

시멘트 급결제의 응결시간 측정방법에 대한 연구

Study on Setting Time Measuring Methods of a Cement Accelerating Admixture

허 권* 최 홍 식** 이 시 우*** 이 성 태** 정 이 석**** 곽 홍 신*****
Heo, Gweon Choi, Hong Shik Lee, Si Woo Yi, Seong Tae Jung, Yi Seok Kwak, Hong Shin

ABSTRACT

The setting time is very important factor affecting the quality of tunnel lining and reinforcement of sloped slope etc. Currently, however, the quality criteria of accelerating admixture to improve it is not established well.

In this study, evaluation on setting time measuring methods of a cement accelerating admixture was performed. Six types of measuring methods were checked and a proper measuring method of the admixture were proposed as follows: (1) the temperature of materials used shall be controlled exactly and (2) to evaluate the properties of it, an admixture usage of 5% (ratio of cement weight) is recommended.

1. 서론

터널의 시공과 경사사면의 보강 등에 널리 사용되는 숏크리트는 낙반 방지, 암반의 변형 및 이완의 조기 억제와 지보력을 제공하는 등 안전성 확보수단으로 널리 사용되는 재료이다. 그러나 급결제의 품질기준과 액상 및 건식으로 제공되는 급결제의 응결속도 등에 대한 관리기준 및 실험방법에 대한 표준화는 현재까지도 매우 열악한 상태이다.

이에 본 연구에서는 시멘트의 표준주도 및 응결시간을 측정할 수 있는 vicat needle 시험장치(KS L 5108, 2002)를 이용하여, 일반적으로 사용되는 건식과 습식용 액상급결제에 대한 배합 및 시공조건을 변화시켜 가며 응결시간의 변화를 측정하여 현장에서 적용할 수 있는 표준 실험방법을 제시하고자 한다.

2. 급결제의 특성

시멘트는 수화 시 물과 접촉하여 수화물을 생성하게 된다. 이때 4가지의 수화 조성물이 생성되는데 이중 물과 접촉 시 급속히 발생하여 사라지는 $C_3A(3CaO \cdot Al_2O_3)$ 가 전체 조성물의 약 9%정도 발생하게 된다. 만약 시멘트 제조 시 석고를 투입하지 않는다면 시멘트가 물과 반응할 때 발생하는 급결반응으로 인해 일반 콘크리트의 제조가 불가능하게 된다. 따라서 시멘트 제조 시 석고를 적당량 투입하여 C_3A 의 발생량을 조절하게 된다. 시멘트의 수화 시 C_3A 의 발생이 강제적으로 일어나고, 여기에 급결제를 사용하면 부가적인 반응으로 인해 급결속도가 더 빠른 반응이 동반된다.

- * 정희원, 충청대학 실용소재과 교수
- ** 정희원, 충청대학 건축공학과 교수
- *** 정희원, 충청대학 토목공학과 교수
- **** 정희원, (주)화진정밀화학 연구원
- ***** 정희원, 충청대학 국제공인시험연구원 주임연구원

3. 실험 및 결과에 대한 분석

3.1 실험조건

현재 사용되고 있는 KS규격과 비교하기 위해, 아래에 나타난 6 종류의 배합순서 및 시공조건을 선정하여 실험을 실시하였다.

- Type-1 : 분말급결제를 시멘트와 혼합 후, 물을 첨가하여 응결시험(기존방법)
- Type-2 : 분말급결제를 미리 제조된 시멘트 페이스트에 첨가하여 응결시험
- Type-3 : 액상급결제를 미리 제조된 시멘트 페이스트에 첨가하여 응결시험(기존방법)
- Type-4 : 물을 첨가하고 시멘트를 첨가 후, 액상급결제를 첨가하여 동시비빔으로 응결시험
- Type-5 : Type-4와 동일한 방법으로 시멘트 및 배합수 온도를 조절하여 응결시험(온도변화 조건)
- Type-6 : Type-4와 동일한 방법으로 급결제 투입량 조절하여 응결시험(급결제량 변화 조건)

3.2 실험재료 및 실험기준

본 연구에서 사용된 실험재료 및 실험기준은 표 1 및 표 2와 같다.

표 1. 실험재료

	상품명	제조사
시멘트	1종보통포틀랜드 시멘트	A사 제품
분말급결제	ATEX-QP(알루미늄네트계)	(주)화진정밀화학
액상급결제	ATEX-QL(A)(알루미늄네트계)	(주)화진정밀화학

표 2. 실험기준

	needle 관입깊이
initial setting time	40mm 이하
final setting time	4mm 이하

3.3 실험결과 및 분석

본 연구의 실험방법 별, 실험결과와 분석은 아래와 같다.

1) 제1방법(Type 1) : Control

- 실험결과 : initial (50초), final(65초)

2) 제2방법(Type 2)

- 실험결과 : initial (230초), final(440초)
- 소결 : 급결제의 사용량이 동일하더라도 실험방법에 따라 현저한 응결시간의 차이를 보이고 있다. 즉, Type-2의 경우는 시멘트 초기수화반응 시 발생하는 C₃A가 발생 후 소멸된 상태로써 소멸되지 않은 Type-1보다는 현저하게 늦게 응결이 발생하는 결과를 보이고 있다.

3) 제3방법(Type 3)

- 실험결과 : initial (97초), final(127초)

4) 제4방법(Type 4)

- 실험결과 : initial (65초), final(87초)
- 소결 : Type-3의 경우, C₃A가 생성 후 소멸된 상태이며 Type-4의 경우, 최대한 C₃A를 생성시켜 소멸하기 전에 급결제와 반응시킨 상태이다. 이로부터 분말급결제와 동일하게 초기 발생한 C₃A의 영

량이 큼을 알 수 있다.

5) 제5방법(Type 5)

· 실험결과 :

표 3. 제5방법에 의한 응결시험 결과

		initial(sec)	final(sec)
시멘트 22℃	물 21℃	95	120
	물 27℃	67	80
물 21℃	시멘트 22℃	95	120
	시멘트 28℃	68	83

· 소결 : 재료의 온도 차이에 대한 응결시간의 차이는 뚜렷한 것으로 나타나고 있다. 따라서 항온 항습 상태에서 재료를 1일 이상 보관한 후 실험하는 것이 필요하다고 사료된다.

6) 제6방법(6-Type)

· 실험결과

	initial(sec)	final(sec)
1(c×5%)	62	83
2(c×4.5%)	91	119
3(c×4%)	154	202

여기서 c는 시멘트의 량을 의미함.

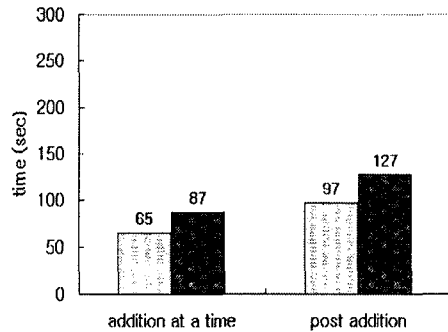
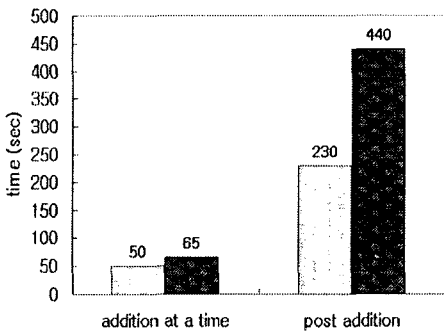


그림 1. 분말급결제의 실험방법에 따른 응결시간

그림 2. 액상급결제의 실험방법에 따른 응결시간

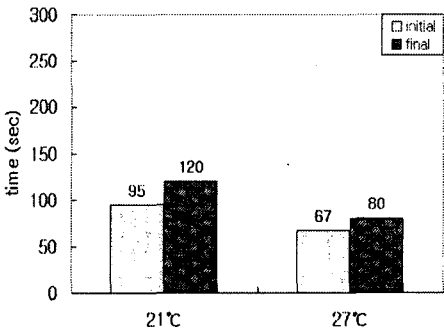


그림 3. 물의 온도에 따른 응결시간

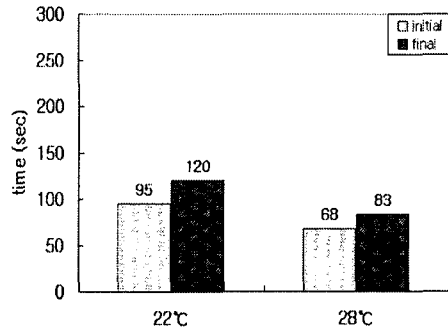


그림 4. 시멘트의 온도에 따른 응결시간

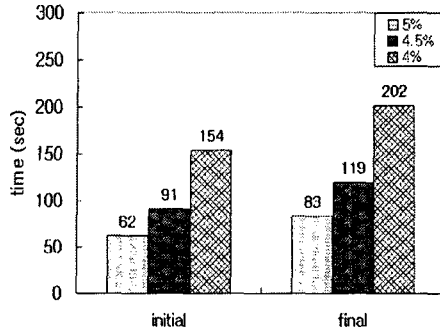


그림 5. 급결제의 투입량에 따른 응결시간

· 소결 : 급결제량에 따른 응결시간의 변화가 상당히 뚜렷함을 알 수 있다. 이는 급결제량이 줄어들어 있어 그만큼 물의 양이 늘어난 것에도 영향이 있지만 vicat needle 시험 시 급결제 투입량의 결정이 큰 비중을 차지함을 알 수 있다. 본 논문의 목적 중 하나가 급결제의 성능을 실험하기 위한 것인 만큼, 현장에서 사용되고 있는 급결제의 양을 고려할 때, 투입량은 5.0%가 적당하다고 판단된다.

4. 결 론

본 연구로부터 얻은 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 액상 급결제의 경우, 습식 숏크리트 제조조건을 고려한, 즉 C_3A 소멸과 관련된 조건을 고려한, 응결시간에 대한 기준을 별도로 세워야 한다. 이와 같이 하기가 힘든 경우, 최소한 동시투입법으로 실험하여 현재의 응결시간 기준안에 부합하는 실험을 실시해야 한다.
- (2) 재료의 온도에 따른 응결시간은 낮은 온도에서와 높은 온도에서 약 30초 정도 차이가 나는 것을 알 수 있다. Vicat needle의 응결시간 추세를 감안한다면 30초는 상당히 큰 값에 해당한다. 따라서 실험 수행 시 재료의 온도를 꼭 기록하고 추후 같은 재료로 실험을 할 때에도 온도 관리를 철저히 해야 한다. 급결제 실험 시 온도에 대한 민감성은 vicat needle 뿐만 아니라 gilmour test 판입저항, 및 압축강도 시험에서도 나타나므로 급결제를 사용하여 급결력 또는 압축강도를 측정할 경우, 온도에 대한 민감성을 감안하는 것은 매우 중요한 사항이라고 판단된다.
- (3) 급결제의 투입량에 따른 응결시간의 변화에서는 급결제의 투입량이 0.5%정도 만 줄어들어도 상당한 차이를 보여주고 있다. 따라서 급결제를 사용한 응결시험 및 급결력 시험 시, 급결제의 사용범위를 최대한 늘려서 실험하는 것이 급결제의 성능파악에 도움이 될 것이다. 국내의 현장에서는 5~10% 정도의 급결제를 사용하고 있으므로 4.0%보다는 5.0%의 급결제를 사용하여 그 성능을 파악하는 것이 타당하고 사료된다.

참 고 문 헌

1. 김진철, 류종현, 안태송, “숏크리트용 급결제의 품질, 응결 및 경화특성,” 분학술발표회논문집, 한국콘크리트학회, 제14권 1호, 2002, pp.323-328.
2. KCI-SC 102, 숏크리트용 급결제 품질규격, 콘크리트 표준시방서, 한국콘크리트학회, 1999.
3. 현석훈, 한기선, “숏크리트 품질에 미치는 재료 및 시공 조건의 영향,” 분학술발표회논문집, 한국콘크리트학회, 제6권 1호, 1994, pp.227-232.