



PROF. THEODOROS P. TASSIOS

BIOGRAFIA

El Prof. Theodoros Tassios es profesor de tiempo completo en la Universidad Técnica Nacional de Atenas, nació en 1930 en Kestaria, Grecia.

Se graduó de Ingeniero Civil en el año de 1953 de la Universidad Técnica Nacional de Atenas. Durante sus estudios de posgrado en la "Centre d'Etudes Supérieures de la I.T.B.P.P. en Paris de 1953 a 1954.

Recibió su doctorado de la Universidad Técnica Nacional de Atenas en 1957 con su tesis sobre "Cursos de dispersión de resultados de ensayos físicos del concreto".

Actuó como ingeniero consultor, especializado en diseño de grandes puentes. En 1964, fue elegido en la misma universidad, profesor de Ingeniería Civil y más tarde en 1969 como profesor de tiempo completo de Concreto Reforzado.

El Profesor Tassios ha actuado como presidente de la comisión permanente de Asociaciones de Ingenieros de Sur-este de Europa en 1972 y 1974 y como presidente de la RILEM en 1977 a 1978. Es miembro de varias asociaciones internacionales como la CEB, RILEM, ACI, IABSE, etc., para algunas de estas asociaciones ha servido como miembro del comité administrativo y/o miembro o presidente de algunos de sus comités técnicos.

El Dr. Tassios es autor de cerca de 120 trabajos científicos publicados en griego, francés, italiano e inglés, journals o memorias de conferencias relacionadas a la teoría matemática de elasticidad, concreto reforzado o pretensado, mecánica de suelos y ciencias de la educación.

CENIZA VOLANTE DE LIGNITO GRIEGO COMO SUBSTITUTO DEL CEMENTO

T. P. TASSIOS

INTRODUCCION

1.- En Grecia, el.60% del total de la energía eléctrica del país es producida a partir de lignito local. Sus cenizas volantes no han sido usadas todavía en la producción de cemento; en cambio otra puzolana griega muy efectiva (la tierra Santorini) se ha usado intensivamente por medio siglo.

Paralelamente con otras investigaciones sobre las potencialidades de cenizas volantes de lignito (CVL) como substituto parcial del cemento, el Laboratorio de Concreto Reforzado de la Universidad Tecnológica Nacional de Atenas, ha emprendido una investigación a largo plazo, juntamente con los productores de cemento Titán, S.A. Este trabajo presenta algunos resultados preliminares de esta investigación.

Los parámetros estudiados son: el origen de la CVL, usada como substituto del cemento en la revolvedora o mezclada en cementos (molida junto con el Clinker), finura de la CVL (6,500 y 10,500 Blaine), porcentaje de CVL (0, 15 y 30%), y revenimiento del concreto (valores comunes de 30 y 100 mm en todos los casos).

Las propiedades investigadas serán: resistencia a la compresión y tensión (a los 7 y 28 días, así como a los 6 y 12 meses), contracción por fraguado, calor de hidratación, corrosión del acero colocado en concretos con CVL, resistencia contra el ambiente marino, y el comportamiento de los concretos con CVL cuando se mezclan con agua de mar.

La tabla I muestra la composición química de las cenizas volantes ensayadas.

2.- PROGRAMA EXPERIMENTAL

La tabla II resume el programa de investigación completo, gran parte del cual ya ha sido realizado.

Se prepararon tres prismas de 100 X 150 X 700 para cada "punto" mencionado en esta tabla, subsecuentemente ensayadas para la resistencia a la flexión

(3 ensayos), y para resistencia a la compresión (6 prismas de ensaye modificados de 100 x 100 x 150. Estos prismas fueron curados al aire en el cuarto húmedo del laboratorio. La contracción por fraguado se midió en tres prismas 100 x 100 x 500 para cada "punto" representado en la tabla II, curado en aire seco -- (T = 20 a 25°C, humedad relativa 45 a 60%).

Composición del concreto: La cantidad total de cemento más CVL se mantuvo aproximadamente constante a 300 kg/m³. Se usaron agregados de piedra caliza triturada (un 45% de contenido de arena).

Todos los parámetros de esta investigación han sido estudiados en concretos bajo las mismas condiciones de manejabilidad; se encontraron las relaciones agua-cemento apropiadas en cada caso, así que el revenimiento del concreto se mantuvo prácticamente constante (igual a 30 ± 10 mm ó 100 ± 20 mm). Los valores usados de A/C se muestran en la Fig. 1. Debido a tal procedimiento, resultaron errores relativamente pequeños en la determinación de las relaciones agua-cemento requerida, con sus correspondientes errores del valor de la resistencia. Los siguientes resultados de resistencia están expuestos por lo tanto a un medio adicional de imprecisión.

Cabe hacer un comentario en relación al requerimiento del agua. Para muchas C.V. que presentan baja pérdida por ignición, se obtiene una manejabilidad constante con menores contenidos de agua cuando se usa C.V. como un sustituto parcial del cemento (comparar Venuat, 1962 y, principalmente Luehr, 1972). En nuestro caso, los efectos combinados de la relativamente alta pérdida por ignición y los altos valores de fineza, han resultado en mayores requerimientos de agua a medida que el porcentaje de C.V. aumenta (Ver también Minnick et al, 1971)

3.- CONSIDERACIONES DE RESISTENCIA.

No obstante la imprecisión antes mencionada, se pueden plantear las siguientes conclusiones tentativas de las figuras 2 y 3:

3.1 La ceniza volante finamente molida "M" (6,200 cm²/g Blaine) como sustituto de parte del cemento Portland (15% ó 30%) produce prácticamente igual resistencia que el concreto (especialmente a los 28 y 180 días), cuando se usa como sustituto del cemento en revolvedora de concreto. Aquí es importante recordar que esta equivalencia es válida bajo iguales condiciones de manejabilidad (revenimiento 100 mm). De algún modo se pueden obtener conclusiones similares a partir de ensayos realizados bajo otras condiciones paramétricas.

3.2 Bajo condiciones similares, la ceniza volante "P" (7,250 cm²/g) -- da como resultado una reducción del orden del 15% en la resistencia del concreto. Tal vez es interesante recordar aquí que la puzolana griega finamente molida ("Tierra Santorin") presenta un comportamiento similar (Fig. 4).

3.3. Los cementos mezclados que contienen 15% ó 30% de ceniza volante,

parecen resultar en disminuciones de la resistencia del concreto del siguiente orden: alrededor del 25% para 7 días, alrededor del 15% para 28 días y alrededor del 10% para 180 días. Sin embargo, los cementos mezclados con ceniza volante "M" parecen pasar por menores reducciones de resistencia.

Sin embargo, algunos resultados particulares de esta serie de ensayos (especialmente en lo que se refiere al 15%) necesitan ser reconfirmados.

El favorable desempeño de las bajas relaciones de A/C se muestran en la Fig. 5.

4.- INFLUENCIA DE LA FINEZA DE LA C.V. (CENIZA VOLANTE).-

Como se previó, entre más fina la ceniza volante añadida en la mezcla (como sustituto parcial del cemento) mayor resistencia del concreto. De la Fig. 6 se puede observar que, a los 28 y 180 días de edad, la ceniza volante "P", estando molida a aprox. 10,000 cm²/g Blaine, produce prácticamente igual resistencia que los concretos con un 15% ó 30% de cemento sustituido. Sin embargo, la resistencia a la flexión todavía sufre algunas reducciones, como también en el caso de valores de fineza más bajas.

En esta conexión es apropiado notar aquí que, por fortuna suficiente, un aumento en la fineza de la C.V. de alrededor de 6,500 cm²/g a, por decir 10,500 cm²/g no ha resultado en ningún aumento particular en la contracción por fraguado (Fig.7).

5.- CONSIDERACIONES EN CONTRACCION POR FRAGUADO

Como una conclusión general (Ver Fig. 7, 8, 9), los concretos con ceniza volante "P" (ambos, ya sea añadidos en la revolvedora ó en cementos mezclados) presentan una contracción por fraguado comparativamente baja, casi igual a la contracción en concretos fabricados con Cemento Portland, independientemente del porcentaje de ceniza volante. Los concretos con ceniza volante "M" son más sensibles a las contracciones. Especialmente, cuando se usa un porcentaje de 30% de M, un aumento considerable en la contracción durante los primeros meses de edad del concreto, puede crear problemas prácticos.

6.- INVESTIGACION FUTURA

Esta investigación es continuada con ciertas consideraciones de durabilidad, en lo referente a concretos de ceniza volante y con acero de refuerzo.

AGRADECIMIENTO

El financiamiento de TITAN, S.A. es ampliamente reconocido.

Los autores también desean expresar su completo agradecimiento por la colaboración científica del Ing. Químico Mr. Sotirou .

Tabla 1.- Composición Química de las Cenizas Volantes Usadas.

	"M"	"P"
SiO ₂	40,0 ÷ 45,0	25-35
Al ₂ O ₃	16,5 ÷ 17,5	10-16
Fe ₂ O ₃	6,5 ÷ 7,8	8-10
CaO	12,3 ÷ 14,8	25-30
MgO	1,8 ÷ 2,1	6-8
SO ₃	1,2 ÷ 1,5	12-24
TiO ₂	0,8	-
P ₂ O ₅	0,20 ÷ 0,25	-
Alcalis	1,3 ÷ 2,3	1,0-2,0
Pérdida por ignición	2,2%	7,5%