

# 연질 FRP수지의 옥상주차장바닥 적용성 평가 연구

## A Study of Application Characteristic Evaluation Research of Flexible FRP Resin on the Roof and Floor of Parking Area

**이 형 준\***  
Lee, Hyung-Jun

**김 성 식\*\***  
Kim, Sung-Sik

**안 상 구\*\*\***  
Ahn, Sang-Ku

**조 아 형\*\*\*\***  
Cho, Ah-Hyung

**오 상 근\*\*\*\*\***  
Oh, Sang-Keun

### Abstract

From this research the construction civil official is simple with the parking floor finishing material, it improves the durability of the parking floor it uses the flexible FRP it will be able to secure the drainage quality it is excellent and it presents the efficient application plan from the construction site.

The performance appraisal only efficiency with of result floor of parking area material bay it knows, the result where also the performance appraisal portion re-with roof bottom finishing is satisfied it showed.

The flexible FRP it applies the material to the building as to diminish the damage of the bottom finishing material due to the deterioration and the conduct and the external force of the building it is exposed to the external environment, secures the quality of the material from the construction site and will contribute to the stability against the bottom finishing material.

키 워 드 : 윤하중, 유리섬유강화플라스틱(FRP), 바닥 마감재, 마모

Keywords : Wheel Tracking Load, Fiber Glass Reinforced Plastics, Finishing Material, Wheel Tracking, Wear Out

## 1. 서 론

1990년대에 들어서면서부터 주택 및 도심지 건물의 급증으로 인해 교통량이 증가하여 주차시설의 부족이라는 사회적인 문제가 대두되기 시작했다. 특히 백화점과 대형할인매장의 경우를 보면 주차를 위한 여유 공간의 부족으로 주차장내서의 주행이 늘어남에 따라 차량의 급출발 및 급정차, 커브주행과 경사로에서의 정지 시 미끄러짐의 발생으로 차량 간의 충돌 및 인사사고의 발생 등 안전성과 직결된 문제점이 노출되고 있다. 또한, 이러한 상황에서 나타나는 타이어와 바닥마감재의 마모로 인해 발생하는 분진과 자동차 배기가스는 인체의 건강에 큰 해를 끼치고 있는 실정이다.

특히 주차장 바닥마감 재료의 경우, 차량 통행이 많은 주행로와 출입구의 바닥부가 마모 및 들뜸으로 콘크리트 바탕체가 외부로 노출되는 문제점과 최상층(옥상층)의 외기환경조건(비, 바람, 자외선 등)의 영향으로 인한 열화로 미관상 불편함 및 보수의 문제를 일으킨다. 따라서 주차장 바닥재는 마모와 충격에 대하여 충분한 내력을 요구됨과 동시에 콘크리트와의 유기적인 부착성, 방수성, 내화학성, 부풀저항성 및 거동대응성이 고려되어야 한다.

\* 서울산업대학교 주택대학원 석사과정, 정회원

\*\* 포스코건설 플랜트사업본부 과장, 정회원

\*\*\* 포스코건설 기술연구소 차장, 정회원

\*\*\*\* 삼정F.R.P산업 대표, 정회원

\*\*\*\*\* 서울산업대학교 건설학부 교수, 정회원

이에 본 연구에서는 주차장바닥마감으로 시공관리가 간편하고, 우수한 방수품질을 확보할 수 있는 유리섬유강화플라스틱(이하 “연질 FRP수지” 라 칭함)을 이용한 주차장바닥의 내구성을 향상시키고 건설 현장에서의 활용방안을 제시하고자 한다.

## 2. 바닥마감재의 이론적 고찰

### 2.1 바닥마감재의 종류

현재 국내의 건축물 및 토목시설의 바닥마감재로 사용하는 재료의 종류는 다음 표 1과 같다.

표 1. 바닥재의 종류별 공법

구 분	종 류	두께
에폭시 수지계	라이닝 공법	약 3mm 이내
	모르타르 공법	약 10mm 이상
우레탄 수지계	고경질 우레탄 라이닝 공법	약 3mm 이내
	모르타르 공법	약 10mm 이상
수지 모르타르계	아스팔트 수지 모르타르	약 10mm 이상
	합성 고분자 수지를 이용한 모르타르 제품 다수	

### 2.2 바닥마감재의 문제점

#### 2.2.1 기존 바닥재의 하자 유형

들뜸, 박리, 찢김, 잔갈림, 마감층의 파단 등

### 2.2.2 주차장 바닥재 특유의 손상

- 가) 마멸손상 : 차량주행에 의한 마찰에 의한 손상
- 나) 박리손상 : 차량주행에 의한 외력에 의한 손상

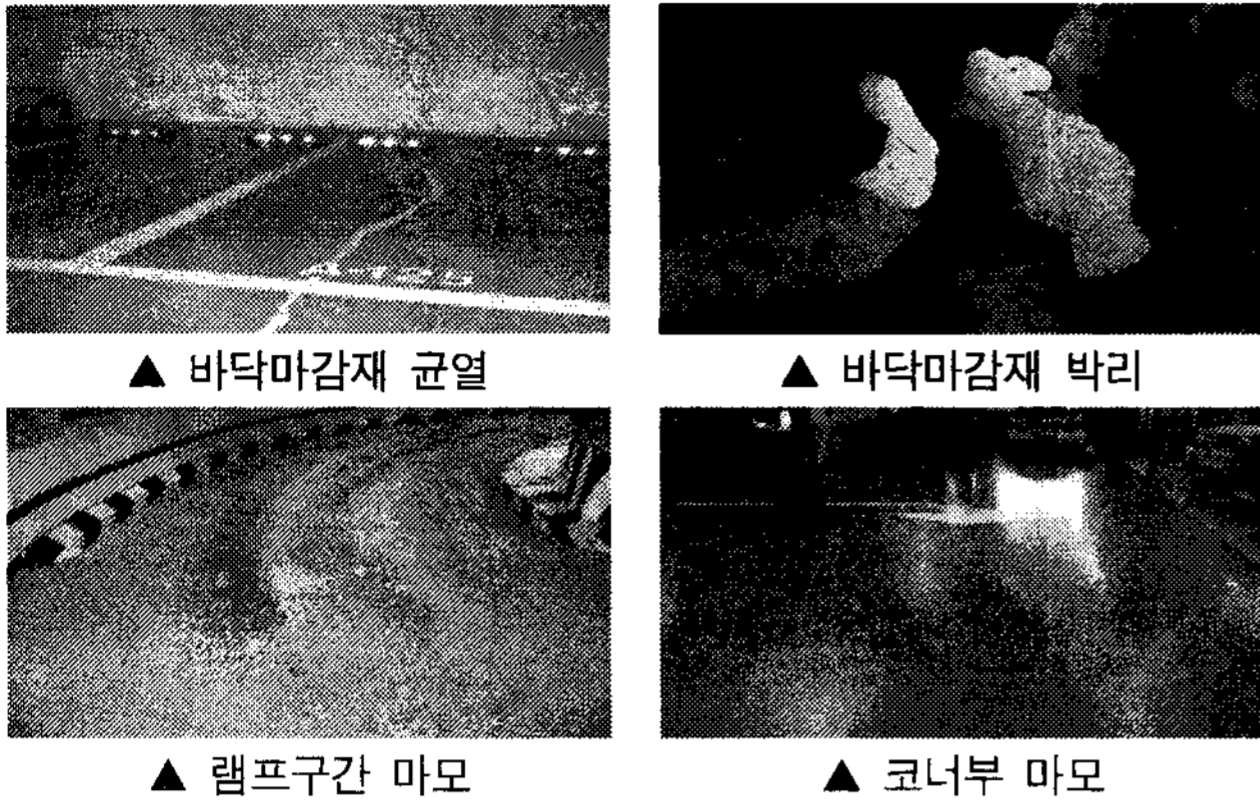


사진 1. 주차장 바닥마감재의 문제점

### 2.3 유리섬유강화플라스틱(FRP)의 구성

연질 FRP수지는 유리섬유매트와 불포화폴리에스테르수지로 이루어진 복합소재를 콘크리트 바탕체 위에 정방 홈 커팅(‘+’자형)부위에 함침 및 도포시킨다. 시공방법은 그림 1과 같다.

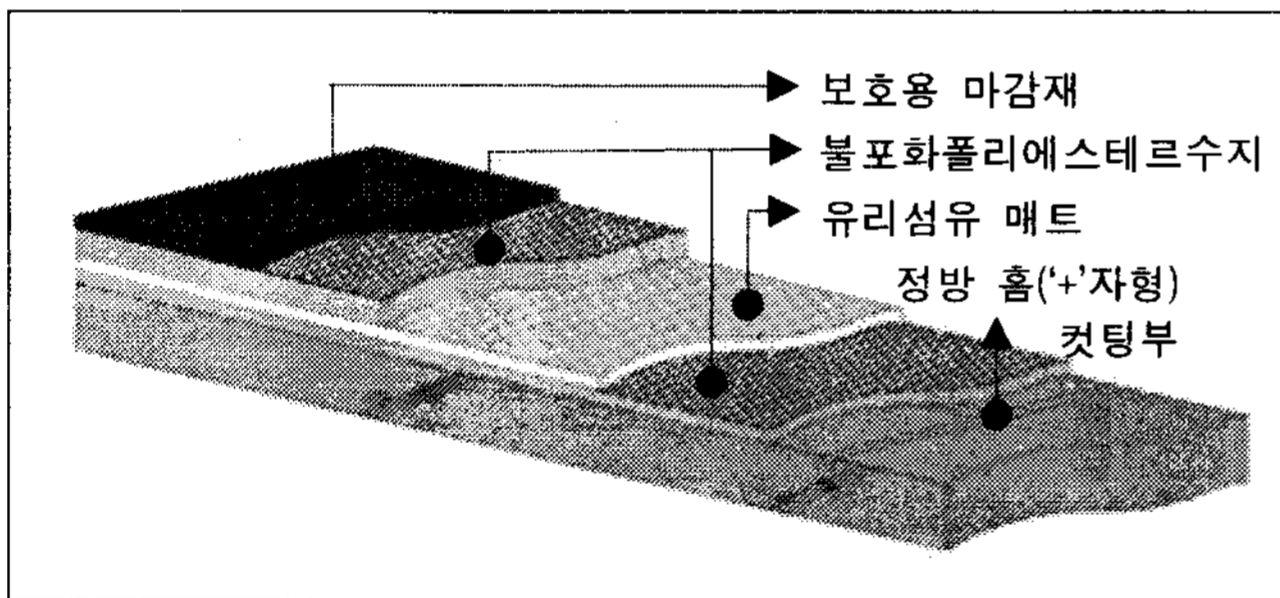


그림 1. 공법의 구성도

## 3. 성능평가 방법 및 시험 결과

### 3.1 시험평가 항목

연질FRP수지 바닥마감재의 방수성능 및 내구성확보를 위한 관련 시험 항목은 표 2와 같다.

표 2. 시험평가 항목

시험항목	내용
내충격 성능	중량물체의 낙하 및 기계적 충격 등 외력의 영향에 저항할 수 있는 성능을 평가한다.
수밀 성능	주차장 내부에서 차량의 세척 및 물청소가 일반화되어 있어 치밀한 방수성과 투수 저항성(수밀성)을 평가한다.
부착 성능	현장적용시 바탕면 건조상태, 레이턴스, 먼지, 거푸집 박리재 등에 따른 들뜸 및 파손에 대해 바탕면과 바닥층의 상호부착력을 평가한다.
윤하중 저항성능	차량이동에 의한 바닥재에 작용하는 하중 및 마찰에 의한 성능을 평가한다.
부품 저항성능	태양열에 의한 콘크리트 내부 수분이 증발함으로써 방수층이 부풀어 올라 바탕체와 박리되는 현상에 저항하는 성능을 평가한다.
내피로 성능	온도변화에 의한 콘크리트면 균열의 수축, 팽창에 대한 내후성을 평가한다.

## 3.2 시험방법 및 결과

### 3.2.1 내충격성능 시험

콘크리트 바탕재(300×300mm) 위에 연질 FRP수지 마감재를 설치한 시험체를 대상으로 한다. 시험시 온도는 20±2℃로 시험체를 1시간 이상 정지한 후, 끝이 반구형인 추(선단직경 10mm, 질량 500g의 철제봉)를 높이 0.5m에서 낙하시킨다. 마감재의 구멍 뚫림 유무, 잔갈림 및 떨어져나감 등을 검사한 후 1.0m, 1.5m의 높이 순으로 추를 낙하시킨다.

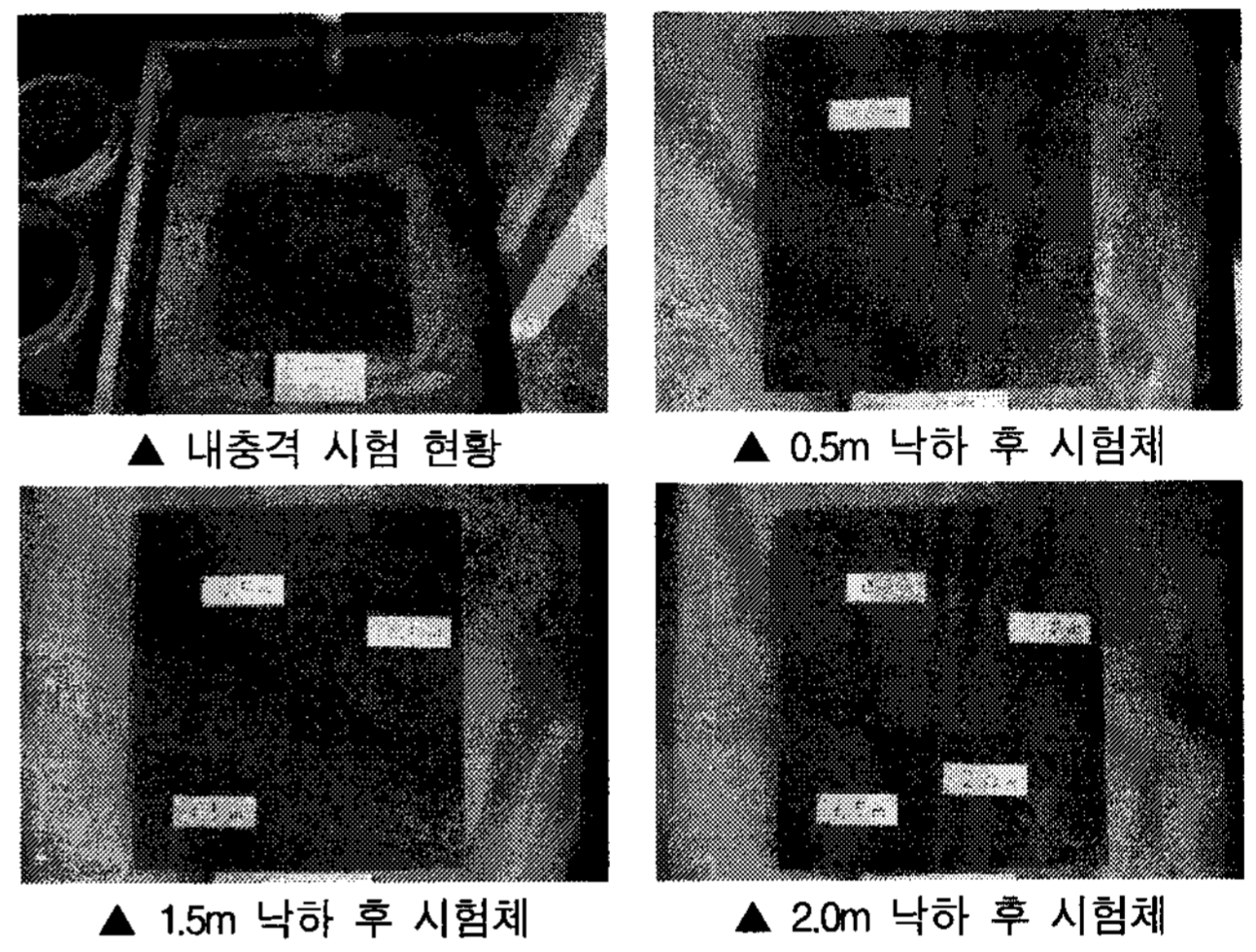


사진 2. 내충격시험 현황

시험결과 성능기준을 모두 만족하였다. 또한, 사진 2와 같이 성능기준 1.5m를 넘어 2.0m에서도 마감재에 구멍 뚫림, 균열, 잔갈림, 떨어져나감 등은 발생하지 않았다. 이는 연질FRP수지의 표면 경도는 매우 우수한 것으로 판단된다.

### 3.2.2 수밀성능 시험

투수 시험 장치에 시험체를 고정시킨 후 3N/mm<sup>2</sup>의 수압을 3시간 가한다. 수압을 가한 후 시험 장치로부터 시험체를 분리하여 KS M 7602에 규정하는 2종의 거름종이로 약 10초 동안 가볍게 닦은 후 시험체 중앙부에서 2분할한다. 이때 모르타르 안으로 물이 흡수되면 투수된 것으로 판단한다.

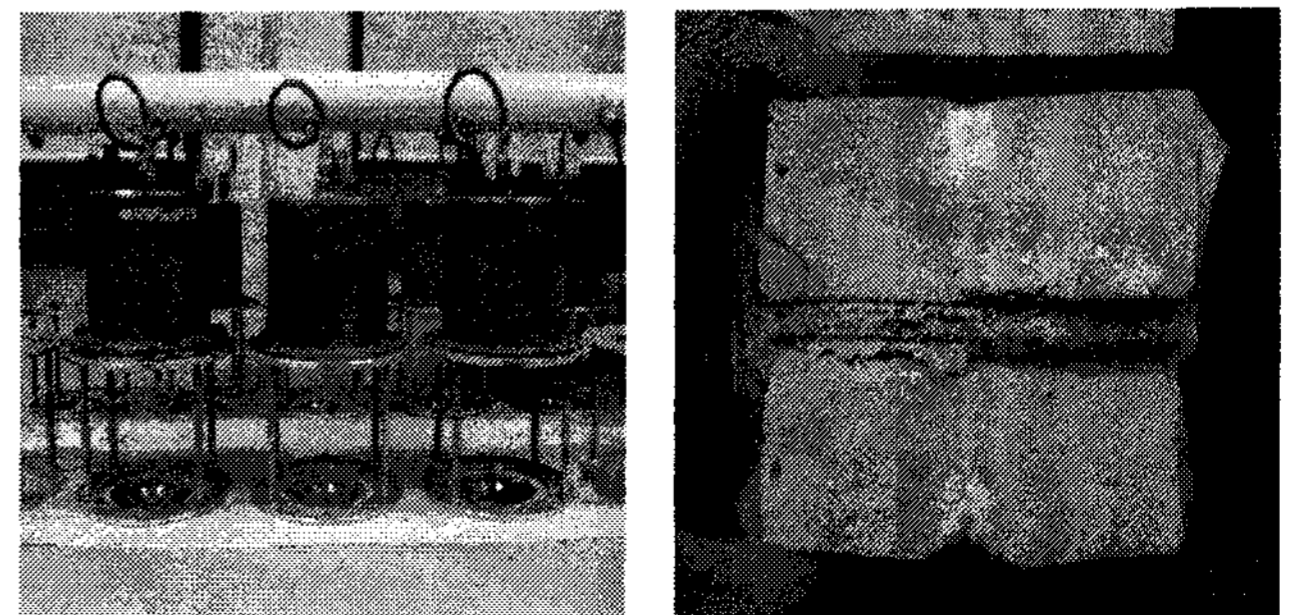


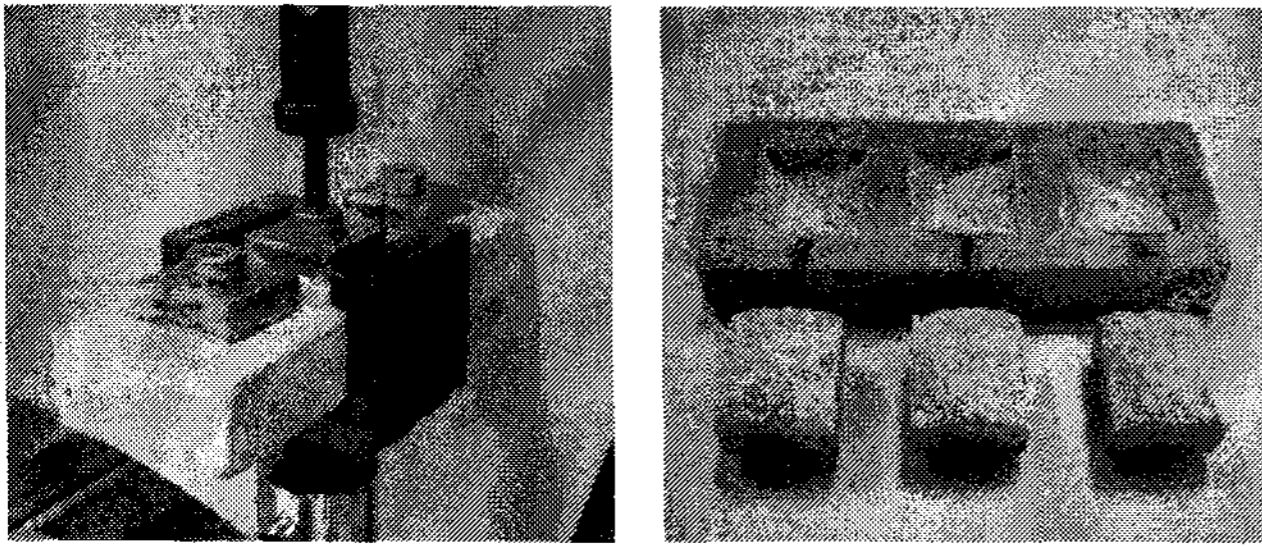
사진 3. 투수시험 현황

시험결과 3개의 시험체 모두에서 투수되지 않았다. 기타 무기질 도막재와는 달리 표면 흡수에 의한 질량의 증가도 보이지 않았다.



### 3.2.3 부착성능 시험

부착강도시험은 시료 표면에 접착제를 바른 후 상부 인장용 지그(강제)를 올려놓고 접착시킨 후, 다시 그 위에 무게 1kg의 추를 얹어 주위에 베어 나온 접착제를 신중히 제거한다. 추를 제거하고 하부 인장용 지그(강제) 사용해서 시료면에 대해 수직방향으로 하중 속도는 10mm/min 인장을 가한다.



▲ 부착 시험 현황      ▲ 부착 시험 후 박리 상태  
사진 4. 부착시험 현황

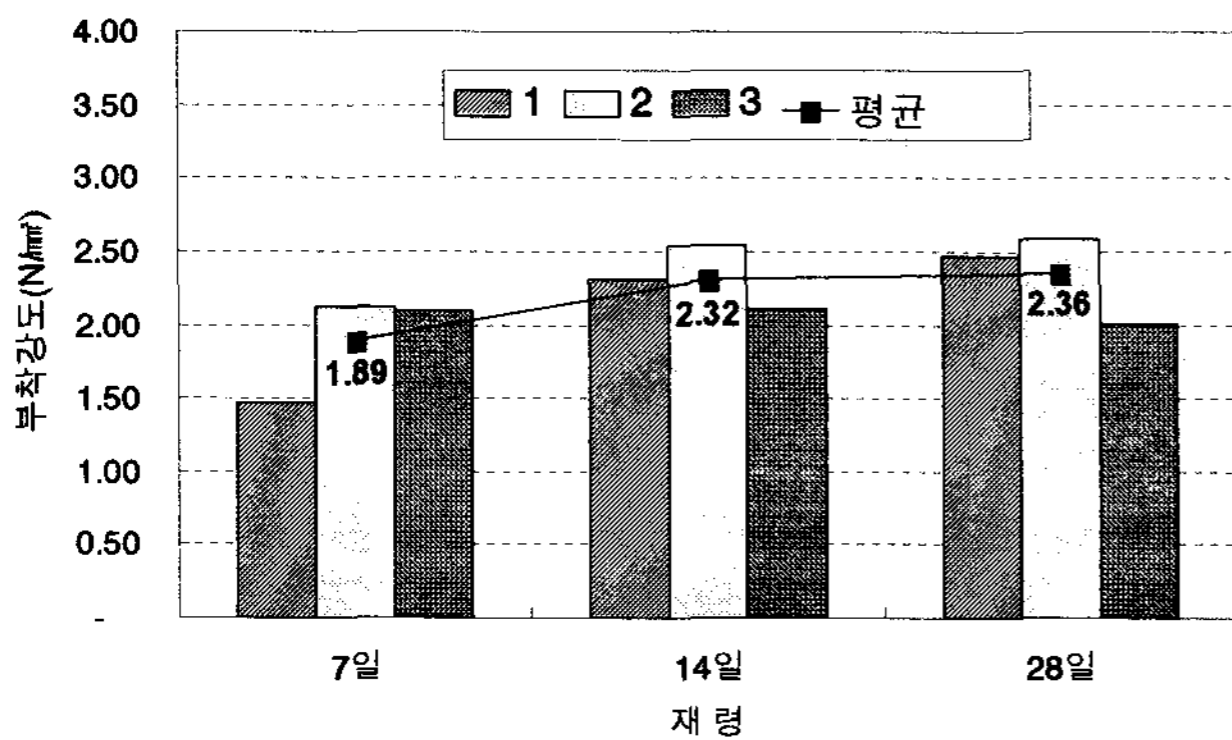


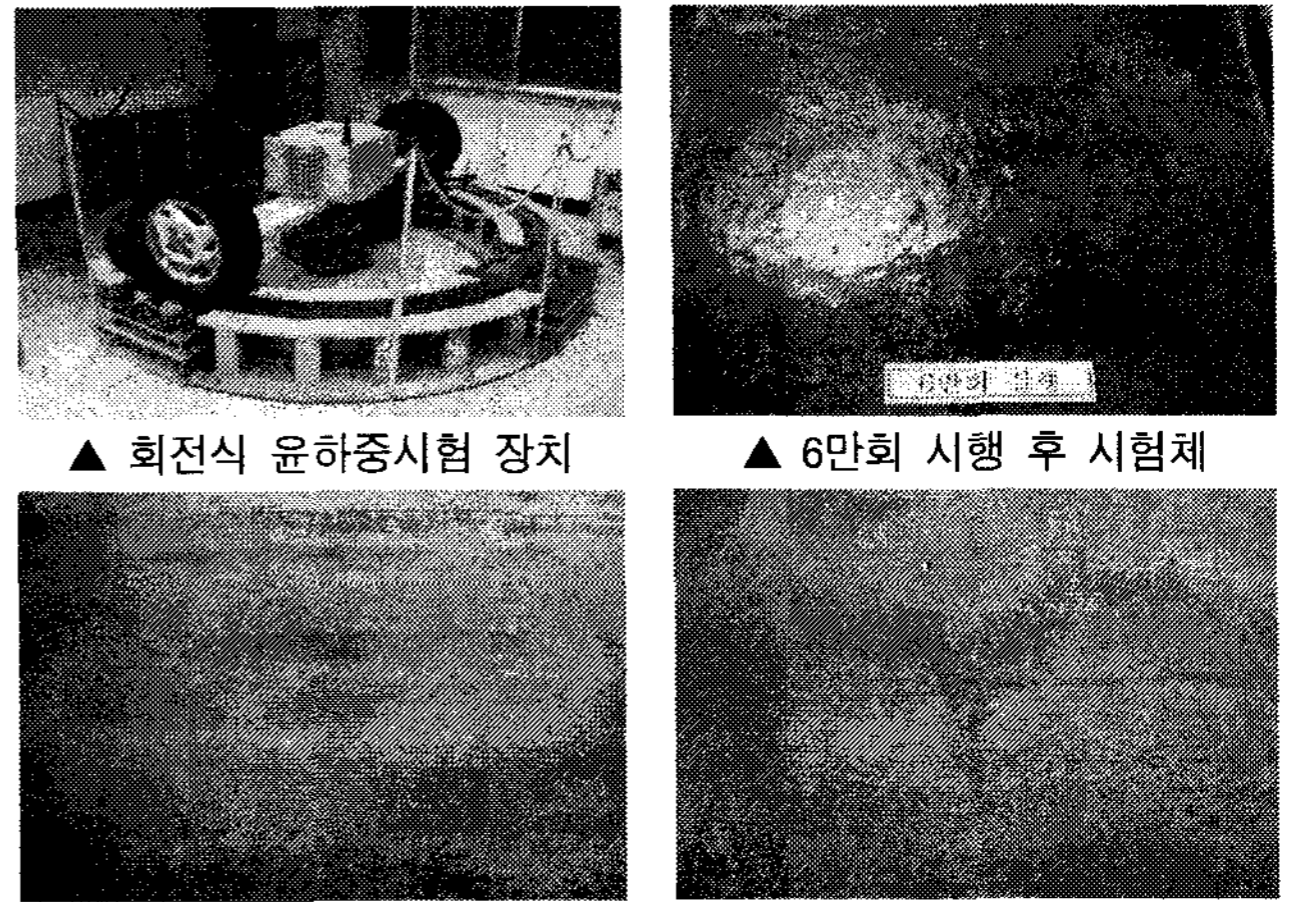
그림 2. 부착강도 결과

그림 2와 같이 재령 7일 1.89, 재령 14일 2.32, 재령 28일 2.36으로 성능 기준 1.2를 충분히 만족하며, 재령이 증가 할수록 강도가 증가하는 것을 알 수 있었다. 그러나 재령 14일 이후부터의 강도 증가폭이 줄어드는 것으로 보아 재령 초기의 강도 발현 이후 지속적인 강도증가는 적은 것으로 판단된다.

### 3.2.4 윤하중 저항성능 시험

시험체는 300×300mm 모르타르 시험체에 바닥마감재를 시공 두께에 따라 제작한 것으로 하며, 윤하중시험기의 시험 주행속도는 5km/h(평균 주행 속도)로 60,000회(1)까지 반복시키며, 각 10,000회 종료 후 관찰 범위를 대상으로 시험을 종료한 후 3개의 시험체 표면에서 균열, 잔갈림, 떨어져나감 등이 있는지를 관찰한다. 단, 관찰 부분은 바닥마감재가 도포된 부분 중 바퀴가 지나간 지점의 중심으로부터 사방으로 100mm까지로, 총 200×200mm의 면적을 대상으로 한다.

1) 타이어 총 회전수 산정근거:  
 $1일 차량 이용대수 \times 0.3(부하율) \times 30(일) \times 12(월)$   
 $= \text{년간 타이어 주행횟수}$   
 (예시)  $200대 \times 0.3 \times 30일 \times 12월 = 21,600대$   
 $\therefore 21,600대 \times 3년(하자담보 책임기간) = \text{약 } 64,800대$



▲ 회전식 윤하중시험 장치      ▲ 6만회 시행 후 시험체

▲ 시험체 표면      ▲ 시험체 표면

사진 5. 회전식 윤하중시험 현황

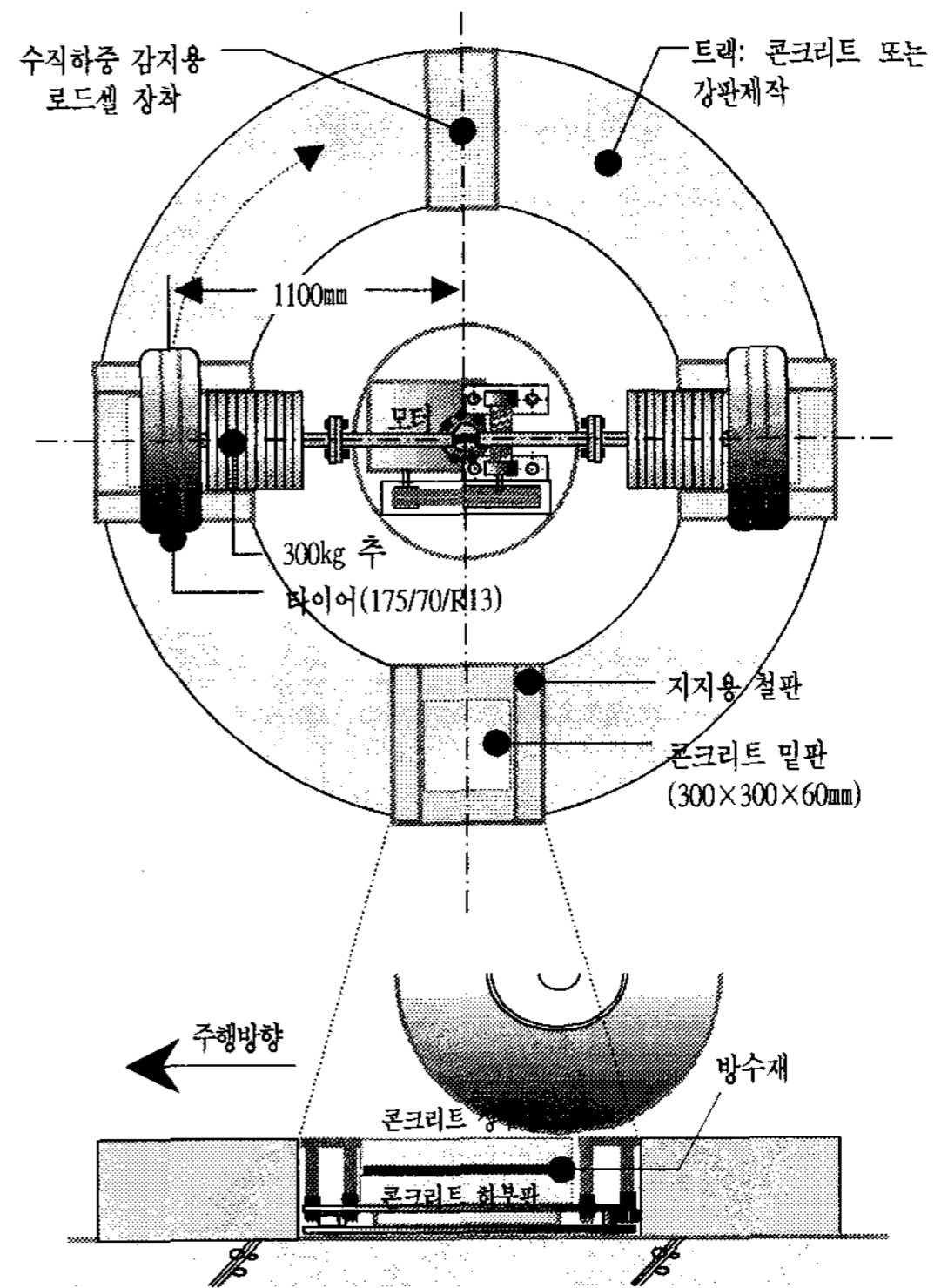


그림 3. 회전식 윤하중 시험기 개요도

- ① 주행부 수직하중 : 300kg(산출근거 : 일반 소형 승용차 총 중량이 1,200kg으로 1개의 바퀴에서 약 300kg의 수직하중이 부여된다)
- ② 타이어 상태 : 175/70/R13 (소형 승용차 기준)
- ③ 타이어 공기압 : 30psi

표 3. 윤하중 시험 결과

구 분	시 험 결 과 (육안관찰)	구 분	시 험 결 과 (육안관찰)
1만회	이상 없음	4만회	이상 없음
2만회	이상 없음	5만회	이상 없음
3만회	이상 없음	6만회	표면 마모

시험결과 표 3과 같이 5만회 이상부터 표면의 마모가 발생하였다. 이는 연질 FRP수지의 시공 특성상 발생하는 요철부분에서의 하중집중으로 인한 것으로 판단된다.

### 3.2.5 부풀 저항성능 시험

시험체는 600×600mm 모르타르에 방수층을 설치한 것으로 하였으며, 시험체 중앙부에 바탕재와 방수층이 절연되는 지름 40mm의 절연 부위를 4개소 설치하였다. 시험체를 온도 60±2℃에서 1시간 정치한 후, 사진 6과 같이 부풀 시험 장치에서 시험체를 설치하여 5.0kPa의 압력을 가하고 절연 부위의 윤곽을 표시한다.

순차적으로 10.0kPa의 압력을 10분간, 20.0kPa의 압력을 10분간, 50.0kPa의 압력을 가하여 절연부의 확산여부를 평가한다. 단, 모르타르 조인트 부위로 바닥마감재가 도포되지 않도록 주의한다.

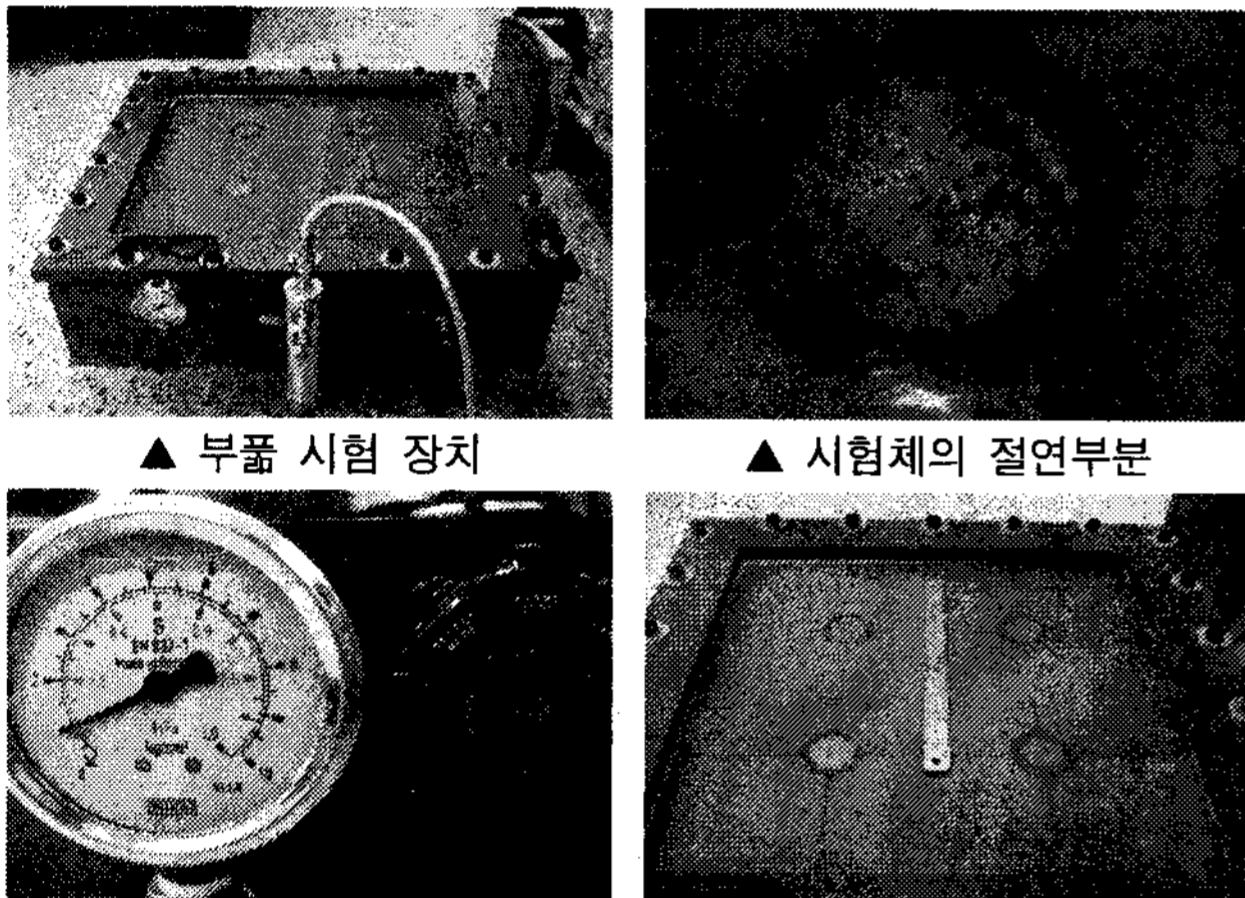


사진 6. 부풀 저항성능 시험 현황

시험 결과 50kPa의 압력에서 4개의 절연부 모두 확장되지 않았다. 또한 성능기준 이상인 100kPa의 압력에서도 절연부위의 확장은 확인되지 않았다.

### 3.2.6 내피로 성능 시험

200mm×80mm×8mm의 플렉시블 판의 뒷면 중앙부 길이 방향에 길이 6mm의 V형 홈을 낸 것에 안쪽으로 길이 약120mm, 나비 약 60mm의 크기로 마감재를 도포한다.

내피로 시험장치에 공정하고 온도 20±2℃에서 1시간 정치한다. 온도 20±2℃에서 피로 시험기를 작동시켜 바탕면의 균열부에 0.5~2.5mm이 확대 축소를 2분에 1회의 비율로 200회 반복시킨 후, 시험기의 온도를 0±2℃로 변경하여 3시간 이상 방치한 후, 동일한 방법으로 확대 축소를 400회 반복한다. 반복이 끝난 시험체를 플렉시블 판의 균열부 간격을 2.5mm로 확대하여 시험체의 표면을 8배 확대경으로 육안 관찰하여 잔금, 찢김, 판단의 유무를 조사한다.

시험 결과 연질 FRP수지 마감재는 균열의 미세거동에 의한 피로파괴가 발생하지 않았다. 이는 균열의 거동에 의한 저항성을 가지는 것으로 판단된다.

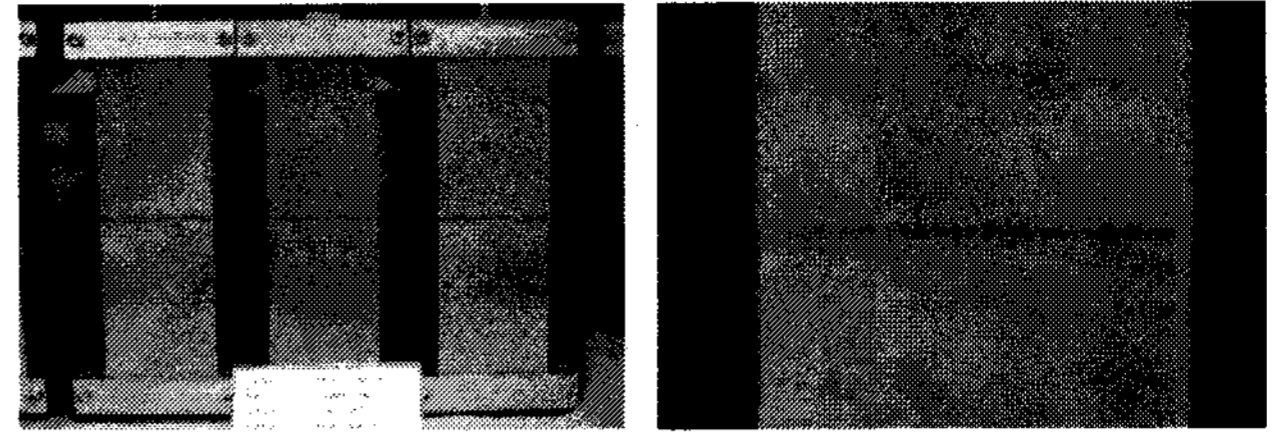


사진 7. 내피로 성능 시험 현황

### 3.3 성능평가 결과분석

연질 FRP수지 바닥마감재에 대한 안정성 평가를 실시한 결과는 표 4와 같다. 결과에서와 같이 내충격성능, 수밀성능, 부착성능, 내피로성능 및 부풀저항성능은 성능기준을 모두 상회하고 있음을 알 수 있다. 특히 내피로성능은 균열거동에 대한 아무런 변화가 발견되지 않았다. 이는 2mm이하의 균열거동에 대한 추종성이 뛰어난 것으로 판단된다. 또한, 이동하중에 대한 표면마모가 발생한 부분에 대해서는 향후 탑코트 도포 후의 추가적인 실험을 통한 확인 필요할 것으로 판단된다.

표 4. 성능 평가 결과

평가항목	시험결과	규격	성능기준
내충격 성능	이상 없음	KS F 4937	구멍 뚫림, 균열, 잔갈림, 떨어져나감 현상이 없을 것.
수밀 성능	투수되지 않음		투수되지 않을 것.
부착 성능	2.32		1.2 이상
윤하중 저항성능	표면마모 발생	KS F 2622	균열, 잔갈림, 떨어져나감 등 이상 없을 것.
부풀 저항성능	이상 없음		절연 부위의 확대 등의 변화가 없을 것.
내피로 성능	이상 없음		잔금, 찢김, 파단의 현상이 없을 것.

## 4. 결 론

본 연구결과 연질 FRP수지가 옥상주차장 바닥 마감재로써 적용가능한 것으로 나타났다. 특히, 바닥마감재의 중요한 성능인 구조체의 거동에 대한 파단과 들뜸에 대해 안정적으로 대응하면서도 부착성능과 방수성능을 유지함으로써 장기적인 내구성을 확보할 수 있다고 판단된다.

연질 FRP수지를 현장에 적용함으로써 외부열화환경에 노출된 옥상주차장바닥의 열화, 거동 및 외력에 의한 바닥마감재의 손상 등을 감소시킬 수 있는 내구성을 확보하고 있으므로 옥상주차장이 설치된 구조물의 장기적 안전성 향상에 기여할 것으로 기대된다.

### 참 고 문 헌

1. 실무자를 위한 방수공사매뉴얼, 건설도서, 2003.4
2. 오상근 외, 방수공사 핸드북, 대한미장협회, 1977
3. 오상근, 콘크리트 방수의 현황과 대책, 콘크리트학회지, 제6권 2호, 1994.4
4. 이민석, 실무를 위한 건설신기술방수공, 보성각