
BIBLIOGRAFIA

El proceso de fractura del hormigón bajo estados de tensiones generalizadas.

KOTSOVOS, M.D. Fracture processes of concrete under generalized stress state. *Matériaux et constructions*, N° 72 (noviembre-diciembre 1979), pp. 431-438.

En este trabajo se presenta en forma unificada varios aspectos del proceso de fractura del hormigón con el propósito de identificar la naturaleza fundamental de los mecanismos de fractura que intervienen en su comportamiento real al nivel de las aplicaciones de ingeniería.

Se acepta que la causa de la fractura del hormigón es la proliferación de defectos o microfisuras que existen en su interior aun antes de aplicar cargas. Son de distintos tipos: discontinuidades en la pasta que van desde algunos amstrongs hasta el tamaño de los poros capilares; huecos debidos a retracciones o desplazamientos térmicos entre las varias fases presentes en el hormigón; discontinuidades entre pastas y partículas del árido debidas a segregación, y huecos resultantes de compactación deficiente. Estos defectos están distribuidos y orientados al azar dentro del material y tienen una variedad de formas y tamaños.

Hay por lo menos cuatro etapas en el proceso de proliferación de grietas. Al aplicar las cargas iniciales se pueden formar microfisuras adicionales a las preexistentes pero el sistema permanece estable. A medida que las cargas aumentan se desarrollan altas concentraciones de deformación en la vecindad de los extremos de las grietas y comienza su ramificación con un consecuente alivio de deformaciones, ésta es la etapa

de iniciación de fracturas localizadas, que conducen a una configuración estable hasta la siguiente etapa. Con un nivel mayor de cargas las grietas comienzan a propagarse y a extenderse tanto más cuanto mayores sean aquéllas, ésta es la etapa de propagación estable de la fractura. Por último se alcanza el nivel de carga en que el sistema de grietas se hace inestable y se produce la fractura aunque la carga permanezca constante.

Por otra parte, se ha encontrado que los procesos de fractura del hormigón pueden clasificarse en dos: los producidos por la componente desviatoria del estado de tensiones, que se producen en la dirección de la tensión principal máxima de compresión, y los producidos por la componente hidrostática, que se orientan al azar. Los primeros pueden hacerse inestables y conducir al colapso por aumento de la carga, mientras que los segundos disminuyen progresivamente y tienen un efecto retardador en el proceso de agrietamiento.

Estudio, mediante microscopía, del proceso de microfisuración de un hormigón sometido a compresiones previas.

FERNANDEZ P., J.M. *Materiales de construcción*, n° 172 (octubre, noviembre, diciembre 1978), pp 55-61.

El método de observación al microscopio permite identificar y clasificar las fisuras en el seno del hormigón. En el presente trabajo se utilizó esta técnica con el propósito de establecer una correlación entre la génesis y propagación de las microfisuras

en el hormigón y los estados previos de carga a que dicho material ha sido sometido. Para ello, sendos pares de piezas de hormigón se sometieron durante cuatro horas a cargas del 60%, 70%, 75% y 80% de la de rotura. De cada una de ellas se extrajeron, mediante sondas de diamante, tres testigos, después de ser cargadas, y de cada testigo se cortaron franjas. Las franjas se sometieron a un proceso de pulido especular y tinción y fueron observadas al microscopio con la técnica de la luz reflejada.

De los dos tipos de fisura que se reconocen en el hormigón a saber, las de adherencia entre árido y mortero y las de mortero, las primeras mantuvieron su número pero las segundas aumentaron netamente en número en cada etapa creciente de carga.

Se concluye que a partir de 60% de la carga de rotura comienza a formarse fisuras de mortero a partir de las de adherencia ya existentes y con cargas de 70% de la de rotura o mayores aparecen fisuras de mortero abiertas o cerradas. En resumen, la observación mediante la técnica de microscopía de luz reflejada aplicada al hormigón indica si ha estado o no sometido previamente a cargas elevadas, si bien es difícil precisar en qué grado sufrió el hormigón dicha compresión.

Propiedades reológicas de pastas de cemento.

ROY, D.M. ASAGA, K. Rheological properties of cement mixes. III. The effects of mixing procedures on viscosimetric properties of mixes containing superplasticizers. IV Effect of superplasticizers on viscosity and yield stress. V The effects of time on viscosimetric properties of mixes containing superplasticizers. Conclusions. *Cement and Concrete research*, vol. 9, n° 6, pp. 731-740; vol. 10, n° 2, pp. 287-296, y vol. 10, n° 3, pp. 387-394.

Los procedimientos de mezclado producen

cambios en las propiedades reológicas de la pasta de cemento, derivados de cambios en la dispersión de las partículas de cemento. Un mezclado enérgico, por ejemplo, deshace las agregaciones de granos y reduce la fluencia, la viscosidad y la histéresis. Cuando no se usan superplastificantes, las relaciones entre la tensión de corte aplicada y la velocidad de corte revelan un cambio de comportamiento plástico a comportamiento de Bingham al aumentar la energía de mezclado y disminuciones sustanciales de la tensión de fluencia y de la viscosidad, sin que se produzca, sin embargo, una dispersión total de los granos. Esta se produce, en cambio, con 1% de superplastificante y en ese caso tiene poco efecto la intensificación del mezclado, pero un mezclado deficiente no rompe las aglomeraciones de granos.

Uno de los efectos más marcados de los superplastificantes es la disminución de la tensión de fluencia a valores casi nulos. El comportamiento de las pastas puede ser de Bingham, antitixotrópico, tixotrópico, dilatante o newtoniano, según el contenido de aditivo, la velocidad de corte, la razón agua cemento y el tiempo a partir de la incorporación el agua.

Los autores son de opinión que los cambios en las propiedades reológicas de las pastas devienen como consecuencia de cambios en la estructura dispersa de las partículas y éstos se deben a que, por adsorción del superplastificante en la superficie del cemento y de sus productos hidratados, el potencial zeta se hace muy negativo y la dispersión se favorece.

En resumen de los tres trabajos se concluye que con 1% aproximadamente de superplastificante adecuado se logra igual fluidez en una pasta de razón agua cemento 0.3 que la de una pasta de 0.4 razón agua cemento sin aditivo. La adsorción de superplastificante por los granos de cemento genera un alto potencial zeta, da lugar a la dispersión de las partículas y modifica el comportamiento reológico de las pastas de una forma que depende de la naturaleza química del aditivo, de su concentración,

de la mineralogía y distribución de tamaños de las partículas de cemento y del tiempo que transcurre después de agregar el agua.

tos y resueltos y otro con las propiedades mecánicas de los metales y aleaciones más usadas.

E.G.

Ensayos mecánicos de materiales metálicos.

SOUZA de, S.A. *Ensaio mecánicos de materiais metálicos*, Editora Edgardo Blucher Ltda. Sao Paulo, 4ª. edición, 1979, 239 pp.

Según lo dice el autor en el prefacio, fue su propósito, al escribir esta obra, entregar un texto útil en idioma portugués para la enseñanza en las escuelas de ingeniería y en las escuelas técnicas y para los quehaceres de los Institutos de Investigación y de los laboratorios de ensayo, relacionados con el tema del epígrafe. Creemos que cumplió su aspiración con creces y que la bibliografía técnica portuguesa, con la reedición de este libro, siguió enriquecida con una publicación de gran utilidad, no sólo para los fines indicados, sino también para los más generales del conocimiento de los materiales metálicos.

Aunque el tema parece a primera vista muy especializado y aun limitado, de Souza le da amplitud y profundidad a la vez, dentro de un enfoque muy claro siempre dirigido a hacer resaltar el significado de los ensayos y a buscar su explicación en las propiedades básicas de los materiales.

De los muchos tipos de ensayos, el de tracción lleva la parte más extensa, como es natural, por su importancia y por ser el más ilustrativo y rico en conclusiones; pero también reciben buen desarrollo los ensayos de dureza, doblado, impacto en probetas con entalladura, torsión, compresión y fatiga. En sendos capítulos se analiza el efecto de la temperatura en las propiedades mecánicas de los materiales; las variables metalúrgicas, las propiedades mecánicas elásticas y los criterios de fluencia con sollicitaciones combinadas y el ensayo de fluencia lenta (creep).

Hay un apéndice con ejercicios propues-

Manual del Cemento 1979/80

VEREIN DEUTSCHE ZEMENTWERKE. *Zement Taschenbuch 1979 1980*. Bauverlag GmbH, Wiesbaden-Berlin, 628 pp.

Es ésta la edición 47ª de este manual que en cada aparición pone al día la información técnica referente a la fabricación, propiedades y aplicaciones del cemento y del hormigón. Apareció por primera vez el año 1911 como Calendario del Cemento y al comienzo se publicó anualmente. En el año 1950 tomó el título y la estructura actual bajo el patrocinio de la Unión de Fábricas de Cementos de Alemania. Las últimas ediciones tenían una frecuencia bienal, pero la actual se ha alargado a un lapso de tres años en espera de las nuevas ediciones de las más importantes normas de cemento y hormigón alemanes. Se mantienen, eso sí, la presentación y la estructuración del manual dentro de las líneas que son ya tradicionales en esta obra y que gozan del favor de sus lectores. Está dividido en nueve partes y además tiene una lista de los Institutos y de las fábricas de cemento alemanas.

La primera parte es sobre cemento y contiene artículos sobre: química del cemento y productos de hidratación, por F.W. Locher; estructura y propiedades de la pasta de cemento, por F.W. Locher y G. Wischers; fabricación del cemento, por H. Sillem; propiedades constructivas del cemento, por G. Wischers, y se cierra con la transcripción completa de la norma DIN 1164 sobre cementos.

En la segunda parte se aborda el tema de los áridos en dos artículos, uno sobre áridos normales por J. Dahms y el otro sobre áridos livianos por W. Manns.

Los aditivos para hormigón se tratan en la tercera parte en un trabajo de J. Bonzel

y E. Krumm.

La cuarta parte se refiere al hormigón normal. La encabeza el trabajo de H.J. Wierig sobre preparación, transporte y colocación del hormigón seguido de hormigón con resistencia determinadas por J. Bonzel; desarrollo de la resistencia en el hormigón por G. Wischers y J. Dahms; deformaciones del hormigón por W. Manns, y hormigón con propiedades especiales por J. Bonzel y W. Manns.

El hormigón liviano es el tema de la quinta parte en un artículo único de H. Heufers.

La parte sexta es la que más ha variado con relación a la edición inmediatamente anterior del manual. Se refiere al ámbito de aplicaciones del cemento e incorpora tres artículos diferentes, uno de H. Grude sobre hormigón bajo agua, otro de A. Meyer sobre hormigón con fibras y el tercero de P. Schmincke sobre hormigón a la vista. Todos estos son aspectos del hormigón que han experimentado muchos progresos en los últimos años.

La parte siete es la lista de los artículos especiales publicados en las ediciones anteriores del manual, a partir de 1962; la ocho, una de las normas DIN, instrucciones y hojas explicativas más importantes sobre construcción, actualizadas a 1978.

Un gran número de tablas con informaciones generales y de la construcción componen la novena y última parte de este manual.

En resumen este manual es de gran utilidad porque proporciona abundante información puesta al día sobre la mayor parte de los aspectos más importantes del cemento y sus aplicaciones.

Cámara para medir la aislación acústica en elementos de construcción.

GONZALEZ, G. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, enero de 1980.

El ruido es, en las ciudades modernas, uno

de los factores que más afectan el ambiente. Si bien el control de su emisión por parte de vehículos, máquinas, artefactos y aglomeraciones de gente aminora un poco el nivel de ruido general, son los edificios —sus muros, techos, puertas y ventanas— los que deben tener cualidades aislantes capaces de conseguir recintos acústicamente tranquilos.

En esta memoria se hace una revisión general del problema especialmente de los métodos de medición de esta característica. A partir del análisis previo se propone un diseño de cámara acústica especialmente acondicionada para la medición de materiales y elementos usados en los edificios, incluyendo el instrumental electroacústico apropiado. Esta cámara será posteriormente construída para completar las instalaciones del Laboratorio de Acústica de IDIEM.

Este trabajo fue realizado en IDIEM, bajo la dirección del profesor Gabriel Rodríguez.

Un estudio de los factores de amplificación sísmica de los suelos. Aplicación en Chile.

SPUHR, R. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, enero 1980.

Se estudia el fenómeno de amplificación sísmica con referencia especial a la modelación dinámica unidimensional en Santiago y Concepción.

Se utiliza un programa computacional, SHAKE, basado en el método unidimensional de propagación de ondas, el que considera un procedimiento equivalente lineal para tomar en cuenta la dependencia del módulo de rigidez y razón de amortiguamiento con las deformaciones.

Se plantean los criterios para separar la amplificación de aquellos casos de comportamiento inestable (licuación, asentamientos, etc.) y se revisa el comportamiento sísmico global del territorio en relación a sus carac-

terísticas geomecánicas.

Se estudian, por otra parte, los aspectos principales de las propiedades dinámicas de los suelos y su determinación para los fines de ingeniería.

Se modela dinámicamente el subsuelo de Santiago, calculándose la respuesta sísmica y espectros de amplificación. En Concepción se estudia en forma paramétrica la influencia de algunos factores, y también se discuten los antecedentes que se reúnen acerca de este fenómeno.

Se concluye que en Santiago la validez de la teoría unidimensional de amplificación es discutible, siendo su influencia difícil de determinar mediante un análisis teórico simple. En los lugares donde la estratigrafía presenta fuertes contrastes de impedancia sísmica la amplificación puede ser relevante, especialmente cuando los movimientos sísmicos sean de pequeña intensidad y las distancias epicentrales grandes.

Este trabajo se realizó en IDIEM y fue dirigido por el profesor Pedro Acevedo.

Estudio experimental del hormigón fresco. Control de la calidad del hormigón por medio del valor A/C.

PAVEZ, W. Memoria para optar al título de Constructor Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, enero 1980.

En este trabajo se propone un método para el control del hormigón en obra, a través de la relación agua/cemento.

El método estudiado plantea una modificación al método Thaulow descrito en la DIN 1048 de diciembre 1978.

El principio del método consiste en tomar una muestra de hormigón fresco y pesarla primeramente en aire y enseguida bajo agua, de manera tal que por agitación de la muestra sumergida se elimine el aire atrapado. Posteriormente la muestra se somete a tamizado húmedo para determinar la proporción en que se encuentran los áridos y la dosis de cemento contenidos en la muestra

de hormigón fresco.

La determinación de la relación A/C por el método propuesto se obtuvo con un error de ± 0.011 para hormigones confeccionados en laboratorio.

Finalmente se entregan los resultados de la aplicación del método en terreno, durante la construcción de una estructura de fundación para una cámara frigorífica en la planta Vicuña Mackenna de Santiago, de la Empresa SAVORY S.A. Paralelamente se anticiparon las resistencias esperadas a 28 días, a través, de curvas de correlación confeccionadas con los datos de laboratorio.

Los resultados obtenidos en terreno, permiten afirmar que el método de análisis propuesto está dentro de las tolerancias admisibles para los fines prácticos.

Este trabajo se realizó en IDIEM y fue dirigido por el profesor Federico Delfín.

La anhidrita como material de construcción.

OBILINOVIC, J. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, marzo 1980.

La anhidrita es un material de construcción que se presenta como una solución de alternativa al problema habitacional de la zona norte de Chile.

La presente investigación estudia propiedades físicas y químicas de la anhidrita y alteraciones por corrosión de la armadura. Esto se aplica en el diseño arquitectónico y cálculo estructural de una vivienda piloto, a construirse totalmente con anhidrita, tanto en albañilería como en elementos armados, incluyendo losa de cubierta. Las variables fundamentales analizadas han sido el tamizado, contenido de cloruros, propiedades y características para su uso en albañilería, resistencia mecánica, grado de finura, razón agua-anhidrita, conductividad térmica y corrosión de la armadura.

Las principales conclusiones alcanzadas son de dos tipos. Por una parte, con la

anhidrita se pueden lograr resistencias mecánicas similares al hormigón tipo D ($R_{28} = 225 \text{ kgf/cm}^2$). Por otra parte, una alta concentración de cloruros representa un peligro potencial de corrosión de la armadura, motivo por el cual deben desarrollarse nuevas investigaciones en laboratorio, ratificadas posteriormente con la instrumentación de la vivienda.

Este trabajo se realizó en IDIEM y fue dirigido por el profesor Eugenio Retamal.

Contribución al desarrollo de materiales antiácidos

RUZ, L.P. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Químico, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, marzo 1980.

Se investigaron materiales del sistema $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{SiF}_6 - \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ a fin de emplearlos como morteros antiácidos.

En este sistema la dosificación 70% SiO_2 , 20% $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$ 10% Na_2SiF_6 y 20% H_2O (b.s.) satisfacen los requerimientos ASTM para morteros antiácidos. Tal material posee propiedades mecánicas excelentes y buena resistencia química frente a soluciones químicamente agresivas. La dosificación 70% SiO_2 , 20% $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$, 10% Na_2SiF_6 y 15% H_2O (b.s.) es aun mejor que la anterior, sin embargo carece de la suficiente fluidez para ser empleada como mortero, por lo cual para este material se plantean dos alternativas: puede ser usado como masa de apisonado o bien puede mejorarse su fluidez mediante adición de agentes ad-hoc.

A base de estudios de difracción de Rayos X, microscopía óptica, análisis térmico diferencial y otros se plantea la reacción principal en los materiales estudiados.

El desarrollo de la resistencia a la compresión del material 70-20-10-15 señala que el mecanismo de reacción es complejo, ya que la resistencia a la compresión varía con el tiempo: $R_c = K_1 t / (1 + K_2 t)$.

Esta ecuación empírica señala que a medida que el tiempo aumenta la resistencia

a la compresión (R_c) tiende al valor límite K_1/K_2 .

Este trabajo se realizó en IDIEM y fue dirigido por el profesor Germán Piderit.

Modelo matemático para el análisis de licuación de arenas.

ASTORGA, D. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, mayo 1980.

El estado actual de los estudios de licuación de suelos mediante modelos matemáticos se presenta a través de un breve resumen en el que se exponen las ideas y relaciones más importantes.

A continuación se presenta el desarrollo de un modelo de generación y disipación de la sobrepresión de poros basado en la ecuación de flujo impermanente expresada en diferencias finitas y considera en la evaluación de las deformaciones verticales la recuperación "elástica" del suelo debida a la descarga.

Enseguida se desarrollan las ecuaciones del movimiento del suelo debido a un sismo aplicado en su base y se resuelven por el método de las características.

Los dos modelos anteriores, desarrollados para análisis unidimensional, se acoplan para estudiar diferentes variables que influyen en la licuación de un perfil dado. Dicho estudio permite concluir que el potencial de licuación crece cuando aumenta la aceleración sísmica, disminuyen la permeabilidad y la densidad relativa y sube el nivel de la napa. Unas capas de suelo de permeabilidad menor que la del resto del perfil hace aumentar el potencial de licuación y dicho aumento es mayor al acercarse la capa diferente a la superficie. De paso se concluye que al incluir la presión de poros en el análisis del movimiento del estrato se obtienen resultados muy similares a los obtenidos en mesa vibradora.

Este trabajo se realizó en IDIEM y fue dirigido por el profesor Pedro Ortigosa.