

浅海域に対応したエマルジョン化高粘度油回収システム

独立行政法人 港湾空港技術研究所 施工・制御技術部 情報化技術研究室 吉江宗生
 施工技術研究室 佐藤栄治
 三井造船鉄構工事株式会社 辰口雅光

はじめに

1997年1月のロシア籍タンカー「ナホトカ号」重油流出事故においては、船体が波浪により折損し、その部位から推定約6,240klの重油が流出した。油の粘度は回収作業時には数十万cStというオーダーの高粘度を呈し、また各種報告から推定される総回収油水量は約62,000klで、流出油量の10倍もの体積となっている¹⁾。

こうした数十万cStレベルの高粘度油に対処する油回収システムはほとんどなく、また海水分を含んで体積が増加すると、回収作業の中において油の掬い取りから一時貯蔵容器、排送ポンプや運搬車両、人員などロジスティクス全般にわたって膨大なコスト増を招く。このため、本研究では回収時の油水中の水分の割合が少なく、50万cP程度の高粘度油を対象とした回収システムを開発した。また、重機および回収船が入込めないためほとんど人力作業になった海岸の水深50cm程度の浅海域にも対応したシステムとした。

1. 全体の構成

本研究では海面上の油を集め、掬い上げ、水を切って浜辺へ運び、陸上のピットやドラム缶などまで排送するまでを機械的なシステムとして開発した。このため、オイルブームと独自のかき寄せ機構による集油機構、目合いの大きなネットによる軽量で高濃度の油水を掬えるスキマー、高粘度油を詰まらずに遠距離を排送できるように工夫した排送機構からなるシステムとなっており、スキマー単体の開発や排送ポンプ単体の開発では得られないロジスティクスの整合性を持っている。

2. 集油機構とスキマー

海面に広がる油を効率よく回収するためには、オイル

ブーム等により散在する浮流油を面的に捕らえ、スキマー入り口へこれを導き、いわゆる遭遇率(oil spill encounter rate²⁾)を高める必要がある。本システムでは海上での機動性を確保するため、これを一般的なオイルブームとせず、スカート部をネットとして滞油性を確保しながら水流の抵抗を減じている。また、一般的にスキマーの油取入れ口はスキマー自体が波の反射体となるなどその近傍で油が滞留する傾向がある。このため、スキマーに連動して直前の油を強制的に掻きいれるレーキ式かき寄せ装置を搭載した。

スキマーはさまざまなタイプが開発されており、油の比重が軽いことを利用するもの、油の粘着力を利用するものなどがあるが、ナホトカ号事故の経験から本システムでは穴あきひしゃくと同様の油と水の粘度差を活用するネットコンベア式としている。これにより掬い上げ時にほとんど余水を含まずに浮流油を回収できる。また、回収能力の最大値を30m³/日(約150ドラム/日)とし、ナホトカ号時の人力で換算³⁾して約150人/日とした。さらに、海岸から人力で進水できるように軽量化し、喫水を約20cmとした。

3. 高粘度油が詰まらない排送機構

高粘度油は粘着力が大きく、管路壁面の摩擦損失が極めて大きい。そのため、その搬送において管路の詰まりを起こしやすい。特に吸引側は負圧を大気圧までしか取れないことから詰まりやすく、スキマーのポンプとしてはスキマー部に直接アルキメデックポンプなどを取り付け、圧送により排送している。しかしながら、軽量化を図るためにはポンプをスキマー外に設置し吸引する本システムのほうが有利である。

キーワード：高粘度油、ナホトカ号、スキマー、自動化、浅海域

連絡先：横須賀市長瀬3-1-1 独立行政法人 港湾空港技術研究所

TEL：0468-44-5066

FAX：0468-44-0575

本システムでは、吐出圧が大きくごみなどの異物に強いチューブポンプを動力とし、吸引側管路にポンプ吸引圧力が小さくなってくると自動的に海水を取り込む弁を備えた排送システムとしている。経験上高粘度油を吸引する場合は水を混入することで管路壁面との摩擦を激減できるため、これを負圧の変動に応じて加減し、できるだけ少量の水の混入で実現することを狙ったものである。さらに別途高圧水を注入して万一詰まりを起こした場合に油を一掃する装置を取り付けたため、高粘度油が詰まることのない配送機構となった。

4. 水槽実験

1) スキマー部ネット目合い⁴⁾

目合い 2.5mm~25.0mm のネットを高粘度油が自重で通過するのに要する時間を計測した結果、300,000cP 以上の粘度であれば 25.0mm の目合いでも 3 秒以上かかることがわかった。このため、水槽での回収実験でも 2.5mm~25.0mm のネットを使用した。この結果、目合いが小さいとネットが目詰まりしやすく、また反射波とコンベアの運動による逆方向流れが大きくなることがわかった。このため、約 500,000cP を対象とする本スキマー(コンベア長さ約 1m)のネットの目合いを 25.0mm とした。

2) かき寄せ装置の効果^{5), 6)}

約 10m×4m、深さ約 1.2m の平面水槽で、造波装置により波高 20cm、周期 1.7s の波を回収機に直角にかけ、約 650,000cP に調整した重油の回収実験を行った。かき寄せ装置はレーキ状の部材をネットコンベア前方に差し出し、振り下ろしたままネットコンベアまで油をかき寄せ、そのままネットに押し付けるものである(図-1)。実験の結果、回収油量はかき寄せ装置の頻度(速度)に支配されることとなり、

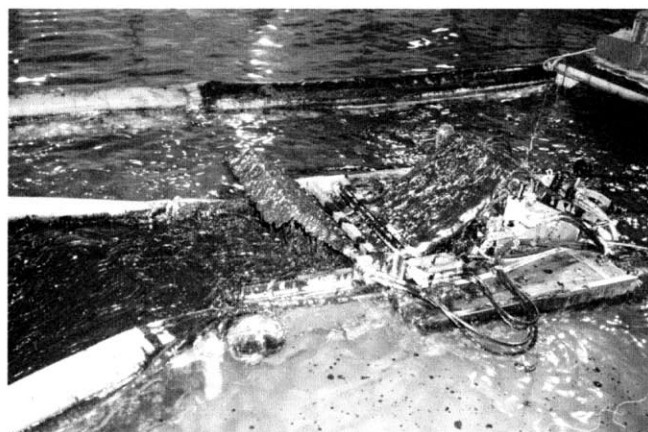


図-1 かき寄せ装置とスキマーの水槽実験

極めて有効な装置であることがわかった。

3) 排送機構^{5), 6)}

実験では粘度約 460,000cP の油を最大 5.4m³/h で排送できた。このときの回収水量率は約 18~23% と極めて低かった。また、粘度約 650,000cP とし、排送油水量を約 2.5m³/h とした場合の回収水量率は 1~6% と極めて低く、高濃度のままで詰まらずに排送できることがわかった。

5. 現地海岸での設置、撤去試験⁶⁾

実際の現場での搬入、組立、進水、撤去がスムーズに行えるという本システムのコンセプトを確認するため、新潟西海岸にて設置、撤去試験を行った。この結果、設置に約 52~56 分、撤去に 37 分かかった。撤去は油で汚れた本体を洗浄するという作業が含まれていないが、少なくとも設置は 1 時間弱で可能であり、また、進水も人力のみで行えた。また、運用も含めて 8 人の人員で可能であり、交代等を考慮しても人員は 10 人程度で運用可能であることがわかり、システムの運用面のコンセプトが実証できた。

おわりに

本研究は平成 10 年から 3 ヶ年にわたって行なわれ、その間、金沢大学石田先生、海上災害防止センター月野氏、(社)日本作業船協会工藤氏、(株)海洋開発技術研究所城野氏をはじめ流出油対応の専門家の皆様からご助言等多数戴いた。ここに深く感謝申し上げる次第である。

参考文献

- 1) 「油流出事故に備えた環境対策及び環境・災害情報整備に関する調査報告書」平成 10 年 3 月、運輸省港湾技術研究所、環境庁国立環境研究所
- 2) WORLD CATALOG OF OIL SPILL RESPONSE PRODUCTS 1997/1998
- 3) 「浅海域油回収システム」吉江宗生、1999 年 7 月、作業船第 244 号
- 4) 「沿岸域漂流油スキマー研究調査報告書」平成 11 年 3 月、運輸省港湾技術研究所、(社)日本作業船協会
- 5) 「沿岸域漂流油回収装置研究調査報告書」平成 12 年 3 月、運輸省港湾技術研究所、(社)日本作業船協会
- 6) 「浅海域油回収システム運用試験調査」平成 13 年 3 月、運輸省港湾技術研究所、(社)日本作業船協会