

혼화재료가 보수용 폴리머 시멘트 모르타르의 성질에 미치는 영향

Effects of Admixtures in Properties of Polymer Cement Mortar for Concrete Repair

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

Abstract

The EVA polymer is used as a modifier in the repair mortar, which contains various admixtures and mineral admixtures. It has been reported that the effect of polymer in cement mortar by the cement-polymer ratio only, but effect of admixtures over the polymer mortar was unknown. In this study, the fresh and mechanical properties of polymer cement mortar influenced by the range of admixtures(CSA expansive additive, CSA accelerator, gypsum, silica fume) ratio were investigated.

요 지

재유화형 폴리머는 보수용 모르타르의 개질재료로 주로 사용되고 있으며, 이러한 보수용 폴리머 시멘트 모르타르에는 폴리머 이외에 각종 혼화재료가 첨가된다. 기존의 연구들은 시멘트-폴리머 비가 모르타르에 미치는 영향에 대하여 주로 이루어졌으며, 혼화재료가 폴리머 시멘트 모르타르에 미치는 영향은 보고 되어있지 않는 실정이다. 본 연구에서는 혼화재료들(CSA계 팽창재, CSA계 속경재, 석고, 실리카 흙)의 배합비율에 따라 폴리머 시멘트 모르타르에 미치는 영향을 분석하고자 모르타르의 작업성, 응결시간, 건조수축, 압축강도, 휨 및 부착강도 등의 기초적 성질에 대하여 실험적으로 구명하였다.

Keywords : Repair mortar, Polymer, EVA, CSA Expansive additive, CSA Accelerator, Gypsum, Silica fume

핵심 용어 : 보수용 모르타르, 폴리머, CSA계 팽창재, CSA계 속경재, 석고, 실리카 흙

* 정회원, 동국대학교 토목환경공학과 박사과정

** 정회원, (주)케어콘 대표이사, 공학박사

*** 정회원, 동국대학교 토목환경공학과 교수, 공학박사

E-mail : csmin@dongguk.edu 02-2260-3351

•본 논문에 대한 토의를 2007년 2월 28일까지 학회로 보내 주시면 2007년 5월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

1. 서 론

최근 들어, 열화된 콘크리트 구조물을 보수하기 위해 사용되는 보수재료로서 폴리머 시멘트 모르타르가 널리 사용되고 있다. 기존의 폴리머 시멘트 모르타르에 대한 연구는 주로 폴리머의 배합량과 폴리머 종류가 모르타르에 미치는 영향에 대한 연구들⁽¹⁾⁻⁽⁵⁾과 시멘트 대체재로서 고로슬래그나 폐FRP와 페타이어 등을 미분말화한 혼화재료가 폴리머 시멘트 모르타르의 특성에 미치는 영향⁽⁶⁾⁻⁽⁹⁾에 대한 연구가 주류를 이루고 있다. 그러나 현장에 주로 이용되고 있는 프리믹스 타입의 보수용 폴리머 시멘트 모르타르에 사용되는 혼화재료가 모르타르에 미치는 영향에 대한 연구는 부족한 상황이다.

프리믹스 타입의 보수용 폴리머 시멘트 모르타르에는 보수 성능 및 경제성을 향상시키기 위한 각종 혼화재료가 첨가되어 있다. 이러한 혼화재료의 첨가는 혼화재료가 첨가되지 않은 상태에 비해 다른 성질을 나타냈다. 이 때문에 실무자들이 폴리머 시멘트 모르타르를 직접 제조하기가 쉽지 않아, 제조환경과 혼화재료의 조건이 다른 외국의 배합비를 그대로 적용하고 있는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 각종 혼화재료들이 첨가되어 있는 프리믹스 타입의 보수용 폴리머 시멘트 모르타르에 주로 사용되고 있는 혼화재료인 CSA계 팽창재, CSA계 속경재, 석고, 실리카 흙의 배합비율에 따라 폴리머 시멘트 모르타르에 미치는 영향을 분석하고자 모르타르의 작업성, 응결시간, 건조수축, 압축강도, 휨 및 부착강도 등의 기초적 성질에 대하여 실험적으로 구명하였다.

2. 사용재료

2.1 시멘트 및 잔골재

본 연구에서 사용된 시멘트는 1종 보통 포틀랜드 시멘트이며, 잔골재로는 규사를 사용하였고, 물리적 성질은 Table 1과 같다.

Table 1 시멘트와 골재의 물리적 성질

Material	Principal Properties
Cement	Type : Ordinary portland cement Specific gravity : 3.15 Specific surface area : 0.33 m ² /g
Fine aggregate	Type : Silica sand Specific gravity : 2.54 Fineness modulus : 2.20

2.2 폴리머

혼화제용 폴리머 중 분말로 된 EVA(Ethylene Vinyl Acetate)계 폴리머는 시멘트와 같이 포대 속에 프리믹스할 수 있어 품질관리와 경제성, 시공성 측면에서 기존의 다른 종류(이액형 폴리머)를 사용한 것보다 유리한 점이 있다.⁽¹⁰⁾ 이러한 이유로 프리믹스 타입의 모르타르 제품들에 EVA계 폴리머의 사용이 급속히 증가하고 있다. 따라서 본 연구에서는 EVA계 폴리머를 사용하였으며, 그 물리적 성질은 Table 2와 같다.

Table 2 폴리머의 물리적 성질

Material	Principal Properties
Polymer	Type : Ethylene-Vinyl Acetate Appearance : White powder Ash content : 10.5±1.5% Apparent density : 510±50 g/ℓ pH : 7.0-8.5 Minimum film-forming temperature : +5℃ Film properties : Opaque, Viscoplastic

2.3 혼화재료

프리믹스 타입의 보수용 폴리머 시멘트 모르타르에는 각종성능을 향상시키기 위해 혼화재료인 팽창재, 속경재, 석고, 실리카 흙 및 유동화제 등이 일반적으로 사용되고 있다. 본 연구에서는 Table 3~6과 같은 물리적 및 화학적 성질을 갖는 혼화재료들을 사용하였다. 또한 보수용 모르타르의 역학적 성질을 개선시킬 수 있는 시멘트 대체제인 Table 7의 실리카 흙을 사용하였다.

Table 3 혼화재료의 물리적 성질

Material	Principal Properties
Expansive additive	Specific gravity : 2.93 Specific surface area : 0.228 m ² /g
Accelerator	Specific gravity : 2.86 Specific surface area : 0.50±0.025 m ² /g
Super plasticizer	Specific gravity : 0.7 pH : 10±1.0

Table 4 CSA계 팽창재의 화학성분(%)

SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	SO ₃	f-CaO
1.4	0.6	13.1	0.5	47.8	32.2	19.4

Table 5 CSA계 속경재의 화학성분(%)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	SO ₃	CaA ₃ (SO ₃) Content
3.2~5.6	36.1~40.2	40.2~44.3	7.5~9.2	above 70%

Table 6 석고의 화학성분(%)

C	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	SO ₃
6.00	0.11	0.001	0.0001	0.0001	38.50	55.10

Table 8 CSA계 팽창재 배합비율의 변화에 따른 보수용 폴리머 시멘트 모르타르의 배합비 (unit:%)

Cement	Sand	EVA polymer	CSA expansive additive	CSA accelerator	Gypsum	Super plasticizer
38.0	58.5	0.4	0	1.5	1.5	0.1
37.5			0.5			
37.0			1.0			
36.5			1.5			
36.0			2.0			
35.5			2.5			
35.0			3.0			

Table 9 CSA계 속경재, 석고 배합비율의 변화에 따른 보수용 폴리머 시멘트 모르타르의 배합비 (unit:%)

Cement	Sand	EVA polymer	CSA expansive additive	CSA accelerator	Gypsum	Super plasticizer
38.0	58.5	0.4	3.0	0	0	0.1
36.0				1.0	1.0	
35.0				1.5	1.5	
34.0				2.0	2.0	
32.0				2.5	2.5	
				3.0	3.0	

Table 7 실리카 흙의 화학성분(%)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO+MgO	K ₂ O+Na ₂ O
91.2%	0.15%	2.08%	3.17%

3. 시험방법

3.1 공시체의 제작

본 연구에서는 보수용 폴리머 시멘트 모르타르에 각종 혼화재료들이 미치는 영향을 분석하기 위하여 모르타르의 기초적 성질에 대한 시험을 수행하였다. 시료는 KS L 5109(수경성 시멘트 페이스트 및 모르타르의 기계적 혼합방법)의 규정에 따라 혼합하였다. 혼화재료가 보수용 폴리머 시멘트 모르타르에 미치는 영향을 분석하고자 송형수 등⁽¹¹⁾의 연구결과에 따라 EVA 폴리머의 최소배합량인 0.4%를 적용하였다. 혼화재료가 폴리머 시멘트 모르타르에 미치는 영향을 분석하기 위하여, 본 연구에서는 CSA계 팽창재, CSA계 속경재와 석고, 실리카 흙을 중량비로 Table 8~10과 같이 배합하여, 모르타르의 기초적 성질 실험을 위한 시험체들을 각각 제작하였다.

Table 10 실리카 흙 배합비율의 변화에 따른 보수용 폴리머 시멘트 모르타르의 배합비 (unit:%)

Cement	Sand	EVA polymer	Silica fume	CSA expansive additive	CSA accelerator	Gypsum	Super plasticizer
35.0			0				
34.0	58.5	0.4	1.0	3.0	1.5	1.5	0.1
33.0			2.0				
32.0			3.0				

3.2 작업성 및 응결시간 시험

보수용 모르타르의 작업성에 대한 평가는 KS L 5105(수경성 시멘트의 압축강도 시험방법)에서 8항 플로우의 결정방법에 따라 실시하였다. 또한 응결시간에 대한 평가는 KS F 2436(관입저항침에 의한 콘크리트 응결시간 시험방법)을 통하여 시험을 수행하였다.

3.3 길이변화 시험

보수재료의 치수안정성(건조수축)에 대한 평가를 하기 위하여 KS F 2424(모르타르 및 콘크리트의 길이변화 시험방법)의 다이얼 게이지 방법으로 측정하였다. 시험체를 24시간 양생시킨 후 탈형 시 1회째 측정을 실시하고, 그 후 수중(20±1℃)양생하여 재령 7일이 되었을 때 2회째 측정을 실시하였다. 그 후 시험체를 습윤(20±1℃, 60±5% R.H.)양생하여 재령 28, 56, 91일에서의 길이변화를 측정하였다.

3.4 압축강도 시험

압축강도 시험은 KS L 5105(수경성 시멘트의 압축강도 시험방법)에 따라 50×50×50 mm 시험체를 수중(20±1℃)양생 후 재령 3, 7, 28, 91일에 실시하였다.

3.5 휨 및 부착강도 시험

휨 강도 시험은 Fig. 1에서와 같이 KS F 2408(콘크리트의 휨 강도 시험방법)의 중앙점 재하법에 따라 40×40×160 mm 시험체를 수중(20±1℃)양생 후 재령 28일에 실시하였다. 부착강도 시험은 KS F 4716(시멘트계 바탕 바름제)에서 5.6항에 따라 380×330×80 mm 크기의 콘크리트 슬래브를 먼저 제작한 후 재령 91일에 상부를 보수재료의 부착이 양호하게 하기 위하여 거칠게 처리한 후 모르타르를 약 30 mm 두께로 타설하였다. 모르타르 타설 후 실험실에서 기건(19±5℃, 49±5% R.H.)양생을 실시한 후 도포된 모르타르에 Fig. 2와 같이 강철제 지그를 부착하여, 수직방향의 인장하중을 측정하였다.

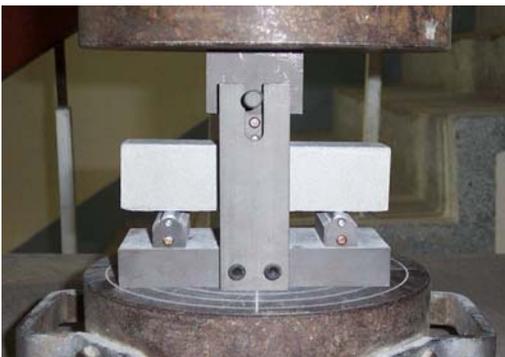


Fig. 1 휨 강도 시험



Fig. 2 부착강도 시험

4. 시험결과 및 분석

4.1 작업성 및 응결시간

건조수축을 저감시키기 위해 사용되는 CSA계 팽창재가 폴리머 시멘트 모르타르의 작업성과 응결시간에 미치는 영향에 대해 평가하였으며, 그 결과는 Fig. 3과 같다. CSA계 팽창재의 배합비율의 증가에 따라 플로우 값의 저하는 미소하게 일어났으며, 이러한 결과는 CSA계 팽창재에 함유된 CaSO_4 성분의 증가로 인하여 나타나는 것으로 판단된다.⁽¹²⁾

그리고 CSA계 팽창재가 폴리머 시멘트 모르타르의 응결시간 역시 CSA계 팽창재의 배합에 따라 명확한 응결시간 변화를 보이지 않아 영향이 매우 작음을 확인할 수 있었다.

CSA계 속경재와 석고가 폴리머 시멘트 모르타르의 굳기 전 특성에 미치는 영향에 대한 시험결과는 Fig. 4와 같다. 배합비율의 증가에 따라 CSA계 속경재와 석고는 유동성을 저하시키는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 CSA계 속경재의 화학적 특성과 분말도가 높기 때문인 것으로 판단되며, 사용량을 2.0% 이상 사용 시 유동성에 대하여 고려할 필요가 있다.

CSA계 속경재와 석고의 배합비율이 증가할수록 응결시간이 빨라지는 경향을 나타냈고, 1.5% 이상 배합비율부터는 응결시간이 급속히 빨라지는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 CSA계 속경재가 갖고 있는 화학적 특성과 높은 분말도로 인해 초기 수화반응이 촉진

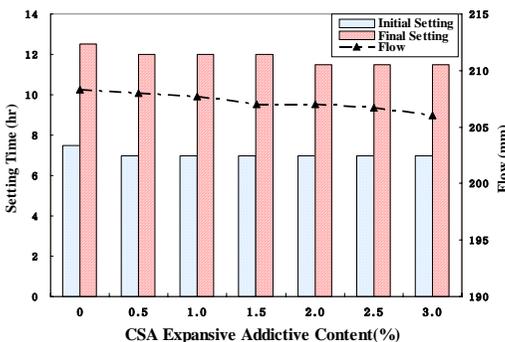


Fig. 3 CSA계 팽창재가 보수용 폴리머 시멘트 모르타르의 굳기 전 특성에 미치는 영향

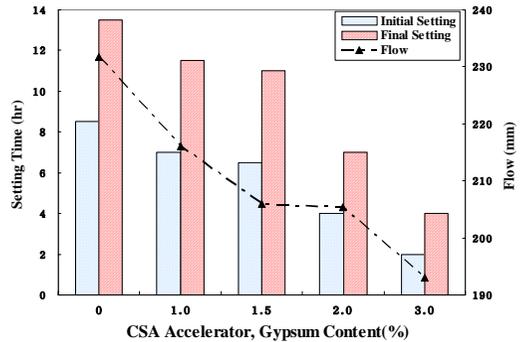


Fig. 4 CSA계 속경재, 석고가 보수용 폴리머 시멘트 모르타르의 굳기 전 특성에 미치는 영향

되며, 그와 대조적으로 석고는 시멘트와 반응 시 C_3A 의 수화를 억제시켜 응결을 지연시키기 때문이다.⁽¹³⁾ 그러므로 CSA계 속경재와 석고를 동일하게 배합할 경우, 1.0%까지는 석고가 CSA계 속경재의 응결촉진을 지연시키는 역할을 하여 응결시간이 크게 증가하지 않지만, 1.5% 이상부터는 응결시간을 CSA계 속경재가 지배하여 현저히 증가하는 것으로 판단된다.

실리카 흙이 폴리머 시멘트 모르타르의 굳기 전 특성에 미치는 영향에 대한 시험결과는 Fig. 5와 같다. 시험결과 실리카 흙의 배합비율이 증가함에 따라 유동성이 저하되었다. 이러한 현상은 실리카 흙이 시멘트 비표면적의 50~80배에 이르는 초미립 분말⁽¹⁴⁾이기 때문에 나타난 결과로 1.0% 이상 사용 시에는 반드시 유동화제를 사용하여 유동성 확보가 이뤄져야 할 것으로 판단된다. 그러나 Bayasi and Zhou⁽¹⁷⁾가 보고한

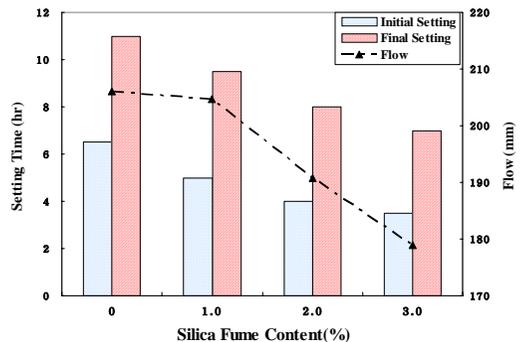


Fig. 5 실리카 흙이 보수용 폴리머 시멘트 모르타르의 굳기 전 특성에 미치는 영향

바와 같이 유동화제의 사용량이 증가하게 되면 실리카 흙을 사용한 모르타르의 투수성이 증가할 우려가 있으므로, 사용 시 충분한 사전 성능검토가 이뤄져야 할 것으로 판단된다.

한편 실리카 흙의 배합비율이 증가할수록 응결시간이 짧아지는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 실리카 흙의 높은 분말도로 인하여, 초기 수화반응이 촉진되기 때문인 것으로 판단된다.

4.2 건조수축

건조수축을 저감시키기 위해 사용되는 CSA계 팽창제가 폴리머 시멘트 모르타르의 건조수축에 미치는 영향을 양생기간에 따라 측정된 결과는 Fig. 6과 같다. 시험결과 CSA계 팽창제의 배합비율이 증가할수록 수중양생 시 모르타르의 팽창이 크게 일어나는 것을 알 수 있으며, 이러한 팽창은 기건양생 시 일어나는 수축을 보상하는 역할을 하는 것으로 판단된다. 이러한 모르타르의 건조수축 거동은 Rixom and Mailvaganam⁽¹⁸⁾에 의하면 팽창제는 시멘트와 수화 시 에트링자이트를 생성하여 모르타르를 팽창시키기 때문에 일어나는 것으로 보고 되어있다. 그러므로 CSA계 팽창제의 배합비율이 증가할수록 모르타르의 팽창을 증가시키게 되므로 양생 시 발생하는 수축을 보상할 수 있다. 또한 한천구 등⁽¹⁵⁾은 팽창제를 사용함으로써 나타나는 자기 수축 보상현상이 모르타르의 체적감소를 줄여 주는 것

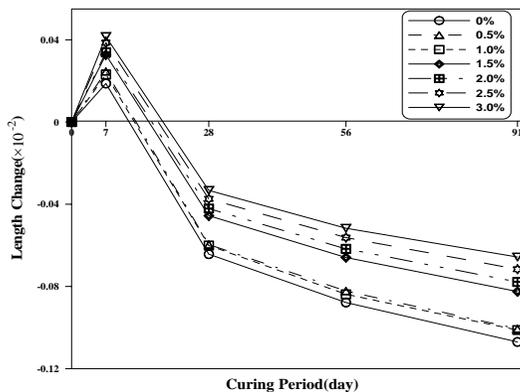


Fig. 6 CSA계 팽창제가 보수용 폴리머 시멘트 모르타르의 길이변화에 미치는 영향

으로 보고하고 있다. 본 연구에서 길이변화 측정에 사용된 배합은 모두 KS F 4042(콘크리트 구조물 보수용 폴리머 시멘트 모르타르)의 기준을 만족하는 것으로 나타났다.

CSA계 속경재와 석고가 폴리머 시멘트 모르타르의 건조수축에 미치는 영향은 양생기간별 길이변화를 측정하여 분석하였고, 그 결과는 Fig. 7과 같다. 본 연구에서 사용된 CSA계 속경재는 초기에 모르타르를 팽창시키는 특성이 있다. 또한 석고도 수화 시 에트링자이트를 생성시켜 팽창시키는 특성을 갖고 있다.⁽¹³⁾ 이러한 특성으로 인하여, CSA계 속경재와 석고의 배합비율을 증가시킬수록 초기양생 시 팽창이 증가하게 되어, 이후 양생기간에 일어나는 체적감소를 보상해주는 것을 알 수 있었다.

실리카 흙이 폴리머 시멘트 모르타르의 건조수축에 미치는 영향은 Fig. 8과 같다. 시험결과 실리카 흙의 배합비율이 증가에 따라 수중양생 시 팽창에는 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있었으며, 이후 기건양생 기간동안 실리카 흙의 배합비율이 증가할수록 건조수축이 크게 나타났다. 이러한 배합비율의 증가에 따른 건조수축의 증가현상은 28일 이내의 양생기간에 주로 나타났으며, 28일 이상의 양생기간 동안에는 영향을 미치지 않는 특징을 보였다. 폴리머 시멘트 모르타르에 실리카 흙을 3.0%까지 첨가해도 KS F 4042(콘크리트 구조물 보수용 폴리머 시멘트 모르타르)의 기준을 만족하였다.

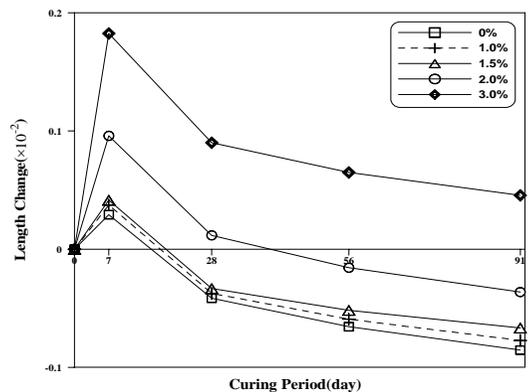


Fig. 7 CSA계 속경재, 석고가 보수용 폴리머 시멘트 모르타르의 길이변화에 미치는 영향

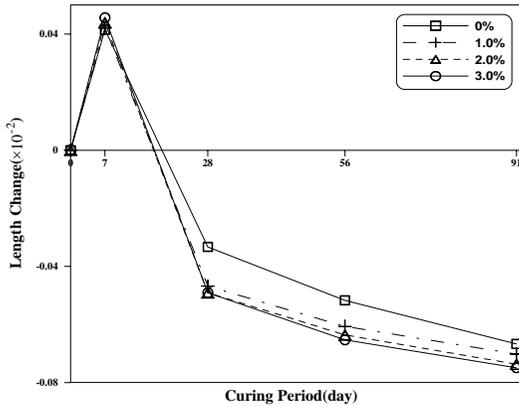


Fig. 8 실리카 흙이 보수용 폴리머 시멘트 모르타르의 길이변화에 미치는 영향

4.3 압축강도

CSA계 팽창재가 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도에 미치는 영향은 재령 3, 7, 28, 91일에 평가하였으며, 측정결과는 Fig. 9와 같다. CSA계 팽창재의 배합비율이 1.0%까지는 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도에 미치지 않았지만, 1.5% 이상 배합비율부터 3.0%까지는 5.4~7.7%의 강도저하가 일어났다. 그러나 Fig. 9에서 보는 바와 같이 CSA계 팽창재의 배합에 따라 강도저하가 명확한 경향을 보이지 않아, CSA계 팽창재가 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도에 미치는 영향은 작은 것으로 판단된다.

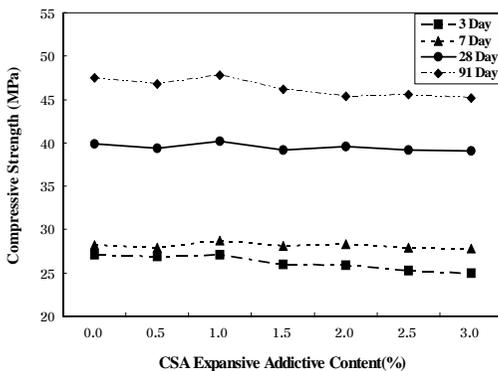


Fig. 9 CSA계 팽창재가 보수용 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도에 미치는 영향

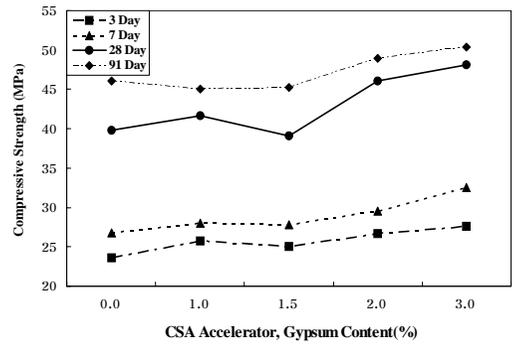


Fig. 10 CSA계 속경재, 석고가 보수용 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도에 미치는 영향

CSA 속경재와 석고가 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도에 미치는 영향은 Fig. 10에서 보는 바와 같이 배합비율이 증가할수록 압축강도가 증가하는 경향을 보였다. 그리고 배합비율이 증가할수록 압축강도가 증가하는 현상은 석고를 모르타르에 첨가하게 되면 모르타르의 내부조직이 에트링자이트와 칼슘실리케이트계 수화물로 치밀하게 되었기 때문이라고 판단된다.⁽¹³⁾

실리카 흙이 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도에 미치는 영향을 시험한 결과는 Fig. 11과 같다. 압축강도는 실리카 흙을 1.0~3.0%로 배합한 경우에 28일 강도가 7.4~19.9%까지 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 실리카 흙이 높은 분말도로 인하여 초기에 포졸란 반응을 일으키기 때문이다.⁽¹⁶⁾

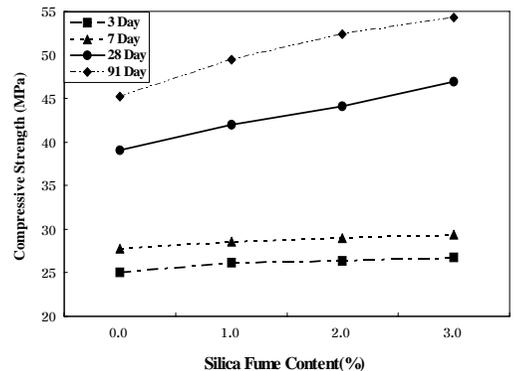


Fig. 11 실리카 흙이 보수용 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도에 미치는 영향

4.4 휨 및 부착강도

CSA계 팽창제가 폴리머 시멘트 모르타르의 휨 강도에 미치는 영향은 압축강도의 강도발현과 경향이 유사하였다. 휨 강도는 Fig. 12에서 보는 바와 같이 CSA계 팽창제의 배합비율이 0%에서 1.5%까지는 영향이 적고, 2.0%이상 배합비율부터 9.2%의 강도저하가 일어나는 것으로 나타났다. 본 연구에서 CSA계 팽창제의 배합비율이 3.0%까지는 배합되지 않은 경우보다 약 10%의 휨 강도 저하가 일어났지만, KS F 4042(콘크리트 구조물 보수용 폴리머 시멘트 모르타르)의 기준은 만족하는 것으로 나타났다.

CSA계 팽창제가 폴리머 시멘트 모르타르의 부착강도에 미치는 영향은 Fig. 12에서와 같이 혼합비율이 증가할수록 부착강도가 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 초기양생기간 동안의 팽창량이 부착력에도 영향을 미치기 때문인 것으로 판단되며, 이에 따라 팽창제의 혼합비율이 늘어날수록 팽창량이 커지고, 부착강도가 증가하게 된다. 한편 이러한 팽창량은 부착강도의 증가에 기여하지만, 보수재료가 팽창한 후 건조수축과 열응력 등으로 인하여 길이변화가 크게 되면, Choi et al.⁽⁹⁾이 보고한 바와 같이 보수재료와 기존 콘크리트의 계면을 따라 단부측에 응력이 크게 발생하여 부착강도가 저하되게 되므로, 사용 시 충분한 성능검토가 요구된다. 본 연구에서 사용된 배합비율에 CSA계 팽창제를 사용하지 않을 경우에는 KS F

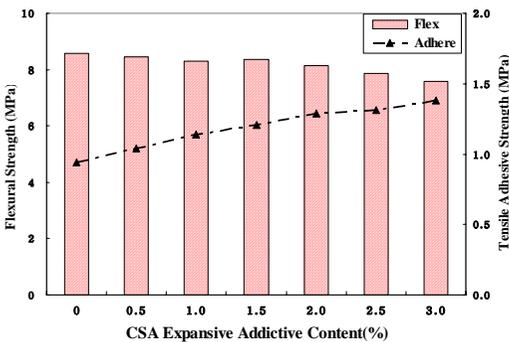


Fig. 12 CSA계 팽창제가 보수용 폴리머 시멘트 모르타르의 휨 및 부착강도에 미치는 영향

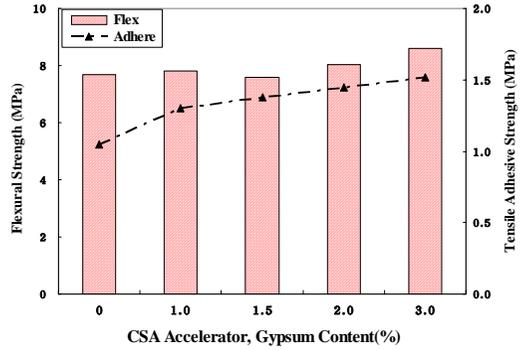


Fig. 13 CSA계 속경재, 석고가 보수용 폴리머 시멘트 모르타르의 휨 및 부착강도에 미치는 영향

4042(콘크리트 구조물 보수용 폴리머 시멘트 모르타르)의 기준을 만족하지 못하는 것으로 나타났으며, CSA계 팽창제를 1.0%이상 배합시켜야 비교적 안정적인 부착강도를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

CSA계 속경재와 석고의 배합비율이 증가할수록 Fig. 13과 같이 휨 강도가 증가하는 것으로 나타났으며, 이러한 경향은 압축강도의 특성과 유사하다. 또한 CSA계 속경재와 석고의 배합비율이 증가할수록 부착강도도 증가함을 알 수 있었다. 이러한 결과는 초기양생기간 동안 팽창량이 부착력에 영향을 미치게 되어, CSA계 속경재와 석고의 혼합비율이 증가할수록 팽창량이 커지고, 부착강도가 증가하기 때문인 것으로 판단된다. 폴리머 시멘트 모르타르에 CSA계 속경재와 석고 배합 시 압축강도, 휨 강도, 부착강도와 같은 역학적 특성이 현저히 향상됨을 알 수 있었다.

폴리머 시멘트 모르타르에 실리카 흙이 휨 강도에 미치는 영향은 배합비율이 1.0~3.0%로 증가함에 따라 28일 강도가 Fig. 14에서와 같이 3.8~14.9%까지 증가되었으며, 이러한 휨 강도의 특성은 Malhotra⁽²⁰⁾가 보고한 바와 같이 압축강도의 경향과 유사하다는 것을 확인할 수 있었다. 휨 강도 측정에 사용된 배합비율은 KS F 4042(콘크리트 구조물 보수용 폴리머 시멘트 모르타르)의 기준을 만족하는 것으로 나타났다. 또한 실리카 흙이 부착강도에 미치는 영향은 배합비율의 증가에 따라 28일 강도가 23.9~71.0%까지 현저하게 증가하였다.

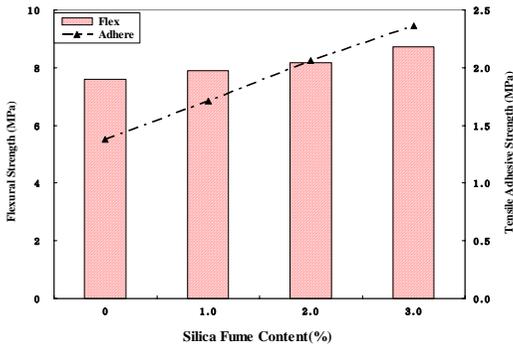


Fig. 14 실리카 흙이 보수용 폴리머 시멘트 모르타르의 휨 및 부착강도에 미치는 영향

이러한 결과들은 Bhanja and Sengupta⁽²¹⁾가 보고한 바와 같이 실리카 흙은 포졸란 반응과 시멘트 입자의 공극을 채워주는 filler 효과로 인하여, 콘크리트의 강도를 크게 개선시키기 때문에 나타난 결과라고 판단된다.

5. 결론

본 연구에서는 프리믹스 타입의 보수용 폴리머 시멘트 모르타르에 주로 사용되고 있는 혼화재료인 CSA계 팽창재, CSA계 속경재, 석고, 실리카 흙의 배합비율에 따른 거동을 시험을 통하여 분석하였으며, 결과를 정리하면 다음과 같다.

- 1) 응결시간은 실리카 흙의 높은 분말도로 인하여, 수화반응이 촉진되어 짧아지는 것을 볼 수 있었다. 반면, 실리카 흙은 시멘트 비표적의 50~80배에 이르는 초미립 분말인 특성으로 인하여 모르타르의 배합비율이 증가할수록 유동성이 저하되는 것으로 나타났다.
- 2) CSA계 팽창재의 배합비율이 증가할수록 부착강도가 향상되는 것으로 나타났으며, 압축, 휨 강도는 배합비율이 증가할수록 저하가 일어나지만 CSA계 팽창재의 배합비율 3.0%까지는 적용이 가능하다고 판단된다. 또한 폴리머 시멘트 모르타르에 CSA계 팽창재를 사용하게 되면 모르타르의 자기수축 보상현상이 일어나 체적감소를 줄여주는 것으로 나타났다.

- 3) CSA계 속경재와 석고의 배합비율을 증가시키면 압축, 휨, 부착강도가 향상되는 것으로 나타났으며, 이러한 결과를 통하여 폴리머 시멘트 모르타르의 역학적인 성능을 개선시킬 수 있다고 판단된다. 또한 CSA계 속경재와 석고의 배합비율을 증가시키게 되면, 응결시간을 줄일 수 있는 것으로 나타났다.
- 4) 실리카 흙의 배합비율이 증가하게 되면, 폴리머 시멘트 모르타르의 압축, 휨, 부착강도와 같은 역학적인 성능을 개선시킬 수 있는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 2005년도 동국대학교 연구년 지원에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 장철인, 유덕룡, 엄환석, “혼화제 종류에 따른 폴리머 시멘트 콘크리트의 특성에 관한 실험적 연구.” 한국구조물진단학회논문집, Vol.8, No.1, 2004. 1, pp.121~128.
2. 주명기, 이운수, 윤도용, 정인수, “재유화형 분말수지 혼입 고유동 폴리머 시멘트 모르타르의 내구성.” 한국콘크리트학회논문집, Vol.17, No.5, 2005. 10, pp.703~708.
3. 주명기, 이운수, 정인수, “고유동 폴리머 시멘트 모르타르의 건조수축 및 강도 특성.” 한국콘크리트학회논문집, Vol.16, No.5, 2004. 10, pp.651~657.
4. 지경용, 연구석, 이운수, 전철수, “콘크리트 보수용 폴리머 복합재료의 기초적 성질.” 1999년도 한국콘크리트학회 가을학술발표회 논문집, 1999. pp.319~322.
5. 지경용, 연구석, 이운수, “콘크리트 보수용 폴리머 복합재료의 접합강도 특성.” 한국콘크리트학회 가을학술발표회 논문집, 1998. pp.330~335.
6. 황의환, 한천구, 최계진, 이병기, “페FRP 미분말을 사용한 폴리머 시멘트 모르타르의 물성.” 한국콘크리트학회논문집, Vol.14, No.2, 2002. 4, pp.190~198.
7. 주명기, 김남길, 연구석, “고로슬래그 미분말을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 강도 및 내구성.” 한국콘크리트학회논문집, Vol.14, No.2, 2002. 4, pp.164~170.

8. 이병기, 이범재, 황의환, 노재성, “분쇄된 FRP 폐기물을 사용한 폴리머 시멘트 모르타르의 물성.” 한국콘크리트학회논문집, Vol.14, No.2, 2002. 4, pp.164~170.
9. 송훈, 조영국, 소양섭, “폴리머 코팅 페타이어 분말을 혼입한 시멘트 모르타르의 기초적 성질.” 한국콘크리트학회논문집, Vol.8, No.6, 1996. 12, pp.163~172.
10. 신경재, 이도범, “콘크리트 구조물의 진단과 보수.” 건설도서, 1997. 3, pp.45~63.
11. 송형수, 이진용, 민창식, “폴리머가 보수용 모르타르에 미치는 영향에 관한 연구”, 한국콘크리트학회 봄학술 발표회 논문집, 2004. pp.180~183.
12. 홍상희, 전병채, 송명신, 한천구, 반호용, “팽창재 혼입을 변화에 따른 고성능 콘크리트의 특성”, 한국콘크리트학회 봄학술발표회 논문집, 1998. pp.23~28.
13. 문한영, 김기형, “고강도용 모르타르 및 콘크리트의 제물성을 향상시키기 위한 석고의 첨가에 대한 연구.” 대한토목학회논문집, Vol.15, No.2, 1995. 3, pp.315~324.
14. 문한영, 문대중, 신승호, “실리카흄을 혼합한 고강도콘크리트의 강도향상을 위한 실험적 연구.” 대한토목학회논문집, Vol.14, No.5, 1994. 9, pp.1069~1080.
15. 한천구, 김성욱, 고경택, 배정렬, “팽창재 및 수축저감제를 이용한 고성능 콘크리트의 수축특성.” 한국콘크리트학회논문집, Vol.15, No.6, 2003. 12, pp.785~793.
16. 김형태, “실리카흄 및 실리카흄 콘크리트의 특성과 이용.” 한국콘크리트학회지, Vol.3, No.3, 1991. 9, pp.22~30.
17. Bayasi, Ziad and Zhou, Jing “Properties of Silica Fume Concrete and Mortar.” ACI Materials Journal, Vol. 90, No. 4, 1993. pp.349~356.
18. Rixom, Roger and Mailvaganam, Noel “Chemical Admixtures for Concrete.” Published E. & F.N. Spon, 1999.
19. Choi, D.U., Fowler, D.W. and Wheat, D.L. “Thermal Stresses in Polymer Concrete Overlays.” ACI SP-166, Properties and Uses of Polymer in Concrete, U.S., 1996.
20. Malhotra, V.M. “Flyash, Silica Fume, Slag and Natural Pozzolans in Concrete.” ACI SP-91, Vol.2, 1986.
21. Bhanja, Santanu and Sengupta, Bratish “Optimum Silica Fume Content and Its Mode of Action on Concrete.” ACI Materials Journal, V.100 No.5, 2003. pp.407~412.

(접수일자 : 2006년 4월 10일)