

콘크리트용 피막 양생제가 시멘트 모르타르의 보습특성에 미치는 영향

Influence of Membrane Forming Compounds for Concrete on Water Retention Properties of Concrete Mortar

이 건 철*

노 상 균**

조 병 영***

김 영 근****

Lee, Gun-Cheol

Noh, Sang-Kyun

Cho, Byoung-Young

Kim, Young-Geun

Abstract

It has been gradually increased with the use of resin based membrane forming agent for curing method, which plays a role in protecting moisture evaporation by forming resin membrane at the surface of concrete. In this paper, tests were carried out to examine moisture retention capability of cement mortar applying membrane forming agent. Dosages and types of the membrane forming agent were varied. It is found that sheet curing sealed with the surface of concrete closely has favorable moisture retention capability. However, the application of membrane forming curing method had superiority in moisture retention capability at early stage but at later age, its capability is deteriorated. Hence, further study regarding altering application method was necessary to secure enhanced moisture retention capability.

키 워 드 : 콘크리트양생, 피막형성제, 소성수축

Keywords : Curing Concrete, Membrane Forming Compounds, Plastic shrinkage

1. 서 론

콘크리트 타설 시공시 양생은 콘크리트구조물에 소요 성능을 부여하기 위해 반드시 필요한 작업 공정이다. 일반적으로 모르타르, 콘크리트 등과 같은 시멘트계 재료는 타설후 경화과정에서 수분이 증발하게 될 경우 재료 표면에 균열이 발생하거나 경화후 강도가 저하 할 수 있다. 특히, 초기재령의 콘크리트는 조직이 밀실하지 않아 표면의 수분이 증발하기 쉬우며, 콘크리트가 직사광선, 통풍 등의 환경조건에 노출될 경우 수축균열, 강도저하, 내구성 등의 피해를 초래 할 수 있다.

따라서, 양호한 콘크리트의 성능을 확보하기 위해서는 콘크리트 타설후 소요기간까지 경화에 필요한 온도, 습도조건 등 외부 온도 조건에 유의해야 하며, 이를 위해 건설현장에서는 살수양생, 시트양생 등이 일반적으로 이루어지고 있다.

각 양생방법별 특성으로 살수양생은 기온이 높을 경우 살수 증발속도가 빠르기 때문에 살수 회수가 증가하여 작업이 번잡해지는 문제점이 있으며, 양생면적이 넓은 경우 균일한 살수가 불가능할 수 있다. 또한, 시트양생은 장기간 양생을 실시하는 경우 시트를 현장에 방치해야 하는 문제점이 있으며 시공면적이 증가할 경우에

는 동시에 시트의 필요량도 증가하게 된다. 더욱이 시트양생의 경우 일정기간 양생후 시트를 제거해야 하기 때문에 넓은 면적범위의 양생에는 적합하지 않고, 후속공정에 영향이 미칠 수 있다.

한편, 일부 현장에서는 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 콘크리트 표면에 유지 또는 수지계 피막을 형성함으로써 시멘트 수화반응에 필요한 수분의 증발을 억제하는 방법이 적용되고 있다.

본 연구에서는 콘크리트 구조물에 피막양생을 적용하기 위한 기초자료를 확보하기 위하여 국내외에서 시판되는 각종 피막양생제를 중심으로 시멘트 모르타르의 습윤성능 확보여부를 확인할 수 있는 습기유지 특성에 대하여 기초적 검토를 실시 하였다.

2. 실험개요

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 먼저, 양생제를 도포하기 위한 바탕 시험체의 배합비는 KS F 24061)의 플로 기준을 만족하기 위한 배합비 및 물시멘트비로서 시멘트와 잔골재의 비율(질량비)이 1:3, 물시멘트비를 40%로 하였다.

* 한국건설자재시험연구원 방수보수보강센터 선임연구원, 정회원

** 한국건설자재시험연구원 방수보수보강센터 연구원, 정회원

*** 한국건설자재시험연구원 방수보수보강센터 책임연구원, 정회원

**** 한국건설자재시험연구원 방수보수보강센터 센터장, 정회원

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준	
바탕면	배합비 (C:S)	1	1 : 3
	W/C (%)	1	40% ¹⁾
양생온도	1	온도: 20±3℃, 상대습도: 50±10%	
양생방법	8	· 플레인, · 살수양생 ²⁾ , · 시트양생, · 피막양생(A, B, C, D, E, F) ²⁾	
측정사항	4	· 수분손실율(도포후 24, 48, 72시간) · 표면함수율(도포후 24, 48, 72시간) · 바탕시험체 표면건조상태(72시간) · 양생제 도포 표면상태(300배율 사진)	

1) Flow : 130±10mm, 2) 도포량 : 5m²/L

양생온도는 온도 20±3℃, 상대습도 50% 조건으로 하였으며, 양생방법으로는 시험체 상부면의 보호층이 없는 플레인, 살수양생, 시트양생 및 피막양생 조건의 4수준으로 하였다. 단, 피막양생의 경우 6개 제품에 대하여 평가를 실시하였으며, 양생제 도포는 종결을 확인후 실시하였고, 도포량은 실험사항으로 양생방법별 수분손실율 및 표면함수율은 양생제 도포후 24, 48, 72시간에서 측정하였다. 또한, 바탕시험체의 표면건조상태는 72시간 양생 후 바탕시험체의 중앙을 절단후 표면에서 건조된 깊이를 측정하였고, 양생제 도포 표면상태는 300배 고배율 카메라를 이용하여 유리판에 도포된 양생제 도포상태를 측정하였다.

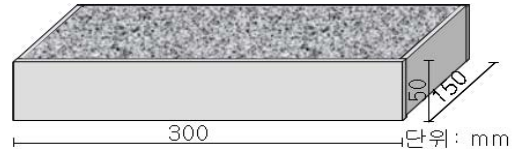
2.2 사용재료

본 시험에 사용된 시멘트는 KS L 5201의 규정에 준해 생산된 국내 S사의 보통포틀랜드시멘트를 사용하였고, 잔골재는 KS L ISO 6792)에서 규정하는 표준사를 이용하였다. 양생방법으로서 살수는 20℃의 상온수를 이용하였으며, 시트양은 0.1mm의 PE필름을 이용하였다. 또한, 피막양생제는 국내산 5개 제품을 이용하였으며, 그 일반적 성질은 표 2와 같다. 생

표 2. 콘크리트 피막양생제의 일반적 성질

종류	주성분	밀도 (g/cm ³)	pH	점도 ¹⁾ (mPas)	고형분 (%)
A	수용성 왁스계	0.99	4.7	64.0	9.2
B	수용성 아크릴계	0.95	4.6	55.0	27.0
C	수용성 실리콘계	1.01	5.5	20.2	5.4
D	유성 아크릴계	0.83	3.3	1.1	12.1
E	유성 아크릴계	0.85	3.8	1.5	16.2
F	알칼리 실리케이트	1.19	11.2	6.1	29.0

1) 점도 : 브룩필드 점도계(LVDV-III+, Spindle No. ULA),
 2) 측정온도 : 20±3℃



a) 바탕면 모식도



b) 표면함수량측정

그림 1. 바탕시험체 모식도 및 표면함수량 측정

2.3 시험방법

시험방법으로서 바탕시험체 제작은 KS F 2406의 방법에 따라 실시하였으며, 살수양생 및 피막양생의 액상도포는 그림 1(a) 크기의 모르타르 바탕면에 5.0m²/L 량을 붓을 이용하여 균등하게 도포하였고, 시트양생은 0.1mm PE필름을 바탕면 밀착시켜 밀실한 양생을 실시하였다. 측정방법으로 수분손실율은 계획된 시간에서의 질량감소를 측정하였으며, 바탕시험체의 표면 함수율은 그림 1 (b)의 일본 K사의 콘크리트 표면수분계 (HI-520)를 이용하여 표면 10mm의 표면수분율을 측정하였다. 바탕시험체 표면건조상태는 72시간 양생 후 바탕시험체의 중앙을 절단하여 버어니어캘리퍼스를 이용하여 표면부터의 건조상태를 측정하였다. 양생제 도포 표면상태는 D사의 300배 고배율 사진을 사용하여 양생제 도포 표면상태를 촬영하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 습기유지 특성

그림 2는 양생방법별 시간경과에 따른 질량감소율을 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 시간이 경과 할수록 바탕면의 수분이 증발하여 질량이 감소하는 것으로 나타났는데, 양생방법별로는 플레인의 경우 72시간 후 질량감소율이 1.61%로 시간경과에 따라 급격한 질량감소의 경향을 나타내었다. 또한, 살수양생을 가정하여 일정량의 물을 도포한 경우도 플레인에 비해 약간의 보습효과가 있으나, 기타 양생방법에 비해 수분 증발량이 큰 것으로 나타났다. 한편, PE필름을 이용한 시트양생의 경우 매우 양호한 수분유지 성능을 나타내었으며, 72시간 이후에도 수분증발이 전혀 일어나지 않은 것으로 나타났다.

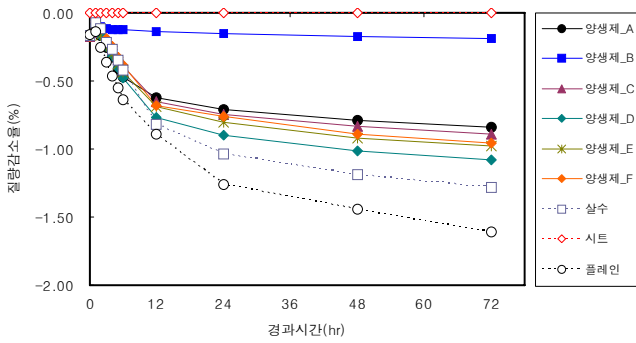


그림 2. 시간경과에 따른 질량감소율

피막양생제 종류별 보습특성으로는 피막양생제 종류별로 상이한 차이를 나타내었는데, 전반적으로 수용성계의 양생제에 비해 유성계 양생제가 습기유지능력이 저하하여 질량감소율이 현저히 저하하는 것으로 나타났다. 또한, 수용성계 중에서도 B제품의 경우 매우 보습능력이 뛰어난 것으로 나타났다.

B제품의 양생제 도포과정에서의 도포 분산성능 및 피막형성과정에서의 균일한 피막형성 성능이 다른 양생제 보다 뛰어났으며 이에 기인된 결과로 판단된다.

그림 3은 양생제 종류별 수분손실량을 나타낸 것이다. 양생제의 습기유지 성능기준은 KS F 25403)에서 규정하고 있으며, 다음과 같은 식에 의해 구할 수 있다.

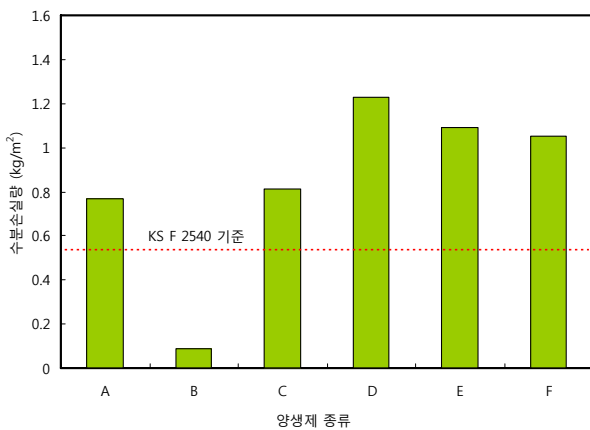


그림 3. 양생제 종류별 수분손실량

$$ML = M1 + (NV \times MA) - M3$$

여기서, ML : 시료의 질량 손실(g)

M1 : 밀봉된 시료 질량(g)

NV : 양생제 중의 비휘발 물질 비(g)

MA : 사용된 양생제 질량(g) = M2 - M1

M2 : 양생제가 살포(도포)된 직후 시료 질량(g)

M3 : 시료의 최종 질량(g)

본 시험대상 샘플의 경우 1개 제품을 제외한 모든 제품이 KS 성능기준인 0.55kg/m²을 만족하지 못하는 것으로 나타났다. 특히, 유성계의 경우 기타 양생제에 비해 수분손실량이 상당히 큰 것으로 나타났으며, 수용성계의 경우도 KS 성능기준은 만족하지 못하는 것으로 나타나 향후 성능에 대한 재검토가 요구된다.

그림 4는 콘크리트 표면수분계를 이용하여 바탕시험체의 표면수분율을 측정된 결과를 나타낸 것이다. 표면수분율 측정은 바탕시험체의 표면에서 10mm 깊이에 대하여 피막양생제 도포기준으로 48시간 및 72시간 후에 측정하였다. 본 시험에 이용한 표면수분계는 모르타르의 경우 최대측정 범위가 15%이내이며, 시트양생 및 B제품 피막양생제의 경우는 72시간 이후에도 표면깊이 10mm의 표면수분율을 15%이상 유지하는 것으로 나타났다.

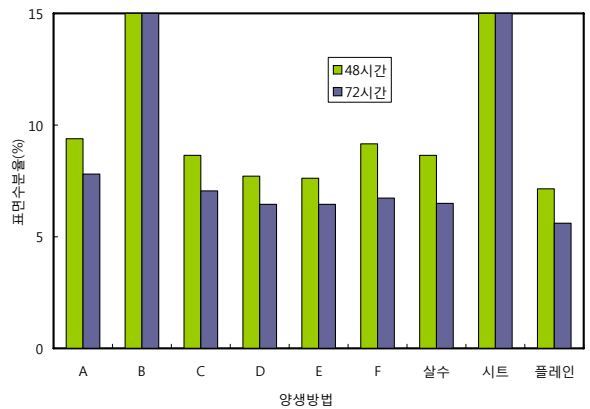


그림 4. 양생방법별 표면수분율

본 그래프의 전반적인 경향은 그림 2와 유사한 경향으로 플레인, 살수양생 및 유성계 피막양생제의 경우 표면수분 유지능력이 현저히 저하 하는 것으로 나타났다. 일반적으로 유성계의 경우 피막형성 속도가 빠르나, 양생제 성분 구성에 따라 피막의 형성의 양부 및 피막 파괴 속도가 달라지며, 본 연구에서 이용한 유성계 피막양생제의 수분손실량이 큰 것은 피막층을 형성하는 용제의 증발시 형성되는 피막층이 제대로 형성되지 못하고 파괴되었기 때문으로 판단된다.

그림 5는 양생방법별 바탕시험체의 표면 건조깊이를 측정된 결과를 나타낸 것이다. 시험방법으로 표면건조깊이는 피막 양생제 도포후 72시간 경과후 바탕시험체 단면의 증앙을 절단하여 표면에서 건조된 깊이를 측정하는 것이다. 전반적으로 앞서의 결과의 유사한 특성을 나타내었는데, 시트양생의 경우 표면건조가 전혀 일어나지 않은 것으로 나타났다. 또한, B제품의 피막양생제의 경우 표면건조깊이가 가장 적은 것으로 나타났으며, 플레인의 경우가 가장 큰 것으로 나타났다.

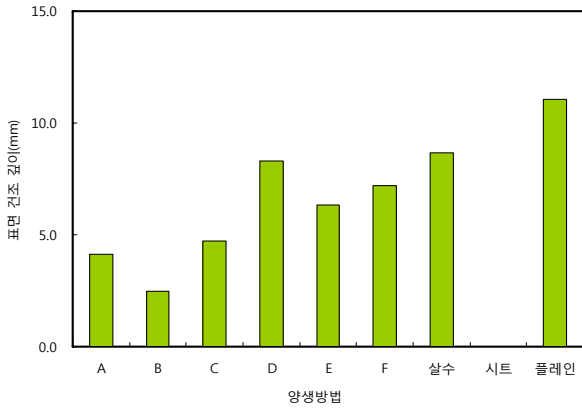


그림 5. 양생방법별 표면건조깊이

3.2 피막형성 특성

그림 6은 피막양생제 종류별 양생제 도포직후 및 72시간후의 표면 상태를 나타낸 것이고, 그림 7은 피막양생제 도포 표면의 300배 확대 사진을 나타낸 것이다.

그림에서 알 수 있듯이 시험 대상 모든 피막 양생제가 도포 직후에는 양호한 도포성능을 나타내었으나, 72시간후 피막형성은 피막양생제 종류별로 상이한 표면상태를 나타내었다. 수용성계 피막양생제의 경우 비교적 양호한 피막층의 형성을 관찰할 수 있는 반면에 수성계 및 알칼리 실리케이트계는 부분적으로 피막층을 형성하고 있지만, 전반적으로 피막층의 손상이 큰 것으로 나타났다. 또한, 수용성계의 경우도 A 및 C의 경우는 조직구성이 비교적 완화되어 있음을 알 수 있으며, B의 경우 균일하게 피막층이 형성되어 있음을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구는 피막양생제가 시멘트 모르타르의 습기 유지 특성에 미치는 영향에 대하여 검토한 것으로서 다음과 같은 결론을 얻었다.

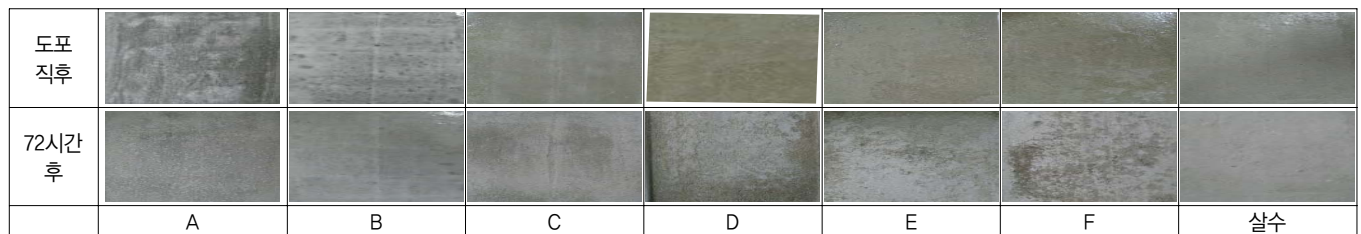


그림 6. 피막양생 형성 현황

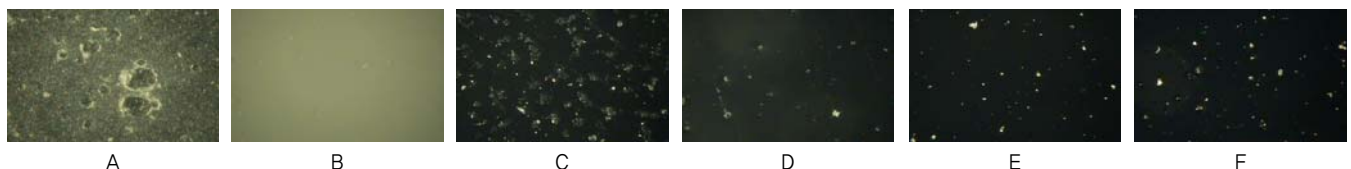


그림 7. 피막양생제 종류별 고배율사진

- 1) 살수양생을 가정하여 일정한 량의 물을 모르타르 바탕면에 도포한 경우 시간경과에 따라 수분손실량이 현저히 증가하는 것으로 나타났다. 반면, 시트양생의 경우 바탕면과 밀실하게 접촉하여 양생을 실시할 경우 습기유지성능이 매우 우수한 것으로 나타났다.
- 2) 피막양생제 종류별에 습기유지성능은 양생제 종류 및 성분별로 상이한 결과를 나타내었는데, 본 연구범위에서는 유성계에 비해 수용성계의 경우가 우수한 성능을 나타내었으며, 수용성계의 경우도 피막층의 형성이 양호한 경우는 우수한 성능을 나타내었으나, 대부분의 경우 KS의 성능기준을 만족하지 못하는 것으로 나타나 향후 제품성능에 대한 재검토가 요구된다.

참 고 문 헌

1. 김장락, 서영찬, 안성순, 콘크리트포장 양생제의 적정살포량 결정 연구, 한국도로학회 논문집, 제7권 제2호, pp.45~55, 2005.6
2. 이건설, 조병영, 이정운, 김영근, 양생방법별 시멘트 모르타르의 보습 특성 검토, 한국콘크리트학회, 2008. 11
3. 한국표준협회, KS F 2406 콘크리트 양생용 재료의 보수능력 시험 방법, 2004.
4. 한국표준협회, KS F 2540 콘크리트 양생용 액상 피막 형성제, 1974.
5. 한국표준협회, KS L ISO 679 시멘트 강도 시험방법, 2006.
6. 田中齊, 津崎淳一, 槇島修, 加藤亨司, 被膜養生による養生効果に関する比較検討, 日本建築学術講演概要集, 2001.9
7. 青山幹, 林好正, コンクリートの被膜養生材に関する試験, 日本建築学術講演概要集, 1978.9