

### 問題 3 1 固体物性論

設問すべてについて解答すること。

I 同じ大きさの剛体球を各格子点に最も密になるように配列したとき、基本単位格子（単位胞）の体積に対する剛体球の占める体積の比を充填率という。格子常数  $a$ 、剛体球の半径  $r$  として、以下の結晶構造について充填率を計算せよ。その後、(5) 及び (6) の設問に答えよ。

- (1) 単純立方格子
- (2) 体心立方格子
- (3) 最密構造である面心立方格子
- (4) ダイヤモンド格子（この場合、 $(0, 0, 0)$  と  $(a/4, a/4, a/4)$  に中心を持つ剛体球が接している）
- (5) ダイヤモンドと面心立方格子の充填率を比較して、何故ダイヤモンドは充填率が低くても、硬度が極めて高い理由を、C-C 間の結合力から推定せよ。
- (6) 今、一辺 100cm の立方容器がある。ここに直径 1cm の剛体球を最密に充填したとすると、何個の剛体球が詰め込まれることになるか計算で求めよ（端数は切り捨てよ）。

II 希ガス原子間の相互作用はよくレナード・ジョーンズ・ポテンシャルで表される。これは、電子間にはたらくパウリの排他率とクーロン斥力からくる原子間斥力を  $B/R^{12}$  と仮定し、それとファン・デル・ワールス引力  $-A/R^6$  との和をとって次のように表す：

$$U(R) = \frac{B}{R^{12}} - \frac{A}{R^6} = 4\epsilon \left\{ \left( \frac{\sigma}{R} \right)^{12} - \left( \frac{\sigma}{R} \right)^6 \right\} \quad (a)$$

ここで、 $4\epsilon\sigma^6 = A$ ,  $4\epsilon\sigma^{12} = B$  で、いずれにしても二つのパラメーターで表現される。

さて、面心立方格子を組む  $N$  個の原子間に (a) 式の相互作用が働くとする。 $i$  原子と  $j$  原子との距離を  $p_{ij}R$  として、全ポテンシャルエネルギーは最近接原子間距離  $R$  を用いて次のように与えられる：

$$\begin{aligned} U_{tot} &= \frac{1}{2} N (4\epsilon) \sum_{j'} \left\{ \left( \frac{\sigma}{p_{ij}R} \right)^{12} - \left( \frac{\sigma}{p_{ij}R} \right)^6 \right\} \\ &= 2\epsilon N \left\{ \beta \left( \frac{\sigma}{R} \right)^{12} - \alpha \left( \frac{\sigma}{R} \right)^6 \right\} \end{aligned} \quad (b)$$

ここに、 $j$  についての和は  $j = 1$  を除き、

$$\beta = \sum_{j'} p_{ij}^{-12} = 12.13, \alpha = \sum_{j'} p_{ij}^{-6} = 14.45 \quad (c)$$

と近似される。以下の二つの問に答えよ。

- (1) 上記 (b) 式を用いて希ガス原子の運動エネルギーを無視する範囲で、安定な  $R_0/\sigma$  の値を求めよ。
- (2) 観測値は最も重い Xe 原子で (1) で求めた値と等しい。原子が軽くなるに従って、観測値は Kr : 1.10、Ar : 1.11、及び Ne : 1.14 と系統的に僅かずつ増大する。この系統的差異はどういうエネルギーが寄与して原子間の結合力が減少するためか考察せよ。

III 結晶の基本格子ベクトルを  $\mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}$  とすると面指数  $(hkl)$  の結晶格子面は  $\mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}$  軸とおのこの  $\mathbf{a}/h, \mathbf{b}/k, \mathbf{c}/l$  の点で交わる。次の二つの設問に答えよ：

- (1) 面指数  $(hkl)$  の結晶格子面と逆格子ベクトル  $\mathbf{G} = h\mathbf{A} + k\mathbf{B} + l\mathbf{C}$  は直交することを示せ。
- (2) 面指数  $(hkl)$  の相隣り合った結晶格子面の間の距離  $d(hkl)$  を逆格子ベクトル  $\mathbf{G} = h\mathbf{A} + k\mathbf{B} + l\mathbf{C}$  を用いて表せ。

### 問題 3 2 環境生産工学

設問すべてについて解答すること。

I 冷間塑性加工または切削加工をするときに工具や材料に潤滑油をかける目的を3つ挙げよ。それによって環境に負荷をかけることになる事例を1つ挙げ、その技術的対策として例えばどのようなことが考えられるか、あるいはどのようなことが取り組まれているかを簡潔に記述せよ。

II 変形抵抗が  $Y=200+100 \varepsilon$  (MPa) の剛塑性体から一辺の長さが 10 mm の立方体を切り出した。この側面 (X 面と Y 面) に油圧で 100 MPa 一定の圧縮応力を作用させながら、上下面 (Z 面) に平行な剛体工具で圧縮荷重をかけた。ここでは型と材料との間の摩擦を 0 とする。以下の問に答えよ。ただし、計算にあたっては  $\log_e 2=0.69$  とし、材料は Mises の降伏条件に従うものとする。

- (1) この立方体が上下 (z) 方向に圧縮の塑性変形を開始するために必要な荷重を算出せよ。
- (2) さらに圧縮を続け、材料高さが 5 mm になった瞬間の垂直ひずみ増分の比を求めよ。
- (3) また、(2) の時の圧縮荷重を求めよ。
- (4) 当初高さ 10 mm から 5 mm まで圧縮加工するために必要な、単位体積当たりの仕事を算出せよ。

Ⅲ 920℃に長時間加熱し、均一組成のオーステナイト相( $\gamma$ 相)とした炭素含有量 0.18%の鋼の小片を徐冷する。冷却速度が小さいので、生じる相変化は図1の鉄-炭素系準平衡状態図の通りになるものとする。

- (1) 図中の $\alpha$ および $\gamma$ 相は固溶体である。一般に、固溶体とはどのようなものか。
- (2) 図の $\alpha$ 固溶体について、どのようなものかを説明せよ。
- (3) 上記の鋼を徐冷する。A3温度直下の温度からA1温度(727℃)直上の温度の間を冷却中に、 $\gamma$ 相が固溶する炭素の濃度は変化する。この2つの温度での炭素濃度を示せ。
- (4) (3)の炭素濃度の変化には、 $\gamma$ 相中での炭素原子の拡散が必要である。
  - a) 炭素原子は $\gamma$ 相中に、どのような形で固溶されているか。
  - b) 炭素原子は $\gamma$ 相中を、どのような機構で拡散するか。
- (5) 鋼の温度が更に低下してA1温度を切るときに、共析変態(共析反応)が生じる。
  - a) 一般に、共析変態とはどのような現象か。
  - b) この鋼の共析変態によって生じる組織の名称を述べ、その構造について説明せよ。

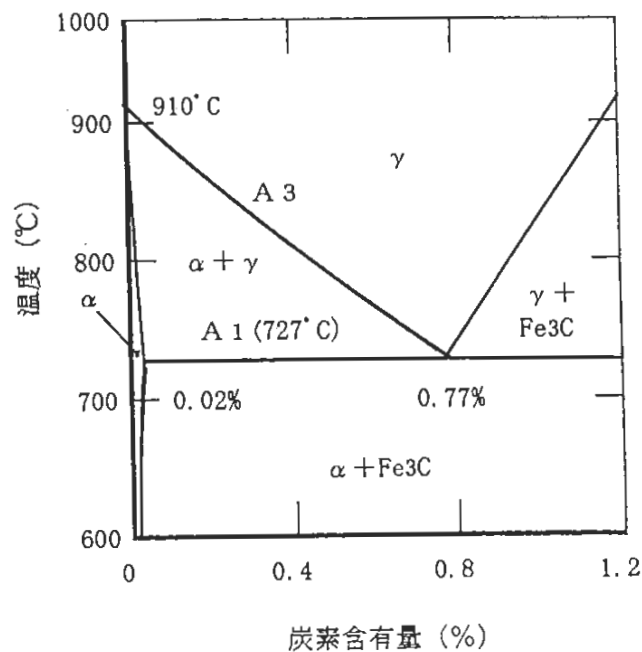
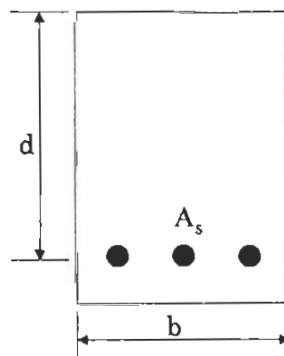


図1 鉄-炭素系準平衡状態図

### 問題 33 コンクリート工学

設問すべてについて解答すること。

- I コンクリート用混和材料には混和材と混和剤があるが、その違いを述べるとともに、それぞれ例を3つあげ、その特性について説明せよ。
- II 単純支持された単鉄筋長方形断面の鉄筋コンクリートはりのスパン中央に、集中荷重を載荷していくと、どのような挙動を示すか。鉄筋量がつりあい鉄筋比より多い場合と少ない場合に分けて説明せよ。
- III 下図に示す単鉄筋長方形断面の鉄筋コンクリートはりにモーメント  $\gamma M$  が作用するとき、
- (1) 引張鉄筋の断面積  $A_s$  を限界状態設計法で求めよ。なお、設計用材料強度は、 $f'_{cd}$  (コンクリート)、 $f_{yd}$  (鉄筋) であり、 $b$ 、 $d$ 、 $f'_{cd}$ 、 $f_{yd}$ 、 $\gamma M$  は既知である。
- (2) また、 $d$  が未知数のとき、引張鉄筋比がつりあい鉄筋比の75%となる  $A_s$  と  $d$  を求めよ。



問題 3 4 A[建築材料]またはB[環境科学]のどちらかを選択して解答すること。なお、解答用紙の選択記号欄に、選択したAまたはBの記号を記入すること。

A[建築材料]

I 次の括弧内に最も適当な用語を記入しなさい。

- (1) 材料分離を生じることなく、運搬、打込み、締固め、仕上げなどの作業が容易にできる程度を表すフレッシュコンクリートの性質を ( 1 ) という。
- (2) フレッシュコンクリートにおいて、固体材料の沈降または分離によって、練混ぜ水の一部が遊離して上昇する現象を ( 2 ) という。
- (3) 鉄筋表面とこれを覆うコンクリート表面までの最短距離を ( 3 ) 厚さという。
- (4) 湿式塗り仕上げ構工法において、一回の塗り層の厚みを塗り厚といい、塗り層の厚みの総計を ( 4 ) 厚という。
- (5) 床の面内剛性を確保・向上するための斜め材を ( 5 ) という。

II (1) 陶磁器質タイル張り工事における以下の用語をそれぞれ説明しなさい。

ア) 伸縮調整目地      イ) ひび割れ誘発目地

(2) 両者の位置関係を簡潔に述べなさい。

III 鉄筋コンクリートの塩害と以下に示すア) からウ) の項目との関係を、それぞれ 30 字程度で述べなさい。ただし、文章の末尾に文字数を括弧書きしなさい。

ア) 海砂      イ) 飛来塩分      ウ) 鉄筋

IV 外壁の安全性を確保するに当たって想定する外力を以下の3つに分類する。それぞれについて、30 字程度で説明しなさい。ただし、文章の末尾に文字数を括弧書きしなさい。

ア) 日常想定外力      イ) 標準想定外力      ウ) 最大想定外力

B [環境科学]

I 以下の(1)～(3)の用語について 50 字程度で解説せよ。

(1) 生分解性プラスチック (2) 新エネルギー (3) ダイオキシン

II 昨年 11 月にロシアが京都議定書を批准したことにより、今年 2 月に京都議定書が発効し、日本の温室効果ガスの排出削減が義務づけられた。地球温暖化に関わる以下の(1)～(3)に答えよ。

(1) 温室効果ガスを 4 つ挙げよ。さらに、地球温暖化のメカニズムについて 50 字程度で説明せよ。

(2) 上記で掲げた温室効果ガスについて、主な人為的発生要因をそれぞれ簡単に解説せよ。

(3) 日本は 1990 年を基準年とし、2008 年から 2012 年の間に二酸化炭素換算で 6%の温室効果ガスの排出削減の義務を負っている。このとき、日本の温室効果ガス排出の削減計画のうち代表的なものを 4 つ挙げて、それぞれを簡単に解説せよ。

III 以下の(1)～(3)に答えよ。

(1) オゾン層の破壊に伴って紫外線が増加することが問題となっている。オゾン層破壊物質のうち、フロンによって起きるオゾン層の破壊の仕組みを説明せよ。

(2) 生活系の排水は法的規制を受けないため、水系の保全においては地域住民による水質の監視活動など地域的な取り組みが重要となる。このとき、水質汚濁を測るための代表的な指標を 1 つあげ、測定原理を簡潔に説明せよ。

(3) 近年、燃料電池は家庭用の電源としても注目を集めている。この発電原理と利点を解説せよ。

### 問題35 経営管理

設問すべてについて解答すること。

I 近年、特に上場企業においてはキャッシュフロー管理を重視する企業が増加している。

(1) キャッシュフローとは何かを定義し、企業がキャッシュフローを重視する理由について説明せよ。

(2) 財務諸表に示される「損益計算書」と「キャッシュフロー計算書」の相違点を簡潔に述べよ。

II 在庫管理、債権・債務管理など日常的な経営管理業務がキャッシュフローの増減とどのような関係にあるのか具体的に説明せよ。またキャッシュフローを重視する視点から、在庫管理、債権・債務管理など業務のあり方について考えを述べよ。

III フリー・キャッシュフローとは何かを定義し、企業経営におけるフリー・キャッシュフローの意義およびその用途（あるべき使い方）について説明せよ。



### 問題 36 経営戦略

経営戦略論について、その発生から今日にいたるまでの研究史を、代表的論者ならびにその主要概念をそれぞれ示しながら、時代ごとの経営環境の変化にそって論述しなさい。

### 問題37 マーケティング

設問すべてについて解答すること。

I 次の(1)～(2)の問いについて答えよ。

- (1) マーケティング戦略は大きく分けて、製品戦略、価格戦略、流通戦略、広告プロモーション戦略から構成される。これら4つの各戦略について、戦略を立案・実施する上で重要なキーワードを複数挙げなさい。また、それらのキーワードを挙げた理由を、あなたの意見として簡潔に述べなさい。
- (2) 今日の情報技術の進展（IT進展）は、上記4つのマーケティング戦略を立案することに大きな影響を及ぼしている。例えば、「ものづくりの仕組み（製品戦略）」「商品の売り方（流通戦略）」「顧客に対するコミュニケーションのとり方（広告プロモーション戦略）」などにおいて、ITは大きな影響を及ぼしている。そこで、上記マーケティングミックス4Pの中から1つを取り上げ、IT活用によって今後どのようなマーケティング戦略の可能性があるかについて、あなたの考えを述べなさい。

II いま、「技術の市場化」が注目されている。つまり、研究者が開発した革新的な技術をもとに、いかに競争優位な製品・サービスを開発するかが大きなテーマになっている。そこで、あなたが注目する要素技術の1つを取り上げ、その要素技術を活用した新しい製品・サービスを提案しなさい。その際、取り上げた要素技術の技術的な特徴や特性について簡潔に述べること。