

# 기포제를 사용한 구조용 경량 콘크리트의 개발에 관한 실험적 연구

## An Experimental Study on the Development of Structural Lightweight Concrete using Foam Agent

최민철\*      이한승\*\*      태성호\*\*\*  
Choi, Min Cheol      Lee, Han Seung      Tae, Sung Ho

### ABSTRACT

The existing structural lightweight concrete is almost manufactured by using lightweight aggregate. But most of a lightweight aggregate depends on income, it is wholly lacking domestic utilizer. So in this study we investigate the developmental possibility of structural lightweight concrete using only the aggregate of the general concrete and foam agent. As the result of experiments this paper confirmed the possibility of development of structural lightweight concrete which shows compressive strength 210kgf/cm<sup>2</sup> and specific gravity 1.8 t/m<sup>3</sup> using only foam agent

### 1. 서론

경량콘크리트 제조방법은 경량골재를 사용하는 방법과 기포제를 혼입하는 방법으로 크게 나눌 수 있다. 전자의 경우, 국내에는 경량골재를 제조·생산 시설이 없기 때문에, 현재는 필요에 따라 막대한 경비를 들여 외국에서 일부 수입하는 실정이다. 또한, 후자의 경우, 주로 온돌용 경량기포콘크리트(실체는 페이스트 개념)로 제조하여 단열 및 경량화를 도모하는 방법이 있으나 구조용으로는 사용 할 수 없다. 국내에서는 금후 초고층 건축물이 계속적으로 축조될 것으로 예상되며, 현 시점에서 경량콘크리트의 우수성을 인식하면서도 경량 골재가 없어 구조용 경량 콘크리트를 제조 할 수 없기 때문에 새로운 방법으로 기술을 개발하는 것이 매우 중요하다.

본 연구에서는 이러한 배경하에 그림 1과 같은 개념으로 일반골재를 사용하고 여기에 기포제를 혼입한 구조용 경량 콘크리트를 개발하는 실험적 연구를 수행하여 그 개발 가능성을 검토하였다.

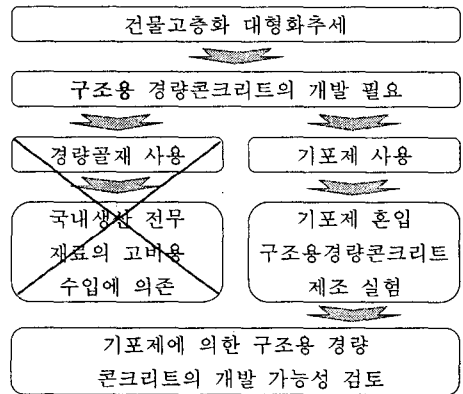


그림 1 구조용 경량콘크리트 연구 배경

\*정회원, 한양대학교 대학원 건축공학과, 석사과정

\*\*정회원, 한양대학교 공학대학 건축학부 조교수, 공학박사

\*\*\*정회원, 한양대학교 초대형 구조시스템 연구센터 전임연구원, 공학박사

## 2. 실험

### 2.1 실험개요

표 1 에 실험 인자 및 수준과 실험 공통사항을 나타낸다. 기포제 혼입에 의하여 콘크리트의 강도가 급격히 감소하는 것이 예상되므로, Base 콘크리트는 W/B 20%의 초고강도 콘크리트로 하여 매트릭스의 강도를 높이는 계획을 하였다. 구조용 경량 콘크리트의 단위중량은 기포제 첨가량을 달리하여 4수준으로 설정하였다. 표 2 는 Base 콘크리트의 배합표를 나타내며, 그림 2는 일반골재와 구조용 경량콘크리트 개발 개념도를 나타낸다.

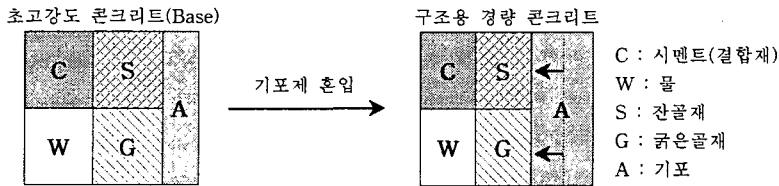


그림 2 구조용 경량콘크리트 개발 개념도

표 1 실험 인자 및 수준과 실험 공통사항

실험인자 및 수준		공 통 항 목	시 험 항 목
Fresh 콘크리트의 예상 단위중량 (t/m <sup>3</sup> )	2.4	W/B : 20%  기포제 : 광물성 기포제	S.F 혼입율: 10% 압축강도, 응력-변형률곡선, 겉보기비중, 표건비중, 절건비중, 흡수율
	2.2		
	2.0		
	1.8		

표 2 Base 콘크리트 배합표

물-결합제비 (%)	잔골재율 (%)	단 위 중 량 (kg/m <sup>3</sup> )					고성능AE 감수제 (%)	기포제량 (%)
		물	시멘트	실리카흄	잔골재	굵은골재		
20	37	150	675	75	557	974	1.5	0 ~ 3%

### 2.2 사용재료

- (1) 시멘트 : KS L5201 규정에 적합한 보통 포틀랜드시멘트를 사용하였다.
- (2) 골 재 : 잔골재는 비중 2.60인 세척사, 굵은골재는 비중 2.67인 쇄석을 사용하였다.
- (3) 기포제 : 기포제는 광물성 기포제로서 그 물리적 특성은 표 3과 같다.

표 3 기포제의 물리적성질

기포제 종류	비중	측정 조건 및 점도				pH	색상
		스핀들	토크값	rpm	CPS		
광물성	1.03~1.04	1	95.2	140	68.4	6~7	연한갈색

### 2.3 실험체 제작 및 측정 항목

본 연구의 실험시편의 형상은 일반 압축강도실험용 몰드  $\phi 10\text{cm} \times 20\text{cm}$ 를 사용하였다. 실험체는 기포제 첨가량에 따라 콘크리트 단위중량을 4종류로 구분하고, 재령 3일, 14일, 28일에서 압축강도시험을 실시하였고 총 48개의 시험편을 제작하였다. 배합과정에서 재료분리 현상의 유무를 확인하고 워커빌리티를 측정하였다.

본 실험에서는 건비빔 후 혼화제와 물을 투입하여 60초간 믹싱한 후, 기포제를 첨가하여 다시 60초, 총 2분간 믹싱을 실시하고 Fresh 콘크리트의 단위 중량을 측정하였다.

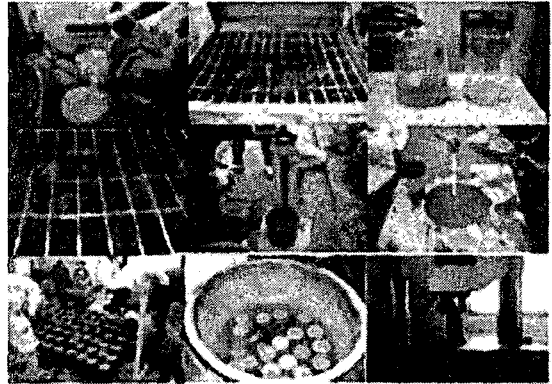


그림 3 구조용 경량 콘크리트 제조 과정

### 3. 실험 결과 및 분석

표 4는 기포제를 혼입한 구조용 경량 콘크리트의 물성을 나타낸다

표 4 실험 결과

No.	기포제 첨가량 (%)	고성능 AE 감수제 (%)	실험 결과					
			단위중량 ( $\text{t}/\text{m}^3$ )		압축강도 ( $\text{kgf}/\text{cm}^2$ )			탄성계수 ( $\text{kgf}/\text{cm}^2$ ) ( $\times 10^5$ )
			Fresh상태	기건상태	3일	14일	28일	
1	0	1.5	2.36	2.39	662	710	712	3.4
2	3	1.5	2.22	2.27	459	518	568	3.2
3	3	1.65	1.86	1.85	155	179	203	2.0
4	0.3	1.65	1.91	1.89	188	210	238	2.0
5*	-	-	2.16	2.14	150	198	243	2.3

\* : 압축강도  $240 \text{ kgf}/\text{cm}^2$  시험체(일반콘크리트)

그림 4는 재령 28일에서 구조용 경량콘크리트의 단위중량과 압축강도의 관계를 나타낸 것이다. 단위중량이 감소하면 압축강도는 기포로 인하여 급격히 저하하였으며, 단위중량과 압축강도 사이에는  $f_{ck} = 1.5e^{5r}$  ( $\text{kgf}/\text{cm}^2$ )의 매우 높은 상관관계가 있다. 따라서, 구조용 경량콘크리트의 단위중량으로부터 압축강도를 추정하는 것도 가능하다고 판단된다. 그림 5는 응력도-변형도 곡선을 나타낸 것이다. No.3의 단위중량  $1.85\text{t}/\text{m}^3$ , 압축강도  $203\text{kgf}/\text{cm}^2$ 의 기포제 혼입 구조용 경량 콘크리트의 응력도-변형도 곡선은 No.5의 단위중량 2.14, 압축강도  $243\text{kgf}/\text{cm}^2$ 의 구조용 일반콘크리트와 유사하였다. 한편, 그림 6의 압축강도와 탄성계수 관계에서도  $r=1.9$ 인 경우 압축강도  $200\text{kgf}/\text{cm}^2$ 에서는 예상 탄성계수가  $1.6 \times 10^5 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ 이었으나 실험에서는  $2.0 \times 10^5 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ 로써 높은 탄성계수를 발휘하였다. 따라서, 기포제를 혼입한 경우도 충분한 구조용 경량 콘크리트로서의 물성을 확보 할 수 있는 것을 알 수 있었다.

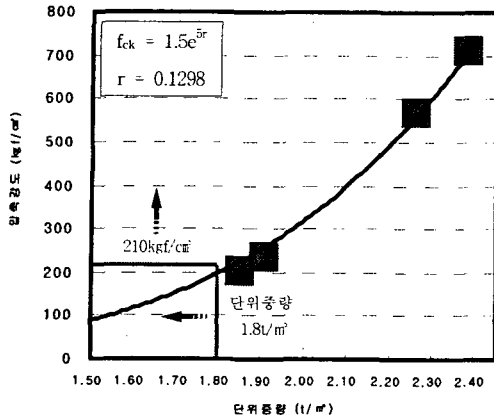


그림 4 단위중량과 압축강도 관계

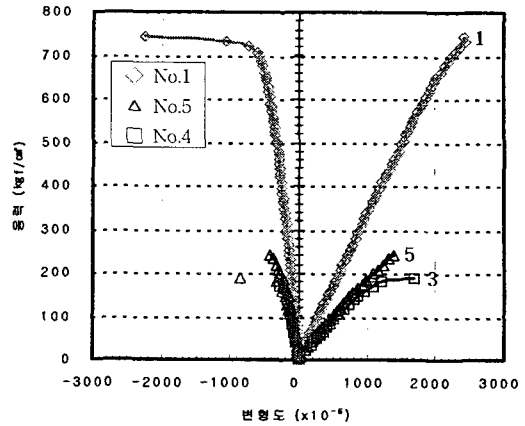


그림 5 응력도-변형도 곡선

#### 4. 결론

재령 28일에서 기진 비중이 1.85, 압축강도는 약 210kgf/cm<sup>2</sup>의 구조용 경량콘크리트 개발이 가능함을 실험을 통하여 알 수 있었으며, 비중과 압축강도와의 관계를 회귀한 것으로 비중과 압축강도와의 사이에는  $f_{ck} = 1.5 e^{5r}$  (kgf/cm<sup>2</sup>)의 매우 높은 상관관계가 있어, 기포콘크리트의 비중으로부터 압축강도를 추정하는 것이 가능하다. 또한, 기포제 혼입 경량콘크리트의 압축강도와 탄성계수 관계로부터, 보통 중량 강도와 비교한 경우, 동일 압축강도에서는 기포제 혼입 경량콘크리트도 유사한 탄성계수를 가짐을 알 수 있어, 기포제 혼입에 의해 경량화를 도모해도 탄성계수는 크게 저하하지 않는 것을 알 수 있었다. 금후, 베이스 콘크리트의 강도를 높여서 단위중량 1.8t/m<sup>3</sup>에서 안정적인 210kgf/cm<sup>2</sup>를 확보할 수 있는 방향으로 연구를 발전시킬 예정이다.

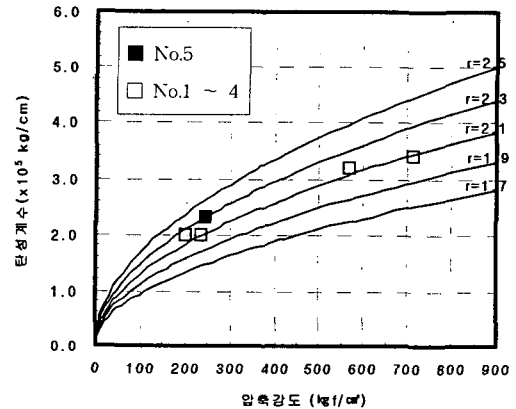


그림 6 압축강도와 탄성계수 관계

#### 참고문헌

1. 유병일, 장의순, 이한승 연구부, 배규용 “기포제 혼입 경량 모르타르의 압축강도 특성에 관한 실험적 연구” 콘크리트학회 논문집, 2004 제16권 1호 pp.684~687
2. 장의순, “기포제를 사용한 구조용 경량콘크리트 개발에 관한 연구” 한양대학교 석사학위 논문, 2004. 8