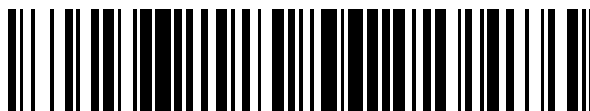


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 447 825**

51 Int. Cl.:

B05D 7/20 (2006.01)
B05D 7/24 (2006.01)
D07B 1/06 (2006.01)
D07B 1/16 (2006.01)
D07B 7/18 (2006.01)
E04C 5/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.04.2010 E 10766988 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2014 EP 2380668**

54 Título: **Método para conformado de una película resistente a la corrosión sobre un cable para hormigón pretensado**

30 Prioridad:

23.04.2009 JP 2009105203

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

13.03.2014

73 Titular/es:

**KUROSAWA CONSTRUCTION CO., LTD. (100.0%)
1-36-7 Wakaba-cho Chofu-shi
Tokyo 182-0003, JP**

72 Inventor/es:

**KUROSAWAA, RYOHEI y
HIRAI, KEI**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 447 825 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 conformado de una película resistente a la corrosión sobre un cable para hormigón pretensado

Campo Técnico

La presente invención se refiere a un método para conformado de película resistente a la corrosión con un material de recubrimiento de polvo de resina sintética sobre un alambre central y sobre los alambres circundantes de un cable para hormigón pretensado utilizado como elemento tensor o tirante para post-tensado o pre-tensado en hormigón pretensado usado para estructuras tales como construcciones arquitectónicas y estructuras de ingeniería civil, o de unos cables para hormigón pretensado usados como elemento de tirante o tirante para estructuras marinas y puentes atirantados susceptibles a corrosión salina. La invención también se refiere a un cable para hormigón pretensado obtenido a partir de dicho método.

Técnica Anterior

Por lo general el cable para hormigón pretensado tiene una estructura trenzada de varios alambres circundantes trenzados alrededor de un alambre central. La razón para usar una estructura de este tipo es impartir flexibilidad al cable para hormigón pretensado, y conformar ranuras helicoidales con los alambres circundantes trenzados y proporcionar de este modo una resistencia a la cizalladura suficiente para alambres embebidos en hormigón. Por consiguiente, existe una necesidad de un método de procesamiento para protección contra la corrosión para el cable para hormigón pretensado que no interfiera con estas características. En la actualidad, se conocen varios métodos de procesamiento para protección contra la corrosión para el cable para hormigón pretensado.

Un ejemplo de estas técnicas convencionales conocidas es "Método de conformado y procesamiento de película resistente a la corrosión para cable para hormigón pretensado" presentado en la Patente Japonesa 2691113. En esta técnica, porciones trenzadas de un cable para hormigón pretensado se destrenzan temporalmente en secuencia. Las porciones destrenzadas son mantenidas en ese estado con unos medios de mantenimiento de la separación, y se ajusta el exceso de alambre central. A continuación, sobre todas las superficies periféricas exteriores del alambre central y de los alambres circundantes destrenzados, se conforma un recubrimiento por deposición de material de recubrimiento de polvo de resina sintética. Entonces se funden mediante calor los recubrimientos por deposición para conformar películas sobre todas las superficies periféricas exteriores del alambre central y de los alambres circundantes. A continuación, después de enfriar las películas, el alambre central y los alambres circundantes se vuelven a trenzar.

El cable para hormigón pretensado conformado de esta manera incluye una película conformada individualmente para el alambre central y para los alambres circundantes por encima de todas las superficies periféricas exteriores. De esta manera, el método no interfiere con las características necesarias como cable para hormigón pretensado, incluidas la flexibilidad y la resistencia a cizalladura del cable embebido en hormigón. El tratamiento de protección contra la corrosión también es suficiente. De esta forma, el método de tratamiento de protección contra la corrosión de esta publicación es elogiado como el método definitivo de tratamiento de protección contra la corrosión para un cable para hormigón pretensado.

De hecho, existen espesores de película estándar en la industria. Específicamente, muchos resultados de investigación informan de que espesores de $200 \pm 50 \mu\text{m}$ para recubrimientos de resina epoxi en polvo proporcionan unas prestaciones de resistencia a la corrosión y unas prestaciones mecánicas (resistencia al impacto, propiedades de flexión, facilidad de adhesión al hormigón) suficientes. Resultados experimentales de la Federal Highway Administration (FHWA, USA) informan de que el espesor de película preferido es aproximadamente $170 \pm 50 \mu\text{m}$.

Otra técnica convencional conocida es "Método para conformado de una película doble para cable para hormigón pretensado" presentado en la Patente Japonesa 3172486. En esta técnica, los alambres circundantes de un cable para hormigón pretensado se destrenzan temporalmente de un alambre central en secuencia, y se conforma una película resistente a la corrosión sobre todas las superficies periféricas exteriores del alambre central y de los alambres circundantes en el estado destrenzado. A continuación, los alambres circundantes se vuelven a trenzar al mismo tiempo que se acumula y se absorbe el exceso de alambre central que se produce por el mayor diámetro. Se conforma a continuación una película protectora por encima de la película resistente a la corrosión. Cuando es necesario un espesor máximo mantenido de forma estable de $250 \mu\text{m}$ o mayor para una película resistente a la corrosión sometida a daños potenciales en alguna estructura especial, se conforma una película doble conformando una película protectora gruesa sobre la superficie periférica exterior del cable para hormigón pretensado conformado usando la primera técnica convencional antes mencionada.

Otra técnica convencional conocida es "Método para conformado de película resistente a la corrosión sobre cable para hormigón pretensado" presentado en la Patente Japonesa 3654889. En esta técnica, un cable para hormigón pretensado conformado después del galvanizado de sus cables elementales se destrenza, y se conforma una película de resina sobre todas las superficies periféricas exteriores del alambre central y de los alambres circundantes, los cuales se vuelven a trenzar a continuación después de enfriar la película de resina.

Lista de Referencias

Bibliografía de la Patente

PTL1: Patente 2691113

PTL2: Patente 3172486

PTL3: Patente 3654889

A pesar de que la primera técnica convencional que conforma una película de resina resistente a la corrosión de 200 $\pm 50 \mu\text{m}$ de espesor es elogiada como el método definitivo de tratamiento de protección contra la corrosión, la velocidad de línea del proceso usado para conformar la película de resina en este rango de espesores es sólo de aproximadamente 4,5 m/min o menos. Un aumento de la velocidad de línea del proceso por encima de este rango no consigue proporcionar un espesor deseado. Intentos de proporcionar un espesor deseado dan como resultado una baja productividad.

En la segunda técnica convencional, se conforma una estructura de dos capas conformando una película protectora que contiene material granular sobre la película resistente a la corrosión conformada sobre el cable para hormigón pretensado, con el fin de evitar daños a la película resistente a la corrosión usada para alguna estructura especial y sometida a fuerza exterior durante la construcción. Sin embargo, el mayor espesor de película afecta negativamente no sólo a la flexibilidad necesaria del cable para hormigón pretensado, sino también a la productividad.

La tercera técnica convencional implica un proceso de tratamiento de protección contra la corrosión que conforma una película doble mediante galvanizado y película de resina. Aunque el método destaca en protección contra la corrosión, la técnica requiere un galvanizado en una de las primeras etapas de la producción del cable para hormigón pretensado. Esto es problemático porque los elementos galvanizados necesitan ser almacenados separados de los elementos no galvanizados y controlados de forma independiente. Además, el método requiere el paso de galvanizado adicional, y tiene una velocidad de línea de proceso limitada para el conformado de la película de resina, como en la primera técnica convencional. Todo esto conduce a una baja eficiencia de producción, y a mayores costes de fabricación y control.

Ninguna de las técnicas convencionales investiga la relación entre la velocidad de la línea de recubrimiento y el polvo de resina de recubrimiento para un conformado eficiente de una película más deseable con mayor productividad.

La Patente JP 2003-062523 A presenta un método para conformado de una película de recubrimiento sobre un alambre de acero estándar para hormigón pretensado que conforma una película de recubrimiento de resina sintética uniforme entre alambres individuales para conformar el alambre de acero estándar para hormigón pretensado y sobre las partes periféricas exteriores de los mismos, y elimina la generación de las trazas de burbujas de aire provocadas por la adición de aire para transporte de partículas sobre la superficie de la película de recubrimiento en el alambre de acero estándar para hormigón pretensado. Se dice que este método para conformado de la película de recubrimiento sobre el alambre de acero estándar para hormigón pretensado conforma la película de recubrimiento de resina sintética con espesor uniforme, en el cual no existen las trazas de burbujas de aire entre los alambres individuales para conformar el alambre de acero estándar para hormigón pretensado y sobre las partes periféricas exteriores de los mismos aplicando el primer recubrimiento a una zona que se encuentra en un estado en que el trenzado del alambre de acero estándar para hormigón pretensado está temporalmente abierto y aplicando el segundo recubrimiento a una zona que se encuentra en un estado en que el trenzado se devuelve a la condición original usando una pistola de aplicación de recubrimiento que tiene orificios de descarga para partículas de resina sintética en una pluralidad de partes.

Resumen de la Invención

Problema Técnico

Por consiguiente, la invención tiene el objetivo de conformar de manera eficiente una película uniforme y deseable que tenga características de fatiga bajo tracción mejoradas, y que se pueda conformar a alta velocidad de línea para mejorar la productividad y reducir los costes, sin perder la flexibilidad necesaria del cable para hormigón pretensado, y la fuerza de adhesión con el hormigón.

Solución al Problema

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para conformado de una película resistente a la corrosión sobre alambres de un cable para hormigón pretensado, incluyendo el método los siguientes pasos en una línea de proceso en serie: un paso de destrenzado de destrenzar el cable para hormigón pretensado para separar alambres circundantes de un alambre central del cable para hormigón pretensado; un paso de aplicación de recubrimiento de aplicar un material de recubrimiento de polvo de resina sintética curable por calor sobre cada superficie periférica exterior del alambre central y de los alambres circundantes en el estado destrenzado; un paso de calentamiento de calentar el alambre central y los alambres circundantes en el estado destrenzado; un paso de enfriamiento de enfriar el alambre central y los alambres circundantes con el material de recubrimiento de polvo de resina sintética adherido uniformemente sobre ellos después del paso de aplicación de recubrimiento y del paso de calentamiento; para conformar una película de resina; y un paso de trenzado de trenzar los alambres circundantes para restablecer el estado original con el alambre central. El paso de calentamiento incluye pre-calentamiento y post-calentamiento realizados antes y después del paso de aplicación de recubrimiento de aplicar el material de

recubrimiento de polvo de resina sintética, y la temperatura de calentamiento en el pre-calentamiento se fija 30°C a 130°C mayor que la temperatura de calentamiento en el post-calentamiento. El material de recubrimiento de polvo de resina sintética tiene un tamaño de grano medio de 40 a 50 μm y la línea de proceso tiene una velocidad de línea de 5 a 10 m/min para proporcionar un espesor de 100 a 280 μm para la película de resina.

- 5 Se explica un cable para hormigón pretensado. El cable para hormigón pretensado incluye una película resistente a la corrosión conformada usando el método para conformado de una película resistente a la corrosión sobre un cable para hormigón pretensado.

Efectos Ventajosos de la Invención

- 10 En el método para conformado de una película resistente a la corrosión sobre un cable para hormigón pretensado de acuerdo con la presente invención, el tratamiento térmico del cable para hormigón pretensado incluye pre-calentamiento y post-calentamiento que se realizan antes y después del paso de aplicación de recubrimiento de aplicar un material de recubrimiento de polvo de resina sintética, y se fija una temperatura de calentamiento mayor para el pre-calentamiento que para el post-calentamiento. Además, el material de recubrimiento de polvo de resina sintética aplicado tiene un tamaño de grano medio de 40 a 50 μm , y se usa una velocidad de línea relativamente alta de 5 a 10 m/min. Estos parámetros son muy efectivos en el conformado eficaz de un recubrimiento uniforme y deseable a bajo coste al mismo tiempo que mejoran la productividad del cable para hormigón pretensado, sin perder la flexibilidad de dicho cable para hormigón pretensado, y la resistencia a la cizalladura del alambre embebido en hormigón.

Breve Descripción de los Dibujos

- 20 La Figura 1 es una vista lateral que ilustra de manera esquemática una línea de proceso usada por un método de procesamiento de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 2 es una vista en sección transversal que ilustra un cable para hormigón pretensado procesado en la realización.

La Figura 3 es una vista frontal esquemática que ilustra una destrenzadora (trenzadora) usada en la realización.

- 25 La Figura 4 es una vista frontal esquemática que ilustra un separador usado en la realización.

La Figura 5 es una vista lateral que ilustra de manera esquemática un ejemplo de un ajustador del alambre central usado en la realización.

La Figura 6 es una vista de sección transversal de un cable para hormigón pretensado en un estado separado después de un paso de aplicación de recubrimiento de la realización.

- 30 La Figura 7 es una vista de sección transversal de un cable para hormigón pretensado con los alambres circundantes trenzados de vuelta al estado original con el alambre central después del paso de aplicación de recubrimiento de la realización.

Descripción de Realizaciones

- 35 A continuación se describe en detalle la presente invención basándose en una realización haciendo referencia a los dibujos adjuntos. La Figura 1 es un diagrama esquemático que representa una línea de proceso para el método de conformado de una película resistente a la corrosión sobre un cable para hormigón pretensado de acuerdo con la presente invención. Como se ilustra en la Figura 2, un cable 1 para hormigón pretensado usado en esta realización es un cable para hormigón pretensado conformado a partir de un total de siete alambres elementales que incluyen un alambre 1a central y una pluralidad de (seis) alambres 1b circundantes trenzados alrededor del alambre 1a central en una hélice.

Por lo general, este tipo de cable para hormigón pretensado representado por el cable 1 para hormigón pretensado es una bobina de cable largo. El cable 1 para hormigón pretensado de una bobina se coloca en el extremo de inicio de la línea de proceso como en el ejemplo convencional, y se desenrolla desde un extremo para el proceso de conformado de la película resistente a la corrosión.

- 45 Como se ilustra en la Figura 1, una bobina de cable 1 para hormigón pretensado se coloca sobre un soporte 2 proporcionado en el extremo de inicio de la línea de proceso de acuerdo con la presente invención, y se tira hacia fuera del cable 1 para hormigón pretensado colocado sobre el soporte 2, y se somete a dicho cable a una serie de pasos en el proceso de conformado de la película resistente a la corrosión. Específicamente, los pasos incluyen un paso A de pretratamiento y un paso B de aplicación de recubrimiento a través de los cuales se restablece el estado trenzado original, y un paso C de enrollado en el cual el cable para hormigón pretensado recubierto se enrolla formando una bobina en el extremo de terminación de la línea de proceso. Se describe a continuación cada paso.

- 50 En primer lugar, como preparación para el funcionamiento continuo de la línea de proceso, un cable para hormigón pretensado simulado para el cable 1 para hormigón pretensado que se quiere proteger contra la corrosión se hace pasar manualmente a través del extremo de inicio hasta el extremo de terminación de la línea de proceso, de acuerdo con la categoría o técnica usada en cada paso. A continuación, los extremos del alambre 1a central y de los alambres 1b circundantes del cable 1 para hormigón pretensado fijado sobre el soporte 2 que se quiere proteger

contra la corrosión se hacen coincidir a los correspondientes extremos del alambre central y de los alambres circundantes del cable para hormigón pretensado simulado y se sueldan. El funcionamiento continuo se inicia después de la finalización de esta preparación.

El funcionamiento del aparato de la línea de proceso mueve el cable 1 para hormigón pretensado desde el extremo de inicio hasta el extremo de terminación de la línea de proceso a una velocidad constante. Durante el recorrido, se conforma una película uniforme (película de recubrimiento) sobre las superficies periféricas exteriores del alambre 1a central y de los alambres 1b circundantes respectivamente, los cuales se enrollan a continuación después de ser trenzados de vuelta al estado original.

El cable 1 para hormigón pretensado colocado sobre el soporte 2 pasa en primer lugar a través del paso A de pretratamiento a través de un ajustador 5 del alambre central. Aquí, una destrenzadora 3 ilustrada en la Figura 3 destrenza los alambres 1b circundantes del alambre 1a central, separando el cable 1 para hormigón pretensado. Unidades 4a a 4d de mantenimiento de la separación mostradas en la Figura 4 mantienen el estado de separación, y el cable 1 para hormigón pretensado en el estado separado mantenido es transportado a una velocidad predeterminada hasta el paso B de aplicación de recubrimiento donde se conforma un recubrimiento.

La destrenzadora 3 incluye rodamientos 17, un anillo 18 giratorio proporcionado con el giro permitido por medio de los rodamientos 17, un agujero 19 para el alambre central conformado en la porción central del anillo 18 giratorio y a través del cual se inserta el alambre 1a central de un cable 1 para hormigón pretensado, y seis agujeros 20 para los alambres circundantes proporcionados radialmente a la distancia deseada del agujero 19 para el alambre central y a través de los cuales se insertan los correspondientes alambres 1b circundantes.

Las unidades 4a a 4d de mantenimiento de la separación están configuradas substancialmente de la misma manera que la destrenzadora 3 pero con un diámetro ligeramente mayor. Las unidades 4a a 4d de mantenimiento de la separación mantienen el estado separado del cable 1 para hormigón pretensado destrenzado, e incluyen un anillo 28 giratorio proporcionado con el giro permitido por medio de rodamientos 27. El anillo 28 giratorio incluye un agujero 29 para el alambre central conformado en la porción central y a través del cual se inserta el alambre 1a central del cable 1 para hormigón pretensado, y seis agujeros 30 para los alambres circundantes proporcionados radialmente a la distancia deseada del agujero 29 para el alambre central y a través de los cuales se insertan los correspondientes alambres 1b circundantes. Las unidades 4a a 4d de mantenimiento de la separación se diferencian de la destrenzadora 3 en que la distancia entre el agujero 29 para el alambre central y los agujeros 30 para los alambres circundantes es mayor. El tamaño de cada agujero es substancialmente el mismo.

Una pistola 6 de granallado usada en el paso A de pretratamiento mejora la facilidad de deposición o adhesión para el recubrimiento, como se explica a continuación. Se lanza un elemento de pulido (bolas de acero de aproximadamente 0,3 mm) contra todas las superficies periféricas exteriores del alambre 1a central y de los alambres 1b circundantes en el estado separado usando álabes giratorios de alta velocidad para eliminar objetos extraños tales como aceite y óxido adheridos sobre las superficies periféricas exteriores, y para acondicionar la base de todas las superficies periféricas exteriores para darles, por ejemplo, una superficie de "piel de pera".

El ajustador 5 del alambre central mostrado en la Figura 5 está situado entre las unidades 4a y 4b de mantenimiento de la separación, entre el soporte 2 y la pistola 6 de granallado usada en el paso A de pretratamiento. El ajustador 5 del alambre central está construido a partir de un par de anillos 21 exteriores, un brazo 23 de polea que mantiene una distancia predeterminada entre los anillos 21 exteriores, una polea 24 móvil que tiene el movimiento permitido a lo largo del brazo de polea y de la que se tira hacia la destrenzadora 3 con una cierta tensión mediante un muelle 22 de ajuste de la tensión, y una polea 25 fija unida al brazo 23 de polea. Con esta construcción, los alambres 1b circundantes pueden ser guiados sobre el lado exterior de los anillos 21 exteriores, los cuales permanecen con el giro libre permitido correspondiente al paso de trenzado de los alambres 1b circundantes en el cable 1 para hormigón pretensado. El alambre 1a central que atraviesa el agujero 29 del alambre central de la unidad 4a de mantenimiento de separación se hace pasar formando un bucle primero a través de la polea 25 fija y, después de un giro en U, a través de la polea 24 móvil del ajustador 5 del alambre central, antes de llevarlo hacia las unidades 4b de mantenimiento de la separación. El ajustador 5 del alambre central construido como se ha explicado anteriormente ajusta el alambre 1a central tirando hacia atrás del exceso que se produce por el trenzado de vuelta al estado original de los alambres 1b circundantes engrosados por el conformado de la película resistente a la corrosión.

Obsérvese que la distancia móvil y el número de ranuras en la polea 24 móvil se deciden de acuerdo con el exceso de longitud del alambre central que debe ser absorbido o recogido. Por ejemplo, la capacidad de acumular y absorber el exceso de alambre central se vuelve 4 veces mayor con dos ranuras de polea. Debido a que se tira de la polea 24 móvil hacia la destrenzadora 3 bajo la tensión constante del muelle 22 de ajuste de tensión, cualquier exceso en el alambre 1a central que se produzca por el trenzado de los alambres 1b circundantes de vuelta al estado original con el alambre 1a central en el extremo de terminación puede ser absorbido o recogido automáticamente. El ajustador del alambre central no está restringido al sistema de polea anteriormente explicado.

El alambre 1a central y los alambres 1b circundantes tratados en el paso A de pretratamiento son mantenidos en el estado separado por las unidades 4c y 4d de mantenimiento de la separación, y son introducidos en el paso B de aplicación de recubrimiento al mismo tiempo que son sometidos a un giro substancialmente correspondiente al paso de trenzado de los alambres circundantes. En el paso B de aplicación de recubrimiento, un precalentador 7a aplica

calor, y una máquina 8 de aplicación de polvo conforma una película 26 de resina sobre todas las respectivas superficies periféricas exteriores, de forma independiente para el alambre 1a central y para los alambres 1b circundantes. La película 26 de resina se encuentra en el estado fundido a la temperatura de pre-calentamiento. La temperatura de calentamiento del post-calentador 7b alisa toda la película 26 de resina de una manera substancialmente uniforme. Un enfriador 10 enfría suficientemente la película 26 de resina para mejorar la dureza superficial de dicha película 26 de resina.

De forma deseable, el pre-calentador 7a y el post-calentador 7b son calentadores por inducción de alta frecuencia que permiten un fácil ajuste de temperatura. Además, el método usado para suministrar el material de recubrimiento de polvo es de forma deseable un método de recubrimiento de polvo electrostático, y puede ser un método de pulverización por pistola o un método de inmersión en lecho fluidizado. El estado de la película 26 de resina, específicamente, el espesor y calidad de la película 26 de resina, vienen determinados por factores tales como el método de calentamiento y temperatura, el tipo, número y posición de las pistolas electrostáticas, el estado del aire, y el tamaño de grano y la relación de mezcla del material de recubrimiento de polvo.

El enfriador 10 puede enfriar la película 26 de resina rociando agua fría desde una cierta distancia. Preferiblemente, la película 26 de resina se enfría en dos pasos. Específicamente, el primer enfriamiento y el segundo enfriamiento se realizan de forma consecutiva, por lo que la superficie de la película en el primer enfriamiento se enfría gradualmente con, por ejemplo, medios de enfriamiento del aire que soplan aire frío hacia la película 26 de resina, seguido por un enfriamiento rápido con un rociado de agua fría. De esta forma, la superficie de la película 26 de resina se puede alisar de forma substancialmente uniforme.

El espesor de la película 26 de resina conformada en el paso B de aplicación de recubrimiento es, por ejemplo, aproximadamente 100 a 280 μm . Después de que la película 26 de resina se conforma en el paso B de aplicación de recubrimiento, una trenzadora 11 trenza los alambres 1b circundantes de vuelta al estado original con el alambre 1a central. La trenzadora 11 es la misma unidad usada para la destrenzadora 3 mostrada en la Figura 3, excepto que el lado de entrada y el lado de salida del cable 1 para hormigón pretensado están en los lados contrarios, como se ilustra en la Figura 1. Debido a que la configuración es esencialmente la misma, la configuración de la trenzadora 11 no se describirá con mayor detalle, y se debería comprender en lo esencial mediante referencia a la Figura 3. Debido a que los alambres 1b circundantes conservan memoria del trenzado incluso después de la formación de la película 26 de resina, la trenzadora 11 puede trenzar rápidamente los alambres 1b circundantes de vuelta al estado original con el alambre 1a central. La forma de la sección transversal del cable 1 para hormigón pretensado trenzado de vuelta al estado original es la que se muestra en la Figura 7. La película 26 de resina de espesor uniforme se conforma por encima de todas las superficies periféricas del alambre 1a central y de los alambres 1b circundantes.

El cable 1 para hormigón pretensado trenzado de vuelta al estado original después del conformado de la película 26 de resina se ensaya en cuanto a la citada película 26 de resina. En primer lugar, un dispositivo 13 de medición de espesor mide el espesor de la película 26 de resina. Cuando el espesor no se encuentra dentro del rango aceptable preestablecido, se dispara una alarma, y se envía una señal indicativa de un espesor insuficiente o excesivo. Además, un detector 14 de picaduras inspecciona el estado de la película 26 de resina. El ensayo utiliza un detector del tipo sin contacto, por ejemplo, tal como medios de detección ópticos, para evitar daños a la película 26 de resina y, si se detecta una picadura en la película 26 de resina, se marca la posición detectada, y se envía una señal de alerta.

El cable 1 para hormigón pretensado ensayado de esta forma es estirado con un dispositivo 15 de estirado, y sometido al paso C de enrollado con un dispositivo 16 de enrollado situado en el extremo de terminación de la línea de proceso. En el paso C de enrollado final, el cable 1 para hormigón pretensado recubierto se enrolla formando una bobina. El dispositivo 15 de estirado está estructurado para incluir cintas de goma sin fin superior e inferior, las cuales sostienen y transportan entre ellas al cable para hormigón pretensado. De esta forma la película 26 de resina no resulta dañada por el dispositivo 15 de estirado. El dispositivo 15 de estirado también sirve para fijar una velocidad de línea de proceso con la estructura que permite que se pueda modificar libremente la velocidad de línea con el uso de un motor inversor. Siempre que condiciones tales como las condiciones de temperatura de pre-calentamiento, y las cantidades de eyección del material de recubrimiento de resina sean constantes, la modificación de la velocidad de línea modifica el espesor de la película conformada sobre los alambres elementales. De esta manera, seleccionando una velocidad de línea se puede conformar una película de cualquier espesor.

El funcionamiento continuo de la línea de proceso se detiene cuando se ha agotado el cable 1 para hormigón pretensado colocado sobre el soporte 2. Se interrumpe entonces el conformado de película en la línea de proceso, y se coloca un nuevo cable para hormigón pretensado sobre el soporte 2. El funcionamiento se reanuda después de que el extremo posterior del cable 1 para hormigón pretensado procesado se suelda al extremo delantero del cable 1 para hormigón pretensado recién colocado.

El cable 1 para hormigón pretensado conformado con la película 26 de resina tiene la película 26 de resina conformada de forma independiente o separada sobre cada superficie del alambre 1a central y de los alambres 1b circundantes respectivamente. De esta manera, la flexibilidad necesaria para este tipo de cable para hormigón pretensado permanece intacta, y se pueden mejorar la resistencia a la corrosión y la resistencia a la fatiga bajo tracción.

Un cable para hormigón pretensado con una película de resina deseable se puede obtener con mayor eficiencia de producción de acuerdo con el método de la invención para conformado de película resistente a la corrosión sobre cable para hormigón pretensado bajo ciertas condiciones relativas a la velocidad de línea de proceso, al tamaño de grano del material de recubrimiento y a la temperatura de calentamiento, como se explica a continuación.

- 5 La velocidad de línea apropiada es de 5 a 10 m/min. Una velocidad de línea por debajo de 5 m/min es desventajosa desde el punto de vista económico, porque no se puede esperar que mejore la productividad y porque aumenta el coste. Con una velocidad de línea por encima de 10 m/min, el alambre 1a central y los alambres 1b circundante se trenzan de vuelta al estado original antes de que el material de recubrimiento aplicado cure lo suficiente. Esto puede provocar que las películas de resina (películas de recubrimiento), conformadas independientemente para el alambre 10 1a central y para cada uno de los alambres 1b circundantes, se adhieran unas a otras, o puede provocar deformación parcial en cada película de resina por la presión del trenzado para restablecer el estado original. Estos hechos son problemáticos porque los alambres pierden no sólo uniformidad sino también la flexibilidad necesaria. La velocidad de línea más preferible es de 7 a 8 m/min; sin embargo, el límite inferior y el límite superior se pueden extender a 5 m/min y 10 m/min, respectivamente.
- 15 El tiempo para el curado del material de recubrimiento adherido sobre el alambre 1a central y sobre los alambres 1b circundantes en la línea de proceso se puede incrementar fijando una distancia mayor para el calentamiento del alambre 1a central recubierto y de los alambres 1b circundantes en el estado separado. Sin embargo, debido a que el proceso de recubrimiento se realiza en el estado separado con cada uno de los alambres 1b circundantes conservando su memoria de trenzado para el alambre 1a central, la distancia para mantener el estado separado, 20 específicamente, la distancia focal para trenzar los alambres de vuelta al estado original se fija dentro de un cierto rango. Aumentar la distancia por encima de este rango puede no lograr conservar dicha memoria de trenzado en los alambres 1b circundantes. Además, el aumento de la distancia de separación del alambre 1a central recubierto y de los alambres 1b circundantes puede provocar un destensado en los alambres elementales (alambre central o alambres circundantes). Dichos destensados provocan problemas de producción, por ejemplo, haciendo que los alambres hagan contacto con el equipo según van girando dichos alambres durante su movimiento dentro de la línea de proceso, o haciendo que los alambres elementales hagan contacto entre sí. De esta manera, en la práctica, la distancia para mantener el estado separado no se puede aumentar por encima del rango fijado.

- El material de recubrimiento es una resina epoxi curable por calor. En cuanto al tamaño de grano del polvo, se usan materiales con un tamaño de grano medio de 40 a 50 μm . De la manera más preferible, el material de recubrimiento 30 incluye granos distribuidos de forma substancialmente uniforme con un tamaño de grano medio de 45 μm , un tamaño de grano mínimo de 10 μm , y un tamaño de grano máximo de 100 μm . Tamaños de grano más pequeños producen una película que es delgada y que destaca por su uniformidad, mientras que tamaños de grano mayores producen una película gruesa. Sin embargo, se debería observar que el exceso de material de recubrimiento en el paso de aplicación de recubrimiento se soluciona en un paso de recogida y eliminación de polvo y en un paso de reciclado. Cuando el material de recubrimiento contiene sólo granos con un tamaño de grano de 10 μm o menor, 35 muchos granos son aspirados al interior del colector de polvo, y desechados sin ser reutilizados, derrochando el material. Por otro lado, cuando todos los granos del material de recubrimiento tienen un tamaño de grano mayor de 100 μm , sólo unos pocos granos son aspirados al interior del colector de polvo, y de esta forma la pérdida es pequeña. Sin embargo, en este caso, se produce formación de espuma entre los alambres elementales y la película, y es probable que se produzcan picaduras en la citada película. Además, la película se vuelve no uniforme y muestra una textura superficial rugosa después del proceso de recubrimiento, haciendo difícil la realización de un control de calidad deseable para el producto. Por consiguiente, materiales de recubrimiento que contienen granos distribuidos de manera substancialmente uniforme con un tamaño de grano medio de $45 \pm 5 \mu\text{m}$ son preferibles a aquellos con un rango de tamaños de grano de 10 a 100 μm .

- 45 La temperatura de calentamiento de los alambres elementales por el pre-calentador 7a va de 150 a 250°C. La temperatura de calentamiento por el post-calentador 7b va de 120 a 220°C. La temperatura de pre-calentamiento se hace 30 a 130°C mayor que la temperatura de post-calentamiento. Específicamente, el recubrimiento de polvo electrostático se realiza con el pre-calentamiento realizado a una temperatura 30 a 130°C mayor que la temperatura de post-calentamiento en el rango de temperatura antes mencionado. De esta manera, el material de recubrimiento depositado sobre los alambres elementales se funde rápidamente hasta un espesor uniforme, y el post-calentamiento posterior favorece además una reacción de curado sin provocar desnaturalización por calor en la resina.

Ejemplo

- 55 En este Ejemplo, se conformaron películas resistentes a la corrosión sobre cables para hormigón pretensado en los rangos de condiciones antes mencionados. Los recubrimientos se realizaron usando los mismos materiales de recubrimiento y fijando la temperatura de pre-calentamiento y la temperatura de post-calentamiento a 200°C y 140°C, respectivamente, pero variando las velocidades de línea de proceso para obtener cables para hormigón pretensado con películas resistentes a la corrosión que tienen espesores de 60 μm , 70 μm , 80 μm , 90 μm , 100 μm , 110 μm , 120 μm , 130 μm , 150 μm , 180 μm , y 220 μm , respectivamente. A propósito, la película de espesor 150 μm se obtuvo a la velocidad de línea de 7 m/min. La velocidad de línea se incrementó en incrementos de 1 m/min, y la película de espesor 110 μm se obtuvo a la velocidad de línea de 10 m/min. En cambio, la velocidad de línea se 60

redujo en decrementos de 0,5 m/min, y la película de espesor 220 μm se obtuvo a la velocidad de línea de 6 m/min. Obsérvese que, dada la misma velocidad de línea, un aumento de la cantidad eyectada del material de recubrimiento de resina incrementando la temperatura de pre-calentamiento produce inevitablemente una película más gruesa.

- 5 Los cables para hormigón pretensado obtenidos según se explicó anteriormente fueron sometidos a un ensayo de pulverización de niebla salina, el cual se realizó durante 1000 horas con una máquina de ensayos de pulverización de niebla salina de acuerdo con la norma JIS Z2371 "método de ensayo de pulverización de niebla salina" (método de la torre de pulverización). Los resultados de los ensayos son los que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1

Tiempo hasta corrosión Esesor de recubrimiento	48 horas	120 horas	216 horas	360 horas	500 horas	1,000 horas
60 μm	*	x	x	x	x	x
70 μm	O	*	x	x	x	x
80 μm	O	O	*	x	x	x
90 μm	O	O	O	*	x	x
100 μm	O	O	O	O	O	O
110 μm	O	O	O	O	O	O
120 μm	O	O	O	O	O	O
130 μm	O	O	O	O	O	O
150 μm	O	O	O	O	O	O
180 μm	O	O	O	O	O	O
220 μm	O	O	O	O	O	O

*: Corrosión iniciada
x: Corrosión
O: Normal

- 10 Como se presenta en la Tabla 1, no se produce corrosión hasta al menos 1000 horas con el espesor de 100 μm o mayor, demostrando que se conformaron recubrimientos deseables. Se debería observar que las condiciones usadas en este Ejemplo, incluidas las temperaturas de pre-calentamiento y de post-calentamiento, son medias. Aumentar la temperatura de pre-calentamiento hasta, por ejemplo, 230°C, incrementa el espesor con la mayor cantidad de adhesión del material de recubrimiento. Además, debido a que el material de recubrimiento contiene granos de diferentes tamaños, los granos más pequeños entran en los espacios existentes entre los granos más grandes, dosificando de este modo los huecos existentes entre los granos del recubrimiento y eliminando burbujas de aire. Como resultado de esto, se forma un recubrimiento uniforme.

Aplicabilidad Industrial

- 20 El método para conformado de una película resistente a la corrosión sobre un cable para hormigón pretensado de acuerdo con la presente invención, con las combinaciones razonables del tamaño de grano de recubrimiento en polvo de resina sintética, los ajustes de temperatura para pre-calentamiento y post-calentamiento y la velocidad de línea, permite una producción eficiente de una película uniforme y deseable con mayor productividad, sin afectar negativamente a la flexibilidad o a la resistencia a la cizalladura del cable embebido en hormigón. El método por lo tanto tiene un amplio rango de aplicaciones en la técnica de procesamiento para protección frente a la corrosión
- 25 para cables para hormigón pretensado usados como elementos tensores o tirantes para el post-tensado o pre-tensado en hormigón pretensado usado para estructuras tales como construcciones arquitectónicas y estructuras de ingeniería civil. El método también tiene amplias aplicaciones en la técnica de procesamiento para protección frente a la corrosión para cables para hormigón pretensado usados como elementos de tirante o tirantes para estructuras marinas y puentes atirantados susceptibles a corrosión salina.

30 Lista de Signos de Referencia

- 1 Cable para hormigón pretensado
- 1a Alambre central del cable para hormigón pretensado

	1b	Alambres circundantes del cable para hormigón pretensado
	2	Soporte
	3	Destrenzadora
	4a, 4b, 4c, 4d	Unidad de mantenimiento de la separación
5	5	Ajustador del alambre central
	6	Pistola de granallado
	7a	Pre-calentador
	7b	Post-calentador
	8	Máquina de aplicación de polvo
10	10	Enfriador
	11	Trenzadora
	13	Dispositivo de medición de espesor
	14	Detector de picaduras
	15	Dispositivo de estirado
15	16	Dispositivo de enrollado
	17, 27	Rodamientos
	18, 28	Anillo giratorio
	19, 29	Agujero para el alambre central
	20, 30	Agujeros para los alambres laterales
20	21	Anillo exterior
	22	Muelle de ajuste de tensión
	23	Brazo de polea
	24	Polea móvil
	25	Polea fija
25	26	Película de resina
	A	Paso de pretratamiento
	B	Paso de aplicación de recubrimiento
	C	Paso de enrollado

REIVINDICACIONES

1. Un método para conformado de una película resistente a la corrosión sobre alambres (1a; 1b) de un cable (1) para hormigón pretensado; comprendiendo el método los siguientes pasos en una línea de proceso en serie:
- 5 un paso de destrenzado de destrenzar el cable (1) para hormigón pretensado para separar alambres (1b) circundantes de un alambre (1a) central del cable (1) para hormigón pretensado;
- un paso de aplicación de recubrimiento de aplicar un material de recubrimiento de polvo de resina sintética curable por calor sobre cada superficie periférica exterior del alambre (1a) central y los alambres (1b) circundantes en el estado destrenzado;
- 10 un paso de calentamiento de calentar el alambre (1a) central y los alambres (1b) circundantes en el estado destrenzado;
- un paso de enfriamiento de enfriar el alambre (1a) central y los alambres (1b) circundantes con el material de recubrimiento de polvo de resina sintética adherido uniformemente después del paso de aplicación de recubrimiento y del paso de calentamiento
- para conformar una película (26) de resina;
- 15 un paso de trenzado de trenzar los alambres (1b) circundantes con la película (26) de resina para restablecer el estado original con el alambre (1a) central provisto de la película (26) de resina, en el cual:
- 20 el paso de calentamiento incluye pre-calentamiento y post-calentamiento realizados antes y después del paso de aplicación de recubrimiento de aplicar el material de recubrimiento de polvo de resina sintética, y la temperatura de calentamiento en el pre-calentamiento se fija 30 a 130°C mayor que la temperatura de calentamiento en el post-calentamiento,
- el material de recubrimiento de polvo de resina sintética tiene un tamaño de grano medio de 40 a 50 μm para proporcionar un espesor de 100 a 280 μm para la película (26) de resina, y
- la línea de proceso tiene una velocidad de línea de 5 a 10 m/min.

FIG.1

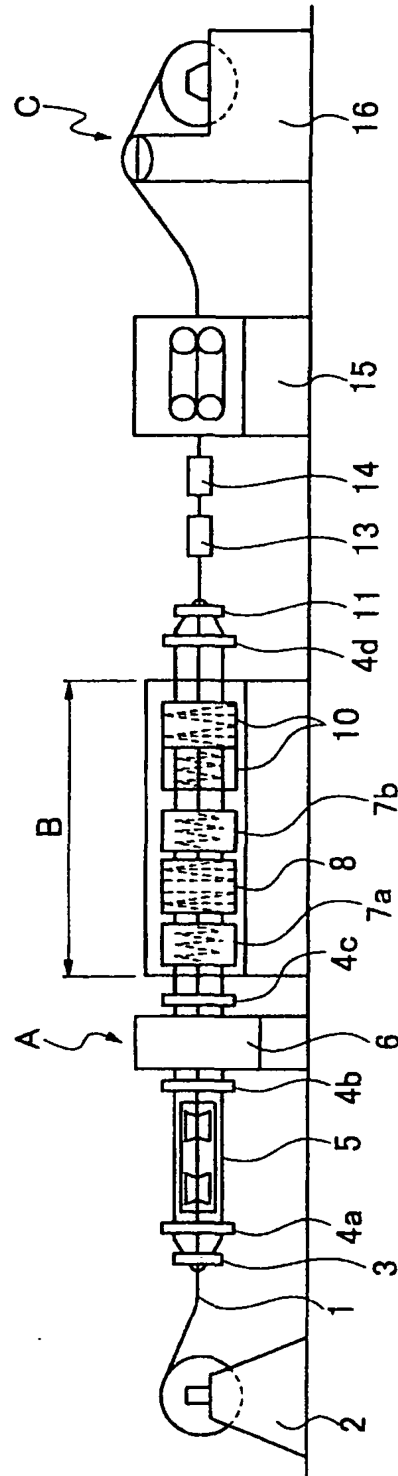


FIG.2

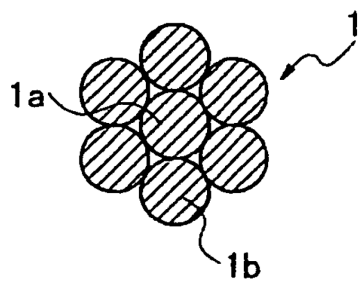


FIG.3

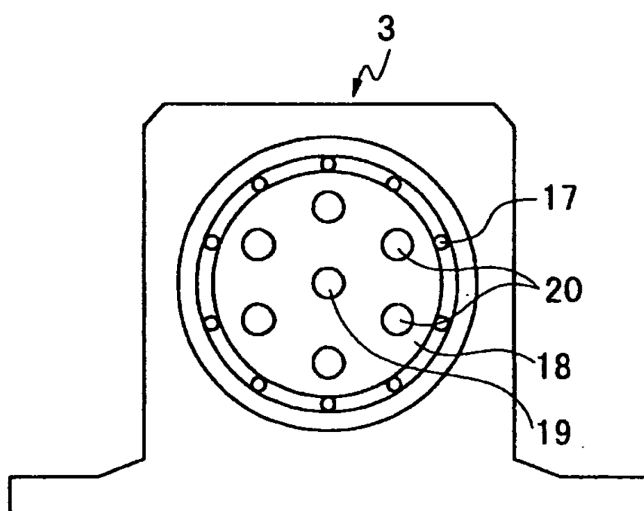


FIG.4

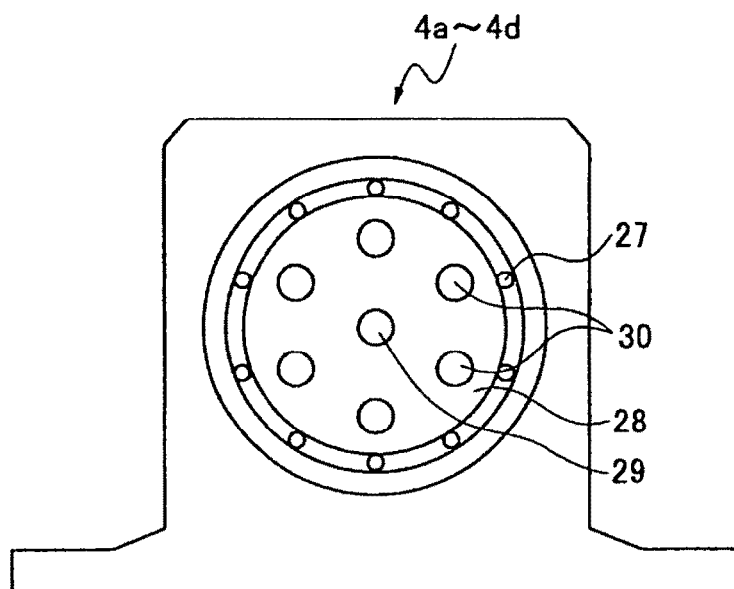


FIG.5

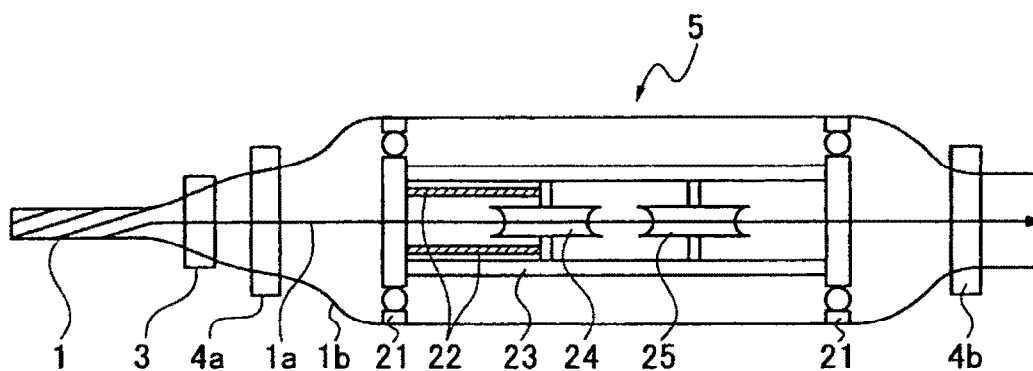


FIG.6

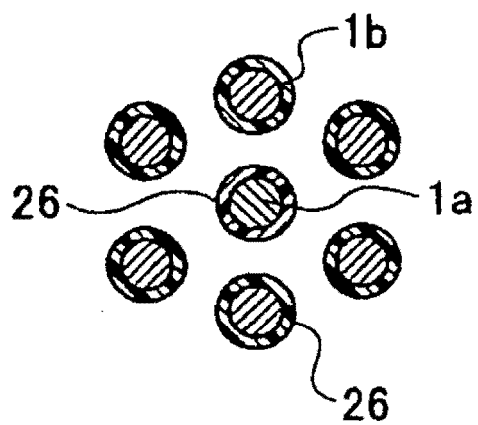


FIG.7

