

レーザー光を利用した海水面レベル計の開発

狭あい部の計測技術向上

Development of seawater level meter using Laser

Improvement of measuring technique in the narrow space

(電力技術研究所 原子力・材料G 原子力T)

浜岡原子力発電所の取水槽の海水面レベルを非接触で測定するため、レーザーを利用したレベル計を開発した。このレベル計は液体、粉体、粒体などのレベルが非接触で測定ができ、さらに超音波や電波レベル計のような放射角を持たないため、狭あい部での計測が可能である。

(Nuclear Power Team, Nuclear Power and Material Group, Electric Power Research and Development Center)

A level meter (using Laser technology) has been developed for non-contact measuring of seawater level in the intake of Hamaoka nuclear power plant.

The level meter enables to measure the level of various substances such as liquid, particulate and powder.

This level meter does not need large measurement area like an ultrasonic or a microwave level meter.

1 背景および目的

発電所の取水槽レベル計は一般的に超音波レベル計が使用されるが、浜岡原子力発電所では耐震性強化を目的に、特別に柵がレベル計と海水面の間に設置されているため、超音波レベル計が使用できず、空気圧を利用したバブラ管式レベル計が使われている(第1図)。

この方式はセンサー部が海水中に没しているために海生生物の付着による定期的な清掃作業が必要で、メンテナンス費用を削減するため、これに代わる非接触式レベル計を開発することにした。

当て、被測定物質から帰ってくる反射光と基準レーザーとの位相差を比較し、反射光の遅れ時間を求めることによりレベル信号を得る方式(第3図)であり次の式で計算される。

$$L = (\lambda / 2) \times (\phi / 2\pi)$$

ここで L = レベル(m)

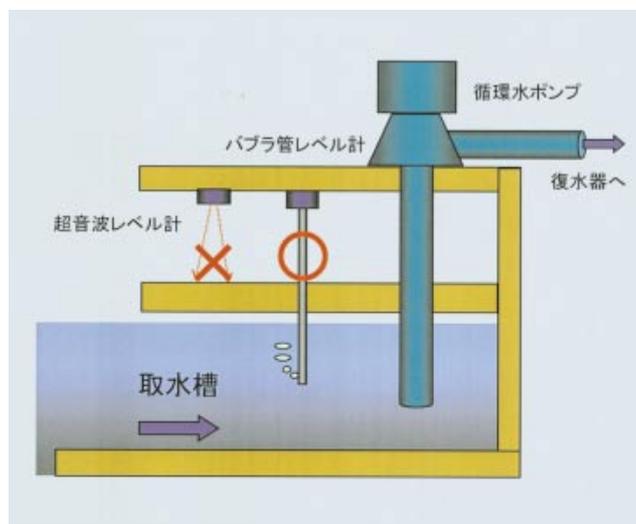
= 変調周波数の波長(m)

= 基準信号と受信信号の位相差(rad)

液体のレベル計測には水面からの反射光を利用するが、波による水面の揺らぎのため反射光が捕らえにくい特徴があり、液体を高信頼度で計測することは技術的にかなり難しい状況にあった。

本レベル計はこれらの液体の特性を考慮して、距離計をベースに光学系や変調回路さらに信号処理ソフトウェアなどに改良を加え開発したもので、その主な仕様を第1表に示す。

レーザーレベル計は室内での性能試験を経た後、浜岡原子力発電所3号機の取水槽に設置しフィールド試験を行った。



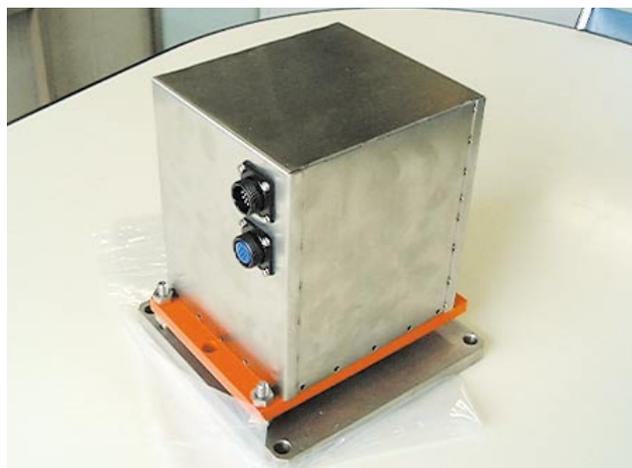
第1図 取水槽の水位計測

2 研究の概要

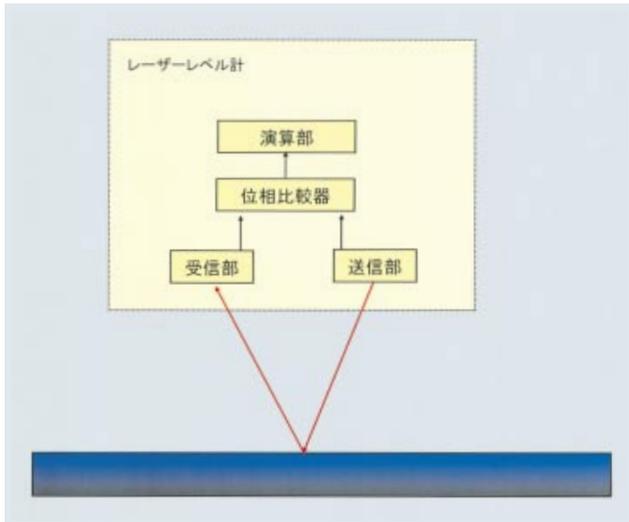
(1) レベル計の開発

半導体レーザーを使用した連続位相差方式のレーザーレベル計を開発した(第2図)。

連続位相差方式とはある周波数で振幅変調(光の強弱を与える)されたレーザーを連続して被測定物質に



第2図 レベル計の外観



第3図 計測原理

第1表 レベル計の仕様

項目	仕様
レーザー波長、クラス	650nmクラス3a
計測方式	連続位相差方式
サンプリング時間	1回/秒(可変)
計器スパン	0~10m
出力	4~20mA
電源	24V DC

(2) フィールド試験

現場での動作性能や自然環境の影響を調べるため、開発したレベル計を浜岡原子力発電所3号機の取水槽に設置し、約7ヶ月間のフィールド試験を行った(第4図)。

フィールド試験では、波の影響の他に豪雨や太陽光などの自然環境からも影響を受けたが、光学フィルタや計測定数の定数調整により対応できた。またレンズの汚損による光量低下はほとんど見られなかった。

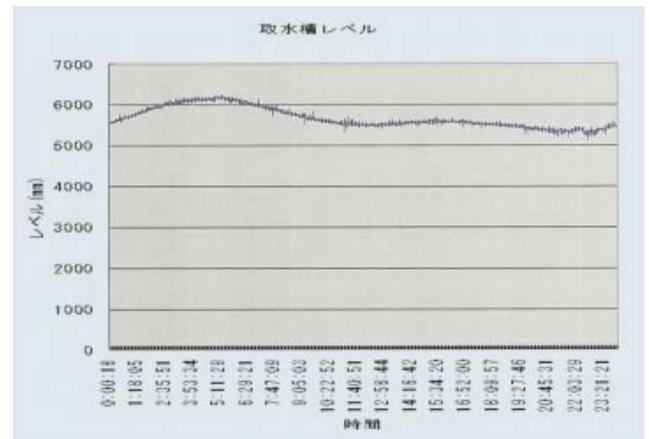
第5図は調整完了後のフィールド試験データをグラフ



第4図 フィールド試験風景

に示したもので、横軸に時間(24時間)縦軸にレベル計の設置位置から海面までの距離(mm)を表している。

本レベル計はグラフが示すように波の高低差を出力しているが、出力信号処理オプションにより波高を平均化して出力することも可能となっている。



第5図 24時間の潮位変化計測グラフ

3 研究の結果

固体、粉体は勿論、液体に於いても海水面に限らず非接触でレベル測定ができるレベル計を開発した。ただし、透明度が高く、底面が見えるような液体は、水面からのレーザー反射光より底面からのレーザー反射光の方が強く、反射ポイントが一定しないために安定した正しいレベル測定が困難であった。

4 今後の展開

(1) 現場への導入に向けて

原子力発電所の本設備として導入するには、十分な信頼と実績が必要である。このためプラントに影響を与えない、復水器アフタースクリーン(復水器洗浄用ボールの海洋流出防止のための網)の差圧測定用に本レベル計を設置して、信頼性と実績を確認することで計画を進めている。

(2) 製品化について

本レベル計は汎用レベル計としてのニーズは少ないと思われるが、下記のようなユニークな特徴があり、特殊用途用として普及が期待される。

- ア. 距離が離れた物質のレベル測定ができる。
- イ. 1cm程度の狭あい部でのレベル測定ができる。
- ウ. 本体とセンサーをファイバーで分離することにより完全防爆仕様となる。
- エ. 樹脂と液体などに層分離した廃液の樹脂レベルなどの測定ができる。



執筆者/新開徳行
Shinkai.Noriyuki@chuden.co.jp