

페로니켈 슬래그 미분말 혼입 모르타르의 압축강도 및 건조수축 특성 평가

Evaluation of Compressive Strength and Drying Shrinkage Properties of Mortar Using Ferronickel Slag Powder

김 영 옥* 김 도 빈* 이 동 주** 김 혜 정** 정 수 빈** 최 세 진***
Kim, Young-Uk Kim, Do-Bin Lee, Dong-Joo Kim, Hye-Jeong Jeong, Su-Bin Choi, Se-Jin

Abstract

This study investigated the compressive strength and drying shrinkage properties of mortar using ferronickel slag powder by the kinds of industrial by-product to estimate the applicability of ferronickel slag powder for cement replacement materials.

키 워 드 : 페로니켈 슬래그 미분말, 모르타르, 압축강도, 건조수축
keywords : ferronickel slag powder, mortar, compressive strength, drying shrinkage

1. 서 론

최근 스테인리스의 주원료인 니켈 확보를 위해 국내에도 페로니켈 생산 체제를 갖추었으며 이에 따라 우리나라에서도 연간 200만톤 이상의 페로니켈 슬래그가 발생하고 있는 실정이다¹⁾. 일본의 경우 페로니켈 슬래그는 산업전반에 걸쳐 전량 재활용 되고 있으며 우리나라의 경우 성토재, 노반재 및 콘크리트용 골재로 일부 활용되고 있으나 활용율은 미미한 실정이다. 본 연구에서는 페로니켈 슬래그 미분말의 시멘트 대체재로서의 적용가능성을 평가하기 위해 페로니켈 슬래그 미분말 및 콘크리트 혼화재료로 주로 쓰이는 고로슬래그 미분말, 플라이애시를 혼입한 모르타르의 압축강도 및 건조수축 특성을 분석하였다.

2. 실험계획

본 연구에 사용된 결합재는 1종 보통 포틀랜드 시멘트, 페로니켈 슬래그 미분말, 고로슬래그 미분말 및 플라이애시가 사용되었으며 사용재료의 화학조성은 표 1에 나타내었다. 사용된 페로니켈 슬래그 미분말은 그림 1에 나타내었으며 국내 P사에서 제조된 페로니켈 슬래그 잔골재를 ball-mill 을 사용하여 분말도 3,500cm²/g 수준으로 자체 분쇄한 것을 사용하였다. 표 2는 본 연구의 콘크리트 배합표를 나타낸 것으로 페로니켈 슬래그 미분말, 고로슬래그 미분말, 플라이애시를 단위시멘트량에 대해 15% 혼입한 배합과 페로니켈 슬래그 미분말, 플라이애시를 7.5%씩 혼입한 3성분계 모르타르 실험을 진행하였다. 모르타르 실험은 콘크리트 배합에서 굵은골재를 제외한 배합으로 실험을 진행하였으며 제작된 시험체는 20℃ 수중양생을 진행하였다. 측정항목은 모르타르 플로우, 재령 7, 28, 56일 압축강도 및 건조수축을 측정하였다.

표 1. 사용재료의 화학조성

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O
Cement	17.43	6.50	3.57	64.40	2.55	1.17
Ferronickel slag powder (FS)	48.91	2.08	11.6	0.82	32.41	0.09
Blast furnace slag powder (BS)	30.61	13.98	0.32	40.71	6.43	0.60
Fly ash (FA)	64.88	20.56	6.06	2.58	0.80	1.45



그림 1. 페로니켈 슬래그 미분말

* 원광대학교 건축공학과 석사과정
** 원광대학교 건축공학과 연구생
*** 원광대학교 건축공학과 교수·공학박사, 교신저자(csj2378@wku.ac.kr)

표2. 콘크리트 배합표

Mix	W/B (%)	S/a (%)	Unit weight (kg/m ³)						
			W	C	FN	BS	FA	S	G
C100	50	49	170	340	-	-	-	882	918
FN15			170	289	51	-	-	880	916
BS15			170	289	-	51	-	880	916
FA15			170	289	-	-	51	880	916
FN-BS			170	289	25.5	-	25.5	880	916

3. 실험결과 및 고찰

그림 2는 페로니켈 슬래그 미분말, 고로슬래그 미분말 및 플라이애시를 혼입한 모르타르의 플로우변화를 나타낸 것으로 페로니켈 슬래그 미분말을 사용한 배합에서 가장 높은 플로우값을 나타내었으며 페로니켈 슬래그 미분말, 플라이애시를 7.5% 혼입한 FN-FA배합에서는 플라이애시를 사용한 FA15배합과 유사한 플로우값을 나타내었다.

페로니켈 슬래그 미분말 및 산업부산물 혼입에 따른 모르타르 압축강도를 나타낸 그림 3에서 보는 바와 같이 재령 7일의 경우 모든 배합에서 대체적으로 유사한 압축강도를 나타내었으며 재령 28일의 경우 페로니켈 슬래그 미분말을 사용한 FN15배합에서 가장 적은 압축강도를 발현하였다. 재령 56일의 경우 모든 배합에서 지속적으로 강도증진이 이루어졌으며 FN15배합에서 가장 적은 압축강도를 나타내었다. 페로니켈 슬래그 미분말과 플라이애시를 혼입한 FN-FA배합의 재령 56일 압축강도는 약 41MPa 수준으로 고로슬래그 미분말을 혼입한 배합(42MPa), 플라이애시를 혼입한 배합(39MPa)과 유사한 수준의 압축강도를 발현하였으며 FN-FA배합의 강도발현은 대체적으로 플라이애시를 혼입한 FA15와 유사하게 나타났다.

그림 4는 페로니켈 슬래그 미분말, 고로슬래그 미분말 및 플라이애시를 혼입한 모르타르의 건조수축 변화를 나타낸 것으로 재령 91일 기준 고로슬래그 미분말을 사용한 BS15배합(0.208%)에서 시멘트만 사용한 C100배합(0.200%)보다 높은 건조수축을 나타내었으며 페로니켈 슬래그 미분말, 플라이애시를 혼입한 FN15 및 FA15배합에서는 약 0.183~0.186%의 가장 적은 건조수축을 나타내었다.

4. 결 론

본 연구는 페로니켈 슬래그 미분말의 시멘트 대체재로서의 적용가능성을 평가하기 위해 페로니켈 슬래그 미분말, 고로슬래그 미분말 및 플라이애시 혼입에 따른 모르타르의 압축강도 및 건조수축을 평가한 것으로 페로니켈 슬래그 미분말을 사용한 배합에서 가장 적은 압축강도를 발현하였으나 페로니켈 슬래그 미분말과 플라이애시를 혼입한 3성분계 배합에서는 고로슬래그 미분말 및 플라이애시만을 혼화재로 사용한 배합과 유사한 압축강도를 나타내었다. 건조수축의 경우 페로니켈 슬래그 미분말을 사용한 배합에서 가장 적은 건조수축을 나타내었으며 플라이애시를 혼입한 경우와 유사한 건조수축을 나타내었다.

Acknowledgement

본 논문은 미래창조과학부에서 지원하는 2017년도 중견연구과제(과제번호: 2017R1A2B4004053)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참 고 문 헌

1. 김영옥, 김도빈, 김정현, 반준모, 최세진 페로니켈 슬래그 미분말의 분말도 변화에 따른 모르타르의 건조수축 및 압축강도 특성, 한국건축사공학회 2017년 추계학술대회 논문집, pp.98~99, 2017

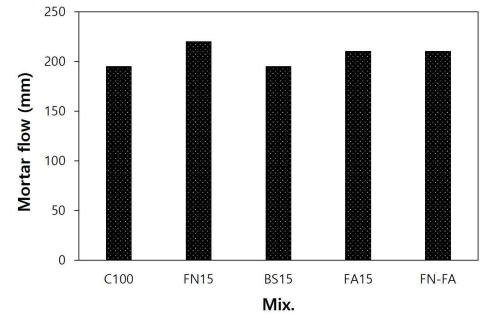


그림 2. 모르타르 플로우 변화

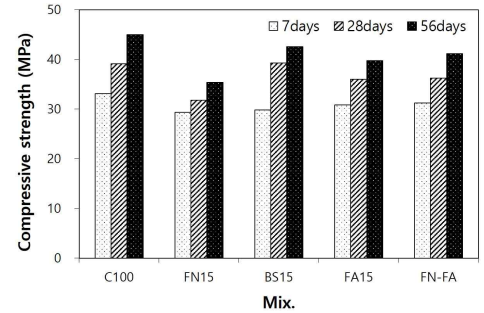


그림 3. 모르타르 압축강도 변화

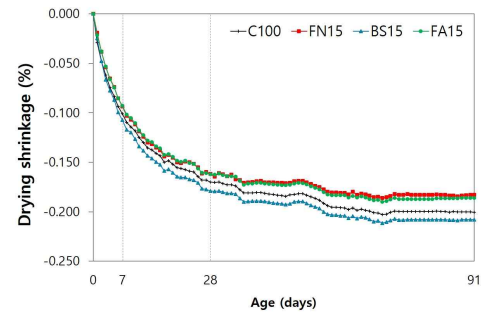


그림 4. 모르타르 건조수축 변화