

50 ANIVERSARIO DE LOS ESTUDIOS DE MATEMÁTICAS EN LA UNIVERSIDAD DE GRANADA

Evolución e historial del grupo

El grupo TEP-190, ‘Ingeniería e Infraestructuras’ surge como grupo de la Junta de Andalucía en 1995. El grupo estudia múltiples aspectos de la ingeniería estructural tales como: dinámica de estructuras, ingeniería sísmica, hormigón y acero estructurales y estructuras tensadas. En la actualidad, el grupo está formado por 9 miembros, de los que cuatro de ellos son Doctores Ingenieros de Caminos, Canales y Puentes. El grupo cuenta además con un Doctor en Matemáticas, Ingenieros de Caminos, Canales y Puentes y Arquitectos Técnicos.

Resultados destacados

Los principales resultados del grupo se han obtenido en el campo de la mecánica de estructuras e ingeniería de la construcción.

El grupo ha desarrollado 6 proyectos de investigación financiados por distintos ministerios. Además participa en el proyecto INNPACTO 2011 que tiene por objetivo desarrollar un nuevo elemento estructural denominado ‘pilote asimétrico’ que permite un considerable ahorro y por tanto una construcción más sostenible.

La investigación que el grupo ha desarrollado ha requerido de la colaboración de licenciados en Matemáticas. A continuación se enumeran algunas de estas aportaciones:

Mallado en topología.

Uno de los métodos numéricos más extendidos para obtener formas de equilibrio del tipo láminas es el método de densidad de fuerzas. El grupo de investigación TEP-190 ha introducido una novedad conceptual muy interesante que es el mallado topológico para este método (Hernández-Montes et al 2006; Carbonell-Márquez et al.- artículo en revisión), que se ha denominado MT-MDF. Esta novedad ha sido aplicada, por ejemplo, para el diseño de antenas desplegadas en China (Liu et al. 2013).

Teorema de armado a flexión.

El equipo de investigación ha demostrado y comprobado numéricamente un teorema (TORS, Theorem of Optimal Section Reinforcement) que identifica las soluciones óptimas de armado de secciones de hormigón. Esta investigación requirió de la amplia colaboración de licenciados en Matemáticas y ha dado lugar a varias publicaciones (Gil-Martín et al. 2006; Hernández-Montes et al 2008; Gil-Martín et al. 2011)

Dinámica de estructuras.

En dinámica estructural es muy importante el concepto de factor de ampliación y, de hecho, se trata en todos los textos a partir de la respuesta permanente de un sistema de grado de libertad sometido a una carga armónica. Este equipo ha demostrado que la respuesta completa del sistema -transitoria más permanente- puede variar sustancialmente con respecto a la solución permanente. Para ello, en colaboración con matemáticos, se ha desarrollado una solución analítica sencilla que permite identificar la máxima respuesta completa del sistema no amortiguado. (Gil-Martín L.M. et. al 2012).

Estructuras a compresión. Arcos.

Uno de los resultados recientemente obtenidos, consiste en la resolución (aproximada y también analíticamente) de la ecuación diferencial que modela la forma de un arco cargado.

Para un arco de luz L , cuya carga vertical es $g(x)$, altura del arco h , peso específico del hormigón γ_c y espesor en el centro de la luz a , la ecuación diferencial que modela la forma del arco $z(x)$ es :

$$\begin{cases} \frac{d^2 z(x)}{dx^2} = -\frac{\gamma_c}{H}(a + h - z(x)) - \frac{g(x)}{H}, \\ z(0) = z(L) = 0, \\ z(L/2) = h. \end{cases}$$

La particularidad de este problema diferencial está en que el parámetro h aparece en la ecuación diferencial y es al mismo tiempo valor de la solución en $x = L/2$.

También se ha obtenido la solución analítica general para el caso de tablero inclinado. La resistencia de los arcos obtenidos ha sido comparada experimentalmente con arcos clásicos usando modelos a escala y los resultados experimentales han validado los teóricos. (Gil-Martín et al.- artículo en revisión)

Conexiones con otros grupos

El grupo TEP-190 ha trabajado con investigadores de prestigio internacional en el campo de la ingeniería estructural. En España, se ha colaborado estrechamente con grupo FQM-191

(‘Matemática Aplicada’).

Actividades organizadas

El grupo ha organizado dos congresos internacionales: “International Congress on Mechanical Models in Structural Engineering”. Dado el éxito y la buena acogida que ha tenido la iniciativa se ha decidido que este congreso se realice cada dos años.

Web del grupo <http://www.ugr.es/~tep190>

References

- [1] Carbonell-Márquez J.F., Gil-Martín L.M. and Hernández-Montes, E. Topological design of compression structures. JOURNAL OF STRUCTURAL ENGINEERING. En revisión.
- [2] Gil-Martín, L.M., Hernández-Montes, E., Pasadas-Fernández, M. (2006). "El Armado a Flexión: del teorema de Ehlers a los Diagramas de Armado a Flexión". HORMIGÓN Y ACERO. 241. Pp: 95- 105.
- [3] Gil-Martín L.M., Aschheim, M., Hernández-Montes, E., Pasadas-Fernández, M. (2011). "Recent Developments in Optimal reinforcement of RC Beam and Column Sections". ENGINEERING STRUCTURES. 33, pp: 1170-1180.
- [4] Gil-Martín, L.M., Carbonell-Márquez, J.F., Hernández-Montes, E., Aschheim, M., Pasadas-Fernández, M. (2012). "Dynamic Magnification Factors of SDOF Oscillators under Harmonic Loading". APPLIED MATHEMATICS LETTERS. 25, pp: 38-42.
- [5] Gil-Martín, L.M., Palomares, A., Hernandez-Montes E., Pasadas-Fernández, M. "The analytical expression of the gravitational loaded arch". APPLIED MATHEMATICAL MODELLING. En revisión.
- [6] Hernández-Montes, E., Jurado-Piña, R., Bayo E.(2006). "Topological mapping for tension structures". JOURNAL OF STRUCTURAL ENGINEERING 132 (6), pp. 970-97.
- [7] Hernández-Montes, E., Gil-Martín, L.M., Pasadas-Fernández, M., Aschheim, M. (2008). "Theorem of Optimal Reinforcement for Reinforced Concrete Cross Sections". STRUCTURAL AND MULTIDISCIPLINARY OPTIMIZATION. 36, pp. 509-521.
- [8] Liu, W., Lia, D.-X., Jiang, J.-P. (2013). "Mesh topological form design and geometrical configuration generation for cable-network antenna reflector structures" Structural Engineering and Mechanics 45 (3), pp. 407-418.