

## Empleo de un superplastificante en la producción normal de hormigón

Dr. S. TAVANO

Precast Concrete, vol. 10, núm. 12, pág. 567; y vol. 11, núm. 1, pág. 16

En la revista y números indicados publica el Dr. Tavano los resultados obtenidos empleando un superplastificante (Melment L 10) en la preparación usual de una central hormigonadora a temperatura de 20°, y también operando en otras condiciones como son tratando el hormigón con vapor de agua en la hormigonadora.

El uso del plastificante, como es sabido, produce:

- Mejor docilidad a una relación agua/cemento constante.
- Menor relación agua/cemento con una docilidad constante.
- Simultáneamente mejor docilidad y menor relación agua/cemento.

En la central hormigonadora, donde se realizaron los ensayos, el plastificante se aplicaba para reducir el consumo de agua sin alterar el asentamiento. El uso del plastificante proporcionaba las siguientes ventajas:

- Menor tiempo para desencofrar y mejor empleo de los moldes.
- Menor coste del curado a vapor e incluso la posibilidad de no necesitarlo.
- Necesidad de un conglomerante de cualidad normal.
- Disminución en un 10 % del tiempo de llenado y en un 30 % la duración del vibrado con la consiguiente menor incomodidad para el personal.
- Altas resistencias iniciales del hormigón con menor incremento posterior.
- Ligera retracción, menores riesgos y mayores dimensiones.
- Incremento del módulo de elasticidad, mejor utilización de las armaduras y reducida deformación elástica.

Los ensayos realizados, a lo largo de un mes, fueron llevados a cabo en un laboratorio homologado oficialmente.

## RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Se prepararon 192 cubos de 15 cm; la mitad con la previa adición del plastificante. De cada tipo se rompieron 16 cubos a las edades de: 1, 3, 7, 28, 90 y 120 días.

Valores medios en N/mm<sup>2</sup>:

D I A S	1	3	7	28	90	120
— Sin plastificante ... ..	12,5	26,2	35,8	42,5	50,1	51,8
— Con plastificante ... ..	23,9	40,1	49,1	54,0	65,2	70,7

El plastificante incrementó las resistencias en las primeras edades especialmente.

## RESISTENCIAS A LA FLEXION

Se ensayó sobre 18 prismas de 15 × 15 × 60 cm, 9 preparados sin plastificante y otros 9 con el plastificante. Se rompieron a 7, 28 y 120 días:

D I A S	7	28	120
— Sin plastificante ... ..	4,7	5,0	7,8
— Con plastificante ... ..	5,6	6,7	8,9

## RETRACCION

Para el ensayo se prepararon 6 prismas de 10 × 10 × 60 cm, la mitad con plastificante. Durante 15 horas se les mantuvo a 20°C bajo arena húmeda; a continuación en un recinto a 20°C y 90 % de h.r. Las longitudes se midieron a 1, 3, 7, 28, 60, 90 y 120 días. El valor alcanzado a 1 día sirvió de referencia.

Retracción %:

D I A S	1	3	7	28	60	90	120
— Sin plastificante ... ..	0,021	0,056	0,108	0,125	0,129	0,131	
— Con plastificante ... ..	0,031	0,046	0,060	0,066	0,069	0,071	

El hormigón con plastificante posee menor retracción excepto, quizás, a los 3 días debido a una mayor hidratación producida por el efecto dispersante de la adición.

## ADHERENCIA ENTRE EL HORMIGON Y LA ARMADURA

Los ensayos se practicaron utilizando armadura lisa y armadura corrugada; se actuó presionando la armadura y también por tracción de la misma; se prepararon probetas sin plastificante y otras con plastificante. Los ensayos con armaduras corrugadas se repitieron hasta alcanzar la separación de la armadura por rotura de la probeta. Las probetas fueron cubos de 15 cm de arista.

Adherencia en N/mm<sup>2</sup>:

P R E S I O N	Sin aditivo			Con aditivo		
— Armadura lisa ... ..	2,54	2,86	2,25	2,54	2,33	3,07
— Armadura corrugada ...	7,0	8,9	9,2	9,6	11,0	10,8

TRACCION	Sin aditivo			Con aditivo		
— Armadura lisa ... ..	2,1 <sup>u</sup>	1,7	1,8	3,4	3,8	3,6
— Armadura corrugada ...	6,8	6,3	6,3	7,4	8,7	8,0

En todos los casos la presencia del plastificante aumenta la adherencia.

## HORMIGON TRATADO CON VAPOR DE AGUA

El hormigón tratado con vapor de agua, denominado también "hormigón caliente", está compuesto por los áridos, el cemento parcialmente mezclado con agua sin elevación de temperatura, y durante el curso de su mezcla se le inyecta vapor de agua en la hormigonadora. La presión a que se inyecta el vapor es de 4 a 6 atmósferas. La condensación del vapor, que calienta al hormigón, hace necesario ajustar la cantidad de agua para que al final la relación agua/cemento alcance el valor conveniente. Por esta razón la cantidad de vapor inyectado, así como la duración, deben vigilarse mucho.

El calentamiento con vapor tiene por objeto reducir el período de endurecimiento cuando se requiera un tratamiento térmico subsiguiente, o llegar a suprimir esta segunda manipulación si se alcanza suficiente resistencia.

Se estudió la preparación de hormigón adicionado con Melment a la temperatura inicial de 20°C y llegando a la temperatura final de 80°C. Los ensayos realizados tuvieron, por finalidad conocer la docilidad (asentamiento y escurrimiento) y la resistencia a la compresión después de 6 horas mantenido a 80°C, y a los 28 días subsiguientes conservado a 20°C.

Todas las muestras se prepararon con la misma docilidad inicial (escurrimiento inicial entre 60 y 65 cm, DIN 1 048) e igual contenido de cemento (400 kg/m<sup>3</sup> de portland 525). La relación agua/cemento a 20°C fue de 0,50 y dos tipos: uno con la adición del 3 % de plastificante y otro con 4 % de adición. En los ensayos a 80°C con vapor se encontraron dificultades para determinar con exactitud la relación agua/cemento. Por desecación de algunas muestras de hormigón reciente se supone que la cantidad de agua no fue mucho mayor de la contenida en los ensayos a 20°C; esto se acepta para los ensayos a 28 días. El hormigón caliente, obviamente, posee una mayor pérdida de docilidad. Se utilizaron dos tipos de portland 525:

— Cemento C con C<sub>3</sub>A = 8,5 %, C<sub>3</sub>S = 4,5 %; Blaine = 5.300 cm<sup>2</sup>/g.

— Cemento M con C<sub>3</sub>A = 7,8 %, C<sub>3</sub>S = 65 %; Blaine = 4.800 cm<sup>2</sup>/g.

## DETALLES DE LAS EXPERIENCIAS

El hormigón se preparó en una mezcladora de laboratorio con inyección de vapor a 4 ó 6 atmósferas. Cada vez las cantidades tratadas fueron las suficientes para ocupar, después de compactado, 40 litros de hormigón fresco con un árido de tamaño máximo 20 mm.

Se sigue la marcha:

- 1.º Cargado de la mezcladora con el cemento, los áridos y parte del agua.
- 2.º Mezclado durante 30 segundos, y con inyección de vapor 75 segundos más.

- 3.º Interrupción del mezclado para medir la temperatura y, después, seguir la mezcla previa la adición del plastificante (3 ó 4,5 %) continuando la mezcla durante 60 segundos, lo que resulta en total 165 segundos.
- 4.º Se midió el valor del escurrimiento. La parte del hormigón destinada a ello se mantuvo en un recipiente metálico aislado 15 y 30 minutos. La otra parte se destinó a preparar cubos de 10 cm de arista utilizados para medir las resistencias a la compresión. En los ensayos a 20°C se procedió de igual forma con una duración de mezclado de 165 segundos.

### COMENTARIOS SOBRE LOS RESULTADOS

Las figuras 1 y 2 ponen de manifiesto la pérdida de docilidad de las mezclas de hormigón preparado con el cemento C, a 80° y 20°C, adicionado del plastificante. Cuando se adiciona el 3 % la curva del hormigón caliente muestra un declive significativamente grande debido a los 5 cm de disminución del escurrimiento comparado con el hormigón normal de referencia.

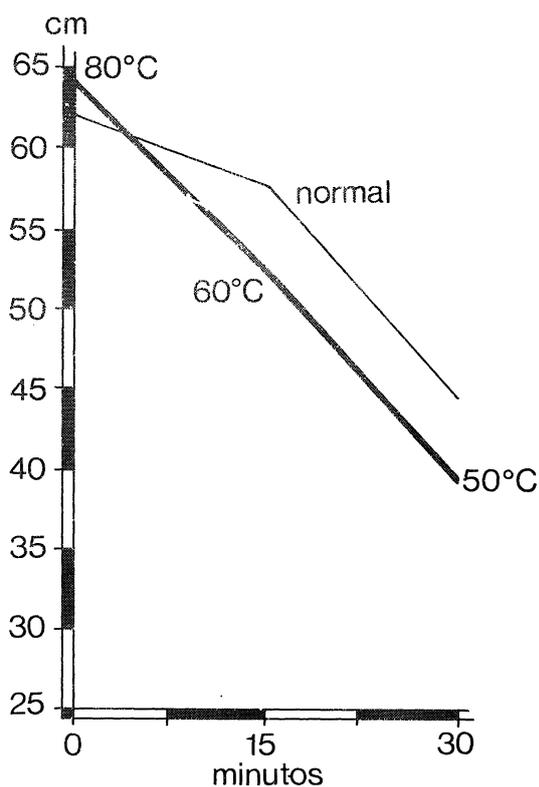


Fig. 1

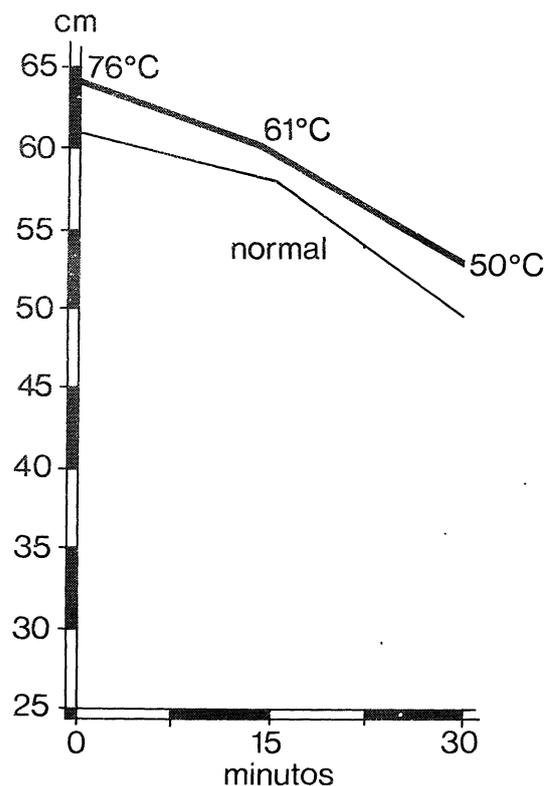


Fig. 2

La adición del 4,5 % da por resultado un período más largo de docilidad del hormigón caliente comparado con el hormigón normal. Es de notar que el escurrimiento inicial del hormigón caliente es mayor en 3 a 4 cm que el del normal. La adición del 4,5 % de plastificante aumenta el período de docilidad de este tipo de hormigón.

Las figuras 3 y 4 representan los resultados obtenidos con el cemento M. Las diferencias en el comportamiento del hormigón caliente con el normal son más acusadas que en el cemento C.

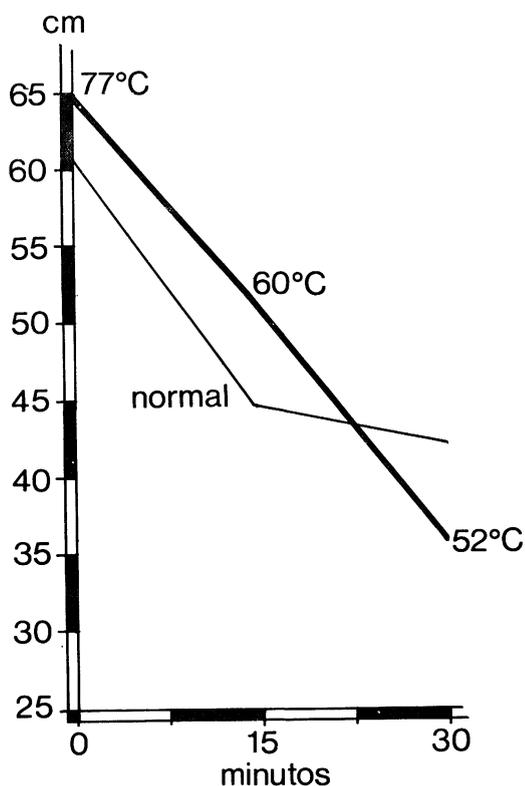


Fig. 3

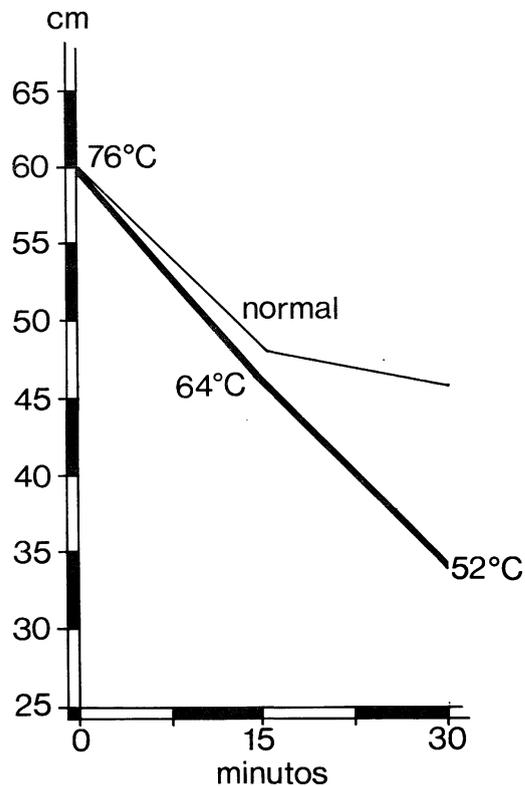


Fig. 4

## RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Resumiendo los datos reunidos en la tabla 1 se formulan las conclusiones siguientes:

- 1.ª Después de 24 horas de conservación a la temperatura ambiente se acusa una diferencia de 50 a 100 kg/cm<sup>2</sup> en la resistencia a la compresión entre el hormigón normal y el hormigón caliente.
- 2.ª En las mezclas con adición se puede observar que la mezcla caliente aventaja a la normal. Especialmente son interesantes los incrementos obtenidos por un calentamiento adicional de 6 horas a 80°C; esto es singularmente cierto para el cemento M, muy sensible a los cambios abruptos de temperatura.
- 3.ª El incremento porcentual de la resistencia a compresión, después de 28 días, debido al posterior curado con vapor, es mayor en el hormigón caliente que en el normal.
- 4.ª Se obtuvo del 85 al 90 % de máxima resistencia a compresión en el hormigón caliente, mientras en el normal sólo se alcanzó 65-70 % de máxima resistencia.

- 5.<sup>a</sup> La utilización de la adición en el hormigón caliente tiene una positiva influencia sobre las resistencias a la compresión tanto en el hormigón conservado a temperatura ambiente como para el curado con vapor.
- 6.<sup>a</sup> La pérdida de docilidad es de menor importancia. El vertido del hormigón durante la preparación de unidades prefabricadas no debe durar más de hora y media. El hormigón caliente, que ha sido adicionado, debe ser vertido con una fluencia inicial mucho mayor.

T A B L A 1

HORMIGON	RESISTENCIA COMPRESION N/mm <sup>2</sup>				28 DIAS	DIN 1 048
	A CONSERVACION 20°C		B VAPOR A 80°C		B % de A	
Designación	1 día	28 días	6 horas	28 días	%	cm
C <sub>3</sub> 20°	187	585	197	400	68	62
C <sub>4</sub> 20°	205	600	208	420	70	61
M <sub>3</sub> 20°	175	500	150	350	70	61
M <sub>4</sub> 20°	222	530	130	365	69	60
C <sub>3</sub> 80°	226	549	237	467	85	64
C <sub>4</sub> 80°	230	557	242	493	88	64
M <sub>3</sub> 80°	265	565	275	495	88	65
M <sub>4</sub> 80°	302	635	313	525	83	60

A: Hormigón conservado 24 horas al aire y 28 días bajo agua, siempre a 20°C.

B: Hormigón tratado con vapor 6 horas a 80°C y 28 días bajo agua a 20°C.

P. G. de P.