

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