

CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE MATERIALES DE MATRIZ CERÁMICA REFORZADOS CON FIBRAS RECICLADAS Y FIBRAS SINTÉTICAS.

A.V. Nadal(1), P. Brotons (1) , J.E. Crespo(1), F. Parres(1), F. Salas(1)

(1) Institut de Tecnologia de Materials,
Escola Politècnica Superior d'Alcoi, Universitat Politècnica de València
Plaça Ferrandis-Carbonell s/n ,03801 Alcoi
e-mail: anadal@mcm.upv.es

Resumen

En la presente investigación se analiza la caracterización mecánica de materiales cerámicos reforzados con fibras recicladas procedentes del triturado de neumático fuera de uso NFUs denominada “fluff” y fibras de origen sintético creadas para modificar las propiedades mecánicas de los morteros. Se pretende pues, analizar el cambio de propiedades de estos materiales con respecto a los utilizados en el mercado. Se ha realizado el ensayo de flexión y compresión. Los resultados obtenidos muestran la necesidad de modificar la longitud de la fibra reciclada. La matriz cerámica consta de los siguientes materiales, cemento CEM 52,5N de resistencia superior a 52 MPa y un árido alemán normalizado CEN - Normasand DIN EN 196-1 (ISO 679). La escayola utilizada fue la designada E-35. Las fibras utilizadas son, fibras procedentes del reciclado del triturado de neumático (RMD) y fibras de polipropileno obtenidas por trefilado (Sikafiber M-12).

Abstract

The present research analyzes the mechanical characterization of fiber-reinforced ceramic materials recycled from the shredded tire and synthetic polypropylene fibers, created to modify the mechanical properties of mortars and plaster, to analyze the change of properties of these materials with respect to those used on the market. The tests performed was bending and compression. The results show the need to modify the length of the recycled fiber. The ceramic matrix consists of the following materials, mortar of Portland cement (52,5N) and normalized sand, and plaster. The fibers used are fibers from shredded tire (RMD) and polypropylene fibers Sikafiber M-12.

Palabras clave / Keywords: Fibras recicladas, NFUs, mortero de cemento, escayola *Recycling fibers, NFUs, Cement Mortar, Plaster.*

Contacto / Corresponding Autor: anadal@mcm.upv.es

Introducción

La recuperación y reciclado de neumáticos es un campo de investigación que en la actualidad presenta un gran interés. La acumulación de estos residuos, genera una serie de problemas que van desde el simple impacto visual hasta la propagación de plagas biológicas, como son los mosquitos. La recuperación energética, la incorporación en asfaltos y cementos son tres de las posibilidades en las que más se trabaja, ya que son sectores de gran consumo. En el caso concreto de las fibras hasta el momento tan solo se aplica la recuperación energética debido a su elevado poder calorífico 7200 Kcal/Kg.

La incorporación del triturado de naturaleza elastomérica conocido como CR (Crumb Rubber) o GTR (Ground Tire rubber) tiene también en la construcción un campo de aplicación. La incorporación de la fibra como refuerzo de materiales cerámicos es una posibilidad y a la vez una oportunidad para conseguir un producto de mayor valor añadido.

Experimental

Materiales

Los materiales empleados han sido:

- Fibra RMD, procedente del triturado de neumático.
- Fibra de SikafiberM-12, de polipropileno, creada para un propósito determinado, mejorar las propiedades mecánicas del morteros y hormigones.
- Cemento de resistencia superior a 52 MPa del tipo BLI52, 5N.
- Árido alemán normalizado que cumple con la norma CEN-Normand DIN EN 196-1 conforme a la ISO 679.
- Escayola E-35.

Técnicas empleadas

- Los ensayos de flexotracción y compresión se han realizado según la norma UNE-EN 196-1. Métodos de ensayo de cementos. Parte 1: Determinación de resistencias mecánicas. Las muestras empleadas tenían unas dimensiones de 40*40*160mm, según especifica la norma.
- Los ensayos de flexotracción y compresión se han realizado según la norma UNE-EN 13279-2. Yesos de construcción y conglomerantes a base de yeso para la construcción. Parte 2. Métodos de ensayo.

Resultados y discusión

Se ha analizado la influencia de los dos tipos de fibra, Sika y Rmd, empleando porcentajes comprendidos entre 0%, y 5,7%, del peso total de las muestras de mortero, mientras que para las probetas de escayola se han empleado porcentajes comprendidos entre, 0% y 2,48%, del peso total de la muestra, los porcentajes en peso no son muy elevados, pero son elevados en volumen, dada la baja densidad de las fibras, tanto real como aparente.

La relación Agua-Cemento y Agua-Escayola se han establecido en función de criterios de miscibilidad, para las muestras de mortero se ha utilizado una relación A/C=0,5, mientras que para las muestras de escayola la relación empleada ha sido A/Y=1,66. En la figura 1 se muestran los resultados de los ensayos de flexión, en la figura 2 los resultados obtenidos en el ensayo de compresión y en la figura 3 aparecen representados ambos tipos de refuerzo para un mismo ensayo.

Las fórmulas empleadas para el cálculo son las especificadas en la norma:

- *Calculo a compresión.*

Según la Norma UNE-EN 196-1 la resistencia a compresión se calcula usando la siguiente fórmula:

- Cálculo a flexión.

Según la Norma UNE-EN 196-1 la resistencia a flexión se calcula usando la siguiente fórmula:

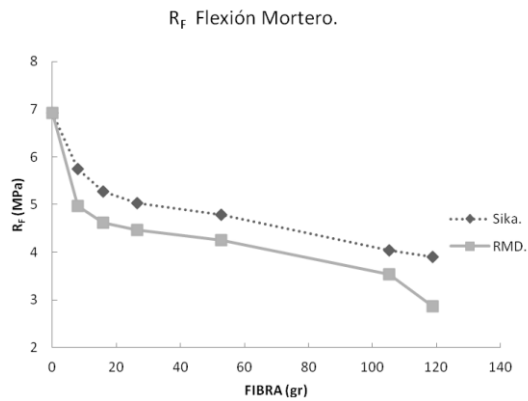


Figura 1(a). Resistencia a flexotracción de mortero con refuerzo de fibras.

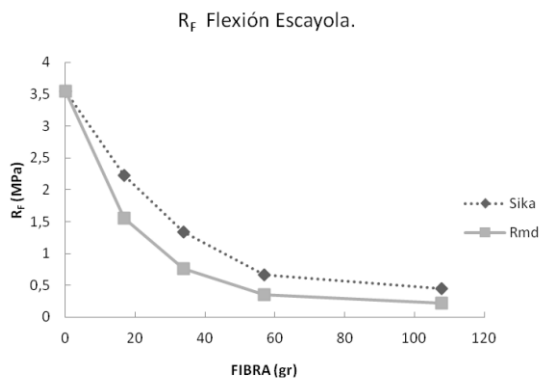


Figura 2(a). Resistencia a flexotracción de escayola con refuerzo de fibras.

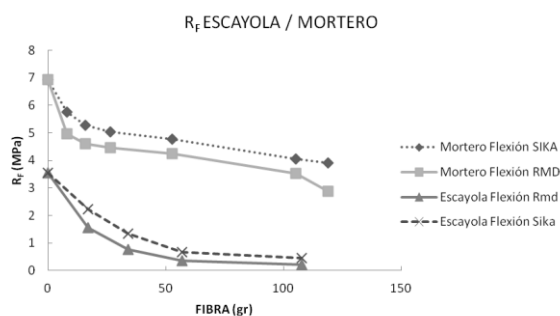


Figura 3(a). Resistencia a flexotracción de escayola y mortero con refuerzo de fibras.

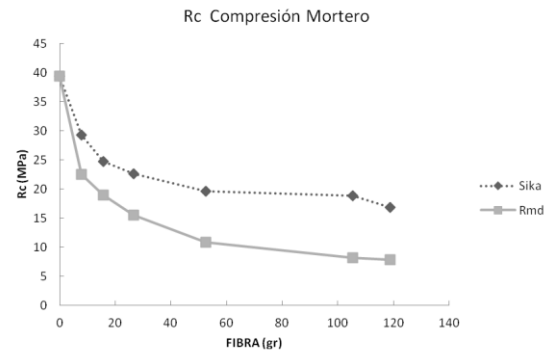


Figura 1(b). Resistencia a compresión de mortero con refuerzo de fibras.

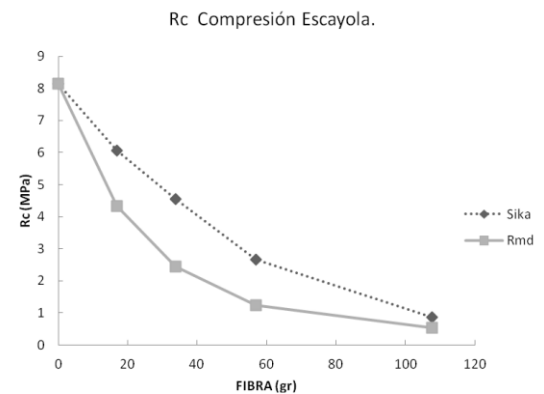


Figura 2(a). Resistencia a compresión de escayola con refuerzo de fibras.

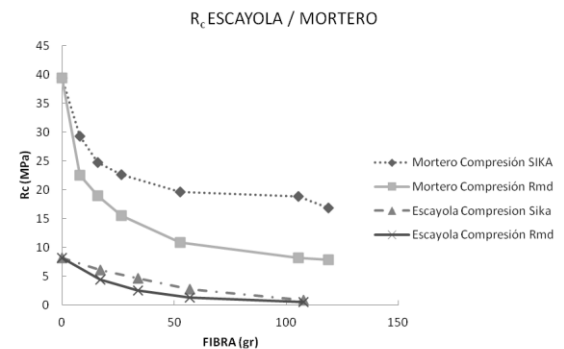


Figura 3(b). Resistencia a compresión de escayola y mortero con refuerzo de fibras.

Conclusiones

- La resistencia a flexión disminuye para ambos tipos de fibra en el mortero y escayola, siendo el descenso mayor en el caso de la fibra reciclada, que por su baja longitud provoca un menor refuerzo. La caída de la resistencia a flexión es más severa en la escayola, debido a la menor resistencia de la matriz de escayola. La estabilización de la caída en el caso de mortero de cemento puede ser indicadora de una mayor interacción matriz-fibra.

- La presencia de las fibras provoca una disminución de la resistencia a compresión, debido a que la presencia de la fibra produce una disminución de la superficie resistente tanto en el mortero como en la escayola. La misma afirmación realizada para el ensayo de flexión puede ser hecha al de compresión.
- Se observa que la merma de propiedades mecánicas es mayor en el ensayo de flexotracción que en el ensayo de compresión, debido a que los materiales cerámicos tienen en si mismos una baja resistencia a la tracción, especialmente los cerámicos tradicionales. Por otro lado la tendencia a estabilizarse la resistencia a compresión en función del porcentaje de fibra, en el caso del mortero de cemento puede ser indicador de la estabilización del coeficiente de Poisson a partir de un determinado porcentaje de fibra
- Los siguiente pasos en el proceso serán; medir las tenacidades y el factor de fibra para ver la influencia del porcentaje de fibra y su naturaleza. Modificación de las longitudes de fibra y el empleo de dispersantes para evitar el apelmazamiento..

Agradecimientos

Agradecemos a la empresa RMD (León) por el suministro de fibras procedentes del triturado de neumáticos y a la empresa Sika S.A.U (España) por el suministro de fibras de polipropileno.

Referencias

- [1] F. Parres, J.E. Crespo-Amorós. A. Nadal-Gisbert. *Mechanical properties analysis of plaster reinforced with fiber and microfiber obtained from shredded tires*. Construction and Building Materials (2009)
- [2] J.S. Lawler, D. Zampini, S.P. Shah. *Microfiber and Macrofiber Hybrid Fiber-Reinforced Concrete*. Journal of Materials in Civil Engineering (2005)

The investment in design and installation of the reuse of water vary between U.S\$ 250,000.00 to \$ 600,000.00 approximately, depending on the present sewage treatment unit, the number of people on board, the necessary adjustments to your implantation, etc.. The return of capital is between 1-3 months, or more precisely according to the formula:

$$\text{Pay Back 1} = \frac{250.000}{(V_e \times C_{sb}) / V_{sb}} \quad \text{Pay Back 2} = \frac{600.000}{V_e \times C_{sb} / V_{sb}}$$

Pay Back 1 for those who already have biological unit and Pay Back 2 for those who do not have a biological unit.

The preservation of the environment has been a primary goal of humanity and reuse of sewage effluent from the platform will prevent contamination of the marine environment, since there will be no further discharge of effluent into the sea. On the other hand will provide a significant preservation of fresh water sources and will bring a high reduction in transportation costs of fresh water.

12. References

- [1] OMNIPURE. Offshore Marine Sanitation Devices. Sugar Land, TX. 2008
- [2] SEACLOR System. site <http://electrochem.cwru.edu/encycl/art-b01-brine.htm>
- [3] <http://dSPACE.dsto.defence.gov.au/dSPACE/handle/1947/3916>
- [4] SCIENCO FAST. Operation Instruction Manual. Saint Louis, MO. 2006
- [5] WHO (World Health Organization). Guidelines for Drinking-Water Quality. Geneva: Sun Fung, 2004
- [6] EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 1999. Wastewater Technology Fact Sheet Ozone Disinfection. EPA 832-F-99-063 United States

- [2] Marcondes-Filho, E.; Batista, G. T.; Targa, M. S.; Soares, P. V. Anais do 1º Seminário de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo hidrológico – UNITAU, Taubaté, 2007.
- [3] Mattos, R. A. “Estudo das Interações do Herbicida Glifosato com Argila Natural Brasileira Monoiónica”. Campinas, 2008.
- [4] Galli, A. J. B.; Montezuma, M. C. “Alguns Aspectos da Utilização do Herbicida Glifosato na Agricultura”. Activa Design, São Paulo, 2005.
- [5] Prata, F. “Comportamento do Glifosato no Solo e Deslocamento Miscível de Atrazina”. Piracicaba, 2002.
- [6] Ferreira, M. F. Dias Júnior, M. S. “Aspectos Físicos do Solo e o Meio Ambiente”. UFLA/FAEPE, Lavras, 2002.
- [7] Neto, A. E. F.; Vale, F. R.; Resende, A. B.; Guilherme, L. R. G.; Guedes, G. A. “Fertilidade do Solo”. UFLA/FAEPE, Lavras, 2001.
- [8] Silva, E. E.; Azevedo, P. H. S.; De-Polli, H. “Determinação do carbono da biomassa do solo (BMS-C)”. Memória Técnica (Embrapa Agrobiologia), Seropédica/RJ, 2007.
- [9] Gomes, T. L.; Silva, C. E.; Gräbin, T. F. “Aplicação de Modelos Empíricos na Estimativa da Geração de Percolado em Aterro Sanitário”. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – Santa Maria, RS, 2005.
- [10] MACHADO, A. L.; SILVA M. R. A.; BASTOS, E. J. B. Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração através da Aplicação de Gessagem e Calagem na Fazenda do Poço na UNIVAP. São José dos Campos, SP: UNIVAP, 2010.
- [11] Fageira, N.K. and Baligar, V.C. in Rengel, Z. (ed) “Handbook of Soil Acidity”. Marcel Dekker: New York, 2003, 359–385.
- [12] Edmeades, DC, Ridley AM in Rengel, Z. (ed) “Handbook of Soil Acidity”. Marcel Dekker: New York, 2003, 297-336.
- [13] Fageria NK. “The use of nutrients in crop plants”. CRC Press, New York, 2009.
- [14] Resende, M.; Curi, N.; Resende, S. B.; Corrêa, G. F. “Pedologia: Base para Distinção de Ambientes”. UFLA, Lavras, 2007.
- [15] Amarante Jr, O. P. A.; Santos, T. C. R. Química Nova, v. 25, n. 4, 2002, 589-593.
- [16] Blanco, H. G. Biológico, 45(11/12), 1979, 225-248.
- [17] Zilli, J. É.; Rumjanek, N. G.; Xavier, G. R.; Coutinho, H. L. C.; Neves, M. C. P. Cadernos de Ciência & Tecnologia, v. 20, n. 3, 2003, 391-411.
- [18] Wardle, D. A.; Hungria, M. in Araujo, R. S.; Hungria, M (Ed) “Microrganismos de importância agrícola”. EMBRAPA-CNPAF, Documentos, 44, Brasília, 1994, 236 p.
- [19] Franco, A.A.; Campello, E.F.C.; Dias, L.E., Faria, S.M. Anais do Simpósio Nacional: Recuperação de Áreas Degradadas, SOBRADE, 1994, p.679.
- [20] Williamson, J.C., Johnson, D.B. European Journal Soil Science, 45, 1994, 319-326.
- [21] Carneiro, M. A. C.; Siqueira, J. O.; Moreira, F. M. S.; Soares, A. L. L. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32 (20), 2008, 621-632.
- [22] Frighetto, R.T.S. in Frighetto, R.T.S, Valarini, P. J. (coord). “Indicadores biológicos e bioquímicos da qualidade do solo”. EMBRAPA, Jaguariúna, 2000, 157-166.
- [23] Castro Jr., J. V. C.; Selbach, P. A.; Záchiaayub, M. A. Pesticidas: R. Ecotoxicol. e meio ambiente, 16, 2006, 21-30.
- [24] Prata, F.; Lavorenti, A. Revista Biociência, 6 (2), 2000, 17-22.