

5-5 化学装置及び設備【選択科目Ⅱ】

Ⅱ 次の2問題（Ⅱ-1，Ⅱ-2）について解答せよ。（問題ごとに答案用紙を替えること。）

Ⅱ-1 次の4設問（Ⅱ-1-1～Ⅱ-1-4）のうち2設問を選び解答せよ。（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。）

Ⅱ-1-1 プラスチックのリサイクルには、サーマル、マテリアル、ケミカルの3つの方法がある。このことに関して、以下の問いのうち2つを選び解答せよ。

(1) 回収したプラスチックを燃焼し、熱エネルギーとして再利用するサーマルリサイクルにおけるダイオキシンの発生やその処理に対して、装置上並びに操作上どのような工夫や対策が必要となるか簡潔に述べよ。

(2) 回収したプラスチックを色々な形に変えて製品として再利用するマテリアルリサイクルには、プラスチックの回収から実際の再利用までに幾つかの工程を経る必要がある。このことにつき簡潔に説明せよ。

(3) 回収したプラスチックを化学反応により組成変換したのち再利用するケミカルリサイクルの具体例を1つ挙げるとともに、同リサイクルにおける装置上並びに操作上の課題を簡潔に述べよ。

Ⅱ-1-2 化学設備には、様々な形式の熱交換器が用途に応じて使用される。プレート式熱交換器の構造を説明し、その特徴について記述せよ。

Ⅱ-1-3 水中に溶存しているガス成分を放散（ストリッピング）するプロセスにおいて、ガス成分が水中でイオンに解離している場合の、ストリッピング装置内でのpHの変化と、その管理の重要性について述べよ。

Ⅱ-1-4 高効率発電方式として、石炭ガス化複合発電（IGCC：Integrated Gasification Combined Cycle）が注目を集めている。この方式の概要と特徴を、微粉炭焚きボイラーと蒸気タービンによる発電と比較して解説せよ。

Ⅱ-2 次の2設問（Ⅱ-2-1，Ⅱ-2-2）のうち1設問を選び解答せよ。（解答設問番号を明記し，答案用紙2枚以内にまとめよ。）

Ⅱ-2-1 メタンハイドレートはガスハイドレートの一種でエネルギー源として有望であるとされ，我が国沿海部にもかなりの量が埋蔵されていると言われている。以下の問いに答えよ。

- (1) ガスハイドレートの構造を説明し，我が国沿海部にも多く存在すると言われる理由を述べよ。
- (2) 我が国沿海部に存在するメタンハイドレートからメタンガスを採取する方法について，実用可能な方法を工学的な見地から比較せよ。
- (3) 天然ガスの輸送方法として，液化せずに人工的にハイドレートに変換する案がある。この案の実行可能性を検討するための課題と手順を述べよ。

参考：問題を解く上での参考として以下の資料（図1，図2）を記載するが，条件によって異なるデータがあるので，あくまで思考する上での参考とされたい。

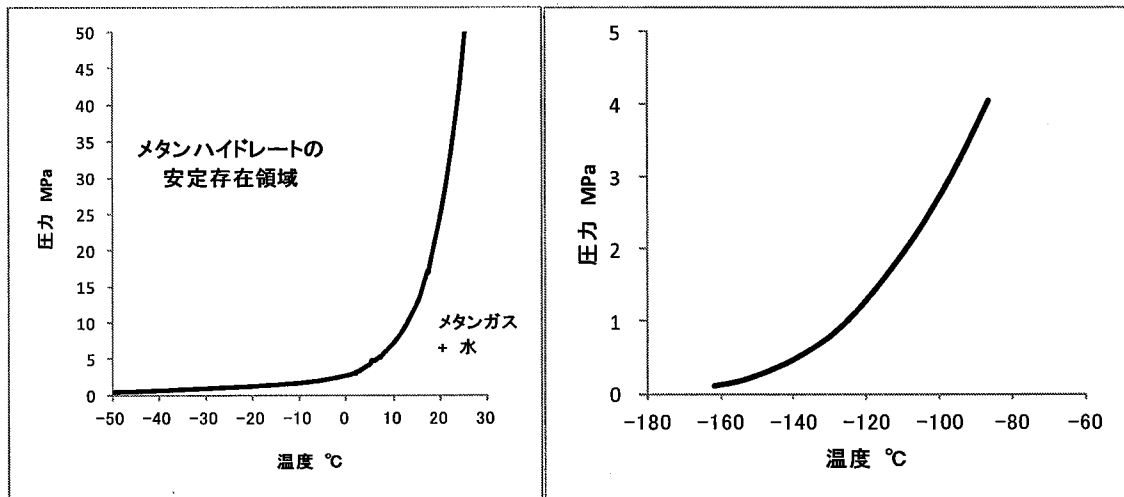


図1 メタンハイドレートの安定存在領域

<メタンハイドレート>

密度：1024～1045 kg/m³

CH₄/H₂Oモル比：1/5.75

融解熱：51.3 kJ/mol
(-93 °C付近)

図2 メタンの蒸気圧

<メタン>

液密度：460 kg/m³
(at -162 °C)

臨界温度：-82.5 °C

蒸発潜熱：10.11 kJ/mol
(-82.5 °C付近)

Ⅱ－２－２ 高レベル放射性廃棄物をどのように処分するかは、原子力発電を稼働している各国において解決を迫られている喫緊の課題である。現在、地層処分が最も有力であると考えられているが、このことに関連し、以下の問いに答えよ。

- (1) 同廃棄物の処分法には地層処分以外に、海溝への廃棄、南極での投棄、地球圏外への放出、地上での恒久的管理、消滅処理等がある。これらのうち1つを取り上げ、環境・倫理面並びに化学工学的な観点から、地層処分と比較してより困難であると判断される理由を簡潔に述べよ。
- (2) 同廃棄物は、高温（約1200℃）で溶融したガラスに混ぜられた後、ステンレス鋼製のキャニスターに入れられ、その中で冷却・固化される。ガラス状に固化させることの意味を簡潔に述べよ。
- (3) キャニスターは、数十年間、地上で冷却後、十分な厚さ（約20 mm）の金属製オーバーパックに格納され、地下に埋設されるが、その際オーバーパックは、膨潤性をもつベントナイトで巻き包まれる。これらの手順のもつ意味をそれぞれ簡潔に述べよ。
- (4) オーバーパックを埋設するのに環境・工学上、望ましいと考えられる地下の場所とその理由について簡潔に述べよ。

5-5 化学装置及び設備【選択科目Ⅲ】

Ⅲ 次の2問題（Ⅲ-1，Ⅲ-2）のうち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。）

Ⅲ-1 地球温暖化が問題となっている。二酸化炭素を大気中に放散せずに，発生元で分離・回収して処分するCCS（Carbon Capture and Storage）が有力な手段として，2006年5月の気候変動に関する国際連合枠組条約（UNFCCC）で定めた，科学上及び技術上の助言に関する補助機関（SBSTA24）で活発な議論がされた。2009年5月にローマで開催されたG8エネルギー大臣会合の共同声明には，「2010年までに，世界で20か所の大規模なCCS実証プロジェクトを立ち上げ，この取り組みへの民間部門の積極的関与を要請する。」と記載されている。CCSについて，以下の問いに答えよ。

- （1）二酸化炭素の分離・回収に関する技術を挙げ，各技術の特色（利点，課題等）を比較せよ。
- （2）二酸化炭素の輸送について，ガス状，液状，超臨界状態が考えられるが，これらの方法の適用可能性について論ぜよ。
- （3）二酸化炭素の大幅な排出削減が必要であると言われる電力産業について，（1）で述べた技術の適用の可能性について述べよ。
- （4）CCSを推進する上で有用と思われるシステムに関して，経済性，環境に対する影響等についての技術士としての見解を述べよ。

Ⅲ－２ 企業の海外進出に伴い、海外でのプラント建設あるいは操業が行われるようになって久しいが、依然として大きな課題がある。例えば、国内に建設した設備の設計方針や運転方案をそのまま用いたために現地の状況に適合しない、調達した機器の性能が劣る、原料の品質が低い、オペレーターの質や教育レベルが低い、などの原因で所定の品質や生産量を達成できないことがある。このような状況に関して、化学装置を設計、建設、運転する立場として以下の問いに答えよ。

- (1) プラント建設あるいは操業に関して起こり得る技術的・経済的課題やリスクについて、具体例を挙げて説明せよ。
- (2) (1) で挙げた具体例について、その課題を解決する、あるいはリスクを回避するための技術的提案を示せ。
- (3) (2) の提案を実行した場合のプラスの効果と懸念されるマイナスの効果について論ぜよ。

なお、設備の種類は特に限定しない。必要であれば、あなたが知っているプロセスを仮定してもよい。