

CARACTERIZACION GEOMECANICA DE MACIZOS ROCOSOS

-breves consideraciones sobre el tema-

ing° Gianfranco Perri A.

* Introducción:

Frente al problema del diseño y construcción de una obra en macizos rocosos, debe abordarse y resolverse, como primera etapa del proceso, lo que se ha venido denominando como "Caracterización geomecánica, o geotécnica, o ingenieril, del macizo rocoso".

Esta caracterización, en general, envuelve los tres siguientes importantes aspectos interrelacionados entre sí aunque distintos:

- a) La identificación de aquellas que son las propiedades o características significativas y representativas del macizo rocoso en objeto.
- b) La metodología a utilizar para la determinación y/o medición de éstas propiedades identificadas, y
- c) La asignación cuantificada de los valores numéricos a asumir para aquellas propiedades identificadas y determinadas.

* Selección:

Las propiedades más representativas para la caracterización de un macizo rocoso, en general se relacionan con el tipo de obra a diseñar y construir, con los objetivos y la función de la misma, con la naturaleza geológica del macizo rocoso, con los procedimientos de análisis y cálculo aplicables o disponibles y con la metodologías constructivas posibles.

Igualmente influyen en esta identificación y selección otras variables de tipo socio-económico.

Debido a lo anterior es por lo tanto difícil precisar una lista estandard de las propiedades significativas de un macizo rocoso que pueda aplicarse siempre para todas obras y todas circunstancias.

A continuación se señalan, en líneas generales las propiedades o grupos de propiedades más importantes y significativas, asociándolas en dos grandes familias diferenciadas en base a los dos siguientes parámetros:

-a) bajo el punto de vista del tipo de obra y naturaleza del macizo rocoso y, -b) bajo el punto de vista de los métodos de análisis, diseño y construcción.

A la primera familia pertenecen:

- Topografía, clima, accesos, habitat.
- Geología: litología, estructuras, morfología
- Hidrología, permeabilidad, porosidad
- Sismicidad, macroestabilidad, sollicitación natural
- Meteorización, alteración, alterabilidad

A la segunda familia pertenecen:

- Características de deformabilidad
- Características de resistencia
- Propiedades tecnológicas
- Propiedades reológicas

* Determinación:

Las metodologías para la determinación de las propiedades significativas de un macizo rocoso, dependen del tipo de proyecto, tecnología de construcción y por supuesto de la naturaleza misma del macizo.

En general el ingeniero proyectista necesita darse respuesta a una serie de preguntas como por ejemplo:

- ¿Es cierta prueba factible y económicamente justificable?.
- ¿Cual es el número mínimo de ensayos a realizar y cual es el costo de la información a obtener en función del tiempo y presupuesto disponibles?.

- ¿Cuales ensayos deberán hacerse en sitio y cuales en laboraratorio?.

La selección final de cuales técnicas y ensayos utilizar para la determinación de las propiedades seleccionadas, dependen de las respuestas a las anteriores preguntas y del conocimiento de todas las técnicas disponibles, entre otros.

En este sentido, la práctica ingenieril, la experiencia acumulada y los trabajos de reglamentación y divulgación de la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas, ponen hoy en día a disposición del ingeniero geotécnico una gama muy amplia de métodos y técnicas de caracterización geomecánica de rocas y macizos (ver la tabla anexa tomada de Franklin, 1979).

* Cuantificación:

Una vez que las características del macizo rocoso hayan sido medidas en el campo y en laboratorio, estas necesitan ser cuantificadas o sistematizadas para su utilización como inputs del diseño.

En este proceso debe generalmente introducirse un criterio para la escogencia y/o determinación del valor representativo más - próximo a la realidad de la propiedad en objeto.

Tradicionalmente los valores de las propiedades mecánicas de

Field Index Tests for Characterization

Discontinuity orientation
Discontinuity spacing
Discontinuity persistence
Discontinuity roughness
Discontinuity wall strength
Discontinuity aperture
Discontinuity filling
Discontinuity seepage
Discontinuity number of sets
Discontinuity block size
Discontinuity drill core recovery/RQD
Geophysical logging of boreholes
Seismic refraction (2 methods)
Acoustic logging
Seismic measurements between boreholes
Sonic log
Caliper log
Temperature log
SP log
Resistivity logs (2 methods)
Focused current logs
Induction log
Gamma ray log
Neutron log
Gamma-gamma log

Field « Quality Control Tests »

Rockbolt anchor strength
Rockbolt tension (torque wrench)
Rockbolt tension (load cells)
Cable anchor tests
Shotcrete - visual assessment
Shotcrete - pull tests
Shotcrete - box mould tests
Shotcrete - core tests
Gas level measurements

Laboratory Index Tests for Characterization

Water content
Porosity/density (4 methods)
Void index (quick absorption)
Swelling pressure
Swelling strain (2 methods)
Slake-durability
Uniaxial compressive strength
Uniaxial deformability (E , ν)
Point load strength index
Resistance to abrasion (Los Angeles test)
Hardness (Schmidt rebound)
Hardness (Shore scleroscope)
Sound velocity
Petrographic description

Field « Design Tests »

Deformability using a plate test
Deformability plate test down a borehole
Deformability radial jacking test
Deformability flexible borehole jack
Deformability rigid borehole jack
Deformability flat jack
Deformability *in situ* uniaxial/triaxial test
Shear strength-direct shear
Shear strength-torsional shear
Piezometric head (3 methods)
Permeability/transmissivity (5 methods)
Flow velocity logs
Flow velocity - tracer dilution
Flow paths using tracers (4 methods)
Stress determination - flat jack
Stress determination - surface coring
Stress determination - « doorstopper »
Stress determination - strain-gauge cell
Stress determination - USBM-type gauge
Stress determination - hydraulic fracturing

Field Monitoring

Movements - probe inclinometer
Movements - fixed-in-place inclinometer
Movements - tiltmeter
Movements - borehole extensometers
Movements - convergence meter
Movements - joints and faults
Movements - survey triangulation
Movements - survey leveling
Movements - survey offset
Movements - survey EDM
Vibration and blast monitoring
Pressure - hydraulic cells
Rock stress variations
Pendulum and inverted pendulum
Strains in linings and steel ribs

Laboratory « Design Tests »

Triaxial strength
Direct tensile strength
Indirect (Brazil) tensile strength
Direct shear test (+ field method)
Permeability
Time-dependent and plastic properties

resistencia y deformabilidad de las rocas obtenidas en laboratorio, se determinan sobre la base de la suposición de una distribución normal de los valores, y la media aritmética es la cantidad representativa usada en el diseño.

Sin embargo este procedimiento puede no ser el más adecuado dependiendo de la real distribución de la familia de datos obtenidos, de la dispersión de estos alrededor de la media y del tamaño mismo de la familia, y finalmente de la mayor o menor sensibilidad del comportamiento del macizo rocoso a la variación de la propiedad en objeto.

Probablemente un tratamiento estadístico clásico basado sobre los valores medios y de desviación pueden correctamente aplicarse a las variables geométricas asociadas con las discontinuidades del macizo (rumbo, buzamiento-espaciamiento, persistencia).

Los ensayos en sitio de resistencia y deformabilidad, se caracterizan por ser generalmente costosos y lentos, no pudiéndose esperar por lo tanto de disponer de un volumen grande de datos directos. Se han propuesto técnicas de correlación y extrapolación de los resultados de los ensayos de laboratorio con los en sitio, a veces sobre la base de fórmulas empíricas con resultados prácticos aceptables en algunos casos, aunque de uso no generalizable.

Finalmente en este contexto vale la pena observar que, frente al problema de la determinación de los valores numéricos de las propiedades a utilizar en los análisis y diseños, debe recordarse que un modelo de análisis simple que necesita de pocos parámetros (bien cuantificables), es preferible a un modelo más complejo y sofisticado (evidentemente más riguroso y preciso) pero que necesite de un gran número de parámetros (no todos igualmente bien cuantificables).