

AUTOMATIZACIÓN DE LOS ENSAYOS DE ABSORCIÓN Y DESORCIÓN EN MATERIALES PÉTREOS CONSOLIDADOS CON EL OBJETIVO DE VALORAR LAS VARIACIONES EN SU SISTEMA POROSO

Gisbert, J., Equipo de investigación Arbotante, Área de Petrología, Dpto. de Ciencias de la Tierra de la universidad de Zaragoza, gisbert@unizar.es

Buj, O., Equipo de investigación Arbotante, Área de Petrología, Dpto. de Ciencias de la Tierra de la universidad de Zaragoza, oscarbuj@unizar.es

Colucci, F. Equipo de investigación Arbotante, Área de Petrología, Dpto. de Ciencias de la Tierra de la universidad de Zaragoza, f.colucci@igme.es

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo pretende desarrollar una nueva metodología para evaluar las modificaciones que se producen en el sistema poroso de los materiales pétreos utilizados en obras de patrimonio histórico-artístico tras la aplicación de productos de conservación.

Los ensayos normalizados de absorción y desorción destinados a evaluar el comportamiento hídrico en materiales pétreos presentan notables problemas de orden experimental para medir el avance de la penetración del agua en la roca durante la duración del ensayo que puede ser de varias semanas. Sus puntos débiles son la manipulación de la probeta durante el ensayo y la notable interrupción que implican en el desarrollo del mismo las anteriores manipulaciones. El resultado de estos ensayos, es un registro discontinuo del proceso sujeto a errores experimentales y que necesita de la constante presencia de un operador. Por ello, hemos diseñado un sistema automatizado que nos permite obtener un registro continuo de la totalidad del ensayo eliminando esos errores experimentales y obteniendo unas gráficas más precisas que las obtenidas con el método clásico. Además, esta metodología permite realizar el ensayo con fragmentos muy pequeños de material lo cual es una gran ventaja en materiales de patrimonio donde el tamaño de las muestras disponibles es muy reducido.

METODOLOGÍA

La caracterización del sistema poroso se realizó mediante la automatización de los ensayos de absorción y de desorción, modificando el sistema propuesto por Lavallee *et al* 2003, en muestras cúbicas de 5cm de arista de tres areniscas Miocenas antes y después de la aplicación de dos consolidadotes (silicato de litio y silicato de potasio). El citado método se basa en la suspensión de la probeta en una balanza de precisión capaz de realizar pesadas hidrostáticas, estando conectada a un ordenador con



un sistema digital de captura de datos que permite obtener un registro continuo de la totalidad del ensayo.

La caracterización petrográfica se realizó mediante el estudio de 4 láminas delgadas de cada variedad.

MATERIALES

Los materiales estudiados han sido las areniscas Miocenas de Uncastillo, Ayerbe y Alcañiz, localizadas en el borde exterior del sector central de la depresión Terciaria del Ebro. Estos materiales han sido ampliamente utilizados como elementos de uso constructivo desde el siglo I D.C.

Desde el punto de vista geológico las tres areniscas pertenecen a facies detríticas y se interpretan como sedimentos fluviales de sistemas aluviales con regímenes variados pero predominantemente meandriiformes que gradan hacia sistemas lacustres. Petrográficamente estas rocas se clasifican como litarenitas de grano medio, presentan un tamaño de grano, forma y selección muy homogéneos, los clastos son subangulosos –subredondeados con tamaños medios de 0,25 a 0,35 mm y máximos de 0,7 a 0,9 mm, esfericidad baja y una selección buena 1,2-1,4.

El esqueleto granosostenido de estas areniscas esta constituido por fragmentos de rocas carbonatadas tanto calcíticas como dolomíticas (policristalinos, monocristalinos y micríticos), fragmentos de rocas metamórficas y volcánicas, cuarzos (monocristalino y policristalino) y feldespatos. Como accesorios se encuentran zircón, esfena, turmalina, piroxeno, óxidos de hierro y moscovita.

El cemento es carbonático esparítico y sintaxial en un 90 -95% y de cuarzo sintaxial en un 5 -10 %. El cemento carbonático esparítico es de calcita y en ocasiones de calcita férrica (1,5 % - 2,5 % de Fe).

CONSOLIDANTES

Se han seleccionado dos consolidantes inorgánicos caracterizados por presentar gran afinidad con el soporte pétreo y teniendo en cuenta su uso tanto en el campo de la conservación y restauración del Patrimonio histórico-artístico (Silicato de litio) como en el campo de las rocas industriales (Silicato de potasio).

Silicato de Litio - Nombre comercial Bersil Li 20, se ha aplicado diluido al 50% en agua destilada con una densidad de 1,10 g/cm³. El silicato de Litio es un nuevo producto dentro de los silicatos alcalinos, que presenta una ventaja sobre los de K y es la elevada estabilidad de las sales de litio que se generan como subproductos.

Silicato Potásico - Nombre comercial Betolin P 35 E. Se ha aplicado con la concentración comercial con una densidad de 1,25 g/cm³.

RESULTADOS

Las variaciones que se producen tanto en la absorción como en la desorción dependen tanto del producto aplicado como del sistema poroso del material investigado. La aplicación de los consolidantes ha significado un aumento importante en la retención de agua tras el secado y una notable disminución en la absorción en estas areniscas, siendo especialmente importante en la arenisca de Uncastillo. Comparativamente el silicato de potasio ha sido el consolidante que ha generado una mayor variación tanto en la absorción como en la retención de agua.

El registro continuo del ensayo nos permite analizar la cinética de absorción y desorción en estos materiales. En el caso del ensayo de absorción se observa como se ha modificado sustancialmente el sistema poroso del material pétreo pasando de las gráficas iniciales que podrían descomponerse en tres rectas de diferente pendiente (y que pueden ser atribuidas a tres rangos de tamaño de poro preferentes) a curvas que -con semejante aproximación- se descomponen únicamente en dos rectas con pendientes diferentes. Inicialmente las rocas tratadas con silicato de litio presentan una absorción inicial similar a la del material original, mientras que en caso de las probetas tratadas con silicato de potasio presentan una absorción inicial más lenta. En contra de lo esperado, tras la aplicación de los consolidantes se observa una aceleración en el proceso de absorción tras los primeros estadios del ensayo. Esta aceleración puede deberse a una homogeneización del sistema poroso por la precipitación parcial del consolidante tapizando los poros de mayor diámetro en las zonas con “cuellos de botella” creando así una red porosa con tamaño medio de poro inferior pero con mayor regularidad en la sección de los conductos. Esta regularización en el tamaño de los poros implicaría un aumento en la presión de succión capilar y por la tanto en la velocidad de absorción de agua en el material. No descartamos que parte de este aumento en la presión de succión se deba también a la modificación del <ángulo de mojado> del material al estar revestidos los poros por el consolidante

En el caso de las gráficas de desorción se observa que tras la aplicación de los productos consolidantes se origina un cambio en la cinética de desorción del material, siendo esta más lenta y complicada.

CONCLUSIONES

- El sistema automatizado permite caracterizar el comportamiento hídrico con mucha más precisión que a través de los ensayos manuales ya que permite un registro continuo de la entrada de agua (hasta cinco valores por segundo) y elimina los posibles errores debidos a la manipulación de la probeta durante el ensayo.
- Los resultados obtenidos, indican una importante variación en la cinética de los procesos de absorción y desorción como consecuencia de la modificación generada en el sistema poroso por la aplicación de los consolidantes.



- La modificación que provocan los consolidantes en el sistema poroso no afecta a todas las clases porométricas por igual, siendo la macroporosidad la más afectada.
- Hemos documentado una reducción en la absorción total de las muestras tras la aplicación del consolidante que interpretamos corresponde a la reducción de porosidad provocada por la precipitación del consolidante. También se ha documentado –tras la aplicación del producto consolidante- una aceleración en la velocidad de absorción de agua.
- Siguiendo la misma metodología se ha automatizado el proceso de consolidación del material obteniendo el tiempo de penetración efectivo para cada consolidante.

BIBLIOGRAFÍA

LAVALLEE, P.; KUNTZ M., «Testing process and apparatus for determining absorption properties of porous specimen». US Patent issued on December 9, 2003.