

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3713539号

(P3713539)

(45) 発行日 平成17年11月9日(2005.11.9)

(24) 登録日 平成17年9月2日(2005.9.2)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

G O 1 D 21/00

G O 1 D 21/00 D

E O 2 D 17/20

E O 2 D 17/20 1 O 6

G O 1 C 15/00

G O 1 C 15/00 1 O 4 Z

請求項の数 3 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2002-213259 (P2002-213259)  
 (22) 出願日 平成14年7月23日(2002.7.23)  
 (65) 公開番号 特開2004-53490 (P2004-53490A)  
 (43) 公開日 平成16年2月19日(2004.2.19)  
 審査請求日 平成14年7月23日(2002.7.23)

(73) 特許権者 301031392  
 独立行政法人土木研究所  
 茨城県つくば市南原1番地6  
 (74) 代理人 100080115  
 弁理士 五十嵐 和壽  
 (74) 代理人 100071478  
 弁理士 佐田 守雄  
 (72) 発明者 杉本 宏之  
 茨城県つくば市南原1番地6 独立行政法  
 人土木研究所内  
 審査官 鈴野 幹夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 斜面変状の検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

斜面に所定間隔をおいて複数個設置された検出部と、これらの検出部を通過して配設された光ファイバと、この光ファイバ内に伝送される光信号の損失を測定する光ファイバ伝送損失測定器とを具えた斜面変状の検出装置であって、

前記検出部が、斜面変状による検出部の相互位置の変化に伴ない光ファイバに伝送損失を発生させる伝送損失発生機構と、この光ファイバを損失発生前の状態に復帰させる伝送損失復帰機構とを具え、

前記伝送損失発生機構は、その一端が隣接する検出部に固定されたワイヤと、このワイヤの他端が巻き付け固定されワイヤの引き出し長さに応じて回転される回転体と、この回転体の回転面に設けられ回転体の回転に伴ない光ファイバを変形させる係合部とを具え、

前記伝送損失復帰機構は、前記回転体にワイヤによる回転方向とは逆方向の回転力を付与する付勢機構を具えたことを特徴とする斜面変状検出装置。

【請求項2】

前記付勢機構が、常に一定の大きさの弾性復帰力を供給する定荷重ばねである請求項1記載の斜面変状の検出装置。

【請求項3】

前記検出部内に位置する光ファイバを伸張させる伸張機構が設けられた請求項1または2に記載の斜面変状の検出装置。

【発明の詳細な説明】

10

20

## 【 0 0 0 1 】

## 【 発明の属する技術分野 】

この発明は、光ファイバを用いて、地すべりや斜面崩壊などによる斜面変状の発生箇所の検出およびその変位を測定する斜面変状の検出装置に関し、更に詳しくは、斜面変状の検出後に、再び検出可能な状態に光ファイバを復帰させることができる検出装置に関するものである。

## 【 0 0 0 2 】

## 【 従来技術 】

従来、地すべりや斜面変形、崩壊などに伴う斜面変状を把握するために各種の検出装置が用いられている。すなわち、このような斜面変状が予想される危険な箇所を予測して伸縮計や傾斜測定器といった測定装置を予め設置しておき、斜面変状が生じた場合に、伸縮計によって斜面変状の変位量を測定したり、傾斜測定器によって斜面の傾斜変動を測定したりする手法が多用されている。

10

## 【 0 0 0 3 】

しかしながら、これらの従来技術では、個々の測定装置による測定範囲が限定されているので、広範囲におよぶ観測領域を対象とする場合には、多数の測定機器と、これらの測定機器から監視所までの多数の回線が必要となり、費用が嵩むとともに、長期にわたる観測を行なうときには、保守の手間が掛かり維持管理が困難であるという問題が生じた。

## 【 0 0 0 4 】

そこで最近これらに代わる計測手法として、光ファイバを用いた斜面変状の検出装置が提案されている。この光ファイバは、微少の曲げを受けても、その光信号の伝送損失が変化する伝送損失特性を有している。そこで、この検出装置では、この光ファイバを斜面変状が予想される箇所を通過させて線状に敷設し、その伝送損失が少ない状態にしておき、斜面変状が生じた場合に、この斜面変状に連動して光ファイバが変形されたことを、この変形に伴う伝送損失を計測することにより、光ファイバを変形させた原因である斜面変状を検出する構成とされている。このため、このような光ファイバを用いた検出装置によれば、線状の観測領域が確保され、少数の測定機器でも観測領域を拡大できることから、上記の問題が解消され初期の目的は一応達成されている。

20

## 【 0 0 0 5 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

しかしながら、上記の検出装置においては、斜面形状の変化に伴う変位を検出した後に、その検出装置を、検出前の初期状態に復帰させる機構などの点で構造上の問題が残されていた。すなわち、従来技術の検出装置には、一旦、斜面変状に伴って光ファイバが変形された場合に、光ファイバを検出前の状態に復帰させる機構が具えられていなかった。このため、このような光ファイバを検出前の状態に復帰させるためには、光ファイバを再び設置しなおして、斜面変状後の地形に適合させながら光ファイバの変形を解除させることになり、検出装置の新規な設置と同様な手間や設置コストが掛かる不具合が生じた。特に、例えば検出装置の観測箇所部分的な斜面変状が頻りに生起する場合には、このような再設置が間に合わずに観測が途切れたり、観測コストの上昇を招いたりすることになる。

30

40

## 【 0 0 0 6 】

そこでこの発明は、前記のような従来技術の問題点を解決し、観測箇所での光ファイバによる斜面変状を検出した後に、この光ファイバを再び検出可能な状態に復帰させ、同一の観測箇所での繰り返し測定を可能にして長期にわたる観測が行なえる検出装置を提供することを目的とする。

## 【 0 0 0 7 】

## 【 課題を解決するための手段 】

前記目的を達成するため、請求項1の発明は、斜面に所定間隔において複数個設置された検出部と、これらの検出部を通過して配設された光ファイバと、この光ファイバ内に伝送される光信号の損失を測定する光ファイバ伝送損失測定器とを具えた斜面変状の検出装

50

置であって、前記検出部が、斜面変状による検出部の相互位置の変化に伴ない光ファイバに伝送損失を発生させる伝送損失発生機構と、この光ファイバを損失発生前の状態に復帰させる伝送損失復帰機構とを具え、前記伝送損失発生機構は、その一端が隣接する検出部に固定されたワイヤと、このワイヤの他端が巻き付け固定されワイヤの引き出し長さに応じて回転される回転体と、この回転体の回転面に設けられ回転体の回転に伴ない光ファイバを変形させる係合部とを具え、前記伝送損失復帰機構は、前記回転体にワイヤによる回転方向とは逆方向の回転力を付与する付勢機構を具えたことを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

請求項 2 の発明は、請求項 1 において、前記付勢機構が、常に一定の大きさの弾性復帰力を供給する定荷重ばねであることを特徴とする。

10

【 0 0 1 0 】

請求項 3 の発明は、請求項 1 または 2 において、前記検出部内に位置する光ファイバを伸張させる伸張機構が設けられたことを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

【発明の実施の形態】

この発明の一実施の形態を、添付図面を参照して説明する。図 1 は、検出装置の全体構成を示す図であり、図 2 は、検出部の構成を示す平面図であり、図 3 は、検出部の側面図である。

【 0 0 1 2 】

この検出装置 1 は、図 1 に示すように、計測対象とされた斜面に互いに所定間隔をおいて杭 2 が設置され、これらの杭 2 に検出部 3 が固定され、これらの検出部 3 を通過して 1 本の光ファイバ 4 が設置され、これらの検出部 3 には、隣接する検出部 3 同士を結んで配置されたワイヤ 5 を用いて、斜面の変状に伴ないその影響を受けた検出部 3 の光ファイバ 4 を部分的に変形させて光信号の伝達損失を発生させる伝送損失発生機構 6 A と、この伝送損失発生機構 6 A により変形された光ファイバ 4 を損失発生前の状態に復帰させる伝送損失復帰機構 6 B と、検出部 3 間のワイヤ 5 の長さを調節して伝送損失発生機構 6 A による光ファイバ 4 の変形を調整する調節機構 7 とが設けられ、この検出部 3 によって光ファイバ 4 に発生させた伝送損失の位置を計測することにより斜面変状を計測する伝送損失測定器 8 が、光ファイバ 4 の一端に接続されて設けられている。

20

【 0 0 1 3 】

すなわち、計測対象の斜面としては、例えば地すべりの発生が予測される地山の斜面が選択され、この斜面に複数の検出部 3 を設置するための杭 2 が、互いに所定間隔をおいて、単列状に設置されている。これらの各杭 2 は、検出部 3 を保持できる十分な強度を有したパイプ状部材を直立させて設置され、斜面変状による設置された位置の変更以外は、その設置された位置が移動しないように、その基部が十分な深さに埋設されている。各杭 2 は、その杭 2 同士の間には植生した樹木などの妨害物を回避するために、すべての杭 2 が一直線上に揃うように設置されてはいないが、不規則でも一定の方向に進むように設置されている。これらの各杭 2 の斜面より突出された上部には、斜面の地表面から所定距離だけ離れるように検出部 3 が固定され、検出部 3 同士の間にある地表面の凹凸や草花などに拘わりなく、検出部 3 同士の直接的な連絡を可能としているとともに、地表面から影響を減少させて野外に設置された検出部 3 が安定して動作できるようにしている。

30

40

【 0 0 1 4 】

なお、検出部 3 同士の間には位置されるワイヤ 5、光ファイバ 4 は、耐候性に優れ安価な合成樹脂製の保護パイプ 9 内に収納され、その周囲を覆われている。したがって、このように保護パイプ 9 によって、ワイヤ 5、光ファイバ 4 が外部に露出されていないことにより、人間や動物などの接触や、降雪、風雨などの設置された周囲の自然環境から、ワイヤ 5、光ファイバ 4 が保護されるので、検出装置 1 の誤検出を防止することができる。

【 0 0 1 5 】

この検出部 3 は、図 2 および図 3 に示すように、長箱状のケース 10 内に、光ファイバ 4 の中間部と、この光ファイバ 4 の中間部を斜面変状に伴ない変形させる伝送損失発生機構

50

6 Aと、光ファイバ4を損失発生前の状態に復帰させる伝送損失復帰機構6 Bと、検出部3間のワイヤ5の長さを調節する調節機構7とを収納した構成とされている。

【0016】

この光ファイバ4は、光ファイバ・ケーブルなどが用いられ、その芯部が光信号を伝送する超高透明度が確保された伝送部とされ、その外周部が合成樹脂皮膜などによって着色されて被覆され、伝送損失発生機構6 Aにより屈曲される程度に柔軟な可撓性を有している。

【0017】

ケース10は、略直方体状に形成され、その長手方向を光ファイバ4が延在された方向に沿った方向に向けて、杭2に固定されている。このケース10は、長板形状に形成された底板10 aと、この底板10 aに対応する部分が開口された長箱状のケースカバー10 bとから形成され、このケースカバー10 bは金具を用いて、底板10 aに簡易に取り外し可能に固定されている。したがって、ケースカバー10 bを取り外すことにより、ケース10内に収納された光ファイバ4の中間部や伝送損失発生機構6 Aなどが底板10 a上に設置された状態で外部に露出され、これらを十分に保守、点検や調整できるようにしている。

10

【0018】

伝送損失発生機構6 Aは、斜面変状に伴ないケース10外に引き出されるワイヤ5と、このワイヤ5の一端が予め巻かれその引き出されたワイヤ5の長さに応じた回転角度に回転される回転体であるプリー11と、このプリー11の回転に伴ない光ファイバ4の中間部を屈曲させるプリー11に立設された係合部である2つのロッド12とを主体に構成され、伝送損失復帰機構6 Bは、このプリー11にワイヤ5による回転方向と逆方向に常に同一の回転力を付与する付勢機構13を主体に構成され、このワイヤ5の他端が固定されて接続される隣りの検出部3には、このワイヤ5の固定位置を調整して検出部3間のワイヤ長さを調節する調節機構7が設けられている。

20

【0019】

このワイヤ5は、温度変化による伸縮量が小さいインバール製のワイヤ、または、ステンレス製のワイヤが用いられ、所定径に形成されている。したがって、このワイヤ5には十分な引っ張り強度が確保されているので、後述するように検出部3相互の距離が離れ、ワイヤ5に張力が増加して作用した場合にも、その伸量を少なくすることができる。このワイヤ5は、予め定められた固定長が確保されている。

30

【0020】

このプリー11は、斜面変状に伴なうワイヤ5の引き出し長さに応じた所定の半径が設定された円盤形状に形成され、そのプリー11の回転面が底板10 aと平行となるように軸支されている。このプリー11の外周には、ワイヤ5の一端が固定されて、所定回数、巻き回されている。したがって、斜面変状に伴なって、その検出部3からワイヤ5が引き出されると、その引き出された長さ分だけプリー11が回転される。

【0021】

このようにワイヤ5をプリー11に所定回数、巻き回した構成としたことにより、ワイヤ5に所定の予備の長さが確保されているので、検出部3の設置箇所の変更などによって検出部3相互の間隔が広がって距離が増加した場合には、このプリー11からワイヤ5を巻き戻してワイヤ5の予長を引き出すことにより、この距離の増加によるワイヤ5の長さが不足した分を補充することができる。他方、検出部3相互の間隔が狭まった場合には、この余分となったワイヤ5の長さをプリー11に巻き回してこの余剰分を吸収させることができる。したがって、長さが不足したワイヤ5に新たなワイヤを継ぎ足したり、余分なワイヤ5の長さ部分を切断して除去したりする手間が掛からないので、ワイヤ5の取り扱い性を向上でき、検出部3の設置箇所の変更などに柔軟に対処することができる。

40

【0022】

このプリー11の外部に開放された上側の回転面には、その回転軸を中心として、対称的に2つのロッド12が立設され、これらのロッド12間を通過して光ファイバ4が設置さ

50

れている。すなわち、これらのロッド12は、丸棒状に形成され、光ファイバ4を押圧して屈曲できる十分な剛性強度が確保されるとともに、所定の張力を受けた光ファイバ4が破断に至らない最小の曲げ半径よりも十分に大きな曲率半径が設定されている。各ロッド12は、プーリ11の回転面における所定半径の円周と、その回転中心を通過する直線との交点に、直立して設置されている。したがって、これらの2つのロッド12がプーリ11の回転に伴ない所定半径の周上を移動すると、ロッド12がそれぞれ反対側から光ファイバ4の側面を押圧して、光ファイバ4を折損させることなく屈曲させることができる。これに加えて、この構成によれば、単一のロッド12によって光ファイバ4を変形させた構成や、リンク機構によって光ファイバ4を同一方向に変形させた構成に比べて、2つのロッド12が光ファイバ4に対して対称的に横切って同じ距離だけ移動し光ファイバ4を対称的に変形させているので、これらのロッド12による変形に対抗する光ファイバ4からの2つの反力が互いに打ち消すようになり、このように変形される光ファイバ4からの反力を受けるロッド12およびプーリ11を保持する部材の負担が軽減され、この部材の軽量化や耐久性の向上を図ることができる。各ロッド12の先端には、ロッド12の軸径よりも大きな半径を有した円盤状の抜け止め部材12aがねじ止めされて設けられ、この抜け止め部材12aによって、光ファイバ4がロッド12の軸端から外れて抜けることを防止している。

10

**【0023】**

付勢機構13は、定荷重ばね13aを用いた構成とされ、その回転出力軸がプーリ11の中心軸に接続され、ワイヤ5によりプーリ11に加えられる張力とバランスさせて、このワイヤ5の検出部3から引出された長さに応じた回転角度位置にプーリ11を安定させて静止させるとともに、この引出された長さ分だけワイヤ5が検出部3内に戻されたときには、プーリ11を初期の回転角度位置に復帰できるようにしている。

20

**【0024】**

すなわち、この付勢機構13は、幅広の帯状に形成された定荷重ばね13aを一方のドラム状の原回転部材に巻き付けて配置するとともに、この定荷重ばね13aの先端を原回転部材と並列に回転可能に設置されたドラム状の従回転部材に接続し、原回転部材から定荷重ばね13aを引き出しながら、この定荷重ばね13aが反る方向に従回転部材に巻き付けた構成とされている。この定荷重ばね13aは、その引き出されたストロークの全域に渡って同じ力で引っ張ることができる構成とされているので、この定荷重ばね13aが引き出されて巻き付けられた従回転部材を同一の回転方向に同一の回転力で回転させ、この回転力を従回転部材の回転出力軸から取り出すことができる。

30

**【0025】**

したがって、この付勢機構13によって、プーリ11を回転付勢して、このワイヤ5に適度な張力を付与させているので、検出部3が設置された斜面の傾向によって、ワイヤ5により連結された検出部3,3を一組とすると、これらの各組が有した高度差が、それぞれ異なっても、両者3,3間のワイヤ5が弛むことを防止できるとともに、検出部3相互の距離が離れた長さに応じて、ワイヤ5がプーリ11に接続された検出部3側からワイヤ5を引き出すことができる。すなわち、検出部3相互の距離が増加して、その一端がそれぞれの検出部3に接続されたワイヤ5の張力が増大したときには、付勢機構13によってプーリ11に常に一定の回転力が付与されているので、この増加した張力が解消され、従前の付勢機構13による回転力とワイヤ5の張力が均衡した状態となるまで、プーリ11に巻かれたワイヤ5が巻き戻されて引き出される。この結果、検出部3から引出されたワイヤ5の長さに正比例した回転角度位置にプーリ11を静止して停止させることができる。他方、この状態で、この引出された長さ分だけワイヤ5が検出部3内に戻されたときには、付勢機構13によってプーリ11が回転付勢されているので、この長さ分だけプーリ11が逆回転され、プーリ11をワイヤ5により回転される前の回転角度位置に復帰させることができる。

40

**【0026】**

この検出部3には、光ファイバ4の伸張機構14が設けられ、この伸張機構14により、

50

少なくとも2つのロッド12に掛けられる光ファイバ4の部分に所定の張力を付与して、上記の伝送損失発生機構6Aによって、光ファイバ4が屈曲される場合には、ロッド12による屈曲に追従できるように光ファイバ4の弛みを防止するとともに、上記の付勢機構13によってプーリ11の回転角度位置が元に戻された場合には、光ファイバ4を屈曲された状態から元の伸びた状態に復帰させるようにしている。

**【0027】**

この伸張機構14は、光ファイバ4のロッド12に掛かる直前の箇所をプーリ11から離れる方向に引っ張る一組のワイヤ部材15, 16を、それぞれ独立して設けた構成とされている。すなわち、ワイヤ5用のプーリ11を挟んで、各ワイヤ部材15, 16用のプーリ15a, 16aが、底板10aに固定されている板状部材のブラケットに回転可能に設けられ、これらのプーリ15a, 16aの下側には、それぞれ同軸状に固定されたドラムに巻き回された定荷重ばね15b, 16bが設けられている。この一方のワイヤ部材15の一端部は、ロッド12に掛かる前の光ファイバ4の箇所に締め付け金具15cにより取り付けられ、その他端部は、そのワイヤ部材15の中間が一方のプーリ15aに巻き回されて、他方のプーリ16aの下側に設けられた定荷重ばね16aの引き出された先端部に接続され、他方のワイヤ部材16もプーリ11を挟んでこれと対称的に、金具16c、プーリ16a、定荷重ばね16aを配置して同様に用いた構成とされている。

10

**【0028】**

したがって、巻き回された定荷重ばね15b, 16bの引き出された部分にワイヤ部材15, 16の一端が接続されているので、各ワイヤ部材15, 16が引っ張られ、その他端が接続されているロッド12に巻き取られる光ファイバ4の部分をプーリ11から離れる方向に引っ張って、この部分に張力を付与することができる。各ワイヤ部材15, 16および各定荷重ばね15b, 16bを直線状に配置して接続する代わりに、そのワイヤ部材15, 16の中間にプーリ15a, 16aを介在させて、ワイヤ部材15, 16を折り返させた構成としているので、各定荷重ばね15b, 16bに十分な作動用の引出しストロークの長さを確保することができ、プーリ11に固定されたロッド12による光ファイバ4の位置の変化が大きくなっても、十分な余裕を持たせながら光ファイバ4に均一な張力を与え続けることができる。

20

**【0029】**

このように構成された伸張機構14によって、光ファイバ4の屈曲される箇所を含めた部分には、常に一定の張力を付与しているため、プーリ11が所定角度に回転され、このプーリ11に設けられたロッド12の位置が光ファイバ4に対して横切る方向に移動して光ファイバ4が屈曲される場合にも、この位置が変更されたロッド12に光ファイバ4を追従させることができることになり、このロッド12による光ファイバ4の屈曲角度が深く鋭角となるまで、光ファイバ4を屈曲させることができる。他方、付勢機構13によりプーリ11の回転角度位置が元に戻されて、ロッド12の位置が元に戻った場合には、伸張機構14によって光ファイバ4に一定の張力が付与されているので、光ファイバ4を屈曲された状態から元の伸びた状態に復帰させることができる。

30

**【0030】**

これに加えて、この伸張機構14によって緩み取りの張力が付与された部分以外の光ファイバ4の部分には、検出部3相互の距離とは関係なく余裕を持たせて、予備的な長さを確保することができる。このため、この光ファイバ4の部分が他の部分からの影響を受けずに済むので、光ファイバ4の取り扱い性を向上することができる。また例えば、伸張機構14の光ファイバ4に対する取付金具の取り付け箇所をずらすことによって、ロッド12により押圧されて屈曲される光ファイバ4の箇所が同一の箇所とならないように、定期的な保守点検などのときに少しずつ、ずらして設定することも可能となり、光ファイバ4の耐久性を向上できる。

40

**【0031】**

なお、上記の付勢機構13による回転力とワイヤ5による張力とをバランスさせる力の強度は、この光ファイバ4の伸張機構14による張力の強度よりも十分に大きな強度が確保

50

された構成とされ、ワイヤ5の引出しによるプーリ11の回転までの一連の連係した動作に対して、伸張機構14の動作による影響を最小限とさせて、検出部3の検出精度を十分に確保するようにしている。

#### 【0032】

調節機構7は、ワイヤ5が引き出された側の隣りの検出部3に設けられ、この調節機構7を介してワイヤ5の端部が隣りの検出部3に固定されて接続されているとともに、この調節機構7によって、隣りの検出部3におけるワイヤ5の長さ方向に沿ったワイヤ5の取り付け位置を調節可能にしている。すなわち、この調節機構7は、ワイヤ5の端部に設けられたリング部材5aが、そのボルト部分に掛かり止めされたボルト部材20と、このボルト部材20の先端側が所定長さ貫通されて底板10aに固定されている板状部材のブラケット18と、このブラケット18にボルト部材20を貫通させて任意の長さ突出した状態でねじ止め固定する1対のナット部材21a, 21bとを有している。

10

#### 【0033】

このボルト部材20は、その全長が後述する調節を行なうために十分な長さが確保され、その先端からボルト頭部が設けられた基端にわたってねじ溝が形成されている。ボルト部材20は、その軸方向が、ワイヤ5が展設された方向に向くように、その先端側からブラケット18に設けられた貫通孔を貫通して、ブラケット18に取り付けられ、ブラケット18から任意の長さ突出した状態でブラケット18の両面からナット部材21a, 21bに締め付けられて固定されている。したがって、ナット部材21a, 21bによる締め付け位置を変更することにより、ボルト部材20のブラケット18への長さ方向への取り付け位置を変更でき、このボルト部材20に接続されたワイヤ5における検出部3間の長さを調整することができる。

20

#### 【0034】

このように構成された調節機構7によって、ワイヤ5の固定端が、そのワイヤ5が伸ばされた方向に沿った隣りの検出部3に対する取り付け位置を調整するようにしているので、ワイヤ5の一端がそれぞれ接続された検出部3相互の距離に応じて、プーリ11の回転角度位置を所定の角度位置に微調節することができる。このため、斜面変状を検出する前には、プーリ11を検出前の初期状態の角度位置となるように正確に位置決めして設定することができる。これに加えて、斜面変状によって検出部3相互の距離が変化して、斜面変状を検出した後の場合にも、検出部3を変状の検出前の初期状態に正確に復帰させることができる。すなわち、この調節機構7によって、変状の影響を受けた検出部3におけるワイヤ5の引き出し長さを従前の状態に戻して、プーリ11の回転角度位置を初期の状態に回復させ、光ファイバ4を屈曲される前の状態に復帰させることができる。

30

#### 【0035】

伝送損失測定器8は、OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) を用いた測定器とされ、光ファイバ4の一端側に設置され、その光センサ部が光ファイバ4の一端に接続されている。この測定器は、一般に光ファイバ4の製造、敷設および保守時などに、光ファイバ・ケーブルの障害位置の検出、損失測定及び接続点における接続損失の測定を行うための装置であり、障害測定用の光パルスを送信対象の光ファイバ4に入射し、光ファイバ4内の障害点から戻ってくる反射光を検出して、その時間差から障害位置の距離を測定する構成とされている。したがって、このように伝送損失測定器8として、OTDRが用いられているので、小型で安価な測定器にできるとともに、検出装置1の設置場所までの搬送作業も容易に行なうことができる。

40

#### 【0036】

次に、この検出装置1の動作を説明する。すなわち、図4(a)に簡略化して示すように、ある検出部3において斜面変状前の初期状態から、図4(b)に示すように、斜面変状が生じたことよってある隣接した杭2間の距離が長さ分だけ増加すると、この距離の増加に伴って、プーリ11にワイヤ5が巻き回されている検出部3においては、そのワイヤ5が長さ分だけ引き出される。このため、プーリ11が回転され、このプーリ11の回転に伴ないプーリ11に設けられた2本のロッド12が周上を移動されて、光ファイバ

50

4が最大では互い違いになるまで急角度に屈曲される。このように光ファイバ4の屈曲された2つの部分によって、この光ファイバ4に伝送される光信号に対して伝送損失が発生する。斜面に沿って配置された光ファイバ4は連続した単一体であるので、この光ファイバ4に接続された伝送損失測定器8によって、光ファイバ4における損失が発生した位置とその損失量が測定される。これらの位置検出および損失量によって、斜面の一部または全体に生じた変位の発生位置と斜面の変位量を把握することができる。

#### 【0037】

この検出の際には、2つのロッド12によって、光ファイバ4に互いに近接した位置のほぼ等しい屈曲角度で、しかも互いに反対方向に屈曲されて形成された2つの屈曲箇所を形成することができるので、単一の屈曲箇所よりも光伝送の損失量が増加されるとともに、この伝送損失に明確な特徴が付加されることになり、損失の発生位置を確実に把握することが可能となる。なお、各検出部3における光ファイバ4の初期状態は、予めロッド12により浅く屈曲された状態とされ、斜面変状に伴ない屈曲を即座に進展させて増大させる設定としているので、検出の感度が向上され、僅かな斜面変状でも、すみやかに検出することができる。

10

#### 【0038】

次に、このような斜面変状が検出された後には、図4(c)に示すように、ワイヤ5の他端が接続された隣りの検出部3の調節機構7によって、その接続位置が上記の長さ分だけ検出部3に近づく位置に移動されて調節される。このため、この長さ分だけ引き出されたワイヤ5が検出部3内に戻され、これに伴ない付勢機構13によってプーリ11が逆回転されて、ロッド12の位置が元に戻り、この結果、伸張機構14により光ファイバ4を伸張しているため、光ファイバ4の屈曲が解除されて、光ファイバ4が検出前の状態に復帰され、この検出部3による斜面変状を再び検出することが可能となる。

20

#### 【0039】

なお、上記に加えて、斜面変状に伴ないワイヤ5が、上記の調節機構7による調節可能な長さを越えて引き出された場合には、予めプーリ11にワイヤ5を所定回数、巻き付けた構成としているので、このプーリ11からワイヤ5を巻き戻すことにより、調節機構7による調節によってもワイヤ長さが足りない分を補充して、光ファイバ4を検出前の状態に復帰させることができる。すなわち例えば、プーリ11から一巻き分だけワイヤ5を巻き戻し、次に調節機構7によって微調整することにより、プーリ11を初期の回転角度位置に設定して、光ファイバ4を検出が可能な状態に復帰させることができる。このように、上記のいずれの場合にも、斜面変状を検出した検出部3を再度、その検出が可能な状態に復帰させることができるので、この検出部3による同一の観測箇所の長期にわたる観測を行なうことができる。

30

#### 【0040】

この検出装置1によれば、斜面変状に伴ない検出部3からのワイヤ5の引き出し量と、この引き出し量に応じたプーリ11の回転角度と、この回転角度に応じて位置変更されたロッド12による光ファイバ4の屈曲角度との関連性が明確なことにより、変位(ワイヤ5の引き出し量)と光ファイバ4の伝送損失との関係が良好に直線的な関係となるので、これらの関係性から斜面変状を正確に把握することができる。

40

#### 【0041】

この検出装置1においては、光信号を伝送する光ファイバ4をセンサとして用いているので、周囲の高電圧線や落雷などによる電磁ノイズなどのような電磁的な影響を受けずに済み、斜面変状を検出する装置としての正確度や信頼性を向上できる。これらの検出部3がそれぞれ単一の連続した光ファイバ4を斜面変状に伴ない機械的に変形させる機構を設け、この光ファイバ4の光信号の伝達状態をその一端に接続された計測器により計測した構成としているので、各検出部3が設置された現場に電源や計測器が不要となり、設置や保守するための作業を簡易化することができる。同様に、光ファイバ4の主要な構成部材とされるガラス繊維は、電気信号を伝達するメタルケーブルの主要な構成部材とされる銅の導体に比べてかなり軽いので、観測箇所への光ファイバ4の搬送や設置作業の負担が軽減

50



される。

【0042】

なお、上記の実施形態では、光ファイバ4を屈曲させて変形させる係合部を、回転体であるプーリ11の回転面に突出して形成された2つのロッド12により構成したが、これに限られることなく、回転面に回転面を縦断する溝部や孔部を形成し、この溝部や孔部内に光ファイバ4を通過して配置した構成としたり、回転面にカム溝部やカム突部を形成して、カム溝部やカム突部に連係して駆動される従動部材により光ファイバ4を変形させる構成としたりしてもよい。したがって、この前者の構成の場合には、溝部や孔部内に光ファイバ4が配置されるので光ファイバ4の保護が図れる一方、後者の構成の場合には、カム溝部の深さやカム突部の突出高さを任意に設定して、またはカム形状を所定に設定することができ、回転体の回転に伴う光ファイバ4の変形量を自由に設定することができる。すなわち要は、回転体の回転に連動して、その変形前の初期状態が略直線状に設置された光ファイバ4を横切る方向に係合部を駆動する機構であればよい。

10

【0043】

【発明の効果】

この発明は前記のようであって、請求項1の発明によれば、斜面変状による検出部相互の位置の変位を検出した後に、伝送損失復帰機構によって、検出部の光ファイバに伝送損失を発生させた状態を解除させて、再度初期設定の状態に検出部の光ファイバを復帰させることが可能となる。このため、この検出部を用いた検出装置によって、同一の測定箇所における長期にわたる繰り返し測定が可能になるという優れた効果がある。

20

【0044】

また、この請求項1の発明によれば、伝送損失発生機構が、斜面変状による検出部の相互位置の変化に伴って検出部から引き出されるワイヤにより回転体が回転され、この回転体に設けた係合部によって変形部分を光ファイバに形成する構成としたことにより、この光ファイバの変形量が斜面変状による検出部の相互位置の変化量と関連付けられるので、この変形量に基づく光ファイバの伝送損失量を計測して斜面変状の有無を検出するだけでなく、斜面変状を計量して把握することができる。これに加えて、伝送損失発生機構が、斜面変状の変化量をワイヤを介在させて伝送損失発生機構に伝達するとともに、このワイヤにより変化量に対応した角度分だけ回転体を回転させて光ファイバを変形させる構成としているので、検出部からのワイヤの引き出し長さを調節することによって、斜面変状の検出前後における回転体の回転角度位置を任意に設定でき、検出部の調整作業が容易化される。これとともに、リンク機構を用いた構成に比べて、光ファイバが変形される範囲が回転体の回転面の近傍箇所に限定されるので、検出部全体の大きさがコンパクトになり、多数の検出部を設置する場合にこれらを設置する作業や故障などで検出部を交換する作業に要する負担を軽減することができる。

30

【0045】

請求項2の発明によれば、付勢機構が定荷重ばねを用いた構成とされ、この付勢機構によって回転体にワイヤによる回転方向と逆方向となる一定の回転力を常時付与しているので、回転体がワイヤの引き出された長さに正比例した回転角度位置に停止させることができる。このため、この斜面変状によるワイヤの引き出し長さに対応した係合部の変位量と、この変位量に基づく光ファイバの変形量と、この変形量に基づく光ファイバの伝送損失量との関連が明確になり、ワイヤの引き出し長さと伝送損失量との間に良好に直線的な関係性を確立することができる。この結果、この伝送損失を計測する精度や信頼性が確保され、検出装置としての斜面変状を把握する性能を向上することができる。

40

【0046】

請求項3の発明によれば、上記の効果に加えて、伸張機構によって、検出部内に位置する光ファイバの部分伸張させる張力が付与されているので、伝送損失発生機構により変形された光ファイバが伝送損失復帰機構によって変形を解除された場合には、この部分が直線状に伸張され変形前の状態に復帰させることができる。この伝送損失発生機構により変形される部分に張力を付与させていることにより、この部分以外の光ファイバの部分

50

、変形される部分に対して影響を与えることが回避できるので、この部分以外の光ファイバの部分に予め予備的な長さを確保でき、光ファイバの取り扱い性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の一実施の形態を示し、検出装置の全体構成図である。

【図 2】検出装置の検出部の平面図である。

【図 3】検出部の側面図である。

【図 4】この検出部の検出動作を説明し、( a ) は、検出前の状態を示し、( b ) は、検出後の状態を示し、( c ) は、この検出後に検出可能な状態に復帰させた状態を示す。

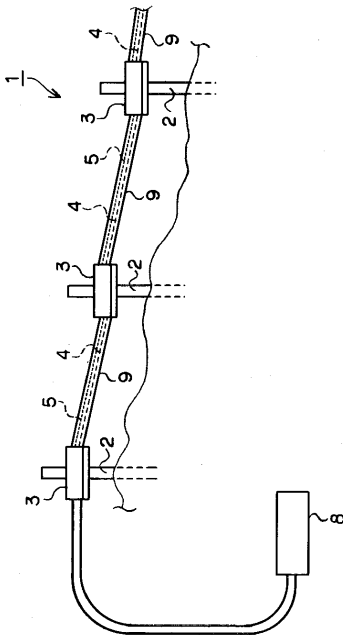
【符号の説明】

- |                  |                         |
|------------------|-------------------------|
| 1 検出装置           | 2 杭                     |
| 3 検出部            | 4 光ファイバ                 |
| 5 ワイヤ            | 6 A 伝送損失発生機構            |
| 6 B 伝送損失復帰機構     | 7 調節機構                  |
| 8 伝送損失測定器        | 10 a ケースの底板             |
| 11 プーリ           | 12 ロッド                  |
| 13 付勢機構          | 13 a 定荷重ばね              |
| 14 伸張機構          | 15 右方向引っ張り用ワイヤ部材        |
| 16 左方向引っ張り用ワイヤ部材 | 18 ボルト部材取付け用ブラケット       |
| 20 ボルト部材         | 21 a , 21 b ボルト部材用ナット部材 |

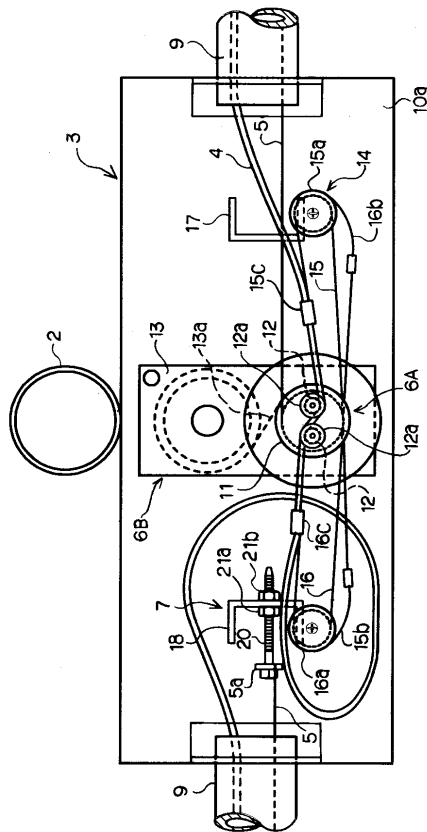
10

20

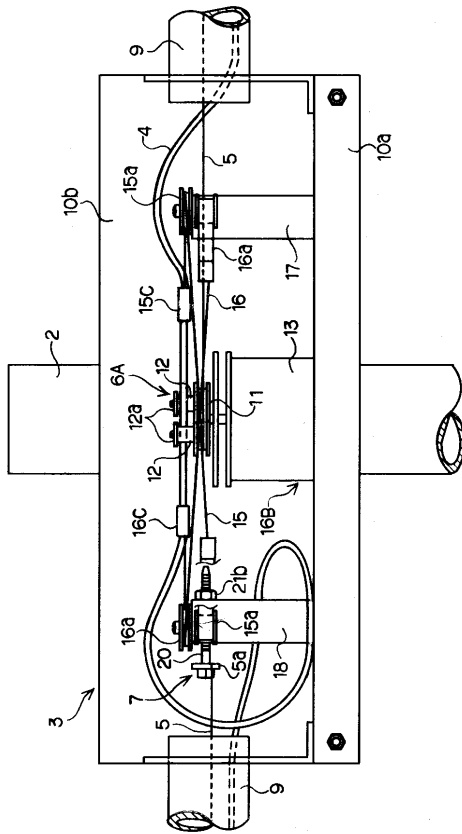
【図 1】



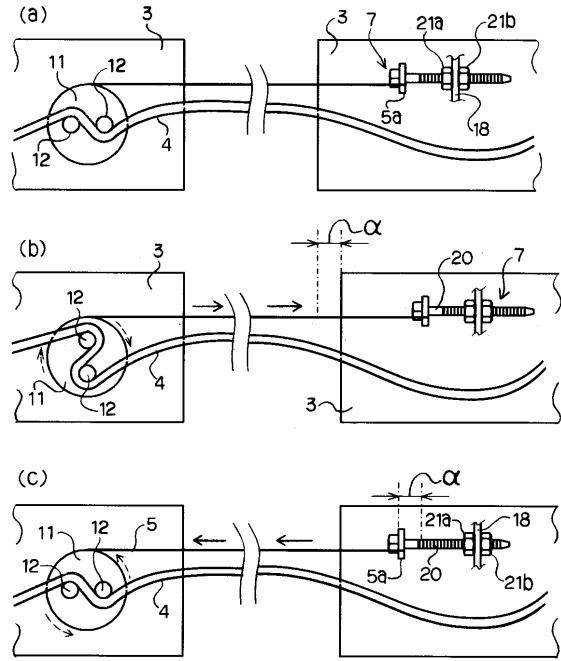
【図 2】



【 図 3 】



【 図 4 】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-298010(JP,A)  
特開2000-055629(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

G01D 21/00

E02D 17/20

G01C 15/00