

콘크리트 침투성 방수제의 실험적 연구

An Experimental study on the Penetrability Water-Proof Admixtures of Concrete

구 민 세* 박 언 규**
Koo Min Se Park Un Kyu

ABSTRACT

Recently, water-proof treatments have been required for reducing the carbonigation in the upper plate of bridge. In this study, the experiments were conducted for penetrable water proof in two ways : one is under natural conditions and the other under artificial.

The experimental results shows that the penetrable depth for the penetrable water proof shows in inverse proportional to concrete strength and anti-acid property. Also, anti-heating property is revealed excellent with the penetrable water proof and durability under the disclosure in natural condition is not permanent.

1. 서 론

콘크리트구조물에서는 지진, 화재 등 천재지변에 속하는 불가항력적인 재난뿐만 아니라 흡수, 누수에 의한 동해, 중성화 그리고 유해성분과 접촉에 의한 화학적 침식 등 소리없는 파괴가 진행되고 있으므로 콘크리트 구조의 내력의 한도는 일반적으로 믿고 있는 것보다 항구적인 것은 아니다.

이들 중 특히 우리나라 교량의 상당수가 누수현상으로 콘크리트 박리와 철근의 부식현상이 나타나고 있다.

또한, 산성비에 의하여 콘크리트 구조물의 구조적인 손상을 많이 일으키고 있으며, 대기중의 아황산가스와 탄산가스 등이 콘크리트 구조의 공극을 파고들어 중성화시키고 있음을 알 수 있다.

교량의 경우 상판의 열화현상을 극소화시키기 위하여 여러가지 방법이 제시되고 있으며, 그 중에서 방수의 필요성이 절대적으로 요구되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 실험실에서 침투성 방수제를 콘크리트표면에 도포하여 여러가지 자연 조건 및 인위적인 조건에 저항하는 특성을 파악하는 데 그 목적이 있다.

* 정회원, 인하대학교 토목공학과 부교수

** 정회원, 한국화학시험연구원 연구원

2. 시험 조사 방법(재료선정)

(1) 시멘트(보통포틀랜드 시멘트)

시멘트는 국내 내수용으로 제작회사에 관계없이 무작위로 선택하여 다만 시험의 일관성을 유지하기 위하여 시중에 유통되고 있는 단일회사(S사)의 제품을 사용하였고, 그 물성치는 표1과 같다.

표 1 시멘트 물리시험

비 중	분말도 (cm ³ /g)	안정도 (%)	응결시간 (시간:분)	압축강도 (kg/cm ²)
3.15	3,300	0.07	초결: 4:05 종결: 7:20	3일: 210 7일: 285 28일: 398

(2) 골재

잔골재는 한강상류지역의 3종류를 선정하여 체가름 시험을 시험한 결과 표준입도를 만족시키고 굵은 골재는 최대 치수 25mm인 안양산 채석 골재를 선택했으며, 현장 조건을 고려하여 물 세척을 하지 않고 사용하였다.(표 2)

표 2 골재의 물리적 성질

	비 중	흡수율 (%)	조립율 (%)	염화물함유량 (%)	점토덩어리 (%)	안정성 (%)
잔골재	2.59	0.74	2.78	0.008	0.8	2.9
굵은골재	2.63	0.56	6.68	-	0.1	2.1

표 3 콘크리트 배합표

호칭강도	물	시멘트	모래	자갈	W/C	AD
25-150-12	181	280	839	1008	64.6	C×0.15%
25-210-12	178	333	781	1030	53.4	"
25-270-12	176	374	746	1037	47.0	"
25-400-12	172	490	671	1025	35.1	"

(3) 침투성 방수제

침투성 방수제는 국내업체 중 D사, S사, H사의 3개 업체를 선정하여 침투깊이 흡수비 시험을 실시하고 나머지 시험을 S사의 제품으로 전 항목시험을 실시하였다. 방수제의 비중은 각사 제품 공히 0.82였다.

3. 콘크리트 배합

콘크리트는 표3에 나타난 배합표에 의해서 콘크리트몰드 $\phi 10 \times 20\text{cm}$ 및 $\phi 15 \times 5\text{cm}$ 몰드를 각각 제작하였다.

4. 방수제 도포시기

공시체는 탈형 후 재령 3일, 7일, 28일간 수중 양생을 실시한 후 $100 \pm 5^\circ\text{C}$ 건조기에서 도포표면을 완전 건조한 후 침투성 방수제를 도포하였다.

침투성 방수제의 도포방법은 도포용의 스프레이건을 사용하여(표준도포량; 한국도로공사 시방서: $4\text{m}^2/\ell$) 1차 도포한 후

2~3시간 자연건조를 행하여 다시 도포하였다.

침투깊이의 측정은 공시체를 절단하여 표면에 물을 흡수시켜 물이 스며들지 않는 부분을 버니어캘리퍼스로써 측정하였다.

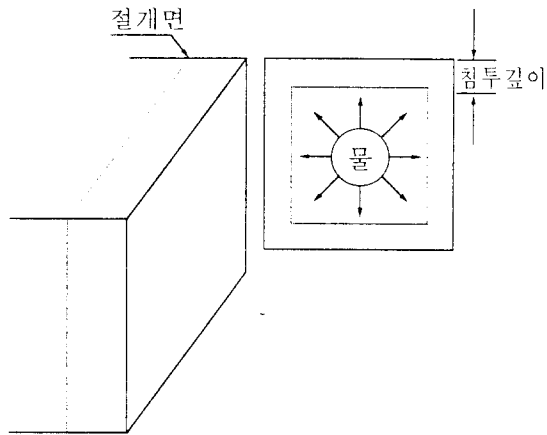


그림 1 침투 깊이 측정

설정강도 150kg/cm²의 경우 도포재령과 침투깊이의 관계는 그림 2와 같고 그림으로부터 적정 도포재령은 14일 이하임을 알 수 있다.

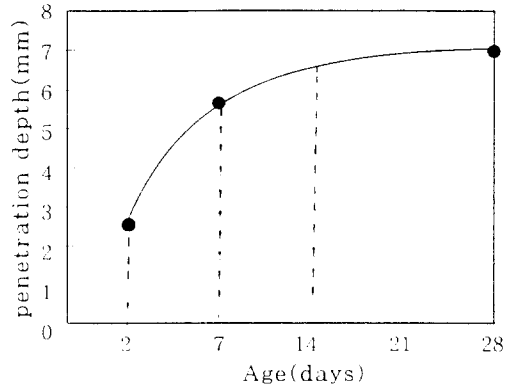


그림 2 도포재령에 따른 침투깊이 (설정강도 150kg/cm²)

공시체의 재령별 침투깊이 측정결과는 표 4와 같다.

또한 도포재령 28일에 대한 콘크리트 강도와의 관계를 그림 3에 표시하였다.

표 4 각 재령별 침투 깊이(mm)

도포일 설정강도(kg/cm ²)	재령 2일				재령 7일				재령 28일			
	1	2	3	평균	1	2	3	평균	1	2	3	평균
150	2	2	2		8	8	5		8	8	10	
	3	2	3	2.5	6	4	3	5.5	5	9	4	6.5
	1	3	3		2	4	5		5	4	5	
210					2	1	4		2	2	3	
				-	2	2	2	3.0	2	7	9	4.5
					5	2	3		8	3	3	
270					6	1	1		-	9	2	
				-	3	1	5	2.8	2	3	7	3.3
					1	4	2		2	4	4	
400					2	3	5		2	4	5	
				-	1	2	1	2.2	2	3	2	2.8
					1	2	2		2	2	2	

이 그림에서 침투깊이는 콘크리트 강도에 의해 크게 좌우됨을 알 수 있다.

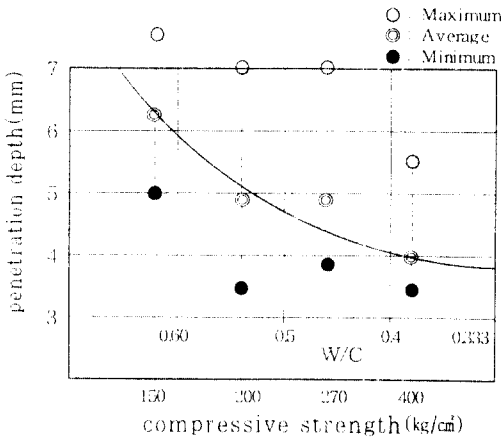


그림 3 도포재령 28일에 대한 침투깊이 시험 결과

5. 흡수비 시험

공시체를 탈형 후 14일 수중양생을 실시하여 공시체를 완전 건조시킨 후 소정의 방수제로 도포하여 24시간 실온에 방치한 후 아래 그림과 같이 상온에서 24시간 침수하여 흡수비 시험을 실시하였다.(호칭강도 400kg/cm 기준)

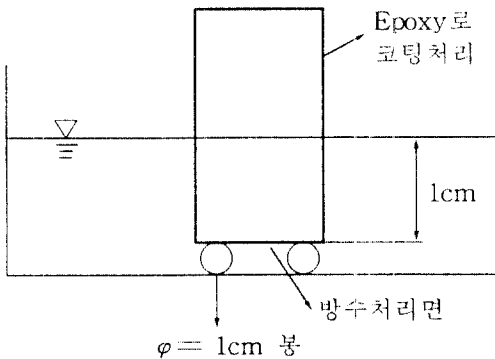


그림 4 흡수비 시험도

각 회사별 흡수비 시험 결과는 D사가 0.042, S사가 0.036 그리고 H사가 0.048로 나타났다. 여기서 흡수비는 방수처리 안된 공시체의 흡수량에 대한 방수처리 공시체의 흡수량이다.

6. 내산성 시험

최근의 공해문제 중에서 산성비가 콘크리트에 미치는 영향 즉, 콘크리트가 산성비에 저항하는 정도를 파악하기 위하여 황산용액 중에 콘크리트를 침적시켜 용액의 흡수량을 측정하는 시험을 실시하였다.

황산용액 20% 상태에서 방수처리 공시체와 무도포 공시체의 중량저하를 측정한 결과는 표 5 및 그림 5에 나타낸 바와 같다.(400kg/cm 기준)

표 5 재령별 황산용액 흡수량 시험결과

공시체명 구분 재령	무도포 공시체		방수처리 공시체	
	중량(g)	저하율(%)	중량(g)	저하율(%)
0	3620	0	3580	0
1	3584	1	3575	0
3	3548	2	3544	1
7	3511	3	3540	1
28	3475	4	3508	2
90	3330	8	3473	3

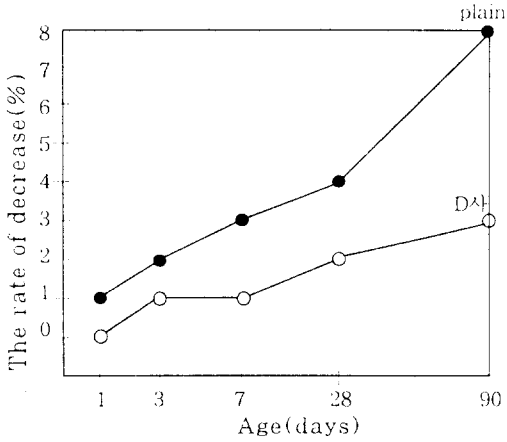


그림 5 재령-흡수량 저하율 관계

위의 실험결과로부터 방수처리 콘크리트는 중성화에 대해서 약 2.5배 정도 개선되었음을 알 수 있다.

7. 내후성시험

콘크리트 표면에 방수제 처리 후 ASCON을 도포하지 않고 눈, 비 등의 자연상태 그대로 노출되어 있을 때 그 성능이 어느 정도인지를 조사하기 위해 내후성 시험을 실시하였다.(공시체 $\phi 15 \times 5\text{cm}$)

일반적으로(도료시험) 내후성 시험 300시간이 자연상태의 1년 정도에 해당된다고 알려져 있는데 다음 그림 6의 결과로부터 방수처리면은 자연상태에서 약 3년 후에는 그 성능이 절반이하로 반감됨을 알 수 있다.

; 시험방법 KSM 5000(도료 일반 시험 방법-Sunshin Carbon 방법)

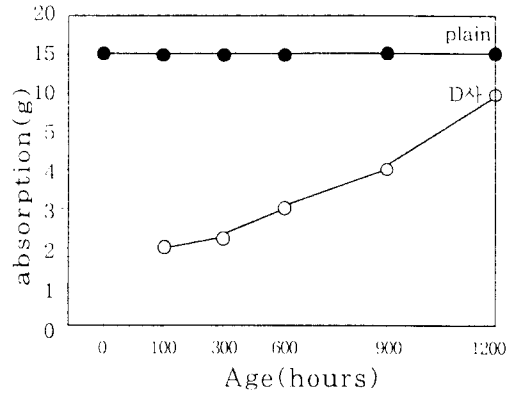


그림 6 내후성 시간-흡수량 관계

그러므로 자연상태 그대로 노출하는 것보다는 ASCON의 도포가 요구된다.

8. 내열성 시험

ASCON 작업시 ASCON의 온도에 의해서 초기의 방수력을 유지할 수 있는지를 여부를 시험하였다. 방수처리 공시체를 각 온도 분포별로 24시간 방치후 흡수량을 측정하였다. 그 시험결과는 그림 7과 같다.

여기서 온도에 의한 흡수량은 실제상황에서는 큰 의미가 없는 것으로 사료된다.

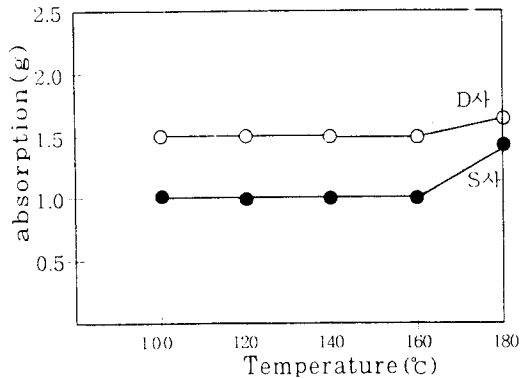


그림 7 온도-흡수량 관계

9. 결 론

본 연구에서 여러가지 조건하에서 시험을 수행한 결과로부터 침투성 방수제의 장단점을 기술하면 다음과 같다.

- 1) 도포시기는 콘크리트 강도 및 침투 성능에서 재령 14일 이하가 바람직하다.
- 2) 침투깊이는 콘크리트 강도에 반비례한다. 따라서 고강도 콘크리트를 사용하는 경우 이공법의 적용을 재고할 필요가 있다.
- 3) 내산성에 우수한 효과가 있으므로 중성화 방지에 크게 기여할 것으로 판단된다.
- 4) 내구성능에 있어서 자연상태로 노출되어 있을 경우 그 수명은 반 영구적이 아니다.
- 5) 온도에 따른 내열성이 우수함을 알 수 있다.
- 6) 방수처리 후 미세한 균열이라도 발생되면 방수 성능은 거의 기대할 수 없다.

4. KSF 5000(도로 일반 시험 방법)
5. KSF 2271(건축용 합성수지제의 촉진 노출 시험방법)
6. 침투성 방수제에 관한 실내 실험 : 북 일본 기술 컨설턴트(주)

<참고문헌>

1. 도로교 철근 콘크리트 상판 방수층 설계 ; 일본 도로 협회
2. 한국도로공사 표문 시방서
3. KSF 2451 (건축용 시멘트 방수제 시험방법)