

농업용 콘크리트 구조물을 위한 라텍스 개질 보수용 모르타르의 적정 배합비 도출

Optimum Mix Proportion of Latex Modified Repair Mortar for Agricultural Concrete Structures

원 종 필*† · 이 재 영** · 박 찬 기*** · 박 성 기****

Won, Jong Pil · Lee, Jae Young · Park, Chan Gi · Park, Seong Gi

Abstract

The service life of agricultural concrete structures is designed in about 30 to 100 years, but actual service life is estimated in an average 18 years. Therefore, as the service life of the agricultural concrete structures increases, necessity of repair by aging from various environment condition exposure increases.

This study was to determinate the optimum mix proportion of latex modified repair mortar and to improve the durability performance of agricultural concrete structures. The physical and mechanical tests of latex modified repair mortar were performed. Tests of flow, compressive strength, flexural strength and bond strength tests were conducted.

Test results show that the optimum mix proportion of latex modified repair mortar, when used in 5% latex volume fraction (weight of cement), 1.5% antifoaming agent (weight of latex), 0.2% PVA fiber volume fraction, 1:2 (binder-sand ratio), 10% silica fume replacement ratio (weight of cement), could result in best performance for the repair of agricultural concrete structures.

Keywords : Agricultural concrete structure, Life cycles, Latex modified repair materials, Mechanical properties, Optimum mix proportions

I. 서 론

농업용 콘크리트 구조물의 설계 및 시공은 농업 기반조성사업에 따라 목표 내구연한을 기준으로 설계 및 시공을 실시하고 있다(Ministry of Agriculture and Forestry, 2005). 현재 농업용 콘크리트 구조물에 대한 설계 내구연한에 대한 규정은 1982년 농업토목핸드북, 1998년 농어촌진흥공사의 농촌용수계획 설계편람, 1967년 농수산부의 농

* 건국대학교 사회환경시스템공학과
** 건국대학교 대학원 사회환경시스템공학과
*** 건국대학교 BK21 사회기반시설물 유지관리 기술사업팀
**** (주)승화이엔씨 기술연구소
† Corresponding author. Tel.: +82-2-450-3750
Fax: +82-2-2201-0907
E-mail address: jpwon@konkuk.ac.kr

업토목설계편람에 제시되어 있으며 각 규정마다 약간의 차이를 보이고 있으나 대부분 농업용 콘크리트 구조물은 내구연한을 30년에서 100년 정도로 설계하고 있다(Ministry of Agriculture and Forestry, 1991, 1999, 2000, 2005). 그러나 실제적으로 농업용 콘크리트 구조물의 경우 사용 내구연한이 평균 18년에 불과한 것으로 추정되고 있어 목표 내구연한과는 큰 차이를 보여주고 있다(Ministry of Agriculture and Forestry, 2005). 농업용 콘크리트 구조물의 내구연한이 설계값과 비교하여 이처럼 큰 차이를 보이고 있는 이유를 살펴보면 여러 가지 이유가 있겠지만 그 중 열악한 시공 중의 품질관리 여건과 건설된 특수한 환경에 의한 노후화에 원인을 찾을 수 있다(Ministry of Agriculture and Forestry, 2005). 이와같은 환경 조건에는 농업용 콘크리트 구조물의 시공시에 현장 작업이 원활하지 않은 협소한 장소의 시공이 많고, 이로 인하여 품질관리가 제대로 이뤄지지 않고 있기 때문이다. 또한 관계기간에 물과 항상 접촉해 있고 겨울철에 공극속에 물을 포함한 콘크리트 구조물이 동결되면 팽창으로 인한 콘크리트 구조물의 성능저하가 발생하게 된다(Ministry of Agriculture and Forestry, 2005). 이와같은 원인으로 설계내구연한이 감소한 농업용 콘크리트 구조물을 철거하고 재시공하면 막대한 경제적인 부담이 가중되는 결과를 초래할 수 있다(Won et. al., 2005). 따라서 열화원인에 따른 보수를 실시하여 내구연한을 증가시키는 연구가 필요하다. 본 연구에서는 농업용 콘크리트 구조물의 보수재료로 라텍스 개질 보수용 모르타르의 적정배합비를 도출하고자 하였다. 라텍스는 모르타르 속에서 공극구조를 안정화시키는 경향이 있으며 알칼리성 필름막을 형성하여 철근을 보호하고 충전작용으로 우수한 휨강도, 건조수축의 감소, 불투수성, 동결융해저항성, 부착강도 등을 나타내게 된다(Barluenga, 2003). 따라서 상기와 같은 특성을 가진 라텍스를 이용한 보수재료를 농업용 콘크리트 수리구조물에 적용하면 사용

수명 증가에 큰 효과가 있다. 라텍스 개질 보수용 모르타르의 적정 배합비를 도출하기 위하여 본 연구에서는 라텍스 혼입률을 포함한 보수용 재료로서 사용되는 각종 혼화제의 최적혼입량과 섬유보강재를 변수로하여 물리 역학적 특성을 평가하였으며, 실험결과는 보수용 재료로서 요구되는 성능을 목표 성능으로 규정하여 결과를 비교하였다.

II. 실험계획

1. 목표성능

본 연구에서는 라텍스 개질 보수재료의 적정 배합비를 결정하고자 라텍스 혼입률, 소포제, 증점제 및 PVA 섬유 혼입 등을 변수로 하여 Table 1과 같은 성능 기준을 만족하도록 실험을 실시하였다. 실험방법은 첫번째로 라텍스 혼입률을 결정하기 위한 실험을 실시하고, 두번째 과정으로 소포제 및 증점제 사용에 따른 경향을 평가하였으며, 마지막으로 PVA 섬유 혼입에 따른 역학적 특성을 평가하였다.

Table 1 Target properties of latex modified repair materials (LMRM)

Properties	Test conditions	Target value
Flow value	-	170±5 mm
Compressive strength	28 curing days	> 50 MPa
Flexural strength	28 curing days	> 10 MPa
Bond strength	14 curing days	> 2 MPa

2. 사용재료

가. 시멘트 및 골재

본 연구에서는 H사에서 제조한 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 잔골재는 인조규사를 사용하였다. 인조규사는 원석의 순도가 높고 석영질로 SiO₂가 높고 색도가 백색이며 경질이고 내화도가

Table 2 Chemical composition of fine aggregate

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	Total
96.0	2.0	1.0	0.1	0.5	0.2	0.2	100

높다. 본 연구에서는 국내 D사에서 제조한 제품을 사용하였으며, 화학적 구성은 Table 2와 같다.

나. 라텍스

시멘트 모르타르는 물시멘트비가 증가함에 따라 플로우 값으로 표시되는 시공성은 개선되나 실제 적용시 재료분리, 블리딩, 강도저하 등의 물리적 성능 손실은 피할 수 없다. 이에 따라 현장에서 작업할 때 작업성을 개선하여 경제적 손실을 줄이면서도 시멘트 모르타르의 성능을 동등 혹은 그 이상으로 향상시킬 수 있는 재료와 방법에 대하여 많은 연구가 진행되어 왔다(Barluenga, 2003). 시멘트 모르타르의 작업성을 개선하면서 내구성을 개선시키는 데는 많은 재료적 접근 방법이 있겠지만 친수 콜로이드적인 성격을 가지고 있는 유기계 고분자재료는 시멘트 모르타르의 훌륭한 개질 재료로 널리 알려져 있다(Saija, 1994). 이중 라텍스는 윤활유와 같은 작용을 하여 모르타르의 워커빌리티를 향상시킨다. 따라서 라텍스의 첨가로 인한 일정 수준의 워커빌리티를 얻기 위하여 요구되는 단위 수량을 감소시킨다(Biswas, 1994). 이러한 단위수량의 감소는 경화된 재료의 강도면에서 증가를 가져온다. 본 연구에서 사용한 라텍스는 SBR(Styrene-Butadien Rubber)이며, 특성은 Table 3과 같다.

다. 실리카폼

실리카폼은 실리콘이나 페로실리콘 등의 규소합

Table 4 Chemical composition of silica fume

SiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O+Na ₂ O	CaO+MgO
Min. 90	Max. 2	Max. 2	Max. 5

금을 전기 아크식 노에서 제조할 때 배출가스에 부유하여 발생하는 부산물의 총칭이며, 규소합금의 원료로서 규석, 석탄, 목편, 철가루 등과 환원제로서 코크스를 전기로에 투입하여 약 2,000 ℃의 고온으로 페로실리콘을 제조하게 된다. 이때 중간생성물인 SiO가 가스화되어 이것이 공기에 의해 산화하여 SiO₂로 되고 다시 응축하여 초미립자로 생성된다(Won et. al., 2003). 이 초미립자를 전기집진장치를 이용하여 실리카폼이 얻어지는 것이다. 본 연구에서 사용된 실리카폼의 화학적 성질은 Table 4와 같다.

라. 증점제 및 소포제

증점제는 셀룰로오즈 유도체(eg. EHEC) 등과 같은 수용성 폴리 사카라이드계가 보통 증점제 또는 보수제로 사용되고 있다. 증점제 사용시 얻어지는 특성으로는 제품의 증점효과, 재료분리 방지성, 보수성 부여 및 작업시간 확보 등이 있다. 또한 윤활성, 마감성 및 증집성 부여에 의한 작업성 개선 효과도 기대할 수 있다.

소포제는 라텍스가 함유된 계면활성제 및 분산제에 의하여 과도한 공기가 연행될 때 저감의 목적으로 사용되며 본 연구에서도 라텍스 혼입에 따른 과도한 공기연행을 방지하기 위하여 사용하였다.

마. PVA 섬유

PVA 섬유는 섬유표면이 수산기를 가지고 있는

Table 3 Physical properties of Latex

Concentration (%)	Specific gravity	pH	Surface tension (dyne/cm)	Particle size (A)	Viscosity (cps)
46.9	1.02	10.55	30.565	1793	44.33

Table 5 Properties of PVA fiber

Property	Polyvinyl Alcohol fiber
Length (mm)	4, 6, 8, 12
Effective diameter (mm)	0.015
Aspect ratio	267, 400, 533, 800
Specific gravity	1.26
Elastic modulus (MPa)	1.1×10^4
Tensile strength (MPa)	700
Hydrophilic/hydrophobic surface	Hydrophilic
Alkali resistance	High

친수성 구조로 콘크리트 내부에서 분산이 잘되고 높은 탄성계수를 가지며 또한 시멘트 페이스트와 높은 부착성능을 가진다. 본 연구에서는 일본 Kuraray사에서 제조한 제품을 사용하였으며 그 특성은 Table 5와 같다.

3. 실험방법

가. 흐름시험

본 연구에서는 라텍스 개질 보수용 모르타르의 시공성을 향상시키기 위하여 뿔어붙이기 공법을 이용하려 한다. 따라서 뿔어붙이기 성능을 평가할 수 있는 흐름시험을 실시하였으며 흐름 값의 규정은 뿔어붙이기 폴리머 시멘트 모르타르의 적정 흐름 값인 170 ± 5 mm를 만족하도록 하였다. 시험은 KS F 2476(폴리머 시멘트 모르타르의 시험방법)에 준하여 실시하였다.

나. 압축강도시험

라텍스 및 폴리머 혼입률에 따른 압축강도 특성을 알아보기 위해 KS L 5105(수경성 시멘트 모르타르의 압축강도 시험방법)에 준하여, $50 \times 50 \times 50$ mm의 입방체 물체를 3개씩 제작하여 재령 1일 14일 28일의 압축강도를 실시하였다.

다. 휨강도시험

휨강도시험은 KS F 2476(폴리머 시멘트 모르타

르의 시험방법)에 준하여, $40 \times 40 \times 160$ mm의 몰드 3개를 제작하여 재령 28일에 휨강도 시험을 실시하였다.

라. 부착강도

KS L 5105(수경성 시멘트 모르타르의 압축강도 시험 방법)에 따라 배합한 모르타르를 $70 \times 70 \times 20$ mm의 밀판으로 이용할 공시체를 제작하여 온도 20 ± 3 °C, 습도 80% 이상의 상태에서 24시간 양생 후 탈형을 하고 이후 6일 동안 20 ± 2 °C의 물속에서 습윤 양생을 실시하고, 7일간 온도 20 ± 2 °C, 상대습도 $60 \pm 10\%$ 에서 양생시키는 방법으로 총 14일 동안 양생하였다. 양생 후 KS L 6003(연마지)에서 규정하는 연마지 150번 연마지를 사용하여 사용면을 충분히 연마한 후 라텍스 개질 모르타르를 약 5 mm의 두께로 도포하여 14일간 기건양생시켰다. 그 후 중앙에 $40 \text{ mm} \times 40 \text{ mm}$ 크기로 절단한 후 에폭시 수지를 이용하여 어태치먼트를 부착하였다. 시험방법은 KS F 4042(콘크리트 구조물 보수용 폴리머 시멘트 모르타르) 규정에 따라 부착강도를 측정하였다. 공시체는 각각 3개씩 제작하여 시험을 실시하였다.

III. 실험결과 및 고찰

1. 라텍스 혼입률에 따른 성능 평가

물-시멘트 비를 조절하며 Table 6과 같이 뿔어붙이에 적합한 흐름 값인 170 ± 5 mm 범위에 맞추었다. 목표흐름 값을 만족시키기 위하여 사용한 물-시멘트 비는 라텍스의 혼입률이 증가할수록 감소하였다. 라텍스의 혼입률 증가는 계면활성작용을 통하여 보수용 모르타르의 유동성을 증가시키기 때문이다.

가. 압축강도

압축강도시험 결과는 Fig. 1과 같이 모든 배합에

Table 6 Flow test result with latex replacement ratio

No.	Binder	Sand	Silica fume	Latex (%)	W/C	Flow (mm)
1	1	2	Cement×10%	5	0.33	170
2				0.3	173	
3				0.27	166	

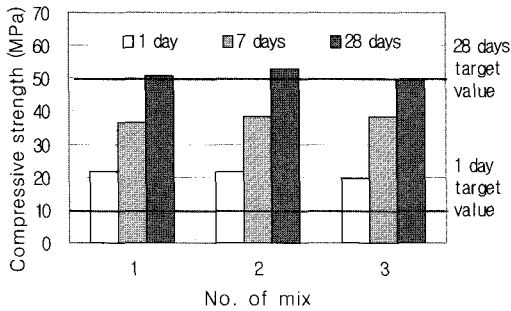


Fig. 1 Compressive strength with latex replacement ratio

서 재령 1일 압축강도는 기준강도를 상회하는 것을 알 수 있다. 그러나 재령 28일 강도는 라텍스 혼입량 5%와 10%에서는 기준값을 만족시켰으나 15%에서는 기준강도인 50 MPa를 만족시키지 못하는 결과를 보여주었다. 일반적으로 라텍스를 혼입하면 물-시멘트 비가 감소하여 압축강도가 증가한다. 그러나 라텍스의 혼입량 증가는 보수용 모르타르 내부의 공기량을 증가시키는 결과를 초래하여 이로 인하여 강도의 감소를 발생시킨다. 따라서 라텍스를 15% 혼입한 경우 물-시멘트비 감소에 의한 강도의 감소보다는 공기량 증가에 의한 강도의 감소가 크게 나타나 15%를 적용시키기 위해서는 소포제 등을 사용하는 방법을 강구하여야 할 것으로 보인다.

나. 휨강도

라텍스 혼입량에 따른 휨강도 실험결과는 Fig. 2와 같다. 실험결과 모든 라텍스 혼입률에서 목표휨강도를 만족하지 못하는 결과를 초래하였다. 또한 압축강도 시험결과와 마찬가지로 라텍스 혼입률 10%에서 가장 우수한 값을 보여주었으며, 라텍스

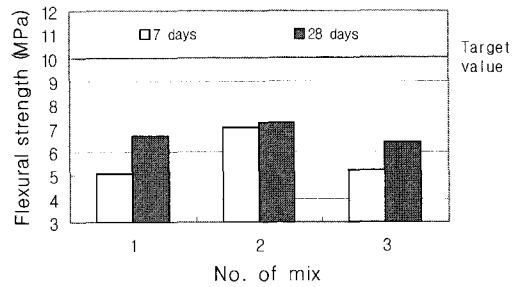


Fig. 2 Flexural strength with latex replacement ratio

혼입률 15%에서는 휨강도가 감소하는 결과를 보여주고 있다. 일반적으로 라텍스의 혼입은 라텍스의 기본적인 성질 중에 하나인 시멘트 페이스트 사이 또는 시멘트 페이스트와 골재 사이에 가교역할을 하는 필름막이 형성되어 휨강도를 증가시키는 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 그러나 이와 같은 효과도 라텍스의 혼입에 따른 공기량의 효과를 고려하지 않는다면 큰 효과를 발휘 하지 못할 것으로 보인다.

2. 소포제 및 증점제 사용에 따른 특성평가

라텍스 혼입률에 따른 압축강도 및 휨강도 실험 결과 모든 배합에서 휨강도 기준을 만족하지 못하는 결과가 도출되었다. 따라서 본 연구에서는 라텍스 혼입에 따른 과도한 공기량의 발생에 의한 강도 감소의 효과가 있는 것으로 판단되어 소포제를 라텍스 량의 1.5%를 추가하여 압축강도 및 휨강도를 측정하였다. 또한 재료의 증점 효과, 재료분리 방지성, 보수성 부여 등의 효과가 있는 증점제의 사용 여부에 따른 효과를 평가하기 위하여 시멘트량의 0.7%를 추가하였다. Table 7은 소포제 및 증점제

Table 7 Mix proportion with antifoaming agent and viscosity agent

No. of mix	Binder: sand	W/Binder	Silica fume	Latex (% of Binder)	Antifoaming agent (% of Latex)	Viscosity agent (% of Cement)
1	1:2	0.33	Cement × 10%	5	-	0.7
2					-	-
3					1.5	0.7
4					-	-
5					-	0.7
6					-	-
7		0.3		10	-	0.7
8					1.5	-
9					-	0.7
10					-	-
11					1.5	0.7
12					-	-

사용여부에 따른 배합비를 나타내고 있다.

가. 흐름시험 및 공기량 시험결과

Fig. 3에서 보는 바와 같이 흐름시험 결과 뿔철에 적합한 흐름 값인 170±5 mm를 만족시키도록 하였으며 증점제의 첨가에 의한 흐름값의 감소는 유동화제를 사용하지 않고 단위수량을 증가시켜 결과를 만족시키도록 하였다.

공기량 시험결과는 Fig. 4에 나타내었다. 공기량은 라텍스 혼입량이 동일한 배합에서 소포제를 사용한 배합에서 감소하는 결과를 보여주었다. 또한 증점제 사용에 따라 공기량은 감소하는 결과를 보여주고 있다. 이는 소포제를 사용하면 라텍스 개질 보수용 모르타르에서 연행하는 공기량을 감소시키는 효과가 있으며 증점제의 경우 시멘트 페이스트 및 시멘트 골재 사이의 증점 효과로 인하여 공기량의 감소에 효과가 있기 때문이다.

나. 압축강도

Fig. 5에서 보는 바와 같이 소포제 사용에 따른 압축강도는 소포제를 사용한 라텍스 개질 보수용 모르타르의 압축강도가 소포제를 사용하지 않은 배

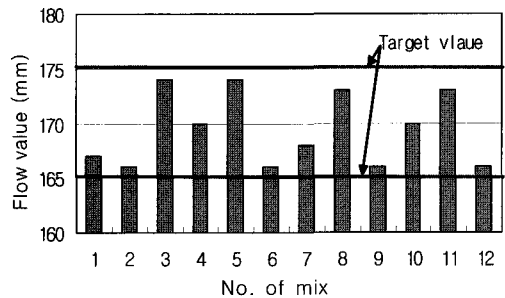


Fig. 3 Flow test results with antifoaming agent and viscosity agent

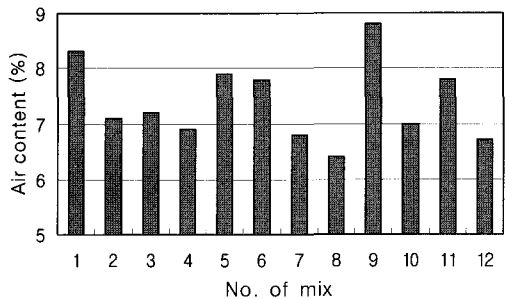


Fig. 4 Air content test results with antifoaming agent and viscosity agent

합의 압축강도 보다 크게 나타났다. 이와같은 이유는 소포제의 사용은 라텍스 개질 보수용 모르타르

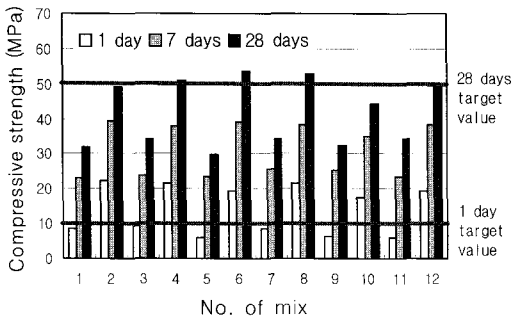


Fig. 5 Compressive strength with antifoaming agent and viscosity agent

의 공기량을 감소시켜 과도한 공기 연행에 따른 강도 감소를 막을 수 있기 때문이다. 또한 동일한 소포제 혼입량에서 증점제 사용여부에 따른 압축강도 실험결과 증점제를 사용한 경우가 압축강도가 감소하는 결과를 가져왔다. 이와같은 결과는 증점제 라텍스 개질 보수용 모르타르에 첨가되어 재료의 응집력을 강화시킴으로써 뿔칠성능이 가능한 흐름값을 만족시키기 위한 물-시멘트 비를 증가시키게 된다. 본 연구에서는 증점제 사용에 따른 흐름값의 감소를 유동화제가 아닌 단위수량을 증가시켜 확보하였기 때문에 물-시멘트 비가 증가되어 강도가 감소하는 결과를 보여주었다.

다. 휨강도

Fig. 6은 소포제 및 증점제 사용에 따른 휨강도 실험결과를 보여준다. 시험결과 모든 배합에서 목표휨강도인 10 MPa를 만족시키지 못하였다. 소포

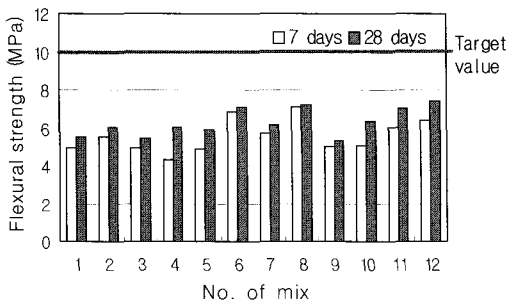


Fig. 6 Flexural strength with antifoaming agent and viscosity agent

제 및 증점제 사용에 따른 휨강도의 경향을 살펴보면 압축강도시험결과와 마찬가지로 소포제를 사용할 경우 휨강도가 증가하였고, 동일한 소포제 양에서는 증점제를 사용하지 않은 경우가 휨강도가 크게 나타났다. 소포제 사용에 따른 강도의 증가는 공기량의 감소에 의한 것이며 증점제 사용에 따른 강도의 감소는 물-시멘트비의 증가에 의한 결과이다.

3. PVA 혼입에 따른 성능 평가

소포제 및 증점제 혼입량에 따른 성능 평가 결과 모든 배합에서 휨강도를 만족시키지 못하는 결과를 초래하였다. 특히 소포제를 사용한 경우 과도한 공기량의 증가를 방지하고 압축강도, 휨강도의 향상을 획득할 수 있었으나 증점제를 사용한 배합에서는 오히려 압축강도 및 휨강도가 감소하는 경향을 보여주었다. 따라서 본 연구에서는 과도한 공기연행을 막을 수 있는 소포제는 사용하고, 역학적 특성을 감소시킨 증점제를 제외하는 동시에 휨강도 증가에 효과가 있는 PVA 섬유를 모든 배합에 첨가하여 압축강도 및 휨강도를 평가하였다. 또한 라텍스 혼입량의 범위를 증가시켜 5% 이하의 배합에 대하여도 성능 평가시험을 실시하였다. 즉 라텍스 혼입량을 감소시켜 경제성을 향상시키면서 공기량의 증가를 억제하여 강도특성을 증가시키고자 하였다. 이를 위하여 실험변수로는 라텍스의 혼입량을 라텍스 1~5%, 10%, 15%의 혼입과 라텍스 혼입에 따른 공기량을 감소시키기 위하여 소포제를 라텍스 중량의 1.5%를 첨가하였으며, 폴리비닐알코올 섬유를 체적비로 0.2%을 첨가하였다. 라텍스 개질 보수재료의 배합비는 Table 8과 같다.

가. 압축강도

라텍스 및 PVA 섬유의 혼입에 따른 압축강도 실험 결과는 Fig. 7과 같다. 시험결과 라텍스 혼입량이 증가할수록 혼입률 10%까지는 강도가 증가하는 것으로 나타났으며 라텍스 혼입에 관계없이

Table 8 Mix proportion with PVA fiber volume fraction

No. of mix	Binder : sand	W/binder	Silica fume	Latex (×Binder)	Antifoaming agent	PVA fiber volume fraction
1	1:2	0.33	Cement × 10%	1%	Latex × 1.5%	0.2%
2				2%		
3				3%		
4				4%		
5				5%		
6				10%		
7				15%		
		0.30				
		0.27				

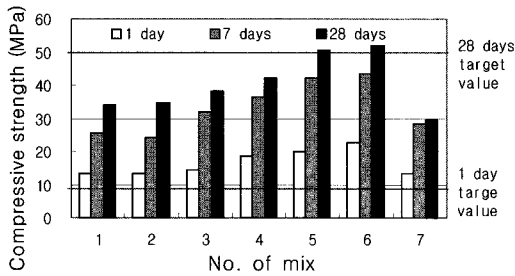


Fig. 7 Compressive strength with latex replacement ratio and PVA fiber

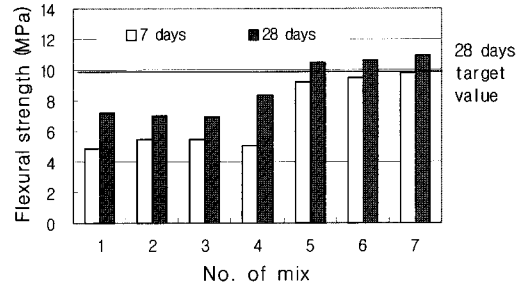


Fig. 8 Flexural strength with latex replacement ratio and PVA fiber

1일 목표 강도는 모두 만족하였다. 그러나 재령 28일 목표강도는 라텍스 혼입률 5%와 10%에서만 만족하는 결과를 보였다. 라텍스 혼입률이 15%로 증가하면서 압축강도가 현저히 감소하는 결과를 보여주었는데, 이는 라텍스 혼입률의 증가로 인하여 물-시멘트비는 감소하지만 이보다는 공기량의 증가가 압축강도에 더 크게 영향을 주었기 때문이다. 소포제를 사용하였지만 사용된 소포제 양으로는 충분한 공기량의 감소효과를 달성할 수 없어 압축강도가 감소하는 결과가 나타났다. PVA 섬유 혼입은 압축강도의 증가에 큰 효과가 없는 것으로 나타났다.

나. 휨강도

라텍스 혼입률 및 PVA 섬유 혼입에 따른 휨강도 시험결과는 Fig. 8과 같다. 이 결과 라텍스 혼입률 5%와 10%에서만 목표휨강도를 만족하였다. 기존

라텍스 혼입률 5%와 10%에서는 목표 휨강도를 만족시키지 못하였지만, PVA 섬유를 첨가함으로써 휨강도를 만족시키는 것으로 보아 PVA 섬유의 첨가는 라텍스 개질 보수용 모르타르의 휨강도 증가에 효과가 있는 것으로 나타났다.

4. 적정 배합비 도출 및 성능 평가

본 연구에서는 상기의 과정을 통하여 라텍스 개질 보수용 모르타르의 적정배합비를 도출하였다. 1절에서는 라텍스 혼입률에 따른 물리~역학적 성능 실험을 통하여 라텍스 혼입률에 따른 영향을 평가하였고, 2절에서는 라텍스 혼입률에 따른 공기량의 영향과 이를 억제하기 위한 소포제의 사용여부 결정을 실험을 실시하여 라텍스 개질 보수용 모르타르의 성능은 소포제의 사용에 따라 성능이 증가함을 알 수 있었다. 또한 증점제 사용여부에 따른 성능

Table 9 Optimum mix proportion of latex modified repair materials

Binder : sand	W/binder	Silica fume	Latex	Antifoaming agent	PVA fiber volume fraction
1:2	0.33	Cement × 10%	Binder × 5%	Latex × 1.5%	0.2%

Table 10 Performance of optimum latex modified repair materials

Compressive strength (MPa)	Flexural strength (MPa)	Bond strength (MPa)
51.76	10.13	2.38

평가결과, 증점제의 사용은 라텍스 개질 보수용 모르타르의 성능을 감소시킨다는 결과를 도출하였다. 마지막으로 PVA 섬유 혼입에 따른 성능을 평가한 결과 PVA 섬유는 라텍스 개질 보수용 모르타르의 휨강도 증가에 효과가 있는 것으로 나타났다. 결과적으로 이와 같은 과정을 통하여 결정된 배합 중에 라텍스 혼입률이 5%와 10%인 배합이 모든 목표 성능을 만족하였다. 그러나 라텍스를 다량으로 사용하면 경제성이 악화되는 것으로 고려하여 본 연구에서는 Table 9와 같은 라텍스 혼입률이 5%인 배합을 적정배합비로 결정하였다.

Table 8의 라텍스 개질 보수용 모르타르의 성능을 평가하기 위하여 압축강도, 휨강도 및 부착시험을 실시하였다. 시험결과를 요약하면 Table 10과 같고, 본 연구에서 목표로 한 성능을 모두 만족하였다.

IV. 결 론

본 연구에서는 라텍스 개질 보수용 모르타르의 적정배합비를 결정하고자 라텍스 혼입률, 소포제 및 증점제 혼입률 및 PVA 섬유 혼입률에 따른 물리·역학적 특성을 평가하였으며 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 라텍스 혼입률에 따른 물리·역학적 특성은 라텍스 혼입률이 증가할수록 압축강도 및 휨강도 등

은 증가하나, 라텍스 혼입률이 15% 정도되면 공기량의 증가에 의한 결과로 오히려 강도가 감소하는 결과를 초래하였다.

2. 소포제 및 증점제 사용에 따른 라텍스 개질 보수용 모르타르의 성능 평가 결과 소포제의 사용은 라텍스 혼입에 따른 공기량의 증가를 억제하여 강도를 향상시키는 결과를 보여주었다. 그러나 증점제의 경우 재료의 점성을 증가시켜 작업성을 감소하는 결과를 초래하였다. 따라서 뿔칠성을 만족하는 흐름값을 만족시키기 위해 단위수량을 증가 시킴으로 강도특성을 감소시켰다.

3. 라텍스 개질 보수용 모르타르에 PVA 섬유를 첨가하면 압축강도에는 큰 영향이 없으나 휨강도를 증가시키는 결과를 보여주었다.

본 연구는 농림기술개발사업에 의하여 수행된 결과의 일부임.

References

1. G. Barluenga, F. Hernández-Olivares, 2003, SBR latex modified mortar rheology and mechanical behavior, *Journal of Cement and Concrete Research*, Vol. 34, No. 3, pp. 527~535
2. Leo M. Saija, 1994, Waterproofing of portland cement mortars with a specially designed polyacrylic latex, *Journal of Cement of Concrete Research*, Vol. 25 No. 3 pp. 503~509
3. Ministry of Agriculture and Forestry, 2000, Development of system for optimum design, safety appraisal and repair works on agri-

- cultural structures. (in Korean)
4. Ministry of Agriculture and Forestry, 1999, Guideline for repair method of hydraulic structures. (in Korean)
 5. Ministry of Agriculture and Forestry, 1991, Agricultural civil engineering hand book. (in Korean)
 6. Ministry of Agriculture and Forestry, 2005, Study on a scheme of rearranging technologies for repairing & reinforcing irrigation & drainage structure damaged or deteriorated. (in Korean)
 7. M. Biswas, 1994, Effect of latex and super-plasticiser on portland cement mortar in the fresh state, *Journal of Cement and Concrete Composites*, Vol. 16, No. 4, pp. 309~316
 8. Won, J-P, Lee, C-M, and Park, C-G, 2003, Durability characteristics of blended cement mortar, *Journal of KSAE*, Vol. 45, No. 3, pp. 41~49. (in Korean)
 9. Won, J-P and Park, C-G, 2005, Enhanced Durability performance of polymer modified cement composites for concrete repair under combined aging conditions, *Journal of KSAE*, Vol. 47, No. 6, pp. 27~34. (in Korean)

시역환경