

XVIII CONGRESO REGIONAL DE INVESTIGACION RESUMEN

Título del trabajo:

ANÁLISIS DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL EN UNA PIRÁMIDE RETICULAR

Autores: Bello Cortés Iván Hazel, Hernández Solís Aleyda, López Márquez Daniela Danaé,
Palacios Portilla Lizbeth

Institución: Preparatoria 6 Antonio Caso, UNAM
Corina 3, Col. del Carmen, Coyoacan, 04100, México D.F.

Asesora: Dra. Rosa E. Díaz Sandoval
Instituto de Geofísica, UNAM
cuasar@excite.com

Área de participación: Nivel preparatoria, Categoría científica B, Ciencias Físico-
Matemáticas Desarrollo Tecnológico.

RESUMEN

Objetivo

Análisis de la carga máxima de resistencia de una pirámide reticular de cinco niveles truncada, tanto analítica como experimentalmente para futuras aplicaciones en la construcción e Ingeniería.

Antecedentes

Las estructuras formadas por una red de triángulos se les denomina estructuras reticulares o celosías, en el caso de las vigas. Las uniones entre vigas, es decir, los vértices de los triángulos, son los nudos. En las estructuras de las construcciones, las varillas se pueden unir generalmente mediante tornillos, remaches y soldaduras.

En una estructura reticular, toda fuerza puede descomponerse en tres direcciones no concurrentes y estudiarse mediante el análisis vectorial tridimensional. Los vectores son cantidades que tienen tanto magnitud como dirección y sentido. Para representar un vector en un sistema de coordenadas dibujamos una flecha que parte del origen y termina en un punto en el sistema, la longitud de la flecha corresponde a la magnitud del vector, y el sentido de la flecha al sentido del vector. En un sistema tridimensional, cada componente se obtiene de la siguiente manera:

$$Z = R \cos \theta$$

$$Y = R \sin \theta \sin \phi$$

$$X = R \sin \theta \cos \phi$$

Donde R es la magnitud, θ es el ángulo del vector con respecto al eje Z y ϕ es el ángulo de la proyección del vector en el plano XY con respecto al eje X

Cada unión entre vigas soporta fuerzas de tensión y compresión. Las fuerzas de tensión son aquellas que pueden romper la unión por estiramiento o tensión, mientras que las fuerzas de compresión tienden a romper la unión comprimiéndola.

Metodología

Se hizo un análisis vectorial de las fuerzas de tensión y compresión a las que están sometidas todas

las uniones de las vigas que forman una pirámide reticular en forma de tetraedro. Para ello, se consideraron 5 niveles de un tetraedro completo. Los resultados de los cálculos teóricos se compararon, por una parte, con las mediciones experimentales de compresión y tensión máximas soportadas por la unión entre dos palillos (vigas) y por otra, también se compararon con la máxima carga experimental que podía soportar la estructura troncada.

Todo esto se hizo para establecer un método de predicción de cargas máximas a las que podría someterse una pirámide reticular y poder extrapolar nuestro análisis a construcciones reales que utilizan otros materiales, como la conocida pirámide del Museo de Louvre, en París, Francia, que es una pirámide reticular de este tipo.

Desarrollo

Se construyeron dos pirámides reticulares. Una completa de 5 niveles hecha con palillos y bolitas de unicel y en la segunda, se truncó el nivel superior (Nivel 1). El precio total de los modelos fue de \$300. Para ambas, los palillos se fueron uniendo con las bolitas y el resistol, y después se pintaron de varios colores para representar las diferentes fuerzas de tensión y compresión presentes en la pirámide.

Para deducir la resistencia de las uniones sometidas a fuerzas de compresión y de tensión, se realizaron varias medidas con diferentes cargas hasta que la unión se destruyera. Puesto que la pirámide reticular está formada por uniones mediante bolitas de unicel, la carga máxima que puede soportar, dependerá de dichas uniones, que serán las primeras en vencerse. Así pues, se utilizaron dos dispositivos, uno para medir la tensión máxima, y el otro para medir la compresión máxima.

Basándonos en la teoría de vectores de tres dimensiones, se realizaron los cálculos correspondientes al equilibrio de fuerzas presentes en los puntos de unión de la pirámide. Esto se realizó, considerando primero una pirámide de un solo nivel, es decir, un tetraedro formado por 6 palillos y el resto de los niveles se agregaron de manera consecutiva. En todos los análisis se supone una carga de prueba con masa W y se considera que la masa de cada palillo es p .

Experimentalmente, se realizaron pruebas con diferentes pesos o cargas sobre la pirámide, con el objeto de determinar la carga máxima que soporta la estructura. Para facilitar la medición experimental, se utilizó la pirámide troncada de su nivel superior, para poder depositar los pesos en forma creciente, que consistieron en películas que se fueron colocando sobre la pirámide en forma de torre.

Resultados

Experimentalmente, se obtuvo que la carga máxima que soporta nuestra pirámide, justo antes de romperse, es de 27.685N correspondiente a una masa de 2.825 kg. Dado que el peso de un palillo es de 9.8×10^{-3} N (masa de 1g), los resultados de los análisis teórico muestran que la pirámide trunca soporta la máxima tensión y la máxima compresión en el Nivel 2.

Conclusiones

Se obtuvo que las fuerzas de tensión máximas experimental (1.5288N) y teórica (1.5130928 N) calculada, considerando la máxima carga que soportó la pirámide, son comparables, por lo que nuestra predicción resulta buena en esta parte.

Sin embargo, las compresiones máximas experimental (1.1074 N) y teórica (5.3146 N) difieren

bastante, siendo esta última la mayor. Aunque el experimento de medición fue burdo, preferimos tomar ese valor por ser el que menos riesgo presenta.

Consideramos que nuestro modelo puede usarse para el cálculo de estructuras reales y puede tener aplicación en el estudio de la resistencia estructural tridimensional.

Bibliografía

Giancoli, Douglas C., Física General, México: Prenticetlall, 1988

Henkel O. Estática Gráfica. Editorial Labor, Barcelona 1926.

Resnick R. Halliday D. Krane K. Física Vol. 1. Compañía Editorial Continental, México 1999.

Schaum D. Física General. Edit. McGraw Hill, México 1970.