



**EPS**

Escola Politècnica

**UdG**

Superior

## Treball final de grau

**Estudi:** Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

**Títol:** Estudi experimental d'elements de formigó mitjançant un sistema de correlació d'imatges (DIC)

**Document:** Resum

**Alumne:** Josep Ramon Carrillo Viñas

**Director/Tutor:** Cristina Barris Peña / Irene Vilanova Marco

**Departament:** Eng. Mecànica i de la Construcció Industrial

**Àrea:** Mecànica de Medis Continus i Teoria de les Estructures

**Convocatòria (mes/any):** setembre / 2014

En aquest treball s'ha estudiat el comportament experimental de diverses provetes de formigó de diferents tipus i geometria, davant l'addició de fibres d'acer i de vidre en concentracions diferents.

L'estudi s'ha realitzat mitjançant l'ús del Digital Image Correlation (DIC), un sistema òptic digital de correlació d'imatges que serveix pel tractament i post-procés de dades d'assaigs estructurals. Aquest sistema consisteix en una o varies càmeres d'alta freqüència que, connectades a la vegada, van capturant el comportament d'una certa àrea d'interès de l'objecte observat durant un interval de temps. Processant totes aquestes imatges per un software, el qual utilitza un complex algoritme de correlació d'imatges, és possible extreure multitud de resultats tals com deformacions, tensions, desplaçaments i altres variables de qualsevol punt de l'objecte estudiat i per a qualsevol moment de l'assaig. Per el correcte funcionament de l'algoritme de correlació d'imatges, la proveta estudiada ha de disposar d'uns petits punts negres, tècnicament anomenats "speckles", que serveixen com a referències pel software per a estudiarà com es mouen durant l'assaig.

Aquest tipus d'instrumentació, multiplica les opcions d'extracció de dades dels espècimens assajats i agilitza el procés per a obtenir diferents resultats.

Els resultats experimentals extrets amb el DIC, s'han comparat amb els resultats numèrics obtinguts amb el programa d'anàlisi d'elements finits Abaqus, i amb els resultats analítics provinent de la formulació de diferents codis de disseny.

El present treball, ha passat per diverses fases per a la seva correcta elaboració.

La primera part d'aquest, ha consistit en obtenir una bona documentació sobre les diferents fibres utilitzades per a reforçar el formigó i les característiques i propietats que poden aportar en aquest. A partir d'aquesta informació, s'ha decidit treballar amb un total de 6 tipus de formigons diferents, segons els tipus de fibres i concentracions d'aquestes: un formigó sense fibres, dos formigons reforçats amb fibres de vidre (amb una concentració en el formigó de 0,07% i 0,09%), dos formigons reforçats amb fibres d'acer Dramix (0,76% i 1,52%) i un formigó reforçat amb fibres d'acer Dramix 3D (fibres encolades, 0,76%).

Seguidament, s'ha buscat informació en diferents articles sobre assaigs normalitzats de caracterització de formigó i s'ha decidit dur a terme tres assaigs: compressió, tracció indirecta i energia de fractura.

S'han formigonat un total de 30 diferents espècimens: 18 provetes cilíndriques normalitzades de 150mmx300mm (1 de cada tipus de formigó per a l'assaig de compressió i 2 per a l'assaig a tracció indirecta) i 12 bigues de 100mm x 100mm de secció, 420mm de longitud i una fissura inicial al centre de 50 mm (2 bigues de cada tipus de formigó per a l'assaig d'energia de fractura).

Un cop formigonat, s'ha procedit a la preparació dels espècimens, pintant-los amb el patró de speckles adequat; al muntatge del DIC, ajustant i trobant la combinació adequada de il·luminació, lents, posicionament de les càmeres respecte les provetes o bigues i calibratge; i la realització dels assaigs amb el Digital Image Correlation. Els assaigs, s'han realitzat amb les màquines de compressió i universals que disposa la Universitat de Girona al laboratori d'estructures de l'edifici PII.

Per últim, a la part més laboriosa de totes, s'han analitzat tots i cada un dels diferents assaigs realitzats, dels que s'han obtingut:

- Compressió: La resistència a compressió, la corba força-deformació i el mòdul elàstic de cada proveta, entre d'altres resultats.
- Tracció indirecta: La resistència a tracció i la corba força-deformació de cada proveta, entre d'altres resultats.
- Energia de fractura: El valor de l'energia de fractura i la monitorització de l'obertura de fissura a diferents altures per a totes les bigues.

En aquest treball, s'ha aconseguit obtenir un ampli estudi sobre les diferents característiques que presenten les fibres d'acer i fibres de vidre en el formigó davant concentracions diferents.

S'ha observat també, que els resultats experimentals s'ajusten als resultats teòrics en la majoria de casos, cosa que ens indica el bon funcionament d'aquest sistema davant l'assaig amb provetes petites de formigó.