

- Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento -

684-35 COLCRETE. HORMIGON COLOIDAL.

(Colcrete-Kolloidaler Massenbeton).

Max Schäffner.

De: "DIE BAUWIRTSCHAFT", vol. 8, nº 18, 1 mayo 1954, pág. 473.

- - -

Por primera vez en Alemania se aplicó, en gran escala, el procedimiento del hormigón coloidal para la construcción de calzadas de hormigón para los más pesados vehículos de cadenas.

El siguiente informe proporciona una idea general sobre la técnica de colocación, dominio de aplicación, resultados y conocimientos generales de este procedimiento moderno de hormigonar. Las experiencias necesarias fueron realizadas de conformidad con la concesionaria YZEBA (Karlsruhe) y en estrecha colaboración con Th. G. Wey (Karlsruhe).

HISTORIAL DEL HORMIGON

Se indican numerosas clases de mezcladoras de hormigón y aparatos de colocación, pues sobre esta cuestión no se ha encontrado hasta el momento ningún método de trabajo verdaderamente útil ni soluciones a las cuestiones técnicas y de maquinaria.

La preparación "clásica" del hormigón está unida al tamaño conveniente de los áridos, a la adherencia con las armaduras y a la potencia de la hormigonera y del aparato de colocación. En cualquier caso, el método de mezcla hasta ahora usado no es satisfactorio, tanto en el aspecto técnico del hormigón como en el industrial, si se tienen en cuenta que la superficie de todas las partículas de cemento constituye alrededor del 90% de la superfi-

cie de la mezcla y que la calidad del hormigón depende considerablemente de la perfecta humidificación y distribución del cemento en el agua.

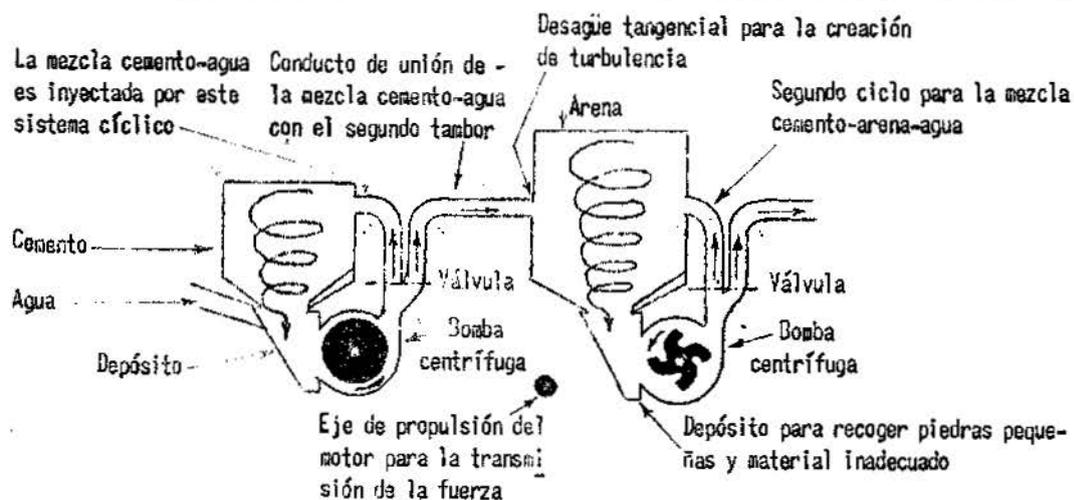
Estas comprobaciones fundamentales formaban el punto de partida de los experimentos llevados a cabo por Morgan y Gammon y de la técnica conseguida por el hormigón coloidal.

En un molino coloidal (fig. 1) se transforma, con gran velocidad de mezcla y gracias a energía mecánica de cizalla y frotamiento, una mezcla de arena, cemento y agua en un mortero coloidal y éste, bajo presión, se inyecta entre la grava, ya añadida.

#### PROCEDIMIENTO DE MEZCLA COLOIDAL

En uno de los tambores de la mezcladora empleada (que tiene dos tambores) se produce, por adición de agua y de cemento, una suspensión coloidal. Finalmente se transforma, en el segundo

#### REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LA INSTALACION DE LA MEZCLADORA DE DOS TAMBORES PARA EL MORTERO COLOIDAL



tambor, por adición de arena 0/5 mm., en un mortero estable de arena y cemento. El carácter hidrocoloidal y, al mismo tiempo, estable del mortero se consigue gracias a las elevadas velocidades de mezcla de ambas bombas centrifugas. La mezcla conserva - este carácter estable hasta que comienza el proceso de fraguado.

Al mismo tiempo la mezcla, cuyas partículas de cemento están perfectamente dispersas y humedecidas, presenta una adherencia especial a la grava y una difícil separación por el agua. Oportunos ensayos dieron por resultado la comprobación interesante de que, en los morteros coloidales, la mezcla de agua y cemento se comporta como un líquido de determinado peso específico y que la arena natural fina 0/5 mm. añadida no se separa.

#### COLOCACION DEL MORTERO COLOIDAL

El mortero coloidal se aplica de dos formas diferentes. Puede introducirse en la mezcladora mediante un conjunto de bombas, y después verterlo sobre la grava hasta obtener una superficie especular de mortero, o bien se inyecta directamente en la grava mediante una bomba tubular introducida en aquélla. La grava se vuelca directamente en el lugar de construcción y se reparte de forma proporcionada. Los espacios que quedan entre la grava se llenan con un grano que tiene, aproximadamente, 1/10 del diámetro de la grava. En principio, puede usarse cualquier clase de cemento, pero se ha de evitar una mezcla de cemento aluminoso con cualquier otro cemento, pues el endurecimiento, demasiado rápido de la mezcla, dejaría inservible la instalación.

Las ventajas del procedimiento indicado son las siguientes: El mortero se mezcla perfectamente, es impermeable, difícilmente mezclable con el agua, estable hasta el principio del fraguado, apto para el bombeo en el caso de una mezcla 1:6, con

un ángulo de elevación de 0,17 y posee una mayor resistencia a la segregación del agua de amasado.

Los dominios de aplicación del mortero coloidal son: trabajos especiales como inyecciones, etc., recubrimiento de obras de muros y de bloques prefabricados, relleno de postes de acero, hormigón pretensado, hormigón armado, etc. El hormigón coloidal es apropiado para hormigón en masa para cimientos, diques, muros de contención, rellenos, revestimientos de construcciones en masa, trabajos en hormigón bajo el agua, carreteras, calles, etc.

#### RESULTADOS

Al principio se mencionó un proyecto de construcción de una calzada, en la que se alcanzaron las siguientes resistencias:

a la compresión	380 Kgrs/cm <sup>2</sup>	Z 225
a la tracción con flexión	45 Kgrs/cm <sup>2</sup>	

En la selección de la grava, se recurrió, obligados por la acumulación simultánea de proyectos de grandes construcciones, a las graveras próximas. Se ha comprobado mediante una serie de ensayos que la lava basáltica constituye el material ideal para el relleno grueso.

Las series de experiencias señaladas con x) fueron realizadas con una dilución 1:150 de la masa de hormigón. Todos los moldes de las probetas se colocaron directamente, sin chapa de piso, sobre un lecho de arena, se llenaron con grava 40/100 mm. y después se inyectaron con mortero coloidal. A título de comparación se realizaron los mismos ensayos con mezclas de hormigón "clásico"; aunque se llevaron a cabo en las mismas condiciones -

de fabricación, no respondieron a los valores máximos exigidos. De las distintas series de experiencias realizadas se deduce que la resistencia a la tracción con flexión no decrece por disminuciones del contenido en cemento.

Roca	Cemento	Cemento arena	Agua. cemento	Resistencia media a los 7 días	
				Compresión	Tracc. con flex.
Diabasa	Z 225	1:1,5	0,54	277	37
Gres rojo	"	1:1,75	0,58	264	45
Dolomita	"	1:1,5	0,54	250	37
Calcita	"	1:1,5	0,54	255	37
Dolomita	"	1:1,75	0,54	270	43 x)
Grava del Mosela	"	1:1,75	0,54	265	39 x)
Grava del Mosela y dolomita.	"	1:1,50	0,52	267	39,6x)
Lava basáltica	"	1:1,5	0,54	280	44 x)

Los productos de destrucción por compresión de las probetas, lo mismo que los trozos sacados de las losas de hormigón fabricadas por este método, indicaron que, al inyectar el mortero coloidal en la grava, se forman frecuentemente pequeñas burbujas de aire, que quedan casi eliminadas por espesamiento del hormigón superior.

Las series de ensayos, realizados mientras tanto por Holzmann, sobre los cilindros de hormigón obtenidos por calicatas, confirmaron las consideraciones anteriores y también que la resistencia de los hormigones coloidales experimenta un aumento de 50% por vibración de la capa superior de desgaste del hormigón. Por este procedimiento de colocación, que proporciona resistencias crecientes, el agua sobrante del mortero, es expulsada hacia el lecho

de arena o bien segregada superficialmente, con lo cual el hormigón superior presenta un factor agua/cemento más pequeño (aproximadamente  $7/8$  del factor agua/cemento del mortero coloidal). Todos los ensayos a compresión, realizados sobre cilindros de hormigón obtenidos por calicatas, dieron por resultado una resistencia superior a  $400 \text{ Kgrs/cm}^2$ . Tanto en los ensayos, como durante el desarrollo de la construcción, se fabricaron capas de desgaste de 10 cm. de espesor, tipo Westphal-Hartbeton-Korodur  $3/15 \text{ mm}$ , con buenos valores de resistencia al desgaste. Frente a los valores permitidos para la resistencia al desgaste de  $6,5 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$  se encuentran los valores medios, calculados, de  $4,0 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$ .

No obstante la elevada proporción de solares, fué tan elevado el ritmo de construcción obtenido con dos máquinas Colcrete que, con frecuencia, debía detenerse el hormigonado para dejar que el hormigón superior adquiriese resistencia. Un servicio de máquina de seis hombres hormigonó, en un turno de ocho horas, alrededor de  $250 \text{ ms}^2$ . Para trabajos extensos y rápidos se necesita establecer una instalación central de mezcla, desde donde se inyecta el mortero, sin gran dificultad, mediante un sistema de bombas intermedias, hasta 600 ms. y aun distancias mayores.

#### CONSIDERACIONES FINALES

El procedimiento Colcrete, empleado por vez primera en Alemanis, no sólo ha satisfecho las esperanzas puestas en él, si no que además ha resuelto una serie de problemas modernos planteados durante la ejecución de una construcción. En Inglaterra y Francia, ha encontrado ya el procedimiento una intensa difusión. Se ha aplicado para la construcción de subcapas de hormigón para calles de asfalto con tráfico pesado y, por adaptación del montaje de vacío, se obtuvo excelente resistencia a la compresión. -

También se ha probado para complicadas cimentaciones de construcciones portuarias y obras de fortificación, en los cimientos de pilotes, en la construcción de muros de contención, en inyecciones de túneles y para otras muchas construcciones. S.F.S.

- - -