

콘크리트 보수 재료 효과 분석 및 공법기준관련 연구

Study on the Inspection of Repairing Materials and Methods for Concrete Structures

김도겸* 오광진** 안상구*** 박정준****
Kim, Do Gyum Oh, Kwang Chin Ahn, Sang Ku Park, Jung jun

ABSTRACT

In this paper, in order to inspect effect of marketed repair materials, it inspected first the repair material through laboratory work by repair method. After we carry out laboratory work and choice the construction with ongoing deterioration to inspect performance of repair materials, we apply the repair materials there.

This results will be make use of reference whenever selection of repair materials and repair method. Also which will be used basic data for repair construction code.

1. 서론

현재 콘크리트 구조물의 보수공사에 사용되고 있는 공법과 재료의 종류는 매우 다양하며, 공법에 따른 재료의 성능수준 또한 다양하기 때문에 성능저하가 발생된 부위에 적합한 재료의 사양을 정할 필요가 있다. 물론 각 보수재료는 공인시험기관에서 인증되어 시판되고 있기는 하나, 그 제품마다 품질이 다르므로, 당해 현장에서 필요로 하는 일정수준의 품질을 정하지 않으면 안된다. 또한 동일재료 및 동일공법으로 시공을 하더라도 시공품질에 의해 보수효과는 상당한 차이를 나타내므로 시공품질이 보수효과에 미치는 영향을 검증할 필요가 있다¹⁾.

이에 본 연구에서는 현재 시중에 판매되고 있는 보수제품에 대한 현장적용 효과를 검증하기 위해 먼저 실내실험을 통해 보수공법별 보수재료에 대한 성능을 검증하고 성능저하가 진행되어 있는 현장 실 구조물을 선정하여 이들 재료를 공법별로 적용하여 그 보수효과를 검증하고자 하였다. 이 실험결과는 구조물 보수공사에 있어 보수재료 및 공법 선정에 참고자료가 되며 시공수준별 보수효과를 도출함으로써 보수시공지침에 작성시 중요한 기초자료가 될 수 있을 것으로 판단된다.

2. 실험개요

2.1 사용재료 및 실험방법

실험에 사용된 재료는 국내 시판되고 있는 보수물질 가운데서 균열주입제, 단면복구제, 표면보호재로서 각 재료의 요구성능을 만족하는 제품들 가운데 4개씩을 선택하여 실험을 실시하였다. 표 1에 실험에 사용된 제품의 특성과 실험방법을 정리하여 나타내었다.

* 정회원, 한국건설기술연구원 구조연구부 수석연구원

** 정회원, 한국시설안전기술공단 기술개발실 차장

*** 정회원, (주)포스코건설 건설기술연구팀 과장

**** 정회원, 한국건설기술연구원 구조연구부 연구원

표 1 실험에 사용된 균열주입재의 특성 및 실험방법

계 품	특 성	실험 방법	
		실내실험	현장실험
균열 주입재	A	· 균열보수 후 휨강도 시험 $f_b = \frac{1.5l \cdot (F_{max} + mg/2)}{ab^2}$ $G_f = \frac{W_0 + mg \cdot \delta}{A_{119}}$ · 균열보수 후 방수성능 평가	
	B		
	C		
	D		
단면 복구재	A	· 플로우, 공기량 · 단위용적중량시험 · 압축강도, 휨강도 · 인장강도 시험 · 부착강도 · 응결시험 · 탄산화	· 보수 전 모래 콘크리트의 품질상태 평가 · 균열폭, 균열깊이 · 초음파 · 슈미트 해머 · 투기성 · 중성화 · 각 공법 적용 후 부착강도 · 장기데이터 측정
	B		
	C		
	D		
표면 보호재	A	· 부착강도 · 탄산화 · 염소이온 투과	
	B		
	C		
	D		

3. 실험결과

3.1 실내실험

(1) 균열주입재

콘크리트 시험체 제작 시 중앙부에 노치형성을 위한 슬릿을 삽입하여 28일간 표준수준양생 후 3점법으로 하중을 가하여 균열을 유발하고 균열부를 실링한 후 아래에서 위방향으로 주사기로 균열주입재를 주입하였다. 주입 후 노치를 통하여 주입재가 흘러나오는 시점을 충전이 완료된 것으로 간주하고 실험을 실시하여 표 2에 균열 보수후 휨강도 특성과 그림 1에 방수성능에 대해 나타내었다.

실험결과 A,B,C,D 제품의 휨강도는 약 50kgf/cm²를 정도의 값을 나타냈고 파괴에너지의 값도 비슷한 값을 나타내어 제품들이 보수 후 휨강도 특성은 거의 비슷한 것으로 보여진다. 균열보수 후 방수성능 평가는 물기둥 높이를 50cm로 할 수 있는 장치를 시험체 위에 부착하고 6일(114시간)동안 물이 줄어든 높이를 측정하여 방수성을 평가하였다. 그 결과 전체적으로 모든 제품이 약 90%의 방수효과가 있는 것으로 나타났다.

(2) 단면복구재

각 제품별 단면복구재에 대한 실내실험 결과를 표 3에 나타내었고, 그림 2~그림 5에 압축강도, 휨강도, 인장강도, 부착강도에 대해 나타내었다. 표 3과 그림 2~그림 5에서 C,D제품의 경우, A,B제품의 물리적 특성치 보다 양호한 값을 나타내며 상대적으로 D제품의 경우가 C제품에 비해 동등이상의 수준으로 나타났다. 그러나 4개 제품 모두 단면복구재로서의 요구성능은 만족하는 것으로 나타났다.

(3) 표면보호재

각 제품별 표면보호재의 탄산화 측정결과를 표 5에 나타내었고 그림 6,7에 부착강도, 염소이온 침투

표 2 균열보수후 휨강도 특성

측정시기	A	B	C	D
휨강도 (kgf/cm ²)	5.77	44.9	53.7	58.6
파괴에너지 (kgf/cm)	0.26	0.31	0.12	0.15
최종 수직변위 (mm)	0.091	0.120	0.036	0.020

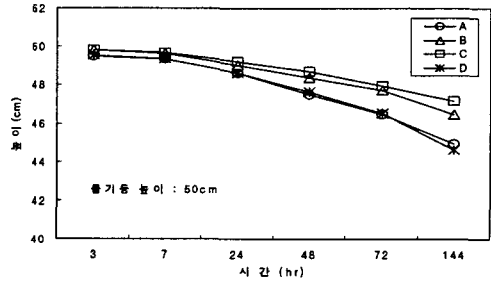


그림 1 균열주입재의 방수성능

표 3 단면복구재에 대한 실내실험 결과

구분	단위	시험규격 (KS)	A	B	C	D
W/M	%	-	24.48	17.2	17.6	15.5
Flow(15타)	mm	L 5220	46	86.4	80	84
공기량	%	F 3136	2.0	4.5	7.8	6
단위용적중량	kg/m ³	F 3136	1408.85	1694.14	1997	2050
응결시험	hr:min	F 2436	초: 6:55	초: 2:45	초: 1:25	초: 1:45
			중: 12:00	중: 5:05	중: 3:00	중: 3:20
탄산화	7일	mm	1.40	3.20	1.50	1.20
	28일	mm	1.60	4.10	2.00	1.80

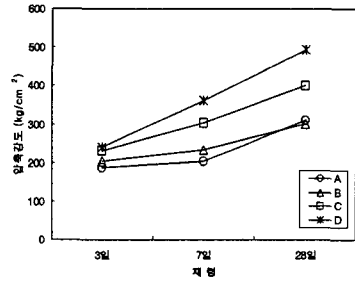


그림 2 단면복구재 재령별 압축강도

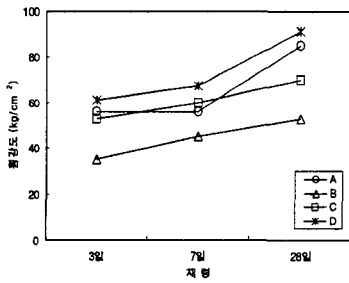


그림 3 단면복구재 재령별 휨강도

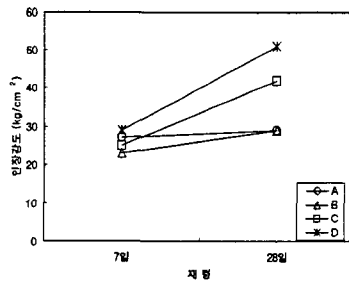


그림 4 단면복구재 재령별 인장강도

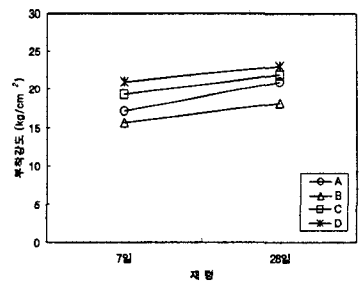


그림 5 단면복구재 재령별 부착강도

저항성 측정결과를 나타내었다. 표 4에서 표면보호재를 도포한 A,B,D 제품은 시험재령 28일까지는 탄산화가 전혀 진행되지 않았으나 제품 C의 경우 재령 28일에서 5.7mm의 값을 나타내 타제품보다 탄산화 저항성은 낮으나 표면보호재를 도포하지 않은 Plane 보다는 탄산화 저항성을 갖는 것으로 나타났다. 또한 C제품의 경우 무기계 표면보호재이므로 단기간 촉진시험으로 탄산화 저항성을 판단하기엔 어려울 것으로 판단되며 장기간 노출시켜 지속적인 관찰을 통해 탄산화 진행의 양상을 지켜볼 필요가 있다. 한편 ASTM C 1202방법으로 충전하량을 평가하여 염해 저항성을 시험한 결과, 그림 7에서와 같이 Plane에 비해서 모든 제품에서 염소이온 투과성이 낮은 것으로 나타났다.

3.2 현장 적용성 검증 실험

실내실험을 통해 물성을 파악한 보수재료를 대상으로 각 공법에 따라 현장 적용성 시험을 실시하였다.

표 4 표면보호재 탄산화 측정

구분	Plane	A	B	C	D
7일	2.3	0	0	3.9	0
14일	6	0	0	5	0
28일	9	0	0	5.7	0

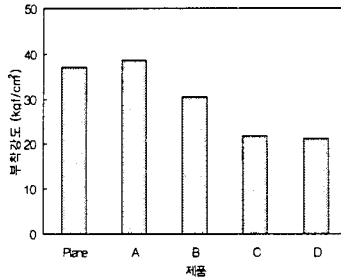


그림 6 표면보호재 부착강도 측정

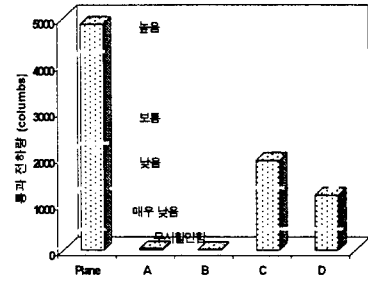


그림 7 표면보호재 염소이온 침투 저항성 측정

대상구조물은 국내 H사 옥상건물 외벽으로써 표 5에 대상 구조물의 콘크리트 품질상태를 평가하여 나타내었고 각 공법 적용시 제품의 요구사항에 따라 시공을 하였다.

한편, 현장 적용성 시험을 실시한 단면복구 공법용 제품과 표면보호 공법용 제품을 대상으로 재령 28일 부착강도를 측정하여 그림 8,9에 나타난 결과 두 공법의 제품 모두 재령 28일에서의 부착강도 발현이 양호하였다. 다만, 표면보호재의 제품 C의 경우는 무기계이기 때문에 재령초기에 다소 불리한 결과로 보여질 수 있다. 그러나 실내실험 데이터에서 다른 제품과의 부착강도 값이 크게 차이가 없었던 것과(그림 6 참조) 현장 적용성 시험은 장기적인 데이터를 수집하여 비교분석할 필요가 있는 점을 고려하여 장기적인 데이터 측정을 통한 판단이 필요하다. 한편 균열 주입공법의 경우, 실내실험 및 현장 작업성 등을 고려할 때 제품 모두 양호한 침투 성능을 나타낸 것으로 판단되며 현재 현장 적용성 검증 실험 부분은 장기적이고 지속적인 관찰이 필요하므로 실험을 계속 진행 중에 있다.

표 5 현장적용성 검증시험 대상 콘크리트의 품질

구분	내용	비고	
균열폭	0.1~0.15 mm	초음파 속도 측정	
균열깊이	약 21.3 mm	초음파 속도 측정	
콘크리트 품질	초음파 속도	3.52km/sec	초음파 속도 측정
	품질 상태	보통 (questionable)	
비파괴 강도	360 kgf/cm²	슈미트 해머	
투기계수	0.02×10-16/m2	투기성	
탄산화	20mm	페놀프탈레인 발색	
공법	균열주입, 단면복구, 표면보호		

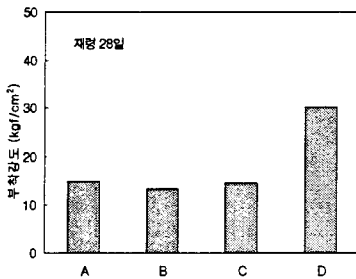


그림 8 단면복구공법 부착강도

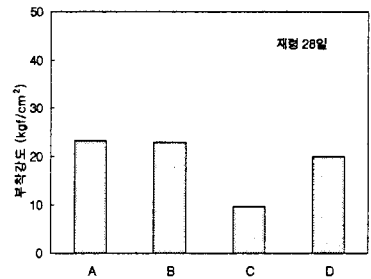


그림 9 표면보호 공법 부착강도

4. 결론

콘크리트 구조물의 보수에 사용되는 재료의 성능 및 공법에 대한 물성 평가와 현장 적용 검증시험을 통하여 콘크리트의 성능저하가 발생된 부위에 적합한 재료의 사양 및 공법을 검증하였다. 현재 시판되는 보수재료의 경우 다소 간의 성능발현 차이는 있으나 요구성능은 만족하였으며 각 제품 적용시 요구사항 및 보수공법의 기준을 따라 시공하는 것이 필요하다. 향후 현장 적용성 평가에 대한 장기적인 데이터 축적을 통하여 보수시공지침에 작성시 중요한 기초자료를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 한국건설기술연구원, "콘크리트 교량의 보수·보강 재료 품질기준 및 공법 평가기준 개발 연구보고서", 2003.