

El Concreto en la Práctica

Hormigón

¿Qué, Por qué y cómo?



CIP 21 - Pérdida del contenido de aire en el concreto bombeado

¿QUÉ es la pérdida de aire durante el bombeo?

De forma cada vez más frecuente, los fabricantes están ensayando el concreto (*hormigón*) en el punto de descarga de los equipos de bombeo de concreto, y en algunos casos han encontrado contenidos de aire mucho más bajos que en las muestras ensayadas en el descargue del camión mezclador.

Es normal encontrar de un 0.5 a un 1% menos de aire en la descarga de la bomba, sin embargo, cuando la tubería de 5 pulgadas (125 mm), a lo largo de la pluma de la bomba, está orientada en una longitud descendente cercana a la vertical, el contenido de aire en la descarga puede ser menor de la mitad de la del concreto que se recibe en la tolva del equipo de bombeo.

Cuando la pluma está hacia arriba u horizontal, excepto para una sección de 12 pulgadas (30 cm) de la manguera de goma, no hay generalmente significativa pérdida de aire. Existe alguna controversia sobre que tan frecuentemente la pérdida de aire es un problema en el concreto bombeado. Ciertamente esto no ocurre con frecuencia, o al menos en la mayoría de los casos, sin embargo ocurre lo suficientemente frecuente para ser considerado seriamente hasta que sean desarrolladas mejores soluciones.

¿QUÉ es la pérdida de aire?

Hay varios mecanismos involucrados, pero la pérdida de aire ocurre si el peso del concreto en una tubería descendente vertical o cercana a la vertical es suficiente para vencer la resistencia a la fricción y entonces deja que una porción del material se deslice hacia abajo por la tubería. Una parte de la teoría es que cuando el concreto se desliza hacia abajo en la tubería, desarrolla un vacío que expande en gran medida las burbujas de aire, y cuando golpean en un codo en la pluma o en una superficie horizontal, las burbujas colapsan. Se puede demostrar el efecto del impacto por caída de concreto 15 ó 20 pies (4,5 a 6 m) dentro de una cubeta. Naturalmente, la transición desde una presión de varios mega



Pascales de presión en la línea a una condición cercana al vacío, puede hacer que el asunto empeore. La mayoría de las experiencias de campo sugieren que la pérdida de aire es mayor en el concreto con un contenido de cemento alto y en las mezclas fluidas que se deslizan más fácilmente. Sin embargo la pérdida de aire también ha sido experimentada en concretos de 5 ½ sacos de cemento (230 kg) y asentamiento (*revenimiento*) moderado.

¿CÓMO prevenir la pérdida de aire?

Mantenga el concreto deslizándose hacia abajo de la línea por su propio peso. Donde sea posible evite las secciones de pluma con descenso vertical o abrupto. Tenga cuidado con los asentamientos elevados, particularmente con mezclas de elevados contenidos de cemento y mezclas que contengan microsílíce (*humo de sílice*). El bombeo estable, moderadamente rápido puede ayudar en alguna medida a minimizar la pérdida de aire, pero no resolverá la mayoría de los problemas.

- Pruebe a insertar cuatro codos de 90 grados justamente antes de la manguera de goma. (*No haga* esto a menos que las abrazaderas de la tubería estén diseñadas para cumplir todos los requisitos de seguridad). Esto ayuda, pero no será una solución perfecta.
- Utilice una tapa deslizante o desfogue al final de la manguera de goma para restringir la descarga y provocar

una mayor presión.

- c) Hacer una curvatura de 6 pies (1,8m) de diámetro con la manguera de goma y con una sección extra de la misma se reporta como mejor solución que a) y b).
- d) Coloque 10 ó 20 pies de manguera horizontalmente en el vaciado (*colado*) de losas. Esto no funciona en columnas o muros y requiere trabajo extra para manipular la manguera.
- e) Reduzca el tamaño de la manguera flexible de 5 a 4 pulgadas (125 mm a 100 mm). Una tubería de transición puede ser necesaria para evitar taponamientos o bloqueos.

PRECAUCIONES

- a) Antes del vaciado, planifique ubicaciones alternativas del equipo de bombeo y decida que es lo que se hará si se produce pérdida del aire. Esté preparado para ensayar el contenido de aire frecuentemente.
- b) Muestrear al final de la línea de bombeo puede ser muy difícil. Utilice equipamiento con protección apropiada del personal. Nunca realice el muestreo inicial del concreto inicial a lo largo de la línea de bombeo.
- c) Muestree la primera carga de un trabajo después de haber



bombeado 3 ó 4 yardas cúbicas (2 a 3 m³). Acomódelo al asentamiento permisible máximo. Coloque el equipo de bombeo cerca del sitio para tener la tubería con la longitud máxima de descenso vertical y deje caer una muestra en una carretilla. Si se pierde aire hay que tomar precauciones y muestrear en el lugar de vaciado o colocación.

- d) Si se produce pérdida de aire, no trate de solucionar el problema incrementando el contenido de aire entregado a la bomba fuera del límite especificado máximo. En este caso se correrá el peligro de colocar un concreto en la estructura con alto contenido de aire y con baja resistencia y esto ocurrirá seguramente si se reducen los ángulos de la pluma o se bombea un concreto de un asentamiento algo más bajo.

Referencias

1. Gaynor, R.D. "Summer Problem Solving", Concrete Products, June 1991. P.11
2. Gaynor R.D. "Current Research at NRMCA" *Concrete Products*, April, 1992, pp 6-7
3. Hoppe, Julian J. "Air Loss in Free-Falling Concrete". *Queries on Concrete, Concrete International*, June 1992, p.79
4. Gorsha, Russel P., "Air Loss in Free Falling Concrete", *Queries on Concrete, Concrete International*, August 1992, p 71
5. "Effects of Pumping Air Entrained Concrete", Washington Aggregates and Concrete Association, March 20, 1991, 12 pp.
6. Dyer, R.M., "An Investigation of Concrete Pumping Pressure and the Effects on the Air Void System of Concrete", Master's Thesis, Department of Civil Engineering, University of Washington, Seattle, Washington, 1991.
7. Personal correspondence with authors and photographs, July 13, 1992 (copies available on request).
8. Yingling, James; G.M. Mullings; and R.D. Gaynor, "Loss of Air Content in Pumped Concrete", *Concrete International*,