

III-555

ジャイロを用いた山留め変位計測システムの研究

榑竹 中 土 木 堀 淳二 大西常康 桜井 洋

榑竹 中 工 務 店 青木雅路 松尾宏司 新村知史 加倉井正昭

三菱フレッシジョン(株) 安井 訓 高木 博 近藤秀雄 長谷川博 川野谷仁

1. まえがき

衛星、航空機、飛翔体など各種の航行体の方向制御・姿勢制御には、ジャイロと呼ばれる高精度機器が用いられている。近年、各種のジャイロがアンカー孔の精度管理や埋設管の位置計測など、建設工事に応用される事例がとみに増えてきている。本報告は、山留め工事の変位量を測定するために新たに開発した、ジャイロを用いた計測システムについて述べるものである。

2. 計測システムの概要

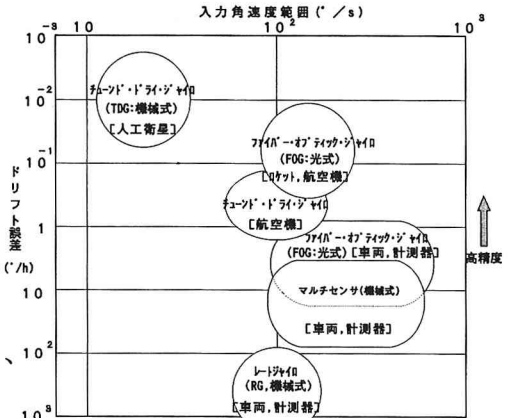
ジャイロは、姿勢が変わる際の角速度を検出するもので、ジャイロの検出した角速度の水平・鉛直成分を積分することによって方位角・傾斜角の変化を短時間で精度良く求めることが出来る。しかも、ジャイロの3軸構成により水平、斜め、鉛直などのどの方向の移動でも3軸の角度変化を連続的に測定できるという長所を持っている。

現在用いられているジャイロの種類と性能分布の例を、図-1に示した。ジャイロには、船舶や航空機の姿勢角検出などに用いられている機械式ジャイロ、ビデオカメラの手ぶれ防止などに用いられている振動式ジャイロ、ミサイルの方向制御などに用いられている光式ジャイロなどがあり、精度により図-1のように分類される。本システムで使用したジャイロはマルチセンサと呼ばれる機械式ジャイロで、1個で角速度2軸のほかに加速度2軸を測定でき、中精度に分類されるものである。

3. 測定方法

本システムでは山留め変位測定箇所には角パイプ(100×100mm)を設置し、マルチセンサを2個搭載した計測機本体部(以後プローブと呼ぶ)を管路内で走行させ、ケーブル巻取り長をプローブの移動距離とし、角パイプの上下左右の変位量(傾斜角・方位角×移動距離)を連続的に測定している。

計測システムの構成を図-2に示す。プローブには車輪が取り付けられており、片端からリールで巻取ることにより、管内を走行させて計測する。このとき、データの補正方法として始点・終点の2点を既知とした補正と計測中に生じるドリフト誤差の補正を行っている。写真-1に



ドリフト誤差: 1時間使用した時の角度誤差で表したジャイロ精度。

図-1 ジャイロの種類と性能分布の例¹⁾

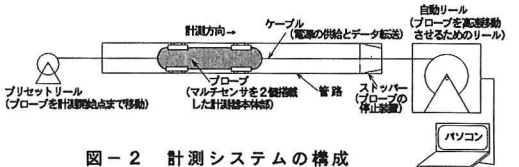


図-2 計測システムの構成

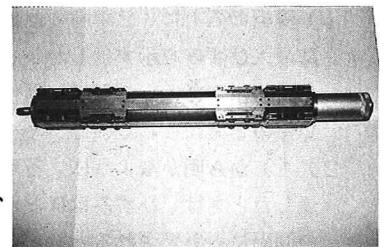


写真-1 プローブ

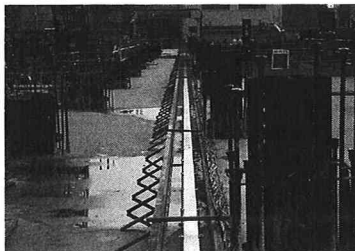


写真-2 管路

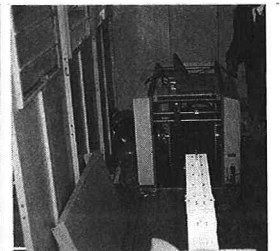


写真-3 自動リール

プローブ, 写真-2に管路の例, 写真-3に自動リールを示す。

4. 現場計測例

本計測システムを山留め工事に適用した。山留め平面と計測機器の配置を図-3に示す。本工事は、鉄骨鉄筋コンクリート造、地上3階地下3階、延床面積33,000m²のビルを建築する工事である。山留め壁は連続地中壁で根切り深さ10～19mを逆打ち工法により施工している。計測用の管路は1階逆打ちスラブ上に設置しており、計測長は130mである。

図-4に本システムで計測した結果の一例を示した。計測は測定毎に5回行い、その結果を平均した値を測定結果とした。本システムの測定時間は10分×5回=50分程度であり、現状では始点・終点の両側に計測担当者が必要である。

図-5には始点側より40m, 80m, 120mの地点に設置した傾斜計と本システムによる計測結果との比較を経時変化で示した。初期値が異なるため変位の絶対量には差があるが、経時変化としては比較的良い対応を示しており、本システムが有効に機能していることが裏付けられている。

図-4に示されるように計測結果にはバラツキが見られる。測定結果の分散は計測長130mでは約3mm, 計測長70mでは約2mmであり、計測回数5回における本システムの現状の精度と考えられる。精度は計測回数を増やすことにより向上すると考えられるため、測定長130mで計測回数を10回に増やした場合を試算すると、分散2.2mmとなる。但し、この場合には計測時間が倍増するという問題点がある。

5. 誤差要因と対策について

本システムの誤差要因と対策について述べる。主な誤差要因としては、①計測走行時のジャイロバイアスの変化②プローブと管路との隙間(アソビ)③管路の継目・異物等による角速度検出誤差などが考えられる。

要因①はセンサ特性に起因するもので、これはより高精度のジャイロを用いることにより精度向上が図れるが、製作費がかなり増えることが予想される。要因②, ③は管路の特性に起因するもので、②についてはプローブの車輪バネを強めて管路とのアソビを少なくすること、③については管路のジョイント部の製作精度を上げて段差を減らすこと、管路内を清掃することなどが有効な対策となる。なお、現場計測では亜鉛メッキ管を用いていたが、約1年後に管内清掃を行ったところ紙コップ1/3程度の量のサビ粉が出てきたため、今後はアルミやステンレス製の管の採用を検討する必要があると感じた。

6. あとがき

ジャイロを用いた山留め変位計測システムを開発し、実工事の計測に適用した。その結果、計測長130mでは精度3mm, 70mでは精度2mmが得られ、山留め工事の変位計測に十分適用可能なシステムであることが分かった。今後は、プローブの無線化や計測の無人化を検討し、自動計測可能なシステムとすることを目指したい。最後に計測を担当して頂いた関竹中工務店 菊池宏之氏、大石直治氏に厚く御礼申し上げます。

【参考文献】 1)早川義彰, 黒河明広: ジャイロの種類と構造, 計測と制御, Vol.26, No.2, 1987

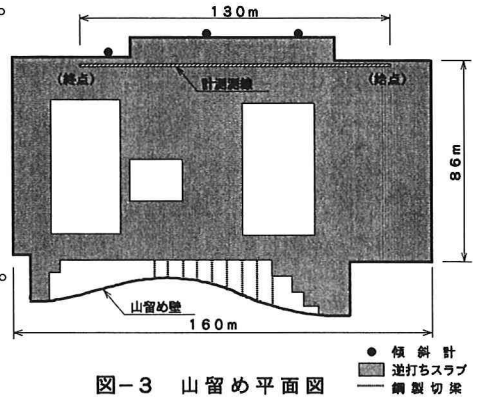


図-3 山留め平面図

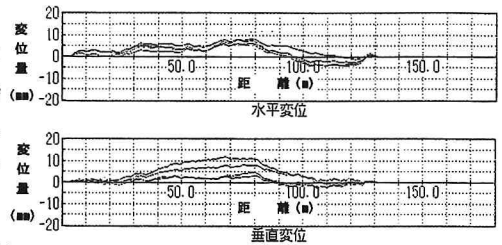


図-4 計測結果の1例

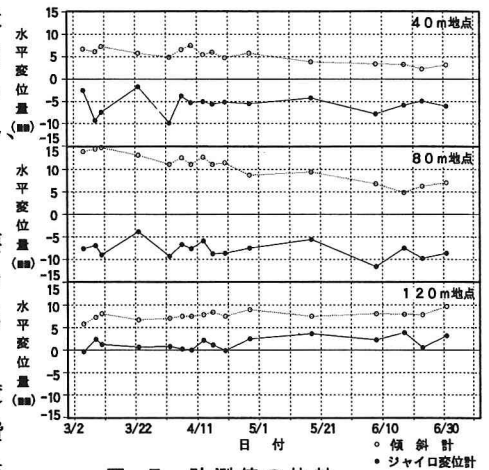


図-5 計測値の比較