

코팅재 종류에 따른 PCC(Powder Compacted Capsule) 혼입 모르타르의 유동성 및 강도 특성

Fluidity and strength characteristics of PCC(Powder Compacted Capsule) mixed mortar according to the type of coating material

이재인¹ · 김채영² · 박정연² · 지동민³ · 김성훈⁴ · 최세진^{5*}

Lee, Jae-In¹ · Kim, Chae-Young² · Park, Jeong-Yeon² · Ji, Dong-Min³ · Kim, Sung-Hoon⁴ · Choi, Se-Jin^{5*}

Abstract : As part of a study to alleviate problems caused by cracks in concrete structures, this study compares and analyzes the fluidity and strength characteristics of mortars used by adjusting the mixing ratio of two types of PCC(Powder Compacted Capsule) manufactured by different methods.

키워드 : 모르타르, 자기치유, 자기치유 캡슐, 플로우, 압축강도

Keywords : mortar, self-healing, self-healing capsule, flow, compressive strength

1. 서론

콘크리트는 원재료의 생산 및 가공이 용이하며 우수한 구조적 성능으로 인해 건설산업에서 대중화된 재료 중 하나이다. 그러나 외부환경 및 다양한 외적요인에 의해 균열이 발생하게 되며 균열이 발생한 콘크리트 구조물의 경우 내구성의 저하 및 안정성에 관한 문제가 발생하게 된다. 최근에는 콘크리트의 균열로 인해 발생하는 문제를 개선하기 위하여 국내외적으로 자기치유 콘크리트에 관한 연구가 이루어지고있다[1]. 본 연구는 콘크리트 구조물의 균열로 인해 발생하는 문제를 완화하기 위한 연구의 일환으로 각기 다른 방법으로 제조된 두가지 종류의 PCC(Powder Compacted Capsule)의 혼입율을 조정하여 사용한 모르타르의 유동성 및 강도 특성을 비교·분석하였다.

2. 실험계획

본 연구에 사용된 시멘트의 경우 국내 A사 보통포틀랜드 시멘트를 사용하였다. 잔골재의 경우 비중 2.60, 조립율 2.45의 N지역 산모래를 사용하였다. P-PCC의 경우 국내 A사 보통포틀랜드 시멘트, 당진화력발전소에서 발생된 플라야에시 2종 및 대한슬래그에서 제조된 고로슬래그 미분말 3종을 사용하여 제조하였다. R-PCC의 경우 수지에 분말을 10, 15, 20wt% 비율로 혼합 후 10분간 교반하여 분말 혼합 액적 용액을 제조하고 일정한 유속으로 니들을 통해 액적 용액 압출 및 니들의 수직 이동을 통해 실리콘 오일 표면에서 액적

표 1. 배합표

Mix.	W/C (%)	S/a (%)	PCC (S*%)	Unit weight(kg/m3)			
				W	C	S	PCC
Control	50	42	-	170	340	739	-
R-PCC2			0.2	170	340	737.5	1.5
R-PCC4			0.4	170	340	736	3.0
R-PCC6			0.6	170	340	734.5	4.5
P-PCC2			0.2	170	340	737.5	1.5
P-PCC4			0.4	170	340	736	3.0
P-PCC6			0.6	170	340	734.5	4.5

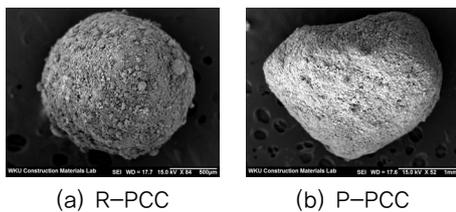


그림 1. SEM image of PCC

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

을 분리하였다. 분리된 액적은 실리콘 오일 내부 바닥으로 이동하여 uv광을 사용하여 경화하는 방식으로 제조하였다. 또한 P-PCC의 경우 제조 시 응집력을 향상시키기 위하여 PVA를 함께 사용하여 교반하였으며, 모르타르에 P-PCC를 혼입할 때, 수화되는 것을 방지하기 위해 폴리우레탄 수지를 사용하여 코팅을 진행하였다. 그림 1 및 표 1은 본 연구에 사용된 PCC의 SEM Image 및 실험에 사용된 배합표를 나타낸 것이다. 측정항목으로는 모르타르의 유동성 및 재령 7, 28일의 압축강도를 측정하였다.

3. 실험결과

3.1 모르타르 플로우

코팅재 종류에 따른 모르타르 플로우 변화를 나타낸 그림 2에서 볼 수 있듯이 Control배합에서 약 168mm의 가장 낮은 플로우를 나타내었다. PCC를 사용한 배합의 경우 PCC 종류에 관계없이 PCC의 혼입율이 증가할수록 플로우가 증가하는 경향을 나타내었다. R-PCC를 사용한 배합의 경우 R-PCC를 약 0.2% 혼입한 R-PCC2배합에서 약 180mm의 플로우를 나타내었으며 R-PCC를 약 0.6% 혼입한 R-PCC6배합에서 약 187mm의 가장 높은 플로우를 나타내었다. P-PCC를 사용한 배합의 경우 약 174~181mm의 플로우로 R-PCC배합에 비해 다소 낮은 플로우를 나타내었으나 Plain배합에 비해 최대 약 7% 높은 플로우를 나타내었다. P-PCC를 사용한 배합 및 R-PCC를 사용한 배합 모두 Plain배합에 비해 상대적으로 높은 플로우를 나타내는데 이는 그림 1에서 볼 수 있듯이 PCC의 경우 둥근입형을 가지고 있어 플로우가 증가한 것으로 사료된다.

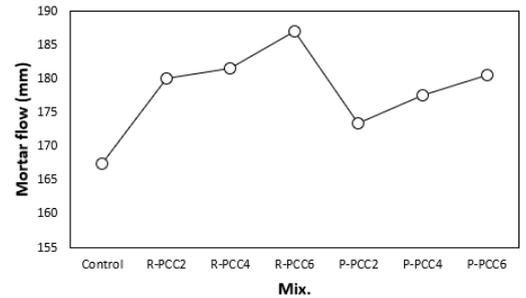


그림 2. 모르타르 플로우

3.2 압축강도

코팅재 종류에 따른 모르타르의 재령별 압축강도를 나타낸 그림 3에서 볼 수 있듯이 재령 7일의 경우 Control배합에서 약 22.6MPa의 압축강도를 발현하였다. R-PCC배합의 경우 R-PCC를 0.6% 혼입한 R-PCC6배합에서 약 22.9MPa의 압축강도로 R-PCC배합 중 가장 높은 압축강도를 발현하였다. P-PCC배합의 경우 R-PCC배합과는 상이한 경향으로 PCC의 혼입율이 증가할수록 압축강도가 감소하는 경향을 나타내었으며 P-PCC를 0.2% 혼입한 P-PCC2배합에서 약 24.1MPa의 압축강도로 가장 높은 압축강도를 발현하였으며 Plain배합과 비교할 시 약 6% 높은 압축강도를 발현하였다.

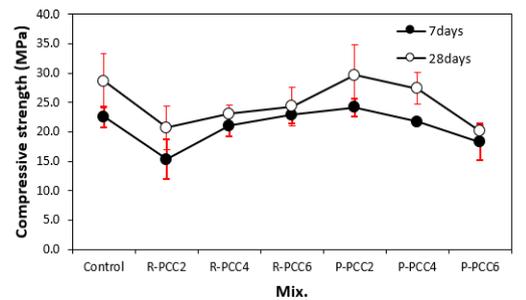


그림 3. 압축강도

4. 결론

- 1) 플로우의 경우 Control배합에서 가장 낮은 플로우를 나타내었다. PCC를 사용한 배합의 경우 PCC의 종류에 관계없이 PCC의 혼입율이 증가함에 따라 플로우가 증가하는 경향을 나타내었으며 이는 PCC의 둥근입형에 의해 플로우가 증가한 것으로 사료된다.
- 2) 압축강도의 경우 R-PCC배합에서 PCC의 혼입율이 증가할수록 압축강도가 증가하는 경향을 나타내었으며 P-PCC배합의 경우 PCC의 혼입율이 증가함에 따라 압축강도가 감소하는 경향으로 P-PCC2배합에서 가장 높은 압축강도를 발현하였다.

감사의글

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2020R1A4A3079595).

참고문헌

1. Choi SJ, Bae SH, Lee JI, Bang EJ, Choi HY, Ko HM. Effect of Bio-Inspired Polymer Types on Engineering Characteristics of Cement Composites. *Polymers*. 2022. 1808 p.