



바닥충격음 저감을 위한 다공성 폴리우레탄 콘크리트

Porous Polyurethane-binded Concrete for Soundproofing Floors

최영완 Choi Young Won
(주)한길산업 대표이사

박태원 Park Taewon
단국대학교 건축공학과 조교수

1. 머리말

1980 ~ 1990년대 우리나라는 폭발적인 경제성장과정을 거치면서 산업화와 도시화가 급격하게 진행되었다. 이에 따라 건축물의 경우도 공동주택이 발전하였으며, 수직적인 확장은 기타 어느 나라에도 볼 수 없을 정도로 그 높이의 확장성이 증대되었다. 이렇듯 상업 및 주거용 건축물의 밀집화와 고층화가 이어지면서 상하층 거주자들을 가깝고도 가장 먼 이웃으로 만들고 있다. 최근 빈번히 발생하는 상하층간 거주자들 사이의 폭력적 대립의 수준은 상식을 벗어날 정도로 과격할 경우가 많다.

공동주택에서의 바닥충격음 문제가 사회문제로 대두되면서 국토교통부에서는 공동주택의 바닥충격음 차단성능 강화를 위해 슬래브 두께와 바닥충격음 성능(인정바닥구조)을 모두 만족하는 바닥구조 시공을 의무화 한 바 있다. 또한 환경부에서는 국가소음정보시스템을 구축하고 이웃사이센터를 개설하는 등 공동주택 층간소음으로 인한 분쟁을 해결하고자 대책마련에 고심하고 있다. 이러한 분쟁은 거주자들의 기대 수준과 삶의 질 상향에 걸맞지 않은 현실적 성능에 의해 발생하는 문제이다. 본고에서는 층간 소음방지 바닥판 기술의 현황과 다공성 폴리우레탄 콘크리트를 활용한 완충제의 기술 및 성능평가 결과와 함께 본 제품의 기존/신규 건축물 적용 시 예상되는 기술적 기대효과를 소개한다.

2. 층간소음 방지 바닥판 기술 현황

과거 적용되는 소음방지 기술은 주로 탄성체에 의존한 기술로 소음방지 효과가 높지 않았다. 반면 층간소음의 문제가 커지면서 현재는 탄성체 또는 스티로폼과 공기층의 확보 또는 다공성(기포 콘크리트 등) 구조의 복합식 소음방지 기술이 대두되고 있다. 우선 바닥면 시공완료 후 소음 흡수 바닥재를 시공하는 경우가 있는데, 이는 기층과 소음재 간에 공간을 확보하여 바닥소음을 흡수하는 기술로 바닥의 난방이 동시에 차단되기 때문에 에너지 효율이 떨어지는 단점이 있다. 또한 슬래브 상부에 중간층을 형성하고 소음 및 진동을 방지하는 기술의 경우 공간이 형성되어있는 구조이기 때문에 재료의 내구성에 따라 문제가 발생할 수 있고, 소음, 방진재의 틈이 있어 소음방진이 비효율적이며, 공명현상이 발생할 수 있다는 점과 마감처리 불량시 공간에서 미생물이 서식가능하다는 점 등이 단점으로 지적되고 있다. 최근 다층 구조를 이용한 층간소음 방지 기술이 개발되었는데, 이는 서로 다른 매질 4~6종의 이질재료

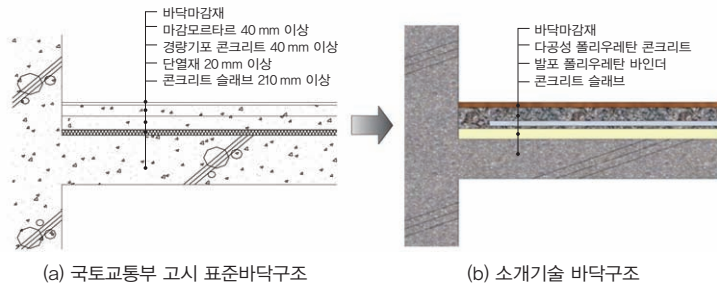


그림 1. 표준바닥구조와 소개 기술의 구성

로 구성된 구조로 하부의 발포 폴리에틸렌에 의한 진동흡수, 상부의 다층구조를 통하여 층간소음을 방지할 수 있는 구조이다. 하지만 이 공법 역시 상부에 엑셀파이프(보일러배관 등)를 시공함으로써 바닥층의 높이가 높아진다는 단점이 있어 층고를 높일 수 있다.

3. 다공성 폴리우레탄 콘크리트

3.1 기술 개요

본고에서 소개하고자 하는 구조 및 기술은 다층 공동 주거공간의 구조부 공사 후 기층면에 시공하는 바닥구조 기술로 <그림 1>과 같이 표준바닥구조의 완충재(단열재)에 해당부분에 발포 폴리우레탄 바인더를 적용하는 것이다. 이를 통해 발포와 탄성을 이용한 소음진동의 흡수와 더불어 마감모르타르에 삽입된 보일러 배관으로부터 유입되는 열을 슬래브 구조체에 전달되지 않도록 하는 단열의 역할을 수행할 수 있다. 또한, 표준구조의 경량기포콘크리트와 마감모르타르(흔히 방통모르타르라 불림)에 해당하는 부분은 기존에 각 40mm의 두께로 제작되어 각각의 역할을 수행하였으나 개발기술에서는 다공성의 폴리우레탄콘크리트를

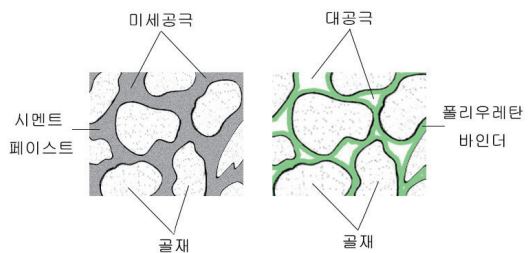


그림 2. 일반 시멘트 콘크리트 및 다공성 폴리우레탄 콘크리트 미세 비교

적용하여 기포콘크리트가 갖는 다공질의 요소와 마감모르타르가 갖는 구조적 요소를 통합하도록 계획하였다. 본 기술에서 적용된 폴리우레탄 콘크리트는 투수포장재와 가로수 보호판 등에 적용되는 건축 및 토목재료이다. 기존 시멘트 콘크리트의 경우 전체 용적의 최대 5% 미만의 공기량을 나타내고 있으나 폴리우레탄 콘크리트의 경우 비분을 제거한 골재 표면을 바인더가 코팅하여 골재간 결합되는 특성으로 인해 <그림 2> 30% 이상의 공극률과 1등급의 투수계수를 가진다.

3.2 기술 성능 및 평가

제작된 폴리우레탄 바인더를 이용한 완충재의 성능 평가를 위해 한국건설생활환경시험연구원(KCL)에 실험평가를 의뢰하였다<사진 1, 2>. 시험에 의한 결과는



사진 1. 잔류변형 측정



사진 2. 흡수량 측정

〈표 1〉과 같이 동탄성계수를 제외하고는 모두 개발목표치에 해당하는 수치를 나타냈다. 높은 동탄성계수는 주재와 경화제의 배합비율에서 강성을 높게 설정한 이유로 분석되었고, 추가적으로 배합비율에 따른 동탄성계수의 특성과 기존 완충재와의 비교실험을 실시하여 이를 다시 검증하는 것으로 계획하였다.

시험항목 중 잔류변형과 열관류율은 완충재의 구조 및 단열 성능에 직결되며, 높은 잔류변형은 상부구조(바닥모르타르, 기포콘크리트)에서 휨 균열을 발생시킬 수 있다. 또한 높은 열관류율은 바닥모르타르에 삽입된 보일러 배관에서 방출되는 열을 하부구조(슬래브)에 빼앗길 수 있다. 기존 완충재로 가장 빈번히 사용되는 폴리스티렌(스티로폼)과의 경우 0.5 ~ 1.2 W/m²·K의 열관류율과 1.0 ~ 1.4 mm 이상의 잔류변형을 고려할 때 본 폴리우레탄 바인더 완충재의 우수성을 확인할 수 있다. 또한 치수안정성과 흡수량, 손실계

표 1. 완충재의 평가항목에 대한 시험결과

평가항목(단위)	개발목표치	시험결과
동탄성계수(MN/m ³)	150 이하	209.1
손실계수	0.1 ~ 0.3 범위 이내	0.3
가열 후 동탄성계수(MN/m ³)	-	83.0
가열 후 손실계수	-	0.7
흡수량(%v/v)	3.5 이하	1.4
치수안정성(%)	5 이하	길이:0.3, 너비:0.2 두께:-0.8%
잔류변형(mm)	0.3 이하	0.1
열관류율(W/m ² ·K)	0.81 이하	0.25

수 등에서는 국토해양부 고시(2009-1217호)에서 규정 한 표준바닥구조 완충재의 기준치를 모두 만족하는 것으로 나타났다.

4. 기대 효과

본고에서 소개된 층간소음 방지를 위한 다공성 폴리우레탄 콘크리트의 활발한 홍보(사진 3)와 적용을 통해 주택건설시장에서 다양한 기술적/경제적 효과가 기대된다. 먼저 기술적으로 본 바닥판 기술의 적용을 통해 기존 공동주택 바닥 구조에 비해 약 50 mm 이상 두께 감소가 가능하다. 이를 통해 본 기술이 적용되는 신규 주택은 거주자의 생활공간 확장이 도모된다. 특히 중요한 것은 기존 주택의 재건축 및 리모델링에 본 기술의 적용 효과인데, 최대의 층고 높이를 확보한 상태에서 재시공이 가능한 점이다.

2000년 이전 시공된 주택의 슬래브 두께는 150 mm 였으나 현재는 210 mm 이상을 요구하는 기준을 만족하기 위하여 바닥판 두께 증가를 본 기술의 적용을 통해 상충하여 층고 높이 변화 없이 기존 주택의 변경이 가능하다. 두께 감소로 인한 인건비 및 공사비 감축이 가능하며, 시멘트 콘크리트 사용량 감소와 친환경 건축자재를 이용하여 시공 및 유지관리 시 환경오염을 최소화하여 환경처리비용의 절감 가능하다. 기존 기포 콘크리트의 타설(양생 1 ~ 2일) 후 바닥모르타르를 타설(양생 1일)하는 2개의 공정이 폴리우레탄 콘크리트 일체타설(양생 0.5일) 공정으로 획일화되어 인건비 및 공기단축이 가능하다.

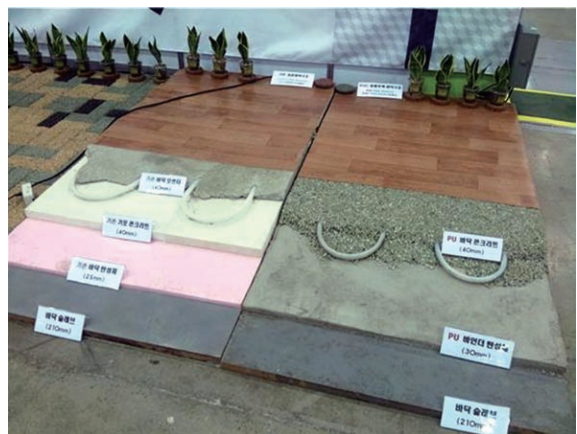



사진 3. 2013 G-Fair KOREA 소개 기술 전시

5. 맺음말

공동주택 층간소음 방지를 위한 바닥구조 개발을 위해 폴리우레탄 바인더를 바닥구조 완충재로 이용한 폴리우레탄 콘크리트를 본고에서 소개하였다. 폴리우레탄 콘크리트의 기본물성을 평가한 결과 흡수량과 치수 안정성, 잔류변형 등에서는 기본조건을 모두 충족하였다. 특히 열전도율은 평균 대비 매우 높은 성능을 나타내었고, 압축 및 휨강도 모두 바닥판 기준을 충족하는 것을 확인하였다. 

담당 편집위원 : 김준희(단국대학교) junheekim@dankook.ac.kr



최영완 대표이사는 2012년 (주)한길산업을 창업한 이후, 폴리우레탄 바인더 및 프라이머를 개발하였다. 현재까지 바인더 및 프라이머를 활용한 2차 제품을 제조하여 사업을 수행하고 있으며, 폴리우레탄 바인더와 골재를 활용한 인공어초 등의 연구개발을 수행하고 있다.

soon9702@naver.com



박태원 교수는 단국대학교 건축공학과에서 콘크리트 건축물의 내진보강에 대한 주제로 박사학위(2005년)를 마치고, 미국 캘리포니아주립대(어바인 소재) 토목공학과에서 구조물 건전도 추정에 관한 연구를 수행하였다. 2009년 귀국 후 단국대학교 리모델링연구소에 근무하였고, 2012년 단국대학교 건축공학과 조교수로 임용되어 국내 건축물의 내진성능평가, 내진성능보강공법 및 초고층구조물 설계 기술을 활발히 연구하고 있다.

tw001@dankook.ac.kr

학회인증사업 시행 안내

콘크리트 관련 국내 유일의 연구 전문 기관인 우리 학회는 관련 업계에서 개발한 신기술 등의 학회 공인 요청에 대처하고자 콘크리트 재료 및 공법 등의 기술개발 사항을 의뢰 받아 우리 학회 전문가의 면밀한 검토와 심의를 거쳐 검증하고 검증된 재료 및 공법은 인증서를 발급하여 그 우수성을 널리 알리고 신뢰도를 제고하고자 하오니 관심있는 업계의 많은 신청바랍니다.

1. 인증의 종류

- 1) 재료 및 자재: 콘크리트 구조물의 구성 재료 및 보수·보강 재료 등
- 2) 설계방법 및 공법: 콘크리트 구조물의 설계방법과 시공, 보수·보강할 때의 공법
- 3) Software: 콘크리트 재료, 설계, 시공에 관련된 프로그램
- 4) 지침, 기준, 시방서: 콘크리트 재료, 설계 시공에 관련한 제 규정
- 5) 기타 콘크리트에 관련된 기술

2. 인증의 절차 및 기간

- 1) 절차: 신청서 및 서류 검토, 발표 및 현장(필요할 때) 심사 등 실시
- 2) 기간: 신청일로부터 1개월 이내(단, 시험이나 실험이 추가로 필요한 경우 신청자와 협의하여 조정)

3. 인증의 기한 및 갱신인증

- 1) 최초인증 유효기간 5년(2년 범위 내에 조정 가능)
- 2) 갱신인증은 최초인증 절차에 준하며, 3년 주기로 인증 연장 가능

4. 기술 인증 사후 특전

한국콘크리트학회의 학회지와 홈페이지에 기술내용 및 인증서 공고

5. 문의처 : 학회 사무국

담당: 김범진 차장
Tel: 02-568-5985, E-mail: kci@kci.or.kr

사단법인 한국콘크리트학회

TEL : (02)568-5984~7 FAX : (02)568-1918 http://www.kci.or.kr