

Indice

Notación, XIII

1. VERIFICACION DE LA CAPACIDAD DE USO, 1
 - 1.1. Grados de exigencia del aprovechamiento en la zona de uso, 1
 - 1.2. Valores límite del comportamiento de las estructuras, 2
2. LIMITACION DE LA FISURACION Y DEL ANCHO DE LAS FISURAS, 4
 - 2.1. Introducción, 4
 - 2.1.1. Fisuración y objeto de la limitación de fisuras, 4
 - 2.1.2. Tipos de fisuras, 6
 - 2.1.3. Sobre la definición del ancho w de las fisuras y de sus valores límite, 8
 - 2.2. Sucesos en la fisuración, 9
 - 2.2.1. Salto de la tensión en el acero y perturbación de la adherencia al producirse la primera fisura, 9
 - 2.2.2. Separación de las fisuras en zonas traccionadas armadas. Grados de fisuración, 13
 - 2.2.3. Separación de fisuras en el caso de zonas traccionadas de poca altura en relación con el espesor de la losa, 15
 - 2.2.4. Zona de acción de la armadura F_{bw} , 16
 - 2.3. Determinación en la práctica de la separación de fisuras, 18
 - 2.3.1. Introducción de los factores k (basados en G. Rehm y H. Martin), 18
 - 2.4. Determinación del ancho de las fisuras, 21
 - 2.4.1. Desarrollo del ancho de las fisuras para la primera carga, 21
 - 2.4.2. Influencia de la repetición y duración de las cargas, 25
 - 2.4.3. Ancho crítico de las fisuras $w_k = k_4 W_m$, 26
 - 2.4.4. Fórmulas para el ancho crítico de las fisuras, 26
 - 2.5. Influencia sobre el ancho de las fisuras de la diferencia entre las direcciones de la armadura y de las tensiones, 28
 - 2.6. Limitación del ancho de las fisuras según la DIN 1045, edición 1972, 28
 - 2.6.1. Deducción de las fórmulas, 28
 - 2.6.2. Prescindencia de la verificación de la fisuración para $\mu \leq 0,3 \%$: un error, 30
 - 2.7. Aplicación práctica de los conocimientos relativos a limitación de la fisuración en tracción y flexión, 30
 - 2.7.1. Diagramas para la limitación de fisuras en el caso de tracción debida a tensiones de coacción u originadas por cargas, 30
 - 2.7.2. Diagramas para flexión simple y flexión compuesta (tracción o compresión), 32
 - 2.7.3. Influencia de la contracción y de la temperatura sobre la abertura de las fisuras, 37
 - 2.7.4. Limitación de fisuras en vigas de hormigón pretensado, con tensión previa limitada, moderada o, respectivamente, parcial, 37
 - 2.8. Limitación del ancho de las fisuras de corte, 39
 - 2.8.1. Ancho de las fisuras de corte en el alma de las vigas, 39

- 2.8.2. Anchos de fisuras de corte en losas o almas gruesas, 42
- 2.9. Limitación del ancho de las fisuras de torsión, 42
 - 2.9.1. Observación preliminar, 42
 - 2.9.2. La tensión determinante en el acero σ_{ew} , 42
 - 2.9.3. Cálculo del ancho de fisuras en torsión para una armadura ($90^\circ + 0^\circ$), 43
 - 2.9.4. Ancho de fisura en torsión con armadura a 45° , 45
- 2.10. Limitación del ancho de las fisuras superficiales debidas a tensiones propias, 45
- 2.11. Limitación del ancho de las fisuras sin recurrir a armadura, 46
- 2.12. Ejemplos de aplicación, 47
- 2.13. Indicaciones prácticas y límites para la verificación, 59
 - 2.13.1. Puede prescindirse de verificar la limitación de fisuras, 59
 - 2.13.2. Separación de las barras de armadura, 60
- 2.14. Armaduras mínimas, 60
- 3. DEFORMACIONES DE LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGON. GENERALIDADES, 64
 - 3.1. Objetivos del cálculo de las deformaciones, 64
 - 3.1.1. Asegurar la capacidad de servicio, 64
 - 3.1.2. Asegurar la capacidad portante, 64
 - 3.2. Causas, tipos, valores de cálculo y dispersión de las deformaciones, 65
 - 3.2.1. Causas y tipos, 65
 - 3.2.2. Valores de cálculo de las rigideces, 65
 - 3.2.2.1. Valores característicos de los materiales E_s y E_b , 65
 - 3.2.2.2. Valores correspondientes a la sección transversal, 68
 - 3.2.3. Dispersión de las rigideces, 69
 - 3.2.4. Coeficientes de contracción y fluencia lenta, 69
 - 3.3. La colaboración del hormigón entre fisuras, 70
 - 3.3.1. Influencia del tipo y grado de sollicitación sobre el alargamiento medio de barras traccionadas, 70
 - 3.3.2. Hipótesis para la expresión analítica de la colaboración del hormigón entre fisuras, 72
 - 3.4. Hipótesis relativas a la amplitud de dispersión de las rigideces, 75
 - 3.5. Hipótesis para tener en cuenta las repeticiones de cargas, 76
- 4. DEFORMACIONES POR ESFUERZO AXIL, RIGIDEZ A LA DEFORMACION AXIL, 77
 - 4.1. Acortamiento de piezas comprimidas por compresión axil, de corta y de larga duración, 77
 - 4.2. Alargamiento de elementos traccionados axilmente, 81
 - 4.2.1. Estado I para cargas de corta y de larga duración, 81
 - 4.2.2. Estado II para cargas de corta y de larga duración, 82
- 5. DEFORMACIONES POR FLEXION, RIGIDEZ A LA FLEXION: SIN DEFORMACIONES POR CORTE Y SIN ESFUERZO AXIL, 87
 - 5.1. Principios básicos presentados en forma simple, 87
 - 5.2. Rigidez a la flexión en el Estado I, 90
 - 5.3. Rigidez a la flexión en la zona de fisuración; sólo para $\mu < 0,7$ % es significativa, 91
 - 5.4. Rigidez a la flexión en el Estado II, configuración definitiva de fisuras, 92
 - 5.5. Rigidez a la flexión en el Estado II puro, 93
 - 5.6. Variación de las rigideces a la flexión en el caso de sollicitación a flexión creciente, 96
 - 5.7. Cálculo de la flecha f_0 para la 1ª carga y para carga de corta duración, 98
 - 5.7.1. Distintos factores de dependencia, 98
 - 5.7.2. Determinación de la flecha inicial f_0 , 99
 - 5.7.3. Procedimiento simplificado para determinar f_0 , 101
 - 5.7.4. Disminución del valor de f_0 mediante armadura comprimida, 101
 - 5.8. Cálculo de la flecha para carga permanente (fluencia lenta y contracción de fraguado), 102
 - 5.8.1. Flecha debida a la fluencia lenta del hormigón e influencia de la armadura de compresión en flexión, 102
 - 5.8.2. Flecha como consecuencia de la contracción del hormigón en el Estado II, 106
 - 5.9. Otras indicaciones relativas a la flecha, 108
 - 5.9.1. Flecha en flexión compuesta y en secciones especiales, 108
 - 5.9.2. Algunos medios auxiliares para diversos sistemas estáticos y tipos de carga, 109
 - 5.10. Prevención de daños debidos a flechas en estructuras de hormigón armado y limitación de aquéllas, 110
 - 5.10.1. Tipos comunes de daños y medios para evitarlos, 110
 - 5.10.2. Prevención de daños, 112
 - 5.10.3. Limitación de flechas y esbelteces l/d , 113

6. DEFORMACIONES DEBIDAS AL ESFUERZO DE CORTE, DEFORMACIONES POR RESBALAMIENTO, RIGIDEZES AL RESBALAMIENTO, 114
 - 6.1. Panorama general y significado práctico, 114
 - 6.2. Deformaciones por corte en el Estado I (despreciables en la práctica), 115
 - 6.3. Deformaciones por corte en el Estado II, 116
 - 6.3.1. Observación previa importante, 116
 - 6.3.2. Fórmulas teóricas fundamentales para la rigidez al corte en el Estado II puro, sobre la base del modelo de reticulado de cordones paralelos, 117
 - 6.3.3. Adecuación empírica de la fórmula fundamental correspondiente al Estado II, a las condiciones reales mediante la analogía generalizada del reticulado, 120
 - 6.4. Deformaciones adicionales por corte, debidas a la fluencia lenta y a la contracción del hormigón para el Estado II, 122
 - 6.5. Algunas observaciones relativas a la interpretación de la rigidez al corte, 124
 - 6.5.1. Relación entre las rigideces al corte correspondientes a los Estados II y I, 125
 - 6.5.2. Relación entre las partes de la flecha correspondiente a corte y a flexión, para establecer un criterio sobre el límite para considerar la deformación por corte, 126
7. DEFORMACIONES POR TORSION, RIGIDEZ A LA TORSION, 129
 - 7.1. Panorama general y significado práctico, 129
 - 7.2. Rigidez a la torsión en el Estado I, 132
 - 7.3. Rigidez a la torsión para el Estado II, incluyendo la región de fisuración, 134
 - 7.3.1. Límites de la región de fisuración, 134
 - 7.3.2. Fórmulas fundamentales para la rigidez a la torsión en el Estado II puro, 134
 - 7.3.3. Adecuación empírica de las fórmulas fundamentales para el Estado II, en la región de fisuración y hasta llegar a M_T adm, 139
 - 7.4. Deformaciones por torsión ulteriores debidas a la fluencia lenta y contracción del hormigón en el Estado II, 141
 - 7.5. Relación entre las rigideces a la torsión y a la flexión, 142
 - 7.6. Rigideces a la torsión y a la flexión en el caso de torsión con flexión y corte, 143
 - 7.6.1. Observación previa, 143
 - 7.6.2. Influencias recíprocas de T, M y Q, 146
 - 7.6.3. Recomendaciones provisionales para el cálculo de deformaciones para T + M + Q, 148
 - 7.7. Influencia del pretensado sobre las deformaciones por torsión, 149
8. DEFORMACIONES EN EL REGIMEN ANELASTICO (ESTADO III), 151
 - 8.1. Objetivo de la consideración del Estado III, 151
 - 8.2. Deformaciones por flexión en el Estado III, 151
 - 8.3. Articulaciones plásticas, rotación de la articulación, 156
 - 8.4. Rotación para flexión con esfuerzo axial de compresión (M y N), 162
 - 8.5. Redistribución de momentos en estructuras hiperestáticamente sustentadas, 164
 - 8.5.1. Distribución de momentos para el Estado II, 164
 - 8.5.2. Redistribución de momentos en el Estado III, 166
 - 8.5.3. Método simplificado, linealizado, para la redistribución de momentos, 173
9. TEORIA DE LAS LINEAS DE ROTURA PARA ESTRUCTURAS DE SUPERFICIE, PREFERENTEMENTE PARA PLACAS (YIELD LINE THEORY), 176
 - 9.1. Observación preliminar, 176
 - 9.2. Introducción, 177
 - 9.3. Las líneas de rotura, 178
 - 9.4. Los esfuerzos característicos en las secciones, 179
 - 9.5. Condiciones especiales en los vértices de las placas, 183
 - 9.6. Determinación de la carga portante definida como momento de rotura determinante, 184
 - 9.7. Limitaciones para la aplicación de la Teoría de las líneas de rotura, 185
 - 9.8. Ejemplo de aplicación, 186

Bibliografía, 189