

Superpave Diseño HMA

Las mezclas de asfalto generalmente se han diseñado con procedimientos de diseño de laboratorio empíricos, lo que significa que se requiere experiencia de campo para determinar si el análisis de laboratorio se correlaciona con el desempeño del pavimento. Sin embargo, incluso con el debido cumplimiento de estos procedimientos y el desarrollo de criterios de diseño de mezcla, no se puede asegurar un buen desempeño. Además, las especificaciones proliferaron a medida que las agencias determinaron que podían hacer cambios menores a los criterios establecidos y obtener alguna garantía de desempeño. En 1987, el Programa de Investigación Estratégica de Carreteras (SHRP) comenzó a desarrollar un nuevo sistema para especificar materiales asfálticos. El producto final del programa de investigación de asfalto SHRP es un nuevo sistema llamado Superpave, abreviatura de Superior Performing Asphalt Paviments.

Superpave incluye un nuevo sistema para seleccionar y especificar ligantes de asfalto y tiene requisitos detallados de agregados minerales. Se incluye un procedimiento de diseño de mezcla de asfalto en caliente (HMA) totalmente nuevo.

Uno de los principales resultados del Programa de Investigación Estratégica de Carreteras (SHRP) fue el método de diseño de mezcla Superpave. El método de diseño de mezcla Superpave fue diseñado para reemplazar los métodos Hveem y Marshall. El análisis volumétrico común a los métodos Hveem y Marshall proporciona la base para el método de diseño de mezcla Superpave.

El sistema Superpave vincula la selección de aglomerantes y agregados de asfalto en el proceso de diseño de la mezcla, y también considera el tráfico y el clima. Los dispositivos de compactación de los procedimientos de Hveem y Marshall han sido reemplazados por un compactador giratorio y el esfuerzo de compactación en el diseño de la mezcla está ligado al tráfico esperado.

Historia de Superpave

Bajo el Programa de Investigación Estratégica de Carreteras (SHRP), se emprendió una iniciativa para mejorar la selección de materiales y el diseño de mezclas mediante el desarrollo de:

- Un nuevo método de diseño de mezcla que tiene en cuenta la carga del tráfico y las condiciones ambientales.
- Un nuevo método de evaluación de ligantes asfálticos.
- Nuevos métodos de análisis de mezclas.

Cuando se completó el SHRP en 1993, introdujo estos tres desarrollos y los denominó Sistema de pavimento de asfalto de rendimiento superior (Superpave). Aunque aún no se han establecido los nuevos métodos de prueba del rendimiento de la mezcla, el método de diseño de la mezcla está bien establecido.

Procedimiento Superpave

El método de diseño de la mezcla Superpave consta de 7 pasos básicos:

1. Selección agregado .
2. Selección de ligantes de asfalto .
3. Preparación de muestras (incluida compactación).
4. Pruebas de rendimiento.
5. Cálculos de densidades y vacíos.
6. Selección óptima del contenido de ligante asfáltico.
7. Evaluación de susceptibilidad a la humedad.

Selección del Agregado

Superpave especifica el agregado de dos maneras. Primero, impone restricciones a la granulometría del agregado por medio de amplios puntos de control. En segundo lugar, establece "requisitos de consenso" sobre la angularidad de los agregados finos y gruesos, las partículas planas o alargadas y el contenido de arcilla. Otros criterios agregados, que el Asphalt Institute denomina "propiedades de la fuente" (porque se consideran específicas de la fuente), como la abrasión LA , la solidez y la absorción de agua, se utilizan en Superpave, pero ya que no se modificaron.

Fundamentos del diseño de mezcla de HMA

HMA consta de dos ingredientes básicos: agregado y aglutinante de asfalto . El diseño de la mezcla de HMA es el proceso de determinar qué agregado usar, qué aglutinante de asfalto usar y cuál debería ser la combinación óptima de estos dos ingredientes.

Cuando el agregado y el aglutinante asfáltico se combinan para producir una sustancia homogénea, esa sustancia, HMA, adquiere nuevas propiedades físicas que están relacionadas pero no son idénticas a las propiedades físicas de sus componentes. Las pruebas de laboratorio mecánicas se pueden utilizar para caracterizar la mezcla básica o predecir las propiedades de la mezcla. El diseño de la mezcla de HMA ha evolucionado como un procedimiento de laboratorio que utiliza varias pruebas críticas para realizar caracterizaciones clave de cada mezcla de prueba de HMA. Aunque estas caracterizaciones no son exhaustivas, pueden brindarle al diseñador de la mezcla una buena comprensión de cómo se comportará una mezcla en particular en el campo durante la construcción y bajo la carga de tráfico posterior.

Esta sección cubre los fundamentos del diseño de mezclas comunes a todos los métodos de diseño de mezclas. Primero, se discuten dos conceptos básicos (diseño de mezcla como simulación y términos y relaciones peso-volumen) para establecer un marco para la discusión posterior. En segundo lugar, se presentan las variables que el diseño de la mezcla puede manipular. En tercer lugar, se presentan los objetivos fundamentales del diseño de mezclas. Finalmente, se presenta un procedimiento de diseño de mezcla genérico (que utilizan los métodos Hveem, Marshall y Superpave).

Conceptos

Antes de discutir los detalles específicos del diseño de mezcla, es importante comprender un par de conceptos básicos de diseño de mezcla:

- El diseño de mezcla es una simulación
- Términos y relaciones de HMA peso-volumen

Mix Design es una Simulación

En primer lugar, el diseño de mezclas es una simulación de laboratorio. El diseño de mezcla está destinado a simular la fabricación, construcción y rendimiento reales de HMA en la medida de lo posible. Luego, a partir de esta simulación, podemos predecir (con una certeza razonable) qué tipo de diseño de mezcla es mejor para la aplicación particular en cuestión y cómo funcionará.

Al ser una simulación, el diseño de mezclas tiene sus limitaciones. Específicamente, existen diferencias sustanciales entre las condiciones de laboratorio y de campo. Ciertamente, una configuración de laboratorio pequeña que consta de varias muestras de 100 a 150 mm (4 a 6 pulgadas), una máquina de compactación y un par de dispositivos de prueba no puede recrear completamente las condiciones reales de fabricación, construcción y rendimiento. Por ejemplo, la compactación del diseño de la mezcla debe crear la misma densidad general (contenido vacío) con la que el tráfico finalmente compactará una mezcla en el campo bajo condiciones de servicio (Roberts et al., 1996 {{1}}). Sin embargo, es difícil calibrar una serie de golpes de sabotaje (compactación de laboratorio) para una compactación de construcción específica y una carga de tráfico posterior (compactación de campo). Las correlaciones que se utilizan actualmente entre estas densidades son de naturaleza empírica y extremadamente aproximadas (por ejemplo, categorías de tráfico alto, medio y bajo). Sin embargo, a pesar de limitaciones como las anteriores, los procedimientos de diseño de mezclas pueden proporcionar una simulación rentable y razonablemente precisa que es útil para tomar decisiones de diseño de mezclas.

Términos y relaciones de peso-volumen de HMA

El diseño de mezcla, y específicamente el diseño de mezcla Superpave, es de naturaleza volumétrica. Es decir, busca combinar agregado y asfalto en base al volumen (en contraposición al peso). Las mediciones de volumen generalmente se realizan de manera indirecta determinando el peso y la gravedad específica de un material y luego calculando su volumen. Por lo tanto, el diseño de la mezcla implica varias medidas diferentes de vacío y gravedad específica. Es importante tener una comprensión clara de estos términos antes de continuar.

Ver términos y relaciones de peso-volumen de HMA

Variables

HMA es un material bastante complejo sobre el que se imponen muchas demandas de rendimiento diferentes y, a veces, conflictivas. Debe resistir la deformación y el agrietamiento, ser duradero en el tiempo, resistir los daños causados por el agua, proporcionar una buena superficie de tracción y, sin embargo, ser económico, fácil de fabricar y de colocar. Para satisfacer estas demandas, el diseñador de mezcla puede manipular las tres variables:

Agregado. Elementos como tipo (fuente), gradación y tamaño, tenacidad y resistencia a la abrasión, durabilidad y solidez, forma y textura, así como la limpieza, se pueden medir, juzgar y alterar hasta cierto punto.

Aglutinante de asfalto. Elementos tales como tipo, durabilidad, reología, pureza, así como agentes modificadores adicionales pueden medirse, juzgarse y modificarse hasta cierto punto.

La relación entre el aglutinante de asfalto y el agregado. Generalmente expresada en términos de porcentaje de ligante asfáltico por peso total de HMA, esta relación tiene un efecto profundo en el rendimiento del pavimento de HMA. Debido a las grandes diferencias en la gravedad específica del agregado, la proporción de aglutinante asfáltico expresada como porcentaje del peso total puede variar ampliamente, aunque el volumen de aglutinante asfáltico como porcentaje del volumen total permanece bastante constante.

Granulometría

La granulometría del agregado influye en los parámetros clave de HMA como rigidez, estabilidad, durabilidad, permeabilidad, trabajabilidad, resistencia a la fatiga, resistencia a la fricción y resistencia al daño por humedad (Roberts et al., 1996 {{1}}). Además, el tamaño máximo del agregado puede influir en la compactación y la determinación del espesor de elevación.

Especificaciones de Granulometría

El diseño de mezcla Superpave especifica puntos de control de gradación de agregados , a través de los cuales deben pasar las gradaciones de agregados. Estos puntos de control son muy generales y son un punto de partida para una fórmula de combinación de trabajos .



Muestra de compactador giratorio Superpave vs compactador Hveem/Marshall

El compactador giratorio Superpave establece tres números de giro diferentes:

- **N inicial.** El número de giros utilizados como medida de compactación de la mezcla durante la construcción. Las mezclas que se compactan demasiado rápido (los vacíos de aire en N inicial son demasiado bajos) pueden estar tiernos durante la construcción e inestables cuando se someten al tráfico. A menudo, esta es una buena indicación de la calidad de los agregados: el HMA con exceso de arena natural con frecuencia no cumple con el requisito inicial de N.
- **N diseño.** Este es el número de diseño de giros necesarios para producir una muestra con la misma densidad que la esperada en el campo después de la cantidad de tráfico indicada.
- **N máx.** El número de giros necesarios para producir una densidad de laboratorio que nunca debe excederse en el campo. Si los huecos de aire en N max son demasiado bajos, a continuación, la mezcla de campo puede compactar demasiado bajo tráfico resultante en huecos de aire excesivamente bajos y el potencial de la formación de surcos.

Pruebas de Rendimiento

La intención original del método de diseño de mezcla Superpave era someter los diversos diseños de mezcla de prueba a una batería de pruebas de rendimiento similar a lo que hace el método Hveem con el estabilómetro y el medidor de cohesión, o el método Marshall con la prueba de estabilidad y flujo. Actualmente, estas pruebas de rendimiento, que constituyen la parte del análisis de mezcla de Superpave, aún están en desarrollo y revisión y aún no se han implementado. La prueba de rendimiento más probable, llamada Prueba de rendimiento simple (SPT) es una prueba de módulo dinámico confinado.

Análisis de densidades y vacíos

Todos los métodos de diseño de mezclas utilizan densidad y vacíos para determinar las características físicas básicas del HMA. Normalmente se toman dos medidas diferentes de densidades:

- Gravedad específica aparente (G_{mb}).
- Peso específico máximo teórico (TMD, G_{mm}).

Estas densidades se utilizan luego para calcular los parámetros volumétricos del HMA. Las expresiones vacías medidas suelen ser:

- Vacíos de aire (V_a), a veces expresados como vacíos en la mezcla total (VTM)
- Vacíos en el agregado mineral (VMA)
- Vacíos llenos de asfalto (VFA)

Generalmente, estos valores deben cumplir con los criterios locales o estatales.

VMA y VFA deben cumplir con los valores especificados en la Tabla 8. Tenga en cuenta que las cifras de carga de tráfico se basan en el nivel de tráfico previsto en el carril de diseño durante un período de 20 años, independientemente de la vida útil real del diseño de la carretera.

Selección del contenido óptimo de Aglutinante de Asfalto

El contenido óptimo de aglutinante de asfalto se selecciona como que el contenido de aglutinante de asfalto que se traduce en huecos de aire 4 por ciento en N diseño. Este contenido de asfalto debe cumplir con varios otros requisitos:

- Huecos de aire en N inicial > 11 por ciento (para ESAL de diseño ≥ 3 millones).
- Vacíos de aire a N máx. > 2 por ciento.
- VMA por encima del mínimo.
- VFA dentro del rango.

Si no se cumplen los requisitos 1, 2 o 3, es necesario rediseñar la mezcla. Si el requisito 4 no se cumple, pero está cerca, entonces el contenido de aglutinante de asfalto se puede ajustar ligeramente de modo que el contenido de huecos de aire permanezca cerca del 4 por ciento, pero los VFA estén dentro de los límites. Esto se debe a que VFA es un término algo redundante, ya que es una función de los huecos de aire y VMA (Roberts et al., 1996 {{1}}).

Evaluación de Susceptibilidad a la Humedad

La prueba de susceptibilidad a la humedad es la única prueba de rendimiento incorporada en el procedimiento de diseño de la mezcla Superpave a principios de 2002. La prueba Lottman modificada se utiliza para este propósito.

La prueba típica de susceptibilidad a la humedad es:

- AASHTO T 283: Resistencia de la mezcla bituminosa compacta al daño inducido por la humedad.