

프리팩트 폴리머 시멘트 콘크리트용 주입 폴리머 시멘트 모르타의 성질에 관한 연구

A Study on Basic Properties of Grouting Motars for Polymer-Modified preplaced Aggregate Concrete

○ 이 철 웅* 김 완 기** 조 영 국*** 소 양 섭***

Lee, Chol Woong, Kim, Wan Ki, Jo, Young Kug, Soh, Yang Seob

Abstract

Preplaced aggregate concrete in the building fields has recently been used in the partial repair works for damaged reinforced concrete structures, and polymer-modified mortars have been employed as grouting mortars for the preplaced aggregate concrete. The objective of this study is to clear the properties of polymer-modified grouting mortars. Polymer-modified mortars using a polystyrene acrylic(St/Ac) emulsion as grouting mortars for preplaced aggregate concrete are prepared with various mix proportions, and tested for flexural and compressive strengths, adhesion in tension. The flexural strength of emulsion-modified grouting mortars does not give much variation with increasing fly ash replacement for cement and sand-binder ratio. With increasing polymer-binder ratio, the flexural strength and adhesion in tension of St/Ac emulsion-modified grouting mortars increases, become nearly constant or reaches a maximum at a polymer-binder ratio of 5%. From the test results, St/Ac emulsion-modified grouting mortar with a polymer-binder ratio of 5%, a fly ash replacement of 10% for cement and a sand-binder ratio of 1.0 is recommended as a grouting mortar for preplaced aggregate concrete.

1. 서론

프리팩트 콘크리트 공사는 수중콘크리트공사 차폐용 중량콘크리트공사 지하구조물의 공사 등 주로 토목분야에서 많이 이용되어 왔다.¹⁾ 한편 건축분야에서는 주로 철근콘크리트 구조물의 단면보수공사 등에 이용되고 있으며 이 공법에 이용되는 주입모르타에 폴리머 시멘트 모르타를 사용하는 경우가 있다. 본 연구에서는 철근콘크리트 구조물의 보수에 이용되는 프리팩트 콘크리트용 주입 폴리머 시멘트 모르타의 성질을 파악하고 특히 유하시간과 블리딩율을 고려하여 폴리머의 혼입율, 잔골재 결합재비 및 플라이애쉬의 치환율이 굳지 않은 주입 폴리머 시멘트 모르타에 미치는 감수효과를 검토하였다.

* 전북대학교 산업기술대학원 건축공학과 석사과정

** 전북대학교 건축공학과 강사

*** 정희원 충남산업대학교 건축공학과 전임강사

**** 정희원 전북대학교 건축공학과 교수

2. 실험개요

2.1 사용재료

2.1.1 시멘트

본 실험에 사용한 시멘트는 국내산으로 보통포틀랜드 시멘트를 사용하였다.

2.1.2 골재

골재로서는 안면도산 규사와 주문진산 표준사를 1대1의 비율로 혼합하여 사용하였다

2.1.3 시멘트 혼화용 폴리머 디스퍼전

시멘트 혼화용 폴리머 디스퍼전으로는 스티렌·아크릴 에멀전을 사용하였다. 폴리머 디스퍼전의 성질은 표 2와 같다.

표 1 폴리머 디스퍼전의 성질

종류	비중	pH(20℃)	점도(25℃)	고형분(%)
St/Ac	1.04	9.02	130.38	50.13

2.1.4 소포제

시멘트에 폴리머를 혼입할시 연행되는 기포를 제어하기 위하여 수성 폴리머 디스퍼전에는 실리콘계 에멀전(고형분30%)을 폴리머 고형분의 중량에 대하여 0.7% 첨가 하였다.

2.1.5 혼화재료

2.1.5.1 플라이애쉬

플라이애쉬는 보령산의 플라이애쉬를 사용하였다. 즉 플라이애쉬의 성질을 표 1에 나타낸다.

표 2 플라이 애쉬의 물리적 및 화학적 성질

비중	분말도 (cm/g)	단위수량비 (%)	압축강도비 (%)	SiO ₂ (%)	강열감량 (%)	습분 (%)
2.22	3657	100	94	56.2	3.8	0.2

2.1.5.2 팽창제

팽창제로서는 금속 알루미늄분말을 사용하였다.

2.1.5.3 고성능감수제

고성능감수제로는 감수성 및 유동성을 증진시키기 위해 멜라민 설폰산염계를 사용하였다.

3. 실험방법

3.1 공시 주입모르터의 제조

표 3에 나타낸 배합의 주입모르터를 일본 토목학회 기준의 JSCE-F521[프리팩트 콘크리트의 주입모르터의 유동성 시험방법 (P 플로우 콘에 의한 방법)]에 준하여 그 유하시간이 고강도 프리팩트 콘크리트의 규정인 25~50초, 그 팽창율이 2~5%가 되도록 물 결합재비 및 팽창제 첨가율을 결정하여 혼합하였다.

3.2 유동성시험

JSCE-F521[프리팩트 콘크리트의 주입모르터의 유동성 시험방법 (P 플로우 콘에 의한 방법)]에 준하여 공시 주입모르터의 유하시간을 측정하였다.

표 3 프리팩트 콘크리트용 주입 폴리머 시멘트 모르타의 배합표

주입 모르타의 종류	폴리머-결합재비, P/B(%)	플라이애쉬 치환율, F/B	잔골재-결합재비, S/B	물 결합재비, W/B (%)	팽창제 첨가율 (%)	고성능감수제 첨가율(%)	팽창율 (%)	블리딩율 (%)
Unmodified-1	0	0	0.5	43.3	0.007	0.5	3.0	0.9
Unmodified-2		10		43.9			2.4	1.3
Unmodified-3		20		45.9			5.6	2.0
Unmodified-4		0	1.0	47.3			3.2	1.1
Unmodified-5		10		48.7			2.4	1.7
Unmodified-6		20		49.9			1.7	3.1
Unmodified-7		0	1.5	54.6			3.0	2.1
Unmodified-8		10		57.1			1.7	2.8
Unmodified-9		20		62.1			0.3	5.2
PAE-5-1	5	0	0.5	40.4	0.007	0.5	4.8	-
PAE-5-2		10		38.2			4.1	-
PAE-5-3		20		39.1			3.8	-
PAE-5-4		0	1.0	40.5			2.4	-
PAE-5-5		10		42.7			3.3	-
PAE-5-6		20		40.9			2.3	-
PAE-5-7		0	1.5	52.6			2.6	-
PAE-5-8		10		53.6			3.7	0.4
PAE-5-9		20		51.0			2.4	0.2
PAE-10-1	10	0	0.5	35.8	0.007	0.5	3.2	-
PAE-10-2		10		33.6			4.5	-
PAE-10-3		20		36.9			3.2	-
PAE-10-4		0	1.0	39.6			3.6	-
PAE-10-5		10		39.2			3.4	-
PAE-10-6		20		39.6			2.5	-
PAE-10-7		0	1.5	46.2			2.4	-
PAE-10-8		10		46.1			2.4	-
PAE-10-9		20		46.6			2.0	-

3.3 블리딩율 시험 및 팽창율 시험

주입 모르타의 블리딩율 및 팽창율 실험 방법은 KS F 2433(주입 모르타의 블리딩율 및 팽창율 시험 방법)에 준하여 공시 주입모르타의 블리딩율 및 팽창율 시험을 실시하였다.

3.4 압축강도 및 휨강도 시험

KS F 2426(주입모르타의 압축강도 시험방법)에 준하여 공시체의 압축강도 시험을 실시하였고, 휨강도 시험은 KS F 2433에 준하여 팽창율 측정후의 공시체의 휨강도 시험을 실시하였다.

3.4 부착강도 시험

피착체인 시멘트 모르타 위에 타설된 폴리머 시멘트 모르타가 소정의 양생기간이 경과하면 40×40×10mm로 자른 후, 강철제 인장용 지그로 접착하여 KS F 4716(시멘트계 바탕바름재)에 준하여 부착강도 시험을 실시하였다.

4. 실험 결과 및 고찰

그림 1 및 2는 주입 폴리머 시멘트 모르타의 물 결합재비와 플라이애쉬 치환율 및 잔골재 결합재비의 관계를 나타낸다. 플라이애쉬 치환율의 증가에 따라 유해시간을 25~50초로 일정하게 하였을 때의 주입 폴리머 시멘트 모르타의 물 결합재비의 변화는 크게 나타나지 않았다. 일반적으로 플라이애쉬는 구형의 미분말이기 때문에 시멘트의 일부를 양질의 플라이애쉬로 대체하는 것에 의해 소량의 컨시스턴스를 얻는데 필요한 단위수량이 작아지는 것으로 알려져 있다. 양질의 플라이애쉬로서는 강열감량이 3.0%이하인 것이 요구되나, 본 연구에 사용한 플라이애쉬는 강열감량이 3.8%로 그 조건을 만족시키지 못하고 있으며 감수효과에도 영향을 미치는 것으로 나타났다. 잔골재 결합재비의 증가에 따라 주입 폴

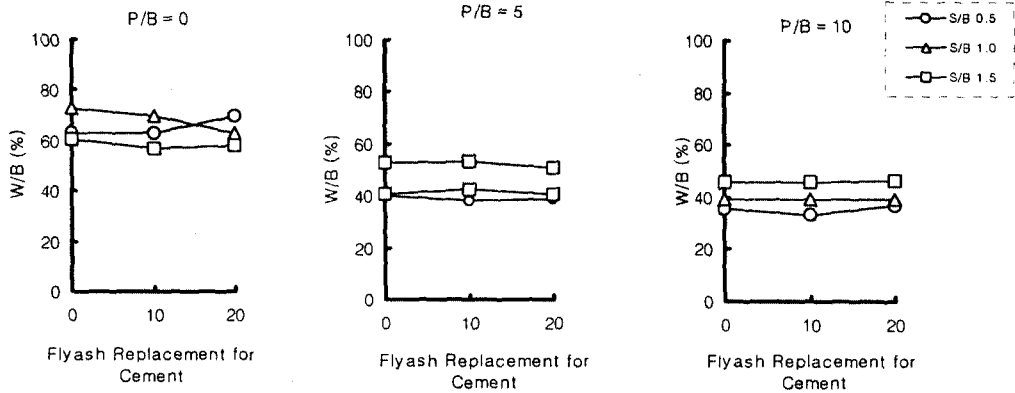


그림 1 물 결합재비와 플라이애쉬 치환율과 관계

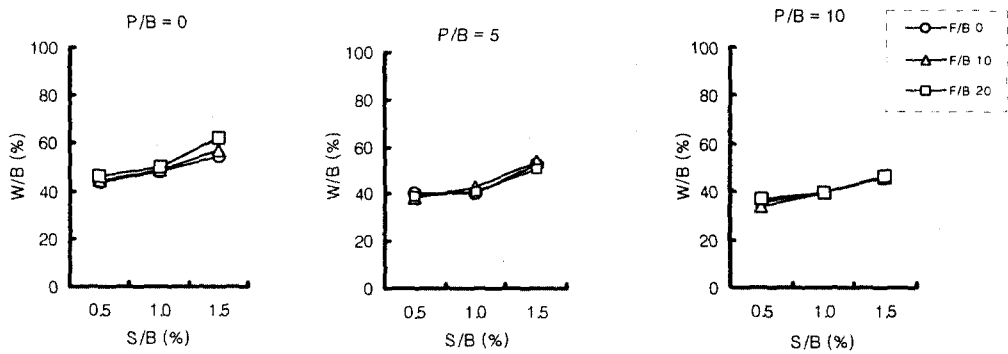


그림 2 물 결합재비와 잔골재 결합재비의 관계

리머 시멘트 모르타의 물 결합재비는 증가하는 경향에 있다. 한편 폴리머 결합재비의 증가에 따라 물 결합재비는 감소하며 감수효과가 상당히 크다.

그림 3 및 4는 주입 폴리머 시멘트 모르타의 압축강도 및 휨강도와 플라이애쉬 치환율 및 잔골재 결합재비의 관계를 나타낸다. 플라이애쉬 치환율 및 잔골재 결합재비의 증가에 따라 주입 폴리머 시멘트 모르타의 압축강도는 감소하는 경향을 보이고 있으며, 이 경향은 플라이애쉬의 치환율 증가에 따라 현저하다. 그러나 주입 폴리머 시멘트 모르타의 휨강도는 거의 일정한 값을 나타내고 있으며 폴리머 결합재비 5%일 때 잔골재 결합재비 1.0의 비율에서 그 크기는 작지만 최대값을 보인다.

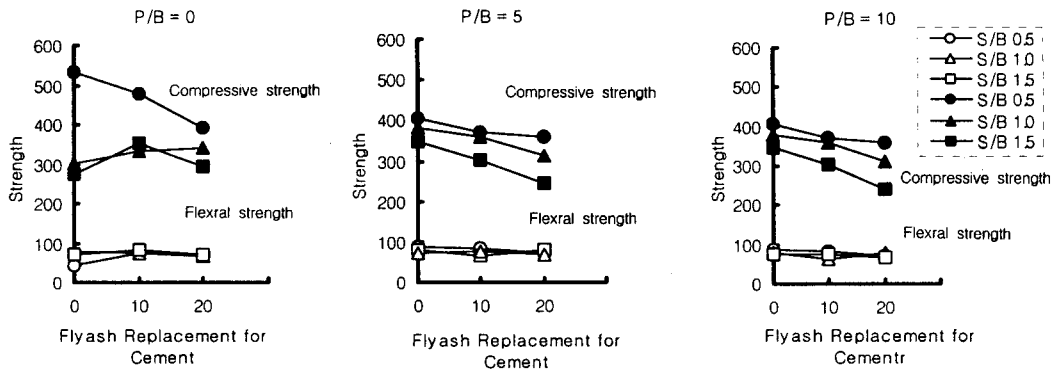


그림 3 압축강도 및 휨강도와 플라이애쉬 치환율의 관계

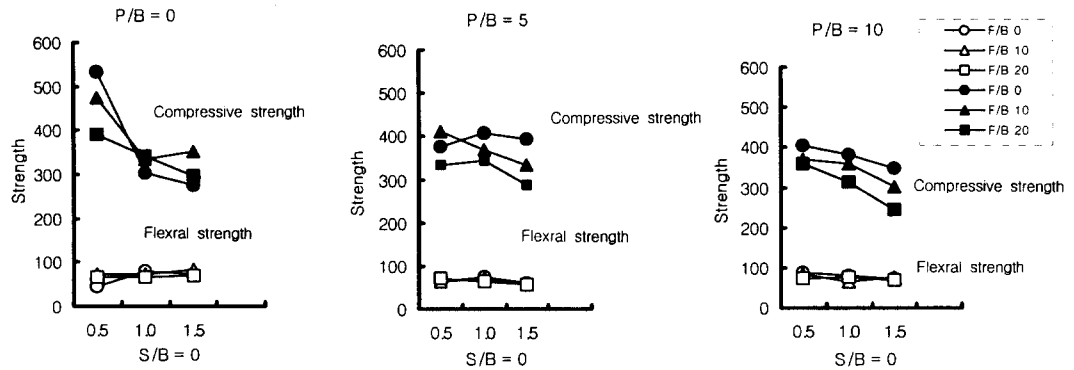


그림 4 압축강도 및 휨강도와 잔골재 결합재비의 관계

그림 5는 주입 폴리머 시멘트 모르타의 압축강도 및 휨강도와 폴리머 결합재비의 관계를 나타낸다. 폴리머 결합재비의 증가에 따라 주입 폴리머 시멘트 모르타의 휨강도는 증가하나 그 압축강도는 폴리

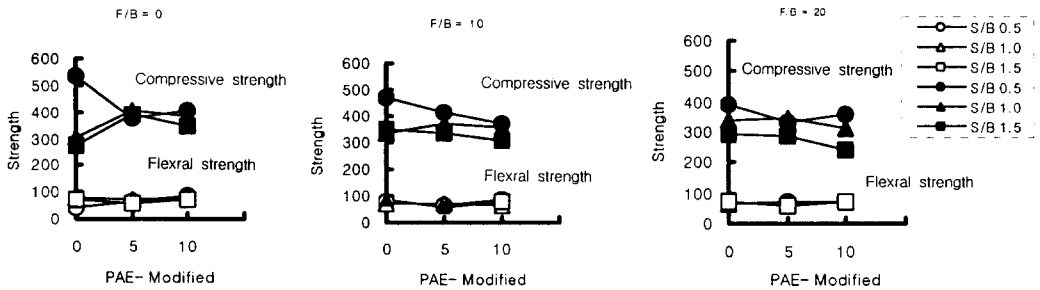


그림 5 압축강도 및 휨강도와 폴리머 결합재비의 관계

며 결합재비의 증가에 따라 감소하는 경향에 있다. 폴리머의 혼입에 의한 휨강도의 증대는 주입 폴리머 시멘트 모르타 내부에 형성된 폴리머 필름에 기인하는 것이고²⁾ 압축강도의 저하는 폴리머 필름의 강성이 다른 재료와 비교하여 작은 것에 기인하리라 생각된다. 폴리머 결합재비10%, 잔골재 결합재비 1.5, 플라이애쉬 치환율 20%일 경우를 제외하면, 재령 28일에서 주입 폴리머 시멘트 모르타의 압축강도는 300kgf/cm² 이상을 발현한다.

그림 6은 주입 폴리머 시멘트 모르타의 부착강도와 플라이애쉬 치환율 및 폴리머 결합재비의 관계를 나타낸다. 일반적으로 플라이애쉬 치환율의 증가에 따라 주입 폴리머 시멘트 모르타의 부착강도는 증가하는 경향을 보인다. 또한 플라이애쉬 치환율에 관계없이 폴리머 결합재비의 증가와 함께 그 압축강도는 증가하거나 또는 폴리머 결합재비 5%에서 최대값을 나타낸다.

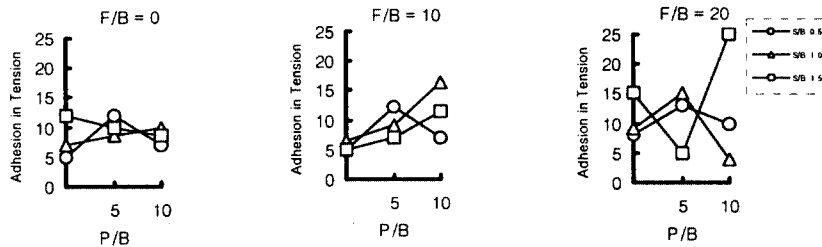


그림 6 부착강도와 폴리머 결합재비의 관계

5. 결론

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 플라이애쉬의 치환율의 증가에 따라 유하시간을 25~50초로 일정하게 하였을 때의 주입 폴리머 시멘트 모르타의 물 결합재비는 거의 동일하며 감수효과는 플라이애쉬보다 폴리머 디스퍼전의 사용에 의해 크게 나타났다.
- 2) 플라이애쉬 치환율 및 잔골재 결합재비의 증가와 함께 주입 폴리머 시멘트 모르타의 휨강도는 약간 감소하고, 폴리머 결합재비의 증가에 따라 주입 폴리머 시멘트 모르타의 휨강도는 증대하며 그 압축강도는 감소한다.
- 3) 일반적으로 플라이애쉬 치환율 및 폴리머 결합재비의 증가에 따라 주입 폴리머 시멘트 모르타의 부착강도는 증가하는 경향을 보인다.
- 4) 시공장소에 따라 주입 폴리머 시멘트 모르타의 성질이 우수한 조합을 변화시키는 것에 의해 각종의 고성능을 갖는 프리팩트 폴리머 시멘트 콘크리트의 제조가 가능하다.

참고문헌

- 1) ACI Committee 304. (1991) Guide for the Use of Preplaced Aggregate Concrete for Structural and Mass Concrete Applications, ACI Materials Journal, November-December 1991, Vol.88, No.6, pp.650-668.
- 2) Ohama, Y., Demura, K., and Kim, W., "Properties of Polymer-Modified Mortars Using Redispersible Polymer Powders", Proceedings of the First East Asia Symposium on Polymers in Concrete, Kangwon National University, Chuncheon, Korea, May 1994, pp.81-90.