

폴리머가 보수용 모르타르에 미치는 영향에 관한 연구

A Study on the Effects of Polymer in Repairing Mortar

송형수* 이진용** 민창식***
Song, Hyung Soo Lee, Chin Yong Min, Chang Shik

ABSTRACT

In general, the polymer is mainly used with the cement mortar with various admixtures for concrete repair. The properties of cement-polymer mortar was studied by the cement-polymer ratio only and ignored any influence of admixtures in the mortar. Therefore in this study, the test is carried out with 2 product of polymers(the same type produced by different companies) and various admixtures. It is found that the same type of polymers produced by different companies affect the properties of fresh and hardened concrete. As increasing the polymer proportion in mortar, the compressive strength and flexural strength are increased, and also drying shrinkages is increased.

1. 서론

최근 들어, 열화된 콘크리트 구조물을 보수하기 위해 사용되는 보수재료에 폴리머가 성능향상을 위한 가장 적합한 혼화재료 중에 하나로 사용되고 있다. 이러한 폴리머는 현재 현장에서 주로 적용되고 있는 방식이 프리믹스 타입의 보수용 폴리머 시멘트 모르타르이다. 프리믹스 타입의 폴리머 시멘트 모르타르에는 폴리머 이외에도, 보수 성능을 향상시키기 위한 각종 혼화재료가 첨가되어 있다. 그러나, 기존의 연구들은 혼화재료들을 첨가하지 않은 모르타르(콘크리트)에 대한 연구가 주로 진행되었으며, 각종 혼화재료들이 첨가되어 있는 모르타르에 폴리머가 미치는 영향에 대한 고려를 하지 않고 있다. 그러므로, 현재 프리믹스 타입의 보수용 폴리머 시멘트 모르타르 제품들은 주로 실무자들의 경험적인 배합 또는 환경조건과 혼화재료의 여건이 다른 외국의 배합들을 그대로 적용하고 있는 실정이다. 이러한 문제를 해결하고자 본 연구에서는 프리믹스 타입의 보수용 폴리머 시멘트 모르타르에 사용되는 혼화재료들이 미치는 영향을 분석하였다.

2. 실험

본 연구에서 사용된 재료는 1종 보통 포틀랜드 시멘트와 골재는 규사(sizes : 0.21~0.60mm), 폴리머는 파우더계인 EVA(Ethylene Vinyl Acetate)를 사용하였다. 여기에 보수성능과 시공성능을 향상시키기 위해서 별도의 혼화재료인 팽창재, 속경재, 석고를 첨가하였다. 한편, 같은 종류의 폴리머(EVA계)가

* 정희원, 동국대학교 토목환경공학과 석사과정

** 정희원, (주)케어콘 사장

*** 정희원, 동국대학교 토목환경공학과 교수

제품에 따라 미치는 영향을 하나의 변수로 두어 연구를 수행하였고, 이 두 종류의 폴리머의 물리적 성질은 Table 1과 같다.

Table 1. 폴리머의 물리적 성질

Type	Polymer based	Appearance	Ash content	Apparent density
E	EVA	White Powder	10.5±1.5 %	510±50 g/ℓ
W	EVA	White Powder	10±2 %	490±50 g/ℓ

본 연구에서는 각종 혼화재료들이 첨가되어 있는 보수용 모르타르에 폴리머가 미치는 영향을 분석하기 위하여 배합량에 따른 모르타르의 굳기 전 및 역학적 특성 실험을 수행하였고, 시료의 혼합은 KS L 5109의 규정에 따라 제작하였다. 폴리머가 보수용 모르타르에 미치는 영향을 분석하기 위하여 폴리머를 0, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 2.0, 3.0%을 배합하여, 모르타르의 굳기 전 및 역학적 특성 실험을 위한 공시체들을 각각 제작하였다.

보수용 모르타르의 굳기 전 특성에 대한 특성 실험 중 작업성에 대한 평가는 플로우 측정(KS L 5105)과 경화시간에 대한 평가를 위하여 응결시간(KS F 2436) 시험을 수행하였다. 역학적 특성에 대한 평가는 압축강도(KS L 5105), 휨 강도(KS F 2408), 부착강도(KS F 4716) 실험과 보수재료의 치수 안정성에 대한 평가로는 길이변화(KS F 2424) 시험을 수행하였다.

Table 2. 폴리머량의 변화에 따른 프리믹스 타입의 보수용 모르타르 배합비 (unit:%)

Cement	Polymer		Sand	Expansive additive	Accelerator	Gypsum	Plasticizer
	E Type	W Type					
35.4	0		58.5	3.0	1.5	1.5	0.1
35.0	0.4						
34.8	0.6						
34.6	0.8						
34.4	1.0						
33.4	2.0	-					
32.4	3.0	-					

※ Cement-Polymer의 총 중량은 중량비로 전체 모르타르의 35.4%를 유지하였다.

3. 실험결과 및 고찰

황의환 등¹⁾이 보고에서와 같이 Fig. 1의 실험결과에서는 보수용 모르타르에 폴리머를 첨가시 작업성은 배합비율이 높아질수록 유동성이 고분자 폴리머에 첨가되어 있는 계면활성제의 분산효과와 고분자 입자의 불베어링 효과 및 연행된 공기 때문에 향상되는 것으로 나타났다. 본 연구에서의 Fig. 1에 의하면 폴리머가 응결시간에 미치는 영향은 배합비율이 높아질수록 짧아지는 영향이 있었지만, 오히려 배합비율이 2%가 넘게 되면 응결지연이 일어났다. 이러한 현상은 ACI-548²⁾에서 다룬바와 같이 시멘

트가 수화시 폴리머는 함께 반응하지 않고, 공극 사이에 막을 형성하여 과다 사용하게 되면 오히려 수화반응을 저해시키는 형상으로 이해 할 수 있다.

같은 종류의 제조사가 다른 폴리머가 모르타르에 미치는 영향에 대해서는 Fig. 2와 같이 두 종류의 폴리머가 배합된 모르타르의 휨 강도와 부착강도의 경향은 유사하게 나타났다. 그러나, W사 제품의 폴리머가 배합량에 따라 E사 폴리머를 배합한 모르타르 보다 부착강도 발현이 현저하게 증가하는 것을 볼 수 있었다.

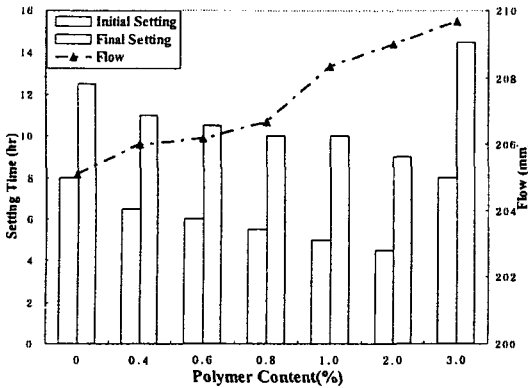


Fig. 1 폴리머가 모르타르의 굳기 전 특성에 미치는 영향

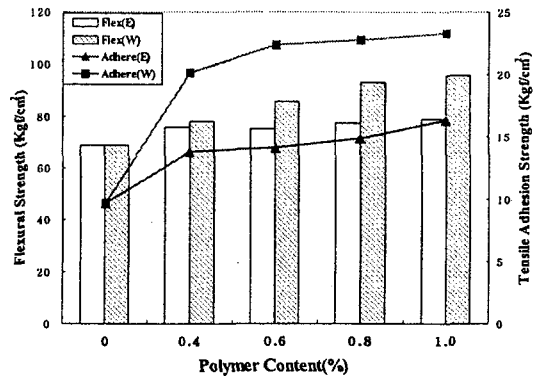


Fig. 2 폴리머의 종류별 휨, 부착강도에 미치는 영향

조기 압축강도에 미치는 영향에 대해서는 폴리머를 1.0% 배합한 경우에 3일 강도가 18.8% 증가하였고, 7일 강도는 5.4% 증가하였다. 폴리머의 배합비율이 0.4~1.0% 늘어날 때 압축강도에 대한 영향이 크지 않았으나, 2.0%이상 배합부터 급격히 강도저하가 일어나는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 Chandra & Ohama³⁾의 보고와 같이 과대하게 사용된 폴리머가 모르타르의 수화반응을 지연시키고, 과대한 팽창을 유도하여 압축강도를 저감시키는 현상이라고 판단된다. 한편, 두 회사의 폴리머가 압축강도 경향이 배합비율에 따라 유사한 것으로 나타났고, W사 제품의 폴리머가 28일 강도가 43.7% 증가하여 압축강도 발현이 우수한 것으로 나타났다.

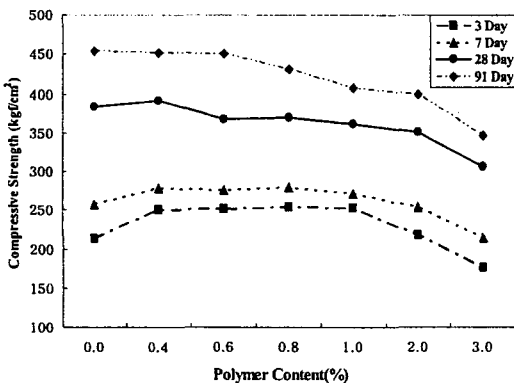


Fig. 3 폴리머가 모르타르의 압축강도에 미치는 영향

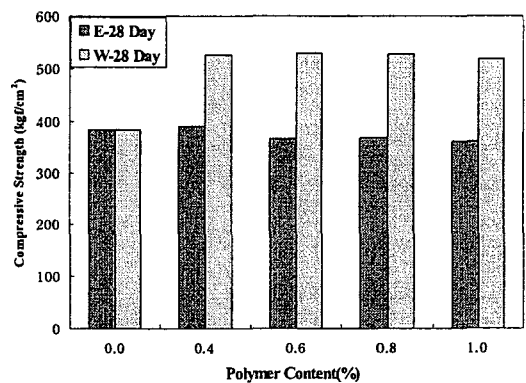


Fig. 4 폴리머의 제품별 압축강도에 미치는 영향

폴리머는 시멘트와 반응시 모르타르를 팽창시키는 특성을 갖고 있으며, 이러한 모르타르의 팽창량은 폴리머의 종류와 폴리머-시멘트 비에 따라 좌우하게 된다.³⁾ 그러므로, Fig. 5, 6에서와 같이 본 연구의 실험결과는 폴리머의 배합비율이 증가할수록 수중 양생시 팽창이 크게 일어났다. 팽창한 모르타르는 공기중 양생기간 동안에 배합비율이 증가할수록 건조수축도 크게 일어나는 것으로 나타났다. 초기의 팽창량이 폴리머의 배합비율이 증가할수록 건조수축량 보다 크게 나타나므로, 모르타르가 팽창 전부터의 길이변화를 분석하면, 건조수축은 증가하지만, 오히려 체적감소는 줄어드는 것으로 나타났다. 한편, W사 폴리머는 E사 폴리머보다 초기 수화시 팽창량이 크고, 이후 길이변화도 큰 것으로 나타났다.

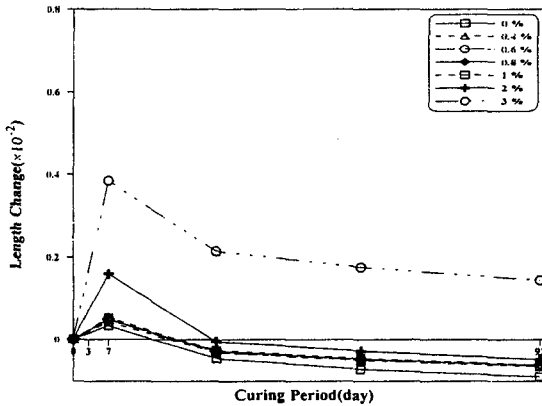


Fig. 5 폴리머(E사 제품)가 모르타르의 길이변화에 미치는 영향

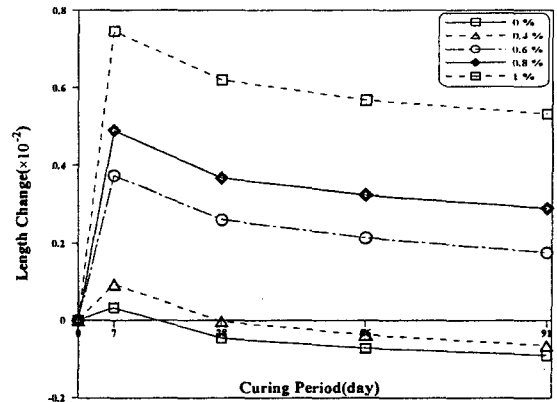


Fig. 6 폴리머(W사 제품)가 모르타르의 길이변화에 미치는 영향

4. 결 론

본 연구에서는 폴리머가 보수용 모르타르에 미치는 영향을 분석하기 위해 실험을 수행하였으며, 그 실험결과를 정리하면 다음과 같다.

1. 폴리머를 모르타르에 총 중량의 1.0% 이상 사용할 경우 폴리머가 시멘트의 수화반응을 지연시켜, 모르타르의 압축강도가 저하되므로 적용하지 않는 것이 유리하다. 더군다나 2.0% 이상 사용시 모르타르의 팽창을 크게 유발하여 길이변화가 과도하게 되므로, 보수용으로 부적합하다고 판단된다. 그리고 폴리머를 사용하면 응결시간을 단축시키는 효과가 있었으나, 2.0% 이상을 사용하게 되면 오히려 응결 지연이 일어나는 것으로 나타났다.

2. 폴리머를 첨가하는 경우에, 배합량이 증가할수록 휨, 부착강도, 유동성이 향상되는 것으로 나타났고, 이러한 현상이 폴리머가 모르타르의 보수성능을 향상시킬 수 있다고 판단된다.

3. 비록 동일한 EVA계 폴리머 중에서 제조사가 다른 제품별로 성능차이가 상당히 나타나다. 이러한 결과는 폴리머의 종류별 성능차이도 크지만, 동일계열의 폴리머도 제조사가 다른 제품별로 모르타르에 미치는 영향이 다른 것을 알 수 있었다.

참고문헌

1. 황의환, 한천구, 최재진, 이병기, "폐FRP 미분말을 사용한 폴리머 시멘트 모르타르의 물성." 한국콘크리트학회논문집, Vol. 14, No.2, 2002. 4, pp.190~198
2. ACI Committee 548, "State-of-the-Art Report on Polymer-Modified Concrete." ACI-548.3R-95, 1995.
3. S. Chandra, and Y. Ohama, "Polymers in Concrete." CRC Press, 1994, pp.81~185