

平成22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 射出成形，押出成形等の成形加工において，ポリマーの粘弾性現象を理解することは必要である。下図は低密度ポリエチレン（以下LDPE）を用い，ひずみ速度を変化させたときのせん断粘度及び伸長粘度の経時変化をみたグラフである。このグラフに関して，次の問いに答えよ。

図：LDPEの粘度成長関数 η ， η_e
上側は1軸伸張粘度 $\eta_e(t, \dot{\epsilon})$
下側はずり粘度 $\eta(t, \dot{\gamma})$
 $\dot{\epsilon}$ ， $\dot{\gamma}$ はひずみ速度（ s^{-1} ）を示す

（注）一部問題を改変

図（省略）

出所：尾崎邦宏著，「レオロジーの世界」，P97，工業調査会（2004）

- （1）せん断粘度はひずみ速度の増加と共に減少し，伸長粘度はひずみ速度の増加に伴いある時間から大きくなっている。LDPEがこのような挙動を示す理由を述べよ。
- （2）せん断粘度及び伸長粘度の測定方法について説明せよ。

I-1-2 射出成形におけるポリマーの金型充填後の冷却時間（固化時間）は、非定常熱伝導理論に基づいて導かれる。次の問いに答えよ。

- (1) 理論的に冷却時間を決定する因子を5つ挙げよ。
- (2) 溶融ポリマーが充填された瞬間における樹脂と金型の界面温度 T_i は次式で表される。この式から言えることを述べよ。その考えに基づき、成形品の外観をよくする方策について説明せよ。

$$T_i = \frac{\sqrt{\rho_1 C_{p1} k_1} T_{10} + \sqrt{\rho_2 C_{p2} k_2} T_{20}}{\sqrt{\rho_1 C_{p1} k_1} + \sqrt{\rho_2 C_{p2} k_2}}$$

ここで ρ : 密度 [kg/m^3], C_p : 比熱 [J/kgK], k : 熱伝導率 [W/mK], T : 温度 [K]である。数字1は樹脂, 数字2は金型の各特性値である。 T_{10} は樹脂の初期温度, T_{20} は金型の初期温度を表す。

I-1-3 次の高分子反応法について述べ、それぞれについて具体的な高分子を1つ挙げて反応機構を説明せよ。

- (1) ブロック共重合
- (2) 開環メタセシス重合
- (3) 重付加

I-1-4 複合則によれば、短繊維強化材料の強度は界面接着強度, アスペクト比, 配向度などのパラメーターに支配される。ガラス繊維強化材料の射出成形を例にして、次の問いに答えよ。

- (1) 繊維の表面処理剤による界面接着強度の発現機構について説明せよ。
- (2) アスペクト比及び配向度の制御による強度向上策について説明せよ。

I-1-5 光学レンズには軽量化，小型化などの利点からポリメチルメタクリレート，環状ポリオレフィン，フルオレン系樹脂などの透明プラスチックが使用されている。これらのプラスチックについて，次の問いに答えよ。

- (1) 光学レンズの要求性能を5つ挙げ，材料設計の観点から上述の各プラスチックの得失を比較せよ。
- (2) 高精度な非球面レンズを射出成形する上での課題と解決するための工法について述べよ。

I-1-6 プラスチックの中で現在大量に製造されているポリプロピレン（以下PP）について，次の問いに答えよ。

- (1) PPの重合触媒にチーグラ-ナッタ（Ziegler-Natta）触媒が用いられている理由について，立体規則性の面から説明せよ。
- (2) PPがプラスチックの中で大量に製造消費されている理由について，その基本物性の面から説明せよ。

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 高分子ゲル製品は食品、医療品、工業製品などに広く利用されている。これについて、次の問いに答えよ。

- (1) 架橋方法の違いから物理ゲルと化学ゲルと呼ばれるゲルがあるが、各ゲルの特徴を説明しそれぞれの事例を2つ挙げよ。
- (2) 近年高分子ゲル技術の発展に寄与した「体積相転移」について説明せよ。
- (3) 現在注目されている高分子ゲルを1つ挙げ、今後期待される新しい分野への展開についてあなたの考えを述べよ。

I-2-2 電子機器、LED照明器具などの発熱源を有する部品では放熱性をよくするため高熱伝導性プラスチックの開発が進められている。熱伝導性を向上させるために熱伝導性フィラーを充填する方法が取られている。このことに関し、次の問いに答えよ。

- (1) フィラー充填による熱伝導率向上メカニズムについて説明せよ。
- (2) 熱伝導性フィラーを3つ挙げ、これらを配合する材料設計の考え方について述べよ。
- (3) 高熱伝導性プラスチックを放熱部品として使用するための課題とそれを克服する技術開発について、あなたの考えを述べよ。

I-2-3 昨今、地球規模の環境問題の対策として、生分解性プラスチックが注目されている。現在すでに実用化されている生分解性プラスチックについて、次の問いに答えよ。

- (1) 生分解性プラスチックとして実用化されている例を3つ挙げて、それぞれの出発原料と製造プロセスの概要について述べよ。
- (2) 上記の3例の生分解性プラスチックについて、それぞれの基本物性の概要及び主な用途について述べよ。
- (3) 生分解性プラスチックの現在の課題について説明し、それを解決するための方策についてあなたの考えを述べよ。