충분하여야 하고, 내화학적 시험에 대해 3개의 시편을 준비하기에 충분한 크기여야 한다. CIPP의 물리적 성질을 증대시키기 위해 강화섬유로 CIPP가 시공된 경우, 시편은 CIPP의 종·횡방향으로 시험이 가능하도록 준비하는 것이 좋다. 개개의 시편은 쉽게 식별할 수 있도록 명확하게 표시해야 한다.

⑤ 시험조건

가. 본 시방에서 규정되지 않은 사항일 때 시편은 23±2℃에서 보관하고 시험한다.

나. 에폭시수지 등 상온경화성 수지로 만든 CIPP 시편은 -5℃ ~ +2℃의 평균 하수온도에서 채취부터 시험시점까지 공기 중에 보관하여야 한다. 이러한 시편은 시험에 앞서 24시간 이상 또는 12시간이하 시험온도에 이르지 않아야 한다.

다. 클램프몰드 제작 시편의 경우 12시간이상 공기 중에 노출되지 않도록 조절한다.

⑥ 시험법

가. 휨 크리프 계수

제작자가 제시한 값을 유도하는 것은 최소값이 되며, 휨 크리프 탄성계수(creep modulus) E50은 수밀 조건하의 유형 시험에 의해 결정되고, 휨 크리프 계수(creep factor) F50은 0.1 보다 커야 한다.

나. 장기 휨 파괴변형시험

장기 휨 파괴변형 시험은 일반적인 하수도 상황으로 설정하여 측정하며, 산업폐수 등의 발생이 예상되는 곳에서는 더 나쁜조건을 고려하여 시험한다.

다. 내화학성 시험

CIPP를 다양한 화학물질에 의한 부식환경 하에 노출시킴으로써, 장기적인 안정성을 평가하는 것으로 일반 가정 하수에 적용하는 최소값을 규정하였다.

(가) 내화학성 시험방법은 ASTM D 543에 의거하며, 23°C에서 최소 1개월 동안 약품용액에 노출시킨다. 이 기간동안 CIPP 시험시편은 단기 시험결과와 비교할 때, 초기 휨강도와 휨탄성계수의 감소율이 20%이내이어야 한다.

(나) 가정용 하수에 대응하는 약품별 CIPP의 내화학적 최소값을 <표 1-2-3>에 나타내었다.

(다) 일반적인 가정하수관 이외의 경우 내화학 시험은 하수관의 유속을 감안하여 실제 시편으로 수행한다. 이 시험은 실제 하수관에 CIPP 시편을 침적시켜 수행할 수도 있다.

라. 기밀성 시험

기밀성 시험은 “1-1-3-3 공기압시험” 방법에 따라 실시한다.

<표 1.1.3> 가정하수용 관에 대응하는 최소 내화학 시험 기준

약 품 용 액	농 도 (%)
수 돛 물(pH 6-11)	100
질 산	5
인 산	10
황 산	10
휘 발 유	100
식물성 기름	100
합 성 세 제	0.1

주) 산업폐수가 유출되는 공장지대의 하수관에 적용시 수지 제작자와 상의하여 결정한다.

1.3.5 보수 및 재시공

설치가 완료된 관은 전구간에 대해 연속적이어야 하고, 수지의 건점, 들뜸, 박리 등이 없어야 한다. 특히 들뜸현상을 방지하기 위해서는 충분한 경화시간과 경화 압력 및 냉각시간 및 온도를 준수하여야 한다. 만일 상술된 상황들이 나타났을 때는 이 구간의 CIPP는 전술된 현장품질관리 기준을 적용할 때 충분히 만족할만한 값을 가지는가에 대한 재평가가 되어야 한다. 이 때 기준을 만족시키지 못하거나, 특히 공사감독자(건설사업관리자)의 요구사항이 있을 시는 CIPP를 제거하고 동등한

보수를 한다.

1.3.6 현장 뒷정리

시공자는 비굴착 하수관로 정비공사가 완료된 후 공사로 인하여 영향을 미친 제반 도시기반시설과 민간시설에 대한 원상복구를 즉시 완벽하게 하여야 한다. 이 때 고려하여야 할 뒷정리 사항은 다음과 같다.

(1) 하수관로의 원상회복

본 공사를 위하여 임시로 설치한 지수전 및 펌프 등과 같은 하수 우회시설과 차단한 상수도시설에 대하여 원상 복구한다. 또한 본 공사로 인하여 하류관로 등에 침적한 퇴적물을 제거한다.

(2) 도로 및 교통제한의 원상회복

공사 안내판 철거 등 일반인 출입 통제를 즉시 해제한다.

(3) 폐기물 처리

본 공사로 인하여 도로 등에 발생한 수지 잔류물 등을 철저히 제거한다.

1.3.7 완성품 관리

(1) 시공자는 관 내면에 대한 보수내용을 확인할 수 있도록 해당부위를 CCTV 동영상으로 촬영하여 그 내용을 상세하게 수록한 보고 자료를 준공도서와 함께 제출한다.

(2) 보고 자료에는 관 보수내용, 관로의 제원, 연결관 위치 등을 필히 포함시켜 발주자가 하수관망도 및 대장을 보완하고 하수도 GIS 입력자료를 업데이트할 수 있도록 하여야 한다.

2. 제관공법

2.1 일반사항

2.1.1 적용범위

이 시방서는 하수관의 전체보수공법 중 제관공법에 대해 적용한다.

2.1.2 주요내용

- (1) 세정 및 검사
- (2) 물돌리기
- (3) 나선형 PVC관의 제관 및 시공장비 적용방법
- (4) 지보재 설치
- (5) 그라우트
- (6) 검사와 인증

2.1.3 참조규격

다음 규격은 이 절에 명시되어 있는 범위 내에서 이 절의 일부를 구성하고 있는 것으로 본다.

(1) 한국산업 표준(KS표준)

- ① KS M 3550-2:2011 비굴착 제관보수용 경질 염화비닐 프로파일 방법

2.2 시공

2.2.1 세정과 검사

(1) 안전규칙

하수관 내의 성능 검사 또는 세정 작업을 위해 진입하기 전 독성, 휘발성 물질 및 산소 부족 여부를 판단하여 안전 규칙에 의해 시행한다.

(2) 관내 세정

관 내 세정은 관로 대기조사, 환기설비운전 등의 안전대책을 강구하며 준설(퇴적물) 등이 많아 준설차가 필요한 경우는 필요에 따라서 계획한다.

(3) 관내 검사

관로의 검사는 CCTV 또는 점검자에 의해서 시행되며 연결부의 누수 여부, 장애물, 균열 등을 파악한다. 또한 제관장치의 설치 전에 관 내에서 관로의 곡선정도 등을 조사하여 제관작업에 방해되는 조건들을 사전 조사하여야 한다.

(4) 관내 장애물

기존 관 내 제관에 방해되는 장애물을 제거하여야 한다.

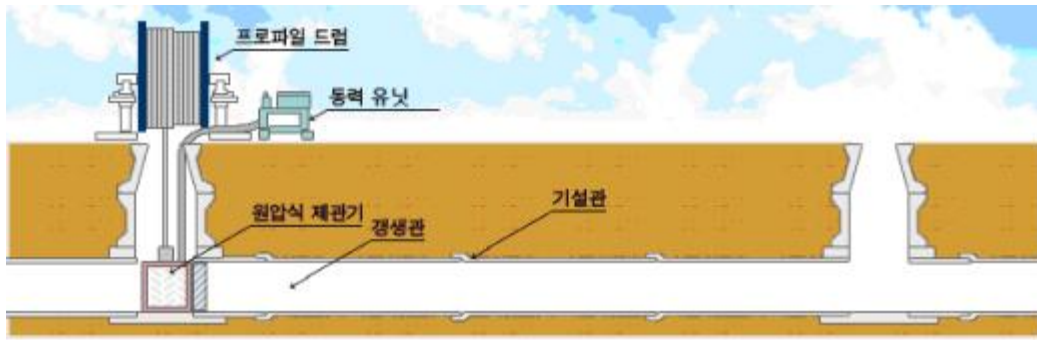
2.2.2 물돌리기

물 돌리기가 필요한 경우 기존 관 내 보수작업이 시작되는 상류 지점에서 물을 막거나 하류 지점 또는 인근 지점까지 유수를 펌핑하여 막아야 한다. 펌핑이나 물돌리기는 보수 공사가 이루어지는 동안 물의 흐름을 조절하기 위하여 적절한 양과 크기로 하여야 한다.

2.2.3 나선형 PVC관의 제관 및 시공장비 적용방법

(1) 원압식

원압식 제관방식은 그림 B.1과 같이 원압식 제관기를 맨홀 부에 설치하여 지상에 설치된 드럼에 감겨 있는 프로파일을 제관기로 보내어 맨홀 입구에서 감합하여 기존관 내에 회전 삽입하는 방법으로(200~800) mm의 원형관에 사용한다. 제관이 완료된 후에 나선형 제관 파이프와 기존관 사이의 공간은 프로파일과 접촉할 수 있는 상용화된 실링 재료를 사용하여 양 끝 부분을 실링 처리한다.



<그림 1.1.1> 원압식 제관방식

(2) 자주식

자주식 제관방식은 그림 B.2와 같이 자주식 제관기를 기존관 내에 설치하여 지상에 설치된 중출 드럼으로부터 연속적으로 프로파일을 제관기로 보내고 프로파일을 관로의 형상에 따라 기존 설치 관내를 자주 제관하는 방법으로 (600~5,000) mm의 자유단면에 사용한다. 제관이 완료된 후에 나선형 제관 파이프와 기존관 사이의 공간은 프로파일과 접촉할 수 있는 상용화된 실링 재료를 사용하여 양끝 부분을 실링 처리한다.



<그림 1.1.2> 자주식 제관방식

2.2.4 지보재 설치

기존관과 나선형 제관 파이프의 사이에 그라우트를 주입할 때에 그라우트의 중량 및 주입압력에 의해 관의 형상 및 부력에 의한 관의 부상을 방지하기 위해서 설치해야 하며 설치간격 및 지보재의 종류는 구조물의 크기 및 내력 정도에 따라 협의하여 시공한다.

2.2.5 그라우트

(1) 후 주입방법

제관을 마친 후 기설관과 나선 제관 파이프의 간극 사이에 모르타르를 주입하기 위해 상·하류 관구부에 주입파이프와 공기빼기 파이프를 설치하고 관측방향의 깊이로 200 mm 정도 점토시멘트(또는 급결시멘트)를 사용하여 실링한다. 실링재를 양생 후 주입파이프를 통해 주입펌프로 모르타르를 주입하여 공기빼기 파이프에서 공기가 충분히 유출될 때까지 주입한다.

(2) 동시 주입방법

기존관 내에 설치하여 지상에 설치된 중출드럼으로부터 연속적으로 프로파일을 제관기로 보내고 프로파일을 관로의 형상에 따라 관 내를 제관하는 동시에 기설관과 갱생관의 빈틈에 모르타르 재료를 동시에 주입한다.

2.2.6 정기점검

정기점검은 시공완료 후 실시하며, 가능하면 굴착 없이 시행하여야 한다. 기존관 내부에 TV가 장착된 카메라를 이용하여 점검을 실시하며, 작업자가 통행이 가능한 지역에서는 직접 갱생관을 관찰하여 정기점검을 실시하게 된다.

2.3 검사와 인증

2.3.1 판정

시공은 육안 조사 혹은 CCTV를 이용하여 조사한다. 갱생관에 지하수 누수가 관찰되는 경우 불합격판정을 할 수 있다.

2.3.2 누수시험

누수 시험은 감독관의 협의 하에 실시할 수 있다.

2.3.3 공기시험

공기 시험은 KS M 3511-1의 PE 이중벽 하수관의 기밀시험을 따른다.