

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5757014号  
(P5757014)

(45) 発行日 平成27年7月29日(2015.7.29)

(24) 登録日 平成27年6月12日(2015.6.12)

(51) Int.Cl. F I  
**G O 1 B 7/00 (2006.01)** G O 1 B 7/00 1 O 1 H

請求項の数 6 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2012-280268 (P2012-280268)	(73) 特許権者	301031392 国立研究開発法人土木研究所 茨城県つくば市南原1番地6
(22) 出願日	平成24年12月21日(2012.12.21)	(73) 特許権者	000151520 株式会社東京測器研究所 東京都品川区南大井6丁目8番2号
(65) 公開番号	特開2014-122864 (P2014-122864A)	(74) 代理人	110000800 特許業務法人創成国際特許事務所
(43) 公開日	平成26年7月3日(2014.7.3)	(72) 発明者	村越 潤 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
審査請求日	平成26年6月3日(2014.6.3)	(72) 発明者	田中 良樹 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コンクリート構造物の変位計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

コンクリート構造物の打継目界面における先打ちコンクリートと後打ちコンクリートとの間の相対変位である打継目界面変位を計測するための変位計であって、

磁石を有し、前記先打ちコンクリートと後打ちコンクリートとのうちの一方に埋設される磁場発生部と、

前記先打ちコンクリートと後打ちコンクリートとのうちの他方に、前記磁場発生部と対向して埋設され、前記打継目界面変位に伴う前記磁場発生部からの磁場の変化に応じた検出信号を出力する磁場検出部とを備え、

前記磁場発生部と磁場検出部とが、非磁性体により構成された連結部材により連結されており、該連結部材が、前記打継目界面変位に伴い該連結部材に作用する応力により破断するように構成されていることを特徴とするコンクリート構造物の変位計。

10

【請求項2】

請求項1記載のコンクリート構造物の変位計において、

前記磁場発生部の磁石は、計測対象の前記打継目界面変位の方向である所定の方向における該磁石の長さよりも、該所定の方向と直交する方向の長さが長尺となるように構成されていることを特徴とするコンクリート構造物の変位計。

【請求項3】

請求項1記載のコンクリート構造物の変位計において、

前記磁場発生部は、計測対象の前記打継目界面変位の方向である所定の方向に間隔を存

20

して配設された2つの磁石を有すると共に、該2つの磁石は、それぞれの前記磁場検出部側の表面の磁極が互いに異なる極性となるように磁化されており、

前記磁場検出部は、前記所定の方向に間隔を存して配設された3つの磁場感应素子を有しており、

前記磁場発生部と前記磁場検出部とが前記連結部材により連結されている初期状態において、前記3つの磁場感应素子のうちの両側の2つの磁場感应素子の間の中間の磁場感应素子の前記所定の方向での位置が、前記2つの磁石の間隔内の位置となり、且つ、前記磁場検出部が前記初期状態から磁場発生部に対して前記所定の方向に相対変位したとき、該相対変位に応じて前記中間の磁場感应素子の出力が変化すると共に、前記両側の2つの磁場感应素子の出力の線形結合値が一定に維持され、且つ、前記磁場検出部が前記初期状態から磁場発生部に対して該磁場検出部と磁場発生部との間の間隔方向に相対変位したとき、該相対変位に応じて前記中間の磁場感应素子の出力が変化すると共に、前記両側の2つの磁場感应素子の出力の前記線形結合値が変化するように、前記磁場発生部と前記磁場検出部とが構成されていることを特徴とするコンクリート構造物の変位計。

10

【請求項4】

請求項1～3のいずれか1項に記載のコンクリート構造物の変位計において、

前記連結部材には、前記打継目界面変位に伴い該連結部材に作用する応力を集中させて該連結部材を破断させる応力集中部が形成されていることを特徴とするコンクリート構造物の変位計。

【請求項5】

20

請求項1～4のいずれか1項に記載のコンクリート構造物の変位計において、

前記連結部材は、前記コンクリート構造物の先打ちコンクリート及び後打ちコンクリートと同一の線膨張係数を有する材質により構成されていることを特徴とするコンクリート構造物の変位計。

【請求項6】

請求項1～5のいずれか1項に記載のコンクリート構造物の変位計において、

前記磁場発生部と磁場検出部とのそれぞれの外表面には、複数の凹凸が形成されていることを特徴とするコンクリート構造物の変位計。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、コンクリート構造物の打継目界面における先打ちコンクリートと後打ちコンクリートとの間の相対変位を計測するための変位計に関する。

【背景技術】

【0002】

打継目を有するコンクリート構造物の健全性の評価や維持管理などのために、打継目界面における先打ちコンクリートと後打ちコンクリートとの間の相対変位（以降、打継目界面変位ということがある）を計測することが必要となる場合がある。

【0003】

その計測は、従来は、例えば次のような手法によって行なわれている。その第1の手法では、先打ちコンクリート及び後打ちコンクリートの打設後に、コンクリート構造物の外表面のうちの打継目界面が露出している部分に、公知の変位計を設置する。そして、この変位計により、打継目界面変位を計測する。

40

【0004】

また、第2の手法では、ひずみゲージ式変位計など、2点間の変位を起歪体のひずみに変換して計測する変位計を用い、この変位計の本体部を、後打ちコンクリートの打設前に、後打ちコンクリートの打設予定空間に配置して、先打ちコンクリートに固定すると共に、該変位計の検知部（本体部に対して変位可能な部分）以外の部分を縁切り材により被覆する。そして、この状態で、後打ちコンクリートを打設することで、変位計の検知部だけを後打ちコンクリートに固定すると共に該変位計の全体をコンクリート構造物に埋設する

50

。その後、この変位計の出力に基づいて、打継目界面変位を計測する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平7-105809号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記第1の手法では、打継目界面が外部に露出している部分に、変位センサを設置するので、コンクリート構造物の内部での打継目界面変位を正確に計測することが困難である。また、コンクリート構造物の形状等によっては、打継目界面が外部に露出している部分に、変位計を設置し得る空きスペースや、その設置作業を行い得る空きスペースが無い場合もあり、そのような場合には、変位計を設置することができないか、もしくは困難となる。

10

【0007】

また、上記第2の手法では、変位計が比較的大型なものとなりやすいと共に、2点間の変位を起歪体のひずみに変換するものであるため、打継目界面変位が、変位計によって阻害されやすいという不都合がある。さらに、変位計の計測対象の変位方向と異なる方向での打継目界面変位が生じると、変位計の破損を生じたり、あるいは、当該異なる方向の打継目界面変位に応じて、変位計から検出信号が出力され、その検出信号が、本来の計測対象の変位方向の打継目界面変位に応じた検出信号と誤認されてしまう恐れもある。

20

【0008】

これらの不都合を解消するために、小型な構成で、打継目界面変位を阻害しないようにコンクリート構造物の内部に設置することができる変位計を用いることが望まれていた。

【0009】

一方、例えば特許文献1には、磁石を有する磁場発生部と、その磁場を検出するホール素子により構成される磁場検出部とを備える変位センサが提案されている。この特許文献1に見られる如き変位センサでは、磁場発生部と磁場検出部とを別体構成にできると共に、それぞれを小型に構成することが可能である。

【0010】

30

従って、特許文献1に見られる如き変位センサの磁場発生部及び磁場検出部の一方を先打ちコンクリートに埋設し、他方を後打ちコンクリートに埋設するようにすることで、該変位センサを、コンクリート構造物の打継目界面変位を計測するための変位計として利用することが考えられる。

【0011】

しかるに、特許文献1に見られる変位センサをそのまま、コンクリート構造物の変位計として利用した場合には、次のような不都合を生じることが本願発明者の検討により判明した。

【0012】

すなわち、特許文献1に見られる変位センサでは、磁場発生部と磁場検出部とが別体構成とされているので、磁場発生部と磁場検出部とのうちの一方を、先打ちコンクリートに埋設させた後に、他方を、一方に対して正確に位置決めすることが困難である。このため、コンクリート構造物に埋設される磁場発生部と磁場検出部との間の位置関係のばらつきを生じやすい。ひいては、打継目界面変位に対する磁場検出部の出力のばらつきを生じやすく、該打継目界面変位を精度よく計測することが困難となりやすい。

40

【0013】

また、特許文献1に見られる変位センサでは、磁場発生部と磁場検出部との間の変位が、特定の方向で生じる場合だけが考慮されているため、打継目界面変位が、変位センサの計測対象の方向と異なる方向に生じた場合には、それに応じて磁場検出部に対する磁場発生部の磁場が変化する虞がある。そして、このような場合には、磁場検出部の出力から

50

、計測対象の方向と異なる方向の打継目界面変位が、計測対象の方向の打継目界面変位として計測されてしまうという不都合がある。

【0014】

本発明はかかる背景に鑑みてなされたものであり、コンクリート構造物の打継目界面における先打ちコンクリートと後打ちコンクリートの間の相対変位（打継目界面変位）を小型な構成で、精度よく計測することができる変位計を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明のコンクリート構造物の変位計は、かかる目的を達成するために、コンクリート構造物の打継目界面における先打ちコンクリートと後打ちコンクリートとの間の相対変位

10

である打継目界面変位を計測するための変位計であって、  
磁石を有し、前記先打ちコンクリートと後打ちコンクリートとのうちの一方に埋設される磁場発生部と、

前記先打ちコンクリートと後打ちコンクリートとのうちの他方に、前記磁場発生部と対向して埋設され、前記打継目界面変位に伴う前記磁場発生部からの磁場の変化に応じた検出信号を出力する磁場検出部とを備え、

前記磁場発生部と磁場検出部とが、非磁性体により構成された連結部材により連結されており、該連結部材が、前記打継目界面変位に伴い該連結部材に作用する応力により破断するように構成されていることを特徴とする（第1発明）。

【0016】

20

かかる第1発明によれば、前記コンクリート構造物の打継目界面変位を計測する場合には、前記磁場発生部が、前記先打ちコンクリートと後打ちコンクリートとのうちの一方に埋設され、前記磁場検出部が、前記先打ちコンクリートと後打ちコンクリートとのうちの他方に埋設され、これにより、コンクリート構造物の内部に変位計が設置される。

【0017】

この場合、この設置当初は、磁場発生部と磁場検出部とは、前記連結部材を介して連結されている。このため、磁場発生部と磁場検出部とを既定の位置関係に保持したまま、変位計の設置を行なうことができる。

【0018】

具体的には、先打ちコンクリートの打設時に、連結部材により連結されている磁場発生部及び磁場検出部のうちの一方を先打ちコンクリートの内部に埋設させ、且つ、他方を先打ちコンクリートの外部（後打ちコンクリートの打設予定空間）に露出させるようにして、変位計を配置した状態で、先打ちコンクリートの打設を行なう。そして、その後、後打ちコンクリートを打設することで、磁場発生部及び磁場検出部のうちの他方を後打ちコンクリートに埋設させるようにすればよい。

30

【0019】

これにより、磁場発生部と磁場検出部とを既定の位置関係（連結部材による連結状態での位置関係）に保持したまま、変位計の設置を行なうことができる。

【0020】

従って、磁場発生部と磁場検出部との間の位置関係のばらつきを生じることなく、変位計をコンクリート構造物の内部に設置することができる。

40

【0021】

一方、上記連結部材は、非磁性体により構成されていると共に、前記打継目界面変位に伴い該連結部材に作用する応力により破断するように構成されている。このため、該連結部材が、磁場発生部から磁場検出部に作用する磁場に影響を及ぼすことはないと共に、打継目界面変位が発生しようとした場合に、それに伴って連結部材に作用する応力が十分に小さい段階で該連結部材が破損し、ひいては、磁場発生部と磁場検出部とが切り離されることとなる。

【0022】

従って、連結部材によって、打継目界面変位が阻害されることが十分に抑制され、該打

50

継目界面変位は、連結部材が存在しない場合と同様の形態で発生し得る。

【0023】

このため、打継目界面変位に対して高い依存性を有して磁場発生部と磁場検出部との間の相対変位が生じることとなり、ひいては、打継目界面変位に応じたものとしての、磁場検出部の出力（検出信号）の信頼性が高いものとなる。

【0024】

また、磁場発生部は、小型な磁石を使用して小型に構成することができ、また、磁場検出部は、ホール素子等を使用して小型に構成することができる。

【0025】

よって、第1発明によれば、コンクリート構造物の打継目界面変位を小型な構成で、精度よく計測することができる。

10

【0026】

上記第1発明では、前記磁場発生部の磁石は、計測対象の前記打継目界面変位の方向である所定の方向における該磁石の長さよりも、該所定の方向と直交する方向の長さが長尺となるように構成されていることが好ましい（第2発明）。

【0027】

この第2発明によれば、前記磁場発生部の磁石は、計測対象の前記打継目界面変位の方向である前記所定の方向と直交する方向の長さが長尺なものであるため、磁場検出部が、磁場発生部に対して、前記所定の方向と直交する方向に相対的に変位しても、磁場発生部から磁場検出部に作用する磁場がさほど変化しないようにすることができる。

20

【0028】

ひいては、打継目界面変位が、前記所定の方向と直交する方向に発生した場合における磁場検出部の検出信号の変動を抑制することができる。

【0029】

その結果、磁場検出部の出力（検出信号）は、前記所定の方向での打継目界面変位に比して、該所定の方向と直交する方向での打継目界面変位に対する感度が低感度なものとなる。従って、前記所定の方向での打継目界面変位に対する磁場検出部の出力の依存性を高め、該出力に基づいて前記所定の方向での打継目界面変位を精度よく計測することができる。

【0030】

30

また、前記第1発明では、前記磁場発生部は、計測対象の前記打継目界面変位の方向である所定の方向に間隔を存して配設された2つの磁石を有すると共に、該2つの磁石は、それぞれの前記磁場検出部側の表面の磁極が互いに異なる極性となるように磁化されており、前記磁場検出部は、前記所定の方向に間隔を存して配設された3つの磁場感应素子を有しており、前記磁場発生部と前記磁場検出部とが前記連結部材により連結されている初期状態において、前記3つの磁場感应素子のうちの両側の2つの磁場感应素子の間の中間の磁場感应素子の前記所定の方向での位置が、前記2つの磁石の間隔内の位置となり、且つ、前記磁場検出部が磁場発生部に対して前記初期状態から前記所定の方向に相対変位したとき、該相対変位に応じて前記中間の磁場感应素子の出力が変化すると共に、前記両側の2つの磁場感应素子の出力の線形結合値が一定に維持され、且つ、前記磁場検出部が磁場発生部に対して前記初期状態から該磁場検出部と磁場発生部との間の間隔方向に相対変位したとき、該相対変位に応じて前記中間の磁場感应素子の出力が変化すると共に、前記両側の2つの磁場感应素子の出力の前記線形結合値が変化するように、前記磁場発生部と前記磁場検出部とが構成されていることが好ましい（第3発明）。

40

【0031】

なお、上記磁場感应素子は、ホール素子等、磁場に感应するセンシング素子である。

【0032】

上記第3発明によれば、前記所定の方向での打継目界面変位に起因して、前記磁場検出部が、磁場発生部に対して前記初期状態から前記所定の方向に相対変位した場合には、該磁場検出部の3つの磁場感应素子のうちの前記中間の磁場感应素子の出力は、該相対変位

50

に応じて変化するものの、両側の2つの磁場感应素子の出力の線形結合値（例えば和、あるいは、差）は一定に維持される。従って、該両側の2つの磁場感应素子の出力の線形結合値は、前記所定の方向での前記打継目界面変位に感应しないこととなる。

【0033】

一方、前記打継目界面の法線方向でコンクリート構造物に作用する応力によって、先打ちコンクリートと後打ちコンクリートとが該コンクリート構造物に埋設した変位計の周辺箇所で剥離するような場合もあり、このような場合には、前記磁場検出部が、磁場発生部に対して前記初期状態から該磁場検出部と磁場発生部との間の間隔方向に相対変位する。

【0034】

この場合には、当該相対変位に応じて、前記中間の磁場感应素子の出力が変化することに加えて、両側の2つの磁場感应素子の出力の前記線形結合値も変化する。従って、該両側の2つの磁場感应素子の出力の線形結合値は、前記磁場検出部と磁場発生部との間の間隔方向（これは前記所定の方向と直交もしくはほぼ直交する）での磁場検出部の相対変位に感应することとなる。

【0035】

このため、前記中間の磁場感应素子の出力の変化が、前記所定の方向での打継目界面変位に起因するものであるか、あるいは、打継目界面に直交もしくはほぼ直交する方向での先打ちコンクリートと後打ちコンクリートとの間の相対変位に起因するものであるかを、前記両側の2つの磁場感应素子の出力の線形結合値に基づいて区別することが可能となる。

【0036】

ひいては、前記中間の磁場感应素子の出力と、前記両側の2つの磁場感应素子の出力の線形結合値とに基づいて、前記所定の方向での打継目界面変位を、該打継目界面に直交もしくはほぼ直交する方向での先打ちコンクリートと後打ちコンクリートとの間の相対変位と区別して、精度よく計測することが可能となる。

【0037】

なお、第3発明において、前記両側の2つの磁場感应素子の出力の線形結合値が、磁場発生部に対する磁場検出部の相対変位に対して上記の如き特性を持たせることは、前記2つの磁石と前記両側の2つの磁場感应素子との間の位置関係と、磁場の強度に対する該両側の2つの磁場感应素子の出力の感度又は磁場の向きに対する該両側の2つの磁場感应素子の出力の極性とを適切に設定することで実現することができる。

【0038】

また、第3発明は、前記第2発明と組み合わせてもよい。このようにした場合には、前記所定の方向での打継目界面変位をより一層、精度よく計測することが可能となる。

【0039】

また、前記第1～第3発明では、前記連結部材には、前記打継目界面変位に伴い該連結部材に作用する応力を集中させて該連結部材を破断させる応力集中部が形成されていることが好ましい（第4発明）。

【0040】

この第4発明によれば、前記打継目界面変位に対する前記連結部材の脆弱性を、容易に構造的に実現できる。この場合、例えば、連結部材の外周に、環状の溝を形成することで上記応力集中部を構成できる。

【0041】

また、第1～第4発明では、前記連結部材は、前記コンクリート構造物の先打ちコンクリート及び後打ちコンクリートと同一の線膨張係数を有する材質により構成されていることが好ましい（第5発明）。

【0042】

なお、前記コンクリート構造物の先打ちコンクリート及び後打ちコンクリートと同一の線膨張係数というのは、該先打ちコンクリート及び後打ちコンクリートの線膨張係数に正確に一致する線膨張係数だけを意味するものではなく、該先打ちコンクリート及び後打ち

10

20

30

40

50

コンクリートの線膨張係数と、ある許容範囲内でほぼ一致するような線膨張係数も含むものである。

【0043】

上記第5発明によれば、温度変化に伴うコンクリート構造物の膨張又は収縮に起因して、磁場発生部と磁場検出部との間の位置ずれが生じるのが防止される。従って、温度変化に対する磁場検出部の出力の変動を抑制することができる。

【0044】

また、上記第1～第5発明では、前記磁場発生部と磁場検出部とのそれぞれの外表面には、複数の凹凸が形成されていることが好ましい(第6発明)。

【0045】

この第6発明によれば、磁場発生部と磁場検出部とのうちの一方と先打ちコンクリートとの付着、及び、磁場発生部と磁場検出部とのうちの他方と後打ちコンクリートとの付着を強固に行なうことができる。

【0046】

このため、打継目界面変位に伴う磁場発生部と磁場検出部との間の相対的な変位量を、該打継目界面変位の発生量に精度よく合致させるようにすることができる。ひいては、磁場検出部の出力に基づく打継目界面変位の計測精度をより一層高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】本発明の第1実施形態の変位計の構成を示す図。

【図2】図1の変位計に備えた磁石及びホール素子を示す斜視図。

【図3】図3(a), (b), (c)は図1の変位計に備えたホール素子の出力特性を説明するためのグラフ。

【図4】本発明の第2実施形態の変位計の構成を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0048】

[第1実施形態]

本発明の第1実施形態を図1～図3を参照して以下に説明する。

【0049】

図1に示すように、本実施形態の変位計1は、磁場を発生する磁場発生部2と、磁場の強度を検出する磁場検出部3と、これらの磁場発生部2及び磁場検出部3を連結する連結部材4とを備える。

【0050】

磁場発生部2は、樹脂等の非磁性体により構成された筐体(外装ケース)5と、その内部に収容・固定された2つの磁石6a, 6bとを備える。

【0051】

磁石6a, 6bのそれぞれは、図2に示す如く、長尺な平板状に形成されている。そして、磁石6a, 6bは、その長手方向と幅方向とを互いに同方向に向けて、当該幅方向に間隔を存して筐体5内に配置されている。

【0052】

以降の説明では、便宜上、図2に示すように、磁石6a, 6bの長手方向をY軸方向とし、このY軸方向と直交する方向となる磁石6a, 6bの幅方向をX軸方向とする。

【0053】

磁石6a, 6bのそれぞれは、その厚み方向(X軸方向及びY軸方向に直交する方向)における表裏面のうちの一方の面がN極、他方の面がS極となるように磁化されている。そして、磁石6a, 6bは、それぞれの厚み方向の磁極の向きが互いに逆向きとなるように筐体5内に配置されている。

【0054】

例えば、図1に示すように、磁石6aの厚み方向の表面(図1では上側の面)と裏面(図1では下側の面)とがそれぞれS極、N極となり、これと逆に、磁石6bの厚み方向の

10

20

30

40

50

表面（図 1 では上側の面）と裏面（図 1 では下側の面）とがそれぞれ N 極、S 極となるように磁石 6 a , 6 b が配置されている。

【 0 0 5 5 】

なお、磁石 6 a , 6 b は、温度変化に対する発生磁場の変化が生じ難いものを使用されることが望ましい。

【 0 0 5 6 】

また、図示は省略するが、磁場発生部 2 の筐体 5 の外表面には、多数の微小な凹凸が形成されている（該外表面が粗面状に形成されている）。

【 0 0 5 7 】

磁場検出部 3 は、樹脂等の非磁性体により構成された筐体（外装ケース）7 と、その内部に収容・固定されたホール素子 8 とを備える。ホール素子 8 は、磁場に感応するセンシング素子であり、自身に作用する磁場の強度（大きさ）に応じた大きさの検出信号（電圧信号）を出力する。また、ホール素子 8 の出力の極性は、ホール素子 8 に作用する磁場の向きによって切替わるようになっている。

【 0 0 5 8 】

なお、ホール素子 8 は、温度変化に対する出力の変化を生じ難いものを使用することが望ましい。

【 0 0 5 9 】

また、図示は省略するが、磁場検出部 3 の筐体 7 の外表面には、磁場発生部 2 の筐体 5 の外表面と同様に、多数の微小な凹凸が形成されている（該外表面が粗面状に形成されている）。

【 0 0 6 0 】

この磁場検出部 3 は、後述する位置関係で、磁石 6 a , 6 b の厚み方向に磁場発生部 2 と間隔を存して該磁場発生部 2 に対向するように配置されている。そして、磁場検出部 3 と磁場発生部 2 とが、それらの間に介装された前記連結部材 4 を介して連結されている。

【 0 0 6 1 】

より詳しくは、本実施形態の変位計 1 は、樹脂等の非磁性体によりそれぞれピン状に形成された複数の連結部材 4 を備えている。そして、各連結部材 4 は、その軸心方向を磁場発生部 2 と磁場検出部 3 との間の間隔方向（磁石 6 a , 6 b の厚み方向）に向けた状態で、磁場発生部 2 と磁場検出部 3 との間に介装され、各連結部材 4 の両端部が、それぞれ磁場発生部 2 の筐体 5 、磁場検出部 3 の筐体 7 に固定されている。

【 0 0 6 2 】

この場合、各連結部材 4 の軸心方向の中間部には、他の部分よりも小径のくびれ部分 4 a が設けられている。このくびれ部分 4 a は、連結部材 4 の外周に断面形状が V 字状の環状溝を形成することにより構成された部分（本発明における応力集中部と機能を持つ部分）であり、磁場発生部 2 と磁場検出部 3 との間に、それらを横方向（連結部材 4 の軸心方向に直交する方向）に相対変位させるような力が作用した場合に、該力がさほど大きな力でなくとも、各連結部材 4 のくびれ部分 4 a に応力が集中して、該くびれ部分 4 a の破断が生じやすいように該くびれ部分 4 a が形成されている。

【 0 0 6 3 】

これにより、各連結部材 4 は、磁場発生部 2 と磁場検出部 3 との間の横方向の相対変位に対して脆弱性を有し、該相対変位を生ぜしめる応力（せん断応力）によって容易に破断するものとなっている。

【 0 0 6 4 】

また、本実施形態では、各連結部材 4 は、コンクリートの線膨張係数と同一もしくはほぼ同一の線膨張係数を有する材質により構成されている。

【 0 0 6 5 】

ここで、連結部材 4 により連結された磁場発生部 2 と磁場検出部 3 との位置関係について以下に説明する。

【 0 0 6 6 】

10

20

30

40

50



まず、磁場発生部 2 の磁石 6 a , 6 b に対するホール素子 8 の位置と、該ホール素子 8 の出力との間の関係について説明しておく。ホール素子 8 を、磁石 6 a , 6 b の表面側に配置して、該ホール素子 8 の X 軸方向の位置を変化させる場合を想定する。この場合、磁石 6 a , 6 b の厚み方向における磁石 6 a , 6 b とホール素子 8 との間隔は一定の間隔に維持されるものとする。また、ホール素子 8 の Y 軸方向の位置は、磁石 6 a , 6 b の長手方向の長さの中央付近の位置に保たれるものとする。

【 0 0 6 7 】

この場合、磁石 6 a , 6 b のそれぞれの表面の正面位置（当該表面に磁石 6 a , 6 b の厚み方向で対向する位置）での磁場の強度（大きさ）がほぼ最大となると共に、それぞれの磁場の向きが磁石 6 a , 6 b の厚み方向で互いに逆向きとなる。また、磁石 6 a , 6 b の厚み方向での磁場の向きは、磁石 6 a と 6 b との間のほぼ中央となる X 軸方向の位置で反転する。

10

【 0 0 6 8 】

このため、ホール素子 8 の X 軸方向の位置に対する該ホール素子 8 の出力の変化の特性は、概ね図 3 ( a ) のグラフ a で示すような特性となる。すなわち、ホール素子 8 の出力は、該ホール素子 8 の X 軸方向の位置が、磁石 6 a の X 軸方向の位置にほぼ一致する場合と、磁石 6 b の X 軸方向の位置にほぼ一致する場合とで、互いに逆極性の最大（極大）の大きさとなる。

【 0 0 6 9 】

そして、ホール素子 8 の X 軸方向位置が、磁石 6 a の X 軸方向の位置から磁石 6 b 側に近づいていくに伴い、該ホール素子 8 の出力の大きさが減少する。そして、ホール素子 8 の X 軸方向の位置が、磁石 6 b の X 軸方向の位置にさらに近づいていくと、両磁石 6 a , 6 b の間のほぼ中央の位置で、ホール素子 8 の出力の極性が反転した後に、該出力の大きさが再び増加していく。

20

【 0 0 7 0 】

また、特に、ホール素子 8 の X 軸方向の位置が、磁石 6 a , 6 b の間の中央近辺の位置（例えば、図 3 ( a ) の X の範囲内の位置）である場合には、ホール素子 8 の X 軸方向の位置の変化に対して、ホール素子 8 の出力は概ねリニアに変化する。従って、ホール素子 8 の出力から、磁石 6 a , 6 b に対するホール素子 8 の X 軸方向の位置を特定できることとなる。

30

【 0 0 7 1 】

なお、図 3 ( a ) のグラフ a では、磁石 6 a 寄り側の位置でのホール素子 8 の出力の極性が正で、磁石 6 b 寄り側の位置でのホール素子 8 の出力の極性が負であるが、それらの極性を逆にするようにすることも可能である。

【 0 0 7 2 】

ホール素子 8 の X 軸方向の位置と、該ホール素子 8 の出力との間の以上の如き関係を踏まえて、変位計 1 の初期状態（磁場発生部 2 と磁場検出部 3 とが連結部材 4 により連結されている状態）での磁場発生部 2 と磁場検出部 3 との相互の位置関係（ホール素子 8 と磁石 6 a , 6 b との相互の位置関係）が次のように設定されている。

【 0 0 7 3 】

すなわち、磁場検出部 3 は、図 1 に示す如く、磁石 6 a , 6 b の厚み方向（ X 軸方向及び Y 軸方向に直交する方向）で磁場発生部 2 と既定の間隔を存し、且つ、ホール素子 8 の X 軸方向の位置が、両磁石 6 a , 6 b の間のほぼ中央の位置となり、且つ、ホール素子 8 の Y 軸方向の位置が、磁石 6 a , 6 b の長手方向の長さの中央付近の位置となるように磁石 6 a , 6 b の表面側に配置されている。

40

【 0 0 7 4 】

このような磁場発生部 2 と磁場検出部 3 との配置によって、本実施形態では、図 3 ( b )、図 3 ( c ) にそれぞれグラフ b、c で示す如きホール素子 8 の出力特性が実現されている。

【 0 0 7 5 】

50

図3(b)のグラフbは、ホール素子8のX軸方向の位置に対する出力特性を示しており、±8mmの範囲内(図3(a)のXに相当する範囲内)で、ホール素子8の出力が、X軸方向の位置に対してほぼニアに変化する出力特性が実現されている。なお、図3(b)において、X軸方向の位置が0mmとなる位置(ホール素子8の出力が“0”となるX軸方向の位置)は、両磁石6a, 6bの間のほぼ中央の位置(変位計1の初期状態でのホール素子8のX軸方向の位置)である。

【0076】

また、図3(c)のグラフcは、ホール素子8のY軸方向の位置に対する出力特性を示している。ここで、本実施形態では、磁石6a, 6bがX軸方向に対して直交するY軸方向に長いので、ホール素子8のY軸方向の位置が磁石6a, 6bに対して多少変化しても、ホール素子8に作用する磁束の強度及び向きは、ほぼ一定に維持される。

10

【0077】

このため、本実施形態の変位計1では、グラフcで示す如く、ホール素子8のY軸方向の位置に関する±5mmの範囲内で、ホール素子8の出力の変化量が、最大の出力の20%以下に収まるようになっている。なお、図3(c)において、Y軸方向の位置が0mmとなる位置は、ホール素子8の出力が最大となるY軸方向の位置であり、その位置は、両磁石6a, 6bの長手方向の長さのほぼ中央の位置(変位計1の初期状態でのホール素子8のY軸方向の位置)である。

【0078】

次に、以上説明した変位計1を用いてコンクリート構造物の打継目界面変位を計測する処理に関して説明する。

20

【0079】

コンクリート構造物の打継目界面変位を計測する場合には、図1に示すように、コンクリート構造物の内部に変位計1が設置される。

【0080】

さらに詳細には、先打ちコンクリートを打設する際に、変位計1の磁場発生部2及び磁場検出部3のうち的一方(本実施形態では、磁場発生部2)が、先打ちコンクリートの内部に埋没し、且つ、他方(本実施形態では、磁場検出部3)が、先打ちコンクリートの外部(後打ちコンクリートの打設予定空間)に露出するような位置に、変位計1を固定保持した状態で、先打ちコンクリートの打設を行なう。

30

【0081】

この場合、変位計1の姿勢は、その磁石6a, 6bの厚み方向(連結部材4の軸心方向)が、打継目界面となる先打ちコンクリートの表面にほぼ直交し、且つ、X軸方向(磁石6a, 6bの幅方向)が、打継目界面変位の計測対象の方向(図1では、左右方向)に一致するような姿勢に保持される。

【0082】

このように変位計1を配置して先打ちコンクリートを打設した後に、後打ちコンクリートが打設される。これにより、変位計1の磁場発生部2、磁場検出部3がそれぞれ先打ちコンクリート、後打ちコンクリートに埋設されるようにして、変位計1がコンクリート構造物の内部に設置される。

40

【0083】

この場合、磁場発生部2と磁場検出部3とは、連結部材4を介して連結されているので、磁場発生部2と磁場検出部3の間の位置関係(ひいては、磁石6a, 6bとホール素子8との間の位置関係)が当初の位置関係に保持される。

【0084】

なお、後打ちコンクリートの打設時は、磁場検出部3のホール素子8に接続されている信号取出し線や電力供給線等のリード線(図示省略)がコンクリート構造物の外部に導出される。ただし、例えば磁場検出部3に無線機を搭載しておき、ホール素子8の出力を無線により外部で受信することができるようにしてもよい。また、磁場検出部3に電源電池を搭載しておくようにしてもよい。

50

## 【 0 0 8 5 】

補足すると、後打ちコンクリートの打設によって変位計 1 の設置箇所が判らなくなってしまうような場合でも、汎用の磁束検出器や磁石等を使用して、磁場発生部 2 の磁石 6 a , 6 b が発生する磁束を探索することで、変位計 1 の設置箇所を特定することができる。

## 【 0 0 8 6 】

以上のように変位計 1 をコンクリート構造物の内部に設置した後、磁場検出部 3 のホール素子 8 の出力に基づいて、計測対象の方向である X 軸方向における打継目界面変位が計測される。

## 【 0 0 8 7 】

すなわち、打継目界面変位（先打ちコンクリートと後打ちコンクリートとの間の相対変位）が発生していない状態では、ホール素子 8 の出力は、変位計 1 の設置当初の磁場発生部 2 と磁場検出部 3 との間の位置関係に対応する所定値（本実施形態では約 “ 0 ” ）となる。

## 【 0 0 8 8 】

そして、X 軸方向での打継目界面変位が発生すると、それに伴い、磁場検出部 3 のホール素子 8 が、磁場発生部 2 の磁石 6 a , 6 b に対して相対的に X 軸方向に変位することとなる。このため、図 3 ( b ) に示した特性で、ホール素子 8 の出力が変化し、そのホール素子 8 の出力値から、磁場発生部 2 に対する磁場検出部 3 の X 軸方向の相対的な変位量、ひいては、X 軸方向における打継目界面変位の発生量が計測される。

## 【 0 0 8 9 】

この場合、変位計 1 の設置当初は、磁場発生部 2 と磁場検出部 3 との間の位置関係は、それらを連結する連結部材 4 によって既定の位置関係に保持される。このため、変位計 1 の設置当初におけるホール素子 8 の出力のばらつきが生じるようなことを防止して、該出力の安定性を確保することができる。

## 【 0 0 9 0 】

また、コンクリート構造物に対する変位計 1 の設置当初は、磁場検出部 3 が連結部材 4 を介して磁場発生部 2 に連結されているものの、該連結部材 4 は、前記した如く、磁場発生部 2 と磁場検出部 3 との間の相対変位を生ぜしめる応力（せん断応力）によって容易に破断するように形成されている。

## 【 0 0 9 1 】

このため、打継目界面変位は、連結部材 4 によって阻害されることなく（換言すれば、連結部材 4 が存在しない場合とほぼ同等の形態で）、発生し得る。

## 【 0 0 9 2 】

また、磁場発生部 2 の筐体 5 と、磁場検出部 3 の筐体 7 とは、それぞれの外表面に多数の凹凸が形成されているので、磁場発生部 2 と先打ちコンクリートとの付着、及び磁場検出部 3 と後打ちコンクリートとの付着が強固なものとなる。このため、磁場発生部 2 と磁場検出部 3 との間の相対変位は、打継目界面変位（先打ちコンクリートと後打ちコンクリートとの間の相対変位）と一体的に行なわれる。

## 【 0 0 9 3 】

このため、磁場発生部 2 と磁場検出部 3 との間の相対的な変位量は、打継目界面変位の発生量に精度よく合致するものとなる。

## 【 0 0 9 4 】

さらに、本実施形態では、磁石 6 a , 6 b が、打継目界面変位の計測対象の方向である X 軸方向と直交する Y 軸方向に長いものとなっている。このため、打継目界面変位が、Y 軸方向に発生し、それに追従して、磁場検出部 3 が磁場発生部 2 に対して Y 軸方向に相対変位しても、図 3 ( c ) を参照して前記した如く、ホール素子 8 の出力の変動は十分に微小なものに留まる。

## 【 0 0 9 5 】

従って、本実施形態の変位計 1 によれば、計測対象の方向（X 軸方向）における打継目界面変位の発生量を、ホール素子 8 の出力から精度よく計測することができる。

10

20

30

40

50

## 【0096】

また、本実施形態では、連結部材4の線膨張係数が、コンクリートの線膨張係数と同一もしくはほぼ同一の線膨張係数を有する材質により構成されているので、温度変化に伴うコンクリート構造物の膨張又は収縮に起因して、磁場発生部2と磁場検出部3との間の位置ずれが生じるのが防止される。

## 【0097】

従って、温度変化に対するホール素子8の出力変動を抑制することができる。ひいては、X軸方向における打継目界面変位に応じたものとしてのホール素子8の出力の信頼性を高めることができる。

## 【0098】

以上の如く、本実施形態の変位計1によれば、コンクリート構造物の打継面界面変位を、阻害することなく精度よく計測することができる。

## 【0099】

また、磁石6a, 6bとホール素子8とを使用して、変位計1の構成要素である磁場発生部2及び磁場検出部3を小型で簡易な構成とすることができる。

## 【0100】

## [第2実施形態]

次に、本発明の第2実施形態を図4を参照して説明する。なお、本実施形態の説明は、前記第1実施形態と相違する事項を中心に行い、第1実施形態と同一事項については詳細な説明を省略する。

## 【0101】

図4に示すように、本実施形態における変位計11は、第1実施形態と同じ構成の磁場発生部2を備える。そして、第1実施形態と同様に、この磁場発生部2の磁石6a, 6bの厚み方向に間隔を存するようにして、該磁場発生部2の筐体5に対向して設けられた磁場検出部3の筐体7が複数の連結部材4を介して磁場発生部2の筐体5に連結されている。

## 【0102】

なお、磁石6a, 6bの表面側(磁場検出部3側)の磁極は、第1実施形態と同様に互いに異なる極性の磁極(本実施形態では、例えば磁石6aの表面側の磁極がS極、磁石6bの表面側の磁極がN極)とされている。

## 【0103】

一方、本実施形態の変位計11では、磁場検出部3の筐体7には、第1実施形態よりも多くのホール素子(磁場感应素子)が収容・固定されている。すなわち、本実施形態では、磁場検出部3の筐体7には、ホール素子8に加えてさらに2つのホール素子12a, 12bが収容されている。これらの3つのホール素子8, 12a, 12bは、ホール素子12a, 12bの間の中にホール素子8が位置するようにして、打継目界面変位の計測対象の方向であるX軸方向(換言すれば、磁石6a, 6bの間隔方向)に等間隔で並ぶように配置されている。

## 【0104】

そして、3つのホール素子8, 12a, 12bと磁石6a, 6bとの相互の位置関係、並びに、各ホール素子8, 12a, 12bの出力特性は、次のように設定されている。

## 【0105】

すなわち、本実施形態の変位計11の初期状態(磁場発生部2と磁場検出部3とが連結部材4により連結されている状態)において、ホール素子8, 12a, 12bのうちの両側のホール素子12a, 12bの間の中間のホール素子8は、そのX軸方向の位置が、第1実施形態と同様に、両磁石6a, 6bの間の間隔内のほぼ中央の位置となるように配置されている。

## 【0106】

また、磁石6a, 6bの長手方向(Y軸方向)でのホール素子8の位置(初期状態における位置)も、第1実施形態と同様に、磁石6a, 6bの長さの中央付近の位置とされて

10

20

30

40

50

いる。

【0107】

そして、ホール素子8の出力は、磁石6a, 6bに対する該ホール素子8の相対変位に応じて第1実施形態と同様に变化するようになっている。

【0108】

一方、両側の2つのホール素子12a, 12bは、磁石6a, 6bに対する相対変位に応じてそれぞれの出力が变化するものの、ホール素子12a, 12bのX軸方向の位置が磁石6a, 6bに対して相対的に变化しても、ホール素子12a, 12bの出力(出力電圧)の線形結合値としての該出力の和が一定に維持されるようになっている。

【0109】

一例として、本実施形態では、変位計11の初期状態でのホール素子12a, 12bと磁石6a, 6bとの相互の位置関係と、磁石6a, 6bが生成する磁場に対するホール素子12a, 12bの出力の感度及び極性を次のように設定しておくことによって、ホール素子12a, 12bの出力特性が上記のように設定されている。

【0110】

すなわち、本実施形態では、図4に示す如く、X軸方向でのホール素子12a, 12bの間隔が、X軸方向での磁石6a, 6bの間隔よりも広いものとされている。そして、これらの2つのホール素子12a, 12bは、変位計11の初期状態において、ホール素子12aと磁石6aとの間のX軸方向の間隔と、ホール素子12bと磁石6bとの間のX軸方向の間隔とが同じ間隔dとなるように配置されている。

【0111】

従って、X軸方向でのホール素子12a, 12bの間隔が、X軸方向での磁石6a, 6bの間隔と異なるものとされると共に、X軸方向でのホール素子12a, 12bの間隔の中央位置が、X軸方向での磁石6a, 6bの間隔の中央位置と一致(もしくはほぼ一致)するように、変位計11の初期状態における磁石6a, 6bに対するホール素子12a, 12bの配置が設定されている。

【0112】

また、ホール素子12aの出力特性(X軸方向の位置に応じた出力特性)は、ホール素子12aのX軸方向の位置が、初期状態の位置から磁石6aのX軸方向の位置に近づくに伴い、ホール素子12aの出力が正極性方向に増加し、逆に、ホール素子12aのX軸方向の位置が、初期状態の位置から磁石6aのX軸方向の位置から遠ざかるに伴い、ホール素子12aの出力が負極性方向に減少するように設定されている。

【0113】

また、ホール素子12bの出力特性(X軸方向の位置に応じた出力特性)は、ホール素子12bのX軸方向の位置が、初期状態の位置から磁石6bのX軸方向の位置に近づくに伴い、ホール素子12bの出力が正極性方向に増加し、逆に、ホール素子12bのX軸方向の位置が、初期状態の位置から磁石6bのX軸方向の位置から遠ざかるに伴い、ホール素子12bの出力が負極性方向に減少するように設定されている。

【0114】

そして、ホール素子12a, 12bは、初期状態からのX軸方向の変位量(磁石6a, 6bに対する相対的な変位量)が同じであれば、それぞれの出力の初期状態からの変化量の大きさが同じになるように、それぞれの出力の感度が設定されている。

【0115】

従って、変位計11の初期状態でのホール素子12a, 12bの出力をそれぞれA0、B0と表記し、磁場検出部3が磁場発生部2に対してX軸方向に変位したときのホール素子12a, 12bの出力をそれぞれAx、Bxとおくと、本実施形態では、 $A_x = A_0 + a_x$ 、 $B_x = B_0 - b_x$ 、 $a_x = b_x$ となる。

【0116】

このため、磁場検出部3が磁場発生部2に対してX軸方向に変位しても、 $A_x + B_x = A_0 + B_0$ となって、ホール素子12a, 12bの出力の和が一定に維持されるようになって

10

20

30

40

50

いる。

【0117】

なお、磁石6a, 6bの長手方向(Y軸方向)でのホール素子12a, 12bのそれぞれの位置は、ホール素子8のY軸方向での位置(磁石6a, 6bの長さの中央付近の位置)と同じとされている。このため、磁場検出部3が磁場発生部2に対してY軸方向に変位しても、ホール素子12a, 12bの出力は、ホール素子8の出力と同様に、ほぼ一定に保たれるようになっている。

【0118】

また、磁場発生部2と磁場検出部3と間の間隔方向(X軸方向及びY軸方向に直交する方向。以降、Z軸方向という)で磁場検出部3が磁場発生部2に対して初期状態から遠ざかる向きに変位した場合には、Z軸方向でのホール素子8, 12a, 12bのそれぞれと、磁石6a, 6bとの距離が初期状態よりも大きくなるため、各ホール素子8, 12a, 12bに磁石6a, 6bから作用する磁場の強度が低下する。

10

【0119】

このため、この場合には、各ホール素子8, 12a, 12bの出力の大きさが減少する。従って、この場合には、両側のホール素子12a, 12bの出力の和は、初期状態から減少することとなる。

【0120】

本実施形態の変位計11の構成は、以上説明した事項以外は、第1実施形態と同様である。

20

【0121】

かかる本実施形態の変位計11は、第1実施形態の変位計1と同様に、コンクリート構造物に埋設状態で設置される。その設置状態が、図4に示す状態である。そして、この状態で、ホール素子8, 12a, 12bの出力に基づいて、打継目界面変位が計測される。

【0122】

この場合、磁場発生部2と磁場検出部3との間のZ軸方向の間隔がほぼ一定に保たれたまま、X軸方向で打継目界面変位が発生して、磁場検出部3が磁場発生部2に対してX軸方向に相対的に変位した場合には、両側のホール素子12a, 12bの出力の和は初期状態から変化しないものの、ホール素子8の出力は、第1実施形態と同様に变化する。このため、ホール素子12a, 12bの出力の和が初期状態から変化しない状態では、ホール素子8の出力に基づいて、第1実施形態と同様に、X軸方向での打継目界面変位を精度よく計測することができる。

30

【0123】

なお、この場合、連結部材4の破断が容易に生じることによって、打継目界面変位が阻害されないことは、前記第1実施形態と同様である。

【0124】

一方、打継目界面にほぼ直交する方向でコンクリート構造物に作用する応力等に起因して、変位計11の埋設箇所で、先打ちコンクリートと後打ちコンクリートとが剥離して、磁場検出部3が、磁場発生部2に対してZ軸方向に相対変位する場合がある。

【0125】

このような場合には、ホール素子8の出力が変化することに加えて、ホール素子12a, 12bの出力の和も変化する。そして、このホール素子12a, 12bの出力の和の変化によって、磁場検出部3が磁場発生部2に対してZ軸方向にどの程度変位したかが判る。

40

【0126】

そこで、本実施形態では、ホール素子12a, 12bの出力の和が初期状態から変化した場合には、その変化量に応じて、ホール素子8の出力を補正し、その補正後のホール素子8の出力に基づいて、X軸方向での打継目界面変位を計測する。

【0127】

この場合、ホール素子12a, 12bの出力の和の変化量に対するホール素子8の出力

50

の補正量は、あらかじめ作成したデータテーブルもしくは演算式により決定される。

【0128】

このようにすることにより、本実施形態の変位計11によれば、磁場検出部3が磁場発生部2に対してZ軸方向に変位しても、その影響を補償して、コンクリート構造物の打継目界面変位を精度よく計測することができる。

【0129】

なお、上記第2実施形態では、X軸方向でのホール素子12a, 12bの間隔を、X軸方向での磁石6a, 6bの間隔よりも広くしたが、X軸方向でのホール素子12a, 12bの間隔を、X軸方向での磁石6a, 6bの間隔よりも狭くしてもよい。

10

【0130】

また、磁場検出部3が磁場発生部2に対してX軸方向に変位した場合に、ホール素子12a, 12bの出力の差が一定に維持され、磁場検出部3が磁場発生部2に対してZ軸方向に変位した場合に、ホール素子12a, 12bの出力の差が変化するようにしてもよい。その場合には、磁場検出部3が磁場発生部2に対するX軸方向での相対変位に対して、ホール素子12a又は12bの出力の増減の向きが、前記第2実施形態と逆になるように、該ホール素子12a又は12bの出力特性を設定しておけばよい。

【0131】

また、磁場検出部3が磁場発生部2に対するX軸方向での相対変位に対するホール素子12a, 12bのそれぞれの出力の変化の感度が異なってもよい。その場合には、ホール素子12aの出力とホール素子12bの出力とを互いに異なる係数で線形結合した値が、磁場検出部3が磁場発生部2に対してX軸方向に相対変位しても、一定に維持されるように上記係数を設定しておけばよい。

20

【0132】

また、以上説明した各実施形態では、磁場発生部2及び磁場検出部3をそれぞれ、先打ちコンクリート、後打ちコンクリートに埋設させるようにしたが、磁場検出部3を先打ちコンクリートに埋設し、磁場発生部2を後打ちコンクリートに埋設するようにしてもよい。

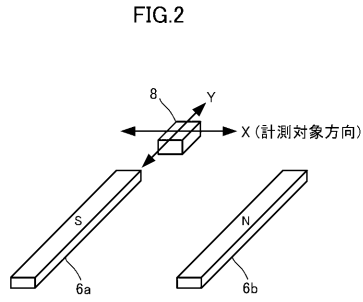
【符号の説明】

【0133】

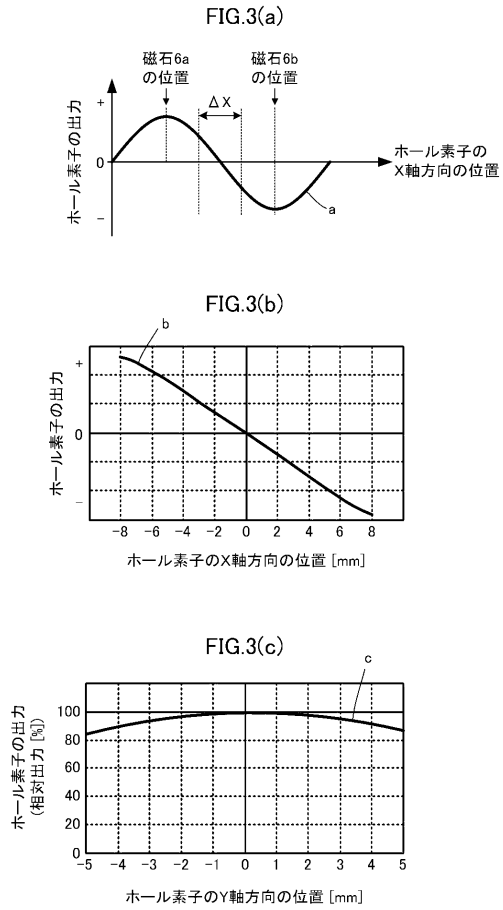
1...変位計、2...磁場発生部、3...磁場検出部、4...連結部材、4a...くびれ部分(応力集中部)、8, 12a, 12b...ホール素子(磁場感应素子)。

30

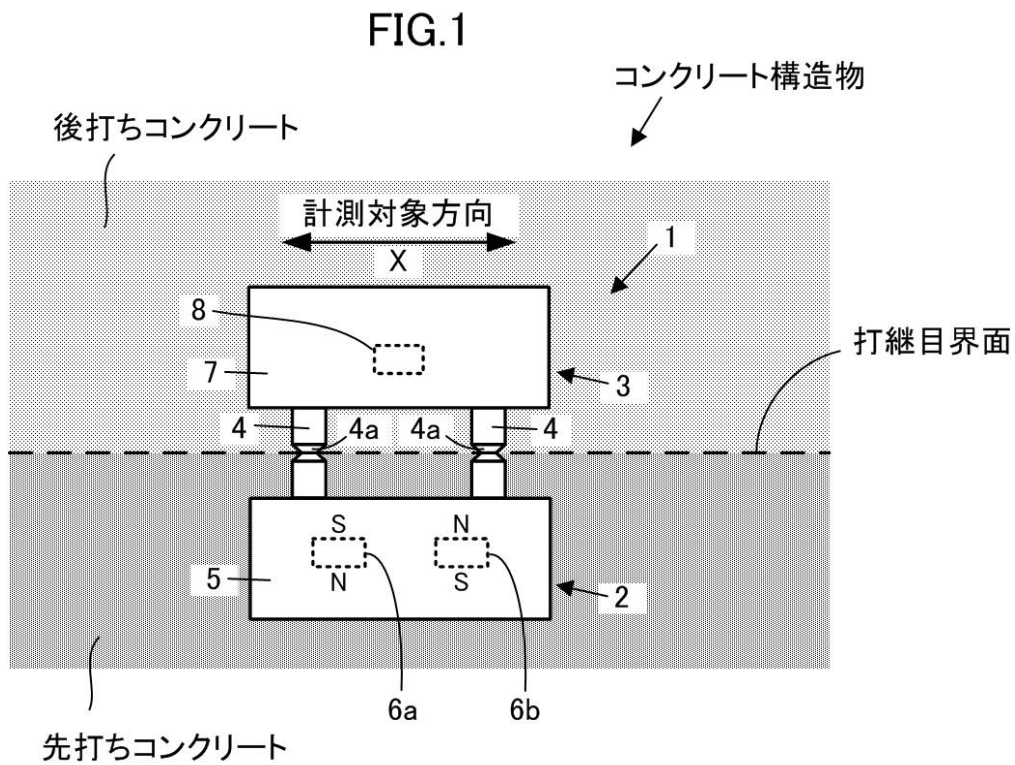
【 図 2 】



【 図 3 】

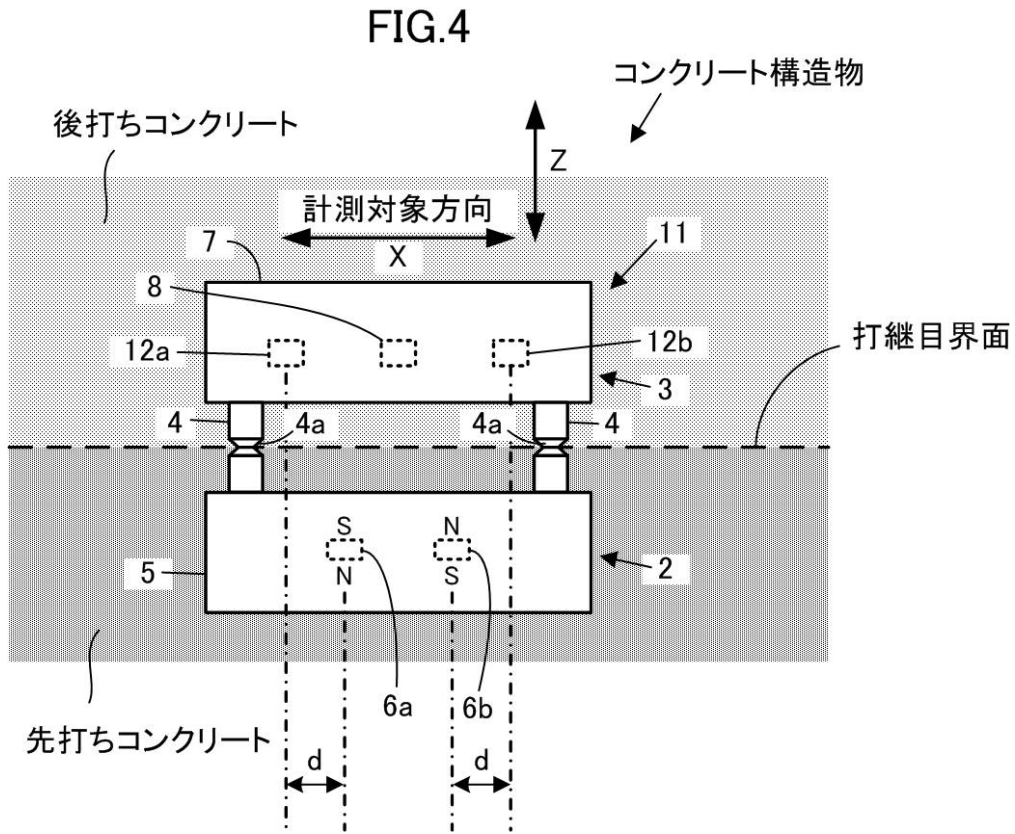


【 図 1 】





【図4】



---

フロントページの続き

(72)発明者 末吉 良敏

群馬県桐生市相生町4丁目247番地 株式会社東京測器研究所桐生工場内

(72)発明者 浅田 知之

群馬県桐生市相生町4丁目247番地 株式会社東京測器研究所桐生工場内

審査官 眞岩 久恵

(56)参考文献 登録実用新案第3058366(JP,U)

特開平07-105809(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

G01B 7/00-7/34