

알칼리회복제의 현장 적용성에 관한 실험적 연구

To Experimental Study of Alkalinity Recovery Agent application in field

김 광기* 박 선 길** 김 우 재*** 이 영도**** 송 병 창***** 정 상 진*****
 Kim, Kwang Ki Park, Sun-Gil Kim, Woo Jae Lee, Young Do Song, Byung Chang Jung, Sang Jin

Abstract

Concrete used up to date semipermanent architecture material but now day concrete early deterioration emboss social issue because of construction structure and enviromental factor. so, many study of deterioration concrete construction improve durability used impregnation alkalization agent.

In These to Study of derelop reairmeat material in reduce carbonation. xoncrete Building use Alkalinity Recovery Agent which is Realkalinity and strength surface.

Alkalinity Recovery Agent undisposed application volume and cure the concrete period.

To study Alkalinity Recovery Ahent spray and cure the concrete propriery in field.

키워드 : 중성화, 알칼리회복제, pH

Keywords : carbonation, impregnation alkalization agent, pH

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 필요성

최근 탄산가스의 농도가 높아 탄산화가 가속화되고, 강산성, 강알칼리 등 유해물에 접하는 비중이 높게되었다. 이러한, 열화현상이 복합적으로 콘크리트구조물에 작용되어 내구성이 저하되고 콘크리트 본위의 성능을 잃게 된다. 특히, 콘크리트 구조물에 대한 탄산화 현상은 철근 콘크리트의 내구성 부문에 있어서 가장 기본적이면서 동시에 중요한 성능요인의 하나로 취급되어, 최근 메카니즘에 대한 연구와 함께 탄산화 현상을 억제하기 위한 보수재료 및 공법의 개발에 노력을 보이는 실정이다. 그 일환으로서 최근 탄산화된 콘크리트구조물의 재알칼리화 및 표면강화를 위하여 알칼리회복제가 사용되어지고 있으나 알칼리회복제의 현장 적용에 있어 도포량 및 양생기간의 미정립으로 인하여 시공되어진 알칼리회복제의 회복성상 평가는 미비한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 20년 이상 경과된 장기 재령 건축물을 대상으로 알칼리회복제를 표면에 도포하여 변화되는 콘크리트의 품질을 고찰하여 향후 알칼리회복제를 현장에서 적용시 필요한 기초적 자료를 제시하고자 하였다.

1.2 연구의 범위

실험은 알칼리회복제를 현장에서 직접 도포·양생함으로써 현장 적용에 대한 타당성을 얻고자 하였다. 알칼리회복제를 동일한 면적에 도포·양생하여 회복성상을 함께 비교 분석함으로써 알칼리회복제의 현장적용 가능성을 평가하고 시공 오차를 감소시킴으로써 정확한 사용을 유도하는 것이 본 연구의 목적이다. 그 방법으로는 열화 부위에 대한 코어를 채취하여 탄산화에 따른 열화 현상을 파악하고 동시에 회복실험 후 노후된 콘크리트 구조물의 변화된 품질을 고찰하였다.

2. 실험 계획 및 방법

2.1 사용재료

시멘트는 현재 일반적으로 사용되고 있는 KS L 5201(포틀랜드 시멘트)규격품으로서 S사의 보통 포틀랜드시멘트를 사용하였으며, 잔골재는 북한강산으로 최대치수를 5mm이하로 입도 조정하였다.

알칼리회복제는 콜로이드 상태의 액상형이며 적용시 확산·침투되어 고형화 되는 성질을 갖고 있는 리튬실리케이트와 규산리튬을 주원료로 실란을 첨가한 알칼리회복제 두 종류로 하였다.

2.2 실험 대상구조물

알칼리회복제의 현장 적용성을 평가하기 위하여 준공된 지 약 20여 년이 경과된 것으로 내부의 벽에는 많은 오염물질과 유해가스에 노출되어 탄산화가 진행되고 있는 것으로 알려져

* 정회원, 단국대학교 건축공학과 석사과정
 ** 정회원, 단국대학교 건축공학과 박사과정
 *** 정회원, 시립인천전문대학 겸임교수
 **** 정회원, 경동대학교 건축공학과 교수
 ***** 정회원, (주) 아키벤 대표이사 공학박사
 ***** 정회원, 단국대학교 건축공학과 교수

표 1. 알칼리회복제의 현장 적용 건축물의 개요

구분	내용
공사명	장안동 S 아파트 보수공사
준공일	1977년 10월
위치	서울시 장안동
대지면적	61,775㎡
층수	지상 5층 지하 1층
구조	철근콘크리트 라멘조
건축물 용도	공동주택
공법 적용 장소	2개동 1층
도포면적	각 부위당 1㎡

2.3 알칼리회복제의 도포 및 양생

알칼리회복제의 도포에 있어서 0.3~0.4kg/㎡의 알칼리회복제를 롤러 및 붓을 사용하여 1회 도포 후 시간 간격을 두지 않고 연속 공정으로 2회 도포하여 알칼리회복제의 시공 기준에 준하여 실행하였다.

시험체의 양생은 알칼리회복제의 일반적인 시공법에 따라 도포 후 1주를 기준으로 하여, 2주간 양생하여 회복성상을 분석하였다. 아래 그림 1은 알칼리회복제의 도포 순서를 거략적으로 나타내었다.

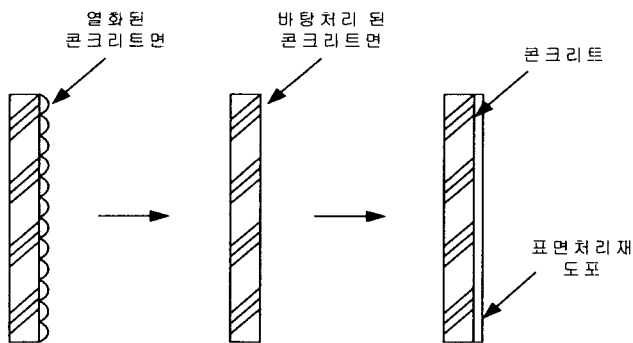


그림 1. 알칼리회복제의 시공방법

3. 실험방법

3.1 탄산화 깊이 및 탄산화 회복깊이

탄산화 깊이 및 회복깊이 측정은 열화된 시험체를 활렬하여 파면에 1% 페놀프탈레인용액을 분무한 후, 적색으로 착색하지 않는 부분의 표면으로부터 버니어캘리퍼스를 이용하여 탄산화 깊이를 측정하였다.

pH는 열화된 시험체, 알칼리회복제 도포 후 시험체 각각 3개로 하였으며, 시편 40g 정도를 파쇄하여 pH5~7의 중류수 200g에 24시간동안 침지시킨 후 측정하였다. 시편은 코어 시험체의 표면에서부터 0~5, 5~10, 10~15mm 커팅 하여 측정하였으며, pH Meter 212를 사용하였다.

Porosity는 코어 시험체의 표면에서부터 0~5, 5~10mm 커팅 하고 약 5mm 정도로 파쇄하여 USA/ Micromeritics/ Poresizer 9320의 Porosimeter로 측정하였다.

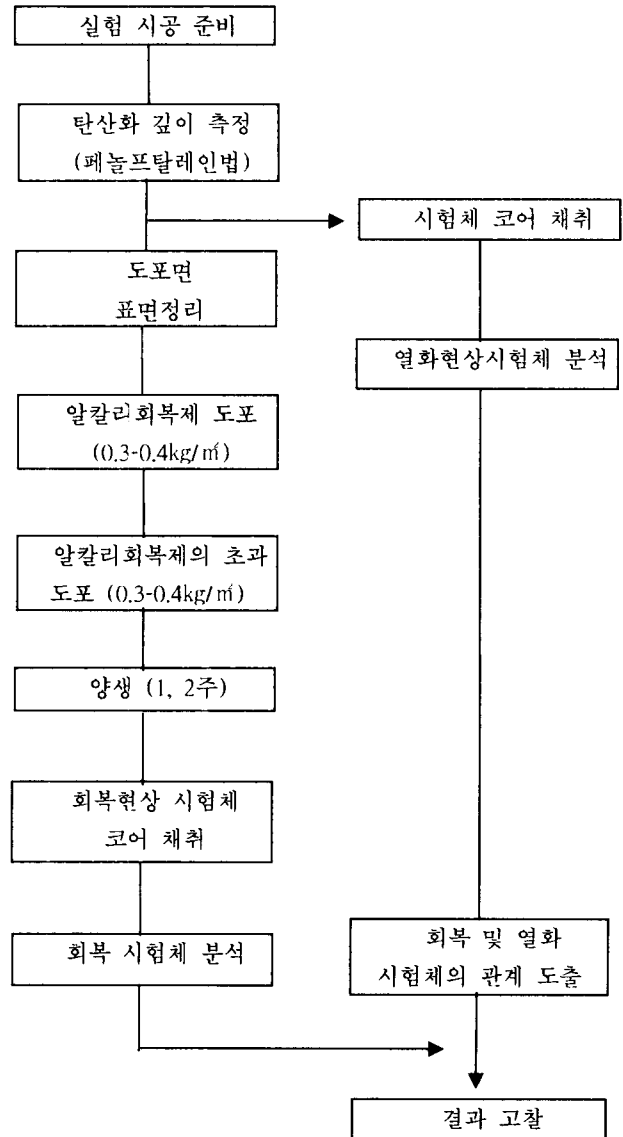


그림 2. 현장적용실험의 플로우

4. 결과 및 고찰

4.1 탄산화 깊이 및 회복깊이의 분석

중성화 깊이를 페놀프탈레인을 분무하여 측정된 결과 A동의 경우 약 최소 6.3mm, 최대 13mm, B동의 경우 최소 6.9mm, 최대 12.9mm 정도로서 아래 Table 2.과 같이 A동, B동 각각 평균 8.42mm, 8.9mm 정도의 중성화 깊이를 볼 수 있었다. 사진 1.과 같이 콘크리트 구조물의 중성화깊이는 콘크리트 구조물의 외벽에 마감된 모르타르의 깊이 약 10~20mm를 통과하여 콘크리트 부위(약9mm)까지 진행되어 부위에 따라 철근이 발청되어, 콘크리트 부분에 미세균열이 발생한 상태로서 대상 콘크리트 구조물은 중성화 현상 및 각종 열화

현상으로 인하여 철근콘크리트의 내구성의 결여 및 알칼리의 손실로 인하여 구조물이 노후화 된 것을 알 수 있었다.

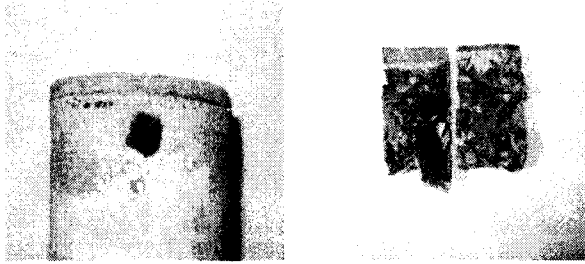


사진 1. 열화부위 및 탄산화 깊이

표 2. 동별 중성화깊이 (단위 : mm)

시험체 종류	동별 중성화깊이					평균값
	1회	2회	3회	4회	5회	
A동	7	13	6.3	8.3	7.8	8.42
B동	7.3	8	12.9	6.9	9.4	8.9

알칼리회복제를 도포한 후 대상 구조물의 회복깊이는 일정 기간 양생한 후 Ø10cm의 코어를 채취하여 측정된 결과 사진 2과 같이 리튬실리케이트를 사용한 시험체의 경우 약 1.5~1.8mm 정도의 중성화 깊이를 보이고 있었으며, 규산리튬+실란의 경우 역시 리튬실리케이트와 거의 유사한 1.7~2.1mm 정도로서 그림 3과 같은 중성화 깊이를 보이고 있었다. 따라서, 중성화된 본 구조물에 두 종류의 알칼리회복제를 도포한 결과 중성화 부분이 재알칼리화되어 변색됨으로써 소실되었던 알칼리도를 향상시킨 것으로 판단되었다

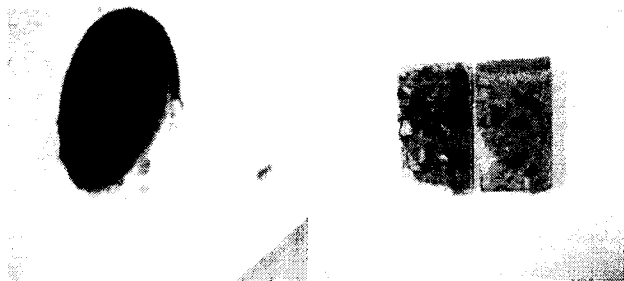


사진 2. 탄산화 회복깊이

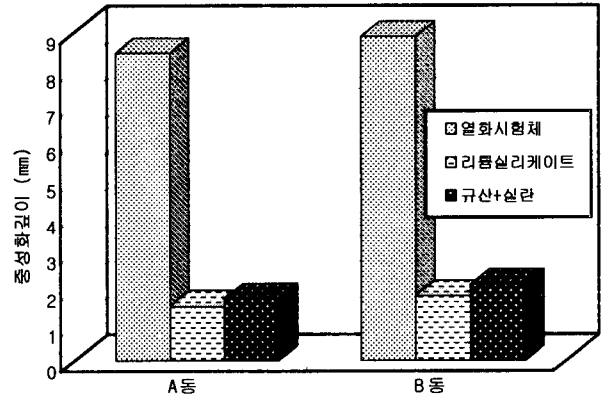


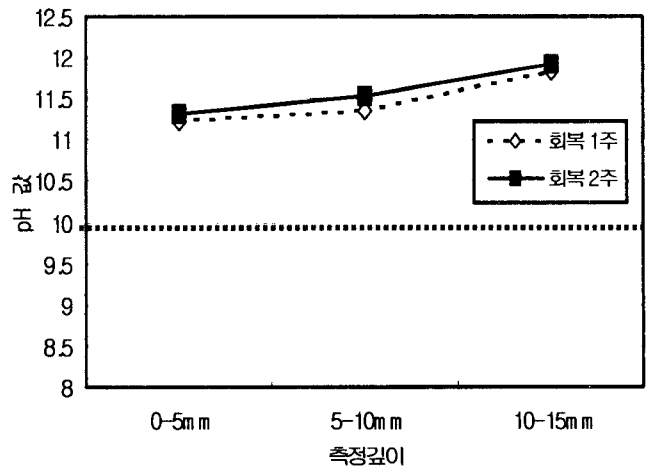
그림 3. 열화 구조물의 중성화 회복깊이

4.2 pH

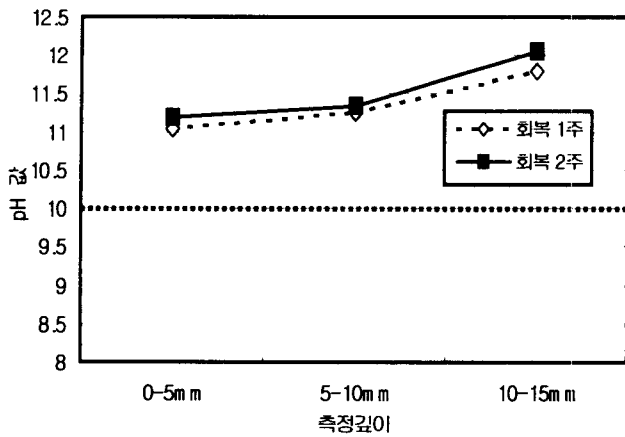
열화된 철근콘크리트 구조물의 코어를 채취하여 pH를 측정된 결과 구조물의 표면에서부터 0~5, 5~10, 10~15mm 각 깊이별 약 9.45, 10.12, 10.48 정도의 pH를 나타냈으며, 특히 표면에서는 그 열화 현상이 현저하게 나타내어 탄산가스의 침입으로 인하여 알칼리도가 소실됨을 알 수 있었다. 즉, 본 연구의 대상 구조물은 중성화 현상으로 인하여 내구성에 있어 문제가 될 것으로 판단되므로 구조물의 보수가 필요할 것으로 판단되었다.

한편, 각각의 시험체에 알칼리회복제를 도포한 시험체의 pH의 변화는 0~5mm에서 가장 큰 변화를 나타내고 있으며, 전체적으로 볼 때 문헌에서 정하는 알칼리회복제의 양생기간에 따른 pH의 저하는 없는 것으로 판단되었다.

그림 4와 같이 회복 1주, 회복 2주 재령에 따른 pH는 리튬실리케이트의 경우 회복 깊이별 0~5mm에서는 약 1.78 ~ 1.86, 5~10mm에서는 1.24 ~ 1.4, 10~15mm에서는 1.35 ~ 1.44 정도의 변화를 나타내고 있었으며, 규산리튬+실란의 경우에는 0~5mm에서는 1.58 ~ 1.73, 5~10mm에서는 1.13 ~ 2.2, 10~15mm의 경우에는 1.3 ~ 1.56 정도의 pH 변화를 알 수 있었다.

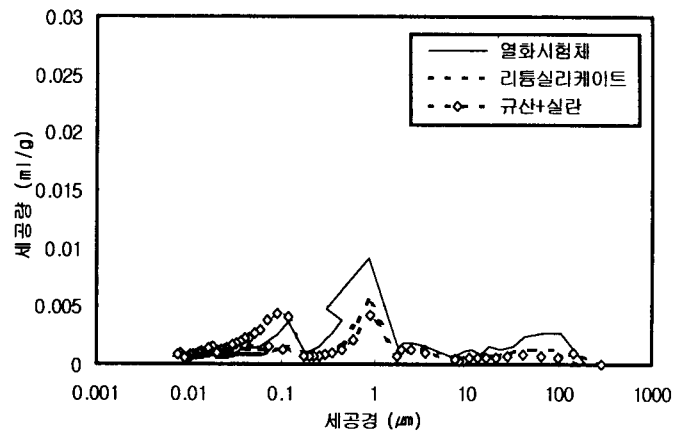


(a) 리튬실리케이트 부여 후



(b) 규산리튬+실란 부여 후

그림 4. 알칼리회복제의 도포에 따른 깊이별 pH값



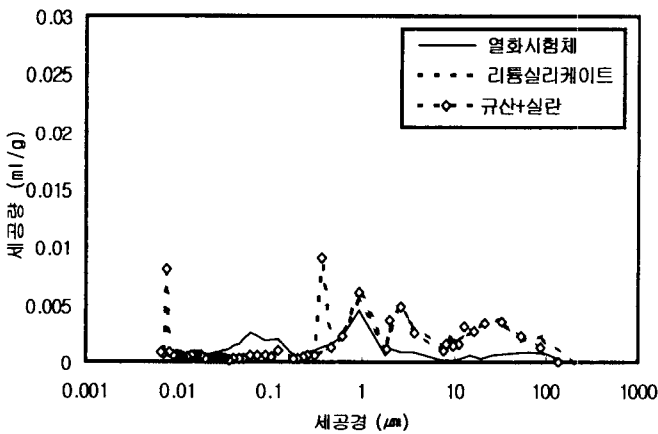
(b) 5~10mm

그림 5. 알칼리회복제 도포 전·후의 세공량 측정결과

4.3 Porosity

세공용적의 측정결과 0~5, 5~10mm에서는 약 72~120nm, 451~904nm의 반경을 갖는 세공이 많은 것을 알 수 있으며, 약 904nm, 890nm에서 세공량의 피크가 이루어지고 있는 것을 알 수 있었다. 즉, 회복 전 시험체의 경우 각 깊이별로 약 70nm 정도의 반경을 갖는 세공들로부터 900nm 정도의 반경을 갖는 세공들로 다소 불규칙적인 세공들로 이루어져 있는 것으로 사료되었다.

회복 후 시험체의 경우 0~5mm의 깊이에서는 리튬실리케이트를 부여한 경우 72~120nm의 반경을 갖는 세공은 약 0.0015ml/g, 규산리튬+실란의 경우 약 0.0016ml/g 정도의 세공량이 감소함으로써 열화 시험체와 비교하여 상대적으로 미세한 세공들을 중심으로 충전되어진 것을 알 수 있었다. 또한, 5~10mm 깊이에서는 리튬실리케이트의 경우 약 72~892nm 범위 전체에서 세공들이 감소한 것으로 보여지며, 약 890nm의 반경을 갖는 세공량이 0.004ml/g, 규산리튬+실란의 경우 72nm의 범위에서 세공량이 0.001ml/g 정도 증가하는 것을 볼 수 있으나 170~603nm의 반경을 갖는 세공이 줄어들어 상대적으로 밀실한 시험체로 조성된 것으로 사료되었다.



(a) 0-5mm

5. 결론

- 1) 알칼리회복제의 부여에 의한 회복깊이는 각각 1.5~1.8mm, 1.6~1.8mm 정도의 중성화깊이를 보임으로써 일정기간 폭로 후에도 알칼리의 유지 성능이 확인되었으며, 각 깊이별 pH 농도가 11 이상의 알칼리를 유지함으로써 중성화된 시험체의 재알칼리화를 확인할 수 있었다.
- 2) 알칼리회복제 부여 후 열화 시험체의 세공량 및 세공경이 감소하며, 특히 70~120nm의 미세한 세공들이 감소함으로써 전체적으로 작은 반경을 갖는 다소 밀실한 시험체의 조성이 가능한 것으로 판단된다.

따라서, 현장에서 직접 도포 하여 성능을 고찰한 결과 알칼리회복제를 콘크리트 구체 표면에 도포 하여 양생 1주 이상이면 본연의 성능을 발휘할 것으로 판단되며, 향후 본 시험체를 장기 폭로하여 알칼리회복제의 재알칼리화에 대한 유지성능을 고찰할 수 있어야 할 것으로 판단된다.

참고 문헌

1. 정상진 외, "노후화된 콘크리트 구조물에 적용되는 알칼리부여제의 성능회복에 관한 실험적 연구", 대한건축학회 춘계학술발표대회논문집, 2002.4
2. 정상진 외, "알칼리회복제의 도포에 따른 시멘트 경화체의 충전성에 관한 실험적 연구", 대한건축학회 추계학술발표대회논문집, 2002.10
3. 정광량, "콘크리트구조물의 내구성 진단과 평가방법", 콘크리트학회지, 제6권 2호 1994.4
4. 정재동, "철근콘크리트 구조물의 중성화 현상과 대책" 콘크리트학회지 제 4권 1호 1992.3
5. 소양섭 외 2인, "모르타의 강도 및 투과 특성에 미치는 중성화 영향", 대한건축학회 학술발표대회, 2000.10.28
6. 윤상대, "일본의 콘크리트구조물의 특수 보수·보강기법", 콘크리트 학회지, 1995.1