

Análisis y selección del modelo modular óptimo en un proceso de indentación mediante el Teorema del Límite Superior

C. Bermudo⁽¹⁾, F. Martín⁽¹⁾, L. Sevilla⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento de Ingeniería Civil, Materiales y Fabricación, Universidad de Málaga.
C/ Dr. Ortiz Ramos s/n 29071 Málaga SPAIN. bgamboa@uma.es.

Keywords: Teorema del Límite Superior, Indentación Bloques Rígidos Triangulares

1. Introducción

El presente trabajo analiza los resultados obtenidos mediante el estudio que aporta la elección de la distribución modular óptima entre las diferentes contempladas, para un caso de conformado por indentación, analizado mediante la aplicación del Teorema del Límite Superior (TLS), en su configuración de Bloques Rígidos Triangulares (BRT) con distribución modular [1]. Esta elección se basa en la minimización de los valores obtenidos mediante la relación adimensional $p/2k$ (donde p es la presión y k es el límite de fluencia a cortadura del material) obtenido en cada distribución analizada.

2. Metodología

Estudios previos [1] muestran que la distribución modular presenta una solución mejorada a los problemas de indentación en comparación con otros modelos (no modulares). En este caso, la mejor configuración posible de BRT, mediante esta consideración modular, se analiza para obtener una resolución sencilla, con valores de $p/2k$ bajos y una mejor aproximación al comportamiento real del proceso.

Por lo tanto, se estudian tres modelos modulares diferentes, con las mismas condiciones geométricas, cinemáticas y de rozamiento [2]. Debido a la doble simetría impuesta al proceso, solo será necesario el estudio de un cuarto de la pieza. La selección de la distribución modular más precisa se obtiene resolviendo los hodógrafos y ecuaciones que derivan de cada configuración.

3. Resultados

La configuración con el menor valor de $p/2k$ se selecciona comparando los resultados obtenidos para cada una. Los tres modelos presentan una evolución gráfica similar (Figure 1), siendo la más apropiada la configuración formada por tres módulos de dos BRT cada uno (donde el último módulo corresponde al material que no se encuentra bajo el punzón) debido a una mejor adaptación de la fluencia del material.

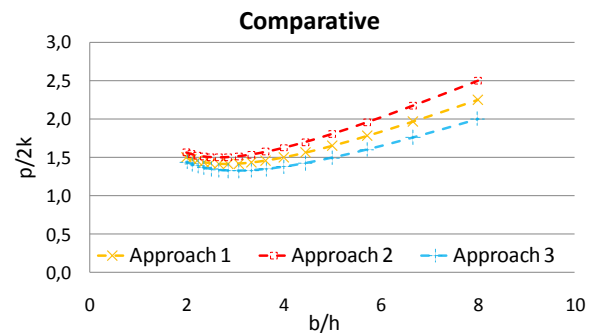


Figura 1. Resultados de las tres configuraciones estudiadas

4. Conclusiones

La comparativa realizada para obtener el valor mínimo de energía requerida en el proceso de deformación plástica, como es la indentación, muestra que la distribución modular, en la aplicación del TLS mediante módulos de BRT, permite una aplicación sencilla y versátil que no se encuentra presente en otras técnicas de análisis. Además, la introducción de módulos con dos BRT cada uno, permite lograr una mayor simplicidad que en los modelos anterior y obtener un menor valor de la relación $p/2k$.

5. Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a la Universidad de Málaga – Campus de Excelencia Internacional Andalucía Tech y al Programa de becas FPU del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte por su aportación económica al proyecto de investigación.

6. Referencias

- [1] F. Martín, C. Bermudo, L. Sevilla. Analytical approach to the indentation process. Application of the Upper Bound Element Technique. Materials Science Forum, 713 (2012), pp. 13-18.
- [2] C. Bermudo, F. Martín, L. Sevilla. Paper Friction Influence on the Implementation of the Upper Bound Theorem in Indentation Process. Proc. of DAAAM 2012. Wien, Austria, 2012.