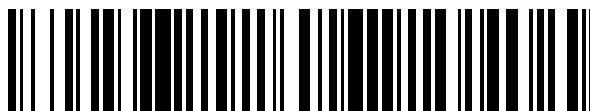


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 476 268**

51 Int. Cl.:

E02D 29/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2010** **E 10306034 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.04.2014** **EP 2434060**

54 Título: **Una estructura de suelo reforzado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.07.2014

73 Titular/es:

TERRE ARMÉE INTERNATIONALE (100.0%)
1 bis Rue du Petit Clamart
78140 Vélizy Villacoublay, FR

72 Inventor/es:

FREITAG, NICOLAS y
MORIZOT, JEAN-CLAUDE

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 476 268 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Una estructura de suelo reforzado

5 Sector de la técnica

La presente invención se refiere a la construcción de estructuras de suelo reforzado. Esta técnica de construcción se usa habitualmente para producir estructuras tales como muros de contención, pilares de puentes, etc.

10 Estado de la técnica

Una estructura de suelo reforzado combina un relleno compactado, un paramento y unos refuerzos conectados normalmente al paramento.

15 Pueden usarse diversos tipos de refuerzos: metálicos (por ejemplo acero galvanizado), sintéticos (por ejemplo, basados en fibras de poliéster), etc. Se colocan en la tierra con una densidad que depende de los esfuerzos que pueden ejercerse sobre la estructura, el empuje del suelo que se hace reaccionar por la fricción entre la tierra y los refuerzos.

20 Normalmente, el paramento se hace a partir de elementos de hormigón prefabricados, en forma de paneles o bloques, yuxtapuestos para cubrir la cara frontal de la estructura.

Puede haber escalones horizontales en esta cara frontal entre los diversos niveles del paramento, cuando la estructura incorpora una o más terrazas. En ciertas estructuras, el paramento puede construirse in situ vertiendo hormigón o un cemento especial.

25 Los refuerzos colocados en el relleno se sujetan al paramento mediante miembros de conexión mecánicos que pueden tomar diversas formas. Una vez que se ha completado la estructura, los refuerzos distribuidos a través del relleno transmiten cargas elevadas, que pueden alcanzar varias toneladas. Su conexión al paramento necesita, por lo tanto, ser robusta con el fin de mantener la cohesión del conjunto.

Estas conexiones entre los refuerzos implican un riesgo de que pueda superarse la carga máxima que pueden soportar si el suelo se somete a una precipitación diferencial o en caso de un terremoto. Además, los miembros de conexión presentan riesgos de degradación. A menudo son sensibles a la corrosión debido a la humedad o los agentes químicos presentes, o que se han filtrado, en el relleno. Este inconveniente a menudo impide el uso de miembros metálicos de conexión. A veces, los miembros de conexión están basados en resinas o materiales compuestos, de manera que no se degradan tan fácilmente. Sin embargo, su coste es entonces superior, y es difícil darles unas buenas propiedades mecánicas sin recurrir a piezas metálicas. Por ejemplo, si los refuerzos tienen la forma de bandas flexibles y se unen formando un lazo por detrás de una barra sujeta al paramento (documentos US-A-4 343 571 y EP-A-1 114 896), dicha barra se somete a esfuerzos de flexión, lo que no es ideal en el caso de materiales sintéticos.

45 En la construcción, los elementos de paramento prefabricados tienen un número determinado de localizaciones para la conexión a los refuerzos del relleno. Esto da como resultado limitaciones en el diseño general de la estructura, especialmente en términos de la densidad con la que pueden colocarse los refuerzos. Por ejemplo, si cada uno de los elementos prefabricados ofrece cuatro puntos de unión, el diseñador necesitará prever la conexión de los refuerzos ese número de veces o, posiblemente, un menor número de veces, siempre que el número sea un número entero. Si las consideraciones de ingeniería estructural requieren, por ejemplo, 2,5 pares de refuerzos principales por elemento prefabricado, es necesario proporcionar un excedente sustancial de refuerzos, lo que tiene un impacto significativo en el coste. Estas consideraciones complican el diseño de la estructura, ya que la optimización requiere, en general, densidades de refuerzo que pueden variar de un punto en el relleno a otro.

El documento FR 2 860 811 A1 desvela una estructura de suelo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

55 Objeto de la invención

Un objeto de la presente invención es proponer un método novedoso de conexión entre el paramento y los refuerzos colocados en el relleno que haga posible reducir el impacto de los problemas mencionados anteriormente.

60 Por lo tanto, la invención propone una estructura de suelo reforzado que comprende un relleno, un paramento colocado a lo largo de una cara frontal de la estructura, al menos un miembro de refuerzo principal conectado al paramento y que se extiende a través de una primera zona reforzada del relleno situada detrás de dicha cara frontal, y al menos un miembro de refuerzo secundario desconectado del paramento y que se extiende en una segunda zona reforzada del relleno que tiene, con dicha primera zona reforzada, una parte común, en la que el miembro de refuerzo secundario se extiende en el relleno hasta una distancia sustancialmente más corta que el miembro de refuerzo principal, con respecto a la cara frontal, y en la que la rigidez del miembro de refuerzo secundario es mayor

o igual a la rigidez del miembro de refuerzo principal.

Esta estructura de suelo reforzado tiene ventajas significativas.

5 En particular, la configuración del miembro de refuerzo principal y el miembro de refuerzo secundario es tal que las cargas se transmiten entre el miembro de refuerzo principal y el miembro de refuerzo secundario por el material del relleno. Por lo tanto, la estructura puede tener una buena integridad en presencia de un pequeño movimiento del suelo.

10 Además, se aumenta la rigidez de la estructura en la segunda zona (Z2) de refuerzo reduciendo de este modo la tensión aplicada a la conexión del miembro de refuerzo principal al paramento.

Ventajosamente, puede aumentar la carga que la estructura puede soportar sin necesidad de aumentar el número de los miembros de refuerzo principales conectados al paramento, produciendo, por lo tanto, una ganancia económica importante.

15

De acuerdo con otras realizaciones de la invención, la estructura de suelo reforzado de acuerdo con la invención puede comprender las siguientes características por sí solas o en combinación:

- 20 - el miembro de refuerzo principal se selecciona entre alguno de la lista siguiente que consiste en: banda sintética, banda metálica, barra metálica, rejilla metálica en forma de banda, rejilla metálica en forma de lámina, rejilla metálica en forma de escalera, banda sintética, rejilla sintética en forma de lámina, rejilla sintética en forma de escalera, capa de geotextil, geoceldas;
- 25 - el miembro de refuerzo secundario se selecciona entre alguno de la lista siguiente que consiste en: banda sintética, banda metálica, barra metálica, rejilla metálica en forma de lámina, rejilla metálica en forma de escalera, banda sintética, rejilla sintética en forma de lámina, rejilla sintética en forma de escalera, geoceldas, capa de geotextil;
- el paramento comprende unos elementos prefabricados en los que el miembro de refuerzo principal está parcialmente incrustado;
- 30 - los elementos prefabricados se hacen de hormigón y el miembro de refuerzo principal comprende un miembro de refuerzo sintético flexible que tiene al menos una parte colada en el hormigón de uno de los elementos prefabricados;
- la parte colada del miembro de refuerzo sintético flexible sigue un lazo dentro de dicho uno de los elementos prefabricados, de manera que dicho miembro de refuerzo sintético flexible tiene dos secciones que sobresalen en la primera zona reforzada del relleno;
- 35 - el lazo está dispuesto en dicho uno de los elementos prefabricados de manera que las dos secciones de dicho miembro de refuerzo sintético flexible emergen del paramento en el relleno en posiciones de desplazamiento vertical;
- el lazo está dispuesto en dicho uno de los elementos prefabricados de manera que las dos secciones de dicho miembro de refuerzo sintético flexible emergen en diferentes ángulos del paramento en el relleno sustancialmente en el mismo plano horizontal;
- 40 - el paramento comprende unos paneles de malla de alambre a los que se conecta un refuerzo de suelo como miembro de refuerzo principal; y
- el miembro de refuerzo secundario está dispuesto a lo largo de una trayectoria en zigzag en la segunda zona reforzada.
- 45

La invención puede aplicarse a la reparación de una estructura existente, pero su aplicación preferida es la de la producción de una nueva estructura.

50 La invención se refiere además a un método para construir una estructura de suelo reforzado, que comprende las etapas de:

- colocar un paramento a lo largo de una cara frontal de la estructura que delimita un volumen que debe llenarse;
- colocar al menos un miembro de refuerzo principal en una primera zona reforzada de dicho volumen, en el que el miembro de refuerzo principal se conecta al paramento y se extiende a través de la primera zona reforzada;
- 55 - colocar al menos un miembro de refuerzo secundario, no conectado de manera permanente al paramento, en una segunda zona reforzada de dicho volumen, teniendo dichas zonas primera y segunda una parte en común, en el que el miembro de refuerzo secundario se instala a una distancia sustancialmente más corta que el miembro de refuerzo principal con respecto a la cara frontal, y en el que la rigidez del miembro de refuerzo secundario es mayor o igual a la rigidez del miembro de refuerzo principal;
- 60 - introducir material de relleno en dicho volumen y compactar el material de relleno.

De acuerdo con otras realizaciones de la invención, el método de acuerdo con la invención puede comprender las siguientes características por sí solas o en combinación:

- 65 - comprender la etapa de determinar, de manera independiente, una configuración y una densidad óptimas de una

- pluralidad de miembros de refuerzo principales en dicha primera zona reforzada y una configuración y una densidad óptimas de una pluralidad de miembros secundarios en dicha segunda zona reforzada, y
- comprender la etapa de conectar al menos alguna de las bandas de refuerzo secundarias en el paramento por medio de uniones temporales diseñadas para romperse en la etapa de introducción y compactación del material de relleno.

Descripción de las figuras

A continuación se describirán unas realizaciones no limitantes de la invención con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- La figura 1 es una vista esquemática en sección lateral de una estructura de suelo reforzado de acuerdo con la invención, mientras que se está construyendo.
- La figura 2 es una vista parcial en perspectiva de esta estructura.
- La figura 3 es una vista esquemática en perspectiva de un elemento de paramento utilizable en una realización de la invención.
- Las figuras 4 y 5 son vistas esquemáticas en alzado y desde arriba de un elemento de paramento utilizable en otra realización de la invención.
- La figura 6 es una vista esquemática en alzado de otra realización de una estructura de acuerdo con la invención.
- Las figuras 7 y 8 son vistas esquemáticas en alzado y desde arriba de otra realización más de una estructura de acuerdo con la invención.

Descripción detallada de la invención

De acuerdo con una realización de la invención, la estructura de suelo reforzado puede comprender una pluralidad de miembros de refuerzo principales y secundarios. En el sentido de la invención, cuando la estructura de suelo reforzado comprende una pluralidad de miembros de refuerzo principales y secundarios la "rigidez de los miembros de refuerzo principales y secundarios" debe entenderse como la rigidez de los miembros de refuerzo principales y secundarios por unidad de superficie del paramento. Por lo tanto, de acuerdo con dicha realización, la característica de "la rigidez del miembro de refuerzo secundario es mayor o igual a la rigidez del miembro de refuerzo principal" debe entenderse como $k_2 \times n_2$ es mayor que o igual a $k_1 \times n_1$, siendo k_1 y k_2 , respectivamente, la rigidez individual de los miembros de refuerzo principales y secundarios, y n_1 y n_2 , respectivamente, la densidad de los miembros de refuerzo principales y secundarios por unidad de superficie del paramento.

Las figuras ilustran la aplicación de la invención a la construcción de un muro de contención de suelo reforzado. Un relleno 1 compactado, en el que se distribuyen los miembros 2 de refuerzo principales, está delimitado en el lado frontal de la estructura por un paramento 3 formado por los elementos 4 prefabricados de yuxtaposición, en forma de paneles en la realización ilustrada en las figuras 1 y 2, y en el lado trasero por el suelo 5 contra el que se levanta el muro de contención.

La figura 1 muestra esquemáticamente la zona Z1 del relleno reforzado con los miembros 2 de refuerzo principales.

Para garantizar la cohesión del muro de contención, los miembros 2 de refuerzo principales se conectan a los elementos 4 de paramento, y se extienden a través de una cierta distancia dentro del relleno 1.

Los miembros 6 de refuerzo secundarios no se conectan positivamente al paramento 3, por lo que se prescinde de la necesidad de unirlos a conectores específicos. Estos refuerzos 6 secundarios se extienden en el relleno 1 hasta una distancia sustancialmente más corta que el miembro 2 de refuerzo principal, con respecto a la cara frontal.

De acuerdo con la invención, la rigidez de los miembros 6 de refuerzo secundarios es mayor o igual a la rigidez del miembro 2 de refuerzo principal.

Además, estos refuerzos 6 secundarios contribuyen a reforzar la tierra en una zona Z2.

De acuerdo con una realización de la invención, todos los miembros de refuerzo secundarios tienen sustancialmente la misma longitud y son lugares sustancialmente a la misma distancia del paramento.

De acuerdo con una realización de la invención, la estructura puede comprender al menos dos grupos de miembros de refuerzo secundarios. Los miembros de refuerzo secundarios de cada grupo tienen sustancialmente la misma longitud y son lugares sustancialmente a la misma distancia del paramento. Los miembros de refuerzo secundarios

del primer grupo son lugares a una distancia del paramento diferente que los miembros de refuerzo secundarios del segundo grupo.

La cohesión de la estructura da como resultado el hecho de que las zonas Z1 y Z2 reforzadas se superponen en una parte Z' común. En esta parte Z' común, el material del relleno 1 tiene una buena resistencia, debido a que se refuerza por los dos miembros 2 y 6 de refuerzo.

Por lo tanto, es capaz de soportar los esfuerzos cortantes ejercidos como resultado de las cargas de tracción experimentadas por los refuerzos. Por supuesto, esta parte Z' debe ser lo suficiente gruesa como para sostener correctamente el paramento 3. En la práctica, un espesor de uno a varios metros será generalmente suficiente. Por el contrario, los miembros 2 de refuerzo principales pueden extenderse mucho más profundamente en el relleno 1, como se muestra en la figura 1.

La simple adición de los miembros 6 de refuerzo secundarios en el relleno permite, por lo tanto, reforzar la estructura de suelo en la parte (Z') común de la segunda zona (Z2) reforzada y la primera zona (Z1) reforzada.

Es preferible evitar los contactos entre los miembros 2 de refuerzo principales y los miembros 6 de refuerzo secundarios en la parte Z' común. Esto se debe a que no se confía en que las fuerzas de fricción entre los refuerzos hagan reaccionar las cargas de tracción, puesto que es difícil lograr un control total sobre estas fuerzas de fricción. Por el contrario, en la técnica de la tierra armada, se tiene un mejor control sobre las interconexiones entre los refuerzos y el relleno, lo que significa que puede confiarse en las propiedades de resistencia del relleno reforzado sometido a esfuerzos cortantes.

En el ejemplo representado, los miembros 2 de refuerzo principales pueden ser bandas basadas en fibras sintéticas. Pueden conectarse al paramento 3 de varias maneras. Pueden unirse al paramento usando conectores convencionales, por ejemplo del tipo descrito en el documento EP-A-1 114 896.

En una realización preferida, estos miembros 2 de refuerzo principales se incorporan en el momento de la fabricación de los elementos 4 de paramento. En el escenario habitual, en el que los elementos 4 se prefabrican en hormigón, parte de los miembros 2 de refuerzo principales pueden incrustarse en el hormigón colado de un elemento 4. Esta parte colada puede formar, en particular, uno o más lazos alrededor de las barras de acero del hormigón armado de los elementos 4, sujetándolas firmemente de este modo al paramento.

En la configuración de la estructura ejemplar ilustrada por las figuras 1 y 2, los miembros 2 de refuerzo principales y los miembros 6 de refuerzo secundarios están dispuestos en planos horizontales que se superponen en alternancia a través de la altura de la estructura. En la figura 2 solo se muestran dos planos adyacentes con el fin de hacer más fácil su lectura.

Los miembros 6 de refuerzo secundarios pueden ser bandas de material de refuerzo sintético basado en fibras que siguen trayectorias en zigzag en planos horizontales por detrás del paramento 3. Estas pueden ser, en particular, las bandas de refuerzo comercializadas bajo el nombre comercial "Freyssissol". Dicha banda tiene ventajosamente una anchura de 20 cm como máximo.

Estos miembros 6 de refuerzo secundarios pueden disponerse en una formación de zigzag entre dos líneas en las que se doblan hacia atrás. La distancia entre estas dos líneas depende del volumen de la zona Z1 reforzada. La separación del patrón en zigzag depende de la densidad de refuerzo requerida por los cálculos de ingeniería estructural.

También en el ejemplo de la figura 2, los miembros 2 de refuerzo principales forman un patrón similar a un peine en cada plano horizontal en el que se disponen, formando la banda de refuerzo un lazo dentro de un elemento 4 de paramento entre dos dientes adyacentes del peine.

Con el fin de construir la estructura representada en las figuras 1 y 2, el procedimiento puede ser de la siguiente manera:

- a) colocar algunos de los elementos 4 de paramento con el fin de que, a continuación de lo anterior, puedan introducir material de relleno a través de una profundidad determinada. De una manera conocida, el levantamiento y la colocación de los elementos de paramento pueden hacerse más fácilmente mediante los miembros de montaje colocados entre los mismos;
- b) instalar un miembro 6 de refuerzo secundario en el relleno ya presente, disponiéndolo en un patrón en zigzag como se indica en la figura 2. Se ejerce una ligera tensión entre las dos líneas de retorno de lazo del miembro 6 de refuerzo secundario, por ejemplo, usando varillas dispuestas a lo largo de estas líneas y alrededor de las que se dobla la banda en cada punto de retorno de lazo;
- c) introducir material de relleno a través del miembro 6 de refuerzo secundario que acaba de instarse, hasta el siguiente nivel de los miembros 2 de refuerzo principales en el lado trasero de los elementos 4 de paramento. Este material de relleno se compacta a medida que se introduce;

- d) colocar en el relleno los miembros 2 de refuerzo principales situados en dicho nivel, ejerciendo una ligera tensión sobre los mismos;
- e) introducir material de relleno a través de este nivel y compactarlo progresivamente hasta que se alcance el siguiente nivel especificado para la colocación de los miembros 6 de refuerzo secundarios;
- f) repetir las etapas a) a e) hasta que se alcance el nivel superior del relleno.

Cabe señalar que pueden aplicarse numerosas alternativas a la estructura descrita anteriormente en el presente documento y a su método de producción.

En primer lugar, los miembros 2 de refuerzo principales pueden adoptar formas muy diversas, como se hace en la técnica del suelo reforzado (banda sintética, barra metálica, rejilla metálica o sintética en forma de una banda, una capa, una escalera, etc., capa de geotextil tejida o no tejida, etc.), con la condición de que la rigidez del miembro de refuerzo secundario sea mayor o igual a la rigidez del miembro de refuerzo principal.

De manera similar, pueden usarse todo tipo de paramentos: elementos prefabricados en forma de paneles, bloques, etc., rejas metálicas, maceteros, etc. Además, es perfectamente concebible construir el paramento 3 colándolo in situ, usando hormigón o cementos especiales, teniendo cuidado de conectar los elementos 6 secundarios en el mismo.

Las configuraciones tridimensionales adoptadas para las bandas 2 de refuerzo principales y los elementos 6 secundarios dentro del relleno 1 también pueden ser muy diversas. Es posible encontrar los refuerzos 2 principales y los elementos 6 secundarios en el mismo plano horizontal (preferentemente evitando el contacto de los unos con los otros). También es posible tener, en la parte Z' común, una relación variable entre la densidad de los refuerzos 2 principales y los miembros 6 secundarios.

En la realización ilustrada en la figura 3, el elemento 14 de paramento está equipado con una banda de refuerzo que sigue una trayectoria 15 en forma de C cuando se observa en una sección vertical. La banda (no mostrada para exponer la forma de la trayectoria) se incrusta en el hormigón a medida que se vierte en el molde de fabricación. Preferentemente, pasa alrededor de una o más varillas 16 metálicas usadas para reforzar el elemento de hormigón. Los extremos de la trayectoria 15 en forma de C, en el nivel en el lado trasero del elemento de paramento, guían las secciones salientes de la banda en direcciones horizontales. Dichas secciones de banda proporcionan un par de miembros de refuerzo principales que emergen del elemento 14 de paramento en el relleno 1 en posiciones de desplazamiento vertical. Esta disposición se aprovecha de la fricción suelo/plástico en ambos lados de cada sección de banda, optimizando de este modo el uso del material de refuerzo en la zona Z1.

En la realización alternativa ilustrada en las figuras 4 y 5, el miembro 26 de refuerzo principal forma un lazo alrededor de una varilla 27 de refuerzo metálica del elemento 24 de paramento de hormigón. Sus dos secciones 26A, 26B salientes emergen en el lado trasero del elemento 24 de paramento sustancialmente en el mismo plano horizontal. Pero en ese plano (figura 5), sus ángulos con respecto a la superficie trasera del elemento son diferentes. Las dos secciones 26A, 26B de banda se disponen al mismo tiempo en un nivel del relleno manteniendo el ángulo entre las mismas. Este diseño oblicuo también aprovecha todas las ventajas de la fricción suelo/plástico en ambos lados de cada sección de banda.

Una de las ventajas significativas de la estructura propuesta es que hace posible adoptar configuraciones y densidades de colocación muy variadas para los miembros 2, 9, 26 de refuerzo principales y los miembros 6 secundarios debido a que la transmisión de cargas por el material de relleno situado entre los mismos elimina la mayor parte de las limitaciones de construcción asociadas con el método de conexión entre los refuerzos principales y el paramento. De este modo será posible encontrar, dentro de una y la misma estructura, zonas en las que las densidades relativas de los miembros 26 de refuerzo principales y/o los miembros 6 de refuerzo secundarios varían de manera significativa, a la vez que se optimizan individualmente.

Una ventaja importante del uso de bandas desconectadas como los miembros 6 de refuerzo secundarios es que proporciona una capacidad muy grande para ajustar la densidad de los refuerzos secundarios: es posible variar, según se desee, no solo el espaciamiento vertical de las capas de refuerzo y su profundidad detrás del paramento, sino también su densidad en un plano horizontal (por ejemplo variando la separación de las trayectorias en zigzag).

Dicho ajuste no está limitado por el espaciamiento predefinido de los conectores detrás de los paneles de paramento. Prácticamente, se logra una optimización 3D completa de la cantidad del refuerzo, lo que proporciona una ventaja muy significativa en términos de coste de la estructura de suelo reforzado. Además, los refuerzos principales en forma de banda garantizan un buen control de las propiedades de fricción en la interconexión suelo/refuerzo.

En la realización mostrada en la figura 6, el paramento está hecho de bloques 44 de dimensiones relativamente pequeñas. Estos bloques se conectan individualmente a la estructura de suelo estabilizado por medio de los miembros 2 de refuerzo principales. Tal disposición garantiza la estabilidad individual de los bloques, y evita desplazamientos entre bloques adyacentes sin necesidad de fuertes conexiones positivas entre los bloques. Como

se muestra en la figura, la densidad del miembro 6 de refuerzo secundario en la zona Z1 puede ser menor que la de los miembros 2 de refuerzo principales en la zona Z2.

5 Puesto que, en esta aplicación, la densidad de refuerzo en la zona Z2 se establece por las dimensiones de los bloques 44, se observa que la invención permite optimizar la cantidad de miembros de refuerzo secundarios que deben usarse, lo que es una importante ventaja económica.

10 La invención también es interesante en estructuras de suelo reforzado cuyo paramento está hecho de paneles deformables, como se ilustra en las figuras 8 y 9. Tales paneles 54 pueden consistir en una malla de alambres soldados a la que se conectan los refuerzos 56 de suelo, directamente o a través de dispositivos intermedios. Normalmente, la deformación de dicho paramento de malla de alambre se limita aumentando el número de puntos de conexión y de refuerzos. Una vez más, la necesidad de consolidar el paramento conduce a un gasto mayor para los refuerzos que deben usarse. Este problema se evita mediante la presente invención, ya que permite diseñar el refuerzo de la zona Z2 por medio de los miembros 6 de refuerzo secundarios con independencia del de la zona Z1 de conexión de paramento por medio de los refuerzos 56 de suelo usados como miembros de refuerzo principales.

15 Cuando un miembro 6 de refuerzo secundario se coloca en un nivel del relleno (etapa b anterior), es posible conectar esta banda 2 de refuerzo al paramento por medio de uniones temporales destinadas a romperse a medida que la estructura se carga gradualmente con los niveles de relleno superpuestos. Tales uniones temporales, que son opcionales, hacen que la colocación correcta de los refuerzos principales sea más fácil, pero no son fiables para transmitir la carga a la interconexión de paramento/relleno una vez que se ha completado la estructura.

20 La invención se ha descrito anteriormente con la ayuda de una realización sin limitar el concepto general de la invención.

25

REIVINDICACIONES

1. Una estructura de suelo reforzado, que comprende:

- 5 - un relleno (1);
- un paramento (3) colocado a lo largo de una cara frontal de la estructura;
- al menos un miembro (2, 9, 26) de refuerzo principal conectado al paramento y que se extiende a través de una primera zona (Z1) reforzada del relleno situada detrás de dicha cara frontal; y
10 - al menos un miembro (6) de refuerzo secundario desconectado del paramento y que se extiende en una segunda zona (Z2) reforzada del relleno que tiene, con dicha primera zona (Z1) reforzada, una parte (Z') común, en la que el miembro (6) de refuerzo secundario se extiende en el relleno (1) hasta una distancia sustancialmente más corta que el miembro (2, 9, 26) de refuerzo principal, con respecto a la cara frontal y en la que la rigidez del miembro (6) de refuerzo secundario es mayor o igual a la rigidez del miembro (2, 9, 26) de refuerzo principal.
- 15 2. La estructura de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el miembro de refuerzo principal se selecciona entre alguno de la lista siguiente que consiste en: banda sintética, banda metálica, barra metálica, rejilla metálica en forma de banda, rejilla metálica en forma de lámina, rejilla metálica en forma de escalera, banda sintética, rejilla sintética en forma de lámina, rejilla sintética en forma de escalera, capa de geotextil, geoceldas.
- 20 3. La estructura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el miembro de refuerzo secundario se selecciona entre alguno de la lista siguiente que consiste en: banda sintética, banda metálica, barra metálica, rejilla metálica en forma de lámina, rejilla metálica en forma de escalera, banda sintética, rejilla sintética en forma de lámina, rejilla sintética en forma de escalera, geoceldas, capa de geotextil.
- 25 4. La estructura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el paramento (3) comprende unos elementos (4, 14, 24) prefabricados en los que el miembro (2, 9, 26) de refuerzo principal está parcialmente incrustado.
- 30 5. La estructura de acuerdo con la reivindicación 4, en la que los elementos (4, 14, 24) prefabricados se hacen de hormigón y el miembro (2, 9, 26) de refuerzo principal comprende un miembro de refuerzo sintético flexible que tiene al menos una parte colada en el hormigón de uno de los elementos prefabricados.
- 35 6. La estructura de acuerdo con la reivindicación 5, en la que la parte colada del miembro (26) de refuerzo sintético flexible sigue un lazo dentro de dicho uno de los elementos (4, 14, 24) prefabricados, de manera que dicho miembro de refuerzo sintético flexible tiene dos secciones que sobresalen en la primera zona (Z1) reforzada del relleno (1).
- 40 7. La estructura de acuerdo con la reivindicación 6, en la que el lazo está dispuesto en dicho uno de los elementos (14) prefabricados de manera que las dos secciones de dicho miembro de refuerzo sintético flexible emergen del paramento en el relleno (1) en posiciones de desplazamiento vertical.
- 45 8. La estructura de acuerdo con la reivindicación 6, en la que el lazo está dispuesto en dicho uno de los elementos (24) prefabricados, de manera que las dos secciones (26A, 26B) de dicho miembro de refuerzo sintético flexible emergen en diferentes ángulos del paramento en el relleno (1) sustancialmente en el mismo plano horizontal.
- 50 9. La estructura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que el paramento comprende unos paneles (54) de malla de alambre a los que se conecta un refuerzo (56) de suelo como miembro de refuerzo principal.
- 50 10. La estructura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el miembro (6) de refuerzo secundario está dispuesto a lo largo de una trayectoria en zigzag en la segunda zona (Z2) reforzada.
- 55 11. Un método para construir una estructura de suelo reforzado, que comprende las etapas de:
- colocar un paramento (3) a lo largo de una cara frontal de la estructura que delimita un volumen que debe llenarse;
- colocar al menos un miembro (2, 9, 26) de refuerzo principal en una primera zona (Z1) reforzada de dicho volumen, en el que el miembro de refuerzo principal se conecta al paramento y se extiende a través de la primera zona (Z1) reforzada;
60 - colocar al menos un miembro (6) de refuerzo secundario, no conectado de manera permanente al paramento, en una segunda zona (Z2) reforzada de dicho volumen, teniendo dichas zonas primera y segunda una parte (Z') en común, en el que el miembro (6) de refuerzo secundario se instala a una distancia sustancialmente más corta que el miembro (2, 9, 26) de refuerzo principal con respecto a la cara frontal, y en el que la rigidez del miembro (6) de refuerzo secundario es mayor o igual a la rigidez del miembro (2, 9, 26) de refuerzo principal;
- introducir material (1) de relleno en dicho volumen y compactar el material de relleno.
- 65

12. El método de acuerdo con la reivindicación 11, que comprende además la etapa de determinar de manera independiente una configuración y una densidad óptimas de una pluralidad de miembros (2, 9, 26) de refuerzo principales en dicha primera zona (Z1) reforzada y una configuración y una densidad óptimas de una pluralidad de miembros (6) secundarios en dicha segunda zona (Z2) reforzada.

5

13. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 o 12, que comprende además la etapa de conectar al menos alguna de las bandas (6) de refuerzo secundarias en el paramento (3) por medio de uniones temporales diseñadas para romperse en la etapa de introducción y compactación del material de relleno.

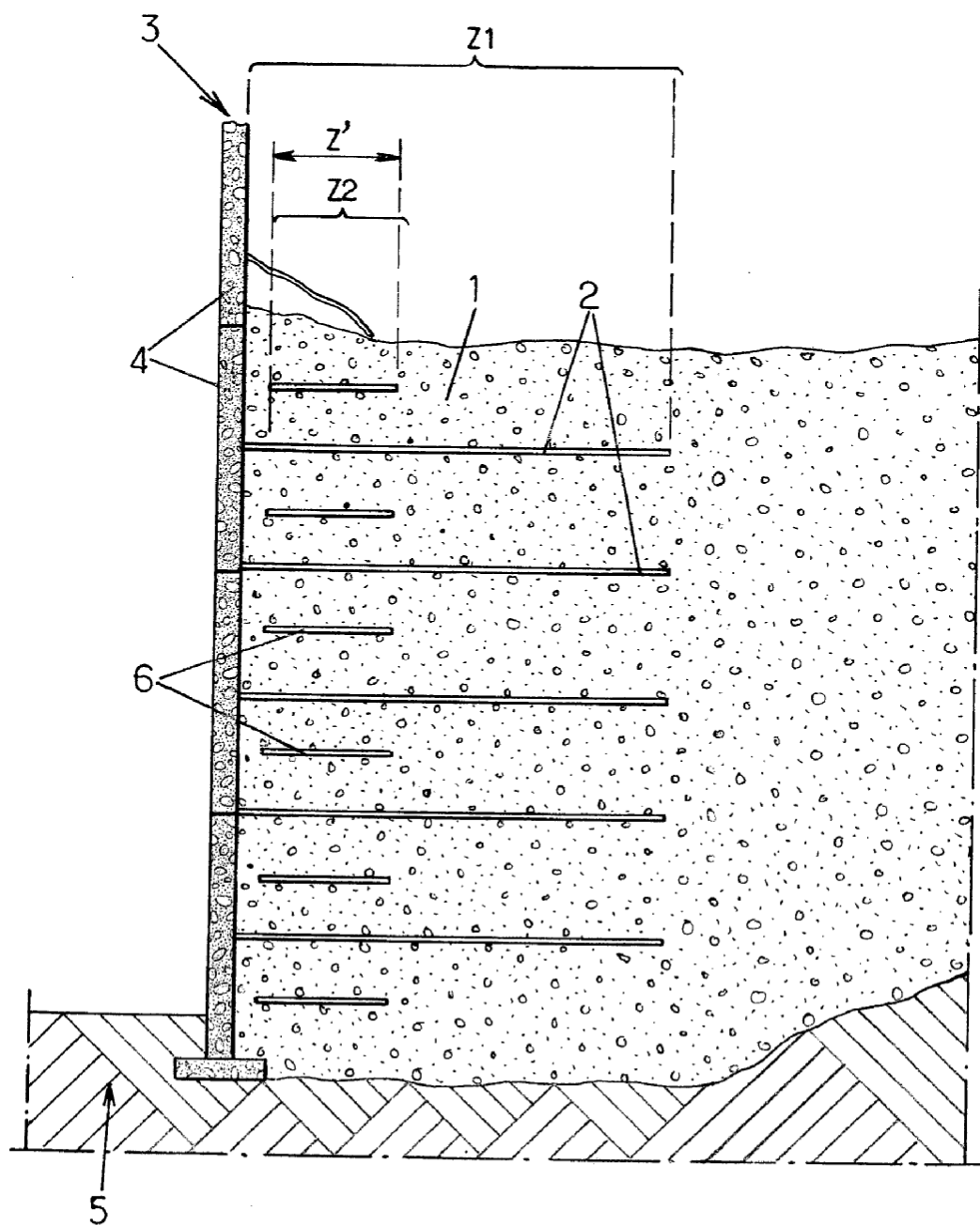
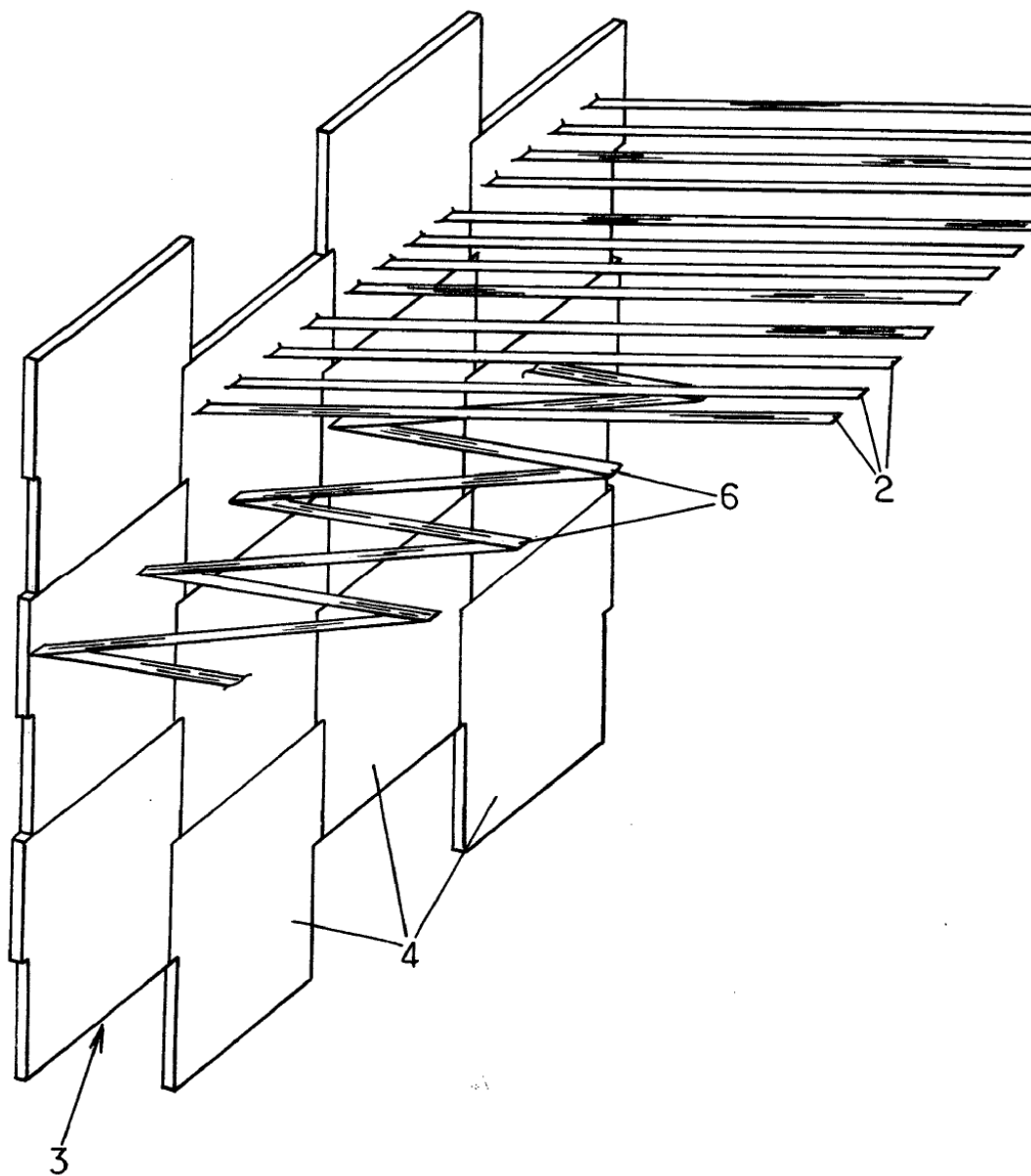


FIG.1.

FIG.2.



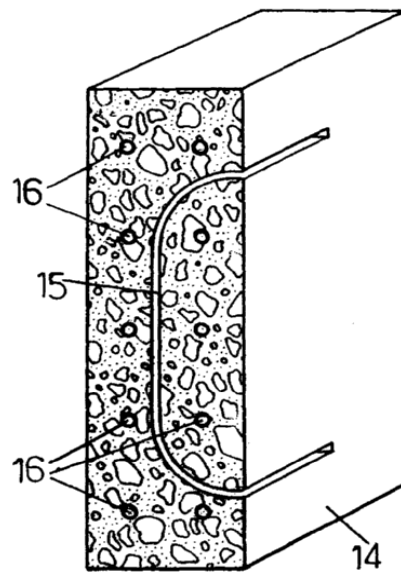


FIG. 3.

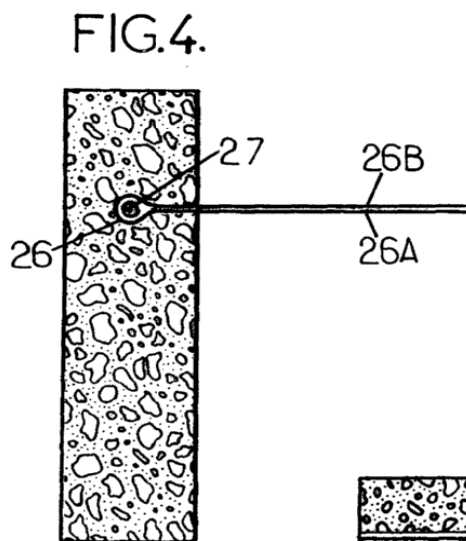


FIG. 4.

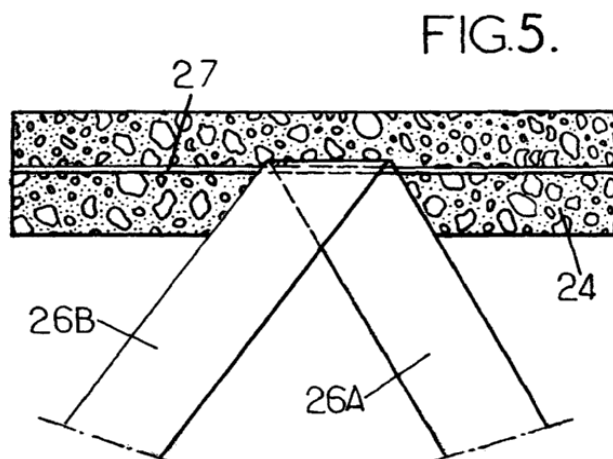


FIG. 5.

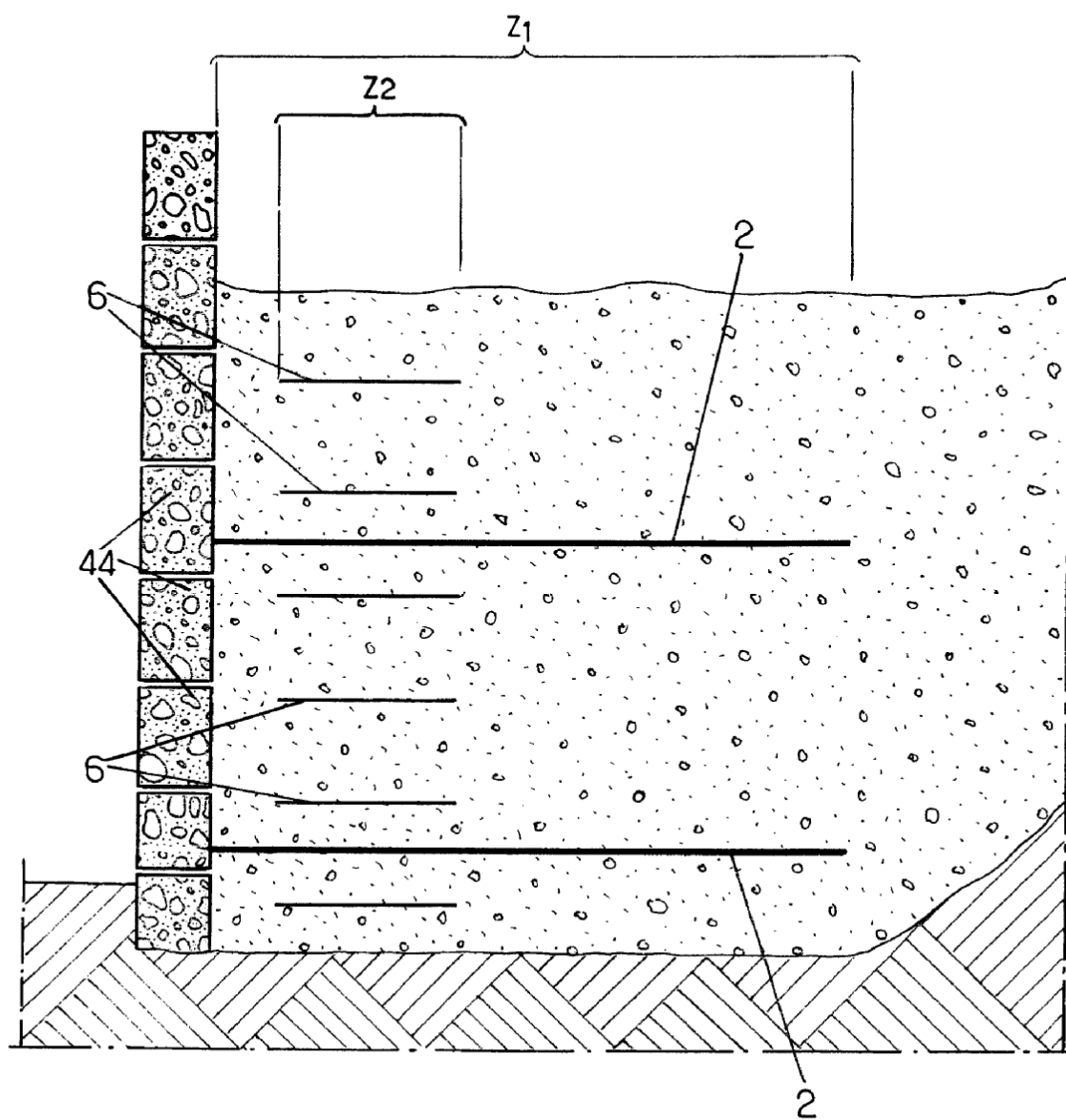


FIG.6.

