

고로슬래그 미분말을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 성질

Properties of Polymer-Modified Mortars Using Ground Granulated Blast-Furnace Slag

주 명 기^{*} 연 규 석^{**} 이 윤 수^{***}
Joo, Myung Ki Yeon, Kyu Seok Lee, Youn Su

ABSTRACT

The effects of polymer-binder ratio and slag content on the properties of combined wet/dry-cured polymer-modified mortars using granulated blast-furnace slag (slag) are examined. As a result, the flexural and compressive strengths of polymer-modified mortar using slag reaches a maximum at a slag content of 40%, and is inclined to increase with increasing polymer-binder ratio. The water absorption, carbonation depth and chloride ion penetration depth tend to decrease with increasing polymer-binder ratio and slag content.

1. 서론

최근, 고로슬래그 미분말은 콘크리트의 내구성 개선이나 수화열의 저감을 목적으로 한 혼화재로서 수요가 증가하고 있다¹⁾. 또한 고로슬래그 미분말은 고강도 콘크리트용 혼화재로서의 이용도 검토되고 있다. 그렇지만 고로슬래그 미분말을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르에 관한 연구 보고는 거의 행하여지고 있지 않다.

본 연구에서는 고로슬래그 미분말과 폴리머 디스퍼션을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르를 조제하여 결합재 조성, 폴리머-결합재비 및 고로슬래그 치환율이 폴리머 시멘트 모르타르의 강도, 방수성, 중성화 및 염화물 이온 침투에 대한 저항성에 미치는 영향에 관해서 검토하였다.

2. 사용재료

2.1 시멘트

본 실험에 사용된 시멘트는 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였다.

* 정희원, 강원대학교 석재복합신소재제품연구센터 박사후연구원

** 정희원, 강원대학교 농공학과 교수

*** 정희원, 주성대학 건설재료공학과 전임강사

2.2 혼화제

혼화제로서는 고로슬래그 미분말을 사용하였다. 고로슬래그 미분말의 물리적 성질 및 화학조성은 표 1과 같다.

표 1 고로슬래그 미분말의 물리적 성질 및 화학조성

Density (g/cm ³)	Blaine Specific Surface (cm ² /g)	Percent Flow (%)	Activity Index (%)		
			7d	28d	91d
2.91	10070	87	128	115	106
Chemical Compositions (%)					
MgO	SO ₃	SiO ₂	ig. loss	Cl ⁻	
5.58	0.12	33.5	<0.05	0.003	

2.3 잔골재

본 실험에 사용된 잔골재는 규사를 사용하였다.

2.4 시멘트 혼화용 폴리머 디스퍼션

시멘트 혼화용 폴리머 디스퍼션으로서는 스틸렌 부타디엔 고무 (SBR) 라텍스, 에틸렌 초산 비닐 (EVA) 및 폴리 아크릴산 에스테르 (PAE) 에멀션을 사용하였다. 또한 폴리머 디스퍼션의 전고형분에 대해서 실리콘 에멀션계 소포제 (유효 실리콘분, 30%)를 그 유효 고형분의 0.7% (질량 백분율)을 첨가하였다. 폴리머 디스퍼션의 성질은 표 2 와 같다.

표 2 폴리머 디스퍼션의 성질

Type of Polymer Dispersion	Density (g/cm ³)	pH (20℃)	Viscosity (20℃, mPa · s)	Total Solids (%)
SBR	1.02	9.4	64	44.7
EVA	1.07	5.2	1218	44.0
PAE	1.06	9.8	49	47.0

3. 시험 방법

3.1 공시체의 제작

KS F 2476 (시험실에서 폴리머 시멘트 모르타르를 만드는 방법)에 준하여 결합재 : 잔골재 = 1 : 3 (질량비), 폴리머-결합재비를 0, 5, 10, 15 및 20%로 그 플로우치가 170±5로 일정하게 되도록 물-결합재비를 조정해서 공시 모르타르를 비빈 후 크기 40×40×160mm로 성형하여 이상양생 {2d 습윤[2

0℃, 80% (RH)]+5d 수중 (20℃)+21d 건조[20℃, 50% (RH)]를 실시하여 공시체를 제작하였다. 또한 시멘트에 대하여 고로슬래그 미분말의 치환율 (SL(%)) : 이하, 고로슬래그 치환율이라 한다)을 질량비로 0, 30, 40 및 50%로 혼합한 것을 결합재로 하였다.

3.2 휨 및 압축강도시험

KS F 2477 (폴리머 시멘트 모르타르의 강도 시험 방법) 에 의하여 공시체의 휨 및 압축강도시험을 실시하였다.

3.3 흡수시험

JIS A 6203 (시멘트 혼화용 폴리머 디스퍼션 및 재유화형 분말 수지)에 의하여 수중 침적 시간 48 시간에서의 공시체의 질량을 측정하여 흡수율을 산출하였다.

3.4 중성화 시험

JIS A 6203에 의하여 공시체를 14일간 촉진 중성화 시험장치 [30℃, 60% (RH), CO₂농도 5.0%]내에 정치한 후 공시체를 2분할하여 그 단면에 페놀프탈레인 1%의 알코올 용액을 분무하여 적색으로 변화하지 않는 부분을 중성화 부분으로 하여 중성화 깊이를 측정하였다.

3.5 염화물 이온 침투 시험

JIS A 6203에 의하여 공시체를 7일간 20℃의 2.5%염화나트륨 수용액 중에 침적한 후 공시체를 2분할하여 그 단면에 0.1% 프롤로세인 나트륨 수용액 및 0.1N 초산은용액을 분무하여 형광을 발하는 부분을 염화물이온 (Cl⁻)침투 부분으로 하여 염화물 이온 침투 깊이를 측정하였다.

4. 시험결과 및 고찰

4.1 휨 및 압축강도

그림 1 및 그림 2는 고로슬래그 미분말을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 휨 및 압축강도와 폴리머-결합재비의 관계를 그래프로 나타낸 것이다. 고로슬래그 치환율에 관계없이 고로슬래그 미분말을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 휨 및 압축강도는 일부의 예외를 제외하고는 폴리머-결합재비의 증가에 따라 증가하는 경향을 보였다. 이 경향은 PAE 혼입 폴리머 시멘트 모르타르에서 뚜렷하게 나타났다. 폴리머 종류에 관계없이 일부의 예외를 제외한 고로슬래그 미분말을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 휨 및 압축강도는 고로슬래그 치환율의 증가에 따라 증가하고 고로슬래그 치환율 40%에서 최대치를 나타내었다. 이 같은 높은 휨 및 압축강도의 발현은 폴리머 시멘트 모르타르에 분말도가 높은 고로슬래그 미분말을 혼입한 경우 내부에 연속적으로 형성된 폴리머 필름의 실 효과에 의한 보수성의 향상에 따라 시멘트의 수화반응과 고로슬래그의 포졸란 반응이 충분히 진행하여 치밀한 조직이 형성되었기 때문이라 사료된다²⁾.

4.3 흡수율

그림 3은 고로슬래그 미분말을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 수중침적 48시간에서의 흡수율과 폴리머-결합재비의 관계를 그래프로 나타낸 것이다. 고로슬래그 미분말을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 흡수율은 폴리머-결합재비 및 고로슬래그 치환율의 증가에 따라 감소하는 경향을 보였다. 이

것은 폴리머와 고로슬래그의 치환에 의해 그 흡수율에 큰 영향을 미치는 큰 세공이 감소하게 되었기 때문이라고 사료된다.

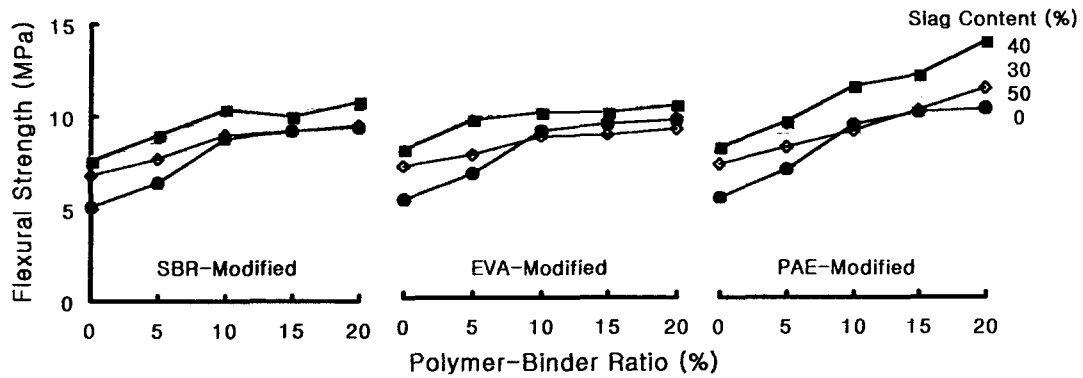


그림 1 고로슬래그 미분말을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도와 폴리머-결합제비의 관계

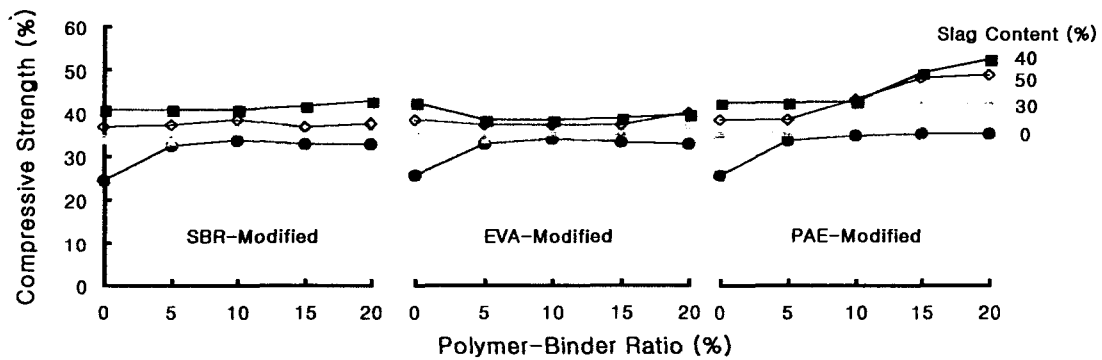


그림 2 고로슬래그 미분말을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도와 폴리머-결합제비의 관계

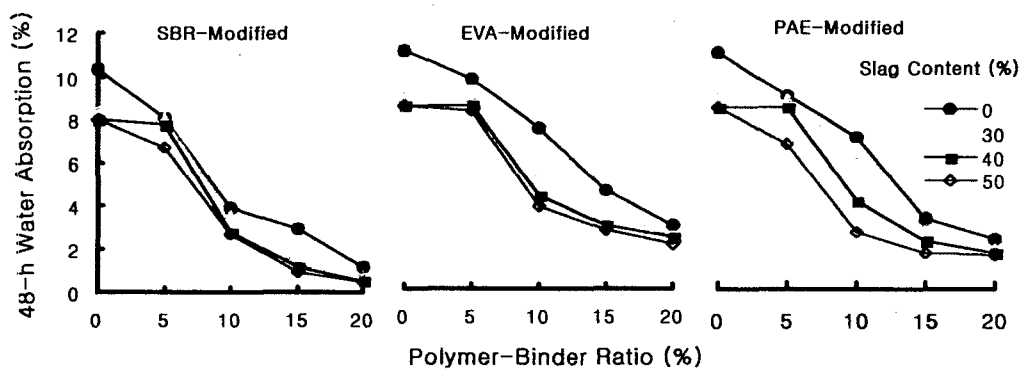


그림 3 고로슬래그 미분말을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 흡수율과 폴리머-결합제비의 관계

4.4 중성화 깊이

그림 4는 고로슬래그 미분말을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 중성화깊이와 폴리머-결합재비의 관계를 그래프로 나타낸 것이다. 고로슬래그 미분말을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 중성화 깊이는 고로슬래그 치환율 및 폴리머의 종류에 관계없이 폴리머-결합재비의 증가에 따라 감소하는 경향을 보였다. 어떠한 폴리머-결합재비에서도 고로슬래그 치환율 30%이상에서의 중성화 깊이는 상당히 작게 되었지만 고로슬래그 치환율에 의한 차이는 거의 적었다. 이것은 고로슬래그 미분말의 혼입에 의해 모르타르의 내부 조직이 치밀하게 되어 이산화탄소 차단 성능이 우수하게 되었기 때문이라 생각된다.³⁾

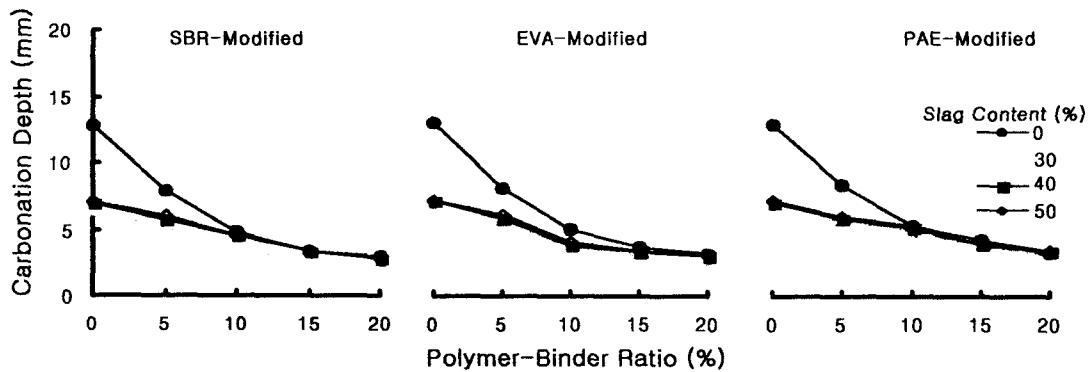


그림 4 고로슬래그 미분말을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 중성화깊이와 폴리머-결합재비의 관계

4.5 염화물 이온 침투 깊이

그림 5는 고로슬래그 미분말을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 염화물 이온 침투 깊이와 폴리머-결합재비의 관계를 그래프로 나타낸 것이다. 고로슬래그 미분말을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 염화물 이온 침투 깊이는 폴리머 종류에 관계없이 폴리머-결합재비 및 고로슬래그 치환율의 증가에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 이것은 흡수율의 경우와 마찬가지로 폴리머와 고로슬래그 미분말의 혼입에 의해 치밀한 조직이 형성되었기 때문이라 생각된다.⁴⁾

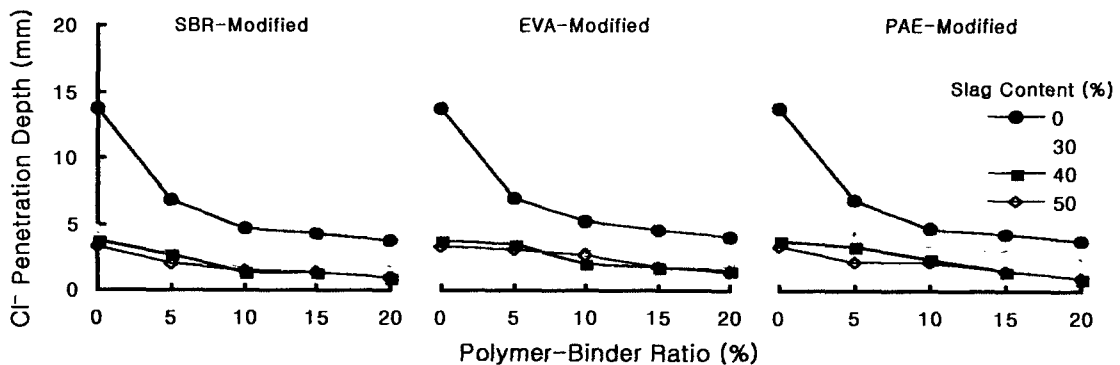


그림 5 고로슬래그 미분말을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 염화물 이온 침투 깊이와 폴리머-결합재비의 관계

5. 결론

이 연구는 고로슬래그 미분말을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 성질을 실험적으로 구명한 것으로서, 이 연구를 통해 얻은 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 고로슬래그 미분말을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 휨 및 압축강도는 폴리머의 종류에 관계없이 폴리머-결합재비의 증가에 따라 상당히 증가하고 그 경향은 PAE 혼입 폴리머 시멘트 모르타르에서 뚜렷하게 나타났다. 또한 그 강도는 고로슬래그 치환율 40%에서 최대치를 나타냈다.
- 2) 고로슬래그 미분말을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 흡수율은 폴리머-결합재비 및 고로슬래그 치환율의 증가에 따라 상당히 개선되는 경향을 보였다.
- 3) 고로슬래그 미분말을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 중성화에 대한 저항성은 폴리머-결합재비 및 고로슬래그 치환율의 증가에 따라 개선되었다.
- 4) 고로슬래그 미분말을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 염화물 침투에 대한 저항성은 폴리머-결합재비 및 고로슬래그 치환율의 증가에 따라 상당히 개선되었다.

참 고 문 헌

- 1) 近田孝夫, 檀 康弘, 堀 健治, 長尾之彦 : 高爐スラグ微粉末を用いたコンクリートの耐海水性, 콘크리트工学年次論文報告集, Vol. 14, No. 1, pp. 263-268, 1992. 5
- 2) 大濱嘉彦, 出村克宣, 木村正尙 : 高爐スラグ微粉末を用いた超高強度モルタルの製造, 第17回セメント・コンクリート研究討論會研究報告集, pp. 51-56, 1990. 11
- 3) 依田彰彦 : 高爐スラグ微粉末の高強度・高耐久性コンクリートへの利用, 石膏と石炭, No. 243, pp. 16-21, 1993. 3
- 4) 福留和人, 谷口裕史, 喜多達夫 : 高爐スラグ微粉末を混入した水中不分離性コンクリートの鹽分浸透性について, 土木學會第46回年次學術講演會講演概要集 第5部, pp. 640-641, 1991. 9