

# 알칼리회복제의 성능평가

## Evaluation of Alkali Recovery Agents

이진용\*  
Lee, Chin Yong

김동완\*\*  
Kim, Dong Wan

---

### ABSTRACT

Due to contaminated environment many concrete structures are carbonated. It causes the corrosion of rebar and induces the cracks of concrete, eventually. This study investigates the mechanism and properties of the alkali recovery agents(ARA) which are currently applied for repairing concrete structures on sites. The results indicate that the ARAs are not sufficiently effective to the realkalization of concrete structures.

---

#### 1. 서론

중성화로 철근부식의 위험에 노출된 콘크리트구조물의 수명을 연장하고, 구조물의 안정성을 확보하기 위해서는 중성화된 콘크리트를 다시 알칼리화 해야 한다. 콘크리트를 재알칼리화 하는 방법은 중성화된 콘크리트를 제거하고, 새로운 모르타르를 타설해서 재알칼리화 하는 방법이 있는데, 이러한 방법은 새로운 모르타르와 기존 콘크리트와의 공극구조가 다르기 때문에 기존 콘크리트내에 수분이 흡수되면서 동해의 위험성에 노출될 수 있으며, 서로 다른 물리적인 특성으로 인해서 표면에 응력이 발생해서 균열이 발생 할 수 있다. 다른 방법은 전기화학방법과 부동태 재알칼리화를 유도하는 방법으로, 전기화학방법은 콘크리트외부에 양극의 메쉬를 설치하여 통전시키므로써 알칼리용액이 콘크리트 내부에 침투하여 pH를 올리는 방법을 말한다. 동시에 콘크리트내의 철근이 음극반응에 의하여 부동태피막을 형성하고, 콘크리트내에  $Cl^-$  이온을 콘크리트 표면으로 이동시키는 방법이다. 그러나 전기화학적 방법은 콘크리트의 알칼리골재반응을 촉진시키거나, 철근의 부착강도를 감소시키고, 균열을 유발 시킬 수 있는 단점을 지니고 있다. 세 번째 방법은 알칼리회복제를 콘크리트내의 공극에 침투시켜서 콘크리트내의 시멘트 수화물과 반응해서 중성화된 콘크리트를 알칼리화하는 방법이 있다. 이 방법은 콘크리트내의 수분의 양을 증가시키므로써, 철근부식을 촉진시키는 경향이 있지만, 시공이 간편하고, 시공비가 저렴하기 때문에 경제적이다<sup>(1)</sup>. 따라서 본 연구에서는 현재 국내에서 많이 사용하고 있는 알칼리회복제의 기본 원리를 알아보고, 많이 사용하고 있는 일부제품을 시험을 통해서 성능을 비교하고자 한다.

#### 2. 알칼리회복제의 원리 및 종류

시멘트, 골재, 배합수로 이루어진 콘크리트는 시멘트가 수화작용을 하면서 강도를 갖게 되는데 시간이 지남에 따라서 수화작용으로 인한 수화물의 생성량이 많아지고, 강도 및 내구성이 향상된다. 시멘트의 수화작용은 재령7일 까지는 급격히 증가하다가, 재령 28일에 전체 수화작용의 약 90%를 하게 된

---

\* 정회원, (주)케어콘 대표이사

\*\* 정회원, (주)케어콘 대리

다. 28일 이후에서 지속적으로 수화작용을 하지만, 수화속도는 줄어든다. 그러나 오랜 시간 동안 외부에 노출된 콘크리트는 수화물 생성량이 줄어들면서, 대기오염으로 인해서 중성화가 이루어진다 [Ca(OH)<sub>2</sub> + CO<sub>2</sub> → CaCO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O]. 중성화된 콘크리트를 재알칼리화시키는 방법은 외부로부터 알칼리회복제를 침투시켜서 콘크리트내에 존재하는 실리케이트와 서로 화학적인 반응을 유도해서, 수화물을 생성시키므로서 중성화된 콘크리트를 재알칼리화하고, 생성된 수화물이 공극을 채워줌으로서 콘크리트의 강도를 향상시키는 방법을 사용하고 있다.

알칼리회복제의 성능을 향상시키기 위해서는 콘크리트내로 침투가 용이해야 한다. 따라서 입자의 크기가 나노급(약 1nm, 그림 1 참조)이고, 상온에서 휘발성이 있는 실란계(Silane)를 사용하고 있으며, 실란계 종류는 실리콘, 실록산 등 다양하다. 실란은 일반적으로 Si<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub>로 표시하지만, 간단하게 SiH<sub>4</sub>로 표시하는데, 실란에 알칼리계[NaOH, Ca(OH)<sub>2</sub>]를 첨가해서 알칼리회복제를 만든다.

그 이외에도 규불화염계(Fluosilicate)인 규불화아연을 사용해서 화학반응으로 생성된 AlF<sub>3</sub>, CaF<sub>2</sub>, NaF가 콘크리트의 미세공극을 충전함으로써 표면강도나 화학적 내구성을 향상시키는 역할을 한다<sup>(2)</sup>. 또한 불소계의 계면활성제를 사용해서 침투력을 향상시키고, 트리에탄올아민(Thiethanol amine), 물유리계의 규산나트륨을 첨가해서 강도 및 방청효과를 증진시킨다.

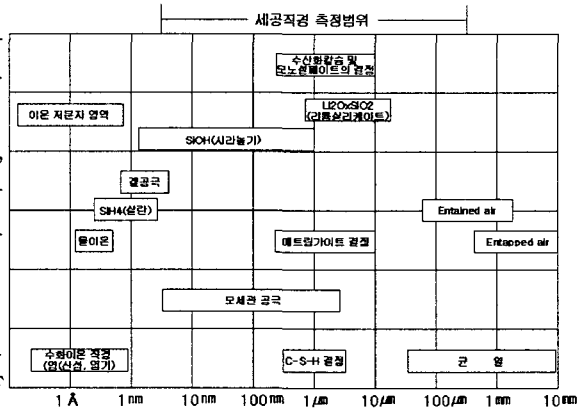


그림 1 수화물 종류에 따른 세공직경

### 3. 실험방법

본 연구에서는 현재 국내 현장에서 많이 사용하고 있는 알칼리회복제를 수거해서 그 성능을 비교하기 위해서 실험을 실시하였다. 표 1은 국내와 국외 제품을 나열한 것이다.

표 1 알칼리회복제의 종류

종류	주성분	색깔	pH
알칼리회복제 A	규산, 리튬	무	13.12
알칼리회복제 B	규산, 리튬, 아질산	무	13.47
알칼리회복제 C	아질산, 실란	무	13.25
알칼리회복제 D	실란	무	11.20
알칼리회복제 E	실란, 아크릴레이트	무	12.87
알칼리회복제 F	아질산, 알코올	무	12.13

표 1에서 나열한 알칼리회복제의 물성치를 알아보기 위해서 모르타르 및 콘크리트 시편을 제작하여 각각의 알칼리회복제를 발라 침투시키고 그 시편에 대해 압축강도, 휨강도, 흡수성시험, 알칼리회복성 시험을 수행하여 결과를 비교하였다.

### 4. 실험결과 및 고찰

그림 2의 압축강도는 알칼리회복제 종류에 따른 압축강도를 그림으로 나타낸 것으로서 실리콘과 아질산계를 서로 혼합한 알칼리회복제 C와 실란계의 알칼리회복제 D가 규산리튬계보다 압축강도가 약 2.94 ~ 4.41 MPa이 높은 것으로 나타났다. 그림 2의 흡수량은 공시체를 물에 넣어서 측정한 흡수량을 보여주고 있다. 물이 흡수된 양이 많아질수록 그림3과 같이 물의 높이(검은 부분)가 높아지고, 색깔도 변하는 것을 알 수 있다. 물 흡수량은 압축강도 결과와 유사하게 실란과 아질산계의 흡수량이 규산리튬계보다 월등히 높은 것으로 나타났다. 따라서 실리콘과 실란은 물흡수계수가 높아지고 외부에서 알칼리회복제의 침투가 용이한 것을 알 수 있다. 그림 2의 알칼리 회복성은 중성화 촉진기 시험기에 장시간동안 중성화를 시킨 시료의 표면에 본 연구에서 사용한 알칼리회복제를 도포하고 24시간 후에 중성화된 콘크리트의 알칼리 회복정도를 알아보기 위해서 실시한 실험결과에 의하면, 아질산계의 알칼리회복제(C)가 침투깊이가 깊은 것을 알 수 있다.

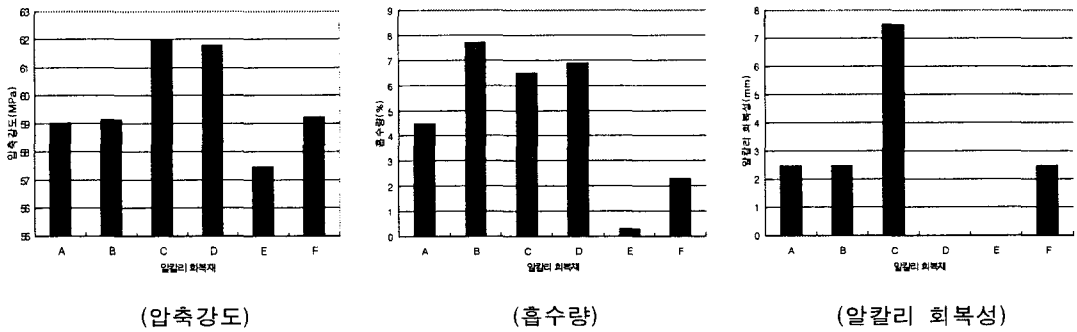
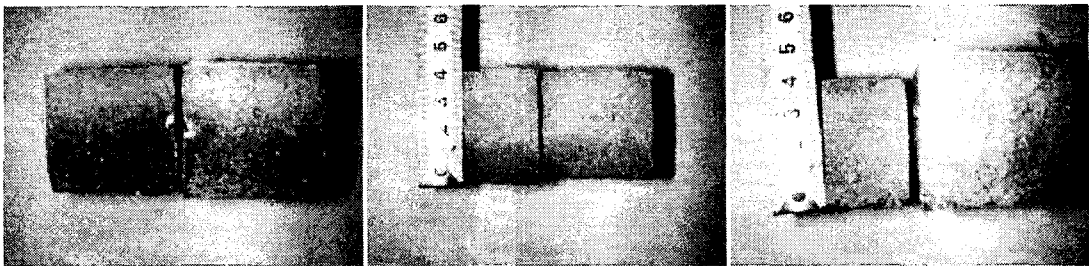


그림 2 알칼리회복제에 따른 실험결과 비교

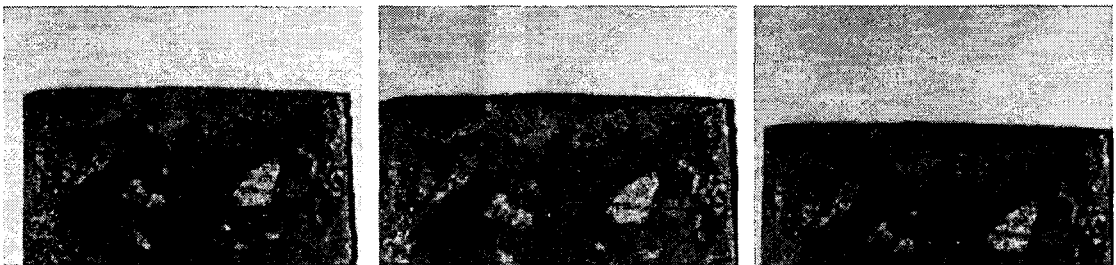


알칼리회복제 B

알칼리회복제 F

알칼리회복제 E

그림 3 알칼리회복제에 따른 흡수 모습



알칼리회복제 D

알칼리회복제 A

알칼리회복제 C

그림 4 알칼리회복제에 따른 알칼리 회복성(침투깊이) 모습

표 2는 전체적인 시험결과를 표시한 것으로 현재 현장에서 사용하고 있는 알칼리회복제의 많은 종류

가 중성화된 콘크리트의 알칼리성능을 회복시키는데 어려움이 있는 것을 알 수 있다. 그리고 많은 종류의 알칼리회복제는 물에 용해되어있으므로 시험결과 물흡수성이 우수함에도 불구하고 알칼리 회복 능력이 떨어지는 이유는 중성화된 콘크리트에 알칼리회복제를 도포할 경우에 주로 물만 콘크리트내부로 침투되고 알칼리성분은 콘크리트 표면에 그대로 남아있기 때문인 것으로 예상된다.

표 2 실험결과

종류	압축강도(28일), MPa	흡수량(%)	알칼리회복성(mm)
알칼리회복제 A	59.0	4.5	2-3
알칼리회복제 B	59.1	7.7	2-3
알칼리회복제 C	62.0	6.5	5-10
알칼리회복제 D	61.8	6.9	0
알칼리회복제 E	57.5	0.3	0
알칼리회복제 F	59.2	2.3	2-3

### 5. 결론

알칼리회복제를 이용한 재알칼리화 공법은 공정이 간단하고, 경제적이지만, 알칼리회복제의 침투 깊이가 정도에 따라서 콘크리트의 강도와 내구성이 현저하게 달라지고, 검증절차가 불분명하기 때문에 공법에 대한 신뢰성이 떨어져 있는 상태이다. 따라서 성능이 우수한 알칼리회복제의 개발 및 침투깊이를 최대화 할 수 있는 공법개발이 필요한 형편이다. 그리고 알칼리회복제의 성능을 향상시키기 위해서는 중성화된 콘크리트를 알칼리화 시킬 수 있는 화학조성물을 콘크리트 내부에 많이 침투 시킬 수 있는 용매제의 개발이 필요한 것으로 사료된다.

### 참고문헌

1. 류금성, 고경택, 김성욱, 김도겸. 콘크리트 구조물의 내구성능 저하를 방지하는 침투형 성능개선제 개발. 한국콘크리트학회지, Vol.17, No.4, pp489-498, 2005년
2. 이상호, 문한영. 규불화염계 혼화제가 콘크리트의 물성에 미치는 영향. 한국구조물진단학회, 제9권 제3호, 2005년 7월
3. 김무한, 강석표, 유재강, 권영진. 침투성 알칼리부여제 도포에 의한 중성화된 콘크리트의 알칼리성 회복성능에 관한 실험적 연구. 한국콘크리트학회지, Vol.13, No.1, pp9-15, 2001년
4. 송병창, 김광기, 한다희. 노후화된 RC 구조물 표면보수를 위한 알칼리 회복성 표면처리제의 개발. 한국구조물진단학회, 제9권, 3호, 2005년 7월