

Elaboración de concreto simple de alto comportamiento (Utilización de Hidróxido de Calcio con Pureza del 90%)

Elaboration of the simple concrete of high performance (Utility of calcium hydroxide with pure of 90%)

C. R. Huerta¹, J. L. Pulido¹, A. Gómez¹, A. de la Garza¹

¹Área civil, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí

RESUMEN. La historia del cemento es la historia misma del hombre en la búsqueda de un material durable, resistente y que se pueda manejar dependiendo de las necesidades. En la fabricación del concreto se utiliza del 25% al 40% de cemento Portland, por consecuencia los costos son altos aunado con el incremento del precio de cemento, se trata de sustituir una proporción de cemento Portland, con hidróxido de calcio y puzolana, obteniendo las mismas características mecánicas de un concreto tradicional favoreciendo en la economía, la manejabilidad y baja permeabilidad.

Palabras claves: concreto, hidróxido de calcio, puzolana, economía, manejabilidad, durabilidad.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la fabricación de concreto se lleva a cabo con: cemento, agregados grueso y agregados finos y agua, en una proporción que está definida con relación a la resistencia del concreto deseado ($f'c$). Es conocido que más del 60% al 75% de cada metro cúbico de concreto fabricado está constituido por los agregados, 15 % al 20 % de agua y los restante de 25% al 40% de cemento, condición que destaca la importancia que tiene este ultimo material en la elaboración del concreto. Bajo esta condición, las características del cementante y los efectos de su uso en el concreto simple se estudiaran con mayor detalle. Estos tipos de concreto simple se utilizan en la construcción de: firmes, guarniciones, banquetas y todos aquellos elementos que no son estructurales y que no requieren acero de refuerzo.

El presente trabajo consiste en sustituir un porcentaje de cemento Portland con otro tipo de material que cumpla las mismas características mecánicas y reduzca el costo del concreto, de tal forma que se pueda producir un concreto de mejores características en estado fresco y con mayor durabilidad. Se propone el empleo del hidróxido de calcio y puzolana para obtener una mezcla con las mismas características de un concreto tradicional pero teniendo economía sustancial.

A mediados del siglo XX, se hicieron las primeras pruebas de concreto utilizando agregados con minerales que contenían calhidratada sin embargo sus efectos no fueron del todo satisfactorio debido a la utilización de un cemento Pórtland que al existir

hidróxido de calcio reacciona con sulfatos externos o hidróxidos de carbono ocasionando una carbonatación y aumento de volumen, sin embargo se puede tener resultados más favorables variando el contenido de puzolana y vidrio de borosilicato, el primero, fácil de encontrar en la naturaleza y económico (ceniza volcánica).

Durante la hidratación del cemento Pórtland, una cantidad de Ca(OH)_2 es generado como subproducto, que junto con otros hidróxidos de Na y K (principalmente) tienen la función de mantener el carácter alcalino del agua contenida en los poros ($\text{pH} > 12.5$), necesario para mantener el equilibrio químico del concreto.

Existe una importante lista de sustancias y agentes agresivos para el concreto, sin embargo las más habituales son las aguas blandas, los ácidos y algunas sales en solución que contienen sulfatos, amonio y magnesio solubles.

El ataque químico casi siempre ocurre cuando los químicos están en solución, ya que pueden penetrar profundamente en el concreto, la producción de concreto de alta calidad y baja permeabilidad es la primera defensa. El control del agrietamiento es también importante para limitar la exposición interna del concreto a químicos agresivos.

El Ca(OH)_2 libre, contenido en el concreto, resulta ser el compuesto presente mas soluble, por ello participa prácticamente en todas las reacciones de agentes externos o internos que entran en contacto con el cemento y agregados.

En apariencia podría pensarse que es el causante de muchos de los problemas, sin embargo con una comprensión del comportamiento real en cada situación se puede decir que el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ libre actúa como agente protector en las estructuras.

2. OBJETIVOS

Primeramente consideremos que la situación actual de la construcción en México presenta un *retraso tecnológico* por lo que es necesario innovar e incorporar tecnologías y materiales de producción que incrementen la productividad y la calidad del producto. Sobre todo si consideramos que el uso del cemento es indispensable en la construcción aunado con el incremento del precio de cemento.

Por lo que el objetivo principal consiste en sustituir una proporción de cemento Portland, con hidróxido de calcio y puzolana, obteniendo las mismas características mecánicas de un concreto tradicional, favoreciendo *la economía, durabilidad y la manejabilidad*

Cabe señalar que inicialmente se desarrolla exclusivamente para un concreto simple (sin refuerzo), posteriormente se hará para el análisis de un concreto reforzado que es el que mayor utilidad se tiene en el campo de la construcción.

3. METODOLOGÍA

Para realizar este proyecto se diseñó y aplicó la siguiente metodología:

Análisis experimental.

Para obtener las características mecánicas del concreto de estudio se elaboraran cilindros de mezclas (de acuerdo a la normativa del Diseño y control de mezclas de concreto del IMCYC) sustituyendo el cemento por hidróxido de calcio y puzolana en porcentajes del 8 al 17%, esto es debido a la experiencia práctica en la actualidad.

Los cilindros de concreto convencional se ensayaron a 7, 14 y 28 días para determinar su resistencia a la compresión (reglamento ACI-214-77), considerando que es un cemento Pórtland y su resistencia máxima se obtienen en ese periodo (véase figuras 1 y 2).

Cuando se utilice puzolanas e hidróxido de calcio la reacción química debe ser más lenta por la que se ensayarán las probetas a mayores edades, considerando adecuadas a 45 días.



Fig. 1. Especímenes de concreto sumergido en agua (curado)



a)



b)

Fig. 2. Determinación de la resistencia a compresión del cilindro.

Análisis estadístico.

Se desarrollo un análisis con una muestra de 15 especímenes para cada porcentaje de hidróxido de calcio lo que permitió determinar: la gráfica esfuerzo-deformación.



Fig. 3. Relación de esfuerzo-deformación para un concreto con $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$ con la utilización de Hidróxido de Calcio

4. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Como se muestra en la grafica 1 con un porcentaje del 12% de Hidróxido de Calcio aplicado en el concreto la resistencia que se obtienen es adecuada e inclusive se ve un pequeño incremento de la resistencia calculada.

En una primera instancia se ve que el porcentaje es el optimo sin embargo si se maneja con purezas mas elevadas del Hidróxido de Calcio (mayor del 95%) se podría obtener mayores porcentaje del mismo. (Kosmatka. y Panarese, 1992)

5. CONCLUSIONES

Como conclusiones se pueden agregar lo siguiente:

- Por otro lado la participación del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en el desempeño de la mezcla, ayudando a tener mezclas mas plásticas, evitando disgregación del concreto al momento del colado (menos huecos), fraguados más gentiles por la capacidad de retención de agua; disminuyendo con esto la relación cemento /agua y la probabilidad de agrietamientos durante el fraguado, nos indica que con una correcta dosificación de acuerdo al ambiente y condiciones a las que cada concreto es expuesto, se pueden obtener muchos beneficios del uso del $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en los concretos.
- El ahorro que se tiene se ve reflejado en el análisis de precios unitarios para un concreto de $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$ donde se tiene una economía cerca del 35 %.

6. TEMAS PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

Hasta el momento no se ha identificado como afectaría el hidróxido de calcio a un concreto armado (reforzado con acero), debido a la corrosión de la varilla que es la causa frecuente de que las estructuras se deterioren prematuramente, aún cuando el concreto, por su alta alcalinidad y baja conductividad, suele ser un medio que proporcione buena protección.

Se ha encontrado que para que el CO_2 penetre al interior de la capa de concreto, este debe estar expuesto a condiciones de humedad relativa (HR) mayores a 25% y menores a 80%. A HR mayores al 80%, el agua contenida en los poros dificulta el ingreso del CO_2 , así mismo en ambientes secos

($\text{HR} < 25\%$) la transferencia del CO_2 al interior del concreto es mínima.

Adicionalmente a lo anterior, un estudio “Corrosión de armaduras de acero en soluciones que simulan la composición del liquido contenido en los poros de hormigón” (Kosmatka y Panarese ,1992). Demuestra que los resultados obtenidos en la medición de la resistencia de polarización (y por ende, de la velocidad instantánea de corrosión) y de los potenciales de corrosión, muestra que para las soluciones NaOH (pH 13,9), $\text{Ca}(\text{OH})_2$ saturada (pH 12,5) y $\text{NaHCO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$ (pH 9), el material se encuentra al estado pasivo. Por lo que es necesario la utilización de Puzolana.

Todos los puntos anteriores se irán tratando en el transcurso de la investigación.

7. RECONOCIMIENTO

Este proyecto de investigación es el resultado del convenio general de colaboración bipartita entre La Universidad Autónoma de San Luis Potosí y la empresa de Grupo CALIDRA SA de CV

8. REFERENCIAS

- ACI Committee 20I,1982, "Guide to Durable Concrete". ACI Manual of Concrete Practice. Part.I Detroit, Mich.
- ACI Committee 305,1982,. "Hot Weather Concreting". ACI Manual of Concrete Practice. Parte 2.
- ACI Committee 21I,1985, "Recammen4ed Practice for Selecting Proportions for Normal and Heavyweight Concrete". ACI Manual of Concrete Practice. Parte 1
- ACI Committee 306.,1983, "Cold Weather Concreting . ACI Manual of Concrete Practice. Parte 2.
- Kosmatka. S.H. y Panarese W.C. ,1992, "Diseño y Control de Mezclas de concreto", Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. , México D.F.
- McMillan F.R. y Tuthill Lewis H.,2000, "Cartilla del Concreto", Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto,A.C. , México D.F.
- Norma Mexicana NMX C-1,1980, "Industria de la Construcción. Cemento Portland".
- Norma Mexicana NMX C-111,1982, "Industria de la Construcción. Concreto. Agregados Especificaciones".
- Norma Mexicana NMX C-255.,1981, "Industria de la Construcción. Aditivos Químicos que Reducen la Cantidad de Agua y/o Modifican el Tiempo de Fraguado del Concreto".