

actividades internacionales

conclusiones del II simposium sobre cubiertas laminares

En el número 93 de "Informes de la Construcción", anunciamos la celebración, en Oslo, del II Simposium sobre estructuras laminares. A primeros del año próximo se pondrá a la venta la Memoria de dichas reuniones, editada por Teknisk Ukeblad, Kronprinsens gt. 17, Oslo. Mientras, adelantamos a nuestros lectores las conclusiones alcanzadas.

láminas cilíndricas

1) Construcción

A través de numerosos ejemplos han podido entrecruzarse los procedimientos que permitirán reducir el coste de construcción de las láminas cilíndricas. En gran parte, se trata de la reducción parcial o total de encofrados y andamios, precisos para la construcción "in situ". Estos métodos consisten en el premoldeado total o parcial; el hormigonado completo de la estructura de la cubierta en el suelo, seguido de su elevación por medio de gatos hasta la posición definitiva y el empleo de armaduras rígidas en retícula tubular, que sirven de apoyo a una tela metálica, la cual, envuelta con hormigón ligero, constituye su encofrado permanente.

Esto ha dado lugar al convencimiento general de que la construcción laminar puede realmente competir con otras formas constructivas de cubiertas.

2) Métodos prácticos de proyectar

Para reducir el trabajo que representaba la resolución, por el método clásico, de ecuaciones diferenciales de octavo grado, se han puesto al alcance público gran cantidad de datos tabulados. Gracias a esto, el proyecto de láminas viene a ser comparable al de una estructura normal hiperestática.

En el I Simposium sobre cubiertas laminares no quedó evidenciado el gran progreso que se había obtenido en lo que se dió en llamar "problemas no resueltos", tales como la continuidad longitudinal, las secciones transversales no circulares y el espesor variable. Y ha sido precisamente una característica del actual simposium, la presentación de diversos intentos encaminados a conseguir, en estos problemas, un procedimiento lógico para proyectar. El valor de esta aportación se hará patente dentro de algunos años cuando se haya hecho normal en las oficinas y estudios dedicados a la aplicación cotidiana.

Para facilitar y hacer más económicas, tanto la tabulación del nuevo material empleado en la redacción de proyectos como la solución exacta de las estructuras más complicadas y el análisis completo de láminas, se han puesto recientemente a disposición de la ingeniería civil calculadoras electrónicas apropiadas.

3) Límite del análisis

El no haber sido presentados informes sobre este tema parecía indicar una detención en el desarrollo de estos estudios. Con todo, en la discusión se mencionó un intento realizado para desarrollar una teoría fundamental de la plasticidad, con preferencia a los ensayos empíricos, aunque se indicó que momentáneamente no podría hacerse extensible a las láminas.

4) Estabilidad

Se sugirió que no existía una clara evidencia de que ninguna lámina cilíndrica hubiese sufrido disrupción o ruina por pandeo. Aunque el problema no haya alcanzado todavía una importancia primaria en la práctica, a medida que aumenten las dimensiones de la lámina, se transformará en una marcada realidad.

A este respecto se han presentado un gran número de informes, que tratan especialmente de aspectos restrictivos. Evidentemente, se hace precisa una teoría general de la estabilidad, respaldada por una adecuada comprobación experimental. Para ello es indiscutible que podrán ser utilizados muchos de los informes, presentados en este simposium, de ensayos sobre modelos.

R. S. JENKINS

láminas de doble curvatura

Salvo algunas consideraciones generales, este tema no se trató en el I Simposium.

Se ha podido ver que, de entonces a ahora, se ha realizado un progreso considerable en el cálculo de las relaciones entre tensiones y deformaciones en este tipo de láminas.

Interés especial presentan las láminas de traslación de planta rectangular. Concretamente, se ha podido demostrar que, adoptando formas de doble curvatura, pueden construirse con éxito láminas de tipo "shed". Y con objeto de simplificar los cálculos, se han propuesto una serie de aproximaciones.

Citaremos los siguientes resultados:

- 1) Para evitar las dificultades matemáticas en la determinación de tensiones, se ha presentado un método que simplifica el análisis estático, en el caso de una elección adecuada de la forma de lámina.
- 2) La ecuación en derivados parciales de la teoría laminar puede resolverse por medio de métodos de aproximación, que se ilustraron detalladamente.
- 3) El problema del efecto de borde da una ecuación de cuarto grado con dos condiciones que han de especificarse en cada borde. La solución de esta ecuación es sencilla.
- 4) Se discutió el pandeo en láminas esféricas. Se han dado fórmulas empíricas para láminas rigidizadas y no rigidizadas, sometidas a una carga rotacional simétrica o asimétrica. También se han dado fórmulas con las que es posible evaluar el efecto de los miembros de borde.

PROF. W. ZERNA

orientaciones futuras

El análisis matemático, con sus recientes mejoras, constituye un sorprendente medio para la solución de muchos problemas, por lo que debemos agradecer la labor de todos los investigadores y científicos que han colaborado en la introducción de estas mejoras teóricas.

Es de esperar que el empleo racional de las calculadoras electrónicas permitirá la solución práctica de muchos otros problemas que faciliten la labor de los proyectistas de láminas.

Pero aún en los casos de formas no ordinarias, es posible conocer el estado resistente y la estabilidad de una lámina, utilizando las técnicas experimentales de análisis de tensiones desarrolladas sobre modelos reducidos; por lo que todos los trabajos y estudios que se realicen en esta dirección son dignos de encomio y agradecimiento.

Es de notar la importancia adquirida por los métodos constructivos y la selección apropiada de los materiales que han de emplearse en cada caso especial, ya que la lámina no sólo puede construirse con hormigón armado o pretensado, sino con reticulados metálicos inscritos en una superficie de simple o de doble curvatura, procedimiento que puede ser de gran utilidad y economía en la concepción estructural. En casos particulares, pueden emplearse favorablemente la fábrica armada de ladrillo, los contrachapados de madera, y otros materiales.

El pretensado de la lámina puede, en muchos casos, mejorar las condiciones en el borde, la impermeabilización del hormigón y reducir el peligro de fisuración, así como lograr otras ventajas.

La construcción de láminas constituidas por elementos prefabricados, combinados o no con armaduras de pretensado, parece ser muy prometedora, por lo que sería de desear la evolución hacia nuevas formas adaptables a estas técnicas.

Otro tanto podría añadirse para el empleo múltiple de un mismo encofrado, a fin de reducir el coste por este concepto.

Los nuevos métodos para la construcción de grandes láminas, utilizando lanzas neumáticas que proyectan el hormigón sobre un reticulado de cables o cordones apoyados sobre soportes provisionales, para transmitir posteriormente el fenómeno de apoyo a la propia lámina, es, aparentemente, una de las corrientes más favorables para un próximo futuro; pero ello, planteará problemas nuevos y más complejos que habrán de resolver los especialistas.

Los avances técnicos, fundamentales para el desarrollo de la construcción de láminas, no comprenden todos los aspectos del problema, por lo que el proyectista ha de pensar en muchos casos—si no en todos—, que la expresión estética de las formas tiene un valor humano que no puede olvidarse. Esto ocurre, especialmente, en el caso de las láminas, porque las posibilidades que ofrecen a la imaginación creativa del artista son mayores que las inherentes a los tipos ordinarios de estructuras lineales. La colaboración entre ingenieros y arquitectos desde el momento de la concepción debería ser estimulada para lograr resultados óptimos.

Confiamos en que nos reuniremos nuevamente; y, mientras tanto, los especialistas continuarán esforzándose para dar solución a las cuestiones aún no resueltas. Los problemas de pandeo; la influencia de la retracción y deformación lenta, así como el efecto de la fisuración en la distribución de esfuerzos y coeficientes de seguridad; la adaptación de los equipos electrónicos a las ecuaciones diferenciales en los cálculos de láminas de doble curvatura; la aplicación de nuevas teorías, propuestas para cuerpos heterogéneos y anisótropos, al hormigón armado de las láminas; y, finalmente, el estudio de láminas, solidarizadas con reticulados pretensados suspendidos; constituyen, entre muchos otros, los temas cuyo estudio y solución se consideran del mayor interés.

E. TORROJA