



캡스톤 디자인

- 제로에너지 건축 설계 -

201731029 석원용

201731032 송범석

목 차

1. 제로에너지 건축 설계 방향성

2. 문제점 분석

- 대규모 단열계획
- 고정된 동서 향
- 호텔에서의 과도한 부하

3. 문제점 해결방안 고안

- 효율적인 단열계획
- 패시브 기술을 활용한 동서 향의 일사량 조절 및 활용
- 액티브 기술과 신재생 에너지를 활용한 부하절감

4. 그 밖의 반영사항

- 기타 패시브 기술, 액티브 기술, 신재생에너지 활용

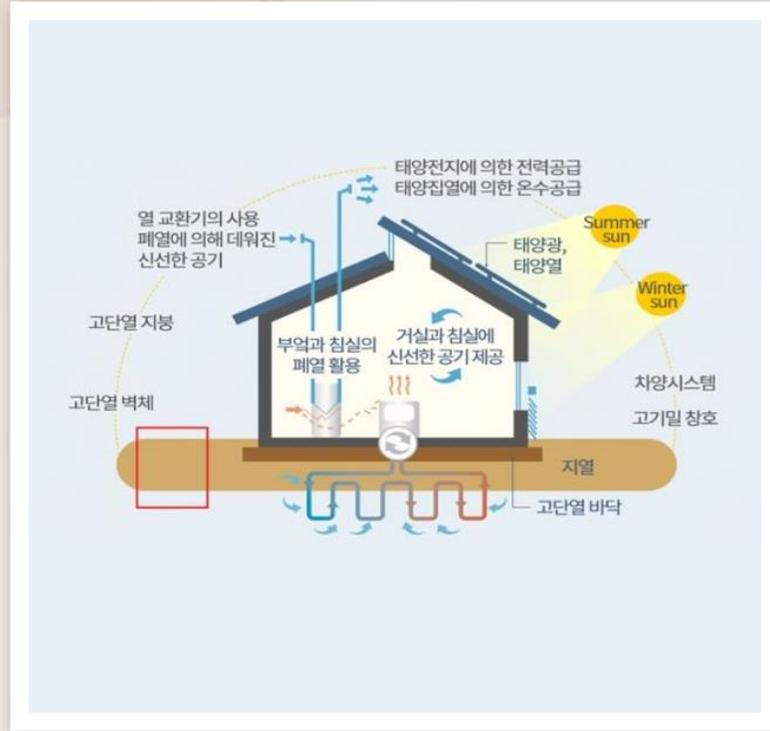
▶ 제로에너지 건축 설계 방향성



패시브 기술

건물의 에너지 요구량 최소화

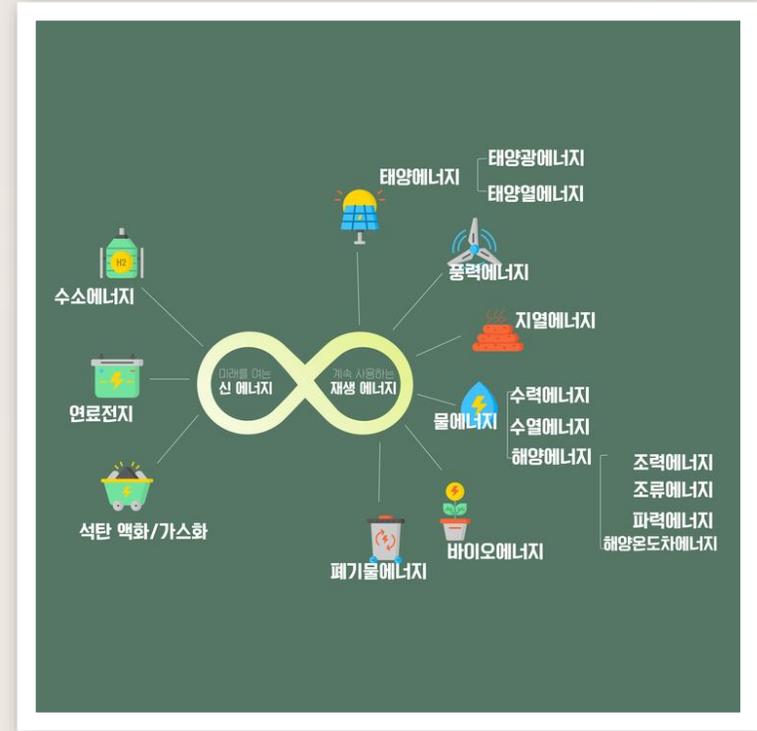
설계를 통한 건물부하저감 기술을 활용하여 건물 에너지의 약 80% 감소



액티브 기술

건물의 에너지 소요량 최소화

고효율 설비, 조명기기 등을 이용하여 효율적 설비시스템 구축



신재생 에너지 기술

자체 에너지 생산가능

태양열, 태양광, 지열, 등 건물의 에너지 소요량 자체적 생산

▶ 문제점 분석



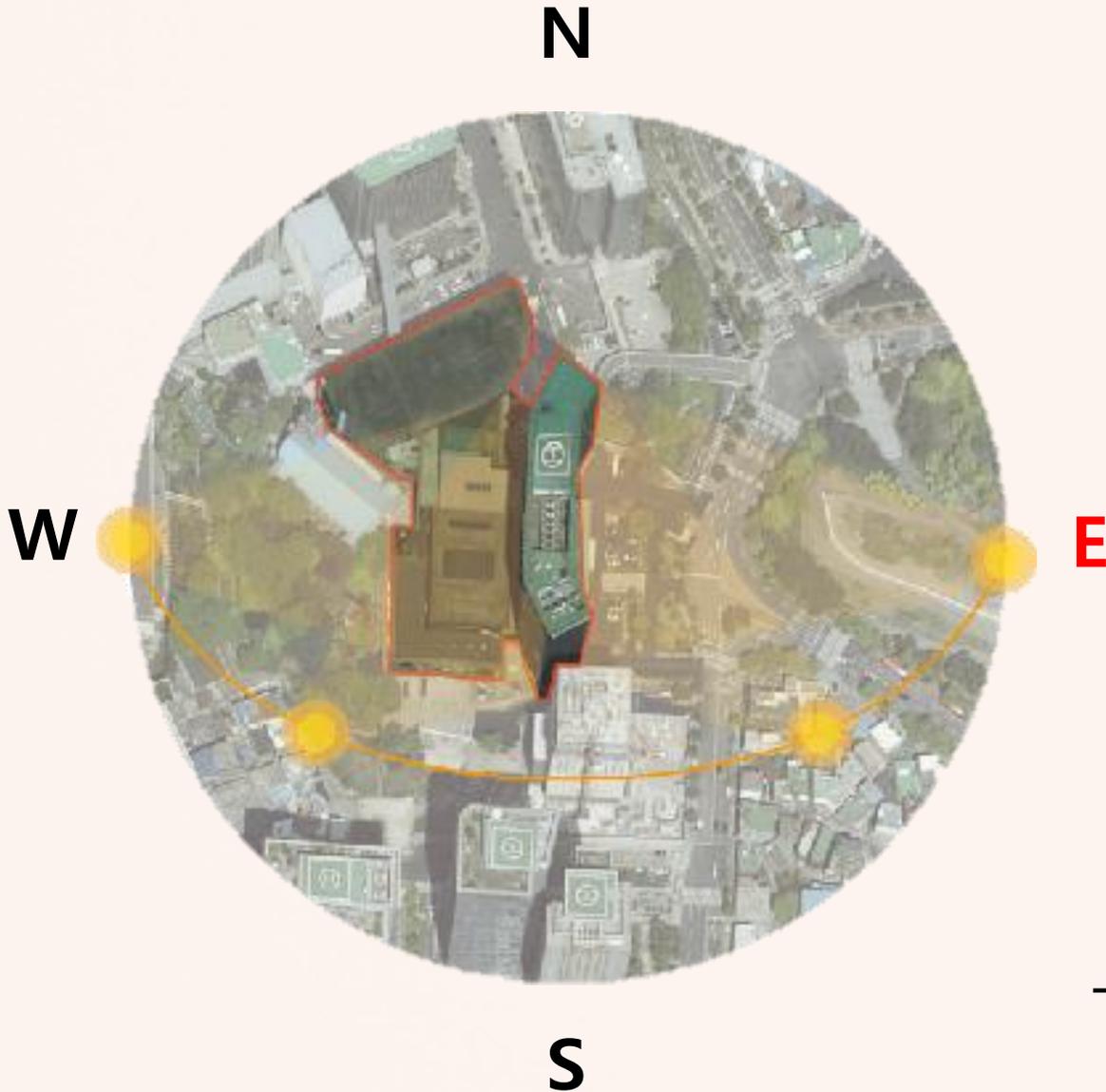
힐튼호텔, 서울

• 설계개요

- 대지위치 : 서울 중구 남대문로 5가 395번지
- **대지면적 : 18,764m²**
- 지역지구 : 상업지역, 주차장정비지구
- 주 용 도 : 숙박, 업무, 문화 및 집회, 판매시설
→ **호텔 건축 리노베이션**

- 공모전 특성상, 결정된 부지와 용도
- 넓은 면적으로 인한 효율적인 단열계획 필요

▶ 문제점 분석

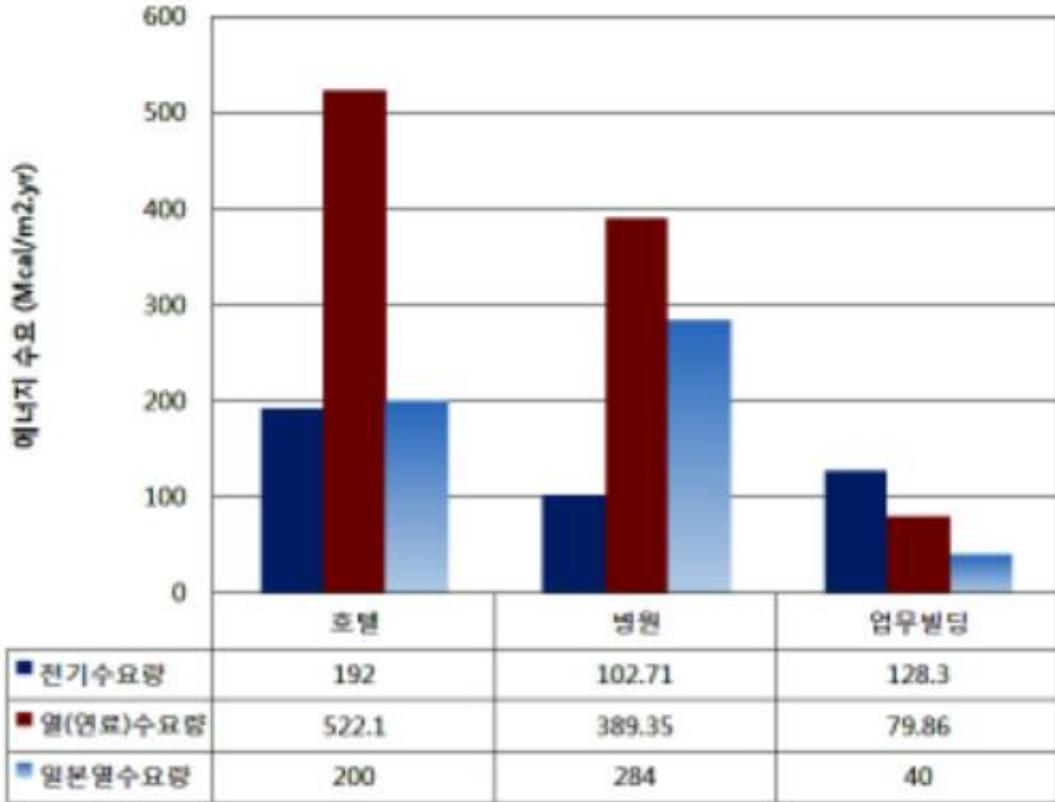


동서 향

- 대지 특성상 고정된 동향설계
- 고층 빌딩이 위치한 북,남향
- 주출입구가 없는 서향
- **정면성과 조망확보가 가능한 동향**

→ 패시브 디자인을 통한 일사량 조절 필요

▶ 문제점 분석



호텔의 과도한 부하

· 전기부하

- 각 객실에 사용되는 전기기구
- 대형 로비에 의한 조명기구
- 각종 전기기계, 컴퓨터 통신 등의 사용
- 기타 동력원

· 냉방부하

- 전열부하 (외벽,바닥,천장 등)
- 일사에 의한 부하
- 내부부하 (실내 발생열 : 조명기구, 인체, 열원기기)
- 장치부하 등

액티브 디자인(설비)을 통한 부하 감소효과

→ 전기부하 : 소요 전력량 절감 / 신재생 에너지활용 등

→ 냉방부하 : 단열 및 기밀 시공 / 일사량 조절 등

▶ 문제 해결방안 고안 : 단열계획

- 넓은 면적으로 인한 효율적인 단열계획
- 지역별 건축물 부위의 열관류율 법규 검토
→ 서울특별시 (중부 2지역)

- ① 거실의 외벽 : 0.240W/m²·K 이하
- ② 거실의 반자 또는 지붕 : 0.150W/m²·K 이하
- ③ 최하층 거실의 바닥 : 0.170W/m²·K 이하
- ④ 창 및 문 : 1.500W/m²·K 이하

2018.9.1 시행(단위 : W/m²·K)

건축물의 부위		지역	중부1지역 ¹⁾	중부2지역 ²⁾	남부지역 ³⁾	제주도
거실의 외벽	외기에 직접 면하는 경우	공동주택	0.150 이하	0.170 이하	0.220 이하	0.290 이하
		공동주택 외	0.170 이하	0.240 이하	0.320 이하	0.410 이하
	외기에 간접 면하는 경우	공동주택	0.210 이하	0.240 이하	0.310 이하	0.410 이하
		공동주택 외	0.240 이하	0.340 이하	0.450 이하	0.560 이하
최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕	외기에 직접 면하는 경우	0.150 이하		0.180 이하	0.250 이하	
	외기에 간접 면하는 경우	0.210 이하		0.260 이하	0.350 이하	
최하층에 있는 거실의 바닥	외기에 직접 면하는 경우	바닥난방인 경우	0.150 이하	0.170 이하	0.220 이하	0.290 이하
		바닥난방이 아닌 경우	0.170 이하	0.200 이하	0.250 이하	0.330 이하
	외기에 간접 면하는 경우	바닥난방인 경우	0.210 이하	0.240 이하	0.310 이하	0.410 이하
		바닥난방이 아닌 경우	0.240 이하	0.290 이하	0.350 이하	0.470 이하
바닥난방인 층간바닥			0.810 이하			
창 및 문	외기에 직접 면하는 경우	공동주택	1,900 이하	1,000 이하	1,200 이하	1,600 이하
		공동주택 외	1,200 이하	1,500 이하	1,800 이하	2,200 이하
	외기에 간접 면하는 경우	공동주택	1,300 이하	1,500 이하	1,700 이하	2,000 이하
		공동주택 외	1,500 이하	1,900 이하	2,200 이하	2,800 이하
공동주택 세대현관문 및 방화문	외기에 직접 면하는 경우 및 거실 내 방화문	1,400 이하				
	외기에 간접 면하는 경우	1,800 이하				

■ 비교

- 1) 중부1지역 : 강원도(고성, 속초, 양양, 강릉, 동해, 삼척 제외), 경기도(연천, 포천, 가평, 남양주, 의정부, 양주, 동두천, 파주), 충청북도(제천), 경상북도(봉화, 청송)
- 2) 중부2지역 : 서울특별시, 대전광역시, 세종특별자치시, 인천광역시, 강원도(고성, 속초, 양양, 강릉, 동해, 삼척), 경기도(연천, 포천, 가평, 남양주, 의정부, 양주, 동두천, 파주 제외), 충청북도(제천 제외), 충청남도, 경상북도(봉화, 청송, 울진, 영덕, 포항, 경주, 청도, 경산 제외), 전라북도, 경상남도(거창, 함양)
- 3) 남부지역 : 부산광역시, 대구광역시, 울산광역시, 광주광역시, 전라남도, 경상북도(울진, 영덕, 포항, 경주, 청도, 경산), 경상남도(거창, 함양 제외)

▶ 문제 해결방안 고안 : 단열계획

- 넓은 면적으로 인한 효율적인 단열계획
 - 지역별 건축물 부위의 두께 법규 검토
→ [가]등급 단열재 기준
- ① 거실의 외벽 : 135mm
 - ② 거실의 반자 또는 지붕 : 220mm
 - ③ 최하층 거실의 바닥 : 190mm
 - ④ 바닥난방인 층간바닥 : 30mm

2018.9.1 시행 (단위: mm)

건축물의 부위		단열재의 등급	단열재 등급별 허용 두께			
			가	나	다	라
거실의 외벽	외기에 직접 면하는 경우	공동주택	190	225	260	285
		공동주택 외	135	155	180	200
	외기에 간접 면하는 경우	공동주택	130	155	175	195
		공동주택 외	90	105	120	135
최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕	외기에 직접 면하는 경우		220	260	295	330
	외기에 간접 면하는 경우		155	180	205	230
최하층에 있는 거실의 바닥	외기에 직접 면하는 경우	바닥난방인 경우	190	220	255	280
		바닥난방이 아닌 경우	165	195	220	245
	외기에 간접 면하는 경우	바닥난방인 경우	125	150	170	185
		바닥난방이 아닌 경우	110	125	145	160
바닥난방인 층간바닥			30	35	45	50

▶ 문제 해결방안 고안 : 단열계획

• 넓은 면적으로 인한 효율적인 단열계획

- 적용 단열재

- ① 거실의 외벽 : 0.240W/m²·K 이하
- ② 거실의 반자 또는 지붕 : 0.150W/m²·K 이하
- ③ 최하층 거실의 바닥 : 0.170W/m²·K 이하
- ④ 창 및 문 : 1.500W/m²·K 이하

- ① 거실의 외벽 : 135mm
- ② 거실의 반자 또는 지붕 : 220mm
- ③ 최하층 거실의 바닥 : 190mm
- ④ 바닥난방인 층간바닥 : 30mm

등급분류	열전도율의 범위 (KS L9016에 의한 20+, -℃ 시험조건외 열전도율)		관련표준	단열재 종류
	W/mk	Kcal/mh℃		
가	0.034이하	0.029이하	KS M 3808	- 압출법보온판 특호, 1호, 2호, 3호 - 비드법보온판 2종 1호, 2호, 3호, 4호
			KS M 3809	- 경질우레탄폼보온판 1종 1호, 2호, 3호 및 2종 1호, 2호, 3호
			KS L 9102	- 그라스울 보온판 48K, 64K, 80K, 96K, 120K
			KS M ISO 4898	- 페놀 폼 I종A, II종A
			KS M 3871-1	- 분무식 중밀도 폴리우레탄 폼 1종(A, B), 2종(A, B)
			KS F 5660	- 폴리에스테르 흡음 단열재 1급
			기타 단열재로서 열전도율이 0.034 W/mK (0.029 kcal/mh℃) 이하인 경우	

▶ 문제 해결방안 고안 : 단열계획

· 넓은 면적으로 인한 효율적인 단열계획

- 적용 단열재

④ 창 및 문 : $1.500\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ 이하

1. 의뢰자
 - 기관명 : ㈜ 케이씨씨
 - 주소 : 서울시 서초구 서초동 사평대로 344
2. 시험대상품목/물질/시료 설명 : 창호 / VBF242_22LE-22LE / 창호에너지소비효율등급 취득용
3. 시험 장소 : 고정시험실(주소 : 좌측 상단 표기) 현장시험
4. 시험 기간 : 2019. 06. 11. ~ 2019. 08. 19.
5. 시험 방법 : KS F 2278:2017 창호의 단열성 시험방법/KS F 2292:2013 창호의 기밀성 시험방법
6. 시험 결과 :

시험항목	단 위	시험결과
창호의 단열성능	$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	0.858
창호의 기밀성능	$\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$	0.62

[내,외 22mm로이 5CL+12A+5LE]

1. 의뢰자
 - 기관명 : ㈜ 케이씨씨
 - 주소 : 서울시 서초구 서초동 사평대로 344
2. 시험대상품목/물질/시료 설명 : 창호 / VBF242_22LEAR-22LEAR / 창호에너지소비효율등급 취득용
3. 시험 장소 : 고정시험실(주소 : 좌측 상단 표기) 현장시험
4. 시험 기간 : 2019. 04. 30. ~ 2019. 05. 30.
5. 시험 방법 : KS F 2278:2017 창호의 단열성 시험방법/KS F 2292:2013 창호의 기밀성 시험방법
6. 시험 결과 :

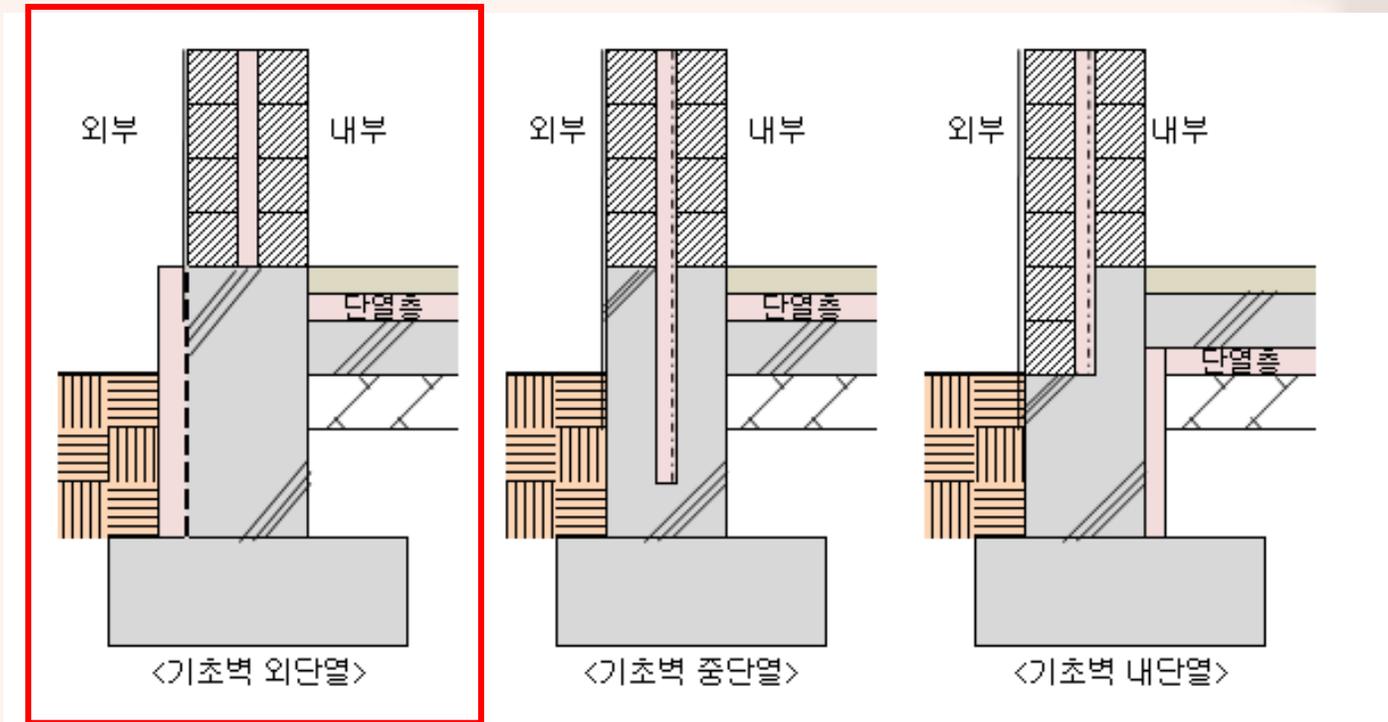
시험항목	단 위	시험결과
창호의 단열성능	$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	0.766
창호의 기밀성능	$\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$	0.77

[내,외 22mm로이(아르곤) 5CL+12Ar+5LE]

▶ 문제 해결방안 고안 : 단열계획

· 최하층 바닥단열

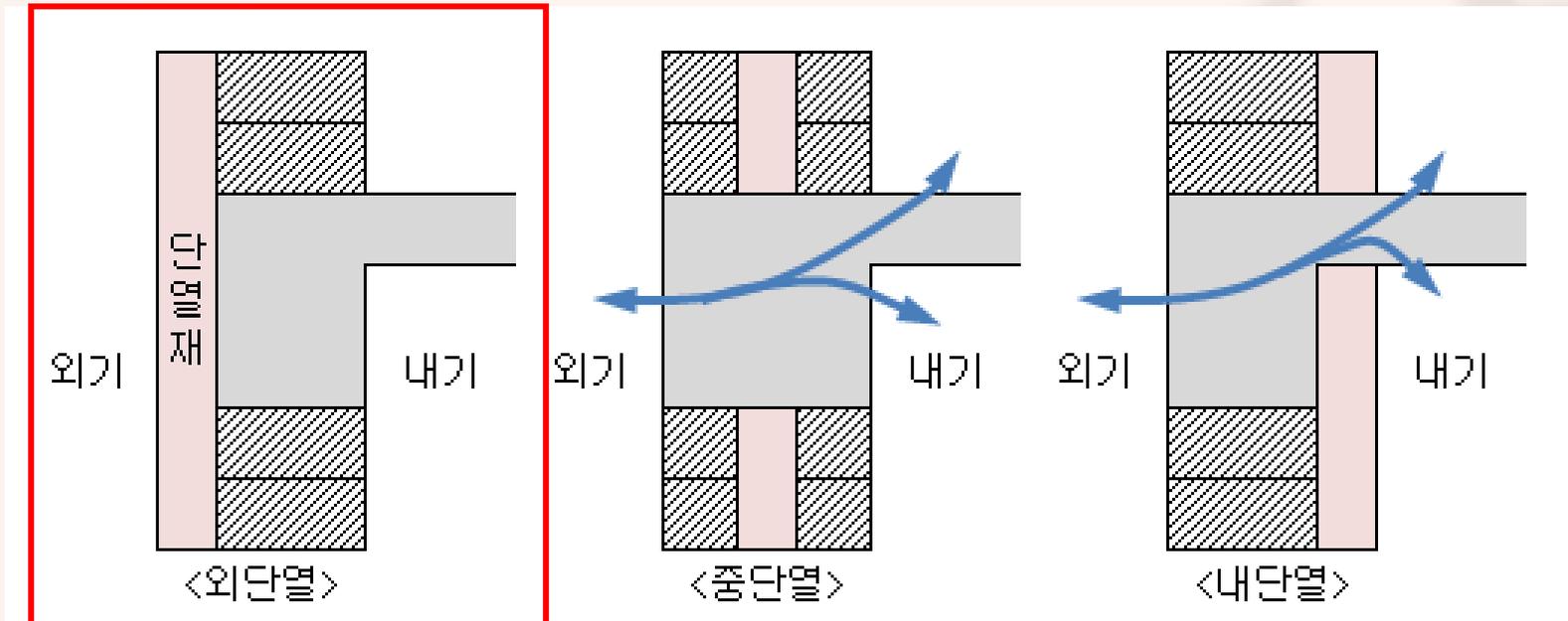
- 콘크리트 기초벽 단열은 투습저항이 좋고 견고한 단열재 사용
- 기초와 슬래브 모서리는 열교현상때문에 외단열이 바람직함 (부가적으로 에어로제로 보강)



▶ 문제 해결방안 고안 : 단열계획

· 벽체 단열

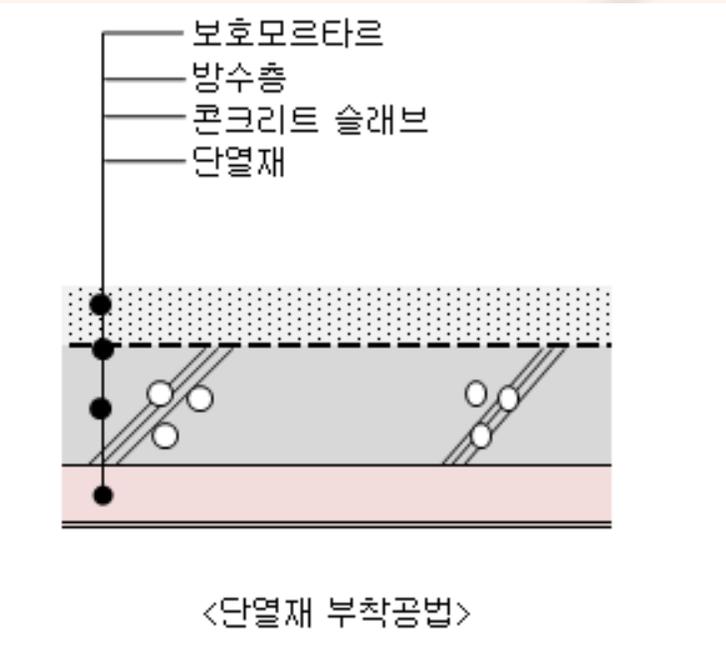
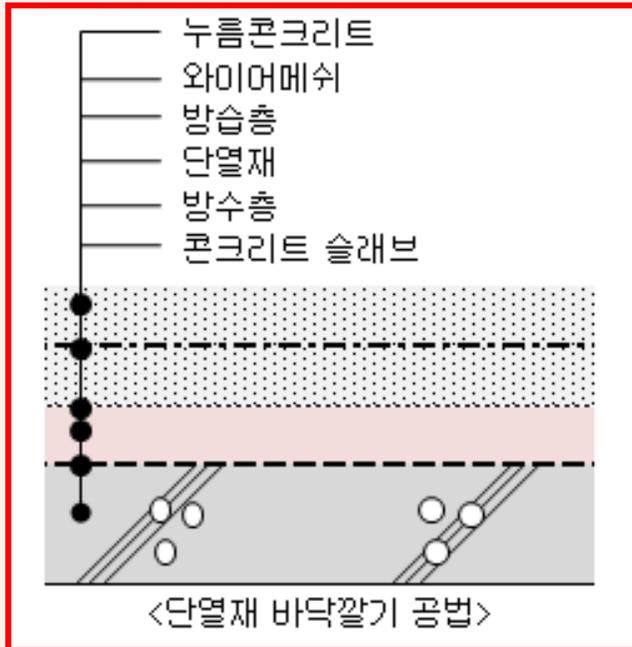
- 단열재의 위치에 따라 내단열, 중단열, 외단열로 구분
- 단열은 불연속 되는 곳이 없도록 밀실하게 시공
- 열교현상과 내부 결로 방지를 위해 외단열이 바람직함
- 외기에 면한 부분 등 단열 우각부에는 단열재를 보강하여 열교차단



▶ 문제 해결방안 고안 : 단열계획

· 최상층 지붕 단열

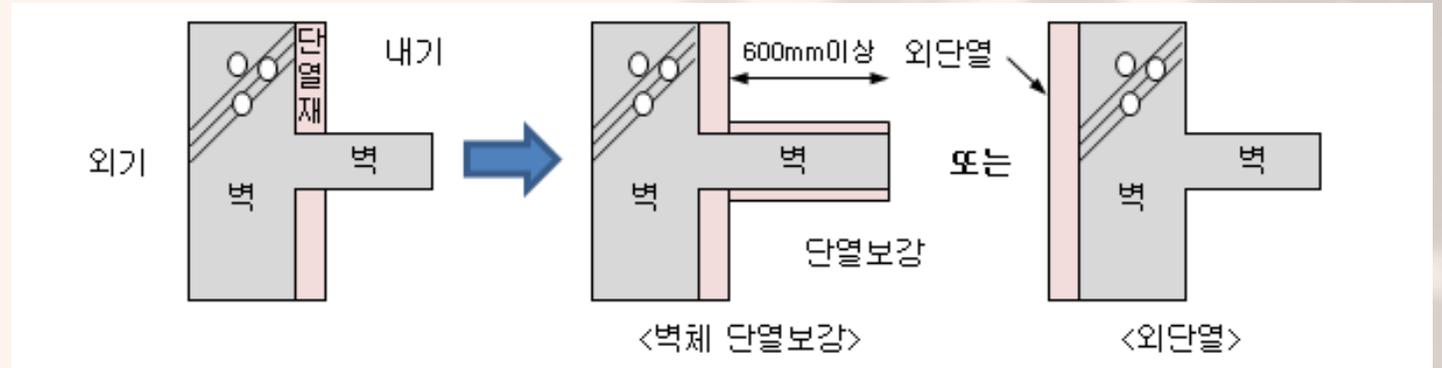
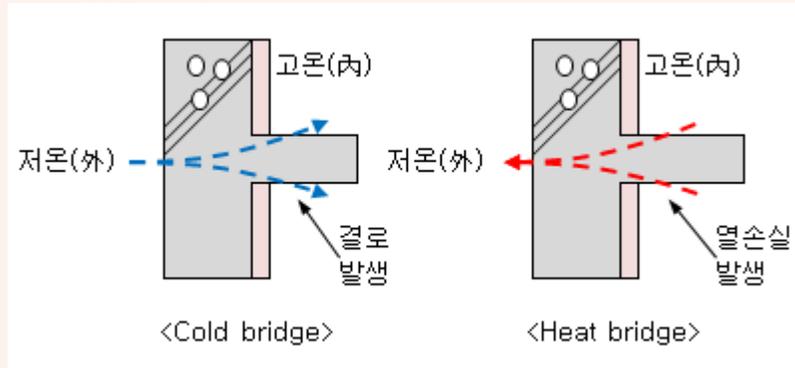
- 슬래브 상부 바닥깔기공법과 슬래브 하부에 단열재 부착공법으로 분류
- 단열재 위 콘크리트의 균열이 발생하지 않을 정도의 강도를 가져야 함
- 내부결로 방지를 위해 방수층 위에 외단열공법을 적용하는 것이 바람직함



▶ 문제 해결방안 고안 : 단열계획

· 열교현상

- 열교 : 구조체 두께가 얇거나, 단열재 누락으로 열저항이 낮아진 부위로 열이 들어오거나 나가는 경로
- 열교 부위는 단열성 저하로 벽체표면이 노점온도 이하로 내려가 결로의 원인이 됨



· 기밀성능

- 기본적인 기밀조건 : $50\text{Pa} \leq 0.6\text{회}$
- 창호의 경우, 고기밀 창호 설치 및 기밀테이프로 기밀성 확보

▶ 문제 해결방안 고안

동서 향			
구분	해결방안	적용 사항	
패 시 브 기 술	창호 계획	에너지 절약 유리창호 사용	1.5W/m ² ·K 이하의 창호 (내,외 22mm로이 5CL+12A+5LE)
		방위별 적정 창면적비	동서 향 : 25~30%이하
		창호 단열 및 기밀성능 강화	기밀테이프 활용
		유리 SHGC 개선	최적의 일사량(태양열) 유입
	차양 루버 계획	공공건축물 차양시스템 적용	남~서향 창의 10% 이상
		적용 차양 장치	외부 차양장치 - 롤 타입형
	조닝 계획	상세한 조닝계획 → 설비비용 증가, 에너지 절약	
		기초 조닝계획	외부존 (Perimeter Zone) 내부존 (Interior Zone)
		조닝계획 세분화	방위별 조닝 일사, 일조 조건이 다른 동 서 남 북측의 존으로 구분

- 창 면적비 : 지붕과 바닥을 제외한 건축물 전체 외피면적에 대한 창 면적비 / 창 면적비=[창 면적/(외벽면적+창면적)]*100

- 유리 SHGC : 유리창을 통한 일사량 획득 정도 / 태양열 차폐계수*0.87

- 외부 차양장치 롤타입형 : 여름철 냉방에너지 절감을 위해 주거건물이나 관공서 건물에서는 필수적

단, 열교로 인한 결로 및 곰팡이 발생우려 → 방지를 위한 fRSI값을 0.7이상 유지를 위해 실 내측 표면온도를 만족해야함.

$$fRSI=(실내표면온도-실외온도)/(실내온도-실외온도) \geq 0.7$$

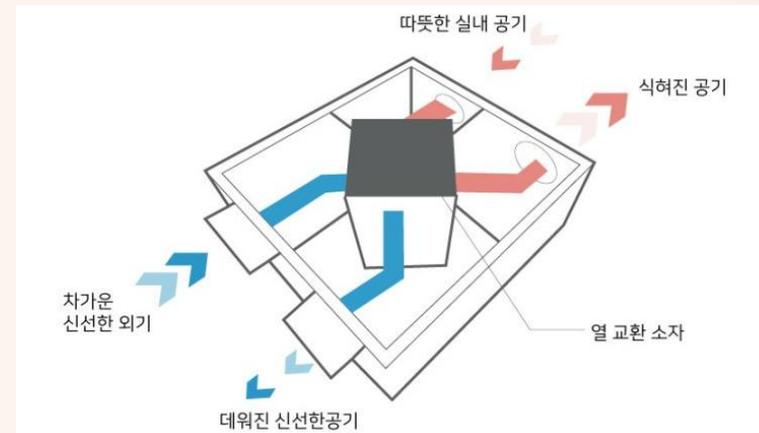
▶ 문제 해결방안 고안

호텔 냉방부하 절감		
구분	해결방안	적용 사항
액 티 브 기 술	실별 용도를 고려한 공조방식 적용	가변풍량방식(VAV방식) : 존 또는 실의 부하조건에 따라 풍량을 제어하여 송풍할 수 있는 방식
	고효율 설비적용으로 COP개선	열원설비 효율 개선으로 에너지 절감 지열히트펌프 시스템, 터보/흡수식 냉동기, EHP효율 개선, 보일러 효율 92% 이상
	순환펌프 동력감소 및 배관손실 저감	기계실 중앙 배치를 통한 배관길이 최소화 → 반송동력 및 배관길이에 따른 열손실 저감
열 회 수 장 치	폐열 재활용 시스템 구축	건물에서 쓰고난 열(폐열)을 그대로 버리지 않고 다시 건물 내에서 재사용으로 에너지 절감 (난방열회수율 80%이상, 냉방열회수율 45% 이상) 전열교환기 / 히트 파이프, 히트펌프시스템

- COP(Coefficient of Performance) : 성적계수(출력된 에너지와 투입된 에너지의 비; 효율)
- EHP(Electric Heat Pump) : 동력원이 전기모터로써, 냉매의 히트펌프 사이클 순환을 통해 냉난방을 하는 시스템

* 전열교환기로 인한 폐열 회수 환기장치

: 환기를 하면서 밖으로 나가는 열을 다시 회수하여 에너지 손실 최소화
→ 전열교환기의 효율은 75%이상



▶ 문제 해결방안 고안

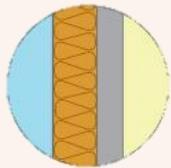
호텔 전기부하 절감		
구분	해결방안	적용 사항
액 티 브 기 술	고효율 조명기구(전등) 사용	LED(Light Emitting Diode) 적용
	광속법 활용한 최적의 광원개수	$F*N*U = E*A*D$ F = 사용광원 1개의 광속(lm) N = 광원의 개수 U = 조명률 E = 작업면의 평균조도(lx) A = 방의 면적 (m ²) D = 감광보상률
	조명기구의 배치 결정	$S \leq 1.5H$ $S_o \leq 1/2H$ $S_o \leq 1/3H$ S = 광원 상호간의 간격 S _o = 벽과 광원 사이의 간격 H = 광원까지의 높이
신 재 생 에 너 지	BIPV(건물일체형 태양발전 시스템)	태양전지가 하나의 건축자재로 활용 염료감응태양전지를 통한 입면 디자인계획 가능
	태양광	일조검토 후, 태양광PV 최대 설치
	태양광 발전효율 향상	옥상 > 입면 > 측벽 순으로 적용 남향 23도 고효율 모듈적용(다결정 실리콘 모듈 < 단결정 실리콘 모듈)
	지열	지열히트펌프 시스템
ESS	ESS(에너지 저장장치) 활용	1MW 이상의 전력을 사용하는 대규모 공공기관 건물에 일정 비율의 ESS 설치를 의무화

- LED(Light Emitting Diode):발광다이오드를 이용한 조명기구 / 소요전력이 작아 효율적, 수명이 길

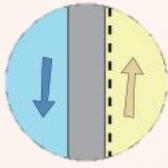
▶ 문제 해결방안 고안 : 단열계획

· 단열 계획

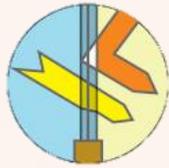
- 경제성과 더불어 적절한 **고단열**
- 누기와 침기 없는 기밀성 확보를 위한 **고기밀**
- 실내 온도 유지를 위한 고성능, **고효율 창호**
- 실내의 에너지 손실 최소화를 위한 **열교교환환기**
- 결로 및 곰팡이 발생 방지를 위한 **열교없는 디테일**



고단열



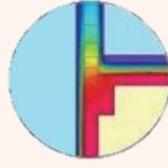
고기밀



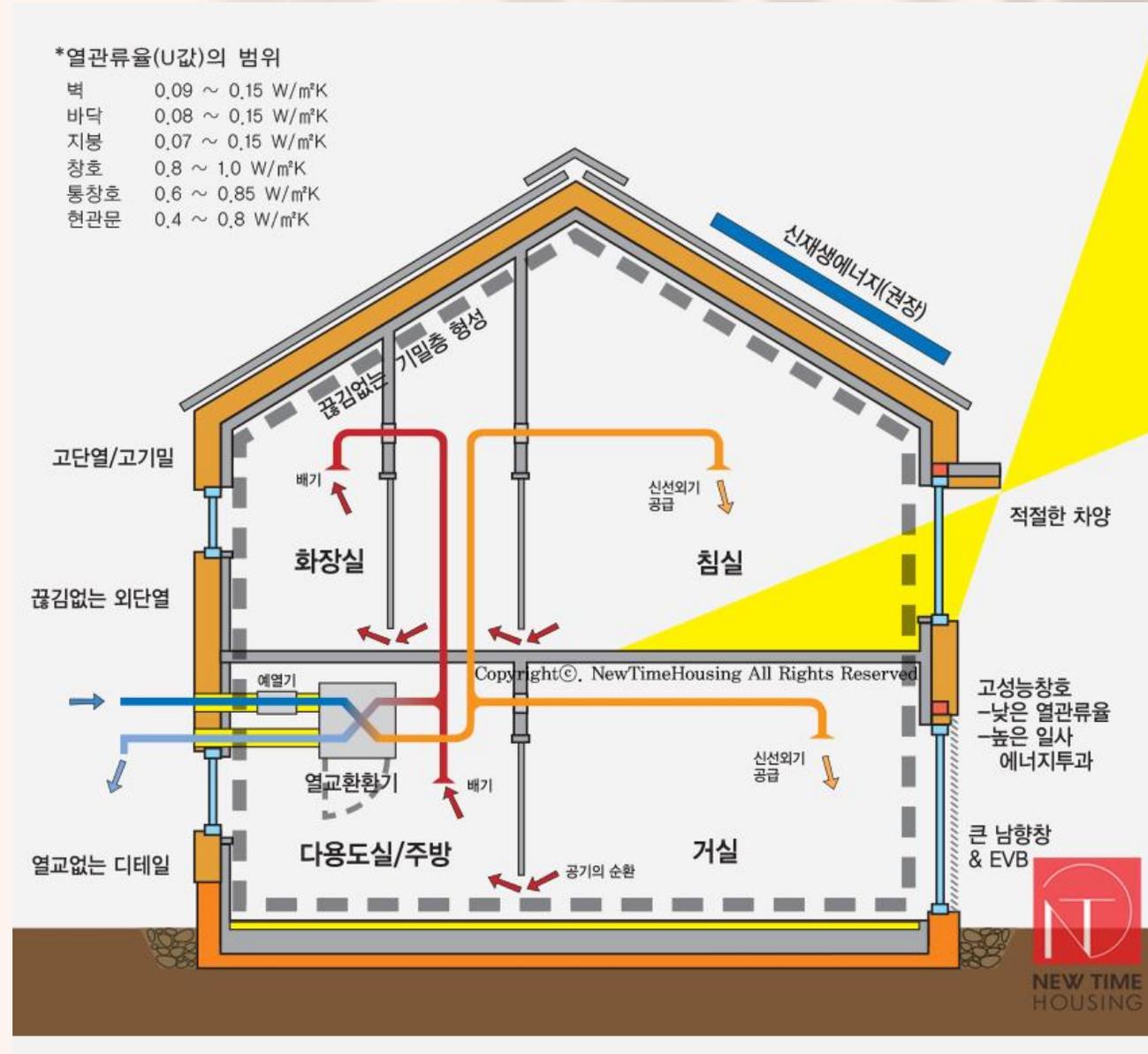
고효율
창호



열교교환
환기



열교없는
디테일



▶ 그 밖의 반영사항

* 메인 로비 atrium 및 천창 형성

- 자연채광 및 태양열 유입 → 자연형 태양열시스템(직접획득방식) 활용 → 집열, 저장 후 사용
- 개구부를 통한 열손실 및 여름철 과도한 태양열 유입으로 인한 과열현상에 대한 대책 필요
- 연돌효과로 인한 실내 공기순환

* 에너지통합관리플랫폼 ETRI

- AI 기반의 효율적인 신재생에너지 관리
- 빅데이터 기반의 각 공정별, 설비별 에너지 소비현황 실시간 파악 가능

* 대기전력차단 콘센트 적용

- 객실 별 불필요한, 낭비되는 전력소비량 최소화
- 화재방지 및 가전제품의 수명 연장 역할

* 건축물에너지관리시스템 BEMS

- 데이터 수집 및 표시 / 정보감시 / 데이터조회 / 에너지소비 현황분석 / 실내외 환경정보 제공 / 에너지 소비량 예측 / 에너지 비용 조회 및 분석 / 제어시스템 연동 의 9개 항목 검토가능
- 에너지 효율화 및 온실가스, 탄소 배출량 감축

* 풍력발전 활용

- 고층건축물과 높이에 의한 풍력 강화를 통한 신재생 에너지 활용 가능

감사합니다