

重油回収装置に用いる高圧ジェット水の管内挙動に関する実験

金沢大学工学部 正員 石田 啓
 金沢大学工学部 O学生 杉本貴洋
 金沢大学工学部 学生 山崎 治

1. 緒言 ロシア船籍タンカー「ナホトカ号」が、平成9年1月2日、日本海で遭難し、合計6,200kl以上のC重油を流出し、日本海およびその沿岸域に甚大な被害を与えたが、2年後の現在、汚染された環境の復元状況は良好なものとなった。しかし、再び同様の重油流出事故が発生した場合の防御機器類などは、依然として完成しておらず、今なお深刻な不安と多くの課題が残されている。特に、①高波浪に耐えるオイルフェンス、②海水とエマルジョン化した高粘度重油の回収装置、③回収後の油水分離装置の3者は、それぞれ独立して必要であるのみならず、洋上での重油回収には相互に関連したものとして開発が要求されている。

2. 海上流出重油の回収 オイルフェンスは、通常は油の流出・流入の阻止に使用するものであるが、洋上に分散・浮流する重油の回収には、例えば2隻の船の間に張ったオイルフェンスを曳航することが考えられる。この場合、オイルフェンスは「波・流れ共存場」の流体力を受けるため、波のみの場合よりも一層強靱なものが要求されるが、さらに曳航に伴うオイルフェンス下部からの一様流の流出による重油の漏洩を阻止する必要がある。後者については、例えばフェンスに取り付ける複数の曳航索の位置と、それらにより作られるスカート状の曲線形状を工夫することが考えられる。このようにして一個所に集めた重油や浮流している大油塊の回収は、①海面上で、トロール漁法に類する方法により、袋状ネットに捕獲し、そのまま曳航する、②図1に示すように、回収管の中に高圧ジェット水を噴射し、海面上の重油を吸入し、船上へ噴送するなどの方法が考えられる。後者の場合、海水とジェット水も同時に噴送されるため、船上からのこれらの水の排出が必要となる。なお、真空ポンプによる重油の吸入は、高粘度のため不可能である。

このようにして回収した重油は、波の作用により、海水とのエマルジョン化が進んでいるため、その70～90%は海水であり、回収効率が極端に悪いのみならず、焼却廃棄処分は困難を極める。したがって、エマルジョンの解消すなわち重油塊からの水の分離が必要となる。その方法としては、①70℃程度の海水による熱分離、②図1の高圧ジェット水による流体力の分離などが考えられるが、今後の多面的な検討が要求される。

3. 高圧ジェット水の管内挙動 図1に示す重油の回収装置の完成には、高圧ジェット水の管内の挙動の理解が不可欠である。写真1は、吸い込まれる重油を右側方から60kg/cm²（現地用は150 kg/cm²）の高圧ジェット水を噴射し、左方向へ噴送する部分の模型であるが、ジェット水の噴射ノズル付近に小さな空気吸入穴を取り付け、噴流が自動的に混気ジェット水になるよう工夫されている（MJP特許所有）。混気ジェット水を用いる理由の一つには、管内輸送に伴う空気泡の膨張が、輸送力を増加すると考えられていることにあるが、今後さらに検討が必要である。写真2は、吸い込み口のバルブを開放し、大気中へのジェット水の噴射状況を見たもので、水圧に応じた強い噴送力を発揮する。写真3は、吸い込み口のバルブを閉じた状態であり、この場合、ジェット水の速度水頭が大きいために、管内の圧力水頭が真空圧に近くなり、そのため一旦左方向へ通過したジェット水が、再び右方向へ逆流して来る。この状態は、吸入口が重油で閉塞された場合に相当し、重油輸送が困難になると思われるため、自動的に写真3から写真2の状態に戻るような工夫が必要である。写真4は、吸入口から吸い込んだ着色水を左へ輸送し始めた初期状態であり、強い輸送力が期待される。しかし、時間の経過に伴い、写真5の

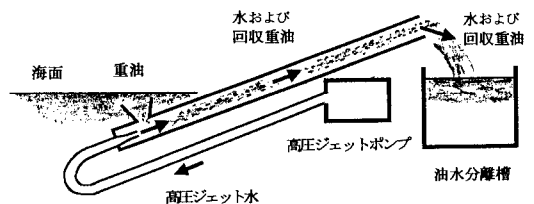


図1 重油回収装置概要

ように逆流が生じ始め、写真3に近い状況になる。これは、吸入口が長時間水で塞がれ続けると、写真3のバルブを閉めた状態に近くなるからであり、重油輸送には適さない状態である。これを避けるためには、吸入口が閉塞された時には、自動的に大量の大気を吸い込み、管内圧力を大気圧に戻す作用をする自動開閉弁を取り付けておくことが考えられる。

4. 結語 本論の重油回収装置は、現在大型船搭載型を開発中であるが、次には、小型漁船用や、陸地からの個人用の小型のものが不可欠である。その際、高効率のエンジン・高圧ポンプが必要である。

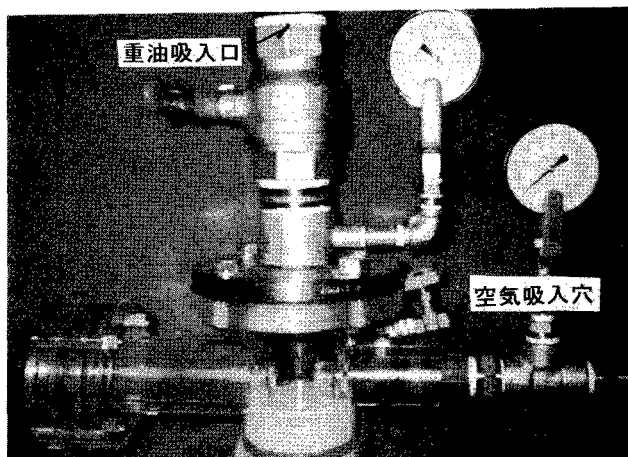


写真1 実験装置

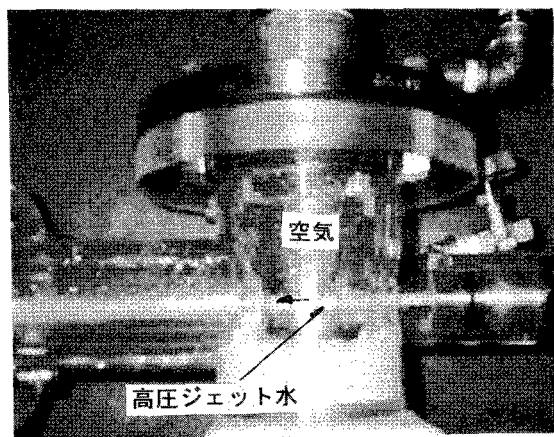


写真2 大気中へのジェット水の放出

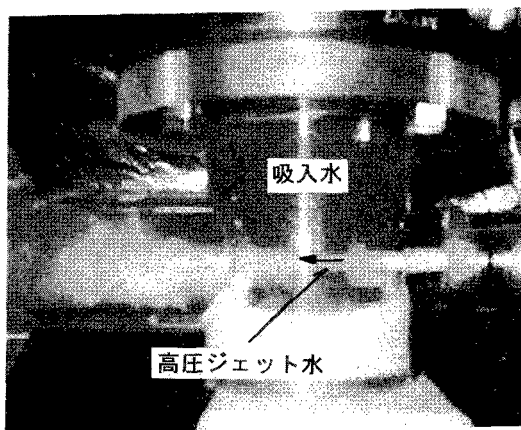


写真4 吸入口からの水の吸入開始初期

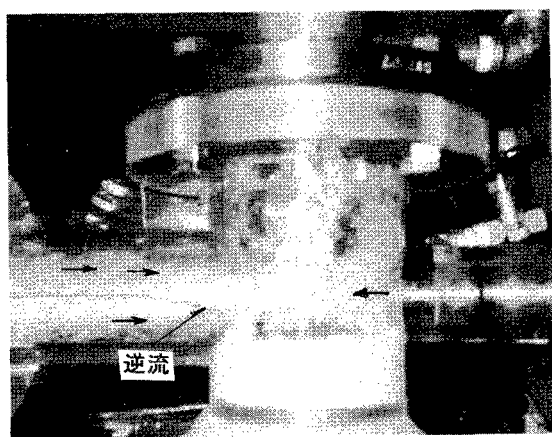


写真3 吸入口バルブ閉塞によるジェット水の逆流の発生

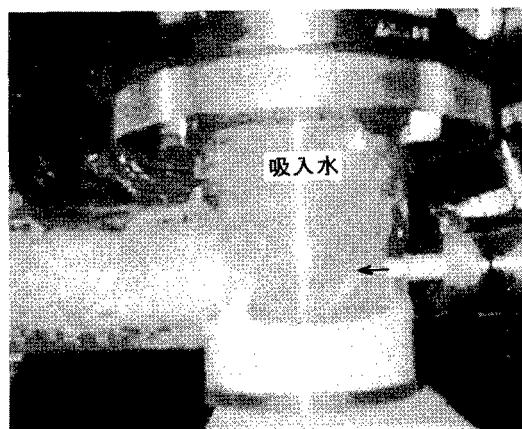


写真5 水の吸入開始後の逆流の発生