

ANALES

DEL

INSTITUTO DE INGENIEROS DE CHILE

Expansión i contracción del hormigón durante la fragua

POR

C. BARROILHET

En uno de los laboratorios de puentes i calzadas de los Estados Unidos se han llevado a cabo últimamente, bajo la dirección del señor Logan Waller Page, interesantes experiencias para determinar la magnitud de los fenómenos de expansión i contracción del hormigón.

Los ejemplares de prueba tenían 20 por 20 cm por 1.50 m de largo. Estaban amoldados como postes, dispuestos de tal manera que una de sus estremidades quedaba libre de dilatarse o contraerse bajo la acción de una causa cualquiera. Estos ejemplares de prueba estaban confeccionados con mezclas de diversas resistencias. Los amoldados muy secos necesitaban pisonearse enérgicamente, mientras que cuando se empleaba una mezcla semi-líquida bastaba remover un poco la mezcla. La cantidad de agua empleada era el 8.5% de los materiales mezclados en seco para el hormigón seco, i de 10 a 12% para los hormigones húmedos. Estos materiales eran cemento Portland de Old Dominion, arena de buena clase i chancado de 18 mm.

Para medir la expansión i la contracción, se encastraron barras cuadradas de 12.5 mm por 28 mm, separadas de 1.25 m, sobresaliendo 37 mm de cada cara después de desmoldadas, i sobre cada una de las cuales se ajustaban dos tapones de acero de 6 mm de diámetro, de punta cónica ligeramente redondeada. Las medidas se tomaron entre estos puntos por medio de un micrómetro Brown i Sharpe que permite efectuar lecturas de 1 : 10,000 de pulgada.

Las primeras lecturas se efectuaron sobre todas las muestras tan luego como su dureza permitió el desmolde, anotándose al mismo tiempo la temperatura así como la de un punto cercano. Antes de efectuar cada lectura, se verificaba el micrómetro por medio de un padron de largo constante, para evitar así todo error debido a un cambio del micrómetro o del tornillo micrométrico. Todas las lecturas eran reducidas a 20 grados centígrados, de manera que las variaciones representadas en las curvas eran debidas a causas ajenas a las variaciones de temperatura.

si el mismo día en que fueron confeccionadas, no obstante que las mezclas muy húmedas tuvieron una ligera tendencia a la expansión, que llegó a $\frac{1}{2}$ diez milésimo de pulgada.

La contracción en las mezclas secas es un poco superior, pero muy poco, en el período inicial, a las húmedas. La contracción unitaria del ejemplar más antiguo, 195, mezcla muy seca, fue de 0.00052 a los tres meses; después, el aumento fue muy pequeño. Las curvas de contracción de las otras mezclas siguen de muy cerca la 195; estos resultados demuestran que la contracción del hormigón es aproximadamente de 0.05 por ciento a los tres meses.

Admitiendo que el coeficiente de dilatación lineal del hormigón sea de 0.0000055 por cada grado Fahrenheit (0.000003 por grado centígrado) valor encontrado por el profesor Morton, la baja de temperatura que produciría esta misma contracción sería de 0.0005: $0.0000055 = 91^\circ$ Fahrenheit (o $50^\circ 5$ Cent.)

Si las estremidades de una obra de hormigón pudieran mantenerse fijas, la fuerza de tracción desarrollada por la contracción sería igual a $2.000\ 000 \times 0.0005$, o sean 1 000 libras por pulgada cuadrada (70 kg. por cm^2), admitiendo 2.000 000 de libras por pulg. c. (140 000 kg. por cm^2) como coeficiente de elasticidad del hormigón. Como la resistencia a la extensión del hormigón varía de 100 a 200 lbs por pulg. c. (7 a 14 kg por cm^2) cuando está confeccionado en buenas condiciones, las rasgaduras de contracción deberán producirse mucho antes de los tres meses. En realidad estas trizaduras pueden notarse desde los primeros días.

Las muestras mantenidas húmedas (278, 236, 277, 248 i 284) demostraron expansión mientras se mantuvieron húmedas, pero la contracción se manifestó en cuanto principiaron a secarse. Puede decirse que las mezclas secas son más sensibles a la expansión cuando se las mantiene húmedas que las mezclas primitivamente húmedas. La dilatación es, sin embargo, pequeña; se la puede estimar en 1 : 10,000, lo que corresponde a una compresión de 200 lb. por pulgada cuadrada (14 kg por cm^2) siempre bajo la hipótesis de un valor de 140 000 kilos por cm^2 como coeficiente de elasticidad del hormigón. Se observará que el grado de contracción de las muestras húmedas se acerca, a medida que secan, al de las muestras preparadas secas, de manera que el efecto de la humedad se reduce a retardar la contracción durante los primeros días. Es posible que al fin la contracción sea la misma para todos los hormigones, ya sean fabricados secos o húmedos. La curva N.º 284, conservada en la humedad de una manera continua, demuestra que, si bien la dilatación no ha sido progresiva, la expansión se mantuvo hasta las últimas observaciones.

Se observó en el curso de estas observaciones que las muestras que se dejaron secar pero que se humedecieron accidentalmente con fuertes lluvias, se dilataron, lo que demuestra que el hormigón se conduce como la madera, que se hincha con la humedad i se contrae con la sequedad.

Si los resultados que se desprenden de este notable estudio son exactos, lo cual no es de dudar dada la prolijidad con que se experimentó, hai que concluir que, cual-

quiera que sea la cantidad de agua empleada en la confeccion de los hormigones, cualesquiera que sean las precauciones que se tomen para humedecer las obras durante semanas, la contraccion se producirá tan luego como la humedad haya desaparecido i alcanzará el coeficiente 1 : 2 000, lo que corresponde a un coeficiente de elasticidad de 140 000 kg por cm^2 , o una tension de 70 kg. por cm^2 , tension que se producirá fatalmente en un período de sequedad completa, i si no se observa con mas frecuencia rasgaduras en las obras de hormigon, es porque la atmósfera está jeneralmente húmeda o porque las estremidades estan mas o ménos libres.

Ya que es imposible evitar estas trizaduras i, por lo tanto, su feo aspecto, conviene, cuando se trata de superficies unidas i de gran estension, dividir las simétricamente, en forma de cantería cuando se trata de muros verticales, o de enlosados cuando se trata de pisos. Otra manera de reducir las rasgaduras consiste en emplear mezclas pobres, pues mientras mas puro es el cemento mayores serán las rasgaduras.

En Chile se ha jeneralizado mucho la costumbre de estucar con mezcla de cemento mas o ménos puro. En todos esos trabajos se notan rasgaduras mas o ménos profundas; la jeneralidad de las personas las atribuyen a la mala calidad del cemento portland empleado, siendo que ello debe atribuirse en la casi totalidad de los casos a defectos de la mano de obra, comprendiendo bajo esta denominacion tanto la confeccion de las mezclas como su aplicacion.
