(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **1 256 180**

(21) Número de solicitud: 202032025

(51) Int. Cl.:

B28B 1/087 (2006.01)
B28B 1/52 (2006.01)

(12) SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD U

(22) Fecha de presentación:

14.06.2019

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

16.11.2020

(71) Solicitantes:

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (75.0%)
Avda. Ramiro de Maeztu, nº 7
28040 MADRID ES y
UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS (25.0%)

(72) Inventor/es:

FERRÁNDEZ VEGA, Daniel;
MORÓN FERNÁNDEZ, Carlos;
MORÓN BARRIOS, Alberto y
SÁIZ MARTÍNEZ, Pablo

(74) Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

(54) Título: **SISTEMA DE VIBRADO PARA MATERIALES CONGLOMERANTES DE CONSTRUCCIÓN**

ES 1 256 180 U

DESCRIPCIÓN

SISTEMA DE VIBRADO PARA MATERIALES CONGLOMERANTES DE CONSTRUCCIÓN

Objeto y sector técnico de la invención

La presente invención pertenece a los sectores técnicos de la construcción, edificación y obra civil, por ejemplo y sin carácter limitativo, al campo de la construcción de materiales prefabricados que incorporan componentes reciclados.

Más en particular, un primer aspecto de la presente invención se refiere a un sistema de vibrado para materiales conglomerantes de construcción.

Dicho sistema de vibrado según la presente invención también hace posible, en aquellos casos en los que el material conglomerante de construcción se ha mezclado con fibras de refuerzo, orientar espacialmente dichas fibras de refuerzo a lo largo de una dirección predefinida. Para ello, basta con introducir la mezcla formada por una matriz de material conglomerante de construcción y las fibras de refuerzo, cuando todavía está en estado fresco (es decir antes de que el material conglomerado haya fraguado) en un molde de encofrado provisto en el sistema de la invención y accionar dos dispositivos vibradores encargados de realizar el vibrado.

Antecedentes de la invención

Es sabido que los materiales conglomerantes de construcción, tales como hormigones y morteros y muy especialmente, los morteros elaborados con árido reciclado, presentan una resistencia a la flexión escasa (por ejemplo del orden de 1,5 - 3 MPa). Tradicionalmente, este problema se ha resuelto incorporando al material conglomerante barras de refuerzo, principalmente barras de acero -tensadas o sin tensar- que actúan como armadura para absorber las tracciones. El tamaño de las barras de acero varía de caso a caso, aunque habitualmente está comprendido entre 30 y 250 cm de longitud y entre 6 y 32 mm, de grosor.

No obstante, el alto coste del acero unido al hecho de que, para poder colocar barras de refuerzo, es necesario emplear mano de obra cualificada, ha provocado que dentro del

sector se hayan realizado numerosas investigaciones, destinadas a buscar otras soluciones alternativas.

Una de dichas alternativas consiste en reducir la cantidad de acero que es necesario añadir al material conglomerante de construcción para mejorar su comportamiento mecánico a flexión.

Así, en el documento de patente nº ES 0.404.533 se describe un método de refuerzo que consiste en añadir a una matriz de material conglomerante de construcción, antes de su fraguado, un conjunto de fibras de acero de pequeñas dimensiones, (habitualmente comprendido entre 10 y 25 mm de longitud y entre 0,5 y 2,5 mm, de grosor). De este modo, las barras de acero se sustituyen por fibras de este mismo material, aunque de dimensiones considerablemente menores, por lo que se reduce el consumo de acero.

En el estado de la técnica también se contempla del uso de fibras de refuerzo hechas de otros materiales, por ejemplo, fibras de carbono, de vidrio, de polipropileno, de basalto, de aramida, de madera y de cáñamo.

A pesar de ello, todavía existe la necesidad de desarrollar nuevos procedimientos y dispositivos que permitan un mejor aprovechamiento de las fibras empleadas para reforzar materiales conglomerantes de construcción, especialmente en aquellos casos en los que dichas fibras de refuerzo son fibras de acero.

Por otro lado, en el sector de la construcción es habitual someter a los materiales conglomerantes a vibrado. La aplicación de vibrado conduce a ventajas, tales como una mayor homogeneidad y consolidación del material conglomerante resultante, así como a evitar la aparición de coqueras o imperfecciones superficiales.

Los documentos de patente ES 0.189.335 y ES 2.249.081 describen dispositivos vibradores para hormigón y mortero que permiten una mayor compactación. Los vibradores descritos en estos documentos son aparatos eléctricos provistos de un rotor que suele estar unido mecánicamente a un eje flexible, unido a su vez por su extremo libre a un elemento vibrador que comprende en un eje desequilibrado el cual, al girar, produce la correspondiente vibración. En la mayoría de estos dispositivos vibradores es posible regular la frecuencia de vibración. Asimismo, la vibración se produce desde el interior del material conglomerante de construcción, al introducir una un vástago (o aguja) del dispositivo vibrador dentro del

material conglomerante. Ésta es una técnica muy conocida dentro del sector de la edificación y se utiliza frecuentemente, tanto en la ejecución in situ de piezas de construcción, así como en la fabricación de piezas de construcción prefabricadas.

El documento de patente ES 2.284.262 divulga un dispositivo vibrador de baja frecuencia, capaz de convertir señales eléctricas en vibraciones mecánicas. No obstante, dicha patente tiene por objeto la obtención de potencia en una estructura de placas sonoras y carece de aplicación directa en el campo técnico de la construcción. El dispositivo aquí divulgado permite regular la frecuencia por medio de un generador de funciones de onda el cual, conectado a un amplificador de potencia, transmite dicha función de onda a unos vibradores electromagnéticos controlando así su velocidad de oscilación.

Por otro lado, los documentos de patente ES 0.192.732, ES 0.174.530, ES 0.256.351 y ES 0.228.388, hacen referencia a dispositivos vibradores y procedimientos destinados a la fabricación de viguetas y placas de hormigón armado. Los dispositivos vibradores, mencionados en dichos documentos tienen solamente por objeto obtener una mayor compacidad en elementos prefabricados y conseguir una distribución homogénea del material conglomerante entorno a la armadura de acero.

No obstante, en el sector aún existe la necesidad de de desarrollar nuevos procedimientos y dispositivos que permitan mejorar el vibrado de materiales conglomerantes de construcción.

Descripción de la invención

A fin de solucionar los problemas y desventajas descritos con relación a la técnica anterior, un primer objeto de la presente invención se refiere a un sistema de vibrado para materiales conglomerantes de construcción, que comprende:

i. un molde de encofrado configurado para alojar un material conglomerante de construcción provisto de fibras de refuerzo;
ii. unos medios de desplazamiento configurados para permitir el desplazamiento del molde de encofrado a lo largo de una dirección horizontal; y
iii. dos dispositivos vibradores, configurados para vibrar en la dirección horizontal y transmitir solidariamente dicha vibración al molde de encofrado;

caracterizado porque cada uno de los dispositivos vibradores está unido a un extremo del molde de encofrado y porque los dos dispositivos vibradores están desfasados 90º entre sí.

En el sistema de vibrado según la presente invención los dispositivos vibradores inducen, al vibrar, un desplazamiento del molde de encofrado a lo largo de la dirección horizontal sin que para ello sea necesario introducir ningún elemento dentro del material conglomerante. Asimismo, dicho movimiento provoca, a su vez, que las fibras de refuerzo se orienten espacialmente en la dirección de vibración (es decir, en la dirección horizontal).

Gracias al sistema de vibrado según la presente invención es posible orientar las fibras de refuerzo dentro del material conglomerante de construcción cuando dicho material está en estado fresco. Dicha orientación de las fibras de refuerzo se traduce en una mejora de la resistencia a flexión del material conglomerante de construcción, con respecto al caso en el que la orientación de las fibras de refuerzo es aleatoria. Asimismo, el sistema de vibración de la invención otorga al material conglomerante de construcción, gracias al vibrado efectuado por los dispositivos vibradores, una mayor compacidad. La acción conjunta y sinérgica de ambas ventajas obtenibles por medio de la presente invención (i.e., mayor aprovechamiento de las fibras de refuerzo y mayor compacidad) se traduce además en que los elementos constructivos fabricados con el sistema de vibración según la presente invención, tienen una mejor capacidad portante, que aquellos en los que las fibras de refuerzo están dispuestas de forma aleatoria.

De hecho, tal y como se describirá en más detalle a continuación, de acuerdo con los ensayos de laboratorio realizados por el solicitante, el sistema de vibrado según la presente invención permite conseguir las siguientes mejoras:

- el aumento de la resistencia a flexión en los morteros fabricados a partir de árido natural y fibras de acero, frente a los morteros del estado de la técnica fabricados a partir de árido natural y fibras de acero sin orientar, es del 5,7 % y 7,5% para las dosificaciones, 1:3 y 1:4, respectivamente; y
- el aumento de la compacidad en los morteros fabricados a partir de árido natural y fibras de acero, frente a los morteros del estado de la técnica fabricados a partir de árido natural y fibras de acero sin orientar, es del 2,2 % y 2,5% para las dosificaciones, 1:3 y 1:4, respectivamente. En el caso de los morteros fabricados con árido reciclado y fibras de acero, el aumento es del 1,7% y del 2,1% para las dosificaciones, 1:3 y 1:4, respectivamente.

Los medios de desplazamiento comprenden, preferiblemente, ruedas o rodamientos unidos a una superficie inferior del molde de encofrado.

Asimismo, el sistema de vibrado de la presente invención está concebido para trabajar preferentemente, aunque no exclusivamente, con materiales conglomerantes de construcción en estado fresco y provistos de fibras de refuerzo de acero.

Preferiblemente, los dispositivos vibradores del sistema de la presente invención transmiten solidariamente la vibración generada al molde encofrado de la siguiente manera: cada uno de los dispositivos vibradores está provisto de un vástago, estando dicho vástago trabado en un agujero correspondiente provisto en un extremo del molde de encofrado.

Un segundo aspecto de la presente invención se refiere a un procedimiento de fabricación de elementos de construcción a partir de materiales conglomerantes de construcción, en un sistema de vibrado según el primer aspecto de la presente invención, que comprende las siguientes etapas:

a) obtener un material conglomerante de construcción en estado fresco provisto de fibras de refuerzo, habiéndose añadido dichas fibras de refuerzo durante una fase previa de amasado de dicho material conglomerante de construcción;
b) introducir en el molde de encofrado la mezcla formada por el material conglomerante de construcción en estado fresco y las fibras de refuerzo; y
c) accionar los dispositivos vibradores del sistema de vibrado durante u tiempo predeterminado.
d) dejar reposar dicha mezcla en el molde de encofrado; y
e) retirar el molde de encofrado una vez que la mezcla ha fraguado.

Breve descripción de las Figuras

Para complementar la presente descripción y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características técnicas de la invención, de acuerdo con ejemplos preferentes de realizaciones prácticas de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Fig. 1.- Es una vista en alzado lateral que muestra una posible realización de un sistema de vibrado, según la presente invención; y

Fig. 2.- Es una vista en planta del sistema de vibrado mostrado en la Fig. 1.

Referencias numéricas

(1) Molde de encofrado;
(2) Medios de desplazamiento;
(3) Dispositivos vibradores;
(4) Material conglomerante de construcción;
(5) Vástago del dispositivo vibrador;
(6) Agujero de alojamiento del vástago;
(7) tornillo de retención;
(H) Dirección horizontal.

Descripción de una realización preferida

A lo largo de la presente descripción, así como en las figuras adjuntas, los elementos con funciones iguales o similares se designarán con las mismas referencias numéricas.

En las Figuras 1 y 2 se muestra -en alzado lateral y en planta, respectivamente- una posible realización de un sistema de vibrado según la presente invención.

Dicho sistema de vibrado comprende, en esta realización particular de la invención, un molde 1 de encofrado formado por distintas piezas de aluminio, unidas entre sí por medio de tornillos. Las piezas que componen el molde 1 de encofrado definen una cavidad hueca destinada a alojar el material conglomerante 4 de construcción.

Una matriz de material conglomerante 4 de construcción se mezcla previamente con unas fibras de refuerzo y se introduce en estado fresco en dicha cavidad del molde de encofrado, para someterlo a vibrado con objeto de, según lo ya explicado previamente, mejorar su compacidad y optimizar el efecto de mejora de la resistencia a la flexión (inducido por las fibras de refuerzo), al orientar espacialmente dichas fibras gracias al vibrado, según una dirección horizontal.

Asimismo, la mezcla formada por la matriz de material conglomerante y las fibras de refuerzo, una vez sometida a vibrado, puede dejarse fraguar en el interior del molde para formar un elemento de construcción, cuya forma y dimensiones se corresponden con las de la cavidad del molde 1 de encofrado. El hecho de que las distintas piezas que forman el molde 1 de encofrado estén unidas entre sí mediante tornillos facilita el desencofrado y la retirada del elemento de construcción, una vez que se ha endurecido el material conglomerante 4.

En esta realización de la invención, la superficie inferior del molde 1 de encofrado está unida a unos medios 2 de desplazamiento, los cuales son -en este caso particular- ruedas. Dichas ruedas permiten el desplazamiento del molde 1 a lo largo de la dirección horizontal H.

Asimismo, en las proximidades de cada extremo longitudinal del molde 1 de encofrado está dispuesto un dispositivo vibrador 3.

En esta realización particular de la invención los dispositivos vibradores 3 son generadores de vibraciones del modelo nº 2185.000 distribuidos comercialmente por la empresa Frederiksen Scientific A/S que comprenden una bobina enrollada en un tubo de aluminio que se mueve dentro de un campo magnético permanente, al accionarse una corriente alterna. Dicha bobina está controlada por dos suspensiones destinadas a mejorar el guiado. La corriente máxima que es capaz de aguantar cada uno de estos dispositivos vibradores 3 es de 1 A. Asimismo, es en este tipo particular de dispositivos vibradores posible variar la frecuencia de vibrado entre 0,1 y 5 kHz con amplitudes de hasta 7 mm en el extremo superior del rango de frecuencia.

Asimismo, el tubo de aluminio de cada dispositivo vibrador está provisto de un vástago 5 que se aloja en un correspondiente agujero 6, situado en el extremo longitudinal del molde 1 de encofrado más próximo a dicho dispositivo vibrador y que en esta realización particular de la invención tiene un diámetro de 8 mm. Para evitar que el vástago 5 de los dispositivos vibrador 3 pueda salir de forma indeseada del agujero 6 en el que está alojado, un tornillo 7 de retención solidariza cada uno de dichos vástagos 5 al extremo correspondiente del molde 1 de encofrado.

El dispositivo ilustrado en las figuras 1 y 2, anteriormente descritas, se utilizó en diversos ensayos de laboratorio para fabricar prefabricados hechos de distintos morteros de cemento.

En los ensayos realizados, se utilizó cemento de tipo CEM; II B/L, 32, 5N, por ser del tipo más empleado para la fabricación de morteros de albañilería en España y según las disposiciones de la Norma RC -08. Dicho cemento se mezcló con dos tipos de árido: arena natural (o AN) y árido reciclado mixto (o AR), para formar el material conglomerante de construcción.

El árido reciclado mixto empleado provenía de una planta de tratamiento de residuos de construcción y demolición ubicada en la Comunidad de Madrid (España).

Los áridos fueron tamizados a fin de obtener una curva granulométrica adecuada con tamaño de 0 a 4 mm, sin contenido en finos. Es decir, se eligieron aquellas partículas que pasaban por el tamiz de 4 mm y quedaban retenidas en el tamiz de 0,063 mm).

También se empleó agua de amasado proveniente del Canal de Isabel II y en el caso de los morteros que incluían áridos reciclados también se empleó un superplastificante tipo Glenium SKy 604 de BASF para facilitar el amasado y conseguir que el material conglomerante adquiriese la consistencia deseada.

Como fibras de refuerzo se utilizaron fibras de acero (o FA), cuyas propiedades se muestran en la Tabla I que sigue a continuación:

Tabla I: Propiedades de las fibras de acero empeladas

Tipo de fibra	***Longitud (mm)***	***Diámetro (mm)***	***Módulo de elasticidad (GPa)***	***Tensión de rotura (Mpa)***	***Densidad (g/cm^3)***
Acero	22	0,5	200	1,100	7,8

Además, dichas fibras de acero se clasificaron como “Sin” (cuando no se sometieron a ninguna operación destinada a orientarlas), o como “Or” (en aquellos casos en los que se orientaron por medio del sistema de vibrado de la invención).

Las dosificaciones empleadas para la fabricación de los morteros fueron finalmente las siguientes:

Tabla II: Dosificaciones empleadas para la fabricación de morteros

Mortero	Cemento (g)	Árido (g)	Agua (g)	Fibra de acero (%)[1]	Plastificante (%)[2]
AN-FA1:3-Sin	450	1.350	0,55	0,5	-
AN-FA1:4-Sin	350	1.400	0,62	0,5	-
AN-FA1:3-Or	450	1.350	0,55	0,5	-
AN-FA1:4-Or	350	1.400	0,62	0,5	-
AR-FA1:3-Sin	450	1.350	0,55	0,5	1
AR-FA1:4-Sin	350	1.400	0,62	0,5	1
AR-FA1:3-Or	450	1.350	0,55	0,5	1
AR-FA1:4-Or	350	1.400	0,62	0,5	1

(1) El % de fibra de acero es en relación al volumen de árido.

(2) Todas las muestras elaboradas con árido reciclado contiene 1% de aditivo sobre el peso de cemento.

El amasado mecánico de los morteros se realizó de acuerdo con la norma UNE 196-1, con el objetivo de obtener una consistencia plástica o fluida, que permitiese trabajar la mezcla y permitiera la orientación de las fibras en estado fresco, ya que, de lo contrario, dichas fibras se apelmazan, lo que dificulta su alineación en la dirección de vibrado.

Por otro lado, se engrasó del molde para facilitar el desencofrado del prefabricado.

Las propiedades de los morteros resultantes se resumen en la tabla III, que sigue a continuación:

Tabla III: Propiedades de si para la fabricación de morteros

Mortero	Flexión (MPa)	Compresión (MPa)	Densidad Real (Kg/ m^3)	Compacidad (%)	Retracción (mm/m)[1]
AN-FA1:3-Sin	5,12	22,54	2,32	87,79	0,45
AN-FA1:4-Sin	3,84	15,10	2,27	86,72	0,44
AN-FA1:3-Or	5,43	22,51	2,32	89,70	0,44
AN-FA1:4-Or	4,15	15,22	2,28	88,92	0,41
AR-FA1:3-Sin	4,25	14,34	2,25	77,56	0,48
AR-FA1:4-Sin	2,94	9,29	2,24	76,12	0,57

AR-FA1:3-Or	4,50	14,75	2,28	78,88	0,47
AR-FA1:4-Or	3,15	9,37	2,28	77,75	0,53

(1) Los valores de retracción se tomaron a los 3 meses desde la elaboración del mortero.

Como puede deducirse a partir de los resultados expuestos en la tabla II, los materiales conglomerantes de construcción -en este caso, morteros- que se sometieron a vibrado por medio del sistema según la presente invención (identificados con el sufijo -Or), mostraron una mayor resistencia a flexión y una mayor compacidad (lo que se traduce en una menor porosidad). Por último, la alineación de las fibras también disminuye la retracción del material, la cual es especialmente relevante en el caso de los morteros fabricados con árido reciclado.

En vista de ello, el sistema de vibrado según la presente invención facilita la incorporación de áridos reciclados, provenientes de residuos de la construcción y demolición, a materiales conglomerantes de construcción (al mejorar las propiedades mecánicas de dichos materiales conglomerantes resultantes), lo que es beneficio en términos medioambientales y especialmente, en términos de reducción de las emisiones de CO_2.

La presente invención no está limitada, en modo alguno, a las realizaciones aquí divulgadas. Para la persona experta en la técnica serán evidentes otras posibles realizaciones diferentes de esta invención, a la vista de la presente descripción. En consecuencia, el alcance de protección de la presente invención está definido, exclusivamente, por las reivindicaciones que siguen a continuación.

REIVINDICACIONES

1.- Sistema de vibrado para materiales conglomerantes (4) de construcción, que comprende:

i. un molde (1) de encofrado configurado para alojar un material conglomerante (4) de construcción provisto de fibras de refuerzo;
ii. unos medios (2) de desplazamiento, configurados para permitir el desplazamiento del molde (1) de encofrado a lo largo de una dirección horizontal (H); y
iii. dos dispositivos vibradores (3), configurados para vibrar en la dirección horizontal (H) y transmitir solidariamente dicha vibración al molde de encofrado;

caracterizado porque cada uno de los dispositivos vibradores (3) está unido a un extremo del molde de encofrado, porque los dos dispositivos vibradores (3) están desfasados 90º entre sí y porque cada uno de los dispositivos vibradores (3) está provisto de un vástago (5), estando dicho vástago (5) trabado en un agujero (6) correspondiente provisto en un extremo del molde (1) de encofrado.

2.- Sistema de vibrado según la reivindicación 1, en el que los medios (2) de desplazamiento comprenden ruedas o rodamientos, unidos a una superficie inferior del molde (1) de encofrado.

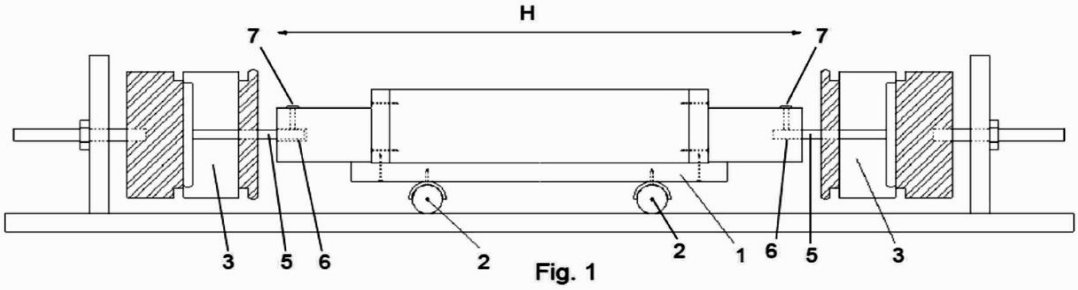

Fig. 1

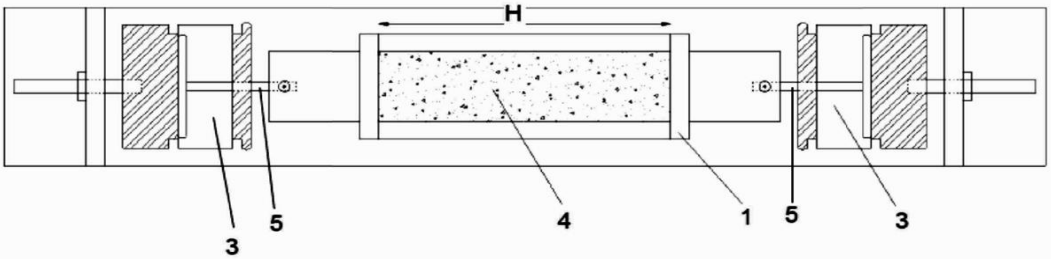

Fig. 2