

# 급냉 전기로 산화슬래그와 저탄소시멘트를 적용한 콘크리트의 강도특성

## Strength Properties of the Concrete with Low Carbon Cement and Rapidly Cooled Electric Arc Furnace Oxidizing Slag

선정수\*      최선미\*      성종현\*\*      복영재\*\*      최덕진\*\*\*      김진만\*\*\*\*  
 Sun, Jung-Soo      Choi, Sun-Mi      Sung, Jong-Hyun      Bok, Young-Jae      Choi, Duck-jin      Kim, jin-Man

### Abstract

This study is on the performance evaluation of concrete being used the CaMg based low carbon cement(LCC) as a binder and the rapidly cooled electric arc furnace oxidizing slag(EAF slag) as a fine aggregate. When using the sand as a fine aggregate, compressive strength of the concrete using LCC, as a binder, was reduced 9% comparing with that of OPC concrete. However, when using the EAF slag as a fine aggregate, the compressive strength was increased by 9%. We found that combination LCC and EAF slag contribute to the strength properties of concrete.

키워드 : 백운석, 급냉 전기로 산화 슬래그, 저탄소시멘트  
 Keywords : dolomite, rapidly dooled electric arc furnace oxidizing slag, low carbon cement

### 1. 서론

본 연구는 철강 산업에서 발생하는 제강슬래그를 급냉하여 제조한 급냉 전기로 산화슬래그(이하 EAF Slag)와 백운석을 약 600~800℃에서 탈탄산 반응을 거쳐 제조된 활성마그네시아를 포함한 저탄소시멘트(이하 LCC)를 결합재로 사용할 경우의 특성을 이해하기 위하여 압축강도를 비교 평가한 것이다.

### 2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1에 나타낸 바와 같이 결합재 및 잔골재 종류에 따른 콘크리트의 특성을 검토한 것으로 굳지 않은 콘크리트의 특성 검토를 위하여 공기량 5.0±1.5%, 슬럼프 및 경시변화와 응결특성을 검토하였으며, 굳은 콘크리트의 특성을 검토하기 위하여 압축강도와 내구성 검토를 위한 염소이온 침투 깊이를 측정하였다.

표 1. Plan of experiment

Factors	Levels	Test items
Binder	OPC, LCC1)	- Slump, Air content, Setting time
Fine Aggregate	Sand, ES2)	- Compressive strength, Chloride ion penetration

#1 LCC : Low carbon cement

#2 ES : Rapidly cooled electric arc furnace oxidizing slag(EAF slag)

표 2는 실험 배합으로 W/C는 47%, S/A는 48.7%로 하였으며, OPC와 LCC에 잔골재로 표준 입도 곡선에 만족하는 모래와 급냉 제강 슬래그를 100% 치환하여 실험을 진행하였다.

### 3. 실험결과

콘크리트 실험 배합을 진행한 결과 굳지 않은 콘크리트의 특성은 표 2에 나타낸 바와 같이 나타났다. 특히 슬럼프의 경우 결합재 종류

\* 공주대학교 건축공학과 박사과정 교신저자(jssun@kongju.ac.kr)  
 \*\* 공주대학교 건축공학과 석사과정  
 \*\*\* 공주대학교 친환경콘크리트연구소 연구원, 공학박사  
 \*\*\*\* 공주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

표 2. Mixing design & experiment results of fresh concrete

ID	W/C (%)	S/A (%)	Unit weight(kg/m <sup>3</sup> )						Fresh concrete							
			W	C	LCC	S	ES	G	Slump(mm)			Air content(%)			Setting time	
									Initial	30min	60min	Initial	30min	60min	Initial	Final
Plain	47	48.7	152	325		865		921	155	80	60	4.5	4.4	3.6	7:55	11:25
ES100			152	325			1,185	921	195	180	170	4.0	4.3	4.5	11:25	13:50
LCC100			152		325	865		921	160	120	110	4.6	4.5	4.0	5:25	11:55
ESLCC100			152		325		1,185	921	200	190	180	5.5	5.4	5.0	11:05	14:15

에 상관없이 EAF slag를 사용한 ES100 및 ESLCC100이 각각 195, 200mm으로 일반 모래를 사용한 배합과 비교하여 유동성이 증가하는 것으로 나타났다. 이는 EAF slag 잔골재의 경우 구형율 0.8 이상, 밀도 3.6g/cm<sup>3</sup>이상으로 모래와 비교하여 유동성에 영향을 미치지 때문으로 판단되어진다.

또한 7, 14, 28일 재령에서 압축강도 시험 결과 그림 1에 나타난 바와 같이 결합재의 종류와 상관없이 잔골재로 EAF slag를 적용한 ES100 및 ESLCC100이 동일 W/C비에서 우수한 것으로 나타났다.

콘크리트의 내구성 측정을 위하여 콘크리트 염소이온 침투 저항성 측정 결과 EAF slag를 사용한 배합의 경우 일반 모래를 사용한 배합과 비교하여 50%이상 낮게 나타났다. 이는 전위차를 작용시켜 염소이온이 콘크리트를 강제로 통과하도록 하여 그 통과 전하량으로 콘크리트의 침투 저항성을 평가하는 방법으로서 슬래그의 FeO 산화물에 의한 영향으로 낮게 나타난 것으로 판단되어진다.

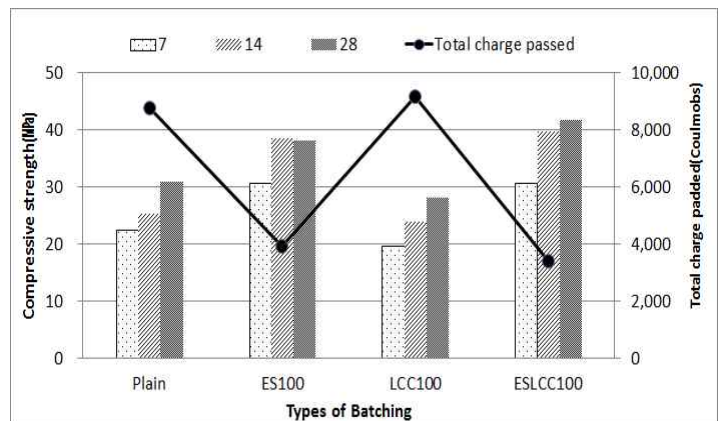


그림 1. Compressive strength & Total charge passed according to types of batching

#### 4. 결 론

본 연구에서는 결합재로서 CaMg계 저탄소 시멘트를 사용하고 잔골재로서 EAF slag를 사용하여 콘크리트의 굳지 않은 성상 및 굳은 성상에 대한 특성을 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) LCC(저탄소 시멘트)를 결합재로 사용한 경우 잔골재 종류에 따라 약 ±10%의 차이를 보이는 것으로 나타났으나 설계배합 강도 27 MPa는 모두 만족하는 것으로 확인되었다.
- 2) EAF slag를 잔골재로 사용한 배합의 경우 일반 모래를 잔골재로 사용한 배합과 비교한 결과 유동성 증진 및 강도 증진 효과가 있는 것으로 확인되었다.
- 3) 염소이온 침투 저항성 측정 결과 EAF slag의 경우 전기 전도도에 영향을 미칠 수 있는 것으로 판단되어 내구성 측정을 위한 투수 및 기체 투과 시험 등 추가적인 시험이 필요할 것으로 판단된다.

#### Acknowledgement

본 논문은 광역경제권연계협력(과제번호 : R0000621) 사업의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

#### 참 고 문 헌

1. 지식경제부, 석회석 자원등을 활용한 저탄소산업 육성사업에 관한 보고서, 2011.
2. 이원영, 급냉 제강슬래그 잔골재의 입형에 관한 기초적 연구, 한국건설순환자원학회, 제10권 제2호, 2010
3. 한국표준협회 KS F 2711 전기전도도에 의한 콘크리트의 염소이온 침투 저항성 시험 방법, 2002