

Description

L'invention concerne un procédé de réalisation d'une fouille par la technique de la paroi moulée mettant en oeuvre des éléments de plancher à précontrainte relâçable.

La technique de la paroi moulée est devenue le procédé de référence pour la réalisation de fouilles s'étendant sous le niveau de la nappe phréatique lorsque les conditions d'environnement ne permettent pas d'effectuer de rabattement de la nappe.

Brièvement la réalisation d'une fouille par cette technique consiste à ceindre la future fouille d'une paroi moulée dans le sol réalisée de façon classique, puis à procéder à l'excavation de la fouille en mettant en place, au fur et à mesure que la fouille progresse, des tirants d'ancrage ayant pour but de retenir la paroi à l'encontre de la poussée exercée sur elle par le sol et la nappe phréatique qui se trouvent de l'autre côté de la paroi moulée.

Cependant, on rencontre assez souvent des situations où la mise en place de tirants d'ancrage n'est pas possible ou trop onéreuse, par exemple lorsque le sol environnant manque d'une cohésion suffisante pour pouvoir y ancrer solidement un tirant. Dans ce cas, on substitue alors à la pose de tirants d'ancrage, la mise en place de planchers à divers niveaux de la fouille. Cette solution, telle que décrite par exemple dans FR-A-1 450 745 n'est, toutefois, pas toujours très satisfaisante car on a remarqué que, notamment dans le cas de fouilles de surface relativement grande, la paroi moulée est soumise à des moments de flexion importants, pouvant atteindre par exemple 150-200 tonnes-mètre, qui font qu'il est nécessaire d'utiliser des parois moulées de forte épaisseur, d'où un coût important. Malgré cela, on a observé que la paroi moulée pouvait subir des déformations locales importantes, pouvant atteindre, par exemple, 4-5 centimètres, qui ne sont pas tolérables.

La présente invention a pour but de fournir un procédé amélioré de réalisation d'une fouille par la technique de la paroi moulée dans le sol, qui permet de minimiser les déformations et les moments de flexion subis par la paroi moulée, et par voie de conséquence, de réduire l'épaisseur de la paroi moulée et donc, le coût.

Plus particulièrement, la présente invention concerne un procédé de réalisation d'une fouille par la technique de la paroi moulée dans le sol, selon lequel on réalise une paroi moulée dans le sol ceinturant la fouille à réaliser, puis on réalise la fouille en mettant en place des planchers à divers niveaux de la fouille, jouant le rôle d'appuis pour ladite paroi, ainsi que cela est connu du brevet FR-A-1450745 précité, caractérisé en ce qu'on met en place entre au moins deux murs de paroi opposés, des planchers constitués d'éléments de plancher précontraints et en ce qu'après ladite mise en place, on relâche tout ou par-

tie de la précontrainte appliquée auxdits éléments de façon que lesdits éléments se dilatent et exercent sur la paroi moulée une contre-poussée opposée à la poussée exercée sur ladite paroi par le sol et/ou la nappe phréatique environnante.

Le procédé de l'invention tire parti du fait que les éléments de plancher précontraints, lorsqu'on relâche tout ou partie de leur précontrainte, subissent un allongement ou dilatation qui engendre sur la paroi moulée une poussée antagoniste à celle exercée sur l'autre côté de la paroi par le sol et/ou l'eau environnante.

La contre-poussée exercée par les éléments de plancher n'a pas besoin d'équilibrer la poussée du sol et/ou de l'eau environnante et sera, habituellement, moindre que cette dernière.

Le positionnement des éléments de plancher précontraints sera fonction de l'importance des poussées exercées par le sol environnant sur la paroi moulée, et, donc, fonction des dimensions de la fouille et de la nature dudit sol.

Dans certains cas, on pourra mettre en place les éléments précontraints de façon que leurs directions de précontrainte soient parallèles entre elles et cela sur les divers niveaux de planchers mis en place. Dans d'autres cas, il y aura lieu de mettre en place, à certains niveaux, des éléments précontraints dont la direction de précontrainte est perpendiculaire à celle des éléments de plancher d'autres niveaux. Dans tous les cas pouvant être rencontrés en pratique, l'homme du métier pourra aisément déterminer l'orientation et le positionnement optimaux des planchers précontraints nécessaires à l'obtention du résultat désiré, le procédé de l'invention se prêtant facilement à une modélisation sur ordinateur.

Selon un mode de mise en oeuvre particulier, les éléments de plancher en béton précontraint utilisés dans le procédé de l'invention comprennent des organes de précontrainte sous tension dont les extrémités sont noyées dans le béton et dont la partie centrale est revêtue d'une gaine avec application d'un agent lubrifiant entre ladite partie centrale et ladite gaine, des lumières étant prévues dans le béton pour permettre le sectionnement de ladite partie centrale et, ainsi, le relâchement de la tension de précontrainte.

Il est à noter qu'outre les organes de précontrainte (par exemple des torons d'acier), chaque élément de plancher peut contenir en son sein des armatures métalliques destinées à le renforcer.

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

Les figures 1 et 2 sont des vues schématiques en plan et en coupe transversale, respectivement, d'un élément de plancher précontraint utilisé dans l'invention;

La figure 3 est une vue agrandie de la partie cerclée de la figure 2; et

Les figures 4 et 5 sont des vues schématiques en

plan et en coupe transversale selon la ligne V-V de la figure 4, respectivement, d'une fouille réalisée selon le procédé de l'invention.

Les figures 1, 2 et 3 montrent un élément de plancher en béton précontraint utilisé dans l'invention. Cet élément 1 présente en plan une forme générale rectangulaire et, en section transversale, la forme d'un T. Une pluralité de torons métalliques de précontrainte 2, s'étendant parallèlement à la direction longitudinale de l'élément sur toute la longueur de celui-ci, sont noyés dans l'élément, et répartis tant dans les ailes du T que dans le pied du T. Chaque toron comprend une partie centrale 3 revêtue d'une gaine 4 avec interposition d'un lubrifiant (graisse par exemple) entre le toron et la gaine, et des parties d'extrémité 5 dénudées (exemptes de gaine et de lubrifiant). Des lumières 6 prévues sur la partie inférieure de l'élément donnent localement accès à chacun des torons, sur sa partie centrale, comme l'illustrent la figure 2 et, de façon agrandie, la figure 3. Enfin, l'élément 1 comporte des armatures métalliques de renforcement 7. A titre indicatif, chaque élément peut avoir une longueur de 15 mètres, une largeur totale de 2,50 mètres (formée de deux ailes d'une longueur de 1 mètre chacune et d'une épaisseur de 0,20 mètre et d'une partie centrale (pied du T) d'une largeur de 0,50 mètre et d'une épaisseur de 0,60 mètre). Les torons (au nombre de 16 dans le mode de réalisation représenté) peuvent être noyés dans le béton à une distance d'environ 5 cm de la surface inférieure des ailes ou des surfaces latérales du pied du T, chaque toron étant précontraint à raison de 10 tonnes (soit une précontrainte totale de 160 tonnes par élément de plancher). Les parties d'extrémité dénudées de chaque toron peuvent avoir, par exemple, une longueur de 0,80 mètre.

La fabrication d'un tel élément peut facilement être effectuée en mettant en place, dans un moule de forme appropriée, des torons dont les extrémités traversent et dépassent les faces extrêmes du moule, en leur appliquant la précontrainte désirée au moyen d'un appareillage classique, en coulant le béton dans le moule, puis après durcissement du béton, en enlevant l'appareillage de mise en précontrainte et en sectionnant les extrémités dépassantes des torons. Les extrémités dénudées, qui se trouvent alors immobilisées dans le béton de l'élément, maintiennent la précontrainte initialement appliquée sur la partie centrale lubrifiée et gainée.

Après mise en place des éléments de plancher précontraints, comme décrit plus en détail ci-après, la précontrainte appliquée à un toron donné peut être relâchée facilement en "brûlant" localement ledit toron à l'aide, par exemple, de la flamme d'un chalumeau, grâce à la lumière 6 donnant accès à ce trou. La partie centrale de chaque toron métallique n'adhère pas en effet au béton de l'élément du fait de la présence de la gaine lubrifiée qui l'entoure. On peut

relâcher la précontrainte de tous les torons ou d'une partie seulement de ceux-ci, comme désiré, selon la valeur de la contre-poussée que l'on veut appliquer à la paroi moulée.

Sur les figures 4 et 5, on a illustré la réalisation d'une fouille conformément à l'invention. Cette fouille d'une longueur de 80 mètres, d'une largeur de 60 mètres et d'une profondeur de 23,75 mètres a été réalisée dans un sol constitué d'argile (de 0 à -5 mètres), de sables (de -5 à -12 mètres), de graves (de -12 à -25,5 mètres), et de marnes ensuite, de l'eau (nappe phréatique) étant présente à partir de la cote -1 mètre jusqu'à la couche de marnes.

Après réalisation, de façon classique, d'une paroi moulée 10 dans le sol ceinturant la future fouille, ayant une épaisseur de 0,80 mètre et s'étendant jusqu'à une profondeur de 28 mètres environ (dans les marnes), on met en place une pluralité de poteaux 11 disposés en rangées à intervalles de 15 mètres dans le sens de la largeur de la fouille et de 10 mètres dans le sens de la longueur de la fouille, puis on excave la fouille en mettant en place, au fur et à mesure de la progression de la fouille, des planchers réalisés à l'aide d'éléments précontraints selon l'invention, aux cotes -3,7; -8,75; -11,65; -14,55; -17,45 et -20,35 mètres, respectivement.

Etant donné que la largeur (60 m) de la fouille excède de beaucoup la longueur pratiquement réalisable (compte tenu des sujétions de fabrication et de transport) des éléments précontraints, on dispose quatre éléments, de 15 m de long, bout-à-bout pour couvrir cette largeur. Comme pour couvrir la longueur (80 m) de la fouille, il faut 32 éléments (de 2,5 m de large) mis côte-à-côte, il faudrait, en principe, utiliser 128 éléments par niveau de plancher. En pratique, toutefois, il conviendra de prévoir des passages pour la circulation d'un niveau à un autre et donc, d'omettre quelques éléments par niveau pour permettre cette circulation, comme représenté en 12. Les éléments d'un niveau donné reposent à leurs extrémités sur des poutres en béton armé 13 précédemment mis en place soit sur la paroi moulée, soit entre deux poteaux adjacents de deux rangées parallèles à la largeur de la fouille, soit entre un poteau et la paroi moulée, selon le cas. Une fois les éléments mis en place, on remplit les petits espaces existant entre les éléments consécutifs ou entre les éléments et la paroi moulée à l'aide de béton de façon à constituer des joints 14. Après durcissement de ces joints, on relâche la précontrainte des éléments en "brûlant" les torons de précontrainte à l'aide d'un chalumeau, comme expliqué plus haut.

On a trouvé que dans l'exemple de réalisation de fouille sus-décrit, il était possible, avec une paroi moulée en béton d'une épaisseur de 0,8 m, de limiter les déplacements maximaux de la paroi, par suite de la poussée du sol et de l'eau environnante à environ 2 cm, les moments maximaux auxquels cette paroi

étaient soumis étant d'environ 100 tonnes-mètre.

Si la fouille était réalisée de façon classique, avec des éléments de plancher non précontraints, la paroi moulée serait soumise à des sollicitations beaucoup plus élevées, à savoir un des moments maximaux de l'ordre de 100 tonnes-mètre qui provoqueraient des déplacements maximaux d'environ 4 cm, ce qui est inacceptable en pratique et résulterait en l'obligation de réaliser une paroi moulée plus épaisse, de l'ordre de 1 mètre pour réduire lesdits déplacements.

Le procédé de l'invention permet donc de réaliser une économie de l'ordre de 20% sur la quantité de matériaux nécessaire pour la construction de la paroi moulée, ce qui équivaut à une économie de coût qui est aussi de l'ordre de 20%.

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 annexées.

Revendications

1. Un procédé de réalisation d'une fouille par la technique de la paroi moulée dans le sol, selon lequel on réalise une paroi moulée (10) dans le sol ceinturant la fouille à réaliser, puis on réalise la fouille en mettant en place des planchers à divers niveaux de la fouille, jouant le rôle d'appuis pour ladite paroi, caractérisé en ce qu'on met en place entre au moins deux murs de paroi opposés, des planchers (1) constitués d'éléments de plancher précontraints et en ce qu'après ladite mise en place, on relâche tout ou partie de la précontrainte appliquée auxdits éléments de façon que lesdits éléments se dilatent et exercent sur la paroi moulée une contre-poussée opposée à la poussée exercée sur ladite paroi par le sol et/ou la nappe phréatique environnante.

2. Un procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les directions de précontrainte de tous les éléments de plancher sont parallèles entre elles.

3. Un procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la direction de précontrainte des éléments de plancher mis en place à certains niveaux est perpendiculaire à la direction de précontrainte des éléments de plancher mis en place à d'autres niveaux.

4. Un procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les éléments de plancher comprennent des organes de précontrainte sous tension (2) dont les extrémités (5) sont noyées dans le béton et dont la partie centrale (3) est revêtue d'une gaine (4) avec application d'un agent lubrifiant entre ladite partie centrale et ladite gaine, des lumières (6) étant prévues dans le béton pour permettre le sectionnement de ladite partie centrale et, ainsi, le relâchement de la tension de précontrainte.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Grube durch die Technik des Gießens einer Wand im Boden, bei dem in dem die herzustellende Grube umgebenden Boden eine Gußwand (10) gebildet wird, wonach die Grube erzeugt wird, wobei auf verschiedenen Ebenen der Grube Planken angeordnet werden, welche als Stützen für die Wand dienen, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen wenigstens zwei sich gegenüberliegenden Wandteilen Planken (1) angeordnet werden, die aus vorgespannten Plankenelementen bestehen, und daß nach dem Anordnen die auf die Elemente aufgebrachte Vorspannung vollständig oder teilweise derart gelöst wird, daß die Elemente sich ausdehnen und auf die Gußwand einen dem von dem Boden und/ oder dem umgebenden Grundwasserspiegel auf die Wand ausgeübten Druck entgegengesetzten Gegendruck ausübt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorspannungsrichtungen sämtlicher Plankenelemente zueinander parallel sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorspannungsrichtung von in bestimmten Ebenen angeordneten Plankenelementen senkrecht zur Vorspannungsrichtung von in anderen Ebenen angeordneten Plankenelementen verläuft.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Plankenelemente unter Spannung stehende Vorspannungsorgane (2) aufweisen, deren Enden (5) im Beton eingegossen sind und deren Mittelteil (3) von einem Mantel (4) umhüllt ist, wobei zwischen dem Mittelteil und dem Mantel ein Schmiermittel aufgebracht ist, wobei in dem Beton Fenster (6) vorgesehen sind, um das Zerlegen des Mittelteils und somit das Entspannen der Vorspannung zu ermöglichen.

Claims

1. A method of making an excavation by the diaphragm wall technique, according to which a diaphragm wall (10) is constructed in the ground surrounding the excavation to be made, and then the excavation is made whilst putting platforms in place at various levels in the excavation, fulfilling the role of supports for the said wall, characterised in that, between at least two opposite walls, platforms (1) consisting of prestressed platform elements are put in place and in that, after the said putting in place, all or part of the prestressing applied to the said elements is released so that the said elements expand and exert on the diaphragm wall a counter-thrust opposite to the thrust exerted on the said wall by the ground and/or the surrounding ground water.

2. A method according to claim 1, characterised

étaient soumis étant d'environ 100 tonnes-mètre.

Si la fouille était réalisée de façon classique, avec des éléments de plancher non précontraints, la paroi moulée serait soumise à des sollicitations beaucoup plus élevées, à savoir un des moments maximaux de l'ordre de 100 tonnes-mètre qui provoqueraient des déplacements maximaux d'environ 4 cm, ce qui est inacceptable en pratique et résulterait en l'obligation de réaliser une paroi moulée plus épaisse, de l'ordre de 1 mètre pour réduire lesdits déplacements.

Le procédé de l'invention permet donc de réaliser une économie de l'ordre de 20% sur la quantité de matériaux nécessaire pour la construction de la paroi moulée, ce qui équivaut à une économie de coût qui est aussi de l'ordre de 20%.

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 annexées.

Revendications

1. Un procédé de réalisation d'une fouille par la technique de la paroi moulée dans le sol, selon lequel on réalise une paroi moulée (10) dans le sol ceinturant la fouille à réaliser, puis on réalise la fouille en mettant en place des planchers à divers niveaux de la fouille, jouant le rôle d'appuis pour ladite paroi, caractérisé en ce qu'on met en place entre au moins deux murs de paroi opposés, des planchers (1) constitués d'éléments de plancher précontraints et en ce qu'après ladite mise en place, on relâche tout ou partie de la précontrainte appliquée auxdits éléments de façon que lesdits éléments se dilatent et exercent sur la paroi moulée une contre-poussée opposée à la poussée exercée sur ladite paroi par le sol et/ou la nappe phréatique environnante.

2. Un procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les directions de précontrainte de tous les éléments de plancher sont parallèles entre elles.

3. Un procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la direction de précontrainte des éléments de plancher mis en place à certains niveaux est perpendiculaire à la direction de précontrainte des éléments de plancher mis en place à d'autres niveaux.

4. Un procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les éléments de plancher comprennent des organes de précontrainte sous tension (2) dont les extrémités (5) sont noyées dans le béton et dont la partie centrale (3) est revêtue d'une gaine (4) avec application d'un agent lubrifiant entre ladite partie centrale et ladite gaine, des lumières (6) étant prévues dans le béton pour permettre le sectionnement de ladite partie centrale et, ainsi, le relâchement de la tension de précontrainte.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Grube durch die Technik des Gießens einer Wand im Boden, bei dem in dem die herzustellende Grube umgebenden Boden eine Gußwand (10) gebildet wird, wonach die Grube erzeugt wird, wobei auf verschiedenen Ebenen der Grube Planken angeordnet werden, welche als Stützen für die Wand dienen, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen wenigstens zwei sich gegenüberliegenden Wandteilen Planken (1) angeordnet werden, die aus vorgespannten Plankenelementen bestehen, und daß nach dem Anordnen die auf die Elemente aufgebrachte Vorspannung vollständig oder teilweise derart gelöst wird, daß die Elemente sich ausdehnen und auf die Gußwand einen dem von dem Boden und/ oder dem umgebenden Grundwasserspiegel auf die Wand ausgeübten Druck entgegengesetzten Gegendruck ausübt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorspannungsrichtungen sämtlicher Plankenelemente zueinander parallel sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorspannungsrichtung von in bestimmten Ebenen angeordneten Plankenelementen senkrecht zur Vorspannungsrichtung von in anderen Ebenen angeordneten Plankenelementen verläuft.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Plankenelemente unter Spannung stehende Vorspannungsorgane (2) aufweisen, deren Enden (5) im Beton eingegossen sind und deren Mittelteil (3) von einem Mantel (4) umhüllt ist, wobei zwischen dem Mittelteil und dem Mantel ein Schmiermittel aufgebracht ist, wobei in dem Beton Fenster (6) vorgesehen sind, um das Zerlegen des Mittelteils und somit das Entspannen der Vorspannung zu ermöglichen.

Claims

1. A method of making an excavation by the diaphragm wall technique, according to which a diaphragm wall (10) is constructed in the ground surrounding the excavation to be made, and then the excavation is made whilst putting platforms in place at various levels in the excavation, fulfilling the role of supports for the said wall, characterised in that, between at least two opposite walls, platforms (1) consisting of prestressed platform elements are put in place and in that, after the said putting in place, all or part of the prestressing applied to the said elements is released so that the said elements expand and exert on the diaphragm wall a counter-thrust opposite to the thrust exerted on the said wall by the ground and/or the surrounding ground water.

2. A method according to claim 1, characterised



in that the directions of prestressing of all the platform elements are parallel to each other.

3. A method according to claim 1, characterised in that the direction of prestressing of the platform elements put in place at some levels is at right angles to the direction of prestressing of the platform elements put in place at other levels.

4. A method according to claim 1, characterised in that the platform elements comprise tension prestressing members (2), whose ends (5) are embedded in the concrete and whose middle part (3) is covered with a sheath (4) with the application of a lubricating agent between the said middle part and the said sheath, apertures (6) being provided in the concrete to allow the cutting of the said middle part and, thus, the release of the prestressing tension.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

