

경량기포콘크리트 제조시 폐반수석고에 의한 기포의 영향

안성열, 공경록, 강현찬
동아대학교 지구환경공학부

Effect of pore by Waste-Hemihydrate Gypsum in Lightweight Foamed Concrete

Sung-Yul An, Kyoung-rok Kong, Heon-Chan Kang
Department of Geo-Environmental Engineering, Dong-A University

1. 서론

국내의 온돌바닥에 적용되는 기포콘크리트의 경우, 시공사 입장에서 공기(工期)에 크게 영향을 받지 않아 공기 관리가 쉽다는 점과 가격이 비교적 저렴하다는 이유로 선호하고 있지만, 품질의 통일이 이루어져 있지 않고 품질이 대체로 불균일하다는 문제점이 있다. 이러한 주원인으로는 국내에서 초기에 도입된 기포콘크리트가 온돌바닥의 단열·채움층에 적용되면서 열전도율만 강조되어 상대적으로 성능오차가 큰 저비중 제품이 많이 시공되었으며, 기포콘크리트를 시공하는데 있어 수치화된 작업 기준보다는 경험에 의존함으로써 품질의 편차가 커질 가능성이 상존해 있기 때문이다.

한편 국내에서는 최근 공동주택의 층간소음의 기준이 도입되면서부터 층간소음을 줄이기 위하여 건축물의 바닥인 슬래브 위에 경량기포콘크리트를 사용하거나 또는 슬래브와 경량기포콘크리트 사이에 단열과 완충재로 스티로폼이나 폐고무를 사용하는 기술이 개발되어 사용되고 있다. 그러나 현재 사용되고 있는 경량기포콘크리트의 경우 많은 균열이 발생하는 문제점들이 발생되고 있다.

따라서 소음 및 진동의 차음율이 높은 바닥구조용 경량기포콘크리트를 개발하는 과정에서 시공시 균열이 발생하는 문제점을 해결하기 위한 방안으로 시공비의 상승을 저감시키고 폐기물을 재활용하는 차원에서 인산비료제조시 다량으로 부생되고 있는 인산부생석고인 폐석고를 첨가하여 경량기포콘크리트 슬러지 내에 분포하는 기포의 소멸과 건조수축 및 균열을 줄일 수 있는가를 관찰하고자 한다.

2. 실험재료 및 방법

(1) 실험재료

본 연구에서 사용된 시료는 결합재로 1종 보통포틀랜드 시멘트(D사)를 사용하였고, 기포슬러리의 유동성을 높이기 위하여 나프탈렌계 분산제인 P-HC(J사), Pre-foaming(선기포)법

에 의한 기포의 혼입을 위하여 기포제인 Sodium n-dodecyl Sulfate(S사) 85%, 기포안정제로 Lauramide DEA(M사)와 화학비료 공장에서 발생하는 폐석고(N사)를 사용하였다.

(2) 실험방법

현장에서 실제 타설하는 경량기포콘크리트의 제조방법 중에서 가장 많이 쓰이고 있는 Pre-foaming(선기포)법에 의하여 기포를 형성시키기 위해 기포슬러리에 첨가하는 기포수와 시멘트 슬러리에 첨가되는 혼합수의 양을 달리한 후 물량을 약간씩 달리하여 예비실험을 실시하였다.

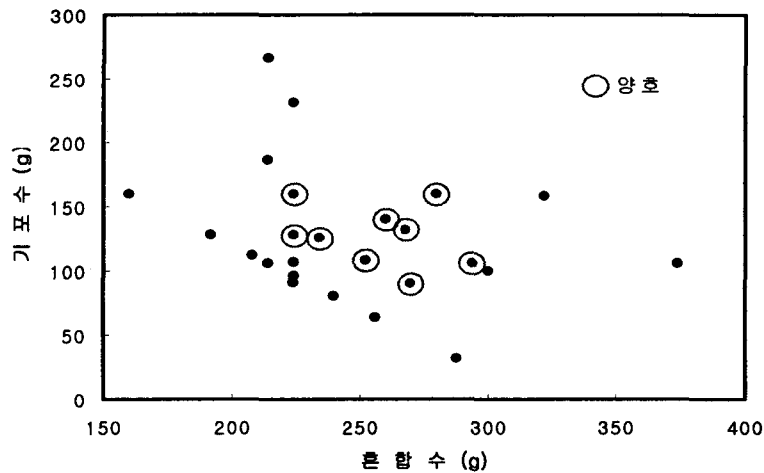


Fig. 1. Preparatory test

그 결과 Fig. 1에서 볼 수 있는 바와 같이 Pre-foaming(선기포)법에 의하여 기포수와 혼합수의 양을 달리하여 시료를 제작하였을 때 기포수의 경우 70~170g사이, 혼합수의 경우 220~300g사이에서 시료의 상태가 양호하여 실험이 가능한 범위라는 것을 알 수가 있었다.

이 실험의 결과를 바탕으로 하여 시료의 상태가 양호한 기포수량의 가운데 지점인 130g 기준으로 하여 혼합수의 양을 220~300g까지 7단계로 나누어 시료를 제작하였으며, 마찬가지로 시료의 상태가 양호한 혼합수량의 가운데 지점인 250g을 기준으로 하여 기포수의 양을 70~170g까지 6단계로 나누어서 시멘트 800g, SDS(0.4%), P-HC(0.7%)로 하여 KS F 4039(현장 타설용 기포콘크리트)에 따라 시료를 제작하였다.

3. 실험결과 및 고찰

1) 온도에 따른 영향

앞에서 설명한 배합비를 이용하여 Pre-foaming(선기포)법에 의하여 기포슬러리를 제조하여 $\Phi 5 \times 10$ cm의 몰드에 넣어서 양생과정을 거친 후 일축압축강도 실험을 실시하였다.

7일차 일축압축강도 시료를 제작한 후 28일차 시료를 제작하는 과정에서 Fig. 2의 (b)같이 심한 수축이 나타나는 문제점이 발생하였다. 그 원인을 추적해본 결과 기포콘크리트의

경우 온도에 상당한 영향을 받는다는 것을 확인할 수가 있었다. 즉, 7일차 일축압축강도 시료를 제작할 당시의 평균온도는 24℃정도였으며 28일차 시료를 제작할 당시의 평균온도는 17℃정도였다. 그 외에 실험상에서 변수가 될 요인은 없었으므로 여기에 초점을 맞춰서 원인을 밝혀보고자 하였다.

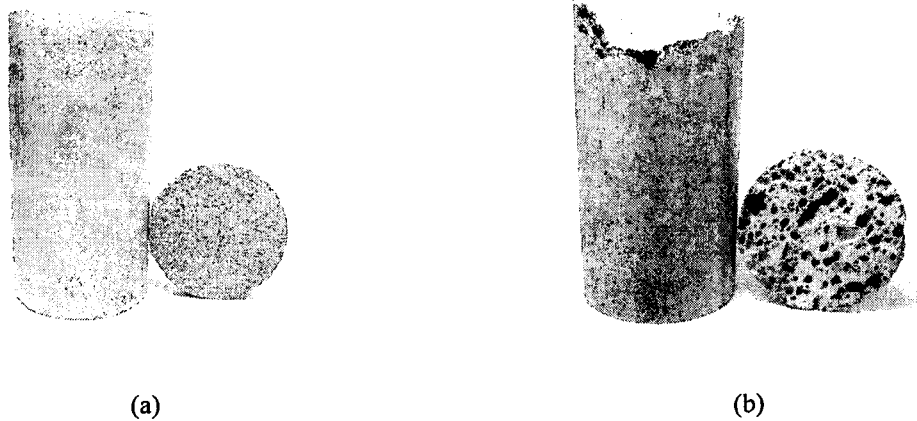


Fig. 2. Features and section of sample

먼저 Table 1에서 볼 수 있는 바와 같이 온도와 습도를 달리하여 시료를 제작해 본 결과 습도의 경우 수축에 영향을 미치지 않는다는 것을 확인할 수 있었으나 온도의 변화에 따라서는 일정온도 이하에서는 시료가 상당히 민감하게 반응하는 것을 확인할 수 있었다.

Table 1. Shrinkage by temperature and humidity

시멘트(g)	P-HC(%)	혼합수(g)	기포수(g)	SDS(%)	온도(℃)	습도(%)	시료의 상태
800	0.7	250	130	0.4	22	77	수축발생
					22	70	수축발생
					23	70	수축발생
					24	65	수축 미발생
					24	70	수축 미발생
					25	60	수축 미발생
					25	74	수축 미발생
					25	77	수축 미발생

이 원인에 대해 좀 더 알아보기 위하여 Table 2에서 볼 수 있는 바와 같이 수축이 발생한 온도에서 SDS의 함량을 달리하여 시료를 제작하여 보았다. 그 결과 Fig. 3의 (a)와 같이 SDS의 함량이 1%일 때 기공의 분포상태가 양호하여 수축이 발생하지 않았으며, 1%이하의 함량에서는 Fig. 3의 (b)와 같이 기공의 분포상태가 불안정해져서 수축이 발생되었다. 즉, 온도가 내려갈수록 기포가 불안정해져서 수축이 발생된다는 것을 관찰할 수 있었으며, 이런 수축을 저감시키기 위해서는 온도가 내려갈수록 기포제를 더 많이 사용해야 된다는 것을 확인할 수 있었다.

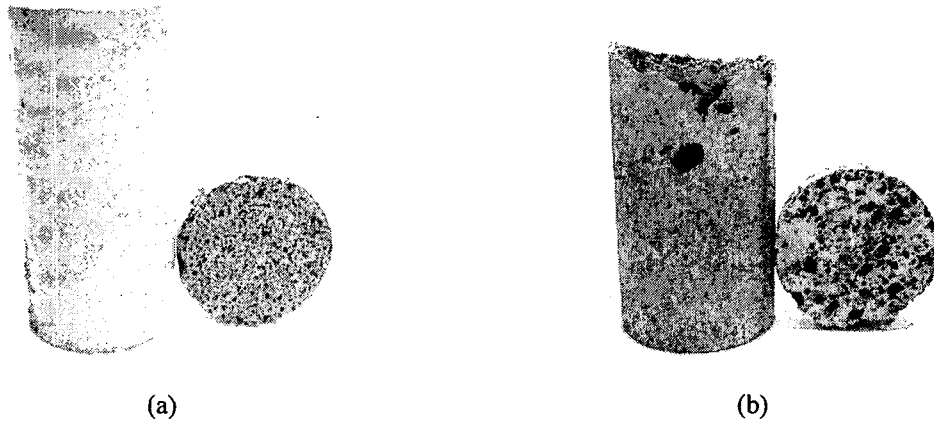


Fig. 3. Features and section of sample

Table 2. Shrinkage by temperature and SDS

시멘트(g)	P-HC(%)	혼합수(g)	기포수(g)	SDS(%)	온도(°C)	시료의 상태
800	0.7	250	130	0.3	17	수축발생
				0.4		수축발생
				0.5		수축발생
				0.6		수축발생
				0.65		수축발생
				0.7		수축발생
				0.75		수축발생
				0.8		수축발생
				1		미수축

2) 기포안정제의 첨가

온도에 따라 수축이 발생하며 기포가 불안정해지는 것을 방지하기 위하여 기포안정제인 Lauramide DEA(LDE)를 첨가하여 시료를 제작하여 보았다.

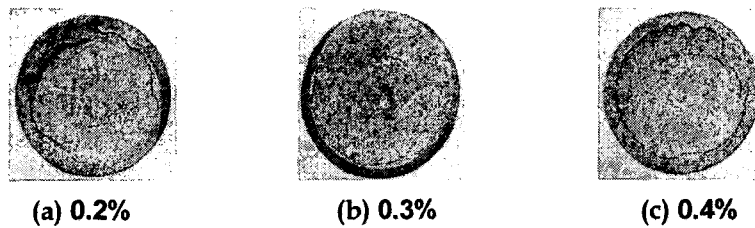


Fig. 4. Surface of the sample which adds the LDE

그 결과 Fig. 4에서 볼 수 있는 바와 같이 수축은 발생하지 않았으나 기포안정제(LDE)를 첨가하였을 경우 시료표면에 크랙이 심하게 발생하는 문제점을 관찰할 수 있었다.

4) 폐석고의 첨가

기포안정제의 첨가시 Fig. 4에서 볼 수 있는 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여 팽창제로 예상되는 비료공장에서 인산제조시 발생하는 인산석고를 경제적인 가치를 고려하여 첨가해보고자 하였다.

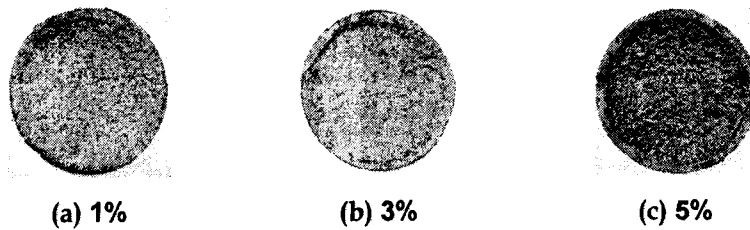


Fig. 5. Surface of the sample which adds the Waste-Gypsum

그 결과 크랙이 가장 심하게 발생되었던 기포안정제의 함량인 0.2%를 기준으로 하여 폐석고의 함량을 달리하여 시료를 제작한 결과 Fig. 5에서 볼 수 있는 바와 같이 크랙이 발생하지 않는 것을 확인할 수 있었다. 또한 기포안정제를 첨가하지 않고 폐석고를 바로 첨가한 경우 수축이 발생하는 것을 확인할 수 있었다.

4. 결론

경량기포콘크리트의 제조시 폐석고에 의한 기포의 영향에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 경량기포콘크리트의 경우 일정온도 이하에서는 수축이 발생하는 것을 관찰할 수 있었다.
2. 온도에 민감하게 반응하는 경량기포콘크리트의 수축을 방지하기 위하여 기포안정제를 첨가하면 수축이 발생하는 않았으나 시료의 표면에 크랙이 발생되었다.
3. 기포안정제가 첨가된 경량기포콘크리트에 폐석고를 첨가하였을 경우 크랙이 발생되지 않는 것을 관찰할 수 있었다. 단, 기포안정제가 첨가되지 않았을 경우 수축이 발생되었다.