

[연구개발계획서 작성시 주의사항]

제안시 제출하는 연구개발계획서의 연구목표, 내용, 성과, 예산 등은 RFP에 표기된 내용을 중심으로 필히 작성바랍니다.

(본 기획보고서는 참고자료로 활용바랍니다.)

2013
도시
건축
기획
A01

주거복지구현을 위한 생활밀착형

2013

국토교통부
국토교통과학기술진흥원

Land Infrastructure and Transport R&D Report

건설교통연구기획사업 기획보고서

R&D / 2013-도시건축기획-A01

주거복지 구현을 위한 생활밀착형 주거성능 향상 기술개발 기획연구 최종보고서

2013 . 10 . 30 .

주관연구기관 / 한국건설기술연구원

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

이 보고서를 “주거복지 구현을 위한 생활밀착형 주거성능
향상 기술 개발 기획”과제의 최종보고서로 제출합니다.

2013. 10. 30.

주관연구기관명 : 한국건설기술연구원

주관연구책임자 : 김 경 우 수석연구원

연구 원 : 양 관 섭 선임연구위원

“ : 이 윤 규 연구위원

“ : 구 보 경 전임연구원

“ : 연 준 오 연구원

“ : 신 철 웅 연구원

“ : 오 상 근 객원연구원

보고서 요약서

과제고유번호	2013-도시 건축기획- A01	해 당 단 계 연 구 기 간	1	단 계 구 분	1단계/ 1단계
연 구 사 업 명	중 사 업 명	건설교통연구기획사업			
	세부사업명				
연 구 과 제 명	대 과 제 명				
	세부과제명	주거복지 구현을 위한 생활밀착형 주거성능 향상 기술 개발 기획			
연 구 책 임 자	김 경 우	해당단계 참 여 연구원수	총 : 7명 내부 : 6명 외부 : 1명	해당단계 연 구 비	정부 : 70,000천원 기업 : 천원 계 : 70,000천원
		총연구기간 참 여 연구원수	총 : 7명 내부 : 6명 외부 : 1명	총연구비	정부 : 70,000천원 기업 : 천원 계 : 70,000천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	한국건설기술연구원 그린빌딩연구실		참여기업명	해당없음	
국제공동연구	상대국명 :		상대국연구기관명 :		
위 탁 연 구	연구기관명 :		연구책임자 :		
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)				보고서면수	
-주거공간에서 발생하는 생활에 불편함을 유발시키는 4가지 불편사항(생활소음, 공기질, 결로, 누수)에 대한 필요 기술을 도출하는 연구임. -주택에 발생하는 4가지 문제점에 대한 거주자들의 불만이 증가되고, 민원이 증가되는 상황임. 특히, 층간소음은 공동주택에서 시급히 해결해야되는 사회문제임. -생활밀착형 주거성능 향상을 위한 4가지 필요기술 ▪ 쾌적한 주거환경 마련을 위한 소음·진동 저감기술 ▪ 생활밀착형 주택 실내공기질 개선 기술 ▪ 생활밀착형 주택 결로방지 성능 향상 기술 ▪ 생활밀착형 주택 누수예방 전과정 최적화 기술 -쾌적한 주거환경을 유지하고 개선하기 위해서는 거주자들의 생활에 불편을 야기시키는 문제점을 파악하고 해결할 수 있는 기술 개발을 도출함					
색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	생활밀착, 주거환경 개선, 생활소음, 실내공기질, 누수 및 결로			
	영 어	Life-closed Technology, Living Environment Improvement, Noise, IAQ, Water Leak and Condensation			

요 약 문

I. 제 목

- 주거복지 구현을 위한 생활밀착형 주거성능 향상 기술 개발 기획

II. 기술의 정의 및 필요성

1. 기술의 정의

- 생활밀착형 주거성능 향상기술은 주택내에서 거주하는 동안 발생하는 불편함을 개선하고 주거생활을 영위함에 있어 요구되는 주택내의 소음·진동, 결로, 누수·방수, 공기질과 같이 주거환경에 밀착된 항목들의 성능을 향상시키기 위한 기술을 의미하는 것임
- 주거생활을 통해 발생하는 불편사항을 개선하고 주택의 환경성능을 향상시킴을 통하여 주택이 가지고 있는 본연의 목적인 쾌적한 실내환경을 도출할 수 있는 기술을 의미함
- 주거생활에 밀접하게 관련된 기술은 크게 4가지로 구분하려 정의할 수 있음. 생활소음·진동저감관련기술, 실내공기질 개선관련기술, 결로저감성능 관련기술, 누수예방관련기술로 구분함.
- 생활소음저감 관련 기술은 주택내 거주자들의 다양한 생활행위로 발생하는 바닥충격음, 화장실 급배수소음, 화장실 공기전달음, 인접세대간 공기전달음 등을 저감시키기 위한 기술로서 신축 및 기존주택에 적용 가능한 기술을 의미하며, 외부소음 등 주변환경으로부터 피해를 최소화하는 기술 등, 주택내 생활시에 영향을 받는 소음과 진동을 효과적으로 저감할 수 있는 기술을 포함함
- 실내공기질 개선 관련 기술은 쾌적한 주거환경을 제공하기 위하여 신축주택 및 기존주택의 거주공간에서 일상적으로 발생하는 실내공기 오염문제를 진단하고, 오염물질별 특성 및 발생원인을 고려하여 발생원 제어, 환기, 오염물질 제거 등 다각적인 해결방안을 적용함으로써 실내공기질을 개선하는 기술을 의미함
- 결로 방지 성능 향상 기술은 국민에게 보다 나은 주거환경을 제공하기 위하여 신축주택 및 기존주택의 거주공간에서 발생하는 결로 발생 원인을 진단하

고, 결로 특성 및 발생 원인을 고려하여 결로방지 표준 설계 및 시공 기술 개발, 결로 개선 기술의 조합안 및 기술 데이터베이스, 결로방지 성능 평가를 개발 등 다각적이고 통합적인 해결방안을 적용함으로써 건축물의 결로 발생을 예방하는 기술을 포함함

- 누수예방관련 기술은 공동주택 지하구조물의 상습적 누수하자 방지를 위한 현행의 방수설계, 현장 시공 및 품질 관리, 유지관리 시스템, 기술지침 및 법/제도 등의 문제점을 분석하고, 국내외 주거건축물의 누수예방 및 진단·성능복원기술 현황을 조사하여 방수대응형 구조물 설계·시공 기반을 구축하는 것을 의미하며, 방수재료의 환경대응성능, 생애주기 리스크 평가를 통한 성능중심의 부위별 경제적 최적 방수설계기술, 환경조건에 따른 복합열화손상에 대응하는 환경대응형 방수재료 및 시공기술, 주거 건축물의 효율적 누수진단 및 성능복원 기반기술 등을 포함함

2. 기술의 필요성

- 국내 총 건축물 중 67.3%를 주거용 건물이 차지
- 아파트 소비자피해 청구건 중 소음, 실내공기질, 결로, 누수와 관련된 사항이 약 60% 차지
- 소음 및 결로 관련 민원건수는 줄어들지 않고 있으며
- 실내공기질은 법적 규제에도 불구하고 관리가 절실함
- 또한 누수사고로 인하여 발생하는 보수 비용은 매년 수천억원에 달함

- 2005년 한국소비자원에서 보고한 “아파트 소비자피해 실태 조사”에 따르면 아파트 소비자피해는 주택 종류별 피해구제 청구 현황 중 2003년부터 약 80% 이상을 차지하고 있으며, 그 피해가 지속적이고 동일 아파트 내 유사피해가 많아 건당 피해구제 중요성이 매우 높은 실정임
- 누수, 결로 등의 하자 피해의 경우, 그 피해 발생의 원인이 명확치 않고 동일 하자가 반복되는 특성이 있으며, 보수과정에서 파생되는 피해로 인해 구체적인 대책 마련이 필요함
- 아파트의 주요 소비자 피해구제 청구건을 크게 “건축상 하자”, “환경상 하자” 유형으로 구분하여 분석한 결과, “건축상 하자”에 해당하는 누수, 결로 등 건축물 관련 하자가 약 50%를 차지하며, “환경상 하자”는 소음 및 실내공기질과 관련되는 악취 등이 약 8%를 차지함
- 전체적으로 누수, 결로 및 소음, 실내공기질과 관련된 소비자 피해구제 청구건이 약 60%를 차지함

- 환경부의 2010년 소음·진동 관리시책의 내용에 따르면 소음진동민원 발생은 매년 증가하는 추세이며, 발생원 중 생활소음이 전체의 96%를 차지하고 있음
- 쾌적한 주거환경을 유지하고 개선하기 위해서는 거주자들의 생활에 불편을 야기시키는 문제점을 파악하고 해결할 수 있는 기술 개발이 필요함.

III. 국내외 동향 및 환경 분석

- 공동주택 바닥충격음 저감을 위하여 바닥충격음 성능기준(중량충격음:50dB 이하, 경량충격음:58dB 이하)을 ‘주택건설기준 등에 관한 규정’에서 마련하고 있음.
- 공동주택 면적이 30만㎡ 미만인 지역에서는 주택건설기준 등에 관한 규정 제 9 조 제1항에 의거 1층에서 5층까지 실외소음 기준과 6층 이상에서의 실외소음기준 또는 실내소음 기준을 만족하도록 의무 조항
- 공동주택에서 소음저감을 위한 국내정책은 바닥충격음과 실간벽체 차음성능, 도로교통소음에 대한 실내소음기준이 마련되어 있으나, 화장실 소음(급배수 소음), 엘리베이터 소음 등 실내에서 발생하는 소음관련 기준은 미흡한 상황임.
- 그러나 국외는 세계보건기구(WHO)에서 실내·외 소음에 대한 가이드라인(Guideline for Community Noise, 1995)을 실내의 사용 목적에 따라 발생하는 인체의 감각에 대한 영향요소로서 소음레벨을 제안하고 있으며, 일본, 영국, 독일 등 다양한 소음에 대한 기준 및 가이드라인을 제시하고 있음
- 환경부는 국민이 공감할 수 있는 실내공기질 조성을 통한 국민 건강보호를 위하여 범정부 차원의 실내공기질 관리 중장기(’09~’13) 실천계획인 「2차 실내공기질 관리 기본계획」을 수립하였음.
- 환경부는 다중이용시설과 신축되는 공동주택의 실내공기질을 알맞게 유지하고 관리함으로써 그 시설을 이용하는 국민의 건강을 보호하고 환경상의 위해를 예방함을 목적으로 「다중이용시설 등의 실내공기질 관리법」을 개정하였음. 신축 공동주택의 실내공기질 측정항목과 신축 공동주택의 실내공기질 권고기준을 제시하고 있음.
- 국외 대부분의 국가에서 주택의 최소 환기량 규제는 실별로 구체적인 기준을 제시하고 있으며 환기시스템 및 실내공기질 개선에 대한 정부차원의 가이드

라인을 제시하고 협회나 민간을 중심으로 한 실내공기질 진단 및 개선 프로그램 또한 활성화 됨

- 결로방지 성능 기준과 관련하여 법규상에 결로 관련 항목 부분은 강화되지 않고 있으며, 국가 표준의 경우 창호 결로 방지 성능 평가 방법 있으나, 국가적 차원에서의 요구 수준 없음. 또한 국가 표준의 경우 구조체에 관한 결로 방지 성능 평가에 대한 표준은 없는 상태임.
- 국내에서 시행되고 있는 인증제도에 구조체 및 창호의 표면 결로 및 내부 결로에 대한 항목 없음.
- 국외의 경우, 법규, 표준, 시방서 등을 통해 결로 방지 성능기준(결로 방지 성능 평가지표, 평가방법, 설계 요구수준)과 결로 방지 요소기술 등을 제시하고 있음.
- 정부 및 공공기관의 방수관련 제도 개선 현황으로는 국토해양부의 기준(시방서)개선, 방수공사 표준품셈 제·개정, 공공기관의 방수품질 향상 지침 개발 등이 있음
- 방수기술의 표준화 현황은 1997년, 지식경제부에서는 “방수재료 및 시공표준화 연구”를 연구·추진하여 현재까지 다양한 방수 재료표준(33건), 시험표준(9건), 시공표준(4건)의 한국산업표준(KS) 총 46건 임
- 일본의 방수분야의 연구개발은 건설흐름에 대응하여 건축주의 요구품질, 설계품질, 시공 품질 및 사용품질 등 건설공사의 모든 단계별로 연구주체를 설정하여 종합적이고 체계적인 연구가 추진됨

IV. 연구개발과제 구성 및 추진전략



세부과제	세부 기술
공동주택 바닥충격음 차단성능(중량:3등급, 경량 2등급) 확보 등 음환경 개선을 위한 소음저감기술 개발	- 바닥충격음 저감 바닥구조 설계 및 시공기술 - 기존 주택 저소음 환경 구현 기술 - 설비소음 평가 기준 설정 및 표준 설계 기술
화학적, 생물학적 오염물질 제거를 통한 공동주택 실내공기질 개선 및 진단 기술 개발	- 생활문제 해결형 주택 환기 기술 - 주택 내 실내공기오염원 제어기술 - 능동형 오염물질 제거 건축자재 및 설비기술 개발 - 미래대응형 주택 실내공기질 유지관리기술 및 정책
결로발생 면적 60% 이상 저감을 위한 성능 향상 기술	- 결로방지 성능 기준 정립 및 성능 평가 표준 개발(KS규격) - 결로방지 설계/시공 가이드라인 - 결로방지기술 성능 검증 및 DB구축 - 결로방지성능평가 툴 개발
공동주택 지하구조물 누수예방 및 보수를 위한 최적화 기술	- 지하구조물 표준 방수설계 및 법/제도 개선 - 최적 방수공법 선정 및 평가 체계 구축 - 지하환경 대응형 방수재료 및 시공기술 개발 - 누수 진단 및 성능 복원용 보수기술 개발

V. 사전타당성 검토

- 최근 국민의 삶의 질이 향상됨에 따라 주거환경에 대한 관심 증가로 인한 각종 층간소음, 진동, 실내공기질, 결로, 누수 등의 생활밀착형 주거생활환경 민원 증가하고 있음
- 생활밀착형 주거환경에 대한 정책, 제도 또는 기준이나 평가방법의 수립여부와 이와 관련된 현실적이고 종합적인 해결을 위한 핵심개선기술의 개발이 시급
- 아파트 층간소음은 정부의 국정목표1의 ‘일자리 중심의 창조경제’의 범주에 속함에 따라 관련 기술개발의 타당성이 있음
- 생활환경을 개선하기 위해 도출된 기술들은 기존의 연구 R&D의 중복성을 검토하고 기술개발의 향상, 기술개발계획 등 도출기술의 성공가능성을 검토하여 기술적 타당성을 분석함.
- 최고기술보유국 대비 국내 기술수준 및 현황을 정량, 정성적으로 파악하여 기술개발 방향을 설정하여 반영하였음
- 연구개발과제를 통해 도출된 기술은 사회적 기술적 파급효과를 가지고 R&D 연구의 투자효과를 극대화 하여야 함.

- 연구개발 투자비용 대비 연구결과 적용효과를 경제적 가치 등으로 분석하여 세부 과제별 연구내용의 경제적 타당성 여부를 검토하도록 함
- 의식주의 기본인 주택에서 생활하는 거주들의 생활의 불편함을 개선하고 향후 각종 민원을 저감할 수 있는 주거환경개선에 필요한 기술들이 반드시 개발되어야 함
- 시급성 및 개발가능성 등의 검토를 통한 필요 기술을 도출하고 개발기술의 효과적인 적용을 위한 국가 정책과 연계되어 실행되어야 함.

목 차

제1장. 기술의 정의 및 필요성	1
1절. 기술의 정의 및 필요성	1
1. 기술의 정의 및 필요성	1
2. 세부과제별 기술정의	6
2절. 기술분류 및 내용	7
1. 기술분류	7
2. 기술내용	8
제2장. 국내외 동향 및 환경 분석	12
1절. 국내외 정책동향	12
1. 국내 정책동향	12
2. 국외 정책동향	26
2절. 국내외 시장현황 및 전망	45
1. 국내 시장현황	45
2. 국외 시장현황	51
3절. 기술동향분석	58
1. 기술분류 및 정의	58
2. 특허동향분석	65
3. 논문동향분석	98
4. 유사과제 분석	114
4절. 연구개발 인프라 분석	131
1. 연구인력 인프라	131
2. 연구 기자재 인프라	135
3. 연구 실험시설 인프라	136

5절. 종합분석	141
1. 세부별 이슈트리	141
2. 기존 기술의 한계점 · 미비점	145
3. 종합분석	149
제3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략	153
1절. 비전 및 목표	153
1. 비전	153
2. 연구 목표	153
3. 핵심기술	153
2절. 기술개발에 따른 미래상	155
1. 현황 및 미래상	155
2. 기술개발 전략 및 효과	166
3절. 핵심기술요소 선정 및 TRL 목표	169
1. AHP분석을 통한 후보과제 우선순위 평가	169
2. 핵심기술요소 선정 및 TRL 목표	181
4절. 연구개발과제 구성	189
1. 세부별 연구개발 과제 구성	189
2. 세부별 기술개발 전략 수립(SWOT 분석)	192
5절. 세부과제별 주요내용 및 추진전략	196
1. 1세부 공동주택 바닥충격음 차단성능(중량:3등급, 경량:2등급) 확보 등 음환경 개선을 위한 소음저감기술 개발	196
2. 2세부 화학적, 생물학적 오염물질 제거를 통한 공동주택 실내공기질 개선 및 진단 기술개발	198
3. 3세부 결로발생 면적 60% 이상 저감을 위한 성능 향상 기술	200
4. 4세부 공동주택 지하구조물 누수예방 및 보수를 위한 최적화 기술	201
6절. 세부과제 간 연계관계	202
7절. 과제별 · 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵	203
1. 1세부 공동주택 바닥충격음 차단성능(중량:3등급, 경량:2등급) 확보 등 음환경 개선을 위한 소음저감기술 개발	203
2. 2세부 화학적, 생물학적 오염물질 제거를 통한 공동주택 실내공기질 개선 및 진단 기술개발	204
3. 3세부 결로발생 면적 60% 이상 저감을 위한 성능 향상 기술	205
4. 4세부 공동주택 지하구조물 누수예방 및 보수를 위한 최적화 기술	206
8절. 성과의 활용방안 및 핵심기술성과표	207
1. 성과의 활용방안	207
2. 핵심기술성과표	211
9절. 연구수행체계 제안	227
1. 연구추진조직	227

2. 연구추진체계	228
10절. 테스트베드 활용방안	229
제4장. 사전타당성 검토	231
1절. 정책적 타당성	231
2절. 기술적 타당성	233
3절. 경제적 타당성	234
4절. 기술개발 필요성	235
5절. 정부지원 타당성	236
6절. 종합평가 및 결론	238
 제5장. 인력투입계획 및 소요예산 산정	 239
1절. 연구일정에 따른 인력투입계획	239
1. 전체사업 인력투입계획	239
2. 세부과제별 인력투입	239
2절. 소요예산 산정	241
1. 예산 산정방법	241
2. 전체사업 소요예산	241
3. 세부과제별 소요예산	242
 제6장. 과제 제안요구서	 255
1절. 과제 제안요구서(RFP)	255
1. 공동주택 바닥충격음 차단성능(중량:3등급, 경량:2등급) 확보 등 음환경 개선을 위한 소음저감기술 개발	261
2. 화학적, 생물학적 오염물질 제거를 통한 공동주택 실내공기질 개선 및 진단 기술개발	265
3. 결로발생 면적 60% 이상 저감을 위한 성능 향상 기술	270
4. 공동주택 지하구조물 누수예방 및 보수를 위한 최적화 기술 개발	274
2절. 평가기준 설정	278
1. 평가항목	278
2. 가점 및 감점 기준	281
 참고문헌	 286

그 림 목 차

[그림 1] 기획과제 기술의 범위	2
[그림 2] 2010년 소음·진동 관리시책, 시·도별 추진실적 평가(환경부)	3
[그림 3] 신축 아파트의 3년간 오염도 변화추이('06년 입주)	4
[그림 4] 세대내부 민원 유형에 따른 비율	4
[그림 5] LH공사 주택분야 건축설계 지침 내용 중 결로방지 가이드라인 부분	16
[그림 6] 강동구 친환경 공동주택 가이드라인 운영기준	17
[그림 7] SH 공사 재개발(재건축) 임대아파트 시설물 설치기준(건축)	17
[그림 8] LH 전문시방서	18
[그림 9] 국내 방수기술의 흐름	19
[그림 10] 방수기술관련 기술의 국제표준 제정 및 제안 현황	24
[그림 11] 정부 및 공공기관 방수관련 정부정책 및 제도개선 현황	25
[그림 12] US EPA에서 제공하는 Indoor Air Plus Checklist	28
[그림 13] 일본 후생노동성 측정 결과치	31
[그림 14] 일본의 방수분야 연구개발 현황	43
[그림 15] 일본 방수재료 및 공법 적용 현황	43
[그림 16] 미국 방수재료 및 공법 적용 현황	44
[그림 17] 유럽 방수재료 및 공법 적용 현황	44
[그림 18] 한국소비자원 민원제기 현황	47
[그림 19] 국내 총 방수시장 규모 현황	50
[그림 20] 유럽의 지역별 주거 건축물 공급 예상(EU-27)	51
[그림 21] EU 27개국의 Net construction activity- 신축, 대수선, 지붕/창호 수선 추이	51
[그림 22] 실내공기질 관련 기기 시장의 성장 추이	52
[그림 23] 일본의 주택용 환기시스템 시장 성장 추이	53
[그림 24] electrical heat tracing system 예	55
[그림 25] hot water heat tracing system 적용 예	55
[그림 26] 유럽 방수재료 시장 분포	57
[그림 27] 미국 방수재료 시장 분포	57
[그림 28] 사우디 방수재료 시장 분포	57
[그림 29] 중동 방수재료 시장 분포	57
[그림 30] 우리나라 특허출원 건수	65
[그림 31] 미국에 출원한 특허 건수	66
[그림 32] 유럽에 출원한 특허 건수	66
[그림 33] 국내 바닥충격음 저감기술 관련 특허 Keyword map	67
[그림 34] 국외 바닥충격음 저감기술 관련 특허 Keyword map	68
[그림 35] 국내 바닥충격음 저감기술 특허출원건수	68
[그림 36] 국외 바닥충격음 저감기술 특허출원건수	69
[그림 37] 국내 바닥충격음 저감기술 특허 출원인 현황	69

[그림 38] 국외 바닥충격음 저감기술 특허 출원인 현황	69
[그림 39] 국내 설비소음 저감기술 관련 특허 Keyword map	70
[그림 40] 국외 설비소음 저감기술 관련 특허 Keyword map	70
[그림 41] 국내 설비소음 저감기술 특허출원건수	71
[그림 42] 국외 설비소음 저감기술 특허출원건수	71
[그림 43] 국내 설비소음 저감기술 특허 출원인 현황	71
[그림 44] 국외 설비소음 저감기술 특허 출원인 현황	72
[그림 45] 국내 실생활소음 저감기술 관련 특허 Keyword map	72
[그림 46] 국외 실생활소음 저감기술 관련 특허 Keyword map	73
[그림 47] 국내 실생활소음 저감기술 특허출원건수	73
[그림 48] 국외 실생활소음 저감기술 특허출원건수	73
[그림 49] 국내 실생활소음 저감기술 특허 출원인 현황	74
[그림 50] 국외 실생활소음 저감기술 특허 출원인 현황	74
[그림 51] 실내 오염물질 제거기술 관련 국내 특허 Keyword map	75
[그림 52] 국내 실내 오염물질 제거기술 관련 출원인 특허 현황	75
[그림 53] 일본 실내 오염물질 제거기술 관련 출원인 특허 현황	76
[그림 54] 오염물질 저방출, 저감소재 및 제품의 특허 Keyword map	76
[그림 55] 국내 오염물질 저방출, 저감소재 및 제품 특허 출원인 현황	77
[그림 56] 흡방습 관련 기술 특허 Keyword map	77
[그림 57] 국내 흡방습 관련 기술 특허 출원인 현황	78
[그림 58] 일본 흡방습 관련 기술 특허 출원인 현황	78
[그림 59] 국내 공동주택 전열교환 환기 관련 특허 Keyword map	78
[그림 60] 국내 공동주택 하이브리드 환기 관련 특허 Keyword map	79
[그림 61] 국내 공동주택 하이브리드 환기 관련 출원인 특허 현황	79
[그림 62] 국내 공동주택 CO2 디맨드 제어 관련 특허 Keyword map	80
[그림 63] 국내 공동주택 CO2 디맨드 제어 관련 출원인 특허 현황	80
[그림 64] 국내 공동주택 냄새확산 제어 관련 특허 Keyword map	81
[그림 65] 국내 공동주택 냄새확산 제어 관련 출원인 특허 현황	81
[그림 66] 국내 공동주택 결로 제어 관련 특허 Keyword map	82
[그림 67] 국내 공동주택 결로 제어 관련 출원인 특허 현황	82
[그림 68] 국외 Building ventilation 관련 특허 Keyword map	83
[그림 69] 미국 Building ventilation 관련 출원인 특허 현황	83
[그림 70] 유럽 Building ventilation 관련 출원인 특허 현황	84
[그림 71] 국외 Heat recovery ventilation 관련 특허 Keyword map	84
[그림 72] 미국 Heat recovery ventilation 관련 출원인 특허 현황	85
[그림 73] 유럽 Heat recovery ventilation 관련 출원인 특허 현황	85
[그림 74] 국외 Hybrid ventilation 관련 특허 Keyword map	86
[그림 75] 미국 Hybrid ventilation 관련 출원인 특허 현황	86
[그림 76] 유럽 Hybrid ventilation 관련 출원인 특허 현황	87
[그림 77] 국내 실내 오염물질 저방출, 제거기술 관련 특허출원건수	87

[그림 78] 일본 실내 오염물질 저방출, 제거기술 관련 특허출원건수	87
[그림 79] 국내 흡방습 기술 관련 특허출원건수	88
[그림 80] 일본 흡방습 기술 관련 특허출원건수	88
[그림 81] 미국 Building ventilation 관련 특허출원 건수	88
[그림 82] 유럽 Building ventilation 관련 특허출원 건수	88
[그림 83] 국내 Heat recovery ventilation 관련 특허출원 건수	89
[그림 84] 미국 Heat recovery ventilation 관련 특허출원 건수	89
[그림 85] 유럽 Heat recovery ventilation 관련 특허출원 건수	89
[그림 86] 국내 Hybrid ventilation 관련 특허출원 건수	90
[그림 87] 미국 Hybrid ventilation 관련 특허출원 건수	90
[그림 88] 유럽 Hybrid ventilation 관련 특허출원 건수	90
[그림 89] 국내 결로방지 기술 관련 특허 Keyword map	91
[그림 90] 국외 결로방지 기술 관련 특허 Keyword map	91
[그림 91] 국내 결로방지 기술 관련 특허출원 건수	92
[그림 92] 국외 결로방지 기술 관련 특허출원 건수	92
[그림 93] 국내 결로방지 기술 관련 출원인 특허 현황	92
[그림 94] 국외 결로방지 기술 관련 출원인 특허 현황	93
[그림 95] 국내 방수기술 관련 특허 Keyword map	93
[그림 96] 국외 방수기술 관련 특허 Keyword map	94
[그림 97] 국내 방수기술 관련 특허출원 건수	94
[그림 98] 국내 방수기술 관련 특허출원 건수	94
[그림 99] 국내 방수기술 관련 출원인 특허 현황	95
[그림 100] 국외 방수기술 관련 출원인 특허 현황	95
[그림 101] 국내 방수재료 관련 특허 Keyword map	95
[그림 102] 국외 방수재료 관련 특허 Keyword map	96
[그림 103] 국내 방수재료 관련 특허출원 건수	96
[그림 104] 국외 방수재료 관련 특허출원 건수	96
[그림 105] 국내 방수재료 관련 출원인 특허 현황	97
[그림 106] 국외 방수재료 관련 출원인 특허 현황	97
[그림 107] 우리나라 과학기술논문 발표건수	98
[그림 108] 바닥충격음 저감 분야 논문 연도별 발표 건수	99
[그림 109] 설비소음 저감 분야 논문 연도별 발표 건수	99
[그림 110] 실생활소음 저감 분야 논문 연도별 발표 건수	100
[그림 111] 오염물질 저방출, 기능성 건축자재 및 관련기술 논문 동향	100
[그림 112] 환기관련 논문의 연도별 발표 상황	101
[그림 113] 결로방지 성능 분야 논문 연도별 발표 건수	102
[그림 114] 방수 관련 분야 논문 연도별 발표 건수	102
[그림 115] 바닥충격음 저감 분야 논문 연도별 발표 건수	103
[그림 116] 설비소음 저감 분야 논문 연도별 발표 건수	103
[그림 117] 실생활소음 저감 분야 논문 연도별 발표 건수	104

[그림 118] 건축자재 관련 분야 논문 연도별 발표 건수	105
[그림 119] 결로 관련 분야 논문 연도별 발표 건수	105
[그림 120] 방수 관련 분야 논문 연도별 발표 건수	106
[그림 121] 국내·외 바닥충격음 저감 분야 논문 연도별 발표 건수	106
[그림 122] 국내 바닥충격음 저감 분야 논문 발표 주요기관	107
[그림 123] 국외 바닥충격음 저감 분야 논문 발표 주요기관	107
[그림 124] 국내·외 설비소음 저감 분야 논문 연도별 발표건수	108
[그림 125] 국내 설비소음 저감 분야 논문 발표 주요기관	108
[그림 126] 국외 설비소음 저감 분야 논문 발표 주요기관	109
[그림 127] 국내·외 실생활소음 저감 분야 논문 연도별 발표건수	109
[그림 128] 국내 실생활소음 저감 분야 논문 발표 주요기관	110
[그림 129] 국외 실생활소음 저감 분야 논문 발표 주요기관	110
[그림 130] 국내외 생활밀착형 주택 실내공기질 개선 기술 연도별 발표 건수	111
[그림 131] 국내·외 결로방지 성능 향상 기술 관련 논문 등재 건수	111
[그림 132] 국내 결로방지 성능 향상 기술 분야 논문 발표 주요기관	112
[그림 133] 국외 결로방지 성능 향상 기술 분야 논문 발표 주요기관	112
[그림 134] 국내·외 누수예방 기술 관련 논문 등재 건수	112
[그림 135] 국내 누수예방 기술 분야 논문 발표 주요기관	113
[그림 136] 국외 누수예방 기술 분야 논문 발표 주요기관	113
[그림 137] 주체별 연구원 수 추이	131
[그림 138] 연구원 수 국제비교(FTE 기준)	132
[그림 139] 우리나라 학위별 연구원 수 추이	133
[그림 140] 우리나라 학위별 연구원 수 비중추이	134
[그림 141] 우리나라 주체별 학위별 연구원 분포(2011년)	134
[그림 142] 한국건설생활환경시험연구원의 인프라 구축 현황	140
[그림 143] 생활밀착형 기술개발의 필요성	238

표 목 차

[표 1] 방수 누수사고와 보수비용 현황	5
[표 2] 신축 공동주택의 실내공기질 권고기준	15
[표 3] 건축물 친환경 및 에너지 관련 현행 인증제도 및 기준	15
[표 4] 결로방지 분야 국내 정책 동향	18
[표 5] 국내 방수 관련 산업 분야 기술 및 정책 현황	20
[표 6] 방수관련 건설신기술 지정현황 및 적용부위 검토 결과	21
[표 7] 방수관련 건설신기술 지정현황 및 적용부위 검토 결과(계속)	22
[표 8] 방수제품 및 시험방법·시공 관련 KS 표준 리스트	23
[표 9] 미국 Home Indoor Air Quality Checklist	28
[표 10] 미국 Greengard: HOME RENOVATION IAQ CHECKLIST	29
[표 11] 미국 냉난방공조학회(ASHRAE) 가이드라인; 2003	30
[표 12] 캐나다 실내공기질 권고기준(1989)	32
[표 13] 실내공기 기준치 (IRK: 독일 실내공기위생위원회(2004년))	34
[표 14] 영국 실내공기질 가이드라인(1999)	35
[표 15] 싱가포르 실내공기질 가이드라인(1996)	35
[표 16] 노르웨이 실내공기질 가이드라인(1999)	36
[표 17] 유럽의 건물 등급에 따른 환기량 기준	36
[표 18] 네덜란드 건축법에서의 열교방지를 위한 온도 계수의 최소값	38
[표 19] 프랑스 실내 온도조건에 따른 온도차이비율의 범위	39
[표 20] 국외 결로방지 표준 설계 시공 기술 관련 법규, 표준 및 시방 현황	39
[표 21] 국가별 결로 설계 기준	41
[표 22] 일본의 방수기술 개발 흐름	42
[표 23] 2012년 공동주택 분양실적 및 2011년 분양실적 비교	45
[표 24] 결로방지 제품 리스트	49
[표 25] 옥상방수관련 건설신기술의 적용대상부위 및 공법구성별 현황	50
[표 26] 일본과 국내의 주택환기시스템 시장 참여 기업	54
[표 27] 공기청정기 관련시장의 규모 및 추이 (출하금액 기준)	54
[표 28] 우리나라 과학기술논문 발표건수	98
[표 29] 주제별 논문발표 동향(환기시스템)	101
[표 30] 우리나라 전공별 연구원 추이 (단위 : 명,%)	132
[표 31] 우리나라 주체별 전공별 연구원 현황(2011년)	133
[표 32] 국내 주체별 장비분류 및 구축현황 (2005년 이후 취득기준)	135
[표 33] 국내 공공연구기관 주요장비 현황	135

제1장. 기술의 정의 및 필요성

1절. 기술의 정의 및 필요성

1. 기술의 정의 및 필요성

가. 기술의 정의

- 생활밀착형 주거성능 향상기술은 주택내에서 거주하는 동안 발생하는 불편함을 개선하고 주거생활을 영위함에 있어 요구되는 주택내의 소음·진동, 결로, 누수·방수, 공기질과 같이 주거환경에 밀착된 항목들의 성능을 향상시키기 위한 기술을 의미하는 것임
- 주거생활을 통해 발생하는 불편사항을 개선하고 주택의 환경성능을 향상시킴을 통하여 주택이 가지고 있는 본연의 목적인 쾌적한 실내환경을 도출할 수 있는 기술을 의미함
- 주거생활에 밀접하게 관련된 기술은 크게 4가지로 구분하여 정의할 수 있음. 생활소음·진동저감관련기술, 실내공기질 개선관련기술, 결로저감성능 관련기술, 누수 예방관련기술로 구분함.
- 생활소음저감 관련 기술은 주택내 거주자들의 다양한 생활행위로 발생하는 바닥 충격음, 화장실 급배수소음, 화장실 공기전달음, 인접세대간 공기전달음 등을 저감시키기 위한 기술로서 신축 및 기존주택에 적용 가능한 기술을 의미하며, 외부 소음 등 주변환경으로부터 피해를 최소화하는 기술 등, 주택내 생활시에 영향을 받는 소음과 진동을 효과적으로 저감할 수 있는 기술을 포함함
- 실내공기질 개선 관련 기술은 쾌적한 실내 주거환경을 제공하기 위하여 신축 및 기존주택의 거주공간에서 일상적으로 발생하는 실내공기 오염문제를 진단하고, 오염물질별 특성 및 발생원인을 고려하여 발생원 제어, 환기 제어, 오염물질 제거 등 다각적인 해결방안을 적용함으로써 실내공기질을 개선하는 기술을 의미함
- 결로 방지 성능 향상 기술은 국민에게 보다 나은 주거환경을 제공하기 위하여 신축주택 및 기존주택의 거주공간에서 발생하는 결로 발생 원인을 진단하고, 결로 특성 및 발생 원인을 고려하여 결로방지 표준 설계 및 시공 기술 개발, 결로 개선 기술의 조합안 및 기술 데이터베이스, 결로방지 성능 평가 툴 개발 등 다각적이고 통합적인 해결방안을 적용함으로써 건축물의 결로 발생을 예방하는 기술을 포함함

- 누수예방관련 기술은 공동주택 지하구조물의 상습적 누수하자 방지를 위한 현행의 방수설계, 현장 시공 및 품질 관리, 유지관리 시스템, 기술지침 및 법/제도 등의 문제점을 분석하고, 국내외 주거건축물의 누수예방 및 진단·성능복원기술 현황을 조사하여 방수대응형 구조물 설계·시공 기반을 구축하는 것을 의미하며, 방수재료의 환경대응성능, 생애주기 리스크 평가를 통한 성능중심의 부위별 경제적 최적 방수설계기술, 환경조건에 따른 복합열화손상에 대응하는 환경대응형 방수재료 및 시공기술, 주거 건축물의 효율적 누수진단 및 성능복원 기반기술 등을 포함함



[그림 1] 기획과제 기술의 범위

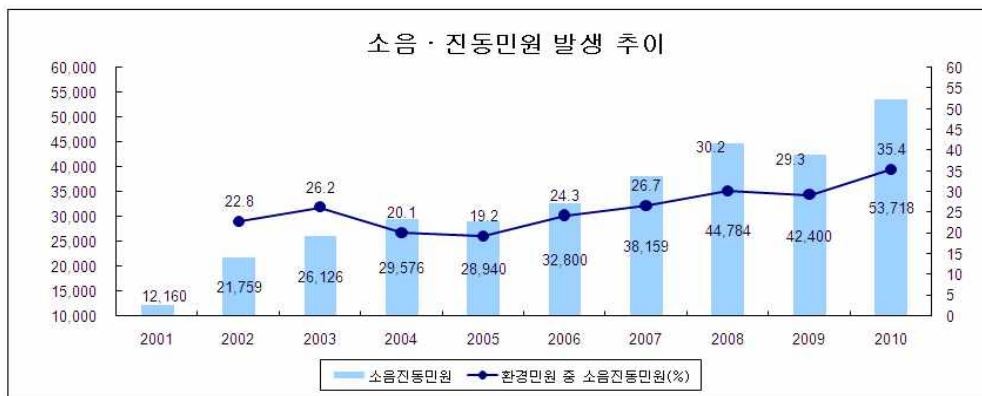
나. 기술의 필요성

- 2005년 한국소비자원에서 보고한 “아파트 소비자피해 실태 조사”에 따르면 아파트 소비자피해는 주택 종류별 피해구제 청구 현황 중 2003년부터 약 80% 이상을 차지하고 있으며, 그 피해가 지속적이고 동일 아파트 내 유사피해가 많아 건당 피해구제 중요성이 매우 높은 실정임
 - 누수, 결로 등의 하자 피해의 경우, 그 피해 발생의 원인이 명확치 않고 동일 하자가 반복되는 특성이 있으며, 보수과정에서 파생되는 피해로 인해 구체적인 대책 마련이 필요함
 - 아파트의 주요 소비자 피해구제 청구건을 크게 “건축상 하자”, “환경상 하자” 유형으로 구분하여 분석한 결과, “건축상 하자”에 해당하는 누수, 결로 등 건축물 관련 하자가 약 50%를 차지하며, “환경상 하자”는 소음 및 실내공기질과 관련되는 악취 등이 약 8%를 차지함
 - 전체적으로 누수, 결로 및 소음, 실내공기질과 관련된 소비자 피해구제 청구건이 약 60%를 차지함
- 기존의 국내 주택정책 방향이 주택보급률 확대를 위한 양적 공급 위주에서 주

거 안정, 주거복지 도모와 같은 주거수준의 질적 향상 추구로 전환되고 있으며¹⁾, 아파트 품질의 향상 및 기술발전에 따라 입주자나 주택소비자들의 기대감 상승으로 충분한 만족도에 도달하지 못하는 경우가 증가하면서 하자과 관련한 분쟁도 함께 증가하는 경향을 보여주고 있음.²⁾

- 또한 주택품질에 대한 안목도 높아지고, 소비자단체나 시민단체의 활동에 힘입어 입주자나 주택소비자들의 권리의식이 상승함에 따라 공동주택의 하자보수와 관련하여 단순히 불만을 표출하던 단계에서 보다 적극적인 권리 행사로 나아가고 있는 점도 하자분쟁의 지속적 증가와 상관관계가 있는 것으로 보임.³⁾

- 환경부의 2010년 소음·진동 관리정책의 내용에 따르면 소음진동민원 발생은 매년 증가하는 추세이며, 발생원 중 생활소음이 전체의 96%를 차지하고 있음



[그림 2] 2010년 소음·진동 관리정책, 시·도별 추진실적 평가(환경부)

□ 발생원별 민원

- 발생원별로 구분하는 경우 생활소음 96.0%(51,586건), 공장소음 1.9%(1,002건), 도로·철도 1.4%(744건), 항공기 소음 0.7%(386건) 순으로 나타남
- 생활소음 민원의 주요 원인은 도심지역에서의 건물 신·개축 등으로 인한 공사장 소음 민원으로 64.5%(33,298건)로 생활소음 민원의 대부분을 차지하며, 사업장 17.6%(9,069건), 확성기 8.6%(4,425건) 순으로 나타남

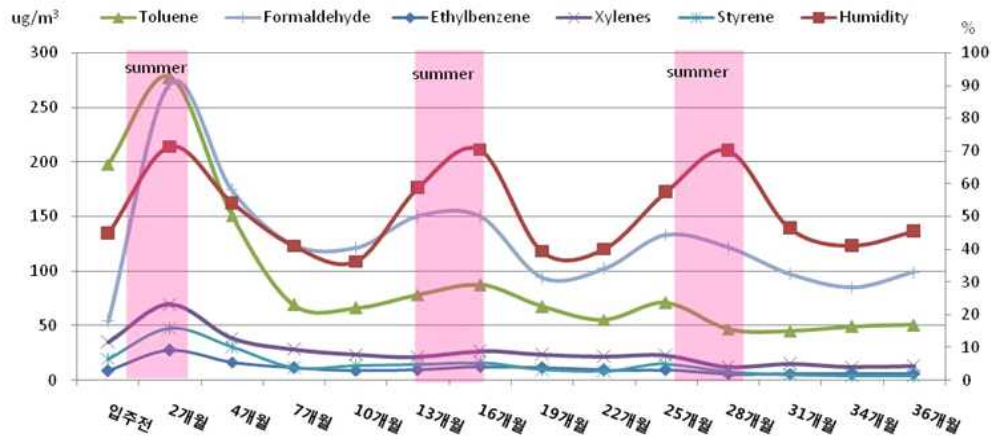
- 환경부에서는 공동주택오염도 변화추이 파악을 위한 시계열 조사연구를 수행하여 발표⁴⁾함. 신축 아파트의 실내공기 중 유해한 오염물질은 입주 전보다 입주 후 2개월까지 농도가 증가하였다가 감소하는 경향을 나타냄. 포름알데히드는 거주하는 동안에 새 가구류 및 건축자재 등에서 지속적으로 방출되어 휘발성유기화합물에 비해 장기간 실내공기를 오염시키는 주요 원인으로 나타나, 입주 후에도 지속적으로 방출되는 오염물질에 대한 관리방안의 마련이 필요함

1) 전광섭, 한국 역대정부의 주택정책 만족도 연구, 주택연구 제15권 1호, 2007.03.

2) 두성규, 건설이슈포커스- 공동주택 관련 하자분쟁 제도개선 및 대응방안(1)-하자기획소송 근절을 위한 제도개선을 중심으로-, CERI, 2010.4.16.

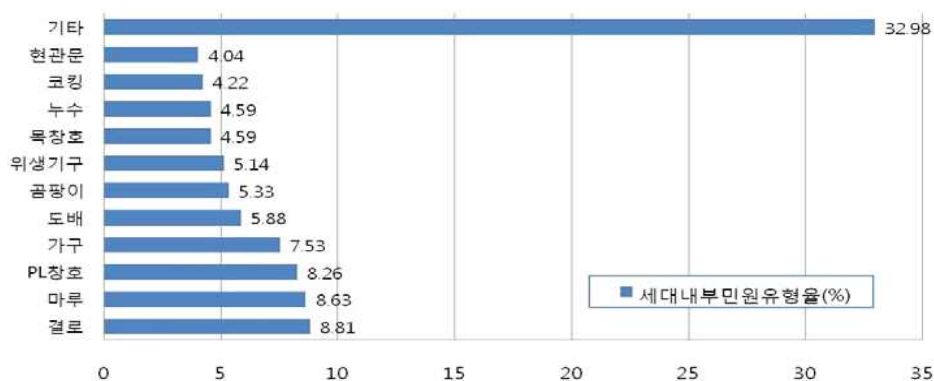
3) 두성규, 건설이슈포커스- 공동주택 관련 하자분쟁 제도개선 및 대응방안(1)-하자기획소송 근절을 위한 제도개선을 중심으로-, CERI, 2010.4.16.

4) 환경부 보도자료, 새 아파트 실내공기 입주 전보다 입주후가 더 문제!, 09.12.10.



[그림 3] 신축 아파트의 3년간 오염도 변화추이('06년 입주)

- 환경부에서 발표한 보도자료에 따르면 2010년 3월부터 1년간 서울 및 수도권 지역의 단독 및 다세대 주택을 대상으로 총 부유미생물 농도를 조사한 결과, 총부유세균 및 총부유곰팡이 평균 농도가 다중이용시설 등의 실내공기질 기준치 및 WHO 권고기준을 약 2.2배, 1.5배 초과하는 것으로 나타나 관리가 절실한 것으로 밝혀짐.⁵⁾ 또한 다세대주택의 경우, 층수에 따라 부유곰팡이의 농도가 440.0~1,079.7 CFU/m³으로 편차가 크게 나타나 지하세대에서는 부유곰팡이 관리에 특히 주의를 기울여야 할 것으로 나타남
- LH공사 시행·발주한 아파트 하자 건수 중 결로로 인한 하자사례, 2009년 349건, 2010년 447건, 2011년 78건임⁶⁾
- SH공사의 보고서에 따르면, 2010년 기준 2년안에 준공된 SH공사 및 민간 건설업체의 37개단지 총 27,789세대를 대상으로 공동주택의 하자유형별 발생현황 실태조사를 실시한 결과, 하자관련 민원 발생율은 세대내부에 관한 민원이 가장 많이 발생하였으며, 그 중 결로에 대한 민원이 1위를 차지함.⁷⁾



[그림 4] 세대내부 민원 유형에 따른 비율

5) 환경부 보도자료, 가정집 70%가 총부유세균 유지기준 초과, 2011.06.15.

6) 한국토지주택공사 국정감사 이명수 국회의원 보도자료, 2012.10.8.

7) SH공사 도시연구소, 공동주택 하자유형 분석 및 사전예방을 위한 연구, 2010.

- 우리나라에서 건설구조물에 발생하고 있는 누수 사고로 인하여 지출되는 보수비용은 매년 약 수천억원 상당에 이르고 있으며, 주택 산업분야의 비공식 집계에 따르면, 누수 발생에 따른 경제적 손실도 매년 수백억원에 달할 것으로 추정됨

[표 1] 방수 누수사고와 보수비용 현황

년 도	구 조 물 명	소 요 비 용
1992년	독립기념관 옥상	약 27억
1995년	예술의 전당 옥상	약 23억
1999년	인천국제공항 활주로지하차도(토목)	약 30억
2000~2010	서울시 지하철 누수균열보수공사(토목)	매년 40~50억
2001~2010	서울시 교육청 학교 옥상 보수(학교시설물)	매년 100억
2005~2008	KT통신구 누수 보수(서울 시내)	약 50억
2012년	00공사 00지역 공동주택단지 지하구조물 누수 보수	약 40억
기 타	공공건축물 : 국립민속박물관/국립현대미술관/세종문화회관//KBS 본관 등 공공 건축물 옥상 누수에 의한 보수 민간 주택 : 일반 민간 공동주택, PC아파트 등 주거 건축물 옥상 및 발코니, 지하주차장 등 기타 지하시설물 외벽 누수보수	매년 수천억 상당 보수비용 지출

- 주택의 지속적인 증가와 거주들의 환경개선에 대한 요구가 증가됨에 따라 소음·진동, 공기질, 결로, 누수와 관련된 기술을 개발을 통하여 주거환경을 개선함과 동시에 주거의 복지를 구현할 필요가 있음.
- 관련 기술개발을 통한 초기 주택의 품질성능 향상을 도모하고 주택품질미흡으로 발생되는 하자보수비용의 저감으로 사회적, 경제적 비용을 저감시키는 것은 국가적 정책적 기반을 통하여 구현될 필요가 있음.

2. 세부과제별 기술정의

가. 소음·진동 저감기술 분야

- 소음·진동 저감관련기술은 주택내 거주자들의 다양한 생활행위로 발생하는 바닥 충격음, 화장실 급배수소음, 화장실 공기전달음, 인접세대간 공기전달음 등을 저감시키기 위한 기술로서 신축 및 기존주택에 적용 가능한 기술을 의미하며, 외부 소음 등 주변환경으로부터 피해를 최소화하는 기술 등, 주택내 생활시에 영향을 받는 소음과 진동을 효과적으로 저감할 수 있는 기술을 포함함

나. 실내공기질 개선 기술 분야

- 쾌적한 공동주택 실내공기환경을 제공하기 위하여 신축 및 기존주택의 거주공간에서 일상적으로 발생하는 실내공기 오염문제를 진단하고, 오염물질별 특성 및 발생 원인을 고려하여 발생원 제어, 환기, 오염물질 제거 등 다각적인 해결방안을 적용함으로써 실내공기질을 개선하는 기술임

다. 결로방지 성능 향상 기술 분야

- 공동주택 적용 단열기술이 개발되어왔으나 여전히 큰 하자비율을 차지하는 결로 발생 방지를 하고, 국민에게 보다 나은 주거환경을 제공하기 위하여 신축주택 및 기존주택의 거주공간에서 발생하는 결로 발생 원인을 진단하고, 법적 기준 보완, 성능평가 방법(KS규격) 정립 및 결로방지 가이드라인, 결로방지 기술 조합안을 제시하는 내용을 포함함

라. 누수예방 및 방수 기술 분야

- 공동주택 지하구조물의 상습적 누수하자 방지를 위한 현행의 방수설계, 현장 시공 및 품질 관리, 유지관리 시스템, 기술지침 및 입찰 제도 등의 문제점을 분석하고, 국내외 주거건축물의 누수예방 및 진단·성능복원기술 현황을 조사하여 “방수대응형 구조물 설계·시공 기반 기술”을 구축함
- 주거 건축물이 처할 수 있는 다양한 환경조건을 고려하여 방수재료의 대응 성능, 생애주기 리스크 평가를 통한 구조 부위별 최적 방수재료 및 공법 적용 위한 “지하구조물의 요구성능 중심의 부위별 최적 방수설계기술”을 구축함
- 지하환경(수압, 지하수 흐름, 수위차, 화학수 작용 등)에 따른 방수층의 복합열화 손상을 분석하여 이에 대응하는 방수재료의 장수명 고성능 신소재 및 성능 평가 기술을 개발하고, 친환경 인공지반 녹화시스템 안정 기술 확보를 위한 “인공지반 녹화 방수·방근 재료 및 시공기술”을 구축함
- 주거 건축물의 장기적 내구 안전성 및 쾌적한 사용 성능 확보를 위한 효율적 누수관리 및 진단시스템 개발, 고성능 성능복원 재료 개발, 관련 지침 및 규정 개선, 법제도의 체계화를 통한 “누수진단 및 성능복원 기반기술”을 구축함

2절. 기술분류 및 내용

1. 기술분류

- 주거복지 구현 생활밀착형 주거성능 향상 기술은 국민의 삶의 질이 향상됨에 따라 주거환경에 관심이 증가하여 민원 발생이 증가하고 있는 생활소음(충간소음, 급배수소음 등), 실내공기질, 결로, 누수 및 방수와 같은 분야의 점검 및 하자 발생 저감을 위한 개선 기술을 포함함
- 또한 위와 같은 분야에서 지속적으로 발생하는 문제점을 해결하고자 각 관련 기술의 설계 및 시공 기술 등의 표준 혹은 제도 및 정책 수립의 내용도 포함함

가. 소음·진동 저감기술 분야

- 바닥충격음 저감 바닥구조 설계 및 시공 기술
- 기존 주택 저소음환경 구현 기술
- 설비소음평가 기준설정 및 표준설계기술

나. 실내공기질 개선 기술 분야

- 주택 실내공기 오염물질 발생원 제어 기술
- 생활문제 해결형 주택 환기 기술
- 건축자재 및 설비 활용 오염물질 제거 기술
- 주택 실내공기질 진단 개선 기술 및 정책

다. 결로방지 성능 향상 기술 분야

- 결로방지 성능 기준 정립 및 평가 표준 개발(KS규격)
- 결로방지를 위한 설계/시공, 유지보수 가이드라인
- 결로방지성능 향상 요소기술
- 결로방지성능 평가 툴 개발

라. 누수예방 및 방수 기술 분야

- 지하구조물 표준 방수설계 및 법/제도 개선
- 최적 방수공법 선정 및 평가체계 구축
- 지하환경 대응형 방수재료 및 시공기술 개발
- 누수진단 및 성능복원용 보수기술 개발

2. 기술내용

가. 소음·진동 저감기술 분야

기술설명(개념)		○ 주택내에서 발생하는 바닥충격음, 화장실소음, 설비기기소음, 기존 주택의 소음차단성능 향상기술개발 ○ 소음저감을 위한 필요재료 및 공법적용을 위한 기준마련 및 자재 개발
기술의 현황	기술적 현황	○ 중소기업을 중심으로 바닥충격음 저감자재 개발 (바닥충격음 차단구조 성능인정 1등급(중량:40dB이하, 경량:43dB이하 제품확보, 실험실 결과) ○ 세대간 경계벽 차음성능은 3가지 등급으로 성능구분 (1등급: 58dB(Rw+C)이상 벽체 개발됨)
	정책적 현황	○ 바닥충격음 차단구조 등급기준은 제시 ○ 세대간 경계벽 차단성능 등급기준 제시 ○ 화장실 소음, 설비기기 소음, 세대내 벽체 차음성능기준 없음
기획 방향		○ 바닥충격음 저감 바닥구조 설계 및 시공 기술 - 바닥진동 특성 및 공간음장을 고려한 맞춤형 완충시스템 - 실생활 충격소음환경 만족도 향상을 위한 소음기준 및 주거문화 개선방안 마련 - 중량충격 대응 바닥슬래브 형상 개발 ○ 기존 주택 저소음 환경구현 기술 - 실생활 충격소음 저감을 위한 바닥마감재 개발 - 외부소음 유입방지기술 - 바닥구조 강성 향상을 통한 바닥충격음 저감기술 - 바닥충격음 저감을 위한 천장구조의 개발 ○ 설비소음평가 기준 설정 및 표준설계기술 - 화장실 등 설비소음 저감공법 및 설계·시공지침 개발 - 화장실 등 설비소음 성능기준 개발

나. 실내공기질 개선 기술 분야

기술설명 (개념)		○ “생활문제 해결형 환기 기술”, “주택 내 실내공기오염원 제어기술”, “능동형 오염물질 제거 건축자재 및 설비기술 개발”, 분야 연구 과제를 통해 개발될 개별 요소기술 개발 및 주택 실내공기질 진단 개선 기술 및 정책 개발제안
기술의 현황	기술적 현황	주택내 실내공기질 30% 개선 요소기술 개발 ○ 생활문제 해결형 환기기술 개발 (주택 내에서 복합적으로 작용하는 결로, 냄새, 쾌적 문제 해결을 위한 통합적 환기 시스템 개발) ○ 건축자재 및 설비 활용을 통한 주택 오염물질의 제거 기술 개발 (미생물의 발생원을 미연에 방지하거나 차단, 제거하는 기술, 오염물질 저방출 건축자재 및 오염물질 흡착 및 제거 기술)
	정책적 현황	○ 녹색건축물 확대 및 건강친화형 주택 보급 확대를 위한 정책 및 제도 제시 - 주택 실내공기질 문제 유형화 및 진단-제어-개선-유지관리 기법 필요
기획 방향		○ 주택 내 실내공기오염원 제어기술 - 화학적 오염물질 발생원 제어 - 미생물 발생원 제어 - 분진 및 기타복합오염물질 제어 ○ 생활문제 해결형 주택 환기 기술 - 주택 내(욕실, 주방, 실내) 습기 제어 환기시스템 - 공동주택 단지의 지하 대공간 제습 및 악취제거 환기시스템 - 쾌적환기(Comfort Ventilation) 확보 기술 - 에너지 절감(Energy Efficient Ventilation) 환기 기술 ○ 건축자재 및 설비 활용 오염물질 제거 기술개발 - 오염물질 흡착 제거 및 흡방습 기능성 소재 및 제품, 시공지침서 - 실내발생 오염물질 제거 기술 및 시스템 ○ 주택 실내공기질 유지관리기술 및 정책 - 주택 실내공기질 진단 개선 기술 - 주택 실내공기질 진단 개선 프로토콜 - 주택 실내공기질 진단 개선 활성화 정책 개발

다. 결로방지 성능 향상 기술 분야

기술설명(개념)		○ 공동주택에서 발생하는 결로의 방지 성능 기준 정립 및 표준 설계/시공 방법 도출을 통한 정책 연계 연구 및 신축과 기존 주택의 하자보수 가이드라인, 결로방지성능 개선 기술 조합
기술의 현황	기술적 현황	○ 결로방지 성능 평가를 위한 시험 방법으로는 창호를 대상으로 하는 KS F 2295 만이 존재함. ○ 결로방지 기술은 다수(단열몰탈, 결로방지 페인트, 창호프레임 캡, 창호 단열필름, 방습층, 발코니 열교방지재 등) 존재함. ○ 결로방지 성능 평가를 위해 외산의 시뮬레이션 툴을 이용하고 있음.
	정책적 현황	○ 주택건설 등에 관한 규정 제14조의3에 따른 「공동주택 결로방지를 위한 설계기준」이 2014년 5월7일 시행예정이나, 구조체 부분은 외기에 면하는 우각부만을 평가하도록 하고 있음 ○ 「공동주택 결로방지를 위한 설계기준」에서 명시한 「공동주택 결로방지 상세도 가이드라인」에서는 최소한의 부위만을 대상으로 하고 있음. ○ LH공사 혹은 지방자치단체에서 제시하는 설계 지침 혹은 시방서를 통해 결로방지에 대해 부분적으로 지침이 있음 => 결로방지 설계 시공 기술 적용에 대한 구체적 내용이 아닌 일반적 내용의 권장 수준에 머무르는 한계가 있음
기획 방향		○ 결로 방지를 위한 국가적 차원의 성능 기준 및 표준 - 공동주택 난방공간 및 비난방공간에 대한 결로 방지 성능 기준 및 요구 수준 보완 - 신축 및 기존 건축물에 대한 결로방지 성능 평가 표준 마련 ○ 결로방지를 위한 가이드라인 - 신축건축물에 대해서는 건축물 설계 디테일, 재료선정 가이드라인, 난방공간/비난방공간의 결로 발생 원인 및 방지 지침 등 포함 - 기존건축물에 대해서는 결로방지성능 평가 표준을 통한 진단 방법, 성능 향상을 위한 보수/보강 방안 및 시스템 소개 등 가이드라인 제공 및 건물 운영시 결로 발생을 저감할 수 있는 생활방식 등 제공(난방 공간 및 비난방 공간 포함) - 가이드라인의 교육 및 홍보 ○ 결로방지성능 향상 요소기술 - 공동주택에서 결로 취약부위별로 손쉽게 적용 가능한 결로 방지 성능 개선 기술의 조합안 도출 - 결로 방지용 단열재 및 단열몰탈, 페인트의 경우, 비용 및 성능 검증 자료, 시공방법(시방서 등)이 포함된 국가차원의 데이터베이스 구축 ○ 결로방지성능평가 툴 개발 - 결로방지 성능 기준 만족여부 평가를 위한 국산 컴퓨터 시뮬레이션 툴(3차원 정상상태 전열해석) 개발

라. 누수예방 및 방수 기술 분야

기술설명(개념)		○ 공동주택 지하구조물의 누수예방(방수) 및 누수균열 성능 복원은 주택 구조물의 안정성과 장기적 내구수명 확보, 생활의 쾌적성에 큰 영향을 미치는 기술임 ○ 공동주택 지하구조물은 시대적, 사회적 요구성능 변화에 따라 누수 예방/진단/복구(유지관리) 기술은 환경변화에 대응하는 성능 중심의 방수설계, 시공·진단·복원 전과정 최적화 통합 기술로의 발전이 요구됨
기술의 현황	기술적 현황	○ 정부와 민간이 개발한 방수관련 건설신기술, 국제표준 기술의 미적용 및 선정 평가 시스템 부재로 적정기술이 선정되지 않고 있음 - 공사비 절감 위주의 기본적 차수(방수) 성능에만 의존 - 외방수 적용을 회피하고 내방수 설계(유도배수)가 대부분임 ○ 다양한 변화 환경에서의 누수하자 발생 요인에 대한 분석 및 정보 공유가 부족하고, 유사 문제(하자)의 반복적 발생이 끊이지 않음 - 환경대응형 성능 중심 방수설계 및 시공기술 선정이 무시됨 - 지하수압, 수위변동, 되메우기 시공환경, 진동거동, 온도변화, 염해, 각종 화학수 작용 등 환경 검토 부재 ○ 시설물 관리주체의 방수, 누수보수 기술의 체계적 선정 방식 부재 - 반복적 보수로 민원과 사회비용 증가
	정책적 현황	○ 공동주택 누수방지 또는 예방을 위한 국가 차원의 친환경, 고성능, 장수명 방수 및 누수방지(보수) 설계기준, 성능지표(기준치), 선정 기준 등 표준 가이드라인이 부재한 상태임 - LH공사, SH 공사 등 지방자치단체, 민간 주택건설사에서 누수관리(보수, 보강 등 성능 복원) 지침 전무한 상태임. ○ 공동주택건설 설계기준, 친환경 건축물 평가기준에 누수 및 방수 성능 항목 누락, 국토교통부 지방서도 적정 설계 및 시공기술 적용 지침이 아닌 일반적 내용을 설명하는 수준
기획방향		○ 국가적 차원의 공동주택 누수 방지를 위한 방수 성능 기준 및 표준 지침의 설정, 설계·시공 가이드라인 마련 - 주거 건축물에 미치는 지상, 지하 환경조건을 고려한 환경대응형 방수설계 및 기술 선정 시스템 마련 ○ 공동주택 지하구조물 누수 예방 및 성능 복원 기술 및 설계 지침 설정, 시공가이드라인 마련 - 신축건축물의 경우 누수 대응형 건축 설계 디테일, 누수 발생 시의 보수 재료 선정 가이드라인 및 유지관리 지침 - 기존건축물의 경우 누수방지 및 성능복원 기술, 평가 표준을 통한 진단 방법, 적정 보수/보강 방안 제시 등 가이드라인 마련 ○ 누수예방 및 성능 복원 기술 개발 및 활용을 위한 법제도 정책도출 - 장수명, 고성능의 신기술, 신소재 개발과 적용의 지침 마련 - 가격과 인맥 위주의 경쟁 체계에서 품질과 기술능력 위주의 경쟁을 위한 성능 중심 설계 및 적정 공법 선정 시스템 개선 ○ 파일럿 프로젝트를 이용하여 실 구조물에 직접 적용할 수 있는 응용 프로젝트 개발 - 개발한 요소기술의 활용 및 검증을 통한 실질적 산업에 보급 - 방수 시작과 완성에 이르는 전 과정 기술 수준 향상

제2장. 국내외 동향 및 환경 분석

1절. 국내외 정책동향

1. 국내 정책동향

가. 소음·진동 저감기술 분야

- 공동주택 면적이 30만 m² 미만인 지역에서는 주택건설기준 등에 관한 규정 제 9조 제1항에 의거 1층에서 5층까지 실외소음 기준과 6층 이상에서의 실외소음기준 또는 실내소음 기준을 만족하도록 의무 조항
- 국토교통부 고시 제2012-7호 주택건설기준 등에 관한 규정으로 소음관련(경량, 중량충격음, 세대 간 경계벽 차음성능, 화장실 급·배수 소음 및 외부소음기준)관리 기준(주택성능등급)을 제시함
 - 2012년 12월 중량충격음 평가 시 뱅머신 뿐만 아니라 실제 사람의 충격력과 유사한 주파수 파형을 가지고 있는 고무공(Rubber ball) 까지 사용할 수 있도록 KS 규격이 재정됨 상태임
 - 층간소음 저감재의 잔류변형량을 측정 및 평가할 수 있는 KS 규격을 등록 시킨 상태로 시일이 지남에 따른 층간소음저감재의 성능을 다소 확보 할 수 있는 계기가 될 수 있음
 - 층간소음 저감재를 측정 및 평가는 표준시험동을 활용하여 진행하고 있지만, 현장 적용 시 다소의 문제로 인하여 실제 공동주택 평면을 가지 2개소 이상에서 평가하도록 법제화 진행중이며, 층간소음 뿐만 아니라 공동주택에서 발생 할 수 있는 소음에 대한 전반적인 평가를 할 수 있는 실증 주택이 필요한 실정임
 - 바닥충격음 저감성능 향상을 위하여 신축되는 공동주택의 바닥구조는 슬래브 두께(벽식구조, 혼합식구조, 무량판구조 210mm이상) 기준과 바닥충격음 성능기준(중량 50dB 이하, 경량 58dB 이하)을 동시에 만족하여야 함.(주택건설기준등에 관한 규정) 단, 기동식 구조는 슬래브두께 150mm 이상만 확보
 - 바닥충격음 차단성능 향상을 위하여 신축주택에 대한 성능기준을 강화하는 추세임
 - 바닥충격음은 공동주택에 필히 발생하는 문제로 신축주택에 대해서는 관련 기준이나 정책은 마련되어 있음. 그러나 기존 공동주택에 대한 정책이나 기술개발은 미흡한 상태임
 - 기존 주택에 적용 가능한 정책이나 기술개발 필요
- 항공기 소음에 대한 개선 현황으로는 공항소음방지 및 소음대책지역 지원에 관한 법률에서 기준을 규정, 소음피해지역별 구분과 대책내용 및 시설물 설치 제한 등

에 대한 조항 등이 있음

- 소음·진동관리법에서는 별표 12에 따라 교통소음·진동의 관리기준을 시행하고 있음
- 환경부의 환경영향평가 대상지역의 공동주택 단지 30만 m² 이상은 도로변 “가” 및 “나” 지역의 실외소음기준을 주간 65dB 이하와 야간 55dB 이하를 만족하도록 환경정책 기본법 시행
- 주택성능등급 인증 및 관리기준 제도
 - 인증제도 상 화장실 급·배수 소음에 대한 공법별 평가지표는 나타나 있지만, 실제 공동주택 급·배수 소음측정에서 나타난 결과값 평가 부분에 대한 내용 전무
 - 바닥충격음은 경량 및 중량충격음으로 구분하여 4개 등급으로 구분함
 - 경계벽은 세대간의 칸막이 벽체로서 4개 등급으로 구분하고 있으나 세대내 칸막이 벽에 대한 등급은 설정되지 않은 상태임
 - 실내소음과 내부소음에 대해 4개 등급으로 구분, 상세한 설비소음에 대한 언급은 없음
 - 창호 등 개구부에 대한 측정 및 평가를 진행 할 수 있는 차음시설은 확보되어 있으나, 실제 공동주택 등의 실증 주택에서의 개구부 차음 성능은 설정되지 않은 상태임

나. 실내공기질 개선 기술 분야

○ 국내 관련 법규

- 환경부는 국민이 공감할 수 있는 실내공기질 조성을 통한 국민 건강보호를 위하여 범정부 차원의 실내공기질 관리 중장기(’09~’13) 실천계획인 「2차 실내공기질 관리 기본계획」을 수립하였음.
- 실내공기질 관리 기본계획(’04~’08)에 이어 환경성 질환 증가 및 기후변화문제 대응 등 그간 변화된 국내·외 여건에 적극 대응하고자 마련하였고, 기획재정부, 교육과학기술부, 보건복지가족부, 국토교통부, 노동부 등 관련부처와 협의를 거쳐 수립하였음.
- 1차 기본계획(’04~’08)의 추진에 따른 지난 5년간의 성과를 분석해 보면, 다중이용시설의 실내공기질 폼알데하이드 기준강화(120→100 μ g/m³, ’08.2), 신축공동주택 실내공기질 권고기준 마련(’05.12) 등 실내공기질 기준 설정 및 관리기반을 마련하였고, 친환경건축자재의 보급을 촉진하였으며 다중이용시설 및 공동주택의 환기설비 설치를 의무화하였음.
- 2차 실내공기질 관리 기본계획은 지난 5년간의 성과와 정책여건을 반영하고, 향후 실내공기질 정책 전반에 대한 실행계획을 제시하는 중·장기 계획으로서 정책 방향은 다음과 같이 설정·추진하고 있음.

- ① 수요자 중심의 맞춤형 실내공기질 관리
- ② 사전예방적인 실내공기질 관리

- ③ 국민건강을 고려한 수용체 중심의 실내공기질 관리
- ④ 저탄소 녹색성장 및 기후변화에 대응하는 공기질 관리

- 2차 기본계획은 6대 중점과제를 중심으로 41개 세부과제를 집중적으로 추진해 나갈 예정으로서 주요내용을 살펴보면,

- ① 다중이용시설 관리대상 확대 및 기준 합리화
 - 영화관 등 대규모 시설은 법적 관리대상에 포함시키고 개별VOC, 곰팡이 등에 대한 실내공기질 기준을 마련할 계획임.
- ② 목질판상제품 오염물질 방출관리
 - 가구·건축자재의 원자재로, 실내 폼알데하이드의 주요방출원인인 합판·파티클 보드와 같은 목질판상제품에 대한 관리체계를 도입하고
- ③ 환기설비 관리체계 구축
 - 적절한 실내공기질 확보를 위해 환기설비 운영·관리 가이드라인을 마련할 계획임
- ④ 저탄소형 실내공기질 관리방법 개발·보급
 - 실내공기질 관리방안별 에너지사용량/CO2 발생량 분석을 통해 저탄소형 실내 공기질 관리방안을 개발·보급하고,
- ⑤ 건강영향이 큰 물질 관리
 - 석면, 라돈, 미생물, 흡연과 같이 인체에 암을 유발하는 등 건강영향이 큰 물질에 대한 관리체계를 강화할 계획이며,
- ⑥ 실내공기질 관련 환경성질환 관리
 - 실내공기 오염과 환경성질환의 상관관계를 규명하고 교육·예방 프로그램 운영 등 환경성질환 관리체계를 수립할 계획임

- 국토교통부는 건축물의 대지·구조·설비 기준 및 용도 등을 정하여 건축물의 안전·기능·환경 및 미관을 향상시킴으로써 공공복리의 증진에 이바지하는 것을 목적으로 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」을 제정하였음.

- ‘공동주택 및 다중이용시설의 환기설비기준 등’ 규정에 따라 신축 또는 리모델링하는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 주택 또는 건축물은 시간당 0.7회 이상의 환기가 이루어질 수 있도록 자연환기설비 또는 기계환기설비를 설치하여 함을 규정하고 있음.

- 환경부는 다중이용시설과 신축되는 공동주택의 실내공기질을 알맞게 유지하고 관리함으로써 그 시설을 이용하는 국민의 건강을 보호하고 환경상의 위해를 예방함을 목적으로 「다중이용시설 등의 실내공기질 관리법」을 개정하였음.

- 신축 공동주택의 실내공기질 측정항목과 신축 공동주택의 실내공기질 권고기준은 다음과 같음.

[표 2] 신축 공동주택의 실내공기질 권고기준

1. 폼알데하이드	210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하
2. 벤젠	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하
3. 톨루엔	1,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하
4. 에틸벤젠	360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하
5. 자일렌	700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하
6. 스티렌	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하

○ 국내 인증제도

- 현재 국내 건축물 친환경과 에너지와 관련된 인증 및 평가도구로 ‘건강친화형주택 건설기준’, ‘건축물에너지 효율등급 인증제도’, ‘녹색 건축물 인증제도’, ‘건축물에너지절약설계기준’ 등과 같은 제도와 법령 등이 시행되고 있으며, 각 인증과 기준의 내용은 다음과 같음.
- 녹색건축물 인증제도에서 공동주택은 녹색인증등급발급시 주택성능등급 인증서를 함께 발급받아야 함

[표 6] 건축물 친환경 및 에너지 관련 현행 인증제도 및 기준

구분	건강친화형 주택 건설기준	녹색건축물 인증제도	건축물 에너지 효율등급 인증제도	건축물에너지 절약설계기준	친환경주택 건설기준 및 성능
관련 근거	주택법 21조 주택건설기준 등에 관한 규정 제 65조	녹색건축물 조성지원법 제16조	건축법 제66조의 2	건축법 제66조	주택건설기준 등에 관한 규정 제64조
주관 부서	국토교통부	국토교통부, 환경부	국토교통부, 지식경제부	국토교통부	국토교통부
인증 대상	500세대 이상의 주택건설사업을 시행, 500세대 이상 리모델링을 하는 주택	신축: 공동주택, 소형주택, 업무용,복합건축(주거),학교, 숙박,판매시설, 그밖의 건축물, 복합건축물 기준 : 공동주택, 업무용 건축물	공동주택 업무용건축물	공동주택, 3,000 m^2 이상 업무시설/판매시 설 등	공동주택
평가 항목	실내공기질과 환기성능을 확보한 주택으로서 의무기준을 모두 충족하고 권장기준 중 2개 이상의 항목에 적합한 주택	토지이용 및 교통, 에너지 및 환경오염 재료 및 자원, 물순환관리 유지관리, 생태환경, 실내환경	신청주택의 총에너지 절감율, 에너지소요량, 이산화탄소발생량	건축, 기계, 전기, 의무사항 및 에너지성능지표 (EPI)	성능: 총에너지절감율 시방:단열, 고효율열원 및 에너지절약설비
제도 성격	자체평가서제출 의무인증	3,000 m^2 의 공공 기관 발주 건축물 의 경우 의무, 그 외 자발적	자발적 인증	의무 기준 (시방)	의무기준 (시방 또는 성능)

다. 결로방지 성능 향상 기술 분야

○ 결로방지 성능 기준 관련

- 주택건설기준 등에 관한 규정 : 일부개정령(대통령령 제24529호)이 2013년 5월6일 공포(1년후 시행)됨.
=> 본 규정의 내용 중에 500세대 이상의 공동주택을 건설하는 경우 국토교통부장관이 정하여 고시하는 결로방지 성능을 갖추도록 하고, 결로 취약부위에 대해 결로방지 상세도를 작성하도록 함. 여기에서는 난방공간에 대한 기준만이 존재하고 있으며, 구조체의 경우 천장 및 바닥 부위 우각부만을 측정하도록 하고 있어, 외기에 간접 면한 부위, 비확장 발코니 및 지하공간(비난방공간으로 지하주차장 및 엘리베이터 홀 등)의 기준 보완될 필요가 있음.
- 국가 표준의 경우 창호 결로 방지 성능 평가 방법 있으나, 국가적 차원에서의 요구 수준 없음.
- 국가 표준의 경우 구조체에 관한 결로 방지 성능 평가에 대한 표준이 없어, 성능 평가 기준 강화시 성능 평가 측정에 대한 표준이 마련될 필요가 있음.
- 국내에서 시행되고 있는 인증제도에 구조체 및 창호의 표면 결로 및 내부 결로에 대한 항목 없음

○ 결로방지 가이드라인

- LH공사의 주택분야 설계지침 상에서 비교적 상세하게 결로 방지를 위한 설계지침 및 창호에서의 요구수준을 제시하고 있음.
- 「LH공사 주택분야 건축설계지침」: 주방벽 단열 및 벽·천장 결로보완재 설치 시, 세대현관문 결로방지, 발코니 확장 설계 기준 상의 발코니 벽·천장 결로방지재 설치 요구, 결로방지를 위한 벽체/천장면 부분별 상세 제공, 발코니 공간 습도 저감을 위한 환기구 설치 지침 등의 내용을 제공하고 있음. 또한 LH공사 내부적으로 합리적인 결로방지 설계 온습도기준 설정하여 준수

(1) 벽체			
(단위: mm)			
구 분		설치 기준 (벽합단열재)	
		두께	폭
제한지		T=13	W=450
중부	벽도측, 벽측(벽동, 벽서)	T=13	W=450
	기타	T=13	W=300
남 부		T=13	W=300

(3) 설치기준

① 외기에 면하는 직접면 또는 간접면의 천장 및 벽체
(계단실, 승강기 승강로와 접하는 실내천장 및 벽체 포함)

② 외벽에 접하는 조적벽 : 주변단열재 설계치수 + 조적벽 간결철물
(DA-60-005)

③ 외기에 면하는 옥실 및 PD 천장에도 설치

④ 설치 예외부위 - 최상층 천장부

(2) 천장면			
[건축설계처-2853('04.07.09) 소형주택 천장 설계기준 개선]			
[건축설계처-5017('06.11.03) 결로 대책 종합방안 수립 시행]			
[기술계획처-2705('09.09.17) 결로방지재 설계기준 개선]			
(단위: mm)			
구 분		설치 기준 (압출발포폴리스티렌3호)	
		두께	폭
제한지		T=15	W=450
중부	벽도측, 우각부위, 벽측(벽동, 벽서)	T=15	W=450
	기타	T=15	W=300
남 부		T=15	W=300

(4) 결로보완용 페인트

[건축설계처-5017('06.11.03) 결로 대책 종합방안 수립 시행]

- 발코니 외부창호 적용지구 중 Ø100 ABS수지 환기구 미설치지구에 한해 발코니에 결로보완용 페인트 적용
(Ø100 ABS수지 환기구 설치지구 : 외부수성페인트)

[그림 6] LH공사 주택분야 건축설계 지침 내용 중 결로방지 가이드라인 부분

-

- 「SH 공사 재개발(재건축) 임대아파트 시설물 설치기준(건축)」: 건축계획 시, 엘리베이터 실 지하층 공용부위 결로 방지용 페인트 등 적용, 승강기기계실 창호 결로 방지, 복도식 아파트 세대현관문 결로 예방할 수 있는 구조의 문 설치, 외벽과 접하는 내벽, 천장 결로 방지 단열재 설치(특히 코너부위, 계단실, 승강기실벽 포함), 측벽에 면한 발코니 창고내부 및 후면 발코니벽체 등에 결로 저감을 위한 단열재(THK20) 적용하도록 함.

[그림 8] SH 공사 재개발(재건축) 임대아파트 시설물 설치기준(건축)

- 18

표시된 결로방지 성능시험서 제출을 규정. 구조체의 경우, 최상층 경사지붕 및 발코니 천장부위 적용을 위한 결로방지용 단열재의 시방이 명기되어 있음.



[그림 9] LH 전문시방서

- 이외에도 「건축공사시방서」: A12000 창호 및 유리공사에서는 금속 커튼월 설계 시 품질관리 계획서 하부 결로 방지 계획서 제출을 지정하고 있음. A17000 결로 방지에서는 결로 보완용 페인트 일반 시방서를 제시하고 있음
- LH공사 내부 설계지침에서 결로 방지를 위한 방안이 가장 구체적으로 제시되고 있음 => 하자발생 방지뿐 아니라, 국민 주거환경의 질적 향상을 위해서는 국가적인 차원의 정책 마련이 필요

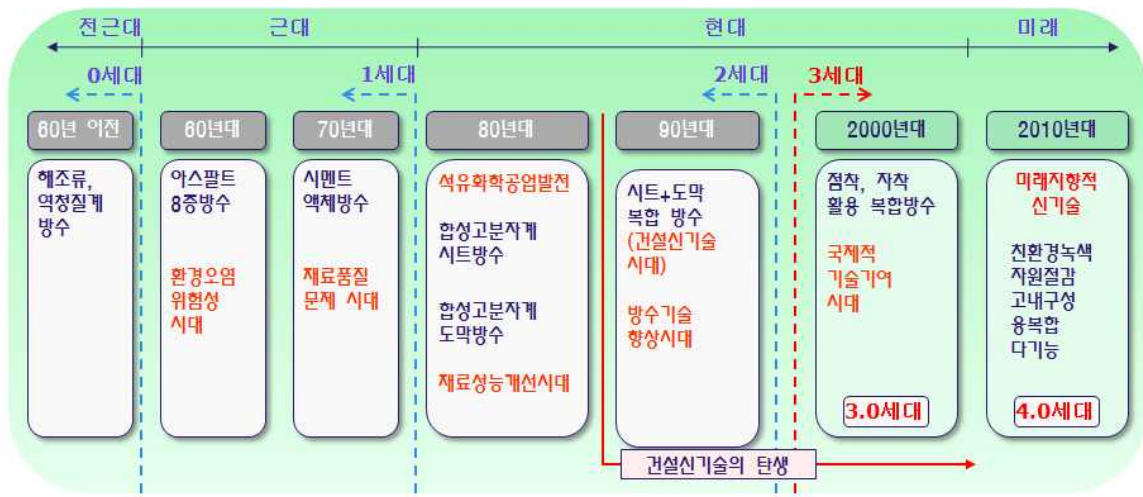
[표 7] 결로방지 분야 국내 정책 동향

구분	기준명	요약
법규	건축물의 에너지절약설계기준	지하부위 하계 표면 결로 방지 조치 / 표면 결로 발생 방지를 위한 열교부위 최소 열저항 확보 / 방습층 설치 의무조항
	주택건설기준 등에 관한 규정 2013년 5월6일 공포(1년후 시행)	500세대 이상의 공동주택을 건설하는 경우 국토교통부장관이 정하여 고시하는 결로방지 성능을 갖추도록 함 결로 취약부위에 대해서는 결로방지 상세도 작성
표준	KS F 2295	창호 결로 방지 성능 평가 방법 제시하고 있으나, 표준 상에서의 요구수준 제시 없음.
인증제도	친환경건축물 인증제도/ 주택성능등급 표시제도	인증제도 상 실내 표면 결로 및 구조체 내부 결로 방지를 위한 내용 전무

대한주택공사(LH)	주택분야 설계지침/ 전문시방서	발코니부위, 창호 등의 결로 방지를 위한 설계지침 및 결로 방지용 건자재(단열재 및 페인트)의 시방 제시
자체단체 (강동구)	친환경 공동주택 가이드라인	외피 단열성능 강화, 외단열 시스템 적용을 통한 결로 방지 권장하는 수준
자체단체 (SH)	재개발 임대아파트 시설물 설치기준(건축)/ 건축공사시방서	임대아파트 결로 저감을 위한 단열재 적용 등을 요구

라. 누수예방 및 방수 기술 분야

- 우리나라의 방수기술은 크게 3세대로 구분될 수 있으며, 1세대는 아스팔트 및 시멘트 액체방수(1960년~1970년대), 2세대는 합성고분자시트방수와 건설신기술제도의 탄생(1980년~1990년대), 3세대는 점착자착형 시트 및 시트도막복합방수의 적용(2000년대)으로 구분됨
- 2010년대인 현재는 상기의 다양한 방수재료 및 공법의 발전과 더불어 방수산업분야의 친환경녹색기술, 융·복합 기술의 발전이 예상됨



[그림 10] 국내 방수기술의 흐름

○ 현재 국내에서 보유하고 있는 관련 산업분야의 기술 및 정책 현황은 다음과 같음

[표 8] 국내 방수 관련 산업 분야 기술 및 정책 현황

방수신기술 개발	■ 방수관련 신기술 39건 - 보호기간 종료 : 30건 - 보호기간 중 : 9건
방수관련 제도 개선	■ 국토교통부 기준 시방서 개정 ■ 방수공사 표준 품셈 제·개정 ■ 공공기관 방수품질 지침개발
방수 기술 표준화	■ 방수관련 국가 표준 KS 46건 - 재료표준 33건 - 시험표준 9건 - 시공표준 4건 ■ 방수관련 국제표준 - ISO TR 16475

- 방수관련 신기술은 경질 금속시트와 도막방수재를 이용한 복합방수공법이 1998년에 건설신기술로 처음 지정된 이래로 최근까지 약 32종이 개발됨
- 전체 건설신기술이 약 600여종임을 감안할 때 약 5%에 해당할 정도로 다른 전문공종에 비해 많은 건설신기술이 개발되었다는 것을 알 수 있음
- 이러한 사실은 건설현장에 많은 방수재료 및 공법이 적용되지만 여전히 방수문제는 해결하기 어려운 과제라는 현실이 반영된 결과라고 할 수 있음

[표 9] 방수관련 건설신기술 지정현황 및 적용부위 검토 결과

지정 번호	신기술명	지정 년월	보호 기간	적용 대상
102	경질 금속시트(Sheet)를 이용한 도막(Membrane) 방수공법	1998.04	6년	옥상노출
107	경사지붕을 우레탄과 그래놀을 이용한 방수 및 마감공법	1998.06	5년	지붕노출
120	재유화형 분말수지를 이용한 방수조성물 제조공법	1998.09	5년	침투방수
154	개량아스팔트 시트와 폴리우레탄 도막재의 복합방수 공법	1999.04	5년	옥상노출
178	콘크리트 구조물에 대하여 시멘트 계열의 그라우트재를 이용한 누수방지 보수공법(WGS 방수 그라우팅 시스템)	1999.07	6년	누수보수
204	아스팔트 매스틱(ASPHALT MASTIC) 도막 및 시트(SHEET) 이중방수공법	1999.09	6년	지하 비노출
234	PE개량 EVA 시트와 무기질 탄성도막 방수재를 이용한 복합방수 공법	2000.05	6년	옥상노출
239	PPS 고분자 합성 조성물을 이용한 콘크리트 구체방수공법	2000.06	6년	구체방수
298	광물성 섬유직포를 이용한 수지모르터 방수공법	2001.09	6년	수조방수
323	공장성형 FRP 패널과 통기용 요철을 하부에 둔 EPS 보오드를 사용한 옥상 단열·방수 보수공법	2002.01	6년	옥상노출
326	옥상노출형 절연 통기완충시트와 에어벤트(RENO-VENT)를 사용한 옥상 방수공법	2002.03	6년	옥상노출
334	수밀성 방수제(트라텍)와 공기가압 침투를 이용한 시멘트 콘크리트 구조체의 표층부 수밀성 향상기술	2002.05	7년	침투방수
347	표면활성형 개량 PVC 시트(KD시트)를 이용한 건축물 옥상 복합 방수공법	2002.10	8년	옥상노출
349	수분산 폴리머의 가교결합과 Coupling Agent를 통해 페타이어 및 페유리분말의 상간접착력을 증진시킨 무기질 탄성도막방수재를 이용한 방수공법	2002.11	8년	옥상노출
364	간접가열 용융방식을 적용한 고무아스팔트 도막 방수제에 자착식 유리섬유 펠트를 접착하는 복합식 교면방수 공법	2003.03	8년	교면방수
367	자연가황형 합성고무시트(베스타)를 사용하는 지하 콘크리트 구조물의 외방수 공법	2003.04	7년	지하 비노출
369	투명 VE(VLDPE + EVA수지 혼합)시트를 배수용 부직포와 열풍 점 용착시킨 일체형 방수시트를 이용한 터널 방수공법	2003.04	6년	터널방수
376	고무화 아스팔트와 벤토나이트분말의 복합방수제(Turbo Seal)를 이용한 지하구조물 외방수(폴리아스방수) 및 누수구조물의 방수층 재형성 공법	2003.04	8년	누수보수/ 지하 비노출
394	엠보싱 폴리비닐시트(JP-시트)와 다공성 세라믹 열가소성 수지계 아스팔트 도막방수제(JP-셀)를 이용한 부분절연 블록형 옥상 비노출 복합방수공법	2003.09	8년	옥상 비노출
413	고분자 필름을 코팅한 금속판과 고무화 아스팔트 시트를 적층한 건식 방수공법	2004.05	8년	옥상노출
422	주제·경화제 일체형 3-WAY노즐(동시운전)이 장착된 스프레이건을 사용한 초속경화 수용성 고무화아스팔트 도막방수공법	2004.09	6년	지하 비노출

[표 10] 방수관련 건설신기술 지정현황 및 적용부위 검토 결과(계속)

지정 번호	신기술명	지정 년월	보호 기간	적용 부위
466	하이브리드 바탕조정제 및 프리폴리머 피복재에 혼성섬유보강재를 혼입한 상수도 염소처리 구조물 방수·방식공법	2005.08	7년	수조방수
467	투명 EVA 복합시트를 이용한 BOX 구조물 외부 방수공법	2005.08	6년	지하 비노출
476	도막재, 보강재 및 아스팔트 일체형 방수재와 연결부를 2중 접합부 구조로 하는 복합 방수공법	2005.12	9년	옥상노출
516	입체돌기형 폴리에스터 시트상부에 경량무기계 탄성형 액상 도막재를 도포한 옥상노출 복합방수공법	2007.01	5년	옥상노출
520	STS 고정구와 고주파 용착기를 사용한 PE시트 콘크리트 지하수조 벽체 방수공법	2007.02	5년	수조방수
527	저용점 섬유(L.M.F)시트에 함침용 우레탄을 도포한 절연도막 방수공법	2007.03	5년	옥상노출
536	고밀도 폴리에틸렌 필름 및 자작식 부틸 고무시트에 격자형 유리섬유를 적층하여 일체화시킨 방수시트를 이용한 비노출 방수공법	2007.07	5년	옥상 비노출
559	가물막이 우물통 선단 및 배면 차수그라우팅 공법	2008.09	5년	누수보수
560	구리 방근시트와 페타이어 용융 액상 도막방수재를 이용한 저관리형 옥상녹화용 방수공법	2008.10	5년	옥상녹화
580	요철형 복합기능성 바닥 패널과 스페이서를 이용한 옥상 녹화지방 조성공법	2009.06	5년	옥상녹화
587	고점도 및 저점도 유동성 겔과 개량 아스팔트시트를 일체화시킨 공장제작형 복합방수시트(NaB sheet)를 진동롤러로 부착시키는 방수공법(유동성 복합시트 방수공법)	2009.09	5년	옥상 비노출
634	점·접착EVA 복합 시트를 이용한 비노출 방수공법	2011.11	5년	옥상 비노출
642	황마섬유 혼입 폴리머 모르타르와 나노메탈 함유 표면보호재를 항온경량배합 분사장비로 시공하는 보수·보호 공법 (ECOTECT공법)	2012.02	5년	콘크리트 표면보수
659	인조스톤 패널과 활착식 미늘박스/양날 지지형 샷트앵커를 이용한 건축물 외벽 건식 단	2012.06	5년	외벽마감
677	PVC발포품을 이용한 단열 보완형 복합 방수공법(KD-E 시스템)	2012.11	5년	옥상노출 지하비노출

- 방수 신기술은 1989년도부터 국토교통부(당시 건설교통부)에서 “건설신기기술제도”를 만들어 방수관련 신기술의 개발을 촉진시킴
- 2012년 12월 현재 방수와 직접 관련된 신기술⁸⁾로 약 39건이 지정되어 있으며, 보호기간이 종료된 신기술 30건, 지금 현재 보호기간 중에 있는 신기술이 9건 이지만, 보호기간이 종료된 기술과 보호기간의 기술간의 적용 및 사용기준에 대한 법적 지침이 필요한 상황임

8) 2012년 12월 한국건설교통기술평가원 건설신기술 정보마당(<http://ct.kictep.re.kr>)

[표 11] 방수제품 및 시험방법·시공 관련 KS 표준 리스트

순 번	규격 번호	규격 명칭	순 번	규격 번호	규격 명칭
재 료 표 준			28	KS F 4932	교면용 시트방수재
1	KS F 3204	건축용 유성 코킹재	29	KS F 4933	방수층 보호 콘크리트용 줄눈대
2	KS F 3211	지붕용 도막 방수재	30	KS F 4934	자착식 고무화아스팔트 방수 시트
3	KS F 3215	건축용 개스킷	31	KS F 4935	누수 보수용 주입형 실링재
4	KS F 4052	방수공사용 아스팔트	32	KS F 4936	콘크리트 보호용 마감재
5	KS F 4901	아스팔트 펠트	33	KS F 4937	주차장 바닥용 표면 마감재
6	KS F 4902	아스팔트 루핑	34	KS M 3736	수 팽창성 벤토나이트 방수 시트
7	KS F 4904	스트레치 아스팔트 루핑	시 험 표 준		
8	KS F 4905	구멍뚫린 아스팔트 루핑	35	KS F 2400	콘크리트 타설 일체 부착형 자착식 시트방수재 시험방법
9	KS F 4906	모래불인 루핑	36	KS F 2451	건축용 시멘트 방수재 시험방법
10	KS F 4910	건축용 실링재	37	KS F 2621	건축용 실링재 시험방법
11	KS F 4911	합성고분자계 방수시트	38	KS F 2622	멤브레인 방수층 성능 시험 평가 방법
12	KS F 4913	직조망 아스팔트 루핑	39	KS F 2623	익스텐션 조인트 채움재의 시험방법
13	KS F 4916	시멘트 혼화용 폴리머	40	KS F 2624	콘크리트 구조물 균열보수용 직접 주이재의 내피로성능 시험방법
14	KS F 4917	개량아스팔트 방수시트	41	KS F 4938	인공지반 녹화용 방수 및 방근 재료의 방근성능 시험방법
15	KS F 4918	규산질계 분말형 도포 방수재	42	KS F ISO 13638	건축용 실링재의 장기 수중 침지 조건에서의 저항성 시험 방법
16	KS F 4919	시멘트 혼입 폴리머계 도막 방수재	43	KS F ISO 13640	건축용 실링재의 시험용 피착체 제작 방법
17	KS F 4920	외벽용 도막 방수재	시 공 표 준		
18	KS F 4921	콘크리트용 에폭시 수지계 방수·방식 도료	44	KS F 9001	콘크리트용 에폭시 수지계 방수·방식도료 도포방법 시공표준
19	KS F 4922	폴리우레아 수지 도막 방수재	45	KS F 9003	도막 방수재 도포방법 시공 준
20	KS F 4923	콘크리트 구조물 보수용 주입 에폭시수지	46	KS F 9004	방수층 보호 콘크리트용 줄눈대 시공 표준
21	KS F 4924	건축용 플라스틱계 방습 필름	47	KS F 9006	개량아스팔트 시트 방수 시공 표준
22	KS F 4925	시멘트 액체형 방수재	49	ISO/TR/16475	Guidelines for the repair of water-leakage cracks in concrete structures
23	KS F 4926	콘크리트 혼입용 방수재	기 타 (검토 중인 규격) 2013. 2월 현재		
24	KS F 4927	투습 방수 시트	50	KS F 0000	내오존 도료의 시험방법
25	KS F 4929	세라믹 메탈계 방수·방식 도료	51	KS F 0000	내오존 도료의 시공표준
26	KS F 4930	콘크리트 표면 도포용 액상형 흡수 방지재	52	KS F 0000	인공지반 녹화 방수방근층 시공표준
27	KS F 4931	교면용 도막방수재	53	ISO/TR/16774	Test methods for repair materials for water-leakage crack in concrete structures

- 누수보수 관련한 국제표준으로 서울과학기술대학교 오상근 교수가 2011년 8월에 “콘크리트 구조물 누수균열 보수지침(ISO TR 16475, Guidelines for the repair of water-leakage cracks in concrete structures)”을 제정 등록하여, 우리 기술이 국제표준으로 채택됨



[그림 11] 방수기술관련 기술의 국제표준 제정 및 제안 현황

- 방수기술의 표준화 현황⁹⁾은 1997년, 지식경제부에서는 “방수재료 및 시공표준화 연구”를 연구·추진하여 현재까지 다양한 방수 재료표준(33건), 시험표준(9건), 시공표준(4건)의 한국산업표준(KS) 총 46건이나 ISO와의 정부합화가 필요함
- 정부 및 공공기관의 방수관련 제도 개선 현황으로는 국토교통부의 기준(시방서) 개선, 방수공사 표준품셈 제·개정, 공공기관의 방수품질 향상 지침 개발 등이 있으나 방수관련 세부지침이 전무함

9) 2012년 12월 한국표준협회(www.ksa.or.kr)



[그림 12] 정부 및 공공기관 방수관련 정부정책 및 제도개선 현황

- 국토교통부에서는 공동주택 하자의 조사, 보수비용 산정 방법 및 하자판정기준을 「주택법」 제46조제8항 및 「주택법 시행령」 제60조의3 제3항에 누수와 관련된 사항을 2014년 1월 3일에 제정·고시하였으나 세부적인 지침은 보완이 필요한 상황임
- 제5조(누수)에서 건축물 및 시설물에서 발생하는 누수는 방수공사 부위, 비 방수공사 부위, 외부창호 부위로 구분하도록 되어 있으며, 그에 따른 누수하자 판단의 세부기준을 제시하였으나 하자 판정기준이 모호하여 보완이 필요함
- 제18조(창문틀 주위의 충전 불량)에서 창문틀 주위의 충전 불량으로 단열 및 방풍 등의 기능에 지장을 초래하는 경우 하자로 판정하도록 규정되어 있지만 누수 예방에 대한 언급 및 세부 판정기준이 없으므로 세부 지침 마련이 필요함
- 그 밖에도 제31조(누수 조사), 제57조(누수 보수비용) 항목에 조사 및 보수비용 산정에 대한 기준이 제시되어 있으나 현실적 하자 범위를 확정하기에는 정략적 판단 기준이 모호하므로 현장기술자에 의한 판정이 모호성이 발생할 수 있기 때문에 보완이 필요함

2. 국외 정책동향

가. 소음·진동 저감기술 분야

- 공동주택에 있어서 상·하부 세대간 층간소음에 대한 법제화는 경량충격음에 대한 평가 기준은 국내와 유사하나 중량충격음에 대한 평가기준은 상이하게 제시하고 있음
- 세계보건기구(WHO)에서 실내·외 소음에 대한 가이드라인(Guideline for Community Noise, 1995)을 실내의 사용 목적에 따라 발생하는 인체의 감각에 대한 영향요소로서 소음레벨을 제안하고 있음
- 실내에서는 주간 16시간 동안에 준해서 35dB(A)를 넘어설 경우, 회화방해와 보통의 불쾌감이 발생되며, 야간 8시간에는 30dB(A)를 초과하면 침실에서 수면방해가 발생하는 것으로 나타남. 또한, 야간시에 침실 밖에서 수면을 취할 경우 외부창이 오픈되었을 때, 45dB(A)를 초과하면 수면방해가 발생하는 것으로 가이드라인을 제시하고 있음
- 일본의 경우는 다음과 같음
 - 일본은 1965년 “주택건설계획법”이 제정되어, 1973년 “바닥충격음 측정방법(JIS A1418)”이 마련되었으며 이후, 일본의 실정에 맞게 독자적으로 개발된 중량충격음에 대한 측정방법이 추가됨. 또한, “튼바닥용 락울 완충재(JIS A 9321)” 등 차음 재료와 건축물의 차음성능 기준과 설계지침이 마련됨
 - 주택품질확보촉진법을 제정하여 2001. 4월부터 시행하고 있으며, 바닥충격음 등급을 제시하고 있음
 - 일본 환경기본법 제16조 1항에 따라 소음에 관계된 환경기준에서 도로에 향하는 지역과 도로에 향하지 않는 지역에 대해서 각각 유형 및 시간의 구분에 따라 기준 값을 설정하고 있음
 - 일본의 실내소음 기준은 지역을 구분하여 간선도로 주변지역에서 주간 45dB, 야간에서는 40dB로 설정하고 있음
- 영국의 경우는 다음과 같음
 - Noise Policy Statement for England (NPSE)에서 건강과 삶의 질에 영향을 미치는 요소를 회피하거나 줄이도록 하고 있으며, 소음정책을 명확히 알려주고 적절한 조치와 비용적 효과를 나타낼 수 있도록 대안을 검토함. 또한 소음저감 대책 마련을 위한 절차 등을 규정하고 있음
 - 스코틀랜드의 TRANSPORTATION NOISE ACTION PLAN에서는 항공기, 도로, 철도로 인한 소음피해인구를 산정하고, 공공의 목적으로 환경소음 정보를 제공함. 또한 소음지도 제작 절차 및 소음저감정책 준비를 위한 가이드를 제공하고 있으며, 비용 및 이익을 고려한 미래분석을 제시함

나. 실내공기질 개선 기술 분야

- 국외 기준을 살펴보면 오염물질에 따라 차이가 있는데, 이는 각국의 실내공기 관리 수준, 자연환경의 특징에 기인한다고 할 수 있음
- 예를 들면, 미국의 토양은 라돈의 발생량이 높아 장기간 폭로 시 암을 유발한다고 밝혀져 환경부에서 이에 대하여 적극적인 규제 정책을 펼치고 있고, 일본은 건축의 주재료가 목재이기 때문에 목재 와 목재의 방부, 방충 처리 등에서 사용되는 화학물질 중의 폼알데하이드를 국가적 차원에서 관리
- 대부분의 국가에서 주택의 최소 환기량 규제는 실별로 구체적인 기준을 제시하고 있으며 환기시스템 및 실내공기질 개선에 대한 정부차원의 가이드라인을 제시하고 협회나 민간을 중심으로 한 실내공기질 진단 및 개선 프로그램 또한 활성화 됨
- 미국은 오염물질별 법적규제는 하지 않고 있으나 다양한 실내공간에 대한 관리를 위하여 작업장 환경에서의 실내오염물질에 대한 가이드라인을 제시
 - 미국 환경청(US EPA : Environmental Protection Agency)는 9개실 3개 담당관 10개 지역사무소로 구성되어 있으며, 9개실 중의 하나인 대기방사선실에는 6개국 이 있고 그 중 방사선 및 실내 대기국에서 실내오염물질과 방사선 노출로부터 일반시민과 환경을 보호하고 있음.
- 방사선 및 실내 대기국 (ORIA)내의 실내환경과 (IED: Indoor Environments Division)에서는 정부의 실내공기질 정책 및 프로그램 개발과 다양한 정책평가, 실내오염물질들의 영향에 대한 연구, 실내오염 분야의 발전 및 정책 기구 의 결정 등 실질적인 실내환경업무를 수행하고 있으며, 21개 연방정부기관들로 구성된 실내공기질위원회 (CIAQ:Committee for Indoor Air Quality)에서 수행되는 모든 활동들을 선도하고 있음.
- 또한 미국 환경보호청(US EPA)에서는 Indoor Air PLUS와 같은 실내공기질 진단 및 인증 프로그램을 운영하여 설계에서 완공 후까지 실내공기질 관련 항목을 진단할 수 있도록 함
- 실내공기질 진단을 위한 체크리스트와 인증 프로그램을 스마트폰 어플리케이션을 활용한 방법으로 제공하여 손쉽게 활용하고 개선 가능하도록 유도함



[그림 13] US EPA에서 제공하는 Indoor Air Plus Checklist

- 미국 Home Indoor Air Quality Checklist 는 주택을 대상으로 주방 및 화장실 등 주택관련 전반적인 시설의 실내공기질 유지관리를 다루고 있음

[표 12] 미국 Home Indoor Air Quality Checklist

대 상	주 택	
점검 부분	● 주방(Kitchen) ● 화장실(Bathroom) ● 침실(Bedrooms) ● 모든 방(all rooms) ● 지하실/1층 (Basement/ground floor)	● 차고(Garage) ● 냉난방(Heating/Cooling systems) ● 마루 밑(Crawl space) ● 다락(Attic)

- OSHA(Occupational Safety and Health Administration)는 작업장 공기오염 기준을 설정하였고, ASHRAE(American Society of Heating, Refrigerating, Air-Conditioning Engineers)에서는 환기 및 공기질과 관련하여 자발적으로 기준을 설정하였음. 캘리포니아 주정부 대기관리부는 신규 건축물에서 발생하는 VOCs, 연소오염물질(일산화탄소(CO), 이산화질소(NO₂), 분진, 다환방향족탄화수소(PAHs) 등), 폼알데하이드 등에 대한 관리지침을 제정·운영하고 있으며, 보건부서에서는 실내공기 오염물질(VOCs포함)에 대한 노출평가, 노출량 감소 지침을 제시하고 있음. 실내공기오염물질에 대한 지침이나 권고이외에도 실내공기질 개선 효과를 유도할 수 있는 방법으로 실내공기질에 대한 인증제도를 실시하고 있으며, 건물전체의 관점에서 환경성능을 평가하고 건축시장을 활성화시키기 위해 시행되고 있는 환경성 능력평가제도인 LEED(Leadership in Energy Environmental Design) 가 그 중의 하나임.
- 미국의 경우는 중앙정부, 지방정부, 비정부단체 등이 별도의 관리 프로그램을 운영 하고 있으며, 지하주차장, 지하상가 등의 실내공기에 대한 별도의 규정은 없음
- 미국 Greengard: HOME RENOVATION IAQ CHECKLIST는 기존 주택을 개축할 경우를 대상으로 건식벽의 곰팡이 관련이나 가구 설치 시 폼알데히드 포함여부 등 전반적인 주택 개축 시 유의사항과 시설 및 유지관리를 다루고 있음

[표 13] 미국 Greengard: HOME RENOVATION IAQ CHECKLIST

대 상	주 택 개 축
점검 부분	● 건식벽(Drywall): 곰팡이 방지 ● 바닥재(Flooring): VOC 저방출 ● 단열재(Insulation): 무독성 단열재 ● 페인트/접착제/코킹제(Paints/Adhesives/ Sealants : VOC 저방출 ● 가구(Furniture): 폼알데히드 포함여부 ● 환기(Ventilation): 공사중 환기 ● 개방(Flush out): 공사 후 개방 ● 청소(Cleaning): 무해한 세제 사용

- 미국 냉난방공조학회(ASHRAE : American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers)를 중심으로 주택의 환기시스템 및 실내공기질 개선에 대한 가이드라인 제시함
 - 다습한 지역을 중심으로 결로나 누수 및 이에 따른 곰팡이 피해를 진단하고 복구하는 프로토콜을 정부기관(EPA, NIOSH, CDC 등) 및 지자체 등에서 제시함
 - 미국 냉난방공조학회(ASHRAE)에서는 ANSI/ASHRAE Standard 62-2001(Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality)로 실내공기오염 농도에 대한 기준을 제시함

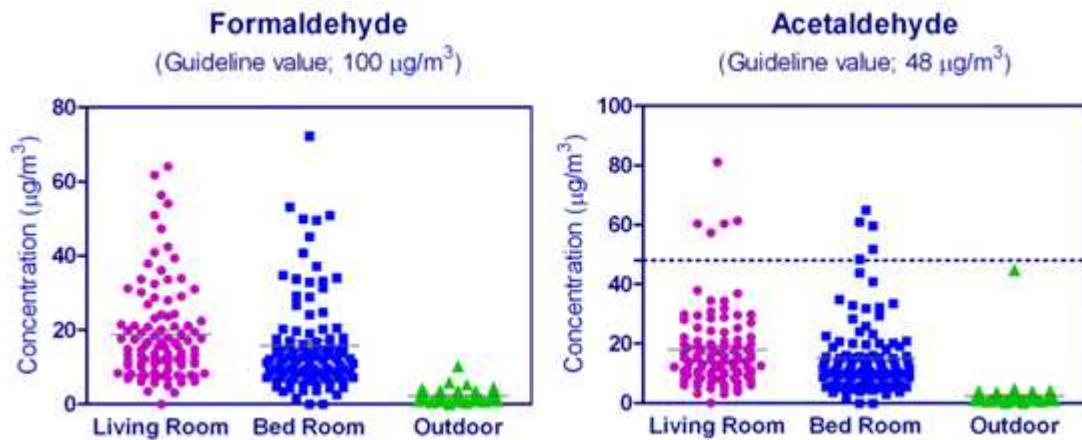
[표 14] 미국 냉난방공조학회(ASHRAE) 가이드라인; 2003

오염물질	목표 가이드라인
일산화탄소 (CO)	9000 ppb (10,309.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), (8시간 평균)
포름알데히드 (HCHO)	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (81ppb), (30분 평균)
납 (Pb)	1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3개월 평균)
이산화질소 (NO ₂)	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (531ppb), (1년 평균)
냄새	80% 만족률 (거주자나 방문자의 80%가 허용)
오존 (O ₃)	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (50ppb), (1년 평균)
부유입자 (PM _{2.5})	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1년 평균)
부유입자 (PM ₁₀)	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1년 평균)
라돈 (Rn)	4 pCi/liter (1년 평균)
이산화황 (SO ₂)	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (30.5ppb), (1년 평균)
총휘발성유기화합물 (TVOC)	1)300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 미만, 2)300~3000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 3)3000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상

○ 일본의 경우는 다음과 같음

- Sick Building Syndrome과 같은 실내화학물질 오염 문제가 사회적으로 크게 부각되면서 1996년 7월에는 건강주택연구회가 조직되었고, 이 위원회에서 ‘주택 내 화학물질오염에 관한 가이드라인’을 추진함

- 1997년 6월에는 후생성에서 실내공기중 화학물질과 건강과의 관계를 조사하였으며, 포름알데히드의 실내농도 지침을 발표함
- 2002년 1월에는 13종류의 화학물질에 대해 실내농도 지침을 발표하였고, 계속해서 새로운 화학물질에 대한 검토가 이루어지고 있는 상태임
- 각 정부 부처에서는 연구활동을 통하여, 후생노동성(지침치, 측정법, 빌딩관리법), 국토교통성(실태조사, 주택품질확보 촉진법, 건축기준법), 농림수산업성(JAS제정), 경제산업성(JIS제정), 문부과학성(학교위생 기준 개정) 등의 가이드라인 및 기준을 정립함
- 2003년 3월에는 건축자재에서 방출되는 포름알데히드의 등급에 대하여 JIS/JAS 규정을 강화하고 적용대상 건축자재를 확대하여 시행함하였으며, 휘발성 유기화합물에 대해서는 2003년까지 기준안을 검토 후 정립함
- 2003년 7월 1일부터는 건축기준법이 개정되어 공동주택에 24시간 환기설비 설치를 의무화하였으며, 포름알데히드를 방출하는 건축자재는 실내 환기횟수에 따라 등급별로 구분하여 사용면적을 제한하는 것으로 규제하고 있음
- 또한 신축 및 리모델링 주택에 대해서 실내공기 중 휘발성유기화합물 농도의 후생노동성 가이드라인 기준 적용이 권장됨
- 오염물질 저방출자재 및 흡방습 기능이 있는 기능성 건축자재의 개발 및 관련 인증제도의 운영이 활성화 됨
- 협회나 민간을 중심으로 한 실내공기질 진단 및 개선 프로그램이 활성화됨
- 일본 후생노동성 및 국토교통성에서는 실내공기 중 주요 화학물질에 대한 모니터링을 매년 실시하여 농도 추이를 공표하고 있음
- 2003년 일본 JIS 규격 개정 및 건축기준법의 개정을 통해 실내에 사용하는 건축자재에서 발생하는 화학물질의 양을 규제함. 이에 따라 건축기준법에서 규제하고 있는 포름알데히드 방출량이 개선된 목재 등의 건축자재 개발이 확산되어 현재는 대부분 포름알데히드 저방출 자재가 사용되고 있음
- 건축기준법에서 규제하고 있는 포름알데히드 뿐만 아니라 후생노동성이 제시하고 있는 14가지 화학물질에 대해서도 자발적인 건축자재 개선을 통해 저방출 자재가 사용되고 있음
- 건축자재의 접착제나 방부제로 사용되는 포름알데히드의 대체 화학물질로써 아세트알데히드의 사용이 의심됨에 따라 아세트알데히드도 검토 화학물질에 추가함
- 후생노동성과 국토교통성이 매년 수행하고 있는 조사 결과 중 최근 2011년 겨울의 측정 결과 9가지 화학물질 중 아세트알데히드, p-디클로로벤젠, TVOC를 제외하고는 후생노동성 권장치를 모두 만족함



[그림 14] 일본 후생노동성 측정 결과치

- 캐나다 환경부는 대기환경청, 수질관리청, 환경평가청, 기상청, 야생동물관리청 등을 중심으로 지부와 프로그램들로 구성
 - 실내공기오염은 보건부, 환경부, 노동부, 지방정부 등이 상호 협력하에 작업장 및 주거지의 실내공기질 관리지침을 정하고 이에 따라 관리
 - 관리대상 오염물질은 크게 비발암물질과 발암물질로 나누며, 그밖에 생물학적인 오염원과 기타 먼지, 담배연기 등을 포함한 권고기준을 두고 있음
 - 보건부와 노동 관련기관에서는 작업장 및 주거지의 실내공기질 허용기준 및 관리지침을 제정하여 관리하고 있으며, 단기간의 고농도 노출뿐만 아니라 장기간 노출에 의한 잠재적 위해성이 고려됨
- CO_2 , CO , HCHO , NO_2 , O_3 , 입자상 물질, SO_2 , 상대습도 등에 대해 ALTER, ASTER로 구분된 장·단기 권고기준 설정

[표 15] 캐나다 실내공기질 권고기준(1989)

오염물질	가이드라인
폼알데하이드(HCHO)	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (100ppb)
아크로레인(CHCHO)	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (20ppb)
이산화탄소(CO ₂)	6300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (6,300,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 3,500 ppm(3,500,000 ppb)
일산화탄소(CO)	12.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (12,600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 11ppm(11,000ppb) (ASTER, 8시간 평균) 28.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (28,600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 25ppm(25,000ppb) (ASTER, 1시간 평균)
이산화질소(NO ₂)	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (50ppb) : (ASTER) 480 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (250ppb) : (ASTER, 1시간 평균)
오존(O ₃)	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (120ppb) :(ASTER, 1시간 평균)
부유분진(PM 2.5)	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ASTER) 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ASTER, 1시간 평균)
이산화황(SO ₂)	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (19.1ppb) : (ASTER) 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (381.6ppb) : (ASTER, 5분 평균)
라돈(Rn)	800 Bq/m ³ (년 평균)
습도(Rel. Hum)	30~80%(하계), 30~55%(동계)

- 독일의 실내공기질 관리에는 환경부, 보건부, 경제부, 건설·노동사회부, 건설부, 과학기술부 등이 관련되어 있으며, 부처 간에 working group이 결성.
- 독일의 환경부는 연방 산하 부서로 환경청, 자연보호청, 방사선 관리청 등 3개의 청으로 나누어짐
- 이중 환경청은 Administrative Centre, Subject Area I, Subject AreaII, Subject AreaIII, Subject AreaIV의 5개 부서로 나누어지짐
- Subject AreaII에서는 환경연구, 환경질의 목표관리와 위생관리, 쾌적한 온열조건유지 및 관리의 업무를 수행하고 있으며, 위생관리 업무와 실내공기질을 관리하고 있음
- 보건부는 라돈의 권고치를 6.8pCi/ℓ (250Bq/m³)로 설정하고 있으며, 폼알데하이드는 100ppb, 테트라클로로에틸렌은 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 관리하고 있음
- 독일은 작업장에 있어서 인체에 유해한 위험물질에 대한 기준치 (MAK= Maximale Arbeitsplatz Konzentration, 최대작업장농도)는 가지고 있지만, 실내

공기에 대한 기준치는 없는 실정

- MAK는 가스, 증기, 부유물질에 대한 작업장 최대허용치로서, 1일 8시간, 매주 40시간 장기적으로 그리고 반복적으로 노출되었을때 작업자가 건강에 해를 입지 않는 정도의 유해물질농도에 대한 규정
- MAK 기준치는 독일학술기관(DFG = Deutsche Forschungs gesellschaft)이 해마다 조사하여 발표
- MAK기준치는 작업장의 작업자가 매주 40시간 노출되어도 인체에 해가되지 않는다고 판단되는 오염물질 평균농도수준인 NOEL (= No Observed Effect Level,작용이 관찰되지 않는 수준)에 해당.
- 최근에 들어 독일의 연방환경청(UBA) 산하 IRK(Innen raumlufthygiene - Kommission, 독일실내공기위생위원회)가 구성되어 실내공기위생에 대하여 연방환경청장의 자문역할을 수행하고, 실내공기위생에 대한 조언과 입장을 표명하는 업무를 담당하고 있음
- IRK는 AOLG(=Arbeitsgemeinschaft der Obersten Gesundheitsbehoerden der Laender, 주정부 최고 보건위생국 공동협력체와 공동으로 실내공기질-기준치인 GV(GuidelineValue)를 정하는 연구업무를 수행하여, 실내공기질을 크게 GV I와GV II로 구분하고 있음
- 현재까지 알려진 바에 의하면 GV I은 평생 노출되어도 건강을 해치지 않는 실내에 있어서 유해물질농도에 대한 기준치인 반면 GV II는 유독성이나 전염성과 같은 작용이 나타날 수 있는 최소 하한치에 안전계수를 고려하여 정한 기준치임
- 공기 중에 GV II에 속하는 가스가 기준치 이상 존재할 경우에는 즉시 대책을 마련해야만 하며 예민한 사람이 이 기준치에 장시간 노출되면 건강이 손상되는 위험이 따를 수 있기 때문임

[표 16] 실내공기 기준치 (IRK: 독일 실내공기위생위원회(2004년))

물질	GV II	GV I	확정연도
톨루엔	3 mg/m ³ (3,000μg/m ³)	0.3mg/m ³ (300μg/m ³)	1996
폼알데하이드(HCHO)	-	120μg/m ³ (100ppb)	
디클로로메탄	2mg/m ³ (2,000μg/m ³) (24시간평균)	0.2mg/m ³ (200μg/m ³)	1997
일산화탄소(CO)	60mg/m ³ (60,000μg/m ³) (30분 평균) 15mg/m ³ (15,000μg/m ³) (8시간평균)	6mg/m ³ (6,000μg/m ³) (30분 평균) 1.5mg/m ³ (1,500μg/m ³) (8시간평균)	1997
펜타클로로페놀	1μg/m ³	0.1μg/m ³	1997
이산화질소(NO2)	0.35mg/m ³ (350μg/m ³) (30분 평균) 0.06mg/m ³ (60μg/m ³) (1주일 평균)	-	1998
스티렌	0.3mg/m ³ (300μg/m ³)	0.03mg/m ³ (30μg/m ³)	1998
수은(Hg)	0.35μg/m ³	0.035μg/m ³	1999
트리스(2-클로로에틸 포스페이트)	0.05mg/m ³ (50μg/m ³)	0.005mg/m ³ (50μg/m ³)	2002
티레펜틴	2mg/m ³ (2,000μg/m ³)	0.2mg/m ³ (2,00μg/m ³)	2003
나프탈렌	0.02mg/m ³ (20μg/m ³)	0.002mg/m ³ (2μg/m ³)	2004
총휘발성유기화합물 TVOC	1 - 3mg/m ³ (1,000-3,000μg/m ³) 0.2 - 0.3 mg/m ³ (200-300μg/m ³ ; (미래목표치))		1999

- 영국은 환경과 건설, 교통부가 하나로 통합되어 있으며, 환경건설교통부내 환경국이 실내오염에 대한 측정 및 감시연구 등을 전담하고 있음
- 건설과는 실내공기질을 관리하여 생산성이 향상될 수 있도록 목표와 평가지표를 단계적으로 설정하고 있음
- 영국은 통합된 업무들이 부내에서 각 국별로 나뉘어 이루어지므로 교류와 연계가 용이하다는 장점을 가지고 있음
- EPAQS (Expert Panel of Air Quality Standards)가 제시하는 가이드라인을 DEFRA (Department for Environment Food and Rural Affairs)가 받아들이고 있음

[표 17] 영국 실내공기질 가이드라인(1999)

기준 물질	기 준	EPAQS report
벤젠	5ppb ($16.25\mu\text{g}/\text{m}^3$) (년 평균)	1994
부타디엔	1ppb ($2.25\mu\text{g}/\text{m}^3$) (년 평균)	1994
일산화탄소 (CO)	10ppm (10,000ppb), ($11,600\mu\text{g}/\text{m}^3$) (8시간 평균)	1994
납 (Pb)	$0.25\mu\text{g}/\text{m}^3$ (년 평균)	1998
이산화질소 (NO ₂)	150ppb ($287\mu\text{g}/\text{m}^3$) (1시간 평균)	1996
오존 (O ₃)	50ppb ($100\mu\text{g}/\text{m}^3$) (8시간 평균)	1994
부유분진 (PM ₁₀)	$50\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24시간 평균)	1995
이산화황 (SO ₂)	(SO ₂) 100ppb ($266\mu\text{g}/\text{m}^3$) (15분 평균)	1995

- 싱가포르 환경부(Ministry of the Environment)는 1996년 실내공기질관리 지침을 제정하고 이산화탄소, 일산화탄소, 폼알데하이드, 오존, 부유분진, 휘발성유기화합물 등의 실내공기질을 관리하고 있음
- 가이드라인을 설정하여 실내공기질은 매 2년마다, 환기시스템은 매 6개월마다 건물 소유자가 정밀검사토록 의무화하고 있음
- 실내공기질이 의심되는 경우 담당공무원이 실내공기질과 환기설비를 직접 조사토록 하는 Environmental Public Health Act를 집행할 계획임

[표 18] 싱가포르 실내공기질 가이드라인(1996)

오염물질 기준	기 준
이산화탄소 (CO ₂)	$1800\text{mg}/\text{m}^3$ ($1,800,000\mu\text{g}/\text{m}^3$), (1,000,000ppb); (8시간평균)
일산화탄소 (CO)	$10\text{mg}/\text{m}^3$ ($10,000\mu\text{g}/\text{m}^3$), (9,000 ppb); (8시간 평균)
폼알데하이드(HCHO)	$120\mu\text{g}/\text{m}^3$ (100ppb) (8시간 평균)
오존 (O ₃)	$100\mu\text{g}/\text{m}^3$ (50ppb) (8시간 평균)
총휘발성유기화합물 (TVOC)	3 ppm (3,000ppb)
총세균	500 CFU/ m^3
부유분진	$150\mu\text{g}/\text{m}^3$

- 덴마크는 환경보호부(MEE :Ministry of Environment and Energy)산하 환경보호청(EPA)에서 실내공기오염에 대한 관리를 담당하고 있음
- 덴마크 실내환경협회는 건물재료와 인테리어 재료들이 실내환경에 미치는 영향을 중시하여 실내환경인증(Indoor Climate Labeling : ICL)제도를 실시하고 있음
- 덴마크를 비롯한 서구의 환경선진국은 실내공기질에 영향을 미치는 실내오염원을 제어하기 위하여 건축자재와 설비의 기준을 강화하였으며 VOCs, PAHs, Radon, HCHO, 석면 등과 같은 물질을 엄격하게 통제하기 위해 노력중임

- 노르웨이는 보건부, 노동부, 건축물 관련부처 등이 실내공기질 관련 업무를 수행하고 있음.
- 보건부 산하 국립공중위생원(National Institute of Public Health)에서 라돈, 석면에 대한 공중보건협회에서 실내공기질 가이드라인을 마련하였음.

[표 19] 노르웨이 실내공기질 가이드라인(1999)

항목	기 준
라돈 (Rn)	200 - 400 Bq/m ³
석면	0.001 fiber/m
광물 섬유(MMMF)	0.01 fiber/m
분진(PM 2.5)	20 μ g/m ³ (24시간평균)
이산화탄소(CO ₂)	1,800mg/m ³ (1,800,000 μ g/m ³)
일산화탄소(CO)	10 mg/m ³ (10,000 μ g/m ³ ; (8시간평균) 25 mg/m ³ (25,000 μ g/m ³ ; (1시간평균)
이산화질소(NO ₂)	100 μ g/m ³ (1시간평균)
폼알데하이드(HCHO)	100 μ g/m ³ (30분평균)

- 유럽국가들의 경우 노르웨이, 덴마크를 비롯한 많은 나라에서는 WHO에서 1987년 제정한 유럽의 '실내공기환경 지침서(Air Quality Guidelines for Europe)'에 근거하여 기준을 설정하였고 1997년에 개정안을 제시함
- 2004년 CEN/TC 156WG(유럽기준/환기분과위원회)에서 제안한 실내공기환경의 쾌적성 유지 실내공기질과 환기량 기준이 적용되고 있음

[표 20] 유럽의 건물 등급에 따른 환기량 기준

항목	재실자에 대한 환기량	건물특성에 대한 환기량	
		저오염건물	오염건물
A등급	10L/s·인	1.0L/s·m ²	2.0L/s·m ²
B등급	7L/s·인	0.7L/s·m ²	1.4L/s·m ²
C등급	4L/s·인	0.4L/s·m ²	0.8L/s·m ²

다. 결로방지 성능 향상 기술 분야

○ 국외 결로 방지 성능 기준¹⁰⁾

- 일반적으로 유럽 각국 선진국에서는 결로 방지를 위한 설계기준으로 온도 차이 비율(temperature difference ratio)를 사용하고 있음
- 국제 표준인 ISO10211:2007에서도 온도차이비율을 가지표로 사용할 것을 규정하고 있음. 온도차이비율이란 실온과 외기온의 차이에 대한 실온과 내벽표면온도의 차이를 비율로 표시한 것으로 온도 차이 비율을 나타내는 용어는 각 참고 문헌 별로 온도 강하율, temperature depression, temperature difference ratio, temperature ratio value 등과 같이 차이가 나타남
- 온도차이비율은 정상상태 조건하에서는 실내외 온도차가 달라지더라도 벽체 열저항에 동일한 경우 항상 일정하게 유지되므로 임의의 실내외 온도조건하에서 실내측 최저표면온도를 구해 다음 식과 같이 계산할 수 있으며, 온도 차이 비율 값이 1에 가까울수록 표면 결로 방지성능이 우수함을 의미함

$$T_{DR} = \frac{T_m - T_o}{T_i - T_o} \quad (\text{식 1})$$

TDR: 온도차이비율

$$T_o = \frac{T_{DR} \times T_i - T_m}{T_{DR} - 1} \quad (\text{식 2})$$

T_m : 실내최저 표면온도(℃)

T_o : 외기온도(℃)

$$T_{oc} = \frac{T_{DR} \times T_i - T_m}{T_{DR} - 1} \quad (\text{식 3})$$

T_i : 실내온도(℃)

- (식 1)을 (식 2)와 같이 외기온도(T_o)에 관해 정리한 후, 실내 최저 표면온도(T_m)를 실내 공기의 노점온도(T_c)로 치환하면 (식 3)과 같이 되며, 이를 통해 여러 실내 온습도 조건에서 표면 결로가 발생하기 시작하는 외기온도 (T_{oc})를 알 수 있음

• 오스트리아

- Austrian Standard B 8110- 2에서는 외기온도에 따른 실내 상대습도 및 온도 기준을 제시하고 있다. 실내 온습도 기준을 만족할 경우 어떠한 외기조건하에서도 표면결로가 발생하지 않도록 기준을 정하고 있다. 즉 표면결로를 방지하기 위해서는 다음의 두 가지 조건 중 하나를 만족시키도록 설계하고 있음

- 외기에 면한 벽체의 온도차이비율(TDR)은 0.31이하가 되도록 함
- 해당지역의 발생 가능한 모든 외기조건하에서 항상 내표면의 최저 표면온도는 실내 노점온도 보다 높다는 것을 증명하여야 함

• 벨기에

- 현재 벨기에 기준에는 결로 발생 평가에 관한 조항이 없음. 유일한 공식문서로는 1984년 BBRI가 출간한 기술노트(TN 153)에서의 지침은 주거공간에서 보편적인 상황에 적용할 수 있는 요소들을 통해 결로 발생 가능성이 있는 부위에 대해 온도차이비율(TDR)을 0.3으로 정하

10) 결로방지 및 단열성능 개선방안 연구, 롯데건설(주) 기술연구소 건축환경담당, 2005

고 있음. 또한 일반적으로 열교를 발생시키는 약 50개의 건물상세를 포함하고 있는 작은 열교도감을 가지고 있음. 여기에는 단열층의 열저항이 달라질 경우 온도차비율(TDR)을 미리 계산하여 보여주고 있음

- 스위스

- 스위스 기준 S1A180에서는 건물의 열적으로 취약한 부위(모서리, 열교)에서의 표면온도는 항상 노점온도보다 높아야 한다고 명시하고 있음. 이때 결로 판정을 위한 실내 온도조건은 20℃ (EF)이고 상대습도는 50%를 기준으로 하며 내표면 저항은 $R_{si}=0.167\text{m}^2\text{K/W}$ 을 사용하게 되어 있음. -5℃와 25℃ 사이의 외기온에 따라 온도차비율(TDR)값은 0.239에서 0.43사이로 변하고, 유리창의 가장자리와 같이 결로가 발생하더라도 특별한 손상이 발생하지 않는 부위에 대해서는 일시적으로 발생이 허용되고 있음.

- 네덜란드

- 아래 표는 네덜란드 건축법에서 요구하고 있는 건물의 용도별 온도차비율(TDR)에 대한 필요조건을 나타냄. 온도차비율(TDR)의 계산방법은 NEN2778에 제시되어 있다. NEN 2788(moisture control in buildings, determination method)은 습기 조절방안을 다루고 있으며 결로의 판정 방법은 NEN 2788의 8장에 제시되어 있다. 여기에는 결로발생과 관련하여 건물 부위의 표면온도를 예측할 수 있는 3차원 수치해석방법을 제공하고 있다.

[표 21] 네덜란드 건축법에서의 열교방지를 위한 온도 계수의 최소값

건물 용도 구분	온도계수
신축 주거용	≤ 0.35
신축이동식 주택	≤ 0.35
신축비주거용	≤ 0.50
신축호텔 등	≤ 0.35

- 프랑스

- 습도와 결로에 대해서 단지 권장사항을 사용함. 그 방법은 실내의 시간당 수증기 $W(\text{g/h})$, 시간당 환기량 $n(\text{m}^3/\text{h})$ 그리고 실외의 절대습도 $W_e(\text{g/m}^3)$ 등을 고려한 습도 평형식을 근거로 하고 있음. 표면 결로의 발생은 주어진 실내외 온도조건하에서는 방의 습도 상태에 따라 좌우됨. 결로 판정의 참고조건(reference condition)은 실외 온도 0℃, 실외 상대습도 80%, 실내 온도는 18℃로 하고 있음.

[표 22] 프랑스 실내 온도조건에 따른 온도차비율의 범위

실내 습도 조건	온도차비율의 범위
$W/N \leq 2.5\text{g/m}^3$	$\text{TDR} < 0.75$
$2.5 < W/N \leq 5\text{g/m}^3$	$\text{TDR} < 0.48$
$5 < W/N \leq 7.5\text{g/m}^3$	$\text{TDR} < 0.27$

[표 23] 국외 결로방지 표준 설계 시공 기술 관련 법규, 표준 및 시방 현황

분류	번호	자료명	결로방지성능			
			평가 지표	요구 수준	평가 방법	요소 기술
법규	①	영국, Building Regulations 2000, Approved Document L1A Conservation of fuel and power in new dwellings, 2010.10 (5.9~5.13 등)	O			
	②	영국, Building Regulations 2000, Approved Document L1B Conservation of fuel and power in existing dwellings, 2010.10 (5.5~5.6 등)	O			
	③	영국, Building Regulations 2000, Approved Document L2A Conservation of fuel and power in new buildings other than dwellings, 2010.10 (5.3~5.8 등)	O			
	④	영국, Building Regulations 2000, Approved Document L2B Conservation of fuel and power in existing buildings other than dwellings, 2010.10 (5.5~5.7 등)	O			
	⑤	영국, BR 497, Conventions for calculating linear thermal transmittance and temperature factors, BRE, 2007	O		O	
	⑥	영국, IP1/06, Assessing the effects of thermal bridging at junctions and around openings, BRE, 2006	O	O		
	⑦	캐나다, National Building Code of Canada 2005, Division B Acceptable, Part 5 Environmental Separation, 5.3 Heat Transfer (Appendix A-5.2.1.2.(1)), 2010	O			
	⑧	네덜란드, Regeling Bouwbesluit 2003, Dutch Building Code (Dutch Building Code Online, http://www.bouwbesluitonline.nl)	O	O		
표준	①	캐나다, Canadian Standards Association(CSA) A 440-00/440.1-00, Temperature index I	O		O	
	②	오스트리아, ÖNORM B 8110-2, Wärmeschutz im Hochbau - Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz (Austrian standard B 8110-2 - Thermal insulation in building construction - Water vapour diffusion and protection against condensation), Österreichisches normungsinstitut, 2002	O	O		
	③	독일, DIN 4108-2:2001-03, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden. Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz. Deutsches Institut für Normung, Berlin, 2001	O	O	O	
	④	핀란드, Asumisterveysohje, Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1, Sosiaali- ja terveysministeriö, Helsinki, 2003	O	O		
	⑤	네덜란드, NEN 2778:1991, Vochtwerking in gebouwen, Bepalingsmethoden. Nederlands Normalisatieinstituut, Delft, 1991	O		O	
	⑥	미국, ASHRAE, ASHRAE Handbook 2009 Fundamental, Chapter 25. HEAT, AIR AND MOISTURE CONTROL IN BUILDING ASSEMBLIES-FUNDAMENTALS, 2009	O			
	⑦	ISO 10211:2007, Thermal bridges in building construction - Heat flows and surface temperatures - Detailed calculations, 2007	O		O	
	⑧	ISO 13788:2001, Hygrothermal performance of building components and building elements - Internal surface temperature to avoid critical surface humidity and interstitial condensation - Calculation methods, 2001	O		O	
	⑨	영국, BS 5250:2002, Code of practice for control of condensation in buildings, 2002	O			O
시방	①	미국, AAMA 1503-09, Voluntary Test Method for Thermal Transmittance and Condensation Resistance of Windows, Doors, and Glazed Wall Sections, 2009	O		O	
	②	미국, NFRC 500-2010 Procedure for Determining Fenestration Product Condensation Resistance Values, 2010	O		O	
	③	미국, NFRC 500UG-2002 User Guide to NFRC 500: Procedure for Determining Fenestration Product Condensation Resistance Values, 2002	O		O	
	④	미국, NFRC 102 - 2010 Procedure for measuring the steady-state thermal transmittance of fenestration systems, 2010			O	

○ 결로 방지 표준 설계 시공 기술

- 국외의 경우, 법규, 표준, 시방서 등을 통해 결로 방지 성능기준(결로 방지 성능 평가지표, 평가방법, 설계 요구수준)과 결로 방지 요소기술 등을 제시하고 있음

- (ISO, ISO10211 및 ISO13788) ISO 10211에서 결로 방지 성능 지표(Temperature factor)의 정의 및 평가 방법에 대하여 정하고 있으며, 본 표준은 여러 국가의 국가 기준을 정할 때 이용되고 있음. ISO 13788에서는 Critical surface humidity와 내부 결로에 대해 다루며, 실내 표면온도 산출 및 내부 결로 계산을 위한 단순계산방법(Simplified method)을 제시

함

- (영국) 법규상에서 결로 방지 성능 지표와 요구수준을 정하고 있으며, 국가 표준(BS 5250)을 통해 결로 방지를 위한 설계 원칙을 제시하고 있음. 또한 건축물의 성능 평가 시 열교부위 단열성능 평가에 사용될 수 있는 “Accredited Construction Detail”을 제공하여, 이를 따라 건축물 디테일 설계를 한다면 단열성능 뿐 아니라 결로 방지 성능도 함께 만족시킬 수 있을 것으로 판단됨
- (네덜란드) 법규상에서 결로 방지 성능 지표와 요구수준을 정하고 있음
- (독일, 오스트리아, 핀란드) 국가 표준을 통해 결로 방지 성능 평가 지표 및 평가 방법 등을 제시하고 결로 방지를 위한 요구수준을 정하고 있음
- (캐나다) 법규를 통해 결로 방지 성능 평가 지표를 제시하고 있으며, 국가 표준에서 그 지표의 평가 방법을 규정하고 있음
- (미국) 다양한 지방서를 통해 창호 등의 제품에서 결로방지 성능 평가 지표와 그의 평가 방법을 제시하고 있음
- (호주) Building Code of Australia의 단독주택 또는 방화벽으로 구획된 집합주거에 적용할 수 있는 Acceptable Construction을 포함하고 있음. 이것은 BCA에서 참조로 하는 호주의 Standard 혹은 다른 문서들을 포함하는 Acceptable construction manual과 일반적으로 적용되는 기술을 반영한 시공방법인 Acceptable construction practice로 구성되어, 결로방지를 위한 설계에 도움을 주고 있음

[표 24] 국가별 결로 설계 기준

세부사항			결로 설계 기준					
국가	기준명	건물 구분	실내		실외		TDR	최소표면온도
			온도	RH	온도	RH		
일본	(주)주택성능평가 표시협회	주거용	15	50	최한월일 최저기온평 균값 or 최저온도	70	결로량“0” or 상대습도 98% 이하	노점온도이상
벨기에	BBRI TN 153	공통	-	-	-	-	0.30	-
네델란드	NEN 2778	주거용,사 무용	18	-	0	-	0.35 0.50	-
프랑스	RFFF-Vol.2	공통	18	절대습도 기준	0	80	0.75 0.48 0.27	-
스위스	SIA-180	공통	20	30~78	-20~20	-	0.25	노점온도이상
영국	BER AD L1/2	주거용	-	-	-	-	0.25	-
오스트리아	ON B8110-2	공통	-	-	-	-	0.31	노점온도이상
핀란드	BC, C3, C4	공통	21	45	-	-	-	10
스페인	-	주거용	20	75	1월평균 온습도	-	-	KOBRA
포르투갈	EN ISO 13788	공통	20	80	13	-	0.17~0.55	-
폴란드	PN-82 / B-02403	주거용	20	55	-	-	0.19~0.23	노점온도+1
독일	DIN 4108-2	공통	-	-	-	-	0.7	-
한국		공동주택	22	55	-20(혹한) -15(중부) -10(남부)	-		
	세대현관문 대비방화문		-15		0.33(평균) 0.40(평균)	-		

○ 결로 방지 표준 설계시공 기술의 개발 추이 및 향후 동향

- 현재 유럽의 경우, 국제 표준인 ISO를 기반으로 하여 결로 방지 성능 평가 지표를 선정하고 있으며, 몇몇 국가의 경우 이 값의 요구수준을 법적으로 정하고 있음. 또한 결로 방지 성능을 확보하기 위한 표준 설계 디테일을 정부차원에서 제공하고 있는 국가도 있음. 유럽 내에서는 이러한 추세가 확대되어 갈 것으로 보임

라. 누수예방 및 방수 기술 분야

- 누수 예방 기술과 관련하여서는, 특히 일본의 경우, 방수면적이 연도별 큰 변화 없이 약 8,000,000㎡ 유지되고 있으며, 정부의 주택품질확보법, 주택하자보증이행법, 자기우량주택보급촉진법(2009년 시행) 등이 시행되면서 10년 성능 확보 및 하자 보증이 의무화되어 재료성능 강화가 적극적으로 추진되어 방수 시장 전망을 밝다고 할 수 있음.
- 일본의 경우, 방수기술은 1980년대 하자 방지 및 품질 향상 활동이 전개되었으며, 국가기능검증시험 및 민·관·학이 공동 종합프로젝트 연구개발이 진행됨
 - 1990년대 들어 시트방수, 실링재의 보급, 방수공법의 표준화 등이 추진됨
 - 2000년대에 환경대응방수 연구, 주택품질확보촉진법 대응, 각 기관별 표준시방서 통일 등을 정립함
 - 2010년대에 장수명 건축, 성능설계 중심의 기술로 발전함

[표 25] 일본의 방수기술 개발 흐름

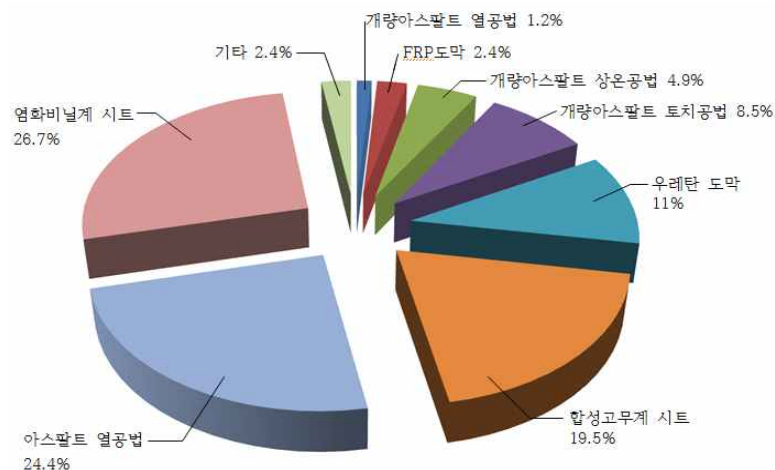
년 도	방수기술 현황
1980년대	• 하자방지 및 품질향상 활동 • JIS 표준시방서의 제개정 • 기능검정시험제도의 발족 및 운용 • 시트방수 기계고정공법 첫 적용 • 제조사협회 발족 활동활성화 • 민관학에 의한 종합프로젝트 연구개발 등
1990년대	• 토오치공법 보급 • 시트방수 부분고정공법 JASS화 • 부위별 방수공법 표준화 • 실링재의 적재적소 보급 • SSG구법(Structural Sealant Glazing System)의 신뢰성연구와 표준화 등
2000년대	• 환경대응방수, 폴리머시멘트방수 • FRP방수등의개발 및 보급추진 • EVA시트방수공법 JASS화 • Double Skin Glass Facade • 주택품질확보촉진법 대응 • 외벽수밀설계,시공지침 발행 • 각기관의 표준시방서통일 등
2010년대	• 장수명 건축, 성능설계 • 환경에너지 관련 분야 등

- 일본의 방수분야의 연구개발은 건설흐름에 대응하여 건축주의 요구품질, 설계품질, 시공 품질 및 사용품질 등 건설공사의 모든 단계별로 연구주체를 설정하여 종합적이고 체계적인 연구가 추진됨



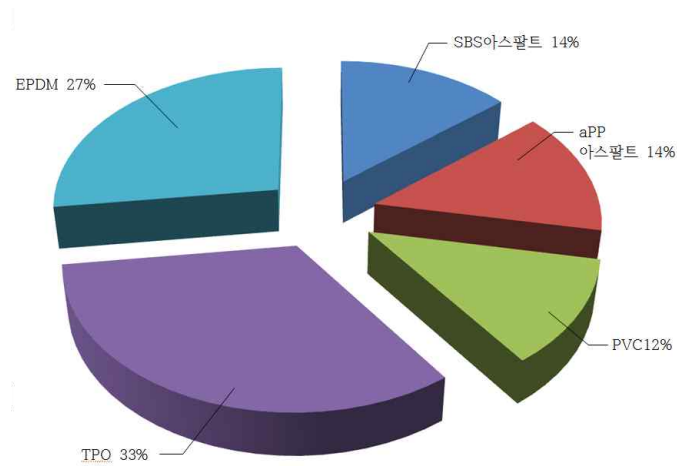
[그림 15] 일본의 방수분야 연구개발 현황

- 일본의 방수재료 및 공법 적용 현황은 염화비닐계 시트(26.7%), 아스팔트 열공법(24.4%), 합성고무계 시트(19.5%)순으로 조사됨
- 개량아스팔트 열공법, FRP도막, 개량아스팔트 상온공법은 전체 5%이하로 비교적 적음
- 일본에서 가장 많은 적용을 보여주고 있는 방수기술은 아스팔트계 방수로 전체 약 40~60%로 국내와 매우 대조적임



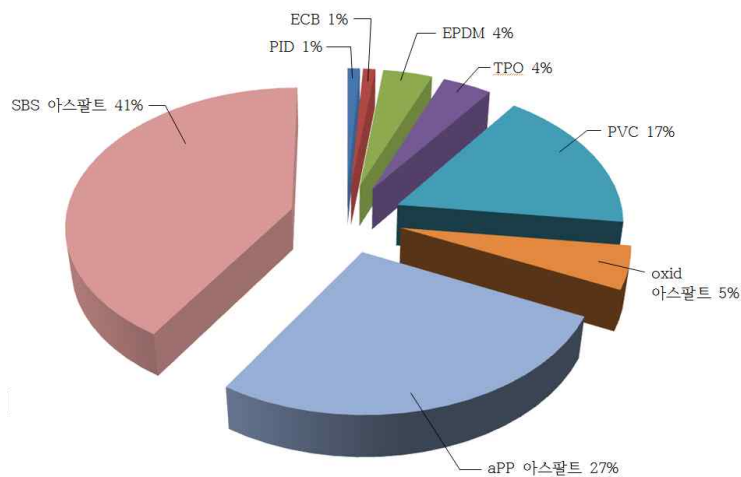
[그림 16] 일본 방수재료 및 공법 적용 현황

- 미국의 경우, TPO 방수재(33%), EPDM 방수재(27%) 순으로 적용되고 있으며, 그 외 SBS 아스팔트 방수재, 개질아스팔트 방수재, PVC 방수재 등이 적용되고 있음. 이에 미국에서 가장 많이 적용되고 있는 방수재료 및 공법 현황으로는 아스팔트계 약 28%, 합성고분자계 약 72%를 차지하고 있음



[그림 17] 미국 방수재료 및 공법 적용 현황

- 유럽에서 적용되고 있는 방수재료 및 공법은 SBS아스팔트방수재(41%), 개량아스팔트 방수재(27%) 순으로 조사되었으며, 그 외 PID 방수재, BCB방수재 등이 전체 약 5% 이하로 조사되었으며, 합성고분자계 재료로 PVC 재료가 가장 많은 적용성을 보여주고 있음



[그림 18] 유럽 방수재료 및 공법 적용 현황

2절. 국내외 시장현황 및 전망

1. 국내 시장현황

- 생활밀착형 주거성능 향상 기술(생활소음저감/실내공기질/결로방지/누수예방)은 국내에 건설된 기존 주택 및 향후 건설 될 쾌적한 주거 환경을 제공하기 위해 필수적인 기술이므로 적용 시장은 넓다고 볼 수 있음
- 국내에서는 주거용 건물 중 아파트가 매년 상당수 건설되어 왔으며, 신축 주택 뿐 아니라 기존 주택의 거주자를 대상으로 한다면 생활소음 저감, 실내공기질 개선, 결로 저감 및 누수 예방과 같은 생활밀착형 주거성능 향상 기술의 국내 시장 전망은 넓다고 할 수 있음

[표 26] 2012년 공동주택 분양실적 및 2011년 분양실적 비교

구분	2012년	2011년	증감률
전국	297,964	284,923	4.60%
수도권	103,602	120,415	-14.00%
(서울)	29,686	38,390	-22.70%
(인천)	17,582	10,620	65.60%
(경기)	56,334	71,405	-21.10%
지방	194,362	164,508	18.10%

가. 소음·진동 저감기술 분야

- 생활소음 저감과 관련해서는 바닥충격음, 리모델링 기술, 항공기 소음, ANC 기술 등의 개발은 국내 건축 기장 및 국외 기술이전 등 충분한 시장을 확보하고 있음
- 위의 내용에서와 같이 국내 건설된 기존 아파트 거주자 및 향후 건설될 아파트 거주자의 쾌적한 소음/진동 환경을 제공하여야 하므로 생활소음 저감 관련 시장은 넓다고 볼 수 있음
- 바닥충격음은 공동주택이 활성화된 이후부터 꾸준히 지적되어온 사회문제로 다수의 국민이 공동주택에 거주하기 때문에 충격음 저감을 위한 기술개발이 필요하며, 공동주택이 많이 보급된 국내 상황에서는 개발기술의 적용시장은 넓다고 할수 있음

- 설비소음 특히 화장실 소음은 바닥충격음과 같이 공동주택에서 소음으로 인한 불편함을 제시하는 중요항목으로 화장실 소음기준 마련과 기술개발을 통한 관련 자재 및 공법은 신축 및 기존 공동주택에 적용 가능함으로 시장성은 매우 넓다고 할 수 있음

나. 실내공기질 개선 기술 분야

○ 실내공기 오염물질 제거 분야 관련,

- 국내 공기청정기 시장은 약 5,000억 원 규모로 이중 대부분(약80%)은 한국 공기청정협회의 CA인증을 획득
 - 공동주택 환기기준 마련 및 주택성능등급표시제 시행으로 열회수환기장치를 중심으로 시장이 확대되고 있으며, 최근 에너지고효율 제품 개발이 활발하게 진행
 - 현재 국내 건물 환기설비 시장은 1조 5000억 원 규모로 이 중 환기시장이 6700억 원을 형성하고 있으며, 2013년부터 일부 지역에서부터 시범적으로 시행된 녹색건물건축물법이 전국적으로 확산 시행되면 이보다 10배 이상이 커질 것으로 예상됨
 - 에너지절감 환기제품에 대한 도입을 문의하거나 설치 컨설팅을 의뢰하는 건물주와 건축물 관리기관이 전년 대비 3배 이상 급증
 - 이에 따라 고객의 다양한 요구와 강화된 실내공기질 기준에 대응할 수 있는 제품 개발이 필요함
- 필요환기량 산정, 주택기밀도 측정, 자연환기량 분석, 환기효과예측 등의 소프트웨어적인 기술 지원이 갖추어져야 함
 - 각 주택에 대응하는 환기 시스템 최적 계획 능력을 갖추어야 함
 - 국내실정에 적합한 신상품의 개발을 충실히 하여, 상품라인업을 확충하여야 함
 - 영세규모의 환기업체로는 경쟁력이 떨어지므로, 유사업체 상호간 또는 이업종과의 제휴(GHP 업체, 건재업체, 도시가스업체, 에어컨업체 등과의 전략적 제휴)를 통한 경쟁력 제고가 필요함
 - 법에서 정하는 환기 횟수의 만족 수준이 아닌, 입주민의 건강과 쾌적함을 만족시킬 수 있는 실내공기질의 개선을 위한 시스템의 설계와 시공 기술을 발전시켜나아가야 함
 - 건설업체나 설치 전문점에서의 환기에 대한 인식과 지식을 제고시키기 위한 기술 자료 제공을 꾸준히 하여야 함
 - 실내공기질 향상을 위한 환기에는 필연적으로 에너지 손실이 따르기 때문에 항상 에너지 절감을 염두에 둔 설계를 하여야 함

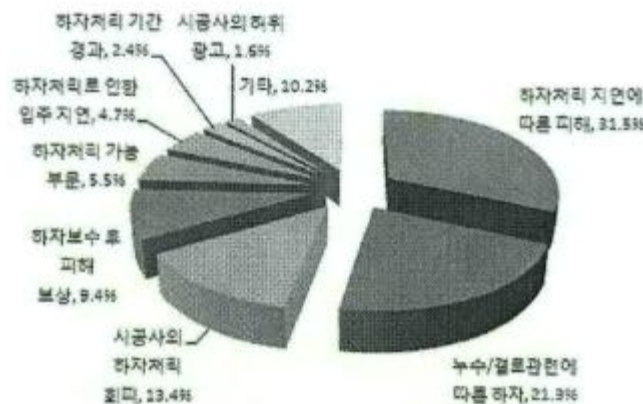
○ 실내공기 오염물질 발생저감 분야 관련,

- 오염물질을 적게 방출하는 친환경건축자재에 대한 수요 증가로 관련 시장규모는 매년 급속히 성장
- 실내공기에 대한 관심이 증가함에 따라 가구, 전기·전자제품 등 생활용품의 오염물질 저방출 제품이 점차 보급되고 있지만 현재 초기단계임
- 실내공기질 개선과 관련해서는 실내 환경 쾌적성을 증대시키기 위한 기능성 건축 자재의 경우, 수입하는 제품에 비하여 국내 제품이 시장에서 점유율을 크게 가지고 있으므로 그 전망이 밝다고 할 수 있음

- 실내공기 오염물질 측정 및 개선 서비스 분야 관련,
 - 국내에서 사용되는 실내공기질 측정분석 기자재의 경우 대부분 수입해야 하는 실정
 - 실내공기질 측정대행업체로 45개 업체가 등록되어 있으며, 주로 다중이용시설과 신축공동주택의 공기질 측정업무 수행

다. 결로방지 성능 향상 기술 분야

- 2002~2006년 한국소비자원 공동주택 민원제기 현황 분석 시, 총 127건의 민원 중 누수/결로 관련 하자 21.3%로 나타남.
 - 결로로 인한 하자사례의 경우, 건축공중에 따른 책임소재가 명확하지 못하므로 한국소비자원으로의 민원제기로 이어지는 경우가 많아 그 비율이 높게 나타난 것으로 판단됨



[그림 19] 한국소비자원 민원제기 현황

- LH공사 시행·발주한 아파트 하자 건수 중 결로로 인한 하자사례, 2009년 349건, 2010년 447건, 2011년 78건임¹¹⁾.
- 통계, 매년 일정수준 이상의 공동주택 결로발생 민원이 제기되고 있으며, 표준적인 해결책 없이는 매년 증가될 전망이다¹²⁾.
 - 2010년 겨울, “친환경 아파트”로 알려진 은평뉴타운 단지에서 입주 초기 심각한 결로 현상으로 문제 발생
 - 2005년 실시된 한국소비자원 아파트 소비자피해 실태조사에서 하자 유형별 소비자피해구제 청구건 중 누수, 결로 등의 건축물 하자가 전체의 30.4%를 차지.
 - 실제 세 군데 아파트 건축공사 공종별 하자발생 건수를 조사한 기존 연구논문에 따르면, 전체 하자사례의 1.24%(89건, A 아파트), 0.96%(48건, B 아파트), 0.87%(27건)이 결로로 인한 하자사례로 나타남¹³⁾.
- 한국 소비자원에 접수된 결로 발생으로 인한 분쟁 조정사례는 발코니 확장 부분,

11) 한국토지주택공사 국정감사 이명수 국회의원 보도자료, 2012.10.8.

12) 한국소비자원, 아파트 소비자피해 실태조사, 2005.

13) 경기대학교 산업정보대학원, 정영주, 공동주택 하자발생 원인과 방지방안에 관한 연구, 2008.12

측세대 외벽면, 창문에서의 결로 발생으로 인한 마감재 부식, 곰팡이 발생으로 인한 손해 등 주거환경피해 사례임¹⁴⁾.

- 이 경우 피청구인(건설사)에게 책임이 있다고 판단, 배상 책임을 지게 하는 것이 대부분의 판결 사례임.
 - (경기도 시흥시 A 아파트) 벽체 결로현상으로 인한 바닥, 장롱 내부 등의 곰팡이 발생으로 피해를 본 사례. 피청구인은 아파트 시공자로서 하자 없는 건물을 인도할 책임이 있다고 판단, 측세대 외벽면 하자보수를 이행할 것이 합당할 것으로 판결.
 - (부산시 동구 B 주상복합아파트) 발코니 확장 공간에서의 결로 현상으로 피해를 본 사례. 피청구인이 발코니 확장 공간에서의 결로방지를 위한 적절한 조치를 취하여야 한다고 판단, 발코니 확장 공간에 이중창 공사 시행 조치.
- 따라서, 결로 발생 분쟁을 최소화하기 위해서는 설계시공 단계에서의 조치가 무엇보다 최우선적일 것으로 예상됨.
- 표준 설계시공 기술 개발 시, 건설주체(건설사, 설계사, 건축주)로의 보급 및 이용 활발할 것으로 전망됨.
- 표준 설계시공 기술 개발 시, 시공 전 요소기술(단열간봉, 고성능 유리, 단열재 등) 시장이 확대될 전망.
- 현재, LG하우시스(로이유리, TPS간봉), 이진창호(단열간봉 적용 삼중유리) 등에서 고성능 창호 중심으로 요소기술 시장 확대.
 - 대표 건설사의 시범 주택(삼성 Green Tomorrow, 대우 zenerheim, 대림 3L House 등)에서 결로 방지를 위한 요소기술 적용 등 건설현장에서의 시장 확대 예상됨.
- 결로 방지 성능 개선 기술 중 구조체 단열보강(결로 방지용 단열재 및 몰탈, 결로 보완용 페인트 등)을 위한 기술의 경우, 국내 다수의 업체에서 제품개발 및 판매되고 있음. 그러나 성능검증을 통한 표준 설계시공 기술로 자리매김하고, 지속적인 기술개발을 통해 시장 성장이 가능할 것으로 전망됨.
- 결로 방지 성능 개선 기술 중 창호 단열보강(단열필름, 단열코팅, heat tracing system 등)을 위한 기술의 경우, 자동차, 설비시스템 등 건물 이외의 곳에 적용되던 기술을 건물에 도입한 사례로 지속적인 시장 확대와 기술의 정착을 위해서는 동계 건축물에서의 결로 방지 성능 검증이 필요함
- (단열필름) 단열필름의 경우, 자동차나 스마트폰 등에 적용되며 현재 스마트폰의 경우 1천200억원 규모의 시장을 형성하고 있으며, 타가전(텔레비전) 및 농업용 온실 등을 포함할 경우, 약 1조원의 시장 규모를 형성. 건물의 창호 및 벽면 단열 활용 시, 무한한 시장잠재력을 가질 것으로 판단됨.
 - (Heat Tracing System) 국외 기술 도입 단계이며, 향후 국내 기술 개발 및 시장 확대가 기대되는 기술임.

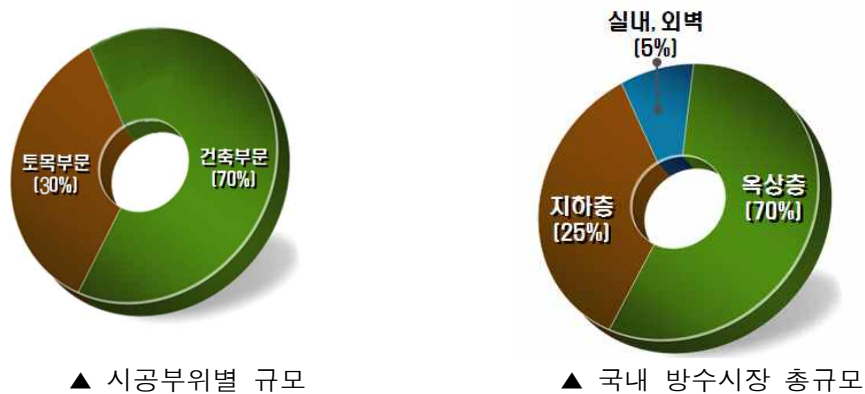
14) 공정거래위원회, 1372 소비자상담센터, 판례/조정례 조회

[표 27] 결로방지 제품 리스트

	제품명	참고자료
벽지단열재	벽지단열재(엘앤비코리아)	-
	에너룸(프라임에너지(주))	http://www.primeclick.kr
	단열벽지(현진DMD)	-
	하이홈테크 단열벽지(Hi-hometech(주) 선경산업)	http://hi-hometech.net/
결로방지용 단열 물탈	보승월	http://bosung411.co.kr/
	화인 폴-라이트 (POR-LITE®)』 (FT 시리즈, DT, RH 시리즈)	http://www.finemicell.com/index.html
	경우몰 슈퍼-100 경우몰 KM-100	http://www.kyongwoo.net/
	한일 레미탈(단열용)	http://www.c-samhwa.com/
단열 뽀칠	아이-코트(i-COATE1)	http://bosung411.co.kr/
	『화인 폴-라이트 (POR-LITE®)』 ET 씨리즈	http://www.finemicell.com/index.html
	경우몰 슈퍼-200, 슈퍼-200PL, 슈퍼-200VM	http://www.kyongwoo.net/
단열페인트	내추럴 듀프리카트 (노루페인트)	http://www.noroopaint.com/
	듀파 올인원 항공팡이 페인트(유럽 (주) 파베리온)	http://www.suppeon.co.k
	숲으로 두제로(KCC페인트)	http://www.kccpaintmall.com/
	인슐래드 엘라스틱월코트 페인트(미국 INSULADD)	http://handyplus.blog.me/90186191494
	제냐 미네랄 결로페인트(독일 Lineq)	-

라. 누수예방 및 방수 기술 분야

- 누수 예방 기술과 관련해서는 2012년도 국내시장에서의 건설산업투자비용(기업수주)이 약 103조원(경상금액 기준)으로 전망되고, 건축분야 투자비용은이 전년 대비 2.4% 증가한 62.9조원으로 전망됨으로써, 방수부분이 차지하는 비율이 전체 약 4조원 정도로 추정됨
- 부위별 방수시장 규모는 옥상 방수공사는 약 70%, 지하 방수공사는 약 25% 기타 실내와 외벽 방수공사는 약 5% 인 것으로 추정됨(옥상층과 지하층에 적용되는 방수공사가 전체 방수시장의 95%를 차지)



[그림 20] 국내 총 방수시장 규모 현황

- 방수관련 건설신기술지정 현황 및 각 공법별로 제시된 신기술신청 자료를 기술개발을 위한 기술적 배경을 중심으로 검토해본 결과 옥상 및 지붕을 주요 적용대상부로 개발된 공법은 전체 32종 중 50%에 해당하는 16종으로 구분할 수 있었으며, 이를 주요 적용부위 및 공법구성별로 다시 세분화하여 정리한 결과는 아래와 같음

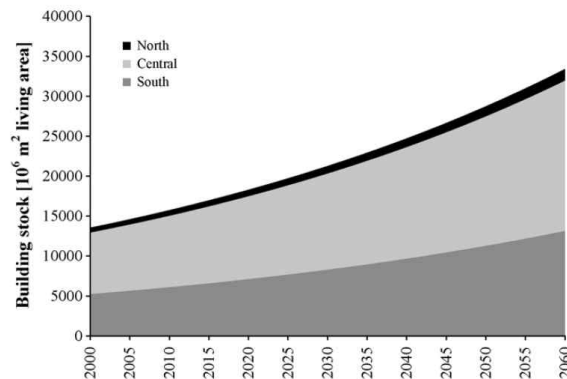
[표 28] 옥상방수관련 건설신기술의 적용대상부위 및 공법구성별 현황

구 분		적용대상 부위(단위: 종)				
		옥 상			지 붕	합 계
		노 출	비노출	녹 화		
공법구성	복합공법	9	2	2	0	13
	단일재료	2	1	0	1	4
	합 계	11	3	2	1	17

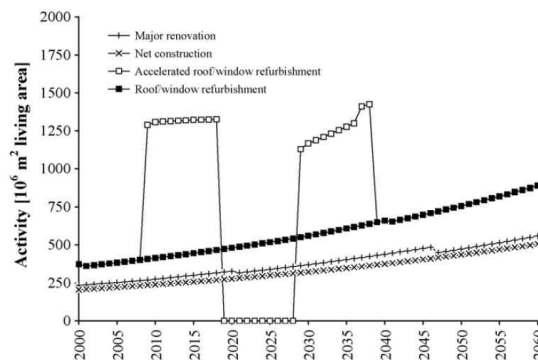
- 적용부위별로는 옥상비노출(2종)이나 옥상녹화(2종)에 비해 옥상노출(9종)이 상대적으로 약 5배 정도 많이 개발됨. 이러한 이유는 비노출의 경우 누름콘크리트에 의해 보호되기 때문에 기존 단일 공법으로 시공하더라도 정상적인 시공조건 하에서 한번 시공되면 통상 10~15년 정도의 보수주기를 가지는 반면, 노출공법의 경우는 각종 열화조건 등에 그대로 노출되어 있어 비노출에 비해 약 5~8년 정도의 짧은 보수주기를 가지는 경우가 많기 때문임

2. 국외 시장현황

- 국외의 경우, 특히 유럽에서의 건물 대수선 및 부재 수선에 대한 추이를 토대로 생활밀착형 주거성능 향상기술(생활소음 저감/실내공기질/결로 방지/ 누수예방) 적용 시장 규모를 대략적으로 추산할 때, 적용 시장이 넓다고 볼 수 있음
- 유럽의 경우, EU 27개국을 대상으로 하는 기존 주택의 에너지효율과 정책에 대한 연구에서 기존 주택의 공급 추이는 아래와 같을 것으로 예상됨. 2060년에는 2000 대비 약 2.5배가 증가할 것으로 보임
- Net construction activity를 예상한 결과, 신축은 1.5%를 차지하고, 2000년에서 2006년 사이에 전체 건축물 중 약 1.6~1.8%가 대수선(Major renovation)을 할 것으로 판단됨. 또한 건물 부재를 수선하는 비율은 이보다 더 높을 것으로 예상됨¹⁵⁾



[그림 21] 유럽의 지역별 주거 건축물 공급 예상(EU-27)



[그림 22] EU 27개국의 Net construction activity - 신축, 대수선, 지붕/창호 수선 추이

- 유럽의 건물 대수선 및 부재 수선에 대한 추이를 토대로 생활밀착형 주거성능 향상 기술 적용 시장의 규모를 대략적으로 추산할 수 있으며, 2040년 정도에는 대략 1,400×106m²(living area)가 될 것으로 판단됨

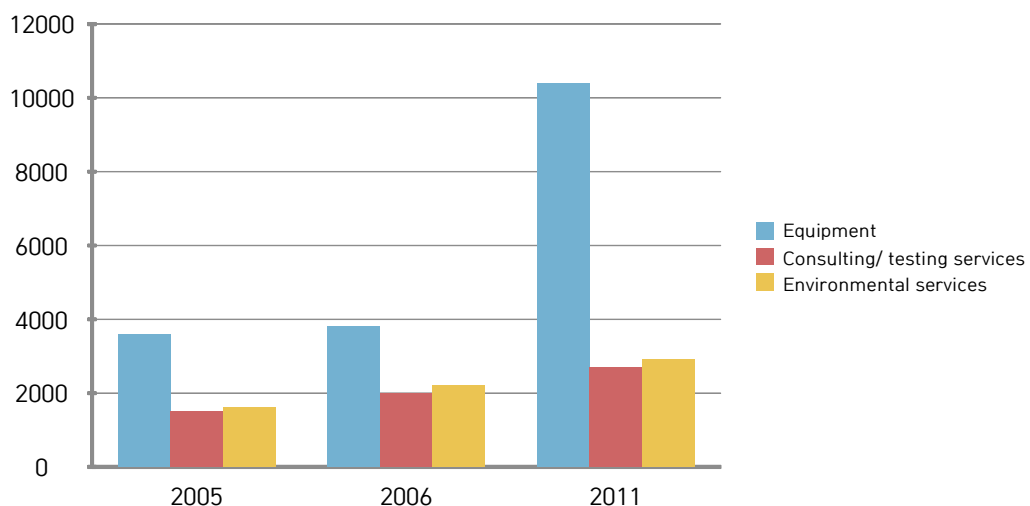
15) Andreas Uihlein, Peter Eder, Policy options towards an energy efficient residential building stock in the EU-27, Energy and Buildings 42, 2010, pp.791-798.

가. 소음·진동 저감기술 분야

- 생활소음 저감 기술과 관련하여서는 국외의 경우, 고층의 공동주택 보다는 저층의 주거 형태가 일반적이며, 목조주택 등과 같이 국내의 벽식 콘크리트 아파트와는 다른 주택형태를 보이고 있으며, 이러한 주택형태에서 소음과 진동을 저감하기 위하여 국내보다 많은 연구가 진행되어 있음. 도심지 주택건설 및 도로, 철도변 주택건설 등 다양한 국가의 소음 저감 기술 적용되고 있음
- 국외는 거주공간의 종류의 주변 환경조건에 따라 적합한 실내외 소음기준을 도입하고 있으며, 학회나 기술개발업체 차원의 가이드라인을 제공하기도 한다. 특히, 일본은 국내외 유사한 고층 공동주택이 다른 국가에 비하여 많이 보급되고 있어 국내 공동주택 상황과 유사하며, 기술개발도 다양하게 이루어져 왔다. 일본의 공동주택은 바닥구조를 라멘구조로 사용하여 바닥충격을 등 소음저감공법을 개발하고 있으며, 화장실 소음저감을 위한 모듈을 개발한 저감기술을 확보하고 있다. 공동주택에 적용 가능한 기술개발은 국외의 저층 주거나 단독주거에도 적용성을 확대할 수 있으므로 개발기술의 국외 적용도 확대될 수 있을 것이다.

나. 실내공기질 개선 기술 분야

- 실내공기질 관련 기기 시장은 2005년 36억 달러였으며 2011년까지 104억 달러에 이를 것으로 예상되며, 향후 5년 동안 매년 5.3%의 성장이 있을 것으로 기대됨. 컨설팅과 시험 서비스 분야는 2005년 15억 달러에서 2011년까지 27억 달러에 이를 것으로 예상되며, 향후 5년 동안 매년 10%의 성장이 있을 것으로 기대됨. 라돈 완화와 곰팡이 제거, 석면 감소를 위한 환경서비스 분야는 2005년에는 16억 달러의 가치 평가가 있었으며, 매년 9.5%의 성장률을 비취 2011년에는 29억 달러에 이를 것으로 예상됨



○ 미국

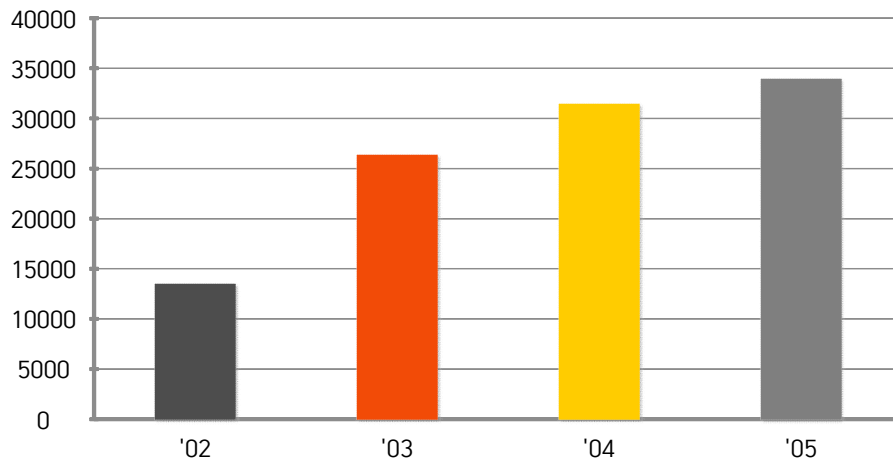
- 실내공기질 개선과 관련하여서는 BCC Research 결과에 따르면 미국의 실내 공

기질 시장은 2011년에 약 70억 달러, 2012년 약 73억 달러를 기록했고, 2017년에는 4.6%의 연평균 복합 성장률(CAGR)로 성장해 약 92억 달러에 달할 것으로 예상됨

- 설비부문은 2012년 37억 달러에 이르고 그 이후 CAGR 4.8%로 확대되어 47억 달러에 달할 것으로 예상됨. 환경서비스 부문은 2012년에 19억 달러에 이르고, 그 이후 CAGR 4.4%로 확대되어 24억 달러를 달성할 전망임

○ 일본

- 2003년 7월 건축기준법의 개정으로 모든 주택에 기계환기설비의 의무화가 시행되었으며, 이후주택용 환기시스템 시장의 규모가 전년대비 195.6% 성장함
- 2002년 135억 엔 정도의 시장이 2003년에는 264억 엔으로 성장하였고, 2005년에는 약 340억 엔의 시장을 형성하여 피크를 이룰 것으로 예측되었고, 그 이후에는 성장 속도가 둔화되거나, 약간 감소할 것으로 예상하고 있음



- 주택 환기 시스템 시장 참여 기업은 크게 종합 가전 브랜드, 전업기계환기 브랜드, 공조계 환기 브랜드, 전자재 브랜드, 도시가스업체 등으로 구분할 수 있는데, 법 시행 이후 환기시스템 시장의 대상 지역이 한랭지(북해도, 동북지역) 중심에서 전국으로 확대되었으며, 종합가전 브랜드들을 중심으로 하여 시장이 형성되어 있고, 타 업계로부터의 신규 시장 참여 기업이 계속하여 증가하고 있는 추세임
- 공기청정기 가전업체는 체계적인 여재 개발과 기능성 제품의 끊임없는 연구 개발을 통해 최고 성능의 제품을 생산하고 있으며, 2001년 기준으로 관련시장은 668억 엔으로 한화 7000억 원을 상회하는 시장을 형성하고 있음

[표 29] 일본과 국내의 주택환기시스템 시장 참여 기업

구분	일본	국내
종합가전 브랜드	미쓰비시전기 마쓰시다 에코시스템 도시바 캐리어 히다치 홈 % 라이프솔루션	삼성전자 LG전자 대우일렉트로닉스 등
전업계 환기 브랜드	에모토공업 토프레 맥스 산덴 후지공업	에이스랩, 하츠, 벤토피아, 데이스테크, 미투엔지니어링, 엑타, 태림, 인벤트 등
공조계 환기 브랜드	텐소에이스 야마타케 다이킨공업 협립에어텍	신성엔지니어링 백륜 등
건자재 브랜드	가데리우스 쿄와나스타	벽산 등
도시가스업계	동경가스 오사카가스주택설비	

[표 30] 공기청정기 관련시장의 규모 및 추이 (출하금액 기준)

(단위: 백만원)

		1996년	1997년	1998년	1999년	2000년	2001년
공기 청정 기	업무용	26,360	28,550	29,010	29,010	29,635	31,090
	가정용	27,440	26,300	24,000	24,250	22,500	28,100
	차량용	5,170	4,300	4,080	3,870	3,680	-
	소계	58,970	59,150	57,070	57,130	55,815	59,190
오존발생기 등		5,850	6,560	6,180	6,800	7,610	7,610
합계		64,820	65,710	63,270	63,930	63,425	66,800

다. 결로방지 성능 향상 기술 분야

○ 결로 방지 성능 개선 기술

- 결로 방지 성능 개선기술의 경우, 국외에서는 건축물의 신축 혹은 개보수시 참고할 수 있는 결로 방지 기술에 대한 매뉴얼을 제공하고 있음.

- (영국) 영국 정부와 파트너십을 맺고 건물에서의 탄소배출량 저감을 위한 기구인 Energy Saving Trust에서는 “Technical annexes Section B - Dealing with condensation, dampness, and mould” 문서를 통해 결로 발생 원인과 해결방안을 문서로 간단하게 제공하고 있음. 또한 “Energy Advice Handbook”을 통해 더욱 자세한 정보를 제공하고 있음.

- (호주) “Condensation in Buildings(2011)”이라는 핸드북을 호주 정부 홈페이지(the Australian Building codes Board)에서 배포함. 이것은 건축가 등이 결로 발생을 방지하기 위해 제공하는 핸드북으로 법적인 의무사항은 아님. 여기에는 결로 발생 개요, 결로 발생 위험도 체크리스트, 결로 방지 해결책(방습층, 단열, 환기대책 등)을 제시하고 있음.

- 결로 방지 성능 개선 기술로는 방습층의 설치, 환기, 단열, 열교방지 등이 있으며, 최근 신 기술로는 전기를 이용한 electrical heat tracing system과 파이프 내부 온수를 흘려보내는 hot water heat tracing system이 개발 적용 중에 있음



[그림 25] electrical heat tracing system 예



[그림 26] hot water heat tracing system 적용 예

○ 결로 방지 성능 개선기술의 개발추이 및 향후 동향

- 유럽 및 미국 등 세계적으로 건축물의 에너지 소비량 저감을 위하여 단열을 강화하고 궁극적으로는 제로에너지하우스의 보급을 목표로 정해놓고 있음. 또한 신축 뿐 아니라 기존 건축물의 에너지절약을 위한 개보수 지침을 수립하고 사

업을 진행하고 있으므로, 이러한 사업을 통해 단열성능 향상과 함께 결로방지 성능의 향상이 함께 될 것으로 기대되고 있음

라. 누수예방 및 방수 기술 분야

○ 국외 선진국(미국, 유럽, 러시아, 일본, 중동 등)의 방수산업 동향을 살펴보면 대체적으로 건설시장의 침체로 인한 하락세가 방수산업에도 영향을 미치고 있는 것으로 나타나고 있으며, 저마다 건설시장의 활성화를 위하여 다양한 정책을 수립하고 있음

○ 국외 방수산업 동향

● 일본

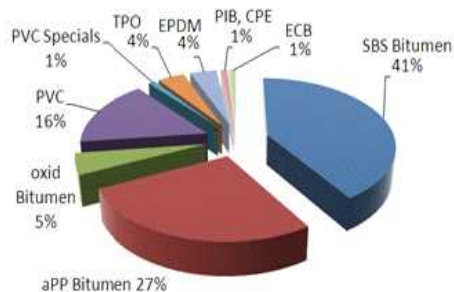
- 일본의 연간 건설업 투자 규모는 1996년 약 83조엔 최고점을 기준으로 매년 점차 감소하여 2009년 47조엔, 2010년 41.6조엔 규모임. 방수 면적은 연도별 큰 변화 없이 약 8,000,000㎡ 유지되고 있음
- 정부의 에너지 정책 변화에 따라 1980년 에너지 절약법이 만들어지고, 1997년 차세대 에너지 절약 기준이 시행되어, 2008년에 개정됨에 따라 방수산업분야에서도 단열 방수 기술의 보급과 강화를 위하여 연구 노력 중임
- 또한, 정부의 주택품질확보법, 주택하자보증이행법, 자기우량주택보급촉진법(2009년 시행) 등이 시행되면서 10년 성능 확보 및 하자 보증이 의무화되어 재료성능 강화가 적극적으로 추진되고 있음

● 유럽

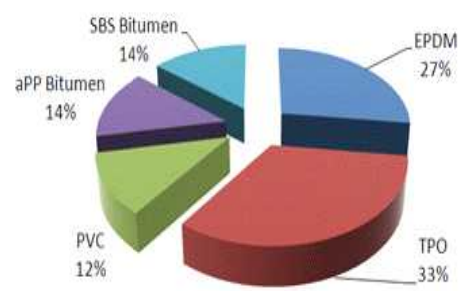
- 유럽의 건설산업은 2008년 총 1조4천4백40억 유로, 2009년 1조3천1백60억 유로, 2010년에 1조2천6백억 유로 규모로 나타내 2008년 이후 계속 감소하는 추세를 보여주고 있음
- 2010년 12월 독일 쾰른에서 개최된 “연례 AMI 컨퍼런스 방수도막 2010”에서 다음과 같이 시장조사 결과를 발표함. 현재 유럽의 방수시장은 역청계 재료가 약 73%, 고분자계 재료가 약 27%를 차지해 역청계 재료의 사용이 많은 것으로 나타남

● 미국

- 미국의 방수시장은 역청계 재료가 약 28%, 고분자계 재료가 약 72%를 차지해 유럽과 반대의 경향을 보여주고 있음
- 특히, 고분자계 재료는 유럽의 경우 PVC가 가장 높은 비중을 차지하는 반면, 미국의 경우에는 TPO가 가장 높은 비중을 차지하는 것으로 나타남



[그림 27] 유럽 방수재료 시장 분포



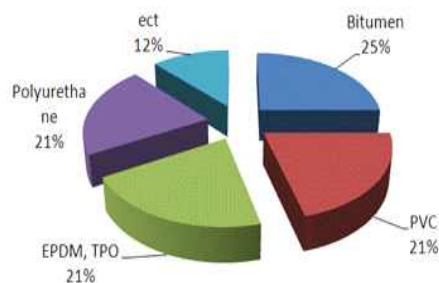
[그림 28] 미국 방수재료 시장 분포

- 러시아

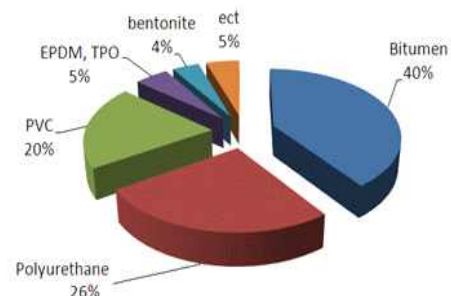
- 러시아 시장은 Rosstat 통계원의 자료에 따르면 NTC Hidrol-Krovlya에 의해 연구된 것으로 건설시장은 2009년에 약 16% 하락하였고, 2010년에는 추가로 1%가 더 떨어져 약 17% 떨어짐
- 2009년 방수재료의 생산은 20%가 축소하였고, 방수회사의 1/3이 줄어듦
- 방수재료의 약 1.2%가 수입되었으며, 싱글플라이시시스템은 필란드의 역청계 재료, 독일과 스위스의 고분자 재료가 총량의 75%를 차지함

- 중동

- 중동의 폴라리스 인터네셔널(사우디아라비아 칼리파 A. Algosaibi 그룹의 상법부)에서 사우디아라비아의 시장을 조사한 결과 역청계 재료가 25%, PVC계 재료가 21%, 기타 폴리머계 (EPDM, TPO 등)가 21% 액상의 폴리우레탄 시스템이 21%의 시장 점유율을 차지하는 것으로 나타남



[그림 29] 사우디 방수재료 시장 분포



[그림 30] 중동 방수재료 시장 분포

3절. 기술동향분석

1. 기술분류 및 정의

가. 소음·진동 저감기술 분야

- 국내의 경우, 다양한 공동주택의 다양한 조건에 적합한 바닥충격음 저감기술 개발에 한계가 있음
- 설비 소음 평가 방법 및 기준, 건축 부재에 대한 음향성능 기준, 진동 및 소음원에 인접한 공동주택 시공기술개발 등이 이루어져야 함
- 한국 및 미국, 일본, 유럽지역을 대상으로 공동주택의 소음 및 진동 저감기술 특허를 검색한 결과 약 7,107건의 관련특허가 도출되었음
- 국내외 소음·진동 저감기술 관련 특허동향분석 검색 Keyword

분류	Keyword(국문)	Keyword(영문)
바닥충격음 저감기술	바닥충격음, 바닥 충격음, 소음, 진동, 구조, 저감, 시공방법, 층간소음, 재료	floor impact noise, floor impact sound, structure, material, monitoring, simulation, measuring, multiple-dwelling house, reduced
설비소음 저감기술	설비소음, 설비 소음, 저감, 시공, 시공방법, 재료, 공동주택, 급배수소음, 급배수 소음, 욕실	plumbing, facility, equipment, noise, reduced, bathroom, splash, water, toilet, material, structure, dwelling house, machine room
실생활소음 저감기술	실생활소음, 생활소음, 환경소음, 외부 소음, 저감, 시공, 시공방법, 재료, 공동주택	reduced, ambient, living, residential, noise, simulator, monitor

- 바닥충격음 저감 기술
 - 중량충격음 및 경량충격음 저감 완충재 및 완충시스템 기술개발
 - 구조 보강 방법을 통한 중량충격음 저감 기술
 - EPS, EVA 재료를 통한 완충재 개발기술이 보편적임
 - 수치해석 기반의 바닥충격음 음장 및 구조체 거동특성 규명 (다층구조의 해석)
 - 완충재를 사용했을 때 저주파수 대역의 충격음 레벨증가 현상을 최소화하기 위하여 다양한 배치 및 물성을 가지는 전단 연결재를 활용한 저감방안 개발
 - 임팩트볼에 의한 충격음을 주파수 특성에 따라 Group A-C 로 분류하여 비교한 결과 125 Hz 가 주요한 Group B의 거슬림 정도가 낮게 나는 평가 지표 연구
 - 상용 소프트웨어를 이용하여 유한요소해석법으로 주거공간의 벽면구조에 따른 흡음율을 예측하고 이를 실험과 비교할 수 있는 알고리즘 개발

- 다양한 조건(공동주택 평면형태, 크기, 구속조건 등)에 적합한 바닥충격음 저감 기술 개발에 대한 한계가 있음
 - 중량충격음은 일본과 국내만 평가대상으로 국내 주택건설 형태에 적합한 저감 기술 개발에 대한 한계가 있음
 - 다양한 공동주택 조건에서의 적합한 수치해석을 통한 거동특성 규명에 대한 한계가 있음
- 조립식 주택 소음저감 기술
- 모듈러 주택 적용확대(기존: 기숙사, 군 막사 등 → 공동주택으로 확대)를 위한 소음저감기술 개발 진행
 - 벽체 및 창호 디테일에 대한 기술적 검토 부족
 - 조립식 주택 바닥충격음 저감을 위한 구조 및 바닥시스템 개발 진행
- 도로교통소음 및 기술개발
- 액티브 노이즈 컨트롤 기술을 방음벽에 적용 가능성 검토
 - DSP 보드 등 하드웨어 개발 진행
 - 태양 전지판이 적용된 PV방음벽으로 태양광으로부터 전기를 생산하고 추가 조명 등에 사용할 수 있는 기술 개발
 - 방음벽에 폐자재를 활용하여 대기오염물질(NOx, VOC) 정화와 항균 성능을 갖는 친환경 도로 개발
 - ANC 기술개발의 한계로 실제 적용된 연구결과 없음
 - PVB 방음벽의 태양 전지판 유지보수 관리비용 발생 문제
- 소음저감 기술개발 미흡
- 설비소음 평가 방법 및 기준 없음
 - 초저주파 시험 시설 및 저감 기술 연구 전무
 - 리모델링 주택에 적용 가능한 바닥구조시스템 개발 어려움
 - 건축부재에 대한 음향성능기준 없으며, 측정결과 DB구축 미흡
 - 항공기 소음저감 기술 및 평가방법 제한적 개발
 - 진동 및 소음원에 인접한 공동주택 시공기술 개발 미흡

나. 실내공기질 개선 기술 분야

- 생활밀착형 주택 실내공기질 개선기술에 대한 세부 항목별 특허동향 분석을 위해 아래의 표와 같은 주제어를 분류하여 국내 및 국외 특허를 한국특허정보원과 Focust Tool을 활용하여 분석하였음

분류	Keyword(국문)	Keyword(영문)
실내 오염물질 제거기술	휘발성유기화합물, 포름알데하이드, 제거	TVOC, HCHO, removal, indoor
실내 오염물질 저방출, 저감소재 및 제품	오염물질, 저감, 저방출, 소재, 재료, 제품	contaminated, pollution, reducing, removal, material
흡방습 관련 기술	흡방습, 소재, 재료, 제품	humidity, absorption, material
생활문제 해결형 주택 환기 기술	주택, 주거, 아파트, 환기, 전열교환 하이브리드, CO ₂ , 이산화탄소, 냄새, 냄새 확산, 공동주택, 환기, 결로	ventilation+building, ventilation+heat recovery, ventilation+hybrid

- 오염물질 발생원 제어 기술
 - 화학적 오염물질 발생원 제어
 - 건축자재 및 생활용품 등에서 방출되는 화학물질 억제 기술
 - 미생물 발생원 제어
 - 실내 발생 또는 외기에서 유입되는 미생물의 발생원 방지 및 차단 기술
 - 분진 및 기타 복합오염물질 제어
 - 주택 실내공기질 진단개선 기술
- 생활문제 해결형 주택 환기 기술
 - 주택 실내 냄새 해결 환기 기술
 - 주방냄새 확산 방지 환기 기술
 - 화장실 악취 확산 방지 환기 기술
 - 고층건물의 연돌효과에 의한 냄새 확산 제어 기술
 - 주택 결로문제 해결 환기 기술
 - 욕실 습기제거 환기시스템 제어 기술
 - 주방 습기제거 환기시스템 제어 기술
 - 실내 습기제거 환기시스템 제어 기술
 - 쾌적환기(Comfort Ventilation) 확보 기술
 - 쿨드드래프트 방지 환기 기술
 - 외기냉방 환기 기술
 - 실내 공기청정 환기 기술
 - 에너지 절감(Energy Efficient Ventilation) 환기 기술
 - 전열교환형 환기시스템 기술

- 하이브리드 환기시스템 기술
- CO2 디멘드 제어 환기시스템 기술

- 건축자재 및 설비 활용 오염물질 제거기술
 - 국소 습기 제거 기술
- 환기시스템을 이용한 실내 습기 제어 기술
- 습도조절이 가능한 기능성 건축자재 개발
 - 기능성 건축자재 개발 및 적용 기술
- 오염물질 유입억제 및 오염원 제어 환기시스템 개발
- 실내발생 오염물질의 흡착 및 제거 기능성 건축자재 개발
- 기능성 건축자재 활성화를 위한 제도 기반 마련

- 주택 실내공기질 진단 개선 기술 및 정책
 - 주택 실내공기질 진단 개선 기술
 - 주택 실내공기질 진단 개선 프로토콜
 - 주택 실내공기질 진단 개선 정책

다. 결로방지 성능 향상 기술 분야

- 국내에서 결로방지 성능 개선 기술의 경우, 기술의 다양성에 한계가 있으며, 개선 기술의 적용 표준 설계/시공 방법 혹은 가이드라인의 구축 또한 미비한 실정임
- 결로 측정 및 진단기술은 현장에서 측정, 실험, 진단할 수 있는 장비의 개발이 미흡한 실정임
- 한국 및 미국, 일본, 유럽 지역을 대상으로 결로 방지 기술 특허를 검색한 결과 약 700건의 관련특허가 도출되었음

- 국내외 결로방지 성능 개선 기술의 관련 특허동향 분석 검색 Keyword

분류	Keyword(국문)	Keyword(영문)
결로 방지 설계 혹은 시공 기술	결로, 방지, 계획, 설계, 시공, 재료, 표면결로, 내부결로	damp proof, paint, coating, anti-condensation, design, construction, material, surface condensation, internal condensation
결로 측정 및 진단 기술	결로, 측정, 장비, 진단,	condensation detect, measurement, equipment

- 결로 방지 설계 혹은 시공 기술
 - 창호 및 문틀/프레임 등의 결로방지 기술이 다수임
- 결로 방지부를 구비한 창호

- 상변화물질을 구비하는 결로방지장치, 창호 및 커튼월
- 결로방지형 문틀 등
 - 결로 방지를 위한 도료/코팅제/모르타르 등에 대한 기술개발이 이루어져 있음
- 결로 방지용 단열 도료 조성물
- 단열 및 결로방지를 위한 수성 코팅제 조성물
- 결로 방지용 단열재 등
 - 지하공간의 결로 방지 기술에 대해서는 환기 기술 및 지하 구조물의 마감공법 등에 대한 기술이 있음
- 지하공간의 환기 및 결로방지 장치 및 방법
- 결로 방지 효과를 가지는 지하구조물의 마감 공법 등
 - 결로 방지 기술에 대해서는 여러 제품이 개발되어 있으나, 표준적인 설계 기술 혹은 시공 기술의 구축은 미비함
- 결로 측정 및 진단 기술 미흡
 - 현장에서 결로를 측정하고 진단하는 기술에 있어서는 표준적인 방법이 마련되어 있지 않으며, 진단 장비 및 방법 또한 개발이 미흡한 실정임

라. 누수예방 및 방수 기술 분야

- 누수예방과 관련된 기술은 관련 이해관계 주체(발주자, 시공자, 입주자)의 보수적, 폐쇄적인 접근으로 실제적 문제의 규모가 드러나지 않는 한계가 있음
- 한국 및 미국, 일본, 유럽지역을 대상으로 누수예방 및 진단복구기술 특허를 검색한 결과 약 7,107건의 관련특허가 도출되었음
- 국내·외 누수예방·진단 및 복구기술 관련 특허동향분석 검색 Keyword

분류	Keyword(국문)	Keyword(영문)
누수방지(방수)대응 형 구조물 설계, 시공 기반기술	누수, 품질, 방수설계, 시공, 유지관리, 표준, 표준설계	Water leakage, Quality, Waterproofing design, Maintenance, Standard
성능중심의 부위별 최적 방수 표준 설계기술	성능평가, LCC, 내구성, 방수재료, 방수공법, 코팅재료, 최적화	Performance estimation, Life cycle cost, Durability, Waterproofing Material, Coating Material, Optimization
환경대응형 방수재료 및 시공기술	습윤환경, 지하누수, 누수저감, 시공기술, 환경대응, 에폭시, 우레탄, 아스팔트, 자착식, 점착, 복합방수, 시트방수, 도막방수	Wet condition, Water leakage in underground, Reduced water leakage, Construction technique, Environmental responsibility, Epoxy, Urethane, asphalt, Self-adhesion, Viscosity, A Multi layered waterproofing membrane, sheet, liquid-applied membrane waterproofing
누수진단 및 성능복원 기반기술	보수재료, 누수진단, 시공매뉴얼, 성능복원, 규정, 법제도, 성능지침, 주입공법	Repair material, Leakage checking, Construction manual, Rehabilitation of performance, Regulation, Legal system, Performance guideline, Injection method

○ 방수대응형 구조물 설계, 시공기반 기술

- 상습적 누수하자 발생원인 분석 및 대책 수립 필요
- 국내외 주거건축물 방수기술/진단/성능복원 기술 조사 미흡
- 방수설계, 현장 시공 및 품질관리, 입찰제도(저가형 입찰제) 및 정책을 개선할 필요 있음
- 국가표준화를 위한 성능 평가 기술개발 및 성능 중심형 기술 표준 체계 필요
- 지하수위 및 수질 변동에 따른 방수대응력 부족으로 외부배수 최적화 기술 필요
- 지하구조물 구축 공법에 따른 최적 방수설계 기반기술 개발
- 지하수압 및 유속변화에 대응 가능한 방수 및 유지관리 기술 개발

○ 성능중심의 부위별 방수설계기술

- 재료별 성능등급화 설정기술 및 리스크 기반 라이프사이클코스트(RWLCC) 산출 기술
- 환경조건을 고려한 부위별 최적 재료 및 공법 선정 기술
- 방수성능 확보를 위한 설계, 시공, 유지관리 기술 지침 개발
- 나노단위 미세구조분석을 통한 방수 재료의 내구성 평가 기술 개발
- 누수예방을 위한 구조체 및 건축물 외피의 방수대응형 설계 및 시공기술

- 건설공사관리 형태에 따른 공중간 간섭 해결 및 방수 시공성 확보 기술
- 환경대응형 방수재료 및 시공기술
 - 풍환경(태풍 등) 고려형 옥상 방수 설계 및 시공 기술
 - 대기중 열, 화학환경 변화에 따른 복합열화 손상 및 대응성 평가 기술
 - 에너지 절감형 단열 기능 확보 방수기술
 - 온도 변화 대응형 방수재료의 개발과 시공 기술
 - 방수 시공성 향상 및 품질확보를 위한 기계화/프리패브화 시공 기술
 - 방수 품질 및 성능 기준 향상을 위한 제도 개선(KS, 지방서, 국제표준 등)
 - 방수성능 확보를 위한 품질 관리 및 감리 관련 제도 개선
 - 인공지반 녹화환경의 지속적 보급을 위한 방수층 보호 기술(방근기술)
 - 주거 건축 옥상 개보수공사에 있어서 인공지반 녹화용 방수방근 기술 평가
 - 방수층 보호용 방근재의 조기 성능 평가 기술
- 누수진단 및 성능복원 기반기술
 - 국내·외 주거 건축물의 누수 실태 조사
 - 기존 방수층의 성능 변화 및 누수 구조물의 진단 및 성능 복원 기술 개발
 - 효율적 누수 진단 및 성능 복원을 위한 관련 기술 지침, 규정, 법제도 개선
 - IT를 활용한 누수 관리 시스템 구축 및 요소 기술
 - 구조체 및 외피 누수 하자 취약 부위 보강 기법

2. 특허동향분석

가. 분석목적

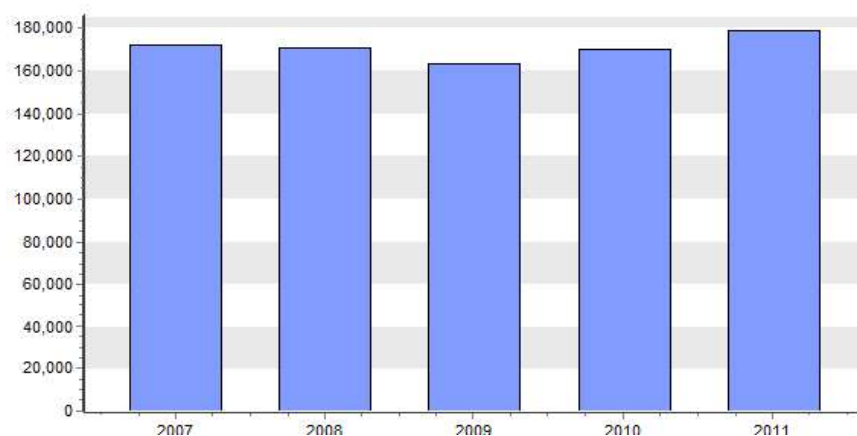
- 특허동향조사는 특허기술정보를 기술 분야별로 조사, 분류, 가공, 분석함으로써 과거부터 현재까지의 기술동향 및 기술수준, 주요 연구개발 주체의 연구개발 동향 등을 파악하여 본 연구기획의 중점추진분야 설정을 위한 객관적인 근거를 제시하기 위함임

나. 분석절차

- 본 기획에서는 조사항목, 대상, 기간, 검색범위를 설정하고 분석 대상 관련 Keyword 도출 및 검색식 설정, 특허 DB 검색 및 노이즈 제거를 거쳐 분석대상을 확정하여 분석하는 절차를 따름

다. 국내특허 동향

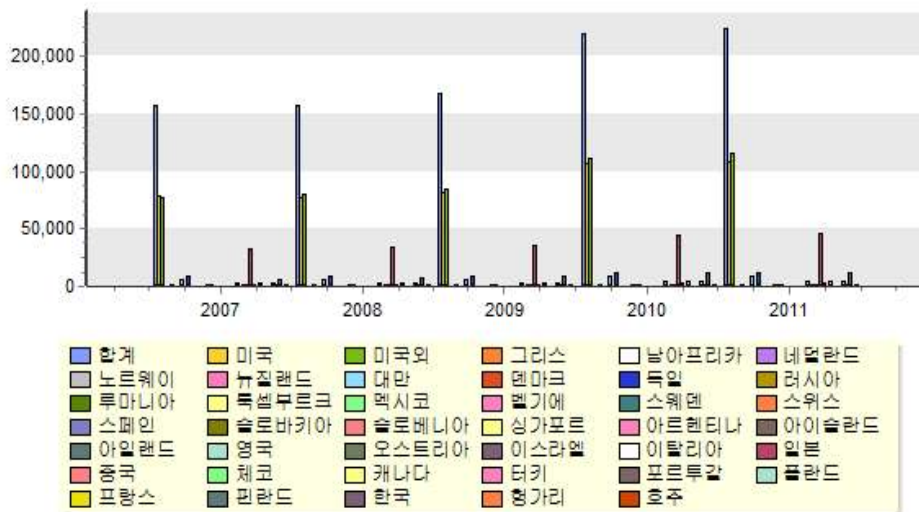
- ‘특허청, 지식재산권통계연보’에 따르면, 국내특허 출원은 2011년도를 기준으로 178,924 건으로 해마다 증가하고 있는 추세임



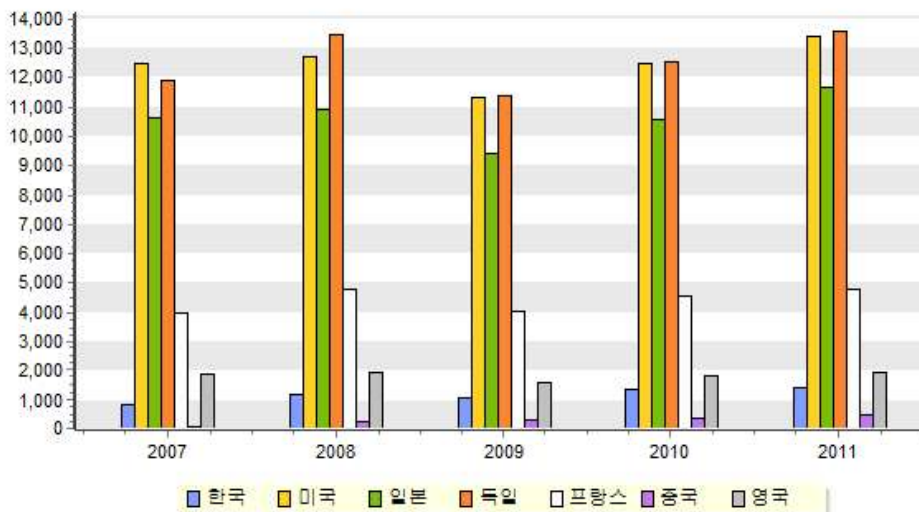
[그림 31] 우리나라 특허출원 건수

라. 국외 특허 동향

- 우리나라에서 미국에 출원한 특허는 2011년 12,262건으로 다른 국외보다 적은 수치를 보이고 있지만, 해마다 증가하고 있는 추세이며 인구밀도 분포에 따라서는 적은 수치가 아님
- 유럽에 출원한 특허는 2011년 1,427건으로 다른 국외보다 적은 수치를 보이고 있지만, 해마다 증가하고 있는 추세임



[그림 32] 미국에 출원한 특허 건수



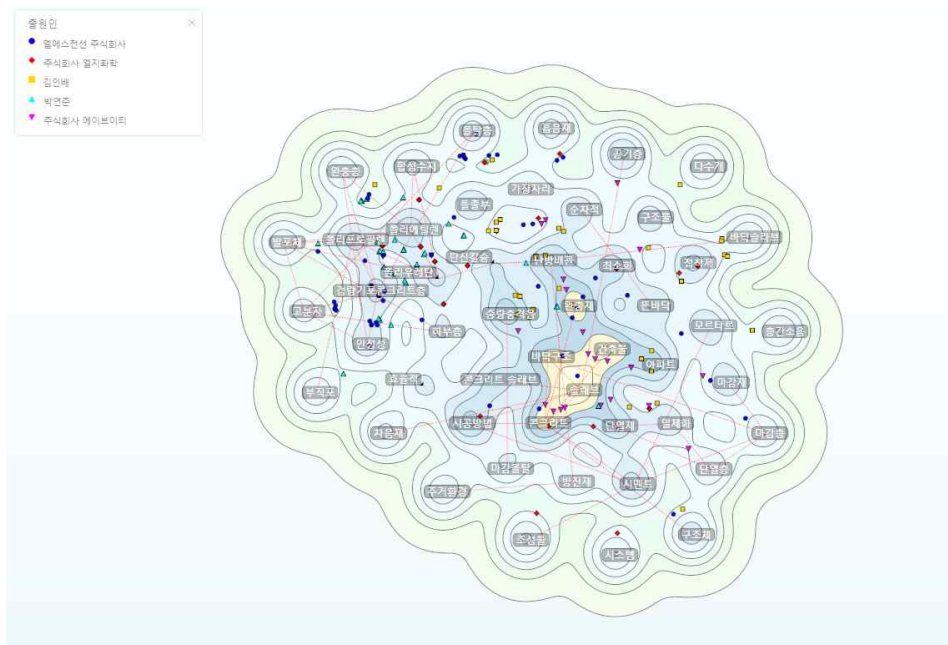
[그림 33] 유럽에 출원한 특허 건수

마. 국내·외 기술별 특허 동향 분석

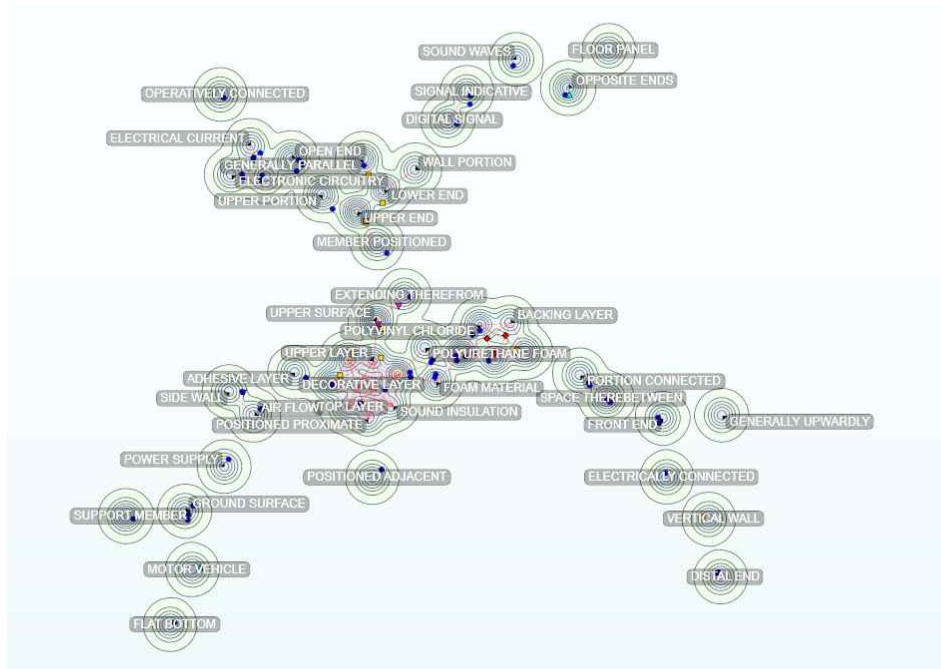
(1) 소음·진동 저감기술 분야

○ 바닥충격음 저감기술 특허동향

- 바닥충격음 저감기술 관련 특허 977건(국내 340건, 국외 637건)가운데 본 연구 기획의 중점 추진분야는 232건 으로서, 공동주택 바닥충격음 저감 시공방법/ 기둥 및 슬래브 연결 공법/ 바닥충격음 완충재 및 흡음재 개발/ 등과 관련된 키워드들이 군집을 이루고 있음

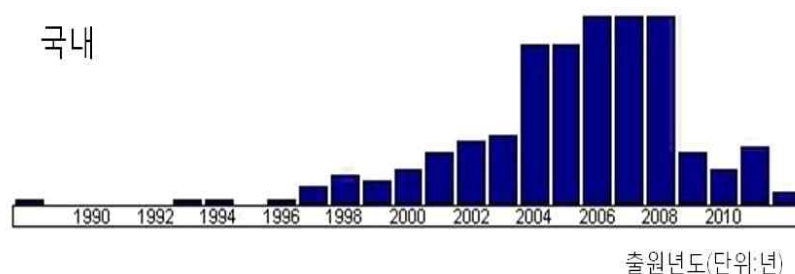


[그림 34] 국내 바닥충격음 저감기술 관련 특허 Keyword map

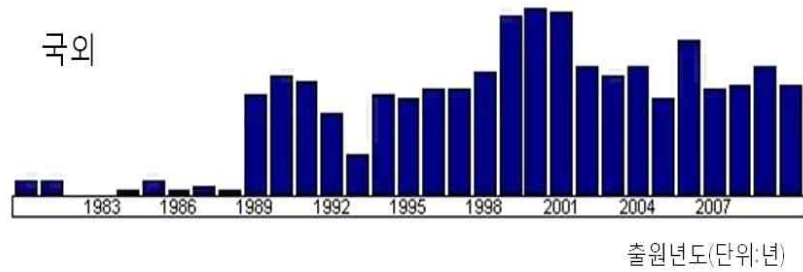


[그림 35] 국외 바닥충격음 저감기술 관련 특허 Keyword map

- 연도별 바닥충격음 저감기술 관련 특허출원 건을 살펴보면 국내의 경우 '90년대 후반 특허를 출원한 이래 미미한 증가 추이를 보이다가 '04년부터 '08년 까지는 뚜렷한 증가세를 보임
- ※ 통상 특허출원 후 공개되기까지 18개월이 소요되므로 최근 2년~3년 사이의 특허는 포함되지 않으므로 감소추세를 보임
- '08년 이후에는 출원양이 감소하기 시작하여 '12년도까지 출원건수가 줄어들고 있지만 최근 층간소음문제가 사회적 이슈가 되면서 이후 활발한 기술개발이 이루어짐과 동시에 특허출원건수가 늘어날 전망이다
- 국외의 경우 '80년대 후반부터 꾸준한 특허출원이 이루어지고 있으며, 분석결과 바닥충격음 특허활동은 일본이 가장 많은 특허를 출원 중에 있고, 한국 및 미국과 유럽은 지속적 성장 유지중임



[그림 36] 국내 바닥충격음 저감기술 특허출원건수



[그림 37] 국외 바닥충격음 저감기술 특허출원건수

- 상위 10위까지의 출원인별 특허출원현황을 살펴보면 국내의 경우 엘에스전선 주식회사의 특허 출원이 가장 활발하며, 그 외에도 개인 출원인을 포함하여 여러 기업체나 연구원에 고르게 분포되고 있음
- 국외의 경우 BRIDGESTONE CORP.과 SEKISUI CHEM CO LTD사의 특허출원이 활발히 진행 중임



[그림 37] 국내 바닥충격음 저감기술 특허 출원인 현황

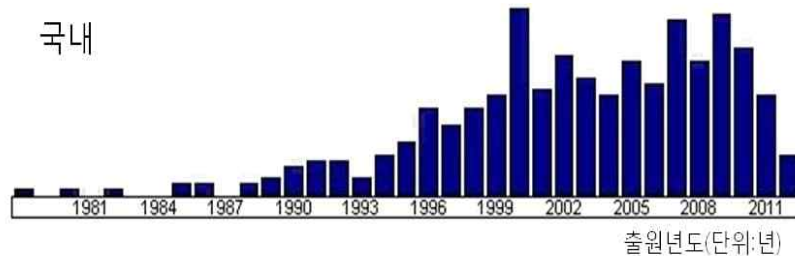


[그림 39] 국외 바닥충격음 저감기술 특허 출원인 현황

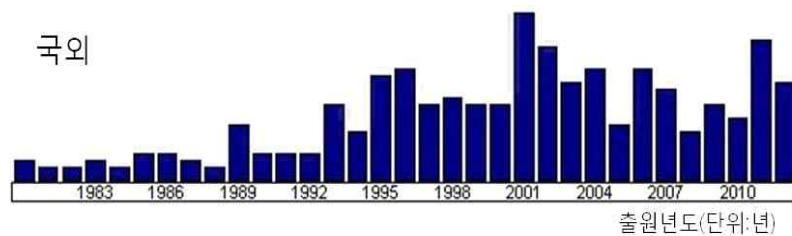
○ 설비소음 저감기술 특허동향

- 설비소음 저감기술 관련 특허 1,623건(국내 537건, 국외 1086건) 가운데 본 연구 기획의 중점추진분야는 138건 으로서, 건축물의 차음 설비구조/ 소음절감 배관 및 시공 장비 공법/ 설비소음 저감장치/ 설비소음 모니터링 시스템 등과 관련된 키워드들이 군집을 이루고 있음.

- 국외의 경우 '90년대에는 특허출원 건수가 미미했으나, '01년도를 기점으로 급속도로 특허출원이 증가함. 분석결과 설비소음 저감기술 관련 특허출원건은 국외에 비해 소음절감에 대한 기대효과로 국내에서 더욱 활발히 진행중임



[그림 41] 국내 설비소음 저감기술 특허출원건수



[그림 43] 국외 설비소음 저감기술 특허출원건수

- 상위 10위까지의 출원인별 특허출원현황을 살펴보면 국내의 경우 삼성전자 주식회사를 포함한 대기업체의 특허 출원이 가장 활발하여, 기업체 특허의 출원상태에 따라 설비소음 저감기술에 관련한 특허출원 추세가 좌우됨
- 국외의 경우 MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD사와, MITSUBISHI HEAVY IND LTD사 등 일본기업의 특허출원이 활발히 진행 중임



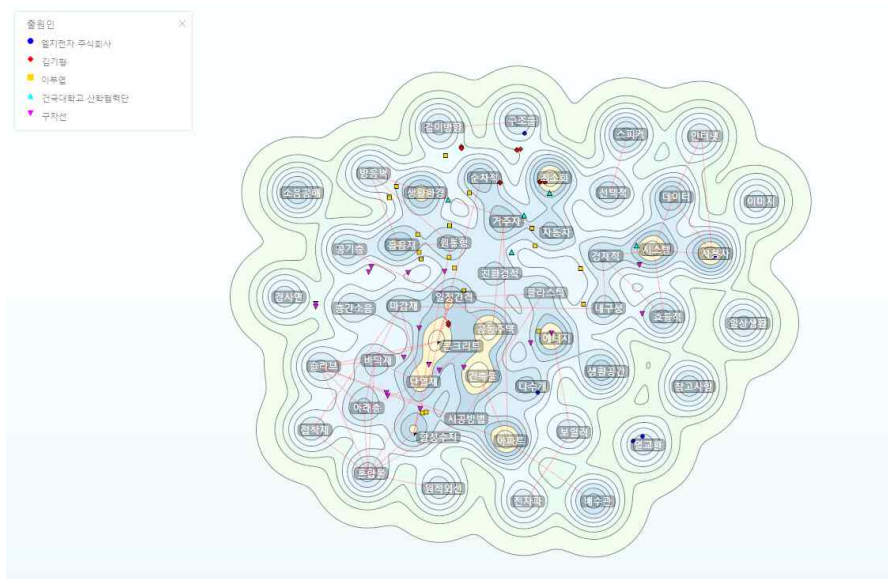
[그림 44] 국내 설비소음 저감기술 특허 출원인 현황



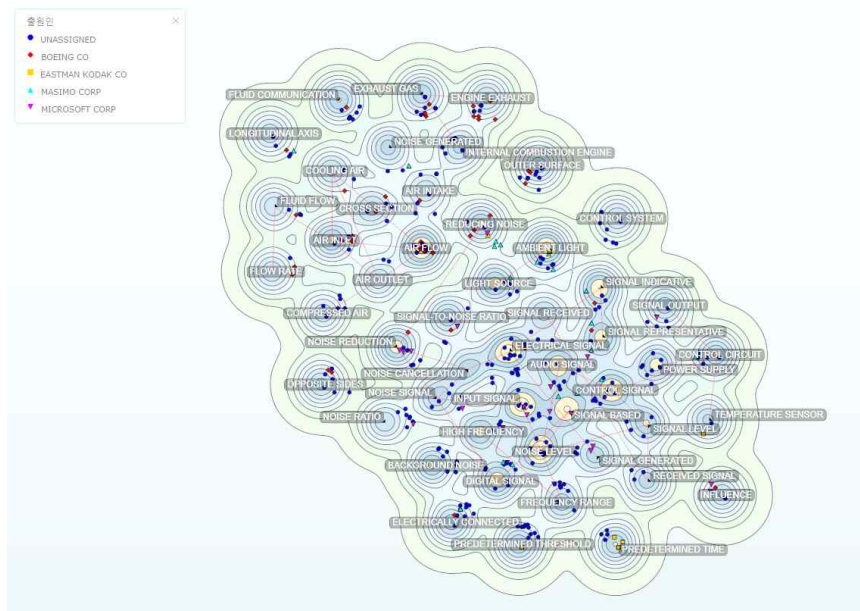
[그림 45] 국외 설비소음 저감기술 특허 출원인 현황

○ 실생활소음 저감기술 특허동향

- 실생활소음 저감기술 관련 특허 4,507건(국내 381건, 국외 4,126건) 가운데 본 연구 기획의 중점추진분야는 653건으로, 생활소음 모니터링 시스템/ 외부소음 시뮬레이터/ 소음예측 디바이스/ 등 생활소음 측정방법과 관련된 키워드들이 군집을 이루고 있음

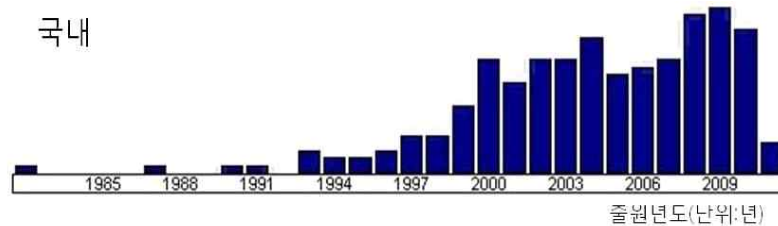


[그림 46] 국내 실생활소음 저감기술 관련 특허 Keyword map

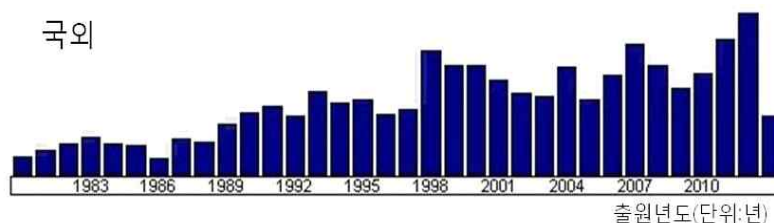


[그림 47] 국외 실생활소음 저감기술 관련 특허 Keyword map

- 연도별 실생활소음 저감기술 관련 특허출원 건을 살펴보면, 국내의 경우 '90년대 중반부터 계속적으로 특허출원이 이루어지고 있음
- ※ 통상 특허출원 후 공개되기까지 18개월이 소요되므로 최근 2년~3년 사이의 특허는 포함되지 않으므로 감소추세를 보임
- 국외의 경우 '90년 초·중반에는 특허출원이 주춤하였으나, '90년 후반 이후 하향세 없이 활발히 진행됨. 분석결과 실생활소음 저감기술 관련 특허출원건은 삶의 질 향상에 관한 현대인의 인식변화에 매년 급속도로 출원이 이루어져 기술개발에 대한 투자가 활발히 진행될 전망이다

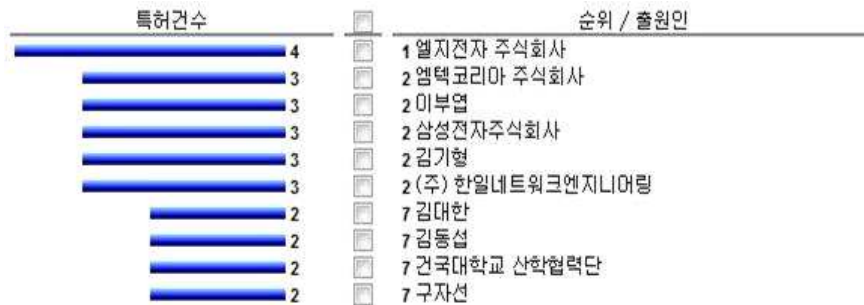


[그림 48] 국내 실생활소음 저감기술 특허출원건수



[그림 49] 국외 실생활소음 저감기술 특허출원건수

- 상위 10위까지의 출원인별 특허출원현황을 살펴보면 국내의 경우 엘지전자 주식회사 및 개인 출원인 수가 두드러짐. 국외의 경우 설비소음과 마찬가지로 MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD사의 특허출원건수가 가장 많지만, 실생활소음 저감 기술 분야는 세계적인 needs에 부합하는 연구과제인 만큼, 미국 및 유럽 등 세계각국에서 특허출원을 활발히 진행 중임



[그림 50] 국내 실생활소음 저감기술 특허 출원인 현황

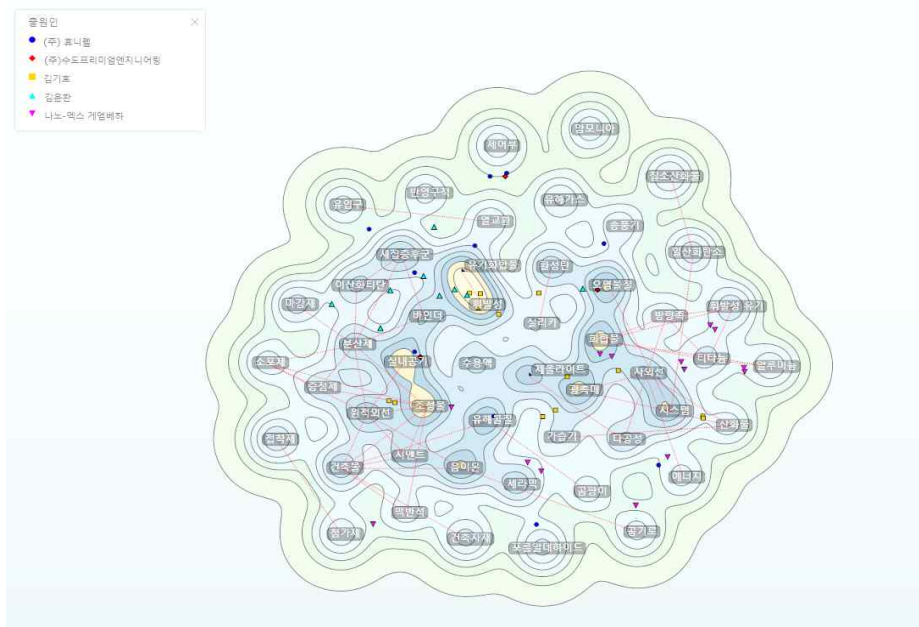


[그림 51] 국외 실생활소음 저감기술 특허 출원인 현황

(2) 실내공기질 개선 기술 분야

○ 실내 오염물질 제거기술 특허동향

- 실내 오염물질 제거기술 관련 특허 181건(국내 109건, 국외 72건)가운데 본 연구기획의 중점 추진분야는 134건으로, 실내 공기 청정을 위한 흡착제·탈취 필터 및 탈취 필터 제조방법/ 실내 유해화학물질 분해 소독제/ 새집증후군 제거용 나노산소 촉매제 제조방법/실내 공기 질 개선용 조성물 및 이를 사용한 기능성 시공방법/ 등과 관련된 키워드들이 군집을 이루고 있음



[그림 51] 실내 오염물질 제거기술 관련 국내 특허 Keyword map

- 연도별 실내 오염물질 제거기술 관련 특허출원 건을 살펴보면 국내의 경우 '99년부터 2002년 까지 미미한 추이를 보이다가 '03년부터 06년'까지는 뚜렷한 증가세를 보임
- 2006년 이후에는 출원양이 감소하기 시작하여 2012년 까지 출원건수가 비슷하게 유지되고 있지만 최근 실내공기질의 사회적 관심이 높아지면서 이후 활발한 기술개발이 이루어짐과 동시에 특허출원건수가 늘어날 전망이다
- 상위 10위까지의 출원인별 특허출원현황을 살펴보면 국내의 경우 개인 출원(박원식)이 가장 활발하며, 그 외에도 다른 개인 출원인을 포함하여 여러 기업체에 고르게 분포되고 있음
- 일본의 경우 三菱電機株式會社와 松下電器産業株式會社の 특허출원이 활발히 진행 중임



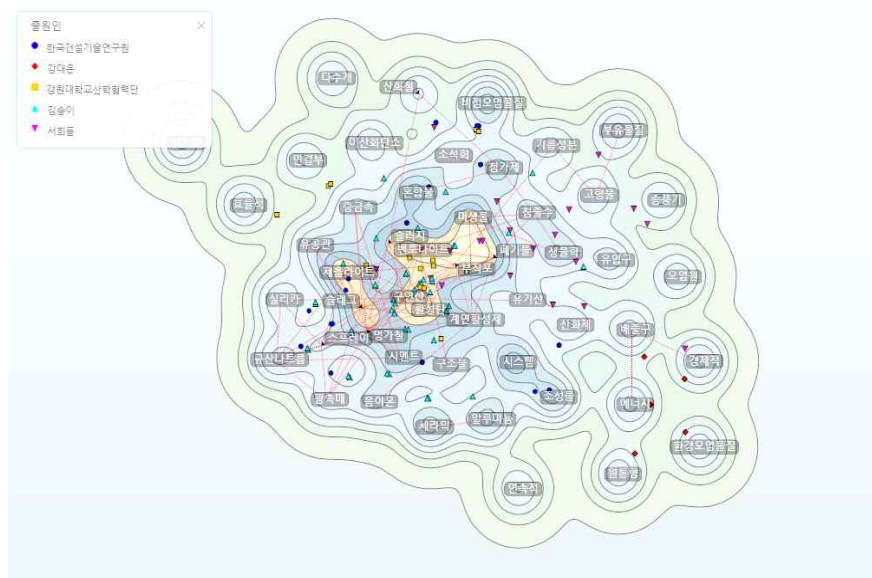
[그림 53] 국내 실내 오염물질 제거기술 관련 출원인 특허 현황



[그림 54] 일본 실내 오염물질 제거기술 관련 출원인 특허 현황

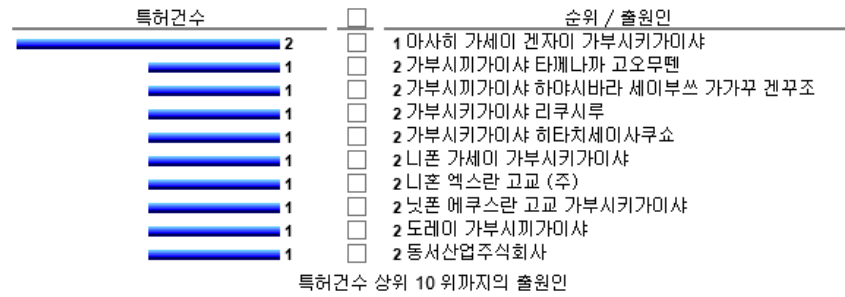
○ 오염물질 저방출, 저감소재 및 제품의 특허동향

- 오염물질 저방출, 저감되는 소재 및 제품 관련 특허는 국내 57건으로 조사되었으며, VOC 저감용 세라믹 복합소재/ 유기물과 무기물의 흡착과 분해가 가능한 복합 기능성 소재의 제조방법 및 소재/ 새집증후군 제거용 나노산소 촉매제 제조방법/ 유기성 슬러지를 이용한 탄화경량골재/ 등과 관련된 키워드들이 군집을 이루고 있음

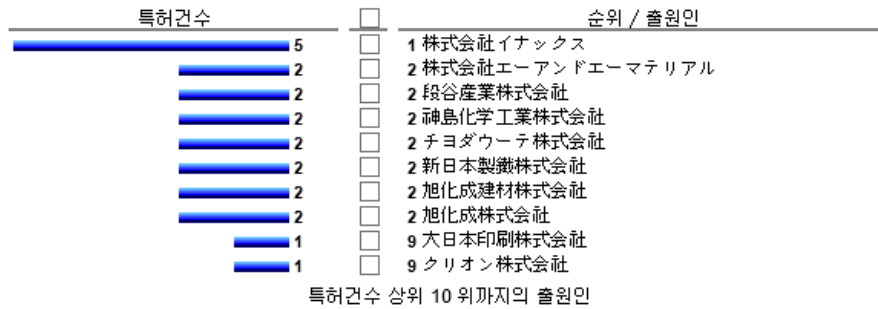


[그림 55] 오염물질 저방출, 저감소재 및 제품의 특허 Keyword map

- 상위 10위까지의 출원인별 특허출원현황을 살펴보면 국내의 경우 한국건설기술연구원의 특허 출원이 가장 활발하며, 그 외에도 다른 개인 출원인을 포함하여 여러 기업체 등에 고르게 분포되고 있음



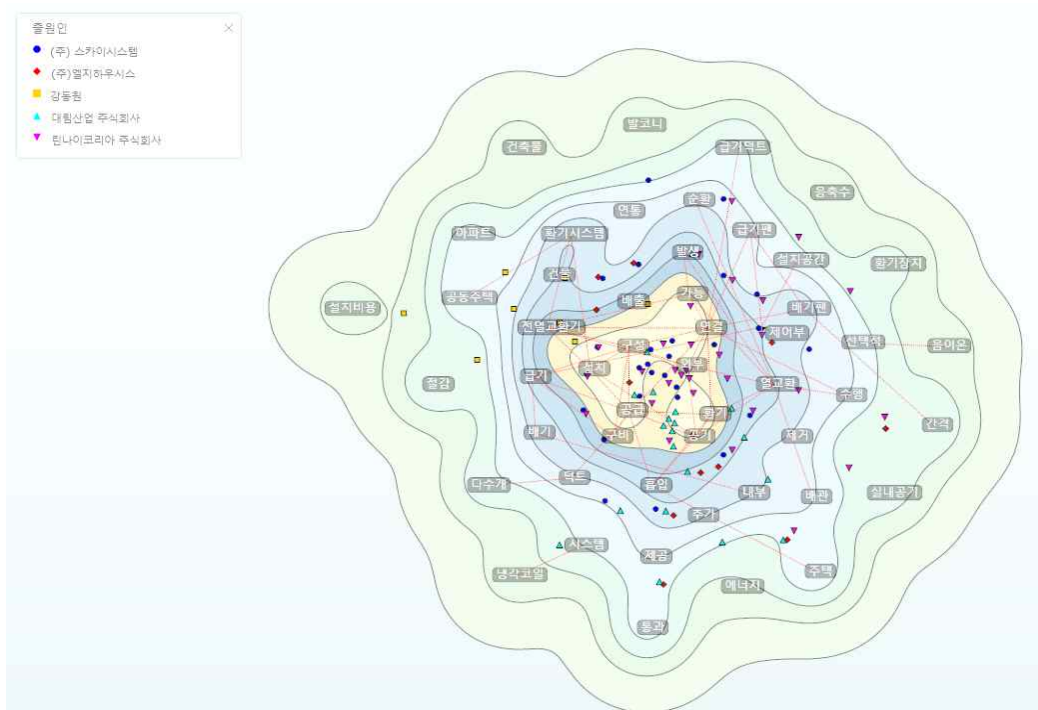
[그림 58] 국내 흡방습 관련 기술 특허 출원인 현황



[그림 59] 일본 흡방습 관련 기술 특허 출원인 현황

○ 공동주택 전열교환 환기 특허동향

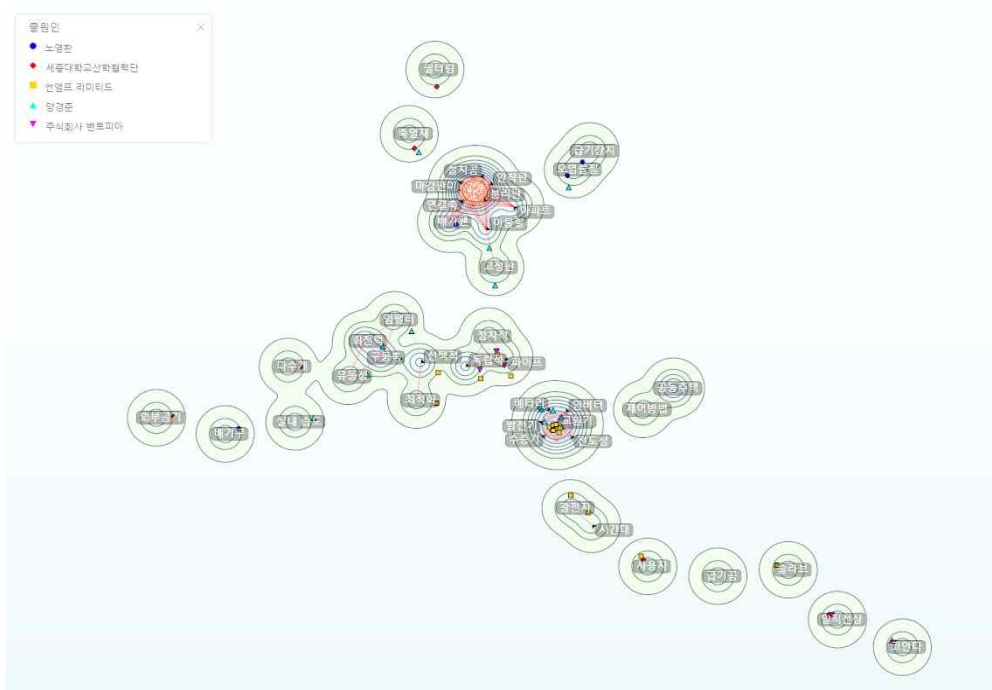
- 공동주택 전열교환 환기 관련 특허는 국내 12건 으로서, 전열교환기용 설치대/ 전열교환 환기모듈/ 창호 환기시스템/ 환기장치용 축열식 전열교환기/ 주택 내부 환기시스템 및 그 제어방법/ 등과 관련된 키워드들이 군집을 이루고 있음



[그림 60] 국내 공동주택 전열교환 환기 관련 특허 Keyword map

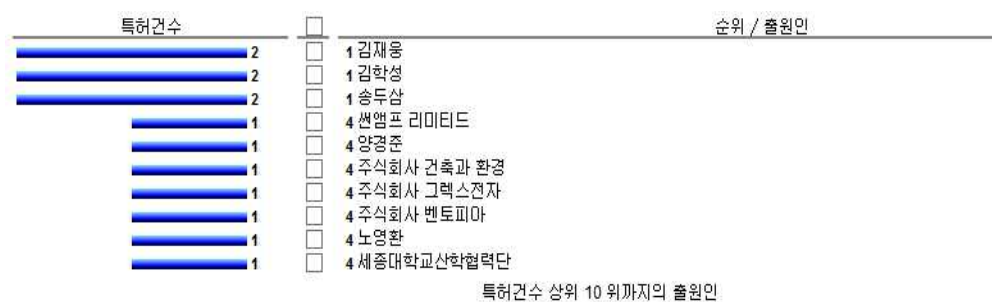
○ 공동주택 하이브리드 환기 특허동향

- 공동주택 하이브리드 환기 관련 특허는 국내 11건 가운데 본 연구기획의 중점 추진분야는 10건 으로서, 천정 부착형 하이브리드 환기장치/ 인공지능형 하이브리드 환기 시스템/ 하이브리드 파사드 시스템 및 건물의 실내공기 제어방법/ 하이브리드 환기시스템/ 하이브리드 흡출장치 및 그 제어방법/ 등과 관련된 키워드들이 군집을 이루고 있음



[그림 61] 국내 공동주택 하이브리드 환기 관련 특허 Keyword map

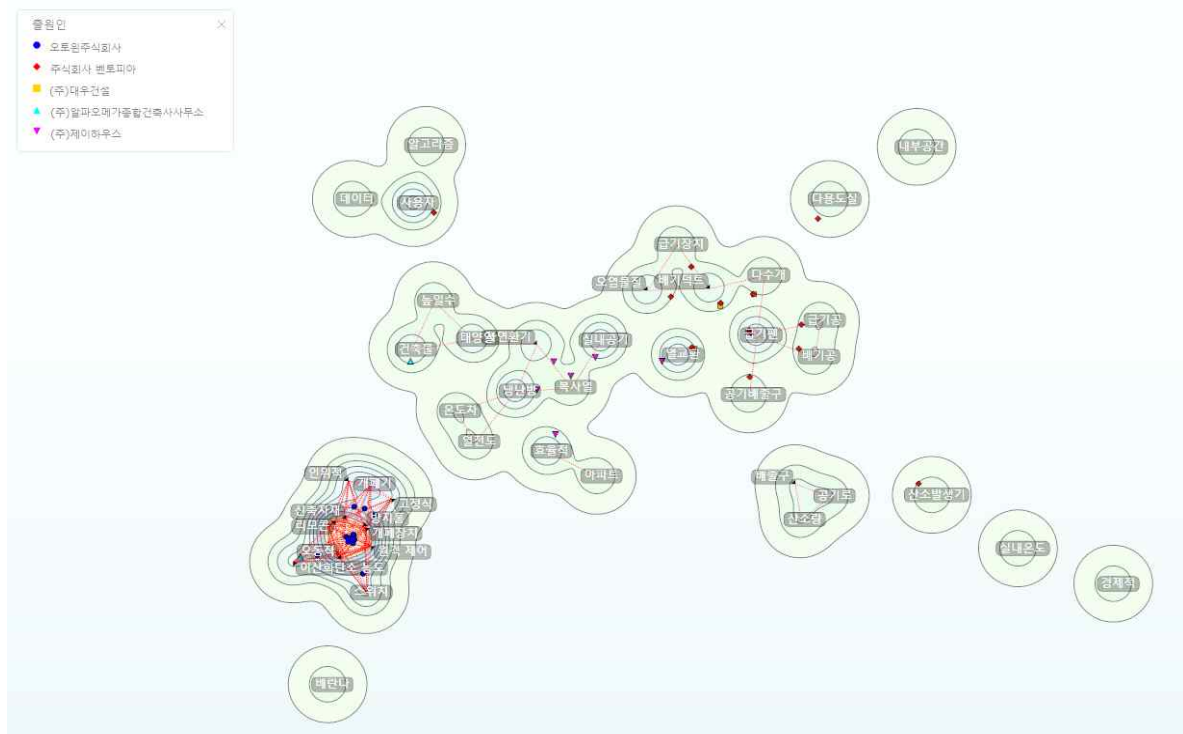
- 상위 10위까지의 출원인별 국내 특허 출원현황을 살펴보면 개인출원(김재웅, 김학성, 송두삼)의 특허 출원이 가장 활발하며, 그 외에도 다른 개인 출원인을 포함하여 여러 기업체 등에 고르게 분포되고 있음



[그림 62] 국내 공동주택 하이브리드 환기 관련 출원인 특허 현황

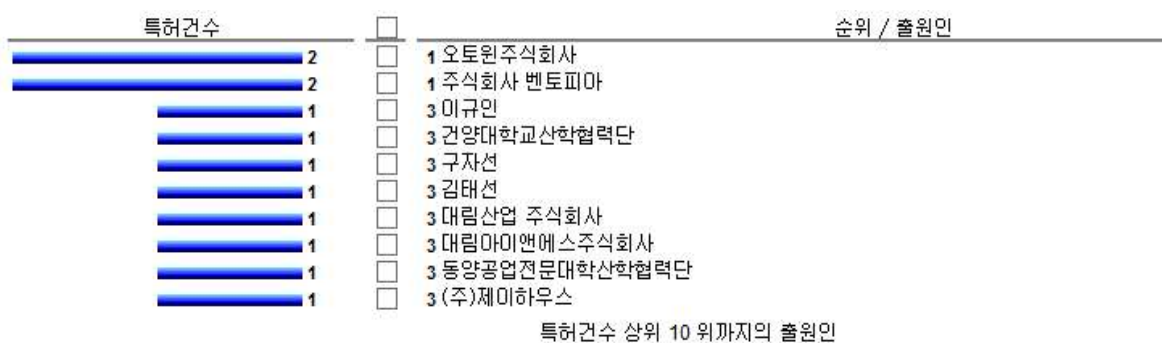
○ 공동주택 CO₂ 디멘드 제어 환기 관련 특허동향

- 공동주택 CO₂ 디멘드 제어 관련 유효 특허는 국내 19건이 조사되었으며, 저탄소 친환경 주거공간 시스템/ 친환경 환기시스템/ 태양열판 설치 방법/ 식물들이 생성하는 공기를 이용하는 환기 제어 시스템을 구비하는 주택 및 상기 환기 제어 시스템/ 등과 관련된 키워드들이 군집을 이루고 있음



[그림 63] 국내 공동주택 CO2 디멘드 제어 관련 특허 Keyword map

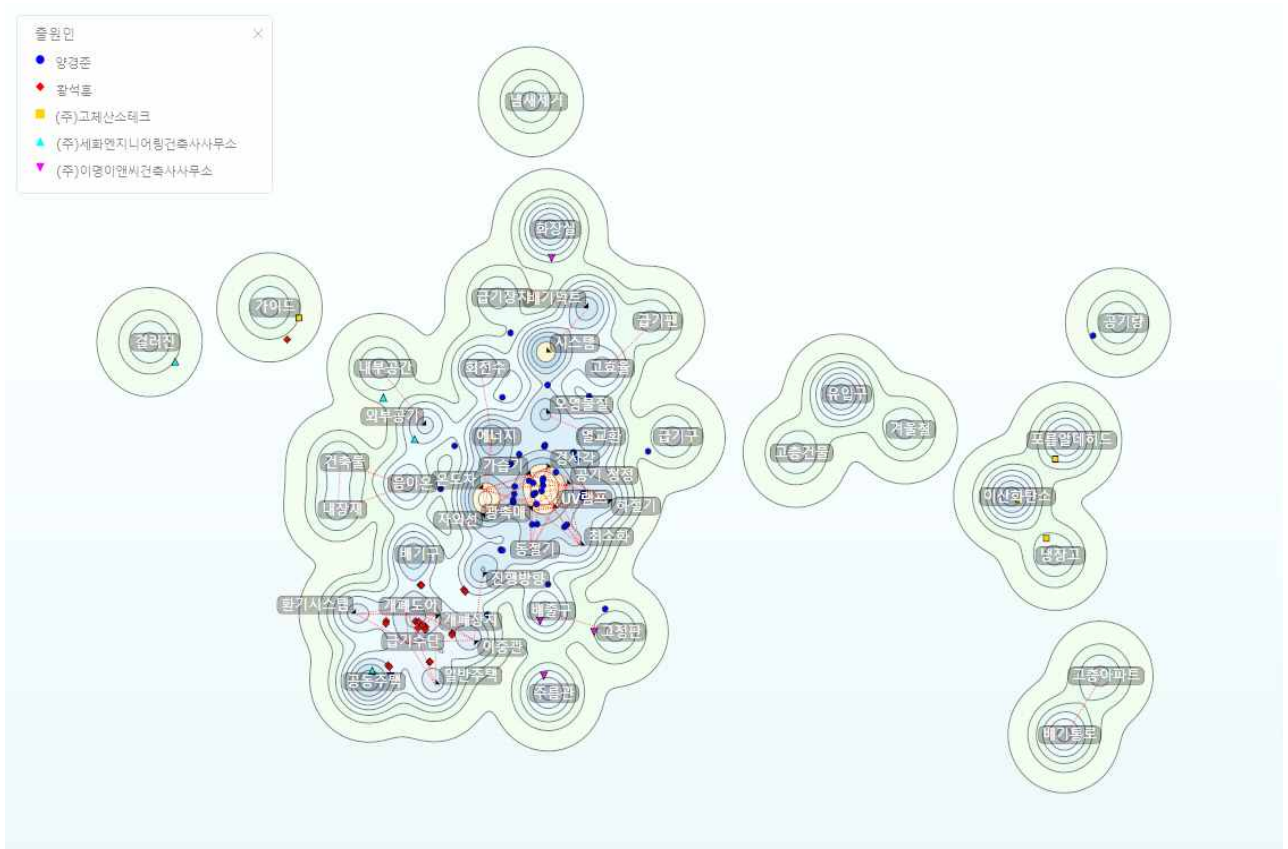
- 상위 10위까지의 출원인별 국내 특허 출원현황을 살펴보면 기업체(오트윈주식회사, 주식회사 벤토피아)의 특허 출원이 가장 활발하며, 그 외에도 다른 개인 출원인을 포함하여 여러 기업체 등에 고르게 분포되고 있음



[그림 64] 국내 공동주택 CO2 디멘드 제어 관련 출원인 특허 현황

○ 공동주택 냄새확산 제어 환기 관련 특허동향

- 공동주택 냄새확산 제어 관련 유효 특허는 국내 20건이 조사되었으며, 공동주택의 환기장치/ 강제흡입방식 주거용 실내환기 시스템/ 실내 공기 개질을 위한 음이온발생 건축용 도료 첨가제/ 공기정화제/ 주거용 통합 환기 시스템/ 등과 관련된 키워드들이 군집을 이루고 있음



[그림 65] 국내 공동주택 냄새확산 제어 관련 특허 Keyword map

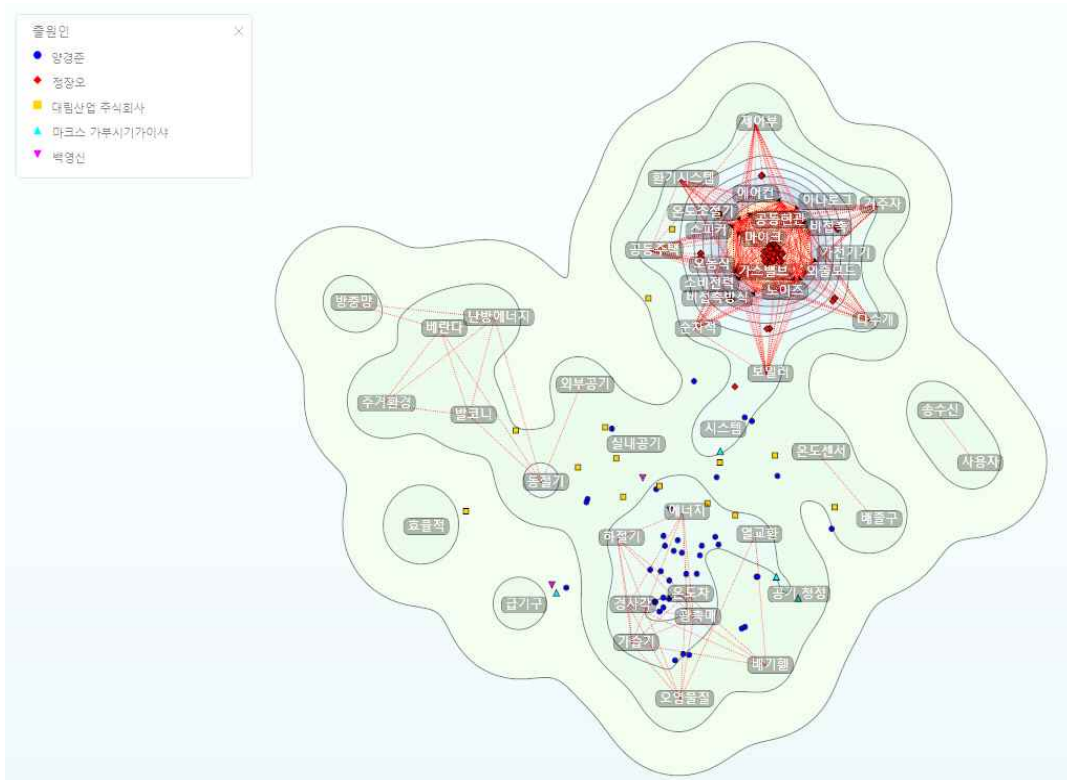
- 상위 10위까지의 출원인별 국내 특허 출원현황을 살펴보면 개인출원(양경준, 황석훈)의 특허 출원이 가장 활발하며, 그 외에도 다른 개인 출원인이 고르게 분포되고 있음



[그림 66] 국내 공동주택 냄새확산 제어 관련 출원인 특허 현황

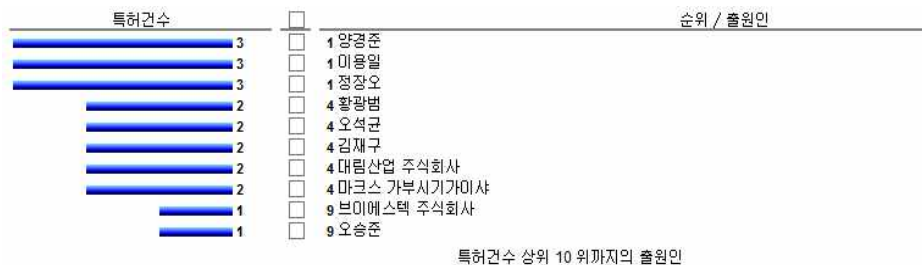
○ 공동주택 결로 제어 환기 관련 특허동향

- 공동주택 결로 제어 관련 특허는 국내 22건 가운데 본 연구기획의 중점 추진분야는 8건 으로서, 건물 외벽의 열교환형 공기조화장치/ 폼타이구멍 개폐 장치/ 환기구가 형성된 창문 프레임/ 초에너지 절약 주택의 지열활용 환기비용 냉난방 시스템 및 냉난방 방법/ 등과 관련된 키워드들이 군집을 이루고 있음



[그림 67] 국내 공동주택 결로 제어 관련 특허 Keyword map

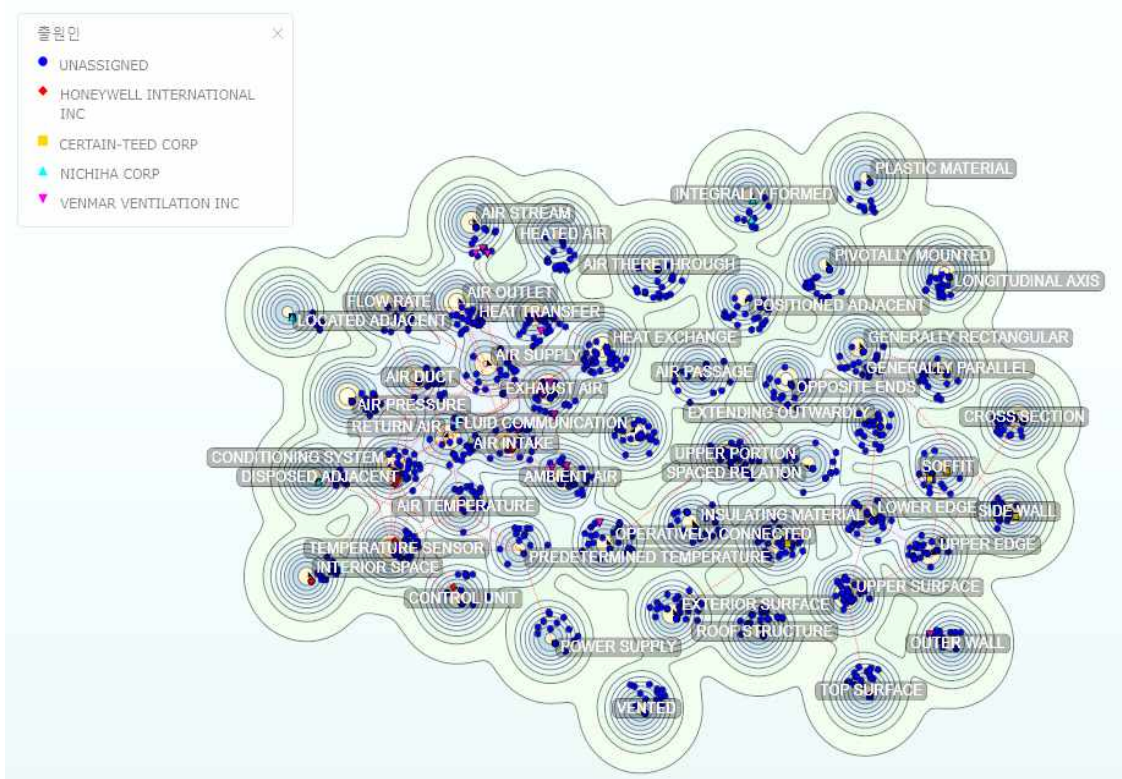
- 상위 10위까지의 출원인별 국내 특허 출원현황을 살펴보면 개인출원(양경준, 이용일, 정장호)의 특허 출원이 가장 활발하며, 그 외에도 다른 개인 출원인을 포함하여 여러 기업체가 고르게 분포되고 있음



[그림 68] 국내 공동주택 결로 제어 관련 출원인 특허 현황

○ Building ventilation 특허동향

- Building ventilation 관련 특허는 국외 2167(미국 1367건, 유럽 800건)건 으로서, ventilation function/ HVAC control system/ system of ventilated facades/ cooling and ventilation/ Smart air ventilation system/ 등과 관련된 키워드들이 군집을 이루고 있음



[그림 69] 국외 Building ventilation 관련 특허 Keyword map

- 상위 10위까지의 출원인별 미국 특허 출원현황을 살펴보면 Honeywell International Inc.의 특허 출원이 가장 활발하며, 그 외에도 여러 기업체가 고르게 분포되고 있음
- 유럽의 경우 COLT INTERNATIONAL HOLDINGS A.G.의 특허 출원이 가장 활발하며, 그 외에도 개인 출원을 비롯하여 여러 기업체가 고르게 분포되고 있음



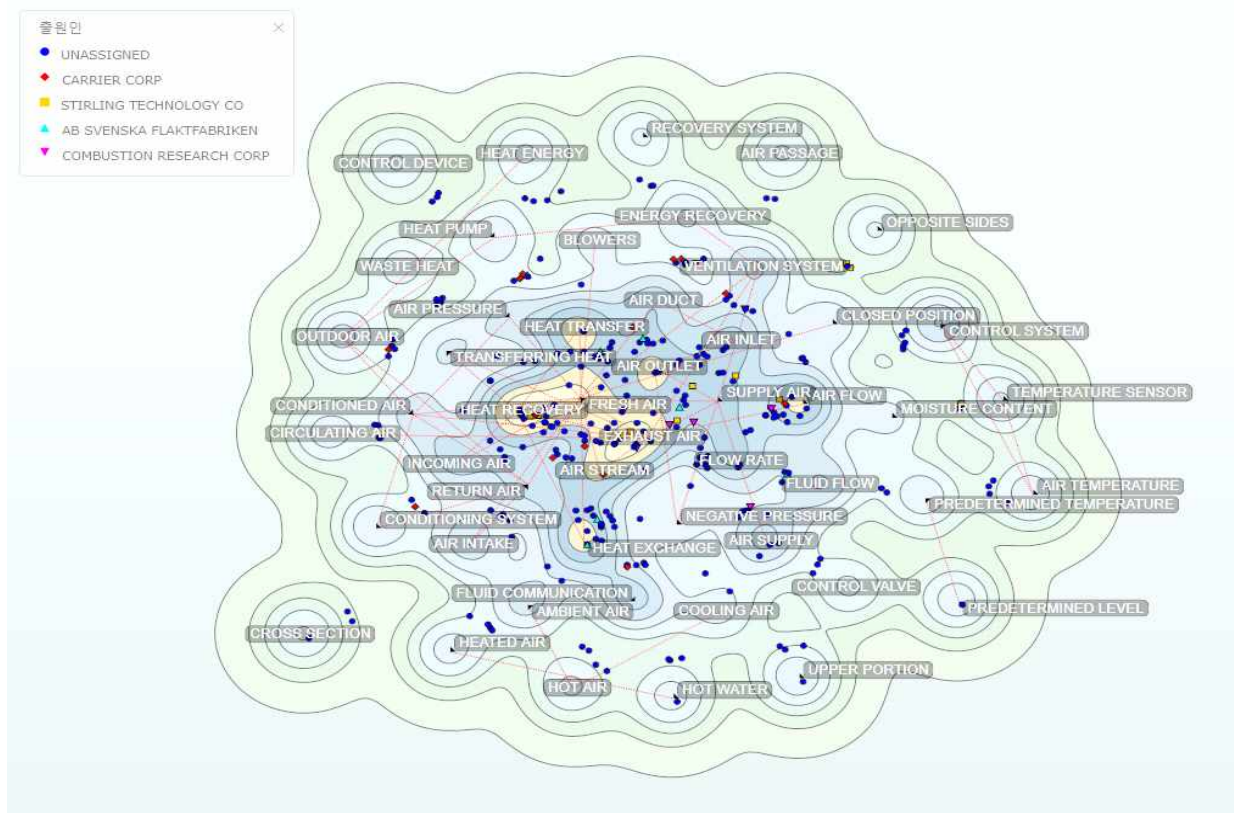
[그림 70] 미국 Building ventilation 관련 출원인 특허 현황



[그림 71] 유럽 Building ventilation 관련 출원인 특허 현황

○ Heat recovery ventilation 특허동향

- Heat recovery ventilation 관련 특허는 국외 264(미국 196건, 유럽 68건)건 으로서, System recovery in a heating, ventilation and air conditioning network/ Split heat recovery system/ heat recovery device, and ventilation device/ cHeat recovery ventilator with defrost/ 등과 관련된 키워드들이 군집을 이루고 있음



[그림 72] 국외 Heat recovery ventilation 관련 특허 Keyword map

- 상위 10위까지의 출원인별 미국 특허 출원현황을 살펴보면 Carrier Corporation 와 Stirling Technology, Inc의 특허 출원이 가장 활발하며, 그 외에도 여러 기업체가 고르게 분포되고 있음
- 유럽의 경우 STIRLING TECHNOLOGY, Inc.의 특허 출원이 가장 활발하며, 그 외에도 개인 출원을 비롯하여 여러 기업체가 고르게 분포되고 있음



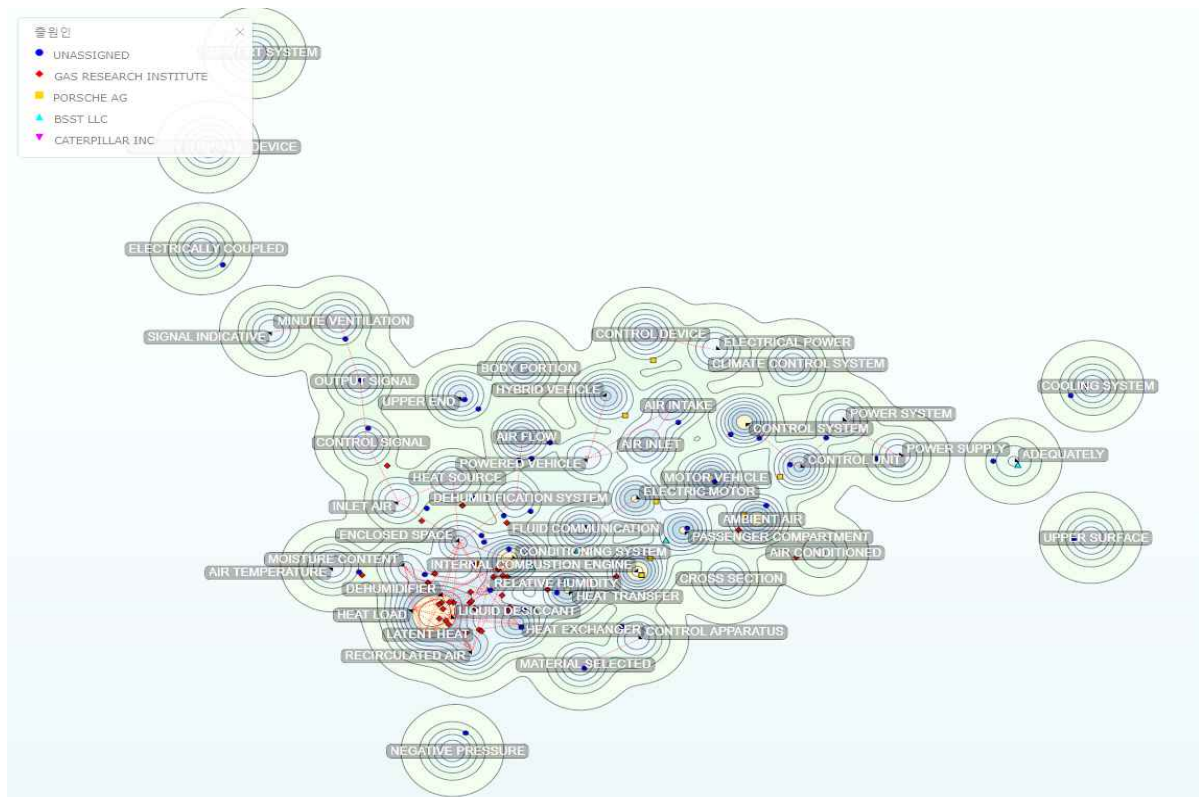
[그림 73] 미국 Heat recovery ventilation 관련 출원인 특허 현황



[그림 74] 유럽 Heat recovery ventilation 관련 출원인 특허 현황

○ Hybrid ventilation 특허동향

- Hybrid ventilation 관련 특허는 국외 112(미국 76건, 유럽 36건)건 으로서, Hybrid ventilation mask / Split heat recovery system/ Cooling device of hybrid-type/ Hybrid microprocessor controlled ventilator unit/ Hybrid air conditioning system/ 등과 관련된 키워드들이 군집을 이루고 있음



[그림 75] 국외 Hybrid ventilation 관련 특허 Keyword map

- 상위 10위까지의 출원인별 미국 특허 출원현황을 살펴보면 Gas Research Institute 의 특허 출원이 가장 활발하며, 그 외에도 여러 기업체가 고르게 분포되고 있음
- 유럽의 경우 KOBELCO CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.의 특허 출원이 가장 활발하며, 그 외에도 개인 출원을 비롯하여 여러 기업체가 고르게 분포되고 있음



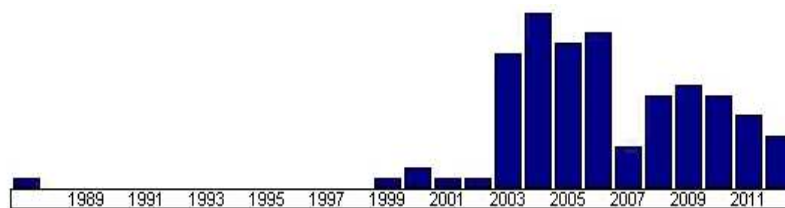
[그림 76] 미국 Hybrid ventilation 관련 출원인 특허 현황



[그림 77] 유럽 Hybrid ventilation 관련 출원인 특허 현황

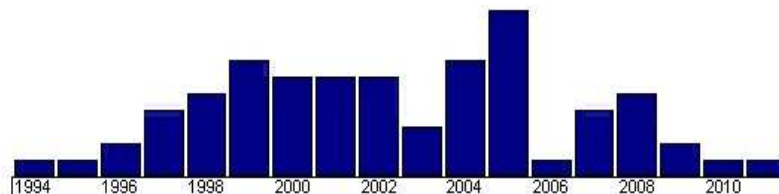
○ 오염물질 저방출, 저감소재 및 제품의 특허동향

- 연도별 오염물질 저방출, 저감소재 및 제품 관련 특허출원 건을 살펴보면 국내의 경우 '93과 96년에 조금씩 나타났다가 2001년부터 서서히 증가세를 보임
- 일본의 경우 '94년부터 04년' 까지 꾸준한 특허출원이 이루어지다가 06년부터 감소하는 추이를 보였지만, 지속적인 성장 유지중임



출원년도(단위:년)

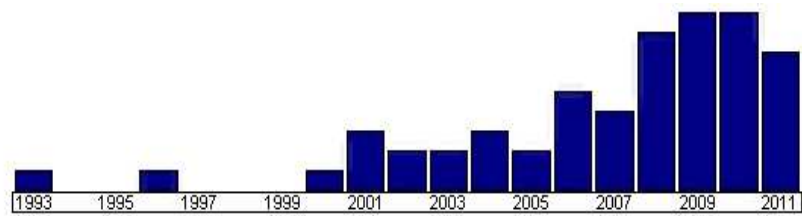
[그림 78] 국내 실내 오염물질 저방출, 제거기술 관련 특허출원건수



출원년도(단위:년)

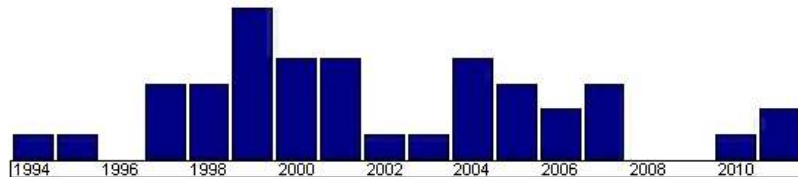
[그림 79] 일본 실내 오염물질 저방출, 제거기술 관련 특허출원건수

- 흡방습 관련 기술 특허출원 동향을 살펴보면 국내의 경우 2000년 이후부터 관련 특허의 출원이 증가하는 추세를 나타냄
- 일본의 경우 '94년부터 관련된 소재 및 제품에 대한 특허가 꾸준히 출원되었으며, 2006년 이후 출원 건수가 작아지는 경향이 나타남



출원년도(단위:년)

[그림 80] 국내 흡방습 기술 관련 특허출원건수

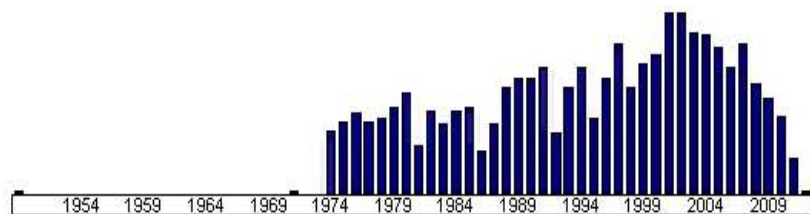


출원년도(단위:년)

[그림 81] 일본 흡방습 기술 관련 특허출원건수

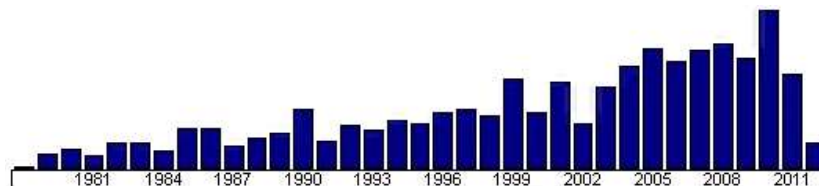
○ 환기설비 관련 기술 및 제품의 특허동향

- 연도별 Building ventilation 관련 미국 특허출원 건을 살펴보면 1970년 중반부터 후반까지 서서히 증가세가 나타났으며, 90년대 초반부터 증가하는 경향이 나타났으며, 2000년대 접어들어 급격한 증가세를 보였으나, 2003년부터 조금씩 감소하는 경향을 보임
- 유럽의 경우 1980년부터 현재까지 꾸준한 증가세를 보임



출원년도(단위:년)

[그림 82] 미국 Building ventilation 관련 특허출원 건수

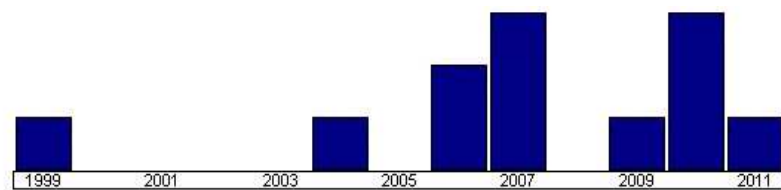


출원년도(단위:년)

[그림 83] 유럽 Building ventilation 관련 특허출원 건수

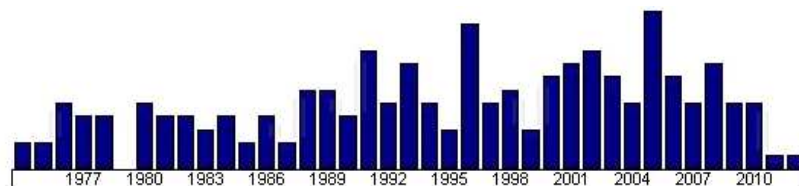
○ 공동주택 전열교환 환기 특허동향

- 연도별 국내 공동주택 전열교환 환기 관련 국내 특허출원 건을 살펴보면 2004년 이후 출원건수가 증가하는 경향이 나타났음
- 미국 특허출원 경향은 1970년부터 현재까지 꾸준히 증가하는 추세를 보임
- 2005년에 가장 많은 출원량을 나타내었고, 2010년 이후 출원 건수가 감소하였음
- 유럽의 경우에는 1988년부터 1993년까지 1991년을 제외하고 서서히 증가세를 보이다 1994년에서 1996년까지 급격히 줄어들음
- 1997년부터 다시 상승하여 이후 증가와 감소를 번갈아 보였으나, 2006년 이후 다시 감소세를 보임



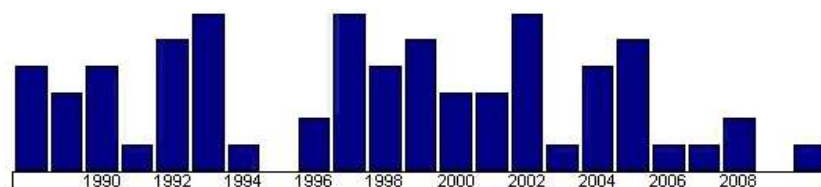
출원년도(단위:년)

[그림 84] 국내 Heat recovery ventilation 관련 특허출원 건수



출원년도(단위:년)

[그림 85] 미국 Heat recovery ventilation 관련 특허출원 건수

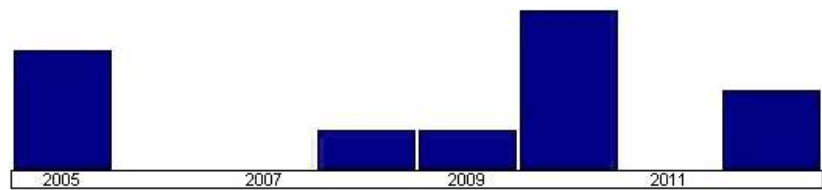


출원년도(단위:년)

[그림 86] 유럽 Heat recovery ventilation 관련 특허출원 건수

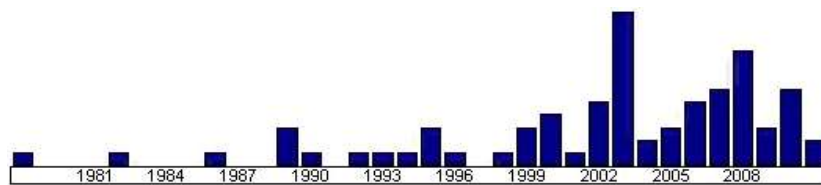
○ 공동주택 하이브리드 환기 특허동향

- 연도별 공동주택 하이브리드 환기 관련 국내 특허출원 건을 살펴보면 2005년에 시작하여 최근 활발한 하이브리드 기술개발이 이루어짐과 동시에 특허출원양이 늘어날 전망이다
- 미국 특허출원 건을 살펴보면 2002년 이후 관련 특허 출원이 꾸준히 증가하였음
- 유럽의 경우에는 2002년부터는 특허출원 건수가 증가하는 경향이 나타났으며, 현재까지 활발한 출원이 이루어지고 있음



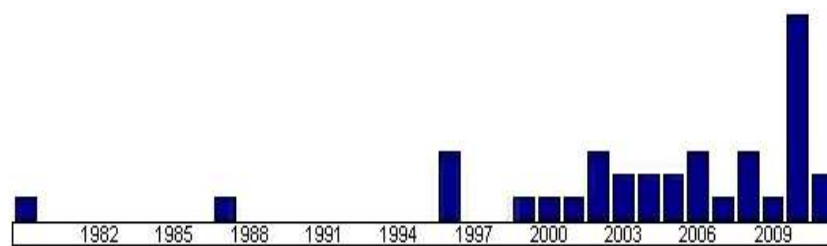
출원년도(단위:년)

[그림 87] 국내 Hybrid ventilation 관련 특허출원 건수



출원년도(단위:년)

[그림 88] 미국 Hybrid ventilation 관련 특허출원 건수



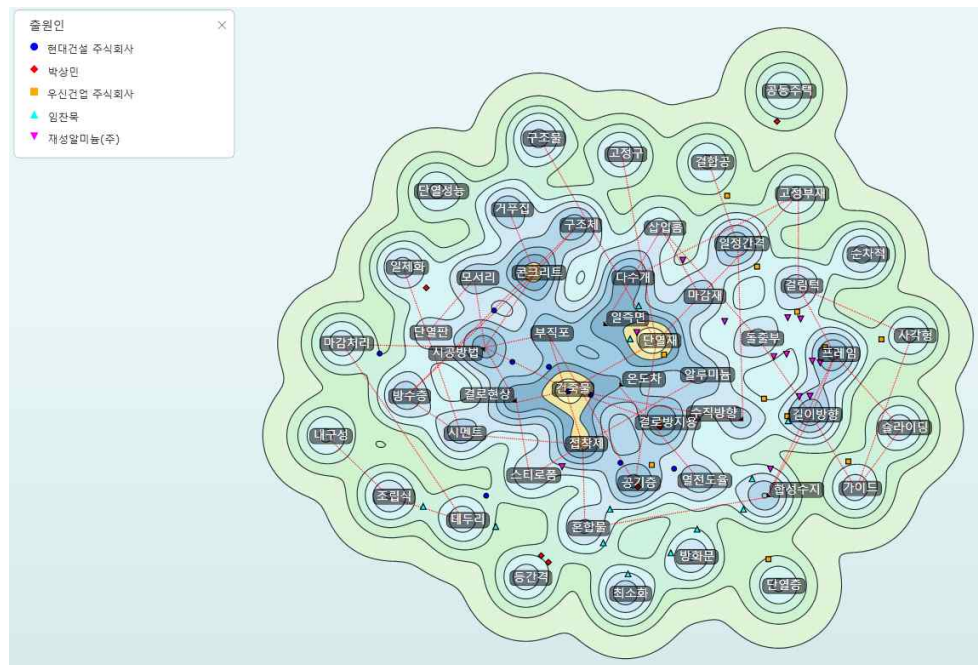
출원년도(단위:년)

[그림 89] 유럽 Hybrid ventilation 관련 특허출원 건수

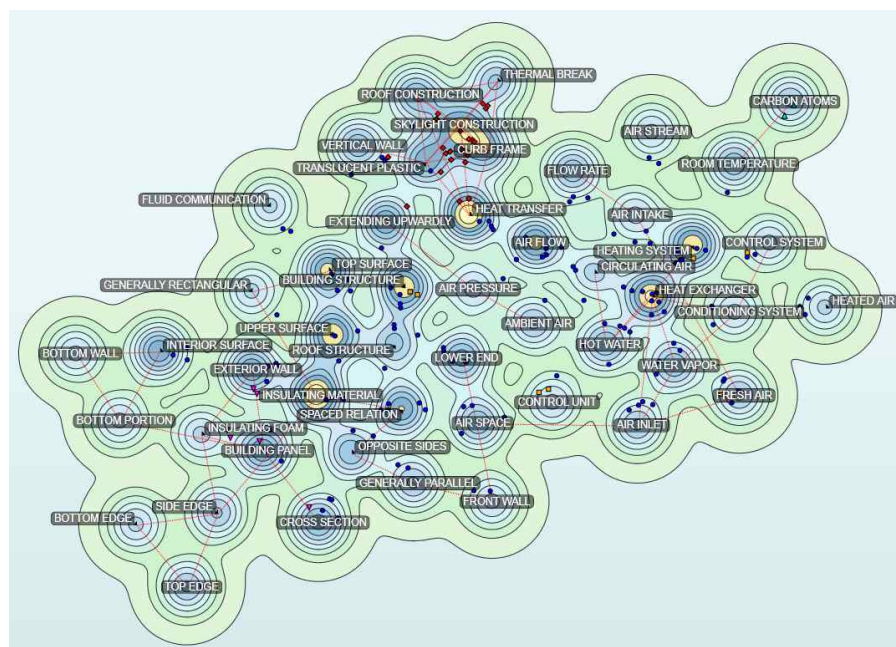
(3) 결로방지 성능 향상 기술 분야

○ 결로방지 기술 관련 특허동향

- 결로방지 기술 관련 특허는 국내 449건, 국외 97건으로, 국내의 경우 단열재/접착제/프레임/공기층/시공방법 등과 관련된 키워드들이 군집을 이루고 있으며, 국외의 경우 insulation material/building structure/curb frame/circulating air 등과 관련된 키워드들이 군집을 이루고 있는 것으로 나타남

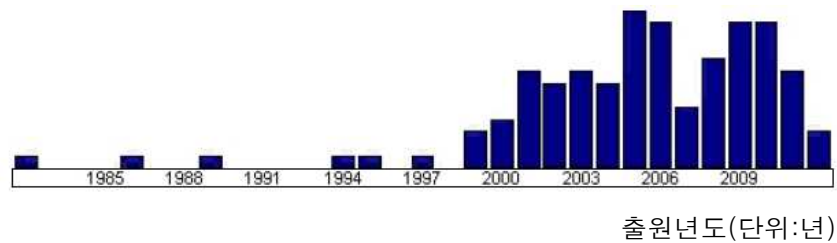


[그림 90] 국내 결로방지 기술 관련 특허 Keyword map

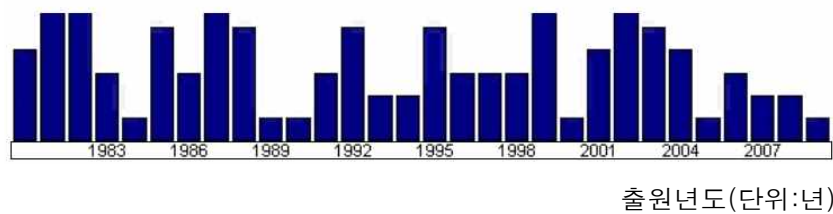


[그림 91] 국외 결로방지 기술 관련 특허 Keyword map

- 연도별 관련 특허출원건을 살펴보면, 국내의 경우 90년대 후반부터 출원 건수가 증가하여 06년 근처에서 최대 건수를 보이고 있음
- 국외의 연도별 관련 특허출원건은 지속적으로 특허가 출원되고 있음



[그림 92] 국내 결로방지 기술 관련 특허출원 건수

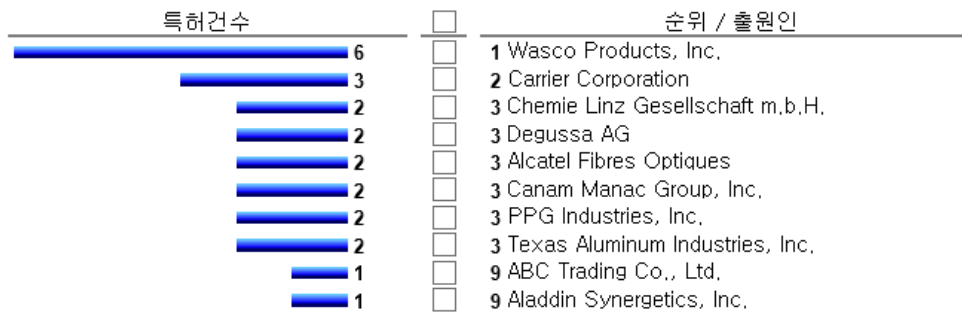


[그림 93] 국외 결로방지 기술 관련 특허출원 건수

- 상위 10위까지의 출원인별 특허출원현황을 살펴보면 국내의 경우, 대건케미칼 주식회사와 현대산업개발 주식회사의 특허 출원이 가장 활발하며, 그 외에도 여러 기업체 및 개인출원인이 비슷한 분포를 보임
- 국외의 경우, Wasco Products, Inc.에서 가장 많은 특허출원을 하였으며, 이외 여러 기업에서 특허를 보유하고 있음



[그림 94] 국내 결로방지 기술 관련 출원인 특허 현황

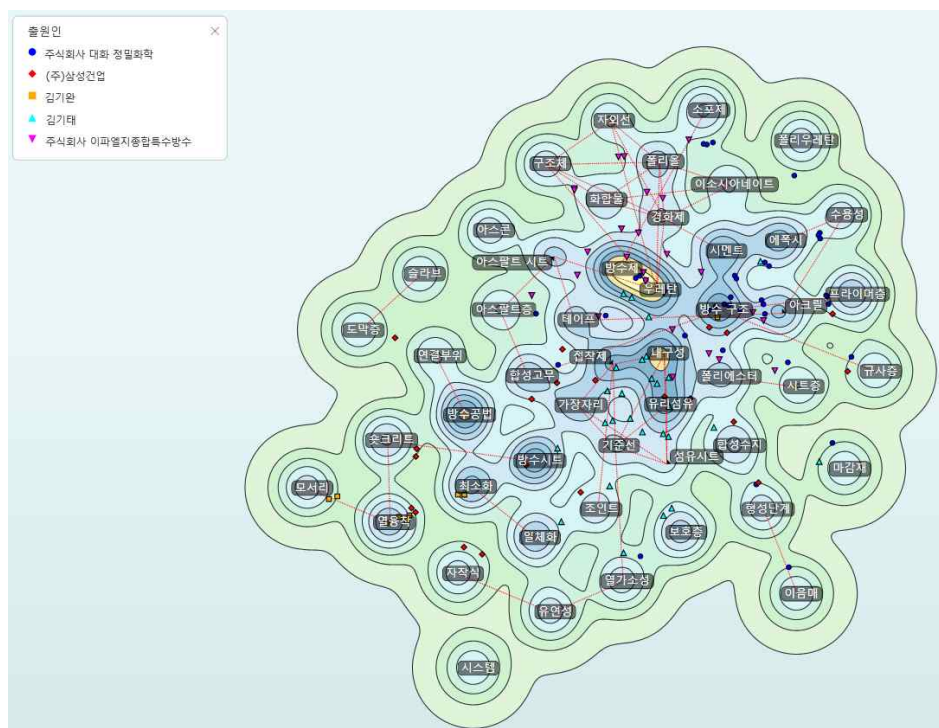


[그림 95] 국외 결로방지 기술 관련 출원인 특허 현황

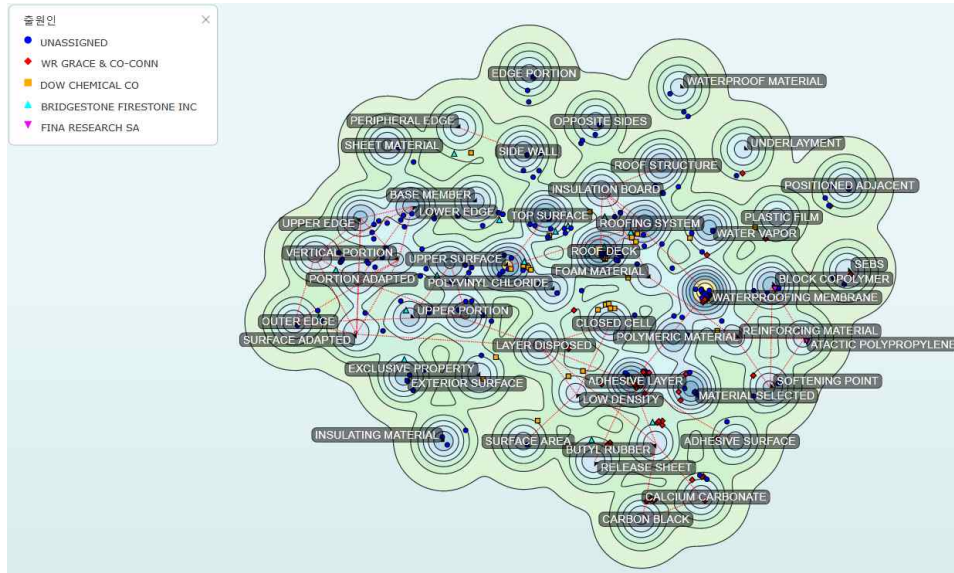
(4) 누수예방 및 방수 기술 분야

○ 방수기술 관련 특허동향

- 방수기술 관련 특허는 국내 73건, 국외 289건으로(1980년~2012년), 국내의 경우, 방수재/우레탄/방수 구조/방수공법/내구성 등과 관련된 키워드가 군집을 이루고 있으며, 국외의 경우, Upper surface/Roof deck/Roofing system/Water proofing membrane 등의 키워드들이 군집을 이루고 있음

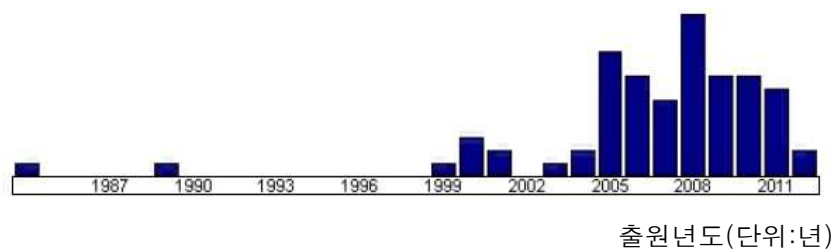


[그림 96] 국내 방수기술 관련 특허 Keyword map

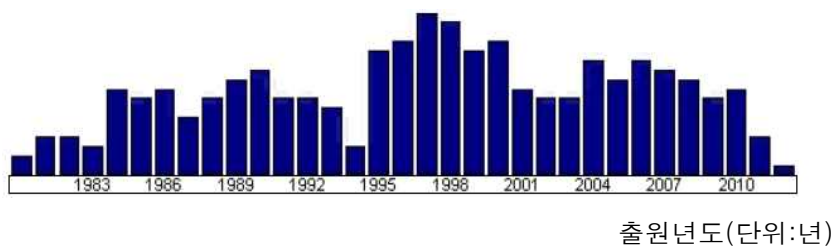


[그림 97] 국외 방수기술 관련 특허 Keyword map

- 연도별 방수 공법 관련 특허출원 건을 살펴보면 국내의 경우, 2000년대부터 출원건수가 증가하고 있으나, 국외의 경우, '80년대부터 꾸준히 특허출원이 이루어지고 있는 추세임



[그림 98] 국내 방수기술 관련 특허출원 건수

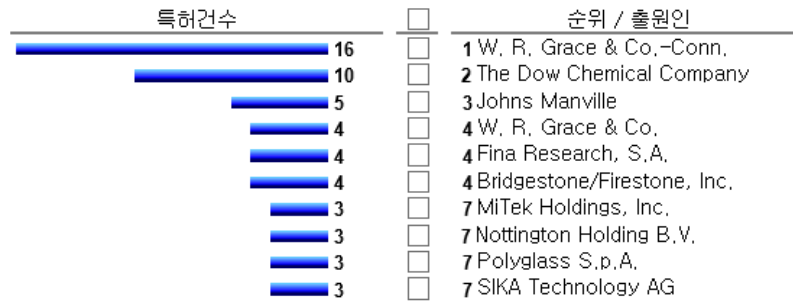


[그림 99] 국내 방수기술 관련 특허출원 건수

- 상위 10위까지의 출원인별 특허출원현황을 살펴보면 국내의 경우, (주)삼성건업과 주식회사 대화정밀화학 특허 출원이 가장 활발하며, 그 외에도 여러 기업체 및 개인출원인이 비슷한 분포를 보임
- 국외의 경우, W.R.Grace&Co.에서 가장 많은 특허출원을 하였으며, 이외 여러 기업 및 개인이 다수의 특허를 보유하고 있음



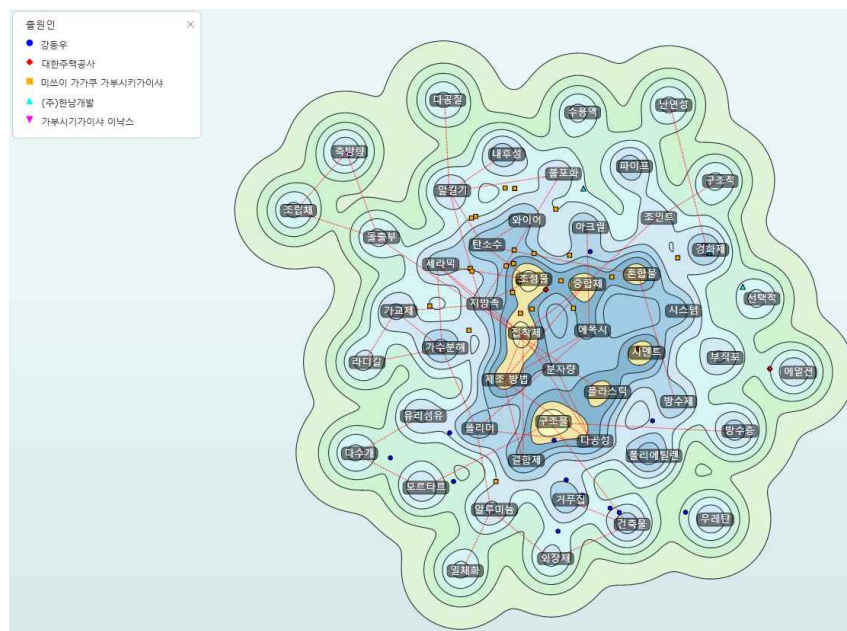
[그림 100] 국내 방수기술 관련 출원인 특허 현황



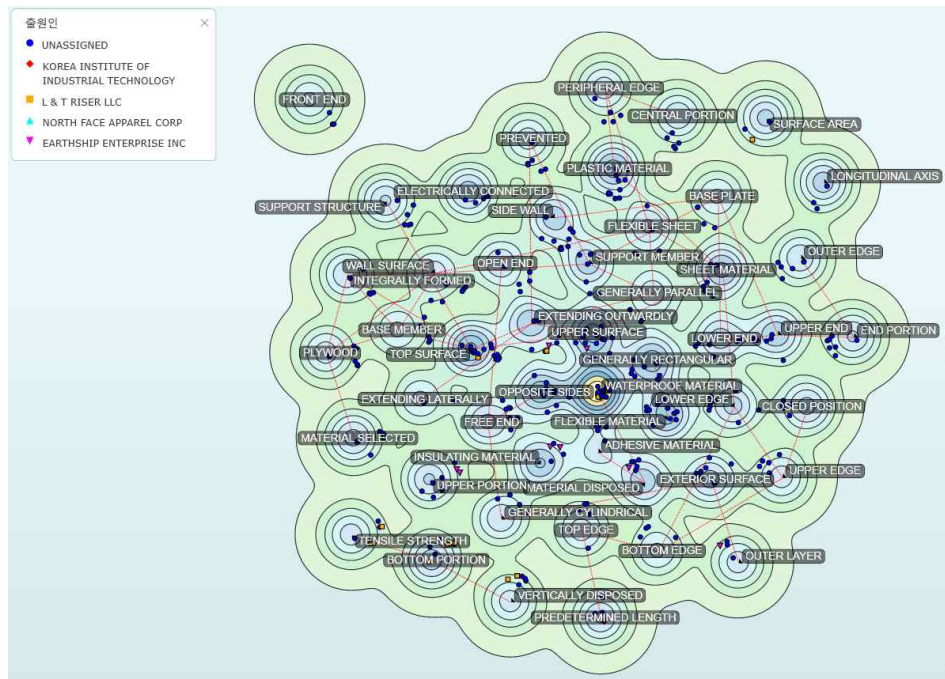
[그림 101] 국외 방수기술 관련 출원인 특허 현황

○ 방수재료 관련 특허동향

- 방수재료 관련 특허는 국내 67건, 국외 302건(유효 270건)으로(1980년~2012년), 국내의 경우, 접착제/에폭시/시멘트/플라스틱 등과 관련된 키워드가 군집을 이루고 있으며, 국외의 경우, Flexible material/Adhesive material/Wall Surface/Sheet Material 등의 키워드들이 군집을 이루고 있음

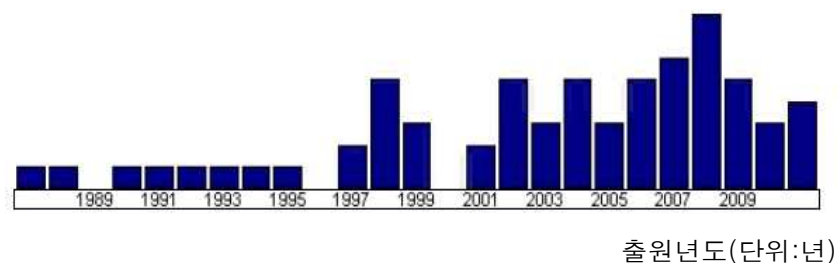


[그림 102] 국내 방수재료 관련 특허 Keyword map

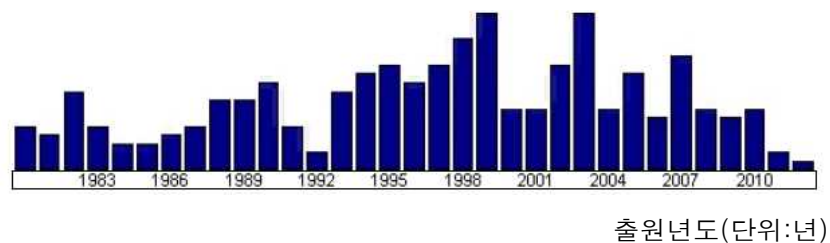


[그림 103] 국외 방수재료 관련 특허 Keyword map

- 연도별 방수 재료 관련 특허출원 건을 살펴보면 국내의 경우, 2000년대부터 출원건수가 증가하고 있으나, 국외의 경우, '80년대부터 꾸준히 특허출원이 이루어지고 있는 추세임

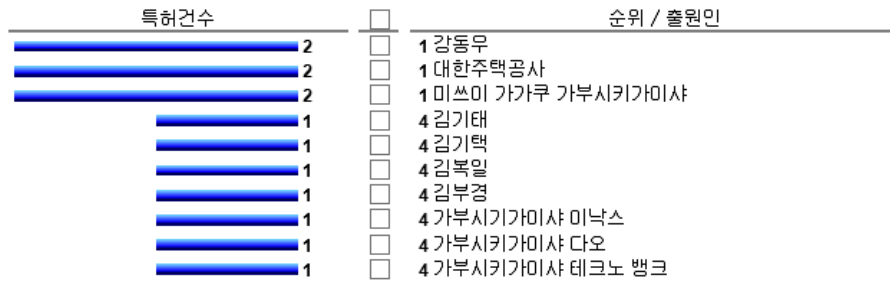


[그림 104] 국내 방수재료 관련 특허출원 건수



[그림 105] 국외 방수재료 관련 특허출원 건수

- 상위 10위까지의 출원인별 특허출원현황을 살펴보면 국내의 경우, 개인출원인과 대한주택공사 및 해외 기업 등이 특허출원을 한 것으로 나타남
- 국외의 경우, 국내의 Korea Institute of Industrial Technology가 활발한 특허출원을 하였으며, 이외 여러 기업이 다수의 특허를 보유하고 있음



[그림 106] 국내 방수재료 관련 출원인 특허 현황



[그림 107] 국외 방수재료 관련 출원인 특허 현황

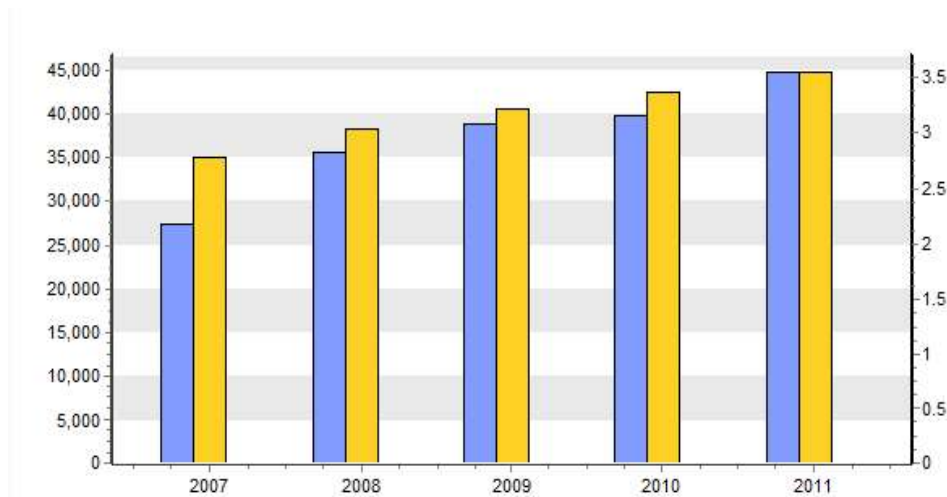
3. 논문동향분석

가. 분석목적

- 논문동향조사는 논문문헌정보를 기술 분야별로 조사, 분류, 가공, 분석함으로써 과거부터 현재까지 기술동향 및 기술수준, 주용 연구개발 주체의 연구개발 동향 등을 파악하여 본 연구기획의 중점추진분야 설정을 위한 객관적인 근거를 제시하기 위함임

나. 분석절차

- 본 기획에서 조사항목, 대상, 기간, 검색범위를 설정하고 분석 대상 관련 Keyword 도출 및 검색식 설정, 논문 DB 검색 및 노이즈 제거를 거쳐 분석 대상을 확정하여 분석하는 절차에 따름
- ‘국가과학기술위원회, 과학기술논문(SCI) 분석연구’에 따르면, 국내논문 발표는 2011년도를 기준으로 44,718편으로 세계 점유율 3.55%를 차지하고 있음
- 세계 적으로 11위를 기록하고 있으며, 매년 발표 건수는 증가하고 있는 추세임



[그림 108] 우리나라 과학기술논문 발표건수

[표 31] 우리나라 과학기술논문 발표건수

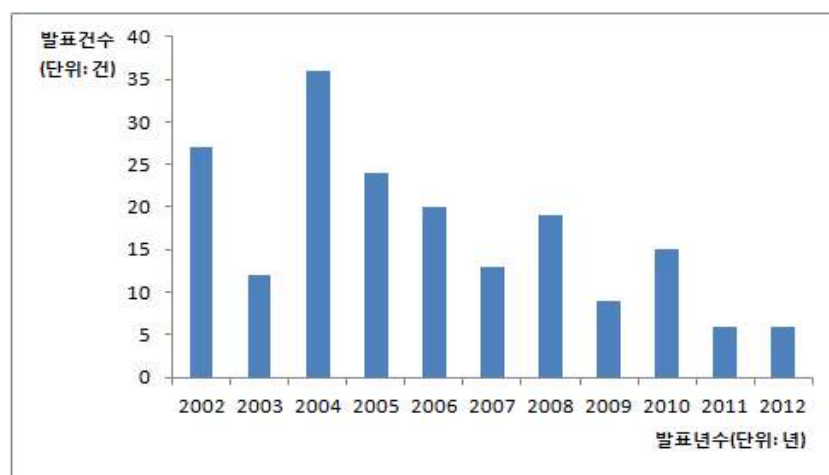
[단위: 편, %]

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
논문발표수	27,839	28,436	27,420	35,662	38,776	39,834	44,718
세계 점유율(%)	2.83	2.89	2.78	3.04	3.22	3.37	3.55
세계 순위	11	11	12	12	12	11	11

다. 국내논문 동향

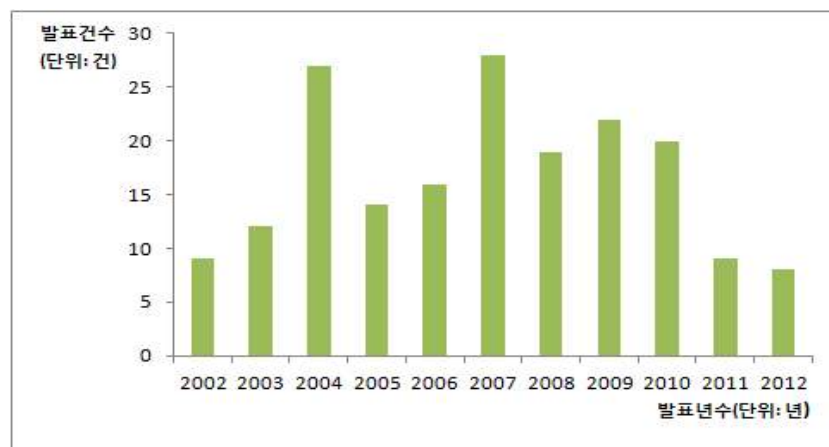
(1) 소음·진동 저감기술 분야

- 바닥충격음 관련 246편의 논문 중 45편이 본 연구기획의 목적과 부합되는 유효 데이터로 선별됨
- 국내 바닥충격음 저감기술 관련 논문의 연도별 발표 현황을 살펴보면 2004년 가장 많은 36편의 논문이 발표 되었고, 이후 매년 감소하는 추세이긴 하나 최근 층간소음에 관련한 문제가 사회적 이슈가 되면서 발표건이 점차 증가할 것이라 예상 됨



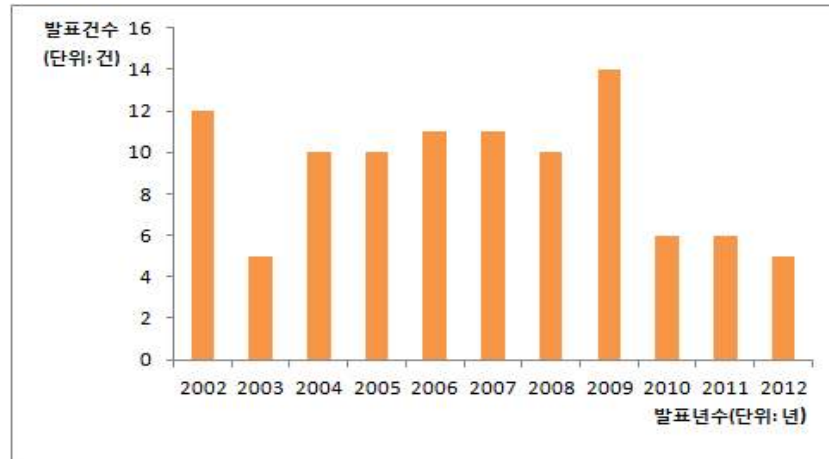
[그림 109] 바닥충격음 저감 분야 논문 연도별 발표 건수

- 설비소음 관련 331편의 논문 중 54편이 본 연구기획의 목적과 부합되는 유효 데이터로 선별됨
- 국내 설비소음 저감기술 관련 논문의 연도별 발표 현황을 살펴보면 2004년과 2007년에 각각 27, 28편의 논문이 발표되어 가장 높은 수치를 보임



[그림 110] 설비소음 저감 분야 논문 연도별 발표 건수

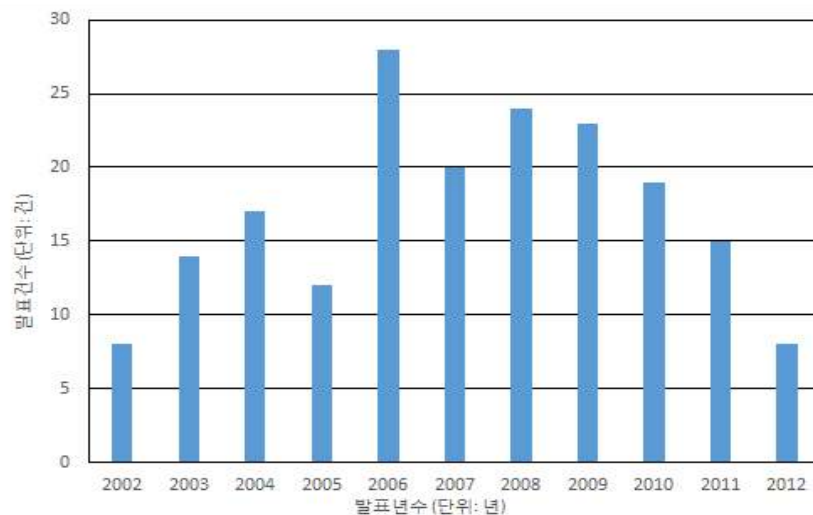
- 실생활소음 관련 176편의 논문 중 40편이 본 연구기획의 목적과 부합되는 유효 데이터로 선별됨
- 국내 실생활소음 저감기술 관련 논문의 연도별 발표 현황을 살펴보면 2004년 이후 매년 꾸준한 논문등재가 이루어지다 2009년 가장 많은 14편이 발표되었고, 2010년부터 감소되는 추세임



[그림 111] 실생활소음 저감 분야 논문 연도별 발표 건수

(2) 실내공기질 개선 기술 분야

- 건축자재 관련 276편의 논문 중 50편이 본 연구의 목적과 부합되는 유효 데이터로 선별됨
- 국내 건축자재 관련 논문의 연도별 발표 현황을 살펴보면 2006년 28편으로 가장 많은 논문이 발표되었고, 증가하는 추세를 보이다가 2008년 이후 감소되는 추세임
- 선별된 논문 중 오염물질 저방출 관련 논문은 42편, 흡착 관련 논문은 4편, 흡방습 관련 논문은 4편임

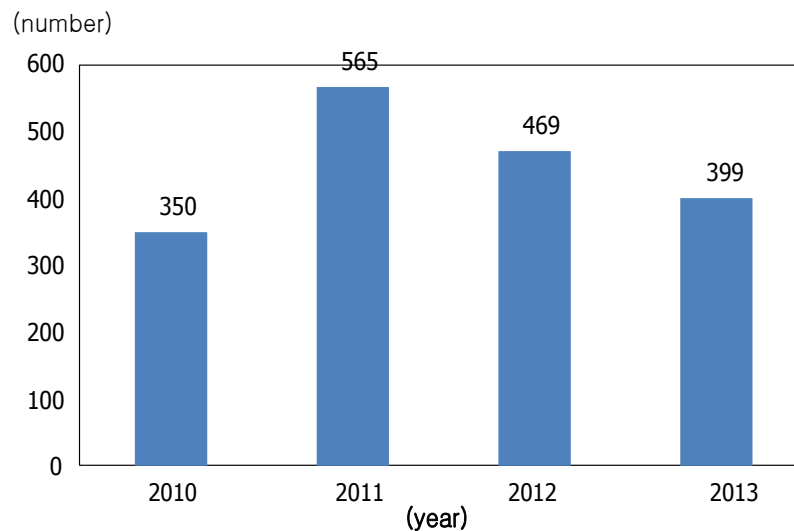


[그림 112] 오염물질 저방출, 기능성 건축자재 및 관련기술 논문 동향

[표 32] 주제별 논문발표 동향(환기시스템)

keyword	paper numbers	keyword	paper numbers
thermal comfort	72	CO2 concentration	26
energy consumption	67	natural ventilation	26
hvac system	48	PCM	26
building	47	energy efficiency	25
air temperature	43	air quality	24
customer service	41	thermal sensation	24
energy performance	32	heating system	23
CFD	30	condensation	8
CO2 emission	30		

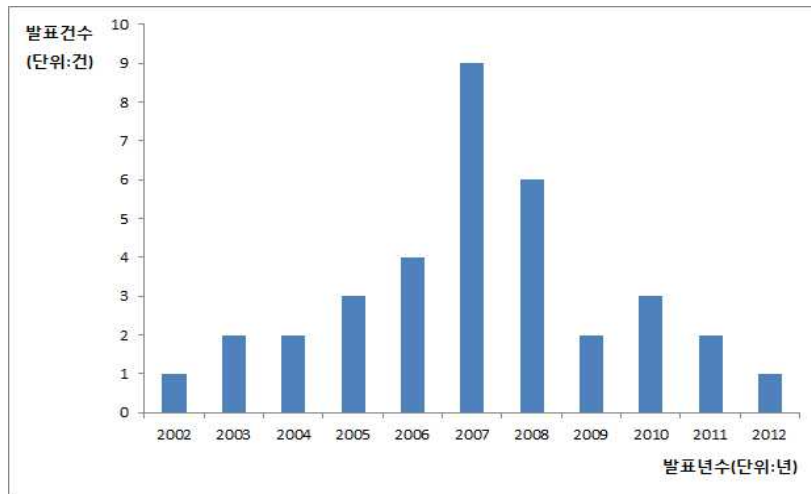
- 환기시스템 관련 논문을 주제별로 분류하면, 환기와 열쾌적성과의 관련한 논문이 가장 높은 빈도를 나타내고 있으며, 그 다음으로 에너지 소비량에 관한 내용이 높게 나타나고 있다. 그 밖에 자연환기, CO2농도, 실내공기질, 결로에 관한 내용도 포함되어 있음
- 연도별 논문 발표 실적으로 검토하면, 2011년에 가장 많은 논문이 발표되었으며, 2012년은 다소 감소하였으나, 2010년 보다는 많은 논문이 발표되고 있으며, 2013년 현재 환기관련 논문은 399편으로 현 상황에서 2010년 발표 수준을 상회하고 있음.
- 위 결과로부터 환기관련 논문은 점진적으로 증가하고 있는 추세가 나타남



[그림 113] 환기관련 논문의 연도별 발표 상황

(3) 결로방지 성능 향상 기술 분야

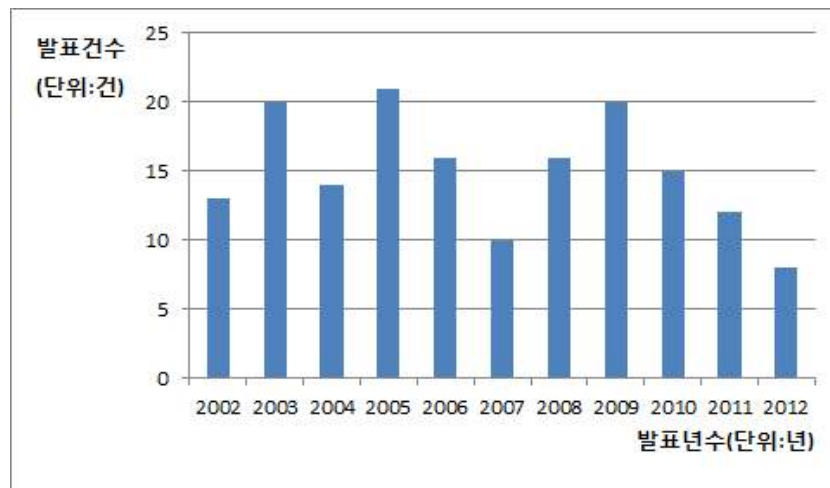
- 2002년부터 2012년 사이 발표논문 중 35건이 결로와 관련된 논문이며, 연도별 발표 현황은 2007년, 2008년이 가장 많은 논문이 발표된 것으로 나타남
- 이 때 관련 주제어는 창호, 커튼월, 구조체 결로, 발코니 등인 것으로 나타남



[그림 114] 결로방지 성능 분야 논문 연도별 발표 건수

(4) 누수예방 및 방수 기술 분야

- 방수 관련 165편의 논문이 발표되었으며, 연도별 현황을 보면 2002년부터 2012년에 이르기까지 10편 이상 꾸준히 논문이 발표되어 오고 있음을 알 수 있음
- 이 중 방수 공법에 해당되는 논문은 약 42편, 방수성능 및 내구성 관련 논문은 약 49편, 시공성과 관련된 논문은 약 12편, 방수재료 및 특성에 관한 논문은 약 23건으로 나타남
- 또한 옥상녹화 혹은 인공지반 녹화시 방수·방근에 해당하는 논문은 약 17편, 지하구조물 관련 논문은 약 16편으로 나타남

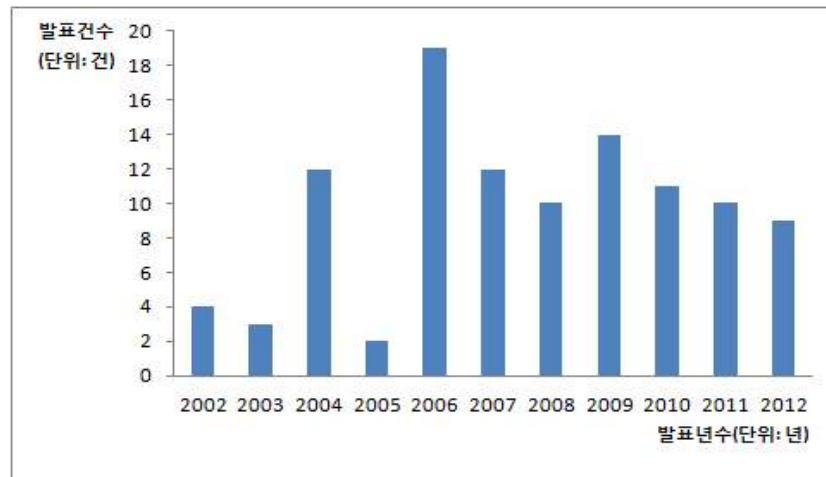


[그림 115] 방수 관련 분야 논문 연도별 발표 건수

라. 국외논문 동향

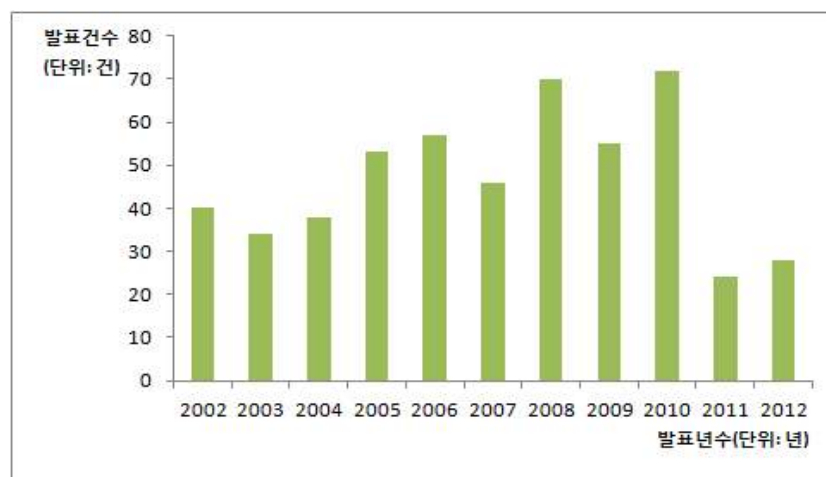
(1) 소음·진동 저감기술 분야

- 바닥충격음 관련 178편의 논문 중 33편이 본 연구기획의 목적과 부합되는 유효 데이터로 선별됨.
- 국외 바닥충격음 저감기술 관련 논문의 연도별 발표 현황을 살펴보면 2006년 가장 많은 36편의 논문이 발표 되었고, 이후 매년 감소하는 추세이긴 하나 연평균 10편 정도로 꾸준한 발표가 이루어짐.



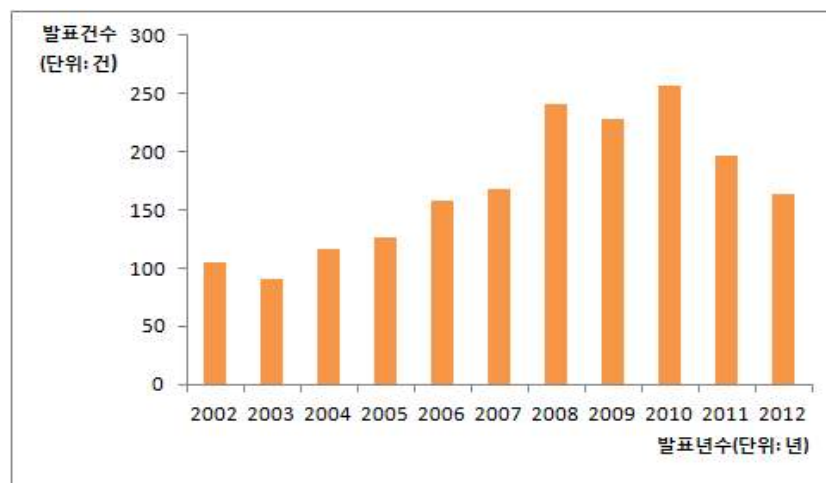
[그림 116] 바닥충격음 저감 분야 논문 연도별 발표 건수

- 설비소음관련 1117편의 논문 중 59편이 본 연구기획의 목적과 부합되는 유효 데이터로 선별됨.
- 국외 설비소음 저감기술 관련 논문의 연도별 발표 현황을 살펴보면 2000년 중반 부터 50편 가량의 논문이 꾸준히 발표되었으며, 국내와 마찬가지로 2010년 이후 감소되는 추세임.



[그림 117] 설비소음 저감 분야 논문 연도별 발표 건수

- 실생활소음 관련 3426편의 논문 중 324편이 본 연구기획의 목적과 부합되는 유효 데이터로 선별됨.
- 국외 실생활소음 저감 관련 논문의 연도별 발표 현황을 살펴보면 2008년부터 3년간 200편이 넘는 논문이 꾸준히 발표 되었고, 이후 매년 감소하는 추세이긴 하나, 최근까지 평균 150편 이상의 관련 논문이 발표되는 등 활발한 등재추이를 보임



[그림 118] 실생활소음 저감 분야 논문 연도별 발표 건수

(2) 실내공기질 개선 기술 분야

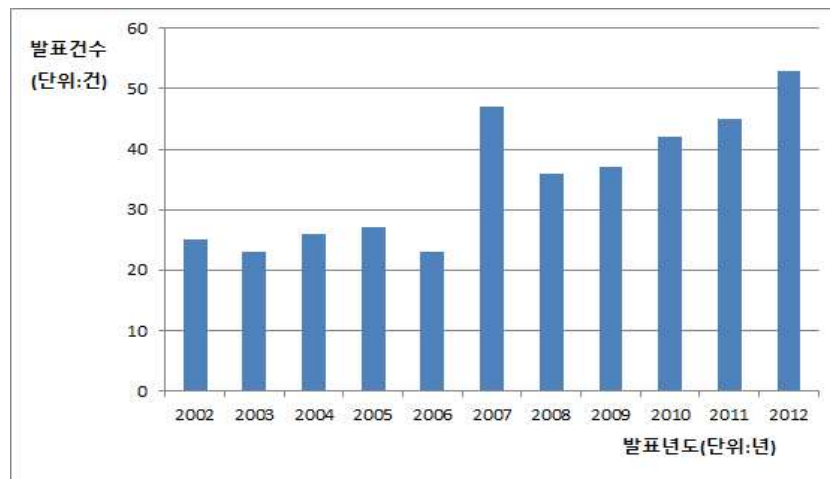
- 건축자재 관련 165편의 논문 중 35편이 연구의 목적과 부합되는 유효 데이터로 선별됨.
- 국외 건축자재 관련 논문의 연도별 발표 현황을 살펴보면 2003년과 2007년에 20편으로 가장 많은 논문이 발표되었고, 2002년부터 연평균 15편 정도로 꾸준히 발표가 이루어지고 있음.
- 선별된 논문 중 오염물질 저방출 관련 논문은 20편, 흡착 관련 논문은 13편, 흡방습 관련 논문은 2편임.



[그림 119] 건축자재 관련 분야 논문 연도별 발표 건수

(3) 결로방지 성능 향상 기술 분야

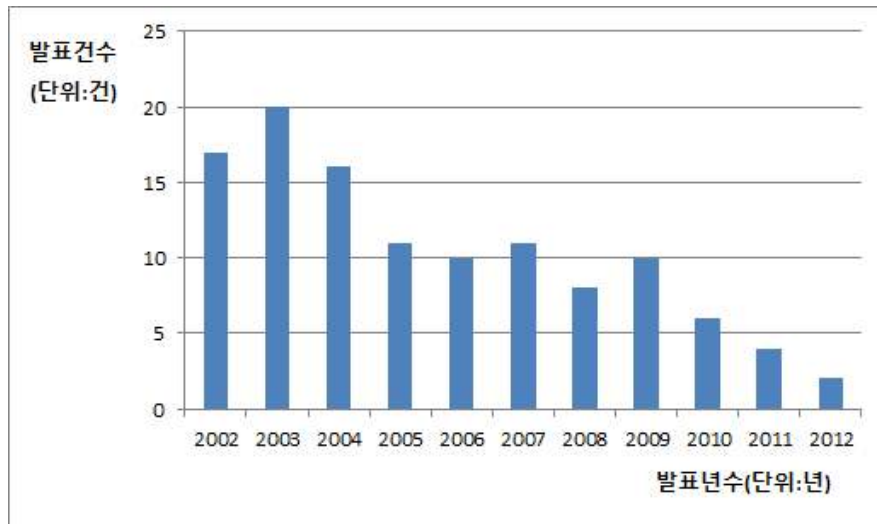
- 해외 발표 논문 중 결로 및 습기와 관련된 논문은 375편이 검색되었음
- 연도별 발표 현황은 2002년이후로 발표논문 건수가 계속하여 증가하는 추세임
- 또한 관련 주제어로는 thermal comfort, thermal insulation, mold growth, air conditioning, building envelope, building material, moisture content, natural ventilation 등이 있음



[그림 120] 결로 관련 분야 논문 연도별 발표 건수

(4) 누수예방 및 방수 기술 분야

- 국외 발표논문은 116건으로, 이 중 본 기획과제와 관련이 있는 논문은 27건으로, 방수성능, 성능 개선 위한 보수, 누수에 의한 영향 분석 등의 논문이 포함되어 있음



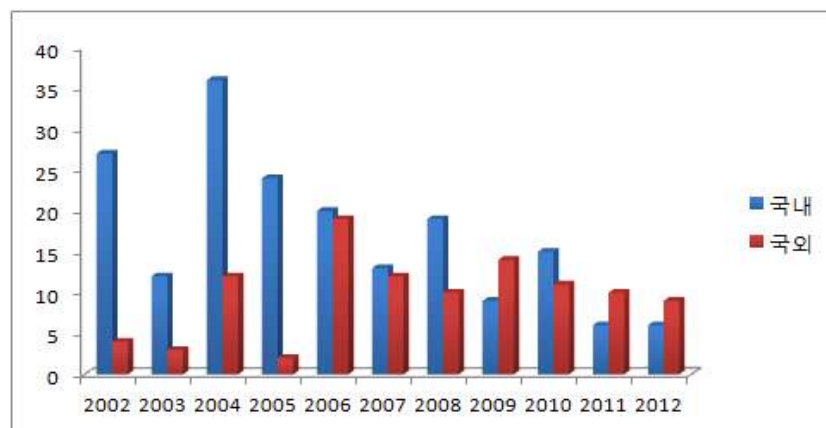
[그림 121] 방수 관련 분야 논문 연도별 발표 건수

마. 국내·외 기술별 논문 동향 분석

(1) 소음·진동 저감기술 분야

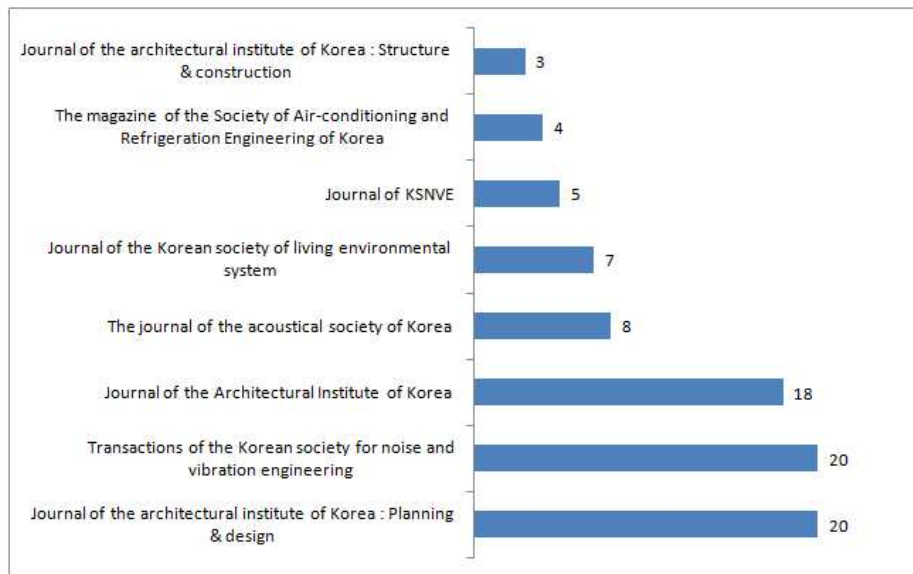
○ 바닥충격음 저감 기술

- 국내·외 바닥충격음 관련 논문 등재 건수를 비교하면 국내에서 공동주택 층간 소음 법제화가 시행 시점 전·후로 국내의 논문 등재 건수가 상당히 많은 것을 알 수 있었으며, 그 이후로 국외 등재 건수보다는 적지만 꾸준히 논문 등재가 이루어지고 있음.

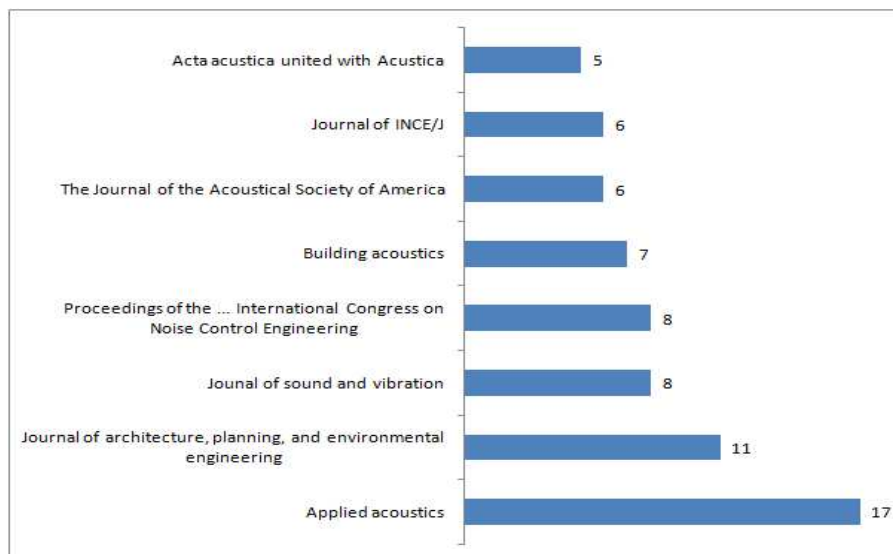


[그림 122] 국내·외 바닥충격음 저감 분야 논문 연도별 발표 건수

- 저널별로 국내·외 바닥충격음 관련 논문 발표현황을 살펴보면 국내에서는 한국 소음·진동공학회 저널과 대한건축학회 저널이 가장 많은 20편의 논문이 게재되었고, 국외에서는 Applied acoustics 저널이 17편으로 가장 많은 수치를 보임



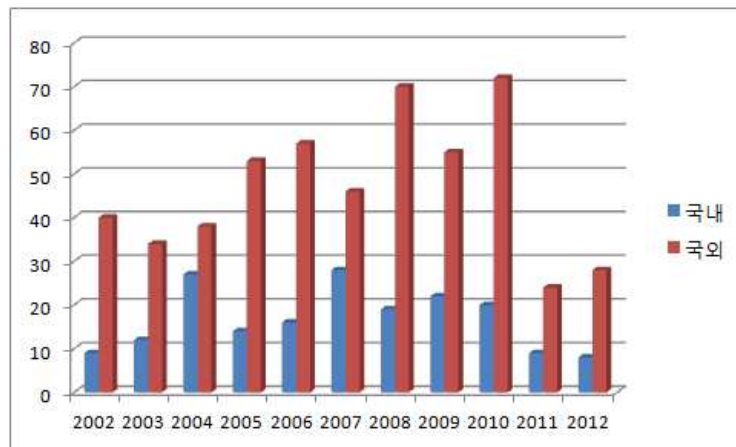
[그림 123] 국내 바닥충격을 저감 분야 논문 발표 주요기관



[그림 123] 국외 바닥충격을 저감 분야 논문 발표 주요기관

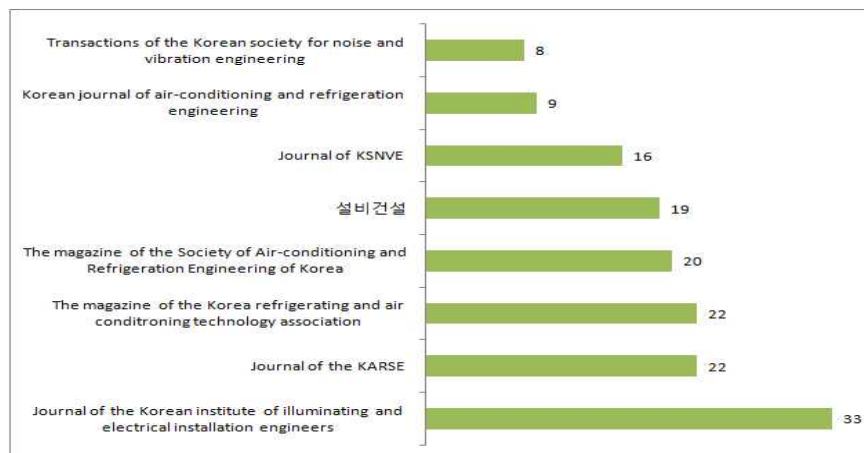
○ 설비소음 저감 기술

- 국내·외 설비소음 관련 논문 등재 건수를 비교하면 국외에 비해 국내의 논문 발표건은 낮은 수치를 보임, 국내의 경우 최근 공장 또는 시설물뿐만 아니라 주거용 건축물의 설비소음 저감 기술개발이 이루어지고 있으므로, 이후 관련 논문 발표가 활발히 진행될 것이라 예상됨

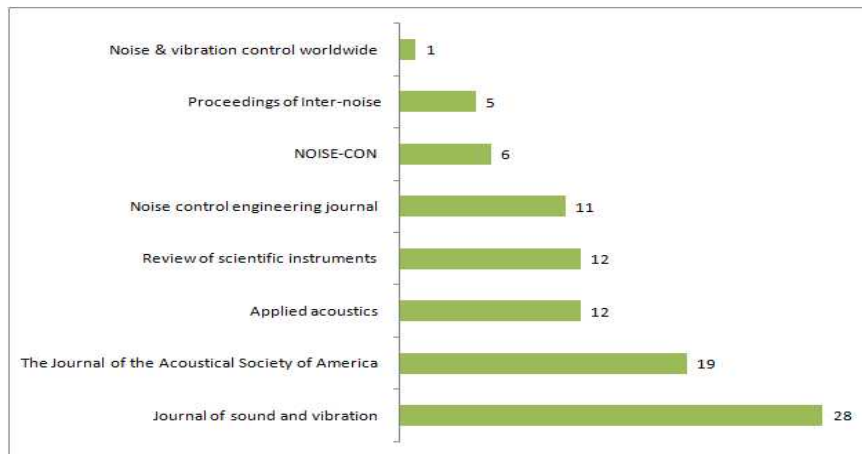


[그림 125] 국내·외 설비소음 저감 분야 논문 연도별 발표건수

- 저널별로 국내·외 설비소음 관련 논문 발표현황을 살펴보면 국내에서는 Journal of the Korean institute of illuminating and electrical installation engineers에서 가장 많은 33편의 논문이 게재되었고, 국외의 경우 Journal of sound and vibration 저널이 28건으로 가장 많은 수치를 보임



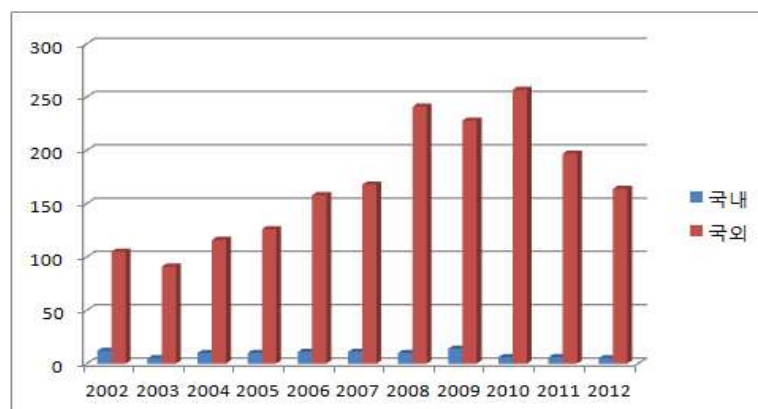
[그림 125] 국내 설비소음 저감 분야 논문 발표 주요기관



[그림 126] 국외 실비소음 저감 분야 논문 발표 주요기관

○ 실생활소음 저감 기술

- 국내·외 실생활소음 관련 논문 등재 건수를 비교하면 국외에 비해 국내의 논문 발표건은 훨씬 낮은 수치를 보임, 최근 국내에서 층간소음을 포함한 실생활소음 저감기술에 관한 관심이 커지면서 향후 논문발표가 활발히 진행될 것이라 예상됨

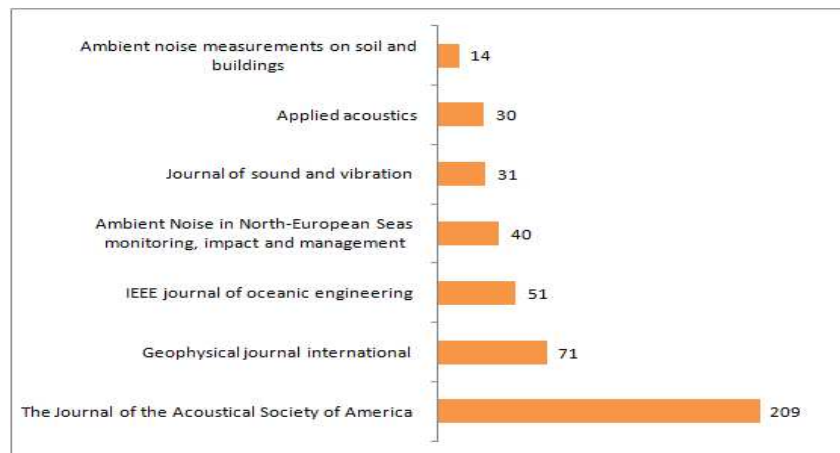


[그림 128] 국내·외 실생활소음 저감 분야 논문 연도별 발표건수

- 저널별로 국내·외 실생활소음 관련 논문 발표현황을 살펴보면 국내는 한국소음 진동공학회 저널이 가장 많은 19편의 논문이 게재되었고, 국외의 경우 The Journal of the Acoustical Society of America 저널이 209건으로 가장 많은 수치를 보임



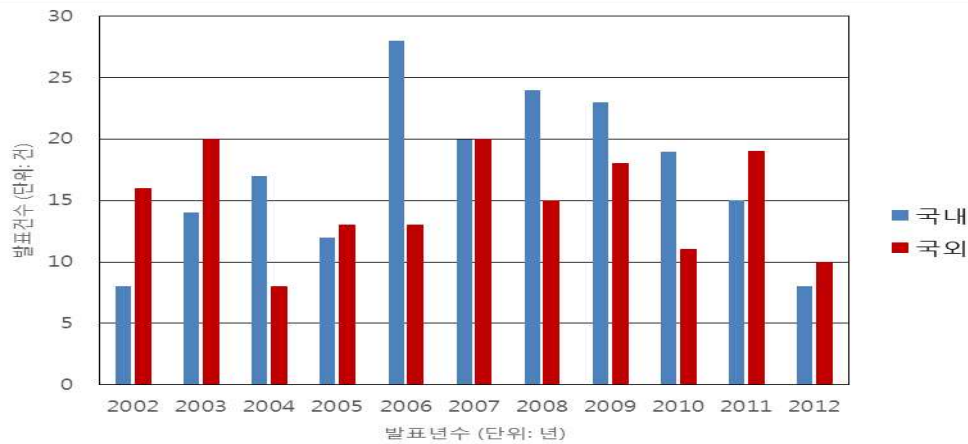
[그림 128] 국내 실생활소음 저감 분야 논문 발표 주요기관



[그림 129] 국외 실생활소음 저감 분야 논문 발표 주요기관

(2) 실내공기질 개선 기술 분야

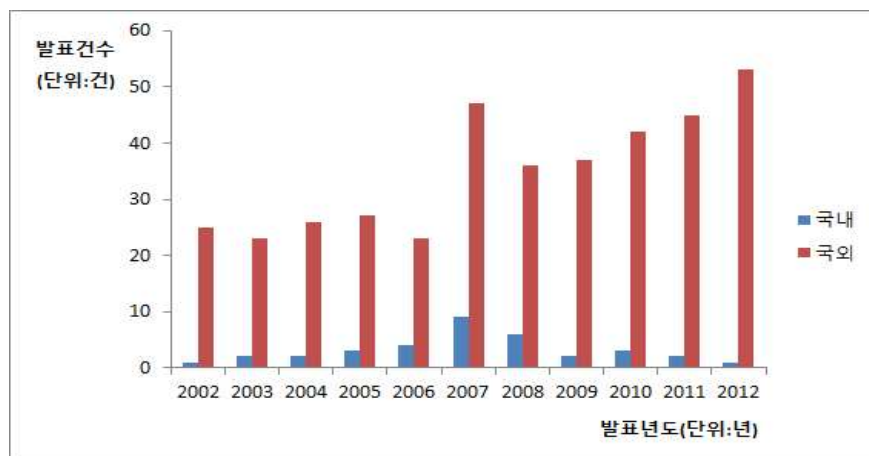
- 국내·외 실내공기질 개선 기술 관련 논문 등재 건수를 비교하면 국내에서 실내공기질 관리 기준 등이 시행된 시점 전·후로 국내의 논문 등재 건수가 상당히 많은 것을 알 수 있었으며, 그 이후로 국외 등재 건수와 유사하게 꾸준히 논문 등재가 이루어지고 있음



[그림 130] 국내외 생활밀착형 주택 실내공기질 개선 기술 연도별 발표 건수

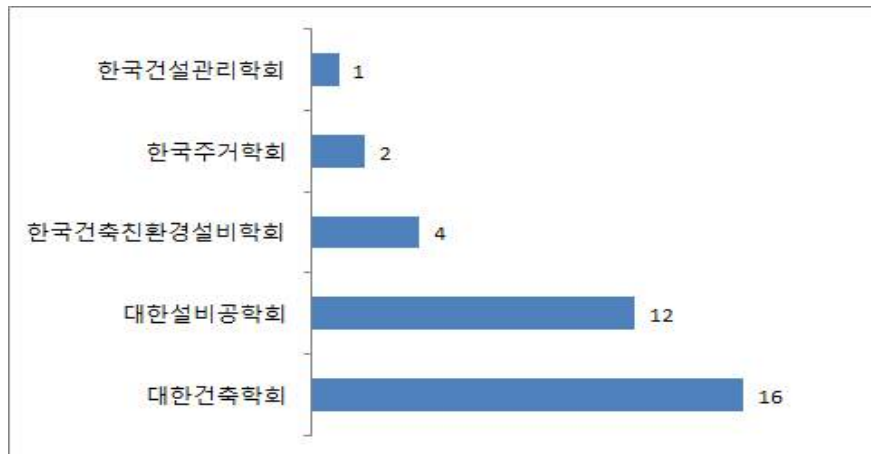
(3) 결로방지 성능 향상 기술 분야

- 국내 · 외 결로방지 성능 향상 기술 관련 논문 등재 건수를 비교하면 국내에서 발표된 논문 건수가 크게 적으나, 꾸준히 논문 등재가 이루어지고 있음

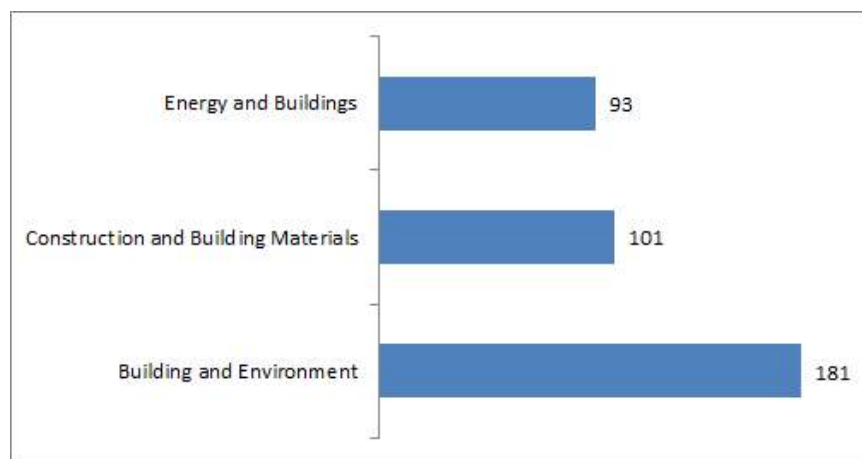


[그림 131] 국내 · 외 결로방지 성능 향상 기술 관련 논문 등재 건수

- 국내 저널별 등재 현황(상위 5개 저널)을 살펴보면, 대한건축학회에 가장 많이 발표했으며, 대한설비공학회, 한국건축친환경설비학회의 순으로 나타남
- 국외의 경우, Building and Environment, Construction and Building Material, Energy and Buildings의 순으로 논문이 수록된 것으로 나타남



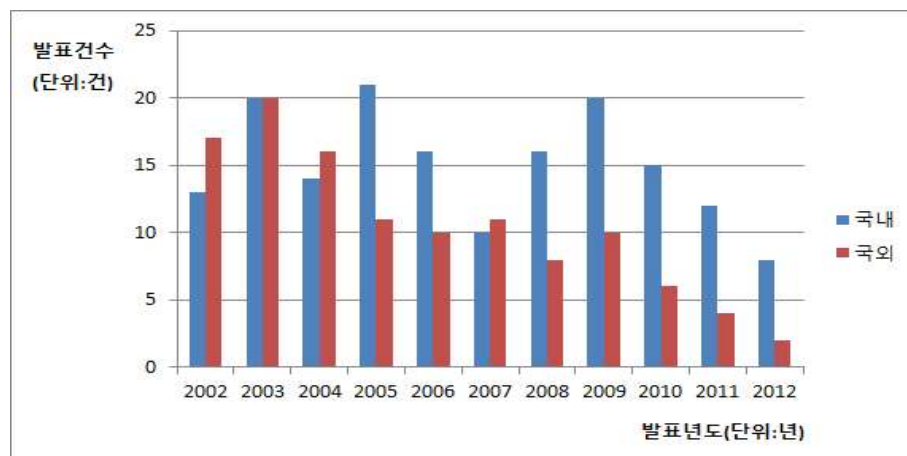
[그림 132] 국내 결로방지 성능 향상 기술 분야 논문 발표 주요기관



[그림 133] 국외 결로방지 성능 향상 기술 분야 논문 발표 주요기관

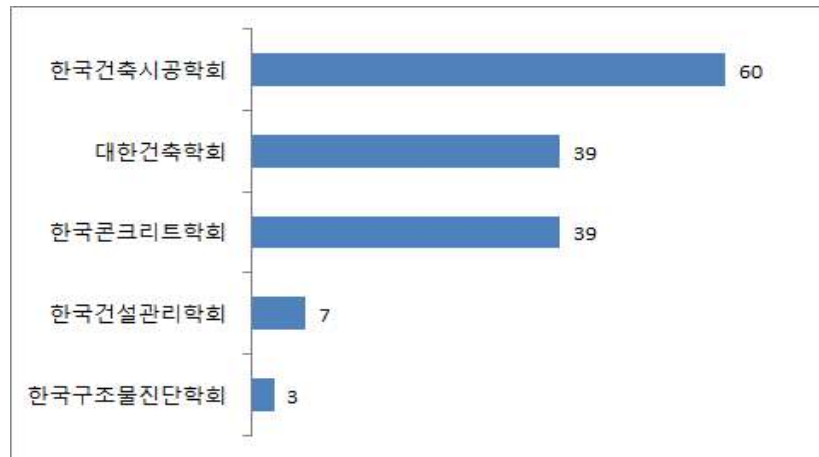
(4) 누수예방 및 방수 기술 분야

- 국내 · 외 누수예방 기술 관련 논문 등재 건수를 비교하면 국내에서 활발하게 연구논문이 발표되고 있음을 확인할 수 있음



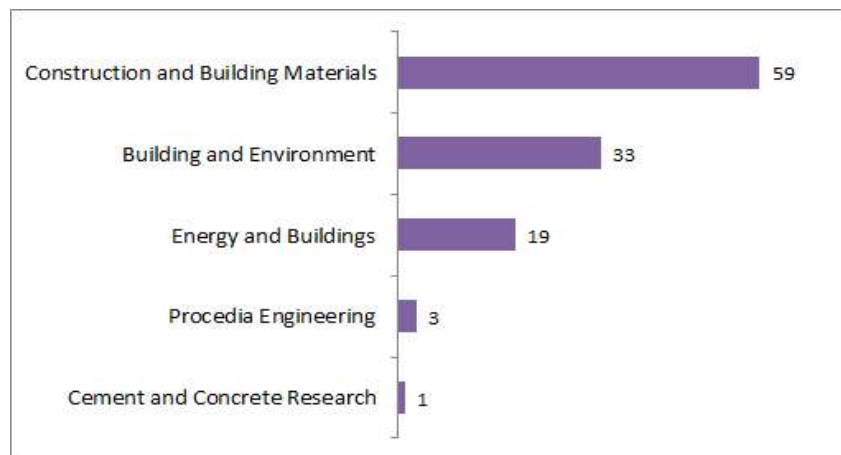
[그림 134] 국내 · 외 누수예방 기술 관련 논문 등재 건수

- 국내 저널별 등재 현황(상위 5개 저널)을 살펴보면, 한국건축시공학회에 가장 많이 발표했으며, 대한건축학회, 한국콘크리트학회의 순으로 나타남



[그림 135] 국내 누수예방 기술 분야 논문 발표 주요기관

- 국외의 경우, Construction and Building Material, Building and Environment, Energy and Buildings 등의 순으로 논문이 수록된 것으로 나타남



[그림 136] 국외 누수예방 기술 분야 논문 발표 주요기관

※ 옥상 방수 관련 연구진 제출 논문

Choi, S.-M., Oh, S.-K., Seo, C.-H., 2012, Construction of evaluation system for selecting an appropriate waterproofing method for the roof of a building, Canadian Journal of Civil Engineering, Vol. 39(12): 1264-1273.

4. 유사과제 분석

- 본 연구과제와 유사한 내용을 다루는 과제를 검색하여 차별화 방안을 제시하여 연구내용에 반영하고자 함.
- 이용 자료
 - <http://ntis.go.kr>, 국가과학기술지식정보서비스
 - <https://rndgate.ntis.go.kr/index.jsp>, 국가R&D사업관리서비스
 - <http://www.keit.re.kr>, 한국산업기술평가관리원

가. 유사 과제 연구내용 검토

(1) 소음·진동 저감기술 분야

- 바닥충격음을 저감하기 위하여 기존 연구에서는 완충재료 개발에 많은 연구들이 수행되었음.
- 완충재를 다양한 재료를 적용하여 개발하는 것으로 슬래브를 포함한 바닥구조 전반에 대한 검토는 이루어지 않음
- 일부 연구에서 벽식구조와 다른 테크플레이트 활용방안에 대한 검토도 있었으나 일부에 국한되어 적용될 수 있는 기술임
- 층간소음 중 바닥충격음에 대한 검토는 많이 이루어져 왔으나, 화장실소음, 엘리베이터 소음 등 설비소음에 대한 연구는 이루어지지 않음
- 노후주택에 적용 가능한 벽체 차음성능 향상기술, 외부소음 유입방지 기술, 바닥구조 강성향상을 통한 바닥충격음 저감기술은 거의 검토되지 않음.
- 또한 설비소음 등 소음진동기준이 마련되지 않았음.

번호	연구과제명	수행기관	연구기간	발주기관	과제성격	연구내용 요약
1	소음특성을 고려한 고차음성 친환경 벽체 시스템 개발	한양대학교	2012.05 - 2015.04	교육과학기술부	국가 R&D	1.국내·외 벽체 시스템 조사 및 분류 2.내·외부 소음현황 데이터베이스화 3.고차음성능 벽체 시스템 개발 4.벽체 친환경성능 향상을 위한 요소 기술 개발 5.친환경벽체의 현장적용 및 성능 평가 6.벽체 시스템의 시공 매뉴얼 작성
2	야간 환경소음 노출이 일반 성인의 수면장애, 정신건강문제, 인체의 전기 생리학적 변화에 미치는 영향	아주대학교	2012.09 - 2015.08	교육과학기술부	국가 R&D	야간 환경소음 노출이 일반인의 수면장애와 불안/우울과 같은 정신건강 문제와 관련성이 있는지를 조사하고, 수면다원검사를 통하여 수면 중 노출되는 환경소음이 수면의 질이나 인체의 전기 생리학적 변화에 영향을 미치는 지를 규명하고자 함.

번호	연구과제명	수행기관	연구기간	발주기관	과제성격	연구내용 요약
3	충간소음 차단재의 최적화된 방진성을 갖는 방진고무의 개발	수원대학교 산학협력단	2012.06 - 2013.05	중소기업청	국가 R&D	방진고무의 물성 소재 및 설계기술 내노화성, 내약품성이 우수하고 압축하중에 강하면서 진동에너지를 열에너지로 효율적으로 변환하여 최적화된 완충성능을 발휘할 수 있는 소재 및 형상 개발
4	공동주택 충간소음방지를 위한 폴리우레탄계복합시멘트 블록 제조 및 시공법 개발	창원대학	2012.06 - 2013.06	중소기업청	국가 R&D	공동주택의 충간소음을 획기적으로 줄일 수 있는 폴리우레탄계 시멘트 복합체를 개발하여 가격경쟁력이 있는 제품 및 시공법을 개발
5	충간소음공해 저감을 위한 충간차음재 개발 및 현장적용 평가	한국건설생활환경시험연구원	2012.10 - 2014.07	지식경제부	국가 R&D	충간소음 만족을 위하여 물성기준도 충족하는 제품 및 바닥충격을 차단 구조를 개발하여 소음으로 인한 사회적 불만, 스트레스 및 정신적 질환을 예방하고자 함
6	충간 소음차단재로 이용 가능한 폴리우레탄/AI-CNT 복합체의 개발	금오공과대학교	2010.06 - 2011.05	중소기업청	국가 R&D	충간소음을 줄이기 위하여 중량충격을 방지재로 사용가능한 폴리우레탄 수지에 AI-CNT(Aluminium-CNT)를 filler로 사용해 나노복합체 차음재를 제조함, 비용을 절감하고 AI-CNT로 인해 열적·기계적 물성이 증가하고 내구성이 우수한 제품을 개발하고자 함
7	배상액 현실화 방안 연구(소음·진동으로 인한 정신적 피해를 중심으로)	사)한국환경법학회	2010.04 - 2010.10	환경부	국가 R&D	생활소음 중 공사장 소음·진동을 피해원인으로 하는 분쟁, 소음·진동이 인체에 미치는 영향 중 정신적 피해에 대한 배상기준으로 한정하며, 분쟁사건의 대부분을 차지하는 소음·진동에 관하여 환경정책기본법의 환경기준, 소음·진동규제법의 규제기준 그리고 환경영향평가법의 협의기준 등을 고려하여 보다 합리적인 배상액 산정 기준을 도출

번호	연구과제명	수행기관	연구기간	발주기관	과제성격	연구내용 요약
8	복합소음에 대한 불쾌감 평가 모델 개발 및 환경영향평가 방법 구축	서울대학교	2007.04 - 2010.03	환경부	국가 R&D	1.2차 Field survey 지역선정, 소음측정 및 설문조사 실시 2.복합소음의 구성 소음원 및 소음도에 따른 불쾌감 반응 분석 3.복합소음의 장기적인 불쾌감 평가 모델 개발 4.인체 위해성을 고려한 복합소음의 환경영향평가 방안 연구 5.교통소음의 환경영향평가 활용 및 개선 방안 연구 6.단기적인 소음 자극에 의한 뇌파변화 평가지표 추가 분석 7.소음의 건강 위해성 관련 설문조사 결과 분석
9	완충재와 바닥보강재를 이용한 리모델링 공동주택의 층간소음저감형 복합 바닥구조시스템 개발	안산공과대학	2008.07 - 2009.06	중소기업청	국가 R&D	쾌적한 거주환경의 인식이 높게 됨으로써 아파트 층 사이의 바닥의 두께는 구조물의 내력을 고려한 성능보다 위층의 충격음에 대한 차단성능에 의해 결정되는데, 다세대 주택 혹은 아파트에서 주로 발생하는 소음 공해를 구조 혹은 바닥재를 사용하여 소음을 최소화하는 기술 연구
10	복합소음의 감성평가 및 불쾌감 예측모델 개발	한양대학교	2007.12 - 2008.11	교육과학기술부	국가 R&D	1.다양한 외부소음(교통소음, 공사장소음, 공장소음 등)의 노출-반응 관계 DB 구축 2.개별소음의 음질(sound quality) 분석 및 주관적 평가 3.복합소음의 음질 분석 및 주관적 평가 4.복합소음의 불쾌감 예측을 위한 정량평가 모델 개발 5.단·장시간 노출에 따른 개별·복합소음의 위해성 평가
11	공동주택 층간소음방지 바닥재 개발	동국대학교	2007.07 - 2007.12	중소기업청	국가 R&D	건물의 바닥구조체 및 측벽 구조체로 인해서 아래층이나 위층 세대로 전달되는 바닥충격음을 감소시켜 쾌적한 주거생활을 영위하게 하기위한 기존의 발포성 제품이나 다공식 흡음제품보다 흡음효율이 뛰어나고 난연 및 불연의 효과까지 뛰어난‘층간소음 방지 바닥재’를 개발
12	다공성물질과 압축부직포를 이용한 층간소음방지용 흡음재 개발	한서대학교	2007.07 - 2007.12	중소기업청	국가 R&D	차음재를 다공성 무기계 소재로 대체 및 첨가한 형태의 제품을 개발함으로써 현재 나타나고 있는 문제점을 극복한 우수한 제품개발을 통한 판매증진과 관련기술의 축적을 이루고자 함

번호	연구과제명	수행기관	연구기간	발주기관	과제성격	연구내용 요약
13	고분자 수지를 이용한 공동주택 층간소음 완충재 및 바닥구조 개발	(주)세영폴리머(구:(주)슈퍼온도리)	2006.09 - 2007.08.31	중소기업청	국가 R&D	층간소음 개선을 위한 새로운 소재인 “고분자 수지를 이용한 공동주택 층간소음 완충재 및 바닥 구조 개발”
14	건축물의 층간 소음저감재 및 그의 제조방법(단열 성능과 뜬바닥구조 시스템을 건축층간 바닥재에 적용한 중량충격음 감소용 SonicQ III 개발)	(주)하이드	2006.04 - 2007.03	중소기업청	국가 R&D	기술혁신 시스템으로 단열성능과 뜬바닥구조 시스템을 건축층간 바닥재에 적용한 중량충격음 감소용 SonicQ III를 개발하는데 있다.
15	공동주택 층간소음 저감용 폴리올레핀 복합체개발	동서화학공업(주)	2005.07 - 2006.09	중소기업청	국가 R&D	1.중량충격음을 규격(50dB 이하)내로 흡수할 수 있는 뜬바닥 공간형의 차음재 개발 2.온돌바닥 시공시 단열등급 나 등급 이상의 소재 개발 3.장기 내구성 확보를 위한 내열 동탄성 치수 확보하는 제품의 제조판매
16	아파트 타설용 폴리우레탄 층간소음 완충재 개발	평세에이치엔티(주)	2004.04 - 2005.05	중소기업청	국가 R&D	단열과 소음저감에 우수한 층간소음 완충재 개발 현재 건식방법의 문제점을 개선한 습식용 현장 시공방법 마련
17	아파트 층간차음시트 및 시스템 개발	덕유패널(주)	2004.04 - 2005.03	중소기업청	국가 R&D	산업폐기물을 이용한 차음시트 신소재를 개발 법정규제상 위등급획득 및 그 시트를 이용한 제품 개발
18	층간소음 차단용 합성바닥구조 개발	서울시립대학교	2005.07 - 2006.04	중소기업청	국가 R&D	1.층간소음 차단성능이 우수한 합성바닥구조 제안 2.신형상 테크플레이트 시공성 향상을 위한 접합이음부 제안 3.층간소음 차단용 합성바닥구조 특허화 4.신형상 테크 플레이트에 대한 고강도 강재의 적용가능성 검토 5.합성 바닥구조의 구조성능 및 차음성능 평가
19	공동주택 층간소음 저감을 위한 기술 개발	한양대학교	2005.06 - 2006.05	환경부	국가 R&D	1.기존공동주택 층간소음 측정 2.표준시험동의 구축 3.층간소음 차단성능 평가 및 저감용 복합재료 개발 4.완전 뜬바닥구조 설계 5.층간소음 측정, 평가방법 개선

번호	연구과제명	수행기관	연구기간	발주기관	과제성격	연구내용 요약
20	층간소음 완충재를 이용한 소음저감형 공동주택 바닥구조 시스템 개발	안산공과대학	2007.08 - 2008.01	중소기업청	국가 R&D	1.층간소음 완충재를 이용한 습식, 반건식 층간소음 저감형 바닥 구조 시스템 개발 2.층간소음 완충재는 경제성 확보를 위해 친환경 및 재활용 사용 재료의 사용을 극대화하고 다양한 재료 사용 3.습식 및 반건식 바닥구조 시스템으로 현장 시공성 개선 4.표준바닥구조와 비교하여 구조 슬래브 두께를 절감하여 골조 공사비용을 절감
21	층간소음공해 저감을 위한 층간차음재 개발 및 현장적용 평가	(주)에스아이 판	2012.10 - 2014.07	지식경제부	국가 R&D	본 과제는 층간소음의 현장성능이 항상 2등급을 유지할 수 있게 하면서 물성기준도 충족하는 제품 및 바닥충격음 차단구조를 개발하여 소음으로 인한 사회적 불만, 스트레스 및 정신적 질환을 예방하고자 함에 그 목적이 있음.
22	충격원 및 건축물 진동 특성을 함께 고려한 바닥충격음 분석방법 및 효율적인 저감 설계	한양대학교	2012.05 - 2015.04	교육과학기술부	국가 R&D	본 연구과제에서는 거주공간에서 다양한 충격원에 의해 충격력이 발생하여 진동 및 소리로 전달되는 과정 및 각 구조의 연성작용과 진동특성을 포함하는 예측모델을 구축하고, 층간소음을 유발하는 문제점을 분석한 후, 경제적이고 효율적인 저감 방안을 도출.
23	진동/충격음 저감을 위한 새로운 중공슬래브 개발 및 설계 기준식 제안	영남대학교	2011.09 - 2014.08	교육과학기술부	국가 R&D	본 연구가 지향하는 비전은 공동주택의 경제성, 차음성, 친환경성 개선과 함께 구조설계 및 시공의 효율성을 향상시키고 나아가 중공바닥시스템의 적용 및 관련기술 개발을 활성화 시키는 것이다. 이러한 비전을 이루기 위해 다양한 장점에도 불구하고 부족한 연구와 시공실적으로 활성화 되지 못했던 중공바닥시스템의 공동주택에 대한 적용을 통해 구조적 성능과 층간소음에 대한 차음성을 개선시키고자 함.

(2) 실내공기질 개선 기술 분야

번호	연구과제명	수행기관	연구기간	발주기관	과제성격	연구내용 요약
1	저 VOCs 배출 천연도료의 개발		-	한국건설교통기술평가원	국가 R&D	-지속 재생산이 가능한 천연원료를 이용하여 환경과 인체에 무해한 천연페인트 제품개발 -저 VOCs 배출기술, VOCs 처리기술의 확립
2	환기가 가능한 뜬바닥 온돌 시스템 개발	서울대학교	2008	한국건설교통기술평가원	국가 R&D	바닥 온돌 환기 시스템의 자료 조사 및 사례조사와 습식 온돌 시스템과, 건식 온돌 시스템에 대한 경제성, 시장성 분석을 마친 후 열 환경 프로그램으로 시뮬레이션 평가를 한다. 위와 같은 선행조사를 마친 후 온돌 패널열원검토, 뜬 바닥 시스템의 지지대 최소높이 계획 등 뜬 바닥 온돌 환기시스템 개발 계획을 수립
3	주요건축물의 실내공기오염 저감을 위한 설계지원 프로그램개발 연구	한양대학교	2002 - 2003	한국건설교통기술평가원	국가 R&D	- 실내공기 오염저감을 위한 설계지원용 간이평가 프로그램 개발 및 IAQ- 관련 종합정보 제공을 위한 포털 웹사이트(portal-website) 구축 - 건축물의 초기설계 단계에서 실내공기오염 정도를 손쉽게 파악할 수 있는 간이평가법 개발

번호	연구과제명	수행기관	연구기간	발주기관	과제 성격	연구내용 요약
4	새집증후군 저감을 위한 주요 건축자재의 시공기술 개발 연구	한국건설기술연구원	2004 - 2005	한국건설교통기술평가원	국가 R&D	-주요 시공사 및 건축자재 생산업체와의 유기적 협조하에 현재의 국내 건축자재 시공실태 파악 및 문제점 검토 - 건축자재별(접착제 및 도료)의 시공특성 분석 - Mock-up 시험을 통한 실질적인 시공방법의 정립 - 쾌적한 건축물의 실내공기환경의 확보를 위한 저오염 설계 및 시공기술 제시 - 주요 실내공기오염물질(휘발성유기화합물,포름알데히드)의 저감을 위한 건축자재 유형별 표준적인 시공기준 제시
5	실내공기질(IAQ) 향상을 위한 내장재 및 공조시스템에 관한 연구		2001	한국건설교통기술평가원	국가 R&D	-IAQ 향상을 위한 내장재 개발 -IAQ 향상 및 에너지절약을 위한 공조시스템 개발 -공기조화 시스템에서 최적 IAQ의 확보와 에너지절약을 위한 전열교환기 적용방안
6	청정건강 건축물의 구현을 위한 기능성 건축자재 개발 및 관련 기준 정립	한국건설기술연구원	2012 - 2015	국토교통과학기술진흥원	국가 R&D	- 유해 화학물질 흡착제거 기능성 건축자재 및 흡방습 기능성 건축자재 실태조사와 제조 및 응용기술 개발 - 건축자재의 기능성 시험방법 조사 및 적용성 검토 - 건축자재의 흡착 및 흡방습성능 시험방법 KS 규격 초안의 제시 - 국내외 건축물 결로 관련 기준 및 제도 분석 - 주요 건축물의 실내환경기준 초안 제시 - 결로방지 가이드라인 설정을 위한 세부내용 및 제정 방향 설정

(3) 결로방지 성능 향상 기술 분야

- 기존 연구과제는 결로발생 실태조사 후, 실측, 실험, 시뮬레이션 등을 통한 종합적인 해결책을 제시하기 보다는 창호, 벽체 등의 단열성능에 국한된 연구가 대부분임
- 또한 국가 연구과제 보다는 건설사 등의 기업에서 발주하거나 기업 내부의 연구소에서 수행한 과제가 주를 이룸

번호	연구과제명	수행기관	연구기간	발주기관	과제성격	연구내용 요약
1	ALC 패널 커튼월의 패스닝 유닛의 단열 방법과 성능 평가	공주대학교	-	지식경제부	국가 R&D	알루미늄 커튼월 패스닝 유닛 열교 방지 방법을 제시함(제품 개발의 내용)
2	LOW-e 코팅 여부 및 스페이서 종류에 따른 알루미늄 창호시스템의 단열성능 평가	이화여자대학교	-	에너지관리공단 지원	국가 R&D	창호부위에 대한 결로방지성능 평가-유리의 로이코팅여부, 스페이서(단열 스페이서) 적용에 따른 성능 평가
3	발코니확장에 따른 외부 창호의 열성능 기준 수립 연구	LH공사	-	LH공사	연구소 자체 발주	발코니확장에 따른 외부창호의 열관류율 값 및 결로방지 성능 기준을 제시함
4	공동주택의 하자보수 소송 쟁점사항의 객관적 판단기준에 관한 연구	충북대학교	-	교육과학기술부 (현 교육부)	국가 R&D	누수 및 결로하자에 대한 원인과 현상을 살펴보고, 사례분석을 통해 하자 쟁점에 대한 문제의 개선방안 모색
5	시뮬레이션을 이용한 공동주택 취약부위에서의 곰팡이 발생 위험도 분석(논문제목임)	단국대학교	-	교육인적자원부 (현 교육부) 한국학술진흥재단	국가 R&D	결로 발생으로 인한 곰팡이 문제를 해결하기 위하여 공동주택에서의 취약부위 곰팡이 발생 저감 대책을 제시함

(4) 누수예방 및 방수 기술 분야

- 기존 과제는 주로 기존 일반적으로 적용되는 방수재료에 대한 KS 기준 제·개정 및 ISO규격 제안 등 표준화 연구에 집중되어 있었으며, 누수하자 저감 및 신기술 신공법에 대한 표준화 활동은 상대적으로 미진하였음
- 방수하자를 저감하기 위하여 지침, 매뉴얼, 기준, 설계 등에 대한 연구는 전무한 실정이었으며, 일부 계열별 방수재료 및 공법의 개발 위주의 몇몇 연구들이 수행되었음.
- 정부정책 관련하여 방수 산업기사 국가기술자격 종목신설 연구가 수행된바 있으나 방수기사 수준으로 승격에 대한 추가 연구가 필요함
- 옥상, 지하, 인공지반 녹화 환경변화에 대응가능한 성능중심의 평가방법에 대한 연구 및 관련 고내구성 재료 및 시공기술에 대한 연구개발이 필요함

번호	연구과제명	수행기관	연구기간	발주기관	과제성격	연구내용 요약
1	콘크리트 타설 일체 부착형 방수시트 및 균열저감형 방수 콘크리트를 이용한 지하구조물 방수공법 개발	서울과학기술대학교 산학협력단	2003.10 ~ 2004.10	국토교통과학기술진흥원	국가 R&D	콘크리트 일체형 방수시트를 이용한 복합 방수 기술 개발, 염해환경 대응성 평가, 균열저감형 방수콘크리트 기술 개발, 관련 재료의 시험 평가 기술 개발, 사용 재료의 품질관리 지침안 작성, 방수 설계 및 시공지침안 작성 및 유지관리 지침안 작성, 건축물의 지하 콘크리트 타설 현장에 적용
2	방수재료기술 표준화(방수기술부문) -건설안전 및 친환경 전자재료표준화 기반구축(1)~(5)	한국전자재료시험연구원	2005.09 ~ 2010.03	산업통상자원부 (구,지식경제부)	국가 R&D	건설안전 및 친환경 건설재료의 표준화 기반 구축사업을 수행하면서 그 일부 주체로서 방수재료 및 방수공사 안전에 관한 표준 기술 및 국제 표준(ISO) 기술을 개발함
3	방수 산업기사 국가기술자격 종목신설 연구용역	서울과학기술대학교 산학협력단	2009.10 ~ 2012.10	한국산업인력공단	민간 과제	기존 국가기술자격제도에 대한 고찰과 관련 방수산업의 직무 분석 및 설문조사를 토대로 “방수산업기사”에 대하여 직무분석, 교육과정 분석, 검정기준 설정, 검정시험 및 시행 방안을 수립하였고, “방수산업기사” 기술자격 시험을 위한 시험과목을 선정하여, 각 과목별 출제기준 작성에 따라 모의 검정시험을 실시하여 국가기술자격 방안의 유효성을 검증하였다.

번호	연구과제명	수행기관	연구기간	발주기관	과제성격	연구내용 요약
4	구조물 녹화용 고내구성 방근시트 및 친환경 인공토양 기술 개발	KCL	2009.10 ~ 2012.10	국토교통 과학기술 진흥원	국가 R&D	본 연구에서는 인공지반 녹화 관련 문헌 조사 및 재활용 폴리머를 이용한 방근시 트 개발, 방수/방근시트, 석분슬러지 인 공토양 개발 및 한국자생수목 선정 플로 우 및 시공/관리Guide Line 제시, 친환경 고내구성 인공지반 녹화시스템 개발
5	내오존성이 우수한 고도정수처리시설용 방수·방식재 및 시공기술 개발	서울과학 기술 대학교 산학 협력단	2010.12 ~ 2013.08	국토교통부(구,국토 해양부)	국가 R&D	우리나라의 콘크리트 고도정수처리시설 에 적용되는 내오존성 방수·방식재 개발 에 따른 성능 시험 방법 및 기준(안) 개 발
6	콘크리트 구조물 누수균열 보수재료 성능평가 국제표준 NP등록	한국산업 기술 진흥원	2010.04 ~ 2011.03	산업통상 자원부 (구,지식 경제부)	국가 R&D	우리나라가 보유한 콘크리트 유지관리용 누수 보수 기술을 국제표준으로 등록, 출판(ISO TR 16475, “Test methods for repair materials of water-leakage crack in concrete structures”)-오상근 교수 직 접 제안
7	친환경 콘크리트 표면강화제의 콘크리트 적용성 평가	진도 화성(주)	2010.06 ~ 2011.06	산업통상 자원부 (구,지식 경제부)	국가 R&D	수성 실리콘계 콘크리트 침투성 표면강 화제를 대상으로 관련 규격의 시험방법 에 따라, 다양한 현장조건을 고려한 물 리적 성능, 시공 효과를 평가함. 평가 결 과, 침투성 표면강화제는 기본 물성 및 물리적 성능 평가에서 모두 Plain 시험 체 보다 성능값이 만족하는 것으로 확인 되었다. 이는 현장 적용에 있어서 큰 문 제없이 적용 가능할 것으로 판단되며, 방수층의 누수 안정성 확보를 위한 기술 로서의 효과가 기대됨
8	건설분야 국제표준화활동 활성화를 위한 지원 및 정책방향 연구	국토교통 과학기술 진흥원 (구,한국 건설교통 기술 평가원)	2011.11 ~ 2012.06	국토 교통부(구,국 토 해양부)	국가 R&D	해외 건설시장 진출의 활성화를 위한 전 략으로 우리나라 건설 기술의 국제 표준 필요성, 우수기술 발굴, 표준 전문가 조 사, 국제표준 현황 조사
9	사회기반시설 장수명화를 위한 고성능 방수/방식 요소기술 개발	한국건설 생활환경 시험 연구원	2011.06 ~ 2012.06	국토 교통부 (구,국토 해양부)	국가 R&D	사회기반시설 콘크리트 구조물에 적용되 는 폴리우레아 방수·방식기술의 시제품 성능평가, 품질관리 매뉴얼(안) 개발

번호	연구과제명	수행기관	연구기간	발주기관	과제성격	연구내용 요약
10	사회기반시설 콘크리트 구조물의 누수 균열 보수재료 성능 시험 방법의 표준화	서울과학 기술 대학교 산학 협력단	2012.06 ~ 2015.05	산업통상 자원부 (구, 지식 경제부)	국가 R&D	ISO TR 16475(콘크리트 구조물에 있어 서 누수균열 보수를 위한 일반 지침)의 국제표준 등록과 함께 콘크리트 구조물 의 누수 균열 보수재료의 6개 시험방법 의 ISO TS/NP 16774 (1)-(6) Voting 통 과, 아래 6개 시험방법 WD(Work Draft) 작성, 정량적 시험방법 개발 중-오상근 교수 직접 제안
11	경제성과 시공성이 우수한 프리스트레스트 콘크리트(PSC) 생태교량 기술 개발	삼현 피에프	2012-11 ~ 2014.11	국토교통 과학기술 진흥원	국가 R&D	생태교 맞춤형 PSC 거더 시스템 개발, 프리캐스트 반두께 패널 시스템 개발, 생태교 맞춤형 PSC 교량 시스템 실용화

나. 유사 연구과제와의 차별화 방안

(1) 소음·진동 저감기술 분야

번호	부처명	사업명	과제명	차별화 방안
1	교육과학기술부	일반연구자 지원	소음특성을 고려한 고차음성 친환경 벽체 시스템 개발	공동주택 내외부에 설치 가능하고 차음성능이 우수한 친환경 벽체를 개발하는 연구임. 본 연구에서 기획하고 있는 기존주택 외부소음 차음성능 향상기술개발과는 차이가 있음
2	교육과학기술부	일반연구자 지원	야간 환경소음 노출이 일반 성인의 수면장애, 정신건강문제, 인체의 전기 생리학적 변화에 미치는 영향	야간 수면방해의 원인과 영향에 대한 연구로서 본 연구에서 기획하고 있는 바닥충격음, 설비소음 등과 중복되지 않음
3	중소기업청	산학협력기술개발	층간소음 차단재의 최적화된 방진성을 갖는 방진고무의 개발	층간소음 저감을 위한 완충재료를 고무를 사용하여 개발하는 연구로서, 완충재만을 개발하기 위한 것으로 본 연구에서 기획하고 있는 바닥충격음 저감구조시스템과는 차이가 있음
4	중소기업청	창업성장기술개발	공동주택 층간소음방지를 위한 폴리우레탄복합시멘트 블록 제조 및 시공법 개발	층간소음 저감을 위한 완충재료를 고무를 사용하여 개발하는 연구로서, 완충재만을 개발하기 위한 것으로 본 연구에서 기획하고 있는 바닥충격음 저감구조시스템과는 차이가 있음
5	지식경제부	산업기술표준화 및 인증지원	층간소음공해 저감을 위한 층간차음재 개발 및 현장적용 평가	층간소음 저감을 위한 완충재료를 고무를 사용하여 개발하는 연구로서, 완충재만을 개발하기 위한 것으로 본 연구에서 기획하고 있는 바닥충격음 저감구조시스템과는 차이가 있음
6	중소기업청	산학연공동기술개발	층간 소음차단재로 이용 가능한 폴리우레탄/AI-CNT복합체의 개발	층간소음 저감을 위한 완충재료를 고무를 사용하여 개발하는 연구로서, 완충재만을 개발하기 위한 것으로 본 연구에서 기획하고 있는 바닥충격음 저감구조시스템과는 차이가 있음
7	환경부	차세대핵심환경기술개발	배상액 현실화 방안 연구(소음·진동으로 인한 정신적 피해를 중심으로)	공사장 소음에 대한 배상액 산정기준을 마련하는 연구로서 본 연구에서 기획하고 있는 바닥충격음, 설비소음저감 등과는 차이가 있음
8	환경부	차세대핵심환경기술개발	복합소음에 대한 불쾌감 평가 모델 개발 및 환경영향평가 방법 구축	지역별 교통소음 등 다양한 복합소음에 대한 평가모델을 제시하는 연구로서 본 연구에서 기획하고 있는 바닥충격음, 설비소음저감 등과는 차이가 있음
9	중소기업청	산학연공동기술개발	완충재와 바닥보강재를 이용한 리모델링 공동주택의 층간소음저감형 복합 바닥구조시스템 개발	바닥충격음 저감을 위하여 바닥재와 완충재개발을 위한 연구로서 본 연구에서 기획하고 있는 바닥충격음 저감구조시스템, 충격음 저감 천장공법 개발과는 차이가 있음
10	교육과학기술부	기초연구과제지원	복합소음의 감성평가 및 불쾌감 예측모델 개발	교통소음, 공사장소음, 공장소음 등 외부소음에 대한 감성평가 및 불쾌감 예측모델을 개발하는 연구로서 본 연구에서 기획하고 있는 바닥충격음, 설비소음저감 등과는 차이가 있음

번호	부처명	사업명	과제명	차별화 방안
11	중소기업청	산학연공동기술개발	공동주택 층간소음방지 바닥재 개발	층간소음 저감을 위한 완충재만을 개발하기 위한 것으로 본 연구에서 기획하고 있는 바닥충격음 저감구조시스템, 충격음 저감 천장공법 개발과는 차이가 있음
12	중소기업청	산학연공동기술개발	다공성물질과 압축부직포를 이용한 층간소음방지용 흡음재 개발	층간소음 저감을 위한 완충재만을 개발하기 위한 것으로 본 연구에서 기획하고 있는 바닥충격음 저감구조시스템, 충격음 저감 천장공법 개발과는 차이가 있음
13	중소기업청	기술혁신개발사업	고분자 수지를 이용한 공동주택 층간소음 완충재 및 바닥구조 개발	층간소음 저감을 위한 완충재만을 개발하기 위한 것으로 본 연구에서 기획하고 있는 바닥충격음 저감구조시스템, 충격음 저감 천장공법 개발과는 차이가 있음
14	중소기업청	기술혁신개발사업	건축물의 층간소음저감재 및 그의 제조방법(단열 성능과 뜯바닥구조 시스템을 건축층간 바닥재에 적용한 중량충격음 감소용 SonicQ III 개발)	층간소음 저감을 위한 완충재만을 개발하기 위한 것으로 본 연구에서 기획하고 있는 바닥충격음 저감구조시스템, 충격음 저감 천장공법 개발과는 차이가 있음
15	중소기업청	기술혁신개발사업	공동주택 층간소음 저감용 폴리올레핀 복합재개발	층간소음 저감을 위한 완충재만을 개발하기 위한 것으로 본 연구에서 기획하고 있는 바닥충격음 저감구조시스템, 충격음 저감 천장공법 개발과는 차이가 있음
16	중소기업청	기술혁신개발사업	아파트 타설용 폴리우레탄 층간소음 완충재 개발	현장에서 직접 타설할 수 있는 완충재를 개발하기 위한 것으로 본 연구에서 기획하고 있는 바닥충격음 저감구조시스템, 충격음 저감 천장공법 개발과는 차이가 있음
17	중소기업청	기술혁신개발사업	아파트 층간차음시트 및 시스템 개발	층간소음 저감을 위한 완충재만을 개발하기 위한 것으로 본 연구에서 기획하고 있는 바닥충격음 저감구조시스템, 충격음 저감 천장공법 개발과는 차이가 있음
18	중소기업청	산학연공동기술개발	층간소음 차단용 합성바닥구조 개발	테크플레이트 개발하여 바닥충격음을 저감시키기 위한 연구로서 일반적인 벽식구조에 적용되기에는 한계가 있으며, 본 연구에서 기획하고 있는 바닥충격음 저감구조시스템, 충격음 저감 천장공법 개발과는 차이가 있음
19	환경부	차세대핵심환경기술개발	공동주택 층간소음 저감을 위한 기술 개발	층간소음 저감을 위한 완충재만을 개발하기 위한 것으로 본 연구에서 기획하고 있는 바닥충격음 저감구조시스템, 충격음 저감 천장공법 개발과는 차이가 있음
20	중소기업청	산학연공동기술개발	층간소음 완충재를 이용한 소음저감형 공동주택 바닥구조 시스템 개발	층간소음 저감을 위한 완충재만을 개발하기 위한 것으로 본 연구에서 기획하고 있는 바닥충격음 저감구조시스템, 충격음 저감 천장공법 개발과는 차이가 있음
21	지식경제부	산업기술표준화 및 인증지원	층간소음공해 저감을 위한 층간차음재 개발 및 현장적용 평가	층간소음 저감을 위한 완충재만을 개발하기 위한 것으로 본 연구에서 기획하고 있는 바닥충격음 저감구조시스템, 충격음 저감 천장공법 개발과는 차이가 있음

번호	부처명	사업명	과제명	차별화 방안
22	교육과학기술부	핵심개인연구 (중견연구자 지원)	충격원 및 건축물 진동 특성을 함께 고려한 바닥충격음 분석방법 및 효율적인 저감 설계	완충재 개발을 벗어나 진동특성을 파악한 예측모델을 구축하여 층간소음을 저감하고자 하는 연구로서 현재 진행 중임. 본 연구에서 기획하고 있는 바닥충격음 저감구조시스템, 충격음 저감 천장공법 개발과는 차이가 있음
23	교육과학기술부	핵심공동연구 (중견연구자 지원)	진동/충격음 저감을 위한 새로운 중공슬래브 개발 및 설계 기준식 제안	슬래브의 형식을 변경한 중공슬래브를 개발하고자 하는 연구로서 현재 진행 중임. 본 연구에서 기획하고 있는 바닥충격음 저감구조시스템은 벽식구조 이외구조에 적용 가능한 구조를 개발하는 것으로 차이가 있음

(2) 실내공기질 개선 기술 분야

번호	부처명	사업명	과제명	차별화 방안
1	국토교통부	-	저 VOCs 배출 천연도료의 개발	천연수지를 이용한 페인트와 다르게 화학적 오염 물질 저감 원천소재 개발 및 미생물발생 저감과 항곰팡이 성능을 가진 기능성 소재의 개발을 위한 연구로서 차이가 있음
2	국토교통부	-	환기가 가능한 뜬바닥 온돌 시스템 개발	특정시스템에 적용되는 환기방식이 아닌 기존에 적용된 환기시스템에도 활용 가능한 하이브리드, 디멘드컨트롤 제어시스템과 공동주택내 특정장소의 결로방지를 위한 환기시스템 개발에 차이가 있음
3	국토교통부	-	주요건축물의 실내공기오염 저감을 위한 설계지원 프로그램개발 연구	본 연구에서는 실내공기오염저감을 위한 설계 지원프로그램을 포함한 공동주택내 실내공기질의 진단, 개선, 유지관리가 가능한 프로토콜개발로 본연구와 차이가 있음
4	국토교통부	-	새집증후군 저감을 위한 주요 건축자재의 시공기술 개발 연구	일부 화학적 오염물질 저감 소재를 활용한 건축 자재의 시공기술과 다르게 본 연구에서 실내외에서 발생하는 오염물질을 흡착분해하는 소재기술 개발로 차이가 있음
5	국토교통부	-	실내공기질(IAQ) 향상을 위한 내장재 및 공조시스템에 관한 연구	본 연구에서는 실내 재질자의 쾌적한 실내공기환경 및 온열환경 유지를 위한 하이브리드, 디멘드 컨트롤의 알고리즘 및 시스템 개발로 차이가 있음
6	국토교통부	-	청정건강 건축물의 구현을 위한 기능성 건축자재 개발 및 관련 기준 정립	결로방지를 위한 기능성 건축자재 및 관련기준 정립을 위한 연구로서 본연구에서는 오염물질 흡착제거 및 특정장소의 국소배기를 통한 환기시스템 개발로 차이가 있음

(3) 결로방지 성능 향상 기술 분야

번호	부처명	사업명	과제명	차별화 방안
1	지식경제부	-	ALC 패널 커튼월의 패스닝 유닛의 단열 방법과 성능 평가	알루미늄 커튼월 유닛에 대한 내용이므로 본 과제의 범위에 해당하지 않음
2	지식경제부	-	LOW-e 코팅 여부 및 스페이서 종류에 따른 알루미늄 창호시스템의 단열성능 평가	창호시스템만을 다루고 있으며, 창호, 스페이서 등의 부재에 대한 내용이므로 종합적인 내용을 다루는 본과제와는 차별화되어 있음
3	교육과학기술부 (현 교육부)	-	공동주택의 하자보수 소송 쟁점사항의 객관적 판단기준에 관한 연구	하자가 많이 발생하는 부위와 원인(미시공/오시공)을 제시하는 수준에 그침
4	교육인적자원부 (현 교육부)	-	시뮬레이션을 이용한 공동주택 취약부위에서의 곰팡이 발생 위험도 분석(논문제목임)	공동주택 현관문 주위, 확장형 발코니, 드레스실 간벽을 대상으로 원인에 대한 대책을 간단하게 제시하는 수준에 그침

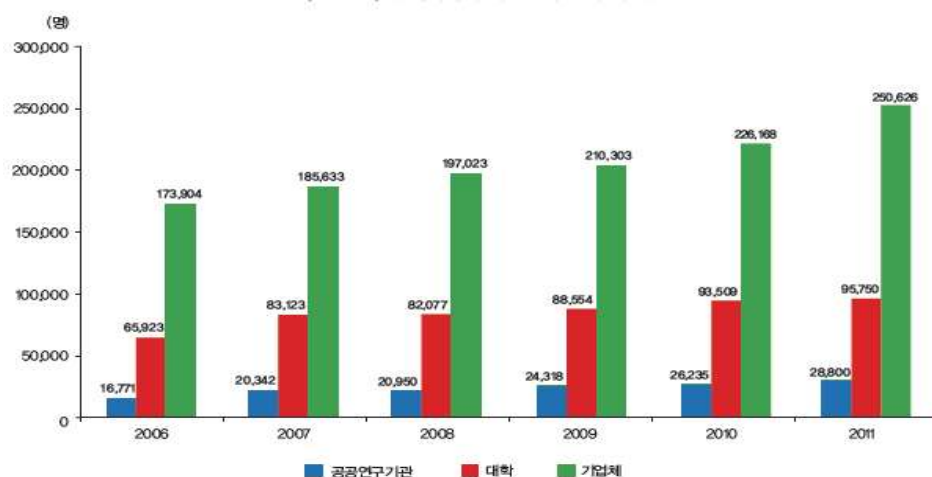
(4) 누수예방 및 방수 기술 분야

번호	부처명	과제 성격	과제명	차별화 방안
1	국토교통 과학기술 진흥원	국가 R&D	콘크리트 타설 일체 부착형 방수시트 및 균열저감형 방수 콘크리트를 이용한 지하구조물 방수공법 개발	이연구는 콘크리트 일체형 방수시트를 이용한 복합 방수 기술 개발, 염해환경 대응성 평가, 균열저감형 방수콘크리트 기술 개발, 관련 재료의 시험 평가 기술 개발, 사용재료의 품질 관리 지침안 작성, 방수 설계 및 시공지침안 작성 및 유지관리 지침안 작성, 건축물의 지하 콘크리트 타설 현장에 적용하는 것에 대한 연구임 따라서 지하외방수 역타설을 위한 재료개발이라는 개별 재료 성능에 대한 연구이므로 전반적인 방수 및 누수예방을 위한 설계, 시공, 기반기술을 다루는 본 연구와는 차별성이 큼
2	산업통상 자원부 (구, 지식 경제부)	국가 R&D	방수재료기술 표준화(방수기술부문) -건설안전 및 친환경 건자재표준화 기반구축(1)~(5)	건설안전 및 친환경 건설재료의 표준화 기반 구축사업을 수행하면서 그 일부 주제로서 방수재료 및 방수공사 안전에 관한 표준 기술 및 국제 표준(ISO) 기술을 개발하는 연구로써 누수예방에 있어서 구조체의 설계, 적정방수공법의 선정, 시공기반기술 전반을 다루는 이연구의 차별성이 있음
3	한국산업 인력공단	민간 과제	방수 산업기사 국가기술자격 종목 신설 연구용역	“방수산업기사”에 대하여 직무분석, 교육과정 분석, 검정기준 설정, 검정시험 및 시행 방안을 수립을 통해 기술자격 종목을 신설하기 위한 연구로써 본 연구에서도 기술자 역량강화에 대한 연구는 방수공사 품질확보 고나련 제도 및 기준정립에서 중점적으로 다룰 예정이나 기술등급이 높은 방수기사 신설에 대해 추진할 예정이므로 차별성이 있음
4	국토교통 과학기술 진흥원	국가 R&D	구조물 녹화용 고내구성 방근시트 및 친환경 인공토양 기술 개발	인공지반 녹화 관련 문헌 조사 및 재활용 폴리머를 이용한 방근시트 개발, 방수/방근시트, 석분슬러지 인공토양 개발 및 한국자생수목 선정 플로우 및 시공/관리Guide Line 제시, 친환경 고내구성 인공지반 녹화시스템 개발하는 연구로써 이 연구에서는 특정한 방수방근 재료나 인공토양에 대한 연구가 아닌 종합적 방수방근 확보 기술 및 관련 평가기술, 기술 표준 등에 대한 연구로써 연구의 차별성이 있음
5	국토 교통부 (구, 국토 해양부)	국가 R&D	내오존성이 우수한 고도정수처리시설용 방수·방식재 및 시공기술 개발	고도정수처리시설에 적용되는 내오존성 방수·방식재 개발에 따른 성능 시험 방법 및 기준(안) 개발로써 고도정수처리장에 사용되는 에폭시 도료의 내구성에 대한 한정적 연구로써 주택의 종합적 누수예방 차원의 본 연구와는 차별성이 큼
6	산업통상 자원부 (구, 지식 경제부)	국가 R&D	콘크리트 구조물 누수균열 보수재료 성능평가 국제표준 NP등록	우리나라가 보유한 콘크리트 유지관리를 누수 보수 기술을 국제표준으로 등록, 출판을 위한 연구임. 본 연구에서 기획하고 있는 지하구조물 주변 수압/수질/유속 변화 대응 방수기술 표준 정립연구는 그 후속 연구에 해당하는 것으로써 기 등록된(ISO TR 16475, “Test methods for repair materials of water-leakage crack in concrete structures”)의 성능규정에 만족하는 누수보수 기술을 개발하고 적용성을 평가하는 연구를 진행하여 차별성을 확보할 예정임
7	산업통상 자원부 (구, 지식 경제부)	국가 R&D	친환경 콘크리트 표면강화제의 콘크리트 적용성 평가	침투성 표면강화제는 콘크리트 구조체에 대한 성능강화 목적으로 사용되는 재료로써 누수예방 기술확보에 대한 기초적 연구에는 해당되나 본 연구에서 추구하는 구조체 외면 방수 중심의 누수예방 설계 및 방수재료 개발과는 상충되는 측면이 있으므로 차별성이 있음
8	국토 교통부 (구, 국토 해양부)	국가 R&D	건설분야 국제표준 활성화를 위한 지원 및 정책방향 연구	우리나라 건설 기술의 국제 표준 필요성, 우수기술 발굴, 표준 전문가 조사, 국제표준 현황 조사하는 연구로써 이 연구에서는 이러한 조사 결과를 활용하여 방수관련 새로운 국제표준 제안, 우수기술의 적용, 표준전문가를 양성하는 체계를 구축하는 방향으로 차별화를 확보할 예정임

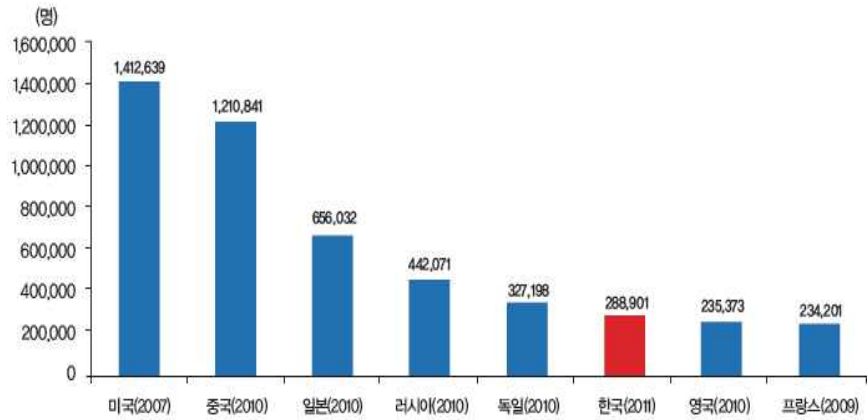
4절. 연구개발 인프라 분석

1. 연구인력 인프라

- 한국과학기술기획평가원의 “2011년도 연구개발활동조사보고서”에 의하면 우리나라 연구참여 비율을 고려한 상근상당 연구원수(FTE)는 288,901명으로 세계 6위임
 - 상근상당 연구원 수가 높은 국가는 미국(1,412,639명, 2007년), 중국(1,210,841명, 2010년), 일본(656,032명, 2010년)순으로 나타남
- 2011년 우리나라 총 연구원 수는 375,176이고 연구보조원을 포함한 연구개발 인력은 531,131명으로 조사됨
 - 전년대비 연구원 수는 39,264명(8.5%), 연구개발 인력은 31,007명(6.2%)증가
- 연구참여 비율을 고려한 상근상당 연구원 수는 288,901명, 상근상당 연구개발인력은 361,374명으로 조사됨
 - 전년대비 상근상당 연구원 수는 24,783명(9.4%), 상근상당 연구개발인력은 26,146명(7.8%) 증가
- 우리나라 기업체의 연구원 수는 250,626명, 공공연구기관 및 대학의 연구원 수는 각각 28,800명, 95,750명으로 조사됨
- 주체별 연구원 수 비중은 기업체 66.8%, 공공연구기관 7.7%, 대학 25.5%로 조사됨



[그림 138] 주체별 연구원 수 추이



[그림 139] 연구원 수 국제비교(FTE 기준)

- 연구원 중 공학분야 전공자 수는 253,445명으로 전체의 67.6%를 차지하고 있음
 - 과학기술 분야 중 공학분야 전공자는 253,445명, 이학분야는 48,544명으로 집계
- 연구수행주체별로는 기업체 공학분야 전공자 비중이 82.3%(206,380명)로 가장 높은 수준임
 - 공공연구기관의 공학분야 비중은 50.0%(14,411명), 대학은 34.1%(32,654명)로 집계

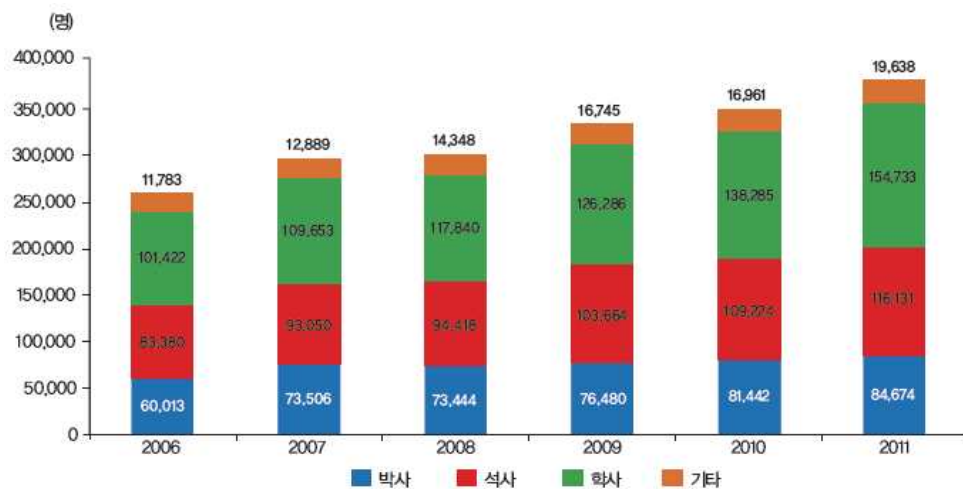
[표 33] 우리나라 전공별 연구원 추이 (단위 : 명, %)

구분		2009		2010		2011	
		연구원	비중	연구원	비중	연구원	비중
과학기술 분야	이학	41,687	12.9	46,023	13.3	48,544	12.9
	공학	217,911	67.4	231,913	67.0	253,445	67.6
	의약보건학	17,227	5.3	18,926	5.5	20,473	5.5
	농업과학	8,713	2.7	9,202	2.7	9,841	2.6
	소계	285,538	88.4	306,064	88.5	332,303	88.6
인문 사회 분야	인문학	16,372	5.1	17,568	5.1	19,633	5.2
	사회과학	21,265	6.6	22,280	6.4	23,240	6.2
	소계	37,637	11.6	39,848	11.5	42,873	11.4

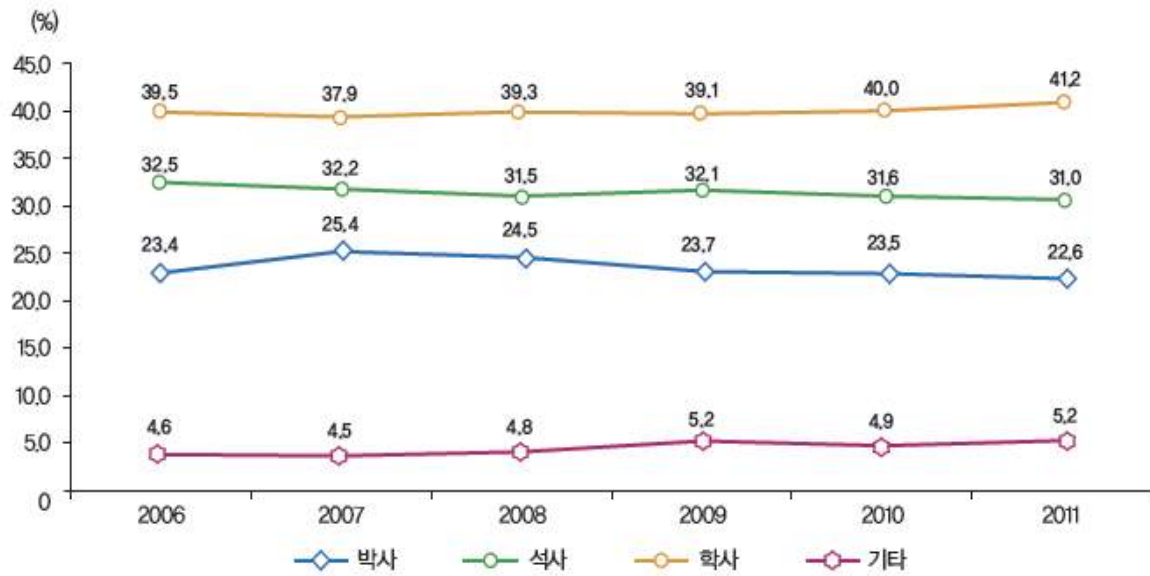
[표 34] 우리나라 주체별 전공별 연구원 현황(2011년)

구분		공공연구기관		대학		기업체		전체	
		연구원	비중	연구원	비중	연구원	비중	연구원	비중
과학 기술 분야	이학	5,526	19.2	14,984	15.6	28,034	11.2	48,544	12.9
	공학	14,411	50.0	32,654	34.1	206,380	82.3	253,445	67.6
	의약	1,985	6.9	16,126	16.8	2,362	0.9	20,473	5.5
	보건학								
	농업과학	2,577	8.9	4,717	4.9	2,547	1.0	9,841	2.6
	소계	24,499	85.1	68,481	71.5	239,323	95.5	332,303	88.6
인문 사회 분야	인문학	372	1.3	11,740	12.3	7,521	3.0	19,633	5.2
	사회과학	3,929	13.6	15,529	16.2	3,782	1.5	23,240	6.2
	소계	4,301	14.9	27,269	28.5	11,303	4.5	42,873	11.4

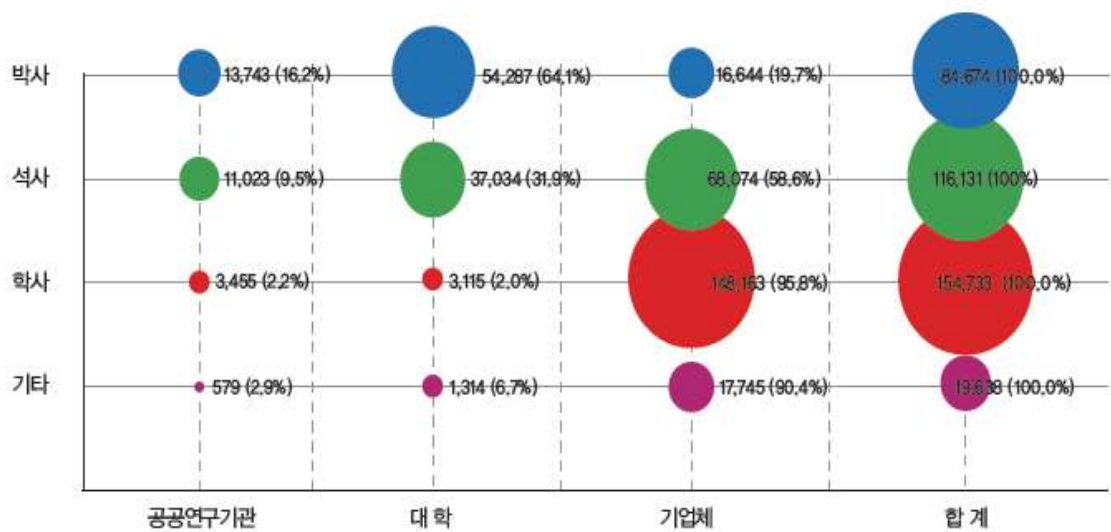
- 연구원의 학위별 분포는 박사 84,674명, 석사 116,131명, 학사 154,733명, 기타 19,638명
 - 전년대비 박사 연구원 수는 3.232명(4.0%), 석사 연구원 수는 6,907명(6.3%), 학사는 16,448명(11.9%), 기타는 2,677명(15.8%) 증가
- 학위별 연구원 수 비중은 박사 22.6%, 석사 31.0%, 학사 41.2%, 기타 5.2%
 - 박사 및 석사 연구원 수 비중은 전년대비 각각 0.9%포인트, 0.6%포인트 하락하였으며 학사 비중은 1.2% 포인트 상승
- 박사급 연구원의 64.1%인 54,287명이 대학에서 연구를 수행
 - 대학과 공공연구기관에서는 연구원 중 박사 학위자가 가장 많으며, 다음으로 석사, 학사 학위자 순
 - 기업체는 연구원 중 학사 학위자가 가장 많으며 박사는 상대적으로 적은 수준



[그림 140] 우리나라 학위별 연구원 수 추이



[그림 141] 우리나라 학위별 연구원 수 비중추이



[그림 142] 우리나라 주체별 학위별 연구원 분포(2011년)

2. 연구 기자재 인프라

- ‘국가연구시설장비 공동활용서비스(NTIS)’에 의하면 국내 장비분류별·기관유형별 구축현황은 다음과 같음
- 2005년 이후 취득기준으로 전체 장비수는 27,696점이며 가장 많은 장비를 구축하고 있는 부분은 기계가공·시험장비로 6,535점(23.3%)
- 기관별 장비구축 현황에서 대학이 7,860점으로 가장 많이 보유한 것으로 파악되었으며 뒤를 이어 출연연구소 6,847점으로 파악됨
- 위의 연구장비 중 ‘장비활용서비스’에 의해 공동활용 시설·장비로 설정된 장비는 해당기관의 동의를 얻어 장비를 사용할 수 있음

[표 35] 국내 주체별 장비분류 및 구축현황 (2005년 이후 취득기준)

분류	공기업	국공립 연구소	대학	민간 기업	출연 연구소	기타	합계
광학·전자 영상장비	12	190	1,424	329	677	498	3,130
기계가공·시험장비	35	271	1,557	1,535	1,357	1,780	6,535
데이터 처리장비	57	129	576	582	1,017	603	2,964
물리적 측정장비	24	240	931	561	797	640	3,193
임상의료 장비	0	64	216	13	65	151	509
전기·전자장비	102	255	1,169	877	1,468	1,044	4,915
화합물 전처리·분석장비	11	802	1,846	819	1,396	1,415	6,289
환경조성·사육시설	2	36	141	89	70	96	434
합계	243	1,987	7,860	4,805	6,847	6,227	27,969

[표 36] 국내 공공연구기관 주요장비 현황

연구기관	주요장비
한국과학기술연구원	융복합기술, 재료 및 소자연구, 생명보건연구, 로봇시스템연구
한국산업기술시험원	화학, 전기전자제품, 생활용품, 외국인증대행공장심사
한국세라믹기술원	세라믹제품성능평가, 주로 연구 및 표준화하고 있음
요업기술원	요업 및 신요업원료, 제품에 관한 시험분석 광물 및 정광에 관한 시험분석
한국건설생활시험연구원	건설관련, 건축자재관련 성능평가
한국화학시험연구원	화학제품 성능평가, 자율안전확인, 의료기기 등
한국생산기술연구원	금형기술분야, 열표면기술분야, 사이버설계지원분야
한국기계연구원	나노융합기계, 지능형생산시스템, 그린환경기계 시험분석
포항산업과학연구원	에너지환경, 재료공정, 강구조, 마그네슘, 연료전지 연구분석
한국석유품질관리원	석유제품 품질검사, 시험분석, 연구개발
한국석회신소재연구재단	석회석 신소재 기술개발 및 관련 업체 지원, 대체원료개발 사업
한국표준과학연구원	역학적시험, 전자기적시험, 열적시험, 광학시험
한국건설기술연구원	건설관련, 건축자재관련 성능평가

* 출처 : 서울지방중소기업청

3. 연구 실험시설 인프라

○ 한국건설기술연구원(KICT)

- 한국건설기술연구원은 주택생활밀착형 기술 분야의 연구 인력 및 시설에 대한 인프라를 보유하고 실험을 진행할 수 있는 임.
- 한국건설기술연구원은 소음·진동과 관련되어 바닥충격음 차단구조인정기관으로 관련 시설을 보유하고 있으며, 세대간 경계벽 차단구조 인정기관을 벽체 차음성능을 평가할 수 있는 시설을 보유하고 있음
- 이와 함께 KOLAS 시험기관으로 부재의 음향성능, 공기질 측정 및 평가시설과 장비를 보유하고 있으며, 또한 결로성능을 예측할 수 있는 프로그램과 관련 장비를 보유하고 있음

□ 한국건설기술연구원 시설개요

- 건축물 또는 건축부재에 대해 단열 및 기밀, 음환경, 실내공기질 등 주택성능을 평가할 수 있는 국내 최고 수준의 구조 및 환경 실험 시설 구축
- 다양한 환경 및 조건에 대한 환경성능 실험에 대응할 수 있는 풍부한 실험 노하우 및 전문인력 확보추진전략
- 열환경실험실
 - 열관류율 및 결로방지성능 측정장치
 - 창호성능 측정장치
 - 3m×3m×2.3m 대형항온항습챔버
- 음향실험동&바닥충격음 시험동
 - 크기 : 30m×24m×8m(간향실 포함)
 - 크기 : 18m×13m×9m(3층 규모)
 - 건축음향계측시스템
- 다목적 실물실험동
 - 크기 : 연면적 366.3㎡ (2층 규모)
 - 실물실험실 12실
 - 정밀분석실, 항온항습실



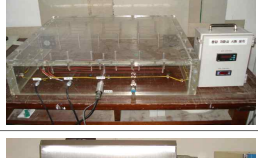
□ 한국건설기술연구원 보유장비

- 열관류율 및 결로방지성능 측정장치
 - 실외 20~-20℃범위 단열/결로측정
 - 크기: 6.7m×3.3m×3.6m
 - 항온챔버, 저온챔버, 제어실, Zig
 - Guard Hot Box Method
- 창호성능 측정장치
 - 창호 기밀, 수밀, 내풍압 측정
 - 크기: 5.2m×3.0m
 - KS Windoe Test Rig ASD
- 열전도율 측정장치
 - 열전도율 측정
 - HFM 436/3/1E(측정범위 : 0.005~0.5 W/mK)
- 적외선 열화상 측정장치
 - TH9260E 적외선 표면온도 측정 (Infra-red thermography)
 - 640×480 pixel
- 건축음향계측시스템
 - Symphonie, 01dB(주파수 분석 0Hz~16kHz)
- 실시간 다채널 주파수 분석기
 - SA-01, RION
 - (주파수 분석 1Hz~100kHz, FFT & 1/N Octave band 분석)
- 바닥충격음 측정장비
 - 경량충격원 : FI-01, 일본 RION사
 - 중량충격원 : Bang Machine-T형, 일본 사쓰끼사
- 실내공기질 측정장치
 - 멀티가스모니터
 - 소형챔버시스템
 - 휘발성유기화합물 측정기



○ 서울과학기술대학교

- 서울과학기술대학교는 서울지역의 유일한 산학협력 중심대학으로 산학연관 협동체제와 연구프로젝트를 통해 산학연 협력 활성화를 구축하고 있음. 총 44개의 부설연구소를 보유하고 있으며, 그 중 건설기술연구소는 1991년에 설립되어 국공립품질시험 전문기관으로 지정되었으며, 6개의 연구센터와 약 52명의 전문 연구 인력을 보유함

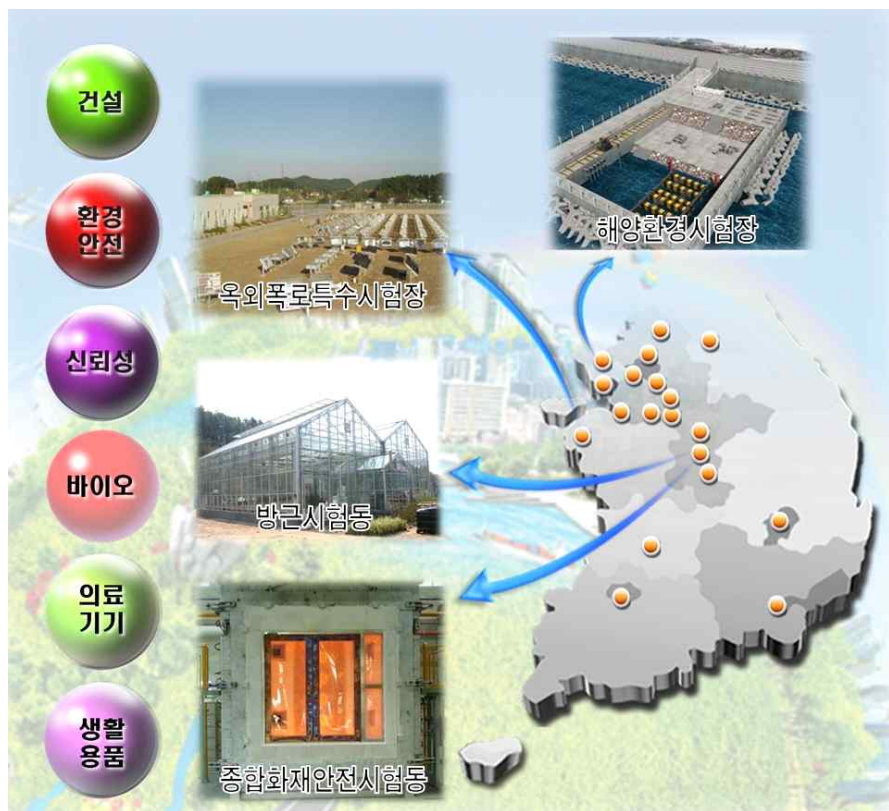
□ 서울과학기술대학교 보유 장비(1)			
시설 및 장비명	규격	용도	관련 사진
Universal Testing Machine	1 ton	인장, 부착, 압축, 휨 등의 관련 시험	
Universal Testing Machine	10 ton	인장, 부착, 압축, 휨 등의 관련 시험	
고무노화시험기	온도 20 ~ 220℃	재료의 열화도 측정	
광학 현미경	DM12148	재료의 미세 표면 관찰	
굴곡 저항성능 시험기	온도 -20℃~40℃	재료의 굴곡성	
낙하 충격 시험기	높이 2m	재료의 물림 유무	
내풍압 시험기	감압기 : 10kpa	풍압에 의한 들뜸, 박리, 갈라짐 유무	
내피로 시험기	온도범위 -30℃~80℃ 상하반복 2.5mm±0.2mm	온도변화에 따른 상하반복 관련 시험	

□ 서울과학기술대학교 보유 장비(2)

시설 및 장비명	규 격	용도	관련 사진
부풀음 시험기	수압	수압에 의한 방수층 부풀음 시험	
세공경측정기	-	기공특성 분석	-
수평거동시험기	-	재료의 거동성 분석	-
염수분무시험기	-	재료의 염해 성능 분석	
유속내마모 시험기	-	재료의 유속에 대한 마모성 분석	-
압축강도 시험기	100t	강도 측정	
열풍건조기	온도 20~300℃	재료의 양생	
윤하중 시험기	회전	재료의 마모도 측정	
저온 항온기	온도 -80℃~85℃	재료의 저온성 측정	
투수시험기	out-put	재료의 투수성 측정	
SEM	-	재료의 미세 관찰	-
낙사마모 시험기	회전속도 100RPM	재료의 낙사에 대한 마모도 측정	
내후성 시험기	-	재료의 열화 측정	-
발수도 시험기	-	재료의 발수성 측정	
방수도 시험기	압력지시계 0~1, 0~3 0~6	재료의 방수성 측정	

○ 한국건설생활환경시험연구원

- 한국건설생활환경시험연구원은 최근 (구)한국전자재시험연구원과 (구)한국생활환경시험연구원이 국가특별법에 의해 통폐합으로 국내 최대 인프라를 보유한 기관으로 건축, 토목자재, 유/무기소재, 금속, 생활용품, 섬유, 유해성 및 안전성 등의 국내 최대 규모의 공인시험기관으로 2010년 설립되어, 건설 및 유해성/안전성 분야의 시험, 연구, 교육, 인증 및 표준화분야 업무를 수행해오고 있고, 서울 본원을 중심으로 3개의 본부와 행정 및 기술 분야별 1실, 14개의 연구단과 44개의 팀으로 운영하고 있음



[그림 143] 한국건설생활환경시험연구원의 인프라 구축 현황

○ 한양대학교 ERICA 캠퍼스의 친환경건축연구센터 및 구조 실험동

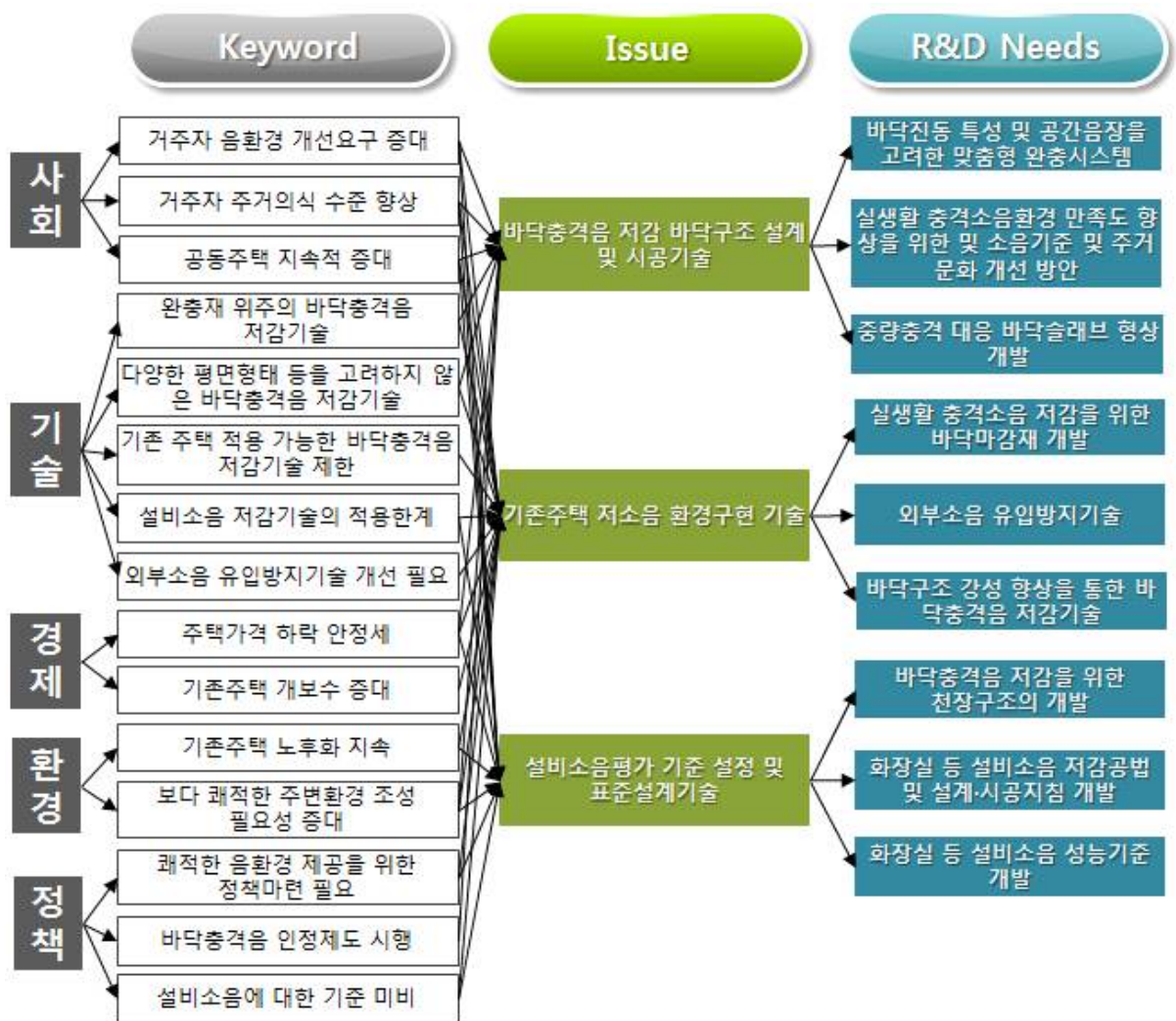
- 한양대학교 ERICA 캠퍼스는 경기도 안산 지역의 산학협력 대학으로 산한연관협동체제와 연구프로젝트를 수행중임. 교내에 설치된 친환경건축연구센터와 초대형 구조 실험동에는 30여종 이상의 최신, 초대형 연구 장비를 보유하고 있음

5절. 종합분석

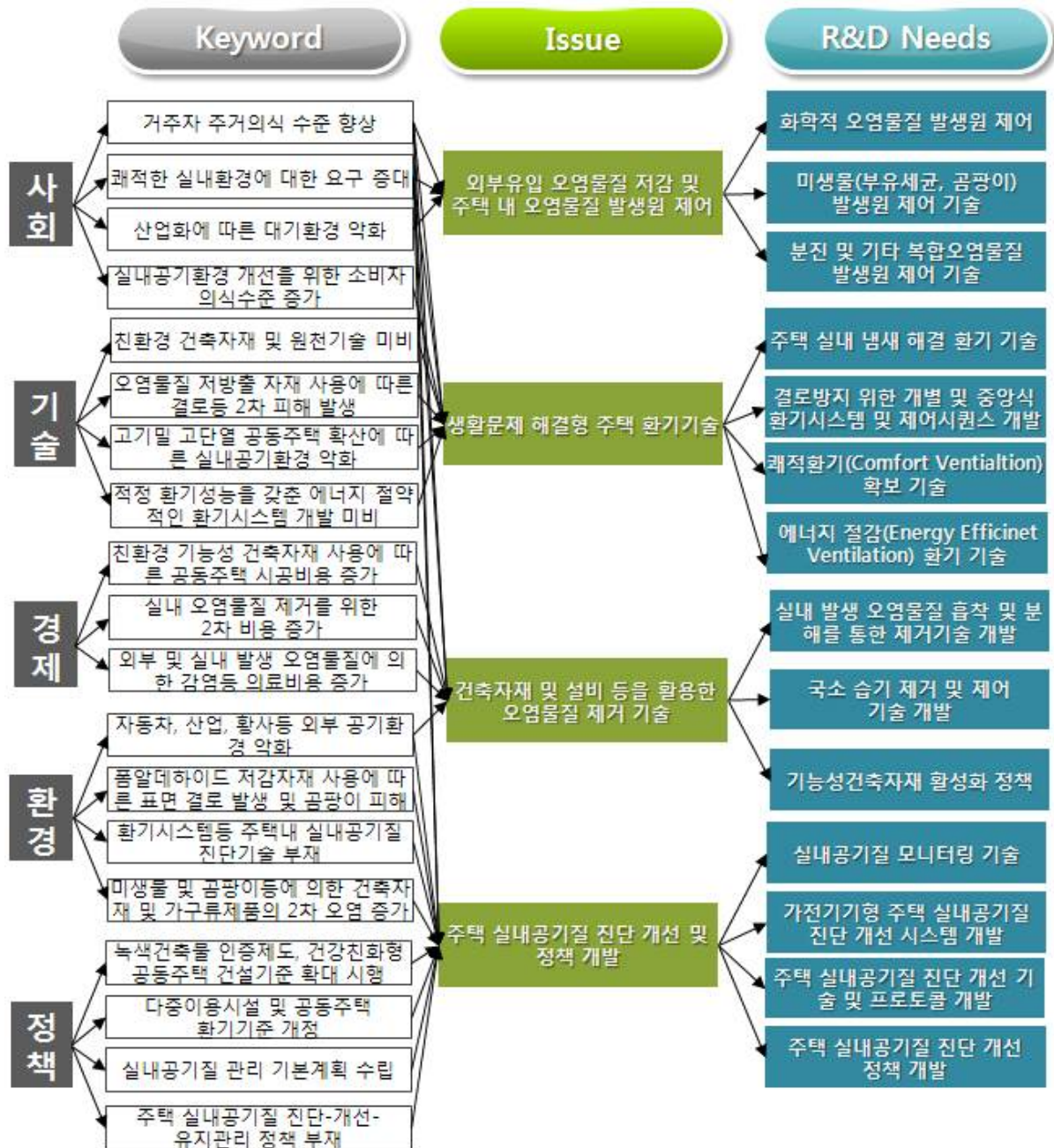
1. 세부별 이슈트리

- 사회, 기술, 경제, 환경, 정책 부문에 대하여 현재 상태를 도출하고, 그에 따른 이슈와 R&D 수요를 도출함

(1) 소음·진동 저감기술 분야



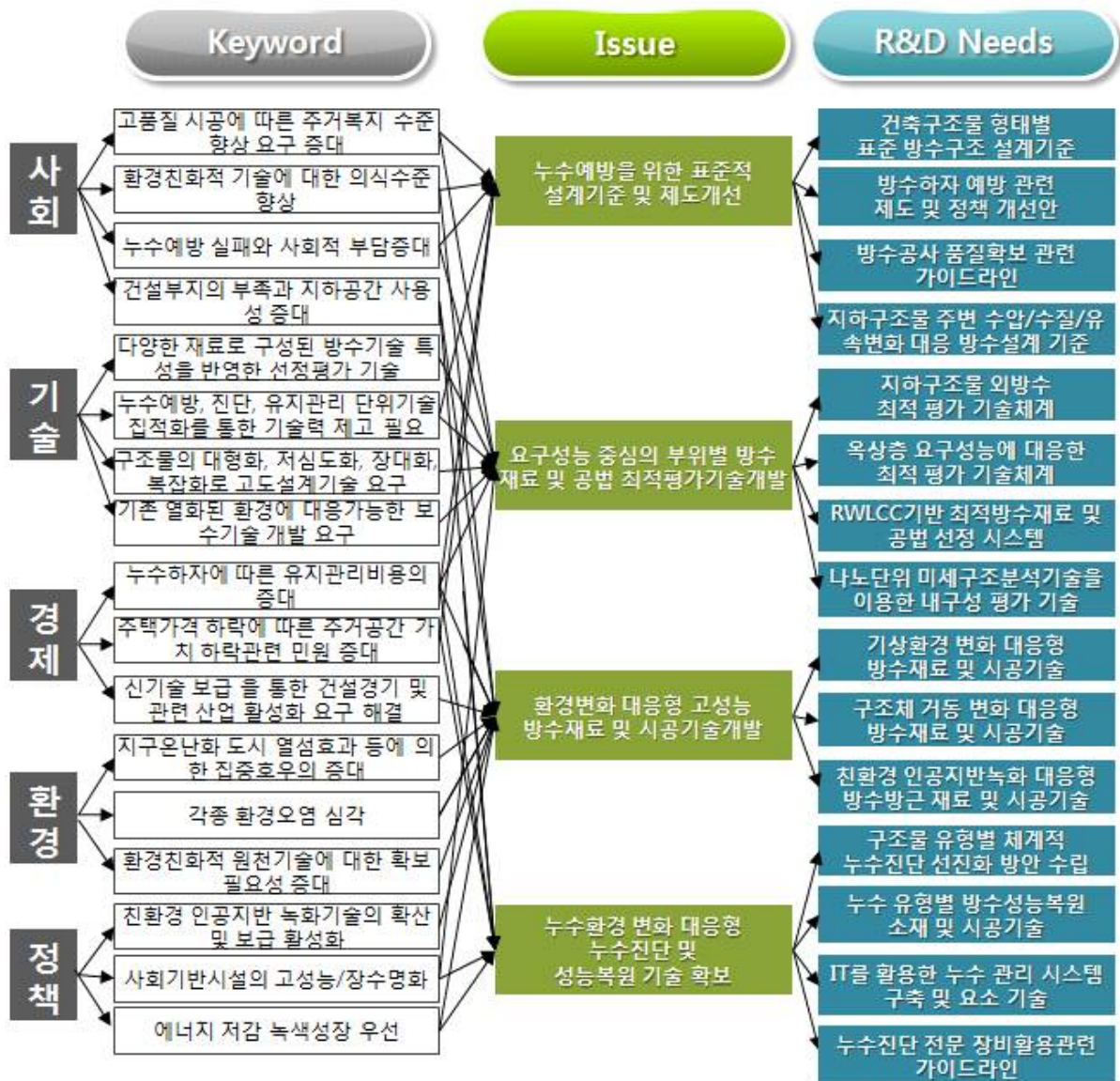
(2) 실내공기질 개선 기술 분야



(3) 결로방지 성능 향상 기술 분야



(4) 누수예방 및 방수 기술 분야



2. 기존 기술의 한계점 · 미비점

가. 소음·진동 저감기술 분야

	바닥충격음 저감 바닥구조 설계 및 시공기술	기존주택 저소음 환경 구현 기술	설비소음평가 기준 설정 및 표준설계 기술
기존연구 및 기술개발 동향	• 다양한 재료의 완충재 개발 - 폴리올레핀 - 폴리우레탄 - 시멘트 블록 등 • 바닥충격음 측정기술 표준화 • 바닥충격음 기준 운용	• 바닥충격음 성능개선 기술 - 슬래브 강성 향상 기술 • 경량 충격음 저감 바닥마감재 개발 • 고차음 차호 개발	• 화장실 소음 저감기술 개발 - 고차음 배관 - 상상배관 방식 • 저소음 설비기기 • 설비기기 요소별 소음 저감기술
한계점/ 미비점	• 바닥구성 일부인 완충재 위주 개발 • 다양한 공동주택 형태 등을 고려하지 않은 일률적 완충재 적용 성능 개선한계 • 벽식구조 위주의 기술 개발 • 공동주택 조건에 적합한 소음저감 설계법 부재 • 바닥충격음 기준치 적정성 의문	• 기존 바닥 슬래브 강성보강 기술의 시공성 제한, 경제성 저하 • 거주자 이주 없이 보수 공법 적용 불가 • 기술적용을 위한 가이드라인 미흡 • 기존 천장으로 바닥충격음 증폭 방지 기술 미흡	• 화장실 등 설비소음 측정 방법 및 기준 부재 • 화장실 소음저감 기술의 현장 적용성 저하 • 설비소음 저감 설계기법 미흡 • 기존주택 화장실 소음 저감기술 미흡
필요 기술	• 바닥구조 특성, 음장을 고려한 맞춤형 완충시스템 개발 • 만족도 향상을 위한 소음 기준 및 주거문화 개선방안 • 완충재를 포함한 바닥구조체 기술 개발	• 실생활 충격소음 저감 바닥 마감재 개발 • 외부소음 유입 방지를 위한 공법 및 가이드 개발 • 효율적인 바닥강성 향상 공법 개발 • 공진방지 천장구조 개발	• 시공성이 향상된 설비소음 저감공법 개발 • 화장실 등 설비소음 측정방법 및 성능기준 개발

나. 실내공기질 개선 기술 분야

	주택 내 실내공기오염원 제거기술	생활문제 해결형 주택 환기 기술	건축자재 및 설비 활용 오염물질 제거 기술	주택 실내공기질 진단 개선 기술 및 정책 개발
기존연구 및 기술개발 동향	• 국내의 제로에너지 주택의 의무화 정책으로 인해 실내 공기 오염물질의 발생원인 건축자재는 단열 및 기밀 성능을 위주로 하는 추세가 지속될 것으로 예상됨	• 건물의 구조 등 기본성과 에너지 문제 집중되어 있었음. 그러나 장기간에 걸쳐 인체에 영향을 미치는 건강과 관련된 환경적인 관점의 반영이 미비하였음	• 오염물질 흡착 기술이 적용된 일부 건축마감재 개발 중 (선진국 대비 70%) 이나, 오염물질 저방출 자재의 개발 지원 및 제도의 보완이 요구됨	• 국내의 제로에너지 주택의 의무화 정책으로 인해 실내공기 오염물질의 발생원인 건축자재는 단열 및 기밀 성능을 위주로 하는 추세가 지속될 것으로 예상됨
한계점/ 미비점	• 국내 인증제도 확대시행을 통해 친환경 건축자재 사용이 확대되고 있으나, 일부 화학물질의 높은 기준치에 대한 재검토 및 일부 화학물질 발생원 개선이 필요함	• 열교환 효율 향상 등 주택내 에너지 절약을 위한 환기설비 개발에 편중된 연구가 진행됨 • 주방의 연소가스 및 냄새 확산 방지, 결로방지를 위한 환기설비등 실내 쾌적환기를 위한 연구가 일부 진행되었음	• 일부 건축자재의 경우 해외 원천기술을 도입하고 있는 실정이며, 오염물질 제거를 위한 환기시스템 개발 연구가 일부 진행되고 있으나 미흡한 수준임	• 국내 실내공기질 진단 가이드라인의 부재. • ASHRAE 등 해외 가이드라인을 인용하고 있어 국내 실정에 적합한 종합적인 진단/개선 프로토콜 개발이 필요함
필요 기술	• 화학적 오염물질 발생원 제어 기술 및 곰팡이, 결로 등으로 발생하는 미생물발생원 제어, 분진 및 기타 복합오염물질 제어 기술 • BIM 기반 설계단계에서의 화학물질 오염원 점검 및 시뮬레이션 툴 개발 • 공동주택 곰팡이 피해 진단, 복구 기술과 외기 유입 미세먼지 및 화학물질 제거 환기구 개발	• 주택 실내 냄새 해결 및 수증기 제어, 쾌적 건강 환기 기술 개발, • 욕실 및 주방 수증기 확산방지 환기 기술 개발 • 하이브리드 환기, CO2 디맨드제어 환기시스템 등의 에너지 절감 환기기술	• 실내 발생 오염물질 흡착 및 분해를 통한 제거 원천 기술 • 실내에서 발생되거나 외부에서 유입되는 오염물질의 제거를 위한 오염물질 (유해 화학물질, 미세먼지) 제거 시스템 및 관련 요소기술 개발 • 오염물질 제거에 따른 효과 평가 및 예측기술/시스템 개발	• 주택의 실내공기질 및 오염 가능성 문제 유형화 및 진단-제어-개선-유지관리 기법 DB 구축 - 건축, 설비, 생활습관 등의 관점에서 적정한 개선 방안을 제시해주는 거주자용/전문가용 주택 실내공기질 유지관리 프로토콜 개발

다. 결로방지 성능 향상 기술 분야

	결로방지성능기준 정립 및 평가표준 (KS) 개발	결로방지 가이드라인	결로방지 성능 향상 요소기술	결로방지성능 평가 툴 개발
기준연구 및 기술개발 동향	- 주택건설기준 등에 관한 규정 제14조의3에 따라 「공동주택 결로방지를 위한 설계기준」이 2014년 5월7일부터 시행될 예정임 - 결로방지 성능 평가 관련 표준은 KS F 2295(창호의 결로방지 성능시험 방법)만이 존재함	- LH공사의 주택분야 설계지침 상에서 비교적 상세하게 결로 방지를 위한 설계지침 및 창호에서의 요구수준을 제시하고 있음 - 지자체 내부적으로 임대아파트 결로저감을 위한 단열재 적용을 가이드라인을 제시하고 있음 - 공동주택 결로방지를 위한 설계기준」에서 결로방지 단열상세 가이드라인을 따라 설계한 경우 성능을 인정해 주도록 함	패시브 요소기술로 결로방지용 단열재, 단열몰탈, 구조체 마감재, 방습층, 창호용 단열 필름, 발코니 열교방지재 등이 다양한 기술이 개발되어 있음	결로방지 성능 평가시 3차원 전열해석이 필요한데, 성능 평가를 위한 국산의 전열해석 툴이 마련되지 않은 상태임
한계점/ 미비점	- 비난방공간, 지하공간 등에 대한 기준은 설정되지 않은 상태임 - 천장 반자 부위 및 외기에 간접 면한 공간에 대한 설정 조건 기준은 미비한 실정임 - 창호 이외의 구조체(난방공간/비난방공간 포함)의 결로방지성능 시험 방법(KS 표준)은 마련되어 있지 않음	기업의 내부적 가이드라인 및 지자체, 공공기관의 내부 가이드라인은 존재하고 있으나, 다양한 결로 발생 부위에 대한 단열 상세를 제공하지 못하고 있으며, 일부 가이드라인은 구체적이지 않은 개괄적인 내용만을 포함함	- 결로 방지 성능 개선기술의 성능 검증 수준은 미약한 상황임 - 주먹구구식의 단열 적용 - 적절한 환기 방식 미적용	국내 법적인 기준 만족 여부를 판단하기 위한 국산 툴의 부재
필요 기술	- 기존의 기준에서 마련되지 못한 비확장 발코니 및 지하공간의 기준 보완 - 결로방지 성능 시험(구조체 등) 평가 방법 및 현장 측정 KS 표준 - 천장 반자 부위 및 외기에 간접 면한 공간에 대한 설정 조건 기준 마련	- 부위별 결로방지를 위한 국가 기준을 만족하기 위한 단열 설계 디테일 및 시공 가이드라인 마련 - 결로방지 성능평가 표준의 해설, 보수/보강 방안 및 시스템 소개 등의 내용 및 실내에서 건물 운영시 결로 발생을 방지할 수 있는 생활방식 등 제공	- 시스템화 된 부위별 적용 결로방지 기술의 패키지 제공 (비용효율 및 성능을 고려한 기술 적용 필요) - 결로방지용 자재 및 시스템 등의 비용 및 성능 검증 자료, 시공방법(시방서 등)이 포함된 국가차원의 데이터베이스	국산의 결로방지성능 평가 시뮬레이션 툴(3차원 정상상태 전열해석 툴)

라. 누수예방 및 방수 기술 분야

	지하구조물 표준 방수설계 및 법/제도 개선	최적 방수공법 선정 및 평가체계 구축	지하환경 대응형 방수재료 및 시공기술 개발	누수진단 및 성능복원용 보수기술 개발
기존연구 및 기술개발 동향	- 국제 표준 활동을 위한 정책방향 - 건축공사 표준 시방서 개정 - 방수산업기사 국가기술 자격 종목 신설	- 성능중심 부위별 최적 방수설계 관련 연구 활동 미진(인천국제공항 2단계 방수공법 선정 연구 시 개별적 연구 진행됨) - 재료별 KS 규격 제개정 연구	- 콘크리트 일체 타설형 방수기술개발 - 구조물 녹화용 고내구성 방근시트개발 - 내온존용 방수방식재 및 시공기술개발 - 친환경 콘크리트 표면강화제 적용 평가	- 콘크리트 구조물 누수균열 보수재료 성능평가 국제표준 NP등록 - 사회기발시설 누수 균열보수재료 성능 시험 방법 표준화
한계점/미비점	- 현장기술에 의존, 품질지침, 교육관련 제도 미비 - 구조물 설계 및 시공상 누수취약부위 개선에 대한 연구 전무 - 방수/유지관리 성능확보 위한 입찰방식 검토부족	- 기존 KS규격위주의 평가방식은 3~5가지 이상의 다양한 재료가 복합되는 방수재 거동특성 평가 불가 - 경제성, 시공성, 내구성 등 재료외적 평가불가	- 방수층의 복합 열화환경 분석 및 고려부족 - 누수하자 예방을 위한 방수공사의 품질관리 실태 /현황 자료 부족 - 방근층 적용 5% 미만 - 식물뿌리의 특성 반영한 평가기술 부족	- 진단복구기술 현황 자료 - 누수진단 및 복구 관련제도 체계화 및 현실화 미비 - 취약부위에 대한 보강 및 방수층 성능복원 기술개발 부족
필요 기술	- 정부차원의 설계 및 시공가이드라인 - 고도의 설계기술과 재료특성의 적절한 융합을 통한 선진국형 누수예방 설계/시공/유지관리 가능 - 누수예방 관련 설계 기준, 매뉴얼, 기술, 제품 정보 자료	- 수요자 중심의 요구구성능 확보 평가체계 - 화학열화에 대한 미세변화 정량적 평가 가능/요구수준상향 - 구조체에 발생가능한 거동에 유연한 대응 가능(성능유지) 기술개발 - 방수공법별 성능수준 및 누수위험도를 감안한 장기적 경제성 평가 기술	- 합벽 및 바닥부 외방수시공 가능 기술 - 습윤 바탕 환경 및 저온 환경 시공 가능(전천 후 시공 기술 확보) 기술 - 복합 열화환경 대응형 시공기술 - 인공지반녹화 특성 반영한 재료/평가기술	- 방수층의 성능변화 및 누수구조물의 진단 복구기술 현황 조사 결과 - 자기치유/고내구성 누수보수시스템 개발 - 누수보수 시스템/성능 복원 평가시스템 유형 분석 기술

3. 종합분석

가. 국내외 정책 및 시장분석

(1) 국내외 정책

- 국내 공동주택 점유율은 59%로 나타나고 있으며, 그 양은 지속적으로 증가하고 있는 추세임에도 불구하고 실생활에서 발생하는 소음에 대한 정책은 층간소음과 실내소음 기준 등만 있음
- 바닥충격음에 대한 기준을 최소 슬래브 두께와 성능기준을 동시에 만족하도록 하고 있으며, 지속적으로 신축주택에 대한 바닥충격음 차단성능 향상을 요구하고 있음 따라서 바닥구조의 성능을 향상시킬 수 있는 기술 개발이 필요함
- 기존 공동주택 거주자들을 위한 바닥충격음 성능기준이나 공법 적용을 위한 정책이 미흡한 상태로 적정 기준과 정책 개발이 필요함
- 인증제도 상 화장실 급·배수 소음에 대한 공법별 평가지표는 나타나 있지만, 실제 공동주택 급·배수 소음측정에서 나타난 결과값 평가 부분에 대한 내용은 전무한 상태
- 화장실 소음에 대한 기준이 없는 상황으로 적정한 기준 설정과 함께 급배수 소음 저감을 위한 공법과 자재 개발이 필요한 상황임
- 경계벽은 세대간 칸막이 벽체를 구성할 경우 그 음향투과량 등급을 4개 등급으로 구분하고 있는 실정이지만, 세대내 칸막이에 대한 음향투과량 등급은 마련되지 않은 상태임
- 국외의 경우 우리나라와 유사한 공동주택에서의 중량충격음의 바닥충격음 기준을 가지고 있는 나라는 일본이 대표적이며, 유럽이나 다른 국외의 경우에는 기 기준은 다수가 가이드라인 정도로 제시하고 있는 실정임
- 환경부는 국민이 공감할 수 있는 실내공기질 조성을 통한 국민 건강보호를 위하여 범정부 차원의 실내공기질 관리 중장기('09~'13) 실천계획인 「2차 실내공기질 관리 기본계획」을 수립하고 추진 중에 있음
 - ① 수요자 중심의 맞춤형 실내공기질 관리
 - ② 사전예방적인 실내공기질 관리
 - ③ 국민건강을 고려한 수용체 중심의 실내공기질 관리
 - ④ 저탄소 녹색성장 및 기후변화에 대응하는 공기질 관리
- 국외 기준을 살펴보면 오염물질에 따라 차이가 있는데, 이는 각국의 실내공기 관리 수준, 자연환경의 특징에 기인한다고 할 수 있으며, 실내공기질 개선을 위한 정부차원의 가이드라인 및 협회나 민간을 중심으로 한 실내공기질 진단·개선 프로그램을 운영하고 있음

- 현재 신축 및 기존 주택의 리모델링 등 공동주택에 대한 친환경 저에너지 인증제도가 운영중이며, 친환경 건축물 확대를 위한 건축자재 및 환기시스템, 국내 실정을 고려한 실내공기질 진단·개선 프로그램 등의 개발이 필요함
- 결로방지를 위하여 LH공사의 주택분야 설계지침 상에서 비교적 상세하게 결로방지 설계지침 및 창호의 요구수준을 제시하고 있음.
- 「건축공사시방서」: A12000 창호 및 유리공사에서는 금속 커튼월 설계 시 품질관리 계획서 하부 결로 방지 계획서 제출을 지정하고 있음. A17000 결로 방지에서는 결로 보완용 페인트 일반 시방서를 제시하고 있음.
- 국외는 결로방지를 위하여 설계기준으로 온도차이비율을 유럽에서 많이 사용하고 있으며, 온도차이비율을 통하여 결로발생 추이를 판단하고 있음. 각 국가의 외기 환경에 적합한 온도차이비율을 제시하거나 시공을 위한 설계기준을 마련하고 있음.
- 정부 및 공공기관의 방수관련 제도 개선 현황으로는 국토교통부의 기준(시방서)개선, 방수공사 표준품셈 제·개정, 공공기관의 방수품질 향상 지침 개발 등이 있음
- 국외에서 사용되는 방수재료는 국가별 특성에 적합하게 선정하고 있으며, 적용되는 공법도 다소 차이를 보이고 있다. 일본은 10년 성능확보 및 하자보증이 의무화되어 있음.
- 누수예방을 위하여 LH공사에서는 공동주택 지하구조물 방수설계 기준 개선안 및 하자예방 및 공사품질 향상을 위한 주택 방수성능 향상방안을 수립하는 등 주택분야 설계지침 상에서 방수관련 설계지침 및 성능요구수준을 마련하고 있음.

(2) 시장분석

- 생활밀착형 주거성능 향상 기술(생활소음저감/실내공기질/결로방지/누수예방)은 국내에 건설된 기존 주택 및 향후 건설 될 쾌적한 주거 환경을 제공하기 위해 필수적인 기술이므로 적용 시장은 넓다고 볼 수 있음
- 생활소음저감을 위한 성능향상 기술은 국내에 건설된 기존 주택 및 향후 건설 될 쾌적한 주거환경을 제공하기 위해 반드시 필요한 기술이므로 그 시장성은 상당히 넓다고 판단됨
- 소음을 예측하는 알고리즘 개발 및 예방할 수 있는 방법론 등의 개발은 국내 건축 기장 및 국외 기술이전 등 충분한 시장을 확보 할 수 있으며, 그 적용됨의 타당성을 확보하기 위하여 본 연구가 필요한 상황임

- 공동주택이 새로 건설 될 부지의 환경 등을 미리 검토함으로써 부차적인 산업활동을 도울 수 있을 것으로 사료되며, 하위 산업에 대한 시장성도 증가 시켜 소음 진동 기술개발 함에 시너지 효과가 발생할 것으로 기대됨
- 국외는 목조주택이 많이 보급되고, 고층화하는 과정에 있기 때문에, 2층 이상의 규모의 목조주택에서 발생되고 있는 생활소음 및 진동에 대하여 기술적용을 함으로서 개척할 수 있는 국외시장 분야는 많다고 볼 수 있음
- 현재 국내 건물 환기설비 시장은 1조 5000억 원 규모로 이 중 환기시장이 6700억 원을 형성하고 있으며, 2013년부터 일부 지역에서부터 시범적으로 시행된 녹색건물건축물법이 전국적으로 확산 시행되면 이보다 10배 이상이 커질 것으로 예상됨
- 실내공기질 개선과 관련해서는 실내 환경 쾌적성을 증대시키기 위한 기능성 건축 자재의 경우, 수입하는 제품에 비하여 국내 제품이 시장에서 점유율을 크게 가지고 있으므로 그 전망이 밝다고 할 수 있음
- 지속적으로 발생하는 결로문제를 해결하기 위해서는 설계시공 단계에서의 조치가 무엇보다 최우선적으로 필요하며, 단열필름, 히팅창호 등 다양한 기술개발을 통하여 시장 확대가 가능할 것으로 판단됨.
 - 단열필름은 스마트폰에 적용되는 경우 1천200억원 규모의 시장을 형성하고 있으며, 타가전(텔레비전) 및 농업용 온실 등을 포함할 경우, 약 1조원의 시장 규모를 형성. 건물의 창호 및 벽면 단열 활용 시, 무한한 시장잠재력을 가질 것으로 판단됨
- 누수 예방 기술과 관련해서는 2012년도 국내시장에서의 건설산업투자비용(기업수주)이 약 103조원(경상금액 기준)으로 전망되고, 건축분야 투자비용은이 전년 대비 2.4% 증가한 62.9조원으로 전망됨으로써, 방수부분이 차지하는 비율이 전체 약 4조원 정도로 추정됨

나. 기술개발 동향 및 인프라 분석

(1) 기술개발 동향

- 바닥충격음 저감기술은 국내의 다양한 공동주택 조건에서 적합한 바닥충격음 저감기술 개발에 한계가 있음
- 소음뿐만 아니라 진동과 연계하여 기술개발이 이루어져야 한다고 사료됨
- 실생활에서 발생하는 소음을 저감할 수 있는 기술개발을 비롯하여 제어할 수 있는 방법론이 필요함
- 모듈러 주택에서의 소음저감기술 개발은 현재 진행 중이나, 적합한 벽체 및 창호

에 대한 기술적 검토는 부족한 현실

- 도로교통소음 등 외부에서 발생하는 소음을 제어할 수 있는 기술개발은 활발히 진행중에 있으나 공동주택의 고층화됨에 따라 방음벽의 높이가 증가하여 경관상 문제가 발생할 수 있음
- 실내 공기질 개선을 위하여 건축자재 화학물질 발생 억제기술, 분진처리기술, 환기기술이 일부 개발되어 있으나 곰팡이, 오염원제어 환기기술, 에너지절감 환기기술등의 개발이 필요한 상황임.
- 결로 방지를 위하여 국내는 도료/코팅재/모르타르 등 재료개발, 지하공간의 환기 및 결로방지 장치 등 결로 방지 기술에 대해서는 여러 제품이나 기술이 개발되어 있으나, 표준적인 설계 기술 혹은 시공 기술의 구축은 미비함
- 결로 방지 성능 개선기술의 경우, 국외에서는 건축물의 신축 혹은 개보수시 참고할 수 있는 결로 방지 기술에 대한 매뉴얼을 제공하고 있음
- 국외 결로 방지 성능 개선 기술로는 방습층의 설치, 환기, 단열, 열교방지 등이 있으며, 최근 신기술로는 전기를 이용한 electrical heat tracing system과 파이프 내부 온수를 흘려보내는 hot water heat tracing system이 개발 적용 중에 있음.
- 누수예방과 관련된 기술은 관련 이해관계 주체(발주자, 시공자, 입주자)의 보수적, 폐쇄적인 접근으로 실제적 문제의 규모가 드러나지 않는 한계가 있음
- 한국 및 미국, 일본, 유럽지역을 대상으로 누수예방 및 진단복구기술 특허를 검색한 결과 약 7,107건의 관련특허가 도출되었음

(2) 인프라 분석

- 2011년 우리나라 총 연구원 수는 375,176이고 연구보조원을 포함한 연구개발 인력은 531,131명으로 조사됨
- 연구원 중 공학분야 전공자 수는 253,445명으로 전체의 67.6%를 차지하고 있음
 - 과학기술 분야 중 공학분야 전공자는 253,445명, 이학분야는 48,544명으로 집계
- 2005년 이후 취득기준으로 전체 장비수는 27,696점이며 가장 많은 장비를 구축하고 있는 부분은 기계가공·시험장비로 6,535점(23.3%)
- 많은 기관에서 필요장비 및 시험시설을 보유하고 있으며, ‘국가연구시설장비 공동활용서비스(NTIS)’를 통하여 보유장비 확인 및 공동활용이 가능함

제3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략

1절. 비전 및 목표

1. 비전

연구단 비전 : 국민 주거 인식 향상에 대응한 쾌적한 생활환경 조성

2. 연구 목표

연구단 목표 :

- 체감성능 20% 개선을 통한 민원발생 50% 저감
(2011년 설계시공 및 관리 부분 민원 14,210건 중 50% 저감)
- 소음·진동 저감 기술 : 공동주택 실제 현장에서 중량 3등급, 경량 2등급 확보
- 실내공기질 개선 기술 : 실내공기오염물질 50%이상 저감 및 재실자 만족도 30%이상 향상
- 결로방지 성능 향상 기술 : 공동주택의 결로발생 면적 60% 이상 저감
- 누수예방 및 방수 기술: 공동주택 누수하자보증기간 5년 연장 및 수선 주기 30% 연장

3. 핵심기술

핵심기술			
소음 진동 저감기술 분야	실내공기질 개선 기술 분야	결로방지 성능 향상 기술 분야	누수예방 및 방수기술 분야
• 공간 맞춤형 바닥충격음 저감 설계기법 • 바닥충격음 저감 신개념 슬래브형상개발 • 기존주택 바닥충격음 성능향상을 위한 바닥강성음 보강기술 및 소음저감용 천장구조체 개발	• 생활문제 해결형(공기오염, 미세먼지, 냄새등) 통합형 공조시스템(냉난방+환기) 개발 • 항균 항곰팡이 소재를 적용한 오염물질 제거기술 • 주택 실내공기질 진단 개선 유지관리 프로토콜 개발	• 공동주택 결로방지를 위한 설계기준 개정안 및 가이드라인 • 결로방지 성능개선 기술의 조합안(패키지) • 결로방지 성능평가를 위한 국산 3차원 정상상태 전열해석 툴	• 공동주택 지하구조물 누수예방 설계 및 하자판정 기준안 개발 • 공동주택 지하구조물 요구성능 대비 최적 방수기술 선정 및 평가 시스템 개발 • 공동주택 지하구조물 누수 유형별 누수진단 및 보수 기술 개발

- 공동주택 바닥충격음 차단성능(중량:3등급, 경량 2등급) 확보 등 음환경 개선을 위한 소음저감기술 개발
 - 공동주택 내에서 발생하는 층간소음(바닥충격음, 화장실 소음 등)을 저감하기 위해 신개념 바닥구조시스템 및 바닥판 강성향상 기술 등 기존 및 신축 공동주택을 위한 소음저감기술들을 개발하여 공동주택 거주자들에게 쾌적한 공동주택 음환경을 제공하고자 함.
- 화학적, 생물학적 오염물질 제거를 통한 공동주택 실내공기질 개선 및 진단 기술 개발
 - 공동주택 내 쾌적한 실내공기질 구현 및 유지를 위한 실내외 발생 화학적 생물학적 오염물질 제어하기 위한 연구로서 Source Control, Removal Control, Ventilation Control을 통해 통합적인 실내공기환경 개선 시스템을 구현하고 공동주택 실내공기질 진단·개선·유지관리 가이드라인 개발을 통해 쾌적한 실내공기환경을 조성하고자 함.
- 결로발생 면적 60% 이상 저감을 위한 성능 향상 기술
 - 공동주택의 결로발생 방지를 위하여 단열기술은 개발이 되어왔으나 여전히 결로 하자는 전체 하자 중 큰 비중을 차지하고 있음.
 - 이를 위해 새로운 기술을 개발하기보다는 법적 기준을 강화하고, 성능 평가 기준을 마련하여 단열 시공이 적절히 이루어지도록 하며, 기존의 기술을 적절히 적용하여 요구되는 성능을 발휘할 수 있도록 함.
- 공동주택 지하구조물 누수예방 및 보수를 위한 최적화 기술 개발
 - 공동주택 지하구조물의 누수예방 및 보수(성능복원)를 위해 공동주택 지하구조물의 환경에 적합한 최적의 방수기술을 선정 할 수 있는 요구성능 중심의 국가 차원 평가기준의 개발과, 설계단계, 시공단계, 유지관리단계(진단 및 보수단계)에 이르는 전과정에 대한 기술개발과 법/제도 등을 정비하고자 함.

2절. 기술개발에 따른 미래상

1. 현황 및 미래상

가. 세부별 현황 및 미래상

	현황	미래상
1세부 (소음·진동 저감기술)	- 바닥충격음 저감을 위하여 완충재 중심의 재료개발이 진행 중 - 완충재 개발도 경제성 이유로 새로운 재료개발의 한계 - 벽식구조 위주의 바닥충격음 저감 기술, 다양한 구조형식에 대한 검토 부족 - 화장실 등 설비소음기준 없음 - 기존 주택에 적용 가능한 소음저감기술개발 부족	- 완충재 성능개선 및 경제성 확보 - 다양한 구조형식에 적용 가능한 바닥구조 설계기법 개발 - 설비소음기준 제정 및 시공디테일 개발 - 기존 주택에 적용 가능한 소음저감 설계디테일, 시공법 개발
2세부 (실내공기질 개선 기술)	- 오염물질 발생원 제어기술 - 쾌적한 실내공기질 확보 및 생활 밀착형 실내공기질 개선을 위한 환기설비 개발의 한계 - 오염물질 흡착 기술이 적용된 일부 건축마감재 개발 중(선진국 대비 70%) - 오염물질 저방출 자재의 개발 지원 및 제도의 보완이 요구됨 - 주택 실내공기질 관련된 종합적인 진단/개선 프로토콜이 부족함	- 건축용 마감재 및 자재의 오염물질 발생원 제어기술 확보 - 공동주택 실내 용도별 생활문제 해결형 환기시스템 및 쾌적환기시스템 개발 - 실내발생 오염물질 흡착 제거 및 환기시스템을 활용한 실외유입 오염원의 제어 기술 개발 - 주택실내 습기제어를 통한 쾌적한 실내환경 구현 기술 - 실내공기질 즉각적인 진단/제어/개선/유지관리 기능을 포괄하는 요소기술을 개발하고 이를 활용하는 상시 실내공기질 진단개선 프로토콜을 제시
3세부 (결로방지 성능 향상 기술)	- 결로방지 성능 기준으로 2014년 5월 「공동주택 결로 방지를 위한 설계기준」 시행 - 결로방지 성능 평가 표준으로는 「KS F 2295 창호의 결로방지 성능 시험 방법」, 「ISO 10211」 등이 존재	- 결로방지 성능 기준 적용 부위 확대 - 창호 뿐 아니라 구조체 등을 포함하는 결로방지 성능 평가 KS 표준 제정 「공동주택 결로방지 상세도 가이드라인」의 대상 부위 및 다양한 평면으로 확대, 시공시 유의 사항, 건물

	현황	미래상
	▪ 결로방지 가이드라인은 「공동주택 결로 방지를 위한 설계기준」에서 명시한 「공동주택 결로방지 상세도 가이드라인」에서는 기본적인 형태의 3차원 구조체우각부 단열 상세 포함 - 시공, 하자보수 등을 위한 구체적인 가이드라인 부재 ▪ 결로 방지 요소기술로는 결로방지용 단열재, 단열몰탈, 구조체 마감재, 방습층 창호용 단열필름 등이 개발 및 적용되나, 반복적인 결로 발생 시 임시방편적인 대응, 기존 공동주택 결로발생 시 명확한 개선 기술 제시 어려움 ▪ 결로방지 성능 기준 만족 여부 평가시 외산의 시뮬레이션 툴 사용	- 운전시 유의 사항 등의 내용 포함하는 신축 및 기존 공동주택용 결로방지 가이드라인 작성 ▪ 결로방지 성능 및 경제성 분석을 통한 다양한 결로방지 적용 기술의 조합안 도출 및 자재의 성능/비용 데이터베이스 구축 ▪ 결로방지 성능 기준 만족 여부 평가를 위한 시뮬레이션 툴 개발로 국산 소프트웨어 배포
4세부 (누수예방 및 방수 기술)	▪ 공동주택의 통합주차장 설치에 따라 대형화되었으나 방수설계는 누수허용 설계(유도배수)에 치중됨 ▪ 기존의 KS규격에서 규정하고 있는 재료성능 기준기반 기술로는 공법적 시스템적 성능을 평가하기 어려움 ▪ 방수공법의 경제성 검토에 있어 품질을 고려하지 않은 일위대가 위주의 공법선정 ▪ 방수층에 가해지는 동시다발적 열화환경에 대한 분석 기술이 미비함 ▪ 현장시공 작업자에 의존한 기술체계로 성능확보를 위한 세부 품질관리 지침 및 교육제도가 미흡 ▪ 방수·방근재의 성능을 평가하기 위한 기술이 미흡 ▪ 누수 진단 및 성능 복원용 보수기술부족	▪ 지하구조물의 경우 지하수위 조절에 의한 배면수압 저하 및 수밀화 중심으로 한 정부차원의 설계기준을 마련 ▪ 공법적 적용 성능중심 재료 및 공법선정기법 적용할 수 있는 방수성능 인증체계 및 평가메뉴얼 마련 ▪ 방수 및 누수보수 관련 재료별 위험도를 고려한 생애주기분석 위주의 공법선정기술개발이 필요함 ▪ 반복적 거동에 대응가능한 재료개발, 공정간섭을 고려한 시공기술 확보 ▪ 지하환경 대응형 방수재료 및 시공기술 확보 ▪ 방수층에 가해지는 열, 화학환경, 수압, 거동 등의 복합열화 분석기술체계 확립 ▪ 누수진단 및 복구기술 관련 체계화 및 현실화가 필요함

나. 세세부별 현황 및 미래상

(1) 1세부 공동주택 바닥충격음 차단성능(중량:3등급, 경량 2등급) 확보 등 음환경 개선을 위한 소음저감기술 개발

	현황	미래상
바닥충격음 저감 바닥구조 설계 및 시공기술	• 현재 신축주택에 적용하기 위한 완충시스템은 평판형태의 완충재 위주로 개발되고 있음 • 완충재로 적용 가능한 다양한 재료들을 개발하는 것에 기존 연구들이 집중하고 있음 • 완충재의 형태 및 재료적인 특성 중심의 저감 기법위주의 개발 • 한 단지 규모의 공동주택의 경우 최소 2~3종류에서 많게는 20여종의 평면형태를 갖으나, 사용되는 완충재는 1종류임. • 따라서 평면마다 동일현장에서도 성능이 상이하게 나타남. • 현장의 특성을 고려한 완충재의 시공지침 부재.	• 다양한 평면 형태와 면적에 적합한 맞춤형 저감시스템 개발 • 각각의 평면형태별로 다른 진동특성과 공간음장을 고려한 최적화된 완충시스템 개발 • 기술력이 부족한 업체에서도 우수한 성능이 발휘될 수 있도록 시공지침 수립
	• 바닥충격음 기준 제정으로 공동주택 바닥충격음 차단성능 증대-개선된 것으로 연구됨 • 그러나 다양한 형태와 구조형식별로 성능수준에 대한 체계적 실태분석 미흡, 실태 분석한 기존 연구 없음 • 실제 충격성 생활행위로 인한 소음 발생정도 및 불쾌감 평가 필요 • 실제 공동주택의 바닥충격음 성능과 거주자 반응조사를 통한 기준 제시 필요 • 공동주택 생활에 적합한 생활행위 가이드, 지침부재	• 공동주택 실충격음과 표준바닥충격음과의 차이분석 • 실생활 조건을 고려한 바닥충격음 측정 및 평가 방법 개발 • 실생활 소음 DB 구축 및 거주자 조사를 통한 바닥충격음 기준 설정 • 소음원별 통계자료 구축 및 소음 기준 합리화 • 공동주택 거주문화개선을 위한 의식개선 방안 마련
	• 공동주택 대부분이 벽식구조로 이루어짐에 따라 벽식구조에 적용 가능한 완충재만 개발되고 있음 • 벽식구조 이외 무량판, 라멘구조 등은 진동 전달이 벽식구조와 차이를 보임 • 다양한 구조형식에 적용 가능한 바닥구조 시스템 개발 필요 • 진동전달은 슬래브의 강성, 하중 등에 영향을 받기 때문에 완충재개발 위주를 벗어나 바닥슬래브와 완충재를 포함한 종합적 바닥구조 개발 필요	• 중량충격 저감을 위한 새로운 형태의 바닥슬래브 개발 • 바닥슬래브 형태 및 구성변화를 포함한 구조체 및 완충시스템 일체형 바닥구조 시스템 개발

	현황	미래상
	- 공동주택 바닥은 온돌마루나 석재 등이 사용되고 있으며, PVC재료와 같은 류류의 적용은 줄어들고 있음 - 생활행위로 인해 물건낙하나 보행음은 해당세대와 하부세대에 소음을 발생시킴, 해당세대는 딱딱한 바닥표면으로 인해 소음이 당 세대로 방사되기도 함 - 충격이 작은 생활행위로 인한 발생하는 소음을 저감시킬 수 있는 표면 마감재 개발 등 저감기술개발 필요	- 생활 행위로 인한 소음발생을 해당세대와 하부세대로 전달을 방지할 수 있는 바닥표면 마감재 기술 개발 - 바닥표면 마감재 변경 및 재료개발을 통한 실 생활소음저감
기존주택 저소음 환경구현 기술	- 공동주택 창과 문은 노후화됨에 따라 틈새발생, 처짐 등으로 인해 외부 발생소음의 유입이 증가됨 - 창이나 문 전체를 교체하여 소음차단성능을 향상시키고 있으나 시공의 번거로움과 폭이 넓은 창호의 기존 주택에 적용 한계 등 문제점 존재	- 기존 주택 노후 창호를 신규 창호로 간편 교체법 개발 - 기존 주택의 노후 창호를 전면 교체 없는 보수, 보강을 통한 차음성능 개선 기술개발 - 창호 및 접합부 백업재 및 적정 실링재 적용 기술개발
	- 기존 주택의 바닥슬래브 두께는 150mm 이하로 현행 표준바닥구조의 210mm 보다 얇음. 얇은 슬래브는 바닥충격음 차단성능이 저하됨 - 기존 주택의 바닥충격음 차단성능을 향상하기 위해 슬래브에 추가적인 강성보강재료(FRP, H빔 등)가 적용된 공법을 개발한 연구가 있었음. 그러나 시공성(충고제한 등), 성능향상의 한계로 적용되지 못하고 있음 - 기존 주택의 낮은 층고로 인하여 기존의 바닥충격음 완충시스템의 적용이 어려움 - 기존 주택의 바닥충격음 차단성능 향상시키기 위한 공법이 필요	- 낮은 층고에 적용 가능한 공법개발 - 기존 바닥구조의 바닥충격음 저감 성능 향상 - 보강방법의 시공성 향상
	- 기존 주택은 목조 구조물에 석고마감 구조이나 설치 된지가 오래되어 강성이 약화된 상태여서 바닥충격음을 증폭시킴 - 기존 주택천장의 공기층은 50mm 전후로서 아이들 충격특성이나 임팩트 볼의 소음특성인 125Hz 대역에 바닥충격음을 증폭시킴으로 개선 필요	- 천장 구조의 강성 보강 방안 - 기존 천장틀을 유지하면서 바닥충격음 증폭을 방지하는 공법 개발

	현황	미래상
설비소음 평가 기준 설정 및 표준설계 기술	- 화장실은 슬래브를 관통하여 배관이 설치되는 방식이 공동주택에 일반적으로 적용되기 때문에 아래층으로 소음전달이 취약함 - 기존 및 신축주택에 적용 가능하고 효율적인 화장실 소음저감공법 필요 - 화장실 배수배관을 슬래브 상부에 설치하는 공법이 개발되어 있으나 시공성 등의 이유로 적용 미흡 - 공동주택 내부의 설비기기, 엘리베이터, 환기장치, 보일러 등으로 인해 발생하는 소음을 효과적으로 저감하기 위한 종합적 설계지침개발 필요 - 공동주택 평면배치는 소음저감 효과를 극대화하기 위한 것이 아니라 평면효율을 중점으로 설계됨에 따라 소음에 대한 고려필요 - 소음저감을 위한 평면배치 계획, 각 공간, 각 설비별 기본 설계가이드 필요	- 화장실 발생소음 인접세대 전달방지 - 화장실 발생소음 저감효과 증대 - 건축 및 설비의 융합설계를 통한 소음저감 설계로 유도
	- 화장실 등 설비기기 작동으로 인한 소음발생 기준치 부재 - 기준치 부재로 인한 소음저감공법 적용 미흡 - 소음저감공법 개발활성화 및 개발기술 적용확대를 위하여 설비소음 관련 소음기준 및 측정방법 제정 필요	- 화장실 등 소음기준치 마련 - 다양한 조건에 대한 표준측정방법 마련

(2) 2세부 화학적, 생물학적 오염물질 제거를 통한 공동주택 실내공기질 개선 및 진단 기술개발

	현황	미래상
주택 내 오염물질 발생원 제어기술	· 실내공기 오염물질의 근본적인 발생원을 개선, 차단, 제거할 수 있는 방법으로써 새로운 소재의 친환경 건축자재를 개발하고, 곰팡이나 미세먼지, 라돈과 같이 오염물질이 건축자재 자체에서 유래하지 않은 경우에는 이러한 오염물질이 실내에서 발생하거나 유입되지 않도록 하는 건축자재 및 차단기술의 연구개발이 필요함.	· 오염물질 및 미생물 발생원의 제어 기술 개발을 통해 실내공기환경 제어를 통한 곰팡이와 같은 미생물 발생을 예방할 수 있음. · 실외 공기질 악화로 인해 주택환기기술과 연계하여 오염물질 차단 및 제거 기술개발의 필요성이 증가하고 있음
생활문제 해결형 주택 환기 기술	· 공동주택에 적용되는 환기시스템의 경우 현행 법적기준 만족과 에너지 절약에 초점이 맞춰진 기술 개발이 주로 이루어지고 있어 재실자의 쾌적감 및 결로방지에 대한 기술개발이 필요함 · 신축건축물 및 기존건축물의 친환경건축물확대를 위해서는 정부의 재정지원이 반드시 필요하며, 이를 통해 중소기업이 위주의 기술개발의 한계점을	· 법에서 정하는 환기 횟수의 만족 수준이 아닌, 입주민의 건강과 쾌적함을 만족시킬 수 있는 실내공기질의 개선을 위한 시스템의 설계와 시공 기술을 발전시켜나감 · 고객의 다양한 요구와 강화된 실내공기질 기준에 대응할 수 있는 제품 개발이 필요함 · 실내공기질 향상을 위한 환기에는 필연적으로 에너지 손실이 따르기 때문에 에너지 절감형 환기시스템의 연구개발이 필요함
건축자재 및 설비 활용 오염물질 제거 기술	· 공동주택 거주자의 삶의 질향상 요구가 매우 높고 친환경 건축물 인증제도 및 건강친화형주택 건설기준 시행등을 통해 친환경 기능성 건축자재 및 기술에 대한 시장을 커지고 있으나, 기능성 소재개발 및 응용기술의 미흡과 지속적인 정부의 지원 부족	· 기능성 소재 개발을 통한능동형 화학물질 개별 흡착제거 자재 및 생물학적 오염 해결형 흡방습 소재 개발 · 생활문제 해결형 설비성능 유지기술 개발 · 오염물질 제거에 따른 효과 평가 및 예측기술/시스템 개발

	현황	미래상
주택 실내공기 질 진단 개선 기술 및 정책 개발	• 미국 EPA에서는 Indoor Air PLUS와 같은 실내공기질 진단 및 인증 프로그램 운영 ⇒설계에서 완공 후 까지 실내공기질 관련 항목 진단 ⇒스마트폰 어플리케이션을 통한 인증 프로그램 활용 및 실내공기질 개선 방안 홍보하고 있으나 국내에는 관련 연구 및 기술개발이 미흡한 실정임	• 주택 실내공기질 문제 유형화 및 진단-제어-개선-유지관리 기법 DB 개발을 통한 유형별 근미래 대응 유지관리기술 개발 • 거주자 생활방식 및 거주환경 변화에 따른 실내공기질 예측 및 유지관리기술 • 주택 신축/리모델링 단계 실내공기질 유지관리성능 커미셔닝 기술 및 정책 개발 • 거주자용/전문가용 주택 실내공기질 유지관리 프로토콜 개발 • 주택 실내공기질 유지관리 정책/제도의 체계화방안 개발

(3) 3세부 결로발생 면적 60% 이상 저감을 위한 성능 향상 기술

	현황	미래상
결로방지 성능 기준 정립 및 평가 표준 개발(KS)	- 주택건설기준 등에 관한 규정 : 일 부개정령(대통령령 제24529호)이 2014년 5월7일 시행 예정 => 본 규정의 내용 중에 500세대 이상의 공동주택을 건설하는 경우 국토교통부장관이 정하여 고시하는 결로방지 성능을 갖추도록 하고, 결로 취약부위에 대해 결로방지 상세도를 작성하도록 함 - 창호의 결로방지성능 시험 방법은 KS규격(KS F 2295)이 마련되어 있으며, 신축 공동주택에 대한 표면 결로 방지 성능 기준 만족 여부 평가 방법은 마련 중임(국토부 고시).(천장 반자 부위 및 외기에 간접 면한 공간에 대한 설정 조건 기준은 미비한 실정임) - 기존 주택의 성능 평가 표준은 마련되어 있지 않은 상태임.	- 신축 건축물 및 기존 건축물에 대한 결로방지 성능 기준 및 요구 수준 보완 - 기존의 기준에서 마련되지 못한 비확장 발코니 및 지하공간(비난방 공간으로 지하주차장 및 엘리베이터 홀 등)의 기준 보완
	- LH공사의 주택분야 설계지침 상에서 비교적 상세하게 결로 방지를 위한 설계지침 및 창호에서의 요구 수준을 제시하고 있음. - 자치단체의 경우 서울특별시 차원에서 임대아파트 결로 방지를 위한 단열재 적용을 건축 설치기준으로 제시하고 있으며, 구차원에서의 가이드라인 제시는 구체적인 수준은 아니나 도입에 의의가 있음. 「공동주택 결로 방지를 위한 설계 기준」에서 명시한 결로방지 단열 상세 가이드라인에서는 39개의 2차원 부위 단열 상세와 14개의 3차원 구조체우각부 단열 상세를 포함	- 부위별 결로방지를 위한 국가 기준을 만족하기 위한 설계 및 시공 가이드라인 마련 - 신축건축물에 대해서는 건축물 설계 디테일, 재료선정 가이드라인, 난방공간/비난방공간의 결로 발생 원인 및 방지 지침 등 포함 - 결로방지 기준에서 정하고 있는 3차원부위 대상으로 30개 부위 이상으로 확대 - 유럽의 열교방지를 위한 단열상세 수준으로 작성
결로방지를 위한 설계·시공, 유지보수 가이드라인	기존건축물의 건물 운영시 하자보수, 건물 운영 방식 등을 포함하는 가이드라인은 마련되어 있지 않음.	기존건축물에 대해서는 결로방지 성능 평가 표준을 통한 진단 방법, 성능 향상을 위한 보수/보강 방안 및 시스템 소개 등 가이드라인 제공 및 건물 운영시 결로 발생을

	현황	미래상
		방지할 수 있는 생활방식 등 제공 (난방 공간 및 비난방 공간 포함) · 가이드라인 작성 후 교육 및 홍보
결로방지 성능 향상 요소기술	· 결로방지 성능 향상 요소기술로는 결로방지용 단열재, 단열몰탈, 구조체 마감재, 방습층, 창호용 단열 필름 등이 개발되어 있음 · 결로 방지 성능 향상 기술은 다양하게 개발되어 있으나, 개선기술의 성능 검증 수준은 미약한 상황임 · 단열로 결로발생을 억제할 수 없는 공간에는 제습기를 설치하여 제습을 하는 방법을 이용하고 있음. · 전기를 공급하여 열을 방출할 수 있는 heat cable을 프레임, 배관, 구조체 등에 부착 혹은 매입함으로써 표면온도를 상승, 결로 방지가 가능한 기술이 있음.	· 신기술 개발 및 이미 개발(도입)된 기술에 대한 명확한 성능 평가 연구가 함께 진행되는 쪽으로 기술 개발이 필요 · 미장형, 도장형, 뿔칠형 보조단열재, 단열필름, 단열코팅, 결로 유도시스템, 내수항균 판넬, 이중벽, 제습기, 탄성도로 등 기존 공동주택에서 결로 취약부위별로 손쉽게 적용 가능한 결로 방지 성능을 검증하고, 부위별 적용 가능 요소기술 패키지를 개발하여 제공함 · 결로 방지용 단열재 및 단열몰탈, 페인트의 경우, 비용 및 성능 검증자료, 시공방법(시방서 등)이 포함된 국가차원의 데이터베이스 구축 필요
결로방지 성능 평가 틀 개발	· 결로방지 성능 기준 만족 여부 평가를 위해서는 컴퓨터 시뮬레이션이 수행되어야 하나, 이를 위한 국산툴의 부재로 외산 툴을 사용하여 평가하고 있음.	· 건물에너지효율등급 인증제도에서 사용하고 있는 ECO2와 마찬가지로 인증을 위한 국산 툴의 개발이 필요함

(4) 4세부 공동주택 지하구조물 누수예방 및 보수를 위한 최적화 기술 개발

	현황	미래상
지하구조물 표준방수설계 및 법/제도 개선	• 통합주차장 상부슬래브와 주동 연결부, PIT층 외벽 및 바닥, 중간층 슬래브 설치 상세, 트렌치 설치상세 등 주요 취약부 표준설계안 없음 • 2014 공동주택 하자판정 기준 균열 0.3mm 이상 균열에 대한 단순한 하자판정 기준 존재 • 공공기관, 민간사 정보 공유 시스템 부재(자료 체계화율 50% 미만)	• 상습적 누수하자 발생 방지를 위한 주요 취약부 표준설계안 신설 • 공동주택 지하구조물 누수 유형별 하자 판정기준 및 누수와 결로의 판정기준 신설 • 정책, 재료, 설계, 시공, 품질, 진단, 유지관리 차원의 조사, 분석 자료 구축 • 방수관련 정보공유 시스템 구축(자료 체계화율 90% 이상)
최적방수공법 선정 및 평가 체계 구축	• KS 규격 만족여부, 단순 공사비 위주의 평가, 시공성능 및 내구성 평가 불가 • 방수층이 처한 환경에 대응성 결여(KS 품질 기준 만족 수준) • 복잡해지는 구조물의 형태 및 거동 특성 미고려(거동폭 2.5mm 미만 테스트) • 구조체 및 전체 외피의 설계에 있어서 방수성능/경제성 등을 종합적으로 고려하지 않음(일위대가 기준 공사비 검토 수준)	• 요구성능, 환경 변화 대응성, 시공성 등에 대한 종합적 평가가능가 가능한 방수재료 및 공법 선정평가 기술체계 구축 • KS 품질 기준 30%이상 및 거동폭 10mm 이상만족 수준 확보
지하방수재료 및 시공기술 개발	• 특수시공부위(바닥부)에 대한 일부 기업 독점적 수입 기술/제품 의존 • 지하 습윤환경 및 저온환경 시공극복 곤란(콘크리트 바탕면 10% 이상 습윤상태 및 0℃ 이하 온도 시공 불가) • 인공지반 녹화시스템의 활성화 기반기술 (방수방근 기술) 미비(모의 시험과 오차율 50%) 이상	• 지하환경에 적합한 특수부위 방수재료 및 시공기술 개발 • 콘크리트 바탕면 10% 이상 습윤상태 및 -0℃ 이하 온도 시공가능 방수기술 개발 • 인공지반녹화용 방수방근 기술 평가기술 개선(오차율 10% 이하 유지)

	현황	미래상
누수진단 및 성능복원 용 보수기술 개발	• 국내외적 기술 동향 파악 미비(누수진단 전문 자료 확보율 30% 미만) • 누수 유형 분석관련 자료 체계화율 30% 미만 • 누수보수용 재료의 습윤부착성, 자가치유성 미확보	• 누수진단 전문 자료체계화율 70% 이상 확보 • 환경별로 누수원인, 누수유형 분석을 통한 자료체계화율 80% 이상 확보 • 습윤부착성, 자가치유성 누수보수 기술 확보

2. 기술개발 전략 및 효과

가. 기술 개발 전략

- 공동주택 생활소음 저감 기술, 주택의 실내공기질 개선 기술, 결로방지 및 예방기술, 누수예방 및 진단/복구 기술의 4가지 항목의 개발을 위하여 국내외 관련 전문자료 분석 및 기술수준 분석.
- 기존 주택 및 신축주택에 적용가능 기술 분류
- 년차별 기술수준 설정 및 우선순위 도출
- 년차별 기술개발수준 검증(테스트베드 활용) 및 4가지 기술항목의 연계성 확보



나. 기대효과

○ 기술적 기대성과

- 생활 밀착형 주거성능 향상 기술 개발
- 바닥충격음 저감기술 성능수준 20% 향상
- 신개념 바닥충격음 저감공법 개발을 통한 거주자 만족도 30% 증대
- 오염물질 제어기술 확보를 통한 공기질 개선 20%달성
- 쾌적환기, 국소환기 기술적용을 통한 결로저감 및 냄새 제거
- 건축물 누수 발생 건수 20%저감
 - 에너지 유출 방지 성능개선
- 쾌적 환기기술, 결로방지 기술에 투입되는 에너지 소비비용 30%개선 효과
- 누수방지를 통한 벽체 등 열전도율 성능저하 방지, 에너지 효율 개선효과
 - 건축물 품질 향상
- 국가차원의 표준 설계시공 기술 개발, 보급, 적용으로 인해, 누수 및 결로 방지 위한 설계·시공 과정에서의 명확한 대처 가능
- 에너지 절약적인 건축물과 더불어 주거환경의 질적 수준이 높은 주택 제공 가능
 - 누수 및 결로 방지 요소기술 시장(방수·방식재, 방근재, 누수보수재, 결로 방지용 단열재 및 단열몰탈, 페인트 등) 확대
- 요소기술 데이터베이스 구축으로 기존기술 성능 향상 및 신기술 개발 촉진 유도
- 국내 도입 가능한 국외기술의 기술국산화 가능

○ 사회·경제적 파급효과

- 생활 밀착형 주거성능향상을 위한 기술개발로 공동주택 거주자 생활 만족도 증대
- 층간소음, 결로, 공기질, 누수관련 민원발생 50% 저감
 - 하자 발생빈도 저감을 통한 하자보수비용 절감
 - 관련 기술 및 재료개발을 통한 기술적용 업체 및 자재개발업체 시너지 효과
- 기술적용을 위한 관련 기술인력 증대를 통한 고용창출 효과
 - 쾌적한 주거환경 조성
 - 정부차원에서 대다수의 국민이 겪게 되는 주택에서의 생활밀착형 문제에 대한 저감 방안을 제시함으로써 국민들의 삶의 질 향상
- 누수 및 결로 발생으로 인한 곰팡이 발생, 생활 불편, 마감재 훼손 등의 문제 해결 가능
 - 국민들에게 일정한 수준의 고품질 주택 제공으로 국민 만족도 향상
- 국가차원의 표준 설계시공 기술 적용으로 일정한 품질의 주택 공급 가능
 - 설계·시공 시, 생활소음, 실내공기질, 결로, 누수 방지에 대한 사전 고려 및 명확한 의사결정 가능
- 표준 설계시공 기술 및 결로 방지 요소기술 데이터베이스 구축을 통해 의사결정 과정에서 정확한 근거 제공
 - 고품질 주택 제공으로 하자보수 비용 절감
- 생활소음, 실내공기질, 결로, 누수 문제에 대한 시공 후 피해를 줄여줌으로써 보수공사에 드

는 비용 절감 가능

- 건축물 에너지 비용 절감
- 누수 및 결로 방지를 위한 설계시공 시, 단열성능 강화 효과 (열교 부위 단열 등)
- 단열성능 강화 효과로 인한 건축물 운전 에너지 비용 절감

○ 정책적 측면

- 생활밀착형 개발기술의 적용을 위한 정부 창조경제 기조에 기여
- 다양한 인정 및 인증제도의 연계방향 도출을 통한 정부정책 방향에 부흥

3절 핵심기술요소 선정 및 TRL 목표

1. AHP분석을 통한 후보과제 우선순위 평가

- 각 세부별로 기술개발 가능 아이템을 전문가 설문조사를 실시하여 수집한 후, AHP 분석 기법을 이용하여 기술의 우선순위를 평가함
- 조사대상 : 산학연 관련 분야별 전문가
- 조사방법 : 이메일을 통한 설문조사
- 평가방법 : AHP 분석 기법

○ 우선순위 평가 결과

- (1) 공동주택 바닥충격음 차단성능(중량:3등급, 경량:2등급) 확보 등 음환경 개선을 위한 소음저감기술 개발

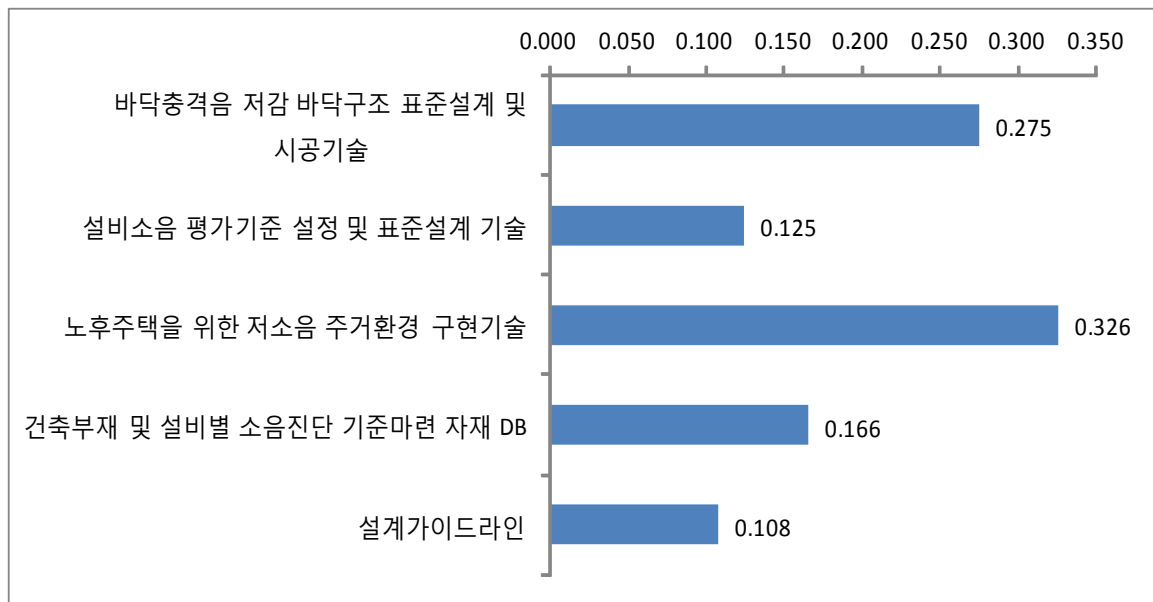
○ 기술분류 항목

대분류	소분류
바닥충격음 저감 바닥구조 표준설계 및 시공기술	신축 주택에 적용 가능한 완충시스템 개발
	벽식구조 이외 구조형식에 적합한 충격음 저감 구조제 개발
	수음실 음장조건 조정공법을 통한 충격음 저감기술
	바닥충격음 성능수준 실태분석 및 수인한도 제시
설비소음 평가기준 설정 및 표준설계 기술	생활소음에 대한 수인한도 분석
	능동소음 및 진동제어기술
	설비소음 유발 공간별 소음기준치 설정 및 측정방법 마련
	설비소음 저감을 위한 표준설계기법 마련
노후주택을 위한 저소음 주거환경 구현기술	창문 도어를 통한 외부소음 유입방지기술
	세대간 세대내 칸막이 차음성능 향상기술
	바닥구조 강성 향상을 통한 바닥충격음 저감기술
	생활소음을 완화 시킬 수 있는 표면 마감재 개발
건축부재 및 설비별 소음진단 기준마련 자재 DB	설비기기별 소음대책 및 기준제시
	건축자재별 최소 음향성능기준 마련
	건축자재별 음향성능 DB 구축
설계가이드라인	공동주택 저소음 설계가이드 라인

○ 분석 결과

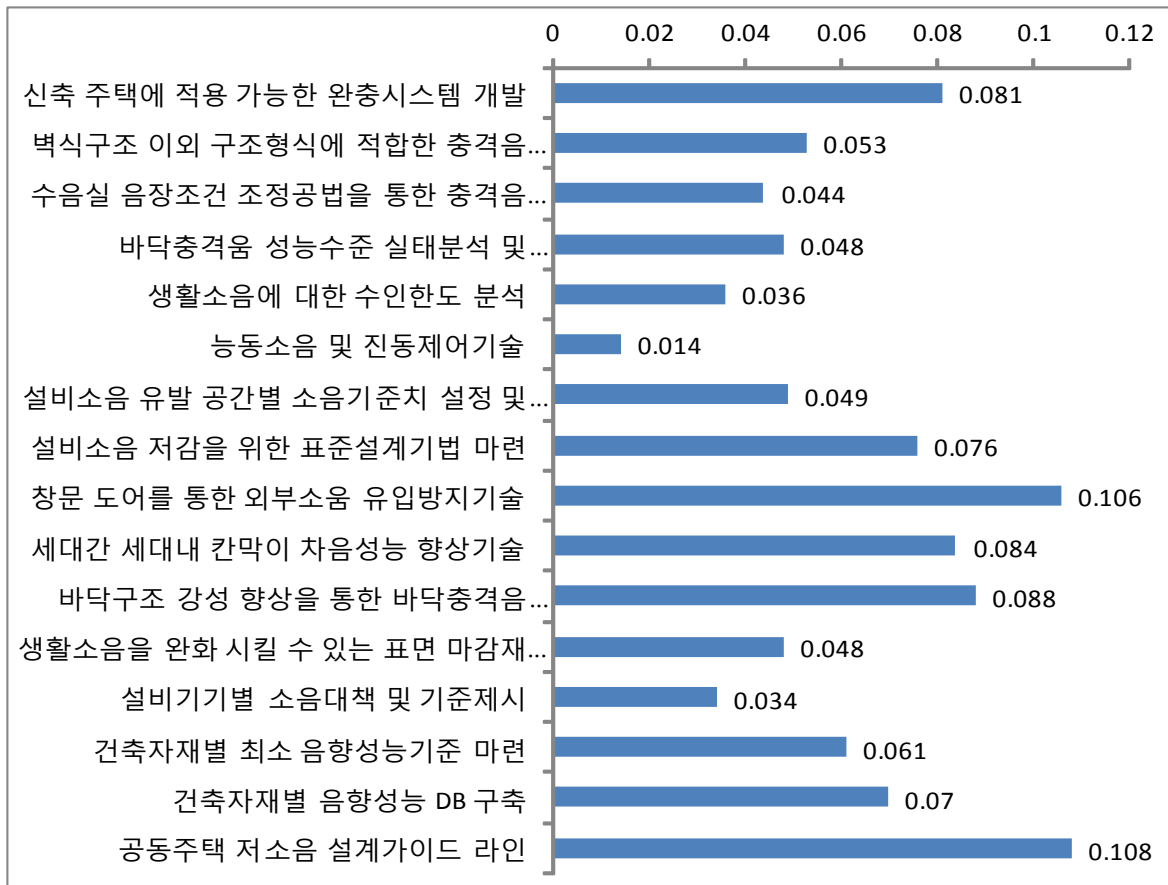
① 대분류 항목

바닥충격음 저감 바닥구조 표준설계 및 시공기술	0.275
설비소음 평가기준 설정 및 표준설계 기술	0.125
노후주택을 위한 저소음 주거환경 구현기술	0.326
건축부재 및 설비별 소음진단 기준마련 자재 DB	0.166
설계가이드라인	0.108



② 소분류 항목

신축 주택에 적용 가능한 완충시스템 개발	0.081
벽식구조 이외 구조형식에 적합한 충격음 저감 구조제 개발	0.053
수음실 음장조건 조정공법을 통한 충격음 저감기술	0.044
바닥충격음 성능수준 실태분석 및 수인한도 제시	0.048
생활소음에 대한 수인한도 분석	0.036
능동소음 및 진동제어기술	0.014
설비소음 유발 공간별 소음기준치 설정 및 측정방법 마련	0.049
설비소음 저감을 위한 표준설계기법 마련	0.076
창문 도어를 통한 외부소음 유입방지기법	0.106
세대간 세대내 칸막이 차음성능 향상기술	0.084
바닥구조 강성 향상을 통한 바닥충격음 저감기술	0.088
생활소음을 완화 시킬 수 있는 표면 마감재 개발	0.048
설비기기별 소음대책 및 기준제시	0.034
건축자재별 최소 음향성능기준 마련	0.061
건축자재별 음향성능 DB 구축	0.070
공동주택 저소음 설계가이드 라인	0.108



(2) 화학적, 생물학적 오염물질 제거를 통한 공동주택 실내공기질 개선 및 진단 기술 개발

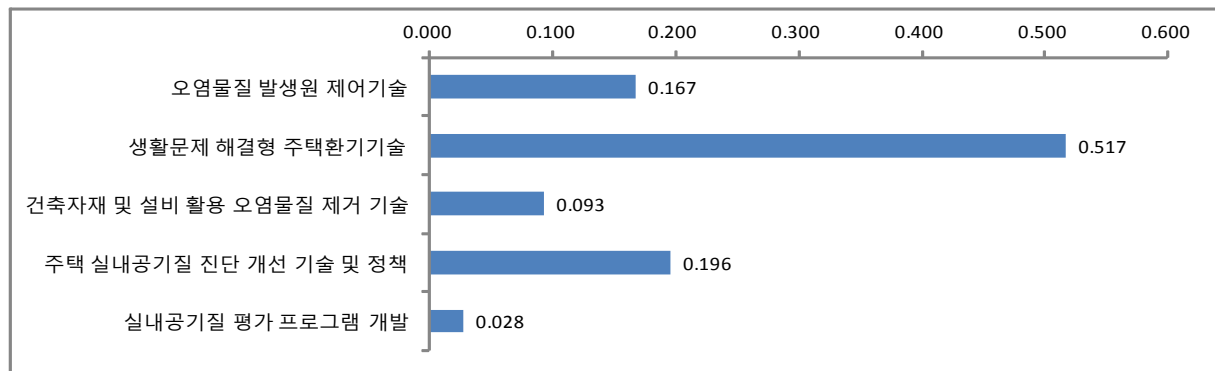
○ 기술분류 항목

대분류	소분류
오염물질 발생원 제어기술	화학적 오염물질 발생원 제어
	미생물(부유세균, 곰팡이) 발생원 제어 기술
	분진 및 기타 복합오염물질 발생원 제어 기술
생활문제 해결형 주택 환기 기술	주택 실내 냄새 해결 환기 기술
	주택 결로 문제 해결 환기 기술
	결로방지 위한 개별 및 중앙식 환기시스템 및 제어시스템 개발
	쾌적환기(Comfort Ventilation) 확보 기술
	에너지 절감(Energy Efficient Ventilation) 환기 기술
건축자재 및 설비 활용 오염물질 제거 기술	실내 발생 오염물질 흡착 및 분해를 통한 제거기술 개발
	기능성건축자재 활성화 정책
	국소 습기 제거 및 제어 기술 개발
주택 실내공기질 진단 개선 기술 및 정책	실내공기질 모니터링 기술
	가전기기형 주택 실내공기질 진단 개선 시스템 개발
	주택 실내공기질 진단 개선 기술
	주택 실내공기질 진단 개선 프로토콜
	주택 실내공기질 진단 개선 정책
실내공기질 평가 프로그램 개발	실내공기질 오염도 예측 알고리즘 개발
	오염물질 변동 예측 프로그램 개발

○ 분석 결과

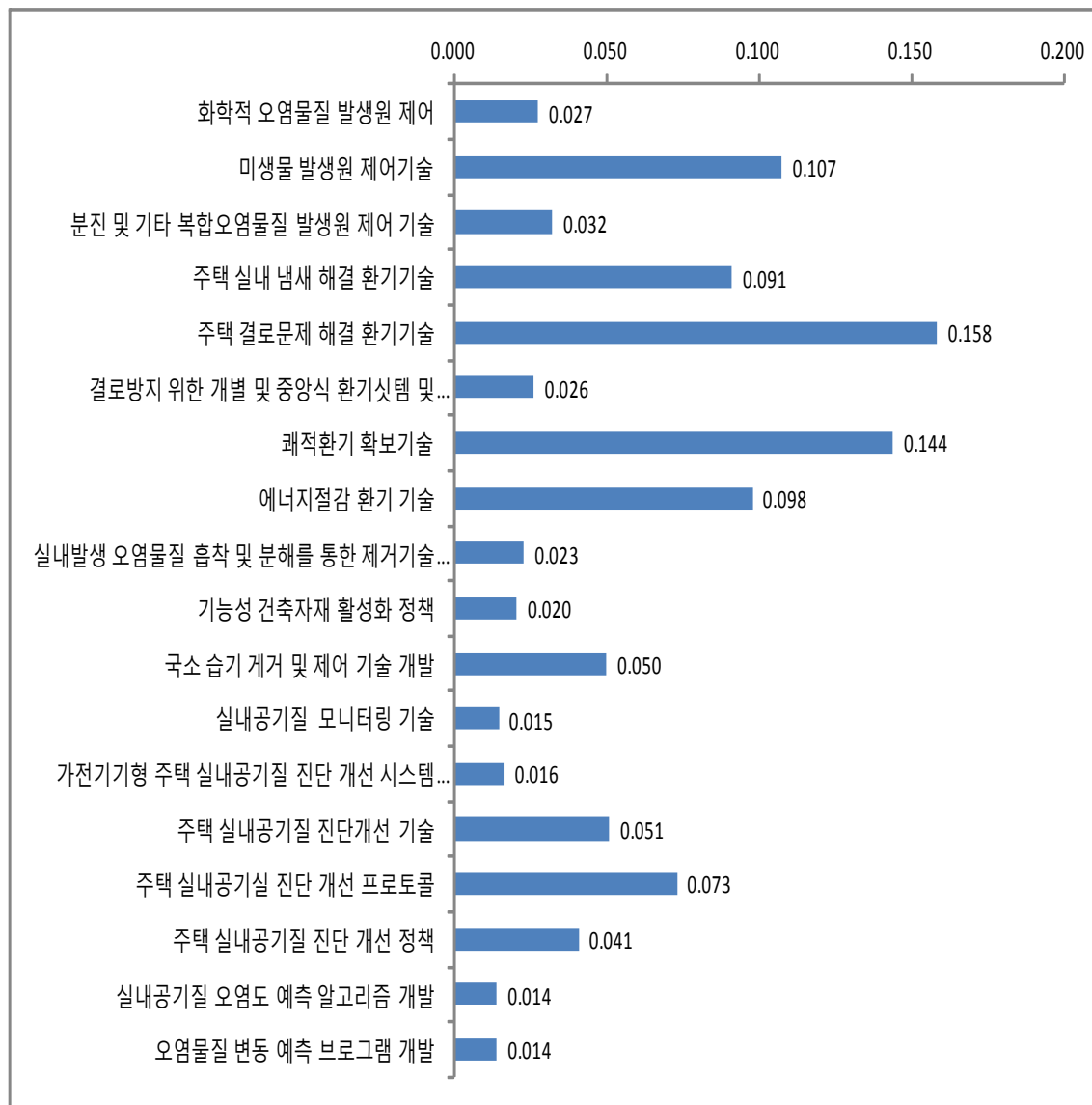
① 대분류 항목

오염물질 발생원 제어기술	0.167
생활문제 해결형 주택환기기술	0.517
건축자재 및 설비 활용 오염물질 제거 기술	0.093
주택 실내공기질 진단 개선 기술 및 정책	0.196
실내공기질 평가 프로그램 개발	0.028



② 소분류 항목

화학적 오염물질 발생원 제어	0.027
미생물 발생원 제어기술	0.107
분진 및 기타 복합오염물질 발생원 제어 기술	0.032
주택 실내 냄새 해결 환기기술	0.091
주택 결로문제 해결 환기기술	0.158
결로방지 위한 개별 및 중앙식 환기시스템 및 제어시퀀스 개발	0.026
쾌적환기 확보기술	0.144
에너지절감 환기 기술	0.098
실내발생 오염물질 흡착 및 분해를 통한 제거기술 개발]	0.023
기능성 건축자재 활성화 정책	0.020
국소 습기 제거 및 제어 기술 개발	0.050
실내공기질 모니터링 기술	0.015
가전기기형 주택 실내공기질 진단 개선 시스템 개발	0.016
주택 실내공기질 진단개선 기술	0.051
주택 실내공기질 진단 개선 프로토콜	0.073
주택 실내공기질 진단 개선 정책	0.041
실내공기질 오염도 예측 알고리즘 개발	0.014
오염물질 변동 예측 프로그램 개발	0.014



(3) 결로발생 면적 60% 이상 저감을 위한 성능 향상 기술

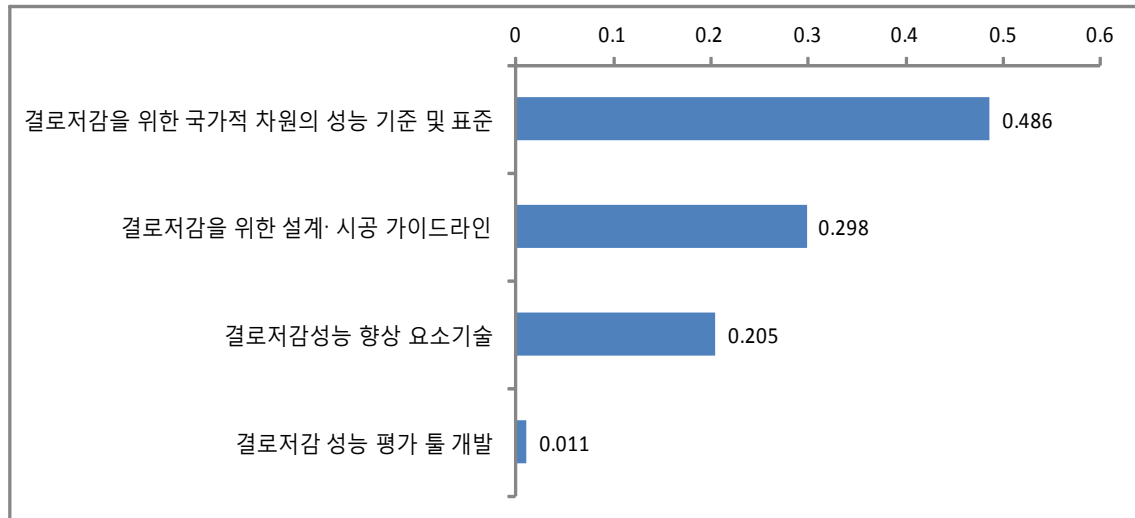
○ 기술분류 항목

대분류	소분류
결로방지를 위한 국가적 차원의 성능 기준 및 표준	결로방지 성능기준
	신축건물의 결로방지 성능평가방법 표준
	기존건물의 결로방지 성능평가방법 표준
결로방지를 위한 설계·시공 가이드라인	기존건물의 결로방지 가이드라인
	신축건물의 결로방지 가이드 라인
	지하공간의 결로방지 가이드 라인
결로방지성능 향상 요소기술	창호부위 결로방지 성능향상기술
	구조체부위 결로방지 성능향상기술
	실내가구설치부위 결로방지성능향상 기술
	이종재료접합부의 마감기술개발
	환기시스템 제어기술
결로방지 성능 평가 툴 개발	결로예측 동적 시뮬레이션 도구 개발
	기존건물 대상 결로방지 성능평가 장비 개발

○ 분석 결과

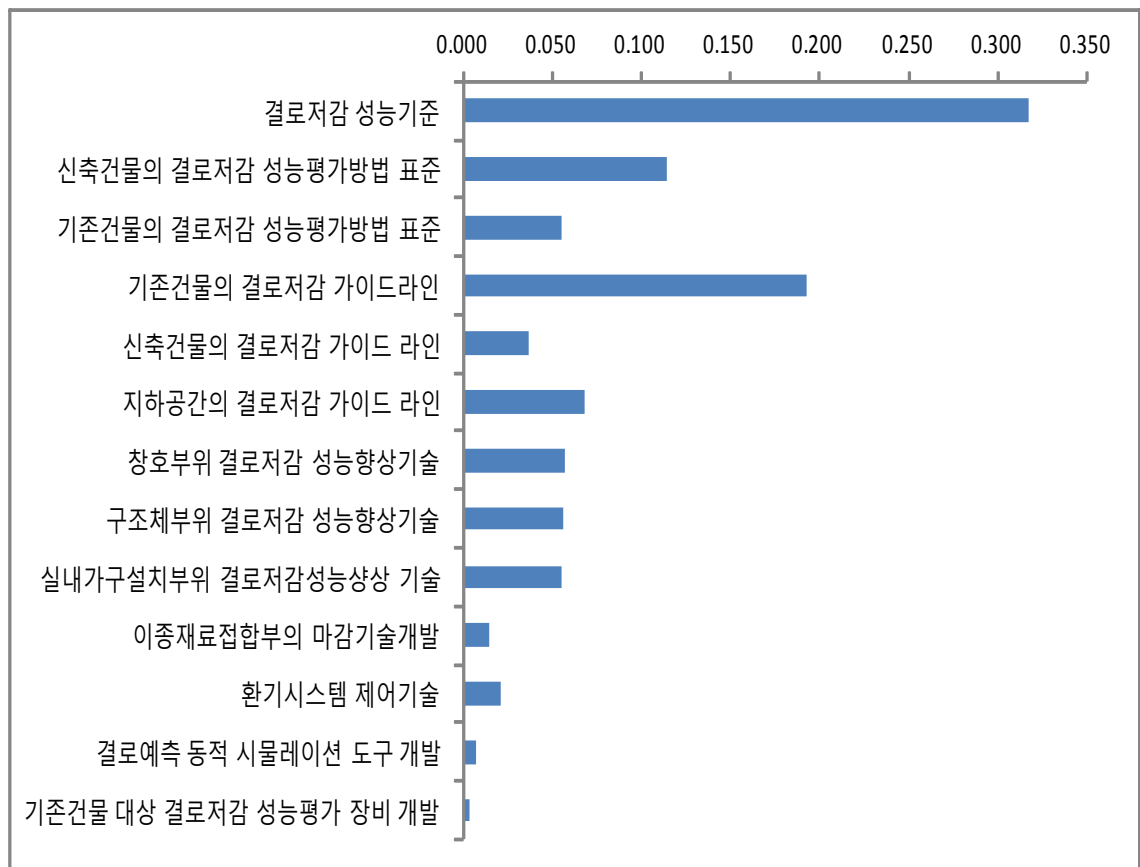
① 대분류 항목

결로방지를 위한 국가적 차원의 성능 기준 및 표준	0.486
결로방지를 위한 설계·시공 가이드라인	0.298
결로방지 성능 향상 요소기술	0.205
결로방지 성능 평가 툴 개발	0.011



② 소분류 항목

결로방지 성능기준	0.317
신축건물의 결로방지 성능평가방법 표준	0.114
기존건물의 결로방지 성능평가방법 표준	0.055
기존건물의 결로방지 가이드라인	0.193
신축건물의 결로방지 가이드 라인	0.036
지하공간의 결로방지 가이드 라인	0.069
창호부위 결로방지 성능향상기술	0.057
구조체부위 결로방지 성능향상기술	0.057
실내가구설치부위 결로방지성능향상 기술	0.056
이종재료접합부의 마감기술개발	0.014
환기시스템 제어기술	0.022
결로예측 동적 시뮬레이션 도구 개발	0.007
기존건물 대상 결로방지 성능평가 장비 개발	0.004



(4) 공동주택 지하구조물 누수예방 및 보수를 위한 최적화 기술

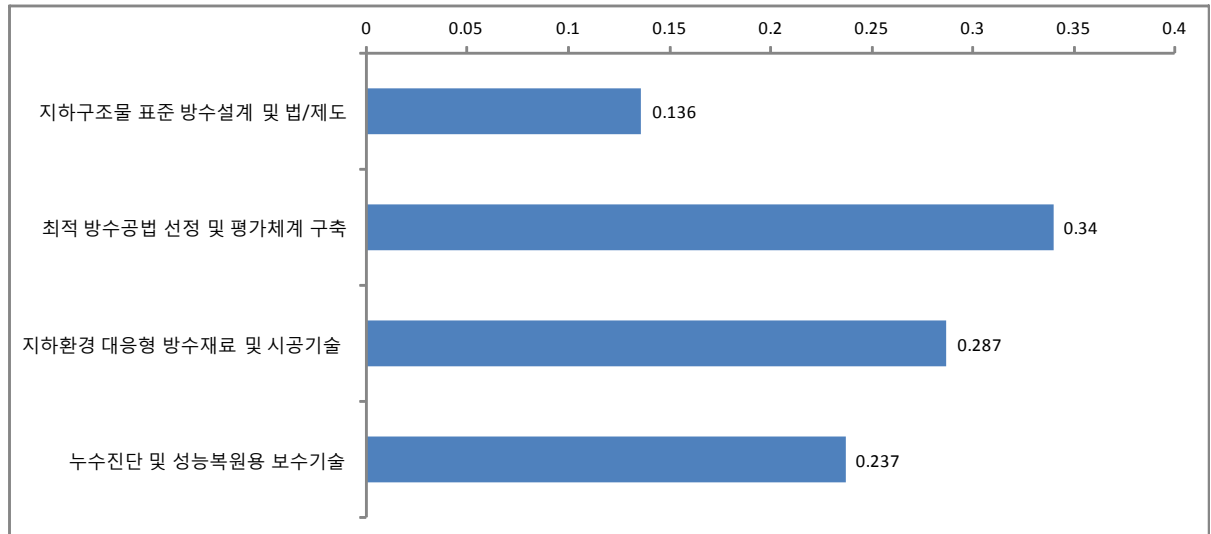
○ 기술분류 항목

대분류	소분류
지하구조물 표준 방수설계 및 법/제도 개선	공동주택 지하구조물 표준 방수설계 및 시공지침 개발
	지하방수공사 품질확보 관련 제도개선안 개발
	지하방수공사 기술 및 품질확보 관련 정보공유 시스템 구축
	지하구조물 주변 수압/수질/유속변화 대응 방수설계 기준
최적 방수공법 선정 및 평가 체계 구축	공동주택 지하구조물 부위별 최적방수공법 선정 및 평가기술개발
	옥상층 요구성능에 대응한 최적 평가 기술체계 구축
	RWLCC기반 방수재료 및 공법 경제성 분석 프로그램 개발
	나노단위 미세구조분석 기술을 이용한 내구성 평가 기술
지하 방수재료 및 시공기술 개발	지하구조물 시공환경 대응형 방수재료 및 시공기술 개발
	지하구조물 거동변화 대응형 방수재료 및 시공기술 개발
	지하주차장 상부 녹화환경 대응형 방수방근재료 및 시공기술 개발
누수진단 및 성능복원용 보수기술 개발	공동주택 지하구조물 누수 평가 및 진단기술 개발
	공동주택 누수유형별 성능 복원 보수기술 개발
	IT를 활용한 누수 관리시스템 구축 및 요소 기술
	누수진단 전문 장비활용 관련 가이드라인

○ 분석 결과

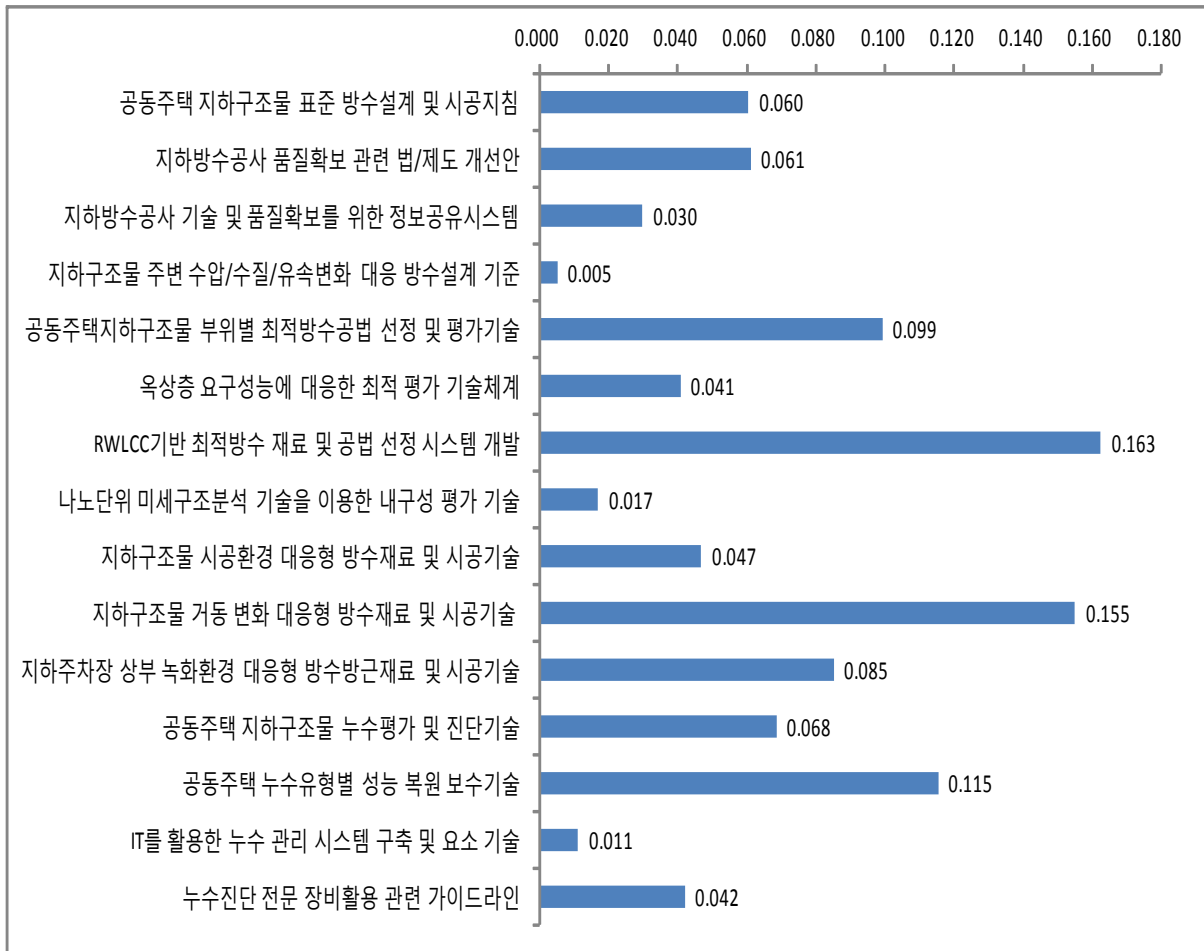
① 대분류 항목

지하구조물 표준 방수설계 및 법/제도 개선	0.136
최적 방수공법 선정 및 평가 체계 구축	0.34
지하 방수재료 및 시공기술 개발	0.287
누수진단 및 성능복원용 보수기술 개발	0.237



② 소분류 항목

공동주택 지하구조물 표준 방수설계 및 시공지침	0.060
지하방수공사 품질확보 관련 법/제도 개선안	0.061
지하방수공사 기술 및 품질확보를 위한 정보공유시스템	0.030
지하구조물 주변 수압/수질/유속변화 대응 방수설계 기준	0.005
공동주택지하구조물 부위별 최적방수공법 선정 및 평가기술	0.099
옥상층 요구성능에 대응한 최적 평가 기술체계	0.041
RWLCC기반 최적방수 재료 및 공법 선정 시스템 개발	0.163
나노단위 미세구조분석 기술을 이용한 내구성 평가 기술	0.017
지하구조물 시공환경 대응형 방수재료 및 시공기술	0.047
지하구조물 거동 변화 대응형 방수재료 및 시공기술	0.155
지하주차장 상부 녹화환경 대응형 방수방근재료 및 시공기술	0.085
공동주택 지하구조물 누수평가 및 진단기술	0.068
공동주택 누수유형별 성능 복원 보수기술	0.115
IT를 활용한 누수 관리시스템 구축 및 요소 기술	0.011
누수진단 전문 장비활용 관련 가이드라인	0.042



2. 핵심기술요소 선정 및 TRL 목표

가. 핵심기술요소(CTE) 도출

- (1) 공동주택 바닥충격음 차단성능(중량:3등급, 경량:2등급) 확보 등 음환경 개선을 위한 소음저감기술 개발

○ 핵심기술요소(CTE) 후보

No.	CTE명
후보1	바닥진동 특성 및 공간음장을 고려한 맞춤형 완충시스템
후보2	중량충격 대응 바닥슬래브 형상 개발
후보3	실생활 충격소음 저감을 위한 바닥마감재 개발
후보4	바닥구조 강성 향상을 통한 바닥충격음 저감기술
후보5	바닥충격음 저감을 위한 천장구조의 개발
후보6	화장실 등 설비소음 저감공법 및 설계·시공지침 개발
후보7	화장실 등 설비소음 성능기준 개발

○ 핵심기술요소(CTE) 선정

체크리스트	후보1	후보2	후보3	후보4	후보5	후보6	후보7	비고
1. 이 기술이 사용요구조건, 비용, 일정 등에 직접적으로 영향을 미치는가?	○	○		○		○	○	반드시 충족
2. 해당기술을 개발하거나 시연하는데 중대한 (실패)위험이 예상되는가?			○					하나 이상 충족
3. 해당기술이 새롭거나 독창적인가	○				○			
4. 기존에 성공적으로 적용된 이후에, 이번에 개발시 변경된 기술인가?						○		
5. 해당기술이 유사환경에서 실현 되도록 재개발되는가?				○				
6. 이 기술이 임의의 환경에서 작동할 것으로 기대되거나 당초의 설계 의도 혹은 규정된 성능을 뛰어넘는 성능을 달성할 것으로 기대되는가?								
핵심기술요소(CTE) 선정여부	○	×	×	○	×	○	×	

○ 핵심기술요소(CTE) 목록

CTE	유형	CTE명	최종 TRL
1	공법·기법	바닥진동 특성 및 공간 음장을 고려한 맞춤형 완충시스템 기술	8
2	공법·기법	바닥구조 강성 향상을 통한 바닥충격음 저감기술	8
3	공법·기법	화장실 등 설비소음 저감공법 및 설계·시공지침 개발	8

(2) 화학적, 생물학적 오염물질 제거를 통한 공동주택 실내공기질 개선 및 진단 기술 개발

○ 핵심기술요소(CTE) 후보

No.	CTE명
후보1	분진 및 기타 복합오염물질 발생원 제어 기술
후보2	미생물(부유세균, 곰팡이) 발생원 제어 기술
후보3	쾌적환기(Comfort Ventilation) 확보 기술
후보4	에너지 절감(Energy Efficient Ventilation) 환기 기술
후보5	결로방지 위한 개별 및 중앙식 환기시스템 및 제어시스템 개발
후보6	실내 발생 오염물질 흡착 및 분해를 통한 제거기술 개발
후보7	가전기기형 주택 실내공기질 진단 개선 시스템 개발
후보8	실내공기질 오염도 예측 알고리즘 개발
후보9	실내공기질 모니터링 기술
후보10	화학적 오염물질 발생원 제어

○ 핵심기술요소(CTE) 선정

체크리스트	후보 1	후보 2	후보 3	후보 4	후보 5	후보 6	후보 7	후보 8	후보 9	후보 10	비고
1. 이 기술이 사용요구조건, 비용, 일정 등에 직접적으로 영향을 미치는가?		○			○	○	○		○		반드시 충족
2. 해당기술을 개발하거나 시연하는데 중대한 (실패)위험이 예상되는가?	○		○	○				○			하나 이상 충족
3. 해당기술이 새롭거나 독창적인가									○		
4. 기존에 성공적으로 적용된 이후에, 이번에 개발시 변경된 기술인가?		○			○	○	○			○	
5. 해당기술이 유사 환경에서 실현되도록 재개발되는가?											
6. 이 기술이 임의의 환경에서 작동할 것으로 기대되거나 당초의 설계 의도 혹은 규정된 성능을 뛰어넘는 성능을 달성할 것으로 기대되는가?											
핵심기술요소(CTE) 선정여부	×	○	×	×	×	○	○	×	○	×	

○ 핵심기술요소(CTE) 목록

CTE	유형	CTE명	최종 TRL
1	재료·자재	미생물(부유세균, 곰팡이) 발생원 제어 기술	6
2	재료·자재	실내 발생 오염물질 흡착 및 분해를 통한 제거기술 개발	6
3	시스템	가전기기형 주택 실내공기질 진단 개선 시스템 개발	5
4	시스템	실내공기질 모니터링 기술	5
5	시스템	결로방지 위한 개별 및 중앙식 환기시스템 및 제어시퀀스 개발	6

(3) 결로발생 면적 60% 이상 저감을 위한 성능 향상 기술

○ 핵심기술요소(CTE) 후보

No.	CTE명
후보1	결로방지를 위한 성능 기준(법규 개정안)
후보2	구조체 결로방지 성능 시험 방법 표준(KS)
후보3	결로방지를 위한 구조체 단열 설계 디테일
후보4	공동주택 결로발생 방지 운영 지침
후보5	기존건축물의 결로부위 하자보수 가이드라인
후보6	공동주택 결로방지를 위한 기술 조합 패키지
후보7	결로방지 기술의 성능 DB
후보8	공동주택 결로방지 성능 평가 틀

○ 핵심기술요소(CTE) 선정

체크리스트	후보1	후보2	후보3	후보4	후보5	후보6	후보7	후보8	비고
1. 이 기술이 사용요구조건, 비용, 일정 등에 직접적으로 영향을 미치는가?	○	○	○		○	○	○	○	반드시 충족
2. 해당기술을 개발하거나 시연하는데 중대한 (실패)위험이 예상되는가?				○				○	하나 이상 충족
3. 해당기술이 새롭거나 독창적인가									
4. 기존에 성공적으로 적용된 이후에, 이번에 개발시 변경된 기술인가?	○	○	○			○			
5. 해당기술이 유사환경에서 실현되도록 재개발되는가?									
6. 이 기술이 임의의 환경에서 작동할 것으로 기대되거나 당초의 설계 의도 혹은 규정된 성능을 뛰어넘는 성능을 달성할 것으로 기대되는가?									
핵심기술요소(CTE) 선정여부	○	○	○	X	X	○	X	○	

○ 핵심기술요소(CTE) 목록

CTE	유형	CTE명	최종 TRL
1	공법·기법	결로방지를 위한 성능 기준(법규 개정안)	8
2	공법·기법	구조체 결로방지 성능 시험 방법 표준(KS)	7
3	시스템	결로방지를 위한 구조체 단열 설계 디테일	8
4	시스템	공동주택 결로방지를 위한 기술 조합 패키지	8
5	시스템	공동주택 결로방지 성능 평가 툴	8

(4) 공동주택 지하구조물 누수예방 및 보수를 위한 최적화 기술

○ 핵심기술요소(CTE) 후보

No.	CTE명
후보1	공동주택 지하구조물 부위별 최적방수공법 선정 및 평가기술
후보2	공동주택 누수유형별 성능 복원 보수기술
후보3	RWLCC기반 방수재료 및 방수공법 경제성 분석 프로그램
후보4	지하구조물 거동 변화 대응형 방수재료 및 시공기술
후보5	지하구조물 시공환경 변화 대응형 방수재료 및 시공기술
후보6	지하주차장 상부 녹화환경 대응형 방수방근재료 및 시공기술
후보7	지하방수공사 기술 및 품질확보를 위한 정보공유시스템 구축
후보8	지하 방수공사 품질확보 관련 법/제도 개선안

○ 핵심기술요소(CTE) 선정

체크리스트	후보 1	후보 2	후보 3	후보 4	후보 5	후보 6	후보 7	후보 8	비고
1. 이 기술이 사용요구조건, 비용, 일정 등에 직접적으로 영향을 미치는가?	○	○	○	○		○		○	반드시 충족 하나 이상 충족
2. 해당기술을 개발하거나 시연하는데 중대한 (실패)위험이 예상되는가?		○	○	○		○			
3. 해당기술이 새롭거나 독창적인가?	○		○		○				
4. 기존에 성공적으로 적용된 이후에, 이번에 개발시 변경된 기술인가?	○	○	○		○		○	○	
5. 해당기술이 유사환경에서 실현 되도록 재개발되는가?	○	○			○		○	○	
6. 이 기술이 임의의 환경에서 작동할 것으로 기대되거나 당초의 설계 의도 혹은 규정된 성능을 뛰어넘는 성능을 달성할 것으로 기대되는가?		○	○						
핵심기술요소(CTE) 선정여부	○	○	○	X	X	X	X	○	

○ 핵심기술요소(CTE) 목록

CTE	유형	CTE명	최종 TRL
1	시스템	공동주택 지하구조물 부위별 최적방수공법 선정 및 평가기술	9
2	재료·자재	공동주택 누수유형별 성능 복원 보수기술	9
3	시스템	RWLCC기반 방수재료 및 방수공법 경제성 분석 프로그램	8
4	시스템	지하 방수공사 품질확보 관련 법/제도 개선안	8

나. 기술성숙도(TRL) 단계별 목표

- (1) 공동주택 바닥충격음 차단성능(중량:3등급, 경량 2등급) 확보 등 음환경 개선을 위한 소음저감기술 개발

CTE No.	기술명	1차년 TRL	2차년 TRL	3차년 TRL	4차년 TRL	5차년 TRL
CTE 1	바닥진동 특성 및 공간 음장을 고려한 맞춤형 완충시스템 기술	6	7	7	7	8
CTE 2	바닥구조 강성 향상을 통한 바닥충격음 저감기술	6	7	7	7	8
CTE 3	화장실 등 설비소음 저감공법 및 설계·시공지침 개발	6	7	8	8	9

- (2) 화학적, 생물학적 오염물질 제거를 통한 공동주택 실내공기질 개선 및 진단 기술 개발

CTE No.	기술명	1차년 TRL	2차년 TRL	3차년 TRL	4차년 TRL	5차년 TRL
CTE 1	미생물(부유세균, 곰팡이) 발생원 제어 기술	3	4	4	5	6
CTE 2	실내 발생 오염물질 흡착 및 분해를 통한 제거기술 개발	3	4	5	5	6
CTE 3	가전기기형 주택 실내공기질 진단 개선 시스템 개발	3	4	5	6	7
CTE 4	실내공기질 모니터링 기술	3	4	5	6	7
CTE 5	결로방지 위한 개별 및 중앙식 환기시스템 및 제어시퀀스 개발	4	5	6	7	8

(3) 결로발생 면적 60% 이상 저감을 위한 성능 향상 기술

CTE No.	기술명	1차년 TRL	2차년 TRL	3차년 TRL	4차년 TRL	5차년 TRL
CTE 1	결로방지를 위한 성능 기준(법규 개정안)	6	6	7	7	8
CTE 2	구조체 결로방지 성능 시험 방법 표준(KS)	3	4	5	6	7
CTE 3	결로방지를 위한 구조체 단열 설계 디테일	5	6	7	7	8
CTE 4	공동주택 결로방지를 위한 기술 조합 패키지	5	6	7	7	8
CTE 5	공동주택 결로방지 성능 평가 틀	5	6	7	7	8

(4) 공동주택 지하구조물 누수예방 및 보수를 위한 최적화 기술 개발

CTE No.	기술명	1차년 TRL	2차년 TRL	3차년 TRL	4차년 TRL	5차년 TRL
CTE 1	공동주택 지하구조물 부위별 최적방수공법 선정 및 평가기술	6	7	7	8	9
CTE 2	공동주택 누수유형별 성능 복원 보수기술	7	8	8	8	9
CTE 3	RWLCC기반 방수재료 및 방수공법 경제성 분석 프로그램	6	7	8	8	8
CTE 4	지하 방수공사 품질확보 관련 법/제도 개선안	5	6	7	7	8

4절. 연구개발과제 구성

1. 세부별 연구개발 과제 구성



가. 세부 과제 개요

세부과제	세부 기술
공동주택 바닥충격음 차단성능(중량:3등급, 경량 2등급) 확보 등 음환경 개선을 위한 소음저감기술 개발	- 바닥충격음 저감 바닥구조 설계 및 시공기술 - 기존 주택 저소음 환경 구현 기술 - 설비소음 평가 기준 설정 및 표준 설계 기술
화학적, 생물학적 오염물질 제거를 통한 공동주택 실내공기질 개선 및 진단 기술 개발	- 생활문제 해결형 주택 환기 기술 - 주택 내 실내공기오염원 제어기술 - 능동형 오염물질 제거 건축자재 및 설비기술 개발 - 미래대응형 주택 실내공기질 유지관리기술 및 정책
결로발생 면적 60% 이상 저감을 위한 성능 향상 기술	- 결로방지 성능 기준 정립 및 성능 평가 표준 개발(KS규격) - 결로방지 설계/시공 가이드라인 - 결로방지기술 성능 검증 및 DB구축 - 결로방지성능평가 툴 개발
공동주택 지하구조물 누수예방 및 보수를 위한 최적화 기술	- 지하구조물 표준 방수설계 및 법/제도 개선 - 최적 방수공법 선정 및 평가 체계 구축 - 지하환경 대응형 방수재료 및 시공기술 개발 - 누수 진단 및 성능 복원용 보수기술 개발

나. 세부과제별 연구 내용

대분류		중분류		4소분류		연구 범위	
1	공 동 주 택 바 닥 충 격 음 차 단 성 능(중 량:3 등급, 경 량 2등급) 확 보 등 음 환 경 개 선 을 위 한 소 음 저 감 기 술 개 발	1	(기술, 정책) 바닥충격음 저감 바닥구조 설계 및 시공기술	1	바닥진동 특성 및 공간음장을 고려한 맞춤형 완충시스템		
				2	실생활 충격소음환경 만족도 향상을 위한 및 소음기준 및 주거문화 개선 방안		
				3	중량충격 대응 바닥슬래브 형상 개발		
		2	(기술) 기존주택 저소음 환경구현 기술	1	실생활 충격소음 저감을 위한 바닥마감재 개발		
				2	외부소음 유입방지기술		
				3	바닥구조 강성 향상을 통한 바닥충격음 저감기술		
				4	바닥충격음 저감을 위한 천장구조의 개발		
		3	(기술, 정책) 설비소음평가 기 준 설정 및 표준 설계기술	1	화장실 등 설비소음 저감공법 및 설계·시공지침 개발		
				2	화장실 등 설비소음 성능기준 개발		
		2	화 학 적 , 생 물 학 적 오 염 물 질 제 거 를 통 한 공 동 주 택 실 내 공 기 질 개 선 및 진 단 기 술 개 발	2	(기술) 주택 실내공기 오염물질 발생원 제어 기술	1	화학적 오염물질 발생원 제어 기술
3	미생물 발생원 제어 기술						
3	실외 유입 오염물질 차단 필터링 기술						
1	(기술) 생활문제 해결형 주택 환기 기술			1	주택 내(욕실, 주방, 실내) 습기 제어 환기시스템		
				2	공동주택 단지의 지하 대공간 제습 및 악취제거 환기 시스템		
				3	외기 활용 공동주택용 쾌적건강환기기술		
				4	에너지 절감 (Energy Efficient Ventilation) 환기 기술		
3	(기술) 건축자재 및 설비 활용 오염물질 제 거 기술			1	오염물질 흡착 제거 및 흡방습 기능성 소재 및 제품, 시공지침서		
				2	실내발생 오염물질 제거 기술 및 시스템		
4	(기술, 정책) 주택 실내공기질 진단 개선 기술 및 정책			1	가전기기형 주택 실내공기질 진단 개선 시스템 개발		
				2	주택 실내공기질 진단 개선 프로토콜 개발		
				3	주택 실내공기질 진단 개선 활성화 정책 개발		

대분류	중분류	4소분류	연구 범위
3	결로 발생 면적 60% 이상 저감을 위한 성능 향상 기술	(기술, 정책) 결로방지 성능 기준 정립 및 평가 표준 개발 (KS)	1 난방공간 결로방지 성능 기준 보완안
			2 비난방공간 결로방지 성능 기준
			3 신축 건축물을 위한 결로방지 성능 평가 표준(해석법, 시험법)
			4 기존 건축물을 위한 결로방지 성능 평가 표준(현장 평가 방법)
		(기술, 정책) 결로방지를 위한 설계/시공 가이드라인	1 신축건축물을 위한 설계/시공 가이드라인
			2 기존건축물을 위한 유지/보수 가이드라인
		(기술) 결로방지기술 성능 검증 및 DB구축	1 신축 건축물 대상 난방공간/비난방공간 결로방지 기술의 최적 조합도출
			2 기존 건축물 대상 난방공간/비난방공간 결로방지 기술의 최적 조합도출
			3 결로방지 기술의 성능 DB
		4 (기술) 결로방지 성능평가 툴 개발	결로방지 성능 기준 만족 여부 평가를 위한 컴퓨터 시뮬레이션 툴 개발
4	공동주택 지하구조물 누수 예방 및 보수를 위한 최적화 기술 개발	(기술, 정책) 지하구조물 표준 방수설계 및 법/제도 개선	1 공동주택 지하구조물 표준 방수설계 및 시공지침 개발
			2 지하방수공사 품질확보 관련 법제도개선안 개발
			3 지하방수공사 기술 및 품질확보를 위한 정보(법제도, 기술, 인력 등) 관련 정보공유시스템 구축
		(기술, 정책) 최적 방수공법 선정 및 평가 체계 구축	1 공동주택 지하구조물 부위별 최적방수공법 선정 및 평가기술 개발
			2 RWLCC(Risk based Weighted Life Cycle Cost)기반 방수재료 및 공법 경제성 분석 프로그램 개발
		(기술) 지하환경 대응형 방수재료 및 시공 기술 개발	1 지하구조물 시공환경 대응형 방수재료 및 시공기술 개발
			2 지하구조물 거동변화 대응형 방수재료 및 시공기술 개발
			3 지하주차장 상부 녹화환경 대응형 방수방근재료 및 시공기술 개발
		(기술) 누수 진단 및 성능 복원용 보수기술 개발	1 공동주택 지하구조물 누수 평가 및 진단기술 개발
			2 공동주택 누수유형별 성능 복원 보수기술 개발

연구 범위 분류		표시
기존건축물 대상 문제해결 기술	거주자 스스로 해결 가능토록 지원하는 기술 (D.I.Y. 하자보수)	
	전문가/전문업체 주도 리모델링 수준의 하자보수 기술	
신축건축물 대상 문제해결 기술		

2. 세부별 기술개발 전략 수립(SWOT 분석)

가. 1세부 공동주택 바닥충격음 차단성능(중량:3등급, 경량:2등급) 확보 등 음환경 개선을 위한 소음저감기술 개발

내부 환경 분석	【 강 점(S) 】 - 주거용 건물인 공동주택 건설 기술이 우수 - 바닥충격음 차단구조 인정제도를 통한 완충재 개발기술 확보 - 쾌적한 음환경 확보를 위한 정부 및 지자체 재정지원 강화 - 벽식구조 바닥충격음(중량충격음)에 대한 기술적 검토 확보 - 화장실 소음저감을 위한 필요기술 확보 - 설문조사, 청감실험 등 소음의 주관적 평가 기법 확보 - 각종 인정제도를 통한 제품 개발 노력	【 약 점(W) 】 - 다양한 공동주택 내부소음에 대한 기준치 부재 - 공동주택 다양한 평면형태, 규모에 적합한 바닥충격음 저감기술 미흡 - 바닥충격음 등 소음 예측기술 미흡 - 기존 주택에 대한 바닥충격음 개선기술 미흡 - 완충재 위주의 바닥충격음 저감기술 - 벽식 구조 외의 공동주택에 대한 기술 적용 사례 적음
	【 기 회(O) 】 - 정부의 복지정책 강화로 인한 주거 복지 실현 기대감 상승 - 주거환경 소음(충간소음, 공기전달 소음, 급배수 소음)에 대한 사회적 요구 증가 - 지속적인 공동주택 보급으로 적용 가능한 음환경 개선 기술 필요성 증대 - 라멘구조, 가변형 벽체 시공 확대로 인한 공동주택 건설 기술의 다양화 - 새로운 기술을 적용할 수 있는 대상 건물의 확보가 용이함 - 해외시장(중국 등) 개척가능성 - 녹색건축물 인증제도상 소음항목 준수 필요	【 위 험(T) 】 - 주택시장 성장 둔화로 신기술적용 불확실 - 소음저감을 유도하는 정책 효율성 저하 - 소음관련 기준 변경 또는 강화에 따른 관련주체의 대응 어려움 - 기존주택의 노후화로 인한 음환경 성능저하 가속 - 기존 공동주택의 비율이 신규주택대비 높음 - 소음 등 거주성능 관심 급격한 증가로 민원발생 잠재 - 소음저감 공법 적용시 비용 증가로 인한 원가 및 분양가 상승

SO 전략	○ 바닥충격음 저감 기술수준 증대를 통한 적용 범위 확대 ○ 공동주택 개발 기술을 벽식구조에서 다양한 구조 형태에 적용시켜 소음 저감 기술 개발 ○ 거주민들의 주거환경소음에 대한 의식 교육 병행 ○ 정부 및 지자체의 예산 중 주거 복지의 중요한 부분인 소음환경 개선에 투입 ○ 실제 소음원별 차단성능 개선목표 수립 및 차별화 공법 개발	WO 전략	○ 개발기술의 적용 확대를 위한 기준 및 방법개발 ○ 완충재 및 설비소음 저감기술의 시공성 및 경제성 확보방안 마련 ○ 벽식구조에 한정된 소음 저감 기술을 추후 건설되는 다양한 구조의 공동주택에 적용 ○ 소음 발생원별 최소 성능 확보를 위한 저비용 저감공법 개발
	ST 전략		○ 개발기술의 효율적 현장 적용방안 도출 ○ 다양한 분야의 전문가 DB를 활용한 새로운 방향의 기술개발 ○ 기존 주택에 대한 기준 설정 및 보강 기술의 확대가 필요 ○ 구조분야, 재료분야 등 여타 분야와의 협력연구를 통한 단순 기술의 회피 ○ 기존(노후) 주택의 성능 확보를 위해 경제성 확보와 병행하여 정부 및 지자체의 정책적 지원 필요

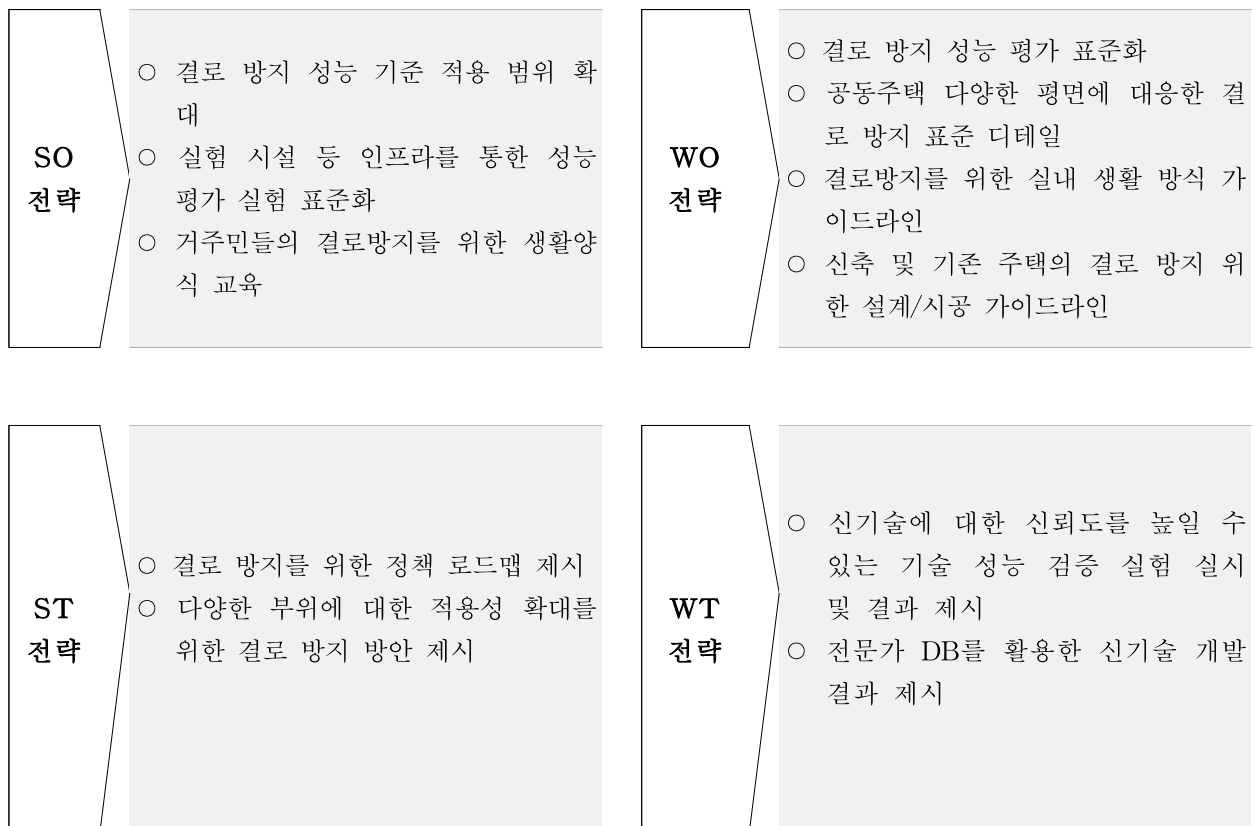
나. 2세부 화학적, 생물학적 오염물질 제거를 통한 공동주택 실내공기질 개선 및 진단 기술개발

내부 환경 분석	【 강 점(S) 】 - 주택보급률 증가에 따른 주거의 질 향상에 대한 요구 증가 - 쾌적한 실내환경 구현을 위한 R&D 투자 및 지원 제도 확대 - IT 기반의 녹색건축물 구현을 위한 첨단 기술 개발 증가	【 약 점(W) 】 - 현재 중소기업 위주의 시장구조에 따른 실내 공기환경 개선 기술 개발 부족 - 친환경 실내공기환경 개선 기술 적용에 따른 실증사례 부족 - 건축자재 및 환기설비 개발 업체의 연구개발 및 시공기술의 질적, 양적 수준 미흡
	【 기 회(O) 】 - 국·내 외 녹색건축물 시장의 지속적 성장 예상 - 녹색건축물 확대 및 청정건강 구축 보급 확대를 위한 정책 및 제도 추진	【 위 험(T) 】 - 실내공기환경 개선 기술에 대한 사회적 관심 미흡 - 원소재 기술 및 원천기술의 부족으로 인한 선진국 기술 선점시 기술 주도권 상실 - 주택시장 불안으로 신규기술에 대한 적용 가능성 불확실

SO 전략	○ 쾌적한 주거환경 구현을 위한 실내 공기환경 개선 요소 기술 개발 ○ 다양한 유형의 주택을 대상으로 한 실내공기환경 관리기술 개발	WO 전략	○ 중소기업의 요소기술 개발을 위한 연구 지원 체계 구축 ○ Test-bed 실증을 통한 검증 ○ 중소기업등 연구개발 업체의 자립을 위한 기술개발 지원 및 정책적 지원 체계 구축
ST 전략	○ 쾌적한 주택 실내공기환경 구현을 위한 정책 로드맵 제시 및 홍보 강화 ○ 친환경 소재 및 건축자재, 환기설비 등 요소기술의 원천기술 개발 ○ IT기반 주택 실내공기질 진단 개선 기술 개발	WT 전략	○ 중소기업등 요소기술 개발 업체와의 협력체계 구축 ○ 기술개발자 및 수요자 맞춤형 지원 체계 확립

다. 3세부 결로발생 면적 60% 이상 저감을 위한 성능 향상 기술

내부 환경 분석	【 강 점(S) 】	【 약 점(W) 】
	- 성능 시험 시설 등 인프라 구축 - 기존 결로하자 관련 대응 기술 경험 풍부 - 결로 사례 및 결로 발생 주요 부위 등 기존 자료 확보	- 결로방지에 대한 정책적, 기술적 표준 미흡 - 발코니 확장, 기밀성능 강화 등 결로발생 위험 요인 증가 - 다양한 평면 증가로 단열 취약부위 발생 - 주거공간에 대한 주민의 기대치 향상으로 대상 부위 확대 및 요구 성능 수준 상승
외부 환경 분석	【 기 회(O) 】	【 위 험(T) 】
	- 주거의 질적인 향상에 대한 요구 증가 - 주거복지 확대를 위한 정부 재정지원 의지 강화 - 정부의 주거용 건물에 대한 결로방지 성능 기준 마련	- 입주민들의 공동생활에 대한 배려심 부족 - 신기술 적용에 따른 위험을 감수하지 않는 건설산업의 보수성 - 공급자 중심의 주거복지 정책에 의한 정책 효율성 저하



라. 4세부 공동주택 지하구조물 누수예방 및 보수를 위한 최적화 기술

내부 환경 분석	【 강 점(S) 】 - 세계 최고수준의 전문가, 정보력, 관련 규격, 신기술 등 기반 시스템이 확보됨 - 방수기술 제반 정보의 국제적 협력 네트워크 환경 구축 - 국제적 수준의 연구 인프라 구축 - 다중이용시설 및 국가 주요기반시설물 관리주체 국가기관 및 공공기관과의 누수예방에 대한 개별적 연구성과 축적	【 약 점(W) 】 - 국내 누수예방 기술력 확보에 대한 건설업계의 무관심 ▪ 국내 누수예방 산업의 영세성 및 연구인프라 부족 - 신기술, 신공법 개발 및 적용에 관한 국내 건설업계의 전통적 보수성 - 핵심 건설기술에 대한 높은 해외 기술 의존에 따라 요소기술 분야도 동일선상에서 인식 - 연구 개발 인력 부족 - 건설경기의 장기적 침체로 기업 연구 환경이 열악해짐
외부 환경 분석	【 기 회(O) 】 - 생활밀착형 실용기술에 기반을 둔 정부의 지속적인 관심(요소기술의 중요성에 대한 인식의 전환) 및 R&D 투자 확대에 의한 누수예방기술 연구 및 개발을 위한 기반환경 조성 - 미래 건설산업에 있어 고품질, 고부가가치 창출이 가능한 분야로 누수예방기술 개발의 중요성 인식 - 경제 발전에 따른 누수예방에 대한 사회적 수요 증대 - 누수예방기술에 대한 산·학·연 관심 증대 및 정부의 최근 R&D 투자 중요성 관심 증대 - 경제발전에 따른 삶의 질적 수준 요구도 증가 - 누수예방기술에 대한 사회적 수요의 급증	【 위 험(T) 】 - 대부분의 연구 프로젝트가 일회성이고 부분적, 소규모로 이루어짐으로써 일률적, 체계적 기술축적이 어려움 - 누수예방 관련 문제점 및 해결과정이 폐쇄적으로 다루어지므로 기관별 요소기술 정보의 보호장벽이 매우 높음 - 학제간(건설/화학/기계/전자) 공동연구 및 전문분야별 협업체제 미흡

SO 전략	○ 전국 규모의 누수방지 관련 중소기업 기술정보 체계 구축 ○ 기존 기술 및 장비 인프라의 협력시스템 구축	WO 전략	○ 신공법 및 신기술 분야 확대연구 ○ 환경친화적 기술 분야의 접목 ○ 분야별 세부목표의 실질적 연구성과 유도 ○ 핵심기술을 중점 연구하여 기술자립 확보
	ST 전략 ○ 건축물 누수예방기술 확보 ○ 전문분야별 협의체계 구축 ○ 누수예방관련 불루오션 시장확보 ○ 학제간 공동연구 추진		WT 전략 ○ 구조물별 기술부족 부분의 장기적 보완 ○ 장기적으로 체계적인 연구목표 수립 ○ 국내 전문 연구 인프라 확보를 위한 정책수립 ○ 기술자립을 위한 보수성 탈피

5절. 세부과제별 주요내용 및 추진전략

1. 1세부 공동주택 바닥충격음 차단성능(중량:3등급, 경량:2등급) 확보 등 음환경 개선을 위한 소음저감기술 개발

세부과제의 개념	○ 기존 및 신규 공동주택의 층간에서 발생하는 소음 및 진동인한 불쾌감을 해소하기 위해 바닥충격음, 설비소음, 자재별 소음기준 등을 제시하기 위한 기술개발
세부과제의 범위	○ 바닥충격음 저감 바닥구조 설계 및 시공기술 ○ 기존주택 저소음 환경구현 기술 ○ 설비소음평가 기준 설정 및 표준설계기술
기술개발 목표	○ 바닥충격음 저감 바닥구조 설계 및 시공기술 - 바닥진동 특성 및 공간음장을 고려한 맞춤형 완충시스템 · 공동주택 실제 현장에서 중량충격음 3등급 이상 경량충격음 2등급 이상 - 실생활 충격소음환경 만족도 향상을 위한 소음기준 및 주거문화 개선 방안 · 바닥충격음 측정결과 DB구축 · 소음기준 적정성 검토 · 수음자의 75% 만족수준의 기준설정 · 의식개선 방안 및 가이드라인 - 중량충격 대응 바닥슬래브 형상 개발 · 공동주택 실제 현장에서 중량충격음 3등급 이상 경량충격음 2등급 이상 ○ 기존주택 저소음 환경구현 기술 - 실생활 충격소음 저감을 위한 바닥마감재 개발 · 실생활충격소음 5dB(A) 이상 저감 - 외부소음 유입방지기술 · 외부에서 유입되는 소음레벨 5dB(A) 이상 저감 - 바닥구조 강성 향상을 통한 바닥충격음 저감기술 · 기존 바닥구조 성능대비 5dB(역A단일수치평가량) 이상 향상 - 바닥충격음 저감을 위한 천장구조의 개발 · 기존 천장대비 3dB(역A단일수치평가량) 이상 저감 ○ 설비소음평가 기준 설정 및 표준설계기술 - 화장실 등 설비소음 저감공법 및 설계·시공지침 개발 · 기존 화장실 소음 7dB(A)이상 저감 · 신축 화장실 실내소음 35dB(A) 이하 확보(직하세대) · 설비소음 유발 인접공간의 실내소음 30dB(A)이하 확보 - 화장실 등 설비소음 성능기준 개발 · 실내소음기준 및 측정방법 마련
추진전략	○ 적용 및 개발가능 기술군 도출 ○ 도출 기술의 타당성 검토 및 조정 ○ 개발 기술 점증을 통한 성과확인

기대효과	○ 바닥충격음 차단성능 20% 개선 ○ 기존 및 신축 공동주택 소음저감 기술 확보 및 국가경쟁력 우위 ○ 소음발생 공간의 저감공법 적용을 통한 거주자 만족도 증대
주요 성과물	○ 바닥충격음 차단공법 및 설치 재료 ○ 화장실 소음 저감 재료 및 공법 ○ 기존 주택 벽체, 창호, 도어 등 보수보강 공법 및 재료 ○ 화장실 소음에 대한 기준마련

2. 2세부 화학적, 생물학적 오염물질 제거를 통한 공동주택 실내공기질 개선 및 진단 기술개발

세부과제의 개념	○ 생활밀착형 실내공기질 문제 해결 및 쾌적한 실내환경 유지를 위한 건축자재 및 소재, 환기시스템, 제어 알고리즘 개발 ○ 쾌적한 실내공기환경 구현을 위한 요소기술별 연계 방안 제시 ○ 주택 실내공기질 진단 개선 유지관리 기법 및 프로토콜 개발
세부과제의 범위	○ 주택 내 오염물질 발생원 제어기술 ○ 생활문제 해결형 주택 환기 기술 ○ 건축자재 및 설비 활용 오염물질 제거 기술 ○ 주택 실내공기질 진단 개선 기술 및 정책 개발
기술개발 목표	○ 주택 내 오염물질 발생원 제어기술 - 화학적 오염물질 발생원 제어 기술 · 향균 항곰팡이 기술개발을 통해 기존 기술 대비 20% 성능 향상 - 미생물 발생원 제어 기술 · 부유 미생물 저감 성능 15 % 저감 - 실외 유입 오염물질 차단 기술 · 실외 유래 오염물질의 20% 저감 ○ 생활문제 해결형 주택 환기 기술 - 주택 실내 냄새 해결 환기 기술 · 측정오차 $\pm 10\%$이내 / 검출 유해가스 2종 이상 - 주택 내(욕실, 주방, 실내) 습기 제어형 환기시스템 · 실내적정 습도 $50 \pm 5\%$유지 - 쾌적환기(Comfort Ventilation) 확보 기술 · 재실자 쾌적도 90% 이상 - 에너지 절감(Energy Efficient Ventilation) 환기 기술 · 열교환효율 80%이상(법정환기횟수를 만족하는 환기 알고리즘 개발) ○ 건축자재 및 설비 활용 오염물질 제거 기술 - 기능성 소재 및 제품, 시공지침서 - 오염물질 제거 기술 및 시스템 · 흡착기능성 소재개발을 통한 VOCs, 알데하이드류 오염물질 제거율 80% 이상 · 유해가스 제거율 70% 이상 ○ 주택 실내공기질 진단 개선 기술 및 정책 개발 - 가전기기형 주택 실내공기질 진단 개선 시스템 개발 · 가전기기형 및 온라인형 실내공기질 진단-제어-개선-유지관리 알고리즘 개발 - 주택 실내공기질 진단 개선 프로토콜 개발 · EPA의 Indoor Air PLUS 동등이상의 한국형 진단가이드라인 - 주택 실내공기질 진단 개선 활성화 정책 개발 · 정책활성화 방안 제시

추진전략	○ 실내공기질 개선은 위한 세부 요소기술 개발 ○ 요소기술의 검증 및 연계방안 도출 ○ 실내공기질 즉각적인 진단/제어/개선/유지관리 기능을 포괄하는 요소기술을 개발 ○ 상시 실내공기질 진단개선 프로토콜을 제시
기대효과	○ 공동주택 세대 내 냄새확산 방지 및 악취 유입 방지에 관한 가이드라인 작성 ○ 공동주택 내 수증기 발생 및 국소적 체류로 인한 결로발생을 차단함으로써 거주자의 거주성능 향상 및 건강공간 구현 ○ 에너지 효율적인 실내 공기질 제어 기술의 개발 ○ 다양한 제어논리를 가지는 능동형 환기시스템 개발 및 해외 기술 이전
주요 성과물	○ Smart Home 관련 (Smart Control System) 통합공조시스템 개발 ○ 공동주택 발생 냄새 및 악취 정량화를 위한 검출센서 및 센싱 기술 개발 ○ BIM 기반 설계단계에서의 화학물질 오염원 점검 및 시뮬레이션 툴 ○ 시공단계 중 오염원 관리 및 화학물질 저감을 위한 공법 (표준시방서) ○ 입주 전 단계에서의 오염원 점검 기술 (Protocol) ○ 미생물 오염 예방을 위한 항균, 항곰팡이 기술 ○ 곰팡이 피해 진단, 복구 기술 ○ 환기시스템의 미생물 오염 예방기술(Maintaining) ○ 능동형 화학물질 개별 흡착제거 자재 개발 ○ 생물학적 오염 해결형 흡방습 소재 개발 ○ 오염물질(유해 화학물질, 미세먼지) 제거 시스템 및 관련 요소기술 개발 ○ 생활문제 해결형 설비성능 유지기술 개발 ○ 주택 실내공기질 문제 유형화 및 진단-제어-개선-유지관리 기법 DB 개발 ○ 주택 실내공기질 문제 유형별 근미래 대응 유지관리기술 개발 ○ 거주자 생활방식 및 거주환경 변화에 따른 실내공기질 예측 및 유지관리기술 ○ 신축/리모델링 단계 실내공기질 유지관리성능 커미셔닝 기술 및 정책 개발 ○ 거주자용/전문가용 주택 실내공기질 유지관리 프로토콜 개발

3. 3세부 결로발생 면적 60% 이상 저감을 위한 성능 향상 기술

세부과제의 개념	○ 보다 나은 주거환경 제공을 위한 신축 및 기존 주택의 결로 발생 예방 및 하자 발생시 개선을 위한 기술
세부과제의 범위	○ 결로방지를 위한 국가적 차원의 성능 기준 정립 ○ 결로방지 성능 평가 표준(KS규격) 개발 ○ 결로방지를 위한 설계·시공 가이드라인 ○ 결로방지 성능 향상 요소기술 패키지 개발 및 DB구축 ○ 결로방지 성능평가 툴 개발
기술개발 목표	○ 결로방지 성능 기준 정립 및 성능 평가 표준 개발(KS규격) - 결로방지 성능 기준 개정안 · 연구종료 시점 기준, 기존 기준의 범위(비난방부위 포함) 확장 - 결로방지 성능 기준 만족 여부 평가 가능한 국가 표준 마련 · 국내 주거용 건물 실정에 맞는 신축 건축물 결로방지 성능 평가 표준 마련 · 국내 주거용 건물 실정에 맞는 기존 건축물 평가 표준 마련
	○ 결로방지를 위한 설계·시공, 유지보수 가이드라인 - 신축 설계 및 시공시 참고할 수 있는 가이드라인(설계 디테일, 시공방법, 거주자를 위한 실내 생활방식 등 제시) - 기존 건축물 결로 발생시 문제해결을 할 수 있는 결로 관련 하자 보수 가이드라인(평가 방법(KS 표준안)에 대한 설명 및 보수보강 재료 및 시스템 선택에 대한 가이드라인) · 기존 국가 기준 만족을 위한 설계/시공 가이드라인은 존재하지 않았으나, 설계/시공자, 입주자를 위한 가이드라인 작성
	○ 결로방지 성능 향상 요소기술 - 신축 및 기존 건축물 대상 난방/비난방공간 결로방지 기술의 최적 조합(요소 기술 패키지)도출 · 기존 기술 대비 30% 성능 향상 기술 - 결로방지 요소기술 DB구축 · 기존에는 결로방지 요소기술의 DB가 마련된 바 없음. DB 구축을 통해 성능 검증된 요소기술 적용으로 결로방지성능 30% 향상
	○ 결로방지 성능평가 툴 개발 - 결로방지 성능 기준 만족 여부 평가를 위한 컴퓨터 시뮬레이션 툴 개발
추진전략	○ 본 연구의 성공적인 수행을 위해 국내 관련 기술에 연구경험이 많은 대학 및 연구기관과 공동연구를 수행하여, 기존 연구결과의 철저한 분석을 통해 효율적인 연구를 추구함 ○ 기 확보된 기술 및 다양한 사례 건물을 조사 결과를 이용하여 현장 베이스의 기술개발 추진
기대효과	○ 결로 재발생율 5% 목표 ○ 결로발생으로 인한 거주자 스트레스 감소 및 하자보수비용 저감 ○ 건물 외피부하(에너지손실) 20% 저감의 부수적인 효과
주요 성과물	○ 결로방지 성능 기준 개정안 ○ 신축 및 기존건축물 결로방지 성능 평가 표준안 ○ 신축 및 기존 건축물에 대한 결로방지 가이드라인 ○ 결로방지 성능 향상 요소기술 패키지 및 요소기술 성능 DB ○ 결로방지 성능 평가를 위한 3차원 전열해석 시뮬레이션 툴

4. 4세부 공동주택 지하구조물 누수예방 및 보수를 위한 최적화 기술

세부과제의 개념	○ 누수예방 및 성능 복원 계획, 설계, 품질 및 평가관리 시스템 개발을 통한 환경변화에 대응한 성능중심의 공동주택 지하구조물의 누수 예방·진단·복원 전과정 최적화 기술 제시
세부과제의 범위	○ 지하구조물 표준 방수설계기술 및 법/제도 개선 ○ 최적 방수공법 선정 및 평가 체계 구축 ○ 지하환경 대응형 방수재료 및 시공기술 개발 ○ 누수 진단 및 성능복원용 보수기술 개발
기술개발 목표	○ 공동주택 지하구조물의 누수예방 및 보수(성능복원)를 위해 공동주택 지하구조물의 환경에 적합한 최적의 방수기술을 선정 할 수 있는 요구성능 중심의 국가차원 평가기준의 개발과, 설계단계, 시공단계, 유지관리단계(진단 및 보수 단계)에 이르는 전과정에 대한 기술개발과 법/제도 등을 정비하고자 함
추진전략	○ 국내외 누수방지(방수) 기업 및 기술(재료, 시공 등) 정보 수집 및 활용 ○ 누수예방 관련 국내외 신공법 및 신기술 분야 연계 연구 확대 ○ 기업 보유 누수예방 기술의 합리적 적용과 공유 제도 개선 ○ 개발한 요소 기술들의 활용 및 검증을 통한 실질적 산업 보급 연구 진행 ○ 파일럿 프로젝트를 이용하여 실 구조물 적용 가능 응용 프로젝트 개발 ○ 누수예방 및 성능복원관련 국제표준화기구(ISO TC 71, TC59) 활동
기대효과	○ 공동주택 누수하자보증기간 5년 연장 및 수선주기 30% 연장 ○ 환경대응형 우수한 방수 설계 및 시공 능력 확보로 국민소득 3만달러 수준의 선진국형 주택품질 수준 확보 ○ 주거용 건축물의 완전한 방수성능 확보를 통한 누수하자 비용 90%이상 저감 (공사비 대비 1% 이하로 유지)으로 사회비용 낭비 및 민원 발생 요소 제거 ○ 최적방수시스템 선정과 설계 기법 도입으로 성능 중심 경쟁 체계 구축을 통한 방수설계, 시공, 감리, 유지관리 기술분야의 선진 제도 구축 ○ 국내 기술의 향상에 따른 해외 기술 의존 탈피 및 독자 기술 개발을 통한 수출 및 창조경제 활성화
주요 성과물	○ 공동주택 누수방지 설계 및 시공 가이드라인 ○ 누수예방 및 하자 방지 방수 설계 기준안 ○ 웹(Web) 기반 방수성능/품질확보 관련 기술, 설계, 제품 정보 공유시스템 ○ 지하구조물 부위별(주차장 상부슬래브, 외벽, 최하층 바닥 등) 최적방수공법 선정 및 평가 기준 ○ 방수공법 RWLCC(Risk based Weighted Life Cycle Cost) 경제성 분석 프로그램 ○ 복합열화 분석용 3차원 거동대응 성능평가 장치 ○ 지하환경 대응형 장수명·고성능 방수재료 및 시공기술 ○ 공동주택 부위별 표준 누수 진단 전문 매뉴얼 개발 ○ 합성폴리머계 방수·누수보수재료 및 시공기술

6절. 세부과제 간 연계관계

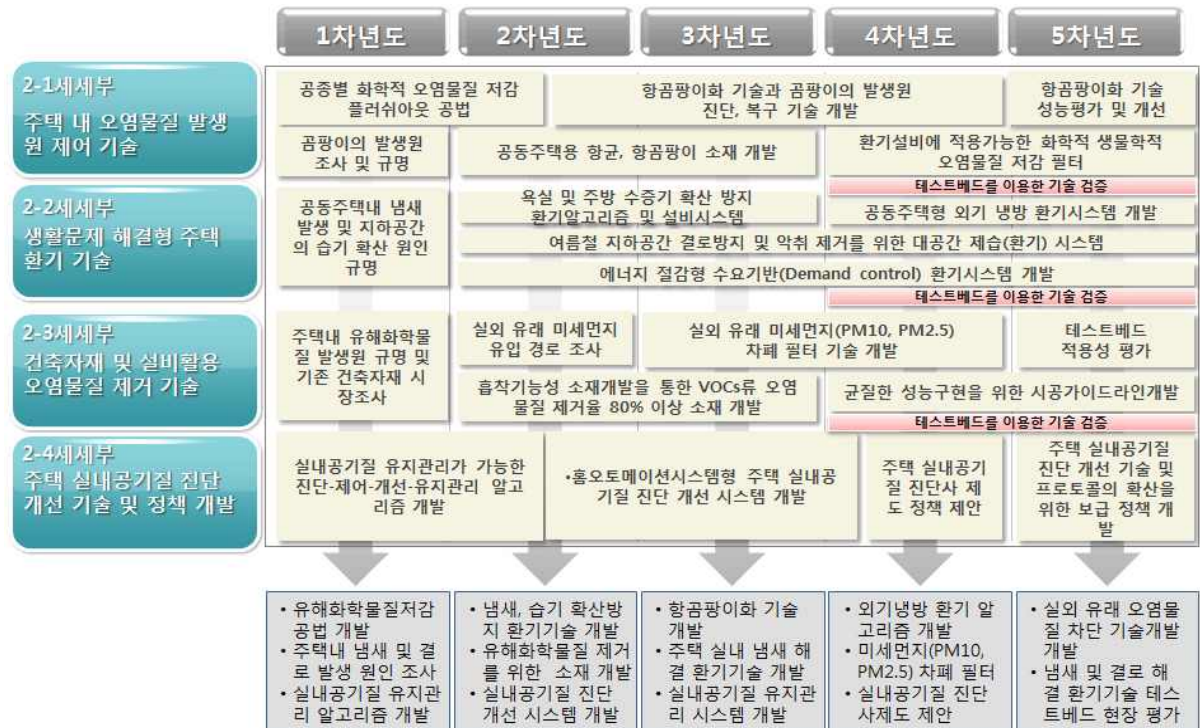
- 공동주택의 문제점 실태를 파악 및 평가하여 생활밀착형의 장단기 로드맵을 작성함으로써 일관성 있는 정책을 추진함
- 일관성 있는 공동주택의 종합적 정책을 추진으로 소음 및 진동의 문제점을 해소하고, 수요자 중심의 쾌적한 음환경 지원체계를 구축하여 생활밀착형 주택복지를 구현함
- 건물의 누수 문제로 발생하는 습기 및 유입수의 영향은 곰팡이 발생 등 실내공기질 악화와 결로 문제를 야기하기 때문에 누수방지 기술과 결로 발생 방지기술간의 연계를 통하여 적합한 기술개발을 유도함
- 공기질 개선을 위한 환기설비효율 증대 및 환기기술 적용은 새로운 설비기기의 적용으로 작동소음 발생 및 외부소음유입 경로가 되는 방지하여 공기질 개선과 소음저감 실현을 구현할 수 있는 기술이 개발되어야 함
- 개발기술의 효율적인 적용과 적용효과 분석을 지속적으로 파악하기 위해서는 정책과 기술개발의 연계가 필요하며, 기존 테스트 베드로 활용 가능한 시설을 활용하여 개발기술 단계에 적합하게 성능검증을 통한 생활밀착형 기술이 단계적으로 개발될 것임

7절. 과제별 · 연차별 기술로드맵 및 성과로드맵

1. 1세부 공동주택 바닥충격음 차단성능(중량:3등급, 경량:2등급) 확보 등 음환경 개선을 위한 소음저감기술 개발



2. 2세부 화학적, 생물학적 오염물질 제거를 통한 공동주택 실내공기질 개선 및 진단 기술개발



3. 3세부 결로발생 면적 60% 이상 저감을 위한 성능 향상 기술



4. 4세부 공동주택 지하구조물 누수예방 및 보수를 위한 최적화 기술



8절. 성과의 활용방안 및 핵심기술성과표

1. 성과의 활용방안

가. 1세부 공동주택 바닥충격음 차단성능(중량:3등급, 경량:2등급) 확보 등 음환경 개선을 위한 소음저감기술 개발

세부추진 분야	세부과제 내용	목표성과물	기술수요처	실용화 방안
공동주택 바닥 충격음 차단성능(중량:3등급, 경량:2등급) 확보 등 음환경 개선을 위한 소음저감기술 개발	바닥충격음 저감 바닥구조 설계 및 시공기술	표면마감재 개발	연구소, 기업체 등	▪ 신축 공동주택 적용 가능한 완충시스템 개발(지존대비 성능 20%향상) ▪ 바닥구조시스템 변경을 통한 충격음 저감 구조체 개발 ▪ 거주자 의식개선을 위한 홍보 및 교육자료 개발
		신축주택 바닥구조 표준설계 매뉴얼		
		중량충격 저감용 바닥슬래브 구조 개발		
	기존 주택을 위한 저소음 환경 구현 기술	천장구조 개발	국토교통부, 학교, 연구소, 지자체 등	▪ 기존 노후 창문 및 도어 외부소음 유입차단 향상기술 개발 ▪ 세대간 및 세대내 칸막이 벽체 차음성능 향상기술 개발 ▪ 기존 주택 바닥구조에 적용 가능한 구조체 강성향상을 통한 바닥충격음 저감공법 개발 ▪ 기존 주택 공진방지용 천장설치기법 개발
		소음유입 방지재료 및 공법기술		
		바닥구조 강성보강 재료 및 기술 개발		
		소음차단 표준시공지침서		
	설비소음평가 기준 설정 및 표준설계기술	화장실 소음 기준마련	국토교통부, 학교, 기업체, 연구소 등	▪ 소음 저감을 위한 설계기법 ▪ 화장실 소음 기준치 설정 및 측정방법 마련 ▪ 화장실 등 설비소음 저감을 위한 표준설계 기법 마련
		저소음설비 설계 매뉴얼 및 시공지침		

나. 2세부 화학적, 생물학적 오염물질 제거를 통한 공동주택 실내공기질 개선 및 진단 기술개발

세부추진 분야	세부과제 내용	목표성과물	기술수요처	실용화 방안
화학적, 생물학적 오염물질 제거를 통한 공동주택 실내공기질 개선 및 진단 기술개발	주택 내 오염물질 발생원 제어기술	저방출 소재 및 제품, 시공지침서	연구소, 기업체 등	▪ BIM 기반 설계단계에서의 화학물질 오염원 점검 및 시뮬레이션 툴 ▪ 시공단계 중 오염원 관리 및 화학물질 저감을 위한 공법(표준시방서) ▪ 미생물 오염 예방을 위한 항균, 항곰팡이 기술 ▪ 곰팡이 피해 진단, 복구 기술 ▪ 환기시스템의 미생물 오염 예방기술(Maintaining) ▪ 외기 유입 미세먼지 및 화학물질 제거 환기구 개발 ▪ 세대 간 오염물질(냄새) 확산 차단 기술
	생활문제 해결형 주택 환기 기술	가이드라인		
	생활문제 해결형 주택 환기 기술	환기시스템 및 제어 기술	기업체, 연구소 등	▪ 구조체 축열제거에 따른 자연형 냉방효과(passive cooling effect) 평가기법 개발 ▪ 공동주택 단위세대의 자연환기설비 적용성 확대를 위한 설계기법 개발 ▪ 공동주택 오염물질의 선택적 센싱을 통한 능동형 환기시스템 개발 ▪ Smart Home 관련 (Smart Control System) 통합공조시스템 개발 ▪ 공동주택 발생 냄새 및 악취 정량화를 위한 검출센서 및 센싱 기술 개발 ▪ 공동주택 세대 내 냄새 및 악취 확산제어 환기기술 개발
	건축자재 및 설비 활용 오염물질 제거 기술	기능성 소재 및 제품, 시공지침서 오염물질 제거 기술 및 시스템	연구소, 지자체 등	▪ 능동형 화학물질 개별 흡착제거 자재 개발 ▪ 생물학적 오염 해결형 흡방습 소재 개발 ▪ 오염물질(유해 화학물질, 미세먼지) 제거 시스템 및 관련 요소기술 개발 ▪ 생활문제 해결형 설비성능 유지기술 개발
	주택 실내공기질 진단 개선 기술 및 정책 개발	정부정책 개정 및 제정안	국토교통부, 기업체, 연구소 등	▪ 주택 실내공기질 문제 유형화 및 진단-제어-개선-유지관리 기법 DB 개발 ▪ 주택 실내공기질 문제 유형별 근미래 대응 유지관리기술 개발 ▪ 주택 신축/리모델링 단계 실내공기질 유지관리성능 커미셔닝 기술 및 정책 개발 ▪ 거주자용/전문가용 주택 실내공기질 유지관리 프로토콜 개발

다. 3세부 결로발생 면적 60% 이상 저감을 위한 성능 향상 기술

세부추진 분야	세부과제 내용	목표성과물	기술수요처	실용화 방안
결로발생 면적 60% 이상 저감을 위한 성능 향상 기술	결로방지 성능 기준 정립 및 성능 평가 표준 개발(KS규격)	결로저감 성능 기준 개정안	국토교통부, 결로방지성능평가기관, 연구소, 기업체 등,	주택건설 등에 관한 규정 제14조의3에 따른 「공동주택 결로 방지를 위한 설계 기준」 개정안 제시
		신축 및 기존건축물 결로방지 성능 평가 표준안(KS)		법제도와 연계하여 개정된 결로방지 성능 기준 검증시 이용
	결로방지를 위한 설계·시공, 유지보수 가이드라인	신축 건축물을 위한 결로방지 설계 디테일	국토교통부, 결로방지성능평가기관, 연구소, 기업체, 공동주택 거주자 등	- 연구단 총괄 주관의 교육 및 홍보를 통한 가이드라인 배포 - 정부 부처 및 지자체 홈페이지를 통한 배포
		난방/비난방공간의 결로 발생 원인 및 방지 지침 포함 가이드라인		
		기존 건축물을 위한 보수/보강 방법 및 시스템 소개 등 포함 하자보수 가이드라인		
		결로예방 건물운영 가이드라인		
	결로방지성능 향상 요소기술	신축 및 기존 건축물 대상 난방공간/비난방공간 결로방지 기술(단열물탈, 단열코팅, 탄성도료, 이중벽 시스템, 제습기 등)의 최적 조합안 (결로방지 요소기술 패키지)	국토교통부, 학교, 기업체, 연구소 등	- 기존 결로방지 기술의 최적조합 도출, 결로방지 가이드라인에 포함하여 배포 - Passive 및 Active, 난방 및 비난방공간 대상 결로방지 기술의 제품 및 시스템 리스트 및 성능을 포함하는 DB 제공
		결로방지 기술 DB		
	결로방지 성능 평가 툴 개발	결로방지 성능 기준 만족 여부 평가를 위한 컴퓨터 시뮬레이션 툴	국토교통부, 결로방지성능평가기관, 기업체, 연구소 등	「공동주택 결로 방지를 위한 설계기준」 개정안에 명시

라. 4세부 공동주택 지하구조물 누수예방 및 보수를 위한 최적화 기술

세부추진 분야	세부과제 내용	목표성과물	기술수요처	실용화 방안
공동주택 지하구조물 누수예방 및 보수를 위한 최적화 기술	지하구조물 표준 방수설계 및 법/제도 개선	누수방지 설계 및 시공 가이드라인	국토교통부, 학교, 연구소, 지자체 등	- 시뮬레이션을 위한 프로그래밍, Mock-Up Test 및 관련기관(LH공사 현장)을 Test Bed로 활용 - 정기적인 국제 표준화 활동(ISO TC71, TC59), 유수외국 기관과의 기술정보 교류체계 구축 - 모바일 및 웹기반 상용 프로그램 개발 및 보급
		누수예방 설계기준(안)		
		표준 방수 설계 매뉴얼		
		웹(Web) 기반 정보 공유시스템		
	최적 방수공법 선정 및 평가 체계 구축	최적 방수공법 선정 및 평가 기준 및 매뉴얼	학교, 기업체, 연구소 등	- 선진 사례조사(관련 전문 연구기관 및 현장: 일본 UR도시기구, 동경도 주택국, 영국 BRE, 싱가포르 주택청 등), 선정평가 시스템 구축을 위한 DB화 - 문헌자료, 직접조사 및 설문조사, AHP기법 활용 분석 및 결과 도출 후 시뮬레이션을 위한 프로그래밍 - 설계사 및 시공사 선정 후 Test Bed로 활용, 선정된 최적공법에 대한 Mock-Up Test, 모바일 및 웹기반 적용/활용성 - 상용 프로그램 개발 및 보급 - 관련 전문기관 방문조사 및 협의, 외국 전문가 초빙, 융복합기술 협의체 구성
		고분자 코팅재료의 표면열화성능 평가 기술		
		복합열화 분석용 3차원 거동대응 성능평가장치		
		방수공법 RWLCC 경제성 분석 프로그램		
	지하환경 대응형 방수재료 및 시공기술 개발	바닥부 및 합벽구간 역타설 시공기술	학교, 연구소, 지자체 등	- 다양한 지하환경 조건을 고려한 단기 및 중장기 시험시공 및 모니터링, 열화관계에 대한 상관관계 검토, 설계사 및 시공사 선정 후 Test Bed로 활용, 선정된 최적공법에 대한 Mock-Up Test - 고내구성 방수 방근 공법, 환경대응형 방수시스템 관련 방수재료 및 신기술 개발 - 관련 전문기관 방문조사 및 협의, 외국 전문가 초빙, 융복합기술 협의체 구성, 서울과학기술대 및 KCL 방근 전용시험장 활용 - 지하환경 현황에 대한 DB화, 선진 사례조사(관련 전문 연구기관 및 현장: 독일, 미국 등의 조정, 인공지능 관련 기관), 내구성 촉진 시험평가기법 개발
		합성폴리머계 자기치유/고내구성 방수재료 및 시공기술		
		모의침/유도방근 성능 시험방법 체계		
	누수 진단 및 성능 복원용 보수기술 개발	공동주택 부위별 표준 누수 진단 전문 매뉴얼 개발	국토교통부, 학교, 기업체, 연구소 등	- 구조물 보수보강 및 안전진단 국내외 전문기관(한국시설안전기술공단 및 안전진단 전문 업체) 활용(공동연구 또는 위탁연구 등), 주요 하자사례에 대한 체계화 - 파괴조사 및 비파괴 조사를 병행한 상관성 검증, 진단회사 및 시공사 선정 후 Test Bed로 활용, 선정된 최적공법에 대한 Mock-Up Test, - 관련 전문기관 방문조사 및 협의, 외국 전문가 초빙, 융복합기술 협의체 구성
		구조물 유형별 누수진단 사례 DB화		
		합성폴리머계 누수보수재료 및 시공기술		

2. 핵심기술성과표

가. 1세부 공동주택 바닥충격음 차단성능(중량:3등급, 경량:2등급) 확보 등 음환경 개선을 위한 소음저감기술 개발

1) 핵심성과명 : 바닥충격음 저감 바닥구조 설계 및 시공기술

정의(설명)	○다양한 공동주택 평면 등에 적합한 맞춤형 완충시스템 개발 및 구조체를 포함한 전체 바닥구조시스템 개발 ○공동주택 생활에 적합한 소음기준 재검토 및 거주자 의식개선을 위한 방안 마련
설정사유	○대부분 바닥충격음 저감기술이 완충재료에만 집중되어 있음 ○한 단지 규모의 공동주택은 많게는 20여종의 평면형태를 갖으나, 동일한 완충재만 사용됨에 따라 평면마다 동일현장에서도 성능이 상이하게 나타남 ○공동주택 시공 현장의 특성을 고려한 완충재 등 기술개발 부재 ○실제 공동주택의 바닥충격음 성능과 거주자 반응조사를 통한 적정기준 제시 필요 ○벽식구조 이외 무량판, 라멘구조 등은 진동 전달이 벽식구조와 차이를 보임에 따라 효과적으로 각 구조에 적합한 바닥구조 개발 필요 ○바닥슬래브와 완충재를 포함한 종합적 바닥구조 개발 필요
목 적	○다양한 평면 형태와 면적에 적합한 맞춤형 저감시스템 개발을 통한 공동주택 바닥충격음 차단성능 향상 ○기존 주택에 대한 바닥충격음 성능 및 실생활 소음에 대한 차단성능분석 결과를 토대로 실 생활감을 포함한 소음기준마련 ○바닥슬래브 형태 및 구성변화를 포함한 구조체 및 완충시스템 일체형 바닥구조 시스템 개발을 통한 바닥충격음 저감성능 향상
성능목표	(기존기술 수준) ○슬래브에 중공구를 삽입한 중공슬래브 공법이 제한적으로 개발되었으며, 바닥충격음 차단성능 검증 미흡 ○벽식구조 이외구조에 대한 기술개발 미흡 (개발기술 수준) ○공동주택 실제 현장에서 중량충격음 3등급 이상, 경량충격음 2등급 이상 ○기존 주택에 대한 성능분석 결과 등을 통한 바닥충격음 적정 기준 제시 (개발기술 수준 설정근거) ○공동주택 평면 등의 다양성은 바닥충격음 차단성능에 영향을 미침. 그러나 일률적인 완충재가 적용됨에 따라 성능편차가 발생됨 따라서 각각의 공동주택의 특성을 고려한 맞춤형 완충시스템이 필요함 ○실제 충격성 생활행위로 인한 소음발생정도 및 불쾌감 평가를 토대로 거주자들의 청감반응이 포함된 기준설정이 필요 ○완충재료 만으로 바닥충격음 차단성능 향상은 한계가 있으므로 건물의 구조(슬래브 등)에 영향을 받기 때문에 바닥충격음 차단성능 개선을 위해서는 종합적인 구조시스템이 필요
수요처	정부, 민간건설사, 설계사, LH, SH, 공동주택 거주자
소요기간	'1차년 ~ '5차년

2) 핵심성과명 : 기존주택 저소음 환경구현 기술

정의(설명)	○생활 행위로 인한 소음발생을 해당세대와 하부세대로 전달을 방지할 수 있는 바닥표면 마감재 기술개발 ○기존주택의 창과 문은 노후화됨에 따라 틈새발생, 처짐 등으로 인해 외부 발생소음의 유입이 증가되기 때문에 외부에서 유입되는 소음을 차단할 수 있는 창호의 성능개선을 위한 기술개발 ○기존 주택의 낮은 층고와 얇은 슬래브로 인하여 바닥충격음 차단성능이 저하됨에 따라 기존 슬래브의 강성증가를 통한 바닥충격음 저감기술개발 ○기존 주택의 천장으로 인한 바닥충격음 증폭현상을 저감시킬 수 있는 천장구조 개발
설정사유	○기존 공동주택 슬래브 두께가 현행 210mm보다 얇거나 바닥충격음 저감을 위한 완충재가 미 적용된 곳이 많기 때문에 신축되는 공동주택에 비하여 바닥충격음 차단성능이 저하됨. 따라서 기존 바닥구조시스템 전체를 변경하지 않는 적용이 간편한 저감기술이 필요함. ○기존 충격이 작은 생활행위로 인한 발생하는 소음을 저감시킬 수 있는 표면 마감재 개발 등 저감기술개발 필요 ○기존 공동주택 창과 문은 노후화됨에 따라 틈새발생, 처짐 등으로 인해 외부 발생소음의 유입이 증가됨. 창이나 문 전체를 교체하여 소음차단 성능을 향상시키고 있으나 시공의 번거로움과 폭이 넓은 창호의 기존 주택에 적용 한계 등 문제점 존재. 효과적인 차음성능개선 방안마련 필요 ○기존 공동주택은 낮은 층고로 인하여 일반적인 바닥충격음 완충시스템의 적용이 어려움. 따라서 낮은 층고 주택에도 적용 가능한 구조체 보강을 통한 저감기술 필요 ○기존 공동주택의 천장구조는 목조틀에 석고마감 구조로서 설치된 지가 오래되어 강성이 약화된 상태이며, 천장 공기층 또한 50mm 전후로서 아이들 충격특성이나 임팩트 볼의 소음특성인 125Hz 대역에 바닥충격음을 증폭시킴으로 개선 필요
목 적	○표면저감재 개발을 통한 상·하부세대로 방사되는 소음을 저감시켜 주거 성능 개선 ○기존 창호 교체를 위한 가이드 개발 ○기존 창, 문 차음성능 향상 재료 및 공법 개발 ○기존 주택 바닥구조에 적용 가능한 강성 보강기법 개발을 통한 기존 주택의 바닥충격음 차단성능 개선 ○기존 주택 바닥충격음 성능 향상을 위한 천장구조 개발

성능목표	(기존기술 수준) ○PVC 재료의 틈류가 개발되고 있으나, 바닥충격음 저감효과는 한계 ○창호 전체를 교체하는 공법이 주로 사용됨 ○슬래브 강성 증가를 위하여 추가적인 강성보강재료(FRP, H빔 등)가 적용된 공법을 개발한 기술이 있으나 시공성(충고제한 등), 성능향상의 한계로 적용되지 못하고 있음 (개발기술 수준) ○표면마감재 개발을 통한 실생활충격소음 5dB(A) 이상 저감 ○효과적 창호 간편 교체법 개발 및 외부 유입되는 소음레벨 5dB(A) 이상 저감 ○기존 바닥구조 성능대비 5dB(단일수치평가량) 향상 ○기존 천장대비 3dB(역A단일수치평가량) 이상 저감 (개발기술 수준 설정근거) ○실생활에서 발생하는 작은 충격에 의한 소음전달을 방지하기 위한 것으로 소음레벨의 저감정도를 충분히 느낄 수 있는 5dB(A) 이상로 설정 ○기존 주택의 창호성능 저하로 인한 보수시 전면적인 교체로 인한 거주자 불편 증대, 시공기간 증대됨으로 기존 창호를 손쉽게 보수하여 음향 성능을 개선시킬 수 있는 기술 필요 ○바닥충격음 차단효과를 충분히 인지할 수 있는 5dB 이상으로 기술 수준설정 ○기존 주택 천장의 공기층은 상부의 바닥충격음을 증폭시켜 소음크기를 증대시킴. 공기층으로 인해 발생하는 증폭 현상은 1dB~5dB 발생됨. 소음저감을 인지할 수 있는 수준인 3dB로 설정
	수요처 정부, 민간건설사, 설계사, LH, SH, 공동주택 거주자
	소요기간 '1차년 ~'5차년

3) 핵심성과명 : 설비소음평가 기준 설정 및 표준설계기술

정의(설명)	○ 기존 및 신축주택의 화장실 등 설비기기에 의한 소음을 저감시킬 수 있는 공법과 설계지침 개발 ○ 화장실 등 설비기기 작동으로 인한 소음발생의 기준치 설정
설정사유	○ 화장실은 슬래브를 관통하여 배관이 설치되는 방식이 공동주택에 일반적으로 적용되기 때문에 아래층으로 소음전달이 취약함 ○ 공동주택 내부의 설비기기, 엘리베이터, 환기장치, 보일러 등으로 인해 발생하는 소음을 효과적으로 저감하기 위한 종합적 설계지침개발 필요 ○ 화장실 등 소음에 대한 거주자 불쾌감은 지속되지만 각 소음에 대한 기준치와 측정방법이 없어 소음저감기술적용에 한계로 작용되고 있음
목 적	○ 기존 및 신축주택의 화장실 등 설비소음 저감을 통한 쾌적한 소음환경 제공 및 설계가이드 제시 ○ 화장실 발생소음 저감을 위한 시공지침으로 활용 ○ 화장실 등 소음기준과 측정방법 설정 ○ 소음저감기술 개발을 유도
성능목표	(기존기술 수준) ○ 소음저감 배관, 층상배관공법 등 소음저감기술이 있으나, 신축주택 위주로 적용가능하며, 시공성 및 경제성의 한계가 존재 ○ 설비소음에 대한 기준 없음 (개발기술 수준) ○ 기존 화장실 소음 7dB(A)이상 저감 ○ 신축 화장실 실내소음 35dB(A) 이하 확보(직하세대) ○ 설비소음 유발 인접공간의 실내소음 30dB(A) 이하 확보 ○ 화장실 등 소음기준마련 (개발기술 수준 설정근거) ○ 기존 주택에서 소음저감효과를 충분히 느낄 수 있는 7dB(A)로 설정하였으며, 신축 화장실은 상부 화장실의 급배수로 인한 실내소음기준을 국외실내소음기준을 참고하여 35dB(A) 설정 ○ 설비기기로 인한 인접세대 실내소음 유입을 차단하고, 국외실내소음기준을 참고하여 30dB(A)로 설정 ○ 소음저감을 유도하기 위한 소음기준치와 측정방법 마련
수요처	정부, 민간건설사, 설계사, 배관자매 생산업체, LH, SH, 공동주택 거주자
소요기간	'1차년 ~'5차년

나. 2세부 화학적, 생물학적 오염물질 제거를 통한 공동주택 실내공기질 개선 및 진단 기술개발

1) 핵심성과명 : 화학적 오염물질 및 미생물 발생원 제어 기술

정의(설명)	○화학적 오염물질 및 미생물 발생원 제어를 위한 기능성 소재와 공법 개발
설정사유	○국내의 제로에너지 주택의 의무화로 인해 실내공기 오염물질의 발생원인 건축자재는 단열 및 기밀 성능을 위주로 하는 추세가 지속될 것으로 예상됨에 따라 녹색건축물 확대 시행을 위한 실내공기 오염물질의 발생원에 대한 기술개발 및 종합적인 평가 항목 정비가 필요함
목 적	○공동주택 내 실내공기질 30% 개선 요소기술 개발 ○공동주택의 실내 공기질을 개선하기 위하여 오염물질 발생원 자체를 제어하는 기술 개발을 통해 깨끗한 공기환경을 제공함
성능목표	(기존기술 수준) ○현재 국내생산중인 오염물질 저감 기능성소재의 원천기술의 해외의존도가 높으며, 건축자재의 경우 일반적인 공기정화소재인 숯과 황토 등을 활용한 기술이 많으나 성능에 대한 균질성이 확보되지 않은 실정임 (개발기술 수준) ○항곰팡이 성능 : 0 등급 ○부유 미생물 저감 성능 : 20% 이상 (개발기술 수준 설정근거) ○일본 기능성 건축자재(마감재) 성능 대비 20% 향상
수요처	건설사, 환기업체, 건축자재업체, 창호업체 등
소요기간	'1차년 ~'5차년

2) 핵심성과명 : 자연형 냉방 환기 및 쾌적환기(Comfort Ventilation) 확보 기술

정의(설명)	○ 환기에 따른 거주자의 열적 쾌적성을 방지하고 실내 공간을 열적인 측면에서 쾌적하면서도 공기질 측면에서 청정한 실내 공간의 구현 기술 개발
설정사유	○ 공동주택의 실내공기질을 개선하기 위하여 결로와 냄새문제해결을 위한 환기기술 개발을 통한 제어기술, 깨끗한 공기환경을 제공 ○ 국내 기후 특성을 고려한 외기냉방 환기시스템 및 제어기술 개발 ○ 환기시스템 및 공기청정기 병용을 통한 에너지 효율적인 실내 공기질 제어 기술의 개발
목 적	○ 공동주택 내 실내공기질 30% 개선 요소기술 개발 ○ 냉/난방기 환기에 따른 거주자의 열적 쾌적성 저하 방지를 위한 환기 기술 ○ 중간기 환기시스템을 통한 외기냉방을 통해 거주자의 열적 쾌적성 확보 및 냉방 에너지 절감 기술의 개발 ○ 적정 환기량의 확보를 통해 실내 공기질을 청정하게 유지할 수 있는 환기 기술 개발 : 공기청정기 활용 기술의 개발
성능목표	(기존기술 수준) ○ 현재 전열, 현열교환 환기시스템의 경우 환기회수 충족 및 열교환 에너지 소비량 저감 기술에 중점적인 기술개발이 이루어져있음. (개발기술 수준) ○ 쾌적환기 확보기술은 기존 환기시스템에서 고려되지 않은 공동주택내의 실내거주자의 쾌적감(만족도)향상을 위한 기술과 공동주택용 외기냉방 환기, 기존 환기시스템과 공기청정기 병용기술개발을 통해 실내 거주자 만족도 30% 향상 (개발기술 수준 설정근거) ○ 전열, 현열 개별 환기시스템기술, 공기청정기술, 대형 건축물용 외기냉방시스템 등 국내외 다양한 연구개발이 이루어지고 있음
수요처	건설사, 종합 가전 브랜드, 전업기계환기 브랜드, 공조계 환기 브랜드, 전자재 브랜드, 도시가스업계, 공기청정기업체, 창호업체 등
소요기간	'1차년 ~'5차년

3) 핵심성과명 : 실내 발생 오염물질 흡착 및 분해를 통한 제거기술 개발

정의(설명)	○기능성 건축자재의 원소재 및 최종마감재, 공법 개발을 통한 실내 발생 오염물질 (휘발성 유기화합물 및 알데하이드류) 제거 기술
설정사유	○쾌적한 실내환경유지를 위한 친환경 건축자재에 대한 인식이 증가하고 있으나, 오염물질 제거 기능성 건축자재의
목 적	○공동주택내 실내공기질 30% 개선 요소기술 개발 ○공동주택의 실내 공기질을 개선하기 위하여 국소습기제거 및 기능성 건축자재 개발을 통해 깨끗한 공기환경을 제공하는 것을 목표로 함.
성능목표	(기존기술 수준) ○오염물질 흡착 기술이 적용된 일부 건축마감재 개발 중(선진국 대비 70%) (개발기술 수준) ○오염물질 흡착율 : 85%이상, 재방출 농도 : 공급가스를 중단하고 24시간 후, 공급농도의 25% 이하 기능성 건축자재 및 공법 개발 (개발기술 수준 설정근거) ○일본, 독일등에서 현재 시판중인 기능성 건축자재 성능대비 국제 규격과의 비교시험결과와 비교 ○실내공기질 개선과 관련해서는 실내 환경 쾌적성을 증대시키기 위한 기능성 건축 자재의 경우, 수입하는 제품에 비하여 국내 제품이 시장에서 점유율을 크게 가지고 있으므로 그 전망이 밝다고 할 수 있음
수요처	건설사, 환기업체, 건축자재업체, 창호업체 등
소요기간	'1차년 ~'5차년

4) 핵심성과명 : 주택 실내공기질 진단 개선 기술 및 정책 개발

정의(설명)	○주택 실내공기질 문제 유형별 진단-제어-개선-유지관리 기법개발을 통한 대응 유지관리 기술 개발 및 유지관리 성능 커미셔닝 기술과 정책 개발
설정사유	○신축공동주택 환기설비 설치기준의 제정이전에 지어진 기존 주택의 경우, 대다수의 국민들이 거주하고 있음에도 불구하고 실내공기질 개선을 위한 기술·정책 적용의 사각지대에 놓여 있음. 신축공동주택 위주의 정책에서 한발 더 나아가 기존주택의 실내공기질 개선을 위한 정책 수립도 시급함
목 적	○실내공기질 즉각적인 진단/제어/개선/유지관리 기능을 포괄하는 요소기술을 개발하고 이를 활용하는 상시 실내공기질 진단개선 프로토콜을 제시
성능목표	(기존기술 수준) ○ASHRAE(미국공조냉동공학회)에서는 저층주거 건물의 환기 및 실내공기질, ASHRAE Guideline 24-2008 제시 및 미국 Home Indoor Air Quality Checklist 는 주택을 대상으로 주방 및 화장실 등 주택관련 전반적인 시설의 실내공기질 유지관리를 다루고 있음 (개발기술 수준) ○주택 신축/리모델링 단계 실내공기질 유지관리성능 커미셔닝 기술 및 정책 개발 ○비전문가(일반인) 및 전문가(주택 실내공기질 진단사 등)가 시행하는 측정-진단-원인분석-개선-유지관리 프로토콜 개발 (가전기기형, 온라인) (개발기술 수준 설정근거) ○미국 ASHRAE Guideline 24-2008, EPA의 Indoor Air PLUS와 같은 실내공기질 진단 및 인증 프로그램 운영
수요처	정부, 지자체, 건설사, 환기업체, 건축자재업체, 엔지니어링업체 등
소요기간	'1차년 ~'5차년

다. 3세부 결로발생 면적 60% 이상 저감을 위한 성능 향상 기술

1) 핵심성과명 : 결로방지 성능 기준 개정안 및 결로방지 성능 평가 표준(KS)안

정의(설명)	○기존 결로방지 성능 기준의 개정안(수정 및 보완안) 제시 및 신축 건축물과 기존 건축물의 결로방지 성능 평가 KS 표준안
설정사유	○표준화된 결로방지 성능 평가 방안 및 기준 수립을 통하여 결로 방지 성능에 대한 정량화 가능
목 적	○기준수립을 통한 결로 방지성능 시스템 기술 개발 촉진 ○신축 및 기존 건축물의 성능 평가 KS 표준 정립으로 표준화된 성능의 주택 제공
성능목표	(기존기술 수준) ○결로방지 성능 기준 마련되어 있으나, 신축 및 기존건축물의 구조체 부위 성능 평가를 위한 KS 표준 마련은 미비한 실정임 (개발기술 수준) ○기존 기준의 검증, 수정 보완, KS 표준 마련 (개발기술 수준 설정근거) ○기존 결로방지 성능 기준은 난방공간을 기준으로 창호, 방화문, 구조체 우각부에 대해서 설정되어 있음. 그러나 난방공간 이외에 동계 및 하계에 결로문제가 항시 발생하는 지하주차장 및 비난방공간에 대한 결로방지 기준이 포함되어야 함. 또한 이 기준은 신축을 위한 설계 기준이므로, 기존 주거용 건물의 결로 방지 성능을 평가할 수 있는 기준 및 평가 표준이 마련되어야 함.
수요처	정부, 설계사 및 시공사
소요기간	'1차년 ~'5차년

2) 핵심성과명 : 신축 및 기존 건축물에 대한 결로 방지 가이드라인

정의(설명)	○주거용 건물의 신축 설계 및 시공시 참고할 수 있는 가이드라인(설계 디테일, 시공방법, 거주자를 위한 실내 생활방식 등 제시)과 기존 건축물 결로 발생시 문제해결을 할 수 있는 결로 관련 하자 보수 가이드라인(평가 방법(KS 표준안)에 대한 설명 및 보수보강 재료 및 시스템 선택에 대한 가이드라인)
설정사유	○결로는 주로 3면이 만나는 우각부에서 발생하게 되며, 이 부위에 대한 단열 설계 디테일이 존재한다면 전문가가 필요한 3차원 전열해석 시뮬레이션 없이 쉽게 결로방지 설계를 할 수 있으며, 이러한 설계안이 실제 건물에서 정확히 구현되려면 시공방법에 대한 가이드라인도 함께 제시가 되어야 함. 또한 결로는 실내 온습도 환경에 의해서 크게 좌우되므로, 거주자를 위한 실내 환경 조절 및 결로 예방을 위한 생활방식에 대해 가이드라인을 제시하고, 이를 확산시킬 필요가 있음. ○기존 건축물의 결로 발생에 따른 보수방법과 관련하여 현재는 주먹구구식으로 단열재 및 성능이 규명되지 않은 재료를 적용하는 경우가 많이 있는데, 이에 대해 재료의 정확한 성능과 기존 건축물의 결로방지 성능 평가 방법 및 하자보수 방법에 대하여 가이드라인을 제시할 필요가 있음.
목 적	○설계자의 결로방지를 위한 단열 설계를 도와주고, 시공시 이를 정확히 반영하기 위함. ○거주자가 결로방지를 위한 가이드라인을 참조하여 결로 발생 예방을 할 수 있도록 함. ○영세 인테리어 업체 및 리모델링 시공업체에서 하자보수 가이드라인을 참조하여 명확한 성능의 재료를 적용하여 시공할 수 있도록 함.
성능목표	(기존기술 수준) ○주로 신축건축물에 대한 지자체 및 정부기관 중심으로 내부적인 가이드라인 존재, 결로방지를 위한 단열 설계 디테일은 존재 하지 않음. (개발기술 수준) ○신축 및 기존건축물에 대한 체계적이며 구체적인 가이드라인 제시 (개발기술 수준 설정근거) ○기존의 가이드라인은 지자체 및 정부기관의 내부적인 가이드라인으로 주로 구체적이지 않으며 개괄적인 내용으로 이루어져있음. 결로방지 성능 기준에는 우각부에 대한 성능 기준을 포함하고 있으므로 이에 대한 정확한 설계 디테일이 필요하며 이와 더불어 실내환경 운영 방식, 기존 건축물에 대한 하자보수 가이드라인이 필요함.
수요처	설계사, 시공사, 리모델링 업체 및 입주민
소요기간	'1차년 ~'5차년

3) 핵심성과명 : 결로방지 요소기술 패키지 및 DB

정의(설명)	○공동주택에서 결로 취약부위별로 손쉽게 적용 가능한 결로 방지 성능 개선 기술 조합 패키지 및 각 기술의 개요 및 성능 DB
설정사유	○현재 기존건축물에서 결로 발생으로 인한 하자 보수시 주먹구구식으로 이루어지고 있는 실정이므로, 성능이 검증된 재료를 체계적으로 적용하도록 할 필요가 있음. 따라서 각 요소기술의 성능 검증이 필요하며, 단열재를 무작위로 덧붙이는 형태가 아닌 건축물 부위별(창호, 문, 벽체 등) 공간별(난방공간, 비난방공간 등)로 설계단계, 하자보수단계 등에서 적용할 수 있는 시스템이 필요함.
목 적	○결로발생 방지를 위해 설계 및 시공단계에서 건축물 부위별, 공간별로 적용할 수 있는 패시브 및 액티브 결로 방지 요소기술 개발로 적극적으로 결로 발생 억제함.
성능목표	(기존기술 수준) ○기존 기술로 결로방지용 단열재, 단열몰탈, 구조체 마감재, 방습층, 창호용 단열 필름 등이 개발되어 있으나, 이들의 성능 검증은 미약한 상황임. 또한 단열로는 결로 방지가 안되는 공간(예: 지하주차장 등)에는 제습기를 설치하여 실내공기를 조절하는 방법을 택함 (개발기술 수준) ○기존 기술 대비 30% 이상 결로발생 저감(체계적인 기술 개발 및 성능 검증) (개발기술 수준 설정근거) ○결로는 부위별 발생특성이 상이하므로 단일 기준으로 기술수준을 명기할 수는 없으나, 부위별 방지기술 개발을 통해 전반적인 기술수준을 30% 이상 향상 가능함(예: 발코니의 결로를 해결할 경우 전체 발생의 약 30%가 해결됨)
수요처	설계사 및 시공사, 연구소 등
소요기간	'1차년 ~'5차년

4) 핵심성과명 : 결로방지성능평가 툴

정의(설명)	○결로방지 성능 기준 만족 여부 평가를 위한 컴퓨터 시뮬레이션 툴 개발 (3차원 정상상태)
설정사유	○현재 「공동주택 결로 방지를 위한 설계기준」에서 성능 평가시 3차원 정상상태 전열해석을 수행해야하는데, 이를 위한 국산툴이 부재하므로 외산툴을 사용하도록 하고 있음. 국가적 차원의 법규 만족 여부 성능 평가를 위한 국산툴이 개발될 필요가 있음.
목 적	○기준 만족여부 평가를 위한 3차원 정상상태 시뮬레이션 툴의 국산화
성능목표	(기존기술 수준) ○국내의 기술로 공인을 받은 3차원 시뮬레이션 툴이 부재함 (개발기술 수준) ○3차원 정상상태 전열해석 시뮬레이션툴의 국산화 (개발기술 수준 설정근거) ○결로방지 성능을 평가하는 평가기관에서는 외산의 시뮬레이션 툴을 구매(약 200만원~1,000만원)해야하는 부담을 가지게 되나, 이를 국산화하여 평가기관의 비용 절감 및 건설사의 부담을 경감시킴
수요처	결로방지성능 평가기관, 설계사 및 시공사, 연구소 등
소요기간	'1차년 ~'5차년

라. 4세부 공동주택 지하구조물 누수예방 및 보수를 위한 최적화 기술 개발

1) 핵심성과명 : 지하구조물 표준 방수설계 및 법/제도 개선

정의(설명)	○상습적 누수하자 발생원인 분석을 통해 정책, 재료, 설계, 시공, 품질, 진단, 유지관리 차원의 통합적이고 체계적인 설계 기술 및 제도적 가이드라인을 도출
설정사유	○완벽한 방수성능을 가진 구조물의 확보를 위하여 방수재료 및 공법적 측면 뿐만 아니라 방수와 관련된 설계, 시공, 품질, 정책 제도적 측면 까지 포괄한 통합적, 총체적 차원에서의 대안의 검토 및 대책 수립 필요함
목 적	○공동주택 주동 통합형 지하주차장 외방수 표준 방수 설계기술 개발 ○공동주택 지하 외방수공사의 표준 시공지침(시방서) 제정 및 품질기준 개선 ○공동주택 지하구조물 방수 품질확보를 위한 관련법/제도 개선안 마련 ○공동주택 지하구조물 누수 예방 설계 및 하자판정 기준(안) 개발 ○공동주택 방수공사 품질확보(인증) 및 보증 체계 가이드라인 개발 ○웹(Web)기반 방수공사 기술, 품질확보, 법제도, 전문가, 국제현황 관련 정보 공유시스템 구축 ○방수산업(전문회사, 노동구조, 생산 및 기술현황, 기술인력, 신장변화 등) 통계 자료 데이터베이스화
성능목표	(기존기술 수준) ○공동주택 지하구조물 방수관련 누수하자 발생율 90% 이상 (개발기술 수준) ○누수저감율 90% 이상 (개발기술 수준 설정근거) ○방수 및 누수보수 분야의 특성상 기존의 단편적인 설계 및 시공기술이 대부분 선별적으로 활용됨으로써 방수문제를 해결하기에는 근원적인 어려움이 많았음. 따라서 이러한 기술수요자인 대다수의 기관, 설계사, 건설회사의 기술활용도가 높을수록 누수예방 목표를 달성할 수 있는 척도가 됨
수요처	○누수진단 전문기관, 국가기관/공공기관(지자체 및 시설안전기술공단), 시설물 관리주체 (공공/민간분야) ○설계사, 종합건설회사, 방수제조 및 시공회사
소요기간	'1차년 ~'5차년

2) 핵심성과명 : 최적 방수공법 선정 및 평가 체계

정의(설명)	○방수층이 처한 환경에 대응가능한 성능중심의 방수재료 및 공법 선정평가기술 및 복잡해지는 구조물의 특성에 부합한 부위별, 취약부 시공조건, 유지관리 등을 고려한 최적의 평가기술 확보
설정사유	○지금까지는 방수재 중심의 재료품질 수준에 치우친 평가를 해왔지만 갈수록 증대되는 열화환경조건에 대한 대응성이 부족하고 대형화, 고급화되는 건설구조물의 특성을 반영하지 못함. 이에 따라 복합다기능형 방수재의 개발 및 이를 종합적으로 평가할 수 있는 성능 중심의 부위별 방수기술에 대한 최적의 평가기술개발 이 필요
목 적	○공동주택 지하구조물 요구성능 대비 최적 방수기술(재료 및 시공법) 선정 및 평가시스템 개발 ○지하환경 복합열화(수질, 온도, 거동 열화) 대응 성능 평가 시험장치 개발 ○VE/RWLCC 기반 최적 방수재료 및 공법계열 선정 및 평가 툴 개발 ○방수공법 RWLCC 전용 경제성 분석 프로그램 개발 및 데이터 베이스 구축
성능목표	(기존기술 수준) 30% 이하 (개발기술 수준) 90% 이상(기존 기술대비 60% 이상 향상) (개발기술 수준 설정근거) ○기존의 설계시 방수재 및 공법의 선정방법은 단일 방수재의 재료적 특성 또는 특정 환경에 대한 대응력만 우선시 하는 방식이므로 실구조물의 환경적 조건을 반영하지 못하는 수준이나 성능중심의 최적 평가기술의 개발을 통해 해결가능함
수요처	○국가기관/공공기관(지자체 및 시설안전기술공단), 시설물 관리주체(공공/민간분야) ○주택건축 관련 설계 및 시공회사
소요기간	'1차년 ~'5차년

3) 핵심성과명 : 지하환경 대응형 방수재료 및 시공기술

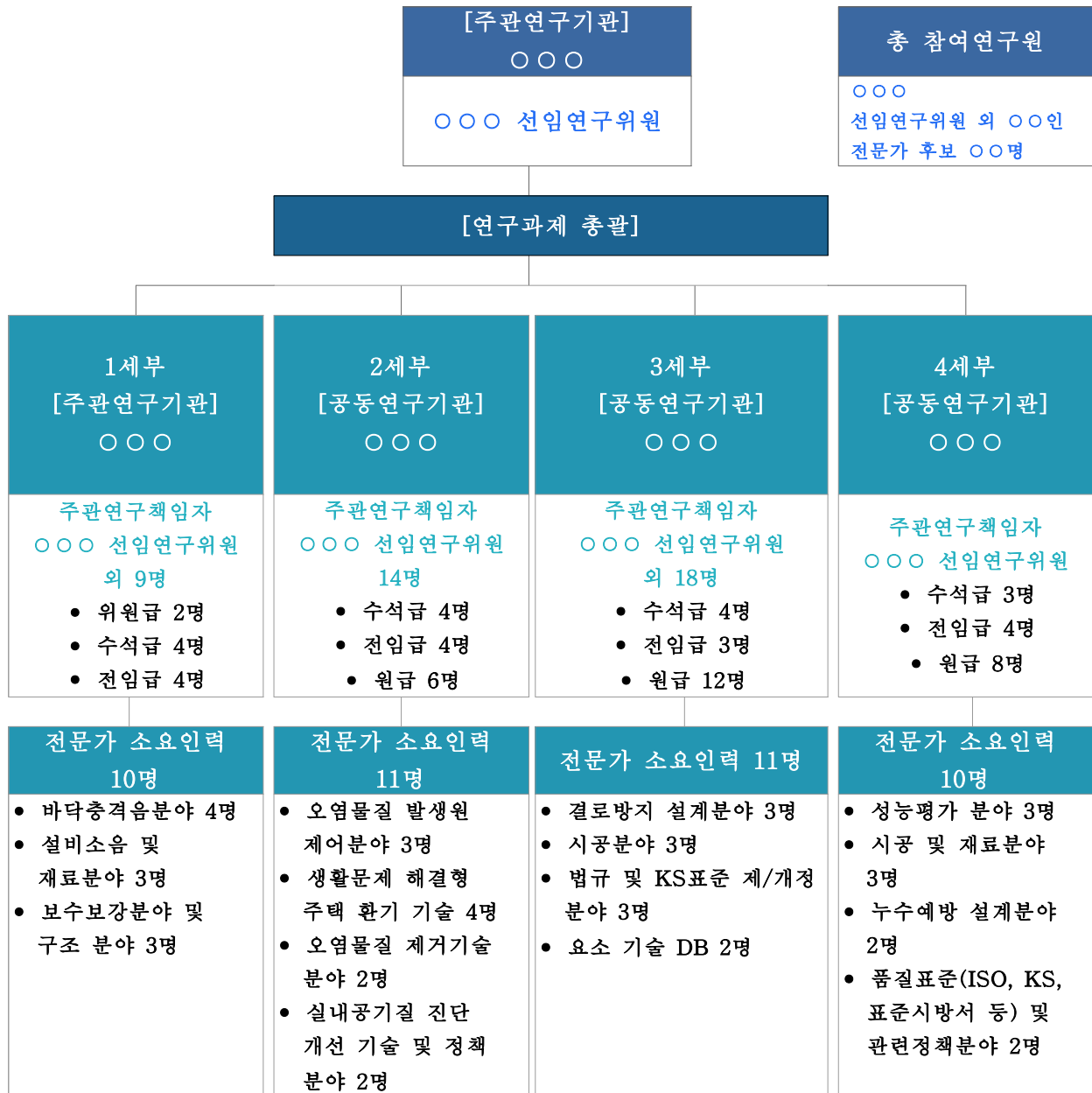
정의(설명)	○방수공법의 시공조건에 있어서 급변하는 기후환경 변화에 대응 가능한 전천후 시공 기술 및 인공지반 녹화시스템 설치 환경에 다른 구조물 부위별 방수방근재료 및 시공기술 확충
설정사유	○지하수위가 증대, 토양오염 등이 심해짐에 따라 방수층에 가해지는 열화인자의 강도가 세지고 복합적으로 작용되는 경우가 많아 지고 기후변화에 따른 도시의 지하수환경 여건개선을 위해 인공지반 녹화 등이 활성화됨. 이에 따라 급변하는 환경적 복합열화조건에 대응가능한 방수재료 및 시공기술 개발이 필요함
목 적	○습윤환경 및 저온환경 부착가능 외방수재료 및 시공기술 개발 ○최하층 바닥 역타설 및 합벽구간 외방수재료 및 시공기술 개발 ○구조체 거동변화 대응형 점착 복합시트계 방수재료 및 시공기술 개발 ○합성폴리머계 자기치유/고내구성 방수재료 및 시공기술 개발 ○지하주차장 상부 인공지반녹화용 방수방근 재료 및 시공 기술 개발 ○방수방근 재료 개발 기간 단축용 모의침 및 유도방근 시험평가 기술 개발
성능목표	(기존기술 수준) 60% 이하 (개발기술 수준) 40% 이하(기존 기술대비 20% 이상 향상) (개발기술 수준 설정근거) ○방수층 시공 후 하자율은 1년만에 약 61% 정도(미 NRCA) 발생하는데 이러한 원인은 방수층이 처해진 시공환경(습윤조건, 시공제약조건, 기상 조건 등)에 대한 대응력이 떨어지는 방수재료 및 시공기술에 기인한 경우가 대부분임
수요처	○국가기관/공공기관(지자체 및 시설안전기술공단), 시설물 관리주체(공공/민간분야) ○주택건축 관련 설계 및 시공회사
소요기간	'1차년 ~'5차년

4) 핵심성과명 : 누수 진단 및 성능 복원용 보수기술

정의(설명)	○구조물이 처할 수 있는 다양한 환경별로 누수원인, 누수유형을 고려한 체계적 진단 및 보수방안 수립과 관련 전문 진단 기법, 시스템 확충
설정사유	○기존 누수예방 관련 기술은 시설물 관리주체별 접근 방식과 임기응변적인 하자보수 대응 방안으로만 관리/취급되어져 왔음. 이러한 문제는 진단복구기술 현황조사 진단 관련 규정, 취약부 보수방안의 부재, 법제도의 미흡과 인력 및 경험 의존적 진단기술에서 벗어나지 못하기 때문에 누수와 보수를 반복하는 문제를 해결하는 것이 우선적인 과제임
목 적	○공동주택 지하구조물 누수 현황 및 진단 기술 현황조사 평가 자료 구축 ○공동주택 지하구조물 표준 진단 매뉴얼 개발 ○누수구조물 성능 복원 보수재료 및 시공 기술 선정 및 평가 지침 개발 ○합성폴리머계 자가치유/고내구성 누수보수재료 및 시공기술 개발
성능목표	(기존기술 수준) 50% 이하 (개발기술 수준) 10% 이하(기존 기술대비 40% 이상 향상) (개발기술 수준 설정근거) ○지하공간의 경우 기존 기술의 경우 초기 누수에 대응하여 누수보수를 실시한 후 기존 부위 또는 다른 부위에서 재누수가 되어 재보수를 실시할 확률이 50% 이상이며, 한번 누수가 발생한 경우 매년 반복적으로 재누수가 발생됨, 또한 구조물의 특성을 고려한 체계화/매뉴얼화된 진단기법이 전무한 실정임
수요처	○누수관련 결함 공동주택 진단기술로 활용 ○국가기관/공공기관(한국토지주택공사, KT, 한국전력, 시설안전기술공단 등), 시설물 관리주체(공공/민간분야)
소요기간	'1차년 ~'5차년

9절. 연구수행체계 제안

1. 연구추진조직



2. 연구추진체계

가. 명확한 연구목표 위주의 추진체계

- 연구추진시 주관과 공동 및 위탁 연구기관은 모두 성과물을 도출하고 이를 활용할 수 있도록 연구추진체계를 구성
- 연구 계획시부터 달성이 가능한 성과목표 및 성과지표를 제안·유도하고 연구 진행 중 성과목표의 달성 및 관리방안을 정립하여 주기적인 관리시행
- 최적의 연구성과물 도출을 위하여 연구 성과물의 현장 적용성 평가 및 관련 기술 기술이전 등 연구성과 확산체계 수립
- 연구 종료후에도 지속적 관리를 통하여 파생기술 및 효과가 생활전면에 파급되도록 통합관리 방안 수립

나. 종합적 관리 체계

- 연구추진시 세부과제별 연계성 확보를 통한 종합목표 도출 추진체계 수립
- 세부과제별 연구성과 및 문제점을 공유, 개선하는 관리체계 마련
- 연구단 과제진행을 통하여 선택과 집중, 우선순위에 따른 결과도출이 되도록 체계수립

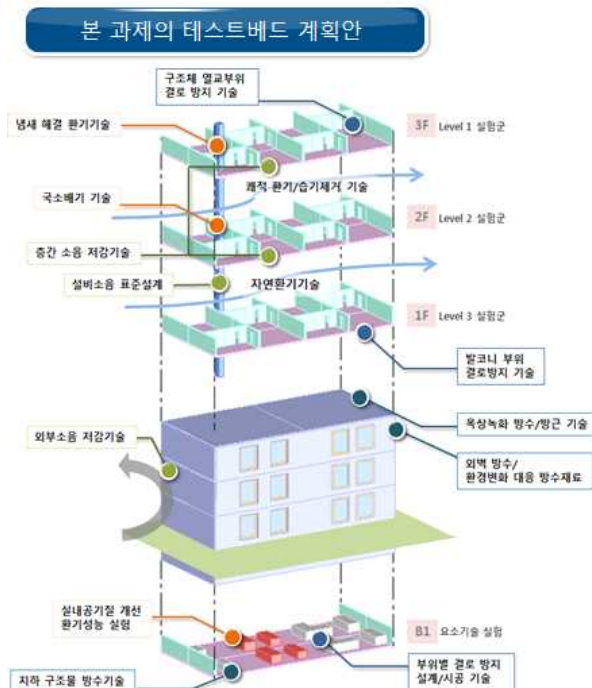
다. 연구추진 전략

- 다양한 분야의 전문가 집단이 연구결과 도출을 위하여 연구진으로 구성
- 기술개발이 공동주택에 적용되고 성능 향상을 통해 거주자 만족도 증대 및 민원 감소가 이루어지도록 개발기술 적용 및 제한 사항 등 검토를 위해서 각 세부별 공동주택 건설사 참여 유도
- 세부 과제 도출을 위하여 산업계, 학계, 연구소 등이 구성된 연구체계 구축과 우수한 성과를 도출한 연구기관이 참여한 연구진 구성
- 우수성과 연구진 참여시 가점 부여 및 주관 연구책임자 최소 자격 기준 설정
- 참여 연구기관의 최소 연구성과 기준 설정

10절. 테스트베드 활용방안

가. 기존 연구결과물을 활용한 기술개발 효과 검증

- 생활밀착형 개발기술은 실제 주택에 적용하여 효과를 검증, 개선 사항도출 등 검증단계가 필요함
- 개발기술은 주택에 적용되는 것으로 기존 실험시설이나 기획중인 실험시설과 연계하여 기술개발효과분석 시기를 앞당기고, 실험시설 구축에 따른 추가 발생비용 저감이 필요
- 기존 연구결과로 건립된 실험시설이나 목업의 개·보수를 통하여 적정한 개발기술 평가 절차가 마련되어야 함
- 기존 연구결과 기획시 도출이 예상되는 실험시설의 규모 및 필요장비 등을 사전 파악하여 생활밀착형 기술에 대한 평가가 이루어질 수 있도록 기획연구진과의 협의 진행
- 기존 실험시설이나 구축 예정시설 파악을 통하여 기술개발 검증단계를 수립하고 관련 기술개발의 효과검증을 위한 절차마련
- 건설사 공동주택 시공현장을 활용한 실증사업을 통해 실질적 성능 개선 효과 검증





제4장. 사전타당성 검토

1절. 정책적 타당성

- 최근 국민의 삶의 질이 향상됨에 따라 주거환경에 대한 관심 증가로 인한 각종 층간소음, 진동, 실내공기질, 결로, 누수 등의 생활밀착형 주거생활환경 민원 증가하고 있음
- 생활밀착형 주거환경에 대한 정책, 제도 또는 기준이나 평가방법의 수립여부와 이와 관련된 현실적이고 종합적인 해결을 위한 핵심개선기술의 개발이 시급
- 아파트 층간소음은 정부의 국정목표1의 ‘일자리 중심의 창조경제’의 범주에 속함에 따라 관련 기술개발의 타당성이 있음
 - 국토교통부, 환경부 업무보고시 아파트 층간소음 문제도 창조경제의 대상임을 박근혜 대통령이 강조함(연합뉴스, 2013)
 - 주택건설기준등에 관한 규정의 개정을 통한 바닥충격음 차단성능 향상을 위한 정책마련
- 정부의 140대 국정과제 중 국정 목표 “3. 창의교육과 문화가 있는 삶”의 ‘82. 생태 휴식 공간 확대 등 행복한 생활문화공간 조성’
 - 주택의 생활환경 개선 : 층간소음 해소를 위해 아파트 바닥구조 기준을 강화하고, 오염물질 저방출 자재 사용 확대 등을 통해 실내공기질 개선 내용 포함
- 2013년 국토교통부 업무보고에서 ‘안전하고 쾌적한 생활환경 조성’과 관련한 ‘국민 일상생활 불편개선’내용을 보고함
 - 주거생활(층간소음, 아토피, 주택성능실험센터, 건축물에너지 성능표기 등) 개선 필요 사항으로 선정됨에 따라 기획과제를 통한 기술개발의 타당성이 높음
- 제4차 국토종합계획 수정계획 (2011-2020)의 연계성
 - 환경기준의 강화에 따라 녹색주택 공급 필요성이 커지고, 주택 및 주거문화에 대한 관심이 지속적으로 확대될 전망
 - 녹색주택 공급 필요성 증대에 따른 녹색건축기술 개발 중요성의 증대
- 국토해양 R&D 발전전략 및 건설교통R&D 중장기 계획의 연계성

- 국민생활과 밀착되고 장기비전과 연속성을 가진 주택정책분야 R&D시스템의 구축 필요성 대두
- 인문·사회적 요소가 결합된 정책형 R&D, 결로·누수방지, 층간소음 개선 등 생활밀착형 R&D도 추진할 필요
- 누수예방과 관련하여 단편적이고 부분적인 대응방식 보다는 각종 정책, 설계, 진단, 보수, 유지관리에 이르는 주거생산 전과정에 대한 종합적 대책으로 활용 가능
- 주택의 실내환경과 관련된 원천기술 개발 및 주택성능기준 마련할 수 있는 기술적 토대가 될 뿐 아니라, 주택 및 실내주거환경이 국민 건강에 미치는 부정적인 영향을 최소화

[추진근거 및 연계]

☐ 국정과제

- 110번(생태휴식공간 확대 등 행복한 생활문화공간 조성), 생활환경 개선

☐ 창조경제 실현계획

- 3무아파트 건설 등 쾌적한 생활환경 조성을 위한 기술개발 추진 필요
 - 결로방지, 층간소음 등 기준강화, 주택성능실험센터, 기동식 구조 실증사업, 생활밀착형 주거성능 향상기술 개발

☐ 법정계획

- 주택건설기준 등에 관한 규정 일부개정('13.5)
 - 층간소음 문제로 인한 공동주택 세대내 바닥구조 기준 강화, 결로방지성능 기준 마련, 실내공기 오염물질 최소화 위한 건강친화형 주택의 설계기준 신설
- 2012년 주택종합계획(주택법 제7조), 주거환경 개선, 공동주택 품질향상 등

☐ 부처방침

- 주택정책 R&D 기본계획('13~'20, 국토부)
- 대통령 업무보고('13, 국토부), 국민 일상생활 불편개선

2절. 기술적 타당성

- 생활환경을 개선하기 위해 도출된 기술들은 기존의 연구 R&D의 중복성을 검토하고 기술개발의 향상, 기술개발계획 등 도출기술의 성공가능성을 검토하여 기술적 타당성을 분석함.
- 최고기술보유국 대비 국내 기술수준 및 현황을 정량, 정성적으로 파악하여 기술개발 방향을 설정하여 반영하였음
- 층간소음 등 실내외에서 발생하는 소음·진동 문제 해결을 위한 필요 기술들은 국내 주택건설 특징과 거주민 요구 수준에 적합한 기술들로서 신속한 기술개발 및 기존 기술향상을 통한 기술적용으로 나타내었음
- 결로방지, 공기질 개선, 누수예방 관련 기술은 개발기술의 상호적 연계성을 토대로 도출되었으며, 도출 기술의 개념, 범위 등의 관계를 구체적으로 나타내었음
- 기존 누수예방 관련 기술은 시설물 관리주체별 접근 방식과 임기응변적인 하자보수 대응 방안으로만 관리/취급되어져 왔음
 - 다양한 환경에서의 누수하자 발생 요인에 대한 분석 및 정보 공유 가능함
 - 공사비 절감 차원에서 구조체의 기본적 차수 성능에만 의존한 성능 중심 설계가 가능함
- 기술개발을 달성하기 위하여 국내 전문가들의 의견 및 분석을 통해 기술개발 가능성을 판단하고 기술개발 추진시 연구개발추진주체와 연구결과 기술의 수요처와의 유기적 연계확보, 실용화방안을 구축하여 실제 적용가능한 기술내용을 도출하였음

3절. 경제적 타당성

- 연구개발과제를 통해 도출된 기술은 사회적 기술적 파급효과를 가지고 R&D 연구의 투자효과를 극대화 하여야 함.
- 연구개발 투자비용 대비 연구결과 적용효과를 경제적 가치 등으로 분석하여 세부 과제별 연구내용의 경제적 타당성 여부를 검토하도록 함
- 층간소음 저감시스템의 개발을 통하여 사회적 민원발생 저감을 유도하고 이러한 효과를 경제적 비용으로 분석하여 타당성 여부를 검토하도록 함
 - 개발기술의 투자비용 저감 및 기술효과 극대화 도출
 - 상황 및 조건에 부합되는 적정 기술적용으로 기술적용 비용저감을 통한 경제성 확보
- 결로발생 제어기술, 공기질 개선 기술의 성능효과가 접목된 기술개발을 도출하여 단일 문제에 대한 효과보다는 다기능적 효과를 발휘할 수 있는 기술개발을 통한 경제성 확보
- 거주안전성 및 구조물 장수명화를 위한 핵심요소기술로써의 누수예방기술 개발 필요
 - 누수하자는 구조물 안전성 훼손, 각종 생활 민원(법정 소송)을 촉발하는 민감한 사안임
 - 누수하자로 인한 구조부재 성능 복원/누수방지 비용 지출이 크고, 장기적 내구성 유지 어려움
 - 누수하자비용 90%이상 저감을 통한 경제적 타당성 확보

4절. 기술개발 필요성

- 의식주의 기본인 주택에서 생활하는 거주들의 생활의 불편함을 개선하고 향후 각종 민원을 저감할 수 있는 주거환경개선에 필요한 기술들이 반드시 개발되어야 함
- 층간소음 등 생활소음 등을 저감하기 위한 일부 기술의 개발이 진행되어 왔으나, 비용대비 효과저하, 적용공법의 한계 등 상당부분 기술개발의 한계가 나타나고 있으며, 다양한 주택 조건에 적합한 소음저감기술의 개발은 이루어지지 않은 상태임. 층간소음과 같은 사회문제 해결을 위해서 관련 기술개발의 필요성이 높다고 판단됨
- 주택내부의 공기질은 많은 시간 주택내부에서 거주하는 거주자들의 건강과 삶의 질 향상을 위해서 최적환기기술, 오염원제어 기술, 곰팡이 제어기술 등의 기술개발을 통하여 국민의 건강을 확보하기 위한 기술개발이 필요
- 지속적으로 반복되는 결로발생은 건축물의 노후화 및 품질저하를 초래하고 습기, 곰팡이 등 건강상 악영향을 미치기 때문에 효과적이며, 체계적인 기술개발을 통한 결로발생문제 해결이 필요함. 기존 주택의 결로발생 매커니즘을 파악하고 방지할 수 있는 기술개발을 통해 쾌적한 주거환경을 제공할 수 있는 기술개발이 필요함.
- 건설기술의 발전에 따라 누수예방을 위한 다양한 방수재료 및 기술이 적용되고 있으나 주거건축물에 있어서 만성적으로 발생하는 고질화된 누수문제가 사회적으로 논란이 되고 있음 따라서 누수문제의 완벽한 해결을 위하여 총괄적이고 완전한 방수기술의 연구개발 및 실용화가 절실함

5절. 정부지원 타당성

- 최근 국민의 삶의 질이 향상됨에 따라 주거환경에 대한 관심 증가로 인한 각종 소음, 진동, 실내공기질, 결로, 누수 등의 생활밀착형 주거생활환경 민원 증가
- 생활밀착형 주거환경에 대한 정책, 제도 또는 기준이나 평가방법의 수립여부와 이와 관련된 현실적이고 종합적인 해결을 위한 핵심개선기술의 개발이 시급
- 또한 도시 서민, 저소득층, 주거 취약 계층 등의 주거안정 및 환경개선을 위한 주거복지 실현 정책/제도 및 지원 체계가 필요함
- 주거환경의 질적 향상은 건물에서의 에너지절약과 함께 이루어져야 하는 부분이며, 주거환경의 질적 향상을 위해서는 생활밀착형 문제에 대한 해결책 제시가 가장 최우선이 되어야 함
- 소음, 실내공기질, 결로 발생, 누수 등과 관련된 연구과제는 지속적으로 수행되어 왔으나, 주거용 건물에서 하자 등의 민원 발생 건수는 감소하지 않고 있음. 이는 국가적 차원의 표준 설계 기술 및 정책 등이 미약하여 발생하는 문제일 수 있음. 따라서 이러한 문제 발생을 줄이기 위해서는 정책적 뒷받침이 이루어져야 함
- 정부는 이러한 생활밀착형 문제에 대한 개선 방안을 명확히 제시하고, 국내 설계·시공사들의 하자 관련 배상 사례 감소 및 분재 최소화를 위해 국가 차원의 표준 기술을 제시할 필요가 있으며, 이는 국토교통부가 주도하여 이끌어 나감에 마땅함
- 위와 같은 내용을 바탕으로 국민들의 삶의 질 향상 효과를 확산시킬 필요가 있으며, 국민들의 주거환경 및 삶의 질 향상은 선진국으로 진입하기 위해 반드시 해결해야 하는 과정임
- 각 기술별 정부지원의 필요성은 아래와 같음
 - 공동주택의 소음·진동 저감기술 개발은 단순히 한 개 분야별로 진행되어야 하는 것이 아니라 모든 부분에 연계를 통한 통합적인 소음·진동저감이 이루어져야 함. 다양한 소음·진동원으로 인해 실내 거주자는 종합적인 소음·진동을 감지하기 때문임. 또한 바닥충격음과 같이 소음피해에 대한 민원이 많이 발생하는 소음원은 기술개발 진행속도가 느리고 시험장소 마련 등 애로사항이 존재하는 연구개발이므로 국가적인 지원체계를 갖추어 보다 효과적인 진행이 되어야 함
 - 대다수의 국민이 주택에서 겪게 되는 생활밀착형 문제 중 하나인 ‘실내공기질 문제’에 대한 저감 방안을 정부 차원에서 제시함으로써 국민들의 삶의 질 향상 체감 효과를 확산시킬 필요가 있으며, 실내공기질 악화로 인한 피해 및 국민 건

강 위해 등에 대한 대책 수립 필요

- 매년 반복되는 결로 발생 문제는 건물의 품질에 대한 반감 유발 및 거주자의 건강에 악영향을 미치는 등 심각한 불편을 초래하며, 반복적 민원 제기 및 소송으로 이어지고 있으며, 기존 공동주택에서 사양 미비, 거주 습관 차이 등으로 인한 결로 발생시 거주자의 난방, 환기만 강요하게 될 뿐, 손쉽게 적용 가능한 결로방지 성능 개선기술 부재한 실정임. 따라서, 결로 발생 문제를 설계단계에서 미리 예측 대비하여, 시공 후 하자 발생 사례 감소 및 고품질 주택 보급을 위한, 국가차원의 공동주택 결로방지 표준 설계 시공기술 개발 및 보급 시급함. 또한 기존 공동주택의 주요 결로 취약 부위별로 손쉽게 적용 가능한 결로 방지 성능 개선 기술 개발 및 보급 시급함
 - 주거용 건축물은 서민생활과 밀착되어 있고, 특히 누수문제는 주거생활에 큰 불편을 초래하는 문제이므로 그 해결방안 도출에 있어서는 정부차원의 다각적 지원노력이 필요함. 민간주도의 연구에 있어서 방수관련 전문 업체의 영세화, 공공기관의 관심부족, 전문가 부재 등의 이유로 누수방지를 위한 제반여건이 미흡하며, 반복적인 누수하자에 대한 완전한 해결을 위해서는 기술적인 측면과 함께 정책적 제도적 차원에서의 해결방의 모색도 중요하므로 국가주도의 연구결과 성과확대 및 법제도 개선 반영이 절실함
- 생활밀착형 주거성능 향상 기술은 정부 정책에 부합하고, 거주자의 행복 및 주거 복지 증진을 도모하여야 함
- 이러한 개발 기술은 구조물(건축물)의 안전, 개보수에 의한 건축자재 소비 및 투입되는 에너지 소비 등 장기적인 내구수명과 관련되는 요소들을 고려하여, 국가차원의 에너지 절약 및 탄소배출량 감축이 함께 고려된 방향으로 추진되어야 함

6절. 종합평가 및 결론

- 최근 국민의 삶의 질이 향상됨에 따라 주거환경에 대한 관심 증가로 인한 각종 소음, 진동, 실내공기질, 결로, 누수 등의 생활밀착형 주거생활환경 민원 증가
- 생활밀착형 주거환경에 대한 정책, 제도 또는 기준이나 평가방법의 수립여부와 이와 관련된 현실적이고 종합적인 해결을 위한 핵심개선기술의 개발이 시급
- 정부 국정목표에 부합하고 제도적 사회적 필요 기술을 개발하여 국민의 안전하고 쾌적한 생활환경유지를 위하여 생활밀착형 기술개발의 반드시 필요함
 - 정부의 국정목표1의 ‘일자리 중심의 창조경제’
 - 아파트 층간소음 문제도 창조경제 이다.
 - 국정 목표 “3. 창의교육과 문화가 있는 삶”의 ‘82. 생태휴식 공간 확대 등 행복한 생활문화공간 조성’
 - 2013년 국토교통부 업무보고 ‘안전하고 쾌적한 생활환경 조성’
- 시급성 및 개발가능성 등의 검토를 통한 필요 기술을 도출하고 개발기술의 효과적 인 적용을 위한 국가 정책과 연계되어 실행되어야 함



[그림 144] 생활밀착형 기술개발의 필요성

제5장. 인력투입계획 및 소요예산 산정

1절. 연구일정에 따른 인력투입계획

1. 전체사업 인력투입계획

○ 연구단 연구인원

(단위 : 명)

구분	과 제 명	연구인원	비고
1세부 과제	공동주택 바닥충격음 차단성능(중량:3등급, 경량 2등급) 확보 등 음환경 개선을 위한 소음저감기술 개발	55	
2세부 과제	화학적, 생물학적 오염물질 제거를 통한 공동주택 실내공기질 개선 및 진단 기술개발	158	
3세부 과제	결로발생 면적 60% 이상 저감을 위한 성능 향상 기술	109	
4세부 과제	공동주택 지하구조물 누수예방 및 보수를 위한 최적화 기술 개발	114	

2. 세부과제별 인력투입

○ 1세부 연구인원

(단위 : 명)

구분	과제명	연구인원	비고
1세부	1 세세부 과제	바닥충격음 저감 바닥구조 설계 및 시공기술	18
	2 세세부 과제	기존 주택 저소음 환경 구현 기술	18
	3 세세부 과제	설비소음 평가 기준 설정 및 표준설계 기술	19
합 계		55	

○ 2세부 연구인원

(단위 : 명)

구분	과제명	연구인원	비고
2세부	1 세세부 과제	주택 내 오염물질 발생원 제어기술	40
	2 세세부 과제	생활문제 해결형 주택 환기 기술	40
	3 세세부 과제	건축자재 및 설비 활용 오염물질 제거 기술	40
	4 세세부 과제	주택 실내공기질 진단 개선 기술 및 정책 개발	38
합 계		158	

○ 3세부 연구인원

(단위 : 명)

구분		과제명	연구인원	비고
3세부	1 세세부 과제	결로방지 성능 기준 정립 및 평가 표준 개발(KS)	27	
	2 세세부 과제	결로방지 설계 · 시공, 유지보수 가이드라인	26	
	3 세세부 과제	결로방지 성능 향상 요소기술	29	
	4 세세부 과제	결로방지 성능평가 툴 개발	27	
합 계			109	

○ 4세부 연구인원

(단위 : 명)

구분		과제명	연구인원	비고
4세부	1 세세부 과제	지하구조물 표준 방수설계 및 법/제도 개선	28	
	2 세세부 과제	최적 방수공법 선정 및 평가 체계 구축	28	
	3 세세부 과제	지하 방수재료 및 시공기술 개발	29	
	4 세세부 과제	누수진단 및 성능복원용 보수기술 개발	29	
합 계			114	

2절. 소요예산 산정

1. 예산 산정방법

- 세부과제별 기획위원회를 구성, 기획위원회에 의한 상향식(Buttom up) 방법으로 예산을 산출함
- 최소 연구단위인 공동과제를 수행하는데 소요되는 적정비용을 산정하고, 이를 토대로 일반과제의 연구비를 산정하여 사업예산 규모를 확정
- 인건비는 ‘2011년 학술연구용역 인건비기준단가’를 기준으로 작성
- 각 공동과제별 특성을 고려하여 민간기업의 참여가능성을 예측하고 이를 바탕으로 정부출연금과 기업부담금을 구분함. 이때 정부출연금 및 기업부담금의 배분비율은 ‘국토교통부소관 연구개발사업 운영규정’의 ‘별표1 중앙행정기관 및 참여기업의 연구개발비 출연·부담 기준’을 작성기준으로 활용
- 항목별 예산은 ‘국토교통부소관 연구개발사업 운영규정’의 ‘별표 2 연구개발비 비목별 계상기준’을 작성기준에 따라 아래와 같이 산정함(기업부담금은 추정치임)

2. 전체사업 소요예산

(단위 : 천원)

구분	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도		합계	
	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간
1세부	330,289	82,573	1,492,768	373,192	1,648,446	412,111	1,551,309	387,827	1,408,462	352,115	6,431,274	1,607,818
2세부	366,009	91,502	1,614,431	403,608	1,779,661	444,915	1,882,272	470,568	2,600,680	650,150	8,243,053	2,060,743
3세부	170,682	42,671	956,561	239,140	1,151,598	287,899	1,311,320	327,830	1,429,426	356,607	5,019,587	1,254,147
4세부	150,000	37,500	1,350,000	337,500	1,100,000	275,000	1,250,000	312,500	1,450,000	362,500	5,300,000	1,325,000
합계	1,016,980	254,246	5,413,760	1,353,440	5,679,705	1,419,925	5,994,901	1,498,725	6,888,568	1,721,372	24,993,914	6,247,708

- 정부출연금 : 250억
- 민간부담금(현금+현물) : 정부출연금 × 25%

3. 세부과제별 소요예산

가. 1세부 추진분야

○ 전체 예산

(단위 : 천원)

비 목			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계	구성비(%)
인건비	내/외부 인건비		118,886	300,450	326,318	307,742	311,086	1,364,483	21
직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	70,000	377,500	320,000	369,000	3000,000	1,436,500	22
		시작품 제작비	42,500	308,000	389,000	307,000	279,000	1,325,500	21
		재료비	13,000	229,900	309,900	281,900	265,900	1,100,600	17
	연구 활동비	여비	11,888	30,045	32,631	30,774	24,886	130,226	2
		수용비 및 수수료	10,699	27,040	29,368	27,696	18,665	113,226	2
		기술정보 활동비	15,455	39,058	42,421	40,006	34,219	171,161	3
	연구수당		17,832	45,067	48,947	46,161	46,662	204,672	3
간접비		30,026	135,706	149,858	141,028	128,042	128,042	9	
합 계		330,289	1,492,768	1,648,446	1,551,309	1,408,462	6,431,276	100	

○ 인건비

주요 Activity	연도	인원수	참여개월수	참여율	M/M 산출	실질 월단가	금액
1.1 바닥충격음 저감 바닥구조 설계 및 시공기술개발	1차년도	5	12	20%	12.0	5,160	61,920
	2차년도	7	12	25%	21.1	5,160	108,845
	3차년도	6	12	25%	18.0	5,160	92,880
	4차년도	6	12	25%	18.0	5,160	92,880
	5차년도	6	12	25%	18.3	5,160	94,366
1.2 기존주택 저소음 환경 구현기술 개발	1차년도	3	12	15%	5.5	5,160	28,421
	2차년도	6	12	20%	14.4	5,160	74,304
	3차년도	7	12	25%	21.0	5,160	108,360
	4차년도	7	12	25%	21.0	5,160	108,360
	5차년도	7	12	25%	21.0	5,160	108,360
1.3 설비소음평가 기준 설정 및 표준설계기술 개발	1차년도	4	12	12%	5.5	5,160	28,545
	2차년도	8	12	24%	22.7	5,160	117,301
	3차년도	8	12	25%	24.2	5,160	125,078
	4차년도	8	12	22%	20.6	5,160	106,502
	5차년도	7	12	25%	21.0	5,160	108,360

○ 연구장비 재료비(연구기자재 및 시설비)-3천만원 이상

주요 Activity	연도	장비명	용도	금액
1.1 바닥충격을 저감 바닥구조 설계 및 시공기술개발	1차년도	-	-	-
	2차년도	Head and torso simulators	음원레코딩	117,500
	3차년도	Vibration analyzers	진동 분석기	150,000
	4차년도	MeasurementExciter	바닥구조(레이어) 진동측정	120,000
	5차년도	HATS	청감실험을 위한 음원녹음	90,000
1.2 기존주택 저소음 환경 구현기술 개발	1차년도			
	2차년도	Anechoic test box	기존주택 자재 흡음성능 테스트	120,000
	3차년도			
	4차년도	Dual shaker systems	주택 바닥구조 시스템 진동측정	120,000
	5차년도	Acoustical arrays	측정세대 정밀 소음측정	90,000
1.3 설비소음평가 기준 설정 및 표준설계기술 개발	1차년도	MeasuringAmplifier	설비소음 측정	70,000
	2차년도	Charge to CCLD Converter	진동측정 후 신호변환기	120,000
	3차년도	PersonalNoiseDoseMeter	관내 소음 측정기	150,000
	4차년도	Magnetic Transducer	관내 진동 측정기	100,000
	5차년도	Test for I-deas Utilities	측정 장비 다체널 커넥터	100,000

○ 연구장비 재료비(연구기자재 및 시설비)-3천만원 이하

연차	주요내역	금액
1차년도	-	-
2차년도	진동셰이커 셋업장비 외	20,000
3차년도	소음 시뮬레이션 버전업	20,000
4차년도	진동 및 소음 측정 악세서리(케이블 등)	29,000
5차년도	청감실험 등을 위한 이퀄라이저 등	20,000

○ 연구장비 재료비(시작품 제작비)-1천만원 이상

주요 Activity	연도	장비명	용도	금액
1.1 바닥충격을 저감 바닥구조 설계 및 시공기술개발	1차년도	완충재의 잔류변형 셋업	시간에 따른 처짐정도 측정	13,500
	2차년도	표면마감재 세제품	마감재의 파일릿 테스트 진행(검토)	100,000
	3차년도	저소음 천장구조 시제품	하부 천장개발에 따른 충격음 개선	150,000
	4차년도	완충 바닥구조 시스템	충간소음 저감	100,000
	5차년도	시제품 (종합)	실증주택 테스트 진행	90,000
1.2 기존주택 저소음 환경 구현기술 개발	1차년도	기존주택 바닥레이어	진동예비테스트 진행	10,000
	2차년도	소음차단개구부	개구부를 통한 공기전달음 저감	100,000
	3차년도	강성보강시스템	슬래브보강을위한거더	150,000
	4차년도	소음저감용간막이벽(문등)	기존주택의 룸모드 개선(음향)	100,000
	5차년도	시제품 (종합)	실증주택 테스트 진행	90,000
1.3 설비소음평가 기준 설정 및 표준설계기술 개발	1차년도	기존설비시스템	기존 배관설비 소음 측정	10,000
	2차년도	저소음 설비 시스템	저소음 설비 시스템의 파일릿 테스트	99,000
	3차년도	배관덕트 등 시제품	화장실 등 배관의 소음 측정	80,000
	4차년도	천장 내부 배관시스템 디자인	천장의 두께를 최소화 할 수 있는 배관 디자인	100,000
	5차년도	시제품 (종합)	실증주택 테스트 진행	90,000

○ 연구장비 재료비(시작품 제작비)-1천만원 미만

연차	주요내역	금액
1차년도	장기저장 등의 시험을 위한 하중판 등 제작	9,000
2차년도	외부 및 우회 전달음 등을 저감할 수 있는 개구부 등의 하드웨어 제작	9,000
3차년도	다양한 TYPE 의 천장구조 등 제작	9,000
4차년도	개발품 성능 확인을 위한 축소모형 제작	7,000
5차년도	실증주택에 적용할 경우 시스템 액세서리(배관 홀더 등) 구입	9,000

○ 연구장비 재료비(재료 구입비)

연차	1천만원 이상	1천만원 미만	금액
1차년도	10,000	3,000	13,000
2차년도	220,000	9,900	229,900
3차년도	300,000	9,900	309,900
4차년도	272,000	9,900	281,900
5차년도	256,000	9,900	265,900
합 계	1,058,000	42,600	1,100,600

○ 연구활동비 (여비)

연차	인건비	비율(기준금액 이하로 비율 설정)	금액
1차년도	118,886	10%	11,888
2차년도	300,064	10%	30,045
3차년도	326,064	10%	32,631
4차년도	307,064	10%	30,774
5차년도	311,064	8%	24,886
합 계			130,226

○ 연구활동비 (수용비 및 수수료)

연차	인건비	비율(기준금액 이하로 비율 설정)	금액
1차년도	118,886	9%	10,699
2차년도	300,450	9%	27,040
3차년도	326,318	9%	29,368
4차년도	307,742	9%	27,696
5차년도	311,086	6%	18,665
합 계			113,470

○ 연구활동비 (기술정보 활동비)

연차	인건비	비율(기준금액 이하로 비율 설정)	금액
1차년도	118,886	13%	15,455
2차년도	300,450	13%	39,058
3차년도	326,318	13%	42,421
4차년도	307,742	13%	40,006
5차년도	311,086	11%	34,219
합 계			171,161

나. 2세부 추진분야

○ 전체 예산

(단위 : 천원)

비 목			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계	구성비(%)
인건비	내/외부 인건비		157,896	866,880	941,184	916,416	1,145,520	4,027,896	49
직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	60,000	300,000	200,000	200,000	500,000	1,260,000	15
		시작품 제작비	0	6,200	165,650	290,500	242,500	704,850	9
		재료비	50,000	100,000	100,000	100,000	223,000	573,000	7
	연구 활동비	여비	12,631	26,006	28,236	27,492	34,366	128,731	2
		수용비 및 수수료	14,210	34,674	37,646	36,657	45,821	169,010	2
		기술정보 활동비	17,368	78,018	84,706	82,477	103,097	365,666	4
	연구수당		23,684	69,350	75,294	73,313	91,641	333,284	4
간접비		30,220	133,301	146,944	155,416	214,734	680,618	8	
합 계			366,009	1,614,431	1,779,661	1,882,272	2,600,680	8,243,056	100

○ 인건비

주요 Activity	연도	인원수	참여개월수	참여율	M/M 산출	실질 월단가	금액
2.1 주택 내 실내공기 오염원 제거기술	1차년도	2	12	25%	6.0	5,160	30,960
	2차년도	6	12	40%	28.8	5,160	148,608
	3차년도	7	12	40%	33.6	5,160	173,376
	4차년도	6	12	40%	28.8	5,160	148,608
	5차년도	6	12	50%	36.0	5,160	185,760
2.2 생활문제 해결형 주택 환기 기술	1차년도	4	12	20%	9.6	5,160	49,536
	2차년도	11	12	40%	52.8	5,160	272,448
	3차년도	11	12	40%	52.8	5,160	272,448
	4차년도	11	12	40%	52.8	5,160	272,448
	5차년도	11	12	50%	66.0	5,160	340,560
2.3 건축자재 및 설비 활용 오 염물질 제거 기술	1차년도	3	12	25%	9.0	5,160	46,440
	2차년도	9	12	40%	43.2	5,160	222,912
	3차년도	9	12	40%	43.2	5,160	222,912
	4차년도	9	12	40%	43.2	5,160	222,912
	5차년도	9	12	50%	54.0	5,160	278,640
2.4 주택 실내공기질 진단 개선 기술 및 정책 개발	1차년도	2	12	25%	6.0	5,160	30,960
	2차년도	9	12	40%	43.2	5,160	222,912
	3차년도	11	12	40%	52.8	5,160	272,448
	4차년도	11	12	40%	52.8	5,160	272,448
	5차년도	11	12	50%	66.0	5,160	340,560

○ 연구장비 재료비(연구기자재 및 시설비)-3천만원 이상

주요 Activity	연도	장비명	용도	금액
2.1 주택 내 실내공기 오염원 제어기술	1차년도			
	2차년도	미생물포집시스템	실내 및 건축자재 발생 미생물 측정	60,000
	3차년도	다단임팩터	실내외 분진(PM10, PM5, PM 2.5)포집	40,000
	4차년도	미생물배양시스템	실내발생 미생물 배양	40,000
	5차년도	미생물 및 분진측정기	미생물 및 미세분진 측정 시스템 업그레이드	100,000
2.2 생활문제 해결형 주택 환기 기술	1차년도			
	2차년도	멀티가스모니터	실내환기성능, 오염물질 측정	60,000
	3차년도	PMV 측정시스템	실내쾌적도 측정	40,000
	4차년도	풍향풍속계, 유량계	에너지성능평가	50,000
	5차년도	통합에너지측정 시스템 구축	열쾌적 및 에너지 성능평가 측정 시스템	100,000
2.3 건축자재 및 설비 활용 오염물질 제거 기술	1차년도	-		
	2차년도	흡착챔버시스템		60,000
	3차년도	환기설비 측정시스템		40,000
	4차년도	SEM, 미세 전자현미경	흡착성능 소재 구성 측정	50,000
	5차년도	챔버시스템	챔버시스템 업그레이드	100,000
2.4 주택 실내공기질 진단 개선 기술 및 정책 개발	1차년도	-		
	2차년도	실내공기환경 센서	실내공기질 측정 센서류(오염물질 등)	60,000
	3차년도	센서 데이터 로거	실내공기질 진단 개선 시스템 개발	40,000
	4차년도	실내공기환경 센서	실내공기질 진단 센서개발	20,000
	5차년도	온라인 데이터 수집장치	실내공기환경 수집장치	100,000

○ 연구장비 재료비(연구기자재 및 시설비)-3천만원 이하

연차	주요내역	금액
1차년도	4개 과제별 1천5백만원씩	60,000
2차년도	4개 과제별 7천5백만원씩	60,000
3차년도	4개 과제별 5천만원씩	40,000
4차년도	4개 과제별 5천만원씩	40,000
5차년도	4개 과제별 2천 5백만원씩	100,000

○ 연구장비 재료비(시작품 제작비)-1천만원 이상

주요 Activity	연도	장비명	용도	금액
2.1 주택 내 실내공기 오염원 제어기술	1차년도			
	2차년도			
	3차년도			
	4차년도	미생물흡착제센서	미생물흡착제거 성능구현	70,000
	5차년도	미세분진 유입방지시스템	실외유래 미세분진 유입방지	60,000
2.2 생활문제 해결형 주택 환기 기술	1차년도			
	2차년도			
	3차년도	쾌적환기시스템	실내 쾌적도 향상을 위한 환기시스템 및 알고리즘 개발	50,000
	4차년도	저에너지소비환기시스템	환기에너지 저감 시스템	50,000
	5차년도	통합환기시스템	쾌적 및 에너지절약 환기시스템	60,000

2.3 건축자재 및 설비 활용 오염물질 제거 기술	1차년도			
	2차년도			
	3차년도	국소습기 제어 시스템	결로방지를 위한 국소 습기제어 시스템	60,000
	4차년도	오염물질 흡착 소재	VOCs, HCHO 흡착제거 소재 개발	50,000
	5차년도	오염물질 흡착 건축자재	도료등 마감재 최종 건축마감재 개발	50,000
2.4 주택 실내공기질 진단 개선 기술 및 정책 개발	1차년도			
	2차년도			
	3차년도	세대 실내공기질 제어알고리즘	세대 실내공기질 제어알고리즘	50,000
	4차년도	가전기기형 실내공기환경 제어 알고리즘	거치형 실내공기환경 제어 알고리즘	100,000
	5차년도			

○ 연구장비 재료비(시작품 제작비)-1천만원 미만

연차	주요내역	금액
1차년도		
2차년도		6,200
3차년도		5,650
4차년도		70,500
5차년도		22,500

○ 연구장비 재료비(재료 구입비)

연차	1천만원 이상	1천만원 미만	금액
1차년도	50,000		50,000
2차년도	100,000		100,000
3차년도	100,000		100,000
4차년도	100,000		100,000
5차년도	223,000		223,000
합계	573,000		573,000

○ 연구활동비 (여비)

연차	인건비	비율(기준금액 이하로 비율 설정)	금액
1차년도	157,896	8%	12,631
2차년도	866,880	3%	26,006
3차년도	941,184	3%	28,236
4차년도	916,416	3%	27,492
5차년도	1,145,520	3%	34,366
합 계			128,731

○ 연구활동비 (수용비 및 수수료)

연차	인건비	비율(기준금액 이하로 비율 설정)	금액
1차년도	157,896	9%	14,210
2차년도	866,880	4%	34,674
3차년도	941,184	4%	37,646
4차년도	916,416	4%	36,657
5차년도	1,145,520	4%	45,821
합 계			169,010

○ 연구활동비 (기술정보 활동비)

연차	인건비	비율(기준금액 이하로 비율 설정)	금액
1차년도	157,896	11%	17,368
2차년도	866,880	9%	78,018
3차년도	941,184	9%	84,706
4차년도	916,416	9%	82,477
5차년도	1,145,520	9%	103,097
합 계			365,666

다. 3세부 추진분야

○ 전체예산

(단위 : 천원)

비 목			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계	구성비 (%)
인건비	내/외부 인건비		102,787	421,675	445,824	563,472	669,727	2,203,485	28
직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	38,000	170,000	241,449	249,000	330,000	1,028,449	20
		시작품 제작비	-	180,000	250,000	280,000	-	710,000	14
		재료비	8,197	110,000	160,000	190,000	380,000	848,197	17
	연구 활동비	여비	9,251	42,168	44,582	45,078	53,578	194,657	3
		수용비 및 수수료	8,223	37,951	40,124	33,808	40,184	160,290	2
		기술정보 활동비	11,307	54,818	57,957	61,982	73,670	259,733	3
	연구수당		15,418	63,251	66,874	84,521	100,459	330,523	4
간접비		19,318	107,986	130,681	150,786	164,762	573,533	9	
합 계		212,501	1,187,849	1,437,491	1,658,647	1,812,379	6,308,866	100	

○ 인건비

주요 Activity	연도	인원수	참여개월수	참여율	M/M 산출	실질 월단가	금액
3.1 결로방지성능 기준 정립 및 평가 표준 개발(KS규격)	1차년도	2	12	19%	4.6	5,160	23,530
	2차년도	5	12	30%	18.4	5,160	94,738
	3차년도	6	12	30%	21.6	5,160	111,456
	4차년도	7	12	35%	29.4	5,160	151,704
	5차년도	7	12	40%	33.6	5,160	173,376
3.2 결로방지를 위한 설계·시 공, 유지보수 가이드라인	1차년도	3	12	18%	6.5	5,160	33,437
	2차년도	6	12	30%	20.9	5,160	107,741
	3차년도	6	12	30%	21.6	5,160	111,456
	4차년도	7	12	35%	29.4	5,160	151,704
	5차년도	7	12	40%	32.6	5,160	168,422
3.3 결로방지성능 향상 요소기 술	1차년도	2	12	18%	4.3	5,160	22,291
	2차년도	6	12	30%	20.9	5,160	107,741
	3차년도	6	12	30%	21.6	5,160	111,456
	4차년도	6	12	35%	25.2	5,160	130,032
	5차년도	7	12	40%	34.8	5,160	179,320
3.4 결로방지성능 평가 툴 개발	1차년도	2	12	19%	4.6	5,160	23,530
	2차년도	6	12	30%	21.6	5,160	111,456
	3차년도	6	12	30%	21.6	5,160	111,456
	4차년도	6	12	35%	25.2	5,160	130,032
	5차년도	6	12	40%	28.8	5,160	148,608

○ 연구장비 재료비(연구기자재 및 시설비)-3천만원 이상

주요 Activity	연도	장비명	용도	금액
3.1 결로방지성능 기준 정립 및 평가 표준 개발(KS규격)	1차년도			
	2차년도			
	3차년도			
	4차년도			
	5차년도			
3.2 결로방지를 위한 설계·시공, 유지보수 가이드라인	1차년도			
	2차년도			
	3차년도			
	4차년도			
	5차년도			
3.3 결로방지성능 향상 요소기술	1차년도			
	2차년도			
	3차년도			
	4차년도			
	5차년도			
3.4 결로방지성능 평가 틀 개발	1차년도			
	2차년도			
	3차년도			
	4차년도			
	5차년도			

○ 연구장비 재료비(연구기자재 및 시설비)-3천만원 이하

연차	주요내역	금액
1차년도	실내 온도 및 습도 등 결로 발생 환경 측정 장비	20,000
	결로방지 성능평가 틀 개발 환경 구축	20,000
2차년도	공동주택 실내환경(온도/습도 등) 측정 장비, 결로방지성능 표준 실험 시설 장비, 기존건축물 결로방지 성능 평가 장비 등	170,000
3차년도	신축 및 기존 건축물 적용 결로방지 기술 성능 측정 장비, 테스트베드 구축 시설	200,000
4차년도	테스트베드 구축 장비 및 실증사업 현장 적용 위한 측정 장비	280,000
5차년도	테스트베드 구축 장비 및 실증사업 현장 적용 위한 측정 장비	330,000

○ 연구장비 재료비(시작품 제작비)-1천만원 이상

주요 Activity	연도	장비명	용도	금액
3.1 결로방지성능 기준 정립 및 평가 표준 개발(KS규격)	1차년도			
	2차년도	성능평가시설	결로방지 성능 평가 표준을 위한 시험 시설 시제품	100,000
	3차년도	성능평가시설및장비	결로방지 성능 평가 표준을 위한 시험 시설 시제품	120,000
	4차년도	성능평가시설및장비	결로방지 성능 평가 표준을 위한 시험 시설 시제품	150,000
	5차년도			
3.2 결로방지를 위한 설계·시공, 유지보수 가이드라인	1차년도			
	2차년도			
	3차년도			
	4차년도			
	5차년도			
3.3 결로방지성능 향상 요소기술	1차년도			
	2차년도	결로방지 기술 적용, 평가 실험 시작품	결로방지 기술 조합 적용에 따른 성능 평가	
	3차년도	결로방지 기술 적용 평가 실증 실험 시작품	결로방지 기술 조합 적용에 따른 성능 평가	90,000
	4차년도	결로방지 기술 적용 평가 실증 실험 시작품	결로방지 기술 조합 적용에 따른 성능 평가	100,000,000
	5차년도			
3.4 결로방지성능 평가 틀 개발	1차년도			
	2차년도			
	3차년도			
	4차년도			
	5차년도			

○ 연구장비 재료비(시작품 제작비)-1천만원 미만

연차	주요내역	금액
1차년도		
2차년도	결로방지 성능 평가 표준을 위한 시험 시설 시제품, 결로방지 기술 조합 적용에 따른 성능 평가	30,000
3차년도	결로방지 성능 평가 표준을 위한 시험 시설 시제품, 결로방지 기술 조합 적용에 따른 성능 평가	40,000
4차년도	결로방지 성능 평가 표준을 위한 시험 시설 시제품, 결로방지 기술 조합 적용에 따른 성능 평가	30,000
5차년도		

○ 연구장비 재료비(재료 구입비)

연차	1천만원 이상	1천만원 미만	금액
1차년도		8,197	8,197
2차년도	60,000	50,000	110,000
3차년도	80,000	80,000	160,000
4차년도	100,000	90,000	190,000
5차년도		380,000	380,000
합 계	246,000	600,000	848,497

○ 연구활동비 (여비)

연차	인건비	비율(기준금액 이하로 비율 설정)	금액
1차년도	102,787	9%	9,250
2차년도	421,675	10%	42,168
3차년도	445,824	10%	44,582
4차년도	563,472	8%	45,078
5차년도	669,727	8%	53,578
합 계			194,656

○ 연구활동비 (수용비 및 수수료)

연차	인건비	비율(기준금액 이하로 비율 설정)	금액
1차년도	102,787	8%	8,223
2차년도	421,675	9%	37,951
3차년도	445,824	9%	40,124
4차년도	563,472	6%	33,808
5차년도	669,727	6%	40,184
합 계			160,290

○ 연구활동비 (기술정보 활동비)

연차	인건비	비율(기준금액 이하로 비율 설정)	금액
1차년도	102,787	11%	11,307
2차년도	421,675	13%	54,818
3차년도	445,824	13%	57,957
4차년도	563,472	11%	61,982
5차년도	669,727	11%	73,670
합 계			259,733

라. 4세부 추진분야

○ 인건비

(단위 : 천원)

비 목			1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계	구성비 (%)
인건비	내/외부 인건비		87,307	854,496	668,736	761,616	891,648	3,263,803	60
직접비	연구 장비 재료비	연구기자재 및 시설비	1,000	12,000	14,000	13,000	8,000	48,000	1
		시작품 제작비	1,000	49,000	42,000	49,000	54,000	195,000	4
		재료비	500	5,000	8,000	9,000	8,000	30,500	1
	연구 활동비	여비	10,476	68,359	53,498	60,929	71,331	264,596	5
		수용비 및 수수료	10,476	51,269	40,124	45,696	53,498	201,066	4
		기술정보 활동비	13,096	93,994	73,560	83,777	98,081	362,510	7
	연구수당		13,096	93,994	100,310	114,242	133,747	455,390	9
간접비			13,046	121,885	99,769	112,737	131,692	479,132	9
합 계			150,000	1,350,000	1,100,000	1,250,000	1,450,000	5,300,000	100

○ 인건비

주요 Activity	연도	인원수	참여개월수	참여율	M/M 산출	실질 월단가	금액
4.1 지하구조물 표준 방수 설계 및 법/제도개선	1차년도	2	12	14%	3.4	5,160	17,337
	2차년도	9	12	30%	32.4	5,160	167,184
	3차년도	8	12	30%	28.8	5,160	148,608
	4차년도	10	12	30%	36.0	5,160	185,760
	5차년도	12	12	30%	43.2	5,160	222,912
4.2 최적 방수공법선정 및 평가 체계 구축	1차년도	3	12	15%	5.4	5,160	27,864
	2차년도	12	12	30%	43.2	5,160	222,912
	3차년도	10	12	30%	36.0	5,160	185,760
	4차년도	10	12	30%	36.0	5,160	185,760
	5차년도	12	12	30%	43.2	5,160	222,912
4.3 지하 방수재료 및 시공기술 개발	1차년도	3	12	14%	5.0	5,160	26,006
	2차년도	12	12	30%	43.2	5,160	222,912
	3차년도	9	12	30%	32.4	5,160	167,184
	4차년도	11	12	30%	39.6	5,160	204,336
	5차년도	12	12	30%	43.2	5,160	222,912
4.4 누수진단 및 성능복원용 보 수기술 개발	1차년도	2	12	13%	3.1	5,160	16,099
	2차년도	13	12	30%	46.8	5,160	241,488
	3차년도	9	12	30%	32.4	5,160	167,184
	4차년도	10	12	30%	36.0	5,160	185,760
	5차년도	12	12	30%	43.2	5,160	222,912

○ 연구장비 재료비(연구기자재 및 시설비)-3천만원 이상

주요 Activity	연도	장비명	용도	금액
4.1 지하구조물 표준 방수 설계 및 법/제도개선	1차년도			
	2차년도			3,000
	3차년도			3,000
	4차년도			3,000
	5차년도			2,000
4.2 최적 방수공법선정 및 평가 체계 구축	1차년도			
	2차년도			3,000
	3차년도			4,000
	4차년도			3,000
	5차년도			2,000
4.3 지하 방수재료 및 시공기술 개발	1차년도			
	2차년도			3,000
	3차년도			4,000
	4차년도			4,000
	5차년도			2,000
4.4 누수진단 및 성능복원용 보수기술 개발	1차년도			
	2차년도			3,000
	3차년도			3,000
	4차년도			3,000
	5차년도			2,000

○ 연구장비 재료비(연구기자재 및 시설비)-3천만원 이하

연차	주요내역	금액
1차년도		1,000
2차년도		
3차년도		
4차년도		
5차년도		

○ 연구장비 재료비(시작품 제작비)-1천만원 이상

주요 Activity	연도	장비명	용도	금액
4.1 지하구조물 표준 방수 설계 및 법/제도개선	1차년도			
	2차년도			8,000
	3차년도			9,000
	4차년도			8,000
	5차년도			4,000
4.2 최적 방수공법선정 및 평가체계 구축	1차년도			
	2차년도			13,000
	3차년도			1,000
	4차년도			12,000
	5차년도			14,000
4.3 지하 방수재료 및 시공기술 개발	1차년도			
	2차년도			13,000
	3차년도			12,000
	4차년도			14,000
	5차년도			18,000
4.4 누수진단 및 성능복원용 보수기술 개발	1차년도			
	2차년도			15,000
	3차년도			11,000
	4차년도			15,000
	5차년도			18,000

○ 연구장비 재료비(시작품 제작비)-1천만원 미만

연차	주요내역	금액
1차년도		1,000
2차년도		
3차년도		
4차년도		
5차년도		

○ 연구장비 재료비(재료 구입비)

연차	1천만원 이상	1천만원 미만	금액
1차년도		500	500
2차년도	5,000		5,000
3차년도	8,000		8,000
4차년도	9,000		9,000
5차년도	8,000		8,000
합 계	30,000	500	30,500

○ 연구활동비 (여비)

연차	인건비	비율(기준금액 이하로 비율 설정)	금액
1차년도	87,307	12%	10,476
2차년도	854,496	8%	68,359
3차년도	668,736	8%	53,498
4차년도	761,616	8%	60,929
5차년도	891,648	8%	71,331
합 계			264,596

○ 연구활동비 (수용비 및 수수료)

연차	인건비	비율(기준금액 이하로 비율 설정)	금액
1차년도	87,307	12%	10,476
2차년도	854,496	6%	51,269
3차년도	668,736	6%	40,124
4차년도	761,616	6%	45,696
5차년도	891,648	6%	53,498
합 계			201,066

○ 연구활동비 (기술정보 활동비)

연차	인건비	비율(기준금액 이하로 비율 설정)	금액
1차년도	87,307	15%	13,096
2차년도	854,496	11%	93,994
3차년도	668,736	11%	73,560
4차년도	761,616	11%	83,777
5차년도	891,648	11%	98,081
합 계	3,263,803		362,510

제6장. 과제 제안요구서

1절. 과제 제안요구서(RFP)

(총괄) 주거복지 구현을 위한 생활밀착형 공동주택 성능 향상 기술 개발

과제명	주거복지 구현을 위한 생활밀착형 공동주택 성능 향상 기술 개발
1. 연구개발 목표	○ 주거복지 향상을 위한 공동주택 주거환경개선 및 하자발생 최소화 구현 기술개발(체감성능 20% 개선을 통한 민원발생 50%저감 (2011년 설계시공 및 관리 부분 민원 14,210건 중 50% 저감) -공동주택 바닥충격음 차단성능(중량:3등급, 경량 2등급) 확보 등 음환경 개선을 위한 소음저감기술 개발 -화학적, 생물학적 오염물질 제거를 통한 공동주택 실내공기질 개선 및 진단 기술개발 -결로발생 면적 60% 이상 저감을 위한 성능 향상 기술 -공동주택 지하구조물 누수예방 및 보수를 위한 최적화 기술 도출
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
☐ 연구개발의 필요성	○ 기존 국내 주택 정책은 주택보급률 확대를 위한 양적 공급 위주에서 주거 수준의 질적 향상 추구(주거안정, 주거복지 도모)로 목표 전환되는 추세임 ○ 공동주택 품질의 향상 및 기술발전에 따라 입주자나 주택소비자들의 기대감 상승, 주택 품질에 대한 안목 상승, 소비자단체나 시민단체의 활동으로 입주자나 주택소비자들의 권리의식이 상승함에 따라 하자건수 및 관련한 분쟁도 함께 증가하고 있다고 판단됨 ○ 국내 주택보급율은 약106%이며, 주거용 건축물 중에서 아파트의 비율이 52%임. 아파트 등 공동주택 비율이 증가됨에 따라 주거생활에서 발생하는 문제점(충간소음, 결로, 공기질, 누수)의 민원이 소비자 피해구제 청구 건의 약60%를 차지함 ○ 쾌적한 주거환경을 유지하고 개선하기 위해서는 거주자들의 생활에 불편을 야기시키는 문제점을 파악하고 해결할 수 있는 기술 개발이 필요함. ○ 정부에서도 주거생활에서 발생하는 문제점을 해결하기 위하여 다양한 대책과 기준등을 마련하고 있으나, 지속적으로 발생하는 문제점을 해결하기 위한 연구가 절실한 상황임.
☐ 기술동향	○ 바닥충격음 저감기술은 완충재의 재료개발 위주로 진행되어 왔으며, 국내의 다양한 공동주택 조건에서 적합한 바닥충격음 저감기술 개발에 한계가 있음. 소음뿐만 아니라 진동과 연계한 기술개발이 필요함. ○ 실내 공기질 개선을 위하여 건축자재 화학물질 발생 억제기술, 분진처리

	기술, 환기기술이 일부 개발되어 있으나 곰팡이, 오염원제어 환기기술, 에너지절감 환기기술등의 개발이 필요함. ○ 결로 방지를 위하여 국내는 도료/코팅재/모르타르 등 재료개발, 지하공간의 환기 및 결로방지 장치 등 결로 방지 기술에 대해서는 여러 제품이나 기술이 개발되어 있으나, 표준적인 설계 기술 혹은 시공 기술의 구축은 미비함 ○ 누수예방과 관련된 기술은 관련 이해관계 주체(발주자, 시공자, 입주자)의 보수적, 폐쇄적인 접근으로 실제적 문제의 규모가 드러나지 않는 한계가 있음. 건물주기에 적합한 종합적인 기술개발 이 필요함
3. 연구개발 내용	○ 공동주택 바닥충격음 차단성능(중량:3등급, 경량 2등급) 확보 등 음환경 개선을 위한 소음저감기술 개발 - 바닥충격음 저감 바닥구조 설계 및 시공기술 개발 - 기존주택 저소음 환경구현 기술 - 설비소음평가 기준 설정 및 표준설계기술 개발 ○ 화학적, 생물학적 오염물질 제거를 통한 공동주택 실내공기질 개선 및 진단 기술개발 - 주택 실내공기 오염물질 발생원 제어 기술 - 생활문제 해결형 주택 환기 기술 - 건축자재 및 설비 활용 오염물질 제거 기술 - 주택 실내공기질 진단 개선 기술 및 정책 ○ 결로발생 면적 60% 이상 저감을 위한 성능 향상 기술 - 결로 방지 성능 기준 정립 및 성능 평가 표준 개발(KS규격) - 결로방지를 위한 설계·시공, 유지보수 가이드라인 - 결로방지성능 향상 요소기술 - 결로방지성능 평가 툴 개발 ○ 공동주택 지하구조물 누수예방 및 보수를 위한 최적화 기술 - 지하구조물 표준 방수설계 및 법/제도 개선 - 최적 방수공법 선정 및 평가체계 구축 - 지하환경 대응형 방수재료 및 시공기술 개발 - 누수진단 및 성능 복원용 보수기술 개발
4. 연구개발 추진방법	☐ 추진전략 ○ 공동주택 바닥충격음 차단성능(중량:3등급, 경량 2등급) 확보 등 음환경 개선을 위한 소음저감기술 개발 - 주택 평면형태, 구조 등에 적합한 바닥충격음 저감 세부기술 개발 - 설비소음 저감을 위한 재료 및 적용기술 개발 - 요소기술 간의 타당성 검토 및 조정 - 노후 주택 및 신축 주택에 적용 가능한 기술 도출 및 연계과약

	○ 화학적, 생물학적 오염물질 제거를 통한 공동주택 실내공기질 개선 및 진단 기술개발 - 생활문제 해결형 주택 환기기술 - 주택 내 실내공기오염원 제어기술 - 능동형 오염물질 제거 건축자재 및 설비기술 개발 - 미래대응형 주택 실내공기질 유지관리기술 및 정책 ○ 결로발생 면적 60% 이상 저감을 위한 성능 향상 기술 - 공동주택 시공공법 현황 및 미비점 도출을 통한 공동주택 실제 적용 가능한 기술개발 - 실험 시설 등 인프라를 통한 성능 평가 실험 표준화 - 공동주택 거주민들의 결로방지를 위한 생활양식 교육 - 결로 방지를 위한 정책 로드맵 제시 - 기술에 대한 신뢰도를 높일 수 있는 기술 성능 검증 실험 실시 및 결과 제시 ○ 주택의 누수 예방 및 진단·복구 기술 - 전국의 누수방지 관련 중소기업 기술정보 체계 구축 및 활용 - 누수예방 관련 신공법 및 신기술 분야 확대 연구 - 누수예방 기술을 이제까지의 보수적, 폐쇄적인 기술 적용과 공유 관행 개선방향 도출 - 방수 시작과 완성에 이르는 전 과정 기술 수준을 향상에 초점 - 누수예방 및 성능복원 관련 국제표준화기구(ISO TC 71, TC 59)에서의 제안 가능한 기술 개발 - 파일럿 프로젝트를 이용하여 실 구조물에 직접 적용할 수 있는 응용 프로젝트 개발
□ 추진체계	○ 개발기술을 통한 성과물의 실용화를 달성하기 위한 현 기술수준 분석 및 목표설정 ○ 관련 기술 전문가 집단 및 건설업체 등과 토론을 통한 기술개발 추진 ○ 개발 기술을 테스트베드를 통한 성능검증 및 실용화모델 개발 ○ 각 개발 기술의 원활한 보급 및 확대를 위하여 실증사업에 적용, 성능을 검증함 ○ 연구과제의 총괄에서는 공동주택 거주자를 대상으로 하자 저감을 위한 생활양식 개선에 대한 인식 전화를 위한 교육 및 홍보를 추진
5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	○ 공동주택 바닥충격음 차단성능(중량:3등급, 경량 2등급) 확보 등 음환경 개선을 위한 소음저감기술 개발 - 신축주택 바닥구조 표준설계 매뉴얼 - 저소음설비 설계 매뉴얼 및 시공지침 - 설비소음 측정기법(KS) 및 평가기준

- 저소음 설비기기 제작
 - 기존 주택 성능향상 설계법
 - 소음유입 방지재료 및 공법
 - 바닥구조 강성보강 재료
 - 소음차단 표준시공지침서
 - 정부정책 개정 및 제정안
- 화학적, 생물학적 오염물질 제거를 통한 공동주택 실내공기질 개선 및 진단 기술개발
- 향균, 항곰팡이 소재 및 곰팡이 피해 진단기법 및 복구 매뉴얼
 - 욕실 및 주방 수증기 확산 방지 환기알고리즘 및 설비시스템
 - 국내 기후 특성을 고려한 외기 냉방 환기시스템 및 실내 공기청정병용 환기시스템
 - CO₂, 온습도 등 다양한 실내 제어요소 센싱 및 제어요소에 의한 능동형 통합 환기시스템
 - 실외 유래 미세먼지(PM₁₀, PM_{2.5}) 차폐기술 개발 및 국소 습기 제거 환기시스템
 - 실내공기환경 홈오토메이션(가전기기형 및 온라인형) 시스템
- 결로발생 면적 60% 이상 저감을 위한 성능 향상 기술
- 「공동주택 결로방지를 위한 설계기준」 개정안
 - 신축 및 기존건축물에 대한 결로방지 성능 평가 표준(KS규격)
 - 신축건축물을 위한 공동주택 결로방지 설계시공 가이드라인(결로방지 단열상세 포함)
 - 기존건축물을 위한 공동주택 유지보수 가이드라인
 - 결로방지 성능 개선 기술 패키지
(결로방지 성능 및 경제성 분석을 통한 다양한 결로방지 적용 기술의 조합)
 - 결로방지 요소기술 성능, 비용, 시공법 등의 데이터베이스
 - 국산 결로방지 성능평가용 3차원 정상상태 시뮬레이션 툴
- 공동주택 지하구조물 누수예방 및 보수를 위한 최적화 기술
- 공동주택 누수방지 설계 및 시공 가이드라인
 - 누수예방 및 하자 방지 방수 설계 기준안
 - 웹(Web) 기반 방수성능/품질확보 관련 기술, 설계, 제품 정보 공유시스템
 - 지하구조물 부위별(주차장 상부슬래브, 외벽, 최하층 바닥 등) 최적방수공법 선정 및 평가 기준
 - 방수공법 RWLCC(Risk based Weighted Life Cycle Cost) 경제성 분석 프로그램
 - 복합열화 분석용 3차원 거동대응 성능평가 장치
 - 지하환경 대응형 장수명·고성능 방수재료 및 시공 가이드라인
 - 공동주택 부위별 표준 누수 진단 전문 매뉴얼 개발

- 합성폴리머계 누수보수재료 및 시공 가이드라인	
6. 활용방안 및 기대효과	
☐ 활용방안	○ 정부(국토교통부), 정부출연연, 연구소, 건설회사, 설계사, 설비회사, 학교 등에서 활용 및 향후 국외 활용 ○ 기술개발을 통한 생활밀착형 필요 기준 설정을 통하여 법제도 개선 ○ 연구 가이드라인 등 기술의 최적 도출안은 기업체 및 일반인의 교육 및 홍보에 활용 ○ 신재생(에너지) 분야, 장수명 주택연구, 리모델링 연구분야와 연계하여 활용 ○ 국내의 건축 및 타 분야의 전문 연구진의 활용 도모(시장 활성화 등) ○ 연구 개발 기술을 바탕으로 건축 등의 산업발전에 적극 활용
☐ 기대효과	○ 생활 밀착형 주거성능 향상기술 개발 - 바닥충격음 저감기술 성능수준 20% 향상 - 신개념 바닥충격음 저감공법 개발을 통한 거주자 만족도 30%증대 - 오염물질 제어기술 확보를 공기질 개선 20% 달성 - 쾌적환기, 국소환기, 기술적용을 통한 결로저감 및 냄새 제거 - 건축물 누수 발생건수 20%저감 ○ 에너지 유출 방지 성능 개선 - 쾌적환기 기술, 결로방지 기술에 투입되는 에너지 소비비용 30% 개선 효과 - 누수방지를 통한 벽체 등 열전도율 성능저하 방지, 에너지 효율 개선 효과 ○ 건축물 품질 향상 - 국가차원의 표준 설계시공 기술 개발, 보급, 적용으로 인해, 누수 및 결로 방지 위한 설계·시공 과정에서의 명확한 대처 가능 - 에너지 절약적인 건축물과 더불어 주거환경의 질적 수준이 높은 주택 제공 가능 ○ 누수 및 결로 방지 요소기술 시장(방수·방식재, 방근재, 누수보수재, 결로 방지용 단열재 및 단열물탈, 페인트 등) 확대 - 요소기술 데이터베이스 구축으로 기존기술 성능 향상 및 신기술 개발 촉진 유도 - 국내 도입 가능한 국외기술의 기술국산화 가능 ○ 생활밀착형 개발기술의 적용을 위한 정부 창조경제 기조에 기여
7. 연구개발기간 및 소요예산	
○ 총 연구기간: 2014년 1월~2018년 12월(5년) ○ 연구비 예산: 313억(정부출연금 250억+민간부담금 63억)	
8. 기 타	

1. 공동주택 바닥충격음 차단성능(중량:3등급, 경량:2등급) 확보 등 음환경 개선을 위한 소음저감기술 개발

1 세부과제명	공동주택 바닥충격음 차단성능(중량:3등급, 경량 2등급) 확보 등 음환경 개선을 위한 소음저감기술 개발
1. 연구개발 목표	○ 신축 공동주택 층간소음을 저감할 수 있는 개별 맞춤형 완충시스템 및 바닥구조체를 포함한 일체형 바닥구조시스템 개발 ○ 거주자 반응조사를 통한 바닥충격음 기준 설정 및 공동주택 거주문화 개선을 위한 의식개선 방안 마련 ○ 기존 공동주택에서 발생하는 층간소음을 개선하기 위한 바닥강성 향상 및 천장구조 개발, 바닥마감재 기술 개발 ○ 기존 공동주택 외부 교통소음 등 소음유입방지를 위한 기술개발 ○ 기존 및 신축 공동주택 화장실 등 저감을 위한 설계·시공기법 및 성능 기준 개발
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 신축 공동주택 바닥충격음 저감을 위한 기술은 완충재료 개발 위주로 진행되어 왔으며, 공동주택은 다양한 평면과 규모로 건설됨에도 불구하고 동일한 완충재료의 일률적 적용으로 바닥충격음 저감에 한계발생. 완충재료 이외의 구조체 개발 등의 접근을 통한 기술개발이 필요함. ○ 기존 공동주택이 노후화, 신축 공동주택 적용기술의 미적용 등으로 인하여 층간소음 등 소음차단성능 저하됨. 층간소음 방지를 위한 적용기술이 신축 공동주택에 비하여 제한을 받기 때문에 기존 공동주택에 적용 가능한 바닥충격음 차단성능 향상기술과 외부소음 유입을 방지할 수 있는 기술개발을 통한 음환경 개선이 필요함. ○ 바닥충격음과 함께 물 사용공간인 화장실 소음에 대한 불쾌감이 증가됨. 슬래브를 관통하는 배수배관 설치가 일반적인 공법임에 따라 소음 전달이 용이한 구성으로 소음방지에 취약한 구조임. 화장실 등 설비기기 작동으로 인한 소음발생 기준이 미흡한 상태임.
□ 기술동향	○ 바닥충격음 저감기술은 신축주택에 적용하기 위한 완충시스템 개발로서 평판형태의 완충재 위주로 개발되어 왔음. 완충재의 형태 및 재료적인 특성 중심의 저감 기법위주의 개발로 한개 단지 규모 공동주택의 경우 최소 2~3종류에서 많게는 20여종의 평면 형태를 갖으나, 사용되는 완충재는 1종류만이 적용됨. 평면마다 동일현장에서도 성능이 상이하게 나타나는 기술 한계가 있음 ○ 기존 공동주택의 바닥충격음 차단성능 개선을 위하여 슬래브에 추가적인 강성보강재료(FRP, H빔 등)가 적용된 공법이 개발되었으나 시공성(층고제한 등), 성능향상의 한계로 적용이 미비한 상태임. 특히, 기존

	주택의 낮은 층고로 인하여 새로운 바닥충격음 완충시스템의 적용이 어려움 ○ 화장실은 슬래브를 관통하여 배관이 설치되는 방식이 공동주택에 일반적으로 적용되기 때문에 아래층으로 소음전달이 취약함. 화장실 소음저감을 위하여 화장실 배수배관을 슬래브 상부에 설치하는 공법이 개발되어 있으나 시공성 등의 이유로 적용 미흡
3. 연구개발 내용	○ 바닥충격음 저감 바닥구조 설계 및 시공기술 개발 - 바닥진동 특성 및 공간음장을 고려한 맞춤형 완충시스템 개발 - 실생활 충격소음환경 만족도 향상을 위한 및 소음기준 및 주거문화 개선 방안 - 중량충격 대응 바닥슬래브 형상 개발 ○ 기존주택 저소음 환경구현 기술 개발 - 실생활 충격소음 저감을 위한 바닥마감재 개발 - 외부소음 유입방지기술 - 바닥구조 강성 향상을 통한 바닥충격음 저감기술 - 바닥충격음 저감을 위한 천장구조의 개발 ○ 설비소음평가 기준 설정 및 표준설계기술 개발 - 화장실 등 설비소음 저감공법 및 설계·시공지침 개발 - 화장실 등 설비소음 성능기준 개발
4. 연구개발 추진방법	☐ 추진전략 ○ 국내외 기술현황 분석 및 관련 전문가 협력을 통한 기술개발 방향 설정 ○ 공동주택 시공공법 현황 및 미비점 도출을 통한 공동주택 실제 적용 가능한 기술개발 ○ 기존 기술의 문제점 진단을 통한 실용화 중심의 적용가능 기술 개발 ○ 공동주택 건설사, 바닥충격음 완충재료 개발업체, 화장실 소음저감자재 개발업체 등의 기술협의를 통한 효율적인 기술개발 ☐ 추진체계 ○ 국내 거주환경에 적합한 기술개발을 위하여 시공업체, 제조업체 등의견수렴 ○ 개발기술 테스트베드를 통한 검증 및 개선방향 도출
5. 최종성과물	☐ 주요 최종성과물 <관련 연구의 연차별 성과물> ○ (1)차년도 - 국내외 바닥충격음 저감시공기술 조사 및 문제점분석 보고서 - 기존 공동주택 소음취약 부분 분석 보고서 - 공동주택 실제 충격원 및 표준충격원 특성 비교 보고서

- (2)차년도
 - 공동주택 평면형태 진동특성 분석 기술
 - 표면마감재 적용 물성 개발
 - 기존 창호 간편 교체 기술
 - 화장실 소음원의 소음현황분석 보고서
 - 기존 공동주택 바닥슬래브 강성보강기법 개발
 - 거주자 의식수준 분석 보고서
- (3)차년도
 - 평면형태 맞춤형 완충시스템 개발
 - 기존 공동주택 적용 가능한 표면마감재 개발
 - 바닥슬래브 강성보강기법 시공성 향상
 - 기존 공동주택 벽체 등 차음성능 향상 재료·공법 개발
 - 거주자 반응조사를 통한 바닥충격음 적정기준 제시
- (4)차년도
 - 평면형태 맞춤형 완충시스템 생산 시공 매뉴얼
 - 바닥충격음 증폭방지를 위한 천장공법 개발 및 성능검토 보고서
 - 테스트 베드를 활용한 기술 검증
- (5)차년도
 - 테스트 베드를 활용한 기술 검증 및 개선 방향 도출

CTE 연차별 성과목표	1 차년	2 차년	3 차년	4 차년	5 차년	평가방법
바닥진동 특성 및 공간 음장을 고려한 맞춤형 완충시스템 기술	6	7	7	7	8	- CTE별 기술개발 로드맵 충족 여부
바닥구조 강성 향상을 통한 바닥충격음 저감기술	6	7	7	7	8	- CTE별 기술개발 로드맵 충족 여부
화장실 등 설비소음 저감공법 및 설계·시공지침 개발	6	7	8	8	9	- CTE별 기술개발 로드맵 충족 여부

6. 활용방안 및 기대효과

☐ 활용방안

- 정부(국토교통부), 정부출연 연구소 및 기업체 연구소, 건설회사, 설계사, 설비회사 등의 기업체, 학교 등에서 활용
- 외부 공기 환기장치, 보일러 등 설비계통 시설에 발생하는 소음에 대한 저감대책을 통한 법제도 개선
- 공동주택 내외부에 적용 가능한 건축자재의 최소 음향성능 기준 마련
- 신축 및 기존 주택을 대상으로 소음을 저감할 수 있는 공법 및 기술에 대한 가이드라인 교육 및 홍보

□ 기대효과	○ 국민들에게 일정한 수준의 고품질 주택 제공으로 국민 만족도 향상 - 국가차원의 표준 설계시공 기술 적용으로 일정한 품질의 주택 공급 가능 ○ 생활 밀착형 주거성능향상을 위한 기술개발로 공동주택 거주자 생활 만족도 증대 - 층간소음, 결로, 공기질, 누수관련 민원발생 50% 저감 ○ 하자 발생빈도 저감을 통한 하자보수비용 절감 - 생활소음 등의 문제에 대한 시공 후 피해를 줄여줌으로써 보수공사에 드는 비용 절감 가능 ○ 쾌적한 주거환경 조성 - 누수 및 결로 발생으로 인한 곰팡이 발생, 생활 불편, 마감재 훼손 등의 문제 해결 가능 ○ 신개념 바닥충격음 저감 공법을 통한 연구개발 인력 등 일자리 창출 도모
7. 연구개발기간 및 소요예산	○ 총 연구기간: 2014년 1월 ~ 2018년 12월 (5년) ○ 연구비 예산: 64.3억원(정부출연금)
8. 기 타	

2. 화학적, 생물학적 오염물질 제거를 통한 공동주택 실내공기질 개선 및 진단 기술개발

2 세부과제명	화학적, 생물학적 오염물질 제거를 통한 공동주택 실내공기질 개선 및 진단 기술개발
1. 연구개발 목표	○ 신축 및 기존주택의 거주공간에서 일상적으로 발생하는 실내공기 오염 문제를 진단하고, 오염물질별 특성 및 발생 원인을 고려하여 발생원 제어, 환기, 오염물질 제거 등 다각적인 해결방안을 적용하는 실내공기질 개선기술의 개발 ○ 생활밀착형 실내공기질 문제 해결 및 쾌적한 실내환경 유지를 위한 건축자재 및 소재, 환기시스템 등의 개발 ○ 주택 실내공기질 진단 개선 프로토콜 개발 ○ 쾌적한 실내공기환경 구현을 위한 요소기술별 연계 방안 제시
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	□ 연구개발의 필요성 ○ 건물의 기본성능을 결정짓는 건축법 등은 구조 및 방재와 같은 단기간의 문제에 집중되어 있었으나 Sick Building Syndrome 문제와 같이 장기간에 걸쳐 인체에 영향을 미치는 건강과 관련된 환경적인 관점의 반영이 미비하였음 ○ 실내공간에 존재하는 유해 환경인자를 적극적으로 개선하여 국민의 삶의 질 향상에 기여할 수 있는 능동적 기능성 건축자재의 개발과 그에 따른 실내환경기준의 정립은 사회 경제적 비용의 절감, 국민 복지 및 건강의 향상, 환경 산업 발전의 측면 등에서 절실히 요구되고 있음 ○ 실내공기질의 경우, 각국의 자연환경의 특징 및 건축양식, 생활양식의 차이가 있으므로 국내 상황에 적합한 기술개발이 필요함. ○ 쾌적한 실내공기질 확보 및 결로 등 생활밀착형 실내공기질 개선을 위한 환기설비의 개발 한계가 있음 ○ 국내 중소기업을 중심으로 오염물질 흡착 기술이 적용된 일부 건축마감재 개발 중에 있으며, 선진국 대비 70%의 성능 수준에 머물고 있음 ○ 오염물질 저방출 자재의 개발 지원 및 관련 제도의 보완이 요구됨 ○ 주택의 실내공기질 및 오염 가능성을 진단하고 건축, 설비, 생활습관 등의 관점에서 적정한 개선 방안을 제시해주는 진단 기술, 진단개선 프로세스 및 국내 주택의 전반적인 실내공기질 개선을 유도하기 위한 정책 개발이 필요함 □ 기술동향 ○ 새집증후군 문제를 해결하기 위한 친환경 건축자재 및 소재의 개발에 관한 연구가 많이 진행되었으며, 이로 인하여 관련 산업도 증가하고 있는 추세임. ○ 국내에서는 주거용 건물 중 신축 아파트가 매년 상당수 건설되고 있으며, 기존 주택의 거주자까지 대상으로 포함되어야 하므로 실내공기질 개선, 결로 저감 등과 같은 생활밀착형 주거성능 향상 기술의 국내 시장은 지속적으로 성장할 것으로 판단됨 ○ 생활문제 해결형 주택환기시스템 시장은 2006년 1월부터 신축공동주택

	에 환기횟수 0.7회를 만족하는 기계 및 자연환기시스템의 설치가 의무화됨에 따라 성장하고 있는 추세이며 공동주거용 열교환기 시장은 2012년 약 8천억 시장으로 급성장하고 있음 ○ 오염물질을 적게 방출하는 친환경 건축자재에 대한 수요 증가로 관련 시장규모는 매년 급속히 성장 ○ 실내공기에 대한 관심이 증가함에 따라 가구, 전기·전자제품 등 생활용품의 오염물질 저방출 제품 이 점차 보급되고 있지만 현재 초기단계임 ○ 실내공기질 개선과 관련해서는 실내 환경 쾌적성을 증대시키기 위한 기능성 건축 자재의 경우, 수입하는 제품에 비하여 국내 제품이 시장에서 점유율 확대가 예상되고 있음 ○ 미국의 경우 실내공기질 개선과 관련하여서는 BCC Research 결과에 따르면 미국의 실내 공기질 시장은 2011년에 약 70억 달러, 2012년 약 73억 달러를 기록했고, 2017년에는 4.6%의 연평균 복합 성장률(CAGR)로 성장해 약 92억 달러에 달할 것으로 예상됨 ○ 2025년 제로에너지 주택 의무화를 앞두고 주택의 고단열·고기밀화 추세는 향후 지속될 것으로 판단되며, 이에 따라 실내공기질은 악화될 여지가 크므로 주택 내에서 간단하게 적용할 수 있는 실내공기질 진단 개선기술이 개발되어야 함 ○ 신축공동주택 환기설비 설치기준의 제정이전에 지어진 기존 주택의 경우, 대다수의 국민들이 거주하고 있음에도 불구하고 실내공기질 개선을 위한 기술·정책 적용의 사각지대에 놓여 있음. 따라서 신축공동주택 위주의 정책에서 한발 더 나아가 기존주택의 실내공기질 개선을 위한 정책 수립도 시급한 실정임
3. 연구개발 내용	○ 주택 내 실내공기오염원 제어기술 - 건설과정에서 발생하는 화학적 오염물질 발생원 제어 기술 - 항균 항곰팡이 소재를 활용한 생물학적 오염물질 발생원 제어 기술 - 실내·외 유입 개별 화학적 오염물질 차단(필터링) 기술 ○ 생활문제 해결형 주택 환기 기술 - 공동주택(욕실, 주방, 실내) 냄새, 악취 및 수증기 확산방지 기술 - 공동주택 단지내 지하 대공간 습기 및 악취제거를 위한 환기시스템 기술 - 외기를 활용한 공동주택 쾌적 건강환기 기술 - 에너지 절감 (Energy Efficient Ventilation) 환기 기술 ○ 건축자재 및 설비 활용 오염물질 제거 기술 - 화학적 오염물질 흡착 제거 기능성 소재 및 시공지침서 개발 - 실내 발생 오염물질 제거 및 실외 유입미세먼지 차폐 필터링 기술 ○ 주택 실내공기질 진단개선 기술 및 정책 개발 - 가전기기형 주택 실내공기질 진단 개선 시스템 개발 - 주택 실내공기질 진단개선 프로토콜 개발 - 주택 실내공기질 진단개선 활성화 정책 개발

4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략 □ 추진체계	○ 실내공기질 개선은 위한 세부 요소기술 개발 ○ 세세부 요소기술의 검증 및 연계방안 도출 ○ 상시 실내공기질 진단개선 프로토콜을 제시 ○ 테스트베드(주택성능품질실험시설)를 통한 현장 성능검증 ○ 1~3차년도 세세부 기술 개발 및 성능평가 수행 ○ 4~5차년도 테스트베드(주택성능품질실험시설)를 통한 검증 및 사업 모델 개발 ○ 세세부 개발된 기술 성능검증계획 수립 ○ 테스트베드를 활용한 결과분석 및 제도개선사항 도출
5. 최종성과물	
□ 주요 최종성과물	<관련 연구의 연차별 성과물> ○ (1)차년도 - 자연환기설비 적용성 확대를 위한 설계기법 개발 - 공동주택 오염물질 및 냄새 센싱기술 개발 - 화학물질 오염원 점검 및 설계/시공단계별 미생물 오염 예측기술 - 오염물질 흡착제거 소재 조사 및 선정 - 공동주택용 실내공기질 진단-개선-유지관리 유형화 ○ (2)차년도 - 하계전력난 해소를 위한 구조체 축열 제거에 따른 자연형 냉방효과 (passive cooling effect) 조사 - 시공단계 중 오염원 관리 및 화학물질 저감을 위한 공법 (표준시방서) - 화학적 오염물질 개별 흡착제거 자재 개발 - 신축 및 리모델링 단계 실내공기질 유지관리성능 커미셔닝 기술 및 정책 개발 ○ (3)차년도 - 욕실 및 주방 수증기 확산방지 환기기술 개발 - 미생물 오염 예방을 위한 항균, 항곰팡이 소재 기술 개발 - 오염물질 제거에 따른 효과 평가 및 예측기술 / 시스템 개발 - 거주자용/전문가용 주택 실내공기질 유지관리 프로토콜 개발 ○ (4)차년도 - 맞통풍효과(croos ventilation effect)를 이용한 거주자 온열환경 향상 기술 개발 - 시공단계 중 오염원 관리 및 화학물질 저감을 위한 공법 (표준시방서) - 생물학적 오염 해결형 흡방습 소재 개발 - 거주자 생활방식 및 거주환경 변화에 따른 실내공기질 예측 및 유지관리기술 ○ (5)차년도 - Smart Home 관련 (Smart Control System) 통합공조시스템 개발

- 환기시스템을 통한 미생물 오염 예방기술(Maintaining), 외기 유입 미세먼지 및 화학물질 제거 환기구 개발
- 가전기기형 주택 실내공기질 진단 개선 시스템 개발
- 주택 실내공기질 유지관리 정책/제도의 체계화방안 개발

CTE 연차별 성과목표	1 차년	2 차년	3 차년	4 차년	5 차년	평가방법
미생물(부유세균, 곰팡이) 발생원 제어 기술	3	4	4	5	6	- CTE별 기술개발 로드맵 충족 여부
실내 발생 오염물질 흡착 및 분해를 통한 제거기술 개발	3	4	5	5	6	- CTE별 기술개발 로드맵 충족 여부
가전기기형 주택 실내공기질 진단 개선 시스템 개발	3	4	5	6	7	- CTE별 기술개발 로드맵 충족 여부
실내공기질 모니터링 기술	3	4	5	6	7	- CTE별 기술개발 로드맵 충족 여부
주택 내(욕실, 주방, 실내) 습기 제어형 환기시스템	4	5	6	7	8	- CTE별 기술개발 로드맵 충족 여부

6. 활용방안 및 기대효과

□ 활용방안

- 정부(국토교통부), 정부출연연, 연구소, 건설회사, 설계사, 설비회사, 학교 등에서 활용 및 향후 국외 활용
- 생활밀착형 실내공기환경 개선 기술 개발 및 기준 설정을 위한 기술적 기반 확보
- 전반적인 실내공기환경 개선 기술의 홍보 및 교육 과정
- 국내의 건축 및 타 분야의 전문 연구진의 활용 도모(시장 활성화 등)
- 연구 개발 기술을 바탕으로 건축 등의 산업발전에 적극 활용
- 세세부 요소기술을 포괄한 실내공기질의 즉각적인 진단/제어/개선/유지관리 기능을 포괄하는 상시 실내공기질 진단개선 프로토콜을 제시함으로써 국민 삶의 질 향상을 위한 정책 및 제도 활용

□ 기대효과

- 생활 밀착형 실내 공기환경 문제 해결을 위한 기술 개발
 - 실내 발생 및 실외유입 오염물질 제어기술 확보를 공기질 개선 20% 달성
 - 쾌적환기, 국소환기 등 다양한 제어 논리를 기술적용을 통한 결로저감 및 냄새 제거
 - 쾌적환기 기술, 결로방지 기술에 투입되는 에너지 소비비용 30% 개선 효과
- 공동주택 품질 향상

	- 공동주택 내 수증기 발생 및 국소적 체류로 인한 결로발생을 차단함으로써 거주자의 거주성능 향상 및 건강공간 구현 - 에너지 효율적인 실내 공기질 제어 기술 및 다양한 제어논리를 가지는 능동형 환기시스템 개발 및 해외 기술 이전 - 상시 실내공기질 진단개선 프로토콜을 제시함으로써 사용자(국민)이 보다 쉽게 실내공기질에 대한 중요성을 인식하고 관리에 대한 친숙함을 느낄 수 있게 함. ○ 생활밀착형 개발기술의 적용을 위한 정부 창조경제 기조에 기여
7. 연구개발기간 및 소요예산	
	○ 총 연구기간: 2014년 2월~2019년 2월 (5년) ○ 연구비 예산: 87억원
8. 기 타	

3. 결로발생 면적 60% 이상 저감을 위한 성능 향상 기술

3 세부과제명	결로발생 면적 60% 이상 저감을 위한 성능 향상 기술
1. 연구개발 목표	○ 기존 결로 방지 성능 기준의 보완을 통한 적용 범위 확대 ○ 신축 및 기존 건축물의 성능 평가 KS 표준 정립으로 표준화된 성능의 주택 제공 ○ 공동주택 설계/시공 및 거주시 결로 방지 성능 기준 만족도 향상 및 결로 발생 예방 ○ 결로 발생 부위의 하자 보수 가이드라인을 제공하여 검증된 성능의 재료를 적용/시공하도록 함. ○ 결로발생 방지를 위해 설계 및 시공단계에서 건축물 부위별, 공간별로 적용할 수 있는 결로 방지 요소기술 조합 패키지 개발로 적극적으로 결로 발생 억제함 ○ 결로방지성능 평가 시뮬레이션 툴(3차원 정상상태 전열해석)의 국산화
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
☐ 연구개발의 필요성	○ 공동주택 하자분쟁 처리기준('13년 주택법 개정(안) 국회상정)마련에 따라 분쟁발생 사전방지 및 발생률 감소를 위하여 주택 성능향상 및 경제성이 확보된 기술개발(건축재료, 설계, 시공 등) 필요성 증대 ※ 하자판정 대상 : 균열, 누수, 결로, 환기구, 조명 등 ○ 2002~2006년 한국소비자원 공동주택 민원제기 현황 분석 시, 총 127건의 민원 중 누수/결로 관련 하자 21.3%로 나타남. ○ 공공기관에서 시행·발주한 아파트 하자 건수 중 결로로 인한 하자사례, 2009년 349건, 2010년 447건, 2011년 78건임 ※ 한국토지주택공사 국정감사 이명수 국회의원 보도자료, 2012.10.8. ○ 지속적으로 반복되는 결로발생은 건축물의 노후화 및 품질저하를 초래하고 습기, 곰팡이 등 건강상 악영향을 미치기 때문에 효과적이며, 체계적인 기술개발을 통한 결로발생문제 해결이 필요함. ○ 기존 주택의 결로발생 매커니즘을 파악하고 방지할 수 있는 기술개발을 통해 쾌적한 주거환경을 제공할 수 있는 기술개발이 필요함.
☐ 기술동향	○ '주택건설기준 등에 관한 규정'에서 결로방지 성능 기준 마련되어 있으나, 신축 건축물의 난방공간에 대한 기준만을 대상으로 하고 있어, 기존 건축물 및 비난방공간에 대한 기준을 고려해야함. ○ 또한 기준 만족를 평가하기 위한 평가 표준 마련은 미비한 실정이므로 이에 대한 보완이 필요함. ○ 결로 방지를 위해 지자체 및 정부 기관, 혹은 일부 건설사를 중심으로 내부적인 가이드라인은 존재하나, 서로 공유되지 않고 있으며, 가이드라인의 수준은 대체적으로 구체적이지 않은 개괄적인 내용으로 이루어져있음. ○ 결로 방지를 위한 기술로 결로방지용 단열재, 단열물탈, 구조체 마감재,

	방습층, 창호용 단열 필름 등이 다양한 결로방지 재료 및 시스템이 개발되어 있으나, 이들의 성능 검증은 미약한 상황이며 현장에서 단순히 하자보수를 위한 1차적인 보수 자재로 활용되는 실정임. 또한 비난방 공간과 같이 단열재가 법적으로 요구되지 않는 공간(예: 지하주차장 등)의 경우, 제습기를 설치하여 실내공기를 조절하는 방법을 택함 ○ 현재 「공동주택 결로방지를 위한 설계기준」을 성능 평가시 시뮬레이션 수행을 위해 사용가능한 톨로 공인된 국산 톨이 존재하지 않음.
3. 연구개발 내용	○ 결로 방지 성능 기준 정립 및 평가 표준 개발(KS) - 결로방지 성능 기준 개정안 (공동주택 난방공간 및 비난방공간에 대한 결로 방지 성능 기준을 제시하는 방향으로 기준 적용 범위 확대) - 신축 건축물을 위한 결로방지 성능 평가 표준(해석법, 시험법) - 기존 건축물을 위한 결로방지 성능 평가 표준(현장 평가 방법) ○ 결로방지를 위한 설계·시공, 유지보수 가이드라인 - 공동주택 결로방지 설계/시공 가이드라인(신축) (단열 설계 디테일, 재료선정 가이드라인, 난방공간/비난방공간의 결로 발생 원인 및 방지 지침 등 포함) - 공동주택 결로방지 유지 보수 가이드라인(기존) (결로방지성능 평가 표준을 통한 진단 방법, 성능 향상을 위한 보수/보강 방안 및 시스템 소개 등 가이드라인 제공 및 건물 운영시 결로 발생을 방지할 수 있는 생활방식 등 제공) ○ 결로방지 성능 향상 요소기술 - 공동주택의 난방공간 및 비난방공간 결로 취약 부위별 적용 가능한 결로 방지 성능 개선 요소기술 조합 패키지 개발(결로방지 성능 및 경제성분석을 통한 다양한 결로방지 적용 기술의 조합) - 결로 방지용 단열재 및 단열물탈, 페인트의 경우, 비용 및 성능 검증 자료, 시공방법(시방서 등)이 포함된 국가차원의 데이터베이스 구축 ○ 결로방지성능 평가 톨 개발 - 결로방지 성능 기준 만족 여부 평가를 위한 컴퓨터 시뮬레이션 톨 개발(3차원 정상상태)
4. 연구개발 추진방법	☐ 추진전략 ○ 공동주택 시공공법 현황 및 미비점 도출을 통한 공동주택 실제 적용 가능한 기술개발 ○ 실험 시설 등 인프라를 통한 성능 평가 실험 표준화 ○ 공동주택 거주민들의 결로방지를 위한 생활양식 교육 ○ 결로 방지를 위한 정책 로드맵 제시 ○ 신기술에 대한 신뢰도를 높일 수 있는 기술 성능 검증 실험 실시 및 결과 제시

☐ 추진체계

- 개발기술 테스트베드를 통한 검증 및 개선방향 도출
- 실증단지 적용을 통한 개발 기술의 성능 검증

5. 최종성과물

☐ 주요
최종성과물

<관련 연구의 연차별 성과물>

- (1)차년도
 - 국내외 결로방지 기준 및 표준 분석 보고서
 - 국내 주거용 건물의 결로방지 성능 현황 분석 보고서
- (2)차년도
 - 주거용 건물의 실내환경 및 건물 운영 실내 분석 보고서
 - 결로방지 요소기술 성능(실험 시설 적용)
- (3)차년도
 - 결로방지 성능 기준 평가 표준 초안
 - 결로방지 요소기술 성능(실험 시설 적용)
- (4)차년도
 - 결로방지 성능 기준 보완안
 - 신축 건축물의 설계/시공 가이드라인
 - 기존 건축물의 유지보수 가이드라인
 - 요소기술 성능 종합 검증(실증단지 적용)
 - 결로방지성능 평가 툴 초안
- (5)차년도
 - 결로방지 성능 기준 보완안의 법제화 추진
 - 결로방지 성능 평가 기준의 평가 표준
 - 결로방지 가이드라인의 교육 및 홍보
 - 요소기술 성능 종합 검증(실증단지 적용)
 - 결로방지성능 평가 툴 배포

CTE 연차별 성과목표	1 차년	2 차년	3 차년	4 차년	5 차년	평가방법
결로방지를 위한 성능 기준(법규 개정안)	6	6	7	7	8	- CTE별 기술개발 로드맵 충족 여부
구조체 결로방지 성능 시험 방법 표준(KS)	3	4	5	6	7	- CTE별 기술개발 로드맵 충족 여부
결로방지를 위한 구조체 단열 설계 디테일	5	6	7	7	8	- CTE별 기술개발 로드맵 충족 여부
공동주택 결로방지를 위한 기술 조합 패키지	5	6	7	7	8	- CTE별 기술개발 로드맵 충족 여부
공동주택 결로방지 성능 평가 툴	5	6	7	7	8	- CTE별 기술개발 로드맵 충족 여부

6. 활용방안 및 기대효과	
□ 활용방안	○ 정부(국토교통부), 정부출연 연구소 및 기업체 연구소, 건설회사, 설계사, 설비회사 등의 기업체, 학교 등에서 활용 ○ 결로방지 기준 설정을 통한 법제도 개선 ○ 결로방지 성능 표준의 경우, 법제도와 연계하여 개정된 결로방지 성능 기준 검증시 이용 ○ 결로방지 가이드라인 및 결로방지 기술의 최적 조합 도출안은 기업체 및 일반인의 교육 및 홍보에 활용
□ 기대효과	○ 결로 방지 요소기술 시장(결로 방지용 단열재 및 단열몰탈, 페인트 등) 확대 ○ 생활 밀착형 주거성능향상을 위한 기술개발로 공동주택 거주자 생활 만족도 증대 ○ 하자 발생빈도 저감을 통한 하자보수비용 절감 ○ 쾌적한 주거환경 조성 - 결로 발생으로 인한 곰팡이 발생, 생활 불편, 마감재 훼손 등의 문제 해결 가능 ○ 건축물 에너지 비용 절감 - 결로 방지를 위한 설계시공 시, 단열성능 강화 효과 (열교 부위 단열 등) - 단열성능 강화 효과로 인한 건축물 운전 에너지 비용 절감
7. 연구개발기간 및 소요예산	
	○ 총 연구기간: 2014년 1월~2018년 12월 (5년) ○ 연구비 예산: 52.5억원(정부출연금)
8. 기 타	

4. 공동주택 지하구조물 누수예방 및 보수를 위한 최적화 기술 개발

4 세부과제명	공동주택 지하구조물 누수예방 및 보수를 위한 최적화 기술 개발
1. 연구개발 목표	○ 공동주택 지하구조물의 누수예방 및 보수(성능복원)를 위해 공동주택 지하구조물의 환경에 적합한 최적의 방수기술을 선정 할 수 있는 요구 성능 중심의 국가차원 평가기준의 개발과, 설계단계, 시공단계, 유지관리단계(진단 및 보수단계)에 이르는 전과정에 대한 기술개발과 법/제도 등을 정비하고자 함
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□ 연구개발의 필요성	○ 최근 환경 변화로 인한 누수요인(게릴라성 호우, 홍수, 지하수위 상승 등)의 증가는 생활 주거공간 및 주거 기반시설의 안정성 및 내구성을 손상시키는 직접적인 원인으로 작용됨 - 공동주택의 지하구조물의 빈번한 누수하자 발생은 안전한 생활환경 보존과 구조물의 장수명화에 장애가 됨 - 반복적인 누수하자의 발생은 구조체 안전성 확보를 위한 보수비용 지출로 사회비용 증가의 근본적 원인이 됨 ○ 기존 방수 및 누수예방 관련 기술은 시설물 관리주체별 접근 방식과 임기응변적인 하자보수 대응 방안으로만 관리/취급되어져 왔음 - 변화하는 다양한 환경조건에서의 구조체 방수 대책 및 누수 하자 발생 요인에 대한 분석 및 정보 공유 부족 - 공사비 절감 차원에서 구조체의 기본적 차수 성능에만 의존하고, 장수명 요구 성능 중심의 안전 설계가 무시 ○ 거주안전성 및 구조물 장수명화를 위한 핵심 요소기술로서의 누수예방 기술 개발 필요 - 누수하자는 구조물 안전성 훼손, 각종 생활 민원(법정 소송) 촉발, 쾌적 환경을 훼손하는 민감한 사안임 - 누수하자로 인한 구조부재 성능 복원/누수방지 비용 지출이 크고, 장기적 내구성 유지 어려움 ○ 단편적이고 부분적인 대응방식 보다는 누수예방과 관련된 각종 정책, 설계, 진단, 보수, 유지관리에 이르는 주거생산 전과정에 대한 종합적 연구가 필요함
□ 기술동향	○ 주택 기술의 중요 요소 기술로서의 방수기술은 구조물의 안정성과 장기적 내구수명 확보에 미치는 영향뿐만 아니라, 시대적 변화에 따라 구조물의 누수예방/진단/복구(유지관리) 기술이 하나의 통합적시스템 기술로 발전하고 있음. ○ 이러한 방수기술의 변화에도 불구하고, 주택(공동주택)에서 발생하는 만성적 누수 사고에 대한 원인 규명과 예방 대책은 아직도 후진국 수준에 머물러 있는 실정임. ○ 주택(공동주택)에서 발생하는 누수로 인하여 이해 당사자 간의 소송

	증가 및 보수로 인한 과도한 사회비용의 지출, 기업관 정부의 신뢰도 저하 등 많은 사회적 문제점이 도출되고 있음. ○ 주택(공동주택)의 누수 관련 하자 보증 법률에 있어서도 하자 담보기간이 우리나라의 외국의 격차가 크고, 주택품질에 대한 사회적 인식과 법적 책임 인식도 격차가 매우 큼.
3. 연구개발 내용	○ 지하구조물 표준 방수설계 및 법/제도 개선 - 공동주택 지하구조물 표준 방수설계 및 시공지침 개발 - 지하방수공사 품질확보 관련 법제도개선안 개발 - 지하방수공사 기술 및 품질확보를 위한 정보(법제도, 기술, 인력 등) 관련 정보공유시스템 구축 ○ 최적 방수공법 선정 및 평가 체계 구축 - 공동주택 지하구조물 부위별 최적방수공법 선정 및 평가기술 개발 - RWLCC(Risk based Weighted Life Cycle Cost)기반 방수재료 및 공법 경제성 분석 프로그램 개발 ○ 지하환경 대응형 방수재료 및 시공기술 개발 - 지하구조물 시공환경 대응형 방수재료 및 시공기술 개발 - 지하구조물 거동변화 대응형 방수재료 및 시공기술 개발 - 지하주차장 상부 녹화환경 대응형 방수방근재료 및 시공기술 개발 ○ 누수 진단 및 성능 복원용 보수기술 개발 - 공동주택 지하구조물 누수 평가 및 진단기술 개발 - 공동주택 누수유형별 성능 복원 보수기술 개발
4. 연구개발 추진방법	☐ 추진전략 ○ 전국의 누수방지 관련 중소기업 기술정보 체계 구축 및 활용 ○ 누수예방 관련 신공법 및 신기술 분야 확대 연구 ○ 누수예방 기술을 이제까지의 보수적, 폐쇄적인 기술 적용과 공유 관행 개선방향 도출 ○ 방수 시작과 완성에 이르는 전 과정 기술 수준을 향상에 초점 ○ 개발한 요소 기술들의 활용성 및 적용성 검증을 통한 실질적으로 산업에 보급하는 방향으로 연구 진행 ○ 파일럿 프로젝트를 이용하여 실 구조물에 직접 적용할 수 있는 응용 프로젝트 개발 ☐ 추진체계 ○ 전국의 누수방지 관련 중소기업 기술정보 체계 구축 및 활용 ○ 누수예방 관련 신공법 및 신기술 분야 확대 연구 ○ 누수예방 기술을 이제까지의 보수적, 폐쇄적인 기술 적용과 공유 관행 개선방향 도출 ○ 방수/누수보수 유지관리의 시작과 완성에 이르는 전 과정 기술 수준을 향상에 초점 ○ 개발한 요소 기술들의 활용성 및 적용성 검증을 통한 실질적으로 산업에 보급하는 방향으로 연구 진행 ○ 파일럿 프로젝트를 이용하여 실 구조물에 직접 적용할 수 있는 응용

프로젝트 개발 ○ 누수예방 및 성능복원 관련 국제표준화기구(ISO TC 71, TC 59) 활동	
5. 최종성과물	
☐ 주요 최종성과물	○ (1)차년도 - 최적 설계, 누수예방 설계적용 기술, 설계 지침 조사 보고서 - 지하구조물 외방수 필요성 및 해외 적용 사례 비교 분석 보고서 - 지하수 및 구조체 영향 환경 요인 분석 보고서 - 공동주택 지하구조물 누수실태 조사 및 현황조사 보고서 ○ (2)차년도 - 방수설계, 시공, 품질 관련 제도개선 현안 분석 보고서 - 방수산업통계 자료 분석 보고서 - 지하 공간의 방수 요구성능 분석 보고서 - 복합열화 분석용 3차원 거동대응 성능 평가 장치 - 인공지반 녹화용 방수방근 기술환경 조사 보고서 ○ (3)차년도 - 방수설계, 시공, 품질기준 및 법/제도 개선(안) - 공동주택 지하구조물 방수 표준설계 매뉴얼 - 웹(Web) 기반 방수성능/품질확보 관련 기술, 설계, 제품 정보 공유 시스템 - 합성폴리머계 자기치유/고내구성 누수보수재료 및 시공기술 - 구조물 유형별 누수진단 사례 DB화 ○ (4)차년도 - 지하구조물 방수공사 품질확보(인증) 및 보증체계 가이드라인 - 최적 방수공법 선정 및 평가 기준 및 매뉴얼 - 방수공법 RWLCC 경제성 분석 프로그램 - 고분자 코팅재료의 표면열화성능 평가 기술 - 바닥부 및 합벽구간 역타설 시공기술 - 합성폴리머계 자기치유/고내구성 방수재료 및 시공기술 - 인공지반녹화 하부시스템용 방수방근 재료 및 시공기술 - 모의침/유도방근 성능 시험방법 체계 - 공동주택 부위별 표준 누수 진단 전문 매뉴얼 개발 ○ (5)차년도 - 테스트베드 운영 보고서 및 평가서, 정책개선 보고서 - 누수예방 및 성능복원 관련 국제표준화기구(ISO TC 71, TC 59) 국가 의견 반영 결과

CTE 연차별 성과목표		1 차년	2 차년	3 차년	4 차년	5 차년	평가방법
공동주택 지하구조물 부위별 최적방수공법 선정 및 평가기술		6	7	7	8	9	- CTE별 기술개발 로드맵 충족 여부
공동주택 누수유형별 성능 복원 보수기술		7	8	8	8	9	- CTE별 기술개발 로드맵 충족 여부
RWLCC기반 방수재료 및 방수공법 경제성 분석 프로그램		6	7	8	8	8	- CTE별 기술개발 로드맵 충족 여부
지하 방수공사 품질확보 관련 법/제도 개선안		5	6	7	7	8	- CTE별 기술개발 로드맵 충족 여부

6. 활용방안 및 기대효과	
☐ 활용방안	○ 국가기관/공공기관(한국토지주택공사, KT, 한국전력, 시설안전기술공단 등), 시설물 관리주체(공공/민간분야) 누수예방 기술로 활용 ○ 누수예방 성능평가 기준 및 기술은 구조물의 종류 및 적용 환경별 방수재료 및 공법 성능 검증시 응용하여 활용가능 ○ 주택건축 관련 민간 설계 및 시공회사의 방수 요소기술로 활용 ○ 도시재생사업, 장수명 주택연구, 리모델링 연구 등과 연계하여 활용 ○ 초고층 건축물 기타 사회간접시설물의 누수예방 최적화 기술에 활용 ○ 공동주택 누수관련 결함사례 및 기타 구조물 진단기술로 활용
☐ 기대효과	○ 누수예방, 진단 및 성능복원 관련 기술의 세계적 우월성 확보. ○ 누수예방 및 진단·성능복원의 핵심기술 개발 ○ 전문성을 보유한 전국적인 연구단체 및 연구진의 육성 ○ 누수예방 및 진단·성능복원을 주사업으로 하는 고급기술중심 전문 건설업체의 지원 ○ 최적방수시스템 선정과 설계로 건설 사업비 절감 ○ 중국, 동남아, 인도 등 누수예방 및 진단·성능복원관련 시장진출 ○ 방수 및 누수보수 공법 및 소재 산업 활성화 및 고용창출

7. 연구개발기간 및 소요예산	
○ 총 연구기간: 2014년 1월~2018년 12월 (5년) ○ 연구비 예산: 55억원(정부출연금)	

8. 기 타	

2절. 평가기준 설정

1. 평가항목

○ 공통 : 총점은 100점이며, 총점의 60% 미만인 경우에는 탈락

○ 연구단과제

구분	기준항목	세부평가항목	배점
연구 개발 계획 평가	연구개발 목표 (10점)	최종 목표/성과목표의 명확성, 타당성	5
		연차별 연구목표/성과목표(지표) 설정의 적절성, 구체성	5
	연구개발 내용 (20점)	최신 기술동향 분석 및 사전계획의 충실성	5
		목표달성을 위한 연구내용 및 예상성과의 적절성	5
		세부과제 구성의 타당성 및 연계성	5
		연구기간 및 연구개발비 편성의 적절성	5
	추진전략 및 계획 (20점)	연구개발 추진전략 및 방법의 적정성, 구체성, 타당성	5
		연구수행체계 구성의 타당성 및 연구진의 전문성	10
		연구인프라 및 연구지원시스템의 적절성	5
	활용방안 및 실용화(정책제안)가 가능성 (20점)	연구성과 활용방안의 적절성 및 구체성	5
		연구성과 실용화 및 정책제안 가능성	10
		개발 기술의 기대성과(기술적·경제적) 및 파급효과	5
연구 단장 평가	연구단장의 기획·관리 능력 (30점)	해당분야 연구 및 프로젝트 수행 실적	10
		연구과제 기획 경험 및 능력	5
		연구과제 관리 경험 및 능력	10
		사업 비전 및 철학	5
소계			100

부합성 평가	평가위원 과반수 이상이 연구개발계획서가 과제제안요구서(RFP)와 부합되지 않는다고 판정시 탈락 조치
중복성 평가	평가위원 과반수 이상이 기 수행되었거나, 수행중인 과제와 중복되는 것으로 판정시 탈락 조치

※ 사업별 또는 과제별 기준항목(세부평가항목 포함) 및 배점 기준이 달라질 수 있음

○ 분리공모과제

기준항목	세부평가항목	배점
연구개발 목표(20점)	최종 목표/성과목표의 명확성, 타당성, 창의성	10
	연차별 연구목표/성과목표(지표) 설정의 적절성, 구체성	10
연구개발 내용(20점)	최신 기술동향 분석 및 사전계획의 충실성	5
	연구개발내용의 완성도 및 실현가능성	15
추진전략 및 계획 (30점)	연구개발 추진전략 및 연차별 추진체계의 합리성	10
	연구수행 방법의 적합성, 구체성, 타당성	10
	연구수행체계 구성의 타당성(적정기관수 여부)	10
활용방안 및 실용화 가능성(20점)	연구성과 활용방안의 적절성 및 구체성	10
	개발 기술의 기대성과(기술적·경제적) 및 파급효과	10
연구책임자의 연구수행능력 (10점)	연구책임자의 연구수행·관리능력 및 관련분야 연구경험	5
	참여연구인력의 적정성 및 전문성	5
소계		100

부합성 평가	평가위원 과반수 이상이 연구개발계획서가 과제제안요구서(RFP)와 부합되지 않는다고 판정시 탈락 조치
중복성 평가	평가위원 과반수 이상이 기 수행되었거나, 수행중인 과제와 중복되는 것으로 판정시 탈락 조치

※ 사업별 또는 과제별 기준항목(세부평가항목 포함) 및 배점 기준이 달라질 수 있음

가. 연구개발 목표

- 생활밀착형 주거복지 기술 구현을 위한 최종목표에 부합되도록 각 과제의 구성과 연차별 목표 및 최종목표를 설정하여 제시
- 연차별 목표 및 최종목표의 달성에 대한 정량적인 평가를 위하여 국토교통부의 '건설교통 R&D 성과지표'에 따라 명확한 성과지표 설정과 평가기준 제시

나. 연구개발 내용

- 생활밀착형 주거복지 기술의 개발 및 정책 지원 등을 위한 체계적이고 실천적인 과제 구성이 필요함
- 기획과제에서 제시한 연구목표 및 기술개발 요청사항에 대하여 제안과제의 적정성, 상향된 목표 제시여부 평가
- 최종목표 달성을 위한 각 과제간 연계 여부 및 과제간 개발사항의 중복 여부 및 차별성, 적정성 평가

다. 추진전략 및 계획

- 연구개발 성과목표·지표체계, 실용성 검증(테스트베드 및 실증사업 등) 및 각 세 부간 연계계획, 연구결과의 확산을 위한 교육 및 홍보 계획 등을 연구개발계획서 에 필히 제시하며 이를 통해 향후 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진 도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용
- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과 제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함.
- 지원한 기관 및 연구진은 기초/원천기술, 응용기술, 실용화기술 등 과제성격에 따 른 성과물을 얻을 수 있는 기관 및 연구진 판단
- 주거복지구현 생활밀착형 주거성능 향상 기술 개발의 성공적 수행을 위한 산, 학, 연의 기관구성의 적정성 및 연계성
- 과제의 단계별 추진사항이 연구목표 달성을 위해 타당한가를 평가하고 연구개발 사항과 이를 위한 구체적 추진방안 수립 여부
- 과제의 목표달성을 위한 연구기간의 단계설정과 연구개발비의 적정하게 편성 여부

라. 개발기술의 실용성 및 경제성

- 기관선정의 우선순위는 생활밀착형 주거복지 구현 기술의 정책 및 기술의 상용화 에 따른 시장점유율 및 부가가치 확대, 세계최고 수준의 기술경쟁력 확보 등으로 개발기술의 실용성 및 경제성에 초점을 두어 선정함
- 현재 기술수준과 비교하여 목표한 개발기술의 향상 정도, 기술선도국 대비 예상수 준, 기술의 경쟁력 수준 등에 대하여 정성적 또는 정량적 평가 여부
- 연구기관 또는 참여기관을 통한 개발기술의 실용화 및 사업화 방안이 성과지표의 구체적 항목으로 제시 여부
- 개발되는 과제 결과는 실험실 내의 제한된 범위와 조건과는 달리 현장의 여건과 환경을 고려한 실질적이고 실현가능한 기술 여부
- 개발기술의 경제적 기대성과로서 투자 및 파급효과 등에 대한 평가방안이 구체적 으로 제시 여부

마. 연구책임자의 전문성 및 관리능력

- 연구책임자는 과제 내의 세부과제 및 세세부과제 간에 유기적인 결합이 원활하게 추진되도록 할 필요가 있음
- 연구책임자는 각 과제의 연구기관과의 협조체제구축은 물론 과제내에서 진행되는 과제 관리, 대외기술협력 등 해당 사업의 원활한 추진을 위한 역할을 수행해야 함
- 연구책임자는 국토교통부에서 실시하는 해당분야의 산업육성, 발전정책 및 종합 계획 수립 등 관련 업무 추진 시, 기술자문 및 적극적인 업무협조 역할을 수행해

야 함

2. 가점 및 감점 기준

가. 가점 및 감점 기준

- 「국토해양기술 연구개발사업 관리지침」 제17조에 따라 과제 선정평가지 ±5점을 넘지 않는 범위 내에서 가점 및 감점을 부여
- 가점 및 감점은 평가위원회 개최전까지 제출된 자료를 근거로 평가위원회의 종합평가점수에 합산하되, 60점 미만인 과제에 대하여는 부여하지 않음

나. 기업의 연구수행형태에 따른 가점

- 대기기업이 주관연구기관으로서
 - 중견·중소기업이 참여하지 않는 경우 : 1점
 - 중견기업은 참여하고 중소기업이 참여하지 않는 경우 : 1.5점
 - 중소기업이 참여하는 경우 : 2점
- 중견기업이 주관연구기관으로서
 - 중소기업이 참여하지 않는 경우 : 1.5점
 - 중소기업이 참여하는 경우 : 2점
- 중소기업이 주관연구기관인 경우 : 2점
- 기업 이외의 기관이 주관연구기관이고, 참여기업이 있는 경우 : 1점

다. 평가결과 등에 따른 가점 및 감점

- 국토해양기술 연구개발사업 관리지침 제17조의 가점 및 감점 기준에 따르되, 동지침 시행 이전에 협약체결된 과제의 최종평가 및 추적평가 결과에 따른 가점 및 감점은 종전 지침에 의함
- 최종평가 결과,
 - 최우수등급(상대평가지 최상위 10%, 절대평가지 만점의 90% 이상)인 연구개발과제의 주관연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 최종평가 후 2년간 2점 가점
 - 최하위등급(상대평가지 하위 10%, 절대평가지 만점의 50% 이하)인 연구개발과제의 주관연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 최종평가 후(연구개발참여제한에 해당되는 경우에는 참여제한 기간 만료 후) 2년간 2점 감점
 - 하위등급(상대평가지 하위 30%, 절대평가지 만점의 60% 이하)인 연구개발과제의 주관연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 최종평가 후 2년간 선정 평가점수의 1점 감점

- 추적평가결과, 최우수등급(상대평가 시 만점의 80% 이상으로서 최상위 10%, 절대평가 시 만점의 90% 이상)인 연구개발과제의 주관연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 추적평가 후 2년간 2점 가점

라. 기타

- 최근 3년 이내에 우수 논문(임팩트팩터 15이상) 실적이 있는 주관연구책임자가 신규과제를 신청할 경우 가점 1점
- 최근 3년 이내에 협약한 연구개발과제로서 협약시 보안과제로 분류된 연구개발과제의 연구책임자가 신규과제 연구책임자로 신청할 경우 가점 1점
- 최근 3년 이내에 기술실시계약을 체결하여 징수한 기술료 총액이 2천만원 이상이거나, 같은 기간 내에 2건 이상의 기술이전 실적이 있는 연구책임자가 신규과제 주관연구책임자로 신청하는 경우 가점 1점
- 최근 3년 이내에 공동관리규정 제17조제9항에 따라 국가과학기술위원회로부터 우수한 연구성과로 포상을 받은 연구자가 신규과제 주관연구책임자로 신청하는 경우 가점 1점
- 국토해양연구개발 결과를 활용하여 최근 2년 이내에 R&D사업 연구결과로 건설·교통신기술을 받은 중소·중견기업이 관련분야의 신규 신기술 지정분야와 동일한 기술분야의 연구개발과제를 신청하는 경우 가점 1점(단, 참여기업 또는 위탁연구기관으로 참여하는 경우는 제외하고, 기술분야 분류는 전문기관의 장이 별도로 정한다.)
- 최근 2년 이내에 「저탄소 녹색성장 기본법 시행령」 제19조에 따른 녹색인증을 받은 중소·중견기업이 연구개발과제를 신청하는 경우 가점 1점
- 최근 3년 이내에 운영규정 제55조제1항 각 호의 연구부정행위를 한 경우 4점 감점
- 연구개발과제 선정 후 협약을 포기하거나, 연구수행 도중 연구를 포기한 경력이 있는 주관 또는 협동연구책임자나 기업의 경우, 향후 3년간 2점 감점
- 여성연구자가 신규과제 주관연구책임자로 참여시 가점 1점
- 최근 3년 이내에 조기성공 실적이 있는 연구자가 신규과제 주관연구책임자로 신청 시 가점 0.5점
- 「하도급거래 공정화에 관한 법률」을 최근 3년 이내에 상습적으로 위반한 기업이 연구개발과제를 신청한 경우에 그러한 위반 사실이 같은 법 제26조에 따른 공정거래위원회로부터 관계 행정기관의 장에의 통보 등을 통하여 확인될 경우, 2점 감점
- 금번 공고시 ‘총 연구비에 대한 연구신청기관의 연구비 부담비율에 따른 가점’은 적용하지 않음(단, 종합평가점수가 동점일 경우, 선정 우선순위 결정에 적용)

별표 1. 연구개발 가능성 평가

평 가 항 목		점수(○표시)				
		아주 우수	우수	보통	미흡	불량
가) 연구개발의 필요성(10)	①연구개발 대상기술의 중요성 및 필요성	5	4	3	2	1
	②국토해양 R&D정책과 연구내용과의 장기적 연계성	5	4	3	2	1
나) 연구개발의 목표 및 내용(30)	①최종·연차별 목표 및 분야별 목표와의 적합성, 명확성, 창의성	10	8	6	4	2
	②성과목표 및 성과지표 설정의 명확성 및 타당성	10	8	6	4	2
	③RFP와의 적합성 ※자유공모과제의 경우 “연구개발내용의 완성도 및 실현가능성”평가항목의 배점을 10점 기준으로 변경(동 평가항목 삭제)	5	4	3	2	1
	④연구개발내용의 완성도 및 실현가능성	5	4	3	2	1
다) 연구개발추진전 략·체계 및 연구수행 방법 (20)	①추진전략 및 연차별 추진체계의 합리성	10	8	6	4	2
	②연구수행방법의 적합성	10	8	6	4	2
라) 연구성과 활용 가능성(10)	①활용방안의 적절성 및 구체성	10	8	6	4	2
	②개발기술의 경제적 기대성과(투자 및 파급효과 등)	10	8	6	4	2
마) 연구수행 능력(10)	①연구책임자의 연구수행·관리능력 및 관련분야 연구경험	5	4	3	2	1
	②참여연구인력의 적정성 및 전문성	5	4	3	2	1
바) 연구시설 확보 및 연구개발비 계상의 합리성 (10)	①연구장비·시설 확보 및 활용의 적합성	5	4	3	2	1
	②연구개발비 계상·집행 및 개발기간의 합리성	5	4	3	2	1
평 가 점 수		점				

별표 2. 가점 및 감점 기준

가감점 구분	내 용
연구수행 형태에 따른 가점	○ 대기업이 주관연구기관으로서 - 중견·중소기업이 참여하지 않는 경우 : 1점 - 중견기업은 참여하고 중소기업이 참여하지 않는 경우 : 1.5점 - 중소기업이 참여하는 경우 : 2점 ○ 중견기업이 주관연구기관으로서 - 중소기업이 참여하지 않는 경우 : 1.5점 - 중소기업이 참여하는 경우 : 2점 ○ 중소기업이 주관연구기관인 경우 : 2점 ○ 기업 이외의 기관이 주관연구기관이고, 참여기업이 있는 경우 : 1점
연구개발과 제의 최종 평가 결 과에 따른 가·감점	○ 국토해양기술 연구개발사업 관리지침 제17조의 가점 및 감점 기준에 따르되, 동 지침 시행 이전에 협약체결된 과제의 최종평가 및 추적평가 결과에 따른 가점 및 감점은 종전 지침에 의함 ○ 최종평가 결과, - 최우수등급(상대평가시 최상위 10%, 절대평가시 만점의 90% 이상)인 연구개발과제의 주관연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 최종평가 후 2년간 2점 가점 - 최하위등급(상대평가시 하위 10%, 절대평가시 만점의 50% 이하)인 연구개발과제의 주관연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 최종평가 후(연구개발참여제한에 해당되는 경우에는 참여제한 기간 만료 후) 2년간 2점 감점 - 하위등급(상대평가시 하위 30%, 절대평가시 만점의 60% 이하)인 연구개발과제의 주관연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 최종평가 후 2년간 선정 평가점수의 1점 감점 ○ 추적평가결과, 최우수등급(상대평가 시 만점의 80% 이상으로서 최상위 10%, 절대평가시 만점의 90% 이상)인 연구개발과제의 주관연구책임자가 새로운 연구개발과제를 신청하는 경우 추적평가 후 2년간 2점 가점
기 타	○ 최근 3년 이내에 우수 논문(임팩트팩터 15이상) 실적이 있는 주관연구책임자가 신규과제를 신청할 경우 가점 1점 ○ 최근 3년 이내에 협약한 연구개발과제로서 협약시 보안과제로 분류된 연구개발과제의 연구책임자가 신규과제 연구책임자로 신청할 경우 가점 1점 ○ 최근 3년 이내에 기술실시계약을 체결하여 징수한 기술료 총액이 2천만원 이상이거나, 같은 기간 내에 2건 이상의 기술이전 실적이 있는 연구책임자가 신규과제 주관연구책임자로 신청하는 경우 가점 1점 ○ 최근 3년 이내에 공동관리규정 제17조제9항에 따라 국가과학기술위원회로부터 우수한 연구성과로 포상을 받은 연구자가 신규과제 주관연구책임자로 신청하는 경우 가점 1점 ○ 국토해양연구개발 결과를 활용하여 최근 2년 이내에 R&D사업 연구결과로 건설·교통신기술을 받은 중소·중견기업이 관련분야의 신규 신기술 지정분야와 동일한 기술분야의 연구개발과제를 신청하는 경우 가점 1점(단, 참여기업 또는 위탁연구기관으로 참여하는 경우는 제외하고, 기술분야 분류는 전문기관의 장이 별도로 정한다.) ○ 최근 2년 이내에 「저탄소 녹색성장 기본법 시행령」 제19조에 따른 녹색인증 받은 중소·중견기업이 연구개발과제를 신청하는 경우 가점 1점 ○ 최근 3년 이내에 운영규정 제55조제1항 각 호의 연구부정행위를 한 경우 4점 감점 ○ 연구개발과제 선정 후 협약을 포기하거나, 연구수행 도중 연구를 포기한 경력이 있는 주관 또는 협동연구책임자나 기업의 경우, 향후 3년간 2점 감점

	○ 여성연구자가 신규과제 주관연구책임자로 참여시 가점 1점 ○ 최근 3년 이내에 조기성공 실적이 있는 연구자가 신규과제 주관연구책임자로 신청 시 가점 0.5점 ○ 「하도급거래 공정화에 관한 법률」을 최근 3년 이내에 상습적으로 위반한 기업이 연구개발과제를 신청한 경우에 그러한 위반 사실이 같은 법 제26조에 따른 공정거래위원회로부터 관계 행정기관의 장에의 통보 등을 통하여 확인될 경우, 2점 감점 ○ 금번 공고시 ‘총 연구비에 대한 연구신청기관의 연구비 부담비율에 따른 가점’은 적용하지 않음 (단, 종합평가점수가 동점일 경우, 선정 우선순위 결정에 적용)
--	--

참고문헌

1. 강동구청 재건축과, 『친환경 공동주택 가이드라인 운영기준』, 2010.3
2. 건축물 옥상녹화 시스템 유형결정과 관리 매뉴얼, 서울특별시, 2005.10, p25
3. 건축기술정보, 건축방수의 모든 것(지붕방수), 1989. 6
4. 기문당, 건축기술핸드북시리즈 방수공사편, 2008.1
5. 건설도서, 방수공사매뉴얼 실무자를 위한 지침서, 2003. 6
6. 박규성 외, 상수도 콘크리트 구조물 최적 유지관리를 위한 내부 방수/방식재의 접착강도 성능 등급 설정에 관한 실험적 연구, 대한건축학회논문집-구조계, Vol.27 No.7, [2011.07], p149-158
7. 국토교통부, 2011년도 건축물 통계 현황, 2012.2
8. 국토교통부, 건축물의 에너지절약설계기준, 국토교통부고시 제2012-69호, 2012.5.24.
9. 국토교통부, 건축물 에너지효율등급 인증에 관한 규칙, 국토교통부령 제6호, 2013.05
10. 국토교통부, 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙, 국토교통부령 제1호, 2013.03
11. 국토교통부, 주택성능등급 인정 및 관리기준, 국토교통부고시 제2009-1191호
12. 국토교통부, 청정건강주택 건설기준, 국토교통부고시 제2013 - 40호, 2013.04.12.
13. 국토교통부, 환경부, 친환경 건축물 인증제도
14. 김동호, 재료설계와 한국산업규격의 활용, 건축 설계를 위한 건축재료 선정 시의 고려사항, p20-22, (사)대한건축학회 재료위원회, 2007.12
15. 김영근 외, 건축재료의 품질시험, 품질보증, 품질관리에 대하여, 건축 설계를 위한 건축재료 선정 시의 고려사항, p37-40, (사)대한건축학회 재료위원회, 2007.12
16. 김완기, 건축 일반재료 설계 시의 고려사항, 건축 설계를 위한 건축재료 선정 시의 고려사항, p88-92, (사)대한건축학회 재료위원회, 2007.12
17. 김무한, 건축물의 내구수명과 장수명화를 위한 건축재료설계 시의 고려사항, 건축 설계를 위한 건축재료 선정 시의 고려사항, p1-4, (사)대한건축학회 재료위원회, 2007.12
18. 김하근, 손장열, 감홍식, 1995, 실험실과 현장에서의 창호 차음성능 평가에 관한 연구, 대한건축학회논문집 11권8호, pp.179~188
19. 김하근, 오진균, 차음성능 향상을 위한 발코니 창호의 개발 및 평가, 주택도시 제 84호, 2005
20. 대림산업 기술연구소, 외부소음 및 단지 내 발생소음 제어기술개발, 대림산업, 2005
21. 대한주택공사, 공동주택 발코니 공간의 차음성능 향상 기술 개발, 환경부, 2005
22. 대한주택공사, 공동주택 바닥충격음 차단성능 기준설정연구, 2001
23. 대한주택공사, 공동주택 내부소음기준설정에 관한 연구, 1986.12
24. 대한주택공사 주택연구원, 외부창호의 차음설계에 관한 연구, 대한주택공사,

pp.53~58, 1992

25. 두성규, 건설이슈포커스- 공동주택 관련 하자분쟁 제도개선 및 대응방안(1)-하자기획소송 근절을 위한 제도개선을 중심으로-, CERIK, 2010.4.16.
26. 서울특별시 SH공사, 『SH공사 건축공사전문시방서』, 2013
27. 서울특별시 SH공사, 『재개발(재건축) 임대아파트 시설물 설치기준(건축)』, 2012.3
28. 서치호, 재료설계와 건축공사표준시방서의 활용, 건축 설계를 위한 건축재료 선정 시의 고려사항, p231-234, (사)대한건축학회 재료위원회, 2007.12
29. 송승영, 실내 표면결로 방지를 위한 열교부위의 적정 단열정도 결정방법에 관한 연구, 대한건축학회논문집계획계 14권 10호, 1998.10, pp.275-284
30. 석호태, 공동주택의 바닥충격음 전달특성 분석에 관한 연구, 한국주거학회논문집, Vol.16, No.5, pp91~98, 2005
31. 오상근 외, 건축물의 누수보수를 위한 방수층재형성 주입기술, 한국구조물진단학회지, Vol.7 No.2, 2003
32. 오상근, 건축물 방수설계 시 고려해야 할 재료 및 공법 선정에 대하여, 건축 설계를 위한 건축재료 선정 시의 고려사항, p165-171, (사)대한건축학회 재료위원회, 2007.12
33. 오상근 외, 국내 옥상녹화 현황 및 옥상녹화 방수·방근재에 대한 방근성능 시험방법에 관한 연구, 한국구조물진단유지관리공학회 2008년도 가을 학술발표 논문집 제12권2호(통권 22집) p.245, 2008. 11.
34. 이명수 국회의원, 12년 국토해양위국정감사 토지주택공사 보도자료, 2012.10.8.
35. 이병기, 주거공간의 잔향시간 영향요인 분석과 차음성능평가에 미치는 영향, 서울시립대학교 대학원 석사학위 논문, 2007
36. 이상우, 초고층 공동주택의 바닥충격음 성능에 미치는 영향요인에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 22권, 3호, pp.303~310, 2006
37. 이성호, 정갑철, 2001, 창호의 차음성능에 관한 실험적 연구, 한국소음진동공학회 추계학술대회발표논문집, pp.241~246
38. 전광섭, 한국 역대정부의 주택정책 만족도 연구, 주택연구 제15권 1호, 2007.03.
39. 정영주, 공동주택 하자발생 원인과 방지방안에 관한 연구, 경기대학교 산업정보대학원, 2008.12
40. 지식경제부, 임팩트 볼에 의한 바닥충격음 측정기술 및 시험평가기술 표준화, 2008
41. 한국건설기술연구원, 새집증후군 개선을 위한 청정건강주택의 건설기준개발 연구, 2011.12
42. 한국소음진동공학회, 소음·진동 편람, 1995
43. 한국 표준 협회, KS F 2295 창호의 결로방지 성능 시험 방법, 2004
44. 한국토지주택공사, 『LH 전문시방서』, 2012.7
45. 한국토지주택공사, 『주택분야 건축설계지침』, 2010.5
46. (사)한국콘크리트학회, 염해 환경하의 지하구조물의 방수공법 및 방수재에 대한

- 시방 작성 연구, 인천국제공항공사, 2004. 5
47. 환경부, 새 아파트 실내공기 입주 전보다 입주후가 더 문제, 환경부 보도자료, 09.12.10
 48. 환경부 보도자료, 가정집 70%가 총부유세균 유지기준 초과, 2011.06.15.
 49. 환경부, 실내공기질 관리기본계획(2009~2013), 2009.01.
 50. 황하진, 김종엽, 이종성, 공동주택 세대내 결로방지 설계를 위한 실내외 온습도 기준 수립 연구, LHI(대한토지주택공사) Journal 2(3):269-276, 2011
 51. AAMA(American Architectural Manufacturers Association), AAMA 1503.1 Voluntary Test Method for Thermal Transmittance and Condensation Resistance of Windows, Doors, and Glazed Wall Sections
 52. ASHRAE, ASHRAE Handbook 2009 Fundamental, Chapter 25, 2009
 53. Choi, S.-M., Oh, S.-K., Seo, C.-H., 2012, Construction of evaluation system for selecting an appropriate waterproofing method for the roof of a building, Canadian Journal of Civil Engineering, Vol. 39(12): 1264-1273.
 54. EPA(United States Environmental Protection Agency), Indoor airPLUS,
 55. H. Tachibana et al., "Development of new heavy and soft impact source for the assessment of floor impact sound of building," Internoise 98, Christchurch, New Zealand, 1998
 56. K. Inoue et al., "Development of standard heavy impact source for measurement of floor impact sound", AIJ J. Technol., Des., v.14, pp. 143-148, 2001
 57. ISO, ISO10211:2007, Thermal bridges in building construction - Heat flows and surface temperatures - Detailed calculations, 2007
 58. ISO, ISO 13788:2001, Hygrothermal performance of building components and building elements - Internal surface temperature to avoid critical surface humidity and interstitial condensation - Calculation methods, 2001
 59. National Building Code of Canada 2005, Division B Acceptable, 2005
 60. National Standard of Canada, Canadian Standards Association(CSA), CAN/CAS-A440-00 Windows/440.1-00 User Selection Guide to CSA Standard A440-00 Windows, 2000.12
 61. NFRC(National Fenestration Rating Council), NFRC 500-2010 Procedure for Determining Fenestration Product Condensation Resistance Values, 2010
 62. NFRC(National Fenestration Rating Council), NFRC 500UG-2002 User Guide to NFRC 500: Procedure for Determining Fenestration Product Condensation Resistance Values, 2002
 63. NFRC(National Fenestration Rating Council), NFRC 102 - 2010 Procedure for measuring the steady-state thermal transmittance of fenestration systems
 64. P.Wouters(BBRI), J.Schietecat(BBRI), P.Standaert(Physibel), Practical guide for the hygrothermal evaluation of thermal bridges, 2002.5
 65. Seung-Yeong Song, et al., Evaluation of inside surface condensation in double

- glazing window system with insulation spacer: A case study of residential complex, Building and Environment Vol. 42, Issue 2, Elsevier, 2007.02, pp.940 - 950
66. Targo Kalamees, Critical values for the temperature factor to assess thermal bridges, Proc. Estonian Acad. Sci. Eng., 2006, 12, 3-1, 218-229
 67. T. Y. Bong, et al., Predicting Window Condensation Potential for a Large Viewing Gallery, Building and Environment Vol. 33, Nos 2-3, Elsevier, 1998, pp.143-150
 68. U.S. Indoor Air Quality Market, BCC Research, 2012.07
 69. Waterproofing Concrete, Civil Engineering, pp. 57-71, 1978. 5
 70. 防水ジャーナル編集部 : 無機質浸透性塗布防水材料の現状, 防水ジャーナル, 新樹社, pp. 32-36, 1986. 9
 71. ケイ酸質塗布防水材料による下地モルタル中の結晶生成- SEM及び熱重量測定による検討- セメント・コンクリート論文集, No.45, pp.678-683, 1991. 12
 72. 공정거래위원회, 1372 소비자상담센터 홈페이지, www.ccn.go.kr, 판례/조정례조회
 73. 전자신문, '단열필름으로 에너지절감 - 에너지 중소기업 슈퍼스타(Super Star) 20', <http://www.greendaily.co.kr/news/articleView.html?idxno=21831>, 2012.11.11
 74. 한국소비자원, 한국소비자원 홈페이지, www.kca.go.kr
 75. 에스에스케미칼 주식회사&주식회사 이보드 홈페이지, <http://www.ss-chemical.com/>
 76. 세진에스엠(주) 홈페이지, <http://www.sejinsm.com/>
 77. 동일씨엠(주) 홈페이지, <http://www.g-board.co.kr/>
 78. 보승산업(주) 홈페이지, <http://bosung411.co.kr/>
 79. 케이씨씨(주) 홈페이지, <http://www.kccworld.co.kr/>
 80. 삼화페인트(주) 홈페이지, <http://www.spi.co.kr/>
 81. 노루페인트(주) 홈페이지, <http://www.noropaint.com/>
 82. 건설화학공업(주), 제비표페인트 홈페이지, <http://www.jebi.co.kr/>
 83. 대건피엔씨(주) 홈페이지, <http://www.복합단열재.com/>
 84. 프로클리마 코리아 홈페이지, <http://www.proclima.co.kr/>
 85. 솔라메이트(주) 홈페이지, <http://solamate.co.kr/>
 86. 케이씨씨(주) 홈페이지, <http://www.kccworld.co.kr/>
 87. 통계청, 과학기술통계서비스, <http://sts.ntis.go.kr/>
 88. 특허청, 지식재산권통계연보, www.kipo.go.kr/
 89. 국가과학기술위원회, 과학기술논문(SCI)분석연구, www.nstc.go.kr/
 90. FOCUST wisdomain 홈페이지, <http://focust.wisdomain.net>
 91. 국가과학기술정보센터 NDSL 홈페이지, <http://www.ndsl.kr/>
 92. <http://greenbuilding.re.kr>
 93. <http://www.goodhousing.or.kr>

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 ‘13년 건설교통연구기획사업의 연구 보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 ‘13년 건설교통연구기획사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.