

고성능 감수제를 첨가한 폴리머 시멘트 모르타르의 강도 특성

Strength Properties of Polymer-Modified Mortar with High-Range Water-Reducing Agents

이윤수* 주명기**
Lee, Youn Su Joo, Myung Ki

ABSTRACT

The effects of high-range water-reducing agent (WRA) content and polymer-cement ratio on the strength properties of autoclaved SBR-modified mortars with WRA are examined. As a result, the flexural strength of the autoclaved SBR-modified mortars with WRAs tends to increase with increasing WRA content and polymer-cement ratio, and reaches a maximum at a WRA content of 2.0%. The compressive strength of the autoclaved SBR-modified mortars with WRAs is inclined to increase with increasing WRA content and polymer-cement ratio, and reaches a maximum at a WRA content of 2.0% and a polymer-cement ratio of 10%. From the test results, the addition of the WRAs is effective for improving strength properties of the autoclaved SBR-modified mortars.

1. 서론

시멘트 콘크리트의 고강도화를 피하기 위하여 시멘트 콘크리트에 고성능 감수제를 첨가하는 것에 의하여 단위수량을 저감시켜 강도를 개선하는 방법이 보급되고 있다. 한편, 프리캐스트 콘크리트제품의 제조에는 조기강도의 발현을 목적으로 오토클레이브양생이 채용되고 있다. 또한, 폴리머 시멘트 모르타르 및 콘크리트에 관해서도 프리캐스트 제품에서의 이용이 기대되어 필자들은 SBR혼입 폴리머 시멘트 모르타르에 오토클레이브양생을 적용하여 일반의 폴리머 시멘트 모르타르와 비교해서 우수한 성능을 가지는 것을 밝혔다¹⁾. 지금까지 고성능 감수제를 첨가한 폴리머 시멘트 모르타르에의 오토클레이브 양생의 적용에 관한 연구는 전혀 이루어지고 있지 않다. 따라서, 필자들은 단위 수량의 감소에 기초하여 고성능 감수제의 감수효과에 의한 강도 개선을 기대해서 오토클레이브양생 폴리머 시멘트 모르타르에 고성능 감수제를 첨가하여 그 강도개선에 대해 연구하였다.

본 연구에서는 고성능 감수제를 첨가한 오토클레이브양생 SBR 혼입 폴리머 시멘트 모르타르를 조제하여 고성능 감수제 첨가량 및 폴리머-시멘트비가 강도 성상에 미치는 영향에 대해서 검토하였다.

* 정회원, 주성대학 콘크리트 보수·보강재료 연구소 소장

** 정회원, 주성대학 콘크리트 보수·보강재료 연구소 선임연구원

2. 사용재료

2.1 시멘트

본 실험에서 사용된 시멘트는 보통 포틀랜드시멘트를 사용하였다.

2.2 잔골재

잔골재로서는 규사를 사용하였다. 사용한 규사의 성질은 표 2와 같다.

표 2 규사의 물리적 성질 및 화학조성

Specific gravity (g/cm ³)		Bulk density (kg/ℓ)		Clay content (%)		Organic impurities	
2.64		1.52		0.2		Nil	
Cumulative amount retained (%)							
Standard sieve size (μm)							
300		212		150		106	
0.1		50.0		95.7		99.5	
Chemical compositions (%)							
Ig. loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Total	
0.5	92.6	3.7	0.7	0.5	0.2	98.2	

2.3 시멘트 혼화용 폴리머 디스퍼션

시멘트 혼화용 폴리머 디스퍼션으로서는 JIS A 6203 (시멘트 혼화용 폴리머 디스퍼션 및 재유화형 분말수지)에 규정한 스티렌 부타디엔 고무 (SBR)라텍스를 사용하였다. 또한, 폴리머 디스퍼션의 전고형분에 대하여 실리콘 에멀션계 소포제 (유효 실리콘분, 30%)를 그 유효 고형분으로 0.7%(질량백분율)을 첨가하였다. 사용한 폴리머 디스퍼션의 성질은 표 3과 같다.

표 3 폴리머 디스퍼션의 성질

Type of polymer dispersion	Specific gravity (g/cm ³)	pH (20 °C)	Viscosity (20 °C, mPa · s)	Total solids (%)
SBR	1.02	9.4	64	44.7

2.4 고성능 감수제

고성능 감수제로서는 나프탈렌 슬루폰산계 고성능 감수제 (나프탈렌 슬루본산염계 포르말린 고축합 물염, 이하 WRA-1이라 함) 및 고축합 토리아진계 고성능 감수제 (고축합 토리아진계 화합물, 이하 WRA-2이라 함)를 사용하였다.

3. 시험 방법

3.1 공시체의 제작

KS F 2476 (시험실에서 폴리머 시멘트 모르타르를 만드는 방법)에 의하여 시멘트 : 잔골재 = 1:3 (질량비), 고성능 감수제 첨가율을 0, 1.0, 2.0, 3.0 및 5.0%, 폴리머-결합재비(P/B)를 0, 5, 10, 15 및 20%로 플로우값이 170 ± 5 로 일정 되도록 물-결합재비(W/B)를 조정하여 공시 모르타르를 비웠다. 공시 모르타르를 크기 $40 \times 40 \times 160\text{mm}$ 로 성형하여 오토클레이브 양생 {2d 습윤[20°C, 80% (RH)]+오토클레이브 (180°C, 1.01MPa, 7h 유지)}을 행하여 공시체를 제작하였다.

3.2 휨 및 압축강도 시험

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

4. 시험결과 및 고찰

4.1 휨강도

그림 1은 고성능 감수제를 첨가한 오토클레이브양생 SBR혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도와 고성능 감수제 첨가율 및 폴리머-시멘트비와의 관계를 나타낸 것이다. 고성능 감수제의 종류에 관계없이 고성능 감수제를 첨가한 오토클레이브양생 SBR 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도는 고성능 감수제 첨가율의 증가에 따라 증가하고 고성능 감수제 첨가율 2.0%에서 최대치를 보였다. 고성능 감수제 첨가율에 관계없이 그 휨강도는 폴리머-시멘트비의 증가에 따라 증가하는 경향을 나타냈다. 특히, 고성능 감수제 첨가율 2.0% 및 폴리머-시멘트비 20%의 SBR 혼입 폴리머 시멘트 모르타르는 보통 시멘트 모르타르의 2배 이상의 매우 높은 휨강도를 나타내었다. 이 같이 높은 휨강도의 발현은 폴리머의 혼입에 의한 시멘트 수화물과 골재간의 접착성 개선과 SBR 혼입 폴리머 시멘트 모르타르 중에 형성되는 폴리머 필름의 높은 인장강도 및 고성능 감수제의 첨가에 의한 물-시멘트비의 감소에 기인되는 것이라 생각된다.

본 연구에 한하여 오토클레이브양생 SBR혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도는 물-시멘트비와 폴리머-시멘트비를 이용해서 그림 2에 나타낸 바와 같은 실험식을 구할 수 있었다.

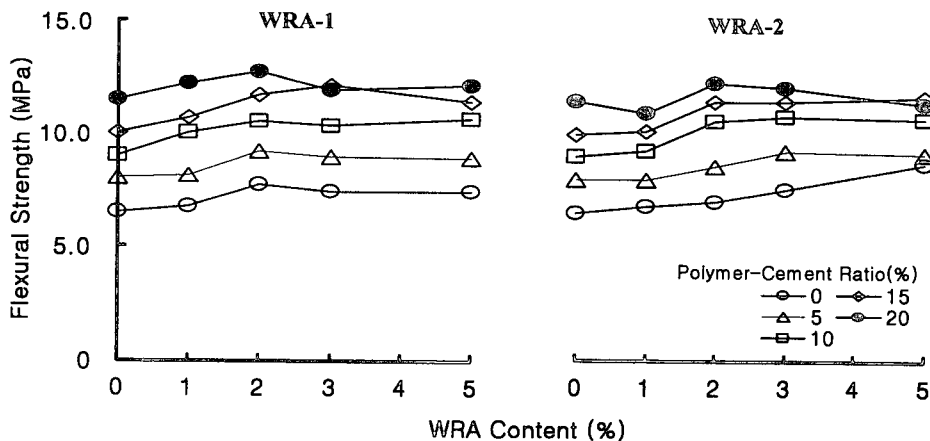


그림 1 폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도

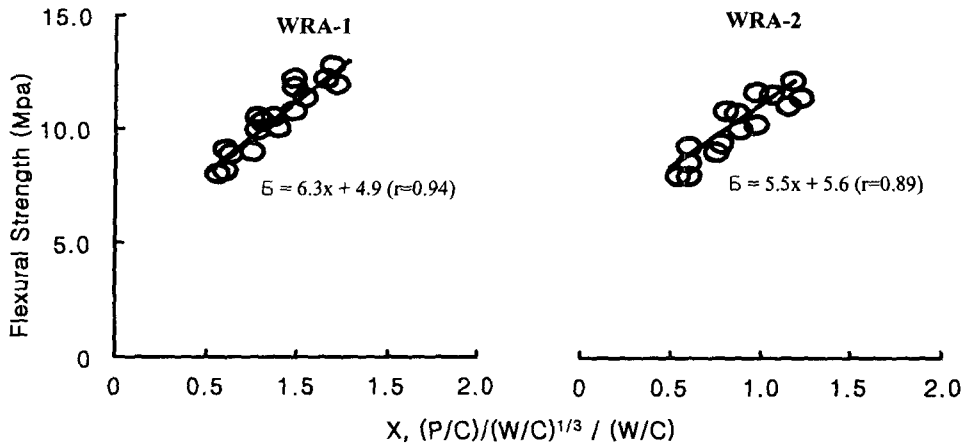


그림 2 폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도 실험식

4.2 압축강도

그림 3은 고성능 감수제를 첨가한 오토클레이브양생 SBR혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도와 고성능 감수제 첨가율 및 폴리머-시멘트비와의 관계를 나타낸 것이다. 고성능 감수제의 종류에 관계없이 고성능 감수제를 첨가한 오토클레이브양생 SBR 혼입 폴리머 시멘트 모르타르 및 보통 시멘트 모르타르의 압축강도는 고성능 감수제 첨가율의 증가에 따라 증가하고 고성능 감수제 첨가율 2.0%에서 최대치를 보였다. 특히, 본 연구에서 사용한 고성능 감수제중 WRA-1의 첨가에 의해 압축강도의 개선이 뚜렷하였다. 한편, 폴리머-시멘트비가 증가하면 그 압축강도도 증가하지만 휨강도의 경우와 달리 폴리머-시멘트비 10%에서 최대치에 달하는 경향을 보였다. 이것으로부터 고성능 감수제의 첨가는 오토클레이브양생 SBR 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도의 개선에 유효하다고 말할 수 있다. 상술한 바와 같이 고성능 감수제의 첨가에 의한 압축강도의 개선은 물-시멘트비가 감소하여 치밀한 시멘트 수화물 조직이 형성되기 때문이라 사료된다^{1, 2, 3)}.

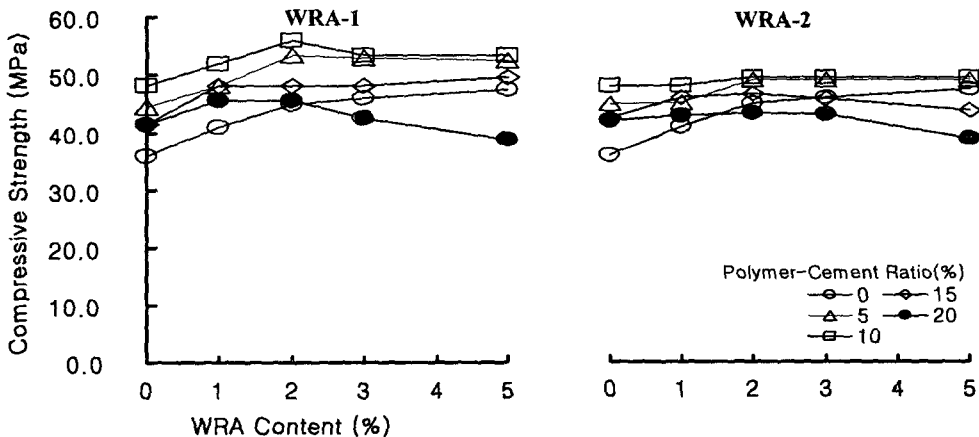


그림 3 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도

5. 결론

이상의 시험결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 고성능 감수제를 첨가한 오토클레이브양생 SBR 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도 및 압축강도는 고성능 감수제 첨가율의 증가에 따라 증가하고 고성능 감수제 첨가율 2.0%에서 최대치를 보였다. 또한, 고성능 감수제 첨가율에 관계없이 그 휨강도는 폴리머-시멘트비의 증가에 따라 증가하는 경향을 나타냈다. 특히, 고성능 감수제 첨가율 2.0% 및 폴리머-시멘트비 20%의 SBR 혼입 폴리머 시멘트 모르타르는 보통 시멘트 모르타르의 2배 이상의 매우 높은 휨강도를 나타내었다. 또한 연구에서 사용한 고성능 감수제중 WRA-1의 첨가에 의해 압축강도의 개선이 뚜렷하였다.
- 2) 이상의 시험결과로부터 고성능 감수제의 첨가는 오토클레이브양생 SBR 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도의 개선에 유효하다고 말할 수 있다. 또한, 본 연구에 한하여 오토클레이브양생 SBR 혼입 폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도는 물-시멘트비와 폴리머-시멘트비를 이용해서 실험식을 구할 수 있었고 이들 식으로 휨강도의 산정이 가능하였다.

참고 문헌

1. 加賀谷誠, 徳田弘, 川上學 : 高爐スラグ微粉末と高性能減水劑を併用したコンクリートの配合および壓縮強度, 第48回セメント技術大會講演集, pp. 386-391, 1994.
2. 大濱嘉彦, 出村克宣, 林志翔 : 超高強度モルタルの強度性狀に及ぼす調合要因及び養生條件の影響, セメント技術大會講演集, No. 44, pp. 674-679, 1990.
3. I. Ray, A. P. Gupta and M. Biswas : Effect of Latex and Superplasticiser on Portland Cement Mortar in th Hardened State, Cement & Concrete Composites, Vol. 17, No. 1, pp. 9-21 1995.