

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年7月15日(15.07.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/140596 A1

(51) 国際特許分類:

E02D 1/00 (2006.01) *G01N 3/00* (2006.01)
G01L 5/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/000351

(22) 国際出願日: 2020年1月8日(08.01.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 小林 大樹 (KOBAYASHI Daiki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番1

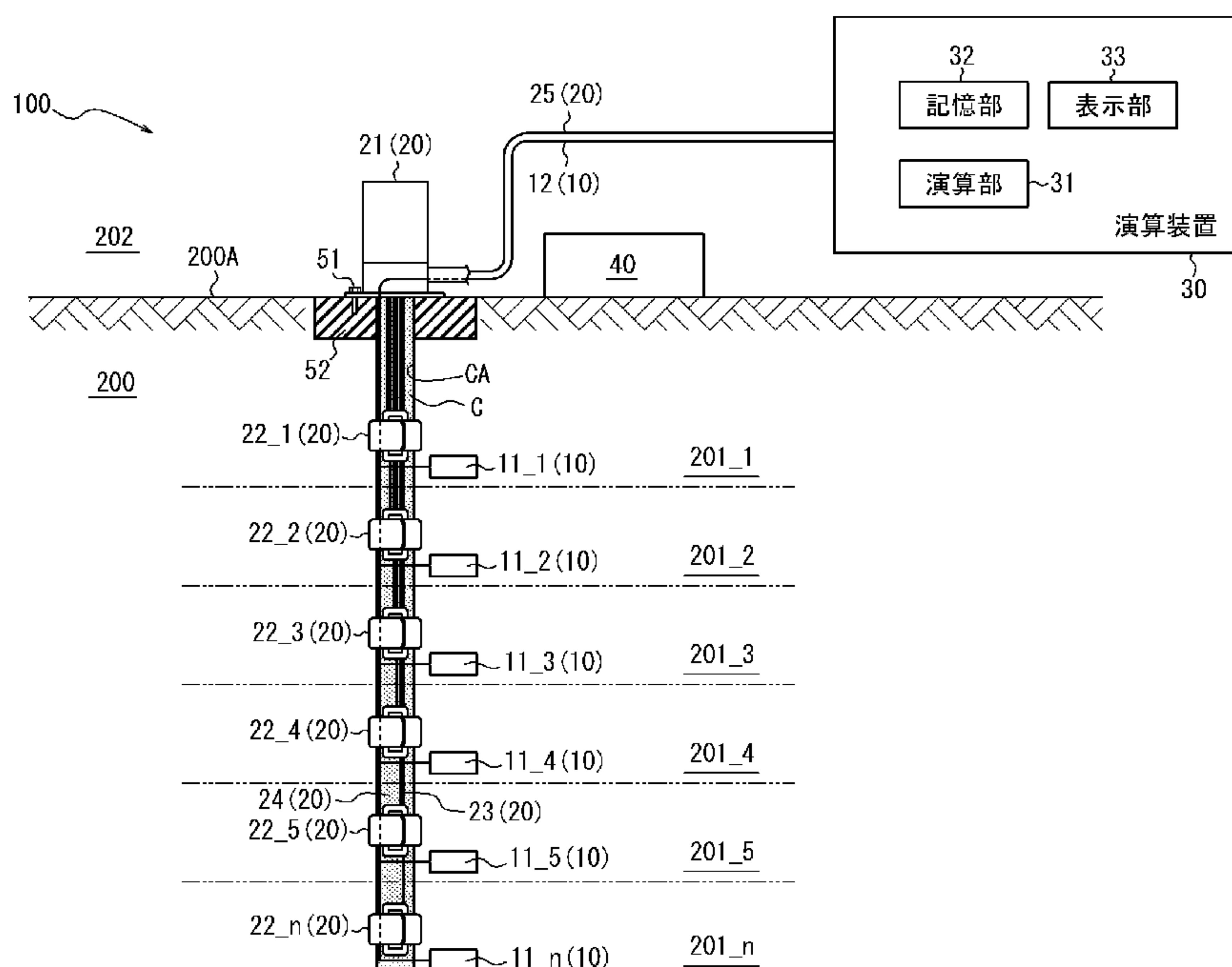
1号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 荒武 淳 (ARATAKE Atsushi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 渡邊 一旭 (WATANABE Kazuaki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 中川 雅史 (NAKAGAWA Masafumi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 杉村 憲司 (SUGIMURA Kenji); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目2番1号 霞が関コモンゲート西館36階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,

(54) Title: MEASUREMENT SYSTEM AND MEASUREMENT METHOD

(54) 発明の名称: 測定システムおよび測定方法



30 Computation device
31 Computation unit
32 Storage unit
33 Display unit

(57) Abstract: A measurement system (100), which measures a subgrade reaction coefficient of a plurality of layers having different depths in a subgrade (200), comprises an object (40) provided to a ground surface (200A) of the subgrade (200), a soil pressure gauge (10) that measures the soil pressure of a plurality of layers (201) relative to the load of the object (40), a settlement gauge (20) that measures the amount of settlement of the plurality of layers (201) relative to the load of the object (40), and a computation device (30) that computes the subgrade reaction coefficient of the plurality of

[続葉有]

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :
一 国際調査報告 (条約第21条(3))

layers on the basis of the soil pressure and the amount of settlement.

(57) 要約 : 地盤 (2 0 0) における深さが異なる複数の層の地盤反力係数を測定する測定システム (1 0 0) であって、地盤 (2 0 0) の地表面 (2 0 0 A) に設けられた物体 (4 0) と、物体 (4 0) の荷重に対する複数の層 (2 0 1) の土圧を計測する土圧計 (1 0) と、物体 (4 0) の荷重に対する複数の層 (2 0 1) の沈下量を計測する沈下計 (2 0) と、該土圧および該沈下量に基づいて、複数の層の地盤反力係数を演算する演算装置 (3 0) と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 測定システムおよび測定方法

技術分野

[0001] 本発明は、測定システムおよび測定方法に関する。

背景技術

[0002] 構造物基礎地盤における変形、強さなどの支持力特性を表す数値に地盤反力係数があり、構造物の設計に利用される。例えば、非特許文献1および非特許文献2には、地盤を開削してジャッキを設置し、剛な載荷板を介して地表面に荷重を与え、反力の作用に伴う載荷圧力および載荷板の沈下量を計測する平板載荷試験方法が開示されている。地盤反力係数は、載荷圧力と載荷板の沈下量との関係を示すグラフの傾きに基づいて演算される。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：「平板載荷試験方法」、地盤工学会、[online]、[2019年12月23日検索]、インターネット<URL:https://jiban.or.jp/file/file/jgs1521_201109.pdf>

非特許文献2：「平板載荷試験」、株式会社CSS技術開発、[online]、[2019年12月23日検索]、インターネット<URL:<https://www.css24.jp/download/img/pdf/6-6heiban.pdf>>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、従来の平板載荷試験方法では、地盤の開削および反力を支えるジャッキが必要であり、地盤を深く開削する程、測定装置が大きくなり、コストがかかるという問題があった。また、地盤は深さによって土性が異なるため、土性が異なる複数の層の地盤反力係数を測定するためには、作業者が各層に合わせて地盤の複数個所を掘削する必要があり、コストおよび手間がかかるという問題もあった。

[0005] かかる事情に鑑みてなされた本発明の目的は、コストを低減しつつ、地盤における深さが異なる複数の層の地盤反力係数を、簡易に測定可能な測定システムおよび測定方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 一実施形態に係る測定システムは、地盤における深さが異なる複数の層の地盤反力係数を測定する測定システムであって、前記地盤の地表面に設けられた物体と、前記物体の荷重に対する前記複数の層の土圧を計測する土圧計と、前記物体の荷重に対する前記複数の層の沈下量を計測する沈下計と、前記土圧および前記沈下量に基づいて、前記複数の層の地盤反力係数を演算する演算装置と、を備えることを特徴とする。

[0007] 一実施形態に係る測定方法は、地盤における深さが異なる複数の層の地盤反力係数を測定する測定方法であって、前記地盤の地表面に物体を設ける設置ステップと、前記物体の荷重に対する前記複数の層の土圧を計測する第1計測ステップと、前記物体の荷重に対する前記複数の層の沈下量を計測する第2計測ステップと、前記土圧および前記沈下量に基づいて、前記複数の層の地盤反力係数を演算する演算ステップと、を含むことを特徴とする。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、コストを低減しつつ、地盤における深さが異なる複数の層の地盤反力係数を、簡易に測定可能な測定システムおよび測定方法を提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の一実施形態に係る測定システムの構成の一例を示す図である。
[図2]本発明の一実施形態に係る測定システムの構成の一例を示す図である。
[図3]本発明の一実施形態に係る土圧と沈下量との関係の一例を示す図である。
。
[図4]本発明の一実施形態に係る測定方法の一例を示すフローチャートである。
。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の一実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

[0011] <測定システム>

図1乃至図3を参照して、本発明の一実施形態に係る測定システム100について説明する。

[0012] 測定システム100は、地盤200における深さ（土性）が異なる複数の層201__k（ $k=1\sim n$ ）の地盤反力係数を測定する測定システムである。測定システム100は、土圧計10と、沈下計20と、演算装置30と、所定の荷重の物体40と、を備える。

[0013] 土圧計10は、複数の層別土圧計11__k（ $k=1\sim n$ ）と、信号線12と、を備える。土圧計10は、物体40の荷重に対する複数の層201の土圧を計測する。土圧計10は、物体40の荷重に対する複数の層201の土圧の計測データを、演算装置30へ出力する。

[0014] 複数の層201の土圧は、物体40の荷重によって変化する。例えば、地表面200Aに第1荷重がかけられたときの複数の層201の土圧と、地表面200Aに第1荷重とは異なる第2荷重がかけられたときの複数の層201の土圧と、は相違する。

[0015] 複数の層別土圧計11は、地盤200を削孔して形成されたボーリング孔Cの側面CAから複数の層201のそれぞれに挿入される。作業者は、測定システム100により地盤反力係数が測定される最深層（例えば、層201__n）よりも深い位置まで、地盤200を削孔してボーリング孔Cを形成する。そして、作業者は、ボーリング孔Cの入り口から、信号線12と任意の間隔で接続された複数の層別土圧計11を挿入する。そして、作業者は、複数の層別土圧計11の位置が、複数の層201のそれぞれと対応する位置となるように、ボーリング孔Cの内部において、複数の層別土圧計11を移動させる。そして、作業者は、ボーリング孔Cの内部において、複数の層別土圧計11を適切な位置で停止させて、複数の層別土圧計11の計測部とは逆側の端部を、ハンマーなどで水平方向に打ち込むことにより、ボーリング孔

Cの側面CAから複数の層201のそれぞれに層別土圧計11を挿入する。ボーリング孔Cの径は、複数の層別土圧計11を挿入可能な程度の大きさであればよいが、小さい方が好ましい。

[0016] 例えば、層別土圧計11__kは、ボーリング孔Cの側面CAから層201__kに挿入される。層別土圧計11が、ボーリング孔Cの側面CAから複数の層201のそれぞれに挿入されることで、従来のように、作業者は、各層に合わせて地盤の複数個所を掘削せずに済む。これにより、掘削体積を従来と比較して格段に小さくすることができるため、作業者の手間を省くことができる。

[0017] 複数の層別土圧計11は、物体40の荷重に対する複数の層201の土圧を計測する。複数の層別土圧計11は、信号線12を介して、演算装置30に接続され、計測した物体40の荷重に対する複数の層201の土圧を、演算装置30へ出力する。例えば、層別土圧計11__kは、物体40の荷重に対する層201__kの土圧を計測し、層201__kの土圧の計測データを、信号線12を介して、演算装置30へ出力する。1つの掘削箇所から複数の層201のそれぞれに挿入された層別土圧計11により土圧の計測が行われることで、土圧計10は、複数の層201の土圧を簡易に計測することができる。

[0018] 複数の層別土圧計11は、例えば、プレート式土圧計で構成される。複数の層別土圧計11がプレート式土圧計で構成されることで、作業者は、地盤200を乱すことなく、簡易に、ボーリング孔Cの側面CAから複数の層201のそれぞれに層別土圧計11を挿入することができる。

[0019] プレート式土圧計の詳細については、例えば、下記の文献を参照することができる。

「GTI-E201-Sプレート式土圧計」、株式会社共和電業、インターネット<URL: https://www.kyowa-ei.com/jpn/file/download/support/download/catalog/gti-e201-s_catalog_j2019_01_jpn.pdf>、

[0020] 沈下計20は、計測部21と、複数のアンカー22__k ($k = 1 \sim n$) と

、ロッド 23 と、空間充填材 24 と、信号線 25 と、を備える。沈下計 20 は、物体 40 の荷重に対する複数の層 201 の沈下量を計測する。沈下計 20 は、物体 40 の荷重に対する複数の層 201 の沈下量の計測データを、演算装置 30 へ出力する。

[0021] 複数の層 201 の沈下量は、物体 40 の荷重によって変化する。例えば、地表面 200A に第 1 荷重がかけられたときの複数の層 201 の沈下量と、地表面 200A に第 1 荷重とは異なる第 2 荷重がかけられたときの複数の層 201 の沈下量と、は相違する。

[0022] 計測部 21 は、地表面 200A に設けられ、例えば、アンカボルト 51 で、地盤 200 のコンクリートベース 52 に固定されている。計測部 21 は、信号線 25 を介して、複数のアンカー 22 と接続され、物体 40 の荷重に対する複数のアンカー 22 の鉛直方向における移動量を取得する。計測部 21 は、当該移動量に基づいて、物体 40 の荷重に対する複数の層 201 の沈下量を計測する。

[0023] また、計測部 21 は、信号線 25 を介して、演算装置 30 に接続され、計測した物体 40 の荷重に対する複数の層 201 の沈下量を、演算装置 30 へ出力する。例えば、計測部 21 は、物体 40 の荷重に対する層 201__k の沈下量の計測データを、信号線 25 を介して、演算装置 30 へ出力する。

[0024] アンカー 22 は、ボーリング孔 C の内部に複数の層 201 のそれぞれと対応して設けられる。例えば、アンカー 22__k は、ボーリング孔 C の内部に層 201__k と対応して設けられる。ボーリング孔 C の内部において、複数の層 201 のそれぞれと対応する位置にアンカー 22 が設けられることで、沈下計 20 は、複数の層 201 の沈下量を簡易に計測することができる。

[0025] 作業者は、ボーリング孔 C の入り口から、ロッド 23 により任意の間隔で連結された複数のアンカー 22 を挿入する。そして、作業者は、複数のアンカー 22 の位置が、複数の層 201 のそれぞれと対応する位置となるように、ボーリング孔 C の内部において、複数のアンカー 22 を移動させる。そして、作業者は、ボーリング孔 C の内部において、複数のアンカー 22 を適切

な位置で固定する。そして、作業者は、ボーリング孔Cの内部を、地盤200の剛性より低い剛性を有する空間充填材24により充填する。これにより、ボーリング孔Cが崩れることを抑制することができる。

[0026] ここで、図2を参照して、作業者がボーリング孔Cの内部において複数のアンカー22を固定する方法の一例について説明する。

[0027] 沈下計20は、例えば、加圧チューブ26、逆止弁27などをさらに備えていてもよい。また、沈下計20は、アンカー22として水圧式アンカーを備えていてもよい。この場合、作業者は、加圧チューブ26に水を流して、水圧式アンカーに水圧を加え、水圧式アンカーの環径を膨張させる。これにより、水圧式アンカーがボーリング孔Cの側面CAに食い込むため、作業者は、ボーリング孔Cの内部において、水圧式アンカーを、適切な位置に固定することが可能になる。水圧式アンカー内の高圧状態は、逆止弁27により維持される。なお、複数のアンカー22がメカニカルに広がる機構を有する場合には、沈下計20が上述した構成を備えていなくても、作業者は、ボーリング孔Cの内部において、複数のアンカー22を、適切な位置に固定することが可能になる。

[0028] 複数のアンカー22は、物体40の荷重に対する応力伝播に伴う地盤200の土粒子の移動を鑑みると、地盤200の同じ層内の水平方向において、複数の層別土圧計11と同じ位置、あるいは、複数の層別土圧計11より地表面200Aに近い位置に設けられることが好ましい。例えば、アンカー22__kは、地盤200の層201__k内の水平方向において、層別土圧計11__kと同じ位置、あるいは、層別土圧計11__kより地表面20Aに近い位置に設けられることが好ましい。

[0029] ロッド23は、複数のアンカー22を任意の間隔で連結する信号線25を、内部に收容し、信号線25を保護する。地表面200Aに物体40の荷重がかけられることにより、複数のアンカー22に生じる変位は、ロッド23の内部に收容される信号線25を介して、計測部21へ伝達される。

[0030] 空間充填材24は、ボーリング孔Cの内部を充填する。空間充填材24は

、地盤 200 の剛性を考慮して、作業者により適宜選定されることが好ましく、地盤 200 の剛性より低い剛性を有する材料で形成されることが好ましい。空間充填材 24 が剛性の強い固体材料である場合、ボーリング孔 C の周辺の地盤 200 と複数のアンカー 22 に生じる変位との間に誤差が生じてしまい、計測精度が悪くなる。このため、空間充填材 24 は、例えば、ベントナイト、セメント、水の混合体などの流動体で形成されることが好ましい。

[0031] 演算装置 30 は、演算部 31 と、記憶部 32 と、表示部 33 と、を備える。演算装置 30 は、地上 202 あるいは地表面 200A に設けられる。演算装置 30 は、土圧計 10 から入力された物体 40 の荷重に対する複数の層 201 の土圧の計測データ、および、沈下計 20 から入力された物体 40 の荷重に対する複数の層 201 の沈下量の計測データに基づいて、複数の層 201 の地盤反力係数を演算する。

[0032] 演算部 31 は、専用のハードウェアによって構成されてもよいし、汎用のプロセッサ又は特定の処理に特化したプロセッサによって構成されてもよい。

[0033] 演算部 31 は、物体 40 の荷重に対する複数の層 201 の土圧の計測データ、および、物体 40 の荷重に対する複数の層 201 の沈下量の計測データに基づいて、複数の層 201 の地盤反力係数を演算する。演算部 31 は、複数の層 201 の地盤反力係数を、記憶部 32 に記憶させる。演算部 31 は、例えば、物体 40 の荷重の段階ごとの複数の層 201 の土圧の計測データ、物体 40 の荷重の段階ごとの複数の層 201 の沈下量の計測データ、物体 40 の荷重に対する土圧と沈下量との関係を示すグラフ、複数の層 201 の地盤反力係数などを、表示部 33 に表示させる。

[0034] 例えば、演算部 31 は、地盤 200 の地表面 200A に第 1 荷重がかけられたときの、土圧計 10 により計測された所定の層 201 __i の土圧、および、沈下計 20 により計測された所定の層 201 __i の沈下量、並びに、地盤 200 の地表面 200A に第 1 荷重とは異なる第 2 荷重がかけられたときの、土圧計 10 により計測された所定の層 201 __i の土圧、および、沈下計 20

により計測された所定の層 201 __i の沈下量に基づいて、所定の層 201 __i の地盤反力係数を演算する。

[0035] 演算部 31 は、図 3 に示すような土圧と沈下量との関係を示すグラフの傾きに基づいて、所定の層 201 __i の地盤反力係数を演算する。例えば、所定の層 201 __i の地盤反力係数 K_i は、次式のように表せる。

[0036] [数1]

$$k_i = \frac{\Delta p}{\Delta s} = \frac{p_2 - p_1}{s_2 - s_1} \quad (1)$$

[0037] K_i は、層 201 __i の地盤反力係数 [kN/m^3] である。 p_1 は、地盤 200 の地表面 200A に第 1 荷重がかけられたときの層 201 __i の土圧 [kN/m^2] である。 p_2 は、地盤 200 の地表面 200A に第 2 荷重がかけられたときの層 201 __i の土圧 [kN/m^2] である。 s_1 は、地盤 200 の地表面 200A に第 1 荷重がかけられたときの層 201 __i の沈下量 [m] である。 s_2 は、地盤 200 の地表面 200A に第 2 荷重がかけられたときの層 201 __i の沈下量 [m] である。

[0038] すなわち、演算部 31 は、地盤 200 の地表面 200A に第 1 荷重がかけられたときの層 201 __i の土圧 p_1 および沈下量 s_1 、並びに、地盤 200 の地表面 200A に第 2 荷重がかけられたときの層 201 __i の土圧 p_2 および沈下量 s_2 に基づいて、層 201 __i の地盤反力係数 K_i を演算する。

[0039] 作業者は、物体 40 の荷重を段階的に変更することが可能である。作業者が物体 40 の荷重を細かく刻む程、土圧と沈下量との関係を示すグラフは、より滑らかになる。この結果、演算部 31 は、地盤反力係数を高精度に演算することが可能になる。したがって、作業者は、測定システム 100 における地盤反力係数の計測精度を高めたい場合、物体 40 の荷重を細かく制御すればよい。

[0040] 記憶部 32 は、1 つ以上のメモリを含み、例えば、半導体メモリ、磁気メモリ、光メモリなどを含んでよい。記憶部 32 に含まれる各メモリは、例えば、主記憶装置、補助記憶装置、又はキャッシュメモリとして機能してよい。

。各メモリは、必ずしも演算装置30がその内部に備える必要はなく、演算装置30の外部に備える構成としてもよい。記憶部32は、演算装置30の動作に用いられる任意の情報を記憶する。記憶部32は、例えば、物体40の荷重の段階ごとの複数の層201の土圧の計測データ、物体40の荷重の段階ごとの複数の層201の沈下量の計測データ、物体40の荷重に対する土圧と沈下量との関係を示すグラフ、複数の層201の地盤反力係数などを記憶する。この他にも、記憶部32は、例えば、各種のプログラム、データなどを記憶する。

[0041] 表示部33は、例えば、スピーカー、液晶ディスプレイ、有機EL (Electro-Luminescence) ディスプレイなどである。表示部33は、例えば、物体40の荷重の段階ごとの複数の層201の土圧の計測データ、物体40の荷重の段階ごとの複数の層201の沈下量の計測データ、物体40の荷重に対する土圧と沈下量との関係を示すグラフ、複数の層201の地盤反力係数などを表示する。

[0042] 物体40は、例えば、車両であり、地盤200の地表面200Aに設けられる。物体40は、作業者により段階的に変更される。これにより、測定システム100は、広いレンジで、複数の層201の土圧および複数の層201の沈下量を計測することが可能となる。

[0043] <測定方法>

次に、図4を参照して、本発明の一実施形態に係る測定方法について説明する。

[0044] ステップ（形成ステップ）S101において、作業者は、地盤200を削孔してボーリング孔Cを形成する。

[0045] ステップ（挿入ステップ）S102において、作業者は、ボーリング孔Cの側面CAから複数の層201のそれぞれに層別土圧計11を挿入する。

[0046] ステップ（設置ステップ）S103において、作業者は、ボーリング孔Cの内部に複数の層201のそれぞれと対応するアンカー22を設ける。

[0047] ステップ（設置ステップ）S104において、作業者は、地盤200の地

表面 200A に物体 40 を設ける。

[0048] ステップ（第 1 計測ステップ）S105において、土圧計 10 は、物体 40 の荷重に対する複数の層 201 の土圧を計測する。土圧計 10 は、物体 40 の荷重に対する複数の層 201 の土圧の計測データを、演算装置 30 へ出力する。

[0049] ステップ（第 2 計測ステップ）S106において、沈下計 20 は、物体 40 の荷重に対する複数の層 201 の沈下量を計測する。沈下計 20 は、物体 40 の荷重に対する複数の層 201 の沈下量の計測データを、演算装置 30 へ出力する。

[0050] ステップ（演算ステップ）S107において、演算装置 30 は、土圧計 10 から入力された物体 40 の荷重に対する複数の層 201 の土圧の計測データ、および、沈下計 20 から入力された物体 40 の荷重に対する複数の層 201 の沈下量の計測データに基づいて、複数の層 201 の地盤反力係数を演算する。例えば、演算装置 30 は、地盤 200 の地表面 200A に第 1 荷重がかけられたときの所定の層 201 __ i の土圧 p_1 および沈下量 s_1 、並びに、地盤 200 の地表面 200A に第 2 荷重がかけられたときの所定の層 201 __ i の土圧 p_2 および沈下量 s_2 に基づいて、所定の層 201 __ i の地盤反力係数 K_i を演算する。

[0051] 上述したように、本実施形態に係る測定システム 100 は、荷重に対する複数の層の土圧を計測する土圧計と、荷重に対する複数の層の沈下量を計測する沈下計と、該土圧および該沈下量に基づいて、複数の層の地盤反力係数を演算する演算装置と、を備える。

[0052] 本実施形態に係る測定方法は、荷重に対する複数の層の土圧を計測し、荷重に対する複数の層の沈下量を計測し、該土圧および該沈下量に基づいて、複数の層の地盤反力係数を演算する。

[0053] これにより、地盤の深い位置に存在する層の地盤反力係数を、大規模な測定装置を必要とすることなく測定することができる。また、地盤を 1 箇所掘削するのみで、深さが異なる複数の層の地盤反力係数を簡易に測定できるた

め、作業者の手間を省き、コストを抑えることができる。すなわち、コストを低減しつつ、地盤における深さが異なる複数の層の地盤反力係数を、簡易に測定することが可能な測定システム 100 および測定方法を実現できる。

[0054] また、層別土圧計 11 が、ボーリング孔 C の側面 CA から複数の層 201 のそれぞれに挿入されることで、従来のように、作業者は、各層に合わせて地盤の複数個所を掘削せずに済む。これにより、掘削体積を従来と比較して格段に小さくすることができるため、作業者の手間を省くことができる。

[0055] また、1 つの掘削箇所から複数の層 201 のそれぞれに挿入された層別土圧計 11 により土圧の計測が行われることで、土圧計 10 は、複数の層 201 の土圧を簡易に計測することができる。

[0056] また、ボーリング孔 C の内部において、複数の層 201 のそれぞれと対応する位置にアンカー 22 が設けられることで、沈下計 20 は、複数の層 201 の沈下量を簡易に計測することができる。

[0057] また、ボーリング孔 C の内部が空間充填材 24 で充填され、空間充填材 24 が地盤 200 の剛性より低い剛性を有することで、ボーリング孔 C の周辺の地盤 200 と複数のアンカー 22 に生じる変位との間に誤差が生じ難くなるため、計測精度を高めることができる。

[0058] 上述の実施形態は代表的な例として説明したが、本発明の趣旨および範囲内で、多くの変更および置換ができることは当業者に明らかである。したがって、本発明は、上述の実施形態によって制限するものと解するべきではなく、請求の範囲から逸脱することなく、種々の変形や変更が可能である。例えば、実施形態のフローチャートに記載の各工程の順序は、上記に限定されず適宜変更可能である。また、複数の工程を 1 つに組み合わせたり、あるいは 1 つの工程を分割したりすることが可能である。

[0059] <変形例>

本実施形態に係る演算装置として、例えば、グラフ表示機能を有するデータロガー装置、汎用コンピュータ、専用コンピュータ、ワークステーション、PC、電子ノートパッドなどを適用できる。

[0060] <その他の変形例>

本発明は上記の実施形態および変形例に限定されるものではない。例えば、上述の各種の処理は、記載にしたがって時系列に実行されるのみならず、処理を実行する装置の処理能力あるいは必要に応じて並列的にあるいは個別に実行されてもよい。その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更が可能である。

符号の説明

[0061]	1 0	土圧計
	1 1	層別土圧計
	1 2	信号線
	2 0	沈下計
	2 1	計測部
	2 2	アンカー
	2 3	ロッド
	2 4	空間充填材
	2 5	信号線
	2 6	加圧チューブ
	2 7	逆止弁
	3 0	演算装置
	3 1	演算部
	3 2	記憶部
	3 3	表示部
	4 0	物体
	1 0 0	測定システム
	2 0 0	地盤
	2 0 0 A	地表面
	2 0 1	層
	2 0 2	地上

請求の範囲

- [請求項1] 地盤における深さが異なる複数の層の地盤反力係数を測定する測定システムであって、
- 前記地盤の地表面に設けられた物体と、
- 前記物体の荷重に対する前記複数の層の土圧を計測する土圧計と、
- 前記物体の荷重に対する前記複数の層の沈下量を計測する沈下計と、
- 、
- 前記土圧および前記沈下量に基づいて、前記複数の層の地盤反力係数を演算する演算装置と、
- を備える測定システム。
- [請求項2] 前記土圧計は、前記地盤を削孔して形成されたボーリング孔の側面から前記複数の層のそれぞれに挿入された層別土圧計により、前記土圧を計測し、
- 前記沈下計は、前記ボーリング孔の内部に前記複数の層のそれぞれと対応して設けられたアンカーの鉛直方向における移動量に基づいて、前記沈下量を計測する、
- 請求項1に記載の測定システム。
- [請求項3] 前記ボーリング孔の内部に充填される空間充填材をさらに備える、
- 請求項2に記載の測定システム。
- [請求項4] 前記空間充填材は、前記地盤の剛性より低い剛性を有する、
- 請求項3に記載の測定システム。
- [請求項5] 前記演算装置は、前記地表面に第1荷重がかけられたときの所定の層の土圧および沈下量、並びに、前記地表面に前記第1荷重とは異なる第2荷重がかけられたときの前記所定の層の土圧および沈下量に基づいて、前記所定の層の地盤反力係数を演算する、
- 請求項1から4のいずれか一項に記載の測定システム。
- [請求項6] 地盤における深さが異なる複数の層の地盤反力係数を測定する測定方法であって、

前記地盤の地表面に物体を設ける設置ステップと、

前記物体の荷重に対する前記複数の層の土圧を計測する第 1 計測ステップと、

前記物体の荷重に対する前記複数の層の沈下量を計測する第 2 計測ステップと、

前記土圧および前記沈下量に基づいて、前記複数の層の地盤反力係数を演算する演算ステップと、

を含む測定方法。

[請求項 7]

前記地盤を削孔してボーリング孔を形成する形成ステップと、

前記ボーリング孔の側面から前記複数の層のそれぞれに層別土圧計を挿入する挿入ステップと、

前記ボーリング孔の内部に前記複数の層のそれぞれと対応するアンカーを設ける設置ステップと、をさらに含み、

前記第 1 計測ステップは、

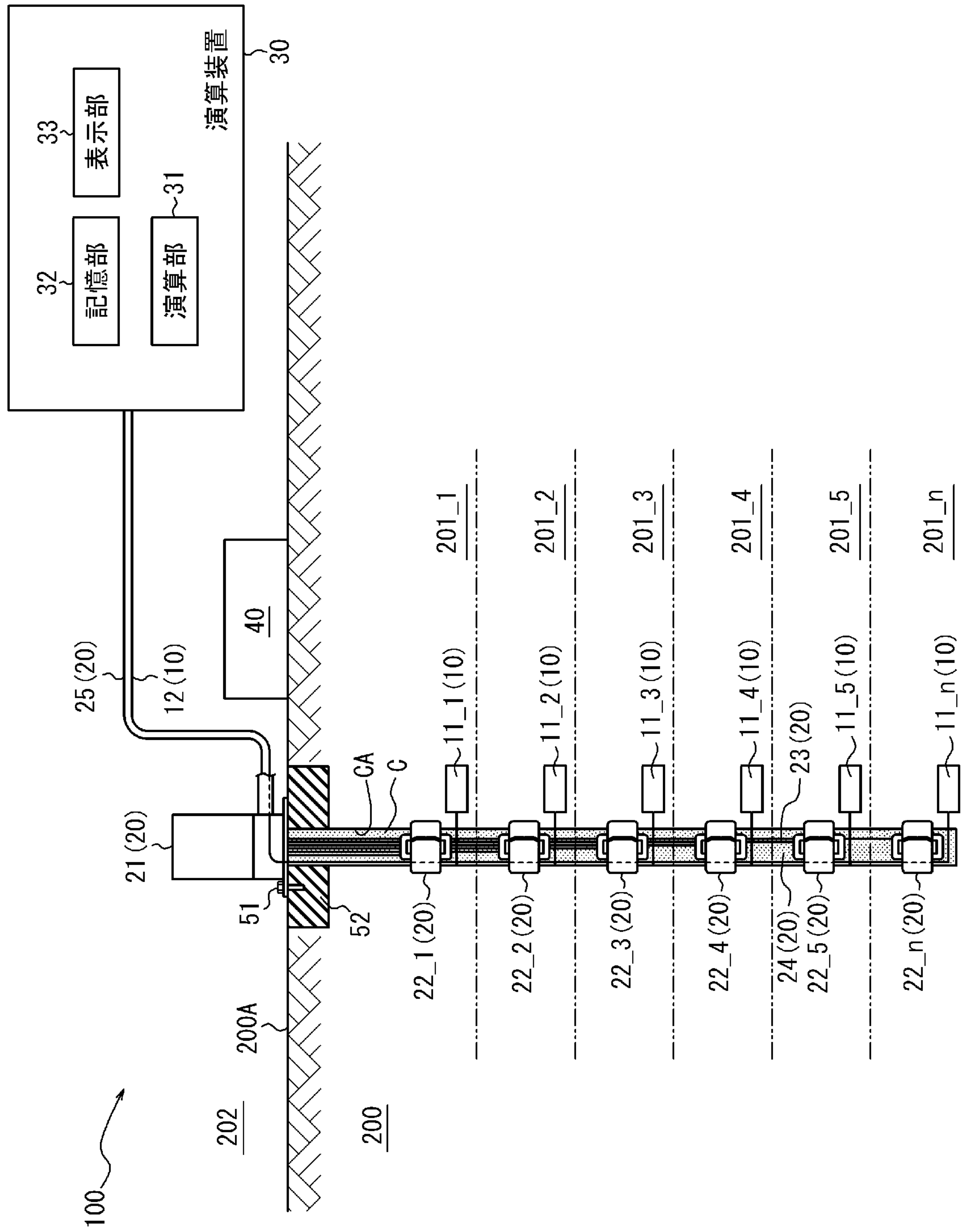
前記層別土圧計により、前記土圧を計測し、

前記第 2 計測ステップは、

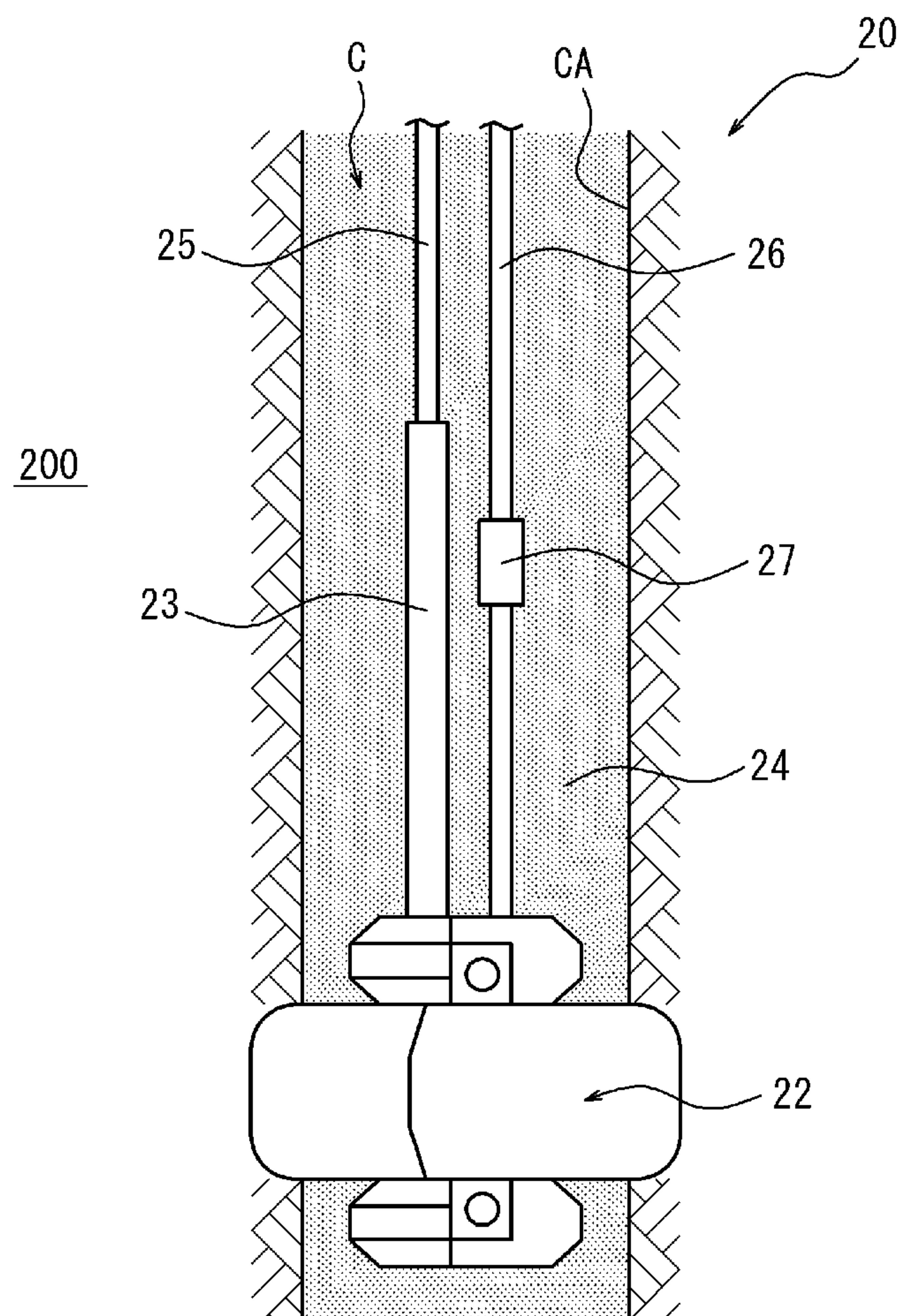
前記アンカーの鉛直方向における移動量に基づいて、前記沈下量を計測する、

請求項 6 に記載の測定方法。

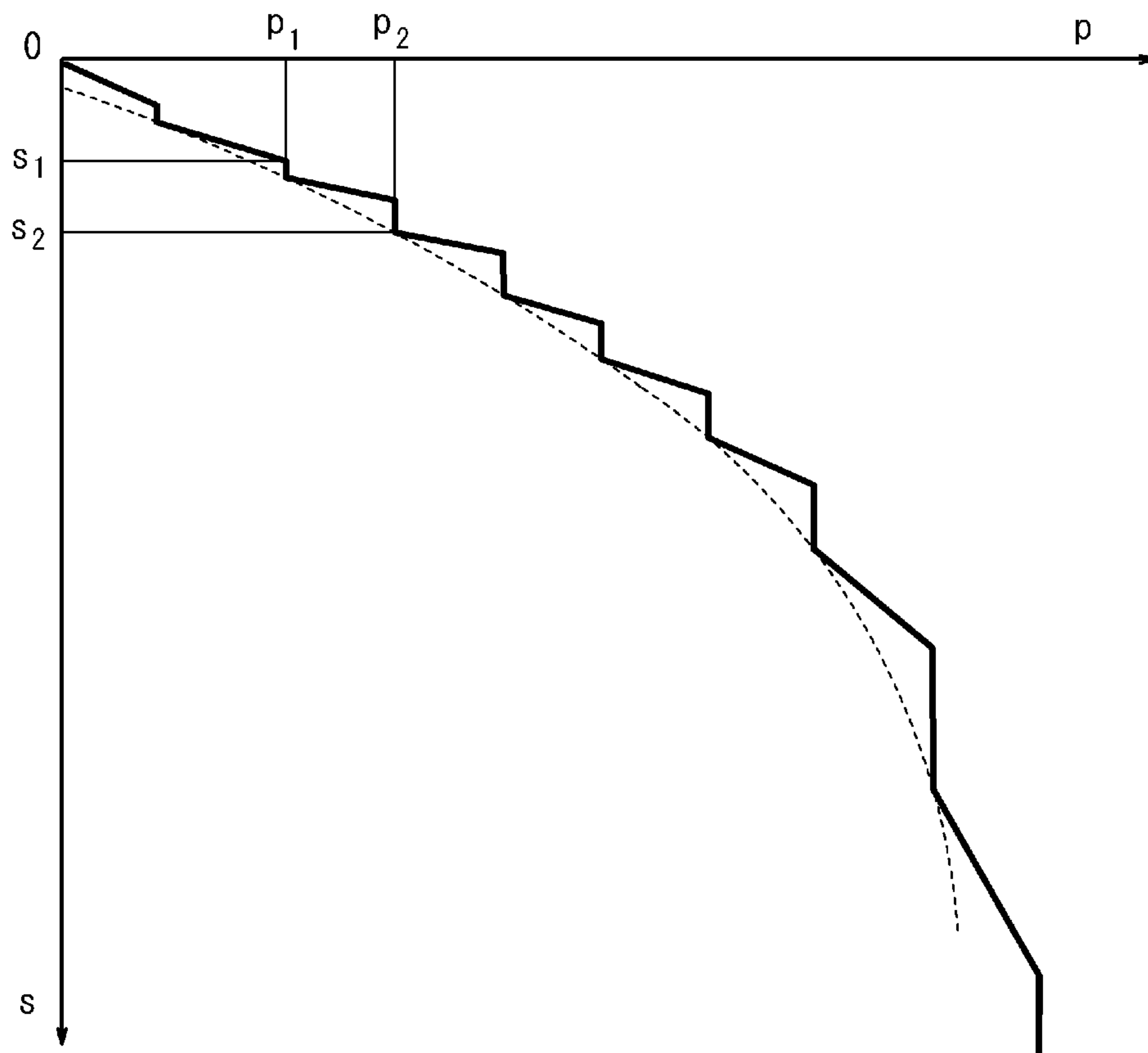
[図1]



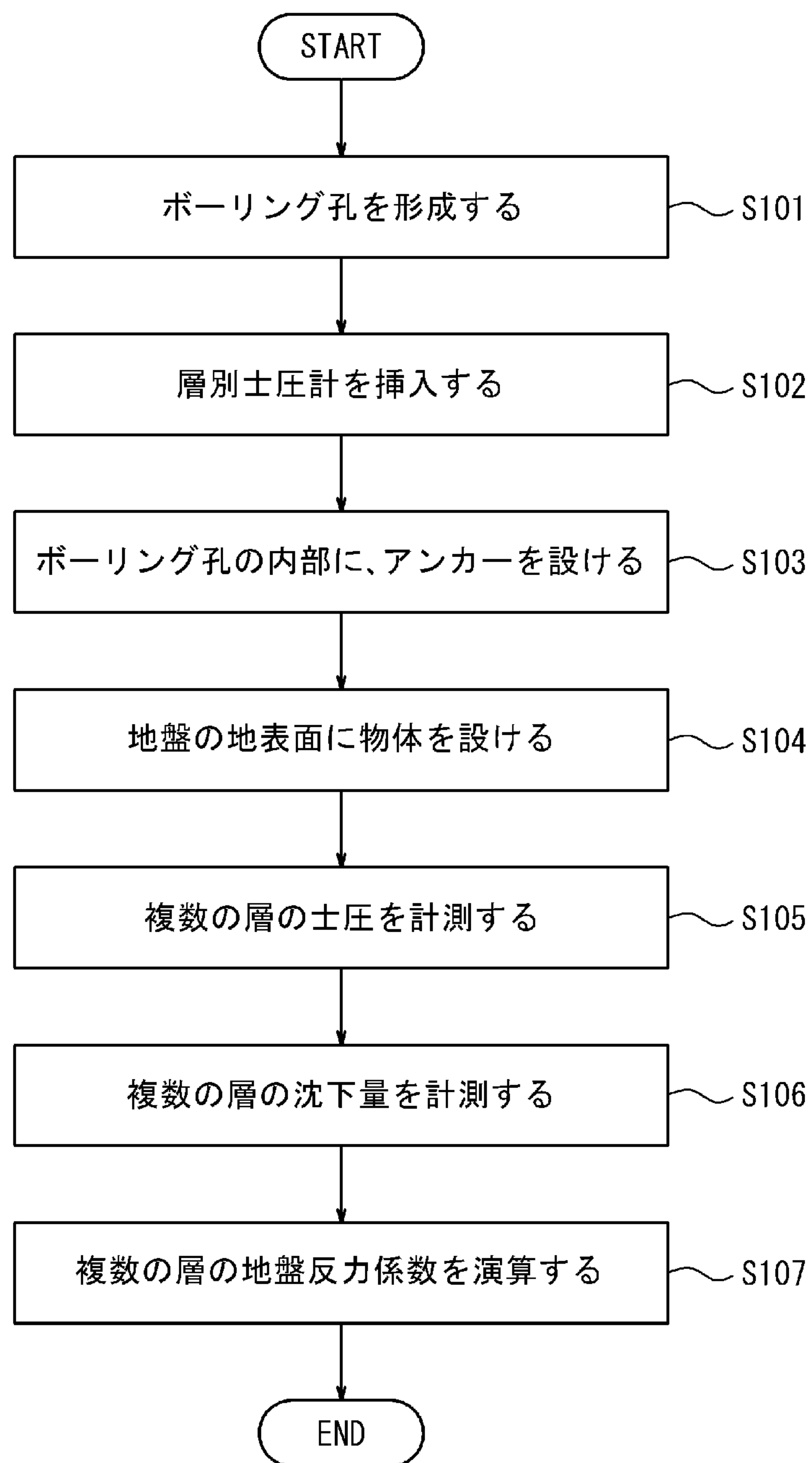
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/000351

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
Int. Cl. E02D1/00(2006.01)i, G01L5/00(2006.01)i, G01N3/00(2006.01)i		
FI: E02D1/00, G01N3/00 D, G01L5/00 A		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
Int. Cl. E02D1/00, G01L5/00, G01N3/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996		
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020		
Registered utility model specifications of Japan 1996-2020		
Published registered utility model applications of Japan 1994-2020		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-296159 A (MATSUMURA GUMI CORP.) 09 October 2002, paragraph [0089]	1-7
A	JP 2004-332400 A (SHIMIZU CORP.) 25 November 2004, paragraphs [0055], [0056]	1-7
A	JP 2004-333396 A (SHIMIZU CORP.) 25 November 2004, paragraphs [0004], [0005]	1-7
A	JP 2001-193069 A (OBAYASHI CORP.) 17 July 2001, abstract	1-7
A	JP 2015-81469 A (OBAYASHI CORP.) 27 April 2015, abstract	1-7
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
03.03.2020		17.03.2020
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/000351

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2015-200096 A (TAISEI CORP.) 12 November 2015, abstract	1-7
A	JP 2004-309181 A (TAISEI CORP.) 04 November 2004, abstract	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/000351

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2002-296159 A	09.10.2002	(Family: none)	
JP 2004-332400 A	25.11.2004	(Family: none)	
JP 2004-333396 A	25.11.2004	(Family: none)	
JP 2001-193069 A	17.07.2001	(Family: none)	
JP 2015-81469 A	27.04.2015	(Family: none)	
JP 2015-200096 A	12.11.2015	(Family: none)	
JP 2004-309181 A	04.11.2004	(Family: none)	

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2020/000351
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） E02D 1/00(2006.01)i; G01L 5/00(2006.01)i; G01N 3/00(2006.01)i FI: E02D1/00; G01N3/00 D; G01L5/00 A		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） E02D1/00; G01L5/00; G01N3/00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 2 0 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 2 0 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 2 0 年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2002-296159 A（株式会社松村組）09.10.2002（2002 - 10 - 09） 段落0089	1-7
A	JP 2004-332400 A（清水建設株式会社）25.11.2004（2004 - 11 - 25） 段落0055－0056	1-7
A	JP 2004-333396 A（清水建設株式会社）25.11.2004（2004 - 11 - 25） 段落0004－0005	1-7
A	JP 2001-193069 A（株式会社大林組）17.07.2001（2001 - 07 - 17） 要約欄	1-7
A	JP 2015-81469 A（株式会社大林組）27.04.2015（2015 - 04 - 27） 要約欄	1-7
A	JP 2015-200096 A（大成建設株式会社）12.11.2015（2015 - 11 - 12） 要約欄	1-7
A	JP 2004-309181 A（大成建設株式会社）04.11.2004（2004 - 11 - 04） 要約欄	1-7
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献		“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献
国際調査を完了した日 03.03.2020		国際調査報告の発送日 17.03.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 彦田 克文 2B 9182 電話番号 03-3581-1101 内線 3237

国際出願番号 PCT/JP2020/000351

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2002-296159	A	09.10.2002	(ファミリーなし)	
JP	2004-332400	A	25.11.2004	(ファミリーなし)	
JP	2004-333396	A	25.11.2004	(ファミリーなし)	
JP	2001-193069	A	17.07.2001	(ファミリーなし)	
JP	2015-81469	A	27.04.2015	(ファミリーなし)	
JP	2015-200096	A	12.11.2015	(ファミリーなし)	
JP	2004-309181	A	04.11.2004	(ファミリーなし)	