

내약품성이 강화된 경질염화비닐재와 고점성 모르타르 및 특수제관장치를 사용한 상하수시설의 리뉴얼공법(II)

- 리플래시재구축공법의 사용재료 및 시공장비의 기초특성 -

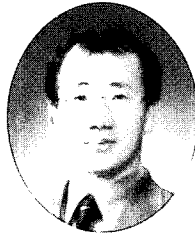
- The Renewal Methods for Rehabilitation of Deteriorated Sewers(II) -
 (The Fundanmental Properties of Materials and Machines of RMS)



권영진*
Kwon, Young Jin



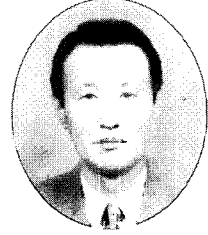
김충호**
Kim, Chung Ho



이희원***
Lee, Hee Won



이홍원****
Lee, Hong Won



조근호*****
Cho, Kun Ho

1. 서론

원형관거 뿐만아니라 장방형 및 마제형 등 원형관거 이외의 상하수시설에서 내면으로부터 보강함으로써 관거가 보유하는 내하력을 향상시키고 또한 침입수의 방지를 해결할 수 있는 리플래시재구축공법(Reconstruction Methods for Sewers)의 기본개요에 관하여는 전보¹⁾에서 서술하였다. 전보에서 서술한 바와 같이 기존 건설신기술 등을 활용하면서 제기된 문제점을 해결하기 위한 본 공법의 목적을 열거하면 다음과 같이 크게 10가지로 세분되며 이를 근거로 한 본 기술의 기본시방은 <표 1>과 같다.

- ① 노후화된 관거의 내하력이 저하된 단계에 따라 내하력증대가 가능할 것
- ② 균열 등에 의한 침입수를 방지할 수 있을 것

- ③ 통수하면서 시공 가능할 것
- ④ 보강에 의한 유하능력의 저하가 적을 것
- ⑤ 기존의 맨홀을 이용하여 시공이 가능할 것
- ⑥ 시공시기, 비용, 시공점용폭, 소음, 진동 등이 현행의 굴착공법에 비교하여 유리할 것
- ⑦ 내공치수가 1.2m × 1.2m 정도 이상의 단면에 적용될 수 있을 것
- ⑧ 시공연장에 제한이 없을 것
- ⑨ 구배의 보정, 단차조건에서도 시공이 가능할 것
- ⑩ 경제적인 공법일 것

전보에서는 주로 국내 하수관거정비의 현황과 황산에 의한 부식 메커니즘과 기존 신기술공법인 제330호인 리플래시보수공법의 개선방향을 근거로 한 본 리플래시재구축공법의 개요에 대하여 서술하였다. 본 고에서는 리플래시재구축공법의 주요소재인 프로파일과 고점성 모르타르 등의 기초특성과 제관기, 지보재 및 이입장비 등의 시공장비의 주요특성에 관하여 고찰하고자 한다.

2. 본 공법 구성재료의 주요특성

본 기술은 프로파일을 지상으로부터 관내에 설치한 제관기로 보내고, 제관기가 이 공급된 프로파일을 연속적으로 감합하여 기설관내에 갱생관을 형성하고 이 기설관과 갱생관 사이의 간극에 이입재를 제관 후에 충전함으로써 기존관거와 갱생관이 일체화된 복합관을 형성하는 것이다. 따라서 본 공법의 주요재료는 <그림 1>에 나타낸바와 같이 프로파일 및 이입재이다.

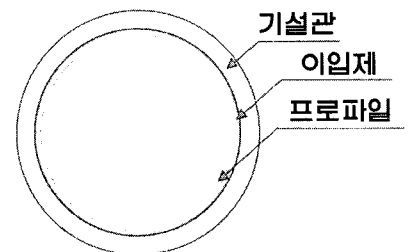


그림 1. 리플래시재구축공법의 구조도

2.1 프로파일

2.1.1 형상 및 치수

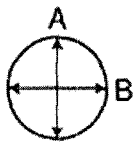
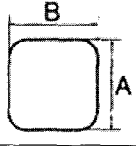
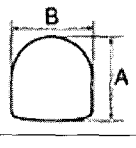
제관재료인 프로파일은 하수도관거로 사용되는 경질염화비닐수지를 기초로 하여

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

표 1.1 리플래시제구축공법의 기본시방

No.	명칭	항목	기본시방				비고
1	갱생 목적		1. 관거(管渠)강도의 복원 2. 누수관거의 지수 3. 귀류(掃流)성의 향상 4. 내식성의 향상 5. 나무 뿌리의 침입방지 6. 관거구배의 설정 7. 내진성의 향상				구배의 설정은 기존 설치관 ϕ 800 mm 이상
2	대상 관로	1. 관거의 종류	하수도, 농업용수, 배수통관 등				
		2. 관거의 형상	원형, 직사각형, 말굽형, 석적거, 계관형 등에 적용				
		3. 시공 가능 연장	기설관	사이즈	시공 최대 스펠 길이		비고
			원형관	ϕ 250 ~ 350 ϕ 400 ~ 600 ϕ 700 ~ 800 ϕ 900 ϕ 1000 ~ 1500 ϕ 1650 ~ 3000	원압식	자주식	
					60 m		
					100 m		
					150 m	200 m	
		150 m	300 m				
		500 m					
		직사각형 암거	\square 900 ~ \square 1200 \square 1300 ~ \square 2100 \square 2200 ~ \square 3000			200 m	시공 스펠은 보조수단을 병용하여 연장할 수 있다.
					300 m		
					500 m		
		말굽형 암거	900 ~ 1200 1300 ~ 2100 2200 ~ 3000			200 m	
					300 m		
				500 m			
4. 노후화 정도	기존설치관의 상황		본 시공 가부		비고		
	관의 파손	·관이 파괴되어 막힘 ·국부적인 결락 ·전체에 균열	불가 가 가		(제거방법) 소구경 : 로봇으로 전처리 대구경 : 기계 또는 인력으로 전처리		
	관의 크랙	·중·횡크랙	가				
	관의 단차 (이음줄눈의 어긋남)	어긋남탈각(脫却)	가		정도에 따른 부분보수 필요		
		단차 · 20 mm 이하	가		기존 설치관이 ϕ 500 이하의 경우		
		· 50 mm 이하	가		기존 설치관이 ϕ 600 ~ 1200의 경우		
		· 100 mm 이하	가		기존 설치관이 ϕ 1350 ~ 1800의 경우		
	· 130 mm 이하	가		기존 설치관이 ϕ 2000 이상의 경우			
	관의 굴곡각	· 5 이하	가(원압식)				
		· 10 이하	가(자주식)		그것 이상은 절단의 상		
· 3 이하		가(자유단면)		용접처리로 시공가능			
사행		가		현장조건에 따름			
침입수	압력수(분출하고 있음)	별도지수공사 필요					
	비압력수	가					
모르타르 부착		별도의 처리가 필요					
설치관 돌출		별도의 처리가 필요					
나무뿌리 침입		별도의 처리가 필요					
관의 부식	철근노출 상황	가		철근의 돌출은 로봇컷터로 처리가능			
3	작업 목적	1. 최소 작업 스펠	·차도편측 일차선 ·이입시 : 폭 3 m × 36 m 정도 ·제관시 : 폭 3 m × 20 m 정도				
		2. 보안설비	·작업대(帶)설비 ·대기농도측정(관거 내) ·환기설비장치 ·조명설비장치				
		3. 시공시 온도	·외기온 $-5^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$				
		4. 시공 시간	기존 설치관 상황	기존 설치관경	100m당 시공일수		
			원형	ϕ 250 ~ 350 ϕ 400 ~ 800 ϕ 900 ~ 1500 ϕ 1650 ~ 2200 ϕ 2400 ~ 3000	4일간(60m당)	원압식	
					6일간	원압식	
					14 ~ 16일간	자주식	
					16 ~ 17일간	자주식	
		22 ~ 27일간			자주식		
		직사각형(矩形)	\square 900 ~ \square 1200 \square 1300 ~ \square 2100 \square 2200 ~ \square 3000	16 ~ 17일	사전처리 및 맨홀 저부 개조 부착관 삭공 등은 제외		
18 ~ 21일							
25 ~ 29일							
말굽형	900 ~ 1200 1300 ~ 2100 2200 ~ 3000	16일					
		18 ~ 21일					
		24 ~ 28일					
5. 제관시 환경	하수를 유하시키면서 제관, 하수의 수위는 관경의 30% 정도						
6. 제관 방법	상류에서 하류를 표준으로 한다.						
				유속 1.0 m/s 정도			

표 1.2 리플래시재구축공법의 기본시방

No.	명칭	항목	기본시방				비고
			기존설치관형상	기존 설치관 크기	갱생관 크기	갱생관 마감치수	
4	마감관로	1.이입 후의 갱생관 마감 (기존 설치관에 단차가 없는 경우의 표준마감)	원형	$\varnothing 250 \sim 600$ $\varnothing 700 \sim 900$ $\varnothing 1000 \sim 3000$ $\varnothing 1650 \sim 2200$ $\varnothing 2400 \sim 3000$	$\varnothing 210 \sim 550$ $\varnothing 640 \sim 820$ $\varnothing 910 \sim 2720$ $\varnothing 1500 \sim 2000$ $\varnothing 2180 \sim 2720$	$D \pm 10 \text{ mm}$ 이내 $D \pm 20 \text{ mm}$ 이내 $D \pm 30 \text{ mm}$ 이내 $D \pm 30 \text{ mm}$ 이내 $D \pm 30 \text{ mm}$ 이내	갱생관 마감 길이 허용차 $\text{마감내경} D = \frac{A+B}{2}$ 
			직사각형 (矩形)	폭 높이 900×900 } 3000×3000	폭 높이 800×800 } 2830×2830	2000×2000 이하 $L \pm 30 \text{ mm}$ 이내 2010×2010 이상 $L \pm 50 \text{ mm}$ 이내	$\text{마감내경 } L = \frac{A+B}{2}$ 
			말굽형	폭 높이 900×900 } 3000×3000	폭 높이 800×800 } 2830×2830		$\text{마감내경 } L = \frac{A+B}{2}$ 
		2.내외수압	이입 후, 0.1 MPa(1.0 kgf/cm ²) 이상				
		3.내내수압	이입 후, 0.4 MPa(4.0 kgf/cm ²) 이상				
		4.지수성능	갱생관의 지수율 100%				
		5.강도	갱생후, 신관과 동등이상의 강도가 복원되는 것을 기본으로 한다.				
6.귀류성(掃流)	기존 설치관에 다소의 불육(不陸), 사행, 단차가 있어도 갱생 후, 소유성이 향상하는 것						

본 공법에 적합하도록 적절한 유연성과 강도, 내마모성, 및 내구성과 특히 전보에서 서술한바와 같은 내약품성을 강화시킨 소재이다. 프로파일의 기본물성은 <표 2>

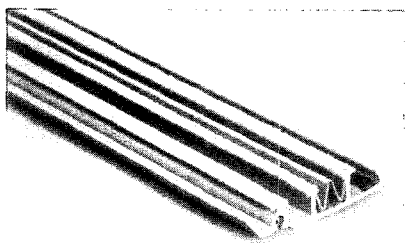
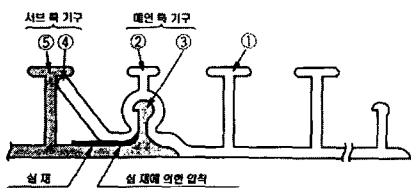


사진 1. 프로파일의 형상



- ① I빔 구조 리브부
- ② 메인결착 주부
- ③ 메인결착 보조부
- ④ 서브결착 주부
- ⑤ 서브결착 보조부

그림 2. 프로파일의 감합기구

에 나타내었다.

형상은 <사진 1> 및 <그림 2>에 나타난

바와 같이 빔연속체로 양단에는 스파이럴 상으로 제관감합하기 위하여 2중결합의 감

표 2. 프로파일의 기초물성

성질	항목	단위	물성값
물리적 성질	비중	-	1.43
	경도	록월R	120
	흡수율	mg/cm ²	0.04~0.06
기계적 성질	인장강도	MPa(kgf/cm ²)	39.2(400)
	휨강도	MPa(kgf/cm ²)	68.6(700)
	압축강도	MPa(kgf/cm ²)	64.7(660)
	전단강도	MPa(kgf/cm ²)	39.2(400)
	인장 파단시 최대 신장	%	50 ~ 150
	종탄성계수	MPa(kgf/cm ²)	2350(2.4 × 10 ⁴)
	포아송비	-	0.38
열적 성질	선팽창계수	°C ⁻¹	7 × 10 ⁻⁵
	비열	J/°C · g(cal/°C · g)	0.8~2.0(0.2~0.5)
	열전도율	w/m · k(kcal/°C · m · h)	0.13~0.16(0.11~0.14)
	가공온도	°C	130
	연화온도(침입도법)	°C	80
	연소성	-	자기소화성
	열접착(용접)온도	°C	175 ~ 180
전기적 성질	체적고유저항	Ω · cm	1015 이상
	내전압	kV/mm	40 이상
	유도체력률	(20°C 1kc)	0.02
	유전율	(20°C 1kc)	3.2

주) 본 물성표는 프로파일의 원료인 경질염화비닐의 기본물성이다.

합기구조로 구성되어 있다. 제관된 관은 주결착 부위와 보조결착 부위의 감합과 실제의 압접에 의하여 지수성을 확보함과 더불어 감합부의 미끄러짐을 방지함으로써 제관이 유지된다. 프로파일은 공장에서 연속적으로 압출성형 될과 동시에 실재인 에라스트마(비가류고무상 탄성체)가 공압출성형에 의하여 프로파일에 융착 됨으로써 일체화되며 성형된 프로파일은 드럼에 탑재되어 시공현장으로 운반된다. 프로파일의 종류를 <그림 3>에 나타내었다.

2.1.2 스틸보강재

프로파일의 리브사이에 장착시키는 소재로서 그 목적은 ① 제관한 관의 강성을 향상시키고 ② 비원형관저 갱생 시 스틸보강재의 소성변형을 이용함으로써 그 단면성상을 유지시키고 ③ 모르타르와 일체화됨에 따라 기존관의 내하력을 향상시키는 보강철근으로서 활용하는 것 등을 목적으로 사용되는 보강재이다. 스틸보강재의 형상치수 및 특성은 <그림 3>과 <표 3>에 나타낸다.

2.1.3 주요특성시험

프로파일 및 보강형 프로파일의 주요특성을 파악하기 위하여 다음과 같은 시험을 행하였다.

표 3. 스틸보강재의 기본물성

항목	물성치	단위
항복응력	295	N/mm ²
탄성계수	206	kN/mm ²
단면적	W형	72.72 mm ²
	U형	124.56 mm ²
표면적	W형	123.6 mm ² /mm
	U형	210.0 mm ² /mm

(1) 형상치수

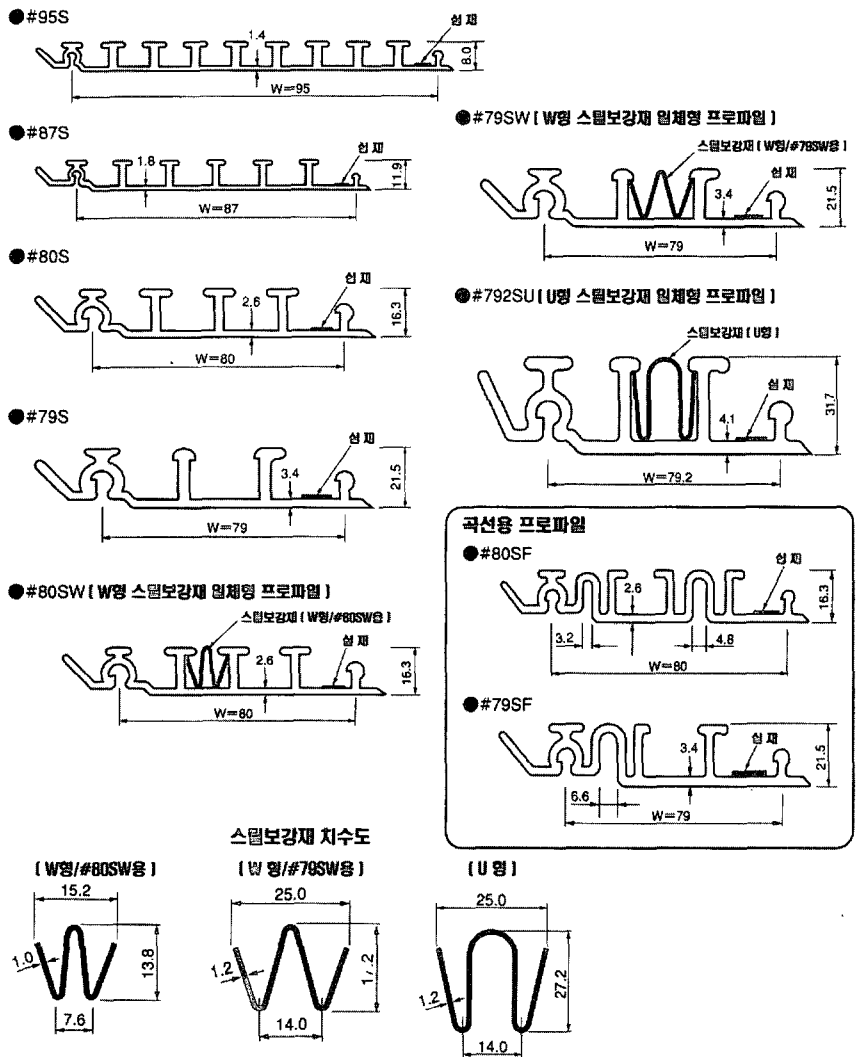


그림 3. 프로파일 및 스틸 보강재의 형상 및 치수

(1) 프로파일의 내약품성시험

전보에서 서술한바와 같이 하수시설의 열화원인이 주로 화학적침식에 의한 것임을 감안할 때 내약품성 등의 성능이 매우 중요한 것으로 판단됨으로서 JSWAS K-1의 「하수도용경질염화비닐관」의 침적시험에 준하였다. 온도 60°C ± 2°C로 공시체를 5시간 침적한후 유수 중에서 5초간 세정한

후 표면수분제거 후 중량을 측정하였다. 그 결과 본 프로파일은 <표 4>에 나타낸바와 같이 각 시험액에 대하여 내약품성이 매우 우수한 것으로 평가되었다.

(2) 프로파일 휨시험

보강재를 감합시킨 프로파일이 소정의 강성보유여부에 대한 3점 휨시험에 의하여 확인하였다. 시험방법은 <사진 2>에 나타낸바와 같이 플라스틱휨시험(JIS K 7203)에 준하여 하중과 변위를 연속적으로

표 4. 침적시험결과

시험액의 종류	질량변화		질량변화도 (mg/cm ²)	JSWAS K-1 규격치
	침적전(mg/cm ²)	침적후(mg/cm ²)		
증류수	199.92	199.82	0.10	± 0.2 mg/cm ² 이하
염화나트륨수용액	197.63	197.52	0.09	
황산	196.43	196.33	0.10	
초산	198.22	198.10	0.12	
수산화나트륨수용액	196.52	196.52	0.00	

표 5. 판정기준

항목	기준치	비고
휨시험	1.45 × 10 ² N/mm (14.8 kgf/mm) 이상	n=3의 평균치

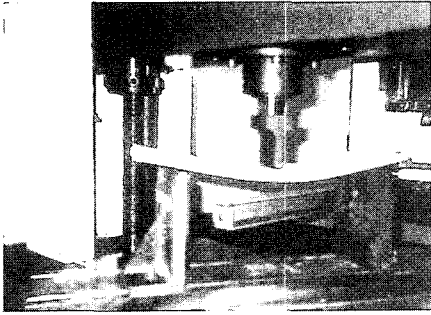


사진 2. 프로파일 휨시험

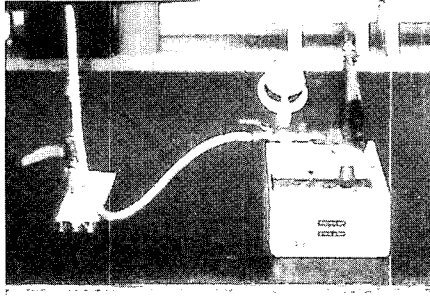


사진 3. 평판감합 수밀시험

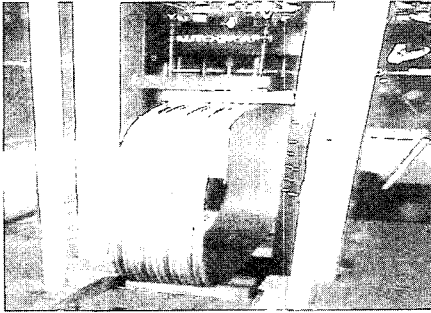


사진 4. 프로파일 편평시험

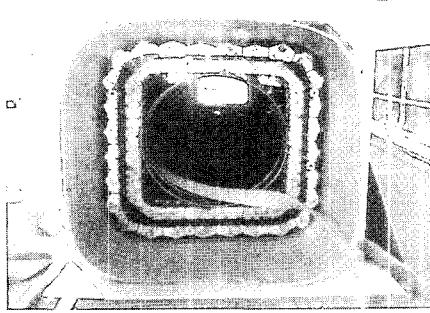


사진 5. 프로파일 제관시험

로 측정할결과 측정치의 평균치는 500 N/mm로서 <표 5>에 나타난 기준치와 대비하여 약 3.5배 정도 높게 나타난 것을 알 수 있다.

(3) 프로파일 평판 감합수밀시험

프로파일 및 보강재를 사용하여 구형관 거를 제관한 경우에 감합부가 소정의 수밀 성능을 유지하고 있는지를 파악하기 위하여 <그림 4> 및 <사진 3>에 나타난 바와 같이 JSWAS K-2에 근거하여 시험체의 평판감합부에 내수압 또는 외수압을 가한 경우의 누수 및 압력변화의 유무를 평가하였다.

판정기준은 <표 6>에 나타난 바와 같이 소정의 기준치에 있어서 누수 및 압력변화가 없는 것을 확인하는 것으로 측정결과는 누수 및 압력변화가 없는 것으로 평가되었다.

표 6. 판정기준치

항목	수압	판정기준
수밀 시험	내수압	0.1 MPa(1 kgf/cm ²) × 3분간 누수 및 압력의 이동이 없을것
	외수압	0.1 MPa(1 kgf/cm ²) × 3분간 누수 및 압력의 이동이 없을것

(4) 장방형 제관후의 편평시험

장방형제관 후의 편평 시의 하중과 처짐을 측정함으로써 스틸로 보강된 갱생관의 강도를 측정하는 것으로 시험은 일본 하수도협회규격 「하수도용경질염화비닐관 (JSWAS K-1)」에 준하여 사진4에 나타난바와 같이 하중과 처짐량을 연속적으로 측정하였다.

시험결과 재하에 의하여 변위를 5% 부

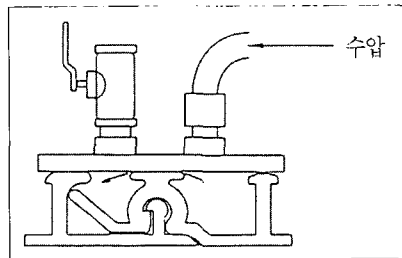
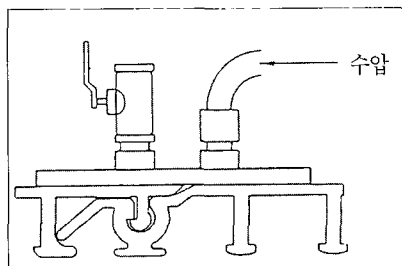


그림 4. 프로파일 평판 감합수밀시험 (상: 내수압, 하: 외수압)

가하여도 스틸 보강재의 탈락 및 변형은 발생하지 않고 하중제거후는 본래의 형태대로 회복되는 것을 확인하였다.

(5) 제관시험

제관기와 부대설비의 성능평가 및 제관 후 치수와 안전성평가를 수행하기 위하여 자주식제관기에 의하여 <사진 5>에 나타난 바와 같이 스틸보강형 프로파일의 제관을 행하였다. 평가항목으로는 제관기 및 부대설비의 모의관로 내에서 제관동작 확인과 연속운전 확인을 실시한 결과 모의관로 길이인 10m의 거리를 문제없이 연속적으로 제관이 가능하였으며 제관기 및 부대설비의 특이할만한 마모 등 고장은 없었다.

2.2 이입재로서의 고점성(고강도) 모르타르의 특성

2.2.1 개발목적

갱생된 복합관에 발생하는 응력 중 외부의 토압 등에 의한 압축응력에 대하여는 기존관의 잔류내력과 이입 모르타르가 분담하게 된다. 장방형관거에 사용되는 현장타설 박스칼버트의 설계기준강도가 21 MPa로서 기존관과 일체화된 복합관으로서 내력을 보강시키기 위해서는 기존관과 동등 이상의 압축강도를 발휘하는 고강도 모르타르가 필요하게 되었고 또한 모르타르의 고강도 특성이 발휘되기 위해서는 기존관과 스틸보강재가 일체화될 필요가 있으므로 경화수축이 적고, 유동성, 부착성이 우수한 재료가 요구된다. 또한 시공환경 등으로부터 장거리 압송에 의해 모르타르를 공급하는 경우와 수중부에서 시공되는 사례가 많기 때문에 장거리압송성과 고점성이 요구된다. 따라서 이상의 관점으로 부터 고강도 특성과 고점성인 특수 모르타르의 개발이 다음과 같이 3가지 방향으로 진행되었다.

- ① 비빔직후 및 비빔 30분 후 플로우치가 250 mm 이상일 것
- ② 재령 28일 압축강도가 35 MPa 이

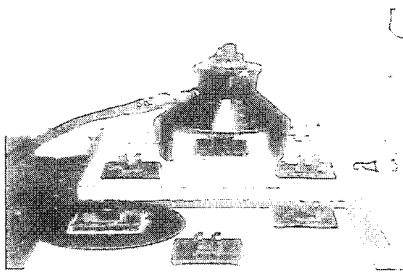


사진 6. 콘크리트와의 부착력시험

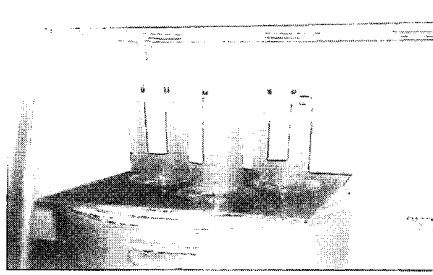


사진 7. 팽창률시험

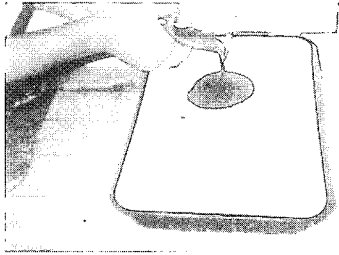


사진 8.1 직후 투입상황

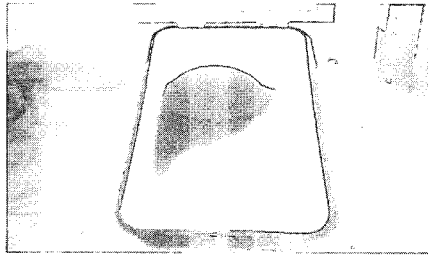


사진 8.2 직후 확산상황

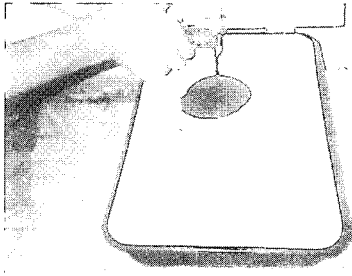


사진 8.3 10분 후 투입상황

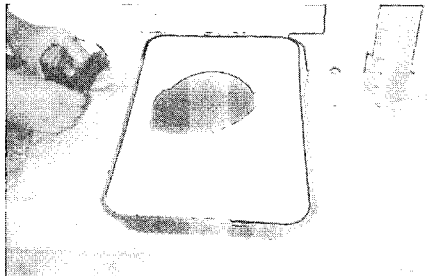


사진 8.4 10분 후 확산상황

표 7. 고점성(고강도) 모르타르의 기본성능

항목	단위	시험결과	시험방법	
일축압축강도	kN/m ²	4.56 × 10 ⁴	JSCE-G505	
휨강도	kN/m ²	7.73 × 10 ³	JIS A 1172	
탄성계수	N/mm ²	2.26 × 10 ⁴	JSCE-G502	
팽창율(1시간)	%	0.46	JSCE-F522	
부착력	4주	MPa	1.90	JIS A 6203
비확산성			양호	사내규격
비중	비빔시		2.21	
	재령 28일		2.21	
플로우치	비빔 직후	mm	319	사내규격
	비빔 30분	mm	292	
할렬강도		kN/m ²	4.16 × 10 ³	JIS A 1113

상일 것

③ 장거리의 압송이 가능할 것

이러한 조건을 만족시키기 위하여 재료의 배합 및 첨가제의 종류를 변경하여 다양한 배합시험을 행하여 보통 포틀랜드 시멘트, 규사 및 무기계점착수축저감제 및 에틸렌과 물을 배합하여 이와같은 표준배

합으로 하여 기본성능시험을 실시한 결과 <표 7> 같은 시험결과를 얻었다.

2.2.2 주요성능시험

(1) 콘크리트와의 부착력, 팽창률, 비확산성시험 및 내산성시험
콘크리트의 부착력시험은 「JIS A6203 시멘트혼화용폴리머디스퍼전」에 준하여 <

사진 6>과 같이 행하였다. 시험체 치수는 콘크리트 기판 위에 40 mm × 40 mm × 10 mm의 형상으로 본 모르타르를 피복하여 측정재령은 4주에 행하였다. 시험결과와 평균치는 1.74 MPa로 기준치에 비하여 높게 나타나고 있음을 알 수 있었다.

팽창률측정시험은 「JSCE-F522 프리팩트 콘크리트의 주입모르타르의 블리딩률 및 팽창율시험방법」에 준하여 <사진 7>과 같이 행하결과 1시간 경과 후 팽창률은 0.8% 였다.

비확산성시험은 다음과 같이 2가지 방법으로 실시하였다. ① 팻트에 적당량의 물을 넣고 110 ml의 본 모르타르를 중앙부에 조용히 투입하여 10분 후까지 비확산성을 검토하였다. ② 빈 팻트의 중앙부에 110 ml의 본 모르타르를 투입한 후 팻트를 경사지게 하면서 상부로부터 물을 흘리면서 비확산성을 검토한 결과 <사진 8.1 ~ 사진 8.4>에 나타난 바와 같이 비확산성은 매우 우수한 것으로 나타났다.

본 모르타르의 하수 중의 산성액에 대하여 본 모르타르의 내산성을 검토하기 위하여 원형공시체를 작성 후 28일간 기중양생한 것을 2%의 염산수용액에 침적시킨 결과 <사진 9.1 및 9.2>에 나타난 바와 같이 보통 콘크리트 대비 매우 우수한 내산성을 보유한 것으로 평가되었다.

사진 9.1 보통 콘크리트의 내산시험결과

사진 9.2 본 모르타르의 내산시험결과

표 8. 압송저항계측결과

압력계 NO	압력계 위치(m)		압력계측결과(MPa)			
	펌프로부터의 거리	남은거리	10분경과시	20분경과시	30분경과시(재기동)	40분경과시
No.1	0	212	0.75	0.75	2.20	1.70
No.2	10	202	0.70	0.70	2.20	1.70
No.3	34	178	0.60	0.55	2.20	1.60
No.4	58	154	0.55	0.50	1.80	1.50
No.5	82	130	-	-	-	-
No.6	106	106	0.45	0.40	-	-
No.7	130	82	0.35	0.20	0.60	0.58
No.8	154	58	0.28	0.17	0.13	0.13
No.9	178	34	-	-	-	-
No.10	202	10	-	-	-	-

(2) 장거리압송시험

본 모르타르는 고강도 및 고점성임으로써 비중이 크게 되고 압송저항이 증가되는 점과 시공 스펀의 장대화에 따라 압송의 장거리화도 예상된다. 따라서 배관사이즈와 압송유량에 따른 압송저항과 펌프압력을 조사할 필요가 있다. 또한 일단운전을 정지하고 재운전 개시의 경우 재기동 저항성도 조사되어야 한다. 시험방법으로는 <사진 10>에 나타난 바와 같이 주입 플랜트차 및 압송용 배관을 지상에 설치하여 약 200m를 연속하여 본 모르타르의 압송시험을 행하였다. 압송저항은 약 20m 간격으로 설치한 압력계지에 따라 그 상승압력을 계측하여 확인하였고 또한 재기동 저항에 관해서는 10분간 운전 정지 시간을 설정하여 재기동을 행하였다.

측정결과 연속운전 시 200m의 모르타르의 압송은 가능하였다. 그때의 압송저항계측결과를 <표 8>에 나타내었다. 펌프의 최대압력은 20분 경과 시에 0.75MPa였으나 운전정지 후의 재기동 시에 있어서는 최대압력은 2.2MPa까지 상승하고 배관의

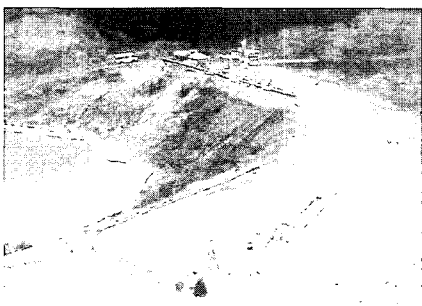


사진 10. 압송시험 전경

약 150m 부위에서는 약간 막히는 현상이 발생하였으나 시간경과와 더불어 펌프압력은 1.7MPa까지 하강하고 일정한 상태로 되었다. 따라서 압송배관의 사이즈와 골재 입도 등에 대한 검토를 실시한 후 다시 동일시험을 실시할 예정으로 있다.

3. 본공법관련 주요시공장비의 특성

3.1 장방형하수시설용 제관장치

3.1.1 기존 기본기술의 개요

제관에는 제1보에서 서술한바와 같이 다음 2종류 방식이 있다.

- ① 기계를 맨홀 내에 설치(고정)하고, 성형한 관에 새로운 재료를 부가하면서 관을 회전시키며 축조하는 원압제관방식(사진 11)
- ② 기계자신이 제관하는 방식으로 관을 고정시킨 상태에서 기계자신이 회전하면서 제관하는 자주식제관방식(사진 12)

원압제관방식에서는 제관거리가 길게 되거나 곡선관로에서는 기존관과 갱생관의 마찰력이 증대하여 제관기의 구동력 부족과 프로파일의 감합부에 미끄러짐이 발생하여 제관이 어려워질 가능성이 높다. 여기에서 개발된 것이 자주식제관기로서 재료의 감합에 필요한 롤러가 갱생관의 외부에 위치하고 제관기의 회전방향과 반대로 회전하여 구동력을 전달하는 구조로 되어

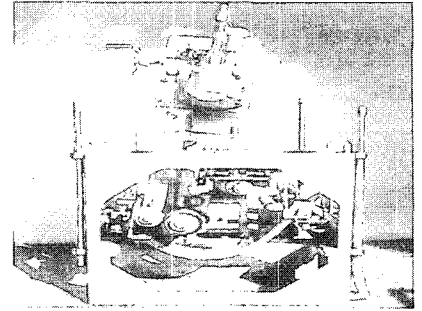


사진 11. 원압식제관장비

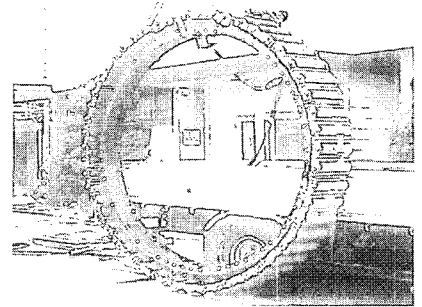


사진 12. 자주식제관장비(원형관용)

있으며 기타 기계부는 갱생관의 내부에 위치하여 기존관의 내부에서 회전할 수 있는 구조로 구성된다. <그림 5>에 자주식제관기의 기본원리 개략도를 나타내었다.

3.1.2 박스형구조에 대한 시공성확립

박스형 구조 등의 비원형관을 제관하는 방법으로는 관을 회전시키는 원압방식으로는 물리적으로 불가함으로써 <그림 5>에 나타내는 자주식제관방식이 불가피하다. 따라서 이러한 기존의 자주식원형제관의 기술을 박스형 구조 등의 비원형제관에 응용하고 자유단면에 대응하도록 자주식제관장치의 개발을 <그림 6~그림 8>까지 행한 결과 <그림 9> 및 <사진 13> 같은 시공장비가 완성되었으며 다음과 같은 요구조건을 만족시킬 수 있었으며 <사진 14>과 같이 현장적용이 가능하였다.

- ① 각 부분이 기존맨홀로부터 반입, 반출이 가능할 것
- ② 관내에서 조립 및 분해가 가능할 것
- ③ 제관과정 중에서 부품 및 기계의 교체 가능할 것
- ④ 공용 중인 하수시설의 단면감소가 적을 것
- ⑤ 각종의 제관사이즈에는 링식 프레임

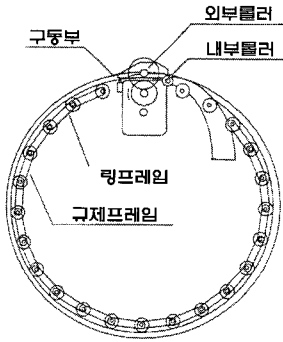


그림 5. 자주식제관기 기본원리 개념도

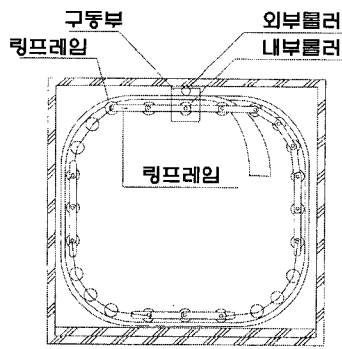


그림 6. 박스형 시공을 위한 1스텝

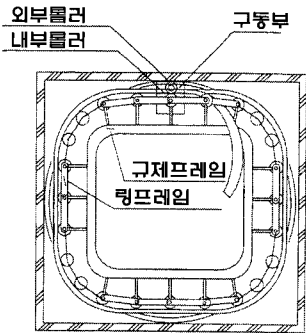


그림 7. 박스형 시공을 위한 2스텝

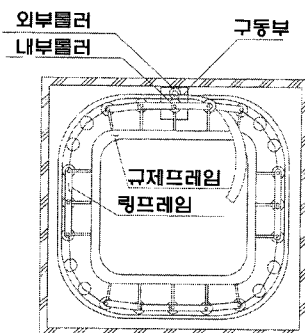


그림 8. 박스형 시공을 위한 3스텝

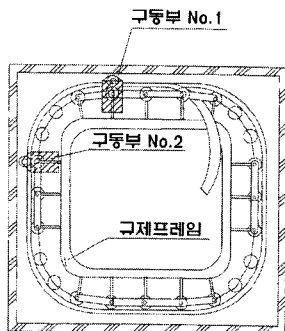


그림 9. 박스형 시공을 위한 4스텝

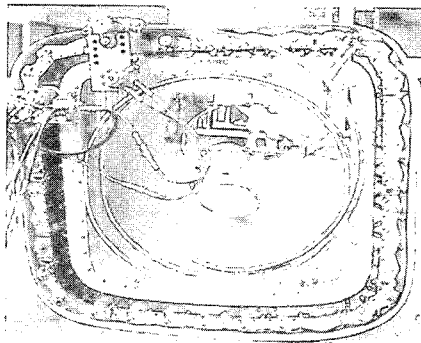


사진 13. 최종 제관기계

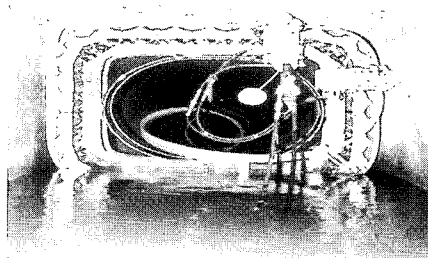


사진 14. 현장적용 사례

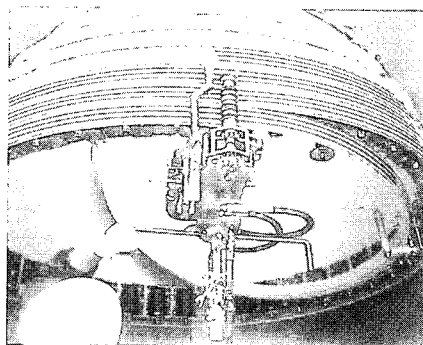


사진 15. 제관과 동시에 이입재 주입기술

변형방지를 위하여 갱생관 내에 지보공을 설치할 필요가 있으며 또한 이입재를 주입하면서 그 부력을 이용하여 갱생관이 설계대로 구배가 될수 있도록 관의 부상정도를 조정할 수 있는 지보공설비가 필요하다.

이러한 지보공의 요구성능으로서는

- ① 맨홀로부터 반입 반출이 가능할 것
- ② 관거 내에서 조립 및 분해가 가능할 것
- ③ 조립 후에도 사람이 통과가능할 것
- ④ 기설관으로불너 부력에 의한 반력을 취할 수 있을 것과 지지부는 높이의 조절이 가능할 것
- ⑤ 부력과 주입압에 견딜수 있을 것

등을 들 수 있으며 <사진 16>는 이러한 목적 하에 지보공을 축조한 사례이다.

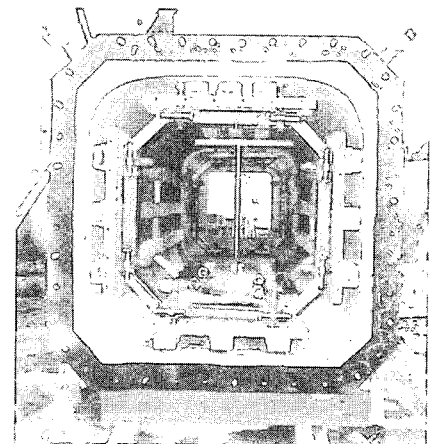


사진 16. 박스형시공을 위한 지보공의 형상

3.3 이입재 주입장비

종래 주입공법이 주로 보통강도 수준의 유동성 하에서의 주입기술이라고 한다면 본 공법에서는 전술한바와 같이 비중이 크고 고강도를 발현하면서 수중에서 분산되지 않는 고점성의 특수 모르타르를 주입하는 특수환경이기 때문에 종래부터 사용되던 연속비빔 주입장비와는 별도로 특수한 장비가 요구된다. 따라서 다음과 같은 개발목표 하에 완성된 주입장비는 <사진 17>과 같다.

시공효율을 높이는 방안이 모색되고 있다.

3.2 지보공설비

이입재 주입 시에는 갱생관의 부상 및

의 증감에 의한 것

- ⑥ 실용적인 제관속도와 무리 없는 제관이 가능할 것

또한 최근에는 <사진 15>에 나타낸바와 같은 제관과 동시에 이입재 주입을 통하여

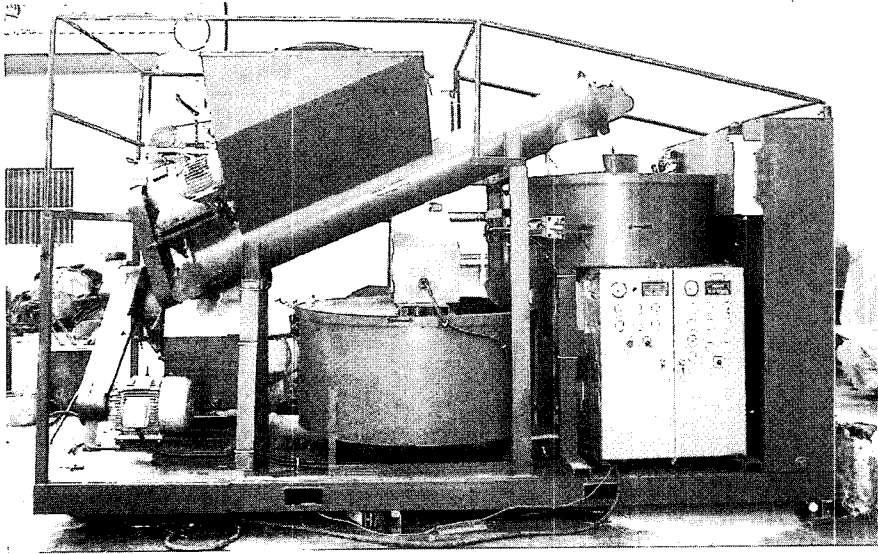


사진 17. 고점성 모르타르(이입제)의 연속주입장치

- ① 믹싱은 बै치방식으로 한다.
- ② 최대 모르타르 제조능력은 100 l/분으로 한다.
- ③ 주입은 연속적으로 행한다.
- ④ 주입차량은 5톤 트럭에 탑재할 수 있다.

3.4 스파이럴 형태 공급드럼 및 취부관삭공기

본 공법에 사용하는 자주식 제관기는 기계자신이 가이드상을 회전하면서 이동한다. 따라서 공급되는 프로파일도 미리 스파이럴상으로 공급될 필요가 있으므로 전보 <그림 2> 및 <그림 3>에 나타난 바와 같은 프로파일이 나선형태로 유지된 상태에서 공급되는 스파이럴형태 공급드럼을

개발하였고 취부관삭공방법의 개요 또한 전보 <그림 4>에 나타낸바와 같이 본관과 가지관을 연결시키는 기술을 개발하여 실용화단계에 있다.

4. 결론 및 향후계획

본고에서는 전보에 이어 리플래시재구축공법에서 사용되는 재료의 특성과 시공장비의 특성에 대하여 고찰하였다. 얻어진 결론은 다음과 같다.

(1) 본 공법에서 사용되는 주재료는 프로파일과 이입제(고점성 모르타르)로 구성되어 있으며 각각의 프로파일의 경우는 물리적, 화학적 특성과 특히 내약품성을 중

심으로 성능평가를 실시하였고 모르타르의 경우에는 비확산성과 장거리압송시험을 실시한 결과 목표로 한 요구성능을 확보하고 있는 것으로 나타났다.

(2) 본 공법에 사용되는 시공장치는 주로 제관기, 지보공, 이이재 주입장치와 스파이럴 형태 공급드럼으로 구성되어 있으며 시행착오를 통하여 각각의 요구기능을 충족함으로써 원형 뿐만 아니라 장방형 등의 비원형에서도 적용할 수 있는 시공성이 확보된 것으로 나타났다.

향후 본고에서 소재와 시공장비 각각의 특성을 토대로 시공된 부위에 대한 성능평가결과와 품질관리기법을 소개할 예정이다. □

참고문헌

1. 권영진 외, "내약품성이 강화된 경질염화비닐재와 고점성 모르타르 및 특수제관장치를 사용한 상하수시설의 리뉴얼공법(I)", 콘크리트학회지, 제15권 제4호 2003. 7, pp.41~47.
2. 권영진 외, "화학적부식을 고려한 하수관거(암거)의 열화대책공법 및 적용방향", 차세대하수관거정비 특별심포지엄, 대한상하수도학회 하수도연구회, 2002년 10월.
3. 이현동, "하수관거의 재질별특성분석 및 최적유지관리방안", 차세대하수관거 정비특별심포지엄, 대한상하수도학회 하수도연구회, 2002년 10월.

"콘크리트진단 및 유지관리"

◆ 소개

이 책은 콘크리트구조물의 안전진단 및 유지관리에 관하여 이해하기 쉽고, 현장적용에 도움이 되도록 노력했으며, 이는 관련 분야에 종사하고 있는 실무기술자들의 참고서로 뿐만 아니라 관련자격시험 등에 필요한 필독서로도 유용할 것이다.

- 제 목 : 콘크리트진단 및 유지관리
- 저 자 : 한국콘크리트학회 편
- 출판일 : 2003년 4월
- 정 가 : 25,000원

- 출판사 : 기문당
- 페이지 : 578쪽
- ISBN : 89-7086-490-3

콘크리트진단 및 유지관리

한국콘크리트학회

한국콘크리트학회