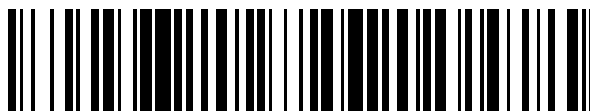


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 639 132**

51 Int. Cl.:

C04B 7/32 (2006.01)

C04B 28/14 (2006.01)

C04B 28/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.11.2012 PCT/JP2012/079282**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.05.2013 WO13077216**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.11.2012 E 12851169 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.08.2017 EP 2784035**

54 Título: **Clínker de endurecimiento ultrarrápido, composición de cemento que utiliza el mismo, y método para producir el mismo**

30 Prioridad:

21.11.2011 JP 2011253503

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

25.10.2017

73 Titular/es:

**DENKA COMPANY LIMITED (100.0%)
1-1, Nihonbashi-Muromachi 2-chome, Chuo-ku
Tokyo 103-8338, JP**

72 Inventor/es:

**MORIOKA, MINORU;
HIGUCHI, TAKAYUKI;
IWANAMI, KAZUhide y
MORI, TAIICHIRO**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 639 132 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Clínker de endurecimiento ultrarrápido, composición de cemento que utiliza el mismo, y método para producir el mismo

Campo técnico

La presente invención se refiere a un clínker de endurecimiento ultrarrápido, a una composición de cemento que utiliza el mismo y a un proceso para producir el mismo, que se utiliza en el campo de la ingeniería de obras públicas.

Antecedentes de la técnica

Las infraestructuras se han desarrollado rápidamente por todo el planeta, y el volumen de producción de cemento a utilizar ha ido en aumento. En algunos países donde el desarrollo de infraestructuras está potenciado, se requieren materiales que se puedan usar en una etapa temprana, y como uno de los ejemplos se puede mencionar un clínker de endurecimiento ultrarrápido.

Por ejemplo, para llevar a cabo una construcción racional, frecuentemente se necesita un material de cementado que tenga propiedades de endurecimiento ultrarrápido y una fluidez excelente. Hasta el momento, como el material que tiene propiedades de endurecimiento ultrarrápido y una fluidez excelente, se ha propuesto una lechada de mortero de elevada fluidez y endurecimiento rápido (véanse los Documento de patente 1 a 3).

Sin embargo, recientemente, para satisfacer otros requisitos de la construcción racional y nuevas necesidades, el rendimiento necesario para un material de endurecimiento ultrarrápido ha crecido todavía más.

Como rendimiento necesario de la lechada de mortero de endurecimiento rápido y elevada fluidez, el tiempo de manipulación es también importante. Cuando el tiempo de construcción y el tiempo de lavado de, por ejemplo, las herramientas, también debe tenerse en cuenta, es deseable garantizar un tiempo de manipulación de al menos 10 minutos, preferentemente al menos 15 minutos. Sin embargo, puesto que un tiempo de manipulación prolongado conduce a tiempo de curado prolongado, muy pocas veces se satisface la resistencia necesaria del material a corto plazo. Por consiguiente, en una técnica convencional, es difícil satisfacer el desarrollo de resistencia necesaria al principio de la vida del material, a baja temperatura, garantizando al mismo tiempo un tiempo de manipulación suficiente.

Adicionalmente, una lechada de mortero convencional de endurecimiento rápido y elevada fluidez es fuertemente dependiente de la temperatura, y existe un problema con el desarrollo de resistencia en entornos de baja temperatura. Es decir, la resistencia necesaria a una edad del material determinada se satisface a una temperatura de 20°C o más, pero la resistencia necesaria a una edad del material determinada no se satisface a una temperatura baja de, por ejemplo, 5°C. Este problema es común tanto a lechadas de mortero inorgánico de endurecimiento rápido y elevada fluidez como a un mortero de resina. Por consiguiente, se ha deseado una lechada de mortero de endurecimiento rápido y elevada fluidez que sea poco dependiente de la temperatura.

Por otra parte, se ha estudiado desde hace mucho tiempo la adición de aluminato de calcio al cemento Portland, y utilizan adicionalmente un yeso combinado con los anteriores, con el fin de transmitir propiedades de endurecimiento rápido, por Spackman et al. en EE.UU. (véase el Documento de patente 4).

Sin embargo, una composición de cemento que tiene un componente de endurecimiento rápido hecho a partir de aluminato de calcio con yeso añadido al anterior depende fuertemente de la temperatura y, por tanto, no se puede obtener una propiedad de endurecimiento rápido a baja temperatura. Adicionalmente, dependiendo de la relación de mezclado entre el aluminato de calcio y el yeso, o de la cantidad de material de endurecimiento rápido a añadir, la composición de cemento tiende a expandirse excesivamente a baja temperatura y, por tanto, no es fiable. Adicionalmente, incluso cuando la superficie de mortero u hormigón colocada se suministra desde una llana, la superficie tiende a ser irregular debido al endurecimiento, algo que es indeseable desde el punto de vista del aspecto.

Recientemente, se ha estudiado mejorar la composición de cemento de endurecimiento rápido anteriormente mencionada, y se propuesto un cemento de endurecimiento ultrarrápido mediante la incorporación de aluminato de calcio, yeso anhidro y carbonato de litio en un cemento Portland (Documento de patente 5) o una composición de mortero obtenida mediante la incorporación de aluminato de calcio, yeso anhidro, carbonato de litio, y cal apagada en un cemento Portland (Documentos de patente 6).

Sin embargo, dicho mortero no se ha mejorado lo suficiente para tener desarrollo de la resistencia a baja temperatura y, además, tiene adicionalmente problemas para mantener la fluidez.

DOCUMENTOS DE LA TÉCNICA ANTERIOR

DOCUMENTOS DE PATENTE

- 5 Documento de patente 1: JP-A-3-12350
 Documento de patente 2: JP-A-1-230455
 Documento de patente 3: JP-A-11-139859
 Documento de patente 4: Patente de Estados Unidos 903.019
 Documento de patente 5: JP-A-1-290543
 10 Documento de patente 6: JP-A-2005-75712

El documento JP-A-2007-320835 divulga una composición de cemento de endurecimiento extrarrápido que contiene cemento, aluminato de calcio con una relación molar $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ de 0,75-1,5, yeso anhidro, hidróxido de calcio, una fibra de acero que tiene una resistencia a la tracción de 1.000 N/mm² o superior, carbonato de litio, carbonatos alcalinos diferentes al carbonato de litio, y un ácido orgánico.

El documento JP H05-139795 divulga un cemento de fraguado rápido que tiene una composición química que consiste en un 30-55% de CaO, 40-65% de Al_2O_3 y $\leq 15\%$ de SiO_2 y una composición mineral que consiste en $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ y/o $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ y que tiene una no cristalinidad $\geq 50\%$.

El documento JP-A-2007-320833 divulga una composición de cemento de endurecimiento extrarrápido que contiene un clínker que contiene una solución sólida de $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ y un $11\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaF}_2$, yeso anhidro, un vidrio de silicato de aluminocalcio, un micropolvo de escoria granulada de alto horno, un reductor de agua de alto rendimiento, un modificador del fraguado, y una fibra de acero con una resistencia a la tracción de 1.000 N/mm² o superior.

El documento JP-A-2010-189226 divulga una composición hidráulica que incluye (A) una composición pulverulenta que tiene una (relación molar) CaO/SiO_2 de 0,8-1,5, contiene 1,0-12,0% en masa de Al_2O_3 , y que está principalmente constituida por un amorfismo, y (B) no menos de un tipo de estimulante seleccionado entre cemento portland, yeso, compuestos de metales alcalinos, y compuestos de metales alcalinotérreos.

El documento JP-A-2007-320834 divulga una composición de cemento de endurecimiento ultrarrápido que contiene cemento, aluminato de calcio, yeso, un modificador del fraguado y una fibra de acero que tiene una resistencia a la tracción ≥ 1.000 N/mm².

El documento JP-A-2006-104013 divulga una composición de cemento de endurecimiento extrarrápido que contiene cemento, aluminato de calcio, yesos, material de peróxido, modificador del fraguado y un agente fluidizante.

El documento JP-A-2008-031007 divulga una composición de cemento u hormigón que contiene cemento, agregados, un acelerador del endurecimiento y un agente reductor del acortamiento en seco.

Divulgación de la invención

PROBLEMA TÉCNICO

Es un objeto de la presente invención proporcionar un clínker de endurecimiento ultrarrápido capaz de proporcionar una composición de mortero u hormigón de endurecimiento ultrarrápido y elevada fluidez, que tenga excelente fluidez, suficiente tiempo de manipulación y baja dependencia de la temperatura, pero teniendo a la vez suficiente fiabilidad desde los puntos de vista de resistencia a largo plazo y durabilidad; una composición de cemento que utiliza el mismo; y un proceso para producir el mismo.

SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

Los presentes inventores han llevado a cabo amplios estudios para lograr el objeto anterior y, como resultado, han descubierto que los objetos anteriores pueden conseguirse utilizando, como material de endurecimiento ultrarrápido, un material hidráulico que tiene propiedades físicas específicas. La presente invención se ha logrado sobre la base de este descubrimiento.

Es decir, la presente invención proporciona la materia sujeto de las reivindicaciones 1 a 10.

EFFECTOS VENTAJOSOS DE LA INVENCION

De acuerdo con el clínker de endurecimiento ultrarrápido, la composición de cemento que utiliza el mismo y el proceso para producir el mismo, de la presente invención, es posible proporcionar una lechada de mortero o una composición de hormigón de endurecimiento rápido y elevada fluidez, que tenga excelente fluidez, suficiente tiempo de manipulación y baja dependencia de la temperatura, pero teniendo a la vez suficiente fiabilidad desde los puntos de vista de resistencia a largo plazo y durabilidad.

Descripción de las realizaciones

Ahora, la presente invención se describirá detalladamente.

- 5 Las "partes" y el "%" usados en la presente invención son en masa, salvo que salvo que se especifique otra cosa.

Adicionalmente, la composición de cemento de la presente invención se refiere, de una forma general, a una composición de cemento, una composición de mortero y una composición de hormigón.

- 10 El clinker de endurecimiento ultrarrápido de la presente invención comprende un compuesto de $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, tiene una amorfia de al menos un 70%, preferentemente al menos un 80%, y tiene además una densidad verdadera después del recocido a 1.000°C que es menor de la que tenía antes del recocido.

- 15 Normalmente, cuando un material amorfo se somete a recocido para que cristalice, la densidad verdadera tiende a ser alta, lo que se puede atribuir al cambio en el alineamiento molecular, desde una disposición irregular hasta una disposición regular. En la presente invención, se prefiere que la densidad verdadera después del recocido a 1.000°C sea menor de la que tenía antes del recocido, preferentemente menor en un intervalo de 0,01 a 0,2, de forma especialmente preferible menor en un intervalo de 0,03 a 0,15.

- 20 En la presente invención, la densidad verdadera indica una masa por unidad de volumen de un material en un estado que tiene en cuenta deficiencias de átomos, dislocación, e impurezas de material fino, sin tener en cuenta huecos entre partículas o los poros de las partículas.

- 25 El compuesto $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ de la presente invención es un compuesto único por que su densidad verdadera después del recocido a 1.000°C es más pequeña que antes del recocido, a pesar de una amorfia de al menos el 70%.

En el presente documento, la amorfia de la presente invención se define de la siguiente forma.

- 30 Una sustancia objeto se somete a recocido a 1.000°C durante 2 horas y, posteriormente, se enfría lentamente a una velocidad de enfriamiento de 5°C para cristalización. A continuación, el producto cristalizado resultante se mide por un método de difracción de rayos X en polvo para obtener una superficie S en el pico principal de un cristal mineral. A continuación, se determina la superficie S_0 en el pico principal del material antes del recocido para determinar la amorfia X mediante la siguiente fórmula.

$$35 \quad X (\%) = 100 \times (1 - S_0/S)$$

- El compuesto $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ de la presente invención es tal que contiene CaO de 40 al 55%, Al_2O_3 de 40 al 55%, y SiO_2 de 1 al 7%, preferentemente tal que contiene CaO de 43 al 53%, Al_2O_3 de 43 al 53%, y SiO_2 de 2 al 6%.
40 Si estos componentes no están incluidos en los intervalos anteriores, es difícil obtener un clinker de endurecimiento ultrarrápido capaz de proporcionar una composición de mortero u hormigón de endurecimiento rápido y elevada fluidez, que tenga excelente fluidez, suficiente tiempo de manipulación y baja dependencia de la temperatura, pero teniendo a la vez suficiente fiabilidad desde los puntos de vista de resistencia a largo plazo, durabilidad y aspecto.

- 45 El material de CaO puede ser, por ejemplo, cal viva, caliza o cal apagada. El material de Al_2O_3 puede ser, por ejemplo, bauxita o ceniza residual con aluminio. El material de SiO_2 puede ser, por ejemplo, piedra silícea. Adicionalmente, en un material industrial normal, están incluidas impurezas tales como MgO, Fe_2O_3 , TiO_2 , K_2O y Na_2O . Estas impurezas tienden a promover la amorfia del componente de $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, y pueden estar presentes en una cantidad total de, como máximo, el 5%.

- 50 El compuesto $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ de la presente invención se puede obtener solamente en condiciones limitadas. Es necesario que el material de CaO, el material de Al_2O_3 y el material de SiO_2 se mezclen y, posteriormente, se traten térmicamente a una temperatura de al menos 1.600°C, preferentemente de 1.650 a 2.000°C, seguido por un enfriamiento rápido. Un compuesto de este tipo no se puede obtener si la temperatura del tratamiento térmico es menor de 1.600°C, o si la velocidad de enfriamiento no satisface la condición de enfriamiento rápido. Es necesario satisfacer ambas dos condiciones.

- El enfriamiento rápido de la presente invención significa realizar el enfriamiento a una velocidad de enfriamiento de al menos 1.000 K/s. Especialmente, una temperatura inmediatamente antes de enfriar rápidamente un fluido en un estado en el que una materia prima se calienta y se funde a una temperatura de al menos 1.600°C es de aproximadamente 1.400°C, y una velocidad de enfriamiento desde este estado hasta 1.000°C es, preferentemente, de al menos 1.000 K/s, más preferentemente de 2.000 a 100.000 K/s.

- 60 En la presente invención, una atmósfera para el tratamiento térmico es una atmósfera reductora. En el presente documento, la atmósfera reductora significa un estado donde el monóxido de carbono se genera en un horno, en una atmósfera de nitrógeno, y adicionalmente un estado deficiente en oxígeno.

En un sistema abierto, es difícil medir con precisión la concentración de monóxido de carbono, pero en un caso donde la concentración se mide por encima de un fundido en un horno eléctrico, es posible obtener un valor de medición de al menos 1% en volumen. Adicionalmente, cuando la concentración de oxígeno se mide de forma similar, es como máximo un 10% en volumen, normalmente como máximo un 6% en volumen. Puesto que la concentración de oxígeno a presión atmosférica es del 21% en volumen, el estado en el horno eléctrico es deficiente en oxígeno.

Se desea que el clinker de endurecimiento ultrarrápido esté en forma pulverulenta, con una superficie específica Blaine preferentemente comprendida entre 4.000 y 9.000 cm²/g, más preferentemente entre 4.500 y 8.000 cm²/g como finura, mediante un tratamiento de pulverización. Si la superficie específica Blaine es menor de 4.000 cm²/g como finura, en algunos casos no se obtiene la propiedad de endurecimiento ultrarrápido o no se desarrolla suficiente resistencia. Adicionalmente, si supera los 9.000 cm²/g, no se puede esperar una mejora adicional de los efectos.

Adicionalmente, un diámetro de partícula del clinker de endurecimiento ultrarrápido es importante, y se desea controlar el diámetro de las partículas mediante un tratamiento de clasificación. El clinker de endurecimiento ultrarrápido tiene un contenido de partículas que tienen un diámetro de partícula inferior a 1,0 µm que es preferentemente como máximo un 10%, de forma más preferente como máximo un 5%. Adicionalmente, el contenido de partículas de más de 30 µm es preferentemente como máximo un 10%, de forma más preferente como máximo un 5%.

Cuando el diámetro de partícula del clinker de endurecimiento ultrarrápido en forma pulverulenta está comprendido en el intervalo anterior, por ejemplo, la velocidad de cambio de longitud, la fluidez, la garantía de tiempo de manipulación, el desarrollo de resistencia inicial o la lisura de la superficie se consiguen con facilidad.

El método de pulverización no está especialmente limitado, se puede usar un producto comercial, y se puede usar un molino de bolas o un molino de rodillos. Adicionalmente, el método de clasificación tampoco está especialmente limitado, pero se desea controlar la finura del clinker mediante un clasificador por corriente de gas usando un efecto Coanda.

El clasificador por corriente de gas que usa un efecto Coanda es uno que utiliza propiedades tales que las partículas que tienen los diámetros más pequeños tienden a fluir a lo largo de un bloque Coanda cercano, y las partículas con diámetros más grande tienden a fluir más lejos, debido a una diferencia entre la fuerza inercial ejercida sobre las partículas cuando un producto pulverizado se acelera mediante, por ejemplo, un eyector, se pulveriza desde una boquilla al interior de una cámara de clasificación en presencia de aire como gas portador, y que es un clasificador de corriente de gas provisto de una pluralidad de bloques con arista de clasificación, de manera que se recoge una pluralidad de productos de clasificación según el diámetro de las partículas. Dicho clasificador se divulga en muchos de los documentos de patente (por ejemplo, el documento JP-A-7-178371), además, hay muchos productos comerciales, y se pueden usar. Los productos comerciales pueden ser, por ejemplo, "Elbow-Jet" (nombre comercial) fabricado por MATSUBO Corporation, o "Classiel" (nombre comercial) fabricado por SEISHIN ENTERPRISE CO., LTD.

En lo que respecta al tamaño de partículas del clinker de endurecimiento ultrarrápido, para confirmar el contenido de partículas de menos de 1,0 µm y el contenido de partículas de más de 30 µm, es posible utilizar un dispositivo de medición de la distribución de tamaño de partículas comercialmente disponible. Como ejemplo, se puede mencionar un analizador de la distribución de tamaño de partículas de tipo difracción/dispersión láser LA-920, fabricado por HORIBA, Ltd.

Es eficaz utilizar el clinker de endurecimiento ultrarrápido junto con yeso. En la presente invención, se puede usar cualquier yeso. Entre ellos, se prefiere el yeso anhidro, El tipo de yeso anhidro y/o el yeso anhidro natural es más preferido, desde el punto de vista del desarrollo de la resistencia.

Es preferible que la finura del yeso sea al menos de 4.000 cm²/g, más preferentemente de 5.000 a 7.000 cm²/g, como área de la superficie específica Blaine. Si es menos de 4.000 cm²/g, el desarrollo de la resistencia inicial tiende a deteriorarse.

La cantidad de yeso a utilizar es, preferentemente, de 25 a 200 partes, más preferiblemente de 50 a 150 partes, lo más preferentemente de 75 a 125 partes, por 100 partes del clinker de endurecimiento ultrarrápido. Si la cantidad no está comprendida en dicho intervalo, el desarrollo de la resistencia tiende a deteriorarse.

La cantidad de un componente de endurecimiento rápido que comprende el clinker de endurecimiento ultrarrápido y el yeso está comprendida preferentemente de 10 a 35 partes, más preferentemente de 15 a 30 partes, lo más preferentemente de 20 a 25 partes, por 100 partes en total de un cemento y el componente de endurecimiento rápido. Si es menos de 10 partes, el desarrollo inicial de la resistencia tiende a ser bajo, y si supera las 35 partes, no se obtendrá un gran efecto, y la resistencia a largo plazo tiende a deteriorarse.

En la presente invención, es posible utilizar en combinación un agente reductor de agua. El agente reductor de agua se refiere por lo general a uno que tiene una acción de dispersión o una acción de arrastre de aire a un cemento, mejorando la fluidez y potenciando la resistencia.

- 5 Específicamente, se pueden mencionar, por ejemplo, un agente reductor de agua basado en ácido naftalenosulfónico, un agente reductor de agua basado en ácido melaminasulfónico, un agente reductor de agua basado en ácido ligninasulfónico o un agente reductor de agua basado en ácido policarboxílico, pero no está especialmente limitado a los mismos. Entre ellos, se prefiere un agente reductor de agua basado en ácido naftalenosulfónico o un agente reductor de agua basado en ácido ligninosulfónico, y un uso combinado de los
10 mismos es más preferido con vistas a obtener tanto el desarrollo de resistencia como un mantenimiento de la fluidez.

- En la presente invención, se prefiere usar adicionalmente un modificador del fraguado. El modificador del fraguado puede garantizar la trabajabilidad durante la construcción, y habitualmente se utiliza en forma de polvo. El modificador del fraguado puede ser, por ejemplo, un ácido oxicarboxílico o su sal, su uso combinado con un
15 carbonato de metal alcalino o un sacárido. Entre ellos, se prefiere un ácido oxicarboxílico y/o su sal desde los puntos de vista de que se puede ajustar el tiempo de manipulación según la trabajabilidad y en que el desarrollo de resistencia después del curado es bueno.

- Como componente ácido del ácido oxicarboxílico o una sal del mismo, se pueden mencionar ácido cítrico, ácido glucónico, ácido tartárico o ácido málico, por ejemplo, y como la sal anterior, se puede mencionar, por ejemplo, una
20 sal de sodio o una sal de potasio del ácido anterior. Se usan uno o más de los mismos.

- La cantidad de modificador del fraguado a utilizar difiere dependiendo de, por ejemplo, la aplicación, el tiempo de funcionamiento para la construcción o la composición del modificador del fraguado, y difícilmente se determina sin
25 ambigüedad. En la presente invención, la cantidad del modificador del fraguado a utilizar se ajusta de forma que una composición de mortero de cemento se endurece de acuerdo con un tiempo de funcionamiento de 15 a 30 minutos.

- La cantidad del modificador del fraguado a utilizar es, preferentemente, de 0,05 a 0,5 partes, más preferentemente de 0,1 a 0,3 partes, lo más preferentemente de 0,15 a 0,3 partes, por 100 partes en total del cemento, el clínker de
30 endurecimiento ultrarrápido, yeso y el agregado fino. Si no está comprendido en el intervalo anterior, no se puede garantizar un tiempo de funcionamiento suficiente, y el endurecimiento tiende a retrasarse.

- En la presente invención, para el fin de transmitir la propiedad de no acortamiento, es posible utilizar una sustancia de espumado con gas en combinación. Cuando el clínker de endurecimiento ultrarrápido se incorpora a un material
35 de mortero, la sustancia de espumado con gas integra las estructuras y, de esta forma, sirve para suprimir el hundimiento o el acortamiento de una lechada de mortero de endurecimiento rápido y elevada fluidez que no se haya endurecido aún.

- Como ejemplo específico de la sustancia de espumado con gas, no solamente se puede mencionar un polvo de aluminio o una sustancia de carbono, sino también una sustancia de espumado con gas nitrógeno, o una sustancia de peróxido tal como un percarbonato, un persulfato, un perborato o un permanganato. En la presente invención, se
40 prefiere usar una sustancia de carbono o una sustancia de peróxido tal como un percarbonato, un persulfato, un perborato o un permanganato puesto que el efecto de supresión del hundimiento es grande. Entre ellos, es más preferido usar una sustancia de espumado con gas nitrógeno o percarbonato.

- Como la sustancia de espumado con gas nitrógeno, se puede usar al menos un elemento seleccionado entre el grupo que consiste de un azocompuesto, un compuesto nitroso y un derivado de hidrazina. Por ejemplo, como el
45 azocompuesto, se pueden mencionar azodicarbonamida o azobisisobutironitrilo.

- Como el compuesto nitroso, se puede mencionar, por ejemplo, N,N'-dinitropentametilentetramina. Como el derivado de hidrazina, se pueden mencionar, por ejemplo, 4,4'-oxibis o hidrazinacarbonamida.

- En la presente invención, se pueden usar uno o más de los mismos. Dicha sustancia de espumado con gas nitrógeno genera gas nitrógeno en una atmósfera alcalina, en el momento de amasar un cemento básico con agua, y
55 puede producir gases tales como monóxido de carbono, dióxido de carbono, o amoniaco como subproducto.

- La relación de mezclado de la sustancia de espumado con gas no está especialmente limitada, pero normalmente es de 0,0001 a 0,1 partes, más preferentemente de 0,001 a 0,01 partes, por 100 partes de aglutinante, en el caso de un
60 polvo de aluminio o una sustancia de peróxido. Es preferentemente de 0,005 a 1 parte, más preferentemente de 0,01 a 0,5 partes, en un caso donde la sustancia de espumado con gas es una sustancia de espumado con gas nitrógeno. Adicionalmente, es de 1 a 15 partes, preferentemente de 3 a 10 partes, por 100 partes del aglutinante, en un caso donde la sustancia de espumado con gas sea una sustancia de carbono. Cuando la relación de mezclado es menor que el límite inferior del intervalo preferido, no se puede transmitir suficiente efecto de expansión inicial, y si supera el límite superior del intervalo preferido, el desarrollo de la resistencia tiende a ser deficiente debido a una
65 expansión excesiva.

Como cemento a utilizar en la presente invención, se pueden mencionar, por ejemplo, diferentes cementos Portland, tales como cementos Portland normales, de elevada resistencia temprana, de resistencia ultraelevada temprana, de bajo calor y de calor moderado que tienen cenizas de alto horno, cenizas volantes, polvo fino de sílice o caliza mezclados con los cementos Portland anteriores, o un cemento de tipo reciclaje de residuos. Entre ellos, se prefiere el cemento Portland normal o el cemento Portland de elevada resistencia temprana en vista de la propiedad de amasado y el desarrollo de resistencia.

En la presente invención, una o más entre las premezclas tales como polvo fino de caliza, un polvo fino de cenizas de alto horno enfriadas lentamente, una ceniza de incineración de lodos de depuradora o ceniza fundida, una ceniza de incineración de residuos urbanos o una ceniza fundida de los mismos y una ceniza de incineración de lodos de pulpa, un agente reductor de agua, un agente reductor de agua AE, un agente reductor de agua de alto rendimiento, un agente reductor de agua de alto rendimiento AE, un agente desespumante, un espesante, un agente de prevención de óxido, un anticongelante, un agente reductor del acortamiento, un polímero, un modificador del fraguado, una arcilla mineral tal como bentonita, y un intercambiador de aniones tal como hidrotalcita, se pueden usar en un intervalo que no afecte negativamente de forma sustancial el objeto de la presente invención.

En la presente invención, se puede usar en combinación un agregado de partículas finas. El agregado de partículas finas no está especialmente limitado, siempre que se pueda obtener un rendimiento de construcción y un desarrollo de la resistencia moderados. Entre ellos, se prefiere la arena silícea. Como el agregado de partículas finas, se prefiere la arena seca. Como la arena seca, se prefiere la arena absolutamente seca.

La cantidad del agregado de partículas finas a utilizar es, preferentemente, de 30 a 200 partes, más preferentemente entre 100 y 190 partes, lo más preferentemente de 130 a 170 partes, por 100 partes de aglutinante. Si es menos de 50 partes, el rendimiento de construcción tiende a deteriorarse y, si supera las 150 partes, la resistencia tiende a deteriorarse.

En la presente invención, el aglutinante comprende, por ejemplo, cemento, el clínker de endurecimiento ultrarrápido, yeso, el modificador del fraguado y, si el caso lo requiere, el agente reductor de agua.

La cantidad de agua a amasar en la presente invención no está especialmente limitada, pero preferentemente es de 25 al 70%, más preferentemente de 30 al 50% como relación de agua/aglutinante. Si la cantidad no está comprendida en dicho intervalo, el rendimiento de construcción tiende a deteriorarse significativamente, o la resistencia tiende a deteriorarse.

Ejemplos

Ahora, la presente invención se describirá con mayor detalle con referencia a los Ejemplos, pero se deberá entender que la presente invención no está restringida en forma alguna a estos Ejemplos.

[Ejemplo de ensayo 1]

Un producto de clínker pulverizado como se muestra en la Tabla 1 se recoció a 1.000°C durante 2 horas bajo una atmósfera reductora con una concentración de oxígeno del 3% en volumen, una concentración de nitrógeno del 95% en volumen y una concentración de monóxido de carbono del 2% en volumen, y a continuación se enfrió lentamente a una velocidad de enfriamiento de 5°C por minuto para medir las densidades verdaderas antes y después del recocido. Adicionalmente, también se midió la amorfia. Los resultados también se muestran en la Tabla 1. En el presente documento, como los materiales del clínker, se usó cal viva como el material de CaO, se usó bauxita como material de Al₂O₃, y piedra silícea como material de SiO₂.

<Materiales usados>

Clínker pulverizado producto A: Densidad verdadera: 2,97 g/cm³, amorfia: 95%, CaO: 51 %, Al₂O₃: 43%, SiO₂: 3%, otros: 3%. Temperatura de calentamiento: 1.700°C, velocidad de enfriamiento desde 1.400°C hasta 1.000°C: 8.000 K/s. Área de la superficie específica Blaine: 5.000 cm²/g. Diámetro de partícula menor de 1,0 µm: 1,0%, diámetro de partícula mayor de 30 µm: 1,0%.

Clínker pulverizado producto B: Densidad verdadera: 2,98 g/cm³, amorfia: 95%, CaO: 45%, Al₂O₃: 47%, SiO₂: 4%, otros: 4%. Temperatura de calentamiento: 1.700°C, velocidad de enfriamiento desde 1.400°C hasta 1.000°C: 8.000 K/s. Área de la superficie específica Blaine: 5.000 cm²/g. Diámetro de partícula menor de 1,0 µm: 1,0%, diámetro de partícula mayor de 30 µm: 1,0%.

Clínker pulverizado producto C: Densidad verdadera: 2,94 g/cm³, amorfia: 95%, CaO: 43%, Al₂O₃: 46%, SiO₂: 7%, otros: 4%. Temperatura de calentamiento: 1.700°C, velocidad de enfriamiento desde 1.400°C hasta 1.000°C: 8.000 K/s. Área de la superficie específica Blaine: 5.000 cm²/g. Diámetro de partícula menor de 1,0 µm: 1,0%, diámetro de partícula mayor de 30 µm: 1,0%.

Clínker pulverizado producto D: Densidad verdadera: 2,99 g/cm³, amorfia: 95%, CaO: 52%, Al₂O₃: 40%, SiO₂: 4%, otros: 4%. Temperatura de calentamiento: 1.700°C, velocidad de enfriamiento desde 1.400°C hasta 1.000°C: 8.000 K/s. Área de la superficie específica Blaine: 5.000 cm²/g. Diámetro de partícula menor de 1,0 µm: 1,0%, diámetro de partícula mayor de 30 µm: 1,0%.

Clínker pulverizado producto E: Densidad verdadera: 2,95 g/cm³, amorfia: 95%, CaO: 50%, Al₂O₃: 46%, SiO₂: 2%, otros: 2%. Temperatura de calentamiento: 1.700°C, velocidad de enfriamiento desde 1.400°C hasta 1.000°C: 8.000 K/s. Área de la superficie específica Blaine: 5.000 cm²/g. Diámetro de partícula menor de 1,0 µm: 1,0%, diámetro de partícula mayor de 30 µm: 1,0%.

Clínker pulverizado producto F: Densidad verdadera: 2,97 g/cm³, amorfia: 95%, CaO: 46%, Al₂O₃: 46%, SiO₂: 4%, otros: 4%. Temperatura de calentamiento: 1.700°C, velocidad de enfriamiento desde 1.400°C hasta 1.000°C: 8.000 K/s. Área de la superficie específica Blaine: 5.000 cm²/g. Diámetro de partícula menor de 1,0 µm: 1,0%, diámetro de partícula mayor de 30 µm: 1,0%.

Clínker pulverizado producto G: Densidad verdadera: 2,90 g/cm³, amorfia: 95%, CaO: 44%, Al₂O₃: 50%, SiO₂: 3%, otros: 3%. Temperatura de calentamiento: 1.700°C, velocidad de enfriamiento desde 1.400°C hasta 1.000°C: 8.000 K/s. Área de la superficie específica Blaine: 5.000 cm²/g. Diámetro de partícula menor de 1,0 µm: 1,0%, diámetro de partícula mayor de 30 µm: 1,0%.

Clínker pulverizado producto H: Densidad verdadera: 2,98 g/cm³, amorfia: 95%, CaO: 46%, Al₂O₃: 51 %, SiO₂: 1 %, otros: 2%. Temperatura de calentamiento: 1.700°C, velocidad de enfriamiento desde 1.400°C hasta 1.000°C: 8.000 K/s. Área de la superficie específica Blaine: 5.000 cm²/g. Diámetro de partícula menor de 1,0 µm: 1,0%, diámetro de partícula mayor de 30 µm: 1,0%.

Clínker pulverizado producto I: Densidad verdadera: 3,00 g/cm³, amorfia: 95%, CaO: 55%, Al₂O₃: 40%, SiO₂: 3%, otros: 2%. Temperatura de calentamiento: 1.700°C, velocidad de enfriamiento desde 1.400°C hasta 1.000°C: 8.000 K/s. Área de la superficie específica Blaine: 5.000 cm²/g. Diámetro de partícula menor de 1,0 µm: 1,0%, diámetro de partícula mayor de 30 µm: 1,0%.

Clínker pulverizado producto J: Densidad verdadera: 3,02 g/cm³, amorfia: 95%, CaO: 57%, Al₂O₃: 40%, SiO₂: 2%, otros: 1%. Temperatura de calentamiento: 1.700°C, velocidad de enfriamiento desde 1.400°C hasta 1.000°C: 8.000 K/s. Área de la superficie específica Blaine: 5.000 cm²/g. Diámetro de partícula menor de 1,0 µm: 1,0%, diámetro de partícula mayor de 30 µm: 1,0%.

Clínker pulverizado producto K: Densidad verdadera: 2,88 g/cm³, amorfia: 95%, CaO: 40%, Al₂O₃: 57%, SiO₂: 2%, otros: 1%. Temperatura de calentamiento: 1.700°C, velocidad de enfriamiento desde 1.400°C hasta 1.000°C: 8.000 K/s. Área de la superficie específica Blaine: 5.000 cm²/g. Diámetro de partícula menor de 1,0 µm: 1,0%, diámetro de partícula mayor de 30 µm: 1,0%.

Clínker pulverizado producto L: Densidad verdadera: 2,97 g/cm³, amorfia: 90%, CaO: 45%, Al₂O₃: 47%, SiO₂: 4%, otros: 4%. Temperatura de calentamiento: 1.700°C, velocidad de enfriamiento desde 1.400°C hasta 1.000°C: 7.000 K/s. Área de la superficie específica Blaine: 5.000 cm²/g. Diámetro de partícula menor de 1,0 µm: 1,0%, diámetro de partícula mayor de 30 µm: 1,0%.

Clínker pulverizado producto M: Densidad verdadera: 2,96 g/cm³, amorfia: 80%, CaO: 45%, Al₂O₃: 47%, SiO₂: 4%, otros: 4%. Temperatura de calentamiento: 1.700°C, velocidad de enfriamiento desde 1.400°C hasta 1.000°C: 6.000 K/s. Área de la superficie específica Blaine: 5.000 cm²/g. Diámetro de partícula menor de 1,0 µm: 1,0%, diámetro de partícula mayor de 30 µm: 1,0%.

Clínker pulverizado producto N: Densidad verdadera: 2,95 g/cm³, amorfia: 70%, CaO: 45%, Al₂O₃: 47%, SiO₂: 4%, otros: 4%. Temperatura de calentamiento: 1.700°C, velocidad de enfriamiento desde 1.400°C hasta 1.000°C: 5.000 K/s. Área de la superficie específica Blaine: 5.000 cm²/g. Diámetro de partícula menor de 1,0 µm: 1,0%, diámetro de partícula mayor de 30 µm: 1,0%.

Clínker pulverizado producto O: Densidad verdadera: 2,94 g/cm³, amorfia: 50%, CaO: 45%, Al₂O₃: 47%, SiO₂: 4%, otros: 4%. Temperatura de calentamiento: 1.700°C, velocidad de enfriamiento desde 1.400°C hasta 1.000°C: 4.000 K/s. Área de la superficie específica Blaine: 5.000 cm²/g. Diámetro de partícula menor de 1,0 µm: 1,0%, diámetro de partícula mayor de 30 µm: 1,0%.

<Métodos de medida>

Amorfia: Una sustancia objeto se somete a recocido a 1.000°C durante 2 horas y, posteriormente, se enfría lentamente a una velocidad de enfriamiento de 5°C/min para cristalización. A continuación, el producto cristalizado se midió por un método de difracción de rayos X en polvo para determinar una superficie So en el pico principal de un material cristalino. A continuación, a partir de una superficie S del pico principal de un cristal del material antes del

recocido, se determinó la amorfia X mediante la fórmula $X (\%) = 100 \times (1 - S/S_0)$.

Densidad verdadera: Medida de acuerdo con un método de sustitución en fase gaseosa basado en el principio de Arquímedes, mediante un multipicnómetro.

Área de la superficie específica Blaine: Medida según la norma JIS R5201-1997 Physical testing methods for cement [Métodos de ensayo físico para el cemento].

Contenido de partículas que tienen un diámetro de partícula menor de 1,0 µm o un diámetro de partícula mayor de 30 µm: se usó un dispositivo de medición de la distribución de tamaño de partículas mediante difracción/dispersión láser LA-920, fabricado por HORIBA, Ltd. Un clínker pulverizado y clasificado se sometió a dispersión ultrasónica en etanol para medir la distribución del tamaño de partículas a un índice de refracción relativo de 130a0001. A partir de esta distribución del tamaño de partículas, se determinó el contenido de partículas que tienen un diámetro de partícula menor de 1,0 µm o mayor de 30 µm.

[Tabla 1]

N.º ensayo	Producto de clínker pulverizado	Densidad verdadera antes del recocido (g/cm ³)	Densidad verdadera después del recocido (g/cm ³)	Amorfia (%)	Observaciones
1-1	A	2,97	2,86	95	Ej.
1-2	B	2,98	2,89	95	Ej.
1-3	C	2,94	2,93	95	Ej.
1-4	D	2,99	2,91	95	Ej.
1-5	E	2,95	2,85	95	Ej.
1-6	F	2,97	2,87	95	Ej.
1-7	G	2,90	2,85	95	Ej.
1-8	H	2,98	2,86	95	Ej.
1-9	I	3,00	2,96	95	Ej.
1-10	J	3,02	3,11	95	Comp. Ej.
1-11	K	2,88	2,94	95	Comp. Ej.
1-12	L	2,97	2,90	90	Ej.
1-13	M	2,96	2,92	80	Ej.
1-14	N	2,95	2,94	70	Ej.
1-15	O	2,94	2,94	50	Comp. Ej.

En la Tabla 1, los productos de clínker pulverizado A a I, L, M y N comprenden un compuesto CaO-Al₂O₃-SiO₂, tienen una amorfia de al menos un 70%, y además tienen una densidad verdadera después del recocido a 1.000°C que es menor de la que tenía antes del recocido, en el que se contienen CaO de 40 al 55%, Al₂O₃ de 40 al 55%, y SiO₂ de 1 al 7%. Por otra parte, los productos de clínker pulverizado J, K y O tienen una densidad verdadera después del recocido a 1.000°C que no es menor de la que tenía antes del recocido.

[Ejemplo de ensayo 2]

Usando cada uno de los productos de clínker pulverizado mostrado en la Tabla 1, se preparó un aglutinante que comprendía 70 partes de cemento, 15 partes del clínker y 15 partes de yeso anhidro, y en 100 partes del aglutinante, se combinaron 1,0 parte de carbonato alcalino, 0,2 partes de un ácido orgánico, 0,5 partes de un agente fluidificante, 0,05 partes de una sustancia de espumado con gas y 150 partes de un agregado de partículas finas para preparar una composición de mortero en condiciones donde tanto la temperatura del material como la temperatura ambiente eran 5°C. En ese momento, se usaron 37 partes de agua de amasado por 100 partes en total del aglutinante. Se midieron la fluidez del mortero, el tiempo de manipulación, la expansión inicial, la velocidad de cambio de longitud y la resistencia a la compresión. Los resultados también se muestran en la Tabla 2.

<Materiales usados>

- 5 Cemento: cemento Portland normal comercialmente disponible (fabricado por Denki Kagaku Kogyo Kabushiki Kaisha) Yeso anhidro: yeso anhidro Tipo II, pH: 3,0, Área de la superficie específica Blaine: 5.000 cm²/g
Carbonato alcalino: carbonato de potasio calidad reactivo de primer grado
Ácido orgánico: ácido cítrico calidad reactivo de primer grado
Agente fluidizante: naftaleno comercialmente disponible (fabricado por Kao Corporation)
Sustancia de espumado con gas: sustancia de espumado con gas nitrógeno, azodicarbonamida, producto comercial (fabricado por Sankyo Kasei Co., Ltd.)
10 Agua: agua corriente
Agregado de partículas finas: arena de sílice

<Métodos de medida>

- 15 Fluidez: se midió un valor J_{14} en un embudo de flujo según la norma JSCE-F 541-2010 Flowability test method of filled mortar to evaluate the flowability [Método de ensayo de fluidez de mortero relleno para evaluar la fluidez]. Un intervalo de 8 a 10 segundos se consideró como correcto.
- 20 Tiempo de manipulación: el tiempo en el que la temperatura aumentó en 1 °C desde la temperatura de finalización del amasado se consideró como el tiempo de manipulación. 10 minutos o más se consideró como correcto.
- 25 Velocidad de expansión inicial: se midió la velocidad de expansión inicial según el Apéndice 2 de la directriz de diseño y construcción de hormigón (borrador) de la Japan Society of Civil Engineering Expansion. Procedimiento de construcción anejo (borrador) de mortero relleno usando aditivo expansivo. + en cada Tabla muestra una expansión lateral.
- 30 Velocidad de cambio de longitud: se midió una velocidad de cambio de longitud según la norma JIS A6202-1997 aditivo expansivo para hormigón. Un intervalo de +200 a +1.000 ($\times 10^{-6}$) se consideró como correcto. Si es menor de +200 ($\times 10^{-6}$), el efecto de compensación del acortamiento no es suficiente y, por otra, si supera + 1.000 ($\times 10^{-6}$), tiende a ocurrir un exceso de expansión.
- 35 Resistencia a la compresión: Un bastidor se rellenó con mortero para preparar un producto moldeado de 4 cm x 4 cm x 16 cm, y se midieron las resistencias a la compresión a medida que el material envejece durante 1 hora y 3 horas según la norma JIS R 5201-1997 Physical testing methods for cement [Métodos de ensayo físicos para el cemento]. En el caso de la resistencia para una edad del material de 1 hora, al menos 10 N/mm² se consideró como correcto, y en el caso de la resistencia para una edad del material de 3 horas, al menos 20 N/mm² se consideró como correcto.
- 40 Lisura del mortero: un molde de 20 cm x 20 cm x 4 cm se rellenó con mortero para realizar un acabado liso del mortero. Tras el endurecimiento, se observó la superficie del mortero. Si la superficie seguía siendo uniforme se representó por $\odot$, si la superficie era principalmente uniforme pero la superficie era algo irregular, se representó por $\bigcirc$, y si la superficie era tremendamente irregular, se representó por Δ .

[Tabla 2]

N.º ensayo	Producto de clinker pulverizado	Fluidez (s)	Tiempo de manipulación (min)	Velocidad de expansión inicial (%)	Velocidad de cambio de longitud ($\times 10^{-5}$)	Resistencia a la compresión (N/mm^2)		Lisura de la superficie	Observaciones
						1 Piso	3 Pisos		
2-1	A	8,9	15	+0,31	+650	18,1	24,9	⊙	Ej.
2-2	B	8,4	35	+0,40	+450	17,8	27,7	⊙	Ej.
2-3	C	8,3	45	+0,35	+340	10,9	23,8	⊙	Ej.
2-4	D	9,3	12	+0,34	+800	19,5	22,4	⊙	Ej.
2-5	E	8,3	25	+0,33	+370	18,0	25,5	○	Ej.
2-6	F	8,7	20	+0,30	+530	18,5	26,1	⊙	Ej.
2-7	G	8,2	45	+0,31	+320	10,3	24,5	○	Ej.
2-8	H	8,6	25	+0,42	+500	19,0	25,0	○	Ej.
2-9	I	9,5	10	+0,32	+850	20,1	23,6	○	Ej.
2-10	J	10,5	5	+0,25	+1300	11,3	16,2	Δ	Comp. Ej.
2-11	K	8,3	75	+0,24	+150	-	8,7	Δ	Comp. Ej.
2-12	L	8,4	37	+0,38	+420	17,0	27,1	⊙	Ej.
2-13	M	8,5	40	+0,36	+400	15,2	26,2	⊙	Ej.
2-14	N	8,6	45	+0,34	+350	10,3	24,4	○	Ej.
2-15	O	8,9	65	+0,31	+220	-	15,8	Δ	Comp. Ej.

Como se muestra en la Tabla 2, en el caso de los productos de clínker pulverizado A a I, L, M y N que comprenden un compuesto $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, que tienen una amorfía de al menos un 70%, y además tienen una densidad verdadera después del recocido a 1.000°C que es menor de la que tenía antes del recocido, en el que se contienen CaO de 40 al 55%, Al_2O_3 de 40 al 55%, y SiO_2 de 1 al 7%, se descubrió que la fluidez era excelente, se puede garantizar un tiempo de manipulación suficiente, la estabilidad dimensional es excelente, y el desarrollo de resistencia también es excelente.

Por otra parte, en el caso de los productos de clínker pulverizado J, K y O que tienen una densidad verdadera después del recocido a 1.000°C que no es menor de la que tenía antes del recocido, se descubrió que la fluidez era mala, no se podía garantizar un tiempo de manipulación suficiente o, por el contrario, el tiempo de manipulación era demasiado largo, de forma que el desarrollo de la resistencia inicial es malo, o la estabilidad dimensional se deteriora.

[Ejemplo de ensayo 3]

Este ensayo se llevó a cabo de la misma forma que en el Ejemplo de ensayo 2 salvo que se usó la mezcla del Ensayo n.º 2-2, y que dicha temperatura ambiente se cambió como se muestra en la Tabla 3. Los resultados también se muestran en la Tabla 3.

[Tabla 3]

N.º ensayo	Temperatura ambiente (°C)	Fluidez (s)	Tiempo de manipulación (min)	Velocidad de expansión inicial (%)	Velocidad de cambio de longitud ($\times 10^{-5}$)	Resistencia a la compresión (N/mm ²)		Lisura de la superficie	Observaciones
						1 hora	3 Horas		
2-2	5	8,4	35	+0,40	+450	17,8	27,7	⊙	Ej.
3-1	20	8,3	30	+0,38	+430	18,5	28,8	⊙	Ej.
3-2	30	8,2	25	+0,033	+410	19,5	30,6	⊙	Ej.

Como se muestra en la Tabla 3, se descubrió que la dependencia de la temperatura era baja, se podía obtener un comportamiento estable, y la lisura de la superficie era excelente, cuando se aplicó el producto de clínker pulverizado de la presente invención.

5 [Ejemplo de ensayo 4]

Este experimento se llevó a cabo de la misma forma que el Ejemplo de ensayo 1, salvo que el producto de clínker pulverizado se fijó en B, y que la concentración del flujo de gas al interior del horno eléctrico fijado se cambió como se muestra en la Tabla 4. Los resultados se muestran en la Tabla 4. Adicionalmente, las propiedades físicas del mortero se evaluaron de la misma forma que en el Ejemplo 2. Los resultados se muestran en la Tabla 5.

10

[Tabla 4]

N.º ensayo	Producto de clínker pulverizado	Concentración de gas (% en volumen)			Densidad verdadera antes del recocido (g/cm ³)	Densidad verdadera después del recocido (g/cm ³)	Amorfia (%)	Observaciones
		N ₂	O ₂	CO				
4-1	B	97	1	2	2,98	2,89	95	Ej.
1-2	B	95	3	2	2,98	2,89	95	Ej.
4-2	B	92	6	2	2,95	2,89	90	Ej.
4-3	B	88	10	2	2,93	2,89	80	Ej.
4-4	B	83	15	2	2,87	2,89	60	Comp. Ej.
4-5	B	78	20	2	2,85	2,89	50	Comp. Ej.

[Tabla 5]

N.º ensayo	Producto de clinker pulverizado	Fluidez (s)	Tiempo de manipulación (min)	Velocidad de expansión inicial (%)	Velocidad de cambio de longitud ($\times 10^{-5}$)	Resistencia a la compresión (N/mm^2)		Lisura de la superficie	Observaciones
						1 hora	3 horas		
5-1	Ensayo n.º 4-1 B	8,3	35	+0,40	+450	17,7	27,0	⊙	Ej.
2-2	Ensayo n.º 1-2 B	8,4	35	+0,40	+450	17,8	27,7	⊙	Ej.
5-2	Ensayo n.º 4-2 B	8,4	36	+0,40	+445	17,5	27,6	⊙	Ej.
5-3	Ensayo n.º 4-3 B	8,3	38	+0,40	+440	16,5	26,8	⊙	Ej.
5-4	Ensayo n.º 4-4 B	8,3	46	+0,38	+440	9,5	21,2	Δ	Comp. Ej.
5-5	Ensayo n.º 4-5 B	8,4	60	+0,35	+440	9,5	16,1	Δ	Comp. Ej.

[Ejemplo de ensayo 5]

5 El clinker P se pulverizó y después se clasificó en partículas finas, partículas medias y partículas gruesas mediante un clasificador de corriente de gas, posteriormente, las partículas finas, las partículas medias y las partículas gruesas se combinaron para tener un área de la superficie específica Blaine, un contenido de partículas de menos de 1,0 μm y un contenido de partículas de más de 30,0 μm como se muestra en la Tabla 6, y a continuación las propiedades físicas del mortero se evaluaron de la misma forma que en el Ejemplo de ensayo 2.

<Materiales usados>

10 Clinker P: Densidad: 2,98, amorfa: 95%, CaO: 45%, Al_2O_3 : 47%, SiO_2 : 4%, otros: 4%. Temperatura de calentamiento: 1.700°C, velocidad de enfriamiento desde 1.400°C hasta 1.000°C: 8.000 K/s.

<Dispositivo usado>

15 Clasificador por corriente de gas: Nombre comercial Elbow-Jet PURO, fabricado por MATSUBO Corporation.

[Tabla 6]

N.º ensayo	Área de la superficie específica Blaine (cm ² /g)	Contenido de partículas de menos de 1,0 µm (%)	Contenido de partículas de más de 30,0 µm (%)	Velocidad de expansión inicial (%)	Velocidad de cambio de longitud x 10 ⁻⁶	Fluidez (s)	Tiempo de manipulación (min)	Resistencia a la compresión (N/mm ²)		Lisura de la superficie	Observaciones
								1 hora	3 horas		
6-1	4000	2,0	24,3	+0,35	+300	7,9	45	10,6	20,8	Δ	Ej.
6-2	4000	0,9	18,5	+0,35	+350	8,1	40	11,5	21,0	○	Ej.
6-3	4000	0	11,8	+0,35	+390	8,3	38	12,0	22,3	○	Ej.
6-4	4000	0	10,0	+0,35	+400	8,3	36	13,8	24,0	⊙	Ej.
6-5	5000	5,7	5,0	+0,35	+390	9,3	27	15,8	24,5	⊙	Ej.
6-6	5000	3,8	2,5	+0,40	+430	8,8	32	16,3	25,3	⊙	Ej.
2-2	5000	1,0	1,0	+0,40	+450	8,4	35	17,8	27,7	⊙	Ej.
6-7	5000	0,1	0,1	+0,41	+480	8,3	40	18,9	28,9	⊙	Ej.
6-8	5000	0	0	+0,41	+510	8,2	45	20,2	30,7	⊙	Ej.
6-9	6500	0,2	0	+0,40	+520	8,3	41	20,0	29,8	⊙	Ej.
6-10	6800	2,2	0	+0,40	+500	8,5	35	21,0	29,5	⊙	Ej.
6-11	6800	5,8	0	+0,39	+450	8,6	31	20,5	28,9	⊙	Ej.
6-12	6900	7,7	0	+0,35	+380	9,0	24	20,0	28,8	○	Ej.
6-13	7000	10,0	0	+0,34	+350	9,4	19	21,0	27,9	○	Ej.
6-14	7000	12,0	0	+0,30	+330	9,9	13	21,0	27,8	○	Ej.

Aplicabilidad industrial

- 5 De acuerdo con una composición de cemento que utiliza el clínker de endurecimiento ultrarrápido de la presente invención, se puede garantizar una excelente fluidez y un tiempo de manipulación suficiente, también se puede conseguir un excelente desarrollo de la resistencia en un corto plazo y una pequeña dependencia de la temperatura y, por tanto, la composición de cemento se puede utilizar ampliamente en ingeniería de obras públicas y en la construcción, y es adecuada para su uso, por ejemplo, como material para rellenado de huecos, como material para piso autonivelante o como material de revestimiento.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para preparar un clinker de endurecimiento ultrarrápido que comprende un compuesto de $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, que tiene una amorfia de al menos un 70%, y que tiene además una densidad verdadera después del recocido a 1.000°C que es menor de la que tenía antes del recocido,
5 en el que, en el clinker de endurecimiento ultrarrápido, sobre una base másica, CaO es del 40 al 55%, Al_2O_3 de 40 al 55%, y SiO_2 de 1 al 7%,
en el que el proceso comprende mezclar un material de CaO, un material de Al_2O_3 y un material de SiO_2 , tratar térmicamente la mezcla a °1.600°C o más, seguido por un enfriamiento rápido a una velocidad de enfriamiento de al
10 menos 1.000 K/s, y
en el que el tratamiento térmico se lleva a cabo en una atmósfera reductora con una concentración de monóxido de carbono de al menos un 1% en volumen y una concentración de oxígeno de como máximo un 10% en volumen en una atmósfera de nitrógeno.
- 15 2. El proceso para producir un clinker de endurecimiento ultrarrápido de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el material de Cao es la cal viva, el material de Al_2O_3 es bauxita, y el material de SiO_2 es roca silícea.
3. El proceso para producir un clinker de endurecimiento ultrarrápido de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que el enfriamiento rápido se lleva a cabo a una velocidad de enfriamiento de al menos 50.000 K/s.
20
4. Un clinker de endurecimiento ultrarrápido que se puede obtener mediante el proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3.
5. El clinker de endurecimiento ultrarrápido de acuerdo con la reivindicación 4, que está pulverizado, tiene un área de la superficie específica Blaine de 4.000 a 9.000 cm^2/g , y tiene un contenido de partículas de más de 30 μm máximo del 10% sobre una base másica.
25
6. El clinker de endurecimiento ultrarrápido de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, que tiene un contenido de partículas que tiene un diámetro de partículas menor de 1,0 μm máximo del 10% sobre una base másica.
30
7. Una composición de cemento obtenida mediante la incorporación del clinker de endurecimiento ultrarrápido que se define en una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6.
8. La composición de cemento de acuerdo con la reivindicación 7, que contiene yeso en una cantidad de 25 a 200 partes en masa, por 100 partes en masa del clinker de endurecimiento ultrarrápido.
35
9. Un aglutinante que comprende la composición de cemento que se define en la reivindicación 7 u 8.
10. El aglutinante de acuerdo con la reivindicación 9, que contiene además al menos un elemento seleccionado del grupo que consiste en un modificador del fraguado, una sustancia de espumado con gas y un agregado de partículas finas, y que contiene además un agente reductor de agua si el caso lo requiere.
40