

프리믹스 쏫크리트와 Hydro-demolition을 이용한 경사구조물 보수공법 개발

Development of Slop Structure Repair Method using Premixed Shotcrete and Hydro-demolition

정 원 경* 김 기 현** 김 용 곤*** 윤 경 구**** 최 성 용*****
Jung, Won Kyong Kim, Ki Heun Kim, Yong Gon Yun, Kyong Ku Choi, Sung Yong

ABSTRACT

The pre-mixed concrete shotcrete, which can pre-bag the shotcrete materials and thus can save considerable labor activity, will be developed through extensive experiments. The proposed pre-mixed High performance Shooting concrete system included hydro-demolition will be verified though field tests in actual repair and rehabilitation construction sites. This research was on developing of the High performance Shooting concrete by evaluation of site application by field test using new automatic Hydro-demolition and Shotcrete equipment.

요 약

프리믹스 콘크리트 쏫크리트는 쏫크리트 관련 재료를 미리 포장배송하므로써 시공성, 품질관리 및 경제성을 크게 향상시킬 수 있다. 본 연구에서는 경사구조물에 대한 보수보강 시 열화부를 Hydro-demolition에 의해 제거한 후 인력타설 및 장비 접근이 어려운 경사구조물에 대하여 쏫크리트를 적용함으로써 경사구조물의 내구성능 회복과 기존구조물의 지속적인 공용성을 확보하고자 한다. 본 연구에서는 개발된 건식 프리믹스 쏫크리트를 사용하여 실제 현장에서 적용함으로써 공법의 적용 가능성 및 성능을 종합적으로 평가하는데 그 목적이 있다.

1. 서 론

도로 상의 경사구조물과 각종 수리 구조물(저수지 제방, 여수로 및 하수로)은 그 특성상 수분에 노출되어 지속적으로 반복적인 동결융해 하에 놓이게 된다. 이러한 동결융해 작용은 구조물 건설 시 수밀한 콘크리트로 제조하지 못할 경우 콘크리트 열화를 촉진시키는 직접적인 원인으로 작용하게 된다.

* 정회원, (주)삼우아이엠씨, 기술연구소, 공학박사
** 정회원, (주)삼우아이엠씨, 대표이사, 공학박사
*** 정회원, 대상이앤씨(주), 대표이사, 공학석사
**** 정회원, 강원대학교, 콘크리트구조연구실, 부교수
***** 정회원, 강원대학교, 콘크리트구조연구실, 박사과정

특히 경사로 구조물은 사면의 구배가 급경사인 관계로 시공 및 보수보강 시에는 거푸집 설치문제, 장비접근성, 작업원 안전성, 품질관리 등의 어려움이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로는 거푸집의 제작이 필요 없는 슛크리트의 접목이 가장 타당한 대안이 될 수 있다. 슛크리트 공법은 빠른 시간 내에 구조체로서의 역할을 할 수 있고, 거푸집을 사용하지 않고 극히 얇은 것으로부터 상당히 두꺼운 것까지 자유로이 시공할 수 있어 사갱, 수직갱, 비탈면 혹은 벽면의 풍화나 박리, 박락의 방지, 터널, 댐 및 교량의 보수, 보강공사 등에 적용될 수 있다. 국내에서는 1980년대 초 중반 지하철 3,4호선에 NATM공법이 처음 적용되면서 공법의 도입 및 활용과 연계되어 슛크리트 관련 기술도 상당한 발전을 이루었다. 그러나 국내에서는 대규모 터널 및 댐 일부에 슛크리트를 적용하고 있으며 일반 구조물에 대한 적용사례는 매우 미흡한 실정이다. 이와 같이 다방면에 적용할 수 있는 슛크리트 공법은 안정성 확보를 위한 초기강도 확보, 장기간의 사용성을 위한 내구성 확보 등을 필요로 하며, 굴착면 또는 대상구조물의 부착성 및 리바운드와 분진의 발생을 최소화하는 시공성을 함께 보유하여야 한다. 본 연구에서는 국내 처음으로 프리믹스 건식 슛크리트 재료를 개발하고 이를 실제 구조물 보수보강에 적용하고자 현장적용 평가실험을 수행하였다.

2. 실험 방법 및 사용재료

2.1 시공일자 및 주요내용

본 연구에서는 개발된 건식 슛크리트 전용 프리믹스 콘크리트를 사용하였으며 적용대상 구조물은 영동고속도로 내 경사도 90° 및 0°에 해당하는 콘크리트 L형 측구 및 바닥면을 선정·시행하였다. 개발된 건식 슛크리트 전용 프리믹스 콘크리트의 강도발현 특성 및 내구성 등을 평가하며, 장비조합에 따른 시공능률, 작업성 등을 종합평가하여 개발된 공법의 타당성을 검증하고자 하였다.

2.2 실험 방법

현장적용성 평가에 사용된 재료는 표 1과 같이 많은 실내실험을 걸쳐 도출된 최적배합비율에 의해 사전에 프리믹스된 건식 슛크리트 전용 프리믹스 몰탈을 사용하였다. 특수시멘트가 포함된 결합재와 슛크리트 성능발현에 필요한 기타 혼화제를 첨가하여 제조된 것으로 급결제 사용없이 초기강도발현 및 내구성이 향상된 건식스�크리트 전용 제품이다. 현재의 개발과정에서 굵은골재 프리믹스 공정설비는 갖추지 못하여 프리믹스 몰탈에 굵은골재를 후첨가하였으며 제안되는 본 공법의 작업진행은 그림 1과 같다.



(1) 대상구조물



(2) Hydro-demolition



(3) 열화부 제거 모습



(4) 건식 전용 프리믹스 재료



(5) 건식샷크리트



(6) 시공완료

그림 1. 공정별 시공방법

2.3 시공 방법

본 연구에서 제안하는 HS공법의 시공방법은 기존의 경사구조물 보수보강 공법보다 시공절차가 단순하고 간편한 장점을 지니고 있다. 또한, 거푸집 설치 및 철근망 배근 등의 공정이 없으며 열화된 표면을 고압살수 분사장비로 일정깊이까지 제거함으로써 신규 경계면의 부착력 향상과 추가적인 열화진행을 방지할 수 있는 공법이며 이에 필요한 주요장비는 표 1과 같다. 또한 속경성의 특수시멘트를 사용함으로써 타설 후 2~3시간만에 구조물을 보강할 수 있는 강도를 발휘할 수 있다.

표 1. 사용장비 특성

	건식 샷크리트 장비	Hydro-demolition
구분	건식 장비	파쇄장비
장비특성	작업속도 0.76 - 4.6m ³ /hr 작업거리 305m+수평, 61m+수직	최대수압 2구 1100bar 최대유량 195리터/분 작업반경 좌우이동폭 2m, 360°
비고	10 - 14 rpm optimum	수직수평경사면 완전절삭 가능

3. 결과 및 고찰

3.1 압축 강도

표 2는 압축강도를 측정된 결과이다. 이를 살펴보면, 샷크리트에 필요한 조기경화 특성을 유지하면서 장기강도측면에서도 매우 우수한 강도발현을 확인할 수 있다. 또한, 별도의 휨보강재 없이 초기 및 장기 휨강도발현이 우수하여 구조체로서의 지지력이 확보됨을 알 수 있다.

표 2. 압축강도 실험결과

	압축강도(MPa)		휨강도(MPa)	
	강도	평균	강도	평균
재령 4시간	27.3	26.6	5.5	5.6
	28.7		5.4	
	24.0		5.9	
재령 28일	42.7	42.7	9.4	9.4
	41.4		9.3	
	44.0		9.5	

표 3. 염소이온투과실험 결과

	염소이온투과시험	
	쿨롱	투수등급
재령 7일	365	매우낮음
재령 28일	93	불투수성

3.2 염소이온투과 결과

본 시험대상 구조물은 동절기 제빙염의 피해가 우려되는 지역에 위치하여 내화학적 및 내투수 특성이 요구되는 보수재의 적용이 절대적으로 필요한 구간이다. 개발된 건식 슛크리트 전용 시멘트를 사용한 결과, 표 3과 같이 슛크리트 압력에 의한 치밀한 내부 구조형성으로 인하여 재령 28일에 불투수성 특성을 나타내어 보수보강재로서의 조건을 만족하는 것으로 평가되었다.

4. 결 론

본 연구에서는 슛크리트 전용 프리믹스 건식스�크리트를 이용하여 경사 구조물 파손 부위의 보수공법 적용가능성을 평가하기 위하여 현장적용 실험을 실시하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 현재 국내에서는 터널 및 댐과 같은 대규모 공사에서 일부 슛크리트 공정이 적용되고 있으나 품질 관리 및 시공성 등으로 인하여 매우 제한적으로 활용되고 있으며 일반 구조물에 대한 보수보강 개념으로 확대 적용되지 못하고 있다. 이를 해결하기 위해 최적배합의 슛크리트 전용 프리믹스 콘크리트를 생산함으로써 콘크리트 제품의 품질 균질성을 유지할 수 있고, 투입장비 간소화, 작업인력 감소로 공사비 절감도 가능할 것으로 판단었다.
- (2) 경사구조물에 대한 보수보강은 기존의 슛크리트 공정과는 달리 열화부위를 제거해야 하나 현재의 보수방법은 인력 또는 대형 유압식 브레이커 등을 사용함으로써 기존 구조물에 추가적인 손상 발생의 위험성과 작업성이 낮은 단점을 지니고 있다. 따라서 선택적인 제거가 가능한 고압살수 분사장비를 활용함으로써 신규 접착력을 증대시키고 작업의 효율성을 극대화할 수 있는 Hydro-demolition 장비의 활용은 매우 적절한 방안으로 평가되었다.

감사의 글

이 논문은 2008년 국토해양부 건설핵심기술연구개발사업의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.(06건설핵심C14). 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 건설교통부, “습식 슛크리트 공법 고성능화 연구,” 2001
2. 건설교통부, “터널 지보특성 개선을 위한 보강합성섬유 습식 슛크리트 공법 개발,” 2004
3. (주)대우 건설기술연구소, “SHOTCRETE 성능개선 연구,” 1992
4. 한국콘크리트학회편 최신콘크리트공학, 1994.
5. 현대건설기술연구소, “섬유보강 슛크리트의 적용성에 관한 실험적 연구,” 1995.
6. ACI Committee 506, “Guide to Shotcrete,” ACI Manual of Concrete Practice Part 5, 1985.
7. American Concrete Institute, Specifications for Material Proportioning and Application of Shotcrete. Reported by ACI Committee 506, ACI 506.2R-77, Detroit, 1990.