

C O N T E N I D O

	Pág.
TECNICAS QUIMICA Y NUCLEAR PARA DETERMINAR LOS CONTENIDOS DE AGUA Y DE CEMENTO EN EL CONCRETO FRESCO. Paul A. Howdysshell	1
IMPLICACIONES Y REACCIONES QUIMICAS EN EL USO DE CLORURO DE CALCIO EN EL CONCRETO. Dr. V. S. Ramachandran	17
CONCRETO CON ELIMINACION DE AGUA POR MEDIO DE VACIO. Dr. Roman Malinowski	37
CONSISTENCIA DEL CONCRETO FRESCO-INTERACCION ENTRE EL AGUA DE AMASADO, EL AREA SUPERFICIAL DEL ESQUELETO GRANULAR Y LA RELACION AGUA/CEMENTO. M. Sabesinsky Felperin	53
INVESTIGACION ACTUAL EN CONCRETO IMPREGNADO CON POLIMEROS. Dr. John. A. Manson	67
EFFECTOS DE LA TEMPERATURA Y EL FLUJO PLASTICO EN COMPUESTOS DE CONCRETO CON POLIMERO. Muthian Gunasekaran	121
INVESTIGACION Y DESARROLLO DE CONCRETO INFILTRADO CON AZUFRE EN EL CANMET DE CANADA. V. Mohan Malhotra	131
DETALLES ESTRUCTURALES Y ARQUITECTONICOS, EVALUACION Y REPARACION DE DAÑOS CAUSADOS POR EL FUEGO EN EL EDIFICIO AVIANCA. Jaime Moreno G.	155
LAS PROPIEDADES DE CEMENTOS HECHOS CON CENIZA DE CASCARA DEL ARROZ. Dr. P. K. Mehta	175
NUEVO CRITERIO EN LA PRODUCCION DE AGREGADOS LIGEROS PIRO-EXPANDIDOS. Wenceslao X. López	185
USO DEL CONCRETO RECICLADO. V. Mohan Malhotra	197
PROPIEDADES Y APLICACIONES DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO. Dr. Colin D. Johnston	231
REPARACION DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO. Dr. Falcon Bauer	247
GRANDES ACCIDENTES EN CONSTRUCCIONES DE CONCRETO. L. A. Falcon Bauer	263
PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE CONCRETOS CON GRANULOMETRIA ABIERTA. Dr. V. Ramakrishnan	273

	Pág.
CONCRETO SIN FINOS CON AGREGADOS DE ESCORIA. Raymundo Rivera Villarreal	297
APLICACIONES DEL FERROCEMENTO EN MEXICO. Enrique Erazo Ríos	325
TECHUMBRES DE FERROCEMENTO ELABORADAS CON METODOS DE AUTOCONSTRUCCION. José Castro Orvañanos	401
EL FERROCEMENTO, MATERIAL DEL FUTURO INMEDIATO. Alfonso Olvera López	417

TECNICAS QUIMICA Y NUCLEAR PARA DETERMINAR LOS CONTENIDOS DE AGUA Y DE CEMENTO EN EL CONCRETO FRESCO.

Paul A. Howdysshell

RESUMEN

Este trabajo compara dos técnicas diferentes por medio de los cuales se puede determinar rápidamente el contenido de agua y de cemento del concreto fresco. Las precisiones de ambas técnicas son determinadas y su habilidad para estimar la resistencia potencial del concreto se indica. Una de las técnicas es de naturaleza química y se le refiere como la técnica de Kelly/Vail. La otra es de naturaleza nuclear y se define como la técnica neutrón/gamma.

Los resultados indican que ambas técnicas son rápidas (aproximadamente 15 minutos) y pueden determinar el contenido de agua del concreto fresco con una precisión de 5 y 6%. Sin embargo, los contenidos de cemento y estimaciones de la resistencia de acuerdo con la técnica Kelly/Vail fueron más precisos que las estimaciones con la técnica neutrón/gamma.

También el costo del equipo Kelly/Vail es significativamente menor que el equipo Neutrón/Gamma. Consecuentemente, se concluye que la técnica Kelly/Vail tiene la oportunidad de aceptarse como un sistema seguro para el control de la calidad del concreto.

RECONOCIMIENTOS.

La mayor parte de la información contenida en este trabajo se obtuvo de varios reportes del Laboratorio de Investigación en la Ingeniería de Construcción del Ejército de los Estados Unidos (CERL). El autor desea agradecer al CERL por la oportunidad de realizar la investigación y al Dr. Richard L. Berber, profesor de Ingeniería Civil de la Universidad de Illinois por su consulta informal. Las opiniones expresadas en este trabajo son las del autor y no necesariamente las del Cuerpo de Ingenieros o del Departamento de Defensa (Corps of Engineers or Department of Defense).

INTRODUCCION.

El objeto de este trabajo es la comparación de dos técnicas por medio de las cuales se puede determinar plenamente el contenido de agua y de cemento del concreto fresco. Las precisiones de ambas técnicas se evaluarán y se indicará su habilidad para calcular la resistencia potencial del concreto. Una de las técnicas es de naturaleza química y la otra de naturaleza nuclear. La técnica química depende de la titulación del ion cloruro para determinar el contenido de agua y de la fotometría por flama para determinar el contenido de cemento. La técnica química fue concebida originalmente por R.T. Kelly y J.W. Vail del Consejo Greater London y desde entonces se le refiere como la técnica Kelly/Vail, (1) en su honor. La técnica nuclear (neutrón/gamma) depende de la emisión de la energía característica de varios elementos (método de señal múltiple) para determinar el contenido de agua y de cemento.

Este trabajo resume los descubrimientos de otros reportes (2), (3), (4), (5) y (6), haciendo de éstos un artículo conciso y presenta nueva información que aún no se ha publicado.

LA TECNICA KELLY/VAIL PARA EL CONTENIDO DE AGUA Y DE CEMENTO.

La técnica Kelly/Vail para determinar el contenido de agua está basada en el entre-mezclado del agua disponible en el concreto fresco con una solución acuosa. Esta consiste en agregar de 500 ml de una solución 0.5 normal de cloruro de sodio a 1 kg. de muestra de cemento, mezclando los dos componentes, y determinar la concentración de cloruro en la solución mezclada, utilizando el método Volhard. Si el concreto contiene cloruros de otros orígenes, el proceso requiere la determinación de ambos, una muestra y un blanco (500 ml de agua destilada se agregan a una muestra de 1 kg de concreto separada).

La técnica Kelly/Vail para la determinación del contenido de cemento se basa en tres suposiciones:

- 1.- El cemento agitado puede dispersarse en agua y mantenerse uniformemente en suspensión de manera que se pueda obtener una muestra representativa;
- 2.- Agitando sin calor externo, podremos producir una solución cuantitativa de cemento en ácido nítrico y

TECNICAS QUIMICA Y NUCLEAR

- 3.- El contenido de calcio de la solución de cemento puede determinarse por medio de fotometría por flama sin antes extraer el sílice y sesquióxidos o por titulación con un punto final fácilmente perceptible.

La figura #1 muestra el equipo requerido para los ensayos de determinación de contenido de agua y de cemento Kelly/Vail. El equipo para ensayo de agua consiste de una revoladora de recirculación total; dos botellas plásticas de cuello ancho; recipientes de volumen constante, 10 -ml, 5 -ml, 2.5 ml y 2 -ml; dos pipetas automáticas de 50 -ml y dos frascos cónicos de 500 ml. El equipo para el ensayo del cemento consiste de una agitadora lateral, que para el efecto, es una lavadora doméstica, un cedazo (del #4 y #5), tres pipetas automáticas, una licuadora doméstica de alta velocidad (del tipo utilizada para licuados) un fotómetro de flama y equipo de soportes. Se utiliza también una bureta de 100 -ml. (que se muestra en la figura #1) que reemplaza al fotómetro de flama cuando el contenido de cemento se determina por titulación.

Para uso en el campo, el equipo Kelly/Vail (contenido de cemento por medio de titulación), con la excepción de la lavadora y el cedazo, está montado en un cajón de 122 x 76 x 38 cm (48 x 30 x 15 pulg), ver figura #2.

Para detalles sobre el procedimiento de operación, equipo y reactivos, consultar referencias 1, 2 ó 7.

TECNICA NEUTRON/GAMMA PARA EL CONTENIDO DE AGUA Y DE CEMENTO.

La técnica neutrón/gamma está basada en un concepto de señal múltiple para determinar las proporciones del material constituyente del concreto. El concepto utiliza una relación entre intensidad de señales y concentraciones de elemento químico para obtener un análisis cuantitativo de elementos seleccionados en una muestra de concreto. Suponiendo que la relación entre intensidad de señales y concentraciones de elemento químico son lineales, las proporciones del constituyente de la muestra puede entonces ser determinada por medio de ecuaciones simultáneas lineales. Para determinar proporciones del material constituyente, el número de señales deben equivaler (o exceder) al número de constituyentes químicos únicos, cada constituyente deberá contener al menos una señal, y las concentraciones de elementos señal en cada constituyente deberán ser razonablemente constantes. Por lo tanto, dado que el concreto normalmente contiene cuatro constituyentes químicamente únicos (agua, cemento, agregado fino y grueso), se requiere un mínimo de cuatro elementos señal.

Un estudio posible efectuado por la Columbia Scientific Industries indicó que se podían detectar cuatro señales de elementos comunes al concreto (H, Si, Ca, C) por medio de un sistema complejo de neutrón/gamma (8). El sistema requería para ambos, neutrones de temperatura constante (neutrones moderados de una fuente Cf-252) y neutrones rápidos (de fuente Pu - Be). El concepto depende de tres funciones básicas analíticas del neutrón/gamma. Estas funciones son:

- (1) Análisis del hidrógeno - Fuente de gammas de 2.22 MeV, Cf-252.
- (2) Análisis del calcio - 3.09 MeV gammas débiles de la reacción $^{48}\text{Ca}(n,\gamma)^{49}\text{Ca}$ de la activación de los neutrones térmicos (se utilizó la fuente Cf-252).