

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 547**

51 Int. Cl.:

C04B 22/08 (2006.01)

C04B 28/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02760674 .8**

96 Fecha de presentación: **20.08.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1420000**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.05.2004**

54 Título: **Mezcla de cemento, composiciones de cemento y método para evitar la carbonatación que usa el mismo**

30 Prioridad:

21.08.2001 JP 2001249999

21.08.2001 JP 2001250000

05.12.2001 JP 2001371071

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

26.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

26.12.2012

73 Titular/es:

DENKI KAGAKU KOGYO KABUSHIKI KAISHA
(100.0%)

4-1, YURAKUCHO 1-CHOME
CHIYODA-KU, TOKYO 100-8455, JP

72 Inventor/es:

MORIOKA, MINORU;
HIGUCHI, TAKAYUKI;
OHASHI, HIROYUKI y
NAKASHIMA, YASUHIRO

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 393 547 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

Mezcla de cemento, composición de cemento y método para evitar la carbonatación que usa el mismo

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a una composición de cemento y a un método para evitar la carbonatación usando el mismo, que se usan principalmente en ingeniería civil y en las industrias de construcción. La presente invención también se refiere al uso de una mezcla de cemento para evitar la carbonatación.

10 En la presente invención, "parte(s)" y "%" se indican en base en masa, a menos que se proporcione particularmente lo contrario. Además, en la presente invención, "hormigón" se refiere de forma colectiva a pastas de cemento, morteros y hormigones.

15 Técnica anterior

Se ha prestado gran atención al uso eficaz de distintos tipos de escorias, que son sub-productos en la industria del acero. En la industria acerera, se producen escorias como sub-productos, con diferentes composiciones y propiedades dependiendo de los tipos e instalaciones, y también dependiendo de los tipos de acero producidos por medio de fusión.

20 Por ejemplo, se produce escoria de alto horno como sub-producto del alto horno que se usa en el proceso para la producción de arrabio. Además, la escoria de pre-tratamiento de hierro fundido, la escoria de convertidor y la escoria de horno eléctrico se producen respectivamente como sub-productos de una instalación de pre-tratamiento, un convertidor y un horno eléctrico.

Además, existe escoria granulada y escoria enfriada lentamente en la escoria de alto horno y existe escoria de des-silicificación, escoria de des-fosforación, escoria de des-sulfurización y escoria de des-carburización en la escoria de pre-tratamiento de hierro fundido. Incluso en la escoria de horno eléctrico, existe escoria del período oxidante y escoria del período reductor.

Con respecto al tipo de acero, existe acero al carbono liso, acero de contenido super bajo de carbono, acero de aleación especial y acero inoxidable.

35 De las escorias anteriormente mencionadas, se usa la escoria granulada de alto horno producida como sub-producto en el alto horno como material para su uso en mezclas de hormigón, capas de base y otros. Por ejemplo, el documento EP-A-0572076 describe una composición de cemento que consiste en material de clínker de cemento molido, escorias de alto horno granuladas y escorias de acero trituradas. Además, el documento EP-A-0188618 describe una composición de cemento hidráulico de elevada resistencia preparada por medio de molienda de una escoria de alto horno granulada, materiales puzolánicos y aditivos tales como cal muerta, sulfato aluminoso y sales metálicas de fluorosilicato, y mezcla, sin calcinación a temperatura elevada. Además, el documento GB-A-2356194 describe silicato de calcio y/o materiales de aluminato tales como materiales de clínker y residuos vítreos, que han sido modificados para formar absorbentes o precipitantes. Además, se presenta que la escoria de convertidor, cuando se somete a un tratamiento tal como des-ferretización, se puede usar como material para capas de base.

45 No obstante, todavía no se han encontrado otras muchas escorias diferentes de la escoria de alto horno que presenten alguna aplicación eficaz. Además, con respecto a la escoria que ya se ha comprobado que presenta algunas aplicaciones, la situación es tal que no se puede decir que, en la actualidad, se reutilice de manera suficiente, ya que cada escoria presenta una composición considerablemente diferente y propiedades físicas, dependiendo de su fabricación y su lote, y por tanto, resulta difícil ampliar la gama de sus reutilizaciones, e incluso si se puede usar únicamente para capa de base, la demanda para la misma resulta limitada.

50 No resulta eficaz su uso para escorias de fabricación de acero procedentes del proceso de fabricación de acero, ya que actualmente la escoria de fabricación de acero se descarta como residuo industrial. La expresión "escoria de fabricación de acero" usada en la presente invención significa de manera específica escoria del período reductor del horno eléctrico, escoria de pre-tratamiento de hierro fundido, escoria de acero inoxidable y escoria de convertidor, pero no incluye escoria de horno eléctrico granulada ni escoria de alto horno enfriada de forma lenta.

60 Algunas de estas escorias contienen una fase de β -2CaO·SiO₂, y otras contienen una fase de γ -2-CaO·SiO₂. Las escorias que contienen una fase de β -2CaO·SiO₂ exhiben carácter hidrófilo, de manera que su uso como material para mezcla de cemento y otros está siendo actualmente estudiado. Una composición que contiene silicato de γ -dicalcio y una mezcla acuosa que contiene dicha composición se describen en el documento GB-A-2140795 para preparar un material endurecido por medio de un procedimiento de endurecimiento térmico. No obstante, no se ha encontrado que las escorias que contienen la fase de γ -2CaO·SiO₂ presenten algún uso eficaz.

65

Esto es debido al fenómeno de formación de polvo. La escoria de fabricación de acero comprende silicato de dicalcio ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$) como compuesto principal, de manera que durante el transcurso del proceso de enfriamiento de la escoria, $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ se transforma desde una fase α que es una fase de alta temperatura a una fase β , y posteriormente a una fase β o γ que es una fase de baja temperatura. Cuando se transforma $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ desde una fase hasta la fase γ que es una fase de baja temperatura, se hincha con un cambio significativo en su densidad y se pulveriza. Este fenómeno es denominado "formación de polvo".

Debido al fenómeno anteriormente mencionado de formación de polvo, la escoria de fabricación de acero, a diferencia de otras escorias, no se puede obtener ni en forma masiva ni tampoco en forma de partículas, y por tanto no se puede usar como material ni para la capa de base ni como árido.

De manera convencional, como método para evitar la formación de polvo provocada por $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, se ha propuesto, por ejemplo, un método para estabilizar $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ en la fase β con la adición a la misma de un estabilizador de cristal tal como un compuesto de boro (documento JP-A-62-162657). No obstante, el propio compuesto de boro resulta costoso y se requieren algunas mejoras en las instalaciones y en sus procesos, de manera que el método sea costoso.

Por otra parte, se conoce un cemento especial preparado por medio de pulverización de una escoria de período reductor de horno eléctrico sin adición de un estabilizador de cristal sobre la misma, y mezcla de la misma con aluminato de calcio $12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ y yeso (documento JP-B-62-47827) y un cemento especial preparado por medio de mezcla de una disolución de sólidos de aluminato de calcio $12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ y CaF con yeso (documento JP-B-62-50428 y otros).

La invención se lleva a cabo dirigiendo la atención al hecho de que aunque la escoria del período reductor de horno eléctrico comprende $\gamma\text{-}2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ como componente principal, la escoria también contiene una gran cantidad de $12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ que presenta una elevada actividad de hidratación, y pretende obtener un material endurecido con una resistencia deseada, con la formación de etringita por medio de la adición de yeso.

No obstante, los materiales endurecidos obtenidos a partir de los cementos especiales anteriormente mencionados presentan una pobre resistencia frente a la carbonatación provocada por el gas de dióxido de carbono en el aire, de manera que no se espera que dichos materiales endurecidos presenten la misma durabilidad que la del material endurecido obtenido a partir de cemento Portland. Además, resulta difícil asegurar la fluidez y el período de tiempo apto para uso a menos que se usen en combinación de un retardador de fraguado. Además, en la invención anteriormente mencionada, no se menciona nada acerca de la mezcla de la escoria del período reductor de horno eléctrico con el cemento Portland y con silicato de tricalcio $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ que es un componente principal del cemento Portland, lo que imparte de este modo una función que proporciona un efecto supresor de la carbonatación y otros.

Los inventores de la presente invención ponen su atención en la escoria anteriormente mencionada que comprende $\gamma\text{-}2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ como componente principal, y se ha estudiado su aplicación a una mezcla de cemento. Además, han estudiado como cumplir los nuevos estándares internacionales basados en los Estándares Europeos (Estándares EN) y también ha estudiado las cuestiones de control de calor de hidratación y la prevención de la carbonatación.

Actualmente, nuevos estándares internacionales se encuentran bajo amplio estudio, emplean los Estándares Europeo (Estándares EN) como idea básica, y pueden seleccionar un grupo material de cemento ampliamente clasificado en base a su resistencia de acuerdo con el objetivo deseado.

De acuerdo con los Estándares Europeos (Estándares EN), la resistencia compresiva es ampliamente clasificada en una clase de $32,5\text{ N/mm}^2$, una clase de $42,5\text{ N/mm}^2$ y una clase de $52,5\text{ N/mm}^2$ (Koji Goto, Shunsuke Hanehara, Internationalization of Cement Standards – Outline and Direction of European Standards -, Cement Concrete, N. 631, pp 1 a 8, 1999).

Por otra parte, en Japón, se ha diseñado la calidad de los cementos en base a JIS. Como resultado de ello, se han evaluado cementos con buena resistencia como cementos buenos bajo las especificaciones estandarizadas.

Como resultado de ello, cuando se clasifican de acuerdo con el Estándar EN, en Japón, únicamente existen cementos que corresponden bien a la clase de $43,5\text{ N/mm}^2$ o bien a la clase de $52,5\text{ N/mm}^2$ en términos de resistencia compresiva. Por tanto, actualmente, incluso si se lleva a cabo el diseño de la mezcla para un hormigón que no presenta esa resistencia de diseño tan elevada, la resistencia tiende a volverse excesiva en muchos casos.

La prevención de la resistencia excesiva resulta importante a la vista de la prevención de la generación resultante de un excesivo calor de hidratación y también a la vista de la prevención de la fisuración tras el endurecimiento por medio de la minimización del grado de contracción antes y después del endurecimiento.

Se puede concebir un diseño de mezcla para un hormigón que no tenga dicha resistencia tan elevada mediante el uso de un cemento con excelente resistencia, reduciendo de este modo la cantidad del cemento unitario. En este caso, no obstante, la cantidad de cemento unitario se vuelve extremadamente pequeña, de forma que surge el

problema de que se forme un hormigón a partir del cual los ingredientes resulten aptos para ser separados, que presente una proporción de regeneración elevada, es decir, como hormigón con gradientes separados.

5 Cuando se construye una estructura de hormigón mediante el uso de dicho hormigón, existe el problema de que resulta difícil construir una estructura de hormigón que presente durabilidad debido a que es probable que existan defectos macroscópicos.

10 De este modo, los Estándares EN se caracterizan por que se proporciona un cemento de la clase de 32,5 N/mm² en términos de resistencia compresiva, lo que facilita el diseño de la mezcla para un hormigón que no presenta dicha resistencia de diseño.

15 Actualmente, el cemento mezclado con caliza es la corriente principal de los cementos que encuentran conformidad con los estándares EN. El cemento mezclado con caliza está formado por cemento Portland y una gran cantidad de polvo fino de caliza, que es capaz de retener tanto la prevención de la resistencia excesiva como la mejora de la resistencia frente a la separación de los ingredientes del cemento.

20 El polvo fino de caliza puede ser referido como polvo inactivo a la vista de la revelación de la resistencia, pero de manera ventajosa imparte únicamente la resistencia frente a la separación de los ingredientes del cemento, evitando de este modo la revelación de una resistencia excesiva y la generación de calor de hidratación. En tales circunstancias, actualmente se están llevando a cabo estudios sobre el cemento mezclado con caliza en Japón.

25 No obstante, la caliza es una materia prima importante en muchas industrias. La caliza es uno de los recursos naturales preciados en Japón que apenas presenta recursos naturales. Se usa únicamente para la mezcla con hormigón, por lo que experimenta una sobre-utilización, y por tanto resulta altamente deseado usar caliza de manera más eficaz como materia prima industrial. El cemento mezclado con caliza presenta el inconveniente de que experimenta carbonatación de forma fácil.

Descripción de la invención

30 El inventor de la presente invención ha estudiado de manera concienzuda la resolución de los problemas anteriormente mencionados del cemento mezclado con caliza, y ha descubierto que los compuestos particulares no hidráulicos tales como γ -2CaO·SiO₂, α -CaO·SiO₂ y silicato de calcio y magnesio, y las sustancias que contienen dichos compuestos particulares no hidráulicos, que no presentan ninguna aplicación particular como materiales para las mezclas de cemento, exhiben dicha revelación de la resistencia y resistencia a la separación de ingredientes que son iguales a las del polvo fino de caliza, y que dichos compuestos particulares no hidráulicos presentan un efecto supresor de la carbonatación que no se encuentra en el polvo de caliza fino.

40 Las mezclas de cemento que comprenden estos compuestos particulares no hidráulicos no solo evitan la carbonatación del cemento Portland, sino que también presentan un efecto de reducción de la generación de calor de hidratación, controlando de este modo la contracción térmica tras el endurecimiento, y la formación de fisuras en el material endurecido.

45 De los materiales que forman el hormigón, tales como el cemento, áridos finos, áridos bastos y agua, el cemento es un material que presenta la carga ambiental más elevada. Esto se debe en gran medida al hecho de que cuando se produce el cemento, se libera dióxido de carbono por medio de des-carboxilación de caliza que es la materia prima principal para el cemento, y también debido al hecho de que se libera dióxido de carbono cuando se quema el combustible. Por tanto, se puede decir que el cemento portland con escoria de alto horno y el cemento mezclado con caliza, con una pequeña cantidad de clínker de cemento y mezclado con material de mezcla, son cementos de pequeña carga ambiental.

50 El inventor de la presente invención ha prestado atención a la escoria de fabricación de acero, que es un sub-producto industrial, y contiene un compuesto no hidráulico particular tal como γ -2CaO·SiO₂, α -CaO·SiO₂ y silicato de calcio y magnesio, y ha estudiado su aplicación para ser usado como mezcla de cemento.

55 Se ha descubierto que cuando se comparan un material endurecido preparado por medio del uso de la mezcla de cemento que corresponde a la formada por la composición de cemento de la presente invención y un material endurecido preparado mediante el uso de la mezcla de polvo fino de caliza, siempre y cuando la cantidad de cada mezcla de cemento sea la misma, la resistencia compresiva del material endurecido mediante el uso de la presente invención es casi igual a la del material endurecido por medio del uso de polvo fino de caliza, pero la primera genera menos calor de hidratación que la segunda, y la primera exhibe un mejor efecto supresor de carbonatación que la segunda en la cual se usa la mezcla de polvo de caliza.

65 Este descubrimiento conduce al uso eficaz de la escoria de fabricación de acero, tal como la escoria del período reductor de horno eléctrico, escoria de acero inoxidable, escoria de pre-tratamiento de hierro fundido y escoria de convertidor, que no han encontrado ningún uso eficaz. Además, se ha descubierto que por medio del uso eficaz de estas escorias, se podrían fabricar composiciones de cemento de las de tipo de baja carga ambiental, ya que se

puede reducir la carga de clínker de cemento. La presente invención se ha llevado a cabo en base a estos descubrimientos.

La presente invención se encuentra esencialmente destinada a las siguientes estructuras:

- 5 (1) Una composición de cemento que comprende una mezcla de cemento que se caracteriza por comprender al menos uno o más compuestos no hidráulicos seleccionados entre el grupo que consiste en γ -2CaO·SiO₂, α -CaO·SiO₂ y silicato de calcio y magnesio, como se define más en la reivindicación 1.
- 10 (2) La composición de cemento de acuerdo con (1), en la que el contenido de flúor es de 2,0% o menos, y el contenido de 12CaO·7Al₂O₃ y/o 11CaO·CaF₂₀ es de 25% o menos.
- (3) La composición de cemento de acuerdo con (1) ó (2), en la que el material que comprende el compuesto no hidráulico es escoria de fabricación de acero.
- (4) La composición de cemento de acuerdo con una cualquiera (1) a (3), en la que el contenido total de γ -2CaO·SiO₂, α -CaO·SiO₂ y silicato de calcio y magnesio es de 65% o más.
- 15 (5) La composición de cemento de acuerdo con una cualquiera de (1) a (4), con un área superficial específica de Blaine de 2.000 cm²/g o más.
- (6) La mezcla de cemento de acuerdo con una cualquiera de (1) a (5), en la que el silicato de calcio y magnesio es 2CaO·MgO·SiO₂, 2CaO·MgO·SiO₂ o CaO·MgO·SiO₂.
- (7) La composición de cemento de acuerdo con (1), en la que el cemento es cemento Portland.
- 20 (8) La composición de cemento de acuerdo con (1), en la que el cemento es un cemento portland con escoria de alto horno.
- (9) La composición de cemento de acuerdo con la reivindicación 2, 10 y 11.
- (10) El uso de una mezcla de cemento de acuerdo con la reivindicación 13.
- 25 (11) Un método para evitar la carbonatación de un material endurecido de cemento preparado por medio del uso de la composición de cemento que se define en la reivindicación (1) a (9).

Mejor modo de llevar a cabo la invención

A continuación, se explica la presente invención con detalle.

30 La sustancia γ -2CaO·SiO₂ de la presente invención es conocida como la fase de baja temperatura de los compuestos representados por 2CaO·SiO₂ y es completamente diferente de α -CaO·SiO₂ o de α' -CaO·SiO₂ que es la fase de alta temperatura, y β -2CaO·SiO₂. Todas estas pueden estar representadas por medio de 2CaO·SiO₂, pero cada una de ellas presenta una estructura cristalina diferente y densidad diferente.

35 La sustancia 2CaO·SiO₂, que normalmente se encuentra presente en el cemento Portland es β -2CaO·SiO₂. La sustancia β -2CaO·SiO₂, exhibe carácter hidráulico, pero no presenta un efecto supresor de la carbonatación que presenta γ -2CaO·SiO₂ en la presente invención.

40 La sustancia α -CaO·SiO₂ (volastonita de tipo- α) de la presente invención es conocida como fase de alta temperatura en los compuestos representados por medio de CaO·SiO₂ y es completamente diferente de β -CaO·SiO₂ que es la fase de baja temperatura. Todas ellas están representadas por medio de CaO·SiO₂, pero cada una de ellas presenta una estructura cristalina diferente y una densidad diferente.

45 Una volastonita de origen natural es β -CaO·SiO₂ de fase de baja temperatura. La sustancia β -CaO·SiO₂ presenta una forma cristalina de tipo agujas y se usa como material inorgánico fibroso, por ejemplo, como fibra de volastonita, pero no presenta dicho efecto supresor de la carbonatación como el de α -CaO·SiO₂ de la presente invención.

50 "Silicato de calcio y magnesio" de la presente invención se refiere de forma colectiva a compuestos de tipo CaO·MgO·SiO₂, y no existe limitación particular para los mismos. Ejemplos preferidos específicos incluyen Mervinita representada por medio de 3CaO·MgO·2SiO₂ (C₃MS₂), Aquermanita representada por 2CaO·MgO·2SiO₂(C₃MS₂) y Monticelita representada por medio de CaO·MgO·SiO₂ (CMS). De estos, Mervinita resulta particularmente preferida debido a su gran efecto supresor de la carbonatación.

55 Se puede usar Melilita, que es un cristal mixto de Aquermanita y Gehlenita. No obstante, cuando se usa Melilita, es preferible que el contenido de Gehlenita sea de 30% o menos, más preferentemente de 20% o menos.

60 En la presente invención, se pueden usar uno o más compuestos no hidráulicos seleccionados entre el grupo que consiste en γ -2CaO·SiO₂, α -CaO·SiO₂ y silicato de calcio y magnesio. Como compuestos no hidráulicos para su uso en la presente invención, se pueden proporcionar ranquinita y anortita aparte de los compuestos anteriormente mencionados, además de γ -2CaO·SiO₂, volastonita CaO·SiO₂ y silicato de calcio y magnesio.

65 De estos compuestos no hidráulicos, γ -2CaO·SiO₂ resulta particularmente preferido debido a que su efecto supresor de la carbonatación es grande y dura un período de tiempo prolongado, y también porque su efecto supresor de la carbonatación es considerablemente mayor cuando se usa en combinación con cemento portland con escoria de

alto horno.

Las sustancias de γ -2CaO·SiO₂, α - CaO·SiO₂ y silicato de calcio y magnesio usadas en la presente invención se pueden sintetizar por medio de mezcla de una materia prima de CaO, una materia prima de SiO₂ y una materia prima de MgO en proporciones molares pre-determinadas, y sometiendo la mezcla a tratamiento térmico. Como materia prima de CaO, se puede proporcionar, por ejemplo, carbonato de calcio tal como caliza, e hidróxido de calcio tal como cal muerta. Como materia prima de SiO₂, se puede proporcionar, por ejemplo, piedra de sílice, arcilla y varios polvos de sílice, producidos en forma de sub-productos, cuyos ejemplos representativos son sílice pirógena y cenizas volantes. Como materia prima de MgO, se puede proporcionar, por ejemplo, hidróxido de magnesio, carbonato de calcio básico y dolomita.

No existe limitación particular sobre el método de tratamiento térmico. Por ejemplo, el tratamiento térmico se puede llevar a cabo en un horno rotatorio o en un horno eléctrico. El tratamiento térmico, aunque su temperatura no se puede fijar de manera uniforme, normalmente se lleva a cabo a temperaturas dentro del intervalo de aproximadamente 1.000 a 1.800 °C, y en muchos casos a temperaturas dentro del intervalo de aproximadamente 1.200 a 1.600 °C.

En la presente invención, se puede emplear un sub-producto industrial que comprende uno o más componentes hidráulicos seleccionados entre el grupo que consiste en γ -2CaO·SiO₂, α - CaO·SiO₂ y silicato de calcio y magnesio. En este caso, co-existen impurezas. Como sub-producto industrial, se puede proporcionar, por ejemplo, una escoria de fabricación de acero.

Ejemplos específicos de las impurezas son Al₂O₃, Fe₂O₃, TiO₂, MnO, Na₂O, K₂O, S, P₂O₅ y B₂O₃. Ejemplos de compuestos que co-existen son aluminato de calcio, aluminosilicato de calcio, ferrita de calcio, aluminoferrita de calcio, fosfato de calcio, borato de calcio, silicato de magnesio, leucita (K₂O, Na₂O)·Al₂O₃·SiO₂, espinela MgO·Al₂O₃ y magnetita Fe₃O₄. No existe limitación particular sobre la presencia de compuestos que co-existen debido a la presencia de estas impurezas y no existen problemas particulares, con tal de que su presencia no impida los objetivos de la presente invención. No obstante, se debe prestar atención al contenido de flúor y al de aluminato de calcio.

La escoria de fabricación de acero que se puede usar en la presente invención comprende uno o dos compuestos seleccionados entre el grupo que consiste en γ -2CaO·SiO₂, α - CaO·SiO₂ y silicato de calcio y magnesio.

Algunas escorias de fabricación de acero, no obstante, contienen una gran cantidad de 12CaO·7Al₂O₃ o 11CaO·7Al₂O₃·CaF₂, estando el flúor presente en forma de disolución de sólidos, cada uno de los cuales exhibe un fraguado rápido o propiedades de endurecimiento rápido. Cuando los contenidos de estos compuestos son elevados, no resulta preferido usar un retardador del fraguado desde el punto de vista de garantizar la fluidez y el período de tiempo apto para uso.

De manera más específica, se prefiere una escoria de fabricación de acero con una cantidad total de 12CaO·7Al₂O₃ y/o 11CaO·7Al₂O₃·CaF₂ (en lo sucesivo esta se puede denominar también como disolución de sólidos de 12CaO·7Al₂O₃) de 25% o menos, y se prefiere más de 15% o menos. Cuando la cantidad total de 12CaO·7Al₂O₃ y/o 11CaO·7Al₂O₃·CaF₂ en la mezcla de cemento de la presente invención (en lo sucesivo, esta se puede denominar también como la presente mezcla) excede 25%, este efecto de supresión de la carbonatación se ve reducido, la fluidez se hace inapropiada o no se puede garantizar el período de tiempo apto para uso.

Además, alguna escoria de fabricación de acero contiene una gran cantidad de flúor. En dicha escoria de fabricación de acero que contiene flúor, 12CaO·7Al₂O₃ existe en forma de 11CaO·7Al₂O₃·CaF₂ con el flúor en la disolución de sólidos. Parte de γ -2CaO·SiO₂ cambia a cuspidina(3CaO·SiO₂·CaF₂). En algunas escorias de fabricación de acero, co-existe CaF₂. La sustancia γ -2CaO·SiO₂ presenta un efecto manifiesto supresor de la carbonatación. En contra de esto, 11CaO·7Al₂O₃·CaF₂ y el compuesto que contiene flúor tal como cuspidina no presentan efecto supresor de la carbonatación, de manera que se puede dar el caso de que la escoria de fabricación de acero con un gran contenido de flúor no exhiba un efecto manifiesto supresor de la carbonatación.

Además, el flúor impide el fraguado y el endurecimiento del cemento Portland, de manera que puede darse el caso de que el flúor retarde el fraguado o provoque un endurecimiento inapropiado. Además, el flúor es una sustancia a la que aplica una ley (ley de PRTR), que hace referencia a la promoción de la mejora de la captura y el control de la cantidad de liberación de materiales químicos particulares al medio ambiente. Los materiales que contienen un gran cantidad de flúor resultan inaceptables desde el punto de vista de conservación del medio ambiente.

Es preferible que el contenido total de flúor en la presente mezcla sea de 2,0% o menos, independientemente de su forma de presencia, más preferentemente de 1,5% o menos. Cuando el contenido total de flúor excede 2,0%, se puede dar el caso en el que no sea posible obtener un efecto suficiente de supresión de la carbonatación, o que el fraguado o el endurecimiento se vuelvan inapropiados. Además, como se ha mencionado anteriormente, existe el riesgo de que el flúor lixivie desde el material endurecido fabricado a partir de cemento Portland usando la presente

mezcla, lo que resulta inaceptable desde el punto de vista de que constituye un problema ambiental.

El contenido de γ -2CaO·SiO₂ en la presente mezcla es de 35% o más, preferentemente de 45% o más. No existe valor límite particular sobre el valor límite superior del contenido de γ -2CaO·SiO₂. En la escoria de fabricación de
5 acero, se prefiere una escoria de acero inoxidable o una escoria de período reductor de horno eléctrico, con un gran contenido de γ -2CaO·SiO₂.

En la presente mezcla, es preferible que el contenido total de γ -2CaO·SiO₂, α -CaO·SiO₂ y silicato de calcio y
10 magnesio, que son compuestos no hidráulicos, sea de 65% o más. Es más preferible que el contenido de compuestos no hidráulicos sea de 70% o más. En la presente invención, se pueden mezclar 2CaO·SiO₂ diferente de γ -2CaO·SiO₂, con un máximo de cantidad mezclada de 35%.

Como método para determinar la cantidad del compuesto no hidráulico de la presente mezcla, se puede
15 proporcionar, por ejemplo, un método para identificar las fases cristalinas por medio de difracción de rayos-X en forma de polvo, seguido de cálculo de cada fase cristalina a partir de sus valores de análisis químico, y análisis de Rietvelt usando difracción de rayo-X en forma de polvo.

No existe valor límite particular para el área superficial específica de Blaine de la presente mezcla. No obstante,
20 resulta preferido que el área superficial de Blaine de la presente mezcla sea de 2.000 cm²/g o más. Es preferible que su valor límite superior sea de 8.000 cm²/g o menos. En particular, resulta más preferido un valor de 3.000 cm²/g a 6.000 cm²/g, y el valor más preferido es de 4.000 cm²/g a 6.000 cm²/g. Cuando el área superficial específica de Blaine de la presente mezcla es menor que 2.000 cm²/g, puede darse el caso de que no sea posible obtener la resistencia a la separación de ingredientes, o que el efecto de supresión de la carbonatación resulte insuficiente. Por
25 otra parte, no resulta rentable pulverizar la mezcla para que tenga dicho área superficial específica de Blaine que exceda de 8.000 cm²/g, ya que se requiere una energía de pulverización para obtener dicho área superficial específica de Blaine. Además, cuando el área superficial específica de Blaine es tan grande, la presente mezcla tiende a verse afectada fácilmente por la exposición a la intemperie, y su calidad también tiende a deteriorarse de forma considerable con el tiempo.

La cantidad de la presente mezcla a usar es de 5 a 50 partes, preferentemente de 10 a 40 partes en 100 partes del
30 total de cemento y de la presente mezcla. Cuando la cantidad es menor de 5 partes, puede darse el caso de que no sea posible obtener de manera suficiente el efecto de reducción de calor de hidratación de la presente invención, al tiempo de que cuando la cantidad excede 50 partes, puede darse el caso de que la revelación de resistencia se vea impedida.

En la presente invención, no existe valor límite particular sobre la cantidad de agua a usar. Se puede usar agua en
35 un intervalo de cantidad de uso general. De manera específica, preferentemente la cantidad de agua es de 25 a 60 partes por cada 100 partes del total de cemento y de la presente mezcla. Cuando la cantidad es menor de 25 partes, puede darse el caso en el que no sea posible obtener la aptitud de procesado suficiente, mientras que cuando la cantidad excede 60 partes, puede darse el caso de que la revelación de la resistencia y el efecto de supresión de la carbonatación se vuelvan insuficientes.

Cuando se usa la presente mezcla, se puede cumplir con los estándares de 32,5 N/mm² mezclando de
45 aproximadamente 20 a 35 partes de la presente mezcla en 100 partes de la presente composición de cemento, y se puede cumplir con los estándares de 42,5 N/mm² mezclando de aproximadamente 10 a 20 partes de la presente mezcla en 100 partes de la presente composición de cemento.

Aunque no existe limitación particular sobre el cemento a usar en la presente invención, es preferible usar un
50 cemento que contenga cemento Portland. Se pueden proporcionar varios tipos de cemento Portland, tales como cemento de resistencia normal, de elevada resistencia temprana, de resistencia temprana super elevada, de bajo calor y de moderado calor. Además, se pueden proporcionar varios tipos de cemento mixtos, mezclando dichos cementos Portland con escoria de alto horno, ceniza volante o sílice, cementos que utilizan residuos, producidos por medio del uso de cenizas o residuos sólidos urbanos incinerados o lodos de depuración de agua residuales,
55 denominados Eco-cemento (R) y cemento con sustancia de relleno con polvo de caliza o similar mezclado con el mismo, y se puede usar uno o dos o más de estos.

La presente invención resulta útil para el cemento portland que contiene escoria de alto horno o Ecocemento, para
60 los cuales se requiere una supresión intensa del efecto de carbonatación. En particular, el más preferido es el uso en la combinación con cemento portland que contiene escoria de alto horno.

No existe limitación particular sobre el tamaño de partícula de la composición de cemento de la presente invención,
ya que depende de su finalidad de uso y de su aplicación. No obstante, en términos de valor del área superficial
65 específica de Blaine, se prefiere un valor de 2.500 cm²/g a 8.000 cm²/g, siendo más preferible un valor de 3.000 cm²/g a 6.000 cm²/g. Cuando es menor de 2.500 cm²/g, puede darse el caso de que no sea posible obtener una revelación de resistencia suficiente, mientras que cuando excede 8.000 cm²/g puede darse el caso de que la aptitud

de procesado se vea impedida.

En la presente invención, además de los áridos tales como cemento, la presente mezcla, arena y grava, se puede emplear uno o dos o más materiales de mezcla tales como polvo fino de escoria de alto horno granulada, polvo fino de escoria de alto horno enfriada de forma lenta, polvo fino de caliza, cenizas volantes y sílice pirógena, aditivos
5
tales como un aditivo expansivo, material de endurecimiento rápido, agente reductor de agua, agente reductor de agua AE, agente super reductor de agua, agente super reductor de agua AE, agente anti-espumante, agente espesante, agente de protección del templado, agente anti-congelante, agente de reducción de la contracción, polímeros, agente de ajuste del fraguado, minerales de arcilla tales como bentonita y un intercambiador aniónico tal
10 como hidrotalcita, aditivos conocidos de forma convencional para su uso en materiales de cemento comunes, mezclas y áridos, en los intervalos en los cuales los objetivos de la presente invención no se vean impedidos de forma sustancial.

Se puede usar la composición de cemento de la presente invención mezclando cada material en el momento de trabajo, o se puede mezclar una parte o todos los materiales por adelantado.
15

Además, en la presente invención, no existe limitación particular sobre el método de mezcla de cada material y agua. Cada material se puede mezclar en el momento de trabajo, o puede ser que parte o la totalidad de los materiales se hayan mezclado por adelantado. De manera alternativa, parte de los materiales se mezcla con agua, y
20 posteriormente los materiales restantes se pueden mezclar con ésta.

Como aparato de mezcla, se puede usar cualquier aparato convencional. Por ejemplo, se puede emplear un dispositivo de mezcla inclinado, un dispositivo de mezcla de Omin, un dispositivo de mezcla de Henschel, un dispositivo de mezcla de tipo V y un dispositivo de mezcla de Nauta.
25

Ejemplos

A continuación, se explica más la presente invención en base a los ejemplos de experimento de la presente invención.
30

EJEMPLO DE EXPERIMENTO 1

En 100 partes de una composición de cemento formada por cemento y una mezcla, mediante el uso de la mezcla en las cantidades que se muestran en la Tabla 1, se prepararon morteros con una proporción de agua/composición de
35 cemento de 50/100 y una proporción de composición de cemento/arena de 1/3, de manera que se llevó a cabo la medición de la resistencia compresiva y los ensayos de carbonatación acelerada. A modo de comparación, se llevaron a cabo las mismas mediciones y ensayos por medio del uso de polvo fino de caliza en lugar de la presente mezcla. Los resultados de ambos se muestran en la Tabla 1.

<Materiales empleados>

Cemento: Cemento Portland convencional (fabricado por Denki Kagaku Kogyo, K.K., gravedad específica de 3,15)

Mezcla A: γ -2CaO·SiO₂. Sintetizada por medio de mezcla de carbonato de calcio de reactivo de primera calidad y dióxido de silicio en una proporción molar de 2:1, sometiendo la mezcla a tratamiento térmico a 1.400 °C durante 2 horas y posteriormente enfriando con aire la misma en el horno. Área superficial específica de Blaine, 4.000 cm²/g. El contenido de flúor estuvo por debajo del límite de detección. No estuvo presente una disolución de sólidos de 12CaO·7Al₂O₃.

Mezcla B: α -2CaO·SiO₂. Sintetizada por medio de mezcla de carbonato de calcio de reactivo de primera calidad y dióxido de silicio en una proporción molar de 1:1, sometiendo la mezcla a tratamiento térmico a 1.500 °C durante 2 horas, sacándola del horno y posteriormente enfriando rápidamente la misma. El contenido de flúor estuvo por debajo del límite de detección. No estuvo presente una disolución de sólidos de 12CaO·7Al₂O₃. Área superficial específica de Blaine, 4.000 cm²/g.

Mezcla C: Mervinita 3CaO·MgO·SiO₂ (C₃MS₂). Sintetizada por medio de mezcla de carbonato de calcio de reactivo de primera calidad, óxido de magnesio y dióxido de silicio en una proporción molar de 3:1:2, sometiendo la mezcla a tratamiento térmico a 1.400 °C durante 2 horas, sacándola del horno y posteriormente enfriando la misma de forma rápida. Área superficial específica de Blaine, 4.000 cm²/g. El contenido de flúor estuvo por debajo del límite de detección. No estuvo presente una disolución de sólidos de 12CaO·7Al₂O₃.

Mezcla D: Aquermanita 2CaO·MgO·2SiO₂. Sintetizada por medio de mezcla de carbonato de calcio de reactivo de primera calidad, óxido de magnesio y óxido de silicio en una proporción molar de 2:1:2, sometiendo la mezcla a tratamiento térmico a 1.400 °C durante 2 horas, sacándola del horno y posteriormente enfriando la misma de forma rápida. Área superficial específica de Blaine,

4.000 cm²/g. El contenido de flúor estuvo por debajo del límite de detección. No estuvo presente una disolución de sólidos de 12CaO·7Al₂O₃.

Mezcla E: Polvo fino de caliza. Componente principal, carbonato de calcio. Área superficial específica de Blaine, 4.000 cm²/g

Agua: Agua corriente

Arena: Arena de estándar JIS

<Método de medición>

Resistencia compresiva: Se preparó un producto moldeado de 4 x 4 x 16 cm y se midió de acuerdo con JIS R 5201.

Elevación de la temperatura adiabática: Medida por medio del uso de un aparato de ensayo de elevación de la temperatura de tipo circulación de aire.

Profundidad de la carbonatación: Se preparó un producto moldeado de 4 x 4 x 16 cm y se sometió a curado con agua a 20 °C hasta que se alcanzaron 28 días de envejecimiento del material, y posteriormente se sometió a una combinación acelerada a 30 °C, humedad relativa de 60%, en una atmósfera que contenía dióxido de carbono a una concentración de 5%, durante un período de tiempo pre-determinado. Se confirmó la profundidad por medio de revestimiento de un corte transversal del mortero con una disolución de alcohol de 1% de fenofaleína.

5 EJEMPLO DE EXPERIMENTO 2

10 Se llevaron a cabo los experimentos de la misma forma que en el Ejemplo 1, exceptuando que se modificó el área superficial específica de Blaine de cada mezcla como se muestra en la Tabla 2, y que se usaron 25 partes en 100 partes de las composiciones de cemento. Además, se usa escoria como mezcla. A modo de comparación, también se llevaron a cabo los mismos experimentos con respecto a los casos en los que se usaron polvo fino, volastonita natural y β-2CaO·SiO₂. Los resultados también se muestran juntos en la Tabla 2.

<Materiales empleados>

Mezcla F: Volastonita natural (β-2CaO·SiO₂). Área superficial específica de Blaine, 4.000 cm²/g.

Mezcla G: β-2CaO·SiO₂. Sintetizada por medio de mezcla de carbonato de calcio de reactivo de primera calidad y dióxido de magnesio en una proporción molar de 2:1, añadiendo 100 partes de esta mezcla a 0,5 partes de MgO, 0,5 partes de Al₂O₃ y 0,5 partes de ácido bórico, sometiendo la mezcla a tratamiento térmico a 1.500 °C durante 2 horas en un horno eléctrico, sacándola posteriormente del horno y enfriando la misma de forma rápida. Área superficial específica de Blaine, 4.000 cm²/g.

15

EJEMPLO DE EXPERIMENTO 3

20 Se llevaron a cabo los experimentos de la misma forma que en el Ejemplo 1 exceptuando que se usó cada tipo de escoria de fabricación de acero en forma de mezcla. Los resultados se muestran juntos en la Tabla 3.

<Materiales empleados>

Cemento: Cemento Portland convencional disponible comercialmente

Polvo de escoria 1: Escoria de período reductor de horno eléctrico, contenido de CaO de 52%, contenido de SiO₂ de 27%, contenido de Al₂O₃ de 11%, contenido de MgO de 0,5%, contenido de F de 0,7%. Las fases principales del compuesto químico son contenido de γ-2CaO·SiO₂ de 45%, contenido de α-2CaO·SiO₂ de 20% y contenido de disolución de sólidos de 12CaO·7Al₂O₃ de 25%. El contenido de compuestos no hidráulicos es de 65% con el contenido total de γ-2CaO·SiO₂ de 45% y el contenido de α-CaO·SiO₂ de 20%.

Polvo de escoria 2: Escoria de acero inoxidable, contenido de CaO de 52%, contenido de SiO₂ de 28%, contenido de MgO Mervinita 3CaO·MgO·2SiO₂ de aproximadamente 44%, contenido

de magnesia libre de aproximadamente 4%. El contenido de compuestos no hidráulicos es de aproximadamente 79% con el contenido total de γ -2CaO·SiO₂ de 35% y el contenido de mervinita 3CaO·MgO·2SiO₂ de aproximadamente 44%. Área superficial específica de Blaine, 4.000 cm²/g.

Polvo de escoria 3: Escoria de periodo reductor de horno eléctrico, contenido de CaO de 53%, contenido de SiO₂ de 35%, contenido de Al₂O₃ de 4%, contenido de MgO de 6%, contenido de F de 1,5%. Las fases principales del compuesto químico son contenido de γ -2CaO·SiO₂ de 40%, contenido de cuspidina de aproximadamente 14%, contenido de mervinita 3CaO·MgO·2SiO₂ de aproximadamente 40%. El contenido de compuestos no hidráulicos es de aproximadamente 95% con el contenido total de γ -2CaO·SiO₂ de 40%, contenido de cuspidina de aproximadamente 14% y el contenido de mervinita 3CaO·MgO·2SiO₂ de aproximadamente 40%. Área superficial específica de Blaine, 4.000 cm²/g.

Polvo de escoria 4: Escoria de período reductor de horno eléctrico, contenido de CaO de 53%, contenido de SiO₂ de 26%, contenido de Al₂O₃ de 13%, contenido de MgO de 5%, contenido de F de 2,0%. Las fases principales del compuesto químico son contenido de γ -2CaO·SiO₂ de 40%, contenido de disolución de sólidos de 12CaO·7Al₂O₃ de 25%, contenido de cuspidina de aproximadamente 12%, contenido de mervinita 3CaO·MgO·2SiO₂ de aproximadamente 18%. El contenido de compuestos no hidráulicos es de 70% con el contenido total de γ -2CaO·SiO₂ de 40%, contenido de cuspidina de aproximadamente 12% y contenido de mervinita 3CaO·MgO·SiO₂ de aproximadamente 18%. Área superficial específica de Blaine, 4.000 cm²/g.

EJEMPLO DE EXPERIMENTO 4

5 Se llevaron a cabo los experimentos de la misma forma que en el Ejemplo 3 exceptuando que se modificó el área superficial específica de Blaine de cada una de las escorias 1 y 2 como se muestra en la Tabla 4 y que en 100 partes de la composición de cemento, se usaron 20 partes de la escoria. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

EJEMPLO DE EXPERIMENTO 5

10 Se llevaron a cabo los experimentos de la misma forma que en el Ejemplo de Experimento 1 exceptuando que en 100 partes de la composición de cemento, se usaron 25 partes de cada tipo de mezcla con una área superficial específica de Blaine de 4.000 cm²/g y se usó cemento portland con escoria de alto horno.

La tabla 5 también muestra los resultados.

15

<Materiales empleados>

Cemento Portland de escoria de alto horno de tipo B Cemento Portland con escoria de alto horno disponible comercialmente de tipo B

Cemento Portland de escoria de alto horno de tipo C Cemento Portland con escoria de alto horno disponible comercialmente de tipo C

Aplicación industrial

20

Mediante el uso de la mezcla de cemento formada por la composición de cemento de la presente invención, se puede obtener una composición de cemento con un pequeño calor de hidratación y un gran efecto supresor de la carbonatación. En particular, se puede obtener un importante efecto supresor de la carbonatación cuando se usa en cemento portland con escoria de alto horno.

25

Además, la presente invención puede conseguir un efecto que conduce a un uso eficaz de la escoria de fabricación de acero y similares para las cuales todavía no se ha encontrado uso eficaz alguno. Además, en la presente invención, se puede reducir la carga de clínker de manera que se puede conseguir una composición de cemento de las de tipo de baja carga ambiental. Además, también resulta apropiada para cementos que cumplen los estándares EN, que se usan en ingeniería civil y en la industria de construcción.

30

ES 2 393 547 T3

Tabla 1

Experimento N°.	Cemento	Mezcla	Resistencia compresiva (N/mm ²)	Elevación de la temperatura adiabática (°C)	Profundidad de combinación (mm)		Notas
					4 semanas	12 semanas	
1-1	100	0	54,1	53,5	0,5	2,0	Ej. Comp.
1-2	95	A 5	53,9	52,3	0,5	1,5	Ejemplo
1-3	90	A 10	48,5	48,0	1,5	2,0	Ejemplo
1-4	80	A 20	40,7	43,1	2,5	3,5	Ejemplo
1-5	70	A 30	33,0	37,7	4,0	4,5	Ejemplo
1-6	60	A 40	24,2	32,0	7,0	8,5	Ejemplo
1-7	50	A 50	19,5	27,1	8,0	12,0	Ejemplo
1-8	95	B 5	53,1	52,0	0,5	2,0	Ej. Ref.
1-9	90	B 10	48,1	47,5	1,5	3,0	Ej. Ref.
1-10	80	B 20	40,2	42,8	2,0	6,0	Ej. Ref.
1-11	70	B 30	32,2	37,2	3,5	8,0	Ej. Ref.
1-12	60	B 40	23,5	31,8	5,5	12,5	Ej. Ref.
1-13	50	B 50	18,4	26,6	9,5	16,5	Ej. Ref.
1-14	95	C 5	52,1	51,0	0,5	2,5	Ej. Ref.
1-15	90	C 10	45,3	46,7	1,5	3,5	Ej. Ref.
1-16	80	C 20	38,5	41,9	3,0	6,5	Ej. Ref.
1-17	70	C 30	31,0	36,5	4,5	8,5	Ej. Ref.
1-18	60	C 40	22,7	31,4	6,5	13,5	Ej. Ref.
1-19	50	C 50	17,9	26,3	9,0	*	Ej. Ref.
1-20	95	D 5	53,2	51,8	0,5	3,5	Ej. Ref.
1-21	90	D 10	48,0	47,0	1,5	5,5	Ej. Ref.
1-22	80	D 20	41,0	42,1	3,0	8,5	Ej. Ref.
1-23	70	D 30	32,5	37,7	4,5	12,5	Ej. Ref.
1-24	60	D 40	23,9	32,6	7,5	17,5	Ej. Ref.
1-25	50	D 50	18,9	27,0	10,0	*	Ej. Ref.
1-26	80	A 10 + B 10	40,5	42,8	2,0	4,0	Ejemplo
1-27	80	A 10 + C 10	39,7	42,4	2,0	4,0	Ejemplo
1-28	80	A 10 + D 10	40,5	42,5	2,5	5,0	Ejemplo
1-29	80	B 10 + C 10	39,4	42,2	2,5	6,0	Ej. Ref.
1-30	80	B 10 + D 10	40,1	42,3	3,0	6,5	Ej. Ref.
1-31	80	C 10 + D 10	39,0	41,8	3,0	7,0	Ej. Ref.
1-32	70	A 10 + B 10 + C10	32,5	36,9	3,5	6,0	Ejemplo
1-33	95	E 5	53,6	51,5	1,5	3,5	Ej. Comp.
1-34	90	E 10	47,5	48,5	3,0	9,5	Ej. Comp.
1-35	80	E 20	40,6	43,5	5,0	17,5	Ej. Comp.
1-36	70	E 30	33,0	38,5	8,5	*	Ej. Comp.
1-37	60	E 40	24,2	33,5	15,5	*	Ej. Comp.
1-38	50	E 50	19,5	28,3	*	*	Ej. Comp.
1-39	100	0	33,5	51,9	8,0	*	Ej. Comp.

* Los resultados del Experimento N°. 1-39 son tales que se ajustó la proporción de agua y cemento de manera que tuviera una resistencia compresiva equivalente a la resistencia compresiva de los Experimentos N°. 1-5, 1-11, 1-17, 1-23 y otros. La profundidad de la carbonatación * significa el límite superior de la medición, 20 mm.

Tabla 2

Experimento N°.	Mezcla		Resistencia compresiva (N/mm ²)	Elevación de la temperatura adiabática (°C)	Profundidad de combinación (mm)		Notas
	Tipo	Valor de área superficial específica de Blaine (cm ² /g)			4 semanas	12 semanas	
2-1	A	2.000	38,0	40,2	5,0	7,5	Ejemplo
2-2	A	3.000	38,3	40,3	4,5	5,5	Ejemplo
2-3	A	4.000	38,8	40,5	3,0	4,0	Ejemplo
2-4	A	6.000	40,0	40,7	2,0	3,5	Ejemplo
2-5	A	8.000	40,7	41,1	1,5	3,0	Ejemplo
2-6	B	2.000	38,5	39,8	5,0	9,5	Ej. Ref.
2-7	B	3.000	38,5	39,9	4,0	8,0	Ej. Ref.
2-8	B	4.000	39,1	40,1	3,0	7,0	Ej. Ref.
2-9	B	6.000	39,4	40,2	2,0	6,0	Ej. Ref.
2-10	B	8.000	39,7	40,5	1,0	6,0	Ej. Ref.
2-11	C	2.000	40,7	40,2	5,0	10,5	Ej. Ref.
2-12	C	3.000	41,1	39,6	4,0	8,5	Ej. Ref.
2-13	C	4.000	41,5	39,2	2,5	7,5	Ej. Ref.
2-14	C	6.000	41,7	38,5	2,0	6,5	Ej. Ref.
2-15	C	8.000	41,9	38,2	2,0	6,5	Ej. Ref.
2-16	E	4.000	39,1	41,0	6,5	19,0	Ej. Comp.
2-17	F	4.000	38,5	43,2	6,5	18,0	Ej. Comp.
2-18	G	4.000	47,5	49,3	5,5	12,5	Ej. Comp.

Tabla 3

Experimento N°.	Cemento	Polvo de escoria	Resistencia compresiva (N/mm ²)	Elevación de la temperatura adiabática (°C)	Profundidad de combinación (mm) 4 semanas	Notas
1-1	100	0	54,1	53,5	0,5	Ejemplo
3-1	95	1 5	53,4	52,5	0,5	Ejemplo
3-2	90	1 10	46,9	50,0	2,0	Ejemplo
3-3	80	1 20	39,5	45,5	3,5	Ejemplo
3-4	70	1 30	32,0	40,0	5,0	Ejemplo
3-5	60	1 40	23,7	35,5	10,5	Ejemplo
3-6	50	1 50	19,0	28,9	16,0	Ejemplo
3-7	95	2 5	53,1	52,0	0,5	Ejemplo
3-8	90	2 10	46,5	49,0	2,0	Ejemplo
3-9	80	2 20	39,1	44,5	3,0	Ejemplo
3-10	70	2 30	31,7	39,0	4,5	Ejemplo
3-11	60	2 40	23,3	34,5	9,5	Ejemplo
3-12	50	2 50	19,5	27,7	13,5	Ejemplo
3-13	95	3 5	53,5	51,0	0,5	Ejemplo
3-14	90	3 10	47,2	48,0	2,0	Ejemplo
3-15	80	3 20	40,5	43,0	3,0	Ejemplo
3-16	70	3 30	33,0	38,0	4,5	Ejemplo
3-17	60	3 40	25,0	33,0	10,0	Ejemplo
3-18	50	3 50	17,6	26,8	14,5	Ejemplo
3-19	95	4 5	51,1	50,1	1,0	Ejemplo
3-20	90	4 10	46,5	47,0	2,5	Ejemplo
3-21	80	4 20	39,8	42,2	4,0	Ejemplo
3-22	70	4 30	32,5	37,3	7,0	Ejemplo
3-23	60	4 40	24,3	32,1	12,5	Ejemplo
3-24	50	4 50	19,1	28,7	19,5	Ejemplo
3-25	80	1 10+ 2 10	39,3	45,0	3,2	Ejemplo

Tabla 4

Experimento N°.	Mezcla (polvo de escoria)	Valor de área superficial específica de Blaine (cm ² /g)	Resistencia compresiva (N/mm ²)	Elevación de la temperatura adiabática (°C)	Profundidad de combinación (mm) 4 semanas
4-1	1	2.000	39,0	45,0	5,0
4-2	1	3.000	39,0	45,0	5,0
3-4	1	4.000	39,5	45,5	3,5
4-3	1	6.000	39,9	46,0	3,0
4-4	1	8.000	40,3	46,5	2,5
4-5	2	2.000	38,5	44,0	4,5
4-6	2	3.000	38,5	44,0	4,5
3-9	2	4.000	39,1	44,5	3,0
4-7	2	6.000	39,4	45,0	2,5
4-8	2	8.000	39,7	45,5	2,0

Tabla 5

Experimento N°.	Mezcla	Cemento	Resistencia compresiva (N/mm ²)	Elevación de la temperatura adiabática (°C)	Profundidad de combinación (mm)		Notas
					4 semanas	12 semanas	
5-1	Ninguna	Tipo B escoria de alto horno	56,1	53,5	2,0	6,5	Ej. Comp.
5-2	Mezcla A	Tipo B escoria de alto horno	42,2	40,5	1,5	3,0	Ejemplos
5-3	Mezcla B	Tipo B escoria de alto horno	41,7	40,7	5,0	9,0	Ej. Ref.
5-4	Mezcla C	Tipo B escoria de alto horno	39,5	39,0	4,5	8,5	Ej. Ref.
5-5	Mezcla D	Tipo B escoria de alto horno	41,9	39,8	5,5	10,5	Ej. Ref.
5-6	Mezcla E	Tipo B escoria de alto horno	42,4	41,0	9,0	-	Ej. Comp.
5-7	Escoria 1	Tipo B escoria de alto horno	40,2	41,4	4,5	7,0	Ejemplos
5-8	Escoria 2	Tipo B escoria de alto horno	40,6	39,4	4,5	6,5	Ejemplos
5-9	Escoria 3	Tipo B escoria de alto horno	37,1	37,7	6,5	9,5	Ejemplos
5-10	Escoria 4	Tipo B escoria de alto horno	38,4	38,8	5,5	8,0	Ejemplos
5-11	Ninguna	Tipo C escoria de alto horno	51,6	44,5	10,5	*	Ej. Comp.
5-12	Mezcla A	Tipo C escoria de alto horno	38,5	33,1	2,5	6,5	Ejemplos
5-13	Mezcla B	Tipo C escoria de alto horno	36,7	33,3	8,5	14,5	Ej. Ref.
5-14	Mezcla C	Tipo C escoria de alto horno	35,1	32,2	8,0	14,0	Ej. Ref.
5-15	Mezcla D	Tipo C escoria de alto horno	37,7	32,7	10,5	18,5	Ej. Ref.
5-16	Mezcla E	Tipo C escoria de alto horno	39,0	33,5	16,5	*	Ej. Comp.
5-17	Escoria 1	Tipo C escoria de alto horno	38,0	34,5	8,5	13,5	Ejemplos
5-18	Escoria 2	Tipo C escoria de alto horno	36,9	33,0	8,0	12,5	Ejemplos
5-19	Escoria 3	Tipo C escoria de alto horno	33,2	31,1	12,5	18,5	Ejemplos
5-20	Escoria 4	Tipo C escoria de alto horno	35,8	32,4	10,0	15,5	Ejemplos

ES 2 393 547 T3

Experimento Nº.	Mezcla	Cemento	Resistencia compresiva (N/mm ²)	Elevación de la temperatura adiabática (°C)	Profundidad de combinación (mm)		Notas
					4 semanas	12 semanas	
* Nota: Tipos de cemento Tipo B de escoria de alto horno: Cemento portland con escoria de alto horno disponible comercialmente Tipo C de escoria de alto horno: Cemento portland con escoria de alto horno disponible comercialmente							

REIVINDICACIONES

1. Una composición de cemento que comprende un cemento y una mezcla de cemento **caracterizada por** comprender al menos uno o más compuestos no hidráulicos seleccionados entre el grupo que consiste en γ - $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, α - $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ y silicato de calcio y magnesio;
5 en la que el contenido de la mezcla de cemento es de 5 a 50 partes en peso en 100 partes en peso de la cantidad total de cemento y de la mezcla de cemento, y el contenido de γ - $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ en la mezcla de cemento es de 35% en peso o más.
- 10 2. La composición de cemento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende agua en la cantidad de 25 a 60 partes en peso por cada 100 partes en peso del total de cemento y dicha mezcla.
3. La composición de cemento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en la que el contenido de flúor de la mezcla de cemento es de 2,0% o menos, y el contenido de $12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ y/o $11\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ es de 25% o menos.
15
4. La composición de cemento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que el compuesto que contiene el compuesto no hidráulico es una escoria de fabricación de acero.
5. La composición de cemento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que el contenido total de γ - $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, α - $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ y silicato de calcio y magnesio en la mezcla de cemento es de 65% o más.
20
6. La composición de cemento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que el área superficial específica de Blaine de la mezcla de cemento es de $2.000\text{ cm}^2/\text{g}$ o más.
- 25 7. La composición de cemento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que el silicato de magnesio y calcio es $3\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot 2\text{SiO}_2$, $2\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$ o $\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$.
8. La composición de cemento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que el cemento es cemento Portland.
30
9. La composición de cemento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que el cemento es un cemento portland con escoria de alto horno.
10. La composición de cemento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en la que cuando se usa melilita como silicato de calcio y magnesio, el contenido de gehlenita en la melilita es de 30% en peso o menos.
35
11. La composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en la que el silicato de calcio y magnesio es mervinita representada por medio de $3\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot 2\text{SiO}_2$, aquermanita representada por medio de $2\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot 2\text{SiO}_2$ o monticelita representada por medio de $\text{CaO}\cdot\text{MgO}\cdot\text{SiO}_2$.
40
12. Un método para evitar la carbonatación de un material endurecido de cemento formado mediante el uso de la composición de cemento que se define en las reivindicaciones 1 a 11.
- 45 13. El uso de una mezcla de cemento **caracterizada por** comprender al menos uno o más compuestos no hidráulicos seleccionados entre el grupo que consiste en γ - $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, α - $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ y silicato de calcio y magnesio para evitar la carbonatación de un material endurecido de cemento, en el que el contenido de γ - $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ en la mezcla de cemento es de 35% en peso o más.