

랜덤입사방법에 의한 포러스 콘크리트의 흡음특성에 관한 실험적 연구

The Study on Sound Absorbing Characteristics of Porous Concrete according to Reverberation Room Methods

| | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| 서 대 석** | 박 승 범* | 조 광 연*** |
| Seo, Dae seuk | Park, Seong Bum | Cho, Gwang yeon |
| 장 영 일** | 김 형 석** | 이 윤 선** |
| Jang, Young Ill | Kim, Hyung Seok | Lee, yoon Sun |

ABSTRACT

This research estimated the physical·mechanical characteristic and the character of sound absorption according to target void ratio of porous concrete and the mixing ratio of recycled aggregate for the valid utilization of recycled aggregate using waste concrete and sound reduction out of a road, a railway, a residential street, and a downtown area. As a result of the test, compressive strength tended to be a radical strength fall when target void ratio was 25% and contents of recycled aggregate exceeded over 50%. Also, the character of sound absorption of porous concrete which used recycled aggregate using waste concrete was the most excellent when target void ratio was 25%, and the influence by contents of recycled aggregate was trivial. Therefore, when the strength and the character of sound absorption of porous concrete are considered, it is proved valid that proper target void ratio was 25% and contents of recycled aggregate using waste concrete was 50% or so.

1. 서론

오늘날 산업의 발달과 함께 생활수준이 향상됨에 따라 삶의 질을 향상시키기 위한 안락하고 편안한 주거환경의 확보가 요구되고 있는 실정이며, 이러한 주거 환경의 확보를 위해서는 주변에서 발생하는 각종 공해문제를 효과적으로 차단해주거나 감소시켜야 한다.

특히, 최근 차량의 폭발적인 증가와 SOC확충에 따른 신설도로의 증가에 따라 교통소음의 증가 및 소음 피해 지역의 확산으로 인해 교통소음 문제가 심각한 환경 문제로 대두되고 있으며, 환경부 발표에 의하면 일반지역인 주거전용지역의 대부분에서도 소음도가 환경기준을 초과하는 것으로 나타나 소음문제를 해결하기 위한 환경친화적인 흡음 및 방음 제품의 개발이 급선무로 대두되고 있다.

또한, 최근 도시개발의 활성화, 지하이용의 증대 등에 따라 건설공사현장에서 발생하는 토사(건설잔토), 폐콘크리트 등의 건설폐기물이 크게 증대하고 있는 실정으로 천연골재 자원이 부족한 우리나라 현실을 감안할 때 자원의 유효 이용 및 환경보호 측면에서 대체 골재자원으로서의 용도개발 연구가 시급한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 재생골재를 이용한 소음저감형 포러스콘크리트의 공극률과 압축강도 및 임피던스관에 의한 흡음특성의 분석을 통해 실제구조물에 적용을 위하여 잔향실에서의 흡음특성을 측정하여 조용하고 쾌적한 주거환경 건설에 기여하고자 한다.

* 정희원, 충남대학교 토목공학과 교수

** 정희원, 충남대학교 토목공학과

*** 정희원, 공주영상정보대학교 교수

2. 사용재료 및 시험방법

2.1 사용재료

2.1.1 시멘트

본 실험에서 사용된 시멘트는 국내 S사의 비중 3.14, 분말도 3200cm²/g의 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였다.

2.1.2 골재

굵은 골재는 충남 금산 H사의 화강암질의 부순돌과 공주군에서 파쇄된 재생골재로 5~13mm 입도 범위의 것을 사용하였으며 각각의 물리적 성질은 표 1과 같다.

표 1 골재의 물리적 성질

| 종 류 | 단위용적중량 | 비 중 | 흡수율 | 실적율 |
|------|------------------------|------|------|-------|
| 재생골재 | 1,412kg/m ³ | 2.34 | 3.9% | 56.2% |
| 부순돌 | 1,475kg/m ³ | 2.55 | 1.3% | 55.3% |

2.1.3 혼화제

시멘트의 분산작용에 의해 콘크리트의 성질을 개선시키는 감수제로서, 일본 K사 제품의 나프탈렌 설폰산염 고축합물계인 고성능 AE감수제를 사용하였다.

2.2 콘크리트의 배합 및 믹싱

포러스콘크리트의 배합요인에 따른 물리·역학적 특성 및 흡음특성을 분석하기 위하여 물-시멘트비 25%에 대하여 설계 공극률 및 재생골재 혼입률에 따른 배합을 실시하였으며 믹싱은 시멘트 페이스트의 분산성을 향상시키기 위해 30ℓ의 옴니 믹서를 사용하여 먼저 시멘트, 실리카흙, 혼합수(물+혼화제)를 투입하고 200rpm으로 270초 동안 혼합한 후 골재를 투입한 후 다시 90초 동안 혼합하는 페이스트 선반죽방법으로 하였다.

2.3 실험방법

2.3.2 전공극률시험

전공극률 시험은 일본 콘크리트공학협회 예코 콘크리트위원회의 포러스콘크리트의 공극률 시험방법(안)중 용적법에 준하여 측정하였으며 다음의 식에 의하여 계산하였다.

$$A(\%) = \frac{1 - (W_2 - W_1)}{V} \times 100$$

여기서, A : 콘크리트의 전공극률(%)

W₁ : 공시체의 수중질량(g)

W₂ : 24시간의 자연건조후 기건질량(g)

V : 공시체의 체적(cm³)

2.3.2 압축강도 시험

압축강도는 재령에 따라 KS F 2405에 준하여 유압식 만능시험기를 사용하여 측정하였다.

2.3.3 임피던스관에 의한 흡음성능 시험

∅ 9.8×10cm의 공시체를 제작하여 KS F 2814-1 「임피던스 관에 의한 흡음계수와 임피던스의 결정 방법, 제 1부 : 정적파비법」 7)에 준하여 250Hz, 500Hz, 1,000Hz, 2,000Hz에서의 흡음계수를 산술 평균하여 소음저감계수 NRC(Noise Reduction Coefficient)를 산출하였다.

2.3.4 잔향실에서의 흡음 시험

흡음률의 측정은 KS F 2805(잔향실내의 흡음률 측정방법)에 준하여 시료가 없을 때의 잔향실내의 잔향시간(T_1)과 시료가 있을때의 잔향시간(T_2)을 중심주파수 영역에서 측정하고 측정시료의 체적(V)과 잔향실의 특성치(c)를 사용하여 측정주파수 영역에서의 흡음면적을 구하고, 이를 잔향실의 면적(S)으로 나누어 잔향실에서의 흡음계수(a_r)를 다음의 식과 같이 구하였다.

$$A = 5.53 \frac{V}{c} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right), \quad a_r = \frac{A}{S}$$

3. 실험결과 및 고찰

3.1 전공극률

설계 공극률 및 페콘크리트 재생골재 혼입률에 따른 포러스콘크리트의 공극률 측정결과는 다음의 그림 1과 같다. 이를 고찰하여보면 설계 공극률 20%의 경우 실측 공극률은 18.7~21.4%, 설계 공극률 25%의 경우 23.9~26.3%, 설계 공극률 30%의 경우에는 28.1~31.9%로 나타났으며, 재생골재의 혼입률이 증가함에 따라 실측 공극률이 다소 감소하는 경향을 나타냈다.

3.2 압축강도

설계 공극률 및 재생골재 혼입률에 따른 포러스콘크리트의 압축강도 시험결과는 다음의 그림 2와 같다. 이를 고찰하여보면 재생골재 혼입률에 관계없이 공극률이 증가함에 따라 압축강도는 감소하는 경향을 나타냈으며, 재생골재 혼입에 따른 포러스콘크리트의 압축강도 특성은 동일 설계 공극률에서 재생골재의 혼입률이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타냈다.

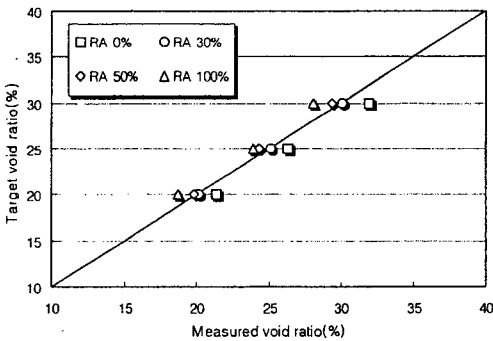


그림 1 설계공극률과 실측공극률

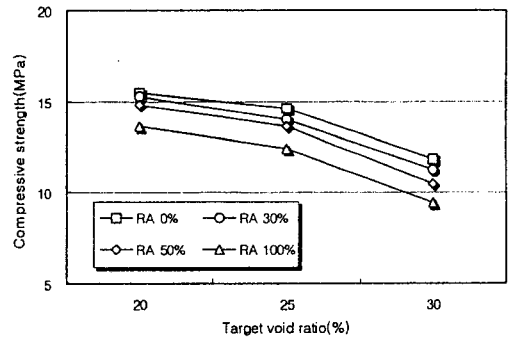


그림 2 압축강도

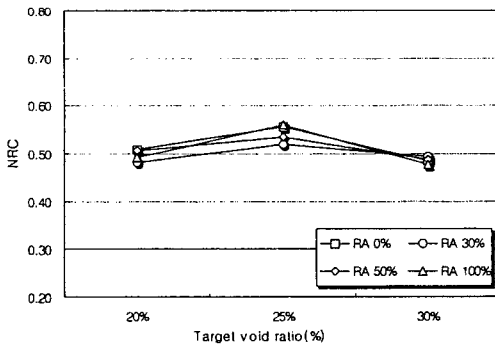


그림 3 임피던스관에 의한 NRC

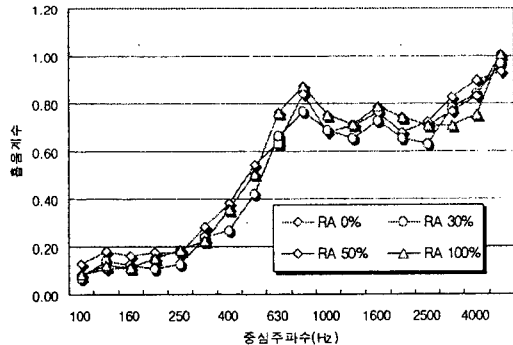


그림 4 잔향실방법에 의한 흡음특성

3.3 임피던스관에 의한 포러스콘크리트의 NRC

설계공극률에 따른 포러스콘크리트의 임피던스관에 의해 측정된 NRC는 그림 3에서 보는 바와 같이 설계공극률이 25%인 경우가 가장 우수하게 나타났으며, 재생골재의 혼입률에 따른 영향은 미미한 것으로 나타났다.

3.4 잔향실법에 의한 포러스 콘크리트의 흡음특성

잔향실법에 의한 흡음특성을 분석하기 위하여 임피던스관에 의한 흡음특성이 가장 크게 나타난 설계 공극률 25%, 페콘크리트 재생골재의 혼입률 0%, 30%, 50%, 100%에 대하여 잔향실에서의 흡음특성을 측정하였으며, 그 결과는 Fig. 4와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 재생골재의 혼입률에 따른 흡음특성은 유사한 경향을 나타냈으며, 잔향실법에 의한 NRC는 재생골재의 혼입률이 0%, 30%, 50%, 100%인 경우에 각각 0.61, 0.59, 0.60, 0.54로 나타나 재생골재의 혼입률이 50%까지는 사용이 가능한 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구는 도로, 주택가 및 터널 등의 방음벽에의 적용을 위해 포러스콘크리트의 배합요인에 따른 강도특성과 흡음특성을 연구하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 소음저감용 포러스 콘크리트의 제조를 위하여 5~20mm 입도의 부순돌 및 페콘크리트 재생골재를 사용한 포러스 콘크리트의 설계 공극률과 실측 공극률과의 차이는 최대 1.7% 이내인 것으로 나타났으며, 재생골재 혼입률이 증가함에 따라 실측 공극률이 다소 감소하는 경향을 나타냈다.
- 2) 페콘크리트 재생골재를 사용한 흡음용 포러스콘크리트의 압축강도는 설계 공극률과 재생골재의 혼입률이 증가함에 따라 압축강도는 감소하는 경향을 나타냈으며, 설계 공극률이 25%, 재생골재 혼입률이 50%를 초과하였을 경우 강도저하 경향을 뚜렷하게 나타내었다.
- 3) 임피던스관에 의한 포러스 콘크리트의 NRC는 설계공극률이 25%에서 가장 크게 나타났으며, 재생골재의 혼입률에 따른 영향은 미비한 것으로 나타났다.
- 4) 설계 공극률 25%, 페콘크리트 재생골재의 혼입률에 따른 포러스 콘크리트의 잔향실법에 의한 흡음 성능은 페콘크리트 재생골재의 혼입률이 50%까지 사용이 가능한 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 박승범, “순환경 사회구축을 위한 환경친화 콘크리트기술의 현황과 전망”, 콘크리트 학회지, 제15권, 6호, pp.14~16, 2003.
2. 박승범, “흡음콘크리트”, 콘크리트 학회지, 제12권, 5호, pp.33~37, 2000.
3. 박승범 외, “시멘트산업부산물을 이용한 소음저감형 벽체소재개발” 산업자원부, 2003.
4. 堂園昭人, 岡本享久, 藤原浩巳, 上野雅之. “管内法によるポーラスコンクリートの吸音特性に関する基礎的研究” コンクリート工學年次論文報告集, Vol. 19, No. 1, pp. 679~684, 1997.
5. 환경부, “2001년도 전국폐기물 발생 및 처리현황”
6. M. Tamai and M. Tanaka, “Sound Absorbing Property of Porous Concrete Using Shirasu Pumice”, Transactions of The Japan Concrete Institute”, Vol. 16, pp. 81~88, 1994
7. ISO 354 “Acoustics-Measurement of Sound Absorption in a reverberation room”, 1985.