

Problema de placas rectangulares. Método de Navier

Una placa rectangular de espesor h y dimensiones $a \times b$, forma parte de la estructura de unas instalaciones industriales, pensada para sostener una carga uniforme distribuida de valor p_0 . Inicialmente, la placa se diseña tetra-apoyada simple, sin embargo, las circunstancias de uso futuro fuerzan a replantear su diseño para disminuir la flecha máxima. Como profesional responsable del cálculo estructural del proyecto, se le solicita el estudio de las siguientes dos alternativas:

- Alternativa 1: propuesta por la empresa constructora, consiste en añadir durante la construcción de la placa un pilar bajo su punto central. Este pilar estará articulado en ambos extremos, será de sección tubular con diámetro exterior \varnothing_{ext} , longitud L y espesor de pared t (se considerará que el pilar apoya sobre una base infinitamente rígida).
- Alternativa 2: La dirección de obra no es partidaria de la solución propuesta por la empresa constructora ya que reduce la diafanidad del espacio bajo la placa. En su lugar, propone rigidizar dos apoyos paralelos de la placa con el resto de la estructura, de forma que se comporten como bordes empotrados.

Su trabajo consiste en comparar la flecha máxima de cada una de las dos opciones. Para ello, haga uso del método de Navier. Tenga en cuenta el peso propio de la placa. Obvie el pandeo del pilar de la alternativa 1. En la alternativa 2, elija los dos apoyos paralelos que cree generarán una mayor disminución de la flecha máxima. Además, para satisfacer su curiosidad, decide comprobar cuál hubiera sido el error en el cálculo de la flecha máxima de la alternativa 2 si hubiese idealizado la placa como una viga biempotrada de sección rectangular.

Datos (use las instrucciones adjuntas a esta tarea para generar datos personalizados a partir del DNI)

- Placa: $a = 8$ m; $b = 6$ m; $h = 0.2$ m; $\rho_p = C_2 \cdot 2.5$ kg/dm³; $\nu = 0.2$; $E_{placa} = 32$ GPa;
- Carga de cálculo: $p_0 = C_4 \cdot 4$ Ton/m²;
- Columna biarticulada: $\varnothing_{ext} = 100$ mm; $L = 4 \cdot (1 + C_1/100)$ m; $t = 4$ mm; $E_{pilar} = 210$ GPa
- Aceleración de la gravedad: 9.81 m/s²
- Acortamiento/estiramiento por fuerza axial F en un elemento barra: $\delta = FL/(EA)$.

Esta tarea se acompaña de un código de ordenador escrito en lenguaje Python, que servirá para evaluar las series dobles de Fourier con un número razonablemente elevado de términos.

Rúbrica de evaluación (máxima calificación = 100 puntos)

- a) Desarrollo de la condición de compatibilidad para la obtención de la fuerza axial F actuando en el pilar biarticulado de la alternativa 1: 25 puntos
- b) Flecha $w(x,y)$ de la placa y flecha máxima de la alternativa 1: 10 puntos
- c) Justificación de los bordes seleccionados para reducir la flecha en la alternativa 2: 5 puntos
- d) Desarrollo de la condición de compatibilidad para la obtención de los términos “Mn” o “Mm” del desarrollo en serie de los momentos flectores distribuidos de empotramiento: 30 puntos
- e) Flecha $w(x,y)$ de la placa y flecha máxima de la alternativa 2: 10 puntos
- f) Comparativa entre alternativa 2 y su simplificación como viga biempotrada: 10 puntos
- g) Desarrollo del contenido, presentación de resultados y conclusiones en el informe: 10 puntos