

1. 개 요

- 1) 소음은 고체, 기체, 액체를 전달매개한 소리이며 건물 외부의 발생소음은 공기에 의한 -3.62dB/m의 저항이 생기므로 이격 거리에 따라 소음이 줄지만 바닥충격음은 고체인 콘크리트로 크게 전달되어 다시 실내공기로 방사하며 다음과 같은 방법이 사용되고있다.
 - ① 구조의 질량(mass) : 거리별 질량변화에 의한 공기저항으로 감소되는 소음.
 - ② 구조의 완벽성(Completeness) : 공기유입경로를 차단하여 소음을 감소.
 - ③ 구조의 강성(stiffness) : 강성이 높은 재료로 진동을 차단하여 소음을 감소.
 - ④ 구조의 단절(Isolation) : 단절된 구조사이에 전달이 느린 체워 차단하는 소음.
 이중 외부발생 소음은 ①②③항이 적용되고 층간소음은 ④항과 ①항에 의하여 차단한다.
- 2) 직하전달 소음은 종파로 구조를 단절하여 소음전달이 느린 매질러 채우며 불규칙하게 이동하는 횡파는 온돌미장과 콘크리트벽의 noise bridge차단을 위해 expansion joint설치가 필요하다.
- 3) 생활소음인 경량충격음은 태핑머신으로 측정하며 중량충격음은 지금까지는 뱅머신(충격하중7.5kg)으로 시험했으나 임팩트볼(충격하중2.5kg)으로 시험을 바꾸어 시험하는 제도로 변경하고 있다.

2. 바닥충격음 차단성능사후심사제도 시행에 대한 문제점

- 1) 완충재 사용의 부당성 (완충재가 바닥충격음을 차단하지 못하는 이유)

국토교통부는 바닥충격음은 바닥충격음에 대하여 [참고자료1]의 인정구조에서 잘못된 원인분석으로 비과학적인 방법을 도입하려 하므로 다음과 같은 이유로 부당성을 제안한다,

[참고자료 1] 국토교통부 발표내용

온돌미장에서 발생된 소음은 다음과 같은 사전인정바닥구조를 지나며

인정번호	구조명	등급	유효기간
제18-11호	***	경량 : 1등급 중량 : 4등급	2018.**.**~ 2023.**.**
두 개	콘크리트 슬래브두께	바닥충격음 차단구조 구성재료명	
3국토교통부는 발표한 20 mm 이상	210 mm 이상	【마감모르타르(40 mm) 이상】 + 【경량기포콘크리트(30 mm) 이상】 + 【HB40d 완충재(40 mm)】 + 【콘크리트슬래브(210 mm) 이상】	

- 체감 소음 개선에 초점을 두고 **경량·중량충격음 평가 기준**(충격원, 단일세기 평가량 환산방식 등)을 **ISO 국제기준에 맞추어 개선**
- (중량) 실생활 충격원(어린이 달리기 등)과의 유사성 및 자재성능 개선효과에 대한 **변별력**이 보다 높은 임팩트볼로 변경
- ※ 아이들 달리기 및 의자 뛰어내리기와의 소리 주파수 특성의 유사성 비교 및 청감실험 결과, 임팩트볼이 뱅머신보다 유사성이 높음

① [참고자료 1]의 완충재 사용이 비과학적인 이유

- 가. 완충재는 사전적으로 (두 물체 사이에 끼어서 충격을 완화하는 재료 《고무·용수철 따위》) 여서 탄성으로 차음이 되며 탄성이 되려면 내재 공기를 흡출하거나 한쪽을 누르면 다른쪽이 부풀어 형질변경이 되는데 몰탈에 묻히면 “질량 불변의 법칙”으로 형질변경이 어렵다..
- 나. 완충재를 온돌미장으로 매립하면 내부전체 미장이 충격을 받아 내압면적이 커지며 탄성량은 감소되므로 이방법은 과학상식에 위배된다.
- 다. 완충재는 매트나 장판처럼 바닥에 직접 깔아 사용하면 이런 내용들이 해소되어 차음이 되지만

온돌미장으로 매립하면 탄성이 되지못한다.

- ② 온돌미장에 차음재를 매립한 소립의 비탄성 bead form은 소리를 굴절(inflexion)이나 회절(Diffraction of Sound Wave)시켜 난반사 되고 서로 부딪쳐 감쇠(decrease)되는 방법으로 해결할수 있으므로 완충제사용을 명시해서는 안되며 바닥충격을 감소를 위한 사후인정제도의 사전인정 바닥구조는 차음에 잘못된 효과를 부당한 입법이다.

2) 제도변경이 비과학적인 개악인 이유

[참고자료 2] 매질의 소음저항계수 및 완충제 사용위치별 차음량 산출

① 각 재료별 소리전달속도와 매질저항(공기저항계수=-3.61 공기전달속도=331.5일 때 기준)

물 질	전달속도 (m/s)	매질저항 (dB/m)	물 질	전달속도 (m/s)	매질저항 (dB/m)
공기(0° C)	331	-3.62	강철	5,960	-0.20
공기(20℃)	343	-3.49	구리	5,010	-0.24
공기(100℃)	366	-3.27	유리	5,640	-0.21
질소(0℃)	337	-3.55	일반고무	1,600	-0.75
헬륨(0℃)	965	-1.24	고무(경도30)	35	-34.19
수소(0℃)	1,270	-0.94	코르크	500	-2.29
수은	1,452	-0.82	합성수지투명	2,680	-0.45
물(20℃)	1,482	-0.81	석고보드	1,500	-0.80
납	1,960	-0.61	콘크리트	3,100	-0.38
나무(참나무)	3,850	-0.31	목재(합판)	4,200	-0.28
철	5,000	-0.24	목재(합판)	3,200	-0.37

*** 현행 시공상태를 기준인 마감 재료에 대한 소음감소량 산출**

② 온돌미장내부에 매립된 완충재(현재시공 기준)

물 질	공기차음량(dB)	공기기준 전달량(m/s)	매질전달 속도(m/s)	매질의 두께(m)	차음 량
공기감소계수	-3.61	331.5	331.5	1.20	-4.332
콘크리트	-0.38		3100.0	0.21	-0.080
기포콘크리트	-0.60		2000.0	0.03	-0.018
반자틀 공간	-3.61		331.5	0.10	-0.361
석고보드반자	-0.80		1500.0	0.01	-0.008
고무(탄성재)경도 30%	-3.61		331.5	0.04x0.7	-0.014
바닥미장	-0.38		3100.0	0.04	-0.152
합 계	미장에 매립된 탄성 차음재의(효과없음)				-4.965

③ 부분 탄성이 생기는 완충재 (장판에 사용시)

물 질	공기차음량(dB)	공기기준 전달량(m/s)	매질전달 속도(m/s)	매질의 두께(m)	차음 량
공기감소계수	-3.61	331.5	331.5	1.20	-4.332
콘크리트	-0.38		3100.0	0.21	-0.003
기포콘크리트	-0.60		2000.0	0.03	-0.018
반자틀 공간	-3.61		331.5	0.10	-0.361
석고보드반자	-0.80		1500.0	0.01	-0.008
바닥미장	-0.38		3100.0	0.04	-0.015
차음시설(경도30고무)	-34.19		35	0.04	-0.680
합 계	차음재를 장판으로 사용(효과있음)				-5.417

공동주택에서 발생한 소음은 바닥온돌미장에서 단열층인 기포콘크리트를 거쳐 차음제로 차단하는데 국토부의 바닥구조로 시공하면 [참고자료 3]의 ②호와 같이 구조체 차음으로 -4.965dB이 줄어드지만 장판처럼 바닥에 깔면 [참고자료 3]의 ③항처럼 -5.414dB이 차단되므로 완충제를 몰

찰로 매립하면 차음효과의 기대가 어려우며 기본적인 내압면적은 1m²이지만 온돌미장에 매립되면 내압면적이 바닥전체가 되어 탄성량도 급격이 줄며(예를들면 아이들이 뛰어놀 때 내압면적은 약 160cm²이지만 전체온돌미장이 내압면적이 되어 약 160,000cm²로 1,000배가 넘는다)탄성 저항량이 급격히 들게되어 사전인정 바닥구조의 40mm의 완충재 사용은 비과학적이고 비합리적인 입법이다.

③ 소립의 비탄성 bead form의 경량충격음과 중량충격음 복합시험 결과

[참고지표 3] 복합시험에 의한 차음재의 성능표(2019년 8월 1차실험)

시험성적서

KCL

5522-0759-9118-059

1. 성적서 번호 : CT19-085477K
 2. 의뢰자
 ○ 업체명 : 주식회사 프론트기어
 ○ 주소 : 서울특별시 구로구 중일로15길 95 (고척동)
 3. 시험기간 : 2019년 07월 23일 ~ 2019년 08월 22일
 4. 시험성적서의 용도 : 품질관리
 5. 시료명 : PB 매트 (충간소음 방지용 polystyrene bead 매트)
 6. 시험방법 / 시험장소
 (1) KS F 2810-1:2015, KS F 2863-1:2017 >충청북도 청주시 청원구 오창읍 양항3길 73
 (2) KS F 2810-2:2012, KS F 2863-2:2017 >충청북도 청주시 청원구 오창읍 양항3길 73
 7. 시험결과
 1) PB 매트 (충간소음 방지용 polystyrene bead 매트)

시험항목	단위	시험방법/시험장소	시험결과	비고
표준 경량 충격음 (타입머신)에 의한 A 특성 기준 음압 레벨 (L _{1,1000})	dB	(1)	56	(26 ± 1) °C, (46 ± 3) % R.H.
표준 중량 충격음 (타입머신)에 의한 A 특성 기준 음압 레벨 (L _{1,1000})	dB	(2)	54	(26 ± 1) °C, (46 ± 3) % R.H.

“A” 표시항목은 청주시청의 KOLAS 인정받지 못함, 항목입니다.

확인 직설자명 이원학 이원학 이원학 이원학 이원학 이원학

비고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시험방법에 대한 결과로서 견제재에 대한 품질을 보증하지는 않습니다.
 2. 이 성적서는 중량, 경량, 광고, 소음시험으로 사용될 수 있으며, 별도 의뢰의 사용을 금합니다.
 3. 이 성적서의 유효기간은 발행일에서 시험일로부터 3개월로 정합니다.
 4. 이 성적서의 진위여부는 홈페이지(www.kcl.re.kr)에서 확인 가능합니다.

위 성적서는 국제시험기관인정협력체 (International Laboratory Accreditation Cooperation) 상호인정협정 (Mutual Recognition Arrangement)에 서명한 한국인정기구 (KOLAS)로부터 공인받은 분야에 대한 시험결과입니다.

2019년 08월 22일

한국인정기구 인정 한국건설생활환경시험연구원

결과번호 : 2815 충청북도 청주시 청원구 오창읍 양항3길 73 (43)210-8622

충청북도 청주시 청원구 오창읍 양항3길 73

양식TQM-12-01-010

시험성적서

KCL

5522-0759-9118-059

성적서번호 : CT19-1152KQK

구분	내용
시험일자	2019년 10월 31일
시험장소	충북 청주시 청원구 오창읍 양항3길 73 한국건설생활환경시험연구원 C동
시료명	PB 매트 (충간소음 방지용 polystyrene bead 매트)
배달 두께 구성	마감으로부터 50 mm + 열반사필름 15 mm + 모래 35 mm + 열반사필름(이중) 30 mm + PB 매트 (충간소음 방지용 polystyrene bead 매트) 50 mm + 콘크리트 슬래브 210 mm
가진점	충격음의 설치위치는 KS F 2810-1:2015 및 KS F 2810-2:2012에 따라 중앙점을 포함하여 5개소로 하였으며, 음원측의 주변벽으로부터 0.75 m 이격된 지점에서 설치함.
수음점	마이크로폰의 위치는 KS F 2810-1:2015 및 KS F 2810-2:2012에 따라 중앙점을 포함하여 5개소로 하였으며, 수음점의 주변벽으로부터 0.75 m 이격된 지점에서 바닥으로부터 1.2 m 높이로 측정함.
환경조건	실내온도 (18 ± 1) °C 실내습도 (48 ± 3) % R.H.
수음실	구조 : 원근콘크리트구조, 슬래브두께 210 mm, 벽두께 250 mm 형상 : 직방형 6면체 (ISO 10140-5 Type) 수음실 용적 : 57.02 m ³
측정장치	표준 경량 충격음 (타입머신) Tapping machine, SMT, S&W Korea, Korea 표준 중량 충격음 (타입머신) Bang machine, SMT, S&W Korea, Korea Real Time Analyzer PAK MK II, MÜLLER-BBM, Germany 1/2" Condenser Microphone set 46AE, G.R.A.S., Denmark Sound Level Calibrator Cal-02, 01dB, France Power Amplifier CONA V2-5000, Inter-M, Korea Loud Speaker DD12, FALM, Germany Workstation Xeon 4, HP, U.S.A. Control PC 다들레이지 계측

충청북도 청주시 청원구 오창읍 양항3길 73

양식TQM-12-01-01(1)

시험성적서

KCL

5522-0759-9118-059

성적서번호 : CT19-085477K

측정항목 및 충격음 레벨	시험결과		기준
	주파수 (Hz)	음압 레벨 (dB)	
표준 경량 충격음 (타입머신) 및 A 특성 기준 음압 레벨 (L _{1,1000})	125	67.7	69
	250	67.1	62
	500	61.5	56
표준 중량 충격음 (타입머신) 및 A 특성 기준 음압 레벨 (L _{1,1000})	1000	57.7	53
	2000	44.8	52
	56	-	-
측정항목 및 충격음 레벨	주파수 (Hz)	음압 레벨 (dB) <td>기준 음압 레벨 (dB) </td>	기준 음압 레벨 (dB)
	63	83.0	77
	125	88.4	67
표준 경량 충격음 (타입머신) 및 A 특성 기준 음압 레벨 (L _{1,1000})	500	55.0	60
	1000	45.7	54
	54	-	-

시험 사진

충청북도 청주시 청원구 오창읍 양항3길 73

양식TQM-12-01-01(1)

1913(31) 프론트기어 PB 매트 (충간소음 방지용 polystyrene bead 매트)

주파수 (Hz)	기준 음압 레벨 (dB)	시험 결과 음압 레벨 (dB)
32	79.5	82.5
40	79	78.1
50	76.3	79.4
63	81	82.7
80	74.8	70.5
100	65.6	59.7
125	64.7	54.7
160	55.3	48.1
200	52.5	45.8
250	50.6	42.2
315	44.3	32.2
400	39	28
500	42.6	26.2
630	41.5	25.3
800	41.2	26.4
1000	39.8	26.9
1250	36.5	27.8
1600	33.5	28.1
2000	32.2	28.5
2500	32.9	25.2
3150	33.5	25.4
4000	33.5	25.4
5000	30.5	24.9
54	-	-
54	-	-

충청북도 청주시 청원구 오창읍 양항3길 73

양식TQM-12-01-01(1)

② 2019년 12월 2차 시험결과

시험성적서

KCL KOLAS

2019-115243K

- 성적서 번호 : CT19-115243K
- 업체명 : 주식회사 프로엔지니어
주소 : 서울특별시 구로구 중앙로15길 95 (고척동)
- 시험기간 : 2019년 10월 18일 ~ 2019년 12월 05일
- 시험성적서의 용도 : 품질관리
- 시도명 : PB 매트 (충간소음 방지용 polystyrene bead 매트)
- 시험방법
(1) KS F 2810-1:2015, KS F 2863-1:2017
(2) KS F 2810-2:2012, KS F 2863-2:2017
- 시험결과
1) PB 매트 (충간소음 방지용 polystyrene bead 매트)

시험항목	단위	시험방법	시험결과	비고	시험장소
표준 충격음 (타이머시계)에 의한 A특성 기준 균등화 바닥 충격음레벨 (L _{n,eq})	dB	(1)	41	(18 ± 1) °C, (48 ± 3) % R.H.	A
표준 충격음 (타이머시계)에 의한 A특성 기준 바닥 충격음레벨 (L _{n,eq,max})	dB	(2)	54		

※ 시험장소
A : 충청북도 청주시 청원구 오창읍 양정길 73

확인	작성자명	이력학	이력학	기술책임자명	이력학
비고:	1. 이 성적서는 위약자가 제시한 사항 및 시료명에 한하여 결과로서 경제활동에 대한 품질을 보증하지는 않습니다.				
	2. 이 성적서는 총질, 안전, 환경 및 소음측정으로 사용될 수 없으며, 별도 이외의 사용을 금합니다.				
	3. 이 성적서의 유효기간을 발행하여 사용될 결과는 보증할 수 없습니다.				
	4. 이 성적서의 진위여부는 홈페이지 (www.kcl.co.kr)에서 확인 가능합니다.				

위 성적서는 국제시험기관인증협약 (International Laboratory Accreditation Cooperation) 상호인정협정 (Mutual Recognition Arrangement)에 서명한 한국인정기구 (KOLAS)로부터 공인받은 분야에 대한 시험결과입니다.

2019년 12월 05일

한국인정기구 인정 한국건설생활환경시험연구원

결과문의 : 2815 충청북도 청주시 청원구 오창읍 양정길 73 ☎(043)210-6902

충청북도 청주시 청원구 오창읍 양정길 73 (043)210-6902

양식NTP-12-01-01(1)

시험성적서

KCL KOLAS

성적서번호 : CT19-115243K

2019년 10월 31일

구분	내용
시험장소	충청북도 청주시 청원구 오창읍 양정길 73 한국건설생활환경시험연구원 C층
시도명	PB 매트 (충간소음 방지용 polystyrene bead 매트)
개요	마감도르마트 50 mm + 열반사필름 15 mm + 도르마트 35 mm + 열반사필름(이중) 30 mm + PB 매트 (충간소음 방지용 polystyrene bead 매트) 50 mm + 콘크리트 슬래브 210 mm
가진점	충격원의 설치위치는 KS F 2810-1:2015 및 KS F 2810-2:2012에 따라 중앙점을 포함하여 5개소로 하였으며, 음반실의 주변벽으로부터 0.75 m 이격된 지점으로 설치함.
수용점	마이크로폰의 위치는 KS F 2810-1:2015 및 KS F 2810-2:2012에 따라 중앙점을 포함하여 5개소로 하였으며, 수용실의 주변벽으로부터 0.75 m 이격된 지점에서 바닥으로부터 1.2 m 높이로 측정함.
환경조건	실내 온도 (18 ± 1) °C, 실내 습도 (48 ± 3) % R.H.
수용실	구조 : 철근콘크리트구조, 슬래브 두께 210 mm, 벽 두께 250 mm 형상 : 직방형 6연실 (ISO 10140-5 Type) 수용실 용적 : 57.02 ㎡
측정장치	표준충격음기 (타이머시계) : Tapping machine, SNVT, S&V Korea, Korea 표준충격음기 (타이머시계) : Bang machine, SNVT, S&V Korea, Korea Real Time Analyzer : PAK MK II, MULLER-BBM, Germany 1/2" Condenser Microphone set : 454E, G.R.A.S., Denmark Sound Level Calibrator : Cal-02, 01dB, France Power Amplifier : CONA V2-5000, Inter-M, Korea Loud Speaker : DO12, FALM, Germany Control PC : Workstation Xeon 4, HP, U.S.A.

다중페이지 계속

양식NTP-12-01-01(1)

시험성적서

KCL KOLAS

성적서번호 : CT19-115243K

측정항목 및 충격원	시험결과			
	주파수 (Hz)	바닥 충격음 레벨 L _n (dB)	이동된 A특성의 기준곡선 (dB)	기준 곡선을 상회하는 측정값 (dB)
바닥 충격음 (타이머시계)	125	55.9	54	1.9
	250	53.6	47	6.6
	500	40.0	41	-
바닥 충격음 (타이머시계)의 A특성 기준 균등화 바닥 충격음 레벨 (L _{n,eq})	1000	34.3	38	-
	2000	29.2	37	-
				41
측정항목 및 충격원	주파수 (Hz)	바닥 충격음 레벨 L _{n,eq,max} (dB)	이동된 A특성의 기준곡선 (dB)	기준 곡선을 상회하는 측정값 (dB)
	63	64.5	77	7.5
	125	61.1	67	-
바닥 충격음 (타이머시계)의 A특성 기준 바닥 충격음 레벨 (L _{n,eq,max})	250	47.5	60	-
	500	30.9	54	-
				54

시험 사진



< 설치 사진 >



< 측정사진(중앙충격원) >

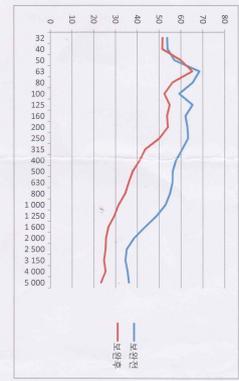


< 측정사진(중심충격원) >

충청북도 청주시 청원구 오창읍 양정길 73 (043)210-6902

양식NTP-12-01-01(1)

주파수 (Hz)	바닥 충격음 레벨 (dB)	기준 곡선 (dB)
32	50.0	51.6
40	53.7	53.6
50	58.1	56.2
63	68.8	65.7
80	65.4	56.1
100	59.2	52.4
125	65.3	54.8
160	62.1	53.6
200	62.9	54
250	63.2	50.1
315	60.5	43.8
400	57.7	41.1
500	56.2	37.9
630	56.1	38
800	54.9	34.4
1000	48.8	29.4
1250	43.3	26.7
1600	38.5	25.6
2000	35.1	25.4
2500	34.5	24.1
3150	35.1	23.4
4000	36.1	23.3
5000	36.1	23.3



충청북도 청주시 청원구 오창읍 양정길 73 (043)210-6902

양식NTP-12-01-01(1)

③ 2020년 1월 3차 시험결과(단, 뱀머신에 의한 중량 충격음만 시험)

4-2. 복합시험 바닥충격을 시험결과표(3차 개별시험 보완자료)

1차 오상시험결과(경량충격음58dB-56dB (-2)) (중량충격음 54dB(+4)비교)

영칭	타격횟수										계	동기소음	경량충격음결과				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			최저	최고	표준	격차	등급
오상1차와 동일	52.3	54.1	59.0	58.9	58.7	57.7	60.3	59.3	55.2	50.7	50.7	60.3	566.2	56.6	58.0	-1.4	4급
열차단 단열재1겹	48.7	50.4	50.3	49.3	52.4	51.2	50.6	51.0	46.0	42.7	42.4	52.4	493.0	49.3	58.0	-8.7	3급
열차단 단열재2겹	43.3	45.6	45.5	49.5	47.5	47.3	47.3	46.8	46.8	42.9	42.7	49.5	462.9	46.3	58.0	-11.7	2급
열차단 단열재3겹	42.1	38.3	44.6	43.9	49.6	46.5	47.8	46.8	46.9	46.9	38.3	49.6	453.4	45.3	58.0	-12.7	1급

사실측정결과(경량충격음 41dB, 1급) (중량충격음 54dB로(+4)동의등급을 3급으로 변경)

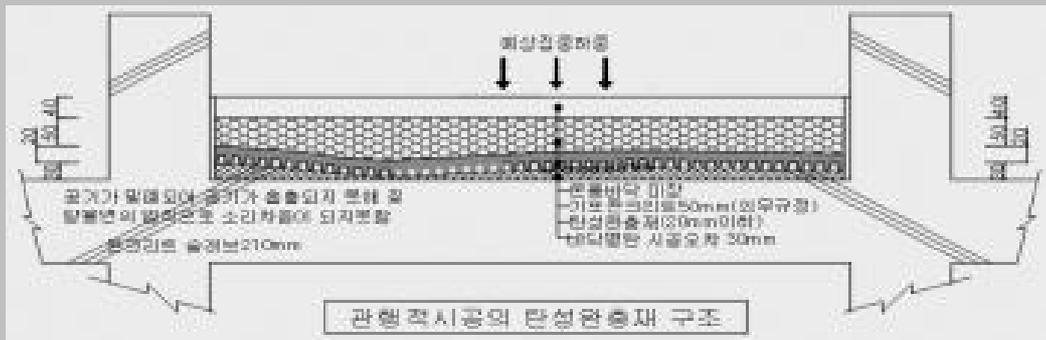
재료의 위치	타격횟수					최저	최고	계	동기소음	중량충격음결과		
	1	2	3	4	5					표준	격차	등급
2차오상시험(pb 매트+열발음2겹+모래+열발음1겹)	55.1	59.1	55.6	52.2	47.6	47.6	59.1	269.6	53.9	50.0	3.9	통외
열반사발음1겹+pb 매트+모래45mm	44.6	57.8	56.2	50.9	53.1	44.6	57.8	262.6	52.5	50.0	2.5	통외
열반사발음2겹+pb 매트+모래40mm	56.1	50.6	57.9	53.4	53.1	50.6	57.9	271.1	54.2	50.0	4.2	통외
열반사발음2겹+pb 매트+열반사1겹+모래35mm	45.6	49.0	46.9	46.4	46.4	45.6	49.0	234.3	46.9	50.0	-3.1	3급

[참고자료 3]은 뱀머신에 의한 소리의 바탄성 bead form의 1~2차 복합실험 결과를 보면 경량충격음은 41dB < 기준 49dB로 충분히 기준을 통과 하지만 뱀머신에 의한 중량충격음은 54dB > 기준 49dB로 기준에 미달하므로 부정이나 조작을하며 중량충격음의 충격량은 59.39dB과 안전율 5%(2.68)를 더한 56.37dB이 산출되며 [참고자료 2의 ②]의 마감구조체 차음량 -4.965dB을 빼면 54.42dB > 49dB로 차음 허용기준을 초과하므로 차음재는 최소한 0.04 +5.42dB =5.46dB이상이 차음할수 있어야 한다

3) 바닥평탄 허용오차 발생과 이로 인한 바닥충격음 발생원인

[참고자료 4] 공정별 시공두께 및 허용 시공오차

(바닥 평탄작업으로 생긴 허용오차에 대한 예시)



관행적인 공동주택은 마감치수는 가성비를 고려하여 층간높이 2,720mm, 천장고 2,300mm, 반자틀높이 100mm로 하며 다른 마감재는 두께를 [참고자료 1]에 표시한대로 사전인정 바닥구조에서 슬래브 210mm, 기포콘크리트 30mm, 완충재 40mm, 미장바닥 40mm이상을 규정하였으나 건축법의 공사시방 표05010. 13은 바닥평탄작업 매3m마다 7~10mm의 허용오차를 인정하여 면적90㎡인 공동주택의 최장거리 약 12m보면 허용오차는 28~40mm가 되므로 설계도서에 이만큼의 수치를 고려하여 구조미감을 설정해야 하는데도 시공자가 임의처리 하도록 방치하여 시공을 하면서 평탄오차를 단열층인 기포콘크리트나 바닥미장 또는 천장고를 줄여 시공하므로 구조 마감재의 부실공사나 구조 자체 차음을 줄이며 또한 기포콘크리트 시공은 약 10시간후에 발포가 완료 되어 평탄오차의 예측이 어려우며 이에 관한 대책도 전무한 실정이다.

4) 부당한 슬래브 두께를 210mm로 의무화(비 과학적 사례)

[참고자료 5] 콘크리트 처짐한계와 진동으로생긴 처짐산출

- 1) Creep란 콘크리트에 일정한 하중을 재하여 콘크리트가 변형과 목원되는것을creep라 한다.
- 2) 처짐은 발생원인은 시멘트 Paste의 점탄성적 성질과 시멘트 풀과 골재 사이의 부착성, 소성성질의 복합작용이나 시멘트 풀의 점성 유동, 미세공극, 폐색 결정의 이동 및 미세균열 발생영향이 있다
- 3) creep가 증가하는 경과시간이 길거나, 건조 상태일 때, 초기재령에서 재하 시와 같이 발생한다.
- 4) creep 발생은 28일후 50%, 3~4 개월 후 25%, 2~5년 후 25%가 발생한다.

콘크리트 처짐 한계 및 처짐

부재의 형태	고려해야 할 처짐	처짐한계
과도한 처짐에 의해 손상되기 쉬운 비구조 요소를 지지 또는 부착하지 않은 평지붕구조	활하중 L에 의한 순간처짐	$l / 180$
과도한 처짐에 의해 손상되기 쉬운 비구조 요소를 지지 또는 부착하지 않은 바닥구조	활하중 L에 의한 순간처짐	
과도한 처짐에 의해 손상되기 쉬운 비구조 요소를 지지 또는 부착한 지붕 또는 바닥구조	전체처짐에서 비구조 요소 부착후 발생하는 처짐부분 (지속하중의 장기처짐과 활하중에 의한 순간처짐의 합)	$l / 480$
과도한 처짐에 의해 손상우려가 없는 비구조 요소를 지지 또는 부착한 지붕 또는 바닥구조		$l / 240$

- ① [참고자료 1]에서 슬래브 두께를 210mm로 의무화는 진동으로 생긴 잔향감소를 목적으로 한 것으로 공약지책으로 만든 추상적이고 비과학적인 차음대책이며 콘크리트의 진동이 잔향을 일으키려면 반복된 처짐과 복원이 있어야 하며 최대처짐 $l / 360$ 의 지간거리를 4m일 때 $4,000 / 360$ 로 최대처짐은 11mm이며 하중은 콘크리트자중(503kg)과 적재하중(180kg)을 포함 등분포하중이 $683\text{kg}/\text{cm}^2$ 이며 총 273,200kg하중에 최대 처짐이 생기므로 몸무게25kg의 뛰는 아이들의 충격력을 30kg 으로 보면 $30 / 273,200 = 0,00011\%$ 이며 $11 \times 0.00011\%$ 가 되어 처짐은 0.0012mm로 연속적인 Creep가 무시할 정도이며 거의 소음에 영향이 없어 슬래브두 210mm는 의미가 없어 구조계산에 의해 자율적으로 결정되어야 한다.
- ② 슬래브 두께는 150mm에서 210mm로 변했으므로 그 차이 60mm르르 [참고자료 2의 ①]항에 의해 콘크리트 저항은 $-0.38\text{dB}/\text{m}$ 이므로 60mm콘크리트는 소음저항은 -0.00228dB 로 무의미한 차음이 되므로 210mm두께의 의무화 규정을 폐지되어야 하고 그곳에 차음재 시공두께를 늘리거나 표준공사시방 허용오차 28~40mm를 적용하면 다른 마감공정의 부실공사를 예방할 수 있다.
- ③ 이와같이 콘크리트 두께는 층간소음에 영향이 없는데도 슬래브 두께를 6cm를 늘리면 인센티브를 주겠다며 황당한 정책을 내놓아 한심한 실정이다.

5) 기포콘크리트의 사양 및 단열재 두께30mm 시공에 대한 문제점

- ① [참고자료 1]의 사전인정 바닥구조에서 기포콘크리트를 30mm이상으로 지정하고 있지만 [참고자료 6의①] 자체시험 $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 일 때 KS L 9016 또는 KSF 2277 시험조건에 의한 열전도율 등급표와 [참고자료 6의 ②] 등급별 허용두께를 보면 기포콘크리트는 단열재 기준을 미달한다.

[참고자료 6] 단열재 시공에 대한 법적규정

- 1) 자체시험 $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 일 때 KS L 9016 또는 KSF 2277 시험조건에 의한 열전도율 등급표)

등급 분류	열전도율의 범위		KS M 3808, 3809 및 KS L 9102에 의한 해당 단열재 및 기타 단열재
	W/mK	kcal/mh $^\circ\text{C}$	
가	0.034이하	0.029이하	- 압출법보온 판 특호, 1호, 2호, 3호 - 경질우레탄폼보온 판 1종 1호, 2호, 3호 및 2종 1호,2호,3호 - 기타열재로서 열전도율0.034 W/mK(0.029 kcal/mh $^\circ\text{C}$)이하인 경우

나	0.035~0.040	0.030~0.034	- 비드법보온판 1호, 2호, 3호 - 암면보온판 1호, 2호, 3호 - 유리면보온판 2호 - 기타 단열재로서 열전도율이 0.035 ~ 0.040 W/mK (0.030 ~ 0.034 kcal/mh℃)이하인 경우
다	0.041~0.046	0.035~0.039	- 비드법보온판 4호 - 기타 단열재로서 열전도율이 0.041 ~ 0.046 W/mK (0.035 ~ 0.039 kcal/mh℃)이하인 경우
라	0.047~0.051	0.040~0.044	- 기타 단열재로서 열전도율이 0.047 ~ 0.051 W/mK (0.040 ~ 0.044 kcal/mh℃)이하인 경우

2) 등급별 단열재의 허용 두께

건축물의 부위		단열재의 등급		단열재 등급별 허용 두께					
		가	나	다	라	가	나	다	라
거실의 외벽	외기에 직접 면하는 경우	35	45	50	55				
	외기에 간접 면하는 경우	20	25	30	30				
최하층에 있는 거실의 바닥 또는 직접 외기에 접하는 거실의 바닥	외기에 직접 면하는 경우	바닥난방인 경우		65	75	90	100		
		바닥난방이 아닌 경우		60	70	75	85		
	외기에 간접면하는 경우	바닥난방인 경우		45	50	55	65		
		바닥난방이 아닌 경우		35	40	45	50		
최상 층에 있는 거실의 반자 또는 지붕	외기에 직접 면하는 경우		75	90	100	115			
	외기에 간접 면하는 경우		50	55	65	75			
공동주택의 측벽			50	60	70	75			
공동주택의 중간 바닥	바닥난방인 경우		30	35	45	50			
	기타		20	25	25	30			

3) 각 재료의 매질별 열전도율 비교

재료명		열전도율 Kcal/m*hr*℃	비중 (kg/m ³)	단위중량 (kg/m ³)	소요압축강도 (kg/m ³)/(kg/cm ²)
비급속 콘크리트	모래	0.42	2,700	2,300	이동하중 180kg/m ² (18g/cm ²).
	발포콘크리트	0.30			
발포수지	신더콘크리트	0.69			
	발포페놀	0.03			
	발포폴리에틸렌	0.03			
	폴리스티렌 비드폼	0.030~0.039	1,468	640	
열경화성수지	발포폴리스틸렌	0.05	1,468	400	
	발포경질폴리우레탄	0.02			
	폴리우레탄폼	0.016			
	폴리스티렌폼(스티로폼)	0.033			
	염화비닐폼(P.E. 폼)	0.033			
	폴리카보네이트(PC)	0.17			

- ② 기포콘크리트는 [참고자료 6의1)]에 있는 건축자재시험 기준에 따른 가” 나” 다” 라” 의 4등급에 미달하며 [참고자료 6의2)]항 등급별 최소시공두께에 대한 규정에도 미달하며 국토부의 구조는 다른 구조의 시공을 부실하게 하고있다.
- ③ [참고자료 7의1)]항은 KS L 9016시험기준을 의하여 시험한 것이고 [참고자료7이2)]항은 기포콘크리트의 밀도별 열전도율을 KSF 2459 품질관리 기준에 따라 시험한 것으로 두가지 모두 단열기준의 미달과 단열두께를 미달한 소재로 기포콘크리트용 단열에 부적합한 재료이다.

[참고자료 7] 기포콘크리트 시험성적서

1) KS L 9016 시험기준에 의한 기포콘크리트의 단열재 시험성능 표

구분	겉보기비중	압축강도N/mm ² {kgf/cm ² }		열전도율 W/m.k {kcal/mh℃}	길이변화율 (%)
		7일	28일		

0.4품	0.30이상 0.40미만	0.5 {5.10}이상	0.8 {8.15}이상	0.130 {0.112}이하	0.50이하
0.5품	0.40이상 0.50미만	0.9 {9.18}이상	1.4 {14.28}이상	0.160 {0.138}이하	0.40이하
0.6품	0.50이상 0.70미만	1.50 {15.3}이상	2.0 {20.39}이상	0.190 {0.163}이하	0.30이하

2) KSF 2459의 품질관리 기준은 기포콘크리트의 기포, 슬러리, 비중, 프로값 침하값 에 따른 기포콘크리트 비중은 1.2 이하이며 외국은 0.3~0.7까지 적용되고 있다.

※ 기포콘크리트의 열전도율 표

밀도 (kg/m ³)	시멘트 (kg)	기포재 (L)	열전도율 kcal/mh℃	7일강도 (kg/cm ²)	28일강도 kg/cm ²
270	260	0.90	0.081	6	8
300	280	0.80	0.085	7	11
340	300	0.75	0.087	8	12
380	320	0.70	0.090	9	13
430	360	0.67	0.091	10	16
490	400	0.64	0.098	11	20
590	480	0.63	0.101	14	27
650	520	0.62	0.124	17	36
780	680	0.60	0.145	23	58

④ 이와같이 [참고자료 6]은 기포콘크리트의 단열재 시험성과 겉보기 비중에 따른 열전도율 시험결과와 [참고자료 7]에 표시한 바와 같으며 기포콘크리트 열전도율 0.30Kcal/m*hr*℃과 최저밀도 270(kg/m³)의 열전도율 0.08Kcal/m*hr*℃과 비교해도 기준인 4품 0.13Kcal/m*hr*℃d[미달히므로 등급구분을 할수 없어 기포 콘크리트를 30mm이상으로 규정한 것은 차음과는 전혀 상관이 없으므로 차음규정에 단열규정을 위반한 내용으로 개정하고 있다.

⑤ 이와같이 성능도 미달하고 다른 구조에 마련된 기준을 적용한 것은 부적절한 입법이며 차음과는 상관도 없는 마감구조에 영향을 주는 입법은 부당한 것이다,

6) 뱅머신과 임팩트볼의 사양 및 측정법을 변경한 문제점

[참고자료 8] 뱅머신과 임팩트볼의 사양 및 뱅머신과 임팩트볼의 산출

1) 뱅머신과 임팩트볼의 사양

항목	뱅머신	임팩트볼
무게(kg)	7.5	2.5
반발계수	0.8	0.8
형태	타이어공기압 24x10 ⁵ Pa	두께180mm두께30mm중공실리콘
자유낙하높이(m)	0.85	1.0
최대충격력(N)	4,500	1,500
장비조작	설치 및 조립필요	설치 불필요
필요인원	3~4명	약 2명
전원	필요	불필요
유지관리	타이어공기압 및 기계장치유지보수	불필요
기타	자동낙하 전기모터이용	가격저렴 수동낙하

2) 뱅머신과 임팩트볼에대한 충격음 산출

① 뱅머신은 타이어중량(7.5kg) x중력가속도(9.8066%) x낙하높이(0.85)는 충격에너지 62.52kg에

소음변화율을 3%(1.88) 반발계수 0.8%(5.0)로 보면 59.39dB로 [참고자료 3]의 ②항 -4.965dB을 빼면 54.42dB) 기준50dB로 4.42dB이 크며 차음해야할 차음량은 $(-0.014) + (-4.42) = (-4.43)$ dB이 되어야 한다.

② **임팩트볼의 볼의중량(2.5kg) x중력가속도(9.8066%) x낙하높이(1.0)로 충격에너지는 24.52kg**이며 소음변화율 3%(0.85)와 보정치 +3을 더하면 28.37dB이며 여기에 반발계수 8%(1.9)를 빼면 26.47에서 [참고자료 3]의 ②항 구조체 차음(-4.965)을 빼면 충격력은 21.5dB이 되어 시험결과는 21.5dB) 기준50dB에 쉽게 충족한다.

- ① 과학적이라고 추진한 중량충격음을 측정을 뱅머신에서 임팩트볼 시험으로 바꾸는 것은 [참고자료 8]의 산출처럼 임팩트볼의 최대 충격량이 뱅머신보다 3배가 낮으며 낙하높이를 고려한 (뱅머신 0.85m, 임팩트볼 1m)에 중력가속도르르 곱해도 임팩트볼의 타격량이 극히 낮아자_초 최소 +20이상 보정해야 하므로 소음은 다 커진 상태가 되는데 소음감소를 위해 개정하는 제도개선의 목적과 달라 기 시공한 소음규제를 합리화 하고 차음 시공자의 기득권을 보호하고는 것으로 보이며 부실공사를 조장하므로 합리적 정책이 필요하며 굳이 소음감소가 목적이라면 측정방법보다 차음법 개선이 되어야 한다.
- ② [참고자료 8]은 뱅머신과 임팩트볼에 관한 사양으로 뱅머신의 충격하중은 4500/N이며 임팩트볼은 1500/N으로 충격력이 3배 낮다.
- ③ 중량충격음 시험을 뱅머신에 의한 사전심사를 현장시험을 면제 하던 제도를 임팩트볼에 의한 사후심사로 개정하면서 국토교통부는 기준에 미달하게 시공한 업체에 시용취소를 결정했으나 3년간 유예 하였고 소음절감이 목적인 바닥충격음 시험을 충격량이 3배나 낮은 임팩트볼로 시험하여 기 시공된 공동주택을 합리화하고 기득권자의 보호하는 무의미하고 실효성이 없다.

7) 차음시설을 하지 못한 부분에 대한 규정의 필요성

- ① 탄성을 가진 완충재 시공으로 방수층이나 미장, 타일 등 마감재에 균열이 생기므로 욕실이나 발코니 등은 대부분 차음시공을 하지 못하고 있으나 이에 대한 대책을 마련하지 못하여 목인을 하고 있는 욕실소음이 발생하고 있어 필연적으로 이부분의 차음공법이 필요하므로 소립의 비탄성 bead form을 그 대안으로 제시하며 이와같은 반사음을 이용한 차음은 음악당이나 강당의 잔향통제에 사용되고 있다.
- ② 현재는 바닥충격음 측정은 종파에 한정되어 있으며 횡파에 의한 noise bridge차단은 고려하지 않고 있어서 오, 배수소음, 급수펌프 진동소음은 어떠한 규정도 없으며 특히 직하층 천정에 배되어 수직관에 배수되면서 유속차에 의한 와류 때문에 생긴 소음이 무시되고 있으므로 이에 대한 소음방지 규정이나 대책이 필요하며 소립의 비탄성 bead form으로 해결이 가능하다.
- ③ 공동주택에서 급수시 발생하는 모터 가동소음은 구조체나 파이프 진음을 통해 전달되므로 모터펌프 설치과정을 교정을 비탄성 소립제인 bead form으로 개선할수 있다.

8) 외국의 사례를 비교하여 근거삼은 바닥충격음의 부당성

[참고자료 8]은 외국의 바닥충격음에 대한 사례를 근거로 과학적이라고 부당한 주장을 하고 있으나 우리나라와 외국은 그 생활방식에 큰 차이가 있으며 (예를들면 일본은 바닥에 충격흡수가 좋은 다다미를 깔아 사용)하고 있으며 다른 외국과 차이는 우리나라 천장고가 2,300mm인데 반해 2,400mm를 기본으로 시공하며 외국의 의좌식생활과 바닥에 카페트를 깔아 충격음을 흡수하는 구조와 우리나라의 좌식생활과 온돌난방과 달라 비교할수 없으며 특히 온돌난방은 우리나라만의 독특한 구조로 외국은 그 사례가 없으며 연구나 시공실적이 전혀없어 이를 비교하기 어렵다.

[참고자료 8] 바닥충격음에 대한 외국의 설치기준

□ 각 국가별 바닥충격음 성능기준 현황

(단위 : dB)

국가	경량충격음		중량충격음	
	기준	의무여부	기준	의무여부
한국	58	의무	50	의무
일본*	60 (한국기준 55dB 수준)	권장	65 (한국기준 60dB 수준)	권장
미국	55	권장	없음	
영국	62	권장	없음	
덴마크	53	권장	없음	
핀란드	53	권장	없음	
프랑스	58	권장	없음	
독일	53	권장	없음	
스페인	65	권장	없음	
스웨덴	56	권장	없음	
스위스	53	권장	없음	
이탈리아	63	권장	없음	

* 일본 기준의 평가된 수치는 국내 기준으로 평가된 수치보다 경량 및 중량충격음이 약 5dB 높게 나타남(LHI 분석)

□ 일본과 우리나라 제도 비교

구 분		일 본(주택품질확보촉진법)	한 국(주택법)																		
법제화(강제성)		선택	의무																		
측정		설계도면, 자재 저감량 등으로 평가	표준시험동, 현장에서 성능 평가																		
평가방법		성능기준 또는 슬래브 두께 중 선택	슬래브 두께 및 성능기준 모두 만족																		
중량충격음 대책	성능기준	5등급 구분	4등급으로 구분																		
		<table border="1"> <tr> <td>50dB이하</td> <td>특히 우수한 차단성능</td> </tr> <tr> <td>50~55dB</td> <td>우수한 차단성능</td> </tr> <tr> <td>55~60dB</td> <td>기본적 차단성능</td> </tr> <tr> <td>60~65dB</td> <td>약간 낮은 차단성능</td> </tr> <tr> <td>기타</td> <td>기타</td> </tr> </table>	50dB이하	특히 우수한 차단성능	50~55dB	우수한 차단성능	55~60dB	기본적 차단성능	60~65dB	약간 낮은 차단성능	기타	기타	<table border="1"> <tr> <td>1등급</td> <td>40dB 이하</td> </tr> <tr> <td>2등급</td> <td>40~43dB 이하</td> </tr> <tr> <td>3등급</td> <td>43~47dB 이하</td> </tr> <tr> <td>4등급</td> <td>47~50dB 이하</td> </tr> </table>	1등급	40dB 이하	2등급	40~43dB 이하	3등급	43~47dB 이하	4등급	47~50dB 이하
		50dB이하	특히 우수한 차단성능																		
50~55dB	우수한 차단성능																				
55~60dB	기본적 차단성능																				
60~65dB	약간 낮은 차단성능																				
기타	기타																				
1등급	40dB 이하																				
2등급	40~43dB 이하																				
3등급	43~47dB 이하																				
4등급	47~50dB 이하																				
* 국내 기준과 비교 시 약 5dB 저감 필요																					
슬래브		두께에 따라 5등급 구분 11cm미만(5등급), 27cm이상(1등급)	210mm(단일)																		
평가방법		성능기준 또는 마감재 중 선택	슬래브 두께 및 성능기준 모두 만족																		
경량충격음 대책	성능 기준	5등급 구분	4등급으로 구분																		
		<table border="1"> <tr> <td>45dB이하</td> <td>특히 우수한 차단성능</td> </tr> <tr> <td>45~50dB</td> <td>우수한 차단성능</td> </tr> <tr> <td>50~55dB</td> <td>기본적 차단성능</td> </tr> <tr> <td>55~60dB</td> <td>약간 낮은 차단성능</td> </tr> <tr> <td>기타</td> <td>기타</td> </tr> </table>	45dB이하	특히 우수한 차단성능	45~50dB	우수한 차단성능	50~55dB	기본적 차단성능	55~60dB	약간 낮은 차단성능	기타	기타	<table border="1"> <tr> <td>1등급</td> <td>43dB 이하</td> </tr> <tr> <td>2등급</td> <td>43~48dB 이하</td> </tr> <tr> <td>3등급</td> <td>48~53dB 이하</td> </tr> <tr> <td>4등급</td> <td>53~58dB 이하</td> </tr> </table>	1등급	43dB 이하	2등급	43~48dB 이하	3등급	48~53dB 이하	4등급	53~58dB 이하
		45dB이하	특히 우수한 차단성능																		
45~50dB	우수한 차단성능																				
50~55dB	기본적 차단성능																				
55~60dB	약간 낮은 차단성능																				
기타	기타																				
1등급	43dB 이하																				
2등급	43~48dB 이하																				
3등급	48~53dB 이하																				
4등급	53~58dB 이하																				
* 국내 기준과 비교 시 약 5dB 저감 필요																					
바닥 마감재		바닥마감재에 대하여 경량바닥충격음 레벨 저감량에 따라 5등급으로 구분 표시	별도 마감자재만은 평가하지 않음 (마감재를 포함하여 인정 신청한 경우 평가)																		

* 소음레벨에 따른 주관적 반응 수준 : 변화인지가능(3dB), 명확한 변화인지(5dB), 2배의 소리로 인지(10dB)

3. 결 여 (바닥충격음 차단성능 사후심사 제도의 적용 및 입법제안)

1) 층간소음으로 살인까지 발생하는 심각한 민원의 감사한 결과 기준을 미달한 다수의 공동주택에 대해 국토부가 입법한 사후성능 심사제도가 비 과학적이며 신기술을 개발하려면 지정기관에 사전심의를 받게되어 다음과 같은 이유로 신기술의 출현을 막고 있다.

- ① 몰탈로 밀폐된 완충재는 탄성변형이 생기지마 않으므로 소립의 비탄성 bead form의 반사파를 이용한 난반사법으로 바꾸어야 한다.
- ② 소음감소의 목적이 중량충격음 시험을 변경으로 더 큰 소음이 허용된다.
- ③ 기포콘크리트 단열과 두께30mm로 한정된 것은 규정된 기준을 위반하게 된다.
- ④ 210mm 슬래브 두께 의무화는 차음과 잔향에 영향이 못할 정도가 되어 규제할 필요가 없다.
- ⑤ 허용오차로 인한 평탄오차는 살계도서에 변화치수로 표기되어야 한다.
- ⑥ 탄성이 생겨 차음을 하지 못한 곳의 치움대책을 개발 해야 한다.
- ⑦ 클립으로 기포콘크리트에 난방관을 고정하면 수평유지가 어렵워 기포가 정체되기 쉬워 온수의 순환장애가 생기고 온수관을 덮는 몰탈이 두꺼워 초기난방과 급속난방이 어렵고 열손실이 크므로 이에 대한 대책이 필요하다.

2) 문제 해결에 관한 제안

- ① 차음제에 소립의 비탄성 bead form 사용으로 굴절(reflection)이나 회절(Diffraction of Sound Wave)로 난반사 되어 서로 부딪쳐 감쇠(decrease)하는 방법으로 변경해야 한다.
- ② 바닥구조에서 단열과 차음구조가 별도로 구획된 기준에 맞추어 시공해야 하므로 두가지 성능을 만족할 수 있는 소재를 선택하여 시공하면 두가지 규정을 모두 만족할 수 있게 된다.
- ③ 바닥충격음 사후 인정제도에 정부, 공공기관, 건설사의 3자가 역할분담을 입법 하여 사실상 사전인정 바닥구조가 필요 없으므로 재료의 인체 유해 여부나 유지관리 등에 관한 규제가 필요하므로 차음은 건설사가 주도하여 진행하고 국토부는 사후 인정시험에 의하여 통제하면 위의 모든 사항에 대한 합당한 입법이 된다.
- ④ bead form은 탄성이 없어 자택에 균열이 생기지 않아 방수나 타일마감에 지장이 없으며 시공 구조를 바꾸면 다른 차음에도 사용할수 있다.