

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

第2847180号

(45)発行日 平成11年(1999) 1月13日

(24)登録日 平成10年(1998)11月 6 日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 1 D 21/00

G 0 1 D 21/00

D

E 0 2 D 17/20

1 0 6

E 0 2 D 17/20

1 0 6

G 0 1 B 21/32

G 0 1 B 21/32

G 0 1 C 7/02

G 0 1 C 7/02

G 1 2 B 1/00

G 1 2 B 1/00

S

請求項の数 6 (全 6 頁)

(21)出願番号

特願平8-234903

(22)出願日

平成 8 年 (1996) 9 月 5 日

(65)公開番号

特開平10-82667

(43)公開日

平成10年(1998) 3 月31日

審査請求日

平成 8 年 (1996) 9 月 5 日

(73)特許権者

590005999

建設省土木研究所長

茨城県つくば市大字旭 1 番地

(72)発明者

吉田 克美

茨城県つくば市旭 1 番地 建設省土木研

究所内

(74)代理人

弁理士 佐田 守雄

審査官

後藤 時男

(56)参考文献

特開 平 9 - 325053 (J P, A)

特開 平 7 - 280601 (J P, A)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 地すべり変位測定方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 線状の形状記憶合金で形成された中心導体と、この中心導体の周囲に設けられた絶縁層と、この絶縁層の周囲に設けられた金属管とを有する地すべり変位測定ケーブルをボーリング孔に設置するとともに、前記中心導体の両端から通電可能なように導電線を設け、地すべり発生後に中心導体の両端に電圧を印加して発熱させ、中心導体に地すべり面の変位形状を記憶させ、電圧印加を停止して中心導体を引き抜いた後、再度電圧を印加して記憶した前記形状を再現させて、すべり面の変位量を測定することを特徴とする地すべり変位測定方法。

【請求項 2】 金属管に絶縁性と断熱性とを有するシース層を設けたことを特徴とする請求項 1 に記載の地すべり変位測定方法。

2

【請求項 3】 絶縁層が、第 1 絶縁層と第 2 絶縁層とからなり、第 1 絶縁層の周囲に第 2 絶縁層を設けたことを特徴とする請求項 1 に記載の地すべり変位測定方法。

【請求項 4】 第 1 絶縁層の材料が、絶縁性と、その燃焼温度が中心導体の形状記憶温度より低い特性とを有し、中心導体の形状記憶時、第 1 絶縁層が焼失して中心導体の引き抜きを容易にすることを特徴とする請求項 3 に記載の地すべり変位測定方法。

【請求項 5】 第 2 絶縁層の材料が、その燃焼温度が中心導体の形状記憶温度より高いものであって、第 1 絶縁層の周囲に第 2 絶縁層を螺旋状に巻装し、中心導体の形状記憶後、第 2 絶縁層の材料を引き抜いて、その後の中心導体の引き抜きを容易にすることを特徴とする請求項 3 に記載の地すべり変位測定方法。

【請求項 6】 第 1 絶縁層と、第 2 絶縁層とを交互に複

10

数層設け、中心導体の形状記憶時、第 1 絶縁層が焼失して中心導体の引き抜きを容易にすることを特徴とする請求項 3 に記載の地すべり変位測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、地すべり変位測定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、地すべり対策工事を行う場合には、地すべり地帯におけるすべり面の深度と変位量を測定することで対策工事の場所と規模を決定している。従来から用いられているすべり面の深度測定および変位量の測定法として、すべり面における変位量が比較的小さい場合には単一の測定方法を用いればよいが、変位量が大きい場合には複数の測定方法が併用して用いられている。

【0003】従来の地すべり変位測定方法において、地すべりが発生すると予想される地点において、すべり面における変位量が比較的小さいと予想される場合は、(1) 図 7 に示すように、ボーリング孔 2 内に、塩化ビニールパイプ 12 a の外側に一定間隔で複数の歪ゲージ 12 b を張り付けたパイプ歪計 12 を、塩化ビニールパイプ 12 a の周囲を砂 13 等で間詰めして設置し、所定の測定時において、すべり面 3 におけるせん断歪をパイプ歪計 12 の出力に基づいて、変位測定器 17 によって測定し、地すべりが発生している場合のすべり面の深度と変位量を求める方法が用いられている。

【0004】また、地すべりが発生すると予想される地点において、前記 (1) と同様に、すべり面における変位量が比較的小さいと予想される場合は、(2) 図 8 に示すように、ボーリング孔 2 内にガイド管として溝付の金属パイプ 14 をセメントミルク 15 等により固定して設置し、所定の測定時において、前記金属パイプ 14 の溝に孔内傾斜計 16 に設けられたころを案内させながら、金属パイプ 14 内へ孔内傾斜計 16 を挿入して、この孔内傾斜計 16 によって所定の深度間隔毎に傾斜角度を測定し、測定された前記傾斜角度に基づいて、測定された各深度におけるそれぞれのボーリング孔 2 の底面からの変位量を算出することによって、地すべりが発生している場合のすべり面 3 の深度と変位量を変位測定器 17' によって測定する方法が用いられている。

【0005】地すべりが発生すると予測される地点において、すべり面における変位量が比較的大きいと予想される場合には、(3) 複数の測定器を用いて、所定の測定時に、すべり面の深度と、すべり面の移動量とを組み合わせる方法が用いられており、(a) すべり面 3 の深度測定は、図 9 に示すように、ボーリング孔 2 内に同軸ケーブル 18 を、ボーリング孔 2 と、同軸ケーブル 18 との間隙に砂 13 等を間詰めして設置し、同軸ケーブル 18 の地上端末にオシロスコープ 20 を具えたすべり面測

定器 19 を接続したものをを用いて、地すべりが発生した場合、地すべりによって生じたすべり面 3 の大きな変位によって、そのすべり面 3 で同軸ケーブル 18 は切断され、そのとき同軸ケーブル 18 に地上側のすべり面測定器 19 から電気パルスを入射させると、入射波は同軸ケーブル 18 内を伝播して、前記切断点において反射され入射端において反射波として観測され、同軸ケーブル 18 内を往復する伝播速度は一定であることから、入射波と反射波との時間差 (図 10, T) をオシロスコープ 20 によって測定することによって、同軸ケーブル 18 の地上から切断点までの長さを求めて、すべり面 3 の深度とすることができ、また、(b) すべり面 3 の変位量の測定は、図 9 に示すように、ボーリング孔 2 内に、金属または塩化ビニール等のパイプ 21 a の中に挿通され、ボーリング孔 2 の底部に、アンカー 22 によって固定された金属ワイヤ 21 を前記同軸ケーブル 18 と同時に設置して、ボーリング孔 2 と、前記パイプ 21 a との間隙に砂 13 等を間詰めして、金属ワイヤ 21 の地上端末に変位量測定器 23 を接続したものをを用いて、地すべりが発生した場合、地すべりによってすべり面 3 の大きな変位を生じ、この変位量に応じて、金属ワイヤ 21 がボーリング孔 2 内へ引き込まれ、この引き込みによって地すべり発生を検知することができ、そして、金属ワイヤ 21 のこの引込量を所定の測定時に変位量測定器 23 によって測定することによって、すべり面 3 の変位量を求めるものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記のような従来の変位量が少ない地すべりを対象とした地すべり変位測定方法において、すべり面における変位量が大きくなると、(1) のようなパイプ歪計を用いた方法は、すべり面においてパイプ歪計のパイプがせん断を受けて破壊されて測定不能となり、(2) のような孔内傾斜計による測定方法においては、ガイド管の曲がりが大きくなることと、ガイド管自体が圧縮されてつぶれてしまい、孔内傾斜計自体の挿入ができなくなって測定不能となり、(3) のような測定方法においては、すべり面の移動量が大きくて、すべり面が複数存在する場合、同軸ケーブルは上側のすべり面で切断されるため、下側のすべり面の深度を測定することができず、金属ワイヤに引込量も複数存在する場合、すべり面のいずれかのすべり面の移動量に依存しているかが判らないという問題がある。

【0007】そこでこの発明の目的は、前記従来の (1), (2), (3) のような地すべり変位測定方法のもつ問題を解決し、複数のすべり面の変位量と深度とを容易に測定することができる地すべり変位測定方法を提供するにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】この発明は、前記のような目的を達成するために、請求項 1 に記載の発明は、線

状の形状記憶合金で形成された中心導体と、この中心導体の周囲に設けられた絶縁層と、この絶縁層の周囲に設けられた金属管とを有する地すべり変位測定ケーブルをボーリング孔に設置するとともに、前記中心導体の両端から通電可能のように導電線を設け、地すべり発生後に中心導体の両端に電圧を印加して発熱させ、中心導体に地すべり面の変位形状を記憶させ、電圧印加を停止して中心導体を引き抜いた後、再度電圧を印加して記憶した前記形状を再現させて、すべり面の変位量を測定することを特徴とするものである。

【0009】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、金属管に絶縁性と断熱性とを有するシース層を設けたことを特徴とするものである。

【0010】請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、絶縁層が、第1絶縁層と第2絶縁層とからなり、第1絶縁層の周囲に第2絶縁層を設けたことを特徴とするものである。

【0011】請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の発明において、第1絶縁層の材料が、絶縁性と、その燃焼温度が中心導体の形状記憶温度より低い特性とを有し、中心導体の形状記憶時、第1絶縁層が焼失して中心導体の引き抜きを容易にすることを特徴とするものである。

【0012】請求項5に記載の発明は、請求項3に記載の発明において、第2絶縁層の材料が、その燃焼温度が中心導体の形状記憶温度より高いものであって、第1絶縁層の周囲に第2絶縁層を螺旋状に巻装し、中心導体の形状記憶後、第2絶縁層の材料を引き抜いて、その後の中心導体の引き抜きを容易にすることを特徴とするものである。

【0013】請求項6に記載の発明は、請求項3に記載の発明において、第1絶縁層と、第2絶縁層とを交互に複数層設け、中心導体の形状記憶時、第1絶縁層が焼失して中心導体の引き抜きを容易にすることを特徴とするものである。

【0014】

【発明の実施の形態】この発明の実施形態を示す。図1～6において、前記従来と同様の部分については同一の符号を引用して説明を省略し、主として異なる部分について説明する。

【0015】この発明の第1実施形態において、地すべりを測定するための、図1に示す、地すべり変位測定ケーブル1Aは、線状の形状記憶合金で形成された中心導体4と、この中心導体4の周囲に設けられた絶縁層5と、この絶縁層5の周囲に設けられた金属管8とを有するものである。

【0016】前記のような地すべり変位測定ケーブル1Aを地すべりが発生すると予測される地点にボーリングしたボーリング孔2内に、ボーリング孔2と金属管8との間隙に砂13（図2参照）等を間詰めして設置する。間

詰めするものは砂13等に限らず、セメントミルク15等を用いてもよい。

【0017】中心導体4は、ニッケル・チタンを主成分とする形状記憶合金を線状に形成したものである。

【0018】絶縁層5は、絶縁性と、その燃焼温度が中心導体の形状記憶温度より低い特性とを有する紙テープを用いて、この紙テープを中心導体4の周囲に螺旋状に巻き付けたものである。

【0019】金属管8は、ニッケル・チタン系の形状記憶合金に比べて抵抗率が一桁低い銅等の導電性のよいものを用いて、絶縁層5の周囲を被覆して設けたものである。

【0020】そして、中心導体4と金属管8とを電氣的に直列接続するように、地すべり変位測定ケーブル1Aの上端末において中心導体4と金属管8とにそれぞれ導電線9を設け、また、地すべり変位測定ケーブル1Aの下端末において中心導体4と金属管8とを電氣的接続し、金属管8を1側の導電線の一部として利用して、中心導体4と金属管8とを電氣的に閉ループに形成して、中心導体4と金属管8との間に電流を供給する電源10を設ける。

【0021】このようなものにおいて、地すべり変位測定方法を説明する。まず、地すべり変位測定ケーブル1Aを設置した地すべり発生予想地点で地すべりが発生した場合、図2に示すように、すべり面3が生じ、このすべり面3において地すべり変位測定ケーブル1Aがせん断力を受け、地すべり変位測定ケーブル1A自体がすべり面3の変位に合わせて変形する。すべり面3の変位は地すべり変位測定ケーブル1Aの形状記憶合金である中心導体4に変形を伝えることから、地すべりが発生したと予想され、その地すべり変位量を測定したい所望時に、中心導体4と金属管8との間に電圧を印加すれば、ニッケル・チタン系の形状記憶合金は抵抗率が金属管8の銅に比べて一桁高いことから、中心導体4に自己発熱が生じて温度が上昇することとなる。

【0022】ここで、ニッケル・チタン系形状記憶合金の記憶温度は400～500であるため、直径3mmのニッケル・チタン系形状記憶合金の場合、約30分間通電することで、中心導体4は前記記憶温度に達して、すべり面3どおりの変形をし、変形したこの形状を記憶させることができる。そして、通電経路を前記のように同軸状態としていて、中心導体4からの放熱を少なくして熱効率を高めている。

【0023】そして、前記のような発熱によって、中心導体4が前記のような変形を記憶しており、同時に絶縁層5を形成している紙テープは炭化してその容積が縮小して、変形を記憶した中心導体4と金属管8との間に隙間ができて、中心導体4の引き抜きが容易な状態となっている。このような状態で電圧印加を停止してから中心導体4を引き抜く。この引き抜きに際して中心導体

4 は一旦記憶した形状に対して変形を受けるが、引き抜いた後に、中心導体 4 の両端より通電を行い、再度加熱を行うことで、地中で記憶された形状が復元され、復元されたこの変形量を測定して、その測定値をすべり面 3 の変位量として求めることができ、また、変位した部位を測定することによって、地すべり地帯における 1 箇所、又は複数個所のすべり面 3 の深度とそれぞれに対応するすべり面の変位量とを容易に求めることができる。前記の形状復元に必要な温度は 50 ～ 100 であるから、約 10 アンペアの通電を 10 分程度行えばよい。

【0024】第 2 実施形態は、第 1 実施形態において、地すべり変位測定ケーブル 1 A の代わりに、図 3 に示すように、前記地すべり変位測定ケーブル 1 A の金属管 8 の外周にシース層 11 を設けた地すべり変位測定ケーブル 1 B を用いたものである。このシース層 11 には絶縁性と断熱性とを有する高分子材料を用いる。このようなものにおいて、通電加熱時において中心導体 4 から周囲へ放散する熱量が低減して発熱効率が向上し、電力消費が低減する。

【0025】第 3 実施形態は、第 1 実施形態において、地すべり変位測定ケーブル 1 A の代わりに、図 4 に示すように、前記地すべり変位測定ケーブル 1 A の絶縁層 5 が第 1 絶縁層 6 と第 2 絶縁層 7 とからなる地すべり変位測定ケーブル 1 C を用いたものである。このようなものの第 1 絶縁層 6 は、第 1 実施形態の地すべり変位測定ケーブル 1 A に用いたと同様の紙テープの絶縁層であり、また、第 2 絶縁層 7 は、その燃焼温度が中心導体の形状記憶温度より高いアルミナ繊維を用いて帯状に形成して、第 1 絶縁層 6 の外周に螺旋状に巻き付けたものである。また、第 2 絶縁層 7 の外周に設けられた金属管 8 の外周に、図 5 に示すように、第 2 実施形態の地すべり変位測定ケーブル 1 B と同様のシース層 11 を設けてもよい。

【0026】このようなものにおいて、前記のように、形状を記憶させるための中心導体 4 の通電加熱によって、第 1 絶縁層 6 の紙は炭化するため、形状記憶後の通電停止時には、中心導体 4 の周囲と第 2 絶縁層 7 との間に隙間が生じていて、第 1 及び第 2 絶縁層 6, 7 の引き抜きが容易であり、第 1 及び第 2 絶縁層 6, 7 を最初に引き抜くことによって中心導体 4 と金属管 8 との間に隙間ができて、中心導体 4 の引き抜きがさらに容易なものとなる。

【0027】第 4 実施形態は、第 3 実施形態において、地すべり変位測定ケーブル 1 C の代わりに、図 6 に示すように、前記地すべり変位測定ケーブル 1 C における第 1 絶縁層 6 と、第 2 絶縁層 7 とを交互に複数層設けた地すべり変位測定ケーブル 1 D を用いたものである。このようなものにおいて、中心導体 4 が発熱した際、複数の第 1 絶縁層 6 が炭化して、中心導体 4 の引き抜きがさらに容易なものとなる。また、金属管 8 の周囲に、図示し

ないが、第 2 実施形態の地すべり変位測定ケーブル 1 B と同様のシース層を設けてもよい。

【0028】

【発明の効果】この発明は、前記のようであって、請求項 1 に記載の発明は、線状の形状記憶合金で形成された中心導体と、この中心導体の周囲に設けられた絶縁層と、この絶縁層の周囲に設けられた金属管とを有する地すべり変位測定ケーブルをボーリング孔に設置するとともに、前記中心導体の両端から通電可能のように導電線を設け、地すべり発生後に中心導体の両端に電圧を印加して発熱させ、中心導体に地すべり面の変位形状を記憶させ、電圧印加を停止して中心導体を引き抜いた後、再度電圧を印加して記憶した前記形状を再現させて、すべり面の変位量を測定するので、通電経路を同軸状態で行うことで中心導体からの放熱を少なくして熱効率を高めるだけでなく、複数のすべり面が生じた場合においても、各々のすべり面深度と変位量を容易に測定することができるという効果がある。

【0029】請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の発明において、金属管に絶縁性と断熱性とを有するシース層を設けたので、中心導体の発熱効率が向上し、消費電力が節減できるという効果がある。

【0030】請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 に記載の発明において、絶縁層が、第 1 絶縁層と第 2 絶縁層とからなり、第 1 絶縁層の周囲に第 2 絶縁層を設け、また、請求項 4 に記載の発明は、請求項 3 に記載の発明において、第 1 絶縁層の材料が、絶縁性と、その燃焼温度が中心導体の形状記憶温度より低い特性とを有し、中心導体の形状記憶時、第 1 絶縁層が焼失して中心導体の引き抜きを容易にするので、中心導体の発熱効率がさらに向上するとともに、形状記憶後の中心導体の回収がさらに容易にできるという効果がある。

【0031】請求項 5 に記載の発明は、請求項 3 に記載の発明において、第 2 絶縁層の材料が、その燃焼温度が中心導体の形状記憶温度より高いものであって、第 1 絶縁層の周囲に第 2 絶縁層を螺旋状に巻装し、中心導体の形状記憶後、第 2 絶縁層の材料を引き抜いて、その後の中心導体の引き抜きを容易にするので、中心導体の回収が容易にできるという効果がある。

【0032】請求項 6 に記載の発明は、請求項 3 に記載の発明において、第 1 絶縁層と、第 2 絶縁層とを交互に複数層設け、中心導体の形状記憶時、第 1 絶縁層が焼失して中心導体の引き抜きを容易にするので、中心導体の回収がきわめて容易にできるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の第 1 実施形態の地すべり変位測定ケーブルの断面図である。

【図 2】同上の第 1 実施形態の地すべり発生後の状態を示す断面図である。

【図 3】同上の第 2 実施形態の地すべり変位測定ケーブ

ルの断面図である。

【図 4】 同上の第 3 実施形態の地すべり変位測定ケーブルの断面図である。

【図 5】 同上の第 3 実施形態の他の地すべり変位測定ケーブルの断面図である。

【図 6】 同上の第 4 実施形態の地すべり変位測定ケーブルの径方向の断面図である。

【図 7】 従来のパイプ歪計を設置した状態を示す断面図である。

【図 8】 同上の孔内傾斜計を設置した状態を示す断面図 10

である。

【図 9】 同上の深度測定同軸ケーブルと、変位量測定ワイヤとを設置した状態を示す断面図である。

【図 10】 図 9 における地すべり発生後のオシロスコープ *

* プの画面を示す図である。

【符号の説明】

1 A ~ 1 D 地すべり変位測定ケーブル

2 ボーリング孔

3 すべり面

4 中心導体

5 絶縁層

6 第 1 絶縁層

7 第 2 絶縁層

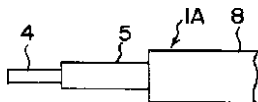
8 金属管

9 導電線

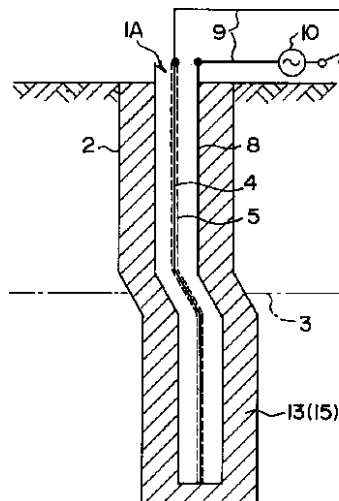
10 電源

11 シース層

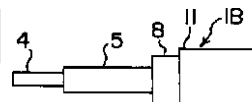
【図 1】



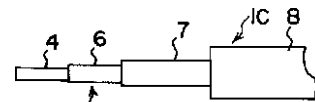
【図 2】



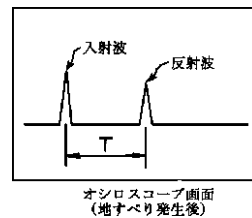
【図 3】



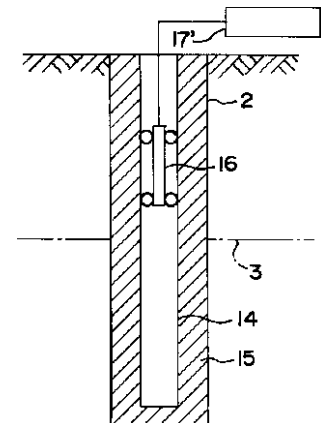
【図 4】



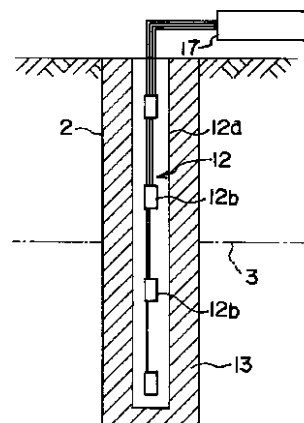
【図 10】



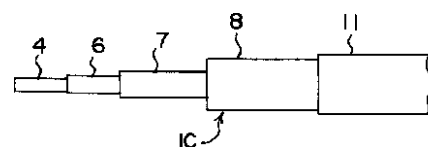
【図 8】



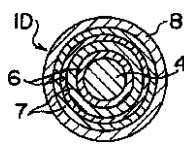
【図 7】



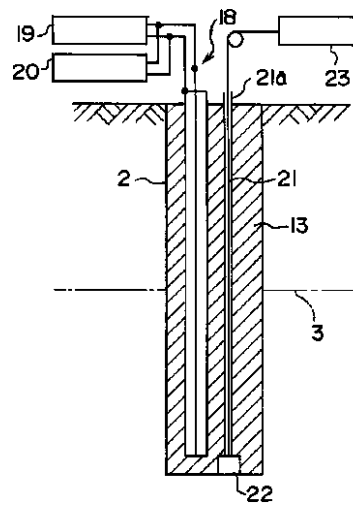
【図 5】



【図 6】



【図 9】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.⁶, D B 名)

G01D	21/00	
E02D	17/20	106
G01B	21/32	
G01C	7/02	
G12B	1/00	