

# クロスヘアレーザ法は 風力タービン計測の新手法

風力タービンのブレードから大型車両のフレーム、沖合の石油掘削機、艇体、組立式橋梁まで、大きな構造物でエンジニアがゆがみやねじれを正確に測定する必要がある箇所には、多くのアプリケーションがある。しかし、これらの状況の多くで、従来方法である加速度計あるいは他の基底基準技術を用いることは実用的ではない。

現在、米ボックスポロ・システムズ社のモジュラーレーザベースのDTMS（偏差および湾曲測定システム）というツールを使うことで、このような変形を高い空間分解能、大きな変位幅でリアルタイム計測できる。

基本的なDTMSモジュールは、赤色レーザのクロスヘアプロジェクタ、ディテクタユニットを搭載している。ディテクタ部分は、正方形配列の4つの線形フォトダイオードアレイで構成されている。これらのモジュールの1つ（ルートモジュール）を、テストすべき構造

物の片端にしっかりとマウントし、レーザビームが反対側の端に向けて放射される。2番目のモジュール（エンドモジュール）は、テスト構造物の他端第1の直接見通し線にマウントされている。

動作中、両方のモジュールは他のモジュールからのクロスヘア照明パタンの位置を感知する。これは4個のフォトダイオードアレイの交差点に基づいている。こうして、そのシステムはコンピュータの助けを借りて、終端モジュールの動作軸を同時計測する。ゆがみ、ねじれ、横方向変位を含めて、これらはすべて元のモジュールと関連している。

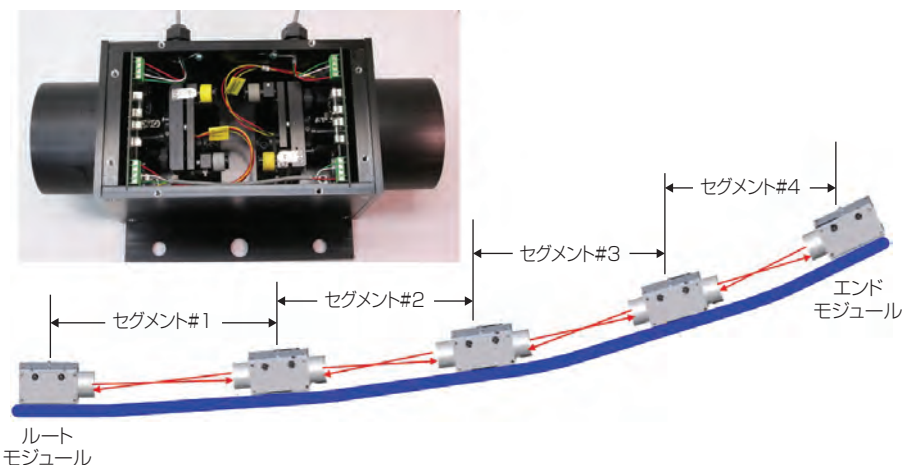
## リレイコンセプト

このシステムにとって本質的な1つの新開発は、リレイコンセプトである（図1）。ここでは、より長い距離に沿った計測を同じモジュールシリーズを使って一連の固定区分に分割する。このような両端が同じになっているモジュール

を、テストする構造物に沿ってユーザーが選択した箇所にマウントする。これら個々の双方向リレイモジュールは完全に対称性がある。コンパクトなリレイユニットは、2つの同じレーザダイオードプロジェクタとディテクタアレイアセンブリを搭載しており、相互に180°となるように設置されている。片方向モジュールで、もっと簡素なバージョンも提供しており、このモジュールでは計測する動きの自由度は3°だけとなっている。

そのレーザダイオードプロジェクタは、ホログラフィック光学素子（HOE）ではなく、屈折光学素子を使用する。その理由は、HOEの遠視野クロスヘアが実際には干渉縞であり、強度が不規則になるからである。これによって、距離やレーザダイオードの波長が変動し、このシステムの計測を危うくする。

DTMSは、ベクトルベースのアルゴリズムを採用している。ここでは個々のリレイユニットの位置が隣接ユニット、最終的には終端ユニットの1つに対してベクトルとして計算される。各リレイモジュールでは、座標系の原点がエンクロージャの両端の中間にあり、台座の底板から66.5mm上の位置にある。最もシンプルなフォーマットで、レーザダイオードプロジェクタは、リレイモジュール内部の固定マウントに保持されている。しかし、多くの例では、特に非常に湾曲した屈曲部分に関連する場合は、モジュールの底板に対してビームを2方向（ $\theta_x$ と $\theta_y$ ）に傾ける機能を持たすことで、セグメント数を少なくしてよりよい計測が可能



DTMSを使って高分解能で大きな振幅のゆがみを計測するには、分割アプローチが不可欠である。挿入写真は、双方向モジュールの1つ。カバーを外して、二軸調整が可能なマウントに設置した2つのレーザのクロスヘアモジュールが見えるようにしている（Siskiyou IAG 100P）。

になる。これは、レーザダイオードプロジェクトを調整可能なマウントに保持することで可能になる。

### 適切なマウントの探求

ベクトルベースの計測学では、レーザを測角的にマウントすることで精度が最大化される。これは、ビーム角度調整器によりビーム移動(ビームのウォークオフ)が生じないようにするためである。しかし従来の測角器では、コンパクトなモジュールのサイズが大きくなり、コストが上昇し、少なくとも2つの調整ねじの1つへの、簡単アクセスも制限される。その代わりに、ここで取り上げているシステムは、シスキュー社の特許マウント(モデルIAG100P)

を使用する。そのマウントは、コンパクトサイズの動力学的マウントであるが、測角動作ができる(光心を中心に回転)。同様に重要な点は、1インチあたり100スレッド(tpi)の両方のネジがビームパスの上にマウントされており、ネジに対するアクセスが容易になっていることである。そのマウント(マウントはシスキュー社が偏光部品の位置決めのために設計したものだが、それをボックスボロ・システムズ社が自社のDTMSに適していることを見出した)はしっかりしたロック機構を持っており、その機構は上面にマウントされており、DTMS精度の最適化にZ軸周囲クロスヘアの回転を可能にするロック機構ダイヤルを備えている。

システムの分解能は、ディテクタアレイの0.064mmピクセルピッチによって決まり、偏差の範囲は区分数の平方を単一区分範囲に乗じることで決まる。ここでは単一区分範囲は、ディテクタアレイの長さ(この場合は、23.5mm)である。

ボックスボロ・システムズ社の社長、ダン・ハンドマン氏は、湾曲度が大きな、あるいは偏差が大きな部分の計測にはDTMSが理想的ソリューションであると語っている。さらに、多点での動きを同時にリアルタイム(100Hzサンプリングレート)計測できることにより、多重共鳴運動やオーバートーンのモード形状が、それらの相対位相も含めて確認できる。(John Wallace) LWJ

## 光産業技術マンスリーセミナー



Optoelectronics Industry and Technology Development Association

### プログラム(1~2月)

No. / 開催日	講演テーマ / 講師
第 393回 2月16日(火) 15:30-17:30	「人工光合成:二酸化炭素の太陽光を用いた資源化の重要性と現状」 講師: 石谷 治氏(東京工業大学)
第 394回 3月15日(火) 15:30-17:30	「大容量光伝送技術の最新動向」 講師: 平野 章氏(日本電信電話株式会社)

- 場所 一般財団法人光産業技術振興協会
- 定員 各60名
- 参加費 光協会賛助会員:1,500円(税込み) / 一般参加:3,000円(税込み)  
※支払いは、当日受付にて現金でお願いします。

- 申込方法 オンライン申込フォーム >>> [http://www.oitda.or.jp/main/monthly/monthly\\_postmail.html](http://www.oitda.or.jp/main/monthly/monthly_postmail.html)
- 申込締切 定員になり次第締め切ります。なお、締め切った場合には Web 上にその旨を掲載します。

### 問い合わせ先

一般財団法人光産業技術振興協会マンスリーセミナー担当 潮田、綿貫  
〒112-0014 東京都文京区関口1-20-10 住友江戸川橋駅前ビル7F TEL:03-5225-6431 FAX:03-5225-6435  
E-mail: mly@oitda.or.jp URL: <http://www.oitda.or.jp/>