

rozamiento f elevados donde el ángulo de fricción δp entre tablestaca y suelo es grande, los coeficientes K_p son altísimos y probablemente poco realistas. En ese caso se recomienda utilizar otro método para la determinación de los empujes, y se supone que los valores tabulados de Caquot & Kerisel, modificados por Absi [3] son los más utilizados en Europa. Suponen como superficies de ruptura una combinación de una superficie rectilínea y una espiral logarítmica.

Los momentos de flexión y el largo de las tablestacas se pueden determinar según los diferentes métodos que siguen. En Europa continental, el método de "Blum" es probablemente lo más utilizado. Hay diferentes hipótesis y casos. El caso "cantilever" supone que el empotramiento de la tablestaca es suficiente para resistir al empuje activo. Para una estructura con un solo nivel de anclaje, hay dos alternativas: el caso "apoyo libre", donde el empotramiento en el suelo es el mínimo que garantiza un equilibrio de la pantalla contra el giro alrededor del anclaje, resulta en un momento mayor que el caso "fijo" (o "empotrado"), en lo cual se supone una rotación nula en el pie de la tablestaca. Resulta que en este último caso el empotramiento de las tablestacas es superior, pero el momento de flexión es inferior. Se utiliza generalmente el método llamado "fuerza equivalente" [4] para la determinación del empotramiento. Bajo ciertas condiciones hay una posibilidad de reducir el momento de flexión obtenido con el método de Blum, pero es recomendable hacerlo únicamente cuando el ingeniero tiene un reporte geotécnico minucioso (sondeos, ensayos de laboratorio, etc.) y suficiente para modelar el suelo de manera satisfactoria.

En los Estados Unidos se utilizan métodos similares, pero en el caso "empotrado", se suele sustituir la solución analítica por la "viga equivalente", que aunque muy parecida con el método de Blum, está basado en hipótesis diferentes. Facilita los cálculos y los resultados obtenidos son similares a los del método de Blum. También se suele reducir el momento de flexión máximo utilizando el método de "Rowe". Basado en ensayos de laboratorio, Rowe ha demostrado que las tablestacas metálicas siendo un elemento flexible, la deformación alcanzada reduce el empuje activo y por lo tanto el momento de flexión es inferior al calculado. Ha publicado un gráfico, función (entre otros parámetros) del momento de inercia del perfil, del módulo de Young del acero, con lo cual se puede determinar la reducción del momento flector en el caso de una pantalla con apoyo libre.

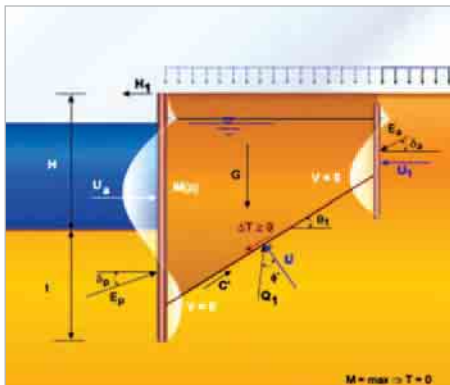


Figura 4. Estabilidad global. Línea de ruptura según el método de Kranz [4]

En Dinamarca, un método particular utilizado es el de Brinch-Hansen, que permite el diseño de un tablestaca-do que se puede deformar hasta entrar en un estado plástico. Este método resulta en tablestacas económicas: cortas y con módulos de flexión menores. Sin embargo se puede afirmar que en otros países, la plasticidad de una estructura de contención todavía es un fenómeno que se intenta evitar.

Estabilidad global

Para pantallas ancladas, el método recomendado en la EAU 1996 considera una zona de ruptura rectilínea (Figura 4). Además, en ciertos casos es necesario verificar la estabilidad de ruptura global con una superficie de ruptura que engloba toda la estructura y que pasa por debajo del pie de la pantalla principal, por ejemplo con el método de Bishop.

Factores de seguridad

Hay también aquí varias maneras de abordar este tema. En las recomendaciones de la EAU, los factores de seguridad para el cálculo de la estabilidad de la pantalla son introducidos en las características de los suelos, por ejemplo con la Ec. (1).

$$\tan \phi' = \tan \phi / S_f \phi \quad (1)$$

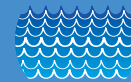
Por consiguiente la longitud y los momentos se obtienen efectuando los cálculos con las características reducidas de los suelos (valores de diseño).

En los EE.UU., hay varias recomendaciones. Sin entrar en los detalles, según el manual de diseño del "US Corps of the Army" [5], hay que efectuar dos verificaciones. La primera, con las propiedades del suelo reducidas, sirve para la determinación del largo de las tablestacas. Del segundo cálculo, sin factores de reducción, resultará el momento de flexión y la reacción en el anclaje. Una alternativa más sencilla y más común para obras privadas consiste en diseñar la tablestaca con los valores característicos (sin factor de reducción) y después se aumenta la longitud empotrada (entre el nivel de dragado y el pie de la tablestaca) de unos 20 % a 40 %. En vez de aumentar el empotramiento, otros autores prefieren reducir el coeficiente de empuje pasivo K_p , por ejemplo dividiéndolo por 1.5 o 2.0.

El factor de seguridad sobre el acero de la tablestaca es generalmente de 1.50 en caso normal. En situaciones excepcionales, tales como el sismo, se puede aceptar un factor de seguridad inferior, del orden de 1.0 o 1.1. El juzgamiento racional del ingeniero es muy importante en esos casos delicados.

Clases de acero

Las tablestacas metálicas laminadas en caliente pueden ser suministradas según diferentes normas. Actualmente las normas de referencia más utilizadas son la norma europea EN 10248 [6] y las normas americanas A328, A572 y A690 [16]. De notar que el acero producido en conformidad con la norma A690 sería dos o tres veces más resistente a la corrosión en la zona de



Participa como Colaborador y envíanos un Artículo.

Envíanos un artículo asociado a un tema portuario, marítimo o costero. Solicita las reglas editoriales en el correo electrónico boletinamip@prodigy.net.mx y ayúdanos a formar este medio de difusión, que es tuyo.

¡Necesitamos de tu contribución!

PUBLICACIONES

Con la finalidad de desarrollar e impulsar actividades especiales asociadas al gremio marítimo portuario, ponemos a su disposición la primera publicación realizada bajo el patrocinio del Fideicomiso Jorge Cortés Obregón:

el libro "Operación, Administración y Planeación Portuarias", del Ing. Héctor López Gutiérrez.

Su costo es de \$ 150.00 más iva

Este libro constituye una obra de consulta importante para estudiantes, profesionistas y público en general interesado en el desarrollo de la infraestructura portuaria en nuestro país.

Solicítelo en la siguiente dirección electrónica: boletinamip@prodigy.net.mx