

**船体からの重質油の回収について  
回収のための装置と高粘度流出油のポンプ輸送技術**

Flemming Hvidbak  
flemingCo environmental  
Ajstrup Mosevej 8  
DK 9381 Sulsted, Aalborg  
Denmark  
[consult@flemingCo.dk](mailto:consult@flemingCo.dk)

**要旨**

ここ何年というものの油流出事故が多発しているが、これは高粘度油の流出に対する技術的対応が決して十分といえないことを示している。フランスで起こった1万立方メートルの規模におよぶエリカ号油流出事故では、流出油が沿岸に漂着する前に回収できた油は5パーセントに満たなかった。悪天候が災いしたことは確かであるが、回収用具の選び方や取った対策にも問題があった。主に使われたのは堰式オイルスキマーであった。

堰式オイルスキマーは使い方が簡単なのと、信頼性があるため、油流出事故ではよく使用される。有名なブランドの中には重質油移送ポンプを装備したものがあるが、それもおそらく油流出事故でよく使用される理由だろう。しかし、軽質油遠心移送ポンプ付きの大容量装置も重質油回収に使われている(エリカ号油流出事故)。とはいえ、堰式オイルスキマーは油の粘度がある限度を超えると回収効率が悪くなる。油が堰の縁(リップ)を通過してホッパーに流れ込みにくくなるので、水を引き込みその水をポンプで移送でしてしまう。ほとんど流動性のない非常に重質の油の場合は、堰がむしろ邪魔になる。

機械式フィーダースキマーは油を水中から水面上の或る位置まで引き揚げ、回収タンクあるいは移送ポンプに送るものである。機械式フィーダーの本質的な性能により高粘度の油、漂積物の混じった油、またほとんどの場合で含水率が低い油の回収性能が大幅に改善されると考えられる。

カナダ・オタワの SAIC エンバイロメント・カナダ社試験施設では、カナダ沿岸警備隊の後援でタンク試験が実施され、またフレミング社は PDVSA ビートル社との契約に基づき 1999 年からタンク試験を行っているが、こうした試験によると、粘度が 200 万 cSt から 300 万 cSt の浮遊ビチューメンは機械式フィーダースキマーならば回収できるが、「高粘度」対応堰式オイルスキマーではまったく効果がないことがわかった。エリカ号油流出事故の場合の油の粘度は 20 万 cSt、バルチックキャリアー号油流出事故が 50 万 cSt、プレステージ号の油流出事故が 32 万 cSt であるから、この結果は当然のことであり、重質油の回収用具としては機械式フィーダースキマーのほうが適していることがわかる。

しかし、同じタンク試験で判明したことであるが、きわめて粘度の高い油の場合、スキマーの移送ポンプではポンプ入口から排出口まで移送するのが非常に難しい。つまり油をポンプ入口までフィードするのが難しく、またポンプ本体内部の圧力損失・摩擦損失をほとんど軽減できないことがわかった。したがって、ポンプの高粘度・超高粘度油移送能力を改善できる既存技術、新技術を試験してみる必要があると思われた。

本発表では、現在、高粘度油の回収に用いて効果のある回収装置・ポンプ装置および既存の技術について報告する。

## 解説

油流出事故への機械的対応には常に限界があった。流出油を30%も回収できることはめったにない。海上での機械的回収法の総合回収効率は、事故特有の条件にもよるが、一般に15%から35%である(米国議会技術評価局1990年)。ただし、この数値はITOPFその他によれば高すぎるとされている。フランス・ブリタニー沖で1999年12月12日に発生したエリカ号油流出事故では、約1万立方メートルの重質燃料油が流出したが、海岸に漂着するまでに洋上で回収できた油は5%に満たなかった(CEDRE/OSIR 1999年)。

流出油回収率の平均が良くても30%程度というのは多くないようだが、粘性の高い粘度の大きい油乳濁液でひどく汚染された海岸線の浄化費用のことを考えれば、回収率が20 - 30%でもおろそかにできない。浄化や処分費用、被害の補償が天文学的数値に達することもあるのである。米国の場合、浄化・処分費だけで重質原油1立方メートル当たり約2万ドルというのが平均であり、「エクソンバルディーズ号油流出事故」のケースでは、浄化・処分費は流出油1立方メートル当たり最高約9万4,000ドルと試算されている(Etkin 2000年)。この全額に更に設備及び環境に関する損害のコストが加わる。

したがって流出油が海岸線や環境保護指定区域を大規模に汚染する前に、洋上でできるだけ多く油を回収するのが環境面でも経済的にも望ましいことは想像してみるまでもない。後述のとおり、適正な装置を用いればという条件付きながら、過去の例によると重質油は機械的回収法のほうが有効であり、このことは最近の油濁対応例からもわかるはずである。

## 高粘度・超高粘度油の回収

容量型スクリューポンプ付き堰式オイルスキマーは、重質油が塊として(大量の水と共に)ホッパーに流れ込めばそれなりの効果があるが、粘度が3万 - 4万 cStの油が大きな塊になって、何層にも重なると問題が発生する。油が入口堰からホッパーに流れにくくなるのである(図1)。そこで、高粘度・超高粘度油の回収装置として機械式フィーダースキマーの試験が実施されている。試験では、海中に流出後、機械的に再浮上させるとビチューメンに変わるといふ、流出オリマルジョンの特性を考慮してビチューメンが使われた(Hvidbak and Masciangioli 2000年)。

機械式フィーダースキマーは油の粘着力そのものを利用して油を水中から水面上のある位置まで引き揚げ、回収タンクあるいは移送ポンプに送る。油を引き揚げ、移送するのに

は、たとえばベルトやブラシ、回転ネットドラム、逆回転ドラム、「コーンエレベーター」、回転楕形ディスクなどが使われる。

こうした回収法に共通するのは、タイプによって付着、つかみ取り、落とし込み、搾り取りなどの動作を組み合わせて油を水中から引き揚げることである。機械要素の付着力は成否を決定する主要な要因である。付着力で性能がよくなる場合もあれば、付着力が強すぎて性能が落ちるという場合もある。

### **機械式フィーダースキマーによる再浮上ビチューメンのタンク試験**

フレミング社では、1999年以來、機械的に再浮上させたビチューメンを用いて多くの機械式フィーダースキマーの試験を行ってきた。このフレミング社の試験と、カナダ・オタワの SAIC エンバイロンメント・カナダ社試験施設で 1999 年に実施された試験によると、粘度が 200 万 cSt から 300 万 cSt の浮遊ビチューメンは各種機械式フィーダースキマーならば回収できることがわかった。

#### 1999 年 6 月スウェーデン・カルマールのメーカー施設におけるフレミング社試験

(Hvidbak 1999 年)

KLK602 型スキマーは、スウェーデンの KLK 社の製品でノルウェー・ピリングシュタードのシーガル・エンバイロンメント社が販売している。このスキマーは定容量ガイド装置付きツイン逆回転ドラムで作動し、ガイド装置で油を引き揚げてすくい取り、ドラムと並行に水面上に設置されたスクリューに加圧供給し、さらにスクリューポンプまで移送する。

ユニセップ・スキマーは、スウェーデン・カルマールのユニセップ社の製品である。このスキマーは(大型の場合)、「カタツムリの殻」と呼ばれる膨らませた金属製ネット回転ドラムで作動し、このドラムが回転するたびに流入油は長方形の断面が把持され、油を濃縮できるような形状の拡張金属ドラムとスクレーパーの力で油がドラムと並行に水面上に設置されたスクリューに給され、さらにポンプまで移送される。水はストレッチメタルに開けられた穴から放出される。

#### 1999 年 11 月フレミング社参加によるカナダ・オタワの SAIC エンバイロンメント・カナダ社試験(Cooper and Hvidbak 2000 年)

ERE スキマーは、カナダ・オンタリオ州ポート・コルボーンのエンバイロンメント・リカバリー・エクイップメント社の製品である。この ERE オリリミネーター・スキマーは正方形のハニカム構造の目の粗いメッシュ・ステンレス鋼ベルトを装備する。ベルトが回転すると、油は油水境界面に沿って落下し、ベルトとポリエチレン支持板の間に捕らえられ、そこで支持板によって油が効果的に搾り出され、メッシュ構造の中に落ちる。ベルトはこの支持板で支えられ、メッシュの開口部にマッチするノブが付いたベルトバンク内部のローラーと接触する。油が染み込んだベルトが上昇、回転しながらローラーの部分を通ると、ノブがメッシュから油を搾り出し、すくい取り装置で油をベルトからすくい取る。

アキシヨム HOBS は、カナダ沿岸警備隊特製の重質油ベルトスキマーである。HOBS は表面に長さ 10mm の短毛を植えた傾斜コンベヤー型ベルトを装備し、これで水油境界面の油を回収する。このスキマーは大型で、総寸法は約 5.2m x 1.7m x 2.0m(長さ、幅、高さ)、重量は約 770kg ある。ベルトで油を海面に引き揚げ、装置の上部まで運ぶと、そこで柔らかいゴム製のエッジが付いたスクレーパーで油を下に掻き落とす。落ちた油は樋に溜まり、そこから開口部に送られ、最終容器またはポンプまで重力供給される。

KLK602 型ツインドラム・スキマーについてはすでに述べた。

#### 2001 年 2 月デンマーク・オールボーのメーカー施設におけるフレミング社試験(Hvidbak 2001 年)

DESMI ベルトスキマーは、デンマーク・オーデンセのロークリーン DESMI 社が販売する製品である。この傾斜式ベルトスキマーは、キャッチプレート付きで多数の小型ファイバープラスチック鎖で構成されたコンベヤーベルトを装備する。ERE スキマーと同様、ベルト下部に支持板が取り付けられ、この支持板でスクレーパーに運ばれるまで油がベルトから落ちないようにする。高粘度・超高粘度油の場合、ベルトを逆回転させ、ベルトが下方に下がり水をすくい上げ、それと共に油を表面に付着させる。

#### 2002 年 6 月フィンランド・ポルボーのメーカー施設におけるフレミング社試験(Hvidbak 2002 年)

LAMOR/LORI ブラッシュ・ベルトスキマーは、フィンランド・ポルボーの LAMOR 社の製品である。このブラッシュ・ベルトスキマーはそれぞれ幅約 100mm のブラッシュ・ベルトが 5 本着いた全長 1.6m のブラッシュ・ベルト列を装備する。このベルト列は特に本試験のために作られたものであり、テストタンク端壁に取り付けるブラケットが付いているが、フロートは付いていない。また、移送ポンプもなく、回収した油はブラッシュで擦り取り、タンクに戻す。後の試験ではスキマーに加熱ホッパーを装備し、これで回収したビチューメンをスクレーパーから入口側蒸気噴射装置付き LAMOR GT-175 移送ポンプに移した。

以上の試験のほか、米国製ター・ホーク傾斜式ベルトスキマー(グリズリーと同じ)について、CCG および USCG 立会いの下、1996 年に PDVSA ビトー社がベネズエラで沖合いオリマルジョン流出試験を行った(Deis 等、1997 年)。

こうした試験は、カルマールの試験を除き(油の温度約 18 )、油の温度はすべて 15 というほぼ同一の条件で実施した。油の流れがスキマーに引き寄せられるおそれのあった SAIC エンバイロンメント・カナダ社の試験を除き、ビチューメン層は厚さ 30mm、スキマーは固定モードで使用した。どの試験でも、スキマーがビチューメンを効率的に海面から引き揚げ、効率的にビチューメンをこすり落とすことが確かめられた。

性能には差があるものの、テストしたスキマーはいずれも超高粘度ビチューメンを回収できる能力があることがわかった。高粘度で付着力の大きい油を取り扱えるように、ほと

んどすべてのスキマーに微小な改良を施した(主にトルクの高い油圧モーターを装備)。図2に7種のスキマーを、図3に再浮上ビチューメン粘度・温度カーブを示す。

### ビチューメンで試験を行っていないが潜在能力のある機械式フィーダースキマー<sup>1</sup>

ビチューメンを用いたスキミング試験の結果と、「流出油回収業界」の長年にわたる経験によれば、以下のスキマー機種は流出した高粘度・超高粘度油の回収能力を有するものと期待される(図4)。

- ❖❖ 米国シアトルのマーコ・ポリューション・コントロール社の製品であるマーコ・フィルターベルト・スキマー
- ❖❖ フランス・プレストのS.E.P. エグモ社の製品であるエグモポル「コーンエレベーター式」スキマー
- ❖❖ 英国ワイト島のバイコマ社の製品であるシーデビル楕形ディスクスキマー
- ❖❖ 英国ワイト島のバイコマ社の製品であるシーウルフ楕形クラムシェル形ディスクスキマー(図はなし)
- ❖❖ ノルウェー・ベルゲンのフランク・モーン社の製品であるダイナミック・ドライビングプレート付きハイワックス・ツインドラム・スキマー

### 機械式フィーダースキマーの重要な効率パラメーター

スキマーは油を把持し、有効に海面上に引き揚げることができなければならない。従って、把持力が非常に重要なパラメーターということになる。しかし、油をいったん海面上に引き揚げたら、油をこすり落とし、移送ポンプまたは貯蔵タンクに送れることが同様に重要になってくる。スキマーの油把持力を左右するパラメーターとして次のものが挙げられる。

- ❖❖ 波の作用
- ❖❖ 標積物の有無
- ❖❖ 高粘度油がスキマー装置に捕らえられやすいこと
- ❖❖ ベルト、ブラシ、ドラムまたはディスクの回転方向
- ❖❖ 垂直方向の有効把持ゾーン
- ❖❖ スキマー装置の構造、開放型か閉鎖型か
- ❖❖ 装置がバージや船舶に固定されているか、自由に浮遊する装置か、あるいは船体組み込み型の装置か
- ❖❖ 慣性質量と浮力(自由浮遊型装置の場合)

油濁対応では天候、すなわち波が重要な役割を果たす。先に述べた試験はいずれもタンク内試験であり、波はなく、波の前進モードもない。したがって、高粘度・超高粘度油に

---

<sup>1</sup> 免責条項。ここに挙げた機種は市場と装置に関する筆者の一般的知識に基づき選定したものであり、必ずしも潜在能力のある機種を代表するものではない。

関する今後の試験は、波の前進モードを設け、実際の条件に近い試験環境で実施することを強く推奨したい。

浮遊物は油濁対応ではしばしば看過される問題である。スキマー装置は、浮遊漂着物を直ちに回収ゾーンから取り除き、人力で回収するか、あるいは自動的に分離処分できるような設計としなければならない。重質油が自由に回収装置のほうに流れ込めるようにするにはこの方法しかない。

スキマー装置は、その構造自体が油の自由な流入を妨げないように設計しなければならない。

スキマー装置の回転方向は、水中にもぐりこんで油を回収するか、あるいは油の中にもぐりこんで水中から引き揚げるか、いずれかの方向である。前者の回転方向には揚水効果があり、この場合はスキマー装置から油が離れてしまう傾向があるが、後者の回転方向は油を装置に引き寄せる効果がある。

垂直方向の有効回収ゾーンは波の影響を考えた場合、非常に重要である。回収ゾーンが狭すぎると、油はある時はスキマー装置回収ゾーンの上方に移動したり、ある時は下方に移動したりする。

開放型構造のスキマー装置はスキマー装置への水・油流入を容易にし、有効回収ゾーンが十分広ければ、波のマイナスの影響を軽減できる。閉鎖型(たとえばソリッドベルト)の場合は、スキマー装置が波に上下に揺られているとき、不自然な形で油が装置から押しつけられたり、跳ね飛ばされたりする傾向がある。その上、油と海水の自由な流入を阻害し、特に回転方向がこれに関係するとその傾向がもっとひどくなる。

スキマー装置の使用法はさまざまである。スキマー装置を船舶やバージの船首に取り付けると使い勝手はよいが、波による船の動きに左右され、油水境界面をスキマー装置が出たり入ったりし、油の流入が著しく妨げられる。スキマーを船舶の中央舷側部に取り付ければこの影響は多少軽減できる。スキマーそれ自体の浮力で自由に浮遊する装置もあり、この種の装置は軽質油を回収する場合や、海が比較的穏やかなときは有効であるが、悪天候に見舞われたり、重質油を回収したりする場合は、操作が困難となり、装置の配備や回収に際して安全上の問題が生じるおそれがある。スキマーにスラスターを取り付けると、油回収能力が幾分良くなる。しかし、走査速度や波、安全性を考えると、スキマー装置を対応船内に取り付け、保護管理環境の下で装置を操作し、回収油を広く、遮るもののない水路に導く方法が最善の方法である(図5)。

自由浮遊型スキマー装置の慣性質量と浮力も、油濁対応を成功させる上で重要な要因である。慣性質量はできるだけ小さくし、重心はできるだけスキマー中央部に近づけなければならない。十分な浮力を与え、装置が迅速に波の動きに合わせて動作できるようにしなければならない。自由浮遊型機械式フィーダースキマーの場合は、予備浮力を十分大きくし、波の動きと回収油の重量に耐えられるようにすると共に、回収油をこすり落とし、対応船にポンプで移送できるようにすることがきわめて重要である。

## その他の重質・超重質油回収法

## バケットクレーンおよびバックホー

この種の装置は建設業界でごく一般的に使われているため、多くの国で便利な場所に配置されている。こうした装置は流出油対応専用装置のほとんどが重質油を回収できないときや(バルチック・キャリア号油流出事故)、特に重質油に漂着物が多量に混入している場合(ナツナシー事故)に多く使われてきた。欠点は海が穏やかなときしか使えないとことであり、また回収効率が相対的に低く、それも油の接着力が強くなると回収効率は大幅に低くなることである。

## 油トロール網

油トロール網は、浮遊タール塊や流出重質燃料油膜、油で汚れた浮遊物、油燃焼後の残留タール、流出オリマルジョンの残留ピチューメンを回収するのに用いられる。

油トロール網は試験や流出事故(エリカ号油流出事故やナツナシー号事故)で使用された機械式フィーダースキマーと同様、超高粘度油も回収できることがわかっている。試験では(Clement 等、1997 年)、油トロール網は超高粘度浮遊ピチューメンを回収できることが実証された。しかし、回収油等の付着したトロール網の取り扱いや網からの油等の除去に係わる問題及び当該回収油等が「処分可能」であるか否かにかかっているコストの問題といった後方支援に係わる問題が発生する可能性がある。エリカ号油流出事故では、2 隻の漁船でトロール網を用い、2 日間で超高粘度油約 8 立方メートルを回収したが、トロール網から油を取り出し、掃除するのが難しく、網は処分せざるを得なかった。

油トロール網設備は、オイルフェンスとガイドブーム、着脱式トロールバッグで構成される。油トロール網設備は小型の作業船だけで迅速に配備できる。油圧装置や重い機械は不要であり、必要なのはオイルフェンスを膨らます簡単な送風機だけであり、それも発泡樹脂製フェンスを使えばその送風機もあまり必要としない。

著名なブランドとしてスキャントロールとジャクソン・トロールがある。

## **高粘度油ポンプ移送**

スキマーが回収油をこすり落とし、直接、タンクに入れられないのであれば、移送ポンプのほうが勝っている。スキマー装置そのものを評価するだけでは十分でない場合が多い。移送ポンプや移送装置の評価も行わなければならない。

流出油回収業界で最も一般的に用いられる重質油移送ポンプが DOP-250 と GT-185 の 2 機種であり、この 2 機種の移送ポンプについては、前述の 2 件の試験で粘度 200 万 cSt から 300 万 cSt のピチューメンを用いてテストしたところ、いずれも超高粘度油をポンプ入口から出口まで移送することができなかった。したがって、ポンプのピチューメン移送能力を改善できる新旧の流量改善技術をテストしてみる必要があると考えられた。問題を解決できなければ、有効な機械式フィーダースキマーが高粘度・超高粘度油流出対策として適さないと思われるおそれがある。解決策として加熱することも考えたが、この方法は常に適用できるとは限らないし、加熱だけでは不十分なおそれもある。そこで、さまざまなピチューメン注水潤滑法を試さなければならなかった。

米国沿岸警備隊と米国海軍の後援で(Moffat, 1999 年)、また 2002 年からはカナダ沿岸警備隊の後援で実施されている現行の(1999 年以來の)高粘度油ポンプ移送試験プロジェクトは、効率的な緊急高粘度油ポンプ移送法の開発、作業員の訓練教育教材の作成、高粘度油移送問題のために油濁対応が困難であった長く続いた時代に終止符を打つことを目的としている。2003 年 1 月現在までに得られた試験結果によると、ポンプ排出口に環状注水フランジ(AWIF)を取り付け、注水潤滑を実施しつつ、全長 400 メートル、径 6 インチの移送ホースで粘度 1 万 3,000cSt から 2 万 7,000cSt の重油をポンプ移送したところ、圧力減は 10 - 12 ファクターにとどまっている。

ポンプ入口部またはポンプ前後に注水潤滑を適用した場合については、詳しい結果はわかっていない。ポンプの後ろに AWIF を取り付ける背景には、緊急流出油回収業界で主に遠心ポンプ移送システムが使われてきたことがある。移送ポンプは油の粘度が少し高くなっただけで効率が落ちることが知られている。注水潤滑法で移送ポンプの効率を上げることはできたが、乱流で油と海水が混じってしまうため、AWIF はポンプの後ろに少し離して取り付けることしかできなかつた。油と海水が混ざると、油に添加した水が乳化してしまい、そのエマルジョンの粘度が高くなり、ポンプの効率がさらに落ちる。

DESMI, フォイレックス、GT など、容量型アルキメデス式スクリーポンプならば、油の粘度が高くなってもあまり問題はない。しかし、排出ラインの摩擦で圧力が下がり、ポンプの最大圧力を超えると、こうしたスクリーポンプはホースやポンプ、油圧モーターの損傷を避けるために移送能力を下げなければならない。したがって、スクリーポンプの場合も注水潤滑法は有効と考えられる。しかし、スクリーポンプの場合、ポンプの後ろに AWIF を取り付けるべき理由がない。ポンプの後ろに乱流はできず、ポンプの前で注水すれば、ポンプ内部で乳化は起こらないのである。

超高粘度油、特に粘度がきわめて高いビチューメンの場合は、スクリーポンプ内部の摩擦損失がポンプの総合性能に大きく影響する。ポンプそのものが障害物になるのなら、ポンプの後ろで注水潤滑を行ってもあまり効果がない。ポンプの前で注水潤滑を行えば、排出ラインで注水潤滑を行う効果がある一方、こうした問題はある程度解決できる。

DESMI DOP-250 型ポンプ入口に冷水と蒸気・温水を注入するための入口潤滑フランジは、以上のような問題を検討して設計されたものである。

## 超高粘度油のポンプ移送試験

PDVSA ビートル社の後援で 2001 年にデンマーク・オールボーの DESMI 社試験施設で行われた試験では(Hvidbak, 2001 年)、フレミング社設計入口サイド蒸気・温水注水システム(図 6 および図 7)を装備した DOP-250 ポンプを用い、バルク温度 14 - 15 (粘度 > 300 万 cSt)のコールド・ビチューメンを移送した。ビチューメンは全長 20 メートル(66 フィート)、径 6 インチのホースを用い、流速 45m<sup>3</sup> / h(198USgpm)でポンプ移送した。注水システムの構成は、注水フランジ(AWIF)、分配ホース、分配マニホールド、蒸気クリーナー用フックアップである(図 8)。

この試験は超高粘度油ポンプ移送に関する大躍進を示すものであったが、後にオタワの SAIC エンバイロメント・カナダ社試験施設で行われた同様の試験でその裏付けがなされている。この試験ではフレミング社設計入口出口蒸気・温水潤滑装置(図 8)付きの GT-185 型移送ポンプがテストされた(Cooper 等、2002 年)。

カナダ沿岸警備隊後援のこの試験によると、改良型 GT 型移送ポンプを用い、全長 12 メートル(40 フィート)、径 4 インチのホースで粘度 200 万 cSt から 300 万 cSt のビチューメンを流速 13.9m<sup>3</sup> / h(61USgpm)で移送することに成功した。ベースライン試験では、蒸気または温水を注水せず、全長 3.6 メートル(12 フィート)、径 4 インチのホースで流速わずか 1.07m<sup>3</sup> / h(4.7USgpm)しか達成できなかったのに比べると、これは性能が 40 倍も向上したことになる。

デンマークで実施された試験では、注水潤滑法を適用しなくても、ビチューメンを 15 から 30 に過熱すれば十分な実用ポンプ移送能力が得られることがわかった。

こうした試験が実施されて以来、新型の容量型アルキメデス式スクリュウポンプが開発されている。2002 年に LAMOR 社が GT・ポリューション・コントロール社を買収した結果、1981 年から用いられている古い GT-185 設計に代わるポンプを設計することが決まった。新型ポンプは DOP ポンプと同様の垂直型であるが、圧力がやや高く、内蔵式フレミング型入口サイド蒸気・温水注水システムを標準装備している。このポンプと蒸気注水システムについては、ブラッシュ・ベルトスキマー用移送ポンプとして、フィンランドの LAMOR 社でビチューメンを用いた社内試験が行われている。ビチューメンの粘度は約 300 万 cSt、ポンプはスキマーと連動して、回収したビチューメンを完全注水潤滑式の排出ホースで移送することに成功した。

きわめて粘度の高いビチューメンのポンプ移送用新式流量改善技術により、ビチューメンの緊急ポンプ移送技術が実用化されたばかりでなく、こうした技術はすでに在来重質油緊急ポンプ輸送装置に取り入れられている。2002 年には、この技術を用い、第二次世界大戦中にカリフォルニア沖に沈んだラッケンバック号から高粘度油が回収されている。2003 年には、米国における米国・カナダ合同沿岸警備隊高粘度油ポンプ移送システム(JVOPS)に関する次期ワークショップで、入口サイド注水システムのテストが行われる。この長距離試験では、粘度 20 万 cSt と 50 万から 100 万 cSt の油が目標とされている。全部の容量型アルキメデス式スクリュウポンプをテストし、流量改善技術の確認を行う。

ERE 社、LAMOR 社、DESMI 社はいずれも機械式フィーダースキマーを即納態勢供給しており、移送ポンプは入口または出口サイド蒸気・温水注水システムを装備、ERE 社と LAMOR 社はオプションとして高粘度油がポンプに届くまでの全表面を加熱する方式を提供している。

## まとめ

装置にまったく改良を加えないか、あるいはほんの少し改良を施すだけで、粘度 200 万 - 300 万 cSt の高粘度のビチューメンを回収し、こすり落とす能力のある機械式フィーダースキマーがこれほど沢山あるというのは、筆者にとって驚きであった。中にはすばらし

い性能を持つスキマーもある。これらの高い粘性を持つ油については、まだテストされていない機種のスキマーで、潜在的能力のあるものが出てくることが期待できる。

新しい流量改善技術の開発・実施が加えられるならば、高粘度・超高粘度油の流出への対応策として利用できる確認・試験済みの技術や装置が現在あると断言してよい。

試験によれば、超高粘度油を回収し、回収した油を実用速度で移送できる標準的な即納可能な装置がある。したがって、超高粘度油の流出の対応に直面する可能性のある対応機関は、すでに所有する装置以外に必要な装置を取得することを検討するべきであり、既設装置についても必要な改良を加えるべきである。その上で、必要な訓練を実施することにより、今後の高粘度油流出事故対応においては、ここ数年の実績をはるかに上回る総合的回収効率を達成できるだろう。

## 筆者略歴

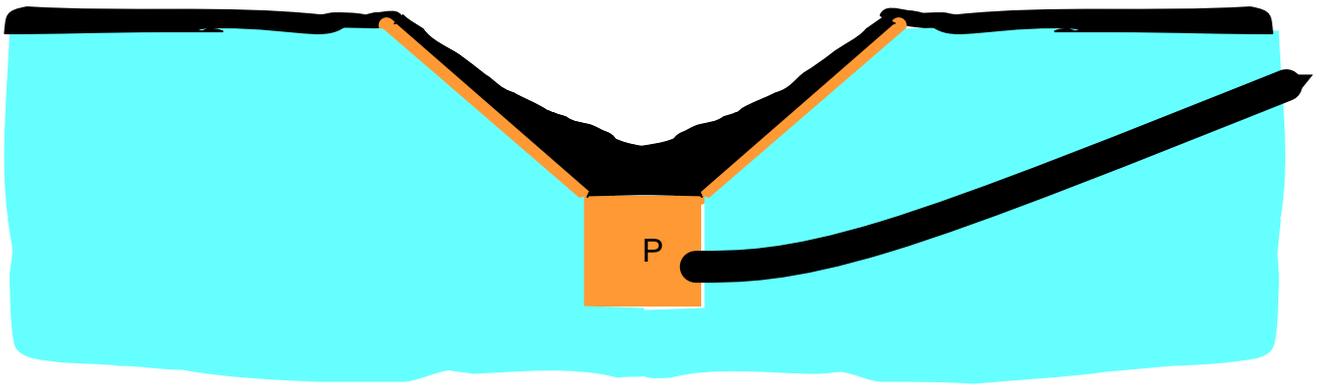
フレミング・ビッドバック(Flemming Hvidbak)は 19 年の実績を持つ油流出事故担当コンサルタントである。重質・超高粘度油流出事故対応技術および装置の開発と試験を専門とする。現在、2003 年に米国で行われる米国とカナダ沿岸警備隊並びに業界との共同プロジェクトである高粘度油ポンプ移送システム試験の技術部長を務める。

## 参考資料

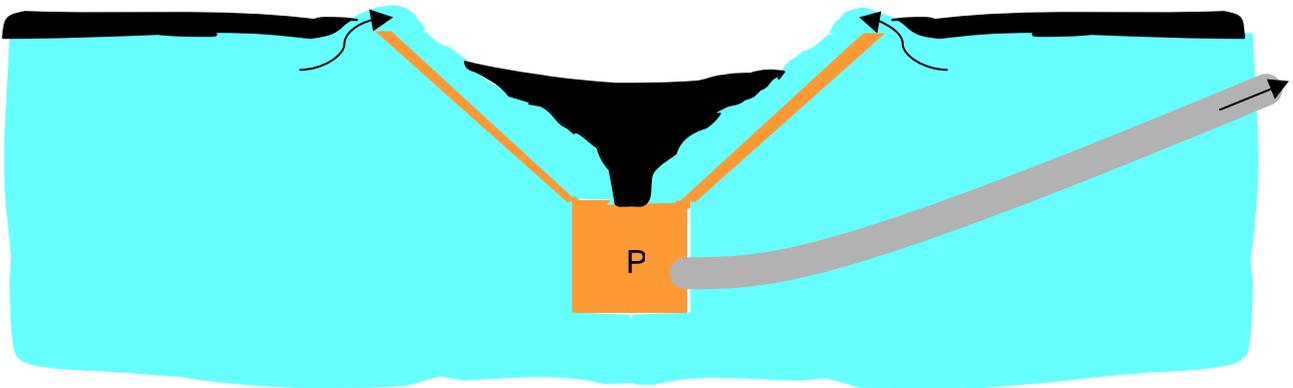
(掲載順)

- ✂✂ 米国議会技術評価局、1990 年、「油濁対応：油流出事故対応技術の解析」 OTA - BP-O-63. 米国政府印刷局、ワシントン DC、70p、1990 年
- ✂✂ OSIR(油流出事故情報報告)、1999 年 CEDRE(海洋汚染事故に関する文書化研究実験センター)Vol. XXII、50 号及び 51 号、1999 年より引用
- ✂✂ エンバイロンメンタル・リサーチ・コンサルティング社、Etkin, D.S.、2000 年。「海洋油流出事故にかかわる清掃コスト要因の世界規模分析」、第 23 回北極および海洋油流出事故計画に関する技術セミナー議事録、AMOP2000、カナダ・オンタリオ州オタワ、SAIC エンバイロンメント・カナダ社、2000 年、161-174 ページ
- ✂✂ フレミング社、Hvidbak, F、Masciangioli, P.、INTEVEP、2000 年「流出オリマルジョンの急速な拡散に対処する装置の開発と試験」、AMOP2000 技術セミナー議事録
- ✂✂ フレミング社、Hvidbak, F. 1999 年「流出オリマルジョンの検出と回収プロジェクト；UNISEP ならびに KLK スキマーの評価」ビトー・アメリカ・コーポレーション報告、1999 年
- ✂✂ SAIC カナダ社、Cooper, D、フレミング社、Hvidbak, F.、2000 年「流出オリマルジョンの機械式回収装置の評価」、SAIC 技術報告、2000 年
- ✂✂ GPC、米国沿岸警備隊、米国海軍、Moffatt, C.、1999 年「ニュージャージー州アール MMS OHMSETT 試験設備における米国沿岸警備隊高粘度油移送システムの試験、1999 年 11 月」

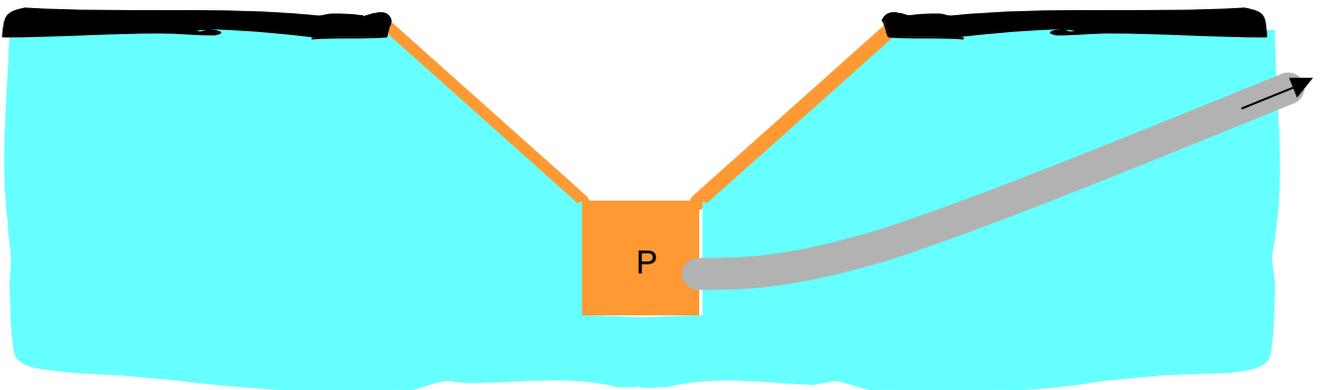
- ✂ フレミング社、Hvidbak, F.、2001 年「超高粘度油緊急移送技術の開発と試験」、AMOP2001 技術セミナー議事録
- ✂ フレミング社、Hvidbak, F.、2002 年「粘度 300 万 cSt 超のビチューメンを用いた LAMOR ブラッシュ・ベルトスキマーの試験と評価」、ビトー技術報告、2002 年
- ✂ Deis, D.R.、Garcia, N.G.、Masciangioli, P.、Villoria, C.、Jones, M. A.、Ortega, G.F.、Lee, G.R.、1997 年「オリマルジョン研究試験と開放水域封じ込め回収実験」、1997 年国際油流出事故会議議事録
- ✂ CEDRE、Clement, F.、ビトー・ヨーロッパ社、Gunter, P.、OSRL、Oland, D.、1997 年「オリマルジョン派生ビチューメンの回収清掃技術実験」、1997 年国際油流出事故会議議事録、89 - 93 ページ、IOSC、ワシントン DC、1997 年
- ✂ SAIC カナダ社、Cooper, D.、フレミング社、Hvidbak, F.、ブレイコ・イノベーション社、Mitchell, T.、2000 年「改良型 GT-185 による超高粘度油のポンプ移送」、SAIC 技術報告、2000 年



軽質・中質油と正しい位置にある堰リップ - 良好に作動



海水が油層に貫入 - 粘度が高すぎるか、ポンプの速度が速すぎる

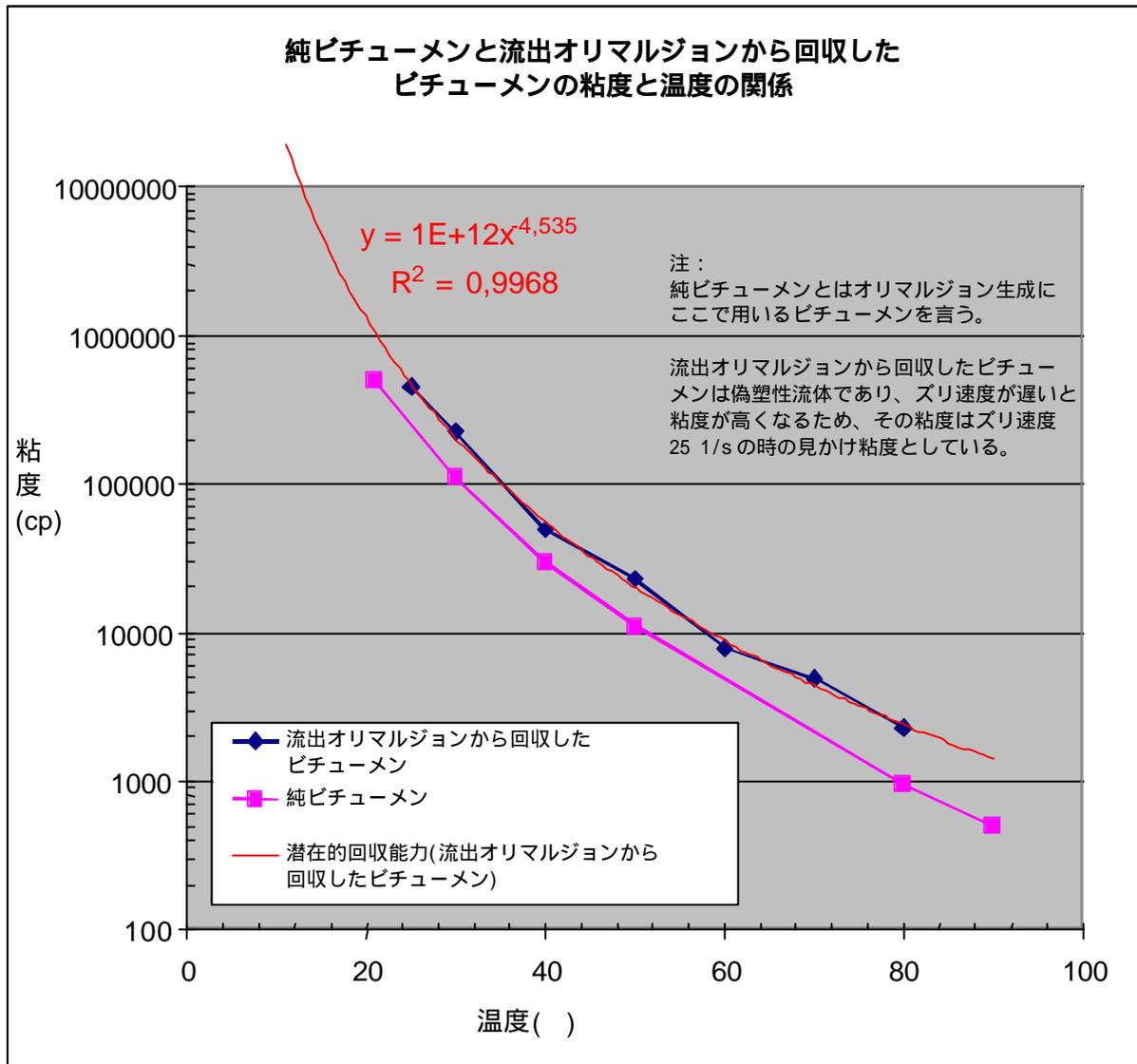


堰リップで油をせき止める - 粘度が高すぎるか、堰リップの位置が高すぎる

図1 自由浮遊型堰式オイルスキマーと高粘度油



図2 ビチューメンを用いたタンク試験を行った機械式フィーダースキマー

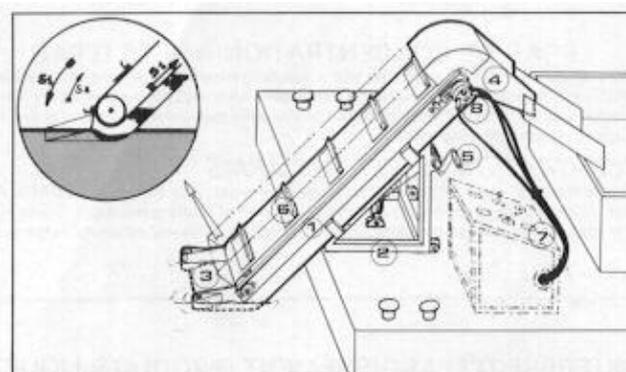


密度が 1 に近い場合は cP は cSt とほぼ同じ値をとる。

図 3 水中より分離したビチューメンと純ビチューメンの粘度と温度の関係



マーコ・フィルターベルト・スキマー



エグモポル「コーンエレベーター式」  
ベルトスキマー



バイコマ社製シーデベル楕形  
ディスクスキマー



ダイナミック・ドライビングプレート  
付きフラモ・ハイワックス・ツイン  
ドラム・スキマー

図4 未試験であるが、ビチューメン回収能力があると機械式フィーダースキマー

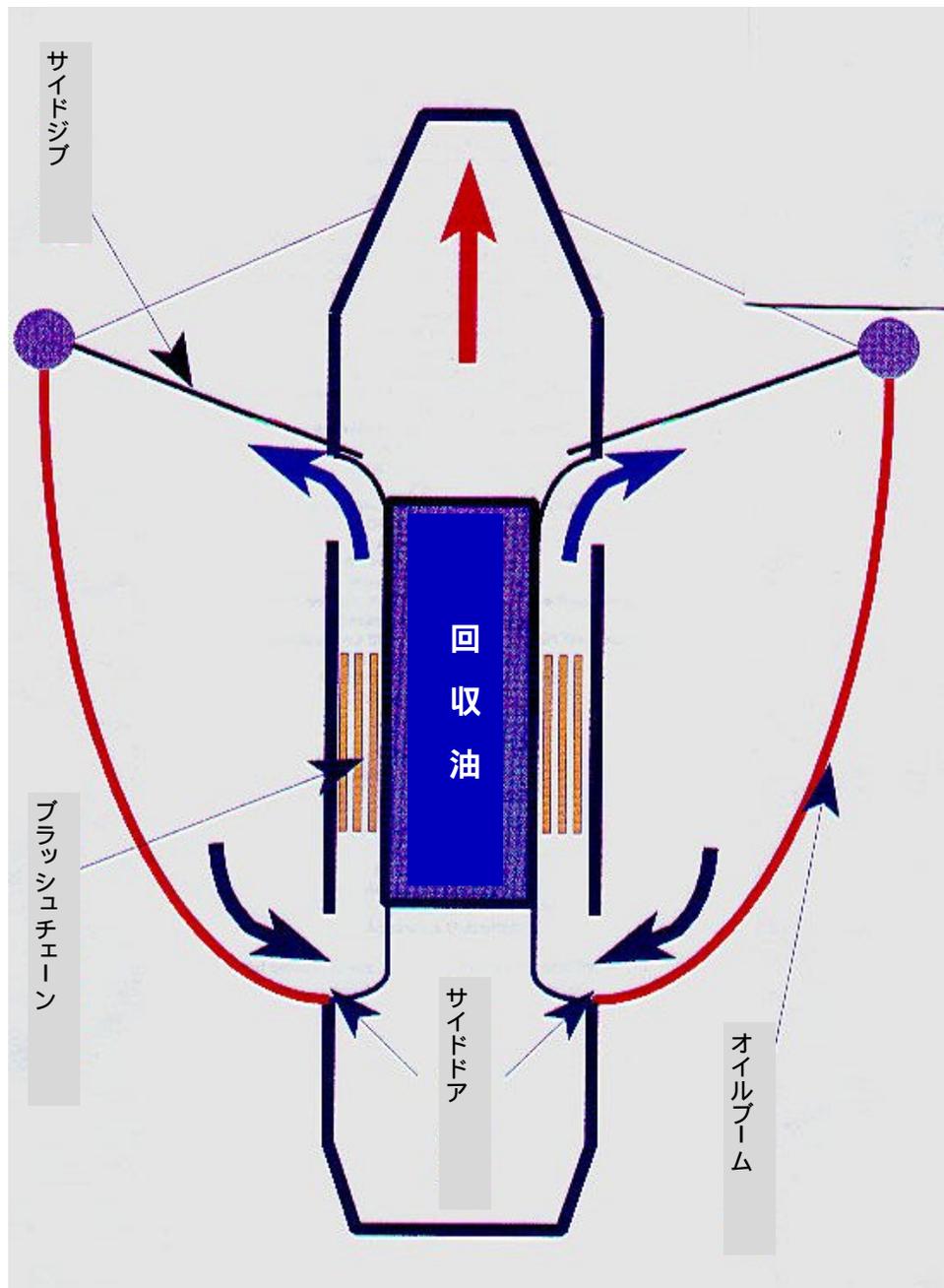


図 5 LAMOR/LORI 社船体内に流路を設けたスキミングシステム



図6 全長 20 メートルの排出ホースによる 33 m<sup>3</sup>/h@9bar でのコールド・ピチューメン移送、注水は行うが、注水潤滑法は適用しない



図7 全長 20 メートルの排出ホースによる 45 m<sup>3</sup>/h@2bar でのコールド・ピチューメン移送、注水潤滑法を適用  
粘着力のない油の帯が飛び上がっている



図8 フレミング社製入口サイド蒸気・温水注水システム付き DOP ポンプ



図9 フレミング社製入口出口サイド蒸気・温水注水システム付き GT-185 ポンプ