

# 온도 및 경화제 비율에 따른 수중경화형 에폭시수지의 레올로지 특성

## The Properties of Rheology of Underwater-Hardening Epoxy Resin According to the Temperature and Hardener Ratio

정은혜\*      광은구\*\*      이대경\*\*\*      조성현\*\*\*      배기선\*\*\*\*      김진만\*\*\*\*\*  
Jung, Eun Hye Kwag, Eun Gu Lee, Dae Kyung Cho, Sung Hyun Bae, Kee Sun Kim, Jin Man

### ABSTRACT

Epoxy resin, as no-hardening, applied for repair and finish materials is used to mix together with hardener. It is advantages that epoxy resin has reaction shrinkage less than other materials and has excellent in water proofing, thermal resistance. The other hands, because ratio of combination of epoxy resin and hardener is fixed, it is not possible to change according to field condition. This investigated suspended time by temperature and hardener ratio. As a results of study, it can select economical ratio of the epoxy resin and hardener according to site situation.

### 1. 서 론

보수 및 마감재로서 널리 사용되고 있는 고분자 재료인 에폭시수지는 미경화 액상물질로써 단독으로 사용되는 경우는 거의 없고 경화제와 배합하여 3차원의 망상구조를 가지는 열경화성물질로 경화시켜 사용된다. 그리고 그 성질은 경화에 있어 반응수축이 매우 작고 전기적·기계적 성질이 우수할 뿐만 아니라 내수성 및 내약품성, 내열성 등이 우수하다. 이러한 장점에도 불구하고 에폭시 수지와 경화제의 혼합 비율은 화학적 당량에 의하여 비율이 고정되어 있어 현장여건에 따라 작업 시간의 변경이 불가능하여 경제성과 시공성은 고려되고 있지 않다. 이에 본 연구에서는 현장의 작업시기 및 작업여건에 따른 수중경화형 에폭시수지의 시공 가능시간을 검토하기 위한 것으로 시공 온도조건과 경화제의 첨가비율을 대상으로 검토하였으며, 작업성과 시공성을 고려하여 콘크리트 보수용에 적절한 비율을 제시하는 것으로 하였다.

### 2. 실험계획 및 방법

#### 2.1 실험계획

실험계획은 Table 1과 같이 주변 환경온도를 2수준으로 하였다. 실험 I 은 경화제의 비율별 8수준으로 실험을 실시, 실험 II 는 추가적인 분체혼입에 따른 에폭시 레올로지 특성을 검토하였다. 측정항목은 굳지 않은 성상에서 경시변화에 따른 상대점도, 발열온도, 전단응력을 측정하였다.

- 
- \* 정회원, 공주대학교 건축공학과 공학 석사
  - \*\* 정회원, 공주대학교 자원재활용 신소재연구센터 연구원
  - \*\*\* 정회원, (주)리폼시스템 기술연구소 선임연구원
  - \*\*\*\* 정회원, (주)리폼시스템 기술연구소 연구소장·공학박사
  - \*\*\*\*\* 정회원, 공주대학교 건축공학과 교수·공학박사

Table 1. Experiment plan

Factors	Ratio of combination		ID	Test items
	A*	B**		
20℃ 30℃	2	2.0	a	Temp. Viscosity Shear stress
		1.8	b	
		1.6	c	
		1.4	d	
		1.2	e	
		1.0	f	
		0.8	g	
		0.6	h	
		0.6	i	

\* A : Resin , B : Hardener ratio

## 2.2 사용재료

Table 2는 사용재료에 대한 물리적 성질을 나타낸 것으로 에폭시수지와 경화제는 국내 L사에서 생산되고 있는 제품을 사용하였다.

Table 2 The physical properties of Epoxy

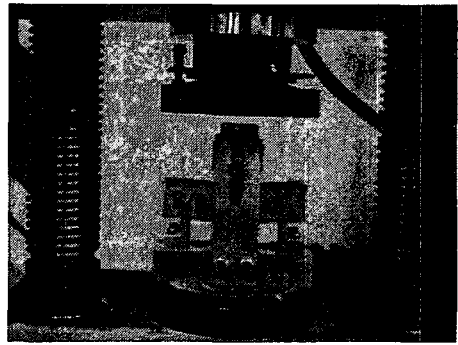
Type	Component	Specific gravity	Suspended time(min)	Viscosity(CPS)
RESIN	Epichlorohydrin etc.	1.16		12~14
Hardener	Degeneration Poly-amide	0.950	29	9,300

## 2.3 시험 방법

KS M 3822의 「에폭시 수지 및 경화제의 점도 시험 방법」에 준하여 실험을 실시하였다. 실험 방법은 Picture 1과 같이 Brook field 점도계를 이용하여 레올로지를 측정하였으며, 시험체 제작은 Picture 2와 같이 JIS 몰드에 타설하여 채령 7일에 대한 압축과 휨강도를 측정하였으나 탄성체로서 측정이 불가능하였다.



Picture 1 The Method of Experiment

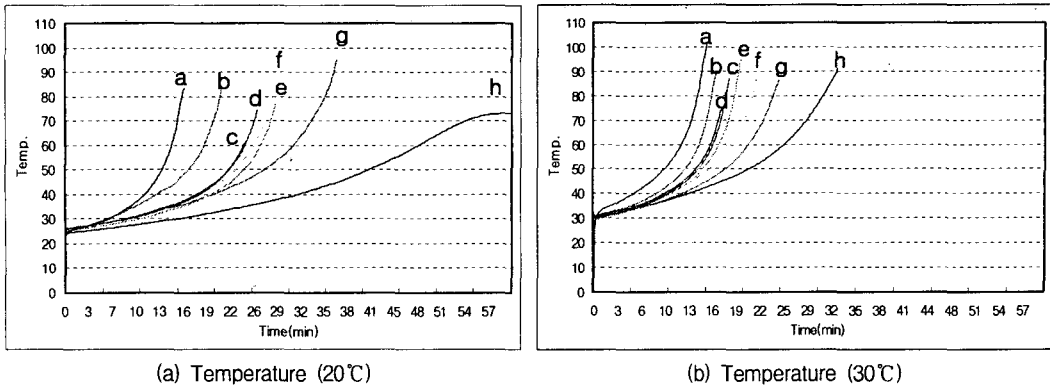


Picture 2 The Measurement of Specimen

## 3. 실험결과 및 고찰

### 3.1 발열온도

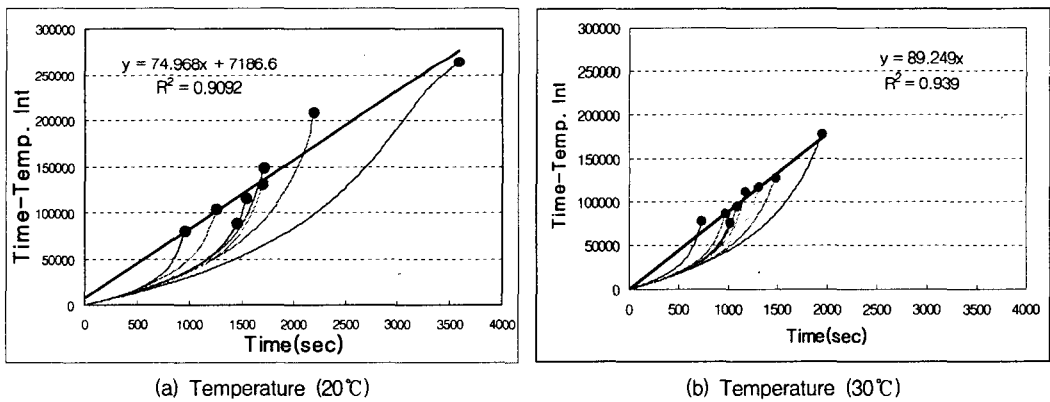
Fig. 1은 경시 변화에 따른 발열온도를 나타내는 것으로 주변 환경온도 20℃에 비해서 온도 30℃가 짧은 시간에 발열하는 것으로 나타났다. 또한 에폭시 수지와 경화제의 비율로 보면 주변 온도와는 상관없이 비율이 증가할수록 발열되는 온도가 짧은 시간에 나타나는 것을 알 수 있었다. Fig. 1의 (a)에서는 경화제의 비율이 증가하면서 온도 상승 시간이 일정하게 줄어드는 것으로 나타났으며, 비율 2:0.6(h)은 다른 비율에 비해 시간이 가장 오래 걸리는 것으로 나타났다.



(a) Temperature (20°C) (b) Temperature (30°C)  
 Fig. 1 The temperature of exothermic according to time

3.2 시간-온도 적산

Fig. 2는 경시 변화에 따른 시간-온도 적산에 대한 것으로 시간 경과에 따라 시간-온도 적산이 증가하는 것으로 나타났으며, 증가 추세는 선형의 관계로 나타났다. 또한 경화제의 비율이 증가함에 따라 시간-온도 적산의 관계는 감소하는 것으로 나타났으며, 그 값은 주변 온도 30°C가 심하게 나타났다. 이러한 관계로 보면, 주변 환경 온도가 경화제의 비율에 영향을 주는 것으로 작업 시간과 시공성의 고려할 경우에는 경화제의 비율이 매우 중요한 것으로 사료된다.



(a) Temperature (20°C) (b) Temperature (30°C)  
 Fig. 2 The time-temperature integration according to time

3.3 상대점도

Fig. 3은 경시 변화에 따른 상대점도를 나타낸 것으로 주변 환경온도와는 상관없이 일정 시간이 경과 후에는 경화가 되어 상대 점도가 100%가 되는 것으로 나타났다. 경화제의 비율이 증가함에 따라 주변온도와는 상관없이 일정하게 시간이 감소하는 것으로 나타났으며, 경화제 비율 2:06(h)에서는 주변온도 30°C보다 20°C에서 약 20분경과 후에 경화가 되는 것을 알 수 있었다. 따라서 경제성을 고려할 경우 2:0.6이 경제적이지만, 시공 시간에 대한 고려일 경우에는 타당하지 않는 것으로 사료된다.

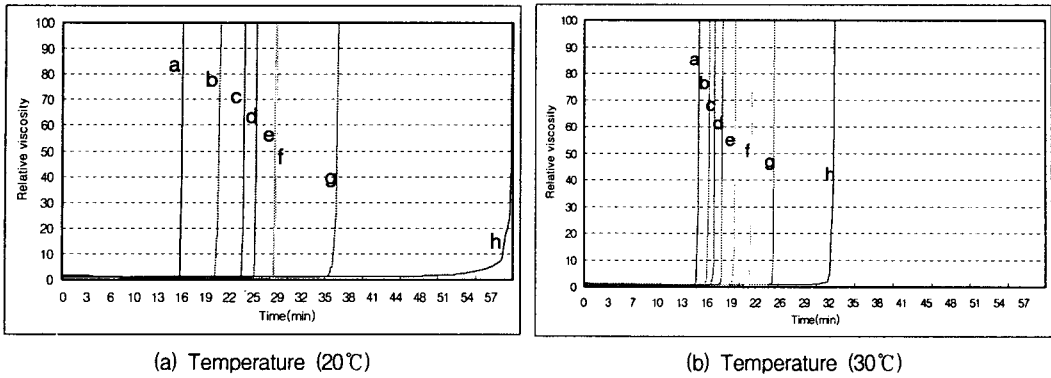


Fig. 3 The relative viscosity of exothermic according to time

### 3.4 전단응력

Fig. 4는 경시 변화에 따른 전단 응력을 나타낸 것으로 상대 점도와 거의 유사한 경향을 보이고 있다. 에폭시 수지와 경화제의 비율로 보면, 경화제의 비율이 증가함에 따라 전단 응력이 100이 되는 시간이 짧은 것으로 나타났으며, 그 차이는 주변 온도 20°C일 경우보다 30°C일 경우가 짧은 것으로 나타났다. 또한 경화제의 비율이 작은 2:0.6(h)의 경우 주변 온도 30°C에 비해 20°C의 경우가 약 20분 정도 지연되는 것으로 나타났다.

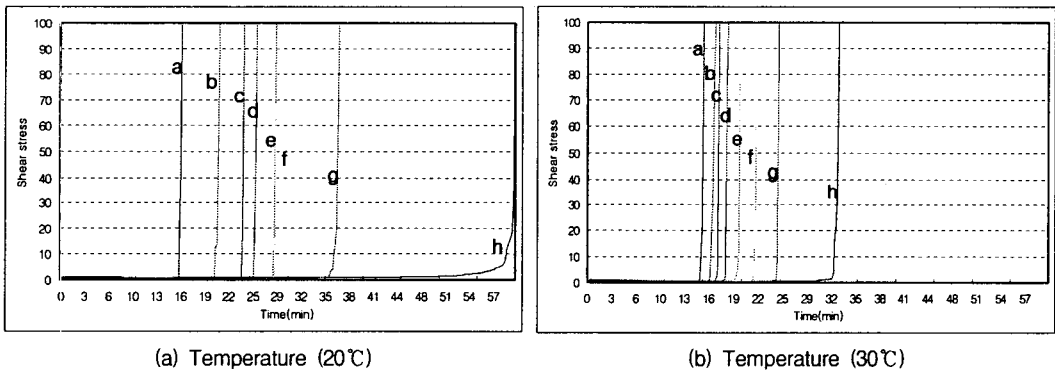


Fig. 4 The shear stress of exothermic according to time

### 4. 결론

다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 에폭시 수지와 경화제의 비율은 화학적 당량에 의해 결정되어지지만, 온도 발현 속도와 상대점도를 검토한 결과 일정한 비율로 사용할 경우 현장 적용성과 경제성은 고려가 될 것으로 사료된다.
- 2) 주변 온도가 상승함에 따라 에폭시 수지와 경화제의 비율이 변함에 따라 온도 상승과 상대 점도를 차이는 감소하는 것으로 나타났다.

#### 감사의 글

본 연구는 (주)리폼연구소와 공주대학교 자원재활용신소재 연구센터(RRC/NMR)가 공동으로 수행한 2004 차세대환경과제 연구의 일부이며 관계기관에 감사의 말씀을 올립니다.

#### 참고문헌

1. 김진만 외 5명, 석분슬러지를 이용한 수중경화형 에폭시 모르타르의 개발에 관한 기초적 연구, 한국 콘크리트학회, pp. 409~412.