

Hormigones de escorias activadas alcalinamente. Comportamiento mecánico y durable

Alkali-activated slag concretes. Mechanical and durability behaviour

Manuel Torres-Carrasco, Maria del Mar Alonso*, Paz Guarner, Ana Zamora y Francisca Puertas

Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc-CSIC), Madrid, España

Recibido el 7 de abril de 2017; aceptado el 12 de abril de 2017

Resumen

El trabajo tiene como objetivo evaluar las resistencias mecánicas y la durabilidad de hormigones de escorias activadas alcalinamente (AASC) utilizando como activador una disolución de silicato sódico hidratado. El comportamiento de estos hormigones en términos de resistencia y porosidad es comparable al rendimiento observado en los hormigones de cemento Portland. Los ensayos realizados mostraron que los hormigones de escoria activada alcalinamente exhibieron una buena durabilidad frente a la penetración de cloruros (multirrégimen UNE 83987) y un buen comportamiento de adherencia a barras de acero corrugado (ensayo de pull-out) comparable a los hormigones de cemento Portland.

© 2017 Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural (ACHE). Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Palabras clave: Activación alcalina; Hormigón; Sostenibilidad; Durabilidad; Adherencia

Abstract

The present study aimed to evaluate the mechanical strengths and durability in alkali activated slag concretes (AASC) using a solution of sodium silicate hydrate as activator. The behaviour of these concretes, in terms of strength and development of porosity, was comparable to the performance observed in ordinary Portland cement concretes. The trials conducted in this study showed that alkali-activated slag concretes exhibited good durability against chloride permeability (UNE 83987) and good adherence behaviour of corrugated steel bars (pull-out test) comparable to Portland concretes.

© 2017 Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural (ACHE). Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Keywords: Alkali activation; Concrete; Sustainability; Durability; Adherence

1. Introducción

Desde hace más de 20 años, el estudio y desarrollo de cementos y hormigones obtenidos por la activación alcalina de diferentes materiales (AAM) ha sido objeto de gran interés tanto por parte de la comunidad científica [1–6] como del sector industrial. Estos cementos y hormigones de AAM se basan en la activación alcalina de aluminosilicatos (naturales o artificiales) por medio de hidróxidos, silicatos y carbonatos

alcalinos. En su fabricación tienen en muchas ocasiones como materias primas de partida (o precursores) residuos o sub-productos industriales que se valorizan, lo que contribuye, además, a conseguir beneficios económicos y medioambientales [7–10]. Los hormigones de escorias activados alcalinamente (alkali activated slag concrete [AASC]) destacan por presentar menos emisiones de efecto invernadero (especialmente de CO₂), así como por requerir menores aportes energéticos y menores contenidos de agua [11]. Los AASC poseen además una serie de propiedades que los hacen muy interesantes tanto desde el punto de vista mecánico-resistente como durable [12–17].

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: mmalonso@ietcc.csic.es (M.d.M. Alonso).

Tabla 1
Composición química de la escoria y del cemento empleado (FRX)

Material	Óxido (% en peso)										
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	PC ^a
Escoria	38,71	10,46	0,33	0,21	7,58	40,62	0,54	0,35	0,37	0,05	0,30
OPC	21,69	5,88	2,55	0,03	1,56	59,01	0,79	1,24	0,13	0,12	2,75

^a PC: pérdida por calcinación a 1.000 °C.

Tabla 2
Dosificación y características de los hormigones preparados

Nombre	Tipo de activador	Ligante (kg/m ³)	SiO ₂ /Na ₂ O	L/S ^a	Asentamiento-Cono de Abrahams (mm)	pH líquido de amasado
AASC	Silicato sódico (waterglass)	357	1,2	0,5	45	13,8
OPCC	Agua	357		0,5	35	7,0

^a N/S: relación líquido/sólido.

Para poder desarrollar y validar (y por lo tanto producir) los hormigones de AAM es necesario tener un conocimiento preciso de sus prestaciones y su comportamiento en igualdad de condiciones que los hormigones de cemento Portland (OPCC). Es por ello que en este trabajo se ha realizado un estudio comparativo en lo que se refiere al comportamiento mecánico (resistencias), microestructural (porosidad), durable (permeabilidad a los iones cloruros) y estructural (ensayo de adherencia) entre hormigones OPCC y hormigones AASC.

2. Parte experimental

2.1. Materiales

En la preparación de los hormigones se utilizaron como ligantes un cemento Portland (CEM I 52,5R - OPC) y una escoria vítrea de alto horno, cuyas composiciones químicas se muestran en la [tabla 1](#). La escoria de alto horno presenta una superficie específica (Blaine) de 346 m²/kg y una densidad específica de 2.880 kg/m³. El cemento Portland empleado presenta una superficie específica de 420 m²/kg y una densidad de 3.100 kg/m³. Los diferentes áridos silíceos empleados también fueron caracterizados. El árido fino (0-4 mm) presentó una densidad de 2.600 kg/m³ y una absorción de 0,23%; mientras que los áridos gruesos empleados (4-8 y 8-12 mm) presentaron una densidad de 2.640 kg/m³ y absorciones de 0,40 y 0,36%, respectivamente.

2.2. Preparación de hormigones

Los hormigones fueron diseñados con una dosificación de 357 kg/m³ ([tabla 2](#)). Esta dosificación se eligió con base en trabajos previos descritos en la literatura [18]. La disolución alcalina empleada en la activación de los hormigones de escorias fue una disolución comercial de silicato sódico hidratado (waterglass), con una composición del 27% de SiO₂, 8% de Na₂O y 65% de H₂O en peso de la marca MERCK, manteniendo un módulo de SiO₂/Na₂O = 1,2. Los hormigones de OPCC se prepararon con agua destilada y se empleó un tiempo de amasado de 3 min.

La metodología llevaba a cabo en la preparación de los hormigones alcalinos fue la siguiente: la escoria y los diferentes áridos fueron mezclados en la hormigonera durante un tiempo

de 3 min; posteriormente, la disolución activadora fue añadida y se mezcló durante 12 min. Al emplearse silicato sódico como activador, fue necesario más tiempo de amasado que el establecido convencionalmente, con el fin de romper los aglomerados iniciales (muy probablemente debidos a la formación de un gel primario similar a un C-S-H), que provoca un endurecimiento y fraguados rápidos que afectan negativamente a la trabajabilidad de estos AASC [19,20]. Todos los hormigones fueron curados durante 24 h a temperatura ambiente y, posteriormente, en cámara T^a = 20 ± 1 °C y humedad relativa del 99% hasta la edad de ensayo.

2.3. Resistencias a compresión, porosidad y absorción de agua

Se ensayaron probetas cúbicas de hormigón (15 × 15 × 15 cm) para determinar su resistencia a la compresión de acuerdo con la Norma UNE-EN 12390-3. El ensayo se llevó a cabo a los 7, 28 y 56 días de curado. El ensayo se realizó por triplicado para cada edad.

A estas mismas edades, se determinaron la porosidad total y la distribución del tamaño de poro mediante porosimetría de intrusión de mercurio en un Micromeritics Autopore IV 9500. Se prepararon muestras de un tamaño de 10 × 10 × 10 mm de tal forma que se pudiera analizar tanto matriz cementante como áridos. Asimismo, se llevaron a cabo ensayos de absorción de agua en las muestras de hormigón mediante la norma EN 13320, Anexo C.

2.4. Ensayo de durabilidad de cloruros (UNE 83987)

El ensayo se realizó con objeto de evaluar la durabilidad de los hormigones (OPCC y AASC) frente a la penetración de los iones cloruro. La resistencia a la penetración de cloruros en los hormigones se midió a través del cálculo del coeficiente de migración de los iones cloruro mediante el método acelerado o multirrégimen (UNE 83987) y el cálculo de difusión natural.

El ensayo se realizó sobre probetas de hormigón endurecido sin armadura en su interior. Se utilizaron probetas cilíndricas, con caras planas y sensiblemente perpendiculares a su

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/10225379>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/10225379>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)