



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 343 780**

51 Int. Cl.:
E04G 23/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01945703 .5**

96 Fecha de presentación : **29.06.2001**

97 Número de publicación de la solicitud: **1298267**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.04.2003**

54 Título: **Método para reforzar una estructura, material de refuerzo de una estructura y estructura reforzada.**

30 Prioridad: **29.06.2000 JP 2000-196225**
31.08.2000 JP 2000-264335
31.08.2000 JP 2000-264342
31.08.2000 JP 2000-264388

73 Titular/es: **Nippon Oil Corporation**
3-12, Nishi Shinbashi 1-chome
Minato-ku, Tokyo 105-0003, JP

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.08.2010

72 Inventor/es: **Maeda, Toshiya;**
Mori, Yoshihide;
Tsubouchi, Kentarou y
Komaki, Hideyuki

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.08.2010

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 343 780 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

Método para reforzar una estructura, material de refuerzo de una estructura y estructura reforzada.

5 La presente invención se refiere a un método para reforzar estructuras de hormigón, tales como vigas, columnas, bloques, paredes, bloques, vigas RC, bloques, túneles de ferrocarril, túneles de carretera, túneles de montaña, túneles acueducto para estaciones de producción de energía hidroeléctrica, túneles para canales de toma, túneles para canales de toma a presión, otros diversos túneles, estructuras subterráneas tales como tubos Hume, que están sometidas a tensión tal como una presión interna y/o externa, puentes que tienen una superficie curva, y alcantarillas en forma de U, por medio de una hoja que contiene hilos de fibra de refuerzo. La presente invención se refiere también a refuerzos de estructuras para su uso en el método de refuerzo anterior, y a estructuras reforzadas con los mismos.

15 Recientemente se han visto algunas estructuras de hormigón o acero cuyas propiedades en el momento del diseño dejan de conservarse debido al deterioro de elementos estructurales a lo largo del tiempo. Se ha realizado el refuerzo o la reparación de tales estructuras, como por ejemplo el refuerzo para mejorar sus propiedades de resistencia a los terremotos, la reparación para suprimir el deterioro de elementos estructurales, o el refuerzo para mejorar su funcionalidad.

20 Los métodos de refuerzo convencionales incluyen, por ejemplo, fijar hojas que contienen fibras de refuerzo, tales como hojas con fibras de refuerzo y/o placas de material plástico reforzadas con fibras, sobre la superficie de una estructura que ha de ser reforzada para integrar la hoja con la estructura. Este método de refuerzo ha sido adoptado generalmente con muchos resultados satisfactorios. Por otra parte, también se conocen métodos para reforzar la superficie de hormigón de las paredes interiores de un túnel, que incluyen forrar la superficie exterior del hormigón con hormigón proyectado o con placas PC, y opcionalmente entibar con placas de forro y aceros H, y ajustar placas de acero. También se conocen métodos para reparar o reforzar túneles de canal de toma y similares para resolver problemas tales como fugas de agua, disminución de la resistencia debida a presiones internas y externas, o disminución en el suministro real de agua. Estos métodos incluyen, por ejemplo, un método de pulverización en el que un mortero que contiene fibras de acero o un hormigón que contiene fibras de acero, es pulverizado sobre la superficie del forro de hormigón existente, un método de pintura en el que el mortero de resina o el mortero que contiene fibras de acero es aplicado como una pintura sobre la superficie, un método de colada, y un método de fijación.

35 Entre los diversos métodos mencionados anteriormente, por ejemplo, cuando se lleva a cabo el método de fijar hojas que contienen fibras de refuerzo sobre una superficie de la estructura, usando hojas que son difíciles de romper y con una elevada resistencia a la tracción, las hojas proporcionan un excelente efecto reforzante, siempre y cuando las hojas se fijen a la estructura. En el estadio final de la vida de la estructura, sin embargo, las hojas que contienen fibras de refuerzo tienden a separarse de la estructura antes de romperse, perdiendo el efecto reforzante, lo que finalmente conduce a la rotura de la estructura.

40 Con el fin de subsanar tales inconvenientes, se han propuesto métodos para prevenir que se separen las hojas que contienen fibras de refuerzo de la estructura. Tales métodos incluyen, por ejemplo, proporcionar un material adicional que contiene fibras de refuerzo para fijar las hojas para refuerzo a la estructura, o fijar las hojas a la estructura por medio de anclajes o placas de metal. Con estos métodos, sin embargo, es difícil disfrutar del uso máximo de la resistencia de la hoja, o el proceso de trabajado puede complicarse. Además, en el caso de estructuras para túnel que tienen una superficie curva, incluso un pequeño desplazamiento tenderá a causar la separación de las hojas de la pared interior de la estructura del túnel, y por tanto es difícil de obtener el efecto reforzante.

50 El documento US 5.632.307 describe un método para reforzar partes defectuosas de una tubería en el cual se excava el suelo de los alrededores de la tubería para exponer las partes deterioradas, se retira cualquier posible material de protección de corrosión, y se limpia la superficie de la tubería. Las estrías, mellas y picaduras se rellenan con un material de relleno no curado, y la parte defectuosa de la tubería se envuelve con varias vueltas de un material de alta resistencia a la tracción, con una capa de adhesivo curable aplicada entre las vueltas adyacentes.

55 El documento JP-A-9 078 848 describe un método para reforzar una estructura, que comprende la etapa de proporcionar una capa de material flexible y una hoja que contiene hilos de fibra de refuerzo impregnados con una resina matriz sobre una superficie de una estructura de hormigón, de forma que dicha capa de material flexible está interpuesta entre dicha hoja y la estructura.

60 También se conoce un método en el que las hojas que contienen fibras de refuerzo son pegadas a la superficie interior de la pared de una estructura con un adhesivo. Sin embargo, los adhesivos convencionales son solamente para pegar las hojas, y se proporciona poco efecto de amortiguamiento entre las hojas y la estructura. Por tanto, no se consigue prevenir la separación de una forma suficiente y duradera. Incidentalmente, los adhesivos convencionales pueden formar solamente una capa que tiene un alargamiento a la tracción inferior al 5% a la carga máxima a 23°C.

65 Es por tanto un objeto de la presente invención proporcionar un método para reforzar una estructura con una hoja que contiene hilos de fibra de refuerzo, método por el cual la separación de la hoja se evita lo suficiente, incluso cuando la hoja es proporcionada sobre la superficie de estructuras tales como vigas, columnas, o vigas RC, o sobre superficies curvadas, se disfruta del uso máximo de la resistencia de la hoja, y las estructuras de hormigón o acero existentes son reforzadas de una manera efectiva.

ES 2 343 780 T3

Es otro objeto de la presente invención proporcionar, para reforzar una estructura con una hoja que contiene hilos de fibra de refuerzo, una hoja de refuerzo de la estructura que contiene hilos de fibra de refuerzo y un refuerzo de estructura que la utiliza, que se evita eficazmente que se separe, muestra la máxima resistencia, y es adecuada para un refuerzo fácil y suficiente.

Es otro objeto más de la presente invención proporcionar una estructura reforzada de hormigón o de acero cuya resistencia y duración son reforzadas.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método según la reivindicación 1ª.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona también un refuerzo de estructura según la reivindicación 12ª.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona además una estructura reforzada en la que el refuerzo de estructura mencionado anteriormente es proporcionado sobre una superficie de una estructura de hormigón; véase la reivindicación 13ª.

La Fig. 1 es una vista esquemática en perspectiva que muestra un material de refuerzo para una hoja que contiene hilos de fibra de refuerzo.

La Fig. 2 es una vista esquemática en perspectiva que muestra otro material de refuerzo para una hoja que contiene hilos de fibra de refuerzo.

La Fig. 3 es una vista esquemática en perspectiva que muestra otro material de refuerzo más para una hoja que contiene hilos de fibra de refuerzo.

La Fig. 4 es una vista esquemática en perspectiva que muestra otro material de refuerzo para una hoja que contiene hilos de fibra de refuerzo.

La Fig. 5 es una ilustración para explicar un método de refuerzo.

La Fig. 6 es una ilustración para explicar una realización de un método de refuerzo de acuerdo con la presente invención.

La Fig. 7 es una ilustración para explicar una realización de una estructura reforzada de acuerdo con la presente invención, que es una estructura de hormigón que tiene una superficie curva en su pared interior.

La Fig. 8 es una ilustración para explicar cómo se refuerza una pieza de ensayo usada en las pruebas de los Ejemplos 1-1 a 1-4 y Ejemplos Comparativos 1-1 a 1-3.

La Fig. 9 es una gráfica que muestra la distribución de la deformación de una hoja usada en el Ejemplo 1-1.

La Fig. 10 es una gráfica que muestra la relación entre la carga aplicada y el desplazamiento en las pruebas de los Ejemplos 1-1 y 1-3, y Ejemplos Comparativos 1-1 y 1-2.

La Fig. 11 es una gráfica que muestra la distribución de la deformación de la hoja usada en el Ejemplo Comparativo 1-2.

La Fig. 12 es una ilustración para explicar cómo se refuerza una pieza de ensayo usada en las pruebas de los Ejemplos 2-1 a 2-2 y Ejemplos Comparativos 2-1 a 2-2. Esto no debe considerarse como la presente invención.

La Fig. 13 es una vista esquemática frontal del aparato y la estructura de hormigón reforzada usados en la prueba de carga del Ejemplo 3-1 y otros.

La Fig. 14 es una vista esquemática lateral del aparato y de la estructura de hormigón reforzada de la Fig. 13.

La Fig. 15 es una vista frontal esquemática del aparato y de la estructura de hormigón semicilíndrica reforzada que se usan en la prueba de carga del Ejemplo 3-2 y otros.

La Fig. 16 es una vista esquemática lateral del aparato y de la estructura de hormigón semicilíndrica reforzada de la Fig. 15.

El método de refuerzo de acuerdo con la presente invención incluye la etapa (A) de proporcionar la hoja (a) sobre una superficie de una estructura de hormigón o de acero, con el material flexible en particular interpuesto entre la superficie y la hoja.

Cuando la estructura a reforzar es, por ejemplo, una columna o una pila, la etapa (A) es preferentemente proporcionar la hoja (a) sobre la superficie exterior de la estructura, con el material flexible particular interpuesto, de forma

ES 2 343 780 T3

que, cuando se pretende principalmente el refuerzo contra el doblado, los hilos de fibra de refuerzo de la hoja (a) se disponen en la dirección longitudinal o axial de la estructura o en la dirección de la tensión de tracción que se va a generar, mientras que cuando se pretende principalmente el refuerzo contra la cizalladura, los hilos de fibra de refuerzo se disponen en la dirección circular o en ángulo recto respecto de la dirección axial de la estructura o en la dirección de la tensión de cizalladura que se va a generar.

Cuando la estructura a reforzar es una viga o un viga RC, la etapa (A) es preferentemente proporcionar la hoja (a) sobre la superficie de la estructura, con el material flexible particular interpuesto, de forma que, cuando se pretende principalmente el refuerzo contra el doblado, los hilos de fibra de refuerzo de la hoja (a) se disponen en la dirección longitudinal o axial de la estructura o en la dirección de la tensión de tracción que se ha de generar, mientras que cuando se pretende principalmente el refuerzo contra la cizalladura, los hilos de fibra de refuerzo se disponen en la dirección circular o en ángulos rectos respecto de la dirección axial de la estructura o en la dirección de la tensión de cizalladura que se va a generar.

Cuando la estructura a reforzar es una cubierta o un bloque, la etapa (A) es preferentemente proporcionar la hoja (a) sobre la superficie superior y/o inferior de la estructura, con el material flexible particular interpuesto, de forma que, cuando se pretende principalmente el refuerzo contra el doblado, los hilos de fibra de refuerzo de la hoja (a) se disponen en la dirección longitudinal o axial de la estructura o en la dirección de la tensión de tracción que se ha de generar, mientras que cuando se pretende principalmente el refuerzo contra la cizalladura, los hilos de fibra de refuerzo se disponen en la dirección transversal o en ángulos rectos respecto de la dirección axial de la estructura, o en la dirección de la tensión de cizalladura que se va a generar.

Cuando la estructura a reforzar no tiene acero de refuerzo, la hoja (a) puede disponerse en cualquier dirección elegida adecuadamente.

Cuando la estructura a reforzar tiene una superficie curva en su pared interior, la etapa (A) es preferentemente proporcionar la hoja (a) al menos sobre la superficie curva en la pared interior de la estructura, con el material flexible particular interpuesto, de forma que los hilos de fibra de refuerzo de la hoja (a) se disponen a lo largo de la curvatura de la superficie curva.

Cuando la estructura a reforzar tiene una superficie de la pared interior anular, la etapa (A) es preferentemente proporcionar la hoja (a) continuamente en la dirección circular de la superficie de la pared interior sobre al menos una porción de la longitud de la estructura, con el material flexible en particular interpuesto, de forma que los hilos de fibra de refuerzo de la hoja (a) se disponen en la dirección circular de la pared interior anular.

La hoja (a) usada en la etapa (A) para reforzar una estructura particular tal como la mencionada anteriormente, puede ser preferentemente una hoja que contiene un material de refuerzo mostrado en las Fig. 1, 2, o 4 que se discuten más adelante.

El material flexible puede ser un material que contiene una resina termoendurecible o termoplástica, o resinas mezcla de las mismas. La resina termoendurecible puede ser, por ejemplo, una resina epoxi, de metilmetacrilato, o de metacrilato, o mezclas de las mismas. La resina termoplástica puede ser, por ejemplo, una resina de nilón, de policarbonato, de poliuretano, de polietileno, o de polipropileno, o mezclas de las mismas.

La resina contenida en el material flexible preferentemente tiene, cuando se cura sola, un módulo de elasticidad a la tracción de 0,1 a 50 N/mm², más preferentemente de 0,5 a 10 N/mm² a 23°C. El módulo de elasticidad a la tracción puede medirse de acuerdo con JIS K7113. El contenido de resina en el material flexible es normalmente de 50 a 100% en peso, preferentemente de 59 a 98% en peso, más preferentemente de 70 a 80% en peso.

Con el fin de mantener el material flexible dentro de un intervalo de viscosidad adecuado para formar una capa de material flexible, o de evitar el pandeo del material para facilitar la aplicación a la estructura, el material flexible puede contener opcionalmente una carga o un agente tixotrópico, según se desee, además de la resina, siempre y cuando se logren los objetivos de la presente invención. La adición de una carga reducirá ligeramente el alargamiento a la tracción a la carga máxima del material flexible, pero la resistencia a la tracción y el módulo de elasticidad a la tracción mejorarán.

La carga puede ser, por ejemplo, negro de humo, carbonato cálcico, talco, ácido silícico, silicato, o un pigmento inorgánico tal como albayalde, minio, amarillo de cromo, dióxido de titanio, cromato de estroncio, amarillo de titanio, u otro pigmento. El contenido de carga en el material flexible es normalmente de 0 a 50% en peso, preferentemente de 1 a 40% en peso, más preferentemente de 10 a 20% en peso.

Los agentes tixotrópicos son de tipo orgánico e inorgánico. Entre los agentes tixotrópicos inorgánicos, por ejemplo, pueden usarse preferentemente sílice de pirólisis, minerales de arcilla de esmectita, mica esponjosa, esmectita sintética, bentonita, negro de humo, y hectorita. El contenido de agente tixotrópico en el material flexible es normalmente de 0 a 50% en peso, preferentemente de 1 a 40% en peso, más preferentemente de 10 a 20% en peso.

El material flexible tiene un alargamiento a la tracción de 10 a 200%, preferentemente de 10 a 100%, a la carga máxima a 23°C. Al aplicar un material de partida para el material flexible a la superficie de una estructura, puede tener

ES 2 343 780 T3

lugar un indeseable alabeo del material, que a veces puede evitarse ajustando el alargamiento a la tracción a carga máxima en un valor más bajo. Por otra parte, el material flexible tiene un alargamiento a la tracción a la carga máxima mayor que el de la resina de la matriz para pegar la hoja (a), las cuales resinas se discutirán más adelante. La resistencia a la tracción del material flexible es de 0,1 a 50 N/mm² a 23°C. El alargamiento a la tracción a la carga máxima y la resistencia a la tracción del material flexible pueden medirse de acuerdo con JIS K7113.

Ajustando el alargamiento a la tracción a carga máxima y la resistencia a la tracción del material flexible a 23°C, así como el módulo de elasticidad a la tracción a 23°C, de la resina en el material flexible, si la contiene, para que esté dentro de los intervalos anteriores, se evita la separación de la hoja (a), y puede disfrutarse del máximo uso de la resistencia de la hoja (a). Además, se prefiere particularmente que el material flexible tenga un alargamiento a la tracción de 10 a 200%, más preferentemente de 10 a 100%, a carga máxima a 5°C, y una resistencia a la tracción de 0,1 a 50 N/mm² a 5°C. También es particularmente preferido que la resina contenida en el material flexible, si la hay, tenga un módulo de elasticidad a la tracción de 0,1 a 50 N/mm², más preferentemente de 0,5 a 10 N/mm² a 5°C, cuando se cura solo. Con tal material flexible que es capaz de mantener las propiedades del material anteriores incluso a temperaturas más bajas, puede proporcionarse un excelente efecto reforzante incluso bajo las condiciones en frío.

El material flexible puede elegirse entre productos disponibles comercialmente, tales como EE50, EE50W, o EE60, todos ellos fabricados por TOHO EARTHTECH, INC.

El material flexible se proporciona en forma de una capa sobre la superficie de la estructura que se ha de reforzar, bien sea directamente o bien a través de otras capas proporcionadas opcionalmente si se desea, tal como una capa de imprimación. El espesor de la capa de material flexible no está limitado particularmente, y normalmente es de 100 a 2000 µm, preferentemente de 200 a 1000 µm.

La capa de material flexible actúa dispersando y transmitiendo la tensión generada en la estructura a la hoja (a). A la capa de material flexible puede dársele una mejor adhesión a la hoja (a) modificando su superficie, es decir, la superficie frente a la hoja (a), mediante un tratamiento físico o químico, si se desea. El tratamiento físico puede ser el corrugamiento de la superficie por amolado o papel de lija o tratamiento con ultrasonidos. El tratamiento químico puede ser la oxidación parcial de la superficie o la adición de grupos funcionales a la superficie, tal como el tratamiento con radiación corona, plasma, o un agente oxidante. Estos tratamientos pueden efectuarse preferentemente, en particular, cuando el material flexible contiene una resina de polietileno o polipropileno, o una resina similar.

La capa de material flexible puede ser formada (i) aplicando un material de partida líquido para el material flexible sobre la superficie de la estructura que se ha de reforzar y después curando el material, o (ii) fijando un material que tiene el material flexible y está conformado como una película, hoja, o forma similar, sobre la superficie de la estructura que se ha de reforzar.

Cuando la capa de material flexible se ha de formar por el método anterior (i), se usa un material de partida que, cuando se cura, muestra los valores concretos de alargamiento a la tracción a carga máxima y de resistencia a la tracción mencionados anteriormente. Por ejemplo, puede usarse un material de partida compuesto de las resinas termoendurecibles y/o termoplásticas mencionadas anteriormente, o mezclarse más el material de partida con la carga y/o el agente tixotrópico. Aquí se prefiere, como resina termoendurecible, un tipo endurecible a temperatura ambiente, por su buena manejabilidad. También se prefieren las resinas de dos componentes.

La resina termoendurecible de tipo endurecible a temperatura ambiente tiene preferentemente, como material de partida para el material flexible, un tiempo de posado de 30 minutos a 5 horas, más preferentemente de 30 minutos a 2 horas, a 20°C, a la vista de su manejabilidad. El tiempo requerido para curar una capa aplicada de la resina termoendurecible a 20°C es preferentemente de 1 a 24 horas, más preferentemente de 1 a 12 horas, a la vista de la programación del trabajo. El tiempo requerido para que el material de partida para el material flexible manifieste la resistencia de diseño es normalmente de 1 a 20 días, preferentemente de 1 a 7 días, a 20°C. La viscosidad del material de partida para el material flexible, medida de acuerdo con JIS K6833, es normalmente de 50 a 1000000 mPa.s, preferentemente de 5000 a 300000 mPa.s, a 20°C, para facilitar la aplicación.

El material de partida para el material flexible puede ser aplicado uniformemente por medio de un cepillo de rodillos, espátulas de goma, paletas o útiles de este tipo, para que tenga el espesor adecuado que se mencionó anteriormente.

El material de partida para el material flexible, cuando contiene una resina termoendurecible, puede ser curado calentando hasta su temperatura de curado, con un cepillo de rodillo caliente o un secador, después de su aplicación a la superficie de una estructura que se ha de reforzar. Cuando el material de partida contiene una resina termoendurecible del tipo endurecible a temperatura ambiente, el material de partida puede ser curado simplemente dejando reposar el material a temperatura ambiente durante un periodo de tiempo requerido para la manifestación de su resistencia de diseño.

Cuando la capa de material flexible se ha de formar por el método anterior (ii), el material de partida para el material flexible puede contener preferentemente una resina termoplástica o una resina termoendurecible flexible.

ES 2 343 780 T3

El material que tiene el material flexible y conformado en una forma particular puede ser fijado normalmente por un método convencional elegido adecuadamente, tal como por fusión con calor o por pegado con un adhesivo. El adhesivo se elige preferentemente entre aquellos que son capaces de pegar la capa de material flexible a la estructura que se ha de reforzar, con una resistencia de unión más elevada que la resistencia de la estructura, y es preferentemente del mismo tipo de material que el material de partida para el material flexible.

La hoja (a) usada en el método de refuerzo de la presente invención contiene hilos de fibra de refuerzo. Las fibras de refuerzo de los hilos de fibra de refuerzo pueden ser fibras de carbono, fibras de vidrio, fibras de cerámica, fibras de aramida, fibras de carburo de silicio, o combinaciones de las mismas, siendo las fibras de carbono particularmente preferidas por su peso ligero y su resistencia a la corrosión. Las fibras de carbono pueden ser fibras de carbono basadas en resina, fibras de carbono basadas en poliacrilonitrilo (PAN), o combinaciones de las mismas.

Cuando se requiere que las fibras de carbono tengan una elevada elasticidad, normalmente pueden usarse fibras de carbono basadas en resina tales como XN60 fabricadas por NIPPON GRAPHITE FIBER CORPORATION. Cuando se requiere que las fibras de carbono tengan una elevada resistencia, normalmente pueden usarse fibras de carbono basadas en poliacrilonitrilo, tales como T700SC o T300, ambas fabricadas por TORAY INDUSTRIES, INC., UT500 fabricada por TOHO RAYON KABUSHIKI KAISHA, o TR30 fabricada por MITSUBISHI RAYON CO., LTD.

Las fibras de refuerzo se hacen en tejidos bidimensionales, tejidos unidireccionales, o material unidireccionales, que se usan como los hilos de fibra de refuerzo que componen la hoja (a).

La hoja (a) está en forma de una placa de material plástico que contiene hilos de fibra de refuerzo.

Normalmente se prefiere que la hoja (a) tenga un peso superficial de fibra de 100 a 800 g/m², 1000 a 10000 filamentos por hilo de fibra de refuerzo, una resistencia a la tracción de 2000 a 5000 N/mm², y un módulo de elasticidad a la tracción de 2×10^5 a 1×10^6 N/mm².

La hoja que contiene hilos de fibra de refuerzo de acuerdo con la presente invención es una hoja (a) que contiene un material de refuerzo que tiene una diversidad de hilos de fibra de refuerzo longitudinales dispuestos paralelos entre sí en una dirección longitudinal de la hoja, la cual hoja se denomina hoja (1). Los ejemplos preferidos de hoja (1) de la presente invención pueden incluir las hojas siguientes:

La hoja (2) en la que el material de refuerzo de la hoja (1) tiene además una diversidad de hebras transversales dispuestas paralelas entre sí en una dirección transversal de la hoja. Las hebras transversales son hilos transversales de fibra de refuerzo y/o hebras suplementarias transversales, y los hilos longitudinales de fibra de refuerzo y las hebras transversales forman una estructura tejida.

La hoja (3) en la que los hilos de fibra de refuerzo longitudinales y las hebras transversales en la hoja (2) están pegados y fijados entre sí con elementos de fijación.

La hoja (4) en la que el material de refuerzo de la hoja (1) tiene además una diversidad de hebras suplementarias longitudinales dispuestas paralelas entre sí en la dirección longitudinal de la hoja, y una diversidad de hebras suplementarias transversales dispuestas paralelas entre sí en la dirección transversal de la hoja. El material de refuerzo tiene una estructura tejida en la que los hilos longitudinales de fibra de refuerzo están sustancialmente no torcidos con las hebras suplementarias longitudinales y transversales.

La hoja (5) que contiene el material de refuerzo de una cualquiera de las hojas (1) a (4) y un soporte para soportar el material de refuerzo. El material de refuerzo es fijado al soporte por medio de un aglutinante.

La hoja (3) que cae dentro del concepto de la hoja (2) puede ser, por ejemplo, una hoja de tipo tela en la que una de sus urdimbres y sus tramas son los hilos de fibra de refuerzo, y los otros son hebras suplementarias hechas de fibras que contienen una resina termoplástica. Las fibras que contienen una resina termoplástica pueden ser fibras de una resina termoplástica, o cualquier fibra que tenga una resina termoplástica o fibras termoplásticas pegadas a la misma. Las urdimbres y tramas están pegadas y fijadas entre sí con la resina termoplástica en las fibras que contienen una resina termoplástica.

La hoja (5) puede ser, por ejemplo, una hoja que tiene los hilos de fibra de refuerzo dispuestos unidireccionalmente y un entramado de tipo red que contiene una resina termoplástica. El entramado está montado sobre la hoja y fijado a ella por medio de la resina termoplástica en las fibras que contienen una resina termoplástica.

La hoja (3) que cae dentro del concepto de hoja (1) o (2) puede ser, por ejemplo, una hoja que contiene material de refuerzo 10 mostrada en la Fig. 1. El material de refuerzo 10 es un material que tiene una diversidad de hilos de fibra de refuerzo 1a dispuestos paralelos entre sí en la dirección longitudinal de la hoja, y una diversidad de hebras suplementarias transversales 2a. Las hebras 1a y las hebras 2a se entrecruzan entre sí para formar un tejido de fibra de refuerzo unidireccional. Los hilos de fibra de refuerzo 1a y las hebras suplementarias transversales 2a están pegadas y fijadas entre sí con elementos de fijación 3.

La hoja (3) que cae dentro del concepto de hoja (1), (2) o (4) puede ser, por ejemplo, una hoja que contiene material de refuerzo 20 mostrado en la Fig. 2. El material de refuerzo 20 es un material en el que el conjunto (X) de una diversidad de hilos de fibra de refuerzo 1a dispuestos paralelos entre sí en la dirección longitudinal de la hoja y orientados unidireccionalmente en la forma de una hoja, el conjunto (Y) de una de hebras suplementarias transversales 2a dispuestas en los lados frontal y posterior del conjunto (X), y el conjunto (Z) de hebras suplementarias longitudinales 2b dispuestas en ángulo recto respecto del conjunto (Y) y paralelas al conjunto (X), forman una tela tejida sin curvado sustancial, de los hilos de fibra de refuerzo 1a. Los hilos de fibra de refuerzo 1a, las hebras suplementarias transversales 2a, y las hebras suplementarias transversales 2b son pegadas y fijadas entre sí con los elementos de fijación 3 en las localizaciones apropiadas.

La hoja (3) que cae dentro del concepto de la hoja (1) o (2) puede ser, por ejemplo, una hoja que contiene material de refuerzo 30 mostrado en la Fig. 3. El material de refuerzo 30 es una tela tejida plana bidireccional de hilos de fibra de refuerzo, en la que una diversidad de hilos de fibra de refuerzo 1a dispuestos paralelos entre sí en la dirección longitudinal de la hoja están dispuestos en ángulos recto respecto a una diversidad de hilos de fibra de refuerzo 1b transversales. Los hilos de fibra de refuerzo 1a longitudinales y los hilos de fibra de refuerzo 1b transversales son pegados y fijados entre sí con los elementos de fijación 3.

La hoja (5) que cae dentro del concepto de hoja (1) puede ser, por ejemplo, una hoja que contiene material de refuerzo 40 mostrado en la Fig. 4. El material de refuerzo 40 es un material en el que el soporte de tipo malla 4 es fijado por medio de un aglutinante 5 a un lado de una hoja hecha de una diversidad de hilos de fibra de refuerzo 1a dispuestos paralelos entre sí en la dirección longitudinal de la hoja.

El material del aglutinante 5 no está particularmente limitado, y puede elegirse entre aquellos que son similares a los materiales para la resina matriz que se discuten más adelante. La cantidad de aglutinante de 5 a aplicar es preferentemente de 3 a 7 partes en peso basado en 100 partes en peso de hilos de fibra de refuerzo 1a.

En los diversos materiales de refuerzo mencionados antes, los hilos de fibra de refuerzo longitudinales 1a pueden ser o no pegados y fijados a las hebras suplementarias transversales 2a o hilos de fibra de refuerzo transversales 1b por medio de los elementos de fijación 3 hechos, por ejemplo, de un polímero de punto de fusión bajo. Los elementos de fijación 3 pueden estar contenidos de antemano en los hilos de fibra de refuerzo longitudinales 1a, las hebras suplementarias transversales 2a, o los hilos de fibra de refuerzo transversales 1b.

El material de los elementos de fijación 3 no está particularmente limitado, y puede ser, por ejemplo, nilón, copolímeros de nilón, poliéster, cloruro de vinilideno, cloruro de vinilo, poliuretano, o mezclas de los mismos, siendo los copolímeros de nilón particularmente preferidos. Las hebras suplementarias transversales 2a y las hebras suplementarias longitudinales 2b están hechas preferentemente de fibras de vidrio.

Una placa de material plástico se ha de usar como hoja (a); tal placa de material plástico puede prepararse impregnando el material de refuerzo en forma de tejido bidimensional, tejido unidireccional, o material unidireccional, con un material que contiene una resina matriz, y curando por calentamiento en forma de placa.

La resina matriz puede ser una resina termoendurecible o termoplástica, o mezclas de las mismas. La resina termoendurecible puede ser, por ejemplo, una resina epoxi, de metilmetacrilato, o de metacrilato, o mezclas de las mismas. La resina termoplástica puede ser una resina de nilón, policarbonato, poliuretano, polietileno, o polipropileno, o mezclas de las mismas, y preferentemente tiene una buena adhesión.

De acuerdo con el método de refuerzo de la presente invención, se proporciona la hoja (a) sobre la superficie de una estructura que se ha de reforzar, con el material flexible interpuesto entre ellas. Aquí, la hoja (a) puede ser proporcionada sobre la superficie del material flexible bien sea directamente o bien mediante otras capas proporcionadas opcionalmente, tales como una capa primera ("undercoating").

De acuerdo con el método de refuerzo de la presente invención, pueden proporcionarse opcionalmente otras capas tales como una sobrecapa "overcoating" y una capa de acabado, sobre la hoja (a). Por ejemplo, aplicando un material de resina matriz como capa primera "undercoating" antes de la fijación de la hoja (a), y aplicando la resina de la matriz de nuevo como sobrecapa "overcoating" después de la fijación de la hoja (a), puede obtenerse una capa compuesta de hoja (a) y la resina de la matriz, que tiene una elevada resistencia. Cuando se usa como hoja (a) la placa de material plástico mencionada anteriormente, la placa de material plástico puede ser fijada a la superficie del material flexible con un adhesivo.

El espesor de la hoja (a) no está particularmente limitado. El alargamiento a la rotura de la hoja (a) puede ser preferentemente de 0,5 a 3,0%, más preferentemente de 0,6 a 2,0%.

Las estructuras de hormigón a las que se ha de aplicar el método de refuerzo de la presente invención no están particularmente limitadas y pueden incluir estructuras diversas tales como columnas, vigas, bloques, paredes, vigas RC, bloques, bloques, túneles, tubos, tuberías, ductos, conductos, puentes que tienen una superficie curva, y alcantarillas en forma de U. Las estructuras que se han de reforzar incluyen no solo construcciones existentes, sino también estructuras que se han de hacer en edificios, tales como partes de hormigón o acero que se manufacturan en fábricas.

ES 2 343 780 T3

En la presente invención, “refuerzo” significa no solo el refuerzo de estructuras no deterioradas, sino también la reparación de estructuras deterioradas. Las estructuras que tienen una superficie curva incluyen, por ejemplo, estructuras que tienen una superficie curva que se extiende longitudinalmente con radios no menores de 300 mm, mientras que las estructuras que tienen una superficie de la pared interior anular incluyen, por ejemplo, estructuras que tienen una superficie de la pared interior anular con el radio no inferior a 300 mm. Específicamente, también pueden incluirse las estructuras que tienen una superficie curva que se extiende longitudinalmente en su pared interior o una superficie de la pared interior anular que son construidas en el terreno y puestas bajo esfuerzo, tal como una presión interna y/o externa, tales como túneles de ferrocarril, túneles de carretera, túneles de montaña, túneles de acueducto para estaciones de potencia hidroeléctrica, túneles de acueductos agrícolas, túneles para canales de toma para suministro de agua y obras de desagüe, túneles de canales de toma para aguas industriales, túneles de canales de toma para canales de descarga para ríos, túneles de canales de toma a presión, y tubos Hume.

Un ejemplo específico del proceso de trabajo del presente método de refuerzo incluye, por ejemplo, formar secuencialmente cada capa como se desea en la superficie de la estructura que se ha de reforzar, tal como una capa de imprimación, una capa de material flexible, una capa *undercoating*, hoja (a), una capa *overcoating*, y una capa de acabado. De estas capas, la capa de material flexible y la hoja (a) son esenciales y las otras capas pueden ser formadas opcionalmente. Normalmente estas capas pueden formarse secuencialmente a partir de la capa más próxima a la superficie de la estructura. Sin embargo, en algunos casos puede formarse de antemano un refuerzo de estructura que contiene un compuesto de la capa de material flexible y la hoja (a), y fijarlo después a la superficie de la estructura.

Un ejemplo de método de refuerzo se explica a continuación con referencia a la Fig. 5.

Con referencia a la Fig. 5, el número 11 se refiere a una estructura que se ha de reforzar. En primer lugar, la superficie de la estructura 11 es pretratada como se desee, por ejemplo mediante limpieza. Cuando la estructura está hecha de hormigón, los dientes o roturas en la superficie pueden también ser pretratadas mediante amolado o con un material de preparación de la superficie. La limpieza puede efectuarse con un disco de lija, trapos de borras, o un disolvente orgánico, o mediante un soplado con chorro de arena o lavado a alta presión.

El material de preparación de la superficie puede ser una resina que tiene una resistencia a la compresión que es igual o mayor que la resistencia del hormigón, tal como una masilla de resina epoxi o el mortero de resina epoxi. Los dientes y roturas pueden rellenarse con tal resina en el pretratamiento. También se prefiere redondear las esquinas salientes y entrantes en la etapa de pretratamiento. Cuando los pretratamientos deseados son completados, las posiciones de las hojas (a) a fijar pueden marcarse como se desee.

A continuación, se aplica la imprimación sobre la superficie de la estructura 11 con un cepillo de rodillo o un instrumento similar, y se seca para formar la capa de imprimación 12. El imprimador puede ser un material que tiene una buena adhesión a la estructura 11 y a la capa de material flexible 13, tal como una resina epoxi disolvente o no disolvente.

La viscosidad de mezcla del imprimador es normalmente de 1 a 10000 mPa.s, preferentemente de 10 a 5000 mPa.s a 20°C en vista de la manejabilidad.

La temperatura a la que se aplica el imprimador preferida es normalmente de -10°C a 50°C. La cantidad de imprimador a aplicar es normalmente de 0,01 a 1 kg/m², preferentemente de 0,1 a 0,5 kg/m². El tiempo que se requiere para secar el imprimador a 20°C es normalmente de 1 a 24 horas, preferentemente de 1 a 12 horas.

Después de formarse la capa de imprimador 12, se aplica opcionalmente un material igualador tal como una masilla, para suavizar las desigualdades de la superficie de la capa de imprimador, y entonces la capa de material flexible 13 se forma sobre el mismo por un método tal como los mencionados anteriormente. En vez de aplicar el material igualador, tal como una masilla, la capa de material flexible 13 puede formarse de manera que suavice las desigualdades de la superficie de la capa de imprimador. En este caso, pueden añadirse los componentes del material igualador al material flexible si se desea. Una vez formada la capa de material flexible 13, la superficie de la capa 13 puede ser modificada si se desea mediante un tratamiento químico o físico. Después puede aplicarse opcionalmente un material de resina de la matriz o material similar para la primera capa *undercoating* 14. El material de la resina matriz puede elegirse adecuadamente entre los ejemplos mencionados antes de resina de la matriz que tiene una buena adhesión al material flexible.

El material de la resina de la matriz puede contener, además de la resina, una carga o un agente tixotrópico adecuada con el fin de mantener el material dentro de un intervalo de viscosidad adecuado o para prevenir el pandeo al aplicarlo, siempre y cuando los objetivos de la presente invención sean alcanzados. Tales carga y agente y tixotrópico pueden elegirse adecuadamente entre los ejemplos listados anteriormente en la discusión del material flexible. El contenido de carga y/o de agente tixotrópico en el material de la resina de la matriz es preferentemente de 1 a 20% en peso.

Cuando el material de la resina de la matriz contiene una resina endurecible a temperatura ambiente, el tiempo de posado de la resina es preferentemente de 30 minutos a 5 horas, más preferentemente de 30 minutos a 2 horas a 20°C en vista de la manejabilidad del material de la resina de la matriz. El tiempo requerido para curar una capa pintada del material de la resina matriz a 20°C es preferentemente de 1 a 24 horas, más preferentemente de 1 a 12 horas con miras a la programación del trabajo.

ES 2 343 780 T3

El tiempo requerido para que el material de la resina de la matriz manifieste su resistencia de diseño es normalmente de 1 a 20 días, preferentemente de 1 a 7 días a 20°C. La viscosidad del material de la resina de la matriz es normalmente de 10 a 100000 mPa.s, preferentemente de 100 a 50000 mPa.s a 20°C, con miras a la facilidad de permeación y desespumado.

5

El material de la resina de la matriz para la primera capa *undercoating* puede ser aplicado por medio de un cepillo de rodillo, una espátula de goma, o un útil similar, de forma que normalmente se aplica de una manera uniforme de 0,1 a 2 kg/m², preferentemente de 0,2 a 1 kg/m² del material.

10

A continuación, la hoja 15 como hoja (a) se fija a la capa *undercoating* 14. Esta etapa puede incluir pegar la hoja 15 en la posición marcada mencionada anteriormente inmediatamente después de la aplicación del material de la capa *undercoating* 14, y apretar la superficie de la hoja 15 con una espátula de goma, un cepillo de rodillo caliente, un cepillo de rodillo de desespumado, o una herramienta similar, preferentemente en la dirección de los hilos de fibra de refuerzo, más preferentemente desde el centro hacia los bordes de la hoja 15 a lo largo de los hilos de fibra de refuerzo.

15

Mediante estas etapas, la hoja 15 se impregna con el material de la resina de la matriz y se eliminan las burbujas de aire de la hoja 15, dejando una superficie lisa.

20

En la etapa de fijar la hoja 15, una excesiva longitud de la hoja 15 perturbará la operación. Así la hoja 15 puede ser cortada a la longitud apropiada, y pueden empalmarse una diversidad de hojas cortadas. En este caso, y con el fin de proporcionar una resistencia suficiente, se prefiere empalmar las hojas con una anchura de solapamiento no inferior a 100 mm en la dirección para asegurar la resistencia.

25

A continuación, se aplica un material de la resina de la matriz para la capa *overcoating* 16 sobre la hoja 15. Esta etapa puede incluir aplicar el mismo material de la resina de la matriz que se usa para la etapa de la capa de *undercoating*, por medio de un cepillo de rodillo, una espátula de goma, o un útil similar, de forma que normalmente se aplica de una manera uniforme de 0,05 a 2 kg/m², preferentemente de 0,1 a 1 kg/m² del material.

30

En cada una de las etapas mencionadas anteriormente, se prefiere eliminar inmediatamente las burbujas, las arrugas y los retorcimientos de las fibras, si los hay. También se prefiere proporcionar una protección suficiente contra el ensuciamiento y la lluvia.

35

Finalmente, se lleva a cabo una etapa de acabado. Esta etapa puede incluir aplicar un recubrimiento a prueba de intemperie tal como uno de resina de uretano o fluororresina, o un material de cemento de polímero, sobre la capa *overcoating* 16, para formar una capa protectora 17.

40

En los ejemplos del procedimiento de trabajo discutido hasta ahora, se proporciona solamente una capa de la hoja que contiene hilos de fibra de refuerzo. Sin embargo, en el presente método de refuerzo, también pueden proporcionarse dos o más capas de las hojas que contienen hilos de fibra de refuerzo. Dos o más capas de las hojas pueden ser proporcionadas repitiendo las etapas de aplicar la capa *undercoating*, fijar la hoja, y aplicar la capa *overcoating* el número de veces que se desee.

45

Un ejemplo del método de refuerzo de acuerdo con la presente invención usando una placa de material plástico reforzado con fibra hoja (a) se discute con referencia a la Fig. 6.

50

Como en el ejemplo de proceso de trabajo que se muestra en la Fig. 5, el método de refuerzo de la presente invención puede realizarse, en primer lugar, pretratando la superficie de la estructura 11 que se ha de reforzar, marcando, formando la capa de imprimador 12, y suavizando las desigualdades en la superficie de la capa, según se desee. Después se forma la capa de material flexible 13, se modifica opcionalmente la superficie de la capa de material flexible 13, y se forma una capa *undercoating* (no mostrada) como se desee. La placa de material plástico reforzado con fibra 15' se fija a la capa de material flexible 13 con un adhesivo y a continuación se forma una capa de acabado (capa protectora) 17.

55

El adhesivo para fijar la placa de material plástico reforzado con fibra 15' es capaz de proporcionar una resistencia de unión entre la capa de material flexible y la placa 15' mucho mayor que la resistencia a la tracción del hormigón.

60

El adhesivo puede contener una resina tal como una resina termoendurecible o endurecible a temperatura ambiente, siendo esta última la preferida por su manejabilidad. Los ejemplos de resinas termoendurecibles y termoplásticas incluyen los mencionados anteriormente, entre los cuales puede elegirse una que sea adecuada para ser usada. El adhesivo puede contener también, además de la resina, una carga o un agente tixotrópico adecuados, con el fin de mantener el adhesivo dentro de un margen de viscosidad adecuado o para prevenir el pandeo al aplicarlo, siempre y cuando se alcancen los objetivos de la presente invención. Los ejemplos de tal carga y tal agente tixotrópico incluyen los mencionados anteriormente, entre los cuales puede elegirse uno adecuado para ser usado. El contenido de carga y/o agente tixotrópico en el adhesivo es preferentemente de 1 a 20% en peso.

65

Cuando el adhesivo contiene una resina endurecible a temperatura ambiente, el tiempo de posado de la resina es preferentemente de 30 minutos a 5 horas, más preferentemente de 30 minutos a 2 horas con miras a la manejabilidad del adhesivo. El tiempo requerido para curar una capa pintada del adhesivo a 20°C es preferentemente de 1 a 24 horas, más preferentemente de 1 a 12 horas, a la vista de la programación del trabajo.

ES 2 343 780 T3

El adhesivo puede ser aplicado por medio de un cepillo de rodillo, una espátula de goma, o una herramienta similar, de forma que normalmente se aplican uniformemente de 0,05 a 3 kg/m², preferentemente de 0,2 a 2 kg/m² del adhesivo.

En el ejemplo del procedimiento de trabajo discutido anteriormente, se proporciona solamente una capa de la placa de material plástico reforzado con fibra. Sin embargo, en el presente método de refuerzo, también pueden proporcionarse dos o más capas de las placas de material plástico reforzadas con fibras. Pueden proporcionarse dos o más capas de las placas repitiendo la etapa de fijación de la placa de material plástico con el adhesivo el número de veces que se desee.

El refuerzo de estructuras de la presente invención es un elemento para reforzar estructuras de hormigón o acero, y tiene una capa de material flexible y una hoja que contiene hilos de fibra de refuerzo. La capa de material flexible tiene un alargamiento a la tracción de 10 a 200% a la carga máxima a 23°C, y una resistencia a la tracción de 0,1 a 50 N/mm² a 23°C. El material flexible y la hoja que contiene hilos de fibra de refuerzo son los mismos que el material flexible y la hoja (a) mencionados anteriormente. El refuerzo de estructura puede tener opcionalmente otras capas y materiales mencionados anteriormente, si se desea.

Mediante el método de refuerzo o el refuerzo de estructuras de la presente invención, pueden ser reforzadas fácilmente estructuras ya existentes. Para reforzar un túnel de carretera, por ejemplo, no es necesario cerrar el túnel, y durante el trabajo pueden abrirse las pistas en un sentido. Además, el túnel puede ser utilizado inmediatamente después de terminar el trabajo.

La fijación del refuerzo de estructuras puede ser seguida por la operación de hincar anclajes a través del refuerzo de estructuras en el suelo en intervalos concretos, y fijar las cabezas del anclaje con placas de hierro o pernos. Los anclajes al suelo pueden ser hincados alternativamente hincándolos en el suelo antes de la fijación del refuerzo de estructuras o la hoja (a). Combinando la presente invención con anclajes al suelo, se asegura una mayor seguridad en la prevención del descascarillado de los bloques de hormigón.

El procedimiento de trabajo anterior se ejecuta normalmente usando una instalación de construcción dedicada especial que tiene transportes, dependiendo del tamaño del área en sección de la estructura que se ha de reforzar, así como del margen, la escala y las condiciones de construcción. Sin embargo, el proceso de trabajo puede ejecutarse también por medio de maquinaria robotizada o trabajo humano, usando transportes de uso general y andamiaje temporal. Cuando la estructura a reforzar tiene un área transversal grande, el proceso de trabajo puede ser ejecutado mecánicamente, usando un robot que es capaz de fijar el refuerzo de la estructura o la hoja (a) y de aplicar la resina epoxi.

Combinando el refuerzo de estructura de la presente invención con el refuerzo de anclaje con elementos de anclaje, la suspensión de la estructura, o el entibamiento, o con la inyección de una carga hueca para la superficie del hormigón o un agente de mejora del suelo en el forro del hormigón o el suelo, la tensión interna que actúa el forro de hormigón se equilibra, y el efecto reforzante puede mejorarse aún más.

El método de refuerzo de la presente invención puede ser adaptado con bastante flexibilidad al grado y la escala del refuerzo requerido por la estructura, puede ser ejecutado usando una instalación provisional de una escala relativamente pequeña, y puede ser adaptada a una diversidad de trabajos especiales bajo condiciones diversas.

El refuerzo de estructura de la presente invención puede ser fabricado *in situ* durante el trabajo, como se mencionó anteriormente, o, alternativamente, puede ser fabricado de antemano como un laminado que ha sido curado y conformado en un tamaño y espesor adecuados, y fijado a la superficie de la estructura por medio de una capa de adhesivo y similares.

La estructura reforzada de acuerdo con la presente invención es una estructura en la que el refuerzo de estructura anterior ha sido proporcionado sobre la superficie de una estructura de hormigón o de acero que se ha de reforzar, con la capa de material flexible del refuerzo de estructura interpuesta entre la superficie de la estructura y la hoja que contiene hilos de fibra de refuerzo, e incluye estructuras reforzadas por el método de refuerzo anterior. Cuando la estructura reforzada tiene una superficie curva en su pared interior, se prefiere que el refuerzo de estructura haya sido proporcionado al menos sobre la superficie curva en la pared interior de la estructura, con los hilos de fibra de refuerzo de la hoja (a) del refuerzo de estructura dispuestos a lo largo de la curvatura de la superficie curva, y con la capa de material flexible del refuerzo de estructura interpuesta entre la hoja (a) y la superficie de la pared interior de la estructura. Cuando la estructura reforzada tiene una superficie de la pared interior anular, se prefiere que el refuerzo de estructura haya sido proporciona continuamente en la dirección circular de la superficie de la pared interior sobre al menos una porción de la longitud de la estructura, con los hilos de fibra de refuerzo de la hoja (a) del refuerzo de estructura dispuestos en la dirección circular de la pared interior anular, y con la capa de material flexible del refuerzo de estructura interpuesta entre la hoja (a) y la superficie de la pared interior de la estructura.

Un ejemplo de la estructura reforzada de acuerdo con la presente invención se muestra en la Fig. 7, que tiene una superficie curva en su pared interior.

La estructura reforzada 70 tiene la estructura 71 que tiene una superficie curva que se extiende longitudinalmente, y una capa de imprimación 72, capa de material flexible 73, capa *undercoating* 74, hoja 75 como hoja (a), capa *overcoating* 76, y capa de acabado de la superficie 77 formadas por este orden hacia fuera desde la superficie curva de la pared interior de la estructura 71.

En la estructura reforzada 70, solamente se ha proporcionado una capa de la hoja que contiene hilos de fibra de refuerzo. Sin embargo, de acuerdo con la presente invención, también pueden proporcionarse dos o más capas de las hojas que contienen hilos de fibra de refuerzo. Pueden proporcionarse dos o más capas de las hojas repitiendo las etapas de aplicación de la capa *undercoating*, fijación de la hoja de fibras de refuerzo, y aplicación de la capa *overcoating* el número de veces que se desee.

La estructura reforzada que tiene el refuerzo de estructura así formada en su superficie curva, muestra una resistencia y una rigidez que son un par de veces mayores que las de una estructura dotada con una hoja convencional que contiene hilos de fibra de refuerzo. Las estructuras reforzadas de la presente invención que tienen los hilos de fibra de refuerzo de la hoja dispuestos a lo largo de la curvatura o a lo largo de la circunferencia, dan un efecto reforzante aún mejor. En particular, cuando la que va a ser una estructura reforzada tiene una superficie de la pared interior anular, el refuerzo de estructura de la presente invención ha sido proporcionado sobre la totalidad o sobre una porción de la longitud de la estructura, con los hilos de fibra de refuerzo de la hoja del refuerzo de la estructura dispuestos continuamente en la dirección circular de la superficie de la pared interior anular. Así la estructura reforzada muestra una excelente propiedad contra el esfuerzo de tracción, en comparación con la correspondiente estructura proporcionada con una hoja convencional que contiene hilos de fibra de refuerzo.

De acuerdo con el método de refuerzo de la presente invención discutido anteriormente en el presente texto, se proporciona la hoja (a) sobre superficie de una estructura que se ha de reforzar, con el material flexible particular interpuesto entre ellas, de forma que la estructura y la hoja que contiene hilos de fibra de refuerzo está integrada establemente, se evita que la hoja (a) se separe, y se da el suficiente refuerzo de forma fácil y conveniente, mediante el máximo uso de la resistencia de la hoja (a). Además, la hoja (a) para refuerzo de la estructura de acuerdo con la presente invención muestra, cuando se usa en el presente método de refuerzo, su máxima resistencia sin separarse de la estructura, y facilita convenientemente un refuerzo suficiente. El refuerzo de estructura de acuerdo con la presente invención muestra su máxima resistencia sin separarse y facilita convenientemente un refuerzo suficiente.

La presente invención será explicada ahora con más detalle con referencia a los Ejemplos y Ejemplos Comparativos, pero la presente invención no está limitada a ellos.

Ejemplo 1-1

Una pieza de ensayo de hormigón que tiene refuerzos principales y anillos dispuestos en la misma fue reforzada de acuerdo con el método de refuerzo de la presente invención, usando el material flexible y la hoja que contiene hilos de fibra de refuerzo, y se ensayaron en relación con su efecto reforzante.

Como pieza de ensayo se usó la viga 80 que se muestra en la Fig. 8, que tenía 2200 mm de longitud, 200 mm de anchura, y 200 mm de altura. La viga 80 tenía cuatro barras de acero SD295 de D13 como refuerzo principal 81, y barras de acero SD295 de D6 como anillos 82 dispuestos en intervalos de 150 mm. En el fondo 83 de la pieza de ensayo, se aplicó un imprimador de epoxi para 1740 mm de la longitud (porción media) sobre toda la anchura, para formar así una capa de imprimación (no mostrada). Después se aplicó un material flexible de epoxi (resina epoxi, nombre comercial "TOHODITE EE50", fabricada por TOHO EARTHTECH, INC.; alargamiento a la tracción a carga máxima a 23°C: 95% (medido de acuerdo con JIS K7113), resistencia a la tracción a 23°C: 1,4 N/mm² (medida de acuerdo con JIS K74113), alargamiento a la tracción a carga máxima a 5°C: 65%, resistencia a la tracción a 5°C: 6,5 N/mm², todas las medidas en estado curado) para formar la capa de material flexible 84 de 500 μm de espesor. Además, una capa de hoja 85 que contiene hilos de fibra de refuerzo (nombre comercial "HT300", fabricada por NIPPON MITSUBISHI OIL CORPORATION) fue fijada con una resina epoxi endurecible a temperatura ambiente, de forma que los hilos de fibra de refuerzo se dirigen en la dirección longitudinal de los refuerzos principales.

Después de curar durante más de una semana a partir de la fijación de la hoja 85, se llevó a cabo una prueba de carga estática poniendo en contacto puntos de apoyo 86 con la pieza de ensayo como se muestra en la Fig. 8, con 1800 mm de distancia entre los puntos de apoyo y 300 mm de distancia entre los puntos de carga, y aplicando una carga monótona en cuatro puntos. La carga de rotura, el desplazamiento máximo, y la deformación máxima de la hoja 85, así como la forma de la rotura de la hoja 85 observada en la rotura, se muestran en la Tabla 1. Además, la distribución de la deformación de la hoja que contiene hilos de fibra de refuerzo (relación entre la distancia desde el centro de la pieza de ensayo y la deformación) fue medida para varias cargas. Los resultados se muestran en la Fig. 9. La relación entre la carga aplicada y el desplazamiento se muestra en la Fig. 10.

Ejemplo 1-2

Una pieza de ensayo de hormigón que tiene refuerzos principales y anillos dispuestos en la misma, fue reforzada de acuerdo con el método de refuerzo de la presente invención usando el material flexible y la hoja que contiene hilos de fibra de refuerzo, y se ensayó en relación con su efecto reforzante.

ES 2 343 780 T3

Como pieza de ensayo se utilizó una viga como la que se usó en el Ejemplo 1-1. La hoja 85 fue reemplazada con placa de material plástico reforzado con fibra 85, que era una placa TU TIPO-S (nombre comercial, fabricada por NIPPON MITSUBISHI OIL CORPORATION).

En el fondo de la pieza de ensayo, se aplicó el imprimador epoxídico como el que se usa en el Ejemplo 1-1 por 1740 mm de la longitud (porción media) a lo largo de la anchura completa, para formar así una capa de imprimador. Después se aplicó un material flexible epoxídico (resina epoxi, nombre comercial "TOHODITE EE50" fabricado por TOHO EARTHTECH, INC.; alargamiento a la tracción a carga máxima a 23°C: 95% (medido de acuerdo con JIS K7113), resistencia a la tracción a 23°C: 1,4 N/mm² (medida de acuerdo con JIS K7113), alargamiento a la tracción a carga máxima a 5°C: 65%, resistencia a la tracción a 5°C: 6,5 N/mm², todo en estado curado) para formar una capa de material flexible de 500 µm de espesor. Además, una hoja de la placa de material plástico reforzado con fibra 85 fue fijada con la resina epoxi endurecible a temperatura ambiente, como la que se usa en el Ejemplo 1-1, de forma que las fibras de refuerzo se dirigen en la dirección longitudinal de los refuerzos principales.

Después de curar durante más de una semana a partir de la fijación de la placa de material plástico, se realizó una prueba de carga estática aplicando una carga monótona en cuatro puntos a la pieza de ensayo, con 1800 mm de distancia entre los puntos de apoyo y 300 mm de distancia entre los puntos de carga. La carga de rotura, el desplazamiento máximo y la deformación máxima de la hoja que contiene fibras de refuerzo, así como la forma de la rotura de la hoja observada al romperse, se muestran en la Tabla 1.

Ejemplo 1-3

La prueba de carga estática se llevó a cabo de la misma forma que en el Ejemplo 1-1, excepto que la capa de material flexible 84 se formó con un espesor de 1000 µm. Los resultados se muestran en la Tabla 1 y en la Fig. 10.

Ejemplo 1-4

Una pieza de ensayo fue reforzada de acuerdo con el método de refuerzo de la presente invención de la misma forma que en el Ejemplo 1-1, excepto que el material flexible fue reemplazado con EE50W (resina epoxi, nombre comercial "TOHODITE EE50W", fabricada por TOHO EARTHTECH, INC.; alargamiento a la tracción a carga máxima a 23°C: 56% (medido de acuerdo con JIS K7113), resistencia a la tracción a 23°C: 1,2 N/mm² (medida de acuerdo con JIS K7113), alargamiento a la tracción a carga máxima a 5°C: 55%, resistencia a la tracción a 5°C: 5 N/mm², todas las medidas en estado curado), y se llevó a cabo el ensayo de carga estática. La carga de rotura, el desplazamiento máximo, y la deformación máxima de la hoja que contiene fibras de refuerzo, así como la forma de rotura de la hoja observada al romperse se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1

	Carga de rotura (kN)	Desplazamiento máximo (mm)	Deformación máx. de la hoja que contiene hilos de fibras de refuerzo (µ)	Forma de rotura de la hoja que contiene hilos de fibras de refuerzo
Ej. 1-1	98,9	34	14757	rota
Ej. 1-2	97,8	34	14624	rota
Ej. 1-3	97,4	30	13848	rota
Ej. 1-4	96,9	28	13279	rota

Ejemplo Comparativo 1-1

La prueba de carga estática se llevó a cabo de la misma forma que en el Ejemplo 1-1 en una pieza de ensayo como se usa en el Ejemplo 1-1 pero sin ningún refuerzo. Los resultados se muestran en la Tabla 2 y en la Fig. 10.

Ejemplo Comparativo 1-2

Una pieza de ensayo fue reforzada de la misma forma que en el Ejemplo 1-1, excepto que no se formó la capa de material flexible, y la prueba de carga estática se llevó a cabo de la misma forma que en el Ejemplo 1-1. Los resultados se muestran en la Tabla 2 y en las Figs. 10 y 11.

ES 2 343 780 T3

Ejemplo Comparativo 1-3

Una pieza de ensayo fue reforzada de la misma forma que en el Ejemplo 1-1, excepto que el material flexible fue reemplazado con una capa de material flexible de una resina epoxi (alargamiento a la tracción a carga máxima a 23°C: 5% (medido de acuerdo con JIS K7113), resistencia a la tracción a 23°C: 40 N/mm² (medida de acuerdo con JIS K7113), y la prueba de carga estática se llevó a cabo de la misma forma que en el Ejemplo 1-1. Los resultados se muestran en la Tabla 2 y en la Fig. 10.

TABLA 2

	Carga de rotura (kN)	Desplazamiento máximo (mm)	Deformación máx. de la hoja que contiene hilos de fibras de refuerzo (μ)	Forma de rotura de la hoja que contiene hilos de fibras de refuerzo
Ej. Comp. 1-1	44,1	24	--	--
Ej. Comp. 1-2	78,3	22	7790	separada
Ej. Comp. 1-3	76,4	23	7840	separada

Ejemplo 2-1

Una pieza de ensayo de acero fue reforzada usando el material flexible y la hoja que contiene hilos de fibra de refuerzo, y ensayada en cuanto a su método de refuerzo. Esto no ha de ser considerado como la presente invención.

Como pieza de ensayo, se usó I de acero 21 para vigas mostrado en la Fig. 12, que tenía un tamaño de 200 mm x 100 mm x 2000 mm. La I de acero 21 estaba reforzada en sus puntos de carga y puntos de apoyo con placas de acero 22 de 5,5 mm de espesor. En el fondo 23 de la pieza de ensayo se aplicó un imprimador de epoxi por 1600 mm de la longitud (porción media) a lo largo de toda la anchura, para formar así una capa de imprimación (no mostrada). Después se aplicó un material flexible epoxídico (resina epoxi, nombre comercial "TOHODITE EE50", fabricado por TOHO EARTHTECH, INC.; alargamiento a la tracción a carga máxima a 23°C: 95% (medido de acuerdo con JIS K7131), resistencia a la tracción a 23°C: 1,4 N/mm² (medida de acuerdo con JIS K7131), alargamiento a la tracción a carga máxima a 5°C: 65%, resistencia a la tracción a 5°C: 6,5 N/mm², todos los valores en estado curado) para formar la capa de material flexible 24 de 500 μm de espesor. Además, se fijaron cinco capas de hojas 25 que contienen hilos de fibra de refuerzo (nombre comercial "HT300", fabricadas por NIPPON MITSUBISHI OIL CORPORATION) con una resina epoxi endurecible a temperatura ambiente de forma que las fibras de refuerzo se dirigen en dirección longitudinal. Después de curar durante más de una semana después de la fijación de las hojas 25, se llevó a cabo una prueba de carga estática poniendo en contacto los puntos de apoyo 26 con la pieza de ensayo de I de acero 21 como se muestra en la Fig. 12, con 1800 mm de distancia entre los puntos de apoyo, y aplicando una carga monótona. La carga de rotura y el desplazamiento máximo medidos se muestran en la Tabla 3.

Ejemplo 2-2

Una pieza de ensayo de acero fue reforzada usando el material flexible y la placa de material plástico reforzado con fibra, y se ensayó en relación con su método de refuerzo. Esto no ha de ser considerado como la presente invención.

Como pieza de ensayo se utilizó una I de acero como se usa en el Ejemplo 2-1. Las hojas 25 fueron reemplazadas con placas de material plástico reforzadas con fibras 25, que eran placa TU TIPO-S (nombre comercial, fabricada por NIPPON MITSUBISHI OIL CORPORATION). En el fondo de la pieza de ensayo se aplicó el imprimador de epoxi que se usa en el Ejemplo 2-1 por 1600 mm de la longitud (porción media) sobre toda la anchura, para formar así una capa de imprimación. Después se aplicó un material flexible epoxídico (resina epoxi, nombre comercial "TOHODITE EE50", fabricado por TOHO EARTHTECH, INC.; alargamiento a la tracción a carga máxima a 23°C: 95% (medido de acuerdo con JIS K7113), resistencia a la tracción a 23°C: 1,4 N/mm² (medida de acuerdo con JIS K7131) ambos en estado curado) para formar la capa de material flexible 24 de 500 μm de espesor. Además, se fijaron cinco hojas de las placas de material plástico reforzadas con fibras 25 con la resina epoxi endurecible a temperatura ambiente, como se usa en el Ejemplo 2-1, de forma que las fibras de refuerzo se dirigen en la dirección longitudinal. Después de curar durante más de una semana a partir de la fijación de las placas de material plástico 25, se llevó a cabo una prueba de carga estática poniendo en contacto los puntos de apoyo 26 con la I de acero 21, con 1800 mm de distancia entre los puntos de carga, y aplicando una carga monótona. Como resultado, se observó un buen efecto reforzante.

ES 2 343 780 T3

Ejemplo Comparativo 2-1

La prueba de carga estática se llevó a cabo de la misma forma que en el Ejemplo 2-1 sobre una pieza de ensayo como la usada en el Ejemplo 2-1 pero sin ningún refuerzo. Los resultados se muestran en la Tabla 3.

Ejemplo Comparativo 2-2

La prueba de carga estática se llevó a cabo de la misma forma que en el Ejemplo 2-1, excepto que no se formó la capa de material flexible 24. Los resultados se muestran en la Tabla 3.

TABLA 3

	Carga de rotura (kN)	Desplazamiento máximo (mm)
Ejemplo 2-1	19,1	18,4
Ej. Comparativo 2-1	17,0	58,0
Ej. Comparativo 2-2	17,5	16,9

Ejemplo 3-1

Un tubo Hume de hormigón (JIS A5303B, Tipo 1; diámetro interior: 1200 mm, espesor: 95 mm, longitud: 2430 mm) fue limpiado en su pared interna mediante un chorro de agua a alta presión, y se aplicó un imprimador epoxi por toda la pared interior para formar una capa de imprimación.

Después se aplicó 600 g/m² de un material de partida para un material flexible epoxídico (EE50 fabricado por TOHO EARTHTECH, INC.) por toda la pared interior para formar una capa de material flexible de 500 μm de espesor. Un producto moldeado preparado de la misma forma que para esta capa de material flexible fue medido en cuanto a sus propiedades, para mostrar un 95% de alargamiento a la tracción a carga máxima y 1,4 N/mm² de resistencia a la tracción, ambos medidos a 23°C de acuerdo con JIS K7113, y 65% de alargamiento a la tracción a carga máxima y 6,5 N/mm² de resistencia a la tracción, ambos medidos a 5°C de acuerdo con JIS K 7113.

A continuación, se aplicó una resina matriz (nombre comercial "BOND E 2500", fabricada por KONISHI CO., LTD.) sobre la capa de material flexible por medio de un rodillo, y la superficie fue forrada con hojas con fibras de refuerzo (TU Cloth ST 200-50, fabricadas por NIPPON MITSUBISHI CORPORACIÓN, peso del área de fibra: 200 g/m²; anchura de la hoja: 50 mm; espesor de diseño: 0,11 mm; resistencia a la tracción: 3430 N/mm²; módulo de elasticidad a la tracción: 2,3 x 10⁵ N/mm²). Las hojas que contienen hilos de fibra de refuerzo fueron dispuestas en la dirección circular del tubo Hume, y prensadas con un rodillo de impregnación. Como resultado, las hojas fueron incrustadas en la resina matriz. La aplicación de resina matriz y la estratificación con las hojas se repitieron, para formar dos capas de las hojas que contienen hilos de fibra de refuerzo sobre toda la pared interior del tubo Hume.

El tubo Hume reforzado así obtenido fue sometido a una prueba de carga de acuerdo con JIS A5303 "Centrifugal Reinforced Concrete Pipe", en la que la carga P fue aplicada hasta que se rompió el tubo. La estructura del refuerzo y el esquema de la prueba se muestran en las Figs. 13 y 14, y los resultados se muestran en la Tabla 4. De una forma incidental, en las Figs. 13 y 14, el número de referencia 32 se refiere al tubo Hume de hormigón, el 33 a la capa de material flexible, el 34 a las hojas con fibras de refuerzo, y el 31 a una plantilla para la carga.

Se observó que el tubo Hume reforzado resultante tenía una duración mejorada en comparación con la de un tubo Hume no reforzado, y se observó que la tensión de tracción generada en la parte superior e inferior del tubo estaba dispersada en las direcciones circulares del tubo por medio de la capa de material flexible. Se demostró que el tubo Hume reforzado tenía propiedades superiores a las de los Ejemplos Comparativos que se discuten a continuación.

Ejemplo Comparativo 3-1

Se preparó un tubo Hume reforzado de la misma forma que en el Ejemplo 3-1, excepto que no fue formada la capa de material flexible, y se llevó a cabo la prueba de carga. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

ES 2 343 780 T3

Ejemplo Comparativo 3-2

La prueba de carga se llevó a cabo de la misma forma que en el Ejemplo 1 en el tubo Hume antes del refuerzo, como se usa en el Ejemplo 3-1. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

TABLA 4

	Ejemplo 3-1	Ejemplo Comparativo 3-1	Ejemplo Comparativo 3-2
Número de capas estratificadas de hojas que contienen hilos de fibra de refuerzo	2	2	0
Capa de material flexible	presente	ausente	ausente
Carga máxima (kN)	466	398	354
Relación de reforzada a no reforzada	1,32	1,12	--

Ejemplo 3-2

Un tubo Hume de hormigón (JIS A 5303 B, Tipo 1; diámetro interior: 1200 mm, espesor: 95 mm, longitud: 2430 mm) fue cortado para obtener un tubo Hume exactamente semicilíndrico.

Este tubo Hume semicilíndrico fue limpiado en su pared interior mediante un chorro de agua a alta presión, y se aplicó un imprimador epoxídico por toda la pared interior para formar una capa de imprimación.

Después se aplicó 600 g/m² de un material de partida para un material flexible epoxídico (EE50 fabricado por TOHO EARTHTECH, INC.) por toda la pared interior para formar una capa de material flexible de 500 μ m de espesor. Se midió un producto moldeado preparado de la misma forma que para esta capa de material flexible en relación con sus propiedades, para mostrar un 95% de alargamiento a la tracción a carga máxima y 1,4 N/mm² de resistencia a la tracción, ambos medidos de acuerdo con JIS K7113, y 1,5 N/mm² de módulo de elasticidad a la tracción medido de acuerdo con JIS K7113, todo a 23°C, y 65% alargamiento a la tracción a carga máxima y 6,5 N/mm² de resistencia a la tracción, ambos medidos a 5°C de acuerdo con JIS K 7113.

A continuación, una resina matriz (nombre comercial "BOND E 2500", fabricada por KONISHI CO., LTD.) fue aplicada sobre la capa de material flexible por medio de un rodillo, y la superficie fue forrada con hojas con fibras de refuerzo (TU Cloth WT 200-50, fabricadas por NIPPON MITSUBISHI OIL CORPORACIÓN, peso superficial de la fibra: 200 g/m², anchura de la hoja: 50 mm, espesor de diseño: 0,11 mm, resistencia a la tracción: 3430 N/mm², módulo de elasticidad a la tracción: $2,3 \times 10^5$ N/mm²). Las hojas que contienen hilos de fibra de refuerzo fueron dispuestas en la dirección circular del tubo Hume, y prensadas con un rodillo de impregnación. Como resultado, las hojas fueron incrustadas en la resina matriz. La aplicación de la resina matriz y la estratificación con las hojas que contienen hilos de fibra de refuerzo se repitieron para formar dos capas de las hojas que contienen hilos de fibra de refuerzo por toda la pared interior del tubo Hume.

El tubo Hume semicilíndrico reforzado así obtenido fue sometido a una prueba de carga de acuerdo con JIS A5303 "Centrifugal Reinforced Concrete", en la que la carga P fue aplicada hasta que se rompió el tubo. La estructura del refuerzo y el esquema de la prueba se muestran en las Figs. 15 y 16, y los resultados se muestran en la Tabla 5. De una manera incidental, en las Figs. 15 y 16, el número de referencia 52 se refiere al tubo Hume semicilíndrico de hormigón, el 53 a la capa de material flexible, el 54 a las hojas con fibras de refuerzo, y el 51 a una plantilla para la carga.

Se observó que el tubo Hume reforzado resultante tenía una duración mejorada en comparación con la de un tubo Hume no reforzado, y se observó que el esfuerzo de tracción generado en la parte superior e inferior del tubo se dispersaba en direcciones circulares del tubo por medio de la capa de material flexible. Se demostró que el tubo Hume reforzado tenía propiedades superiores a las de los Ejemplos Comparativos a discutir a continuación.

Ejemplo Comparativo 3-3

Un tubo Hume semicilíndrico reforzado fue preparado de la misma forma que en el Ejemplo 3-2, excepto que no se formó la capa de material flexible, y se llevó a cabo la prueba de carga. Los resultados se muestran en la Tabla 5.

ES 2 343 780 T3

Ejemplo Comparativo 3-4

La prueba de carga se llevó a cabo de la misma forma que en el Ejemplo 3-2 sobre el tubo Hume semicilíndrico antes del refuerzo como se usa en el Ejemplo 3-2. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

TABLA 5

	Ejemplo 3-2	Ejemplo Comparativo 3-3	Ejemplo Comparativo 3-4
Número de capas estratificadas de hojas que contienen hilos de fibra de refuerzo	2	2	0
Capa de material flexible	presente	ausente	ausente
Carga máxima (kN)	409	339	302
Relación de reforzada a no reforzada	1,35	1,12	--

REIVINDICACIONES

1. Un método para reforzar una estructura, que comprende la etapa (A) de proporcionar una capa de material flexible (13) y una placa de material plástico (15) que contiene hilos de fibra de vidrio de refuerzo (1a) impregnada con una resina de matriz sobre una superficie de una estructura (11) de hormigón, de forma que dicha capa de material flexible (13) está interpuesta entre dicha placa (15) y la estructura (11), y fijada a dicha placa mediante adhesivo con una fuerza de unión mayor que la resistencia a la tracción del hormigón,
teniendo dicha capa de material flexible (13) un alargamiento a la tracción de 10 a 200% a la carga máxima a 23°C, y de 10 a 200% a la carga máxima a 5°C, y una resistencia a la tracción de 0,1 a 50 N/mm² a 23°C y de 0,1 a 50 N/mm² a 5°C,
en donde dicha capa de material flexible (13) tiene un mayor alargamiento a la tracción a la carga máxima que el de dicha resina de matriz en dicha placa (15) que contiene hilos de fibra de refuerzo (1a).
2. El método según la reivindicación 1ª, en el que la estructura se elige entre el grupo que consiste en vigas, columnas, losas, bloques, vigas RC, túneles, tubos, tuberías, ductos, conducciones, puentes que tienen una superficie curva, y alcantarillas en forma de U.
3. El método según la reivindicación 1ª, en el que dicha estructura tiene una superficie curva en su pared interna, y en el que dicha etapa (A) comprende proporcionar dicha capa de material flexible (13) y dicha placa (15) que contiene hilos de fibra de refuerzo (1a) al menos sobre dicha superficie curva en la pared interna de dicha estructura, con dicha capa de material flexible (13) interpuesta entre dicha placa (15) y la estructura, de forma que dichos hilos de fibra de refuerzo (1a) de dicha placa (15) están dispuestos a lo largo de una curvatura de dicha superficie curva.
4. El método según la reivindicación 1ª, en el que dicha estructura tiene una superficie de la pared interna anular, y en el que dicha etapa (A) comprende proporcionar dicha capa de material flexible (13) y dicha placa (15) que contiene hilos de fibra de refuerzo (1a) continuamente en una dirección circular de dicha superficie de la pared interna sobre al menos una porción de una longitud de dicha estructura, con dicha capa de material flexible (13) interpuesta entre dicha placa (15) y la estructura, de forma que dichos hilos de fibra de refuerzo (1a) de dicha placa (15) están dispuestos en una dirección circular de dicha pared interna anular.
5. El método según la reivindicación 1ª, en el que dicho material flexible (13) comprende de 10 a 100% en peso de una resina y de 10 a 100% en peso de una carga, teniendo dicha resina un módulo de elasticidad en tracción de 0,1 a 50 N/mm² a 23°C cuando está curada.
6. El método según la reivindicación 1ª, en el que dicha placa (15) que contiene hilos de fibra de refuerzo (1a) impregnados con una resina de matriz comprende un material de refuerzo que tiene una diversidad de hilos de fibra de refuerzo longitudinales dispuestos paralelos entre sí en una dirección longitudinal de dicha placa (15).
7. El método según la reivindicación 6ª, en el que dicho material de refuerzo tiene además una diversidad de hebras transversales (2a) dispuestas paralelas entre ellas en una dirección transversal de dicha placa (15), siendo elegidas dichas hebras transversales (2a) entre el grupo que consiste en hilos de fibra de refuerzo transversales y hebras transversales suplementarias, y en el que dichos hilos de fibra de refuerzo longitudinales y dichas hebras transversales forman una estructura tejida.
8. El método según la reivindicación 7ª, en el que dichos hilos de fibra de refuerzo longitudinales y dichas hebras transversales (2a) están pegadas y fijadas entre sí con elementos de fijación.
9. El método según la reivindicación 6ª, en el que dicho material de refuerzo tiene además una diversidad de hebras suplementarias longitudinales (2b) dispuestas paralelas entre sí en una dirección longitudinal de dicha placa (15), y una diversidad de hebras suplementarias transversales (2a) dispuestas paralelas entre sí en una dirección transversal de dicha placa (15), teniendo dicho material de refuerzo una estructura tejida en la que dichos hilos de fibra de refuerzo longitudinales (1a) están sustancialmente no doblados con dichas hebras suplementarias longitudinales y transversales.
10. El método según la reivindicación 6ª, que comprende además un soporte para soportar dicho material de refuerzo, en el que dicho material de refuerzo se fija a dicho soporte por medio de un aglutinante.
11. El método según la reivindicación 1ª, en el que dicha capa de material flexible (13) tiene un espesor de 100 a 2000 μ m.
12. Un refuerzo de estructura para reforzar una estructura de hormigón, comprendiendo dicho refuerzo una capa de material flexible (13) y una placa de material plástico (15) que contiene hilos de fibra de refuerzo (1a) impregnados con una resina de matriz, dicha capa de material flexible (13) a interponer entre la estructura y dicha placa (15), estando dicha capa de material flexible (13) fijada a dicha placa (15) mediante adhesivo con una fuerza de unión mayor que la resistencia a la tracción del hormigón, y teniendo un alargamiento a la tracción de 10 a 200% a la carga máxima a

ES 2 343 780 T3

23°C y de 10 a 200% a la carga máxima a 5°C, y una resistencia a la tracción de 0,1 a 50 N/mm² a 23°C y de 0,1 a 50 N/mm² a 5°C,

5 en donde dicha capa de material flexible (13) tiene un alargamiento a la tracción a la carga máxima mayor que el de dicha resina de matriz en dicha placa (15) que contiene hilos de fibra de refuerzo (1a).

10 13. Una estructura reforzada en la que se proporciona un refuerzo de estructura según la reivindicación 12ª sobre una superficie de una estructura de hormigón, con una capa de material flexible (13) de dicho refuerzo de estructura interpuesta entre la superficie de la estructura y una placa de material plástico (15) que contiene hilos de fibra de refuerzo (1a) de dicho refuerzo de estructura, y fijada a dicha placa (15) con una fuerza de unión mayor que la resistencia a la tracción del hormigón.

15 14. La estructura reforzada según la reivindicación 13ª, en la que dicha estructura tiene una superficie curva en su pared interior, y en el que dicho refuerzo de estructura es proporcionado al menos sobre dicha superficie curva en la pared interior de dicha estructura, con dichos hilos de fibra de refuerzo (1a) de la placa (15) del refuerzo de estructura dispuestos a lo largo de una curvatura de dicha superficie curva, y con dicha capa de material flexible (13) del refuerzo de la estructura interpuesta entre dicha placa (15) y la superficie de la pared interior de la estructura.

20 15. La estructura reforzada según la reivindicación 13ª, en la que dicha estructura tiene una superficie de la pared interior anular, y en la que dicho refuerzo de estructura es proporcionado continuamente en una dirección circular de dicha superficie de la pared interior sobre al menos una porción de la longitud de dicha estructura, con dichos hilos de fibra de refuerzo (1a) de la placa (15) del refuerzo de la estructura dispuestos en una dirección circular de la pared interior anular, y con dicha capa de material flexible (13) del refuerzo de la estructura interpuesta entre dicha placa
25 (15) y superficie de la pared interior de la estructura.

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig.1

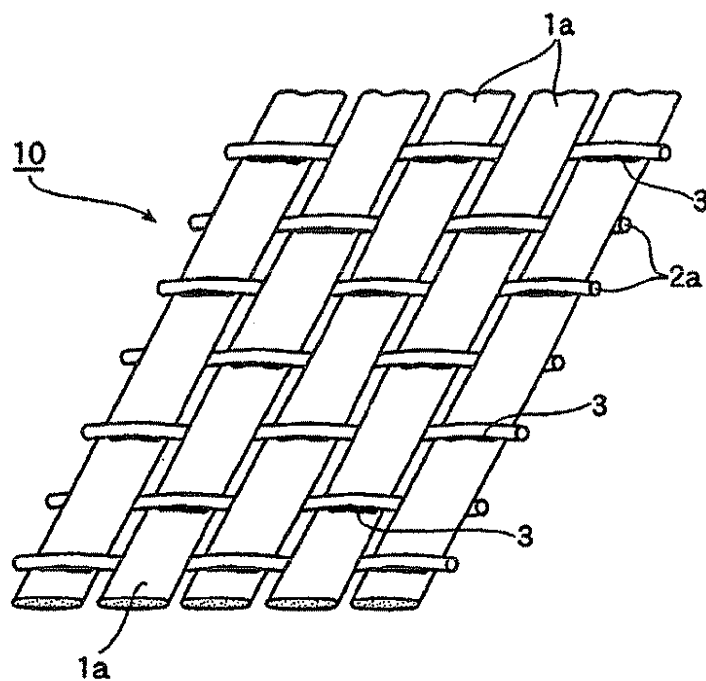


Fig. 2

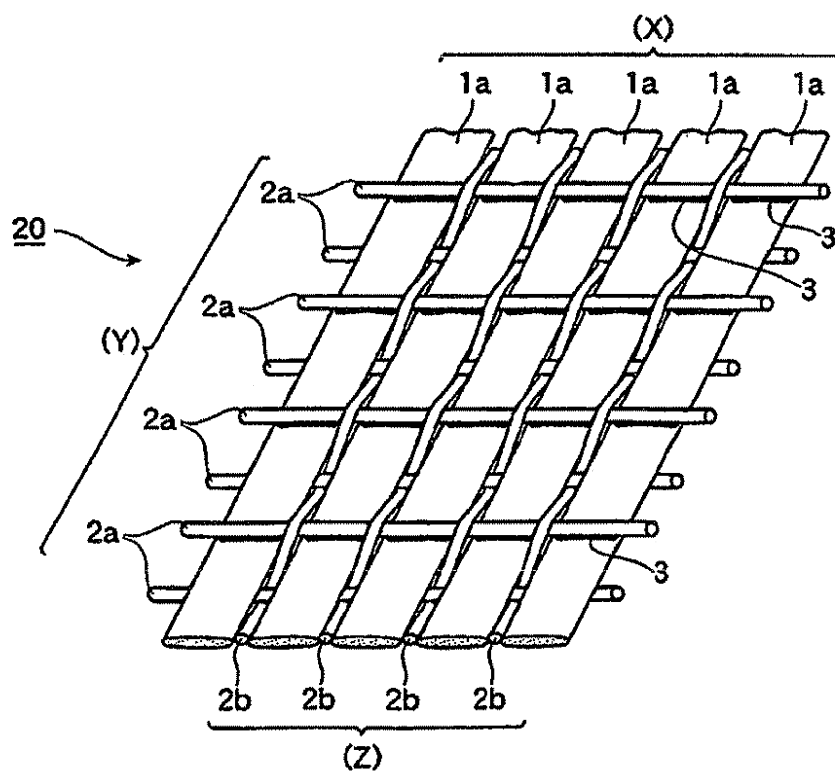


Fig.3

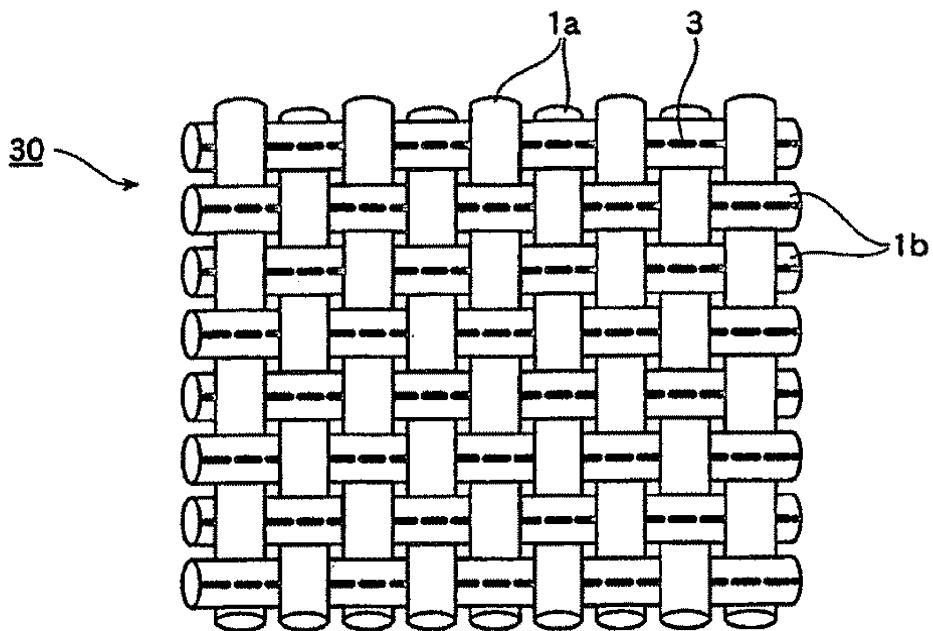


Fig.4

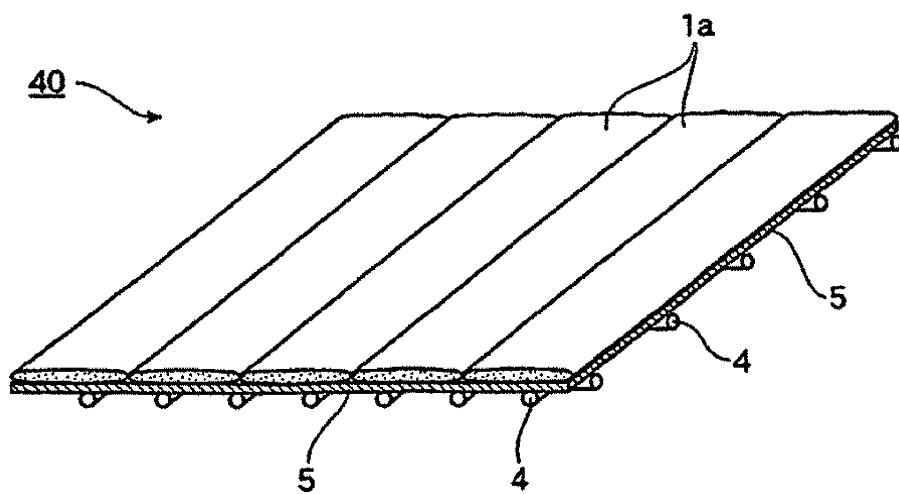


Fig.5

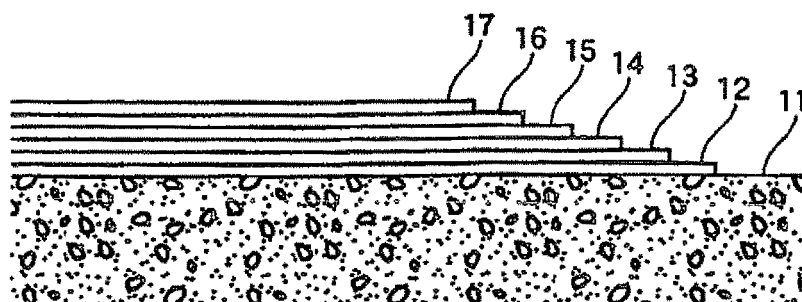


Fig.6

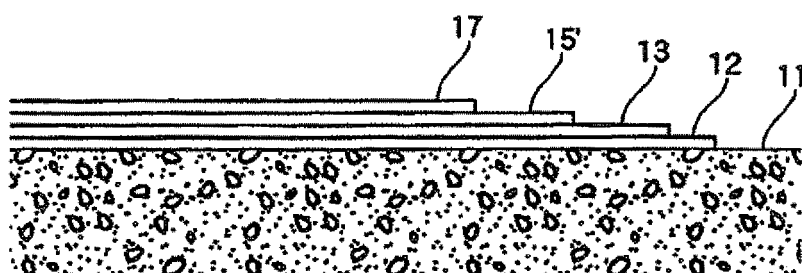


Fig.7

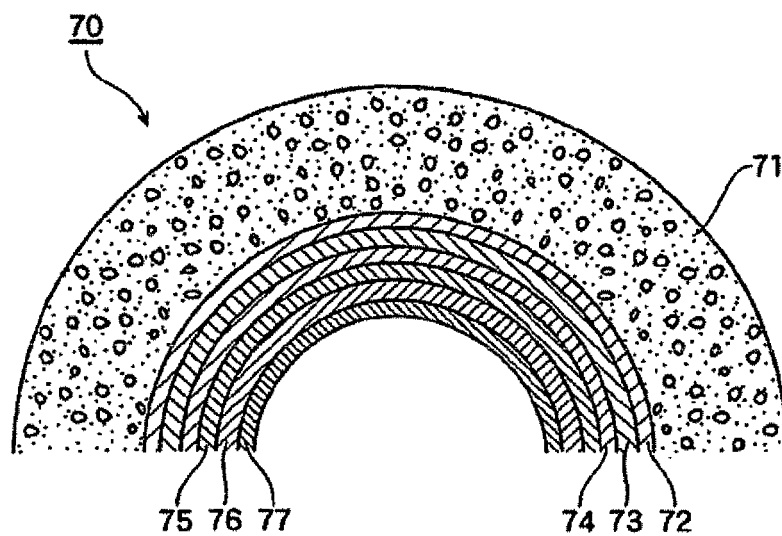


Fig.8

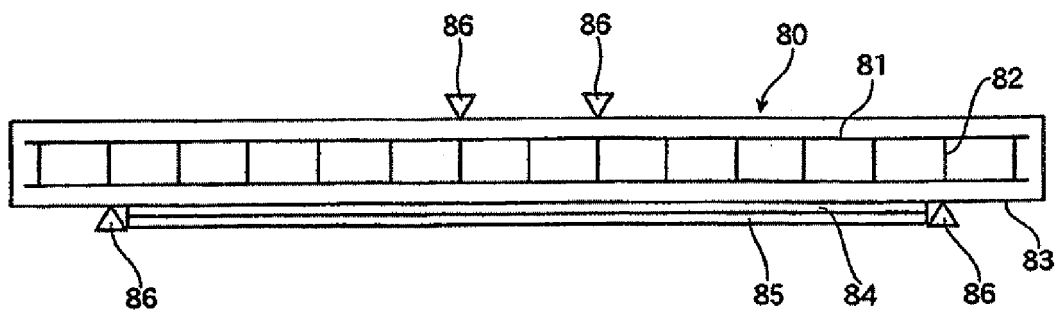


Fig.9

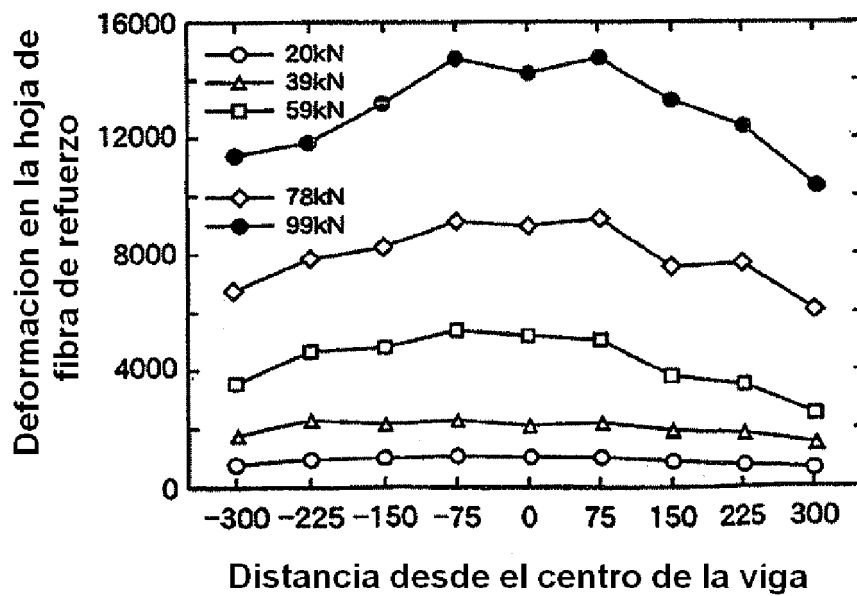


Fig.10

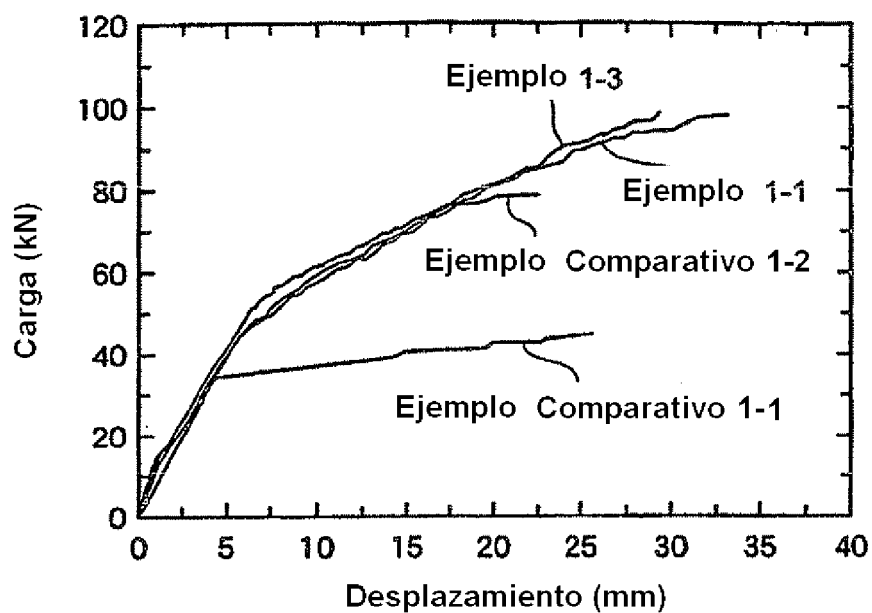


Fig.11

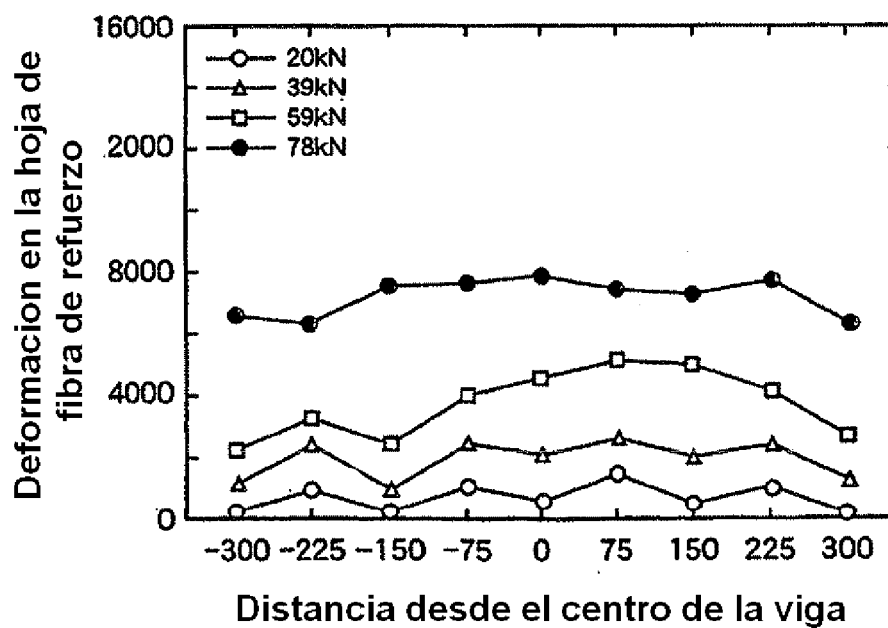


Fig.12

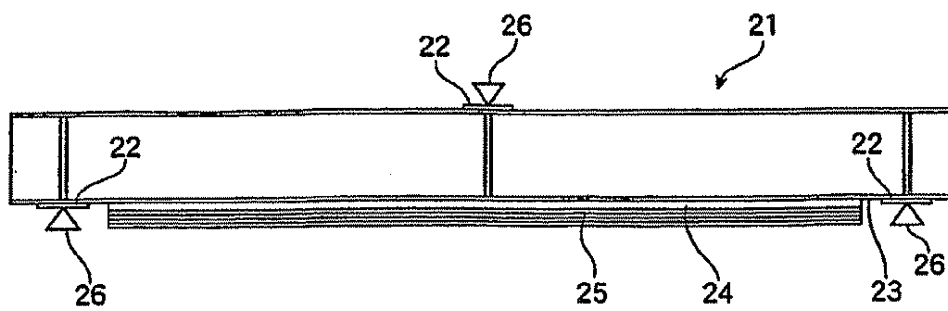


Fig.13

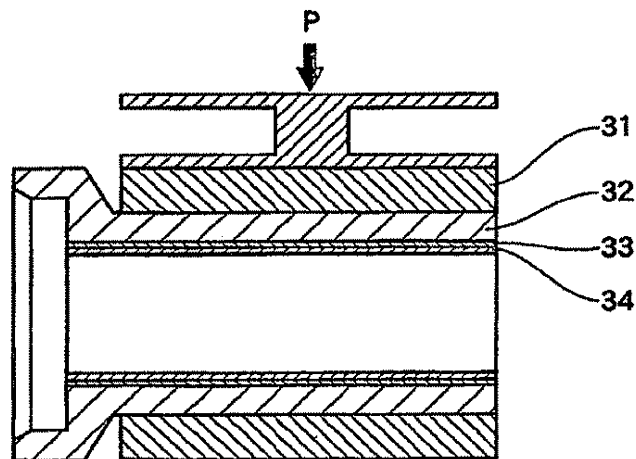


Fig.14

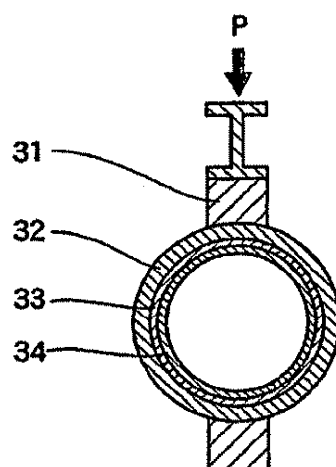


Fig.15

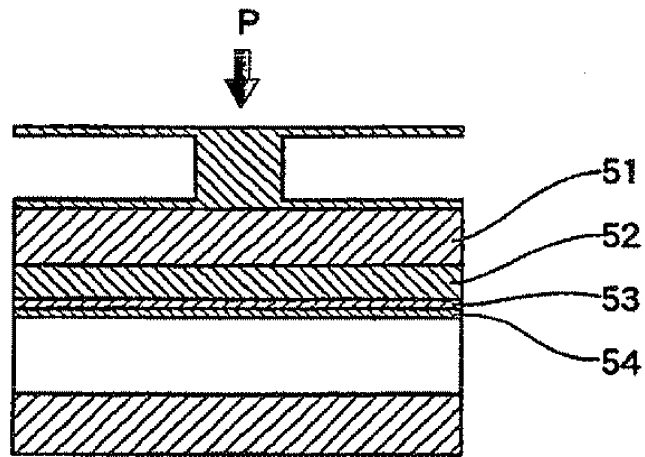


Fig.16

