

Treball final de grau

Estudi: Grau en Enginyeria Mecànica

Títol: Disseny d'un utilatge per a l'assaig en paral·lel de la tenacitat a la fractura en mode II.

Document: Doc 6. Resum del projecte

Alumne: Rui Jiang

Tutor: Jordi Renart Canalias

Departament: Enginyeria Mecànica i De la Construcció Industrial

Àrea: Mecànica de Medis Continus i Teoria de Les Estructures

Convocatòria (mes/any): 02/2017

RESUM DEL PROYECTO

1. Introducció

1.1. Antecedents

Una de les línies d'investigació del grup de recerca AMADE de la universitat de Girona és l'estudi del comportament a fractura de materials compòsits sotmesos a càrregues cícliques (fatiga). Existeixen diversos mètodes per realitzar assaigs de tenacitat a la fractura, els més utilitzats són el Mode I (DCB, *Double Cantilever Beam*) i el Mode II (ENF, *End Notched Flexure*), (C-ELS, *Calibrated End-Loaded Split*). La normativa que defineix els processos i condicions d'aquests assaigs estan establertes a les normes ISO25217 i ISO15114 respectivament

Partint d'un utilatge dissenyat per a l'estudi de la fractura en mode I, es pretén introduir les modificacions de disseny mecànic necessaris per adaptar-la a l'anàlisi de la fractura a fatiga del mode II, aplicant el mètode C-ELS, veure figura 1.

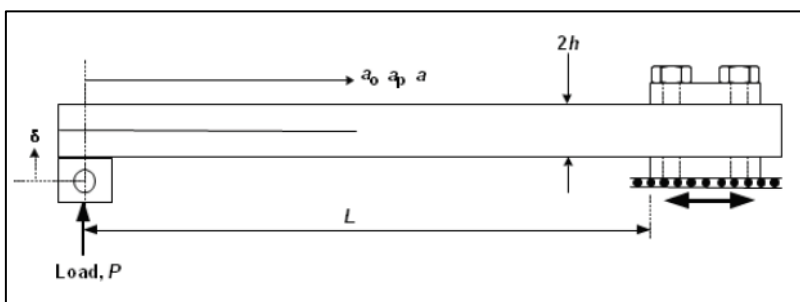
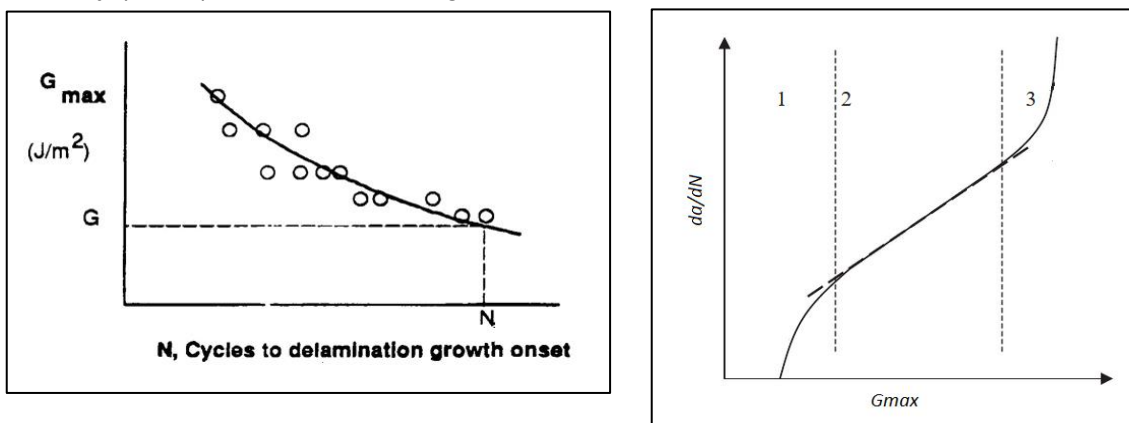


Figura 1. Disposició del muntatge C-ELS per mode II. ont extreta de la norma ISO15114.

En els assaigs a fractura, el paràmetre clau a determinar és l'energia disponibles per la fractura (G), en mode II es defineix com a G_{II} . En assaig estàtic i a fatiga, quan G_{II} s'igual a la tenacitat del material (resistència a la propagació de l'esquerda, G_c) comença la propagació. La G_{II} es mesura de dos maneres: mitjançant corbes d'iniciació de dany (onset) i corbes de propagació o creixement d'esquerda.



Grafica 1. La gràfica de l'esquerra és una corba G_{max} vs N , a la dreta es situa la corba da/dN vs G_{max} . La font d'aquestes gràfiques és la *Standard method ASTM D6115*.

Tenint en compte hipòtesis de la mecànica de la fractura lineal i elàstica, l'energia disponible per a la fractura està directament relacionat amb la flexibilitat (o compliança), per tant les corbes d'inici de propagació es poden obtenir a partir de la delaminació de la compliança.

La compliança o flexibilitat, és la inversa de la rigidesa, per tant, es pot definir com el ràtio entre desplaçament i càrrega en tant percent. El motiu de que es faci servir la compliança es degut a que és més simple obtenir dades experimentalment del desplaçament i la força de càrrega.

Finalment per trobar la G_{max} , a més de la compliça, també és necessari conèixer la longitud d'esquerda, aquesta dada es pot estimar fent un assaig de calibració prèviament a l'assaig a fatiga.

1.2. Objecte del projecte

L'objectiu d'aquest projecte és dissenyar un utilatge/mecanisme per realitzar assaigs a delaminació de materials composts sotmesos a fatiga d'assaig en mode II, basat en la norma ISO15114. Al no tenir una normativa estàndard, es dissenyarà un procediment propi d'assaig.

1.3. Abast i especificacions

1.3.1. Abast

El projecte inclou tots els documents necessaris del disseny de l'utilatge per la seva fabricació, i el disseny d'una metodologia d'assaig en mode II.

1.3.2. Especificacions de disseny

Especificacions	Descripció
El mecanisme ha de ser capaç de muntar-se a la màquina d'assaig	Màquina d'assaig MTS Bionix 858
Llargada de la proveta (L)	150 a 200mm
Gruix de la proveta	3 a 5mm
Càrrega crítica	50N a 500N
Energia de fractura disponible ($G_{II_{max}}$)	50 J/m ² 3000 J/m ²
Freqüència d'assaig	3 a 5Hz
Temperatura d'assaig	Temperatura ambient
Nombre mínim d'assaigs en paral·lel	4 assaigs
Mesura de càrrega aplicada	Càrrega individual a cada proveta
Condicions de temperatura	Assaig a temperatura ambient
Materials de fabricació	Acer al carboni del tipus C45E
Desplaçament màxim de la proveta	1 a 10 mm
Acabats superficials (en cas que no sigui acer inox)	Niquelat químic, per evitar la corrosió
Factor de seguretat	>1,5
Fletxa màxima a l'eix d'aplicació de la càrrega	0,2 mm

Taula 1. Especificacions de Disseny.

2. Descripció de la solució

Després d'analitzar totes les opcions en l'estudi previ. A continuació es presenta la solució final adoptada.

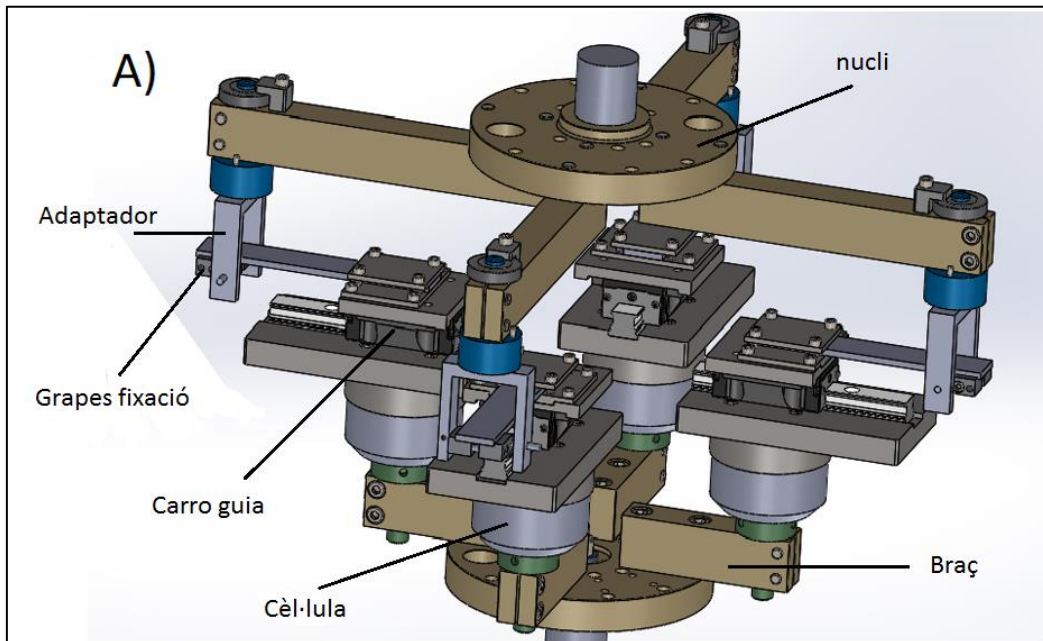


Figura 2. Utilatge assaig a fatiga en mode II, C-ELS.

La solució adoptada és un utilatge format per tres subconjunts anomenats, subconjunt de posicionament superior (SPAS), subconjunt de posicionament inferior (SPAI) i subconjunt *calibrated end-loaded Split* (C-ELS). Aquest tres subconjunts interactuen entre ells per portar a terme l'assaig a fatiga en mode II.

El SPAI és la part fixa de l'utilatge, fa la funció de bancada i determina la posició de les cèl·lules de càrrega. L'SPAI disposa d'un nucli en forma de disc, En la part central va fixat amb un cargol a la tija de la màquina d'assaig. Els quatre braços fan de posicionament i subjecció de les cèl·lules. Sobre aquestes cèl·lules es muntarà el subconjunt C-ELS.

El C-ELS és la part més important del mecanisme, ja que s'encarrega de la fixació de la proveta, també és el nexa d'unió entre els subconjunts SPAI i SPAS. Per introduir la força de cisallament a la proveta durant l'assaig en el mode II, El mecanisme C-ELS ha de permetre el moviment lliure a l'eix horitzontal, això és possible gràcies a la presència d'un carro guia.

El SPAS és la part mòbil de l'utilatge, per tant, és la part que transmetrà la deformació a la proveta. El nucli de SPAS està unit a la tija de la màquina MTS 858, així que transmet el moviment vertical de la tija a tot el subconjunt. L'adaptador amb forma de forquilla i les grapes de fixació s'encarreguen de que aquest moviment vertical arribi a la proveta.

3. Anàlisi de la funcionalitat de l'utillatge

L'utillatge dissenyat s'ha basat en l'idea de que sigui rígid i sobredimensionat, per evitar problemes de fletxes i de vibracions durant l'assaig, tals com els sorolls d'interferència amb les cèl·lules de càrrega i el fenomen de la ressonància.

4. Conclusions

El disseny plantejat permet realitzar assaigs a fatiga en el segon mode (mode II). A més de satisfer amb els requeriments del client. A continuació es mencionaran algunes de les més importants.

Un factor que influeix directament a l'exactitud i la precisió dels resultat de l'assaig, és el nombre de cicles a la que es sotmet la proveta, en casos estàndard cada proveta s'assaja a un freqüència de 5 Hz durant una setmana. Per optimitzar el temps d'assaig es va decidir que l'utillatge dissenyat pugui assajar paral·lelament 4 provetes.

Una de les mesures experimentals necessaris per l'obtenció del valor del $G_{II\max}$, és la deformació vertical al punt de càrrega de la proveta. Per evitar que la pròpia deformació de l'utillatge influeixi en aquesta mesura, s'ha evitar que en el punt d'aplicació de la càrrega el valor de la fletxa de l'utillatge superi els 0.2 mm. Això s'aconsegueix sobredimensionant els braços de l'utillatge.

El disseny d'aquest utillatge és exclusiu per l'assaig en mode II, però en el futur i donat el cas, hi ha parts d'aquest disseny que son adaptables per altres tipus d'assaigs similars de resistència a delaminació, introduint els canvis necessaris al disseny actual.

Dijous, 12 de gener del 2017

Rui Jiang

5. Resum del pressupost

El cost total per la fabricació de l'utillatge d'aquest projecte és de 7000 euros, sense IVA.

6. Relació de documents

Document 1. Memòria

Annex A. Càlculs

Annex B. Procediment d'obtenció de dades d'assaig

Annex C. Solucions preliminars

Document 2. Plànols

Document 3. Plec de condicions

Document 4. Amidament

Document 5. Pressupost

Document 6. Resum