

전자파 차폐용 콘크리트 개발에 관한 문헌조사 및 기초물성 연구

A Literature Review and Experimental Study of Basic Physical Properties about Electromagnetic Shielding Concrete Development

최 현 준* 최 현 국** 임 상 우*** 이 한 승****
 Choi, Hyun-Jun Choi, Hyun-Kuk Lim, Sang-Woo Lee, Han-Seung

Abstract

In this study, the basic properties of concrete with entrained materials as shielding material for electromagnetic pulse(EMP) within 10kHz~1GHz were investigated. The concretes of moderate strength were prepared with different entrained materials. The shielding effectiveness will be determined according to MIL-STD-188-125-1 at 28 days of concrete curing. The results of physical properties were all satisfied of setting criteria.

키 워 드 : 전자파, 차폐, 콘크리트, EMP,
 Keywords : electromagnetic wave, shielding, concrete, electromagnetic pulse

1. 서 론

최근 북한의 핵 위협으로 상공 20~40km의 고도에서 핵 폭발 시 발생하는 10kHz ~ 1GHz 범위의 고고도 전자기 펄스, HEMP에 대한 관심이 증대되고 있으며, 이를 이용하여 전자기기 무력화를 목표로 개발하는 것으로 예측되고 있다.¹⁾ 하지만 국내·외 연구는 대부분 특정 주파수에 국한된 전자파 차폐성능에 관한 연구였다. 이에 본 연구에서는 전자파 차폐성능을 갖는 건설 재료의 개발 및 실용화 연구를 위해 혼입 재료를 변수로 실험을 진행하였으며, 재령 28일차에 HEMP 차폐 률을 이용하여 전자파 차폐 성능 측정 예정에 있다.

2. 문헌조사

표 1은 전자파 차폐에 관한 주요 혼입재료에 따른 문헌조사를 실시한 결과를 나타낸다.

표 1. 문헌조사

구분	발표일	혼입재료	혼입율(Vol%)	결과 및 특이점
국내	2011	바륨 페라이트	0, 0.3	1.바륨 페라이트를 자화시켜 입자의 결정립 형태를 일정한 방향성을 갖도록 변화 가능
	2014	일반 후크형 강섬유	0.3, 0.5	1.강섬유 혼입량 증가할수록 차폐효과 증가 2.모든 배합은 차폐성능 최소기준 10dB에 도달하지 못함
	2015	동슬래그	0.2, 0.4	1.스테인리스 섬유는 일반 강섬유보다 철 함유량이 적어 상대적으로 낮은 차폐효과 2.두 가지 이상의 재료를 복합 혼입할 경우 보다 향상된 성능을 나타냄 3.산업 부산물 활용 시 경제성이 높으면서도 친환경적인 건설재료 개발 가능
		일반 후크형 강섬유	0.3, 0.5	
	2015	직선형 스테인리스 섬유	0.3, 0.5	1. 구성성분 중 전기 전도성이 높은 성분 비율이 높을수록 전자파 차폐성능 향상 2. 섬유 형상에 따른 효과는 섬유 혼입율 및 전도성 물질 함유량 증가에 의한 향상보다 더 큼
		원봉형 일반 후크형 강섬유	0.3, 0.5	
원봉형 스테인리스 섬유		0.3, 0.5		
		판상형 비정질 강섬유	0.3, 0.5, 0.7	
국외	2004	Fly ash	0.15, 0.5, 0.85, 1	1. Fly ash내의 Fe ₂ O ₃ 가 Shielding에 영향을 미침 2. Silica fume는 Shielding에 영향을 별로 미치지 않음 3. Fe ₂ O ₃ 와 Fe ₃ O ₄ 가 Fly ash보다 Shielding효과가 뛰어나지만 혼입 재료로서는 부적절함
		Silica fume	0, 0.5, 1	
		Fe ₂ O ₃	0.5	
		Fe ₃ O ₄	0.5	
	2007	EPS(Expanded Polystyren)	0.4, 0.5, 0.6	1. EPS를 혼입함으로 Reflection loss 크게 증가 2. EPS혼입률이 증가할수록 더 낮은 밀도를 가짐

* 한양대학교 건축시스템공학과 석사과정
 ** 성신양회(주) 기술연구소 소장, 공학박사
 *** 한양대학교 건축공학과 석사과정
 **** 한양대학교 ERICA 건축학부 교수, 교신저자(ercleehs@hanyang.ac.kr)

3. 실험 개요

굳지 않은 콘크리트에서 슬럼프, 공기량, 단위 용적질량을 측정하였으며, 슬럼프와 공기량의 기준 값은 각각 $150 \pm 25\text{mm}$, $4.5 \pm 1.5\%$ 로 하였다. 전자파 차폐 실험용 양생은 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 밀봉양생, 강도 실험용 양생은 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 수중양생을 실시하였다. 경화 콘크리트의 측정항목으로 압축 강도, 휨강도, 전자파 차폐실험이 있으며, 실험에 사용된 배합은 표 2에 나타난 바와 같다.

표 2. 배합표

구분 (kg/25 ℓ)	W/B (%)	S/a (%)	W	C	해사	강사	굵은골재	강섬유 (S)	PS Ball (PS)	자철광 미분 (P)	산화 슬래그 (E)	자철광 (M)	고성능 감수제 (%)	공기 연행제 (%)		
OPC	50.0	49.0	3.96	8.75	11.24	11.13	23.10	-	-	-	-	-	-	0.85		
0.5S			3.96	8.75	11.24	11.13	23.10	0.98	-	-	-	-	-	-	0.60	
0.8S			3.96	8.75	11.24	11.13	23.10	1.57	-	-	-	-	-	-	0.60	
0.5S-30P			3.96	8.75	11.24	11.13	23.10	0.98	-	2.63	-	-	-	-	0.85	
0.8S-30P			3.96	8.75	11.24	11.13	23.10	1.57	-	2.63	-	-	-	-	1.10	
E-PS			4.38	8.75	-	-	-	-	-	-	31.58	-	31.40	-	-	0.60
M-PS			4.38	8.75	-	-	-	-	-	-	31.58	-	-	31.40	-	0.60

* S: 강섬유/ P: 자철광미분/ E: 산화슬래그(비중 3.62)/ M: 자철광(비중 3.6)/ PS: PS Ball

4. 실험 결과

그림 1은 혼입재료에 따른 콘크리트의 물성 그래프이다. 슬럼프 시험 결과 $150 \pm 25\text{mm}$ 에 대해 모두 만족하였으며, 공기량 또한 $4.5 \pm 1.5\%$ 수준으로 나타났다. 또한 압축강도, 휨강도 측정결과 E-PS 시험체의 강도가 가장 높게 나타났다. 한편, 강섬유 혼입량에 따른 강도 측정결과 0.5%에 비하여 0.8% 시험체의 강도가 낮게 나타나는 것으로 나타났다.

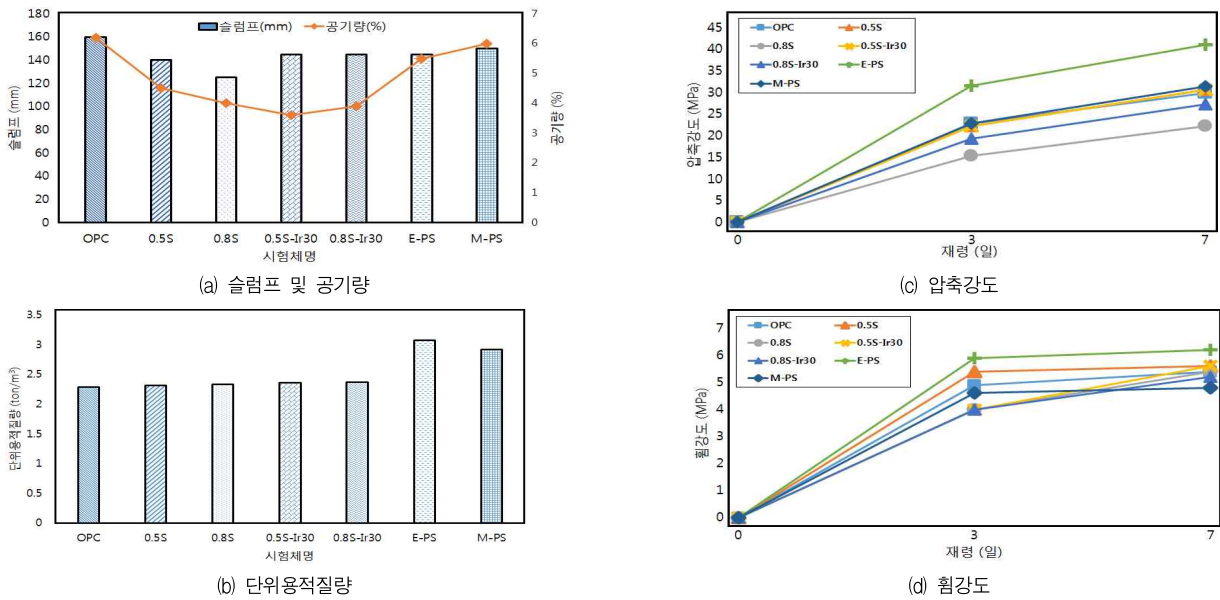


그림 1. 혼입재료에 따른 굳지 않은 콘크리트의 물성

5. 결 론

기존 국내·외 연구와는 다르게 넓은 범위의 주파수 대역에서 실험을 할 필요성이 있으며, 슬럼프 시험 및 공기량 시험 결과 모두 설정 기준인 $150 \pm 25\text{mm}$, $4.5 \pm 1.5\%$ 을 만족하였다. 자철광과 PS Ball을 혼입한 콘크리트의 재령 3, 7일 압축강도는 각각 31.6MPa, 45MPa, 휨강도는 각각 5.9MPa, 6.2MPa로 타 실험체에 비해 높게 나타났다. 강섬유 사용 시 사용량을 조절할 필요가 있으며 추후 전자파 차폐 성능 측정 및 미세분석을 실시하여 본 연구를 지속적으로 수행해 나갈 예정이다.

감사의 글

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

참 고 문 헌

1. 김홍섭, EMP 위협의 실상과 발전방안, 국방과 기술 제414호, pp.98~103, 2013,8