

등가재령에 의한 시멘트 모르타의 응결시간 예측

Prediction of Setting Time of the Cement Mortar Considering Equivalent Age

최 현 규* 손 호 정** 백 대 현** 임 춘 근*** 한 민 철**** 한 천 구*****

Choi, Hyun Kyu Son, Ho Jung Baek, Dae Hyun Lim, Choon Keun Han, Min Cheol Han, Cheon Goo

ABSTRACT

This paper present a method to estimate the setting time of cement mortar incorporating admixtures under various curing temperature conditions by applying maturity based on equivalent age. It is indicated that equivalent age using setting time can be a proper method to predict setting time and it also exhibited comparable relativity between prediction value and measurement value.

요 약

본 연구에서는 등가재령에 의한 적산온도방법을 이용하여 혼화제를 치환한 시멘트 모르타의 응결시간을 예측하는 방법을 제시하였다. 혼화제치환에 따른 시멘트 모르타의 겔보기 활성화에너지를 등가재령식에 대입한 결과 양생온도별로 거의 유사한 값으로 나타나 응결시간 예측에 적산온도 개념의 적용이 적합한 방법인 것으로 나타났다.

1. 서 론

본 연구에서는 온도와 재령의 영향을 복합적으로 고려하는 등가재령방법을 이용하여 혼화제치환별 양생온도에 변화에 따른 응결시간 특성을 고찰하고, 이를 토대로 시멘트 모르타의 응결시간을 예측하는 방법을 제시하고자 한다.

2. 실험 계획 및 방법

본 연구에서 실험계획은 표 1과 같고, 사용재료는 국내산 재료를 사용하였으며, 실험방법은 KS규정에 의해 실시하였다.

3. 실험결과 및 분석

먼저, 본 연구에서 적용한 등가재령모델은 Arrhenius

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준	
배합사항	W/C (%)	1	50
	목표 슬럼프(mm)	1	150±10
	배합비	1	1:3
	혼화제 치환	3	· OPC · BS ¹⁾ -20% · PD ²⁾ -20%
	양생온도(°C)	3	5, 20, 35
실험사항	측정사항	2	· 응결시간 · 압축강도

1) BS:고로슬래그, 2) PD:프리히터더스트

* 정회원, 청주대, 대학원, 석사과정
** 정회원, 청주대, 대학원, 박사과정
** 정회원, 청주대, 대학원, 박사과정
*** 정회원, 삼성물산(주), 건설부문, 공학박사
**** 정회원, 청주대, 건축공학과, 조교수, 공학박사
***** 정회원, 청주대, 건축공학과, 교수, 공학박사

함수를 이용하였는데, 식 (1)과 같다.

$$t_c = \int_0^t \exp\left(\frac{Ea}{R} \cdot \left(\frac{1}{T_r} - \frac{1}{T}\right)\right) dt \quad \dots \dots (1)$$

여기에서, t_c : 등가재령, T : 콘크리트 평균온도(°K, 273+°C), T_r : 지정된 온도(293°C)

그림 1은 Arrhenius 함수에 의한 선형 회귀분석 결과를 나타낸 것으로 이 방법을 통한 겉보기 활성화에너지를 산정할 수 있었는데, 측정결과 OPC는 15.5 KJ/mol, BS는 16.0 KJ/mol, PD는 20.1 KJ/mol로 계산되었다.

그림 2는 양생온도별 등가재령을 나타낸 것이다. 전반적으로 등가재령은 양생온도와 관계없이 유사한 값을 갖는 것으로 나타났는데, 이는 적산온도의 개념에 부합하는 것으로 응결시간 예측에 적용이 가능한 것으로 사료된다.

그림 3은 혼화재치환 및 양생온도별 응결시간을 예측한 것이다. 이는 등가재령식으로부터 겉보기 활성화에너지와 양생온도를 이용하여 계산한 것으로서, 전반적으로 예측된 응결시간은 양생온도가 낮을수록 증가하는 것으로 나타났고, 혼화재치환에 따른 현상으로는 PD-20%, BS-20%, OPC의 순으로 증가하는 것으로 나타났다.

그림 4는 측정된 응결시간과 예측 응결시간을 상호 비교한 것이다. 전반적으로 측정치와 예측치가 매우 양호한 상관성을 보이고 있는 것으로 나타나, 본 방법이 응결시간 예측에 매우 유효함을 확인할 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 등가재령에 의한 시멘트 모르타의 응결시간을 예측하는 방법을 제안하였는데, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 혼화재치환에 따른 시멘트 모르타의 겉보기 활성화에너지를 등가재령식에 대입한 결과 양생온도별로 거의 유사한 값으로 나타나 응결시간 예측에 적산온도 개념의 적용이 적합한 방법인 것으로 판단된다.
- 2) 혼화재치환에 따른 시멘트 모르타의 양생온도별 예측치는 실측치와 매우 양호한 상관성을 갖는 것으로 나타나 추후 실무현장에서 응결시간과 관련하여 보다 합리적인 품질관리가 가능할 것으로 판단된다.

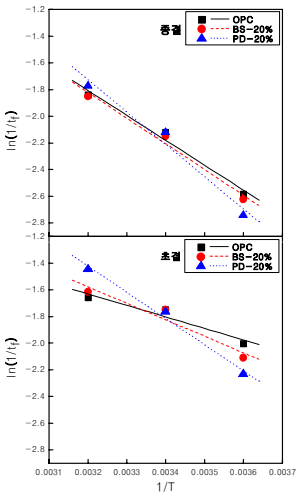


그림 1. Arrhenius 함수에 의한 Ea산정

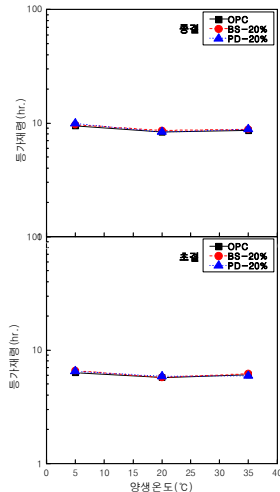


그림 2. 양생온도에 따른 등가재령

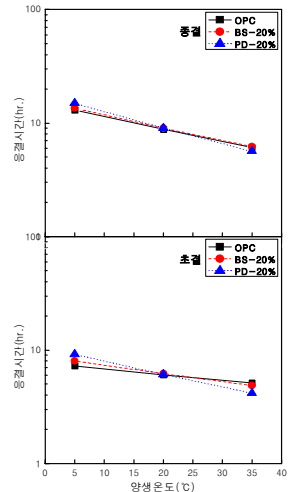


그림 3. 혼화재 치환에 따른 응결시간 예측 결과

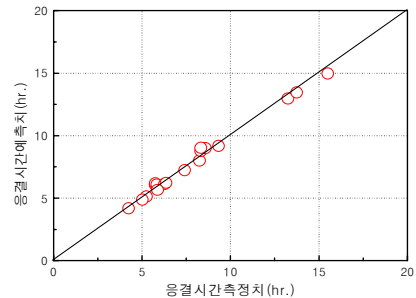


그림 4. 응결시간 측정치와 예측치 비교