

폴리머 시멘트 모르타르를 이용한 원심력 철근콘크리트관의 라이닝

조영국^{1)*}

¹⁾청운대학교 건축공학과

(2001년 4월 30일 원고접수, 2001년 7월 24일 심사완료)

Lining of Reinforced Spun Concrete Pipes using Polymer-Modified Mortars

Young-Kug Jo^{1)*}

Department of Architectural Engineering, ChungWoon University, Hongsung, 350-701, Korea

(Received on April 30, 2001, Revised on July 24, 2001)

ABSTRACT

Up to this day, reinforced spun concrete pipes have been widely used as drain pipes. However, many reinforced spun concrete pipes are exposed to the deteriorated environment such as freezing-thawing damage and chemical attack by the growth of a sulfur-oxidizing bacterium isolated from corroded concrete. The purpose of this study is to evaluate the effects of lining by polymer-modified mortar using polymer dispersions as cement modifier on the development in durability of reinforced spun concrete pipe. The polymer-modified mortars were prepared with various polymer types and polymer-cement ratios, and tested for compressive and flexural strengths, acid, freezing-thawing, and heat resistances. And then, the reinforced spun concrete pipe product lined by polymer-modified mortars was tested for adhesion in tension and surface conditions according to curing temperatures in the field. From the test results, it is apparent that the polymer-modified mortars have good mechanical properties and durability as a lining material. In practice, all polymers can be used as lining the materials for reinforced spun concrete pipe, and types of polymer, and polymer-cement ratio and curing conditions are controlled for a good lining product.

Keywords : reinforced spun concrete pipe, polymer dispersion, polymer-modified mortars, lining, adhesion in tension

1. 서 론

원심력 철근콘크리트관은 가격에 비해 내구성이 우수하기 때문에 하수관으로 가장 많이 사용되고 있다. 그러나 이들 제품은 주택의 생활하수 및 산업시설의 각종 폐수 등에 의해 열화 되어 역학적 성질 및 내구성이 저하되기 때문에, 유지관리에 따른 경제적 손실과 지하 매설물의 붕괴로 인한 안전성에도 문제점을 내포하고 있다. 일반적으로 오·폐수 중에 함유된 유기물로부터 발생한 황화수소가 호기성 박테리아에 의해 황산화 됨으로써 원심력 철근콘크리트관 표면을 열화시켜 사용수명을 크게 단축시킨다¹⁾. 또한 상시 하수에 접촉됨으로써 동절기의 동해에 대한 열화도 성능을 저하시키는 주원인이 되고 있다.

유럽과 일본에서는 1990년대부터 하수관을 폴리머 콘크리트로 제작하여 사용함으로써 반영구적인 내구성을 확보하고 있다²⁾. 그러나 우리 나라의 영세한 중소기업의 상황에서는 아직 채용되기 위해서는 많은 기술적인 노하우와

시설투자 등의 경제적인 부담이 폴리머 콘크리트관의 사용을 제약하고 있다. 또한 수지를 사용한 원심력 철근콘크리트관 자체의 라이닝 방법도 시도되고 있으나, 수지와 시멘트 콘크리트 부분의 경계면의 접착성 문제가 해결되어야 한다³⁾.

본 연구는 기존 원심력 철근콘크리트관의 성능을 향상시킬 수 있는 방법으로 내측 표면을 일정한 두께로 방식 라이닝 모르타르로 처리함으로써 보다 더 내구적인 원심력 철근콘크리트관을 개발하는데 목적을 두었다. 이를 위해 원심력 철근콘크리트관 제작시, 동시성형이 가능한 폴리머 시멘트 모르타르를 제작, 기초적인 실험을 실시하고 직접 현장에서 제품 제작시에 적용시킬 수 있는 최적의 배합설계 및 양생방법을 제시코자 한다.

2. 철근 콘크리트 하수관의 부식 메커니즘

매년 우리 나라에서 생산되고 있는 원심력 철근콘크리트관은 약 250만개(2000년 기준) 정도로서 이중 보통 하수관용으로 40% 이상이 사용되고 있는 것으로 추정되고 있다. 하수관용 원심력 철근콘크리트관은 생활하수, 공장

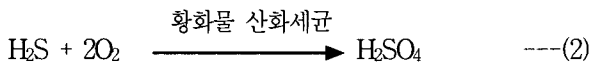
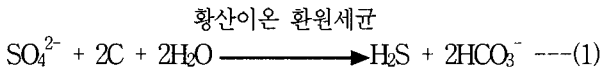
* Corresponding author

Tel : 041-630-3284 Fax : 041-630-3284

E-mail : ykjo@www.cwunet.ac.kr

폐수에 의해 항시 화학적 부식과 겨울철의 동해로 그 수명이 매설한 후 5~10년을 넘기기가 어렵다. 이러한 원심력 철근콘크리트관은 지하에 매설되기 때문에 한번 매설되면 유지보수 관리가 어려우며, 하수관의 노후화에 의한 누수로 환경오염은 아주 심각한 형편이다. 아래 식 (1)-(3)과 같이 하수관에 흐르는 오·폐수에 함유된 유기화합물 중 황산이온(SO₄²⁻)이 황산염 환원세균에 의해 환원되어 황화수소(H₂S)가 생성되며, 황화수소가 기중에 확산과 호기성 황산화 세균에 의해 산화되어 황산(H₂SO₄)이 된다. 이러한 황산은 시멘트 성분의 수산화칼슘을 이수석고로 변화시켜, 열화가 계속되고 마침내 콘크리트관 내부의 철근까지 부식되어 붕괴에 이르게 된다⁴⁾. Fig. 1은 하수의 유기물 속의 황화수소에 의한 열화기구를 나타내었다¹⁾.

한편, 기존 하수관용 원심력 철근 콘크리트관 제조 설비를 그대로 사용하면서 하수관 제작 마무리 공정에서 내식성이 강한 폴리머 시멘트 모르타르를 이용하여 내부 두께를 일정하게 라이닝 처리한다면, 하수관 내부의 높은 농도의 황산에 의한 부식과 겨울철의 동결융해 작용에 대한 저항성도 강한 하수관을 만들 수 있다. 또한 시멘트계 재료 속에 일정량의 폴리머를 개질재로 사용하기 때문에 접착력도 개선되며⁹⁾, 경제성 면에서도 국내산 에폭시 에멀전 및 수성 폴리머 디스퍼션을 이용한다면 기존 제품에 비해 약 10%의 가격상승을 초래하나 기존의 부식방지 공법에 비하면 훨씬 경쟁력이 있다.



3. 실험계획

시중에서 널리 사용되고 있는 4종류의 시멘트 혼화용 폴리머 디스퍼션을 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르를 제작하여 관 내부에 1cm 정도의 두께로 라이닝을 할 목적으로, 각종 폴리머 시멘트 모르타르의 기초적 물성과 실제 현장에서의 적용성 및 성능을 파악하였다. Fig. 2는 본 실험에서 사용된 라이닝용 원심력 철근 콘크리트관(φ600 x 2500 mm)이다.

3.1 사용재료

3.1.1 시멘트 및 골재

시멘트는 보통포틀랜드 시멘트와 내황산염 시멘트(SRC)를 사용하였으며, 잔골재는 규사(No.5, No.7)를 사용

하였다.

3.1.2 시멘트 혼화용 폴리머

본 실험에 사용된 시멘트 혼화용 폴리머로서는 수성 폴리머 디스퍼션인 스티렌 부다지엔 고무(SBR)라텍스, 스티렌·아크릴 공중합체 (St/Ac), 폴리아크릴산 에스테르(PAE)와 비스페놀 A형 에폭시 수지이며, 일반적 성질은 Table 1 및 Table 2와 같다. 각종 폴리머 디스퍼션에 의한 기포를 제거하기 위하여 실리콘계 소포제를 폴리머 고형분의 0.7% 혼입하였다.

3.1.3 경화제

에폭시 수지의 경화를 위하여 폴리아미드 변성 자기유화형 경화제를 사용하였다. 이는 보통 수지의 경화제와는 달리 수경성 시멘트 모르타르 중에서 에폭시의 경화가 가능할 수 있도록 수중에서도 분산되므로 에폭시 에멀전 형태가 가능하다.

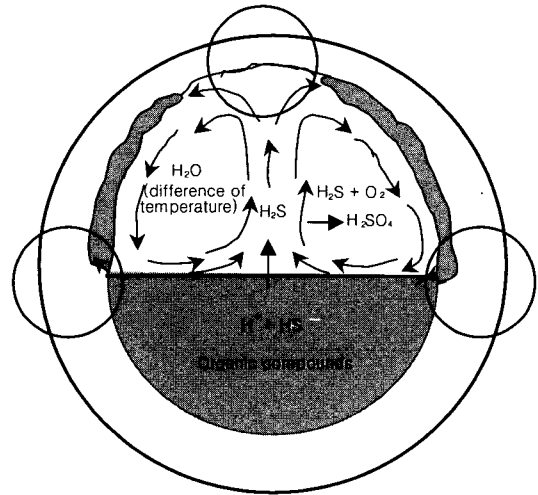
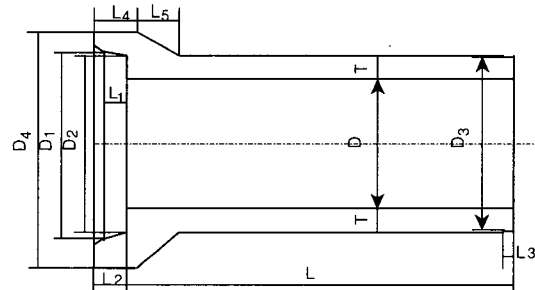


Fig. 1 Deterioration mechanism of reinforced spun concrete pipe (○ Serious deterioration parts)



Sign	D	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	T	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L
Length	600	708	704	690	804	50	75	100	36	135	100	250

Fig. 2 Reinforced spun concrete pipe used in this study

3.1.4 황산용액

내산성 시험을 위하여 황산(98%)을 증류수에 희석하여 5% 용액이 되도록 제조하여 사용하였다.

3.2 실험방법

3.2.1 라이닝용 폴리머 시멘트 모르타르 제작

라이닝용 폴리머 시멘트 모르타르는 KS F 2476 (시험실에서 폴리머 시멘트 모르타르를 만드는 방법)에 준하여 Table 3과 같은 배합으로 플로우가 170 ± 5 mm가 되도록 제작하였으며, 28일간 기중양생을 실시하였다. 압축강도, 휨강도, 내산성 및 내열성시험은 $4 \times 4 \times 16$ cm의 몰드를 사용하였으며, 인장접착강도는 피착체(보통 모르타르) 위에 폴리머 시멘트 모르타르를 두께 1 cm로 타설하였다. 또한 동결융해 시험용으로 $8 \times 8 \times 40$ cm 몰드를 사용하였다.

3.2.2 압축강도 및 휨강도

폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도 및 휨강도 시험은 KS F 2477 (폴리머 시멘트 모르타르의 강도시험 방법)에

준하여 실시하였다.

3.2.3 인장접착강도

보통 시멘트 모르타르 피착체 위에 1 cm 두께로 타설한 폴리머 시멘트 모르타르를 28일 양생 후, 4×4 cm, 깊이 1 cm 정도의 크기로 절단하여, 그 위에 강제형틀을 접착, 인장접착강도 시험기를 이용하여 실험을 실시하였다. 또한 실제 원심력 철근콘크리트관에 라이닝한 폴리머 시멘트 모르타르에 대한 인장접착강도 시험도 실시하였다.

3.2.4 내산성시험

28일간 양생된 폴리머 시멘트 모르타르를 황산 5% 용액에 28일간 침적한 후, 침식깊이와 압축강도 및 휨강도를 측정하여, 시험전과 비교함으로써 황산용액에 대한 저항성을 평가하였다.

3.2.5 동결융해시험

동결융해시험은 KS F 2443 (급속 동결융해에 대한 콘크리트의 저항시험 방법)에 준하여 실시하였으며, 동결융해저항성의 평가는 30사이클까지 30사이클 주기로 상대동탄성계수를 측정하여 평가하였다.

3.2.6 내열성시험

Table 3과 같은 라이닝용 폴리머 시멘트 모르타르를 제작한 후, 바로 40°C , 60°C 및 80°C 에서 5시간 양생과 20°C 에서 2일간 양생한 후, 80°C 에서 5시간 양생하여 공시체 표면의 균열 정도를 5점법으로 평가하였다. 여기에서 양생 온도 최고치를 80°C 로 한 것은 실제 현장에서의 증기양생온도를 적용한 것이며, 또한, 폴리머 시멘트 모르타르의 시험시 폴리머의 종류에 따라 다르나, 일반적으로 가열 온도를 80°C 이하로 하여야 하기 때문이다⁵⁾.

Table 1 Properties of polymer dispersions

Type of polymer	pH (20°C)	Viscosity (mPa · s, 20°C)	Specific gravity (20°C)	Total solids (%)
SBR	9.7	64	1.020	50.0
St/Ac	8.0	200	1.048	47.5
PAE	5.0	2,000	1.09	50.1

Table 2 Properties of epoxy emulsion

Epoxy equivalent	Molecular weight	Viscosity (mPa · s, 20°C)	Specific gravity (20°C)	Hue (Gardner)
185	380	13500	1.19	0.2-0.4

Table 3 Mix proportions of polymer-modified mortars for lining

Type of mortar	Cement : Sand (by weight)	Polymer-cement ratio (%)	W/C (%)	Flow (mm)
Plain	1 : 2	0	46.6	168
SBR-modified		10	43.0	165
		20	31.4	168
		30	30.5	175
		10	36.6	175
St/Ac-modified		20	30.9	171
		30	30.3	173
		10	45.3	175
PAE-modified		20	42.9	170
		30	41.6	166
		10	47.0	169
Epoxy-modified		20	47.0	171

4. 실험결과 및 고찰

4.1 라이닝용 폴리머 시멘트 모르타르의 성질

Fig. 3은 각종 폴리머를 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도를 나타낸 것이다.

SBR과 St/Ac를 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 압축강도는 폴리머 디스퍼전의 혼입량의 증가에 따라 커졌으며, 보통 시멘트 모르타르의 압축강도에 비해 큰 강도를 나타냈다. 그러나 PAE 및 에폭시의 경우에는 보통 시멘트 모르타르 보다 낮은 강도를 나타냈다. 일반적으로 시멘트 혼화용 폴리머 디스퍼션으로 시멘트의 성질을 개선시킬 경우, 보통 시멘트 모르타르에 비해 압축강도는 거의 개선되지 않는 것이 보통이나, 폴리머 디스퍼션의 혼입에 따른 같은 반죽질기에서의 필요한 물시멘트비가 크게 감소되기 때문에 결과적으로 강도의 증진효과를 가져올 수 있다.

Fig.4는 각종 폴리머를 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도를 나타낸 것이다. 폴리머의 종류에 관계없이 대부분의 폴리머 시멘트 모르타르의 휨강도는 보통 시멘트 모르타르 보다 크게 나타났으며, St/Ac를 20% 및 30% 혼입한 경우의 휨강도는 보통 시멘트 모르타르에 비해 1.9~2.1배 높게 나타났다. 여기에서 압축강도에 비해 휨강도가 크게 향상된 것은 시멘트 매트릭스 속에 존재하는 폴리머 필름에 의한 보강효과로 볼 수 있다.

Fig. 5는 각종 폴리머를 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 인장접착강도를 나타낸 것이다. 폴리머 시멘트 모르타르의 인장접착강도는 보통 시멘트 모르타르에 비해 1.9~2.3 배의 높은 강도를 나타내고 있다. 라이닝용 재료는 기존 콘크리트와 동시 성형시에 그 접착력이 아주 중요하다. 폴리머 종류에 따라서는 SBR을 혼입한 경우가 가장 크게 나타났으며, 내황산염 시멘트를 사용한 경우에도 보통 시멘트 모르타르에 비해 큰 인장접착강도를 나타내고 있다. 또한 인장접착강도 실험 후의 파괴성상을 살펴보면, SBR을 사용한 경우, 10%에서는 부착경계면, 20%와 30%에서는 피착체의 응집파괴현상을 보였다. St/Ac를 혼입한 경우 모든 피착체에서 응집파괴를 보였으나, PAE를 혼입한 경우에는 폴리머 시멘트비 10%와 20%에서는 부착경계면의 파괴, 30%에서는 폴리머 시멘트 모르타르 부분의 파괴를 보여 파괴성상으로 인장접착강도의 경향을 알 수 있었다.

Fig. 6과 Fig. 7은 황산 5% 용액에 28일간 침적한 후, 압축강도 및 휨강도 시험결과를 나타낸 것이다. 보통 시멘트 모르타르의 황산용액 침적후 압축강도 및 휨강도는 시험전의 압축강도에 비해 39% 및 24%의 강도저하를 보였다. 한편, SBR를 혼입한 경우에는, 8.4~27.2% 및 11.2~16.8%, St/Ac를 혼입한 경우, 12.5~13.9% 및 17.

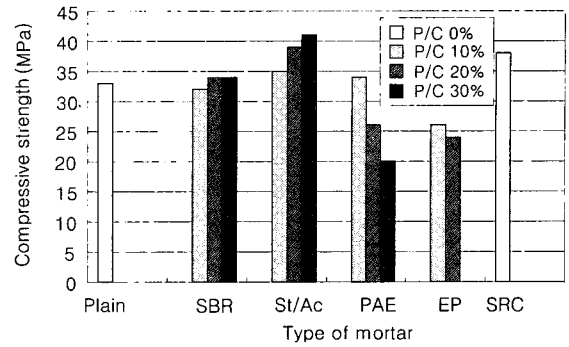


Fig. 3 Compressive strength of polymer-modified mortars for lining

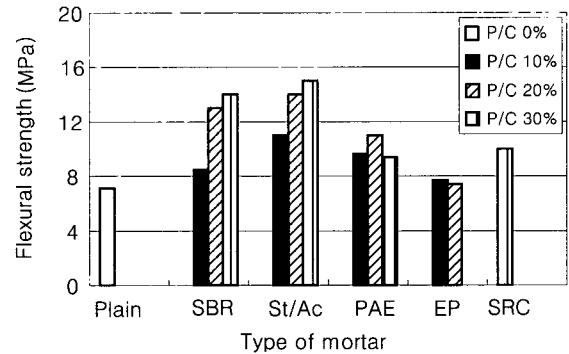


Fig. 4 Flexural strength of polymer-modified mortars for lining

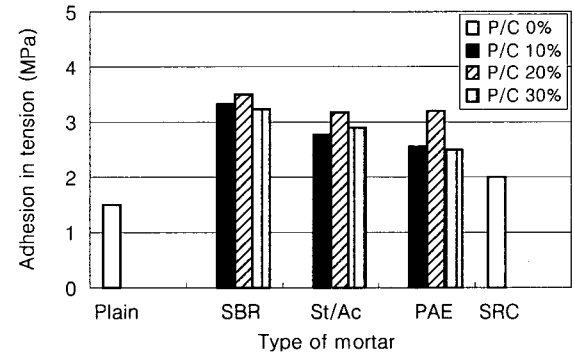


Fig. 5 Adhesion in tension of polymer-modified mortars for lining

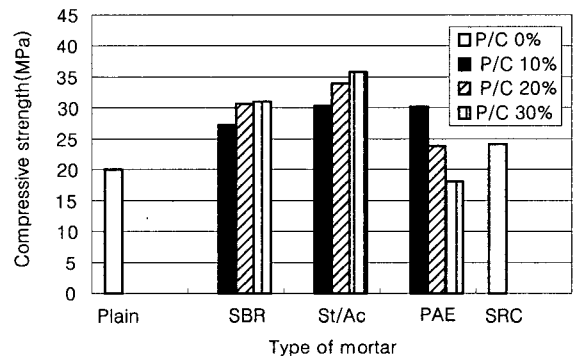


Fig. 6 Compressive strength after being immersed in 5% H₂SO₄ for 28 days

4~23.3%로서 무혼입에 비해 낮게 나타났다. 침적후의 강도 역시 최대 1.8~2.3배를 나타내 폴리머 시멘트 모르타르를 라이닝 재료로 사용하는 경우 황산에 침적되어도 잔존 보유 강도가 커, 원심력 철근콘크리트관의 내구성 증진에 커다란 도움이 되지만 폴리머 종류의 선택이 중요하다. 또한 내황산염 시멘트를 사용한 경우와 비교해 보아도 SBR 및 St/Ac를 혼입한 경우에는 황산에 대한 저항성이 우수하였다.

본 시험은 황산 5%용액으로 축진 시험을 실시한 것이므로 실제로는 이 보다 훨씬 내구적이다. 또한 낮은 농도에서의 장기간의 침식은 폴리머 시멘트 모르타르 보다 보통 시멘트 모르타르의 경우가 클 것으로 예상되며 이로 인하여 철근콘크리트관의 내구년한은 크게 단축된 것으로 생각된다.

Photo. 1과 Photo. 2는 황산 5% 용액에 28일간 침적시켜, 표면을 스케일링 한 후의 표면상태 및 절단면을 나타내고 있다. 사진에서 알 수 있는 바와 같이 보통 시멘트 모르타르의 경우에는 황산용액에 침식되어 단면에 크게 줄어들었으나, 폴리머 시멘트 모르타르의 경우에는 약간의 침적을 보였으며, 단면감소는 거의 없었다. 그러나 내황산염 시멘트의 경우 단면손실이 보통 시멘트 모르타르 보다

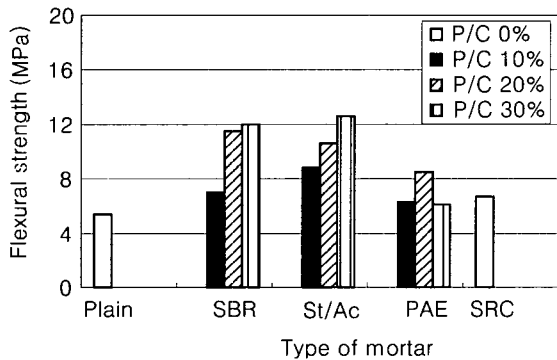
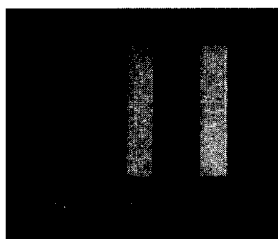
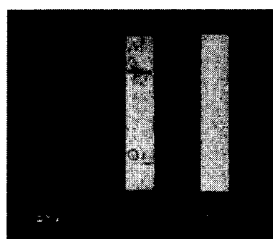


Fig. 7 Flexural strength after being immersed in 5% H₂SO₄ for 28 days



(From left) Plain, SBR 10%, SBR 20%



(From left) Plain, St/Ac 10%, St/Ac 20%

Photo. 1 Appearance after cleaning attacked portions of polymer-modified mortars, immersed in 5% H₂SO₄

는 작았으나, 상당한 침적을 보였다.

Fig. 8은 라이닝용 폴리머 시멘트 모르타르의 동결융해 시험에서 300 사이클 일때 폴리머 종류에 따른 상대동탄성계수를 나타내고 있다. 보통 시멘트 모르타르의 경우에는 동결융해 사이클 90회에서 상대동탄성계수가 60% 이하로 떨어졌으나, PAE를 제외한 폴리머 시멘트 모르타르의 경우에는 300 사이클에서도 85~98%의 높은 상대동탄성계수를 보여주고 있다. 특히 SBR과 St/Ac를 20% 혼입한 폴리머 시멘트 모르타르의 경우, 94% 및 98%로서 동결융해에 대한 저항성이 아주 우수하였다. 원심력 철근콘크리트관의 내구성 저하의 커다란 요인으로서 황산염에 의한 침식과 동결융해 현상을 들 수 있는데 상시 물과 접촉하여 수분을 함유하고 있기 때문에 동결기의 동해에 대한 피해가 클 수 있다. 따라서 폴리머를 시멘트 모르타르를 개질재로 사용한다면 폴리머 종류 및 혼입량에 따라 그 정도의 차이는 있으나, 두가지의 내구성능을 높일 수 있을 것으로 판단된다.

본 실험에서의 폴리머 시멘트 모르타르 제조에는 열가소성 및 열경화성 수지를 사용하였다. 현재 생산되고 있는 원심력 철근 콘크리트관과 동시성형이 가능해야 새로

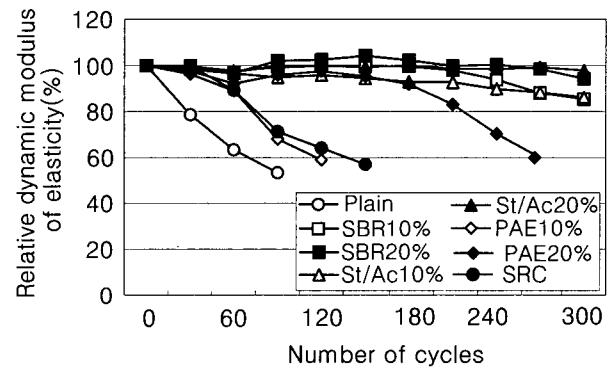
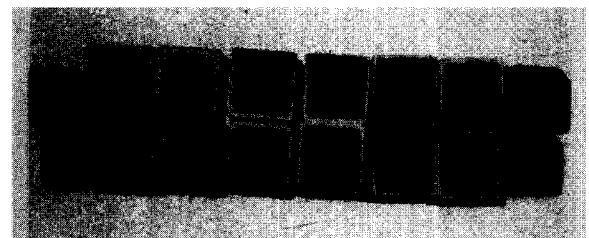


Fig. 8 Relative dynamic modulus of elasticity and number of cycles for freezing and thawing test of lining with polymer-modified mortars



(From left) Plain, SBR 10%, SBR 20%, St/Ac 10%, St/Ac 20%, PAE 10%, PAE 20%, SRC

Photo. 2 Crosssections of lining with polymer-modified mortars after being immersed in 5% H₂SO₄ for 28 days

은 공정이 발생되지 않아 경제적이다. 그리고 양생에 있어서도 가능하면 제작 후 바로 고온 증기양생(80℃) 방법이 적용될 수 있어야 한다. 그러기 위한 라이닝용 폴리머 시멘트 모르타르의 내열시험을 실시한 결과를 균열 발생 정도로 5점법으로 평가하여 Table 4에 나타내었다. 내열 시험은 에폭시 에멀전에 대한 시험도 병행하였다.

실험결과에서 폴리머의 종류와 양생조건에 따라 현장 적용성에 대한 차이가 있음을 알 수 있다. 폴리머 시멘트 모르타르를 라이닝 재료로 사용할 경우, 제작 후 서서히 비교적 낮은 온도(20℃~60℃)에서 양생한 후, 라이닝 모르타르가 어느 정도 경화한 다음, 높은 온도(약 80℃~90℃)로 다시 양생하는 것이 바람직한 것으로 나타났다. 그러나 에폭시 수지를 사용할 경우에는 제작 후 일반 원심력 철근콘크리트관과 같은 방법으로 증기양생을 실시하여도 라이닝이 가능하였다. 이는 열가소성 수지인 폴리머 디스퍼션을 사용한 경우에는 온도가 급격히 올라 폴리머가 시멘트 매트릭스 안에서 팽창되었기 때문에 균열이 발생하였으나, 열경화성인 에폭시 수지는 온도의 상승에 따라 경화가 진행될 수 있었기 때문이다. 폴리머 종류에 따라서는 PAE가 역학적인면에서는 떨어지지만 내열성이 우수한 것으로 나타났다.

4.2 라이닝 폴리머 시멘트 모르타르의 적용

4.2.1 라이닝 원심력 철근 콘크리트관의 제작

원심력 철근 콘크리트관용 베이스 콘크리트를 Table 5와 같은 배합조건으로 제조한 후, Table 3에 제시된 라이닝용 폴리머 시멘트 모르타르의 배합비를 실제 관 제작시 적용하였다. 폴리머 시멘트 모르타르의 라이닝 두께는 대략 1cm정도로 하였으며, 두께에 따른 영향은 향후 실험적으로 구명할 예정이다.

Table 6과 Fig. 9는 원심력 철근 콘크리트관 라이닝을 위한 회전시간과 회전수, 그리고 제조 공정도를 나타내고 있다.

Photo. 3은 원심력 철근 콘크리트관의 내부를 실제 현장에서 폴리머 시멘트 모르타르로 라이닝 하는 광경이다.

4.2.2 양생조건에 따른 라이닝 원심력 철근 콘크리트관의 표면상태

기존 원심력 철근콘크리트관의 제작시 촉진 증기양생(약 80℃ 정도)을 실시하는데, 폴리머 시멘트 모르타르는 보통 시멘트 콘크리트와는 달리 양생온도가 중요하다.

Table 7은 실험실에서의 내열시험을 기초로 하여 현장의 양생조건에 의한 라이닝 원심력 철근콘크리트관의 표면 균열발생정도를 조사한 것이다. 이 결과에서 알 수 있는 바와 같이, 현장에 있어서도 80℃ 이상의 증기양생시에는 에폭시 에멀전을 이용한 경우를 제외하고는 폴리머

Table 4 Results of heat-resistance test of lining with polymer-modified mortars

Type of mortar		Heating condition			
		80℃, 5h	60℃, 5h	40℃, 5h	20℃ 2d + 80℃ 5h
SBR	10%	3	1	1	1
	20%	4	4	4	1
St/Ac	10%	5	3	1	1
	20%	5	4	3	1
PAE	10%	2	1	1	1
	20%	2	1	1	1
Epoxy	10%	1	1	1	1
	20%	1	1	1	1

Note, 1 : None, 2 : Little, 3 : Midium, 4 : Heavy, 5 : Very heavy

Table 5 Mix proportions of base concrete for reinforced spun concrete pipe

W/C (%)	S/a (%)	Unit weight (kg/m ³)			
		Cement	Coarse aggregate	Fine aggregate	Water
42	45	425	875	1000	180

Table 6 Speed and rpm for product of reinforced spun concrete pipe lined by polymer-modified mortars

Base concrete						Polymer-modified mortar lining					
Low speed		Mediate speed		High speed		Low speed		Mediate speed		High speed	
rpm	min.	rpm	min.	rpm	min.	rpm	min.	rpm	min.	rpm	min.
189	4	345	3	598	2	-	-	345	3	598	2

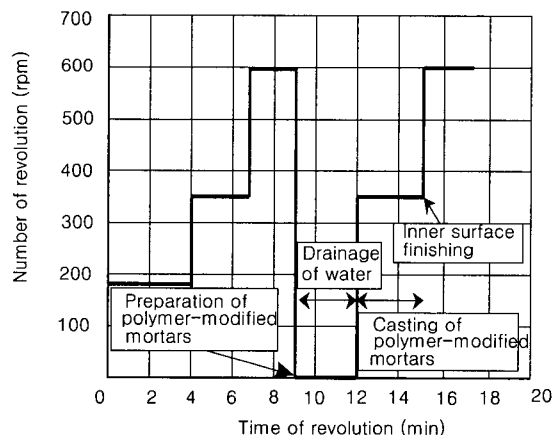


Fig. 9 Time and number of revolution for product of reinforced spun concrete pipe with lining

시멘트비가 10 %에서는 약간의 균열이 발생하였으나, 폴리머 시멘트비 20 %에서는 큰 균열과 들뜸현상이 발생하였다. 따라서 현장에 있어서의 폴리머 시멘트 모르타르로 라이닝 할 경우, 양생온도를 60 °C 정도로 하든지, 2일간 기중양생을 하여 폴리머 시멘트 모르타르 속의 폴리머 필름이 형성된 후, 고온(80 °C~90 °C)양생 하는 방법을 제안할 수 있다. 또한 에폭시 에멀전의 경우에는 온도와 관계없이 라이닝이 가능하였는데 이것은 다른 폴리머와는 달리 열경화성 수지이기 때문이다. 그러나 에폭시의 경우는 다른 폴리머에 비해 가격이 약 5배정도 높기 때문에 성능면과의 균형을 유지할 수 있도록 조정할 필요가 있다.

4.2.3 라이닝용 폴리머 시멘트 모르타르와 베이스 콘크리트의 인장접착강도

60 °C에서 양생된 라이닝 원심력 철근콘크리트관에서 라이닝재와 베이스 콘크리트의 인장접착강도를 Photo. 4와 같이 제품을 직접 절단하여 시험하였다. 라이닝용 폴리머 시멘트 모르타르의 기초실험 결과 폴리머 시멘트비



Photo. 3 View of lining for reinforced spun concrete pipe in the field

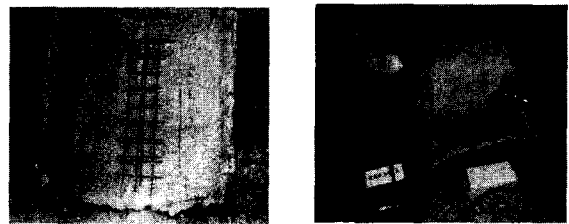


Photo. 4 Adhesion in tension test

Table 7 Evaluation of lining for reinforced spun concrete pipe according to curing temperature in the field

Type of mortar		Steam curing condition		
		60 °C, 5h	80 °C, 5h	20 °C 2d + 80 °C 5h
SBR	10%	Excellent lining	Small cracks at polymer-cement ratio of 10%, heavy cracks and spalling at polymer-cement ratio of 20%	Excellent lining
	20%			
St/Ac	10%			
	20%			
PAE	10%			
	20%			
Epoxy	10%	Excellent lining		
	20%			

가 20 %에서 가장 인장접착강도가 크게 발휘되었기 때문에 현장시험에서도 폴리머 시멘트비를 20 %로 하여 시험하였다. Fig.10에서 알 수 있는 바와 같이, 기초라이닝용 폴리머 시멘트 모르타르의 인장접착강도와 마찬가지로 SBR, PAE, St/Ac 및 에폭시 순으로 크게 나타났는데, 이는 보통 모르타르에 비해 약 2배 이상의 강도이다. 또한, 접착 경계면의 파괴형상은 베이스 콘크리트 부분까지 파괴되는 피착체 응집파괴를 보여 라이닝용으로서 인장접착강도가 충분함을 알 수 있었다.

5. 결 론

본 연구는 폴리머 시멘트 모르타르를 원심력 철근콘크리트관의 라이닝 재료로 사용하기 위한 것으로서 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 폴리머 시멘트 모르타르에 대한 기초적 성질 시험 결과, 보통 시멘트 모르타르에 비해 압축강도, 휨강도, 인장접착강도, 내약품성 및 동결융해 저항성 등이 우수한 것으로 나타났다.

2) 폴리머 시멘트 모르타르를 원심력 철근콘크리트관 라이닝에 적용한 결과, 동시성형 및 양생조건에 따라 적용될 수 있는 방법은 다양하나, 폴리머의 종류에 관계없이 폴리머 시멘트 비를 20 % 이하로 하며, 양생온도는 80 °C 이하로 하는 양생조건을 제안할 수 있다.

3) 현장조건이 가능하면, 2일간 기중양생 (20 °C)을 실시하여 폴리머 시멘트 모르타르 속의 폴리머 필름이 형성된 후, 80 °C에서 양생시키는 방법이 이상적일 것으로 판단된다.

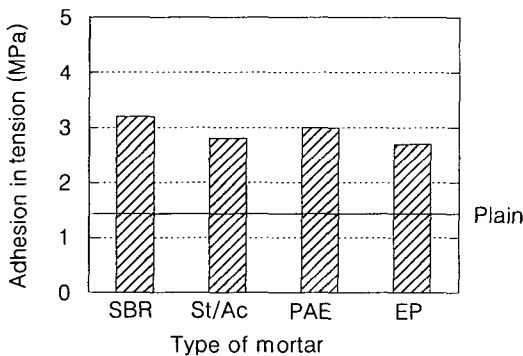


Fig. 9 Adhesion in tension of being lined reinforced spun concrete pipe

감사의 글

본 연구는 주) 영진콘크리트와 1999년도 충남지역 산·학·연 컨소시엄 사업을 수행한 결과로, 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. 藤嶋正紀 外3人, “硫化水素による汚水管路についての腐食調査事例報告,” 第2回衛生工學シンポジウム, 北海道大學, 1994, pp.284~289.
2. 山本孝義, “レジンコンクリートヒューム管の特性,” 自然環境とコンクリート性能に関するシンポジウム論文集, 日本コンクリート工學協會, 1993.5, pp.185~192.
3. 정학용, “폴리머 모르타르를 이용한 콘크리트관 라이닝의 접착성에 관한 연구,” 전북대학교 석사학위논문, 1998, p.47
4. 水土國男, “化學腐食,” 콘크리트構造物の耐久性シリーズ 1986.4, pp.32~38.
5. 조영국, 전우성, 소양섭, “양생조건에 따른 폴리머 시멘트 모르타르의 강도발현에 미치는 영향에 관한 연구,” 대한건축학회 논문집, 제13권 3호, 1998, pp.335~342.
6. 한국표준협회, “시멘트 혼화용 폴리머 분산제, KS F 4916,” 한국산업규격, pp.691~694.

요 약

본 연구는 기존 원심력 철근콘크리트관의 성능을 향상시킬 수 있는 방법으로 관체 표면을 일정한 두께로 방식 라이닝 모르타르로 처리함으로써 보다 더 내구적인 하수관을 개발하기 위하여 실시하였다. 이를 위해 원심력 철근콘크리트관 제작 시, 동시성형이 가능하^{rn} 촉진 증기양생 조건에서도 균열이 발생되지 않는 접착강도가 큰 폴리머 시멘트 모르타르를 제조하였다.

폴리머 시멘트 모르타르를 원심력 철근콘크리트관용 라이닝 재료로 사용하기 위한 기초적 실험결과, 보통 시멘트 모르타르에 비해 역학적 성질 및 내구성이 우수하였으며, 현장적용결과, 동시성형 및 양생조건에 따라 적용될 수 있는 방법은 다양하나, 폴리머의 종류에 관계없이 폴리머 시멘트비를 20% 이하로 하며, 양생온도는 80℃이하의 양생조건을 제안할 수 있었다. 또한 현장조건이 가능하면, 2일간 기중양생(20℃)을 실시하여 폴리머 시멘트 모르타르 속의 폴리머 필름이 형성된 후, 80℃에서 양생시키는 방법이 이상적인 것으로 나타났다.

핵심용어 : 원심력 철근콘크리트관, 폴리머 디스퍼션, 폴리머 시멘트 모르타르, 라이닝, 인장접착강도
