

2016년 제2회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호		제한시간
	성명		150분

문제1. “건축물의 에너지절약 설계기준” [별지 제1호 서식] 에너지절약계획 설계 검토서에서 건축물 에너지효율등급 예비인증서로 대체할 수 있는 내용을 3가지 서술하시오.
(5점)

답안 작성란

- 1) 제15조 에너지성능지표의 판정
- 2) 별지 제1호 서식에 따른 건축물 에너지 소요량 평가서
- 3) 법 제14조의2의 용도에 해당하는 공공건축물로서 에너지성능지표의 건축부문 8번 항목을 0.6점 이상 획득

■ 해설

- 1) 제15조(관련 설계기준)
 2. 건축물 에너지 효율등급 인증 3등급 이상을 취득하는 경우는 제15조를 적용하지 아니할 수 있다. 다만, 공공기관이 신축하는 건축물은 그러하지 아니한다.

제15조(에너지성능지표의 판정) ① 에너지성능지표는 평점합계가 65점 이상일 경우 적합한 것으로 본다. 다만, 공공기관이 신축하는 건축물(별동으로 증축하는 건축물을 포함한다)은 74점 이상일 경우 적합한 것으로 본다.

② 에너지성능지표의 각 항목에 대한 배점의 판단은 에너지절약계획서 제출자가 제시한 설계도면 및 자료에 의하여 판정하며, 판정 자료가 제시되지 않을 경우에는 적용되지 않은 것으로 간주한다.
- 2) 별지 제1호 서식에 따른 건축물 에너지 소요량 평가서(관련 설계기준)

제5장 건축물 에너지 소비 총량제

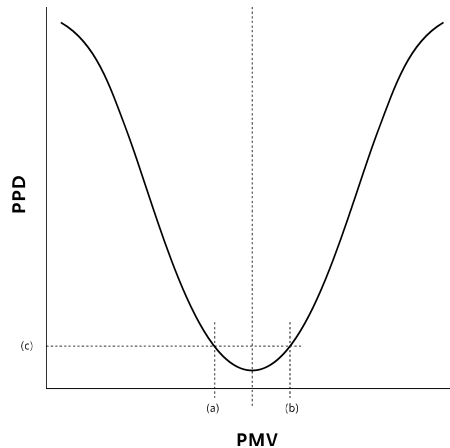
제21조(건축물의 에너지 소요량의 평가) 「건축법 시행령」 별표1에 따른 업무시설 중 연면적의 합계가 3천 제곱미터 이상인 건축물과 공공기관이 신축하는 연면적의 합계가 500제곱미터 이상의 업무시설(별동으로 증축하는 건축물을 포함한다)은 1차 에너지 소요량 등을 평가하여 별지 제1호 서식에 따른 건축물 에너지 소요량 평가서를 제출하여야 한다. 다만, 「건축물 에너지효율등급 인증에 관한 규칙」 제11조에 따라 건축물 에너지효율등급 예비인증을 취득한 경우에는 동 규칙 별지 제6호 서식의 건축물 에너지효율등급 예비인증서로 대체할 수 있다.
- 3) 법 제14조의2의 용도에 해당하는 공공건축물로서 에너지성능지표의 건축부문 8번 항목을 0.6점 이상 획득(관련 설계기준)

에너지절약계획 설계 검토서

 - 가. 건축부문
 - ⑦ 법 제14조의2의 용도에 해당하는 공공건축물로서 에너지성능지표의 건축부문 8번 항목을 0.6점 이상 획득하였다. 다만, 건축물 에너지효율 1+등급 이상을 취득한 경우에는 예외로 한다.

2016년 제2회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호		제한시간
	성명		150분

문제2. 다음 그림은 온열환경의 쾌적상태를 표현하는 쾌적지표인 PMV(Predicted Mean Vote) 및 PPD(Predicted Percentage of Dissatisfied)의 상관관계를 나타낸 것이다. 다음 질문에 답하시오. (10점)



2-1) PMV 산출에 요구되는 물리적 온열환경 인자 4개와 개인적 인자 2개를 제시하고, PMV 척도의 최대, 최소값 및 그 크기에 따른 온열 쾌적상태에 대해 서술하시오. (5점)

2-2) 위 그림에서 곡선의 최소값은 PMV=0의 상태를 의미한다. 이때의 PPD 값을 단위와 함께 제시하고, PPD에 대한 정의 및 이 값이 0이 아닌 이유에 대해 서술하시오. 또한 위 그림에서 열적 쾌적범위를 나타내는 PMV값 (a), (b) 및 PPD 값(c)를 쓰시오. (5점)

(2-1) 답안 작성란

- PMV 산출에 요구되는 6가지 열환경요소 : 기온, 습도, 기류, 평균복사온도, 대사량, 착의량
- PMV 척도의 최대, 최소값 : -3, +3
- PMV 척도 크기에 따른 온열쾌적상태

-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
매우춡다	춡다	약간춡다	적당하다	약간덥다	덥다	매우덥다

(2-2) 답안 작성란

- PMV=0 상태의 PPD값 : 5%
- PPD의 정의 : PPD란 예상온열량(PMV) 값에 대해 사람들이 느끼는 불만족정도를 %로 나타낸 것
- PMV=0 에서도 PPD가 0이 아닌 이유 : PMV=0 에서도 5%의 사람들은 불만족 할 수 있으므로
- PMV 값 (a), (b) : (a)=-0.5, (b)=+0.5
- PPD 값 (c) :10%

2016년 제2회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호		제한시간
	성명		150분



문제3. 외기에 직접 면하는 창에서 유리 중앙부의 열관류율 $2.6\text{W/m}^2\cdot\text{K}$, 실내 공기온도 20.0°C , 노점온도 12.0°C 로 일정할 때, 이 부위의 실내 측 표면에서 결로가 발생하기 시작하는 외기온도를 구하시오. (단, 실내 측 표면의 열전달 저항은 $0.11\text{W/m}^2\cdot\text{KW}$ 로 고려함) (5점)

답안 작성란

$$\frac{r}{R} = \frac{t}{T} = \frac{t_i - t_{si}}{t_i - t_0} \text{에서}$$

$$\frac{0.11}{\frac{1}{2.6}} = \frac{20 - 12}{20 - t_0}$$

$$t_0 = -7.97(^\circ\text{C})$$

따라서, 유리 중앙부 실내측 표면에서 결로가 발생하기 시작하는 외기온도는 -7.97°C

문제4. “건축물의 에너지절약 설계기준”에서 규정된 사항에 대해 다음의 ()에 들어갈 내용을 작성하시오. (6점)

- 4-1) “거실”이라 함은 건축물 안에서 거주(단위 세대 내 욕실·화장실·(㉠)을 포함한다.)·집무·작업·집회·오락 기타 이와 유사한 목적을 위하여 사용되는 방을 말하나, 특별히 이 기준에서는 거실이 아닌 (㉡) 또한 거실에 포함한다. (2점)
- 4-2) “건물에너지관리시스템(BEMS : Building Energy Management System)”이란 건물의 쾌적한 실내환경 유지 및 효율적인 에너지관리를 위하여 에너지 사용 내역을 실시간으로 모니터링하여 최적화된 건물에너지 관리방안을 제공하는 계측·(㉢)·관리·운영 등이 통합된 시스템을 말한다. (1점)
- 4-3) 평균 열관류율 계산에 있어서 복합용도의 건축물 등이 수직 또는 수평적으로 용도가 분리되어 당해 용도 건축물의 최상층 거실 상부 또는 최하층 거실 바닥부위 및 다른 용도의 공간과 면한 벽체 부위가 (㉣)부위일 경우의 열관류율은 0으로 적용한다. (1점)

2016년 제2회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호		제한시간
	성명		150분

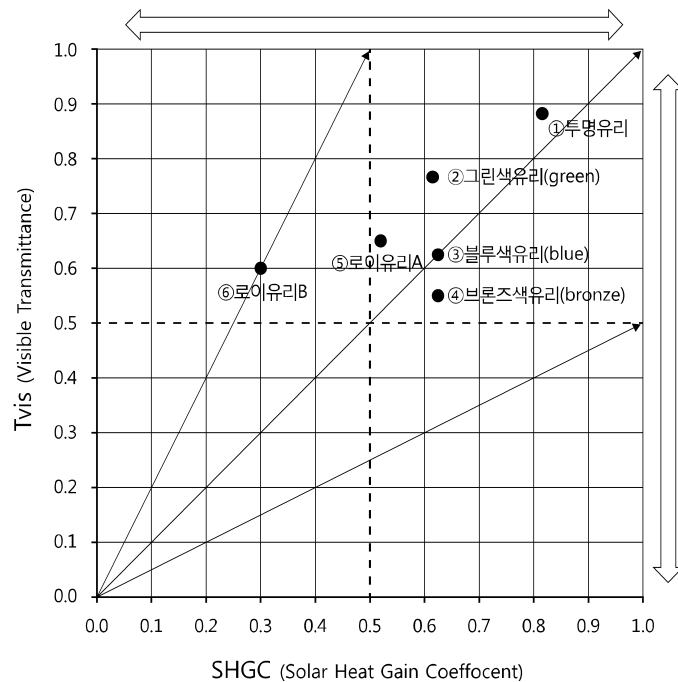
4-4) “외주부”라 함은 외기에 (㉠) 면한 벽체의 실내측 표면 하단으로부터 (㉡)이내의 실내측 바닥부위를 말한다. (2점)

답안 작성란

(㉠ 현관), (㉡ 냉·난방공간), (㉢ 제어), (㉣ 외기에 직접 또는 간접으로 면하지 않는)

(㉤ 직접), (㉥ 5미터)

문제5. 연간 총 에너지사용량 중 냉방 및 조명에너지소비가 가장 큰 비중을 차지하는 사무소 건물에서 자연채광과 연계된 조명디밍제어 시스템을 적용하고자 한다. 다음 물음에 답하시오. (12점)



5-1) 자연채광 연계 조명(디밍)제어 시스템의 도입을 위해 검토하고자 하는 6개 유리의 SHGC와 Tvis의 관계를 도식한 것이다. 이중 색유리(열선흡수유리)에 해당하는 ② 그린색유리(green), ③ 블루색유리(blue), ④ 브론즈색유리(bronze)의 3개 중 가장 적합한 유리를 선택하고, 그 이유를 서술하시오. (4점)

5-2) SHGC와 Tvis의 관계를 설명하는 성능지표를 제시하고 그 의미를 서술하시오. (4점)

2016년 제2회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호		제한시간
	성명		150분

5-3) ⑥ 로이유리B는 동일 유리면에 3회에 걸쳐 3겹의 로이코팅을 적용한 트리플코팅(triple coating) 로이유리이며, ⑤ 로이유리 A는 1겹의 로이코팅만 적용된 싱글코팅 로이유리이다. 태양복사에 대한 유리의 파장대별(스펙트럼) 투과특성 측면에서 ⑥ 로이유리 B의 특징을 서술하시오. (4점)

(5-1) 답안 작성란

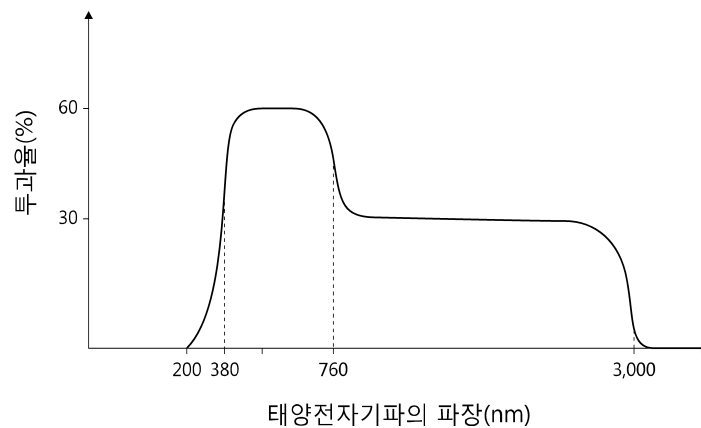
- 자연채광 도입에 가장 적합한 유리는 가시광선투과율(T_{vis})이 가장 높은 ②그린색유리 이다.
- 그 이유는 일사획득계수(SHGC)는 거의 동일한데, 가시광선 투과율(T_{vis})이 가장 높아 자연채광유입이 가장 많을 수 있기 때문이다.

(5-2) 답안 작성란

- SHGC와 T_{vis} 의 관계를 설명하는 성능지표 : LSG(Light to Solar Gain)
- LSG의 의미 : 가시광선투과율(T_{vis})을 일사획득계수(SHGC)로 나눈 값으로 일사획득에 대한 가시광선 투과율을 뜻하며, 이 값이 클수록 일사획득대비 가시광선유입이 많아 자연채광도입을 통한 조명에너지 절감효과가 클 수 있음

(5-3) 답안 작성란

⑥로이유리 B의 T_{vis} 는 0.6, SHGC는 0.3이므로 파장대가 380~760nm인 가시광선 영역의 투과율이 0.6, 파장대가 760~3,000nm인 적외선 영역의 투과율이 0.3임을 의미한다.



2016년 제2회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호		제한시간
	성명		150분

문제6. “건축물의 에너지절약 설계기준”에 규정된 다음 내용에 대해 보기 중 가장 적절한 용어를 찾아 ()안에 쓰시오. (3점)

〈보기〉	
•안전율	•일산화탄소(CO)의 농도
•바이패스(By-pass) 설비	•이코노마이저시스템
•일산화탄소(CO ₂)의 농도	•위험률

6-1) 난방 및 냉방설비의 용량계산을 위한 외기조건은 각 지역별로 (㉠) 2.5% 또는 1%로 하거나 별도로 정한 외기온·습도를 사용한다. (1점)

6-2) 중간기 등에 외기도입에 의하여 냉방부하를 감소시키는 경우에는 실내 공기질을 저하시키지 않는 범위 내에서 (㉡) 등 외기냉방시스템을 적용한다. 다만, 외기냉방시스템의 적용이 건축물의 총 에너지비용을 감소시킬 수 없는 경우에는 그러하지 아니한다. (1점)

6-3) 기계환기설비를 사용하여야 하는 지하주차장의 환기용 팬은 대수제어 또는 풍량 조절(가변익, 가변속도), (㉢)에 의한 자동(on-off)제어 등의 에너지절약적 제어방식을 도입한다. (1점)

답안 작성란

(㉠ 위험률), (㉡ 이코노마이저시스템), (㉢ 일산화탄소(CO)의 농도)

문제7. 다음과 같이 제시된 장비일람표를 보고 “건축물의 에너지절약 설계기준” [별지 제 1호 서식] 에너지절약계획 설계 검토서의 내용에 따라 다음 물음에 답하시오.
(단, 해당건축물은 공공업무시설로서 연면적의 합계는 4,000m² 이다.) (5점)

장비번호	형식	냉방용량(kW)	수량(EA)	효율
R-1	터보 냉동기	984.76	1	COP : 5.99
R-2	이중효용 흡수식 냉동기	1,864.01	1	COP : 1.35
OAC-02	EHP 실외기	69.6	1	-
OAC-03	EHP 실외기	23.0	2	에너지소비효율 1등급
OAC-04	EHP 실외기	103.6	1	-

2016년 제2회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호		제한시간
	성명		150분

7-1) 에너지성능지표 기계설비부문 2. 냉방설비의 평점(a*b)을 구하시오. (단, 소수점 넷째자리 반올림)(3점)

항목			기본배점(a)				배점(b)					평점 (a*b)
			비주거		주거		1점	0.9점	0.8점	0.7점	0.6점	
			대형	소형	주택 1	주택 2						
2. 냉방 설비	원심식(성적계수, COP)		6	2	-	2	5.18 이상	4.51~5.18 미만	3.96~4.51 미만	3.52~3.96 미만	3.52 미만	
	흡수식 (성적계수, COP)	① 1중효용					0.75 이상	0.73~0.75 미만	0.7~0.73 미만	0.65~0.7 미만	0.65 미만	
		② 2중효용					1.2 이상	1.1~1.2 미만	1.0~1.1 미만	0.9~1.0 미만	0.9 미만	
		③ 3중효용										
		④ 냉온수기										
기타 냉방설비			고효율 인증제품 (신재생 인증제품)	에너지소비 효율 1등급제품	-	-	그 외 또는 미설치					

7-2) 에너지절약설계기준 의무 사항 나. 기계설비부문 ④번 항목(공공기관은 에너지 성능지표의 기계 부문 11번 항목을 0.6점 이상 획득하였다.)의 적합여부를 판단 근거와 함께 쓰시오. (2점)

(7-1) 답안 작성란

-난방설비 용량가중 평균 배점 계산서

장비번호	냉방용량(kW)	수량	냉방용량(kW)x수량	효율	배점(b)	용량x수량x배점(b)
R-1	984.76	1	984.76	COP:5.99	1	984.76
R-2	1,864.01	1	1,864.01	COP:1.35	1	1,864.01
OAC-02	69.6	1	69.6	-	0.6	41.76
OAC-03	23.0	2	46.0	에너지소비효율1등급	0.9	41.4
OAC-04	103.6	1	103.6	-	0.6	62.16
계			3,067.97			2,994.09

-난방설비 용량가중 평균 배점 = 2,994.09 ÷ 3,067.97 = 0.976점

-공공업무시설, 연면적합계 = 4,000㎡ 이므로 비주거 대형, 평점 = 6 × 0.98 = 5.856점

(7-2) 답안 작성란

-기계부문 11번항목 기준

항 목	기본배점(a)				배점(b)					평점 (a*b)
	비주거		주거		1점	0.9점	0.8 점	0.7 점	0.6 점	
	대형 (3,000m ² 이상)	소형 (500~ 3,000m ² 미만)	주 택 1	주 택 2						
11. 축냉식 전기냉방, 가스 및 유류이용 냉방, 지역냉방, 소형열병합 냉방 적용, 신재생에너지 이용 냉방 적용(냉방용량 담당 비율, %)	2	1	-	1	100	90~ 100 미만	80~ 90 미만	70~ 80 미만	60~ 70 미만	

2016년 제2회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호		제한시간
	성명		150분

(7-2) 답안 작성란

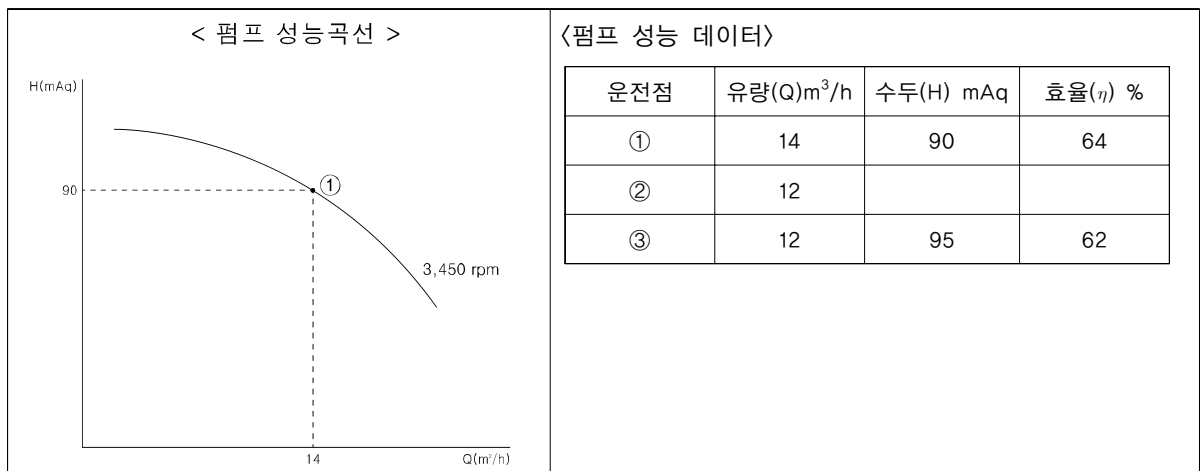
-전기대체 냉방설비 적용비율계산서

장비번호	형식	냉방용량(kW)	수량	냉방용량(kW)×수량	전기대체 냉방설비용량(kW)
R-1	터보냉동기	984.76	1	984.76	
R-2	이중효용 흡수식냉동기	1,864.01	1	1,864.01	1,864.01
OAC-02	EHP 실외기	69.6	1	69.6	
OAC-03	EHP 실외기	23.0	2	46.0	
OAC-04	EHP 실외기	103.6	1	103.6	
계				3,067.97	1,864.01

-적합여부 판단근거 : 축냉식 전기냉방, 가스 및 유류이용 냉방, 지역냉방, 소형열병합 냉방 적용, 신재생에너지 이용 냉방 적용(냉방용량 담당 비율, %) 비율 60% 이상일 경우 적합

-기계11 전기대체 냉방용량담당비율 = $(1,864.01 \div 3,067.97) \times 100\% = 60.76\% > 60\%$ 이므로 적합

문제8. 아래 그림과 같은 성능을 가지는 펌프가 배관 시스템에 설치되어 있다. 유량이 $14\text{m}^3/\text{h}$ 이고 회전수가 3,450rpm인 초기 운전 점 ①에서 유량을 $12\text{m}^3/\text{h}$ 로 줄이고자 한다. 이때, 펌프 모터 회전수 제어를 이용할 경우 운전 점을 ②, 배관 시스템 상의 밸브를 조절하여 유량을 제어할 때의 운전 점은 ③이라고 할 때, 다음 물음에 답하시오. (6점)



8-1) 주어진 펌프 성능 데이터를 이용하여 각 운전 점 ①, ②, ③의 펌프 축동력(kW)을 구하시오. (3점)

2016년 제2회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호		제한시간
	성명		150분

8-2) 펌프 성능 곡선 상에 운전 점 ②, ③을 표시하시오. (3점)

(8-1) 계산과정 작성란

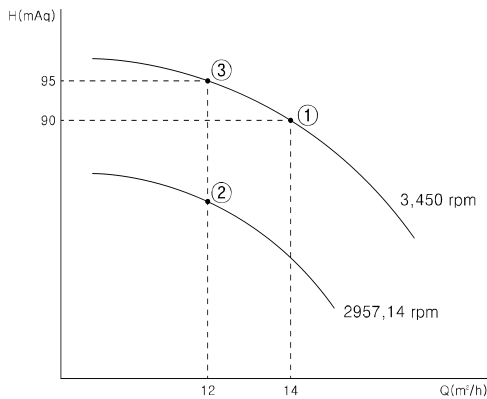
$$\textcircled{1} L_{s1} = gHQ/\eta[\text{kW}] = \frac{9.8 \times 90 \times 14}{3,600 \times 0.64} = 5.36[\text{kW}]$$

$$\textcircled{2} L_{s2} = L_{s1} \times \left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)^3 = 5.36 \times \left(\frac{12}{14}\right)^3 = 3.38[\text{kW}]$$

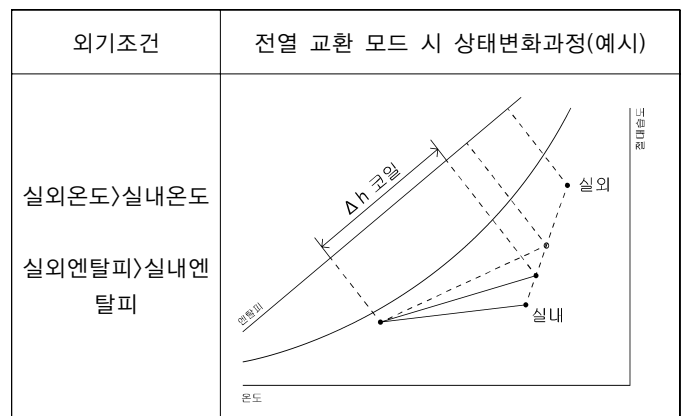
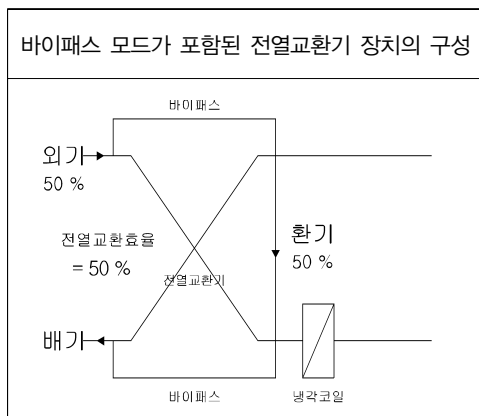
$$\textcircled{3} L_{s3} = gHQ/\eta[\text{kW}] = \frac{9.8 \times 95 \times 12}{3,600 \times 0.62} = 5.01[\text{kW}]$$

(8-2) 계산과정 작성란

< 펌프 성능곡선 >



문제9. “건축물의 에너지절약 설계기준”에서 공조기의 폐열회수를 위한 열회수 설비를 설치할 때에는 중간기에 대비한 바이패스(by-pass) 설비를 설치하도록 권장하고 있다. 다음 그림은 바이패스 모드가 포함된 전열교환기 장치 구성, 냉방 운전시 습공기 선도상의 상태변화 과정과 공조기 냉각코일 제거열량(Δh 코일)을 표시한 예시이다. 이와 관련한 다음 물음에 답하시오. (6점)



2016년 제2회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호		제한시간
	성명		150분

9-1) 중간기 냉방시 바이패스 모드와 전열교환기 모드로 운전하는 경우의 냉각코일 제거열량(Δh 코일)을 예시와 같이 습공기 선도상에 표시하시오. (4점)

외기조건	프로세스	장치의 구성	상태변화과정
실외온도<실내온도	바이패스 모드+냉방		
실외엔탈피<실내엔탈피	전열교환기+ 냉방		

9-2) 중간기 냉방시 바이패스 모드와 전열교환기 모드 중 에너지 효율적인 운전 모드를 선택하고 그 이유를 간단히 서술하시오. (2점)

(9-1) 답안 작성란
(9-2) 답안 작성란 ① 에너지 효율적 운전모드 : 바이패스 모드 ② 이유 : 9-1)에서 습공기 선도상에 표시한 것 같이 전열교환기+냉방 모드의 경우에는 전열교환기에 의해서 외기가 실내공기와의 열교환에 의해서 가열되어 냉각열량이 증대하기 때문에 중간기에 있어서는 전열교환기를 통과하지 않는 바이패스 모드가 에너지 효율적이다.

2016년 제2회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호		제한시간
	성명		150분

문제10. “건축물의 에너지절약 설계기준”의 전기설비부문 중 동력설비 및 동력제어 설비와 관련된 에너지절약 설계기준 5가지를 서술하시오. (5점)

(10-1) 답안 작성란

- 역률개선훁 콘덴서를 설치(의무사항)
- 승강기 구동용전동기 에너지절약적 제어방식 채택(권장사항)
- 고효율 유도전동기를 채택(권장사항)
- BEMS 설치(EPI)
- 제5조제11호거목에 따른 창문 연계 냉난방설비 자동 제어시스템을 채택(EPI)
- 에너지 성능지표에서 인정하는 분산제어시스템 채택(EPI)

문제11. “건축물의 에너지절약 설계기준” [별지 제1호 서식] 에너지절약계획 설계 검토서 2. 에너지성능지표 전기설비부문 중 수변전설비 단선결선도를 판단 근거서류(도면)로 하는 항목 3가지와 각각의 도면 작성방법을 서술하시오. (5점)

(11-1) 답안 작성란

1) 항목3가지

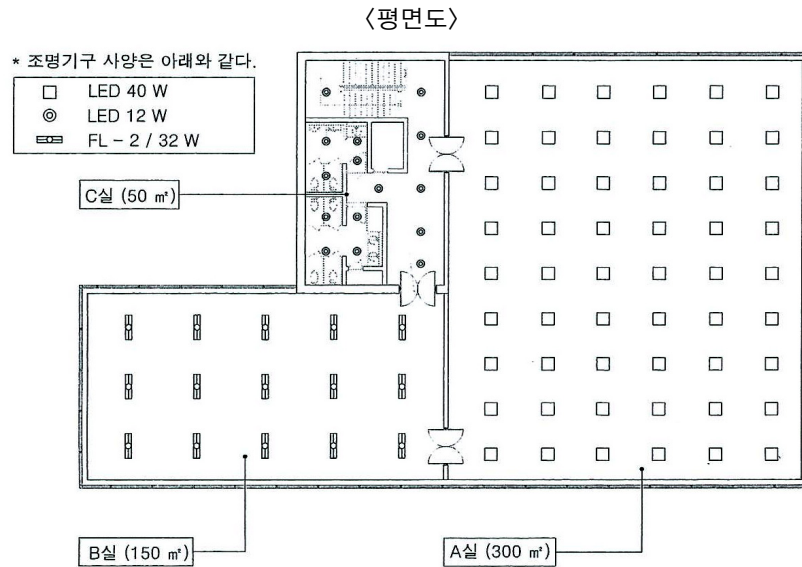
- 3. 변압기를 대수제어가 가능하도록 뱅크 구성
- 4. 최대수요전력 관리를 위한 제5조제11호사목에 따른 최대수요전력 제어설비
- 9. 역률자동 콘덴서를 집합 설치할 경우 역률자동조절 장치를 채택

2) 도면 작성방법

항목3가지	도면 작성방법
3. 변압기를 대수제어가 가능하도록 뱅크 구성	전력사용 용도별로 변압기를 구분하고, 대수제어 가능하도록 뱅크 구성 -전등/전열, 냉방 동력 등으로 용도를 구분하고 같은 용도 내에서 2개 이상 설치된 변압기 간 연계제어를 적용할 때
4. 최대수요전력 관리를 위한 제5조제11호사목에 따른 최대수요전력 제어설비	도면에 최대수요전력 제어설비 계통표기 -단순 Peak경보 기능은 인정불가 -최대 수요전력의 감시뿐만 아니라, peak cut 등 제어 프로그램이 가능해야 인정
9. 역률자동 콘덴서를 집합 설치할 경우 역률자동조절 장치를 채택	도면에 역률 자동조절장치(APFR) 설치여부 표기

2016년 제2회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호		제한시간
	성명		150분

문제12. 업무시설 건축물의 기준층 평면도 및 주어진 조건을 반영하여 아래 문항에 답하시오. (32점)



〈표1. 계산조건〉

난방공간 설정온도 : 20℃	1월 설계 외기 온도 : 3℃(일정)	난방공간 : A, B, C 실
난방공간 평균재실밀도 : 0.1인/m ²	일 사용시간 : 10시간	월간 사용일수 : 20일
공기밀도 : 1.2kg/m ³	공기의 정압비열 : 1.005kJ/(kg·K)	환기장치(동일용량의 급기팬 1EA, 배기팬 1EA) 정압 : 10.2mmAq(=100.0Pa), 효율 : 70%
1월 평균 지열 히트펌프 성적계수(COP) : 4.0	태양광발전 종합설계지수* : 0.8	태양전지 모듈 변환효율 : 15%
태양전지 모듈 크기 : 1m×2m	1월 어레이면 적산일사량 : 105kWh/m ² ·월	표준상태 일사강도 : 1,000W/m ²

*태양광발전 종합설계지수(태양전지 모듈 출력의 불균형 보정, 회로손실, 기기에 의한 손실 등을 포함)

12-1) 난방공간에 CO₂ 농도에 의한 인버터 제어방식의 환기유닛을 적용할 경우 1월 한달간의 환기에 의한 열손실량(kWh/월)을 구하라. (6점)

〈설정조건〉 • 환기유닛은 실내의 CO₂ 농도가 1,000ppm 이하가 되도록 자동으로 제어함 • 1인당 CO₂ 발생량은 30l/인·h, 외기의 CO₂ 농도는 ppm으로 일정함 • A, B, C실의 시간에 따른 평균 재실률은 [표2]와 같으며, 그 외의 조건은 [표1]을 따름	〈표2. 평균 재실률〉	
	시간	재실률
	09:00~12:00	0.8
	12:00~19:00	0.4

2016년 제2회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호		제한시간
	성명		150분



12-2) 문제12-1)에서 산출된 환기량과 달리 환기량을 1,500CMH로 일정하다고 가정할 때, [표1]의 계산조건을 적용하여 1월 중 급기 및 배기 팬(Fan)의 전력 소요량 합 (㉠)(kWh/월)을 계산하십시오. (4점)

12-3) 난방 공간의 1월 난방 에너지요구량이 8kWh/m² 이고, 지열 히트펌프 시스템(GCHP : Ground-Coupled Heat Pump)을 이용하여 난방할 때, 1월 중 난방에 소요되는 지열 히트펌프의 전력 소요량(㉡)(kWh/월)과 지중 채열량(kWh/월)을 계산하십시오. (단, 지열 히트펌프 이외 장치의 소비동력 및 기타 손실은 고려하지 않는다.) (6점)

12-4) 지열 히트펌프 시스템에서 수직 밀폐형 지중열교환기의 길이 산정에 영향을 미치는 요소를 2가지 쓰고, 각각에 대한 근거를 서술하십시오. (6점)

12-5) 난방공간의 조명밀도(W/m²)와 1월 중 조명의 전력 소요량(㉢)(kWh/월)을 구하십시오. (5점)

12-6) 위에서 계산된 1월 중 전력 소요량(㉠+㉡+㉢)의 합을 1월 한달 간 태양광발전 시스템으로 생산하는데 필요한 최소 모듈 개수와 발전용량(kW)을 구하십시오. (단, 전기 수요와 공급의 부하 불균형(Load mismatching)은 무시한다.) (5점)

(12-1) 답안 작성란

$$\text{재실인원} = (300 + 150 + 50) \times 0.1 = 50 \text{人}$$

1) 재실율 0.8일 경우의 환기량

$$Q = \frac{M}{p-q} = \frac{30 \times 10^{-3} \times 50 \times 0.8}{(1,000 - 400) \times 10^{-6}} = 2,000 \text{m}^3/\text{h}$$

2) 재실율 0.4일 경우의 환기량

$$Q = \frac{30 \times 10^{-3} \times 50 \times 0.4}{(1,000 - 400) \times 10^{-6}} = 1,000 \text{m}^3/\text{h}$$

∴ 열손실량 q

$$q = \frac{1.005 \times 1.2 \times 2,000 \times (20 - 3)}{3,600} \times 3 \times 20 + \frac{1.005 \times 1.2 \times 1,000 \times (20 - 3)}{3,600} \times 7 \times 20$$

$$= 1480.70 \text{kWh/월}$$

(12-2) 답안 작성란

$$L_s = P_s \cdot Q / \eta_s = \frac{100 \times 1,500}{0.7 \times 3,600} \times 10 \times 20 \times 2 = 23,809.52 [\text{Wh/월}]$$

$$= 23.81 [\text{kWh/월}]$$

2016년 제2회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호		제한시간
	성명		150분



(12-3) 답안 작성란

1월 중 난방에너지 요구량 = $8 \times 500 = 4,000 \text{ kWh/월}$

$$cop_H = \frac{Q_1}{W} \text{에서 } W = \frac{Q_1}{cop_H} = \frac{4,000}{4} = 1,000 \text{ kWh/월}$$

지중 채열량 $Q_2 = Q_1 - W = 4,000 - 1,000 = 3,000 \text{ kWh/월}$

(12-4) 답안 작성란

- ① 펌프의 성적계수
- ② 파이프 열저항
- ③ 토양/암석의 열저항
- ④ 냉·난방부하의 용량
- ⑤ 지열펌프의 가동시간

■ 해설

난방시 1RT당 필요한 열교환기 길이

$$L_H = \frac{3024[(COP_H - 1/COP_H)] \times (R_P \times R_S \times F_H)}{T_L - T_{\min}} [\text{m}]$$

$T_{\min}$: 지열펌프로 유입되는 어느달의 평균 최저 입구온도

COP_H : $T_{\min}$ 온도에서 지열펌프의 성적계수

F_H : 지열펌프의 가동시간의 분율

R_P : 루프 파이프의 열저항

R_S : 토양/암석의 열저항

이 밖에도, 냉난방 부하의 용량과 펌프의 효율등이 종합적으로 지중열교환기의 길이산정에 영향을 미친다.

(12-5) 답안 작성란

- ① 난방공간의 조명밀도

$$D = \frac{40 \times 54 + 12 \times 15 + 64 \times 15}{500} = 6.6 [\text{W/m}^2]$$

- ② 1월 중 조명의 전력소요량

$$W = 3300 [\text{W}] \times 20 [\text{일/월}] \times 10 [\text{h/일}] \times 10^{-3} = 660 [\text{kWh/월}]$$

2016년 제2회 건축물에너지평가사 자격 2차 시험 모범답안(예)	응시번호		제한시간
	성명		150분



(12-6) 답안 작성란

① 모듈개수

$$\textcircled{7} + \textcircled{L} + \textcircled{E} = 23.81 + 1,000 + 660 = 1683.81 [\text{kWh}/\text{월}]$$

$$P_{AS} = \frac{E_p \times D \times R}{\left(\frac{H}{G_s}\right) \times K} = \frac{1683.81}{\left(\frac{105 [\text{kWh}/\text{m}^2 \text{월}]}{1 [\text{kW}/\text{m}^2]}\right) \times 0.8} = 20.05 [\text{kW}]$$

모듈 1장의 크기 : $1 \times 2 = 2 [\text{m}^2]$

모듈 1장의 출력 : $2 [\text{kW}/\text{m}^2] \times 0.15 = 0.3 [\text{kW}]$

필요한 모듈의 개수 : $\frac{20.05}{0.3} \approx 66.82 = 67 \text{개}$

정답 : 67개

② 모듈의 발전용량 : $67 \text{개} \times 0.3 [\text{kW}] = 20.1 [\text{kW}]$