

경량기포콘크리트에 고령토의 첨가효과에 관한 연구

A Study of light Weight Porous Concrete Using Meta-kaolin

간빌렉 가야바자르* 공 경 록** 강 현 찬***
Ganbileg, Gayabazar Kong, Kyoung Rok Kang, Heon Chan

ABSTRACT

In this study examines physical and mechanical properties the use of domestic low grade meta-kaolin in light weight porous concrete. For this purpose light weight porous concrete incorporating low grade meta-kaolin admixture, was tested for tensile strength and acoustic characteristics. Checking tensile strength of cement and low grade meta-kaolin mixture was used to determine the optimum mix proportion of the low grade meta-kaolin admixture. In this paper sound absorbing material has been investigated by using the light weight porous concrete.

1. 서론

국내에는 과거에 고품위 고령토들이 많이 있었으나 현재는 고품위 고령토들을 거의 다 채광하여 중급과 저급의 고령토들만 대량 부존되어 있는 실정이다. 그러나 국내의 고령토 산업의 대부분이 영세하여 저품위 고령토를 정제하여 우수한 품질의 고령토로 생산 할 수 있는 시설을 갖추고 있는 곳이 거의 없으며 고급 도자기에 사용되는 고품위의 고령토는 수입하여 사용하고 있는 실정이다. 따라서 국내의 고령토 산업의 보호·육성을 위해서는 대량 부존하는 저품위 고령토를 새로운 산업분야에 대량으로 사용할 수 있는 수요처의 확보가 시급하다. 한편으로 경량콘크리트 구조물들이 대형화, 고층화되면서 경량콘크리트의 사용이 증가함에 따라 우수한 강도와 수밀성을 갖는 경량콘크리트에 대한 필요성이 증가되고 있다. 최근의 연구보고를 보면 콘크리트의 강도를 높이기 위한 혼화재로 플라이애쉬, 고로슬래그 및 실리카흄이 사용되고 있으나 실리카흄은 국내에서 생산하지 않고 최근에는 플라이애쉬나 고로슬래그의 가격이 상승하고 있는 실정이다. 따라서 가격이 싸면서 우수한 포졸란재로 활용 가능한 저품위 고령토를 활용하는 방안을 연구·검토하여 경량기포콘크리트의 강도와 흄, 차음을 높이고 저품위의 고령토의 활용 방안을 찾아보고자 한다.

2. 실험재료 및 방법

본 연구자들은 먼저 온도상승에 따른 고령토 결정변화와 강도변화특성에 대하여 알아보기 위하여 상온에서부터 1200도씨까지 200도씨 간격으로 고령토를 소성한 후 5%를 첨가하여 모르타르 제조 후 28일 후의 강도를 측정된 결과 600도와 800도에서 압축강도가 크게 증가하는 것을 알 수 있었으며 이는

* 정희원, 동아대학교 대학원

** 정희원, 동아대학교 대학원

*** 정희원, 동아대학교 자원공학과 교수

800℃에서 메타카올린 형성되었으며 이 메타카올린이 포졸란 반응을 활성화 시킨다는 것을 알 수 있었다. 따라서 연구에 사용한 고령토를 전기로에서 800℃에서 소성하여 메타카올린으로 결정변화를 시키고 제조하여 사용하였다. 시멘트는 본 연구에서 D사의 1종 포틀랜드 시멘트를 사용하였다.

본 연구에 사용한 고령토는 저품위 고령토의 활용방안을 찾기 위하여 저급의 철분 함량이 높은 고령토를 구입하여 사용하였으며 고령토의 성분을 표 1.에 나타내었다. 표 1.을 보면 앞의 연구에서 포졸

표 1. 고령토의 성분분석결과

	화학 성분								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	Ig.Loss
함량(%)	45.87	37.45	2.93	0.68	0.22	0.43	0.15	0.33	11.92

란 반응성을 확인하기 위하여 포틀랜드시멘트와 메타카올린의 첨가량을 변화시켜 최대강도의 혼합비를 얻기 위해서 시멘트와 메타카올린, 잔골재를 물과 배합하여 모르타르를 제조하고 지름 5cm, 높이 10cm의 원통형으로 성형한 후 탈영하여 7일, 14일, 28일, 3개월 간격으로 양생시켜 압축강도를 확인하였다. 그 결과 고령토의 함유량이 시멘트에 15% 함유하였을 때 가장 높은 압축강도를 나타냄으로서 본 연구에서는 고령토의 배합비를 15%까지 배합하여 실험하였다. 본 연구에서는 경량기포콘크리트에 국내의 고품위 고령토의 활용 방안으로 고령토와 기포제인 Sodium n-dodecyl Sulfate(SDS), 경량골재인 팽창질석과 종이화이버를 배합하여 고령토의 첨가량에 따른 경량기포콘크리트의 강도의 변화를 조사하였다. 경량기포콘크리트의 흡음율과 단열 효과를 높이기 위하여 팽창질석을 사용하였고 강도 보안을 위한 섬유재로 종이화이버를 첨가하였다.

시료의 물리적 특성으로 메타카올린의 첨가에 따른 압축강도를 측정하였고 화학적인 첨가재료로 Sodium n-dodecyl sulfate, MC, 멜라닌 등 재료를 사용하였다.

표 2. 경량기포콘크리트의 혼합비

Unit weight (kg)					
물	시멘트	팽창질석	종이화이버	기포제	Meta-kaolin
1200	664	250	80	6	0 (0%)
1200	630.8	250	80	6	33.2 (5%)
1200	597.6	250	80	6	66.4 (10%)
1200	564.4	250	80	6	99.6 (15%)

시멘트와 팽창질석, 종이화이버 함량에 따라 흡음율을 측정하는 과정에서 경량골재인 팽창질석을 첨가한 시료의 흡음 측정은 표-2의 혼합비로 혼합한 시료를 KS F 2814-1과 KS F 2814-2의 규정에 따라 흡음율을 측정하였고 그림. 2에서와 같이 제작된 시료는 두 가지 종류로 나뉜다. 두께 20 mm, 지름 100 mm인 원판형 시료는 흡음율 측정 주파수 범위가 50 Hz ~ 1.2 kHz 이고, 두께 20 mm, 지름 29 mm인 원판형 시료는 흡음율 측정 주파수 범위가 500 Hz ~ 6 kHz 이다. 두 종류의 흡음율 측정시료를 제작한 뒤 그림. 1의 흡음측정기기(Type 4206, B&K)를 이용하여 흡음률을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

포틀랜드시멘트에 메타카올린을 첨가하는 양에 따라 압축강도 증가 변화를 볼 수 있으며 대체로 메타

카울린의 첨가량 증가에 따라 압축강도가 증가하는 것을 볼 수 있었다. 앞의 연구에서 메타카올린을 10% 첨가한 경우는 7일 양생한 것보다 메타카올린 첨가 없이 포틀랜드시멘트만 사용한 콘크리트를

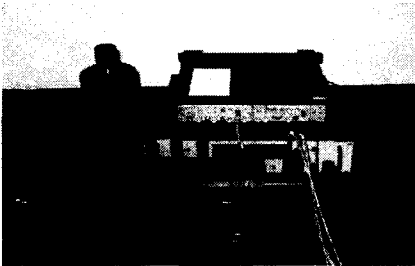


그림.1 흡음률 측정기 (B&K Type 4206)

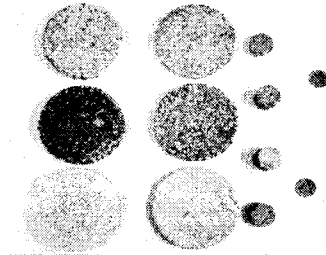


그림.2 흡음률 측정용 시료 모습

압축강도가 높게 나타났다. 따라서 본 연구에서는 표 1과 같이 배합하여 만든 경량기포콘크리트를 양생기간이 14일, 28일, 91일 양생한 시료의 압축강도실험에서 모두 압축강도가 크게 상승하는 것을 볼 수 있다.

표 2.에 나타난 것과 같이 메타카올린의 첨가량을 0%-15%까지 변화시켜서 강도를 측정하고 흡음과 차음을 높이기 위한 실험을 하였다. 메타카올린의 첨가량에 따라 포틀랜드시멘트의 혼합량이 반대로 줄었고 14일, 28일, 91일 동안 양생하여 강도실험을 실행하였다. 메타카올린을 10% 첨가하였을 때를 살펴보면 그 초기강도와 장기강도가 약 10%-25%정도 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

강도실험을 하여본 결과를 그림 3.에 나타냈다.

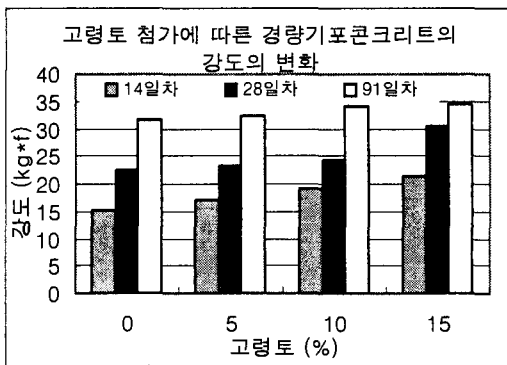


그림. 3 고령토함량에 따른 경량기포콘크리트의 압축강도변화

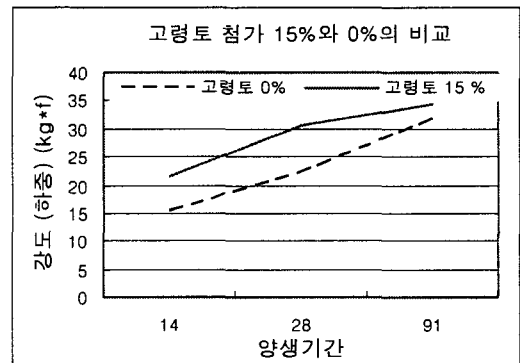


그림. 4 경량기포콘크리트에 고령토를 15%와 0% 첨가의 비교

그림. 3은 경량기포콘크리트에 메타카올린의 첨가량을 5%간격으로 0%에서 15% 까지 증가함에 따른 압축강도실험결과 그래프이며 이 그래프를 살펴보면 그림4에서 볼 수 있는 바와 같이 고령토를 15%로 첨가한 경우엔 최대의 강도를 가지는 것을 관찰할 수가 있다. 한편으로 경량기포콘크리트의 겉보기 비중과 흡음 및 차음 등 물리적인 특징 을 조사해보았다.

압축강도 실험과 동시에 흡음 및 차음 시료를 만들어 흡음율을 측정하였으며 저주파영역과 고주파

영역에서의 고령토를 15% 첨가 일 때 시료 두께 별로 흡음율을 측정해본 결과를 그림. 4에 나타내었다. 그림 4에서 볼 수 있는 바와 같이 두께가 두꺼울수록 흡음율이 높게 나타나는 것을 볼 수 있었다.

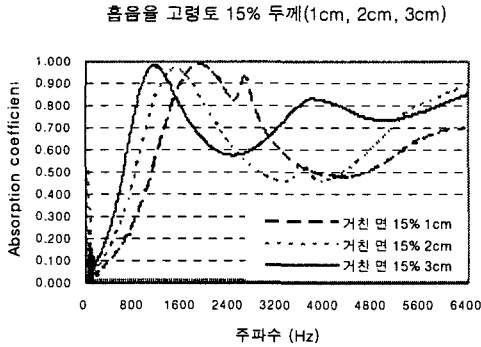


그림. 5 경량기포콘크리트에 고령토를 15% 첨가한 한 결과 두께에 따른 흡음율

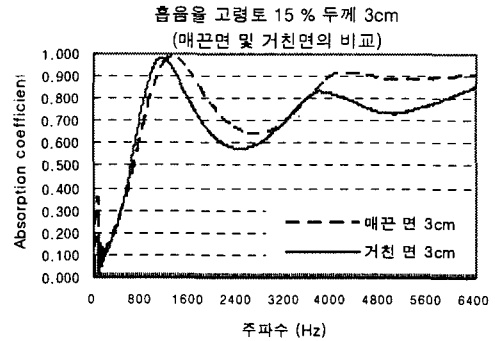


그림. 6 경량기포콘크리트에 고령토를 15% 첨가한 결과 매끈면 및 거친면의 흡음율

그리고 경량기포콘크리트에 고령토를 15% 첨가한 경우 시료의 매끈 면과 거친 면을 비교해 본 결과를 그림. 5에 나타내었다. 질석과 고령토를 사용한 다공질형 흡음재인 경량기포콘크리트에 고령토를 15% 첨가한 경우의 결과를 그림. 5과 그림. 6에 나타냈으며 두께가 두꺼워질수록 저음역을 더 흡음하는 특성을 관찰할 수가 있고 시료의 매끈면과 거친면을 비교한 경우에도 거친면이 매끈면 보다 저음역을 좀 더 흡음하는 특성을 가지는 것을 알 수가 있다.

4. 결론

콘크리트의 혼화재로 가격이 싸면서 우수한 포졸란재로 가능한 국내산 고령토를 활용하는 방안에 대한 연구결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 경량기포콘크리트에 고령토를 0%-15%까지 5% 간격으로 첨가하여 강도 실험을 한 결과를 보면 고령토를 15% 첨가한 경우엔 최대 강도를 얻었다.
2. 경량기포콘크리트에 고령토의 첨가량에 의한 흡음특성을 고령토 첨가량이나 두께에 차이가 있으나 최고의 흡음 주파수영역 (1100-6400 Hz) 사이에서 나타나는 것을 볼 수 있으나 시료의 두께에 따라 흡음율이 두꺼워질수록 흡음영역이 넓어져 우수하였으며 두꺼워질수록 저주파 영역 쪽 흡음율이 높아지고 있는 것을 볼 수 있다.
3. 시료의 두께가 3cm, 2cm, 1cm일 때 흡음율이 우수한 주파수 범위 (1000-1200Hz) 및 (1700-2100Hz) 또는 (2600-3300Hz)에서 최대 흡음특성이 있는 것을 관찰할 수 있다.
4. 고령토의 함량이 15%일 때 1100Hz에서 흡음율이 97%정도 최대임을 확인할 수 있었고 시료의 매끈 면과 거친 면을 비교하였을 때 거친 면이 매끈 면 보다 저음역을 약한 더 흡음하는 것을 알 수가 있었다.