

Buenas tardes, voy a presentar mi trabajo: Estudio de uniones en estructuras de pasta de sémola.

Cuando comencé este trabajo tenía en mente conseguir iniciar la creación de un documento con recomendaciones sobre uniones para constructores de estructuras en pasta de sémola.

Sin embargo, durante el proceso, el estudio se convirtió en la historia de un fracaso.

Pero como ya se ha dicho: "El fracaso es parte del proceso del éxito". Y más en un estudio de laboratorio con escasos antecedentes de investigación como este.

Para poder explicar esta historia es preciso volver unos segundos al principio.

Cuando me planteé mi TFG me fijé en los métodos prácticos que se empleaban para enseñar en las clases de estructuras. Y cómo podéis ver podría haber escogido cualquier material.

Pero escogí la pasta de sémola porque permite estudiar conceptos cómo la eficiencia. Mediante estructuras, que no modelos, que a pesar de su ligereza soportan una gran carga.

Me centré en las uniones porque resueltas estas, los estudiantes pueden centrarse en la forma estructural como hace cualquier diseñador de estructuras profesional.

Escogí el carro del Transbordador de Torres Quevedo cómo estructura base.

Adapté esta a unas dimensiones habituales en las estructuras de pasta.

Analiqué y encontré los problemas que aparecen en este tipo de estructuras.

Con esto, pude organizar una tabla con todos los datos necesarios para poder definir la unión definir la unión y los ensayos con el fin de que ambos fueran reproducibles.

Pero debido al limitado tiempo decidí centrarme en una unión: Empalmes rectos a tracción.

En este punto encontré el primer gran problema: No disponía de una máquina adecuada en los laboratorios de estructuras.

Por lo que basándome en investigaciones previas diseñé y fabriqué mi propia máquina.

La máquina tiene un funcionamiento simple pero efectivo. Se basa en una palanca, que por equilibrio de fuerzas permite medir la fuerza de rotura de la probeta.

Esta máquina podría haber tenido diferentes medidas, sin embargo, al conseguir que la distancia de los brazos sea la misma, además de obtener un resultado directo, la flexión, teóricamente, no afectaría a los resultados al ser igual.

Quedando igualadas las dos fuerzas a excepción del rozamiento. Parámetro que fue cuantificado mediante una serie de ensayos simples.

Además, la máquina permite ensayar probetas de distinto tamaño con una simple modificación.

En la preparación de las probetas encontré otra gran dificultad. ¿Cómo podría unir las probetas con la máquina de un modo fiable y eficaz?

Primero probé una unión que empleaba un cordón reforzado y cinta de tela. Pero era una opción altamente incompetente.

Se probó cambiando la cinta de tela por masilla epoxi. Pero esta masilla se rompía en los ensayos.

Se continuó con la silicona térmica, pero se producía una rotura en la unión con el material.

Por lo que decidí cambiar de método empleando cordón de nylon trenzado y adhesivo de contacto. En las primeras pruebas esta unión se rompía. Pero duplicando el cordón y haciendo un doble enrollado conseguí que la unión, aunque mejorable, fuera lo suficientemente eficaz para seguir avanzando en el estudio.

Con las probetas diseñadas me planteé que tipo de piezas debería ensayar. Escogí los espaguetis, puesto que es la variedad de pasta comercial más empleada en los diseños, y su estructura, en forma de fibras alargadas los hacen ideales para elementos a tracción.

Planteé estudiar piezas formadas por 1 a 6 espaguetis con el fin de identificar patrones de funcionamiento dependiendo de su área.

Pero para que una unión sea considerada óptima se debe cumplir que la pieza con unión resista lo mismo que una pieza continua. Para ello necesitaba la carga de rotura de la pieza. Algo que hubiera sido muy fácil de conseguir si no hubiera sido por la disparidad de datos encontrados sobre la tensión de rotura del material.

Por ello fue necesario organizar mis propios ensayos en la búsqueda de este dato fabricando probetas de piezas continuas.

Sin embargo, los datos obtenidos sorprendentemente no eran lineales. Algo que podría venir dado por la fragilidad de las piezas más pequeñas.

Una vez obtenido el dato con el que comparar las piezas quedaba por definir otra variable: los adhesivos.

En una primera aproximación realicé ensayos con 3 tipos de adhesivos: Adhesivo de contacto, adhesivo instantáneo y silicona térmica.

Los resultados obtenidos me permitieron escoger la silicona térmica por su resistencia y facilidad de uso, descartando los otros dos.

Sin embargo, existían en el mercado otros pegamentos que podrían ser más adecuados. Así que analicé más de cien probetas con seis tipos de adhesivos empleados en una unión directa. Una unión directa es aquella en la que se unen los espaguetis directamente sin ningún elemento de refuerzo. Para ello emplee: Cola de pescado, que es una cola de origen animal que se emplea principalmente en madera para instrumentos musicales. Adhesivo universal, resina epoxi, cola blanca y silicona térmica de nuevo.

Los resultados me permitieron descartar el adhesivo universal y la silicona térmica al resistir menos que los otros 3. Y el adhesivo epoxi por su dificultad de ser trabajado.

Por otro lado, se descartó las probetas de un solo espagueti, al presentar grandes dificultades para ser alineados.

Con los adhesivos restantes se comprueba que presentan la misma desviación en los resultados que la pieza sin unión. Algo que vendría a reafirmar la fragilidad de las piezas de menor área.

Aunque la cola de pescado y la cola blanca presentan los mejores resultados no cumplen la hipótesis de que la carga de rotura sea igual a la carga de rotura de las piezas sin unión.

Con lo que fue necesario avanzar en las soluciones.

En las siguientes soluciones se establece que el número de elementos de refuerzo sean los mismos que los elementos de la pieza, con el fin de conseguir continuidad en ellas.

Pero era necesario definir la longitud L de empalme. Por lo que mediante un cálculo de tensión de rotura del adhesivo se predimensiona esta longitud.

Sin embargo, los resultados me encaminaban a una longitud excesivamente pequeña, por lo que se define una longitud que sea manejable.

Con estos parámetros definidos se realizaron otra serie de ensayos empleando la cola de pescado y la cola blanca.

Ambos materiales habían mejorado su efectividad con esta unión. Pero solo la cola de pescado consiguió el propósito de que la carga de rotura fuera igual a la carga de rotura de la pieza sin unión.

Con todos estos datos pude obtener una serie de pautas, pero como el tiempo del TFG es finito también han quedado problemas de resolver. Cómo, por ejemplo:

¿Qué unión probeta-máquina puede ser más efectiva? En el trabajo ya se han barajado diferentes opciones. Cómo la incorporación de elementos adicionales en la unión, o un barnizado para evitar fisuras en las inmediaciones de esta.

¿Cuál es la resistencia de la pasta? ¿Dependerá del fabricante? Posiblemente sí, y sería algo importante a tener en cuenta en futuros estudios.

¿A qué se deben las desviaciones de carga en los diagramas? Ya se han propuesto hipótesis, pero valdría la pena estudiarlo.

Además, sería necesario ampliar las variables de la unión en el empalme recto a tracción.

Y finalmente, una ampliación en la investigación de las uniones para conseguir el objetivo inicial. Un documento que permita taxonomizar las uniones y recomendaciones para la construcción de estas estructuras que sirven como método de apoyo para comprender algo tan importante en nuestro oficio como son las estructuras.

Muchas gracias.