Anejo 5

Prescripciones para la utilización del cemento de aluminato de calcio

Contenidos del anejo

1 CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO DE ALUMINATO DE CALCIO 561

2 MATERIALES 561

3 PROYECTO 562

4 DOSIFICACIÓN 562

5 EQUIPOS Y ÚTILES DE TRABAJO 562

6 PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN 562

7 CURADO 563

8 APLICACIONES 563

1 Características del cemento de aluminato de calcio

Mientras los cementos portland deben sus propiedades hidráulicas fundamentalmente a los silicatos de calcio y al aluminato tricálcico, el cemento de aluminato de calcio las debe al aluminato monocálcico. El contenido de Al_2O_3 de este último cemento, según la norma UNE-EN 14647, debe estar comprendido entre el 35 y el 58%, si bien los valores habituales del mismo están entre el 37 y el 43%.

El cemento de aluminato de calcio presenta una serie de características especiales. Así, mientras tiene un tiempo de fraguado prácticamente análogo al del cemento portland, su endurecimiento es mucho más rápido, por lo cual, sus morteros y hormigones presentan al cabo de pocas horas una resistencia del mismo orden que la obtenida a 28 días con cemento portland.

Con el tiempo sus resistencias disminuyen al tener lugar el proceso de conversión, ya que la hidratación del cemento de aluminato de calcio a temperatura ambiente (<25ºC) produce aluminatos de calcio hidratados hexagonales que son metaestables y por ello sufren inevitablemente una transformación (conversión) hacia la forma cúbica de aluminato de calcio hidratado, único compuesto termodinámicamente estable.

Esta conversión ocasiona al hormigón de cemento de aluminato de calcio un aumento de porosidad y por tanto una disminución de resistencia. La conversión puede transcurrir en pocos minutos o necesitar años, ya que la velocidad de transformación depende de diversos factores, y principalmente de la temperatura.

Esta disminución de resistencias puede ser de distinta cuantía. Si se siguen las recomendaciones de su correcto empleo y se utiliza una dosificación de cemento elevada y una relación agua/cemento baja, sus hormigones retienen una resistencia suficientemente elevada. Al contrario, las resistencias pueden descender hasta valores excesivamente bajos en el caso de no seguir las recomendaciones antes citadas.

La resistencia final alcanzada después de la conversión puede evaluarse mediante el ensayo descrito en la norma UNE-EN 14647.

El cemento de aluminato de calcio resiste notablemente mejor que los cementos portland la acción de aguas puras, agua de mar, aguas sulfatadas, aguas residuales, y terrenos yesíferos, así como la acción de sales de magnesio y ácidos diluidos. Sin embargo, sus hormigones son menos resistentes a la acción de los hidróxidos alcalinos.

Para la correcta utilización del cemento de aluminato de calcio en sus distintas aplicaciones se tendrán en cuenta las normas generales válidas para la confección de morteros y hormigones de cemento portland. Asimismo, se deberán seguir las instrucciones específicas que se señalan a continuación.

2 Materiales

El cemento de aluminato de calcio deberá cumplir las prescripciones exigidas en la reglamentación específica vigente, para poder ser utilizado en aquellos casos en los que su empleo está contemplado en el apartado 8 de aplicaciones de este anejo.

Los áridos cumplirán con las especificaciones generales que estipula este Código.

No se deberán utilizar áridos que contengan álcalis liberables y particularmente se debe evitar el empleo de los graníticos, esquistosos, micáceos y feldespáticos.

Se utilizarán áridos finos con un equivalente de arena superior al 85%, según el Anejo A de la norma UNE-EN 933-8 o, en caso contrario, que contengan menos del 5%, en peso, de partículas inferiores a 0,125 mm.

El comportamiento de los aditivos con el cemento de aluminato de calcio es notoriamente diferente del que presentan con el cemento portland. Son, pues, obligados los ensayos previos para establecer la compatibilidad y dosificación apropiada de cada tipo de aditivo.

3 Proyecto

Como resistencia de proyecto de los hormigones de cemento de aluminato de calcio, se tomará la resistencia mínima residual alcanzable después de que el cemento haya llegado a su conversión total, teniendo en cuenta las consideraciones expuestas en el punto 1. Su valor se determinará según el procedimiento experimental descrito en el apartado A.7 del Anexo A de la norma UNE-EN 14647. En cualquier caso, la resistencia de proyecto no superará nunca los 40 N/mm^2.

Debido al pH más bajo y la menor reserva alcalina, las armaduras embebidas en los hormigones fabricados con cemento de aluminato de calcio pueden estar más expuestas a la corrosión. Por ello, y por razones de durabilidad en general, los recubrimientos mínimos que se deben utilizar son:

- En la clase de exposición no agresiva (XO): 20 mm.
- En la clase de exposición normal (XC): 30 o 40 mm en función del diámetro de la armadura y las tensiones del elemento.
- En la clase de exposición marina (XS), cloruros no marinos (XD) y química agresiva (XA): 40 mm.

El recubrimiento mínimo se incrementará en el margen de recubrimiento ΔC_{dev} prescrito en el apartado 43.4.1 del Código Estructural, para obtener el recubrimiento nominal definido en dicho apartado.

4 Dosificación

Se respetará estrictamente el cumplimiento de las siguientes prescripciones:

- No se utilizarán relaciones agua/cemento superiores a 0,4. Para el cálculo del agua de amasado se tendrá en cuenta el agua aportada por los áridos.
- El contenido mínimo de cemento será de 400 kg/m^3.

5 Equipos y útiles de trabajo

Se evitará cualquier posible contacto o contaminación accidental del cemento de aluminato de calcio con otros cementos a base de clínker portland, o con cales o con yesos.

6 Puesta en obra del hormigón

Para la puesta en obra de los hormigones con cemento de aluminato de calcio se recomienda emplear las mismas técnicas que para los hormigones con cemento portland (colado, proyectado, bombeado, etc.). Además se recomienda utilizar métodos de compactación habituales, como por ejemplo, agujas vibrantes.

No se permite el uso de agua reciclada para la fabricación de los hormigones con cemento de aluminato de calcio.

En el hormigonado en tiempo caluroso, los áridos y el agua no deben estar expuestos directamente al sol.

En el hormigonado en tiempo frío se tendrán en cuenta las siguientes precauciones:

- No se utilizarán áridos congelados.
- Se asegurará que la temperatura del hormigón recién elaborado sea la suficiente para que éste pueda permanecer por encima de los 0ºC hasta que se haya iniciado el fraguado y, con él, las reacciones exotérmicas de hidratación del cemento.

7 Curado

En el caso de pavimentos o losas se deberá aplicar inmediatamente un curado inicial del hormigón con productos de curado o protegerlo con arpilleras húmedas. En otros casos de estructuras o elementos de menor superficie, el curado se iniciará, una vez finalizado el fraguado, mediante aspersión o riego en forma continuada, prolongándolo, como mínimo, durante las primeras veinticuatro horas desde la puesta en obra del hormigón.

Es conveniente, al igual que para el cemento portland, evitar la desecación prematura de los elementos de hormigón ya elaborados, especialmente en ambientes calurosos y secos. Una buena recomendación práctica es conservarlos a cubierto, siendo aconsejable regarlos periódicamente durante los primeros días.

Salvo estudio especial, no se debe utilizar el curado térmico.

8 Aplicaciones

De acuerdo con el Artículo 28 del Código Estructural, el empleo de cemento de aluminato de calcio en hormigones deberá ser objeto, en cada caso, de estudio especial, exponiendo las razones que aconsejan su uso y observándose estrictamente las especificaciones contenidas en el presente anejo.

El cemento de aluminato de calcio resulta muy adecuado para:

- Reparaciones rápidas de urgencia.
- Hormigón en medios químicamente agresivos.
- Hormigonado en tiempo frío.

Cuando su uso sea justificable, se puede utilizar en:

- Obras y elementos prefabricados, de hormigón en masa o armado no estructural.
- Determinados casos de cimentaciones de hormigón en masa.
- Hormigón proyectado.

El cemento de aluminato de calcio no resulta indicado para:

- Hormigón armado estructural.
- Hormigón en masa o armado de grandes volúmenes.

El cemento de aluminato de calcio está prohibido para:

- Hormigón pretensado en todos los casos, según el Artículo 28 del Código Estructural.

Por lo que respecta a las clases de exposición, los hormigones fabricados de acuerdo con las especificaciones del presente anejo, se comportan adecuadamente en:

- Ambiente no agresivo X0
- Ambiente marino XS
- Ambiente químicamente agresivo débil XA1

- Ambiente químicamente agresivo medio XA2