

HEMP를 대상으로 한 도전성 재료 혼입 콘크리트 전자파 차폐 벽체 시스템 개발에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Development of Electromagnetic Shielding Concrete Wall System Using Conductive Materials for Shielding High-altitude Electromagnetic Pulse(HEMP)

최 현 준* **최 현 국**** **김 재 영**** **민 태 범**** **이 한 승*****
 Choi, Hyun-Jun Choi, Hyun-Kuk Kim, Jae-Young Min, Tae-Beom Lee, Han-Seung

Abstract

In this study, the shielding properties of concrete with conductive materials as shielding material for electromagnetic pulse(EMP) within 10kHz~18GHz were investigated. The shielding effectiveness of specimens were compared with different entrained materials. The shielding effectiveness were determined according to MIL-STD-188-125-1, IEEE-STD-299 at 28 days of concrete curing. The results of shielding effectiveness did not meet the criteria(80dB) severely.

키 워 드 : 전자파, 차폐, 콘크리트, EMP, 차폐 효과

Keywords : electromagnetic wave, shielding, concrete, electromagnetic pulse, shielding effectiveness

1. 서 론

최근 북한에서 개발 중인 핵무기는 고고도 전자기 펄스(High-altitude Electromagnetic Pulse: HEMP)를 통한 EMP 공격으로 국가 기간 시설들의 마비가 그 목적으로 예측되고 있다. 그러나 전자파 차폐와 관련한 국내 시멘트 콘크리트 분야에서의 연구는 매우 부족한 실정이며, 이에 본 연구에서는 콘크리트에 Fe가 다량 포함된 강 섬유, 자철광 및 자철광 미분 등을 혼입하여¹⁾ 콘크리트의 전자파 차폐 성능을 평가하였다.

2. 실험 개요

표 1은 실험에 사용된 배합을 나타내며, 실험 인자는 콘크리트 차폐재, 수준은 표 1과 같이 7수준으로 하였으며, 표 2~3은 사용 골재의 화학적 성질 및 비중을 나타낸다. 그림 1은 SE(Shielding Effectiveness) test 실험 과정을 나타내었다.

표 1. 실험 배합표

단위	(kg/m ³)										(%)	
	W	C	S1	S2	G	S/F	PS	J	SG	JG	AD	AE
구분			해사	강사	굵은 골재	강섬유	PS Ball	자철광 미분	산화 슬래그 골재	자철광 골재	고성능 감수제	공기 연행제
OPC ⁰	158.4	350	441	445.2	924	-	-	-	-	-	0.85	0.1
0.5S ¹	158.4	350	441	445.2	924	39.2	-	-	-	-	0.60	
0.8S ²	158.4	350	441	445.2	924	62.8	-	-	-	-	0.60	
0.5S-P30 ³	158.4	350	441	445.2	924	39.2	-	105.2	-	-	0.85	
0.8S-P30 ⁴	158.4	350	441	445.2	924	62.8	-	105.2	-	-	1.10	
E-PS ⁵	175.2	350	-	-	-	-	1263.2	-	1256	-	0.60	
M-PS ⁶	175.2	350	-	-	-	-	1263.2	-	-	1256	0.60	

0.5S¹ : 0.5% 강섬유 / 0.8S² : 0.8% 강섬유 / 0.5S-P30³ : 0.5% 강섬유 + 30% 자철광 미분 / 0.8S-P30⁴ : 0.8% 강섬유 + 30% 자철광 미분

E-PS⁵ : 산화슬래그 굵은골재 + PS Ball / M-PS⁶ : 자철광 굵은골재 + PS Ball

* 한양대학교 대학원 석사과정

** 성신양회(주) 기술연구소

*** 한양대학교 ERICA 건축학부 교수, 교신저자(ercleehs@hanyang.ac.kr)

표 2. 사용 골재의 화학적 성질

Type	Chemical composition (%)						
	Al ₂ O ₃	SiO ₂	SO ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	Etc
잔골재	5.75	86.2	0.02	0.47	0.54	0.19	6.8
굵은골재	13.0	64.0	0.16	5.66	3.19	2.17	11.8
PS ball	4.1	21.2	0.11	23.4	33.1	5.6	12.5
산화슬래그	7.7	20.9	0.6	28.6	27.8	5.7	8.7
자철광미분	2.3	21.2	0.4	3.70	52.0	18.4	2.0
자철광	3.0	37.0	0.04	9.38	26.1	21.7	2.8

표 3. 사용 골재의 비중

Type	잔골재	굵은골재	PS Ball	산화슬래그	자철광미분	자철광
비중	2.61	2.65	3.77	3.62	3.79	4.40

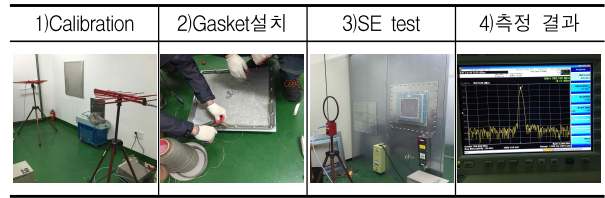


그림 1. SE test 실험 과정

3. 실험 결과 및 분석

그림 2는 혼입 재료에 따른 콘크리트의 전자파 차폐 성능 실험 결과 값을 나타낸 것이다. 차폐성능 실험 결과 7개 실험체 모두 14kHz 대역의 주파수를 제외한 영역에서 최소 차폐기준을 만족하지 못하는 것으로 나타났다. 이는 비중 차이에 의한 전도성 혼입 재료의 고르지 못한 분포 때문으로 판단된다. 또한 20MHz 이하의 영역인 자계 영역에서 차폐 성능이 일정한 반면, 그 이상인 평면파 영역에서는 차폐 성능의 차이가 나타났다.

그림 3은 0.8S 실험체와 자철광 미분이 30% 혼입된 0.8S-P30 실험체를 비교한 결과를 나타낸다. 차폐 성능은 자계 영역에서 약 4.8%, 공간 범위·평면파 영역에서 약 14.38%, 평면파 영역에서 약 11.47%로 주파수가 높아질수록 증가하는 경향을 보였다. 자철광 미분 사용 시 증진된 차폐 효과에 비해 흡수율이 52%로 매우 높아 분체에 혼입하여 사용하기 어렵다고 판단된다.

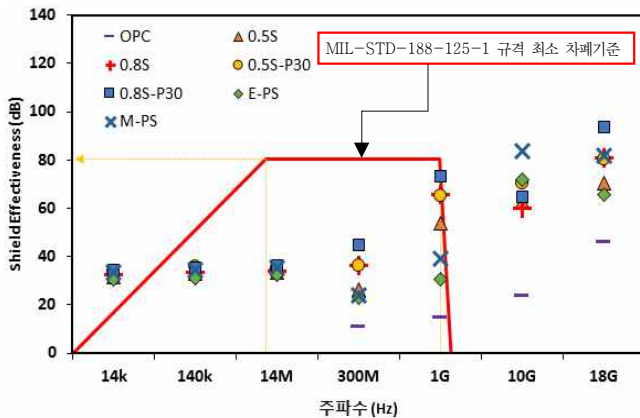


그림 2. 혼입 재료에 따른 콘크리트의 전자파 차폐 성능

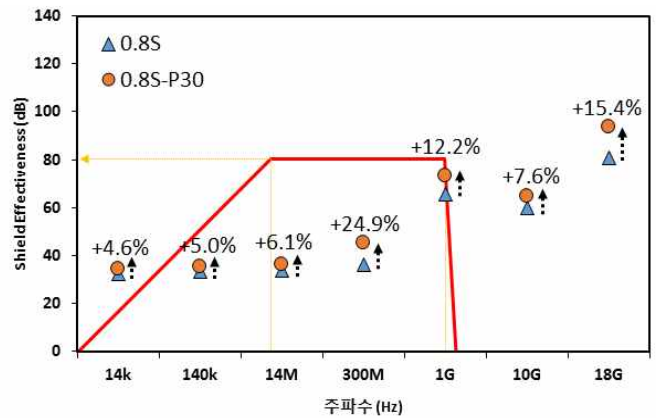


그림 3. 0.8S 실험체와 0.8S - P30 실험체 결과 비교

4. 결 론

Fe 성분이 다량 포함된 변수 재료를 혼입한 시험체가 OPC 시험체에 비해 높은 전자파 차폐 성능을 나타내었지만 14kHz 대역을 제외한 나머지 영역에서 MIL-STD-188-125-1 최소 차폐기준을 만족시키지 못하였다. 이는 혼입 재료의 비중차이에 따라 타설 시 고르지 못한 분포에 의한 것으로 판단된다. 추후 전기전도도, 투자율 등을 고려한 금속 재료 혼입, 금속용사 시공법 등을 통한 발전된 연구가 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 2016년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2015R1A5A1037548)

참 고 문 헌

1. Chiou, Jeng-Maw, Qijun Zheng, D.D.L, Chung, Electromagnetic interference shielding by carbon fibre reinforced cement, Composites, Vol.20, No.4, pp.379~381, 1989