

# 온도에 따른 콘크리트 구조체 단면 보수용 폴리머 모르타르의 기초적 연구

## Fundamental Study of Polymer-modified Cement Mortar for Maintenance in Concrete Structure According to Ambient Temperature

서 정 필\*      김 재 원\*      이 정 구\*      최 훈 국\*      강 철\*\*      김 진 만\*\*\*  
 Seo, Jung Pil      Kim, Jae Won      Lee, Jung Koo      Choi, Hun Gug      Kang, Cheol      Kim, Jin Man

### Abstract

Nowadays, polymer-cement mortars are widely used in construction field(floerings and pavements, water-proofings, adhesives, repair materials, deck coverings, anti-corrosive linings) Because of excellent performance such as high tensile and flexural strength, waterproofness, excellent adhesion, good durability, improved wear and chemical resistances.

This article presents the results of experimental study that investigates the effect of ambient temperature on the strength properties of polymer-modified cement mortar. Results show that when increasing the polymer proportion in mortar on different ambient temperature, the compressive strength and flexural strength are decreased, and also alkali resistance is decreased.

키 워 드 : 구조물 보수, 폴리머, 플로우, 압축강도, 휨강도, 내알칼리성

Keywords : Maintenance in Structure, Polymer, Compressive Strength, Flexural Strength, Flow, Alkali Resistance

### 1. 서 론

콘크리트 구조물은 염해, 탄산화, 동해 또는 산 등에 의한 화학작용으로 부식, 마모 등의 손상을 입을 수 있다. 특히, 해양 구조물이나 지중 구조물 등의 기초에 적용할 경우 강판 부식 및 철근콘크리트의 손상이 심각하다. 이러한 이유로 성능이 저하된 콘크리트 구조물을 보수하기 위한 재료로 역학적 성질 및 화학적 저항성이 우수한 콘크리트·폴리머 복합체가 포장재, 바닥재, 방수재, 접착재, 보수재, 방식재 및 마감재 등의 건설분야에 폭넓게 이용되고 있다. 콘크리트 단면 복구용으로 사용되는 재료로는 폴리머시멘트 모르타르와 에폭시수지 모르타르가 있으며 에폭시수지 모르타르는 주변 환경온도에 크게 영향을 받아 국내에서 일반적으로 사용되고 있는 것이 폴리머시멘트 모르타르이다.

현재 보수용으로 시판되고 있는 것으로는 폴리머시멘트모르타르와 폴리머모르타르의 2종류가 있으며, 기타 현장에서 제작하여 사용되는 모르타르 및 콘크리트의 종류도 실제로는 매우 많을 것으로 추정된다. 이렇게 널리 사용되고 있는 폴리머시멘트모르타르는 일정한 비율로 제조된 재료를 현장에서 비빔하여 사용하는데, 주변 환경 및 온도 조건에 따라 폴리머사용량을 변화시켜 사용한다. 폴리머사용량이 변화함에 따라 성능은

\* 공주대학교 대학원 석사과정, 정회원  
 \*\* 공주대학교 대학원 석사과정, 정회원  
 \*\*\* 공주대학교 건축공학과 교수 공학박사, 정회원

우수해지더라도 경제성이 떨어지며, 품질관리가 되지 않는 문제점이 발생하고 있다. 이에 본 연구에서는 현장온도조건을 고려 주변온도를 10, 20, 30℃로 하여 콘크리트 구조체 단면보수용 폴리머 모르타르의 압축강도 및 휨강도에 대한 기초적 실험을 실시하였다.

### 2. 실험 계획 및 방법

#### 2.1 실험 계획

표 1. 실험계획

Factors		B* / A**(%)	Ambient Temperature (℃)
Levels		16, 17, 18, 19, 20	10, 20, 30
Test Items	Fresh Concrete	- Flow - Air Content	
	Hardened Concrete	- Compressive Strength - Flexural Strength - Alkali Resistance	

\*Polymer emulsion \*\*Admixtures(Powders)

실험계획은 표 1과 같이 실험인자로 폴리머량과 온도조건에 대하여 검토하였으며, 실험수준은 폴리머량을 중량배합비로 16, 17, 18, 19, 20% 총 5수준, 대기온도는 계절별 온도를 고려하여 10, 20, 30℃의 3수준으로 검토하였다. 굳지 않은 콘크리트의 성상은 플로우와 공기량측정을 하였으며, 경화 콘크리트

의 성상은 압축강도, 휨강도, 내알칼리성실험을 실시하였다. 실험에 사용된 배합은 표 2와 같다.

표 2 실험배합

Mix ID	Volume(ℓ)		Weight(kg)		Total Volume(ℓ)
	A*	B**	A	B	
P16	658	342	2027.7	342	1000
P17	652	348	2053.8	348	1000
P18	638	362	2009.7	362	1000
P19	626	374	1981.9	374	1000
P20	614	386	1934.1	386	1000

\*Admixtures(Powders) \*\*Polymer emulsion

### 3.2 실험 방법

#### 3.2.1 사용 재료

본 실험에서 사용된 재료는 현재 국내에서 시판되고 있는 R사의 콘크리트 구조체 단면 보수용 폴리머 모르타르로 분체(이후 A제로 표기)는 슬래그, 시멘트, 혼화제, 특수첨가제가 혼합된 것을 사용하였으며, 액체 폴리머(이후 B제로 표기)는 코어셀 공중합 아크릴 폴리머 에멀전을 사용하였다.

#### 3.2.2 혼합 방법

본 실험에 사용된 혼합방법은 KS F 2476 「폴리머 시멘트 모르타르의 시험 방법」에 준하여 그림 1과 같이 A제를 2분간 건비빔한 후 B제를 첨가하여 1분간 혼합하였다. 그 후 약 30초 동안 방치한 뒤 2분간 고속으로 혼합하였다. 혼합 시 주변 대기 온도는 10, 20, 30℃로 유지하였다.

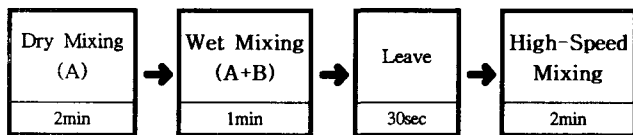


그림 1. 혼합방법

#### 3.2.3 공시체의 성형 및 양생 방법

공시체는 KS F 2476 「폴리머 시멘트 모르타르의 시험 방법」에 따라 JIS 몰드(40×40×160mm)로 제작하였으며, 주변온도 10, 20, 30±2℃에서 48시간 후 탈형하여, 5일간 수중양생을 실시하고, 21일 동안 기건양생을 실시하였다.

#### 3.2.4 측정 방법

굳지 않은 성상으로 플로우와 공기량을 측정하였으며, KS F 4042 「콘크리트 구조물 보수용 폴리머 시멘트 모르타르」에 준하여 실시하였다. 경화 성상으로 압축, 휨강도는 KS F 4042 「콘크리트 구조물 보수용 폴리머 시멘트 모르타르」에 준하여 7일, 28일에 대한 강도를 측정하였다.

내알칼리성 강도시험은 KS F 4042 「콘크리트 구조물 보수용 폴리머 시멘트 모르타르」에 준하여 시험체를 포화 수산화칼슘 용액(50±2℃)에서 28일 동안 담근 후 젖은 형검으로 짜서 상온으로 냉각시킨 후 압축 강도를 측정하였다.

## 4. 결과 및 고찰

### 4.1 플로우 및 공기량

A제와 B제의 배합비율 변화에 따른 모르타르의 플로우는 그림 2와 같이 10, 20, 30℃ 거의 유사한 값을 나타냈으며, P18에서 가장 작은 값을 P20에서 가장 큰 값을 나타냈다. 이로써 주변온도 10℃에서 30℃사이의 온도는 폴리머모르타르의 유동성에 대한 영향이 미미함을 알 수 있었다. 공기량은 A제에 대한 B제의 배합비율이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타냈다. 이는 증가된 폴리머수지와 물이 시멘트와 결합하여 더 많은 공극을 채움으로써 공기량이 작아지는 것으로 사료된다.

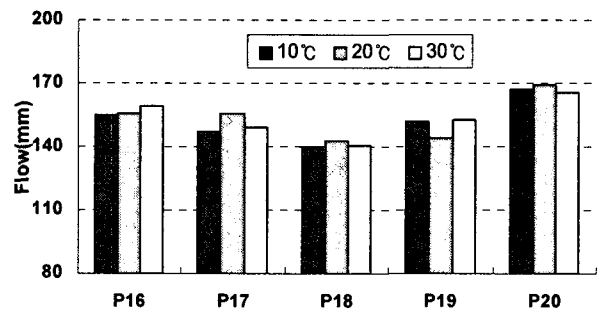


그림 2. 폴리머비율과 대기온도에 따른 플로우

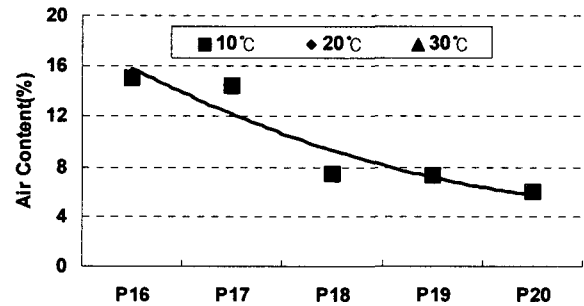


그림 3. 폴리머비율과 대기온도에 따른 공기량

### 4.2 압축강도

그림 4는 폴리머의 양과 온도조건에 따른 7, 28일 압축강도를 나타낸 것이다.

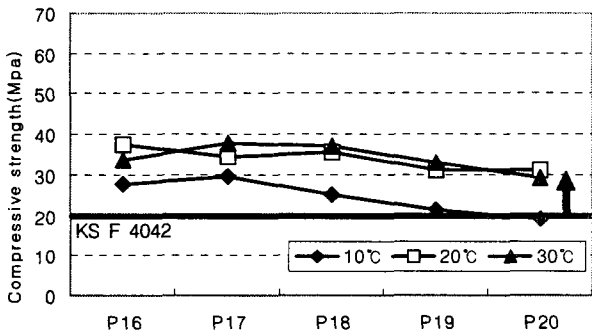
그림 4의 (a) 7일 압축강도는 주변온도가 10℃일 경우 A제에 대한 B제의 비율이 증가함에 따라 강도가 저하하는 현상을 볼 수 있으며 특히 P20은 KS F 4042 「콘크리트 구조물 보수용 폴리머 시멘트 모르타르」에 규정된 품질기준을 만족하지 못했다. 20℃일 경우도 B제의 비율이 증가함에 따라 강도가 소폭 저하하는 것을 알 수 있으며, 30℃일 경우는 A제에 대한 B제의 비가 증가함에 따라 강도가 소폭 증가했다가 점차 감소하는 것을 알 수 있다.

그림 4의 (b) 28일 압축강도에서 모든 시험체가 KS F 4042 「콘크리트 구조물 보수용 폴리머 시멘트 모르타르」에서 제시한 기준을 모두 만족하는 것으로 나타났다. 주변온도가 10℃일 때는 B제의 첨가율이 증가함에 따라 강도가 67MPa에서 53MPa로 약20%감소하였으며, 20℃의 경우 P16에서 P18까지는 63

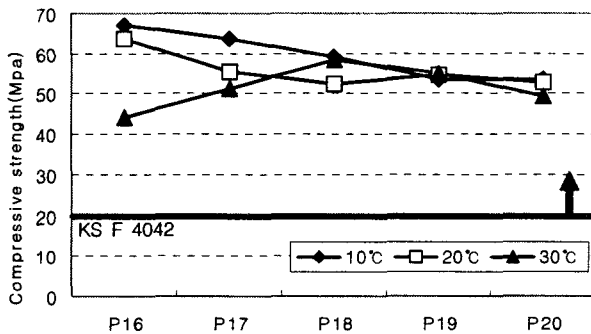
MPa에서 52MPa로 10℃일 때와 비슷한 강도저하경향을 보이거나 P18에서 P20까지는 거의 유사한 강도를 나타냈다. 주변온도가 30℃일 때는 P16에서 P18까지는 압축강도가 44MPa에서 58MPa로 상승하나 이후 감소했다.

A제에 대한 B제의 비율이 증가와 주변온도의 관계가 압축 강도에 미치는 영향은 10, 20℃일 때 폴리머-시멘트비가 증가함에 따라 강도가 저하됨을 알 수 있었고, 30℃일 때는 B제의 비율이 증가함에 따라 일정수준까지 강도가 증가하다 B제의 비율이 일정수준이상이 되면 강도감소 경향을 나타냈다.

이는 10, 20℃에서는 B제에 포함된 폴리머가 강도 발현을 하기위한 온도조건을 만족하지 못해 강도에 영향을 미치지 못하고, B제를 첨가함에 따라 포함된 물이 증가하여 물-시멘트비가 상승하여 그래프와 같이 강도 저하현상을 나타내는 것으로 사료된다. 30℃의 경우는 P18까지 폴리머가 강도발현을 하기위한 온도 조건을 만족해 강도가 증가하나, 일정 수준을 초과하면 폴리머의 영향은 줄어들고 물-시멘트비에 의한 영향으로 강도가 낮아지는 것으로 사료된다.



(a) 7일 압축강도



(b) 28일 압축강도

그림 4. 폴리머비율과 대기온도에 따른 압축강도

### 4.3 휨강도

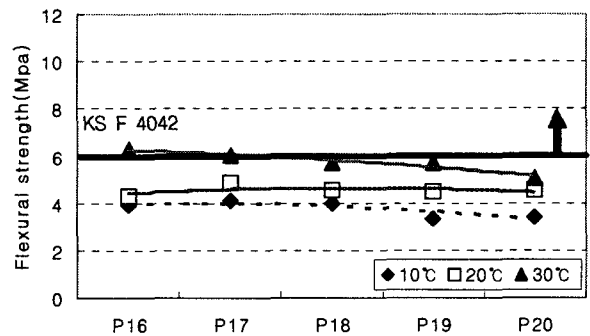
그림 5는 폴리머의 양과 온도조건에 따른 7, 28일 휨강도를 나타낸 것이다.

그림 5의 (a) 7일 휨강도는 주변온도가 30℃일 때 P16, P17을 제외하고 모두 KS F 4042 「콘크리트 구조물 보수용 폴리머 시멘트 모르타르」에서 제시한 기준을 만족하지 못했으며, 주변온도 10, 20, 30℃모두 B제의 비율이 증가함에 따라 전반적으로 강도가 소폭감소하며, 온도가 높을수록 휨강도가 높게 나

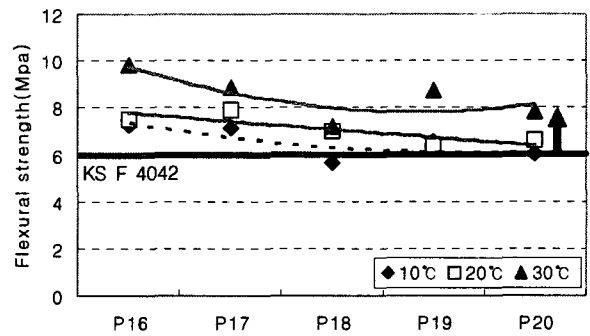
타났다.

그림 5의 (b) 28일 휨강도에서 보면 주변온도 10℃ P18을 제외하고 모두 KS F 4042 「콘크리트 구조물 보수용 폴리머 시멘트 모르타르」에서 제시한 기준을 만족하는 것으로 나타났으며, 주변온도가 10℃일 때는 B제의 비율이 증가함에 따라 약 7MPa에서 6MPa로 소폭 저하하며 P18에서의 강도저하가 심하게 나타났다. 20℃일 때도 약 8MPa에서 6MPa로 강도가 소폭 저하했다. 30℃일 때는 10℃일 때와 거의 유사한 경향을 나타냈다.

B제의 비율변화와 주변온도의 관계가 휨강도에 미치는 영향은 B제 비율이 증가함에 따라 강도가 소폭 저하하고 온도가 높을수록 휨강도가 높게 나타났다. P18이 기준을 만족하지 못하여 시공경제성과 성능을 고려할 때 기준배합인 P17이 적절하다고 판단된다.



(a) 7일 휨강도



(b) 28일 휨강도

그림 5. 폴리머비율과 대기온도에 따른 휨강도

### 4.4 내알칼리성

그림 6은 폴리머의 양과 온도조건에 따른 내알칼리성 압축 강도를 나타낸 것이다. 알칼리의 침해를 받지 않은 압축강도와 비교하여 강도는 약 5~15MPa감소하나 모든 시험체가 KS F 4042 「콘크리트 구조물 보수용 폴리머 시멘트 모르타르」에서 제시한 품질기준을 만족했다. 대기온도 10℃에서는 P17보다 P18이 내알칼리성이 높게 나타나나 주된 경향은 B제의 비율이 증가함에 따라 55MPa에서 36MPa로 저하했다. 20℃도 또한 B제의 비율이 증가함에 따라 57MPa에서 44MPa로 저하됐다. 30℃에서는 P16부터 P18까지 32MPa에서 46MPa로 내알칼리성이 향상되나 P18이후 감소하는 경향이 나타나는데 이는 앞서 측정한 압축강도와 유사한 경향을 보이고 있다.

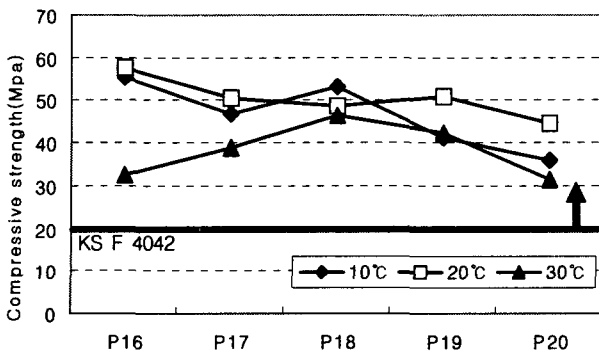


그림 6 폴리머비율과 대기온도에 따른 알칼리저항성

## 5. 결론

시험을 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다. 플로우는 폴리머의 비율증가와 관계없이 일정하게 나타났다. 공기량은 폴리머 비율이 증가함에 따라 소폭 저하하는 것으로 나타났다. 압축강도는 7일, 28일 모두 KS F 4042 「콘크리트 구조물 보수용 폴리머 시멘트 모르타르」에서 제시한 품질기준을 만족했다. 따라서 기존현장 배합과 대기온도를 고려해 B제를 1%줄이거나 1, 2, 3%늘인 배합 모두 사용 가능할 것으로 판단된다. 압축강도발현은 10, 20°C에서는 물-시멘트비 30°C에서는 폴리머의 영향이 지배적임을 알 수 있었다. 휨강도는 폴리머의 비율이 증가함에 따라 소폭 감소하며 주변온도가 높을수록 높게 나타났다. P18을 제외하고 모두 KS F 4042 「콘크리트 구조물 보수용 폴리머 시멘트 모르타르」에서 제시한 기준을 만족하는 것으로 나타나 시공경제성과 성능을 고려할 때 기준배합인 P17이 적절하다고 판단된다. 내알칼리성은 모든 시험체가 KS F 4042 「콘크리트 구조물 보수용 폴리머 시멘트 모르타르」에서 제시한 품질기준을 만족하였다.

## 감사의 글

본 연구는 (주)리폼시스템의 지원하에 공주대학교 RIC / NMR과 공동으로 수행된 연구의 일환이며, 이 연구에 참여한 연구자(의 일부)는 「2단계 BK21 사업」의 지원을 받았으며 이에 관계 기관에 감사의 말씀을 올립니다.

## 참고 문헌

1. 황의환, "폴리머-시멘트 모르타르의 특성과 활용", 한국콘크리트학회 연구소위원회 발표집 폴리머 콘크리트, pp.43-60, 2000.
2. 송형수, 이진용, 민창식, "폴리머가 보수용 모르타르에 미치는 영향에 관한 연구", 한국콘크리트학회 2004년도 봄 학술발표회 논문집, Vol. 16, No. 1, pp180-183, 2004.
3. 황의환, 최재진, 김진만, "재생잔골재를 사용한 폴리머 시멘트 모르타르의 물성", 한국콘크리트학회 2005년도 가을 학술발표회 논문집, Vol. 17, No. 2, pp793-797, 2005.
4. 황의환, 황택성, 김진만, "폐인조 대리석분을 재활용한 SBR 및 PAE 폴리머 시멘트 모르타르의 물성", 한국콘크리트학회 전문위원회 연구발표집, pp191-195, 2005.
5. Joo, M. K. ; Lee, Y. S. ; Yeon, K. S. "Effect of slag content and polymer-binder ratio on properties of combined wet/dry-cured polymer-modified mortars", The 11th Int .Cong. on Polymers in Concrete, Berlin, Germany, pp99-105, 2004, 6