

平成 20 年度技術士第二次試験問題【衛生工学部門】

必須科目

Ⅱ 次の 2 問題の中から 1 問題を選び解答せよ。(解答問題番号を明記し, 答案用紙 3 枚以内にまとめよ。)

Ⅱ-1 次の記述を読み, 循環型社会形成に係る次の(1)~(3)の問いに答えよ。

我が国の政府は, 循環型社会を形成するうえで, 第一次循環基本計画においては, 適正な物質循環を確保するために, 物質指標に関する次の 3 項目の目標を表 1 に定めて取り組んできた。

- ・資源生産性(=GDP/天然資源等投入量)
- ・循環利用率:(循環利用量/(循環利用量+天然資源等投入量))
- ・最終処分量

表 1 物質フロー指標に関する目標 (目標年次:平成22年度)

指標	資源生産性	循環利用率	最終処分量
目標	約37万円/トン	約14%	約28百万トン

これまでの進捗状況は表 2 に示したように推移し, 一定の成果をあげて循環型社会形成が推進されているといえる。

表 2 資源生産性・循環利用率・最終処分量の推移

		2年度	12年度	15年度	16年度	17年度		
							2年度比	12年度比
資源生産性	万円/トン	20.7	26.4	29.5	31.1	33.0	+59.4%	+25%
循環利用率	%	7.4	10.0	11.3	11.9	12.2	+4.8 ポイント	+2.2 ポイント
最終処分量	一廃 (百万トン)	20	12	10	9	8	▲60.0%	▲33.3%
	産廃 (百万トン)	89	45	30	26	24	▲73.0%	▲46.7%
	合計 (百万トン)	109	57	40	35	32	▲70.6%	▲43.9%

(「循環型社会形成推進基本計画」(平成20年3月からの引用))

【問い】

- (1)家庭から排出されるゴミ(一般廃棄物)についていろいろな取組がなされている。これら想定される取組と上記物質フロー指標との関連について考えられることを述べよ。
- (2)循環型社会の形成に向けて, 地域の特性を活かした地域循環圏の構築が課題であるといわれている。地域循環圏の構築の必要性について述べよ。
- (3)循環型社会形成に向けて, あなたの専門とする分野で取り組むべき課題と将来の目標を述べよ。

II-2 次の記述を読み、あなたの専門分野での技術的視点から、LCAに係る下記の(1)~(3)の問いに答えよ。

20世紀が、地球の限界が認識された時代であるとするならば、21世紀は、地球の限界を定量的に把握し、人間活動と調和させ、かつ整合性を高めつつ持続的発展を目指す時代である。人間活動を地球の限界との関連において明確かつ詳細に位置づけることは、ライフサイクルアセスメント(LifeCycleAssessment, LCA)を基盤とし、その上に構築される種々のツールにより実現できると考えられる。すなわち、LCA及びその礎になっているライフサイクル的思考は、21世紀における人類生存の戦略を生み出すための基本的なコンセプトである。

持続型社会の構築のためには、市民レベルでのライフスタイルの変更が必要であるとともに、企業レベル、政府レベルにおける限られた資源の効率的活用が求められる。

それらを実現するための戦略を描き、意思決定を行う上で、LCAは必要不可欠であり、資源の採取、製品・サービスの提供と利用、リサイクル・廃棄に至る、人類の活動のあらゆる場面においてLCAが活用されなければならない。さらに、すべての活動の主体にLCAを啓発・普及する必要があることは言うまでもない。

【問い】

- (1)インベントリー分析とインパクト評価について説明し、LCAの手順を述べよ。
- (2)あなた専門分野でLCAを実施するとした場合に、どのような目的でLCAを実施するか、またその際に適用範囲をどのように設定するか具体例を示して述べよ。
- (3)あなたの専門分野において、LCAあるいはLCA的思考方を普及させるためには、どのような方策が考えられるか理由とともに述べよ。

選択科目【11-1】大気管理

I 次の2問題(I-1, I-2)について解答せよ。

I-1 次の5設問のうち3設問を選んで解答せよ。(設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。)

I-1-1 ばい煙や汚染物質の広がり(拡散)には下層大気の安定性(鉛直方向)が重要な役割を果たしている。「安定」及び「不安定」という用語を用いて、地上濃度との関係を述べよ。

I-1-2 一般粉塵発生施設の規制方式の概要を述べよ。

I-1-3 リスクアセスメントの結果、1日耐用摂取量が5ng/体重kg/dayとされた物質がある。この物質の大気環境中で許容できる濃度を計算して求めよ。計算式及び計算結果を答案用紙に記述せよ。

ただし、1日あたりの呼吸量を15m³、平均体重を60kg、大気の分担率(配分率)を20%、安全係数を10倍考慮することとせよ。

I-1-4 大気中での「オキシダント」の発生機構と環境基準に定められている「光化学オキシダント」の定義について、以下の言葉を使用して説明せよ。

「窒素酸化物」、「炭化水素」、「オゾン」、「アルデヒド」、「全オキシダント」、「二酸

化窒素」

I-1-5 固定発生源からの窒素酸化物低減のための技術的方策は大きく3分別されて述べられることがある。この技術的方策の全体を3分別して具体的な対策の事例を含めて説明せよ。

I-2 次の3設問のうちから1設問を選んで解答せよ。(答案用紙を替えて解答設問番号を明記し,3枚以内にまとめよ。)

I-2-1 我が国の浮遊粒子状物質(SPM)の環境基準達成率は90%を超えているが,依然として未達成である一般大気測定局が約100局存在している。このSPMの発生源(発生原因)については,工場や自動車から人為的に直接大気中に排出されるものだけではない。他にどのようなものがあるか述べよ。さらに,SPMについて現行の環境基準を達成するための課題と,達成された場合に残される浮遊している粒子状物質に関する大気環境管理上の今後の課題をそれぞれ述べよ。

I-2-2 環境問題に対して,公害問題等の環境改善対策と温暖化対策との相乗的・一体的な対策(コ・ベネフィット対策)を推進することが期待されている。単なる燃料使用量の削減技術を除く大気分野に関連したコ・ベネフィット対策について異なる事例を2つ挙げよ。それぞれの事例に対してどのような技術を適用すべきか述べ,その技術が環境改善対策及び温暖化対策にどのように寄与するかを具体的に説明せよ。

I-2-3 大気汚染防止法に定める「ばい煙発生施設」からの有害物質の排出規制の際には,酸素濃度による補正が行われる。実測有害物質濃度をCs(ppm),実測酸素濃度をOs(%),標準酸素濃度をOn(%),標準酸素濃度Onでの有害物質の換算濃度C(ppm)は下記の式で表される(21は大気中の酸素濃度)。この標準酸素濃度補正式を証明するとともに,この補正式が導入される意義について硫黄酸化物の規制方式と対比して述べよ。

$$C = \frac{21 - O_n}{21 - O_s} C_s$$

選択科目【11-2】水質管理

I 次の2問題(I-1,I-2)について解答せよ。

I-1 次の6設問のうち3設問を選んで解答せよ。ただし,Aグループ及びBグループから少なくとも1設問を選ぶこと。(設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し,それぞれ1枚以内にまとめよ。)

Aグループ

I-1-1 耐塩素性病原生物であるクリプトスポリジウム等の対策として,紫外線処理が新たに導入されることとなったが,その背景,適用条件を記述せよ。また,紫外線処理設備の運転管理で必要とされる留意事項を記述せよ。

I-1-2 原水に起因する水道の異臭味被害について,発生の原因となる事項を挙げ,それぞれの原因に応じた浄水処理過程における異臭味低減方法を記述せよ。

I-1-3 用排水処理に用いられる膜について,特性の異なる代表的な膜を4種挙げ,そのうち2つを選んで,除去対象物質及び適用例を示すとともに,運転管理上の留意点を記述せよ。

B グループ

- I-1-4 ばっ気槽等の生物反応槽における酸素の供給速度及び生物の酸素利用速度を評価する方法を記述せよ。
- I-1-5 有機性廃棄物からバイオガスを回収するにあたって、発生ガスの組成比を踏まえた注意点及び脱離液と残渣に関する衛生学的な注意点を記述し、さらに安全性を高めるための方法を記述せよ。
- I-1-6 単一粒子の沈降に関する理論を示し、それが粒子群となった場合の沈降特性について、空間率との関係を踏まえて記述せよ。
- I-2 次の2設問のうち1設問を選んで解答せよ、(答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、3枚以内にまとめよ。)
- I-2-1 湖沼・貯水池を水源とする水道において、浄水施設を整備するに当たって考慮すべき事項を挙げ、その理由と対応策を記述せよ。また、急速ろ過システムを採用する場合に付加すべき装置・設備をフローシートに図示せよ。次に、想定される原水の水質異常に際して必要とされる水質管理上の留意点及び対策を記述せよ。
- I-2-2 飲食店、スーパーマーケットが1階にあるマンションの生活排水を処理するに当たって、設計上の検討項目を挙げ、水質、水量の原単位及び負荷量を算出する方法を記述せよ。特に、来雑物や油脂類を多く含むことを考慮し、あなたが最適と考えるフローシートを提案せよ。次に、提案された施設に対し水質規制が強化され、BODを10mg/L以下にする必要性が生じたことを想定し、既存施設を改造しないで水質を向上させる方法及び新たな付加装置を設置して改造する方法を提案し、それぞれについての水質管理上の留意点を記述せよ。

選択科目【11-3】廃棄物管理

- I 次の2問題(II-1, I-2)について解答せよ、
- I-1 次の6設問のうち3設問を選んで解答せよ、(設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。)
- I-1-1 汚泥再生処理センターにおいて、堆肥化設備を適用する場合、検討すべき事項とその対応策について述べよ。
- I-1-2 し尿処理施設において、浄化槽汚泥の混入割合が上昇した場合、処理機能への影響について考えられる項目を挙げ、それらの解決策について述べよ。
- I-1-3 ごみを熔融スラグまで処理する方式として①ストーカー灰熔融炉方式とガス化熔融一炉方式が挙げられるが、両者の特徴を挙げ、それらを比較せよ。
- I-1-4 熱回収(焼却)施設における熱利用率を高める方策としてボイラー化が挙げられるが、ボイラーの高温高压化について説明せよ。
- I-1-5 不法投棄に関する統計資料を下図に示した、この図を見て、我が国における不法投棄の現状を述べ、さらに、今後取り組まなければならない方策とその内容を説明せよ。
- I-1-6 我が国は、京都議定書の義務を履行するために2006年3月にバイオマス・ニッポン総合

戦略」が閣議決定された。ここにいう「バイオマス」の内容を説明し、戦略の骨格を説明せよ。

I-2 次の3設問のうち1設問を選んで解答せよ、(答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、3枚以内にまとめよ。)

I-2-1 既設し尿処理施設を延命化しようとするとき、あなたが必要と考える検討課題とその内容を述べよ。

I-2-2 循環型辛上会形成のために、熱回収(焼却)施設サーマルリサイクルについて、①ごみ収集と②施設自体の課題を挙げて、その対応策についてあなたの考えを述べよ。

I-2-3 開発途上国の経済発展に伴い、我が国で発生する廃棄物の処理・処分のフローが大きく変わりつつある、すなわちE-WASTEという現象である。このE-WASTEの現状と問題点を掲げ、その解決策を述べよ。

選択科目【11-4】空気調和

I 次の2問題(I-1,I-2)について解答せよ、

I-1 次の5設問のうち3設問を選んで解答せよ。(設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。)

I-1-1 厚さ(d1)15cmのコンクリートに、厚さ(d2)5cmの断熱材を貼った外壁がある。

(1)コンクリートの熱伝導率($\lambda 1$)を 1.4W/mK 、断熱材の熱伝導率($\lambda 2$)を 0.04W/mK 、外気側熱伝達率($\alpha 3$)を $23\text{W/m}^2\text{K}$ 、室内側熱伝達率($\alpha 4$)を $8\text{W/m}^2\text{K}$ とした場合の外壁の熱貫流率(熱通過率)(U)を求めよ。(計算式を示し、計算過程を記述すること。)

(2)さらに、室温(t_i) 20°C 、外気温度(t_o) 0°C であるとする、二の外壁 1m^2 当りの貫流熱量(通過熱量)(Q)を求めよ。

(3)また、この外壁の定常状態における室内側表面温度(t_s)を求めよ。(計算式を示し、計算過程を記述すること)

計算過程を記述すること、)

I-1-2 建設分野起源の環境負荷削減に大きな影響を持つ「建物及び設備の長寿命化対応策」に関して、次の3項目について、技術士の立場から簡潔に述べよ。

(1)設備機器・材料の長一寿命化

(2)建築計画上の配慮による設備の長寿命化

(3)スケルトン&インフィル

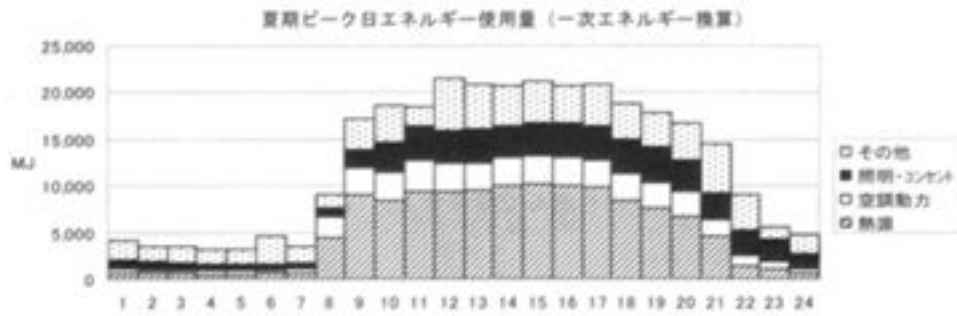
I-1-3 個別分散空調システム、いわゆるEHP,GHPとよばれる空気熱源ヒートポンプ式パッケージ型空調機システムの設計及び施工上の留意すべき点について、3項目以上を挙げ、その対応策を具体的に述べよ。

I-1-4 昭和60年(1985年)に竣工した鉄骨造16階建ての事務所ビルのリニューアル工事において、テナント事務室の天井内冷温水配管の更新を各階ごとに順次行うこととなった、テナントの業務に支障を及ぼさずに工事を行うことになっており、室内で作業を行えるのは平

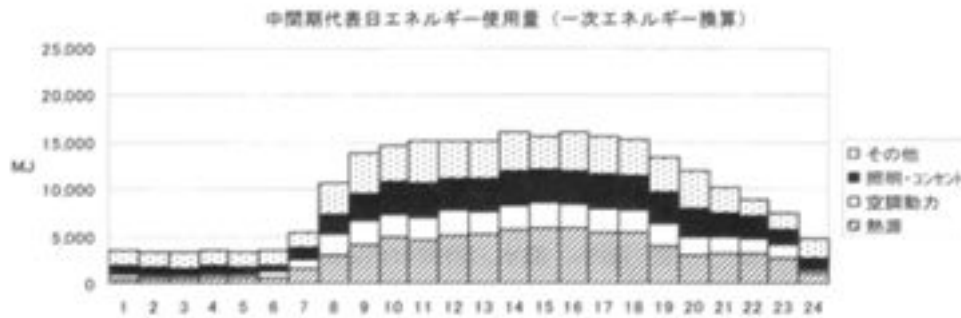
日の夜間(21:00～翌朝 8:00)と土曜日,日曜日,休日のみである。
 施工上の留意事項を 5 項目以上挙げ,その対応策を具体的に述べよ。

⑥ 建物のエネルギー使用データ

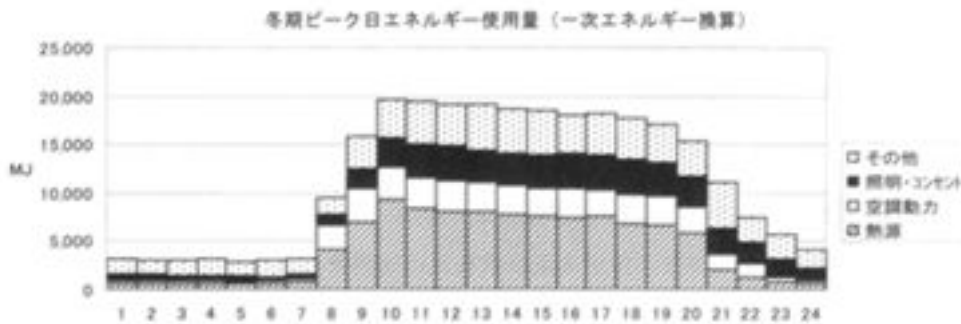
・夏期ピーク日24時間用途別使用パターン

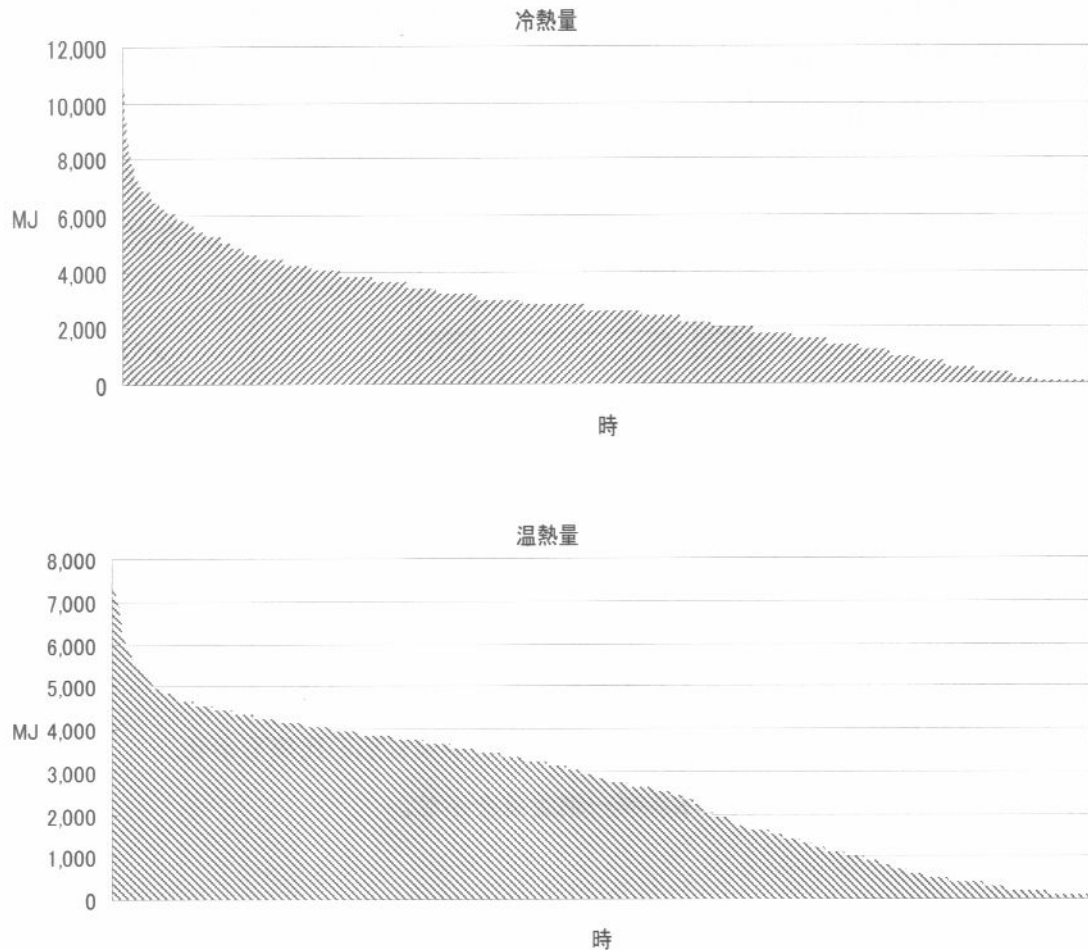


・中間期代表日24時間用途別使用パターン



・冬期ピーク日24時間用途別使用パターン





- (1)条件に示した建物のエネルギー使用データを分析・想定し,当該エネルギー多使用ビルの空気調和設備の「現況に関する問題点」と,その「原因と予想される不具合(フォールト)」を,各々7項目以上挙げて簡潔に述べよ。
- (2)上記で整理した7項目以上の不具合への具体的対応策を検討し,「運用改善」・「軽微な改修」・「大規模改修」の3種類に分類したうえで,概略の改修コストと肖1)減エネルギーコストから投資対効果(単純回収年数)を大まかに推定して,対応策別の改修判断(◎直ちに実施すべき,○予算を考慮しながら数年の内に実施すべき,△寿命到来の折,劣化改修と同時に実施すべき)に分類せよ。
- (3)(2)で検討した7種類以上の具体的対応策に対して,これらの改修計画を立案し,今後10年間にわたる改修計画スケジュール表を作成せよ。(年を横軸にとり,対応策ごとに改修実施年がわかるように○印等で明示すること。)
また,同時に中長期投資計画を立案し,1年毎の大まかな投資額(「〇〇万円,など」を提示せよ。

I-2-2 都市の市街地に建設される災害拠点病院の基本設計に,空気調和設備の担当者として参画することとなった,建築言十画として次頁の図に示すような構想が提出された.建物の規模は,建築面積 4,608 m²,延べ床面積 34,336 m²,ベッド数 580 床で,地下 1 階,地上 12 階建てである。

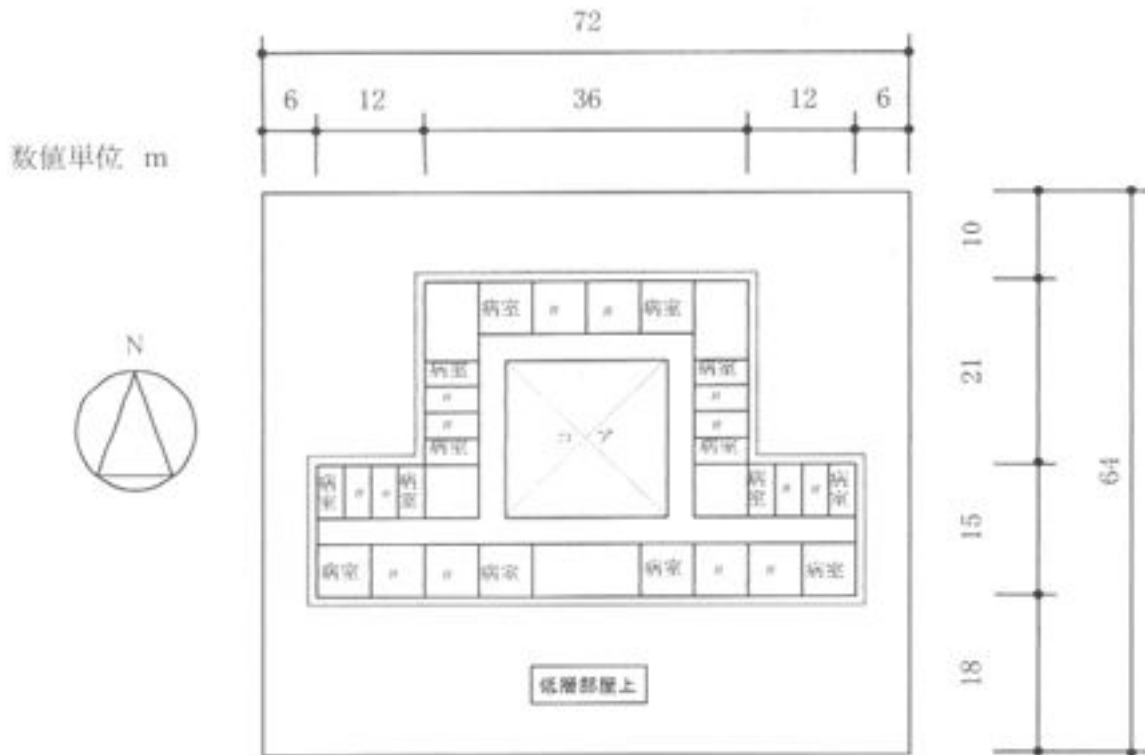
建築主からは、省エネルギー及び入院患者の快適性の向上を図った空調方式が求められている。

技術士としての立場から、次の(1)～(5)の問いに答えよ。ただし、条件は下記の①～⑤とする。

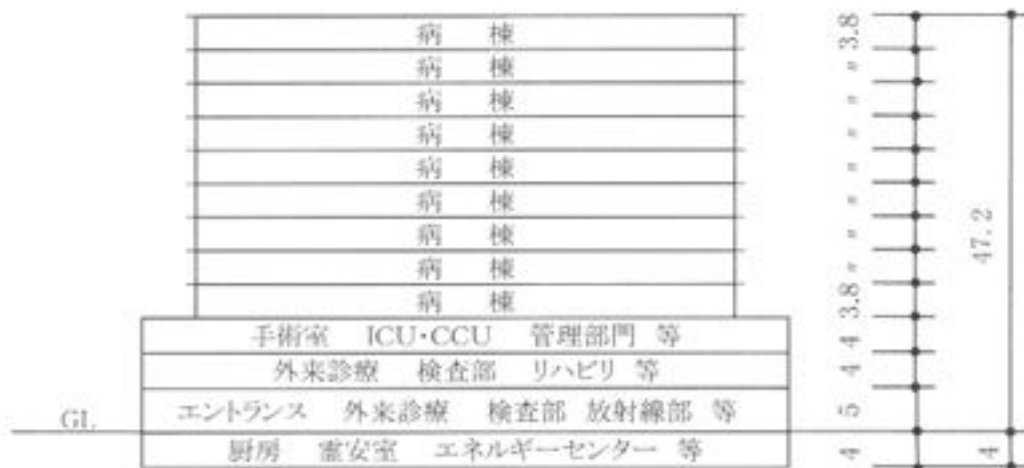
- (1) 二の建物の空気調和設備を計画するうえで考慮すべき事項、及び建築計画に対する要望事項を記述せよ。
- (2) 熱源計画を行い、選定理由と言十画の要点及び概略系統図を示し、主要熱源機器の容量と台数も示せ。また、電気設備や給排水衛生設備など他設備計画に対する要求事項を記述せよ。
- (3) 一般病棟の4床室の空調方式を提案し、概略系統図を示せ。
- (4) 空気調和設備の概略工事費を示せ。また、工事項目別の比率も示せ。
- (5) 空気調和設備の年間一次エネルギー消費量を示せ。

条件 1

- ① 建設地は東京又は受験地とする。答案に建設地を明記すること。
- ② 建物は基礎免震とする。
- ③ 熱源設備は中央式とする。
- ④ 洗濯・リネン等の蒸気及び給湯は別熱源とする。
- ⑤ 上記以外の必要な条件は各自が設定し、設定した条件を明示すること。



4~12階平面図



断面図

I-2-3 従来に比べてはるかに高負荷密度となるブレードサーバを収納するデータセンターを建設する計画がある。技術士の立場から、この施設において空気調和設備を計画する際に、次の(1)~(6)の問いに答えよ。ただし、条件は下記の①~④とする。

- (1)本施設の建築計画への助言をするに当たって、BCP(事業継続計画)を含め、考慮しなければならない事項について記述せよ。
- (2)本施設の空気調和設備について、その計画上の配慮すべき要点を述べよ。
- (3)熱源計画の要点を述べて、主要機器の概略容量と台数を示せ。

- (4)二次側空調システムの概要を示し、留意点を述べよ。
- (5)空気調和設備の工事項目別の概略工事費と年間空調エネルギー消費量(一次エネルギー換算値)について、サーバ負荷密度の根拠をつけて示せ。
- (6)省エネルギーの点で特に有効と考えられる手法を3つ以上挙げ、その理由を示せ。

条件

- ①建設地は受験地とする。
- ②建築概要
延面積 110,000 m²,サーバ室:5,000 m²,サービス諸室:1,000 m²
地上4階 SRC造免震構造,階高5m,サーバ室は無窓とする。
- ③熱源は中央式熱源とする。
- ④上記以外の必要な条件は各自が設定し、設定した条件及びその理由を明示すること。

選択科目【11-5】建築環境

I 次の2問題(I-1,I-2)について解答せよ。

I-1 次の5設問(I-1-1~I-1-5)のうち3設問を選んで解答せよ。1設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。1

I-1-1 簡易専用水道が設置されている3階以上の建物について、次の問いに解答せよ。

- (1)設置者が行うべき簡易専用水道の管理について述べよ。
- (2)貯水槽(給水タンク)の汚染防止を設置位置の点から述べよ。
- (3)給水設備の逆流防止の方法について述べよ。

I-1-2 給湯設備の計画に関する次の問いに答えよ。

- (1)給湯設備の衛生性と安全性の確保について述べよ。
- (2)給湯設備における省エネルギーについて述べよ。
- (3)給湯用配管材を5種挙げ、それぞれの物理的特性、施工方法、コスト、使用にあたっての留意事項、耐用年数などについて述べよ。

I-1-3 超節水型衛生器具の有効性と今後の普及に伴う課題を建築設備及び下水道管路の観点から述べよ。

I-1-4 建物内循環による雑用水道の設置計画に関して次の問いに答えよ。

- (1)雑用水の用途と水質基準について述べよ。
- (2)処理システム決定のための条件と標準的な処理フローを述べよ。
- (3)維持管理をどのようにすべきか述べよ。

I-1-5 グラスウール内貼りによる機械室内の騒音低減対策について、次の問いに答えよ。

- (1)吸音材料と遮音材料の違いについて述べよ。
- (2)グラスウールの吸音メカニズムについて述べよ。
- (3)グラスウールの仕様(厚さ、表面仕上げなど)が吸音特性に及ぼす影響について述べよ。
- (4)騒音低減効果の予測方法について述べよ。

I-2 次の2設問(I-2-1,I-2-2)のうち1設問を選んで解答せよ。(答案用紙を替えて解答設問番号を明記し,3枚以内にまとめよ。)

I-2-1 市街地に建設される貸事務所を主体とした事務所ビルの計画に関して,発注者からは以下の項目が要望されている。

- ①経済性
- ②省資源・省エネルギー
- ③維持管理の容易性
- ④将来のフレキシビリティ

(1)~(3)の問いに対して上記の要望にこたえる計画を作成せよ。

(1)給水設備について2つのシステムを比較して1システムを提案せよ。システムの比較では計画概要・主要機器概略容量(算出根拠を含む)を記述し,系統を図示すること。

(2)排水設備の計画を立て,計画概要及びシステムの採用理由を述べよ。計画には雨水の再利用を含むこと,また,汚水排水管材料を2種類比較し1材料を提案せよ。

(3)衛生器具設備について,発注者要望に沿った計画概要を述べよ。

それぞれの設備計画の比較には建築(意匠)計画の要素を含んでよい。

下記に建築の条件を示すが,それ以外の条件は各自適切に設定してよい。

[建物概要]

・延べ床面積 54,000m²

・各階面積・用途・階高

階	主用途	床面積(m ²)	階高(m)
地下2階	機械室	1,300	6.0
地下1階	自走式駐車場	2,500	4.0
1階	エントランスロビー ・コンビニエンスストア	2,500	4.5
2~20階	貸事務所	2,500	4.0
塔屋	機械室	200	3.5
計		54,000	

・2~20階には男子用便所・女子用便所・給湯室がある。

・建設場所は市街地で上下水道は完備されているが,汚水排出量規制があり,夜間放流を義務づけられている。

I-2-2 高架の高速道路に面した集合住宅の建設計画における窓サッシの遮音設計を行う場合について,(1),(2)の問いに答えよ。

(1)屋外騒音の調査からサッシの必要遮音性能を決定するまでのフローを示し,各フェーズにおける対応策と留意点を具体的に述べよ。

(2)屋外騒音の音圧レベルが表 I-2-2 の値であるときの窓サッシに必要な遮音等級を求めよ。
ただし、受音室内の吸音特性や窓面積などの設定した計算条件は、明記すること。

表 I - 2 - 2 屋外騒音のバンド音圧レベル

周波数 (Hz)	125	250	500	1 k	2 k	4 k
バンド音圧レベル (dB)	75	60	56	53	52	52