

ficies, hace que no sean de temer las proyecciones del agua fuera de los límites de la curva. Es, pues, inútil prever el aparato de una envolvente, y el aire ambiente, pudiendo circular libremente por todo su alrededor, activa el enfriamiento.

Claro es que para obtener una construcción resistente, los muros de ladrillos huecos están sostenidos entre dos pilas de mampostería entrelazadas por armaduras metálicas.

Á igualdad de potencia, el refrigerante que se acaba de describir exigirá, evidentemente, un emplazamiento mucho menor que los sistemas ordinarios.

La aplicación de este sistema de refrigeración puede hacerse con condensadores á superficie, como con condensadores de mezcla; dará también buen resultado para el enfriamiento del agua de circulación en los motores de gas.—O.

MODOS DE DESARROLLAR LAS APLICACIONES DEL HORMIGÓN ARMADO

EN LOS CAMINOS DE HIERRO

Á pesar de las ventajas intrínsecas del hormigón armado, su empleo en las construcciones de los caminos de hierro no está notablemente extendido desde las prescripciones ministeriales del Gobierno francés de 16 de Abril de 1904. La indecisión puede ser debida en cierto modo á la incertidumbre sobre los límites del trabajo que pueden sufrir los diversos elementos de la construcción, sea después de su terminación, sea después de una duración prolongada, cuando la formación de grietas en el hormigón pueda hacer temer la oxidación de la armadura.

Si se supone que una grieta se presenta en la parte de una sección sometida á tensiones, los esfuerzos se repartirán en esta sección casi en conformidad con las cifras calculadas, siguiendo las prescripciones ministeriales. En las secciones próximas, las tensiones se repartirán entre el metal y el hormigón, y la diferencia hará en juego la adherencia del hierro á aquél, y entonces es posible que en la proximidad de la hendidura haya una separación de los dos elementos, y que el hierro se encuentre sometido á la influencia de las variaciones de carga, la intemperie y á la acción de los humos y del agua atmosférica. La conservación de una película de mortero sobre la superficie metálica puede asegurar todavía largo tiempo una protección eficaz si la obra no va á estar muy recargada en los servicios, pero bajo la acción de cargas repetidas es muy probable que esta película ceda; experiencias de larga duración pueden únicamente darnos fijeza sobre este punto.

Además, los agentes de servicios de la vía, encargados de la conservación de puentes ó viaductos de hormigón, se encuentran en una situación difícil cuando descubren ó suponen la existencia de grietas en el hormigón y frecuentemente en partes difíciles de atender.

La conservación de tales obras podrá dar más trabajo é inquietud que el de los tableros enteramente metálicos sin presentar tanta seguridad.

Esta eventualidad no es bastante para rechazar las aplicaciones del hormigón armado, atendiendo que en el estado actual de la ciencia es posible prevenir toda aparición de grietas. Las experiencias de Rudeloff y de Kleinlogel dan á este objeto las garantías deseadas. Si M. Kleinlogel ha visto aparecer grietas en dos vigas fuertemente armadas cuando las extensiones eran ya notables, debieron ser producidas antes en condiciones poco perceptibles. Será, pues, preciso reducir en cada caso la tensión efectiva del hormigón á una cifra inferior á su resistencia á la tracción, lo que podrá dar lugar á que resulten este género de construcciones sensiblemente más dispendiosas. Puede no imponerse tan rigurosa condición si se tienen estudiadas las disposiciones para que á la primera aparición de grietas la resistencia de la obra responda todavía á las prescripciones ministeriales. Verdaderamente entonces debe atenderse la conser-

vación de la obra sin levantar mano, no perdiendo de vista los peligros de oxidación de la armadura.

El autor insiste en seguida sobre las dificultades que encuentra el cálculo práctico de tensiones en el hormigón.

Científicamente interesa el tomar para punto de partida las líneas de deformación indicadas por experiencias apropiadas. Pero estas líneas deberán ser determinadas para las diversas composiciones pasivas del hormigón, y verdaderamente no podrá aplicarse con exactitud á un caso nuevo ninguna de las líneas establecidas con anterioridad.

El sistema de cálculo que parece debe preferirse es el más sencillo, suponiendo que la ley de las tensiones elásticas es completamente lineal, y que entonces el coeficiente de elasticidad del hormigón es el mismo para la compresión y para la tracción.

Las prescripciones de la Dirección de los caminos de hierro de Berlín fijan el coeficiente de seguridad en 1,3 solamente para las partes tendidas no sometidas á esfuerzos dinámicos, y á cifras crecientes hasta 2,5 para las otras. Estas cifras pueden ser modificadas después de nuevas experiencias.

El fijar la relación entre los coeficientes de elasticidad del hierro y del hormigón tiene una importancia particular. Apartándose del núm. 15, generalmente admitido, la Dirección regional de los caminos de hierro de Berlín ha tomado el núm. 10; los cálculos del trabajo en la flexión deben ser hechos en dos hipótesis: 1.º Que la armadura metálica soporta la totalidad de los esfuerzos de tensión. 2.º Que el hormigón toma la parte completa de estos esfuerzos.

La elección de un valor más elevado para la relación precitada reduce demasiado las tensiones calculadas para el hormigón, lo que no será sin inconveniente, dado el débil coeficiente de seguridad adoptado. Diversos ensayos con hormigón viejo de dos años con la dosificación húmeda de 1 á 3 han bajado esta relación á 6,5.

Pero dosificaciones tan grasas son raras en la práctica, y, caso de haberlas, puede, para mayor seguridad, hacer los cálculos á la vez con 10 y con 7 para la relación de los coeficientes de elasticidad.

La distinción entre las verdaderas grietas y simplemente desquebraaduras al aire en la superficie del hormigón armado, ha sido objeto de una observación interesante del profesor Charles Seidl, Ingeniero Jefe de la casa Wayos et Freitag; el examen de materiales de hormigón Monier, remontándose á 1886, y expuestos á todas las intemperies y el raspado minucioso de las grietas con el empleo de líquidos coloreados para perseguir las últimas huellas, han confirmado los resultados ya conocidos, á saber: que las simples desquebraaduras al aire no alcanzan en profundidad más que una fracción de milímetro. Su aspecto muy particular, que es siempre una red irregular acompañada de bandas oscuras, es suficiente para distinguirlas claramente de las grietas propiamente dichas.

Las cargas de prueba prevenidas por las «prescripciones ministeriales» parecen un poco elevadas y son susceptibles de hacer nacer grietas apenas perceptibles en el hormigón. La Dirección de los caminos de hierro de Berlín está, pues, preocupada de aceptar estos medios.

En resumen, á pesar de la sencillez aparente que presentan las obras de hormigón armado cuando están concluidas, sus proyectos deben ser objeto de minuciosos cálculos de resistencia, debiendo guardarse de introducir sin comprobación secciones de piezas calculadas, conviniendo considerar en estos cálculos las variaciones ó hipótesis hechas que parecen susceptibles de modificar los coeficientes de trabajo y examinar los resultados que se puedan obtener con una línea de deformación que responda en cuanto sea posible al caso considerado. Por último, pueden hacerse grandes servicios formando estados de obras ejecutadas, análogos á los que poseemos para los puentes metálicos, con noticia sobre las flechas observadas en las pruebas, las dosificaciones del hormigón, los precios de coste unitarios, etcétera.—O.