541 - 16

aeropuerto de Maison-Blanche

JACQUES BLOCK, ingeniero de caminos

pistas

INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO

Nivelada convenientemente la capa de arena, se procede a la colocación del papel de construcción y las vainas para los cables del pretensado transversal.

El aeropuerto de Maison-Blanche, utilizado en la última guerra mundial por aviones de veinte toneladas de peso, se halla situado al sureste de la ciudad de Argel, al borde de la planicie de Mitidja y a unos veinte kilómetros de la capital.

La importancia del tráfico del aeródromo, así como la evolución experimentada por las aeronaves modernas, cuyo peso crece incesantemente, han sido la causa de la modernización de las instalaciones del aeródromo. Su transformación permite un mejor aprovechamiento de las direcciones reinantes del viento y posarse aviones de hasta 135 toneladas de peso. Las obras de readaptación a las exigencias actuales duraron dos años, y se rea-

lizaron con todos los adelantos de las técnicas modernas.

Régimen hidrológico local

Los terrenos sobre los que se apoyan las pistas están constituidos por un limo arcilloso, de grano muy fino y de gran sensibilidad al agua; durante la estación de lluvias son pantanosos, mientras que se agrietan, debido a la retracción, en los períodos de sequía.

Estos núcleos presentan un índice de plasticidad de 30 a 40, y dan lugar a presiones de hasta 1 kg/cm²; si se hallan saturados de humedad, la

relación californiana (C. B. R.) es del 3,5% y el módulo de reacción, de 3.

Las aguas torrenciales de las faldas del Atlas se van infiltrando en una capa aluvial y terminan afluyendo en superficie a nivel del suelo de la zona del aeropuerto. La capa freática correspondiente al terreno del campo varía de 2 a 3 m de desnivel entre verano e invierno.

Como este régimen de aguas es nocivo para la

construcción de pistas, se pretendió captar las aguas de los niveles superiores de la capa freática drenando convenientemente, y evacuar las de lluvia, con lo que se esperaba obtener, en cualquier período del año, una humedad casi constante y baja en la profundidad subyacente de las obras.

Operando así se aumentaría la capacidad de sustentación del suelo, y se disminuirían las acciones desfavorables que el entumecimiento o desecación del terreno pudieran ocasionar. El resultado logrado

secciones rodadura

principa

Una de las juntas transversales de la pista principal dispuesta para proceder a hormigonar.

con estos drenajes dió, para la plataforma natural del terreno, una relación californiana de sustentación del 7 % y un módulo de reacción de 4,5.

Estudio comparativo entre el hormigón ordinario y pretensado

Ante las condiciones señaladas del terreno, y admitiendo una carga local de 135 toneladas por avión, el espesor del revestimiento con hormigón ordinario era de 0,39 m, lo que obligaba a hormigonar en dos capas. Pero si se empleaba el hormigón pretensado, sólo se necesitarían 18 cm de espesor.

En este caso particular, la economía de hormigón es de 38.000 m³ si se pretensaba el firme. Como esta diferencia compensaba generosamente los gastos y cuidados que exige el hormigón pretensado, la solución adoptada se inclinó por el pretensado.

Otra de las ventajas no menos importantes del hormigón pretensado en el caso que nos ocupa, consiste en la supresión de juntas y su conservación, logrando una superficie continua, elástica y deformable, capaz de absorber los asientos o hinchazón

diferencial del subsuelo, sin que por ello aparezcan grietas.

Cimientos

El cimiento de la pista está constituido por un espesor de 30 cm, que se ha subdividido en tres capas de la forma siguiente:

- 1) Una primera capa, de 10 cm de espesor, formada por materiales extraídos de una grava de río. El objeto de esta capa es el de servir de apoyo a la maquinaria móvil auxiliar y de filtro para la arcilla que pudiera ser impulsada hacia arriba.
- 2) La segunda capa, de 10 cm de espesor, de grava lavada, constituye un filtro que drena las aguas surgentes de la capa inferior. Esta capa proporciona la estabilidad del grado de humedad por debajo del revestimiento. Las aguas en ella acumuladas se les da salida por dos clases de drenes: unos que desembocan en colectores longitudinales situados al borde de la pista, y otros colocados en los puntos bajos, que evitan se originen subpresiones, y que desembocan en pozos filtrantes rellenos de arena. Este último tipo de drenes se han espaciado a unos 50 m.

Armaduras de los drenes, utilizadas como soporte para el encofrado deslizante del dren cilíndrico con ranura que aflora en superficie para la captación de aguas de lluvia.

3) La tercera y última capa de cemento, de 10 cm de espesor, está constituida por materiales procedentes del machaqueo de calizas, cuya granulometría varía de 0 a 60 mm de grosor, que se han impregnado de asfalto para impermeabilizar la base de asiento del firme propiamente dicho.

Revestimiento de hormigón pretensado

La nueva pista pretensada del aeropuerto de Maison-Blanche tiene 2.430 m de longitud y 60 m de anchura; su espesor es de 18 cm y reposa sobre una capa de arena nivelada sobre la base de asiento. Paralelamente a la pista se ha construido otra, de rodadura, de 25 m de anchura, que se une a la de vuelo por medio de una serie de pistas secundarias hormigonadas en dos capas.

En las dos extremidades de la pista se han construido dos estribos que sirven de anclaje de los cables de pretensado. La pista se ha hormigonado por bandas longitudinales, dejando juntas transversales cada 300 m de longitud. En estas juntas se han colocado gatos planos, tipo Freyssinet, que se encargaban de ir comprimiendo el revestimiento, provisionalmente, durante la construcción, de tal forma, que no se pudiera agrietar el firme por el efecto de la retracción.

Colocación de uno de los gatos planos correspondientes a una banda de la pista principal. Estos elementos son los que le han dado a la junta la denominación de activa.

Así, pues, el revestimiento no tiene más armaduras que las correspondientes a los estribos que sirven de anclaje de las extremidades de la pista. Entre estos estribos, los gatos planos, metálicos y deformables por inyección de agua a presión, se encargan de comprimir el firme en el sentido longitudinal. Transversalmente se ha pretensado la pista con cables de 12 alambres de 7 mm, espaciados a 1,33 m.

Los estribos de anclaje están formados por losas continuas de hormigón, de 15 cm de espesor y 56,80 m de longitud proyectada. Los cables de pretensado, de 12 alambres de 7 mm, colocados en vainas espaciadas a 40 cm, constituyen la unión elástica entre estribos y losa del firme, ya que pueden deformarse libremente en el interior de sus vainas. La elasticidad del metal asegura la conservación de las cargas variables de trabajo que, por temperatura, asiento o deslizamiento de estribos, se originan. Terminado el hormigonado y puestos en compresión los gatos, se inyectan con mortero y se dan por terminadas, momentáneamente, las operaciones de tesado (ver el artículo citado del número 67 de «Informes de la Construcción»).

Variaciones de las tensiones de los cables

La losa se ha de pretensar de tal forma que, aun en los casos más desfavorables, no aparezcan indicios de fisuración. Para un espesor de 18 cm y cargas de 45 t por rueda, el valor mínimo que debe darse a las tensiones de pretensado es de 18 kg/cm².

Si la losa del revestimiento pudiera deslizarse libremente sin rozamiento, bastaría con la tracción ejercida por los cables de los estribos para obtener la compresión pretendida en toda la longitud de la losa; en efecto, el rozamiento absorbe gradualmente esta tracción, por lo que es necesario la presencia de gatos intermedios para compensar estas pérdidas por rozamiento.

La parte central de la pista no puede, prácticamente, ni dilatarse ni contraerse libremente; por ello, las variaciones termohigrométricas dan lugar a una variación de las solicitaciones. Es importante que los gatos se hayan hinchado convenientemente para que, aun en las estaciones más frías, la tensión no sea inferior a los 18 kg/cm². En el verano esta tensión se puede elevar hasta los 100 kg/cm², y en una estación media se aproximará a unos 50 kg/cm².

Como en la proximidad de los estribos la losa puede deformarse casi libremente, en esta región el estado de pretensado será, aproximadamente, igual al correspondiente al período inicial, es decir, de unos 50 kg/cm².

Con el tiempo, y debido a efectos de fluencia, en la parte central de la pista se acusa una pérdida de compresión inicial. Este inconveniente se repara hinchando nuevamente un poco más los gatos, si es que esto es necesario. Esta operación ha sido ya realizada en este aeródromo con resultados satisfactorios. Por disminuir progresivamente la fluencia con el tiempo, no es muy probable la repetición de volver a hinchar los gatos. Fuere como fuere, esta operación es muy sencilla, pues los gatos disponen de cuatro elementos iguales, independientes, que permiten se vayan hinchando uno a uno independientemente, de acuerdo con las necesidades.

Todos estos fenómenos de la variación de tensiones con el tiempo, fluencia, temperatura y rozamiento se están siguiendo de cerca por medio de aparatos de observación embebidos en el hormigón: extensómetros de cuerdas vibrantes tipo Coyne y sondas termométricas, de cuyos resultados y estudios se espera precisar, particularmente en obras de gran longitud, que las nociones corrientes de la constancia del coeficiente de rozamiento y módulo de elasticidad se hallan poco más o menos en un estado discordante con la realidad.

Los distintos anexos al aeropuerto en un periodo de su construcción.

Evacuación de aguas superficiales

El sistema de drenaje que recoge las aguas superficiales es independiente del empleado para drenar las aguas de infiltración en cimientos. Las aguas de lluvia van a parar a unas cunetas laterales, de forma cilíndrica, provistas de una ranura superior, que las conduce a colectores que las derivan a otros mayores que vierten en el río.

Una fase de terminación de una de las pistas secundarias de acceso a la principal.

Extremidad del revestimiento de las pistas. Obsérvese, al fondo, el dique de protección contra inundaciones.

Con objeto de evitar infiltraciones nocivas, los espaldones de la pista tienen una anchura de 5 a 6 m. Con esta protección es más difícil la infiltración en cimientos, y, en su caso, la evaporación en verano; por tanto, constituyen un complemento indispensable al drenaje, para mantener un grado constante de humedad en la parte superior del suelo. A partir de los espaldones se ha construido una red de drenaje que vierte en los colectores de aguas pluviales.

Obras anexas

La pista de rodadura, de 25 m de anchura, es también de hormigón pretensado, y las de comunicación entre pistas de rodadura y vuelo son de hormigón ordinario colocado en dos capas, ya que su corta longitud encarceraría demasiado si para pretensarlas se hubieran de construir estribos de anclaje, dos por pista.

La pista principal dispone de un sistema de balizamiento y aproximación moderno, así como de las instalaciones de radio I. L. S. para las tomas de tierra teledirigida.

J. J. U.