

타설온도 및 혼화재 치환에 따른 고강도콘크리트의 단열온도상승에 관한 연구

Study on the Adiabatic Temperature Rise of High Strength Concrete with Design Compressive Strength and Mixing Temperature

이 병 천* 김 규 용* 구 경 모*** 남 정 수*** 함 은 영** 이 보 경****

Lee, Byoung-Chun Kim, Gyu-Yong Koo, Kyung-Mo Nam, Jeong-Soo Ham, Eun-Young Lee, Bo-Kyeong

Abstract

In this study, it was evaluated about hydration heat reduction under hot weather condition. Placement temperature set 25°C and 35°C, For hydration heat reduction was applied such as FA and BFS. As a results, mixture of BFS70% is the most effective hydration temperature reduction.

키 워 드 : 비빔온도, 단열온도상승, 수화열, 고강도콘크리트

Keywords : Mix Temperature, Adiabatic Temperature Rise, Hydration Heat, High Strength Concrete

1. 서 론

부재 단면이 큰 매스콘크리트의 경우 수화반응시 발생하는 수화열로 인해 내부 온도가 급격히 상승하고, 내외부 온도차에 의해 균열이 발생한다. 그러나, 서중환경에서 타설되는 매스콘크리트의 경우 높은 외기온도로 인하여 수화열이 더 높게 발생하는 문제점을 가지고 있다. 이에 본 연구에서는 서중환경조건 및 수화열 저감을 위해 플라이애시, 고로슬래그와 같은 혼화재의 치환을 고려하여 수화발열특성에 관해 평가하고자 하였으며, 콘크리트 표준시방서에 제시된 예측식과 비교·분석하고자 하였다.

2. 실험계획 및 방법

표 1은 본 연구의 실험계획을 나타낸 것으로, 설계강도는 70MPa급의 고강도콘크리트로 설정하였으며, 서중환경조건을 고려하기 위해 타설온도는 25±1°C 및 35±1°C로 설정하였다. 또한, 수화열 저감을 위해 FA20, 35% 및 BFS40, 70%를 대체하여 혼화재 치환율에 따른 온도상승량을 평가하였으며, 평가항목으로는 콘크리트의 굳지않은 성상, 최고수화온도, 단열온도상승량에 대해 평가하였다.

표 1. 실험계획

구분	W/B (%)	설계강도 (MPa)	타설온도 (°C)	혼화재종류 및 치환율(%)		
				SF	FA	BFS
OPC	29	70	25±1 35±1	5	-	-
FA20					20	-
FA35					35	-
BFS40					-	40
BFS70					-	70

표 2. 콘크리트 배합

구분	W/B (%)	슬럼프 플로우 (mm)	공기량 (%)	S/a (%)	단위중량(kg/m ³)							
					W	C	FA	BFS	SF	G	S	
OPC	29	600 ± 50	2.0 ± 1.5	48	160	524	-	-	-	-	885	790
FA20						414	110	-	-	-	865	771
FA35						331	193	-	28	-	849	757
BFS40						303	-	221	-	-	877	782
BFS70						138	-	386	-	-	871	777

표 2는 본 연구에 사용된 배합으로서 설계강도를 만족하기 위한 W/B는 29%, 슬럼프플로우 및 공기량은 각각 600±50mm, 2.0±1.5%로 설정하였고, 콘크리트의 강도발현을 위한 실리카흄이 각 배합당 5% 혼입되었다.

한편, 콘크리트의 목표 타설온도를 만족하기 위해 사용재료를 타설온도와 유사한 조건에서 약 1일간 보관하여 사용하였으며, 목표 타설온도를 만족시킨 콘크리트는 타설 직후 50L의 단열온도 상승시험기에 투입됨과 동시에 측정되었다.

* 계통건설 건축본부 부장

** 충남대학교 건축공학과 석사과정

*** 충남대학교 건축공학과 박사과정

**** 충남대학교 건축공학과 교수, 공학박사

3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 타설온도에 따른 최고수화온도 및 온도상승량을 나타낸 것이다. 타설온도 25±1℃ 및 35±1℃의 최고 수화온도는 각각 OPC(77.7℃, 90℃), FA20(71.1℃, 81.7℃), FA35(69℃, 76.2℃), BFS40(68.5℃, 74.7℃), BFS70(52.7℃, 60.5℃)로 타설온도가 높은 경우 최고수화온도 또한 높게 측정되었으며, BFS70%로 치환한 경우 최고수화온도는 가장 낮은 것으로 나타났다. 반면, 최고수화온도와 타설온도의 차를 나타 낸 온도상승량에 있어서는 타설온도가 낮은 25±1℃ 경우 온도상승량은 더 크게 나타났다. 그림 2는 단열온도상승의 수정예측식을 나타낸 것으로 콘크리트 표준시방서에 제시된 단열온도상승곡선과는 달리 본 연구의 범위에서는 타설 직후 일정기간동안 수화온도가 유지되는 것을 알 수 있었다. 이를 고려해 단열온도상승량의 식을 다음과 같이 수정하여 비교하였다.

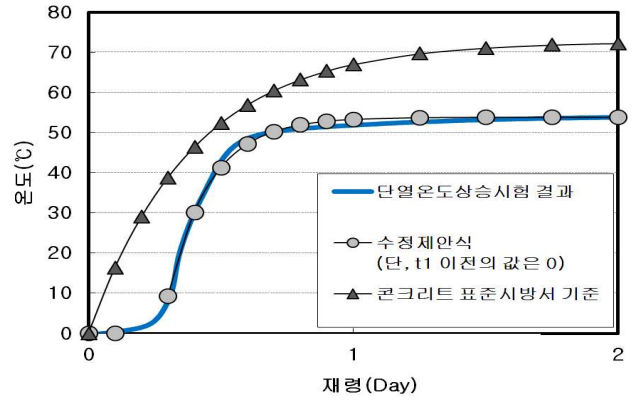


그림 2. 단열온도상승의 기존식과 비교

$$Q = K(1 - e^{-r(t-t_0)}) \quad (\text{식 1})$$

여기서, K : 최고수화온도(℃)
 γ : 반응속도
 t : 재령(day)
 t_0 : 지연시간

여기에서 t_0 는 시멘트의 초기 반응과 관련된 시간상수로서, t_0 이전의 Q 값은 0으로 간주한다. 본 연구에서 제시된 수정예측식의 시간상수와 같이, 단열온도상승예측식의 보다 높은 신뢰성을 위하여 초기반응과 관련된 시간상수는 고려되어야 할 부분으로 판단된다.

4. 결론

타설온도 및 혼화재 치환에 따른 고강도콘크리트의 단열온도상승에 관한 연구에 대한 평가 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

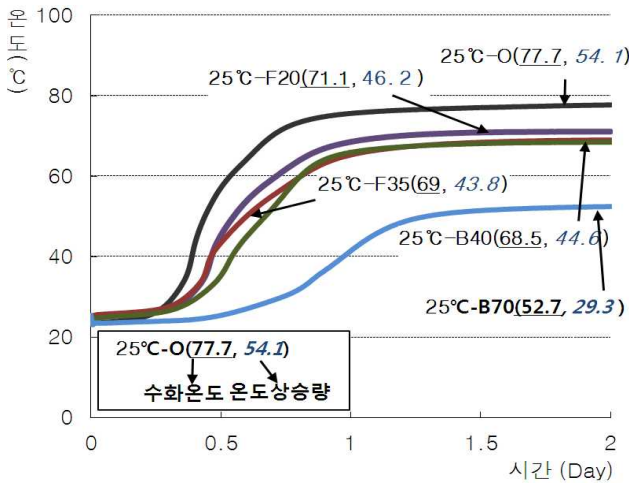
- 1) 콘크리트의 타설온도가 높을수록 최고수화온도는 높아지는 반면, 온도상승량에 있어서는 타설온도가 낮을수록 더 증가하는 경향을 나타냈다.
- 2) 기존의 식과는 달리 본 연구의 범위에서는 타설 직후 일정기간동안 수화온도를 유지하는 것을 알 수 있었으며, 단열온도상승곡선이 제시된 수정제안식과 유사한 경향을 나타냈다.

감사의 글

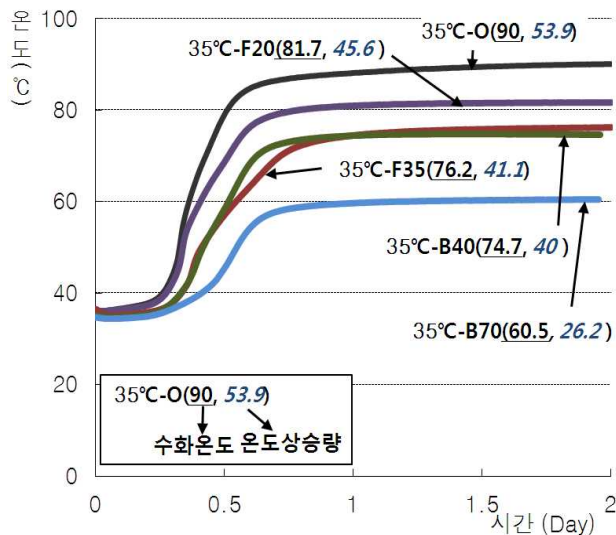
본 연구는 대우건설기술연구원의 지원을 받아 수행된 연구이며, 일부 연구자는 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업 및 BK21의 지원을 받았습니다. 이에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 콘크리트학회, 최신콘크리트공학, 2005



(a) 타설온도 25℃



(b) 타설온도 35℃

그림 1. 타설온도에 따른 최고수화온도 및 온도상승량