
BIBLIOGRAFIA

Estudio experimental de las juntas horizontales entre paneles prefabricados para muros de construcciones.

FAUCHART, J. y CORTINI, P.
Etude expérimentale de joints horizontaux entre panneaux préfabriqués pour murs de bâtiments.
Annales de l'Institut du Batiment et Travaux Publics. Suplement au n° 300, (diciembre 1972) pp. 87-103.

Se hacen muchas construcciones a partir de grandes paneles verticales prefabricados unidos en la obra o en taller por juntas verticales, por una parte y horizontales por la otra. Las juntas verticales están sometidas a esfuerzos tangenciales derivados de la acción del viento o de los sismos. Lo mismo sucede con las juntas horizontales que, adicionalmente, deben soportar esfuerzos normales.

Las juntas horizontales pueden construir las partes más frágiles de la construcción y como es actualmente imposible hacer un estudio teórico de ellas, cabe sólo su estudio experimental. Este trabajo da cuenta de un estudio de esa índole realizado en el Centro de Ensayos de Estructuras de Saint-Remyles-Chevreuses.

Se sometieron a ensayo 15 probetas formadas por dos piezas que simulaban los paneles, unidas entre sí por una junta de hormigón. Se hicieron 4 tipos de juntas diferentes, a saber: lisas, endentadas, y cada una de esas, armadas o sin armar. Se les aplicó una carga normal fija, pero diferente para cada ensayo para simular distintos números de de pisos, y una carga horizontal en etapas hasta la rotura. Antes de aplicar las cargas se provocaron fisuras para abrir las juntas y obtener las condiciones más desfavorables, que suelen ocurrir en las construcciones reales: de esta manera la resistencia al deslizamiento, especialmente en las juntas lisas sin armar, dependía de la fricción.

Se llegó a la conclusión de que las roturas de estas juntas se produce después de deformaciones importantes, del orden de algunos

milímetros y no es, por lo tanto, frágil. También se constató que las juntas lisas, tanto armadas como sin armar, alcanzan un máximo de resistencia para un deslizamiento pequeño, pero su resistencia se estabiliza enseguida a un valor menor correspondiente a un mecanismo de fricción en ambos bordes de la junta; el coeficiente de fricción alcanzó en estos ensayos un valor de 0.7.

Las juntas endentadas se rompen por cizallamiento-compresión de los dientes y dan resistencias mayores.

Los resultados experimentales se analizaron con distintos métodos de cálculo y se propone, con mucha cautela, una fórmula empírica.

E. GOMEZ G.

Anexos a las recomendaciones internacionales de cálculo y ejecución de obras de hormigón armado. Tomo 3. Losas y estructuras. Estructuras hiperestáticas.

COMITE EUROPEO DEL HORMIGON (CEB). *Annexes aux recommandations internationales pour le calcul et l'execution des ouvrages en beton. Tome 3. Dalles et structures planes. Structures hyperstatiques*. AITEC, Tomo 3, 1972. 369 pp.

El tomo I de las publicaciones del CEB comprendió las Recomendaciones Internacionales, el tomo II contiene los anexos 1 al 4 y éste que comentamos, los anexos 5 y 6. Falta por publicarse el tomo IV que corresponde a las recomendaciones sobre construcciones prefabricadas formadas por paneles.

El anexo 5 concierne al cálculo al límite de losas y estructuras planas y es el resultado del trabajo colectivo de la Comisión X del CEB presidida por el profesor Haas; su redac-

ción fue puesta a punto por el profesor Steinmann con la colaboración de S. Bernaert y de G. Brakel. El capítulo referente a punzonamiento se ha basado predominantemente en los trabajos del profesor Nylander.

El objetivo y el alcance de este anexo es aportar indicaciones complementarias a las Recomendaciones CEB sobre estructuras planas en lo referente a la verificación del estado límite de rotura, pero no sobre los estados límites de fisuración ni de deformación, que al igual que el anterior pueden dejar fuera de servicio a una estructura plana. La rotura puede producirse por punzonamiento o por agotamiento de la resistencia a la flexión y sólo el segundo está tratado con detalle en este anexo; mientras que al primero se le destina un capítulo en que se recopilan las recomendaciones y se presenta el método del profesor Nylander.

El estado de rotura por flexión es la etapa final correspondiente a la pérdida de capacidad portante de la estructura. Este deviene por aumento progresivo de las cargas que sobrepasan la fase elástica primero, y luego las de fisuración y de plastificación.

En las Recomendaciones CEB se reconoce que la teoría rígido-plástica y en particular su aplicación a las líneas de rotura da, en un gran número de casos, una descripción correcta del estado límite de rotura. En este anexo se hace notar, sin embargo, que la teoría elasto-plástica es más general y abarca todo el proceso, desde el comienzo de la carga hasta la rotura; pero todavía está en una etapa de desarrollo insuficiente para su aplicación práctica.

Debido a la aceptación actual que tiene la teoría de las líneas de rotura, ésta se expone con bastante amplitud: se describen los principios fundamentales, los teoremas que permiten encontrar los mecanismos probables de rotura, el método de los trabajos virtuales, el método del equilibrio de los elementos rígidos o de las fuerzas nodales, la determinación de dichas fuerzas, el efecto de cargas concentradas, la transformación de losas anisotrópicas por afinidad, la justificación del uso del método de superposición, la interacción entre losas y vigas de apoyo, y por último, los efectos de membrana y de arco. Esta exposición ha tomado en cuenta los trabajos teóricos y experimentales sobre el tema, a partir de los primeros de Johansen

hasta los más recientes conocidos a la fecha de la elaboración de esta obra.

A continuación de la presentación de los fundamentos teóricos vienen unas tablas para el cálculo práctico de losas simples donde aparecen 30 casos de losas que se diferencian entre sí o por la forma, o por el sistema de apoyo, o por la distribución de cargas o por una combinación de esos factores. En ellas se dan los valores de los momentos para la armadura positiva y la negativa, las figuras de las líneas de rotura y las referencias bibliográficas de las publicaciones en que aparece el caso tratado teórica o experimentalmente.

El capítulo siguiente, número 4, contiene las disposiciones para el cálculo práctico.

En el capítulo 5 se exponen los requisitos mínimos para asegurar el comportamiento satisfactorio de las losas en condiciones de servicio. Se dan los espesores mínimos para diversos tipos de apoyo basándose en flechas límites de 1/250 para la carga total y de 1/500 para la carga permanente. Así mismo se dan las cuantías mínimas de armadura, los diámetros mínimos de las barras y sus espaciamientos mínimos y máximos.

El capítulo 6 de este anexo trata del cálculo de las secciones a la flexión y al punzonamiento.

Finalmente se da una lista de las 48 referencias citadas en el texto.

El anexo 6 se refiere a estructuras hiperestáticas y se inicia con un breve complemento a las Recomendaciones CEB R. 33, 11, seguido por un comentario F. G. Thomas sobre el concepto de seguridad en las estructuras hiperestáticas, en que analiza las diferencias que hay en el caso de estas estructuras con respecto a las isostáticas.

El autor reconoce que en el caso de las primeras hay aspectos que las favorecen y que podrían justificar la reducción del factor de seguridad con respecto a estas últimas, sin embargo, recomienda la posición conservadora de mantenerlo hasta que se hagan estudios complementarios que aclaren puntos que todavía están en duda.

En el resto del anexo se presentan contribuciones personales, una del profesor A. L. L. Baker sobre la aplicación de su método bilineal para dimensionar vigas y marcos hiperestáticos, y la otra del profesor G. Macchi sobre el método llamado de las *rotaciones impuestas* para verificar estructuras de un

grado de hiperestaticidad limitado. Ambas presentaciones contienen una exposición teórica del método, y gráficos, ábacos y ejemplos numéricos de aplicación.

Esta obra ha sido editada por la Asociación Italiana Técnico-Económica del Cemento de Roma en una impresión muy cuidadosa, en tipografía muy legible y clara y en forma de archivador de hojas removibles, con tapa forrada en plástico.

E. GOMEZ G.

Control del agrietamiento de estructuras de hormigón.

ACI COMMITTEE 224. Control of cracking in concrete structures. *Journal of the American Concrete Institute, Proceedings* vol. 69, n° 12 (diciembre 1972) pp. 717-753.

En este informe del Comité 224 del American Concrete Institute se presentan las causas principales de las grietas en el hormigón y se dan recomendaciones para evitarlas o reducirlas a límites tolerables.

La mayoría de las grietas se producen por efectos de alguna de las acciones siguientes: cambios volumétricos, entre los cuales están los debidos a retracción por secado, a fluencia lenta y a agentes químicos; tensiones resultantes de cargas, de efectos de continuidad o de asentamientos diferenciales; y tensiones debidas a flexión.

En el comienzo del trabajo se discuten dos mecanismos generadores de grietas, que son, el de las microfisuras por compresión y el de fractura por tracción. Las primeras consisten en un sistema disperso de micro-grietas en las interfaces agregado-mortero, que existen desde antes de aplicar carga y crecen con las cargas, y de micro-grietas en el mortero o pasta, que se originan por efecto de las cargas y que, a medida que éstas aumentan, se propagan hasta la etapa de rotura.

Las grietas por tracción son de carácter singular y su propagación puede analizarse a la luz de los conceptos de la mecánica de fracturas.

El comportamiento del hormigón a la compresión uniaxial de corta duración tiene tres etapas bien definidas, en las cuales los

sistemas de micro-grietas juegan un papel principal: una primera prácticamente lineal hasta alrededor del 30 % de la carga máxima, en que las micro-grietas casi no varían; a continuación y hasta aproximadamente el 70 % de la carga máxima se activan las grietas interfaciales y las deformaciones crecen más rápido que las tensiones; por último, se desarrollan y crecen las grietas en el mortero, al comienzo lentamente y luego cada vez más rápidamente hasta la carga máxima, seguida por la rama descendente que termina en rotura. La fractura por tracción está casi siempre asociada con una macrogrieta y se ha estudiado utilizando los conocimientos sobre mecánica de las fracturas con resultados bastante halagadores, aunque estudios recientes sugieren que la fractura del hormigón no es una propiedad del material.

La mayor parte del informe trata, en varios capítulos, del control de grietas según su origen. Aquellas debidas a contracción por secado dependen del tipo de cemento, del tipo de áridos, del contenido de agua, de la dosificación del hormigón y de otros factores más; y la forma más efectiva de reducirlos es disminuyendo el agua de amasado, pero sin recurrir al uso de aditivos, también ayuda aumentar el tamaño máximo del árido y recubrir el hormigón con una capa que impida la evaporación de agua; además, el uso de armaduras bien distribuídas y de juntas de contracción sirven para limitar la abertura y la ubicación de las grietas.

Las grietas por flexión son inevitables en hormigón armado, pero se pueden controlar en abertura y distribución. Se han desarrollado fórmulas que dan la abertura máxima de la grieta en función de cuantías, diámetros, recubrimientos y tensión del acero y barajando esos parámetros se puede conseguir que la abertura de las grietas sea inferior a límites establecidos para condiciones dadas de exposición.

En hormigón pretensado el problema de las grietas ha sido un poco descuidado, aunque su importancia puede ser mayor que en el hormigón armado. Hay por lo menos tres métodos para predecir el ancho de las grietas por flexión. Además de éstas, pueden producirse grietas en la zona de anclaje debidas a los esfuerzos de tracción transversal impuestos por las cargas concentradas, tales grietas pueden dar lugar a la falla de la pieza; para evitarlas hay que disponer arma-

duras especiales, principalmente estribos, en los extremos de ella.

El agrietamiento del hormigón es influenciado por las solicitaciones de larga duración a que está sometido; en la mayoría de los casos las grietas se agrandan como resultado de esas solicitaciones. Las cargas sostenidas pueden agrandar las grietas de flexión hasta en 40 %, pero la exposición a ambientes adversos durante mucho tiempo puede producir daños muy importantes.

En el hormigón en masa pueden evitarse casi totalmente las grietas que suelen producirse por temperatura, si se toman medidas para reducir la elevación de temperatura y su velocidad de cambio. Las medidas incluyen enfriamiento previo, enfriamiento posterior y aislación térmica aplicada a las superficies expuestas.

Finalmente en un capítulo sobre prácticas constructivas apropiadas para reducir las grietas se discute este aspecto del problema. Se empieza por dejar en claro que el agrietamiento del hormigón se produce por estar impedido de expandirse o contraerse libremente; si todas las partes de una estructura de hormigón tuvieran libertad de desplazamiento no aparecerían grietas bajo ninguna circunstancia. Como esto no sucede, se producen tracciones diferenciales que, si superan la resistencia a la tracción que tiene el hormigón en ese momento, dan lugar a las grietas. En consecuencia, una manera de evitar grietas es cuidar todos los detalles y aspectos de proyecto que puedan producir restricciones. Así mismo contribuyen a reducir las grietas ciertos factores que ya se han mencionado y algunos otros que se mencionan más adelante que dependen de buenas prácticas constructivas: están entre ellos, el uso de la menor cantidad posible de agua, el mantener la superficie del hormigón bajo curado húmedo el mayor tiempo posible, el uso de cemento expansivo cuando éste exista en el mercado, revibración, etc.

En todo caso hay una responsabilidad conjunta del ingeniero proyectista y del constructor: el primero debe especificar las condiciones que den lugar al mínimo probable de grietas y el segundo atenerse estrictamente a esas especificaciones.

E. GOMEZ G.

Fundamentos del diseño de edificios resistentes a los sismos.

ARCHITECTURAL INSTITUTE OF JAPAN. *Design essentials in earthquake resistant buildings.* Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1970. 295 pp.

El Japón tiene una muy abundante actividad sísmica y esto hace que la resistencia a los terremotos ocupe un lugar predominante entre los criterios de diseño estructural en ese país. El problema de diseño sísmico tuvo progresos sucesivos e importantes gracias a la labor de varios pioneros en ese campo y después del terremoto de Kanto de 1923 y de otros posteriores, la experiencia ganada se volcó en las normas estructurales AIJ, referentes a diferentes tipos de construcción, que aparecieron en diversas oportunidades. Sin embargo, en esas normas se incluían además otros problemas ajenos a la resistencia sísmica, de modo que había peligro de que el problema medular del diseño sísmico quedara oculto o inadvertido.

En 1941 el Consejo Japonés para la Promoción de la Ciencia publicó una obra titulada *Los principios de la construcción de edificios resistentes a terremotos* bajo la dirección del doctor Riki Sano. Fue ese un documento valioso para su época, en el que había trabajos que todavía son destacados, pero la obra se agotó y es difícil de conseguir. Además, después de ese año otros terremotos destructivos han presentado nuevas experiencias y debido a progresos sociales y a avances técnicos se han desarrollado nuevos tipos de estructuras.

Por eso es que el Instituto de Arquitectos de Japón decidió, con ocasión del octavo aniversario de su fundación, ampliar la obra anterior y compilar otras nuevas que englobara todo el acervo actual de métodos de construcciones resistentes a los sismos. Encomendó esta labor en 1963 a un subcomité especial del Comité de Normas Estructurales. Este subcomité comenzó su trabajo inmediatamente y entre otras cosas incorporo las experiencias del terremoto de Niigata de 1964. En la compilación de la obra se adoptó el criterio de atenerse a la Ordenanza de Construcción, vigente desde 1966, y a los reglamentos relacionados con ella; de ellos y de las Normas Estructurales AIJ se extracta-

ron los acápites referentes a resistencia sísmica agregándoseles comentarios explicativos. En el futuro se incorporarán las investigaciones que están en curso y se harán revisiones cuando se adopten nuevas normas.

Cada uno de los capítulos de que consta esta obra fue redactado por miembros destacados del subcomité y el Comité de Normas Estructurales se preocupó de mantener la unidad y coherencia del conjunto sin alterar las opiniones de los autores.

Puesto que esta obra refleja los criterios sobre diseño sísmico de un grupo muy escogido de profesionales japoneses debe tenerse en cuenta en todos los problemas relacionados con el tema. Aclara aun más su importancia e interés el índice de materias que presentamos a continuación.

1. Consideraciones generales. 2. Cálculos sísmicos. 3. Condiciones de suelos y fundaciones. 4. Construcciones de madera. 5. Construcciones de acero. 6. Construcciones de hormigón armado. 7. Construcciones de acero revestidas de hormigón. 8. Estructuras cáscaras. 9. Construcciones de hormigón pretensado. 10. Construcciones de muro de hormigón armado. 11. Construcciones de muros de hormigón armado. 12. Construcciones prefabricadas a base de marcos y paneles de hormigón armado. 13. Construcciones de albañilería. 14. Construcciones a base de bloques de hormigón, armadas. 15. Construcción de piezas o partes de edificios. 16. Construcciones de estanques, torres y chimeneas. 17. Estructuras temporales.

E. G.

Los factores de seguridad en el cálculo estructural y ACI 318-71.

REESE, R. C. Safety requirements in structural design and ACI 318-71. *Journal of American Concrete Institute, Proceedings* vol. 70, n° 3 (marzo 1973) pp. 190-198.

Durante mucho tiempo se ha usado un factor de seguridad único para cubrir todas las contingencias estructurales, la idea implicada era de que haciendo trabajar la estructura a un tercio o un cuarto de su capacidad calculada, no había de que temer.

Con ese criterio no tenía mucho sentido

preocuparse de hacer listas precisas sobre los diversos elementos implicados en el factor de seguridad. Ahora, cuando cada vez se afinan más los cálculos y se exige más de los materiales, cabe analizar detenidamente cuáles son las fuentes de variación que contribuyen a hacer inciertos los proyectos, para elegir mejor el factor de seguridad.

La lista que presenta el autor es bastante extensa y las divide en dos grupos: las relacionadas con el proyecto y cálculo y las relacionadas con la construcción.

En el primero, están la variación de las cargas con respecto a las supuestas, ya sea las actuales o las futuras previstas; las aproximaciones en los métodos analíticos; el pasar por alto ciertas condiciones de continuidad; usar piezas sobredimensionadas por normalización; redondeos en los cálculos numéricos; posibilidad de acciones tridimensionales en la estructura real habiéndose supuesto comportamiento bidimensional.

En el segundo grupo están el replanteo de la estructura diferente de los planos; dimensiones de las partes distintas a las calculadas; número, tamaño y diámetro de las barras diferentes de las especificadas; apertura de perforaciones y escotillas en la obra, no consultadas en el proyecto; resistencia de los materiales inferiores a la especificada; incertidumbre en la medida de esas resistencias; daños a los materiales durante la construcción; sobrecargas, impactos producidos durante la construcción.

En ambos grupos, además, se agregan los errores groseros, dejando en claro que el factor de seguridad no está concebido para dar protección contra esos errores.

Esta tan numerosa lista de fuentes de variaciones e incertidumbres pone de relieve cuan imperfecto es usar un solo factor que las englobe a todas. Recientemente se ha reconocido este hecho y se han elaborado y empezado a aplicar nuevos conceptos sobre seguridad.

El autor analiza las prescripciones de la norma ACI 318-71 al respecto, la cual se deriva de la versión de 1963 en que se dividió el factor de seguridad en dos partes. Uno de ellos es el factor de cargas que incrementa las cargas de servicio para cubrirse de sus posibles variaciones; el otro, el factor ϕ , reduce la resistencia teórica de los materiales para tener en cuenta posibles diferencias con respecto a las supuestas.

Ambos factores pueden ajustarse a varios grados de control de calidad, de cuidado en el proyecto o de importancia de la falla. ACI 318-71, al igual que la norma europea CEB/FIP de 1964, asigna factores menores a las cargas permanentes, que se pueden evaluar con mejor aproximación, que a las temporales; diferentes factores a las cargas dinámicas y transientes que a las estáticas; factores muy bajos a combinaciones de carga de escasa probabilidad de ocurrencia. El factor de resistencia ϕ es igualmente calificado, siendo bonificado el control de calidad cuidadoso.

El autor presenta en una tabla los factores de seguridad de las cargas y de las resistencias adoptados por ACI 318-71 y da a conocer su justificación en extensos comentarios que ilustran y dejan muy claro los criterios con que han sido elegidos.

E. GOMEZ G.

Una metalurgia nueva.

SLADE, E. *Une métallurgie nouvelle*. Collection Techniques d'au jour d'hui. París. Larousse, 1970, 191 pp.

La colección Techniques d'aujourd'hui, de la Editorial Larousse, ha editado en 1970 una traducción de la obra inglesa de Slade, sobre la metalurgia nueva. Este libro está dedi-

cado al lector lego, tanto en metalurgia como en ciencia general y cumple a la perfección su propósito. Partiendo de la naturaleza de la unión metálica, pasando por los defectos de los metales como dislocaciones e intersticiales se describe en función de ellos su capacidad para deformarse y endurecerse.

No deja de ocuparse de la extracción y trabajado, o sea de la metalurgia extractiva y la de transformación.

Es excelente el capítulo dedicado a los metales en el mundo moderno donde las exigencias de resistencia y calidad son cada vez más altas. Pero donde el libro es más interesante es en el capítulo 6: Nuevos métodos para trabajar los metales. Allí se tiene el estampado bajo presión, por explosión, descarga eléctrica, el magnético y neumático. Están bien descritas otras técnicas de trabajado, como el químico, por haz de electrones, electrolítico y por electro erosión. No se deja de mencionar la soldadura por bombardeo electrónico y con laser.

El libro finaliza con dos capítulos excelentes sobre la automatización de la metalurgia y los medios de la metalurgia moderna: rayos X, análisis por fluorescencia de rayos X, microscopía electrónica de barrido y transparencia, análisis químico por emisión local de rayos X (microsonda), el espectroscopio, el microscopio de campo iónico, y otros.

El libro es recomendable para que lo lea gente de todo nivel.

P. KITTL