

제강슬래그 분말을 혼입한 굳지 않은 모르타르의 특성

Properties of Fresh Mortar Mixed with Steel Furnace Slag Powder

이정택¹ · 이상수^{2*}

Lee, Jeong-Taek¹ · Lee, Sang-Soo^{2*}

Abstract : Currently, research on construction materials using industrial by-products is being conducted in the Inhan construction industry due to CO₂ emissions during the cement production process and a shortage of aggregates. Among these, research has been conducted to use steel furnace slag as an aggregate by reducing the reactivity of free-CaO, which has the characteristic of expanding through open storage, aging, and rapid cooling. However, research on the use of powder as a cement admixture or substitute is insufficient. Therefore, this study aims to analyze the properties of fresh mortar using steel furnace slag powder. The mixing ratio of steel furnace slag powder was divided into three levels: 0, 20, and 40 (%), and the test items were flow and unit weight. The experimental results showed that as the mixing ratio of steel furnace slag powder increased, flow and unit weight tended to increase. Therefore, it is expected to have a positive effect on improving workability or strength as a cement admixture.

키워드 : 슬래그, 제강슬래그 분말, 모르타르, 유동성, 단위용적질량

Keywords : slag, steel furnace slag powder, mortar, flow, unit weight

1. 서론

1.1 연구의 배경

현재 시멘트의 생산 과정에서의 CO₂ 배출과 골재 부족으로 인해 건축산업에서 산업부산물을 활용한 건설재료 연구가 진행되고 있다. 특히 철 재련 과정에서 발생하는 용융 슬래그와 발전소에서 발생하는 플라이 애쉬가 대표적이다.

용융 슬래그 중에서 제강슬래그는 free-CaO가 존재하여 팽창 붕괴하는 특성을 지닌다. 따라서 야적장에 1~3개월 동안 야적하거나 뜨거운 증기로 에이징 공정을 거쳐 팽창 특성을 줄이고 있지만, 완전히 제거되지 않은 free-CaO때문에 콘크리트용 골재로써 활용이 제한되고 아스팔트용 골재로 활용되고 있다[1]. 이에 급냉처리 아토마이징 또는 BSSF를 활용하여 팽창을 저하시켜 골재로써 활용하는 연구가 진행되고 있고, 입형이 구형으로 제작되고 우수한 내마모성, 강도 및 낮은 흡수율을 보여 활용 가능성이 높다[1,3].

또한, 제강슬래그는 CaO, SiO₂를 다량 함유하고 있어 고로 슬래그와 같이 시멘트와 유사한 구성 성분을 보인다[2]. 이에 시멘트 혼화재로써 활용 가능성을 보이고 제강슬래그 중 높은 반응성을 보이는 환원슬래그를 활용한 급결 시멘트 연구가 진행되었다[3]. 또한 제강슬래그의 입자크기가 작아짐에 따라 팽창 붕괴가 감소하는 경향을 보이고 제강슬래그를 분말화하여 시멘트 혼화재로써 연구가 현재까지는 미비하여 제강슬래그 분말을 활용한 연구가 요구된다.

1.2 연구의 목적

본 연구에서는 제강슬래그의 free-CaO를 포함하여 콘크리트용 골재로써 활용이 제한되기 때문에, 제강슬래그를 분말화하여 팽창 붕괴를 억제하고, 구성 성분이 시멘트와 유사하기 때문에, 제강슬래그 분말의 특성을 검토하고자, 제강슬래그 분말을 혼입한 굳지 않은 모르타르의 특성을 검토하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 실험에서는 제강슬래그 분말 혼입비율에 따른 굳지 않은 모르타르의 유동성 및 단위용적질량을 분석하였다. 본 실험에서 사용한 결합재료는 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였다. 제강슬래그는 Ball mill을 활용하여 분말화하였고 0.078mm 체가름 시험을 하여 사용하였으며 밀도는 3.51g/cm³이다. 잔골재는 조립률 2.68로 표준입도에 포함되는 천연 잔골재를 사용하였다. 제강슬래그는 시멘트 중량비로 혼입하였고 혼입비율은 0, 20, 40 (%) 3가지 수준으로 나누어 실험을 진행하였다. W/B는 소정의 유동성 확보를 위해 70%로

1) 한양대학교 건설환경조경대학 건축공학과, 학사

2) 한양대학교, 건설환경조경대학 건축공학과 교수, 교신저자(sslee111@hanbat.ac.kr)

고정하여 진행하였고, S/B는 300%로 고정하여 진행하였다. 실험 항목은 유동성 및 단위용적질량을 진행하였으며 유동성은 플로 테이블을 25회 타격하여 유동성을 측정하였고 단위용적질량은 1L 용기에 굳지 않은 모르타르의 무게를 측정하였다. 표 1은 본 실험의 실험요인 및 수준을 나타낸다.

표 1. 실험요인 및 수준

Experimental factor	Experimental level	Remarks
Binder	Ordinary portland cement, Steel furnace slag	2
Mixing ratio of Steal slag	0, 20, 40 (%)	3
W/B	70 %	1
S/B	300 %	1
Experiment items	Flow, Unit weight	2

3. 실험결과 및 분석

그림 1은 제강슬래그 혼입비율에 따른 굳지 않은 모르타르의 유동성을 나타낸다. 제강슬래그 분말 혼입비율이 증가함에 따라 유동성은 증가하는 경향을 보이고, 이는 제강슬래그의 낮은 흡수율이 기인한 것으로 판단된다. 그림 2는 제강슬래그 분말 혼입비율에 따른 굳지 않은 모르타르의 단위용적질량을 나타낸다. 제강슬래그 분말 혼입비율이 증가함에 따라 단위용적질량은 증가하는 경향을 나타내고, 이는 시멘트 대비 제강슬래그의 높은 밀도가 기인한 것으로 판단된다.

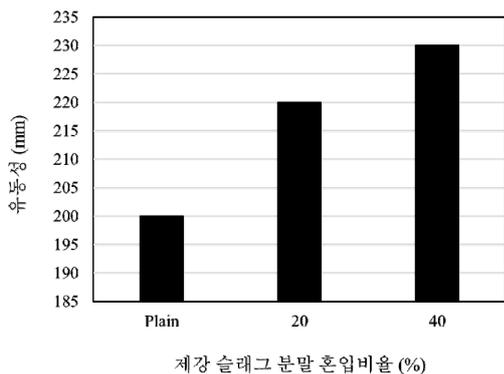


그림 1. 유동성

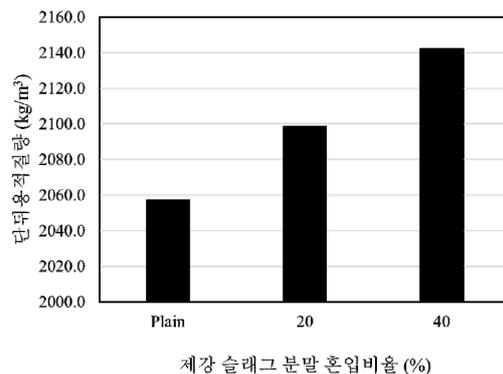


그림 2. 단위용적질량

4. 결론

본 연구에서는 제강슬래그 분말을 혼입한 굳지 않은 모르타르의 특성에 대해 검토하였다. 실험결과 유동성이 개선되고 단위용적 질량이 증가하는 경향을 보였다. 따라서 제강슬래그 분말을 시멘트 혼화재로써 활용한다면 워커빌리티 개선이 가능하다고 판단되며, 강도 향상에 긍정적인 영향을 줄 것으로 판단된다. 추후 강도, 수축 등 제강슬래그를 혼입한 경화체의 특성을 분석하고자 한다.

참고문헌

1. 김원기. 제강슬래그의 특성과 재활용 현황. 한국건설순환자원학회지. 2014. p. 11-15.
2. 문지연. 제강슬래그 미분말이 시멘트 복합체에 미치는 영향. 고려대학교 대학원. 2019. 59 p.
3. 이대성. 제강 환원슬래그의 고효율 급냉 재활용 기술개발. 한국환경산업기술원. 2016. 714 p.