

에너지 자립률 향상을 위한 외부 차양 및 태양광 패널

TEAM OREO

Design of External Shading and Photovoltaic Panels for Enhanced Energy Self-Sufficiency

본 프로젝트는 교육시설 환경이 학습 효율에 직접적인 영향을 미친다는 점에 주목하였다.

이러한 문제를 개선하고자 교육시설에 해당하는 국립군산대학교 공과대학 5호관을 대상으로 선정하였다.

해당 건물의 남서향 강의실은 일사량이 많아 냉방부하가 크고, 신재생 에너지 도입이 미흡하여 에너지 자립률이 감소한다.

이에 외부 차양 설계와 단열재 및 설비 기기 변경, 태양광 발전 시스템을 적용한 재설계를 통해 에너지 자립률을 향상시키고자 한다.

설계 대상 건물



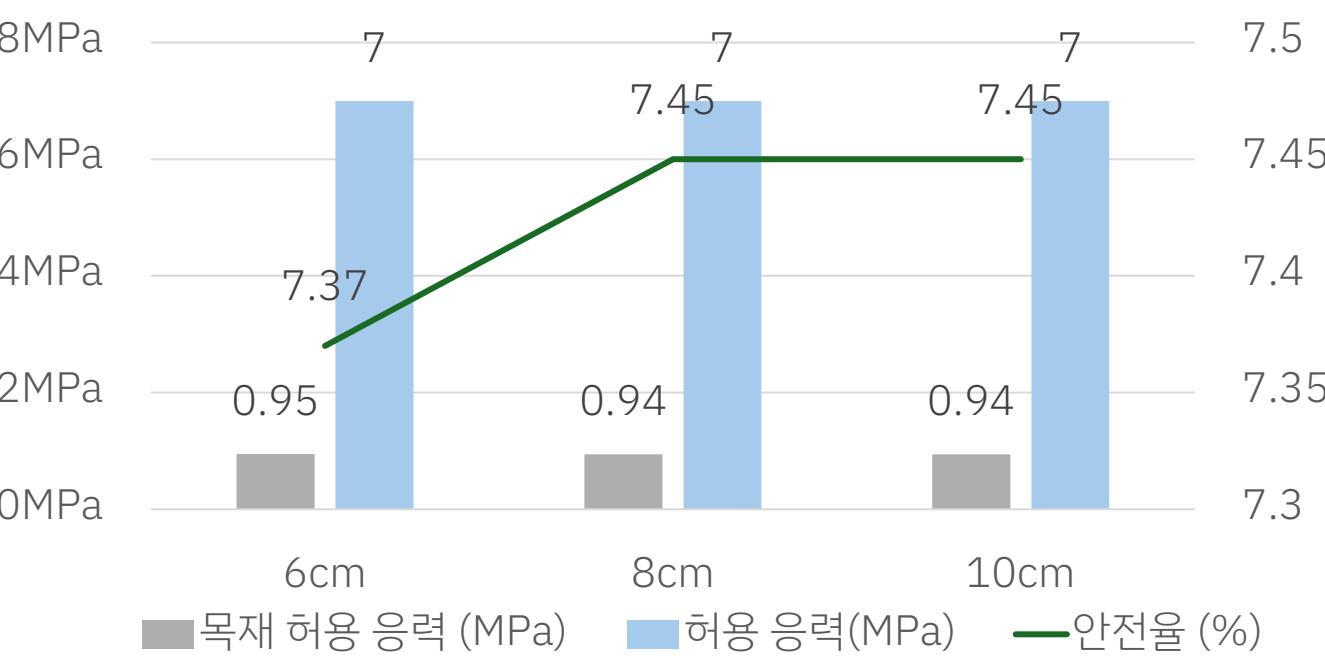
건 물 명 | 국립군산대학교 공과대학 5호관
위 치 | 전북특별자치도 군산시 대학로 558
위 도 와 경 도 | 북위 35.94 / 동경 126.67
공 사 기 간 | 1992.08.24. ~ 1994.05.13
용 도 | 교육시설
층 수 | 지하 1층~지상 3층
건 물 의 향 | 남서향
차 양 유 무 | 무
태 양 광 패 널 유 무 | 무

설계 목표

- 건축물 에너지 등급 1등급
- 에너지 자립률 13% 향상
- 냉방 부하 약 15% 절감

설계 결과 산정

1. 구조 안전성 검토



최대 돌출 길이 166mm 기준으로 슬랫 폭 6cm, 8cm, 10cm 모두 허용 응력(7MPa) 대비 안전율이 높아 구조적으로 모두 안전
※ 안전율 = 목재 허용 응력 / 최대 응력

4. 각도 산정

폭/각도	차단율(%)	목표 대비(%)
8cm-15°	30.1	+0.1
8cm-20°	30.7	+0.7
8cm-25°	32.0	+2.0 (최대 성능)
8cm-30°	31.6	+1.6
8cm-35°	29.2	-0.8

6. 차양 전/후 비교 (kWh/m²)

건물 전체	차양 전 냉방 에너지	차양 후 냉방 에너지
요구량	64.3	52.0
소요량	30.3	25.0
1차 소요량	83.3	68.9
CO2 발생량	14.2	11.7
등급용 1차 소요량	106.1	87.7

건물 전체의 냉방부하가 약 17.3% 절감되어 "냉방부하 15%이상 절감" 목표 달성
※ 냉방부하 = (차양 전 1차 소요량 - 차양 후 1차 소요량) / 차양 전 1차 소요량 * 100

태양광 패널

1. 현황 분석

지붕면적 | 약 885.5m²
지붕경사 | 남·북향 각 13° (박공 형태)
주요 사용 기간 | 3~6월, 9~12월
주요 사용 시간 | 9~18시
주요 냉난방 및 전력 사용 공간 | 강의실, 교수실, 실험실, 연구실 등

4. 태양광 패널 개수 산정

- 철근콘크리트 라멘조(RC) 구조는 일반적으로 지붕 설계 유효하중 1.5~2.0 kN/m² 이상을 견디도록 설계됨
- 총 작용 하중 1.273 kN/m²는 충분히 안전한 수준으로 판단
- 최대 남향 지붕에 81개의 태양광 패널 설치 가능

5. 경제성 분석

설비 용량 (kW) 태양광 18kW, 열펌프 30kW, 배터리를 54.5kW, 61개 = 44.15kW 월 발전량 (kWh/day) 설비 용량 (kW) x 일일 평균 발전 시간 (h/day) = 44.15 x 4.2 = 185.43 kWh/day (교사실 10개 x 4.2시간/일) 월 발전량 (kWh/month) 월 발전량 (kWh/day) x 월 평균 일일 발전 시간 (h/day) = 185.43 x 30 = 5,562.9 kWh/month (2025년 6월 기준) 연간 발전량 (kWh/year) 월 발전량 (kWh/month) x 12월 = 66,754.8 kWh/year 연간 발전량 (kWh/year) 연간 발전량 (kWh/year) x 12월 = 66,754.8 kWh/year 연간 발전량 (kWh/year) 연간 발전량 (kWh/year) x 12월 = 66,754.8 kWh/year (NEPCO 한국 전력공사 "교육용 전력" 요금) (일반적으로 학교 평균 단가: 약 110~130kWh, 120원/200kWh)

→ 연간 약 800만원의 에너지 비용 절감 효과

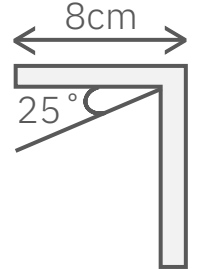
외부 차양

1. 설계 방향

- 남향에 효과적인 수평 차양
- 일사 차단 성능에 더 우수한 외부 차양
- 경제적 측면에서 고정형 차양
- 겨울철 자연광 유입을 위한 슬라이딩 차양

3. 차양 설계 변수

설계 변수	범위
슬랫 각도(°)	15, 20, 25, 30, 35
슬랫 폭(cm)	6, 8, 10



외부 차양 설계에는 차양 각도, 슬랫 폭, 돌출 길이, 재질, 위치, 배열 방식 등이 있으나, 일사 유입 조절에 가장 큰 영향을 미치는 차양 각도와 슬랫 폭을 주요 변수로 선정하였다.

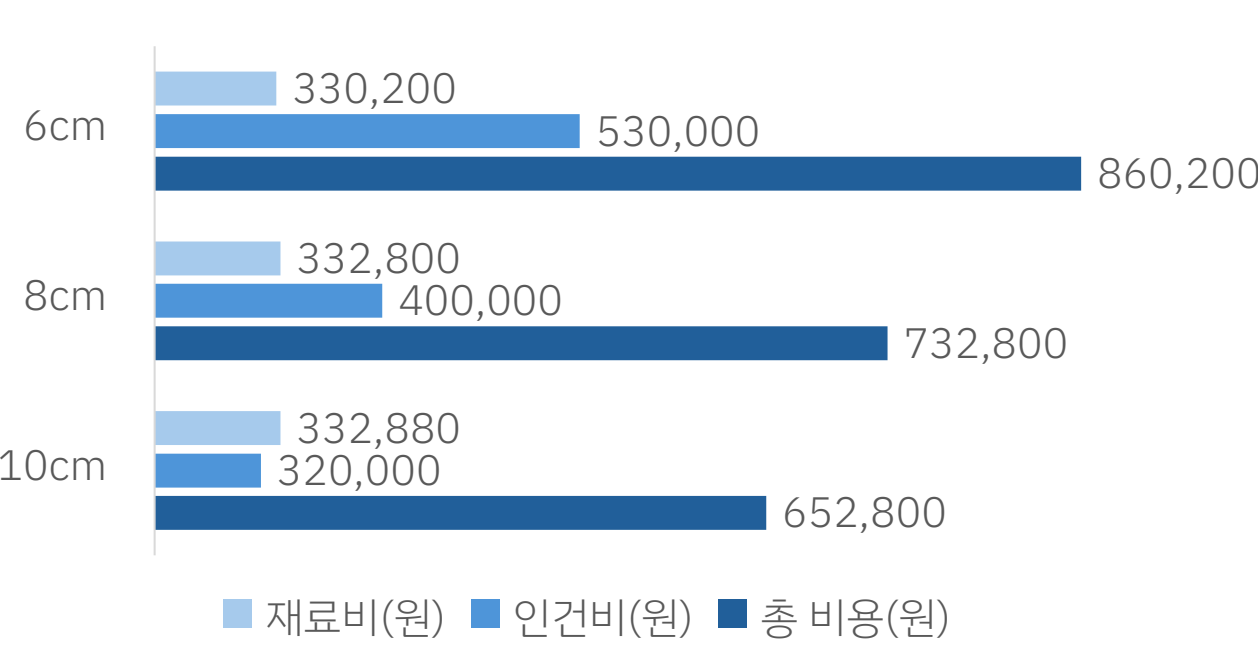
5. 월별 합산 일사 부하 (kWh/m²)

차양 전	15°	20°	25°	30°	35°
6cm	2,130	2,130	2,130	2,801	2,801
8cm	3,488	3,488	3,488	3,435	4,122
10cm	4,122	4,864	4,122	4,864	4,864



일사부하 계산 과정에서 월별 차단율을 산출한 뒤, 15% 이상 절감 효과를 보이는 조합만 선별하고, 이를 각 조합별로 합산
※ 차단율 = (차양 차단 전 - 차양 설치 후)/차양 설치 전*100

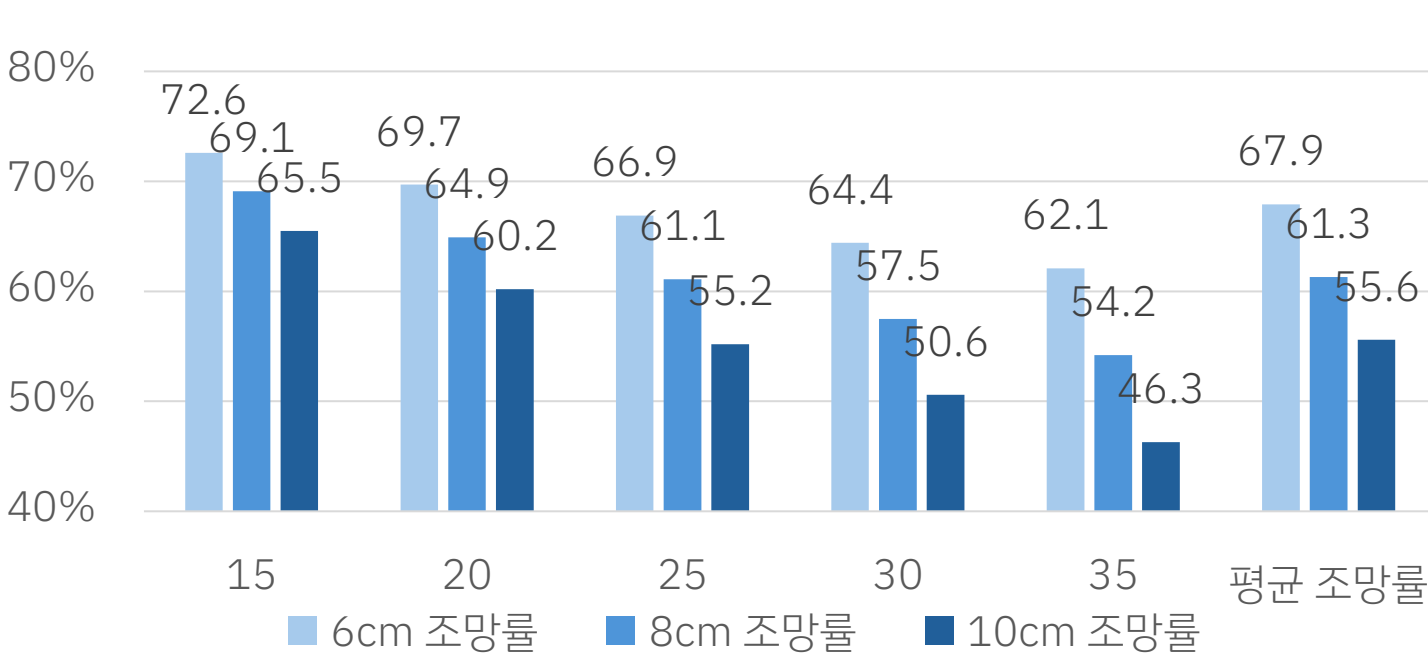
2. 경제성 분석



◀ 총 비용: 6cm > 8cm > 10cm

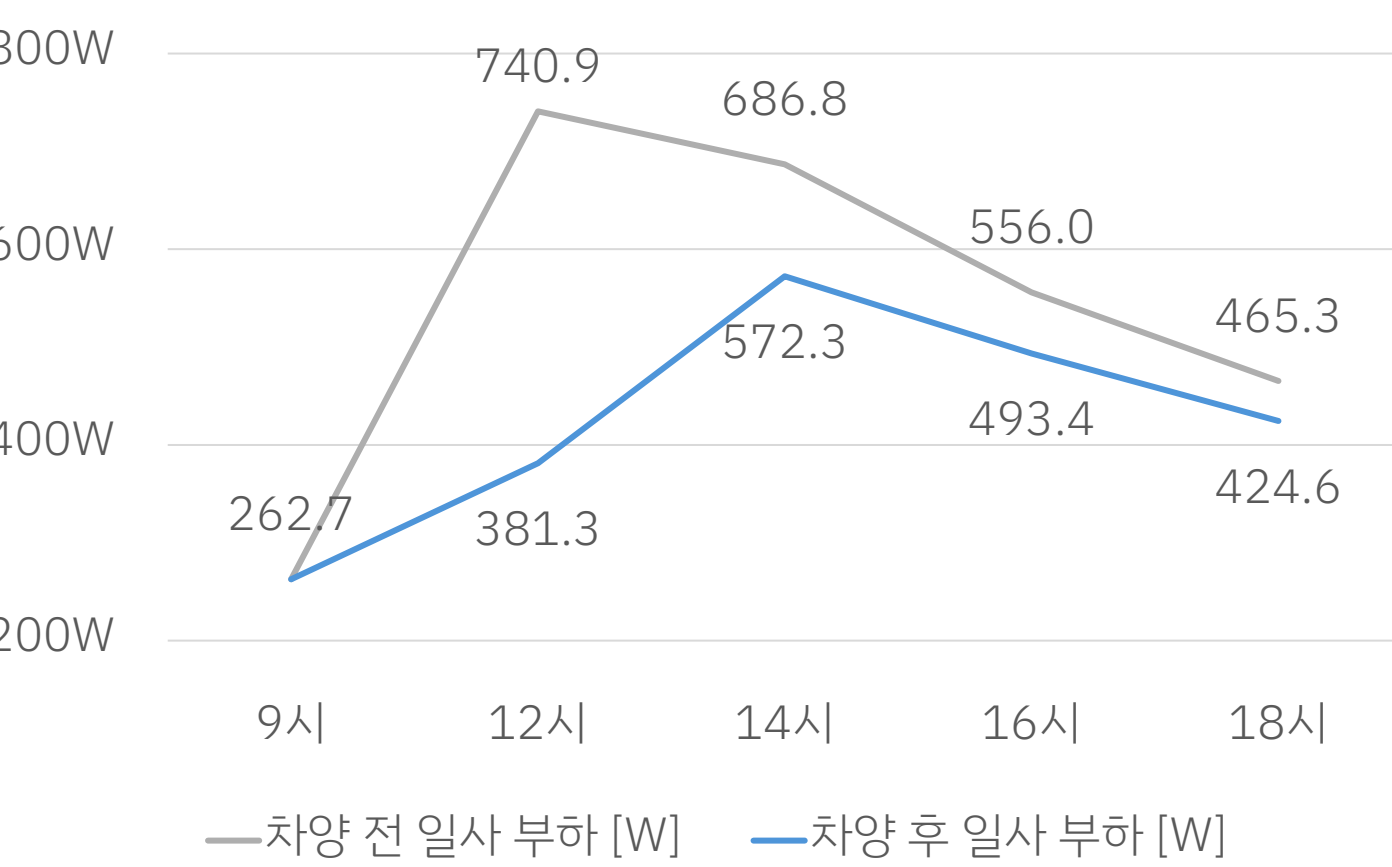
조망률: 6cm > 8cm > 10cm ▶

3. 조망 분석



- 구조적으로 모두 안전
- 높은 시공비로 인해 6cm 제외
- 조망률이 낮은 10cm 제외
- 경제성과 조망에서 균형 잡힌 8cm 선정

5. 설계안 차양 전/후 일사부하 비교 (8cm-25°)



단열재 및 설비

1. 단열 기준

외벽 / 중부 2지역	2001년 1월 17일 (과거)	2024년 10월 1일 (현재)
외기에 직접 면하는 경우	50mm	135mm
열관류율	-	0.240 이하
외기에 간접 면하는 경우	30mm	90mm
열관류율	-	0.340 이하

2. 단열재 선택



- 경질 우레탄은 단가가 높지만, 에너지 절약기준을 충족하고, 우수한 불연 특성과 시공이 용이함
- 열관류율 0.233 W/m²K

3. 설비

항목	현재 설비 (2018년)	개선 후 설비 (2025년)	기대 효과 및 비교
냉방 COP	약 3.0 ~ 3.5	4.5	약 37~60% 개선
난방 COP	약 3.5 ~ 3.7	5.5	약 57% 개선
보일러 효율	약 87%	95%	약 9% 향상

2. 설계 요구 조건 및 전력 부하

구분	최소(W)		최대(W)		전력 부하 합계 (W/m²)
지하 1층	EV	18	실험실	640	28.24
지상 1층	화장실	12	실험실	720	110.67
지상 2층	화장실	12	실습실 사업단	800	109.17
지상 3층	화장실	12	CAD실	800	131.69

6. 설계 전/후 비교 (kWh/m²)

	신재생 에너지	난방 에너지	냉방 에너지
요구량	0.0	46.1	64.3
소요량	0.0	34.0	30.3
1차 소요량	0.0	93.4	83.3
CO2 발생량	0.0	15.9	14.2



	신재생 에너지	난방 에너지	냉방 에너지
요구량	0.0	51.7	52.6
소요량	-9.7	22.3	14.5
1차 소요량	-26.7	61.3	39.9
CO2 발생량	0.0	10.4	6.8

1차 소요량 합계		
개선 전	개선 후	1차 소요량 감소
234.6	151.6	35.38%

태양광 설치 전에 비해 1차 소요량 234.6→151.6로 83kWh/m² (35.38%) 감소
에너지 자립률 14.97%로 에너지 자립률 13% 이상과 건축물 에너지등급 1등급 목표 달성

