초기고온이력이 고강도콘크리트의 압축강도특성에 미치는 영향

The Effect of Properties of The Compressive Strength of High-Strength Concrete under High Temperature conditions at an Early Age

함 은 영* 김 규 용** 구 경 모*** 윤 민 호* 유 재 강**** 미야우치 히로유키**

Ham, Eun-Young Kim, Gyu-Yong Koo, Kyung-Mo Yoon, Min-Ho Yoo, Jea-Kang Miyauchi Hiroyuki

Abstract

Property of the compressive strength of high strength concrete was investigated in adiabatic temperature history considering hot-weather conditions. As a result, compressive strength of specimens subjected to high temperature history showed more than 120% at 3days of age compare to standard cured specimens. But, at 91days of age showed the incidence of strength less than 100%.

키 워 드 : 단열온도상승, 압축강도, 초기고온이력

Keywords : adiabatic temperature rise, compressive strength, early high temperature history

1. 서 론

서중환경에 의한 콘크리트의 높은 타설온도와 고강도 콘크리트의 높은 단위결합재량은 초기의 수화열 및 온도응력을 증가시켜 균열의 발생과 내구성 저하를 초래한다. 본 연구에서는 서중환경을 고려한 고강도 콘크리트에 대해 단열온도상승시험을 실시하였다. 또한 평가된 온도이력에 준하여 초기 양생을 실시하고 표준양생 시험체와 비교함으로서 초기 고온이력에 따른 압축강도특성을 검토했다.

2. 서중환경을 고려한 콘크리트의 단열온도상승시험

표 1은 본 연구의 실험계획을 나타낸 것이다. W/B 0.29의 콘크리트를 대상으로 결합재의 종류 및 치환율은 OPC, 플라이애시 20 및 35%, BFS 40 및 70%로 설정하였으며, 타설온도는 서중콘크리트에서 제한하고 있는 최고 타설 온도인 35℃를 기준으로 하여 단열온도상승시험을 실시하였다.

그림 1은 단열온도상승시험에 의한 초기고온이력조건을 나타낸 것이다. 콘크리트의 혼화재 종류 및 치환율에 관계없이 단열온도는 재령 1일에 수렴하는 경향을 나타내었다. 또한 혼화재의 치환율이 높을수록 콘크리트의 최대온도 및 단열온도상승량는 감소하는 경향을 보였다. 본 연구에서는 평가된 단열온도상승 이력을 바탕으로 1일간 초기 고온이력을 재하하고, 재령 2일에 양생온도가 20℃의 표준상태로 완료되었을 때 압축강도의 특성을 검토하였다.

표 1. 실험계획

구분	W/B(%)	초기양생온도(℃)		혼화재 종류 및 치환율(%)		
		표준	고온	SF	FA	BFS
OPC	29	20	90	5	-	-
FA20			80		20	-
FA35			75		35	-
BFS40			75		-	40
BFS70			60		-	70

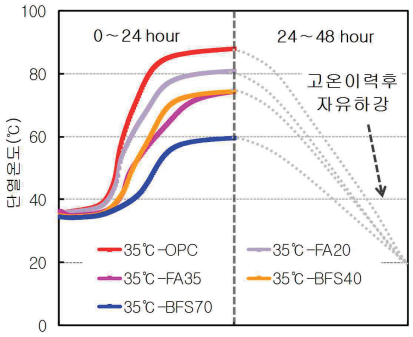

그림 1. 단열온도상승시험에 의한 초기고온이력조건

* 충남대학교 건축공학과 석사과정
** 충남대학교 건축공학과 교수, 공학박사
*** 충남대학교 건축공학과 박사과정
**** 대우건설기술연구원 건축연구팀, 선임연구원

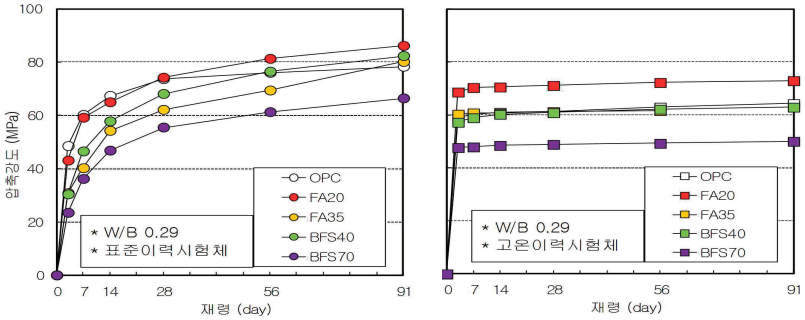

그림 2. 초기온도이력조건에 따른 고강도콘크리트의 재령별 압축강도 특성

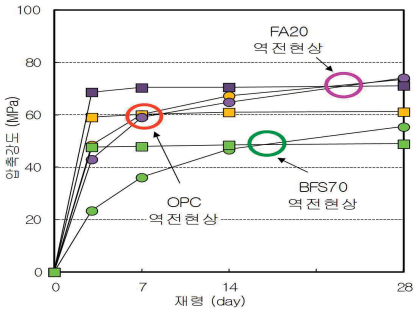

그림 3. 초기온도이력에 따른 콘크리트의 역전현상

3. 초기고온이력을 받은 콘크리트의 압축강도

그림 2는 초기온도이력에 따른 콘크리트의 압축강도를 나타낸 것이며, 그림 3은 초기온도이력에 따른 콘크리트의 역전현상을 나타낸 것이다.

초기고온이력을 받은 시험체의 경우 배합조건에 관계없이 표준양생의 시험체보다 높은 압축강도발현율을 보였으나, 재령이 경과함에 따라 표준양생의 시험체가 초기고온이력의 시험체 보다 높아지는 현상을 확인할 수 있었다. 이러한 압축강도의 역전현상은 OPC시험체가 가장 빠르게 나타났고, 혼화재 혼입 시험체는 그 시점이 늦춰지는 현상을 나타냈다. 이는 표준양생시험체가 혼화재의 장기강도 발현특성에서 기인되는 것이라고 판단된다.

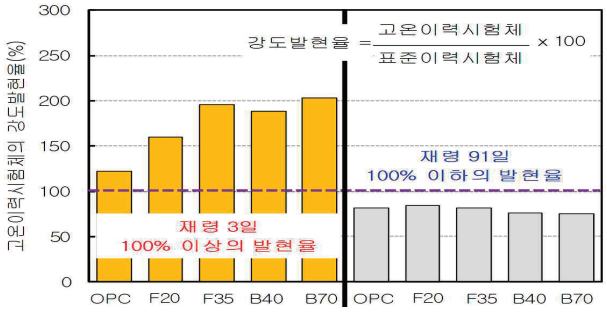

그림 4. 초기고온이력시험체의 압축강도발현율

그림 4는 표준양생시험체 대비 초기고온이력시험체의 압축강도 발현을 나타낸 것이다. 혼화재 치환 및 치환율과는 관계없이 초기재령 3일에서 고온양생시험체가 표준양생시험체 대비 최소 120%이상 발현되었으나, 장기재령 91일에서는 모든 수준이 100% 이하의 낮은 강도발현율을 나타냈다. 한편, 본 연구의 범위에서 초기에 높은 온도이력을 받은 시험체는 3일 재령 이후 압축강도발현이 거의 없었다. 이는 높은 온도이력이 초기의 수화반응을 활성화시켜 초기 강도발현에 기여하지만, 시멘트 입자 주위의 결정이 급격하게 발생함으로서 입자 내부로의 수화를 저해하기 때문이라고 판단된다.

또한 초기에 높은 온도이력을 받은 시험체가 표준양생시험체를 기준으로 압축강도를 만족하지 못하는 것은 서중 및 매스 콘크리트를 시공할 때에 반드시 고려되어야 할 점이라고 판단된다.

4. 결 론

본 연구에서는 서중환경의 고강도콘크리트에 대해 단열온도이력을 고려한 압축강도를 평가 및 검토하였으며, 그 결과, 초기의 높은 고온이력은 장기재령의 압축강도 발현의 관점에서 목표성능을 만족하지 못하였다. 향후 콘크리트의 시공 및 구조적 관점에서 온도이력을 고려한 압축강도 설계가 필요하다고 판단된다.

Acknowledgement

본 논문은 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업(2012H1B8A2025606)으로 수행된 연구결과이며, 연구자의 일부는 대우건설기술연구원의 지원을 받았습니다. 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. Jennings, H.M., and Johnson, S.K., Simulation of Microstructure Development During the Hydration of a Cement Compound, Journal of the American Ceramic Society, Vol.69, No.11, pp.790~795, 1986.