



건설신기술 581호

시 방 서

[자외선차단필름과 고내열성 코팅재가 내재된 라이너에 자외선의
광(光)경화 시스템을 이용한 하수관거 전체보수공법]
(U V 공법)

목 차

1. 일반사항	3
2. 재 료	9
3. 함 침	14
4. 시 공	17
5. 품질관리	24
6. 유지관리지침서	30

1. 일반사항

본 시방은 노후된 하수관 정비방법 중 폴리에스터펠트(부직포)에 자외선의 광(光)경화 시스템을 이용한 하수관거 전체보수공사에 적용한다.

본 시방은 공사전문시방서로서 계약에 필요한 사항은 규정되어 있지 않으며, 광경화 방법을 사용하여 하수도 비굴착 전체보수공법을 시공하고자 하는 설계자, 시공자, 감리자, 발주자 등은 본 시방을 준수하여 활용하여야 하며, 본 시방과 연계하여 제시하는 유지관리지침을 참조하여야 한다.

1.1 적용범위

1.1.1 적용내용

본 기술은 광경화수지가 함침된 보강튜브(라이너)를 기존관 내부에 견인 삽입하고 팽창한 후 자외선을 이용한 광(光)경화 장치를 관 말단부에서 시점부로 1회 이동시키면서 라이너를 광(光)경화 시키는 관로 전체보수공법으로써 자외선을 이용한 광(光)경화 기술에 열풍을 공급하는 사전예열장치를 이용하고, 라이너 외측에 자외선차단필름을 사용하여 자외선 빛의 외부유출을 차단함으로써 광경화의 효율성을 향상시킨 기술이며, 라이너 단부에 관단부장치를 사용하고 자외선조사 장치를 공급공기와 역방향으로 이동경화 시킴으로써 출력자외선램프 사용으로 광(光)경화의 시공성을 향상시킨 기술이다.

1.1.2 적용범위

본 시방은 하수도(흡관, 강관 등) 전체 관중에 적용이 가능하며, 적용관경은 D300mm~D1,200mm의 하수도 및 농·공업용수로관 전체보수·보강공사에 적용한다.

1.2 용어의 정의

1.2.1 라이닝관

본 공법에 의해 기존관 내부에 광경화수지가 함침된 라이너가 경화된 새로운 갱생관을 말한다.

1.2.2 폴리에스터 부직포 펠트

갱생관을 이루는 원재료의 섬유질 펠트로서 유연성이 뛰어나고 수지를 신속하고 균등하게 함침 가능한 것이다.

1.2.3 라이너

폴리에스터 펠트를 시공하고자 하는 하수관거의 형상에 맞게 원형으로 가공하고 외표면에 피막필름을 용착시켜 제작한 것을 말한다.

1.2.4 함침라이너

라이너에 광경화성 수지를 함침하여 제작한 재료를 말한다.

1.2.5 광경화수지

불포화폴리에스테르수지, 광개시제, 점도조절용제, 점성제 등의 혼합물로 구성되어 자외선 빛에 의해 광경화 반응을 일으키는 조성물을 말한다.

1.2.6 광경화

자외선 빛을 이용하여 함침된 수지가 입체적인 결합을 형성하며 고형화되어 지는 현상을 말한다.

1.2.7 자외선램프

Ga계통의 금속 할리드램프로써 가시광선 파장영역을 가지고 자외선 빛을 조사시키는 램프를 말한다..

1.2.8 자외선차단필름

황색알루미늄 금속막으로 구성되어 자외선 빛의 외부반사를 방지하는 코팅 필름막을 말한다.

1.2.9 예열장치

자외선램프 앞단에 설치되어 라이너내에 열풍공기를 공급할 수 있도록 송풍구를 가진 승온장치를 말한다.

1.2.10 관단부장치

라이너 끝단부에 설치되어 관 내부공기를 외부로 배출시켜 관 내부온도 조절이 용이하도록 하는 장치를 말한다.

1.2.11 견인

함침라이너를 정비 대상의 관거 내부에 윈치 등을 이용하여 설치시키는 과정이다.

1.2.12 설계두께

구조설계에 의하여 산출된 라이너의 소요두께를 말한다.

1.2.13 시공두께

시공 후 현장에서 측정되는 실측두께로 평균두께와 최소두께, 최대두께로 구분된다.

1.2.14 박리

라이너층을 구성하는 필름 또는 경화된 라이너 자체가 접착불량 및 이질층에 의하여 분리되는 현상

1.2.15 건점

라이너내에 수지가 불충분하거나 공기발생 등에 의하여 부분적으로 수지가 결여된 상태로 경화가 완료된 라이닝관의 불량부분

1.2.16 들뜸

기존관 벽에 제대로 밀착되지 않고 분리되어 경화된 라이너의 불량부분

1.3 운반, 보관, 취급

본 공사의 재료사용과 운반, 보관에 대해서는 제조사가 제시하는 관련규정을 준수하여야 하며, 본 시방과 관련된 자재의 취급은 산업안전보건법 제41조 규정을 준수하여 시행한다.

1.4 함침라이너의 보관, 운반, 취급에 대한 안전관리

1.4.1 일반사항

수급인은 공사착수 전 건설기술관리법, 산업안전보건법 등 관련법령에서 규정한 안전관리조직과 공사전반에 대한 안전관리계획을 수립하여 예정공정표 제출시 공사감독자에게 제출하여 검토를 받아야 한다.

1.4.2 수지 및 첨가제의 취급, 보관시 안전관리

본 공사에 사용되는 광경화 수지와 각종 첨가제는 재료의 취급·보관에서부터 작업자와 주민에 대한 안전조치, 사용 후 남은 폐기물에 이르기 까지 철저한 주의와 관리가 이루어져야 한다.

수지와 첨가제는 취급·보관시 재료의 안전성을 위하여 제조업자가 제시하는 유통기한과 보관방법, 취급시 주의사항 등을 준수하여야 한다. 또한 수지와 첨가제의 혼합시에도 수지는 경화되는 특성이 있으므로 취급온도, 취급시간, 취급시 주의사항 등에 대하여 수지와 첨가제 공급자가 제시하는 기준에 따라 사용하여야 한다.

재료의 취급 · 보관시 안전관리

구 분	수 지	첨 가 제
보관장소	<ul style="list-style-type: none"> ● 냉암소에 보관 ● 습하지 않은 장소에 보관 	<ul style="list-style-type: none"> ● 환기가 잘 되는 장소에 보관 ● 햇빛을 차단하여 보관
보관온도	<ul style="list-style-type: none"> ● 밀봉 보관시: 저온 ● 첨가제 혼합시: 15~25℃ (기준 17℃) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 종류에 따라 다르므로 제조사에서 제시한 보관온도를 따른다.
보관용기	<ul style="list-style-type: none"> ● 밀봉용기(위험물, 화기엄금 표시) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 밀봉용기(위험물, 화기엄금표시)
보관 · 취급시 주의사항	<ul style="list-style-type: none"> ● 화기엄금 ● 밀봉보관 ● 취급장소: 환기가 잘되는 곳 	<ul style="list-style-type: none"> ● 화기엄금 ● 밀봉보관 ● 물리적인 충격(낙하)이 없도록 안전하게 보관 ● 경화제 등 유기과산화물과 분리하여 보관

1.4.3 제작 라이너(튜브)의 안전관리

- 가. 라이너가 햇빛에 노출되어 자외선의 영향을 받으면 변질되므로 그늘지고 건조한 곳에 보관한다.
- 나. 폴리에스터 부직포 라이너는 습기가 있는 장소에 장시간 노출되어서는 안되며 수분이 없는 건조상태에서 보관한다.
- 다. 폴리에스터 부직포 라이너는 거친바닥에 보관하는 경우 코팅부분이 손상되기 쉬우므로 바닥면이 깨끗한 장소에 보관한다. 또한 운반시 거친 부분이나 날카로운 부분을 통과할 때는 라이너가 끌리지 않도록 주의한다.
- 라. 만약 부주의로 코팅부분이 손상되었을 경우 동일한 재료로 손상부위를 보수한다.

1.4.4 함침라이너의 안전관리

함침된 라이너는 화학적으로 매우 불안정한 상태이므로 온도에 매우 민감하다. 또한 수지 자체의 요변도 때문에 내부에서 약간의 흐름현상이 있다. 따라서 저장시 햇빛에 노출되지 않도록 차광비닐막 등을 사용하여 보관, 운반하여야 한다.

1.5 작업시 안전관리

1.5.1. 차량통행을 위한 도로의 유지관리

- 가. 수급인은 기존 도로를 개량할 경우 별도의 규정이 없는 한 차량이 통행할 수 있도록 도로를 개방하여야 한다. 그러나 지방서에 명시되어 있거나 공사감독자의 승인을 얻을 경우에는 우회도로를 개설하거나 일부 확폭하여 차량을 우회시킬 수 있다.
- 나. 수급인은 차량통행을 원활히 할 수 있도록 하여야 하며 방호울타리, 경고 표시, 시선유도표지, 신호수 등을 설치 운용하여 공사작업장의 시설을 보호하고 이용자의 안전을 위하여 필요한 조치를 취하여야 한다.
- 다. 수급인은 안전운행을 위하여 가로나 횡단보도를 설치하고 지속적으로 안전관리 하여야 하며 또한 비산먼지 등이 발생하지 않도록 주의한다.

1.5.2 안전한 작업환경조성

수급인은 안전한 작업환경을 조성하기 위하여 다음사항을 준수하여야 한다.

- 가. 작업 개시 전 작업장 안전에 대한 교육 실시
- 나. 개인 안전보호장구 착용여부 확인
- 다. 응급처치용 구급품의 확보
- 라. 취중자 또는 허약자 작업금지
- 마. 현장정리정돈

1.5.3 폐기물처리

함침라이너를 이용해 시공 할 경우 라이너에 함침된 수지가 경화전 상태이므로 도로 등의 작업공간에 노출시 환경피해를 줄 수 있으므로 즉시 노출된 부위에서 수지를 제거하고, 제거된 수지는 지정폐기물 처리법에 따라 처리한다.

1.6 시공계획서 작성

수급자는 공사착수전 시공계획서, 교통·안전관리계획서, 라이너의 설계두께, 하수관거 현황 및 조사보고서, 시공상세도 등을 작성하여 발주자에게 제시한다.

2. 재료

2.1 폴리에스터 부직포 펠트(라이너)

2.1.1 재료적 특성

본 공사에 사용하는 폴리에스터 펠트는 유연성이 뛰어나고 수지를 신속하고 균등하게 함침 가능한 것이다. 이 폴리에스터 펠트를 시공하고자 하는 하수관거의 형상에 맞추어 원형으로 가공하고 외표면에 피막필름을 융착시켜 제작한 것을 라이너라 하며, 이 라이너에 수지를 함침하여 제작한 재료를 함침라이너라 한다.

가. 폴리에스터 부직포 펠트

펠트는 기능상 시공과정에서 수지를 유지, 보호하며 경화과정을 통해 관의 형상을 만들어내는 가장 기초적인 틀을 형성한다.

본 공사에 사용하는 폴리에스터 부직포 펠트의 특성은 다음과 같다.

- ① 흡수성이 작아 습윤상태에서도 강도와 신도의 변화가 없다.
- ② 마찰강도가 우수하다.
- ③ 초기 탄성율이 합성섬유중 가장 크다.

④ 합성섬유 중 열에 가장 잘 견딘다.

⑤ 강도 : 4.3~5.5(g/d)

신도 : 20~32(%)

비중 : 약 1.3

융점 : 약 260℃

나. 고내열성 코팅필름(KW2006)

수지가 누출되지 않도록 튜브의 한쪽면에 필름이 부착된다. 이것은 고온에서 성형 가능한 염가소성 플라스틱으로 폴리에틸렌(Polyethylene)을 사용한다.

코팅필름(PE필름)은 자유라디칼에 의한 에틸렌의 고분자화 반응으로 얻어지는 물질로서 이 반응은 촉매를 사용하여 고압조건에서 에틸렌을 가열함으로써 이루어진다.

코팅필름(PE필름)은 펠트와의 접착성이 좋아야하며, 라이닝재에 주름을 발생시키지 않아야하며 자외선 빛에 의한 수지반응열에 안전하게 견딜 수 있는 고내열성 필름을 부착하여 사용하여야 한다.

2.1.2 라이너의 설계두께

라이너 설계두께는 기존관의 상태에 따라 부분파손, 전체파손으로 구분하고, 공사구간의 관거 상태를 조사하여 부분파손(변형율 10%이하)일 경우에는 기존 관거가 토압과 활하중을 지지할 수 있으므로 설계하중은 외수압(지하수)을 적용하고, 전체파손(변형율 10%초과)인 경우에는 기존 관거가 심한 침하, 파손 및 변형, 내용년수 초과 등으로 토압과 활하중을 지지할 수 없으므로 설계하중은 외수압, 토압, 활하중을 모두 고려하여 설계한다.

가. 부분파손관 설계두께 산정

$$P = \frac{2KE_L}{1-v^2} \frac{1}{(SDR-1)^3} \frac{C}{N} \text{ 에서}$$

$$\text{설계두께 } t = \frac{D}{\left[\frac{2KE_L C}{PN(1-v^2)} \right]^{\frac{1}{3}} + 1}$$

- 여기서
- P = 지하수 수압(kg/cm²)
 - K = 지지항상계수 (최소값 7.0)
 - E_L = 장기 휨 탄성계수 (kg/cm²) : 재하기간(약50년)
 - v = 포아송 비 (평균 0.3~0.4)
 - SDR = 표준 치수비 (D/t)
 - D = 기준관의 직경(mm)
 - t = 설계두께 (mm)
 - C = 형성 감소계수 = $\left[\left(1 - \frac{q}{100}\right) / \left(1 + \frac{q}{100}\right)^2 \right]^3$
 - N = 안전계수(3~5)
 - q = 본관의 형상을 = $100 \times \frac{(\text{평균내부관경} - \text{최소내부관경})}{\text{평균내부관경}}$
또는 $100 \times \frac{(\text{최대내부관경} - \text{평균내부관경})}{\text{평균내부관경}}$

나. 전체파손관 설계두께 산정

$$q_t = \frac{C}{N} \sqrt{32R_w B' E'_s (E_L I / D^3)} \text{ 에서}$$

$$\text{설계두께 } t = 0.721D + \sqrt{\frac{(Nq_t/C)^2}{E_L \cdot R_w \cdot B' \cdot E'_s}}$$

- 여기서
- q_t = 파이프에 가해지는 전체 외부 압력(kg/cm²)
 - R_w = 수중 부력 인자 (최소 0.67) = $1 - 0.33(H_w/H)$
 - H_w = 관 상단으로부터의 수위 (m)
 - H = 관 상단으로부터의 토피 (m)

B'	=	탄성 지지계수 = $1/(1+4e^{-0.213H})$
I	=	단면 2차 모멘트 (mm^4/mm) = $t^3/12$
t	=	설계두께 (mm)
C	=	형성 감소계수
N	=	안전계수
E'_s	=	토양 반력계수 (kg/cm^2)
E_L	=	장기 탄성계수 (kg/cm^2)
D	=	관의 평균 내부 관경(mm)

상기 식에서 산정된 두께는 다음식에 의해 산정된 최소두께를 만족하도록 설계한다.

$$\frac{E}{12(SDR)^3} \geq 0.00064 \quad t \geq \frac{4.5 \times 10^{-7} D}{\sqrt{3 \text{ of } E}}$$

다. 관경별 라이너두께 산정

관경(mm)	300	400	450	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
라이너두께 (mm)	3.0	4.0	5.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10	11	12

2.1.3 라이너 제작

가. 원주길이

라이너는 설치시 기존 관경의 불균일성을 예상하여 원주방향으로 팽창, 밀착될 수 있도록 신장률을 고려하여 기존 관경보다 작게 제작된다.

폴리에스터 라이너의 신장율은 약20%이상으로서 라이너 두께에 따라 다르므로 감리, 감독자는 라이너의 자재를 검수할 때 신장율을 고려한 원주길이를 검토하여야 한다.

제작라이너의 직경을 구하는 식

$$\Pi d = K \Pi D$$

여기서 Π :원주율
d:제작튜브의 직경
K:튜브재질의 신장율에 따른 허용률
D:소요관경

나. 라이너의 길이

라이너 길이는 맨홀간에 연속적으로 설치될 수 있는 길이로 산정하고 최대시공길이를 고려한다.

견인방법에 의한 본 시공시의 길이산정은 기존관의 메너폴드 길이와 여유길이를 고려하여 산정한다. 만약 라이너 설치구간에 단차가 있는 경우에는 맨홀과 맨홀사이의 길이에 단차높이를 더하여 길이를 산정한다.

따라서 관 전체길이에 함침 여유길이와 메너폴드가 묶이는 길이를 고려하여 산정하되, 일반적으로 견인공법에서 함침여유길이와 메너폴드 길이의 합은 약 1.0m정도로 하고, 여유길이는 현장여건에 따라 조정한다.

라이너의 길이를 구하는 식

$$L = L1 + A + B$$

여기서 L=라이너 길이 L1=관 전체길이
A=함침여유길이 B=메너폴드길이

2.2 수지

2.2.1 광경화수지

사용수지인 광경화수지는 불포화폴리에스테르, 광개시제, 점도조절용제, 점성제의 혼합물로 구성되며, 수지내에 자외선 빛이 흡수되어 자유라디칼 반응을 일으키고, 이렇게 발생된 라디칼이 수지와 결합하여 광개시제가 결합반응을 일으킨다.

사용수지의 조성물은 다음과 같다.

구 성 물	주 요 성 분	역 할	구 성 비 (%)
수지	불포화폴리에스테르 (Unsaturated polyester)	주재료	55~65
광개시제	자유라디칼 발생형 (Phosphine Oxide Type)	수지가 결합을 형성할 수 있도록 반응개시.	노하우
점도조절제	스티렌모노머 (Styrene Monomer)	경화반응시 결합반응을 촉진시키는 중간 결합물질.	35~45
점성제	산화 마그네슘 (Magnesium)	함침수지의 저장성용이.	5이하

2.2.2 광개시제

사용 광개시제는 자유라디칼 발생형의 Phosphin Oxid Type의 광개시제로서 투명한 수지의 경우 짧은 파장을 흡수하는 광개시제를 사용하고, 투명도가 낮은 수지에는 긴 파장 빛을 흡수하는 광개시제를 사용한다.

3. 함침

3.1 일반사항

함침공정은 배합수지를 라이너에 주입하는 것으로 이때 라이너 내부의 진공상태를 확인한 후 실시하여 수지가 모든 층에 완전히 포화되도록 한다. 또한 수지가 펠트내에 골고루 배분되도록 로울러 등을 이용하여 라이너두께를 조절함으로써 균일한 두께를 가지며 계획된 강도를 가질 수 있어야 한다. 함침작업장은 수지의 변질을 방지하기 위하여 온도 등 제반조건을 만족시키는 환경상태가 유지되어야 한다.

3.2 함침

3.2.1 수지배합

수지량은 시공조건을 고려하여 수지공급업체가 제시하는 적량의 배합비율을 준수하여야 하며, 감리 감독자는 시공사로부터 사전에 제출받은 품질관리계

획서를 참조하여 검사하도록 한다.

- 가. 배합수지는 라이너의 설계두께와 펠트의 공극을 채울수 있는 충분한 양이어야 한다.
- 나. 시공자는 시공조건을 온도 고려하여 현재 온도에서의 가사시간 및 경화제 사용량 등에 대해 수지공급업체로부터 제시받은 사항을 준수하여 계량한다.
- 다. 주입량은 수지의 중화반응에 따른 체적감소와 수지의 이동변화에 대비하여 필요량의 3~15%정도 증대시킨다.
- 라. 주입량은 CIPP의 허용기준인 설계두께의 최소 87.5%, 최대 130%를 만족시킬 수 있도록 배합한다.
- 마. 수지와 첨가제는 일반적으로 30~60분 정도로 혼합한다. 이러한 혼합시간은 수지의 점도에 따라 달리 설정되어야 하는데 점도가 높을수록 수지의 혼합시간은 증가하며, 점도가 낮을수록 수지의 혼합시간은 감소한다.
- 바. 수지배합시 혼합기 안에 수지가 충분히 채워져 있지 않으면 혼합기의 임펠러가 회전하면서 기포를 발생시키므로 혼합기 안에 수지를 충분히 채워서 혼합한다.

3.2.2 진공

- 가. 진공작업은 라이너의 공기를 외부로 배출시키는 공정으로써, 수지를 라이너에 주입하기 전 시작하여 수지주입 전과정에서 걸쳐 수행되어야 한다. 이것은 수지를 라이너 내에 함침할 때 원활한 주입작업을 도모하고 경화된 라이너에 기포에 의한 건점이 형성되는 것을 방지하기 위한 것이다.
- 나. 수지주입속도 35m³/hr 이상의 흡입용량을 가지는 진공펌프를 사용한다.
- 다. 수지주입전 진공기준은 500~600mmHg이다.
- 라. 라이너 길이 방향에 적당한 간격을 유지하며, 양끝지점과 필요시 중간지점에서 진공작업을 수행한다.
- 마. 펠트내의 철저한 공기배출을 위하여 함침작업전 일정시간 이상 진공상태를 유지시킨다.

3.2.3 사전준비

함침작업시 일단 수지가 라이너에 주입되면 공정을 다시 되돌릴 수 없다. 따라서 함침작업 전에 다음의 사항을 철저히 점검하여야 한다.

- 가. 라이너의 길이, 관경, 두께 등이 설계치수대로 제작 되었는지와 라이너의 밀봉상태 여부를 확인한다.
- 나. 함침작업장의 실내 온도가 약 15℃ ~ 25℃ 이내로 유지되는지 점검한다.
- 다. 함침장비가 제대로 작동되는지 확인한다.
- 라. 라이너가 수지에 완전히 함침되도록 로울러의 간격을 결정하고 함침된 라이너를 로울러 상하로 진행시킨다.
- 마. 라이너가 수지에 완전히 함침되도록 주입속도를 진공속도 이하로 한다.

3.2.4 함침작업

가. 수지주입

수지주입펌프 등을 이용하여 수지를 튜브내로 주입시키는 공정으로 수지를 주입할 때 튜브는 수지로 완전히 포화되어야 하기 때문에 주입속도는 진공속도 이하로 한다.

- 나. 롤러컨베이어에 튜브를 올려놓고 진공작업을 시작한다. 진공작업은 함침작업을 시작하기 전에 시작하고 수지주입구 주변이 진공되었으면 수지 혼합기에 부착된 호스와 튜브의 끝에 미리 설치한 주입호스를 연결하고 수지 주입을 시작한다.
- 다. 수지주입이 완료된 후 펀치롤러의 간격과 함침속도를 설정하고 함침작업을 시작한다.

3.2.5 마감(저장 및 운반)

저장 및 운반 공정은 함침된 라이너를 시공현장에 운반하는 공정으로써 함침된 수지가 소정의 기간동안 자체 이동 및 화학적인 변화가 없도록 물리, 화학적인 조건을 유지하여야 한다.

라이너 내에 함침된 수지는 화학적으로 매우 불안정한 상태에 있어 온도에 매우 민감하다. 또한 수지 자체의 요변도 때문에 내부에서 다소간의 흐름 현상이 있다. 따라서 저장 및 운반기간은 가능한 짧아야 한다.

4. 시공

4.1 시공조건 확인

4.1.1 협의 조정사항

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

4.1.2 설계도서 검토

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

4.1.3 안전조치

공사시행 안내문 설치와 같은 일반적인 안전조치 사항은 시공계획서에 준하여 재확인되어야 하고 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.

4.2 세정

4.2.1 중소형관(∅800mm이하)

가. 버켓준설기

하수관에 토사가 많을 경우 버켓준설기를 사용하는데 버켓준설기는 맨홀에서 맨홀까지 와이어를 연결하고 개폐되는 버켓을 부착하여 토사를 지상으로 끌어 올린다. 전진하면서 버켓이 열리고, 후진하면서 버켓에 담겨진 토사를 반출한다.

나. 고압세정차

고압세정차는 자동차 엔진에 고압펌프를 구동하고 호스의 선단에 특수노즐을 부착하여 강력한 분사수를 이용하여 관 내부를 세정한다.

고압세정차는 관거 내 퇴적물을 맨홀부로 인출하는 작업이 신속하며, 퇴적물은 직접 오폐수차로 반출한다.

사용 상수압은 $100\sim 170\text{kg}/\text{cm}^2$ 정도이며, 토출수량은 $200\ell/\text{분}$ 정도이다.

4.2.2 대형관($\varnothing 800\text{mm}$ 이상)

가. 오폐수흡입차 및 특수강력 흡입차 등을 상류측 맨홀에 설치하고 하류측을 향하여 청소한다. 토사와 물의 흡입탱크가 차면 흡입호스를 배수구에 설치하여 관 내부로 물을 배수한다.

원칙적으로 1구간의 중간까지 청소가 되면 하류맨홀로 이동하여 청소를 반복한다.

나. $\varnothing 800\sim\varnothing 1200\text{mm}$ 의 관에서 토량이 10cm 이하로 퇴적된 경우에는 고압수세정차를 사용하여 맨홀부근으로 토사를 모아 진공으로 흡입한다.

관거에 토사가 적을 경우에는 고압수세정차를 이용하여 맨홀부근으로 토사를 긁어 모아 청소한다.

4.3 관로의 검사

가. 기초자료를 수집, 정리하여 대상관거의 실태조사 지역을 파악하고 조사계획을 수립한다.

나. 예비조사 결과를 기초로 하여 지하수위측정, 유량측정, 수질조사, 관저고 등을 측정한다.

다. 문제지점의 위치, 상태 등을 명확히 조사하여 보수지점, 보수방법 등을 결정한다.

라. 조사항목

- ① 기존관 : 길이, 관경, 형태
- ② 유입수 : 위치, 유입량, 방향
- ③ 기존관 내부상태 : 균열, 단차, 파손, 이음부 등
- ④ 연결관 : 크기, 형태, 방향, 균열, 파손, 돌출 등
- ⑤ 맨홀 : 깊이, 직경, 형태, 인버트형태

4.4 견인삽입 및 팽창

4.4.1 견인

가. 파워윈치를 사용하여 함침라이너를 시공구간내로 삽입시키는 것으로 견인시 특히 곡선부분 등에서 라이너가 마찰로 인한 손상을 입지 않도록 주의해야 한다.

나. 견인에 의한 함침라이너의 삽입 후 기존관 내부에 밀착될 수 있도록 공기압을 가하며, 이때는 관경별 유효압력을 준수해야한다.

다. 파워윈치는 함침된 라이너를 관 내부로 유입시킬 때 필요한 장비로 라이너에 설치된 관단부장치의 어셈블리를 파워윈치에 연결하여 잡아당긴다.

라. 견인시 라이너가 마찰로 인한 손상을 입지 않도록 주위하고 견인시 라이너가 바닥면에 끌려서 손상되지 않도록 견인 속도를 유기적으로 조정한다.

바. 견인속도는 관경이 600mm미만인 경우에는 약 2.0~3.0m/분, 관경이 600mm이상인 경우는 1.5~2.5m/분 정도로 견인하되, 견인속도는 현장 여건에 따라 조정하여야 한다.

4.4.2 팽창

가. 견인 완료 후 시점의 라이너 인입부에 자외선 보호통을 설치하고, 보호통 내부에 자외선조사장치(자외선램프)를 인입하고 시점단부에 관단부 장치를 설치한다.

나. 견인로프를 이용하여 자외선조사장치를 종점부까지 견인한다.

다. 콤프레셔에서 공기를 공급받아 라이너를 확장시킨다.

라. 공기압력은 관경에 따라 0.2kg/cm²~0.6kg/cm²를 유지하고, 유속은 0.7 m/sec~1.3m/sec를 유지시킨다.

마. 관경별 사용공기압은 다음을 준수하되, 현장여건에 따라 조정한다.

관경별 사용공기압

관경(mm)	사용공기압(kg/cm ²)	관경(mm)	사용공기압(kg/cm ²)
300	0.50	800	0.35
450	0.50	900	0.30
500	0.40	1000	0.30
600	0.40	1100	0.25
700	0.35	1200	0.25

4.5 광(光)경화

4.5.1 사전예열

- 가. 자외선조사기 앞단에 설치한 예열장치에 콤프레셔에서 공급받은 공기에 열을 가하여 열풍을 분사시켜 광경화반응 적정온도인 40℃~50℃정도까지 라이너 내부온도를 상승시킨다.
- 나. 열풍분사기는 외측부에 1개 또는 복수개의 열풍분사노즐을 포함하고, 열풍분사노즐의 방향은 라이닝재의 내벽을 따라서 나선상으로 진행하도록 조정 가능하도록 하여야 한다.

4.5.2 관단부장치

- 가. 자외선이 광경화수지에 조사되면 자외선이 직접 수지에 흡수되는 것이 아니라 수지중에 혼합된 광개시제에 특정파장 범위를 중심으로 조사된 자외선 빛이 흡수되어 라디칼 반응을 일으켜 경화가 진행된다.
따라서 자외선램프의 출력은 광개시제에 전달되는 에너지양과 직접적인 관계가 있으며 출력량이 큰 자외선램프를 사용할 수록 경화시간 단축효과가 있다.
- 나. 시공 시 라이너 단부에 관단부장치를 설치하여 라이너 내부에 공급되는 압축공기의 일부를 관 말단부에서 배출시켜 관 내부의 열 순환을 도모 시키고, 광과장의 열을 압축공기와 함께 외부로 배출시켜 라이너 내부 온도를 조절할 수 있도록 한다.
- 다. 관단부장치에 의해 열의 배출 및 순환에 의한 관 내부 적정온도는 상시 110~120℃ 이하가 유지되도록 하여야 한다.
- 라. 관 내부의 온도체크는 자외선조사장치에 연결된 온도검측센서에 의해 전달된 광경화차량의 모니터에서 실시간 확인하여야 한다.
- 마. 관단부장치 설치시 라이너가 장시간 햇빛에 노출되지 않도록 최단시간

에 설치하여야 하고, 시공중 맨홀 종점부에서 작업자가 공기배출 여부를 항상 감시하여야 한다.

4.5.3 자외선 조사

- 가. 광경화 차량으로부터 자외선조사 시스템을 가동하여 공기공급방향과 역방향으로 자외선조사기를 이동시키면서 광경화를 진행한다.
- 나. 자외선램프는 환경에 따라 6개 정도의 광수은램프를 직렬로 연결하여 사용한다.
- 다. 자외선조사 속도는 환경에 따라 0.3m/분~1.0m/분의 속도로 관의 종점부에서 시점부로 이동시킨다.
- 라. 자외선조사기 앞단에 설치된 CCTV카메라를 이용하여 경화과정을 실시간 체크한다.
- 마. 자외선램프 내부 온도감지기를 이용하여 경화온도를 실시간 체크한다.
- 바. 경화반응중 발생하는 CO₂가스 및 Styrene가스 등의 오염물질과 소음억제를 위하여 탈취기(방음기)를 설치하여 공사안전에 만전을 기한다.
- 사. 환경별 라이너두께에 따른 자외선조사시간(경화시간)의 표준은 다음과 같으며 이 조사시간표는 시험을 통한 표준 데이터로써 관로상태, 시공길이, 현장여건 등의 제반조건을 고려하여 현장에서 유기적으로 조정하여야 한다.

*관경별 두께별 자외선 조사시간(표준)

(cm/min)

관경 (mm)	두께(mm)										
	자외선 광원	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
300	1000W×6	115~120		110~115							
350~400	1000W×6	85~90		80~85		75~80					
450	1000W×6	80~85		75~80		60~65					
500~600	1000W×6			65~70		60~65		55~60			
700~800	1000W×6					63	60	55	53	45	43
900~1,000	1000W×6							53	50	43	40
1,100~1,200	1000W×6									40	37

4.6 연결관 천공 및 비산분진 대책

4.6.1 연결관 천공

가. 경화관 설치 후 기존에 접속되어 활용되던 연결관은 천공되어야 한다. 연결관은 정확히 천공해야하며, 위치판단을 잘못하여 라이너에 손상이 발생한 경우에는 반드시 보수하여야 한다.

나. 관경 800mm미만의 사람이 들어갈 수 없는 경우에는 CCTV조사차량, 로봇절단기, 발전기, 공기압축기 등의 천공장비를 이용하여 연결관 부위를 천공한다.

다. 관경 800mm 이상의 사람이 들어갈 수 있는 경우에는 발전기, 공압연삭기, 엔진톱, 산소농도측정기 등을 이용하여 인력천공을 실시한다.

4.6.2 연결관 천공시 비산분진 대책

관 단부 및 연결관 천공작업을 수행할 때 엔진톱 등에 의해 절단되는 분진 가루가 맨홀 내부 및 맨홀 외부로 유출될 수 있다.

따라서 작업자는 안전모, 안전복 및 분진마스크를 반드시 착용하여 분진가루가 피부에 접촉되는 것을 차단하도록 하고, 맨홀 입구에 송풍기와 집진장치를 설치하여 맨홀 내부의 분진가루가 공기중으로 유출되는 것을 억제하도록 한다.

4.7 시종점 끝단부 및 연결관 접합부 보수

가. 갱생후 연결관과 라이닝관의 접합부에 부분적 파손, 단차 등이 발생할 경우 접합부의 파손형태에 따라 보수부위에 그라우트 재료를 이용하여 지수하거나 보강체를 사용하여 구조적인 강도를 높이는 방법 등을 사용하여 보수한다.

나. 연결관 접합부 보수는 CIPP공법으로 관거를 정비한 후 관거 기능의 효율성을 높이기 위해 반드시 실시하여야 한다.

연결관 접합부 보수에 이용되는 에폭시수지는 경화시 기존하수관 모체 또는 라이닝관 모체의 강도보다 커야 하며, 친수성수지를 사용하여 수중 작업이 가능하여야 하고 경화 후 내산성 및 알칼리성을 지닌 고강도이어야 한다.

다. 본관 입구 및 연결관 접합부 보수 시 라이너에 열경화성수지를 함침시킨 보수재를 보수기재에 장착시켜 맨홀로 투입한 후 보수위치에 이동시켜 CCTV로 작업을 확인하면서 가압 밀착시키고, 보수기 내의 히터를 이용하여 경화시켜 관거 내부를 보수하는 방법을 사용할 수 있다.

라이너는 내구성, 내화성, 내식성이 강하고 다양한 넓이와 두께로 제작될 수 있다. 따라서 라이너는 파손부위별로 약 30cm 기준으로 재단하므로 30cm 범위내의 부분파손 보수보강에 유리하다.

5. 품질관리

5.1 경화된 라이너의 물리적 성질

완성된 현장경화관 제품은 표에 주어진 것과 같은 최소 CIPP 품질규정 이상이어야 한다.

라이너의 물리적 성질(CIPP기준 적용)

물 성	기준치	시험규정
인장강도(kg/cm ²)	210 이상	KS M 3381
휨강도(kg/cm ²)	320 이상	KS M 3382
탄성강도(kg/cm ²)	17,600이상	KS M 3382
내약품성	이상없을것	(10W/V %수산화나트륨)

5.2 시료 및 시편제작

시료는 현장에서 경화된 라이너로부터 채취하며 다음과 같은 방법으로 준비한다.

5.2.1 시료채취 지점

라이너 시료는 전체를 대표할 수 있는 곳에서 채취하여야 한다.

시료는 동일 관경으로 경화된 중간지점 또는 단부지점의 경화된 라이너 단면에서 채취하며, 이때 동일관경이 유지되어야 한다.

단, 시료채취부분을 보완 하더라도 그 지점이 취약할 수 있다면 감독관의 승인하에 관단부에서 채취할 수 있다.

5.2.2 시료의 크기

시료의 크기는 중력관의 경우 휨 시험에 대해 시편을 준비하기에 충분하여야 하고, 압력관의 경우 휨 및 인장시험에 대해 시편을 준비하기에 충분한 크기이어야 한다. 시편은 라이너의 종·횡 방향으로 시험이 가능하도록 준비하는 것이 좋다. 개개의 시편은 쉽게 식별 할수 있도록 명확하게 표시해야 한다.

5.3 현장품질관리

설치가 완료된 관은 전 구간에 대해 연속적이어야 하고, 수지의 건점, 들뜸, 박리 등이 없어야 한다. 만일 이러한 상황이 나타났을 때는 이 구간의 라이너는 현장품질관리 기준을 적용할 때 충분히 만족할 만한 값을 가지는가에 대한 재평가가 되어야 한다.

5.3.1 경화된 라이너의 두께측정

경화된 라이너의 두께측정은 설치 완료된 관의 유입부와 유출부의 원주에 대해 6등분하여 관 두께를 측정한 후 평균치를 계산한다.

측정도구는 $\pm 0.1\text{mm}$ 의 정확도가 요구된다.

경화된 라이너의 평균두께는 측정된 모든 값의 산술 평균 값이 설계두께 이상이어야 한다.

경화된 라이너의 최소벽 두께는 설계두께의 87.5%이상이어야 하며, 최대벽 두께는 설계두께의 130%이하이어야 한다.

5.3.2 들뜸검사

경화된 라이너는 사용재료의 성질 및 시공조건에 따라 시공구간 전반에 걸쳐 들뜸이 발생할 수 있다. 재료의 수축율을 고려한 들뜸은 환경에 따라 다르다. 들뜸 현상 중 시공구간 전반에 걸쳐 미세하게 발생한 경우 이외에, 미 경화된 수지로 인해 관저면부에 국부적으로 발생한 들뜸은 상온경화성 수지 혼합물로 채운다.

가. 들뜸현상의 원인

구분	요인	발생원인
화학적 수축	후경화 반응	<ul style="list-style-type: none"> * 수지는 경화시 수축하는 경향이 뚜렷함. (축·중합반응 및 용제의 휘발 등) * 경화가 완료되기 전 경화(시공)을 중단하였을 경우 (서서히 후경화반응이 진행됨)
	수축율 과다수지	<ul style="list-style-type: none"> * 수지의 종류와 배합비에 따라 수축율이 다름. * 경화가 완전한 경우에는 문제 되지 않음.
물리적 수축	급냉각 및	<ul style="list-style-type: none"> * 온도 급냉각 및 압력 급강하시 수축과 균열이 진행됨. * CIPP는 경화 중에 수압 혹은 증기압으로 이를 방지하고 있음.

	급감압	<ul style="list-style-type: none"> * 급냉각 또는 급감압 철거시 발생원리 - 급냉각 : 3개층[콘크리트/CIPP/물(증기)]의 온도구배 형성 - 온도구배 회복시 : 수축현상이 진행됨.
	자연 온도 변화	<ul style="list-style-type: none"> * 외기에 의한 CIPP와 콘크리트 사이의 온도구배 형성 - 외기 영향 인자 : 대기온도/하수의 수온 - 영향 계수 : 수축팽창계수(CIPP 및 콘크리트) * 계절에 따라 수축팽창이 발생함.

나. 들뜸량 산출

들뜸량은 자연조건에서 발생하는 불가피한 들뜸량과 화학반응에 의해 발생하는 들뜸량으로 구분하여 산출 할 수 있다.

산출방법은 재료의 수축팽창계수와 시공조건 및 화학반응시의 수지의 수축율을 고려하여 제시한 다음의 식에 의하여 산출한다.

$$\text{들뜸 한계치(mm)} = \text{관경(A)} - \frac{(\text{팽창원주(B)} - \text{원주축소량(C)})}{\pi}$$

여기서 A : 기존 콘크리트관의 직경(mm)

B : 경화시 콘크리트관의 원주(mm)

A * 온도변화량 * 콘크리트의 온도수축팽창계수(d)

C : 냉각후 CIPP의 원주 (mm)

B * 온도변화량 * CIPP의 온도수축팽창계수(e)

d(1/°C) : 1 X 10⁻⁵

e(1/°C) : 2.2 X 10⁻⁵ (화학반응시의 CIPP의 수축율 : 2%)

다. 시공조건에 따른 종·횡방향 수축량

방향	규격	완냉시		급냉시	수지의 경화반응시	
		하절기 (온도차:15°C)	동절기 (온도차:35°C)	동절기 (온도차:55°C)		
횡 방 향 수 축	관경 (mm)	450	0.081	0.189	0.297	9
		500	0.090	0.210	0.330	10
		600	0.108	0.252	0.396	12
		700	0.126	0.294	0.462	14

		800	0.144	0.336	0.529	16
		1,000	0.180	0.420	0.661	20
		1,200	0.216	0.504	0.793	24
종 방 향 수 축	연장 (mm)	10	3.300	7.703	12.107	200
		20	6.601	15.405	24.213	400
		30	9.901	23.108	36.320	600
		40	13.202	30.811	48.427	800
		50	16.502	38.513	60.533	1,000
		70	23.103	53.919	84.747	1,400
		100	33.005	77.027	121.067	2,000
		200	66.010	154.054	242.133	4,000

주1) 온도수축팽창계수 : 콘크리트 : $1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$, CIPP : 2.2×10^{-5}

주2) 화학반응시 CIPP의 수축계수 : 2%

주3) 계산 온도 조건

- 동절기 급냉(경화온도(60°C)-하수온도(5°C) = 55°C)
- 동절기 완냉(냉각온도(40°C)-하수온도(5°C) = 35°C)
- 하절기 완냉(냉각온도(40°C)-하수온도(25°C)= 15°C)

5.3.3 요철 및 주름

경화된 라이너는 주름이 발생하지 않아야 하지만 기존관의 단차 및 이음부, 곡관 등의 부위에 미세하게 주름이 발생할 수 있으며, 이때 발생한 주름에 대하여 보수 여부를 판단한다.

CCTV를 이용하여 경화 라이너의 요철 및 주름을 측정하고 합격여부를 판단할 때 표면의 요철 및 주름의 크기가 실제보다 과장되게 느껴진다는 것을 염두에 두고 검사를 실시한다.

5.3.4 건점

수지의 결여와 공기발생 등으로 인해 건점이 발생할 경우 경화된 라이너의 초기 물성치를 만족시킬 수 없으므로 해당부위를 잘라내어 상온경화성 수지혼합물로 채운다.

5.3.5 박리

본 시공관의 라이너를 구성하는 섬유재와 필름이 완전히 부착되지 않은 경

우에 발생되며, 박리현상이 발견되었을 경우에는 해당부위를 절취하여 상온 경화성 수지혼합물로 채운다.

5.4 현장 뒷정리

본 갱생공사가 완료된 후 공사로 인하여 영향을 미친 제반 도시기반시설과 민간시설에 대한 원상복구를 즉시 완벽하게 하여야 한다. 이때 고려하여야 할 뒷정리 사항은 다음과 같다.

5.4.1 관거의 원상회복

본 공사를 위하여 임시로 설치한 지수전 및 펌프 등과 같은 시설과 차단한 하수도시설에 대하여 원상 복구한다.

5.4.2 도로 및 교통제한의 원상회복

공사 안내판 철거 등 민간출입 통제를 즉시 해제한다.

5.4.3 폐기물 처리

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

5.5 완성품 관리

관 내면에 대한 보수내용을 확인할 수 있도록 해당부위의 CCTV 또는 Video Tape를 촬영하여 그 내용을 상세하게 수록한 보고 자료를 준공도서와 함께 제출한다.

6.유지(품질) 관리지침서

1. 일반사항

본 유지관리지침서는 노후된 하수관 정비방법 중 폴리에스터펠트(라이너)에 자외선의 광(光)경화시스템을 이용한 하수관로 전체보수공사에 적용한다.

2. 현장검사

자외선경화가 완료된 갱생관에 대해 관내 CCTV검사 및 육안조사를 시행하는 것으로써, 감리자 입회하에 완성된 시공품에 대해 현장에서 두께와 관내 요철 및 주름 등에 대한 합격여부를 판단하기 위한 검사이다.

2.1.1 검사대상 및 빈도

관경 및 두께는 물론 공사일시, 공사구간 등 시공조건이 변화하는 모든갱생관에 대하여 시행한다. 이때 기존관의 관단차 등이 있던 부위에 대해 상세한 검사를 한다.

2.2.2 검사항목

현장경화관의 두께측정, 들뜸, 요철 및 주름, 균열, 건점 등

2.2.3 현장경화관의 두께측정

현장경화관의 두께측정은 설치완료 된 관의 유입부와 유출부의 원주(횡방향)에 대해 관정, 관저 및 양 측면부의 두께를 고르게 측정한다.

측정도구는 $\pm 0.1\text{mm}$ 의 정확도가 요구된다.

현장경화관의 평균두께는 측정된 모든값의 산술평균 값이 설계두께 이상이어야 한다. 어느 지점에서든지 최소 벽 두께는 발주자와 감리자 및 시공자간의 동의에 의한 설계두께의 87.5% 이상이어야 하고, 최대 벽 두께는 설계두께의 130%이하이어야 한다.

2.2.4 들뜸

완성된 현장경화관은 사용재료의 성질 및 시공조건에 따라 시공구간 전반에 걸친 들뜸의 발생여부에 대한 검사를 수행한다.

2.2.5 요철 및 주름

완성된 현장경화관은 주름이 발생하지 않아야 하며, 기존관의 단차 및 이음부, 곡선부 등의 부위에 발생한 주름에 대하여 보수 여부를 판단한다. CCTV를 이용하여 현장경화관의 요철 및 주름을 측정하고 합격 여부를 판단할 때 표면의 요철 및 주름의 크기가 실제보다 과장되게 느껴진다는 것을 염두에 두고 검사를 실시한다.

2.2.6 균열

경화 후 급냉각, 급감압에 의한 수지의 갑작스런 수축률로 인해 튜브의 인장 강도 부족으로 발생하는 현상으로 현장경화관 완성 후 종방향 균열(절단) 여부를 검사한다.

2.2.7 건점

수지의 결여와 공기발생 등으로 인한 건점발상 여부를 검사한다.

3. 현장시험

일반적으로 시공현장에서 직접 채취한 시편에 대한 시험으로써 시공된 현장 경화관의 구조적인 특성 파악과 적합성 여부를 판단하기 위함이며, 강도시험과 조건부시험으로 나뉘어진다. 시험대상 및 항목 등은 다음과 같다.

3.1 시험대상 및 빈도

3.1.1 강도시험

단위공사구간 등 시공조건이 변화하는 모든 현장경화관에 대하여 시행한다.

3.1.2 조건부시험

감리자가 현장여건 및 시공상황을 고려하여 필요하다고 인정할 경우에 수행한다.

3.2 시험항목

3.2.1 강도시험

휨(휨강도, 휨탄성계수)시험, 인장시험

3.2.2 조건부시험

누수시험

3.3 현장경화관의 물성치

현장경화관은 다음 표에 주어진 것과 같은 최소값의 초기강도를 만족시켜야 한다.

현장경화관의 강도시험 항목

구분	시험법	최소값
휨강도	• KS M 3008, F 2242	320 kg/cm ² 이상
휨 탄성계수	• KS M 3008, F 2242	17,600 kg/cm ² 이상
인장강도	• KS M 3006	210 kg/cm ² 이상

PE필름의 품질시험 항목

품질항목	단위	표 준 품 질	시험방법
용융지수	g/10분	7.5	KS M 3070
용융점	°C	105	KS M ISO 11357-3
파단점인장강도	kg/cm ²	100	KS M 3001
연신율	%	450	KS M 3001
밀도	g/cm ³	0.918	KS M 3016

3.4 내화학성 시험(조건부시험)

현장경화관을 다양한 화학물질에 의한 부식환경에 노출시키므로써, 장기적인 안정성을 평가하는 것으로 일반 가정하수에 적용하는 최소값을 규정하였다.

가정하수용 관에 대응하는 최소 내화학 시험기준

약품용액	농도(%)
수돗물(pH 6-9)	100
질산	5
인산	10
황산	10

휘발유	100
식물성 기름	100
합성세제	0.1
비누	0.1

가. 내화학적 시험방법은 ASTM D 543에 의거하며, 23℃에서 최소 1개월 동안 약품용액에 노출시킨다. 이 기간 동안 현장경화관의 시험시편은 단기시험 결과와 비교 할 때, 초기 황강도 황탄성계수의 감소율이 20% 이내이어야 한다.

나. 일반적인 가정하수관 이외의 경우 내 화학 시험은 하수관의 유속을 감안하여 실제 시편으로 수행한다. 이 시험은 실제 하수관에 현장 경화 시편을 침적시켜 수행할 수도 있다.

4. 생애주기 및 준공 후 유지관리지침

4.1 유지관리 목적

가. 비굴착 보수공사 후 정기적인 유지관리 소홀로 인한 관 내부의 토사퇴적 및 연결관 접합부 등의 하자 발생요인을 방지하기 위하여 다음과 같이 유지관리 항목을 정하고 생애주기 동안 지속적인 관거의 유지관리를 시행 하는데 목적이 있다.

- 1) 유하능력 확보
- 2) 폐색방지와 기능의 정상화
- 3) 타 공사에 의한 관거의 손상방지
- 4) 시설의 손상 등으로 인한 사고방지

나. 유지관리 작업

유지관리 작업은 다음의 사항을 포함한다.

- 1) 점검, 청소 및 준설
- 2) 보수 및 개량
- 3) 보호 및 방호
- 4) 유하물에 의한 퇴색

4.2 유지관리 항목

4.2.1 관거

가. 하수의 흐름상황

- 1) 하수의 유하상태
- 2) 관 내부 침전물 상태
- 3) 관 내부 불법 투기
- 4) 유하물에 의한 퇴색

나. 시설의 상황

- 1) 갱생관의 라이닝 상태
- 2) 갱생관 내부의 손상 및 부등침하 유무
- 3) 연결관의 무단천공 및 연결관의 천공상태
- 4) 관 접합부의 라이닝 이탈상태

다. 유하상황 및 점전물 퇴적사항

하수관의 최소유속은 0.6m/sec 이상으로 설계 및 시공되어 부유물의 침전을 방지토록 되어 있으나 장기간의 지반변동 등으로 구배가 유지되지 않을뿐 아니라 관거 내부로 유입된 토사, 부유물, 점성토 등의 침전물이 저부에 퇴적되면 라이닝관의 유하능력이 저하된다.

또한 기존 하수관망으로 불법 투기된 나무, 비닐, 기타 협작물 등으로 관거 유하능력의 저해요인이 발생하여 이로 인한 퇴적이 예상되므로 점검시 퇴적상황을 파악하여 관거의 유하능력이 저하되지 않도록 하여야 한다.

4.2.2 연결관

연결관은 라이닝관과 연결관 접합부의 파손이나 막힘을 중점적으로 조사하여야 한다. 연결관 불량률의 주요 원인은 라이닝관과 연결관과의 재료분리, 차량하중에 의한 파손 및 타 공사에 의한 파손 등이 있다.

4.2.3 점검시 소요장비 및 인원

점검조는 2인 1조로 편성하고 점검종류 및 계획에 따라 필요한 장비를 휴대하여야 하며, 기본적인 장비는 다음과 같다.

- 가. 맨홀뚜껑 개폐기
- 나. 퇴적심도를 측정하기 위한 함척, 카메라
- 다. 휴대용 사다리
- 라. 손전등, 가스검지기, 산소마스크, 송풍기, 발전기, 배수펌프
- 마. 고무장화, 보안용구 1식

4.3 관 내부조사

관 내부조사는 맨홀출입을 점검할 때 이상상태가 발견되었을 경우 그리고 구청에서 시행하는 준설, 세정작업이 완료된 후에 준공검사와 함께 시행토록 하며, 갱생관의 구조, 상태에 따라 육안조사와 CCTV조사로 구분하여 시행한다.

4.3.1 육안조사

갱생관의 라이닝상태, 균열, 부등침하 등의 상태, 지하수의 침입상태, 토사의 퇴적상태 등을 가시범위 내에서 직접 육안으로 시설의 상태를 확인하고, 개선대책의 산정자료를 획득하기 위해 실시한다. 관경 800mm이상의 관거에 대해서는 조사원이 관 내부를 출입하여 상태를 확인한다.

가. 개폐하는 맨홀의 전후 약 2m 정도에 보안책을 설치하고, 보안책으로 부터 5m 거리에 교통정리원을 배치한다.

나. 맨홀 내부에 출입하기 전에 맨홀 내부의 산소농도를 측정하고 산소농

도가 18% 보다 낮은 경우에는 출입을 금한다.

다. 관 내부에 몰탈이나 벤토나이트류가 퇴적되어 있는 경우에는 부근의 공사현장을 조사하여 유입원인을 조사한다.

4.3.2 CCTV조사

CCTV 조사는 관경 800mm 미만의 관거에서 시행하며, CCTV카메라를 관거 내부에 투입하여 연속적으로 촬영한다. 이상 개소는 사진촬영하여 정리한 후 유지관리시 검토자료로 활용한다.

가. 점검시 소요장비

CCTV차, 고압세정차, 동력차(발전기, 공기압축기), 급수차, 지수플러그

나. 유의사항

- 1) 조사구간 상류 맨홀의 상류측 관 입구에 지수플러그를 설치하여 조사구간으로의 하수유입을 방지한다.
- 2) 고압세정차로 맨홀 벽면을 세정하고 하류측 맨홀에서 상류를 향해 2~3회 세정한다.
- 3) 라이닝관 CCTV조사는 원칙적으로 상류에서 CCTV를 투입하여 하류를 향해 설치한다. 기본적으로는 직시로 조사를 진행하되, 직시로 판단 할 수 없는 불량 개소는 측시를 시행한다.

4.4 청소 및 준설

4.4.1 중소구경관 청소(관경 800mm이하)

가. 버켓준설기

고압세정차에 의한 청소작업은 소구경 하수관에는 청소효율이 좋으나 대구경 하수관에는 작업효율이 저하되는데 대구경 하수관에 토사가 많은 경우는 버켓준설기를 사용한다. 버켓준설기는 맨홀에서 맨홀까지 와이어를 연결하고 개폐되는 버켓을 부착하여 토사를 지상으로 끌어올린다. 전진하면 버켓이 열리고 후진하면 버켓에 담겨진 토사를 반출한다.

나. 고압수 세정차

자동차 엔진에 고압펌프를 구동하고 호스의 선단에 특수노즐을 부착하여 강력한 분사수를 이용하여 관 내부를 세정한다. 중소구경관에 사용하며, 관경 150~450mm 전후에 가장 적합하다. 고압수 세정차는 관거 퇴적물을 맨홀부로 인출하는 작업이 신속하며, 퇴적물은 직접 오니흡입차로 반출된다. 수압은 100~170 kg/cm² 정도이며 토출수량은 200L/분 정도이다.

다. 진공식 흡입차

자동차에 진공펌프와 저류탱크를 적재한 것으로 양정이 5m를 초과하면 효율이 저하된다. 작업과정은 맨홀에 모아진 토사 등을 호스 끝단에 금속성 관을 연결한 흡입호스로 흡입하여 퍼올린다.

4.4.2 대구경관의 청소(Ø800m 이상)

대구경관의 청소에는 소구경관용의 기계, 기구로는 충분하지 않기 때문에 각 단면에 상당하는 크기의 소형차 또는 작은 배에 와이어 로프를 연결시키고 관거 내부로 들어가 인력으로 오니를 싣고 이것을 인력과 원치로 맨홀까지 운반해 지상으로 끌어 올리는 방식이다.

가. 준비공

시공장소의 상, 하류 맨홀을 열고 가스 측정기로 맨홀 및 관 내부의 안전을 확인하고 기록을 보존한다. 만일 관 내부의 공기에 이상이 있는 경우에는 송풍기를 사용하여 강제환기를 한 후 맨홀로 들어간다.

나. 청소공

오니흡입차 및 특수강력 흡입차 등을 상류맨홀의 상류측에 설치하고, 하류측을 향하여 청소를 시작한다. 이때 호스 앞부분을 잡은 작업원은 호스 안으로 큰 협잡물등이 흡입되지 못하게 하여 호스가 막히지 않게 주의를 하여야 한다.

흡입작업의 경우는 어느 정도의 물과 동시에 토사를 흡입하면 호스의 이동이 무거우므로 능률이 떨어지지 않게 주의를 요한다.

토사와 물로 흡입탱크가 차면 흡입호스를 배수구에 설치하여 관 내부로 물을 배수한다. 원칙적으로 1구간의 중간까지 청소가 되면 하류 맨홀로 이동하여 청소를 되풀이 한다. 하류맨홀의 경우도 배수는 별도의 호스를 사용하여 배수한다.

800 ~ 1,000mm까지의 관에서 토량이 10cm 이하로 퇴적된 경우에는 고압수 세정차를 사용하여 맨홀부근에 토사를 모아 진공으로 흡입하여 능률적인 작업이 되도록 한다. 관거에 토사가 적을 경우는 고압수 세정차로 맨홀 부근으로 굽어 모아 청소한다.

다. 연결관 청소

비닐, 종이, 나무 등으로 인하여 곡관부 및 접합부가 폐쇄되기도 하며, 유지류가 부착되어 유수단면이 축소되거나 폐색되기도 한다. 또한 지반의 부동침하가 발생하여 기능에 지장을 줄 경우도 있다. 작업준비와 작업 순서는 다음과 같다.

- 1) 물받이의 뚜껑을 연다.
- 2) 폐쇄되어 있는 내용을 판단한다.
- 3) 물받이와 본 관의 거리를 측정한다.
- 4) 소형 고압수 세정기를 사용하는 경우에는 플라스틱 탱크(500 L)에 물을 담아 연결관에 노즐을 사용하여 압력 30~50 kg/cm²을 가하여 분사하면서 전진한다.
- 5) 작업중 물받이의 수면에 기포가 발생하면 관통이 중단된 것으로 생각하여 ROD 또는 소형 세정기 노즐의 전진, 후진을 반복하여 시행한다.
- 6) 물받이의 연결관 입구가 물에 차 있어 내부를 볼 수 없을 경우 흡입차를 사용하여 물을 빼낸 후 연결관을 확인하고 청소작업을 시작한다.

라. 물받이 청소

관 내부 토사 퇴적의 최대원인 중의 하나는 우수받이 청소를 소홀히 한 데 원인이 있다. 물받이 청소는 통상 인력으로 준설한다. 진공식 흡입차 또는 블로우식 흡입차를 사용하면 용이하게 청소할 수 있다.

4.5 보수 및 재시공

4.5.1 연결관 접합부 보수

가. 갱생공사 후 연결관과 라이닝관의 접합부에 부분적 파손, 단차 등이 발생할 경우 접합부의 파손형태에 따라 보수부위에 그라우트 재료를 이용하여 지수하거나 보강체를 사용하여 구조적인 강도를 높이는 방법 등을 사용하여 보수한다.

나. 연결관 접합부 보수는 CIPP공법으로 관거를 정비한 후 관거 기능의 효율성을 높이기 위해 반드시 실시하여야 한다.

연결관 접합부 보수에 이용되는 에폭시수지는 경화시 기존하수관 모체 또는 라이닝관 모체의 강도보다 커야하며, 친수성수지를 사용하여 수중 작업이 가능하여야 하고 경화 후 내산성 및 알칼리성을 지닌 고강도이어야 한다.

다. 본관 입구 및 연결관 접합부 보수 시 폴리에스터 부직포에 열경화성수지를 함침시킨 보수재를 보수기재에 장착시켜 맨홀로 투입한 후 보수위치에 이동시켜 CCTV로 작업을 확인하면서 가압 밀착시키고, 보수기 내의 히터를 이용하여 경화시켜 관거 내부를 보수하는 방법을 사용할 수 있다.

라이너는 내구성, 내화성, 내식성이 강하고 다양한 넓이와 두께로 제작될 수 있다. 따라서 라이너는 파손부위별로 약 30cm 기준으로 재단하므로 30cm 범위내의 부분파손 보수보강에 유리하다.

4.5.2 들뜸

생애주기 동안 현장경화관은 사용재료의 성질 및 시공조건에 따라 시공구간 전반에 걸쳐 들뜸이 발생할 수 있다. 재료의 수축율을 고려한 들뜸은 관경에 따라 다를 수 있다.

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

