

증점 안정화제의 혼입을 변화에 따른 경량기포 콘크리트의 특성

Properties of Lightweight Foamed Concrete with Variances in Adding Ratio of Stability Agent

황인성^{*} 신현섭^{**} 신재경^{**} 정광복^{**} 배장춘^{***} 한천구^{****}
Hwang, Yin-Seong Shin, Hyun-Sup Shin, Jae-Kyung Jeong, Kwang-Bok Pei, Chang-Chun Han, Cheon-Goo

ABSTRACT

This paper investigates the properties of light weight foamed concrete with variances in adding ratio of stability agent(PS). Test showed that an increase of PS adding ratio decreased fluidity due to higher viscosity and increased unit weight of specimens. A sinking depth declined as the adding ratio of PS inclines, but all specimens including control concrete was ranging in KS; 0.5 to 10mm. Compressive strength value of specimens increased as PS adding ratio inclines. As for the tensile strength, any significant feature was not observed, compared with control concrete, but the ratios of comp. to tens. increased. Appearance density of concrete increased, and thermal conductivity was satisfied in KS, except for a specimen adding 0.07 percent of PS.

1. 서론

경량기포 콘크리트는 시멘트 슬러리 내부에 무수히 많은 기포공극을 함유시켜 경화시킨 콘크리트로서, 경량이고 단열성이 우수하여 온돌단열제, 연약지반의 채움재 및 충전재등의 용도로 널리 사용되고 있다.

그러나, 최근의 경우 경량기포 콘크리트는 사용량의 증가에도 불구하고 재료, 시공방법, 제조 및 타설장비 등의 기반 기술이 발달되지 않음에 따라 기포의 소포로 인한 체적감소가 발생함으로써 단열성능 및 경제성 저하등 시공하자의 주된 요인으로 부각되고 있는 실정이다. 그런데, 경량기포 콘크리트는 주로 내부 기포공극의 용적이 그 특성에 주된 영향을 미치므로, 점성증가 효과가 있는 것으로 알려진 증점 안정화제가 콘크리트 매트릭스내의 네트워크를 연결함으로써, 경량기포 콘크리트의 품질향상에 기여할 것으로 판단된다.

따라서, 본 연구에서는 경량기포 콘크리트의 소포로 인한 침하문제 및 재료분리 방지 등을 개선하

* 정회원, 아세아시멘트(주) 연구개발팀 연구원

** 정회원, 청주대 대학원 석사과정

*** 정회원, (주)건설과환경 상무이사, 청주대 대학원 석사과정

**** 정회원, 청주대 대학원 박사과정

***** 정회원, 청주대 건축공학부 교수, 공학박사

기 위하여 증점 안정화제(이하 PS)의 혼입을 변화에 따라 경량기포 콘크리트의 특성을 분석하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다.

먼저, 배합사항으로 W/B는 60%의 1수준에 대하여, OPC만을 사용하는 경우의 목표 단위질량을 $0.6 \pm 0.03 \text{ t/m}^3$, 목표 플로우는 현장조건을 고려하여 작업성이 뛰어난 $240 \pm 10 \text{ mm}$ 를 만족하도록 Plain을 배합설계한 후, PS 혼입율 0.01~0.07%까지 0.01%씩 증가하여 총 8배치에 대하여 실험계획 하였다.

실험사항으로 굳지않은 콘크리트에서는 플로우, 단위용적질량 및 침하깊이를, 경화 콘크리트에서는 압축강도, 인장강도, 겔보기밀도 및 열전도율을 측정하는 것으로 하였다. 이때 본 실험에 사용한 콘크리트의 배합사항은 표 2와 같다.

2.2 사용재료

본 실험에 사용한 시멘트는 국내산 보통 포틀랜드 시멘트(밀도: 3.15 g/cm^3 , 분말도: $3,302 \text{ cm}^2/\text{g}$)를 사용하였다. 혼화제로써 기포제(형태:액상, 밀도: 1.04 g/cm^3)는 식물성 계면활성제를 사용하였고, PS(형태:분말상, 점도: $2800 \text{ mpa} \cdot \text{s}$)는 미국산을 사용하였다.

2.3 실험방법

본 연구의 실험방법으로 슬러리의 혼합은 분체재료에 PS를 넣어 선 비빔한 후, 단위수량에 따른 물을 용기에 넣고 섞은 분체재료를 넣으면서 핸드믹서를 이용하여 충분히 혼합하여 슬러리를 제조하는 것으로 하였다. 혼합한 슬러리에 기포발생기에서 발생시킨 기포를 계량하여 용기에 투입한 후 슬러리와 혼합하여 기포슬러리를 제조하였다. 이때 기포가 소멸되지 않도록 유의하면서 약 2분간 믹싱 하였다.

플로우, 기포율, 단위용적질량 및 침하깊이는 KS F 4039의 시험방법에 준하였으며, 압축강도 및 겔보기밀도 측정은 KS F 2459, 인장강도는 KS F 2423, 열전도율은 KS L 9016의 시험방법에 따라 실시하였다.

3. 실험 결과 및 분석

3.1 굳지않은 콘크리트의 특성

그림 1은 PS 혼입율 변화에 따른 플로우를 나타낸 그래프이다. Plain 배합의 경우 목표 플로우 $240 \pm 10 \text{ mm}$ 를 만족하였고, PS 혼입율이 증가함에 따라서 유동성은 감소하는 것으로 나타났는데, 이는 PS가 용해되면서 점성증가로 인하여 플로우치가 감소하는 것으로 나타나, PS를 사용할 경우 동일 유

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준	
배합사항	W/B(%)	1	· 60
	목표 플로우(mm)	1	· 240 ± 10
	목표 단위질량(t/m^3)	1	· 0.6 ± 0.03
배합사항	PS 혼입율 (%)	· Plain(OPC)	
		7	· 0.01 · 0.02 · 0.03 · 0.04 · 0.05 · 0.06 · 0.07
실험사항	굳지않은 콘크리트	4	· 플로우 · 기포율 · 단위용적질량 · 침하깊이
	경화 콘크리트	4	· 압축강도(7, 28일) · 인장강도(28일) · 겔보기밀도(28일) · 열전도율

표 2. 콘크리트의 배합사항

W/B (%)	단위 질량 (t/m^3)	CKD 치환율 (%)	목표 기포율 (%)	용적배합 (ℓ/m^3)			
				C	W	PS	
60	0.6	PS	Plain	67.67	111.7	211.6	0
			0.01	67.67	111.7	211.6	1.07
			0.02	67.67	111.7	211.6	2.14
			0.03	67.67	111.7	211.6	3.20
			0.04	67.67	111.7	211.6	4.27
			0.05	67.67	111.7	211.6	5.34
			0.06	67.67	111.7	211.6	6.41
			0.07	67.67	111.7	211.6	7.48

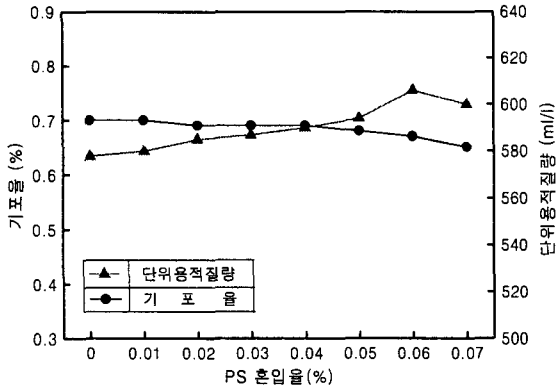


그림 2. PS 혼입율 변화에 따른 기포율 및 단위용적질량

동성을 확보하기 위해서는 고성능 감수제의 사용이 필요한 것으로 분석된다.

그림 2는 PS 혼입율 변화에 따른 기포율 및 단위용적질량을 나타낸 그래프이다. 기포율은 PS 혼입율이 증가함에 따라 미소한 감소 경향을 보였으며, 단위용적질량은 기포율의 영향으로 다소 증가하는 것으로 나타났다.

그림 3은 PS 혼입율 변화에 따른 침하깊이를 나타낸 그래프이다. Plain을 포함한 모든 수준에서 KS 규격의 기준 범위 '0.5푼-10mm 이하'를 만족하는 것으로 나타났고, PS 혼입율이 증가함에 따라 침하깊이는 감소하는 것으로 나타났다. 이는 PS가 슬러리 내에 혼입되면서 경량기포 콘크리트 내부의 기포표면에 막을 형성하므로서 쉽게 소포되지 않기 때문으로 사료된다.

3.2 경화 콘크리트의 특성

그림 4는 재령 7일, 28일에서의 PS 혼입율 변화에 따른 압축강도를 나타낸 그래프이다. 당연한 결과로 재령이 경과할수록 강도가 크게 나타났고, 모든 재령에서 KS 기준범위를 만족하는 것으로 나타났다. PS 혼입율이 증가함에 따라서는 압축강도가 다소 증가하는 것으로 나타났는데, 이는 기포율의 영향에 기인하여 증가된 것으로 사료된다.

그림 5는 PS 혼입율 변화에 따른 인장강도를 나타낸 그래프이다. PS 혼입율이 증가함에 따라 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났는데, 보통 콘크리트의 인장강도는 압축강도의 약 10% 전·후인 것에 비해 본 실험에 사용된 경량기포 콘크리트는 약 33% 전·후로 나타나 보통 콘크리트보다 상대적으로 튼 경향이었다.

그림 6은 PS 혼입율 변화에 따른 겉보기 밀도를 나타낸 그래프이다. 겉보기 밀도는 기포율과 반대

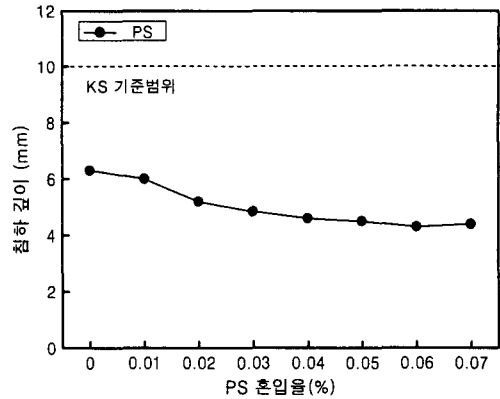


그림 3. PS 혼입율 변화에 따른 침하깊이

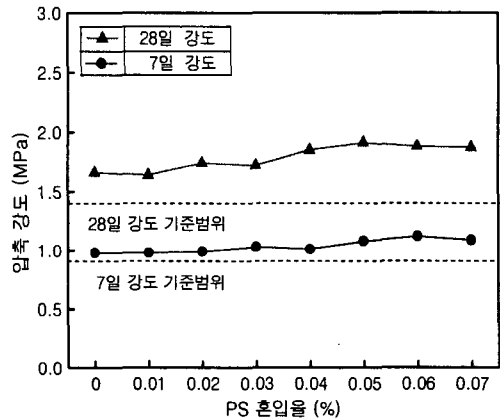


그림 4. PS 혼입율 변화에 따른 압축강도

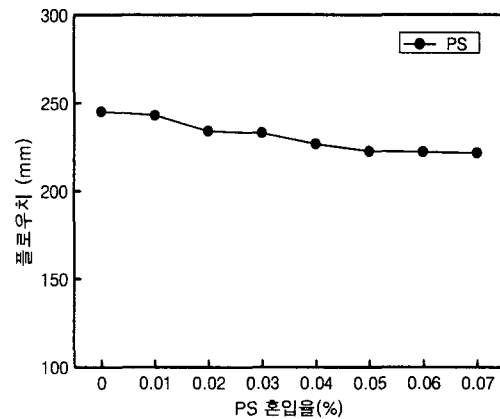


그림 5. PS 혼입율 변화에 따른 플로우치

경향으로 PS 혼입율이 증가함에 따라 증가하는 것으로 나타났으며, 모든 경우에서 KS 기준 '0.5품-0.4이상, 0.5미만'을 만족하는 것으로 나타났다.

그림 7은 PS 혼입율 변화에 따른 열전도율을 나타낸 그래프이다. 열전도율은 PS 혼입율 0.07%를 제외한 모든 수준에서 KS 기준인 '0.5품-0.160W/(m·k)이하'를 모두 만족하는 것으로 나타났다.

3. 결론

본 연구에서는 PS 혼입율 변화에 따른 경량기포 콘크리트의 특성을 비교·분석하였는데, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) PS 혼입율이 증가할수록 유동성은 점성증가에 기인하여 플로우 값이 작아지는 것으로 나타났고, 기포율의 미소한 감소로 단위용적질량은 다소 증가하는 것으로 나타났다.

2) 침하깊이는 PS 혼입율이 증가할수록 감소하였는데, Plain을 포함한 모든 수준에서 KS 규격의 기준 범위 '0.5품-10mm 이하'를 만족하는 것으로 나타나, 경량기포 콘크리트의 품질을 개선하는데 효과적인 것으로 분석된다.

3) 압축강도는 PS 혼입율이 증가함에 따라 다소 증가하는 경향으로 나타났고, 인장강도는 PS 혼입율 변화에 따라 큰 차이를 보이고 있지 않으나 보통콘크리트에 비해 압축강도에 대한 인장강도비가 높은 것으로 나타났다.

4) 겉보기 밀도는 PS 혼입율이 증가함에 따라 기포율의 영향으로 증가하였으며, 열전도율은 PS 혼입율 0.07%를 제외한 모든 수준에서 KS 기준범위를 만족하는 것으로 나타났다.

감사의 글

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

참고문헌

1. KS F 4039 ; 현장 타설용 기포콘크리트, 1999
2. 건설교통부; 경량기포 콘크리트 재료개발연구, 1996.
3. 신재경, 유승엽, 정광복, 홍상희, 김성수, 한천구; 혼화제 치환에 따른 경량기포콘크리트의 기초적 특성, 한국콘크리트학회 논문집, Vol 18, No. 2, 2006. 5, PP521~524.

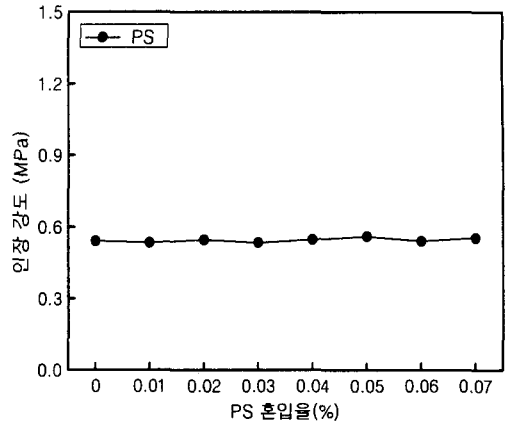


그림 5. CKD 치환율 변화에 따른 인장강도

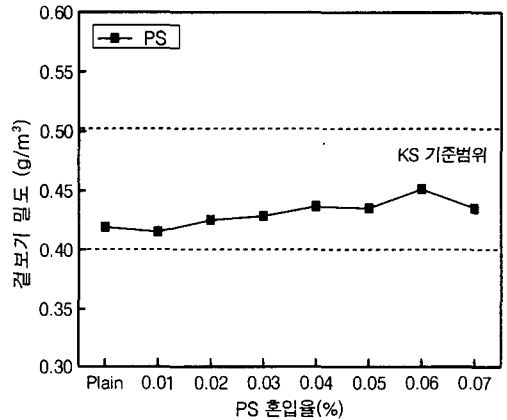


그림 6. PS 혼입율 변화에 따른 겉보기 밀도

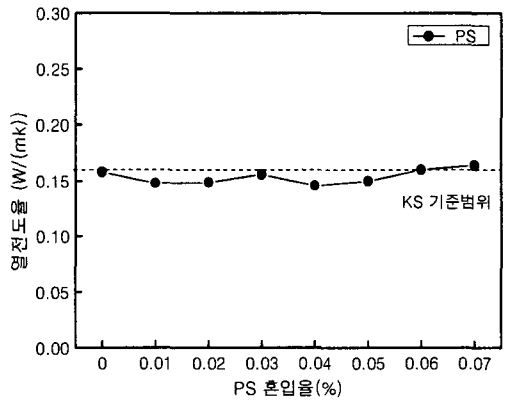


그림 7. PS 혼입율 변화에 따른 열전도율