

특 집

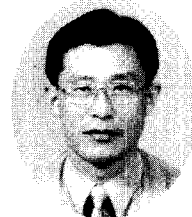
|| 노출 콘크리트 ||

노출 콘크리트 표면 마감 및 유지 관리

- Maintenance and Coating Method for Exposed Concrete -



장태영*



김정식**



윤준***

1. 서론

노출 콘크리트는 그 자체가 마감재 역할을 수행하므로 시공 시 발생하는 콜드 조인트나 허니콤 등 시공 결함이 직접 콘크리트 면에 나타나게 된다. 또한, 거푸집 탈형 후부터 외벽 노출 콘크리트 면은 태양광선, 비, 눈, 먼지, CO₂나 온·습도 변화 등 혹독한 환경에 직접 노출되므로 경년 변화에 따라 열화가 시작된다. 따라서, 노출 콘크리트 면을 표면 보호 없이 그대로 방치하게 되면 콘크리트 표면은 우수의 침입 및 먼지 부착으로 얼룩지게 되므로 이를 방지하기 위한 표면 보호 마감이 반드시 필요하다. 특히, 중성화, 염해, 동해 등 열화 인자가 무방비 상태에서 침입하게 되면 철근 부식에 의한 콘크리트 균열 발생과 함께 녹물에 의하여 노출 콘크리트 면이 크게 손상을 받을 뿐만 아니라 구조물의 구조적 안전성 문제를 초래할 가능성이 매우 높으므로 표면 보호 마감과 함께 열화가 발생된 후에는 적절한 보수 시공이 필요하다. 한편, 노출 콘크리트 내벽의 경우도 외벽만큼 열화 원인이 가혹하지는 않지만 표면 마감을 실시하지 않은 경우, 시멘트 분진의 비산 및 중성화 현상에 의하여 노출 콘크리트 면이 손상받게 되므로 적절한 표면 보호 마감이 필요하다.

일반적인 노출 콘크리트 표면 보호 마감재로서는 실리콘 계통

의 도포 함침형 표면마감재 또는 아크릴, 우레탄계 및 불소계 등의 발수제 도료가 사용되고 있지만 이들 재료는 경년 변화에 따라 표면 발수 효과가 저하하여 콘크리트 표면 보호 효과가 떨어지게 된다. 따라서, 노출 콘크리트 구조물의 장점을 살리고 내구성을 향상시키기 위해서는 노출 콘크리트 공사 전반에 걸쳐 표면 마감 및 유지 관리에 관한 특별한 배려가 필요하다.

본고에서는 이러한 관점에서, 노출 콘크리트 구조물의 내구성 향상을 위한 기초 자료를 제공하기 위하여 우선, 노출 콘크리트 내구성 향상을 위한 노출 콘크리트 표면마감재를 살펴보았다. 또한, 신축 및 기존 노출 콘크리트에 발생하는 결함의 보수 공법에 대하여 검토하였다.

2. 노출 콘크리트 구조물의 표면 마감

노출 콘크리트는 콘크리트 그 자체로서 노출면이 최종 마감면이 되기 때문에 중성화, 염해, 동해 등 각종 열화 원인으로 인하여 구조물의 내구수명이 단축되는 요인을 가지고 있다. 따라서, 현장에서는 노출 콘크리트를 적용한 구조물의 콘크리트 표면 보호를 위하여 발수제 계통의 표면마감재를 도포하여 사용되어 왔지만 기존 발수제는 단순히 물의 침입을 억제하는 발수성만이 강조되어 왔기 때문에 발수제 시공 후 불과 2~3년 정도에서 발수 성능이 없어지는 경우가 많으며, 또한, 발수제 도포에 의한 노출 콘크리트 내구성 검토 자료도 매우 부족한 실정이다. 또한, 이러한 노출 콘크리트 구조물의 표면마감재는 포러스한 콘크리트 공

* (주)혁신산업 대표이사

** 정회원, (주)혁신산업 기술연구부 부장

*** (주)혁신산업 기술연구부 선임연구원

극을 충전함으로써 콘크리트 표면 강도를 향상시킴과 동시에 발수성이 있는 투명한 피막을 입혀 물의 침입 및 이산화탄소와 염분 등의 열화 인자를 근본적으로 차단하는 고내구성 표면마감재료 및 공법으로의 개발이 요구된다. 노출 콘크리트 구조물의 내구성 향상 및 특유의 색채 및 질감을 보호하기 위한 표면마감재의 종류 및 성능, 시공 방법은 다음과 같다.

2.1 노출 콘크리트 표면마감재 분류

현재 국내에서 사용되고 있는 표면마감재의 종류에는 <그림 1>과 같이 도막형성형과 도포침투형 및 이를 병용 사용한 복합형(도막+침투)이 있다.

(1) 도막형성형 표면마감재(도료)

일반 건축용 도장에 사용되는 마감재(도료)로서 건조 형태로부터 열가소성형과 반응경화형의 2종류로 나누어진다. 전자는 마감재 성분 일부가 증발 등의 물리적 변화만으로 도막을 형성하는 것으로 아크릴 수지 도료 등의 1액형 도료이다. 후자는 마감재 성분들이 서로 반응하거나 혹은 대기 중 수분 등과 화학 반응을 일으켜 도막을 형성하는 것으로 폴리우레탄 수지 도료 등의 2액형 도료이다. 노출 콘크리트 마감면의 경우, 표면 도막은 거의 무색투명으로 한정되기 때문에 안료 등의 첨가·혼합에 의한 내후성 강화는 그다지 기대할 수 없다. 즉 도료의 성능은 도막을 형성하는 합성수지의 종류에 따라 결정되어진다. 이러한 점에서 1액형 도료보다는 2액형 도료가 합성수지가 강하고 내수성 등의 내구성이 우수하다. 단 최근에는 불소와 규소 등의 무기계 재료와의 하이브리드형 합성수지를 사용하여 종래의 2액형을 1액형으로 한 내후성 높은 상품도 나오고 있다.

(2) 도포침투형 표면마감재

도포침투형 표면마감재는 도막을 형성하여 콘크리트를 보호하

는 마감재가 아니라 마감재 성분이 콘크리트의 다공질성을 이용하여 내부에 함침되고 화학 반응을 발생하여 굳어지거나 흡수방지층을 형성하여 콘크리트 표면층을 강화시키는 타입이다. 여기에는 실리콘계와 비실리콘계의 2타입이 있다.

1) 실리콘계

규소(Si)에 의하여 고분자화된 성분으로 ① 저분자 화합물인 실란 화합물이 콘크리트 성분과 화학 반응을 하여 강화하는 타입 ② 어느 정도 고분자로 되어있는 실리콘을 사용하여 콘크리트 표면층의 다공질 부분에 침투하여 강화하는 타입이다.

2) 비실리콘계

비실리콘계의 대표적인 타입에는 ① 도막형성형 마감재 합성수지로 되기 전의 저분자 성분을 도포하는 것으로 콘크리트 다공질 내에 함침하여 화학 반응을 일으키는 것 ② 고분자화하여 콘크리트 다공질을 봉공·고화하는 것으로 나뉘어진다. 이것들은 외부에서 물의 침입에는 저항하지만 막을 형성하지 않기 때문에 통기성이 있다는 이점을 갖는다. 반면, 도료와 비교하여 약간 내후성은 떨어지는 경향이 있고 특히 도시부에 있어서는 발수 효과를 기대할 수 있는 기간이 짧은 것이 일반적이다.

(3) 복합형

침투와 피막을 동시에 형성하여 노출 콘크리트의 내구성을 향상시킨 방법으로 근래에는 이러한 표면마감재를 이용하여 노출 콘크리트를 완성하는 예가 늘어나고 있으며, 표면마감재로 인한 노출 콘크리트 면이 길어지는 것을 방지하는 기술도 개발되어 있다. 한편, 노출 콘크리트 면에 시공하는 무색투명 마감재는 일반 도료나 마감 도료와 달리 착색, 텍스처형 형성을 위한 안료, 골재 및 충전재를 포함하지 않는다. 그 종류는 여러 가지가 있지만 보통 <그림 2>와 같이 분류할 수 있으며, <표 1>에 이들의 성능을 나타낸다.

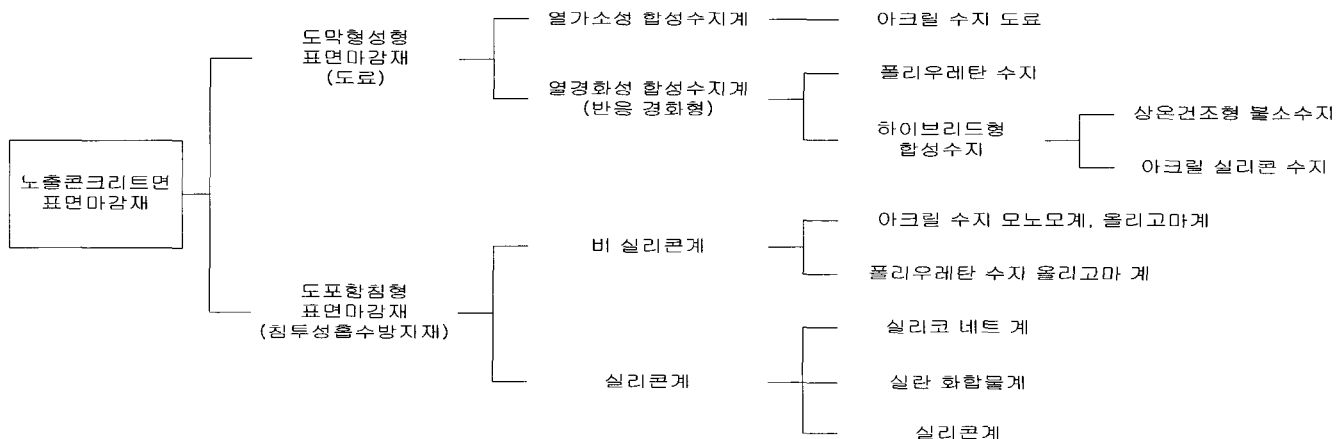


그림 2. 노출 콘크리트 표면마감재 분류

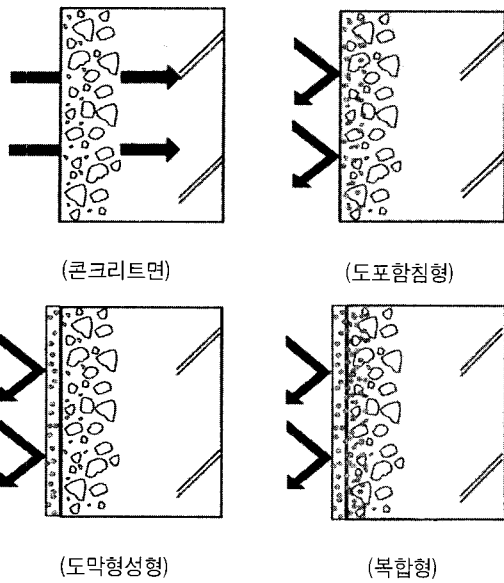


그림 1. 노출 콘크리트 표면마감재 종류

표 1. 노출 콘크리트 표면마감재의 성능

표면마감재 종류		성	인	작업성	건조성	내수성	내알칼리성	내온냉사이클	내흡수성	발수성	투습성	차염성	중성화억제	내후성표준지역	가격
도막형성형	아크릴 수지도료(E)	◎	○	△	○	△	△	-	△	△	△	△	△	A	A
	아크릴 수지도료	○	◎	○	○	○	○	-	-	○	○	○	○	B	B
	폴리우레탄 수지도료	○	○	○	○	◎	◎	-	△	◎	◎	◎	◎	C	C
	실리콘아크릴 수지도료	○	○	◎	◎	◎	◎	-	△	◎	◎	◎	◎	E	D
	상온건조발수 수지도료	○	○	◎	◎	◎	◎	-	△	◎	◎	◎	◎	E	E
도포함침형	아크릴 수지모노머	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	A	C
	폴리우레탄 수지오리고마	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	B	D
	실리콘네트계	○	○	○	○	○	○	○	○	◎	○	△	△	B	D
	실란계	○	○	○	○	○	○	○	○	◎	○	△	△	B	D
	실리코계	○	○	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	△	△	B	C

내후성(표준내용년수) A: 3~5년 B: 5~7년 C: 7~9년 D: 9~11년 E: 11년 이상
 가격 A: 100% B: 200~300% C: 300~350% D: 350~400% E: 400% 이상

2.2 노출 콘크리트 표면마감재로서의 발수제 원리

수면 위를 움직이는 소금쟁이나 물방울을 대굴대굴 떨어뜨리는 연꽃 잎 등은 모두 물이 걸돈다. 그러나, 건조한 지면은 즉시 물방울을 흡수해 버린다. 이와 같이 물에 좀처럼 젖지 않는 것과 젖기 쉬운 것이 있음은 누구나 가 알고 있지만 그 원인을 설명하게 되면 접착각이라든지 표면장력이라는 전문용어가 튀어나오는데, 비교적 알기 쉬운 것은 접착각(θ)의 개념일 것이다. <그림 2>에 나타난 것처럼 직관적으로 θ 가 90° 이상이 되면 뭔가 젖지 않는 듯한 느낌이 들것이다. 일반적으로 표면장력이 큰 액체

일수록 접착각은 커지고, 또 접착각이 클수록 액체를 튀기는 성질이 크다. 액체가 물일 경우 매끄러운 고체 표면에서 접착각이 100° 를 넘으면 물은 약간 쌓여 그 표면에서 쉽게 흘러 떨어진다. 따라서 <표 2>에 나타난 바와 같이 접착각이 큰 실리코계 발수제를 노출 콘크리트에 적용하고 있는 경우가 많다.

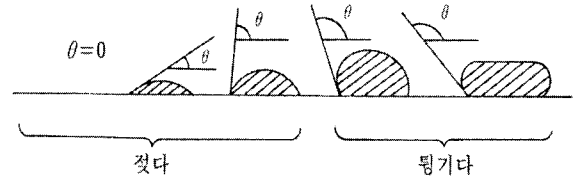


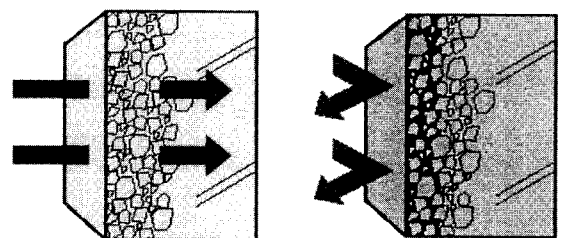
그림 2. 젖음의 척도로서 접착각

표 2. 재료별 물에 대한 접착각(θ)

재료 종류	접착각
실리콘	$100 \sim 180^\circ$
파라핀	$108 \sim 116^\circ$
스테아린산	$96 \sim 106^\circ$
폴리에틸렌	94°
유리	$1 \sim 4^\circ$
콘크리트	약 0°

2.3 노출 콘크리트 표면마감재 시공 순서

노출 콘크리트는 노출면을 그대로 두었을 경우 <그림 3>에서와 같이 물에 가용성의 $Ca(OH)_2$ (수산화칼슘)이 습기에 의해 녹아나와 공기 중의 탄산가스에 의해 백색의 $CaCO_3$ (탄산칼슘)이 된다. 또한, $Ca(OH)_2$ 가 녹아 나온 콘크리트는 심한 다공질이 되어 습기 및 탄산가스가 통과되어 현저히 강도를 잃어버린다. 그러나, 노출 콘크리트 면에 도포함침형 표면마감재를 침투시켜 표면 강도를 강화시키고 도막형성형 도료를 시공하여 막을 형성하는 복합 형태를 적용하면 노출 콘크리트 면의 공극을 막아주어 이산화탄소 등의 열화인자 침투를 막아주고 방수성이 크게 개선된다. 노출 콘크리트 표면마감재는 일반적으로 ① 하지 조정 ② 하도 ③ 중도 ④ 상도의 공정 순으로 구성된다. 각 공정은 각각의 목적을 가지고 있으며 각 층의 조합으로 전체적인 성능을 발휘하게 된다. 예를 들면, <표 3>과 같이 불소수지 도장은 실란계 침투형 발수제와의 조합에 의해 효과적인 표면 마감을 구성할 수 있다.



(표면 마감 전)

(표면 마감 후)

그림 3. 노출 콘크리트 표면 마감 효과

표 3. 상온건조형 불소수지 표면 마감의 공정 예

공정	도장 종류		도료·기타	희석 비율	표준 막 두께	도포량	방치 시간
	A종	B종					
1	하지 조정	● ●	하지 조정에 준한다. 특히 피도장면을 검사하여 잘 건조시킨다. 도장에 지장이 있는 부착물·더러움은 제거하고 손상된 부분은 보수한다.				
2	하도	● ●	침투형 흡수방지제(1회) 침투형 흡수방지제(2회)	롤러 또는 스프레이 100/0	-	0.10~0.12	지속 건조 16시간 이상
4	중도	● -	콘크리트용 불소수지 중도	100/0 ~10	30~40	0.15~0.17	16시간 이상
5	상도	● ●	콘크리트용 불소수지 상도	100/40 ~50	15~25	0.10~0.13	3시간 이상
6	상도	● ●	콘크리트용 불소수지 상도	100/40 ~50	15~25	0.10~0.13	-

2.4 노출 콘크리트 표면마감재의 변천

노출 콘크리트 표면마감재는 <그림 4>에 나타낸 바와 같이 처음 실리콘 계통으로 콘크리트 방수성 부여를 목적으로 시작하여 현재는 콘크리트 구체의 내구성 강화와 더불어 표면 강화를 시켜주는 방법인 복합 공법의 단계에 와있으며, 금후, 수성 재료(수계)로 고내후성을 발휘하는 재료로 변천할 것으로 예상된다.

표 4. 노출 콘크리트 표면마감재 성능 비교

항목 및 내용	제품별	일 반 실리콘계 발수제	A사 제품 수용성무기 발수제	K사제품 실리콘계 발수제	K사제품 불소수지 페인트	H사 침투성 + 피막형 발수제
도포량	침투량/피막	50/ 피막 없음	10/ 피막 없음	50/ 피막 없음	침투 없음 /50μ	60/50μ
통기성	외부의 수분차단 내부의 수분배출	△ ◎	× ◎	△ ◎	× ×	○ ○
방수성	물에 침지 (1시간)	△	×	△	○	○
침투깊이	⑤⑥코팅제(페인트)	1.5~2mm	2mm	1.5~2mm	없음	4mm
표면경도	미쓰비시유니언필 (화학적)접착력강화, 강도보강	없음	없음	없음	H	2H
표면보호 (보수면)	(물리적)피막에 의한 보호	×	△	×	×	◎
		×	×	×	◎	◎
내구성	②③⑤⑥콘크리트 흡수율에 결정	× 2~3년	5년 이내	× 1~2년	10~12년	◎ 우수 함
표면오염	외부오염 (그리스, 오일, 산의 침투)	×	×	×	◎ 청소가능	◎ 청소가능
동해	⑤⑥내부수분에 의하여 결정	○ 초기효과	5년 이내	○ 초기효과	×	◎ 우수 함
중성화 방지	CO2 및 이황산가스차단	○ 초기효과	5년 이내	○ 초기효과	3~5년후 발생	◎ 우수 함
광택	거울면 반사 60°	× 없음	× 없음	× 없음	◎ 우수 함	○ 광택효과 있음

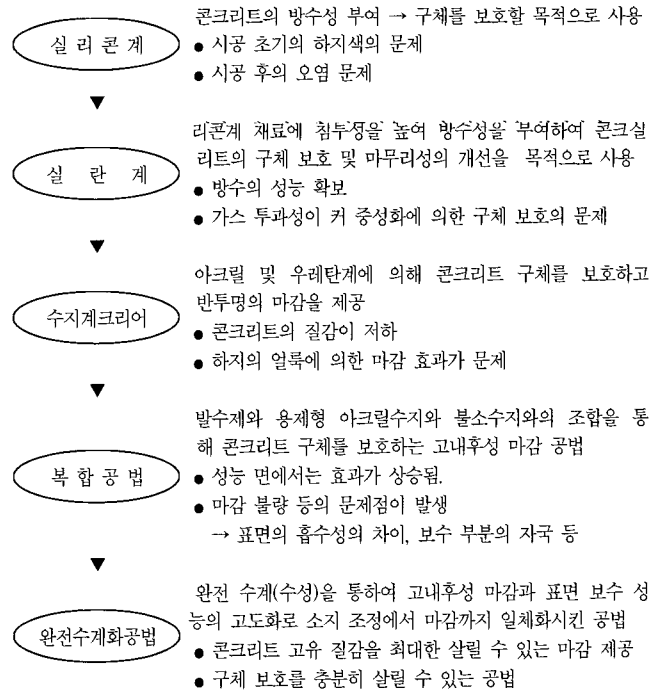


그림 4. 노출 콘크리트 표면마감재의 변천

2.5 노출 콘크리트 표면마감재 성능 비교

국내에서 생산되는 표면코팅제를 대상으로 1996. 5. 22 ~ 1997. 6. 16(13개월 간) Mock-up 실험을 실시하여 본 결과 <표 3>에서 보는 바와 같이 복합형(침투 및 피막)의 표면마감재

효과가 우수한 것으로 나타났다.

3. 노출 콘크리트 먼 결합 종류

노출 콘크리트 구조물은 신축시 시공 하자에 의한 결합이 발생될 뿐만 아니라 경년 변화에 따라 결합이 발생된다. 이하에, 노출 콘크리트 면에 발생하는 결합 종류를 나타낸다.

3.1 신축 노출 콘크리트 구조물의 시공 결합

(1) 콘크리트 색채 얼룩

노출 콘크리트 색은 시멘트 종류와 골재 색에 따라 다소 영향을 받는다. 그러나 시멘트 색이 콘크리트 얼룩을 일으키는 것은 아니며, 타설 중 시멘트 종류가 바뀌거나 골재 종류가 바뀔 경우에는 색채 조정이 어렵게 된다. 따라서 한 건축물을 완성하기까지는 콘크리트 상태가 변하지 않도록 유지하는 것이 바람직하다. 또한, 재료가 일정한 상태에서 타설된 콘크리트라도 과도한 진동이나 철근 등의 장애, 과다 물시멘트비에 의한 재료 분리 등으로 콘크리트 구성 재료가 균일하지 못하거나 잉여수가 편재되어 있어 수화 진행 과정이 다른 경우 얼룩이 생긴다.

(2) 이어치기

콘크리트 이어치기는 불가피하게 생기는 것으로 최소한으로 해야 하며, 이 부분은 누수나 철근 녹 발생의 원인이 되기도 한다. 따라서 노출 콘크리트 경우에는 레이턴스를 완전히 제거하고 타설 전에 충분히 물을 뿌려 부착을 원활히 하며, 특히 이 부분에서 시멘트 페이스트 및 물 빠짐 현상 등이 발생되기 쉬우므로 정밀한 거푸집 조립과 변형에 주의하여야 한다.

(3) 콜드 조인트

콜드 조인트는 노출 콘크리트의 치명적인 외관 결함으로서 하절기에는 기온이 높아 발생 빈도가 높으므로 콘크리트의 운반 시간, 부어넣기, 다짐 등을 고려하여 타설 부위의 규모나 인력의 배치를 포함한 시공 계획을 검토하여야 한다. 특히 노출 콘크리트는 슬럼프가 작을 경우 충전성이 떨어져 재료 분리가 일어나기 쉬우므로 고유동 콘크리트로의 적용이 한 방법이며, 기온이 높아질 경우에는 지연제 등을 사용하여 응결 시간을 조절하는 등의 대책이 강구되어야 한다.

(4) 모래 무늬

모래 무늬는 콘크리트 타설 시 비중이 높은 시멘트(약 3.15)와 골재(약 2.6)가 다짐에 의하여 침하하고 비중이 낮은 물(약 1.0)이 거푸집 면으로 밀려나와 블리딩수로 상승하거나 거푸집 사이로 새어 나온 결과 콘크리트 표면에 모래만이 남아 있는 현

상으로 물시멘트비가 높은 콘크리트를 사용할 경우에 특히 심하게 나타난다.

(5) 재료 분리

재료 분리란 과도한 슬럼프의 콘크리트를 사용하거나 다짐을 매우 심하게 한 경우 비중이 높은 골재가 모르타르와 분리하는 현상으로 이러한 부분은 노출 콘크리트 전체 면을 손상시킬 뿐만 아니라 콘크리트의 내구성을 크게 저하시키므로 반드시 적절한 보수를 실시해야 하며, 콘크리트 타설 중에는 반드시 억제해야 한다.

(6) 콘 주변의 색차

거푸집 간격 유지를 위하여 사용되고 있는 노출 콘크리트에서 콘 구멍이 거푸집과의 밀착이 되지 않았을 경우, 또는 물이 새서 시멘트페이스트가 콘 주변으로 집중된 경우는 콘 주변이 검게 변하여 노출 콘크리트 면의 이미지를 손상시키는 경우가 있다.



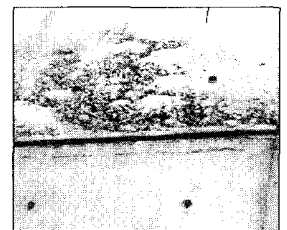
(얼룩)



(이어치기)



(모래 무늬)



(재료 분리)

그림 5. 신축 노출 콘크리트 구조물의 결함 종류

3.2 기존 노출 콘크리트 구조물의 결함

(1) 노출 콘크리트 표면마감재의 열화

노출 콘크리트 면은 시간이 경과함에 따라 도막색이 변하거나 광택도가 저하한다. 또한, 도막 자체는 대기중의 먼지에 의하여 오염되게 되며 도막은 마모, 들뜸, 균열, 박리, 박락 등이 발생하므로 이를 정기적으로 점검하고 보수하는 유지관리 계획을 세우는 것이 중요하다.

(2) 노출 콘크리트 표면 백화 현상

노출 콘크리트 면에 발생하는 결함 중 백화 현상이란 용액

이 증발하고 남은 잔재를 뜻하는 말로서, 1차 백화와 2차 백화로 나눌 수 있다. 1차 백화는 콘크리트 비빔수에 용해된 백화 성분이 시멘트 경화체의 건조에 의해 석출되어 표면이 희게 보이는 경우로 보통 bleeding수에 의한 것이며, 2차 백화는 강우수(降雨水), 지하수, 양생수 등 외부의 물이 어느 정도 건조한 경화체의 내부에 침투하여 이것이 건조에 의하여 콘크리트 중의 가용성 성분을 표면에 도출하여 선출되는 경우 혹은 가용성분을 함유한 물이 경화체 표면에 계속적으로 흘러이 물이 경화체 표면에서 증발 건조하여 백화 성분들을 표면에 남게 하는 경우 등이다. 1차 백화는 일반적으로 시공 후 몇 일 내에 표면화되지만, 거의 균일하게 발생되며, 시멘트 색과 비슷하여 크게 문제가 되지 않지만, 2차 백화는 콘크리트 면의 미관을 현저하게 손상시키기 때문에 특히 문제가 된다. 노출 콘크리트 백화 방지 대책으로서는 물시멘트비가 적은 콘크리트를 사용하고 충분히 치밀한 조직의 시멘트 경화체가 되도록 시공하며, 콘크리트 표면에 물이 접근되지 않도록 하는 것이 중요하다.

(3) 철근 부식 균열 발생

노출 콘크리트는 표면마감재에 의한 마감이 전부이므로 대기 중의 이산화탄소에 의하여 콘크리트가 중성화하고 그로 인하여 철근이 부식하여 균열 발생 및 녹물이 흘러내리는 경우가 있다. 또한, 해안가에 축조되는 구조물의 경우는 해염 입자가 콘크리트 부로 침입하여 철근이 부식되는 경우도 발생하며, 극한지에서는 콘크리트의 동결 융해가 진행되어 콘크리트에 균열이 발생되고 이로 인하여 철근 부식과 함께 녹물이 흘러내리는 경우가 있다. 따라서, 노출 콘크리트의 경우는 반드시 외적 환경 열화 인자의 침입을 억제할 수 있는 표면마감재의 선택이 필요할 뿐만 아니라 콘크리트 자체의 성능도 일반 콘크리트보다 높여서 이러한 내구성 저하를 방지하는 것이 매우 중요하다.

(4) 실링재의 열화

노출 콘크리트 외벽의 신축 줄눈 및 창 주변에 사용되는 실링재는 일사나 풍우에 노출되면 접착면이 박리하거나 실링재가 파단하는 경우도 있으며 먼지가 달라붙어 오염의 발생 원인이 되기도 하므로 이에 대한 대책이 필요하다.



그림 6. 노출 콘크리트 얼룩

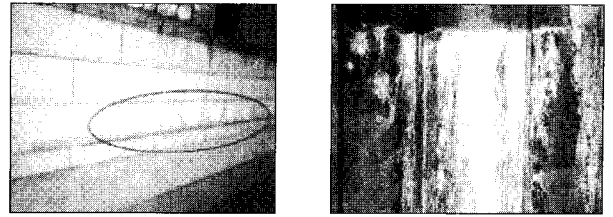


그림 7. 노출 콘크리트의 백화 현상

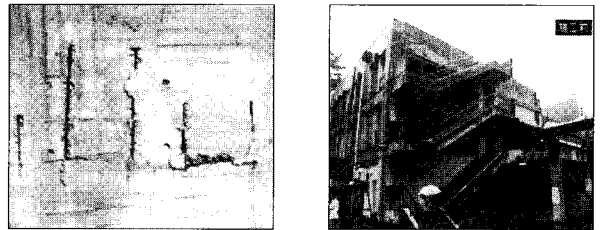


그림 8. 노출 콘크리트 철근 부식 및 균열 발생

4. 노출 콘크리트 표면 보수 및 유지 관리

4.1 노출 콘크리트 표면 점검 항목 및 점검 방법

노출 콘크리트는 그 특유한 질감 및 과거의 사용 실적에서 유지관리가 불필요하다고 생각되는 면이 많지만 위에서 살펴본 바와 같이 시공시 하자 발생 및 경년 변화에 따른 열화 현상이 실제 발생하고 있다. 따라서, 내구성이 우수하며 질감 및 색채를 영원히 유지할 수 있는 노출 콘크리트를 유지 관리하기 위해서는 <표 5>와 같은 항목에 대하여 주기적인 점검이 필요하며, 필요시 는 결합 원인을 목시뿐만 아니라 비파괴, 준 비파괴, 또는 화학 분석에 의하여 그 원인을 정확히 밝혀내는 것이 중요하며 이에 따라 적절한 보수를 실시하는 것이 필요하다.

표 5. 노출 콘크리트 표면 점검 항목 및 점검 방법

점검 항목	점검 방법	
표면 마감재	변퇴색	목시에 의해 변퇴색 관찰
	광택 저하도	목시에 의해 광택 저하 관찰
	백화	도막면을 손가락으로 강하게 눌러 분말상 부착 확인
	오염	목시에 의해 오염 유무를 관찰
	들뜸	목시 또는 손가락으로 들뜸과 그 범위 관찰
	균열	목시, 도막만의 균열인가 하지 콘크리트 균열인가 확인
	박리	목시, 박리가 콘크리트 표면 부분을 포함하는가 확인
콘크리트	마모	목시로 막 두께 감소 확인
	오염(녹)	목시로 녹 발생 유무 및 범위 확인
	균열	목시로 균열 형상 파악 및 균열 발생 원인 추정
	들뜸	목시, 들뜸부 철근 부식 유무를 확인
	박락	목시로 콘크리트 박락 부위 관찰
실링재	누수	목시로 누수 또는 누수 흔적 유무를 관찰
	주름	목시로 주름 발생 관찰
	변퇴색	목시로 변퇴색 관찰
	변형	목시로 변형 유무 관찰
	파단	목시로 파단 상황과 누수 유무 관찰

4.2 노출 콘크리트 표면 보수 방법

노출 콘크리트 구조물은 건설 후 표면 보수를 실시하는 경우도 있지만 준공 후 수년에서 전면적인 보수가 필요한 경우도 발생한다. 그러나, 현재는 보수 재료의 품질 기준이나 시공지침서가 제대로 정비되어 있지 않은 실정이며 일반적인 보수는 그 손상 정도에 따라 <표 6>과 같이 실시하고 있는 것이 현실이다.

표 6. 노출 콘크리트 표면 보수 방법

보수 방법	적용	시용 재료	경비(%)
① 콘크리트 하지를 그대로 살린 보호 방법	신설 또는 손상이 비교적 경미한 경우의 보호	실란계 침투성 흡수방지제 등	A (100)
② 노출 모양과 유사한 판재를 사용하는 방법	손상이 비교적 심하고 결손부 보수 후의 마감	색채 조절 시멘트 등	B (150)
③ 노출 모양 전사용 시트를 사용하는 방법	손상이 비교적 심하고 결손부 보수 후의 마감	전용 모르타 전사용 시트	C (300)
④ 노출 모양 판넬 피복을 사용하는 방법	손상이 비교적 심하고 결손부 보수 후의 마감	판넬, 부착용 도구	D (400)
⑤ 노출 모양 단념하고 콘크리트 색 도장 방법	손상이 비교적 심하고 결손부 보수 후의 마감	실리카계 무기 도료 등	A (100)
⑥ 노출 모양을 단념, 내구성 좋은 마감 도료 시공	손상이 비교적 심하고 결손부 보수 후의 마감	건축용 마감 도료 등	B (150)

* 경비는 A를 100%로 한 경우, 콘크리트 보수 비용은 포함하지 않음.

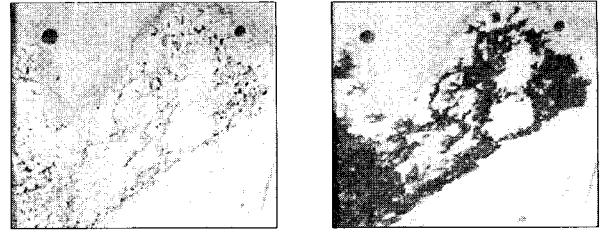
한편, 노출 콘크리트 신축시 발생하는 얼룩 및 물 빠짐 현상, 재료 분리 현상, 콘 주위의 색상 차이 등은 노출 콘크리트 구조물의 미관 및 내구성에 큰 악 영향을 미치므로 기본 바탕면을 최대한 살려주고 문제점들만을 보수하는 기술이 필요하며, 보수시에는 콘크리트 자체가 갖는 색상 및 질감으로 시공하는 것이 가장 중요하다. 또한, 경년 변화에 의하여 노출 콘크리트 면이 손상된 경우에는 그 열화 원인을 정확히 파악하여 열화 원인을 제거 또는 억제하는 보수 시스템 공법을 실시한 후 노출 콘크리트 면을 살리는 보수가 필요하다고 하겠다.

4.3 노출 콘크리트 표면 보수 작업 방법

(1) 일부분 보수 경우

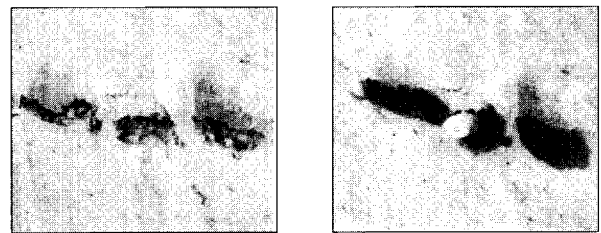
- 재료 분리 현상 부위 보수 - 보수 범위를 넓히지 않기 위하여 구멍 메꾸는 요령으로 모르타 충전, 평편하게 마무리함.
- 공동 부위 보수 - 노출 콘크리트 면 공동은 관을 통하여서 공동을 완전히 밀폐시켜 주고 나서 표면의 마무리를 실시함.
- 모서리 부위 보수 - 노출 콘크리트 결합 중 가장 중요한 곳이 모서리 및 각진 부분이며, 노출면이 아무리 아름답게 나왔다 하더라도 각이 살지 않는다면 그 건축물은 실

패라 할 수 있다. 또한, 노출 콘크리트 결합이 가장 많은 부분도 모서리 부위이므로 보수재를 이용하여 정확한 각을 형성하고 마무리하여야 함.



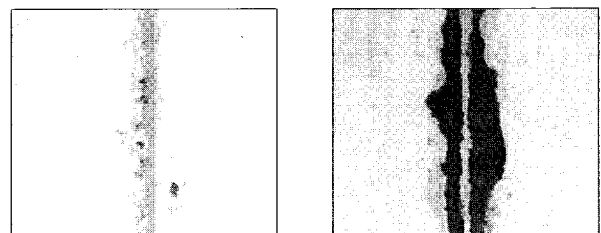
(보수 전) (보수 후)

그림 9. 재료 분리 현상 부위의 보수



(보수 전) (보수 후)

그림 10. 공동 부위의 보수

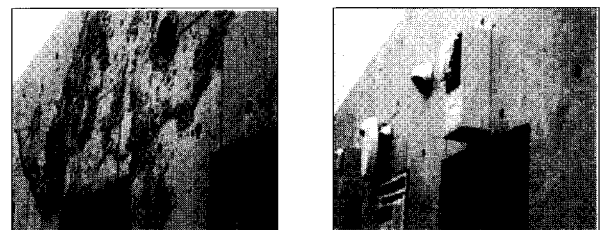


(보수 전) (보수 후)

그림 11. 모서리 부위 보수

(2) 전체 면 보수 경우

노출 콘크리트 면이 전체적으로 얼룩이나 곰보, 물빠짐 현상, 재료 분리 등이 일어난 경우에는 면 전체에 걸쳐서 보수를 실시하는 것이 효과적이다. 또한, 부분적으로 보수하는 경우에는 노출면 전체의 색차 조절에 어려움이 많으며, 특히 열화가 진행된 노출 콘크리트 건축물은 면 전체를 보수한 후 표면 코팅까지 실시하여 주는 것이 효과적이다.



(보수 전) (보수 후)

그림 12. 전체 면 보수 예

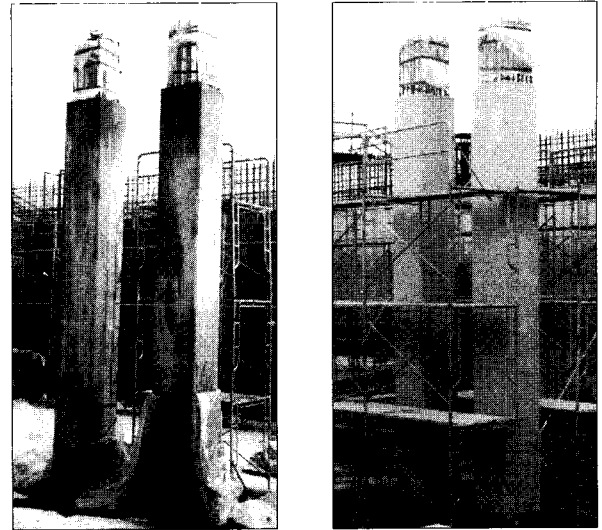


(보수 전)

(보수 후)

그림 13. 열화된 노출 콘크리트 구조물의 표면 보수

〈그림 14〉는 노출 콘크리트 결합 부분을 주위 노출 콘크리트와 같은 질감 및 색채가 나도록 보수한 후 도포 함침형 및 도막형성형 도료를 도포하는 복합형 표면마감재를 적용한 HS 공법의 순서를 나타낸 것이며, 〈그림 15〉는 실제 보수 전과 보수 후의 모습을 나타내고 있다.



(보수 전)

(보수 후)

그림 15. HS 노출 콘크리트 표면 보수 공법 시공 전후 모습

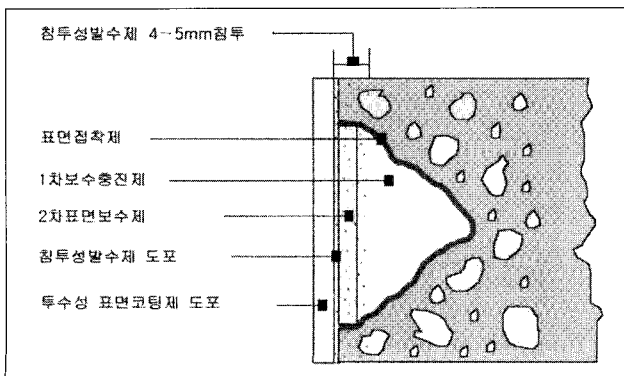
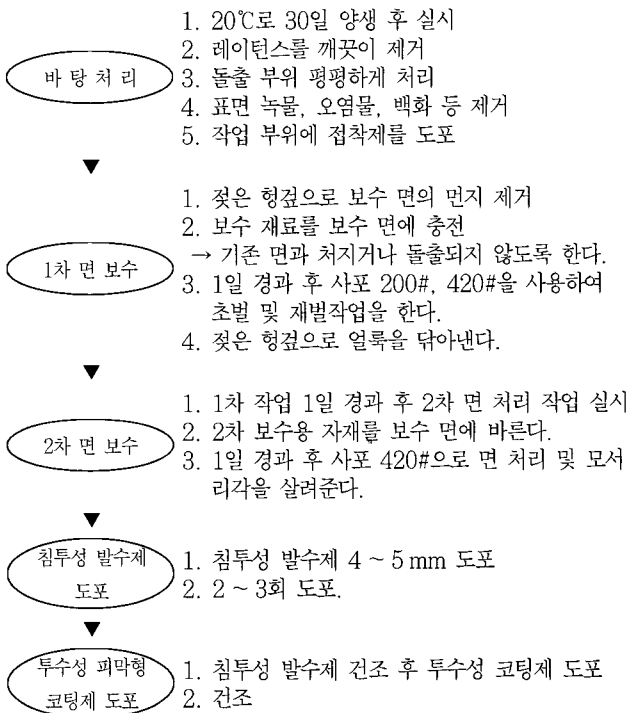


그림 14. HS 노출 콘크리트 표면 보수 공법 순서

5. 결 론

지금까지, 노출 콘크리트의 표면 마감 재료와 함께 신축 및 기존 노출 콘크리트에 발생하는 결합의 보수 공법에 대하여 살펴보았다. 지금까지 노출 콘크리트는 마감이 없는 순수한 표정으로 사람들에게 크게 사랑받아 오고 있으나, 필자는 애써 노출 콘크리트를 시공한 후 결합 발생으로 인하여 일반 도장 도료 또는 타 일이나 돌 마감으로 콘크리트 면을 마감하는 뼈아픈 예를 많이 보아 왔다.

이것은 우선 노출 콘크리트 시공 기술 부족에 기인한다고 판단되나 시공 또는 경년 변화에 따라 발생하는 결합을 보수한다는 개념이 부족하였고 이에 대한 기술 개발이 부족한 결과라 하겠다. 그러나, 최근에는 노출 콘크리트의 내구성 향상을 위한 전용 표면마감재가 개발되어 있을 뿐만 아니라 중대한 결합이라도 거의 흔적을 남기지 않고 보수하는 우수한 보수 공법이 출현하고 있다. 따라서, 노출 콘크리트를 사랑하는 사람이라면 도전하지 않는 자는 아무것도 얻을 수 없다는 진리를 가슴속에 새기면서 노출 콘크리트 면이 설사 원하는 대로 나오지 않았더라도 포기하지 말고 과감히 보수하는 용감한 행동이 필요하다고 판단된다. □

참고문헌

1. (株)建築技術, 打放しコンクリートの空間デザイン手法, vol 12.
2. 建築知識 ; 特輯 RC打放し(現場監理) 重點チェック, 1996. 9.
3. 성공적인 노출 콘크리트 적용을 위한 설계단계 고려요소, 두산건설(주) 기술연구소, 2000. 11.
4. (財)日本建築センター, 打放しコンクリート外壁の補修・改修.
5. (株)赫成産業 <http://www.jhs.co.kr>