

1. はじめに

住宅建築の土台を設置する場合、土台の基礎造りの工程として、溝掘り・割ぐり敷設・突き固め・コンクリート土台の設置などの工程がある。現在はコスト低減・品質保証の観点から、土台は工場で製造しクレーンで現場に設置するという方法が採られつつある。その際、土台の設置方法・土台間の距離・土台の高さ・全体の並びなどの測定は、旧態依然として昔ながらの方法で職人さんの手作業により行われている。特に土台間の距離の測定は巻き尺による測定が主であり、測定者の「カン」に頼っているのが現状である(図1)。

そこで我々は、素人でも土台設置位置を容易に測定することができ、設置位置の修正指示等も合わせて教示できる屋外用距離測定装置の開発に着手した。距離を測定する方法としては、電波・超音波を用いる方法や光を用いる方法などがあるが、システムのコンパクト化が容易な半導体レーザーを用いる方法を採用した。現在、半導体レーザー素子は高出力化および低価格化が進み精密測定機器分野への活用などその利用方法が広範囲に渡りつつあ

るが、屋外などで用いる機器に活用しようとした場合、大気の状態がレーザー光の特徴である直進性へ大きく影響を与えるため、実用化における障害となっているのが現状である。

本研究では、開発を進めている装置の構成要素の中で重要な要素である半導体レーザー光の直進性を評価するシステムを構築し、大気状態における環境要因と半導体レーザー光の直進性との相関関係の解明を行った。

2. レーザ光の直進性と大気状態

2.1 レーザ光の直進性

屋外において光を用いて測定を行う場合、大気状態が安定している室内とは異なり、大気状態によりその直進性に大きく影響を受けることは容易に想像できる。さらに影響を受ける要因として、大気の変動(強風や雨など)により影響を受ける場合と、一見しては何の変化も見受けられないが微小な影響を受けている場合とに分けて考えることができる。しかもこれら環境要因は、個々に独立しているものではなく、複雑に関係していることも予想される。

そこで、各種大気状態とレーザー光の直進性の分散状況を自動測定するシステムを開発し、得られたデータから大気状態の変動とレーザー光の直進性との相関関係を解明することとした。このシステムにより大気状態からどのような影響をどの程度受けているのかを解明するとともに、長期に渡る測定データをデータベース化し、そのデータを基に観測データを補正するための情報処理手法もあわせて開発を進めた。

2.2 大気パラメータの抽出

半導体レーザー光の直進性に影響を及ぼす大気パラメータとして、温度・湿度・気圧・風向・風力を考慮に入れて観測を行うこととした。各要素がどの程度の影響を及ぼすのか予測できないため、すべての要素についてデータを収集することとした。さらに、これら各要素は各々独立したものではなく、互いに影響を与えながら作用している可能性も考慮しなければならない。そのため、個々の要素の影響を調べる実験と並行して、どの要素とどの要素の組み合わせが相互作用として大きく働くのかという問題の検討も併せて行った。

3. 実験

長期に渡り自動的に半導体レーザー光の分散状態と大気状態を同時に測定するシステムの構築を行った。システム構成を図2に示す。ゆらぎ自動測定部においては、光源として波長635nm(出力6mW)の半導体レーザー(DL-4038-021:鳥取三洋電機株式会社製)を、受光素子として2次元光電素子(PSD素子)(S1881:浜松ホトニクス株式会社製)を用いてシステムを構築した。PSD素子からの出力は専用回路により出力信号を増幅した後、データロガー(R7326B:アドバンス株式会社製)に一時蓄えられる。その後、一定時間ごとに解析用パソコン(PC9801FA2:NEC社製)に自動的に転送し集計・解析を行う。今回製作した発光部・受光部ユニットを図3,図4に示す。一方、大気状態測定部においては各種大気状態(温度・湿度・気圧・風向・風力)を専用モニタリングシステム(ウガ

図1 建築現場における作業風景



図1-1 コンクリートの流し込み風景

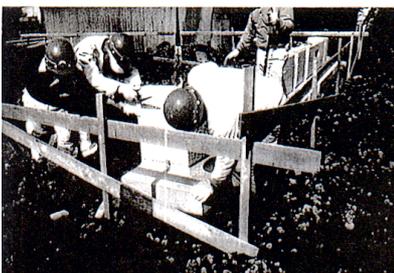


図1-2 土台設置作業風景

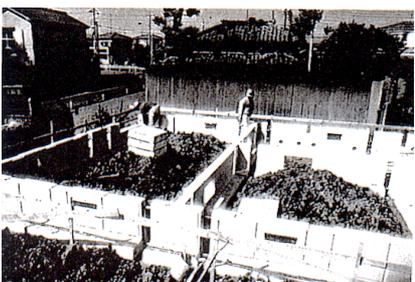


図1-3 土台設置作業終了後の風景

* 生産技術部

** (株)ベテル

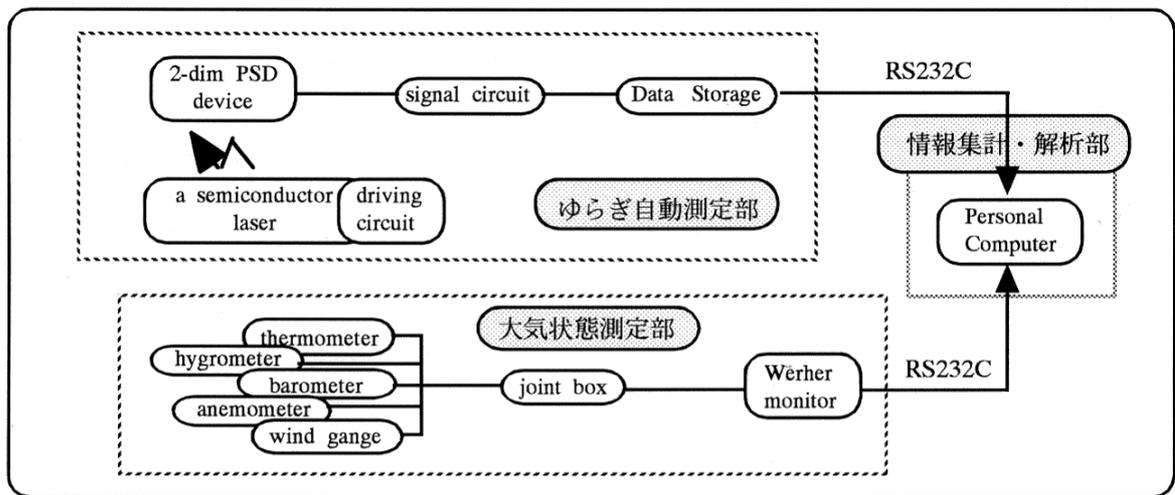


図2 基礎データ測定システムブロック図

モーター（米・DAVIS社製）により集計した後、一定時間ごとにやはり解析用パソコンに転送する。大気状態モニタリング部を図5に、集計・解析用パソコンの外観を図6に示す。また、今回開発した実験システムを用いて屋外にて測定を行っている様子を図7に示す。



図6 集計・解析用パソコンの外観

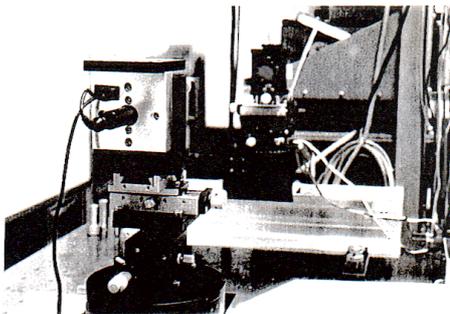


図3 発光部ユニットの外観

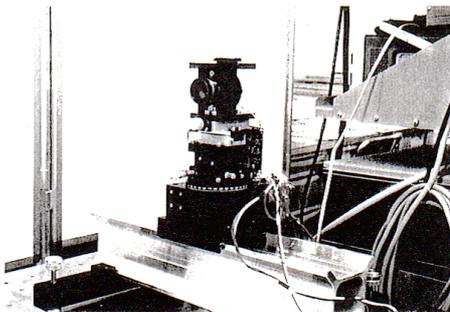


図4 受光部ユニットの外観



図5 大気状態モニタリング部

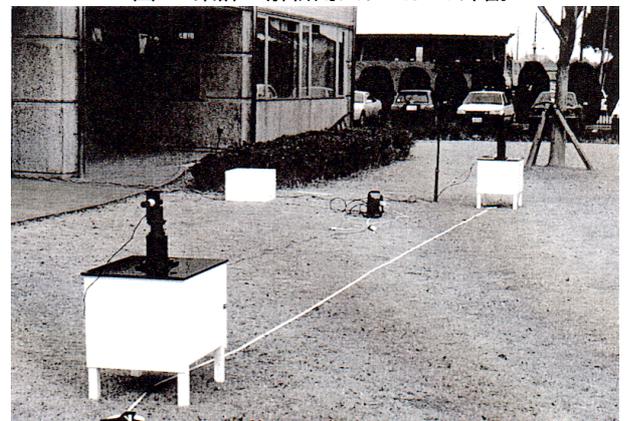


図7 フィールド実験の様子

4. 実験結果

今回フィールドにて観測した結果の一例を図8(a)(b)に示す。発光部である半導体レーザー素子と受光部であるPSD素子間の距離は約30mとし、地上から1mの高さにて観測した。図8(a)はPSD素子上の水平方向の時間的な変位を、図8(b)は垂直方向の変位を表している。また図9は、ある一定時間内において、半導体レーザー光の中心がPSD素子上の2次元平面内において、どのような位置を変動しているのかをプロットしたものである。これらにおける観測時間は60秒間であり、その間に100回サンプリングを行っている。

また、長時間に渡り一定間隔（20分間隔）をおいて観測した結果を図10(a)～(c)に示す。図10(a)(b)はPSD素子上におけるレーザ光のスポットの中心位置の水平方向・垂直方向の変位を、図10(c)はそのサンプリング時における、温度・風力の変動を示したものである。半導体レーザ光のスポットの中心位置は、60秒間に100回サンプリングを行い、その平均値を用いて表示したものである。

これら観測結果から、図8(a)(b)に示したような短い時間内における変動を見てもわかるように、半導体レーザ光のスポット位置は時々刻々と変動している。つまり、ある環境下における短時間の観測におけるデータを考える場合においても、多数回サンプリングによる平均値をその時間における観測データとして扱う方法とか、分散値を用いる方法などにより影響を少なくするような処理をすることが必要であることがわかった。また、図10

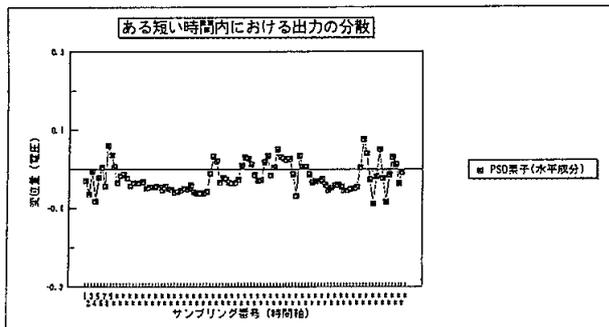


図8(a)観測されたレーザ光の中心位置の時間的変位（短い時間内における水平方向の変位の一例）

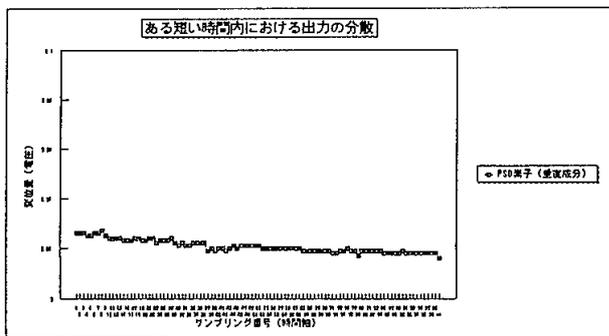


図8(b)観測されたレーザ光の中心位置の時間的変位（短い時間内における垂直方向の変位の一例）

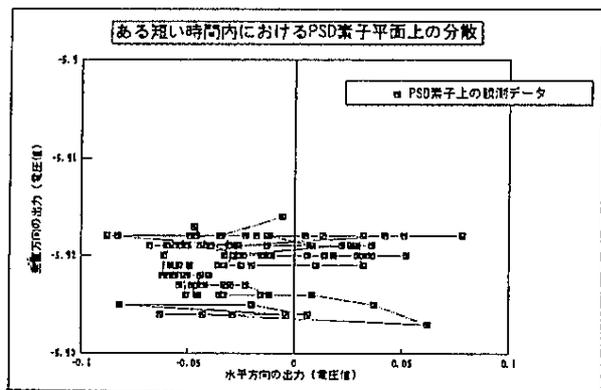


図9 PSD素子面上におけるレーザ光中心位置の変位（短い時間内におけるPSD素子平面上的変位）

(a)(b)に示したように大気状態の大きく変化する長時間に渡る観測においても変動があることがわかる。

このように観測装置を静的に固定したシステムにおいても、周囲の大気状態の変化により、観測されるデータに大きく影響を受けているため、屋外にて距離を測定する場合には、様々な時間に様々な場所へ持ち運ぶことが考えられるため、これら変動は重要な問題となることがわかる。また、収集された観測データの変動から、距離測定において真の値を得ようとした場合、何等かの補正を加えることが必要であることがわかる。

つまり何等かの処理を行った上で、初めてその時点での大気状態との相関関係を紐解くことが可能となる。現在、処理を行っていない生の観測データの収集を進めているが、併せてこれらデータの処理・解析手法をどのようにしたらよいか検討する必要がある。

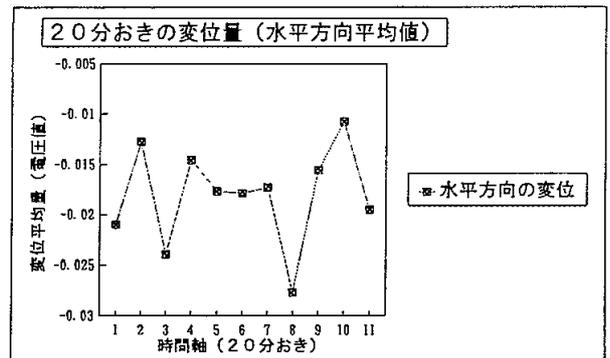


図10(a)観測されたレーザ光の中心位置の変位（長時間の観察における水平方向の変位の一例）

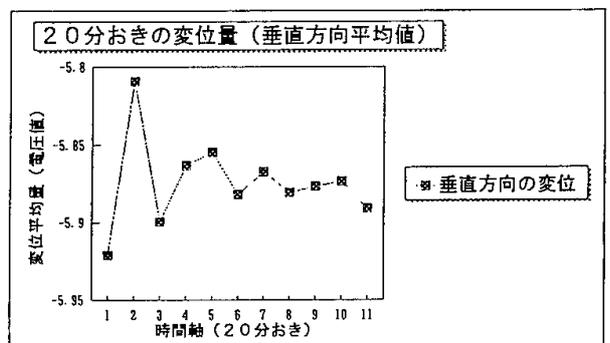


図10(b)観測されたレーザ光の中心位置の変位（長時間の観察における垂直方向の変位の一例）

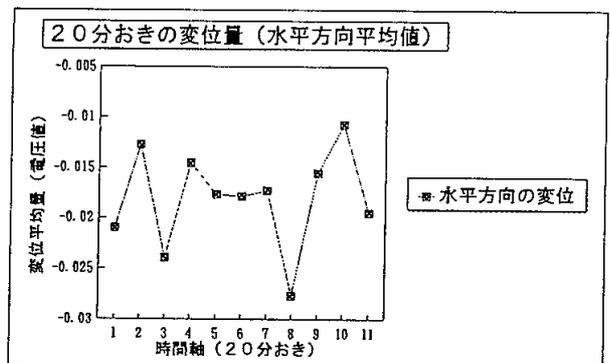


図10(c)観測時における温度・風力の変動

5. まとめ

今回のシステム構築および基礎実験を通し、以下のことが明確となった。

- ・短い時間内においても半導体レーザー光の中心位置の変動は起こるため、何等かの統計的処理を行う必要がある。
- ・一定間隔をおいた長時間にわたる観測においても、大気の状態により観測されるデータに大きな変動が現れるため、何等かの補正をかける必要がある。
- ・短時間における観測データに対し処理を施した後、初めて大気状態との相関関係を求めることができる。

つまり、観測データに対する解析処理を施した後、初めて大気パラメータの変動に対応したフィードバック量を定めることができ、距離測定における補正を行うことができることがわかった。

今後は、大気パラメータが複雑に関係している一般環境下における観測を継続して行い、データの統計的処理・解析方法を検討し、観測データの変動を定量化してゆく予定である。

さらに、環境パラメータの変動に沿った観測データへのフィードバック方法を検討し、開発を進めている実機に反映して行きたいと思う。

[参考文献]

- 1). 粟津清蔵監修：「測量」, オーム社(1993)
- 2). 武者利光編：「ゆらぎの科学」, 森北出版(1991)
- 3). 産学官共同研究報告書：「移動物体の計測と認識に関する研究」, 茨城県中小企業振興公社, (1990)
- 4). 宮下他：「レーザービーム方向制御による大気ゆらぎの補償」, 計量研究所報告, Vol. 40, No. 3, pp173-177, (1991)
- 5). 石川, 高木他：「半導体レーザー光の直進性の評価について」, 第35回SICE学術講演会予稿集, pp375-376, (1996)