

공법 시방서

(건설신기술 제581호 UV공법)

공사명 : 상도권역 하수관 정비사업

2015. 09.

동작구청 안전치수과

공법시방서

1. 일반사항

본 시방은 노후된 하수관 정비방법 중 폴리에스터펠트(부직포)에 자외선의 광(光)경화 시스템을 이용한 UV공법 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 견인삽입하고 팽창한 후 자외선을 이용한 광(光)경화 장치를 관 종점부에서 시점부로 1회 이동시키면서 라이너를 광(光)경화시키는 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 관단부 장치를 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, 적용관경은D300mm ~ 1,200mm의 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 펠트로써 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 고형화 되어지는 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 코팅필름막을 말한다.

1.2.9 예열장치

라이너 내부에 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 원치 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

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

1.2.15 건점

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

1.2.16 들뜸

기준관 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 공사착수전 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·보관에서 부터 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.

수지 취급 및 보관방법 (표1.1)

구분	수지	첨가제
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:15~25C (기준17C) 	<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 손상 되기 쉬우므로 바닥면이 깨끗한 장소에 보관한다. 또한 운반시 거친 부분이나 날카로운 부분을 통과할 때는 라이너가 끌리지 않도록 주의 한다.

1.4.4 함침라이너의 안전관리

함침된 라이너는 화학적으로 매우 불안정한 상태이므로 온도에 매우 민감하며, 수지 자체의 요변도 때문에 내부에서 약간의 흐름현상이 있다.
따라서 보관 및 운반시 햇빛에 노출되지 않도록 차광비닐막 등을 사용하여 보관, 운반하여야 하며, 견인작업시 빛에 노출되는 맨홀부분에도 차광 비닐막을 사용하여 사전경화가 되지 않도록 한다.

1.5 사전조사

1.5.1 시공조건 확인

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

1.5.2 현장여건 파악

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

또한 갑작스런 교통량의 증가를 초래할 수 있는 주변 공사나 행사계획 등을 시공 시작수일 전에 파악한 후 공사 수행일을 조정하는 등의 대안을 마련 해야 한다.

1.5.3 설계도서 검토

본 공사에 앞서 제출한 시공계획서 등을 확인하여 공사 시행 전에 시공상의 문제점 여부를 재확인 한다. 특히 관련 장비 및 전문 기술자의 확보 가능성에 대하여 면밀히 검토한다.

1.6 작업공간 확보

(1) 시공자는 공사구간에 대한 사전조사 결과를 토대로 작업하고자 하는 맨홀과 맨홀사이의

공간을 확보하여야 한다.

또한 공사구간 내의 차량 통행에 지장이 없도록 하고, 차량이 통행 할 수 있도록 도로 를 개방하여야 한다. 시방서에 명시되어 있거나 공사 감독자의 승인을 얻을 경우에는

우회도로를 개설하거나 일부 확폭하여 차량을 우회 시킬 수 있다.

(2) 시공자는 차량통행을 원활히 할 수 있도록 하여야 하며 방호울타리, 경고 표시, 시선 유

도표지, 신호수 등을 설치 운용하여 공사작업장의 시설을 보호하고 이용자의 안전을 위

하여 필요한 조치를 취해야 한다.

(3) 시공자는 안전운행을 위하여 가로나 횡단보도를 설치하고 지속적으로 안전관리 하여야

하며 또한 비산먼지 등이 발생하지 않도록 주의한다.

(4) 주택가나 이면도로 상의 설치물에 지장받지 않도록 사전에 공사를 홍보 하여 주변지역

의 장애물이 사전에 이동조치될 수 있도록 협의한 후 공사구역을 확보한다.

(5) 시장 골목 등 협소한 지역이나 통행인 많아 주간에 공사가 어렵다고 판단될 경우에는

발주처 승인 득하여 야간공사를 수행할 수 있도록 계획하여 사전 작업공간 확보에 만전을 기한다.

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 용착시켜 제작한 것을 라이너라 하며, 이 라이너에 수지를 함침하여 제작한 재료를 함침라이너라 한다.

가. 폴리에스터 부직포 펠트

펠트는 기능상 시공과정에서 수지를 유지, 보호하며 경화과정을 통해 관의형상을 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℃

펠트 및 라이너 품질기준 (표2.1)

구 분		단위	품질기준	기준치
라이너 (튜브)	인장강도 (길이, 폭)	N	KS ISO 9073-3	980이상
	신장율 (길이, 폭)	%	KS ISO 9073-3	130이하

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 얻어 지는 물질로서 이 반응은 촉매를 사용하여 고압조건에서 에틸렌을 가열함으로써 이루어진다.

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

2.1.2 라이너의 설계두께

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

가. 부분파손관 설계두께 산정

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

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

여기서	P	=	지하수 수압(kg/cm ²)
	K	=	지지항상계수 (최소값 7.0)
	E_L	=	장기 휨 탄성계수 (kg/cm ²) : 재하기간(약50년)
	v	=	포아송 비 (평균 0.3~0.4)

$$\begin{aligned}
\frac{SD}{R} &= \text{표준 치수비 (D/t)} \\
D &= \text{기존관의 직경(mm)} \\
t &= \text{설계두께 (mm)} \\
C &= \text{형성 감소계수} = \left[\left(1 - \frac{q}{100}\right) / \left(1 + \frac{q}{100}\right)^2 \right]^3 \\
N &= \text{안전계수(3~5)} \\
q &= \text{본관의 형상율} = 100 \times \frac{(\text{평균내부관경} - \text{최소내부관경})}{\text{평균내부관경}} \\
&\quad \text{또는 } 100 \times \frac{(\text{최대내부관경} - \text{평균내부관경})}{\text{평균내부관경}}
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
q_t &= \text{파이프에 가해지는 전체 외부 압력(kg/cm}^2\text{)} \\
R_w &= \text{수중 부력 인자 (최소 0.67)} = 1 - 0.33(H_w/H) \\
H_w &= \text{관 상단으로부터의 수위 (m)} \\
H &= \text{관 상단으로부터의 토피 (m)} \\
B' &= \text{탄성 지지계수} = 1/(1+4e^{-0.213H}) \\
I &= \text{단면 2차 모멘트 (mm}^4\text{/mm)} = t^3/12 \\
t &= \text{설계두께 (mm)} \\
C &= \text{형성 감소계수} \\
N &= \text{안전계수} \\
E'_s &= \text{토양 반력계수 (kg/cm}^2\text{)} \\
E_L &= \text{장기 탄성계수 (kg/cm}^2\text{)} \\
D &= \text{관의 평균 내부 관경(mm)}
\end{aligned}$$

상기 식에서 산정된 두께는 다음식에 의해 산정된 최소두께를 만족하도록 설계한다.

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

다. 관경별 라이너두께 산정

본 구간은 기존관의 상태를 조사한 결과에 따라 관거의 변형율이 10%이하인 부분파손관 구간에 대해 중력관으로 라이너두께를 설계하였으며, 설계하중은 평균토피가 2.0m이하인 점을 고려하여 토압과 활하중을 지지할 수 있으므로 외수압(지하수압)을 고려하여 라이너두께를 산정하였다.

라이너 설계두께 (표 2.3)

관경(mm)	300	400	450	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
라이너두께 (mm)	3.0	4.0	4.5~ 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 관정보다 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 여유 길이를 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.

라이너길이 산정 시 견인으로 인한 장력으로 라이너의 변형 및 손상을 고려하여 라이너의 종방향 인장허용 길이는 총 길이의 5%를 넘지 않도록한다.

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 사용수지

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

사용수지의 물성 (표 2.4)

구 성 물	주 요 성 분	역 할	비 고
수지	불포화폴리에스테르 (Unsaturated polyester)	주재료	
광개시제	자유라디칼 발생형 (Phosphine Oxide Type)	수지가 결합을 형성 할 수 있도록 반응개시.	
점도조절제	스티렌모노머 (Styrene Monomer)	경화반응시 결합반응을 촉진시키는 중간 결합물질.	
점성제	산화 마그네슘 (Magnesium)	함침수지의 저장성용이.	

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 함침라이너 제작

3.2.1 수지배합

수지량은 시공조건을 고려하여 수지공급업체가 적량의 배합비율을 준수하여야 하며, 감리 감독자는 시공사로부터 사전에 제출받은 품질관리계획서를 참조하여 검사하도록 한다.

가. 수지는 라이너의 설계두께와 펠트의 공극을 채울수 있는 충분한양이어야 한다.

나. 주입량은 CIPP의 허용기준인 설계두께는 KS M 3550-9:2013R의 기준을 만족 시킬 수 있도록 주

입
한다.

3.2.2 진공

가. 진공작업은 라이너의 공기를 외부로 배출시키는 공정으로써, 수지를 라이너에 주입하
기

전 시작하여 수지주입 전과정에서 걸쳐 수행되어야 한다. 이것은 수지를 라이너 내에
함침할 때 원활한 주입작업을 도모하고 경화된 라이너에 기포에 의한 건점이 형성되
는

것을 방지하기 위한 것이다.

나. 수지 주입속도 35m³/hr 이상의 흡입용량을 가지는 진공펌프를 사용한다.

다. 수지 주입전 진공기준은 500~600mmHg이다.

라. 라이너 길이 방향에 적당한 간격을 유지하며, 양끝지점과 필요시 중간 지점에서 진공
작

업을 수행한다.

마. 펠트내의 철저한 공기배출을 위하여 함침작업전 일정시간 이상 진공상태를 유지시킨
다.

3.2.3 사전준비

함침작업시 일단 수지가 라이너에 주입되면 공정을 다시 되돌릴 수 없으므로 함침작업
전에

다음의 사항을 철저히 점검하여야 한다.

가. 라이너의 길이, 관경, 두께 등이 설계치수대로 제작 되어있는지 라이너의 밀봉상태 여
부를

확인한다.

나. 함침작업장의 외부의 빛(햇빛)에 노출되어 있는지 확인한다.

다. 함침장비가 제대로 작동되는지 확인한다.

라. 라이너가 수지에 완전히 함침 되도록 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 튜브

는 수지로 완전히 포화되어야 하기 때문에 주입속도는 진공속도 이하로 한다.

롤러컨베이어에 튜브를 올려놓고 진공작업을 시작한다. 진공작업은 함침작업을 시작하기 전에 시작하고 수지 주입구 주변이 진공되었으면 수지 혼합기에 부착된 호스와 튜브의 끝에 미리 설치한 주입호스를 연결하고 수지 주입을 시작한다.

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 운반되는 시간동안 자체 이동 및 화학적인 변화가 없도록 물리, 화학적인 조건을 유지하여야 한다.

라이너 내에 함침된 수지는 화학적으로 매우 불안정한 상태에 있어 외부의 빛(햇빛)에 매우 민감하기 때문에 저장 및 운반시 주의해야 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 사전에 시간을 정하여 홍보 등의 조치를 취하여야 한다.

(공사시 오수유입이 예상되는 구간은 야간 24시 이후 공사 시행토록 협의)

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 전문기술자의 확보 가능성에 대하여 면밀히 검토하여야 한다.

4.1.3 안전조치

가. 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 한다.

나. 유해가스 예방조치

유해가스는 하수관거 퇴적물이 많거나, 유독성 공장폐수가 유입되기 쉬운 장소, 주유

소,

자동차 수리공장, 도장업, 세탁소 등 가연성 물질업소가 밀집 되어 있는 장소에 발생하기 쉽다.

이 구간의 갱생공사 시행 시에는 특히 유해가스에 조심하여야 하며, 작업구간의 맨홀사이

가
먼 경우에는 주변 맨홀뚜껑을 모두 개방하고 강제 배기장치를 이용하여 환기시키도록 한다.

특히 관로 내 사람이 출입할 경우에는 반드시 2인1조로 하고, 산소검지기, 가연성

가스
검지기 설치 및 작업자는 산소통과 산소마스크를 반드시 착용하여 유해가스로 인한

안
전사고 발생에 특히 주의하여야 한다.

다. 맨홀 상부 집진시설 설치

작업시 맨홀부위에서 유출되는 공기오염을 방지하기 위하여 집진기 (가로0.5m*높이
1.4m), 맨홀흡입덕계(지름648mm)를 설치하여 외부로 유출 되는 냄새를 최소화토
록

조치한다.

라. 우수 및 추락에 대한 안전조치

관 내부 작업 시 상류지역의 강우로 인하여 수위 및 유속이 급격히 증가함으로 인해
예상치 못한 안전사고가 발생할 수 있으므로 공사전 기상예보 및 상류지역의 우수시
설의

사전점검을 실시하고, 우천시에는 가능한 작업을 중단하도록 한다.

또한 맨홀 출입시 사다리에서 추락하거나 지상의 기구가 떨어지는 경우가 있으므로
불필요한 공구는 맨홀주변에서 미리 정리하고 안전모 착용 및 부식된 사다리 등의 시설물
은

선 안전조치 후 시공하도록 한다.

마. 견인작업시 안전사고 유형 및 조치방안

견인시 유니치 오작동 및 와이어 단락으로 인한 타격사고 발생 방지를 위하여 견인
시

시점부, 종점부 작업인원은 항상 무전기를 사용하여 연락하고 안전한 상태에서 견인 작업을 시행 할 수 있도록 한다.

4.2 준설 및 세정

4.2.1 중소형관(Ø800mm이하)

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 특수 노즐을 부착하여 강력한 분사수를 이용하여 관 내부를 세정한다.

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

4.2.2 대형관(Ø800mm이상)

가. 토량이 10cm이상 퇴적된 경우 오니흡입차 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 청소를반복한다.

나. Ø800~Ø1200mm의 관에서 토량이 10cm 이하로 퇴적된 경우에는 고압 살수세정차를

사용하여 맨홀부근으로 토사를 모아 진공으로 흡입한다.

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

4.2.3 세정 및 흡장장비

차량제원		세정장치		흡입장치	
전장	10,225mm	형식	고압 플런저 펌프, MKS50	형식	고성능 에어인젝션 블러워
전폭	2,495mm	성능	285lpm	제조국	이탈리아
전고	3,750mm	회전수	1,500rpm	진공도	90%
축간거리	6,100mm	압력	300bar	최대풍량	5,950m ³
엔진출력	400ps/1,900rpm	소요마력	136KW	구동방식	벨트구동
구동방식	6×4	구동방법	직결구동		

4.3 관로의 검사

가. 기존자료를 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, 유독가스, 가연성가스, 산소 측정

④ 연결관 : 크기, 형태, 방향, 균열, 파손, 돌출 등

⑤ 맨홀 : 깊이, 직경, 형태, 인버트 형태

마. 기존관 단차, 파손 및 이음부 결함, 균열, 돌출부 사전보수

① 단차, 요철, 균열, 파손, 이음부, 돌출부 : 파손된 부분을 급결시멘트, 그라우트, 자갈

등의 뒷채움재 재료를 이용하여 메우고 먼처리를 실시하며, 균열부분은 초속경시멘트

를 사용하여 미장보수 하고, 연결관돌출부는 컷터키 및 그라인더 등으로 돌출부 제거 및 조적등을 사용하여 깨진부분을 보수하여 공사전 기존관 보수공사를 선행

토록 협의
진행한다.

② 잔류수, 누수 : 물돌리기를 시행하여 우수, 오수 및 지하수 유입을 사전에 차단한다.

③ 돌출물, 몰탈, 레미콘슬러지 기타 오염물질 부착물(장애물) 제거는 세정차량 및 인력

작업을 병행하여 청소하며, D800mm이상 관로에서 인력작업으로 제거함을 원칙으로

한다. 확인방법 및 기준은 오염물질, 퇴적물, 이물질 등이 모두 제거가 되어져야 하며

CCTV조사장비 및 육안조사를 실시하여 면밀히 검사하도록 한다.

바. 관로조사 및 검사시 책임기술자(모니터링 기술자)를 지정하여 조사 및 검사를 시행도

록 하며, 유지관리시에도 책임기술자가 점검함을 원칙으로 한다.

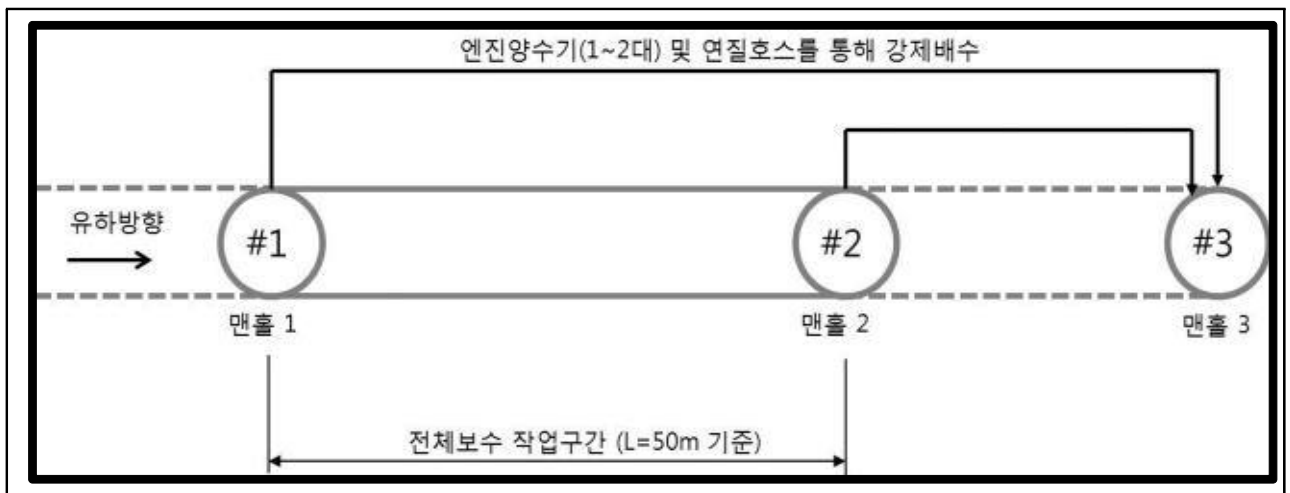
4.4 물돌리기

비굴착 공사중인 하수관거에 하수가 흐를 경우 들뜸현상 및 경화저하 현상이 발생할 수 있으므로 철저한 물돌리기가 필요하며, 특히 하수량을 고려하여 지수플러그 설치 위치 및 개소를 산정하고, 작업에 지장이 없도록 충분한 물돌리기를 하도록 한다.

이때 펌프와 배수관은 흐름이 용이하도록 적절한 용량과 길이를 확보하여야하며 이 구역의 하수도 사용을 일시 정지시킬 수 있도록 주변지역에 홍보를 시행한다.

물돌리기에 필요한 주요장비는 수중펌프, 연질호스, 발전기, 공기압축기 등이며, 현장여건에 따라 개소 및 수량을 적절히 조절하며, 구간별 개소별로 도면화 하여 시행한다.

물돌리기 예시도 (그림 4.1)



4.4.1 하수의 유량산정

물돌리기를 위한 펌핑량을 결정하기 위해서는 하수의 유량을 계산함으로써 요구되는 펌핑량을 결정해야 하며, 물돌리기 펌핑량은 미리 유체연구자나 설계연구자와 상담하고 그 수위에 대한 맨홀의 조사, 근처 펌프장의 러닝미터를 체크, 주기적인 유량측정을 실시함으로써 얻을 수 있다.

유량측정은 보통 파이프에서 물의 깊이 기록, 파이프 관경과 슬로프 측량으로 수행된다. 만류상태에서의 유량은 원형파이프에 관한 Manning공식에 이러한 요소들을 대입함으로써 계산되어 진다. 펌프의 형식은 물돌리기가 실시될유체에 의해서 좌우되며, 지수플러그는 모래주머니나 상업적인 하수관 플러그가 사용된다.

$$Q = A \cdot V$$

$$V = \left(\frac{1}{n} \right) \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

여기서,

Q = 유량(m³/초)

A = 유수의 단면적(m²)

V = 유속(m/초)

n = Manning의 조도계수

R = 경심(m) = (A/P)

P = 유수의 윤변(m)

I = 동수경사 ($^{\circ}/_{00}$, m/m)

4.4.2 배출파이프의 크기

펌프의 흡입구경은 토출량과 펌프흡입구의 유속으로부터 아래의 식에 의해 정해진다.

$$D = 146 \left(\frac{Q}{V} \right)^{\frac{1}{2}}$$

여기서,

D = 펌프의 흡입구경(mm)

Q = 펌프의 토출량(m³/분)

V = 흡입구의 유속(m/초)

단, 흡입구의 유속은 펌프의 회전수 및 흡입실양정 등을 고려하여 정한다.

4.4.3 총양정

펌프에 요구되는 마력을 결정하기 위해서 총양정이 계산되어야 하며 총양정은 실제양정과 마찰손실의 합계로 계산된다. 속도수두는 3m/초 보다 작을 때는 무시하는 것으로 가정한다. 실제양정은 흡입호스에서 물표면 수위로부터 흡입호스의 가장 높은 지점까지의 수직거리이다.

마찰손실은 배출파이프, 구부러진 부분과 연결부(fitting)를 통하는 수도손실 등이다. 총양정은 실제양정과 펌프에 부수된 흡입관, 토출관 및 밸브의 손실수두를 고려하여 아래의 식에 의해 정해진다.

$$H = h_a + h_{pv} + h_o$$

여기서,

H = 총양정(m)

h_a = 실제양정(m)

h_{pv} = 흡입 및 토출관의 손실수두의 합(m)

h_o = 토출관 말단의 잔류속도수두(m)

실제양정은 펌프의 흡입수위 및 배출수위의 변동, 범위, 계획하수량, 펌프특성, 사용목적 및 운전의 경제성 등을 고려하여 정한다.

4.4.4 유효흡입수두

흡입 상승(suction lift)과 함께 바이패스 펌프가 선택되면 유효흡입수두가 계산되어야 한다. 이용 가능한 유효흡입수두는 선택된 펌프의 요구 유효흡입수두를 초과해야 한다.

$$\text{이용가능 } NPSH = H_{ab} \pm H_s - H_f - H_{vp}$$

여기서,

H_{ab} = 계산에 따른 절대압력

H_s = 펌프의 센터라인에 대한 액체 정수위

H_f = 마찰수두와 흡입파이프 입구에서 손실

H_{vp} = 액체의 증기압력

4.4.5 배출파이프 및 토출량

흡입 / 토출관직경	총양정	흡입양정	토출량
3인치	23m	7.5m	1,100(ℓ /min)

4.5 견인삽입 및 팽창

4.5.1 견인

가. 견인작업전 CCTV조사 장비를 사용하여 물고임 현상 및 침입수 유입여부를 확인하도록

하며, 견인시 상류맨홀 및 연결관부분에서 침입수 발생을 방지 하기 위해 물돌리기를 병행하며 견인작업을 실시하도록 한다.

나. 파워윈치를 사용하여 함침라이너를 시공구간내로 삽입시키는 것으로 견인시 특히 곡선

부분 등에서 라이너가 마찰로 인한 손상을 입지 않도록 주의해야 한다.

다. 견인에 의한 함침라이너의 삽입 후 기존관 내부에 밀착될 수 있도록 공기압을 가하며,

이때는 관경별 유효압력을 준수해야한다.

라. 파워윈치는 함침된 라이너를 관 내부로 유입시킬 때 필요한 장비로 라이너에 설치된

관단부장치의 어셈블리를 파워윈치에 연결하여 잡아당긴다.

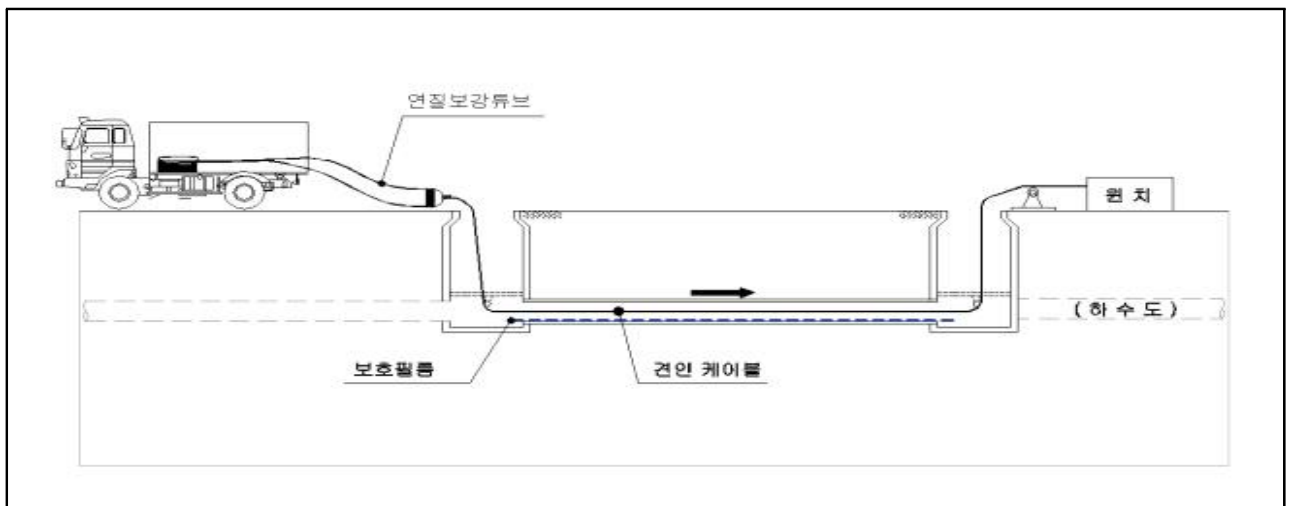
마. 견인시 라이너가 마찰로 인한 손상을 입지 않도록 주위하고 견인시 라이너가 바닥면에

끌려서 손상되지 않도록 보호시트 설치 및 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 현장여건에 따라 조정하여야 한다.

견인삽입 단면도 (그림 4.2)



4.5.2 팽창

가. 견인 완료 후 시점의 라이너 인입부에 자외선 보호통을 설치하고, 보호통 내부에 자외선

조사장치(자외선램프)를 인입하고 시점단부에 관단부장치를 설치한다.

나. 견인로프를 이용하여 자외선조사장치를 종점부까지 견인한다.

다. 콤프레셔에서 공기를 공급받아 라이너를 확장시킨다.

라. 공기압력은 관경에 따라 $0.2\text{kg}/\text{cm}^2 \sim 0.6\text{kg}/\text{cm}^2$ 를 유지하고, 유속은 $0.7\text{m}/\text{sec} \sim 1.3\text{m}/\text{sec}$ 를

유지시킨다.

마. 관경별 사용공기압은 다음을 준수하되, 현장여건에 따라 조정한다.

관경별 사용공기압 (표 4.1)

관경(mm)	사용공기압(kg/cm ²)	관경(mm)	사용공기압(kg/cm ²)
300	0.50 ~ 0.60	800	0.35
450	0.40 ~ 0.50	900	0.35
500	0.40	1000	0.30
600	0.40	1100	0.30
700	0.35	1200	0.30

4.6 광(光)경화

4.6.1 관단부장치 설치

가. 자외선이 광경화수지에 조사되면 자외선이 직접 수지에 흡수되는 것이 아니라 수지 중에

혼합된 강개시체에 특정파장 범위를 중심으로 조사된 자외선 빛이 흡수되어 라디칼 반응을

일으켜 경화가 진행된다. 따라서 자외선램프의 출력은 광개시체에 전달되는 에너지 양과

직접적인 관계가 있으며 출력량이 큰 자외선램프를 사용 할수록 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 하며, 최소 발열에 의한 관내부 하한치 온도는 평균40~50℃내외로

유지되도록 한다.

라. 관 내부의 온도체크는 자외선조사장치에 연결된 온도검측센서에 의해 전달된 광경화차량의

모니터에서 실시간 확인하여야 한다.

마. 관단부장치 설치시 라이너가 장시간 햇빛에 노출되지 않도록 설치하여야 하고, 시공 중

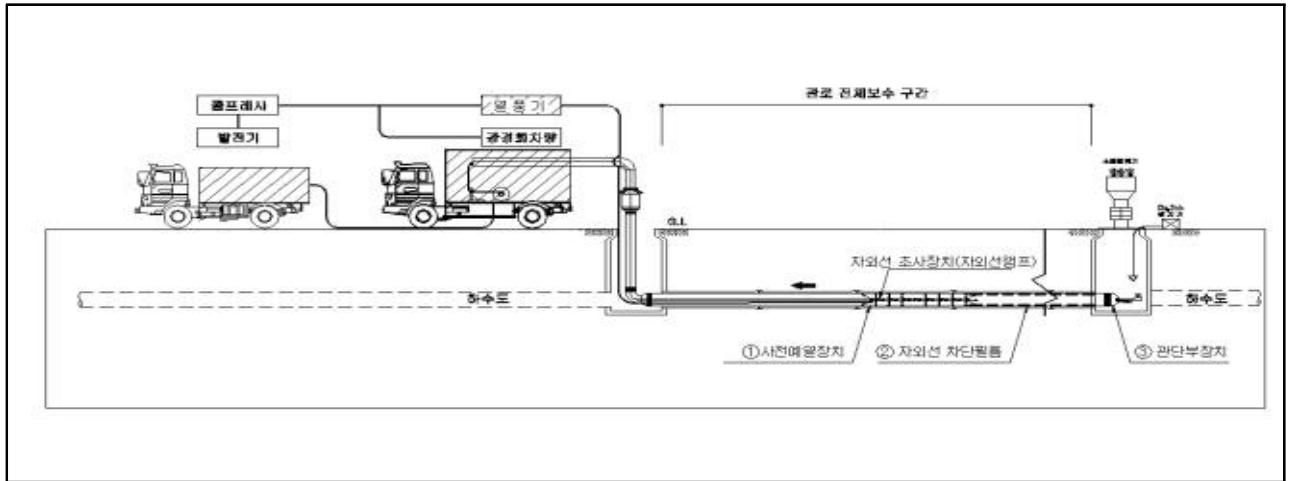
맨홀 종점부에서 작업자가 공기배출 여부를 항상 체크하여야 한다.

4.6.2 자외선 조사

가. 광경화 차량으로부터 자외선조사 시스템을 가동하여 공기공급방향과 역 방향으로 자외선 조사기를 이동 시키면서 광경화를 진행한다.

나. 자외선램프는 환경에 따라 6개의 수은램프를 직렬로 연결하여 사용한다.

자외선조사 단면도 (그림 4.3)



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 소음 억제를 위하여 탈취기(소음기)를 설치하여 공사안전에 만전을 기한다.

사. 환경별 라이너 두께에 따른 자외선조사시간(경화시간)의 표준은 다음과 같으며 이 조사

시간표는 시험을 통한 표준 데이터로써 관로상태, 시공길이, 현장여건 등의 제반조건을

고려하여 현장에서 유기적으로 조정하여야 한다.

아. 경화완료 후 경화시 소요되는 시간, 온도, 압력 등을 체크한 측정자료를 발주처에 제출

하도록 한다.

환경별 두께별 자외선 조사시간(표준) (표 4.2)

(cm /

분)

관경 (mm)	두께(mm)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	자외선 광원										
300	1000W×6	80 ~ 84		77 ~ 80							
350 ~ 400	1000W×6	60 ~ 63		56 ~ 60		52 ~ 56					
450	1000W×6	56 ~ 60		52 ~ 56		42 ~ 45					
500 ~ 600	1000W×6			45 ~ 50		42 ~ 45		38 ~ 42			
700 ~ 800	1000W×6					42 ~ 44		37 ~ 38		30 ~ 32	
900 ~ 1000	1000W×6							35 ~ 37		28 ~ 30	
1100 ~ 1200	1000W×6									26 ~ 28	

4.7 연결관 천공(관입구마무리) 및 비산분진 대책

4.7.1 연결관 천공

가. 경화관 설치 후 기존에 접속되어 활용되던 연결관은 정확한 위치에 천공 되어져야 한다. 나. 관경 800mm미만의 사람이 들어갈 수 없는 경우에는 CCTV조사기, 로봇천공기, 발전기,

공기압축기 등의 천공장비를 이용하여 연결관 부위를 천공한다.

다. 관경 800mm 이상의 사람이 들어갈 수 있는 경우에는 발전기, 천공기, 엔진톱, 산소농도

측정기 등을 이용하여 인력천공을 실시한다.

4.7.2 연결관 천공시 비산분진 대책

관 단부 및 연결관 천공작업을 수행할 때 엔진톱 등에 의해 절단되는 분진가루가 맨홀 내부 및 맨홀 외부로 유출될 수 있다. 따라서 작업자는 안전모, 분진복, 분진마스크 등 안전장비 착용하여 분진가루가 피부에 접촉되는 것을 차단하도록 하고, 맨홀 입구에 송풍기와 집진장치를

설치하여 맨홀 내부의 분진가루가 공기중으로 유출되는 것을 억제하도록 한다.

4.7.3 연결관 접합부 보수

가. 기존 연결관과 라이닝관의 접합부에 부분적 파손, 단차 등이 발생 할 경우 접합부의 파손형태에 따라 보수부위에 그라우트 재료를 이용하여 지수하거나 보강체를 사용하여

조적인 강도를 높이는 방법 등을 사용 하여 보수한다.

나. 연결관 접합부 보수는 UV공법으로 관거를 보수한 후 관거 기능의 효율성을 높이기 위해 반드시 실시하여야 한다. 연결관 접합부 보수에 이용되는 그라우트 재료는 경화시

기존하수관 모체 또는 라이닝관 모체의 강도보다 커야 하며, 수중작업이 가능하여야 하고 경화 후 내산성 및 알카리성을 지닌 고강도이어야 한다.

다. 접합부 보수 시 라이너에 열경화성수지를 함침시킨 보수재를 보수기재에 장착시켜 맨홀로

투입한 후 보수위치에 이동시켜 CCTV조사기로 작업을 확인하면서 가압 밀착시키고, 보수기 내의 히터를 이용하여 경화시켜 관저 내부를 보수하는 방법을 사용할 수 있다.

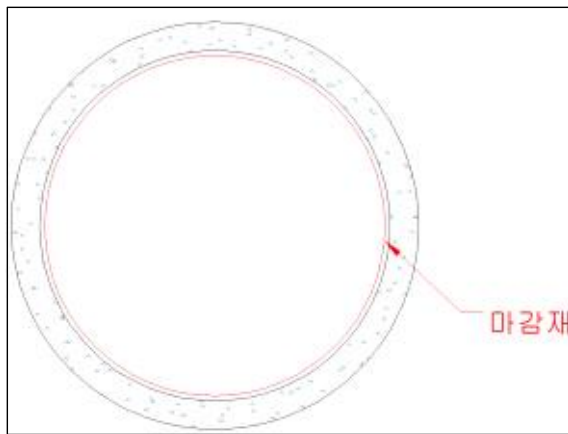
4.7.4 관입구 마무리

관입구의 경화된 라이너는 시간이 지남에 따라 하수 등의 영향으로 기존관과 라이너 층에 들뜸, 박리 등이 발생 할 수 있다.

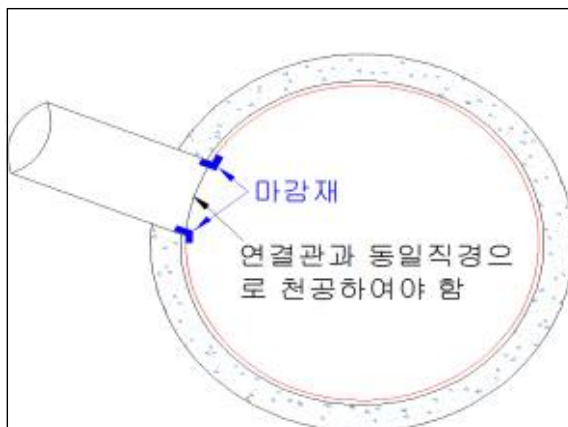
따라서 라이닝관 절단 후 관입구 부분에 초속경시멘트를 사용하여 기존관과 라이닝관의 틈새

및 절단부분으로 하수 및 이물질이 침투하지 못하도록 1~2회 (원둘레를 따라360°) 도포하여 준다.

(관입구마무리)



(연결관접합부 보수)



4.8 단위 구간별 시공순서 및 예정시간표

단위별 공사구간에는 다음 표에 제시된 작업시간을 표준으로 하되, 현장여건 및 기후변화에 따라 조정하여 시공한다.

시공순서 및 예정시간표 (표 4.3)

(50m기준)

작업공종		작업내용	소요시간	검측항목	비 고
사전 작업	기존관 CCTV 조사 및 육안조사	①관경 및 연장 확인 ②파손부위 및 장애물 현황 파악	1-3시간	CCTV 조사, 육안조사	
	준설 및 세정	①슬러지, 이물질 제거 및 세정	2-4시간	CCTV 조사, 육안조사	
	연결관 절단 관내부 정리	①돌출된 연결관 절단 ②관내부 장애물 제거	2-4시간	CCTV 조사, 육안조사	
전 체 보 수	작업준비	①자재반입 및 장비, 인원 배치 ②교통처리 계획에 따른 차량 및 보행자 통행로 확보 ③물막이설치 및 물돌리기	1-2시간	자재공급원서류검사 및 현장검수	
	견인삽입	①견인속도를 준수하여 견인삽입	0.5-1시간	견인속도는 D600mm미만 : 2.0~3.0m/분 D600mm이상 : 1.5~2.5m/분 (현장여건에 따라 조정 가능)	
시 공 당 일	관단부설치 및 자외선조사램프 삽입	①관단부장치 설치 ②공기압력을 이용하여 확경 ③자외선조사램프 삽입	0.5시간	공기압력은 관경에 따라 0.2kg/cm ² ~0.6kg/cm ² 을 유지	
	자외선 경화	①광경화시스템 장비를 사용하여 광경화 진행 ②경화 중 모니터를 통하여 실시 간 경화과정 체크	2-4시간	공기압력은 관경에 따라 0.2kg/cm ² ~0.6kg/cm ² 을 유지 자외선램프이동속도 0.3m/분 ~ 1.0m/분	
	라이닝관 절단	①경화 후 관단부장치 해체 및 라이닝관 절단	0.5시간	각 구간별, 구경별 두께측정 및 시편채취	
	연결관 천공	①기존관에 연결되어 있던 연결	0.5-1시간	CCTV 조사, 육안조사	

	관을 천공			
관입구 마무리	①절단한 관입구 부분을 마감재 (초속경시멘트 등)를 사용하여 마무리	0.5시간	CCTV 조사, 육안조사	
CCTV검사 및 육안검사(통수)	①CCTV조사기를 사용하여 검사 및 육안검사	0.5-1시간	CCTV 조사, 육안조사 전체표면조사, 내부점검 실시	

※ 공종별 소요시간은 현장여건에 따라 변경 될 수 있음

5. 품질관리

5.1 경화된 라이너의 물리적 성질

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

라이너의 물리적성질(CIPP기준적용) (표 5.1)

시험항목	품질기준	시험방법	비 고
굴곡강도	30MPa이상	KS M 3015	
굴곡탄성률	1.7GPa이상	KS M 3015	
내화학성	초기굴곡탄성률의 80%이상(MPa)	KS M 3015	
기밀성	1.5kpa이하	-	

5.2 검사대상 및 빈도

시료는 현장에서 경화된 라이너로부터 채취하며 다음과 같은 방법으로 준비하며, 환경 및 두께는 물론 공사구간 등 시공조건이 변화하는 갱생관의 대하여 1회 이상 시행한다.

5.2.1 시료채취 지점

라이너 시료는 공사 전구간에 대해서 채취하여야 한다.

시료는 동일 환경으로 경화된 중간지점(천공한 부분) 또는 단부지점의 경화된라이너 단면에

서 채취하며, 이때 동일환경이 유지되어야 한다.

5.3 현장품질관리

설치가 완료된 관은 전 구간에 대해 연속적이어야 하고, 수지의 건점, 들뜸, 박리 등이 없어야 하며 만일 이러한 상황이 발생시에는 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 측정 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 설계두께는 KS M 3550-9:2013R의 기준을 만족시켜야 한다.

5.3.2 시공 중 및 시공 후 보수방안

가. 들뜸

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.

나. 요철 및 주름

경화된 라이너는 주름이 발생하지 않아야 하지만 기존관의 단차 및 이음부, 곡관 등의 부위에 미세하게 주름이 발생할 수 있으며, CCTV조사기를 이용하여 경화 라이너의 요철 및 주름을 측정하고 합격여부를 판단할 때 표면의 요철 및 주름의 크기가 실제보다 과장되게 느껴진다는 것을 염두에 두고 검사를 실시한다. 이때 발생한 주름에 대하여 현장검사 기준(표5.4) 불합격시 보수를 해야한다.

다. 건점

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

라. 박리

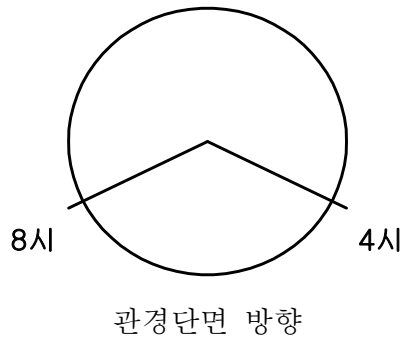
본 시공관의 라이너를 구성하는 섬유재와 필름이 완전히 부착되지 않은 경우에 발생되며, 박리현상이 발견되었을 경우에는 해당부위를 절취하여 상온 경화성 수지혼합물로 채운다.

5.4 현장 검사 및 불합격 시 조치방안 (표 5.4)

검사항목	검사방법	기준치	불합격시 조치방안
두께	중간지점(천공한 부분) 및 단부지점의 경화된 라이너를 채취하여 버니어캘리퍼스를 사용하여 두께측정	KS M 3550-9:2013R CIPP 두께 기준	- 현장튜브의 실제 측정 두께를 실제의 탄성율, 타원율 수치를 사용하여 수축 경화된 라이너의 외부수압에 대한 휨강도점검 설계식으로 검증 한 후 이상 발견시 통수단면을 고려한 후 얇은 두께로 재시공
들뜸	CCTV검사 및 육안검사	줄자 또는 레이저 측정기로 관 직경 측정. 관경의 최대 2%	- 부분적으로 발생시 해당부위 제거 후 상온경화성 수지 혼합물로 부분보수 - 전반적으로 발생시 재시공
주름	CCTV검사 및 육안검사	곡관부 종횡방향 주름의 한계치 : KS M 3550-9:2013R	- 주름이 발생한 부분을 관표면과 동일하게 연마한 후 상온경화성 수지 혼합물로 부분보수 시행
균열	CCTV검사 및 육안검사	전체표면조사 후 연속적으로 발생된 경우	- 부분적으로 발생시 해당부위 제거 후 상온경화성 수지 혼합물로 부분보수 - 전반적으로 발생시 재시공
박리	CCTV검사 및 육안검사	전체표면조사 후 연속적으로 발생된 경우	- 부분적으로 발생시 해당부위 제거 후 상온경화성 수지 혼합물로 부분보수 - 전반적으로 발생시 재시공

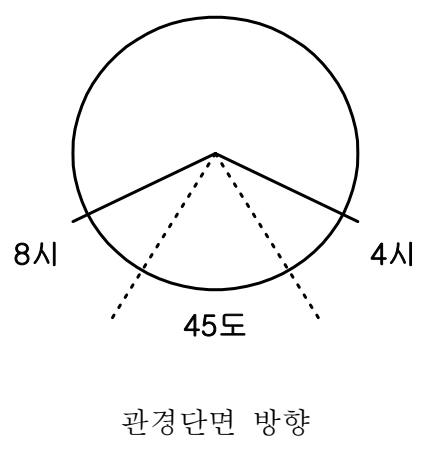
불합격 기준 적용 세부사항 (들뜸, 건점, 박리, 균열) (표 6.2)

발생위치	들뜸	건점	박리	균열	비고
4 ~ 8시 방향	횡: 50mm 이상 종: 150mm 이상 (면적 : 7,500mm ²)			크랙폭 : 0.2mm 이상 길이 : 150mm 이상	해당부위 제거 후 상온경화성 수지 혼합물로 부분보수
8 ~ 4시 방향	횡: 100mm 이상 종: 150mm 이상 (면적 : 15,000mm ²)			크랙폭 : 0.2mm 이상 길이 : 200mm 이상	
전반적 발생	시공연장에 상관없이 관로 전반에 나타나는 들뜸, 건점, 박리, 균열 등은 재시공				



불합격 기준 적용 세부사항 (요철, 주름) (표 6.3)

기준관의 불규칙도 범위	CIPP의 주름허용치 (관경의 %)			
	종 방 향		횡 방 향	
	4~8시 방향	8~4시 방향	4~8시 방향	8~4시 방향
A	2	5	2	2
B	5	10	5	10
C	*	*	*	*



- 범위 A는 기준관이 직선형이며, 단차와 변형이 없고 내면이 일정한 곳에 적용한다.
- 범위 B는 반경 6m 이상의 굴곡이 있으며, 단차가 관경의 10%이하이고, 변형이 10%이하이거나

원주길이 변화가 5%이하인 곳에 적용한다.

- 범위 C는 범위 B의 한계를 초과하거나 2개 이상의 조건이 하나의 관경 연장에 대해 적용될 때이다.
- 종방향 요철이란 하수관의 종방향 45°범위내에서 주름이 발생한 것이다.
- 횡방향 요철이란 하수관의 종방향 45°범위를 초과하는 주름이 발생한 것이다.
- 주름의 허용치 일반기준
 - KS M 3550-9:2013R 기준 관경의 10%미만
 - 서울시 심의의결사항 3~5%미만

5.5 하자발생의 예방대책

(1) 경화작업시 공기압력은 들뜸 및 박리현상과 밀접한 관계가 있으며, 이러한 현상을 방지하기

위해서는 시공시 관경별 사용 공기압(0.2~0.6kg/cm²)을 준수하여 시행하여야 한다.

또한 경화 작업시 관내에 하수가 흐를 경우 들뜸현상 및 경화저하 현상이 발생 할 수 있으므로 철저한 물돌리기를 시행하고, 라이너 제작 과정에서 핀홀 발생이 생기지 않도록

철저한 자재관리와 경화시 충분한 경화가 이루어지도록 시행하여야 한다.

(2) 기존관의 이음부 단차, 부분파손 등으로 시공 후 주름 및 요철이 발생 할 수 있으므로

사전에 이음부 및 연결관 인입부분에 깨져 있거나 단차가 발생하여 공극이 생긴 부분을

급결시멘트, 그라우트, 자갈 등의 뒷채움재 재료를 이용하여 기존관에 발생 되어 있는 공극

및 단차발생 부위를 모두 메우고 면처리를 실시하여 주름 및 요철이 발생 하지 않도록

시행하여야 한다.

5.6 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.

5.6.1 관거의 원상회복

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

5.6.2 도로 및 교통제한의 원상회복

공사 안내판 철거 등 민간출입 통제를 즉시 해제한다.

5.6.3 폐기물 처리

본 공사로 인하여 도로 등에 발생한 수지 잔류물 등은 폐기물 관련법규에 의해 처리 한다.

5.7 완성품 관리

관 내면에 대한 보수내용을 확인할 수 있도록 해당구간의 관내부를 CCTV촬영 하여 상세하게

수록한 보고 자료 및 준공도서를 함께 제출한다.

5.8 시공단계별 시공관리 및 품질관리 기준 (표 5.5)

항목	시공 및 품질관리 기준	기록대장
함침라이너 현장검수	사용 라이너의 중·횡방향 최소 허용 인장강도 만족 여부(공인기관에 의뢰한 시험성적 결과로 확인)	
	액상수지, 경화수지의 품질시험(수지 제작자로부터 공급받고, 공인기관의 시험결과 여부 확인)	
	현장에 반입된 함침라이너의 사전경화 여부 및 품질 상태 점검(라이너 손상 및 수지흘러내림 등)	
견인삽입의 시공성	견인속도시간의 적정성(1.5 ~ 3.0m/분 유지)	
	관단부장치 설치 상태	
자외선경화의 시공성	광경화시스템 가동 및 자외선 램프 작동 상태	
	공기압력 유지(0.2 ~ 0.6kg/cm ²)	
	경화 시 자외선조사램프의 이동속도 체크	
	경화중 라이너의 경화 진행상태 및 경화완료시간 (관경별 경화시간 준수)	
관단부처리의 시공성	경화된 라이너의 관단부 절단및 단부 밀착상태	
	관단부 마무리의 상태	
시공관 내부의 경화된 라이너 상태를 CCTV 또는 육안검사 시행	시공된 라이너 내부의 들뜸발생 유무	
	시공된 라이너 내부의 주름발생 유무	
	시공된 라이너 내부의 균열발생 유무	
	시공된 라이너 내부의 박리발생 유무	
품질검사 (시공 완료된 시편채취 후 공인기관에 의뢰하여 품질검사시행)	경화된 라이너의 두께측정 (KS M 3550-9:2013R CIPP 두께 기준)	
	굽힘강도 30Mpa 이상 품질확보	
	굴곡탄성율 1.7GPa 이상 품질확보	

5.9 라이너 제작시 품질확인 기준

단계별 시공공정	품질확인 항목	품질확인 기준	기준치 미달시 대처방안	비 고
자재생산	진공압력	500mmhg이상	진공압력 미달일 경우, 진공작업 실시하여 적정압력 이상일 경우 함침작업 시행	
	진공펌프 흡입용량	규격 35m ³ /hr이상	진공펌프 흡입용량이 규격 미달일 경우 진공압력 체크후 적정압력일 경우, 함침 작업시행 미달시 적정압력 도달 때 까지 진공작업 실시	
	자재핀홀 검사	필름 파손여부 확인	튜브외부에 부착된 필름 파손 여부 확인후 필름 파손시 필름으로 보수 처리함	
	함침튜브 함침롤링속도	1~5m/분 이내	롤링속도가 낮을 경우에 문제점은 없으나 적정속도 이상일 경우 함침된 튜브 두께 측정하여 적정하면 함침롤링작업 계속시행 하며 적정두께보다 두껍거나 얇을 경우 함침롤링작업을 중지하고 롤러 출입구로 나간 자재를 다시 원위치 하여 2차 롤링작업을 재 실시하여 적정한 두께의 자재를 생산한다.	
	함침롤링간격	튜브두께의 130%이내	함침튜브 함침롤링속도 이상 발생시와 동일하게 대처	
	함침튜브 보관온도	25℃이하 및 빛에 노출되지 않는 장소	함침튜브가 자연경화 되었는지 확인하고 자연경화가 발생되었으면 폐기처분하고, 자연경화 발생 전이면 신속히 작업을 시행한다.	

5.10 집중호우시 안전대책방안

5.10.1 갑작스런 폭우로 인한 안전대책

- 시공하기전 강우확율 및 강우량을 확인후 작업일정을 잡도록한다.
- 예상 강우량이 5mm 이상일시는 작업일정을 취소하고 추후 작업일정을 잡는다
- 예상 강우량이 5mm 미만일시는 작업시작전 강우량을 최종 확인하고 강우량이 1mm 이상이
어도 작업자 및 시공지역의 안전을 위하여 작업일정을 다시 조정한다.
- 장마철에는 예상 강우량과 달리 갑작스런 폭우가 발생할수 있으니 비가 오는 날에는 모든
작업을 취소하고 추후 다시 작업일정을 잡는다.
- 예상 강우량이 없었는데도 기상이변으로 인한 폭우가 발생시 작업시작전이면 작업을 취소
하며
추후 다시 작업일정을 잡는다
- 작업진행중 예상 강우량이 없었는데도 기상이변으로 인한 폭우가 발생시 본관과 연결된
가정
관들의 천공을 신속히 하고 작업자 및 주변 시설물의 피해가 없는지 대기하며 확인하고
폭우
가 멈추면 나머지 작업을 신속히 처리한다.

5.10.2 공정별 집중호우시 안전대책

- 공사작업전 : 기상청 강우확율 및 강우량을 확인후 작업시행을 결정하며, 강우량이 조금이
라도 있을시 작업을 취소 후 추후 작업일정 잡는다.
- 견인작업전 : 견인장비 및 차량을 정리하고 관로내부 작업자는 외부로 복귀시키며 자재는
관 외부로 원위치 시키고 철수한다.
- 견인작업시 : 견인작업을 중지하고 원치차량을 이용하여 견인작업을 중지한다.
- 견인후 경화작업시 : 상류맨홀 두군대에서 수중양수기 2대, 엔진양수기 1대를 이용하여 시
공구간 다음 하류맨홀로 물돌리기를 시행하여 대비한다.
- 경화작업후 : 물돌리기를 하고 긴급한 가정관 연결을 위하여 상류에 설치된 관단부장치는
해체하지 않고 하류튜브를 절단하여 관내로 천공작업자가 들어가 가정관을 신속히 개통하
고 관내작업자의 안전을 위해 물돌리기 작업은 작업자가 복귀 하기전까지 계속 시행하며
관내작업자는 신속히 외부로 복귀시킨다.
- 연결관재 개통후 : 관내부 천공이 끝나고 집중호우시 관내 모든작업자를 신속히 복귀시키고
시공구간 및 물돌리기 구간 맨홀정리 후 철수준비를 하며, 철수전 작업구간 위험이 없도록
철저히 점검한 후 철수한다.
- 경사구간 작업시 : 견인작업시 라이너의 마찰 및 손상 방지 및 원활한 견인을 위해 원치를

하류맨홀에 설치하여 상류에서 하류쪽으로 견인작업을 실시한다.

5.11 집중호우시 안전대책시 안전용품

- 집중호우(장마철)시 필요한 수중양수기, 엔진양수기, 발전기, 양수호수 등은 평상시 시공 할 때보다 2배로 구비하여 비상시 장비고장이 일어날시 신속히 대체 할 수 있도록 충분히 준비한다.
- 집중호우(장마철)시 신속한 대응을 위하여 지방서상 안전대책을 작업자들에게 전달하고 교육하여 항시 대비한다.
- 집중호우(장마철)시 필요한 필수 장비 및 수량

명 칭	평상시 준비	집중호우시 준비	비고
수중양수기	1대	5대	집중호우시는 장비고장에 대비해 충분히 준비한다.
엔진양수기	1대	3대	
발전기	2대	3대	

(집중호우시 준비 장비)

5.12 공정별 시공중 안전관리 대책

- 1) 사전조사
 - 조사구간 맨홀 뚜껑 개폐 확인 한다.
- 2) 교통처리계획
 - 도로점용 구간 안전시설물 설치 및 신호수 배치를 한다.
- 3) 물막이 및 물돌리기
 - 사전조사를 참조하여 저지대는 침수대비(별도 물돌리기 실시)를 한다.
- 4) 맨홀 및 관로내 환기
 - 맨홀 내에 작업시 환풍기로 환기 시킨 후 산소농도 측정후 작업자 투입한다.
- 3) 준설 및 CCTV 조사
 - 교통처리계획 참조, 장비 이동시에는 신호수 유도에 따라 이동한다.
- 4) 함침공
 - 작업자는 마스크를 착용하고 공장내부는 환풍기를 가동한다.
- 5) 연결관 절단 및 지장물제거
 - 물막이 또는 물돌리기를 하고, 맨홀 및 관로 내부를 환기시킨 후 작업을 실시한다.
 - 맨홀주위에 안전시설물 설치한다.(통행자 맨홀 추락방지)
- 6) 견인준비
 - 견인장비 상태를 점검한다.
- 7) 견인삽입
 - 견인장비 및 작동스위치 상태를 점검한다.
- 8) 자외선경화
 - 자외선램프 및 전기장비 취급시 절연장갑 등 절연장화를 착용한다.

- 9) 관입구 절단 및 마무리
 - 작업자는 공구 사용법을 숙지하고 개인보호구를 착용하고 작업을 실시한다.
- 10) 연결관 천공
 - 개인 보호구를 착용하고 작업 중에는 환풍기로 관로 내부를 환기 시킨다.
- 11) 관내검사
 - 작업완료 후 맨홀 뚜껑 개폐 확인한다.

5.13 밀폐공간 질식 재해예방 안전작업 시행지침

가. 밀폐공간대상 여부 확인

작업장내 유해가스 또는 산소결핍이 의심되는 공정에 대하여 작업전에 밀폐공간에 해당되는지 확인하여야 한다.

나. 밀폐공간 작업절차

- ① 밀폐공간의 확인
- ② 산소농도 등 유해공기 측정
- ③ 밀폐공간 환기
- ④ 교육 및 훈련
- ⑤ 감시인 배치
- ⑥ 보호구 착용 및 통신수단 구비
- ⑦ 밀폐공간 작업
- ⑧ 문제 발생 시 사후보고

다. 작업전 출입금지

- ① 밀폐공간에 들어가거나 작업하는 것을 피하기 위해 다른 방법으로 작업이 가능한지 충분히 검토하여야 한다.
- ② 가능한 밀폐공간에 출입하지 않도록 작업을 계획하여야 한다.
- ③ 원격카메라 등 적절한 장치와 도구를 이용하여 밀폐공간외부에서 작업토록 한다.

라. 밀폐공간 출입 전 확인사항

- ① 밀폐공간 출입자가 안전한 작업방법 등에 대한 사전 교육여부를 확인하여야 한다.
- ② 감시인으로 하여금 각 단계의 안전을 확인하게 하며 작업수행 중에 상주토록 조치한다.
- ③ 입구의 크기가 응급상황 시 쉽게 접근하고 빠져나올 수 있는 충분한 크기인지 확인한다.
- ④ 밀폐공간 내 유해공기가 없는지 사전에 측정하여 확인한다.
- ⑤ 화재·폭발의 우려가 있는 장소에는 방폭형 구조의 장비 등을 사용한다.
- ⑥ 그 외 보호구, 응급구조체계, 구조장비, 연락·통신장비 및 경보설비의 정상여부를 점검한다.

다. 밀폐공간 작업방법

- ① 밀폐공간 출입자는 개인 휴대용 측정기구를 휴대하여 작업중 유해공기에 대하여 수시로 측정을 하여야 한다.
- ② 밀폐공간 출입자는 휴대용 측정기구가 경보를 울리며 즉시 밀폐공간을 떠나야 한다.
- ③ 알람이 울릴 때 출입자가 작업현장에서 떠나는 것을 감시인은 필히 확인하여야 한다.
- ④ 작업현장 상황이 구조활동을 요구할 정도로 심각할 때 출입자는 반드시 감시인으로 하여금 즉시 비상구조 요청을 하도록 하여야 한다.
- ⑤ 밀폐공간 출입자는 다음사항을 꼭 실천하여야 한다.
 - 출입자는 작업 전 유해공기 존재여부를 확인하는 등 안전작업 수칙 준수
 - 공기공급식 호흡용보호구 착용하고 안전작업수칙에 따라 작업수행
 - 맨홀, 정화조, 배관, 보일러의 내부 등 유해공기가 존재 가능한 장소에서는 수시 측정 및 적정한 공기가 유지되도록 환기조차하고 비상시를 대비하여 응급구조설비를 비치

바. 유해공기 농도측정시 고려사항

- ① 유해공기의 정확한 농도측정을 위한 필수조건은 아래와 같다.
 - 작업특성이나 형태에 적절한 측정기 선택
 - 적절한 유지보수관리를 통하여 정확도 유지
 - 정확한 측정장소와 측정시기 선정
 - 측정기의 사용 및 취급방법, 유지 및 보수방법을 충분히 습득
 - 측정 전에 자동농도측정기를 정확하게 교정
- ② 유해공기를 반드시 측정해야 하는 경우는 아래와 같다.
 - 당일의 작업을 개시하기 전
 - 교대제로 작업을 행할 경우 작업 당일 최초 교대작업 시작 전
 - 작업에 종사하는 전체 근로자가 작업을 하고 있던 장소를 떠났다가 돌아와 다시 작업을 개시하기 전
 - 근로자의 신체, 환기장치 등에 이상이 있을 때
- ③ 유해공기의 농도측정 시 유의하여야 할 사항은 아래와 같다.
 - 측정자(보건관리자, 안전관리자, 관리감독자)는 측정방법을 충분히 숙지
 - 긴급사태에 대비 측정자의 보조자를 배치토록 하고 보조자도 구명밧줄을 준비
 - 측정 시 측정자 및 보조자는 공기호흡기와 송기마스크 등 호흡용보호구를 반드시 착용
 - 측정에 필요한 장비 등은 방폭형 구조로 된 것을 사용

사. 유해공기 측정방법

- ① 휴대용 자동가스농도 측정기 또는 검지관을 이용하여 측정한다.

- ② 깊은 장소의 농도를 측정 시에는 고무호스나 PVC로 된 채기관을 사용
- ③ 유해공기 측정시에는 면적 및 깊이를 고려하여 밀폐공간 내부를 골고루 측정하여야 한다.
- ④ 공기 채취 시에는 채기관의 내부용적 이상의 피검공기로 완전히 치환 후 채기

아. 밀폐공간에서의 환기

- ① 작업 전에는 유해공기의 농도가 기준농도를 넘어가지 않도록 충분한 환기를 실시하여야 한다.
- ② 정전 등에 의한 환기 중단 시에는 즉시 외부로 대피한다.
- ③ 밀폐공간의 환기시에는 급기구와 배기구를 적절하게 배치하여 작업장내 환기가 효과적으로 이루어지도록 한다.

자. 보호구사용 및 응급처치

- ① 밀폐공간 작업시 환기가 불충분한 경우에는 공기공급식 호흡용 보호구를 반드시 착용하고 작업하여야 한다.
- ② 밀폐공간에서 장시간 작업하는 경우에는 작업시간동안 정상 가동될 수 있는 공기공급식 호흡용 보호구를 선택·사용하여야 한다.
- ③ 맨홀과 같이 사다리를 사용하여 내부로 내려가야 하는 경우에는 안전대나 기타 구명밧줄 등을 사용하여 안전을 확보하여야 한다.
- ④ 비상시에 작업자를 피난시키거나 구출하기 위하여 안전대, 사다리, 구명밧물 등 필요한 용구를 준비하고 사용방법을 작업자에게 숙지하도록 하여야 한다.
- ⑤ 작업자가 호흡정지시 신선한 공기가 있는 곳으로 옮기고 최단시간 내에 인공호흡등 적절한 조치를 하여야 한다.

차. 교육의 실시

밀폐공간에서 작업하는 근로자에 대해서는 다음 각호의 내용을 포함하는 안전보건 교육을 실시하여야 한다.

- ① 유해공기의 종류, 유해·위험성
- ② 유해공기의 농도 측정방법
- ③ 공기호흡기 등 보호구의 사용방법 및 보수점검요령
- ④ 당해 작업 시의 주의사항
- ⑤ 공정별 표준작업요령
- ⑥ 사고발생 시의 대처요령
- ⑦ 응급처치 요령
- ⑧ 기타 안전보건상의 조치 등

5.14 시공단계별 체크리스트

검측 체크리스트

Check list No.

—

공 종 Code No.		위치 및 부위	
공 종(세부공종)	준설 및 세정 연결관절단, 접합부보수	공 사 량	

항 목	검 사 기 준 (시방서 또는 도면 등)	검 사 결 과		조 치 사 항
		합 격	불 합 격	
1. 공사전 교통통제 안내 표지판은 설치하였는가	입회검사			
2. 안전모, 안전화등 보호구는 착용 하였는가	입회검사			
3. 작업구간내 안전휀스, 라바콘등을 설치하여 통행안전을 확보하였는가	입회검사			
4. 장비는 공중에 적합한 조합인가	입회검사			
5. 관내부의 이물질은 완전 제거하였는가	입회검사 및 CCTV검사			
6. 준설 및 세정후 관상태는 확인하였는가	입회검사 및 CCTV검사			
7. 관경, 연결관 수량은 확인하였는가	육안검사 및 CCTV검사			
8. 연결관 돌출부 절단상태는 양호한가	CCTV검사			
9. 작업종료후 주변정리는 실시하였는가	입회검사			

시공자 점검일자	2015 년 월 일	점 검 직 원	(인) (인)
감독관 검측일자	2015 년 월 일	검 측 감독관	(인)

검 측 체크리스트

Check list No. _____

공 종 Code No.		위치 및 부위	
공 종(세부공종)	견인삽입	공 사 량	

항 목	검 사 기 준 (시방서 또는 도면 등)	검 사 결 과		조 치 사 항
		합 격	불 합 격	
1. 장비 및 기능인력의 확보는 이상 없는가	입회검사			
2. 시공시 물돌리기 대책은 적절한가	입회검사			
3. 작업구간내의 교통처리대책은 적절한가	입회검사			
4. 함침된 튜브는 자외선이 차단 되도록 운반하였는가	입회검사			
5. 튜브삽입전 관내 지장물은 완전히 제거되었는가	입회검사 및 CCTV검사			
6. 견인시 견인속도 상태는 적정인가	입회검사 (1.5 ~ 3.0m/분)			

시공자 점검일자	2015 년 월 일	점 검 직 원	(인) (인)
감독관 검측일자	2015 년 월 일	검 측 감독관	(인)

검 측 체크리스트

Check list No. _____

공 종 Code No.		위치 및 부위	
공 종(세부공종)	자외선 경화	공 사 량	

항 목	검 사 기 준 (시방서 또는 도면 등)	검 사 결 과		조 치 사 항
		합 격	불 합 격	
1. 광경화시스템 장비, 발전기, 콤프레셔의 연료체크 및 작동여부에 대하여 점검하였는가	입회검사			
2. 라이너 확경시 적정 공기의 압력을 유지하였는가	입회검사 (시방서 표4.1 참조)			
3. 자외선조사램프의 이동시 적정속도를 유지하였는가	입회검사 (시방서 표4.2 참조)			
4. 라이너 경화시 종점부에 탈취기(방음기)를 설치하였는가	입회검사			

시공자 점검일자	2015 년 월 일	점 검 직 원	(인) (인)
감독관 검측일자	2015 년 월 일	검 측 감독관	(인)

검 측 체크리스트

Check list No. _____

—

공 종 Code No.		위치 및 부위	
공 종(세부공종)	시공후 품질검측	공 사 량	

항 목	검 사 기 준 (시방서 또는 도면 등)	검 사 결 과		조 치 사 항
		합 격	불 합 격	
1. 관입구마무리작업(시,중점부) 상태는 양호한가	입회검사			
2. 경화튜브 두께는 적당한가	KS M 3550-9:2013R CIPP 두께 기준			
3. 들뜸, 요철, 주름, 균열, 건점, 박리 여부 및 연결관 마감 상태는 양호한가	CCTV 및 육안			
4. 굽힘강도는 품질시험 기준에 적당한가	공인기관 의뢰 30MPa이상			
5. 굴곡탄성률은 품질시험 기준에 적당한가	공인기관 의뢰 1.7GPa이상			

시공자 점검일자	2015 년 월 일	점 검 직 원	(인) (인)
감독관 검측일자	2015 년 월 일	검 측 감독관	(인)