

# 각종자극제가 고로슬래그 미분말 혼입 모르타르의 초기재령 압축강도 발현에 미치는 영향

## Effect of Early Compressive Strength Development with Blast Furnace Slag Using Various stimulants Mortar.

김진형\*

이한승\*\*

kim, Jin-Hyoung

Lee, Han-Seung

### Abstract

In the experiment, we add to NaOH, Ca(OH)<sub>2</sub> and Calcium Hydroxide as the Slag stimulus also mixed the cement stimulus such as NaSCN, TEA and CaCl<sub>2</sub> for improving compressive strength of concrete which added the Blast Furnace Slag Powder at 1 and 3 days. In the result of strength test, It showed that 2percentage of activator 1 and 5percentage Ca(OH)<sub>2</sub>, 1percentage of activator 3 and 5percentage of Ca(OH)<sub>2</sub> are higher than 100 percentage OPC.

키워드 : 고로슬래그, 알칼리 자극제, 조기강도, 강도증진  
Keywords : Blast Furnace Slag Powder, Alkali Accelerator, Early Strength, Strength Development

### 1. 서론

최근 건설구조물의 복잡화·대형화·초고층화·고기능화됨에 따라 주요 건설재료인 콘크리트의 품질, 제조 및 시공기술 등에 관한 고품질화가 요구되고 있다.<sup>1)</sup> 또한 시멘트 제조시 방출되는 이산화탄소 감축을 위한 기술 개발을 위해 노력하고 있다. 이에 대한 결과로 플라이 애쉬나 고로슬래그 그리고 실리카 흙과 같은 산업부산물을 OPC에 대해 부분적으로 치환한 콘크리트의 사용이 점차 보편화 되고 있다.<sup>2)</sup> 고로슬래그는 수화열 감소에 효과적이며 동결에 높은 저항을 가지고, 화학물질과 해수를 행동하는 역할을 하므로 높은 내구성을 필요로 하는 콘크리트 구조물에 대하여 효과적이며, 고로슬래그는 석회암의 열분해, OPC생산하는데 사용되는 재료에서 발생되는 이산화탄소의 양을 줄일 수 있다.<sup>3)</sup>

고로슬래그 시멘트의 사용이 일반화가 되면서부터 일부 현장에서는 고로슬래그를 혼입한 콘크리트에 대한 확실한 지식 없이 무분별하게 사용함으로써 문제가 되고, 고로슬래그의 품질상태를 고려하지 않은 원가절감만을 주목적으로 사용되어지고 있는 실정이다.

고로슬래그 미분말을 혼입한 콘크리트는 포틀랜드 시멘트를

사용한 콘크리트보다 장기강도는 우수하지만 조기강도, 특히 재령 1일강도와 재령 3일 강도에서 현저히 낮은 강도로 인한 현장 적용의 어려움이 고로슬래그 시멘트 사용에 따른 기피현상으로 대두되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 선행연구 및 기존 문헌고찰을 통하여 고로슬래그 미분말과 시멘트에 자극제를 혼입하여 고로슬래그 미분말 혼입 콘크리트 사용에 있어서 조기강도(1일, 3일)를 높일 수 있는 혼화재료를 개발하고 이를 적용하여 현장에서 고속시공에 있어 문제가 되고 있는 조기강도 저하의 단점들을 개선하는데 있으며, 현장적용에 있어 공기단축은 가장 큰 문제를 야기하기 때문에 조기강도 증진의 연구가 필요하다.

### 2. 실험 방법 및 결과

본 실험에서 사용된 실험인자 및 수준에 따른 실험 결과는 그림 1, 표 1과 같다. 고로슬래그의 조기강도향상을 위한 자극제의 종류와 시멘트의 조기강도향상을 위한 자극제의 종류를 선정하여 선행실험을 통해 우수한 강도발현 자극제를 선정 후, 최종적으로 고로슬래그와 시멘트, 모두 강도향상을 증진시키는 목적으로 실험을 계획하였다.

본 실험에서 사용한 고로슬래그는 KS F 2563 콘크리트용 고로슬래그 미분말 규정을 만족하는 국내 Y사의 고로슬래그 미분말 3종 분말도 4,241(cm<sup>3</sup>/g)을 사용하였으며, S사의 시멘트를

\* 한양대학교 건축환경공학과 석·박사 통합과정  
\*\* 한양대학교 건축학과 부교수, 공학박사, 교신저자 (erclee@hanyang.ac.kr)

사용하였고, 모래는 표준사를 사용하였다. 또한 사용자극제는 분말형의 강 알칼리성 자극제와 액상형의 조강제를 사용하였다.

배합에 있어서는 모르타르 혼합은 KS L ISO 679에 따라서, 질량에 의해 비율로 C/S를 1:3의 비율로 하며, W/B는 50%로 고정시키며 3개의 시험체를 한 조합된 시료로서 사용하였고, 공 시체는 40mm×40mm×160mm의 각주로 하였다.

양생은 상온에서 밀봉양생 하였으며, 압축강도 시험은 KS L ISO 679로 실시하였다. 재령은 조기강도를 집중적으로 보기 위하여 1일, 3일의 재령을 확인하였다.

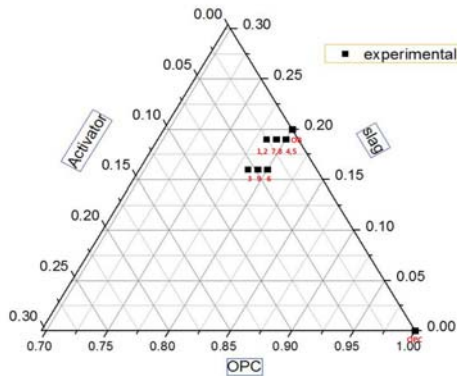
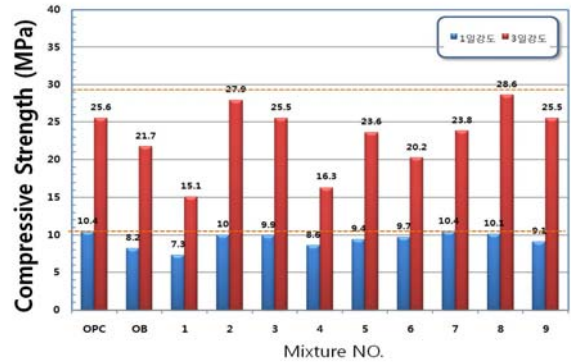


그림 1. Ternary diagram of the admixture of raw materials

용한 것보다 낮은 강도 발현이 나타났고, 1일 강도에서는 대부분의 자극제가 비슷한 강도 양상을 보였지만, 3일에서 Ca(OH)<sub>2</sub> 5%와 Activator1 2%과 Ca(OH)<sub>2</sub> 5%와 Activator3 1%에서 OPC 보다 높은 조기강도 발현을 나타내었다.



OPC: (Ordinary Portland Cement100%)  
 O B: OPC(80%)+BFS(20%)  
 1: NaOH5%+Activator1 2%  
 2: Ca(OH)<sub>2</sub>5%+Activator1 2%  
 3: CalciumHydroxide20%+Activator1 2%  
 4: NaOH5%+Activator2 0.02%  
 5: Ca(OH)<sub>2</sub> 5%+Activator2 0.02%  
 6: CalciumHydroxide20%+Activator2 0.02%,  
 7: NaOH5%+Activator3 1%  
 8: Ca(OH)<sub>2</sub> 5%+Activator3 1%,  
 9: Calcium Hydroxide20%+Activator3 1%

그림 2. 1일, 3일 압축강도(MPa)

표 1. 실험 인자 및 수준에 따른 실험 결과

기호	OPC 80% (조기강도 향상)+ BFS 20%(조기강도향상)		자극제/치환율		자극제/치환율	
	1일	3일	(BFS)	(OPC)		
OPC	10.4	25.6	-	-		
OB	8.2	21.7	BFS 20%	OPC 80%		
1	7.3	15.1	NaOH	5%	Activator 1	2%
2	10	27.9	Ca(OH) <sub>2</sub>	5%		
3	9.9	25.5	Calcium Hydroxide	20%	Activator 2	0.02%
4	8.6	16.3	NaOH	5%		
5	9.4	23.6	Ca(OH) <sub>2</sub>	5%	Activator 3	1%
6	9.7	20.2	Calcium Hydroxide	20%		
7	10.4	23.8	NaOH	5%		
8	10.1	28.6	Ca(OH) <sub>2</sub>	5%		
9	9.1	25.5	Calcium Hydroxide	20%		

### 3. 분석 및 고찰

그림 2는 최종배합의 재령별 압축강도를 나타낸다.

OPC와 비교했을 때 확실히 BFS를 혼합 사용한 모르타르의 조기강도에서 저하되는 것으로 나타낸다.

NaOH과 혼합한 모든 Activator에서 조기강도가 감소되는 결과를 보였고, 그중 NaOH와 Activator1의 혼합에서 BFS단일 사

### 4. 결론

고로슬래그 미분말 혼입의 모르타르는 강 알칼리성 자극제를 혼입하여 사용하면, 조기강도가 증진하여 현장 고속시공에 있어 OPC 수준 혹은, 그 이상의 강도 발현을 낼 수 있는 것을 확인하였고, 타설 온도 및 양생온도에 있어서 고로슬래그에 많은 영향을 미치기 때문에 그에 따른 연구가 깊이 있게 진행 되어져야 할 것이라 사료된다.

### 감사의 글

본 논문은 2010년도 한국연구재단 연구비 지원에 의한 결과의 일부로써 이에 감사드립니다. 과제번호:2010-0014051 또한, 영진 글로벌(주)의 실험지원에 감사드립니다.

### 참고 문헌

1. 고로슬래그미분말을 대량 활용한 콘크리트의 공학적 특성 및 내구특성에 관한 실험적 연구, 2007
2. 고로슬래그와 나트륨계열 활성화제를 이용한 무시멘트 모르타르의 특성, 2010
3. Activation of Ground Granulated Blast Furnace Slag Cement by Calcined Alunite, 2011