

탄성 저장관과 스마트 밸브가 일체화된 주입 포트와 이동식 주입기를 이용한 콘크리트 구조물의 균열보수 주입공법 (TPS 공법)(건설신기술 제 822호)

Crack Repairing Injection Method of Concrete Structure Using Injection Port and Removable Injector Integrated with Elastic Storage Hall and Smart Valve (TPS Method)



김경민 Kyoung-Min Kim
 ㈜대우건설 차장
 E-mail :
 kyoungmin.kim@daewooenc.com



신재경 Jae-Kyung Shin
 ㈜선공 대표이사
 E-mail :
 rapperjsa@hanmail.net



박용준 Yong-Jun Park
 ㈜선공 연구원
 E-mail :
 pyjungo@naver.com

1. 개발 배경

현재 콘크리트 구조물에 발생하는 균열은 주사기를 이용한 주입공법, 패커를 이용한 주입공법, Port를 이용한 주입공법 등 여러 가지 공법들이 사용되고 있다. 그러나, 이러한 기존 주입공법들은 시공방법이 쉬우나 시공능률이 저하하고, 균열 보수재 주입 시 깊이 확인이 불가능하며, 천공작업 시 콘크리트 구조물에 균열 부위가 확대되어 내구성이 저하하는 것으로 보고되고 있다.

또한, 균열부위에 균열보수 후 재균열이 발생하는 경우가 비번히 나타나는데, 재균열이 발생하면 보수하기가 더욱 까다롭고 비용 또한 많이 들어 경제적인 손실이 발생하는 문제점을 갖고 있다.

이러한 문제점들을 보완하고자 기계식 주입방법과 탄성에 의한 2차 주입방법이 모두 가능한 주입공법으로서 일반 포트와 달리 중앙부에 높은 압력을 견디는 고탄성 라텍스 저장관(Latex Storage Pot) 및 스마트 밸브를 사용하여 콘크리트 균열 내부에 존재하고 있는 공기를 배출 시킨 후 보수용액의 역류를 차단하여 품질을 향상시키고, 작업자의 시공시간 단축 및 안정성을 도모하고자 주입식 포트(TPS 공법)를 개발 하였다.

2. 신기술의 공법개념

2.1 공법개요

(1) 탄성저장관

〈그림 1〉은 탄성저장관을 나타낸 것이다. 먼저, 기존 주사기 공법은 주사기 1개당 보수액 최대 저장량이 25cc이고, 주입할 수록 압력이 저하하는 단점을 지니고 있는 반면에 TPS 공법은 고탄성의 라텍스 재질로 개발된 저장관을 사용함에 따라 보수액을 40cc 이상 한번에 저장할 수 있어 대부분의 균열에 대하여 재주입 없이 시공이 가능하다. 또한, 주입이 진행 될수록 주입압력이 높아져 균열 끝까지 주입이 가능하고, 팽창 및 수축된 저장관의 형태를 가지고 주입 압력에 대한 판단이 가능하다.



그림 1. 탄성저장관

(2) 스마트 밸브

〈그림 2〉는 스마트 밸브를 나타낸 것이다. 기존 주입공법과 달리 많은 장점을 갖고 있는 TPS 공법은 일방향 판 밸브 장치로 구성된 스마트 밸브는 보수액을 주입하는 경우 주입 대기를 하고 있는 다른 장치에서 콘크리트 균열 내부의 에어가 배출되도록 하고, 주입이 완료된 주입기는 역류되는 힘에 의해 판 밸브가 닫힘으로서 보수액이 역류되는 것을 방지하는 안전장치를 포함한다.

(3) T-Port 및 PIN-Port

〈그림 3〉은 T-Port 및 PIN-Port를 나타낸 것이다. 먼저, T-Port의 경우 스마트 밸브 및 탄성 저장관이 집약된 보수액 주입장치로서 부착용 좌대와 저장관 및 주입구를 일체화 시켜 주입한다.

PIN-Port의 경우는 T-Port로 시공이 곤란한 누수 균열 부위, 코너 부위, 표면상태가 고르지 못한 요철부위, 백화가 생성된 균열 부위 등에 시공하기 위한 개발 기술로서 신기술 중 하나인 더블 커팅기를 활용하여 흠을 내고 고정 돌기 부위를 회전하여 설치한다. 기타 시공 방법은 T-Port와 동일하다.

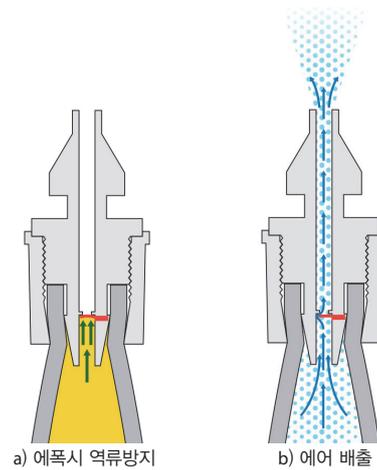


그림 2. 스마트 밸브

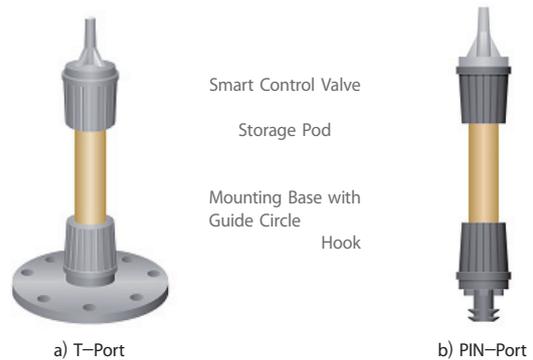


그림 3. T-Port 및 PIN-Port

(4) 확인창

〈그림 4〉는 확인창을 나타낸 것이다. 기본적으로 주입공법은 보수액이 균열 밖으로 빠져나가지 못하게 하기 위하여 사전에 균열 표면에 찰링 작업을 하고 보수를 실시하기 때문에 주입 성공여부를 판단하는 방법이 구조체에 손상을 주는 코어 채취



그림 4. 주입 확인 확인창



그림 5. T-7 무선주입기



그림 6. TPS공법 시공순서

법이 유일하였다. 하지만, TPS 공법은 주입포트 사이에 확인창을 설치 함으로서 보수액이 주입되는 과정을 시공자 및 감독관이 육안으로 확인 할 수 있어 주입 품질을 향상 시킬 수 있다.

(5) T-7 무선주입기

<그림 5>는 T-7 무선 주입기를 나타낸 것이다. T-7 무선 주입기의 경우는 유선 전기를 사용하지 않고, 18V 4A 리튬

배터리를 사용하는 주입기로서 장소에 상관없이 간편하게 시공이 가능하고 무게가 9 kg으로 경량이기 때문에 작업자가 휴대 및 이동이 편리하여 작업 능률이 개선된다.

(6) 기존기술과의 비교분석

[표 1]은 기존 현장에서 많이 사용되는 주입공법과 TPS 공법을 비교한 것이다.

[표 1] 기존 공법과 비교

구분	기존공법			TPS 공법
	주사기(고무줄)	주사기(스프링)	패커주입	
사진				
시공성	- 수작업 : 시공능률 저하 (공기증가) - 플라스틱 재질 : 모서리 및 단부 작업 불가		- 패커 천공작업 선행 - 천공시 균열 추가 발생 또는 기존 균열확대 RISK 有	- 포터블 기계 사용 : 시공 능률 향상 (공기단축) - FLEXIBLE 재질 : 모서리 부분 작업 가능
주입성능	- 내부공기 배출 불가 : 주입성능 저하 - 주입 압력 지속 감소 : 0.6 ~ 2.5 kgf/cm ²		- 압력과다 : (100~300 kgf/cm ²) ☞고압주입에 따른 구조물 거동 RISK	- 내부공기 배출가능 : 주입성능 및 품질향상 - 주입압력 : 2.5~3.8 kgf/cm ² ☞일정압력 유지 및 제어
보수재 주입용량	- 평균용량 : 20 ~ 25 cc (생산성 저하)		- 기계식 주입으로 용량 제한 없음	- 기계식 주입 후 자동주입 - 자동 저장용량 : 45~50 cc
주입확인	- 확인방법 없음 (감리 요구시 코어 채취)			- 실시간 확인 가능 (확인창 부착)

2.2 시공방법

<그림 6>은 TPS 공법의 시공순서를 나타낸 것이다.

(1) 균열조사 및 사전처리

균열상태, 폭, 깊이, 길이 등을 사전에 충분히 조사하여 T-Port 및 PIN-Port 설치 간격을 결정한 후 균열 주위를 쥘링 및 주입이 잘 될 수 있도록 오물과 먼지를 제거한다. T-Port 및 PIN-Port 설치 부위의 균열은 주입이 잘 되도록 주입구를 확보한다.

(2) 쥘링 및 확인창 설치

주입 할 보수액이 균열 부위로 새어나오지 않도록 T-Port 및 PIN-Port 부위 이외의 균열을 두께 2mm 이상 폭 50mm 이상으로 쥘링하며, 1m당 1개의 확인창을 균열부에 설치한다. 이때, 쥘링재는 배합비율을 준수하여야 하며 충분히 혼합하여 사용해야 한다.

(3) T-Port 및 PIN-Port 설치

일반적으로 균열 1m당 5개를 20cm 간격으로 설치, 콘크리트 두께와 균열 폭, 기타 균열의 특징에 따라 증감시켜야 한다.

(4) 주입

보수액을 T-7 주입기에 채워 넣고, 주입을 실시 한 후 내부의 주입재가 경화 되기 전 확인창을 이용하여 주입완료 여부를 판단하고, 튜브내 저장량 부족 시 재차 주입한다.

(5) 마감

T-Port 및 PIN-Port를 제거하고, 쥘링재 부분을 그라인딩하거나 가열하여 스크랩바 등으로 쥘링재를 제거한 후 마감한다.

3. 국내외 활용실적 및 전망

3.1 활용실적

[표 2]는 2013년부터 2017년 현재까지 TPS 공법을 활용한 실적이다. 아파트, 주택, 지하철 터널 등 다양한 콘크리트 구조물에 적용되었으며, 현재 도로에도 적용할 계획에 있다.

3.2 향후 활용 전망

(1) 국내 수급 동향

우리나라의 경우 현재 SOC 시설물의 신규건설투자 대비

유지관리 수요는 [표 3]과 같이 2000년대 들어 약 25% 수준을 으로 2003년에는 21조 원, 2005년에는 22조 원 등 2007년까지 연평균 약 20~23조 원의 투자가 이루어지고 있으며, 이는 신규건설 투자의 약 25%에 해당되는 금액으로 향후 이러한 경향이 계속 이어지다 신규건설 투자 수요가 줄어드는 2017년 이후에는 유지관리 수요 비중이 더욱 늘어날 것으로 전망된다.

또한, 시설물 유지관리 시장 규모 및 관련 업체수는 [표 4]와 같다. 건설경기와 상관없이 지속적으로 증가하는 추세로 이는 노후화된 시설물이 계속 증가하고 있어 더욱 늘어날 것으로 판단된다.

[표 2] 적용분야 및 활용실적

년도	발주처	내용
2013	서울 메트로	서울메트로 2호선 대림~신도림역간 지하구조물 유지보수공사
	한국가스공사 인천지본부	6,11,14 변전소 옥상 파라펫 복구공사
2014	서울시 북부 도로사업소	정릉터널외 1개소 보수공사
	군포시	산본고가교 보수공사
	서울메트로	서울메트로 1,2호선 지하구조물보수공사
2015	청주시 흥덕구청	환희1교 외 3개소 보수보강공사
	서울시 서부 도로사업소	남산1호터널 보수공사-서부
	과천시	홍춘천 북개구조물 보수공사
2016	부천시 원미구청	신흥고가교 보수·보강공사
	광주광역시 종합건설본부	집봉터널 보수공사
	광주광역시 종합건설본부	하남2지하차도 보수공사
2017	(주)대우건설	경주현곡푸르지오현장
		김포풍무2차푸르지오현장
		서창센트럴푸르지오현장
		목감레이크푸르지오현장

[표 3] 시설물안전 및 유지관리 수요

(단위 : 10억 원)

년도	2004	2005	2006	2007
건설투자 수요	79,037	81,196	84,176	84,985
유지관리 수요	21,149	21,783	22,462	23,173
유지관리 비중	26.8%	26.8%	26.7%	27.3%

[표 4] 시설물 유지관리 시장규모 및 업체수

년도	유지·보수공사(건수)	유지·보수 공사금액(백만)	업체수(개)
2010년	59,163	2,837,205	4,056
2011년	60,828	2,918,884	4,324
2012년	61,244	3,015,927	4,488
2013년	62,750	3,114,603	4,675
2014년	62,632	2,919,085	4,874

[표 5] 경제성 및 품질

(단위 : 원)

구 분	내 용	분 석
시공단가 (재료비+노무비+경비) (원/M)	기존 주입공법	113,000
	TPS 주입공법	79,200
시공시간 (초/M)	기존 주입공법	200
	TPS 주입공법	120
주입재 저장량 (cc)	기존 주입공법	25
	TPS 주입공법	40
투입인력 (인/M)	기존 주입공법	0.540
	TPS 주입공법	0.501

(2) 국외 진출전망

전 세계적인 경기침체로 중장기적으로 국내의 건설수요 변화를 초래할 것으로 예상되며 저성장과 재정적자로 인해 공공 토목 및 건축 투자가 줄고 SOC 민자 유치나 BTL 등 민자사업은 증가, 인구 증가 둔화로 신규 건설수요보다는 기능보강과 수명 연장을 위한 유지관리시장은 확대될 전망이다. 세계적으로도 유지관리투자 비중이 증가되고 있는 상황으로 본 신청기술이 신기술로 인증되어 국내에서의 활용실적이 확대되면 기술적, 경제적인 우위를 갖는 신청기술의 경우 수출이 가능할 것으로 판단된다.

4. 경제적 파급효과

[표 5]는 공인 원가 계산서를 바탕으로 기존 주입공법과 TPS 공법의 경제성 및 품질을 비교 검토한 것을 나타낸 것이다.

먼저, 시공단가의 경우 기본 주입공법에 비해 TPS 공법을 사용할 시 약 30% 비용이 절감되는 것으로 나타났으며, 시공

시간의 경우는 약 80초/M 단축되는 것으로 나타났다. 탄성저장관 주입재 저장량이 약 165% 증가함으로써 번거로운 재 주입공정없이 보수액을 균열에 충분히 주입하여 주입 보수 품질은 향상되고, 하자 발생률은 감소하는 것으로 나타났다.

5. 결론

TPS 주입공법은 포터블 기계를 사용하여 시공자의 안정성을 도모하고, 공기가 단축되어 시공능률이 향상된다. 또한, 시공이 어려운 모서리 부분이나 콘크리트가 깨진 곳에 FLEXBLE 재질의 PIN-Port를 사용하여 주입이 가능하며, 콘크리트 내부에 있는 공기를 배출하고, 2.5~3.8kgf/cm²의 주입압력을 일정압력으로 유지 및 제어가 가능하여 주입성능이 우수한 공법이다. 이러한 TPS 공법은 현재 건설 현장뿐만 아니라 도로 등 다양한 콘크리트 구조물에 널리 사용될 것으로 전망된다.

담당 편집위원 : 전중규(건설기술교육원)