

メタンハイドレートの効率的採掘アイデア

新潟県田上町
石田 幸恒

私が想像する限りでは、これまでの負圧採掘法はメタンの気化に時間を要し、砂泥が優先的に回収されると感じた。このため、案1として海底付近のメタハイ鉱床を削って吸引する削岩機能付き吸引機(雪国からの考案っぽくロータリー除雪機のイメージ)、砂や泥等の固形物も吸込み可能なスクリーポンプ、またはモノポンプ(量より揚程が重要。以下SQと記載)、の組合せを考えた。

また、案2として、表層より深い箇所メタハイ鉱床に対応するため、吸込み部に外羽式スクリーポンプを採用し、吸引したメタハイ・砂泥・海水をポンプケーシング内に取り込み、容器までの移送を一括できる方式も良いと思う。

1. 吸引機は、船上のブームからワイヤーを吊るして海底に沈める。

採掘中は船首を潮流上流に向ける。吸引機が着底した後、潮流によりゆっくり流されながら採掘できると経済的。更に、吸引機周りは常に透明度を確保でき、水中カメラでモニタリングが可能となる。

2. 吸込みダクトは吊下げワイヤーに添架する。ダクト内径が太ければ大量に吸引可能だが、ダクトの材質・可とう性・強度と潮流の抵抗を考慮した強度が必要。鉱床を削った固形成分の大きさによるが、現実的には3in~4in程度か。

3. メタハイ鉱床は海底で砂泥と混在した不連続な塊状と想定して、吸引機のロータリー部で鉱床を削りながらSQ1で吸込み、船内密閉容器(以下、容器)まで吸引する。吸込み量は容器の液面がある範囲内(容器の縦寸法の60~80%前後)となる様に、SQ1の回転数を変化させて液面を保つ。

4. 潮流により船が後退する力で、船のイカりの様に吸引機の吸込み部が鉱床に食い込むことで、連続的に鉱床を壊すことが可能であればロータリー機構は不要であるが、必要機能として検討した。または、船上ブームを上下に揺すりながらの採掘も考えたが、ワイヤーに一時的に過大な荷重がかかることが考えられ、ワイヤー切断の要因も考えられる。吸込み量が少ない場合、また鉱床塊が大きい場合は、ロータリー部を回転して鉱床を積極的に削って吸込む。SQ1で吸込む海水の流速でロータリーの回転トルクが不足する場合は電動か。

5. 容器内部は、はじめに海水で液面制御状態であることとし、予め攪拌と沈殿物排出のためSQ2を運転しておく。そこへ採掘した砂泥混じりの海水を受入れる。船内の容器は深さに余裕を持ち、底部は10~20%程度の緩く傾斜を持たせ、容器底部に沈殿する砂泥を排出しやすい構造とする。

6. 容器底部には短時間では気化できないメタンの他、砂泥が沈殿するので、後に述べる熱交換後の温かい海水で攪拌し、メタンの気化と沈殿物からの分離促進を図る。

7. 容器底部の沈殿物混じりの海水はSQ2で海底に還元する。還元途中で砂泥の配管詰まりも考えられるので、還元専用SQと還元流量を調節する弁が必要か。還元配管途中から船のエンジン冷却水と熱交換した後に容器内を加温するためにリターンする。熱交換した温海水は容器内の攪拌を兼ねるため、流量調節しないこととする。ガスエンジン冷却水が熱交換後にエンジンに戻る配管内の温度を調節して、容器に戻す海水(シェル側)の温度を制御する。

系全体の採掘能力は、メタンハイドレートの速やかな気化と、メタンを全て回収した後の砂泥の還元能力、及び冷凍機の再液化能力に左右されると想像する。

9. 容器頂部から回収した気化メタンは冷凍機で液化して貯蔵する。気化メタンは飽和水蒸気状態に近い場合も考えられるので、冷凍過程で脱湿する。

メタンの気化量が多いと容器の圧力が上昇し、溶存メタンが回収できないので、系はほぼ大気圧に近い状態が望ましい。

