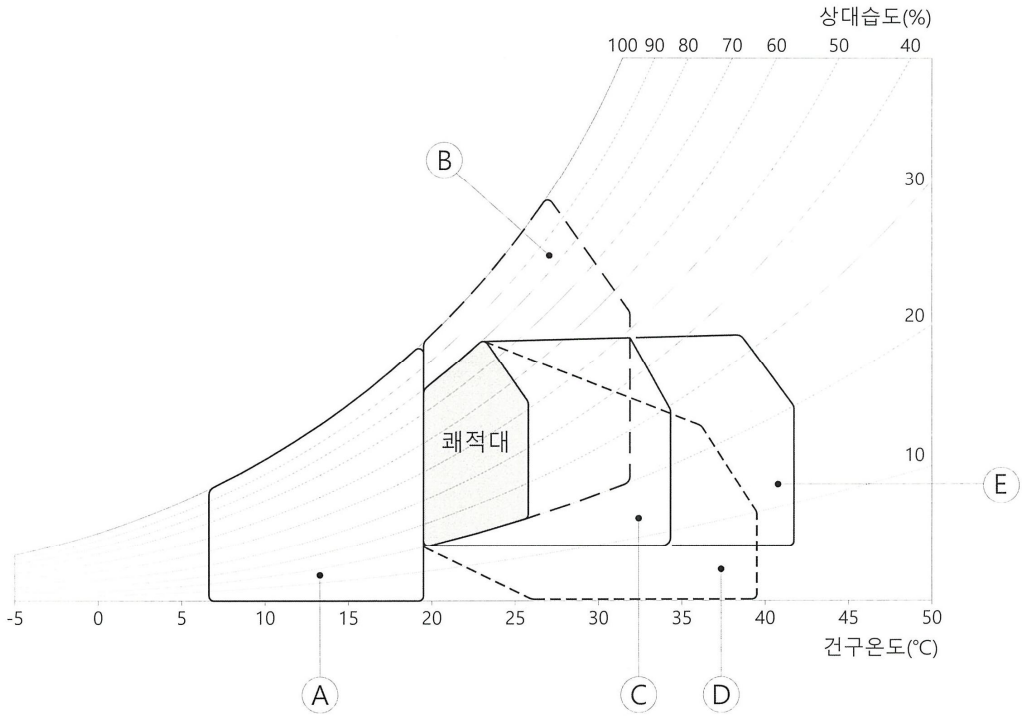
| 제6회 건축물에너지평가사 자격<br>2차 시험 문제지(2020년) | 응시번호 | 16706144 | 제한시간 |
|---|---|---|---|
| | 성 명 | 한솔아카데미 | 150분 |

※ 본 시험지에서 “건축물의 에너지절약설계기준” [별지 제1호 서식] 에너지절약계획 설계 검토서의 2. 에너지성능지표는 각 “에너지성능지표”로 표기한다.

문제1. 건축물에너지 절약을 위한 건축환경조절 기법과 건축환경 성능에 대한 다음 물음에 답하시오.(8점)

1-1) 다음은 습공기선도에 특정지역의 쾌적범위와 환경조절기법을 통해 쾌적성을 달성할 수 있는 영역을 구분하여 표시한 건물 생체기후도(bioclimatic chart)이다. A~E 영역에서 쾌적성을 달성하는데 가장 적절한 건축 환경조절기법을 보기 중에 하나씩 골라 쓰시오.(3점)

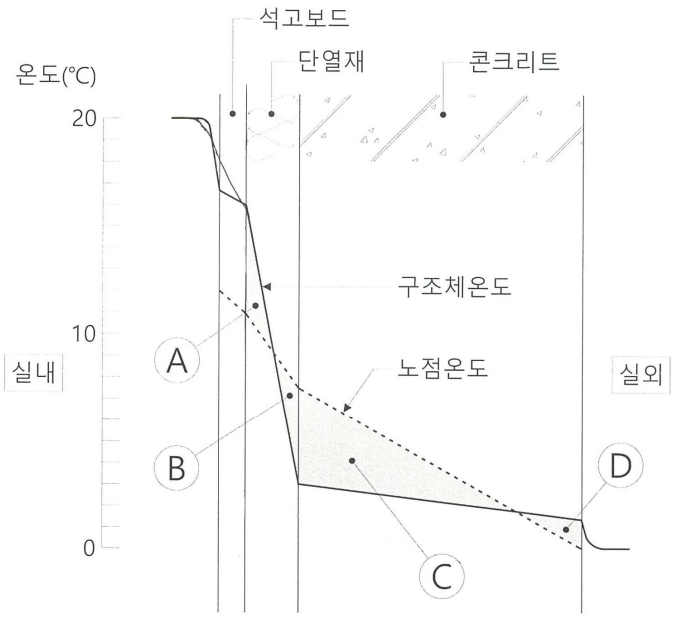



〈보기〉

① 축열체를 이용한 자연냉각
② 축열체를 이용한 자연냉각+야간통풍
③ 증발냉각
④ 태양열 난방
⑤ 자연통풍

1-2) 우리나라 중부지역에 소재한 건축물의 평지붕에 적용할 수 있는 냉방에너지 절약을 위한 자연형 조절(passive control) 기법 중 단열을 제외한 3가지 기법을 나열하시오.(2점)

1-3) 다음은 중부지역에서 계획 중인 건축물의 벽체 단면에 온도와 노점온도를 나타낸 그림이다. A, B, C, D 영역 중 결로발생이 예상되는 부위를 모두 쓰고, 이 구조에서 결로를 방지하기 위한 방습층의 설치 위치와 방습층 설치 후 변화된 온도구배를 표시하고 그 원리를 설명하시오.(3점)




〈그림〉 구조체의 온도와 노점온도

문제2. 〈표1〉은 연면적 3,000$m^2$인 A 건축물의 실별 현황이다. 주어진 내용을 고려하여 건축물에너지효율등급 및 건축물에너지소비총량 평가와 관련한 다음 물음에 답하시오.(11점)

〈표1〉 A 건축물의 실별 현황

| 실명 | 사무실 | 복도 | 회의실 | 화장실 |
|---|---|---|---|---|
| 실면적 | 2,000$m^2$ | 400$m^2$ | 400$m^2$ | 200$m^2$ |
| 냉난방설비 설치 유무 | 유 | 유 | 유 | 유 |
| 환기설비 설치 유무 | 유 | 무 | 유 | 유 |
| 조명밀도 | 10W/$m^2$ | 2W/$m^2$ | 10W/$m^2$ | 5W/$m^2$ |

2-1) 〈표2〉는 A 건축물의 에너지효율등급 세부 평가 결과이다. 다음 연간 1차에너지소요량(kWh/년)을 활용하여 A 건축물의 부문별 연간 단위면적당 1차에너지소요량(kWh/$m^2$·년)을 계산하시오.(4점)

〈표2〉 A 건축물의 연간 1차에너지소요량(kWh/년) 평가 결과

| 난방 | 냉방 | 급탕 | 조명 | 환기 |
|---|---|---|---|---|
| 90,000 | 270,000 | 43,200 | 45,000 | 52,000 |

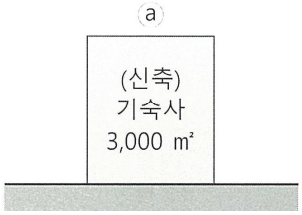
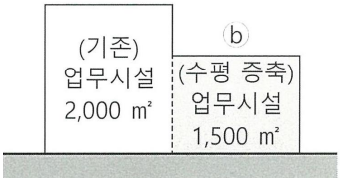
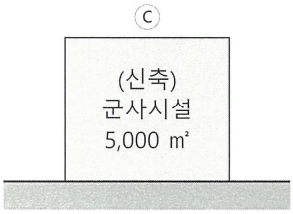
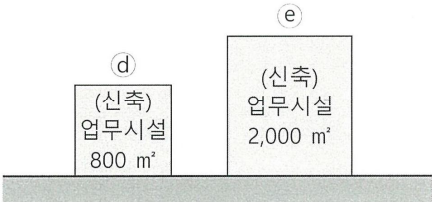
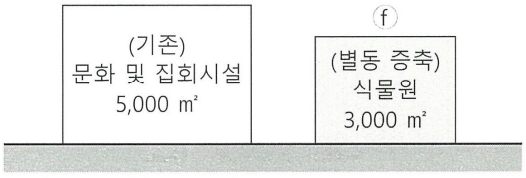
2-2) A 건축물의 과도한 냉방 1차에너지소요량을 줄이기 위해 블라인드를 추가적으로 설치하고자 한다. 여름철 냉방 에너지 저감 효과를 최대한 높이기 위한 차양 설치조건을 다음 보기 중에서 골라 쓰시오.(단, 보기는 건축물 에너지 효율등급 평가프로그램의 차양장치(블라인드)에 대한 입력항목이다.)(2점)

〈보기〉

| | |
|---|---|
| ㉠ 블라인드 위치 | 내부 / 중간 / 외부 |
| ㉡ 빛투과 종류 | 불투과($\tau$=0.0) / 약투과($\tau$=0.2) / 반투과($\tau$=0.4) |
| ㉢ 블라인드 색상 | 흰색 / 밝은색 / 어두운색 / 검은색 |
| ㉣ 블라인드 설치각도 | 90도(예 : 롤 블라인드) / 45도(예 : 베네치안 블라인드) |

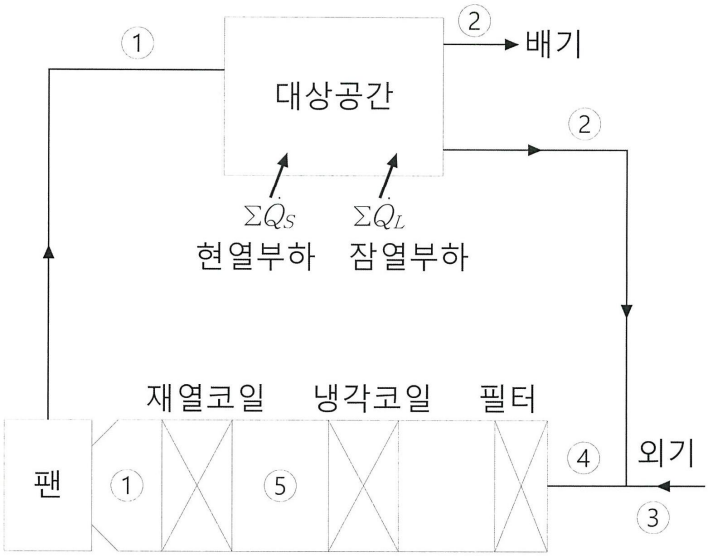
2-3) A 건축물의 에너지절약계획서 작성 시 에너지성능지표를 대체하여 에너지소비총량제를 적용하고자 한다. 에너지성능지표와 에너지소비총량제의 평가방식을 상호 비교의 관점에서 간략히 서술하고, 에너지성능지표를 에너지소비총량제로 대체할 경우의 기대효과를 예시를 들어 서술하시오.(5점)

문제3. 다음 중 "녹색건축물 조성 지원법"에 따른 제로에너지건축물 인증 표시 의무 대상에 해당하는 건추물(ⓐ~ⓕ)을 모두 골라 쓰시오.(단, 모든 건축물은 정부 또는 지방자치단체의 장이 소유 및 관리한다.)(4점)

<table>
<tr><td>•연면적 3,000m$^2$인 기숙사(ⓐ)를 신축하는 경우</td><td>•연면적 2,000m$^2$인 기존 업무시설에 바닥면적 1,500m$^2$를 수평 증축(ⓑ)하는 경우</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>•연면적 5,000m$^2$인 국방 · 군사시설(ⓒ)을 신축하는 경우</td><td>•하나의 대지에 연면적 800m$^2$(ⓓ), 2,000m$^2$(ⓔ)인 업무시설을 별동으로 신축하는 경우</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td colspan="2">•연면적 5,000m$^2$인 기존 문화 및 집회시설 부지에 연면적 3,000m$^2$인 식물원(ⓕ)을 별동으로 증축하는 경우</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
</td></tr>
</table>

문제4. 변풍량 공조방식에서 송풍기 회전수를 10% 줄였을 때, 시스템과 송풍기 특성곡선(정압-풍량)을 도식화하고, 관계식을 이용하여 송풍기의 정압, 풍량 및 동력의 이론적 변화(%)를 계산하고 설명하시오.(5점)

문제5. 다음 〈그림〉과 같은 재열 공기조화시스템에 대하여, 주어진 조건과 습공기선도를 이용하여 다음 물음에 답하시오.(13점)



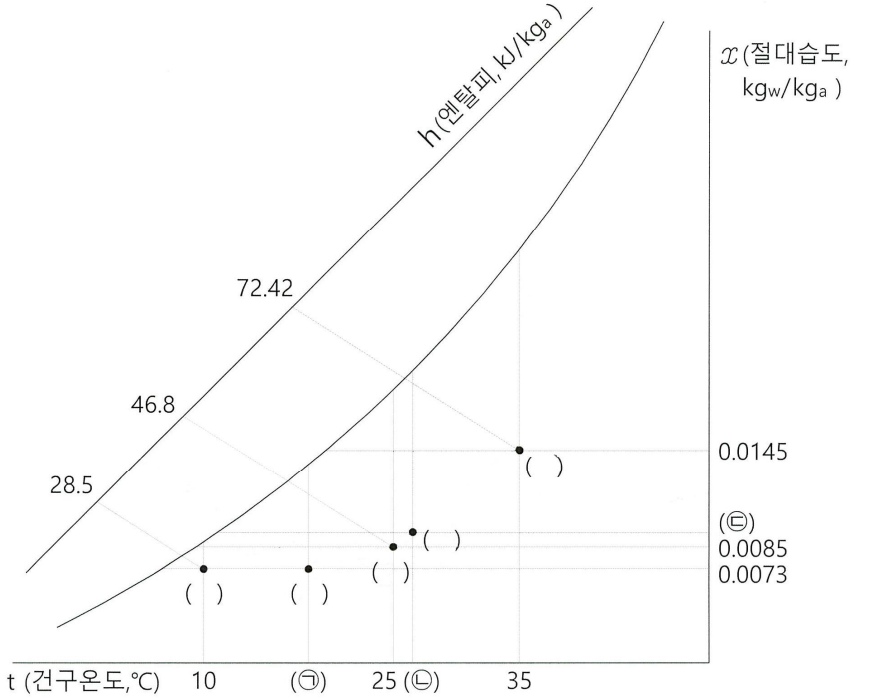

〈그림〉 재열 공기조화시스템 개략도

〈조건〉

- 대상공간의 건구온도 25℃, 절대습도가 0.0085$kg_w/kg_a$, 현열부하 410kW, 잠열부하 172kW
- 외기 건구온도 35℃, 절대습도가 0.0145$kg_w/kg_a$
- 공급풍량은 60$kg_a$/S이고, 배기풍량은 9$kg_a$/S
- 냉각코일의 출구조건은 건구온도 10℃, 절대습도가 0.0073$kg_w/kg_a$
- 공기의 비열은 1.02kJ/$kg_a$·K
- 팬과 덕트의 열획득 및 냉각토일의 응축열량은 무시함

| 제6회 건축물에너지평가사 자격<br>2차 시험 문제지(2020년) | 응시번호 | 16706144 | 제한시간 |
|---|---|---|---|
| | 성 명 | 한솔아카데미 | 150분 |

5-1) 아래 습공기선도의 괄호 안에 재열 공기조화시스템의 각 상태점(①~⑤)을 표기하고, 상태 변화 과정을 실선으로 도식화하시오.(3점)




5-2) 현열비(SHR)를 구하고, 습공기선도 상에서 현열비를 나타내는 상태점 2개를 표시하시오.(3점)

- 현열비(SHR) : (  )
- 상태점 (  ), 상태점 (  )

5-3) 습공기선도의 상태값(㉠~㉢)을 구하시오.(3점)

| 건구온도(℃) | 절대습도($kg_w/kg_a$) |
|---|---|
| ㉠ | 0.0073 |
| ㉡ | ㉢ |

- ㉠ : (  )℃
- ㉡ : (  )℃
- ㉢ : (  )$kg_w/kg_a$

5-4) 냉각코일 및 재열코일의 능력(kW)을 구하시오.(4점)

- 냉각코일의 능력 : (  )kW
- 재열코일의 능력 : (  )kW

문제6. 히트펌프 이용 냉난방 적용에 관하여 다음 물음에 답하시오.(14점)

6-1) 다음은 공기열원 대비 지열이나 수열 이용 히트펌프의 장점을 설명한 것이다. 괄호 안에 들어갈 내용으로 적절한 것을 골라 쓰시오.(1점)

> •지열이나 수열 이용 기술은 여름철 냉방 시, 공기열원 이용 기술에 비해 (㉠높은/㉡낮은) (㉢증발/㉣응축) 온도에서 구동된다.

6-2) 여름철 냉방을 위해 지열이나 수열 이용 히트펌프를 적용하고자 할 때 냉동사이클 선도를 공기열원 이용 히트펌프의 냉동사이클 선도와 비교하여 개략적으로 도식화하고, 개략도에 표시된 엘탈피량을 근거로 공기열원 사이클에 대비한 압축일, 냉방열, 그리고 성능계수(COP:Coefficient of Performance)의 증가 또는 감소하는 변화거동을 설명하시오.(단, 개략도는 냉동사이클 각 요소(증발기, 응축기, 압축기, 팽창밸브)의 입 · 출구 상태가 명확해야 하며, 각 과정의 의미에 부합하여야 한다)(5점)

6-3) 겨울철 난방을 위해 히트펌프를 적용할 경우 주어진 조건을 고려하여 공기열원 이용 히트펌프와 지열 이용 히트펌프의 소비전력(kW) 및 공기 또는 지중으로부터 얻는 열량(kW)을 각각 구하시오.(4점)

〈조건〉

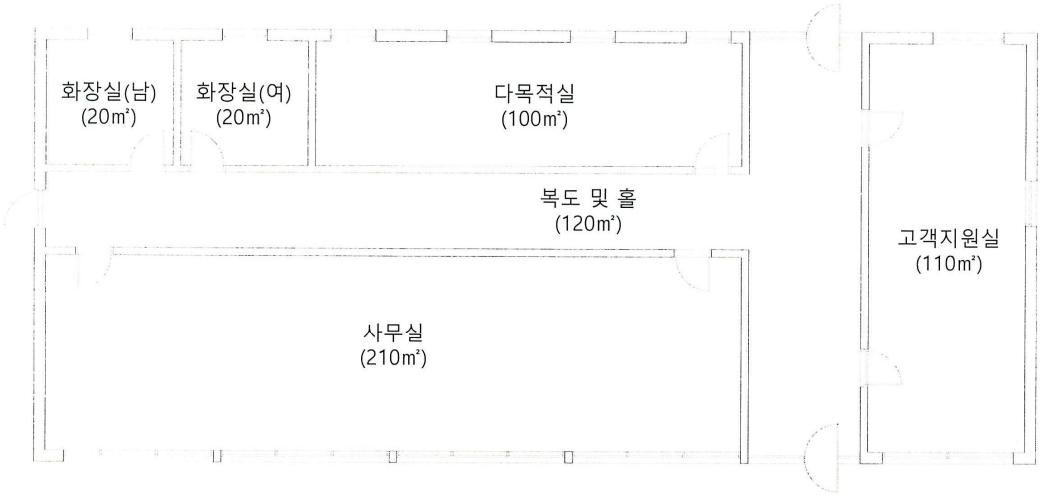
> •대상공간의 열손실은 600,000kJ/h이고, 실내온도는 21℃로 유지
> •공기열원 이용 히트펌프 COP : 2.5
> •지열 이용 히트펌프 COP : 4.0

| 구분 | 소비전력(kW) | 공기 또는 지중으로부터 얻는 열량(kW) |
|---|---|---|
| 공기열원 이용 히트펌프 | | |
| 지열 이용 히트펌프 | | |

6-4) 건축물의 온수 공급 배관 노후화로 $2m^3/day$의 누수가 발생하고 있다. 열공급 온도는 65℃, 누수에 의한 보충수 온도는 20℃이고, COP가 4인 히트펌프를 이용하여 보충수를 가열할 때, 누수로 인한 1년(365일) 동안의 손실비용(보충수, 전기요금)을 구하시오.(단, 보충수 가격은 200원/$m^3$, 전기요금 100원/kWh으로 가정하고, 보충수의 비열과 밀도는 각각 4.2kJ/kg·K와 1,000kg/$m^3$로 계산한다)(4점)

| 제6회 건축물에너지평가사 자격<br>2차 시험 문제지(2020년) | 응시번호 | 16706144 | 제한시간 |
|---|---|---|---|
| | 성 명 | 한솔아카데미 | 150분 |

문제7. 다음 그림과 같은 단층 건축물의 도면과 설계조건을 고려하여 조명용 전력 합계(W)와 거실의 조명밀도(W/$m^2$)를 계산하고, 에너지성능지표 전기설비부문 1번 항목의 평점(a*b)을 구하시오.(5점)




〈그림〉 건축물 평면도

〈표1〉 실별 조명밀도 및 냉·난방 유,무 현황

| 실명 | 조명밀도(W/$m^2$) | 냉방 또는 난방 유,무 |
|---|---|---|
| 사무실 | 13 | 유 |
| 고객지원실 | 13 | 유 |
| 복도 및 홀 | 11 | 유 |
| 다목적실 | 13 | 유 |
| 화장실(남) | 4.5 | 유 |
| 화장실(여) | 4.5 | 유 |

〈표2〉 에너지성능지표 전기설비부문

| 항목 | 기본배점(a) | | | | 배점(b) | | | | | 평점(a*b) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 비주거 | | 주거 | | | | | | | |
| | 대형(3,000 $m^2$ 이상) | 소형(500~3,000$m^2$ 미만) | 주택 1 | 주택 2 | 1점 | 0.9점 | 0.8점 | 0.7점 | 0.6점 | |
| 1.제5조제10호 가목에 따른 거실의 조명밀도 (W/$m^2$) | 3 | 2 | 2 | 2 | 8 미만 | 8~11 미만 | 11~14 미만 | 14~17 미만 | 17~20 미만 | |

문제8. 건축물에 설치된 역률 80%(지상), 용량 50kW의 3상유도전동기 부하에 역률 개선용 콘덴서를 병렬로 연결하여 역률을 90%로 개선하고자 한다. 이와 관련한 다음 물음에 답하시오.(6점)

8-1) 역률 개선을 위해 설치해야 하는 콘덴서의 용량(kVA)과 역률 개선으로 인하여 감소된 무효전력(kVar)을 구하시오.(4점)

8-2) 역률 개선 시 기대효과 3가지를 서술하시오.(2점)

문제9. 다음의 신 · 재생에너지 이용 기술에 관한 물음에 답하시오.(9점)

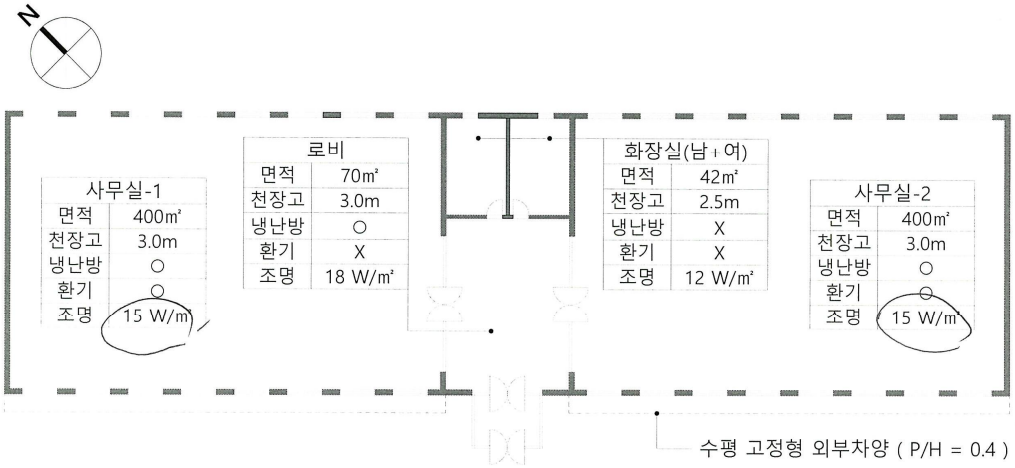
9-1) 지열에너지 설비(지열히트펌프 시스템)의 성능에 영향을 주는 인자를 ①지중부분과 ②시스템 부분으로 구분하여 각각 3가지씩 나열하고, 각 인자별로 어떠한 조건에서 지열에너지 설비의 성능이 개선되는지 아래 〈예시〉를 참고하여 서술하시오.(6점)

〈예시〉

| •○○○ : ○○○가 높을수록 지열에너지 설비의 성능이 좋아짐 |
|---|

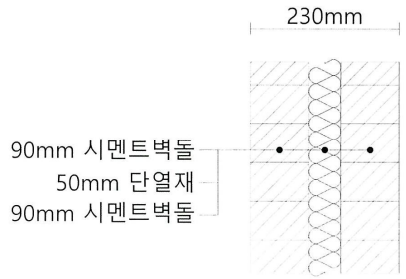
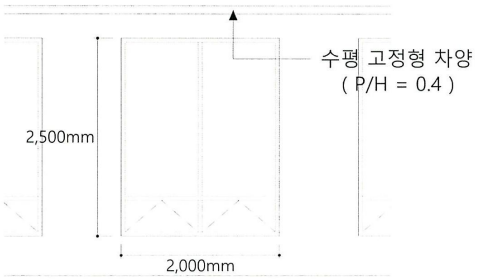
9-2) 태양광 설비의 성능에 영향을 주는 인자를 시스템 측면(설치조건, 모듈 등)에서 3가지 나열하고, 어떠한 조건에서 발전효율이 개선되는지 설명하시오.(3점)

문제10. 다음 〈그림1〉과 〈표1〉은 중부지역에 위치한 노후건축물의 현황도면과 현장조사 결과이다. 이 건축물의 에너지 성능 개선을 위해 〈표2〉의 범위로 그린리모델링을 진행하고자 할 때, 주어진 도면과 정보를 고려하여 다음 물음에 답하시오.(25점)




〈그림1〉 노후건축물 현황 도면

〈표1〉 노후건축물 현장조사 결과

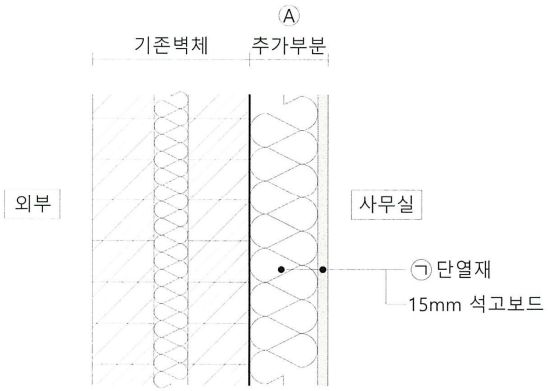
<table>
<tr><th colspan="2">외벽의 구성</th><th colspan="2">사무실 창호의 사양</th></tr>
<tr><td colspan="2"> 
</td><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td>구성</td><td>열전도저항(㎡·K/W)</td><td>구분</td><td>사양</td></tr>
<tr><td>시멘트벽돌</td><td>0.150</td><td>크기</td><td>2,000mm×2,500mm</td></tr>
<tr><td>단열재*</td><td>1.000</td><td>프레임 재질</td><td>금속제</td></tr>
<tr><td>시멘트벽돌</td><td>0.150</td><td>유리종류</td><td>18T 투명복층유리</td></tr>
<tr><td>합계</td><td>1.300</td><td>유리구성</td><td>6T투명-6T공기-6T투명</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">※위의 재료별 열전도저항 값은 도면 정보에 다른 설계값이며, 경과년수에 따라 현재 단열재 층의 실제 열전도저항 값은 위 수치의 50%수준일 것으로 예상됨</td><td>창호 열관류율</td><td>4.0W/㎡·K</td></tr>
<tr><td>특이사항</td><td>침기 과다 발생</td></tr>
<tr><td colspan="2">※창호 열관류율 정확한 정보가 없어 “건축물의 에너지절약설계기준” [별표4]의 기준값을 적용함</td></tr>
</table>

| 건축설비시스템 | | |
|---|---|---|
| 구분 | 종류·방식 | 특이사항 |
| 냉·난방 | 멀티전기히트펌프 | 최근 장비교체 |
| 환기 | 급기유니트(팬) | 외기 직접 도입방식 |
| 급탕 | 전기온수기 | 최근 장비교체 |
| 조명 | 32W 형광등기구 | - |

〈표2〉 그린리모델링 범위

| •외피단열 보강 • 차양 설치 • 창호 교체 • 열회수형환기장치 설치 • 조명설비 교체 |
|---|

10-1) [외피단열 보강] 기존 벽체의 열관류율은 0.24W/$m^2$·K이하로 개선하기 위해 다음 〈그림2〉와 같이 내단열 구조를 추가하고자 한다. 이 때 추가 부분(Ⓐ)의 두께를 100mm로 계획할 수 있는 단열재(㉠)의 최대 열전도율(W/m·K)을 구하시오.(단, 경과년수에 따라 기존 벽체 단열재의 열전도저항 값이 50% 감소된 상태로 계산하며, 최대 열전도율은 소수 세 자리로 제시한다)(5점)




〈그림2〉 외피단열 보강 계획

| 구분 | 열저항($m^2$·K/W) |
|---|---|
| 외표면열전달저항 | 0.043 |
| 내표면열전달저항 | 0.110 |
| 15mm 석고보드 | 0.083 |

10-2) [창호 교체] 기존 사무실 영역의 창호를 에너지소비효율 2 등급 창호로 교체한 결과 기존 대비 단열 및 일사차폐 성능이 크게 향상된 반면 자연채광 유입량은 다소 줄어든 것으로 검토되었다. 여기서 단열, 일사차폐 및 자연채광과 관련된 유리의 성능에 대한 아래 설명에서 괄호 안에 들어갈 내용으로 가장 적절한 것을 〈보기〉에서 골라 쓰시오.(4점)

〈보기〉

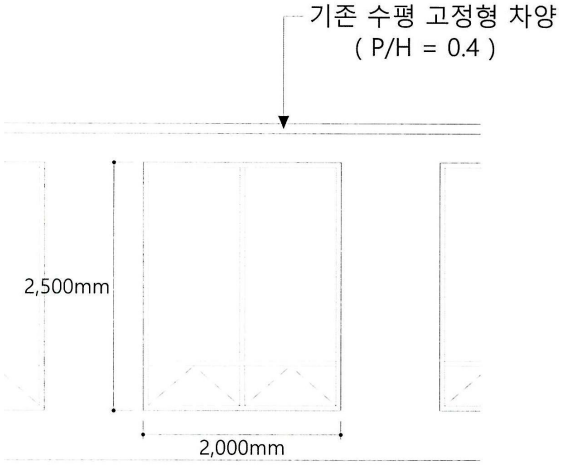
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| • 수직 | • 휘도 | • 열류속 | • 수평 | • 광속 | • 3mm 투명유리 |
| • 45도 | • 온도 | • 회색체 | • 광도 | • 방사속 | • 흑체 |

a) 가시광선투광율 : 유리면에 ( ㉠ )(으)로 입사되는 일광의 ( ㉡ )에 대하여 투과 ( ㉢ )의 입사 ( ㉣ )에 대한 비율

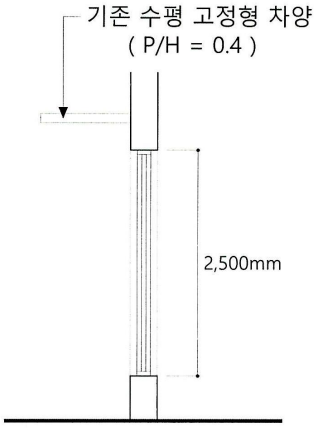
b) 태양열취득률 : 창유리면에 ( ㉤ )(으)로 입하하는 태양방사에 대하여 유리 부분을 투과하는 태양방사의 ( ㉥ )와(과) 유리에 흡수되어 실내 쪽으로 전달되는 ( ㉦ )을(를) 합한 것의, 입사하는 태양방사의 ( ㉧ )에 대한 비

c) 방사율 : 유리판이 공간에 방사하는 열방사 방사력의 같은 온도의 ( ㉨ )(이)가 방사하는 열방사 방사력에 대한 비율

10-3) [차양 설치] 냉방부하 저감을 위해 아래 그림과 같이 수평차양이 설치된 사무실 창호 부위에 수직 고정형 외부차양을 추가로 설치하고자 한다. 외부차양장치의 총 태양열취득률을 0.4 이하로 계획하고자 할 때, 조건에 맞는 수직차양 설치계획을 답안의 평면도에 그려 표현하시오.(단, 수직차양은 투광부의 좌측 부위에 1개만 설치한다)(5점)




〈그림3〉 입면도




〈그림4〉 단면도

〈조건〉

- 차양장치의 태양열취득률 산출방법은 에너지성능지표 건축 8번 항목에 따른다.
- 수직차양의 P/W 값은 최대 0.4 이하로 한다.
- 차양장치의 태양열취득률 계산을 위한 위치, 형상, 치수를 표현해야 한다.

〈표4〉 고정형 외부차양의 태양열취득률

| P/H(W) | 수평차양 | | | | | 수직차양 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 남 | 남서 | 서 | 동 | 남동 | 남 | 남서 | 서 | 동 | 남동 |
| 0.0 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 0.2 | 0.57 | 0.74 | 0.79 | 0.79 | 0.73 | 0.73 | 0.84 | 0.88 | 0.89 | 0.82 |
| 0.4 | 0.48 | 0.55 | 0.63 | 0.63 | 0.54 | 0.61 | 0.72 | 0.79 | 0.80 | 0.67 |

10-4) [열회수형환기장치 설치] 기존 환기장치를 열회수형환기장치로 교체하였다. 아래 조건을 고려하여 동절기 환기부하 처리를 위한 난방에너지 감소량(kWh)을 구하시오.(단, 기존 환기장치와 열회수형환기장치의 가동조건은 동일하다)(2점)

〈조건〉

- 사무실 공간의 환기횟수 : 2회/h
- 동절기 환기장치 가동시간 : 800시간
- 동절기 환기장치 가동시간 중 평균 실 · 내외 온도차 : 20K
- 동절기 환기장치 열교환효율 : 80%
- 난방시스템 COP : 4.0
- 공기 밀도 : 1.20kg/$m^3$
- 공기 비열 : 1.02kJ/kg · K

※ 잠열의 영향은 무시한다.

10-5) [조명설비 교체] 사무실의 기존 조명설비를 LED 조명으로 교체하기 위해 〈표5〉의 조건에서 조명계산을 실시하였다. 사무실-1의 조명 계산 결과가 〈표6〉와 같은 경우, 사무실-1과 사무실-2의 조명밀도(W/$m^2$)를 각각 구하시오.(단, 사무실-1과 사무실-2의 조명기구 종류 및 형식을 동일하다)(4점)

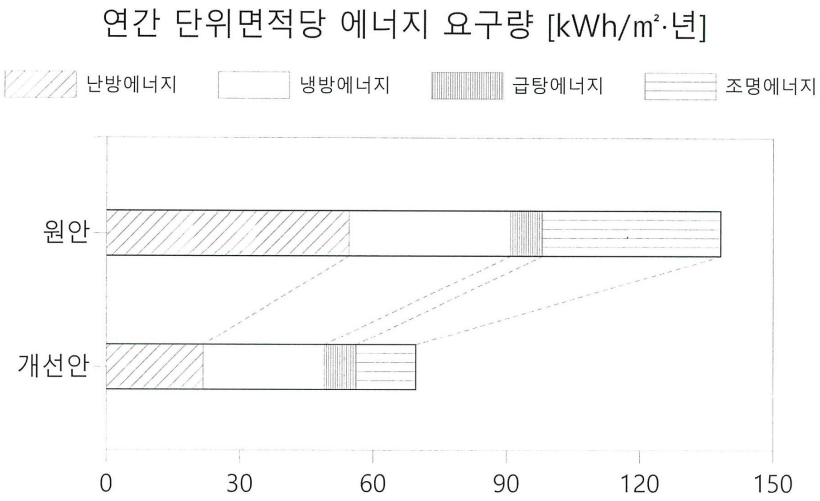
〈표5〉 조명계산 조건

| 구분 | 설계조도 | 보수율 | 조명률 | 비고 |
|---|---|---|---|---|
| 사무실-1 | 400lx | 0.8 | 0.6 | 기존 실내 조건 |
| 사무실-2 | | | 0.8 | 인테리어 공사 실시 |

〈표6〉 조명계산 결과

| 조명종류 | 조명효율 | 조명개수(N) |
|---|---|---|
| LED 36 W | 120 lm/W | 77.16 개 ≒ 78 개 |

10-6) [개선결과 분석] 다음은 기존 노후건축물의 그린리모델링 전· 후 에너지요구량 평가 결과이다. 노후건축물에 적용된 〈표2〉의 그린리모델링 요소 중 창호의 성능요소(열관류율, 태양열취득률, 가시광선투과율, 기밀성)가 부문별 에너지요구량에 미친 영향을 서술하고, 추가적으로 에너지요구량을 저감할 수 있는 그린리모델링 요소를 2가지 제시하고 그에 따른 효과를 서술하시오.(5점)




〈그림5〉 그린리모델링 전 · 후 에너지요구량 평가 결과