

주차장 바닥용 표면 마감재의 안전성 평가 및 성능기준에 관한 연구

A Experiment Study for the Standard Performance and Test of Surface Finishing Material for Parking Slab

김 귀 태*
Kim, Gue-Tae

권 시 원**
Kwon, Shi-Won

곽 규 성***
Kwak, Kyu-Sung

오 상 근****
Oh, Sang-Keun

Abstract

Recently, to improve condition car park, using surface finishing material for variety color and property epoxy resin, urethane, cement mixed resin mortar or polymeric resin, and so on.

However, it is frequent noise and wear out of tier and waterproofing materials, when the car slip or stop in car park,

To minimize these cases, It is necessary that reduction of repair cost through performance long term durability of surface finishing material, improvement inside condition such as reduce dirty and car accident and ensurance the expected life of concrete slab in car park.

Especially, we have not any tech for quality control, construction tech, production technology for car park surface materials, that's why park slab is not safety and suffer a loss.

For this problems, this paper is to test surface finishing materials and as that result, suggest quality standard in the car park.

키 워 드 : 주차장 바닥용 표면 마감재, 윤하중, 미끄러짐, 마모, 품질기준(안)

Keywords : Surface Finishing Material, Wheel Tracking, Slip, Wear Out, Quality Standard

1. 서 론

1990년대에 들어서면서부터 주택 및 도심지 고층 건물의 급증으로 인해 교통량이 증가하여 주차 사정의 악화라는 사회적인 문제가 대두되기 시작했다. 특히 백화점의 경우를 보면 주차를 위한 여유 공간이 부족한 상태에서 차량의 커브 주행 및 급정차, 경사로 진행 및 정지 시에 발생하는 차량의 미끄러짐으로 주차 차량의 충돌 및 인사 사고의 발생 등 안전성과 직결된 문제점이 노출되고 있고, 또한 차량 타이어의 마모, 급브레이크 및 커브 주행 시 나타나는 타이어와 바닥 마감재의 마모는 분진을 발생시키므로 마모 분진과 매연을 인체의 건강에 큰 해를 끼치고 있는 실정이다.

최근 건설되는 건물내외(옥상 포함)의 이용 환경 개선을 위해 다양한 색깔과 성능의 에폭시 수지계 및 우레탄계, 시멘트혼합 수지 모르타르계, 합성고분자 수지재료를 주요 주차장 바닥마감재로 사용하고 있다. 또한 옥외 주차장에서 우천 시의 경우나, 공동주택 등의 주차장 내부에서 차량의 세척 및 물청소가 일반화되어 있어 주차장 바닥 마감재는 치밀한 방수성과 강한 내마모성 및 논슬립(Non-slip) 성능을 동시에 확

보하여 한다. 그러나 최근 제품 수요의 증가에 따라 또한 옥외 주차장의 경우 바닥(덱크 플레이트)의 처짐·진동·거동으로 주차장 방수층(바닥 마감재)의 마모, 파손, 균열이 발생되고, 이에 따른 누수 문제는 주차장의 구조 안전성과 사용성을 크게 해치고 있다.

따라서 본 연구에서는 주차장에서의 차량 주행의 안전성 및 원활함, 구조적 안정성 확보를 위한 주차장 바닥용 표면 마감재의 시험방법 및 품질 기준(안)을 제시하고자 한다.

2. 주차장 바닥용 표면 마감재의 문제점 분석

2.1 주차장 바닥 마감재의 손상 분류

1) 차량주행에 의한 마찰에 따른 마모 및 박리 손상

차량의 커브주행 및 급정차, 경사로 진행 및 정지 등에 의해 바닥 마감재가 박리되거나 들뜸, 접촉불량, 바탕면 거동이 발생하여 바닥 마감재가 마모되거나 파단되는 요인이 되고 있다.

2) 기타 특수한 손상

차체가 낮은 차량의 차체하부 접촉 및 기타 물류운반시 발생하는 충격 등에 따른 손상 등이 주차장 바닥 마감재를 손상하는 것으로 나타나고 있다.

* 서울산업대학교, 산업대학원, 석사과정

** BK방수기술연구소, 과장

*** BK방수기술연구소, 소장

**** 서울산업대학교 건설대학, 교수

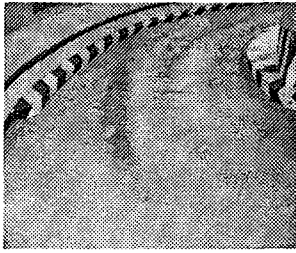


사진 1. 램프구간 바닥재 마모



사진 2. 코너부 바닥재 마모

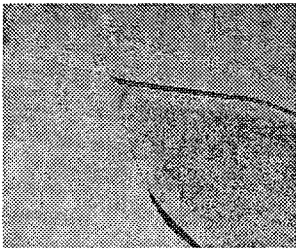


사진 3. 바닥재의 균열 및 파손

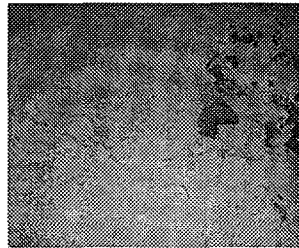


사진 4. 바닥재 마모 및 들뜸

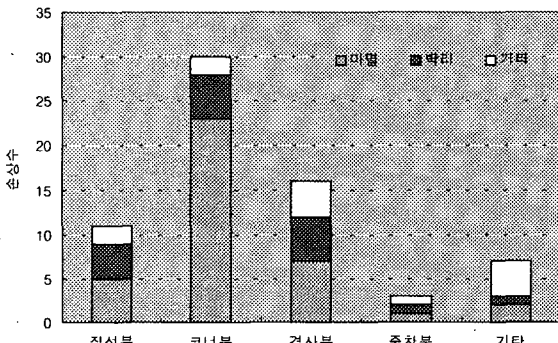


그림 2. 부위별 손상발생

3) 코너링 하중 변화의 요인

주차장 코너부는 손상발생이 가장 많은 부위로서 다음 표 1과 같은 요인에 의해 손상도가 결정된다.

표 1. 부위별 손상발생

조건	하중변화요인	비고
주행상태	속도, 회전반경, 하중	-
타이어상태	크기, 공기압, 타이어 모양	타이어 접지면적
노면상태	딱딱함, 요철, 개재물	타이어와 노면의 마찰

4) 주차장의 미끄러짐 방지층의 손상

방지층의 사양에 따른 골재의 마모 및 마감층의 탈락정도는 다음 표 2과 같이 단계별로 나타난다.

표 2. 주차장의 미끄러짐 방지층의 손상

구분	개요그림	설명
1단계		골재의 탈락 탑코트의 마모
2단계		골재의 탈락 골재의 마모
3단계		골재의 탈락 마감재의 마모
4단계		마감재의 마멸 손상이 바닥에 도달

2.2 주차장 바닥용 표면 마감재의 필요성

건축물에 사용되는 마감재료의 일반적 요구 성능 표 3과 같으며, 이를 기준으로 주차장 바닥용 표면 마감재의 안전성에 필요한 성능을 선정한다.

표 3. 마감재료에 요구되는 일반적성능

종별	작용인자	필요성능	비고	
내용적 성능	외력	내분포압성	인간, 가구 등의 하중에 견디는 내력	
		내국압성	국부의 압력 등을 발생시키지 않는 성능	
		내충격성	낙하물 등 충격력에 의한 파괴균열이 발생하지 않는 성능	
		내균형성	물체의 이동 등에 따른 자국에 견디는 성능	
		내마모성	사람의 보행에 따른 마모작용에 견디는 성능	
	내열성	내 열 성	열에 의한 변형과 파괴를 발생시키지 않는 성능	
		내 한 성	동결융해에 따른 파손이 생기지 않는 성능	
		물	내수습성	물과 습기에 의한 변형 및 변질이 생기지 않는 성능
		불	내 화 성 난 연 성	불에 의한 변형, 변질이 생기지 않는 성능 연소되지 않고, 유독가스나 연기가 생성되지 않는 성능
기능적 성능	햇빛공기	내 후 성	햇빛과 공기에 의한 변형이 생기지 않는 성능	
	균류 충류	내부식성 내충해성	부패균에 의해 변형되지 않는 성능 벌레 등에 의해 변하지 않는 성능	
		약품류	내약품성	산, 알칼리 및 기타 약품류에 대하여 견디는 성능
	먼지	내오염성	잘 오염되지 않으며 청소하기 쉬운 성능	
	빛	반사성 광택성	빛을 적당하게 반사하는 성능 적당한 광택을 가지고 눈부심을 발생시키지 않는 성능	
		열	단열성	외부로부터의 폭열이나 한기를 차단하는 성능
		음	차음성 흡음성 발음성	음을 차단하는 성능 음을 흡음하는 성능 보행시 발생하는 음이 적당한 것
	공기		기밀성	공기를 투과하지 않는 성능
		물	방수습성	흡수나 투수하지 않는 성능

2.3 주차장 바닥용 표면 마감재의 종류분석

국내의 건축물 및 토목시설의 주차장 바닥에 사용하는 마감재의 종류는 다음 표 4와 같다.

표 4. 주차장 바닥용 표면 마감재의 종류

구 분	주차장 바닥용 표면 마감재	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
기타 수지 모르타르계	아스팔트 수지 모르타르	약 10mm 이상
	합성 고분자 수지를 이용한 모르타르 제품 다수	

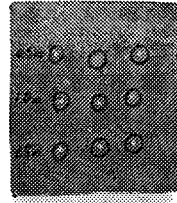


사진 7. 경질 우레탄

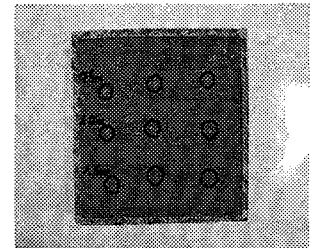


사진 8. 폴리머 모르타르계

3. 주차장 바닥용 방수층의 안전성능 평가

상기의 필요성능에 따라 다음 표 5의 평가항목을 선정하여 주차장 바닥용 마감재의 안전성을 평가하고자 한다.

표 5. 부위별 손상발생

시험항목	평가내용
내충격 성능	중량물체의 낙하, 자동차 주행 하중, 보행자의 보행 충격 등의 작용에 따른 충격 저항성 평가
부과성능	현장 적용시 바탕면 건조상태, 레이턴스, 먼지, 거푸집 박리제 등에 따른 들뜸 및 파손에 대해 바탕면과 바닥층의 부착성 평가
윤하중 저항성능	실제 자동차 바퀴를 이용하여 마감층의 마찰 및 파단등의 종합적 손상을 약 300kg의 수직하중으로 6만회 회전하여 평가
방수성능	주차장 내부에서 차량의 세척 및 물청소가 일반화 되어 있어 치밀한 방수성과 투수저항성을 평가

3.1 내충격 저항성능

주차장 바닥 마감재는 사용과정에서 다양한 형태의 외력(중량물체의 낙하, 자동차 주행 하중, 보행자의 보행 충격 등)이 작용하게 되는데 이에 적정 품질 수준을 유지하기 위해서는 내충격 저항성이 유지되어야 한다.

1) 시험의 방법

KS F 2221에 규정하는 모래 위 전제면 지지방법으로 수평하게 유지한 시험편 표면에 구형추 W2-1000을 높이 50cm에서 떨어뜨려 사진5-8과 같이 마감재의 구멍뚫림, 균열, 잔갈림, 떨어져나감 유무를 육안으로 관찰한다.

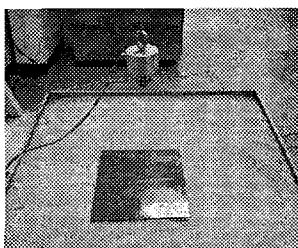


사진 5. 낙하 충격성 시험기

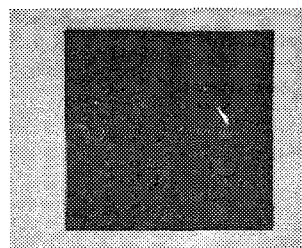


사진 6. 에폭시 수지계

2) 시험 결과

방수재 계열별 내충격 저항 성능 시험결과와는 표 6와 같다.

표 6. 내충격 저항 성능 시험 결과

구 분	시험 결과(m)		
	0.5	1.0	1.5
에폭시 수지계	이상없음	약간 함몰	움푹들어감
경질 우레탄계	이상없음	약간 함몰	움푹들어감
수지모르타르	이상없음	약간 함몰	움푹들어감

3.2 방수성능

에폭시수지계, 고경질우레탄수지계와 수지모르타르계의 방수성능의 차이는 확연히 구분될 수 있으나, 각각의 계열별 물리적 성질과 관계없이 기본적인 성능이므로 KS F 2451의 시험방법에 준한다.

1) 시험방법

시험체를 사진 9의 투수 시험 장치에 고정시킨 후 0.3N/mm²의 수압을 3시간 가한다. 수압을 가한 후 시험 장치로부터 시험체를 뜯어내어 KS M 7602에 규정하는 2종의 거름종이로 약 10초 동안 가볍게 닦은 후 사진 10과 같이 시험체 중앙부에서 2분할한다. 이때 마감재 아래의 모르타르 밀판에 물이 침투되어 젖어 있는지를 확인한다.

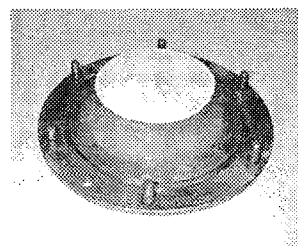


사진 9. 투수시험용 밀판

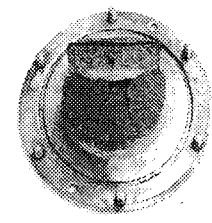


사진 10. 시험결과(2분할 관찰)

2) 시험 결과

방수성 시험결과는 다음 표 7와 같다.

표 7. 방수(수밀)성능 시험 결과

구분	시험 결과(g)			시험체 내부 투수유무 (2분할 관찰)
	시험전무게	시험후 무게	무게증가량	
에폭시 수지계	1957.18	1957.22	0.04	투수안됨
	1875.24	1875.27	0.03	
	2012.34	2012.39	0.05	
경질 우레탄계	1789.47	1789.62	0.15	투수안됨
	1876.69	1876.80	0.11	
	1928.54	1928.74	0.20	
수지모르타르	2314.21	2314.91	0.7	투수안됨
	2274.63	2275.13	0.5	
	2361.23	2362.13	0.9	

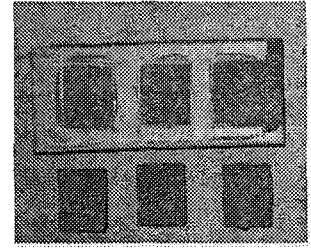
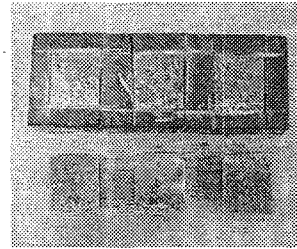


사진 13. 우레탄계(계면탈락)

사진 14. 에폭시수지계(모체탈락)

3.3 부착성능

주차장 바닥 마감재의 하자는 대부분 들뜸 및 파손에 있다. 들뜸은 바탕면과 마감재의 부착강도가 부족하여 발생하는 현상으로 에폭시수지계, 수지 모르타르계 등에서 주로 발생하게 된다. 특히, 에폭시수지계의 경우 물리적 성능으로 부착강도는 약 3.0N/mm² 이상을 확보할 수 있으나, 현장 적용시 바탕면 건조상태, 특히, 레이턴스, 먼지, 거푸집 박리제 등 이물질의 청소 상태에 따라 크게 달라질 수 있다. 그러나, 국내에서는 관련 KS 규격 품질기준이 없어 각 기관별로 자체적인 시공기준안을 마련하여 적용하고 있는 실정이며, 본 주차장 바닥 마감재의 계열별 물리적 성질의 차이가 큰 만큼 본 규격 제정 과정에서는 공통 안전성능 사항으로 주차장 바닥 마감재로 적용될 수 있는 최소한의 부착성능인 1.2N/mm² 이상을 확보할 수 있도록 한다.

1) 시험 방법

소정의 양생이 끝난 시험편을 양생실 내에 수평하게 놓고, 시료 도포면에 접착제를 바른 후, 상부 인장용 지그(강철제)를 조용히 올려놓고 가볍게 문질러 접착시킨 후, 다시 그 위에 질량 1kg의 추를 얹어 주위에 배어 나온 접착제를 신중히 제거한다. 24시간 조용히 둔 후 추를 제거하고 하부 인장용 지그(강철제)를 사용해서 시료면에 대해 수직방향으로 인장력을 가해 최대 인장하중을 구한다. 부착강도는 다음 식에 의해 계산하고, 소수점 이하 1자리로 끝맺음한다.

$$\text{부착강도 } N/mm^2 = \frac{T}{1600}$$

여기에서 T : 최대 인장하중(N)

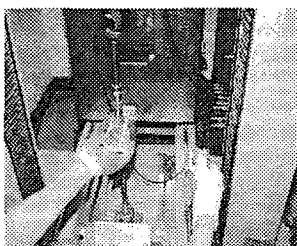


사진 11. 만능인장시험기

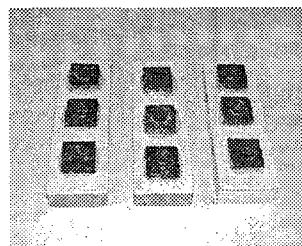


사진 12. 부착강도 시험용 시편

2) 시험 결과

시험용 밀판을 모르타르 및 콘크리트로 구분하여 본 주차장 바닥 마감재의 부착강도를 측정된 결과는 다음 표 8과 그림 3과 같다.

표 8. 모르타르 부착성능 시험 결과

구분	시험 결과(N/mm ²)					
	재령 7일			재령 14일		
	측정치	평균	탈락상태	측정치	평균	탈락상태
에폭시 수지계 (코팅, 라이닝)	1.95	1.85	모체탈락	2.15	2.12	모체탈락
	1.75		"	1.98		"
	1.86		"	2.24		"
경질 우레탄	1.47	1.48	계면탈락	1.75	1.76	계면탈락
	1.52		"	1.81		"
	1.44		"	1.71		"
수지모르타르	1.42	1.42	계면탈락	1.75	1.95	모체탈락
	1.34		"	1.92		"
	1.51		"	2.17		"

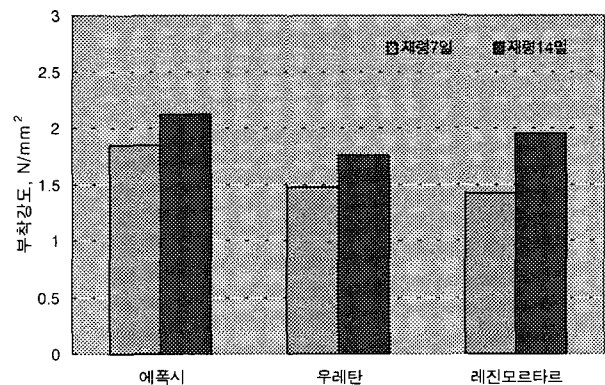


그림 3. 모르타르 부착성능 시험 결과

3.4 윤하중 저항성능

지금까지 노면의 미끄럼 저항 성능은 KS F 2375(미끄럼 저항 성능 시험 방법 표준)에 의거하여 평가하고 있으나, 영국식 이동 미끄럼 저항성 시험기에 의한 측정값은 도로 노면 중 매우 극부적인 측정치로써, 시험결과치가 어떠한 물리적 수치와는 거리가 있기 때문에 이를 보완하기 위하여 주차장 바닥 마감재의 실증적 시험방법으로 그림 4의 윤하중 시험기 개요도와 같이 실제의 자동차 바퀴를 이용하여 측정하는 시험방법을 적용하고자 한다.

특히, 시험시 타이어의 수직하중은 300kgf로 정하였는데 이는 일반 소형승용차 총중량이 약 1,200kg으로 1개의 바퀴에 약 300kg의 수직하중이 작용하는 것을 고려하였다. 또한, 타이어 총 회전수는 건설공사의 종류별 하자담보책임기간(제 30조 관련)에서 전문공사 중 방수는 3년에 해당되므로 내구년수를 고려하여 6만회)로 정하였다. 시험결과와 분석은 실제 자동차 바퀴에 작용하는 하중 및 마찰로 인해 현저한 마모, 박리, 균열 등을 관찰할 수 있다.

1) 시험기기

시험기기는 바퀴축에 최대 300kg 정도의 추가 적재된 후 1~5km/h 정도로 바퀴의 속도를 조절할 수 있어야 하며, 설정 회전수에 따라 자동으로 작동 및 정지되며, 시험체에 전달되는 수직하중을 자동으로 감지할 수 있도록 주행로에 로드셀을 설치한 것이어야 한다.

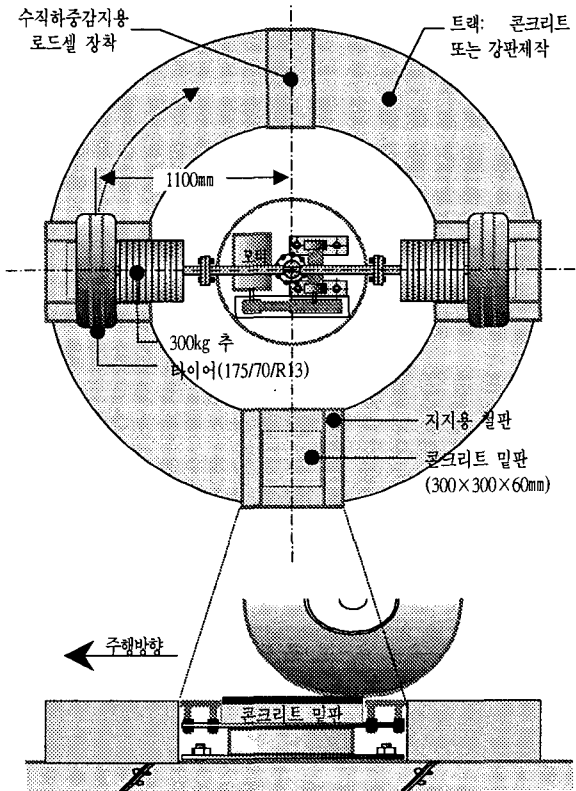


그림 4. 윤하중 시험기 개요도

- ① 주행부 수직하중 : 300kg (단, 원심력은 고려하지 않음)
(산출근거 ; 일반 소형 승용차 총 중량이 1,200kg으로 1개의 바퀴에서 약 300kg의 수직하중이 부여된다)
- ② 회전반경 : 1.1m(지름: 2.2m)
- ③ 타이어 공기압 : 30psi
- ④ 타이어 상태 : 175/70/R13 (소형 승용차 기준)

1) 타이어 총 회전수 산정근거:

$$1일 차량 이용대수 \times 0.3(부하율) \times 30(일) \times 12(월) = \text{년간 타이어 주행횟수}$$

(예시) $200대 \times 0.3 \times 30일 \times 12월 = 21,600대$
 $\therefore 21,600대 \times 3년(하자담보 책임기간) = \text{약 } 64,800대$

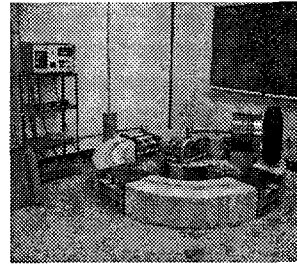


사진 15. 윤하중 시험 장치

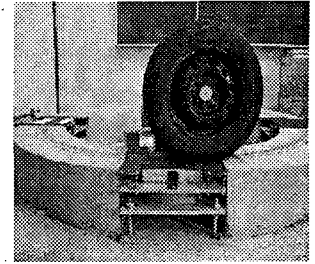


사진 16. 높이 조절용 볼트 설치

2) 시험편의 제작

- ① 시험체의 크기는 300×300×70mm의 콘크리트이며, 압축강도는 최소 210kgf/cm² 이상으로 한다.
- ② 시료의 시험면 및 그 뒷면은 원칙적으로 평탄하게 하여, 지지용 철판과는 서로 평행상태를 유지할 수 있도록 한다.
- ③ 시료의 두께는 관련시방에서 따라 충분한 두께를 유지하고, 별도의 규정이 없는 경우 3mm정도를 유지한다.
- ④ 시험면은 매끈하고, 심한 요철(凹凸)이 없도록 시료를 도포 한다.

3) 시험방법

- ① 시험 주행속도는 5km/h(회전시 평균 속도)를 유지한다.
- ② 총 주행(회전수)은 6만회를 시험하되, 각 1만회 종료 후 육안관찰로 바닥마감재의 표면상태 즉, 균열, 마모, 박리 등 현저하게 변형된 부분은 기록한 후 표면의 상태를 확인할 수 있도록 사진 촬영한다.
- ③ 3개의 시험체 모두 표면의 균열, 마모 또는 박리현상 등이 있는지 관찰한다.
- ④ 관찰 부분은 바닥 마감재가 도포된 부분 중 바퀴가 지나간 지점의 중심으로부터 사방으로 75mm까지로, 총 150×150mm의 면적만을 대상으로 한다.

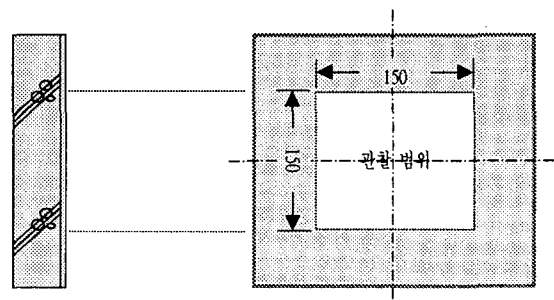


그림 5. 판정 및 관찰범위

4) 시험결과

각 종류별 윤하중 시험결과와 다음 표 9과 같다.

표 9. 에폭시 수지계

구 분	시 험 결 과(육안관찰)	
	일반시공 (라이닝 THK 3mm)	논슬립 시공 (규사뿌림)
에폭시 수지계	1만회	이상없음
	2만회	이상없음
	3만회	이상없음
	4만회	이상없음
	5만회	이상없음
	6만회	이상없음

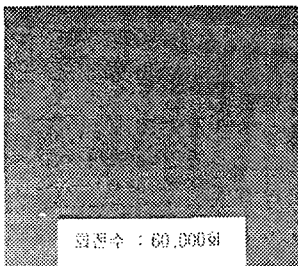


사진 17. 일반시공

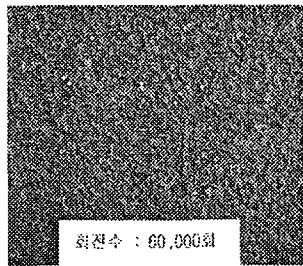


사진 18. 논슬립 시공

표 10. 우레탄(경질, 연질형) 수지계

구 분	시 험 결 과(육안관찰)	
	일반시공 (라이닝 THK 3mm)	논슬립 시공 (규사뿌림)
경 질 (2액형) Type	1만회	이상없음
	2만회	이상없음
	3만회	이상없음
	4만회	이상없음
	5만회	이상없음
	6만회	이상없음
연 질 (2액형) Type	1만회	이상없음
	2만회	이상없음
	3만회	타코팅 균열 발생
	4만회	타코팅 균열 확장
	5만회	타코팅 균열 확장
	6만회	타코팅 균열 확장

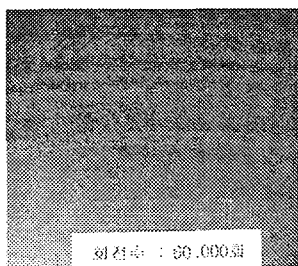


사진 19. 경질(일반시공)

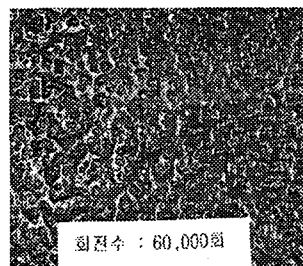


사진 20. 경질(논슬립)

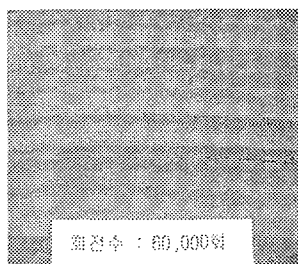


사진 21. 연질(일반시공)

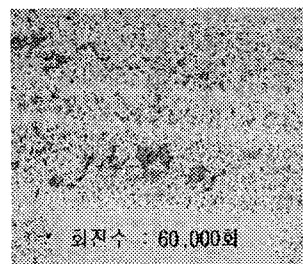


사진 22. 연질(논슬립)

표 11. 수지 모르타르계

구 분	시 험 결 과(육안관찰)	
	일반시공 (에폭시수지계 코팅)	논슬립 시공 (무기질계 코팅)
수지 모르타르	1만회	이상없음
	2만회	이상없음
	3만회	이상없음
	4만회	이상없음
	5만회	이상없음
	6만회	이상없음

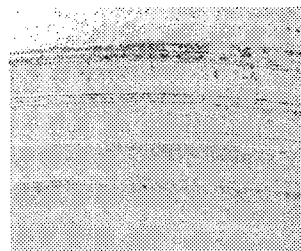


사진 23. 에폭시수지계 코팅

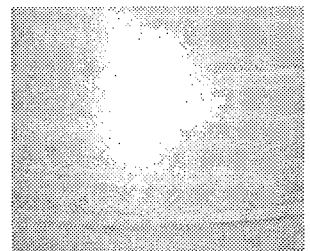


사진 24. 무기질계 코팅

4. 성능평가 결과분석

4.1 주차장 바닥 마감재 안정성 평가 결과

마모와 충격 등에 대하여 안정성을 확보해야하는 주차장 바닥 마감재에 대해 안정성 평가를 실시한 결과는 다음 표 12과 같다.

표 12. 주차장 바닥 마감재 성능평가 결과

평가항목	국내 제품 기술 수준		
	에폭시수지계 (THK3mm)	경질우레탄 (THK3mm)	수지모르타르 (THK10mm)
1.내충격성	이상없음	이상없음	이상없음
2.부착성능	재령7일	1.85	1.48
	재령14일	2.12	1.76
3.윤하중*1	일반시공	이상없음	이상없음
	논슬립시공	2만회 타코팅마모	2만회 타코팅마모
4.방수성	투수없음	투수없음	투수없음

*1: 연질우레탄은 1만회시 타코팅균열, 3만회시 균열 및 규사탈락

4.2 안정성 평가결과에 따른 품질기준 제안

상기의 주차장에 사용되는 국내제품의 기술 수준에 따라 향후 현장품질향상을 위해 다음 표 13와 같이 재료의 물리적 특성에 따라 주차장 바닥용 마감재의 초기 적용기준을 보편적 범위에서 제안하고자 한다.

표 13. 주차장 바닥용 마감재의 품질기준

평가항목	종류	품질기준
내충격성능		구멍뚫림, 균열, 잔갈림, 떨어져나감 현상이 없을 것
부착성능 (N/mm ²)		1.2 이상
윤하중 저항성능		균열, 잔갈림, 떨어져나감 등 이상 없을 것
방수성능		바탕재 표면으로 투수되지 않을 것

참 고 문 헌

1. 실무자를 위한 방수공사메뉴얼, 건설도서, 2003.4
2. 오상근 외, 방수공사 핸드북, 대한미장협회, 1977
3. 오상근, 콘크리트 구조물의 방수·누수 보수 기술의 새로운 접근, 구조물진단학회지, 제3권 제2호, 1994
4. 오상근, 콘크리트 방수의 현황과 대책, 콘크리트학회지, 제6권 2호, 1994.4
5. 日本建築学会. コンクリート構造物の表面保護工 便覧(案)同解説, 1991

5. 결 론

상기의 결과에 따라 주차장 바닥마감재의 국내기술향상을 위한 방안은 다음과 같다.

- 1) 각종 건축물의 주차장 바닥용 표면 마감재의 시공분야에서의 품질관리 및 유지관리에 활용할 수 있다.
- 2) 주차장 바닥용 표면 마감재의 내구수명 향상을 통한 유지관리비용의 절감과 폐기물 발생 억제 및 미세분진발생억제를 통한 환경개선분야에 활용할 수 있다.
- 3) 관련 제품의 성능관리 및 신소재 개발이 가능하다.