

고활성 고로슬래그 미분말 모르타르의 압축강도 발현 특성 및 콘크리트 2차 제품용 결합재 활용 가능성 검토

Properties of Compressive Strength of Mortar Based on High-activated Blast Furnace Slag and Possibility of Concrete Secondary Products

임 재 현* **김 규 용**** **구 경 모*** **김 흥 섭*** **윤 민 호*** **이 보 경***
 Lim, Jae-Hyun Kim, Gyu-Yong Koo, Kyung-Mo Kim, Hong-Seop Yoon, Min-Ho Lee, Bo-Kyeong

Abstract

Replacing a large amount of ground granulated blast furnace slag is limited because early age strength is low due to latent hydraulic property despite excellence of long-term strength. This study aimed to examine produceableness of high-activated ground granulated blast furnace slag using slag by-product from steel process. As experimental variable, the properties of strength development were analyzed by setting fineness and replacement ratio of slag by-product, curing conditions, and W/B. The results of study showed that high-activated ground granulated blast furnace slag using slag by-product as an activator improve the compressive strength of mortar. It is expected to be used as binder for secondary product of concrete considering curing and mixing conditions because high-activated ground granulated blast furnace slag can be hydrated by itself.

키 워 드 : 고활성 고로슬래그 미분말, 압축강도, 슬래그부산물

Keywords : high-activated ground granulated blast furnace slag, compressive strength, slag by-product

1. 서 론

고로슬래그 미분말은 잠재수경성에 기인하여 장기강도는 우수하나 초기강도가 낮기 때문에 많은 양을 대체하는데 한계가 있다.¹⁾ 그러나 고로슬래그 미분말을 고활성으로 제조하면 낮은 초기강도를 보완할 수 있으며, 보통포틀랜드시멘트 대체율을 증대시킬 수 있다. 본 연구에서는 일반적으로 활용되고 있는 고로슬래그 미분말에 비해 활성도가 우수한 고로슬래그 미분말의 제조 가능성을 검토하고자 철강 공정에서 발생하는 슬래그부산물을 활용하여 고활성 고로슬래그 미분말의 모르타르 압축강도 강도발현 특성을 검토하였다. 또한, 고활성 고로슬래그 미분말 단독으로도 경화가 가능한 특징을 고려해서 2차 콘크리트 제품용 결합재로서 활용 가능성을 검토하고자 배합조건에 따른 콘크리트 제조 및 압축강도 발현특성을 검토하였다.

2. 실험계획 및 방법

표 1은 본 연구의 실험계획을 나타낸 것이다. 슬래그부산물의 분말도 및 치환율, 양생조건을 변수로 설정하여 고활성 고로슬래그 미분말 모르타르의 압축강도 특성을 분석하고 실험결과를 바탕으로 배합을 선정하여 물-결합재비, 양생조건에 따른 영향을 검토하였다. 양생조건에 경우 고온양생은 재령 1일 고온양생을 실시하였다. 표 2는 본 연구에서 사용한 재료의 물리·화학적 특성을 나타낸 것이다.

표 1. 실험계획

구분	실험 변수	실험 수준
I	슬래그부산물 분말도 (cm ² /g)	2,000, 4,000
	슬래그부산물의 치환율 (%)	30, 20, 10
	양생조건	표준, 고온양생
II	물-결합재비 (%)	50, 40, 30, 20
	양생조건	표준, 고온양생

표 2. 사용재료

재 료	밀도 (g/cm ³)	분말도 (cm ² /g)	화학 조성 (%)							
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
시멘트	3.12	3,500	20.70	6.20	3.10	62.20	2.80	0.10	0.84	2.10
고로슬래그	2.91	4,500	32.75	15.61	0.50	43.51	4.41	0.25	0.49	0.04
슬래그부산물	2.91	4,000	15.35	1.21	2.40	69.71	1.52	0.10	-	4.20
석고	2.90	3,550	0.73	0.17	0.16	41.57	-	0.02	0.03	55.50

* 충남대학교 건축공학과 대학원생

** 충남대학교 건축공학과 교수, 공학박사

3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 슬래그부산물의 분말도 및 치환율에 따른 양생조건별 모르타르의 압축강도 측정결과를 나타낸 것이다. 전체적으로 슬래그부산물의 치환율이 증가할수록 압축강도가 큰 경향을 확인하였으며, 이러한 결과를 바탕으로 슬래그부산물의 분말도 $4,000\text{cm}^2/\text{g}$ 을 사용한 결합재가 분말도 $2,000\text{cm}^2/\text{g}$ 보다 고온양생 조건에서 재령초기 압축강도 발현이 우수하나 재령 28일에는 상대적으로 압축강도가 낮아지는 경향을 보였다.

그림 2는 [BFS]95+CS5 시험체의 표준양생 압축강도 대비 배합별, 재령별 압축강도 발현율을 나타낸 것이다. 본 실험범위에서는 고온양생 조건에서 슬래그부산물의 분말도 $4,000\text{cm}^2/\text{g}$ 을 사용하고, 슬래그부산물 30%를 치환한 결합재가 재령 3일에 가장 큰 압축강도 발현율을 나타내었다.

그림 3은 압축강도 발현이 가장 우수한 슬래그부산물의 분말도 $4,000\text{cm}^2/\text{g}$ 을 사용한 [BFS₇₀S₃₀]95+CS5 시험체의 고온양생에 따른 압축강도 측정결과를 나타낸 것이다. 그림 4는 압축강도 측정결과를 바탕으로 물-결합재비와의 상관관계를 나타낸 것이다. 물-결합재비가 낮아질수록 압축강도가 증가하는 일반적인 경향을 나타내었으며 재령이 증가할수록 물-결합재비에 따른 압축강도 차이가 증가하였다.

4. 결 론

본 연구에서는 철강공정 중 용선예비처리 공정을 거쳐 발생하는 슬래그부산물을 활용하여 고효성 고로슬래그 미분말 모르타르의 압축강도 발현특성에 대한 영향을 검토하였다. 그 결과, 슬래그부산물의 분말도 및 치환율, 양생조건에 따라 압축강도 발현 특성 달라지는 것을 확인하였다. 일반적으로 콘크리트 2차 제품은 출하 시에 소요 강도를 얻을 수 있도록 $500\text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{hr}$ (양생온도×양생시간)를 표준으로 양생하여야 하며 물/결합재비는 35%이하로 규정하고 있기 때문에, 본 연구결과를 바탕으로 이를 고려하면 고효성 고로슬래그 미분말을 콘크리트 2차 제품용 결합재로서 활용 가능할 것으로 사료된다.

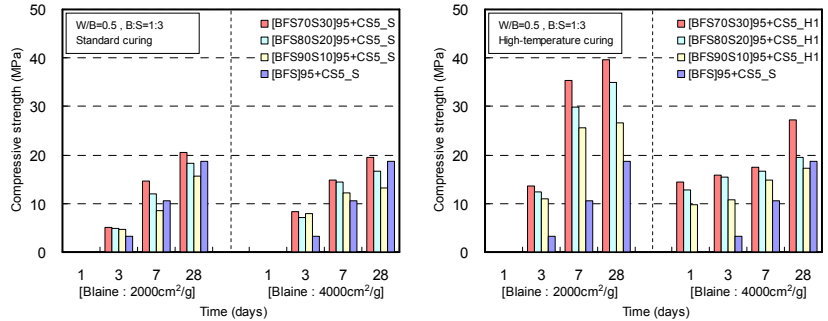


그림 1. 슬래그부산물의 분말도 및 치환율에 따른 양생조건별 모르타르의 압축강도

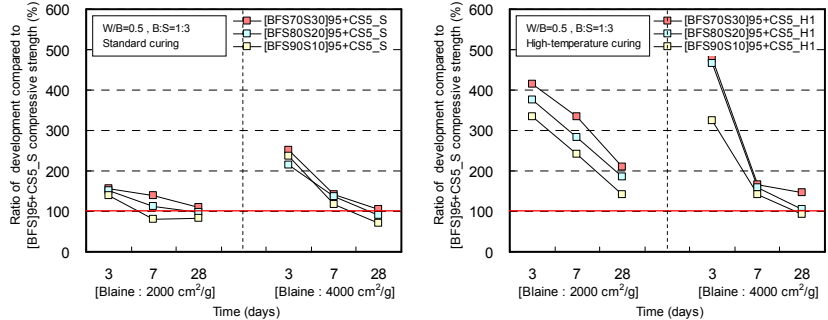


그림 2. [BFS]95+CS5_S 시험체 대비 압축강도 발현율

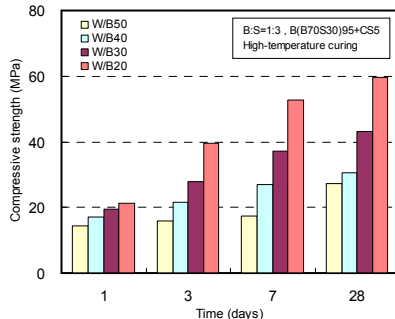


그림 3. 물-결합재비 및 양생조건에 따른 [BFS₇₀S₃₀]95+CS5 시험체의 압축강도

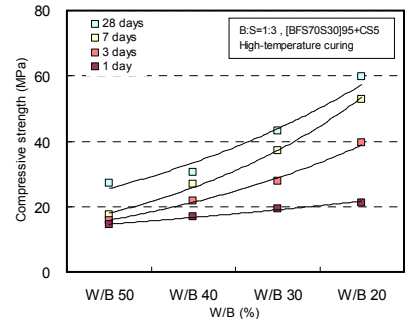


그림 4. [BFS₇₀S₃₀]95+CS5 시험체의 물-결합재비와 압축강도의 관계

Acknowledgement

본 논문은 2012년 한국연구재단의 지역혁신인력사업(과제번호: 2012H1B8A2025606)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. F. Bellmann, J. Stark, Activation of blast furnace slag by a new method, Cement and Concrete Research, 39 pp.644~650, 2009