

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA CONTRACCIÓN AUTÓGENA EN PASTAS DE CEMENTO

Benítez, Graciela Alejandra¹; Anfossi, Lionel¹; Rodríguez, Matías¹; Polzinetti, Matías²; Curria, María²
¹Tecnología del hormigón-Construcciones, ²División Tecnología del Hormigón, Departamento Técnico, Instituto del Cemento Portland Argentino (ICPA)
 alemir@inti.gov.ar

Introducción

La contracción autógena se define como el cambio de volumen externamente perceptible que ocurre en la pasta de base cemento, debido a fenómenos de contracción química y autodesecación. Su magnitud depende de diversos factores, tales como la composición de la pasta, la relación agua/cemento (a:c), el uso de adiciones y aditivos químicos, las características intrínsecas de los materiales y el régimen de temperatura de exposición.

Objetivo

- Presentar los resultados de un proyecto de investigación para evaluar la magnitud de la contracción autógena para diversas pastas de materiales disponibles localmente.
- Validar las hipótesis de estudio de la bibliografía internacional.
- Documentar el comportamiento de distintos cementos base empleados
- Comprobar el aumento de la contracción autógena en pastas con relaciones agua:cemento bajas, la incidencia del uso de escoria granulada de alto horno y filler calcáreo.

Descripción

El presente trabajo se realizó como continuación de la implementación del método de ensayo basado en la ASTM C1698 y forma parte del convenio específico establecido entre INTI Construcciones y el Instituto del Cemento Portland Argentino.

Metodología

Para la determinación de la contracción autógena se empleó el método propuesto por la ASTM C1698-09, con las modificaciones propuestas descritas en el trabajo **“Implementación de un método para determinar la contracción autógena de pastas de cemento”**.

Los valores de la Tabla 1 corresponden al promedio de 2 resultados individuales de probetas preparadas con diferentes cementos base (CPN40 y 50), con relaciones a:c de 0,26 a 0,42 y con adiciones de Escoria y Filler

calcáreo, acondicionadas y ensayadas en idénticas condiciones. Las edades de medición son 1, 3, 7, 14 y 28 días, con excepción de las pastas con escoria, cuyos resultados se exhiben hasta los 14 días.

Tabla 1: Resultados de contracción autógena

Muestra	Contracción Autógena [µm/m]				
	1	3	7	14	28
Edad [días]					
N40-042	6	24	60	122	201
N40-040	24	67	152	210	320
N40-036	29	95	241	442	560
N40-034	67	210	449	579	655
N40-032	142	336	554	653	738
N40-030	217	440	622	712	857
N40-028	520	870	978	1058	1108
N40-026	676	1009	1118	1127	1193
N50-036	56	120	247	414	521
N50-032	55	278	439	544	756
N40-030-F15	436	561	656	746	817
N40-030-F20	378	460	503	643	643
N40-030-F25	356	442	582	638	701
N40-040-F20	91	98	112	170	246
N40-030-E15	126	259	382	546	---
N40-040-E25	6	16	16	21	---

Nota: Designación de las pastas: tipo de cemento; relación agua:cemento; Adición; %
 N: CPN; 40 o 50 Categoría resistente según Norma IRAM 50000; F: Filler calcáreo; E: Escoria

Resultados y discusión

No se presentan resultados de contracción autógena para las mezclas preparadas con relaciones a:c 0,45 y 0,50, dado que el cambio de largo resultó ser exiguo y asociado al efecto de la temperatura en cada medida, aún dentro del intervalo ± 1 °C. Del estudio de los dos casos, se corrobora que para relaciones a:c>0,42, el valor resulta mínimo comparado con otros casos de composición de la pasta, y otros fenómenos de variación volumétrica, como la contracción por secado.

Del estudio de pastas con igual aglomerante (CPN 40) y relaciones a:c entre 0,42 a 0,26 (ver Figura 1), es posible verificar que a mayor a:c, la contracción autógena decrece, siendo para pastas con a:c 0,26 a 0,28 del orden del doble que para a:c entre 0,32 a 0,36, y de 4 a 5 veces para 0,40. Esto puede atribuirse a que el efecto de autodesecación de la pasta, luego del fin de fragüe, es menor por la mayor disponibilidad de agua.

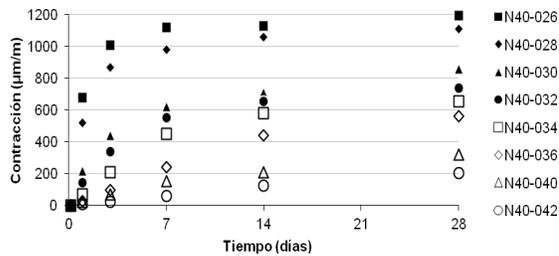


Figura 1: Efecto de la relación a:c en pastas con mismo aglomerante (CPN 40)

En la Figura 2 se presenta la comparación entre pastas con igual cemento base (CPN 40) y reemplazos de filler calcáreo, entre 15 y 25 % en masa, para relaciones a:c de 0,30 y 0,40. Se destaca valores de un mismo orden de magnitud para distintos porcentajes de reemplazo e igual relación a:c y que las diferencias se aproximan a la desviación propia del método. Para relación a:c 0,40, ocurre el mismo comportamiento del estudio anterior, mostrando valores bajos, y de menor relevancia en las aplicaciones usuales de los cementos dentro del campo de la Ingeniería. Para los reemplazos de cemento con filler calcáreo mayores al 20 %, se observa el efecto de dilución, que tiende a conducir menor contracción, en particular a edades posteriores a 3 días. En estos casos, la contracción autógena para un cemento con filler calcáreo con una mayor finura no muestra resultados de mayor magnitud, lo que puede justificarse a partir de las características de reacción propias de la caliza molida como adición (sin reacción puzolánica).

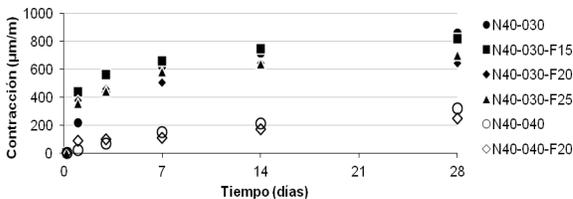


Figura 2: Efecto del reemplazo de cemento base (CPN 40) por filler calcáreo

En los registros de contracción autógena a 1 día de edad, se presenta valores mayores para reemplazos de filler calcáreo, lo que podría deberse a una mayor velocidad de hidratación por el efecto de nucleación sobre los granos de esta adición, que también conduce a mayores niveles resistentes a edades tempranas.

Comparando el análisis entre los dos cementos base (CPN 40 de menor finura y componentes minoritarios que el CPN 50), se observa que las diferencias registradas para relaciones a:c de

0,32 y 0,36 resultan menores a la desviación del método (en color verde en Tabla 1).

En relación a las pastas con CPN 40 y escoria granulada de alto horno (Figura 3), se confirma la reducida contracción autógena para relaciones a:c 0,40 y un efecto benéfico para todas las edades, aunque, por presentar actividad hidráulica, el fenómeno a corta edad tiende a ser menor, mientras que esa diferencia se reduce a mayor edad, debido al desarrollo de las reacciones de hidratación a largo plazo.

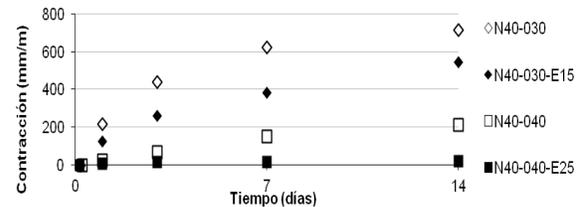


Figura 3: Efecto del uso de escoria granulada de alto horno

Conclusiones

De acuerdo con los resultados de este trabajo, ha sido posible cuantificar la contracción autógena de distintos materiales cementantes puros y con adiciones minerales disponibles localmente, comprobándose la fuerte influencia de factores como la relación a:c, el uso de adiciones minerales, distintas finuras y composición de clinker.

El reemplazo de cemento con escoria condujo a una reducción de contracción autógena, al igual que los reemplazos más elevados con filler calcáreo, aunque menor para este último. La contracción autógena a corta edad puede ser menor en porcentajes de reemplazo superiores al 20 %, mientras que en el caso de la escoria, el beneficio es mayor a corta edad.

Con respecto a la incidencia sobre la contracción autógena de pastas de cemento con adiciones minerales activas (puzolanas naturales, cenizas volantes y escoria granulada de alto horno en porcentajes de reemplazo superiores al 35 %), composición química del clinker y finura del material cementante, se proyecta continuar con estudios adicionales, cuyos resultados serán objeto de otro artículo.

Bibliografía

- ASTM C1698 Standard Test Method for Autogenous Strain of Cement Paste and Mortar, American Society of Testing Materials (ASTM), 2009.
- Benitez A, Graneros G, Soto S, Curria M, Polzinetti M, "Implementación de un método para determinar la contracción autógena de pastas de cemento a partir de la retracción lineal en tubos sellados", VII Congreso Internacional y 21ª Reunión Técnica de AATH, 2016.