

# 경화제의 첨가에 따른 UP와 EPS 혼입 MMA 수지의 경화특성

## Hardening properties in MMA monomer using UP and EPS in addition hardener

이 정 희\*      송 훈\*\*      추 용 식\*\*      이 중 규\*\*\*  
Lee, Jung Hui      Song, Hun      Chu, Yong Sik      Lee, Jong Kyu

### ABSTRACT

The unsaturated polyester(UP) and epoxy resin have a superior material properties and a chemical resistance using sewerage pipes rehabilitation. However, UP and epoxy have not a low temperatures harding, the requirement 8~11 hours long times harding and heating system used by reinforcement liner. This study is to evaluate the effects of low temperature harding properties methyl methacrylate(MMA) monomer using expanded polystyrene(EPS) and UP in addition of initiator and promoters.

From the test result, viscosity tends to increase with increasing EPS and UP contents. However, harding time change of the MMA resins which it follows in addition of the initiator and promoter.

### 요 약

철근콘크리트 구조물은 내구성 등이 우수한 건설재료로 사용되고 있지만 최근 시간의 경과에 따른 자연 노후화, 환경의 변화에 의한 부재 및 재료 자체의 성능 저하로 구조물의 기능이 저하된다. 따라서 철근콘크리트의 균열 발생은 불가피하며, 균열의 발생은 외부 물질의 침투로 구조물 노후화의 촉진을 발생시킨다. 따라서 콘크리트 구조물에 발생되는 노후화 및 균열의 발생은 구조물의 안정성에 위해를 가져올 수 있다. 이런 구조물의 안정성을 유지하기 위해서는 주기적인 점검 및 구조물의 성능을 원래 및 동등 이상의 상태로 회복시켜야하는 기술이 필요하다. 기존 하수관거 비굴착 전체 보수 공법에서는 라이너 합침 재료로서 경제성 및 내구성, 내화학성이 우수한 불포화폴리에스터수지(UP) 또는 에폭시수지(Epoxy)가 일반적으로 사용된다. 하지만 불포화폴리에스터 또는 에폭시수지를 합침재료로서 현장에 적용하기 위해서는 공장에서 생산된 수지합침 라이너를 냉각차(-5~5℃)로 현장까지 운반해야하는 불편함이 있다. 또한 현장시공에 있어 경화시간을 단축하기 위하여 온수 및 고온의 증기로 경화를 촉진시켜야 하며, 이로 인해 별도의 가열장치를 필요로 한다. 그러므로 현장에서의 합침이 가능하며 저온환경에서도 작업성이 우수하며 가사시간 조절이 가능하다면 보다 유리하게 작업을 진행할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 저온경화성, 내약품성, 내마모성 등이 뛰어난 것으로 알려진 MMA 모노머에 EPS를 각각 10, 20, 30%를 혼입하여 제작한 수지의 점도변화 및 가사시간 및 경화시간 등의 변화를 검토하여 하수관거 보수용 수지로서 적합한지를 검토하였다. 연구결과, 개시제 및 촉진제의 첨가량에 따라 가사시간 및 경화시간을 조절할 수 있었으며 하수관거 보수용 수지로서의 이용가능성을 확인할 수 있었다.

\* 요업기술원 시멘트·콘크리트팀, 연구원

\*\* 요업기술원 시멘트·콘크리트팀, 선임연구원

\*\*\* 요업기술원 시멘트·콘크리트팀, 책임연구원

## 1. 서 론

철근 콘크리트는 시간이 경과함에 따라 노후화 및 성능저하가 발생하므로 구조물의 안정성을 유지 및 회복시키기 위한 기술이 필요하다. 최근 시멘트로 제조된 콘크리트 하수관을 사용하는 기존 하수관거 비굴착 전체 보수 공법 (Hose공법, Swed공법, Insituform공법, Inliner공법, H.A.T.-Liner공법)에서는 라이너 함침 재료로서 경제성 및 내구성, 내화학성이 우수한 폴리에스터 또는 에폭시 수지, 폴란수지가 일반적으로 사용된다. 하지만 폴리에스터 또는 에폭시 등의 수지를 함침재료로서 현장에 적용하기 위해서는 공장에서 생산된 수지 함침 라이너를 냉각차(-5℃~5℃)로 현장까지 운반해야하는 불편함이 있다.

또한 현장시공에 있어 경화시간을 단축하기 위하여 온수 및 고온의 증기로 경화를 촉진시켜야 하며, 이로 인해 보일러 차량의 구비가 필요하며 별도의 가열장치를 필요로 한다. 이에 따라 보일러 사용으로 인한 에너지 소비가 크며, 경사지 시공시 시점과 종점에 작용하는 압력차에 의하여 동일 물성을 얻기 힘들고 장비의 대형화로 좁은 지역의 시공이 어려운 문제점 등이 지적되고 있다.

이에 본 연구에서는 현장함침이 가능하며 저온환경(5℃~상온)에서도 작업성이 우수하며 가사시간 조절이 가능한 하수관거 보수용 수지 개발과 수지를 적용한 섬유복합체의 성능평가 및 장기내구성 및 현장품질 성능평가를 목적으로 한다.

## 2. 실험 방법

### 2.1. 사용재료

보수용 수지로서의 MMA 및 UP, EPS의 물리적 특성은 표 1, 2와 같다.

표 1. MMA의 물리적 특성

Molecular weight (kg/kmol)	Chemical formula	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Boiling point (°C)	Heat of reaction (°C)	Solubility (at 20°C)
100.12	CH=C(CH <sub>3</sub> )COCH <sub>3</sub>	0.944	100~101	137.8	1.5

표 2. UP의 물리적 특성

Molecular weight (kg/kmol)	Chemical formula	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Boiling point (°C)	Heat of reaction (°C)	Solubility (at 20°C)
Mn = 3000 이하	-	1.04-1.08	-	120	-

표 3. EPS의 물리적 특성

Molecular weight	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Thermal conductivity (W/m · K)	Flexural Strength (N/cm <sup>2</sup> )	Compressive Strength (N/cm <sup>2</sup> )
ca.3000000	0.017	0.040	24	10

### 2.2 실험방법

개시제 및 촉진제의 UP 및 EPS를 혼입한 MMA수지에 경화특성을 파악하기 위한 배합비는 표 3과 같으며 개시제 및 촉진제의 혼입량에 따른 특성 변화를 검토하기 위해 각각의 UP, EPS 혼입률에 따른

MMA수지의 점도를 측정하였다. UP 및 EPS를 혼입한 MMA수지는 각각 개시제 및 촉진제를 외할로 첨가하여 각각 가사시간 및 경화시간을 측정하였다. 점도의 측정은 브룩필드 회전 점도계를 이용하여 KS M 3822에 준하여 실시하였다 또한, MMA에 UP 및 EPS를 혼입 용해 시킨 후 수지를 비이커에 넣고 기포가 생기지 않도록 스펀들을 소정 위치에 설치하였다. 스펀들 번호와 RPM은 토크값이 약 95%를 넘는 범위에서 규정시간의 점도를 측정하였다. 또한, 가사시간 및 경화시간의 측정은 KS F 2484의 촉감법에 준거하여 각각의 UP 및 EPS 혼입 MMA수지 300g에 개시제와 촉진제를 0.5~1.5(phr\*)첨가하여 측정하였다.

표 3. 개시제 및 촉진제의 혼입에 따른 배합비

NO	EPS	MMA	BPO (개시제, phr*)	DMA (촉진제, phr*)
MMA	0	100	0.5, 1.0, 1.5	0.5, 1.0, 1.5
EPS 10	10	90	0.5, 1.0, 1.5	0.5, 1.0, 1.5
EPS 20	20	80	0.5, 1.0, 1.5	0.5, 1.0, 1.5
EPS 30	30	70	0.5, 1.0, 1.5	0.5, 1.0, 1.5
UP 10	10	90	0.5	0.5
UP 20	20	80	0.5	0.5
UP 30	30	70	0.5	0.5

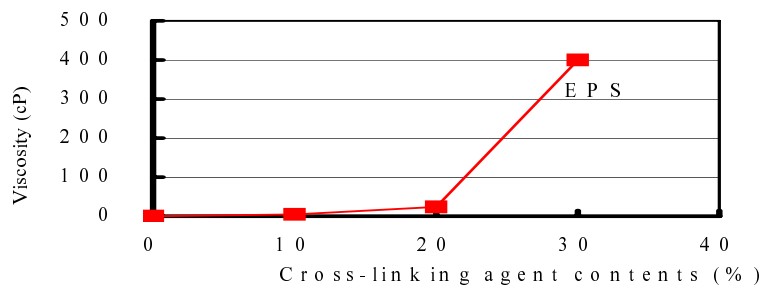
### 3. 실험결과 및 고찰

#### 3.1 EPS 및 UP 혼입에 따른 MMA수지의 점도

EPS 및 UP의 혼입율에 따른 MMA수지의 점도를 측정한 결과를 그림 1에 나타내었다. EPS의 혼입율에 따른 점도는 EPS 10, 20, 30의 경우 6.0, 25.4, 400.3cP로 EPS의 혼입율이 증가함에 따라, UP 또한 EPS의 경우와 마찬가지로 증가함에 따라 제조된 MMA수지의 점도도 증가하는 경향을 보였다. 하수관거 전체 보수용 수지의 경우 부직포에 함침하여 라이닝을 형성하여 사용하는 것이 일반적이므로 고점도의 수지를 사용하며 작업조건에 따라 점도를 조절할 수 있다.

#### 3.2 개시제 및 촉진제의 첨가에 따른 수지의 경화특성

개시제(BPO) 및 촉진제(DMA)를 각각 0.5~1.5 (phr\*)를 첨가한 EPS 10% 혼입 MMA수지의 경화온도 및 경화시간을 측정한 결과는 그림 3과 같다. UP 혼입 수지의 측정결과는 그림 3과 같았으며, UP 개시제 및 촉진제의 첨가량이 증가할수록 가사시간 및 경화시간도 감소하였으며 경화온도는 증가하는 경향을 보였다.



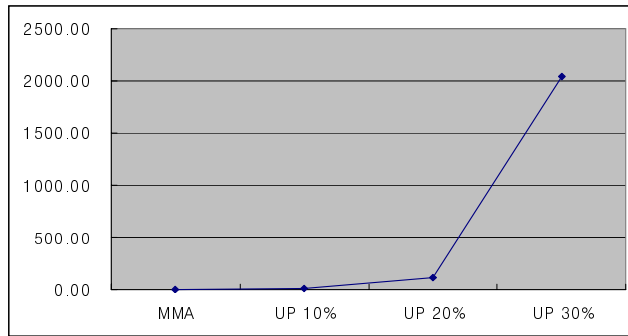


그림 1. UP 및 EPS 점도측정 결과

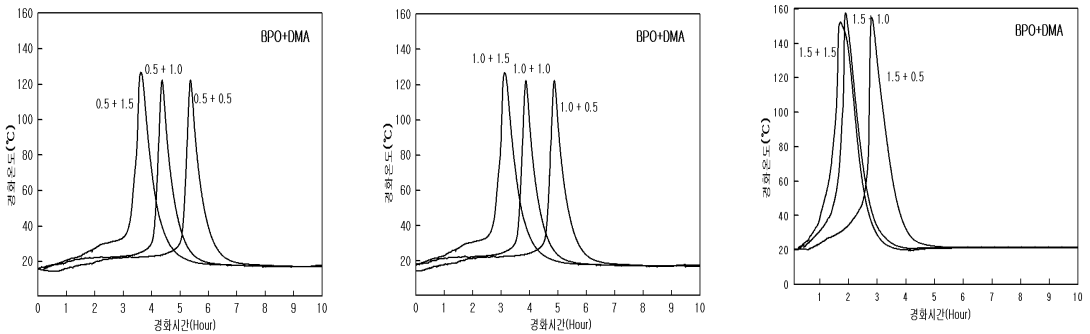


그림 2. BPO 및 DMA 따른 가사 및 경화시간

#### 4. 결 론

본 연구에서 얻어진 시험결과는 다음과 같다.

- (1) EPS 혼입 MMA수지의 점도는 EPS 혼입량에 따라 증가하였으며, 또한 UP 혼입 MMA수지도 UP 혼입량에 따라 증가하였다. .
- (2) UP 및 EPS 혼입 MMA 수지에 개시제 및 촉진제의 첨가량이 증가함에 따라 가사시간 및 경화시간은 감소하였으며, 개시제와 촉진제의 첨가량을 조절함으로 가사시간 및 경화시간을 조절이 가능하다.

#### 참고문헌

1. 비굴착공법에 의한 하수관정비 품질관리 지침서, 서울특별시, 1999년
2. 조영국외 2인, 발포폴리에스테르 수지를 수축저감제로 이용한 불포화 폴리에스테르 모르타르의 특성, 콘크리트학회논문집, Vol.13, No.1, pp30-37, 2001년
3. 이철웅, 발포폴리스티렌을 재활용한 폴리메타크릴산메틸 모르타르의 특성, 박사학위논문, 2005년