

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 875**

51 Int. Cl.:

D07B 7/14 (2006.01)

D07B 7/18 (2006.01)

E04C 5/01 (2006.01)

E04C 5/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.06.2013** **E 13171696 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.08.2015** **EP 2692943**

54 Título: **Método para moldear una película antioxidante sobre cable para concreto pretensado y cable para concreto pretensado**

30 Prioridad:

02.08.2012 JP 2012171796

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

16.09.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

KUROSAWA, RYOHEI;
HIRAI, KEI y
MATSUBARA, NAOKI

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 545 875 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 moldear una película antioxidante sobre cable para concreto pretensado y cable para concreto pretensado

La presente invención se refiere a un método para moldear una película antioxidante con un material de recubrimiento de resina en polvo sintético sobre un alambre de núcleo y alambres envolventes de un cable para concreto pretensado utilizado como elemento tensor o cable tirante para postensado o pretensado en concreto pretensado utilizado para estructuras tales como construcciones arquitectónicas y estructuras de ingeniería civil, o de un cable para concreto pretensado utilizado como elemento tirante o cable tirante para estructuras marinas y puentes con cables tirantes susceptibles a la corrosión de la sal, y a un cable para concreto pretensado obtenido mediante este método.

El cable para concreto pretensado generalmente tiene una estructura trenzada de alambres envolventes plurales trenzados alrededor de un alambre de núcleo. La razón por la que se utiliza dicha estructura es para impartir flexibilidad al cable para concreto pretensado y formar ranuras helicoidales con los alambres envolventes trenzados y de esta manera proporcionar suficiente resistencia al corte para los alambres incrustados en concreto. Por lo tanto, existe la necesidad de un método de procesamiento antioxidante para el cable para concreto pretensado que no interfiera con estas características. Actualmente se conocen varios métodos de procesamiento antioxidantes para el cable para concreto pretensado.

Un ejemplo de dichas técnicas convencionales conocidas es un "Método de moldeo y procesamiento de película antioxidante para cable para concreto pretensado" divulgado en la Patente Japonesa 269113. En esta técnica, porciones trenzadas de un cable para concreto pretensado se destrenzan temporalmente en secuencia. Las porciones destrenzadas se mantienen con un medio de mantenimiento de extensión y se ajusta el exceso de alambre de núcleo. Luego se forma un recubrimiento de deposición de un material de recubrimiento de resina en polvo sintético en la totalidad de las superficies periféricas exteriores del alambre de núcleo destrenzado y los alambres envolventes. Los recubrimientos de deposición se fusionan por calor luego para formar películas sobre la totalidad de las superficies periféricas exteriores del alambre de núcleo y los alambres envolventes. El alambre de núcleo y los alambres envolventes se trenzan nuevamente después de enfriar las películas.

Dado que el cable para concreto pretensado formado de esta manera se forma con capas de 200 μm sobre el alambre de núcleo y los alambres envolventes mediante la formación de una película de adhesión al pulverizar un material de recubrimiento en polvo sobre la totalidad de las superficies periféricas exteriores del alambre de núcleo y los alambres envolventes respectivamente, y calentar la película de adhesión a una temperatura de 250°C, características tales como la flexibilidad necesaria para el cable para concreto pretensado y la resistencia al corte con respecto al concreto no se ven afectadas en absoluto y, además, la función antioxidante también es suficiente, de modo que el método antioxidante de esta publicación es considerado el mejor método antioxidante para un cable para concreto pretensado.

Otra técnica convencional conocida es el "Método para formar una película antioxidante sobre cable para concreto pretensado" divulgado en la Patente Japonesa No. 4676009. El método se realiza en una serie de línea que incluye: destrenzar el cable para concreto pretensado y destensar los alambres envolventes del alambre de núcleo; formar una capa de resina aplicando un material en polvo de resina sintético sobre las superficies periféricas exteriores del alambre de núcleo y los alambres envolventes en estado destensado respectivamente; calentar los mismos para que se adhieran entre sí uniformemente y enfriarlos; y posteriormente trenzar los alambres alrededor del alambre de núcleo en su estado original, en donde el calentamiento incluye un precalentamiento antes de aplicar el material de recubrimiento de resina en polvo sintético y un poscalentamiento después de la aplicación de un material de recubrimiento de resina en polvo sintético, fijándose la temperatura de precalentamiento dentro de un rango de 150 a 250°C y fijándose la temperatura de poscalentamiento dentro de un rango de 120 a 220°C, fijándose la temperatura de precalentamiento 30 a 130°C más alta que la de poscalentamiento, utilizándose el material de recubrimiento de resina en polvo sintético que tiene un diámetro de partícula promedio de 40 a 50 μm para formar la película de resina con un espesor predeterminado, y fijándose la velocidad de la línea en 5 a 10 m/min.

De esta manera, la temperatura del precalentamiento debe fijarse para que sea más alta que la del poscalentamiento, el material de recubrimiento de resina en polvo sintético tiene un diámetro de partícula promedio de 40 a 50 μm con diámetros de partícula de 10 a 100 μm distribuidas básicamente de manera uniforme y la velocidad de la línea se fija en 5 a 10 m/min, mediante lo cual se mejora la productividad, se alcanza una reducción de costos y la formación eficiente de una capa uniforme y preferible sin alterar la flexibilidad y resistencia al corte con respecto al concreto.

En la primera técnica convencional descrita anteriormente, el espesor de la película de resina antioxidante es 200 $\pm$ 50 μm , y el método en esta tecnología es evaluado para ser el mejor método antioxidante. Sin embargo, para formar la película de resina con el espesor descrito anteriormente, la velocidad de la línea debe ser 4,5 m/min como máximo y, si la velocidad de la línea es más rápida que 4,5 m/min, no puede obtenerse el espesor de la película diseñada y, por lo tanto, existe un problema de baja eficiencia de producción.

En la segunda técnica convencional, la temperatura de precalentamiento debe fijarse en 30 a 130°C más alta que la temperatura del poscalentamiento, y el material de recubrimiento de resina en polvo sintético debe ser un material de recubrimiento en polvo seleccionado que tiene diámetros de partícula de 10 a 100 µm distribuidos considerablemente de manera uniforme y con un diámetro de partícula promedio en un rango de 40 a 50 µm a utilizar. Además, si se aumenta la temperatura del precalentamiento, el material de recubrimiento en polvo con el que se recubren los alambres se calienta y fusiona abruptamente, y de esa manera se desarrolla una reacción de endurecimiento del material de recubrimiento en polvo y, por lo tanto, aumenta la viscosidad de la resina de recubrimiento antes de que el aire presente en los espacios entre las partículas del material de recubrimiento en polvo en contacto con un material de base del alambre de núcleo o los alambres envolventes salga por completo. Por lo tanto, el aire presente en los espacios queda atrapado entre el material de base y, por lo tanto, ocurre un fenómeno de formación de espuma. El fenómeno de formación de espuma puede resultar en la formación de perforaciones en el recubrimiento de resina. Simultáneamente, no solo la probabilidad de aumento de burbujas de aire atrapadas aumenta con el aumento del diámetro de partícula del material de recubrimiento en polvo y, además, la probabilidad de que aumente la formación de perforaciones, sino que también la capa después de la aplicación tiende a ser desigual y la textura de la superficie tiende a deteriorarse. Por lo tanto, el diámetro de partícula promedio del material de recubrimiento en polvo se debe controlar dentro de un rango seleccionado o cuidadosamente seleccionado de 40 a 50 µm. Si el rango seleccionado o cuidadosamente seleccionado del diámetro de partícula del material de recubrimiento en polvo es descuidado, dado que la temperatura de precalentamiento es alta, el aire en los espacios entre las partículas es atrapado y, por lo tanto, aumenta la probabilidad de que se formen perforaciones debido al calentamiento abrupto. Simultáneamente, si el material de recubrimiento en polvo no tiene el diámetro de partícula seleccionado o cuidadosamente seleccionado, la capa que tiene el espesor de película diseñado no puede formarse y, por lo tanto, aumenta inevitablemente el costo del material, lo que resulta en un problema de altos costos de fabricación.

En particular, en la primera técnica convencional, la naturaleza y el rendimiento de la capa formada mediante precalentamiento y poscalentamiento (formación de perforaciones), la relación entre la velocidad de la línea y el polvo de resina y la mejora de la productividad, y la formación eficiente de capas preferibles no se describen en absoluto.

En contraste con la primera técnica convencional, en la segunda técnica convencional las temperaturas de precalentamiento y poscalentamiento, el diámetro de partícula del material de recubrimiento y la velocidad de la línea se especifican para mejorar la productividad y alcanzar una reducción de costos, y se logra la formación eficiente de una capa uniforme y preferible sin alterar la flexibilidad y la resistencia al corte con respecto al concreto. Sin embargo, dado que la temperatura del precalentamiento es alta, aun cuando el material de recubrimiento en polvo expulsado de la pistola electrostática por medio de transporte de aire se pone en contacto con las superficies periféricas exteriores del alambre de núcleo destrenzado y destensado y alambres envolventes respectivamente y se fusiona rápidamente en la etapa de recubrimiento, el material de recubrimiento en polvo que tiene una porción fusionada parcialmente y con viscosidad disminuida es impulsado mediante una presión de transporte de aire (presión de viento) sin soldadura y se rocía (a chorro), de manera que pueda generarse una tira extremadamente fina (fenómeno de telaraña). Dado que la tira extremadamente fina tiene peso liviano, flota y se enreda gradualmente en una cámara de recubrimiento y se vuelve como la fibra de algodón (como un algodón azucarado), se adhiere a las capas del alambre de núcleo y los alambres envolventes en estado destensado, y se forma la superficie de la capa con salientes o se vuelve áspera, lo que produce una falla de forma.

Por lo tanto, es un objeto de la invención resolver los problemas de las técnicas convencionales al mejorar una característica de fatiga de tensión sin alterar la flexibilidad y una resistencia a la adhesión con respecto al concreto necesaria para un cable para concreto pretensado, eliminando la necesidad de control seleccionado o cuidadosamente seleccionado del diámetro de partícula de un material de recubrimiento de resina en polvo utilizado, dependiendo de la relación entre precalentamiento y poscalentamiento, mejorando la reducción de costos materiales al ampliar un rango de diámetro de partícula del material de recubrimiento de resina en polvo, formando una capa que es uniforme y preferiblemente sin formar perforaciones de forma eficiente, y evitando la falla de forma debido al fenómeno de telaraña del material de recubrimiento en polvo incluso cuando la velocidad de la línea se aumenta para mejorar la productividad.

El objeto anterior puede lograrse mediante las características definidas en las reivindicaciones.

De acuerdo con el método de formación de una película antioxidante sobre un cable para concreto pretensado de la invención, se logran una variedad de ventajas y efectos tal como se describe más adelante. El calentamiento incluye el precalentamiento antes de aplicar el material de recubrimiento de resina en polvo sintético y el poscalentamiento después de la aplicación, y la temperatura de precalentamiento se fija a una temperatura inferior a la temperatura de poscalentamiento. Por lo tanto, aun cuando se utiliza el material de recubrimiento de resina en polvo sintético a aplicar que incluye partículas con diámetros distribuidos en un rango de 0,1 a 250 µm, el material de recubrimiento en polvo aplicado no se calienta y funde abruptamente, y el aire presente en los espacios entre las partículas del material de recubrimiento en polvo se evacúa y, por lo tanto, no queda atrapado en los mismos antes de que la reacción endurecedora avance lentamente y por ende aumenta la viscosidad. Por consiguiente, el fenómeno de formación de espuma no ocurre y, por lo tanto, se evita la formación de perforaciones y se elimina el fenómeno de telaraña. Asimismo, al aumentar la temperatura de poscalentamiento, se forma la película de resina formada

- mediante calentamiento y fusión para tener un espesor uniforme y una superficie lisa en su totalidad. Por lo tanto, aun cuando se utiliza un material de recubrimiento en polvo no costoso en el que el diámetro de partícula no se selecciona cuidadosamente, se mejora la productividad al fijar la velocidad de la línea en 5 a 10 m/min, y logrando una reducción de costos y, además se forma eficientemente una película uniforme y preferible sin alterar la flexibilidad y la resistencia al corte con respecto al concreto. En pocas palabras, al disminuir la temperatura de precalentamiento, aun cuando parte del material de recubrimiento en polvo se funde, la viscosidad de la parte correspondiente no se disminuye tanto. Por lo tanto, el material de recubrimiento en polvo no sale expedido por la presión de transporte de aire y, por lo tanto, no ocurre el fenómeno de telaraña. Además, el espesor de película uniforme se logra al aumentar la temperatura de poscalentamiento y, por lo tanto, se evita la falla de forma.
- 10 La invención se describe en detalle junto con los dibujos, en los que:
- la Fig. 1 es una vista lateral que ilustra un esbozo de una línea de proceso en la que se realiza un método de procesamiento de acuerdo con la realización de la invención;
- la Fig. 2 es una vista transversal que ilustra un cable para concreto pretensado a procesar mediante el mismo método de procesamiento;
- 15 la Fig. 3 es una vista frontal que ilustra esquemáticamente un aparato de destensado (aparato de retrenzado) utilizado en el mismo método de procesamiento;
- la Fig. 4 es una vista frontal que ilustra esquemáticamente un aparato de destrenzado utilizado en el mismo método de procesamiento;
- 20 la Fig. 5 es una vista lateral que ilustra esquemáticamente un ejemplo de un aparato de ajuste de alambre de núcleo utilizado en el mismo método de procesamiento;
- la Fig. 6 es una vista transversal que ilustra el cable para concreto pretensado en estado separado después de una etapa de recubrimiento en el mismo método de procesamiento;
- la Fig. 7 es una vista transversal que ilustra el cable para concreto pretensado en un estado en el que los alambres envolventes se trenzan sobre el alambre de núcleo en un estado original después del proceso de recubrimiento en el mismo método de procesamiento; y
- 25 la Fig. 8 es una gráfica que ilustra una relación entre una velocidad de línea y una temperatura de calentamiento en la línea de proceso ilustrada en la Fig. 1.
- La invención se describirá ahora en detalle sobre la base de una realización ilustrada de la invención. La Fig. 1 es un dibujo esquemático que ilustra una línea de proceso para ejecutar un método de formación y procesamiento de una película antioxidante sobre un cable para concreto pretensado de acuerdo con la invención. Tal como se ilustra en la Fig. 2, un cable para concreto pretensado 1 ejemplificado a utilizar es un cable para concreto pretensado compuesto por siete alambres que incluyen un alambre de núcleo 1a en una porción central del mismo y una pluralidad de (seis) alambres envolventes 1b en la periferia exterior trenzados en forma helicoidal.
- 30 En general, el cable para concreto pretensado 1 de este tipo tiene una forma alargada y se enrolla en forma de espiral. El cable para concreto pretensado 1 enrollado se fija sobre un lado inicial de una línea de proceso en un estado de la forma de espiral y se somete a un proceso de formación y procesamiento de película antioxidante mientras se desenrolla en secuencia desde un lado en el extremo como el de la técnica convencional.
- El esbozo de las etapas de la línea del proceso de acuerdo con la invención consiste en que se proporciona una plataforma 2 en la que se fija el cable para concreto pretensado 1 en espiral y el cable para concreto pretensado 1 colocado en la plataforma 2 se alimenta en secuencia hacia las etapas respectivas para el proceso de formación y procesamiento de película antioxidante. En otras palabras, las etapas de la línea del proceso incluyen la etapa de preprocesamiento A y una etapa de recubrimiento B en la que el cable para concreto pretensado 1 se ha restaurado al estado trenzado original, y una etapa C de enrollado para enrollar el cable para concreto pretensado recubierto en forma de espiral en el extremo terminal de la línea de proceso. Se describirán ahora las etapas respectivas.
- 40 En primer lugar, cuando se comienza con una operación continua, se utiliza un cable para concreto pretensado de prueba del mismo tipo y se inserta en un estado en línea con categorías o métodos de las etapas respectivas de un extremo inicial a un extremo terminal de la línea de proceso mediante una operación manual, y los extremos del alambre de núcleo 1a y los alambres envolventes 1b del cable para concreto pretensado 1 colocado sobre la plataforma 2 y sometidos recientemente a un proceso antioxidante, y los extremos del alambre de núcleo y alambres envolventes correspondientes del cable para concreto pretensado de prueba se sueldan respectivamente en estado colindante como trabajo de preparación, y se inicia la operación continua una vez finalizado el trabajo de preparación.
- 45 Cuando se inicia la operación del aparato, el cable para concreto pretensado 1 se mueve del extremo inicial al extremo terminal a una velocidad constante y, mientras tanto, se forman películas uniformes (recubrimientos

aplicados) en las superficies periféricas exteriores respectivas del alambre de núcleo 1a y los respectivos alambres envolventes 1b y el cable para concreto pretensado 1 se enrolla mediante un aparato de enrollado 16 en un estado trenzado original.

El cable para concreto pretensado 1 colocado sobre la plataforma 2 pasa primero a través de la etapa de preprocesamiento A mediante un aparato de ajuste de alambre de núcleo 5. En este caso, los alambres envolventes 1b se destrenzan y separan del alambre de núcleo 1a mediante el aparato de destensado 3 ilustrado en la Fig. 3, y el estado separado se mantiene mediante los aparatos de mantenimiento de estado separados 4a a 4d ilustrados en la Fig. 4. El cable para concreto pretensado 1 pasa en un estado en el que se mantiene en el estado separado a la etapa de recubrimiento B donde se forma un recubrimiento a una velocidad preestablecida.

El aparato de destensado 3 incluye un anillo de rotación 18 dispuesto de forma que pueda girar por medio de un rodamiento 17, y se proporciona al anillo de rotación 18 un agujero de paso del alambre de núcleo 19 a través del cual el alambre de núcleo 1a del cable para concreto pretensado 1 se inserta en la porción central del mismo, y agujeros de paso de cables secundarios 20 donde los seis alambres envolventes 1b se insertan se proporcionan radialmente en intervalos necesarios desde el agujero de paso del alambre de núcleo 19.

Los aparatos que mantienen en estado separado 4a a 4d tienen básicamente la misma configuración que el aparato de destensado 3 y son levemente más grandes en diámetro que el aparato de destensado 3, se configuran para mantener el estado separado del cable para concreto pretensado 1 destensado. Los aparatos que mantienen en estado separado 4a a 4d incluyen cada uno un anillo de rotación 28 dispuesto de manera que pueda girar a través de un rodamiento 27, y el anillo de rotación 28 se proporciona con un agujero de paso de alambre de núcleo 29 a través del cual el alambre de núcleo 1 del cable para concreto pretensado 1 se inserta en la porción central del mismo, y agujeros de paso de cables secundarios 30 donde se insertan los seis alambres envolventes 1b se proporcionan radialmente en intervalos necesarios desde el agujero de paso del alambre de núcleo 29. Un punto diferente con respecto al aparato de destensado 3 es que la distancia entre el agujero de paso del alambre de núcleo 29 y los agujeros de paso de cables secundarios 30 aumenta y los agujeros respectivos tienen básicamente el mismo tamaño.

En un aparato de limpieza con chorro 6 en la etapa de preprocesamiento A, se proyecta un compuesto de pulido (bolas de acero en el orden de 0,3 mm) sobre la totalidad de las superficies periféricas exteriores del alambre de núcleo 1a y los alambres envolventes 1b en estado separado mediante una paleta de rotación de alta velocidad para eliminar sustancias extrañas tales como aceite y oxidación adheridas a las respectivas superficies periféricas exteriores, y el material de base sobre la totalidad de la superficie periférica exterior se ajusta, por ejemplo, en un estado de material de base de terminación de "piel de pera", mediante el cual se mejora la adhesión o adhesividad con respecto al recubrimiento.

El aparato de ajuste del alambre de núcleo 5 ilustrado en la Fig. 5 se dispone entre los aparatos que mantienen en estado separado 4a y 4b entre la plataforma 2 y la etapa de preprocesamiento A, e incluye un par de ruedas externas 21, un brazo de polea 23 configurado para mantener el par de ruedas externas 21 a una distancia predeterminada, una polea móvil 24 que se mueve a lo largo del brazo de polea y se tira a una tensión constante hacia un aparato de destensado 3 mediante un resorte de ajuste de fuerza de tensión 22, y una polea fija 25 montada en el brazo de polea 23. El aparato se configura para guiar los alambres envolventes 1b en el exterior de las ruedas externas 21 para permitir que ambas ruedas externas 21 roten libremente con respecto a las perforaciones de trenzado de los alambres envolventes 1b del cable para concreto pretensado 1. El alambre de núcleo 1a que pasa a través del agujero de paso del alambre de núcleo 29 del aparato que mantiene en estado separado 4a se ajusta enganchando primero en la polea fija 25 para girarse en U, luego enganchando en la polea móvil 24 para llegar al lado del aparato que mantiene en estado separado 4b y tirando hacia atrás una parte redundante del alambre de núcleo 1a generado al someterse a la formación de película antioxidante secuencial y restauración de los alambres envolventes 1b al estado original trenzado.

La distancia de movimiento de la polea móvil 24 o el número de ranuras de las poleas se debe determinar dependiendo del largo del alambre de núcleo redundante a ser absorbido o recogido y, por ejemplo, la cantidad de absorción integrada del alambre de núcleo redundante pasa a ser de cuatro veces si dos de cada una de las ranuras se proporcionan en las poleas. Dado que la polea móvil 24 se tira mediante el resorte de ajuste de fuerza de tensión 22 en un estado constantemente tenso hacia el lado del aparato de destensado 3 a una tensión constante, el alambre de núcleo 1a redundante generado por los alambres envolventes 1b trenzados en el alambre de núcleo 1a al estado original en el extremo terminal se absorben o recogen de forma automática. El aparato de ajuste del alambre de núcleo no se limita al sistema de polea.

El alambre de núcleo 1a y los alambres envolventes 1b procesados en la etapa de preprocesamiento A se mantienen en estado separado mediante los aparatos que mantienen en estado separado 4c y 4d, se proporcionan a la etapa de recubrimiento B mientras que rotan básicamente de forma correspondiente a las perforaciones de trenzado de los cables secundarios. En la etapa de recubrimiento B, el alambre de núcleo 1a y los alambres envolventes 1b se calientan mediante el aparato de precalentamiento 7a y se forman recubrimientos de resina 26 sobre la totalidad de las superficies periféricas exteriores de los mismos respectivamente mediante un aparato de recubrimiento en polvo 8 de manera independiente. Luego, los recubrimientos de resina 26 se llevan a estado

fusionado mediante precalentamiento, y además se calientan mediante el aparato de poscalentamiento 7b para formar películas de resina alisadas básicamente uniformes en su totalidad, y las películas de resina 26 se enfrían lo suficiente mediante el aparato de enfriamiento 10, mediante lo cual se mejora la dureza de la superficie de las mismas.

- 5 Los aparatos de calentamiento 7a y 7b son preferiblemente de un tipo de calentamiento de inducción de alta frecuencia, lo que permite un fácil ajuste de la temperatura. El método de suministro del material de recubrimiento en polvo puede ser cualquiera de un método de pulverización con pistola en el que el material de recubrimiento en polvo es expulsado de una pistola electrostática por medio de transporte de aire o un método de goteo de flujo, es decir, es deseable utilizar un método de recubrimiento en polvo electrostático. Más aun, el estado de formación de la película de resina 26, es decir, el espesor y la calidad se determinan mediante el método de calentamiento, la temperatura, el tipo y el número de pistola electrostática, la posición de arreglo, el estado del aire, el diámetro de partícula del material de recubrimiento en polvo, y la relación de mezcla del mismo.

- 10 El aparato de enfriamiento 10 puede enfriar al proporcionar agua fría en forma de lluvia en una longitud determinada y, preferiblemente, enfría en dos etapas. En otras palabras, al proporcionar un enfriamiento primario y un enfriamiento secundario de manera adyacente, realizando un enfriamiento suave de la superficie de la película de resina mediante el uso de una unidad de enfriamiento de aire que sopla aire frío, por ejemplo, en el primer enfriamiento, y realizando luego un enfriamiento rápido al proporcionar agua fría en forma de lluvia, las superficies de las películas de resina 26 se acaban de manera básicamente uniforme y lisa.

- 15 El espesor de las películas de resina formadas en la etapa de recubrimiento B está en el orden de aproximadamente $200 \pm 80 \mu\text{m}$, por ejemplo, y los alambres envolventes 1b se trenzan sobre el alambre de núcleo 1a hacia el estado original mediante un aparato de retrenzado 11 después de la formación de las películas de resina en la etapa de recubrimiento B. En este estado, el aparato de retrenzado 11 tiene en realidad la misma configuración que el aparato de destensado 3 ilustrado en la Fig. 3 pero utilizado configurado en la dirección opuesta. Por lo tanto, se omitirá la descripción y se expresará como el aparato de retrenzado 11. Entonces, puesto que los alambres envolventes 1b aún siguen teniendo forma de bucle a medida que se trenzan, y los alambres envolventes 1b pueden trenzarse en el estado original rápidamente sobre el alambre de núcleo 1a. La forma transversal del cable para concreto pretensado 1 trenzado en el estado original es tal como se ilustra en la Fig. 7, y las películas de resina que tienen el espesor uniforme se forman sobre toda la circunferencia del alambre de núcleo 1a y los alambres envolventes 1b.

- 20 El cable para concreto pretensado trenzado en el estado original después de la formación de las películas de resina se somete a una medición del espesor de película de superficie con un aparato de medición de espesor 13 como un aparato de inspección de película, y si el espesor de película está fuera de un valor permitido predeterminado, se emite una alarma para notificar dicho efecto, y emite una señal que indica si el espesor de película es más pequeño que el valor permitido o excede el valor permitido. Además, el estado de la capa se inspecciona mediante un aparato de detección de perforaciones 14. En el método de inspección, un tipo que no es de contacto, por ejemplo una unidad de detección de tipo óptico se utiliza para evitar el daño de la película y, si se detecta la perforación, la posición donde se detecta la perforación se marca y se emite una señal de alarma.

- 25 El cable para concreto pretensado 1 inspeccionado de esta manera es extraído mediante un dispositivo de tiro 15. El dispositivo de tiro 15 tiene una estructura tal que no provoca daño a las películas de resina y tiene un par de correas sin fin dispuestas sobre las partes superior e inferior del mismo. El dispositivo de tiro 15 sirve como un aparato de fijación de velocidad de la línea de proceso y, por lo tanto, se emplea un motor inversor para que sea capaz de convertir la velocidad de la línea libremente. Si las condiciones de temperatura del precalentamiento y la cantidad de descarga del material de recubrimiento de resina en polvo son las mismas, el espesor de la película a formarse varía dependiendo de la velocidad de la línea, de modo que la película que tiene un espesor arbitrario pueda formarse al seleccionar la velocidad de línea.

- 30 En el momento en el que la operación continua avance y el cable para concreto pretensado 1 colocado sobre la plataforma 2 se haya agotado, se detiene el impulso de la línea de proceso y la formación de película de resina se detiene también temporalmente, se coloca un nuevo cable para concreto pretensado sobre la plataforma 2, y el lado trasero y el extremo del cable para concreto 1 anterior y el extremo distal de un nuevo cable para concreto pretensado 1 colocado se sueldan y conectan, y con esto la operación vuelve a comenzar.

- 35 El cable para concreto pretensado 1 formado de esta manera se forma con las películas de resina de forma independiente o separadas sobre las superficies del alambre de núcleo 1a y los alambres envolventes 1b y, por lo tanto, no se pierde la flexibilidad que necesita el cable para concreto pretensado de este tipo y puede mejorarse la resistencia a la corrosión y la característica de resistencia a la fatiga por tensión.

- 40 El método de formación de una película antioxidante sobre el cable para concreto pretensado de acuerdo con esta aplicación puede permitir el uso del material de recubrimiento en polvo con un amplio rango de los diámetros de partícula sin adherirse al diámetro de partícula del material de recubrimiento en polvo a utilizar específicamente dependiendo de las condiciones relativas a la velocidad de la línea y la temperatura de calentamiento, mediante lo cual se obtiene el cable para concreto pretensado formado utilizando un material de recubrimiento en polvo poco costoso sin controlar el material de recubrimiento en polvo seleccionado o cuidadosamente seleccionado, con un

aumento de eficiencia de producción y formado con una película de resina preferible. Las condiciones son las siguientes, y se describirán mediante referencia a la gráfica en la Fig. 8 en la que se indica la relación entre la velocidad de la línea y la temperatura de calentamiento en la línea de procesamiento ilustrada en la Fig. 1.

La velocidad de la línea es 5 a 10 m/min, y no se espera una mejora de la productividad a velocidades inferiores a 5 m/min y, por lo tanto, aumentan los costos, lo cual no es ventajoso en términos de economía. Cuando la velocidad de la línea excede los 10 m/min, se restaura el trenzado (retrenzado) antes de que el material de recubrimiento en polvo recubierto se endurezca lo suficiente. Por lo tanto, las películas de resina formadas de forma independiente sobre el alambre de núcleo 1a y los alambres envolventes 1b se adhieren entre sí y puede resultar en deformación parcial debido a una fuerza de presión por el retrenzado. Por consiguiente, surgen problemas no solo de alteración de la uniformidad sino también de flexibilidad requerida. La velocidad de línea más preferible es 7 a 8 m/min. Sin embargo, el límite inferior aplicable es 5 m/min, y el límite superior aplicable es 10 m/min.

Para extender el tiempo de endurecimiento del material de recubrimiento, es concebible la elongación de la distancia de separación después del recubrimiento. Sin embargo, dado que el proceso de recubrimiento se realiza en un estado de separación de los alambres mientras se mantienen los bucles de la porción trenzada de los alambres envolventes 1b respectivos con respecto al alambre de núcleo 1a, la longitud de mantenimiento del estado separado, es decir, la distancia focal para retrenzado al estado original se fija en un cierto rango. Si la longitud es mayor que dicho rango, los alambres elementales (el alambre de núcleo o los alambres envolventes) pueden hundirse y ponerse en contacto con el equipo periférico cuando se rota o los alambres elementales pueden ponerse en contacto entre sí, lo que puede provocar un problema de producción. Por lo tanto, la longitud de mantenimiento del estado separado no se puede aumentar.

El material de recubrimiento en polvo utilizado es una resina epoxi termoendurecible y, con respecto al diámetro de partícula del polvo, es preferible que se utilice el polvo en el que se distribuyen uniformemente las partículas en un rango de un diámetro de partícula mínimo de 0,1 μm a un diámetro de partícula máximo de 250 μm que tiene un diámetro de partícula promedio de 10 a 100 μm . Si el diámetro de partícula es pequeño, se obtiene la capa fina superior en uniformidad, y si el diámetro de partícula es grande, se obtiene la capa que tiene un gran espesor. Sin embargo, en el área de recubrimiento, el recubrimiento en polvo redundante generalmente se divide en etapas de recolección de polvo y reciclaje. Si el material de recubrimiento en polvo incluye solo partículas con diámetros iguales o menores que 10 μm , se aumenta la cantidad recolectada por un colector de polvo y se descarta en un estado sin uso. En contraste, si el material de recubrimiento en polvo incluye solo partículas con diámetros que exceden los 100 μm , la cantidad aspirada por el colector de polvo se reduce y, por lo tanto, se reduce la pérdida. Sin embargo, aparece un fenómeno de formación de espuma entre el material base y el recubrimiento, y el recubrimiento es susceptible a la formación de perforaciones.

Sin embargo, en el área de recubrimiento, incluso cuando se emplea el medio de recubrimiento electroestático y se reduce la fuerza de aspiración del colector de polvo, se reduce la temperatura del precalentamiento y se utiliza el material de recubrimiento en polvo con diámetros de partícula de 0,1 a 250 μm en relación con la velocidad de la línea, el material de recubrimiento con diámetros de partícula pequeños de 10 μm o menos se absorbe rápidamente a la superficie de los alambres por electricidad estática sin ser aspirado por el colector de polvo y los espacios en el material de recubrimiento de diámetro grande se llenan uniformemente en relación con el material de recubrimiento de diámetro grande con diámetros de partícula de 100 μm o más. Simultáneamente, el material de recubrimiento en polvo se fusiona rápidamente incluso a bajas temperaturas y el aire en los espacios entre las partículas en el material de recubrimiento de diámetro grande fundido consecuentemente se elimina y se evita que quede atrapado, de manera que no se formen las perforaciones y se evita que el recubrimiento se vuelva no uniforme después de la aplicación. Por lo tanto, puede utilizarse el material de recubrimiento en polvo en el que se distribuyen en su totalidad las partículas con diámetros en el rango de 0,1 a 250 μm y con un diámetro de partícula promedio de 10 a 100 μm y puede utilizarse un material de recubrimiento en polvo poco costoso que tiene un rango amplio de diámetros de partícula que no son seleccionados ni cuidadosamente seleccionados.

La temperatura de calentamiento de los alambres elementales por medio del aparato de precalentamiento 7a se fija a una temperatura de 60 a 150°C y la temperatura de calentamiento por medio de aparato de poscalentamiento 7b se fija a una temperatura de 150 a 250°C. Las temperaturas fijadas en este caso son temperaturas pico P1 y P2 de los alambres elementales calentados por medio de los aparatos de calentamiento 7a y 7b respectivamente en una salida. Aunque los alambres elementales calentados 1a y 1b se introducen en el aparato de recubrimiento en polvo 8 y las temperaturas del mismo se disminuyen gradualmente y, mientras tanto, el material de recubrimiento en polvo se aplica a las superficies periféricas exteriores de los alambres elementales. En una palabra, el recubrimiento en polvo electroestático se realiza mientras se fija la temperatura de precalentamiento a una temperatura inferior que la temperatura de poscalentamiento unos 20°C o más y, además el material de recubrimiento en polvo adherido a los alambres elementales se funde gradualmente disminuyendo la temperatura de los alambres elementales en la cabina de recubrimiento. Por consiguiente, la viscosidad de fusión del recubrimiento se mantiene a un nivel alto y, por lo tanto, el material de recubrimiento en polvo no se expulsa hacia afuera por el aire expulsado por la pistola electroestática por medio de transporte de aire. Por lo tanto, el material de recubrimiento en polvo se aplica sin producir el fenómeno de telaraña, y el aire presente entre las partículas de polvo aplicadas es expedito gradualmente, por lo que se logra un recubrimiento sin burbujas de aire atrapadas en el mismo. Posteriormente, el material de recubrimiento en polvo se calienta más mediante el poscalentamiento a una temperatura superior a la de

precalentamiento dentro de un rango de temperatura que no provoca desnaturalización térmica de la resina para acelerar una reacción de endurecimiento. Dado que el recubrimiento no contiene las burbujas de aire atrapadas en el mismo, se obtiene la película de resina que tiene un espesor de película uniforme sin formar las perforaciones y, además, se evita que la película de resina se vuelva desigual y se termina de forma lisa en general sin provocar ninguna falla de forma. Posteriormente la película de resina se enfría con agua y se endurece.

En esas condiciones, se realizó el método de formación de una película antioxidante sobre un cable para concreto pretensado. Primero que nada, se utilizó el material de recubrimiento en polvo, el mismo que se describió anteriormente. Se fijó la temperatura de calentamiento, por ejemplo, hasta 90°C para el precalentamiento y 200°C para el poscalentamiento, y se formó la película que tiene un espesor de 60 µm a 220 µm mientras que se cambió la velocidad fijada de la línea de forma variable. Por cierto, se obtuvo un espesor de película de 150 µm cuando la velocidad de la línea se fijo en 7 m/min, y la velocidad se aumentó desde dicha velocidad a 1 m/min. Se obtuvo un espesor de película de 110 µm cuando la velocidad estaba en 10 m/min. En contraste, cuando se redujo la velocidad desde dicha velocidad unos 0,5 m/min, se obtuvo un espesor de película de 220 µm a 6 m/min. Cuando la temperatura de precalentamiento se aumenta a una temperatura cercana a una temperatura pico (120°C) y la cantidad de descarga del material de recubrimiento de resina en polvo se aumenta un poco, aumenta el espesor de la película según sea necesario incluso cuando la velocidad es la misma.

Los cables para concreto como se indicó anteriormente se sometieron a una prueba de pulverización de sal, que se realizó durante 1.000 horas con un verificador de pulverización de sal de acuerdo con el "método de prueba de pulverización de sal" JIS Z2371 (método de torre de pulverización). Los resultados de la prueba se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1

tiempo hasta el inicio de la oxidación espesor de película aplicada	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

*: Inicio de oxidación

x: Oxidación

O: Normal

Los resultados que se muestran en la tabla son resultados promedio. Por ejemplo, cuando la temperatura de precalentamiento se fija a una alta temperatura (hasta 120°C), se aumenta la cantidad de adhesión del material de recubrimiento en polvo, de manera que aumenta un poco el espesor de la película. En una palabra, el material de recubrimiento en polvo incluye partículas que tienen una variedad de diámetros pequeños a diámetros grandes mezclados juntos. Cuando la temperatura de precalentamiento se fija a una temperatura baja y la temperatura del poscalentamiento se fija a una temperatura alta, las partículas con pequeños diámetros ingresan a los espacios

entre las partículas que tienen diámetros grandes y, por lo tanto, se llenan los espacios entre las partículas del material de recubrimiento. Por lo tanto, el material de recubrimiento en polvo se funde suavemente y el aire presente entre las partículas del material de recubrimiento se agota rápidamente sin producir el fenómeno de telaraña y, por lo tanto, se evita que las burbujas de aire queden atrapadas en el mismo. Por consiguiente, se forma una película uniforme y lisa sin las perforaciones en su totalidad, y la película es superior en propiedad antioxidante y de antiherrumbre.

El método de formación de una película antioxidante en un cable para concreto pretensado de la invención evita que ocurra el fenómeno de telaraña y, por lo tanto, evita que ocurra una falla de forma sin utilizar un material de recubrimiento en polvo costoso con diámetros de partícula cuidadosamente seleccionados al ampliar el diámetro de partícula de un material de recubrimiento de resina en polvo sintético a utilizar, fijando la temperatura del precalentamiento antes de la aplicación a al menos 20°C más baja que la de poscalentamiento, y combinando la velocidad de la línea de manera racional, y es capaz de formar una película uniforme y deseable sin formar perforaciones y sin alterar la flexibilidad y resistencia al corte con respecto al concreto eficientemente mientras se mejora la productividad. Por lo tanto, el método de formación de una película antioxidante sobre un cable para concreto pretensado puede utilizarse ampliamente en la tecnología de procesamiento antioxidante para un cable para concreto pretensado de este tipo.

REIVINDICACIONES

1. Un método de formación de una película antioxidante sobre cada uno de los alambres que forman un cable para concreto pretensado (1) que comprende un solo alambre de núcleo (1a) y alambres envolventes (1b), comprendiendo el método una serie de etapas de:
 - 5 destrenzar el cable para concreto pretensado (1), destensando así los alambres envolventes (1b) del alambre de núcleo (1a);
 realizar un precalentamiento en el estado destensado;
 aplicar un material de recubrimiento en polvo de resina epoxi que incluye partículas con diámetros en un rango de 0,1 a 250 μm sobre las superficies periféricas exteriores del alambre de núcleo (1a) y los alambres envolventes (1b) - 10 y formar un recubrimiento de resina adherido a los mismos respectivamente;
 realizar un poscalentamiento en el estado destensado y separado de los alambres, aplicándose el precalentamiento y el poscalentamiento al alambre de núcleo y los alambres envolventes;
 enfriar los alambres y las películas de resina formadas (26) con un espesor de $200 \pm 80 \mu\text{m}$ individualmente sobre las superficies periféricas exteriores del alambre de núcleo y los alambres envolventes; y
 - 15 trenzar los alambres envolventes (1b) sobre el alambre de núcleo (1a) en un estado original, en donde la velocidad de la línea en la serie de etapas se fija en 5 a 10 m/min, caracterizado por que:
 el precalentamiento se realiza dentro de un rango de temperatura de 60 a 150°C para evitar que ocurra un fenómeno de telaraña como resultado de la fusión del material de recubrimiento en polvo de resina epoxi y el poscalentamiento se realiza dentro de un rango de temperatura de 150 a 250°C para uniformizar el espesor del recubrimiento adherido respectivamente a las superficies periféricas exteriores del alambre de núcleo (1a) y los alambres envolventes (1b), y la temperatura de precalentamiento se fija a una temperatura más baja que la temperatura de poscalentamiento.
 - 20
2. El método para formar una película antioxidante sobre un cable para concreto pretensado de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde la temperatura del precalentamiento se fija para que sea al menos 20°C más baja que la
25 temperatura del poscalentamiento.

FIG.1

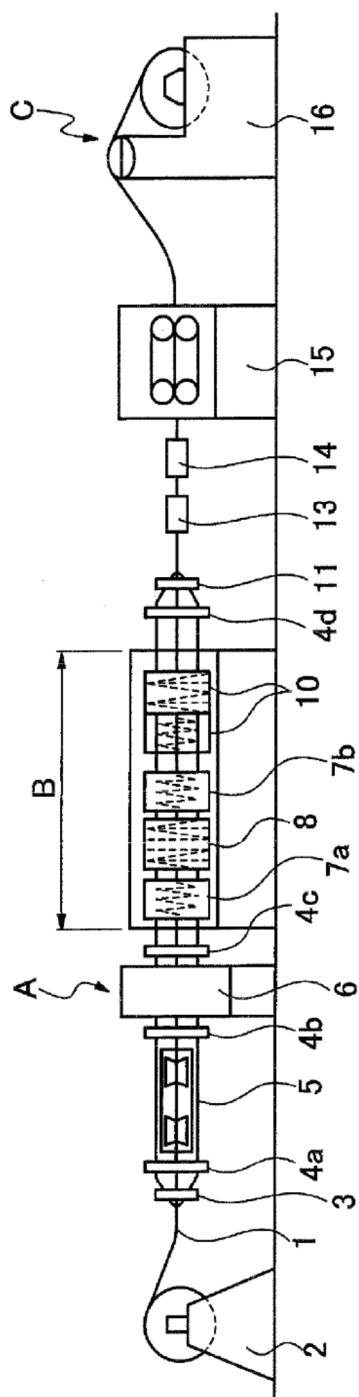


FIG.2

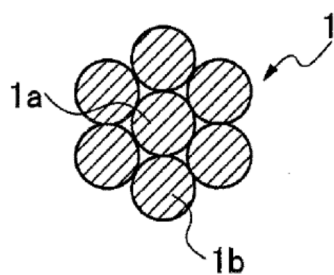


FIG.3

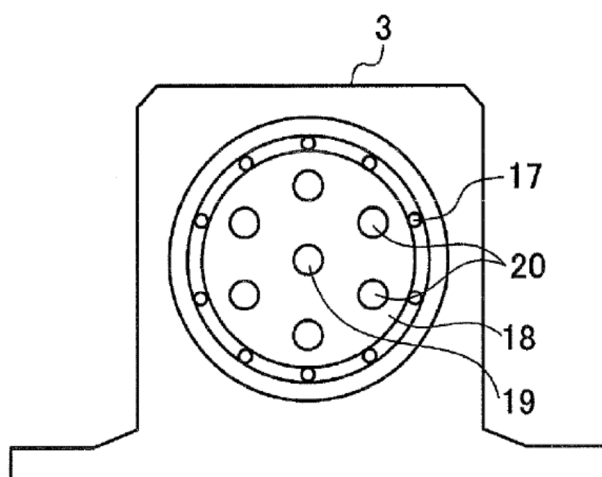


FIG.4

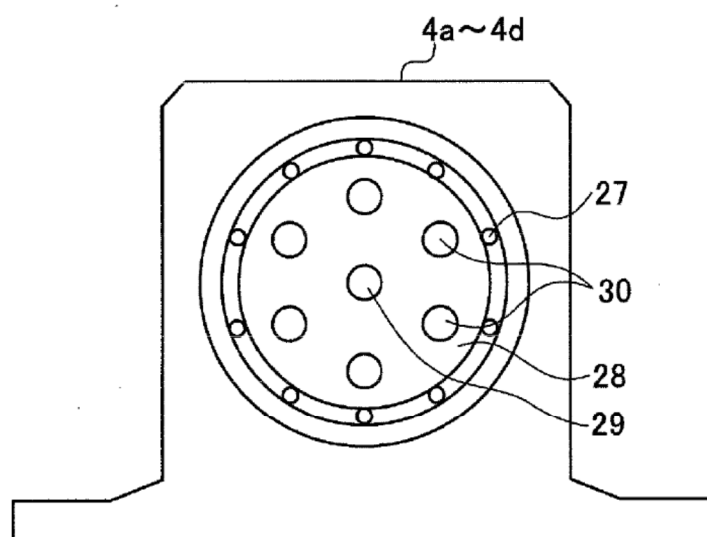


FIG.5

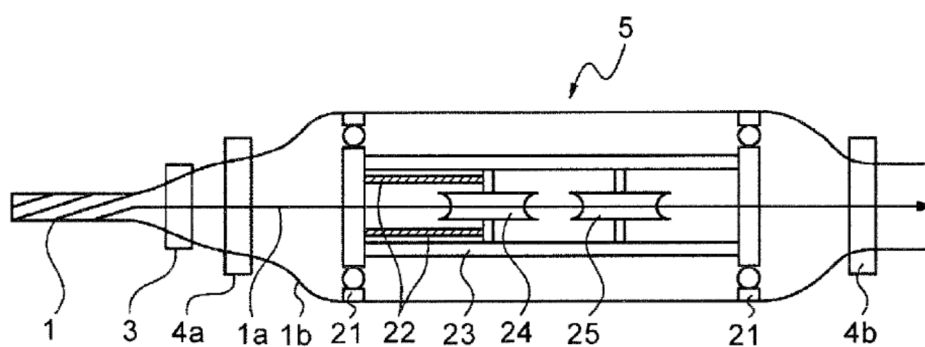


FIG.6

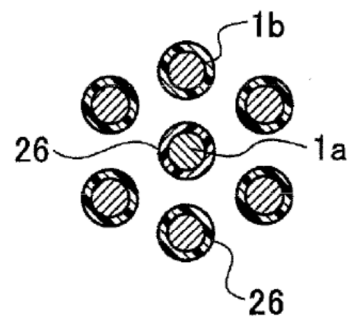


FIG.7

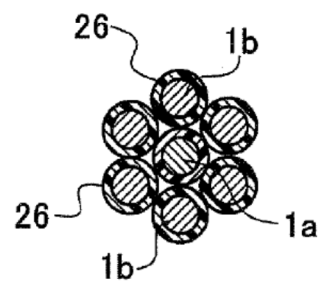


FIG.8

