

# PS I - 9 光電素子を用いた変位計測装置の開発

西松建設株式会社 土木設計部 正会員 西村 茂樹

## 1. 本装置の概要

本装置は山岳トンネル掘削の際の内空変位の測定を自動化する目的で開発したものであるが、シールドトンネルでの自動中心設定や機械掘削の余掘防止装置への応用の他、あらゆる地盤・構造物等の変位量の測定も可能であり、将来は大地震や火山噴火の予知計測にも適用可能になると考える。

この装置は固定した不動点から発振されるレーザビームを基線として、それからの変位量を自動かつ連続的に計測するもので、LASDISと称する。変位量の計測範囲は $\pm 100\text{mm}$ の200型、 $\pm 50\text{mm}$ の100型、 $\pm 25\text{mm}$ の50型の3種類で、何れも一軸型と二軸型とがある。又、小規模トンネル用として、自動機能と連続機能をカットしたマニュアル操作のもの（LAMDIS と呼ぶ）も同時に開発した。

この装置の特徴は、

- ①一つのレーザビーム上にある多点同時計測が可能である。
- ②LASDISは連続測定ができるので、変位に対する解析が容易となる。
- ③測定精度は人工光下で $0.1\text{mm}$ 、太陽光下で $0.5\text{mm}$ である。
- ④測定距離はレーザ発振装置によって決まるので、通常の測量用レーザでは $300\text{m}$ 以下となる。但し、肉眼では薄くて見えなくても、センサが捕えることができれば測定可能となる。

なお、本装置は特許出願中である。

## 2. 本装置の原理と機構

### (1) 原理

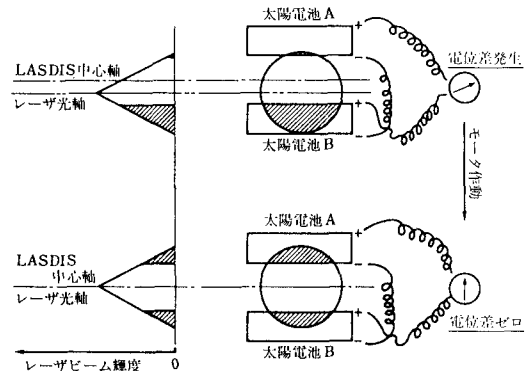
ある間隔を持った1対の起電力の等しい太陽電池をセットした板を考える。この2つの太陽電池の間の中心をレーザ光軸が通過すると、これらの1対の太陽電池の出力電圧は等しくなる（図-1、下）。

$$V_A = V_B \quad \text{①}$$

今、上記の太陽電池板をレーザ光軸に対し僅かに移動させると、2つの太陽電池の出力に差が生じる（図-1、上）。

$$V_A' - V_B' = |\Delta V| \quad \text{②}$$

この時太陽電池板を、 $\Delta V = 0$  になるまで移動させると、この移動量が変位量となる。したがって、この太陽電池板を、トンネル壁面あるいは測定対象物に固定しておけば、壁面あるいは対象物の変位量を計測できることになる。以上が1軸の原理であるが、2軸の場合も全く同様である。



### (2) 機構

①光学系 ②光電変換系 ③変位検出系

④記録系の4つの系に分けると、①はレーザ発振器、②及び③がLASDIS本体となり、④は

図-1 原理

打点記録計、連続記録計、CPU等で選択は自由である。②及び③の部分の機構を図-2に示す。

### 3. 計測の実測

(1) 昭和産業（株）鹿島工場、65000DWT横桟橋で、係船時の荒天による風波による水平変位量の3点同時連続測定（内1点は垂直も併測）を距離：68m、124m、179mで実施し、風速20m/s時にN0.3点で40mmの水平変位の計測に成功した（1988年1～4月、100型）。

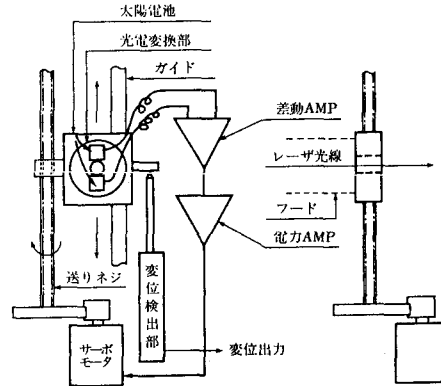


図-2 機構

(2) 住友セメント（株）小倉鉱山坑内で、下部レベル採掘の影響を検討するため、上部坑道の踏前定点で垂直・水平両方向とも距離80mで連続計測を行った（1987年12月～1988年7月、100型）。この調査で、坑道内の作業振動（ダンプトラック、ジャンボ、ショベル等の運行、発破等）が予想外に大きいこと（0.8mm程度に達する）を発見した。レーザビームに雨滴が落下すると、その凸レンズ作用によりビームが屈折を起すこと、気温、湿度等の影響により曇気楼現象の発生することや、原因不明ではあるが、恐らくは潮汐力の影響ではないかと考えられる比較的長周期の振動波をとらえる等、数々の知見を得た。

(3) (2)と同じ場所で50型を用い、CPU記録を併用し、変位の他に、気温、湿度、気圧、風速等の諸条件の同時測定を1989年4月より実施の予定である。

(4) その他、栃木県足尾発電所立坑壁の掘削中の変位、北陸自動車道能生トンネルの掘削中の変位、JR東京駅地下ホーム、JR東北新幹線高架橋ピア等で変位の測定を行っている他、JR信濃川発電所導水路トンネル掘削でロードヘッダの余掘防止装置として使用している。

### 4. 今後の改善方向

光学系のレーザ発振装置は、現在ではガスレーザを使用しているが、レーザダイオードや発光ダイオードの利用可能性についても予備実験段階になっている。到達距離の増加問題が検討課題となっている。

光学系の環境条件による屈折現象が、未解決の難問である。したがって現在実施中の小倉での実績を踏まえて、より精度が高く、より安定性の優れた装置の開発に向かって努力を続けたいと考えている。

### （参考文献）

1. 西村 茂樹：トンネル掘削における内空変位測定装置（1985）日本鉱業会、昭和60年度春季大会、講演要旨集
2. 西村 茂樹：レーザ式変位測定装置について（1987）大阪府土木部、公共事業を推進するための新しい技術報告集