

Las grietas en los pavimentos

Una de las causas más importantes de destrucción de los pavimentos es la producción de grietas. En los pavimentos de hormigón de cemento portland y de cementos especiales apenas se origina la grieta sobreviene el *impacto*; los bordes de la grieta se van desmoronando, y de no acudir prontamente a la reparación, el mal progresa rapidísimamente. En los pavimentos asfálticos el *impacto* no produce efectos tan desastrosos, por la menor rigidez del material; pero la grieta muchas veces se ensancha y puede dar lugar a que penetre el agua hasta el cimientó; con frecuencia, en estos casos, se presenta el fenómeno de levantarse el pavimento en mayores o menores extensiones, como consecuencia de llegar a helarse el agua que penetró por la grieta. Aún más terribles son los efectos de ataque a los betunes asfálticos como consecuencia del oxígeno disuelto en el agua, que produce corrosiones que destruyen totalmente la coherencia del material en las proximidades de la grieta.

Desde hace mucho tiempo se preocupan todos los ingenieros que proyectan y construyen pavimentos de evitar en lo posible la formación de grietas, y aunque se ha adelantado mucho en este camino, el problema no puede considerarse aún como resuelto. Muchas de las grietas que antes se producían se han evitado al conocerse exactamente las causas; pero, aunque en menor escala, se siguen produciendo, y todavía es de gran importancia el problema planteado.

En los pavimentos asfálticos construídos sobre cimientó de hormigón se atribuyen generalmente las grietas a que el cimientó es el que primero las sufre y se transmiten al pavimento asfáltico; cuando no existe cimientó de hormigón, las grietas serían debidas a asientos desiguales del terreno. Muy recientemente se ha publicado un notable trabajo, debido al ingeniero Leduc, de Montreal, que resume observaciones de varios años y experimentos minuciosos de laboratorio en los que se confirma la opinión corriente antes expuesta.

No puede negarse que las grietas producidas en el cimientó se transmiten en general al pavimento asfáltico. Es muy fácil reproducir experimentos de laboratorio concluyentes en este sentido. También se observa que muchas de las grietas se producen en los primeros tiempos de vida del pavimento, que es cuando las retracciones de fraguado dan lugar al número mayor. Pero también es cierto que cuando las mezclas son ricas en betún asfáltico y el clima de la región no es muy frío, o no se producen muchas grietas al romperse el cimientó, o desaparecen éstas rápidamente por la acción del tráfico. Es asimismo fácil llevar a cabo experimentos de laboratorio que demuestran esta aserción.

A juicio del que estas líneas escribe, tan importante en la producción de grietas en los pavimentos asfálticos es el que se originen en el cimientó de hormigón de cemento, como la contracción, y el que, por efecto de asientos, se separen las superficies primitivamente en contacto de cimientó y pavimento; otra causa fundamental es que se haga agrio el be-

tún asfáltico por efecto de influencias atmosféricas. También influye la dosificación de las mezclas y, mucho más de lo que se supone, la escasez de tráfico.

Todo el que haya seguido con interés este problema ha podido comprobar en las calles de Madrid que se remueve el pavimento cómo no coinciden con frecuencia las grietas que había en la superficie con las que existen en el cimientó. Particularmente en la calle de Peligros, recientemente levantada, existían numerosas grietas en el asfalto, que no se presentaron en el cimientó, y lo contrario. En general, las grietas que se presentan en el asfalto fundido son mucho más numerosas que las que tiene el cimientó. Lo contrario ocurre con el asfalto comprimido, y llama mucho la atención que en el paseo de coches del Retiro existan tan pocas grietas, relativamente a su gran ancho, y que la mayor parte de los pavimentos de este clase recientemente construídos sobre cimientos de hormigón de cemento portland carezcan prácticamente de grietas.

Una cosa análoga sucede con nuestros pavimentos de hormigones asfálticos, y puede concluirse que hemos llegado a elegir bien las características de los betunes asfálticos, las proporciones y cualidades de los áridos y los procedimientos apropiados de construcción, según las diferentes condiciones climatológicas de nuestras regiones.

No puede decirse lo mismo en lo referente a asfaltos fundidos. Aun en las aceras existen en Madrid numerosas grietas que las afean en alto grado; pero como no producen la destrucción rápida, nadie las presta atención, salvo, naturalmente, los encargados de ese servicio. En las calzadas es frecuente la producción de las clásicas grietas divergentes a partir de un centro y de las de piel de cocodrilo; casi todas se deben a asientos del terreno, pues el subsuelo de Madrid se remueve con gran frecuencia, y como los pavimentos de asfalto fundido suelen ser viejos, no pueden seguir el movimiento sin cuartearse; el impacto termina la labor destructora.

No cabe duda de que, estudiados mejor los pavimentos de asfalto fundido, se llegaría a evitar buen número de las grietas de contracción, y el pavimento seguiría mejor los asientos del subsuelo. En París se ejecutan en la actualidad excelentes pavimentos de esta clase, y en nuestro país, San Sebastián no le va en zaga; pero en la capital los pavimentos de asfalto fundido no tienen el mismo interés, pues al perfeccionarse pierden gran parte de su ventaja económica, aunque tienen otras bastante importantes, que no es de este caso realzar.

Las grietas que se presentan en correspondencia con las del cimientó plantean el problema de reducir al mínimo las que sufre el hormigón de cemento. En pavimentos de esta clase se han ensayado numerosísimos procedimientos para lograrlo, no obstante el poco tiempo que hace del empleo de este tipo de afirmado; pero puede decirse que constituyen más bien tanteos que consecuencias lógicas de una doctrina claramente establecida.

Se conoce hoy con bastante exactitud la retracción total del fraguado en un hormigón de dosificación

determinada, y se ha visto que la mitad aproximadamente se produce durante el primer mes, decreciendo gradualmente hasta anularse en un período que oscila entre doce y dieciocho meses. Los homigones muy ricos producen elevada retracción de fraguado, causa por la cual se ha abandonado el camino, que se seguía hasta hace poco tiempo, de procurar evitar las grietas aumentando la resistencia a la tracción por enriquecimiento de las mezclas.

A nuestro entender, se eliminan en gran parte las grietas debidas a la retracción de fraguado siguiendo el mismo camino de aumentar la resistencia a la tracción, pero actuando sobre la composición granulométrica y cuidando de emplear la menor cantidad de agua posible en las mezclas, evitando al mismo tiempo que el hormigón fragüe demasiado de prisa por los métodos de cura corrientemente usados. Pudiéramos presentar algunos ejemplos de los excelentes resultados que se obtienen por este procedimiento; pero el mal no se elimina en absoluto, y junto a extensiones de consideración completamente sanas se producen grietas de importancia. El mal debe residir en que la rugosidad del terreno impide a la losa de hormigón que se mueva con cierta libertad, y sería de desear que se hiciesen ensayos en obra del procedimiento que en el laboratorio da lugar a concebir bastantes esperanzas, y que consiste en enlucir el terreno, antes de apoyar en él la losa, con una capa delgada de betún asfáltico.

Se reduciría así notablemente el número de juntas en los pavimentos de hormigón, ventaja muy apreciable, ya que las juntas constituyen sitios débiles. La supresión de las juntas parece, hoy por hoy, imposible, pues dividen el pavimento en zonas poco extensas y sus movimientos quedan así más localizados.

Las contracciones debidas a descensos en la temperatura originan también tensiones en el hormigón y son causa de grietas. En los primeros tiempos, después de ejecutado un pavimento, cuando se considera ya libre de las grietas de retracción de fraguado, es sumamente desagradable comprobar la aparición de grietas debidas a la contracción. Estas no suelen ser muy numerosas, pero, en cambio, son bastante grandes, sobre todo si las juntas de construcción están muy espaciadas. De aquí que muchos ingenieros prefieran multiplicar las juntas de construcción, y esto era muy racional mientras no se había encontrado el medio eficaz de rellenar las grietas; pero después de que se saben preparar mezclas asfálticas que cumplen muy bien este cometido el temor es ya excesivo.

Parece, a primera vista, que el remedio completo

contra toda clase de grietas sería la colocación de una armadura en todos los pavimentos de hormigón. Con esta idea se construyen con armadura en la parte inferior, con armadura en la parte superior y con armadura en ambas. Se ve, por consiguiente, que no se tiene idea precisa del papel que representa la armadura.

Desde luego, hay quien sostiene que, sea cualquiera la colocación de la armadura, se evitan las grietas grandes, y sólo se producen grietas capilares, aunque en número muy considerable. Admitiendo que esto fuera así, cuestión, por otra parte, muy discutida, hay lugar a preguntarse si no será mucho más perjudicial la producción de muchas grietas capilares que la de pocas de mayor importancia. En efecto, apenas se presenta el impacto, la destrucción sobreviene rápidamente cuando la losa está dividida en numerosos trozos, que sólo tienen la armadura para hacerlos solidarios, a menos de que ésta absorba íntegramente los esfuerzos. Se llegaría así a costes tan elevados para la armadura, que resultarían prohibitivos.

Aun sin tener en cuenta el impacto, el cálculo de las armaduras es sumamente incierto. La resistencia a la flexión no puede calcularse como para las vigas, pues los puntos de apoyo no están bien determinados y cambian con los movimientos del terreno. Teóricamente se considera que la losa se apoya en todos sus puntos y que estos apoyos son elásticos; pero la realidad es que con el tiempo el terreno cede y se separa en bastantes sitios de la losa; salvo en los bordes, pueden aparecer tensiones máximas positivas o negativas en cualquier punto, y estas tensiones no se desarrollan según líneas paralelas, sino que se dispersan en todos sentidos alrededor del punto de aplicación de la carga.

Para proyectar, pues, con un mediano coeficiente de seguridad es preciso prever armaduras muy importantes, y si además se tiene en cuenta el impacto, resultan disposiciones que están muy lejos de las adoptadas corrientemente. Se llega, pues, a la conclusión de que las armaduras que hoy se colocan son ineficaces desde todos los puntos de vista, salvo en el caso de que los terrenos de apoyo asienten mucho, pues entonces las losas sin armadura estarían en muy malas condiciones.

Como resumen, puede decirse que se pueden eliminar muchas de las grietas que se producen en los pavimentos; pero que, por ahora, no es posible aspirar a evitarlas en absoluto. Afortunadamente, con una conservación esmerada no constituyen grave inconveniente las escasas grietas que no sabemos evitar que se produzcan.

Manuel AGUILAR
Ingeniero de Caminos

Ensayo de aglomerados y de sus componentes por medio de tubos¹

Ejemplo del estudio mecánico

Tomemos para este ejemplo el primero sometido a rotura de los tubos de hormigón, o sea el VI-5

¹ Véase el número anterior, página 545.

marzo. Ficha núm. 6 (de las de "estudio mecánico"), la cual voy a explicar con el detalle que creo necesario para la más fácil y exacta comprensión definitiva del modo de hacer el estudio o análisis particular del trabajo interior de cada pieza; sin per-