

비정질금속섬유 보강 자기치유 모르타르의 역학 및 내구특성

Mechanical and Durability Characteristics of Amorphous Metallic Fiber Reinforced Self-Healing Mortar

윤주호¹ · 이민욱² · 김채영¹ · 이재인³ · 최세진^{4*}

Yoon, Joo-Ho¹ · Lee, Min-Wook² · Kim, Chae-Young¹ · Lee, Jae-In³ · Choi, Se-Jin^{4*}

Abstract : This study compared and analyzed the fluidity, compressive strength, and carbonation resistance of amorphous metal fiber reinforced mortar according to the PCC mixing ratio as part of a study to improve the self-healing performance and tensile performance of concrete structures.

키워드 : 모르타르, 인장강도, 자기치유, 비정질금속섬유

Keywords : mortar, split-tensile strength, self-healing, amorphous metallic fiber

1. 서론

콘크리트의 경우 우수한 압축강도, 내구성 및 뛰어난 구조적 안정성 등을 보유하고 있는 건설재료이다. 그러나, 압축강도에 비해 현저히 낮은 인장강도를 가지고 있으며 소성수축, 건조수축 등의 요인으로 인해 균열이 발생하고 발생된 균열을 통해 유해인자가 유입되어 콘크리트의 내구성이 저하하게 된다. 최근에는 콘크리트의 낮은 인장강도 및 균열 발생 등의 문제점을 보완하기 위해 melt-spinnig 기법으로 제조된 비정질금속섬유를 혼입한 연구가 보고되고 있으며[1], 콘크리트 구조물의 균열로 인한 내구성 저하 문제를 완화하기 위해 균열 발생 시 스스로 균열을 치유하는 자기치유 콘크리트에 관한 연구가 국내·외적으로 활발히 진행되고 있다[2]. 본 연구에서는 자기치유용 캡슐인 PCC(Powder Compacted Capsule)와 우수한 인장강도, 부착강도 및 내부식성을 가지고 있는 AF(Amorphous Metallic Fiber)를 함께 혼입한 모르타르의 유동성, 인장강도 및 탄산화 깊이 등을 비교·분석하였다.

2. 실험계획

본 연구에 사용된 시멘트의 경우 국내 H사에서 제조된 1종 보통 포틀랜드 시멘트가 사용되었다. 천연잔골재의 경우 비중 2.60g/cm³ 조립율 2.45의 N지역 산모래를 사용하였다. PCC의 경우 시멘트, 고로슬래그 미분말 3종 및 플라이애시 2종을 4:3:3 비율로 교반하여 제조하였으며 응집력 향상을 위해 PVA를 사용하였다. 또한 사전 수화를 방지하기 위해 폴리우레탄을 사용하여 코팅을 진행하였다. 표 1은 본 연구에 사용된 실험 배합으로 물시멘트비는 50%로 고정하였으며, PCC의 경우 천연잔골재 중량에 대하여 0, 5, 10, 15% 대체하였다. AF의 경우 20kg/m³를 추가 혼입하여 실험을 진행하였다. 측정 항목으로는 모르타르 플로우, 재령 28일의 인장강도, 촉진 재령 28일의 탄산화 깊이 등을 측정하였다.

표 1. 배합표

| Mix | W/C (%) | PCC (NS*%) | Unit weight(kg/m ³) | | | | |
|----------|---------|------------|---------------------------------|-------|-----|-----|----|
| | | | Cement | Water | NS | PCC | AF |
| Control | 50 | 0 | 170 | 340 | 739 | 0 | - |
| PCC05 | | 5 | | | 702 | 37 | - |
| PCC10 | | 10 | | | 665 | 74 | - |
| PCC15 | | 15 | | | 628 | 111 | - |
| AF-PCC05 | | 5 | | | 702 | 37 | 20 |
| AF-PCC10 | | 10 | | | 665 | 74 | 20 |
| AF-PCC15 | | 15 | | | 628 | 111 | 20 |

1) 원광대학교, 건축공학과 석사과정
 2) 원광대학교, 건축공학과 학부생
 3) 원광대학교, 건축공학과 박사과정,
 4) 원광대학교, 건축공학과 교수, 공학박사, 교신저자(csj2378@wku.ac.kr)

3. 실험 결과

3.1 모르타르 플로우

그림 1은 PCC 혼입율에 따른 비정질금속섬유 보강 모르타르의 유동성 변화를 나타낸 것으로 Control배합의 경우 약 185mm로 전체 배합 중 가장 높은 플로우를 나타내었다. PCC만을 사용한 배합의 경우 각각 약 169~145mm로 PCC의 혼입율이 증가할수록 플로우는 감소하는 경향을 나타내었다. PCC와 AF를 함께 혼입한 배합에서도 각각 약 153~119mm로 PCC의 혼입율이 증가할수록 플로우는 점차 감소하는 경향을 나타내었다.

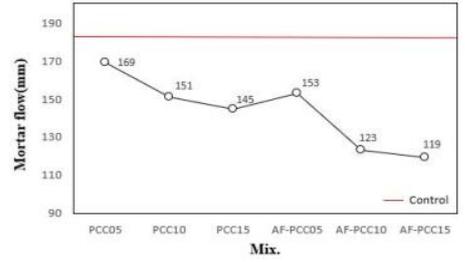


그림 1. 모르타르 플로우

3.2 인장강도

그림 2는 PCC 혼입율에 따른 비정질금속섬유 보강 모르타르의 재령 28일의 인장강도를 나타낸 것으로 Control배합의 경우 약 2.89MPa의 인장강도를 나타내었다. PCC만을 혼입한 배합의 경우 약 2.81~3.11MPa로 Control배합과 유사한 수준의 인장강도를 나타내었다. AF와 PCC를 함께 혼입한 배합의 경우 각각 약 4.12~4.54MPa의 인장강도를 나타내었으며 Control배합에 비해 약 42.6~57.1% 높은 인장강도를 나타내었다.

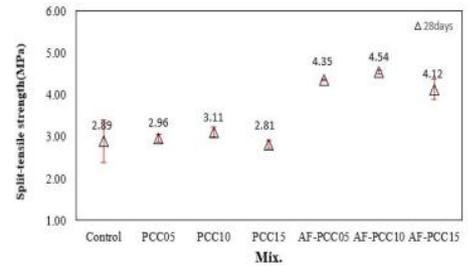


그림 2. 인장강도

3.3 탄산화 깊이

그림 3은 축진 재령 28일의 탄산화 깊이를 나타낸 것으로 Control배합의 경우 약 0.99mm의 탄산화 깊이를 나타내었다. PCC만을 혼입한 배합의 경우 각각 약 1.02~1.11mm로 Control배합에 비해 약 3.0~12.1% 높은 탄산화 깊이를 나타내었다. AF와 PCC를 함께 혼입한 배합의 경우 AF-PCC05 배합에서 약 0.97mm로 Control배합과 유사한 수준의 탄산화 깊이를 나타내었으며 이후 PCC 혼입율이 증가할수록 탄산화 깊이는 증가하는 경향을 나타내었다.

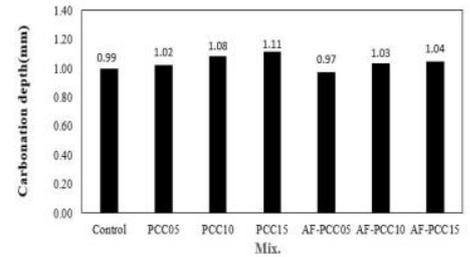


그림 3. 탄산화 깊이

4. 결론

본 연구는 자기치유용 캡슐인 PCC 혼입율에 따른 비정질금속섬유 보강 모르타르의 유동성, 인장강도 및 탄산화 깊이 등을 비교·분석한 것으로 모르타르 플로우의 경우 PCC를 혼입한 모든 배합은 PCC의 혼입율이 증가할수록 플로우가 감소하는 경향을 나타내었다. 인장강도의 경우 AF-PCC05배합에서 약 4.54MPa로 전체 배합 중 가장 높은 인장강도를 나타내었다. 탄산화 깊이의 경우 PCC를 혼입한 모든 배합은 PCC 혼입율이 증가할수록 탄산화 깊이는 증가하는 경향을 나타내었다.

감사의 글

본 논문은 교육부의 지원으로 한국연구재단 기초과학연구사업(과제번호: 2019R1I1A3A01049510)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 이재인, 김채영, 최세진. PCC(Powder Compacted Capsule) 크기 및 혼입율에 따른 자기치유 모르타르의 공학적 특성에 관한 실험적 연구. 한국건설순환자원학회논문집. 2022. 제10권 4호.
2. Kim JH, Bae SH, Choi SJ. Effect of Amorphous Metallic Fibers on Strength and Drying Shrinkage of Mortars with Steel Slag Aggregate. Materials. 2021. Vol. 14 No. 18.