

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL INCREMENTO DEL INTERVALO DE MEDICIÓN EN EL SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE PAR TORSIONAL DE 20 kN·m

Torres Guzmán J. C., Segovia Arriola O., Gómez Chávez C. V.
 Centro Nacional de Metrología
 km 4.5 Carretera a Los Cués, Municipio El Marqués, Qro. C.P. 76246 México
 osegovia@cenam.mx, jtorres@cenam.mx

Resumen: Se describe un estudio de viabilidad para incrementar el intervalo de medición del patrón de transferencia de par torsional de 20 kN·m. Consistente en experimentación mediante extensometría y simulaciones realizadas en elemento finito (MEF) de la estructura principal del sistema de transferencia. Los resultados obtenidos, permitieron validar los modelos numéricos, de modo que con los cambios pertinentes la modelación (cambio en el tamaño de elemento y estudios de convergencia por malla), se puede predecir el comportamiento de la estructura a valores de par torsional superiores a los 20 kN·m.

1. INTRODUCCIÓN

La evolución industrial nacional demanda la generación de par torsional en intervalos de medición cada vez más grandes (de hasta 33 kN·m). El laboratorio de par torsional del CENAM ofrece servicios de medición y calibración hasta 20 kN·m, por lo que se estudia la viabilidad de elevar la capacidad de medición del sistema de transferencia de 20 kN·m. Para conocer el máximo intervalo alcanzable se realizó un estudio de la estructura cilíndrica exterior del sistema de transferencia hasta 20 kN·m por medio del método del elemento finito así como experimental con galgas extensométricas.

2. MODELO EN ELEMENTO FINITO

Se realizó un modelo en elemento finito, usando elementos isoperimétricos de 16 nodos para considerar triaxialidad de esfuerzos. De los resultados obtenidos en la simulación de la estructura cilíndrica del sistema de transferencia se observa (Figura 1) que existen tres zonas con mayor concentración de esfuerzos (usando el criterio de Von Mises), que fueron las seleccionadas para la instalación de galgas extensométricas (GE).

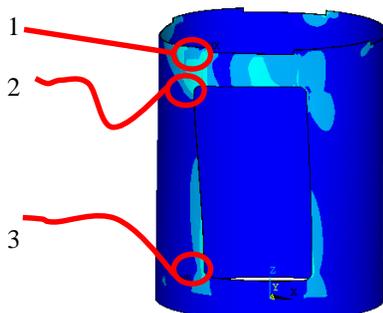


Fig. 1. Esfuerzos de Von Mises aplicando par torsional de 20 kN·m.

Las figuras 2 y 3 muestran un ejemplo de 2 de los puntos críticos localizados por el MEF.

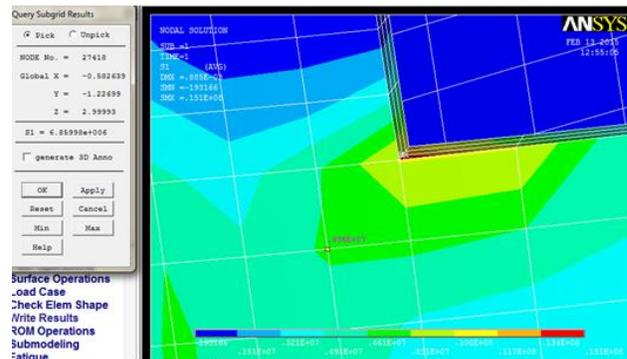


Fig. 2. Resultados de concentración de esfuerzos en la pestaña del cilindro (punto 1, figura 1).

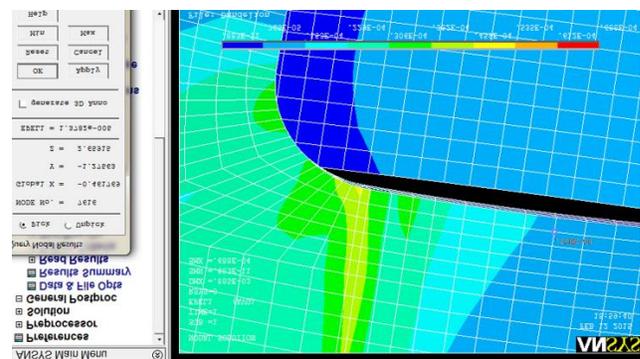


Fig. 3. Resultados de deformación unitaria en la esquina del acceso del cilindro (punto 3, figura 1).

3. EXPERIMENTACIÓN CON GE

Se seleccionaron rosetas a 45°, de aplicación general y sus mediciones (deformaciones principales en un estado de deformación plano ϵ_1 y ϵ_2) son independientes a la dirección en que se peguen [1].

En la tabla 1 se describen las principales características de las GE seleccionadas.

Tabla 1. Designación y características de las rosetas.

Tipo CEA-13-125UR-120		
	Factor de galga	Sensibilidad transversal
Sección 1	2.110 ± 0.5 %	1.0 ± 0.2%
Sección 2	2.125 ± 0.5 %	0.9 ± 0.2 %
Sección 3	2.110 ± 0.5 %	1.0 ± 0.2 %

3.1. Pegado

Se siguió el procedimiento de pegado tradicional [2], que consiste en preparación de la superficie (lijado, desengrasado y neutralizado), aplicación del pegamento y el pegado. La figura 4 muestra una roseta pegada en la parte superior de la estructura, cercana a una pestaña del cilindro.



Fig. 4. Roseta extensométrica ubicada en las cercanías de una de las pestañas de la estructura.

4. RESULTADOS

La primer deformación principal ϵ_1 se obtiene a partir de la ecuación 1 [3]. Donde k_i es el valor en micro-deformaciones de cada una de las secciones de las GE (secciones 1, 2 y 3 con sus respectivos factores de compensación de factor de galga).

$$\epsilon_1 = \frac{k_1+k_3}{2} + \frac{1}{\sqrt{2}} \left(\sqrt{(k_1 - k_2)^2 + (k_2 - k_3)^2} \right) \quad (1)$$

En la tabla 2 se resumen los resultados de las mediciones promedio de las rosetas 1, 2 y 3 (véase figura 1 para la posición de estas).

También se incluyen los resultados de la simulación mediante el método del elemento finito y la diferencia en porcentaje entre los 2 métodos.

Tabla 2. Comparativa entre resultados esperados y experimentales mediante el MEF.

	k_1	k_2	k_3	ϵ_1 Ecuación 1	ϵ_1 MEF	% Diferencia
Roseta 1	11	8	-13	14	29.0	-51.7
Roseta 2	13	-1	-7	13.7	13.8	-0.70
Roseta 3	18	1	5	23.8	24.2	-1.65

5. CONCLUSIONES

Mediante las mediciones con una roseta a 45° se considera un estado de deformación plana, por lo que la tercera componente de deformación principal no es medida. El criterio usado para realizar la comparativa entre resultados es la deformación principal y no la deformación de Von Mises. La matemática detrás de la simulación por MEF si considera una triaxialidad de esfuerzos, por lo que los esfuerzos tienden a ser mayores a los experimentales.

En la roseta 1, los valores se encuentran muy por debajo del esperado (diferencia aproximada del -50%); esto se debe a que en la simulación no se consideraron los refuerzos colocados en la unión con la tapa superior, ni el cambio de la rigidez en las cercanías de las pestañas debido a la soldadura aplicada. Se concluye que la estructura principal es apta para soportar pares de 50 kN·m, manteniendo un factor de seguridad conservador (mayor a 2).

REFERENCIAS

- [1] Strain gage installations with M-bond 200 adhesive”, Instruction bulletin B-127-14, Micro Measurements Brand, www.micro-measurements.com
- [2] Strain Gage Selection: Criteria, Procedures, Recommendations” Tech Note TN-505-4, Measurements Brand, www.micro-measurements.com
- [3] Resistencia de Materiales, Ferdinand L. Singer, Andrew Pytel, tercera edición, Harla México.