



CI34A/02 Materiales de Construcción

Profesor Catedra: Federico Delfín A.

Prof. Aux: Cristián Fuentes H.

Auxiliar Examen

21 de noviembre del 2005.

La materia que entra en el examen es **TODA**, el examen será más teórico que numérico, y en su estudio es recomendable poner mayor énfasis en lo siguiente:

- § Laboratorios (acero, Viga de Hormigón, madera)
- § Apuntes de Hormigón dejados en fotocopiadora
- § Fatiga, Fractura Frágil, Diseño en Fluencia, Ley de Hooke, etc...(todo)

Problema 1.

Se ha establecido que la presencia de dislocación en la estructura cristalina es la responsable de la gran discrepancia que se observa entre los valores teóricos y la resistencia real que presentan los materiales. Se pide:

- a) **Explique en que consisten estos defectos de la estructura cristalina.**
- b) **¿Cuál es el mecanismo asociado a las dislocaciones que facilita la deformación plástica de los materiales?**
- c) **Por qué resulta más difícil producir deformaciones plásticas en materiales cerámicos que en metales?.**

Solución:

- a) las dislocaciones son defectos lineales existentes en la estructura cristalina de los sólidos. Existen dos tipos de dislocaciones: de arista y helicoidales. Las deformaciones plásticas que experimentan los metales (policristalinos) se origina por el movimiento de las dislocaciones en los planos de deslizamiento preferenciales.
- b) Mecanismo que explica la deformación plástica, consisten en el deslizamiento de planos de átomos bajo sollicitación tangencial, τ . Si no existieran dislocaciones la tensión requerida para producir el deslizamiento sería muy grande ($\approx E/8$); la presencia de dislocaciones permite que el proceso de cizallamiento se realice en forma discontinua, avanzando el plano de la dislocación a medida que se rompen los enlaces en el frente de avance y se restituyen una vez que el plano de dislocación ocupe la posición siguiente en el sentido de avance.
- c) Tipo de enlace y movimiento de dislocaciones:
La deformación plástica se basa en el movimiento de dislocaciones bajo la acción de las sollicitaciones mecánicas. En los metales existe una gran



cantidad (densidad) de dislocaciones que pueden moverse en planos de deslizamiento (planos de alta densidad de empaquetamiento), al no existir restricciones del tipo direccional (enlaces no direccionales). En los cerámicos, en cambio, los enlaces predominantes son los direccionales (covalentes) o de tipo electroestático (iónicos). En ambos casos se generan restricciones al movimiento de las dislocaciones producto de esta causa.

Problema 2.

La resistencia a compresión del hormigón depende de variables relativas a su composición, condiciones de curado, tipo de probeta y condiciones de ensayo. Explique brevemente, para cada una de las condicionantes impuestas, cuál de las dos alternativas se traduce en una mayor resistencia a compresión a 28 días:

- a) **Razón agua/cemento: 0.50 vs 0.40**
- b) **Temperatura en período de curado: 25° C vs 10 °C**
- c) **Tipo de probeta de ensayo: i) cilindro 150x300 mm vs cubo de 200 mm
ii) Cilindro 150x300 mm vs. Cilindro 75x150 mm**
- d) **Velocidad de aplicación de la carga: 2 Mpa/s Vs 0.4 Mpa/s.**

Solución:

- a) A menor relación agua/cemento mayor resistencia, ya que se reduce la porosidad de la pasta cementada, por lo tanto $A/C = 0.4$ significa mayor resistencia.
- b) Las reacciones de hidratación de la pasta de cemento se aceleran al aumentar la temperatura durante el período de curado, por lo tanto $T = 25\text{ °C}$, se obtendrá una resistencia mayor a los 28 días que si el curado se realiza a 10 °C .
- c) i) la mayor esbeltez del cilindro permite que se desarrolle la falla por tracción en la zona central de la probeta, lo que no ocurre en la probeta cúbica que queda confinada por la fricción de los platos de la máquina de ensayo, esto implica que la resistencia cúbica es mayor a la resistencia cilíndrica.
ii) En este caso la esbeltez de las probetas es la misma, pero el volumen del material es menor para la probeta de 75x150 mm, Esto implica que la probabilidad de defectos críticos es también menor a menor volumen de la probeta por lo tanto la resistencia del cilindro de 75x150 mm es mayor que la del cilindro de 150x300 mm.
- d) Para compresión uniaxial se comprueba que el valor de la resistencia depende de la velocidad de aplicación de la carga. A mayor velocidad de carga, Mayor resistencia.



Problema 3.

- a) **Explique por qué el hormigón presenta falla frágil en tracción, y no así en compresión.**
- b) **Que variación se puede esperar en la resistencia e impermeabilidad del hormigón al reducir el contenido de la fracción árido grueso.**

Solución:

- a) La resistencia a tracción del hormigón es muy inferior a su resistencia a compresión. Esto es debido a la mayor facilidad para la propagación de los defectos pre existentes en la probeta bajo tensión de tracción. La concentración de tensión en los frentes de las grietas, permite hacerlas crecer sin un mayor requerimiento de energía. En compresión en cambio, se mantienen inactivas hasta superar el 50% de la carga máxima.
- b) La mayor proporción de defectos y grietas están asociadas a la zona de transición entre las partículas del árido grueso y la matriz del hormigón (mortero). La zona de transición es también más permeable que la matriz. Debido a la mayor debilidad de la zona de transición se comprueba que reduciendo el contenido de partículas gruesas del árido se mejora la resistencia y la impermeabilidad del hormigón, considerando que se mantiene la razón agua/cemento y la composición de la matriz del hormigón.

Problema 4.

- a) **En qué consiste el fenómeno de relajación por fluencia a temperaturas elevadas?. Señale algunos ejemplos donde se manifieste este fenómeno.**
- b) **Describa el método de ensayo utilizado para caracterizar el comportamiento de los materiales bajo condiciones de fluencia lenta (creep).**

Solución:

- a) En los metales sometidos a altas temperaturas ($T > 0.3 T_{\text{fusión}}$) las deformaciones bajo carga constante (fluencia lenta) son en general significativas. También se genera, bajo estas condiciones el fenómeno de relajación por fluencia en elementos metálicos bajo tensión, si la longitud inicial después de aplicar la tensión se mantiene constante. Ejemplos de ello es una cuerda tensa en tracción se relaja y su frecuencia de vibración se reduce con el tiempo. Debe ser retensada para llevarla a la frecuencia inicial. Otro caso es el apriete de los pernos de un motor o turbina que trabaja a temperaturas elevadas deben ser reapretados después de un cierto número de horas de trabajo.
- b) En el ensayo de fluencia lenta se busca determinar la curva de deformación unitaria en función de la tensión aplicada y del tiempo para una cierta temperatura. Esto se traduce a una probeta traccionada a esfuerzo constante y la temperatura del elemento se puede ir aumentando a través de calentamiento en horno.



Problema Propuestos:

Problema 5.

- Explique por qué se produce la fatiga en materiales.
- Explique las etapas del crecimiento de una grieta en una probeta pulida sometida a fatiga de altos números de ciclos. Dibuje un esquema con las características de la superficie de fractura para el caso de una probeta sometida a fatiga por flexión.
- Como se puede aumentar la duración de vida de un material a cargas cíclicas sin aumentar la sección ni disminuir la carga?

Problema 6.

Describa en un gráfico la forma de las curvas tensión –deformación unitaria convencionales obtenidas en el ensayo de tracción sobre:

- Un material dúctil típico
- Un material no dúctil típico.

Problema 7.

Los siguientes datos corresponden a un ensayo de tracción sobre una probeta con longitud inicial $L_0 = 50$ mm y de 160 mm² de sección transversal.

Alargamiento [mm]	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	1.25	2.50	3.75	5.00	6.25	7.50
Carga, [kN]	12	25	32	36	40	42	63	80	93	100	101	90

El alargamiento total de la probeta justo antes de la rotura fue de 16%, y la reducción de área en la fractura fue de 64%.

Encontrar la tensión máxima admisible si es igual a :

- 0.25 Tensión máxima.
- 0.6 de la tensión de fluencia determinada al 0.1% del L_0 .
- Cuál habría sido el alargamiento y la reducción de área si se hubiese usado una probeta de largo $L_0 = 150$ mm?.