

동섬유를 이용한 바닥마감용 시멘트 모르타의 강도 및 열전도 특성

Properties of the Strength and Thermal Conductivity of Floor Cement Mortar Using Copper Fiber

박 은 배* 윤 길 봉* 정 성 철** 홍 상 희** 한 천 구**
Park, Eun Bae Yin, Ji Feng Cheong, Sung Chul Hong, Sang Hee Han, Cheon Goo

ABSTRACT

The objective of this paper is to investigate the properties of strength and thermal conductivity of floor cement mortar using copper fiber. Compressive strength, thermal conductivity and length change are tested. According to the experimental results, compressive strength, tensile strength and thermal conductivity of mortar using copper fiber are shown to be increased with increase of the contents of copper fiber and the aspect ratio. In case of length change of cement mortar using copper fiber also shows decline tendency compared with that of plain mortar.

1. 서 론

우리나라의 경우, 아파트 등 주거공간의 난방방식은 주로 온수파이프를 이용한 온수바닥난방이 채택되어 왔다. 그런데 이와 같은 온수파이프에 의한 난방방식은 열효율이 높고, 건강한 생활을 영위하게 하는 등 많은 장점이 있지만, 시공불량 및 재료선택 결함 등의 이유에서 소성수축 및 건조수축균열 문제가 끊임없이 제기되고 있고, 또한 초기난방시에는 열전도가 빠르지 못함에 따라 불균일한 온도분포로 불편감을 주는 등 일부 해결해야만 하는 과제도 존재하여 왔다.

그러므로 본 연구에서는 주거공간 온돌바닥의 균열발생을 최소화 할뿐만 아니라 열전도율을 높이기 위하여 동섬유를 혼입한 시멘트 모르타에 대하여, 동섬유의 혼입율 및 형상비를 변화시켜 강도 및 열전도 특성을 분석하므로써 향후 고품질인 바닥마감용 시멘트 모르타를 개발하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같고, 배합사항은 표 2와 같다. 먼저, 배합사항으로 배합비 및 W/C(%)는 최근 건설공사현장에서 많이 사용하고 있는 바닥마감용 모르타의 배합조건을 참조하여 1 : 2(50%), 1 : 3(65%), 1 : 4(80%)의 3개수준으로 하였고, 동섬유 혼입율은 0, 0.5, 1 및 1.5%의 4개 수

* 정회원, 청주대학교 대학원, 석사과정

** 정회원, 청주대학교 대학원, 박사과정

*** 정회원, 청주대학교 건축공학부 교수, 공학박사

준으로 실험계획 하였다. 배합비 1:3, 혼입율 1%에서는 섬유유형상비를 50, 100, 200으로 변화시켜 혼입하는 것으로 하였다.

실험사항으로는 굳지 않은 모르터에서 슬럼프, 슬럼프플로우, 공기량 및 단위용적중량을 측정하는 것으로 하였고, 경화모르터에서는 재령 7 및 28일의 압축강도와 인장강도를 측정하며, 길이변화율은 1, 3, 5, 7일 및 7일 이후부터 2일 간격으로 측정하고, 열전도율은 재령 28일에서만 측정하는 것으로 실험계획 하였다.

2.2 사용재료

본 연구의 사용재료로써, 시멘트는 국내산 S사의 보통포틀랜드 시멘트(비중 3.15)를 사용하였고, 골재로써 강모래는 충북청원군 현도산 강모래(비중 2.56)를 사용하였으며, 물은 청주시 상수도를 사용하였다.

동섬유는 전선제작용동선을 절단제작하여 이용하였는데, 그 물리적 성질은 표 3과 같다.

2.3 실험방법

실험방법으로 먼저, 모르터의 비빔은 모르터 혼합용 믹서를 사용하였으며, 동섬유의 혼입은 비빔이 끝난후 섬유유를 손으로 골고루 뿌려주는 동시에 손비빔으로 실시하였다.

굳지 않은 모르터의 실험과 공시체의 제작 및 경화모르터의 시험은 각각 KS 규정 및 기타 표준적인 시험방법에 의거 실시하였다.

또한, 열전도율은 완전건조후 데시케이터를 이용하여 20±3℃ 온도조건으로 만든 다음 열전도율측정기(Thermal Conductivity Meter)를 이용하여 측정하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 굳지 않은 모르터의 특성

그림 1은 시멘트 모르터의 배합비별 섬유혼입율과 섬유유형상비 변화에 따른 슬럼프, 슬럼프플로우, 공기량, 단위용적중량을 나타낸 그래프이다.

표 1 실험 계획

실험 요인		실험 수준	
배합사항	배합비(W/C)	3	1:2 (50%), 1:3 (65%), 1:4 (80%)
	골재	1	강모래
	섬유	1	동섬유
	섬유 혼입율(%)	4	0, 0.5, 1, 1.5
	형상비		50, 100, 200
실험사항	굳지 않은 모르터	4	슬럼프, 슬럼프플로우, 공기량, 단위용적중량
	경화 모르터	4	압축강도, 인장강도, 열전도율, 건조수축 길이변화율

표 2 모르터의 배합 사항

배합비	물시멘트비 (%)	단위수량 (kg/m ³)	용적배합 (ℓ/m ³)		중량배합 (kg/m ³)	
			시멘트	잔골재	시멘트	잔골재
1:2	50	310	196	484	620	1240
1:3	65	301	147	542	463	1389
1:4	80	297	117	576	367	1474

표 3 동섬유의 물리적 성질

직경 (mm)	길이 (mm)	인장강도 (kgf/cm ²)	열전도율 (kcal/hm ² ℃)	탄성계수 (kgf/cm ²)	신율 (%)
0.18	18	1,774	344	1.25×10 ⁹	10.03

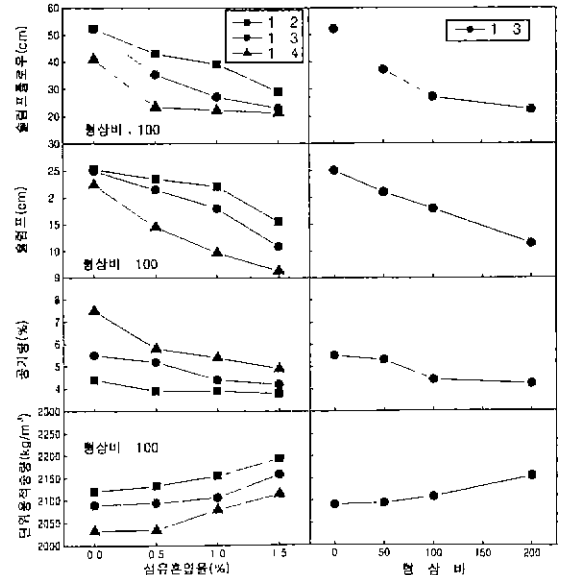


그림 1 섬유혼입율 및 형상비 변화에 따른 굳지 않은 모르터의 특성

먼저, 섬유 혼입을 및 형상비가 증가할수록 슬럼프 및 슬럼프플로우는 전반적으로 저하하는 것으로 나타났는데, 배합비 1 : 2가 1 : 3이나 1 : 4 보다 슬럼프 및 슬럼프플로우의 저하 정도가 작게 나타났다. 이는 부배합으로 갈수록 점성이 커서 동점유 혼입에 의한 유동성의 저하를 억제하였기 때문이라고 사료된다. 또한 공기량은 섬유혼입을 및 형상비가 증가할수록 약간 감소하거나 큰 차이가 없게 나타났으며, 단위용적중량은 섬유의 비중증가 및 공기량 감소와 반대경향으로 약간 증가하게 나타났다.

3.2 경화콘크리트의 특성

3.2.1 강도 특성

그림 2는 섬유혼입을 변화에 따른 배합비별 재령 7일과 28일의 압축강도 및 인장강도를 나타낸 것이고, 그림 3은 형상비 변화에 따른 배합비 1 : 3에서 7일과 28일의 압축 및 인장강도를 나타낸 그래프이다.

당연한 결과로서, 부배합 모르타르로 갈수록 압축강도 및 인장강도는 증가하는 경향으로 나타났다. 섬유의 혼입을 및 형상비 변화에 따른 압축강도와 인장강도는 무혼입에 비해 높은 경향으로 나타났는데, 특히 혼입을 및 현상비가 증가할수록 비례하여 강도가 증가하는 경향을 알 수 있다.

3.2.2 열전도율

그림 4는 섬유혼입을 및 형상비 변화에 따른 배합비별 열전도율을 나타낸 그래프이다.

먼저, 모르타르 배합비 변화에 따른 열전도율은 부배합으로 갈수록 약간 증가하는 경향이 나타났으며, 섬유의 혼입을 및 형상비 변화에 있어서는 열전도율이 높은 동점유의 혼입에 의해 무혼입보다 열전도율이 증가하는 경향으로 나타났고, 또한 섬유혼입율의 증가에 따라서도 열전도율은 크게 증가하는 경향으로 나타났다. 특히 그 중에서도 섬유혼입율이 제일 큰 1.5%, 배합비 1 : 2 에서는 열전도율이 약 15%정도 높게 나타났다.

3.2.3 건조수축

그림 5는 재령경과에 따른 길이변화율을 배합비별, 섬유혼입을 및 형상비 변화에 따라 나타낸 그래프이다.

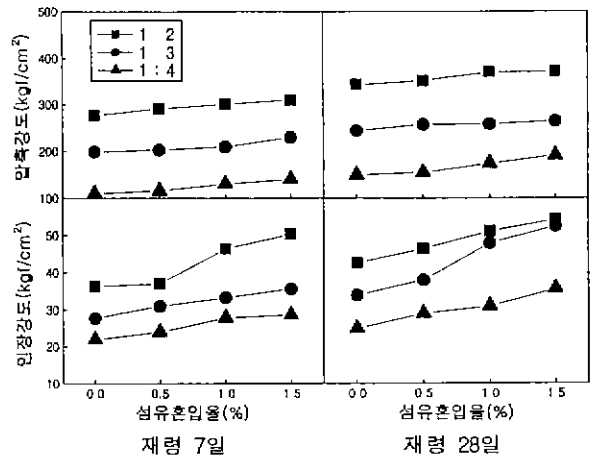


그림 2 배합비 및 섬유혼입율 변화에 따른 강도특성

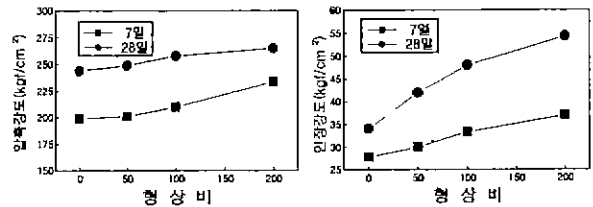


그림 3 형상비 변화에 따른 강도특성

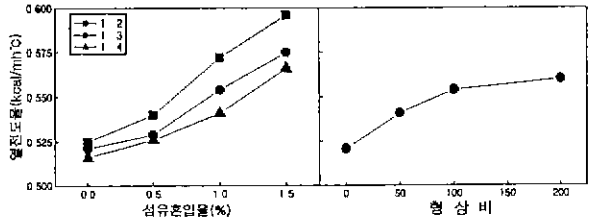


그림 4 섬유혼입율 및 형상비 변화에 따른 열전도율

전반적인 경향으로 배합비 변화에 의한 길이변화는 다소 차이가 있으나, 부배합으로 갈수록 길이변화가 작게 나타나고 있는 것을 확인할 수 있었다.

또한, 섬유 혼입을 및 형상비 변화에 의한 길이변화는 무혼입과 비교하여 모두 약간 작게 나타났으며, 섬유의 혼입을 및 형상비의 증가에 따라 작아짐을 알 수 있었다. 이는 동섬유가 시멘트 모르타의 수축에 의한 응력을 구속하기 때문이라고 분석된다.

4. 결론

동섬유를 이용한 바다바감용 모르타의 혼입을 및 형상비 변화에 따른 굳지 않은 모르타의 특성과 경화 모르타의 강도, 열전도율 및 길이변화율을 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 굳지 않은 모르타의 특성으로 슬럼프 및 슬럼프 플로우는 섬유 혼입을 및 형상비 증가에 따라 저하하고, 공기량은 약간 감소하거나 큰 차이가 없는 것으로 나타났으며 단위용적중량은 공기량과 반대로 약간 증가하는 경향이 나타났다.

2) 경화 모르타의 압축강도 및 인장강도는 동섬유를 혼입한 경우, 무혼입보다 증가하였을 뿐만 아니라 섬유의 혼입을 및 형상비의 증가에 따라서도 증가하는 것으로 나타났다.

3) 열전도율은 동섬유를 혼입한 경우는 크게 증가하는 것으로 나타났는데, 그 중에서도 섬유를 1.5% 혼입했을 때에는 무혼입의 경우보다 약 15%정도 증가한 것으로 나타났다. 길이변화 특성은 동섬유를 혼입한 경우, 섬유 혼입율이 증가하고 형상비가 클수록 무혼입보다 크게 감소하는 것으로 나타났다.

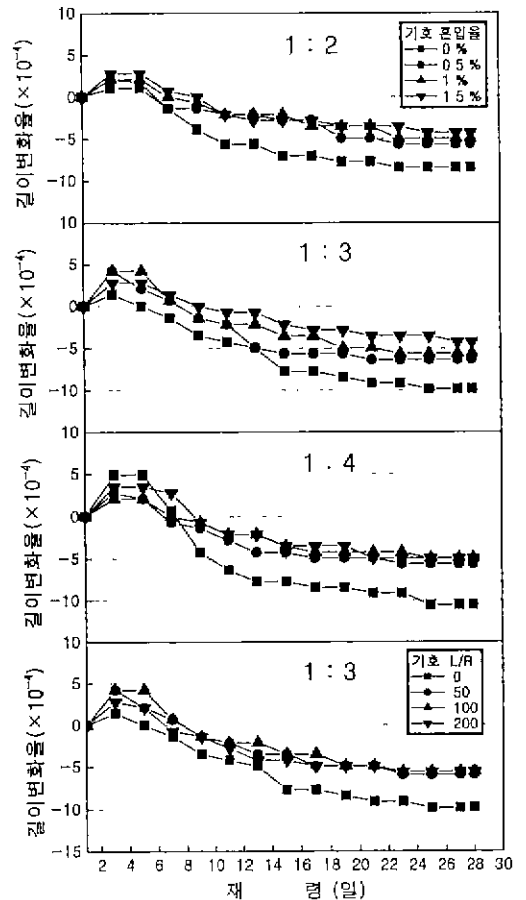


그림 5 재령 경과에 따른 길이 변화율

참고 문헌

- 1) 주대원, 서순식, 강섬유보강콘크리트의 국내 및 국외 현장적용사례, 콘크리트학회지, 1996. 5
- 2) 이광설, 슬러리충진 강섬유 콘크리트의 역학적 특성 및 방폭특성, 청주대학교 대학원 석사학위논문, 2000. 12.
- 3) 남중우, Steel Fiber Mortar의 역학적 특성에 관한 실험 연구, 청주대학교 산업대학원 석사학위 논문, 1984. 6.
- 4) 日本建築學會; スチールファイバーコンクリート技術の現況, 日本建築學會, 昭和59年 3月
- 5) ACI Committee 544 State-of-the-art report on fiber reinforced concrete · J ACI Nov.1973
- 6) A H Stages et al · Ring fiber reinforced concrete, J ACI, Sept, 1981.
- 7) Naaman, A. E etal, SIFCON Connections for seismic resistant frames, Concrete International, 1991