

平成21年度技術士第二次試験問題〔化学部門〕

選択科目【5-4】高分子製品

1時30分～5時

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 飽和ポリエステル系樹脂の重合反応では固相重合法を採用することがある。固相重合法について、次の問いに答えよ。

- (1) 固相重合とはどのような重合法であるかについて説明せよ。また、熔融重合と比較してその特徴について述べよ。
- (2) ポリエチレンテレフタレート为例に挙げ、固相重合のプロセスと重合条件について述べよ。

I-1-2 プラスチックを高温下で長時間使用すると、熱と空気中の酸素の影響で熱劣化を起こす。この熱劣化現象について次の問いに答えよ。

- (1) プラスチックの熱劣化のメカニズムについて述べよ。
- (2) 熱劣化を抑制するために酸化防止剤を添加する方法がとられている。酸化防止剤の種類とそれぞれの熱劣化抑制効果について述べよ。

I-1-3 プラスチック・コンパウンドの混合方法として、せん断流動場及び伸長流動場を利用したものがある。これらの技術に関して次の問いに答えよ。

- (1) 二軸押出機を用いて、ガラス繊維等充填材料の破碎を抑えつつ分散が向上する方法を2つ述べよ。
- (2) 単軸押出機の混練改善のため、新しい混合方法「伸長流動」を利用した技術が提案されている。その原理と特徴について述べよ。

I-1-4 ポリカーボネート樹脂（以下PC）を用いた光学用射出成形品の場合、複屈折（成形歪み）の問題がある。そのため、成形加工上で種々の対策が取られてきた。複屈折低減対策について、次の問いに答えよ。

- (1) 複屈折と応力の関係式を示し、複屈折が生じやすい理由を述べよ。
- (2) 成形工程中に生じる成形歪みの主な原因と低減対策について述べよ。

I-1-5 適度に加硫した天然ゴムは以下の (a) ~ (c) に述べるような特異な性質を示す。

(a) ヤング率は数10MPaで、この値はプラスチック繊維の $1/100 \sim 1/1,000$ 、金属の $1/10,000$ であり非常に低い。

(b) 引張り応力を加えると、元の長さの数100%以上の伸び変形が起こるが、応力を取り去るとすぐに元の長さまで完全に回復する。

(c) ヤング率は絶対温度に比例して増加する。

適度に加硫した天然ゴムがこのような特異な性質を示す理由について理論的に説明せよ。

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 熱可塑性ポリマーは長鎖高分子の集合体である。ポリマー分子の結合力から計算される理論強度に比較し、プラスチックの実用強度は大体 $1/100$ 以下である。このように実用強度が低くなることに関して次の問いに答えよ。

(1) ポリマー分子間の結合力について述べ、実用強度が低くなる理由を述べよ。

(2) プラスチック製品の強度を飛躍的に向上させて理論強度に近づけるための方策を2つ挙げ、それぞれの内容について説明せよ。

(3) (2) で記述した方法の中から1つを取り上げ、それを実現するために今後どのような技術開発をすべきかあなたの考え方を述べよ。

I-2-2 導電性プラスチックのナノコンポジット原料として、カーボンナノチューブ(以下CNT)が注目されている。CNTコンポジットは低濃度で体積抵抗が小さくなる利点がある。しかし、一方でCNTは均一に分散させることが難しいという問題を抱えている。CNTコンポジットに関して次の問いに答えよ。

(1) CNTの代表的な製造方法及びその特性について述べよ。

(2) CNTコンポジットの導電性発現メカニズムについて説明せよ。

(3) CNTをマトリックスに均一に分散させる方法についてあなたの考えを述べよ。

I-2-3 昨今、ポリプロピレン（以下PP）は自動車、家電製品等の用途に大量に使用されている。PPをこのような用途に適用するためには難燃化が不可欠である。PPの難燃化対策として有機・無機難燃剤の添加が一般的である。

- (1) 現在PPの難燃化のために添加されている難燃剤のタイプには臭素系有機化合物、反応型リン系化合物、有機塩素系化合物、金属水酸化物、アンチモン酸化物等がある。これらの難燃剤の中から3例を挙げて、それぞれの難燃性発現機構について説明せよ。
- (2) 金属水酸化物を難燃剤として使用する場合、難燃機能を発現させるためにはこれらの難燃剤の大量添加が必要である。その場合、樹脂の機械物性の低下が考えられるが、その物性低下をできるだけ押さえる方策についてあなたの考えを述べよ。
- (3) RoHS指令が施行され、最もコストパフォーマンスに優れた臭素系難燃剤の使用は困難になりつつある。このような状況下で今後PPの難燃化対策はどのように進めるべきかあなたの考えを述べよ。