

EFEECTO DE LA INCORPORACIÓN DE CENIZAS VOLANTES ZEOLITIZADAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MATRICES CEMENTÍCEAS

J.D.Monzón^a, A.M. Pereyra^b, R. Zerbino^c, E.I. Basaldella^b

(a) Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Materiales. CITEMA (UTN-FRLP), Av. 60 esq. 124 s/n, 1900 La Plata, Argentina

(b) Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas – Dr. Jorge J. Ronco. CINDECA (CONICET-CIC – UNLP), Calle 47 N° 257, La Plata-Argentina.

(c) Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica, LEMIT. CONICET - Fac. Ing. UNLP, 52 entre 121 y 122, B1900AYB La Plata, Argentina
e-mail: eib@quimica.unlp.edu.ar

Introducción

En este trabajo se estudió la influencia de la incorporación de cenizas volantes zeolitizadas sobre las propiedades mecánicas de matrices cementíceas. Para ello, se utilizó ceniza volante proveniente de la Central Termoeléctrica de San Nicolás, Buenos Aires, Argentina para obtener zeolita NaA a través de una síntesis hidrotérmica. Se estudiaron diferentes métodos de activación y diferentes composiciones del batch de síntesis, obteniéndose rendimientos máximos de la reacción determinados por DRX de alrededor del 39%. La muestra que presentó la mayor conversión en zeolita A fue utilizada en la formulación de matrices cementíceas. Se diseñaron morteros usando relaciones fijas en peso de agua/cemento y de cemento/arena. Se reemplazó el cemento por material zeolitizado o por ceniza volante en porcentajes de 5%, 10% y 20% en peso. Posteriormente al curado en agua y al acondicionamiento de los morteros, se realizaron ensayos de resistencia a la compresión y a la flexión a los 7, 28 y 90 días.

Materiales y métodos

El tipo de pretratamiento aplicado a las cenizas volantes y la composición del batch de síntesis que condujeron a la mayor conversión en zeolita A se detallan en la Tabla 1. Los tiempos estudiados y el mayor rendimiento obtenido durante la síntesis hidrotermal se pueden observar en la Tabla 2. Para la elaboración de los morteros se seleccionó la muestra D41. Se utilizó cemento portland CPN50 y arena Oriental (atraviesa el tamiz N° 8).

Tabla 1. Pretratamiento y composición del batch de síntesis

Muestra	Pretratamiento					Solución de activación (g)		
	Calcinación a 800°C, h	Na ₂ CO ₃ , (% w/w)	NaOH	Low carnegite (%)	Na ₂ O (g)	H ₂ O	Al ₂ O ₃	Na ₂ O
D41	12	50	No	85	3,51	88,8	0,438	3,1

Tabla 2. Porcentaje de conversión

Muestra	Tiempo de reacción, h	Porcentaje de conversión en zeolita NaA		Tipo*
		Tiempo	%	
D41	0,1,2,4,5,6,24	6	39	A + Tr HS

*A=zeolita A

Tr HS=trazas de Hidrosodalita

Se diseñaron y elaboraron cinco tipos de morteros usando una relación agua/cemento=0,40 y una relación cemento/arena=1:3, ambas en peso. Adicionalmente se utilizó un aditivo superfluidificante SP21. La ceniza volante original (CV) y la ceniza volante zeolitizada correspondiente a la muestra D41 (ZCV)

fueron utilizadas como reemplazo del cemento en porcentajes en peso de 5%, 10% y 20% (CV5, CV10, CV20, ZCV5, ZCV10 y ZCV20,). Se elaboró adicionalmente un mortero de referencia sin adición mineral (P). Los morteros se caracterizaron a través del ensayo de asentamiento utilizando un cono de 150 mm (con las mismas proporciones geométricas que el cono de Abrams). Se moldearon prismas de 40x40x160 mm³ para determinar los valores de resistencia a la compresión y a la flexión. Los morteros fueron compactados por vibración externa, seleccionando el tiempo de vibración en concordancia con la medición de asentamiento. Las muestras fueron desmoldadas luego de 24 horas.

Los morteros fueron curados en agua a 23°C hasta la edad de ensayo. La resistencia a la compresión y a la flexión fue evaluada a los 7, 28 y 90 días,

Resultados y discusión

Los resultados de los ensayos de resistencia se indican en la Tabla 3. Se observa una leve disminución de la resistencia a la flexión y a la compresión con la incorporación de zeolita A a las matrices cementíceas. A partir de la incorporación de un 20% de ZCV se observa una leve mejoría en el valor de la resistencia a la flexión a los 7 días. A la edad de 28 y 90 días el mortero CV20 llega a un nivel de resistencia a la flexión casi similar al de referencia (P), mientras que a los 90 días el ZCV5 parece superar el valor de la referencia. En el caso de la resistencia a la compresión, los resultados muestran una disminución para los distintos porcentajes de adiciones de ZCV y CV. A los 7 días, la resistencia a la compresión en las muestras con ZCV20 y CV20 disminuyó significativamente, debido a que la elevada demanda de agua retarda la formación de los productos de hidratación que son los responsables de otorgar resistencia al mortero. La posible acción puzolánica se observa en el aumento de los valores de resistencia a medida que transcurre el tiempo desde los 7 a los 90 días. Para edades mayores de curado, la resistencia a la flexión y a la compresión de los morteros elaborados con cenizas zeolitizadas se ve disminuida con respecto a los morteros elaborados con ceniza volante. El mecanismo de la acción puzolánica de la zeolita no está del todo claro, se puede asumir que el consumo de sílice desde la zeolita por reacción con el hidróxido de calcio disuelto conduce a la formación de fases tipo S-C-H [1], que es el principal responsable de la resistencia del mortero.

Tabla 3. Resultados de resistencia a compresión y flexión

Morteros	Resistencia a la flexión (Mpa)			Resistencia a la compresión (Mpa)		
	7d	28d	90d	7d	28d	90d
P	6,5	8,4	9,1	44,6	61,1	73,0
ZCV5	5,7	6,9	10,0	30,4	40,4	42,8
ZCV10	5,7	7,3	7,6	30,7	42,7	47,9
ZCV20	6,5	7,3	7,2	30,3	36,2	45,6
CV5	6,1	7,6	8,3	36,2	48,8	63,4
CV10	5,7	7,4	8,8	34,6	50,9	65,9
CV20	5,4	8,4	8,9	28,9	45,6	62,5

Conclusiones

La incorporación de cenizas volantes zeolitizadas en reemplazo del cemento en las formulaciones de morteros es una opción tecnológicamente válida ya que no se alteran significativamente las propiedades mecánicas. Desde el punto de vista ambiental, la implementación de esta práctica conduciría a aprovechar un residuo que debido a los grandes volúmenes generados resulta muy dificultosa su disposición final.

Referencias

[1] Gonzalez M., Pereyra A., Zerbino R. y Basaldella E., "Removal and cementitious immobilization of heavy metals: Chromium capture by zeolite-hybridized materials obtained from spend fluid cracking catalysts", Journal of cleaner production 91 (2015) 187-190.