

# 내약품성이 강화된 경질염화비닐재와 고점성 모르타르 및 특수제관장치를 사용한 상하수시설의 리뉴얼 공법(1)

## - 리플래시재구축 공법의 개요 -

- The New Renewal Methods for Rehabilitation of Deteriorated Sewers( I ) -  
 (The Abstarct of Refresh \*Technology for Reconstruction)



권영진\*  
Kwon, Young Jin



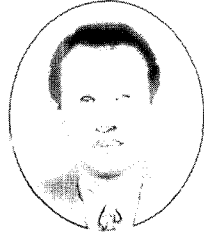
김충호\*\*  
Kim, Chung Ho



이희원\*\*\*  
Lee, Hee Won



이홍원\*\*\*\*  
Lee, Hong Won



조근호\*\*\*\*\*  
Cho, Kun Ho

### 1. 서 론

도시주민생활에 없어서는 안될 주요한 사회간접자본시설인 하수도, 하수도처리시설 등의 콘크리트 구조물에 대한 부식열화는 현재 세계각국에서 급속히 진행되고 있다. 콘크리트 구조물이 반영구적인 것으로 인식되고 있으나 실제로는 각종 열화 인자에 의해 사용수명이 급속히 단축되어 있으며, <사진 1>에 나타낸바와 같이 황화수소(H<sub>2</sub>S) 등의 황산화합물이 다량으로 존재하고 있는 하수시설 및 복개구조물 등의 환경에서는 콘크리트의 부식에 의한 도로가 함몰되는 사례도 보고되는 등 시민생활에 큰 위험성을 내재하고 있다. 또한 이러한 구조물은 습윤한 상태가 대부분으로 보수공사를 하여도 <사진 2>에 나타낸바와 같이 보수부분에 대한 재열화가 발생하는 사례가 많다.

1900년 미국의 로스앤젤레스시의 하수도시설로부터 콘크리트의 부식문제가 보고되어 미생물원인으로 인한 콘크리트 부식이 보고된 최초의 예가 되었다. 그후 하수도시설물의 콘크리트의 부식에 미생물이 관여하고 있다는 사례가 보고되면서 구미 등 각국에서 활발한 연구가 시작되었다. 1970년대에 들어서서는 미생물의 증식에 의하여 발생하는 황산이 콘크리트를 부식시키는 주원인으로 밝혀지게 되었다.

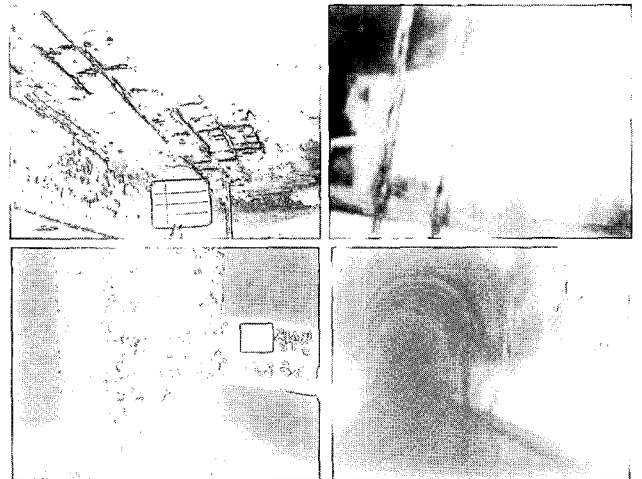


사진 1. 하수시설 및 복개구조물의 열화상태

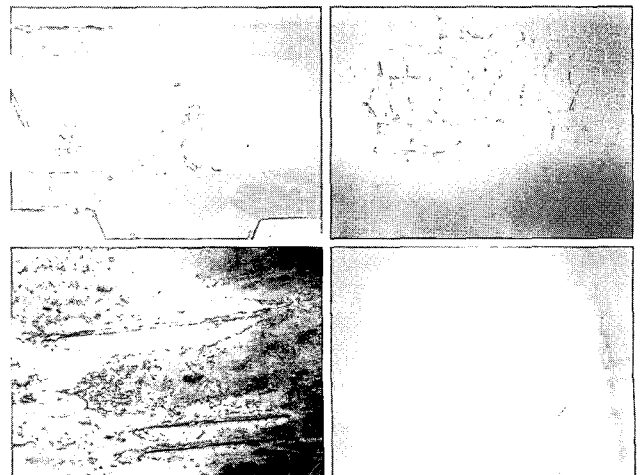


사진 2. 습윤한 구조물의 보수후 재열화 상태

\* 정회원, 호서대 환경안전공학부 교수  
 \*\* 리플래시기술(주) 부장  
 \*\*\* 리플래시기술(주) 전무이사  
 \*\*\*\* 리플래시기술(주) 대표이사  
 \*\*\*\*\* 시설물리플래시협회 회장

일본의 경우 1982년 전후로 하수도시설물이 부식되어 있다는 사실이 보고되기 시작하여 1987년 하수도사업단으로부터 하수도 시설물의 내용연수가 짧아지고 파손의 우려를 인식하여 콘크리트 방식도장지침을 개정을 시작으로 1991년 「콘크리트방식지침안」을 작성하였고, 그후 시험연구, 시공실적 등이 활발히 이루어져 1993년과 1998년에 개정되기에 이르렀다.

한편 국내의 경우는 약 20년전인 1980년대부터 오수의 처리 목적이 가미된 하수도의 현대화가 추진되어 왔으며 오늘날은 “맑은 물 공급대책 및 생활환경개선사업”의 일환으로 국가적인 차원에서 대대적인 하수도사업이 추진될 전망이다. 그러나 기수행되어진 하수도사업은 처리장건설위주의 사업으로 진행됨으로서 하수관거정비에 의한 하수처리효과의 감소 등 여러 가지 면에서도 하수사업의 본래목적 달성을 못하고 있는 실정이었으나, 최근 하수관거정비 5개년 계획이 추진되는 등 종합적인 하수관거정비가 시행되고 있다.

1945년 Parker는 부식된 콘크리트에서 황산화세균을 발견, 분리 채취하여 'Thiobacillus concretivour'라 이름짓고 후에 'Thiobacillus thiooxidans'로 이름을 바꾸었다. 그후 부식된 콘크리트로부터 'Thiobacillus neapolitanus', 'Thiobacillus intermedius', 'Thiobacillus novellus' 등 다종의 Thiobacillus 류 황산화세균이 발견되었으며 이러한 세균들이 콘크리트의 부식에 관여하는 것으로 알려지게 되었다.

콘크리트의 부식은 황산화세균이 번식하고 있는 하수도관 하수도처리장의 콘크리트조에서 수면 또는 수면상부에 비교적 산소의 공급량이 많은 부분에 현저하게 발생하는 것이 일반적이다. 그 이유는 하수로부터 발생하는 황화수소를 황산으로 산화시키는 원인미생물인 황산화세균이 증식하여 산소를 필요로 하는 절대호기성세균(絶對好氣性細菌)이 이곳에 존재하기 때문이다.

본고는 하수시설을 중심으로 원형관거시설과 박스형의 열화실태 및 메커니즘을 정리하고 이러한 열화특성을 고려한 보수공법을 개발하여 건설교통부 신기술 330호로 지정받은 내용을 요약하고 그후 약 50건의 시공실적을 추진하면서 발생한 문제점과 이를 해결하기 위하여 외국으로부터 선진기술을 도입하여 국내 상황에 따라 품질 및 국산화에 주력한 결과를 소개하며 그 결과 얻

어진 결론을 종합적으로 다루고자 한 것이다.

## 2. 국내하수관거 정비의 현황

우리나라의 하수관거 총연장은 1992년 약 4만 6,000 km에서 2000년말에는 약 6만 8,000 km로 7년간 약 1.5배 증가하였으나 하수처리장의 증가율(1992년에는 26개소, 2000년 172개소)에는 크게 미치지 못하고 있으며 그간의 투자액도 2000년 말까지 하수처리장 및 하수관거에 투자된 비용은 16조 3718억원으로 이 중 69%(11조 2248억원)가 하수처리장건설에 쓰였으며 하수관거에는 31%(5조 1470억원)만이 쓰였던 실적으로 볼 때 그 동안은 하수관거정비분야는 상대적으로 저조한 상황에 있었던 것이 입증되고 있다.

서울시는 대단위 택지개발사업 및 신규택지개발사업지역의 분류식하수관거보급 및 기성시가지에 대한 관거시설노후관거 교체에 따라 관거연장이 증가되어 왔으며 2000년말 현재 총 9,937 km로서 형태별로 분류하면 원형관 8,422 km, 사각형관거 1,156 km, U형 측구 243 km이며, 기능별로 분류하면 합류식 8,650 km, 분류식 1,287 km이며 분류식관거는 우수관 499 km, 오수관 396 km, 찻집관 392 km로 구성되어 있다. <표 1>은 서울시 합류식관거의 현황을 나타낸 것이다.

또한 서울시가 조사한 관거조사결과를 나타낸 <표 2>에 의하면 서울시의 경우 6,659.5 km 중에서 1,355.193개소가 불량한 것으로 조사되어 4.9m마다 1개소의 관거상태가 문제점이 있는 것으로 나타나 하수관거정비가 시급한 것으로 판단된다.

기존의 하수관거 부실실태는 이미 여러 차례 보고된 바 있으며 <표 3>에 나타낸 바와 같이 최근 한강수계 하수관거정비사업의 추진과정에서 조사한 팔당상류 9개 시·군을 대상으로 실시한 관거정비타당성 조사결과에 의하면 현재매설된 2,027 km 중 212 km(10%)가 불량하여 개·보수가 필요한 것으로 제시되었으며 이를 정비하는 데 2,252억원(106만원/m)이 소요되는 것으로 조사되고 있다.

하수관거의 불량사유는 크게 3가지로 지적되고 있다. 첫째는 하천부지에 하수차집관거를 설치한 것을 들 수 있다. 생활하수를

표 1. 서울시 합류식 하수관거 시설현황

구분	총계	합류식관거				
		소계	관거	압거	개거	U형
서울시 전체	9,545,410	8,650,441	7,478,405	904,203	113,999	153,834
종로구	386,317	386,317	306,073	45,031	8,964	26,249
중구	261,447	261,447	230,392	27,197	60	3,798
용산구	357,639	355,099	299,241	28,655	350	26,853
성동구	268,272	268,272	202,193	38,769	11,000	16,310
은평구	459,138	459,138	387,954	41,686	20,339	9,159
서대문구	392,990	392,990	335,464	42,449	7,005	8,072
마포구	410,013	408,742	366,932	28,723	7,533	5,554
소계	2,535,816	2,532,005	2,128,249	252,510	55,251	95,995

표 2. 하수관거조사계획대비 조사불량도

시도	조사실적(km)	조사결과(개소)	길이(m)
전국	31,752.5	1,659,566	19.1
서울	6,659.5	1,355,193	4.9
부산	2,061.1	10,623	193.9
대구	1,917.5	5,143	372.8
인천	1,637.6	42,375	38.6
광주	2,017.7	40,835	49.4
대전	597.1	9,481	63.0
울산	585.6	5,959	98.3
경기	6,332.2	120,306	52.6
강원	557.5	12,300	45.3
충북	684.9	7,922	86.5
충남	620.3	4,822	128.6
전북	875.0	7,781	112.5
전남	613.4	3,588	171.0
경북	3,535.1	11,143	317.2
경남	2,717.5	14,715	184.7
제주	340.5	7,377	46.2

표 3. 하수관거의 불량빈도 및 불량항목별 비율

구 분	단위연장당 불량빈도	불량항목별 비율(%)					
		연결관 이상	이음부 불량	파손 및 침하	관내 퇴적	타관 통과	기타
도심하수관거정비 기법연구(97)	22m당 1개소	35.4	31.0	14.4	14.7	4.1	0.4
한강수계하수관거 정비시범사업(02)	8m당 1개소	29.8	37.8	18.9	12.0	1.0	0.5
하수관거정비 타당성조사(02)	11m당 1개소	30.9	29.9	11.8	15.8	1.2	10.4

자연스럽게 흐르도록 하여 하수처리장으로 이송하기 위해서는 도로부지보다는 낮은 위치에 있는 하천부지에 찾집관거를 설치하는 것이 효과적이었으나 국내의 경우 매년 1차례씩 홍수가 발생하여 하천이 범람하게 되며, 이 때 하천부지는 유실되거나 부등침하가 일어나게 되고 그 결과 찾집관거의 이음부위가 파손될 가능성이 매우 높다. 파손된 부위로는 지하수나 하천수가 유입되거나 반대로 생활하수가 하천으로 새어나갈 수 있게 된다. 두 번째는 배수 설비의 오접합문제를 들 수 있다. 빗물과 생활오수를 분리하여 찾집하는 신도시지역에서 많이 일어날 수 있는 현상으로서 시공

부주의 등에 의하여 생활하수를 빗물관에 연결하거나 반대로 빗물관을 오수관에 연결하는 사례가 빈번히 발생되고 있다. 또 제대로 밀봉되지 않은 연결부위에서 빗물이나 지하수가 유입된다. 세 번째로 도심지역이나 농어촌지역에서 많이 채택하고 있는 합류식하수관거의 문제를 들 수 있다. 현실적으로 합류식하수관거의 채택이 불가피하더라도 하천수, 농업용수와 같은 불명수의 유입방지를 위한 관거정비가 반드시 뒤따라야 하나 실정은 그렇지 못한 경우가 대부분이다.

### 3. 황산에 의한 콘크리트의 부식메커니즘 및 상태평가방법

#### 3.1 부식메커니즘

하수시설 내에서는 황산이외에도 다양한 염류에 의하여 콘크리트구조물이 부식될 가능성이 있지만 황산에 의한 부식이 가장 대상범위가 넓고 부식속도가 빠르기 때문에 부식현상이 발견되면 급속하고 적절한 대응조치가 필요하다.

황산에 의한 콘크리트의 부식은 밀폐된 관로 시설을 대상으로 <표 4>와 같은 진단단계로 진단된다.

- ① 혐기상태의 하수 및 오니 중에 황산염환원세균에 의한 황산염으로부터 황화수소의 생성
- ② 액상으로부터 기체상태로의 황화수소가 확산
- ③ 콘크리트 표면의 결로수 중 혐기성의 황산화세균 등에 의해 황화수소로부터 황산이 생성
- ④ 황산에 의한 콘크리트의 화학적 침식

의 순으로 진행되어 생물반응, 화학반응, 물리반응이 복합된 현상이다.

#### 3.2 황산에 의한 콘크리트부식이 발생되기 쉬운 시설

황산염환원세균과 황산화세균의 생물학적 작용에 의하여 황화 가스 및 황산이 발생되어 콘크리트의 부식이 발생되기 쉬운 환경(콘크리트 부식환경)을 하수도시설에서 가정한다면 <표 5>와 같이 정리할 수 있다. 부식환경이 심한 경우는 다음의 (1) ~ (3)의

표 4. 하수도 콘크리트의 단계별 부식상황

단계	현상 및 화학적 반응
1단계(嫌氣상태)	- 산소공급이 되지 않거나 침전물과 콘크리트에 부착되는 경우 등에 의하여 혐기 상태가 된다. - 하수 중에 포함되어 있는 황산염의 대부분이 황산염환원세균에 의하여 황화수소를 발생시킨다. $SO_4^{2-} + 2C + 2H_2O \rightarrow H_2S + 2HCO_3^-$ 황산염환원세균(黃酸鹽還元細菌)
2단계 황화수소의 확산	- 하수 중에 생성된 황화수소는 산성영역에서 분자 상태의 황화수소로 되어 하수의 흐름에 의하여 공기 중에 확산된다.
3단계 황산의 생성	- 공기 중에 확산된 황화수소는 콘크리트 상부에 결로 및 비말수에 의해 용해된다. - 용해된 황화수소는 황산화세균의 작용에 의하여 황산을 생성한다. $H_2S + 2O \rightarrow H_2SO_4$ 황산화세균(黃酸化細菌)
4단계 황산에 의한 콘크리트의 부식	- 콘크리트 표면에 생성된 황산은 콘크리트 수화물과 반응하여 황산칼슘을 생성한다. - 이수석고가 시멘트 중의 $3CaO \cdot Al_2O_3$ 와 반응하면 에트린자이트가 생성되면서 콘크리트가 팽창, 균열, 박리 등의 부식현상을 일으킨다.

조건을 전부 만족하는 하수 또는 오니가 존재하는 장소이나 콘크리트의 부식환경은 지역성과 일기후 조건, 계절적 변화의 영향이 크다.

표 5. 황산에 의한 콘크리트의 부식가능성이 높은 시설 및 부위

시설	부식가능성이 높은 부위
관로시설	- 단차, 낙차가 큰 개소의 하수면 상부 - 강제 압송관의 상류부, 하류 토출부의 하수면 상부 - 파라펫 배수관 접합부의 하수면 상부 - 압송관 토출부의 하수면 상부
펌프장	- 하수 유입부의 하수면 상부 - 펌프 후 토출부의 하수면 상부
처리장 특히 복개된 시설	- 집수정과 연결수로의 하수면 상부 - 분배조와 연결수로의 하수면 상부 - 최초 침전지 율류부와 유출수로의 하수면 상부 - 반응탱크류입부의 하수면 상부 - 오니농축조의 워류 피트의 하수면 상부 - 혐기성오니 소화조로부터 탈리액피트의 하수면 상부 - 오니처리시설에의 역류관

(1) 황산염환원세균의 활동에 의하여 하수 또는 오니 중에 황산이 생성되기 용이한 환경

- ① 황산이온 농도가 높다
- ② 하수상부에 산소공급이 적어 혐기성조건이 되기 쉽고 하수의 정체시간이 길다.
- ③ 수온이 황산염환원세균의 증식이 적합하다.

(2) 하수 또는 오니의 흐름이 불규칙하고 교반되는 작용 등에 의하여 하수의 액상부로부터 황황하수소가 하수상부공간에 황화수소가 방산되기 쉽고 하수상부공간이 밀폐된 구조

(3) 가스농도, 기온, 습도, 영양염류의 공급 등의 조건이 황산화세균이 활동하기 용이한 환경

표 6. 복개구조물 및 하수박스의 가스농도(ppm)

항목 가스	복개구조물		하수박스 <sup>3)</sup>	기준치 <sup>4)</sup>	서울도심 <sup>5)</sup>
	1976년 <sup>1)</sup>	1999년 <sup>2)</sup>			
NH <sub>3</sub>	-	661	764	-	불검출
H <sub>2</sub> S	-	1.85	2.59	0.05 ~ 0.5	불검출
CH <sub>4</sub>	7,300	331	389	1.5	-
CO <sub>2</sub>	1,700	785	893	-	320 ~ 350

- 1) 82년 토목학회 보고서
- 2) 복개구조물 4개소에서 포집된 가스 실측값의 평균치
- 3) 서울 도심에 위치한 2개소의 하수박스 실측값의 평균치
- 4), 5) 98년 환경백서

하수도시설 내의 환경이 이러한 환경조건이라면 대부분 콘크리트의 부식이 급속히 진행되지만 기온, 하수 중의 황산이온농도와

시설물의 구조 등과 같이 지역적인 특성에 크게 영향을 받아 황화수소가스농도, 습도 등의 부식환경에 의한 콘크리트의 부식속도가 크게 다르다.

한편 하수도시설 내의 황화수소가스농도가 0 ppm ~ 1,000 ppm 이상으로 범위가 넓고 부식환경의 인자 중에서 조건의 변화가 매우 크다. 또한 하수면 상부의 황화수소농도는 동일시설에서도 일간변동의 차가 크고 계절적 변화의 수온차이에 의하여도 변화가 크며 밀폐된 시설내의 황화수소가스의 농도는 펌프에 의하여 하수의 흐름이 활발한 경우보다 단기간에 큰 폭으로 변화된다.

일반적으로 30 ~ 35 °C에서 황산염환원세균은 가장 활발하게 증식되고 15 °C 이하 45 °C 이상에서는 활성이 크게 저하된다. 또한 황산화 세균은 20 °C 이하에서 활동이 억제되고 30 °C 전후에서 세균활동이 활발하다. 따라서 하수도시설 내의 황산에 의한 콘크리트의 부식은 연간평균기온이 높은 지역에서 진행이 빠르고 동절기보다 하절기에 부식의 진행이 빠르다.

국내 복개구조물 및 하수박스구조물에서 포집한 가스를 분석한 결과가 <표 6>이다. 대기 중에서는 황화수소가스가 거의 검출되지 않고 있으나 복개구조물 내의 H<sub>2</sub>S 가스농도는 평균1.85 ppm, 하수박스 내에서는 2.59 ppm 정도로 검출되었다. 이상의 특정결과를 종합하여보면 철근 콘크리트 복개구조물 내부의 환경은 하수박스 구조물과 크게 상이하지 않음을 알 수 있으며 콘크리트 하수암거와 유사한 화학적 침식을 받을 것으로 평가된다.

### 3.3 열화예측과 평가

화학적 침식의 정도는 전술한바와 같이 열화요인의 종류, 농도, 온습도 및 흐름의 유무에 의하여 크게 틀리기 때문에 부식의 원인으로부터 부식의 메커니즘을 명확하게 하더라도 열화의 진행예측을 행한다는 것은 매우 어렵다.

상세한 조사결과로부터 얻어진 수치를 기본으로 현장의 상황을 시뮬레이션한 부식시험을 콘크리트 보호층과 콘크리트의 각각에 관하여 실시하여 얻어진 데이터를 기초로 하여 현재의 열화진행 상황을 파악하여 향후의 진전을 예측하는 방법이 가장 바람직하다. 또한 표면으로부터 침식이 서서히 진행되고 있는 화학적 부식의 경우에는 기본적으로는 콘크리트의 보호층과 콘크리트의 각각에 대하여  $\sqrt{t}$  측을 적용하여 침식깊이를 예측할 수 있다. 또한 시기가 틀린 2 또는 3의 조사결과가 얻어진 경우에는 그 결과를 직선 또는 곡선회기시켜 예측식을 작성하는 것이 실용적인 대응책으로서 판단된다.

열화예측결과 및 구조물의 공용연수를 감안하여 화학적부식의 평가를 행하여도 신뢰성이 높은 열화예측식은 지금까지 보고되어 있지 않다. 따라서 열화예측식에 기초하여 평가가 곤란한 경우에는 <표 7>에 나타내는 외관관찰 및 상세한 조사결과에 따라 등급을 평가할 수 있다.

표 7. 외관관찰 및 상세조사에 따른 진전상황평가표

등급	열화과정	변 상
I	잠복기	-외관상의 변상이 보이지 않는다
II		-콘크리트 보호층에 변상이 보임
III	진전기	-콘크리트에 변상이 보이나 열화인자는 강재 위치 까지 도달되지 않음
IV	가속기	-콘크리트의 변상이 현저하고 열화인자는 강재위치 까지 도달하여 있고 강재에도 변상이 보인다
V		-콘크리트의 단면결손이 크고 강재의 부식량이 크다
VI	열화기	-강재의 부식이 현저하고 변위, 변형이 크다

### 3.4 화학적침식을 고려한 건교부신기술 330호의 개발과 현장적용

본 신기술은 하수도시설과 같은 화학적 침식의 열화와 아울러 습윤면에 대한 고품질의 방식 및 보수공사를 위하여 습윤환경하에서 장기부착강도가 우수한 무기질단면피복재(RH 방식피복재)를 개발하고, 항균성개질재(RH 프라이م)와 복합하여 시공함으로써, 기존에 취약했던 화학적부식에 대한 유지관리기술을 정립하여, 하수도시설 등에 중점적으로 사용될 수 있도록 개발된 공법이다.

무기질 단면피복재(RH방식피복재)는 습윤면에서 방식층을 형성하기 위한 무용제형 친수성 폴리머와 고강도 실리카 및 미립분 시멘트, 폴리아민계 경화제를 혼합하여 제조하며, 항균성개질재(RH 프라이م)는 화학적 침식을 유발하는 세균 발생을 억제하는 항균기능과 알카리 환경부여, 표면강화 기능 등의 기능을 가진 개질재이다.

본 공법은 잠복기, 진전기 및 가속기 등의 해당공정을 실시한다. 국내에서 실시했던 사례는 약 50건의 실적이 확보되고 있으며 구조물의 특성 예를 들면 건조면과 습윤면 및 건조와 습윤이 반복되는 부위 등 지금까지는 없었던 열화원인과 현장적용성을 고려한 보수공법의 적용을 통하여 구조물의 방식과 보수 및 보강 공사와의 연대를 위한 실질적인 시방을 제시하였다는 측면에서 큰 기술의 진전이 있었다.

한편 본 보수공사를 하수시설에 적용 시에는 많은 한계성이 있었으며 이를 해결하기 위해서는 근본적으로 다음과 같은 성능이 요구되었다.

- ① 통수하면서 시공가능하고 폐기물이 발생하지 않을 것
- ② 폭선부 및 급구배에도 적용 가능할 것
- ③ 신관과 동등이상의 관으로 복원되고 내수압 및 상재하중에 대하여도 충분한 강도 발휘할 것
- ④ 기설관경 3,000 mm의 대구경관은 물론 원형, 마제형, 구형 등 모든 관에 대한 적용 가능할 것
- ⑤ 복구후 장기간 내구성 및 내하성이 유지될 것

따라서 상술한 조건을 만족시킬 수 있었던 것은 일본SPR협회의 SPR공법이 그 이상의 특성을 확보한 것으로 파악됨으로써 일본세끼시가 공업화학과 기술 제휴를 통하여 국내에서 시공할 수 있는 시공권과 국내 상황을 고려한 소재 및 기계의 특성을 개선

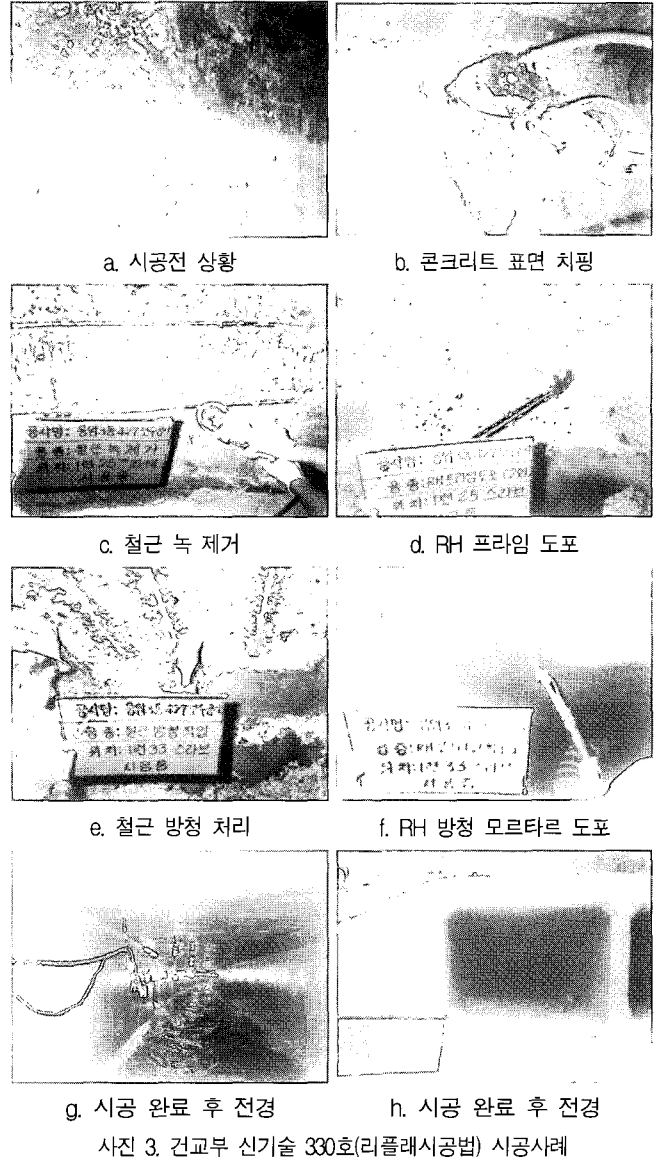


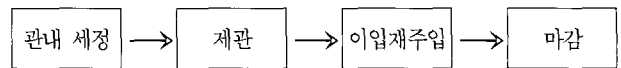
사진 3. 건교부 신기술 330호(리플래시공법) 시공사례

하는 것에 양사가 합의 후 현재 연구 중에 있는 공법으로서 그 시공방법을 소개하면 <사진 3~4>와 같다.

### 4. 내약품성이 강화된 경질염화비닐재와 고점성 모르타르 및 특수제관장치를 사용한 상하수도시설 재구축공법(리플래시재구축공법)

#### 4.1 공법의 원리

본 기술은 기존 설치관 내에 경질 염화비닐재를 나선형으로 감싸서 제관후 기존관과 갱생관(제관한 관)의 간극에 특수 이입재를 충전함으로써 일체화되어 강고한 복합관으로써 갱생하는 공법이며, 아래는 아래와 같은 순으로 진행된다.



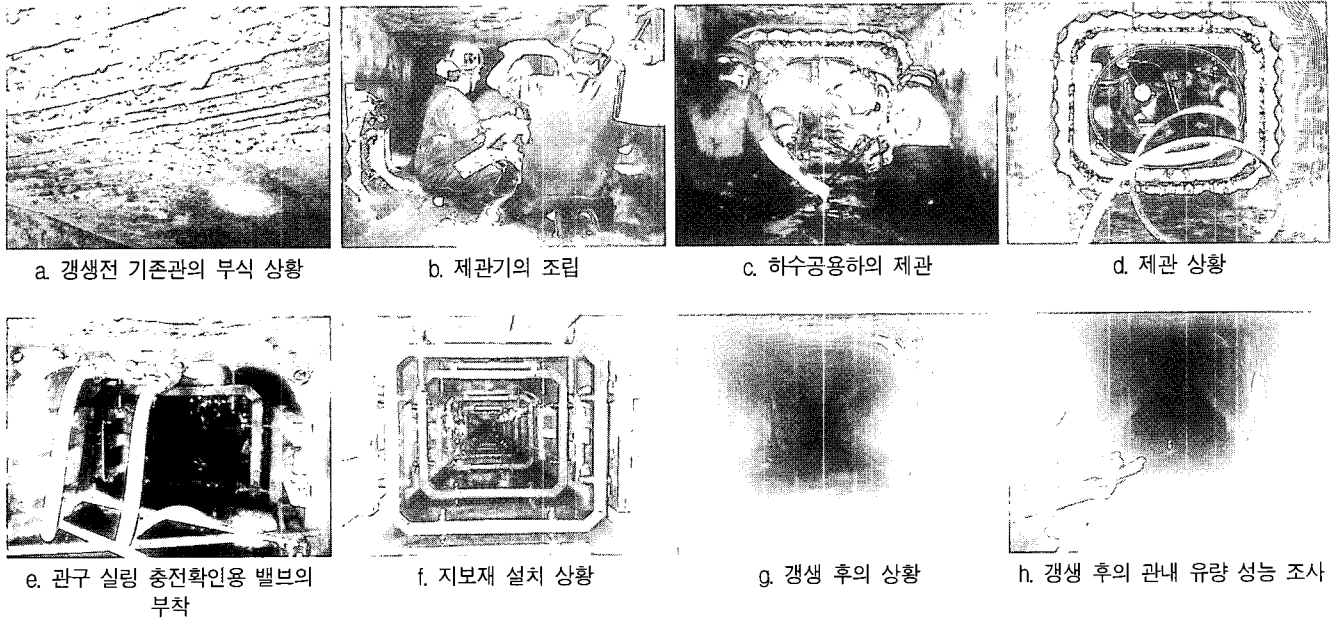


사진 4. 리플래시재구축공법(특허공법)의 시공사례

제관방식으로는 「원압식 제관방식」과 「자주식 제관방식」의 양 방식이 있으며, 현장의 상황에 따라 선택한다.

4.1.1 원압식 제관방식

원압식 제관기를 맨홀(人孔)내에 설치하고 지상에 설치된 드림에 감겨있는 프로파일(경화 열화비닐재의 대상(帶狀)재료)을 제관기로 보내고 프로파일을 나선 원통형으로 맞추어 제관하면서 기존 설치 관내에 회전 삽입한다.

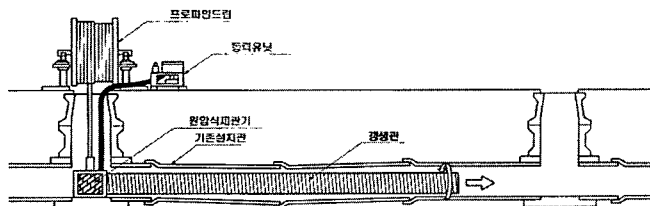


그림 1. 원압식 제관방법의 개요

4.1.2 자주식 제관방식

자주식 제관기를 맨홀(人孔) 또는 관로 내에 설치하여 지상에 설치한 드림으로부터 연속적으로 프로파일(경화 열화비닐재의 대상(帶狀)재료)을 제관기로 보내고 이 프로파일을 나선 원통형으로

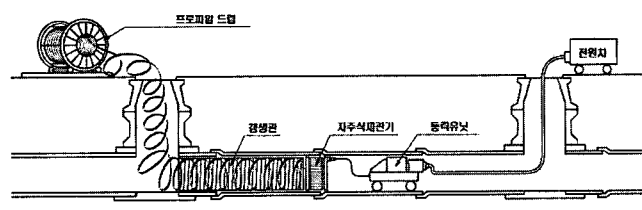


그림 2. 자주식제관방법의 개요

로 감합하면서 제관하여 기존 설치 관내를 갱생하는 기술로서 장거리의 제관에 매우 탁월한 성능을 보인다.

4.1.3 자유단면 제관방식

원형관은 물론 구형(矩形), 석적거(石積渠), 계란형 등 모든 단면형상에 대하여 갱생하는 기술로서 기설관과 유사한 형태의 가이드 프레임을 따라 자주식 제관기의 롤러가 회전하면서 기설 관내를 자주하고 프로파일(W형 또는 U형 스틸보강재 병용)을 소정의 단면으로 제관시키는 공법이다.

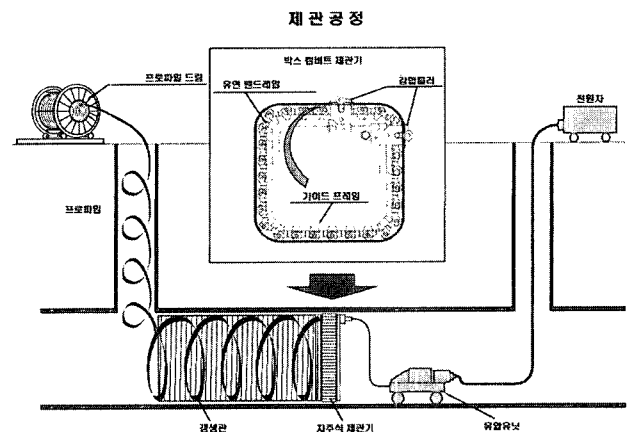


그림 3. 자유단면 제관기술의 개요

4.1.4 취부관 삭공(削孔)

이입 모르타르를 주입 후 취부관내에 삭공기를 삽입하여 1차 삭공후 본관측으로부터 2차적인 마감삭공을 실시하여 본관과 가지관을 연결시키는 기술이다.

표 5. 기술의 특징

갱생관의 성능	① 수밀화에 우수 - 프로파일은 독자의 리브형상과 이중 lock기구를 채용하고 있기 때문에 수밀성에 우수하다. ② 내식성에 우수 - 재질은 경질연화비닐관과 같으며 내식성과 내약품성이 매우 우수하다. ③ 강고한 복합관으로서 갱생 - 갱생관은 독자의 리브구조가 앵커가 되어 이입재가 침투하고 갱생관 · 이입재 · 기존관이 일체화된 복합관으로 갱생한다. ④ 내진성이 우수 - 갱생관은 유연성이 풍부하여 지진시의 기존 설치관의 부동침하가 발생할 때에도 갱생관이 파손되지 않고 관로설치의 라이프 라인의 기능을 유지한다. ⑤ 사이즈다운이 되나 유량은 거의 변하지 않음 ⑥ 내용년수가 대폭으로 연장
제관기의 성능	⑦ 장거리제관이 가능 ⑧ 관의 구경 형상을 자유롭게 설정할 수 있음 ⑨ 소구경의 하수시설에도 제관기를 반입할 수 있음 - 원압식 제관방식에서는 제관기를 분해할 수 있고 또는, 자주식 제관방식에서는 제관기의 링을 떼어내면 체인상으로 되기 때문에 맨홀의 형상에 관계없이 기존 설치관 내에 제관기를 반입할 수 있다.
시공상의 특징	⑩ 공용(供用)중에서도 제관이 가능 - 물을 흘려가며 시공이 가능하다. ⑪ 시공 속도가 빠름 - 제관속도는 제관경, 노후관거의 상황에 따르지만 제관기에 프로파일을 보내는 속도는 매분 약 5 ~ 10 m 이다. ⑫ 불육(不陸) · 단차 · 굴곡에 대응할 수 있음 - 관거에 다소의 굴곡 및 참하 · 들뜸 등이 있어도 제관을 할수 있다. ⑬ 구배 설정이 가능 - 이입시의 갱생관에 작용하는 부력을 이용하여 구배를 갖는 갱생관을 설정할 수 있다. ⑭ 경제적 - 공기 · 공사비 등에 대하여 개작(開削)공법과 비교하여 매우 경제적이다. ⑮ 관의 접합이 없음 - 연속제품이기 때문에 관을 접합할 필요가 없다. ⑯ 공사 시 인근주민으로부터 민원이 적음 - 주민의 협력을 얻기쉽고 교통규제 등의 사회활동에 영향이 적다.

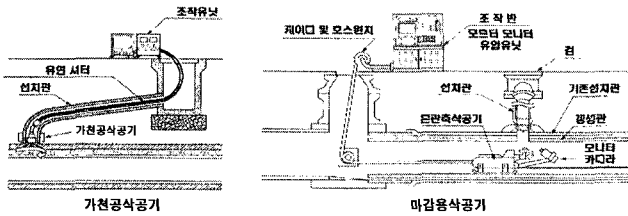


그림 4. 본관과 가지간의 연결사공방법의 개요

### 5. 결론 및 향후계획

본고에서는 하수시설을 중심으로 원형관거시설과 박스형의 열화실태 및 메커니즘을 정리하고 이러한 열화특성을 고려한 보수 공법을 개발하여 건설교통부 신기술 330호로 지정받은 내용을 요약하였고 그 후 약 50건의 시공실적을 추진하면서 발생한 문제점과 이를 해결하기 위하여 외국으로부터 선진기술을 도입하여 실용화하는 과정을 설명하였다.

향후 본보의 기본적 배경을 바탕으로 본 기술에 대한 기술내용을 종합적으로 다룰 예정이며 특히 국산화된 부분과 현장적용된 사례와 품질에 대한 성능검토 등을 수정한 한 사례 등을 중심으

로 소개할 예정이다. □

### 참고문헌

1. 권영진 외, "무기질개질재 및 무기질단면피복재의 활용에 의한 중성화된 구조물에 대한 내구성회복공법의 개요", 한국구조물진단학회 제5권, 제3호, 2001. 7.
2. 한국건설기술연구원, "하수관거의 부식에 관한 연구", 1994.12.
3. 김학주, "하수관거정비 개선방안", 하수도연구회세미나발표자료, 2002..
4. 김성수 외, "화학작용에 의한 콘크리트의 침식 및 철근의 부식", 한국구조물진단학회, 제4권, 제3호
5. 길배수 외, "하수도시설 콘크리트와 방균대책", 콘크리트학회지 제 14권 3호.
6. 일본콘크리트공학협회, "콘크리트진단기술", 2001.
7. 서울특별시, "하천복개구조물의 안전진단 및 정비사업종합보고서", 1994.
8. ACI committee 201(1997) Guide to Durable Concrete, ACI Manual of Concrete Practice.