

비굴착 노후관로 보수공법(ICP)

Nonexcavation Repair Method for Antiquated Pipe Line

박 승 해*
Park, Seung Hae

1. 서 론

우리나라의 경우 농업용수원으로는 저수지가 주로 활용되고 있으며, 다음이 양·배수장, 보를 이용한 하천, 집수암거·관정을 이용한 지하수의 순이다. 저수지는 우리나라 담면적 1,127천ha중 514천ha(46%)의 용수원으로 17,764개소에 달한다.

주로 흙 댐인 저수지는 취수시설을 이용하여 유입된 저류수를 복통이나 통관을 통해 제체 밖 수혜면적으로 관개용수를 공급한다. 이러한 관개용수는 개거 또는 암거, 수로교, 분수공, 도수터널 등의 수리구조물을 거쳐 논에 공급 되어진다.

이러한 급수체계를 갖는 농업용수 시설물이 산간 계곡부나 도로, 하천등의 타 시설물을 통과하기 위해서 수로를 매설하여 이용한다. 이렇게 매설된 용·배수로는 지상에 노출되지 않기 때문에 유지관리가 쉽지 않으며 개보수도 어렵다.

특히 우리나라의 저수지 중 15,774개소(전체의 88.5%)는 1971년 이전에 건설되어, 30~40년 이상된 노후시설로 복통이나 통관의 상태는 누수 및 함몰 등의 우려를 안고 있다고 볼 수 있다.

마찬가지로 용배수로 188,331km중 공작물은 59만여 개소 62,193km 33%로서 노후화에 따른 유지관리 및 수리시설 개보수가 절대적으로 필요한 실정이다. 따라서 이러한 시설물을 점검·정비하여 기능을 회복하고 양호하게 유지·보전하기 위한 「농업기반시설 유지관리사업」이 시행되고 있다. 또한, 노후되거나 제 기능을 다하지 못하는 농업용 수리시설을 개량·보수하여 재해위험을 해소하고 기능을 회복시키거나 개선하는 「수리시설개보수사업」도 정책적으로 꾸준히 시행되고 있다.

이 중 매설된 수리시설물에 대한 보수·보강은 크게 두 가지 공법을 들수 있는데 굴착 후 보수보강하는 공법<그림 1>과 비굴착 상태에서의 보수보강하는 공법<그림 2>으로 대별된다. 공사비 및 공기면에서 유리하다고 볼 수 있는 비굴착공법에 의한 관수로 보수공법은 '강관압입공법'과 기존 관수로내에 강도가 높은 신소재를 부착하는 'Lining 공법' 등이 개발되어져 있다.

따라서 여러 가지 현장 여건상 국내에서 비교적 많이 시공되고 있는 비굴착 공법에 의한 관수로 보수공법에 대해 소개하고자 한다.

*농업기반공사 전북본부 (pchshh@karico.co.kr)



그림 1. 굴착공법

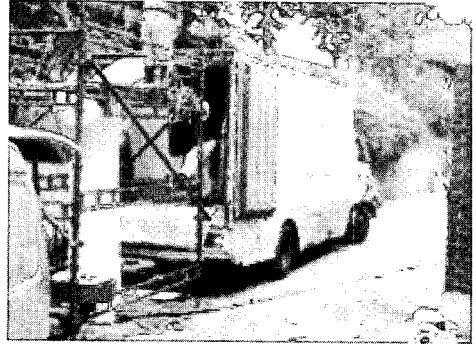


그림 2. 비굴착 공법

2. 비굴착 공법 개요

가. 공법 개발 현황

매설관에 대한 비굴착보수공법은 대부분 특허 공법으로 사용재료 및 시공장비에 따라 '보강시트 반전삽입 부착공법', '나선형제관공법', '신관삽입 열압력 부착공법' 등이 있다.

보강시트 반전삽입 부착공법은 시트의 반전에 사용되는 압력의 종류 및 삽입 소재의 경화 방법 등에 따라 '수압반전삽입 온수열 경화공법', '압축공기 반전삽입 증기열 경화공법', '압축공기 반전삽입 자외선 경화공법', 'ICP Breathe

공법' 등이 개발되어 있다.

각 공법별 특성에 따라 보수 대상 관경은 100~2,400mm, 보수 연장은 150m 이하가 적당하나 800m까지도 가능하다.

이러한 공법들은 주로 일본, 호주, 영국 등에서 개발되었으며, 1996년경 우리나라에 도입된 후 국내 관로망의 특성에 맞게 개발되어 시공중에 있다.

나. 공법내용

보수·보강이 필요한 매설관(수로관)에 관경 크기보다 작은 포대 형태의 현장경화 수지를 반전

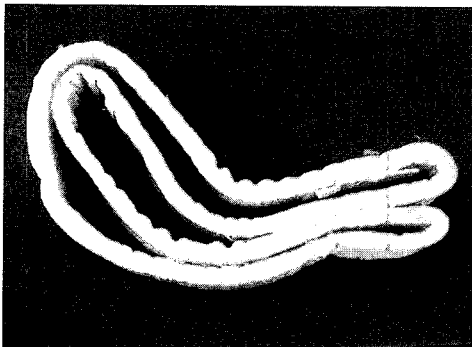


그림 3. 굳기 전 경화수지(D=600mm)

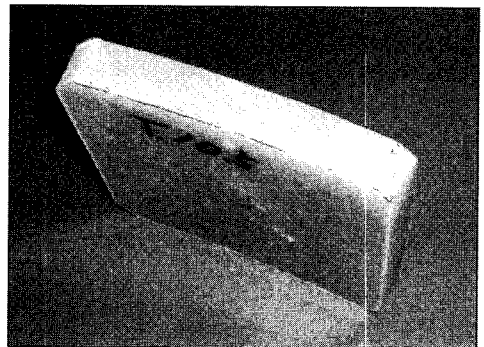


그림 4. 굳은 후 경화수지(t=10.5mm)

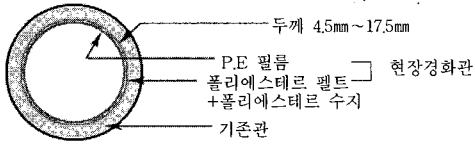


그림 5. 라이너 단면 설명

삽입한 후 기설관에 밀착시켜 높은 온도의 온수나 증기로 굳게 하여 얇은 라이닝을 형성시킨다.

한편, 각종 관로의 맨홀·지관 같은 부속구조물의 보수도 이러한 공법들이 많이 제시되었다.

여기서 사용되는 현장경화수지(그림 3, 4)의 재질은 불포화 폴리에스테르로서 관경에 따라 필요한 길이만큼 포대 형태로 제작한 후 보수해야 할 관에 원치 등을 이용하여 투입시킨 후 압력을 이용하여 팽창시켜 관에 밀착시킨 후 굳게 하여 관 형상을 얻어내므로 라이너(Liner)로 불리운다(그림 5).

작업 단계별 공정은 다음과 같다.

1) 준설 및 세정작업

관내에 고압세정 노즐을 투입하여 노후관을

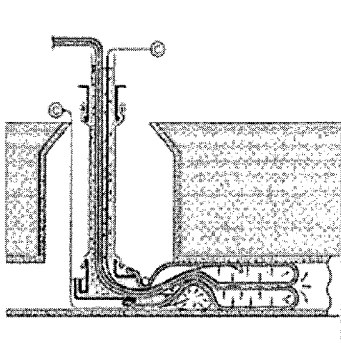


그림 7. 반전삽입 단면도

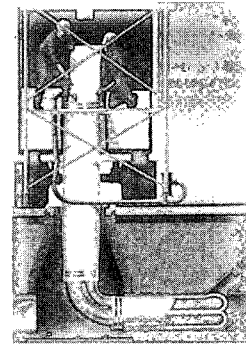


그림 6. 반전삽입 광경

고압세정 한 후 관내의 슬러지를 세정수와 함께 진공 흡입처리 한다.

2) 관내 조사

CCTV로 보수해야 할 관의 내부를 조사 한다.

3) 돌출관 제거

돌출 연결관 및 이물질을 원격조정 cutter를 이용하여 제거 후 세정한다.

4) 라이너용 현장경화수지

보수관로의 길이만큼 여유있게 삽입시킬 라이너를 준비 한다.

5) 반전 삽입(그림 6, 7)

투입구 부근에 작업대를 만들고 준비된 라이

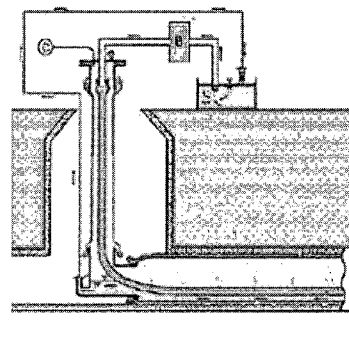


그림 8. 단면 경화 단면도

너를 압축공기나 물을 이용하여 투입시키면서 반전시켜 가며 보수부위까지 삽입 한다.

6) 라이너 수지 경화<그림 8>

관내에 밀착된 상태에서 증기열이나 온수열을 이용하여 수지를 현장에서 경화시킨다.

7) 관입구 마무리

경화 후 온수나 증기를 배수시킨 후 관 입구의 양 끝부분을 절단하고 관입구를 깨끗이 정리 마무리 한다.

8) 연결관 천공

관내에 유입되는 연결관 개통을 위해 cutter 와 CCTV를 관내로 투입하여 가정 연결관을 개통하고 시공 및 천공상태를 확인 한다.

3. 공법의 특성

본 비굴착 노후관로 보수공법(inverse chemical pipe)은 도시의 하수관로 보수에도 광범위하게 적용되고 있다. 그 이유는 맨홀과 지관들로 복잡하게 연결된 하수관을 보수함에 있어 교통의 차단 없이 굴착하지 아니하고 보수할 수 있는 장점이 있기 때문이다. 시공되는 관의 크기는작게는 100mm에서 2,400mm의 큰 관경까지 다양한 적용이 가능하다. 또한 라이너로 사용되는 불포화 폴리에스테르라는 현장경화 수지를 압력에 의해 노후관에 밀착시킨 후 경화시키므로

기존관의 형상대로 보수할 수 있는 특징이 있으며, 현장경화관의 물성치는 표 1과 같다. 이때 새로 경화된 라이너용 수지의 두께는 최소 3mm부터 최대 42mm까지로 충분한 구조적 특성을 가질 수 있으며, 기존의 노후관은 거푸집 역할을 하여 외압을 견딜 수 있게 된다.

이러한 라이너용 경화 수지로 인해 관경은 작아지나 경화 후 폴리에스테르 수지의 매끈한 면을 얻을 수 있어 조도계수 향상을 통한 원활한 흐름을 확보할 수 있음을 표 2를 통해서 알 수 있다.

4. 공법의 적용

ICP 공법은 배경에서 살펴본 바와 같이 축조 후 보수이력이 거의 없는 노후 저수지의 복통이나 통관, 용배수로의 암거나 잠관 등의 보수·보강에 유용하게 적용될 수 있는 공법이다. 특히 오래된 저수지의 경우 충분한 유역면적이 없는 경우가 많아 굴착·보수시 비영농기에 저류시켜야 할 저수량 등의 확보에 차질을 빚게 되기 때문에 유용한 공법이라 할 수 있다.

본 공법의 제약으로는 관련 장비의 현장진입에 있다. 현장경화수지의 팽창에 사용되는 공기 압축공기나 높은 증기열을 얻기 위한 보일러 탭 재차량 등의 접근성이 검토되어야 한다.

표 1. 현장경화관 물성치

구 분	시 험 법	최 소 값
인장강도(kg/cm ²)	KS M3006	210 이상
휨 강 도(kg/cm ²)	KS M3006, KS F2242	320 이상
휨탄성계수((kg/cm ²)	"	17,600 이상

표 2. 현장경화관의 유량, 유속 대비표(사례)

관 경 (mm)	두께 (mm)	단면적감소율(%)	유량 증가율(%)	유속 증가율(%)
300	4.5	6.0	33	42
450	6.0	7.0	32	41
600	7.5	5.0	35	42

5. 신기술의 활용과 전망

본 공법은 하수관거 보수분야의 신기술로 개발되어 보급된 공법으로 굴착에 의한 관 보수공법의 단점인 교통차단, 잔토처리, 매설된 타 시설의 손상실 없이 단기간에 시공할 수 있는 장점이 있다.

뿐만 아니라 이 공법은 우선 보수가 시급한 하수관로 분야에 집중적으로 적용된 바 있으나, 관로를 많이 사용하는 화학공장, 공업용수관로 및 하수처리장 등에도 광범위하게 활용되어지고 있다.

이에 농업용 수리시설개보수사업 용·배수 관로의 보수·보강에 적용할 경우 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.

가. 외수 침투 완전차단 효과

노후된 관의 일부 파손과 변형된 부분으로의 외수 유입을 완전히 차단할 수 있고, 이에 따른 관로 항목 등의 2차, 3차 피해를 예방할 수 있다.

나. 친환경적 시공

굴착에 따른 교통차단, 장비소음 등의 문제점 해소와 건설 폐기물 발생이 최소화되며, 관로의 전 연장이 일체화되므로 기설관로에서의 누수에 의한 토양오염 방지 등의 친환경적 시공이 가능하다.

다. 유지관리 개선

보수 후 일체화된 관로의 유지점검·보수비가 경감되며, 폴리에스테르 경화수지에 의한 관로 부식의 염려가 불식된다.

다만, 본 공법에 사용되는 라이너(플라스틱 필름이 부착된 펠트)와 수지의 완전 국산화가 현재까지 이루어지지 않은 점이 있으나, 머지않아 국내 화학제품 기술의 향상으로 국내생산이 가능할 것으로 기대된다.