

Índice

| | |
|---|-----------|
| Resumen | 5 |
| Agradecimientos | 9 |
| I Modelos Reológicos. Micromecánica | 11 |
| 1 Introducción a la microestructura del hormigón | 11 |
| 1.1 Introducción | 11 |
| 1.2 Composición del hormigón | 11 |
| 1.3 Tensión superficial o energía libre de superficie | 12 |
| 1.4 El agua en la microestructura del hormigón | 13 |
| 2 Retracción. Fenómeno y mecanismo físico | 13 |
| 2.1 Fenómeno. Variables que intervienen | 13 |
| 2.2 Mecanismo físico | 19 |
| 2.3 Interpretación de la influencia de las distintas variables a la luz de los mecanismos físicos que intervienen | 20 |
| 3 Fluencia. Fenómeno y mecanismos físicos | 21 |
| 3.1 Fenómeno. Variables que intervienen | 21 |
| 3.2 Mecanismos físicos | 33 |
| 3.3 Interpretación de la influencia de las distintas variables a la luz de los mecanismos físicos de la fluencia | 34 |
| 4 Modelos reológicos | 36 |
| 4.1 Introducción | 36 |
| 4.2 Modelos de mayor difusión | 37 |
| 5 Base de datos | 44 |
| 5.1 Introducción | 44 |
| 5.2 Objetivos | 45 |
| 5.3 Datos | 45 |
| 5.4 Opciones | 46 |
| 5.5 Contrastación de los modelos reológicos | 50 |
| 6 Consideraciones finales | 52 |
| II Efectos Estructurales. Cálculo paso a paso | 55 |
| 1 Introducción | 55 |
| 1.1 Causas de la redistribución de tensiones | 55 |
| 1.2 Necesidad del cálculo paso a paso | 56 |
| 2 Análisis a tiempo cero | 57 |
| 2.1 Ecuaciones Constitutivas | 57 |
| 2.2 Ecuaciones de compatibilidad | 60 |
| 2.3 Ecuaciones de equilibrio | 60 |
| 3 Procedimiento operativo | 61 |
| 3.1 Análisis a nivel de estructura | 61 |
| 3.2 Análisis a nivel de sección | 68 |
| 4 Análisis a tiempo infinito | 69 |
| 4.1 Ecuaciones constitutivas | 69 |
| 4.2 Ecuaciones de compatibilidad | 73 |
| 4.3 Ecuaciones de equilibrio | 74 |
| 5 Procedimiento operativo | 74 |

| | | |
|---|---|------------|
| 5.1 | Análisis a nivel de estructura | 74 |
| 5.2 | Análisis a nivel de sección . . . | 74 |
| III Estudio Experimental. Contrastación del Modelo | | 77 |
| 1 | Introducción | 77 |
| 2 | Estudio Experimental | 77 |
| 2.1 | Descripción de las características mecánicas y geométricas de las vigas ensayadas | 77 |
| 2.2 | Historia de cargas | 79 |
| 2.3 | VARIABLES estudiadas experimentalmente e instrumentación utilizada | 82 |
| 2.4 | Fabricación y preparación de las vigas para el ensayo . . . | 84 |
| 2.5 | Desarrollo del ensayo | 88 |
| 2.6 | Presentación y análisis de los resultados experimentales | 92 |
| 2.7 | Ensayos complementarios para el estudio del hormigón . | 111 |
| 2.8 | Ensayos complementarios para el estudio de los aceros | 128 |
| 3 | Contrastación experimental del modelo teórico | 129 |
| 3.1 | Introducción | 129 |
| 3.2 | Contrastación ensayos VH | 130 |
| 4 | Consideraciones finales | 137 |
| IV Efectos Estructurales. Métodos Simplificados | | 139 |
| 1 | Introducción | 139 |
| 2 | Método de Dischinger | 140 |
| 3 | Método de las j | 140 |
| 4 | Método del Coeficiente de Envejecimiento | 141 |
| 7 | Formulación general basada en el coeficiente de envejecimiento | 142 |
| 7.1 | Análisis a tiempo cero | 142 |
| 7.2 | Análisis a tiempo infinito | 144 |
| 7.3 | Cálculo práctico de la redistribución de esfuerzos a nivel de la estructura | 148 |
| 7.4 | Cálculo de los incrementos de tensión en el hormigón y en el acero . | 149 |
| 7.5 | Método operativo | 149 |
| 7.6 | Aplicación a secciones y estructuras evolutivas | 150 |
| 8 | Una observación acerca del Método del Coeficiente de Envejecimiento y la función de fluencia | 153 |
| 9 | Fórmulas simplificadas para casos particulares | 153 |
| 9.1 | Estructuras de hormigón pretensado | 153 |
| 9.2 | Evaluación simplificada de la redistribución de esfuerzos debida a cambios en las condiciones de apoyo | 154 |
| 10 | Contrastación del método del coeficiente de envejecimiento | 155 |
| 10.1 | Ejemplo No. 1: Viga mixta de dos vanos | 156 |
| 10.2 | Ejemplo No. 2: Variante de Amorebieta. Paso superior No. 1 | 163 |
| 10.3 | Ejemplo No. 3: Paso superior sobre la Carretera de Burgos. San Chinarro. | 169 |
| 10.4 | Ejemplo No. 4: Puente de Vigas. | 176 |
| 10.5 | Ejemplo No. 5: Puente losa construido sobre cimbra. Estructura 5. M-40 Cierre Norte. Tramo II. | 179 |
| 10.6 | Ejemplo No. 6: Puente losa construido vano a vano. Acondicionamiento de la CN-634. Tramo Sarón-Castañeda. Estructura 1. | 187 |
| 10.7 | Ejemplo No. 7: Puente Arco de hormigón construido evolutivamente. Variante del Tiemblo. | 193 |
| 10.8 | Consideraciones finales | 197 |
| V Efectos Estructurales. Incertidumbres | | 199 |
| 1 | Introducción | 199 |
| 2 | Definición de <i>sensibilidad</i> frente al valor final de las deformaciones de fluencia y retracción | 201 |
| 3 | Sensibilidad frente a la velocidad de desarrollo de las deformaciones reológicas . | 202 |
| 4 | Metodología | 202 |
| 5 | Uso de Valores característicos | 203 |
| 6 | Análisis estadístico | 204 |

| | | |
|---|---|------------|
| 6.1 | Análisis estadístico sin considerar la correlación fluencia-retracción | 204 |
| 6.2 | Análisis estadístico considerando la correlación fluencia-retracción | 206 |
| 7 | Ejemplos de aplicación | 207 |
| 7.1 | Introducción | 207 |
| 7.2 | Aplicación al caso de una losa postesada construida sobre cimbra . | 207 |
| 7.3 | Aplicación al caso de un puente de vigas . | 212 |
| 7.4 | Aplicación a una viga mixta . | 216 |
| 8 | Consideraciones finales | 219 |
| Conclusiones | | 223 |
| Trabajos Futuros | | 229 |
| Bibliografía | | 231 |
| A Modelos para el Módulo de Deformación Longitudinal | | 235 |
| 1 | Modelo ACI-209 | 235 |
| 2 | Modelo CM-90 | 235 |
| 3 | Modelo IEH-91 | 236 |
| 4 | Modelo Experimental. Ensayos Corres-Rodríguez | 236 |
| B Modelos para la fluencia del hormigón | | 237 |
| 1 | Modelo ACI-209 | 237 |
| 2 | Modelo CEB-90 . | 238 |
| 3 | Modelo CEB-78 . | 238 |
| 4 | Modelo B3 | 240 |
| C Modelos para la retracción del hormigón | | 243 |
| 1 | Modelo ACI-209 | 243 |
| 2 | Modelo CEB-90 . | 244 |
| 3 | Modelo CEB-78 . | 244 |
| 4 | Modelo B3 | 245 |
| D Modelos para la relajación intrínseca del acero de pretensar | | 247 |
| 1 | Modelo CEB-78 | 247 |
| E Fuerzas de empotramiento perfecto en un cálculo matricial respecto de una fibra cualquiera | | 249 |
| 1 | Deformación axil impuesta con variación parabólica a lo largo de la barra | 249 |
| 2 | Curvatura impuesta con variación parabólica a lo largo de la barra | 250 |
| 3 | Carga uniforme extendida a toda la barra | 250 |
| 4 | Carga puntual | 251 |
| F Notación | | 253 |
| 1 | Características mecánicas | 253 |
| 2 | Deformaciones | 253 |
| 3 | Tensiones | 254 |
| 4 | Esfuerzos | 254 |
| 5 | Parámetros del comportamiento reológico | 254 |
| 6 | Composición del hormigón | 254 |