PATENT DOCUMENTATION SERVICE

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

(11) Numéro de publication : **0 161 974**
B1

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN**

(45) Date de publication du fascicule du brevet : **28.06.89**

(51) Int. Cl.[4] : **E 02 D 5/46**, E 02 D 5/36// E02D5/18, E02D27/26

(21) Numéro de dépôt : **85400787.9**

(22) Date de dépôt : **22.04.85**

(54) **Procédé et dispositif pour la réalisation en place de colonnes de sol stabilisé et compacté.**

(30) Priorité : **07.05.84 FR 8407047**

(43) Date de publication de la demande : **21.11.85 Bulletin 85/47**

(45) Mention de la délivrance du brevet : **28.06.89 Bulletin 89/26**

(84) Etats contractants désignés : **AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE**

(56) Documents cités :
FR–A– 2 109 852
GB–A– 2 010 361
US–A– 3 391 544
US–A– 3 875 751
US–A– 4 063 424
US–A– 4 069 678
US–A– 4 072 017

(73) Titulaire : **SONDAGES INJECTIONS FORAGES "S.I.F." ENTREPRISE BACHY**
92, Rue Baudin
F-92300 Levallois-Perret (FR)

(72) Inventeur : **Gessay, Jean-Claude**
5, Rue Frédéric Chopin
F-77680 Roissy-en-Brie (FR)

(74) Mandataire : **de Boisse, Louis Arnaud et al**
CABINET de BOISSE 37, Avenue Franklin D. Roosevelt
F-75008 Paris (FR)

EP 0 161 974 B1

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Jouve, 18, rue St-Denis, 75001 Paris, France

Description

L'invention concerne un procédé et un dispositif pour la réalisation en place de colonnes de sol stabilisé et compacté.

L'amélioration de la stabilité ou de la portance des terrains meubles de qualité médiocre, pour la réalisation de fondations, remblais, talus, etc... par la constitution en place de colonnes de sol stabilisé est une technique connue.

Les colonnes de sol stabilisé sont disposées, groupées, combinées suivant des configurations telles que des murs, éperons, quadrillage, blocs, etc... selon le résultat recherché, mais la colonne constitutive de base se présente, en général, sous la forme d'un cylindre de sol en place dont les caractéristiques géomécaniques ont été améliorées par l'incorporation d'un matériau extérieur.

Brièvement, la réalisation d'une colonne élémentaire est obtenue par l'enfoncement dans le terrain d'un outil de forage rotatif. Cet outil désagrège le terrain et le mélange avec un matériau d'apport introduit par voie humide ou par voie sèche par l'intermédiaire d'un arbre creux d'entraînement. Une fois la profondeur désirée atteinte par l'outil, on retire ce dernier.

Le matériau d'apport mélangé au terrain en place est, en général, un liant donnant lieu à un phénomène de prise conduisant à la formation d'un béton de sol dont la résistance est fonction des caractéristiques du sol, de la quantité et de la nature du liant incorporé, du degré d'homogénéité et de la compacité du mélange ainsi réalisé.

Pour un liant et un sol donné, les deux éléments caractéristiques déterminants de la qualité du résultat obtenu sont donc l'homogénéité et la compacité du mélange.

Les différents procédés et dispositifs de la technique antérieure, s'ils permettent d'obtenir plus ou moins le degré d'homogénéité recherché, ne résolvent nullement le problème de la recompaction du mélange réalisé en place.

Une tentative pour résoudre ce problème est décrite dans US-A-3 875 571. Ce document décrit un outil pour la consolidation des sols qui consiste en une unique tarière comprenant une section supérieure et une section inférieure de profils particuliers. Cet outil découpe le terrain lors de son enfoncement dans le sol et, lors de son retrait, mélange un liant avec le sol et effectue, par l'intermédiaire de sa section inférieure, une compaction du sol. Cet outil, du fait qu'il ne comporte qu'une seule tarière et du fait du profil particulier de cette dernière, ne permet pas, toutefois, d'obtenir une colonne de terrain stabilisée homogène, mais une colonne feuilletée du genre « pile d'assiettes » qui n'est pas pleinement satisfaisante.

La bonne répartition du liant dans la masse du sol traité exige le remaniement complet de ce dernier par l'effet de l'outil désagrégateur de façon à détruire au maximum les liaisons existantes entre les particules constitutives du terrain et pouvoir ainsi réaliser un mélange intime entre ces dernières et le liant incorporé. La structure du mélange final obtenu est en général plus lâche que celle du terrain vierge, la destructuration de ce dernier par l'outil désagrégateur entraînant une augmentation de volume. Cette diminution de la compacité du terrain traité contribue à amoindrir l'effet de consolidation résultant de l'incorporation du liant.

L'invention a pour objet de fournir un procédé et un dispositif qui permettent, tout en assurant un meilleur degré d'homogénéité du mélange sol-liant, d'en réaliser la recompaction en place, améliorant ainsi considérablement les caractéristiques mécaniques de la colonne de sol stabilisé ainsi constituée.

Plus particulièrement, l'invention concerne un procédé de réalisation en place d'une colonne élémentaire de sol stabilisé et compacté, qui comporte une première phase consistant à enfoncer dans le terrain un outil de forage rotatif désagrégeant le terrain et le mélangeant avec un matériau d'apport, et au cours de laquelle on imprime à au moins une partie du terrain désagrégé un mouvement ascendant à travers l'outil de forage, et une deuxième phase consistant à retirer l'outil de forage du terrain, caractérisé en ce qu'on utilise, comme outil de forage, un dispositif qui comprend au moins deux arbres parallèles, chaque arbre entraînant en rotation une tarière, chaque tarière étant munie à son extrémité opposée à l'arbre d'entraînement d'une tête de forage désagrégatrice et la distance entre les axes des tarières étant inférieure au diamètre d'une tarière, les arbres et les fûts des tarières comportant un alésage relié à une source de matériau d'apport et au moins un orifice communiquant avec ledit alésage étant prévu sur le fût de chaque tarière pour décharger le matériau d'apport, les tarières étant de pas opposés et étant entraînées en rotation en sens contraire et qui comprend, en outre, des moyens d'inversion du sens de rotation des tarières, en ce qu'on réalise la première phase en enfonçant dans le terrain ledit dispositif tout en déchargeant un matériau d'apport par ledit orifice de façon à le mélanger avec le terrain désagrégé, et en ce qu'on réalise la deuxième phase, après avoir inversé le sens de rotation des tarières, en exerçant un appui réglé sur ledit dispositif pendant qu'on le retire de façon à imprimer au terrain désagrégé mélangé au matériau d'apport, un mouvement descendant, tendant à le compacter, à travers ledit dispositif.

L'invention concerne également un dispositif utile pour la mise en œuvre du procédé de l'invention, qui comprend au moins deux arbres parallèles, chaque arbre entraînant en rotation une tarière, chaque tarière étant munie à son extrémité opposée à l'arbre d'entraînement d'une tête de forage désagrégatrice et la distance entre les axes des tarières étant inférieure au diamètre d'une tarière, les arbres et les fûts des tarières

comportant un alésage relié à une source de matériau d'apport et au moins un orifice communiquant avec ledit alésage étant prévu sur le fût de chaque tarière pour décharger le matériau d'apport et permettre son mélange avec le terrain désagrégé, les tarières étant de pas opposées et étant entraînées en rotation en sens contraire, et qui comprend, en outre, des moyens d'inversion du sens de rotation des tarières.

Lorsqu'on met en œuvre le procédé de l'invention, on produit les effets suivants :

Dans la première phase de forage et de mélange, le sol en place désagrégé par la tête de forage est entraîné dans un mouvement ascendant à travers le dispositif de l'invention complétant ainsi l'effet de désagrégation dû à la tête elle-même et assurant par suite une meilleure dispersion dans la masse du terrain du matériau ou liant d'apport introduit par voie sèche ou humide. Le sol désagrégé traverse l'ensemble du dispositif de l'invention au fur et à mesure de la pénétration de ce dernier dans le terrain. Compte tenu de l'augmentation de volume provoquée par la désagrégation, il se produit un phénomène de foisonnement accentué par l'ajout du matériau d'apport, une partie plus ou moins importante du sol ainsi homogénéisé et mélangé au matériau d'apport pouvant sortir en surface en tête de la colonne. Si désiré, cette première phase peut être répétée une ou plusieurs fois.

Dans la deuxième phase de compactage, une fois atteinte la profondeur fixée pour le traitement, le sens de rotation des éléments de tarière est inversé provoquant un mouvement inverse du matériau au fur et à mesure du retrait du dispositif de l'invention. On réalise ainsi, outre une homogénéisation complémentaire, la recompaction continue du mélange terrain-matériau d'apport par le dispositif tout au long de sa remontée vers la surface. Pendant cette phase de compactage, la partie du terrain extraite pendant la phase de forage est réintroduite dans la colonne forée. L'effet de recompaction nécessite habituellement de compléter le remplissage de la colonne forée par un apport de matériau supplémentaire.

Le procédé de l'invention peut être mis en œuvre dans des terrains tant cohérents (terrains argileux, argile, etc...) que non cohérents (sable, graviers, etc...).

La description qui va suivre en regard des dessins annexés, fera bien comprendre l'invention :

— la figure 1 est une vue schématique en élévation avec coupe du terrain illustrant un dispositif selon l'invention et sa mise en œuvre pendant la première phase du procédé de l'invention ;

— la figure 2 est une vue similaire à celle de la figure 1 mais pendant la deuxième phase de l'invention ;

— les figures 3 et 4 sont des vues schématiques montrant les sens de rotation des éléments de tarière du dispositif de l'invention pendant la première et la seconde phases, respectivement du procédé de l'invention.

Le dispositif représenté sur les figures 1 et 2 et utilisé pour réaliser des colonnes de sol stabilité et compacté selon le procédé décrit ci-dessus comporte les éléments suivants :

Deux arbres parallèles 1, pourvus chacun d'un alésage 1a, entraînent deux tarières hélicoïdales 2 de pas opposés tournant en sens contraire. Chaque tarière est munie à son extrémité libre d'une tête de forage désagrégatrice 3 adaptée à la nature du terrain. Ce peut être, par exemple, comme illustré, une tête en forme d'hélice, ou bien un couteau. La distance X entre les axes des tarières est inférieure à leur diamètre de façon que les spires des deux tarières soient effectivement engagées l'une dans l'autre de manière à assurer un mouvement ou écoulement forcé du terrain désagrégé 4 par les deux tarières. Le fût 5 de chaque tarière comporte aussi un alésage 5a qui communique avec l'alésage de l'arbre d'entraînement correspondant, permettant ainsi d'amener le matériau ou liant d'apport par voie sèche ou par voie humide jusqu'à des orifices 6 ménagés sur la hauteur du fût de chaque tarière de façon à en assurer le mélange intime avec le terrain désagrégé.

La longueur des tarières est adaptée à la profondeur de la colonne à réaliser. Elle est en général comprise entre 1/4 et 1/2 de la longueur de la colonne mais elle pourrait, dans certains cas, être accrue jusqu'à atteindre la même longueur.

Il est à noter que les tarières, au lieu de présenter un profil hélicoïdal continu, pourraient être discontinues, c'est-à-dire être remplacées par une pluralité d'hélices espacées.

Un certain nombre de doubles-paliers 7, fonction de la profondeur de la colonne à réaliser, sont répartis sur la hauteur des arbres d'entraînement et des tarières de façon à maintenir leur parallélisme.

Ces paliers pourraient être remplacés sur la hauteur des arbres d'entraînement par une poutre continue creuse qui pourrait éventuellement être utilisée pour amener le matériau ou liant d'apport en tête des tarières.

Les deux arbres d'entraînement 1 sont montés sur un dispositif réducteur inverseur à engrenages 8, lui-même relié à un moteur 9, qui les entraîne ainsi que les tarières, en rotation dans des sens opposés et à même vitesse. Cet ensemble moto-réducteur 8-9 peut être porté par une machine de forage (non représentée) installée en surface au droit de la colonne à réaliser soit par l'intermédiaire d'une glissière sur laquelle il peut se déplacer longitudinalement soit librement soit par l'intermédiaire d'un dispositif de translation. En variante, il peut être suspendu à la flèche d'un engin de levage (grue ou autre).

Le déroulement d'une opération de réalisation d'une colonne de sol stabilisé compactée peut être décrit de la façon suivante :

L'engin porteur étant installé au droit de l'emplacement choisi, les arbres et tarières sont mis en rotation dans le sens correspondant au vissage des tarières dans le terrain (figures 1 et 3).

La vitesse de pénétration est contrôlée de façon à optimiser l'effet de désagrégation du sol. Le matériau ou liant d'apport peut être introduit à tout moment pendant l'opération de forage. Dans le cas de la voie humide il est pompé par une pompe située en surface à travers les têtes tournantes 10 montées à l'extrémité des arbres d'entraînement. Dans le cas de la voie sèche il est forcé à l'aide d'air comprimé à travers les mêmes têtes.

Une fois la profondeur voulue atteinte le sens de rotation des arbres et tarières est inversé et le dispositif de l'invention est remonté en continu (figures 2 et 4). L'effet mécanique direct des tarières tend à faire remonter de lui-même le dispositif. Le contrôle de cette remontée en exerçant un appui réglé sur le dispositif permet d'obtenir la recompaction du mélange sol-matériau d'apport. L'injection du matériau d'apport peut être poursuivie, si désiré, pendant tout ou partie de cette phase de recompaction. Le sol remonté jusqu'en surface pendant la phase de forage est réentraîné dans la colonne. Un apport supplémentaire de matériaux est même le plus souvent nécessaire pour combler le forage.

Il est à noter que, étant donné que les alésages des tarières constituent des conduits indépendants, il est possible, si désiré, d'alimenter l'un des alésages avec un matériau d'apport différent de celui alimentant l'autre alésage, afin de faire réagir in situ ces matériaux ensemble ou avec le terrain.

L'invention permet d'obtenir des colonnes de sol stabilisé et compacté dont les propriétés mécaniques sont très largement supérieures à celles des colonnes obtenues selon la technique antérieure, sans recompaction.

Une application particulièrement intéressante du procédé et du dispositif de l'invention est la stabilisation des emprises de voies ferroviaires.

Il va de soi que le mode de réalisation décrit n'est qu'un exemple et qu'on pourrait le modifier, notamment par substitution d'équivalents techniques, sans sortir pour cela du cadre de l'invention, tel que défini par les revendications.

Revendications

1. Un procédé de réalisation en place d'une colonne élémentaire de sol stabilisé et compacté, qui comporte une première phase consistant à enfoncer dans le terrain un outil de forage rotatif désagrégeant le terrain et le mélangeant avec un matériau d'apport, et au cours de laquelle on imprime à au moins une partie du terrain désagrégé un mouvement ascendant à travers l'outil de forage, et une deuxième phase consistant à retirer l'outil de forage du terrain,
caractérisé en ce qu'on utilise, comme outil de forage, un dispositif qui comprend au moins deux arbres (1) parallèles, chaque arbre entraînant en rotation une tarière (2), chaque tarière étant munie à son extrémité opposée à l'arbre d'entraînement d'une tête de forage (3) désagrégatrice et la distance entre les axes des tarières étant inférieure au diamètre d'une tarière, les arbres et les fûts (5) des tarières comportant un alésage (5a) relié à une source de matériau d'apport et au moins un orifice (6) communiquant avec ledit alésage étant prévu sur le fût de chaque tarière pour décharger le matériau d'apport, les tarières étant de pas opposés et étant entraînées en rotation en sens contraire et qui comprend, en outre, des moyens d'inversion du sens de rotation des tarières,
en ce qu'on réalise la première phase en enfonçant dans le terrain ledit dispositif tout en déchargeant un matériau d'apport par ledit orifice (6) de façon à le mélanger avec le terrain désagrégé, et
en ce qu'on réalise la deuxième phase, après avoir inversé le sens de rotation des tarières, en exerçant un appui réglé sur ledit dispositif pendant qu'on le retire de façon à imprimer au terrain désagrégé mélangé au matériau d'apport, un mouvement descendant, tendant à le compacter, à travers ledit dispositif.

2. Un procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les opérations d'enfoncement et de mélange de la première phase sont répétées au moins une fois.

3. Un dispositif utile pour la mise en œuvre du procédé de l'invention, qui comprend au moins deux arbres (1) parallèles, chaque arbre entraînant en rotation une tarière (2), chaque tarière étant munie à son extrémité opposée à l'arbre d'entraînement d'une tête de forage (3) désagrégatrice et la distance entre les axes des tarières étant inférieure au diamètre d'une tarière, les arbres et les fûts (5) des tarières comportant un alésage (5a) relié à une source de matériau d'apport et au moins un orifice (6) communiquant avec ledit alésage étant prévu sur le fût de chaque tarière pour décharger le matériau d'apport et permettre son mélange avec le terrain désagrégé, les tarières étant de pas opposés et étant entraînées en rotation en sens contraire, et qui comprend, en outre, des moyens d'inversion du sens de rotation des tarières.

4. Un dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que la tête de forage est en forme d'hélice.

5. Un dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que les arbres et tarières sont maintenus parallèles à l'aide de doubles-paliers (7).

6. Un dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'alésage de l'une des tarières est relié à une source de matériau d'apport qui diffère du matériau d'apport de la source reliée à l'alésage de l'autre tarière.

Claims

1. A method for the in situ formation of a primary column of stabilized and compacted soil, comprising a first phase which consists in driving into the soil a rotary drilling tool which loosens the soil and mixes it with an added material, and

during which an ascending movement is imparted to at least some of the loosened soil through the drilling tool, and a second phase consisting in withdrawing the drilling tool from the ground,
characterized by using, as a drilling tool, a device which comprises at least two parallel shafts (1), each shaft driving in rotation an auger (2), each auger being provided at the opposite end to the drive shaft with a loosening drill-head (3) and the distance between the axes of the augers being less than the diameter of an auger, the shafts and the shanks (5) of the augers comprising a bore (5a) connected to a source of material to be added and at least one orifice (6) which communicates with the said bore being provided on the shank of each auger so as to discharge the material to be added, the augers having opposite pitches and being driven in rotation in opposite directions and which further comprises means for reversing the direction of rotation of the augers,
by carrying out the first phase by driving into the soil said device while discharging a material to be added through said orifice (6) so as to mix it with the loosened soil, and
by carrying out the second phase, after having reversed the direction of rotation of the augers, by exerting a controlled pressure on said device while withdrawing it, so as to impart to the loosened soil mixed with the added material a descending movement, which tends to compact it, through said device.

2. A method as claimed in claim 1, characterized in that the driving and mixing operations of the first phase are repeated at least once.

3. A device suitable for implementing the method of the invention, which comprises at least two parallel shafts (1), each shaft driving in rotation an auger (2), each auger being provided at the opposite end to the drive shaft with a loosening drill-head (3) and the distance between the axes of the augers being less than the diameter of an auger, the shafts and the shanks (5) of the augers comprising a bore (5a) connected to a source of material to be added and at least one orifice (6) which communicates with the said bore being provided on the shank of each auger so as to discharge the material to be added and allow it to be mixed with the loosened soil, the augers having opposite pitches and being driven in rotation in opposite directions, and which further comprises means for reversing the direction of rotation of the augers.

4. A device as claimed in claim 3, characterized in that the drilling head is in the form of a helix.

5. A device as claimed in claim 3, characterized in that the shafts and augers are kept parallel by means of double bearings (7).

6. A device as claimed in claim 3, characterized in that the bore of one of said augers is connected to a source of a material to be added different from the material to be added of the source connected to the bore of the other auger.

Patentansprüche

1. Verfahren zum In-situ-Herstellen eines elementaren Pfahles aus verfestigter und verdichteter Erde, das zwei Schritte aufweist, von denen der erste Schritt darin besteht, daß in den Boden ein rotierendes Bohrwerkzeug getrieben wird, das den Boden lockert und ihn mit einem Zusatzmaterial mischt, und in dessen Verlauf zumindest einem Teil des gelockerten Bodens eine Aufwärtsbewegung durch das Bohrwerkzeug hindurch aufgeprägt wird, und der zweite Schritt im Zurückziehen des Bohrwerkzeugs aus dem Boden besteht,
dadurch gekennzeichnet, daß als Bohrwerkzeug eine Vorrichtung verwendet wird, die mindestens zwei parallele Wellen (1) aufweist, wobei jede Welle einen Bohrer (2) in Drehung versetzt, jeder Bohrer an seinem der Antriebswelle entgegengesetzten Ende mit einem Auflockerungs-Bohrkopf (3) versehen ist und der Abstand zwischen den Bohrerachsen kleiner als der Durchmesser eines Bohrers ist, die Wellen und die Schäfte (5) eine Bohrung (5a) aufweisen, die mit einer Quelle für das Zusatzmaterial verbunden ist und mindestens eine Öffnung (6), die mit dieser Bohrung in Verbindung steht, am Schaft jedes Bohrers vorgesehen ist, um das Zusatzmaterial abzugeben, die Bohrer gegensinnig ausgebildet und in entgegengesetzter Drehrichtung antreibbar sind, und die ferner eine Einrichtung zur Drehrichtungsumkehr der Bohrer aufweist,
daß der erste Schritt in der Weise verwirklicht wird, daß in den Boden die Vorrichtung eingetrieben wird, während gleichzeitig ein Zusatzmaterial durch die Öffnung (6) so abgegeben wird, daß es mit dem gelockerten Boden gemischt wird und
daß der zweite Schritt nach der Drehrichtungsumkehr der Bohrer in der Weise verwirklicht wird, daß auf die Vorrichtung beim Zurückziehen eine geregelte Abstützkraft ausgeübt wird, um dem mit dem Zusatzmaterial gemischten gelockerten Boden eine Abwärtsbewegung durch die Vorrichtung hindurch aufzuprägen, welche die Tendenz hat, ihn zu verdichten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorgänge des Eintreibens und Mischens im ersten Schritt mindestens einmal wiederholt werden.

3. Vorrichtung zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens, mit mindestens zwei parallelen Wellen (1), wobei jede Welle einen Bohrer (2) in Drehung versetzt, jeder Bohrer an seinem der Antriebswelle entgegengesetztem Ende mit einem Auflockerungs-Bohrkopf (3) versehen ist und der Abstand zwischen den Bohrerwellen kleiner ist als der Durchmesser eines Bohrers, die Wellen und Schäfte (5) der Bohrer eine Bohrung (5a) aufweisen, die mit einer Quelle für Zusatzmaterial versehen ist, und mindestens eine Öffnung (6), die mit dieser Bohrung in Verbindung steht, an dem Schaft jedes Bohrers vorgesehen ist, um das Zusatzmaterial abzugeben und dessen Mischung mit dem gelockerten Boden zu ermöglichen, die Bohrer gegensinnig ausgebildet und in entgegengesetzter Drehrichtung antreibbar

sind, und ferner mit einer Einrichtung zum Umkehren der Drehrichtung der Bohrer.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Bohrkopf wendelförmig ausgebildet ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellen und Bohrer mit Hilfe von Doppellagern (7) parallel gehalten sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Bohrung eines der Bohrer mit einer Quelle für Zusatzmaterial verbunden ist, das von dem Zusatzmaterial der mit der Bohrung des anderen Bohrers verbundenen Quelle verschieden ist.

FIG.:1

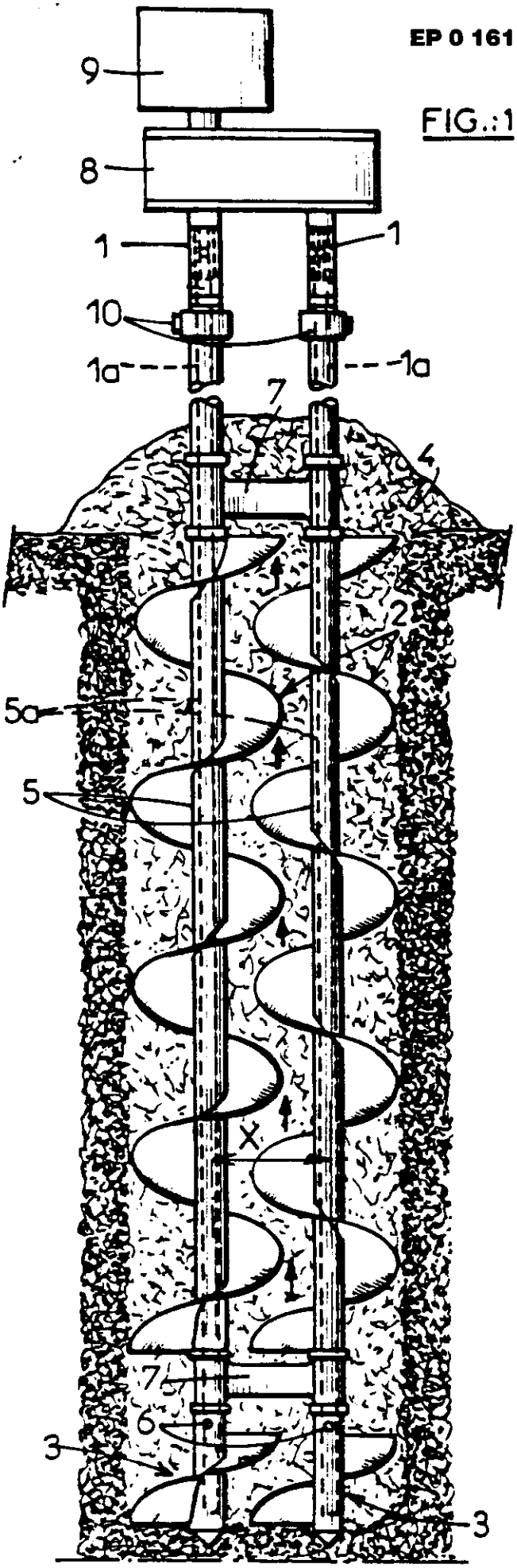
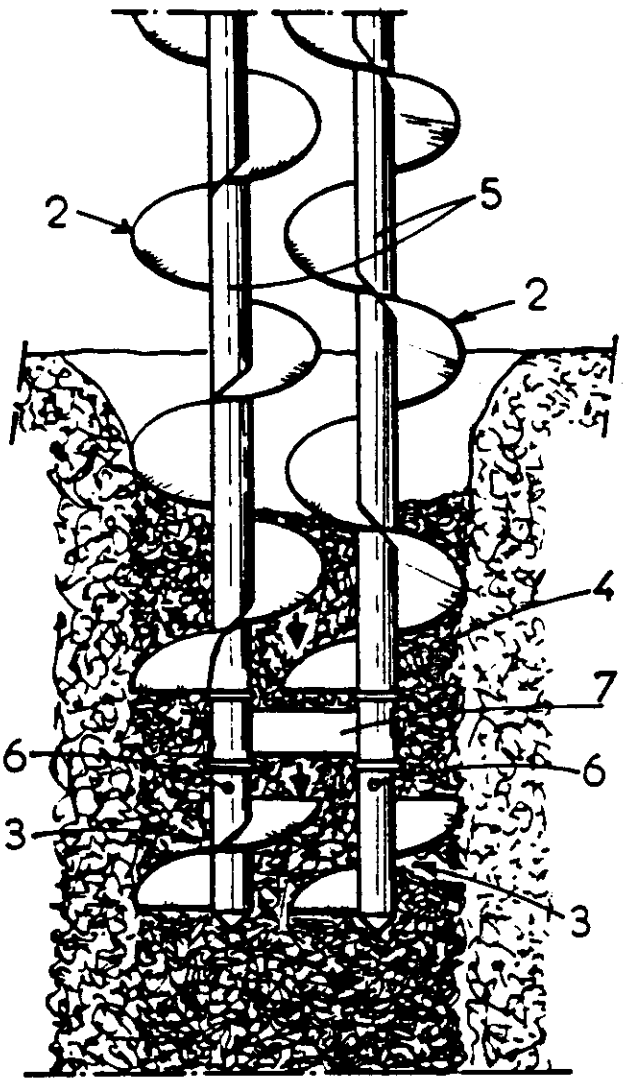


FIG.: 2



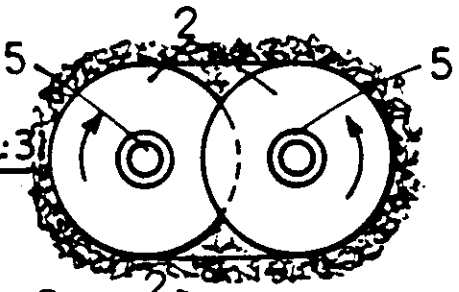


FIG.:3

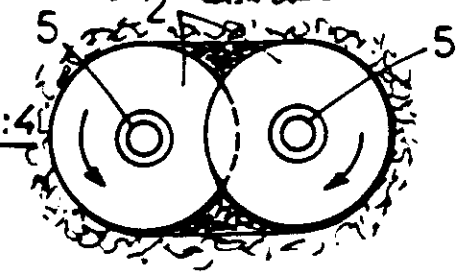


FIG.:4

REGISTER ENTRY FOR EP0161974

European Application No EP85400787.9 filing date 22.04.1985

Application in French

Priority claimed:
07.05.1984 in France - doc: 8407047

Designated States BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE AT

Title METHOD AND APPARATUS FOR FORMING PILES OF SOIL STABILISED AND COMPACTED IN SITU

Applicant/Proprietor
SONDAGES INJECTIONS FORAGES "S.I.F." ENTREPRISE BACHY, 92, Rue Baudin, F-92300 Levallois-Perret, France [ADP No. 50163237002]

Inventor
JEAN-CLAUDE GESSAY, 5, Rue Frédéric Chopin, F-77680 Roissy-en-Brie, France [ADP No. 53654620001]

Classified to
E1F
E02D

Address for Service
REDDIE & GROSE, 16 Theobalds Road, London, WC1X 8PL, United Kingdom [ADP No. 00000091001]

EPO Representative
LOUIS ARNAUD DE BOISSE, CABINET de BOISSE 37, Avenue Franklin D. Roosevelt, F-75008 Paris, France [ADP No. 50501956001]

Publication No EP0161974 dated 21.11.1985 and granted by EPO 28.06.1989.
Publication in French

Examination requested 22.04.1985

Patent Granted with effect from 28.06.1989 (Section 25(1)) with title METHOD AND APPARATUS FOR FORMING PILES OF SOIL STABILISED AND COMPACTED IN SITU..
Translation filed 12.06.1989

11.06.1986 EPO: Search report published on 11.06.1986
Entry Type 25.11 Staff ID. Auth ID. EPT

26.09.1989 REDDIE & GROSE, 16 Theobalds Road, London, WC1X 8PL, United Kingdom [ADP No. 00000091001]
registered as address for service
Entry Type 8.11 Staff ID. TH1 Auth ID. EO

**** END OF REGISTER ENTRY ****

(3)

GREAT BRITAIN)
ENGLAND)
LONDON)

IN THE MATTER OF an Application for a Hong Kong Registration Patent

I, Wolfgang Gerson BARB, B.Sc., Ph.D., F.P.R.I., F.I.L., do hereby certify:

THAT I am a Technical Translator to Randall Woolcott Services plc of Europa House, Marsham Way, Gerrards Cross, Buckinghamshire, England and known as such to the undersigned Notary Public;

THAT I have a competent knowledge of the French and English languages;

AND THAT the attached document is a true and correct translation of the European Patent in the name of SONDAGES INJECTIONS FORAGES "S.I.F." ENTREPRISE BACHY granted under No. 0,161,974

Signed by WOLFGANG GERSON BARB)
This 1st day of February)
1990)

WOLFGANG GERSON BARB

I hereby certify the authenticity of the above signature of WOLFGANG GERSON BARB whose identity I attest.

London, the 1st day of February 1990

NOTARY PUBLIC OF LONDON ENGLAND

19 European Patent Office
European Patent Office
European Patent Office

11 B1 Publication No.:0 161 974

12 EUROPEAN PATENT SPECIFICATION

45 Date of publication of the patent specification: 28.06.89

51 Int. Cl.[4]: E02D 5/46, E02D 5/36// E02D5/18, E02D27/26

21 Application No.: 85400787.9

22 Filing date: 22.04.85

54 **Method and device for the in situ formation of columns of stabilized and compacted soil.**

30 Priority: 07.05.84 FR 8407047

43 Date of publication of the application: 21.11.85 Bulletin 85/47

45 Publication of the notice of the patent grant: 28.06.89 Bulletin 89/26

84 Designated contracting States: AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

73 Patent proprietor:
SONDAGES INJECTIONS FORAGES "S.I.F." ENTREPRISE BACHY
92, Rue Baudin
F-92300 Levallois-Perret (FR)

72 Inventor: Jean-Claude Gessay,
5, Rue Frédéric Chopin
F-77680 Roissy-en-Brie (FR)

74 Representative: Louis Arnaud de Boisse et al, CABINET de BOISSE, 37, Avenue Franklin D. Roosevelt
F-75008 Paris (FR)

56 Cited documents:
FR-A- 2 109 852
GB-A- 2 010 361
US-A- 3 391 544
US-A- 3 875 751
US-A- 4 063 424
US-A- 4 069 678
US-A- 4 072 017

Note: Within nine months from the publication of the notice of the grant of the European patent in the European Patent Journal, any person may lodge opposition to the granted European patent at the European Patent Office. The opposition shall be filed in writing and the grounds thereof shall be stated. It shall be deemed to have been filed only when the opposition fee has been paid (Art. 99 (1) of the European Patent Convention).

Jouve, 18, rue St-Denis, 75001 Paris, France

EP 0 161 974 B1

The invention relates to a method and a device for the in situ formation of columns of stabilized and compacted soil.

Improving the stability or the bearing capacity of poor quality, loose ground in order to make foundations, embankments, slopes, etc. by the in situ formation of columns of stabilized soil is a known technique.

The columns of stabilized soil are arranged, grouped, combined in accordance with configurations such as walls, spurs, a grid, blocks, etc., depending on the desired result, but the basic constituent column is generally in the form of a cylinder of locally occurring soil, the geomechanical properties of which have been improved by incorporating an outside material.

In brief, a primary column is obtained by penetrating the ground with a rotary drilling tool. This tool loosens the ground and mixes it with an added material introduced by a wet or dry method via a hollow drive shaft. Once the desired depth has been reached by the tool, the latter is withdrawn.

The added material which is mixed with the locally occurring ground is generally a binder which gives rise to a setting action leading to the formation of a soil concrete, the strength of which depends on the properties of the soil, the quantity and nature of the incorporated binder, and on the degree of homogeneity and compactness of the mixture thus produced.

For a given binder and soil, the two characteristic elements which determine the quality of the result obtained are therefore the homogeneity and the compactness of the mixture.

Although it is possible, using the various methods and devices of the prior art, to obtain more or less the degree of homogeneity sought after, the problem of recompacting the mixture formed in situ is in no way solved.

An attempt to solve this problem is described in US-A-3,875,571. This document discloses a tool for

consolidating soils which consists in a single auger comprising an upper and a lower section of particular profiles. This tool cuts the ground when it is driven into the soil and upon its withdrawal, mixes a binder with the soil and ensures, by means of its lower section, a compaction of the soil. This tool, as a result of the fact that it comprises a single auger and that the latter has a particular profile, does not allow, however, a homogeneous column of stabilized ground to be obtained, but a stratified column of the "plate stack" type which is not fully satisfactory.

In order for the binder to be properly distributed throughout the mass of treated soil, the latter needs to be completely reworked by the loosening tool so as to destroy as far as possible the bonds existing between the constituent particles of the ground and so as to be able to achieve thereby thorough mixing between the latter and the incorporated binder. The structure of the final mixture obtained is generally looser than that of virgin ground, the destructuring of the latter by the loosening tool causing an increase in volume. This decrease in the compactness of the treated ground tends to lessen the consolidation effect resulting from incorporation of the binder.

The object of the invention is to provide a method and a device which, while ensuring a better degree of homogeneity of the soil/binder mixture, make it possible to recompact the latter in situ, thereby improving considerably the mechanical properties of the column of stabilized soil thus formed.

More particularly, the invention relates to a method for the in situ formation of a primary column of stabilized and compacted soil, comprising a first phase which consists in driving into the ground a rotary drilling tool which loosens the ground and mixes it with an added material, and during which an ascending movement is imparted to at least some of the loosened ground through the drilling tool, and a second phase consisting in withdrawing the drilling tool from the ground,

characterized in that the drilling tool used is a device which comprises at least two parallel shafts, each shaft driving in rotation an auger, each auger being provided at the opposite end to the drive shaft with a loosening drill-head and the distance between the axes of the augers being less than the diameter of one auger, the shafts and shanks of the augers comprising a bore connected to a source of material to be added and at least one orifice which communicates with the said bore being provided on the shank of each auger so as to discharge the material to be added, the augers having opposite pitches and being driven in rotation in opposite directions and which further comprises means for reversing the direction of rotation of the augers, in that the first phase is carried out by driving into the ground said device while discharging a material to be added through said orifice so as to mix it with the loosened ground, and in that the second phase is carried out, after having reversed the direction of rotation of the augers, by exerting a controlled pressure on said device while withdrawing it, so as to impart to the loosened ground mixed with the added material a descending movement, which tends to compact it, through said device.

The invention also relates to a device suitable for implementing the method of the invention, which comprises at least two parallel shafts, each shaft driving in rotation an auger, each auger being provided at the opposite end to the drive shaft with a loosening drill-head and the distance between the axes of the augers being less than the diameter of one auger, the shafts and the shanks of the augers comprising a bore connected to a source of material to be added and at least one orifice which communicates with said bore being provided on the shank of each auger so as to discharge the material to be added and allow it to be mixed with the loosened ground, the augers having opposite pitches and being driven in rotation in opposite directions, and which further comprises means for reversing the direction of rotation of the augers.

When the method of the invention is carried out, the following effects are produced:

During the first drilling and mixing phase, the locally occurring soil, which is loosened by the drill-head, is conveyed in an ascending movement through the device of the invention, thereby completing the loosening effect due to the head itself and consequently ensuring better dispersion of the material or binder added, introduced by a dry or wet method, throughout the mass of soil. The loosened soil passes through the whole of the device of the invention as the latter penetrates the ground. In view of the increase in volume caused by the loosening, an expansion effect occurs, which is accentuated by the addition of the material to be added, a more or less large portion of the soil thus made uniform and mixed with the added material being able to emerge at the surface, at the top of the column. If required, this first phase can be repeated once or several times.

During the second compacting phase, once the depth fixed for treatment has been reached, the direction of rotation of the auger elements is reversed, thereby causing a reverse movement of the material as the device of the invention is withdrawn. Thus, in addition to a complementary homogenizing action, continuous recompaction of the ground/added material mixture is achieved by the device during the entire period of its reascent towards the surface. During this compacting phase, the portion of ground extracted during the drilling phase is reintroduced into the drilled column. As a result of the recompaction effect, it is usually necessary to complete filling of the drilled column by adding extra material.

The method of the invention can be applied both to firm ground (argillaceous ground, clay, etc.) and to loose ground (sand, gravel, etc.).

The invention will be clearly understood with the aid of the following description which is given with reference to the attached drawings:

Figure 1 is a diagrammatic view, in elevation and in cross-section, of the ground, showing a device

according to the invention and its use during the first phase of the method of the invention;

Figure 2 is a view similar to that shown in Figure 1, but during the second phase of the invention;

Figures 3 and 4 are diagrammatic views showing the direction of rotation of the auger elements of the device of the invention during the first and second phase, respectively, of the method of the invention.

The device shown in Figures 1 and 2, which is used to form columns of stabilized and compacted soil according to the method described above, comprises the following elements:

Two parallel shafts 1, which are each provided with a bore 1a, drive two helical augers 2 which have opposite pitch and rotate in opposite directions. Each auger is provided at its free end with a loosening drill-head 3 which has been adapted to the type of ground. This may be, for example, as shown, a head in the form of a helix, or else a knife. The distance X between the axes of the augers is less than the diameter of the latter so that the turns of the two augers are effectively engaged with each other so as to ensure a forced movement or flow of the loosened ground 4 by means of the two augers. The shank 5 of each auger also has a bore 5a, which communicates with the bore of the corresponding drive shaft, thereby making it possible to convey the material or binder to be added, by a dry or wet method, down to the orifices 6 provided over the height of the shank of each auger so as to ensure that it is thoroughly mixed with the loosened ground.

The length of the augers is chosen in accordance with the depth of the column to be formed. It is generally between ¼ and ½ the length of the column, but in certain cases it could be increased so as to be of the same length.

It must be noted that the augers, instead of having a continuous helical profile, could be discontinuous, that is to say be replaced by a plurality of helices located at intervals.

In accordance with the depth of the column to be formed, a certain number of double bearings 7 are located at intervals over the height of the drive shafts and the augers so as to keep them parallel.

These bearings could be replaced over the height of the drive shafts by a continuous hollow beam which could, if necessary, be used to convey the material or binder to be added to the end of the augers.

The two drive shafts 1 are mounted on a geared reducing/reversing device 8, itself connected to a motor 9 which drives them as well as the augers in rotation, in opposite directions and at the same speed. This reducing-motor assembly 8, 9 may be carried by a drilling machine (not shown) installed at the surface in line with the column to be formed, either by means of a slide on which it is able to move longitudinally either freely or by means of a translational device. As a variation, it may be suspended from the jib of a hoist (a crane or similar device).

The operation of forming a column of stabilized compacted soil may be described as follows:

With the carrying appliance installed in line with the chosen position, the shafts and augers are made to rotate in the direction corresponding to screwing of the augers into the ground (Figures 1 and 3). The speed of penetration is controlled so as to optimize the soil-loosening effect. The material or binder to be added may be introduced at any time during the drilling operation. In the case of the wet method, it is pumped by a pump located at the surface through the revolving heads 10 mounted on the end of the drive shafts. In the case of the dry method, it is forced by means of compressed air through the same heads.

Once the desired depth has been reached, the direction of rotation of the shafts and augers is reversed and the device of the invention is brought back up in a continuous manner (Figures 2 and 4). The direct mechanical effect of the augers tends to make the device move back up by itself. By controlling this upward

movement and exerting a controlled pressure on the device, it is possible to obtain recompaction of the soil/added material mixture. Injection of the material to be added may be continued, if desired, during all or part of this recompaction phase. The soil which is brought to the surface during the drilling phase is conveyed back down into the column. The addition of extra material is usually required in order to fill the hole.

It should be noted that, as the bores of the augers are independent ducts, it is possible, if desired, to feed one of the bores with a material to be added which is different from that feeding the other bore, so that these materials react in situ together or with the ground.

As a result of the invention, it is possible to obtain columns of stabilized and compacted soil, the mechanical properties of which are far superior to those of columns obtained in accordance with the prior art, without recompaction.

A particularly interesting application of the method and the device of the invention is the stabilization of railway territory.

It is obvious that the embodiment described is merely an example and that it could be modified, in particular by the substitution of equivalent technical features, without necessarily departing from the scope of the invention, such as defined by the claims.

CLAIMS

1. A method for the in situ formation of a primary column of stabilized and compacted soil, comprising a first phase which consists in driving into the ground a rotary drilling tool which loosens the ground and mixes it with an added material, and during which an ascending movement is imparted to at least some of the loosened ground through the drilling tool, and a second phase consisting in withdrawing the drilling tool from the ground,

characterized in that the drilling tool used is a device which comprises at least two parallel shafts (1), each shaft driving in rotation an auger (2), each auger being provided at the opposite end to the drive shaft with a loosening drill-head (3) and the distance between the axes of the augers being less than the diameter of one auger, the shafts and the shanks (5) of the augers comprising a bore (5a) connected to a source of material to be added and at least one orifice (6) which communicates with the said bore being provided on the shank of each auger so as to discharge the material to be added, the augers having opposite pitches and being driven in rotation in opposite directions and which further comprises means for reversing the direction of rotation of the augers,

in that the first phase is carried out by driving into the ground said device while discharging a material to be added through said orifice (6) so as to mix it with the loosened ground, and

in that the second phase is carried out, after having reversed the direction of rotation of the augers, by exerting a controlled pressure on said device while withdrawing it, so as to impart to the loosened ground mixed with the added material a descending movement, which tends to compact it, through said device.

2. A method according to Claim 1, characterized in that the driving and mixing operations of the first phase are repeated at least once.

3. A device suitable for implementing the method of

the invention, which comprises at least two parallel shafts (1), each shaft driving in rotation an auger (2), each auger being provided at the opposite end to the drive shaft with a loosening drill-head (3) and the distance between the axes of the augers being less than the diameter of one auger, the shafts and the shanks (5) of the augers comprising a bore (5a) connected to a source of material to be added and at least one orifice (6) which communicates with said bore being provided on the shank of each auger so as to discharge the material to be added and allow it to be mixed with the loosened ground, the augers having opposite pitches and being driven in rotation in opposite directions, and which further comprises means for reversing the direction of rotation of the augers.

4. A device according to Claim 3, characterized in that the drill-head is in the form of a helix.

5. A device according to Claim 3, characterized in that the shafts and augers are kept parallel by means of double bearings (7).

6. A device according to Claim 3, characterized in that the bore of one of the augers is connected to a source of material to be added different from the material to be added of the source connected to the bore of the other auger.

As printed

Claims

1. A method for the in situ formation of a primary column of stabilized and compacted soil, comprising a first phase which consists in driving into the soil a rotary drilling tool which loosens the soil and mixes it with an added material, and

during which an ascending movement is imparted to at least some of the loosened soil through the drilling tool, and a second phase consisting in withdrawing the drilling tool from the ground,
characterized by using, as a drilling tool, a device which comprises at least two parallel shafts (1), each shaft driving in rotation an auger (2), each auger being provided at the opposite end to the drive shaft with a loosening drill-head (3) and the distance between the axes of the augers being less than the diameter of an auger, the shafts and the shanks (5) of the augers comprising a bore (5a) connected to a source of material to be added and at least one orifice (6) which communicates with the said bore being provided on the shank of each auger so as to discharge the material to be added, the augers having opposite pitches and being driven in rotation in opposite directions and which further comprises means for reversing the direction of rotation of the augers,
by carrying out the first phase by driving into the soil said device while discharging a material to be added through said orifice (6) so as to mix it with the loosened soil, and
by carrying out the second phase, after having reversed the direction of rotation of the augers, by exerting a controlled pressure on said device while withdrawing it, so as to impart to the loosened soil mixed with the added material a descending movement, which tends to compact it, through said device.

2. A method as claimed in claim 1, characterized in that the driving and mixing operations of the first phase are repeated at least once.

3. A device suitable for implementing the method of the invention, which comprises at least two parallel shafts (1), each shaft driving in rotation an auger (2), each auger being provided at the opposite end to the drive shaft with a loosening drill-head (3) and the distance between the axes of the augers being less than the diameter of an auger, the shafts and the shanks (5) of the augers comprising a bore (5a) connected to a source of material to be added and at least one orifice (6) which communicates with the said bore being provided on the shank of each auger so as to discharge the material to be added and allow it to be mixed with the loosened soil, the augers having opposite pitches and being driven in rotation in opposite directions, and which further comprises means for reversing the direction of rotation of the augers.

4. A device as claimed in claim 3, characterized in that the drilling head is in the form of a helix.

5. A device as claimed in claim 3, characterized in that the shafts and augers are kept parallel by means of double bearings (7).

6. A device as claimed in claim 3, characterized in that the bore of one of said augers is connected to a source of a material to be added different from the material to be added of the source connected to the bore of the other auger.

Patentansprüche

1. Verfahren zum In-situ-Herstellen eines elementaren Pfahles aus verfestigter und verdichteter Erde, das zwei Schritte aufweist, von denen der erste Schritt darin besteht, daß in den Boden ein rotierendes Bohrwerkzeug getrieben wird, das den Boden lockert und ihn mit einem Zusatzmaterial mischt, und in dessen Verlauf zumindest einem Teil des gelockerten Bodens eine Aufwärtsbewegung durch das Bohrwerkzeug hindurch aufgeprägt wird, und der zweite Schritt im Zurückziehen des Bohrwerkzeugs aus dem Boden besteht,
dadurch gekennzeichnet, daß als Bohrwerkzeug eine Vorrichtung verwendet wird, die mindestens zwei parallele Wellen (1) aufweist, wobei jede Welle einen Bohrer (2) in Drehung versetzt, jeder Bohrer an seinem der Antriebswelle entgegengesetzten Ende mit einem Auflockerungs-Bohrkopf (3) versehen ist und der Abstand zwischen den Bohrerachsen kleiner als der Durchmesser eines Bohrers ist, die Wellen und die Schäfte (5) eine Bohrung (5a) aufweisen, die mit einer Quelle für das Zusatzmaterial verbunden ist und mindestens eine Öffnung (6), die mit dieser Bohrung in Verbindung steht, am Schaft jedes Bohrers vorgesehen ist, um das Zusatzmaterial abzugeben, die Bohrer gegensinnig ausgebildet und in entgegengesetzter Drehrichtung antreibbar sind, und die ferner eine Einrichtung zur Drehrichtungsumkehr der Bohrer aufweist,
daß der erste Schritt in der Weise verwirklicht wird, daß in den Boden die Vorrichtung eingetrieben wird, während gleichzeitig ein Zusatzmaterial durch die Öffnung (6) so abgegeben wird, daß es mit dem gelockerten Boden gemischt wird und
daß der zweite Schritt nach der Drehrichtungsumkehr der Bohrer in der Weise verwirklicht wird, daß auf die Vorrichtung beim Zurückziehen eine geregelte Abstützkraft ausgeübt wird, um dem mit dem Zusatzmaterial gemischten gelockerten Boden eine Abwärtsbewegung durch die Vorrichtung hindurch aufzuprägen, welche die Tendenz hat, ihn zu verdichten.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorgänge des Eintreibens und Mischens im ersten Schritt mindestens einmal wiederholt werden.

3. Vorrichtung zum Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens, mit mindestens zwei parallelen Wellen (1), wobei jede Welle einen Bohrer (2) in Drehung versetzt, jeder Bohrer an seinem der Antriebswelle entgegengesetztem Ende mit einem Auflockerungs-Bohrkopf (3) versehen ist und der Abstand zwischen den Bohrerwellen kleiner ist als der Durchmesser eines Bohrers, die Wellen und Schäfte (5) der Bohrer eine Bohrung (5a) aufweisen, die mit einer Quelle für Zusatzmaterial versehen ist, und mindestens eine Öffnung (6), die mit dieser Bohrung in Verbindung steht, an dem Schaft jedes Bohrers vorgesehen ist, um das Zusatzmaterial abzugeben und dessen Mischung mit dem gelockerten Boden zu ermöglichen, die Bohrer gegensinnig ausgebildet und in entgegengesetzter Drehrichtung antreibbar

sind, und ferner mit einer Einrichtung zum Umkehren der Drehrichtung der Bohrer.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Bohrkopf wendelförmig ausgebildet ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellen und Bohrer mit Hilfe von Doppellagern (7) parallel gehalten sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Bohrung eines der Bohrer mit einer Quelle für Zusatzmaterial verbunden ist, das von dem Zusatzmaterial der mit der Bohrung des anderen Bohrers verbundenen Quelle verschieden ist.

FIG.: 1

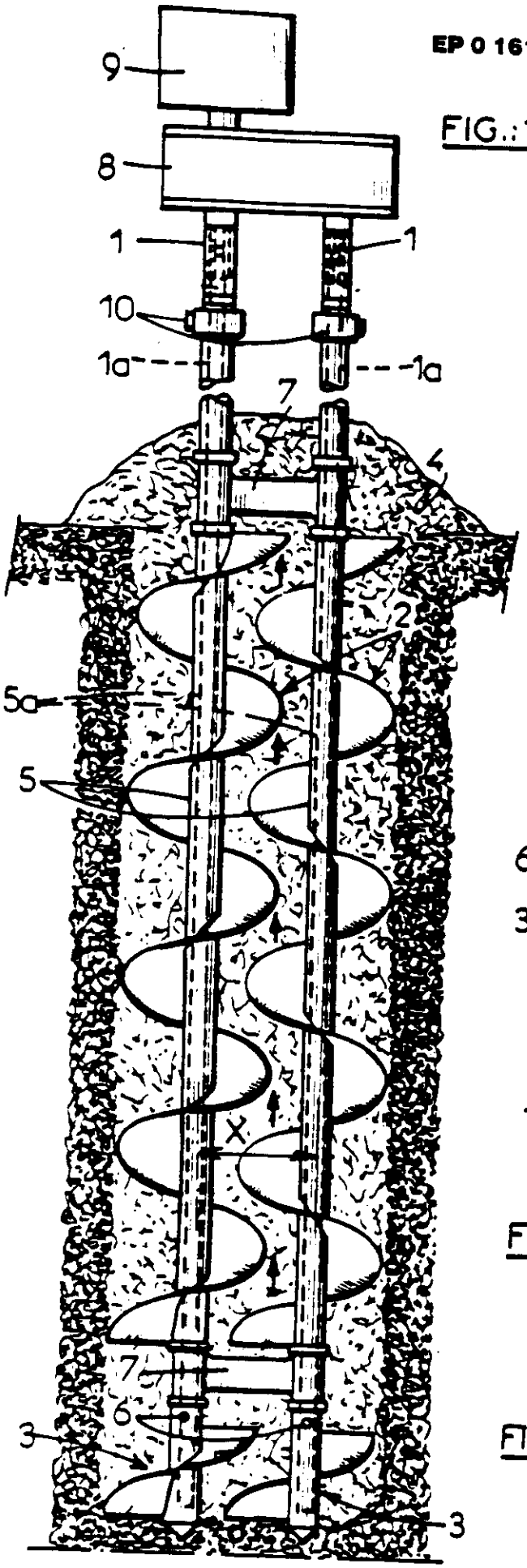


FIG.: 2

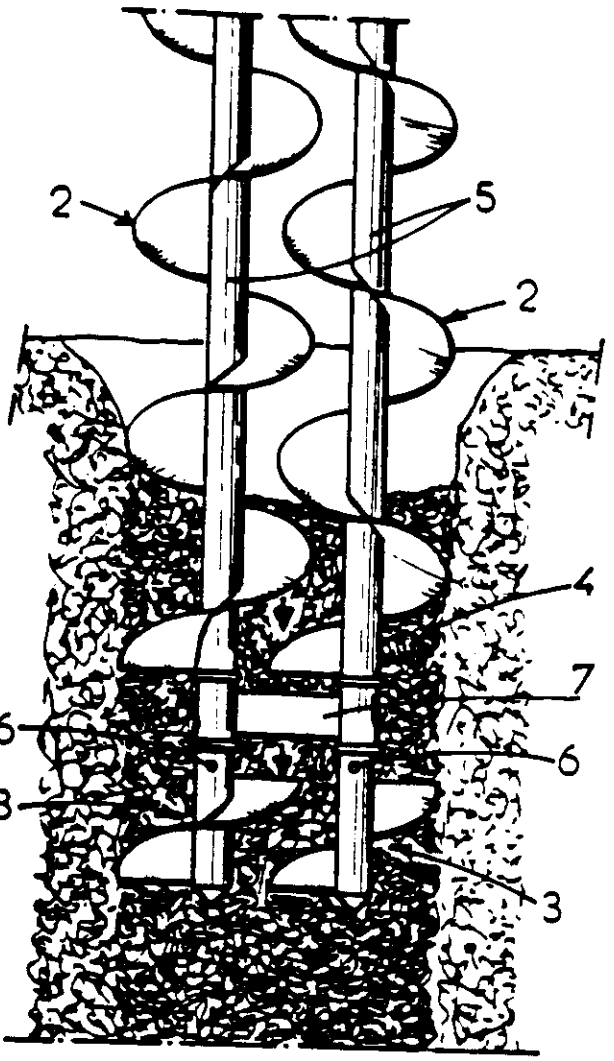


FIG.: 3

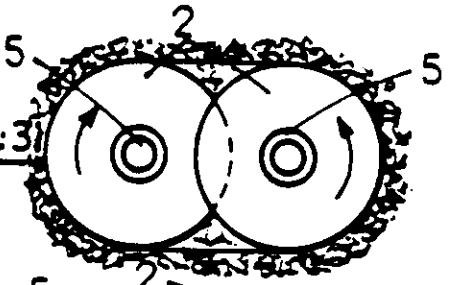
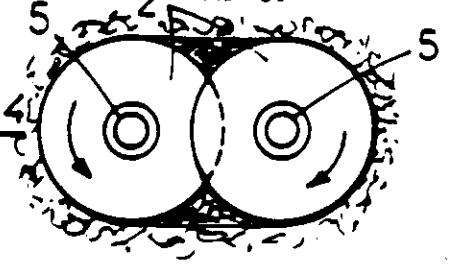



FIG.: 4