

DESCRIPCIÓN

COMPOSICIÓN DE HORMIGÓN

La invención se refiere a una composición de concreto que comprende en una mezcla con agua, un ligante hidráulico, arena, áridos, con tiempo de secado reducido una vez endurecido.

Además, la invención se refiere a una composición de ligante hidráulico para producir un concreto con tiempo de secado reducido, mientras tiene la capacidad de proveer una buena cantidad de agua de exudación, excelente comportamiento de concreto fresco y que comprende cemento portland común, opcionalmente un material cementoso suplementario y un agente expansivo.

El concreto es un material de construcción usado con mucha frecuencia que presenta una elevada resistencia y buena duración. Además de áridos y agua, también contiene cemento portland como un ligante hidráulico que produce fases que generan resistencia mediante la reacción y la solidificación en contacto con agua. El concreto basado en clínker de cemento portland es así uno de los materiales de construcción más importantes a nivel mundial.

Cuando las formulaciones de cemento portland se mezclan con agua, las reacciones de hidrogenación comienzan de inmediato a formar minerales. Estas reacciones generan calor y forman una microestructura densa de hidratos de cemento que provee al concreto de su resistencia final y sus propiedades de durabilidad. El agua adicionada a una composición de concreto

también es un reactivo químico que primero actúan disolviendo los componentes minerales del cemento portland. Cuando se disuelven estos minerales, aumenta la concentración principalmente de calcio, hidróxido, silicato, aluminato y iones de sulfato en el agua de la composición del concreto fresco. Cuando la concentración alcanzó un nivel suficientemente alto, un punto de super-saturación, los iones precipitan en forma de hidratos minerales, tal como etringita o gel de CSH. Estos hidratos contienen grandes cantidades de agua retenida en sus estructuras minerales respectivas.

Un metro cúbico de concreto habitualmente contiene entre 140 y 200 l de agua, y entre 280 y 450 kg de ligante hidráulico. En la mayoría de las composiciones de concreto, la cantidad total de agua excede la estequiometría de las reacciones de hidrogenación del cemento portland, lo que significa que incluso después de su tiempo final de fraguado, existen grandes cantidades de agua libre en la estructura de concreto. Esta agua llena los poros capilares dentro de la masa de concreto y gradualmente se evapora a lo largo del tiempo.

Cuando se usa concreto para pavimentos interiores, en muchos casos la superficie endurecida del concreto después es cubierta con capas de protección o decorativas, tal como pintura, selladores, moquetas o madera. Esta capa adicional forma una barrera para la migración de agua y en caso de cantidades grandes de agua libre que aún permanece en la estructura del concreto, las capas de protección o decorativas sufren cambios físicos o químicos debidos a la migración de agua. Los resultados finales son cambios irregulares en el color del recubrimiento, la reducción de su adherencia a la superficie

de concreto que se encuentra debajo o el hinchamiento de pavimentos de madera. En todas estas situaciones falla el recubrimiento del concreto y debe ser reemplazado. Los costos y retrasos asociados constituyen potencialmente un factor relevante para la industria de la construcción. Para evitar esto, se mide la humedad relativa dentro de la masa de concreto conforme los procedimientos descritos en los estándares ASTM F2170 y F2420, y los pavimentos de concreto deberían cubrirse después de que desciende la humedad relativa hasta menos de un valor umbral del 80 %. En la práctica, el secado de pavimentos de concreto es lento: habitualmente puede requerir de 6 a 8 semanas hasta que la humedad relativa alcance el 80 %. Constituye una finalidad de esta invención reducir estos tiempos de secado.

En los documentos US 2011/0015306 y US 2012/097072 se revelan composiciones de concreto con tiempo de secado reducidos. Los concretos descritos se caracterizan por una proporción relativamente baja de agua respecto de cemento de entre 0,2 y 0,4, la adición de materiales cementosos finos de alta reactividad, el uso de aditivo estándar que reduce la contracción, y el uso de un agente atenuante del vapor seleccionado de sales de haluros de metales alcalinos, sales de nitrato de metales alcalinos y sales de nitrato de metales alcalinos. La proporción de agua y cemento se mantiene lo más baja posible a fin de asegurar que la cantidad de agua libre en la losa de concreto se mantenga baja. Los materiales cementosos finos de mayor reactividad incrementan la formación de hidratos durante los estados prematuros de las reacciones de endurecimiento; a su vez aumenta la proporción entre agua retenida en hidratos minerales y agua libre en las soluciones

de los poros. Los materiales finos preferidos son carbonatos de calcio finos o sílice pirógena fina. Se usan aceleradores tal como nitrito de sodio o silicato de calcio con el mismo propósito, dado que aumentan la formación de hidratos. Se cree que un agente reductor estándar de contracción tal como polipropilén glicol favorece la formación de un reticulado más denso de poros capilares más pequeños en la estructura del concreto, la facilitación de la migración del agua libre a la superficie del concreto cuando evapora. En el caso de losas de concreto de poco peso, se prefiere adicionar partículas de polímero sintéticas a áridos livianos dado que estos últimos productos retardan considerablemente el secado del concreto. Un reductor de agua de alto rendimiento también asegura una buena capacidad de trabajo. La combinación de todos estos elementos posibilita que los tiempos de secado sean tan reducidos como tres a cuatro semanas.

Cuando se usa concreto en aplicaciones tales como losas y pavimentos, es necesario que cumpla con criterios específicos de rendimiento, tal como un valor de asentamiento de 10 a 15 cm, una viscosidad plástica relativamente baja para facilitar su colocación y suficiente agua de exudación, p. ej., una película de agua que se forma sobre la superficie del concreto después de haber sido puesto en obra. Esta película de agua asegura un acabado sencillo de la superficie del concreto fresco, y provee una protección de auto-curado que evita la formación de fisuras.

Las composiciones de concreto que se han descrito en los documentos US2011/0015306 y US2012/097072 se caracterizan por presentar una proporción menor de agua y cemento que los

concretos convencionales de pavimentos, y porque contienen materiales reactivos finos. Estas dos características tienen ambas un efecto negativo sobre la reología del concreto fresco: el concreto fresco tiende a la pegajosidad, presenta el riesgo de un tiempo de retención de menor capacidad de trabajo y que puede no producirse agua de exudación. Una finalidad de esta invención es desarrollar una composición de concreto con tiempos de secado reducidos que también tenga una menor viscosidad, buena retención de capacidad de trabajo y con la cual siempre se logre una cantidad suficiente de agua de exudación.

Para cumplir con este y otros objetivos, la invención se caracteriza en que el ligante hidráulico comprende un cemento portland de alta reactividad y el ligante hidráulico está presente en una cantidad de 280-340 kg por metro cúbico de concreto, en que un aditivo que reduce la contracción está presente en una cantidad de 0-4 l por metro cúbico de concreto y en que el agua está presente en una cantidad de 140-160 l por metro cúbico de concreto.

Se comprobó que el concreto de la invención presenta las siguientes ventajas: cuando está fresco, la reología es similar al concreto convencional para aplicaciones en pavimentos (viscosidad reducida, asentamiento y retención de asentamiento por tiempo prolongado). Además, el tiempo de fraguado y el desarrollo de resistencia son similares a los del concreto convencional. Además, después de endurecerse, los tiempos de secado son significativamente menores.

En particular, se comprobó que el uso de un cemento portland con una elevada reactividad contribuye a lograr las ventajas antes indicadas de la invención. Preferentemente, se considera que un cemento portland presenta una elevada reactividad, en caso que, ya sea cuando se lo usa solo o en combinación con otros ligantes hidráulicos, brinde una resistencia a la compresión a los 28 días de al menos 52,5 MPa y/o una resistencia a la compresión en un día de al menos 20 MPa de acuerdo con los estándares europeos EN 196-2.

En particular, la reactividad del ligante hidráulico es seleccionada de manera que se obtiene a los 28 días una resistencia a la compresión del concreto de > 52,5 MPa de acuerdo con los estándares europeos EN 196-2.

En particular, la reactividad del ligante hidráulico es seleccionada de manera que se obtiene en un día una resistencia a la compresión del concreto de > 20 MPa de acuerdo con los estándares europeos EN 196-2.

Una elevada reactividad del cemento portland puede alcanzarse preferentemente en caso que el cemento portland presente una finura Blaine de 4500-6500 cm²/g.

De acuerdo con una realización preferida de la invención el ligante hidráulico comprende cemento portland común y un material cementoso suplementario, tal como escorias de alto horno granuladas, cenizas volátiles, puzolanas o mezclas de estos. El material cementoso suplementario preferentemente está presente en una cantidad de 1-20 % en peso del ligante hidráulico. A los efectos de lograr una reactividad suficiente,

el material cementoso suplementario preferentemente puede ser de una finura Blaine de 4500-6500 cm²/g.

De acuerdo con la invención la composición de concreto puede contener un aditivo que reduce la contracción en una cantidad de 0-4 l por metro cúbico de concreto. Relacionado con ello se comprobó sorprendentemente que el uso de un aditivo que reduce la contracción con cantidades más pequeñas de ligante por metro cúbico de concreto reduce de modo significativo el tiempo de secado del concreto, mientras que con contenidos más elevados de ligante, se produce la tendencia de retardar el secado del concreto. Cuando es usado en condiciones específicas, el aditivo que reduce la contracción acelera el secado del concreto endurecido.

En vista de lo mencionado en lo que antecede, en una realización preferida de la invención se prevé que el aditivo que reduce la contracción esté presente en una cantidad de 3-4 l por metro cúbico de concreto y el ligante hidráulico esté presente en una cantidad de 280-310 kg por metro cúbico de concreto. Así, se usa una cantidad relativamente elevada del aditivo que reduce la contracción para reducir el tiempo de secado del concreto con menores cantidades de ligante por metro cúbico de concreto. Por el contrario, en otra realización preferida de la invención, no se usa aditivo o se usa una cantidad pequeña de aditivo que reduce la contracción con cantidades más elevadas de ligante por metro cúbico de concreto. En particular, el aditivo que reduce la contracción puede estar presente en una cantidad de 0-1 l por metro cúbico de concreto y el ligante hidráulico puede estar presente en una cantidad de 310-340 kg por metro cúbico de concreto.

En el contexto de la invención, pueden usarse aditivos líquidos convencionales que reducen la contracción. Los aditivos químicos que reduce la contracción son los de uso más habitual para mitigar la contracción del secado de concreto. En la mayoría de los casos son una mezcla líquida de agentes tensioactivos y glicoles. Su mecanismo de acción radica en la reducción de la tensión superficial y de las fuerzas capilares en la evaporación de agua libre en los poros de menos de 50 nm de diámetro. Estos aditivos químicos no producen la expansión del concreto, ni tampoco evitan su contracción: la finalidad principal es reducir el alcance de la contracción.

Preferentemente, el aditivo que reduce la contracción es un aditivo orgánico, en particular basado en polipropilen glicol, polietilen glicol y/o un derivado de glicol éter, preferentemente en una mezcla líquida con agentes tensioactivos.

A los efectos de mejorar la capacidad de trabajo de la masa de concreto, la mezcla pueden comprender preferentemente un agente reductor de agua, en particular un policarboxilato basado en éter o un polinaftalen sulfonato basado en un aditivo plastificante, estando presente el agente reductor de agua preferentemente en una cantidad de entre 0,4 y 1,5 % en peso del ligante hidráulico.

Los aditivos plastificantes en ocasiones también se denominan agentes de dispersión o agentes de fluencia y son aplicados con fines de mejorar la procesabilidad respecto de la fluidez. Tales aditivos son moléculas orgánicas de cadena larga que se agrupan alrededor de partículas de cemento y así producen

repulsión electroestática entre las partículas o la estabilización estérica de dichas partículas, aumentando así la fluidez del material constructivo.

De acuerdo con una realización preferida de la invención, la composición de concreto comprende además un agente expansivo, tal como CaO , preferentemente en una cantidad de 0,5-3 % en peso del ligante hidráulico. El óxido de calcio es un agente expansivo conocido que es capaz de compensar la contracción natural por secado al que está sujeto el concreto durante su vida útil. Ello reduce la formación de fisuras resultantes de la contracción plástica de la masa de concreto que a su vez aumenta la impermeabilidad al agua de las estructuras de concreto. Se comprobó que la adición de óxido de calcio en una dosificación de hasta 3,0 % en peso no tiene un impacto significativo sobre los tiempos de secado del concreto.

La composición de concreto de la invención, en particular mediante el ajuste de la cantidad de agua y ligante hidráulico, permite alcanzar un flujo del concreto recién mezclado a los 10 min de al menos 100 mm +/- 10 mm.

En una realización particularmente preferida, en el plazo de menos de 30-50 días, en particular menos de 30-40 días, el concreto presenta después de la puesta en obra una humedad relativa de 80 % de acuerdo con ASTM F2170.

La invención se describirá ahora con referencia a las siguientes realizaciones indicadas a modo de ejemplo.

El concreto se mezcló de acuerdo con diferentes diseños tal como se describe en la Tabla 1. Los áridos usados en todas las composiciones de concreto fueron idénticos y conforme una graduación de tamaño 0-16 Fuller. Todos los concretos contenían 150 l de agua por metro cúbico. La dosificación del aditivo se ajustó para alcanzar un asentamiento del concreto a los 10 minutos de 100 mm +/- 10 mm. Se tamizó el mortero de concreto y se moldearon y curaron losas de concreto de 30 por 90 cm de tamaño y 15 cm de espesor en un ambiente a 20°C y 65 % de humedad relativa. El mortero se colocó en un recipiente y se dejó asentar durante 45 minutos. Luego el recipiente se inclinó con cuidado y el agua que surgió se recolectó y se pesó. La exudación luego se expresó como un porcentaje del agua total en la composición de concreto. La humedad relativa se midió como una función de tiempo conforme el procedimiento descrito en ASTM F2170, y en la Tabla 2 se indica el tiempo en días requerido para alcanzar el 80 % de humedad relativa.

Tabla 1:

Mezcla #	Total de ligante (kg/m³)	Contenido de escoria (% en peso)	Reductor de agua (% en peso)	Agente reductor de la contracción (L/m³)	CaO (% en peso)
1	280	15	0,5	0	0
2	280	15	0,7	0	3
3	340	15	0,5	4	0
4	340	15	0,6	4	3
5	280	15	0,5	4	0
6	280	15	0,7	4	3
7	340	15	0,5	0	0
8	340	15	0,7	0	3

Los resultados indicados en la Tabla 2 ilustran que en las condiciones de laboratorio descritas, el concreto de referencia (mezcla #1) requiere 100 días para secar hasta una humedad relativa interna de 80 %. La adición de 3 % de óxido de calcio no tiene un impacto significativo sobre los tiempos de secado. La comparación de las líneas 1 y 2 con las líneas 7 y 8 muestra que al incrementar el contenido de ligante se reducen significativamente los tiempos de secado. Resulta interesante que la línea 6 ilustra que los mismos tiempos de secado más cortos pueden lograrse con concreto más pobre que contiene 4 l/m³ del agente reductor de la contracción. Por el contrario, al comparar las líneas 3 y 4 con las líneas 7 y 8 se observa que la adición del agente reductor de la contracción a un concreto que contiene más ligante por metro cúbico aumenta los tiempos de secado, lo que implica el efecto contrario al observado con 280 kg de ligante por metro cúbico.

En todos los sistemas se recolecta el agua exudada en todos los sistemas, y presenta el valor más elevado en el concreto de referencia (mezcla #1). Incluso las composiciones de concreto con los tiempos de secado más breves presentan cantidades aceptables de agua exudada.

Tabla 2:

Mezcla #	Tiempo para alcanzar 80 % de humedad relativa (días)	Exudación en 45 minutos (% en peso)
1	100	4,6
2	105	3,2
3	69	3,2
4	75	2,2
5	39	4,5

Mezcla #	Tiempo para alcanzar 80 % de humedad relativa (días)	Exudación en 45 minutos (% en peso)
6	47	3,8
7	40	3,1
8	39	2,4

En síntesis, la invención describe composiciones de concreto que combinan varias propiedades físicas opuestas: tiempos de secado reducidos, pero buena capacidad de trabajo del concreto fresco y capacidad para generar el exudado de agua en la superficie del concreto después de su realización. Además, las composiciones de concreto de esta invención no presentan pegajosidad. Se determinó que el uso de aditivo que reduce la contracción, en condiciones específicas de cantidades de agua y ligante por metro cúbico de concreto, actúa como un acelerador para el secado del concreto.

Reivindicaciones

1. Composición de concreto que comprende, en una mezcla con agua, un ligante hidráulico, arena y áridos, caracterizada porque el ligante hidráulico comprende un cemento portland de alta reactividad y el ligante hidráulico está presente en una cantidad de 280-340 kg por metro cúbico de concreto, porque un aditivo que reduce la contracción está presente en una cantidad de 0-4 l por metro cúbico de concreto y porque está presente agua en una cantidad de 140-160 l por metro cúbico de concreto.
2. Composición de concreto de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la reactividad del ligante hidráulico es seleccionada de manera que se obtiene una resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de $> 52,5$ MPa.
3. Composición de concreto de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en la que la reactividad del ligante hidráulico es seleccionada de manera que se obtiene una resistencia a la compresión del concreto en un día de > 20 MPa.
4. Composición de concreto de acuerdo con la reivindicación 1, 2 o 3, en la que el aditivo que reduce la contracción está presente en una cantidad de 3-4 l por metro cúbico de concreto y el ligante hidráulico está presente en una cantidad de 280-310 kg por metro cúbico de concreto.
5. Composición de concreto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que el aditivo que reduce la contracción está presente en una cantidad de 0-1 l por

metro cúbico de concreto y el ligante hidráulico está presente en una cantidad de 310-340 kg por metro cúbico de concreto.

6. Composición de concreto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que el aditivo que reduce la contracción es un aditivo orgánico, en particular basado en polipropilén glicol, polietilén glicol y/o un derivado de glicol éter, preferentemente en una mezcla líquida con agentes tensioactivos.
7. Composición de concreto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que el ligante hidráulico comprende un material cementoso suplementario, preferentemente escorias de alto horno molidas granuladas, cenizas volátiles, puzolanas, piedra caliza molida o mezclas de las mismas.
8. Composición de concreto de acuerdo con la reivindicación 7, en la que el material cementoso suplementario está presente en una cantidad de 1-20 % en peso del ligante hidráulico.
9. Composición de concreto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en la que el cemento portland presenta una finura Blaine de 4500-6500 cm²/g.
10. Composición de concreto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en la que el material cementoso suplementario presenta una finura Blaine de 4500-6500 cm²/g.

11. Composición de concreto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende además un agente expansivo, tal como CaO , preferentemente en una cantidad de 0,5-3 % en peso del ligante hidráulico.
12. Composición de concreto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende además un agente reductor de agua, que preferentemente está presente en una cantidad entre 0,4 y 1 % en peso del ligante hidráulico.
13. Composición de concreto de acuerdo con la reivindicación 12, en la que el agente reductor de agua comprende policarboxilato éter o polinaftalen sulfonato.
14. Composición de concreto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en la que la cantidad de agua y ligante hidráulico es seleccionada de modo que se alcanza un fluencia del concreto recién mezclado en 10 min de al menos 100 mm $\pm$ 10 mm.
15. Composición de concreto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en la que el concreto, en el plazo de menos de 30-50 días, en particular menos de 30-40 días, después de la puesta en obra presenta una humedad relativa de 80 % de acuerdo con ASTM F2170.
16. Un ligante hidráulico para producir una composición de mezcla de concreto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15.

17. Un elemento de construcción que comprende concreto o que está hecho de concreto producido usando una composición de mezcla de concreto de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15.

Resumen

Composición de concreto que comprende, en una mezcla con agua, un ligante hidráulico, arena y áridos, caracterizada porque el ligante hidráulico comprende un cemento portland de alta reactividad y el ligante hidráulico está presente en una cantidad de 280-340 kg por metro cúbico de concreto, porque un aditivo que reduce la contracción está presente en una cantidad de 0-4 l por metro cúbico de concreto y porque está presente agua en una cantidad de 140-160 l por metro cúbico de concreto.