

고로슬래그 미분말의 치환율을 고려한 압축강도에측모델에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Prediction Model for the Compressive Strength of Concrete according to Replacement Ratio of Ground Granulated blast-furnace slag

양 현 민*
Yang, Hyun-Min

박 원 준**
Park, Won-Jun

이 한 승***
Lee, Han-Seoung

Abstract

This study is to predict the compressive strength for the concrete of ground granulated blast-furnace slag, and use Plowmans, Gompertz's model. The results are as follows; The prediction compressive strength were similar using Rastrup's equivalent age model, but The prediction compressive strength using Freiesleben's equivalent age model weren't similar in bfs replacement Ratio of 50%, because it is analyzed as the activation energy.

키 워 드 : 고로슬래그 미분말, 치환율, 압축강도, 등가재령

Keywords : ground granulated blast-furnace slag, replacement ratio, compressive strength, equivalent age

1. 서 론

콘크리트의 압축강도는 양생관리 및 거푸집 제거와 같은 공정에 큰 영향을 미치므로 대단히 중요한 품질관리 항목이다. 일반적으로 압축강도 예측에는 적산온도 방식을 활용한 Nurse-saul 함수와 화학반응 속도식의 일종인 Arrhenius식을 응용한 Freiesleben의 등가재령 표현식의 두 가지 방식을 이용한다. 그러나 기존의 강도예측모델에 관한 연구는 대부분 보통콘크리트를 대상으로 하고 있으며 고로슬래그 미분말 혼입 콘크리트의 관한 연구는 매우 부족한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 고로슬래그 미분말(이하 BFS) 치환 콘크리트의 압축강도에 있어서 기존의 Plowmans을 통하여 적용성을 평가하고 BFS 치환율을 고려한 콘크리트의 강도예측모델을 제시하고자 한다.

2. 실험개요

본 연구의 실험계획은 표 1과 같고, BFS 치환 콘크리트의 배합사항은 표 2와 같다. 즉 실험 요인으로 W/B는 50% 수준에 대하여 BFS를 Plain에 각각 15%, 30%, 50%씩 치환하였고, 양생온도는 10℃, 20℃, 30℃ 3수준으로 실시하였다.

표 1. 실험계획

W/B	BFS 치환율	양생온도	재령일	슬럼프	공기량
50 %	0 %	10 ℃	3	150±10	4.5±1.5
	15 %	20 ℃	7		
	30 %	30 ℃	14		
	50 %		28		

표 2. 배합표

W/B (%)	BFS (%)	W (kg)	B		S (kg)	G (kg)	Admixture	
			C (kg)	BFS (kg)			A.E (B ×%)	SP (B ×%)
50	0	165	330	0	875	940	0.02	0.2
	15		280.5	49.5				
	30		231	99				
	50		165	165				

* 한양대학교 건축환경공학과 석사과정

** 한양대학교 ERICA 친환경건축 연구센터, Post-Doc.

*** 한양대학교 건축학부 교수, 교신저자 (ercllehs@hanyang.ac.kr)

3. 실험결과 및 분석

본 연구에서는 Rastrup, Freiesleben의 모델을 이용하여 등가재령 산정 후, 식(1) Plowman 모델⁽¹⁾을 기초로 BFS 치환율을 고려한 수정 Plowman 모델을 이용하여 강도예측을 수행하였다. 그림 1과 2는 각각의 등가재령에 따른 BFS 치환율별 실측강도와 예측강도의 결과를 나타낸 것이다.

Rastrup의 등가재령식을 이용한 예측강도는 실측강도와 유사하게 나타났다. 그러나 Freiesleben의 등가재령식을 이용한 예측강도는 BFS 치환율 50%에서 정확도가 현저하게 저하하였다. 이는 등가재령식의 활성화 에너지의 영향을 고려하지 않아 나타난 것으로 사료된다.

$$F_c = a + b \log(t_e) \quad \text{----- (1)}$$

여기서, F_c : 예측강도(Mpa)

t_e : 등가재령(일)

a, b : 회귀계수

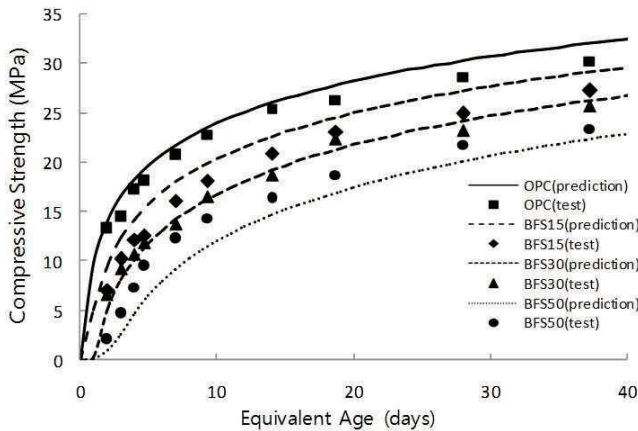


그림 1. Rastrup의 등가재령에 따른 BFS 치환율별 강도변화

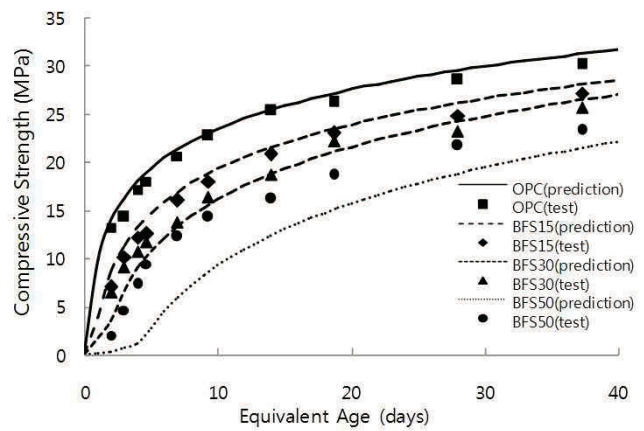


그림 2. Freiesleben의 등가재령에 따른 BFS 치환율별 강도변화

4. 결 론

본 연구에서는 적산온도 및 화학반응속도와 압축강도의 관계를 이용하여 Rastrup과 Freiesleben의 등가재령식을 이용한 Plowman 모델을 기초로 고로슬래그 미분말의 치환율을 고려한 압축강도예측모델을 식(2)와 같이 도출하였다.

$$F_C = a_R + b_R \log(t_e) \quad \text{----- (2)}$$

여기서, F_c : 예측강도(Mpa)

t_e : 등가재령(일)

a_R : $0.003(\text{BFS}\%)^2 - 0.319(\text{BFS}\%) + 9.776$

b_R : $0.0006(\text{BFS}\%)^2 + 0.07750(\text{BFS}\%) + 14.14799$

Acknowledgement

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2012044430), (No. 2005-0049734)

참 고 문 헌

1. Plowman, J.M., Maturity and the Strength of Concrete, Magazine of Concrete Research, Vol.8, No.22, 1956, pp. 13~22.
2. Rastrup, E., Heat of Hydration in Concrete, Magazine of Concrete Research, Vol.6, No.17, 1954, pp.79~92.