



POLITÉCNICA



Grupo de Cálculo Estructural aplicado a la Ingeniería Civil
Group of Structural Analysis applied to Civil Engineering
Boletín de Información. Newsletter

IngStruct Newsletter
Issue 1, April 2011

<http://ingstruct.mecanica.upm.es>

El Grupo de Cálculo Estructural aplicado a la Ingeniería Civil es un grupo de investigación oficialmente reconocido de la Universidad Politécnica de Madrid. Sus miembros pertenecen mayoritariamente al departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

The Group of Structural Analysis applied to Civil Engineering is an official research group of the Technical University of Madrid, Spain. Most of the members of the group belong to the department of continuum mechanics and structures of the school of civil engineering.

Presentación

La publicación de este boletín informativo nace con el objetivo de difundir las actividades del Grupo de Cálculo Estructural aplicado a la Ing. Civil de la Universidad Politécnica de Madrid. Tras unos pocos años de andadura del grupo, consideramos útil la elaboración de este boletín, que esperamos tenga una periodicidad anual, para proporcionar información de nuestro grupo de manera informal, concisa y a la vez directa, al margen de las frías memorias elaboradas habitualmente en las universidades. Los contenidos de este primer número se refieren a los años 2009 y 2010. Con el tiempo esperamos mejorar la presentación del boletín y cualquier sugerencia de los lectores a través del correo electrónico será bien recibida. El boletín se puede descargar libremente de la página web del grupo (<http://ingstruct.mecanica.upm.es>). Gracias por su interés.

Presentation

The publication of this newsletter is intended to inform the readers about the latest activities and developments of the Group of Structural Analysis applied to Civil Engineering of the Technical University of Madrid. After the first working years of the group, we think it is time to report a bulletin where readers can find out informal, concise and helpful information of our developments, far from the cold official reports usually published by universities. In this first issue we are pleased to present some of our works performed for the last two years 2009-2010. We hope to publish our newsletter yearly to allow readers to stay up-to-date with our activities. We hope to improve the presentation and quality of our bulletin in the future. Any suggestion will be welcomed. The newsletter can be freely downloaded at <http://ingstruct.mecanica.upm.es>. Thank you.

Carlos Zanuy Sánchez
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Contenidos. Contents

Message from the Chair.....	1
Research highlights.....	2
Cooperation.....	5
Events.....	5
Recent phd defenses.....	6
The Group.....	6

Carta del director del grupo

Es para mí una satisfacción presentar el primer boletín informativo del Grupo de Cálculo Estructural aplicado a la Ingeniería Civil, creado y dirigido, hasta hace pocos meses, por el Profesor Avelino Samartín. El Profesor Samartín quiso y supo ilusionar a un grupo de profesores, en su mayor parte del departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras, y doctorandos con una clara vocación universitaria, tanto en su vertiente de enseñanza como en su faceta de investigación.

Una vez consolidado, el Grupo ha recorrido un importante camino en el estudio en campos como la fatiga en elementos estructurales de hormigón o la dinámica de estructuras. El estudio ha permitido la lectura de varias tesis doctorales y la participación de algunos miembros del Grupo en un proyecto, aún en marcha, financiado por el Plan Nacional I+D+i, en el que se analiza la fatiga transversal de tableros de puentes de hormigón. Otras vías de investigación se han centrado en el estudio del comportamiento de puentes híbridos de hormigón y materiales compuestos y en el estudio experimental de uniones en la armadura tubular de micropilotes. La próxima incorporación de nuevos doctorandos supone, sin duda, el alimento necesario que garantiza el futuro inmediato y a medio plazo del Grupo de Investigación.

Pablo de la Fuente Martín
Profesor Titular de Universidad
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Message from the Chair

It is a great pleasure for me to present the first issue of the newsletter bulletin of the Group of Structural Analysis applied to Civil Engineering. The group was founded and firstly chaired by Professor Avelino Samartín, who knew how to encourage a group of professors and researchers, mainly from the department of continuum mechanics and structures, to join this project, both for teaching and research activities.

Once established, the group has covered a relevant way to study aspects such as the fatigue behaviour of structural concrete elements, dynamics of structures or soil-structure interaction. The group is now taking part in a research project funded by the Spanish ministry for science and innovation on the transverse behaviour of concrete bridges. Other research works have focused on the behaviour of hybrid FRP-concrete bridges or the strength of steel tubular joints for micro-piles.

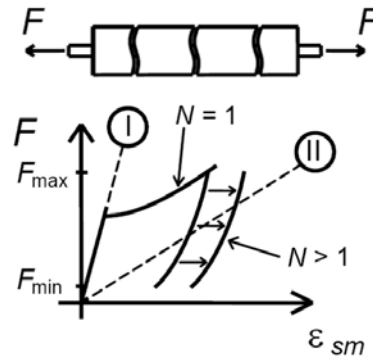
The coming incorporation of new phd students will provide the group with the necessary force to ensure the future.

Pablo de la Fuente Martín
Profesor Titular de Universidad
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

INVESTIGACIONES. RESEARCH HIGHLIGHTS

Evolución del tension stiffening ante cargas repetidas

El efecto tension stiffening es la contribución del hormigón en tracción entre fisuras en un elemento de hormigón armado traccionado. Aunque es conocido que esta contribución se reduce ante cargas repetidas, para determinar de forma realista esta pérdida es necesario considerar el comportamiento cíclico de la adherencia entre el hormigón y el acero. Las investigaciones llevadas a cabo han servido para desarrollar un modelo de adherencia para cargas repetidas de ciclo alto. Cuando se emplea este modelo a nivel de un tirante armado, se puede obtener el crecimiento de flechas y fisuras con el número de ciclos. Además de ello, el estudio ha permitido analizar el denominado efecto tension stiffening negativo. Este efecto se debe al desarrollo de tensiones de adherencia negativas en el contacto entre hormigón y armadura en la fase de descarga, que provocan la aparición de tensiones de compresión en el hormigón entre fisuras aún cuando el tirante siga externamente traccionado. La consideración del efecto tension stiffening negativo es importante para calcular las deformaciones y fisuras en el estado permanente de elementos cargados de forma cíclica.



Evolution of tension stiffening under repeated loading

The tension stiffening effect of a reinforced concrete tension member is the contribution of concrete in tension between cracks due to the stresses transferred from the reinforcement to the concrete through bond. It is well known that tension stiffening is reduced under repeated loading, but the realistic determination of such a loss is only possible by considering the cyclic bond-slip behaviour of the steel-concrete interface. The research developed by the group has allowed the formulation of a high-cycle fatigue bond model. Its employ makes it possible to determine the cycle-dependent increase of deformations and cracks of tension members. In addition, the study has dealt with the so-called negative tension stiffening effect. This effect is due to the development of negative bond stresses during unloading stages, which leads to compressive stresses at the concrete between cracks even though the member is subjected to an external tensile load. Negative tension stiffening contribution should be accounted for to estimate permanent cracks and deflections of reinforced elements subjected to repeated loading.

Technical data

Title: Evolution of tension stiffening under highly repeated loads

Participants: L. Albajar, C. Zanuy, P. de la Fuente.

Period: 2007-2010.

Comportamiento de puentes híbridos de hormigón y FRP

Una de las posibilidades del uso de los materiales compuestos (FRP) en la ingeniería civil es en combinación con otros materiales tradicionales formando estructuras híbridas. El grupo de investigación ha desarrollado un estudio experimental y teórico financiado por Acciona Infraestructuras en el que se ha analizado la respuesta estática y a fatiga de un modelo de puente híbrido formado por un cajón de FRP y una losa de hormigón armado convencional. El diseño híbrido realizado por Acciona incluía la optimización del

contenido de fibras de vidrio y carbono a lo largo del puente, el uso de diafragmas transversales para evitar la inestabilidad de las almas y el diseño de una conexión estructuralmente eficiente entre la losa y el cajón. Se ha realizado un ensayo a fatiga del modelo de puente y uno de posterior rotura estática. Los resultados experimentales han resultado extremadamente útiles para realizar mejoras en el diseño del sistema.



Structural behaviour of hybrid FRP-concrete bridges

One of the possibilities to use fibre reinforced composites (FRP) in civil engineering applications is the development of hybrid structures, where FRP is combined with traditional materials like concrete or steel. The research group has developed an experimental and theoretical study on hybrid FRP-concrete bridges funded by Acciona Infraestructuras. The fatigue and static response of a hybrid concept consisting of a FRP box girder and a concrete slab was studied. The hybrid design accounted for the optimized combination of glass and carbon fibre contents, the use of transverse diaphragms to avoid local buckling of the webs and a proper connection system between the girder and the slab. The results of the fatigue and static tests have allowed the derivation of useful design improvements for the hybrid system.

Technical data

Title: Structural behaviour of hybrid FRP-concrete bridges

Participants: L. Albajar, C. Zanuy.

Funding: Acciona Infraestructuras

Period: 2008-2010.

Estudio experimental sobre uniones de micropilotes

El uso de pantallas de micropilotes con camisa metálica y relleno de mortero de cemento es frecuente en muchas aplicaciones de ingeniería civil y edificación. Con frecuencia es necesario disponer uniones en la camisa de los micropilotes para conseguir la longitud deseada de los micropilotes. La

Asociación Española de Empresas del Suelo y el Subsuelo (AETESS) encargó al grupo el desarrollo de una campaña experimental para evaluar la resistencia a flexión de los dos tipos de uniones más habitualmente utilizados en los micropilotes: uniones roscadas macho-hembra y uniones roscadas con manguito exterior. El trabajo incluyó la realización de 40 ensayos de flexión hasta rotura en cuatro puntos, estando la unión en la zona de momento constante. Los resultados han permitido elaborar recomendaciones prácticas sobre el diseño de los dos tipos de uniones ensayadas, incluyendo la resistencia a flexión y la ductilidad. Los detalles del trabajo se pueden consultar en la página web de AETESS (www.aetess.com).



Experimental study of micro-piles joints

Micro-piles consisting of steel tubes filled with cement mortar are widely used in civil engineering and building applications. The usual length of micro-piles makes it necessary to use longitudinal joints in the steel tube. The Spanish association of soil and subsoil construction companies (AETESS) asked the research group for the development of an experimental campaign in order to determine the flexural behaviour of the two most employed joint systems: 1) threaded pin- and box- ended tubes and 2) two pin-ended tubes with external coupling. The work has included 40 four-point bending tests, the joint being located at the midspan section. The results have allowed the derivation of practical recommendations on the design of the two joint systems tested, including the flexural strength and the ductility. Further details are reported at www.aetess.com.

Technical data

Title: Experimental study of structural behaviour of micro-piles joints

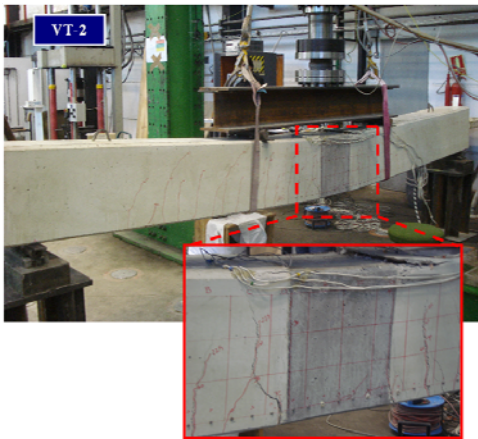
Participants: P. de la Fuente, C. Zanuy, J. Torrico.

Funding: AETESS

Period: 2008-2009.

Estudio de solapes cortos con el uso de HPFRCC

El objeto general de la investigación era definir una línea de estudio que permitiera plantear alternativas para el uso de High Performance Fiber Reinforced Cement Composites (HPFRCC) en el desarrollo de mecanismos de conexión entre elementos prefabricados. La primera etapa experimental se centró en validar el uso de solapes de armadura cortos embebidos en HPFRCC como mecanismo de conexión entre elementos prefabricados sometidos a flexión. Se buscaba generalizar el uso de solapes cortos ya comprobado en tableros y losas para ser empleados en la conexión de elementos en regiones altamente solicitadas de la estructura. Ello reconoce la importancia del solape como mecanismo para garantizar la continuidad estructural y las dificultades que pueden presentarse en algunas situaciones prácticas para localizar los solapes por fuera de regiones críticas de la estructura. Los ensayos a flexión en vigas, realizados en el laboratorio del Instituto Eduardo Torroja, permitieron estudiar solapes con longitudes comprendidas entre 10 y 20 veces el diámetro de la armadura longitudinal y bajo condiciones de recubrimiento y separación de las barras solapadas bastante ajustadas, no ajeno a las situaciones que se presentan en la obra. Los resultados obtenidos permiten validar la eficacia del uso de HPFRCC para establecer mecanismos de conexión, en particular solapes cortos, y define una línea de investigación abierta para el planteamiento de nuevas alternativas.



Study of short splice lengths using HPFRCC

The goal of the research was the study of the feasibility of using High Performance Fibre Reinforced Cement Composites (HPFRCC) to develop connections between precast concrete elements. The first experimental campaign focused on the validation of short splice lengths for reinforcing bars embedded in HPFRCC in flexurally loaded regions. This connection system has been already reported for bridge and building slabs. Flexural beams made up of two precast elements joined

through reinforcement splices in the central region poured with HPFRCC were tested at the Eduardo Torroja-Institute to study splice lengths between 10 and 20 times the bar diameter. The results allowed to verify the good behaviour of the tested systems and to define a research work to establish an efficient connection system for precast column-beam joints.

Technical data

Title: Ultra High Performance Fibre Reinforced Concrete for connections between precast elements

Participants: L. Albajar, L.F. Maya, C. López, F. Morán, J. Portabella.

Funding: ACHE, Prainsa, Instituto Eduardo Torroja, CRC Technology, ANDECE.

Period: 2008-2010.

Fatiga transversal de tableros de puentes de hormigón

En puentes de hormigón de luces medias y largas, la seguridad a fatiga en sentido longitudinal es generalmente muy alta, y los problemas podrían aparecer en sentido transversal. En éste, las cargas repetidas debidas al tráfico pueden causar una importante oscilación de tensiones en la armadura transversal, especialmente si la cuantía de acero es baja como normalmente ocurre. Más que la posibilidad de fallo por fatiga de las armaduras, que puede preverse de una forma adecuada mediante las curvas S-N disponibles en las normativas de proyecto, las cargas repetidas pueden dar lugar a una significativa pérdida de tensión stiffening. El resultado más evidente de esta pérdida es el crecimiento de flechas y fisuras. En el proyecto de investigación desarrollado por el grupo se han ensayado a fatiga y a rotura estática elementos que reproducen a escala 1/2 la sección transversal de un puente cajón. Los resultados indican la progresiva pérdida de tensión stiffening con el número de ciclos de carga. La rotura por fatiga fue debida al fallo frágil de la armadura de acero. El trabajo forma parte de un proyecto amplio financiado por el Plan Nacional de I+D+i, en el que colaboran varias instituciones. Además de nuestro grupo, los grupos de Mecánica Computacional y la cátedra de Puentes intervienen por parte de la UPM.



Transverse fatigue behaviour of concrete bridges

For medium- and long-span concrete bridges, the fatigue safety in the longitudinal direction is not usually a significant design matter. On the contrary, the fatigue effect in the transverse direction may be higher due to the stress oscillation caused by repeated traffic loads, especially when the transverse steel reinforcement ratio is small, as usually. Besides the fatigue safety itself, which can be properly considered by using the S-N curves provided by the design rules, the attention has to be paid to the influence of repeated loads on serviceability due to the cyclic loss of tension stiffening. The research program has included the development of fatigue and static tests on 1/2 scaled specimens reproducing the cross-section of concrete box girder bridges. The results show the progressive increase of cracks and deflections with number of load cycles. The fatigue failure took place by the brittle fracture of the reinforcement. The research is a collaborative project funded by the Spanish R&D Plans. Besides our research group, the groups of computational mechanics and bridge engineering of UPM are involved with.

Technical data

Title: Intelligent railway viaducts

Participants: L. Albajar, C. Zanuy, P. de la Fuente, L.F. Maya.

Funding: Spanish ministry for science and innovation

Period: 2009-2011.

COOPERACIÓN. COOPERATION

Desde el año 2008 el Profesor Pablo de la Fuente forma parte del Grupo de Cooperación, Infraestructuras básicas para el desarrollo y la sostenibilidad, de la UPM, cuyo coordinador es el Profesor Alberto Camarero, del Departamento de Ingeniería Civil: Transportes. Ambos profesores proyectaron un pantalán en la isla de Ibo, de la provincia de Cabo Delgado (Mozambique) y desde comienzos de 2009 dirigen su construcción. Se ha rehabilitado el antiguo puerto de hormigón y mampostería. Posteriormente se ha ejecutado un pantalán de madera de 38 m de longitud, cuya finalización está prevista para el próximo mes de mayo.



Since 2008 Professor Pablo de la Fuente takes part in the group of cooperation of basic infrastructures for development and sustainability at UPM, coordinated by Professor Alberto Camarero (department of civil engineering, transportation). Both professors have designed a wooden pier in the island of Ibo, province of Cabo Delgado, Mozambique, and since 2009 they are in charge of the construction. The old concrete and masonry harbour has been retrofitted before the installation of the new 38 m long pier, whose completion is planned for May, 2011.

EVENTOS. EVENTS

Premio ANCI 2009

El 19 de enero de 2010 tuvo lugar la entrega del Premio Anci 2009 a tesis doctorales relacionadas con el sector de la construcción y la obra pública, en el Museo Thyssen-Bornemisza. El ministro de Fomento otorgó el premio a los galardonados Carlos Zanuy (UPM) y Alberto León (Universidad de La Coruña).



ANCI 2009 awards

Last January 19th, 2010 took place the ANCI 2009 Awards Ceremony at the Thyssen-Bornemisza museum, Madrid. This award recognizes relevant phd researches on the field of construction and civil engineering. The Spanish Minister for Public Works and Transports delivered the award to the winners Carlos Zanuy (UPM) and Alberto León (Univ. of La Coruña).

IV Premios de Investigación – Fundación Escuela de Edificación

El trabajo de investigación "Conexiones de elementos prefabricados con el uso de hormigones con fibras de ultra alta resistencia", presentado por Luis Felipe Maya, Luis Albajar y Cecilio López, ha sido galardonado con el Premio de Investigación de la Fundación Escuela de la Edificación, patrocinado por Gas Natural Fenosa.

IV Research Awards – Fundación Escuela de Edificación

The research Project "Connections for precast elements using ultra high performance fibre reinforced concrete", presented by L. Albajar, L.F. Maya and C. López, has been awarded by the "Fundación Escuela de Edificación" Research Prize 2010, sponsored by Gas Natural Endesa.

TESIS DOCTORALES. RECENT PHD DEFENSES

- Martín Stickle M. (2010): Sobre la respuesta dinámica del terreno bajo la acción del oleaje en cajones fondeados en suelos arcillosos. Directores: P. De la Fuente y C. Oteo.
- D'Andréa R. (2010): Predicción de la durabilidad del hormigón armado a partir de indicadores de corrosión: aplicación de la resistividad eléctrica. Directores: L. Albajar y C. Andrade.
- Zanuy Sánchez C. (2008): Análisis seccional de elementos de hormigón armado sometidos a fatiga, incluyendo secciones entre fisuras. Directores: L. Albajar y P. De la Fuente.
- Díaz P.I. (2007): Optimización del diseño de estructuras bidimensionales de hormigón armado. Director: A. Samartín.

EL GRUPO. THE GROUP

Members

Chair:

- Pablo de la Fuente

Faculty:

- Avelino Samartín

- Rubén Martínez Marín

- Rafael Fernández Díaz-Munío

- Luis Albajar

- Carlos Manuel Castro

- Juan Carlos Mosquera

- Jaime García Palacios

- Carlos Zanuy

- José Manuel Simón-Talero

- Luis Plaza

Research assistants:

- Luis Felipe Maya

- Juan Manuel Gallego

How to find us

Laboratory of Structures

E.T.S. Ingenieros de Caminos, UPM

c/ Profesor Aranguren s/n, 28040 Madrid, Spain.

Contact by e-mail

Carlos Zanuy: czs@caminos.upm.es