

튼바닥용 기포콘크리트의 품질확보 방안

A Plan to guarantee quality of Light-weight Cellular Concrete for floating floor

이 성 호* · 정 갑 철**
S. H. Lee, G. C. Jeong

Key Words : Light-weight Cellular Concrete(경량기포 콘크리트), Compressive Strength(압축강도), Flow(플로우)

ABSTRACT

The characteristics of lightweight cellular concrete has much influence on the compressive strength and flow from the design of mixture. This study is to investigate the characteristics of the compressive strength and flow for the mixture of lightweight cellular slurry. KS F 4039 was compared to the construction system and quality for lightweight cellular concrete of floating floor. As the result of this study, the standard of the compression strength for target slurry have to lower and an upper limit of flow was judged to be 230mm.

1. 서 론

현장에서 시공되고 있는 온돌구조용 경량기포콘크리트는 품질 불안정, 단열성능 부족, 연관 공정에 하자 유발 등의 많은 문제를 발생시키고 있는 실정이다. 특히 온돌구조의 고질적인 문제가 되고 있는 온돌미장 몰탈의 균열, 난방파이프의 고정 등의 문제가 경량기포콘크리트의 강도, 균열 및 흡수성 등과 관련 있음이 드러나고 상하층간 소음 방지제를 적용하는 경우 경량기포콘크리트 층의 타설 두께가 얇아지면서 경량기포콘크리트층과 온돌미장모르터층에 균열 발생이 촉진되는 등의 문제점이 나타나고 있어 이에 대한 성능 개선 및 시공방법 개선에 대한 필요가 절실해지고 있다.

또한 국내 현장에서는 아직 온돌단열용 경량기포콘크리트에 대한 시방이나 배합설계 기준이 없이 단지 KS F 4039에 명시되어 있는 기포 슬러리의 비중이나, 플로값 등에 의해 기포콘크리트의 품질관리가 이루어지고 있기 때문에 그의 품질도 작업자의 성향에 따라 큰 차이를 보이고 있다.

따라서, 본 연구에서는 튼바닥용 기포콘크리트의 시공성 정립 및 품질에 대한 개선 방안을 제시하고자 KS F 4039에서 제시하고 있는 기포콘크리트를 대상으로 검토하였다. 이를 위해 슬러리의 비중을 만족하는 배합을 하여 강도특성 등을 측정하고 KS에서 제시하고 있는 기준과 비교 검토하여 KS 기준의 타당성을 평가하였다. 또한 대부분 현장에서 시공성을 고려한 품질 관리 방안이 플로값에 대한 관리임에도 불구하고 KS에서는 플로값의 하한치만을 제시하고 있으므로 플로값의 상한치를 제시하고자 한다.

2. 경량기포콘크리트의 품질기준

KS F 4039(현장 타설용 기포 콘크리트)에서는 기포콘크리트와 관련하여 아직 굳지 않은 경우와 경화된 기포 콘크리트로 구분하여 품질관리기준을 제시하고 있는데, 그 내용은 표 1 및 2와 같다.

표 1. 품질기준(양생 전)

구분	기포 슬러리의 비중	플로값 (mm)	침하깊이 (mm)
0.4품	0.39이상	180 이상	15 이하
0.5품	0.52이상		10 이하
0.6품	0.72이상		6 이하

* 대우건설기술연구소 선임연구원
E-mail : 9520123@dwconst.co.kr
Tel : (031) 250-1217, Fax : (031) 250-1131

** 대우건설기술연구소 책임연구원

표 2. 품질기준(양생 후)

구분	겉보기 비중	압축강도 N/mm ² (kgf/cm ²)		열전도율 W/m · K(kcal/mh℃)	길이 변화율 %
		7일	28일		
0.4품	0.30 이상 0.40 미만	0.5(5.10) 이상	0.8(8.15) 이상	0.130(0.112) 이하	0.50 이하
0.5품	0.40 이상 0.50 미만	0.9(9.18) 이상	1.4(14.28) 이상	0.160(0.138) 이하	0.40 이하
0.6품	0.50 이상 0.70 미만	1.5(15.30) 이상	2.0(20.39) 이상	0.190(0.163) 이하	0.30 이하

3. 실험개요

3.1 실험계획

본 연구에서는 표 3과 같이 물시멘트비 60, 65 및 70를 대상으로 동물성 기포제와 식물성 기포제별로 플로우 및 강도성상을 비교 검토하였다. 경량기포콘크리트의 목표 슬러리 비중은 0.39, 0.52, 0.72의 3수준으로 구분해서 배합조건을 설정하였다.

본 실험에 사용한 사용재료는 시멘트와 물, 기포제이며 시멘트는 국내 보통 포틀랜드 시멘트(I종)로써 KS L 5201의 품질규격에 적합하였으며, 기포제는 동물성과 식물성의 2종류를 사용하였다.

표 3. 실험요인 및 수준

실험요인		수준
물/시멘트비(%)		60, 65, 70
기포 슬러리 비중		0.39, 0.52, 0.72
기포제 종류 ^(주)		식물성 동물성
측정 항목	굳지 않은 콘크리트	기포슬러리 비중, 플로우
	경화콘크리트	압축강도, 열전도율

(주) : 40배 희석

3.2 경량기포콘크리트의 배합

본 실험에 사용한 경량기포콘크리트 배합은 그림 1과 같은 배합설계 순서에 의해 수차례의 시험비빔을 통하여 산정된 것으로서 배합시험의 결과는 표 4, 5와 같다.

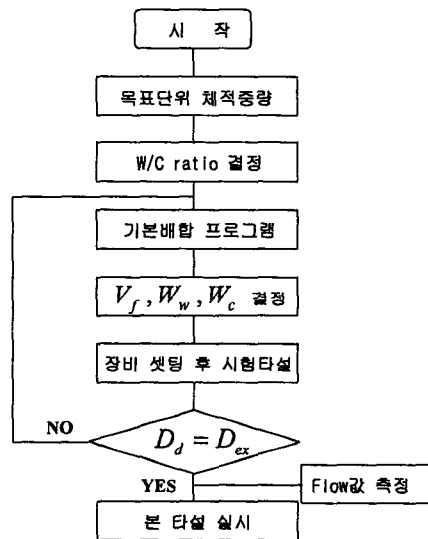


그림 1. 배합설계 순서도

3.3 실험방법

기포콘크리트에 관련한 모든 실험은 KS F 2459의 표준적인 시험방법에 의거 실시하였다.

경량기포콘크리트의 플로우값을 측정한 후 재령별 압축강도를 측정하기 위해 압축강도 측정용 $\Phi 10 \times 20$ cm 공시체를 제작하였다. 24시간 후에 몰드를 제거한 다음 공시체는 소요의 재령까지 $21 \pm 3^\circ\text{C}$ 의 수중에서 표준양생을 실시하였다.

4. 실험결과 분석 및 검토

4.1 슬러리 비중과 압축강도

물시멘트비에 따른 슬러리 비중에 대한 압축강도의 관계를 표 6 및 그림 3~5에 나타내었다. 그림에서 보는바와 같이 동물성 기포제의 경우가 식물성 기포제를 사용한 경우보다 압축강도가 더 크게 나타나며 특히 슬러리 비중이 0.52의 경우에서 가장 큰 차이를 보이고 있다.

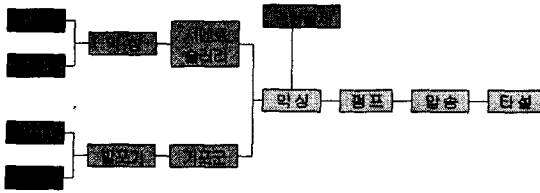


그림 2. 경량기포콘크리트의 제조과정

표 4. 기포콘크리트의 배합시험(식물성)

구분	W/C (%)	목표 슬러리 비중	배합사항(kg/m ³)			실제 W/C(%)	시험결과				비고
			시멘트	배합수	기포액		기포밀도 (kg/m ³)	기포콘크리트의 밀도 (kg/m ³)	플로우 (mm)	재료분리 발생여부	
식물성	60	0.39	233.7	139.4	1.1	57.9	53.9	374.1	150		기포제 희석 비율 (1:40)
		0.52	236.9	201.1	1.3	57.8	68.5	539.3	229		
		0.72	472.7	282.7	1.1	59.8	67.2	756.5	245	○	
	65	0.39	244.1	157.2	1.5	64.5	69.8	402.7	210		
		0.52	325.1	210.4	1.2	64.7	64.1	536.7	236	○	
		0.72	457.6	296.5	1.1	64.8	70.6	755.2	288	○	
	70	0.39	233.5	155.3	1.4	69.7	70.1	380.2	179		
		0.52	305.3	212.7	1.3	69.7	70.3	519.3	221		
		0.72	415.8	290.3	1.0	69.8	68.2	707.1	280	○	

표 5. 기포콘크리트의 배합시험(동물성)

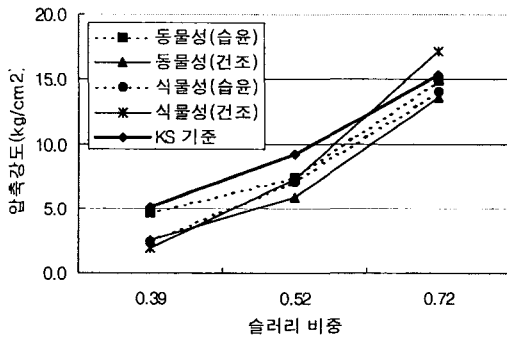
구분	W/C (%)	목표 슬러리 비중	배합사항(kg/m ³)			실제 W/C(%)	시험결과				비고
			시멘트	배합수	기포액		기포밀도 (kg/m ³)	기포콘크리트의 밀도 (kg/m ³)	플로우 (mm)	재료분리 발생여부	
동물성	60	0.39	236.4	141.2	0.8	59.7	41.4	378.4	154		기포제 희석 비율 (1:40)
		0.52	340.7	203.6	1.0	59.8	50.9	545.3	141		
		0.72	457.5	273.8	0.9	59.8	57.3	732.2	195		
	65	0.39	242.9	156.5	1.5	64.5	71.3	401.0	190		
		0.52	332.5	215.2	1.1	64.7	58.7	548.8	217		
		0.72	438.2	284.0	0.9	64.8	61.8	723.1	258	○	
	70	0.39	220.9	153.9	1.1	69.7	53.7	375.8	154		
		0.52	314.2	219.0	1.1	69.7	55.9	534.1	196		
		0.72	148.4	292.2	0.8	69.8	54.6	711.4	270	○	

표 6. 압축강도 측정결과

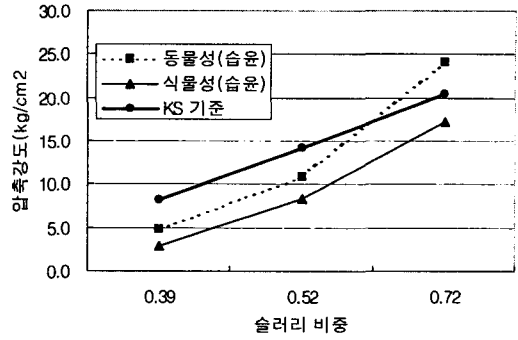
목표 슬러리 비중	압축강도(kgf/cm ²)			
	식물성		동물성	
	7일	28일	7일	28일
0.39	2.4	2.9	4.8	4.9
0.52	7.0	8.2	7.3	10.8
0.72	14	17.2	14.8	24
0.39	2.8	4.4	3.9	5.1
0.52	5.7	6.6	7.7	11.9
0.72	14.4	16.4	17	21
0.39	2.3	3.1	2.0	3.4
0.52	4.6	5.7	6.0	10.0
0.72	10.0	15.2	11.1	16.4

그러나 슬러리 비중에 대한 압축강도(7일, 28일)는 KS에서 정하고 있는 기준치 보다 낮은 값을 보이고 있다.

또한 건조상태(상온에서 양생)의 기포콘크리트의 압축강도가 습윤상태(수중에서 양생)의 압축강도 보다 더 낮은 값을 보이고 있다. 따라서 현장에서 같이 상온에서 양생하는 경우 플로우 및 슬러리 비중을 만족한다 할지라도 KS에서 정하고 있는 기준보다 훨씬 작은 값이 예상된다.

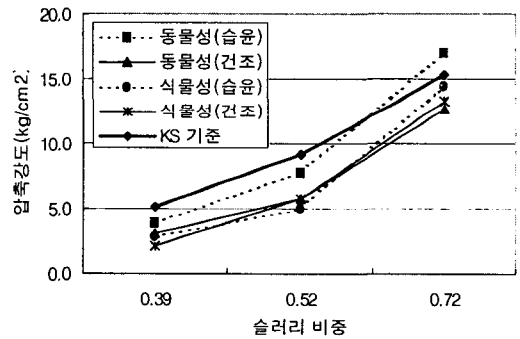


(a) 7일 압축강도

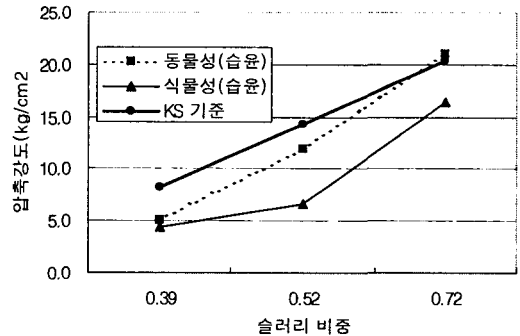


(b) 28일 압축강도

그림 3. 슬러리 비중에 대한 압축강도 (물시멘트비 60%)

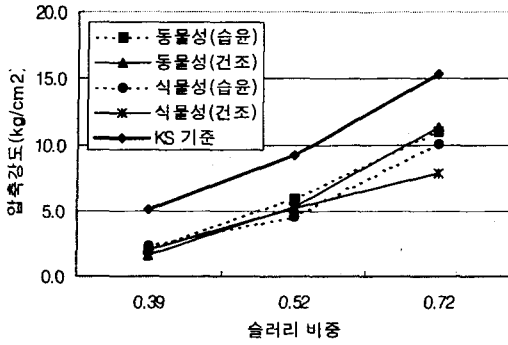


(a) 7일 압축강도



(b) 28일 압축강도

그림 4. 슬러리 비중에 대한 압축강도 (물시멘트비 65%)



(a) 7일 압축강도

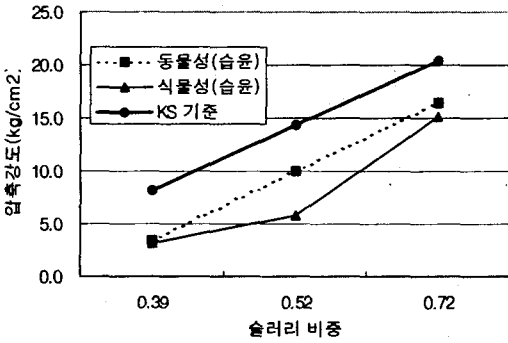
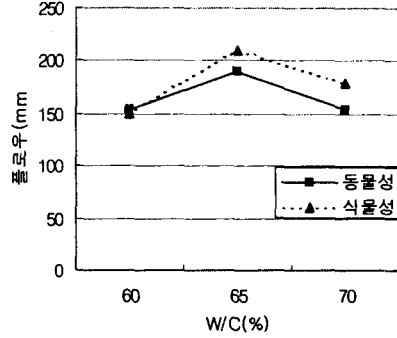


그림 5. 슬러리 비중에 대한 압축강도
(물시멘트비 70%)

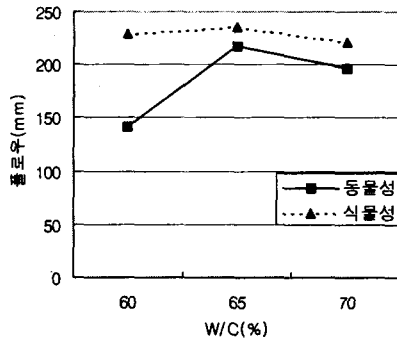
4.2 물시멘트비와 플로우

물시멘트비에 따른 슬러리 비중에 대한 플로우 측정결과를 표 4, 5와 그림 6에 나타내었다. 그림에 나타낸 바와 같이 식물성 기포제를 사용한 경우가 동물성 기포제의 경우 보다 큰 플로우 값을 나타내고 있다. 또한 목표 슬러리 비중을 만족시킨 배합의 경우 대부분이 KS 기준인 180mm 이상을 만족하고 있다.

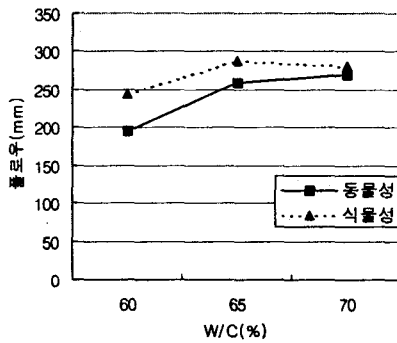
플로우 값이 230mm를 넘는 경우에는 재료 분리 현상이 발생하고 있다. 따라서 KS에서 규정하고 있지 않은 플로우의 상한치는 230mm가 타당하다고 판단된다.



(a) 슬러리 비중(0.39)



(b) 슬러리 비중(0.52)



(c) 슬러리 비중(0.72)

그림 10. 물시멘트비에 따른 플로우 측정값

5. 결 론

튼바닥용 기포콘크리트의 시공성 정립 및 품질에 대한 개선 방안을 제시하고자 KS F 4039에서 제시하고 있는 기포 슬러리의 비중을 만족하는 배합설계에

따른 강도특성, 플로우 등을 측정하고 KS에서 제시하고 있는 기준과 비교 검토한 결과는 다음과 같다.

(1) 실무적으로 많이 활용하고 있는 건조상태(상온에서 양생)의 기포콘크리트의 압축강도가 KS에서 정한 습윤상태(수중에서 양생)의 압축강도 보다 낮은 값을 보이고 있다.

(2) 목표 슬러리 비중 0.39, 0.52, 0.72에 대한 압축강도(7일, 28일)는 KS에서 정하고 있는 기준치 (표 2) 보다 낮은 값을 보이고 있다. 따라서 현 KS에서 규정하는 압축강도에 대한 기준은 바뀌어야 한다고 판단된다.

(3) 경량기포콘크리트의 타설 후 5~7일이 지나면 난방배관 설치작업이 이루어지므로 강도 시험 기준일도 28일을 제외한 7일강도만으로 표시하여야 한다.

(4) 생 슬러리 비중에 대한 플로우의 기준이 KS에는 180mm 이상만으로 규정하고 있으나 230mm 이상에서는 재료분리 현상이 발생하고 있다. 따라서 KS에서 규정하고 있지 않은 플로우의 상한치도 제정할 필요가 있으며 그 값은 230mm가 타당하다고 판단된다.

참 고 문 헌

- (1) 정성철 등, 1998. 12, 온돌 단열용 경량기포콘크리트의 배합설계에 관한 연구, 대한건축학회, 83~92
- (2) KS F 4039, 현장 타설용 기포콘크리트
- (3) KS F 2459, 기포 콘크리트의 겉보기 비중, 함수율, 흡수율 및 압축강도 시험방법
- (4) 대우건설&연세대학교재해연구소, 온돌단열용 경량콘크리트의 구조거동에 관한 해석적 연구, 대우건설, 1998