EFECTO DE LA RUGOSIDAD DEL TERRENO EN LAS SECCIONES SÍSMICAS: MODELAMIENTO POR ELEMENTOS FINITOS

ROBINSON QUINTANA, LUIS MONTES, SANDRA CÉSPEDES, ALFREDO GHISAYS & GABRIEL PÉREZ

1. RESUMEN

Se simula el comportamiento de la ecuación de onda mediante elementos finitos, modelando así la respuesta de la capa somera y en particular el efecto debido a la topografía. En zonas de topografía rugosa con cambios laterales de velocidad en la capa somera se produce anomalías sísmicas y ruido, llamadado *back scattering*, distorsionando y oscureciendo la información de capas más profundas donde se halla el objetivo. Su influencia se ha intentado remover por correcciones con estáticas de datumización (Berryhill, 1979), pero esto funciona solo cuando la distancia disparo-receptor es pequeña y con elevación moderada (Bevc, 1996). Se presenta una estrategia para eliminar estos ruidos antes de cualquier paso del procesamiento sísmico incluida la migración.

La geometría y distribución de velocidad en la capa somera en general se pueden estimar de una sección apilada. Se hizo un modelo sencillo de la capa somera con una superficie irregular por medio de una grilla en dos dimensiones. En uno de los nodos de la grilla se colocó la fuente en tiempo cero, en este caso una ondícula de Ricker para datos sintéticos, luego un programa desarrollado en C++ resuelve la ecuación de onda acústica en todos los elementos para cada intervalo de muestreo. El primer sismograma obtenido muestra el comportamiento de la onda e incluye las anomalías y múltiplas causadas por la capa somera de baja velocidad sísmica. Un segundo modelo consta del anterior con una capa adicional profunda, para el cual se obtiene un segundo sismograma. Restando estos sismogramas obtenemos la respuesta debida únicamente de la capa más profunda que es nuestro interés. Se propone el método de elementos finitos para modelar los ruidos causados por la capa de baja velocidad y su futura aplicación para remover estos ruidos de datos reales.

2. SOLUCIÓN A LA ECUACIÓN DE ONDA POR ELEMENTOS FINITOS

La ecuación que modela el comportamiento de la onda en elementos finitos se expresa mediante la expresión (1), ver Segerlink (1984), Zienkiewicz (1992):

$$[M]\{\ddot{u}\}+[K]\{u\}=\{f\} \tag{1}$$

donde *[M]* es la matriz de masa, *[K]* la de rigidez, *{f}* es el vector de fuerza y *{u}* el campo de perturbación de la onda en cada elemento del medio.

La solución de la ecuación de onda expresada en (1) por elementos finitos es:

$$u^{l} = 2u^{l} - u^{l-2} - \Delta t^{2}[M]^{-1}\{[K]u^{l-1} + f\} \tag{2}$$

donde u^{l}, u^{l-1} y u^{l-2} representan el campo de onda en cada elemento del medio estimado en los tiempos $l,\ l-1\ y\ l-2$.

En una región donde se atenúe la energía de la onda, la ecuación (1) se ve modificada por la introducción de un término que incorpore ese efecto, ese coeficiente de amortiguación se expresa mediante una matriz de amortiguamiento:

$$[M]\{\ddot{u}\}+[C]\{\dot{u}\}+[K]\{u\}=\{f\} \tag{3}$$

ecuación cuya solución viene dada por la expresión

$$u^{l} = \left\{\frac{[M]}{\Delta t}+\frac{[C]}{2}\right\}^{-1}\left[\frac{[M]}{\Delta t}\{2u^{l-1}-u^{l-2}\}+\frac{[C]}{2}u^{l-2}-\Delta t[K]u^{l-1}+\{f\}\Delta t\right] \tag{4}$$

Matemáticamente es complicado determinar la matriz de amortiguación C, ya que se desconoce la matriz de viscosidad μ, por lo tanto se formula la hipótesis de que la solución amortiguada sea una combinación lineal de la solución no amortiguada y en consecuencia la matriz [C] sea una combinación lineal de la matriz de rigidez y de masa.