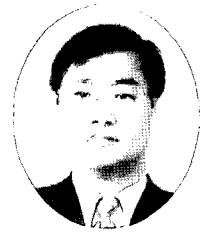


특 집

|| 콘크리트의 아름다움 ||

콘크리트 구조물의 외벽 마감 신기술

- New Exterior Finish Technology of Concrete Structures -



이헌승*

1. 서 언

콘크리트 구조물은 성형성이 매우 좋고 경제성이 우수하므로 우리 주위에서 가장 널리 사용되고 있으며, 이러한 성형성을 이용하여 구조형태로서 매우 아름다운 구조물을 축조할 수 있다. 그러나, 콘크리트 구조물은 콘크리트 자체가 갖는 표면색의 한정성을 극복하고 의장성 및 내구성 향상을 목적으로 반드시 외벽마감이 필요하며 이를 통하여 콘크리트 구조물의 아름다움을 한층 더 발휘 할 수 있다.

일반적으로 콘크리트 구조물의 외벽을 마감하는 기술로는 사용 재료 및 시공방법에 따라 크게 도료에 의한 도장 및 뿔칠공법, 모르타르나 특수 재료에 의한 미장공법, 타일이나 석재에 의한 붙임공법이 있다. 이 중에서 도장이나 뿔칠공법은 다른 마감공법과 비교하여 시공이 간편하고 시공비가 저렴하므로 대부분의 콘크리트 구조물에 적용되고 있다. 그러나 도장 및 뿔칠공법은 사용 도료에 따라 차이는 있지만 일반적으로 내구성이 우수하지 않으므로 재도장 주기가 짧아 유지관리 비용이 많이 든다는 단점이 있다. 또한, 미장공법은 주로 콘크리트 표면을 보호하는 측면과 입체적인 표면 질감을 구현하기 위한 목적으로 사용되나 보통 그 위에 도장공법이 병행하여 실시된다.

한편, 타일이나 석재의 붙임에 의한 마감 기술은 콘크리트 구조물의 내구성 향상 및 다양한 표면 형상을 구현하기에 적합하나

일반적으로 고가이며 시공에 상당한 노력이 따르게 된다.

본고에서는 이러한 관점에서 현재 콘크리트 구조물의 외벽에 직접 적용되고 있는 도장 및 미장공법을 중심으로 그 개요를 소개함과 동시에 특히, 현재 이들 공법 중에서 콘크리트 구조물의 외벽 마감 성능을 향상시키기 위한 신기술을 소개하고자 한다.

2. 콘크리트 외벽 도장 기술의 다기능화

당초 콘크리트에 도장이나 뿔칠을 하는 목적은 단지 미장성이나 의장성을 부가하는 것이었지만 최근에는 콘크리트 탄산화나 염분 침투를 억제하여 내부 철근 부식을 억제함으로써 철근 콘크리트 구조물의 내구성 향상을 목적으로 하는 경우, 도장에 의한 단열성능을 확보하는 경우, 고내구성 및 내오염성을 향상시켜 유지관리 비용을 저감시키는 목적 등 다양한 도장 기술이 재료개발과 시공법 개발에 의하여 현장 실용화되고 있다. 또한, 도장의 요구 성능이 높아져서 방수성, 항균성, 친환경성이나 균열 추종성 등의 성능이 부가되고 있으며 의장적 측면에서도 단순히 색의 다양성보다는 표면 질감의 다양성을 요구하는 추세로 발전하고 있다. 한편, 콘크리트 구조물 전체의 내구성이 중요하게 되어 생애주기비용(Life Cycle Cost)의 관점에서 외장 마감에도 우수한 내구성이 요구되게 되어 도료나 마감도재 회사에서는 내후성에 우수한 불소 수지나 아크릴실리콘 수지를 기본으로 하는 도장재료의 개발에 박차를 가하고 있으며 설계자들도 내구성이 우수한 이러한 도료를 적극적으로 채용하고 있다.

* 정희원, 한양대 초대형구조 시스템 연구센터 연구 조교수

2.1 일반 도료에 의한 도장 마감 기술^{1), 2)}

콘크리트 구조물 외벽 의장성을 향상시키는 도장 기술은 일반적으로 페인트라 불리는 도료를 사용하여 실시하며, 특히 기존에는 색만을 강조하였으나 최근에는 여러 가지 질감을 연출할 수 있는 공법들이 개발되면서 도장표면의 단조로움을 극복하려는 노력들이 실시되고 있다. <표 1>은 일반적으로 콘크리트 구조물의 외벽에 적용되고 있는 마감 도장 기술을 나타내며 <표 2>에는 주로 도장의 단조로움을 극복하기 위한 질감의 예를 나타낸다.

표 1. 콘크리트 외벽 일반 도장 마감 기술


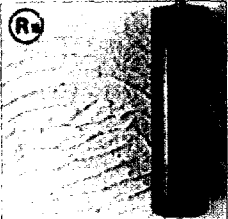

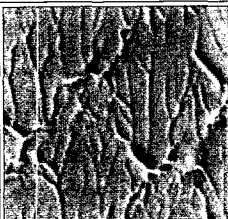
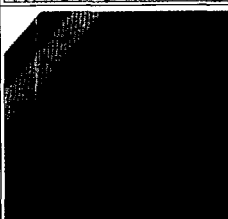
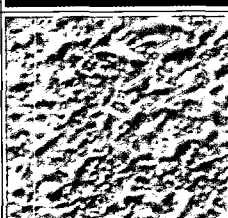
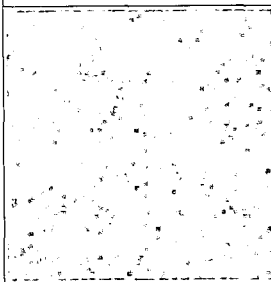
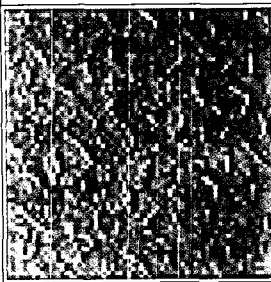
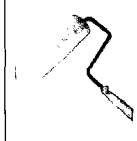



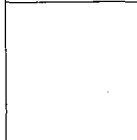
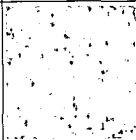
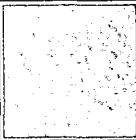
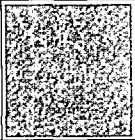
| 공법명 | 공법 사진 | 내 용 |
|------------------|---|---|
| ① 수성 페인트 일반 도장 |  | 친수성의 무기질 성분 (세라믹 성분)과 유기질 성분이 복합되어 있음. |
| ② 탄성 롤러 무늬 도장 공법 |  | 아크릴 수지와 무기질 재료를 주원료로 제조된 것으로 특수무늬롤러로서 부드러운 질감의 다양한 무늬모양을 부여하며 내수성, 내구성, 방음성, 탄성력이 우수한 도장공법. |
| ③ 탄성 에멀전 뿔칠 도장 |  | 벽체 및 천정면에 아크릴 수지와 무기질 재료를 주 원료로 한 도료를 도장. 스프레이도장으로 부드러운 질감을 부여하며 내수성, 내구성, 방음성, 유연성 등이 우수한 도막을 형성 |
| ④ 고탄성 에멀전 무늬 도장 |  | 고탄성 수성 도료를 뿔칠하여 건물 내·외부의 수축 팽창에 의한 균열을 방지하며 수용성이므로 화재 및 냄새가 없어서 현장작업이 용이한 무늬 도장공법. |
| ⑤ 외단열 도장 공법 |  | 단열 시공 시스템으로 발포 단열재판을 건물 외벽에 부착시키고 그 위에 다양한 색상의 무늬 질감의 도료를 미장 도포하여 마감하는 것으로 에너지 절약 및 경계성을 부여하는 외벽 단열 도장공법. |
| ⑥ 에폭시 본타일 도장 공법 |  | 열경화성 수용성 에폭시 수지로 제조된 뿔칠도료를 내·외부 벽면에 타일상의 입체무늬를 형성시켜 건물을 한층 더 고급화 시켜주는 도장공법. |

표 2. 콘크리트 외벽 도장 표면의 질감 형성 방법 예

| 공 법 | 도장 마감면 질감 | | | |
|---------|---|---|---|---|
| | 별집무늬 | | 과두무늬 | |
| ① 롤러 무늬 |  |  |  |  |
| |  |  | | |
| ② 뿔칠 무늬 | 평 뿔칠 | 구슬 모양 | 헤드 컷트 | 규사 뿔칠 |
| |  |  |  |  |

2.2 방오성 도료에 의한 도장 마감 신기술³⁾

<그림 1>은 해안에서 약 800 m 밖에 떨어지지 않은 지역에 철근 콘크리트 프리캐스트로 지은 리조트 시설로 내구성 저하가 우려된 구조물이다. 이러한 조건에서 외벽 도장마감의 검토를 실시한 경우에 요구되는 성능은 <표 3>과 같으며 이에 적합한 도료 및 도장공법을 선택함으로써 콘크리트 구조물의 아름다움을 장기적으로 도모하고 있다. 특히, 본 건물에서는 방오성 도료를 채용하고 있는 것이 특징이다. 외장용 도료의 오염을 방지하는 방법은 일반적으로 도막 표면의 친수성을 높이는 방법이 사용되고 있다. 그 메커니즘은 <표 4>와 같으며 무기질성분을 도막표면에 응집시켜 친수성을 갖는 도막표면은 대전성이 억제되어 오염물질이 부착하기 어렵고 무기질 성분이 높은 밀도로 배열되어있는 표면은 오염물질이 침투하는 것을 억제하고 높은 표면경도에 의해 오염물질의 부착이 어렵게 하고 있다. 또한, 친수성의 도막표면은 물이 접촉하기 쉽게 되어 오염물질을 씻어 내리는 특성을 가지고 있다.

한편, 이와 같이 염해 환경에 놓여지게 되는 구조물에 있어서

표 3. 콘크리트 외벽 도장 요구 성능 예

| 성 능 | 내 용 |
|---------|---|
| 내후성 | 장기간에 걸친 외부 노출 환경에 따라 도막의 변색, 팽창 및 들뜸, 균열, 박리, 박락 등에 대한 저항성. |
| 방오성 | 도막표면이 현저하게 오염되지 않고, 특히 빗물과 먼지가 엉켜 흘러 얼룩오염이 발생하지 않을 것. |
| 차염성 | 해염입자에 기인하는 대기 중의 염분 침투를 억제. |
| 탄산화 저항성 | 콘크리트의 탄산화를 억제. |
| 내구성 | 장기간에 걸쳐 상기의 성능을 유지할 것. |



그림 1. 프리캐스트 콘크리트 외벽에 방오성 도료를 적용한 리조트 건물

는 <그림 2>와 같이 콘크리트의 균열에 대한 추종성이 좋고 두꺼운 도막을 구성하여 염소이온 및 이산화탄소의 침투를 억제할 수 있는 탄성 마감 재료가 널리 사용되고 있으며 부가적으로 방수성능을 이용한 동해 위험성도 저감시킬 수 있다.

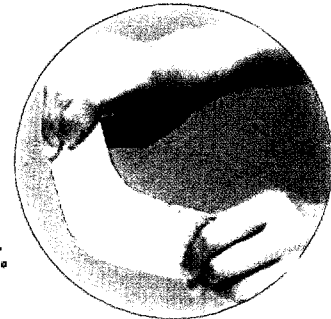


그림 2 고탄성 아크릴 고무계 도막

표 4. 방오성 도막의 경화과정 및 특징

| 모식도 | 특징 | 내용 |
|-----|--------------|--|
| | ① 도막의 상태 | 친수성의 무기질 성분 (세라믹 성분)과 유기질 성분이 복합되어 있음. |
| | ② 세라믹 복합화 | 무기질 성분이 표면에 배치되어 있음. |
| | ③ 도막의 경화 | 오염되기 어렵고 내구성이 높은 도막이 완성. |
| | ④ 도막의 낮은 대전성 | 도막표면의 정전기를 저감시키는 것으로 오염물질의 부착을 억제함. |
| | ⑤ 도막 경도가 높음 | 경도가 높은 무기질 성분이 응집하여 배치되어 오염물질의 충돌에 의한 도막변형을 감소시키고 도막에 오염물질의 정착을 억제함. |
| | ⑥ 친수성 도막 형성 | 친수성이 있어 오염물질이 떨어지기 쉬움. |

2.3 친환경 세라믹 도료에 의한 도장 마감 신기술⁴⁾

일반적으로 세라믹 도료는 고내열성, 고내식성, 항균성능, 평활성능 등 우수한 성능을 가지고 있으나 고온에서 소성하는 단점이 있어 콘크리트 구조물의 외벽 마감도료로는 사용되지 않고 주로 강제 패널에 세라믹도료를 코팅하여 공장에서 소성한 패널 제품을 현장에서 붙이는 형태로 사용되었다. 그러나, 최근에는 상온에서도 도막을 형성시키는 세라믹도료가 개발되어 콘크리트 구조물의 외벽 마감 도료로서 그 활용성이 기대되고 있다. 특히, 세라믹도료는 조성 물질이 무기계이며 용제는 물 또는 소량의 알코올이 첨가되는 수성계 코팅제로서 도막 중에는 중금속 또는 VOC를 함유하고 있지 않은 친환경 도료이다. 또한, 필요에 따라 전기절연, 전도, 대전방지, 방오성, 열흡수성, 열방사성 등의 다양한 기능을 코팅막에 자유롭게 구현할 수 있는 장점도 가지고 있으며, 특히, 세라믹 입자 전체에 걸쳐 색을 가지고 있으므로 장시간이 지나도 도장이 탈색될 우려가 없어 일반 페인트의 탈색에 의한 재도장 유지관리 비용이 적게 되는 장점도 가지고 있다. <표 5>에 세라믹도료의 성능을, <표 6>에 세라믹도료와 일반 유기계 도료와의 성능 비교를, <표 7>에 건축분야에서 세라믹도료의 적용분야를 나타낸다.

한편, 세라믹도료는 표면 경도가 높을 뿐만 아니라 표면이 치밀하여 이산화탄소나 염소이온의 침투 억제능이 우수하며 특

표 5. 친환경 세라믹 도료의 성능

| 성능 | 내용 |
|------------|---|
| 내부식 성능 | 염소이온 및 이산화탄소 침입을 차단함으로써 염해 및 중성화에 의한 철근 부식 억제 성능. |
| 발수 성능 | 콘크리트 모체로 수분이 침투하는 것을 방지. |
| 내오염 성능 | 정전방지 효과로 오염물 부착 방지. |
| 동결융해 저항 성능 | 반복적인 온도차에 대해서도 도막 부착 성능 확보. |
| 통기 성능 | 구조물 내부로부터 발생된 수증기를 외부로 방출하여 도막의 들뜸을 방지. |

표 6. 세라믹도료와 일반 유기계 도료와의 성능 비교

| 열화 원인 | 유기 페인트 도료 | 세라믹 도료 |
|-------|----------------------|-------------------------|
| 열 | 열에 취약 → 고온 분위기 사용불가 | 내열성 600 ~ 1700 °C |
| 자외선 | 자외선에 취약 → 햇빛에 도막 파괴 | 무기 바인더의 탁월한 내자외선 성능 부여. |
| 화학약품 | 화학약품에 취약 → 용제에 쉽게 분해 | 우수한 내용제성. |
| 유독성 | VOC, 환경 호르몬 용출 | 무공해 세라믹원료 사용. |
| 산성 대기 | 도막 파괴, 모재 부식 | 염산, 황산 등에 대한 내화학성 높음. |

표 7. 건축 분야에서 세라믹도료의 활용 분야

| 분야 | 적 용 | 효 과 |
|-------|--------------|-----------------------------|
| 건축 분야 | 패적인 지하공간 조성 | 항균, 항곰팡이, 방수, 방습 |
| | 콘크리트 벽체 내/외부 | 단열, 방수, 전자파차단 및 난연 코팅 |
| | 건축 내외장재 | 초내후성 코팅 |
| | 주방조리기구 | 내열, 내오염, 비점착 코팅, 원적외선 방사 효과 |
| | 위생기구 | 내오염, 항균코팅 |
| | 난방시스템 | 보온/단열코팅, 열차폐 및 방사, 면상발열 코팅 |
| | 각종 배관 | 내외부 부식방지 코팅, 내약품성, 내개스성 |

히, 콘크리트와의 부착성능이 우수하고 작업성이 뛰어나므로 <그림 3>과와 같이 보수 시스템 공법을 구성하여 활용한다면 콘크리트 외벽의 보수공법에도 매우 적합한 재료라고 판단된다.

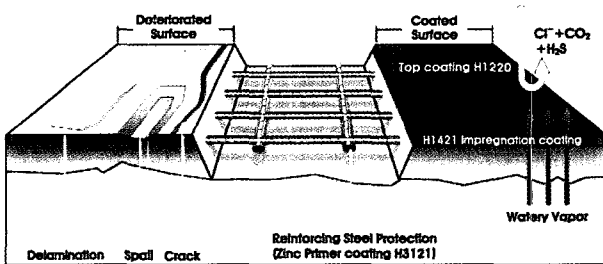


그림 3. 세라믹도료에 의한 콘크리트 외벽 보수 공법 개념도

2.4 규약토 도료에 의한 도장 마감 신기술³⁾

최근 콘크리트 구조물에 적용되는 도료 개발 연구는 지구환경 보호와 유지관리 비용 절감을 목적으로 친환경 및 고내구성 도료 개발이 활발히 이루어지고 있다. 도장에 사용되는 도료는 지금까지 유기용제를 비롯하여 VOC(휘발성 유기 화합물)를 포함하는 재료를 많이 사용하여 왔다. VOC는 Sick-House 증후군의 원인 물질로 알려져 있고 건축분야에서는 매우 중요한 연구과제이다. 이러한 해결책에는 첫째로 유기용제를 포함하지 않는 수성재료로의 변화가 일어나고 있으며, 둘째로는 유해한 화학물질을 방출하지 않는 천연소재를 주성분으로한 도장 재료의 개발이다. 그 중

에서도 가장 주목을 받고 있는 것이 규약토를 사용한 도장마감이다. 규약토에는 <그림 4>와 같이 무수한 기공이 있고 공기층을 형성하여 내화성이나 단열성을 나타내는 것이 특징으로 주로 벽돌제조에 사용되어 왔다. 무수한 기공에는 물을 흡착하는 기능이 있고 조습기능을 하여 결로를 방지하거나 곰팡이 발생을 억제하기도 한다. 냄새나 연기를 흡착하여 실내공기를 청정하게 하는 효과도 기대할 수 있는 천연의 공조재료라고 말할 수 있다. 이러한 규약토의 채용에 있어서는 콘크리트 바탕의 청소나 충분한 처리를 실시하지 않으면 균열을 발생시키는 것이 있기 때문에 주의가 필요하다. 바탕의 흡수 조정에는 시멘트 모르타르 미장용 흡수조정제가 유효하다. 또한, 흡수에 의한 미장, 붓 및 브러시 등에 의한 마감공법을 사용하는 것에 의해 다른 질감으로 마감하는 것이 가능하다. 일반적으로 규약토의 특징에서 생각하면 외장 마감보다 내장마감에 사용하는 경우가 많으나 설계자에 있어서는 유해한 화학물질을 방출하지 않고 다양한 외장 질감 마감이 가능하다는 점에서 외벽에 채용되는 예가 점차 늘고 있다. 외장에 사용하는 경우에는 특히 주의할 점은 규약토가 결합재(binder)로서 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하기 때문에 흡수에 의하여 백화현상을 발생시키는 경우가 있다. 짙은 색인 경우 이러한 백화현상이 눈에 띄게 되므로 가능한 담색의 마감이 바람직하다. 또한, 흡수성이 있기 때문에 한랭지에서는 동해의 우려가 있다. 시공시에는 침투성 흡수 방지재를 표면에 도포하여 수분의 침투를 억제하는 것이 유효하다. <그림 5>에 규약토를 외벽 마감에 적용한 예를 나타낸다.

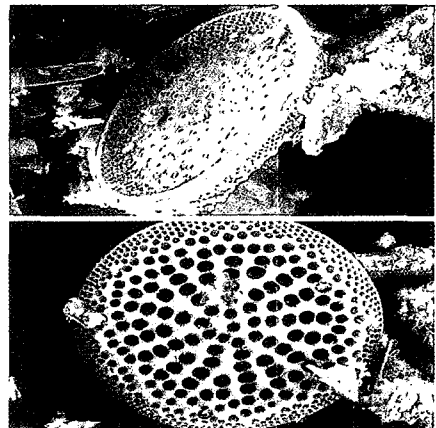


그림 4. 규약토 입자의 확대사진 (다공질 형상)

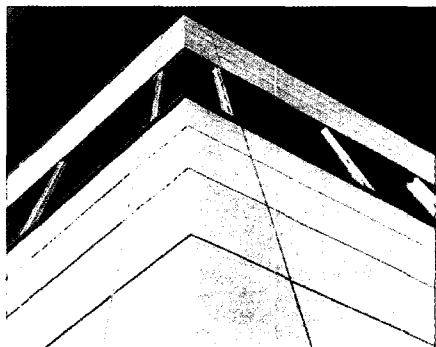


그림 5. 규약토를 외벽 마감에 채용한 예

2.5 콘크리트 외벽 단열 마감 기술⁵⁾

콘크리트 구조물은 직접 외기에 노출되므로 의장성과 함께 높은 열효율 성능이 필요하다. 주로 열성능은 단열공사를 별도로 하여 확보하고 있지만 도장과 함께 외벽 단열성능을 확보하는 기술이 드라이비트 시스템이다. <그림 6>에 의장성을 겸용한 외벽 단열 마감 구성예를 나타낸다. 또한, <표 8>은 외벽 단열 마감의 시공 순서를 나타낸다. 드라이비트 시스템은 별도의 단열, 방수 시공이 필요 없으며, 공사기간 단축으로 인한 최소의 경비와 최대의 단열효과로 유지관리 측면에서도 경제적이며, 30% 이상의 에너지 절감·방수·방습·완벽한 균열 방지로 결로 및 열교현상 등의 하자 발생요인을 원천적으로 방지할 수 있는 공법이다. 한편, 드라이비트 시스템은 건물의 곡면이나 요철부분 등 기능적 난이도가 높은 곳도 현장 상황에 맞는 다양한 공법으로 공기를 단축시킬 수 있다. <표 9>에 이러한 특성을 살린 드라이비트 시공 건물 예를 나타낸다.

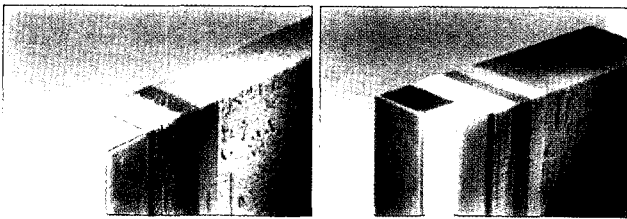


그림 6. 외벽 단열 마감 구성 예

표 8. 외벽 단열 마감 시공 순서

| 공정 | 사 진 | 내 용 |
|-------------------------|-----|---|
| ① 단열판 접착 | | 표준 접착제와 일반 시멘트를 중량비 1:1로 혼합하여 단열판을 바탕면에 견고하게 부착함. |
| ② 보강유리섬유접착 및 접착 모르타르 도포 | | 혼합된 접착 모르타르를 부착된 단열판 전면에 얇게 도포 한 후 보강용 유리섬유를 설치하고 보강용 유리섬유 망이 노출되지 않도록 다시 접착 모르타르를 도포함. |
| ③ 색채혼입 모르타르 도포 | | 원하는 색상의 마감재를 양생된 접착 모르타르층 전면에 도포함. |
| ④ 표면질감 연출 | | 선택한 질감에 따라 마감재 무늬를 연출함. |

표 9. 외벽 단열 마감 공법 적용 예

| 건물 종류 | 사 진 | 내 용 |
|---------------|-----|---|
| 주택 빌라 소형건물 | | 열차단 효과가 뛰어나 여름에 시원하고 겨울에 따뜻하며 난방비 절감 및 유지관리비가 저렴함. 다양한 색상과 질감의 마감재로 한층 새롭고 감각적인 표면 마감이 가능함. |
| 호텔 콘도 레저 | | 단열 외벽 마감재는 자연 친화적인 전원의 느낌 그대로 시공되어 안락함과 편안함을 제공하여 난방비 절감효과는 물론 유지관리면에서 우수한 성능을 기대할 수 있음. |
| 학교 병원 연수원 | | 단열 외벽 마감에 의한 항온·항습효과로 실내온도의 변화가 적어 병원이나 연구소 등에 적합하며, 구조물의 전체적인 에너지 절약에도 도움이 됨. |
| 개보수 및 상업복합 건물 | | 신축시 뿐만 아니라 개보수 시에도 적용 가능하고 공사 기간을 단축시키는 것이 가능함. 경제적이며 강성이 우수하고 방습, 방습, 단열성이 뛰어나 많은 사람들이 사용하는 상업 목적 건물에서도 손쉽게 적용이 가능함. |

3. 콘크리트 표면 질감 처리 마감 기술⁶⁾

설계자들이 가장 원하는 콘크리트 구조물 표면 마감기술은 콘크리트 자체 색상 및 질감을 구현하는 노출 콘크리트이다. 그러나, 노출 콘크리트 면의 단조로움을 극복하기 위하여 <그림 7>과 같이 콘크리트 표면에 양각 및 음각을 병용한 기술이 사용되기도 한다.

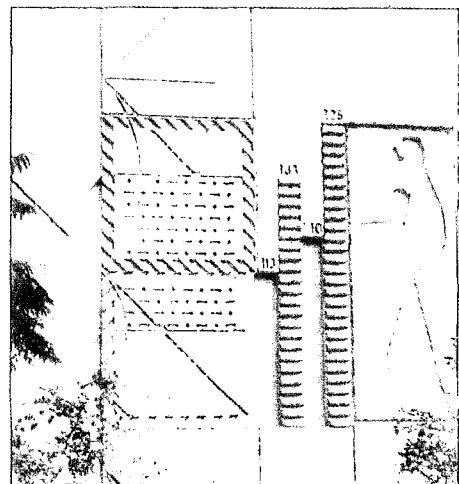
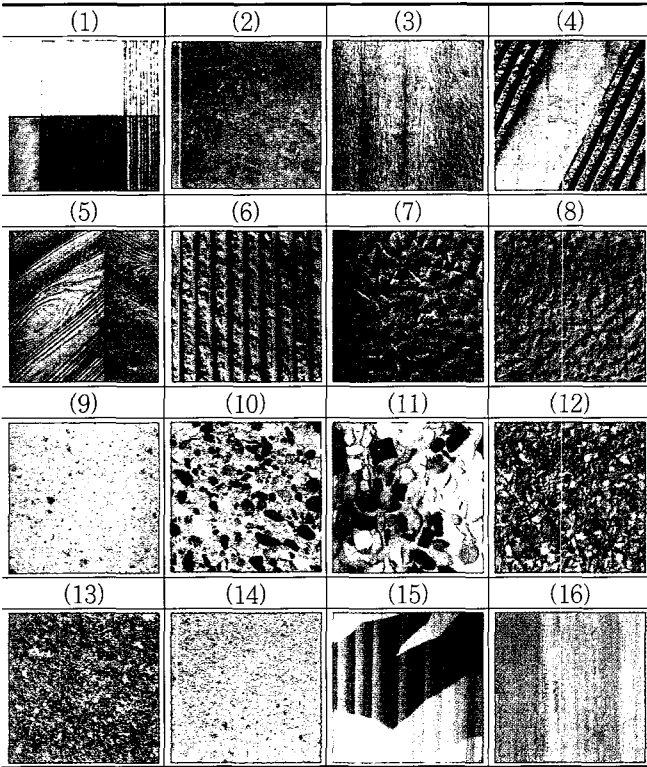


그림 7. 콘크리트 외벽에 양각 및 음각을 적용한 예

또한, 콘크리트 표면의 질감을 다양하게 구현하기 위하여 정으로 쪼아 내거나 문양 거푸집을 이용하는 경우 및 샌드브라스트나 약품처리에 의하여 골재를 노출시키는 경우도 있다. <표 10>에 콘크리트 표면의 질감을 도장 기술이 아닌 방법으로 구현한 예를 나타낸다.

표 10. 도장 방법이 아닌 콘크리트 외벽 표면의 질감 구현 기술



- (1) Coloured concrete with 2% iron oxide yellow, with white and grey cement
- (2) Flat concrete surface, Betoplan formwork, grey cement
- (3) Rough-sawn board finish, non-planed boards, grey cement
- (4) Proprietary formwork, Reckli textured formwork No. 1/21 Malta, rough-sawn board finish, Portland burnt shale cement.
- (5) Proprietary formwork, timber texture, Reckli textured formwork No. 2/23 Alster, grey cement.
- (6) Proprietary formwork, stone texture, Reckli textured formwork No. 2/30 Havel, white cement.
- (7) Embossed concrete finish, limestone aggregate, grey cement
- (8) Point-tooled concrete finish, Rhine gravel aggregate, grey cement.
- (9) Blasted concrete surface, Singhofener quartzite aggregate, 0 ~ 16mm, white cement, 0.2% iron oxide yellow.
- (10) Flame-cleaned concrete surface, Rhine gravel aggregate, 0 ~ 16mm, white cement, 3% titanium oxide.
- (11) Brushed and washed concrete surface, coloured aggregate with rounded grains, grey cement.
- (12) Brushed and washed concrete surface, coloured aggregate with angular grains, Portland burnt shale cement.
- (13) Lightly brushed and washed concrete surface, Rhine sand and porphyry aggregate, 0-16mm, white cement, 1% iron oxide red.
- (14) Acid-etched concrete surface, light-coloured aggregate, white cement, 0.2% iron oxide yellow.
- (15) Concrete surface with opaque coating, acrylic resin paint.
- (16) Concrete surface with transparent glaze, mineral paint.

4. 금속재료를 이용한 콘크리트 외벽 마감 신기술

4.1 금속 플레이트 매설 외벽 마감 신기술³⁾

금속 플레이트를 콘크리트에 매설하는 마감 기술은 거푸집 내면에 금속 플레이트를 장착하고 콘크리트를 타설하는 방법이다. 거푸집을 탈형 하면 콘크리트 표면에 여러 종류의 형상을 가지는 금속 플레이트가 매설된 콘크리트 표면이 나타나며 단조로운 콘크리트 표면에 금속성의 광택을 갖는 표면마감을 실현할 수 있어 콘크리트 구조물의 아름다움을 한층 더 향상시킬 수 있다. 그러나, 콘크리트는 강알칼리성을 가지므로 어떠한 금속이라도 사용되는 것이 아니며 <표 11>과 같은 성능을 만족하는 것이 중요하다. 또한 <표 12>에 콘크리트에 매설되는 금속 플레이트의 성능 비교 예를 나타낸다. 한편, <그림 8>은 티탄 플레이트를 콘크리트에 매설한 건축물을 나타내며, <그림 9>는 티탄 플레이트 매설 콘크리트 외벽을 나타낸다.

한편, 금속 플레이트 매설 마감 신기술은 일반 도장 마감 기술과 병용하여 사용될 수도 있으나 주로 콘크리트와 금속과의 재질 대비를 강조하기 위하여 노출 콘크리트 표면 마감기술과 병용하는 경우가 많다. 따라서, 노출 콘크리트 표면의 품질성능이 본 신기술의 표면 품질성능을 좌우하므로 노출 콘크리트 시공에는 충분한 주의가 필요하다고 하겠다.

표 11. 콘크리트에 매설되는 금속 플레이트에 요구되는 성능

| 성능 종류 | 내용 |
|---------------|--|
| 1. 내알칼리성 | 시공시 강한 알칼리성의 Fresh 콘크리트에 직접 접촉 되므로 금속 플레이트는 표면만이 아니라 장착 금속이 우수한 내알칼리성이 있어야 함. |
| 2. 내충격성 | 시공중에 금속플레이트를 양생하여도 충격 손상에 대하여 저항성이 있어야 함. |
| 3. 내구성 | 외벽 콘크리트에 채용하는 경우에는 시공후나 시공시에도 우수한 알칼리성이 필요하다. 이는 콘크리트 표면에서 흘러내린 비가 강알칼리성을 가지기 때문이며 일반 건축물의 외벽 마감에 사용하는 재료와 동등하게 충분한 내후성(내자외선성, 내오염성, 내산성, 내수성, 내습성, 내열성 등)이 있어야 함. |
| 4. 온도에 의한 열팽창 | 시공후 금속 플레이트는 직사일광을 받아 외벽의 표면온도가 상승하면 팽창하고 온도가 저하하면 수축한다. 이 때 신축량이 콘크리트와 크게 다르게 되면 금속 플레이트 주변의 콘크리트를 파괴시키거나 극단적인 경우에는 금속 플레이트가 콘크리트로부터 박락하는 것이 발생 할 수 있어 극단적인 열 팽창을 나타내지 않는 금속을 선택할 필요가 있음. |
| 5. 박락에 대한 안전성 | 콘크리트 표면에 매설된 금속 플레이트가 박락하여 낙하하면 위험성이 매우 크다. 일반 외벽과 같이 박락에 대한 안전성 확보가 중요하며 접착제 뿐만아니라 금속철물에 의한 긴결이 매우 중요함. |

표 12 콘크리트에 매설되는 금속 플레이트의 성능 비교 예

| 특 성 | 종 류 | | |
|-----------------------------|------------|-----------|-----------|
| | 알루미늄 | 스테인스강 | 티탄 |
| 1. 비중 | 2.7 | 7.93 | 4.51 |
| 2. 인장강도(N/mm ²) | 135 ~ 175 | 520 이상 | 270 ~ 410 |
| 3. 내력(N/mm ²) | 120 이상 | 205 이상 | 165 이상 |
| 4. 신율(%) | 6 이상 | 40 이상 | 27 이상 |
| 5. 열팽창계수 (mm/100m·K) | 2.35 | 1.73 | 0.84 |
| 6. 열전도율(W/m·K) | 2051 | 163 | 172 |
| 7. 표면 마감 | 불소수지 소성 도장 | | |
| 9. 중량 (kg/m ²) | Al t3 mm | SUS 12 mm | Ti t3 mm |
| | 8.1 | 15.9 | 13.6 |
| | 보강 SUS | 보강 SUS | 보강 SUS |
| | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| | 합계 : 18.1 | 합계 : 25.9 | 합계 : 23.6 |

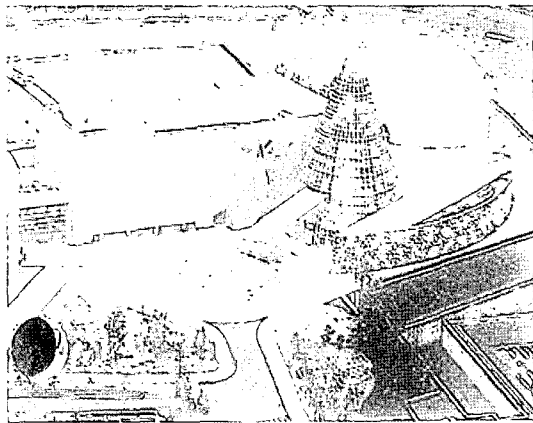


그림 8. 티탄 플레이트를 콘크리트에 매설한 건축물

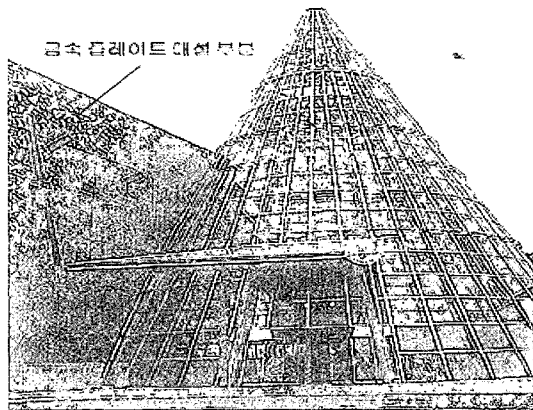


그림 9. 티탄 플레이트 매설 콘크리트 외벽

4.2 금속용사공법에 의한 마감 신기술³⁾

금속용사란 내식성에 우수한 금속을 용융하여 강재 표면에 뿜 칠하여 강재의 부식을 방지하는 고성능 방식기술로서 오랜 전통을 가지고 있다.

기존 기술에서는 용사 금속을 용융점에 가까운 온도로 뿜칠을 하였지만 1980년대 후반에 들어서 노즐 주위에서 공기를 뿜는 용사기가 개발되어 용융금속을 상온에 가까운 온도로 강재 표면

에 용사하는 기술이 가능하게 되었다. 이러한 이유로 현장시공 안전성이 증가할 내열성이 떨어지는 콘크리트나 모르타르, 플라스틱, 종이 및 목재 등에도 용사가 가능하게 되었다.

용사피막은 물리적인 앵커효과에 의해 표면에 부착하기 때문에 미리 고도의 브라스처리에 의해 표면의 조도를 높일 필요가 있다. 그러나, 현재는 적절한 표면 조도를 안정적으로 얻을 수 있는 조면형성재가 개발되어 표면처리가 용이하게 되었다. 본 마감 기술은 강재에 대한 방청기술로서 국외에서는 많은 적용 예가 있지만 최근 국외의 건설 분야에서 주목을 받고 있으며 대형 구조물의 옥외 노출 철골 구조물, 유지관리가 어려운 철탑이나 고방식성능이 요구되는 용접접합부 및 고력볼트 접합부, 가혹한 환경 조건에 설치되는 강교 등에 시공실적이 급증하고 있다.

본 공법을 콘크리트 외벽마감에 적용하는 이유는 주로 의장적인 목적에서 아름다움을 추구하는 목적으로 사용될 수 있다. 또한, 의장측면 이외에 중성화나 염분침투를 억제하는 특성을 기대할 수 있어 콘크리트 구조물의 내구성향상 대책으로도 사용할 수 있다. 용사를 실시하는 콘크리트 표면은 양호한 마감이 필요하며 콘크리트 표면의 결함이 마감의 문제로 그대로 나타나게 되어 용사공법을 적용하기 전에는 콘크리트 표면의 평탄성 및 균일성이 매우 중요하다. 또한, 콘크리트 표면은 레이턴스나 먼지의 부착이 없고 충분히 건조되어 있는 것이 중요하다. 특히, 거푸집의 박리제가 남아 있으면 용사피막의 부착을 저해하므로 충분한 표면 정리가 중요하다. <표 13>에 금속용사에 의한 콘크리트 외벽 마감 기술의 시공 순서를 나타낸다.

표 13. 금속용사에 의한 콘크리트 외벽 마감 기술 공정

| 공정 | | 작업 내용 |
|----------|------------|-------------------------|
| 일반 공정 | (1) 바탕 조정 | 취약층, 먼지, 부착물 제거 및 청소 |
| | (2) 흡수 조정재 | 프라이머 도포(알칼리 용출 억제) |
| | (3) 조면 형성 | 조면 형성재 도포(용사금속 부착력 확보) |
| | (4) 금속 용사 | 설계에 따라 금속을 소정의 두께로 용사 |
| 특수 공정 | 표면 연마 | 설계에 따라 용사 피막을 샌드페이퍼로 연마 |
| | 상도 도장 | 설계에 따라 지정색의 칼라클리어 도장 |

한편, 콘크리트에 균열이 발생하면 그 부분에서 물이 침입하여 용사금속피막에 균열이 발생하고 박리할 우려가 있다. 이 때문에 균열 발생이 적은 콘크리트를 사용하고 양생에도 충분한 배려가 필요하다. 균열이 발생한 경우에는 금속용사 시공전에 충분한 보수를 실시하고 콘크리트 표면의 알칼리 영향을 억제하기 위하여 용사전에 콘크리트 표면에 프라이머를 사용하는 것이 바람직하다. 더욱이, 금속용사 피막의 부착력을 높이기 위해서는 콘크리트 표면의 조도를 높이는 것이 중요하며 조면형성재를 사용하면 안정한 조도를 얻을 수 있다. 한편, 용사재료로서 순동 및 청동 등의 고용점 금속을 용사하는 경우에는 국부적으로 열이 집중하지 않도록 균일하게 용사하는 것이 중요하다. 또한, 의장 측면에서 용사 피막은 금속이 자연스럽게 변해가는 특성을 이용하여 콘

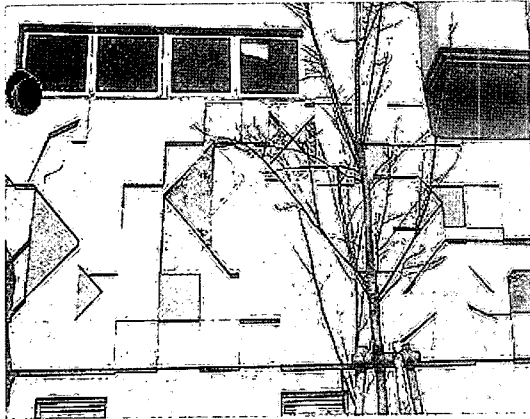


그림 10. 금속용사 공법을 적용한 콘크리트 구조물 외벽

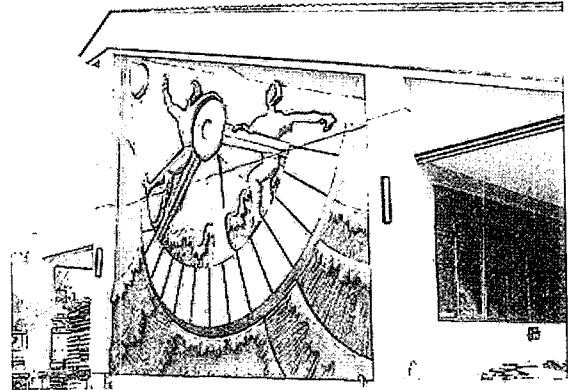


그림 11. 금속 주조품으로 보이는 콘크리트 외벽(동금속 용사)

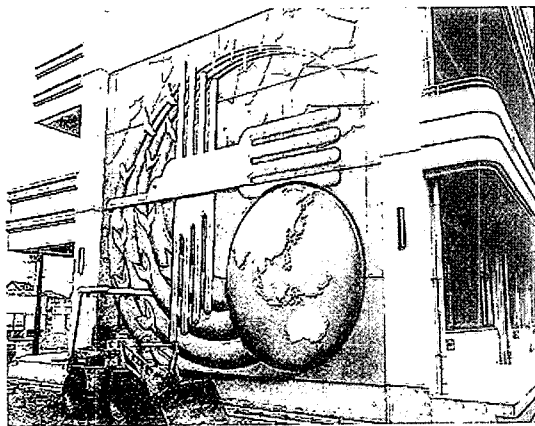


그림 12. 금속 주조품으로 보이는 콘크리트 외벽(Zn-Si 용사)

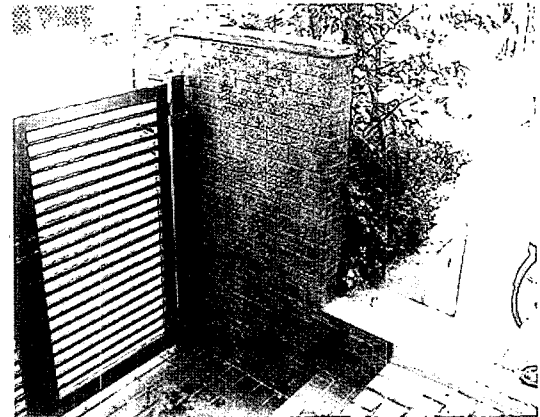


그림 13. 청동 용사에 의한 청록 발생시킨 현관 구조물

콘크리트 구조물의 아름다움을 표현하는 방법도 있으나, 금속 표면을 연마하여 금속광택을 유지시키거나 금속 고유의 색이 변하지 않게 하기 위해서는 용사 피막 위에 코팅제를 도포하는 것이 중요하다. 또한, 금속표면을 보호하거나 착색이 필요한 경우, 칼라 클리어 등으로 원하는 색을 만드는 것이 가능하다. 한편, 콘크리트 표면에 금속을 용사하는 것도 결국 콘크리트 표면의 품질성능에 매우 큰 영향을 받으므로 금속용사를 적용하여 콘크리트 구조물의 아름다움을 향상시키기 위해서는 콘크리트 표면 자체의 품질성능을 높이는 것이 필수조건이라 하겠다. <그림 10>에 금속용사를 콘크리트 외벽에 부분 적용한 예를 나타낸다. 또한, <그림 11> 및 <그림 12>는 각각 순동 및 아연-알루미늄을 콘크리트 벽면에 용사하여 주조품으로 보이게 하는 효과를 나타내고 있다. 한편, <그림 13>은 청동을 현관 모르타르 위에 용사하고 청녹을 발생시켜 중후한 느낌을 연출하고 있다. □

5. 결 언

본고에서는 콘크리트 구조물 외벽에 아름다움을 부여하기 위한

방법으로, 일반 도장 기술 및 미장 기술과 특수 외벽 마감 신기술을 살펴보았다. 최근 외벽 마감의 흐름은 단지 색체에 의한 외장성 확보보다는 여러 가지 다양한 기능성을 벽체에 부여하는 움직임이 알 수 있었다. 특히, 외벽에 요구되는 단열성능, 친환경성능 및 고내구성 요구에 따라 개발된 사용재료 및 시공방법의 개발은 앞으로도 계속 진행되리라 판단된다. 또한, 콘크리트의 질감을 단지 표면처리만으로 확보하는 것이 아니라 이종 재료를 혼합하여 연출하거나 부조에 의한 예술 작품 차원으로 승화시킨 마감 기술은 기술자로서 한번 도전해 보고 싶은 분야라고 판단된다.

참고문헌

1. <http://www.spi.co.kr>, <http://www.jebi.co.kr>
2. <http://www.hargen.co.kr>
3. Nikkei Architecture, 2000, 10
4. <http://www.xeramer.com>
5. <http://www.hdq.co.kr>
6. Birkhauser, Concrete Construction Manual, 2002