

- Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento -

656-5 EL EMPLEO DE BENTONITAS EN CONSTRUCCION

(Bentonit im Baugewerbe)

J. Endell

De: "DIE BAUTECHNIK", nº 3, marzo 1953, pág. 71.

- - -

La bentonita es una arcilla que está constituida fundamentalmente por montmorillonita y que presenta una especial capacidad de hinchamiento y un elevado poder de cambio de bases.

Recientemente se han dado a conocer diversos procedimientos para la aplicación de líquidos tixotrópicos en la construcción. El Prof. Lorenz, por ejemplo, ha empleado dichos líquidos para hincar cajones sumergibles, para levantar cimentaciones, para estabilizar el suelo por pretensado, así como en sistemas especiales de perforación.

También se han realizado ensayos sobre la aplicación de determinadas arcillas para la fabricación de hormigones de propiedades especiales. Mientras que antes la opinión general era que los materiales de partículas muy finas eran perjudiciales para el hormigón, se piensa hoy que ciertas arcillas, añadidas al cemento u hormigón en cantidades cuidadosamente pesadas, comunican a éste propiedades especiales. Así, por ejemplo, se puede influir favorablemente sobre la capacidad de retención de agua, plasticidad, docilidad y compacidad del hormigón por medio de cantidades mínimas de bentonita.

Tanto para la preparación de líquidos tixotrópicos como para la fabricación de hormigones de propiedades especiales, es preciso emplear bentonitas especialmente preparadas para este fin. Dado que las propiedades de estas bentonitas se conocen poco todavía y que, por otra parte, sólo puede conseguirse éxito en el empleo de los líquidos tixotrópicos en la ejecución de cimentaciones, o un mejoramiento de la calidad del hormigón, mediante un conocimiento exacto de las arcillas y de su elección adecuada, parece conveniente entrar con mayor detalle en la caracterización de las bentonitas y sus posibilidades de aplicación.

Las propiedades de los líquidos tixotrópicos, así como de los hormigones tratados, dependen fundamentalmente de la elección de la arcilla más adecuada y de una dosificación cuidadosa. A continuación, se comparan los distintos minerales arcillosos y su comportamiento con el fin de poner de manifiesto por qué hay que emplear precisamente bentonitas y por qué otras arcillas no dan los mismos resultados.

En el sentido más general, se denomina arcilla toda roca que contiene, químicamente unidas, alúmina, sílice y agua, y que, al adicionar una determinada cantidad de agua, da lugar a una masa más o menos plástica.

Se entiende por sustancia arcillosa la parte componente de una arcilla que presta a ésta las propiedades características de tal. La sustancia arcillosa está constituida fundamentalmente por minerales arcillosos de finura coloidal.

La caolinita es un silicato hidratado de aluminio, de composición $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$, que constituye el componente esencial

de los caolines naturales.

Los minerales arcillosos micáceos poseen una estructura análoga a las conocidas micas, pero se encuentran en un estado de descomposición mucho mayor y se caracterizan por una elevada plasticidad.

La montmorillonita es igualmente un silicato hidratado de aluminio, de composición $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O + nH_2O$. Este mineral se caracteriza por una gran capacidad de hinchamiento y constituye el componente fundamental de las bentonitas que se presentan en la naturaleza.

Aun cuando las propiedades de los distintos minerales arcillosos vienen condicionadas fundamentalmente por su composición química, sin embargo, precisamente la elevada capacidad de absorción de agua y la plasticidad, así como las propiedades coloidales, dependen de la configuración externa de los cristales. El artículo incluye fotografías, tomadas con ayuda del microscopio electrónico, en las que puede observarse la forma de los cristales de los distintos minerales arcillosos.

La caolinita presenta cristales bien formados, generalmente exagonales. La relación entre la longitud de los mismos y su espesor viene a ser de 10:1. Los minerales arcillosos del grupo de la mica presentan, análogamente a la caolinita, cristales bien delimitados, pero su contorno es unas veces rectilíneo y - otras redondeado. Por el contrario, los cristales de la montmorillonita, el mineral constituyente de las bentonitas, son mucho más delgados que los de la caolinita o los de las micas y se encuentran dispuestos en una forma tan compacta que con frecuencia

no es posible distinguir los límites. La relación longitud: espesor en este caso es aproximadamente de 100:1.

Resulta así que esta relación es máxima para la bentonita y, por lo tanto, ésta presenta una superficie específica máxima. Como en todos los materiales finamente divididos, existe también en este caso una relación directa entre la forma cristalina y la capacidad de asociación de agua.

Pero, además de la configuración externa de los cristales, existe otro factor que determina las propiedades coloidales de los distintos tipos de arcillas. Las arcillas poseen estructura laminar, y tanto en los bordes como en las superficies de base de las distintas láminas se presentan cationes de cambio. Las distintas capas de silicatos que integran la caolinita y los minerales arcillosos micáceos están rígidamente unidas entre sí, mientras que las capas de la bentonita se pueden distender como si se tratara de un acordeón. Resulta así que en las láminas de la bentonita existe un número mucho mayor de cationes, en intercambio con las soluciones acuosas, que en la caolinita o en las micas. Estos cationes se rodean de una película de agua dando lugar al hinchamiento de la arcilla.

De este modo, queda clara la segunda razón de por qué las bentonitas poseen una capacidad de hinchamiento y de absorción de agua tan elevada. De acuerdo con la estructura rígida de la caolinita, asocia ésta solamente de 50 a 100 g de agua por cada 100 g. Las arcillas micáceas pueden ya absorber hasta 200 g de agua por cada 100 g, por su mayor superficie específica. Pero es mucho mayor la capacidad de asociar agua de las bentonitas, -

que pueden absorber hasta 700 g de agua por cada 100 g, esto es, 7 veces su peso en agua. La fig. 11 pone gráficamente de manifiesto la elevada capacidad de absorción de agua de la bentonita. Se trata de cubos con la misma cantidad de bentonita y distinto contenido de agua.

La propiedad esencial de la bentonita es la tixotropía. Este fenómeno consiste en que una suspensión de la misma, en estado de reposo, se consolida hasta un extremo tal que no fluye, mientras que si se agita se comporta como un líquido. Este comportamiento presenta una importancia fundamental en la aplicación de las suspensiones de bentonita en mecánica del suelo, donde resulta precisa una suspensión que conserve su carácter coloidal - en cualesquiera circunstancias.

Las bentonitas, en virtud de la forma característica de sus partículas y de sus propiedades coloidales, pueden formar líquidos tixotrópicos, incluso en proporciones mínimas. Ahora bien, se plantea la cuestión de qué bentonitas deben emplearse para la preparación de líquidos tixotrópicos y cuáles para modificar las propiedades del hormigón.

Para el primer objeto se adoptan aquellas bentonitas - que han sido activadas a una capacidad de hinchamiento máxima, como las utilizadas en la realización de perforaciones profundas en la industria del petróleo. Por el contrario, para el hormigón, se emplean bentonitas con análogas propiedades coloidoquímicas, pero que deben estar exentas de álcalis. Estos darían lugar a eflorescencias u otros fenómenos desagradables.

Para la preparación de líquidos tixotrópicos se utili-

zan suspensiones en agua de un 6 a un 8% de bentonita activada. Si se recurriese a otro tipo de arcilla, sería preciso un 30% en peso para preparar la suspensión, de acuerdo con las experiencias de la técnica de perforaciones para pozos de petróleo. Pero este elevado contenido de arcilla influye perjudicialmente en el manejo de estos líquidos y, al mismo tiempo, da lugar a un aumento del peso específico de la suspensión. En general, se exige de los líquidos tixotrópicos que presenten el fenómeno de la tixotropía para un contenido mínimo de sustancia sólida y, por lo tanto, que posean un peso específico lo más bajo posible. Las suspensiones de bentonita activada del 6 al 8% poseen un peso específico de 1,05.

Las propiedades de un líquido tixotrópico preparado a partir de bentonita activada en agua son las siguientes: La suspensión no coagula ni siquiera al cabo de un prolongado espacio de tiempo. Está exenta de impurezas groseras, por lo que queda garantizada la seguridad de las bombas. En los distintos sistemas de perforación, así como en la hincas de cajones sumergibles, las suspensiones de bentonita permiten disminuir el deslizamiento en los taludes o en los hastiales. Al mismo tiempo, la elevada capacidad de adherencia y aglomerante de la bentonita permite estabilizar las arenas movedizas. Dada la elevada capacidad de asociar y retener agua de las suspensiones de bentonita, éstas ceden su agua al terreno mucho menos que las de arcillas menos apropiadas para estos fines.

Si bien la presencia de arcilla en un hormigón se considera en general como una impureza perjudicial, se ha encontrado que la adición de cantidades mínimas de una bentonita es capaz

de comunicar propiedades especiales al hormigón. La proporción de bentonita no debe exceder del 2 al 4%, referida al peso de cemento.

La adición de bentonita al hormigón presenta las siguientes ventajas: Los delgadísimos cristales de bentonita, con su gran superficie específica, mantienen mucho mejor los áridos en suspensión, evitando así la segregación de aglomerante y áridos en un hormigón fluido o plástico. Al mismo tiempo, se asegura una distribución más homogénea de aglomerante y áridos en el seno del hormigón. Como consecuencia del alto poder de asociación de agua de la bentonita, se eleva el límite de fluidez en el hormigón fluido o plástico, esto es, al modificarse el contenido de agua, el hormigón no corre peligro de pasar tan rápidamente a un estado demasiado espeso o demasiado fluido. Por otra parte, los cristales de bentonita, en forma de laminillas, comunican al hormigón una mayor impermeabilidad al agua. Se ha observado también que la retracción del hormigón disminuye al adicionarle bentonita, con lo que puede reducirse mucho la formación de grietas. La resistencia a compresión del hormigón no disminuye por efecto de la presencia de bentonita, sino que incluso se ha podido determinar un cierto aumento de la misma. L.S.C.

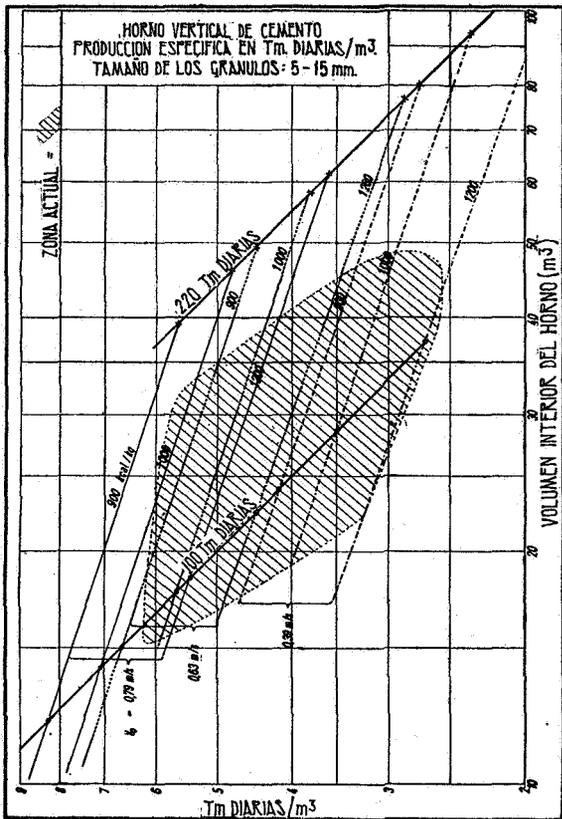


Fig. 7

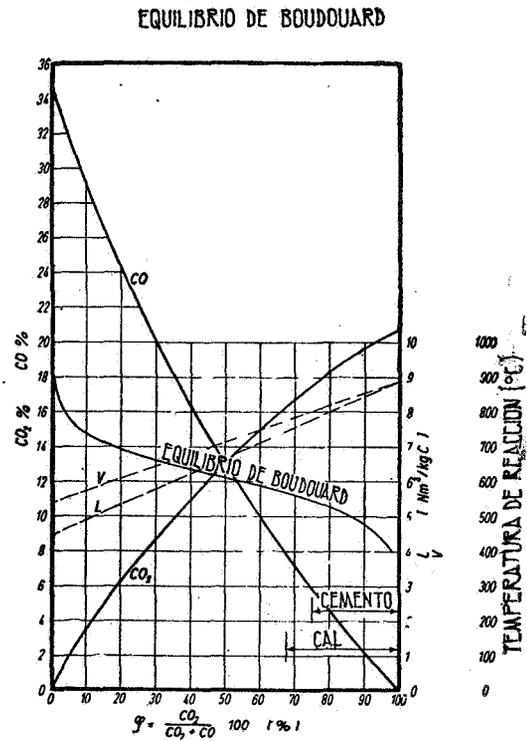


Fig. 8

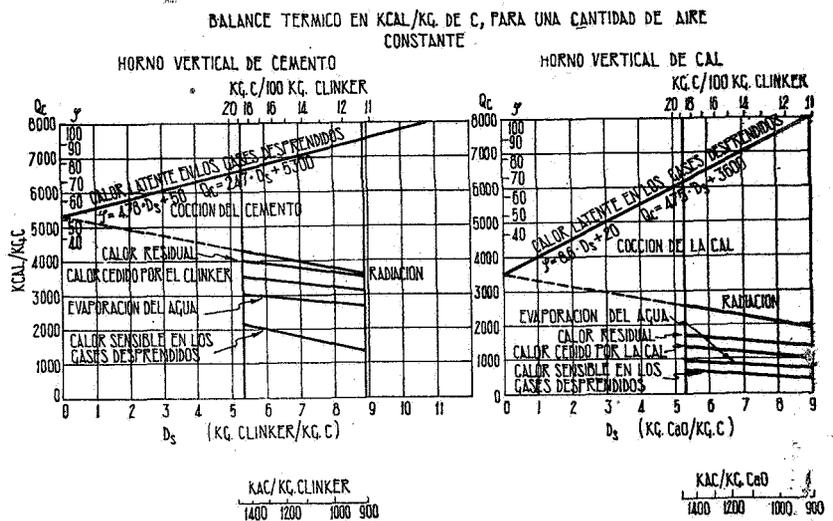


Fig. 9

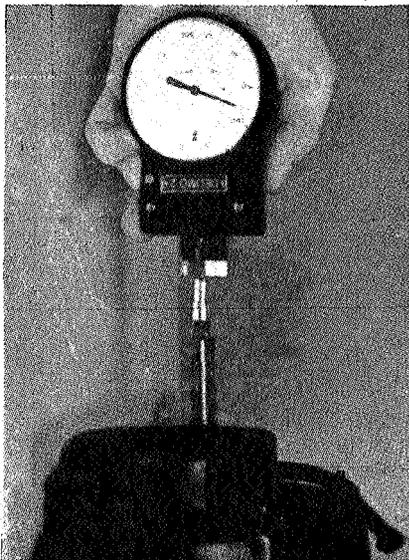


Fig. 10

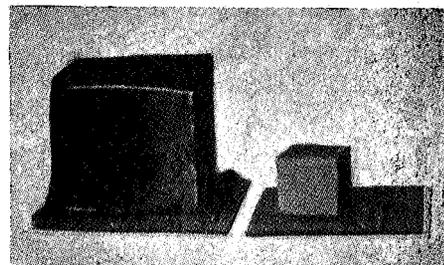


Fig. 11