

# 알칼리 자극제가 지오폐리머 페이스트의 압축강도와 탄산화 특성에 미치는 영향에 관한 연구

## A study on the Effect of Alkali-admixture on Compressive Strength and Carbonation properties of Geopolymer paste

윤창복<sup>1</sup> · 박장현<sup>2\*</sup>

Yoon, Chang-Bok<sup>1</sup> · Park, Jang-Hyun<sup>2\*</sup>

**Abstract** : In this study, the compressive strength and carbonation properties of geopolymer paste according to the amount of alkali admixture added were evaluated for the development of geopolymer concrete that recycles industrial waste. A geopolymer paste specimen was prepared using Ca(OH)<sub>2</sub> as an admixture, and the prepared specimen was standard cured for 28 days. After curing, the compressive strength of the specimen was measured. As the amount of alkali admixture increased, the compressive strength increased. After curing, carbonation was carried out for 7 days in a CO<sub>2</sub> 5% environment. As a result of comparative evaluation of the amount of CaCO<sub>3</sub> produced according to carbonation, the amount of CaCO<sub>3</sub> produced increased as the amount of Ca(OH)<sub>2</sub> added increased. However, when the amount of admixture added exceeds 5%, the increase rate decreases, so the optimum addition rate is considered to be 5%.

**키워드** : 고로슬래그 미분말, 제올라이트, 첨가제, 압축강도, 탄산화,

**Keywords** : blast furnace slag, zeolite, admixture, compressive strength, carbonation

### 1. 서론

#### 1.1 연구의 배경

콘크리트는 대표적인 건축 재료지만, 콘크리트의 주 재료인 시멘트의 제조과정에서 대량의 이산화탄소가 발생한다. 이산화탄소 발생량 저감을 위하여 시멘트의 대체재 개발연구가 지속적으로 진행되고 있다[1]. 특히 플라이애쉬 혹은 고로슬래그 미분말과 같은 산업부산물물을 활용하여 시멘트의 사용량을 감소시키고 이산화탄소 배출량을 감소하는 연구가 활발히 진행되고 있다.

#### 1.2 연구의 목적

고로슬래그 미분말과 같은 산업부산물만을 활용하여 콘크리트를 제조하는 경우, 초기재령에서 알칼리 반응성을 높이기 위하여, 활성화제의 사용이 불가피한 실정이다. 본 연구에서는 고로슬래그 미분말과 천연 제올라이트를 활용한 지오폐리머 페이스트의 Ca(OH)<sub>2</sub> 첨가율에 따른 물리적 특성과 탄산화 양생에 따른 CaCO<sub>3</sub>생성량을 비교평가 하고자 하였다.

### 2. 실험개요 및 실험방법

#### 2.1 실험수준 및 배합

실험수준은 Ca(OH)<sub>2</sub>의 첨가량에 따라 4가지 수준으로 구분하였으며, 그 배합비를 표 1에 나타내었다.

표 1. 실험수준에 따른 지오폐리머 페이스트 배합비

Name	W/B (%)	Amount of Materials (g)				Note
		Water	GGBFS	Zeolite	Ca(OH) <sub>2</sub>	
G80Z20	40	640	1280	320	48	
G80Z20A3		640	1280	320	48	
G80Z20A5		640	1280	320	80	
G80Z20A5		640	1280	320	160	

1) 서일대학교 건축과, 조교수

2) 한경대학교 산학협력단 한국미래융합기술연구원, 연구교수, 교신저자(parkjh@hknu.ac.kr)

배합된 페이스트는 몰드에 타설 후 24시간 뒤에 탈형하였으며, 탈형 후 28일간 20±2℃ 온도에서 수중양생을 실시하였다. 수중양생이 종료된 이후 20±2℃, RH 60%, CO<sub>2</sub> 5% 환경에서 탄산화 양생을 7일간 실시 하였다.

## 2.2 실험방법

제작된 시험체는 양생일(7, 28일)별로 KS L 5105에 따라 압축강도 평가를 실시하였으며, 탄산화 양생 전후 시험체의 샘플을 채취하여 복합형 열분석장치(TG-DTA)를 활용한 CaCO<sub>3</sub> 생성량을 정량분석하였다.

## 3. 실험결과 및 분석

Ca(OH)<sub>2</sub> 첨가량에 따른 지오폴리머 페이스트 시험체의 양생일에 따른 압축강도의 변화와, 탄산화 양생에 따른 CaCO<sub>3</sub> 생성량의 변화를 그림 1과 2에 나타내었다.

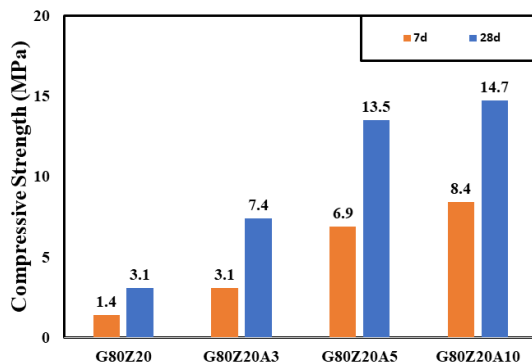


그림 1. 양생일에 따른 압축강도 평가결과

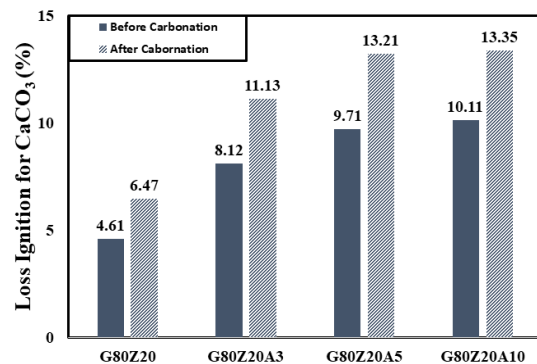


그림 2. 탄산화 양생에 따른 CaCO<sub>3</sub> 생성량 평가결과

압축강도 평가결과, Ca(OH)<sub>2</sub> 첨가량이 증가할수록 압축강도가 증가하는 경향이 나타났으며, 첨가량이 3%에서 5%로 증가하는 경우 압축강도가 약 1.82배 증가하였다. 그러나 10%를 첨가하는 경우 5%첨가 대비 압축강도 증진율이 1.08배 수준으로 나타났으며, 5% 이상의 첨가 시 첨가량에 따른 효과가 감소하는 것으로 판단된다.

CaCO<sub>3</sub> 생성량 평가결과 Ca(OH)<sub>2</sub> 첨가량이 증가할수록 표준양생시의 CaCO<sub>3</sub> 생성량이 증가하였으며, 탄산화 양생에 따른 CaCO<sub>3</sub> 생성량도 증가하는 경향을 확인하였다. Ca(OH)<sub>2</sub>를 첨가하지 않은 시험체 대비 3%를 첨가한 시험체의 CaCO<sub>3</sub> 생성량은 탄산화 전 1.76배, 탄산화 후 1.72배 증가하였으며, 첨가량이 5%를 초과하는 경우 그 효과가 감소하는 것을 확인하였다.

이는 배합단계에서 첨가된 Ca(OH)<sub>2</sub>가 물과 만나 강알칼리환경(pH 12.5 이상)을 조성하였으며, 이에 따른 고로슬래그 미분말의 잠재수경성 반응과 천연제올라이트의 포졸란반응을 가속시키고, C-S-H gel과 C-A-H gel의 생성량을 증가시킨 것으로 사료된다. 압축강도와 CaCO<sub>3</sub> 생성량은 비례하는 경향을 확인하였으며, 이는 CO<sub>2</sub> 흡수량과 연계적용이 가능할 것으로 판단된다.

## 4. 결론

본 연구에서는 Ca(OH)<sub>2</sub>의 첨가량에 따른 지오폴리머 페이스트의 압축강도와 CaCO<sub>3</sub> 생성량을 비교평가 하였다. Ca(OH)<sub>2</sub> 첨가량이 증가할수록 압축강도와 탄산화 양생에 따른 CaCO<sub>3</sub> 생성량이 증가하는 경향을 확인하였으나, 첨가량이 5%를 초과하는 경우 첨가량 증가에 따른 효과가 감소하는 것을 확인하였다. 따라서 Ca(OH)<sub>2</sub> 첨가량은 최대 5% 수준이 적정한 것으로 사료되며, 추후 타 알칼리계 자극제와의 비교평가를 통한 지속적인 연구가 필요한 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 논문은 2022년 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2022R1I1A1A01066370)

## 참고문헌

1. Kirubajiny P, Sanjayan J, Rajeev P. Evaluation of alkalinity changes and carbonation of geopolymer concrete exposed to wetting and drying. *Journal of Building Engineering*. 2021. 35. p. 102029.