

다기능성 슬래그 골재를 이용한 보수용 모르타르의 개발에 관한 연구

A Study on Development of Repairing Mortar Using Multi-functional Slag Aggregate

이 대 경^{*} 이 상 욱^{**} 조 성 현[†] 박 덕 준[‡] 배 기 선[§] 오 상 근[¶]
Lee, Dae Kyung Lee, Sang Uk Cho, Sung Hyun Park, Duk Jun Bae, Kee Sun Oh, Sang Keun

ABSTRACT

This research is a study on development of section restoration mortar by multi-functional slag aggregate. Compressive strength, flexural strength and other physical properties on five standards are measured to obtain optimal addition rate (of multi-functional aggregate) and to investigate applicability of multi-functional aggregate in developing repair mortar.

As the study result, the properties of repair mortar, such as compressive strength and flexural strength etc. are improved by addition of multi-functional aggregate and confirmed reduction effect of air content.

1. 서론

기존의 콘크리트용 단면보수를 위한 폴리머 시멘트 모르타르용 골재로는 품질이 안정적인 규사골재를 주로 사용하고 있다. 규사골재는 콘크리트용 강모래나 바닷모래에 비하여 품질은 우수하나, 입형이 각형으로 실적률이 낮아 요구되는 시멘트량이 증가하게 되어 콘크리트 단면보수용 폴리머 시멘트 모르타르의 경제성을 저하 시키는 원인이 되기도 하므로 이에 대한 보완이 필요하다.

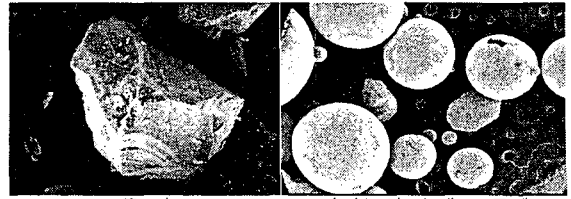
따라서 기존의 규사골재대하여 입형이 구형이고, 재활용 골재인 급냉 제강슬래그를 규사 대체재로 재활용함으로써 보다 경제적인 보수재료의 개발이 가능하다.

이러한 관점에서 본 연구에서는 규사에 대한 급냉 제강슬래그의 적정 대체율을 검토하기 위하여 급냉 제강 슬래그 대체율에 따른 폴리머 시멘트 모르타르의 공학적 특성을 실험적으로 평가하고자 한다.

* 정회원 (주)리폼시스템 기술연구소 선임연구원
** 정회원 (주)리폼시스템 기술연구소 연구원
*** 정회원 (주)리폼시스템 기술연구소 책임연구원
**** 정회원 (주)리폼시스템 기술연구소 연구소장, 공학박사
***** 정회원 서울산업대학교 건축학부 교수, 공학박사

2. 다기능성 슬래그 골재와 규사의 물성비교

다기능성 슬래그 골재는 그림 1에서 볼 수 있듯이 규사는 각형을 지니며, 다기능성 슬래그는 둥근 구형을 가지고 있음을 확인 할 수 있다.



사용된 골재의 최대크기는 1mm이하로 하였으며, 다기능성 슬래그 골재는 비중이 3.56이며, 흡수율이 0.42 %, 단위용적중량이 2.263(kg/m³), 실적율이 69%로써 규사에 비하여 골재의 안정성이 높아, 시공성 향상에 높은 기여 가능성을 시사한다.

규사 다기능성 슬래그 골재
그림 1. 규사와 다기능성 슬래그의 입형
표 1. 골재의 물성

종류	최대 크기 (mm)	비중	흡수율 (%)	경도	단위용적중량 (kg/m ³)	실적율 (%)
슬래그	1mm	3.56	0.42	6.5	2.263	69.00
규사	1mm	2.67	0.58	6.5	1.605	62.00

3. 실험계획 및 방법

3.1 실험계획

다기능성 슬래그 골재는 보수 모르타르의 유동성 개선효과 및 단위수량의 감소에 따른 압축강도 증진의 효과가 예상 되어 본 실험에서는 다기능성 슬래그 골재의 규사 대체에 따른 물리적 특성을 검토하기 위하여 표 2와 같은 실험계획을 세웠다. 일반적으로 유동성의 척도인 플로우는 골재의 입형과 표면 조직의 상태에 따라 영향을 받는다는 관점에서 본 실험에서 골재 사용량은 분체대비 1:1.6으로 하였으며, 다기능성 슬래그 골재를 규사 용적대비 0, 25, 50, 75, 100% 대체하여 실험 하였다. 한편 다기능성 슬래그 골재의 대체율이 증가 할수록 목표 플로어가 170±5mm일 때 다기능성 슬래그 골재의 대체율의 증가에 따라 단위 수량 변화를 측정하였다.

표 2. 실험계획

시리즈	실험목적	W/B* (%)	결합재:모래(중량비)	다기능성 슬래그 대체율(%Vol)	목표 플로우 (mm)	시험항목
I	플로우 변화 평가	38	1 : 1.6	0, 25, 50, 75, 100	-	· 공기량 · 흡수율 · 플로우 · 단위용적중량 · 압축강도 · 휨강도
II	W/B 변화 평가	-			170±5	· 플로우 · 압축강도 · 휨강도

* W/B : Water/Binder

3.2 사용재료

본 실험에 사용된 시멘트는 비중이 3.15 분말도가 3200cm²/g인 보통 포틀랜드 시멘트이고, 폴리머는 SBR계 수지, 기능성 첨가제로 속경화제, 보습제, 증점제, 팽창제 등이 사용되었으며 물리적 성질은 표 3과 같다.

표 3. 재료의 기초물성

사용재료	물리적 성질
시멘트	보통포틀랜드 시멘트 비중3.15 분말도:3,200(cm ² /g)
폴리머	SBR계 입경85µm pH5.6
속경화제	CSA계 비중 286 분말도 5088
첨가제	보습제 셀룰로오스계 비중 1.1~1.45 pH 6±1
	증점제 폴리아크리이트계 밀도 600g/L pH 10
팽창제	CSA계

3.3 시험방법

다기능성 골재를 활용한 모든 실험은 KS F 4042(콘크리트 구조물 보수용 폴리머 시멘트 모르타르)의 시험 방법에 따라 시리즈 I,II의 시험들은 다기능성 골재가 폴리머 모르타르에 미칠 수 있는 물성변화를 확인 하기 위하여 경화 전과 경화 후에 특성 즉, 경화전 공기량 측정은 KS F 2421의 모르타르 공기량 측정기를

사용하였으며, 플로우는 모르타르 흐름 시험기를 사용하여 측정하였다. 경화후는 단위용적중량, 압축강도, 휨강도 등이며, KS F 4042의 시험 방법에 따라 측정하였다.

4. 실험결과

4.1 플로우는 변화에 따른 특성에 관한 실험(시리즈 I)

1) 플로우

다기능성 슬래그 골재는 규사 보다 조립율이 낮고 비중이 크기 때문에 W/B= 38%에서 대체율이 증가 할 수록 플로우가 증가 하는 것을 그림 2와 같이 확인 할 수 있었다. 이러한 경향은 구형의 입형, 낮은 흡수율에 기인하는 것으로 사료된다.

2) 단위용적중량 및 흡수율

그림 3은 치환율에 따른 플로우 변화를 나타내고 있다. 다기능성 골재 대체율에 따른 경화 모르타르의 단위용적중량은 규사에 비해 높은 것을 알 수 있다. 이는 다기능성 골재의 비중이 3.54, 규사의 비중이 2.57인것에 기인한 것이다. 그림 4는 치환율에 따른 흡수율을 나타낸 것으로 흡수율의 경우는 골재의 치환율이 증가할수록 감소하는 것을 확인할 수 있다. 이러한 결과 단위용적중량과 흡수율의 관계를 이용하여 적절한 대체율을 선정하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

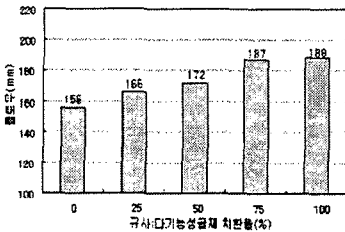


그림 2 골재 치환율에 따른 플로우 변화

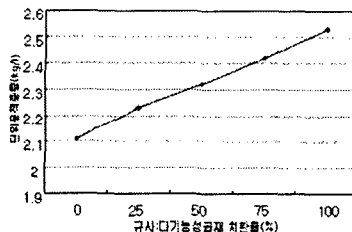


그림 3. 치환율에 따른 단위용적중량

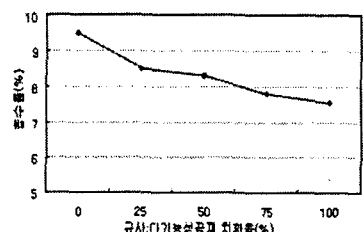


그림 4. 치환율에 따른 흡수율

3) 공기량

그림 5는 공기량을 측정된 결과 이다. 치환율이 증할수록 공기량의 감소 현상을 보이고 있으며, 이는 규사의 흡수율이 1.19%인데 반해 다기능성 슬래그 골재는 낮은 흡수율(0.42%)과 구형이 입형 이기 때문에 실적율의 차이에 기인하여 공기량이 감소하는 것으로 판단된다.

4) 압축강도 · 휨강도

그림 6과 7은 압축강도 및 휨강도를 측정된 결과이다. 치환율의 증가에 따라 압축강도 및 휨강도가 향상 되고 있으며, 압축강도가 대체율50%에서 최대치인 50MPa를 나타내고 있으며, 휨강도는 75%에서 7.2MPa로 나타났다.

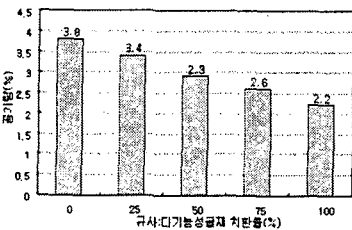


그림 5. W/B=38% 공기량 변화

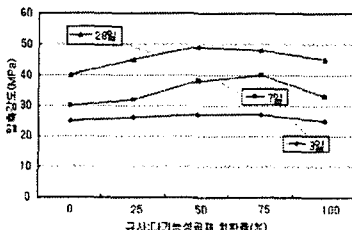


그림 6. W/B=38%에 따른 재령별 압축강도

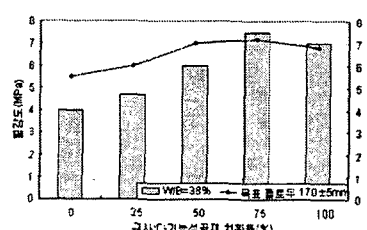


그림 7. W/B=38%에 따른 휨강도

4.2 W/B의 변화에 따른 특성에 관한 실험(시리즈 II)

1) 플로우

그림 8은 목표 플로우 170±5에 따른 W/B의 변화를 나타낸 것이다. 다기능성 슬래그 골재의 대체율이 증가 할수록 목표 Flow가 170 ± 5 mm일 때 다기능성 슬래그 골재의 대체율의 증가에 따라 단위 수량이 기준 모르타르(다기능성 슬래그 골재 대체율 0%)기준으로 최대 5%까지 감소하였다. 또한 다기능성 슬래그 골재 대체율이 증가 할수록 플로우가 증가하고 단위 수량이 감소하는 것을 확인 할 수 있었다. 이러한 플로우의 변화성상에 관한 실험결과 대체율 50%~75%가 대체율이 최적 대체율인 것으로 확인되었다.

2) 압축강도

그림 9는 목표 플로우 170±5mm를 만족하는 모르타르의 재령별 압축강도의 변화를 보여주고 있다. 다기능성 슬래그의 대체율이 75%까지 강도가 증가하는 경향을 확인하였다.

3) 휨강도

그림 10은 목표 플로우 170±5mm를 만족하는 각 치환율별 28일 휨강도를 비교한 그래프이다. 골재 치환율이 50%~75%에서 가장 높은 휨강도를 발휘하고 있어 골재의 적정 치환율이 50%~75% 사이가 될 것으로 판단된다.

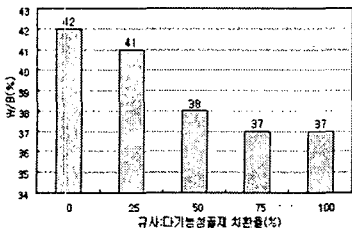


그림 8. 목표플로우 170±5에 따른 WB의 변화

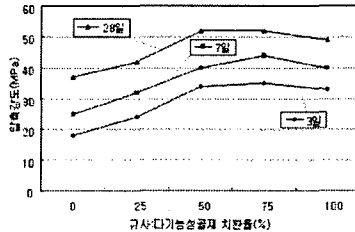


그림 9. 목표플로우 170±5mm 압축강도

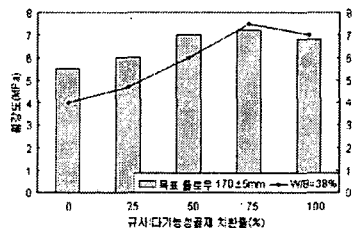


그림 10. 목표플로우 170±5mm 휨강도

5. 결론

다기능성 슬래그 골재 대체율에 따른 폴리머 시멘트 모르타르의 공학적 특성을 검토한 실험결과는 다음과 같다.

- 1) 공기량, 단위용적중량, 흡수율 등의 실험결과에서는 다기능성 슬래그 골재의 사용에 의해서 보수용 모르타르의 공기량, 흡수율, 저감 및 실적율의 증가효과를 얻을 수 있다.
- 2) 보수 모르타르용 다기능성 슬래그의 적정 대체율의 평가 결과 대체율 50~75%에서 최적의 특성을 확보할 수 있는 것으로 확인되었다.

감사의 글

이 논문은 환경부와 한국환경기술진흥원에서 주관하는 차세대 핵심환경기술개발사업 지원에 의한 것으로 이에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 조성현, 김진만, 한기석, 김무한 “급냉 제강 슬래그 잔골재 대체율에 따른 모르타르의 유동성 및 압축강도 특성” 한국콘크리트학회 논문집 제 17권 1호 2005년 2월 p.77~84
2. 조성현, 한기석, 박성우 권기주, 오상운, 김진만 “제강 슬래그 잔골재를 사용한 모르타르 특성” 한국콘크리트학회 2003년 봄 학술발표회 논문집 제 15권 1호 2003년 5월 p.217~222