

Reactividad álcali agregado la principal causa de deterioro en el concreto

➤ Ing. Flor Moreno Rascón, Ing. José Elías Villa Herrera y Dr. Cornelio Álvarez Herrera

Universidad Autónoma de Chihuahua /Facultad de Ingeniería
FINGUACH Año 5, Núm. 16, junio - agosto 2018

El concreto es uno de los materiales más usados en la construcción (Golmakani, 2013) algunos daños observados en él son agrietamientos ya sea por exceso de carga, congelamiento por agua absorbida o la reactividad álcali agregado (RAA) y se pueden presentar una combinación de ellos mismos agravando su condición (Owsiak *et al.*, 2015). La RAA es considerada la principal causa de deterioro del concreto (Rajabipour *et al.*, 2015) mucho se ha estudiado en las últimas décadas (Lindgård *et al.*, 2012) pero todavía no existe una solución duradera a este problema (Golmakani, 2013 y Rajabipour *et al.*, 2015). De manera general la RAA se presenta en un tiempo de 1 a 12 años (Hooton *et al.*, 2013) debido a la interacción de agregados inestables con el álcali (Na y K) proveniente principalmente del cemento, en un ambiente alcalino con agua o suficiente humedad (Afshinnia y Poursaee, 2015) formandose un gel producto de la reacción, que es el responsable de agrietamientos en el concreto, el cual disminuye su resistencia (Hasdemir *et al.*, 2012). En la Figura 1 se muestra el típico agrietamiento del concreto por RAA y evidencia del gel indicado por flecha.



Figura 1. Agrietamientos en el concreto y evidencia del gel producto de la RAA.

Agregados reactivos

La RAA se puede dividir en dos partes, la reacción álcali carbonato (RCA) que no es tan común y la reacción álcali sílice (RAS) esta última es la más estudiada por la gran diversidad de agregados que contienen este elemento (Lindgård *et al.*, 2012). Hasdemir y colaboradores (2012) hi-

cieron relevancia sobre la sílice inestable (SiO₂) de los numerosos agregados que generan la RAS como: trídimita, cristobalita, calcedonia, ópalo, vidrio volcánico y otras formas más complejas como las grauvacas y filitas. Locati y colaboradores (2014) comentaron acerca de los agregados que generan la RAC y contienen carbonato (CO₃²⁻) que son calizas dolomíticas y mencionan que la reacción en algunos casos puede deberse a la combinación de ambas (RAS y RAC) dependiendo de la roca de origen. Alaejos, Lanza y colaboradores (2014) hablan de los agregados de reacción lenta, que son granitos y otros que contengan sílice que se encuentre deformado, micro fracturado o tensionado, donde los resultados finales serán igual a los de reacción rápida, por lo que se debe tener esto muy en cuenta en la caracterización de materiales.

Álcali en el cemento

El efecto pésimo del contenido de álcali se encuentra entre 0.6 y 1.25 % (Smaoui *et al.*, 2005). Cementos con porcentajes mayores a 1.0 % de álcali son los que generarán expansiones considerables (Halaweh, 2007) por lo que se debe tener esto en consideración. Se ha recomendado utilizar cementos bajos en álcali como medida de mitigación, pero el potencial de reacción que puede tener el agregado ha demostrado que no es suficiente (Golmakani, 2013).

Caracterización de los materiales

La recomendación principal para conocer las características del potencial de reacción de un agregado es el estudio petrográfico (Godart *et al.*, 2013) complementado por la difracción de rayos X, microscopía electrónica de barrido y análisis químico al cemento para obtener su porcentaje de álcali (Hasdemir, 2012).

Métodos para la evaluación de la RAA

El CPT (*Concrete Prims Test*) ha sido considerado el mejor estimador de alta confiabilidad con todo tipo de agrega-



Referencias

- Afshinnia, K., and A. Poursaee, (2015), The potential of ground clay brick to mitigate Alkali-Silica Reaction in mortar prepared with highly reactive aggregate: *Construction and Building Materials*, v. 95, p. 164-170.
- Alaejos, P., V. Lanza, M. A. Bermúdez, and A. Velasco, (2014), Effectiveness of the accelerated mortar bar test to detect rapid reactive aggregates (including their pessimum content) and slowly reactive aggregates: *Cement and Concrete Research*, v. 58, p. 13-19.
- Godart, B., M. de Rooij, and J. G. M. Wood, (2013), Guide to Diagnosis and Appraisal of AAR Damage to Concrete in Structures: *Part 1, Diagnosis (AAR 6.1)*, v. 2013;1; DE, Springer Verlag.
- Golmakani, F., (2013), Possible Modifications to the Accelerated Mortar Bar Test (ASTM C1260), ProQuest Dissertations Publishing.
- Halaweh, M. A., (2007), Effect of alkalis and sulfate on Portland cementsystems, ProQuest Dissertations Publishing.
- Hasdemir, S., A. Tugrul, and M. Yilmaz, (2012), Evaluation of alkali reactivity of natural sands: *Construction and Building Materials*, v. 29, p. 378-385.
- Hooton, R. D., C. Rogers, C. A. MacDonald, and T. Ramlochan, (2013), Twenty-Year Field Evaluation of Alkali-Silica Reaction Mitigation: *Aci Materials Journal*, v. 110, p. 539-548.
- Latifee, E. R., and P. R. Rangaraju, (2015), Miniature Concrete Prism Test: Rapid Test Method for Evaluating Alkali-Silica Reactivity of Aggregates: *Journal of Materials in Civil Engineering*, v. 27.
- Lindgård, J., Ö. Andıç-Çakır, I. Fernandes, T. F. Rønning, and M. D. A. Thomas, (2012), Alkali-silica reactions (ASR): Literature review on parameters influencing laboratory performance testing: *Cement and Concrete Research*, v. 42, p. 223-243.
- Liu, K.-W., and A. K. Mukhopadhyay, (2016), Accelerated Concrete-Cylinder Test for Alkali-Silica Reaction: *Journal of Testing and Evaluation*, v. 44, p. 20140334.
- Locati, F., F. Dario, and M. Silvina, (2014), Dedolomitization and alkali-silica reactions in low-expansive marbles from the province of Cordoba, Argentina. A microstructural and chemical study: *Construction and Building Materials*, v. 58, p. 171-181.
- Marinoni, N., M. Voltolini, L. Mancini, and F. Cella, (2012), Influence of aggregate mineralogy on alkali-silica reaction studied by X-ray powder diffraction and imaging techniques: *Journal of Materials Science*, v. 47, p. 2845-2855.
- Owsiak, Z., J. Zapala-Slaweta, and P. Czapiak, (2015), Diagnosis of concrete structures distress due to alkali-aggregate reaction: *Bulletin of the Polish Academy of Sciences-Technical Sciences*, v. 63, p. 23-29.
- Rajabipour, F., E. Giannini, C. Dunant, J. H. Ideker, and M. D. A. Thomas, (2015), Alkali-silica reaction: Current understanding of the reaction mechanisms and the knowledge gaps: *Cement and Concrete Research*, v. 76, p. 130-146.
- Smaoui, N., M. A. Bérubé, B. Fournier, B. Bissonnette, and B. Durand, (2005), Effects of alkali addition on the mechanical properties and durability of concrete: *Cement and Concrete Research*, v. 35, p. 203-212.

dos, también conocido como ASTM-C 1293, solo que tiene un tiempo de duración de dos años (Liu y Mukhopadhyay, 2016) por lo que Latifee y Rangaraju desarrollaron en 2015, el MCPT (*Miniature Concrete Prims Test*) para brindar una alternativa en la solución a este problema, principalmente para agregados de reacción lenta con una duración de 84 días. La mejor forma de evaluación es a través de pruebas de campo utilizando bloques de concreto con una duración de varios años (hasta décadas) donde se puede establecer el comportamiento reactivo de un agregado (Hooton *et al.*, 2013). La prevención es la mejor solución a este problema (Marinoni *et al.*, 2012). En la Figura 2 se muestra la barra de prueba del método MCPT para la detección de la RAA.



Figura 2. Se muestra barra de prueba del método MCPT 50 x 50 x 285mm.

Recomendaciones

Limitar el contenido de álcali en la mezcla de concreto. Conocer el ambiente al que estará expuesto el concreto. Si existe la posibilidad, utilizar agregados no reactivos. Conocer la permeabilidad del concreto. Utilizar adiciones puzolánicas.