(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 563 974 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
11.06.2014 Bulletin 2014/24

(21) Numéro de dépôt: **11745468.6**

(22) Date de dépôt: **29.04.2011**

(51) Int Cl.:
E02D 1/02 *(2006.01)* ***E21B 49/00*** *(2006.01)*
G01N 33/24 *(2006.01)*

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/BE2011/000026

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2011/134028 (03.11.2011 Gazette 2011/44)

(54) **PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE MESURE DES CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DU SOL**

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR BESTIMMUNG VON BODENKENNWERTEN

METHOD OF ESTIMATING SOIL PROPERTIES AND DEVICE FOR ESTIMATING SOIL PROPERTIES

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorité: **30.04.2010 BE 201000269**

(43) Date de publication de la demande:
06.03.2013 Bulletin 2013/10

(73) Titulaire: **Iskander, Khalil Fahmy**
9000 Gent (BE)

(72) Inventeur: **Iskander, Khalil Fahmy**
9000 Gent (BE)

(56) Documents cités:
EP-A1- 1 582 632
WO-A1-2005/090942
FR-A1- 2 696 003
US-A- 4 408 481

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

EP 2 563 974 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé et un dispositif pour mesurer des caractéristiques mécaniques du sol. Le dispositif est du type à cellule à membrane associée à un piézomètre constitué par une aiguille hypodermique menu d'un capteur.

[0002] Différents appareils à membrane sont utilisés pour étudier les caractéristiques mécaniques du sol dont: l'essai pressiométrique, l'essai dilatométrique, l'essai de cône pressiométre, et l'appareil à membrane à piézomètre incliné... Un procédé selon la préambule de la revendication 1 est fait connu par FR 2696003 A1.

[0003] Le procédé de mesures de caractéristiques mécaniques du sol par les appareils précédemment cité s'accorde sur le principe indépendant de la méthode de mise en place des appareils. Les méthodes de mise en place sont, soit un appareil avec un forage préalable ou un appareil à enfoncer ou auto foreur. Le procédé est effectué par alimentation la cellule à membrane par un liquide ou gaz sous pression. L'augmentation de la pression de liquide ou du gaz fait gonfler la cellule à membrane. La capacité portante du sol est déduite de la relation entre la pression exercée et le gonflement au niveau central de la cellule à membrane.

[0004] Les méthodes d'interprétation des mesures obtenues par les appareils précédemment cités se basent sur l'hypothèse que les déformations de milieu du sol sont homogènes. Mais les déformations du sol autour de la cavité entourant la cellule à membrane sont hétérogènes (Ladanyi, B 1977. Discussion on undrained stress-strain-time behaviour of clay Journal of Soil mechanics and foundation division ASCE; 103 (8): 933-934), et en conséquence, ce n'est pas forcement que les déformations de la cavité représentent celles du milieu. D'ailleurs, plusieurs auteurs (Thevanayagam S, Chameau, J.L and G. Alschaeffl; 1994. Some aspects of pressuremeter test interpretation in clay geotechnique: 319-355) confirment la création de fissures radiales à travers d'anneau étroit autour de la cavité. Ceci signifie le développement des contraintes négatives à travers cet anneau, cependant, l'état des contraintes au sol sous les fondations doit être toujours positif.

[0005] Pour éviter ces inconvénients, il faut interpréter le comportement d'une particule du sol loin de l'anneau fissuré. Le dispositif de l'appareil à membrane à piézomètre incliné (EP 0 705 941) permet d'enfoncer un piézomètre dans le sol au voisinage et au niveau central de la cellule à membrane par un piston incliné. Mais, il faut une charge très forte pour vaincre la résistance élevée du sol qui empêche l'enfoncement aisé du tube de manoeuvre du piston et risque d'abîmer les autres tubes du système.

[0006] Le dessin unique annexé illustre l'invention :

La figure 1 représente le dispositif de l'invention qui comporte ce qui suit

(1) : Un support sur lequel le tube (10) appuie pendant l'enregistrement des mesures de l'essai.

(2) : Un trou couvert par caoutchouc permettant la pénétration pendant le tir et le retrait de l'aiguille hypodermique (5).

(3) : Le tube (10) est muni d'un guide (3) pour assurer la position du bout de l'aiguille hypodermique (5) face au centre du trou (2).

(4) : Un noeud sur le câble (17) à une distance de l'aiguille hypodermique (5) égale à la longueur du chemin de la position initiale de l'aiguille hypodermique (5) dans le revolver (8) jusqu'au niveau (6) central des mesures au voisinage de la cellule à membrane (7). Le noeud (4) est destiné à retenir l'aiguille hypodermique (5) au niveau (6) de mesures pendant l'enregistrement de valeurs de mesures de la pression interstitielle.

(5) : L'aiguille hypodermique (5) qui est la balle du revolver (8) menu d'un capteur à mesurer la pression interstitielle au niveau (6) de mesures au voisinage de la cellule à membrane (7).

(6) : Le niveau de mesures (6), niveau central de déformation maximale de la cellule à membrane (7).

(7) : La cellule à membrane de l'appareil qui est alimentée par un liquide ou un gaz sous pression

(8) : Le revolver incliné (8) par rapport à l'axe du tube vertical (9). Le tube vertical (10) de diamètre inférieur à celui du tube (9) comprend le revolver incliné (8). La balle du revolver (8) est l'aiguille hypodermique (5).

(9) : Le tube-vertical servant d'intermédiaire entre la cellule à membrane (7) et la surface du sol et comprend le tube (10) qui comprend le revolver incliné (8). Tous les câbles et les canalisations passent dans ce tube (9).

(10) : Un tube de diamètre inférieur à celui du tube (9), muni d'un guide (3) pour assurer la position du bout de l'aiguille hypodermique (5) face au centre du trou (2). Le tube (10) comprend le revolver incliné (8).

(11) : Un câble pour introduire le tube (10) dans le tube (9) et le retrait mécanique ou manuel jusqu'à la surface du sol.

(12) : La détente du revolver incliné (8).

(14) : Un câble qui raccorde la détente (12) du revolver (8) à la surface du sol. Le tir de l'aiguille hypodermique (5) vers le niveau (6) de mesures est effectué par la traction du câble (14).

(15) : Ordinateur situé à la surface du sol.

(16) : Un câble qui raccorde le capteur de l'aiguille hypodermique (5) à un ordinateur (15) à la surface du sol pour l'enregistrement de mesures effectuées au niveau (6) de mesures.

(17) : Un deuxième câble qui raccorde l'aiguille hypodermique (5) à la surface du sol. Ce câble

(17) est destiné à retenir l'aiguille hypodermique (5) au niveau (6) de mesures lorsque l'aiguille (5) est projetée, grâce à un noeud (4) sur le câble (17). Le câble (17) servant également à retirer l'aiguille hypodermique (5) vers sa position initiale dans le revolver (8) par le retrait mécanique ou manuel par le câble (17).

[0007] En référence à ce dessin, le procédé selon l'invention permet de remédier aux inconvénients et d'effectuer les mesures de la pression interstitielle souhaitées. Le procédé consiste à enfoncer dans le sol ou par forage une cellule à membrane (7) dans laquelle, on introduit sous pression un liquide ou un gaz, à mesurer l'augmentation de volume de la cellule à membrane (7) en fonction de la pression exercée. Le procédé selon l'invention consiste à tirer dans le sol, à partir d'un revolver (8), selon une direction inclinée à partir de la partie juste supérieure à la cellule à membrane (7), une aiguille hypodermique (5) menu d'un capteur jusqu'au niveau (6) central des déformations maximale de la cellule à membrane (7) et à mesurer le changement de la valeur de la pression interstitielle au niveau central (6) ainsi qu'au voisinage de la cellule à membrane (7) en fonction de la pression dans la cellule à membrane (7).

[0008] Le dispositif pour la mise en oeuvre du procédé est du type comprenant un tube vertical (9) comportant une cellule à membrane (7), et consiste à introduire dans le tube (9) un tube vertical (10) de diamètre inférieur, à appuyer sur support (1) et muni d'un guide (3), à assurer le bout d'une aiguille hypodermique (5) face au centre de trou (2) couvert par caoutchouc. Le tube (10) comprend un revolver incliné (8) par rapport à l'axe du tube vertical (9) qui serve intermédiaire entre la cellule à membrane (7) et la surface du sol. Le tir de l'aiguille hypodermique (5) est effectué par la traction par un câble (14) qui raccorde la détente (12) du revolver (8) à la surface du sol.

[0009] Dans une forme de réalisation, le capteur de l'aiguille hypodermique (5) est raccordé par un câble (16) à un ordinateur (15) destiné à l'enregistrement des valeurs de mesures, et aussi l'aiguille (5) est raccordée par un autre câble (17) destiné à retenir l'aiguille hypodermique (5) dans la position souhaitée, lorsqu'elle est projetée, grâce à un noeud (4) sur le câble (17) à une distance de l'aiguille hypodermique (5) égale à la longueur du chemin de sa position initiale jusqu'au niveau (6) de mesure. Le câble (17) sert également à retirer l'aiguille hypodermique (5) vers sa position initiale dans le revolver (8) par le retrait mécanique ou manuel par le câble (17).

[0010] Le bout de l'aiguille (5) est emboîté par une capsule qui se colle et reste dans le sol lors du retrait de l'aiguille hypodermique (5) par le câble (17) pour éviter que l'aiguille hypodermique (5) ne se colle dans le sol. Le retrait du tube (10) est effectué par la traction par le câble (11).

[0011] Le procédé de mesures se répète tous les mètres jusqu' à la profondeur requise sous sol.

Revendications

1. Procédé de mesure des caractéristiques mécaniques des sols du type consistant à enfoncer dans le sol ou par forage une cellule à membrane (7) dans laquelle, on introduit sous pression un liquide ou un gaz, à mesurer l'augmentation de volume de la cellule à membrane en fonction de la pression exercée **caractérisé en ce qu'**il consiste à tirer dans le sol, à partir d'un revolver (8), selon une direction inclinée à partir de la partie juste supérieure à la cellule à membrane (7), une aiguille hypodermique (5) menu d'un capteur jusqu'au niveau (6) central des déformations maximale de la cellule à membrane (7) et à mesurer le changement de la valeur de la pression interstitielle au niveau central (6) ainsi qu'au voisinage de la cellule à membrane (7) en fonction de la pression dans la cellule à membrane (7).

2. Dispositif pour mesurer des caractéristiques mécanique des sols pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, du type comprenant un tube vertical (9) comportant une cellule à membrane (7), **caractérisé en ce qu'**il consiste à introduire dans le tube (9), un tube vertical (10) de diamètre inférieur, à appuyer sur support (1) et muni d'un guide (3), à assurer le bout d'une aiguille hypodermique (5) face au centre de trou (2) couvert par caoutchouc, le tube vertical (10) comprend un revolver incliné (8) par rapport à l'axe du tube vertical (9), servant d'intermédiaire entre la cellule à membrane (7) et la surface du sol, et **en ce que** le tir de l'aiguille hypodermique (5) est effectué par la traction par un câble (14) qui raccorde la détente (12) du revolver (8) à la surface du sol.

3. Dispositif selon la revendication 2 **caractérisé en ce que** le capteur de l'aiguille hypodermique (5) est raccordé par un câble (16) à un ordinateur (15) destiné à l'enregistrement des valeurs de mesures, et aussi l'aiguille hypodermique (5) est raccordée par un autre câble (17) destiné à retenir l'aiguille hypodermique (5) dans la position souhaitée, lorsqu'elle est projetée, grâce à un noeud (4) sur le câble (17) à une distance de l'aiguille hypodermique (5) égale à la longueur du chemin de sa position initiale jusqu'au niveau (6) de mesure. Le câble (17) sert également à retirer l'aiguille hypodermique (5) vers sa position initiale dans le revolver (8) par le retrait mécanique ou manuel par le câble (17).

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 et 3 **caractérisé en ce que** le bout de l'aiguille hypodermique (5) est emboîté par une capsule qui se colle et reste dans le sol lors du retrait de l'aiguille hypodermique (5) par le câble (17) pour éviter que l'aiguille hypodermique (5) ne se colle dans le sol. Le retrait du tube (10) jusqu'à la surface du sol est

effectué par la traction par le câble (11).

Patentansprüche

1. Verfahren zur Messung der mechanischen Bodenmerkmale von Typ, darin bestehend, durch Eindrücken in den Boden oder durch Bohrung, eine Membranzelle (7) einzuführen, in die man eine Flüssigkeit oder ein Gas unter Druck einspeist, die Steigerung des Volumens der Membranzelle zu messen, abhängig vom ausgeübten Druck, **dadurch gekennzeichnet, dass** es darin besteht, mittels einer Pistole (8), gemäß einer geneigten Richtung, genau oberhalb der Membranzelle (7), eine mit einem Fühler versehene hypodermische Nadel (5) abzuschießen bis zur Zentralebene (6) der maximalen Verformungen der Membranzelle (7) und die Änderung des auf Ebene (6) sowie in der Umgebung der Membranzelle (7), abhängig vom Druck in der Membranzelle (7) entwickelten interstitiellen Druckwertes zu messen.

2. Vorrichtung zur Messung der mechanischen Bodenmerkmale, zur Durchführung des Verfahrens gemäß Patentanspruch 1, vom Typ, der ein senkrechtes Rohr (9) mit einer Membranzelle (7) umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie darin besteht, in Rohr (9), ein senkrechtes Rohr (10) mit kleinerem Durchmesser einzuführen, das auf einem Träger (1) ruht und versehen ist mit einer Führung (3), die Lage der Spitze einer hypodermischen Nadel (5) hinsichtlich des Mittelpunkts des mit Gummi bedeckten Lochs (2) zu sichern, das senkrechte Rohr (10) enthält eine gegen die Achse des senkrechten Rohrs (9) geneigte Pistole (8), das dient als Verbindungsstück zwischen der Membranzelle (7) und der Bodenoberfläche, und dadurch, dass das Abschießen der hypodermischen Nadel (5) geschieht durch Ziehen eines Kabels (14), das den Hahn (12) der Pistole (8) mit der Boedenoberfläche verbindet.

3. Vorrichtung gemäß Patenanspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Fühler der hypodermischen Nadel (5) durch ein Kabel (16) verbunden ist mit einem Rechner (15), der zur Erfassung der Messwerte dient, und auch, dass die hypodermische Nadel (5) verbunden ist durch ein anderes Kabel (17), das dazu dient, die hypodermische Nadel (5) in ihrer gewünschten Lage zu behalten, wenn sie abgeschossen wird, dank sei eines Knoten (4) auf Kabel (17) in einer Entfernung von der hypodermischen Nadel (5) gleich der Länge des Abstands von ihrer Ausgangslage bis zur Messebene (6). Kabel (17) dient auch dazu, die hypodermische Nadel (5) in ihre Ausgangslage in der Pistole (8) zurückzuführen durch mechanischen oder manuellen Rückzug des Kabels (17).

4. Vorrichtung gemäß einem etwaigen der Patentansprüche 2 und 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spitze der hypodermischen Nadel (5) versehen ist mit einer Kapsel, die im Boden kleben bleibt, wenn die hypodermische Nadel (5) mittels Kabels (17) zurückgezogen wird, um zu vermeiden, dass die hypodermische Nadel (5) im Boden kleben bleibt. Das Rohr (10) wird durch Ziehen des Kabels (11) zur Bodenoberfläche zurückgeholt.

Claims

1. Procedure of measuring the mechanical characteristics of the soil, consisting in pushing or drilling vertically into the soil a membrane cell (7) into which has been introduced a fluid under pressure, in measuring the increase in the volume of the membrane cell as a function of the pressure applied, **characterized in that** it consists in shooting into the soil from a gun (8) and according to an inclined direction from the portion just above the membrane cell (7), a hypodermic needle (5) provided by a pressure transducer to a position facing the central level (6) of the maximum deformation of the membrane cell (7) and in measuring the changes in the developed pore water pressure recorded by the pressure transducer at the said level (6) in the neighborhood of the membrane cell (7)as a function of the applied pressure in the membrane cell (7).

2. Device for measuring the mechanical characteristics of the soil and for implementing the procedure according to claim 1, of the type that comprises an intermediate vertical tube (9) provided with a membrane cell (7), **characterized in that** it consists in introducing in tube (9), another vertical tube (10) of smaller diameter, leaning on support (1) and provided with a guide (3) to ensure the tip of the hypodermic needle (5) opposite the center of hole (2) that is covered by rubber, tube (10) comprises an inclined gun (8) in relation to the axis of the vertical tube (9) serving as intermediary between the membrane cell (7)and the ground surface, and **in that** the firing of the hypodermic needle (5) is performed by a traction cable (14) which connects the trigger (12) of the gun (8) to the ground surface.

3. Device according to claim 2, **characterized in that** the transducer of the hypodermic needle (5) is connected by cable (16) to recording computer (15), and also the hypodermic needle (5) is connected by another cable (17) destined to retain the hypodermic needle (5) in the desired position, when it is projected, by node (4) on the cable (17) at a distance from the hypodermic needle (5) equal to the path length from its initial position to level (6) of measurement. The cable (17) serves also to the withdrawal of the

hypodermic needle (5) towards its initial position in the gun (8) by mechanical or manual pulling of the cable (17).

4. Device according to any of the claims 2 and 3, **characterized in that** the tip of the hypodermic needle (5) is fitted by a cap which can be placed and remain in the soil when pulling up the hypodermic needle by cable (17) so as to prevent the needle (5) from sticking in the ground. The withdrawal of the tube (10) to the ground surface is performed by mechanically or manually pulling cable (11).

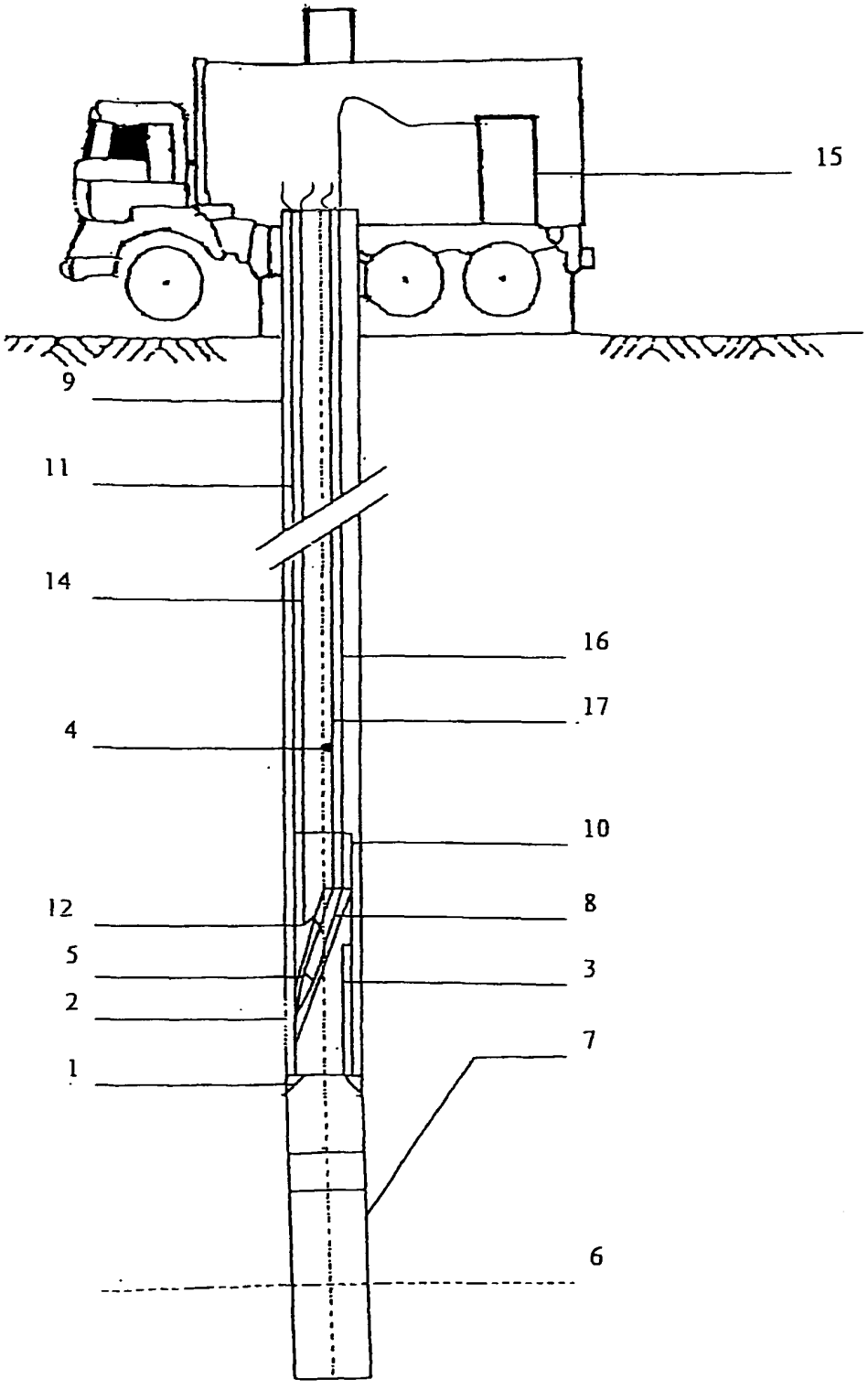


FIG 1

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 2696003 A1 **[0002]**
- EP 0705941 A **[0005]**

Littérature non-brevet citée dans la description

- **LADANYI, B.** *Discussion on undrained stress-strain-time behaviour of clay Journal of Soil mechanics and foundation division ASCE,* 1977, vol. 103 (8), 933-934 **[0004]**
- **THEVANAYAGAM S ; CHAMEAU, J.L ; G. ALSCHAEFFL.** *Some aspects of pressuremeter test interpretation in clay geotechnique,* 1994, 319-355 **[0004]**