

서냉슬래그 모르타의 FLOW특성에 관한 연구

An Experimental Study on the Flow Characteristics of Mortar using the Blast-Furnace Slag Sand

임 남 기 이 종 균 김 성 식
Lim, Nam Gi Lee, Jong Kyun Kim, Sueng Sik
김 종 락 정 상 진
Kim, Jong Rak Jung, Sang Jin

Abstract

This experimental Study presents the flow properties of mortar Using the Blast-furnace Slag Sand. It gives following result. The substitution rate is inversely proportional to flow. But W/C ratio is directly proportional to flow. Consequently Flow characteristics of the Blast-furnace mortar is simillar to the river sand mortar.

Key Words : Blast-furnace Sand, Substitution rate, Flow

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 건축, 토목분야의 천연골재 부족현상이 심화됨에 따라 대체골재 개발요구가 증대되고 있다. 이러한 국내 현실에 대응하여 제철소 폐기물의 일종인 고로서냉슬래그를 파쇄·입도 조정하여 조골재가 아닌 세골재로 대체가능한지 여부에 대한 연구에 착수하게 되었다. 본고는 서냉슬래그 모래의 치환율 및 단위수량 변화에 따른 각각의 배합조건을 비교분석하여 서냉슬래그 모래를 사용한 모르타의 플로우에 대한 기초적 연구로서 서냉슬래그 모래를 사용한 콘크리트의 실용화를 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

1.2 서냉슬래그 모래의 특질

사용된 서냉슬래그 모래는 보통 포틀랜드 시멘트와 비교하여 CaO는 적고 SiO₂가 많은 화학성분상의 특징이 있으며, 비중은 강사보다 약간 높은 편이나 흡수율, 단위용적중량은 거의 유사한 값을 보인다.

-
- * 정회원, 단국대 대학원 박사과정
 - ** 정회원, 단국대 대학원 석사과정
 - *** 정회원, 단국대학교 건축공학과 교수

또한, 제품 성능상의 특징은 원석관리를 통하여 일부 저비중 요소에 의한 표면 부화 및 저장도 현상을 제거하고, 중간 원석관리 단계에서 부원료와 STEAM을 첨가하여 탈황촉진과 고강도화, 그리고 흡수율의 저하를 도모하였다. 이런 과정을 통하여 Slag Mortar의 저장도화 현상을 해결하고, 골재의 안정성을 확보할 수 있을 것이며, 공장생산을 통하여 적기에 품질차가 없는 재료로서 양산되어 제공될수 있을 것이다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 사용재료

(1)시멘트

시멘트는 비표면적이 3,112cm²/g인 S사 보통포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 화학성분 및 물리적 성질은 표1과 같다.

표1. 시멘트의 화학성분 및 물리적 성질

구분	화학성분(%)							비 중
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Total S	
보통 포틀랜드 시멘트	21.9	6.59	2.81	60.12	3.32	2.11	2.58	3.15

표2. 잔골재의 물리적 성질

구분	비중	흡수율 (%)	조립율 (F.M.)	유기 불순물	단위 용적중량 (kg/m ³)	실적율 (%)
춘천산 강모래	2.60	1.83	3.14	양호	1.584	61.0

(2)잔골재(강모래)

잔골재는 춘천산 강모래를 사용하였으며, 물리적 성질은 표2와 같다.

(3)서냉슬래그 모래

서냉슬래그 모래는 포항제철에서 서냉시킨 피재의 슬래그를 공급받아 모래화 Plant에서 파쇄하여 입도조정시킨 것을 사용하였다.

표3. 서냉슬래그 모래의 화학성분 및 재질

구분	CaO	SiO	AlO	MgO	FeO	Mno	Total S
서냉슬래그 모래	41.0	33.4	14.5	6.0	-	0.7	-
재질	표면건조비중		흡수율(%)		단위용적중량 (kg/m ³)		안정성(%)
측정값	2.81		1.80		1590		4.0

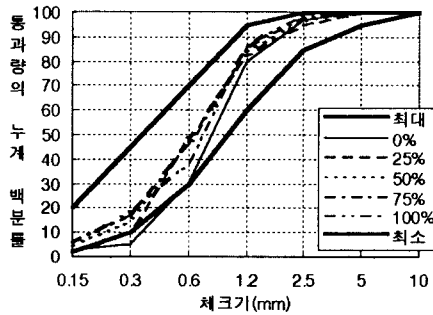
서냉슬래그 모래는 각각의 생성과정에 따라 약간의 성분량의 차이를 보이기도 하지만 대체로 서냉슬래그 모래의 구성원소는 일반암석과 같으며, 성분은 시멘트와 유사하다. 슬래그의 화학성분 및 물리적 성질은 표3과 같다.

서냉슬래그 모래의 조립률은 골재의 체가름시험방법(KS F 2502)에 입각하였으며, 체가름시험에 따른 조립률은 슬래그잔골재 2.5mm의 조립률을 기준으로 할 때 No.30번 표준망체에 남은양이 최소치를 약간 하회하고 있으며, 슬래그잔골재 조립률기준(KS F 2559)의 조립률 범위 1.7~3.18에 모두 포함되었다.

표4. 강사와 서냉슬래그 모래의 치환률에 따른 조립률

치환률(%)	0 (강사100)	25 (강사75)	50 (강사50)	75 (강사25)	100 (강사0)
F.M	3.14	2.62	2.55	2.49	2.52

수재사를 사용한 잔골재의 조립률은 강사가 가장 높고 다음으로 치환률 25%, 50%, 100%, 75%의 순으로 나타났다.



(기준-일반강모래의 조립률)

그림1. 서냉슬래그 모래의 치환률에 따른 조립률

(4)물

물은 수돗물을 상온상태에서 사용하였다.

2.2 배합

모르터의 배합은 서냉슬래그 모래의 치환률(0, 25, 50, 75, 100)%, 물시멘트비(45, 50, 55, 60)%, 단위수량(250, 275, 300)kg/m³을 변수로 하여 실험하였다.

모르터의 배합은 표5에 나타낸다.

2.3 비빔

본 연구에서의 비빔은 서냉슬래그 모래를 사용한 경우 강사와 서냉슬래그 모래를 넣고 1분간 건비빔한 후에 시멘트를 넣고 다시 1분간 건비빔하고 물을 투입하고 3분간 비빔하였다.

3. 실험결과

3.1 플로우측정결과

표5. 모르터의 배합(단위:kg/m³)

단위수량250					단위수량275					단위수량300				
W/C (%)	치환율 (%)	C	Sand	Slag	W/C (%)	치환율 (%)	C	Sand	Slag	W/C (%)	치환율 (%)	C	Sand	Slag
45	0	556	1361	-	45	0	611	1251	-	45	0	667	1140	-
	25		1021	288		25		938	265		25		855	241
	50		681	576		50		625	529		50		570	482
	75		340	864		75		313	794		75		285	723
	100		-	1152		100		-	1058		100		-	964
50	0	500	1408	-	50	0	550	1301	-	50	0	600	1195	-
	25		1055	298		25		976	275		25		896	253
	50		704	595		50		651	550		50		597	505
	75		352	893		75		352	826		75		299	758
	100		-	1191		100		-	1101		100		-	1011
55	0	455	1445	-	55	0	500	1342	-	55	0	545	1240	-
	25		1084	299		25		1007	284		25		930	262
	50		722	611		50		671	568		50		620	525
	75		361	917		75		336	852		75		310	787
	100		-	1223		100		-	1136		100		-	1049
60	0	417	1476	-	60	0	458	1377	-	60	0	500	1277	-
	25		1107	312		25		1032	291		25		958	270
	50		738	625		50		688	582		50		639	540
	75		369	937		75		344	874		75		319	811
	100		-	1249		100		-	1165		100		-	1081

굳지않은 서냉슬래그모르터의 플로우는 KS F2500의 표준적인 방법으로 측정하였으며, 그 결과는 표 6에 나타낸다.

표6. 서냉슬래그모래모르터의 플로우 측정값

W/C	단위 수량 (kgm³)	치환율 (%)	Flow 값 (cm)	W/C	단위 수량 (kgm³)	치환율 (%)	Flow 값 (cm)	W/C	단위 수량 (kgm³)	치환율 (%)	Flow 값 (cm)	W/C	단위 수량 (kgm³)	치환율 (%)	Flow 값 (cm)			
45%	250	0	14.5	50%	250	0	15.0	55%	250	0	15.5	60%	250	0	16.2			
		25	13.1			25	14.1			25	13.0			25	13.8			
		50	13.1			50	13.5			50	13.0			50	12.8			
		75	12.2			75	12.5			75	13.0			75	11.9			
		100	11.3			100	12.5			100	12.9			100	11.3			
	275	0	16.5		275	0	17.5		275	0	17.9		275	0	18.6	275	0	18.6
		25	15.5			25	16.3			25	16.9			25	17.4			
		50	15.9			50	16.0			50	16.5			50	16.8			
		75	14.2			75	15.0			75	16.0			75	16.2			
		100	14.2			100	14.8			100	15.5			100	15.5			
	300	0	19.4		300	0	19.9		300	0	20.6		300	0	20.9	300	0	20.9
		25	19.0			25	19.2			25	19.9			25	20.2			
		50	18.6			50	19.0			50	19.2			50	19.6			
		75	18.2			75	18.5			75	18.8			75	19.0			
		100	17.3			100	17.8			100	18.0			100	18.6			

3.2 서냉슬래그모래의 치환률에 따른 물시멘트비별 플로우

서냉슬래그 모르터의 치환률에 따른 플로우값의 변화를 그림3~5에 나타내었다.

그림에서 나타남과 같이 서냉슬래그 모르터의 플로우값은 치환률이 증가할수록 낮아지는 경향을 나타내고 있는데 이것은 일반강사보다 서냉슬래그모래가 서냉슬래그모래의 양이 많아질수록 밝혀지지 않은 특성의 이유로 모르터의 유동성에 역효과를 나타낸 때문으로 사료된다.

3.3 물시멘트비에 따른 단위수량별 플로우

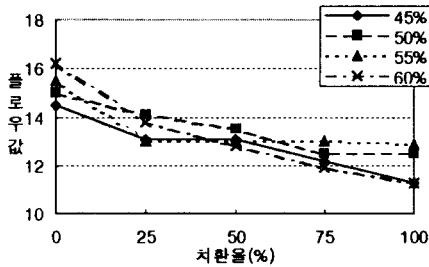


그림3. 치환률에 따른 플로우(단위수량:250kg/m³)

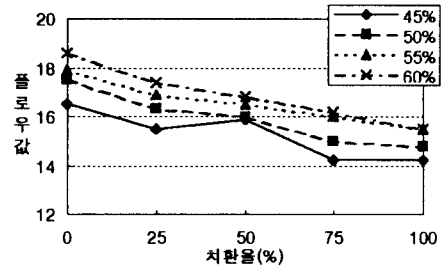


그림4. 치환률에 따른 플로우(단위수량:275kg/m³)

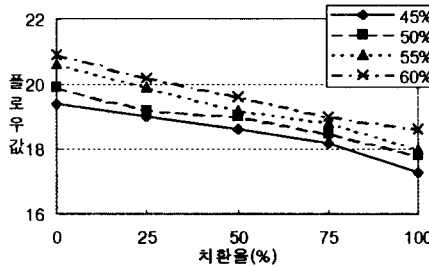


그림5. 치환률에 따른 플로우(단위수량:300kg/m³)

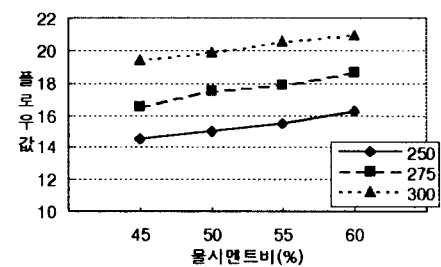


그림6. 물시멘트비에 따른 플로우(일반강사 100%)

서냉슬래그 모르터의 물시멘트비의 증가에 따른 플로우 값은 일반 강사를 사용한 모르터와 유사한 경향을 나타내었고, 일반강사의 플로우값의 증가에 비해 증가정도는 낮은 것으로 나타났다.

일반강사를 사용한 모르터와 서냉슬래그모래 치환률에 따른 물시멘트비와 플로우값의 관계를 그림 6~10에 나타내었다.

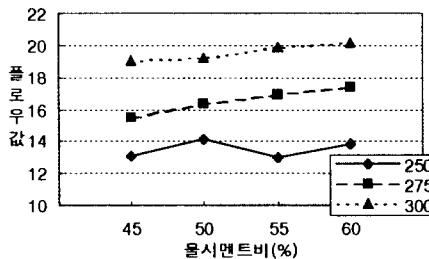


그림7. 물시멘트비에 따른 플로우(슬래그치환률 25%)

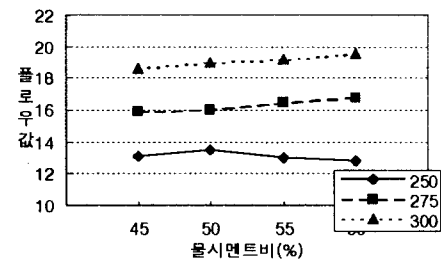


그림8. 물시멘트비에 따른 플로우(슬래그치환률 50%)

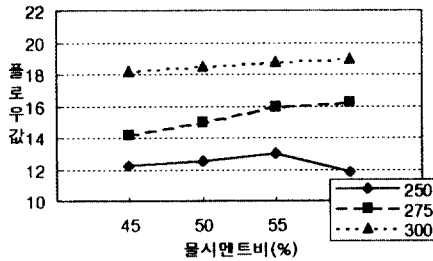


그림9. 물시멘트비에 따른 플로우(슬래그치환율 75%)

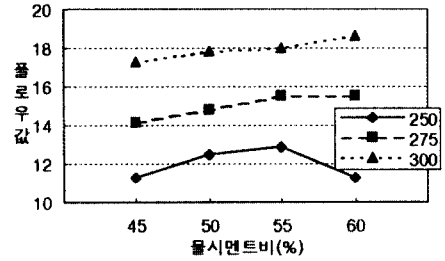


그림10. 물시멘트비에 따른 플로우(슬래그치환율100%)

4. 결론

굳지않은 서냉슬래그모래 모르터의 플로우값에 대한 측정결과로서 다음과 같은 결과를 얻었다.

- (1)서냉슬래그 모르터는 슬래그의 치환율이 높아질수록 플로우가 감소되었으며, 그 원인을 추후 규명할 예정이다.
- (2)단위수량이 높을수록 플로우값은 비례하여 일반모르터와 동일하였다.
- (3)물시멘트비가 높을수록 플로우값은 높았다.
- (4)단위수량250kg/m³, W/C 60%에서 플로우가 급격히 감소되는 현상은 단위시멘트량에 비해 현저히 높은 골재량으로 인한 유동성저하에서 비롯되었다.

결과적으로 동일한 배합에서 서냉슬래그는 모르터의 플로우에 역효과를 보이고 있으나 물시멘트비를 조정하면 적정 플로우를 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

참고 문헌

1. 정상진의 10名, 「건축재료학」, 1986, 보성각, p132~135
2. 양범석의 5名, 「수재슬래그를 골재로 사용한 모르터의 Flow 특성에 관한 연구」 대한 건축학회 학술발표논문집 제 17권 제2호
3. 임남기의 5名, 「수재슬래그 모르터의 강도특성에 관한 연구」 대한 건축학회 학술발표논문집 제 17권 제2호
4. 문한영의 2名, 「고로슬래그를 골재로 사용한 콘크리트의 배합설계에 관한 기초적 연구」, 산업과학논문집, 한양대학교 산업과학연구소, Vol.21, 1985
5. 「골재관련 KS규격 및 시방서비교 검토 정비」 국립기술품질원,1996. 11
6. KS F 2559 「고로슬래그 잔골재」
7. 「콘크리트용 고로슬래그 골재 설계시공지침」 사단법인 대한토목학회
8. 한국콘크리트학회. 「최신콘크리트공학」, 기문당, 서울, p84, p213