

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

Profesor Patrocinante:

Dr. Ing. Paulo Flores Vega

Estudio del estado de esfuerzo plano. Homogeneidad y localización
de esfuerzos y deformaciones

Víctor Angelo Tuninetti Vásquez

Informe de Tesis de Grado
para optar al Grado de

Magíster en Ciencias de la Ingeniería con mención en Ingeniería Mecánica

Concepción, diciembre de 2009

Sumario

Los procesos de conformado de placas metálicas como el embutido, estampado o doblado son simulados mediante el método de los elementos finitos con el fin de sustituir los métodos de prueba y error (costosos y lentos) y de predecir fallas como la aparición de rebabas, arrugas y/o retorno elástico, pero la precisión de los resultados obtenidos depende de la ley constitutiva y de la identificación de los parámetros del material requeridos por la ley. Con el motivo de aumentar esta precisión, se realiza un estudio numérico-experimental de los ensayos de deformación plana, estado que se presenta con frecuencia en los procesos de conformado.

Se presentan resultados experimentales de ensayos mecánicos de tracción en probetas de diferente geometría, extraídas de placas laminadas en frío, de espesor delgado con respecto a las otras dimensiones de las probetas. Durante la carga de las probetas se mide el campo de deformaciones y se analiza la evolución de la zona homogénea, en función de la carga y también en función de la geometría. Mediante un código de elementos finitos, se simulan estos ensayos, el campo de deformaciones se compara con los experimentales y se calcula el campo de esfuerzos. Se verifica un estado de esfuerzo plano. De los ensayos experimentales y del análisis numérico se observa que para probetas en las que el ancho es mucho mayor que el largo (largo en la dirección de la carga) la deformación en la dirección del ancho es nula en una gran parte de la zona calibrada, zona que será llamada como homogénea (despreciando los efectos de borde), y que el estado de deformaciones corresponde a un estado de deformación plana. Estos ensayos se denominan ensayos de tracción con deformación plana.

Mediante un estudio de los campos de esfuerzo/deformación se obtienen 4 logros relevantes: la geometría óptima que describe el estado de deformación plana para este tipo de ensayo, el cual puede ser usado para la caracterización de parámetros; un método para el cálculo del esfuerzo a partir de variables experimentales, asegurando un error relativo del 3%, permitiendo determinar puntos de la zona de esfuerzos biaxiales de la superficie de plasticidad con mayor precisión; se encuentra una evolución de la localización de la deformación en función de la geometría usada en el ensayo, la cual se acerca a los bordes conforme aumenta la relación ancho/alto de la probeta, conocimiento que contribuye a determinar el *forming limit diagram* y finalmente se desarrolla un nuevo método general para la caracterización de parámetros del material usando el criterio de fluencia de Hill (1948) con ensayos de tracción uni-axial, el cual posee una potencial ventaja respecto a métodos actuales debido a que no requiere la existencia de un estado de deformación plana, permitiendo así utilizar una amplia gama de tipos de geometrías en los ensayos.

Como perspectivas se puede usar el método para caracterizar parámetros que determinen otras leyes constitutivas, como las de Hosford (1979), Logan y Hosford (1980) o Barlat (1991).