Reimpreso con el permiso del American Concrete Institute.

ARTÍCULO

2 DOS

Cronogramas y Técnicas: Prácticas de Acabado para Losas de Pisos de Concreto Estructural Ligero

Por William H. Wolfe.

El uso de agregados livianos en el concreto se extiende hasta la antigüedad y a través de múltiples culturas[1]. Algunas de las primeras mezclas de concreto liviano incorporaron materiales naturalmente porosos como la piedra pómez. Además, desde la década de 1920, el concreto estructural liviano se ha utilizado para pisos de concreto en más de 500,000 edificios[2]. Con resistencias comparables al concreto de peso normal pero típicamente entre un 25 y un 35 % más liviano, este material ayuda a reducir la carga muerta estructural de los edificios. Esto no solo permite una mayor flexibilidad de diseño y costos de construcción reducidos en toda la estructura, sino que también contribuye a mejorar la resiliencia sísmica al reducir las fuerzas que soporta un edificio durante un terremoto.

Del mismo modo, el concreto estructural liviano, cuando incorpora agregados livianos de esquisto expandido, arcilla o pizarra (ESCS, por sus siglas en inglés), se puede especificar en losas de piso más delgadas sin comprometer los requisitos de resistencia al fuego requeridas. Esto se debe en parte a la capacidad del material para transmitir calor a una razón más lenta que el concreto de peso normal. El concreto liviano tiene un mayor valor aislante debido a la estructura de los poros dentro del agregado liviano.

Si el agregado liviano se pre-acondiciona, pre-humedeciéndolo antes de añadirlo a la mezcla, los procesos para dosificar y colocar este material pueden ser similares a los del concreto de peso normal[3]. Con todos estos beneficios y sin necesidad de conocimientos especializados para la colocación, la pregunta es: ¿Por qué no se usa el concreto liviano estructural con más frecuencia? La respuesta puede estar ligada a las preocupaciones con las técnicas de acabado y los plazos.

¿Qué son los agregados ESCS?

En la construcción moderna, los agregados livianos se producen mediante la expansión de minerales como esquisto, arcilla y pizarra. Estos materiales se cuecen en un horno rotatorio a temperaturas de alrededor de 2000 °F (1648 °C). Durante este proceso, el material se ablanda y forma burbujas de aire que quedan como poros no interconectados cuando este se enfría. A medida que estos poros aumentan el tamaño de las partículas del agregado, reducen la densidad de las partículas sin comprometer la resistencia del concreto que las contiene.

Después de que el ESCS se enfría, este se tritura y se tamiza al tamaño apropiado para su uso. Debido a que ESCS es un material manufacturado, proporciona una gradación y densidad consistentes que permiten propiedades predecibles en las mezclas de concreto.

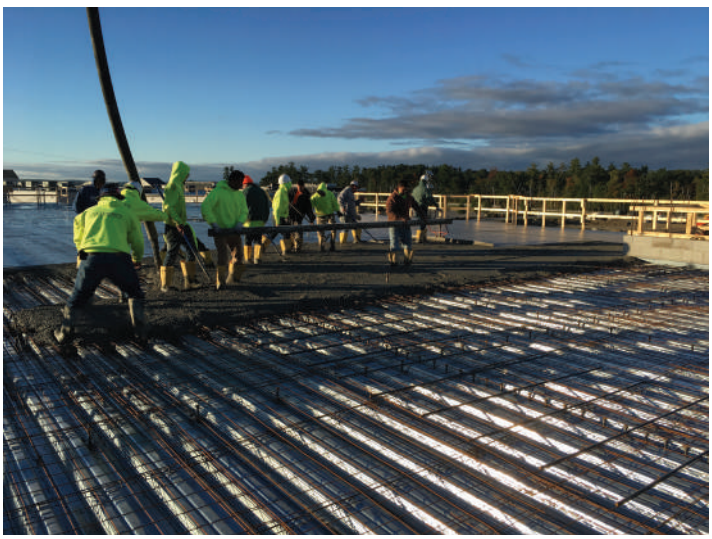
Acabado del Concreto

Cuando se usa concreto estructural ligero fabricado con ESCS, el factor más importante para los contratistas es determinar el tiempo para comenzar el proceso de acabado. Mientras esto es una consideración importante para todos los concretos, tiene aún más importancia para losas de concreto estructural ligero sobre los tableros permanentes de acero. Un acabado demasiado pronto de este material puede conducir a la delaminación y a una compactación mayor que la necesaria y deflexión a lo largo del tablero de piso. Estos problemas no son inevitables, especialmente si los constructores e ingenieros comprenden cómo funciona el material, cuándo es más razonable especificarlo, los tiempos adecuados de acabado y las diferencias entre cómo las herramientas de acabado interactúan con el concreto estructural ligero comparado con el concreto de peso normal.

Mezclas ESCS

Al igual que con todos los tipos de concreto, la mezcla debe dosificarse para garantizar la trabajabilidad, la bombeabilidad, las características de acabado y los tiempos de fraguado adecuados, y para evitar la segregación de la mezcla. Trabajar demasiado una mezcla de concreto con agregados ESCS puede hacer que los agregados livianos se desplacen a la superficie.

Uno de los requisitos más importantes con las mezclas de concreto liviano es que los agregados livianos deben estar saturados antes de la dosificación para que la relación agua/cemento (a/c) de la pasta pueda ser consistente y las presiones de la bomba no introduzcan el agua y el aire en los agregados solo para volver a salir de los agregados al momento de la colocación del concreto. Si el grado de saturación varía, esto tiene un gran impacto en el comportamiento de exudación y fraguado del concreto y puede complicar el acabado.



Tablero de concreto ligero siendo colocado (foto cortesía de William H. Wolfe).

Exudación de agua en la superficie antes del acabado (foto cortesía de William H. Wolfe).

Además, el concreto estructural liviano fabricado con agregados ESCS se especifica comúnmente con un contenido de aire entre 4 y 7 % para cumplir con los requisitos de densidad y resistencia al fuego. El contenido de aire debe evaluarse de acuerdo con la ASTM C173/C173M[4]. No siempre es necesario usar una gran cantidad de aire incluido para cumplir con los requisitos de densidad; por lo tanto, se recomienda calcular la densidad de equilibrio[5]. Si se mide durante la colocación, el peso unitario requerido del concreto fresco debe ajustarse para tener en cuenta el peso del agua de saturación. Debido a que los agregados livianos son más ligeros, el concreto produce menos exudación de agua y aire, y menos riesgo de formar burbujas y delaminaciones. Sin embargo, todavía existe el riesgo, y cuanto menor sea el contenido de aire atrapado, menor será el riesgo.

¿Qué evitar?

Las losas de piso en edificios de oficinas, uso comercial, residenciales de unidades múltiples e institucionales, generalmente se especifican con revestimientos de piso para tránsito peatonal. Debido a que estos pisos están cubiertos, no necesitan tolerancias de planicidad más altas (a menos que se indique específicamente en los requisitos de diseño) ni una superficie demasiado alisada. Asimismo, las recomendaciones de allanado para esta clase de piso (Clase 2 según ACI 302.1R-15[6]) no son las mismas que las recomendadas para otros pisos comerciales o industriales. Con eso en mente, los contratistas pueden evitar el trabajo excesivo de una losa de piso al comprender los plazos correctos y al usar palustres que ejerzan la fuerza óptima para pisos de esta clase.

Esto puede ser más fácil decirlo que hacerlo, ya que los requisitos de construcción más rápida y tolerancias más planas se han convertido en una norma. Para cumplir con estas exigencias, muchos contratistas han logrado la planicidad deseada, han reducido los tiempos de espera y han minimizado la mano de obra mediante el uso de alisadoras motorizadas que imparten más energía a la superficie de concreto que las alisadoras motorizadas de operador a pie. Si bien esta práctica puede ser beneficiosa para pisos de concreto de peso normal o sin aire incluido, el concreto liviano presenta algunas complicaciones. Por lo tanto, es importante que los contratistas de concreto no traten los pisos de concreto liviano como lo harían con los de peso normal.

Puede parecer que el concreto liviano puede hacer que el acabado de los pisos de concreto sea innecesariamente complejo. Sin embargo, evitar los peligros del exceso de terminación del piso puede ser sencillo cuando los contratistas observan las técnicas de acabado adecuadas, utilizan las herramientas adecuadas y mantienen una ventana de acabado ideal.

Técnicas y Herramientas

Las allanadoras eléctricas con hélices planas inducen una presión superficial mucho menor a alternativas sin estas. Esto, en ocasiones, lleva a constructores a iniciar los acabados antes de lo ideal. Mientras esto es factible para losas sobre terreno o losas de concreto de peso normal, esto puede causar delaminación y deflexión en losas de piso con concreto liviano. Se recomienda a los acabadores el uso de allanadoras empujadas con hélices planas para la pasada inicial durante el tiempo adecuado para acabados. Luego de completar la pasada inicial con la allanadora eléctrica, se puede utilizar la allanadora montada.

A pesar de que los equipos y cronograma adecuados ayudan a los contratistas a dar terminación a los pisos de concreto con más facilidad, las condiciones ambientales también tienen un rol. Por ejemplo, bajas temperaturas prolongan el tiempo de sangrado en tableros sin calefacción, incrementando los riesgos de delaminación por acabado a destiempo. Por esta razón, las brigadas deberán ser conscientes y tomar acción en climas más fríos y en estados del tiempo que puedan causar una aceleración en el secado superficial, ya que estos entornos pueden causar disparidades entre la rigidez de la superficie y el tiempo adecuado de fraguado.

Tiempo y Clima

Casi todo el concreto ligero usado en losas elevadas es bombeado (foto cortesía de William H. Wolfe)

Cuando se trata de la terminación de pisos de concreto, el tiempo es esencial. Los acabados prematuros son las causas principales de delaminación (incluyendo la formación de burbujas). Dar un acabado tardío a los pisos, incluso los que serán cubiertos, puede resultar en superficies con textura deficiente y una relación planitud/nivelación fuera de las especificaciones de diseño. Para determinar el tiempo adecuado para el acabado, es importante que los constructores consideren un amplio rango de variables.

La primera variable es el mismo concreto. Durante años, se han usado dos ensayos para determinar cuándo comenzar las labores de acabado: examinar la exudación de agua visible y medir la profundidad de huellas. Luego de la colocación, el brillo del agua de sangrado debería desaparecer de la superficie del concreto. Esto indica que el sellado de la capa superior no conduce a una posterior delaminación por agua atrapada. No obstante, en algunos casos el agua exudada se evapora más rápido que lo que toma para hidratar la superficie, y esto puede confundir y hace pensar al acabador que el piso está listo. Esto sucede especialmente en procesos de exudación lentos, lo cual puede ocurrir al usar agregado ligero. Adicionalmente, los acabadores pueden pisar el concreto y medir la profundidad de la huella para comprobar si el piso está listo. En algunos casos, si la profundidad de la huella es menor a 3 o 6 mm (1/8 o 1/4 de pulgada)[7], entonces es posible que el concreto del piso esté listo. No obstante, si ocurre un “sellado” (el fraguado de la superficie es más rápido al interior de la losa), la determinación por huella resulta poco certera.

Sin embargo, estos ensayos no son infalibles. Un clima frío o húmedo puede prolongar el sangrado, mientras que un clima cálido, ventoso o seco puede causar rigidez superficial prematura. En el segundo caso, un piso podría pasar los ensayos de brillo y huella sin estar listo para los procesos de acabado. Considerando esto, los contratistas de concreto deberán considerar las condiciones ambientales al determinar los tiempos de acabado.

Acabados prematuros pueden causar una capa densa sellada en el concreto. Si la exudación del concreto no había terminado, esta capa superior de baja permeabilidad puede atrapar aire y agua de hidratación formando un plano débil directamente debajo de la capa impermeable. Este plano débil podría poseer una relación a/c y contenido de aire mayores, esto llevando a futuras delaminaciones. Para evitar una posible delaminación, es recomendable que los acabadores comiencen el allanado lo más tarde posible basado en condiciones ambientales y del concreto, tamaño de la brigada y disponibilidad de equipos.

Cruzando la meta

Como se notó previamente, usualmente el concreto estructural ligero no necesitará un acabado tan denso como otros tipos de sistemas de losas de piso que requieren una mayor relación planicidad/nivelación. Por otro lado, esto podría reducir el esfuerzo de las brigadas de acabado para alcanzar la densidad y relación planitud/nivelación especificada—permitiendo completar el acabado con unos tiempos potencialmente menores. Por otro lado, esto puede aumentar la sutileza necesaria para terminar el piso ya que el exceso de acabado puede causar un número de problemas costosos y laboriosos de corregir.

Los profesionales de diseño de proyecto y productores de concreto pueden evitar estos problemas asegurando que el diseño de mezcla alcance la densidad de equilibrio requerida con el mínimo aire incluido. Además, para mantener las condiciones de fraguado y sangrado estables, las plantas dosificadoras deberán verificar que el agregado esté consistentemente en estado saturado superficialmente seco (SSD, por sus siglas en inglés) antes del mezclado. Y las brigadas de acabado podrán evitar estos problemas, ante todo, comenzando el proceso de acabado lo más tarde posible dentro de la ventana de capacidad de acabado. Mas allá, si las tolerancias de las especificaciones lo permiten, podrán utilizar equipos que sometan menor presión a la superficie de la losa. Al hacer esto, el equipo de trabajo podrá impulsar al proyecto a aprovechar todos los beneficios del concreto estructural ligero sin comprometer los costos y plazos de finalización.

Recursos Adicionales del ACI

- Curso bajo demanda: Guide to ACI 213R-14 Structural Lightweight-Aggregate Concrete (three-part series)
- Curso a demanda: Internal Curing: Improving Concrete Durability with Use of Lightweight Aggregate
- Curso a demanda: Contractor's Guide: Concrete Placement and Finishing
- Curso a demanda: Concrete Floor and Slab Construction (302.1R-15, Chapter 5)

Para más información visita www.concrete.org/education/aciuniversity.aspx

Referencias

1. Rivera-Villarreal, R., and Cabrera, J.G., "Microstructure of Two-Thousand-Year-Old Lightweight Concrete," High-Performance Concrete: Performance and Quality of Concrete Structures, SP-186, V.M. Malhotra, P. Helene, L.R. Prudencio Jr., and D.C.C. Dal Molin, eds., American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 1999, pp. 183-200.
2. "Finishing Lightweight Concrete Floors (Publication #4640)," Expanded Shale, Clay and Slate Institute, Chicago, IL, Dec. 2003, 3 pp.
3. ACI Committee 213, "Guide for Structural Lightweight-Aggregate Concrete (ACI 213.R-14)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2014, 57 pp.
4. ASTM C173/C173M-16, "Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Volumetric Method," ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016, 9 pp.
5. Kozikowski, R., "Concrete Q&A: Density of Lightweight Concrete," Concrete International, V. 34, No. 8, Aug. 2012, pp. 74-76.
6. ACI Committee 302, "Guide to Concrete Floor and Slab Construction (ACI 302.1R-15)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2015, 76 pp.
7. Suprenant, B.A., and Malisch, W.R., "The True Window of Finishability," Concrete Construction, Oct. 1998, 3 pp.

Seleccionado para lectores por los editores luego de evaluaciones y recomendaciones independientes.

William H. Wolfe es el gerente de mercadeo y técnico de Arcosa Lightweight ubicada en Albany, NY, Estados Unidos de América. Él es miembro de los comités ACI 213, Agregado Ligero para Concreto; 301, Especificaciones para Construcción en Concreto; y 302, Construcción de Pisos de Concreto. Wolfe es también un miembro del Instituto de Esquisto, Arcilla y Pizarra expandidos y ASTM Internacional.

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo República Dominicana

Título: Cronogramas y Técnicas: Prácticas de Acabado para Losas de Pisos de Concreto Estructural Ligero

Traductor:
Ing. Piero Caputo

Traductora:
Ing. Sarah Miranda

Revisor Técnico:
Ing. Damariel Cáceres

Revisor Técnico:
Dr. Fray Pozo