

50, 60℃ 온수양생을 이용한 초고강도 콘크리트의 강도 조기 평가

A Study on the Early Evaluation of Compressive Strength of Ultra-High Strength Concrete Using 50, 60℃ Warm Water Curing

이종석* 명로연** 백민수*** 공민호**** 하정수* 정상진*****
 Lee, Jong-Seok Myung, Ro-Oun Paik, Min-Soo Gong, Min-Ho Ha, Jung-Soo Jung, Sang-Jin

Abstract

In this study, prediction of later-age compressive strength of ultra-high strength concrete, based on the accelerated strength of concrete cured in 50, 60℃ warm water was investigated. W/B of 32, 23.5, 19% 3 levels were examined. And the specimens were cured in 50, 60℃ warm water. The results showed reliable accuracy by regression relation between 28day strength cured by standard curing method and accelerated strength of the concrete cured in warm water. And the specimens cured in 50, 60℃ showed more high strength development. So 60℃ curing could be considered in order to reduce the measurement error. As a result, the feasibility of 50, 60℃ warm water curing method at high strength level was confirmed.

키워드 : 온수양생, 강도 조기 평가, 초고강도 콘크리트

Keywords : Warm Water Method, Prediction of Concrete Strength, Ultra High Strength Concrete

1. 서론

최근 초고층 건축물의 시공이 늘고 있고 이에 따라 초고강도 콘크리트의 사용도 증가하고 있다. 초고층 건축물 시공에 있어 빠른 공사진행에 따라 타설된 콘크리트의 적부가 건축물의 전체에 끼치는 영향이 지대하므로 이에 대한 품질관리가 절실히 요구되고 있다.

이에 본 연구에서는 현장 적용이 쉽고 경제적인 온수양생을 이용, 초고강도 콘크리트의 강도를 조기 평가하는 방법에 대해 검토하였다. 기존 40℃ 온수양생법 보다 높은 온도인 50, 60℃ 온수에서의 촉진양생을 통한 초고강도 콘크리트의 강도 조기 평가 방법에 대해 검토하였다.

2. 실험개요

본 실험에 사용된 재료와 실험계획 및 개요를 다음과 같이 나타내었다. W/B는 표3과 같이 3수준으로 실험하였다.

* 단국대학교 건축공학과 석사과정
 ** (주)현대엠코 상무이사
 *** 단국대학교 건축공학과 외래강사
 **** (주)현대엠코 기술연구팀, 공학박사
 ***** 단국대학교 건축공학과 교수, 공학박사, 교신저자(d-jsjin@hanmail.net)

표1. 사용 재료

항 목	구분	물리적 특성
시멘트	C	밀도 3.15g/cm ³ , 분말도 3,413cm ³ /g의 보통포틀랜드 시멘트
혼화제	FA	밀도 2.21g/cm ³ , 분말도 3,350cm ³ /g
	BS	밀도 2.90g/cm ³ , 분말도 4,066cm ³ /g
	SF	밀도 2.11g/cm ³ , 분말도 200,000cm ³ /g
골재	S	흡수율 1.26%, 조립율 2.68
	G	흡수율 1.03%, 조립율 7.05
혼화제	SP	플리카본산계 고성능AE감수제

· FA:플라이애쉬, BS:고로슬래그, SF:실리카퓌

표2. 실험 계획

온수양생온도	50, 60℃
슬럼프 플로우	600±100mm
공기량	1.5±0.5%
압축강도	온수양생 압축강도(3일) 20℃ 표준양생 압축강도(3, 5, 7, 28일)

표3. 바인더 종류 구분

W/B(%)	32	23.5	19
F3	OPC+30FA	OPC+30FA	OPC+30FA
B4	OPC+40BS	OPC+40BS	OPC+40BS
F2B1	OPC+20FA +10BS	OPC+20FA +10BS	OPC+20BS +10BS
F2B1S	OPC+20FA +10BS+5SF	OPC+20FA +10BS+5SF	OPC+20FA +10BS+10SF

3. 실험결과 및 분석

3.1 20℃ 표준양생에 의한 강도발현특성 현황

본 실험의 배합에서 각 재령별 압축강도를 측정한 결과 표준양생 28일 강도는 B4>F2B1S>F2B1>F3 순으로 나타났다.

B4 배합의 경우 고로슬래그의 잠재수경성이 강도에 기여함으로써 타 배합과 비교 시 가장 높은 강도 발현을 하는 것으로 나타났다. F3, F2B1, F2B1S 배합은 B4배합에 비해 초기 재령에서의 강도발현이 저하하는 것으로 나타났는데, 이는 플라이애시의 영향으로 생각된다. 특히 F3배합의 경우 플라이애시를 대량 치환하여 재령 28일의 강도가 가장 낮은 것으로 나타났다.

3.2 회귀분석에 의한 강도예측

표4. 강도 회귀식과 결정계수

강도 측정 재령	양생 온도 (℃)	배합 종류	Regression Equation	Coefficient of Determination (R ²)
3	50	3F	$y_{28}=1.0788x+2.047$	0.9984
		4B	$y_{28}=0.935x+17.73$	0.9939
		2F1B	$y_{28}=0.99x+12.166$	0.9999
		2F1BS	$y_{28}=0.7973x+25.85$	0.9986
	60	3F	$y_{28}=0.8266x+12.22$	0.9823
		4B	$y_{28}=0.8426x+23.96$	0.9564
		2F1B	$y_{28}=0.9837x+6.421$	0.9816
		2F1BS	$y_{28}=0.8507x+20.75$	0.9894

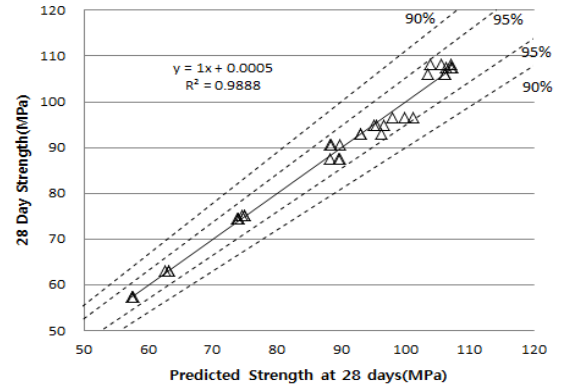


그림2. 50℃ 온수양생에 의한 강도 예측 범위

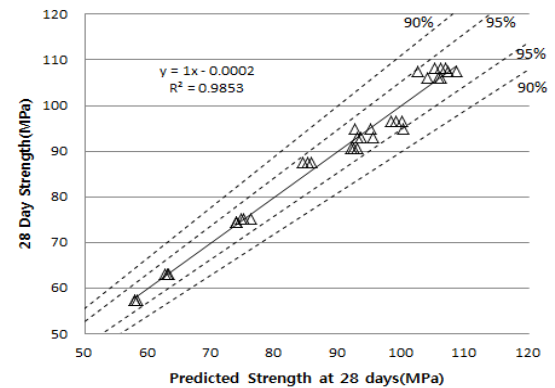


그림3. 60℃ 온수양생에 의한 강도 예측 범위

표4는 50, 60℃ 온수양생을 이용한 촉진강도 3일 재령에서 측정한 강도값과 표준양생 공시체의 28일 강도와와의 회귀식 및 결정계수를 나타낸 것이다. 그림 2, 3은 회귀식에 의해 얻어진 예측강도와 표준양생 공시체의 28일 강도와와의 상관성을 나타낸 것으로 $y=x$ 에 근접하게 높게 나타났으며 온도에 따른 정확성에 큰 차이는 나타나지 않았다.

4. 결 론

- 1) 예측강도와 표준수중양생 공시체의 28일 예측 압축강도와와의 회귀식이 $y=1x-0.0005$, $y=1x-0.0002$ 로 $y=x$ 에 매우

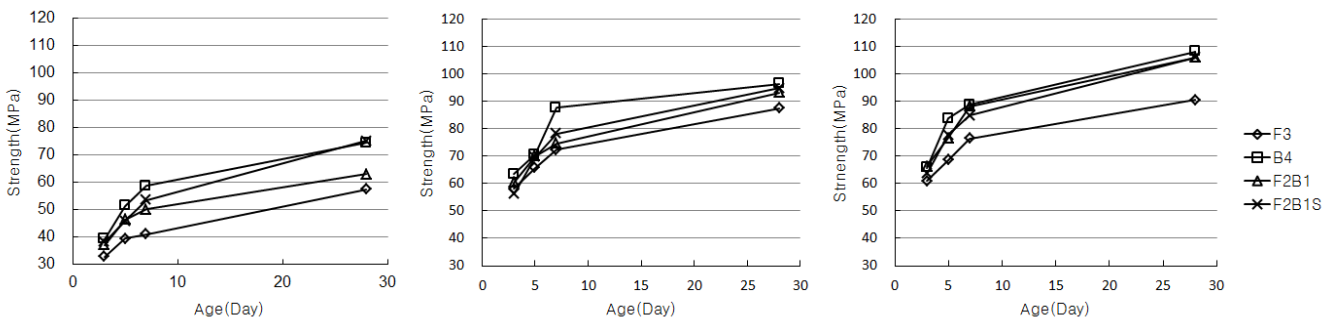


그림1. 20℃ 표준양생에 의한 강도발현특성

근접한 결과를 확인하였으며 결정계수가 각각 $R^2=0.9888$, 0.9853 로 매우 높게 나타나, 50, 60℃ 온수양생 3일강도로 초고강도 콘크리트의 28일강도를 추정하는 방법에 대한 적용성을 확인하였다.

- 2) 40℃ 온수양생에 비해 같은 재령에서 강도발현율이 높은 60℃ 온수양생을 통한 강도예측이 강도측정의 시간차이에 따른 예측강도의 오차를 줄이기 위해 유리한 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. Musa R. Resheiat, ..., Advn Cem Bas Mat, Accelerated Strength and Testing of Concrete Using Blended Cement, 1997