

바텀애시 골재 기반 경량 콘크리트의 전단마찰거동에 대한 기포 혼입률의 영향

The effect of Foam Volume Ratio on the Shear Friction Behavior of Bottom Ash Based Lightweight Aggregate Concrete

김 종 원*

Kim, Jong-Won

양 근 혁**

Yang, Keun-Hyeok

문 주 현***

Mun, Ju-Hyun

Abstract

This study evaluated the effect of foam volume ratio on shear friction behavior of bottom ash based lightweight aggregate concrete (LWA_BA). The LWA_BA with different foam volume ratio ranged between 8 and 25 MPa for compressive strength(f_{ck}), 17.3~62.5 kN for shear capacity at first shear crack(V_{cr}), 31.1~73.8 kN for shear friction capacity(V_n), and 0.01~0.03 mm for slip at maximum peak load(S_0). f_{ck} decreased with increase in the foam volume ratio, showing that this trend was also observed in V_{cr} , V_n , and S_0 .

키 워 드 : 기포, 바텀애시 골재, 경량 콘크리트, 전단마찰, 미끄러짐

Keywords : air form, bottom ash aggregate, lightweight concrete, shear friction, slip

1. 서 론

최근 경량 콘크리트의 프리캐스트화를 위해 기포를 혼입한 바텀애시 골재 기반 경량 콘크리트에 대한 연구가 진행되고 있다.¹⁾ 프리캐스트 부재는 접합부에서 작용하는 직접전단력에 취약하며, 기포를 혼입한 경량콘크리트는 전단마찰거동시 내부 공극으로 인해 골재 맞물림의 영향이 낮아질 수 있다. 이에 따라 본 연구에서는 바텀애시 골재 기반 경량 콘크리트의 전단마찰거동에 대한 기포 혼입률의 영향을 평가하였다.

2. 재료특성 및 실험계획

주요변수는 기포 혼입율이며, 기포는 콘크리트 용적 대비 각각 0% 10% 및 25%를 혼입하였다.¹⁾ 변수에 따른 배합상세는 표 1에 나타내었다. Specimens에서 첫 번째 문자는 기포를, 두 번째문자는 기포혼입량을 나타낸다. 예를 들어, F10은 기포혼입률이 10%인 실험체를 의미한다. 모든 경량 콘크리트 배합의 잔골재율(S/a)은 42%로 설정하였다. 물-결합재비(W/B) 및 단위결합재량(B)은 각각 30% 및 450kg/m³으로 고정하였다. 콘크리트 단위용적중량(ρ_c)은 1,300kg/m³, 1,400kg/m³ 및 1,500kg/m³이며, 이때의 목표압축강도(f_{cd}) 5MPa 1 MPa 및 2 MPa이다. 배합에서 사용된 결합재는 보통포틀랜드 시멘트(ordinary Portland cement, OPC), 고로슬래그 미분말(ground granulated blastfurnace slag, GGBS) 및 플라이애시(fly ash, FA)의 비율을 3:5:2로 구성하였다.²⁾ 바텀애시 굵은골재 및 잔골재는 각각 최대 크기 13mm 및 4mm를 사용하였다. 4mm의 잔골재는 2mm이하 및 2~4mm를 7:3비율의 중량으로 혼합하였다.²⁾ 이때의 바텀애시 굵은 골재의 밀도, 흡수율 및 조립률은 각각 1.18g/cm³, 15.3% 및 6.55였으며, 잔골재의 밀도, 흡수율 및 조립률은 1.79g/cm³, 11.1% 및 2.74 이었다. 기포제는 밀도가 1.06g/cm³ 인 동물성 기포제를 사용하였으며, 감수제는 폴리카르본산계를 사용하였다.

3. 실험결과

표 2 및 그림 1에는 기포혼입률에 따라 측정된 압축강도(f_{ck}), 전단 마찰면에서의 전단균열 발생 시점의 내력(V_{cr}), 최대 전단 마찰내력(V_n) 및 최대 전단마찰내력 시점의 상대 미끄러짐 양(S_0)를 나타내었다. F10 및 F25 실험체의 f_{ck} 는 각각 15MPa 및

* 경기대학교 건축공학과 석사과정

** 경기대학교 건축공학과 교수, 교신저자(yangkh@kyonggi.ac.kr)

*** 경기대학교 건축공학과 조교수, 공학박사

8MPa 였으며, f_{ck} 가 25MPa 인 F0 실험체에 비해 각각 40% 및 68% 감소하였다. F10 실험체의 V_{cr} , V_n , 및 S_0 은 각각 43.3kN, 52.4kN 및 0.02mm이었으며, F25 실험체의 V_{cr} , V_n , 및 S_0 은 각각 17.3kN, 31.1kN 및 0.01mm 이었다. F0 실험체의 V_{cr} , V_n , 및 S_0 은 각각 62.5kN, 73.8kN 및 0.03mm이었다. F10 실험체는 F0 실험체에 비해 V_{cr} , V_n , 및 S_0 가 각각 30%, 29% 및 33% 감소하였으며, F25 실험체의 V_{cr} , V_n , 및 S_0 은 F25 실험체에 비해 각각 72% 58% 및 64% 감소하였다. 실험체 상대 미끄러짐은 전단마찰면에서 초기균열발생과 함께 진전하였으며, 최대 전단마찰내력 도달과 함께 파괴되었다. 또한 초기균열 발생이후 최대 전단마찰내력까지 직선형태로 하중이 증가하였다.

표 1. 배합상세

Specimens	ρ_c (kg/m ³)	f_{cd} (MPa)	W/B (%)	S/a (%)	B (kg/m ³)	Form volume ratio(%)	Binder proportion (%)		
							OPC	GGBS	FA
F0	1500	24	30	42	450	0	30	50	20
F10	1400	10				10			
F25	1300	5				25			

표 2. 실험결과 요약

Specimens	f_{ck} (MPa)	V_{cr} (kN)	V_n (kN)	S_0 (mm)
F0	25	62.5	73.8	0.03
F10	15	43.3	52.4	0.02
F25	8	17.3	31.1	0.01

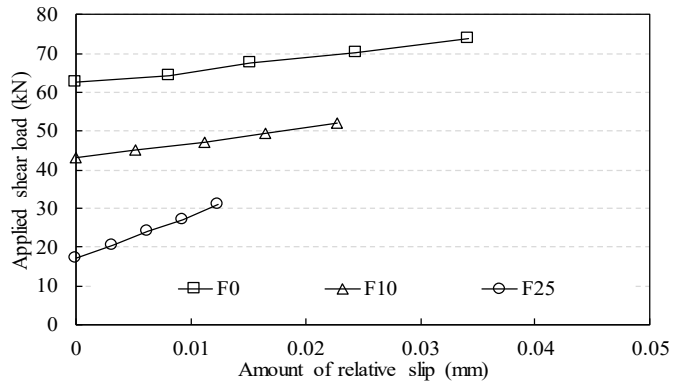


그림 1. 전단마찰내력-미끄러짐 관계

4. 결 론

F10 및 F25 실험체의 압축강도(f_{ck})는 각각 15MPa 및 8MPa 였으며, f_{ck} 가 25MPa 인 F0 실험체에 비해 각각 40% 및 68% 감소하였다. F25 실험체의 전단 마찰면에서의 전단균열 발생 시점의 내력(V_{cr}), 최대전단마찰내력(V_n) 및 상대 미끄러짐량(S_0) 은 각각 17.3kN, 31.1kN 및 0.01mm 이었으며, F10 실험체와 F25 실험체는 각각 43.3kN, 52.4kN 및 0.02mm와 62.5kN, 73.8kN 및 0.03mm이었다. F10 실험체는 F0 실험체에 비해 V_{cr} , V_n , 및 S_0 가 각각 30%, 29% 및 33% 감소하였으며, F25 실험체의 V_{cr} , V_n , 및 S_0 은 F25 실험체에 비해 각각 72% 58% 및 64% 감소하였다. 기포 혼입에 따른 실험체의 V_{cr} , V_n , 및 S_0 은 f_{ck} 와 유사한 경향을 보였다.

Acknowledgement

본 연구는 국토교통부와 국토교통과학기술진흥원의 국토교통기술촉진연구사업(19CTAP-C151900-01)의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 지구배, 양근혁, 문주현, 바탕에서 골재와 기포를 이용한 경량 콘크리트의 역학적 특성 평가, 한국콘크리트학회 논문집, 제31권 제4호, pp.375~384, 2019.8
2. 정연백, 양근혁, 혼화제 종류 및 치환율을 고려한 저탄소 콘크리트 배합설계 모델, 한국콘크리트학회 논문집, 제27권 제4호, pp.427~434, 2015.8