촉매제의 양에 따른 아크릴 겔의 겔화시간에 관한 실험적 연구

Experimental Study on the Gel time of Acryl Gel According to a Catalyzer quantity

한 상 일* 이 대 근* 최 덕 진* 윤경석** 유창열*** 김 진 만****
Han, Sang Il Lee, Dae Geun Choi, Duck Jin Yoon, Kung Suk You, Chang You Kim, Jin Man

ABSTRACT

Reinforced concrete structure with supplementary relation is a distinguished material. But in this structure, crack is generated by many factors and caused decadence of durability, safety, function, and so on. Hence structure is in need of repair.

Preexistence injection of chemical grouting for using repair of crack not enough performance. In this study, Setting time test of Acryl Gel was carried out According to a Catalyzer quantity. The result of test showed that gel time of Acryl Gel decreased with the increased of catalyzer quantity. The result of this study could be used as the basic data for the repair of crack using Acryl Gel.

요 약

철근 콘크리트 구조는 철근과 콘크리트의 상호보완적으로 구성된 우수한 구조체이다. 그러나 구조적 균열 및 비구조적 균열과 같은 여러 원인들로 균열의 발생은 피할 수 없다. 이렇게 발생된 균열은 내구성, 안전성, 기능 및 미관 등 손상을 초래하기 때문에 보수가 필요하다.

다양하게 개발된 균열보수공법은 균열의 형태에 따라 공법의 선택이 달라진다. 그 중 균열주입공법은 구조체의 변형을 극소화하는 공법으로 범용적으로 사용되고 있다. 그러나 주입공법에 사용되는 기존 주입보수액은 성능과 환경적 측면에서 만족할만한 성능을 가지지 못하기 때문에 많은 연구가 진행되고 있는 실정이다. 이에 본 연구는 친환경 재료로써 균열주입재로 사용되는 아크릴 겔의 신속한 성능 발휘를 검토하기위한 방법으로 실험을 실시하였다. 실험결과 촉매제의 첨가량이 증가할수록 아크릴 겔의 겔화시간이 줄어드는 결과가 나타났으며, 연구의 결과는 아크릴 겔을 사용하는 균열주입 보수공법의 기초적 자료로 사용될 것이다.

* 정회원, 공주대학교 대학원 건축공학과, 석사과정
** 정회원, 와이앤케이텍(주), 기술과장
*** 정회원, 와이앤케이텍(주), 대표이사
**** 정회원, 공주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

1. 서 론

물질문명의 급속한 성장과 더불어 삶의 편의성과 경제성 도모를 위해 많은 사람들은 지상뿐만 아니라 지반을 더 깊게 더 크게 굴착하여 콘크리트 구조물을 시공하고 있다. 이에 따라 시공과 시설 유지보수에 걸림돌이 되고 있는 지하수 유출 유입방지를 하고 있으나 건설현장의 종류와 조건이 크게 상이하기 때문에 당해 현장의 지반 특성에 맞는 차수 공법을 선정하기가 매우 어려워졌고 최적이라 판단하여 선정하였던 차수 공법도 신뢰하기가 매우 어려운 실정이다. 이러한 원인은 현재 국내에서 사용되고 있는 차수공법과 재료가 외국으로부터 도입되어서 재료의 정확한 공학적 특성에 대한 인식이 부족한 실정이다. 또한 국내에서 개발된 차수 공법과 재료는 지반에 대한 공학적 특성을 감안하지 않고 적용되어 내구성 및 환경적 오염이 발생되고 있다. 이런 재료들 중에 보편적으로 사용되고 있는 것이 발포형 폴리우레탄, 에폭시 수지, 시멘트 밀크 그라우팅, 수계 아크릴 수지 등과 같은 재료이다. 이런 환경오염 저감과 내구성 증진을 위해 국내외적으로 개발되고 있는 것이 아크릴레이트계 재료이다. 이 재료는 친환경적 재료이고 점도가 매우 낮아 지하의 콘크리트 구조물의 미세한 균열 및 구조체 배면의 토양층 깊은 곳까지 침투가 가능하여 차수재료로 사용되고 있다. 이러한 아크릴레이트계 재료는 화학적, 열적 성질이 우수하나 중합 반응성이 떨어져 겔화 시간의 조절이 매우 어렵다. 이에 아크릴레이트계 재료에 촉매제를 첨가하여 겔화 시간의 조절하여 사용하고 있다. 본 연구는 이런 아크릴레이트계 재료에 촉매제의 양을 달리하여 겔화 시간의 조절과 점도 변화에 대한 기초적 연구로 사용하고자 하였다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 실험의 실험계획은 Table 1은과 같다. 본 실험에서는 아크릴 겔의 기본 배합에 촉매제를 첨가하여 그에 따른 겔화 시간과 점도, 온도 변화를 검토한 것이다. 배합 조건은 현장에서 사용하고 있는 중량비 배합을 이용하여 촉매제를 첨가하는 것으로 하였다.

Table 1 Experimental design

Mixing ID	Weight ratio						Test items
	A	A'	B	B'	W	Q	
AOH-0	33.3	8.3	39.7	8.3	6.7	-	- Viscosity - Gel time - Temperature
AOH-50						0.5	
AOH-100						1.0	
AOH-150						1.5	
AOH-200						2.0	

A : A base, A' : A hardener, W : distilled water, B : B base, B' : B hardener, Q : Catalyzer

2.2 사용재료

본 실험에서 국내 Y사 생산하고 있는 아크릴 수지와 분말형 촉매제를 사용하는 것으로 하였으며 아크릴 겔의 물리적 특성은 Tbale 2와 같다. 아크릴 겔 수지의 재료인 A제와 B제는 비중이 각각 1.21, 1.19로써, 점도는 각각 80, 90이며 모든 재료가 pH 7로 중성을 띠고 있다.

Table 2 The physical properties of materials

Type	specific gravity	Viscosity (mPa·s)	pH
A liquid	1.21	80	7
B liquid	1.19	90	

* A liquid = A base : A hardener = 80 : 20
* B liquid = B base : W : B hardener = 82.6 : 0.83 : 16.5

이 두 재료를 혼합한 아크릴 겔의 성능은 Table 3와 같이 투수저항성능과 구조물 거동 대응 성능은 투수되지 않은 것으로 나타났으며, 수중 유실 저항 성능은 0.001%의 중량변화율을 나타내고 있다. 또한 내화학적 성능에 대해서는 산처리에 의한 중량변화율로 황산과 염산의 경우 0.01%, 질산의 경우 0.004%로 나타났으며, 염화나트륨에 의한 처리할 경우에는 0.004%이였다.

Table 3 The performance of Acryl

Type	Performance	Type		Performance
Permeation resistance	Not permeated	Chemical resistance	Sulphuric acid	0.01
Resistance to movement of structure	Not permeated		Hydrochloric acid	0.01
Bond at humidity surface	Over 60sec		Nitric acid	0.004
Loss resistance in water	Weight change ratio 0.001%		Sodium chloride	0.004
			alkali	0.01

2.3 실험방법

본 아크릴 겔의 혼합방법은 Fig. 1과 같이 1차 겔화제 혼합, 2차 주용액 혼합을 거쳐 아크릴 겔을 형성하였다. 굳지 않은 성상에서 KS M 3822 「에폭시 수지 및 겔화제의 점도 시험방법」에 준하여 Brook Field 점도계 (DV-Ⅱ+)를 이용하여 시간경과에 따른 점도와 온도를 측정하였다.

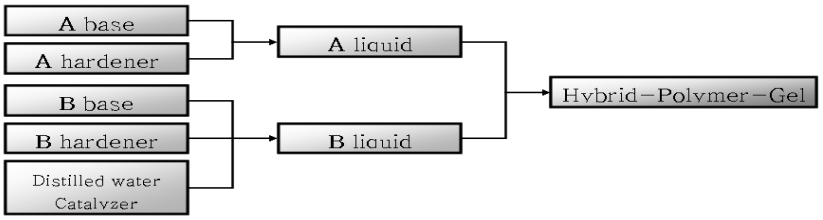

Fig. 1 Mixing method

3. 실험결과 및 분석

3.1 상대점도

Fig. 2는 아크릴 겔에 촉매제를 첨가량에 따른 상대 점도를 나타낸 것이다. 그림에서 볼 수 있듯이 촉매제 첨가량이 증가할수록 짧은 시간에 높은 상대점도가 나타났다. 또한 일정 시간 이후의 겔화 시간이 매우 짧은 것으로 나타나고 있다. 촉매제 첨가량이 0%일 때에는 상대점도의 변화가 시간 130초 이상일 때 급격한 증가를 보이고 있으나 촉매제 첨가량이 50%일 경우에는 그에 비해 약 100초 이후에서 급격한 증가를 보이고 있다. 이로 보아 촉매제를 첨가량에 따라 겔화 시간이 조절이 되며 너무 많은 양을 촉매제를 첨가할 경우 작업시간이 확보가 어려울 것으로 판단된다.

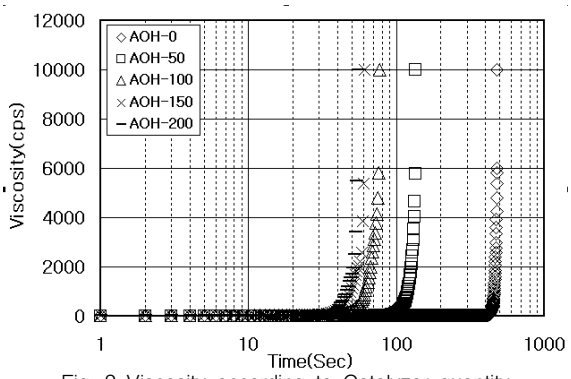

Fig. 2 Viscosity according to Catalyzer quantity

3.2 온도

Fig. 3은 촉매제 첨가량에 따른 아크릴 겔의 온도성상 측정결과이다. 촉매제 첨가량의 증가에 따라 빠른 시간대에서 온도가 상승하였으며, 중량대비 0%에서 겔화 시 온도는 35℃로 측정되었으며, 1% 경우 가장 높은 온도인 38℃를 나타내었다. 겔화 반응이 시작한 후 촉매제를 투입하지 않은 시험체에서 급격한 온도 상승을 보였으나, 촉매제의 첨가량을 증가됨에 따라 반응시작 이후의 온도는 시간에 따라 점진적으로 상승하는 것으로 나타났다.

3.3 겔화 시간

Fig. 4는 촉매제 첨가량에 따른 겔화 시간을 나타낸 것이다. 그림에서 볼 수 있듯이 촉매제 첨가량이 증가할수록 겔화 시간은 매우 짧아지는 것으로 나타났으며, 촉매제 첨가량 0%에서 50%의 급격한 겔화 시간의 변화가 나타나고 있다. 촉매제 첨가량이 150%이상일 경우 겔화 시간은 약 20초 이내에 이

루어지는 것을 알 수 있다. 이처럼 겔화 시간을 조절하기 위하여 촉매제를 첨가하는 것으로 조절이 가능하며 많은 양의 촉매제를 첨가는 하지 않아도 될 것으로 판단된다.

4 결론

촉매제 사용량에 따른 아크릴 겔의 겔화시간을 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 촉매제의 사용량에 따라 아크릴 겔의 겔화시간은 400초 이상 큰 차이 보였다. 따라서 촉매제가 아크릴 겔 겔화시간을 단축시키는 효과가 있는 것으로 나타났다. 이는 촉매제 사용을 통한 아크릴 겔의 겔화시간을 조절할 수 있으리라 기대된다.

(2) 반응시작 후 반응속도는 촉매제의 사용량이 증가할수록 미약하게 저하하는 것으로 나타났다. 따라서 추후 연구에서는 이러한 반응속도 지연 현상이 겔화된 아크릴 겔의 성능에 미치는 영향에 대한 연구가 필요하다 판단된다.

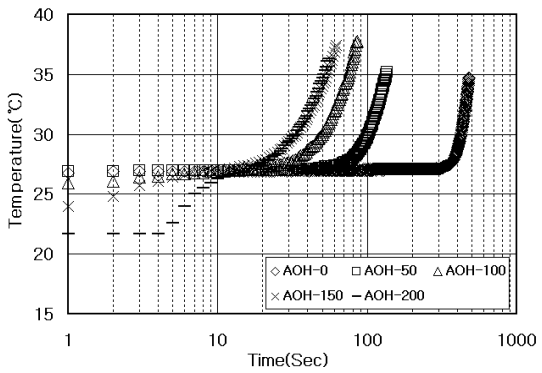

Fig. 3 Temperature according to Catalyzer quantity

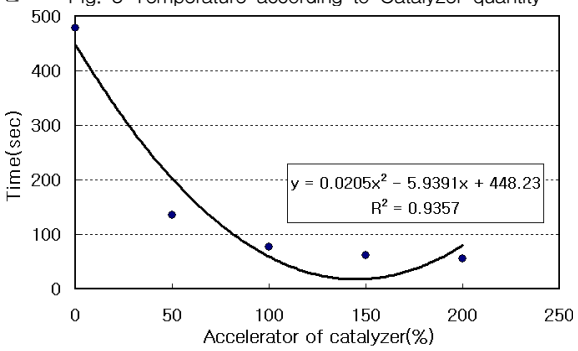

Fig. 4 Time and accelerator of catalyzer

감사의글

본 연구는 와이앤케이텍(주)의 지원 하에 공주대학교 자원재활용신소재지역혁신센터(RIC/NMR)가 공동으로 수행한 연구의 일부로 관계 기관에 감사의 말씀을 올립니다.

참고문헌

1) 홍채훈, 아크릴 수지계 수팽창성 누수보수재의 재료적 성능평가에 관한 실험적 연구, 서울 산업대학교 학위논문, 2005.
2) 김남석, 박근호, 아크릴계 점착제의 제조 및 점착특성에 관한 연구, 한국유화학회지, p316~324, 2001.
3) 천병식, 류동성, 이준기, 지반주입용 아클릴레이트계 약액의 공학적 특성, 대한토목학회 학술발표 논문집, p260~272, 1998.
4) 오상근, 콘크리트 구조물의 방수 및 보수 기술의 새로운 접근, 콘크리트학회 학술발표회 발표집, p101~108, 2002.