

## 融体および接合加工学(凝固工学) 確認テスト 問題

### 1. 核生成 (まとめ1)

液体から凝固点以下に冷却すると、液体内部に固体の核が生成し、それが成長することで凝固が進行する。この核生成には有限の過冷が必要であることを、順を追って説明しなさい。

- ①  $\Delta T$ の過冷（凝固点からさらに下がった温度幅）において、半径 $r$ の固体状態の微小体（エンブリオ）が形成された時の自由エネルギー変化を解答用紙に従って2つの項に着目して書き下しなさい。
- ② エネルギー変化の各項をそれぞれ半径 $r$ の依存性を考慮して描き、さらに両者の和の自由エネルギー変化を併せて描いた上で、エンブリオが核になるか否かを決定する半径（重要なキーワード）をグラフ上に示し、その名称を明記しなさい。
- ③ エネルギー障壁をボルツマン分布に適用して、熱的なゆらぎによって形成されるエンブリオのサイズを模式的に示し、併せて、②で示した重要なキーワードを同時に描き、その交点Aを使って有限の過冷が必要であることを説明しなさい。

### 2. 定常凝固の界面の不安定性 (まとめ2)

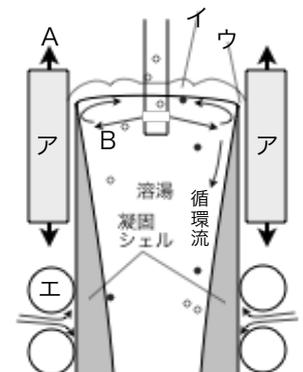
濃度 $C_0$ に調整されたA-B合金を一方向に凝固する場合、凝固前面（固液界面）が平滑でなくなることがある。このマテリアル工学における非常に重要な現象を順を追って説明しなさい。

- ① 解答用紙の状態図を完成させ、さらに????係数、 $k$ の定義に必要な濃度を書き入れ、????係数を明示しなさい。
- ② ①の状態図と凝固前面近傍の溶質濃度、さらにそれに対応する???温度を示しながら重要なキーワードを説明しなさい（解答用紙の説明文を完成する）。
- ③ 重要なキーワードの現象が発生した結果、界面はどのようなようになるかを説明しなさい。（ここはフリー記述）

### 3. 鋼の連続 casting

右に示す連続 castingの装置図について以下の質問に答えなさい。

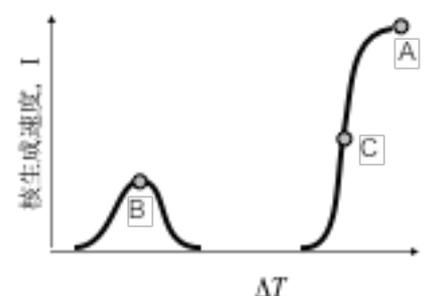
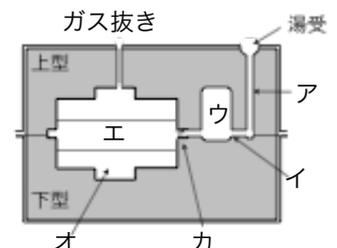
- ① ア～エの名称を答えなさい。（ウはイの溶けたもの）
- ② Aはアを振動させる動作ですが、この名称とその目的を述べなさい。
- ③ Bはノズルからの溶鋼の流れです。この名称とそれによって引き起こされる問題点、およびその問題点を解決する対策を述べなさい。
- ④ 凝固シェルはかなりの抜熱速度で冷却されている。これと問題2の界面形態もふまえて、凝固組織（マクロ組織）について図示して結晶形態の名称も明記しなさい。下の核生成速度の図も適宜利用してよい。



### 4. 鑄造プロセス

右に示す中空の鑄造品を製造する鑄造プロセスについて以下の質問に答えなさい。

- ① ア～カの名を答えなさい。
- ② ウを設置する目的とその設計において注意すべき点を述べなさい。
- ③ これは砂型で、その熱伝導度はかなり低い。それで、溶鋼内部の温度分布はほぼ均一になっていると考えれば、製品内部のマクロ的な凝固組織はどのようなようになるかを右下の核生成速度の図を用いて説明しなさい。ただし、ここでは異質核生成を引き起こす核生成サイトは存在しないと考える。
- ④ 溶鉄はゆっくり冷やされるため、安定相が出現していると考え、そのミクロ組織を簡単に描いて説明しなさい。その組織のもつ機械的性質の問題点を指摘し、その解決のために開発された鑄鉄の名称を述べ、ミクロ組織を描きなさい。



### 5. 一方向凝固プロセス, 単結晶製造プロセス, 半熔融凝固プロセス

解答用紙(裏面)に従ってそれぞれのプロセスの概略を答えなさい。