

ファイバ光電センサ式漏油検知装置の開発

(株)四国総合研究所 エネルギー技術部 高橋 克征
(株)四国総合研究所 エネルギー技術部 市川 幸司
(株)四国総合研究所 エネルギー技術部 宮崎 習

キーワード： 重原油
漏油検知
光電センサ
石油バーナ

Key Words : Heavy crude oil
leakage oil detection
photoelectronic sensor
Oil burners

Development of an oil leakage detecting system using fiber optic photoelectric sensors

Shikoku Research Institute, Inc., Energy Technology
Yoshiyuki Takahashi, Koji Ichikawa, Manabu Miyazaki,

Abstract

Oil leakage in the vicinity of the heavy crude oil burner gun is conventionally monitored by a flammable gas detector, which detects volatile components. Therefore, there may be a time delay in take time to detection due to concentration distribution or diffusion of the gas. To solve this problem, we have developed an oil leakage detecting system using fiber photoelectric sensors based on the light transmittance of heavy crude oil. Since the system detects the shielding of light by heavy crude oil, it can detect the less volatile components in heavy oil leakage. Currently, this system is operating in oil-fired power plants.

1. はじめに

石油火力発電所では、ボイラの重原油バーナガン付近（防爆区域）の漏油を可燃性ガス検知器により監視している。

しかし、同検知器はガスセンサによって重原油の揮発成分を検知するため、その濃度や拡散方向などによっては検知するまでに時間がかかることが懸念される。特に、揮発成分の少ない重油の漏洩が発生すると、被害が大きくなるまで検知できない可能性があり、重油漏洩を短時間に確実に検知できる装置の開発が望まれている。

そこで、揮発成分に左右されず重原油を検知できるファイバ光電センサ式漏油検知装置を研究開発したので、報告する。

2. ファイバ光電センサ式漏油検知装置

2.1 漏油検知方式

防爆区域に適用できる主な漏油検知方式を表1に示す。ガスセンサ方式は、可燃性ガスが加熱されたセンサ部で酸化され、その電気抵抗の変化から漏油を検知する。レーザー方式は水と油の反射率の差から、高周波方式は水と油の静電容量の差から、溶解樹脂方式は油膜によって樹脂が溶解されることから漏油を検知する。光ファイバ方式は漏油を吸収して膨張する際の不均一な圧力による局所曲げ損失を検知するものや、油付着による屈折率変化を検知するものがある。いずれの方式も油全般を検知できるが重油と潤滑油との区別ができないため、バーナガン付近においては、機器に付着している潤滑油などによって誤検知が発生する可能性がある。

一方、ファイバ光電センサ式漏油検知方式は、濁水や潤滑油などに比べて重原油の光透過率が極めて低いことを利用しており、重原油が光を遮蔽することを検知する。そのため、揮発成分の少ない重油を検知することができ、潤滑油などの流入による誤検知が発生しない。

2.2 検知装置の構成

本装置は、防爆区域（バーナコーナ）の検知部と、非防爆区域（現場制御盤・中央制御室）の監視部から構成されており、防爆区域の漏油を遠隔監視することができる（図1）。

現場制御盤に設置された監視部の光電センサ（発光素子）から出たLED光は、光ファイバを通過し検知部を経由して光電センサ（受光素子）に戻る。この戻ってきたLED光を受光量として、シーケンサが常時監視する。

表1 主な漏油検知方式

方式	測定原理	対象	検知方法	
既製品	ガスセンサ	電気抵抗	可燃性ガス	ガス燃焼による電気抵抗の変化を検知 ^{※1}
	レーザー	反射率	油全般（油膜）	レーザーの反射率の変化を検知
	高周波	静電容量	〃	静電容量の変化を検知
	溶解樹脂	樹脂溶解	〃	油成分により樹脂が溶けることを検知
	光ファイバ	不均一な圧力	油全般（油滴）	不均一な圧力による伝送損失を検知 ^{※2}
屈折率		〃	屈折率変化による伝送損失を検知 ^{※3}	
開発品	ファイバ光電センサ	光遮蔽	重原油（油滴）	重原油が光を遮蔽することを検知 ^{※4}

- ※1 加熱されたセンサに接触したガスが燃焼し、その発熱により電気抵抗が変化する。
- ※2 光ファイバに接している物質が、漏油を吸収して膨張すると光ファイバに不均一な圧力を加える。この時、伝送損失（微小曲げ損失）が発生する。
- ※3 油が付着すると、光ファイバ表面の屈折率が変化して光が漏れ、伝送損失が発生する。
- ※4 光透過率の低い重原油が光を遮蔽すると、伝送損失が発生する。

シーケンサが監視している受光量は、LANを経由して中央制御室に設置されたPCとデータ通信される。PCの専用監視ソフトにより、受光量のリアルタイム監視、警報表示、警報履歴表示、過去のトレンド表示、閾値等の設定変更などが可能である。

検知部内の投光レンズと受光レンズの間には透明板が取り付けられており、流入した重原油がこの透明板に付着すると、受光量が低下する。

受光量が設定閾値を一定時間低下すると、シーケンサが漏油と判定して、警報（LED点灯、ブザー発報）を発報し、同時にPCが警報を画面表示する。受光量の監視やブザー発報はシーケンサが行うので、PCに不具合が生じても漏油監視に支障は生じない。また、シーケンサの稼働状況に

PCで監視しており、万一シーケンサ故障が発生すると、PCが警報発報するので、迅速な対処が可能である。

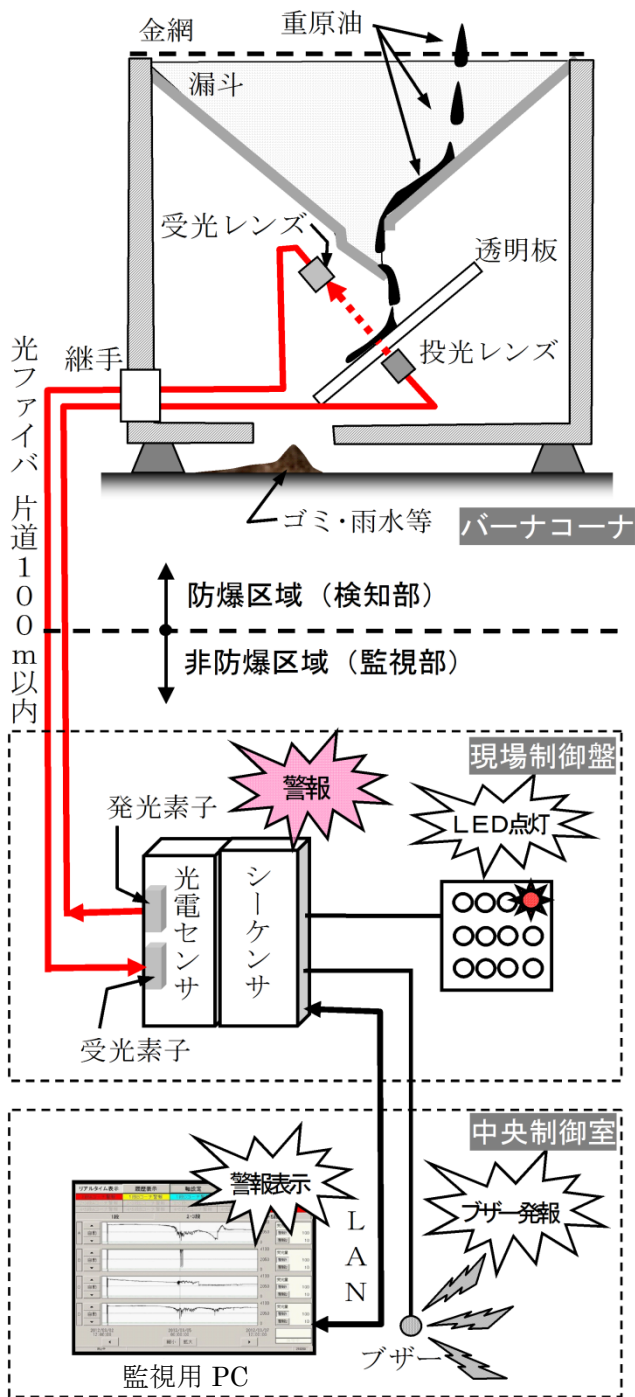


図1 漏油検知装置構成図

2.3 検知装置の性能

(1) 漏油検知性能

まず、本装置の漏油検知性能を確認するため、漏油模擬試験を行った。約2mlの重油を検知部

の漏斗のいずれの個所に垂らしても、重油は数秒で検知部内へ流入して、受光量が0%となり漏油を検知した(図2)。また、重油には粘性があり、一度透明板に付着するとLED光を遮蔽し続けるため、一過性で付着するゴミとの判別が可能である。

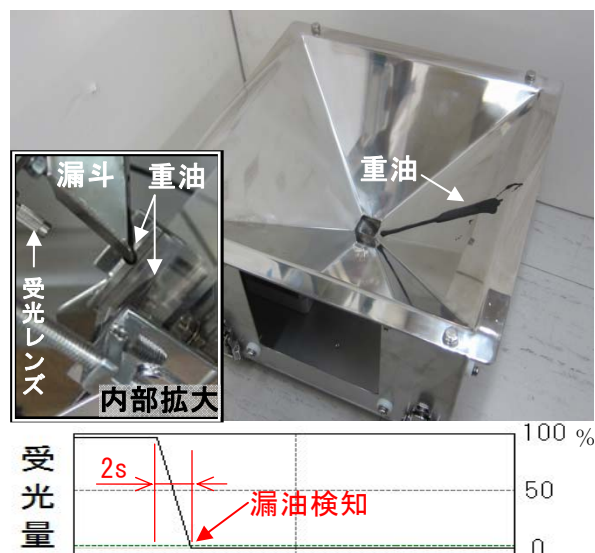


図2 漏油模擬試験

(2) 降雨対策

バーナコーナの監視個所は屋外にあるため、降雨模擬試験を行った。水道水をジョウロで直接検知部に散水すると、受光量が変動するが、受光量は10%以下にはならなかった。このことから、閾値をこの受光量未満にすれば、降雨による誤検知が発生しないことがわかった。

(3) ゴミ対策

ゴミなどが流入すると誤検知が発生する可能性があるため、検知部上部に金網を取り付けることにした。LED光の光軸上の透明板に3mm以上のゴミが付着すると、受光量が著しく低下することがわかっている。また、流入ゴミを確実に除去するには網目の小さな金網が望ましいが、重油が検知部内へ流入するのを阻害して、漏油検知を遅延させることが懸念される。そこで、重油が金網を透過して漏斗に滴下するまでの時間を、網目毎に測定した。

測定の結果、網目1.5mmの金網を取り付ければ、遅延時間を無視でき、更に誤検知の可能性のある

ゴミを除去できることがわかり、これを採用した。

(4) 拡張性

本装置はシーケンサで光電センサを一括監視している。そのため、現在のシーケンサに光電センサを追加するだけで、監視個所を増設することができる。また、シーケンサを追加して通信させることで、更に遠方の監視個所を増設することが可能である。

(5) 漏油検知の閾値

漏油模擬試験と降雨模擬試験などから、漏油検知の閾値設定を、「受光量0.3%以下を10秒継続」とした。

これは、重原油の漏洩が発生すれば受光量は0%となり続けるが、金網を透過する流入ゴミは数秒で排出されるためである。

3. 現地運用状況

3.1 設置状況

石油火力発電所ボイラのバーナガンからの漏油を効率良く捕集するため、検知部12台（A～Dコーナ×3段）をバーナガン下方に設置した（図3）。更に、シーケンサを現場制御盤内に、監視用PCと警報ブザーを中央制御室に設置した（図4）。

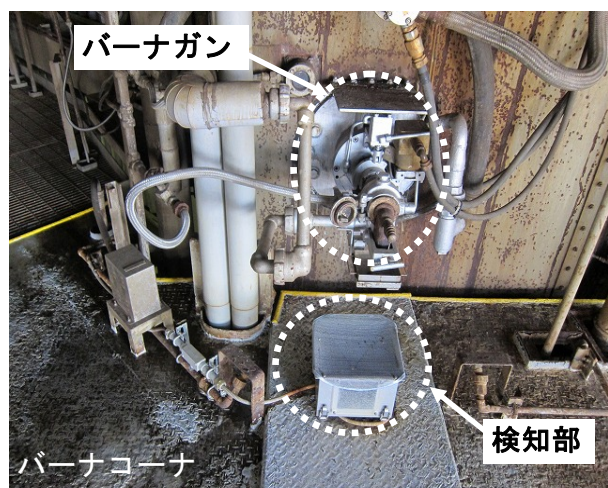


図3 検知部設置状況（バーナコーナ）

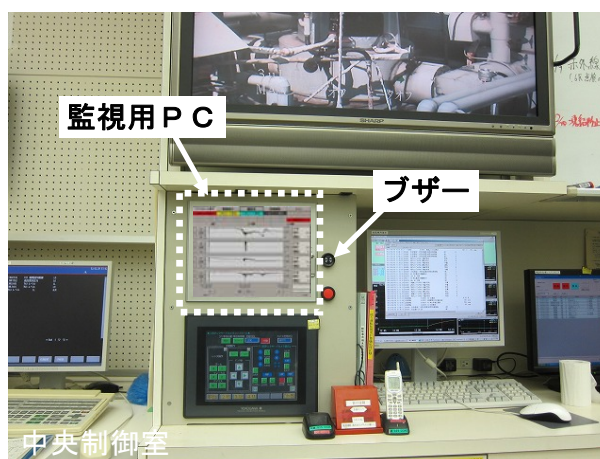


図4 監視部設置状況（中央制御室）

3.2 運用状況

運用中のトレンドグラフを図5に示す。

上段からA～Dコーナの受光量を、下段に現場周辺の降水量を示している。

受光量は常に100%を維持しており、時折、一瞬の低下が見られる。しかし、その低下は閾値を超えることはなく、誤検知なく安定監視している。

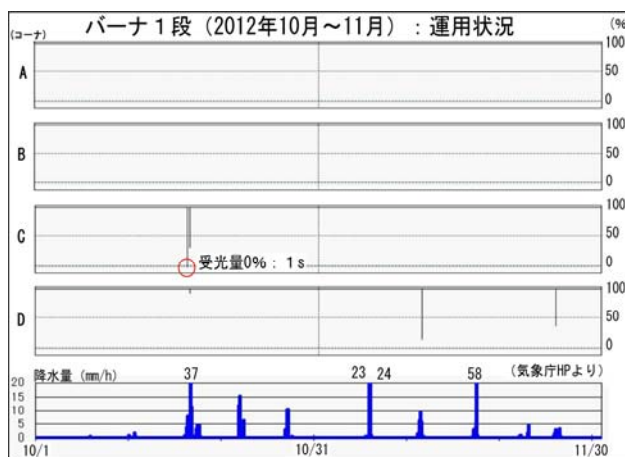


図5 受光量の推移（1段バーナコーナ）

4. まとめ

ファイバ光電センサ式漏油検知装置により、揮発成分の少ない重油の漏洩監視が可能となった。

【謝辞】

本研究は、四国電力(株)火力部より委託を受け実施したもので、ご協力いただいた関係各位に深く感謝いたします。