

Análisis Experimental del Comportamiento Viscoelástico de una Viga de Plexiglas

Di Rado Gustavo R. - Cóceres, Héctor D. - Raush, José A. - Canavesio Oscar Wittwer, Adrián R. - Marighetti, Jorge O. - Natalini, Mario B.

Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Nordeste
Av. Las Heras 727 - (3500) Resistencia - Chaco - Argentina
Tel.: +54 (03722) 439039 - E-mail: tunel@ing.unne.edu.ar

ANTECEDENTES

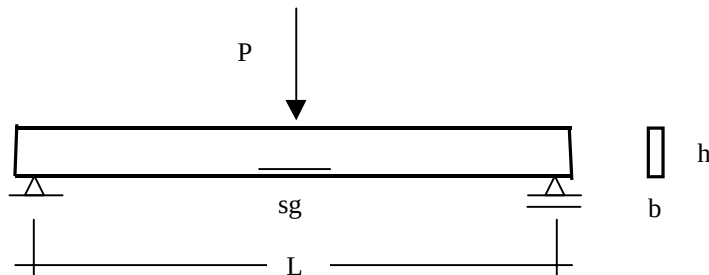
El estudio experimental de problemas estructurales a través de ensayos sobre modelos elásticos a escala, contruidos a partir de los criterios de semejanza, tiene como ventaja principal el menor costo frente a los ensayos de prototipos. Una gran cantidad de estudios sobre modelos estructurales hechos con materiales plásticos se realizaron desde 1960 en adelante [1]. En particular, es común la utilización de plásticos acrílicos como el plexiglas, que puede ser fácilmente mecanizado y además permite un rápido ensamblado en la construcción de modelos [2].

Si bien existen varios factores que deben tenerse en cuenta al determinar las características de esfuerzos y relación tensión-deformación del material con que se construye el modelo, en este análisis, el interés está centrado en el comportamiento viscoelástico de los materiales plásticos y que debe ser estudiado experimentalmente antes de construir el modelo. La propiedad de viscoelasticidad determina que la relación tensión-deformación en un tiempo determinado después de aplicar la carga es lineal, aunque el módulo elástico varía con el tiempo. La relación tensión-deformación no sigue la ley de Hooke y la deformación es función del tiempo transcurrido después de la aplicación de la carga, de la historia de carga y del nivel de tensiones.

En este trabajo se analiza el comportamiento viscoelástico de una pequeña viga de plexiglas sometida a un esfuerzo de flexión, a partir de los resultados de un ensayo realizado como parte de la asignatura “Análisis, Proyectos y Evaluación de Experimentos” de la Maestría en Ciencias de la Ingeniería que se dicta en la Facultad de Ingeniería de la UNNE. En primer lugar se determina la variación del módulo de elasticidad en función del tiempo transcurrido después de aplicar una carga, y luego, la influencia de la historia de carga mediante la aplicación de ciclos de carga y descarga. Para esto, se miden las deformaciones en un punto de la viga utilizando una galga extensométrica.

MATERIALES Y MÉTODOS

La viga de plexiglas de sección rectangular que se somete a esfuerzos de flexión está esquematizada en la figura 1, donde se indican el punto de aplicación de la carga P y la ubicación de la galga extensométrica sg que mide las deformaciones, siendo la distancia desde el borde de la viga al eje de la galga de 0.45 cm. Las cargas se aplican mediante un sistema de palanca y pesas, y se calibran utilizando una célula de carga. Las dimensiones indicadas son: $L= 49.4$ cm, $h= 8$ cm, $b= 0,5$ cm.



La galga de deformación se conecta a un sistema de medición que permite medir simultáneamente 20 canales. Este equipo posee un conversor analógico-digital que tiene una frecuencia máxima de adquisición de 1.429 Hz, es decir, permite hacer un seguimiento de las deformaciones en el tiempo con un intervalo de muestreo de 0.7 seg. La conexión de la galga al puente de Wheastone del equipo se hace a través del llamado “1/4 puente” que no admite compensación por temperatura, por lo que durante el ensayo se debe controlar la variación térmica [3].

Para determinar la variación del módulo elástico de la viga de plexiglas en función del tiempo se sigue el método sugerido por Roll [4]. Se aplica una carga constante de 34 kg durante 8 minutos y se miden las deformaciones. El mismo procedimiento se repite usando sucesivamente cargas de 46 y 56 kg. Las tensiones en el punto de medición de las deformaciones se calculan mediante la expresión:

$$\sigma = \frac{3PLy}{bh^3}$$

siendo en este caso $y = 3.55$ cm.

Con las tensiones y los valores de deformación correspondientes a tiempos de 15, 30, 60, 180 y 420 seg. Se pueden calcular los respectivos módulos de elasticidad con la ecuación:

$$E = \sigma/\epsilon$$

siendo ϵ la deformación. Estos valores discretos que indican la evolución de E en el tiempo se ajustan a una función E(t) que determina la variación temporal del módulo elástico en forma continua.

La influencia de la “historia de carga” se analiza cargando con 34 kg durante 2 minutos y descargando otros 2 minutos en forma sucesiva, y observando lo que ocurre en los ciclos sucesivos de carga y descarga.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la figura 2 se indica la evolución en el tiempo de las deformaciones medidas para las tres cargas que se indican en el mismo gráfico. La serie 1 representa las deformaciones para la carga de 34 kg, la serie 2 para 46 kg y la serie 3 para 56 kg. Con los valores de deformación medidos a los 15, 30, 60, 180 y 420 seg., después de aplicar cada carga, se determina el módulo $E = \sigma/\epsilon$ para cada tiempo especificado. Esos valores experimentales que determinan la evolución del módulo elástico en el tiempo se ajustaron a distintas funciones matemáticas, aunque en la figura 3 se indican solamente expresión potencial, que es la de mejor ajuste a los valores de ensayo.

Figura 2: Gráfico Deformación - Tiempo

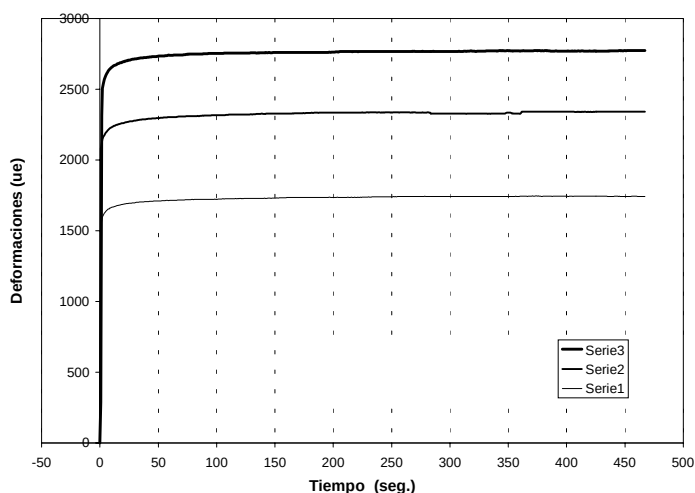
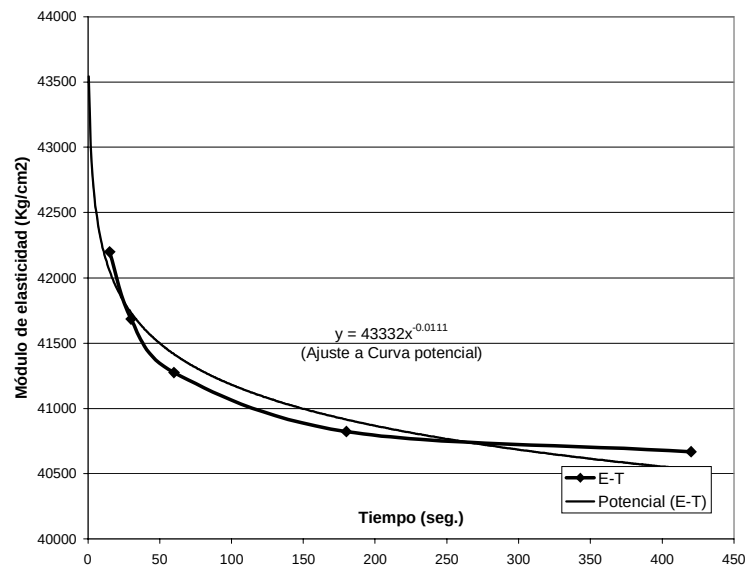
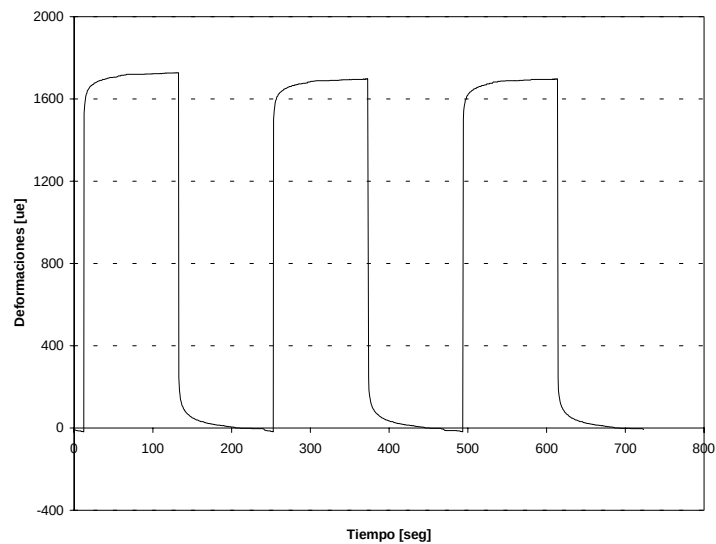


Figura 3: Variación Módulo de elasticidad - Tiempo



En relación con el análisis de la influencia de la historia de carga, en la figura 4 se muestra la evolución temporal de las deformaciones con los sucesivos ciclos de carga y descarga, y se puede apreciar que después del primer ciclo de cargas, los incrementos de deformación se mantienen constantes como ya fuera observado por Rocha [5].

Figura 4: Ciclos de carga y descarga



CONCLUSIONES

Con respecto a la influencia de la historia de carga, si bien se observa un comportamiento similar al de otros trabajos hechos antes, convendría realizar el experimento de ciclos de carga y descarga utilizando una carga de mayor valor, para obtener una mayor diferencia entre lo que ocurre en el primer ciclo y los siguientes.

La obtención de la variación temporal del módulo de elasticidad permite calcular las tensiones en un modelo construido con este material en cualquier instante a partir de la aplicación de una carga. Siendo que la función $E(t)$ tiende asintóticamente a un valor constante, se puede saber que tiempo debe transcurrir después de aplicar una carga para considerar que el módulo elástico es prácticamente constante.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Sabnis, G., Harris, H., White, R., Mirza, M. "Structural Modeling and Experimental Techniques". Prentice-Hall, Inc. 1983, p.65.
- [2] Fialho, J.F.L. "The use of Plastics for making Structural Models". Technical Paper N° 184. Laboratorio Nacional de Engenharia Civil. Lisbon, Portugal, 1962.
- [3] Gordillo, A. "Extensometría y Transductores de Fuerza". Transductores y medidores electrónicos. Serie: Mundo Electrónico. Boixareu Editores. Barcelona – México, p. 31.
- [4] Roll, F. "Material for Structural Models". ASCE J. Struct. Div. N° ST6, 1353-82, 1968.
- [5] Rocha, M. "Determination of Thermal Stresses in Arch Dams by Means of Models", RILEM Bull. (Paris) N° 10, p. 65, 1961.