

알파형 반수석고를 치환한 PHC파일의 압축강도 특성

Compressive Strength Characteristics of PHC Pile Substituted with α -Calcium Sulfate Hemihydrate

신경수^{1*}

Shin, Kyoung-Su^{1*}

Abstract

In this study, the mechanical properties of PHC Pile were investigated using α -calcium sulfate hemihydrate, an industrial by-product with excellent expansion performance. As a result, the compressive strength of PHC pile showed a tendency to be higher than that of general Portland cement (OPC).

키 워 드 : 알파형 반수석고, PHC파일, 압축강도

Keywords : α -calcium sulfate hemihydrate, phc pile, compressive strength

1. 서 론

최근 건축물의 대형화, 고층화와 함께 지반강화를 목적으로 PHC 파일의 사용량이 증가하고 있다. PHC 파일의 경우 생산 공정 중 출하 시 압축강도가 낮을 경우 균열이 발생할 우려가 있다. 한편, 화력발전소에서 발생하는 배연탈황 설비에서 배출되는 이수석고를 활용하여 α 형 반수석고를 제조하였다. 알파형 반수석고는 물과 반응시 이수석고 경화체로 시멘트와 같은 역할을 하고 있으며, 압축강도 증진 및 팽창하는 특징을 가지고 있다[1,2]. 따라서, 본 연구에서는 알파형 반수석고의 치환율에 따른 PHC 파일의 압축강도 특성에 대해 검토하고자 하였다.

2. 실험계획 및 방법

표 1은 콘크리트의 배합을 나타낸 것으로 알파형 반수석고를 활용한 PHC파일의 압축강도 특성을 평가하기 위해 고로슬래그 미분말의 사용량을 20%로 고정하였으며, 알파형 반수석고의 치환율을 각각 0, 5, 10, 15, 20%로 설정하였다. 평가항목은 압축강도이며 분석을 위해 미세구조는 주사전자현미경(SEM)을 통해 분석하였다.

콘크리트의 비빔은 2축 강제식 믹서를 사용하였으며, 압축강도는 KS F 2454 「원심력으로 다져진 콘크리트 압축강도 시험방법」에 준하여 $\varnothing 200 \times 300$ mm의 시험체를 제작한 후 온도 $20 \pm 3^\circ\text{C}$, R.H. $50 \pm 5\%$ 의 항온·항습실 내에서 재령 7일간 표준양생을 하였다. 압축강도 측정은 공시체의 바깥지름을 상하면에서 직교하는 2방향에 대해 버니어캘리퍼스로 측정하여 압축강도 및 단면적을 계산하였다.

표 1. 콘크리트의 배합

Specimens ID	W/B (%)	S/a (%)	Unit weight (kg/m ³)						
			W	C	BFS	A	S	G	SP
OPC	25.0	36.0	130	416	104	0	626	1148	7.28
A5			130	390	104	26	625	1146	7.28
A10			130	364	104	52	625	1144	7.28
A15			130	338	104	78	623	1142	7.28
A20			130	312	104	104	622	1140	7.28

1) 우송대학교, 겸임교수, 교신저자(shinks82@naver.com)

3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 알파형 반수석고의 치환율에 따른 PHC파일의 압축강도 측정결과를 나타낸 것이다. 재령 1일에서는 OPC 시험체의 압축강도 72.1MPa, A5 72.5MPa, A10 83.4MPa, A15 71.5MPa, A20 측정불가의 결과를 나타내었다. 특히, 알파형 반수석고 10% 치환시 가장 높은 강도를 나타냈으며, OPC 시험체에 비해 약 10% 압축강도가 증가하는 경향을 보였다. 그러나, 20%를 치환한 경우 급격한 응결로 인해 원심성형이 불가능하였다. 재령 7일에서는 1일과 유사한 경향을 보였으며, OPC 81.6MPa, A5 82.3MPa, A10 90.0MPa, A15 80.4MPa를 나타내었다. 알파형 반수석고의 치환율 10%의 범위까지는 압축강도가 증가하는 경향을 보였으나, 15% 이상의 범위에서는 감소하는 경향을 보여 추가적인 실험이 필요할 것으로 판단된다.

그림 2는 압축강도가 가장 우수한 A15 시험체의 SEM 분석결과를 나타낸 것이다. OPC 시험체의 경우 대부분 C-S-H 수화 생성물이 분포하고 있지만, 알파형 반수석고를 치환한 A15 시험체의 경우 C-S-H 이외에 얇고 긴 막대형태의 ettringite가 부분적으로 발달한 것을 확인할 수 있으며, 굵은 막대형태의 석고 결정이 일부 관찰되고 있다.

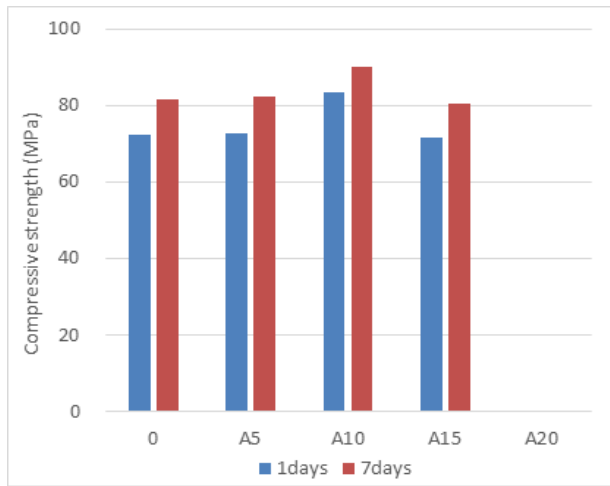


그림 1. 압축강도 시험결과

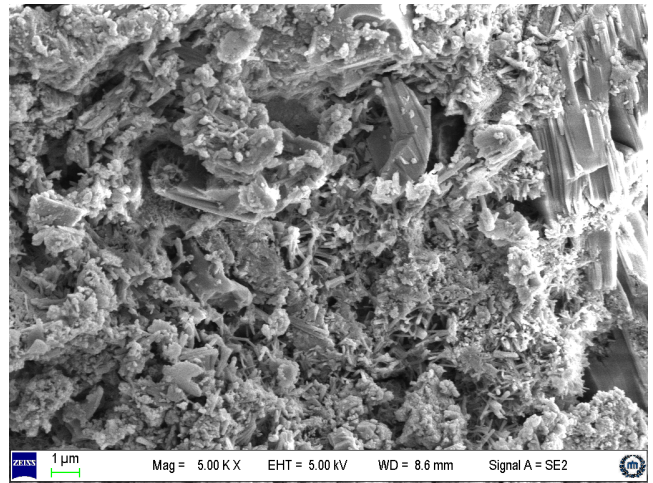


그림 2. SEM 분석결과

4. 결 론

화력발전소에서 발생하는 부산물을 활용하여 제조된 알파형 반수석고를 활용하여 PHC파일의 압축강도 특성을 검토하고자 하였다. 알파형 반수석고의 치환율 10% 이내의 범위에서는 압축강도가 증가하는 경향을 보였으며, 특히 10% 치환한 경우 OPC에 비해 약 10% 압축강도가 증가하였다. 그러나, 20%를 치환한 경우 급결 현상에 의한 슬럼프 로스로 원심성형이 불가능하여 15% 이내의 범위에서 검토가 필요할 것으로 판단된다. 또한, 추가 연구를 통해 건조수축 등의 성능평가로 균열 저감 성능에 대한 검토가 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 2022년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임임을 밝히며 이에 감사를 드립니다. (No.2021R111A1A01060664)

참고문헌

1. 신경수, 임병훈. 고로슬래그 미분말의 치환율 및 양생조건을 고려한 PHC파일의 공학적 특성. 한국건축시공학회. 2018. p.439-446
2. 신경수, 임병훈, 황선경. 산업부산물을 치환한 고강도 콘크리트 말뚝의 강도 특성. 한국구조물진단유지관리공학회. 2020. p.85-91