



PROF. RAYMUNDO RIVERA VILLARREAL

B I O G R A F I A

El Prof. Raymundo Rivera V. nació en la ciudad de Monterrey, Nuevo León, México, obteniendo el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en la misma facultad cursó los estudios de maestría en Estructuras. Realizó estudios cortos y créditos en UCLA en Los Angeles y en la Facultad de Ingeniería de la UAM. Ha desarrollado diversos proyectos de investigación sobre tecnología del concreto que ha presentado en Simposios Nacionales y en el Extranjero. Organizador de 2 Simposios Internacionales sobre Tecnología del Concreto en la Ciudad de Monterrey, Nuevo León. Es el Maestro de Honor de la Facultad de Ingeniería Civil de la U.A.N.L. Es miembro Fellow del IACI (Instituto Americano del Concreto) y pertenece al Comité de Actividades Seccionales del mismo Instituto. Desde 1977 es el Delegado Mexicano ante la RILEM (Asociación Internacional) sobre ensayos de materiales, laboratorios y estructuras) con sede en París. Pertenece a la ASTM y su Distrito Mexicano. Es miembro de la Junta de Gobierno de la U.A.N.L. desde la aprobación de la Nueva Ley Orgánica de la U.A.N.L. desde Julio de 1971. Es director desde su creación del Instituto de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil de la U.A.N.L.

"EFECTO DE UN ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE EN EL CONCRETO FABRICADO CON CEMENTO PORTLAND PUZOLANA Y CON PORTLAND DE ESCORIA DE ALTO HORNO".

Raymundo Rivera Villarreal*

RESUMEN

Este trabajo presenta los resultados de una investigación de laboratorio, consistente en un estudio comparativo, sobre algunas propiedades de los morteros y concretos fabricados con cemento Portland de Puzolana Natural (CPPN) con cemento Portland de Escoria de Alto Horno (CPEAH) al que se le agregó un aditivo superplastificante a base de condensado de naftalina-formaldehído sulfonatado. Los resultados se comparan también con los de los concretos y morteros fabricados con Cemento Portland Normal (CPN) al que se le agregó también el mismo aditivo.

Se presentan los resultados a la compresión en series de morteros fabricados de acuerdo a las normas ASTM con una misma fluidez y mismo contenido de cemento para distintas dosis de aditivo. Para mantener las condiciones anteriores hubo necesidad de reducir la cantidad de agua, causando con esto, disminución en la relación agua/cemento, y por lo consiguiente, se originó un aumento en la resistencia a la compresión.

Se dan a conocer los resultados de los tiempos de fraguado en morteros de acuerdo a la Norma ASTM C-403, utilizando los dos tipos de cementos puzolánicos y el Portland Normal de control, con aditivo y sin aditivo y a dos temperaturas, a 25°C y a 38°C.

A la misma temperatura de 25°C, agregando aditivo superplastificante a los morteros fabricados con los tres tipos de cemento, se aprecia un retardo en el fraguado inicial y final en todos ellos en comparación con su respectivo tipo de cemento sin el aditivo.

A una temperatura alta como es la de 38°C se aceleran los tiempos de fraguado en los morteros para los tres tipos de cemento, ya sea con aditivo o sin él.

* Maestro de Planta Investigador. Decano de la Facultad y Director del Instituto de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Nuevo León. FCI, Delegado Mexicano ante RILEM. San Nicolás de los Garza, N. L., México.

Para una misma consistencia, debido a la reducción de agua con relación a los concretos de control, se observó un incremento a los 7 y 28 días en la resistencia a la compresión, módulo de ruptura y tensión por compresión diametral, así como del módulo de Young a los 28 días de edad.

La pérdida de revenimiento determinada en concretos superplastificados y mantenidos a 18°C es mucho más rápida para los concretos fabricados con CPPN -- que para el de referencia fabricado con CPN, en tanto que para el CPEAH es menor. La pérdida es mayor con el aumento de la temperatura, siendo al concreto con CPPN al que afecta más.

Para concretos redosificados una sola vez, el tiempo en que puede mantenerse manejable la revoltura es función de la temperatura, reduciéndose cuando ésta aumenta, siendo menor para aquellos concretos en los que se utilizó CPPN.

Se presentan los resultados de concretos con CPN y CPPN redosificados varias veces, mayor cantidad de aditivo requiere el CPPN bajo las condiciones -- del ensaye y mayor cantidad también para mantener el concreto fluido más tiempo.

INTRODUCCION

Los superplastificantes (SP) o super reductores de agua, son aditivos relativamente nuevos que se utilizan en el concreto fabricado con Cemento Portland. Aparecieron por primera vez en Japón en 1962 cuando el Dr. Hattori (1) en contró que un condensado basado en naftalina formaldehído sulfonado, era excepcionalmente efectivo para dispersar partículas de cemento en agua (2). Estos -- condensados producían una gran fluidez en el concreto fresco y para una misma -- consistencia, una gran reducción de agua, la cual origina necesariamente un concreto de alta resistencia.

En los primeros años de los setentas, apareció en Alemania un nuevo -- aditivo fluidificante a base de un Condensado Basado en Melamina Formaldehído -- Sulfonado (4) para mejorar la manejabilidad del concreto y para reducir su contenido de agua. En los años subsecuentes el uso de los superplastificantes (SP) aumentó considerablemente en ciertos campos de la tecnología del concreto, en -- Alemania, Kern y Knoch (5) estimaron que el volumen de concreto fluidificado colado en obra a mediados de los setentas, fue de aproximadamente 2 millones de metros cúbicos anuales.

Los (SP) actualmente en uso pueden subdividirse en cinco categorías:

- A.- Condensados basados en Naftalina Formaldehído Sulfonados.
- B.- Condensados basados en Melamina Formaldehído Sulfonados.
- C.- Lignosulfonatos Modificados.
- D.- Esteres de Acido Sulfónico.
- E.- Esteres Carbohidratados.

El uso inicial de los (SP) cuando aparecieron, era precisamente para -- modificar la consistencia medida en el campo por medio del ensaye de revenimiento para producir un concreto fluido. Posteriormente, el uso de los (SP) se amplió para reducir el contenido de agua sin cambiar el revenimiento del concreto, esto origina un concreto de alta resistencia con una relación de agua cemento baja. Es posible combinar las dos ventajas al mismo tiempo, mejorar la manejabilidad y reducir el contenido de agua del concreto.

Un concreto fluido con propiedades cohesivas satisfactorias, se obtiene de un concreto de bajo revenimiento con la adición subsecuente de (SP). El -- cemento y la cantidad de agua iniciales permanecen prácticamente sin cambiar en el concreto fluido de manera que las propiedades favorables del concreto de bajo revenimiento permanecen las mismas. El mejoramiento de la manejabilidad con el concreto fluido, simplifica el colado y reduce la energía necesaria para la compactación. Bajo las mismas condiciones, el concreto fluido produce un producto más uniforme que el concreto de bajo revenimiento.

Un comportamiento similar se presenta en los morteros. Para una misma fluidez, se requiere menor cantidad de agua al agregarle el aditivo (SP), la relación agua-cemento disminuye y por lo tanto la resistencia se verá incrementada. Para mayor consumo de aditivo, mayor reducción de agua y por supuesto mayor re--

sistencia hasta un cierto límite. Desde el punto de vista económico, es importante determinar la cantidad más eficiente de aditivo, considerando el aspecto de incremento de resistencia y el económico en función del consumo de aditivo. Este es el enfoque de la primera serie de ensayos de este trabajo para cemento Portland mezclado con Escoria de Alto Horno y con Puzolana Natural.

El aumento de la necesidad de colar grandes volúmenes diarios, ha dado como resultado, entre otros, un incremento en el uso del concreto bombeado que requiere de un concreto fluido. Con el bombeo se logra eficiencia en el colado con un costo mínimo de mano de obra.

El aditivo (SP) a diferencia de otros aditivos, se añade al concreto fresco inmediatamente antes de descargar la revoladora y se requiere un tiempo de mezclado extra de 1 a 3 minutos, de acuerdo a la eficiencia de la revoladora para distribuir el (SP) dentro de la revoltura.

Son preferibles los (SP) en estado líquido que en forma de polvo, porque su dosificación es más fácil y puede hacerse con mayor precisión.

Los (SP) son susceptibles de utilizarse con otros aditivos, tales como los agentes inclusores de aire o retardantes del fraguado, estos aditivos, mezclados, es común encontrarlos disponibles en el mercado.

Los (SP) de las categorías A, B y C han mostrado un efecto retardante en el fraguado inicial, cuando se usan en concretos con cemento Portland I medido de acuerdo con la norma ASTM C-403-70 y esto puede ser benéfico o perjudicial dependiendo de la obra en que se vayan a usar (6). El aditivo de categoría A retarda los tiempos de fraguado inicial y final a temperaturas normales de 22 a 25°C al utilizarse un cemento Portland mezclado con Escoria de Alto Horno, pero a temperaturas altas como 38°C este efecto es pequeño (7).

Una de las desventajas del uso de los aditivos (SP) es la rapidez de la pérdida de revenimiento del concreto al que le fue reducida una gran cantidad de agua. La pérdida de revenimiento puede atribuirse a cambios físicos y químicos en la pasta de cemento del concreto fresco.

En la práctica, la disminución rápida del agua libre en la pasta de cemento, es causada por acción química rápida y por la absorción del agua en las partículas del cemento, inmediatamente después del contacto del cemento con el agua (8) iniciándose la coagulación de las partículas.

El cemento pierde su gran reactividad (8) (9) después de su contacto con el agua, y permanece así durante varias horas en una etapa inactiva. Esta etapa inactiva se llama "Etapa Latente". La revoltura de concreto continúa perdiendo revenimiento a lo largo de esta etapa, aún cuando la rapidez de la hidratación es baja. Se considera que la pasta de cemento está en un estado de dispersión coloidal químicamente inactiva durante el período en que está ocurriendo continuamente la pérdida de revenimiento. Así, se puede decir que la pérdida de fluidez es causada principalmente por la coagulación física de las partículas coloidales (10).

ALCANCE DE LA INVESTIGACION

Los ensayos programados se planearon con la finalidad de apreciar y -- comparar el comportamiento de morteros y concretos superplastificados, en los que se utilizaron 3 tipos de cementos.

Los cementos fueron Portland mezclados, con dos tipos de puzolanas, uno con escoria de alto horno (EAH), de acuerdo con la norma mexicana NOM C-175* y el otro con puzolana natural (PN) NOM C-2**, además del cemento Portland normal NOM C-1 tipo I***.

Se realizaron varias series de ensayos en morteros y en concretos que en seguida se describen:

ENSAYES EN MORTEROS

Serie No. 1 Ensayes para establecer el contenido óptimo de aditivo para una misma fluidez, determinando el consumo de agua y el incremento de resistencia a varias edades al reducirse la relación A/C.

Serie No. 2 Ensayes para evaluar los tiempos de fraguado inicial y final a distintas temperaturas de mezclado y de reposo; sin aditivo y con aditivo SP para la dosificación determinada en la Serie No. 1.

ENSAYES EN EL CONCRETO

Serie No. 3 Ensayes para determinar el tiempo límite en que un concreto fluido llega a pasar al estado rígido-plástico (Tiempo de manejabilidad) a diferentes temperaturas, con y sin aditivo SP, determinando además los valores de la resistencia a la compresión, tensión por compresión diametral, módulo de ruptura, módulo de elasticidad de Young y razón de Poisson.

Serie No. 4 Ensayes para determinar el tiempo de manejabilidad en concretos superplastificados y redosificados una sola vez a distintas temperaturas y redosificados varias veces para mantener una consistencia fluida.

* ASTM C-595 Tipo IS.

** ASTM C-595 Tipo IP.

*** ASTM C-150 Tipo I.