

DETECCIÓN PRECOZ DE DETERIOROS EN DIQUES

Temperatura como trazador • Muchos problemas técnicos y del medio ambiente pueden ser solucionados mediante mediciones de temperatura. Circulaciones profundas de las aguas muchas veces llevan a la formación de anomalías térmicas, ya que el fluido en muchos casos tiene otra temperatura que el subsuelo dentro el cual se mueve. Combinado con el flujo del agua el transporte térmico convectivo tiene como consecuencia una adaptación de la temperatura del subsuelo a la temperatura del agua. Así la temperatura del agua puede ser utilizada como trazador. El flujo del agua puede ser dedectado y localizado mediante mediciones de temperatura. Estas anomalías térmicas son difícilmente detectadas en la superficie porque factores antropológicos y climáticos dominan las mediciones de temperatura en la superficie. Pero estos efectos en la superficie disminuyen rápidamente con la profundidad, así que mediciones de temperatura sub-superficiales son necesarias para la detección de flujo de agua.



GTC ha desarrollado un sistema con el cual es posible realizar mediciones de temperatura en sedimentos sueltos y en diques hasta 30 m de profundidad. Para colocar los sensores de medición se encaja primeramente un varillaje de perforación hueco y con rosca hasta la profundidad en la que se desea medir. A continuación se introduce en dicho varillaje un cable que contiene varios sensores térmicos. La medición en sí se efectúa mediante un aparato de precisión portátil.

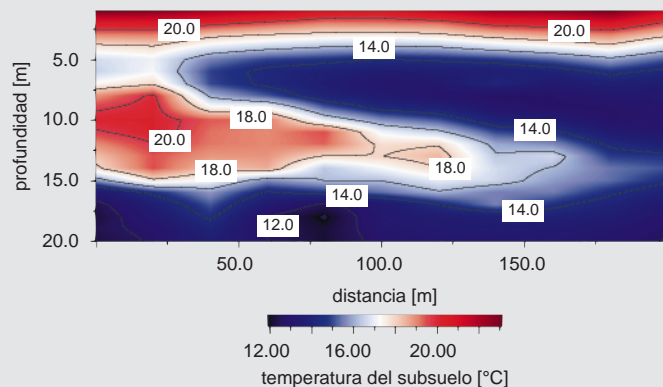
A continuación de las mediciones las anomalías térmicas en el subsuelo pueden ser fácilmente representadas en forma de gráficas. Los límites horizontales y verticales de las infiltraciones son dedectables con este sistema.

Varios años de experiencias con este sistema de mediciones han demostrado qué diversos problemas planteados técnicos y del ambiente pueden ser resueltos con recursos técnicos y financieros razonables.

A esta técnica de mediciones fue concedido el patente (Pat. DE 41 27 646) del registro alemán de la propiedad industrial.

Procedimiento • La estabilidad de un dique puede ser gravemente afectada por las fuerzas ejercidas por las aguas. Generalmente las alteraciones del flujo de agua en el interior de un dique se

detectan mediante mediciones de temperatura en el subsuelo. Las mediciones de la temperatura del subsuelo fueron ejecutadas en verano con una temperatura de agua superficial de 22°C. Las zonas de temperatura del subsuelo elevadas debajo de 7 metros de profundidad son ocasionadas por la – en relación con la del subsuelo – alta temperatura del agua infiltrante. En este caso presentado la pantalla impermeable es al mismo tiempo infiltrada y socavada.



Vista en corte de la distribución de temperatura en un dique a lo largo de la coronación. A lo largo total del dique se encuentra una pantalla impermeable que se estrecha hasta 13 metros de profundidad. Las mediciones de la temperatura del subsuelo fueron ejecutadas en verano con una temperatura de agua superficial de 22°C. Las zonas de temperatura del subsuelo elevadas debajo de 7 metros de profundidad son ocasionadas por la – en relación con la del subsuelo – alta temperatura del agua infiltrante. En este caso presentado la pantalla impermeable es al mismo tiempo infiltrada y socavada.

producen muy lentamente e incluso, muchas veces, carecen de indicios superficiales visibles. Una vez que un dique comienza a erosionarse en su interior, es posible que la estabilidad de éste disminuya muy rápidamente, originando así la rotura del mismo. La detección precoz de las zonas deterioradas de un dique permite un saneamiento encauzado y a tiempo.

Agua superficial y el subsuelo muestran un cambio estacional de la temperatura. Debido al bajo coeficiente de conductividad térmica del subsuelo y de los materiales de construcción semejantes a éste, la temperatura en el interior de los diques difiere claramente de la temperatura del agua. Si por ejemplo, debido a la existencia de zonas vulnerables en el sistema de juntas de un dique o de zonas de permeabilidad hidráulica más elevada, se produjeran infiltraciones de agua a través del mismo, tendría lugar, como consecuencia de la diferencia entre las temperaturas de las aguas y del dique, una transmisión de



calor por convección del agua al dique, o viceversa, hasta que las temperaturas de ambos quedaran igualadas. Por esta razón, en los meses veraniegos la temperatura en las zonas permeables de un dique presenta anomalías positivas, mientras que en los meses de invierno dichas anomalías son negativas.

Mediante el procedimiento de medición de las temperaturas del subsuelo desarrollado por GTC es posible medir la temperatura del interior de un dique hasta una profundidad de 30 metros. Gracias a ello las zonas permeables de un dique pueden ser localizadas y delimitadas con exactitud.

Más de 500 kilómetros de tramos de diques han sido ya examinados con éxito. Gracias a este procedimiento zonas de infiltraciones, al igual que numerosos deterioros en los sistemas de juntas, pudieron ser localizados con exactitud. Zonas de caudal incrementado en la fundación de diques han sido detectados. Otra aplicación de esta técnica es la práctica de prueba después de construcciones ó reconstrucciones.

Mediante el consecuente perfeccionamiento del sistema de medición es posible la combinda determinación de varios parámetros, como permeabilidad, velocidad del flujo de agua subterránea y densidad del subsuelo.

Campos de aplicación

GEO TÉCNICAS / INGENIERÍA HIDRÁULICA
 Detección de zonas vulnerables en diques
 Inspección de diques de protección contra inundaciones

Control de calidad de construcción de sistemas de juntas
 Práctica de prueba de construcciones hidráulicas
 Control a largo plazo de construcciones hidráulicas

VERTEROS DE BASURAS
 Detección de flujos subterráneos
 Localización de contaminación de aguas subterráneas
 Control de calidad de muros de obturación
 Detección de fugas a baja temperatura

HYDROLOGÍA / GEOTERMÍA
 Exploración de aguas termales
 Examinación de carst acuífero
 Detección de inyecciones de calor de desecho y su despliegue subterráneo

TÉCNICA DE ABASTECIMIENTO
 Detección de escape en tuberías subterráneas (Agua, Desagüe, Gas, etc.)

Referencias

CENTRALES HIDROELÉCTRICAS
 CNR Compagnie Nationale du Rhône
 Lyon, France
 Donaukraft, Vienna, Austria
 Draukraft, Klagenfurt, Austria
 EdF Electricité de France
 Marseille, Mulhouse, St. Etienne, France
 EnBW Energie Baden-Württemberg
 Karlsruhe, Germany
 e.on Wasserkraft GmbH
 Landsberg, Germany
 EAM Energie AG Mitteldeutschland
 Kassel, Germany
 Industrielle Betriebe, Aarau, Switzerland
 LEW Lech Elektrizitätswerke AG
 Augsburg, Germany
 RADAG Rheinkraftwerk Alpbbruck-Dogern AG
 Alpbbruck, Germany
 RENEL-Geotec, Bucharest, Romania
 RWE Energie AG, Essen, Germany
 SAFE Salzburger AG für Energie
 Salzburg, Austria
 STEWEAG, Graz, Austria
 Tauernkraft, Salzburg, Austria

SERVICIOS DE NAVIGACIÓN
 British Waterways, United Kingdom
 Bundesanstalt für Wasserbau
 Karlsruhe, Germany
 Rijkswaterstaat, Delft, The Netherlands
 Voies Navigables de France, Services de Navigation, France
 Wasserstraßen-Neubauämter, Germany
 Wasser- und Schifffahrtsämter, Germany

REGULACIÓN HIDROGRÁFICA Y SERVICIOS DE CONTROL DE LAS AGUAS
 DDE Bas-Rhin, Strasbourg, France
 Harzwasserwerke GmbH
 Hildesheim, Germany
 Oberrheinagentur, Breisach, Germany
 Ruhrverband, Essen, Germany
 Severn Trent Water
 Birmingham, United Kingdom
 Wuppertalverband, Wuppertal, Germany