

강섬유의 길이 및 혼입률에 따른 시멘트 복합체의 전기전도도와 차폐효과의 상관관계

Correlation between Electrical Conductivity and Shielding Effectiveness of Cementitious Composites according to length and volume fraction of steel fiber

이예찬¹ · 김규용^{3*} · 유하민¹ · 최병철¹ · 사수이¹ · 남정수²

Lee, Yae-Chan¹ · Kim, Gyu-Yong^{2*} · Eu, Ha-Min³ · Choi, Byung-Cheol¹ · Sasui, Sasui¹ · Nam, Jeong-Soo¹

Abstract : The purpose of this study is to compare and analyze the effect of the length and volume fraction of smooth steel fiber on the electrical conductivity and shielding effectiveness of cementitious composites. As the length and volume fraction of the fiber increase, the movement of electrons becomes active and the formation of a conductive path becomes advantageous, thereby increasing electrical conductivity. Accordingly, the electrical conductivity and the shielding effectiveness showed a very close relationship. Thereafter, it is judged that research is needed to increase the shielding effect.

키워드 : 시멘트 복합체, 스무스 강섬유, 전기전도도, 차폐효과

Keywords : cementitious composites, smooth steel fiber, electrical conductivity, shielding effectiveness

1. 서론

시멘트계 재료의 전기적 특성은 자기감지 모니터링, 에너지 수집기, 비파괴 균열탐지, 고출력 전자기파(이하 EMP) 등과 같이 다양한 분야에 활용 할 수 있다. 그중 단 한번의 폭발로 수백km까지 전자기기의 오작동을 발생시킬 수 있는 EMP의 차폐는 전기전도도와 높은 연관성이 있다는 연구결과가 있다[1]. 시멘트 복합체에 전기전도도를 부여하기 위해서 다양한 전도체가 혼입되어왔다. 그중 강섬유는 전기전도도 부여와 동시에 복합체의 역학적 특성을 향상시킬 수 있는 장점이 있다.

따라서 본 연구에서는 스무스 강섬유를 시멘트 복합체에 길이 및 혼입률에 따라 보강하여, 섬유 보강 시멘트 복합체의 전기전도도에 따른 차폐성능의 상관관계를 비교·분석하였다.

2. 실험 계획 및 방법

표 1에 시험체 계획 및 섬유의 물리적 특성을 나타냈으며, 그림 1에 전기전도도 측정 시험체를 나타냈다. 스무스 강섬유의 길이 13, 19.5mm를 혼입률 0.5~2.0vol.%로 시멘트 복합체에 보강하였다. 전기전도도는 그림 1 시험체로 LCR 미터를 통해 저항을 측정후 전 기전도도 식으로 도출하였다. 차폐효과는 미 국방부 기준인 MIL-STD-188-125에 준하여 600~1500MHz의 주파수 범위로 측정하였다.

표 1. 시험체 계획 및 섬유의 물리적 특성

시험체명	섬유종류	섬유길이	혼입률	섬유의 물리적특성
NCC	-	-	-	-
13SF0.5	스무스 강섬유	13mm	0.5vol.%	길이: 13mm, 직경: 0.2mm, 비표면적: 2.6m ² /kg, 인장강도: 2,700MPa, 종횡비: 65.0(L/D), 섬유수: 312,000(/kg), 전기전도도: 5.2×10 ⁴ S/cm
13SF1.0			1.0vol.%	
13SF1.5			1.5vol.%	
13SF2.0			2.0vol.%	
19SF0.5			19.5mm	
19SF1.0	1.0vol.%			
19SF1.5	1.5vol.%			
19SF2.0	2.0vol.%			

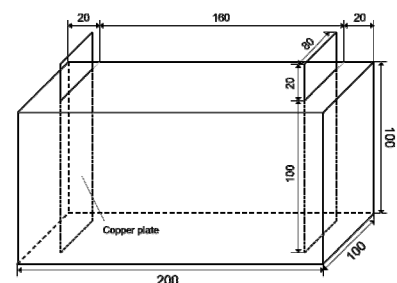


그림 1. 전기전도도 측정 시험체

1) 충남대학교, 박사과정
 2) 충남대학교, 교수·공학박사
 3) 충남대학교, 교수·공학박사, 교신저자(Gyuyongkim@cnu.ac.kr)

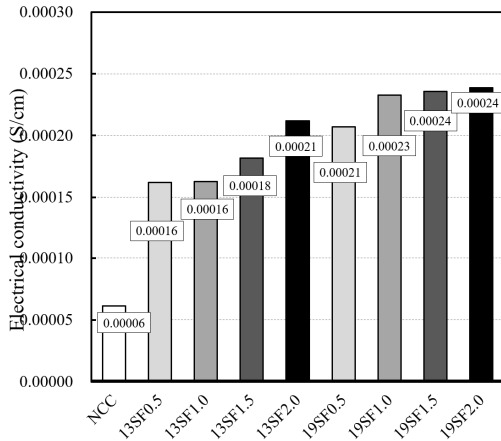


그림 2. 전기전도도

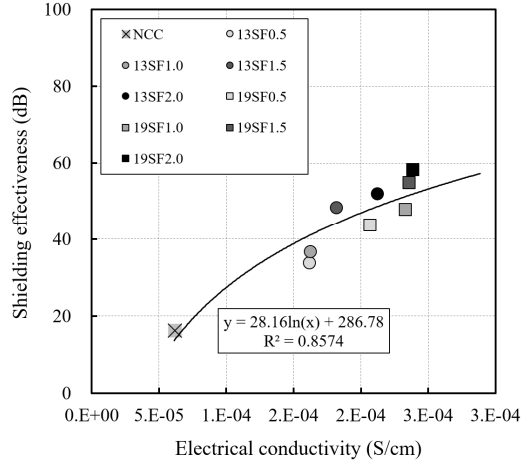
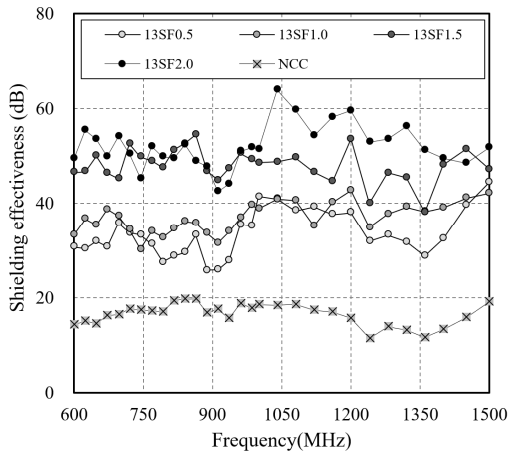
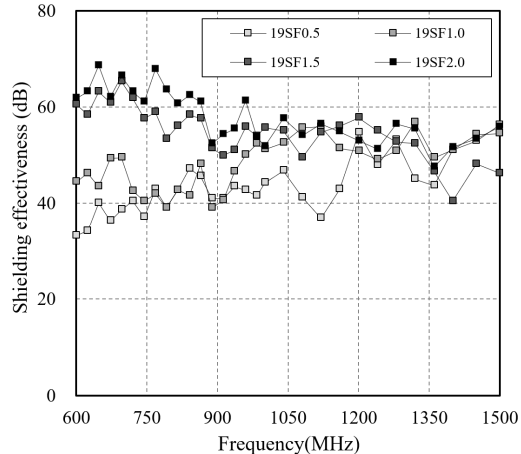


그림 3. 전기전도도에 따른 차폐효과 상관관계



(a) 길이 13mm 및 NCC



(b) 길이 19mm

그림 4. 섬유의 길이 및 혼입률에 따른 차폐효과

3. 결론

그림 2에 전기전도도, 그림 4에 섬유의 길이 및 혼입률에 따른 차폐효과, 그림 3에 전기전도도에 따른 차폐효과 상관관계를 나타냈으며,

- 1) 전기전도도는 섬유의 길이가 길어질수록 높게 평가되었으며, 이는 섬유의 길이가 길어질수록 전자의 이동이 활발해져 이와 같은 결과가 나온 것으로 판단된다. 또한, 섬유의 혼입률이 증가할수록 전도성 경로의 형성이 증가해 전기전도도가 높게 평가되었다.
- 2) 차폐효과 결과도 전기전도도와 동일한 결과를 보였으며, 전기전도도에 따른 차폐효과는 결정계수(R²) 0.8574로 상당히 높은 상관성을 나타냈다.

감사의 글

이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2019R1A2C2085867)

참고문헌

1. Lee S, Kim G, Kim H, Son M, Lee Y, Choi Y, Nam J. (2021). Electromagnetic Wave Shielding Properties of Amorphous Metallic Fiber-Reinforced High-Strength Concrete Using Waveguides. Materials. 2021. 14(22). p. 7052.