

Magnetite-Carbon을 이용한 전자파 흡수형 차폐 시멘트 모르타르의 물리적 특성과 차폐효율

The Physical Properties and Shielding Efficiency of Electromagnetic Wave Shielding Cement Mortar Using Magnetite-Carbon

박 동 철* 이 세 현** 송태협*** 심종우***

Park, Dong Cheol Lee, Sea Hyun Song, Tae Hyup Shim, Jong Woo

ABSTRACT

As the use of various electronic equipments has been increased recently according to industrialization and information network establishment, concern about electromagnetic wave exposed environment has also been increased. Therefore, this study aims to verify electromagnetic wave absorbing effects of inorganic paint that is made of carbon, electro-conductive materials with regard to its physical characteristics, its electromagnetic wave absorbing rate through a mock-up test for proving its effects in the indoor condition. The results are as follows:

The results of running tests on electromagnetic wave absorbing inorganic paints for checking their requirements as painting material such as adherence degree, resistance to fine crack, resistance to washing, alkali-resistance, discoloration-resistance, etc. show that inorganic paints have the physical characteristics meeting the requirements for painting materials. In addition, it shows that the electromagnetic wave absorbing effect, in line with the number of paintings and the thickness of paintings, secures 75~89% of efficiency. And the mock-up test shows that the electromagnetic wave absorbing effect inside building is directly proportional to the distance from the source of electromagnetic wave such as electronic equipments.

1. 서 론

1990년대 이후, 전자파의 유해성에 대한 언론보도와 함께 일반인들의 관심이 증대되고 있다. 미국, 유럽 등 선진국에서는 전자파의 유해성과 그 대책에 대한 연구를 바탕으로 다양한 제도적, 기술적 대책이 강구되고 있다.¹⁾

그리고, 최근에는 기존의 군사용 시설이나, 산업용 시설 등 특수한 용도의 Shielding Room에 한정되어 있던 고가의 전자파 차폐기술로부터 장판, 페인트, 벽지 등과 같은 다양한 건축용 제품으로 확대되고 있다.²⁾³⁾

* 정회원, 주식회사 인트켄 기술연구소장

** 정회원, 한국건설기술연구원 선임연구원

*** 정회원, 한국건설기술연구원 연구원

이에 본 연구는 탄소계 도전성 재료와 시멘트를 사용하여 제조된 전자파 흡수형 차폐 시멘트 모르터를 대상으로 물리적 특성과 차폐효과 등에 대한 시험 및 평가를 바탕으로 건축용 전자파 흡수형 차폐 시멘트 모르터의 활용에 대한 기술적 자료를 제공하고자 하였다.

2. 전자파의 개념과 차폐 원리

전자파는 전기를 사용하는 곳에서는 어디든 발생이 되며 전기력선(전계)과 자력선(자계)의 진동 방향이 파의 진행방향과 직각을 이루며 그림 1과 같이 진행되는 파동을 말한다.⁴⁾

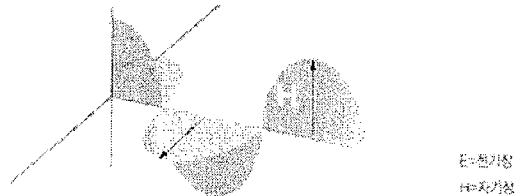


그림 1 전자파의 파동

전자파는 임의의 물질과 접하게 되면 그 물질의 특성에 따라서 반사, 투과 및 흡수의 세 가지 형태로 전자파의 운동경로가 나뉘게 되는데, 전자파 차폐는 외부의 전자파를 실내용 시스템 내로 투과되지 않도록 임의의 재료에 의해 그 파를 흡수 혹은 반사시키는 개념이다.⁵⁾

따라서 전자파 차폐 효과(Electromagnetic Shielding Efficiency, SE)는 아래와 같이 표현될 수 있다.

$$SE(dB) = A + R + M$$

A : 흡수 손실 (absorption loss)

R : 반사 손실 (reflection loss)

M : 다중 반사 손실 (Multi-reflection loss)

상기의 전자파 차폐 효과는 송신부와 수신부 사이의 차폐재의 효과를 나타내는 것으로서, 일정한 입사 전력 P1에 대해 재료를 통과해 수신하는 수신전력을 P2라 하면 재료의 전자파 차폐 효과는

$$SE(dB) = 10 \log(P1/P2)$$

으로 정의된다.

전자파 흡수형 차폐 시멘트 모르터와 같이 복합 재료의 경우에는 평면파 반사손실이 포함된 첨가재의 전기적 성질에 크게 의존하며 따라서 적절한 첨가재의 선택과 적정체적비의 결정이 효과적인 차폐재를 만드는 데 있어서 중요하다. ⁶⁾

3. 실험방법과 내용

3.1 전자파 흡수형 차폐 시멘트 모르터의 제작

본 연구의 대상재료인 전자파 흡수형 차폐 시멘트 모르터는 시멘트, 분말수지, 무기혼합재, 소포제, 증점제 등의 특성개선제로 이루어진 시멘트 모르터에 탄소계 저항 손실재료, 입도조절한 마그네타이트계 자성 손실재료 및 탄소계 분산제로 이루어지며, 그에 대한 조성은 표 1과 같다.

표 1 전자파 흡수형 차폐 시멘트 모르타르의 조성

구분	결합재	무기 혼합재	저항 및 자성 손실재료	특성 개선재
원료	시멘트, 분말수지 등	탄산칼슘 등	마그네타이트계 재료, 탄소계 재료 등	소포제, 증점제, 유동화제 등
조성비(%)	40	12	45	3

3.2 실험 방법

표 2 실험 방법

구분	시험방법	시험 항목
물리적 성능	KS F 4715, 4716	부착강도, 잔갈림 저항성, 내충격성 등
전자파 차폐 성능	ASTM D 4935	전자파 차폐 도료의 전자파 차폐 성능

4. 실험 결과

4.1 물리적 성능

표 3 물리적 성능

항 목	규 정 치	측정결과	측정 방법
연도 변화(%)	0 ~ 15	13	KS F 4716-2001
부착 강도 (N/mm ²)	1.1 이상	1.4	
저온 안정성	-	이상 없음	KS F 4715-2001
잔갈림 저항성	잔갈림이 생기지 않을 것	이상 없음	
내세척성	벗겨짐, 마모에 의한 밀판의 노출이 없을 것	이상 없음	
내충격성	잔갈림, 심한 변형 및 벗겨짐이 생기지 않을 것	이상 없음	
내알칼리성	알칼리가 침투 안된 부분에 비해서 변색이 심하지 않을 것	이상 없음	
내변퇴색성	변색이 표준색표 3호 이상일 것	이상 없음	

4.2 전자파 차폐 성능

ASTM 4935에 의하여 전자파 차폐 성능을 측정한 결과 측정주파수 대역 30MHz~1.5GHz에서 최소 9dB로서 88% 이상의 전자파 차폐율을 보였다.

또한 측정이 용이한 Shielding Box에 의한 간이 측정 방법의 결과는 다음 표와 같다.

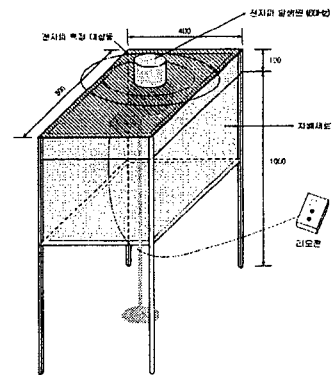


그림 2 전자파 흡수용 Shielding Box

표 4 Shielding Box에 의한 전자파 측정 결과

1회 도장(0.35mm)		2회 도장(0.60mm)	
3일	14일	3일	14일
평균 75%	평균 80%	평균 86%	평균 89%

5. 결 론

탄소계 도전성 재료를 이용한 전자파 흡수형 차폐 시멘트 모르타르의 물리적 특성 및 전자파 차폐율에 대한 분석한 결과는 다음과 같다.

1) 전자파 흡수형 차폐 시멘트 모르타르를 대상으로 연도변화, 부착강도, 잔갈립 저항성, 내세척성, 내알칼리성, 내변퇴색성 등에 대하여 시험을 실시한 결과, 모든 시험항목에서 한국산업규격의 규정치를 만족하는 것으로 나타나 건축물에 적용이 가능한 물리적 특성을 확보하는 것으로 나타났다. 특히 연도변화는 90분에서 13%로 나타나 현장시공시 참고해야 할 사항으로 사료된다.

2) 전자파 흡수형 차폐 시멘트 모르타르를 대상으로 ASTM D 4935에 의한 재료의 전자파 차폐율을 측정 한 결과, 최소 88% 이상의 차폐율을 보였으며, Shielding box를 이용한 경우에는 도장횟수 및 두께의 증가에 따라 차폐율이 증가하여 최소 75~89%의 차폐율을 보였다.

3) Mock-up을 이용한 건축물 실내의 전자파 차폐율을 측정한 결과, 각종 전자기기의 전자파 발생원으로부터 멀어질수록 전자파 세기가 감소하며, 전자파 발생원의 후면과 측면 도장시 실의 중앙부에서는 약 55%의 흡수·차폐율을 보였으며, 전자파 발생원의 후면 및 양측면 도장시에는 70% 이상, 4면 벽체와 바닥 도장시에는 85%의 전자파 흡수·차폐율을 보여 적용부위 증가에 따른 전자파 흡수·차폐효과가 뚜렷이 나타났다.

전자파 노출 환경에 대비하여 일본에서는 건축학회를 중심으로 본격적인 연구와 대책이 강구되고 있으며 국내에서도 무기도료 뿐만 아니라 유기계 도료 등 다양한 전자파 차폐재료의 개발 및 전자파 차폐 설계 및 시공법에 대한 개발이 요구된다.

참고문헌

- 1) 長谷川 伸 외, “전자파 장애”, 대광서림, 1993
- 2) 이세현 외, ‘건축용 전자파 차폐소재의 특성 연구’, 한국건설기술연구원, 2001. 10
- 3) 김동일, “시멘트 콘크리트를 이용한 전자파 차폐”, 산업기술정보원, 1996년 10월
- 4) 박재석 외, “건축물에 의한 TV주파수대 전자파장해의 평가 및 대책에 관한 연구”, 한국해양학회지, Vol.22, No.1, pp.55~62, 1998
- 5) 清水康敬, “電波吸收體”, 日本電子通信學會誌, Vol.68, No.5, pp.546~548, 1985
- 6) 石野健, “電波吸收體の性能とその應用”, EMC, No.79, pp.61, 1994