

"Métodos Numéricos en la Mecánica del Continuo" - G. Marshall (Comp.)
EUDEBA, Buenos Aires (1978) p. 13-17.

01.78.05

SIMULACION NUMERICA DEL COMPORTAMIENTO
TERMOELASTOPLASTICO DE MATERIALES POR EL
METODO DE ELEMENTOS FINITOS (Código PLASTE F)

Fernando G. Basombrío y G. Sánchez Sarmiento
Centro de Cómputos - Centro Atómico Bariloche (CNEA)

Se presenta un código general cuyo propósito es simular el comportamiento termoelastoplástico de materia les usando el método de los elementos finitos /3/. Para historias dadas de cargas y temperaturas, permite resolver problemas tecnológicos de variada geometría en tensión plana, deformación plana y simetría de revolución. Admite leyes cualesquiera de endurecimiento por deformación. Descargas o recargas espontáneas son tenidas en cuenta automáticamente en todo punto del material.

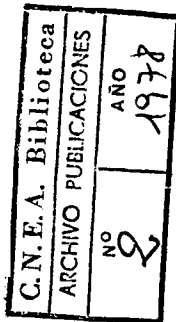
El programa se basa en el método incremental de las "tensiones iniciales", que para cada incremento de cargas evalúa un problema elástico con tensiones iniciales ficticias, acumulando los resultados que han sido obtenidos a partir de las leyes de equilibrio. Tal problema se resuelve en forma iterativa, a efectos de que las leyes de la plasticidad sean satisfechas dentro de un margen tolerable de error, para el cual se interrumpen las iteraciones. Ha sido adoptado el criterio de plasticidad de Levy-Mises-Prandtl-Reuss.

En la bibliografía se resumen las publicaciones fundamentales que anteceden a la presente /5,6,9,10,11/, a título de referencia. Nuestro trabajo sigue mas estrechamente la línea de Zienkiewicz y colaboradores /6,10,11/.

Para cada incremento de carga, las correspondientes deformaciones térmicas se calculan con la distribución de temperaturas obtenidas con el código auxiliar "CUARM" /1/ y el problema termoelástico incremental se resuelve con algunas de las rutinas del código "ELASTE F" /2/ (elasticidad plana y de revolución). Se utiliza el método de la factorización de Cholesky para hallar la solución del sistema lineal de ecuaciones algebraicas.

El programa emplea elementos triangulares con polinomios lineales. Requiere un total de aproximadamente 100 Kb. de memoria rápida y archivos adicionales en discos. Tal capacidad permite usar redes de unos 300 elementos y 200 nodos. Un problema de ese tamaño emplea alrededor de 50 segundos (*) por cada iteración excluyendo cálculos térmicos.

(*) Computadora IBM/360 Mod.44 del Centro de Cómputos del Centro Atómico Bariloche.



Se han llevado a cabo varias pruebas del código, de las cuales se mencionan dos. La primera de ellas consiste en el estudio de la concentración de tensiones originada por la presencia de un agujero circular en una probeta rectangular traccionada (Fig.1). Se comparan nuestros resultados con un trabajo experimental /7/ y con las predicciones obtenidas con otros modelos numéricos /5,8,11/. Se analiza el efecto provocado por reemplazar la curva real de tensión-deformación, por una aproximación bilineal de esta (Fig.2), encontrándose que el mismo en ciertos casos no es despreciable (Figs. 3 a 5). El número de incrementos de carga en la etapa plástica fue de cinco.

La otra prueba se refiere al estudio de la concentración de tensiones en una probeta rectangular con entalladuras. En la Fig. 6 se exhibe la geometría de la misma y los resultados obtenidos que se comparan con los datos en la referencia /9/.

En las pruebas resueltas las concordancias obtenidas han sido satisfactorias /3/.

BIBLIOGRAFIA

- /1/ Basombrío, F.G.; Cruz, B.: Informe CAB/1976/2 - Centro Atómico Bariloche - CNEA - 1976.
- /2/ Basombrío, F.G.; Sánchez, G.: Informe CNEA-NT 13/77-Centro Atómico Bariloche - CNEA - 1977.
- /3/ Basombrío, F.G.; Sánchez, G.: Informe CAB/1977/8. Propuesto para publicación.
- /4/ Hill, R.: The mathematical theory of plasticity - Clarendon Press. Oxford 1956.
- /5/ Marcal, P.V.; King, I.P.: Int. J. Mech.Sci. 9, N° 3, 143-155 (1967).
- /6/ Nayak, G.C.; Zienkiewicz, O.C.: Int.J. Num. Meth. in Engng., 5, 113-135 (1972).
- /7/ Theocaris, P.S.; Marketos, E.: J.Mech.Phys.Solids, 12 377-390 (1964).
- /8/ Yagawa, G.; Nishioka, T.; Ando, Y.: Nucl. Eng.and Des. 34, 247-254, (1975),
- /9/ Yamada, Y.; Yoshimura, N.; Sakurai, T.: Int. J. of Mech. Sci., 10, 343-354 (1968).
- /10/ Zienkiewicz, O.C.: "The Finite Element Method in Engineering Science", Mc Graw-Hill, London, 1971.
- /11/ Zienkiewicz, O.C.; Valliappan, S.; King, I.P.: Int. J. Num. Meth. Engng. 1, 75-100 (1969).

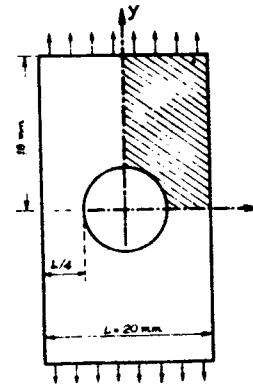


FIGURA 1.- Placa perforada. Dimensiones de la probeta.

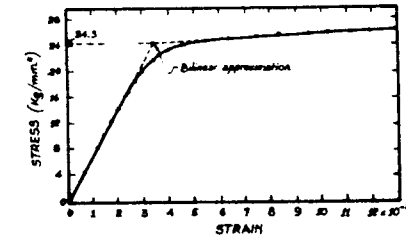


FIGURA 2.- Curva deformación-tensión en tracción uniaxial para aleación de Aluminio 57 S.

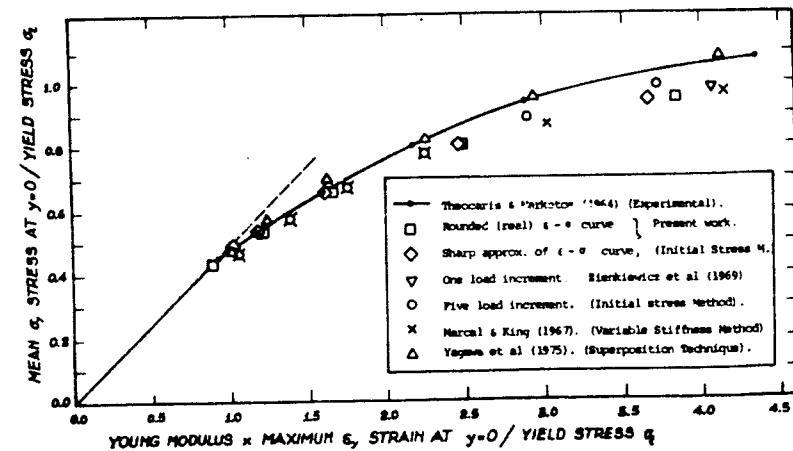


FIGURA 3.- Placa perforada. Máxima deformación en el punto en que comienza la fluencia vs. tensión media en la sección $y=0$ (Magnitudes adimensionales).

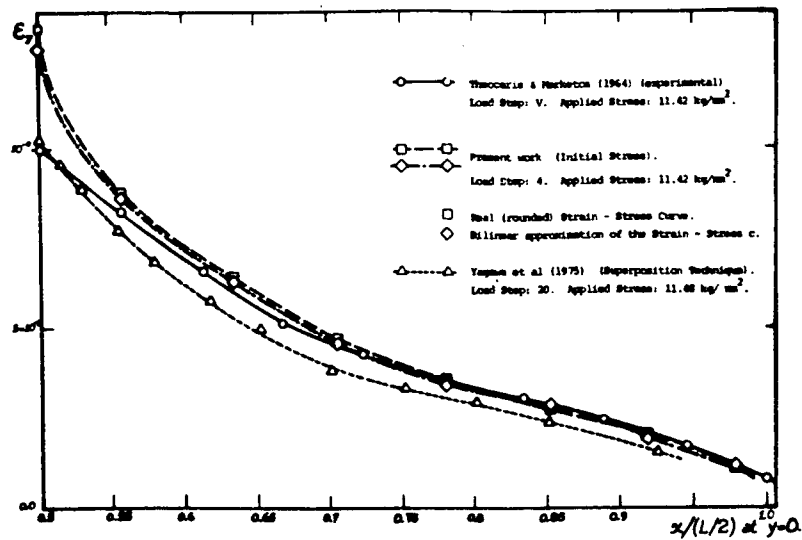


FIGURA 4.-Variación de la deformación ϵ_y en la sección $y=0$ para el paso de carga 4. Comparación con resultados experimentales y con otros modelos numéricos.

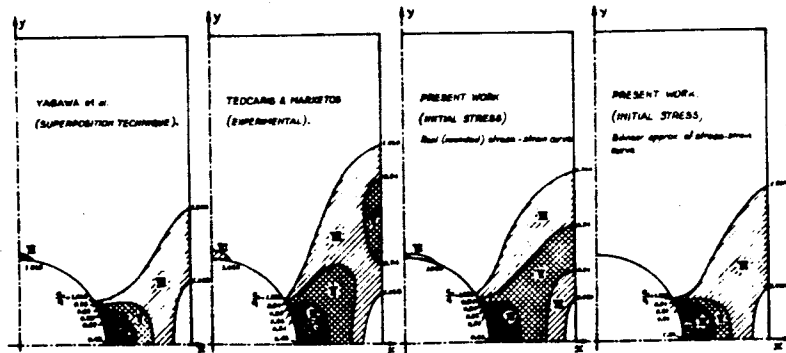


FIGURA 5.- Avance progresivo de la frontera de fluencia en la placa perforada. Comparación entre diferentes resultados.

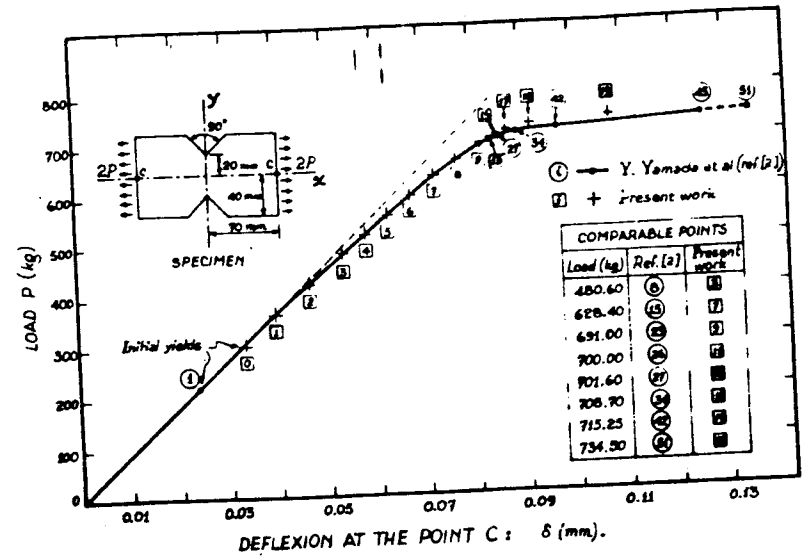


FIGURA 6.- Curva carga vs. deflexión para una probeta entallada. Comparación con otros resultados.