

(90) 角度計の開発とそれを用いる地滑り計測その他への応用

【株】共和電業 正會員 ○ 鈴木 木沢田 信敏 光行也
同上 同上

1. はじめに

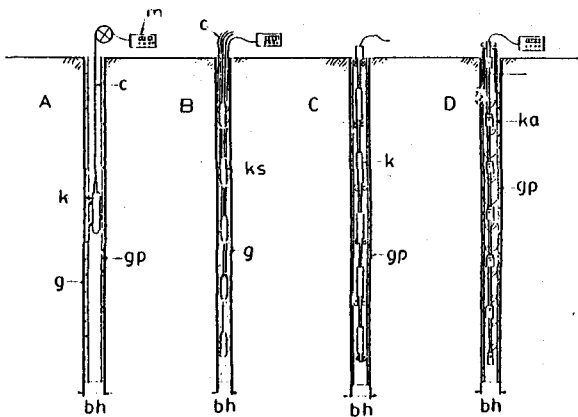
土木工事の施工管理計測では多くのひずみ計、傾斜計その他の変換器が用いられる。測定には変換器の設置点におもむき手持計器で計測し野帖にデータを記録し、後に室内でコンピュータにデータを入れて解析するか、変換器に接続されているケーブルを室内まで引こみ記録計にスキャナーを介してデータを蓄積したのちにコンピュータで解析するという手順をとる方法が普通である。このような従来の計測法は計測と解析のあいだに一時的な時間の断絶があるし、降雨そのた環境悪化時に、直ちにデータを取りこむことができなかったり、多数のケーブルを観測室まで引こまなければならないというわずらわしさがある。

いま地滑り計測を考えた場合、図1-Aに示すように掘さくされたボーリング孔内のガイドパイプないに傾斜計 K を降下せしめつつ計測し、野帳にデータを記録する場合も、また B にしめすように適当な間隔をたもたせて設置形傾斜計 KS を設置し、リード線を多数延長せしめてデータを記録する場合を考えても、いずれも地層移動の正解な解析はできないし、またデータのとりこみと解析とのあいだの連続性はない。

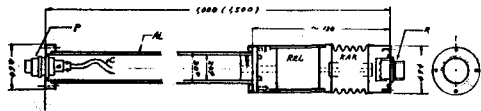
筆者の提案する計測法は上記の データ とりこみとデータ解析のあいだの一時的断絶をなくし、また複数ケーブルを廃して単線とし、変換器相互を幾何学的に連結し、データを有機的に接続して計測から解析表示までをリアルタイムにシステム化しようとする試みで、そのことを目的とした角度計を開発したのでシステム計測法と二三の応用について述べる。

2. 角度計の構造と特性

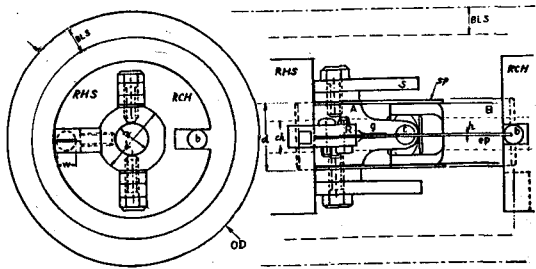
図-2 は角度計一組の全体構造概略図で K A K スペースは角度計本体が、R E L スペースはリレー部がとりつけられ C は 7 芯ケーブル、P はプラグで R はリセブタクルである。 角度計の外周は



図一 1 地滑り計測法



圖一-2 單位角度計構造說明圖

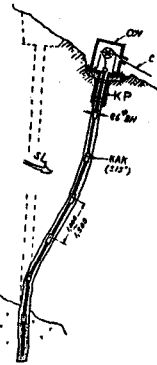
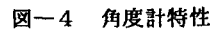


圖一3 角度計構造說明圖

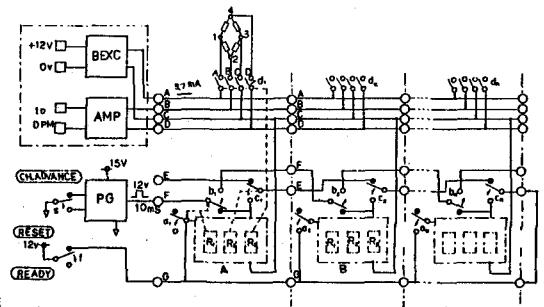
角度計本体の構造は図-3に示すように、軸Aと軸BはCを中心として紙面内で屈曲でき、紙面と直交方向にも屈曲できるが、その方向にはストッパーにより、屈曲角度は5度程度に制限される。epは厚みh、幅wの弾性板で軸Aに2本のボルトでとりつけられ、他端にはボールbがとりつけられており、軸Bと一体をなす部材RCHに設けられたガイド溝内を滑る。軸Aと部材RHSは一体をなしているの、両部材軸が一直線上よりCを中心として角度Kだけ傾くとすれば弾性板epはRを固定端とした片持梁のたわみを生ずることとなり、固定端近い弾性板表裏に接着されたストレンゲージgはひずみ変化を生ずる。この弾性板は軸Aに対し左右両側に〔紙面に対し、上下両側に〕とりつけられているので、ゲージ4枚でブリッジ回路を構成する。屈曲角度はストッパーsで±15度程度に制限され、屈曲挙動に弾性を保たせるために弾性板spが軸Aの上下左右に軸Bに渡らせてとりつけられている。角度計カバーをなすベローズの外径はODで示され、BLSはベローズのしめる空間である。

図-4 は角度計の特性を示し、優れた直線性と再現性をしめしており、これから角度計の常数が求められる。同図では角度は ± 15 度までが示されているが、それいじょうかなりの範囲まで良好な特性を示すが、ひずみが大きくなりすぎるので一応計測範囲はここまでとしている。

角度計を地滑り計測に応用するには図一五に示すようにボアホールBHを穿孔した後、ガイドパイプGPを挿入し、孔口に基準パイプKPをとりつけた後、単位角度計を孔口よりボルトとりつけをしながらかつぎつぎと垂下挿入する。同図は孔底固定型を示し、モルタルで固定されているが、吊下型とし、孔口部でフレームにとりつけ吊下げることのほうが使用後回収し、再使用できる可能性が高い。この際相隣る計器の計測方位は一定に保たれることが必要である。また各角度計はセンタリングプレートCENによりガイドパイプの中心線上に保持される。



図一5 角度計による地滑り計測



圖一6 連結角度計回路説明図

一連の組計器のケーブル C は7芯で孔口のカバー COV から隔たった計測管理室へ導かれ、このケーブルをとうして計測指令パルスが送信されるたびに角度計の電圧変化が順次、管理室の計器にアナログ送信される。

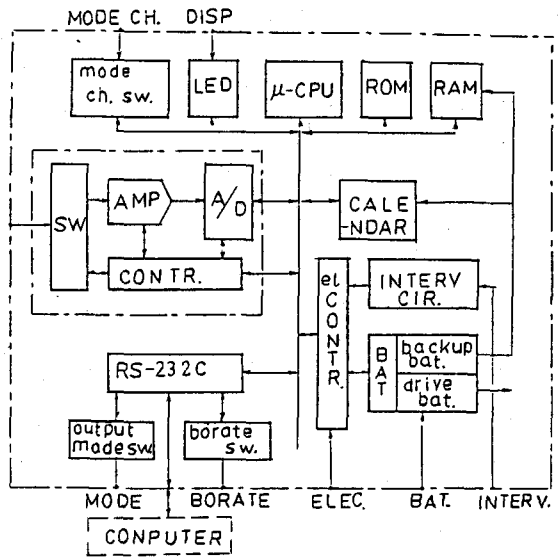
4. 計測回路

図一6 は計測回路の説明図で計測の初期状態を示し、回路を構成する7芯コードはコネクター A, B, C, D, E, F, G を介して相互に接続されている。いま第一の角度計について説明すると、角度計のセンサーであるブリッジ回路はリレー d 1 が閉じられている状態ではブリッジ回路電源 B E X C よりブリッジ回路1, 3を通り5. 7 mAの定電流が送られ、ブリッジ回路で生じた電圧変化は 2, 4 よりリレー d 1 のB, Dを通して増幅器AMPで増幅された後、計測器DPMに導かれる。リレー d 1 は組リレーAのリレーR 3が作動することにより同時に作動する。

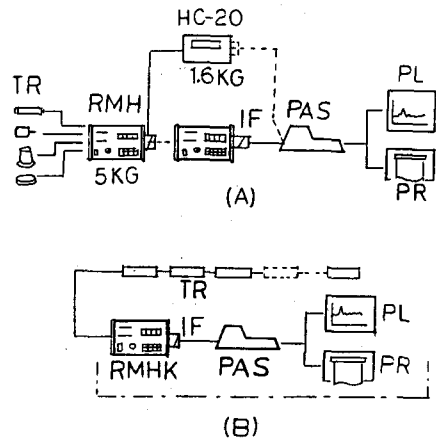
パルス発生器PGに附属するスイッチsを矢印の方に動かすと12V, 10mSの単一パルスが発信される。このパルスはF, b 1を通り、リレーR 1, R 2およびR 3を作動せしめる。そのためにリレーAのスイッチa 1, b 1およびc 1は矢印の方に動く。ところでリレーAのスイッチR 1, R 2およびR 3は後方〔RESET〕よりcn, c 2, E, c 1を通り12Vが作用しているため、前の状態を保持しつつ、スイッチ a 1, b 1, c 1およびd 1は矢印の方に動いたままの状態を持続しつつける。

つぎに再びパルス発生器からパルスが送信されると、リレーAのスイッチb 1は矢印の方に動いたままなので、この b 1 を通って隣接する角度計のコネクターFを通りリレーBのスイッチb 2を通りリレーR 1, R 2およびR 3に作動し、リレーAの場合と全く同じ作動状態を繰り返す。かくしてつぎつぎと相隣接するセンサーが計測されてゆくこととなる。最後のセンサーが計測された後は、RESETスイッチ f を矢印の方に押すことで回路は再び初期状態にもどる。

5. 計測器とコンピュータ



図一7 デジタルレコーダRMHK回路説明図



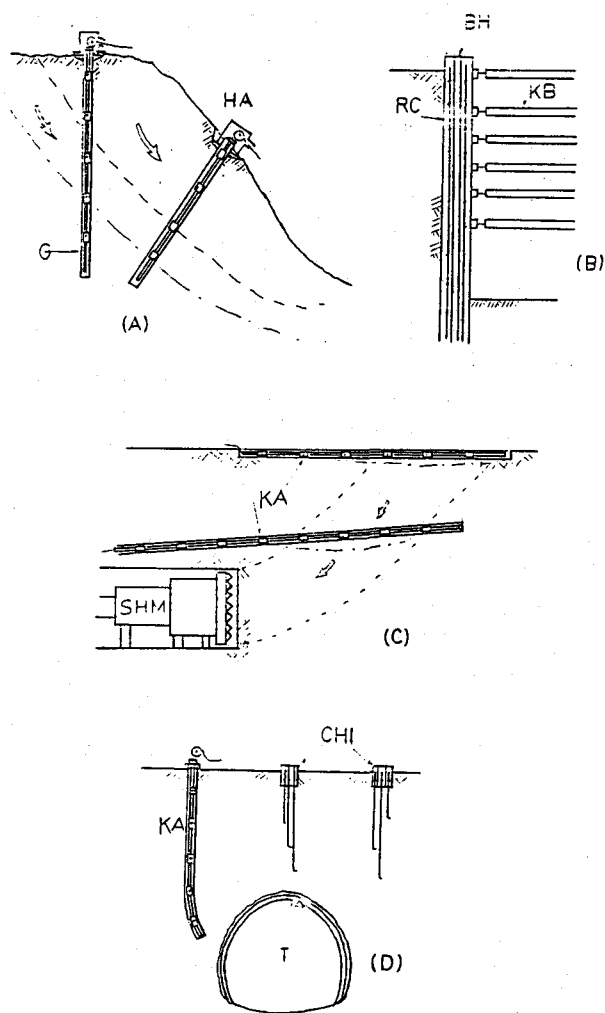
図一8 システム計測法

図一七は図一六の計測回路に使用される計測器の一例で同器RMHKはCPUからの指令によって制御されるコントローラを通して自動的に、あるいは意図的にスイッチ作動によりパルスが送信されるたびにアナログデータが入力されAMPで増幅された後にA/D変換されてデータはCMOSICをもつRAMに蓄積される。蓄積されたデータは同器のLED表示部でデジタル表示できるが、RS232Cインタフェースを通して外部コンピュータやプリンターに出力することもできる。

図一八は上記RMHKとパソコンをRS232Cを通して結びデータ転送を行うシステムを示したもので同図Aは従来のRMHデジタルレコーダに多数のケーブルが接続されているもので、スキャナーを通してデータを取りこんでいるが、RMHとパソコンが隔たった距離にある場合はRMHを持ちかえるか、あるいは例えばHC-20をRMHと結びデータを取りこんだのち、軽いHC-20を持ちかえりパソコンに結び解析を行うという手順をとる。今回提案の図Bは改良型計器RMHKを使用して、自動的にあるいは人為的に一本の7芯ケーブルによるパルス送信によりデータを取りこみ、RAMに一時的にデータを蓄積するが、希望する時刻にパソコンに入力し解析表示せしめることができるようにしたものである。

7. 角度計の二三の応用

図一九は角度計の応用例を示しており、図Aは地滑り計測であるが、角度計は任意の傾斜しているボアホールにも使用しうることを示しており、図Bは連続壁や土留壁の張りだしわんきよくを計測する場合で、図Cは軟弱層のシールド掘進でわずかな沈下でも問題となる場合、先進ボアホール内に、また地表に連結角度計を設置し、シールド機械操縦者自身が監視制御掘進する例であり、図Dはトンネル掘進の際、地層の流動方向の把握の可能なことを示している。



図一九 角度計の応用

8. むすび

土木計測用変換器としてストレンゲージ式の角度計を開発した。この角度計を連結して使用することとパルス送信によるデータとりこみにより単一ケーブルでリアルタイムに計測し解析することのできることを示した。

(90) Newly Developed Angle-measure Transducer and it's Application
by System Measurement.

by Ko SUZUKI ,Nobuyuki KUROSAWA and Toshiya KAWADA
(KYOWA Electronic Instruments Co. Ltd)

Angle-measure transducer has been developed and tested it's characteristics .Figure 3 shows the outline of structure.

The principle of transducer consists of a thin flat beam,of which one end is loaded and the other end is fixed,and strain-gages are fixed on the near surface of the beam fixed end.

The outputstrain - angle characteristics shows good linearity as figure 4. The sensitivity of outputstrain by angle 0.1 degree is $3E-5$.

This transducer can apply,for example,to the landslide measurement using the tandem-jointed measuring units. A concept of the application is shown on figure 5.

The measuring unit shown on figure 2 consists of an angle-measure transducer,a relay group and a connecting pipe.

The tandem-jointed measuring units circuit is shown on figure 6. In case of angle measurement,one pulse is sent from the pulse-generator, then the switches a,b and c are moved by the relay A and the switch d is closed simultaneously.

Then the current flow in the bridge circuit for measure the voltage change exerted by the angle change of the unit.

By the same system as explained above, the next unit's angle-change can be measured by the next sended pulse.

Figure 10 shows some application of the tandem-jointed angle-measure units.

3