

617-118

## Aplicaciones del método de Takashima, al estudio y separación de las fases aluminoferríticas del clínker

**FERNANDO TRIVIÑO VAZQUEZ**  
**Dr. en Ciencias Químicas**

Hasta ahora la preparación de las especies del clínker se ha efectuado normalmente por síntesis a partir de reactivos y calentamientos sucesivos. Así por ejemplo, el aluminato tricálcico se obtenía de la forma anteriormente dicha, con una mezcla de carbonato cálcico y alúmina en relación molar 3/1 y a 1.370°C. El inconveniente que tienen las especies puras es que no responden a la realidad; si se quieren estudiar los compuestos que existen en el clínker, sólo se puede abordar el problema intentando su separación, ya sea por métodos físicos: separación densitaria, flotación, etc., ya sea por métodos químicos basados en la distinta reactividad que presentan las fases frente a la acción de distintos reactivos.

Entre estos últimos, hay en el presente tres métodos destinados a la separación de las fases aluminoferríticas de las silícicas del clínker disolviendo estas últimas y dejando como residuo las aluminoferríticas. El primero fue desarrollado por NAJEROVA (1) y está basado en un ataque por una disolución de ácido bórico; el segundo, empleado por FRATTINI (2), ataca la muestra con una disolución amoniacal de citrato amónico; el tercero fue puesto a punto por TAKASHIMA (3) para la determinación del aluminato tricálcico y fase ferrítica, por difracción de Rayos X; según él una muestra de 0,5 g de cemento se trata en frío con una disolución de ácido salicílico (3 g) en metanol (20 ml), agitando durante 30 minutos, filtrando y lavando con metanol. Según nuestras observaciones, se puede emplear también este método para la pasta hidratada e incluso para morteros y hormigones.

En la mezcla metanol-ácido salicílico se disuelven los siguientes componentes: silicatos tricálcico y bicálcico, cal libre, hidróxido cálcico, ettringita, monosulfoaluminato tetracálcico y aluminato tetracálcico hidratado, mientras permanecen insolubles: aluminato tricálcico, fase ferrítica, aluminato tricálcico hidratado, yeso, hemihidrato, anhídrita, carbonato cálcico y cuarzo. Lo anteriormente dicho nos brinda un método para efectuar diferentes determinaciones, por separación de los componentes que enmascaran el espectro de difracción de Rayos X.

TAKASHIMA propone separar el aluminato tricálcico de la fase ferrítica, por lavado del extracto salicílico con agua hirviendo durante unos 10 segundos.

Nosotros hemos encontrado que se descomponía la fase ferrítica y el aluminato tricálcico, formándose aluminato tricálcico hidratado (figura 1-a). Para eliminar dicha dificultad, hemos tratado un cemento blanco exento de ferritos (figura 1-b) por el método de TAKASHIMA.

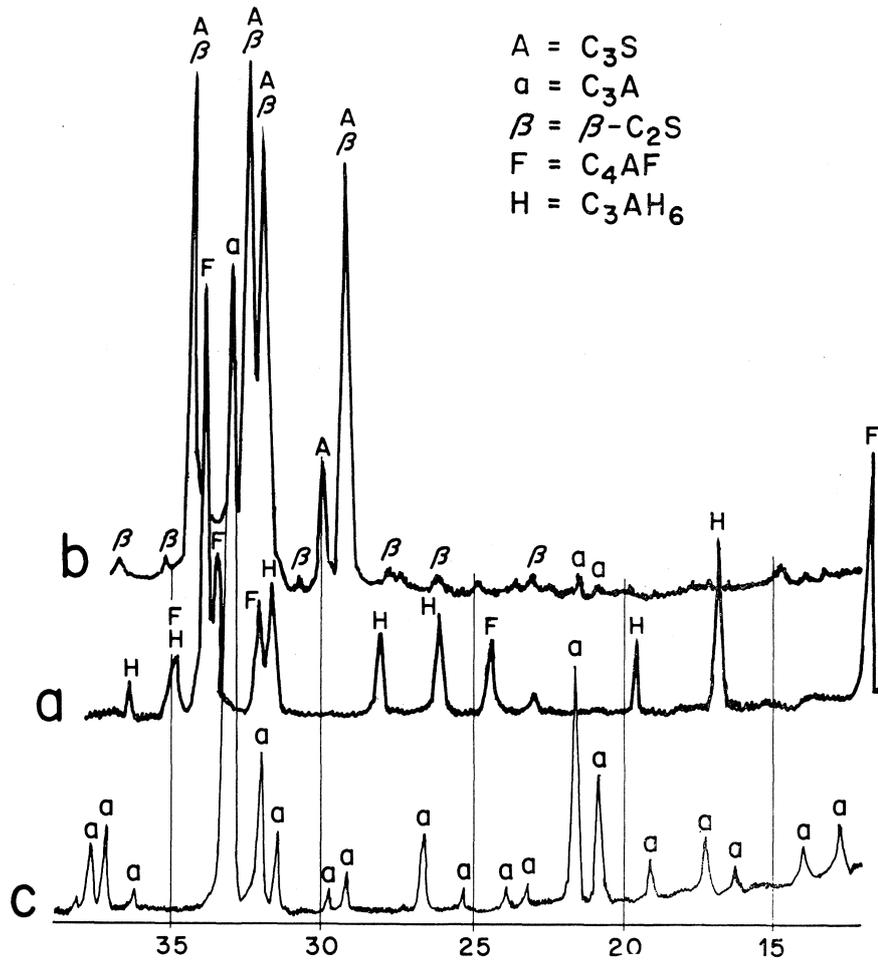


Fig. 1

El aluminato tricálcico obtenido como residuo del tratamiento (figura 1-c) coincide esencialmente con la ficha ASTM 8-5 y tiene el siguiente análisis químico:

	%
SiO <sub>2</sub>	= 1,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= 1,56
MgO	= 0,44
Na <sub>2</sub> O	= 0,02
K <sub>2</sub> O	= 0,00
SO <sub>3</sub>	= 0,00
CaO	= 58,95
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= 38,00

Dicha composición nos hace suponer, que en el compuesto real existente en el cemento, parte de la cal ha sido sustituida por las impurezas citadas en el análisis.

Para obtener la fase ferrítica, hemos partido de un cemento PAS exento de aluminato tricálcico. 20,000 g de dicho cemento se trataron dos veces por la mezcla ácido salicílico-metanol; el residuo obtenido dio el siguiente análisis:

	%
SiO <sub>2</sub>	= 4,66
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= 29,43
MgO	= 1,53
Na <sub>2</sub> O	= 0,60
K <sub>2</sub> O	= 3,00
SO <sub>3</sub>	= 6,80
CaO	= 40,82
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= 13,15

Con el objeto de eliminar los sulfatos se efectuó un tratamiento de 5,000 g del residuo anterior, con 450 ml de ácido acético 1 N, durante 15 minutos en un agitador magnético, filtrando sobre papel rápido el residuo resultante se lavó con ácido acético 1 N y después con metanol.

El difractograma del residuo daba las líneas de la fase ferrítica solamente, y el análisis químico dio los siguientes resultados:

	%
SiO <sub>2</sub>	= 3,36
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= 34,44
MgO	= 1,57
Na <sub>2</sub> O	= 0,53
K <sub>2</sub> O	= 0,06
SO <sub>3</sub>	= 0,07
CaO	= 43,95
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= 16,26

La muestra de 5 g quedó reducida después del tratamiento con ácido acético a 3,5 g y, como se ve en el análisis, se eliminaron la mayor parte de los sulfatos alcalinos y del sulfato cálcico que se habían concentrado por la extracción salicílica. El análisis corresponde a una mezcla de ferritos C<sub>4</sub>AF y C<sub>2</sub>F en la relación 2:1, junto con una pequeña proporción de un silicato magnésico cálcico y de sulfatos alcalinos. En realidad nos encontramos con que la fase ferrítica no tiene una composición definida y el difractograma obtenido muestra ligeros desplazamientos en la posición de las líneas situadas a grandes ángulos, respecto de las líneas del C<sub>4</sub>AF puro. Esto indica una estructura cristalina, que varía muy poco para ligeros cambios en la composición química; este caso es muy frecuente en la cristalografía del cemento y una de las causas de la dificultad de efectuar un análisis por difracción de Rayos X que dé resultados cuantitativos exactos.

La fase ferrítica, como se dijo anteriormente, se empleó para obtener la densidad real de la fase ferrítica del cemento, que resultó ser de 3,10, en vez de la estimada por el C<sub>4</sub>AF de 3,73; la anterior diferencia de densidades, que suponemos se da también en las demás fases que realmente existen en el cemento, ocasiona nuevas dificultades para la determinación microscópica de los constituyentes del clínker, ya que en ella se toman las densidades de los compuestos puros y no de los reales.

Después de la extracción salicilica, por separación densitaria (con ioduro de metileno, bromoformo y mezclas de éstos con benceno), es posible separar: el yeso, la anhídrita y el hemihidrato, de las fases aluminicoferríticas, lo cual se puede aplicar para efectuar análisis. El método de TAKASHIMA es un eficaz procedimiento químico, sencillo y real, para saber el contenido de fases silícicas y aluminicas del clínker. Finalmente, por difracción de Rayos X del residuo salicílico es posible determinar en él los incocidos y adiciones que tiene el cemento, así como estudiar las causas de falso fraguado, por análisis de yeso, hemihidrato y anhídrita.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) NAJEROVA, E., y LEBEDEVA, A. D.: Zement n° 23, págs. 23-26 (1941).
- (2) FRATINI, N.: Rc. Sc., págs. 26-2.747 (1956).
- (3) TAKASHIMA, S.: Semento Gijutzu Nempo XII, págs. 12-13 (1958).

# edificios de viviendas prefabricadas con elementos de grandes dimensiones

**Bohdan Lewicki**

El libro del profesor B. Lewicki puede considerarse como uno de los más completos referentes a la prefabricación e industrialización de viviendas a base de grandes paneles.

El autor, eminente especialista reconocido internacionalmente, es Jefe del Departamento de Hormigón Armado en el Instituto para Técnica de la Construcción y Secretario de la Comisión Civil de la Academia de Ciencias de Varsovia. Conoce a fondo los problemas teóricos y prácticos de las construcciones prefabricadas, como investigador y, al mismo tiempo, como activo participante en la reconstrucción de su país, campo de experiencias a escala real de una amplitud no superada en otro país.

La obra en cuestión recoge las vertientes técnica y científica de los complejos problemas inherentes a las construcciones industriales, en especial los que se refieren a métodos de cálculo de arriostramiento, de forjados y muros, así como los de origen higrotérmico, acústico, resistencia al fuego, etc.

La presente edición se halla enriquecida con numerosas ilustraciones que proporcionan detalles de soluciones, tablas numéricas, diagramas y ábacos.

La versión que ofrecemos consiste en la traducción y adaptación de la obra a los parámetros, terminología y condiciones tecnológicas españolas, y ha sido realizado por el doctor arquitecto Fernando Aguirre de Yraola, Jefe de la Sección de Industrialización del I.E.T.c.c., como producto de la colaboración de esta Sección, a lo largo de varios años, con el profesor Lewicki. Esta colaboración ha permitido incluir en la obra las recomendaciones y estudios seguidos en nuestro país sobre disciplinas dimensionales y coordinación modular, así como sustituir algunos ejemplos prácticos de cálculo de edificaciones polacas por otras similares correspondientes a los estudios de soluciones específicamente españolas.

Encuadernado en tela, 24,5 × 17,5 cm, 615 páginas.

Precios: España, 1.000 ptas.; extranjero, \$ 20.