

VI-81 光ファイバーを用いた橋梁レベル自動計測システムの開発

大成建設(株) 正 員 ○内藤 正光 大成建設(株) 正 員 大河内政之
 大成建設(株) 正 員 市橋 俊夫 大成建設(株) 正 員 田中 茂義

1. はじめに

建設業において、測量作業は不可欠なものであり、データ処理、図化等の後処理を含む省力化、自動化が求められている。また、最近の工事における各種施工管理システムにおいても、データのリアルタイム処理を必要とする場合が多い。さらに、建設分野における省力化機械やロボットを開発する上でも、工場用ロボットとは異なり、移動機構に伴う位置決め制御を行うための正確な測量技術が望まれている。

現在、距離測量に関しては光波距離計が、角度に関してはデジタルセオドライトが商品化されている。また、両者の機能を有するトータルステーションにより電子化が進み、コンピューターとリンクすることによってデータ処理や図化等の実用化が計られ、施工時の管理に有効に活用されている。しかし、レベル測量に関しては、旧態依然として、標尺の目盛をレベル測定員が視準して野帳に記録するといった方法が主流となっており、本橋「2(2)」で示すような不都合が生じている。そこで、本開発は、レベル測量の省人化、自動化、データのリアルタイム処理を目標とし、コンピューター通信の機能を備えた装置の実用化をめざして行われた。

2. 橋梁の主桁レベルの測量

最近、レベル測量の省力化技術として、レーザーレベル(水平に回転するレーザー光の発信器とその受光センサーから構成されている)が実用化されており、現場での墨出し作業、水平検出作業等でかなり使用されている。しかし、これらのものはセンサーの受光部の長さが約50mmと短く、検出方法もレーザー光をセンサーの上側、センター、下側のどこで受光しているかを判定して、液晶の矢印やブザー音の違いで認識するだけのものである。また、数値として記録するには、標尺の側面にセンサーを取付けて、受光位置を探してその値を手書で記帳するしかない。ところが、張出架設中の長大橋梁の主桁において上記レーザーレベルを使用するには、以下の機能がさらに要求される。

- (1) センサーの受光部が十分に長いこと —— 計測時の状態によって、主桁のレベルが大きく変化する。
- (2) 受光位置(高さ)の数値化、およびデータのリアルタイム処理 —— 測点が非常に多く、測量作業、データ処理が現場工程上のクリティカルパスとなり、特に温度変化が急激な場合には、データの同時性がキーポイントとなる。

これらの点を補うことができれば、図-1に示す様にセンサー受光器を配置することにより、各張出ブロック架設サイクル毎に3~4回行われるレベル測量が大幅に省人化、リアルタイム化され、施工精度の向上、工期の短縮へ大きく貢献することとなる。

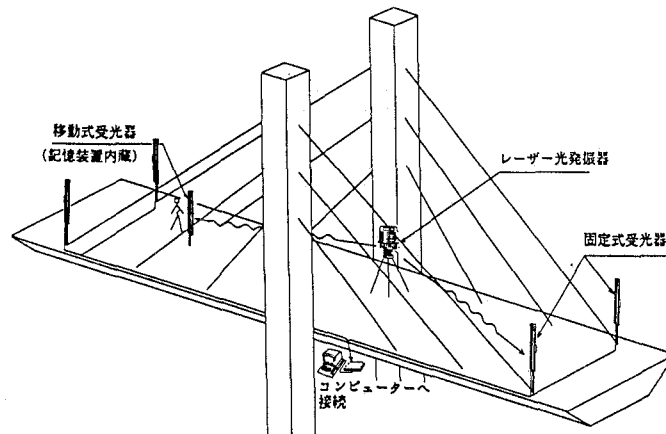


図-1 PC斜張橋架設におけるレベル測量への応用

3. 開発内容

以上の要求を満足すべく、今回開発した受光器には以下の特長がある。

- (1) 標尺が細長く、しかも全長に渡り受光機能を備えている。
- (2) 受光分解能力が十分に高い。
- (3) 使用する光センサーの数が少ない。
- (4) レーザービームの中心位置の値をデジタル表示する。
- (5) データ記憶装置を内蔵し、また、コンピューターとリンクすることが出来る。

従来技術で(1), (2), (3)の機能を得るためには、多数の光センサーを並べる方法があるが、以下の理由で実施が難しい。例えば、1mの長さの受光部を1mmの分解能で構成しようすると、市販の光センサーが1000個必要となり、また、その増幅回路、演算回路も同数必要になる。しかも、外形寸法が1mmという大きさの光センサーは市販されていないため、千鳥状に配列せざるを得ない。そのため高価になり、また外形寸法も大きくなってしまう。この問題を解決するために次の方法を考案した。

図-2に示すように、光ファイバーの端面を高さ方向に一定のピッチで整列させたものを受光面とする。他端は以下の規則で群分けして、それぞれ1つの光センサーに接続する。例えば、16mmの受光面を1mmピッチの分解能で得ることを考える。1a, 2a, 3a, 4aの出力端をAの光センサー、1b, 5b, 9b, 13bの出力端をBの光センサーというように群分けする。従来方式では16個の光センサーが必要であったが、半分の8個の光センサーで受光位置を判別できることになる。この方法では、長いものに対応する場合、列数を増すことで光センサーの減少の割合は有利になる。例えば、1mを1mm

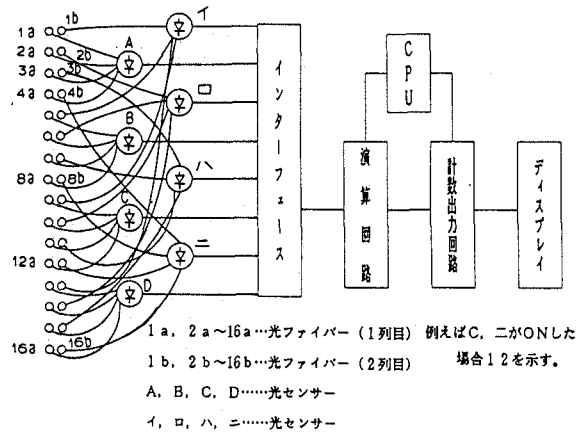


図-2 受光器内配線例

の分解能で計測する場合、第1列では末尾の同じものを1つの光センサー、2列では10の位が同じ数のものを1つの光センサー、第3列では100の位が同じ数のものを1つの光センサーに入れるという組合せをすると、30個の光センサーしか必要なくなり、光センサーを単に並べる方法に対して 30/1000になる。同様に10mを1mmの分解能で計測するには、4列にして考えると40/10000になる。以上のように、使用するセンサーが激減するため、後続の増幅回路、演算回路が同様に減少し、1回の測定は瞬時に終了する。

これに(4)の機能を兼備えることにより、計測中のデータ確認、抽出が可能となる。また、(5)の機能により、常時計測を必要とする位置にはコンピューターと直接リンクした固定式受光器を、その他の位置には記憶装置を内蔵した移動式受光器を、状況に応じて使用することが可能となる。

4. 結論

以下に、本開発による効果を列挙する。

- (1)省力化、高精度化、多点同時計測の達成→地盤沈下、橋梁のたわみ量、タンクの沈下等の無人計測
- (2)リアルタイム計測、連続計測を実現→海上構造物や作業船のような揺れるものへの適用
移動しながらの道路、滑走路、レール布設等の連続測量への応用
- (3)その他→鉛直回転レーザーを使用することにより、水平方向変位の計測への応用

5. おわりに

本開発により、長年停滞していたレベル測量技術の省力化、リアルタイム化、高精度化への道を開いたものと確信しているとともに、今後の応用技術への発展をめざしてさらに研究中である。尚、本開発結果の現実利用として、現在、東名足柄橋のレベル測量への適用を実施中である。