

VERIFICACION DE LA RAZON AGUA CEMENTO EN EL HORMIGON FRESCO: METODO DEL MICROONDA

AUTORES:

Margarita Cecilia Soto¹

Eduardo Ríos²

Miguel Pizarro³

RESUMEN

En muchos tipos de obras es importante y muchas veces necesaria la verificación de la razón agua/cemento con la que efectivamente se fabricó el hormigón, en especial cuando la especificación técnica establece una razón agua/cemento máxima para asegurar características de durabilidad. Corrientemente, la razón agua/cemento efectiva de la amasada de hormigón permitirá proyectar la resistencia mecánica que el hormigón alcanzará, información muy relevante para la industria del hormigón preparado en central.

Actualmente ASTM se encuentra estudiando la Norma que regula el Método de Ensayo destinado a la “*determinación del contenido de agua del hormigón fresco utilizando el secado en microonda*”, a partir de una metodología provisoria de AASHTO.

En el presente trabajo se informan los resultados obtenidos al aplicar este procedimiento de ensayo a mezclas de hormigón fresco fabricadas en Laboratorio y la correlación entre la razón agua/cemento efectiva obtenida y la teórica. La diferencia encontrada entre ambas razones agua/cemento no supera los 0,006, diferencia que garantiza la validez del Método.

¹ Académico Jornada Completa, Universidad Tecnológica Metropolitana

² Académico Jornada Parcial, Universidad Tecnológica Metropolitana

³ Memorista Carrera Ingeniero Constructor Universidad Tecnológica Metropolitana

FRESHLY CONCRETE WATER/CEMENT RATIO VERIFICATION: MICROWAVE TEST METHOD

ABSTRACT

Water/cement ratio verification in freshly concrete has high incidence when several concrete specifications projects requires a maximum water/cement ratio for assuring concrete durability. The concrete compressive strength could be obtained by knowing real water/cement ratio.

ASTM is studying a Standard Test Method for *Water Content of Freshly Mixed Concrete Using Microwave Oven Drying* based on the microwave test specified by AASHTO.

The scope of this study aimed to determine water content and effective water/cement ratio on freshly concrete mixes at Laboratory. The difference between theoretical and real water/cement ratio is less than 0,006 so this difference validate the present test method.

1. INTRODUCCION

De acuerdo con la Ley de Fêret y de Abrams, la resistencia mecánica del hormigón depende de su razón agua/cemento. Sin embargo, hay distintos factores que pueden impedir que la razón agua/cemento teórica se mantenga durante el proceso de fabricación del hormigón. Entre otros, se pueden citar los siguientes:

- Inadecuado control de la dosis de agua
- Insuficiente control de la humedad de los áridos
- Readiciones de agua durante el procesos de amasado
- Condiciones ambientales

Es posible también, que la dosis de agua considerada en el diseño de la mezcla pueda sufrir variaciones debido principalmente a cambios en la granulometría de los áridos.

Por lo tanto cualquier variación que experimente la razón agua/cemento definida durante el diseño de la mezcla, hará imposible alcanzar la resistencia mecánica esperada, como tampoco la durabilidad. En efecto, en muchas especificaciones se establece el cumplimiento de una determinada razón agua/cemento como un factor que garantice la durabilidad del hormigón.

A través de los años, la tecnología del hormigón se ha enfocado en poder predecir la resistencia que un hormigón alcanzará al cabo de los 28 días. Para ello, en la gran mayoría de las obras, se controla la docilidad del hormigón como un medio de poder determinar el agua que éste contiene. Es evidente que si se han colocado las dosis de los componentes predeterminadas en la dosificación y el hormigón tiene el asentamiento, significaría que contiene la dosis de agua y por tanto la razón agua/cemento de diseño y debería obtenerse la resistencia correspondiente. El uso de aditivos plastificantes y superplastificantes impiden muchas veces que la hipótesis anterior se cumpla. El aumento de la docilidad por el uso de aditivos podría enmascarar un eventual exceso de agua y por ende una alteración de la razón agua/cemento.

No obstante, en la práctica se han desarrollado innumerables métodos que permitieran determinar el contenido de agua y de cemento – o la razón agua/cemento - de una mezcla de hormigón fresco. Desafortunadamente muchos de esos métodos no eran adecuados para terreno, por ser procedimientos muy complejos, requerir diversos equipos o ser excesivamente lentos.

En la década de los ochenta, se comenzó a utilizar el microonda para determinar el contenido de humedad de los suelos. Posteriormente esta técnica fue

incorporada para el hormigón. En agosto de 1993, AASHTO emitió una norma provisional (1) que establecía un método de ensayo para determinar el contenido de agua en mezclas de hormigón fresco. Actualmente, ASTM (2) se encuentra en etapa de discusión del método de ensayo que pretende normalizar el método de AASHTO.

En el presente trabajo se informan los resultados obtenidos al aplicar este procedimiento de ensayo a mezclas de hormigón fresco fabricadas en Laboratorio y la correlación entre la razón agua/cemento efectiva obtenida y la teórica.

2. METODO DE ENSAYO

El método utilizado consiste en someter a secado en microonda una muestra de 1500 gr de hormigón fresco. Para evitar pérdidas por calcinación, la muestra se envuelve en trozo de tela de fibra de vidrio. El microonda especificado corresponde a un modelo convencional doméstico que debe tener una potencia de 900 W. El proceso de secado se realiza sometiendo la muestra a dos períodos de 5 minutos cada uno y seguidos de períodos de 2 minutos hasta obtener peso constante. La muestra se desmenuza y airea para garantizar la exposición al secado de todas las partículas que la componen, evitando la calcinación de alguna de ellas.

El tiempo promedio para todas las mediciones realizadas fue de 24 minutos.

Como resultado del ensayo se calcula el contenido de agua de la muestra como:

$$\%CW = \frac{(WF - WD) \cdot 100}{WS}$$

donde:

CW: contenido de agua de la muestra, %

WF: peso de la muestra fresca más el peso del recipiente y la tela

WD: peso de la muestra seca más el peso del recipiente y la tela

WS: peso de la muestra seca

El contenido total de agua del hormigón se calcula:

$$WT = \frac{CW \cdot d_H}{100}$$

donde:

WT: agua total, kg/m³

d_H: densidad del hormigón fresco, kg/m³

La razón agua/cemento real se calcula considerando el contenido total de agua determinado en el ensayo del microonda y la cantidad de cemento incorporada a la amasadora y que debe corresponder a la determinada en el diseño de la mezcla.

3. RESULTADOS OBTENIDOS

En esta etapa, se consideraron 3 razones agua/cemento de 0,45, 0,50 y 0,55. Se utilizaron áridos de planta y cemento Pórtland puzolánico de resistencia corriente. El asentamiento fue de 8 cm. No se utilizaron aditivos.

A cada muestra se le determinó el contenido de aire, la densidad del hormigón fresco y se confeccionaron probetas para determinar la resistencia a 1 y 3 días.

CUADRO 1: Resultados Medios Obtenidos

	Mezcla 1	Mezcla 2	Mezcla 3
Razón Agua/cemento teórica	0,45	0,50	0,55
Contenido de agua teórico, %	6.8	6.9	7.1
Contenido de agua real, %	6.75	6.9	7.2
Densidad aparente, kg/m ³	2496	2484	2389
Razón agua/cemento real	0.446	0.504	0.556
Δz	0.004	0.004	0.006
ΔCW	0.05	0	0.1

Notas:

- 1) Δz corresponde a la diferencia entre la razón agua/cemento teórica y la determinada mediante el ensayo de secado en microonda.
- 2) ΔCW corresponde a la diferencia entre el % de contenido de agua teórico y el % determinado en el ensayo.

Las diferencias obtenidas entre la razón agua/cemento real y la teórica a nivel de Laboratorio son similares a las obtenidas por distintos investigadores en Estados Unidos (3) ya que no difieren en más de 0,006.

4. CONCLUSIONES

El método de secado en microonda es un método rápido, sencillo y confiable. Las mayores dificultades residen en la manipulación de la muestra durante los procesos de aireación y desmenuzamiento en el cual se debe evitar que el tejido de fibra de vidrio pueda deteriorarse.

Las diferencias Δz obtenidas son similares a las obtenidas en Estados Unidos. Estas variaciones están perfectamente relacionadas con la precisión y exactitud

de las mediciones de los materiales y del proceso de fabricación del hormigón según NCh 1018, lo que otorga validez al método.

Las diferencias entre los porcentajes de contenidos de agua teórica y real, son similares a las obtenidas por Nantung (4) para áridos de similares características.

Desde el punto de vista de la utilización de los resultados del ensayo, la razón agua/cemento determinada por el método expuesto permite proyectar la resistencia mecánica y la durabilidad. Es importante señalar que diferencias entre 0,004 y 0,006 son despreciables en términos de durabilidad.

Este trabajo corresponde a una primera etapa de una línea de investigación actualmente en desarrollo. Próximamente se iniciará una etapa en que se realizarán determinaciones en terreno para verificar procesos de medición de componentes del hormigón y relacionar los resultados de resistencia mecánica. La representatividad del método, permitirá utilizar este método como un control de la razón agua/cemento en terreno.

En una tercera etapa, se pretende determinar la influencia del contenido de árido grueso en el hormigón, ya que algunos autores (4) establecen que la porosidad del árido grueso puede atrapar parte del agua evaporada durante el proceso debido al corto período de tiempo que dura el ensayo. En esta investigación, los tiempos de secado empleados fueron entre 10% y 35% más largos que los empleados en algunas de las experiencias realizadas en Estados Unidos, por lo que se estima que se ha disminuido el efecto antes mencionado.

5. BIBLIOGRAFIA

1. American Association of State Highway and Transportation Officials, Standard Test Method for Water Content of Freshly Mixed Concrete Using

Microwave Oven Drying, AASHTO Provisional Standard, TP-23-93, August 1993, USA.

2. American Standard Testing and Materials, Subcommittee C09.60, WK 806, Standard Test Method for Water Content of Freshly Mixed Concrete Using Microwave Oven Drying, Comité, versión Abril 2003.
3. Bognacki, Casimir J.; Microwave your concrete for a taste of reality. Material Engineering Division, The Port Authority of New York and New Jersey. Abril 2003.
4. Nantung Tommy E.; SHRP Product Evaluation: Determination of Water-to-Cement Ratio in Fresh Concrete using Microwave Oven; Indiana Department of Transportation. Diciembre 1998.
5. Instituto Nacional de Normalización, NCH 1018 Hormigón – Preparación de mezclas de prueba en laboratorio. 1977.
6. Instituto Nacional de Normalización, NCh 1564 Hormigón – Determinación de la densidad aparente, del rendimiento, del contenido de cemento y del contenido de aire del hormigón fresco. 1979.
7. Instituto Nacional de Normalización, NCh 2184 Hormigón y Mortero – Método de Ensayo – Determinación del contenido de aire. 1992.