

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 132 525 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
14.12.2005 Bulletin 2005/50

(51) Int Cl.7: **E02D 5/36**

(21) Numéro de dépôt: **01400576.3**

(22) Date de dépôt: **06.03.2001**

(54) **Appareil d'excavation pour la réalisation de pieux moulés**

Aushubgerät für die Herstellung von Ortbetonpfählen

Excavation apparatus for forming piles in the ground

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

(30) Priorité: **10.03.2000 FR 0003103**

(43) Date de publication de la demande:
12.09.2001 Bulletin 2001/37

(73) Titulaire: **COMPAGNIE DU SOL
92000 Nanterre (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Steff de Verninac, Bertrand, Compagnie du Sol
92000 Nanterre (FR)**
• **Chagnot, Philippe, Compagnie du Sol
92000 Nanterre (FR)**

(74) Mandataire: **Dronne, Guy et al
Cabinet Beau de Loménie,
158, rue de l'Université
75340 Paris Cedex 07 (FR)**

(56) Documents cités:
EP-A- 0 311 363 GB-A- 1 391 109

EP 1 132 525 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).

Description

[0001] La présente invention a pour objet un appareil d'excavation du sol pour la réalisation de pieux moulés.

[0002] De façon plus précise la présente invention concerne un appareil qui permet de réaliser le creusement dans le sol d'un puits pour réaliser ultérieurement un pieu moulé par remplissage à l'aide de béton et éventuellement d'une armature du puits ainsi réalisé.

[0003] De façon encore plus précise, l'invention concerne des appareils de ce type dont l'outil d'excavation est constitué par une tarière.

[0004] L'excavation du sol à l'aide d'une tarière pour réaliser un puits cylindrique peut mettre en oeuvre deux techniques d'excavation du sol respectivement appelées forage et refoulement. La première technique consiste, à l'aide d'une tarière comportant une ou plusieurs pales, à creuser le sol et à provoquer la remontée du sol excavé au fur et à mesure de cette excavation de manière à obtenir ainsi un puits cylindrique qui sera ultérieurement rempli de béton ou de matériaux analogues. La technique de refoulement consiste à repousser à l'aide de la tarière le sol excavé à la périphérie et à la pointe du puits ainsi réalisé.

[0005] Dans la présente demande de brevet, par excavation, il faut entendre un terme générique recouvrant à la fois les techniques de forage et les techniques de refoulement. Il faut encore préciser que, le plus souvent, avec les appareils connus, l'excavation du puits résulte de la combinaison d'une partie relevant du forage et d'une partie relevant du refoulement latéral.

[0006] Il faut également préciser que, par taux de refoulement, on entend par rapport à la section totale du puits excavé la fraction de cette section qui résulte du phénomène de refoulement dû à l'outil utilisé.

[0007] A la suite de tests effectués sur une zone où des pieux moulés doivent être réalisés, on peut déterminer que certains pieux devront être réalisés essentiellement par refoulement et d'autres essentiellement par forage. On peut également arriver à la conclusion que pour la réalisation d'un même pieu moulé, certaines tranches de l'excavation devront être réalisées par refoulement et d'autres par forage en fonction de la nature des différentes couches de terrain.

[0008] On connaît des appareils à tarière continue qui permettent l'excavation de puits pour la réalisation de pieux moulés qui sont efficaces par forage ou par refoulement tant que le diamètre du puits à excaver reste limité. En revanche, de tels appareils ne permettent pas dans des conditions économiques acceptables et notamment avec des moyens moteurs d'entraînement en rotation de la tarière communément utilisés dans ce genre d'appareil, d'excaver le puits en faisant varier, selon le sol ou le résultat recherché le rapport forage/refoulement sur une gamme de diamètres étendue.

[0009] Les demandes de brevet européen EP 131 562 et EP 853 162 décrivent notamment des dispositifs et des procédés pour la réalisation de pieux moulés. Ce-

pendant, ces dispositifs ne permettent pas de résoudre le problème énoncé ci-dessus.

[0010] Un objet de la présente invention est de fournir un appareil d'excavation du sol pour la réalisation de pieux moulés qui permette d'utiliser, en fonction des nécessités, les techniques de forage ou de refoulement en particulier pour la réalisation de l'excavation de diamètres compris entre 0,3 et 1,2 mètres et de préférence entre 0,4 et 0,8 mètres.

[0011] Pour atteindre ce but, selon l'invention, l'appareil d'excavation du sol pour la réalisation de pieux moulés se caractérise en ce qu'il comprend :

- une première tarière comprenant une première âme de diamètre d_1 terminée par une pointe dont le diamètre extérieur n'est pas supérieur à celui de l'âme, et au moins une pale en forme d'hélice s'étendant sensiblement sur toute la longueur de l'âme, le diamètre extérieur de la pale étant égal à d_2 ;
- une deuxième tarière comprenant une deuxième âme creuse de diamètre interne $d_3 > d_2$ dans laquelle est montée libre en translation ladite première tarière, et au moins une pale en forme d'hélice s'étendant sensiblement sur toute la longueur de ladite deuxième âme, et de diamètre externe d_4 ;
- une première tête de forage pour la mise en rotation de ladite première tarière et pour appliquer une force verticale à ladite tarière ;
- des premiers moyens pour commander la vitesse de rotation, le couple et la force verticale appliqués à ladite première tarière ;
- des premiers moyens pour mesurer la vitesse effective d'enfoncement de ladite première tarière ;
- une deuxième tête de forage indépendante de la première tête pour la mise en rotation de ladite deuxième tarière et pour appliquer une force verticale à ladite tarière ;
- des deuxièmes moyens pour commander la vitesse de rotation, le couple et la force verticale appliqués à ladite deuxième tarière ; et
- des deuxièmes moyens pour mesurer la vitesse effective d'enfoncement de la deuxième tarière.

[0012] On comprend que grâce à l'utilisation de deux tarières concentriques présentant chacune sur la plus grande partie de leur longueur au moins une pale en forme d'hélice, on peut, par le contrôle de l'entraînement en rotation de ces deux tarières et par le contrôle de la position relative de ces deux tarières, obtenir des configurations variées d'excavation du sol par forage et/ou par refoulement pour des profondeurs différentes en fonction notamment de la nature du sol.

[0013] De préférence, on a la relation $0,5 d_2 < d_1 < 0,75 d_2$.

[0014] Il est en particulier important de souligner qu'en commandant la rotation simultanée des deux tarières dans des conditions convenables, il est possible d'obtenir un taux de refoulement dans le puits excavé

correspondant au diamètre de l'âme de la deuxième tarière, c'est-à-dire de la tarière extérieure. Ce résultat est obtenu notamment du fait que la partie du sol contenue dans l'hélice de la tarière intérieure et disposée dans l'âme de la tarière extérieure constitue l'équivalent d'un bouchon permettant le refoulement du sol sur toute la section correspondant au diamètre de l'âme de la tarière extérieure, bien que cette âme soit creuse, pour permettre le passage de la tarière intérieure.

[0015] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description qui suit d'un mode de réalisation de l'invention donné à titre d'exemple non limitatif. La description se réfère aux figures annexées sur lesquelles :

- la figure 1 représente en coupe verticale un appareil d'excavation et ses principaux éléments de commande ; et
- la figure 2 montre l'extrémité inférieure de la tarière intérieure équipée d'un tube plongeur.

[0016] En se référant tout d'abord à la figure 1, on va décrire l'ensemble de l'appareil d'excavation pour la réalisation de pieux moulés.

[0017] Sur cette figure, on a représenté une première tarière 12 ou tarière intérieure qui comporte une âme 14 de diamètre d_1 et dont l'extrémité inférieure 14a est équipée d'une pointe 16 favorisant la pénétration de la tarière dans le sol et pouvant jouer le rôle de bouchon de refoulement. Cette pointe 16, qui peut présenter différentes configurations, présente un diamètre extérieur maximal au plus égal au diamètre de l'âme 14. L'âme 14 est équipée d'une pale 18 en forme d'hélice qui s'étend sensiblement sur toute la longueur de l'âme 14 depuis son extrémité inférieure 14a jusqu'à proximité de son extrémité supérieure 14b. On appellera d_2 le diamètre externe de la pale en forme d'hélice 18 de la tarière 12.

[0018] Comme cela est bien connu, l'extrémité supérieure 14b de l'âme 14 coopère avec une première tête de forage 18 dont la fonction est la mise en rotation de la tarière 14 en imprimant à celle-ci une vitesse de rotation et un couple définis par un circuit de commande 20. L'autre fonction de la tête de forage 18 est d'appliquer à la tarière 12 une force verticale de pénétration dans le sol, réglée par le circuit de commande 22. En outre, la tête de forage 18 est munie d'un capteur 24 qui permet de déterminer la profondeur ou la vitesse de pénétration de l'extrémité de la tarière dans le sol dans l'excavation de l'extrémité inférieure 14a de la tarière intérieure 12.

[0019] L'appareil comprend également une tarière extérieure 26 qui comporte une âme creuse 28 et dont l'extrémité inférieure 28a est donc ouverte. L'extrémité supérieure 28b de l'âme 28 coopère avec une deuxième tête de forage 30 indépendante de la première tête de forage 18. L'âme 28 de la tarière extérieure 26 est équipée sur sa face externe d'au moins une pale en forme

d'hélice 32 qui s'étend depuis son extrémité inférieure 28a jusqu'à proximité de son extrémité supérieure 28b. La tête de forage 30 est associée à un circuit de commande de la vitesse de rotation et du couple et référencée 34, à un dispositif d'application d'une force 36, et à un capteur de mesure 40 de la profondeur de l'extrémité inférieure de la tarière 26, dans l'excavation.

[0020] De préférence, le diamètre d_1 de l'âme de la tarière intérieure 12 et le diamètre d_2 de la spire de cette même tarière sont choisis de telle manière que le rapport de la surface de la section droite de l'âme sur la surface du cercle de diamètre d_2 correspondant à la pale soit compris entre 25% et 80% et de préférence entre 30% et 50%.

[0021] Cette caractéristique permet d'assurer qu'en commandant convenablement la rotation de la tarière intérieure 12, on pourra obtenir un taux de refoulement du sol compris entre ces deux valeurs. De même, de préférence, le rapport entre le diamètre d_3 de l'âme 28 de la tarière externe et le diamètre d_4 de la pale 32 en forme d'hélice de la tarière externe 28 est choisi de telle manière que le rapport entre les surfaces des cercles de diamètre d_3 et d_4 soit compris entre 25% et 60% et de préférence entre 30% et 50%.

[0022] Cette dernière caractéristique permet, lorsque les tarières intérieure 12 et extérieure 26 sont commandées convenablement en rotation, d'obtenir un taux de refoulement compris dans les valeurs mentionnées ci-dessus. En effet, dans ce cas, le sol emprisonné entre l'âme de la tarière interne, les spires de la pale de la tarière interne et la paroi interne de l'âme creuse 28 de la tarière externe, constitue un bouchon qui permet d'obtenir un refoulement correspondant à la section droite de l'âme creuse de la tarière externe.

[0023] On comprend que, grâce aux dispositions de l'invention et notamment aux caractéristiques des tarières interne et externe et au fait que ces deux tarières peuvent être commandées séparément en translation verticale et en rotation, il est possible d'obtenir une grande flexibilité dans les opérations d'excavation en vue de réaliser un pieu moulé. En effet, il est possible de passer d'un travail essentiellement en refoulement à un travail en forage, à toute profondeur convenable ; il est également possible de ne provoquer le déplacement que d'une des tarières, l'autre étant momentanément au repos, puis de provoquer l'action de la deuxième tarière ultérieurement.

[0024] Il est également possible, lorsque l'on veut faire travailler la tarière interne 12 en forage, de commander la rotation de celle-ci dans le sens du vissage et de commander la rotation de la tarière externe dans le sens opposé, ce qui favorise la remontée des déblais à l'intérieur de l'âme creuse de la tarière externe, sous l'effet de la rotation de la pale de la tarière interne.

[0025] Sur la figure 2, on a représenté un mode perfectionné de réalisation dans lequel la tarière interne 12 est équipée d'un tube plongeur 50 permettant, après la réalisation de l'excavation par forage et/ou refoulement,

d'acheminer le béton ou matériau analogue nécessaire à la réalisation du pieu moulé à l'intérieur de l'excavation réalisée.

[0026] Pour permettre la gestion complète de l'appareil d'excavation 10, celui-ci comprend une station ou pupitre de commande 52 qui permet de gérer les circuits de commande 20 et 34 des têtes de forage 18 et 30 en fonction d'instructions I entrées dans cette station et en fonction des informations délivrées par les capteurs de profondeur 24 et 40. Les instructions I entrées dans la station de commande 52 peuvent avantageusement résulter de forages d'essai réalisés au préalable dans la zone où les pieux moulés doivent être réalisés.

[0027] Ainsi, il est possible de séparément actionner les deux tarières qui peuvent travailler simultanément ou en alternance. Comme on l'a déjà indiqué, il est possible de modifier le mode de fonctionnement des tarières (refoulement, forage) durant la réalisation d'une même excavation en fonction des variations des caractéristiques du sol dans lequel l'excavation est creusée.

Revendications

1. Appareil d'excavation pour la réalisation de pieux moulés **caractérisé en ce qu'il comprend :**

- une première tarière (12) comprenant une première âme (14) de diamètre d_1 terminée par une pointe (16) dont le diamètre extérieur n'est pas supérieur à celui de l'âme (14), et au moins une pale (18) en forme d'hélice s'étendant sensiblement sur toute la longueur de l'âme (14), le diamètre extérieur de la pale (18) étant égal à d_2 ;
- une deuxième tarière (26) comprenant une deuxième âme creuse (28) de diamètre interne $d_3 > d_2$ dans laquelle est montée libre en translation ladite première tarière (12), et au moins une pale (32) en forme d'hélice s'étendant sensiblement sur toute la longueur de ladite deuxième âme (28), et de diamètre externe d_4 ;
- une première tête de forage (18) pour la mise en rotation de ladite première tarière (12) et pour appliquer une force verticale à ladite tarière (26) ;
- des premiers moyens (20) pour commander la vitesse de rotation, le couple et la force verticale appliqués à ladite première tarière (12) ;
- des premiers moyens (24) pour mesurer la vitesse effective d'enfoncement de ladite première tarière (12) ;
- une deuxième tête de forage (30) indépendante de la première tête (18) pour la mise en rotation de ladite deuxième tarière (26) et pour appliquer une force verticale à ladite tarière (26) ;
- des deuxièmes moyens (34) pour commander

- la vitesse de rotation, le couple et la force verticale appliqués à ladite deuxième tarière ; et
- des deuxièmes moyens (40) pour mesurer la vitesse effective d'enfoncement de la deuxième tarière,

de manière à pouvoir faire varier le rapport forage/refoulement.

2. Appareil selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le diamètre d_1 de l'âme (14) de la première tarière (12) est tel que $0,5 d_2 < d_1 < 0,75 d_2$.
3. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 2, **caractérisé en ce que** le diamètre d_3 de l'âme de la deuxième tarière (26) est tel que $0,5 d_4 < d_3 < 0,75 d_4$.
4. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre un ensemble de commande (52) pour commander séparément les moyens de commande des deux têtes de forage pour que chacune des deux tarières fonctionne séparément en refoulement ou en forage ou soit arrêtée.
5. Appareil selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** ledit ensemble de commande (52) comprend des moyens pour commander simultanément la rotation simultanée des deux tarières (12, 26) de telle manière qu'on obtienne un taux de refoulement du sol correspondant au diamètre de l'âme creuse de ladite deuxième tarière.
6. Appareil selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'ensemble de commande (52) comprend des moyens pour commander la rotation simultanée des deux tarières (12, 26) pour les faire fonctionner en forage.
7. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** ladite première tarière (12) est équipée d'un tube plongeur (50) pour permettre l'introduction, dans l'excavation, du matériau servant à réaliser ledit pieu.

Patentansprüche

1. Aushubvorrichtung für die Herstellung von geformten Pfählen, **dadurch gekennzeichnet, daß** sie umfaßt:
 - einen ersten Erdlochbohrer (12), der eine erste Seele (14) mit einem Durchmesser d_1 , die in einer Spitze (16) endet, deren Außendurchmesser nicht über jenem der Seele (14) liegt, und mindestens eine Schaufel (18) in Propell-

erform umfaßt, welche sich im wesentlichen über die gesamte Länge der Seele (14) erstreckt, wobei der Außendurchmesser der Schaufel (18) gleich d_2 ist;

- einen zweiten Erdlochbohrer (26), der eine zweite, hohle Seele (28) mit einem Innendurchmesser $d_3 > d_2$, in welcher der erste Erdlochbohrer (12) frei in Translation befestigt ist, und mindestens eine Schaufel (32) in Propellerform umfaßt, die sich im wesentlichen auf der gesamten Länge der zweiten Seele (28) erstreckt und einen Außendurchmesser d_4 aufweist;
- einen ersten Bohrkopf (18), um den ersten Erdlochbohrer (12) zu drehen und eine vertikale Kraft auf den Erdlochbohrer (26) auszuüben;
- erste Mittel (20), um die Drehgeschwindigkeit, das Drehmoment und die vertikale Kraft zu steuern, die auf den ersten Erdlochbohrer (12) angewendet werden;
- erste Mittel (24), um die effektive Eindringgeschwindigkeit des ersten Erdlochbohrers (12) zu messen;
- einen zweiten Bohrkopf (30), der von dem ersten Kopf (18) unabhängig ist, und dem Drehen des zweiten Erdlochbohrers (26) und dem Anwenden einer vertikalen Kraft auf den Erdlochbohrer (26) dient;
- zweite Mittel (34) zum Steuern der Drehgeschwindigkeit, des Drehmoments und der vertikalen Kraft, die auf den zweiten Erdlochbohrer angewendet werden; und
- zweite Mittel (40) zum Messen der effektiven Eindringgeschwindigkeit des zweiten Erdlochbohrers,

so daß das Verhältnis Bohrung/Verdrängung variiert werden kann.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Durchmesser d_1 der Seele (14) des ersten Erdlochbohrers (12) so ist, daß $0,5 d_2 < d_1 < 0,75 d_2$.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Durchmesser d_3 der Seele des zweiten Erdlochbohrers (26) so ist, daß $0,5 d_4 < d_3 < 0,75 d_4$.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** sie ferner eine Steueranordnung (52) umfaßt, um die Steuermittel der beiden Bohrköpfe getrennt zu steuern, damit jeder der beiden Erdlochbohrer getrennt im Verdrängungs- oder im Bohrungsmodus funktioniert oder angehalten wird.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Steueranordnung (52) Mittel zum

gleichzeitigen Steuern der gleichzeitigen Drehung der beiden Erdlochbohrer (12, 26) umfaßt, so daß eine Bodenverdrängungsrate erreicht wird, welche dem Durchmesser der hohlen Seele des zweiten Erdlochbohrers entspricht.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Steueranordnung (52) Mittel zum Steuern der gleichzeitigen Drehung der beiden Erdlochbohrer (12, 26) umfaßt, um sie im Bohrungsmodus zu betreiben.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** der erste Erdlochbohrer (12) mit einem Tauchrohr (50) ausgestattet ist, um während des Aushebens das Einführen von Material zu ermöglichen, das der Herstellung des Pfahls dient.

Claims

1. Excavation apparatus for forming cast piles **characterised by** the fact that it comprises:

- a first auger (12) comprising a first core (14) of diameter d_1 terminated by a point (16) the external diameter of which is not greater than that of the core (14), and at least one flight (18) in the form of a helix extending substantially along the whole length of the core (14), the external diameter of the flight (18) being equal to d_2 ;
- a second auger (26) comprising a second hollow core (28) of internal diameter $d_3 > d_2$ in which the said first auger (12) is mounted free in translation, and at least one flight (32) in the form of a helix extending substantially along the whole length of the said second core (28) and of external diameter d_4 ;
- a first drilling head (18) to rotate the said first auger (12) and apply a vertical force to the said auger (26);
- first means (20) for controlling the rotation speed, the torque and the vertical force applied to the said first auger (12);
- first means (24) for measuring the effective speed of penetration of the said first auger (12);
- a second drilling head (30) independent of the first head (18) to rotate the said second auger (26) and apply a vertical force to the said auger (26);
- second means (34) to control the rotation speed, the torque and the vertical force applied to the said second auger; and
- second means (40) to measure the effective speed of penetration of the second auger,

so as to be able to vary the drilling/ backflow ratio.

2. Apparatus as described in claim 1, **characterised by** the fact that the diameter d_1 of the core (14) of the first auger (12) is such that $0.5 d_2 < d_1 < 0.75 d_2$.
3. Apparatus as described in any one of claims 1 to 2, **characterised by** the fact that the diameter d_3 of the core of the second auger (26) is such that $0.5 d_4 < d_3 < 0.75 d_4$. 5
4. Apparatus as described in any one of claims 1 to 3, **characterised by** the fact that it also comprises a control unit (52) to separately control the control means of the two drilling heads for each of the two augers to function separately in backflow or drilling mode or be stopped. 10 15
5. Apparatus as described in claim 4, **characterised by** the fact that the said control unit (52) includes means for simultaneously controlling the simultaneous rotation of the two augers (12, 26) in such a manner that a rate of backflow of soil is obtained corresponding to the diameter of the hollow core of the said second auger. 20
6. Apparatus as described in claim 5, **characterised by** the fact that the control unit (52) includes means for controlling the simultaneous rotation of the two augers (12, 26) to cause them to function in drilling mode. 25 30
7. Apparatus as described in any one of claims 1 to 6, **characterised by** the fact that the said first auger (12) is provided with a dip pipe (50) to allow introduction, into the excavation, of the material used to form the said pile. 35

40

45

50

55

