

혼합슬래그 골재 혼합비율에 따른 콘크리트의 유동성 및 강도특성

Fluidity and Strength Properties of Concrete by Mixing Ratio of Mixed Slag Aggregates

이재인** 노영환* 박사민* 배성호** 김지환** 최세진***
Lee, Jae-In Roh, Young-Hwan Park, Sa-Min Bae, Sung-Ho Kim, Ji-Hwan Choi, Se-Jin

Abstract

In this study, the fluidity and compressive strength properties of concrete according to the mixing ratio of mixed slag aggregates were compared as part of research to alleviate the aggregate supply problem and improve environmental pollution by utilizing industrial by-products.

키워드 : 콘크리트, 고로슬래그, 페로니켈슬래그, 플로우, 압축강도
Keywords : concrete, blast furnace slag, ferronickel slag, flow, compressive strength

1. 서론

최근 전세계적으로 환경오염의 개선이 중요한 문제로 대두되고있는 실정이며 건설 산업에서는 산업부산물을 활용하여 환경오염을 개선하기 위한 연구가 진행되고 있다. 선철제조시 발생하는 철강산업부산물인 고로슬래그는 잠재수경성 반응에 의해 시멘트 복합체의 내구특성을 향상시키며 페로니켈 생산 과정에서 발생하는 철강산업부산물인 페로니켈슬래그는 콘크리트의 혼입시 내부공극을 개선시켜 염화물이온 침투 저항성을 증진시키는 것으로 보고되고있다.1) 따라서 본 연구에서는 철강산업부산물인 고로슬래그 잔골재 및 페로니켈슬래그 잔골재의 혼합비율을 조정하여 천연잔골재 대체재로 혼합슬래그 잔골재를 사용한 콘크리트의 유동성 및 압축강도 특성을 비교·분석 하였다.

2. 실험방법 및 사용재료

본 실험에서 사용된 시멘트는 국내 A사 1종 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며 시멘트 대체재로 사용된 고로슬래그 미분말(BFS)의 경우 국내 P사에서 발생된 고로슬래그 미분말을 사용하였다. 잔골재는 천연모래(N)의 경우 비중 2.60, 조립율 2.45의 N지역 산모래를 사용하였으며 혼합슬래그 잔골재의 경우 국내 P사에서 잔골재 형태로 발생된 비중 2.80, 조립율 2.30의 고로슬래그 잔골재(B) 및 비중 3.05, 조립율 3.60의 페로니켈 슬래그 잔골재(F)를 사용하였다. 표 1은 본 실험의 배합표를 나타낸 것으로 물결합재비(W/B)는 50%, 잔골재율은 42%로 고정하였다. 고로슬래그 미분말의 경우 단위 시멘트량의 40%를 대체하여 사용하였다. 배합은 시멘트만을 사용한 C배합과 고로슬래그 미분말을 시멘트의 일부 대체하여 사용한 B배합으로 구분하였으며 혼합슬래그 골재의 경우 BS(천연잔골재 50%, 고로슬래그 잔골재 50%), BF(천연잔골재 50%, 고로슬래그 잔골재 25%, 페로니켈슬래그 잔골재

표 1. 배합표

Mix	W/B (%)	S/a (%)	MS (%)	S (%)	Unit weight (kg/m ³)						AD (B*%)	
					W	C	BFS	S	B	F		G
Control	50	42	0	100	170	340	-	788	-	-	1041	0.5
C-BS					170	340	-	394	425	-	1041	
C-BF					170	340	-	394	212	230	1041	
C-FS			170	340	-	394	-	460	1041			
B-BS			170	204	136	394	425	-	1042			
B-BF			170	204	136	394	212	230	1042			
B-FS			170	204	136	394	-	460	1042			

* 원광대학교 건축공학과 학부생
** 원광대학교 건축공학과 석사과정
*** 원광대학교 건축공학과 교수, 공학박사(csj2378@wku.ac.kr)

25%) 및 FS(천연잔골재 50%, 페로니켈슬래그 잔골재 50%)로 골재의 혼합비율을 조정하여 혼합슬래그 골재를 사용하였다. 측정항목의 경우 콘크리트 슬럼프 및 재령 7, 28, 56일의 압축강도를 측정하였으며 각 시험체는 탈형 이후 소요의 재령까지 20℃수중양생을 실시하였다.

3. 실험결과

3.1 콘크리트 슬럼프

혼합슬래그 골재 혼합비율에 따른 콘크리트 슬럼프 변화를 나타낸 그림 1에서 볼 수 있듯이 Control배합에서 가장 낮은 슬럼프값을 나타내었다. 슬럼프 변화는 110~225mm로 나타났으며 C배합과 B배합에서 동일하게 고로슬래그 잔골재를 혼입한 BS배합 고로슬래그와 페로니켈슬래그 잔골재를 혼입한 BF배합 및 페로니켈슬래그 잔골재만을 혼입한 FS배합 순으로 페로니켈슬래그 잔골재의 혼입율이 증가할수록 점진적으로 증진하는 슬럼프 변화를 나타내었다. 이는 페로니켈슬래그의 유리질 피막특성에 기인한 것으로 사료된다. 또한 시멘트 대체재로 고로슬래그 미분말을 사용한 B배합의 경우 시멘트만을 사용한 C배합에 비해 상대적으로 높은 슬럼프 변화를 나타내었다.

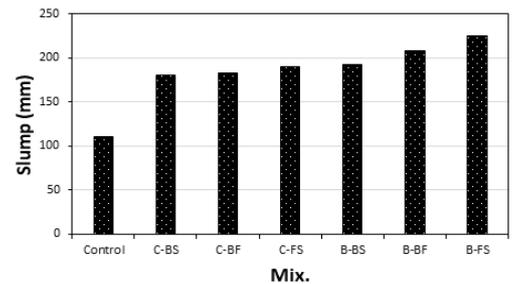


그림 1. 콘크리트 슬럼프

3.2 콘크리트 압축강도

혼합슬래그 골재 혼합비율에 따른 콘크리트의 재령 7, 28, 56일 압축강도 변화를 나타낸 그림 2에서 볼 수 있듯이 재령 7일의 경우 C-BS배합이 약 27.5MPa로 가장 높은 압축강도를 발현하였다. B-FS배합의 압축강도는 약 20.9MPa로서 Control배합(26.8MPa)에 비해 약 22% 낮은 수준을 나타내었다. 재령 28일의 경우 재령 7일과 동일하게 C-BS배합의 압축강도가 약 36.3MPa로서 가장 높은 압축강도를 발현하였으며 재령 7일에서 가장 낮은 압축강도를 발현한 B-FS배합이 Control배합에 비해 약 4% 증가한 압축강도를 발현하였다. 재령 56일의 경우에도 동일하게 C-BS배합이 약 45.2MPa로 가장 높은 수준의 압축강도를 발현하였으며 Control배합(36.59MPa)에 비해 약 23% 높은 수준을 나타내었다. C-FS배합이 약 37.5MPa로 가장 낮은 압축강도를 발현하였고 동일하게 페로니켈슬래그 잔골재를 혼입한 B-FS배합과는 근소한 차이의 강도를 발현하였다. 또한 C배합 및 B배합에서 동일하게 페로니켈슬래그 잔골재 혼입율이 증가함에 따라 압축강도가 감소하였는데 이는 모든 재령에서 동일한 경향으로 나타났다.

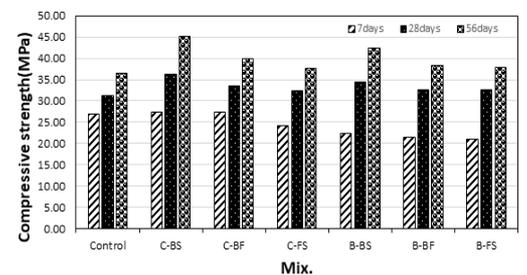


그림 2. 콘크리트 압축강도

4. 결 론

본 연구는 철강산업부산물의 재활용을 통해 환경오염 저감을 위한 연구의 일환으로 혼합슬래그를 잔골재로 사용한 콘크리트의 슬럼프 및 압축강도를 비교·분석한 것으로 슬럼프의 경우 고로슬래그 미분말을 시멘트의 일부 대체하여 사용하고 페로니켈슬래그 잔골재를 혼입한 B-FS배합에서 가장 높은 슬럼프값을 나타내었으며 시멘트만을 사용한 C배합 및 고로슬래그 미분말을 사용한 B배합에서 동일하게 페로니켈슬래그 잔골재의 혼입율이 증가할수록 플로우 또한 증가하는 경향을 나타내었다. 압축강도의 경우 고로슬래그 잔골재를 천연잔골재의 일부 대체하여 사용한 C-BS배합이 가장 높은 압축강도를 나타내었으며 모든 재령에서 페로니켈슬래그 잔골재의 혼입율이 증가할수록 압축강도는 점차 감소하는 경향을 나타내었다.

Acknowledgement

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Science and ICT(NRF-2019R1 | 1A3A01049510).

참 고 문 헌

1. 조원정, 김한술, 안기용, “페로니켈슬래그 및 고로슬래그 미분말을 결합재로 사용한 삼성분계 시멘트의 수화 특성 및 기초물성에 관한 연구”. 한국건설순환자원학회 논문집, 제8권, 제1호, pp.39~48, 2020