

# 친환경 · 고유동 세라믹 수지 모르타르를 이용한 주차장 바닥용 표면 마감의 재료적 특성에 관한 실험적 연구

## An Experimental Study on Material Property of Parking Zone Flooring Occupancy Surface Finishing Used to Environment-friendly · High-liquidity Ceramic Resin Mortar

이 선 규\*      문 유 석\*\*      이 형 준\*\*\*      이 완 휘\*\*\*\*      오 상 근\*\*\*\*\*  
Lee, Sun Gyu      Moon, You Seok      Lee, Hyung Jun      Lee, Wan Hwi      Oh, Sang Keun

### ABSTRACT

Since the early 1980s, the building is dramatically higher increases. Therefore, the shortage of parking spaces as a social problem has been pointed out. The parking lot utilization of underground space is increasing by like this problem solving countermeasure.

However, Most of the organic material is used for construction in the parking lot on the floor. The existing parking zone flooring occupancy surface finishing is harmful gases and environmental hormones cause of the worker.

The study on the safety of the worker consider using environment-friendly · high-liquidity ceramic resin mortar materials to evaluate the characteristics and physical properties.

### 요 약

1980년대 초반부터 대량 주택 공급과 고층 건축물의 급증으로 주차공간 부족현상이 사회적 문제점으로 지적되어져 왔다. 단적인 예로 서울시의 연간 주차장 개소 통계 연보를 살펴보면 2003년에 206,281 개소인 것이 2006년 237,770 개소로 약 15%의 증가율이 나타났다.

이와같이 매년 많은 주차시설이 확충되고 있는 것에 반하여 주차장 바닥에 사용되어지는 마감재료의 대부분이 유기계 재료가 시공되어 지고 있다. 그러나 최근 “웰빙적 문화현상”에 따라 유기계 재료의 문제점(환경호르몬 배출, 휘발성유기화합물의 화재 위험 등)이 부각되고 있는 실정이다.

이에 본 연구에서는 작업자 뿐만아니라 사용자의 안전을 고려하여 인체 무해한 친환경 · 고유동 세라믹 수지 모르타르를 이용한 주차장 바닥 표면 마감재의 재료적 특성 분석 및 물성평가를 통하여 기존 유기계 바닥재의 문제점을 보완하고 새로운 개념의 주차장 바닥 마감재에 대한 현장 적용성을 확인하였다.

\* 정회원, 서울산업대학교, 산업대학원, 석사과정  
\*\* 정회원, 서울산업대학교, 산업대학원, 석사과정  
\*\*\* 정회원, 서울산업대학교, 주택대학원, 석사과정  
\*\*\*\* 정회원, (주)나노씨엔씨, 부사장  
\*\*\*\*\* 정회원, 서울산업대학교, 건축학부, 교수

## 1. 서 론

기존 유기계 바닥 마감재료로 가장 많이 사용되어진 에폭시 수지의 경우 휘발성 유기계로서 시공시 작업자들에게 유해가스 및 환경호르몬의 발생으로 인체에 치명적 영향(유방암, 피부염, 백혈병 등)을 줄 수 있으며, 콘크리트 바탕면에 흡수된 수분을 건조시키지 못하면 추후 발생하는 수분의 배출이 원활하지 못하여 들뜸, 박리 등과 같은 하자가 발생된다.

이와같이 기존 유기계 바닥재의 문제점을 보완하기 위하여 본 연구에는 친환경·고유동 세라믹 수지를 이용한 주차장 바닥 마감재의 재료적 특성에 대하여 연구하고자 한다.

## 2. 기존 유기계 바닥재와 친환경 세라믹 바닥재의 비교·분석

### 2.1 기존 유기계 재료의 특성

기존의 주차장 바닥재로 사용되어지던 유기계 재료인 에폭시 수지는 비스페놀 A(Bisphenol A)와 에피클로로하이드린(Epichlorohydrine)을 중합하여 만든 것이 대표적이다. 하지만 비스페놀 A는 세계생태보전기금(WWF)에서 규정한 환경 호르몬 67종 중 하나이며 인체에 치명적인 영향을 미치는 물질로 밝혀지고 있다. 또한 경화제의 경우 휘발성유기화합물(VOCs: Volatile Organic Compounds)로 휘발성이 크고, 유독한 증기를 발생하기 때문에 화재의 위험이 매우 높다.

### 2.2 친환경 바닥재료의 특성

유기계 재료의 환경적 문제점을 대체할 수 있는 세라믹(무기질) 재료와 천연재료로 이루어진 친환경 첨가제(메타카울린, 천연화이버, 활성점토, 화산재)를 사용하는 방안을 모색하였다.

초기 강도 보강용으로 천연성분인 고령토를 소성하여 생산한 메타카울린을 사용하였으며, 천연화이버는 분체 혼합물 사이에 중간 매개체적 역할을 수행하고 정제된 활성점토와 함께 전체적인 점도를 유지하는 역할을 한다. 또한, 화산재에 들어 있는 다양한 기능성 재료(천연미네랄, 정화능력 등)로 통기성 및 살균성을 강화하였다.

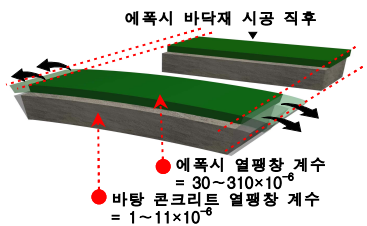
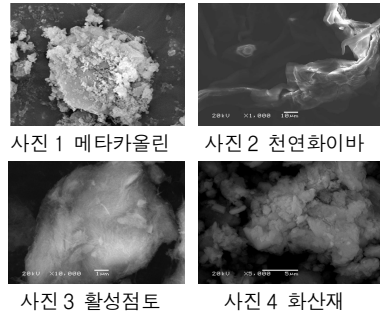


그림 1 유기계와 콘크리트의 열팽창 계수

### 2.3 바탕 콘크리트와 유사한 열팽창계수

콘크리트와 유기계 바닥재의 열팽창계수를 비교하여 볼 때, 유기계 바닥재의 탄성계수비는 낮고 극한 변형율이 높아 에폭시 수지계 재료와 콘크리트 복합체에 외력 작용시 복합체의 취약부인 계면쪽으로 응력이 집중하여 균열이 발생하기 쉽다. [그림 1]과 같이 일반적으로 세라믹 재료의 열팽창계수는  $1\sim11\times10^{-6}$ 으로 에폭시 수지의  $30\sim310\times10^{-6}$  보다 약 3~30배의 차이가 나타난다.

### 2.4 세라믹(무기질) 재료의 통기성

습한 조건하에서 기존 유기계 재료의 시공은 바닥 표면이 건조되어야 시공이 가능하기 때문에 많은 경화시간이 필요하다. 만약, 습윤 바탕의 상태에서 시공이 이루어 졌을 시 [그림 2]과 같이 콘크리트에 간혀있는 물이 외부로의 출입이 불가능하기 때문에 접착면의 들뜸 혹은 박리현상이 발생한다.

이에 반하여, 본 연구의 친환경 세라믹 바닥재의 경우 [그림 3]과 같이 모세관을 통하여 수분 입자의 출입이 자유로워 상호 통기성이 유지되어 콘크리트와 바닥재의 결합력이 약화되지 않고 시공의 경과에 따라 물성이 균일해지는 특성이 있다.

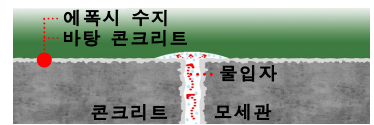


그림 2 유기계 바닥 재료의 통기성 모식도

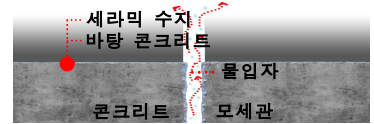


그림 3 무기계 바닥 재료의 통기성 모식도

### 3. 친환경 · 고유동 세라믹 모르타르의 기초 물성 평가

#### 3.1 휘발성 유기화합물 발생량 측정

실내공기질 공정시험법(환경부고시 제 2004-80호)에 의거하여 총휘발성유기화합물(T-VOC)와 포름알데히드(HCHO)를 측정된 결과 [표 1]과 같이 건축자재에서 방출되는 오염물질(제 10조 제 1항 관련) 성능기준을 만족하는 것이다. 따라서 주차장 바닥재로 적용시 사용성 및 안전성 확보에 유효할 것으로 사료된다.

표 1 휘발성 유기화합물 측정 결과

시험 항목	결과	성능 기준
총휘발성유기화합물 (T-VOC)	0.020 mg/m <sup>2</sup> ·h	4 이상
포름알데히드 (HCHO)	0.005 mg/m <sup>2</sup> ·h	1.25 이상

※ 성능기준은 실내공기질관리법 제10조 제1항 참고

#### 3.2 윤하중 저항 성능

본 시험은 KS F 4937 『주차장 바닥용 표면 마감재』에 의거하여 시험·평가하였다. 시험결과 표면상태 육안관찰은 표면 갈라짐, 패임 등이 관찰되지 않았으며, 평균 두께 감소율은 0.85%로 나타났다. 이는 KS F 4937의 성능기준 20% 이하를 만족하는 수치이다. 따라서 높은 압축강도 및 내마모성의 결과로서 주차장 바닥재로 적용시 내구성 및 주행 안전성을 확보할 수 있을 것으로 사료된다.

표 2 윤하중 저항 성능 결과

구 분	1 만회	2 만회	3 만회	4 만회	5 만회	6 만회
두께감소율 (%)	0.85	1.02	0.64	0.97	0.93	0.68
육안관찰	이상 없음	이상 없음	이상 없음	이상 없음	이상 없음	이상 없음



사진 5 윤하중 저항 시험



사진 6 윤하중 후 시험체

#### 3.3 내마모 성능

본 시험은 KS F 4041 『시멘트계 자기 수평 모르타르』에 의거하여 시험·평가하였다. 시험결과 0.0017 mg/mm<sup>2</sup>로 나타났다. 이는 KS F 4041에서 규정하는 성능기준 0.15 mg/mm<sup>2</sup>을 만족하는 수치로 고분자 수지와 친수성 첨유의 이중결합작용에 의한 강한 매트릭스 형성의 결과이다. 따라서 현장 적용시 내구성 확보에 유효할 것으로 사료된다.

표 3 내마모성 시험 결과

구 분	시험 전 중량 (g)	시험 후 중량 (g)	내마모성 (mg/mm <sup>2</sup> )
1번 시험체	112.16	112.12	0.0023
2번 시험체	90.06	90.02	0.0023
3번 시험체	96.29	96.28	0.0005
평균	-	-	0.0017

#### 3.4 플로우 테스트

KS F 4041 『시멘트계 자기 수평 모르타르』에 의거하여 시험 측정 한 후 그 평균값을 플로우 값으로 한다. 시험결과 다음 [표 4]와 같이 평균 230 mm로 KS F 4041의 성능기준 180 mm을 만족하고 있음을 확인하였다. 따라서 높은 플로우 값으로 인해 Self-Leveling 효과가 있을 것으로 사료되며, 기계화 시공으로 인한 적은 인력으로 균일화된 품질 관리가 가능하리라 판단된다.

표 4 플로우 값 결과

구 분	1번 시료	2번 시료	평균
플로우 값 (mm)	240	220	230

### 3.5 압축강도 성능

본 시험은 KS F 4041 『시멘트계 자기 수평 모르타르』에 의거하여 시험·평가하였다. 시험결과 재령 28일 평균 47.22 N/mm<sup>2</sup>로 KS F 4041의 성능기준 20 N/mm<sup>2</sup>을 2배 이상을 만족하고 있다.

주차장 바닥재의 기본적인 성능인 압축강도가 높게 나타나 친환경·고유동 세라믹 모르타르를 현장에 적용 시 마찰·충격에 의한 마모 및 파손 등에 강하여 내구성 향상에 유효할 것으로 사료된다.

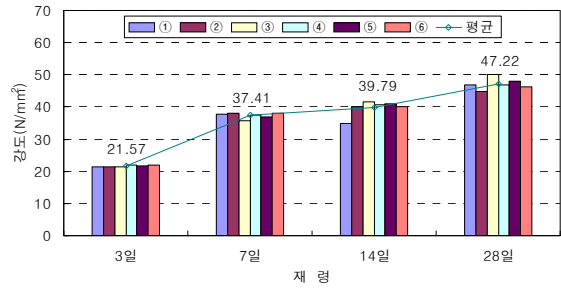


그림 4 압축강도 시험 결과

### 3.6 휨강도 성능

본 시험은 KS F 4042 『콘크리트 구조물 보수용 폴리머 시멘트 모르타르』에 의거하여 시험·평가하였다. 시험결과 재령 3일 휨강도 9.1 N/mm<sup>2</sup>으로 KS F 4042의 성능기준 6.0 N/mm<sup>2</sup>를 상회하고 있으며 재령 28일 강도는 성능기준을 약 6배로 높게 나타나고 있다. 이는 진동 및 처짐에 대한 높은 내구성을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

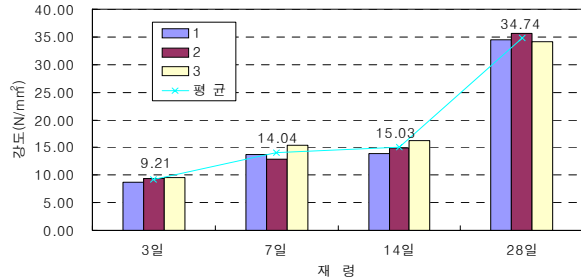


그림 5 휨강도 시험 결과

## 4. 결 론

본 연구에서는 증가되는 주차장의 요구조건에 있어 재료적 측면에서 시공자 및 사용자로 하여금 친환경적 재료를 사용하여 기존의 유기계 바닥재의 문제점(유해가스 발생, 환경호르몬 배출)을 보완하였을 뿐만 아니라, 시공적인 측면에서 자기 수평성(Self-Leveling) 방식을 도입하여 기계화 시공이 가능한 작업의 간편화 및 시공비용의 절감효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

향후 지속적으로 건설되는 지하 주차장 시설물에서 차량 및 인적 활동에 안전성을 확보하고 쾌적한 사용 환경을 만들기 위해서는 주차장 바닥 마감재의 품질 관리 방법에 따른 새로운 개념의 주차장 바닥 마감 재료가 연구·개발 되어져야 하겠다.

### 참고문헌

1. 실내공기질 공정시험방법 (환경부고시 제 2004 - 80호)
2. “다중이용시설 등의 실내공기질관리법 시행규칙”, 제 10조 제1항 (오염물질방출건축자재)
3. 오상근, 박규성, 최성민, 권시원, “지하 콘크리트 구조물의 적정 방수공법 선정을 위한 평가시스템 제안에 관한 연구”, 한국건축시공학회 논문집 v.7 n.1(통권 제23호), 2007.
4. 오상근, 박규성, 김귀태, 권시원, “주차장 바닥용 표면 마감재의 안전성 평가 및 성능기준에 관한 연구”, 한국건축시공학회 학술, 기술논문발표회 논문집 v.5 n.1(통권 제8집), 2005.
5. 현대건설기술연구소, “실무자를 위한 방수공사 매뉴얼”, 건설도서, 2003.