

油膜検知装置の実河川における評価

田中宏明* 白崎亮* 原直樹** 圓佛伊智朗***

* 建設省土木研究所

茨城県つくば市大字旭一番地

** (株) 日立製作所 情報制御システム事業部

茨城県日立市大みか町 5-2-1

*** (株) 日立製作所 電力・電機開発研究所

茨城県日立市大みか町 7-2-1

概要

水質事故発生時には、流出初期の迅速な対応が必要であるが、現状では事故発見に時間を要する場合が多い。水質事故原因物質の大部分を占める油流入の早期検知を目的に、発光ダイオードを用いた油膜検知装置について性能評価を実施した。実際の排水機場で約1年にわたる長期実験の結果、スクリーン設備が油膜検知装置の前に設置されているという好条件下ではあるが、安定した長期計測が可能であり、高い精度で河川からの油流入を検知することができた。¹⁾

キーワード

水質事故、油流出事故、油膜検知、連続監視

1. はじめに

1998年の1級河川での水質事故発生件数は、516件となっており、前年と比較して21%増加するなど、年々増加の傾向を示している。このうち上水道の取水停止に至った水質事故は32件であり、1997年の14件と比して大幅に増加している。水質事故の発生時には、流出初期の迅速な対応が被害の拡大を防止し、効果的な対策を採るために必要であるが、現状では、事故発見に多大な時間を要する場合も多い。河川等の公共用水域で発生する水質事故の原因は、多種多様であるが水質事故全体の約85%が油類の流出となっている。

そこで、建設省土木研究所と(株)日立製作所は、水質事故検出技術の開発に関する共同研究の一環として、連続的に油膜の有無を監視し、水質事故を速やかに検出できる油膜検知装置の開発を目的に、土木研究所内還流水路での実験、油流入の頻度の高い実排水機場でのフィールド実験を実施した。

2. 油膜検知装置

2.1 装置構成

本油膜検知装置は、油膜の反射率は水に比べて高いことを利用したもので、反射率測定方式によって水面上の油膜を監視するための検知器である。水面に向けて一定強度の光を連続的に照射して反射率を測定すると、その差異から油膜が検知できる。光源に長寿命の高輝度発光ダイオード(LED)を用い、光源と水面間の距離を一定に保つためにセンサ自体をフロートに乗せて水面に浮かす構成を採用した。装置は図1に示すように、フロート、センサ、変換器から構成されている。

本報告において油膜検知装置の出力は指示値0~100(単位なし)で表わしている。指示値とは反射光量を変換器内の回路で増幅した値で、油膜なしの清水面(反射率約2%)は約30に、油膜(反射率約3%以上)は約40以上に相当する。油膜の有無は、指示値を連続的に計測し、所定の警報値と比較することによって判

別できる。

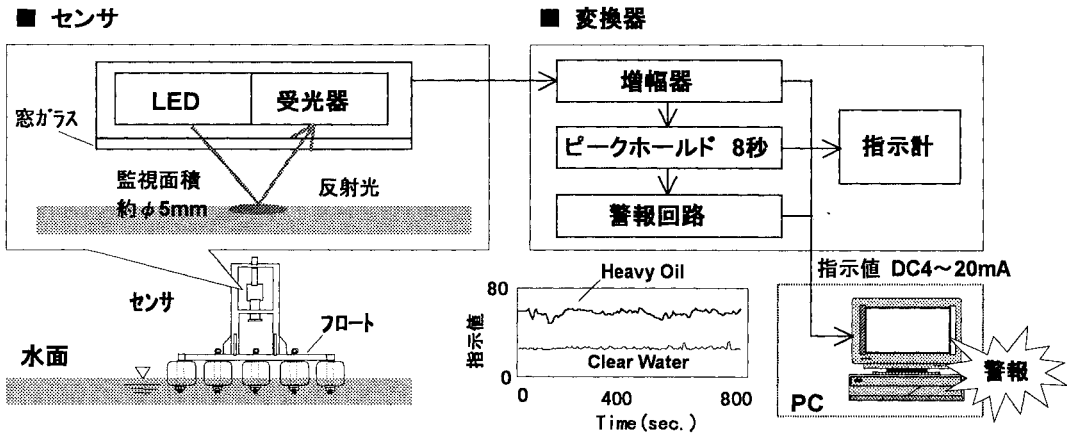


図1 油膜検知装置の構成

2. 2 基本性能の評価 (室内実験)

室内において油種、油量、夾雑物と指示値の関係を調査した。その結果、重油、灯油、機械油など粘性の低い油は、油膜を形成しやすく微量でも高感度で検知可能であるが、食用油等の粘性の高い油は検知困難で、油の種類で検知感度は異なった。また、A重油の油膜厚さを10~1000 μ mと100倍程度に変化させても、指示値に有意な差は見られなかった。水面の反射率測定を阻害する夾雑物(木の葉、プラスチックや紙屑などのゴミなど)が存在する条件では清水面より反射率が低下し、通常とは異なる検知不能の状態であることを識別できた。一方、清水面よりも高い反射を示す夾雑物(アルミ箔など)が水面を浮遊しているときには、誤警報を生ずる可能性もある。しかし、油膜以外に水面反射率の上昇をもたらす要因の生起頻度は小さく、一般の表流水を監視対象にした場合、油膜検知に対する誤警報はほとんど発生しないと考えられた。

3. 還流水路実験

3. 1 還流水路実験方法

還流水路は河川を模擬した設備であり、貯水槽の水を流通(もしくは循環)できる。水路の水深は最大0.5m、水路幅は底部0.5m、水路上端部1.5mである。この還流水路に油膜検知器を設置し、流下油膜の検知、検知阻害要因など室内実験や実フィールドでは生起頻度が小さく再現の難しい条件を作り出して実験を実施した。

3. 2 流下油膜の検知

図2のように6m手前で油滴下したときの指示値の経時変化を図3に示す。指示値に明確なピークが表れ、油膜の通過を検知できた。滴下した油は瞬時に広がって水路の中央に半径約0.7mの油膜を形成した。この時の油膜厚さは、油量0.01mLから換算すると $6.5 \times 10^{-3} \mu$ mである。油膜は流下と共に長く伸びたが、幅は水路水面幅1.0mよりも一回り小さく、水路に接触することなく計測地点まで流下した。一方、流れが速くなるほどフロートによる水流の乱れも大きくなり、フロートに囲まれた計

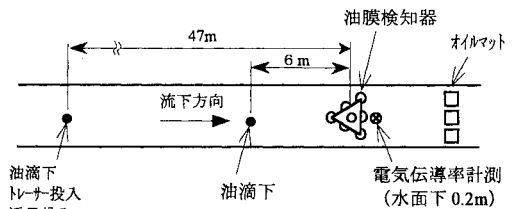


図2 還流水路実験 (油流下、レーザー実験)

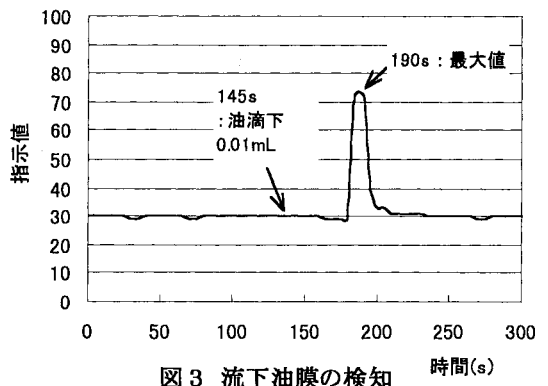


図3 流下油膜の検知

測地点では油膜の破壊や水中への潜り込みも発生し、検知精度が低下した。流速が速い場合は、フロート間隔を広げるなど、水面を乱さない様に構造の変更が必要と考えられた。

3. 3 さざ波の影響

実河川の計測データから、風によってさざ波が発生すると、指示値の低下が確認された。そこで、扇風機で人工的にさざ波を発生させ、清水面の指示値低下が再現されるか、また、この状況で油膜検知は可能かを調査した。図4に結果を示す。図4の強風（風速約40m/s）における清水面指示値は、実際の台風のケースと同様の変動を示した。このさざ波発生条件（1865s以降）でA重油を油膜検知器直前に滴下すると、指示値は最大79（2430s）まで上昇し、油膜検知可能となったことが分かった。さらに、水面に周期的な攪拌を与え波高と波幅を変えた実験により、指示値の低下度合は波幅が小さいほど大きく、検知性能も相対的に低くなることが分かった。

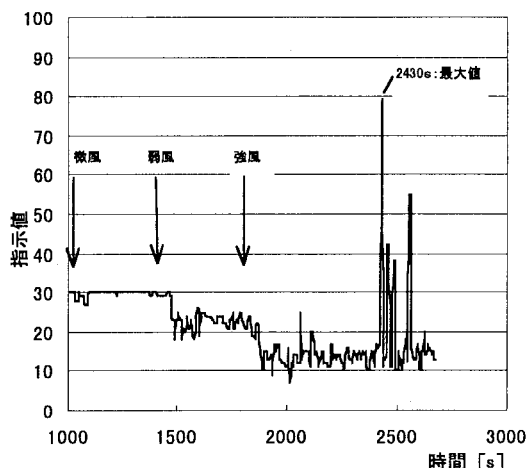


図4 さざ波実験

4. 実河川実験による油膜検知結果

4. 1 設置条件

油膜検知器のフィールド運用条件や保守条件を把握する目的で、油膜検知装置をK排水機場内に設置し、1年間の実フィールド実験を実施した。排水機場には支川と本川をつなぐ水路があり、支川の水は除塵機によってゴミを除いた後に、本川へ導かれている。この水路に油膜検知器を設置し、除塵機通過後の水面の指示値を連続計測した。

4. 2 油膜検知警報条件

排水機場にはデータ収集用にパソコンを設置し、指示値の収集と警報判定及び表示の機能を持たせた。警報条件の一覧を表1に示す。指示値の低い油膜が継続的に流入した場合は油膜検知(軽)警報を発生し、指示値の高い油膜については(重)警報を発生させている。また、さざ波やゴミなどによって指示値が低下した場合には反射率低下警報を、油膜検知器からの信号(DC4~20mA)が途絶えたときは計測器異常の警報をそれぞれ発する。

4. 3 油流入事例

実験期間中、支川からの油流入事例が複数回発生した。図5は、18日夜から翌19日朝にかけて油が多量に流入した事例である。18日20:00以前には約27で推移していた指示値が20:00以降徐々に上昇し始め、油膜検知警報(軽)が発生した。翌19日朝には、排水機場の管理者が油膜の存在を確認しており、オイルマットと中和剤で対策している。また、19日01:00~10:00の間で、指示値が油膜なしの水面(指示値約27)

表1 警報条件

警報名称	発生条件
油膜検知(軽)	指示値35以上が32秒継続
油膜検知(重)	指示値50以上
反射率低下	指示値8以下が80秒継続
計測器異常	計測器伝送信号断

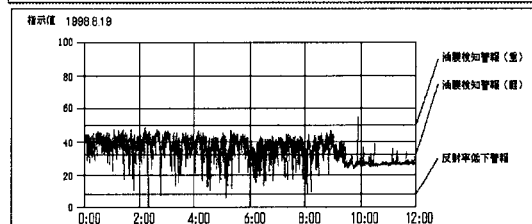
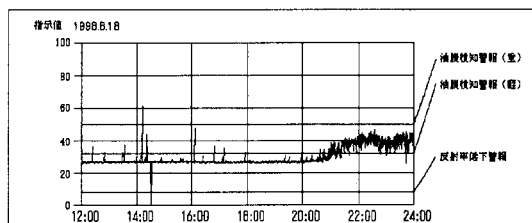


図5 油流入事例

よりも低い値を示すのは、流入油膜に付着したゴミや埃などの反射率の低い物質の影響による。

4. 4 年間の警報発生状況

1998年3月から翌年3月までの警報発生回数を図6に示した。検出月別の発生回数はばらついており、油膜検知(重)警報は相対的には夏期と冬期に多い傾向を示している。特に12月の発生頻度は高かった。1回の警報発生イコール1回の油流入発生ではない(複数回の一連の警報が1回の油流入に対応する)ので、警報発生回数から油流入回数を把握することはできないが、少なくとも各月に複数回の油流入が発生し、さらに、少量の油膜に至っては日常的に発生していることが分る。

このことは、排水機場管理者の目視観察によ

っても確認されている。一方、反射率低下の警報は5月や10月に多くなっている。これらの時期は、風雨や台風の多い季節と一致するもので、水面のさざ波、ゴミ等の夾雑物による影響と考えることができる。

4. 5 メンテナンスの評価

1998年1月から約1年の間、メンテフリーで稼働させ、清水面の指示値のドリフトについて検討した結果、初期の4カ月で30から26まで低下し、11カ月経過で25になり、その後2カ月間に大きな変化はなかった。1年後、窓ガラスを布で拭きとると指示値の回復が確認された。図7に清掃による指示値の変化を示す。この1年間のメンテフリー期間中でも油膜は十分検知可能であったが、窓ガラスの汚れは指示値を相対的に低くし、油膜検知性能の低下につながる。良好な検知精度を維持するには、窓ガラスを半年に1回程度清掃する運用が望ましい。この期間中、水面上の夾雑物がフロートに絡まる状態も発生したが、ほとんど自然に流れ落ちた。また、フロート表面に泥や藻の付着が認められたが計測に支障はなく、装置の故障や損傷も発生しなかった。これは設置場所が除塵機の下流側という好設置条件に負うところも大きい。

5. おわりに

実河川における油流出事故の発生時に油膜検知警報を正しく発生できること、保守作業は半年に1回程度で良好に運用できることを検証した。監視対象水域の汚染状況に応じた警報条件と、装置の設置条件を適切に選定すれば、本装置により安定した油膜監視が可能である。

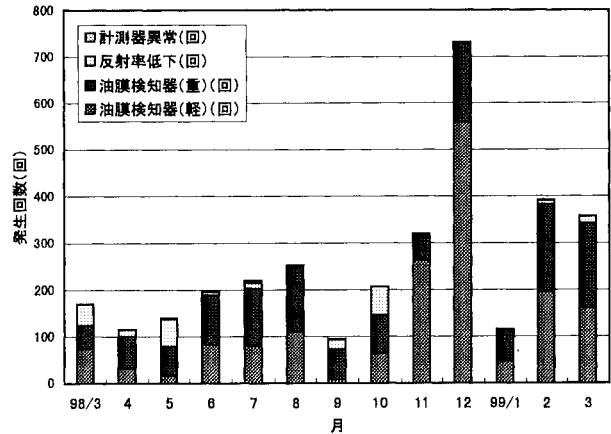


図6 年間警報発生回数

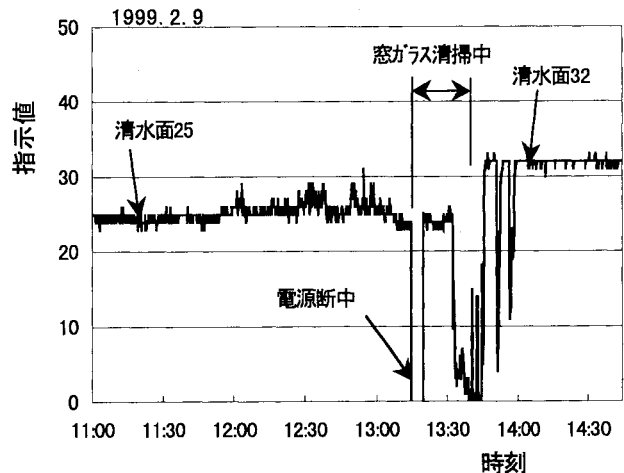


図7 窓ガラス清掃時の指示値

参考文献

- 1) 田中ほか：水質事故検出技術の開発に関する共同研究報告書, 整理番号第244号(2000.5)