

Evaluación de modelos posibles para la deformación intersísmica del antearco: Comparando simulaciones numéricas y velocidades de GPS previas al Terremoto del Maule 2010

Marcelo Contreras¹, Andrés Tassara^{*1}, Rodolfo Araya² y Klaus Bataille¹

¹ Departamento de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Concepción, Víctor Lamas 1290, Concepción, Chile

² Departamento de Ingeniería Matemática, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Concepción, Víctor Lamas 1290, Concepción, Chile

* E-mail: andrestassara@udec.cl

Resumen. Mediante el método de elementos finitos hemos implementado modelos numéricos bidimensionales de zonas de subducción para abordar la deformación cortical intersísmica previa al terremoto del Maule del 2010 utilizando geometrías y reologías realistas. Nuestros resultados son comparados con estimaciones de velocidades superficiales estimadas desde campañas de GPS y con modelos ampliamente usados en la literatura. Nuestro método constituye una buena alternativa no solo al estudio de la deformación cortical intersísmica sino que también permite abordar el ciclo sísmico completo.

Palabras Claves: FEM, BSM, subducción, flexión.

1 Introducción

Existen distintos modelos para explicar la deformación elástica intersísmica observada por GPS en los antearcos, los que se basan en consideraciones geométricas, mecánicas y tectónicas distintas sobre el comportamiento de la zona de subducción y que por tanto tienen distintas implicancias en nuestro entendimiento respecto de los factores que controlan el acople interplacas en el megathrust y la generación de terremotos. El modelo de dislocación elástica o Back Slip Model (BSM) propuesto originalmente por Savage (1983) es el método más ampliamente utilizado en la literatura. Este simula la deformación elástica intersísmica del antearco como producida por el movimiento descendente de la placa superior a lo largo de la interface de subducción como si esta fuera una falla normal, bajo el supuesto que la deformación intersísmica así modelada será balanceada durante la fase cosísmica con un movimiento inverso del antearco sobre la mega-falla de subducción. EL BSM puede ser considerado como un caso particular del modelo elástico general de placa elástica subductada (Elastic Subducting Plate Model, ESPM) propuesto por Kanda y Simons (2010), puesto que al colapsar el espesor del slab a un valor cero se reproduce el campo de desplazamientos simulado por el BSM. Este último ha sido utilizado ampliamente junto con las soluciones analíticas de Okada (1985) para describir el campo de desplazamientos en

medios elásticos durante el período intersísmico en zonas de subducción.

2 Metodología y resultados preliminares

Mediante el desarrollo de un código computacional basado en el método de elementos finitos estamos implementando estos distintos modelos y comparándolos contra estimaciones de la velocidad de deformación superficial medida por GPS durante la década previa al Terremoto del Maule 2010 a la latitud de la Península de Arauco (datos presentados de Ruegg et al. 2009 y Moreno et al., 2010).

Hemos evaluado nuestro código FEM en problemas con desplazamientos de falla al interior de un medio elástico homogéneo e isotrópico, las que coinciden muy bien con la solución analítica de Okada (1985) en superficie así como al interior del volumen.

De acuerdo al modelo BSM utilizado por Ruegg et al. (2009), evaluamos los parámetros de falla: strike, dip, rake, límite de acople inferior (DDL), ancho de la falla y deslizamiento en nuestro código FEM comparándola con la solución de Okada con idéntica geometría. Las soluciones muestran (Figura 1) que el FEM reproduce la deformación predicha por el BSM con las soluciones de Okada (1985) y que ambos efectivamente logran reproducir las velocidades horizontales observadas por GPS. Sin embargo cabe notar que la geometría de falla plana con un manteo de 17° usada por Ruegg et al. (2009) es una mala aproximación de la geometría curva que caracteriza la zona de subducción a la longitud de la Península de Arauco (Tassara y Echaurren, 2012). Esto nos motiva a usar el FEM para imponer una geometría realista y ver como ajustan otros parámetros de este modelo.

Resultados preliminares en búsqueda de los parámetros de la zona de acople sísmogénica que mejor reproduzcan las observaciones a partir de un modelo tipo ESPM (Kanda y Simons, 2010), muestran una deformación en la placa superior con velocidades horizontales mayores a las

predichas por el BSM y que las observadas por GPS entre la fosa y por aproximadamente 100km al Este de la misma. Este exceso de deformación cortical puede ser corregido al introducir un gradiente de velocidad en la base de la placa subductada acotado bajo la zona de acople que en la práctica simula el efecto de la flexión de la placa subductada cerca de la fosa. Este efecto no es considerado por Kanda y Simons (2010), y tal como muestra la figura 1, su incorporación permite mejor reproducir las velocidades horizontales intersísmicas observadas por medio de GPS.

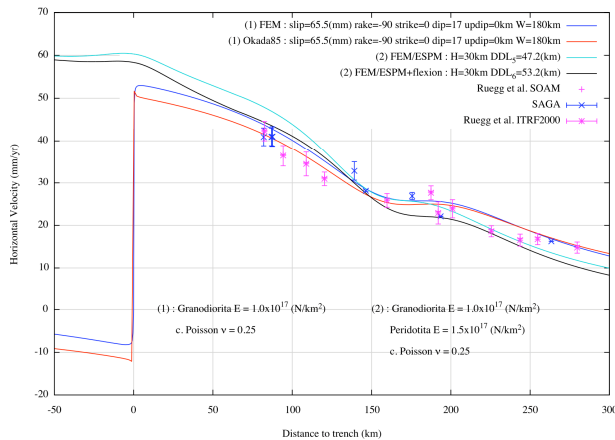


Figura 1. Velocidad horizontal. En la figura se indica con (1) las soluciones analítica de Okada (1985) y de nuestro FEM para una falla plana en un medio homogéneo que implementa el Back Slip Model (BSM) de Savage (1983) según los parámetros de falla utilizados por Ruegg et al. (2009). (2) Indica las soluciones FEM en una geometría de subducción realista con una placa subductada elástica acoplada al antearco (Kanda y Simons, 2010). Para este último los modelos incorporan o no el efecto de flexura de la placa oceánica en la fosa.

3 Trabajo en curso

Durante el congreso mostraremos resultados que permitirán juzgar sobre la capacidad de unos modelos sobre otros para reproducir las observaciones, sobre la incertidumbre en la selección de los modelos impuesta por las observaciones, y sobre las distintas implicancias que la aplicación de ellos tiene en relación a la estructura de la zona sismogénica y la influencia de la placa subductada bajo el contacto sismogénico.

Referencias

Kanda, R. and Simons, M.. An elastic plate model for interseismic deformation in subduction zones. *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL. 115, B03405, doi:10.1029/2009JB006611, 2010.

Moreno M., Rosenau M. Oncken O., Maule earthquake slip correlates with pre-seismic locking of Andean subduction zone, Vol 467/9 September 2010|doi:10.1038/nature09349.

Okada Y., Surface deformation due to shear and tensile faults in a half-space. *Bulletin of the Society of America*, Vol 75, No4, pp. 1135-1154, August 1985.

Ruegg J. Rudloff A., Vigny C., Madariaga R., Chabaliar J., Campos J.,Kausel E., Barrientos S., Dimitrov D.. Interseismic strain accumulation measured by GPS in the seismic gap between Constitución and Concepción in Chile. *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 175 (2009) 78–85.

Savage J.. A Dislocation Model of Strain Accumulation and Release at a Subduction Zone. *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL. 88, NO. B6, PAGES4984-4996,JUNE 10, 1983