시멘트계 바닥마감재의 개발 및 실용화에 관한 연구

이종열·손형호*
〈 쌍용중앙연구소 신제품개발실 〉

1. 서 론

최근 건축물 부실시공에 대한 사회적인 관심이 고조되면서 건축물 바닥마감재에 대한 성력화 및 고품질 시공을 위해 요구되는 특성도 다양화, 고기능화되고 있는 추세에 있다.

일반적인 건축물 바닥마감재로 널리 사용되어 온 시멘트몰탈은 숙련공에 의해 마감정도가 좌우될 뿐만 아니라, 현장에서 시멘트, 모래를 작업자가 임의대로 혼합, 타설하게 됨에 따른 마감재의 품질저하가 큰 문제점으로 지적되어 왔다. 이러한 품질저하 중에서 가장 큰 문제점으로 바닥재 마감시공 후 양생과정에서 발생되는 균열을 들 수 있는데, 이러한 발생된 균열로 인해 시공사는 건축물의 준공전, 후에 보수공정을 추가로 부담해야 하는 간접적 시공비 상승요인이 국내의 현실이라 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 근년에 들어와서 이러한 건축물 바닥마감의 현안문제를 개선하기 위한 연구의 일환으로 시멘트, 건재 maker에서 개발 및 상품화를 추진 중에 있는 새로운 형태의 고기능성 건축물 바닥마감재료 및 종래에 각종 건축물 바닥마감재로 사용되어 온 재료의 물리적 특성 및 시공상의 문제점, 향후 전개방향 등을 소개하고자 하였다.

2. 건축물 바닥마감재 종류 및 특성

건축물 바닥마감재의 종류는 〈표 1〉에서와 같이 크게 시멘트계 및 비시멘트계로 분류할 수 있으며, 적용되는 건축물 종류별로 사용되는 재료가 상이하다고 할 수 있다. 그러나, 보다 더 세부적으로는 〈표 2〉에 나타낸 바와 같이 강화되는 결합재(binder)의 종류별로 분류할 수 있으나, 적용방법, 기술적 사항에 대해서는 구체적인 연구보고가 없는 실정이다.

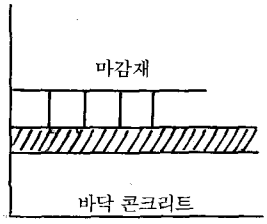
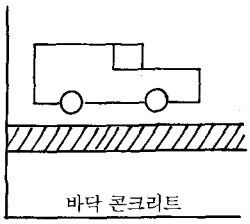
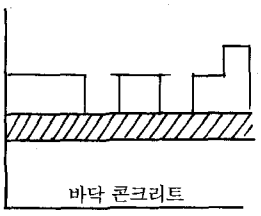
〈표 1〉의 시멘트계 마감재 중에서 SL재계열 마감재에 관해서는 현재 시멘트사와 혼화제 수입대리점 등에서 국내에 신재료로 확대적용코자 하는 신기능성 마감재이다. 국내의 경우, SL재 중 중도용 재료의 경우는 '93년부터 오피스텔, 물류센타, 백화점 등과 같은 상업용 건축물 바닥마감재로 보급되고 있지만, 나머지 상도용 및 거주용SL재의 경우는 '95년부터 개발 및 실용화 중인 새로운 개념의 시멘트계 마감재료이다. 한편, 시멘트몰탈이나 에폭시, 하드너와 같은 비시멘트계 마감재는 종래에 많이 적용되어 왔지만,

건축물종류별 바닥마감재 종류

〈표 1〉

건축물종류	적용 마감재 종류	비 고
◈ 상업용건축물 (지상층)	· 시멘트몰탈 · 시멘트계 SL재(중도용)	◈ 시멘트계 마감재 · 시멘트몰탈 · SL재(중도용) · SL재(상도용) · SL재(거주용) · 방통몰탈 ◈ 비시멘트계 마감재 · 에폭시, 우레탄 등 · 하드너
◈ 상업용건축물 (주차장) 또는 일반공장	· 에폭시, 우레탄수지 등 · 칼라하드너 · 시멘트계 SL재(상도용)	
◈ 선박, 중공업 공장	· 에폭시, 우레탄수지 등 · 칼라하드너 · 시멘트계 SL재(상도용)	
◈ 거주용건축물 (APT,연립주택)	· 시멘트몰탈, 방통몰탈 · 시멘트계 SL재(거주용)	

〈표 2〉 건축물종류별 바닥마감재 종류

분 야	상업용건축물 분야	공장 · 주차장 분야	거주용건축물 분야
시공형식	◈ 타설위치: 하도형 (underlayment) 	◈ 타설위치: 상도형 (topping용) 	◈ 타설위치: 하도형 
적용재료	○ 종래몰탈, SL재	○ 에폭시, 하드너, SL재	○ 종래몰탈, 방통몰탈, SL재
타설두께	3~7mm	3~7mm	25~40mm
적용분야	사무실, 백화점 등	일반공장, 주차장 등	아파트, 연립주택 등

주지된 바와 같은 건축물바닥 마감의 제반 문제점들이 오래전부터 제기되어 온 바, 이를 개선하기 위한 신공법의 마감재의 필요성이 절실한 실정에 있다.

2.1 건축물 바닥종류별 마감재 시공특성

2.1.1 일반 상업용 건축물 바닥

종래에 일반 상업용건축물 바닥에 널리 사용되어 온 대표적인 마감재로는 시멘트몰탈이 있으나, 마감의 정도(精度)가 숙련공에 의해 좌우될 뿐만 아니라 시멘트몰탈 자체의 본질적인 품질저하로 인해 고급타일과 같은 최종마감재의 파손, 탈락 등의 문제점이 지적되어 왔다. 이 때문에 최근에는 시멘트계 SL재와 같은 자기평탄성 하지조정재를 사용한 신공법이 널리 적용되고 있으며, 이에 대한 사용실적도 많이 축적되어 있다.

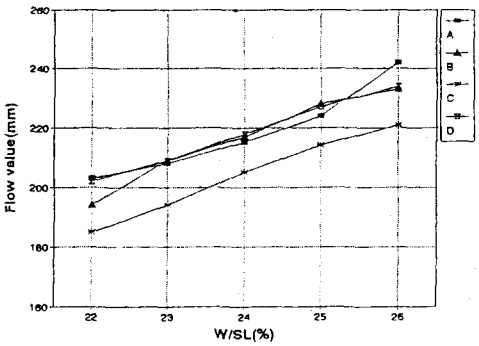
일반적으로 상업용 건축물의 바닥은 중하중이나 충격하중의 부담이 적기 때문에 실질적으로 바닥 마감재에 요구되는 항목은 바닥과의 계면접착력을 들 수 있는데, 이러한 계면접착력의 확보는 최종마감재의 보호, 유지차원에서 상업용 건축물 바닥의 마감에 중요한 요소라 할 수 있다. 그러나, 시멘트계 SL재와 같은 자기평탄성 하지조정재를 사용한 신공법을 상업용건축물의 바닥에 널리 적용하는 중요한 이유로는 상술한 최종마감재의 내구성 측면 외에, 본 공법의 재료의 높은 유동성을 활용하여 성력화 시공이 가능하게 됨에 따른 측면이 더 크다고 볼 수 있다. 최근에 이러한 성력화 시공을 가능하게 하는 전용혼합 및 압송장비가 많이 보급되고 있어 시멘트계 SL재에 의한 바닥마감공법이 확대가 가능하리라 판단된다. 한편, 국내에는 이러한 시멘트계 SL재에 대한 품질규격은 제정된 바 없지만, 일본의 경우 〈표 3〉과 같은 규격이 마련되어 있다.

〈표 3〉의 규격을 살펴보면, flow치의 경우 190mm 이상으로 제정되어 있지만, 전용기계를 사용한 현장시공에 있어서는 이 규격치를 상회하는 약 200~220mm 수준이 일반적이며 〈그림 1〉에 나타낸 바와

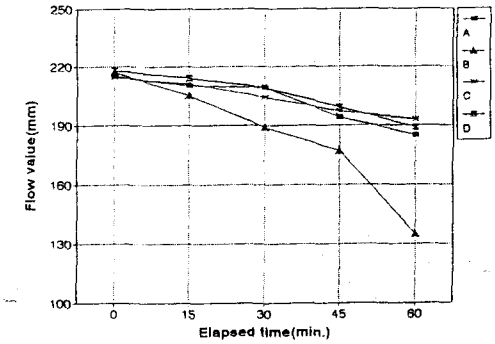
SL재 품질규격(일본건축학회 표준시방서, JASS 15M-103) 〈표 3〉

항 목	규 격	실 험 방 법
flow (mm)	190 이상	* 별도규정
응결시간 (시간)	초 결 1시간 이상 종 결 15시간 이내	JIS R 5201 (*석고계 8시간 이내)
압축강도 (kg/cm²)	석 고 계 120 이상 시멘트계 150이상	JIS R 5201
부착강도 (kg/cm²)	바 탕 면 5이상 표 면 4이상	*건연식 접착력 시험기
내충격성	균열 및 박리가 없을 것	*1kg가지형강구 사용 낙하시 표면상태 관찰

(주) flow 측정방법 : ø50mm×H51mm의 염화비닐파이프에 SL재 슬러리를 충진시킨 후 수직으로 들어올렸을 때 퍼진 직경 측정(mm)



〈그림 1〉 시멘트계 SL재의 flow치



〈그림 2〉 시멘트계 SL재 유동성 경시변화

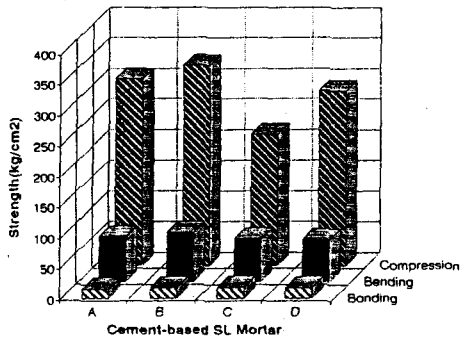
같이 국내에서 사용되는 SL재의 flow치는 이를 모두 만족하는 것으로 나타났다. 그러나, 이러한 초기혼합 상태의 flow치 외에 슬러리의 유동성경시변화를 나타낸 〈그림 2〉에서 약 30분 이후부터는 유동성 저하 현상이 발생하는 결과를 볼 때, 광범위한 면적의 바닥 마감 시공시에는 슬러리의 지속적인 공급을 위해 혼합 및 압송을 동시에 할 수 있는 기계화 시공이 필요하며, 작업은 최초 혼합한 슬러리가 1시간 이내에 타설이 완료될 수 있도록 작업시간의 조정이 필요하다.

한편, 바닥마감재에 요구되는 경화성능은 건축물 종류별, 마감재 상면에 재하되는 외력의 상태 즉, 정적하중 또는 충격이나 진동의 영향을 받는 구조 등에 따라 상이하다고 볼 수 있다. 〈그림 3〉는 압축 및 휨강도, 부착력, 경화수축변화를 나타낸 결과이다.

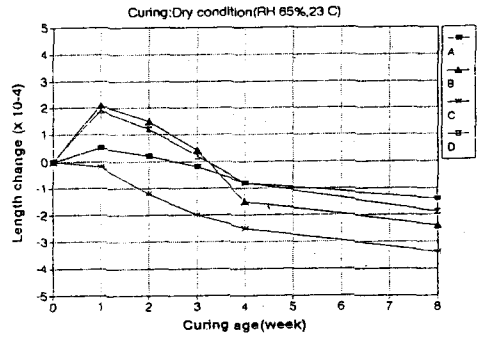
대부분 제반 강도(압축, 휨, 부착강도)는 높은 수준을 나타내고 있으나, 경화시 체적변화는 광범위한 면적을 시공 joint없이 가능하기 위해 가능한한 무수축의 안정성을 확보해야만 한다.

2.1.2 공장 및 주차장 건축물 바닥

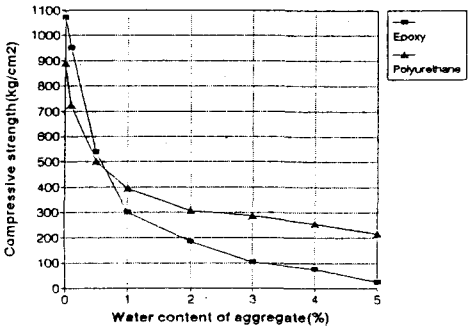
공장이나 주차장 건축물의 바닥에서는 상업용이나 거주용보다 고강도, 내마모성 등이 요구되어 차륜하중이나 지게차에서 오는 타이어와 마감재와의 마찰력, 자체하중, 충격 등에 견딜 수 있는 물성이 필요하다고 할 수 있다. 또한 바탕면인 콘크리트 슬래브와 마감재와의 부착력 저하로 인한 내력상실을 보완하기 위해 마감재의 계면부착력을 보다 향상시킬 필요가 있다. 종래에 이러한 분야에 널리 사용되어 온 수지계 마감재(예:에폭시, 우레탄 등)나 하드너와 같은 비시멘트계 마감재의 시공시 발생되는 하자의 요인 중의 하나로서 바탕면과 마감재와의 계면불량에 따른 파손을 들 수 있다. 비시멘트계인 에폭시, 폴리우레탄레진 콘크리트의 압축강도에 미치는 골재함수율의 영향에 관한 〈그림 5〉의 결과를 보면 골재의 함수율이 0.5~



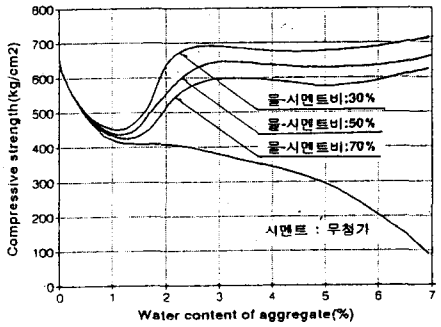
〈그림 3〉 시멘트계 SL재의 제반강도



〈그림 4〉 시멘트계 SL재의 체적변화



〈그림 5〉 에폭시 및 폴리우레탄수지콘크리트의 골재함수율이 강도에 미치는 영향

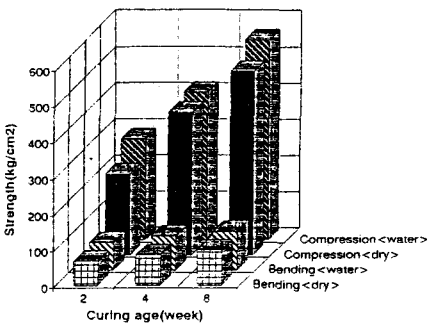


〈그림 6〉 에폭시수지콘크리트에 충진재로 시멘트 혼합시 골재함수율의 영향

1% 범위에서 급격한 강도저하를 나타내고 있으며, 〈그림 6〉은 충진재로 시멘트를 사용할 때 골재 함수율에 따른 강도저하를 보상해주고 있다.

이러한 결과는 비시멘트계인 에폭시나 우레탄 마감재의 습윤취약성을 시사하는 결과로서 시공시 골재의 함수율 관리가 매우 중요한 시공인자임을 보여주고 있다. 따라서, 대부분의 건축물바닥 시공전 바탕면인 콘크리트표면은 어느 정도의 함수율이 있기 때문에(*현장에 따라서는 지속적으로 표면살수) 국부적으로 계면취약에 따른 파손을 초래하리라 예상된다.

한편, 시멘트계 SL재(상도용)의 경우, 〈그림 7〉에서 보이는 바와 같이 압축 및 휨강도의 발현성은 수중 및 기건에서 강도의 발현성이 양호하게 나타나, 상술한 비시멘트계와는 달리 바탕면인 콘크리트와 친화성이 우수한 것으로 판단된다. 이러한 특성은 바탕면인 콘크리트, 비시멘트계인 에폭시 수지 및 시멘트계 SL재에 대한 재료의 역학적 성질을 비교한 〈표 4〉에서 보는 바와 같이 일반적으로 thin bed 마감재료인 시멘트계 SL재는 탄성계수, 극한변형율 및 제반 물리특성 등이 콘크리트와 유사함으로써 마감재~콘크리트의 복합구성층으로서 안정성이 확보가능하는 것으로 판단된다.



〈그림 7〉 시멘트계 SL재의 수중/기건 압축 및 휨강도 발현성

2.1.3 거주용 건축물 바닥

아파트, 연립주택과 같은 집합주택의 거주용 건축물의 바닥마감에는 전술한 상업용 건축물이나 공장, 주차장 건축물과는 달리 바닥 마감에 고려할 요소가 많다. 왜냐하면, 국내 거주용 건축물 바닥의 대부분이 온수난방 system을 취하고 있기 때문에 적용하고자 하는 마감재의 요구특성이 다양한 양상을 나타내고 있다. 〈표 5〉의 바닥재에 요구되는 성능에 관한 항목에서 건축물 바닥마감재의 요구성능은 기술적 요구특성 외에 사용의 needs가 총체적으로 요구되며, 특히

콘크리트, 에폭시 및 시멘트계 SL재(상도용) 역학적 성실

〈표 4〉

구 분	Stength(kg/㎠)			E-modulus
	Comp.	Bending	Bonding*	(X10⁻⁴ kg/㎠)
콘크리트	200-350	30-50	-	20-40
에폭시 몰탈	700-900	150-250	100-150 (5-15)	3-8
시멘트계 SL재	300-450	80-90	15-30 (15-30)	20-35

*기건(수중)

건축물 바닥마감재에 요구되는 항목

〈표 5〉

요구항목	마감재 요구성능	층성능
의장성	색채, 질감, 내후성 등	
사용성	감촉, 보행성, 무발음성 등	차음성, 단열성, 방수성
안전성	내충격성, 방화성, 내휨성등	내화성
위생성	청소성, 방균성, 무취성 등	
내구성	내마모성, 내수성, 내산성등	

거주용 건축물의 경우는 바닥의 평탄도 확보에 대한 사용자의 needs가 오래전부터 제시되어 왔으며, 온돌구조의 특수성 때문에 별도로 마감재의 열적특성이 부가되는 특징을 나타내고 있다.

한편, 종래에 널리 사용되어 온 시멘트몰탈은 시공성 저하 및 균열발생 등의 이유로 공사현장에서 기피하는 경향이 있어 시멘트, 입도조정 골재, 혼화제 등이 premix된 형태의 거주용 건축물바닥 전용마감재가 널리 적용되고 있다.

최근에는 석고의 치수안정성 및 열성능을 활용한 석고계 SL재 제품이 수입되어 일부 적용되고 있으나, 국내 거주용건축물의 재래공법 시공비와 비교시 재료비 상승으로 인한 높은 시공단가 때문에 널리 적용하기에는 곤란한 점이 많으며, 석고계 SL재의 경우, 거주용 건축물에 확대적용하기에는 기술적으로 입증해야 할 부분이 많다. 즉, 종래에 석고계 SL재의 문제점으로 지적되어 왔던 부식 및 내수성 문제, 석고자원의 확보 등의 검토가 필요하다. 반면, 거주용건축물 바닥마감에 시멘트계 SL재가 적용되기 위해서는 종래에 사용

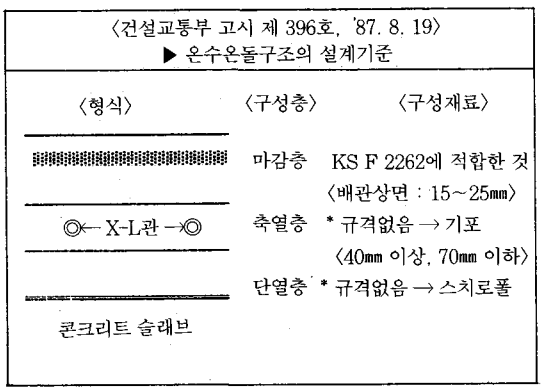


그림 8 온돌구조의 적용형식 및 구성재료

되어 온 SL재와는 달리 마감두께 상승으로 인한 균열발생 문제, 열적저항성 등을 위한 배합조정이 필요하며, 특히 마감두께의 상승에 따른 재료비의 보상을 위해 보다 성력화 시공을 할 수 있는 공법의 선정이 필요하며, 아울러 국내 온돌구조에 관련한 건축법규에 상응하는 마감재료의 개발이 요망된다. 〈그림 8〉은 국내 온돌구조와 관련한 건축법규를 도식화한 것이다.

3. 결 론

건축물 바닥마감재의 새로운 재료에 관한 개략적인 소개와 더불어 향후 국내 건축물 바닥마감의 성력화 및 고품질 시공을 위한 전개방향으로서,

(1) 건축물 바닥마감 공사의 보다 체계적인 관리, 즉 종전 바닥마감공사의 하청업체를 통한 일괄 책임시공(*시공↔하자보수의 반복)에서 탈피, 직접 관리체계로의 전환이 필요하다고 생각되며, 적용되는 마감재에 대한 충분한 검토가 요망된다.

(2) 종전에 널리 사용되어 온 마감재(*시멘트몰탈, 에폭시, 우레탄 등)에 대한 연구실적이 국내에는 매우 저조한 바, 당사와 같은 건축용마감재 제조사나 학계, 전문시공사의 적극적인 연구를 통해 시공시 문제점 및 원인, 역학적 특성의 규명 등에 대한 노력이 필요하다고 판단된다.

(3) 금번 소개된 새로운 건축물 바닥마감재는 최근 국내에 보급된 신기능의 재료로서 현재 다양한 건축물 바닥에 확대보급 중에 있으므로 향후 성력화 및 고품질 시공의 일예로 성과가 있기를 기대해 본다. 또한 향후 건설시장 개방에 따른 관련업체의 고통을 분담하기 위해서라도 이 부문에 관련된 제조사, 시공사, 감리사 등 유관업체의 공동 대응방안도 조속히 검토되어야 한다고 생각된다.

〈참고문헌〉

1. 大兵嘉彦, 出村克宜, "ポリマーコンクリト", CMC
2. 石井四郎 外 2人, "セメント系セルフーレベリソグ床下地材", Gyp. & Lime, No. 192, 1994
3. 特集:セツコウ,石灰, セメソト, 地球環境の科學への期待", 無機 マテリアル, Vol.1(252), 1994
4. 岸谷孝一, "建築材料ハンドブック", 技報堂