

Contenido

Prefacio V

1. Introducción 1

1.1	Concreto y concreto reforzado	1
1.2	Ventajas del concreto reforzado como material estructural	1
1.3	Desventajas del concreto reforzado como material estructural	2
1.4	Antecedentes históricos	3
1.5	Comparación del concreto reforzado con el acero estructural para edificios y puentes	5
1.6	Compatibilidad del concreto y el acero	6
1.7	Códigos de diseño	7
1.8	Unidades SI y recuadros sombreados	7
1.9	Tipos de cemento Portland	8
1.10	Aditivos	9
1.11	Propiedades del concreto reforzado	10
1.12	Agregados	17
1.13	Concretos de alta resistencia	18
1.14	Concretos reforzados con fibras	20
1.15	Durabilidad del concreto	21
1.16	Acero de refuerzo	21
1.17	Grados del acero de refuerzo	24
1.18	Tamaños de barras y resistencias de materiales en unidades SI	25
1.19	Ambientes corrosivos	26
1.20	Identificación de las marcas en las varillas de refuerzo	26
1.21	Introducción a las cargas	28
1.22	Cargas muertas	28
1.23	Cargas vivas	28
1.24	Cargas ambientales	30
1.25	Selección de las cargas de diseño	32
1.26	Exactitud de los cálculos	33
1.27	Impacto de las computadoras en el diseño de concreto reforzado	34
	Problemas	34

2. Análisis de vigas sometidas a flexión 35

2.1	Introducción	35
2.2	Momento de agrietamiento	38
2.3	Esfuerzos elásticos: concreto agrietado	40
2.4	Momentos últimos o nominales de flexión	46
2.5	Ejemplo de problema usando unidades SI	49

2.6	Hojas de cálculo de la computadora	50
	Problemas	52

3. Análisis por resistencia de vigas de acuerdo con el Código ACI 63

3.1	Métodos de diseño	63
3.2	Ventajas del diseño por resistencia	64
3.3	Seguridad estructural	64
3.4	Obtención de expresiones para vigas	65
3.5	Deformaciones unitarias en miembros sujetos a flexión	68
3.6	Secciones balanceadas, secciones controladas por tensión y secciones controladas por compresión o secciones frágiles	69
3.7	Reducción de resistencia o factores ϕ	70
3.8	Porcentaje mínimo de acero	72
3.9	Porcentaje de acero de equilibrio	73
3.10	Problemas de ejemplo	74
3.11	Ejemplos con computadora	77
	Problemas	78

4. Diseño de vigas rectangulares y losas en una dirección 79

4.1	Factores de carga	79
4.2	Diseño de vigas rectangulares	81
4.3	Ejemplos de diseño de vigas	86
4.4	Consideraciones diversas en el diseño de vigas	92
4.5	Determinación del área de acero cuando las dimensiones de la viga son predeterminadas	93
4.6	Varillas en racimo	95
4.7	Losas en una dirección	96
4.8	Vigas en voladizo y vigas continuas	99
4.9	Ejemplo con unidades SI	100
4.10	Ejemplo con computadora	101
	Problemas	103

5. Análisis y diseño de vigas T y vigas doblemente reforzadas 109

5.1	Vigas T	109
5.2	Análisis de vigas T	111
5.3	Otros métodos para analizar vigas T	115
5.4	Diseño de vigas T	116
5.5	Diseño de vigas T para momentos negativos	122

x Contenido

5.6	Vigas L	124
5.7	Acero de compresión	124
5.8	Diseño de vigas doblemente reforzadas	129
5.9	Ejemplos con unidades SI	132
5.10	Ejemplos con computadora	134
	Problemas	139

6. Estado límite de servicio 150

6.1	Introducción	150
6.2	Importancia de las deflexiones	150
6.3	Control de las deflexiones	151
6.4	Cálculo de deflexiones	153
6.5	Momentos de inercia efectivos	153
6.6	Deflexiones a largo plazo	156
6.7	Deflexiones en vigas simples	158
6.8	Deflexiones en vigas continuas	160
6.9	Tipos de grietas	166
6.10	Control de las grietas por flexión	167
6.11	Normas del código ACI relativas a grietas	171
6.12	Grietas diversas	172
6.13	Ejemplo con unidades SI	172
6.14	Ejemplos con computadora	173
	Problemas	175

7. Adherencia, longitudes de desarrollo y empalmes 180

7.1	Corte y doblado de las varillas (barras) de refuerzo	180
7.2	Esfuerzos de adherencia	183
7.3	Longitudes de anclaje para el refuerzo de tensión	186
7.4	Longitudes de anclaje para varillas en racimo	194
7.5	Ganchos	195
7.6	Longitudes de anclaje para malla de alambre soldada en tensión	199
7.7	Longitudes de anclaje para varillas a compresión	200
7.8	Secciones críticas para la longitud de anclaje	202
7.9	Efecto del momento y el cortante combinados en las longitudes de anclaje	202
7.10	Efecto de la forma del diagrama de momento en las longitudes de anclaje	203
7.11	Corte o doblado de las varillas de refuerzo (continuación)	204
7.12	Empalmes de varillas en miembros a flexión	207
7.13	Empalmes a tensión	208
7.14	Empalmes a compresión	209
7.15	Varillas ancladas mecánicamente y con anclaje interno	210
7.16	Ejemplo con unidades SI	211
7.17	Ejemplo con computadora	212
	Problemas	213

8. Cortante y tensión diagonal 219

8.1	Introducción	219
8.2	Esfuerzos cortantes en vigas de concreto	219

8.3	Concreto de peso ligero	220
8.4	Resistencia del concreto al cortante	221
8.5	Agrietamiento por cortante en vigas de concreto reforzado	222
8.6	Refuerzo del alma	223
8.7	Comportamiento de las vigas con refuerzo del alma	225
8.8	Diseño por cortante	226
8.9	Requisitos del código ACI	228
8.10	Ejemplos de problemas de diseño por cortante	233
8.11	Separación económica de los estribos	243
8.12	Fricción al cortante y ménsulas	243
8.13	Resistencia al cortante de miembros sometidos a fuerzas axiales	246
8.14	Requisitos para el diseño por cortante en vigas de gran peralte	248
8.15	Comentarios introductorios sobre torsión	249
8.16	Ejemplo en unidades SI	251
8.17	Ejemplos con computadora	252
	Problemas	253

9. Introducción al estudio de columnas 257

9.1	Generalidades	257
9.2	Tipos de columnas	258
9.3	Capacidad por carga axial de las columnas	260
9.4	Fallas de columnas con estribos y espirales	261
9.5	Requisitos del código para columnas coladas en obra	264
9.6	Precauciones de seguridad para columnas	266
9.7	Fórmulas de diseño	266
9.8	Comentarios sobre el diseño económico de columnas	268
9.9	Diseño de columnas cargadas axialmente	269
9.10	Ejemplo con unidades SI	271
9.11	Ejemplo con computadora	272
	Problemas	273

10. Diseño de columnas cortas sometidas a carga axial y flexión 275

10.1	Carga axial y flexión	275
10.2	El centroide plástico	276
10.3	Desarrollo de los diagramas de interacción	278
10.4	Uso de los diagramas de interacción	283
10.5	Modificaciones de código a los diagramas de interacción de columna	285
10.6	Diseño y análisis de columnas cargadas excéntricamente usando los diagramas de interacción	287
10.7	Fuerza cortante en columnas	295
10.8	Flexión biaxial	296
10.9	Diseño de columnas con carga biaxial	300
10.10	Continuación del estudio del factor de reducción de capacidad, ϕ	303

10.11	Ejemplo con computadora	305			
	Problemas	306			
11.	Columnas esbeltas	311			
11.1	Introducción	311			
11.2	Marcos con y sin desplazamiento lateral	311			
11.3	Efectos de esbeltez	312			
11.4	Determinación de los factores k con nomogramas	315			
11.5	Determinación de factores k mediante ecuaciones	317			
11.6	Análisis de primer orden usando propiedades especiales de los miembros	318			
11.7	Columnas esbeltas en marcos con y sin desplazamiento lateral	319			
11.8	Tratamiento del código ACI de los efectos de esbeltez	322			
11.9	Amplificación de momentos de columnas en marcos sin desplazamiento lateral	322			
11.10	Amplificación de los momentos en las columnas de marcos con desplazamiento lateral	327			
11.11	Análisis de marcos con desplazamiento lateral	330			
11.12	Ejemplos con computadora	336			
	Problemas	338			
12.	Zapatas	341			
12.1	Introducción	341			
12.2	Tipos de zapatas	341			
12.3	Presiones reales del suelo	342			
12.4	Presiones permisibles del suelo	345			
12.5	Diseño de zapatas para muros	346			
12.6	Diseño de zapatas cuadradas aisladas	351			
12.7	Zapatas que soportan columnas circulares o con sección en forma de polígono regular	357			
12.8	Transmisión de la carga de las columnas a las zapatas	358			
12.9	Zapatas rectangulares aisladas	362			
12.10	Zapatas combinadas	364			
12.11	Diseño de zapatas con asentamientos iguales	370			
12.12	Zapatas sometidas a cargas axiales y momentos	373			
12.13	Transmisión de fuerzas horizontales	374			
12.14	Zapatas de concreto simple	375			
12.15	Ejemplo con unidades SI	378			
12.16	Ejemplos con computadora	379			
	Problemas	381			
13.	Muros de retención	385			
13.1	Introducción	385			
13.2	Tipos de muros de retención	385			
13.3	Drenaje	387			
13.4	Fallas de muros de retención	390			
13.5	Presiones laterales sobre muros de retención	390			
13.6	Presiones de suelo sobre zapatas	395			
13.7	Diseño de muros de retención de semigravedad	396			
13.8	Efectos de sobrecarga	399			
13.9	Estimación del tamaño de muros de retención en voladizo	400			
13.10	Procedimiento de diseño para muros de retención en voladizo	405			
13.11	Grietas y juntas en los muros	416			
	Problemas	418			
14.	Estructuras continuas de concreto reforzado	422			
14.1	Introducción	422			
14.2	Consideraciones generales sobre los métodos de análisis	422			
14.3	Líneas de influencia cualitativas	423			
14.4	Diseño al límite	426			
14.5	Diseño al límite según el código ACI	433			
14.6	Diseño preliminar de miembros	436			
14.7	Análisis aproximado de marcos continuos por cargas verticales	436			
14.8	Análisis aproximado de marcos continuos por cargas laterales	444			
14.9	Análisis por computadora de marcos de edificios	450			
14.10	Arriostamiento lateral en edificios	450			
14.11	Requisitos de la longitud de desarrollo en miembros continuos	451			
	Problemas	457			
15.	Torsión	462			
15.1	Introducción	462			
15.2	Refuerzo por torsión	463			
15.3	Momentos torsionales que se han de considerar en el diseño	466			
15.4	Esfuerzos de torsión	467			
15.5	Cuándo se requiere refuerzo de torsión según el ACI	468			
15.6	Resistencia al momento por torsión	469			
15.7	Diseño del refuerzo por torsión	470			
15.8	Requisitos adicionales del ACI	471			
15.9	Problemas ejemplo usando unidades comunes en Estados Unidos	472			
15.10	Ecuaciones para el SI y ejemplo de problema	475			
15.11	Ejemplo con computadora	479			
	Problemas	480			
16.	Losas en dos direcciones, método directo de diseño	484			
16.1	Introducción	484			
16.2	Análisis de losas en dos direcciones	487			
16.3	Diseño de losas en dos direcciones según el código ACI	487			
16.4	Franjas de columna y franja central	488			
16.5	Resistencia al cortante de losas	489			
16.6	Limitaciones al espesor y requisitos de rigidez	492			
16.7	Limitaciones del método directo de diseño	497			

xii Contenido

16.8	Distribución de momentos en losas	498	
16.9	Diseño de una placa interior plana	503	
16.10	Colocación de las cargas vivas	508	
16.11	Análisis de losas en dos direcciones con vigas	509	
16.12	Transmisión de momentos y cortantes entre losas y columnas	515	
16.13	Aberturas en los sistemas de losas	520	
16.14	Ejemplos con computadora	521	
	Problemas	522	
17. Losas en dos direcciones, método del marco equivalente 524			
<hr/>			
17.1	Distribución de momentos para miembros no prismáticos	524	
17.2	Introducción al método del marco equivalente	525	
17.3	Propiedades de las vigas losas	527	
17.4	Propiedades de columnas	530	
17.5	Ejemplo de problema	531	
17.6	Análisis con computadora	535	
17.7	Ejemplos con computadora	536	
	Problemas	537	
18. Muros 538			
<hr/>			
18.1	Introducción	538	
18.2	Muros no portantes	538	
18.3	Muros de concreto de carga. Método empírico de diseño	540	
18.4	Muros de concreto soportantes de carga. Diseño racional	543	
18.5	Muros de cortante	545	
18.6	Requisitos del ACI para muros de cortante	549	
18.7	Aspectos económicos de la construcción de muros	554	
18.8	Ejemplos con computadora	555	
	Problemas	556	
19. Concreto presforzado 558			
<hr/>			
19.1	Introducción	558	
19.2	Ventajas y desventajas del concreto presforzado	560	
19.3	Pretensado y postensado	560	
19.4	Materiales usados para el concreto presforzado	561	
19.5	Cálculos de esfuerzos	563	
19.6	Formas de las secciones presforzadas	567	
19.7	Pérdidas de presfuerzo	570	
19.8	Resistencia última de secciones presforzadas	573	
19.9	Deflexiones	577	
19.10	Fuerza cortante en secciones presforzadas	581	
19.11	Diseño del refuerzo por cortante	582	
19.12	Temas adicionales	586	
19.13	Ejemplos con computadora	588	
	Problemas	589	
20. Cimbras 594			
<hr/>			
20.1	Introducción	594	
20.2	Responsabilidad en el diseño de cimbras	594	
20.3	Materiales usados en la cimbra	595	
20.4	Abastecimiento de cimbras	596	
20.5	Economía en el cimbrado	597	
20.6	Mantenimiento de la cimbra	598	
20.7	Definiciones	599	
20.8	Fuerzas aplicadas a las cimbras para concreto	601	
20.9	Análisis de cimbras para losas de pisos y techos	604	
20.10	Diseño de cimbras para losas de pisos y techos	613	
20.11	Diseño del apuntalamiento	616	
20.12	Esfuerzos de aplastamiento o apoyo	622	
20.13	Diseño de cimbras para muros	625	
	Problemas	628	
21. Diseño sísmico de las estructuras de concreto reforzado 629			
<hr/>			
21.1	Introducción	629	
21.2	Terremoto máximo considerado	630	
21.3	Clasificación de suelo en el sitio	630	
21.4	Factores de ocupación y de importancia	632	
21.5	Categorías de diseño sísmico	632	
21.6	Cargas de diseño sísmico	632	
21.7	Requisitos de detallado para las diferentes clases de marcos de concreto reforzado para momentos	638	
	Problemas	645	
A. Tablas y gráficas: unidades usuales en EUA 646			
<hr/>			
B. Tablas en unidades del SI 682			
<hr/>			
C. El método de diseño del puntal y el tirante 688			
<hr/>			
D. Notación usada con frecuencia 696			
<hr/>			
Glosario		699	
Índice		703	