

경량골재 콘크리트의 역학적 특성

The Properties of Lightweight Concrete Using the Expanded Clay

김 태 형^{*}, 하 상 진^{**}, 최 영 화^{***}, 김 종 인^{***}

Kim Tae-Hyeong, Ha Sang-Jin, Choi Young-Wha, Kim Jong-In

ABSTRACT

Recently, the use of lightweight concrete in architectural structures are increasing. It is considered important to control the quality of lightweight concrete.

The purpose of this study is to find mechanical properties of lightweight concrete using the expanded clay.

Thus, slump, air content, compressive strength, splitting tensile strength, length change ratio, unitweight change ratio and absorption of lightweight concrete have been investigated.

As a result, it was shown that proper expanded clay replaced by coarse aggregate in concrete was considered as a good replacement of lightweight concrete.

1. 서 론

콘크리트 구조물의 규모는 최근의 급속한 경제성장과 건축기술의 발달 등으로 대형화, 고층화 되어 가고 있지만, 콘크리트는 강도에 비해 비중이 크기 때문에 구조물의 자중을 증대시키는 결함을 갖고 있다. 콘크리트가 갖고 있는 이러한 결함을 보완하기 위해 제조되는 경량콘크리트는 자중을 감소시키는 직접적인 효과와 단열·방음 등의 간접적인 효과가 있으며, 천연골재의 고갈에 대한 대체재료로서의 효과도 아울러 갖추고 있다. 서구에서는 이미 19세기말부터 각종 경량골재에 대한 연구·개발로 구조용 및 비구조용 건축재료로 폭넓게 사용되어 왔으며 해양구조물과 같은 특수구조물에도 사용되고 있다. 그러나 국내에서는 자중감소의 직접효과에 의한 구조용 콘크리트로서의 이용보다는 단열 및 방음 등의 간접효과를 위한 비구조용 콘크리트로서 다소 이용되고 있는 실정이다.

따라서, 본 연구는 경량골재를 사용한 콘크리트의 역학적 특성을 규명하고 구조용 재료로서의 사용 가능성을 파악하고자 팽창점토를 굵은골재로 사용한 경량콘크리트의 굳지않은 상태 및 경화상태의 특성을 비교·분석하였다.

* 정회원, 대구대학교 토목공학과 박사과정

** 정회원, 대구대학교 토목공학과 석사과정

*** 정회원, 대구대학교 건설환경공학부 교수

2. 실험개요

2.1 사용재료

(1) 시멘트

시멘트는 국내 H사의 보통포틀랜드 시멘트(OPC)를 사용하였고, 이에 대한 화학성분은 표 1과 같다.

표 1 시멘트의 화학성분

항목 재료	화 학 성 분(%)							비중	비표면적 (cm ² /g)
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Ig.loss		
OPC	21.7	6.2	3.3	61.2	2.4	2.5	1.8	3.14	3190

(2) 골재

잔골재는 경북 칠곡군 하빈산의 낙동강사를 입도조정하여 사용하였고, 굵은골재는 경북 경주시 건천읍 Y사에서 생산되는 13, 19mm 쇄석 및 H사에서 제조된 13, 19mm 팽창점토인 경량골재를 사용하였으며, 그 물리적 성질은 표 2와 같다.

표 2 골재의 물리적 성질

Type	Max. Size (mm)	F.M	Specific Gravity	Absorption (%)	Bulk Density (kg/m ³)	Solid Volume (%)	Note
Fine Agg.	5	2.90	2.56	2.00	1609	62.9	강모래
	13	6.26	2.70	1.06	1535	57.5	쇄석
Coarse Agg.	19	6.54	2.71	0.96	1558	57.7	
	13	6.41	1.27	17.81	660	61.2	
	19	6.74	1.19	19.95	671	67.6	

(3) 고성능감수제

고성능감수제는 멜라민계로 비중이 1.20±0.02 인 국내 S사 제품을 사용하였으며, 그 물리적 성질은 표 3과 같다.

표 3 고성능감수제의 물리적 성질

제품명	비중	주성분	유형	색상
Sikament-1000x	1.20±0.02	멜라민계	액상	암갈색

2.2 실험방법

콘크리트의 굳지않은 상태의 슬럼프, 공기량시험과 경화상태의 압축강도, 인장강도, 길이변화율, 단위용적중량 및 흡수율시험 등은 해당 KS 규준에 준하여 행하였다.

2.3 배합설계

배합은 물시멘트비 50%, 목표슬럼프 18±1cm, 잔골재율(S/A) 42%, 단위수량 200kg/m³으로 하여 잔골재는 강모래를 사용하고, 굵은골재는 쇄석 및 팽창점토 13, 19mm를 사용하되 팽창점토를 0(Plain), 25, 50, 75, 100%로 각각 치환하여 배합설계를 하였다.

3. 시험결과 및 고찰

3.1 굳지않은 콘크리트의 특성

(1) 경시변화에 따른 슬럼프

치환율에 따른 13, 19mm 경량골재를 사용한 콘크리트의 슬럼프시험을 한 결과를 정리한 것이 그림 1

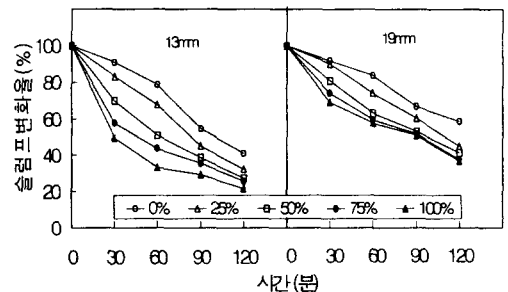


그림 1 경시변화에 따른 슬럼프 변화율

이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 13mm를 사용한 배합에서 경시변화에 대한 슬럼프 손실이 높게 나타났으며, 치환율이 증가함에 따른 슬럼프 손실도 증가하는 경향을 나타내었다.

(2) 공기량

그림 2는 배합직후에 측정된 공기량을 나타낸 것으로 실험결과 공기량이 2.5~4.5%의 범위로 나타났고, 13mm를 사용한 배합에서 다소 많은 공기량을 나타내었으며, 치환율에 증가할수록 많은 공기량을 나타내었다.

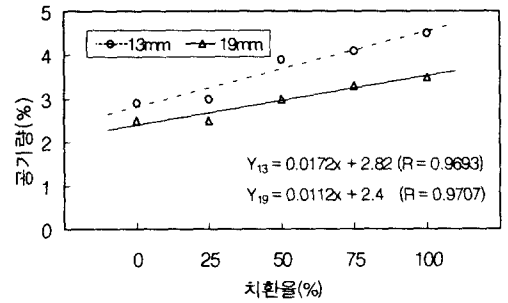


그림 2 비빔직후의 공기량

3.2 경화 콘크리트의 특성

(1) 압축강도

치환율에 따라 압축강도를 측정된 것이 그림 3인데, 13mm 사용배합이 19mm에 비해 다소 높은 값을 나타내고 있으며, 치환율이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 재령 28일, 치환율 75%일 때 13mm가 19mm비해 9.2% 큰 값을 나타내고 있으며, Plain에 비해서는 13mm에서 24.1%, 19mm에서는 23.0% 낮은 강도를 보이고 있다.

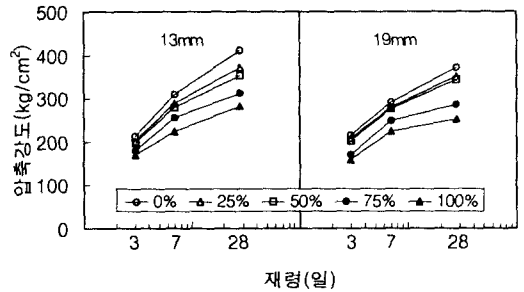


그림 3 재령에 따른 치환율별 압축강도

(2) 인장강도

치환율에 따른 재령 28일에 대한 인장강도를 측정된 것이 그림 4이다. 치환율이 증가할수록 인장강도가 감소하는 경향을 나타내고 있으며, 13mm가 19mm에 비해 높은 값을 나타내고 있다. 28일 강도를 기준으로 압축강도의 약 1/14~1/10정도로 보통콘크리트의 1/10 보다는 다소 작게 나타났다.

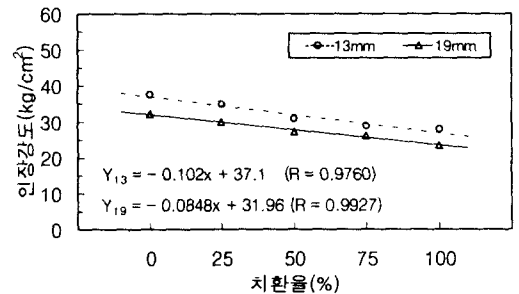


그림 4 치환율에 따른 재령 28일 인장강도

(3) 길이변화율

치환율별 길이변화율을 측정된 결과를 나타낸 것이 그림 5이고, 13mm가 19mm보다 수축율이 낮게 나타났으며, 치환율이 클수록 수축율이 낮게 나타나고 있다.

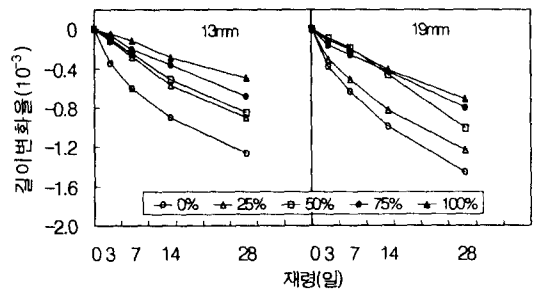


그림 5 재령에 따른 치환율별 길이변화율

(4) 단위용적중량

단위용적중량을 측정된 결과는 그림 6과 같다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 13mm를 사용한 경우가 19mm에 비하여 다소 높은 값을 나타내고 있었

으며, 재령이 경과함에 따라 소폭으로 증가하는 경향을 나타내고 있다. 단위용적중량 2000kg/m^3 이하를 경량골재라 할 때 치환율 75%부터 이를 만족하는 값을 보이고 있으며, 100% 경량골재를 사용했을 경우보다 강도면에서도 13mm에서는 약 10.6%, 19mm에서는 약 13% 높은 값을 보이고 있는 것으로 나타났다.

(5) 흡수율

그림 7은 치환율에 따른 골재크기별 흡수율을 측정한 것으로 13mm를 사용했을 때가 19mm를 사용했을 때보다 다소 높은 값들이 보이고 있으며, 치환율이 증가할수록 흡수율이 증가하는 경향을 나타내었다

4. 결 론

본 연구는 팽창점토를 굵은골재로 사용한 물시멘트비 50%, 치환율 5종의 경량콘크리트에 대한 제 성질을 비교·검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 경량골재 특유의 다공성 구조로 인해 경량골재 치환율이 증가할수록 흡수율이 증대되어 슬럼프 손실 및 공기량이 증가하였다. 13mm골재를 사용하였을 경우 19mm골재를 사용하였을 때보다 슬럼프 손실이 12.7~17.8% 정도 크게 나타났으며 공기량도 0.4~1% 정도 큰 값을 나타내었다.
- 2) 13mm골재를 사용하였을 경우 19mm골재를 사용하였을 때보다 압축강도 및 인장강도가 크게 발현되었고, 치환율이 75%이상일 때 단위용적중량이 $2,000\text{kg/m}^3$ 이하가 되므로 경량콘크리트 규준에 적합하였으며, $311.3 \sim 252.4\text{kg/cm}^2$ 범위의 압축강도가 발현되어 구조용으로 사용 가능성을 보여주었다.
- 3) 길이변화율은 13mm골재를 사용하였을 경우 19mm골재를 사용하였을 때보다 낮게 나타났고, 치환율이 증가할수록 낮은 값을 나타내고 있으며, 골재크기는 흡수율에 영향을 거의 미치지 않았다.

參 考 文 獻

1. 민정기, "인공경량골재 콘크리트의 물리·역학적 성상", 충남대학교, 1996.
2. 김태섭, "제올라이트를 사용한 고강도 경량콘크리트에 관한 실험적 연구", 한양대학교 대학원 1993.
3. Raithby, K. D. and Lydon, F. D., "Lightweight concrete in highway bridges", The International Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete, Vol.2, No.3, 1981, pp.133-146.
4. Slate, F. O., Nilson, A. H. and Martinez, S., "Mechanical Properties of High-Strength Lightweight Concrete", ACI Journal, 1986, pp.606-613.

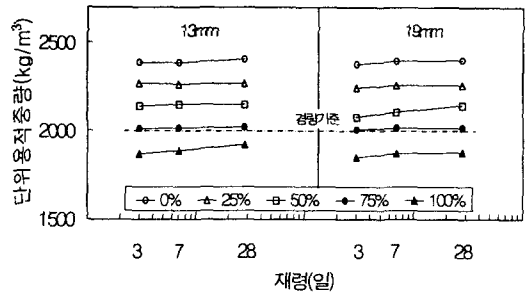


그림 6 재령에 따른 치환율별 단위용적중량

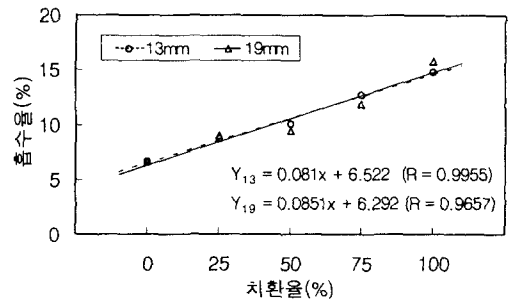


그림 7 치환율에 따른 흡수율