

PLACA MOLDEADA INORGÁNICA HIDRÁULICA CARBONATADA, REFORZADA CON FIBRAS Y MÉTODO PARA SU PRODUCCIÓN

Referencia cruzada con la solicitud relacionada

5 Esta solicitud se basa en y reivindica prioridad por convención de la solicitud japonesa de patente No. 2013-229661, presentada el 5 de noviembre de 2013, y de la solicitud japonesa de patente No. 2014-201206, presentada el 30 de septiembre de 2014, cuyas divulgaciones completas se incorporan a la presente por referencia como parte de esta solicitud.

Antecedentes de la invención

(Campo de la invención)

10 La presente invención se refiere a una placa moldeada inorgánica hidráulica y a un método para producir la misma. La placa (panel) (formada o en forma de) moldeada inorgánica hidráulica es carbonatada y reforzada con fibras. La placa moldeada inorgánica hidráulica tiene una alta gravedad específica de masa, que es excelente en resistencia a la flexión y tiene una pequeña tasa de cambio dimensional por gravedad específica; y es
15 ventajosamente aplicable para materiales de construcción tales como materiales de techo y materiales de pared.

(Descripción de la técnica relacionada)

El documento de patente 1 divulga que cuando se coloca un cuerpo de cemento curado que tiene un alto contenido de belita en una atmósfera que contiene gas de dióxido de carbono a
20 una alta concentración es posible obtener un cuerpo curado que es excelente en permeabilidad de gas de dióxido de carbono y tiene una resistencia a la flexión, incrementada por la carbonatación.

El documento de patente 2 divulga una composición de cemento utilizada para cuerpos carbonatados curados; la composición contiene una mezcla polimérica, γ -belita (γ - $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$), y un aglutinante que incluye un cemento. El documento patente 2 divulga una
25 composición de cemento concreto para cuerpos carbonatados curados, y los cuerpos curados se usan para un tablero grande utilizado para una construcción relativamente grande, por ejemplo para paneles tales como muros cortinas y ALCs; y un método para producir la misma.

30 De acuerdo con el documento de patente 3, después de iniciar la generación de hidróxido de calcio causada por la hidratación en el curado primario, se realiza el desmoldeo. Luego se realiza el curado en una atmósfera de gas de dióxido de carbono (i) a partir de un período de aceleración en el cual se activa la hidratación de alita (C_3S) del cemento, (ii) pasando por un período de desaceleración en el cual se genera una gran cantidad de cristales de hidróxido
35 de calcio en un cuerpo curado, (iii) hasta un período estacionario en el cual se densifica el cuerpo curado.

De acuerdo con el documento de patente 4, en el proceso de curación de una composición para un moldeado inorgánico hidráulico se introduce un parámetro de "permeabilidad" para obtener un producto moldeado con alta porosidad para investigar "capacidad de absorción
40 de sonido" o "aislamiento térmico".

El documento de patente 5 divulga una invención relacionada con una fibra adecuada para mejorar la resistencia al explosión de refractarios monolíticos; y un refractario monolítico (refractario capaz de fundirse) al cual se le adiciona la fibra. El documento de patente 5 divulga que la permeabilidad se usa efectivamente para mejorar resistencia a la explosión del refractario monolítico.

[Documento relacionado]

[Documento de patente]

[Documento de patente 1] Publicación de patente expuesta JP No. H10-194798

[Documento de patente 2] Publicación de patente expuesta JP Laid-open Patent Publication No. 2004-107129

[Documento de patente 3] Publicación de patente expuesta JP No. H06-263562

[Documento de patente 4] Publicación de patente expuesta JP No. H09-132481

[Documento de patente 5] Publicación de patente expuesta JP No. 2012-91987

Resumen de la invención

El documento de patente 1 reconoce que la carbonatación de un cuerpo de cemento curado permite incrementar la resistencia a la flexión del cuerpo de cemento curado en el proceso de fabricación de productos de concreto. Sin embargo, el documento de patente 1 no sugiere una aplicación de carbonatación a una placa moldeada inorgánica hidráulica que necesita tener estabilidad dimensional; la placa moldeada se forma adicionando una pulpa y una fibra de refuerzo a un cemento.

El documento de patente 2 describe que se prefiere una mezcla polimérica utilizada como un acelerador orgánico polimérico de carbonatación. Sin embargo, el documento de patente 2 no sugiere una aplicación de la mezcla polimérica a una placa moldeada inorgánica hidráulica que necesita tener estabilidad dimensional; la placa moldeada se forma adicionando una pulpa y una fibra de refuerzo a un cemento.

El documento de patente 3 describe específicamente la difusión de gas de dióxido de carbono. Sin embargo, el documento de patente 3 no sugiere una placa moldeada inorgánica carbonatada, reforzada con fibras, que necesita tener estabilidad dimensional; la placa moldeada se forma adicionando tanto una pulpa como una fibra de refuerzo a un cemento.

El documento de patente 4 examina relevancia entre permeabilidad y porosidad en un cuerpo poroso inorgánico, pero no sugiere relevancia entre la permeabilidad y la carbonatación.

El documento de patente 5 considera la permeabilidad considerando el efecto de inhibición de la explosión para refractarios monolíticos, pero no sugiere relevancia entre la permeabilidad y la carbonatación.

- Los inventores de la presente invención han considerado que, a diferencia de los productos de concreto típicos, se requiere que una placa moldeada inorgánica hidráulica, reforzada con fibras, utilizada como material de construcción tal como material para techo y material para muros tenga una pequeña tasa de cambio dimensional mientras que tiene una alta gravedad específica de masa y una alta resistencia a la flexión. Por consiguiente, los inventores han establecido como un objeto a lograrse por la presente invención proporcionar una placa moldeada inorgánica hidráulica, reforzada con fibras, que tiene una alta gravedad específica de masa, una alta resistencia a la flexión y una pequeña tasa de cambio dimensional.
- Los inventores de la presente invención han llevado a cabo un estudio extenso a fin de resolver el problema ya mencionado concentrándose en la relación entre un método para curar una composición de cemento y propiedades físicas de un cuerpo curado y han logrado una primera configuración de la presente invención.
- Una primera configuración (una primera modalidad de producto) de la presente invención está dirigida a una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, que incluye al menos un componente de cemento, una pulpa y una fibra de refuerzo que tiene una proporción de aspecto en un rango de 40 a 1000; y es una placa moldeada, curada con carbonatación.
- La placa moldeada tiene preferiblemente una tasa de cambio dimensional por gravedad específica de menos de o igual a 0.1%.
- La tasa de cambio dimensional por gravedad específica es un valor obtenido dividiendo una tasa de cambio dimensional medida de acuerdo con la JIS A 5430 por una gravedad específica de masa de la placa moldeada.
- En la placa moldeada inorgánica hidráulica, la fibra de refuerzo es preferiblemente una fibra de alcohol polivinílico.
- Además, los inventores de la presente invención han encontrado que cuando un cuerpo moldeado, curado previamente, que tiene una permeabilidad específica de más de o igual a un valor determinado, se somete a carbonatación, el desarrollo en la carbonatación del cuerpo moldeado progresa a una capa interna del cuerpo moldeado que tiene una estructura de placa y, por lo tanto, logra una segunda configuración de la presente invención.
- Una segunda configuración (una segunda modalidad de producto) de la presente invención está dirigida a una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, y la placa moldeada es un producto curado de una composición que incluye al menos un componente de cemento, una pulpa y una fibra de refuerzo, en cuyo caso la placa moldeada está reforzada con fibra y carbonatada mediante curado por carbonatación; y tiene una tasa de reacción de carbonatación (una proporción de porción carbonatada con base en porciones carbonatadas y no carbonatada) de más de o igual a 30%.
- En la descripción de la presente, la evaluación de "carbonatada (neutralizada)" puede determinarse como no coloración de una superficie de corte transversal de una placa moldeada en rojo cuando se corta la placa moldeada en una dirección vertical y luego se aplica una solución acuosa de fenolftaleína a la superficie de corte transversal. Una placa

moldeada que ha sido curada por carbonatación se desplaza desde un estado altamente alcalino a un estado neutro. Por lo tanto, una porción no carbonatada se colorea de rojo brillante mientras que una porción carbonatada no se colorea de modo brillante. Por lo tanto, puede determinarse la carbonatación.

- 5 La placa moldeada inorgánica hidráulica tiene preferiblemente una velocidad de reacción de carbonatación superior o igual a 50%.

La placa moldeada inorgánica hidráulica tiene preferiblemente una tasa de cambio dimensional por gravedad específica inferior o igual a 0.1%.

- 10 En la placa moldeada inorgánica hidráulica, el componente de cemento es preferiblemente un cemento que contiene una fracción de belita de 18% en masa o más. La belita tiene preferiblemente una velocidad de reacción superior o igual a 70%.

En la placa moldeada inorgánica hidráulica, la fibra de refuerzo es preferiblemente una fibra de alcohol polivinílico.

- 15 Una tercera configuración (primera modalidad de método de producción) de la presente invención es una modalidad dirigida a un método para producir un producto según la primera configuración. La tercera configuración de la presente invención está dirigida a un método para producir una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, y el método incluye:

- 20 curar previamente una composición que contiene al menos un componente de cemento, una pulpa, una fibra de refuerzo que tiene una proporción de aspecto en un intervalo de 40 a 1000, y agua para obtener un cuerpo curado previamente; y

curado por carbonatación del cuerpo previamente curado para obtener una placa moldeada inorgánica hidráulica, reforzada con fibra.

- 25 En el método anterior para producir la placa moldeada inorgánica hidráulica, la composición incluye preferiblemente, en calidad de componente de cemento, un cemento que contiene una fracción de belita de 18% en masa o más; y se deja curar previamente para obtener un cuerpo moldeado que tiene suficiente dureza para ser capaz de desmoldarse (una dureza suficiente para liberar el cuerpo de un molde); y el cuerpo moldeado cura por carbonatación.

- 30 En el método de producción de la placa moldeada inorgánica hidráulica, el pre-curado se realiza preferiblemente en una atmósfera que tiene una humedad de 60 a 100%.

En el método de producción de la placa moldeada inorgánica hidráulica, el curado por carbonatación se realiza preferiblemente en una atmósfera que contiene gas de dióxido de carbono a una concentración de 5 a 30%.

- 35 Una cuarta configuración (segunda modalidad de método de producción) de la presente invención es una modalidad para un método para producir un producto según la segunda configuración; la cuarta configuración de la presente invención está dirigida a un método para producir una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, y el método incluye:

preparar un cuerpo moldeado que tiene una permeabilidad superior o igual a $0.1 \times 10^{-15} \text{m}^2$ curando previamente una composición que contiene al menos un componente de cemento, una pulpa, una fibra de refuerzo y agua, y

5 curado por carbonatación del cuerpo moldeado obtenido para producir una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, que tiene una velocidad de reacción de carbonatación superior o igual a 30%.

En el método para producir la placa moldeada inorgánica hidráulica, la composición incluye preferiblemente, en calidad de componente de cemento, un cemento que contiene una fracción de belita de 18% en masa o más; y se deja curar previamente para obtener un
10 cuerpo moldeado que tiene una dureza suficiente para ser capaz de desmoldarse; y el cuerpo moldeado cura mediante carbonatación.

Cualquier combinación de al menos dos construcciones divulgadas en las reivindicaciones adjuntas y/o la especificación debe concebirse como incluida dentro del alcance de la presente invención. En particular, cualquier combinación de dos o más de las
15 reivindicaciones adjuntas debe interpretarse igualmente como incluida dentro del alcance de la presente invención.

De acuerdo con la primera configuración (una primera modalidad de producto) de la presente invención, puesto que la placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, contiene al menos un componente de cemento, una pulpa y una fibra de
20 refuerzo que tiene una proporción de aspecto en un intervalo de 40 a 1000, así como también tiene una estructura densificada debido al curado por carbonatación, la placa moldeada tiene una alta gravedad específica de masa y una alta permeabilidad anti-agua, y es excelente en capacidad. Además, el curado por carbonatación hace posible lograr una alta resistencia a la flexión, así como también una pequeña tasa de cambio dimensional por
25 gravedad específica. Por lo tanto, la placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, se utiliza ventajosamente como material de construcción tal como material para techos y material para muros.

De acuerdo con la segunda configuración (una segunda modalidad de producto) de la presente invención se lleva a cabo curado por carbonatación para producir una placa
30 moldeada que tiene una velocidad de reacción de carbonatación superior o igual a 30%; la placa moldeada es carbonatada hacia el interior de la misma. Una placa moldeada de este tipo puede lograr una alta gravedad específica de masa y una alta resistencia a la flexión y, además, una pequeña tasa de cambio dimensional por gravedad específica. Por lo tanto, es posible suministrar una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con
35 fibra, que se utiliza ventajosamente como material de construcción tal como material para techos y material para muros.

De acuerdo con la tercera configuración (una primera modalidad del método de producción) de la presente invención, se somete una composición que contiene al menos un componente de cemento, una pulpa, una fibra de refuerzo y agua a curado previo (curado
40 primario) y luego se somete a curado por carbonatación (curado secundario). En un curado natural secuencial sin carbonatación, la velocidad de hidratación de cemento es tan baja que el tiempo requerido para el curado es de alrededor de dos semanas a un mes. Por el

contrario, puesto que la velocidad de reacción de carbonatación es más rápida que la velocidad de hidratación del cemento, el curado por carbonatación después del curado previo hace que el tiempo requerido para el curado sea abreviado hasta aproximadamente uno a tres días para permitir obtener un cuerpo curado densificado en un período corto de tiempo.

De acuerdo con la cuarta configuración (una segunda modalidad del método de producción) de la presente invención, mediante el curado previo de una composición que contiene un componente de cemento, una pulpa, una fibra de refuerzo y agua para obtener un cuerpo moldeado curado previamente que tiene una permeabilidad superior o igual a $0.1 \times 10^{-15} \text{m}^2$, seguido de curado por carbonatación del cuerpo moldeado curado previamente, es posible producir una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, en la cual la carbonatación se ha desarrollado hacia el interior de la placa moldeada para tener una velocidad de reacción de carbonatación superior o igual a 30%. Por consiguiente, el cuerpo moldeado tiene una alta gravedad específica de masa, alta resistencia a la flexión y una pequeña tasa de cambio dimensional por gravedad específica para utilizarse ventajosamente como material de construcción, tal como material para techos y material para muros.

Breve descripción de los dibujos

En cualquier evento, la presente invención será entendida de manera más clara a partir de la siguiente descripción de las modalidades preferidas de la misma cuando se toman en conjunción con los dibujos acompañantes. Sin embargo, las modalidades y los dibujos se dan solamente para el propósito de ilustración y explicación y de ninguna manera deben tomarse como limitantes del alcance de la presente invención en lo absoluto, cuyo alcance se determina por las reivindicaciones adjuntas.

La Fig. 1 es una fotografía que muestra un estado coloreado de una superficie de corte transversal de una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada de acuerdo con una segunda modalidad de producto de la presente invención después de haber rociado una solución acuosa de fenolftaleína sobre la superficie de corte transversal; y

La Fig. 2 es una fotografía que muestra un estado coloreado de una superficie de corte transversal de un cuerpo moldeado inorgánico hidráulico carbonatado como un objeto comparado, después de haber rociado una solución acuosa de fenolftaleína sobre la superficie de corte transversal.

Descripción de las modalidades

Placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, y método para producir la misma

Una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, de acuerdo con la presente invención, incluye las siguientes dos modalidades: una modalidad de acuerdo con una primera configuración (primera modalidad de producto) y una modalidad de acuerdo con una segunda configuración (segunda modalidad de producto).

La primera modalidad de producto: una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, que incluye al menos un componente de cemento, una pulpa y una fibra de refuerzo que tiene una proporción de aspecto en un intervalo de 40 a 1000; y

es una placa moldeada, curada por carbonatación. La placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, tiene preferiblemente una tasa de cambio dimensional por gravedad específica inferior o igual a 0.1%. La placa moldeada puede tener una gravedad específica de masa, por ejemplo, superior o igual a 1.6, y/o una resistencia a la flexión, por ejemplo, superior o igual a 20 N/mm².

La segunda modalidad de producto: una placa moldeada inorgánica hidráulica y la placa moldeada es un producto curado de una composición que incluye al menos un componente de cemento, una pulpa y una fibra de refuerzo, en cuyo caso la placa moldeada se encuentra reforzada con fibra y carbonatada mediante curado por carbonatación; y la placa moldeada tiene una velocidad de reacción de carbonatación superior o igual a 30%.

Un método para producir una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, incluye las siguientes dos modalidades: una modalidad de acuerdo con una tercera configuración (una primera modalidad de método de producción) y una modalidad de acuerdo con una cuarta configuración (una segunda modalidad de método de producción).

La primera modalidad de método de producción (correspondiente a la primera modalidad de producto): un método para producir una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, y el método incluye: curar previamente una composición que contiene al menos un componente de cemento, una pulpa, una fibra de refuerzo que tiene una proporción de aspecto en un intervalo de 40 a 1000, y agua para obtener un cuerpo curado previamente; y curado por carbonatación del cuerpo curado previamente para obtener una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra.

La segunda modalidad de método de producción (correspondiente a la segunda modalidad de producto): un método para producir una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, y el método incluye:

preparar un cuerpo moldeado que tiene una permeabilidad superior o igual a $0.1 \times 10^{-15} \text{ m}^2$ curando previamente una composición que contiene al menos un componente de cemento, una pulpa, una fibra de refuerzo y agua, y

curado por carbonatación del cuerpo moldeado obtenido para producir una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, que tiene una velocidad de reacción de carbonatación superior o igual a 30%.

La siguiente descripción es aplicable a cualquiera de la primera modalidad de producto y de la segunda modalidad de, y/o cualquiera de la primera modalidad del método de producción la segunda modalidad de método de producción, a menos que se especifique algo diferente.

Cuerpo moldeado inorgánico hidráulico carbonatado, reforzado con fibra

Una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, de la presente invención se obtiene mediante curado previo de una composición que contiene al menos un componente de cemento, una pulpa, una fibra de refuerzo, y agua y luego curado por

carbonatación de la composición previamente curada. En la presente invención, la placa moldeada inorgánica hidráulica significa cualquier placa que se forma preparando una composición que contiene al menos un componente de cemento, una pulpa, y una fibra de refuerzo mezclada con agua, y sometiendo la composición obtenida a fundición, deshidratación, extrusión y/u otros. El espesor de la misma es de aproximadamente 2 a 100 mm, y preferiblemente alrededor de 3 a 90 mm. La forma de la placa puede ser no solamente planas sino también tener una forma que incluye una superficie curva. La placa puede incluir una porción escalonada, una porción desnivelada o una porción corrugada en tanto la placa tenga el espesor ya descrito.

La placa moldeada de acuerdo con la segunda modalidad de producto se refiere a una placa moldeada obtenida curando la composición y la placa moldeada tiene una velocidad de reacción de carbonatación superior o igual a 30%. La placa moldeada se produce preparando un cuerpo moldeado que tiene una permeabilidad superior o igual a $0.1 \times 10^{-15} \text{m}^2$ curando previamente la composición y curando mediante carbonatación el cuerpo moldeado obtenido para producir una placa moldeada que tiene una velocidad de reacción de carbonatación superior o igual a 30% (segunda modalidad de método de producción).

Componente de cemento

Ejemplos del componente de cemento utilizado en la presente invención pueden incluir diversos cementos Portland tales como un cemento ordinario, un cemento de resistencia temprana alta y un cemento de resistencia temprana ultra alta. Además, los ejemplos de los mismos pueden incluir diversos cementos mezclados de escoria de un horno alto, cenizas volantes o sílice, y al menos uno de estos se mezcla con el cemento Portland, un cemento de calor moderado y un cemento de alúmina.

El cemento ordinario contiene minerales de cemento tales como alita: $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (fórmula de composición C_3S), belita: $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (fórmula de composición C_2S), aluminato Al_2O_3 (fórmula de composición C_3A), y ferrita: $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ (fórmula de composición C_4AF).

La belita es un tipo de silicato dicálcico que contiene CaO y SiO_2 como componentes principales; e incluye una α -belita, una α' -belita, una β -belita, y una γ -belita, cada una de las cuales son diferentes entre sí en una estructura cristalina o densidad. Entre ellas, puede lograrse la hidraulicidad mezclando el componente de la α -belita, la α' -belita, o la β -belita con agua para hacerse reaccionar. Entretanto, la γ -belita no presenta hidraulicidad, pero reacciona con dióxido de carbono. Básicamente, un cemento ordinario tal como el cemento Portland casi no contiene (sustancialmente no contiene) γ -belita (belita de tipo γ).

Puesto que el componente de cemento según la presente invención se cura mediante carbonatación después de curado previo, es posible usar cementos de belita comercialmente disponibles, o cementos obtenidos mediante diversos cementos que se mezclan con cemento de belita. En la presente invención, entre la α -belita, la α' -belita, la β -belita, y la γ -belita, tal como se ha descrito antes, son preferibles la β -belita y la γ -belita.

De acuerdo con la presente invención, en el componente de cemento, el contenido de la belita es de 18 a 60% en masa, y preferiblemente 20 a 58% en masa. Cuando el contenido de la belita es excesivamente pequeño, una cantidad de belita que puede carbonatarse es

excesivamente pequeña y un efecto de densificación es insuficiente de modo que no puede esperarse estabilidad dimensional ni una permeabilidad anti-agua. Mientras tanto, cuando el contenido de la belita es excesivamente grande, aunque la carbonatación pueda realizarse, se reduce la cantidad de un componente hidráulico que sirve como un aglutinante y pueden obtenerse una suficiente resistencia a la flexión.

Una velocidad de reacción de la belita es preferiblemente superior o igual a 70%. De manera similar a la alita, cuando ocurre la hidratación, la belita causa que la generación de gel de C-S-H exhiba un desempeño como aglutinante. Sin embargo, puesto que la velocidad de hidratación de la belita es más baja que la de la alita, la velocidad de reacción es aún baja para fabricación en fábricas y el efecto como aglutinante es insuficiente. Entretanto, en la técnica de la presente invención, tanto la hidratación como la carbonatación ocurren simultáneamente de modo que la velocidad de reacción de la belita pueden volverse seguramente superior o igual a 70% en una etapa temprana y puede proporcionarse un producto que tiene una alta resistencia a la flexión y es excelente en su estabilidad dimensional. La velocidad de reacción es preferiblemente superior o igual a 75%, y más preferiblemente superior o igual a 80%.

Pulpa

En la presente invención, la pulpa que va adicionarse en la placa moldeada inorgánica hidráulica puede ser pulpa natural o sintética. Como pulpa natural se utiliza principalmente una pulpa blanqueada o no blanqueada, producida a partir de madera blanda o madera dura. También puede utilizarse la pulpa obtenida a partir de paja, bambú, algodón, cáñamo, ramio, morera de papel, arbusto de papel oriental, eucalipto o similares. El papel residual recogido que se obtiene de periódicos, bolsas de papel, cajas de cartón y similares también puede utilizarse. Entretanto, en calidad de pulpa sintética pueden utilizarse la pulpa de poliolefina, la pulpa de poliaramida o similares. Además, puede utilizarse cualquier sustancia similar a las fibras que tiene una forma similar a éstas. Entre estas se utiliza preferiblemente pulpa blanqueada, producida a partir de madera blanda o madera dura.

A fin de obtener la composición de acuerdo con la presente invención, la pulpa puede abatanarse previamente por una máquina de golpes tal como una refinadora o una máquina para abatanar. La pulpa puede tener una capacidad de drenaje "Canadian freeness" preferiblemente de 30 a 750 ml, y más preferiblemente 50 a 300 ml.

El contenido de la pulpa puede ser de 1 a 10% en masa de un contenido sólido en la composición y preferiblemente 2 a 6% en masa de un contenido sólido en la composición. La reducción excesiva del contenido de la misma causa el deterioro al capturar materiales en forma de partículas. El incremento excesivo del contenido de la misma es desventajoso porque la uniformidad de dispersión se vuelve insuficiente y puede causarse separación entre las capas o puede reducirse la resistencia al fuego.

Fibra de refuerzo

La fibra de refuerzo puede adicionarse a la composición de acuerdo con la presente invención para proporcionar resistencia y dureza en la placa moldeada inorgánica hidráulica. Ejemplos de las fibras de refuerzo pueden incluir fibras inorgánicas tales como fibras de vidrio anti-alcalinas, fibras de carbono, fibras inoxidables, fibras cerámicas y fibras de

asbesto; fibras orgánicas tales como fibras regeneradas (por ejemplo, fibras celulósicas) y fibras de resina sintética. Entre éstas, en vista de la reducción del peso, se utilizan ventajosamente fibras orgánicas en particular fibras de resina sintética. Ejemplos de las fibras de resina sintética pueden incluir fibras de poliolefina, fibras de alcohol polivinílico, fibras de poliamida, fibras de aramida, fibras poliestéricas, fibras de acrilonitrilo y fibras de poliuretano. Entre estas, en vista de la resistencia alcalina, de la fuerza mecánica y de la adhesión al cemento, se utilizan ventajosamente las fibras de alcohol polivinílico.

La fibra de refuerzo utilizada en la primera modalidad de producto de la presente invención tiene una proporción de aspecto esencialmente en un intervalo de 40 a 1000 y preferiblemente en un intervalo de 50 a 900. Además, la fibra de refuerzo utilizada en la segunda modalidad de producto de la presente invención tiene preferiblemente una proporción de aspecto dentro del intervalo arriba descrito. Cuando la proporción de aspecto es excesivamente pequeña, la adhesión de la fibra al cemento es insuficiente y un efecto del suministro de dureza a la placa moldeada inorgánica hidráulica puede no llegar a ser suficiente después del curado. Mientras tanto, cuando la proporción de aspecto es mayor que 1000, las fibras son aptas para enmarañarse o para ser excesivamente adhesivas de modo que las fibras no pueden seguir siendo sensibles a la expansión y contracción de la placa moldeada inorgánica hidráulica, dando lugar a una ruptura de las fibras.

La fibra de refuerzo que se usa ventajosamente en la primera modalidad de producto y la segunda modalidad de producto puede tener un diámetro de fibra preferiblemente de 1 a 200 μm y una longitud de fibra preferiblemente de 3 a 20 mm. Cuando el diámetro de fibra es menor que 1 μm , puede ser difícil la dispersión uniforme. Cuando el diámetro de fibra es superior a 200 μm , la cantidad de fibras por unidad de volumen en la placa moldeada inorgánica hidráulica curada puede ser demasiado pequeña de modo que es menos probable que se presente un efecto de refuerzo.

Una fracción de la fibra de refuerzo en el componente sólido de la composición puede ser de 0.1 a 5.0% en masa, y preferiblemente de 0.3 a 4.5% en masa. Cuando la fracción de la fibra de refuerzo es de menos de 0.1% en masa, puede ser insuficiente un efecto de refuerzo de fibra en la placa moldeada inorgánica hidráulica curada. Cuando la fracción de la fibra de refuerzo es superior a 5.0% en masa, puede ser demasiado difícil la dispersión uniforme de las fibras de refuerzo durante la mezcla.

Utilización de la fibra de refuerzo y la pulpa en combinación

De acuerdo con la presente invención, tanto la pulpa como la fibra de refuerzo necesitan adicionarse al componente de cemento. La adición de las fibras de refuerzo puede mejorar la resistencia y la dureza de la placa moldeada inorgánica hidráulica. La adición de la pulpa mejora la dispersión de la fibra de refuerzo, facilita el control de permeabilidad descrito más adelante y contribuye al efecto de refuerzo. Cuando no se adiciona pulpa, no puede lograrse una dispersión ventajosa de la fibra de refuerzo, y además se vuelve difícil el control de la permeabilidad. Como resultado, no pueden obtenerse propiedades físicas ventajosas. Además, cuando no se adiciona pulpa no puede llevarse a cabo la fabricación de láminas para la composición y la producción de la placa moldeada inorgánica hidráulica se vuelve difícil mediante el proceso de fabricación de láminas. La fabricación de láminas se refiere un proceso en el cual la lechada obtenida al suspender un componente de cemento y similares

en un medio acuoso se filtra a través de un tamiz para adquirir una forma. Un cuerpo de lámina producido mediante la fabricación de láminas se refiere a un cuerpo moldeado (placa moldeada) formada mediante la fabricación de láminas.

Agregado

- 5 De acuerdo con la presente invención, la composición que contiene el componente de cemento puede contener diversos agregados, según sea apropiado. Ejemplos de los agregados incluyen agregados finos, agregados de peso ligero y agregados gruesos. Los agregados pueden usarse individualmente o en combinación con dos o más.

10 En calidad de agregado fino, por ejemplo, pueden utilizarse partículas finas que tienen cada una un diámetro de partícula de 5 mm o menos, y ejemplos de las mismas incluyen arena, tal como arena de río, arena de montaña, arena de mar, arena triturada, arena de sílice, escoria, arena de vidrio, arena de hierro, arena de ceniza, microsílice, carbonato de calcio y arena artificial.

15 Ejemplos de los agregados de peso ligero incluyen agregados naturales de peso ligero, tal como gravilla volcánica, escoria expandida y carbonilla; y agregados artificiales de peso ligero tales como perlita espumada, obsidiana espumada, vermiculita, globo shirasu, y micro globo de ceniza voladora.

20 Ejemplos de los agregados gruesos incluyen agregados en los cuales las partículas que tienen cada una un diámetro de partícula de 5 mm o más se encuentran contenidas en 85% en masa o más y, por ejemplo, en calidad de agregado grueso pueden utilizarse diversas gravillas, agregados artificiales o agregados regenerados.

Aditivo

25 De acuerdo con la presente invención, la composición que contiene el componente de cemento puede incluir, según sea apropiado, diversas mezclas tales como un agente AE, un fluidizante, un agente de reducción de agua, un agente de reducción de agua de alto rendimiento, un agente de reducción de agua AE, un agente de reducción de agua AE de alto rendimiento, un espesante, un material de retención de agua, un agente repelente de agua, un agente de expansión de agua, un acelerador de curado, un retardante de fraguado, o similares. Estas mezclas pueden utilizarse individualmente o en combinación de dos o
30 más.

De acuerdo con la composición de la presente invención, un polímero hidrosoluble puede adicionarse según sea apropiado. Ejemplos del polímero hidrosoluble incluyen un éter de celulosa tal como metilcelulosa, hidroximetilcelulosa, hidroxietilcelulosa, carboximetilcelulosa e hidroxipropil metil celulosa; un alcohol polivinílico; un ácido poliacrílico; y un sulfonato de lignina. Estos polímeros pueden utilizarse individualmente o en combinación de uno o más.
35

Además, en la composición de la presente invención puede adicionarse un acelerador de curado para el componente hidráulico, según sea apropiado. Ejemplos del acelerador de curado pueden incluir cloruro de calcio, cloruro de aluminio, cloruro de hierro, cloruro de sodio, cloruro de magnesio, sulfato de metal alcalino, carbonatos de metal alcalino y silicato de sodio.
40

Además, en la composición de la presente invención puede adicionarse un acelerador de carbonatación según sea apropiado. Ejemplos del acelerador de carbonatación pueden incluir, como una dispersión acuosa de polímero, una emulsión termoplástica tal como un éster poliacrílico, un acetato de polivinilo y copolímeros de etileno-acetato de vinilo, y un látex de goma sintética tal como una goma de estireno-butadieno. Además, los ejemplos de estos pueden incluir, como un polvo polimérico capaz de redispersarse (emulsión polvorienta), un copolímero de etileno-acetato de vinilo y acetato de vinilo-versatato de vinilo (VAVeVa). Además, ejemplos de los mismos pueden incluir, como un polímero hidrosoluble, un derivado de celulosa tal como una metilcelulosa y un alcohol polivinílico.

Además, pueden adicionarse productos químicos que tienen una alta afinidad por el gas dióxido de carbono. Los productos químicos que tienen una alta afinidad no se limitan a productos químicos específicos cualesquiera, y los ejemplos de los productos químicos que tienen la alta afinidad pueden incluir químicos de amina tales como monoetanolamina, dietanolamina y trietanolamina, y geles a los cuales se fijan los químicos de amina. Los químicos que tienen la alta afinidad pueden usarse individualmente o en combinación de dos o más.

Cantidad de agua que va a ser mezclada

La composición de acuerdo con la presente invención puede contener agua de modo que, por ejemplo, una proporción de agua-cemento (A/C) sea de aproximadamente 20 a 80% en masa, preferiblemente 25 a 70% en masa y más preferiblemente 30 a 60% en masa.

Mezcla

El componente de cemento, la pulpa, la fibra de refuerzo, y agua se mezclan según medios de mezcla conocidos públicamente o convencionales tales como un mezclador para formar la composición. Al mezclar es preferible que, después que el agua y la pulpa se mezclan para dispersar la pulpa en el agua, se adicionen en los otros componentes de cemento.

Al mezclar, el orden de los componentes para la mezcla no se limita a un orden específico. Preferiblemente, la pulpa y el agua se mezclan para dispersar la pulpa en el agua y después se vierten y se mezclan el componente cemento y otros aditivos, y la fibra de refuerzo se adiciona luego al final.

Formado o moldeado

La composición de lechada, que ha sido preparada tal como se describió antes, se alimenta a una pluralidad de tanques de una máquina para fabricar láminas en húmedo. En cada uno de los tanques, mediante rotación de un cilindro tamiz que tiene una presión negativa dentro, se forma una torta sobre la superficie del cilindro y luego se transporta a un rodillo para fabricación. Después de permitir que la torta transportada tenga un espesor predeterminado que se usa como una capa individual o capas múltiples, la torta transportada se desprende de un rodillo de bobinado para obtener un producto moldeado similar a una placa en un estado húmedo. El producto moldeado, similar a una placa, que puede moldearse en prensa utilizando una máquina para prensar, se cura (cura previamente y se somete a curado por carbonatación), y luego se seca según sea apropiado para producir una placa moldeada inorgánica hidráulica deseada. La descripción anterior se

refiere a una modalidad que utiliza una máquina para fabricar láminas Hatschek. Sin embargo, la presente invención nuestra limitada de ninguna manera a la modalidad anterior y puede aplicarse a la fabricación de láminas Fourdrinier tales como la fabricación de láminas de una capa, el moldeado por fundición; moldeado por prensa, moldeado por extrusión o un método indirecto para producir una lechada formada que tiene un espesor deseado a la vez o en diferentes veces.

Curado previo

El curado previo (curado primario) de acuerdo con la presente invención puede llevarse a cabo de tal manera que una composición que se moldea en una forma predeterminada cura previamente hasta un grado tal que la composición moldeada cura completamente. La composición moldeada que no está completamente curada puede romperse durante la manipulación de la composición moldeada cuando la composición moldeada se mueve hacia el proceso siguiente para retirar la placa o desmoldar. Además, la composición moldeada que no está completamente curada también es desventajosa desde el punto de vista de la densificación del cuerpo moldeado que es uno de los puntos más importantes de la presente invención, porque si la composición moldeada que no está completamente curada se somete a carbonatación, la carbonatación causa expansión del cuerpo moldeado debido al incremento en masa (o incremento en volumen) por generación de CaCO_3 , lo cual da lugar a un fallo de densificación.

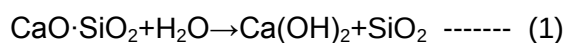
Por consiguiente, el curado previo se realiza preferiblemente en una atmósfera de alta humedad, la cual previene al menos la evaporación de agua en la composición. El curado es causado por hidratación (fraguado) del cemento. La evaporación de agua del cuerpo moldeado puede inhibir la hidratación del cemento para inhibir el progreso de curado hasta tal grado que permita manipular el cuerpo moldeado. En general, el curado y el endurecimiento se realizan en una atmósfera en la cual la humedad relativa es superior o igual a 65%, preferiblemente superior o igual a 80%, más preferiblemente superior o igual a 90%, y del modo más preferible 100%. Además, el curado puede realizarse usando un método para prevenir evaporación de agua de la composición en una atmósfera de alta humedad, por ejemplo, un método en el cual se coloca la composición, por ejemplo, en un contenedor o en una bolsa impermeable al agua, o un método en el cual la composición se coloca en sándwich, entre placas de plástico, películas plásticas o placas de metal. La temperatura para el curado y el endurecimiento no se limita a una temperatura específica. Puede realizarse un proceso de autoclave con el fin de lograr una temperatura de 100 °C superior. Cuando se utilizan fibras de alcohol polivinílico como la fibra de refuerzo, no es preferible un proceso a una temperatura de 120 °C o superior en vista de la resistencia al calor húmedo de la fibra. Además, la madurez calculada por la temperatura de curado (°C) × tiempo de curado (hr) requerido para el curado es preferiblemente de 300 a 2000. El gas de la atmósfera para el curado no se limita a uno específico. Puede mezclarse y usarse un gas distinto del aire tal como nitrógeno, oxígeno, vapor de agua, helio, argón o dióxido de carbono que tengan una concentración inferior a que ella para el curado de carbonatación, en un intervalo que no inhiba el objeto de la presente invención.

Permeabilidad

Después del pre-curado, el cuerpo moldeado tiene preferiblemente una permeabilidad del valor arriba descrito (superior o igual a $0.1 \times 10^{-15} \text{ m}^2$), más preferiblemente el valor (superior o igual a $0.2 \times 10^{-15} \text{ m}^2$), y aún más preferiblemente el valor (superior o igual a $0.3 \times 10^{-15} \text{ m}^2$). La permeabilidad puede ajustarse, por ejemplo, incrementando el contenido de la pulpa la composición, usando parcialmente los agregados de peso ligero o ajustando la presión de la prensa. El cuerpo moldeado obtenido se somete luego a curado por carbonatación.

Curado por carbonatación

De acuerdo con la presente invención, en cuanto a la composición completamente endurecida por el pre-curado, en lo sucesivo algunas veces puede denominarse cuerpo curado y la composición completamente endurecida que tiene dureza suficiente para retirarse de un molde se somete a curado por carbonatación (curado secundario). La carbonatación de un cuerpo curado que comprende un cemento es una reacción en la cual el hidróxido de calcio, Ca(OH)_2 generado por la hidratación del cemento [véase fórmula (1) indicada más adelante], reacciona con dióxido de carbono gaseoso: CO_2 que ácido permeado para formar carbonato de calcio: CaCO_3 y agua tal como se indica más adelante en la fórmula (2). Esta vez, el cuerpo de cemento curado se desplaza desde un estado altamente alcalino a un estado neutro. Por lo tanto, cuando se aplica solución acuosa de fenolftaleína a un lado cortado en la sección transversal del cuerpo curado, puede verificarse fácilmente la ocurrencia de carbonatación observando la presencia o ausencia de coloración.



Las condiciones para la carbonatación son tales que el curado se realiza en una atmósfera que contiene gas de dióxido de carbono que tiene una concentración superior a la concentración en el aire, por ejemplo, en una atmósfera en la cual la concentración del gas de dióxido de carbono es, por ejemplo, de 5 a 30% y preferiblemente de 8 a 20%. Cuando la concentración del gas de dióxido de carbono es superior al 30%, puede ser desventajosamente peligroso y antieconómico. Entretanto, cuando la concentración del mismo es menor al 5%, puede ser desventajoso en vista del progreso de la carbonatación. Los ejemplos del gas de la atmósfera incluyen aire, nitrógeno, oxígeno, vapor de agua, helio y argón en adición al dióxido de carbono y un gas diferente del dióxido de carbono puede mezclarse y usarse en un intervalo tal que el objeto de la presente invención no se vea inhibido.

Además, también es efectivo realizar la carbonatación en un contenedor que tiene una alta presión de dióxido de carbono en vista del mejoramiento en la productividad. Entretanto, la temperatura para la carbonatación no está limitada a una temperatura específica. Ventajosamente, cuanto mayor sea la temperatura más rápida es la reacción de carbonatación.

De acuerdo con la presente invención, para la reacción de carbonatación se requiere agua tal como se indica en la fórmula (1) y, por lo tanto, el curado de carbonatación se realiza preferiblemente a un cierto grado de humedad. Cuando la humedad es excesivamente alta, la superficie del cuerpo moldeado puede cubrirse con agua de condensación en rocío. En tal

caso, el dióxido de carbono gaseoso no puede entrar dentro del cuerpo moldeado pero puede erosionar la superficie del cuerpo moldeado de modo que la apariencia externa del producto puede deteriorarse de manera desventajosa. Entretanto, cuando la humedad es excesivamente baja, la reacción de carbonatación o la hidratación del cemento se ve inhibida desventajosamente. Por lo tanto, el curado secundario se realiza preferiblemente en una atmósfera que tiene una humedad relativa de 30 a 95%, preferiblemente 35 a 90% y más preferiblemente de 40 a 85%.

De acuerdo con la presente invención, cuando el cuerpo curado obtenido por endurecimiento total mediante el curado previo se somete a curado por carbonatación, la reacción de carbonatación progresa no solamente sobre la superficie del cuerpo curado sino también en el interior del mismo por lo cual puede densificarse de manera uniforme la totalidad del cuerpo moldeado sin que se expanda el cuerpo moldeado curado. Aunque aún es incierto en muchos puntos cómo lograr la densificación del cuerpo de cemento curado que contiene belita por el dióxido de carbono gaseoso, el mecanismo puede explicarse tal como sigue. Es decir, cuando un cuerpo de cemento curado típico es carbonatado (neutralizado), el Ca(OH)_2 generado por la hidratación del cemento reacciona con dióxido de carbono para formar CaCO_3 tal como se indica por las fórmulas (1) y (2). Por lo contrario, cuando el cuerpo de cemento curado contiene una gran cantidad de belita, la belita reacciona directamente con el dióxido de carbono gaseoso sin causar hidratación para formar grandes cantidades de CaCO_3 y SiO_2 . De manera simultánea, el gel de C-S-H generado por hidratación también reacciona con dióxido de carbono gaseoso para formar de manera similar CaCO_3 y SiO_2 . Además, el Ca(OH)_2 generado por la hidratación del cemento también reacciona con dióxido de carbono gaseoso para formar CaCO_3 . Por lo tanto, puede considerarse que en comparación con el cuerpo de cemento curado típico, una gran cantidad de producto de reacción se genera en una etapa temprana y llenan los vacíos en el cuerpo de cemento curado para lograr densificación. De hecho, la densificación de la estructura interna puede determinarse a partir del hecho que el cuerpo curado carbonatado tiene una gravedad específica incrementada, una absorbancia reducida de agua, un volumen de poro total reducido y además una tasa de cambio dimensional reducida si se compara con un cuerpo curado no carbonatado. Debe notarse que el volumen de poro total podría determinarse mediante la medición de distribución de poro usando porosimetría de intrusión de mercurio.

En cuanto al cristal de CaCO_3 , se encuentran presentes tres tipos de formas, es decir calcita, aragonita, y vaterita. Aunque cualquiera de estas puede utilizarse ventajosamente en vista de la densificación, de manera particularmente preferible se incluyen aragonita y vaterita. La aragonita tiene cristales con forma de aguja y se utiliza ventajosamente no sólo para la densificación sino también para un efecto de refuerzo de doblado en el cuerpo moldeado. Entretanto, la vaterita tiene una gravedad específica que es menor que la de calcita y aragonita. Por lo tanto, cuando el cuerpo de cemento curado tiene la misma masa de CaCO_3 , el volumen ocupado de vaterita es mayor. Por lo tanto, la vaterita es más efectiva y ventajosa para la densificación. La calcita se genera más probablemente a partir de Ca(OH)_2 , mientras que la aragonita y la vaterita se generan más probablemente a partir de la belita o el gel de C-S-H. Esta es otra característica principal de la presente invención, en la cual, en una etapa temprana se generan aragonita y vaterita que son efectivas para la densificación.

Al compararse con un método en el cual la gravedad específica se incrementa para disminuir los vacíos de una manera mecánica mediante prensado o similares antes de curar, la densificación causada por la carbonatación es ventajosa debido a que la densificación puede lograrse de manera más eficiente. Por ejemplo, puesto que la tasa de cambio dimensional se refiere a la expansión/contracción del cuerpo curado durante la absorción/evaporación de agua, el incremento en la gravedad específica permite que se disminuya la tasa de cambio dimensional. Cuando la gravedad específica es igual, la tasa de cambio dimensional por gravedad específica puede reducirse cuando la densificación se realiza mediante carbonatación, si se compara con el caso cuando la gravedad específica se incrementa mediante prensado. Es decir, mediante curado por carbonatación tal como se describió antes, es posible obtener una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, de acuerdo con una modalidad preferible de la presente invención; la placa moldeada es excelente en estabilidad dimensional y tiene una tasa de cambio dimensional por gravedad específica inferior o igual a 0.1%.

La manera para curar por carbonatación no está limitada a una específica. Por ejemplo, el curado por carbonatación puede realizarse en una condición predeterminada después de introducir un cuerpo moldeado pre-curado en un tanque de curado colocando el cuerpo moldeado pre-curado en un anaquel o algo similar. Entretanto, si se inhibe el contacto de dióxido de carbono gaseoso con la placa moldeada para causar un desnivel en la reacción en la placa, puede surgir un problema de deformación de la placa moldeada. Por lo tanto, a fin de superar el desnivel en la reacción, es particularmente ventajoso poner en contacto uniforme el dióxido de carbono gaseoso con la placa moldeada, por ejemplo mediante un método en el cual se hace circular el gas en el tanque de curado, un método en el cual el dióxido de carbono gaseoso se asperge de manera uniforme sobre la placa moldeada desde arriba, como también desde abajo, o un método que previene que las placas moldeadas se superpongan una sobre otra proporcionando un espaciador o colocando verticalmente cada una de las placas moldeadas en el estante.

En la segunda modalidad de producto y la segunda modalidad de método de producción, obteniendo un cuerpo moldeado que tiene una permeabilidad superior o igual a 0.1×10^{-15} m² después del pre-curado, una composición que contiene al menos un componente de cemento, una pulpa, una fibra de refuerzo, y agua tal como se ha descrito antes, y además curado por carbonatación del cuerpo moldeado obtenido, es posible producir una placa moldeada que tiene una tasa de reacción de carbonatación superior o igual a 30%, preferiblemente superior o igual a 50%, y más preferiblemente superior o igual a 60%.

Formación de la película de pintura (recubrimiento)

La superficie del cuerpo curado que se ha sometido a curado por carbonatación puede pintarse (recubrirse) dependiendo de las necesidades. Un material de pintura no está limitado a uno específico. Los ejemplos de materiales de pintura pueden incluir pintura de resina fenólica, pintura de resina sintética mezclada lista, pintura de resina alquídica, pintura de resina ftálica, pintura de resina acrílica-alquídica, pintura de resina amino-alquídica, pintura de resina horneada de melamina, pintura de resina epóxica, pintura de resina epóxica modificada, pintura de resina epóxica de alquitrán, pintura de resina poliuretánica, pintura de resina poliuretánica curable a la humedad, pintura de resina de uretano acrílica, pintura de resina de uretano poliésterica, pintura de resina de silicona modificada con

alquido, pintura de resina acrílica de silicona, pintura de resina de silicona, pintura de resina a base de goma clorada, pintura de emulsión de acetato de vinilo, pintura de resina acrílica, pintura de resina de emulsión acrílica, pintura de resina acrílica NAD, pintura de resina de cloruro de vinilo, pintura de fluororesina, y pintura de barniz.

- 5 La placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, de acuerdo con la presente invención es altamente densificada y ha progresado la neutralización de la misma. Por lo tanto, el material de pintura que tiene resistencia a medio alcalino, el material de pintura indispensable para un material de cemento típico, no se selecciona necesariamente de modo que la presente invención sea económicamente ventajosa.

10 Placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra

- La placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, de acuerdo con la primera modalidad de producto de la presente invención, obtenida mediante el método de arriba descrito (primera modalidad de método de producción) puede ser una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra que tiene una alta resistencia a la flexión, una pequeña tasa de cambio dimensional por gravedad específica, excelente permeabilidad ante el agua y buena capacidad de pintar porque el curado por carbonatación de un cuerpo pre-curado se realiza después de endurecer el cuerpo pre-curado en la totalidad hasta un grado en que el cuerpo pre-curado sea capaz de desmoldarse, de modo que el desarrollo en la densificación progrese por la mayor velocidad de reacción de la carbonatación. Por lo tanto, incluso si es incompleta la hidratación por el componente hidráulico en la cual la velocidad de reacción es más baja que la de carbonatación, la placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, arriba descrita puede obtenerse en un período corto de tiempo. La modalidad preferible de la presente invención permite obtener una placa moldeada que tiene una tasa de cambio dimensional por gravedad específica inferior o igual a 0.10% (más preferiblemente inferior o igual a 0.09%).

- La placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, de acuerdo con la segunda modalidad de producto de la presente invención, obtenida mediante el método descrito arriba (segunda modalidad del método de producción), puede ser una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra que se neutraliza hacia el interior de la misma, porque un cuerpo moldeado pre-curado que tiene una alta permeabilidad se somete a carbonatación. La placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, obtenida de esta manera, viene una alta resistencia a la flexión y es excelente en estabilidad dimensional puesto que la carbonatación ha progresado hacia el interior de la misma. En la modalidad preferible, la placa moldeada tiene una tasa de cambio dimensional por gravedad específica inferior o igual a 0.10%.

Aplicación

- La placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra de acuerdo con la presente invención puede ser una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra que tiene una alta resistencia a la flexión y una pequeña tasa de cambio dimensional porque la placa moldeada se densifica mediante carbonatación después que una composición que tiene una estructura predeterminada cura previamente para endurecerse hacia el interior de la misma. Por consiguiente, la placa moldeada inorgánica

hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, puede utilizarse ventajosamente en el campo de materiales de construcción tales como productos moldeados que incluyen pizarras, baldosines, paneles de muro, materiales de techo, paneles de piso, materiales de techo y muros de partición; y productos secundarios.

5 Ejemplos

A continuación se describirán ejemplos a fin de describir la presente invención con mayor detalle. Sin embargo, la presente invención no se limita a los ejemplos. En los ejemplos, “%” y “parte” se indican sobre la base de una masa a menos que se especifique algo diferente.

Método para medir tenacidad de la fibra

- 10 De conformidad con JIS L-1015, las fibras de muestras se dejaron por cinco días a una temperatura de 20°C y a una humedad relativa de 65% para control de humedad (acondicionamiento), y se cortaron cortas para tener longitud de ensayo de 60 mm, y luego se midió la resistencia a la ruptura usando FAFEGRAPH M [fabricada por Texttechno] a una velocidad de tracción de 60 mm/min. La tenacidad de la fibra se obtuvo dividiendo la
- 15 resistencia a la ruptura por la finura de las fibras demuestra. La medición se realizó al menos 10 veces para obtener un valor medio.

Método para medir gravedad específica de masa

- De conformidad con JIS A 5430, se puso una pieza de ensayo en un secador de aire con un agitador y se secó a 105°C ± 5°C durante 24 horas, y después se calculó la gravedad
- 20 específica de masa a partir de la masa y el volumen de la pieza de ensayo.

Método para medir resistencia a la flexión

- Se cortó un cuerpo de ensayo para obtener, por cuerpo de ensayo, tres trozos de ensayos similares a bandas, y cada una de ellas con una longitud de aproximadamente 150 mm y un ancho de aproximadamente 50 mm. Después, a fin de ajustar un contenido constante de
- 25 agua de las piezas de ensayo durante la medición, las piezas de ensayo cortada se secaron durante 72 horas usando un secador ajustado a 40 °C. Se midió la resistencia la flexión de las piezas de ensayo de conformidad con JIS A 1408. La resistencia a la flexión se midió usando Autograph AG500-B fabricado por SHIMADZU CORPORATION en condiciones en que la velocidad de ensayo (velocidad de cabeza de carga) era de 2 mm/min., y el alcance
- 30 de doblado fue de 100 mm en el método de carga de centro.

Método para medir tasa de cambio dimensional

- De conformidad con JIS A 5430, se puso una pieza de ensayo en un secador con agitador a una temperatura mantenida en 60 ± 3°C. Después de 24 horas se retiró la pieza de ensayo del secador y se puso en un desecador con su humedad ajustada mediante gel de sílice, y
- 35 se dejó tal como estaba hasta que la temperatura alcanzó la temperatura ambiente (20 ± 1.5°C). A continuación se adhirió un vidrio blanco lechoso a un cuerpo de ensayo y se formaron líneas de marca de modo que la distancia entre las líneas de marca fue de aproximadamente 140 mm y luego se midió una longitud entre las líneas de marca usando un comparador que tenía una exactitud de 1/500 mm. La longitud medida se consideró una
- 40 longitud de referencia. A continuación, el cuerpo de ensayo se puso sobre un extremo de

modo que el lado longitudinal del mismo estaba acostado horizontalmente y se empapó en agua a $20^{\circ}\text{C} \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ de modo que el cuerpo de ensayo se empapó alrededor de 30 mm por debajo de la superficie de agua. Después de 24 horas de empapar, el cuerpo de ensayo se sacó del agua y se quitó el agua sobre la superficie del mismo. Se midió nuevamente una longitud entre las líneas de marca. La tasa de cambio longitudinal debido a la absorción del agua fue calculada tal como sigue.

$$\frac{\text{Longitud entre líneas de marca después de absorción de agua} - \text{Longitud entre líneas de marca en estado seco}}{\text{Longitud entre líneas de marca en estado seco}} \times 100$$

10 Longitud entre líneas de marca en estado seco

Además, la tasa de cambio dimensional obtenida se dividió por la gravedad específica de masa para obtener una tasa de cambio dimensional por gravedad específica.

Método para evaluar permeabilidad anti-agua

15 De conformidad con JIS A 5430, se puso un tubo (diámetro interno de 35 mm, altura de 300 mm) hecho de una resina acrílica para colocar sobre una pieza de ensayo y luego una porción de contacto entre el tubo y la pieza de ensayo fue sellada con un miembro de sellamiento. Después se vertió agua hasta la altura de 250 mm desde el fondo del tubo y la pieza de ensayo se dejó tal cual durante 24 horas para verificar fuga de agua en la superficie trasera de la pieza de ensayo. Respecto de la permeabilidad anti-agua, la porción de fuga que tiene un diámetro inferior a 35 mm se determinó como "A", la porción de fuga que tiene un diámetro de 35 a 60 mm se determinó como "B", y la porción de fuga que tiene un diámetro mayor a 60 mm se determinó como "C".

Método para evaluar capacidad de pintarse

25 Sobre una superficie de una muestra de cuerpo moldeado curado se aplicó pintura de resina ftálica (NEO KING, fabricada por KAWAKAMI PAINT MFG. CO., LTD). Después, de conformidad con JIS K 5600-7-7 (resistencia acelerada a la intemperie y solidez acelerada a la luz (método con lámpara de xenón), se realizó la prueba de resistencia acelerada a la intemperie. Se determinó como "C" un caso en el cual se encontró claramente una grieta, un descascaramiento o una expansión, se determinó un caso como "B" donde se encontró una señal de esto, y se determinó como "A" un caso donde absolutamente no se encontró anomalía.

Método para medir permeabilidad

La permeabilidad se midió de conformidad con JIS R 2115.

35 La permeabilidad de una sustancia representa una característica de que la sustancia permite pasar un gas a través de la misma debido a la diferencia de presión y la permeabilidad se calcula usando la siguiente fórmula en la cual se usa el volumen del gas que pasa a través de la sustancia en un determinado período de tiempo.

$$V/t = \mu \cdot (1/\eta) \cdot (A/\delta) \cdot (p_1 - p_2) \cdot (p_1 + p_2) / 2P \quad \dots (1)$$

en la cual V: una cantidad de gas (m³) que pasa a través de la sustancia a una presión p₁,

t: tiempo (s) requerido para que la cantidad (V) de gas pase a través de la sustancia,

μ: permeabilidad (m²) de la sustancia,

η: viscosidad (Pa·s) del gas a temperatura de ensayo,

5 A: área de sección de corte transversal (m²) de la sustancia a través de la cual pasa el gas,

δ: espesor (m) de la sustancia a través del cual pasa el gas,

P: presión absoluta (Pa) del gas obtenido cuando se mide un volumen de gas,

p₁: presión absoluta (Pa) obtenida cuando el gas entra a la sustancia, y

p₂: presión absoluta (Pa) obtenida cuando el gas se separa de la sustancia.

10 La pieza de ensayo se ensayó como una columna que tiene un diámetro de 50 mm ± 2 mm × una altura de 6 mm a 7 mm.

En la fórmula (1) de arriba, una alta permeabilidad μ de la sustancia puede considerarse como un índice que representa una permeabilidad ventajosa del gas del interior de la misma.

15 Medición de la velocidad de reacción de carbonatación

Una solución de fenolftaleína en etanol (90) al 1.0% en p/v, fabricada por Wako Pure Chemical Industries, Ltd. se aplicó a la superficie de sección de corte transversal del cuerpo moldeado antes y después del curado por carbonatación. Se tomaron fotografías de la superficie de la sección de corte transversal un minuto después de la aplicación. Después, usando el tono del color tinturado con la fenolftaleína en la fotografía antes del curado con carbonatación, se evaluó la fotografía de la sección de corte transversal después del curado por carbonatación tal como sigue: si la fotografía después del curado por carbonatación tenía una porción con un tono de color similar al tono de color tinturado en la fotografía antes del curado por carbonatación, se considera la porción como tinturada. Usando un software de análisis de imagen (software libre IMAGE-J), el área tinturada se calculó totalmente y luego se calculó la velocidad de reacción de carbonatación por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Velocidad de reacción de carbonatación (\%)} = \frac{(\text{Área de sección de corte transversal} - \text{área tinturada})}{(\text{área de sección de corte transversal})} \times 100$$

30

Medición de velocidad de reacción de belita

Un cuerpo de ensayo que ha sido sometido a reacción de carbonatación fue pulverizado en una máquina demoler de mortero, y luego se adicionó agua para retirar componentes de fibra con una gasa. Además, el componente de pasta en el filtrado se filtró a través de papel filtro para obtener una muestra que quedaba en el papel filtro, y luego se secó en un

35

dsecador a 20 °C durante tres días para obtener una muestra de análisis. La muestra se sometió a análisis cualitativo utilizando un dispositivo de difracción de rayos X (MultiFlex fabricado por Rigaku Corp.), y se sometió a análisis cuantitativo mediante análisis de Rietveld para determinar el producto de hidratación y minerales de cemento no hidratados.

- 5 De acuerdo con el resultado de la misma, la velocidad de reacción de la belita se calculó a partir de la siguiente fórmula.

$$\text{Velocidad de reacción de velita} = \frac{[\text{Componente de belita (\%)} \text{ en el cuerpo de ensayo}]}{[\text{componente de velita (\%)} \text{ en el material crudo}]} \times 100$$

- 10 En lo sucesivo, los ejemplos específicos de la placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, de acuerdo con una primera configuración (un primer producto) de la presente invención y el método para producir la placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra de acuerdo con una segunda configuración (un primer método de producción) de la presente invención se describirán de acuerdo con los ejemplos 1 a 8.

15 **Ejemplo 1**

- Como una fibra de PVA, un PVA completamente saponificado que tenía un grado de polimerización de 1700 (PVA1) se disolvió en agua a una concentración de 16.5%, y se adicionó ácido bórico a 1.6% relativo al PVA para preparar un material para hilar. El material para hilar se sometió a hilado en húmedo en un baño de coagulación con una temperatura de 70°C y un contenido de 11 g/L de hidróxido de sodio y 350 g/L de sulfato de sodio, y las fibras hiladas se sacaron mediante un rodillo, se neutralizaron, se sometieron a extracción por calor en húmedo, se lavó con agua y se secó con un método habitual, se sometió a extracción por calor en seco a 235 °C y se absorbió de tal modo que la proporción total de extracción fue 19 veces en un proceso de tratamiento con calor del mismo proceso de producción de fibra. La fibra obtenida tenía un diámetro de fibra de 7 μm y la tenacidad de la fibra de 14.3 cN/dtex. Las fibras obtenidas se cortaron y tenían una longitud de fibra de 4 mm (proporción de aspecto: 571).

- Cuerpo moldeado: 1.5 partes en masa de las fibras de PVA cortadas pequeñas se adicionaron a una composición que contenía 3 partes en masa de pulpa (NUKP) que tenían capacidad de drenaje "Canadian freeness" de 115 ml; y 95.5 partes en masa de cemento Portland ordinario (contenido de β-belita: 27% en masa) para moldear una placa con capas producida mediante el proceso de Hatschek-(método de fabricación de láminas). Después, el pre-curado se llevó a cabo en un tanque de curado mediante calor en húmedo en el aire en el cual la humedad relativa era de 100%, a 80°C durante 8 horas. Después, respecto del curado por carbonatación, la placa uso en un dispositivo de ensayo de neutralización Asahi ACT-250 fabricado por ASahi KAGAKU CO., LTD., y fue tratada durante 24 horas en una condición en la cual la concentración del dióxido de carbono era 20%, la humedad edad de 90% y la temperatura era de 40 °C. El desempeño del producto de cuerpo moldeado obtenido se muestra en la tabla 1. A pesar del corto período de curado secundario (curado por carbonatación) durante 24 horas, el cuerpo moldeado obtenido tenía una gravedad específica de masa de 1.7 de modo que se aumentó en gran medida la densificación, la resistencia a la flexión fue alta, de 28 N/mm², y tenía una pequeña tasa de cambio

dimensional gravedad específica, de 0.065%. Además, el cuerpo moldeado tenía permeabilidad anti-agua y capacidad de pintarse satisfactorias.

Ejemplo 2

Un cuerpo moldeado se produjo de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que se utilizó en calidad de cemento un cemento de bajo calor (contenido de β -belita: 50% en masa). El desempeño del producto de cuerpo moldeado obtenido se muestra en la tabla 1. A pesar del corto período de curado secundario durante 24 horas, el cuerpo moldeado obtenido tenía una gravedad específica de masa de 1.7 de modo que la densificación se incrementó en gran medida, una alta resistencia a la flexión de 26 N/mm², y una pequeña tasa de cambio dimensional por gravedad específica de 0.053%. Además, el cuerpo moldeado tenía permeabilidad anti-agua y capacidad de pintarse satisfactorias.

Ejemplo 3

Un cuerpo moldeado se produjo de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que se utilizó cemento especial (contenido de γ -belita: 50% en masa) en calidad de cemento. El desempeño del producto de cuerpo moldeado obtenido se muestra en la tabla 1. A pesar del corto período de curado secundario durante 24 horas, el cuerpo moldeado obtenido tenía una gravedad específica de masa de 1.7 de modo que la densificación se incrementó en gran medida, una alta resistencia a la flexión de 24 N/mm², y una pequeña tasa de cambio dimensional por gravedad específica de 0.041%. Además, el cuerpo moldeado tenía permeabilidad anti-agua y capacidad de pintarse satisfactorias.

Ejemplo 4

Un cuerpo moldeado se produjo de la misma manera que en el ejemplo 2, y después además se dejó como estaba durante 13 días a 20°C y humedad relativa 100%, por lo cual se causó que la hidratación del cemento progresara. El desempeño del producto de cuerpo moldeado obtenido se muestra en la tabla 1. El cuerpo moldeado obtenido tenía una gravedad específica de masa de 1.7 de modo que la densificación se incrementó en gran medida, una resistencia a la flexión extremadamente alta de 32 N/mm², y una pequeña tasa de cambio dimensional por gravedad específica de 0.053%. Además, el cuerpo moldeado tenía permeabilidad anti-agua y capacidad de pintarse satisfactorias.

Ejemplo 5

Un cuerpo moldeado se produjo de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que se adicionaron 2 partes en masa de PVA2 (diámetro de fibra de 26 μ m, longitud de fibra de 6 mm, tenacidad de fibra de 12 cN/dtex, proporción de aspecto de 231) como la fibra de PVA. El desempeño del producto de cuerpo moldeado obtenido se muestra en la tabla 1. A pesar del corto período de curado secundario durante 24 horas, el cuerpo moldeado obtenido tenía una gravedad específica de masa de 1.7 de modo que la densificación se incrementó en gran medida, una alta resistencia a la flexión de 24 N/mm², y una pequeña tasa de cambio dimensional por gravedad específica de 0.059%. Además, el cuerpo moldeado tenía permeabilidad anti-agua y capacidad de pintarse satisfactorias.

Ejemplo 6

Un cuerpo moldeado se produjo de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que se adicionaron 3 partes en masa de PVA3 (diámetro de fibra de 40 μm , longitud de fibra de 8 mm, tenacidad de fibra de 12 cN/dtex, proporción de aspecto de 200) como la fibra de PVA. El desempeño del producto de cuerpo moldeado obtenido se muestra en la tabla 1. A pesar del corto período de curado secundario durante 24 horas, el cuerpo moldeado obtenido tenía una gravedad específica de masa de 1.7 de modo que la densificación se incrementó en gran medida, una alta resistencia a la flexión de 25 N/mm², y una pequeña tasa de cambio dimensional por gravedad específica de 0.065%. Además, el cuerpo moldeado tenía permeabilidad anti-agua y capacidad de pintarse satisfactorias.

Ejemplo 7

Un cuerpo moldeado se produjo de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que se adicionaron 2 partes en masa de fibra de polipropileno (fabricada por Daiwabo, diámetro de fibra de 17 μm , longitud de fibra de 6 mm, tenacidad de fibra de 5.3 cN/dtex, proporción de aspecto de 353) como la fibra de refuerzo. El desempeño del producto de cuerpo moldeado obtenido se muestra en la tabla 1. A pesar del corto período de curado secundario durante 24 horas, el cuerpo moldeado obtenido tenía una gravedad específica de masa de 1.7 de modo que la densificación se incrementó en gran medida, una alta resistencia a la flexión de 20 N/mm², y una pequeña tasa de cambio dimensional por gravedad específica de 0.059%. Además, el cuerpo moldeado tenía permeabilidad anti-agua y capacidad de pintarse satisfactorias.

Ejemplo 8

Un cuerpo moldeado se produjo de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que se adicionaron 2 partes en masa de fibra de poliácrlonitrilo (Dolanit, diámetro de fibra de 12 μm , longitud de fibra de 6 mm, tenacidad de fibra de 12 cN/dtex, proporción de aspecto de 500) como la fibra de refuerzo. El desempeño del producto de cuerpo moldeado obtenido se muestra en la tabla 1. A pesar del corto período de curado secundario durante 24 horas, el cuerpo moldeado obtenido tenía una gravedad específica de masa de 1.7 de modo que la densificación se incrementó en gran medida, una alta resistencia a la flexión de 24 N/mm², y una pequeña tasa de cambio dimensional por gravedad específica de 0.065%. Además, el cuerpo moldeado tenía permeabilidad anti-agua y capacidad de pintarse satisfactorias.

Ejemplo comparativo 1

Un cuerpo moldeado se produjo de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que no se adicionó fibra de PVA, y el curado durante 24 horas al aire a 40 °C y la humedad relativa de 90% se realizó como curado secundario. El desempeño del producto de cuerpo moldeado obtenido se muestra en la tabla 1. La resistencia a la flexión era baja, de 15 N/mm². Además, la tasa de cambio dimensional por gravedad específica era baja, de 0.156%. Además, la permeabilidad anti-agua y la capacidad de pintarse eran insuficientes.

Ejemplo comparativo 2

Un cuerpo moldeado se produjo de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que el curado secundario se realizó en una atmósfera de 20% de dióxido de carbono gaseoso en lugar de aire. El desempeño del producto de cuerpo moldeado obtenido se muestra en la

tabla 1. La tasa de cambio dimensional por gravedad específica fue de 0.059%, y la permeabilidad anti-agua y la capacidad de pintarse fueron ventajosas. Sin embargo, la resistencia a la flexión era baja, de 17 N/mm².

Ejemplo comparativo 3

5 Un cuerpo moldeado se produjo de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que el curado se realizó, como el curado secundario, durante 24 horas al aire a 40°C y la humedad relativa fue de 90%. El desempeño del producto de cuerpo moldeado obtenido se muestra en la tabla 1. El cuerpo moldeado obtenido tenía una gravedad específica de masa de 1.5, y, por lo tanto, fue menor que la del ejemplo 1. Además, la resistencia a la flexión era baja,
10 de 18 N/mm². La tasa de cambio dimensional por gravedad específica era baja, de 0.167%. Además, la permeabilidad anti-agua y la capacidad de pintarse eran insuficientes.

Ejemplo comparativo 4

Un cuerpo moldeado se produjo de la misma manera que en el ejemplo 1, excepto que el curado se realizó, como el curado secundario, durante 14 días al aire a 40 °C y la humedad
15 relativa de 90%. El desempeño del producto de cuerpo moldeado obtenido se muestra en la tabla 1. El cuerpo moldeado obtenido tenía una gravedad específica de masa de 1.5 y, por lo tanto, puede menor que la del ejemplo 1. La resistencia la flexión fue alta, de 25 N/mm² debido a la hidratación del cemento que había progresado. Sin embargo, la tasa de cambio dimensional por gravedad específica fue de 0.167%, y la permeabilidad anti-agua y la
20 capacidad de pintarse eran insuficientes.

Ejemplo comparativo 5

Un cuerpo moldeado se produjo de la misma manera que en el ejemplo comparativo 4 excepto que se moldeó una placa laminada producida mediante fabricación de láminas y después se precisó adicionalmente a 8 N/mm² durante cinco minutos. El desempeño del
25 producto de cuerpo moldeado obtenido se muestra en la tabla 1. El cuerpo moldeado obtenido tenía una gravedad específica de masa de 1.7 más alta que la del ejemplo comparativo 4. Por lo tanto, la resistencia la flexión era alta, de 28 N/mm², la cual también es superior a la del ejemplo comparativo 4. Por lo contrario, la tasa de cambio dimensional por gravedad específica era baja, de 0.118%. Mientras que la permeabilidad anti-agua se
30 mejoró ligeramente, la capacidad de pintarse era insuficiente. Por lo tanto se encontró que aunque el prensado causó incremento en la gravedad específica de masa, el prensado solamente era insuficiente para proporcionar un efecto de densificación.

Ejemplo comparativo 6

Un cuerpo moldeado se produjo de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que se realizó el curado durante tres horas al aire a 20 °C y la humedad relativa de 50% en calidad
35 de pre-curado. El desempeño del producto de cuerpo moldeado obtenido se muestra en la tabla 1. El cuerpo moldeado obtenido tenía una baja gravedad específica de masa de 1.4, y una baja resistencia a la flexión de 20 N/mm². Además, la tasa de cambio dimensional por gravedad específica era baja, de 0.171%. Mientras que la capacidad de pintarse era buena,
40 la permeabilidad anti-agua era insuficiente. Esto podría explicarse porque la carbonatación

se realizó en un estado en el cual el endurecimiento del cuerpo moldeado en el pre-curado fue insuficiente y, por lo tanto, la expansión precedió a la densificación.

Ejemplo comparativo 7

5 Un cuerpo moldeado se produjo de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que PVA4 (diámetro de fibra de 100 μm , longitud de fibra de 2 mm, tenacidad de fibra de 10 cN/dtex, proporción de aspecto de 20) was used as the PVA fiber. El desempeño del producto de cuerpo moldeado obtenido se muestra en la tabla 1. El cuerpo moldeado obtenido tenía una alta gravedad específica de masa de 1.7, y una pequeña tasa de cambio dimensional por gravedad específica de 0.071%. Mientras que tanto la permeabilidad anti-agua como la
10 capacidad de pintarse eran buenas, la resistencia a la flexión era baja, de 17 N/mm².

Tabla 1

	Fibra				Formulación				Pren sa	Pre-curado				Curado por carbonatación					Cura do adici onal	Desempeño				
	Mate rial de fibra	Diám etro de fibra	Long. De fibra	Proporc ión de aspecto	Fibra	Pulp a	Cem ento	Cont en. de belita en ceme nto		Atms .	Tem p.	Hum. .	Pe rio do	Atms.	Co nc.	Tem p.	Hum ed.	Perio do		Gravedad específica de masa	Resiste ncia a flexión	Tasa de cambio dimensi onal por graved ad específi ca	Perm eabili dad anti- agua	Capa cidad de pintar se
E.1	PVA 1	7	4	571	1.5	3	95.5	β: 27	No	Aire	80	100	8	CO ₂	20	40	90	24		1.7	28	0.065	A	A
E.2	PVA 1	7	4	571	1.5	3	95.5	β: 50	No	Aire	80	100	8	CO ₂	20	40	90	24		1.7	26	0.053	A	A
E.3	PVA 1	7	4	571	1.5	3	95.5	γ: 50	No	Aire	80	100	8	CO ₂	20	40	90	24	13 días *	1.7	24	0.041	A	A
E.4	PVA 1	7	4	571	1.5	3	95.5	β: 50	No	Aire	80	100	8	CO ₂	20	40	90	24		1.7	32	0.053	A	A
E.5	PVA 2	26	6	231	2	3	95	β: 27	No	Aire	80	100	8	CO ₂	20	40	90	24		1.7	24	0.059	A	A
E.6	PVA 3	40	8	200	3	3	94	β: 27	No	Aire	80	100	8	CO ₂	20	40	90	24		1.7	25	0.065	A	A
E.7	PP	17	6	353	2	3	95	β: 27	No	Aire	80	100	8	CO ₂	20	40	90	24		1.7	20	0.059	A	A
E.8	PAN	12	6	500	2	3	95	β: 27	No	Aire	80	100	8	CO ₂	20	40	90	24		1.7	24	0.065	A	A
E.C.1	No					3	97	β: 27	No	Aire	80	100	8	Aire		40	90	24		1.6	15	0.156	C	C
E.C.2	No					3	97	β: 27	No	Aire	80	100	8	CO ₂	20	40	90	24		1.7	17	0.059	A	A
E.C.3	PVA 1	7	4	571	1.5	3	95.5	β: 27	No	Aire	80	100	8	Aire		40	90	24		1.5	18	0.167	C	C
E.C.4	PVA 1	7	4	571	1.5	3	95.5	β: 27	No	Aire	80	100	8	Aire		20	90	14 días		1.5	25	0.167	C	C
E.C.5	PVA 1	7	4	571	1.5	3	95.5	β: 27	Si	Aire	80	100	8	Aire		20	90	14 días		1.7	28	0.118	BC	C
E.C.6	PVA 1	7	4	571	1.5	3	95.5	β: 27	No	Aire	20	50	3	CO ₂	20	40	90	24		1.4	20	0.171	C	A
E.C.7	PVA 4	100	2	20	1.5	3	95.5	β: 27	No	Aire	80	100	8	CO ₂	20	40	90	24		1.7	17	0.071	A	A

* A atmósfera a 20°C y RH de 100%

A continuación, se describirán ejemplos específicos de la placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, de acuerdo con la primera configuración (el primer producto y el segundo producto) de la presente invención, y el método para producir la placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, de acuerdo con la segunda configuración de la presente invención, de acuerdo con los ejemplos 9 a 13.

Ejemplo 9

Los siguientes materiales crudos se utilizaron para producir una composición mostrada en la tabla 2.

· Fibra de alcohol polivinílico (PVA): un alcohol polivinílico completamente saponificado que tiene un grado de polimerización de 1700 se disolvió en agua a una concentración de 16.5%, y se adicionó ácido bórico a 1.6% en relación con el PVA para preparar una composición para hilar. La composición para hilar se sometió a hilado en húmedo en un baño de coagulación que tenía una temperatura de 70 °C y contenía 11 g/L de hidróxido de sodio y 350 g/L de sulfato de sodio, y las fibras hiladas se sacaron mediante un rodillo, se neutralizaron, se sometieron a extracción por calor en húmedo, se lavaron con agua y se secaron según un método habitual y se sometieron a extracción por calor en seco a 235 °C y se absorbieron de tal manera que la proporción de extracción total fue de 19 veces en un proceso de tratamiento al calor del mismo proceso de producción de la fibra. La fibra obtenida tenía un diámetro de fibra de 7 μm y la tenacidad de fibra de 14.3 cN/dtex. Las fibras obtenidas se cortaron para tener una longitud de fibra de 4 mm (proporción de aspecto: 571).

· Pulpa (NUKP): (Cello-fiber fabricada por PALITEK CORP [grado de abatanando CSF = 115 ml (véase nota 1)])

· Cemento: cemento Portland ordinario (contenido de β -belita: 20% en masa)

(Nota 1) [capacidad de drenaje o freeness (CSF) ml] método para ensayar una capacidad de drenaje de la pulpa (JIS P 8121-1976): el ensayo se condujo según el método estándar canadiense y se obtuvo un valor medio modificando para obtener valores a la concentración de lechada de 0.3% en masa y la temperatura de 20°C se configuró como una capacidad de drenaje estándar canadiense representada en ml con una exactitud de 1 ml.

Producción de cuerpo moldeado

A una composición que contenía 3 partes en masa de la pulpa (NUKP) (fabricada por PALITEK CORP. "Cello-fiber") y 95.5 partes en masa de cemento Portland ordinario, se adicionaron 1.5 partes en masa de las fibras de PVA cortadas pequeñas que tenían longitud de fibra de 4 mm para obtener una lechada que contenía 3.2% en masa de un componente sólido y 96.8% en masa de agua. La lechada se vertió a un molde que tenía un tamiz metálico en el fondo y se filtró el agua para recoger un componente sólido equivalente al espesor de 0.4 mm. Después, se superpusieron entre sí 10 piezas de los componentes sólidos para tener un espesor total de 4 mm $\pm$ 0.3 mm, y luego fueron prensadas para exprimir el líquido de los componentes sólidos a la presión de 2 N/mm² durante cinco

minutos, por lo cual se produjo un cuerpo moldeado. El cuerpo moldeado tenía un contenido de agua de 35% en esta vez, 56% en términos de A/C.

Curado previo

- 5 Después que se produjo el cuerpo moldeado, el cuerpo moldeado se sometió al curado previo (curado primario) a una temperatura de 50 °C a humedad saturada (RH de 100%) durante 8 horas. La permeabilidad del cuerpo moldeado pre-curado fue de $4 \times 10^{-15} \text{ m}^2$.

Curado por carbonatación

- 10 El cuerpo moldeado pre-curado se puso en un dispositivo de ensayos de neutralización Asahi ACT-250 fabricado por ASAHI KAGAKU CO., LTD., y fue tratado durante 12 horas en una condición que la concentración de dióxido de carbono gaseoso era de 20%, la temperatura era 40°C, y la humedad era 60% para realizar curado por carbonatación en ambas superficies del cuerpo moldeado. El desempeño y la velocidad de reacción de carbonatación del cuerpo moldeado obtenido se muestran en la tabla 2.

- 15 Además, la figura 1 muestra una fotografía de una superficie de la sección de corte transversal del cuerpo moldeado, utilizado para medir la velocidad de reacción de carbonatación y obtenido mediante tinturado con fenolftaleína. Se observó un color rojo único en el tinturado con fenolftaleína, solamente hasta una pequeña extensión.

Ejemplo 10

- 20 Un cuerpo moldeado se produjo de la misma manera que en el ejemplo 9 excepto que se cambió una cantidad de pulpa que iba a ser mezclada desde 3 partes en masa a 4 partes en masa, y una cantidad de cemento Portland que iba ser mezclada se cambió de 95.5 partes en masa a 94.5 partes en masa. El pre-curado se realizó de la misma manera que en el ejemplo 9, septe que la temperatura cambio de 50 °C a 80 °C. La permeabilidad del cuerpo moldeado pre-curado fue de $6 \times 10^{-15} \text{ m}^2$. El cuerpo moldeado obtenido después del pre-
25 curado se sometió al curado por carbonatación de la misma manera que en el ejemplo 9. El desempeño y la velocidad de reacción de carbonatación del cuerpo moldeado obtenido se muestran en la tabla 2.

Ejemplo 11

- 30 Un cuerpo moldeado se produjo de la misma manera que en el ejemplo 9 excepto que se adicionaron 3 partes en masa de globos de ceniza volante (FA por fly ash) (agregado de peso ligero) (KAINOSPHERES manufacturadas por KANSAI MATEC CO., LTD.) a la pulpa de la cual la cantidad de mezcla era la misma que en el ejemplo 9 y se modificó una cantidad del cemento Portland que iba mezclarse desde 95.5 partes en masa a 92.5 partes en masa. El pre-curado se realizó de la misma manera que en el ejemplo 9, excepto que la
35 temperatura se modificó de 50 °C a 80 °C, para producir un cuerpo moldeado. La permeabilidad del cuerpo moldeado pre-curado fue de $7 \times 10^{-15} \text{ m}^2$. El cuerpo moldeado obtenido después del pre-curado se sometió a curado por carbonatación de la misma manera que en el ejemplo 9. El desempeño y la velocidad de reacción de carbonatación del cuerpo moldeado obtenido se muestran en la tabla 2.

40 Ejemplo 12

El curado por carbonatación se realizó de la misma manera que en el ejemplo 9 excepto que la concentración de dióxido de carbono gaseoso en el curado por carbonatación se modificó de 20% a 5%. El desempeño y la velocidad de reacción de carbonatación del cuerpo moldeado obtenido se muestran en la tabla 2.

5 **Ejemplo 13**

El curado por carbonatación se realizó de la misma manera que en el ejemplo 9 excepto que el período de carbonatación para el curado por carbonatación se modificó de 12 horas a 6 horas. El desempeño y la velocidad de reacción de carbonatación del cuerpo moldeado obtenido se muestran en la tabla 2.

10 **Ejemplo 14**

Una composición que contiene 50 partes en masa de cemento Portland ordinario (contenido de β -belita: 20%), 7.5 partes en masa de arena de sílice No. 8 (agregado fino), 4.5 partes en masa de microsílíce (EFACO fabricado por TOMOE KOGYO CO., LTD.) (agregado fino), 33 partes en masa de carbonato de calcio (fabricado por Sankyo Seifun Kabushiki Kaisha, Grade 1) (agregado fino), 3 partes en masa de pulpa pulverizada en seco, y 1 parte en masa de metilcelulosa (Metolose fabricada por Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.) (polímero hidrosoluble) se mezcló usando una amasadora y luego se adicionaron 23% en masa de agua en relación con la masa total de las sustancias mezcladas y se amasó, y además se adicionaron 1.5 partes en masa de la fibra de PVA (PVA-1) y se mezcló con la composición obtenida. El material hidráulico amasado se puso en una máquina de moldeo por extrusión al vacío y se moldeo por extrusión a través de un molde (dado) que tenía la anchura de 50 mm y el espesor de 50 mm.

El cuerpo moldeado se sometió a pre-curado (curado primario) durante 8 horas a 50 °C bajo humedad saturada (RH 100%). La permeabilidad del cuerpo moldeado pre-curado fue de $1 \times 10^{-15} \text{m}^2$.

El cuerpo moldeado pre-curado se puso en un dispositivo de ensayo de neutralización Asahi ACT-250 fabricado por ASahi KAGAKU CO., LTD., y fue tratado durante 72 horas en una condición en que la concentración de dióxido de carbono gaseoso era de 20%, la temperatura era de 40°C, y la humedad era de 60% para realizar curado por carbonatación en ambas superficies del cuerpo moldeado. El desempeño y la velocidad de reacción de carbonatación del cuerpo moldeado obtenido se muestran en la tabla 2.

Ejemplo comparativo 8

Se utilizó la misma fibra de PVA que en el ejemplo 9. A un mezclador de mortero se adicionaron 49.2 partes en masa de cemento Portland ordinario (contenido de β -belita: 20%) y 49.3 partes en masa de arena de mar (agregado fino), y además se adicionó agua en una cantidad que satisfacía un A/C de 56% y se amasó. Después, se adicionaron 1.5 partes en masa de las fibras de PVA cortadas pequeñas que tenían una longitud de fibra de 4 mm y se amasó para obtener una mezcla amasada. La mezcla amasada se vertió luego a un molde de modo que el espesor era de $4 \text{ mm} \pm 0.3 \text{ mm}$ para producir un cuerpo moldeado. El cuerpo moldeado obtenido se sometió a pre-curado en las mismas condiciones que las del ejemplo 9 para tener un cuerpo moldeado pre-curado que tenía una permeabilidad de $0 \times$

10⁻¹⁵ m². El cuerpo moldeado obtenido se sometió a curado por carbonatación de la misma manera que en el ejemplo 9. El desempeño y la velocidad de reacción de carbonatación del cuerpo moldeado obtenido se muestran en la tabla 2.

La figura 2 muestra una fotografía de la sección de corte transversal del cuerpo moldeado obtenido mediante el tinturado con fenolftaleína; el cuerpo moldeado se usó para medir la velocidad de reacción de carbonatación. La superficie de sección de corte transversal completa del cuerpo moldeado se tinturó de rojo con fenolftaleína.

Ejemplo comparativo 9

Utilizando la misma fibra que en el ejemplo 9, un cuerpo moldeado se produjo de la misma manera que en el ejemplo 9 adicionando 1.5 partes en masa de las fibras de PVA cortadas pequeñas que tenían una longitud de fibra de 4 mm a una composición que contenía 1 parte en masa de pulpa mezclada con 97.5 partes en masa de cemento. El cuerpo moldeado obtenido se sometió a pre-curado en las mismas condiciones que en el ejemplo 9 para obtener un cuerpo moldeado pre-curado que tenía una permeabilidad de $0.1 \times 10^{-15} \text{m}^2$. El cuerpo moldeado obtenido se sometió a curado por carbonatación de la misma manera que en el ejemplo 9. El desempeño y la velocidad de reacción de carbonatación del cuerpo moldeado obtenido se muestran en la tabla 2.

Ejemplo comparativo 10

Utilizando la misma fibra que en el ejemplo 9, un cuerpo moldeado se produjo de la misma manera que en el ejemplo 9 adicionando 1.5 partes en masa de las fibras de PVA cortadas pequeñas que tenían una longitud de fibra de 4 mm a una composición que contenía 3 partes en masa de pulpa mezclada con 95.5 partes en masa de cemento. El cuerpo moldeado obtenido fue prensado a la presión de 8 N/mm², y luego se sometió a pre-curado de modo que la temperatura para el pre-curado se modificó de 50°C en el ejemplo 9 a 80°C, para obtener un cuerpo moldeado pre-curado que tenía una permeabilidad de $0.2 \times 10^{-15} \text{m}^2$. A continuación, el cuerpo moldeado obtenido fue carbonatado en las mismas condiciones de carbonatación que en el ejemplo 9. El desempeño y la velocidad de reacción de carbonatación del cuerpo moldeado obtenido se muestran en la tabla 2.

Ejemplo comparativo 11

Utilizando la misma fibra que en el ejemplo 9, un cuerpo moldeado se produjo de la misma manera que en el ejemplo 9 adicionando 1.5 partes en masa de las fibras de PVA cortadas pequeñas que tenían una longitud de fibra de 4 mm a una composición que contenía 3 partes en masa de pulpa mezclada con 95.5 partes en masa de cemento. El cuerpo moldeado obtenido fue prensado a una presión de 2 N/mm², pero no se sometió al pre-curado realizado en el ejemplo 9. Por lo tanto, se obtuvo el cuerpo moldeado que tenía una permeabilidad de $4 \times 10^{-15} \text{m}^2$. A continuación, el cuerpo moldeado obtenido fue carbonatado en las mismas condiciones de carbonatación que aquellas en el ejemplo 9. El desempeño y la velocidad de reacción de carbonatación del cuerpo moldeado obtenido se muestran en la tabla 2.

Tabla 2

	Formulación								Presi n de prensa	Pre-curado				Tasa de permeaci ón	Curado por carbonatación					Graved d especí fica de masa	Resistenc ia a flexión	Tasa de cambio dimension al por gravedad específica	Velocidad de reacción de carbonataci ón	Velocid ad de reacció n de belita
	Método de producci ón	Fibr a	Pulp a	Agregad o fino	Agregad o ligero	Polímero hidrosolub le	Cemento			Atmo s.	Tem p.	Hu m.	Períod o		Atmo s.	Con c.	Tem p.	Hume d.	Períod o					
		(Partes en masa)						Conteni do de velita en el cemento (% de masa)			(N/mm ²)	(°C)	(%)			(hr)	(10 ⁻¹⁵ m ²)	(%)	(°C)					
E.9	Fabricaci ón de láminas	1.5	3	0	0	0	95.5	20	2	Aire	50	100	8	4	CO ₂	20	40	60	12	1.7	27	0.076	93	100
E. 10	Fabricaci ón de láminas	1.5	4	0	0	0	94.5	20	2	Aire	80	100	8	6	CO ₂	20	40	60	12	1.65	26	0.085	98	100
E. 11	Fabricaci ón de láminas	1.5	3	0	3	0	92.5	20	2	Aire	80	100	8	7	CO ₂	20	40	60	12	1.6	25	0.075	100	100
E. 12	Fabricaci ón de láminas	1.5	3	0	0	0	95.5	20	2	Aire	50	100	8	4	CO ₂	5	40	60	12	1.6	25.5	0.094	60	85
E. 13	Fabricaci ón de láminas	1.5	3	0	0	0	95.5	20	2	Aire	50	100	8	4	CO ₂	20	40	60	6	1.65	26	0.085	65	87
E. 14	Extrusión	1.5	3	45	0	1	50	20	-	Aire	50	100	8	1	CO ₂	20	40	60	72	1.8	26	0.092	51	71
E.C. 8	Fundición	1.5	0	49.3	0	0	49.2	20	-	Aire	50	100	8	0	CO ₂	20	40	60	12	2	16	0.075	2	28
E.C. 9	Fabricaci ón de láminas	1.5	1	0	0	0	97.5	20	2	Aire	50	100	8	0.1	CO ₂	20	40	60	12	1.5	21	0.167	20	40
E.C. 10	Fabricaci ón de láminas	1.5	3	0	0	0	95.5	20	8	Aire	80	100	8	0.2	CO ₂	20	40	60	12	1.5	21	0.133	25	43
E.C. 11	Fabricaci ón de láminas	1.5	3	0	0	0	95.5	20	2	-	-	-	-	4	CO ₂	20	40	60	12	1.45	20	0.185	88	95

Los resultados en la tabla 2 indican que en los ejemplos 9 a 13, cada uno de los cuerpos moldeados que han sido sometidos al curado por carbonatación tenía la velocidad de reacción de carbonatación extremadamente alta, de 60 a 100%, y la carbonatación casi completa del cuerpo moldeado había progresado hacia el interior del mismo, por lo cual el cuerpo moldeado carbonatado tenía la gravedad específica de masa alta, la resistencia a la flexión alta la tasa de cambio dimensional pequeña por gravedad específica.

No obstante, en los ejemplos 9 a 13, el cuerpo moldeado que había sido sometido a pre-curado tenía la permeabilidad de $(4 \text{ a } 7) \times 10^{-15} \text{m}^2$, y el cuerpo moldeado que había sido sometido a pre-curado tenía la permeabilidad baja de $(0 \text{ a } 0.2) \times 10^{-15} \text{m}^2$ en los ejemplos comparativos 8 a 10. Como resultado, el progreso de la carbonatación era lento. Esto indica que es importante que la permeabilidad del cuerpo moldeado que ha sido sometido al pre-curado sea superior o igual a un valor fijado. En particular, en el ejemplo comparativo 8 en el cual no se mezcló pulpa, la velocidad de reacción de carbonatación fue extremadamente lenta y además un estado de tinturado con fenoltaleína no pareció indicar que la reacción hubiera progresado uniformemente en la superficie superior y la superficie inferior, y las propiedades físicas obtenidas fueron bajas. Por lo tanto, cuando se realiza la carbonatación en un estado en el que la permeabilidad es alta, la carbonatación progresa hacia el interior del cuerpo moldeado, por lo cual el desempeño del cuerpo moldeado carbonatado puede mejorarse.

En el ejemplo 14 el espesor era grande y se llevó a cabo el moldeo por extrusión al vacío. Por lo tanto, la permeabilidad fue de $1 \times 10^{-15} \text{m}^2$ y y de esta manera fue ligeramente inferior a aquellas en otros ejemplos. Sin embargo, una permeabilidad deseada se obtuvo seguramente. Por lo tanto, se ha confirmado que incluso en un cuerpo de ensayo así de grueso la carbonatación progresa.

En el ejemplo comparativo 11, se realizó el curado por carbonatación sin llevar a cabo el pre-curado. El cuerpo moldeado obtenido tenía una baja resistencia a la flexión y una gran tasa de cambio dimensional. Esto puede ser debido a que se realizó el curado por carbonatación sin realizar el endurecimiento mediante pre-curado, por lo cual ocurrió una expansión mediante el carbonato de calcio generado debido a la reacción de carbonatación y no se obtuvo un efecto de densificación.

Aplicabilidad industrial

La placa moldeada inorgánica carbonatada, reforzada con fibra, obtenida mediante la presente invención tiene características que, debido a la carbonatación, la gravedad específica de masa es alta, la resistencia la flexión es alta y la tasa de cambio dimensional por gravedad específica es pequeña. En particular, la presente invención es industrialmente aplicable en el campo de materiales de construcción (tales como los materiales para techos y materiales para muros).

Aunque la presente invención ha sido descrita completamente en conexión con las modalidades preferidas de la misma con referencia a los dibujos acompañantes, aquellos versados en la materia concebirá fácilmente numerosos cambios y modificaciones dentro del marco de obvia después de leer la especificación aquí presentada de la presente invención. Por consiguiente, tales cambios y modificaciones, a menos que se aparten del

alcance de la presente invención tal como se entrega a partir de las reivindicaciones adjuntas a la presente, pueden interpretarse como incluidas en la presente.

REIVINDICACIONES

1. Una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra que es un material curado de una composición que comprende un componente de cemento, una pulpa similar a las fibras, y una fibra de refuerzo seleccionada del grupo que consiste de una fibra inorgánica, una fibra regenerada, y una fibra de resina sintética, y que tiene una proporción de aspecto en un intervalo de 40 a 1000; y la placa moldeada que comprende carbonato de calcio CaCO_3 .

2. La placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra de acuerdo con la reivindicación 1, en cuyo caso la placa moldeada tiene una tasa de cambio dimensional por gravedad específica representada por la siguiente fórmula, inferior o igual a 0.1%:

tasa de cambio dimensional por gravedad específica=

(tasa de cambio longitudinal debido a absorción del agua)/(gravedad específica de masa);

en donde:

“gravedad específica de masa” significa un valor calculado de masa y volumen de una pieza de ensayo después de secado a $105^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ durante 24 horas de conformidad con JIS A 5430;

“tasa de cambio longitudinal debido a absorción del agua” se calcula como:

$$\frac{\text{Longitud entre líneas de marca después de absorción de agua} - \text{Longitud entre líneas de marca en estado seco}}{\text{Longitud entre líneas de marca en estado seco}} \times 100$$

en la fórmula anterior:

“Longitud entre líneas de marca en estado seco” significa una longitud entre líneas de marca de una pieza de ensayo que se seca a $60 \pm 3^\circ\text{C}$ durante 24 horas y se deja en un desecador hasta que la temperatura de la pieza alcanza temperatura ambiente ($20 \pm 1.5^\circ\text{C}$) de conformidad con JIS A 5430; y

“Longitud entre líneas de marca después de absorción de agua” significa una longitud entre líneas de marca de una pieza de ensayo luego de que la pieza de ensayo se empapó en agua a $20^\circ\text{C} \pm 1.5^\circ\text{C}$ durante 24 horas y se sacó del agua y se quitó el agua sobre la superficie del mismo.

3. La placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en cuyo caso la fibra de refuerzo es una fibra de alcohol polivinílico.

4. Una placa moldeada que es un producto curado de una composición que comprende un componente de cemento, una pulpa similar a las fibras, y una fibra de refuerzo seleccionada del grupo que consiste de una fibra inorgánica, una fibra regenerada, y una fibra de resina sintética, en cuyo caso

la placa moldeada es una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra; y tiene una velocidad de reacción de carbonatación representada por la siguiente fórmula, superior o igual a 30%:

$$5 \quad \text{Velocidad de reacción de carbonatación (\%)} = \frac{(\text{Área de sección de corte transversal} - \text{área tinturada}) \times 100}{(\text{área de sección de corte transversal})}$$

en donde:

“área de sección de corte transversal” significa un área de una superficie de sección transversal de un corte de placa moldeada en una dirección vertical; y

10 “área tinturada” significa un área brillante de color rojo determinada un minuto después de aplicación de una solución de fenolftaleína acuosa a una superficie de sección transversal del cuerpo moldeado.

15 5. La placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra de acuerdo con la reivindicación 4, en cuyo caso la placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra tiene una velocidad de reacción de carbonatación superior o igual a 50%.

20 6. La placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, en cuyo caso la placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra tiene una tasa de cambio dimensional por gravedad específica representada por la siguiente fórmula, inferior o igual a 0.1%:

tasa de cambio dimensional por gravedad específica=

(tasa de cambio longitudinal debido a absorción del agua)/(gravedad específica de masa);

en donde:

25 “gravedad específica de masa” significa un valor calculado de masa y volumen de una pieza de ensayo después de secado a $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas de conformidad con JIS A 5430;

“tasa de cambio longitudinal debido a absorción del agua” se calcula como:

$$30 \quad \frac{\text{Longitud entre líneas de marca después de absorción de agua} - \text{Longitud entre líneas de marca en estado seco}}{\text{Longitud entre líneas de marca en estado seco}} \times 100$$

35 en la fórmula anterior:

“Longitud entre líneas de marca en estado seco” significa una longitud entre líneas de marca de una pieza de ensayo que se seca a $60 \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas y se deja en un desecador hasta que la temperatura de la pieza alcanza temperatura ambiente ($20 \pm 1.5^{\circ}\text{C}$) de conformidad con JIS A 5430; y

40 “Longitud entre líneas de marca después de absorción de agua” significa una longitud entre líneas de marca de una pieza de ensayo luego de que la pieza de ensayo se empapó en agua a $20^{\circ}\text{C} \pm 1.5^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas y se sacó del agua y se quitó el agua sobre la superficie del mismo.

7. La placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en cuyo caso el componente de cemento es un cemento que contiene una belita en una proporción de 18% a 60% en masa.

8. La placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra de acuerdo con la reivindicación 7, en cuyo caso la belita tiene una velocidad de reacción representada por la siguiente fórmula, superior o igual a 70%:

$$\text{Velocidad de reacción de belita} = \frac{[\text{Componente de belita (\%)} \text{ en el cuerpo de ensayo}] \times 100}{[\text{componente de belita (\%)} \text{ en el material crudo}].}$$

9. La placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8, en cuyo caso la fibra de refuerzo es una fibra de alcohol polivinílico.

10. Un método para producir una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, el método comprende:

curar primariamente una composición que contiene un componente de cemento, una pulpa similar a las fibras, una fibra de refuerzo seleccionada del grupo que consiste de una fibra inorgánica, una fibra regenerada, y una fibra de resina sintética, y que tiene una proporción de aspecto en un intervalo de 40 a 1000, y agua a una atmósfera que tiene una humedad relativa de 65 a 100% a fin de generar hidróxido de calcio Ca(OH)_2 bajo curado de hidratación del cemento para obtener un cuerpo curado primariamente que es moldeable; y

curar secundariamente el cuerpo curado primariamente, a una atmósfera que contiene gas dióxido de carbono a una concentración de 5 a 30% a fin de generar carbonato de calcio CaCO_3 mediante una reacción del hidróxido de calcio Ca(OH)_2 y gas dióxido de carbono CO_2 para obtener una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra.

11. El método para producir la placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra de acuerdo con la reivindicación 10, en cuyo caso

la composición incluye en calidad del componente de cemento a un cemento que contiene una belita en una proporción de 18% a 60% en masa, y permite curarse primariamente para obtener un cuerpo moldeado que tiene una dureza suficiente como para ser capaz de desmoldarse; y

el cuerpo moldeado es curado secundariamente.

12. El método para producir la placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, de acuerdo con la reivindicación 10 o 11, en cuyo caso el curado primario se realiza para alcanzar una madurez calculada mediante temperatura de curado ($^{\circ}\text{C}$) x tiempo de curado (hr) de 300 a 2000.

13. El método para producir la placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en cuyo caso el secundario se realiza bajo una atmósfera que tiene una humedad relativa de 30 a 95%.

14. Un método para producir una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, y el método comprende:

preparar un cuerpo moldeado que tiene una permeabilidad superior o igual a $0.1 \times 10^{-15} \text{ m}^2$ mediante curado primario de una composición que contiene un componente de cemento, una pulpa similar a las fibras, una fibra de refuerzo seleccionada del grupo que consiste de una fibra inorgánica, una fibra regenerada, y una fibra de resina sintética, y agua a una atmósfera que tiene una humedad relativa de 65 a 100% a fin de generar hidróxido de calcio Ca(OH)_2 bajo curado de hidratación del cemento; y

curar secundariamente el cuerpo moldeado obtenido a una atmósfera que contiene gas dióxido de carbono a una concentración de 5 a 30% a fin de generar carbonato de calcio CaCO_3 mediante una reacción del hidróxido de calcio Ca(OH)_2 y gas dióxido de carbono CO_2 para producir una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, que tiene una velocidad de reacción de carbonatación representada por la siguiente fórmula, superior o igual a 30%:

$$\text{Velocidad de reacción de carbonatación (\%)} = \frac{(\text{Área de sección de corte transversal} - \text{área tinturada}) \times 100}{(\text{área de sección de corte transversal})}$$

en donde:

“área de sección de corte transversal” significa un área de una superficie de sección transversal de un corte de placa moldeada en una dirección vertical; y

“área tinturada” significa un área brillante de color rojo determinada un minuto después de aplicación de una solución de fenolftaleína acuosa a una superficie de sección transversal del cuerpo moldeado.

15. El método para producir la placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra de acuerdo con la reivindicación 14, en cuyo caso

la composición incluye, en calidad de componente de cemento, un cemento que contiene una belita a una proporción de 18% a 60% en masa, y se cura primariamente para obtener un cuerpo moldeado que tiene una suficiente dureza como para ser capaz de desmoldarse; y el cuerpo moldeado es curado secundariamente.

RESUMEN DE LA DIVULGACIÓN

Se proporciona una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra, que tiene una alta gravedad específica de masa, una alta resistencia a la flexión, y una pequeña tasa de cambio dimensional por gravedad específica. (1) una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra que incluyen: un componente de cemento, una pulpa, y una fibra de refuerzo que tiene una proporción de aspecto en un intervalo de 40 a 1000; y es una placa moldeada, curada por carbonatación. (2) A una placa moldeada que es un producto curado de una composición que incluye al menos un componente de cemento, una pulpa, y una fibra de refuerzo, en cuyo caso la placa moldeada es una placa moldeada inorgánica hidráulica carbonatada, reforzada con fibra y tiene una velocidad de reacción de carbonatación superior o igual a 30%.

Fig. 1

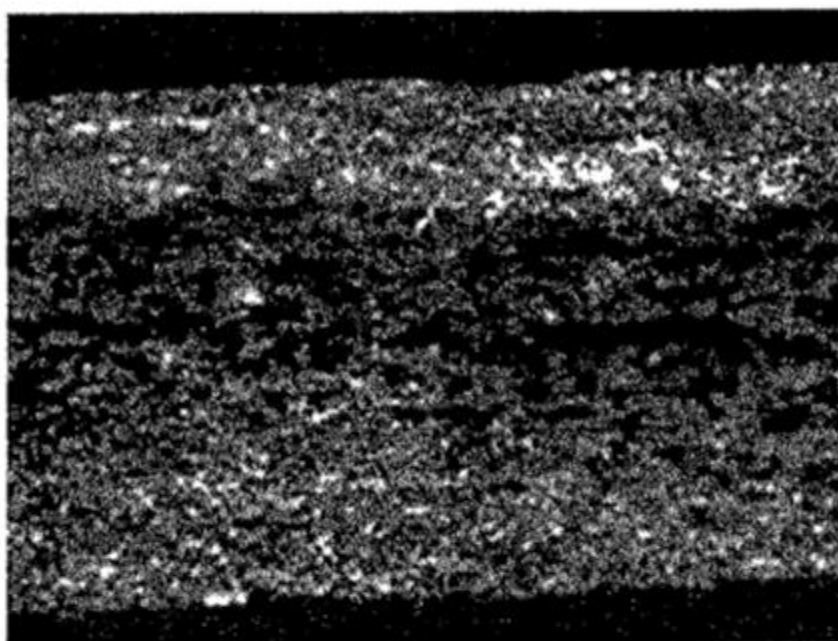


Fig. 2

