

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3665821号
(P3665821)

(45) 発行日 平成17年6月29日(2005.6.29)

(24) 登録日 平成17年4月15日(2005.4.15)

(51) Int.Cl.⁷

F I

GO 1 V 1/00

GO 1 V 1/00

C

// GO 1 S 7/521

GO 1 S 7/52

A

請求項の数 5 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2002-177731 (P2002-177731)
 (22) 出願日 平成14年6月18日(2002.6.18)
 (65) 公開番号 特開2004-20448 (P2004-20448A)
 (43) 公開日 平成16年1月22日(2004.1.22)
 審査請求日 平成14年6月18日(2002.6.18)

(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 100116506
 弁理士 櫻井 義宏
 (72) 発明者 稲崎 富士
 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 本郷 徹

(56) 参考文献 特開平05-165393 (JP, A)
 特開昭62-277576 (JP, A)
 特開2002-062361 (JP, A)
)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高密度三次元反射法地震探査装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発振点と受振点を面的に配置し、全方位からの信号を観測・処理することにより地質構造を三次元的に探査する三次元反射法地震探査装置において、非伸縮性の1つの面状部材の上に、横方向に複数列の受振ラインを配置し、各列の受振ラインには複数チャンネルの構成となるよう受振装置を装着するとともに、受振ラインを取り巻くように発振ラインを配置し、該発振ラインには複数の発振装置を装着し、且つ、面状部材の受振ラインと平行な一方の端面には牽引手段を装着したロッドを装着することにより、1つの面状部材上の受振装置と発振装置との相対的な位置関係を保持したまま移動可能としたことを特徴とする高密度三次元反射法地震探査装置。

【請求項 2】

面状部材を、非伸縮性のシート、メッシュ、ネットあるいは不織布から形成することを特徴とする請求項 1 記載の高密度三次元反射法地震探査装置。

【請求項 3】

横方向に複数列の受振ラインを等間隔に配置し、各列の受振ラインの受振装置を等間隔に装着したことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の高密度三次元反射法地震探査装置。

【請求項 4】

受振ラインと発振ラインとの間隔を、受振点間隔と同じか、あるいは、その整数倍の間隔としたことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の高密度三次元

反射法地震探査装置。

【請求項 5】

面状部材の下面にベースプレートを、また上面に合わせ盤を配置し、これらの部材をネジ等で挟着一体化するとともに、合わせ盤の上面に受振センサを配置し、該受振センサをベースプレートに固着することにより受振装置を構成したことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の高密度三次元反射法地震探査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、高密度三次元反射法地震探査装置に関し、特に、道路、駐車場、アスファルト舗装された盛土法面等の地質構造を高密度に三次元探査するのに適した装置に関する。 10

【0002】

【従来の技術】

従来の地下探査技術の一つに、三次元反射法地震探査技術が知られている。この技術は、資源探査技術で普及してきた二次元反射法地震探査技術を面的に展開したもので、地下の地質構造を三次元的に探査することが可能な方法である。この三次元反射法地震探査では多数の発振点と受振点を面的に配置し、全方位からの信号を観測・処理することで三次元的な構造を再構成するものである。

【0003】

従来の地震探査法では、発振装置に比べて受振センサの方が安価であり、かつ発振装置の移動および発振作業に時間がかかるため、あらかじめ多数の受振点を地表面に展開させ、受振点に比べて相対的に少数の発振点からの信号を取得する方法が一般的であった。しかしこの従来手法では、多数の受振センサを地表面に設置するのに要する時間が多く、かかる作業を短縮することができなかった。 20

また、都市域では地表の大部分がアスファルトで舗装されていたり、固結体で覆われていることから、従来の反射法地震探査で採用されてきた受振センサをスパイクで固定する方式が適用できないという問題もあった。

【0004】

また、二次元反射法地震探査技術において、複数の受振センサを直線上に吊下げ、これを車輪付き装置で移動させる装置が知られている（特開平 7 - 301677 号公報参照）が、この装置は、受振センサを一行に並べているだけであるから二次元反射法地震探査にしか用いることができないものであり、また、測定時に受振センサを接地させる作業が必要であった。さらに、受振センサのみを装着しているだけであるから、発振装置は、別途、移動しつつ設置していかなければならないという問題があった。 30

【0005】

一方、海域で実施されている三次元マルチチャンネル音波探査の手法を陸地に適用した、「ランドストリーマー探査技術」を利用すれば、上述の受振センサの設置にかかる作業時間を大幅に短縮することができる。しかし同技術では、複数のランドストリーマーの間隔を一定に保つために特別の維持部品を必要としていた。また発振点位置が実質的に面的に展開した数本のランドストリーマーの前後に限られるため、高精度での三次元地下構造の再構成に不可欠な、全方位からの信号観測を保証することができなかった。 40

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記問題点を鑑みてなされたもので、測定の都度、発振装置および受振センサを設置するという作業を不要とし、かつ、高密度に地下の地質構造を三次元的に探査できる高密度三次元反射法地震探査装置を提供することを目的とする。特に、道路、駐車場、アスファルト舗装された盛土法面等の舗装面下の浅層の地質構造を高密度に三次元探査するのに適した装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の高密度三次元反射法地震探査装置は、発振点と受振点を面的に配置し、全方位からの信号を観測・処理することにより地質構造を三次元的に探査する三次元反射法地震探査装置において、非伸縮性の面状部材に発振装置および受振装置をそれぞれ複数装着したことを特徴とする。

また、本発明の高密度三次元反射法地震探査装置は、非伸縮性の面状部材を、非伸縮性のシート、メッシュ、ネットあるいは不織布から形成することを特徴とする。

また、本発明の高密度三次元反射法地震探査装置は、面状部材の上に、等間隔で横方向に複数列の受振ラインを配置し、各列の受振ラインには、等間隔で複数チャンネルの構成となるよう受振装置を装着したことを特徴とする。

また、本発明の高密度三次元反射法地震探査装置は、面状部材の上に、受振装置を取り巻くように発振装置を装着したことを特徴とする。

また、本発明の高密度三次元反射法地震探査装置は、受振ラインと発振ラインとの間隔を、受振点間隔と同じか、あるいは、その整数倍の間隔としたことを特徴とする。

また、本発明の高密度三次元反射法地震探査装置は、面状部材には、その一端面にロッドを装着し、該ロッドには、牽引手段を装着したことを特徴とする。

また、本発明の高密度三次元反射法地震探査装置は、面状部材の下面にベースプレートを、また上面に合わせ盤を配置し、これらの部材をネジ等で挟着一体化するとともに、合わせ盤の上面に受振センサを配置し、該受振センサをベースプレートに固着することにより受振装置を構成したことを特徴とする。

【0008】

【発明の実施の形態】

以下、本発明による実施の形態を図面に基づき説明する。

図1は、本発明の実施の形態の三次元反射法地震探査装置の全体構成を示す平面図である。

1は、非伸縮性の面状部材であり、例えば、非伸縮性のシートあるいは、非伸縮性のメッシュ、ネット、不織布等から成っている。材質としては、例えば、酢酸ビニル、帆布、アクリル系樹脂等、非伸縮性で、移動時の負荷に耐えられる強度をもったものであれば良い。なお、金属板のように振動を伝達し易いものは適さない。

面状部材1の上には、等間隔aで横方向に4列の受振ライン5、5、5、5を配置し、各列の受振ライン5には、間隔aで12チャンネルの構成となるよう12の受振点2を設定する。各受振点には、後述のように受振装置20を設置する。

【0009】

上記4列の受振ライン5、5、5、5を取り巻くように発振ライン6を巡らせ、この発振ライン6には、受振点間隔aと同じ間隔で総数40点の発振点3を配置する。ここでは発振点3の総数を40点としているが、受振ライン5の数、必要とされる解像度により総数を増減しても構わない。要は1つの面状部材1上に、受振点2を取り巻くように発振点3を配置することが重要である。受振ライン5と発振ライン6との間隔は、基本的には受振点間隔aと同じとするが、対象深度に応じて、その整数倍の間隔でも良い。各発振点には、後述のように発振装置を設置する。

【0010】

一連の受振装置および発振装置を設置した面状部材1は、受振装置および発振装置の相対的位置関係、すなわち間隔aを保持したまま全体を移動させることを可能にせしめる。そのため、面状部材1には、その一端面にロッド4が装着されている。図1では、受振ライン5と平行な一方の端面の全長にわたってロッド4が装着されている。このロッド4には、牽引ロープ7を介して中間ロッド8および牽引ロッド9が設けられる。図1に示すように中間ロッド8および牽引ロッド9は徐々に短くなっており、牽引ロッド9の中央部分が面状部材1の中心に位置するよう配置され、牽引ロッド9で面状部材1を牽引した場合、牽引力が偏在しないような配置になっている。また、ロッド4に装着する牽引ロープ7の懸架位置あるいは本数を調整することで、ロッド4が弾性変形するものであっても、面状部材1を撓ませることなく牽引することができる。牽引手段は、面状部材1の両サイドに

10

20

30

40

50

設けることもできる。また、牽引ロープに代えて公知のリンク部材を使用することもできる。

【0011】

上記の受振点2間隔aは、本装置を用いた三次元探査の対象深度に依存する値であるが、装置全体の操作性、平面を保持する機能の確実性を考慮すると、20cmから1mが目安となる。したがって、面状部材1の大きさは、最小で3.6m×1.8m、最大でも18m×9m程度である。

【0012】

受振点2間隔aを20cmから50cm程度に設定した場合、最大の受振点—発振点距離（最大オフセット距離）は2.8mから7m程度であり、小さな発振エネルギーでも充分な信号を得ることができる距離である。

10

この場合、発振手段としてはハンマー打撃手段で充分であり、したがって発振点3には打撃盤を設置するだけで良い。発振点3に設置される打撃盤は金属製で、ハンマー打撃に対する耐性を持ち、かつ導電性があるものであれば材質は問わない。これらの打撃盤はトリガー線12で互いに連結されており、制御ボックス11を介して図示しないデータ収録装置に接続されている。打撃ハンマーにもトリガー線を結線し、データ収録装置と接合しておけば、ハンマーで打撃した瞬間のタイミングを合わせることが可能になる。

【0013】

受振点2間隔aを50cm以上に設定した場合、地盤条件によってはハンマー打撃で十分な弾性波信号を得られない可能性もある。この場合には、発振点3にソレノイド型の発振装置を設置する。制御ボックス11を介して各発振点3の発振装置を駆動し、その制御信号をトリガー線12でデータ収録装置に転送する。

20

【0014】

図2および図3は、受振点2における受振装置20の構造を示したものであり、図2は平面図、図3は図2のA-A断面図である。

受振センサ13は舗装面19に対して移動が可能なように舗装面19とはベースプレート14を介して非固定で設置される。非固定での設置は、良好な信号を取得する上では不利であるため、本実施の形態においてはできる限り高品質のデータが得られるよう、ベースプレート14の底面は滑らかに、また設置面積を大きくとるよう設計されている。また、ベースプレート14の厚さも舗装面19と受振センサ13のカップリングを考慮し、牽引時に不安定にならないよう適切なものに設定する。さらに、ベースプレート14の重量も舗装面19と受振センサ13のカップリングに大きく影響すること、および牽引時に過負荷にならないことを考慮して本実施の形態では200gから500g程度とする。ベースプレート14の材質は、上記条件を満たすものであれば特に限定されないが、望ましくは、加工し易く、かつ錆びないことを考慮してアルミニウムあるいはステンレス鋼が最も適している。

30

【0015】

受振センサ13は、移動時に負荷がかかるため、面状部材1上で位置がずれないように堅固に固定させることが重要である。しかし一般に面状部材を構成するシート類は分裂・破断しやすいため、面で負荷を持つように設計する。すなわち、ベースプレート14と合わせ盤15で面状部材1を挟み、留めネジ16を締めることでベースプレート14と受振センサ13とを一体化し、かつ面状部材1に圧着させて固定する。また、受振センサ13自体も留めネジ17でベースプレート14に固定し、一体化を図っている。受振センサ13への電力供給が必要な場合の電力供給および受振センサ13からの信号転送は、受振ライン5を構成する信号線21に取り出し線18を結線することで行われる。信号線21は、接合ボックス22を介して信号伝送線10に接続されている。

40

【0016】

図4は、上記した高密度三次元反射法地震探査装置を移動させながら地下の地質構造を調査する状態を示した説明図である。

発振装置を作動させると、それによる弾性波23は反射点24により反射されて受振装置

50

20により受振され、信号伝送線10を経て図示しないデータ収録装置に転送される。その際、一の発振点での測定が終了すると、図4に示すように発振装置と受信装置20を装着した面状部材1を一定距離移動し、測線をオーバーラップさせて測定を繰り返すという方法がとられる。受振点2間隔aを小さくすれば、反射点24の密度が上がり水平方向の空間分解能が向上するので詳細な構造解析が可能となる。また、弾性波23の進入角度が反射点24に対して鈍角になると良いデータが取得できない。そのため、浅層を調査する場合には、発振点と受振点との距離を小さくする必要がある。

【0017】

本実施の形態による高密度三次元反射法地震探査装置によれば、受振点2と発振点3との相対的な位置関係を保持したまま移動させることにより、地表面に擬似的な多数の受振点を配置させることが可能となる。すなわち、従来の三次元地震探査では、あらかじめ多数の受振点を地表に配置していたが、本実施の形態による高密度三次元反射法地震探査装置では、少数の受振点・発振点全体を移動させ得ることで同様の機能を奏するものである。加えて、従来の三次元地震探査では、受振点・発振点距離の大きな位置関係のものが多数含まれているのに対し、本実施の形態による高密度三次元反射法地震探査装置では、受振点・発振点距離の最大間隔は14a程度であり、高密度な地震探査が可能となり、また、浅層部の探査に適した配置を保持できるという利点もある。

【0018】

本実施の形態による高密度三次元反射法地震探査装置において、受振点間隔aを20cmに設定した場合、総重量は50kg程度であり、人力でも充分移動させることができる。また、発振作業もハンマー打撃の場合、次点への移動を含めても数秒で実行可能であり、図1に示した最大で40点の発振も2分程度しか要しない。

したがって、1時間の作業で、幅2.4m、長さ約20mの区間の三次元地盤構造を、10cm間隔の分解能(24×200)で再構成することが可能と見積もられる。

また、対象深度は、P波発振の場合、地盤の速度にもよるが概ね舗装路盤下~5m程度と見積もられ、深度方向の分解能は数cm程度と見積もられる。これらの値は、舗装面下の構造調査としては十分な値であり、特に地中レーダでは探査が困難とされてきた深度2m以深の領域の探査が可能となる。

【0019】

ここでは各列の受振ライン5を4列、各ラインを12チャンネルで構成した例を示しているが、必要とされる解像度により受振ライン5の数および各ラインの構成数すなわち受振点2の数を増減しても構わない。要は、1つの面状部材1上に、受振点2および受振点2で構成される受振ライン5をそれぞれ等間隔で配置することが重要である。

【0020】

【発明の効果】

以上の如く本発明は、以下の効果を奏する

(1) 面状に受振点および発振点を配置したことにより、地下の地質構造を三次元的に探査できる。

(2) 面状部材上に受振装置および発振装置を装着することにより、発振装置および受振装置を測定の都度設置するという作業が不要となり、装置の移動も容易に行うことができる。したがって、舗装面においても、探査作業をを短時間に能率良く行うことができる。

(3) 受振点と発振点との相対的な位置関係を保持したまま移動させるため、地表面に擬似的な多数の受振点を配置させることが可能となる。

(4) 受振点間隔を小さくすることが可能であるため、水平方向の空間分解能が向上し、詳細な構造解析が可能となる。

(5) 発振点と受振点との距離が小さくできるため、高密度な地震探査が可能となり、また、浅層部の探査に適した装置を提供できる。

(6) 装置全体が軽量であるため、人手により装置の移動ができ、車の進入ができないような個所の測定も可能となる。

(7) 発振点と受振点との距離が短いため、発振装置を小型化できる。

10

20

30

40

50

(8) 受振装置および発振装置を装着する面状部材を、非伸縮性のシートで形成できるため、装置を軽量かつ安価にできる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施の形態の三次元反射法地震探査装置の全体構成を示す平面図である。

【図 2】 本発明の実施の形態の受振装置の構造を示した平面図である。

【図 3】 本発明の実施の形態の受振装置の構造を示したもので、図 2 の A - A 断面図である

【図 4】 本発明の実施の形態の高密度三次元反射法地震探査装置を移動させながら地下の地質構造を調査する状態を示した説明図である。

10

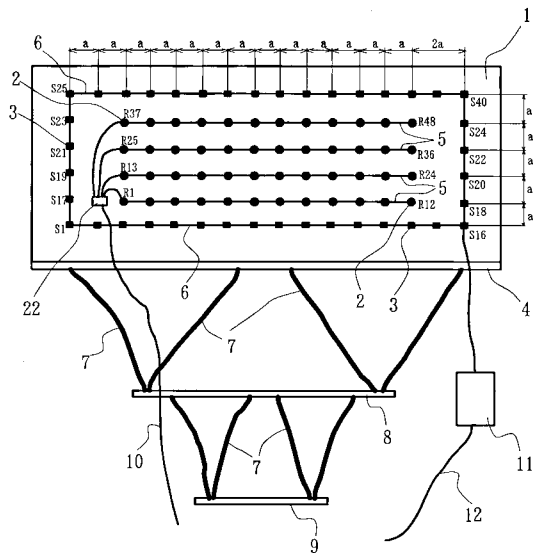
【符号の説明】

- 1 面状部材
- 2 受振点
- 3 発振点
- 4 ロッド
- 5 受振ライン（受振点 2 および信号線 2 1 で構成される線状配列）
- 6 発振ライン（発振点 3 およびトリガー線 1 2 で構成される線状配列）
- 7 牽引ロープ
- 8 中間ロッド
- 9 牽引ロッド
- 10 信号伝送線
- 11 制御ボックス
- 12 トリガー線
- 13 受振センサ
- 14 ベースプレート
- 15 合わせ盤
- 16、17 留めネジ
- 18 取り出し線
- 19 舗装面
- 20 受振装置
- 21 信号線
- 23 弾性波
- 24 反射点

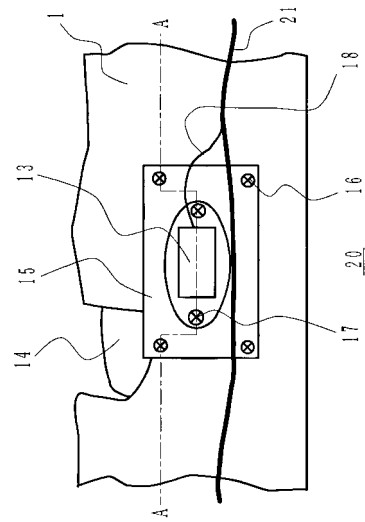
20

30

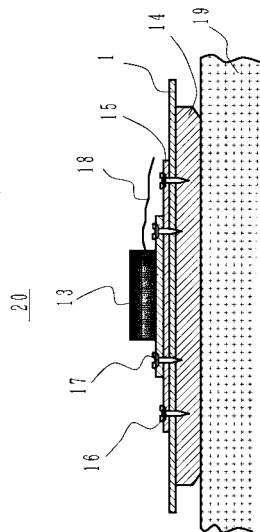
【 図 1 】



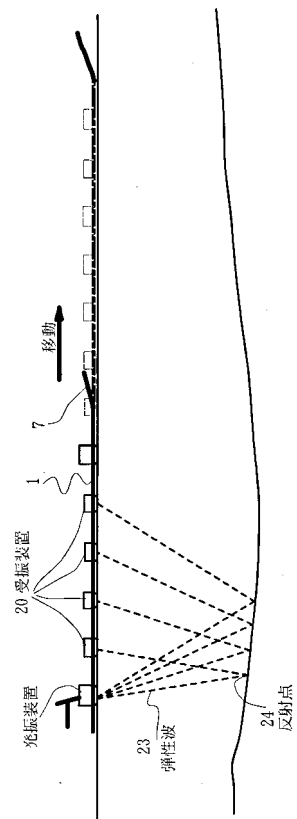
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, D B 名)

G01V 1/00

G01S 7/521