

水中流出油回収機に関する水槽実験

海洋開発研究領域 氷海技術研究グループ *金田成雄 泉山 耕 宇都正太郎
下田春人 若生大輔

1. はじめに

サハリン大陸棚において石油・天然ガス資源の本格的開発が始まり、近い将来、通年生産が予定されている。開発現場あるいは輸送中の事故によって流氷域に流出した油の回収方法については、その技術開発は極めて立ち後れた状態にある。特に氷の下面に油が存在する場合の回収手段は、従来の油回収手法の延長線上では対応が極めて困難であり、新たな技術開発が求められている。

そこで、氷海技術研究グループでは、2000 年より流氷域で油流出事故が起きた場合の油回収技術について研究を続けている。2001 年には氷と油の分離水路幅が 0.8m の簡易的な油回収装置を製作し、氷と油が共存する状態から上昇噴流を用いた模型実験を行い、氷と油の分離に成功している。その後、上昇噴流（ウォータージェット・エアバブリング）の特性調査を行った。今回の実験では氷と油の分離水路幅が 4 m の大型模型を製作し、上昇噴流を用いた手法による氷と油の分離効果について、その有効性を検証した。

2. 実験装置

実験は氷海船舶試験水槽に於いて、図 - 1 に示す油回収装置（約 6 × 5 × 2 m）を用いて行った。本装置は水槽底部に接地させた定着式とし、分離水路幅は約 4 m である。上昇噴流にはエアバブリングを採用し、噴流管は装置中心から 2 m の範囲で幅方向に移動できるようレール上にセットしている。エアバブリングの吹き出し深さは、水深約 1.7 m である。氷と油の分離に関しては、これまでと原理は同じで、噴流配管（3 層構造：長さ 6m、2cm おき 1mm の穴）から気泡を噴出することによって出来る上昇噴流カーテンにより誘起された表面流が、両サイドにある油回収槽側に分かれて流れることにより油を氷板下から水面に追い出すものである。

3. 供試氷板及び疑似油

氷板は以下の形状について実験を行った。平坦氷、凹凸氷-1（発泡スチロールの断熱効果を利用し製作） 凹凸氷-2（氷板の積層により製作）

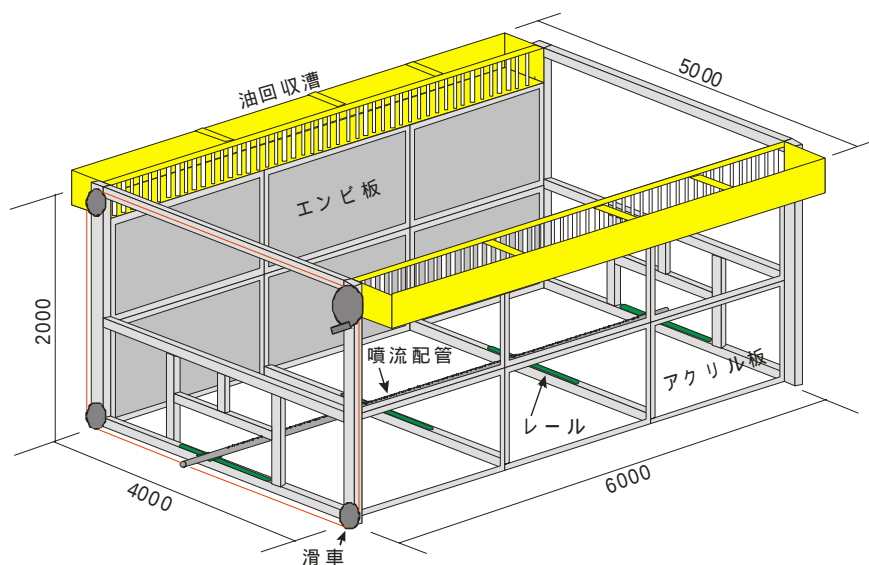


図 - 1 水中流出油回収装置概略図

：凹凸深さは 14～81mm、 砕氷（実験に使った氷板を 30～50 cm 程度の氷塊にした）である。

実験に供した疑似油に関しては、低粘度の機械用潤滑油（Oil No.#10）を使用した。特性については、0 において粘度が 123mPa·sec、比重は 0.890kg/m³である。

4．実験

油は上昇噴流が誘起する流れや気泡の動きにつられ移動する。気泡の径は、5mm 程度である。実験は、噴流配管を中央に留めたまま、油注入量（2.5～10 Litter）と空気供給量（80～200 L/min）を変化させて氷と油が分離するまでの時間を計測した。また、氷板下の凹凸により空気の動きが制限されるため、状況により直接噴流を当てなくては分離できない場合がある。油が氷板下に滞留した場合は、配管を移動させ氷と油を分離させた。実験の様子はビデオ及びカメラにより観測した。

5．まとめ

- 今回の実験範囲では、全て氷と油の分離には成功した。氷板を不規則に重ねて、流れが届かず油が滞留した場合でも噴流配管を移動し、滞留した油に上昇噴流を近づけていくことにより、氷と油の分離は可能である。
- 平坦氷や比較的に氷板下面の粗度（ラフネス）が小さい氷板では、写真 - 1 に示すように、上昇噴流による油の移流はある範囲までは非常に速く、それ以上離れると、油は一旦滞留した後、徐々に移動して氷板から排除される傾向があることが判った。この範囲を有効移流範囲とすると、気泡流速密度（系に投入される単位時間あたりの気泡量を噴流カーテンの長さで除したもの）とは図 - 2 に示す関係がある。
- このことは氷塊の半径が有効移流範囲以下であれば、氷板下の油は短時間で効率よく分離可能であることを示している。すなわち氷塊の寸法に応じて上昇噴流の気泡流速密度の最適値を定めることが可能であることが示された。
- ラフネスが大きい氷板では気泡流の局所的な

挙動が氷と油の分離時間に影響を及ぼすため、噴流カーテンを移動させることにより気泡の流れを変化させることが有効であると考えられる。

- 凹凸氷は、氷板下の凹容積が小さいほど油の排出時間が早い傾向ではあるが、積層した氷板に隙間が出来たり、気泡供給量が少ないと気泡吹き出しの均一性が乱れるというように、模型氷板の完成度や気泡供給の不均一性により、氷と油の分離時間にバラツキが生じた。
- 本実験では、油の氷板底面からの分離について知見を得ることができたが、データが不十分であり更なる実験が必要である。また、油回収槽付近では流れが弱くなり、分離された油の大半が氷縁に残り、油の回収に手間取った。今後、実機の開発に資するためには分離された油の回収手法について詳細に検討を行う必要がある。

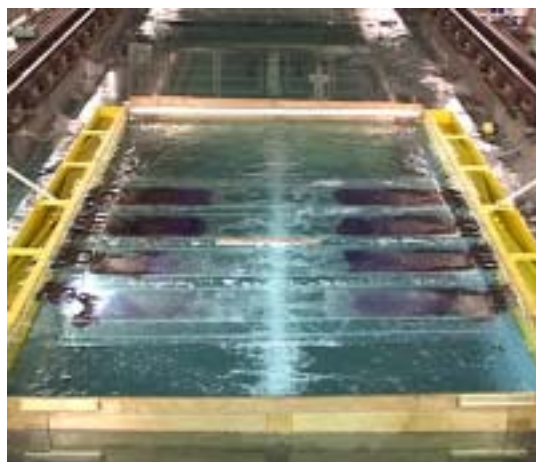


写真 - 1 油回収装置模型と回収状況（平坦氷）

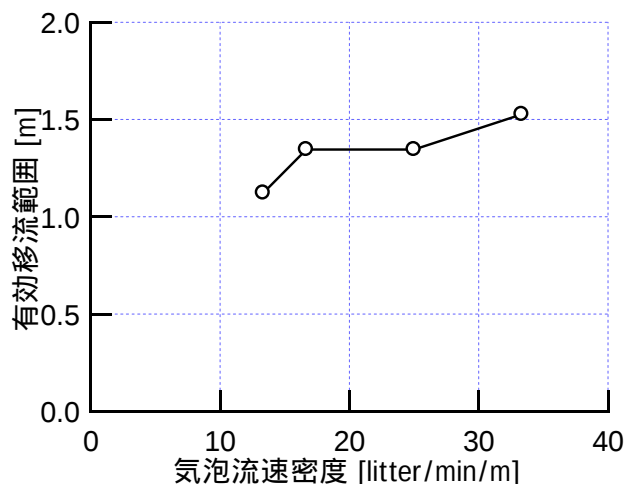


図 - 2 有効移流範囲と気泡流速密度の関係