

## CO<sub>2</sub> 고정 탈황석고를 사용한 슬래그 시멘트의 기초적 특성

# Basic Characteristics of Slag Cement using CO<sub>2</sub> Fixed Desulfurized Gypsum

박천진<sup>1\*</sup> · 박종호<sup>2</sup> · 서성관<sup>3</sup>Chun-Jin Park<sup>1\*</sup> · Jong-Ho Park<sup>2</sup> · Sung-Kwan Seo<sup>3</sup>

(Received December 15, 2022 / Revised February 9, 2023 / Accepted February 25, 2023)

In this study, the basic properties of CO<sub>2</sub> immobilized desulfurized gypsum (CFBG) and the possibility of being used as a stimulus for slag cement were reviewed, and performance evaluation was conducted through a concrete mixing test. The main components of CFBG were CaO and SO<sub>3</sub>, and CaO and SO<sub>3</sub> increased as the drying temperature increased. The moisture content of undried CFBG was 15.7 %, the drying temperature was 1.7 % and the drying temperature was 0.03 % at 105 °C. Mortar using CFBG tended to have a lower flow value as the drying temperature increased, and the compressive strength was equivalent to that of the FGB use mixture. As a result of the concrete experiment using CFBG SC, both slump and air volume satisfied the target range after 60 minutes, and the compressive strength tended to increase overall compared to the ternary binder mixture.

**키워드** : 탈황석고, CO<sub>2</sub> 고정, 슬래그 시멘트, 고로슬래그 미분말, 재활용**Keywords** : Desulfurized gypsum, CO<sub>2</sub> fixation, Slag cement, Blast furnace slag powder, Recycling

## 1. 서론

온실가스로 인한 기후 변화는 전 세계적인 문제이다. 각 산업 분야에서 CO<sub>2</sub> 배출량 저감을 위한 기술적 노력이 이루어지고 있는 가운데, 시멘트 산업 분야에서는 소성 공정에서 다량의 CO<sub>2</sub>가 배출되는 시멘트를 대체할 수 있는 고로슬래그 미분말, 플라이애시 및 석분슬러지 등의 산업부산물에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다(Chae et al. 2009).

특히 고로슬래그는 SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO 등의 건설재료를 재활용이 가능한 유효한 성분을 함유하고 있어 미분말화 하여 시멘트 결합재로서 사용하게 되면 콘크리트의 장기강도 개선 및 염해 내구성 향상 등 많은 이점을 가지고 있다(Park et al. 2012). 단, 고로슬래그 미분말을 결합재로 사용함에 따라 일반 시멘트 대비 초기강도 저하 문제가 발생하는 단점이 있다. 이를 보완하기 위하여 KOH, NaOH와 같은 알칼리 활성화제를 사용하는 경우도 있지만, 급결 또는 알칼리 골재반응을 야기할 수 있어 주의가 필요하다. 시멘트

의 수화는 알칼리 환경을 이루며 고로슬래그 미분말의 Si, Al 및 Ca 이온의 용해를 촉진시키고 석고와 반응하여 Ettringite와 C-S-H 수화물을 생성하게 된다(Moon et al. 2014). 이러한 수화 생성물들로 인하여 고로슬래그 미분말의 초기강도 발현능력이 개선되어 주로 석고를 자극재로 많이 사용한다. 실무에서는 FBC 보일러의 탈황공정에서 발생하는 부산물인 탈황석고(이하 FBG)가 주로 사용된다.

최근 탈황 공정에서 발생하는 CO<sub>2</sub> 배출량 저감을 위하여 탈황 석고에 CO<sub>2</sub>를 고정화 하는 기술이 개발되었으며 상용화 전 단계에 있다(Kwon et al. 2022). 이와 같은 기술을 활용하면 CO<sub>2</sub> 배출량 감소에는 기여하지만 기존 탈황석고 대비 반응성 저하의 우려가 있어 검토가 필요하며, CO<sub>2</sub> 고정화 반응공정상 습식 형태로 탄산화물이 배출되어 실무에 적용하기 위한 건조처리공정이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 CO<sub>2</sub> 고정화 탈황석고(탄산화물, 이하 CFBG)의 건조온도에 따른 기초 물성 및 슬래그 시멘트의 자극재로 활용 가능성을 검토한 후 탄산화물 사용 슬래그 시멘트를 실무

\* Corresponding author E-mail: kid007kr@sampyo.co.kr

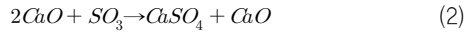
<sup>1</sup>(주)삼표산업 특화소재연구팀 선임연구원 (Specialized Materials R&D Team, SAMPYO Industry Co., Ltd, Kyonggi-do, 18284, Korea)<sup>2</sup>(주)삼표산업 특화소재연구팀 수석연구원 (Specialized Materials R&D Team, SAMPYO Industry Co., Ltd, Kyonggi-do, 18284, Korea)<sup>3</sup>한국세라믹기술원 저탄소디지털전환사업단 선임연구원 (Carbon Neutrality & Materials Digitalization Division, KICET, Gyeongsangnam-do, 52851, Korea)

에서 활용도가 가장 높은 25-24-150 규격의 레미콘 배합에 적용하여 향후 실무 적용 시 기초적 자료로 활용하고자 한다.

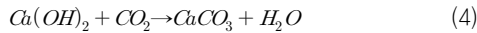
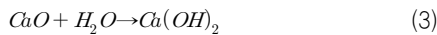
## 2. 실험 개요

### 2.1 탈황석고의 CO<sub>2</sub> 반응생성물

CFBC 보일러 탈황공정을 요약하면 다음과 같이 나타낼 수 있다. 석회석을 FBC 보일러에 투입하여 고온에 의한 탈탄산 반응을 통해 CaO를 확보하고 CO<sub>2</sub>를 배출한다. 노내탈황 시 대기 중 배출되어지는 SO<sub>x</sub>를 저감하기 위해 SO<sub>3</sub>와 모두 반응시킬 수 있는 충분한 양의 CaO를 투입하게 되어 식 (2)와 같이 탈황석고와 미반응 CaO가 발생하게 된다.



탈황석고 발생 후의 잔존하는 미반응 CaO는 수화반응을 거쳐 Ca(OH)<sub>2</sub>로 변환하게 되며 식 (3)과 같은 형태로 존재한다. 이후 Ca(OH)<sub>2</sub>과 CO<sub>2</sub>가 반응하여 식 (4)와 같이 다시 습윤상태의 CaCO<sub>3</sub>을 생성하는 CO<sub>2</sub> 포집과정을 거친다.



고로슬래그 미분말 및 슬래그 시멘트의 생산 공정에서는 설비의 유지관리 및 재료 이송간 코팅 방지를 위하여 원료들의 함수율을 1% 수준으로 관리하고 있다. 이에 따라 CFBG를 실무에 적용하기 위해서는 적정 온도에서의 건조가 필요하다.

### 2.2 실험 계획 및 방법

Table 1은 CFBG의 건조온도별 기초적 특성을 검토하기 위한 실험 계획이다. 모르타르 배합비는 결합재와 잔골재의 비를 1:3으로 하였으며 ISO 표준 잔골재를 사용하였다. CFBG를 적용하기 위한 결합재는 BFS 60%의 슬래그 시멘트를 적용하였으며 FBG 및 CFBG 사용량은 슬래그 시멘트의 4%로 고정하였다. 이 때 CFBG의 건조온도는 45, 65, 85, 105 °C의 4 수준으로 계획하였다.

건조온도에 따른 CFBG의 기초적 특성 분석 후 이를 사용한 SC의 콘크리트 적용성 평가를 위한 실험 계획은 Table 2와 같다. 설계기준강도 24 MPa급 1수준에 대하여 일반 3성분계 배합과 SC를

Table 1. Experiment plan of mortar

Items		Variables	
Mixture	B:S	1	1:3
	Binder	1	SC(BFS 60%)
	Replacement ratio for slag cement (%)	1	4
	CFBG Drying Temperature (°C)	4	45, 65, 85, 105
Test	Drying CFBG	1	FE-SEM EDS XRF
	Fresh mortar	1	Flow
	Hardend mortar	1	Compressive strength (3, 7, 28 days)

SC = salg cement, BFS = blast-furnace slag

Table 2. Experiment plan of concrete

Items		Variables	
Mixture	W/B (%)	1	56.2
	Binder	2	OPC65 BFS20 FA15 OPC45 SC40 FA15
	Reactor of SC	1	CFBG
Test	Fresh concrete	2	Slump, air contents (elapsed time 60min)
	Hardend concrete	1	Compressive strength (3, 7, 28 days)

OPC = ordinary portland cement, FA = fly ash

적용한 배합 2수준으로 계획하였으며 SC에 적용한 자극재는 CFBG를 적용하였다.

실험사항으로 건조온도별 CFBG의 화학성분 및 미세구조를 분석하기 위하여 XRF, FE-SEM 및 EDS를 분석을 계획하였다. 굳지 않은 모르타르는 플로를 측정하였으며 경화 모르타르는 각 재령별 압축강도를 측정하였다. 또한, 굳지 않은 콘크리트는 슬럼프 및 공기량을 측정하였으며 경화 콘크리트는 계획된 재령에서 압축강도를 측정하였다.

본 연구의 실험방법으로 모르타르 및 콘크리트의 플로, 슬럼프, 압축강도는 KS 시험방법에 의거하여 실시하였다. CFBG는 각 온도조건별로 24hr 건조를 실시한 후 측정 장비 별 매뉴얼에 따라 CFBG 건조시료의 화학분석을 수행하였다.

### 2.3 배합 및 사용재료

본 연구에 사용한 콘크리트 배합은 24 MPa급 일반 콘크리트 배합을 사용하였으며 이를 Table 3에 나타내었다. 사용재료로서 OPC는 국내 S사의 1종을, BFS는 국내 S사의 3종을, FBG는 국내 H 사에서 발생하는 산업부산물인 탈황석고를, CFBG는 로드밀을

Table 3. Concrete mixture

Type	W/B (%)	S/a (%)	Unit weight (kg/m <sup>3</sup> )						AD (%)	
			W	OPC	BFS	SC	FA	Gravel		Sand
Plain	56.2	53.0	167	208	64	-	48	831	937	0.7
SC				144	-	128	48	830	936	

Table 4. Physical and chemical properties of binders

Type	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Blaine (cm <sup>2</sup> /g)	Chemical component (%)					
			CaO	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	SO <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
OPC	3.15	3,635	58.88	21.14	3.60	2.64	2.56	6.46
BFS	2.90	4,070	45.89	31.49	0.37	2.69	2.68	13.24
FA	2.20	3,881	3.49	55.95	7.79	2.07	0.42	25.69
FBG	2.91	4,950	57.5	5.82	0.46	3.23	25.39	1.33

Table 5. Physical properties of aggregates

Type	Density (g/cm <sup>3</sup> )	F.M.	Water absorption ratio (%)
Gravel	2.65	6.66	0.77
Sand	2.65	3.01	0.97

사용하여 Blaine 4,300 ~ 4,450 g/cm<sup>2</sup>을 만족하도록 분쇄하여 사용하였으며 그 물리 화학적 성질은 Table 4와 같다. 모르타르용 잔골재는 ISO 규격의 표준사를, 콘크리트용 굵은 골재 및 잔골재는 각각 국내 화성에서 채취된 것을 사용하였으며 물리적 성질은 Table 5와 같다.

건조온도에 따른 CFBG의 형상 변화를 파악하기 위해 건조온도별 성분 분포 변화를 관찰하였다(Yoo et al. 2022). Fig. 1 및 2는 건조온도 변화에 따른 CFBG의 SEM EDS를 중첩 이미지와 성분별 고유 색상 분리 이미지로 나타낸 것이고, Table. 7은 주요 성분 함량을 나타낸 것이다.

### 3. 실험 결과 및 분석

#### 3.1 건조온도별 CFBG의 특성 검토

Table 6은 건조온도 변화에 따른 화학성분을 나타낸 것이다. 먼저 기존 FBG의 경우 CaO 57.5 %, SO<sub>3</sub> 25.3 %가 포함되어 있었으며, CFBG는 CaO가 43.4 %~47.5 %, SO<sub>3</sub>가 20.4 %~22.0 % 수준으로 측정되었다. 이는 FBG가 CO<sub>2</sub>와 반응하여 일부 CaO 성분이 Calcium carbonate계 반응 생성물로 변환함에 기인한 것으로 분석된다(Lee 2013).

Table 6. Chemical component of CFBG

Type	Chemical component (%)						L.O.I
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	
FBG	5.82	1.33	0.46	57.50	3.23	25.39	4.94
45 °C CFBG	2.24	0.36	0.28	43.49	0.60	20.39	32.34
65 °C CFBG	2.40	0.36	0.30	45.30	0.63	21.15	29.55
85 °C CFBG	2.37	0.35	0.29	45.81	0.65	21.32	28.88
105 °C CFBG	2.54	0.37	0.31	47.58	0.67	22.07	26.13

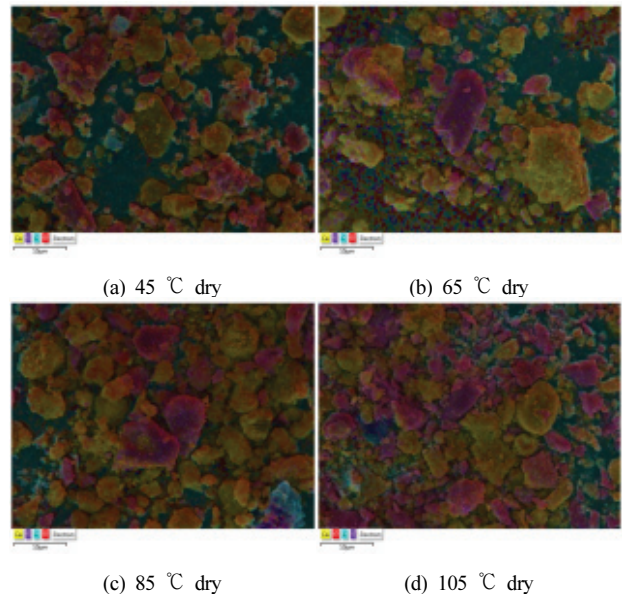


Fig. 1. SEM-EDS layered image of CFBG with drying temperature

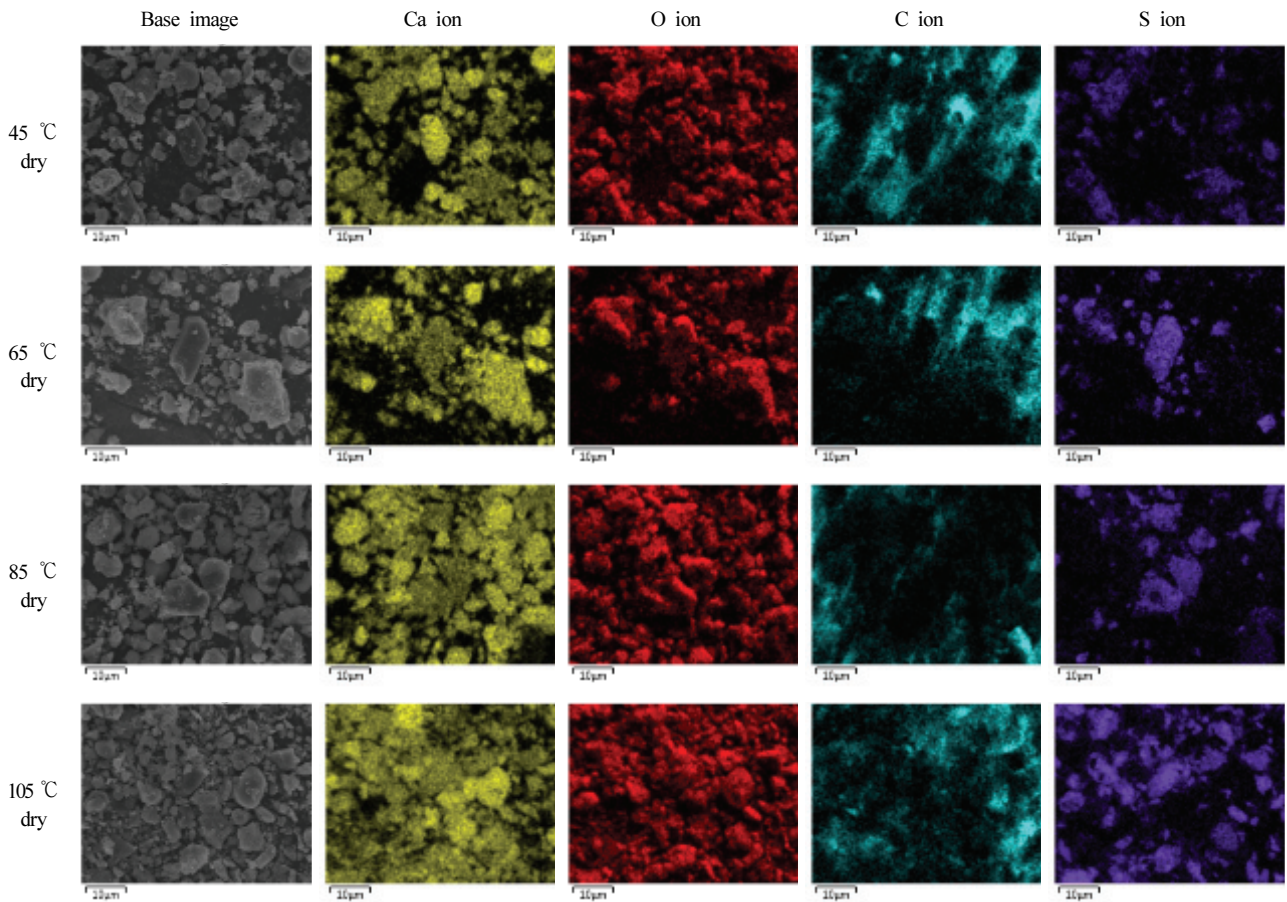


Fig. 2. SEM-EDS of CFBG with drying temperature

Table 7. Atomic ratio of CFBG with drying temperature

Type	Weight %				Atomic %			
	C	O	S	Ca	C	O	S	Ca
45 °C CFBG	40.64	40.21	3.45	15.70	52.90	39.30	1.68	6.12
65 °C CFBG	36.47	41.25	3.30	18.99	49.04	41.64	1.66	7.65
85 °C CFBG	28.55	44.49	4.04	22.92	40.59	47.49	2.15	9.77
105 °C CFBG	26.60	46.24	6.38	20.77	38.04	49.64	3.42	8.90

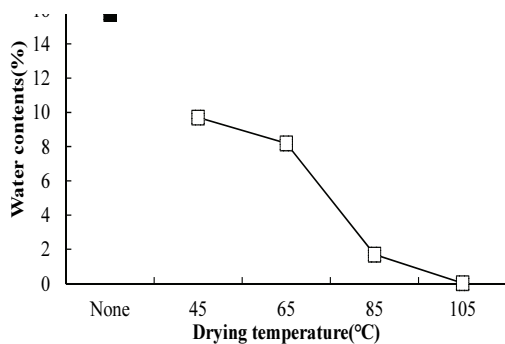


Fig. 3. Water content of CFBG according to drying temperature

분석결과 제시된 원소 외에 추가적으로 Fe 및 Al이 검출되었지만, C, O, S, Ca와 피크가 유사하거나 0.8 이하의 미량으로 검출되어 배제하였다. 건조 온도별 CFBG의 Ca 및 O 성분은 CFBG 내 전체적으로 존재하고 성분의 중첩도가 높게 나타나는 것으로 관찰되었으며, C 및 S는 중첩도가 낮은 것으로 관찰되었다. 이는 FBG에 잔존하는 Calcium sulphate 와 CO<sub>2</sub>와 반응한 CFBG에서 생성된 Calcium carbonate의 영향으로 파악된다(Lee 2013).

성분별 원자량은 건조온도가 증가할수록 C 성분은 저하하는 것으로 나타났으며, O 및 S는 증가하는 것으로 나타났다. Ca 성분은 건조온도 85 °C까지는 증가하는 추세였으나, 건조온도 105 °C에서는 함량이 감소하였다. CFBG의 조건별 각 4회씩 EDS 분석을 통한 결과 건조온도 상승에 따라 C의 원자량이 감소하는 경향을 보였다.

CFBG를 상용화시키기 위한 과정에서 건조속도 측면의 고려가 필요하다. 설비의 유지관리 및 재료 이송간 코팅 방지를 위해 함수율 1% 수준을 목표로 시험을 진행하였다. 석고의 함수율은 KS L 9003에 의거하여 40 ± 2 °C에서 측정하도록 명시되어 있으나, 제품화에

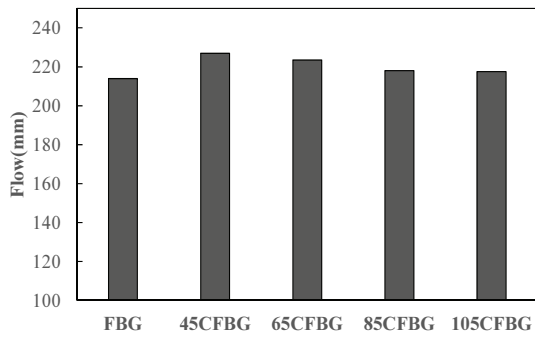


Fig. 4. Flow of mortar using CFBG with drying temperature

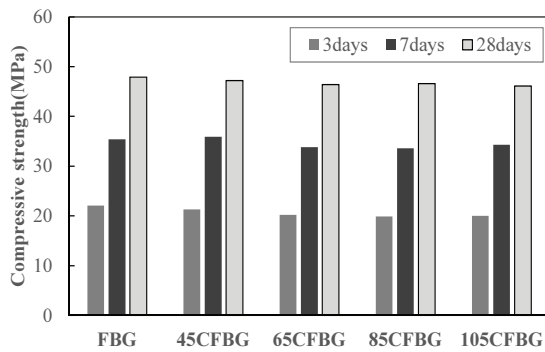


Fig. 5. Compressive strength of mortar using CFBG with drying temperature

다른 수분량 측정을 위해 4가지 수준에서 우선 건조된 CFBG의 함유율 측정을 진행하였다. Fig. 3은 건조온도 변화에 따른 CFBG의 함유율을 나타낸 것이다. 먼저 미건조 CFBG의 경우 초기 함유율이 15.7%로 나타났으며, 건조온도 45 °C는 9.7%, 65 °C는 8.2%로 나타났다. 건조온도 85 °C는 1.7%, 105 °C는 0.03%로 나타나 65 °C이하 조건 대비 크게 저하하였다. 65 °C ~ 85 °C 온도조건에서 CFBG의 수분 감소폭이 증대되며 85 °C 이상의 온도에서 함유율 1% 수준을 만족하였다.

화학분석 및 함유율 검토 결과, 건조온도 상승에 따라 FBG 대비 CO<sub>2</sub>와의 반응 및 포집에 의해 SO<sub>3</sub>의 성분함량이 감소하였지만, 모든 수준에서 SO<sub>3</sub> 함량이 20% 이상을 보임에 따라 SC용 자극재로 활용이 가능할 것으로 판단된다. 단, KS 규격에서 제시하는 SC용 석고 규격을 만족시키기 위하여 추가적으로 SO<sub>3</sub> 함량의 상향 조정이 필요할 것으로 사료된다.

### 3.2 CFBG SC 사용 모르타르 특성

Fig. 4는 건조온도별 CFBG를 사용한 SC의 모르타르 플로를

나타낸 것이다. 먼저 FBG를 사용한 배합은 플로가 214 mm로 나타났으며 CFBG를 사용한 배합의 경우 FBG 사용 배합에 비하여 플로값이 전반적으로 상승하였다. 건조온도 45 °C인 45CFBG는 227 mm, 건조온도 105 °C인 105CFBG는 플로값이 217 mm로 나타났으며 건조온도가 증가함에 따라 플로는 저하하는 경향이였다. 이는 건조온도가 증가함에 따라 CFBG의 함유율이 감소하며 표건-기건-절건 사이의 형상을 띄게 된다. 이에 건조온도가 높은 85~105 °C의 CFBG의 입자 표면과 내부에 수분을 충전하게 되며 이로 인해 플로 측정 시 소폭 감소하는 경향으로 분석된다.

Fig. 5는 건조온도별 CFBG를 사용한 SC의 모르타르 압축강도를 나타낸 것이다. 먼저, FBG를 사용한 배합은 3일에 22.1 MPa, 7일 35.4 MPa, 28일 47.9 MPa를 나타내었다. CFBG를 사용한 배합은 3일 19.9~21.3 MPa, 7일 33.6~35.9 MPa, 28일 46.1~47.2 MPa의 범위로 압축강도가 나타났다. CFBG 건조온도 증감에 따른 압축강도 변화는 큰 경향성을 나타내지 않았으나, 28일 압축강도에서 건조온도 증가에 따라 소폭 감소함을 보이나, 유의미한 감소값은 아니라고 판단된다. CFBG를 사용한 SC의 압축강도는 기존 FBG를 사용한 SC의 압축강도와 동등 수준인 것으로 분석되었으며, CFBG의 건조온도별 강도 차이는 미비한 것으로 나타났다. 단, SC 생산 공정에서 설비 유지관리를 위하여 CFBG는 85 °C 이상의 온도로 건조하는 것이 바람직하다고 판단된다.

### 3.3 CFBG SC 콘크리트 적용성 평가

슬래그 시멘트의 실 생산 시 정상 생산, 유지관리 및 이송을 위해 함유율 1% 수준으로 관리하고 있다. 따라서 성능과 관계없이 함유율 1%이하를 보이는 105 °C의 CFBG를 사용해 콘크리트 적용성 평가를 진행하였다. Fig. 6은 CFBG 적용 SC를 사용한 콘크리트의 슬럼프 및 공기량을 나타낸 것이다. 슬럼프 및 공기량은 콘크리트 운반 시간을 고려하여 60분 경시변화를 측정하였으며 적용 콘크리트 배합은 실무에서 활용도가 가장 높은 25-24-150 규격에 대하여 적용하였다. 먼저 일반 3성분계 콘크리트 배합의 경우 비빔직후 슬럼프는 170 mm, 60분 경과 후 슬럼프는 155 mm로 나타났으며 CFBG SC를 적용한 배합은 초기 175 mm, 60분 경과 후 155 mm로 나타났다. 또한, 공기량은 일반 3성분계 배합이 60분 경시 후 5.1%, CFBG SC 배합은 경시 후 4.7%로 나타나 목표 범위인 4.5 ± 1.5%를 만족하였다.

Fig. 7은 CFBG 적용 SC를 사용한 콘크리트의 재령경과에 따른 압축강도를 나타낸 것이다. 양생조건에 따라 압축강도의 변화를 분석하기 위하여 표준양생과 기건양생을 실시하였다. 먼저 표준양



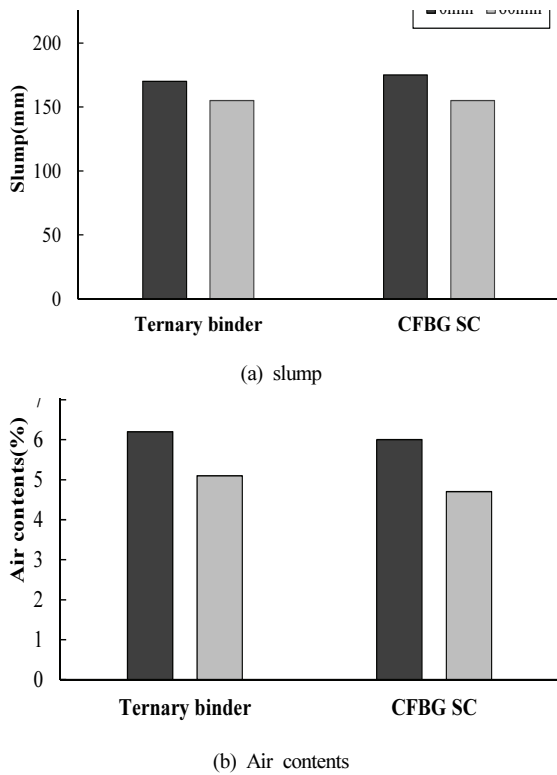


Fig. 6. Characteristics of fresh concrete using CFBG SC

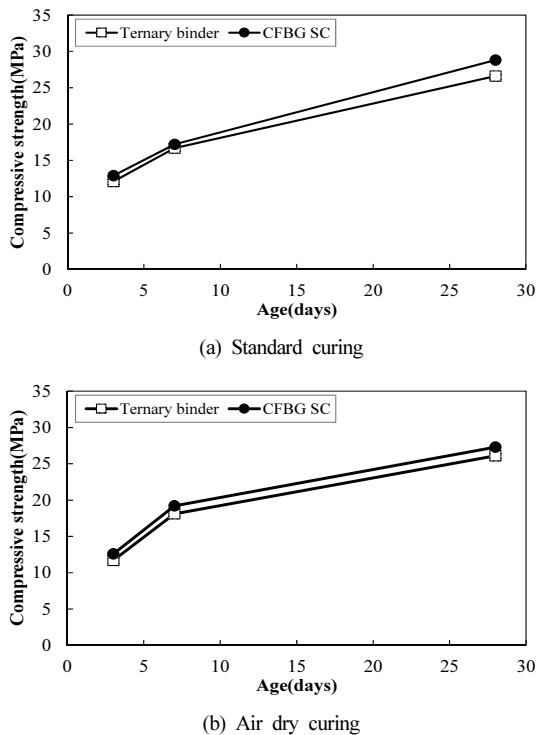


Fig. 7. Compressive strength of concrete using CFBG SC

생 시험체는 일반 3성분계 배합의 경우 3일 12.1 MPa, 7일 16.7 MPa, 28일 26.6 MPa로 나타났으며, CFBG 배합은 3일 12.9 MPa, 7일 17.2 MPa, 28일 28.8 MPa로 나타났다. CFBG SC를 사용한 배합의 경우 일반 3성분계 배합 대비 전반적으로 압축강도가 증가하는 경향이였다. 이는 SC에 포함된 CFBG가 콘크리트 결합재의 반응성을 향상시킨다는 것을 시사한다. 한편, 기건양생 시험체는 표준양생 시험체 대비 각 재령별 압축강도가 1~2 MPa 정도 저하는 것으로 나타났으나 설계기준강도는 만족하였다.

CFBG SC를 콘크리트 배합에 적용한 결과, 굳지 않은 콘크리트에서 급결, 공기량 저하 등 품질 저하는 없었으며, 압축강도는 일반 3성분계 배합대비 증가하는 경향이였다. 향후 KS규격에서 제시한 SC용 석고 규격에 적합한 SO<sub>3</sub>함량을 보유하는 CFBG의 실 생산이 이루어지면 SC에 CFBG를 자극재로 활용이 가능할 것으로 판단된다. 단, CFBG의 생산 품질 변화에 따른 SC 최적배합 도출 및 성능 데이터베이스 구축은 추후 연구가 필요한 것으로 판단된다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 CO<sub>2</sub> 고정화 탈황석고(CFBG)의 건조온도에 따른 기초 물성 및 슬래그 시멘트의 자극재로 활용 가능성을 검토하였으며, 콘크리트 배합 시험을 통한 성능평가를 진행하였다. 그 결과를 요약하면 다음의 내용과 같다.

1. CFBG의 주요 성분으로 CaO가 43.4 %~47.5 %, SO<sub>3</sub>가 20.4 %~22.0 %로 나타났으며 건조온도가 증가함에 따라 CaO 및 SO<sub>3</sub>가 증가하였다. 각 성분별 원자량은 건조온도가 증가할수록 C 성분은 저하하는 것으로 나타났으며, O 및 S는 증가하는 것으로 나타났다. Ca 성분은 건조온도 85 °C까지는 증가하는 추세였으나, 건조온도 105 °C에서는 함량이 감소하였다. 감열감량에 따른 수분 혹은 화합수의 변화에 따른 영향 분석을 위해 차후 건조온도별 감열감량에 따른 화학성분의 함량변화에 대한 시험이 필요한 것으로 사료된다.
2. 미건조 CFBG의 경우 초기 함수율이 15.7 %로 나타났으며, 건조 온도 45 °C는 9.7 %, 65 °C는 8.2 %로 나타났다. 건조온도 85 °C는 1.7 %, 105 °C는 0.03 %로 나타나 65 °C이하 조건 대비 크게 저하하였다. 1 % 수준의 함수율 확보를 위해 85 °C 이상의 온도가 적절하다고 판단된다.
3. CFBG를 사용한 배합은 건조온도 증가에 따라 플로값이 저하하는 경향이였으며 모르타르 압축강도는 3일 19.9~21.3 MPa, 7일 33.6~35.9 MPa, 28일 46.1~47.2 MPa의 범위를 나타내었

다. 모든 건조온도 수준에 따른 압축강도 및 플로차이가 적어 SC용 자극재로의 활용 가능성을 보이지만 SO<sub>3</sub>의 함량이 KS 기준보다 낮아 상향조정이 필요하다.

4. 건조온도 105 °C의 CFBG SC를 사용한 콘크리트의 슬럼프는 초기 175 mm, 60분 경과 후 155 mm로 나타났으며 공기량은 경시 후 4.7 %로 나타나 목표 범위를 만족하였다.
5. CFBG 배합은 3일 12.9 MPa, 7일 17.2 MPa, 28일 28.8 MPa로 나타났다. CFBG SC를 사용한 배합의 경우 일반 3성분계 배합 대비 전반적으로 압축강도가 증가하는 경향이었다.

### Conflict of interest

None.

### 감사의 글

본 연구는 중소벤처기업부의 규제자유특구혁신사업육성 지원에 의해 수행되었습니다.

### References

- Chae, S.C., Jang, Y.N., Ryu, K.W. (2009). Mineral carbonation as a sequestration method of CO<sub>2</sub>, *Journal of the Geological Society of Korea*, **45(5)**, 527–555 [in Korean].
- Kwon, H.J., Kim, D.W. (2022). An experimental study on the adaptation of desulfurized gypsum to precast concrete using reginery factory fluidized bed by-products, *Proceedings of Korea Concrete Institute*, **34(1)**, 627–628 [in Korean].
- Lee, M.G. (2013). Mineral Carbonation Using FGD Gypsum for the Reduction of CO<sub>2</sub>. Ph.D Thesis, University of Science and Technology, 148 [in Korean].
- Moon, G.D., Kim, J.H., Cho, Y.K., Choi, Y.C. (2014). Effect of anhydrite on the mechanical and durability properties of high volume slag concrete, *Journal of the Korean Recycled Construction Resources Institute*, **2(3)**, 239–246 [in Korean].
- Park, C.B., Ryu, D.H., Seo, C.H. (2012). Hydration of high volume mineral admixtures binder with kind of activators, *Journal of Architectural Engineering*, **28(10)**, 89–96 [in Korean].
- Yoo, D.W., Im, Y.J., Kwon, S.G., Lee, S.J. (2022). A study on changes in high-temperature microstructure of coal ash applied as cement clinker raw material, *Journal of the Korean Recycled Construction Resources Institute*, **10(3)**, 211–218 [in Korean].

#### CO<sub>2</sub> 고정 탈황석고를 사용한 슬래그 시멘트의 기초적 특성

본 연구에서는 CO<sub>2</sub> 고정화 탈황석고(CFBG)의 건조온도에 따른 기초 물성 및 슬래그 시멘트의 자극재로 활용 가능성을 검토하였으며, 콘크리트 배합 시험을 통한 성능평가를 진행하였다. CFBG의 주요 성분은 CaO 및 SO<sub>3</sub>로 나타났으며 건조온도가 증가함에 따라 CaO 및 SO<sub>3</sub>가 증가하였다. 미건조 CFBG는 함수율이 15.7 %로 나타났으며 건조온도 85 °C는 1.7 %, 105 °C는 0.03 %로 나타났다. CFBG를 사용한 모르타르는 건조온도 증가에 따라 플로값이 저하하는 경향이었으며 압축강도는 FGB 사용 배합과 동등 수준을 나타냈다. CFBG SC를 사용 콘크리트 실험 결과 슬럼프 및 공기량은 60분 경과 후 모두 목표 범위를 만족하였으며, 압축강도는 일반 3성분계 배합 대비 전반적으로 증가하는 경향이었다.