

제 7 장 보수·보강 및 유지관리방안

7.1 개 요

7.2 보수·보강 방안

7.3 개략공사비 산출

7.4 유지관리 방안

제7장 보수·보강 및 유지관리방안

7.1 개요

정밀안전진단 결과에 따라 구조물의 내구성, 방수성, 안전성, 균질성 및 미관을 고려하여 보수·보강방법을 제시하며 특히 손상의 원인, 보수 범위와 규모, 환경조건, 안전, 공사기간, 경제성 등을 고려하여 소기의 목적이 달성되도록 하였다. 보수·보강의 목적은 열화·손상된 구조물의 중요도, 열화도, 손상도에 따라 다르지만 현 상태의 안전성, 내구성, 기능성 등의 성능을 유지하기 위하여 열화 및 손상의 진행을 억제하고 이미 열화 및 손상이 되었거나 또는 그 가능성이 있는 구조물에 대하여 그 성능을 회복하는데 있다.

7.2 보수·보강 방안

7.2.1 일반사항

일반적으로 보수는 손상을 받은 콘크리트 구조물의 기능을 회복시키는 것이라고 생각되고 있으나, 손상을 받은 구조물에 있어 기능만을 회복시키는 경우에는 다시 동일한 형태의 손상이 생길 가능성이 크고, 특히 환경·하중작용에 대한 추정 부족에 의해 이러한 가능성이 현저하다. 따라서 보수를 실시할 경우에는 손상원인을 제거하거나 혹은 손상열화에 대한 저항성을 향상 시켜서 대상 구조물의 성능을 개선하는 것이 주목적이다.

가. 필요성 판단

보수의 필요성은 발생한 손상(균열 등)이 어느 정도까지 허용되는가의 판단에 의하며, 이를 위해 각종 기준(콘크리트 표준시방서 등)을 참조한다.

나. 공법 선정

구조물 결함에 따른 보수는 보수재료와 공법 선정시 내하력, 내구성, 기능 및 미관 등을 검토하여 결정한다. 이때, 중요한 것은 구조물의 결함 발생 원인에 대한 정확한 추정이며, 이를 통해 적절한 공법을 선정할 수 있고, 또한 적절한 보수재료를 선택할 수 있다. 따라서, 시설물 관련 제반자료, 진단시 수행한 각종 상태평가 결과를 기초로 하여, 결함의 발생 원인에 대한 분석 후 결함부위 또는 부재에 가장 적합한 보수공법을 선택하여야 한다.

다. 우선순위 결정

각 시설물은 주요부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 이들 시설물에서 발생한 각종 결함에 대하여 주요부재를 보조부재보다 우선하여 보수 우선순위를 결정한다. 또한 단계별 평가에서 시설물에 대한 종합평가는 부재 및 시설물에 발생한 결함 및 손상의 심각성과 부재 및 시설물의 중요도가 반영되어 있다. 따라서 보수의 우선순위는 평가단계의 역순으로 추적하여 평가 결과가 낮고, 중요도가 큰 부재 및 시설물 순서로 우선순위를 결정할 수 있다.

【표 7.2.1】 우선순위 결정

구 분	순 위	내 용
단기	1순위	·구조물의 거동에 지장을 초래하여 구조적인 문제를 유발시킬 수 있는 손상 ·안전에 유해를 일으킬 수 있는 손상 ·『시설물의 안전관리에 관한 특별법』 제12조(중대한 결함)의 “대통령령이 정하는 중대한 결함”에 포함되는 손상 ·초기수준이상으로 개선할 필요가 있는 손상
중기	2순위	·철근부식에 의한 내하력 저하가 우려되거나 철근부식 가능성이 있는 손상 ·실용상 지장이 없는 성능까지 회복하여야 할 손상
장기	3순위	·방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 상태 ·현상유지(진행억제)를 위해 필요로 하는 대책
	지속 관찰	·발생된 손상이 경미하여, 유지관리를 통한 점검이 필요한 경우

라. 선정시 고려사항

【표 7.2.2】 보수·보강 선정시 고려사항

보수보강 방안 선정의 요건	보수보강 재료 및 공법 선정시 고려사항	
	내구성능	·충분한 내구성 확보가 가능한 보수 방안
	내하성능	·충분한 내하력 확보가 가능한 보강 방안
	환경친화	·유해 환경 요소를 발생시키지 않는 방안 ·화재 등 재해의 피해를 최소화 할 수 있는 방안 ·미관이 양호한 방안
	시공성	·시공성의 제약 요소를 최소화 할 수 있는 방안 ·시공이 간단한 방안 ·보수 품질이 확실한 방안
	경제성	·경제적으로 유리한 방안 ·공기를 단축시킬 수 있는 방안 ·주변 민원발생을 최소화 할 수 있는 방안

7.2.2 밸브실

일반적으로 많이 발생하는 밸브실의 구조물(콘크리트)의 손상은 밸브실의 침수, 사각 맨홀뚜껑, 사다리 불량 및 배관·밸브류의 손상(결함) 등이 있으며, 이에 대한 보수·보강 공법은 다음과 같다.

가. 밸브실의 침수방지에 대한 대책

밸브실의 침수원인으로는 실내 배관의 누수, 지표면보다 낮은 맨홀뚜껑으로의 지표수(우수 등) 유입, 관과 벽체 접속부의 이완에 의한 지하수 유입, 구체의 시공이음부 불량 또는 손상부(균열 등)를 통한 지하수 유입 등으로서 각각의 원인별 침수방지대책을 살펴보면 다음과 같다.

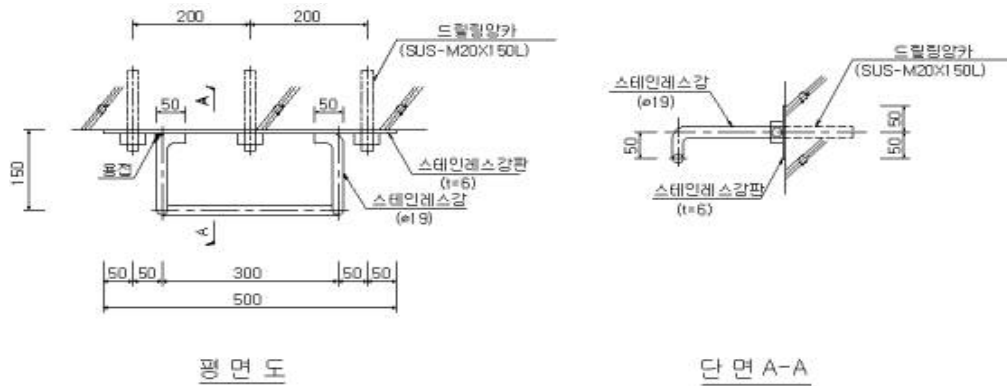
- ① 배관의 누수에 의한 침수 : 배관의 누수부위를 보수하거나 교체
- ② 지표면보다 낮게 설치된 맨홀뚜껑으로의 지표수(우수 등) 유입 : 밸브실의 상단을 지표면보다 높게 증고하거나 주변의 지표면을 절토하여 밸브실의 상단이 지표면보다 높게 하는 방법 또는 맨홀뚜껑을 지수형으로 변경
- ③ 밸브실의 벽체와 관의 접속부가 이완됨으로써 외부수(지하수 등) 유입 : 밸브실 벽체와 관의 접속부 사이를 수팽창지수재 등으로 보수

나. 사각 맨홀 뚜껑의 교체

밸브실의 출입을 위해 설치된 맨홀뚜껑이 사각형으로 설치되어 있는 경우 맨홀뚜껑의 개폐작업시 뚜껑의 낙하로 밸브실의 구체나 배관에 손상을 발생시키거나 안전사고의 우려가 있다. 특히, 차도상에 설치되어 있는 밸브실의 경우에는 차륜에 의한 맨홀뚜껑의 이탈로 교통사고 등을 일으킬 수 있으므로 사각맨홀뚜껑을 원형으로 교체하는 것이 바람직하다. 본 용역에서는 사각맨홀 현황을 우선파악하여 빠른조치가 될수 있도록 하였다.

다. 부식 또는 불량 사다리 보수·보강

밸브실의 유지관리를 위해 설치되어 있는 사다리는 대부분 강재(철근)를 사용하여 설치되어 있으며, 이 사다리가 장기간에 걸쳐 부식되었거나 설치상태가 불량(사다리 지지점 탈락·이완 등)하여 안전사고 우려가 있으므로 부식이 심하거나 설치상태가 매우 불량한 경우에는 부식에 강한 스테인레스강으로 교체하여 【그림 7.2.1】과 같이 설치함으로써 미끄럼에 의한 사고가 발생하지 않도록 함이 바람직하다. 그러나, 부식에 의한 강재의 단면감소가 미미한 경우에는 녹을 제거하고 방식도장을 실시해도 무방하다.



【그림 7.2.1】 스테인레스강재 사다리 설치도

라. 배관·밸브류의 도장(보수)

상수도 관로의 밸브실 또는 펌프장 배관실 등은 지하공간으로 상대습도가 높고, 또한 실내온도가 통수중인 물의 노점온도보다 높으면 배관 및 밸브 표면에 결로현상이 발생한다. 이러한 조건하에서 배관 또는 밸브류에 도장(보수)을 하는 경우 도장면의 부착성능이 떨어져서 충분한 방식효과를 기대할 수 없을 뿐더러 건조시간이 길어지며 휘발성 용제 사용에 기인하는 독성가스가 발생하여 작업효율이 떨어지고 안전사고의 위험마저 따르게 된다. 따라서, 이러한 작업조건하에서 사용되는 도장재는 다음과 같은 품질이 요구된다.

【표 7.2.3】 도장재의 요구 조건

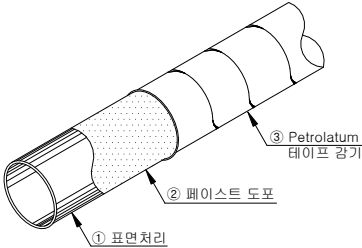
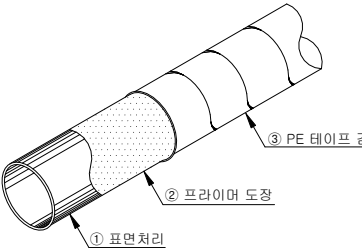
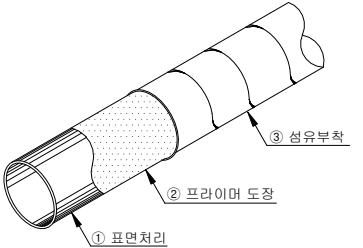
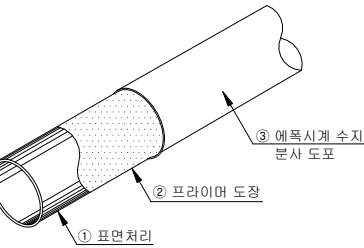
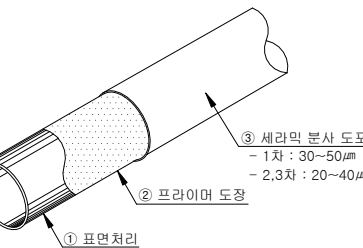
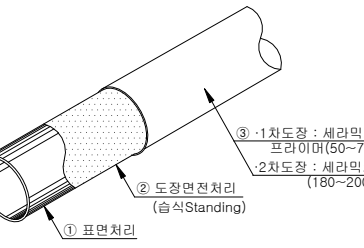
구 분	작 업 조 건	도장재의 품질
기본적 조건	밀폐공간 지하환경(상대습도, 노점온도) 공간협소 도막두께(유동성)	무형제형 도료 결로면에 사용가능 인력작업 용이 박막시공 용이
부가적조건 (유지관리 용이성)	식별용이 지하조명 고습도·결로·건조·물의영향	도장색상 선택가능 광택성 도료 내습·내수·내식성이 우수

밸브실내 배관 및 밸브의 부식부에 대한 재도장은 일반적으로 다음의 순서에 의해서 시공된다.

- ① 지하매설구조물(밸브실 등)의 출구 뚜껑을 열고 송풍기를 사용하여 충분히 환기 조치한다.
- ② 침수된 밸브실은 물푸기를 한 후 충분히 건조시킨다. 가능한한 도장 대상물을 건조 상태로 만드는 것이 보다 좋은 도장효과를 기대할 수 있다.
- ③ 도장 대상물의 부식생성물(녹)을 완전히 제거한 후 바탕면을 깨끗이 청소한다. 부식생성물(녹)은 브러쉬나 녹제거 약품을 사용할 수 있으며, 경우에 따라 샌드 블러스트를 이용할 수 있다.
- ④ 부식이 심해 표면이 요철이 심할 경우 도장재로 1차적으로 바탕면을 조정 보강한다.
- ⑤ 미세부위를 포함한 전체면에 붓을 사용하여 프라이머를 도포한다.
- ⑥ 프라이머를 충분히 건조시킨 후 도장재를 일정 두께(약 1mm)로 도포하고 충분히 건조시켜 보수를 마감한다.

사용되는 도장재는 도장재의 요구조건에 적합한 재료로서 일반적인 에폭시수지계 도료보다는 수중 및 습윤면에 접착과 경화성이 우수한 배합조제 도료를 사용하는 것이 좋을 것으로 판단된다. 관 및 밸브의 도장 및 도복장 공법은 다음과 같다.

【표 7.2.4】 관 및 밸브 도장 및 도복장 공법비교

구분	Wrapping 방식			도 장		
	Petrolatum (특허 제0287560호)	폴리에틸렌	유리섬유공법 (신기술 제233호)	에폭시계 수지도료	금속혼합물도료 (CORUSEAL, 신기술제345호)	세라믹코팅재 (ATOMETAL)
개 념 도						
공법개요	Petrolatum compound에 부식억제제, 수분박리제, 미생물 서식 억제제 등을 첨가하여 섬유상태의 얇고 유연한 부직포에 함침시킨 것으로서, 피방식체를 부식환경으로부터 차단, 보호하는 공법	Epoxy Primer위에 내약품성, 내해수성 PE 수지를 피복하는 방법	실리카흙이 함유된 에폭시로 바탕처리후 현장기계 함침을 이용하여 균일하게 제조된 유리섬유 복합재를 부착시켜 구조물의 내하력 및 내구성을 향상시키는 보강공법	에폭시계 도료로 방식층을 형성하거나 전기화학적 작용을 일으키는 방법	내식성이 높은 산화알루미늄에 내마모성이 좋은 망간, 아연, 규소, 티타늄 등 초미세분말의 금속혼합물과 강력한 복합수지를 혼합하여 도포함으로써 구조물의 내구성을 향상시키는 관관 라이닝 보수공법	세라믹 분말, 텅스텐 등 금속분말, 폴리머를 재료로 하여 제조한 세라믹 코팅제를 사용하여 강관을 방식처리하는 방법
시공방법	· 표면처리 · 페이스트 도포 · 마스틱 충전(플랜지 등 작업시) · Petrolatum 테이프 감기 · FRP(HDPE)/PVC 보호카바 씌움 · 기포제거 및 검사	· 표면처리 · 프라이머 도장 · 접착용 에폭시 주입 · PE 테이프 감기 · 기포제거 및 검사	· 표면처리 · 프라이머 도포 · 에폭시함침(기계함침) · 접착제 도포 · 섬유부착 · 기포제거 및 검사	· 표면처리 · 프라이머 도장 · 에폭시계 수지도료 분사 도포 · 양생 및 검사	· 표면처리 · 프라이머 도장 · 세라믹 분사 도포 - 1차 : 250 μ m - 2차 : 250 μ m · 양생 및 검사	· 도장면전처리(습식 Sanding) · 1차도장-세라믹코팅 프라이머 (100 ~ 200 μ m) · 2차도장-세라믹코팅(300 ~ 400 μ m) · 양생 및 검사
접착강도	· 보호카바 인장강도 : 15MPa이상	· 인장강도 : 22MPa 이상	· 인장강도 : 500MPa	· 마른표면 : 인장전단접착 6.45MPa	· 부착강도 : 12.2MPa	
두 께	0.2mm	0.5mm	1 ~ 1.3mm/1겹	500 ~ 1,500 μ m	500 μ m	550 μ m
장 점	· 증발 또는 경화되지 않는 파라핀계 페트로레이팅 페이스트를 사용하여 반영구적인 효과 발휘 · 충격에 강한 카바 사용 · 부분별로 보수가 가능하고 수중작업도 가능함 · 밸브 및 플랜지, 신축관 시공 가능 · 내구연한 20년	· 공장에서 전처리, 도장, 검사가 이루어져 품질관리가 용이	· 수중 및 습윤면에서 시공가능 · 곡면구조물 보강 가능 · 협소공간에서 작업가능 · 모체손상 없음 · 부착정도를 가시적으로 확인 가능 · 투명하므로 유지관리가 용이 · 기계함침으로 기포제거 용이	· 가장 일반적인 중방식 도장공법 · 초기투자비가 가장 적게 소요	· 환경친화형 도료 (환경표지 인증) · KC인증 · 내충격성, 내마모성 우수 · 신율성이 우수하여 관변형이나 굴곡면 적용 가능 · 수도권 광역1단계 상수도관 정비공사 실적 보유	· 장기적인 내구성, 방식성능 · 강인하고 부착력 좋은 도막 형성 · 내마모성, 내약품성 우수
단 점	· 연결부위 처리문제 · 외부 카바에 은폐되어 손상부위 식별 곤란 · 시공비가 다소 높음	· 수중 손상부에 대한 보수는 타방식을 적용해야 함 · 시공비가 다소 많이 소요 · 밸브 및 플랜지, 신축관 시공 어려움	· 기계함침으로 전문장비인 함침기계가 필요 · 밸브 및 플랜지, 신축관 시공 어려움 · 시공비 높음	· 손상되기 쉽고, 유지관리에 소홀하면 쉽게 부식이 확산됨 · 방식 유효기간이 짧아 잦은 유지관리가 필요 · 시공시 환기 필요	· 바탕면처리가 도장수명에 큰 영향을 미침	· 바탕면처리가 도장수명에 큰 영향을 미침 · 도막의 유연성이 적음 · 충격에 의한 crack가능성이 있음
경 제 성	69,000원/㎡	62,000원/㎡	164,000원/㎡	62,000원/㎡	67,000원/㎡	84,000원/㎡

마. 관로부식방지 방법

관로의 부식방지 방안으로는 「내부부식」과 「외부부식」을 제어하는 방법으로 크게 나눌 수 있다.

(1) 내부부식 방지

관로이설공사시 관내부의 상태를 조사한 결과, 관 내면 부식으로 인한 결절이 발생되었으며 원수와 정수에 대하여 LSI와 RSI를 측정한 결과 부식성 환경으로 조사되어 향후 관로의 이설, 사고 및 정기적 또는 비정기적인 단수시 관내부 부식방지가 필요할 경우를 고려하여 내부라이닝 공법을 제시하면 다음과 같다.

① 세척 및 세관

세척 및 세관은 주로 상수관로 내부에 스케일이나 슬라임, 녹 또는 경질의 부식생성물 등을 완전 제거하여 관의 통수능력 회복 및 수질개선(적수 및 수돗물의 2차 오염 방지)에 목적이 있다.

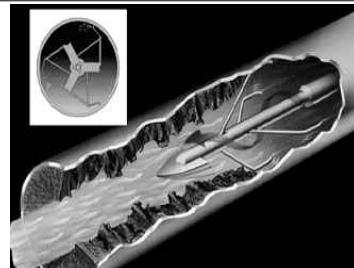
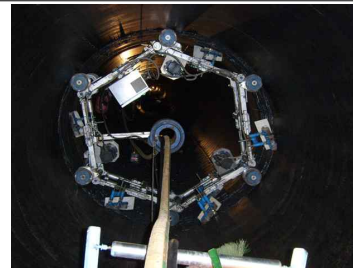
세척(Cleaning) 및 세관은 비연마세관공법(Non-Aggressive Cleaning)과 연마세관공법(Aggressive Cleaning)으로 구분된다. 비연마세관공법에는 플러싱(단방향 플러싱), Form swabbing(피그), 공기주입 세척(Air scouring)이 있으며, 연마세관공법에는 고압수(Water jet), 스크레이퍼(Scraper), 강철로드회전(Rack feed boring), Abrasive피그, 화학적세관, 연마세관(공기+모래 or Steel)등이 있다.

비연마세관공법은 심미적인 수질문제 해결을 위하여 관내 침전물, 슬라임 등의 제거에 사용되며, 연마세관공법은 주로 녹 또는 부식생성물을 제거하여 상사관의 통수능 회복을 목적으로 한다.

세관공법은 주로 라이닝공법의 전 공정으로 사용되며 라이닝 공법에 따라 세관방법 또한 다양하다. 현재 국내에서는 주로 스크레이퍼 또는 고압수 등을 활용하고 있으며, 스크레이퍼는 관 표면의 결절과 일부 침식된 부위를 제거하는데 유용하고, 고압수는 주로 스크레이퍼 이후 잔존하는 이물질을 외부로 배출하는 세척에 대한 개념으로 주로 활용되고 있다. 또한 블라스팅(모래연마 등)을 통하여 표면의 결절과 흑연화된 부분을 제거하고 SP-10 수준의 표면을 확보한 뒤 라이닝이 이루어지고 있다.

세척 및 세관공법은 아래 【표 7.2.5】과 같다.

【표 7.2.5】세척 및 세관 공법

항 목		플러싱	공기주입세척	피그공법	강철로드 회전	고압수	스크레이퍼	블라스팅
공법개요		상수관로에 연결된 소화전 또는 이의 목적으로 설치된 수도전등을 열어 내부의 수도물을 빠른 유속으로 외부로 배출시키는 과정에서 내부에 약하게 부착된 침전물 또는 미생물 막 등을 함께 배출하여 제거하는 방법	상수도관 내부에 흐르는 수도물에 압축공기(Compressive air)를 일정간격으로 주입하여 Water Slug를 생성시켜 약하게 부착된 침전물 또는 미생물막 등을 세척하여 제거하는 기법	Pig을 관내에 강제 삽입하여 물(수압)을 이용하여 주행시켜 약하게 부착된 침전물, 미생물막, 스케일 또는 결정 등을 세척/세관하여 제거하는 공법(소구경인 경우, 소화전 이용가능)	관내부로 Steel Rod를 삽입하고 이를 회전시켜, 녹, 스케일을 제거하는 방법	펌프에 의한 초고압수를 고압호스의 선단에 부착된 분사헤드로 물을 분사시켜 물의 압력만으로 관의 내면에 부착되어있는 녹또는 스케일을 포함한 오염물질을 제거하는 공법	스크레이퍼 장비를 이용하여 내부도장재, 스케일 등을 제거하는 방법	모래 또는 강철 그릿 등을 관내부표면에 분사하여 녹, 스케일을 제거하는 방법(분사는 공기압 또는 펌프회전을 활용함)
								
기능		관내 침전물, 미생물막, 연질의 결결(녹)등을 제거하여 수질을 개선하는 세척기능	관내 침전물, 미생물막, 연질의 녹 등을 제거하여 수질을 개선하는 세척 기능	Swabbing pig: 사용되는 피그에 따라 관내 침전물, 미생물막, 연질의 녹 등을 제거하여 수질을 개선하는 세척	관내 단단히 고착된 결결(녹) 또는 흑연을 제거하기 위한 세관 기능으로 주로 라이닝 전공정으로 활용			
적용성	관중	모든 관중	모든 관중	모든 관중	주로 금속관중에 한하여 적용	모든 관중	주로 금속관중에 한하여 적용	주로 금속관중에 한하여 적용
	관경	주로 300mm 이하	주로 300mm 이하	주로 3000mm 이하	주로 1000mm 이하	주로 2800mm 이하	주로 2800mm 이하	주로 2800mm 이하
	최대 시공 구간 거리	관망에 따라 수 km 까지 (3~5km/일)	관망에 따라 수 km 까지 (3~5km/일)	관망에 따라 수 km 까지 가능하나, 밸브, 관경변화, 밴드 등 존재시 pig 주행에 영향을 미침(1~1.5km/일)	라이닝 공정의 1회 시공구간거리에 준함 국내에서는 주로 100~200m	고압호스 펌프용량에 따라 차이가 있으며, 라이닝 공정의 시공구간 거리에 준함 국내에서는 주로 최대 100~200m - 라이닝 공정과 무관한 경우 0.5~1.0km/일	라이닝공정의 1회 시공구간 거리에 준함 국내에서는 주로 100~120m 수도권1단계 갱생공사 시 2km 시공	라이닝공정의 1회 시공구간 거리에 준함 다만, 기계식은 환경에 따라 수km까지 적용가능 수도권1단계 갱생공사 시 2km 시공
세척/세관 종료시점		탁도, 잔류염소, 색도, 냄새, pH, 전기전도도, 총대장균군, 일반세균, Fe, Mn 등 목표수질 달성여부로 판단, - 대개 유출수 탁도 기준으로 1NTU 적용			별도의 기준 없음	별도의 기준 없음	별도의 기준 없음	SSPC-SP-10
문제점		단순 관내 축적된 침전물(슬라임 포함)을 제거하는 것이므로, 적수 유발 원인인 결결 제거에는 한계가 있다. 관 내부 상태에 따른 세척빈도 증가 - 세척주기가 짧아질 수 있다.		수질개선을 위해서는 Swabbing용 피그를 적용하고, 표면의 결결 등을 제거하기 위해서는 브러싱이 장착되거나 메탈피그 적용 필요	기존의 세관방식으로는 소구경에 적용가능	중대구경으로 기계식 장비를 개발하여 수도권1단계 관갱생시 적용		
수명		관 내부상태에 따라 대응적 플러싱은 최대 1년 단방향 플러싱은 0.6~3년	관 내부상태에 따라 1~5년	관 내부상태에 따라 세척은 3~7년, 세관은 3~10년	관 내부상태에 따라 세관은 3~7년			
주요시공 조건		단방향 플러싱 유속 : 1.5~1.8 m/s (관망 모든 지점의 압력은 1.5kgf/cm ² 이상)	-	최적주행속도: 9~24m/sec	분당회전속도 : 750rpm 22.5°까지만 효과적	분사헤드 노즐에서의 수압 - 70~700kgf/cm ² - 라이닝을 위한 표면처리를 위해서는 1,000kgf/cm ² 이상은 되어야 함	기존도막 제거 - 햄머식, 칼날 스크레이퍼 적용	표면조도 평균거칠기 50μm이상 확보
품질관리 기준		탁류, 잔류염소, 색도, 냄새, Ph, 전기전도도, 총대장균군, 일반세균, Fe, Mn 등 목표수질 달성여부로 판단		세관에 대한 특별한 지침은 없으며, 관내부 표면에 묻어 있는 기름, 먼지, 기타 오염물질을 모두 제거해야함. 에폭시 등 도료 부착력을 위해서 표면처리 기준으로 SSPC-SP10을 권고하는 추세임				
국내적용 실적		퇴수 또는 대응적 플러싱은 보편적으로 관망 수질관리 활용 단방향 플러싱은 관망도전산화+수리해석+시나리오 등 수반 필요로 국내실적은 없음	국내현장에 적용실적 없음	국내 현장에서는 일부 세척개념으로 활용된 적이 있음	국내현장에 적용실적 없음	국내현장에서는 가장 보편적인 세관방법임 대형관에서 수도권1단계 갱생공사에 적용		소형관으로 주로 옥내급수관에 활용 대형관에서 수도권1단계 갱생공사에 적용

② 관의 재도장(Pipe lining) 방법

관의 재도장에는 콜탈에나멜, 에폭시, 폴리에틸렌 등이 있으며, 관벽 라이닝 재료의 사용용도와 장단점, 라이닝재료의 특성은 아래 【표 7.2.6】와 같다.

【표 7.2.6】관벽 라이닝 재료의 특성

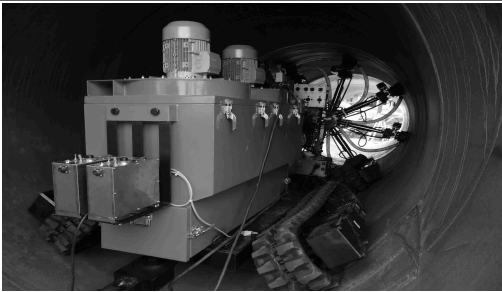
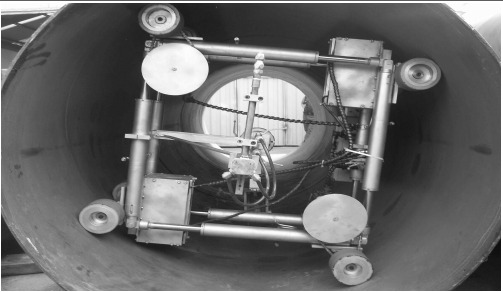
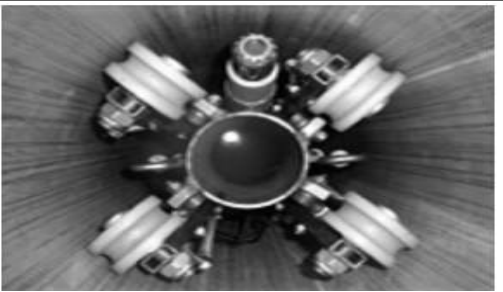
재 료	사 용 용 도	장 점	단 점
콜탈 에나멜	강관 라이닝	· 수명이 김(50년 이상) · 모래 등에 의한 마식에 견딤 · 생물학적 부착물에 견딤	· 용접부분에 계속 도료를 도장해야 함 · 심한 열은 균열을 일으킴 · 심한 추위는 틈부식 야기 · 물속에 미량 유기물질의 증가
에폭시 도료	강관 라이닝, 덕타일 주철관 라이닝 (현장이나 주물공장에서 라이닝작업 가능)	· 매끄러운 표면이 펌핑비용을 감소시킴 · KS로 규격화되어 있어 안전함 · 비교적 저렴함	· 콜탈 에나멜보다 마식에 약함 · 수명이 15년 이하
시멘트 몰탈	덕타일주철관 (경우에 따라 강관에도 사용 가능)	· 비교적 저렴함 · 도장작업이 쉬움 · 수산화칼슘이 용출되어 관접합부분에서 코팅안된 금속을 보완	· 라이닝의 단단함이 균열이나 허물을 일으킴 · 코팅의 두께가 관의 단면적과 수용능력을 감소시킴
폴리 에틸렌 (추천안)	강관, 덕타일주철관 (주물공장에서 라이닝 작업 가능)	· 긴 수명 · 마식에 잘 견딤 · 박테리아 부식에 잘 견딤 · 매끄러운 표면으로 가압비용 감소	· 비교적 고가임

③ 분사형 라이닝공법

분사형 라이닝공법은 비구조적 갱생에 적합한 방식으로 기존관의 내부 도막을 제거하고 도료를 원심력을 이용하여 분사시켜 새로운 도막을 형성하는 공법이다. 분사형 라이닝의 재료로 시멘트(세라믹)모르터 또는 고분자(Polymer)재료를 사용하고 있으며, 기존관과 라이닝의 부착강도 증진을 위하여 표면조도를 향상시키기 위한 전처리 과정을 거친다.

작업순서는 세척 및 세관 → 전처리 → 라이닝 → 경화 → 통수 순이고 기존도막 제거 및 표면조도 확보에 따라 라이닝 재료와 기존관 내부표면과의 부착력이 향상되며, 라이닝 재료에 따른 경화시간을 충분히 확보하여야 한다. 분사형 라이닝 공법은 다음과 같다.

【표 7.2.5】 분사형 라이닝 공법

항 목	CTS공법		SCSL공법		SLW공법		MCML공법		ISL공법	
인증내용	신기술 제397호		환경신기술 406호		특허 제 10-0967184호		건설신기술 제 385호		환경 신기술 제 319호 특허 제10-085444호, 0955513호, 0983238호	
공법개요	· 자주식 구동장치를 이용하여 원형 칼날을 회전시키면서 기존 도막층을 제거하고 인조다이아몬드 팁이 부착된 표면바이트를 이용 마찰력으로 표면조도를 확보하고, 노즐부에 하탕장치 및 1개 에어호스를 통한 압력도포건 자동분사방식으로 선단도장장치를 이용, 관내면에 도막을 형성시키는 비굴착 라이닝 갱생공법		· 다각형 유압 실린더 프레임구조의 다방향 고압수 세정장비, 잔존 도장재 탈리장비, 스펀헤드 블라스팅 장비를 이용하여 라이닝의 표면부착력을 극대화할수 있는 표면을 확보하고, 스마트 중공식 분사형 라이닝 장비를 이용하여 관 내부에 새로운 라이닝을 형성하는 비굴착 라이닝 갱생공법		· 기존관 세관을 위한 클리닝 부속품과 스프레이 라이닝 호스를 원치에 장착 한 후 동시 견인하여 스프레이 노즐 체결 후 CCTV 촬영하며 스프레이를 분사하는 비굴착 라이닝 갱생공법		· 기존관 내부에 분사헤드의 회전을 이용하여 세라믹 모르터를 방사상으로 분사하여 관 내면에 일정한 두께로 부착한 후, 분사헤드 후미에 연결된 미장용 인두를 이용하여 라이닝의 표면을 매끄럽게 하고 관체 표면력과의 부착력을 향상시키는 비굴착 라이닝 갱생공법		· 습윤면에서도 시공가능한 속경화성 폴리우레탄우레아 수지를 기존 관로에 가속 기어방식의 스프레이 라이닝 장치를 이용하여 새로운 구조관을 형성하는 비굴착 라이닝 갱생공법	
										
사용재료	· 자주식 구동장치 · 에폭시 및 폴리우레아		· 스마트 클리닝 시스템 · 스마트 라이닝 시스템 · 에폭시 및 폴리우레아		· 우레탄 계열수지 (자체개발 S.L.W크레아)		· Drag Trowel · Rotating Trowel · 세라믹 모르터		· 폴리우레탄우레아	
작업순서	· 워터제트→건조→Disc Cutter→다이아몬드팁→라이닝		· 고압세척→건조→스크래퍼(칼날)→블라스팅→라이닝		· 고압살수→스크래퍼→플런저→스펀지→검사→라이닝		· 스크래퍼→워터제트→건조→라이닝		· 스크래퍼→플런저→초고압워터제트→스펀지→라이닝	
적용관경범위	· D90~D3000		· D500~D1650		· D80~D1500		· D100~D1800		· D80~D1500	
라이너두께	· 0.5mm 이상		· 0.5mm 이상		· 3m 이내		· 4~10mm		· 3mm 이상	
장점	· 원격조정에 의한 자주식 구동과 압력건의 무인화방식 · 팁의 기울기 및 틈새보정장치를 부가하여 불규칙한 간로 면에서도 표면조도 우수 · 연마재나 이를 압송하기 위한 장비, 연마재 회수장비 등이 불필요한 간편한 시스템 구조		· 인력투입 없이 모든 장비가 원격조정으로 가능 · 다각형 중공식 프레임 구조로 변형구간의 시공이 가능 · 고성능 리튬배터리로 가동되어 전원으로 시공기술 · 작업구간이 100~300m이상으로 작업구 축소효과		· 구조적 보장 효과 큰 · 속경화성 수지 사용으로 별도 경화시간 불필요 · 분기관 및 관단부 별도 작업 불필요 · 미세한 크랙처리로 누수방지 효과 큼		· 기존 시멘트 모르터 라이닝 갱생공사 및 신관부설공사에 비해 공기 단축 · 먹는물 수질기준 및 용출규격(KS D 4316)에 적합한 라이닝 소재 사용 · 기존 시멘트모르터보다 강한 물리적 강도		· 라이닝 후 30분(국내 최단시간) 이후 통수 가능 · 습윤 상태에서 접착이 되는 수지 적용으로 건조 작업공정 단축 · 저마찰 속경화성 폴리우레탄우레아 수지 사용 · 라이닝 방식을 이용하여 내력관을 형성하며, 기존관보다 외압강도 약27.5%증가	
단점	· 중·소구경 관로에 대한 적용 곤란 · 장비의 대형화 · 장비의 부전원 공급 필요		· 소구경(500mm이하)에 대한 적용 곤란 · 블라스팅시 분진발생 및 연마재수거 등 후속공정 필요		· 관내 고인물은 완벽하게 제거하고 시공해야함. · 주재 및 경화제의 무게비 및 라이닝 속도가 매우 중요함 · 중대형 구경 시공시적 없음		· 폴리우레탄에 비하여 양생기간 많음(최소 16시간 이상) · 연수 등에서 라이닝 재료(모르터)의 중성화 촉진 가능성 존재 · 관의 변형 또는 곡관이 과도한 경우, 미장기에 의한 미장 불량 발전가능성 존재		· 특이사항 없음	
경제성 (m / 원)	D1,000	359,400	D1,000	564,927	D1,000	766,313	D1,000	561,109	D1,000	825,000
	D1,100	398,500	D1,100	612,991	D1,100	831,000	D1,100	604,682	D1,100	893,000
	D1,350	461,100	D1,350	732,557	D1,350	1,142,300	D1,350	715,303	D1,350	1,070,000
주요실적	· 시범시공 공사 · 2013년 잠실운동장 뒤 광암, 청담계통 송배수관 정비공사 (D1500, 서울시설관리공단 상수도공사 관리처)		· 2013년 비굴착갱생공사(D900, 서울시) · 2014년 창원공업용수도 관로시설 개선공사 (D1100, L=1200m, 한국수자원공사) 현재 시공중(8~10월)		· 2011년 노후 상수도관 갱생공사 (D600, L=480, 진주시, 2011년)외 다수		· 2010년 묵동교~중화사거리 간 배수관 정비공사(D1200, L=3.1km)외 다수		· 나주신협~교동교 간 노후관 갱생공사(D250, L=425m, K-water)외 다수	

④ 관내 삽입공법

노후관으로 관 교체가 필요하나 주변의 교통여건, 포장조건, 매설관 상태 등으로 인하여 교체시공이 곤란한 구간에 대해서는 통수능력을 고려하여 기존 관경을 작게 해도 무관할 경우 내관 삽입공법을 채용할 수 있다.

삽입공법은 새로운 관을 기존관 내부로 삽입해서 기존관과의 사이에 시멘트페이스트 등을 충전하여 2중층 구조로 하는 것이 보통이며, 장래 분기관의 설치를 위한 배려가 필요하다. 일반적으로 삽입관으로는 덕타일주철관, 강관, 폴리에틸렌관 등이 사용되고 있다.

▶ 견인삽입공법

U자 형으로 제조된 PE라이너를 견인 삽입 후 증기압을 가하여 팽창시켜 기존관 내부표면에 라이너를 부착시키는 공법

▶ 반전삽입공법

액상에폭시를 함침한 PE라이너를 공기압으로 반전삽입한 후 증기로 팽창시켜 기존관 내부에 라이닝을 형성하는 공법

▶ 관삽입공법

기존관 내부로 기존관 보다 관경이 작은 라이닝 관을 운반하여 삽입한 후 기존관과 라이닝 관 사이의 틈새로 몰탈을 충전시키는 공법으로 구조적으로도 상당히 뛰어나지만 관경이 감소됨에 따라 급수능력의 검토가 필요하다.

▶ 제관공법

기존관 내부에 스틸로 보강된 프로파일(경질 염화비닐재)을 결합하면서 제관하고 그사이에 특수 몰탈을 충전하여 기존관과 일체된 복합강성관으로 만드는 공법으로 프로파일과 몰탈충진으로 관경이 감소됨에 따라 급수능력의 검토가 필요하다.

⑤ 교체공법

교체공법은 기존관을 새로운 관으로 대체하는 것으로 현재 굴착공법(Trench)과 비굴착공법등으로 크게 구분할 수 있으며, 비굴착으로 신관을 매설하는 공법도 있으나 국내에서는 아직 비굴착에 의한 교체는 매우 미흡한 실정이다.

▶ 파쇄굴진 비굴착 교체공법(Pipe bursting)

원뿔의 파열/파쇄헤드와 날을 이용하여 기존관을 파쇄하고 후미에 연결된 신관으로 관을 교체하는 공법

▶ 비굴착식 신관 매설공법

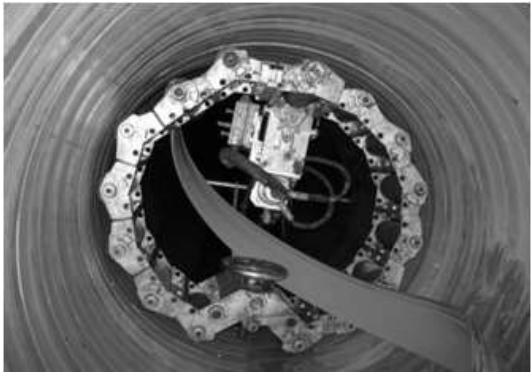
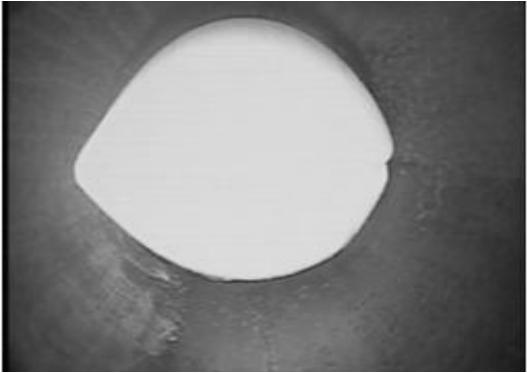
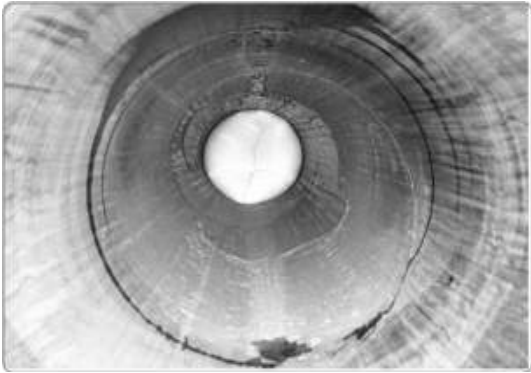
- HDD 비굴착 신관 매설공법

원격조절굴착기(회전굴착헤드-블레이드)를 이용하여 구멍을 파고 신관을 설치하는 공법

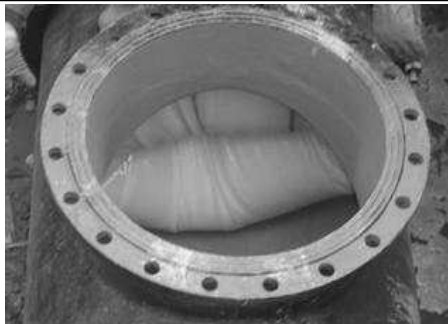
- Micro tunneling 비굴착 신관 매설공법

MTB cutter의 회전력을 이용하여 전단면을 축삭하고 신관을 설치하는 공법

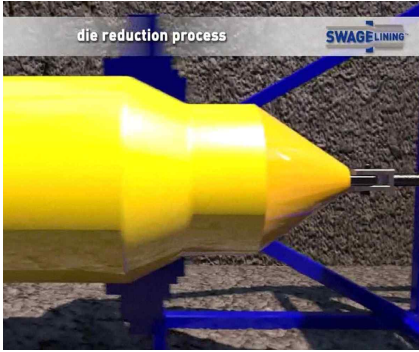
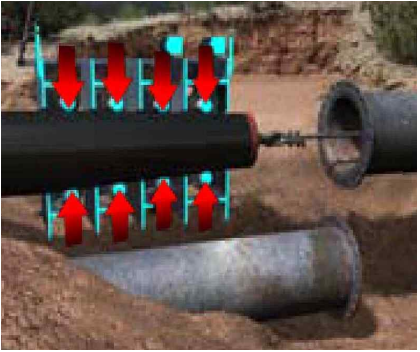
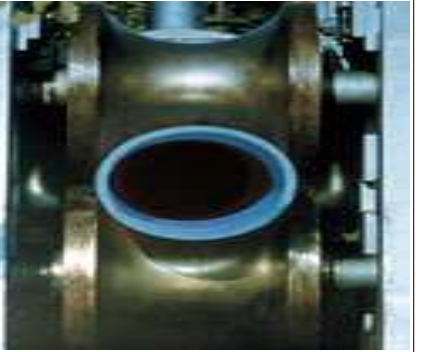
【표 7.2.6】삽입형 라이닝 공법(국내)

항 목	삽입형 공법(국내공법)							
	H-SPR공법		PPR공법		Smart CIPP ²⁺ 공법		SHL 공법	
인증내용	환경 신기술 제 356호		건설신기술 제 354호		신기술 인증 신청중		건설신기술 제 497호	
공법개요	· 기존관 세관 후 관내에 경질 염화비닐재(프로파일)을 결합형 제관하고, 전용 몰탈을 충전하여 일체화된 갱생관으로 재 구축하는 비굴착 제관 갱생공법		· 기존관을 청경히 세관하여 건조시킨후, 기존관과 같은 관경의 PE관을 단면형(ㄷ형)으로 변형하여 관 내부에 강제삽입한 수 고온·고압으로 기존관 내면에 밀착시켜 공기압으로 기존관을 갱생하는 비굴착 라이닝 삽입 갱생공법		· 노후된 상수관 내부를 중공식 세척, 기존 도장재 제거, 블라스팅 장비를 이용하여 세척 및 세관을 하고 에폭시 수지가 함침된 하이브리드 튜브를 진공흡입방식으로 반전시킨후 UV경화방식을 적용하여 관로내부를 갱생하는 비굴착 라이닝 삽입 갱생공법		· 열경화성 에폭시 수지가 함침된 라이너를 공기압 반전방식으로 관내부에 삽입하고, 강선이 삽입된 증기호스와 이를 긴장시킬수 있는 긴장장치를 이용하여, 고온의 증기열을 증기호스를 통해 분출시키고 단부를 링과 썰기를 이용하여 마감처리하는 비굴착 라이닝 삽입 갱생공법	
								
사용재료	· 염화비닐프로파일+몰탈		· 라이너(PE제품)		· 하이프리트 튜브 + UV경화 에폭시 수지		· 라이너(PE제품) · 에폭시 수지	
작업순서	· 고압수→제관과 동시에 몰탈주입→시공조인트부분 레이턴스나 이물질 제거		· 스크래퍼→고무셰이퍼→워터제트→검사→견인삽입→압착 및 냉각		· 고압수→스크래퍼→블라스트→반전삽입→UV경화		· 스크레퍼→워터제트→건조 검사→공기압반전삽입→경화	
적용관경범위	· D300~D3000		· D150~D1200		· D1,000~D1650		· D300~D1200	
라이너두께	· 1.~3.4mm 이내		· 5~158mm 이내		· 3~10mm 이내		· 3~10mm 이내	
장점	· 구조적 보강 가능 · 장거리 및 부분시공 가능 · 기존관의 관경 및 형상별 시공이 가능 · 통수중에도 작업 가능		· 구조적 보강 효과가 있어 핀홀등이 발생된 관체에도 적용이 가능 · 내진성, 내충격성이 강함 · 완벽한 녹물 및 누수방지		· 친환경/고강도 라이닝 재료 적용 · 라이너 부착력을 극대화하는 세관(블라스트)기술 적용 · 중·대구경, 장거리 시공 가능		· 관단부의 처리장치 사용으로 라이너 양단부의 물의 침입이나 갱생관과 라이너의 분리, 이탈방지 및 수밀성 확보 가능 · 곡관부 시공 가능(45° 내외)	
단점	· 곡관부 및 분기관 시공이 어려움 · 소구경에서 내부 채움재 충전이 어려움 · 통수 단면적 축소		· 곡관부 및 분기관 시공이 어려움 · 기존관과 라이너의 분리가 발생하여 관내면 처짐발생 우려		· 시공실적이 적음 · 블라스팅 작업으로 타 공법에 비해 고가		· 강선 긴장장치의 설치공간 필요 · 에폭시 수지가 다소 고가 · 곡관부에 주름이 생길 수 있음	
경제성 (m / 원)	D700	-	D700	497,402	D700	647,787	D700	463,651
	D900	902,600	D900	685,149	D900	808,327	D900	645,545
	D1100	1,174,100	D1100	921,025	D1100	992,421	D1100	807,209
	D1200	1,278,700	D1200	1,002.259	D1200	1,083,735	D1200	920,384
	D1350	1,429,000	D1350	1,179,585	D1350	1,227,597	D1350	-
주요실적	· 군산정수장 슬러지배관 개량사업 (D80, L=163m, 한국수자원공사,2010년)외 다수		· 광양공업용수도 관로시설 개선공사 (D700~ D900, 한국수자원공사,2010년)외 다수		· 장비 개발 완료		· 광양공업용수도 관로시설개선공사(2차) (한국수자원공사, 2010년)외 다수	

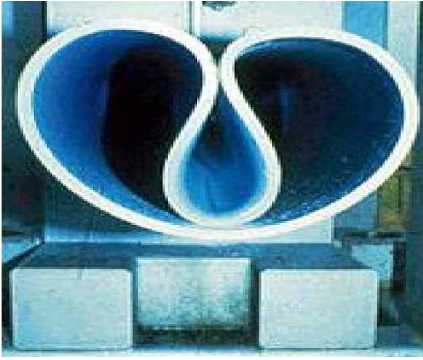
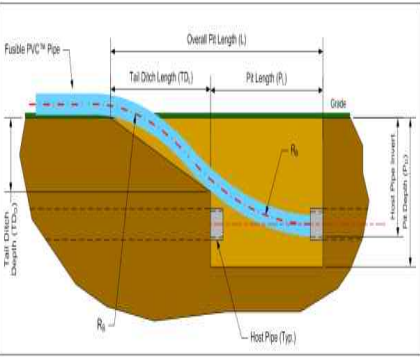
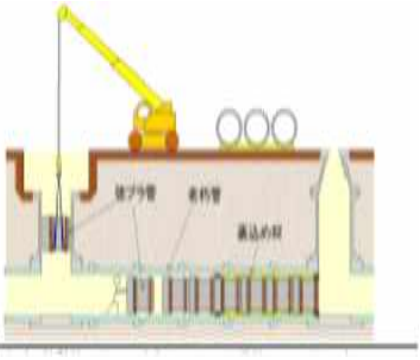
【표 7.2.7】삽입형 라이닝 공법(국내)

구 분	삽입형 공법									
	CSU공법 - 경진		TLS공법 - 크린텍		PIP-L공법 - 강물		PIP-R공법 - 강물		JPR공법 - 대화	
인증내용	환경 신기술 제303호		특허 제0649139호, 0791318호		특허 제 10-1323572 호		특허 제 0017754 호		특허 제10-1183195호, 10-13033259호	
공법개요	회전다단노즐을 이용하여 관로 내부에 잔존하는 스케일제거와 세척을 동시작업이 가능 하며 에폭시(BP-F형)수지를 보강튜브에 함침하여, 반전지지막을 설치하여 반전 및 경화작업을 진행할 수 있는 비굴착 라이닝 삽입 갱생공법		플랜지 T형관에 의한 접합부 일체화 반전기술로 증기를 공급하는 증기파이프를 이용하여, 공기압으로 보강튜브를 반전 삽입하여 밀착 및 부착하는 비굴착 라이닝 삽입 갱생공법		노후 대구경 강관을 갱생하기 위하여 시설관내 시설관보다 작은 직경의 신설관을 운반하여 삽입후 용접하고 시설관과 신설관 사이를 몰탈 채움하는 개량 공법		관길이 방향으로 미 용접된 롤벤딩 강관을 이용하여 PIP-L공법과 함께 적용하며 강관 삽입 후 유입실린더를 사용하여 확관하고 용접하는 공법		기존관을 스크레이퍼로 세정 후 기존관과 같은 관경의 일체화된 JPR튜브를 릴트레이러에 감아 운반하여 원치에 의해 기존관 내부에 강제삽입하고 고온 고압의 증기로 튜브 내부 압력을 상승시켜 기존관 내면에 밀착시키는 비굴착 라이닝 삽입 갱생공법	
사용재료	에폭시(BP-F형) 수지		라이너(폴리에스터 부직포 + PE필름) 열경화성 에폭시 수지		강관 + 에어몰탈 충전		강관 + 몰탈 충전		라이너(PE제품)	
작업순서	스크레퍼→회전다단노즐→건조→공기압반전삽입→경화		고압수→노미바이트→건조→공기압반전삽입→경화		강관투입→운송→용접→검사→에어몰탈주입→내면도장		강관투입→운송→확관→용접→검사→몰탈주입→내면도장		검사→스크레퍼→PE튜브 견인삽입→튜브가열 및 냉각→튜브절단→검사→슬리브마감	
적용관경범위	D200 ~ D1,500		D200 ~ D2,500		D800 ~ D2800		D800 ~ D2800		D200 ~ D2800 (D1200이상 주문생산)	
라이너두께	3 ~ 10mm 이내		3 ~ 24mm 이내		적용강관 두께		적용강관 두께		5 ~ 15mm 이내	
장점	회전다단노즐로 깊은 곳 까지 빠른 시간에 스케일 완벽 제거로 품질향상 BP-F형 에폭시수지 사용으로 안정성 확보 및 경화시 환경호르몬 미 검출로 환경친화적임 볼트 체결이 가능한 반전지지막기술 사용으로 압력상승으로 인한 밀착형성으로 접착력 튜브자체절감		T형 접합관에 의한 일체화 반전기술로 복구부분의 이형관 연결부 이탈방지 용접방식에 의한 접합으로 수밀성 및 기밀성 보장 보강튜브에 증기를 공급하는 증기관을 삽입시켜 경화시간 단축, 보강튜브 파손을 방지		현장가공이 용이하고 관로의 수직 및 수평, 곡선선형, 굴곡 등 기존관로의 현장여건에 따른 시공 효율성 우수 이중관 구조로 누수의 가능성이 적고, 강관용접으로 수밀성이 우수 내구연수 종료 후, 재갱신 가능 부상방지 고무스페이서 설치로 별도의 전식방지 공정 불필요 신관과 동일한 품질의 관(강관) 형성		관경을 축소하여 운반하므로 국관부 통과가 용이 유입실린더 이용으로 용접이 용이하고 내구성우수 기존관에 근접하는 단면형성(40mm축소)		구조적 보강 효과가 있어 핀홀 등이 발생된 관체에도 적용이 가능 일체화된 PE튜브 사용으로 시공 후 유량증대 및 통수능력 개선효과가 있음 완벽한 녹물 및 누수방지	
단점	국관부의 주름발생		에폭시 수지가 다소 고가 공기압 반전시 압력유지에 유의 대구경 관로 작업 시 대형반전탱크를 사용하므로 협소한 도로에서는 교통장애 우려		넓은 규모의 작업구 필요 소구경관로 적용 불가 통수단면이 1 SIZE(100mm) 축소 (최대 50mm까지 가능)				국관부 및 분기관 시공이 어려움 공장에서 제작된 JPR튜브를 릴트레이너에 의해 운반하므로 관경이 커질 경우 1회 시공연장이 제한적임	
경제성 (m / 원)	D1,000	1,028,890	D1,000	728,012	D1,000	897,530	D1,000	1,062,659	D1,000	1,107,162
	D1,100	1,113,056	D1,100	793,174	D1,100	1,047,316	D1,100	1,219,890	D1,100	1,266,732
	D1,350	1,241,642	D1,350	843,601	D1,350	1,127,237	D1,350	1,523,285	D1,350	-
주요실적	광역상수도 3단계 인입송수관개량공사(D1200, L=390m, 한국수자원공사)외 다수		오정동 77-2구역 노후관 갱생공사(D800, L=330m, 대전시, 2011년)외 다수		장비 개발 완료		장비 개발 완료		시흥시 상수도 관거개선사업 (D400, L=994m, 시흥시상하수도사업소, 2013년)외 2건	
공법사진										

【표 7.2.8】 관 갱생공법 비교표(국외)

구 분	삽입형 공법					
	Swagelining공법	Tite Liner공법	InsituGuard-Flexed공법	Rolldown공법	Subcoil공법	Mainsaver공법
인증내용	IOS, AGA, ASTIVI, API 표준	NSF 61	ANSI NSF 61, AWWA/PPI CLASS 4	NSF 61	NSF 61	NSF 61
공법개요	갱생관의 내부 직경보다 약간 큰 외부 직경을 갖는 폴리에틸렌 파이프를 이용하여 관경을 줄이기 위해 임시로 인장을 가하고 견인삽입을 시킨후 인장된 힘을 제거하여 원래의 관경으로 돌아가게 되어 내부에 밀착되는 비굴착 라이닝 삽입 갱생공법	갱생관의 내부 직경보다 약간 큰 외부 직경을 갖는 폴리에틸렌 파이프를 관경을 줄이는 롤러장치를 통해 와이어를 견인하여 관경을 줄이고 삽입완료후 견인된 힘을 시킨후 인장된 힘을 제거하여 원래의 관경으로 돌아가게 되어 내부에 밀착되는 비굴착 라이닝 삽입 갱생공법	갱생관의 내부 직경보다 약간 큰 외부 직경을 갖는 폴리에틸렌 라이너를 관경을 줄이는 롤러장치를 통해 안으로 삽입후 물을 가압시켜 원래의 관경으로 돌아가게 되어 내부에 밀착되는 비굴착 라이닝 삽입 갱생공법	갱생관의 내부 직경보다 약간 큰 외부 직경을 갖는 폴리에틸렌 라이너를 관경을 줄이는 롤러장치를 통해 안으로 삽입후 물을 가압시켜 원래의 관경으로 돌아가게 되어 내부에 밀착되는 비굴착 라이닝 삽입 갱생공법	공장에서 C모양으로 접혀나온 폴리에틸렌 라이너를 기존관에 삽입후 물을 가압하여 임시로 묶어 놓은 밴드를 제거하여 원래의 관경으로 되돌아가게 되어 내부에 밀착되는 비굴착 라이닝 삽입 갱생공법	유연한 MDPE 튜브형 라이너를 견인 삽입을 시킨후 확장시켜 튜브의 바깥쪽과 기존관 내부 사이에 시멘트 그라우팅을 하여 기존관의 파손부분을 채워주고 라이너를 부착시키는 비굴착 라이닝 삽입 갱생공법
공법사진						
사용재료	견인장비 및 관경감소장치 PE파이프	견인장비 및 롤러감소장치 PE파이프(PE100)	롤러감소장치 PE라이너(PE100)	롤러감소장치 PE라이너(PE80)	견인장비 PE라이너(PE80)	중밀도 폴리에틸렌 시멘트 모르타르
적용관경범위	D100 ~ D1,100	D50 ~ D600	D150 ~ D1,200	D100 ~ D500	D100 ~ D300	D100 ~ D300
라이너두께	11 ~ 42mm	-	17mm이하	-	-	3mm이내
장점	기존관에 구조적으로 안전할수록 라이너의 두께가 얇아질수 있다. 덕타일주철관, 강관, 콘크리트관, 시멘트관등 모든 압력관에서 쉽고 빠르게 설치 할 수 있다. 수축, 양생, 화학물, 열이 필요하지 않는다.	덕타일주철관, 강관, 콘크리트관, 시멘트관등 모든 압력관에서 쉽고 빠르게 설치 할 수 있다. 수축, 양생, 화학물, 열이 필요하지 않는다.	굴곡이 심한지역도 설치가 가능하다.	긴 연장의 설치가 가능하다. 11.25°까지 굴곡시공이 가능하다.	22.5°까지 굴곡시공이 가능하다.	모든 종류의 기존관에 사용이 가능하다. 시멘트는 부식을 방지하고 PE 튜브는 수질을 보증한다.
단점	PE관이 완전히 삽입되기 전까지 인장을 계속 유지되어야 한다. 관경 축소 전 긴 끈을 연결하기 위한 작업공간이 필요하다.	연속적으로 설치가 되어야 한다. 삽입되는동안 라이너의 표면에 손상이 없어야 한다. 기존관은 내외부의 하중을 견딜수 있는 충분한 구조적 강도가 보장되어야 한다.	특이사항 없음	압출되는 폴리에틸렌 파이프는 기존관의 외경과 일치하여야 한다.	기존관까지 라이너를 맞추기 위하여 맞춤 마감재료가 별도로 필요하다. 압출되는 폴리에틸렌 파이프는 기존관의 외경과 일치하여야 한다.	설치온도를 40°~ 80°를 유지시켜야 한다. 라이닝의 관경변화에는 적합하지 않다.
주요실적	1,600km이상 설치됨	12,870km이상 설치됨	12,870km이상 설치됨	요크셔 남쪽 7.5km외 다수	-	미국의 신기술로 설치실적이 적음

【표 7.2.9】 관 갱생공법 비교표(국외)

구 분	삽입형 공법					
	SubLine공법	InsituGarrd-Folded공법	Pressure Pipe Liner공법	Primus Liner공법	Fusible PVC공법	F-FIT공법
인증내용	NSF 61	NSF 61, AWWA/PPI CLASS 4	NSF 61, ASTM F1216	KTW W270, DVGW VP 643	NSF 61, AWWA C900, C905 ASTM D1785, D2241, D3034, F679	JSWAS K-16, JIS A 5350 JWWA K-135, K2011, K-1111L등
공법개요	미리용접된 폴리에틸렌 라이너를 밴딩을 하여 C모양으로 접어 기존관으로 삽입시킨후 물로 압력을 가하여 임시로 묶어놓은 밴딩을 제거하여 원래의 관경으로 돌아가게 되어 내부에 밀착되는 비굴착 라이닝 삽입 갱생공법	기존관에 대해 적절한 길이로 융합되어진 폴리에틸렌 라이너를 단면적을 감소시키는 장치를 통해 기존관에 삽입된후 밴드를 잘라 가압하여 내부에 밀착되는 비굴착 라이닝 삽입 갱생공법	열경화성 합성수지 튜브를 사용하여 기존 파이프에 반전시킨 후 온수를 순환시켜 부착시키는 비굴착 라이닝 삽입 갱생공법	단일 또는 더블층으로 만들어진 특수 고분자 섬유 층으로 접어둔 라이너를 기존관으로 견인시켜 압력을 가압하여 내부에 밀착되는 비굴착 라이닝 삽입 갱생공법	수평방향으로 드릴방법으로 설치하는 방법으로 Sliplining이나 Pipe-bust를 하여 설치하는 비굴착 라이닝 삽입 갱생공법	노후화된 관거를 강화플라스틱 복합관으로 갱생하는 공법으로 기존관의 노후도에 관계없이 고강도이며, 우수한 강화플라스틱관에 의한 자립관거를 구축하는 공법으로 흡착식으로도 시공이 가능하다.
공법사진						
사용재료	PE라이너(PE80)	PE라이너(PE100)	비닐에스테르 에폭시 강화유리 합성	내부코팅 : PE코팅, TPU코팅 외부코팅 : 마모방지 PE코팅	PPI TR-2에 부합하는 고유 특허출원 배합과 압출	FRPM관
적용관경 범위	D75 ~ D1,600	D300 ~ D1,200	D200 ~ D1,500	D150 ~ D1,500	D100 ~ D900	D600 ~ D3,000
라이너두 께	3 ~ 20mm	17mm이하	8 ~ 18mm	6.5mm	14 ~ 51mm	57 ~ 131mm
장점	45°까지 굴곡시공이 가능	단면적이 관경의 40%로 설치가 용이하다. 큰 굴곡의 시공이 가능하다	주물/연성 철, 강철, 석면 시멘트, RPC 및 열가소성 파이프에 적합 90°로 수평 수직곡관의 시공이 가능하다.	작업의 연속성이 우수하여 장거리도 가능하다. 30°의 굴곡시공도 가능하다.	긴 연장을 시공하거나 굴착수를 줄여 비용을 절감 할 수 있다. 직경이 클수록 더 큰 강도를 가진다.	우수한 강도의 자립관거를 구축 기존관과의 틈을 조정함에 따라 구배수정이 가능 기존관에 잔류수가 있어도 시공이 가능 곡률에 맞는 구배관 직접시공
단점	기존관까지 맞추기 위하여 단독 커플링이 필요하다.	공장가공이 안된다. 관경에 따라 라이너의 두께가 제한적이다.	관내부에 돌출부가 없도록 깨끗이 하여야 한다.	16bar보다 높은 압력에서는 별도의 커플링이 필요하다. 고압용 특수 커넥터가 필요하다.	열가소성으로 굴곡변경에 따라 구체적인 가이드 라인에 따라 설치하여야 한다. 숙련된 PVC 융합기술자가 필요하다.	특이사항 없음
주요실적	캠프 저수지 8.6km	전세계적으로 10km	-	2008년도 20~30km	2004년부터 610km이상 설치	41년간 일본에서 3,000km이상 설치

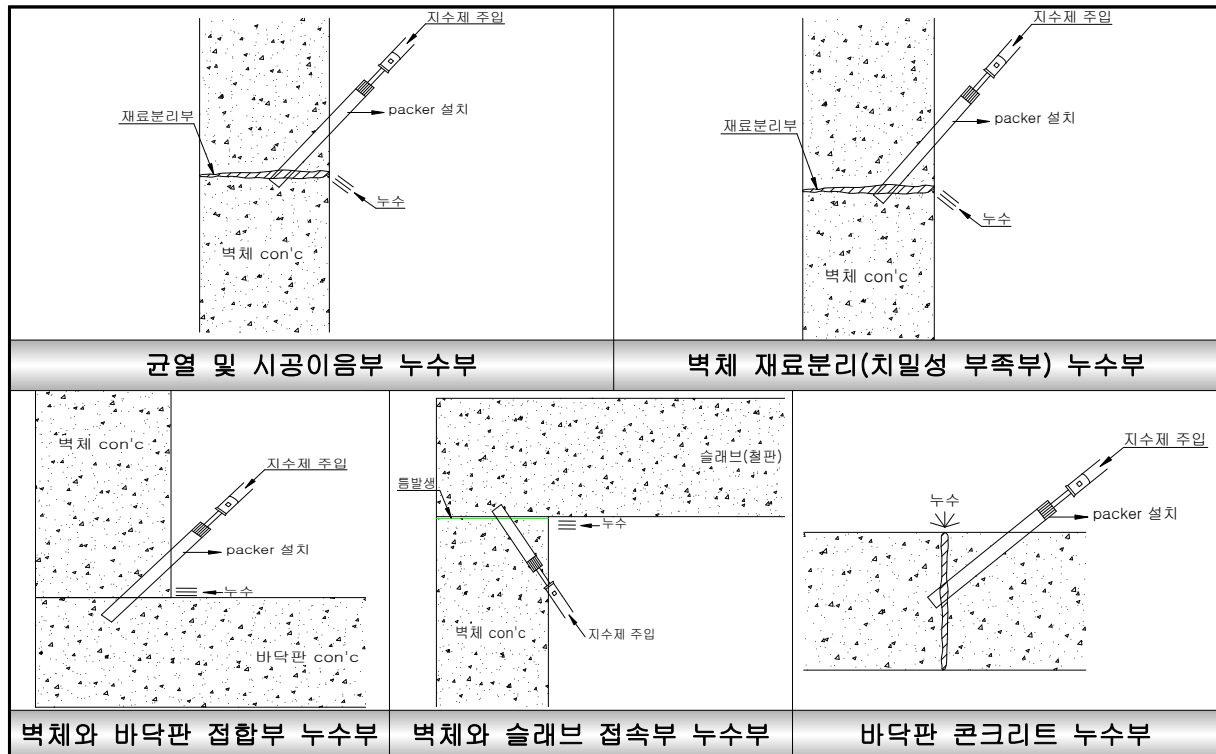
7.2.3 밸브실 밸브실 벽체 및 바닥판 누수부 지수보수

밸브실은 현재 벽체와 슬래브 접합부 누수, 벽체와 관 접속부 등의 치밀성 부족으로 인해 지표수 및 우수가 유입되어 밸브실의 침수와 내부철근의 부식을 유발시킬 수 있는 가능성이 크므로 지수 보수를 실시하여 구조물의 사용성 및 안전성을 유지시켜야 한다.

가. 지수보수 시공순서

- ① 시공면 청소
- ② 지그재그로 천공(45°)실시(1m당 7~8개소)
- ③ 패카(Packer) 설치
- ④ 지수제 주입
- ⑤ 패카(Packer) 제거
- ⑥ 천공구멍 막기
- ⑦ 보수수면 마무리 작업

나. 누수부위별 지수보수 시공개요도



【그림 7.2.2】 누수부위별 지수보수 시공개요도

7.2.4 벽체와 관 접속부 보수

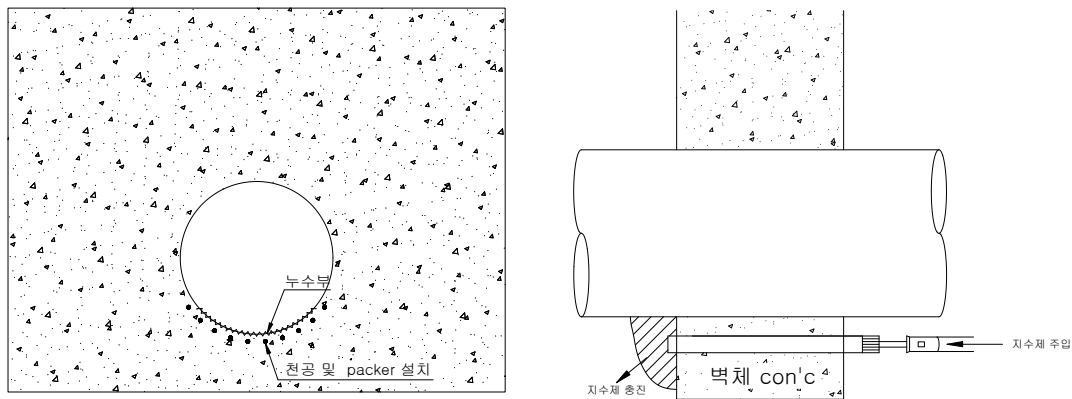
침수된 밸브실의 물을 양수기로 펌프한 후 누수 발생부를 확인한 결과 벽체와 관 접속부의 틈과 국부적인 파손부를 통해 지표수가 유입되고 있는 것으로 조사되어, 침수방지를 위한 보수보수가 필요한 상태이다.

가. 벽체와 관 접속부 누수 보수

(1) 시공순서

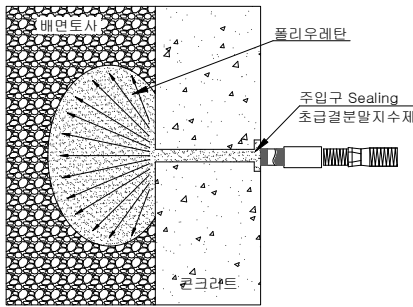
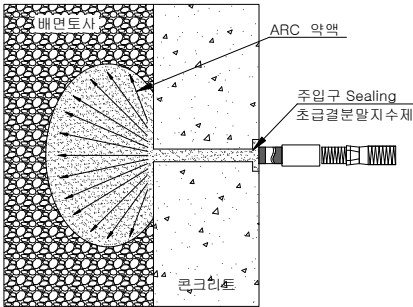
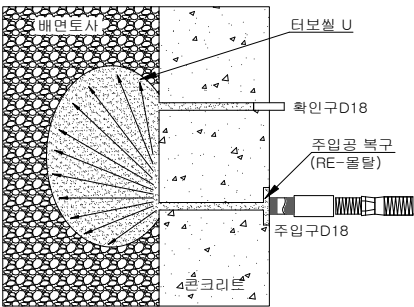
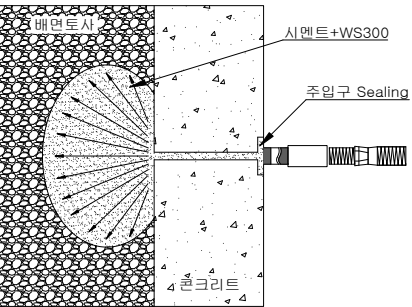
- ① 누수부 확인
- ② 시공면 청소
- ③ 누수부 주변 천공 실시(벽체 관통)
- ④ 패카(Packer) 설치
- ⑤ 지수제 주입
- ⑥ 패카(Packer) 제거
- ⑦ 천공구멍 막기
- ⑧ 보수면 마무리 작업

(2) 시공개요도



【그림 7.2.3】 벽체와 관 접속부 누수 보수 시공개요도

【표 7.2.10】 지수보수공법비교

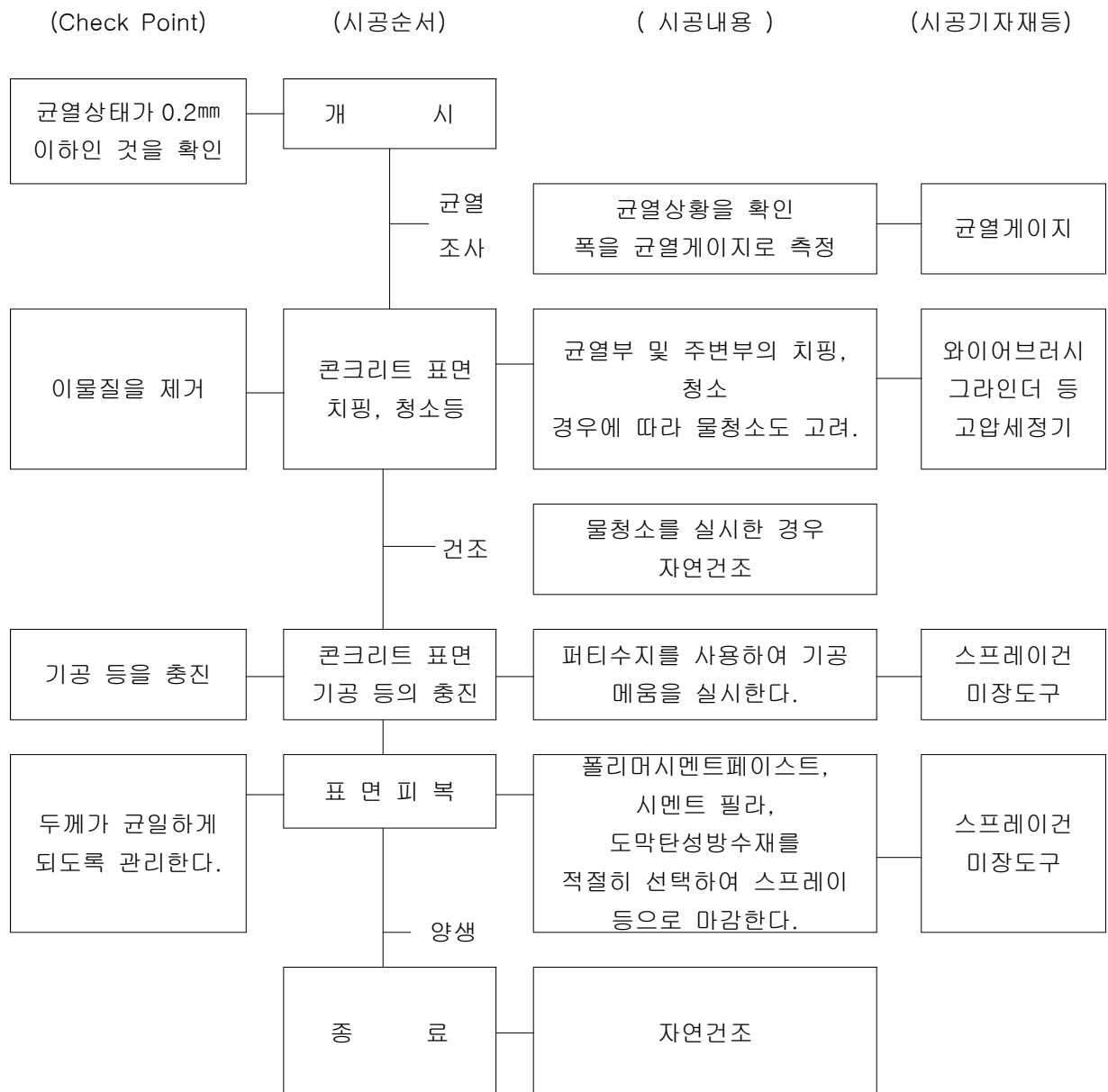
항 목	폴리우레탄 주입공법	ARC 주입공법 (신기술 402호)	터보쉴 누수보수공법 (신기술 376호)	WGS 방수그라우팅공법 (신기술 178호)
개요도				
공법개요	누수부분에 대하여 일정한 간격으로 천공한 후 주입관(압입볼트)을 삽입하고 삽입된 주입관에 그라우팅 펌프를 연결하여 2액의 발포성 우레탄계 약액을 그라우팅시 균열부를 주입재가 충전되어 지수효과 발휘하는 원리	환경 친화적인 ARC 약액을 누수가 발생하는 신축이음부나 시공이음부 배면에 주입하여 구조물 유간뿐만 아니라 배면까지 차수를 실시하여 근본적인 누수 차수가 가능한 공법	방수층의 보호콘크리트 또는 구조물을 관통하여 주입구를 설치한 후 터보쉴-U 방수재를 기존 방수층의 전 후 공간에 충전 접착시킴으로서 기존 손상된 방수층 기능의 확보 및 터보쉴-U 방수재의 기능적 특성에 의한 방수층 성능 향상 공법	시멘트 계열의 방수성 그라우트제를 사용하여 전면 충전 또는 배면방수 그라우팅 기법을 적용하여 누수를 방지하는 공법
시공방법	1. 주입구 주변 취약부 제거 2. 주입구 실링 3. 천공작업 4. 주입관 or 패커 설치 5. 폴리우레탄 주입 6. 주입관 제거 7. 마감면 정리	1. 주입구 주변 취약부 제거 2. 주입구 실링 3. 천공작업 4. 주입관 or 패커 설치 5. ARC 약액 주입 6. 주입관 제거 7. 마감면 정리	1. 취약부 제거 2. 천공작업 3. 주입구 설치 4. 발포우레탄 주입 5. 터보쉴-U 주입 6. 주입구 제거 7. 주입공 복구(RE-모르타르)	1. 취약부 제거 2. 주입구 실링 3. 천공작업 4. 주입관 or 패커 설치 5. 시멘트, 우지스(300) 약액 주입 6. 주입관 제거 7. 모르타르 or 탄성썰링재 충전
장점	· 뒤틀림 등의 변형에 강함 · 염화칼슘, 염산, 석유류에 영향을 받지 않음 · 직접 접착하는 방식 구조물의 부식을 방지 · 자외선 및 오존에 영향을 받지 않음 · 강도발현이 우수	· 점성이 물과 유사하여 침투성이 우수 · 내구성이 우수하여 영구적인 차수공법에 적용 · 조물 신축 및 수축에 같이 거동 · 환경 친화적인 약액 · 알칼리, 염분 및 해수에 대한 저항성능 우수 · Gel time 조절이 가능 · 물에 용탈되지 않음 · 해수 차수에 대한 실적 보유	· 탄성재료로 구조물 신축 및 수축에 같이 거동 · 확인구를 통해 주입량 확인 · 점착력이 우수 · 주입즉시 지수효과 발휘	· 시멘트가 주재료이므로 자재비가 저렴 · 내구성이 우수 · Gel time 조절이 가능 · 공사비 저렴
단점	· Gel time이 급결 · 내구성저하로 재하자 발생비율이 높음 · 주입재가 고가	· 약액 혼합시 숙련공 필요 · 주입장비 필요 · 습윤상태에서의 시공불가능	· 점성이 높아 배면 그라우팅이 용이하지 않음 · Joint 배면에 해수가 유입되어 철근부식 유발 · 해수에 대한 차수 공사실적 없음	· 신축과 수축이 있는 신축이음부에 부적합 · 해수 및 염분에 대한 저항성이 적음 · 물에 용탈되어 영구적인 차수 난이 · 주입장비 필요 · 해수에 대한 차수 공사실적 없음
경제성	330,000원/㎡	328,000원/㎡	285,000원/㎡	293,000 원/㎡

7.2.5 균열 보수공법

콘크리트 부재의 균열은 균열폭, 진행성, 기타 결함(백태 등) 여부에 따라 다음과 같은 보수·보강 공법이 있다.

가. 표면처리공법

표면처리 공법의 적용은 균열, 선상 및 면상백태가 발생한 경우에 적용하는 것으로 하며 표면을 피복하여 방수성, 내구성을 지니도록 하는 것으로 그 효과는 콘크리트 표면의 보수에 그치므로 본 공법 적용 시 균열 등의 결함발생 여부에 대한 주기적인 관찰이 요구된다. 공법의 흐름도 및 공법 개요도는 다음과 같다.



【그림 7.2.4】 표면처리 공법 시공 흐름도

(1) 균열의 성장이 정지된 상태에서는 균열선 및 백태를 따라 폭 50~100mm를 와이어 브러쉬로 닦아내거나 심한 경우 치핑을 실시한 후 폴리머 시멘트 페이스트나 모르타르로 균일하게 도포한다. 콘크리트 표면에 0.3mm이하의 미세한 균열이 많이 분포해 있는 경우도 같은 방법으로 도포할 수 있으며, 재료를 기계로 분무하여 도포할 수도 있다.

(2) 균열폭의 변동이 큰 경우 경화후의 재질이 단단한 폴리머 시멘트 페이스트나 모르타르로 보수할 경우 보수부위에 다시 균열이 발생하므로 【그림 7.2.5】와 같이 균열면을 와이어 브러쉬로 완전히 청소한 후 균열선을 중심으로 폭 10~15mm 절연재를 부착하고, 절연재를 중심으로 폭 30~50mm, 두께 2~4mm의 변형성 및 신장성이 큰 실링재를 도포하여 바닥의 변형을 이 테이프 사이에서 흡수할 수 있도록 한다. 이 공법은 예전에는 균열부분의 폭이 작은 경우에 사용하는 경우가 대부분이었다. 그러나 최근에는 균열 폭의 확대를 제어하거나, 부식된 철근의 결손부분을 보충하는 등의 목적으로, 탄소섬유시트나 아라미드섬유시트, 유리섬유시트라고 하는 연속섬유시트를 구조물의 표면에 붙이는 방법이 실용화되고 있다.

이러한 연속섬유 시트 접착공법은 콘크리트 구조물의 휨 내력과 전단 내력성을 향상시킬 목적으로 개발된 보수·보강공법이지만, 이용방법의 하나로서 균열부분의 보수가 제안되고 실용화되고 있다. 균열의 보수공법으로서 생각하는 경우에는 표면 피복공법과 위치가 결정된다.

(3) 표면처리공법에 사용하는 보수재료를, 보수목적과 관련되게 만들어 정리한 것이 다음 표이다. 여기서는 방수제 등의 침투성도포 방수제에 의한 보수도 표면피복 공법의 침투성 도포방수제는 주로 외부에서의 물의 침투방지를 목적으로 한 방법으로, 폭이 0.2mm 정도이하의 균열부의 보수에 사용된다. 균열폭이 큰 경우에는 부적당하다.

(4) 연속섬유시트 접착공법으로 균열부를 보수할 때, 균열폭이 비교적 큰 경우나 균열부에서의 누수가 확인된 경우에는 하지 처리로서 균열부를 주입공법으로 보수해 놓아야 한다. 이 하지처리가 불충분하면, 연속섬유시트와 구조물과의 접착면이 파괴되어 시트의 박리 등의 불량이 일어난다. 이처럼 균열부가 변동하는 경우에는 균열부를 가로지르는 연속섬유의 파단을 막기 위해서 균열부와 피복재와의 사이에 비닐시트 등의 절연재료를 끼우는 것 같은 조치를 마련해 두는 것이 중요하다.

개 시

균열부 청소

프라이머 도포

피복재를 도포, 접착

피복재

피복재
절연재

균열

균열

양 생

종 료

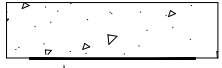
【그림 7.2.5】 표면처리공법 개요도

【표 7.2.10】 표면보수공법 보수목적과 재료

표면보수공법의 보수목적과 재료				
보수목적 보수재료	방수성 향 상	내구성 향 상	균 열 제 어	내하성 향 상
도막탄성방수시트	◎	○	×	×
침투성방수제	○	△	×	×
폴리머시멘트 모르타르	○	△	×	×
시멘트필라	○	△	×	×
탄소섬유시트	◎	◎	◎	◎
아라미드 섬유시트	◎	○	◎	◎
유리섬유시트	◎	○	△	△

◎: 우수, ○: 양호, △: 가, ×: 불가

【표 7.2.11】 표면보수 공법 비교표

구 분	프리웨팅공법 (신기술 507호, 중앙크리텍(주))	FCSM공법 (신기술 522호, 원하종합건설(주))	에코플래시공법 (신기술 577호, 리플래시기술(주))
공법 개요	이중오거 믹서 샤프트를 이용한 프리웨팅 스프레이 방식의 철근 콘크리트 구조물 보수공법	고인성 PVA섬유의 3차원 가교 작용에 의해 연성과 균열저항성이 향상된 섬유복합 몰탈을 이용한 콘크리트 구조물의 보수공법	천연광물을 함유한 모르타르와 특수건식스프레이를 이용하고, 접착보강편을 추가하여 장기부착 강도를 증진시킨 보수공법
개요도	 1. 콘크리트 표면처리(그라인딩) 2. 고압수 세척 3. 발수성 프라이머(GW100) 도포 4. 마감도장재(V100)도포	 1. 표면처리(그라인딩) 2. 고압수 세척 3. 구체 접착강화제 도포 4. 표면코팅제 도포	 1. 콘크리트 표면처리(그라인딩) 2. 고압수 세척 3. ERH-HF(기포) 제거제 도포 4. ERH-WS 프라이머 도포 5. 무기질계 코팅재 마감(ERH-WS 코트)
시공 순서	1. 표면처리 2. 고압수 세정 3. 발수성 프라이머 도포 (GW200) 4. 마감도장재 도포(V100)	1. 표면처리 2. 고압수 세정 3. 구체 접착강화제 도포 4. 표면코팅제 도포 도포	1. 표면처리 2. 고압수 세정 3. ERH-HF(기포) 제거제 도포 4. ERH-WS 프라이머 도포 5. 무기질계 코팅재 마감 (ERH-WS 코트)
공법의 특징	·개선된 스프레이 방식과 우수한 단면복구재를 사용 1회 시공두께가 우수 ·구조물의 형상에 따른 제약이 없음 ·자동화 기계화시스템에 의한 인력절감 및 공사비 절감 ·우수한 부착 성능 ·스프레이시 리바운드가 적음 ·공정이 단순 ·스프레이 시공 전문가 필요	·PVA 섬유의 3차원 가교작용으로 균열억제 ·건조수축 및 진동에 의한 균열 저항성 이 우수 ·동결융해 저항성 우수 ·내염해성, 내산성, 내중성화, 내구성 탁월 ·구조물의 Life Cycle을 연장 ·섬유를 별도로 혼입하므로 작업이 번거로움 ·습윤면의 부착이 어려움 ·장거리 압송이 어려워 뿔칠 장비의 잦은 설치로 시공속도가 느림	·무기섬유 혼입에 의한 물리적 특성 우수 ·화학적 부식에 저항성 및 중성화 저항성 우수 ·천연재료의 사용 ·물리적 접착 보강편을 통한 장기 부착강도 확보 ·리튬실리케이트를 이용한 내구성 및 알칼리 회복 ·습윤면의 부착이 우수 ·공정이 다소 복잡 ·건식 뿔칠로서 습식보다 분진이 발생 ·시공전 사일로 및 기계화장비 설치 필요
적용 범위	·건조한 환경, 습한 환경 가능	·건조한 환경 가능	·건조한 환경, 습한 환경 가능
등록 신기술	○	×	○
공사비	60,000원/㎡	42,000원/㎡	49,000원/㎡
검토 의견	기존 보수공사 시 적용되었던 공법을 고려하여 경제적인 공법적용이 필요함		

나. 주입공법

균열부에 수지를 주입하면 콘크리트와 일체를 이루어 콘크리트의 방수성을 향상시켜서 내부 철근의 부식방지 및 콘크리트의 열화방지에 효과적이다.

균열보수는 균열 폭 및 균열깊이, 균열의 형태, 구조적 안전성 여부 등을 종합적으로 판단하여 보수 목적에 따라 가장 유리한 보수 대책을 선정하여야 한다. 또한, 균열보수는 균열 폭과 균열깊이를 고려하여 이에 적합한 주입속도, 점도 및 양생 속도를 갖는 수지재료를 사용한다.

(1) 주입 공법의 선정

균열 주입공법에는 압입식과 흡입식이 있다. 압입식 주입공법에는 수동식, 기계식 및 저압·저속식 주입 방법이 있으며 다음은 주입공법의 종류이다.

【표 7.2.12】 주입보수 공법의 종류

압 입 식	흡 입 식
· 수동식 주입 : 인력 · 기계식 주입 : 공기압식, 유압식, 기어식 · 저압·저속식 주입 : 고무, 용수철, 공기 등의 압력	· 균열의 양단에 흡기구와 충전재 주 입구를 설치하여 흡입펌프로 충전재를 흡입주입

종래에는 수동식 기계주입 방법이 많이 이용되고 있으나, 이 방법은 주입량을 정확하게 파악할 수 없으며, 관통하지 않은 균열은 구석까지 보수재료를 주입하기가 곤란하다. 또한 주입압력이 너무 높으면 균열을 넓혀 주는 등의 문제점이 있다. 따라서 저압·저속 주입의 압입식 공법이 주요하며, 저압·저속의 주입공법은 주입량 파악이 쉬우며, 균열 구석까지 주입할 수 있는 특징이 있다.

(2) 압입식 주입보수 공법 선정

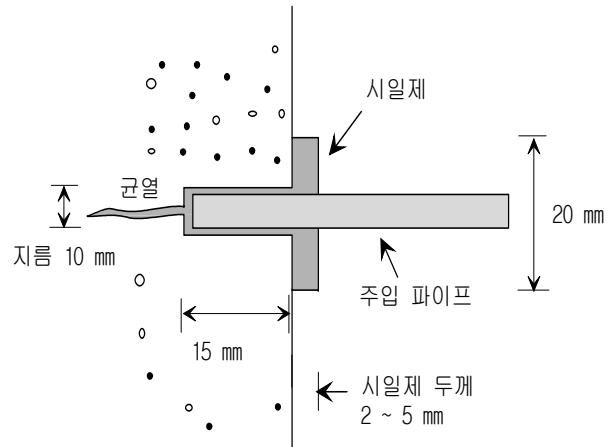
이 공법은 균열 위에 주입수지가 들어 있는 용기를 설치하여 고무, 용수철, 공기압 등으로 서서히 수지를 주입하는 방식으로 압입방식은 다음과 같다.

【표 7.2.13】 저압·저속식 주입방법

압 입 방 식	용기의 형태
압축용기에서의 압축공기로 주입	플라스틱제의 실린더
압력탱크내의 압축된 압력으로 주입	플라스틱제의 압력탱크
고무시트의 복원력으로 주입	플라스틱제 틀에 고무시트를 고정
고무 밴드의 복원력으로 주입	플라스틱제 실린더와 피스톤
캡슐내의 용수철로 주입	플라스틱제 캡슐 탱크

【표 7.2.14】 균열 폭에 따른 주입파이프의 간격

균열폭	주입파이프 간격(mm)
0.3 이하	50 ~ 100
0.3 ~ 0.5	100 ~ 200
0.5 ~ 1.0	150 ~ 250
1.0 이상	200 ~ 300

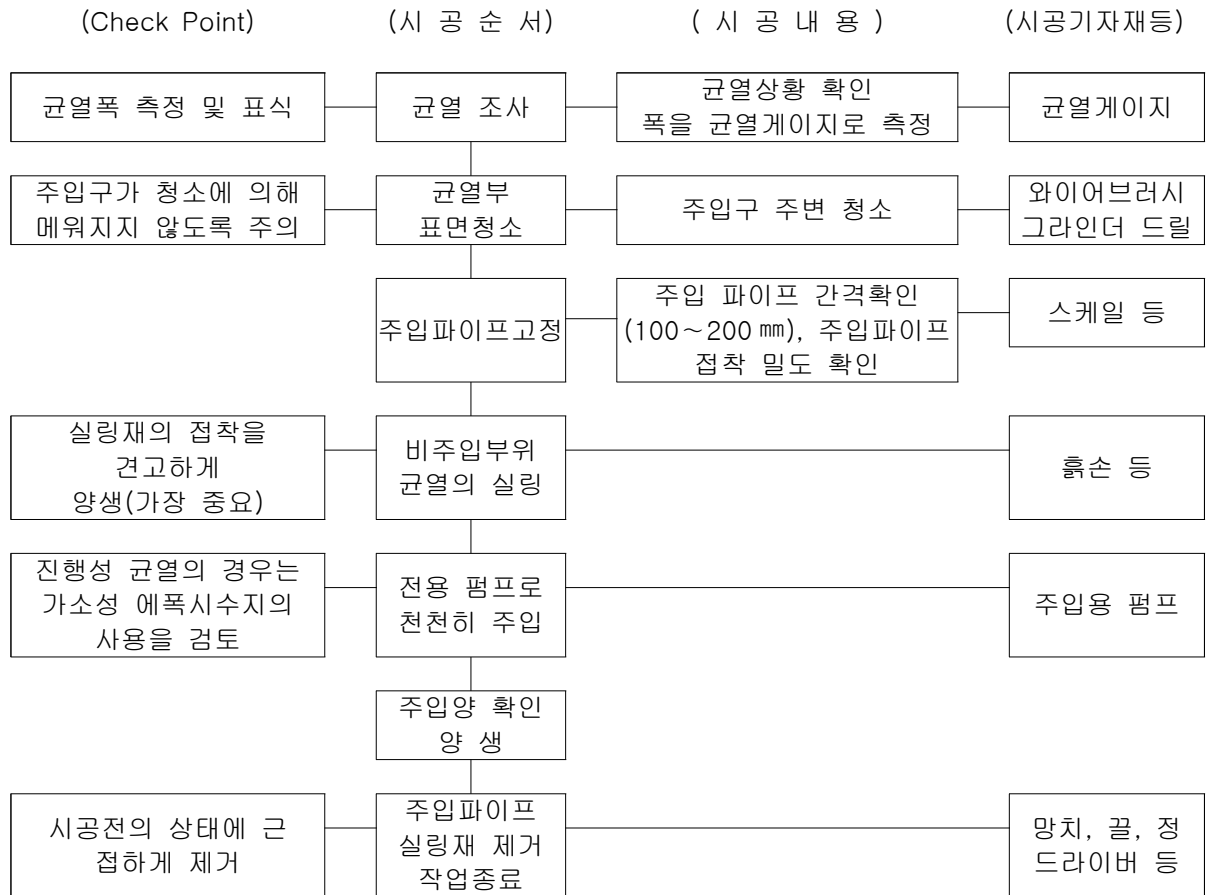


<그림 7.2.6> 주입파이프 설치도

(3) 압입식 주입보수 공법 특징

수지가 들어 있는 용기를 균열 위에 설치하므로 사람의 손을 필요로 하지 않고, 용기 높이의 저압력에 의해 자동으로 주입되므로 압력에 의한 실링부의 파손도 적어 시공관리가 용이하다. 그리고 주입되는 수지의 거동은 동심원상으로 확대되므로 주입압력에 의한 균열이나 들뜸이 발생되지 않는다.

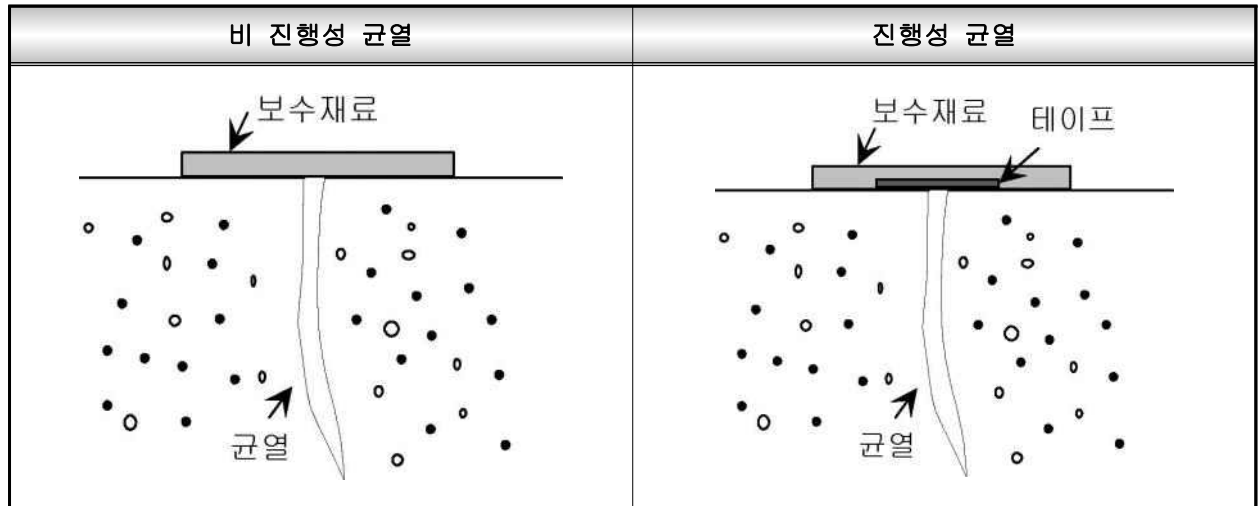
【그림 7.2.7】 균열 주입보수 공법 개요도



【그림 7.2.8】 주입보수 공법 시공 흐름도

주입압력은 4kgf/cm^2 이하로 규정되어 있으나 실제로는 1kgf/cm^2 전후가 사용된다. 주입제는 에폭시수지 이외에도 무기질계의 슬러리도 사용할 수 있으며, 무기질계 슬러리는 습윤 환경 하에서도 사용이 가능하다. 반면에 주입기에 여분의 주입재료가 남아 재료의 손실이 큰 단점이 있다.

(1) 보수개념도



【그림 7.2.9】 표면처리공법 보수개념도

(2) 시공순서

【표 7.2.15】 시공순서

에폭시 모르타르 도포공법	에폭시 수지 실링공법
보수범위 확인 ↓ 균열면 및 보수면 처리 ↓ 프라이머 도포 ↓ 에폭시수지 모르타르 도포 ↓ 표면마감 ↓ 보수범위 확인	보수범위 확인 ↓ 균열면 및 보수면 처리 ↓ 양 생 ↓ 검 사

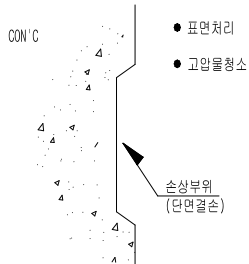
다. 단면복구공법(Ⅰ)

【표 7.2.16】 단면복구공법(Ⅰ) 개요

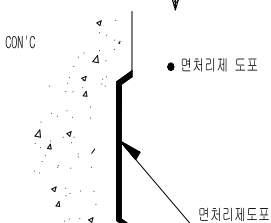
공법개요	철근노출을 동반하지 않은 파손, 재료분리, 박리·박락, 표면열화 등의 손상부위를 제거하고, 적절한 보수재료를 통하여 제거된 단면을 원래대로 복원하는 공법
------	---

(1) 시공순서

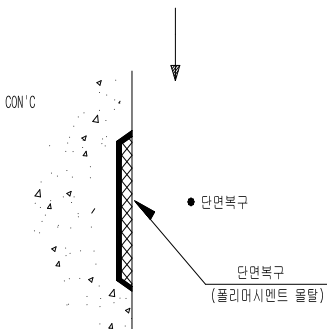
● STEP 1



● STEP 2



● STEP 3



● STEP 4

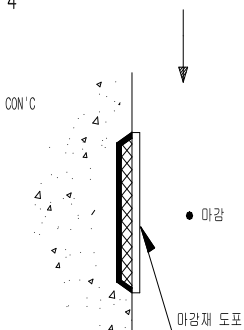


표 면 처 리

열화된 콘크리트를 수공구 또는 전동공구를 사용하여 손상부위($T \approx 3\text{cm}$)를 완전히 제거한다.

고압물 청소

고압수 세정기를 사용하여 이물질을 완전히 제거한 후 자연 건조 시킨다.

면처리제 도포

로울러나 도로작업용 붓, 에어스프레이건 등을 사용하여 표면처리한 구체에 골고루 도포한다.

단 면 복 구

폴리머 시멘트 몰탈로 단면($T \approx 3\text{cm}$)을 복구한다.

마감재 도포

로울러나 붓으로 마감재를 도포한다.

【그림 7.2.10】 단면복구공법(Ⅰ) 시공순서도

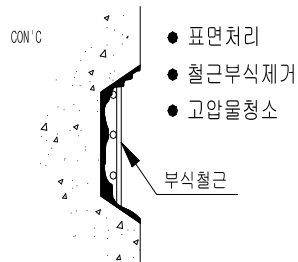
라. 단면복구공법(II)

【표 7.2.17】 단면복구공법(II) 개요

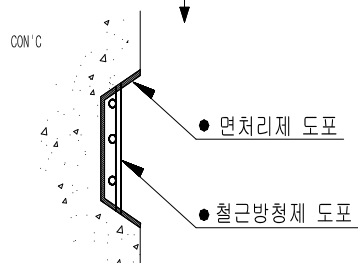
공법개요	철근노출을 동반한 재료분리, 철근노출, 파손, 박리·박락, 표면열화 등의 손상 부위를 제거하고, 방청처리를 실시한 후 적절한 보수재료를 통하여 제거된 단면을 원래대로 복원하는 공법
------	--

(1) 시공순서

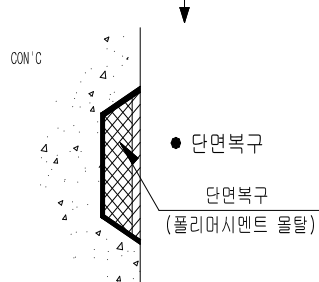
● STEP 1



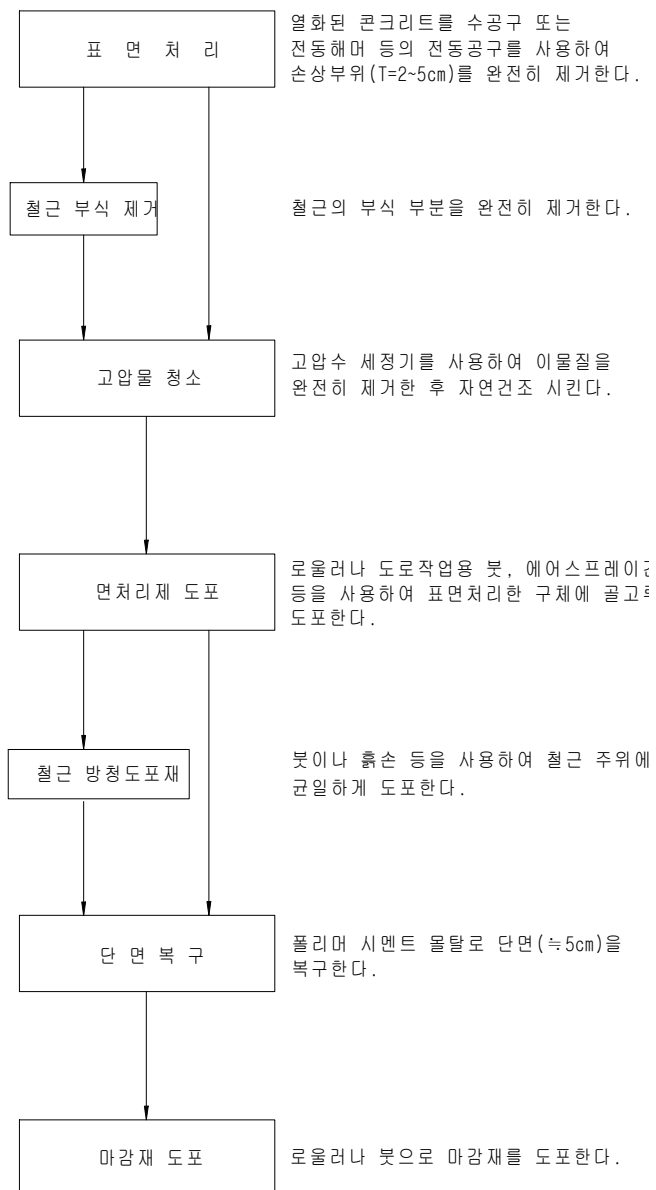
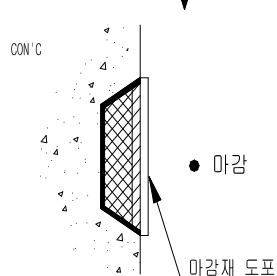
● STEP 2



● STEP 3



● STEP 4



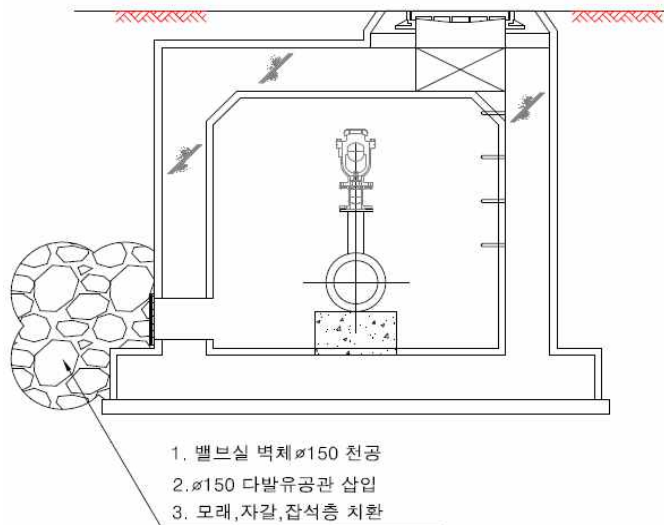
【그림 7.2.11】 단면복구공법(II) 시공순서도

마. 밸브실의 침수방지에 대한 대책

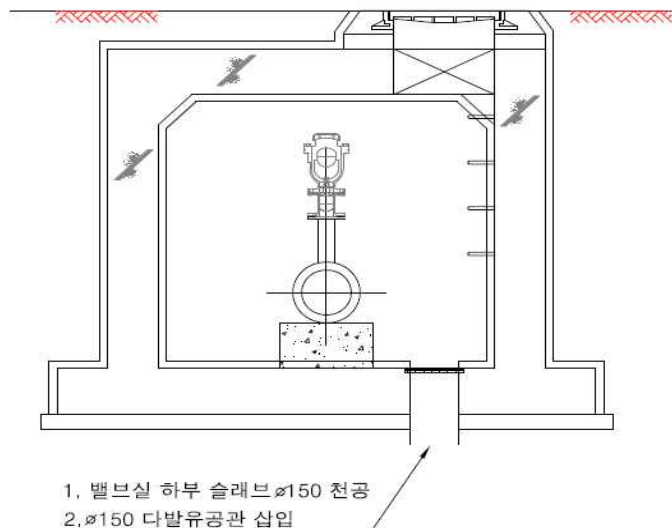
밸브실의 침수원인으로는 실내 배관의 누수, 지표면보다 낮은 맨홀뚜껑으로의 지표수(우수 등) 유입, 관과 벽체 접속부의 이완에 의한 지하수 유입, 구체의 시공이음부 불량 또는 손상부(균열 등)를 통한 지하수 유입 등으로서 각각의 원인별 침수방지 대책을 살펴보면 다음과 같다.

- 바닥슬래브 및 벽체천공을 통한 배수기능 설치(유공관 삽입)- 【그림 7.2.12】
- 지표면보다 낮게 설치된 맨홀뚜껑으로의 지표수(우수 등) 유입 : 밸브실의 상단을 지표면보다 높게 증고하거나 주변의 지표면을 절토하여 밸브실의 상단이 지표면보다 높게 하는 방법 또는 맨홀뚜껑을 지수형으로 변경

벽체구간 천공



하부슬래브 천공



【그림 7.2.12】 밸브실 천공을 통한 배수 실시

가. 현장적용

밸브실 바닥에는 지표면으로부터 유입되는 우수나 관로 표면에 응축되어 발생하는 수분을 모아 밸브실 밖으로 배출할 수 있도록 벽체 및 바닥슬래브에 천공을 실시하여 자연배수가 될 수 있도록 하여, 본 현장은 경제성을 고려하여 바닥슬래브에 천공하는 방안이 바람직할 것으로 판단되며, 시공 후 배수구 막힘, 지하수위 상승, 토사반입, 계절별 침수깊이 등 현장상황을 지속적으로 관찰하여 밸브실 침수에 대한 배관 및 밸브 부식을 최소화하는데 보탬이 되고자 한다.

구분	계통별 대표 침수 밸브실
도수계통	도수 LINE-B Sta.No. 0+29 (침수 : 2.0m) 도수 LINE-C Sta.No. 124+30 (침수 : 3.7m) 도수 LINE-C Sta.No. 159+28 (침수 : 3.0m)
반월계통	(반월) LINE-H Sta.No. 12+20 (침수 : 5.0m) (반월) LINE-H Sta.No. 45+20 (침수 : 4.5m) (반월) LINE-I Sta.No. 5+33 (침수 : 1.8m) (반월) LINE-I Sta.No. 12+22 (침수 : 1.8m) (반월) LINE-I Sta.No. 40+23 (침수 : 2.5m) (반월) LINE-I Sta.No. 12+22 (침수 : 1.8m)
안산계통	(안산)LINE-F Sta.No. 22+02 (침수 : 3.5m) (안산) LINE-H Sta.No. 20+05 (침수 : 4.5m)
연성계통	(연성) LINE-A 234+30 (침수 : 2.3m) (연성) LINE-B 426+13 (침수 : 2.0m) (연성) LINE-B 516+14 (침수 : 1.6m) (연성) LINE-B 703+34 (침수 : 2.35m) (연성) LINE-H 112+21 (침수 : 1.6m) (연성) LINE-J (공업) 112+21 (침수 : 1.0 m)

7.3 개략공사비 산출

7.3.1 결함별 보수·보강 방안

밸브실별 결함사항으로는 철근노출, 비노출의 단면손상, 균열, 누수, 관 및 밸브의 부식 등이 조사되었으며, 손상 및 보수물량과 보수·보강대책은 다음과 같다.

【표 7.3.1】 밸브실의 결함별 보수·보강 방안 (도수계통)

구분	손상명	단위	개소	손상물량	보수물량	순위
배관 및 밸브	관 도복장탈락	m ²	4	5.8	8.7	2
	관 부식	m ²	4	12.0	18	2
	관 부식(배관재설치)	m	3	14.94	5.0	2
	밸브부식	EA	12	12	12	2
	콜타르 보수구간	m ²	16	254.7	382.05	3
	플랜지 볼트부식	EA	16	16	16	2
밸브실 구조물	백태	m ²	6	4.21	6.32	2
	단면결함(비철근노출)	m ²	7	2.39	3.59	2
	단면결함(철근노출)	m ²	4	0.49	0.74	1
운영 및 유지관리	사다리미설치	EA	1	1	1	2
	배관고정볼트 누락	EA	16	16	16	2
	토사퇴적	EA	16	16	16	2
	밸브실 침수	EA	3	3	3	3

【표 7.3.2】 밸브실의 결함별 보수·보강 방안 (공동구)

구분	손상명	단위	개소	손상물량	보수물량	순위
배관 및 밸브	도복장 미시공	m ²	1	2.00	3	2
	도복장 파손	m ²	1	0.10	0.15	2
밸브실 구조물	Joint 들뜸	m	1	6.00	9	2
	균열(0.2mm이하)	m	2	26.50	39.75	2
	균열(0.3mm이상)	m	1	2.00	3	1
	누수흔적	m ²	1	0.50	0.75	2
	백태	m ²	1	0.25	0.38	2
	보수부 재균열	m	1	2.00	3	2

【표 7.3.3】 밸브실의 결함별 보수·보강 방안 (반월계통)

구분	손상명	단위	개소	손상물량	보수물량	순위
배관 및 밸브	관 부식	m ²	17	27.06	40.59	2
	관 부식(배관재설치)	m	1	2.25	2.0	2
	도복장 파손	m ²	1	0.25	0.375	2
	밸브 부식	EA	19	19	19	2
	연결부볼트부식	EA	145	145	145	2
	콜타르 보수구간	m ²	20	78.62	117.93	3
밸브실 구조물	백태	m ²	4	0.14	0.21	2
	균열(0.2mm이하)	m	1	0.5	0.75	2
	단면결함(철근노출)	m ²	7	2.91	4.365	1
	단면결함(비철근노출)	m ²	7	2.69	4.035	2
운영 및 유지관리	사다리파손	EA	1	1	1	2
	밸브실 침수	EA	6	6	6	3

【표 7.3.4】 밸브실의 결함별 보수·보강 방안 (안산계통)

구분	손상명	단위	개소	손상물량	보수물량	순위
배관 및 밸브	관부식	m	30	112.26	30.00	2
	콜타르 보수구간	m ²	24	161.30	241.95	3
밸브실 구조물	균열 폭(0.3mm이상)	m	3	9.50	14.25	1
	균열부백태	m ²	4	3.30	1.24	2
	누수	EA	2	2.00	2.00	1
	누수백태	m ²	1	1.00	1.50	2
	몰탈박락	m ²	1	1.00	1.50	2
	몰탈박리	m ²	1	0.25	0.38	2
	박락	m ²	1	1.00	1.50	1
	박락 및 철근노출	m ²	4	6.32	9.48	1
	백태	m ²	13	7.34	11.01	2
	밸브부식	EA	29	31.00	31.00	2
	재료분리	m ²	7	3.18	4.77	2
	재료분리 및 철근노출	m ²	2	2.05	3.08	1
	철근노출	m ²	11	6.09	9.14	1
	콘크리트파손	m ²	2	0.14	0.21	2
	파손및철근노출	m ²	2	0.50	0.75	1
운영 및 유지관리	사다리망실	EA	1	1.00	1.00	2
	사다리미설치	EA	4	4.00	4.00	2
	사다리설치미흡	EA	3	3.00	3.00	2
	토사퇴적	EA	5	5.00	5.00	2

【표 7.3.5】 밸브실의 결함별 보수·보강 방안 (연성계통)

구분	손상명	단위	개소	손상물량	보수물량	순위
배관 및 밸브	관 부식	m ²	33	58.52	87.78	3
	관 부식(배관재설치)	m	4	7.17	10	2
	도복장 파손	m ²	4	3.36	5.04	2
	배관고정볼트누락	EA	20	20	20	2
	밸브 부식	EA	55	55	55	2
	볼트부식	EA	532	532	532	2
	콜타르 보수구간	m ²	21	182.4	273.6	3
밸브실 구조물	백태	m ²	12	3.13	4.7	2
	균열(0.2mm이하)	m	6	2.6	3.9	2
	누수흔적	m ²	1	0.6	0.9	2
	단면결함(철근노출)	m ²	17	17.61	26.42	1
	단면결함(비철근노출)	m ²	26	29.27	43.91	2
운영 및 유지관리	사다리미설치	EA	3	3	3	2
	손잡이유실	EA	39	39	39	2
	철개받침 파손	m ²	4	1	1.5	1
	TB덮개파손	EA	1	1	1	2
	출입부협소	EA	1	1	1	3
	밸브실 침수	EA	6	6	6	3

5.3.2 개략공사비 산출

밸브실에 발생한 손상에 대한 구조체별 보수방안으로는 철근노출부 단면복구(Ⅰ)과 철근노출부 단면노출(Ⅱ), 구조물간 누수에 지수보수, 배관 및 밸브 재도장 등에 의한 보수공사비는 다음과 같다.

【표 7.3.6】 밸브실 손상별 개략공사비 산출 (도수계통)

구분	손상명	보수물량	단위	보수공법	단가(천원)	공사비(천원)	순위
배관 및 밸브	관 도복장탈락	8.7	m ²	도복장 설치	70	609	2
	관부식	18	EA	도복장 설치	70	1,260	2
	관부식(배관재설치)	5	m	배관재설치	1,300	6,500	2
	밸브부식	12	m ²	재도장	212	2,544	2
	콜타르 보수구간	382.05	m ²	샌딩 후 도복장 재설치	100	38,205	3
	플랜지 볼트부식	16	m ²	볼트 재설치	6	96	2
밸브실 구조물	백태	6.32	m ²	표면처리	49	310	2
	단면결함(비철근노출)	3.59	m ²	단면복구(Ⅰ)	210	754	2
	단면결함(철근노출)	0.74	EA	단면복구(Ⅱ)	303	224	1
운영 및 유지관리	사다리미설치	1	EA	사다리 설치	595	595	2
	배관고정볼트 누락	16	EA	볼트 재설치	6	96	2
	토사퇴적	16	EA	인력준설	28	448	2
	밸브실 침수	3	EA	하부 천공	1,500	4,500	3
1순위		순공사비 계			224,220		
		제경비(순공사비의 50%)			112,110		
		공사비 합계			336,330		
2순위		순공사비 계			13,211,580		
		제경비(순공사비의 50%)			6,605,790		
		공사비 합계			19,817,370		
3순위		순공사비 계			42,705,000		
		제경비(순공사비의 50%)			21,352,500		
		공사비 합계			64,057,500		
1순위 + 2순위 +3순위 총괄개략공사비		순공사비 계			56,140,800		
		제경비(순공사비의 50%)			28,070,400		
		공사비 합계			84,211,200		

【표 7.3.7】 밸브실 손상별 개략공사비 산출 (공동구)

구분	손상명	보수물량	단위	보수공법	단가(천원)	공사비(천원)	순위
배관 및 밸브	도복장 미시공	3	m ²	도복장 재설치	70	210	2
	도복장 파손	0.15	m ²	도복장 재설치	70	10	2
밸브실 구조물	Joint 들뜸	9	m	실런트 주입	105	945	2
	균열(0.2mm이하)	39.75	m	표면처리	49	1,947	2
	균열(0.3mm이상)	3	m	주입보수	80	240	1
	누수흔적	0.75	m ²	표면처리	49	36	2
	백태	0.38	m ²	표면처리	49	18	2
	보수부 재균열	3	m	표면처리	49	147	2
1순위		순공사비 계			240,000		
		제경비(순공사비의 50%)			120,000		
		공사비 합계			360,000		
2순위		순공사비 계			3,313,000		
		제경비(순공사비의 50%)			1,656,500		
		공사비 합계			4,969,500		
3순위		순공사비 계			-		
		제경비(순공사비의 50%)			-		
		공사비 합계			-		
1순위 + 2순위 +3순위 총괄개략공사비		순공사비 계			3,553,000		
		제경비(순공사비의 50%)			1,776,500		
		공사비 합계			5,329,500		

【표 7.3.8】 밸브실 손상별 개략공사비 산출 (반월계통)

구분	손상명	보수물량	단위	보수공법	단가(천원)	공사비(천원)	순위
배관 및 밸브	관 부식	40.59	m²	도복장 재설치	80	3,247	2
	관 부식(배관재설치)	2	m	배관재설치	1,300	2,600	2
	도복장 파손	0.375	m²	도복장 재설치	70	26	2
	밸브 부식	19	EA	재도장	212	4,028	2
	연결부볼트부식	145	EA	볼트 재설치	6	870	2
	콜타르 보수구간	117.93	m²	샌딩 후 도복장 재설치	100	11,793	3
밸브실 구조물	백태	0.21	m²	표면처리	49	10	2
	균열(0.2mm이하)	0.75	m²	표면처리	49	37	2
	단면결함(철근노출)	4.365	m²	단면복구(Ⅱ)	303	1,323	1
	단면결함(비철근노출)	4.035	m²	단면복구(Ⅰ)	210	847	2
운영 및 유지관리	사다리파손	1	EA	재설치	595	595	2
	밸브실 침수	6	EA	하부 천공	1,500	9,000	3
1순위		순공사비 계			1,322,595		
		제경비(순공사비의 50%)			661,298		
		공사비 합계			1,983,893		
2순위		순공사비 계			12,260,840		
		제경비(순공사비의 50%)			6,130,420		
		공사비 합계			18,391,260		
3순위		순공사비 계			20,793,000		
		제경비(순공사비의 50%)			10,396,500		
		공사비 합계			31,189,500		
1순위 + 2순위 +3순위 총괄개략공사비		순공사비 계			34,376,435		
		제경비(순공사비의 50%)			17,188,218		
		공사비 합계			51,564,653		

【표 7.3.9】 밸브실 손상별 개략공사비 산출 (안산계통)

구분	손상명	보수물량	단위	보수공법	단가(천원)	공사비(천원)	순위
배관 및 밸브	누수	2	EA	밸브 재설치	2,000	4,000	1
	콜타르 보수구간	241.95	m ²	샌딩 후 도복장 재설치	100	24,195	3
	밸브부식	31	EA	재도장	212	6,572	2
	관부식(배관재설치)	30	m	배관 재설치	1,300	39,000	2
밸브실 구조물	균열폭(0.3mm이상)	14.25	m	주입보수	80	1,140	1
	균열부백태	1.24	m ²	표면처리	49	60.760	2
	누수백태	1.5	m ²	표면처리	49	73.5	2
	백태	11.01	m ²	표면처리	49	539	2
	단면결함(비철근노출)	6.86	m ²	단면복구(I)	210	1,440.60	2
	단면결함(철근노출)	23.94	m ²	단면복구(II)	303	7,253.8	1
운영 및 유지관리	사다리망실	1	EA	사다리 설치	595	595	2
	사다리를설치	4	EA	사다리 설치	595	2,380	2
	밸브실 침수	2	EA	하부 천공	1500	3,000	3
	사다리설치미흡	3	EA	사다리 설치	595	1,785	2
	토사퇴적	5	EA	인력준설	28	140	2
1순위(단기)		순공사비 계			12,393,820		
		제경비(순공사비의 50%)			6,196,910		
		공사비 합계			18,590,730		
2순위(중기)		순공사비 계			52,586,350		
		제경비(순공사비의 50%)			26,293,175		
		공사비 합계			78,879,525		
3순위(장기)		순공사비 계			27,195,000		
		제경비(순공사비의 50%)			13,597,500		
		공사비 합계			40,792,500		
1순위 + 2순위 +3순위 총괄개략공사비		순공사비 계			92,175,170		
		제경비(순공사비의 50%)			46,087,585		
		공사비 합계			138,262,755		

【표 7.3.10】 밸브실 손상별 개략공사비 산출 (연성계통)

구분	손상명	보수물량	단위	보수공법	단가(천원)	공사비(천원)	순위
배관 및 밸브	관 부식	87.78	m ²	도복장 재설치	80	7,022	2
	관 부식(배관재설치)	10	m	배관재설치	1,300	13,000	2
	도복장 파손	5.04	m ²	도복장 재설치	70	353	2
	배관고정볼트누락	20	EA	볼트 재설치	12	240	2
	밸브 부식	55	EA	재도장	212	11,660	2
	볼트부식	532	EA	볼트 재설치	6	3,192	2
	쿨타르 보수구간	273.6	m ²	샌딩 후 도복장 재설치	100	27,360	3
밸브실 구조물	백태	4.7	m ²	표면처리	49	230	2
	균열(0.2mm이하)	3.9	m ²	표면처리	49	191	2
	누수흔적	0.9	m ²	표면처리	49	44	2
	단면결함(철근노출)	26.42	m ²	단면복구(Ⅱ)	303	8,005	1
	단면결함(비철근노출)	43.91	m ²	단면복구(Ⅰ)	210	9,221	2
운영 및 유지관리	사다리미설치	3	EA	재설치	595	1,785	2
	손잡이유실	39	EA	재설치	100	3,900	2
	철개받침 파손	1.5	m ²	단면복구(Ⅰ)	210	315	1
	TB덮개파손	1	EA	재설치	220	220	2
	출입부협소	1	EA	인력준설	28	28	3
	밸브실 침수	6	EA	하부 천공	1,500	9,000	3
1순위		순공사비 계			8,320,260		
		제경비(순공사비의 50%)			4,160,130		
		공사비 합계			12,480,390		
2순위		순공사비 계			51,058,800		
		제경비(순공사비의 50%)			25,529,400		
		공사비 합계			76,588,200		
3순위		순공사비 계			36,388,000		
		제경비(순공사비의 50%)			18,194,000		
		공사비 합계			54,582,000		
1순위 + 2순위 +3순위 총괄개략공사비		순공사비 계			95,767,060		
		제경비(순공사비의 50%)			47,883,530		
		공사비 합계			143,650,590		

【표 7.3.11】 밸브실 손상별 개략공사비 산출 (안산시 도·송수관로)

구 분	1순위	2순위	3순위	합 계
도수라인	336,330	19,817,370	64,057,500	84,211,200
도수 LINE-C 공동구	360,000	4,969,500	-	5,329,500
반월계통	1,983,893	18,391,260	31,189,500	51,564,653
안산계통	18,590,730	78,879,525	40,792,500	138,262,755
연성계통	12,480,390	76,588,200	54,582,000	143,650,590
계통별 합계	33,751,343	198,645,855	190,621,500	423,018,698

7.4 유지관리 방안

7.4.1 개 요

유지관리란 시설물의 내용년수 내에 그 기능을 보존하고 이용자의 편의나 안전을 도모하기 위한 목적으로 일상정비하고, 손상된 부분은 원상태로 보수하여 최초에 정비된 상태로 유지함과 아울러 시간의 경과에 따른 시설의 개량을 행하는 것으로써, 본 과업 시설물인 관로는 다음의 사항에 대해서 유지관리 하는 것이 필요하다.

관로는 평상시에는 적절한 수압으로 안정적으로 급수하여 대규모의 지진, 태풍, 홍수, 갈수 등 이상 시에도 라이프라인으로서의 기능을 유지할 수 있도록 정비되어져 있어야 한다. 관로는 관리가 용이하여야 하며 관내의 수질보전에 도움이 될 수 있는 대책이 강구된 관망으로서 정비·구축되어 있는 것이 바람직하다.

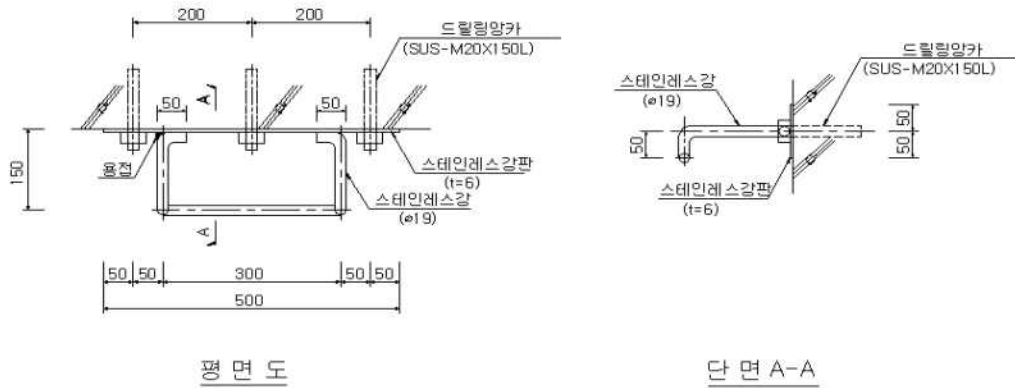
관로의 강도나 내구성 등의 기능은 관 매설 장소의 토양, 교통량, 혹은 관내의 수질이나 수압 등의 영향을 받으면서 시간의 경과와 함께 저하하게 된다. 따라서 필요한 시간에 관 복구나 갱신 등의 대책을 강구하도록 하여야 한다.

유지관리는 사후유지관리와 예방유지관리로 분류할 수 있다. 사후유지관리는 문제가 발생된 후 보수 또는 보강하는 방식이고, 예방유지관리는 문제발생의 징후 또는 그 원인을 사전에 발견해 적절한 조치를 취함으로써 문제발생을 예방하는 방식이다.

과거에는 보통 사후유지관리가 대부분이었으나, 오늘날은 기술 및 장비의 발달로 예방유지관리를 지향하고 있으며 이를 통한 시설물의 안전성 및 사용성 확보에 그 목적이 있다. 안산시 상수도 관로는 외관조사 및 내구성조사 결과 시설물별 상태평가가 기준상 “C등급”에 해당되며 주요 손상부위에 대해서는 보수·보강을 실시한 후에도 지속적인 유지관리를 실시하여야 할 것으로 판단된다.

가. 부식 또는 불량 사다리 보수·보강

밸브실의 유지관리를 위해 설치되어 있는 사다리는 대부분 강재(철근)를 사용하여 설치되어 있으며, 이 사다리가 장기간에 걸쳐 부식되었거나 설치상태가 불량(사다리 지지점 탈락·이완 등)하여 안전사고 우려가 있으므로 부식이 심하거나 설치상태가 매우 불량한 경우에는 부식에 강한 스테인레스강으로 교체하여 【그림 7.4.1】과 같이 설치함으로써 미끄럼에 의한 사고가 발생하지 않도록 함이 바람직하다.



【그림 7.4.1】 스테인레스강재 사다리 설치도

나. 사각맨홀뚜껑의 교체

밸브실의 출입을 위해 설치된 맨홀뚜껑이 사각형으로 설치되어 있는 경우 맨홀뚜껑의 개폐작업시 뚜껑의 낙하로 밸브실의 구체나 배관에 손상을 발생시키거나 안전사고의 우려가 있다. 특히, 차도상에 설치되어 있는 밸브실의 경우에는 차륜에 의한 맨홀뚜껑의 이탈로 교통사고 등을 일으킬 수 있으므로 사각맨홀뚜껑을 원형으로 교체하는 것이 바람직하다.

다. 배관·밸브류의 도장(보수)

상수도 관로의 밸브실 또는 펌프장 배관실 등은 지하공간으로 상대습도가 높고, 또한 실내온도가 통수중인 물의 노점온도보다 높으면 배관 및 밸브 표면에 결로현상이 발생한다. 이러한 조건하에서 배관 또는 밸브류에 도장(보수)을 하는 경우 도장면의 부착성능이 떨어져서 충분한 방식효과를 기대할 수 없을 뿐더러 건조시간이 길어지며 휘발성 용제 사용에 기인하는 독성가스가 발생하여 작업효율이 떨어지고 안전사고의 위험마저 따르게 된다. 따라서, 이러한 작업조건하에서 사용되는 도장재는 다음 【표 7.4.1】과 같은 품질이 요구된다.

【표 7.4.1】 도장재의 요구 조건

구 분	작 업 조 건	도장재의 품질
기본적 조건	밀폐공간 지하환경(상대습도, 노점온도) 공간협소 도막두께(유동성)	무형제형 도료 결로면에 사용가능 인력작업 용이 박막시공 용이
부가적조건 (유지관리 용이성)	식별용이 지하조명 고습도·결로·건조·물의영향	도장색상 선택가능 광택성 도료 내습·내수·내식성이 우수

7.4.3 점검주기 및 점검사항

매설관로에 대한 일반적인 점검사항 및 주기별 중점점검사항은 아래 【표 7.4.2】 ~ 【표 7.4.6】와 같다.

가. 기본 점검사항

【표 7.4.2】 매설관로 점검사항

점검부위	점검사항
매설관로	·관 부설장소의 환경변화 - 하중의 증가 (통과교통 등의 수시, 반복) - 토양의 부등세굴, 침하 - 타 공사의 인접시행에 의한 주변조건 변화상태 - 도시화에 의한 관로상부의 단지조성 (상업, 공업, 주거지역 및 특별용도 지역) - 개발에 의한 관로상부의 환경변화 여부 (운동장, 고가도로, 철도 및 기타 주요시설) - 전용도로의 무단포장 도로화 - 타 공사의 제작장 이용 - 굴착, 성토 및 가도축조 ·부적절한 관 부설여부의 상태 - 암반구간의 관 보호상태 (암반구간 굴착조사 시) ·단일관로 지점의 보호상태 - 사면붕괴, 세굴, 부등침하 - 누수방치에 의한 지반 공동현상 유무 - 지하수용출에 의한 지형변화(세굴) - 지역 유배수 등에 의한 사태우려 ·전식 및 부식방지 상태 ·사고시 피해예상지역 상태 - 관로파열시 긴급차단 밸브 등의 설치상태 (도로의 경사지, 주거밀집지역 및 공단지역, 다중교통도로, 철도횡단) ·보호 구조물 결함상태 (굴착조사 시) - 균열, 박리, 박락 등 - 부등침하, 세굴 등

【표 7.4.3】 밸브실 점검사항

점검부위	점검사항
제수밸브	·제수밸브 교체작업 가능여부 ·부제수 밸브의 설치여부 ·관과 밸브류의 중심선 일치여부 ·밸브류 고정상태 ·기기류 상태 - 본체 및 각부 균열, 손상
공기밸브	·공기밸브실 주위의 내부 침수상태 ·기기류 상태 - 본체 및 각부 균열, 손상 - 누수
이토밸브	·이토배출시 토출구 상태 - 본체 및 각부 균열, 손상 - 누수
밸브실	·균열 - 육안으로 균열의 방향, 패턴을 관찰하고 균열의 진행길이를 파악 ·철근노출/박락 - 육안으로 콘크리트가 박락되어 있는 부분의 철근노출 유무 관찰 ·누수 - 육안으로 확인 ·백태 - 콘크리트 면을 손으로 세게 눌러 분상물의 부착으로 확인 ·콘크리트와 관로 접합부 누수 확인 - 육안으로 확인 ·맨홀 주변 콘크리트 - 맨홀 주변 콘크리트 파손으로 인해 우기시 우수 유입여부 확인 ·점검용 사다리 - 점검용 사다리 부식여부 확인
기타	·검사자가 필요하다고 판단되는 사항

나. 정기안전점검 시 점검사항

【표 7.4.4】 정기안전점검 시 점검사항

점검부위	점검사항
방 법	·전체 관로구간 현지답사, 육안조사 실시 ·관로사고 여부 및 보수부 재손상 여부 확인
점검주기	·6개월에 1회 이상 (시설물의 안전관리에 관한 특별법 제6조 제2항 및 제3항) ·특별점검 실시 - 관로 주변 시설물 공사시 : 주변 공사시 관체에 미치는 영향 파악 - 명절 연휴, 하반기 수도 사용량 증가시 : 관로 사고에 의한 급수단절이 발생하지 않도록 유수율 등 확인하여 조치
준 비 물	·점검망치, 줄자 등 ·기진단 외관조사망도, 보수공사 실시설계도면
관 로	·관로 매설환경의 변화에 대한 관찰 : 관로의 매설환경 변화는 관로의 부식환경을 결정짓는 중요요인이 될 수 있으므로 관로주변의 공사, 토지이용변화 등에 대한 세심한 관찰이 요망됨 ·밸브실 관로부 부식 발생 여부 점검 : 재도장 후 부식 발생여부 조사 ·도로의 확장 등으로 인한 노면하중 변동여부 조사 ·관로 전구간의 사고이력 조사 ·관로 누수 여부 조사
밸 브 실	·보수 후 재손상 여부 확인 ·토사퇴적, 침수 및 도로포장으로 인한 매몰 등의 재발생 여부 조사 ·모든 부재에서 신규 손상 발생여부 육안조사

다. 정밀안전점검 시 점검사항

【표 7.4.5】 정밀안전점검 시 점검사항

점검부위	점검사항
방 법	·전체 관로구간 현지답사, 육안조사 실시 ·장비를 이용한 토양부식환경조사 실시
점검주기	·2년에 1회 이상 (시설물의 안전관리에 관한 특별법 제6조 제2항 및 제3항)
준 비 물	·정기점검 시 필요한 준비물 ·토양부식환경 측정도구 : 토양비저항 시험기, pH 측정기 ·콘크리트 내구성시험 도구 : 슈미트 해머, 철근탐사기, 탄산화시험기, 해머드릴 등
관 로	·관대지전위차측정 시험 실시 : 금번 진단시 관대지전위차 시험치가 부분적으로 등급이 낮게 평가된 구간에 대해 관대지전위차 시험을 실시하여 등급변화 여부 조사 ·토양부식성조사 실시 : 금번 진단시 토양비저항, 토양 pH, 함수량, 황화물, 염화물 함유량 등 토양 부식성을 평가하는 시험결과가 부분적으로 등급이 낮게 평가된 구간에 대해 토양부식성 시험을 실시하여 등급변화 여부조사
밸 브 실	·매설환경 변화확인 : 도로포장의 오버레이, 도로의 확폭 등에 따른 밸브실 매설환경 변화 및 이에따른 내하력 변화를 향후 진단시 검토할 수 있도록 체크리스트 작성 ·주요 밸브의 작동상태 및 수압확인 : 밸브의 작동상태 및 수압을 주기적으로 확인하여 향후 관로 안전성평가를 실시하기 위한 기초자료로 활용 ·침수여부 조사 : 기진단시 조사된 밸브실 상태조사표를 통해 상부 맨홀구멍을 통한 우수 유입 및 구조물 손상부를 통한 누수, 밸브실 내부 관로 이음부를 통한 누수 등의 밸브실 침수여부를 조사

※ 정밀점검 시에는 정기점검 시 점검사항도 포함하여 조사함.

라. 정밀안전진단 시 점검사항

【표 7.4.6】 정밀안전진단 시 점검사항

점검부위	점검사항
방 법	·전체 관로구간 현지답사, 육안조사 실시 ·장비를 이용한 관로부식 및 토양부식환경조사 실시 ·관로굴착상세조사 및 토양 시료 채취
점검주기	·이전 정밀안전진단 완료일로부터 5년 이내에 실시 (시설물의 안전관리에 관한 특별법 제7조 제1항)
준 비 물	·정밀점검 시 필요한 준비물 ·관로굴착장비, 강재초음파검사기, 수관교 변위측량기, 양수기 등
관 로	·초음파측정기 등을 이용하여 관두께 측정 ：관두께 및 외부 부식깊이를 측정한 후 기 진단 자료와 비교·분석하여 부식의 진전 및 속도, 잔존관두께 및 잔존수명을 확인 ·관 매설지역의 토양 특성에 따라 토양시료를 채취하여 관 주변의 토양부식성 조사 ：토양pH, 염화물 및 황화물 함량 등 실내시험 실시 후 기 진단 자료와 비교 분석 ·관로굴착상세조사 실시 ：관로주위를 터파기하여 육안조사, 비파괴시험 등으로 직접 점검실시 ·관로의 누수 발생 여부를 확인하고 필요시 누수탐사장비를 이용하여 누수 여부 확인 ·매설환경 및 수압변화에 따른 관로의 내라력 변화가 우려되는 구간에 대한 구조검토 실시
밸 브 실	·매설환경 변화에 따른 밸브실의 내하력 변화가 우려되는 구간에 대한 구조검토 실시 ·침수가 된 구간은 양수기를 이용하여 물을 퍼낸 후 조사

※ 정밀안전진단 시에는 정밀점검 시 점검사항도 포함하여 조사함.