

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad
Intelectual
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional
28 de octubre de 2010 (28.10.2010)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2010/122201 A2

- (51) Clasificación Internacional de Patentes: Sin clasificar
- (21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2010/070243
- (22) Fecha de presentación internacional:
21 de abril de 2010 (21.04.2010)
- (25) Idioma de presentación: español
- (26) Idioma de publicación: español
- (30) Datos relativos a la prioridad:
P 200930081 21 de abril de 2009 (21.04.2009) ES
- (71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US): **CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CSIC)** [ES/ES]; C/ Serrano, 117, E-28006 Madrid (ES).
- (72) Inventor; e
- (75) Inventor/Solicitante (para US solamente): **RIO SUAREZ, Olga Isabel** [ES/ES]; Instituto De Ciencias De La Construcción Eduardo Torroja (IETCC), C/ Serrano Galvache, 4, E-28033 Madrid (ES).
- (74) Mandatario: **PONS ARIÑO, Ángel**; Glorieta de Rubén Darío, 4, E-28010 Madrid (ES).

- (81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

- sin informe de búsqueda internacional, será publicada nuevamente cuando se reciba dicho informe (Regla 48.2(g))

(54) Title: PRE-FABRICATED CEMENT-BASED HYBRID SECTION AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF

(54) Título : SECCIÓN HÍBRIDA BASE CEMENTO PREFABRICADA Y PROCEDIMIENTO PARA SU FABRICACIÓN

(57) Abstract: The invention relates to a multi-layer structure (1) especially used for supporting works (tunnels, screen walls, basement walls, etc.) constructed from the superposition of at least two compatible layers (2, 3) of CBC (cement-based composites), having different mechanical properties that enable a specific function to be fulfilled (insulant against fire, high resistance to impacts, impermeability etc.) or combined functions if necessary. Said concrete layers (2, 3 and 4) are moulded and joined in a single phase and in any case without using additional adhesive layers, at least one of said layers (2, 3 or 4) having structural functions. The main advantage of the invention is the synergy created using CBC layers (2, 3 and 4) having different mechanical properties, so that they can work in the most suitable manner, thereby providing structural elements that are much more efficient.

(57) Resumen: Comprende una estructura multicapa (1) especialmente indicado para obras de sostenimiento (túneles, muros pantalla, muros de sótano, etc.), fabricada a partir de la superposición de al menos dos capas (2, 3) de CBC (cement based composites) compatibles y con propiedades mecánicas diferenciadas que permiten resolver una función específica, (aislante frente al fuego, mayor resistencia frente a impactos, impermeabilidad, etc.) o si así se requiere funciones combinadas. Estas capas (2, 3 y 4) de hormigón son moldeadas y unidas en una sola fase y en cualquier caso sin usar capas de adherencia adicionales, teniendo al menos una de estas capas (2, 3 ó 4) funciones estructurales. La presente invención tiene como ventaja principal la sinergia que se consigue al utilizar capas (2, 3 y 4) de CBC con propiedades mecánicas diferenciadas, trabajando de la forma en que resulten más aptas, y poder contar así con elementos estructurales mucho más eficientes.



WO 2010/122201 A2

SECCIÓN HÍBRIDA BASE CEMENTO PREFABRICADA Y
PROCEDIMIENTO PARA SU FABRICACIÓN

DESCRIPCIÓN

5

OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención pertenece al campo de la construcción, y más concretamente al diseño y fabricación de secciones híbridas base cemento prefabricadas, para su aplicación en obras de sostenimiento (tales como túneles, muros pantalla, muros de cimentación, etc.).

El objeto principal de la presente invención es conformar una sección estructural con propiedades mejoradas para la obtención de elementos estructurales más eficientes.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La creciente demanda en ingeniería de contar con soluciones prefabricadas de sostenimiento (túneles, muros pantalla, muros de sótano, etc.) con una mayor vida en servicio, a la vez que con prestaciones adecuadas a distintos procesos de fabricación, transporte y/o puesta en obra mecanizados ha impulsado el desarrollo de nuevas soluciones a medida [Tailor made concrete structures. New solutions for our society, Eds. J. Walraven and D. Stoelhorst, ISBN 978-0-415-47535-8, 1196 págs].

Actualmente, existen dos grandes planteamientos de cómo abordar el complejo objetivo de integrar las distintas exigencias (acciones mecánicas, medioambientales, ignífugas, acústicas, etc.) a las distintas prestaciones efectivas que pueda tener el elemento de sostenimiento.

La primera tendencia propugna el uso de nuevas tecnologías de materiales compuestos base cemento, los también llamados CBC (cement based composites) basadas, por ejemplo, en la modificación de su matriz o pasta de cemento, utilizando una tipología de fibras, o bien cócteles de fibras (fibras de distintos tamaños y tipos) con el fin de conferir al elemento estructural importantes mejoras. De esta manera, se obtiene una mejor ductilidad o resistencia al impacto utilizando fibras de acero, o una mejor aptitud ante el fuego si se usan fibras de polipropileno o a ambos si se combinan de forma adecuada ambos tipos [Perumalsamy N. Balaguru, Sarendra P. Shah, "Fiber reinforced cement composites", Mc Graw Hill International Editions 1992.], [Arnon Bentur & Sidney Mindess, "Fibre reinforced cementitious composites" Elsevier applied science London and Newyork 1990], [J.J. Beaudoin, CBD-223. Fibre-Reinforced Concrete, 1982], [Proceedings of JSCE (Japan Society of Civil Engineers), Properties of fiber reinforced concrete subjected to high temperature, 2005]

La segunda tendencia propugna el uso de soluciones de protección pasiva a base de capas que se aplican (pinturas, morteros proyectados) o se adhieren (paneles antifuego, barreras acústicas) a los segmentos de hormigón estructural en general tras su montaje, mediante el uso de adhesivos o técnicas especiales, [Insulated fiber cement siding, Patent Application 20060053740], [Concrete sandwich panel, EP1982030251] [Ductal elements Monaco Train Station, <http://www.ductal-lafarge.com/wps/portal/Ductal/DiscoverDuctal/Architect/References>] [<http://www.cbbnfireproofing.nl/htm/projects.htm>].

Mientras que las primeras soluciones en general conllevan mayores costes en materiales, complejidad y costes de producción, las segundas, si bien optimizan el uso de materiales, conllevan por lo general mayores costes de instalación, ya que requieren trabajos previos o posteriores a la instalación del propio elemento estructural.

Son las condiciones adversas (temperatura, humedad y presencia de agentes químicos nocivos) las que combinadas con la aparición de fisuras, las que provocan el deterioro temprano de las armaduras [A. Bentur, Steel Corrosion in Concrete: Fundamentals and Civil Engineering Practice (Modern Concrete Technology, 1998), en especial las del extradós (cara exterior o en contacto con el terreno), reduciendo de manera importante la integridad estructural del elemento [Nuevas tendencias en los revestimientos de túneles, www.geoconsult.es/fotos/publicaciones/TendenciasRevestimientos.pdf].

En el caso de los distintos elementos de sostenimiento del terreno, fabricados con hormigón armado, el agua ataca al hormigón y al acero deteriorándolos, lo que obliga a una reparación del revestimiento, que normalmente requerirá el cierre del túnel al tráfico. Por otra parte, el agua que cae sobre la calzada puede resultar peligrosa para los vehículos por la posibilidad de deslizamientos e incluso de formación de placas de hielo.

La colocación de capas drenantes [A. Rico, A. Rico Rodríguez, H. del Castillo, La ingeniería de suelos en las vías terrestres: carreteras, ferrocarriles y aeropistas, ISBN 9681800796, 9789681800796, 2002] así como el empleo de hormigones más impermeables [Stephen W. Forster, Ph.D., P.G., High-Performance Concrete: Understanding the Basics, 2006], [Aitcin, P.-C., and Neville, A., "High-Performance Concrete Demystified," *Concrete International*, V. 15, No. 1, pp.21-26.], son una solución que permite paliar estos problemas pero que requiere de trabajos preliminares, lo que implica un mayor coste de mano de obra y una mayor exigencia de control debido a que se trata de un trabajo que necesariamente debe ser realizado in situ. Por otra parte el uso de hormigones u otros materiales estructurales base cemento más impermeables o de matriz más densa, resultan mucho más susceptibles al efecto del desconchamiento o explosión frente a acciones tales como el fuego [High Temperature Concrete and Spalling, EURAM-HITECO Project], [Upgrading methods for fire safety in existing TUNnels, EU-UPTUN Project 2002-2006]. Es por ello que o bien se colocan fibras de polipropileno o se protege el

elemento con una capa ignífuga en la zona del intradós (o cara interior opuesta a la del terreno).

5 Cabe citar incluso como capa en la zona del intradós o extradós, la utilización de soluciones porosas [ACI 522-06 (2006). "Pervious Concrete." American Concrete Institute Committee 522 Bear, J. (1972). "Dynamics of fluids in porous media", Elsevier, New York.], [Neithalath, N., Weiss, J., and Olek, J. (2005). "Modeling the influence of pore structure on the acoustic absorption of enhanced porosity concrete", *Journal of Advanced Concrete Technology*, Japan Concrete Institute, 3(1), 29-40] que proporcionan capas densas de agregados y granulometría equilibrada. Se ha comprobado que estas soluciones presentan grandes ventajas acústicas y de confort: capacidad de absorción del ruido, seguridad y drenaje del agua.

15 En el proceso de preparación del hormigón es común añadir aditivos superplastificantes. Estos aditivos son empleados para aumentar la plasticidad, reducir la cantidad de agua de amasado y acelerar el fraguado del hormigón, entre otros. Además permiten obtener hormigones de altas resistencias y gran impermeabilidad, siendo el aditivo recomendado además para hormigones autocompactantes.

20 En cuanto a las técnicas constructivas, el hormigón estructural armado, (u hormigón estructural tradicional), consiste en la utilización de hormigón reforzado con barras o mallas de acero.

25 Por otra parte el armado tridimensional consiste en reforzar el hormigón o el CBC con fibras durante su proceso de preparación. Existen diferentes tipos de fibras, tales como fibras metálicas (acero), fibras sintéticas (polipropileno) o fibras de vidrio, que le confieren importantes mejoras, resistencia, tenacidad, protección contra el fuego, durabilidad, control de fisuración, etc. Estas fibras se añaden a la hormigonera o a la mezcladora de la planta de fabricación, siendo recomendable introducirla junto con la arena y los áridos o bien cuando

el hormigón ya esté mezclado.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

5 Mediante la sección híbrida prefabricada objeto de la presente invención se resuelven los inconvenientes anteriormente citados, proporcionando una estructura multicapa para su aplicación en obras de sostenimiento (túneles, muros pantalla, cerramientos de sótanos, etc.), fabricada a partir de la superposición de al menos dos capas, de CBC (cement based composites), compatibles y con
10 propiedades mecánicas diferenciadas que permiten resolver una función específica, (aislante frente al fuego, mayor resistencia frente a impactos, impermeabilidad, etc.) o si así se requiere funciones combinadas, moldeadas y unidas en una sola fase y en cualquier caso sin usar capas de adherencia adicionales, teniendo al menos una de estas capas funciones estructurales.

15

Respecto al procedimiento de fabricación de la sección híbrida prefabricada objeto de invención comprende las siguientes etapas:

- preparación de la primera capa de CBC con una propiedad diferenciada,
- 20 - vertido de la primera capa sobre un molde hasta que se alcanza el espesor correspondiente,
- preparación de la segunda capa de CBC atendiendo a otra propiedad diferenciada,
- vertido de la segunda capa sobre la primera capa, y así sucesivamente,
25 efectuándose dicho vertido antes del fraguado de la capa anterior para garantizar así una adecuada unión entre las capas,
- espera del tiempo que se estime oportuno, una vez terminada la colocación de las capas, hasta conseguir el curado del bloque, que será el elemento estructural final conformado.

30

El vertido de cada capa se realiza por simple adherencia, debida al efecto

de unión química del fraguado, por lo que se recomienda usar el mismo tipo de cemento y aditivo superplastificante, aunque es suficiente con que sean compatibles.

- 5 Los espesores y requisitos inherentes de las capas, vendrán condicionados por los requisitos de cada obra en particular, los cuales determinarán el tipo de CBC a preparar para conformar cada capa.

10 La sección híbrida puede utilizar armado tradicional o mallazo (barras de acero) para su conformación, en este caso la estructura de ferralla, con sus correspondientes separadores, se coloca sobre una capa previa que tenga unas características tales que permitan evitar una incorrecta situación de la misma.

15 Asimismo se pueden utilizar armados tridimensionales (refuerzo con fibras) para la conformación de las capas, en este caso se procede como en el caso de cualquier otra capa de CBC.

20 También es posible el empleo de soluciones porosas o basadas en unos principios para conseguir una estructura densa de agregados, de granulometría equilibrada, la misma se coloca sobre una capa previa que tenga unas condiciones de viscosidad tales que permita la intrusión del material de esa capa sobre la de la solución porosa.

25 La sección híbrida objeto de invención tiene como ventaja principal la sinergia que se consigue al utilizar capas de CBC con propiedades mecánicas diferenciadas, trabajando de la forma en que resulten más aptas, y poder contar así con elementos estructurales mucho más eficientes desde el punto de vista de la resistencia, rigidez, capacidad de deformación, durabilidad frente a la acción continua del agua, que puede afectar a su capa de extradós (cara exterior del elemento), o el fuego, que puede afectar a su capa de intradós
30 (cara interior del elemento).

La presente invención permite además optimizar el uso de materiales en

obra al realizarse durante el proceso de prefabricación, evitando trabajos adicionales de colocación de elementos de protección pasiva y obteniendo una mayor rapidez en las obras, un mejor control de calidad, así como una reducción de los espesores de cada capa, con el considerable ahorro en el
5 coste final que todo esto conlleva.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de
10 ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

15 Figura 1.- Muestra una vista seccionada de una sección híbrida para la formación de una dovela compuesta por tres capas de CBC con propiedades mecánicas diferenciadas.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

20 En la figura 1 a título de ejemplo se puede observar una sección híbrida prefabricada que proporciona una estructura multicapa (1) para la formación de una dovela destinada al revestimiento de túneles, compuesta a partir de la superposición de tres capas (2, 3 y 4) de distintos CBC, compatibles y con
25 propiedades mecánicas diferenciadas que permiten resolver cada una una función específica, (aislante frente al fuego, mayor resistencia frente a impactos, impermeabilidad, etc.), insertadas en un molde hasta conseguir el espesor correspondiente para cada capa.

30

Dicha sección híbrida está conformada por una primera capa (2) de CBC

que contiene funciones de resistencia y tenacidad, reforzado con fibras de acero (5), una segunda capa (3) de CBC con funciones estructurales, armado con barras (6) de acero (mallazo), y una tercera capa (4) de CBC reforzado con fibras de polipropileno (7) que actúa de aislante frente al fuego, y que corresponde con la cara de intradós (cara interior del túnel).

Respecto al procedimiento de fabricación de la sección híbrida arriba descrita, comprende las siguientes etapas:

- preparación de la primera capa (2) de CBC tipo 1,
- 10 - adición de las fibras de acero (5) aumentando así su tenacidad, rigidez y resistencia al impacto,
- vertido de esta primera capa (2) sobre el molde hasta que se alcanza el espesor indicado para esta capa,
- preparación de la segunda capa (3) de CBC tipo 2,
- 15 - vertido de la segunda capa (3) sobre la primera capa (2), efectuándose dicho vertido antes del fraguado de la capa anterior para garantizar así una adecuada unión entre las capas (2, 3),
- preparación de la tercera capa (4) de CBC tipo 3,
- adición de las fibras de polipropileno (7) para un mejor comportamiento frente al fuego,
- 20 - vertido de la tercera capa (4) sobre la segunda capa (3), efectuándose dicho vertido antes del fraguado de la capa anterior para garantizar así una adecuada unión entre las capas (3, 4),
- espera del tiempo que se estime oportuno, una vez terminada la colocación de todas las capas (2, 3 y 4), hasta conseguir el curado del bloque, que será el elemento estructural final conformado.
- 25

Preferentemente se añaden materiales granulares especiales con o sin adicción de fibras (5, 7) varias durante la preparación de las capas (2, 3 ó 4) para un mejor comportamiento frente al fuego.

30

REIVINDICACIONES

1. Sección híbrida base cemento prefabricada para la conformación de elementos estructurales más eficientes, especialmente indicado para obras de sostenimiento, caracterizada porque comprende una estructura multicapa (1) formada a partir de la superposición de al menos dos capas (2, 3) de CBC (cement based composites), compatibles y con propiedades mecánicas diferenciadas que permiten resolver una función específica, moldeadas y unidas en una sola fase y en cualquier caso sin usar capas de adherencia adicionales, teniendo al menos una de estas capas (2, 3) funciones estructurales.
2. Sección híbrida prefabricada de acuerdo con reivindicación 1, caracterizada porque está formada por tres capas (2, 3 y 4) de CBC compatibles y con propiedades mecánicas diferenciadas.
3. Sección híbrida prefabricada de acuerdo con reivindicación 2, caracterizada porque la primera capa (2) de CBC está reforzada con fibras de acero o vidrio (5) o ambas, teniendo esta capa (2) funciones de resistencia y tenacidad a la vez que mejor comportamiento a edad temprana.
4. Sección híbrida prefabricada de acuerdo con reivindicación 2, caracterizada porque la segunda capa (3) está fabricada de un CBC armado con barras (6) de acero, teniendo dicha capa (3) funciones estructurales.
5. Sección híbrida prefabricada de acuerdo con reivindicación 2, caracterizada porque la segunda capa (3) está fabricada de un CBC con armado tridimensional de distintos tipos de fibras, teniendo dicha capa (3) funciones estructurales.
6. Sección híbrida prefabricada de acuerdo con reivindicación 2, caracterizado porque la tercera capa (4) de CBC está reforzada con fibras de polipropileno (7) para mejorar su comportamiento frente al fuego.

7. Sección híbrida prefabricada de acuerdo con reivindicación 2, caracterizado porque la tercera capa (4) de CBC está conformada con materiales granulares especiales con o sin adicción de fibras (5, 7) varias.

5 8. Procedimiento de fabricación de la sección híbrida prefabricada caracterizado porque comprende las siguientes etapas:

- preparación de una primera capa (2) de un CBC tipo 1,
- vertido de esta primera capa (2) sobre un molde hasta que se alcanza el espesor indicado para esta capa,
- 10 - preparación de una segunda capa (3) de un CBC tipo 2,
- vertido de la segunda capa (3) sobre la primera capa (2), y así sucesivamente, efectuándose dicho vertido antes del fraguado de la capa anterior para garantizar así una adecuada unión entre las capas (2, 3),
- 15 - espera del tiempo que se estime oportuno, una vez terminada la colocación de todas las capas (2, 3), hasta conseguir el curado del bloque, que será el elemento estructural final conformado.

9. Procedimiento de acuerdo con reivindicación 8, caracterizado porque se
20 adicionan fibras de acero (5) durante la preparación de las capas (2, 3 ó 4) para conseguir que éstas sean más rígidas y resistentes al impacto.

10. Procedimiento de acuerdo con reivindicaciones 8 ó 9, caracterizado porque se emplea hormigón armado, mallazo, utilizando barras (6) de acero, para la
25 fabricación de las capas (2, 3 ó 4) con funciones estructurales.

11. Procedimiento de acuerdo con reivindicaciones 8, 9 ó 10, caracterizado porque se adicionan fibras de polipropileno (7) durante la preparación de las capas (2, 3 ó 4) para un mejor aislamiento frente al fuego.

30

12. Procedimiento de acuerdo con reivindicaciones 8, 9 ó 10, caracterizado porque se añaden materiales granulares especiales con o sin adicción de fibras

(5, 7) durante la preparación de las capas (2, 3 ó 4) para un mejor comportamiento frente al fuego.

13. Procedimiento de acuerdo con reivindicación 8, caracterizado porque cada
5 capa (2, 3 y 4) es de un material capaz de fluir y consolidar bajo su propio peso, sin que se produzca segregación.

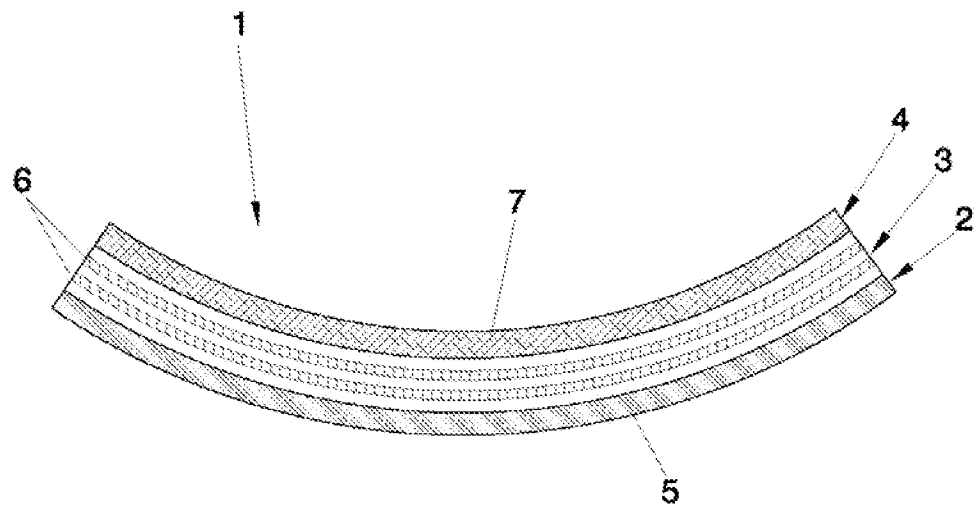


FIG. 1