

잔골재를 활용한 경량기포 콘크리트의 특성에 관한 연구

A Study on the Properties of Light Weight Foamed Concrete Using Fine Aggregate

한민철* 신재경** 정광복*** 배장춘**** 한천구*****
Han, Min-Cheol Shin, Jae-Kyung Jeong, Kwang-Bok Pei, Chang-Chun Han, Cheon-Goo

ABSTRACT

This paper investigates the fundamental properties of light weight foamed concrete with the variances in unit weight of concrete and adding ratio of stability agent(SA). Test showed that concrete adding SA slightly decreased fluidity but secured stable flow appearances without segregation of concrete components. All specimens in a standard condition represented that a sinking depth was not observed, while, in the wet condition, a specimen adding SA decreased the sinking depth 2~4mm more than control concrete. Compressive strength values of control concrete showed 0.03~0.3MPa higher than the concrete adding SA. As for the tensile strength, the specimen adding SA also had lower value, while the ratios of comp. to tens. strength presented 0.43~0.62, which is relatively higher than ordinary concrete.

1. 서론

경량기포 콘크리트란 시멘트의 슬러리속에 미리 생성된 기포를 혼합시켜 양생한 콘크리트로서, 동일한 체적의 보통 콘크리트보다 대폭적으로 가볍게 만든 것으로서 단열성능 및 시공성이 우수하고 경제성이 높은 장점을 가지고 있다.

이러한 경량기포 콘크리트는 단열용 채움재, 토목용 채움재, 기층재 등의 목적으로 사용되고 있으나, 기포의 소포로 인한 체적 감소 및 낮은 강도 등의 이유로 인하여 토목 구조물보다는 주로 공동주택 공사의 운돌바닥 구조 등에서 한정 사용되고 있다. 따라서, 경량기포 콘크리트의 보다 폭넓은 활용을 위해서는 강도 증진, 기포의 안정성 및 시공성 향상 등의 개선이 필요한 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 조립률 2.2 이하의 잔골재 및 증점 안정화제의 사용에 따른 경량기포 콘크리트의 기초적 특성을 검토함으로써, 궁극적으로 경량기포 콘크리트의 경제적인 제조 및 품질향상 방안을 제시하고자 한다.

* 정회원, 청주대 건축공학부 전임강사, 공학박사

** 정회원, 청주대 대학원 석사과정

*** 정회원, (주)건설과환경 상무이사, 청주대 대학원 석사과정

**** 정회원, 청주대 대학원 박사과정

***** 정회원, 청주대 건축공학부 교수, 공학박사

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다.

먼저, 실험요인으로 배합비는 1:2의 1수준으로 하고, 목표 슬럼프는 시공성을 고려하여 240±10mm, 목표 단위질량 0.9±0.02, 1.2±0.02, 1.5±0.02t/m³를 만족하도록 배합설계 하였다. 이때, 증점 안정화제의 혼입률은 단위수량의 0, 0.002% 2수준으로 하여 총 6배치를 실험계획 하였다.

실험사항으로 굳지않은 콘크리트에서는 플로우 및 침하깊이를, 경화 콘크리트에서는 겉보기 밀도, 압축강도 및 인장강도를 측정하는 것으로 하였다.

2.2 사용재료

본 실험에 사용한 시멘트는 국내산 보통 포틀랜드시멘트(밀도:3.15 g/cm³, 분말도: 3,265cm²/g)를 사용하였고, 잔골재는 충북 옥산산 강모래(밀도:2.61g/cm³, 조립률 2.12)를 사용하였다. 또한, 기포제는 식물성 계면활성제, 증점 안정화제는 국내산 폴리사카라이드계를 사용하였다.

2.3 실험방법

본 연구의 실험방법으로 슬러리의 혼합은 단위수량에 따른 물을 용기에 먼저 넣고 분체재료를 넣으면서 핸드믹서를 이용하여 충분히 혼합하여 슬러리를 제조하는 것으로 하였다. 혼합한 슬러리에 기포발생기에서 발생시킨 기포(밀도 0.027 g/cm³)를 계량하여 용기에 투입한 후 슬러리와 혼합하여 기포슬러리를 제조하였다. 이때 기포가 소멸되지 않도록 유의하면서 약 2분간 믹싱하였다.

플로우 및 밀도, 침하깊이는 KS F 4039의 시험방법에 준하여 측정하였는데, 이때 침하깊이는 KS 규격 표준방법과 수중구조체 사용성 검토를 위하여 몰드에 물을 채우고 콘크리트를 타설한 뒤 침하깊이를 측정하는 방법으로 측정하였다. 압축강도 및 겉보기밀도 측정은 KS F 2459, 인장강도는 KS F 2423의 시험방법에 따라 실시하였다.

3. 실험 결과 및 분석

3.1 굳지않은 콘크리트의 특성

그림 1은 증점 안정화제 혼입률별 단위질량에 따른 플로우치를 나타낸 것이다. 먼저, 단위질량에 따른 플로우치는 모든 경우 목표 플로우 240±10mm를 만족하였고, 단위질량이 클수록 높은 단위수량과 고성능 감수제의 증가로 인해 플로우치가 다소 증가하는 것으로 나타났다.

또한, 증점 안정화제를 0.002% 혼입한 경우는 단위질량에 관계없이 무혼입한 경우에 비해 플로우치가 소폭 저하하는 경향을 나타냈으나, 무혼입한 경우에는 재료분리 경향이 나타나는 반면, 증점 안정화제를 혼입한 경우에는 재료분리 및 블리딩 없이 안정된 플로우 형상을 나타내었다.

사진 1은 수중조건에서 침하깊이를 측정한 후 모습을 나타낸 것이고, 그림 2는 수중조건에서의 증점

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준	
배합사항	배합비 (C:S)	1	1:2
	목표 플로우(mm)	1	240±10
	목표 단위질량(t/m ³)	3	0.9±0.02 1.2±0.02 1.5±0.02
	증점 안정화제 (W/%)	2	0, 0.002
실험사항	굳지않은 콘크리트	2	플로우 침하깊이(표준, 수중)
	경화 콘크리트	3	겉보기밀도(28일) 압축강도(7, 28, 91일) 인장강도(28일)

안정화제 혼입률별 단위질량에 따른 침하깊이를 나타낸 것이다. 전반적으로 표준조건에서는 모든 경우 침하가 발생하지 않았고, 수중조건에서는 단위질량이 증가할수록 침하깊이는 작아지는 것으로 나타났다. 증점 안정화제를 혼입한 경우에는 무혼입한 경우에 비해 2~4mm 침하가 저하하는 것으로 나타났다. 따라서 증점 안정화제를 혼입할 경우 사진 1과 같이 수중 구조물에 경량기포 콘크리트를 사용하여도 소포로 인한 체적감소문제를 어느 정도 개선하는데 효과적인 것으로 분석된다.

3.2 경화 콘크리트의 특성

그림 3은 증점 안정화제 혼입률별 단위질량에 따른 겉보기 밀도를 나타낸 것이다.

전반적으로 단위질량이 클수록 겉보기 밀도 역시 크게 나타났다. 증점 안정화제를 혼입한 경우에는 무혼입과 비교하여 겉보기 밀도가 다소 작게 나타났는데, 이는 침하가 감소하여 체적이 상대적으로 크기 때문인 것으로 사료된다.

그림 4는 증점 안정화제 혼입률별 단위질량에 따른 압축강도를 나타낸 것이다.

전반적으로 모든 재령에서 단위질량이 증가할수록 압축강도는 증가하였고, 무혼입의 경우에는 증점 안정화제를 혼입한 경우에 비하여 전체적으로 다소 크게 나타났는데, 이는 겉보기밀도와 마찬가지로 무혼입의 경우는 증점 안정화제를 혼입한 경우보다 침하가 크게 일어나 내부공극이 작아짐에 따라 나타난 결과로 분석된다.

그림 5는 증점 안정화제 혼입률별 단위질량에 따른 인장강도를 나타낸 것이다. 인장강도는 압축강도와 유사한 경향으로 단위질량이 클수록 크게 나타났고, 증점 안정화제를 혼입한 경우 다소 작게 나타났는데, 보통 콘크리트의 인장강도는 압축강도의 약 0.1정도인 것에 반해 본 실험에 사용된 경량기포 콘크리트는 약 0.43~0.62 정도로 나타나 보통 콘크리트보다 상대적으로 크게 나타났다.

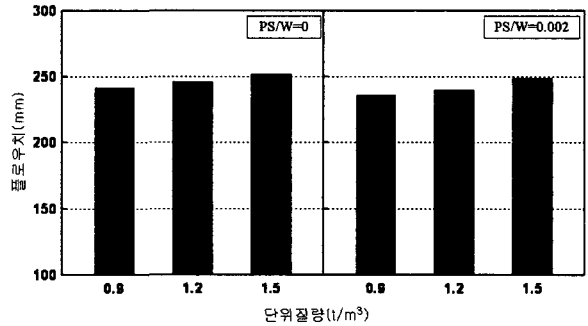


그림 1. 단위질량에 따른 플로우치 비교

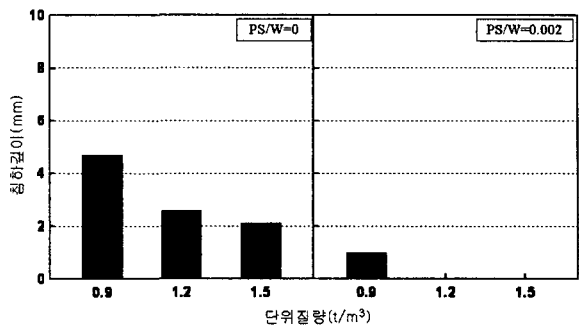


그림 2. 단위질량에 따른 침하깊이 비교(수중조건)

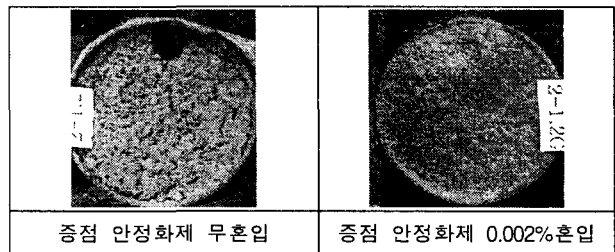


사진 1. 침하깊이 측정 후 모습(수중조건)

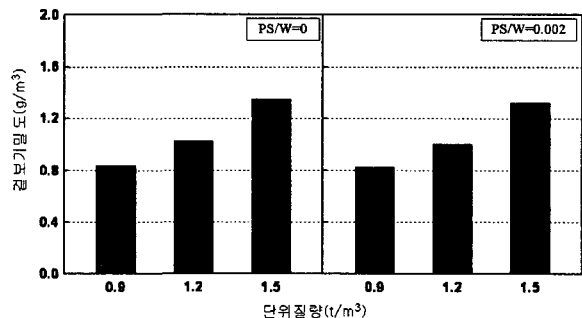


그림 3. 단위질량에 따른 겉보기밀도 비교

3. 결론

본 연구는 잔골재 및 증점 안정화제의 사용에 의한 경량기포 콘크리트의 품질향상을 위하여 단위질량 변화와 증점 안정화제의 혼입률 변화에 따른 경량기포 콘크리트의 기초적 특성을 비교·분석하였는데, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 유동성은 증점 안정화제를 혼입한 경우 단위질량에 관계없이 무혼입에 비해 다소 플로우치가 낮게 나타났고, 재료분리가 발생하지 않았으나 무혼입한 경우에는 블리딩 등의 재료분리가 발생하였다.

(2) 침하깊이는 단위질량이 증가할수록 작아지는 것으로 나타났고, 표준조건에서는 모든 경우 침하가 발생하지 않았다. 수중조건에서는 증점 안정화제를 혼입한 경우 무혼입한 경우에 비해 2~4mm 정도 침하가 저하하는 것으로 나타나 증점 안정화제를 혼입할 경우 수중 구조물에 경량기포 콘크리트를 사용하여도 소포로 인한 체적감소문제를 어느 정도 개선하는데 효과적인 것으로 사료된다.

(3) 경화 콘크리트의 특성으로 압축강도는 무혼입의 경우에는 증점 안정화제를 혼입한 경우에 비하여 전체적으로 다소 크게 나타났고, 인장강도는 증점 안정화제를 혼입한 경우 다소 작게 나타났는데, 압축강도에 대한 인장강도비는 약 0.43~0.62 정도로 나타나 보통 콘크리트보다 상대적으로 큰 것을 알 수 있었다.

이상을 종합하여 볼때 기존의 경량기포 콘크리트용 분체 제조에 잔골재를 혼합함으로써, 강도 증진 및 단위질량 조절 기능이 향상된 경제적인 경량기포 콘크리트 제조가 가능할 것으로 사료되고, 증점 안정화제를 0.002% 혼입하게 되면 단위체적감소로 인한 침하문제 및 고유동시 발생하는 재료분리 등이 적어짐으로서 제반품질이 향상됨을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 (주)원건축사사무소와 (주)원건설의 연구비 지원에 의해 이루어 졌음에 위 기관에 감사한다.

참고문헌

1. 田中秀男; 最近のコンクリート用混和劑(發泡劑, 起泡劑), 콘크리트 工學, 제 26권 제 3호, 1988, pp. 71~75
2. 박은구; 기포 콘크리트용 기포의 특성에 관한 기초적 연구, 한국콘크리트학회 논문집, 제 16권 제 1호, 2004. 5, pp.680~683
3. 신재경, 유승엽, 정광복, 홍상희, 김성수, 한천구; 혼화제 치환에 따른 경량기포콘크리트의 기초적 특성, 한국콘크리트학회 논문집, 제 18권 제 2호, 2006. 5, pp521~524.

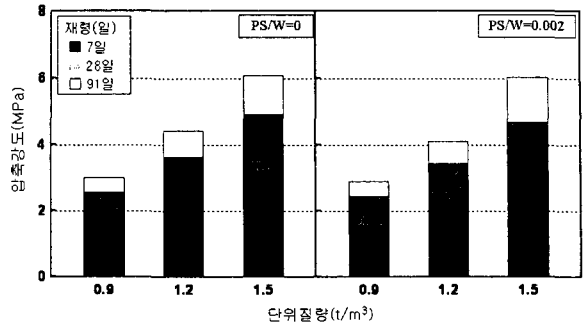


그림 4. 단위질량에 따른 압축강도 비교

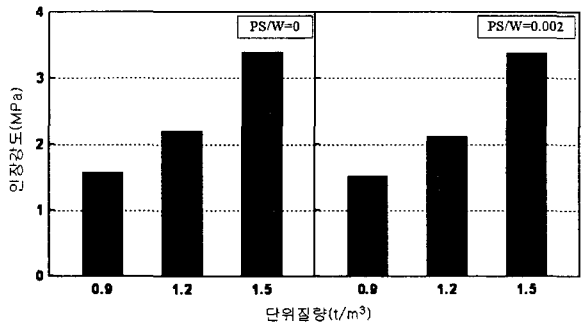


그림 5. 단위질량에 따른 인장강도 비교