

Comportamiento de las ondas sísmicas en macizos paleozoicos del Valle del Bernesga (norte de León)

MIGUEL TORRES ALONSO (*); MANUEL GUTIÉRREZ CLAVEROL (*);
LORETO RODRÍGUEZ BOUZO (*); BENJAMÍN SÁNCHEZ FERNÁNDEZ (**)

RESUMEN Se han levantado varios perfiles sísmicos con el fin de caracterizar los materiales rocosos y se analiza la relación entre la velocidad de propagación de las ondas P y la diaclasación. Para lo cual se estudió la fracturación que afecta a las diversas formaciones calculándose un índice de densidad de diaclasación, de interés para la caracterización geomecánica de estos macizos.

Los datos de las ondas P en zonas poco profundas denotan la notable alteración superficial que afecta a la mayoría de los materiales, generalmente en los tres primeros metros (velocidades bajas). Sin embargo, en profundidad los valores de propagación de las ondas P alcanzan velocidades más elevadas, significando su carácter inalterado. Asimismo, las discontinuidades del macizo rocoso, derivadas tanto de las superficies de estratificación como de fracturación, reducen notablemente la velocidad de propagación de ondas —las mayores velocidades se asocian a afloramientos masivos—. Por litologías, las velocidades en profundidad asociadas a rocas carbonatadas parecen ser más elevadas que las encontradas en materiales siliciclásticos.

La diaclasación se distribuye en varias familias describiendo un abanico que abarca desde NO-SE hasta NE-SO. Puntualmente, y sobre todo en relación con pliegues longitudinales, domina la orientación E-O. La densidad de fracturación varía en función de la situación espacial, la litología de las formaciones —las de naturaleza carbonatada presentan, de modo general, una densidad de fracturación algo mayor que las siliciclásticas— y del espesor de la estratificación.

Respecto a la relación entre la velocidad de ondas P y el índice de densidad de fracturación se observan varias particularidades. Dentro de las calizas se detecta la existencia de dos familias distintas, una con altas y otra con bajas velocidades de propagación de ondas, pero en ambas la relación con el índice de diaclasación muestra la misma tendencia inversa —a mayor velocidad, menor índice—; en el caso de las rocas siliciclásticas, la relación presenta una menor pendiente y un inferior grado de correlación.

SEISMIC WAVES BEHAVIOUR IN PALEOZOIC ROCK MASSES OF BERNESGA VALLET (NORTHERN LEON)

ABSTRACT The knowledge of different rocks and a comparison between P-waves velocity and joint have been obtained again by realization of seismic profiles. Determination of the joint density index of singular paleozoic formations has been allowed by study of the jointing in these lithostratigraphic units. The special interest of the present study is the evaluation of weathering and fracturation degree with the aim to establish the geomechanical characterisation and the selection of excavation and lining methods in the rock masses.

P-waves data in shallow zones show an important weathering determined by slow velocity of primary waves, whereas P-waves have high velocity in deep zones, denoting an unaltered character of the rocks. Therefore, the discontinuities of the stratification surfaces —the fastest are associated with massif outcrops— and the jointing reduce the waves velocity. From a lithological point of view, in deep the velocity seems to be faster in carbonated rocks than in siliciclastic rocks.

Several groups of jointing between NW-SE and NE-SW directions are established. However, E-W direction is observed overall related to longitudinal folds. Fracture density changes in relation with the space situation, the lithology —the joint density is a little bit greater in the carbonate than siliciclastic rocks, in general—, and the thickness of the stratification.

The relationship between seismic parameters and fracture density infers different particularities. In the limestones there are two different groups: high and low propagation speed of primary waves, but both show a inverse relationship between propagation speed and joint density index —decreasing of index with increasing of velocity—; the siliciclastic rocks show a less slope and correlation than carbonated rocks.

Palabras clave: Ondas primarias; Parámetros sísmicos; Dromocronas; Paleozoico; NO de España.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio se ha realizado a lo largo del valle del río Bernesga (zona meridional de la Zona Cantábrica), ya que en él aflora una serie paleozoica bastante completa que abarca

desde el Cámbrico al Carbonífero, sobre la que sólo se encuentran escasos trabajos que hagan referencia a la geomecánica. Los dos aspectos considerados, velocidad de ondas sísmicas primarias y medida de la densidad de diaclasación, han sido tratados en trabajos recientes por Rodríguez Bouzo et al. (1992), Sánchez Fernández et al. (1992) y Gutiérrez Claverol et al. (1994), que investigan alguno de los aspectos aquí tratados. A la misma zona pertenece el trabajo de Carbó Gorosabel (1984), que obtiene parámetros geotécnicos mediante ensayos Down-Hole.

[*] Doctor en Geología. E.T.S. de Ingenieros de Minas. Universidad de Oviedo.

[**] Doctor Ingeniero de Minas. E.T.S. de Ingenieros de Minas. Universidad de Oviedo.

minando la direcciones ONO y NO. Puntualmente, y sobre todo en relación con pliegues longitudinales, aparece la orientación E-O.

- El índice de densidad de diaclasación varía en función de:
 - La situación espacial. Es mayor en la unidad de La Sobia-Bodón.
 - La litología de las formaciones. Las de naturaleza carbonatada presentan, en general, una densidad algo mayor que las siliciclásticas.
 - El espesor de la estratificación. Para las rocas carbonatadas tableadas y las alternancias de areniscas y pizarras se obtiene una relación logarítmica inversa entre la potencia y el índice de fracturación, de tal manera que los menores valores de este último parámetro se encuentran en la estratificación de mayor potencia. En el caso de las estaciones cuarcíticas, la tendencia observada es la contraria, existiendo una relación potencial de tipo directo. Las rocas carbonatadas masivas no presentan ningún tipo de correlación.
- Las unidades litoestratigráficas en las que, a efectos de clasificaciones geomecánicas, la diaclasación presenta una mayor importancia son Herrería, Láncara, Barrios, Nucedo y, sobre todo, las calizas carboníferas.

5.3. RELACIÓN ENTRE V_p Y ρ_d

- Respecto a la influencia del índice de densidad de diaclasación (ρ_d) en la velocidad de ondas P, se observan varias particularidades (Fig. 4):
 - Dentro del grupo de las calizas se detecta la existencia de dos familias distintas, una con altas y otra con bajas velocidades de propagación de ondas, pero en ambas la relación con el índice de diaclasación muestra la misma tendencia inversa (a mayor velocidad, menor índice), que se mantiene además paralela entre ellas y con parecido grado de correlación (0,63 y 0,66 respectivamente).
 - En el caso de las rocas siliciclásticas, la relación presenta una menor pendiente, con un grado de correlación bastante inferior.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, F. J. y SUÁREZ DEL RÍO, L. M. (1985): Velocidad de propagación de ondas en rocas carbonatadas. *Trabajos de Geología, Univ. de Oviedo*, 15: 315-324, Oviedo.
- ALONSO, J. L.; SUÁREZ, A.; RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, L. R.; FARIAS, P. y VILLEGAS, F. (1990): Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja nº 103 "La Pola de Gordón". Inst. Tecnol. GeoMin. España, Madrid.
- CARBÓ GOROSABEL, A. (1984): Obtención de parámetros geomecánicos por ensayos Down-Hole, en Pajares (León-Asturias). *VIII Simp. Nac. Reconocimiento de macizos rocosos*, 1-2: 1-5, Madrid.
- COMTE, M. (1959): Recherches sur les terrains anciens de la Cordillère Cantabrique. *Mem. Inst. Geol. Min. Esp.*, 60: 1-440, Madrid.
- DAVIS, G. H. (1984): *Structural Geology of Rocks and Regions*. John Wiley and Sons, 492 pp., New York.

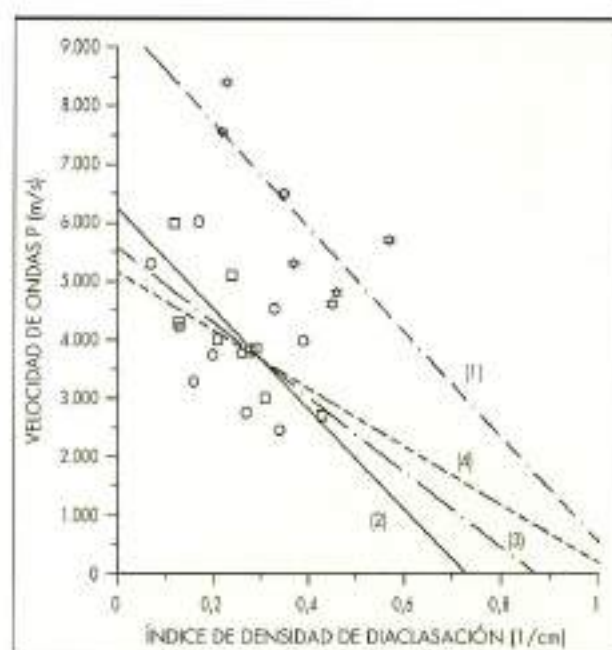


FIGURA 4. Relación entre la velocidad de propagación de ondas P y el índice de densidad de diaclasación en diferentes tipos de rocas. Leyenda: (1) Rocas carbonatadas con alta velocidad de ondas P; (2) Rocas carbonatadas con baja velocidad de ondas P; (3) Rocas carbonatadas con baja velocidad de ondas P y areniscas; (4) Areniscas.

- GONZÁLEZ DE VALLEJO, L. y OTEO, C. S. (1986): Site investigations for big tunnels. An application to the Pajares railway tunnel. *Congr. Int. su "Grandi Opere Sotterranee". Int. Tunneling Association. Actas*, 169-175, Firenze.
- GUTIÉRREZ CLAVEROL, M.; GONZÁLEZ BUELGA, M. y RODRÍGUEZ BOUZO, L. (1991): Validación del método de Davis para el análisis de la diaclasación de macizos rocosos. *Ingeniería Civil (CEDEX)*, 80: 31-36, Madrid.
- GUTIÉRREZ CLAVEROL, M.; RODRÍGUEZ BOUZO, L.; SÁNCHEZ FERNÁNDEZ, B. y TORRES ALONSO, M. (1994): Relationship between joint density and P-waves velocity in rock masses of Cantabrian Zone (NW Spain). *7th Int. Congress "International Association of Engineering Geology" (IAEG)*, Lisboa, v. II: 787-795, Balhema, Rotterdam.
- LADEIRA, F. L. y PRICE, N. J. (1981): Relationship between fracture spacing and bed thickness. *J. Struct. Geol.*, 3: 179-184.
- RODRÍGUEZ BOUZO, L.; GONZÁLEZ BUELGA, M.; GUTIÉRREZ CLAVEROL, M. y TORRES ALONSO, M. (1992): Análisis geométrico de la diaclasación de materiales paleozoicos en la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica (N España). *III Congr. Geol. España. Actas t. 2*: 388-392, Salamanca.
- SÁNCHEZ FERNÁNDEZ, B.; CALLEJA ESCUDERO, L.; GONZÁLEZ BUELGA, L.; RODRÍGUEZ BOUZO, L. y GONZÁLEZ MORADAS, M. R. (1992): Parámetros sísmicos de materiales carbonatados del Paleozoico del valle del Bernesga (Zona Cantábrica). *III Congr. Geol. España. Actas t. 2*: 230-234, Salamanca.

SISTEMA DE CONTROL DE LA CIRCULACIÓN EN CALZADAS PARA VEHÍCULOS CON ALTA OCUPACIÓN

AUTORES: Clyde E. Lee y Liren Huang

IDIOMA: Inglés

REVISTA: Traffic Monitoring System for Houston High-Occupancy-Vehicle Lanes

Tomado de un Congreso

FECHA: Enero de 1993

SECCIÓN: Ingeniería

CLASIFICACIÓN: Carreteras

RESUMIDO POR:

María José Rallo del Olmo

Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos

1. INTRODUCCIÓN

La ciudad de Houston, Texas, contaba ya en 1993 con unos 80 kilómetros de calzadas para vehículos con alta ocupación (calzadas VAO), estando otros 74 kilómetros en fase de planificación.

La calzada VAO característica tiene 6,7 m de anchura, es reversible, está situada en la mediana de una autopista, y está separada de las calzadas adyacentes por barreras de hormigón tipo New Jersey de 0,8 m de altura. Los accesos a la calzada central están constituidos por embarques especiales a distinto nivel, o bien por accesos desde las calzadas laterales. El carril puede ser utilizado sólo por autocares, camionetas y otros vehículos con dos o más (tres o más en ciertos tramos y horarios) ocupantes.

Las actividades de control de la circulación se llevan a cabo a través de cámaras de control remoto situadas en puntos altos de determinados tramos, junto con una serie de lazos de inducción embebidos en el pavimento y conectados por cable o por fibra óptica con el centro de comunicaciones. El hecho de que este tipo de sensor requiera una acanaladura en el pavimento para la instalación del cable, hace que tenga una aplicación limitada, especialmente en puentes. Además, en ocasiones, suponen una importante limitación la falta de fiabilidad y durabilidad de los lazos, el sistema de comunicación y el coste de instalación y mantenimiento.

Como parte de un estudio de investigación dirigido por el Instituto del Transporte de Texas, sobre la evaluación de alternativas de control de la circulación en las calzadas VAO, el Centro para la Investigación del Transporte de la Universidad de Texas en Austin ha diseñado, instalado y evaluado un sistema de detección del tráfico que se basa en un par de sensores de haz de luz infrarroja y un microprocesador. El sistema se describe a continuación.

2. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

El principal objetivo de la detección continua del tráfico en las calzadas VAO es el poder localizar movimientos en sentido de circulación erróneo, y así poner en marcha mecanismos de advertencia que puedan impedir accidentes y minimizar el trastorno en la circulación.

Además es deseable disponer de datos estadísticos sobre el número de vehículos de diferentes tipos que usan la calzada, su velocidad y el tiempo y distancia entre vehículos sucesivos, como herramientas de planificación y control.

Todas estas funciones requieren un sistema de sensores y un procesamiento de la información que sea fácil de instalar, fiable, de alta durabilidad, discreto, barato y capaz de reproducir los datos deseados.

3. SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DE LA CIRCULACIÓN

El sistema de adquisición de datos (ADT) utilizado en las calzadas VAO de Houston consta de tres componentes funcionales:

- sensores,
- procesadores de señales y
- sistema de comunicación intermedio.

La configuración general del sistema se muestra en la figura 1, y cada componente se describe a continuación brevemente.

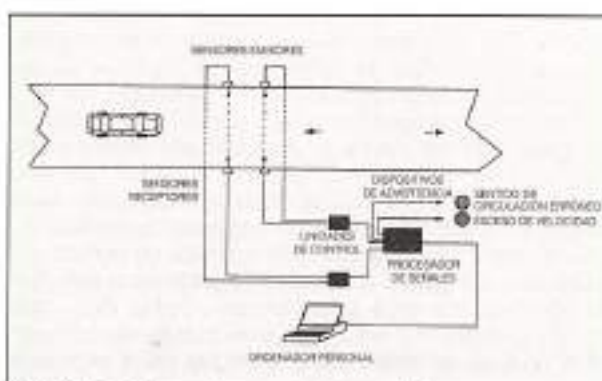


FIGURA 1. Configuración general del sistema ADT.

3.1. Sensores

Los sensores utilizados consisten en unos dispositivos fotoeléctricos de rayos infrarrojos modulados que se encuentran conectados a una unidad de control. La distancia entre la unidad emisora y la unidad receptora es de 7 metros y la recepción es adecuada, aunque el haz de luz esté parcialmente obstruido por polvo o suciedad, o exista una situación de niebla, humo o lluvia.

El sistema consta de dos pares de sensores separados por una distancia de 0,6 metros y que se encuentran ubicadas en una caja de aluminio, fijadas sobre las barreras laterales a ambos lados de la calzada a una altura de 0,86 metros.

Cada vez que un objeto opaco intercepta el rayo de luz, la unidad de control envía un mensaje de cambio de estado (de "on" a "off") al procesador de señales.

3.2. Procesador de señales

El procesador de señales recibe las señales "on/off" de los controladores de los sensores y las convierte en digitales. A través de una serie de programas informáticos se obtienen los datos de tráfico deseados. Estos datos incluyen:

- número secuencial de vehículos,
- sentido de recorrido,
- velocidad,
- longitud del vehículo,
- distancia e intervalo entre vehículos sucesivos y
- tiempo de paso.

Idealmente, la señal del sensor por la presencia de un vehículo consistirá en un único impulso correspondiente a longitud del vehículo. Ello requiere que alguna parte del vehículo esté presente en la zona de detección de manera continua, mientras el vehículo pasa. Esto ocurre en el caso de todos los autocares y camionetas, y en la mayoría de los turismos, pero no es así en el caso de algunos automóviles de galíbo reducido.

Cuando estos vehículos pasan a través de la sección donde está ubicado el sensor, varios objetos, como asientos o personas, son los que interceptan el haz de luz, produciendo una serie de impulsos de corta duración.

Para hacer una aproximación lógica de la longitud de este tipo de automóviles, el soporte lógico del co-procesador del sistema aplica un filtro digital a las señales para agrupar los impulsos secuenciales de menos de 250 milisegundos en un único impulso con la duración efectiva desde el principio del primer pulso hasta el final de un pulso de corta duración. De este modo, la longitud calculada es la composición de la longitud de los objetos y los espacios intermedios, cuando hay menos de 250 milisegundos de tiempo entre objetos sucesivos. El dato de longitud para este tipo de vehículos los hará aparecer más cortos de lo que son en realidad. Sin embargo, esto puede ser utilizado en el análisis de datos, para distinguir estos vehículos de otros tipos.

El sentido de recorrido es determinado por el orden en que son interceptados los dos haces de luz. La velocidad se calcula por el tiempo que tarda la parte frontal del vehículo en recorrer la distancia de 0,6 metros entre sensores. El intervalo entre vehículos sucesivos es el tiempo transcurrido entre la llegada de la parte frontal de dos vehículos sucesivos al sensor "circulación abajo". El tiempo de paso se calcula en un reloj interno del microprocesador.

3.3. Sistema de comunicación intermedio

Un ordenador personal ha sido programado para comunicar con el procesador de señales y para reunir y almacenar los datos, que son recibidos en tiempo real en la pantalla del ordenador. Las señales de control pueden ser transmitidas a las señales de advertencia al tráfico situados. Los programas almacenados en el micro-controlador son sustituibles desde puntos remotos a través de enlaces de comunicación.

4. EVALUACIÓN

El sistema ADT fue instalado en una estructura de acceso a la calzada VAO, y para el total de las operaciones fueron necesarias tres horas. En trece meses los sensores no han necesitado ninguna operación de calibrado o mantenimiento.

Para la evaluación de la fiabilidad del sistema se instaló una cámara de televisión, conectada a un monitor y a un video, enfocada al lugar donde se había instalado el sistema ADT. Durante ciertos períodos se grabó en video el paso de vehículos, a la vez que estaba en funcionamiento el sistema ADT.

Posteriormente, se visualizó la grabación y se contabilizaron todos los vehículos durante el mismo tiempo que había estado en funcionamiento el ADT. Fue posible comprobar la coincidencia exacta del número de vehículos detectados por un sistema y por el otro. Tampoco hubo ningún error respecto al sentido de recorrido.

Aunque no hubo posibilidad de contrastar el resto de los datos aportados por el sistema: velocidad, longitud del vehículo e intervalo y distancia entre vehículos sucesivos; todos los valores parecieron razonables a la vista de las imágenes del video. Por otra parte, no hubo ningún tipo de fallo en el comportamiento del sistema durante períodos de fuerte lluvia.

Debe destacarse que esta aplicación del sistema ADT fue para un carril único. El sistema tiene también posibilidad de aplicación en accesos a autopistas, entradas y salidas a estaciones terminales, enlaces y peajes automáticos en los que los vehículos se mueven a velocidad constante.

Cuando el haz de luz infrarroja se dirige a través de dos o más carriles, los efectos por llegada simultánea de vehículos deben ser todavía evaluados. El sistema puede también ser utilizado para detectar vehículos con exceso de galíbo, y poner en marcha dispositivos de advertencia.

La instalación puede ser llevada a cabo en muchos casos sin interrupción de la circulación, en otros es necesario realizar un corte transversal en el pavimento para ubicar el cable que conecta las unidades emisoras y receptoras del sensor.

ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE BETUNES MODIFICADOS CON SBS

AUTORES: A. Adedeji, T. Grünfelder, F. S. Bates y C. W. Macosko

IDIOMA: Inglés

REVISTA: Polymer Engineering and Science

PÁGINAS: 1.707-1.723

FECHA: Junio 1996, Vol. 36, Nº 12

SECCIÓN: Ingeniería

CLASIFICACIÓN: Materiales para impermeabilización

RESUMIDO POR:

Emilio López-Vidriero Mata

Licenciado con Grado en Ciencias Químicas

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales usos de los betunes está en la construcción de carreteras. A altas temperaturas el betún se comporta como un líquido y a bajas temperaturas es quebradizo. Uno de los métodos más comunes para modificar las propiedades reológicas de los betunes es el adicionarles polímeros, homopolímeros tales como el polietileno de baja densidad (LDPE), polietileno de alta densidad (HDPE), etileno-propileno-dieno (EPDM), polipropileno atáctico (APP), copolímeros como el estireno-butadieno (SBR), etileno acetato de vinilo (EVA), estireno-butadieno-estireno (SBS), estireno-isopreno-estireno (SIS). El alto coste de los polímeros comparado con el del betún, hace que el uso del betún modificado sea viable si la cantidad de polímero necesaria es pequeña.

El factor crítico para la modificación del betún es la miscibilidad del polímero en él.

RESULTADOS

Se ha estudiado la transformación microestructural del poliestireno-b-butadieno-b-estireno (SBS) mezclado con betún variando la concentración de 0 a 96 % en peso de betún. La mezcla fue hecha a 200° C o por disolución en triclorostano a 28° C. La morfología de las mezclas betún-polímero se estudian con microscopía electrónica de transmisión (TEM). Se observa que el betún solubiliza parcialmente el polibutadieno del SBS produciendo la saturación de microdominios de polibutadieno con macrodominios del betún. Al variar la concentración del betún desde el 10 al 90% en peso, la fase asfáltica se separa en un número variable de grandes dominios, mientras que la región rica en SBS forma una matriz continua. Redes ricas en SBS se observaron a bajos aumentos, por ello se les llamó macro-redes. A más aumentos se observó que las redes estaban estabilizadas con microdominios de poliestireno, llamados micro-redes. Cuando la concentración de betún excede del 90% la macro-red se rompe. Examinando el interior de la región rica en SBS se observa el cambio de forma de los microdominios de poliestireno, transformándose de cilíndricos a hexagonales.

REFERENCIA DE CONSULTA

2



INDUSTRIAL
PINTURA: DECORACION
SEÑALIZACION

c/ Calahorra, s/n
Ctra. Ajalvir-Torrejón, km. 2
Telf.: 91 884 40 85
Fax: 91 884 41 92
28864 AJALVIR (Madrid)
<http://www.ralva.com>
info@ralva.com



SEÑALIZACION.....
ALCANTARILLA.....
TUBERIAS.....
CITYCRIL.....
CAPTACUM.....
DOXCRIL.....

