



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 672 124 A2**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
21.06.2006 Bulletin 2006/25

(51) Int Cl.:
E02D 3/12 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **05292553.4**

(22) Date de dépôt: **02.12.2005**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Etats d'extension désignés:
AL BA HR MK YU

(30) Priorité: **17.12.2004 FR 0413487**

(71) Demandeur: **Compagnie du Sol
92000 Nanterre (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Marchand, Alain
92000 Nanterre (FR)**
• **Renoud-Lias, Bruno
92000 Nanterre (FR)**

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

(54) **Procédé de réalisation de parois moulées**

(57) L'invention concerne un procédé de réalisation d'une paroi moulée dans le sol qui comprend les étapes suivantes :

- on dispose au droit du tracé de la paroi à réaliser un liant ; et

- on creuse une tranchée correspondant à la paroi à réaliser tout en mélangeant le matériau du sol avec le liant dans tout le volume de la tranchée, par quoi on obtient la paroi moulée.

EP 1 672 124 A2

Description

[0001] La présente invention a pour objet un procédé de réalisation de parois moulées du type désigné sous l'expression anglo-saxonne "SOIL MIXING", et une paroi moulée du type obtenu par la mise en oeuvre du procédé.

[0002] Cette technique de réalisation de parois moulées consiste à réutiliser le sol extrait lors de la réalisation de la tranchée servant à réaliser la paroi moulée et à mélanger le sol avec un liant de type convenable pour obtenir effectivement la paroi moulée définie par la forme de la tranchée.

[0003] La technique de soil mixing peut être mise en oeuvre de deux manières différentes :

- soit on extrait effectivement le sol de la tranchée, on le mélange avec le liant et on remplit avec le mélange la tranchée précédemment réalisée ;
- soit à l'aide d'une trancheuse spécialement adaptée, on injecte le liant dans la masse de terrain découpé en réalisant le mélange de celui-ci avec le terrain directement dans la tranchée.

[0004] La présente invention concerne le deuxième mode de mise en oeuvre de la technique dite de soil mixing.

[0005] Ainsi qu'on l'a expliqué succinctement ci-dessus, dans la technique de soil mixing considérée, la trancheuse est équipée de conduites d'injection de liant sous forme de coulis ou de béton qui est introduit dans le terrain découpé à l'aide des outils de la trancheuse et le mouvement vertical des outils de la trancheuse provoque simultanément le mélange ou malaxage du liant avec le terrain pour obtenir, après prise du liant, la paroi moulée.

[0006] Cette technique nécessite donc sur le chantier des moyens pour préparer le coulis ou le béton qui sera injecté. En outre, il s'avère que le mélange réalisé par malaxage sous l'effet du déplacement vertical des outils de la trancheuse n'est pas toujours satisfaisant, ce qui peut altérer très significativement la qualité et en particulier la résistance mécanique de la paroi moulée ainsi obtenue.

[0007] La réalisation de l'ensemble de la paroi moulée est obtenue au fur et à mesure de la progression de la trancheuse qui exécute la tranchée correspondant à la paroi moulée à réaliser. De telles trancheuses sont bien connues et ne seront donc pas ici décrites plus en détail, on peut mentionner notamment la demande de brevet européen EP 974 634, le brevet français 1 458 165 ou le brevet européen EP 563 472.

[0008] Un premier objet de la présente invention est de fournir un procédé de réalisation d'une paroi moulée par une méthode de soil mixing qui permet de réduire le coût de la réalisation de cette paroi et d'améliorer les qualités du mélange entre le liant et le terrain excavé.

[0009] Selon l'invention, le procédé de réalisation d'une paroi moulée dans le sol se caractérise en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- on dispose au droit du tracé de la paroi à réaliser un liant ; et
- on creuse une tranchée correspondant à la paroi à réaliser tout en mélangeant le matériau du sol avec le liant dans tout le volume de la tranchée, par quoi on obtient la paroi moulée.

[0010] On comprend que selon le procédé de l'invention, on dispose d'abord au droit du tracé de la paroi moulée à réaliser un liant et on creuse une tranchée correspondant à la paroi à réaliser tout en mélangeant le terrain découpé avec le liant afin d'obtenir le matériau malaxé constituant la paroi.

[0011] Selon un mode de mise en oeuvre préféré du procédé, dans une étape préliminaire, on creuse une pré-tranchée de profondeur réduite selon le tracé de la paroi à réaliser et on dispose le liant dans ladite pré-tranchée.

[0012] On comprend que selon ce mode préféré de mise en oeuvre, la pré-tranchée constitue une sorte de confinement du liant qui sera donc plus facilement entraînée par les outils de la trancheuse lors de l'opération de découpe du terrain pour être mélangé avec le terrain découpé.

[0013] De préférence encore, les parois latérales de la pré-tranchée sont inclinées, par quoi la paroi moulée ainsi obtenue a en section droite une partie affleurant la surface du sol plus large que le reste de la paroi.

[0014] Un deuxième objet de la présente invention est de fournir un procédé de renforcement d'un sol qui se caractérise en ce qu'il consiste à réaliser une pluralité de parois moulées selon l'un quelconque des modes de mise en oeuvre du procédé défini ci-dessus dans la zone du sol à renforcer.

[0015] Un troisième objet de la présente invention est de fournir une paroi linéaire verticale moulée dans le sol tel qu'obtenue par la mise en oeuvre du procédé défini ci-dessus, la paroi se caractérisant en ce qu'elle comprend : une partie supérieure affleurant la surface du sol et une partie courante enterrée dans le sol, la partie courante ayant en section droite une largeur sensiblement constante, ladite partie supérieure ayant une forme évasée de telle manière que l'extrémité supérieure de la paroi ait une largeur supérieure à celle de la partie courante.

[0016] On comprend qu'en raison de l'extrémité supérieure évasée de la paroi, la surface d'appui pour la construction à réaliser au-dessus des parois linéaires verticales est augmentée, ce qui favorise et améliore le transfert des charges de la construction à la paroi.

[0017] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description qui suit de plusieurs modes de mise en oeuvre de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs.

[0018] La description se réfère aux figures annexées sur lesquelles :

- la figure 1a est une vue de dessus d'une première étape d'un premier mode de mise en oeuvre du pro-

- cédé de réalisation de paroi moulée ;
- la figure 1b est une vue en coupe selon la ligne B-B de la figure 1a ;
- la figure 1c est une vue verticale de la paroi moulée obtenue par la mise en oeuvre du premier mode de réalisation du procédé ;
- la figure 2a est une vue de dessus de la première étape d'un deuxième mode de mise en oeuvre du procédé de réalisation de paroi moulée ;
- la figure 2b est une vue en coupe verticale selon la ligne B-B de la figure 2a ;
- la figure 2c est une vue en coupe verticale de la deuxième étape du deuxième mode de mise en oeuvre du procédé ;
- la figure 2d est une vue en coupe verticale de la paroi moulée obtenue par la mise en oeuvre du deuxième mode de réalisation du procédé ;
- la figure 2e est une vue partielle en perspective de la paroi moulée obtenue à l'aide du deuxième mode de mise en oeuvre du procédé ;
- la figure 3 montre en perspective les parois moulées servant à réaliser une première structure de renforcement du sol ; et
- la figure 4 est une vue en perspective d'un deuxième mode de réalisation de parois moulées pour le renforcement d'un sol.

[0019] En se référant tout d'abord aux figures 1a à 1c, on va décrire un premier mode de mise en oeuvre du procédé de réalisation de parois moulées. Dans une première étape, on dispose au droit de la paroi à réaliser sur la surface du sol S, la paroi à réaliser étant repérée par les lignes en pointillés P, un dépôt de matériau liant 10. Le volume linéique de matériau liant 10 dépend bien sûr de la nature du terrain, de la nature du liant et de la profondeur H de la paroi moulée à réaliser de telle manière qu'une fois mélangé au terrain occupant le volume correspondant à la paroi, on obtienne effectivement un matériau présentant les caractéristiques souhaitées pour constituer la paroi. Dans une deuxième étape, à l'aide d'une trancheuse du type décrit précédemment et spécialement adaptée, on réalise progressivement l'ensemble de la tranchée correspondant à la paroi de telle manière que simultanément le liant 10 qui se trouvait initialement à la surface du sol soit mélangé avec le terrain découpé pour obtenir la paroi 12. Après l'obtention de cette paroi, il sera nécessaire de procéder à l'arasement de la partie supérieure 14 en relief par rapport à la surface du sol S.

[0020] Pour que le dépôt de liant 10 reste effectivement en place au droit du tracé de la paroi moulée à réaliser, il est nécessaire que celui-ci présente une compacité ou une viscosité suffisante. Ce liant peut être de la chaux ou un ciment convenable. Avec certains liants, il pourra être nécessaire d'injecter à l'aide de la trancheuse, un liquide contenant de l'eau et éventuellement des adjuvants ou de la bentonite.

[0021] En se référant maintenant aux figures 2a à 2e,

on va décrire un mode préféré de mise en oeuvre du procédé de réalisation de parois moulées. Selon cette variante, dans une étape préliminaire, on réalise à l'aide de tout engin convenable une pré-tranchée 20 au droit de la paroi moulée à réaliser. De préférence, cette pré-tranchée présente des parois latérales inclinées 22 de telle manière que la partie supérieure de la pré-tranchée 20 débouchant dans la surface du sol S ait une largeur l supérieure à la largeur e de la paroi moulée à réaliser.

[0022] De préférence, la largeur e de la partie courante de la paroi moulée est comprise entre 0,25 m et 0,40 m, la largeur l de la partie supérieure de la pré-tranchée 20 est comprise entre 0,25 m et 1 m, et la profondeur p de la pré-tranchée est comprise entre 0,40 m et 0,80. La hauteur totale de la paroi réalisée H étant par exemple comprise entre 3 et 6 m. Plus généralement, le rapport entre l et e est de préférence compris entre 1,2 et 2,5 et la profondeur p de la pré-tranchée est comprise entre 5 et 25% de la hauteur totale H de la paroi.

[0023] Dans l'étape suivante illustrée par la figure 2c, on met en place dans la pré-tranchée 20 le liant 24 qui est du même type que celui qui a été décrit en liaison avec les figures 1a à 1c. Les dimensions en section droite de la pré-tranchée 20 doivent être telles que bien entendu le liant 24 y soit entièrement contenu et que du fait de l'effet d'augmentation de volume lié à l'excavation de la tranchée servant à réaliser la paroi moulée, la paroi moulée finale soit dans sa partie supérieure entièrement contenue dans la pré-tranchée 20, ce qui évite d'avoir à procéder à l'arasement de l'extrémité supérieure de la paroi.

[0024] Dans l'étape suivante illustrée par la figure 2d à l'aide d'une trancheuse, on réalise par découpe et malaxage la tranchée 26 correspondant aux dimensions de la paroi moulée à réaliser. Durant la réalisation de la tranchée 26, on réalise simultanément le mélange du terrain découpé avec le liant 24 contenu initialement dans la pré-tranchée 20. On comprend que l'on obtient ainsi un très bon malaxage du liant 24 et du terrain constituant la tranchée 26, par le déplacement vertical des outils de la trancheuse. Cela assure l'obtention d'une paroi moulée d'une grande homogénéité et donc d'une grande qualité.

[0025] Comme le montrent les figures 2d et 2e, la paroi moulée obtenue par la mise en oeuvre du procédé perfectionné permet d'obtenir une paroi moulée 28 dont la partie courante 30 a une section droite sensiblement rectangulaire et dont la partie supérieure 32 a une forme évasée ou trapézoïdale telle que la face supérieure 34 de la partie supérieure 32 affleure à la surface du sol S. On comprend ainsi que la surface supérieure 34 de la paroi moulée présente une largeur supérieure à celle de la partie courante 30 de cette paroi moulée. Grâce à cette disposition, la surface d'appui procurée par la partie supérieure de la paroi moulée pour les constructions qui seront réalisées ultérieurement à la surface du sol, est très sensiblement augmentée, ce qui améliore le transfert de charges de la construction à la paroi, tout en conservant une même largeur de paroi.

[0026] Comme dans le cas du premier mode de mise

en oeuvre du procédé, selon la nature du liant 24, la trancheuse peut avantageusement comporter également des tubulures d'injection d'un produit liquide qui est constitué soit uniquement par de l'eau, soit par de l'eau chargée avec des adjuvants utilisés classiquement dans les ciments ou les coulis ou encore d'une boue de bentonite.

[0027] Selon une variante, le liant est non liquide.

[0028] Selon une autre variante, la machine de creusement de la tranchée, ou trancheuse, creuse simultanément la totalité de la profondeur de la tranchée.

[0029] Les parois moulées telles qu'obtenues par la mise en oeuvre du procédé décrit précédemment peuvent avantageusement servir à renforcer un sol dans une zone où l'on veut construire des bâtiments ou d'autres constructions. Sur la figure 3, on a représenté un premier exemple de structures de renforcement du sol constituées par cinq parois moulées rectilignes sensiblement identiques 40, 42, 44 et 46. Par exemple, ces parois ont une profondeur de l'ordre de 3 à 6 mètres et l'écartement entre deux parois adjacentes peut être de 2 à 5 mètres.

[0030] La figure 4 montre un autre mode de réalisation de la structure de renforcement du sol. Dans ce cas, la structure est constituée par une sorte de quadrillages de parois moulées linéaires rectilignes constituées par un premier ensemble de parois parallèles 48 et par un deuxième ensemble de parois parallèles 50. Ces deux ensembles de paroi sont orthogonaux l'un par rapport à l'autre. Dans ce cas, la distance entre les deux parois adjacentes peut être comprise entre 2 et 5 mètres.

[0031] Il va de soi que pour certaines applications, le renforcement du sol pourrait être obtenu à l'aide de tranchées non rectilignes.

Revendications

1. Procédé de réalisation d'une paroi moulée dans le sol, **caractérisé en ce qu'il** comprend les étapes suivantes :

- on dispose au droit du tracé de la paroi à réaliser un liant ; et
- on creuse une tranchée correspondant à la paroi à réaliser tout en mélangeant le matériau du sol avec le liant dans tout le volume de la tranchée, par quoi on obtient la paroi moulée.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** dans une étape préliminaire, on creuse une pré-tranchée de profondeur réduite selon le tracé de la paroi à réaliser et on dispose ledit liant dans ladite pré-tranchée.

3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les parois latérales de la pré-tranchée sont inclinées, par quoi la paroi ainsi obtenue a, en section droite, une partie affleurant à la surface du sol plus

large que le reste de la paroi.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que**, en même temps qu'on mélange le liant et le matériau du sol, on injecte dans le mélange un liquide.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 et 3, **caractérisé en ce que** le volume de la pré-tranchée est déterminé de telle manière qu'après mélange du matériau constituant le sol du liant et éventuellement du liquide, ledit mélange affleure la surface supérieure de la pré-tranchée.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** ledit liant est non liquide.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le creusement de la tranchée et le mélange sont réalisés par une machine qui se déplace selon le tracé de la paroi à réaliser.

8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** ladite machine creuse simultanément la totalité de la profondeur de la tranchée.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 8, **caractérisé en ce que** la partie courante de la tranchée a une section droite rectangulaire.

10. Procédé de renforcement d'un sol, **caractérisé en ce qu'il** consiste à réaliser une pluralité de parois selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans la zone du sol à renforcer.

11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** lesdites parois sont sensiblement rectilignes.

12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** lesdites parois sont sensiblement parallèles les unes aux autres.

13. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** lesdites parois sont disposées selon des directions sensiblement perpendiculaires.

14. Paroi linéaire verticale moulée dans le sol, obtenue par la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 3, **caractérisée en ce qu'elle** comprend : une partie supérieure affleurant à la surface du sol et une partie courante enterrée dans le sol, ladite partie courante ayant en section droite une largeur sensiblement constante, ladite partie supérieure ayant une forme évasée de telle manière que l'extrémité supérieure de la paroi ait une largeur supérieure à celle de la partie courante.

15. Paroi selon la revendication 14, **caractérisée en ce que** la largeur de la partie évasée est comprise entre 1,2 fois et 2,5 fois la largeur de la partie courante de la paroi.

5

16. Paroi selon l'une quelconque des revendications 14 et 15, **caractérisée en ce que** la hauteur de la partie évasée est comprise entre 5 % et 25 % de la hauteur de la paroi.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

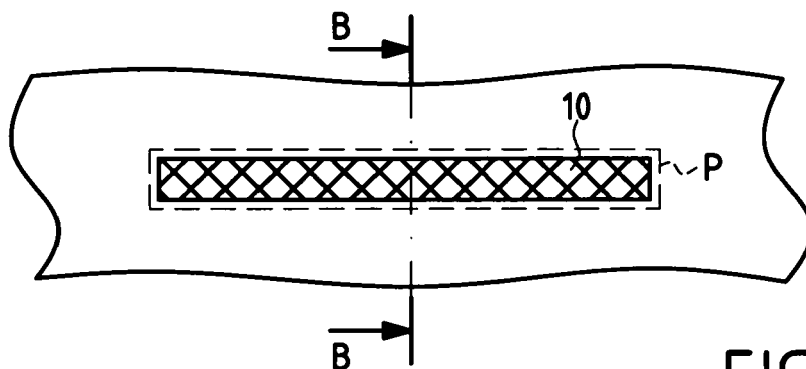


FIG. 1A

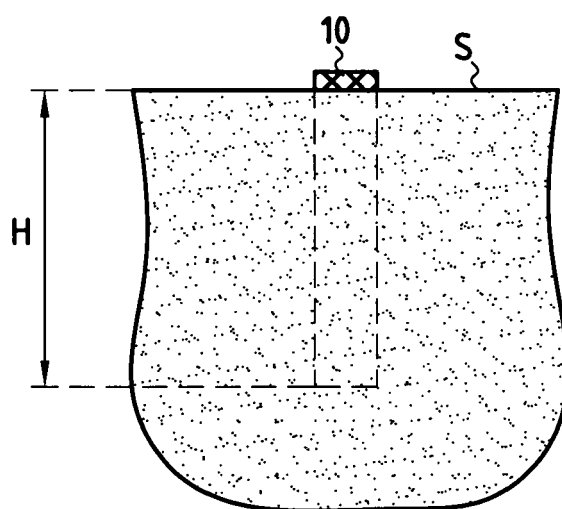


FIG. 1B

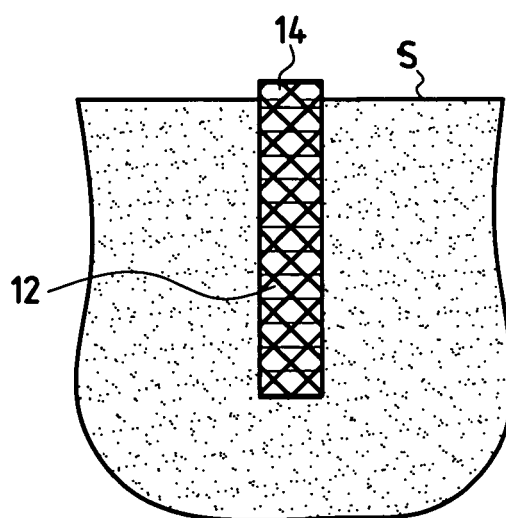


FIG. 1C

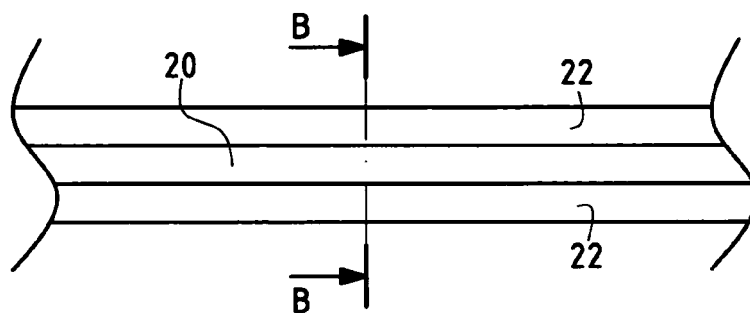


FIG. 2A

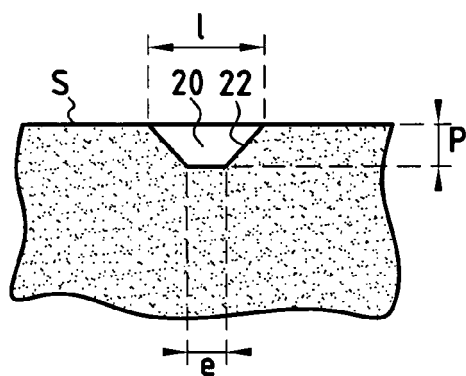


FIG. 2B

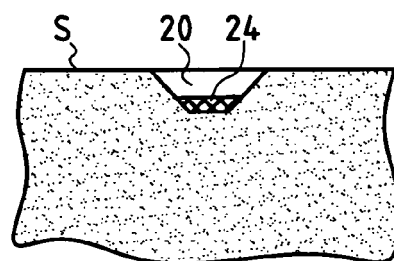


FIG. 2C

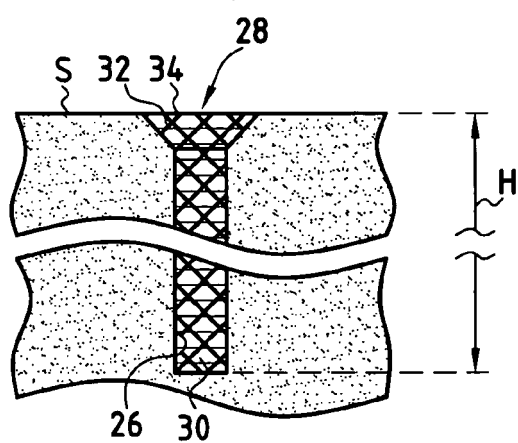


FIG. 2D

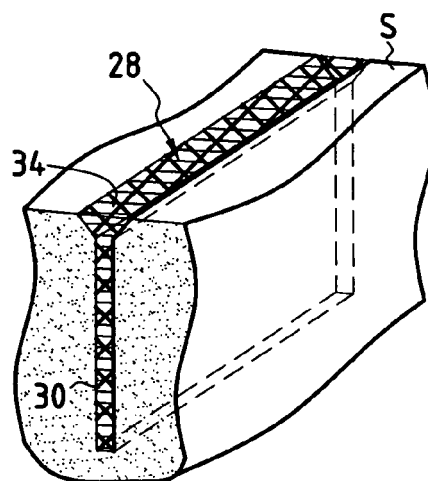


FIG. 2E

