

SUMÁRIO

1ª PARTE - CONCEITOS BÁSICOS SOBRE CISALHAMENTO

CAPÍTULO 1

TENSÕES DE CISALHAMENTO NA FLEXÃO EM REGIME ELÁSTICO..... 12

- 1.1 Condições de equilíbrio na flexão simples..... 12
- 1.2 Cisalhamento nas vigas de seção constante 14
- 1.3 Direção e sentido das tensões de cisalhamento 19
- 1.4 Cisalhamento em barras de seção variável 26
- 1.5 Tensões principais..... 29
- 1.6 Natureza simplificada da teoria..... 31

CAPÍTULO 2

FORÇAS CORTANTES REDUZIDAS 34

- 2.1 A resultante das tensões de cisalhamento..... 34
- 2.2 O conceito de força cortante reduzida..... 39
- 2.3 Cisalhamento na flexão composta..... 42
- 2.4 Forças cortantes reduzidas nas peças de concreto armado..... 47
- 2.5 Cisalhamento nas peças usuais de concreto armado 51
- 2.6 Forças cortantes reduzidas nas peças de concreto protendido 54
- 2.7 Vigas protendidas com cabos inclinados..... 57

CAPÍTULO 3

ANÁLISE ESTRUTURAL – DETERMINAÇÃO DOS ESFORÇOS SOLICITANTES – EXEMPLOS..... 64

- 3.1 Critérios de classificação das ações..... 64
- 3.2 Combinações de cálculo e critérios de segurança..... 68
- 3.3 Exemplo nº 1: Viga isostática de seção constante em edifício de oficinas;
Flexão simples devida a ações permanentes e ações variáveis de mesma
natureza, combinação última fundamental e combinação de serviço..... 71
- 3.4 Exemplo nº 2: Viga isostática de seção constante em edifício de oficinas;
Flexão simples devida a ações permanentes de grande variabilidade e
duas ações variáveis de naturezas diferentes; Duas combinações últimas
fundamentais e duas combinações de serviço..... 74

SUMÁRIO

3.5 Exemplo nº 3: Viga isostática de seção constante; Flexão simples devida a ações permanentes de grande variabilidade e ações variáveis com carregamento alternado.....	77
3.6 Exemplo nº4: Viga isostática de seção constante; Flexão simples devida a ações permanentes de grande variabilidade e ações variáveis móveis.....	80
3.7 Exemplo nº5: Viga isostática de concreto armado de seção variável; Flexão simples e composta; Combinação principal e combinação secundária	85
3.8 Exemplo nº6: Viga hiperestática de seção constante; Flexão simples devida a ações permanentes e ações variáveis com carregamento alternado; Combinação principal e combinação secundária	90

2ª PARTE - CISLHAMENTO NO CONCRETO ESTRUTURAL

CAPÍTULO 4	
VIGAS DE CONCRETO ARMADO	96
4.1 Modelo resistente de treliça.....	96
4.2 Transição do comportamento de viga para o de treliça.....	99
4.3 Modos de ruptura.....	102
4.4 Estados limites últimos de solicitações tangenciais.....	106
4.5 Princípio fundamental de segurança em relação às solicitações tangenciais	108
4.6 Funcionamento de estribos perpendiculares ao eixo da peça	108
4.7 Funcionamento de estribos inclinados.....	112
4.8 Funcionamento de barras dobradas.....	113
CAPÍTULO 5	
ANALOGIAS DE TRELIÇA.....	116
5.1 Analogia da treliça clássica.....	116
5.2 Treliça clássica com armadura vertical	120
5.3 Treliça clássica com armadura transversal inclinada	127
5.4 Analogia generalizada da treliça	133
5.5 Tensões na armadura transversal.....	135
5.6 Tensões nas bielas diagonais.....	138
5.7 Tensões na armadura longitudinal de flexão	139

CAPÍTULO 6

PEÇAS DE CONCRETO ARMADO COM ARMADURA DE CISALHAMENTO 142

6.1 Tensões na armadura transversal.....	142
6.2 Redução da força cortante por inclinação do banzo comprimido.....	144
6.3 Tensões nas bielas diagonais.....	146
6.4 Eficiência dos estribos inclinados.....	150
6.5 Influência da taxa de armadura transversal sobre a compressão das bielas	151
6.6 Intervalo de variação da inclinação das bielas.....	153
6.7 Flexão local das barras da armadura longitudinal de flexão	158
6.8 Cisalhamento junto a cargas concentradas.....	161
6.9 Cisalhamento nas abas salientes.....	167

CAPÍTULO 7

PEÇAS SEM ARMADURA DE CISALHAMENTO 170

7.1 Ruptura de peças sem armadura de cisalhamento	170
7.2 Mecanismos resistentes ao cisalhamento	174
7.3 Investigação experimental sobre a resistência na flexão simples.....	180
7.4 Outras investigações experimentais.....	191
7.5 Dispensa da armadura de cisalhamento	194
7.6 Cisalhamento na flexo-tração	199
7.7 Cisalhamento na flexo-compressão	202

CAPÍTULO 8

PEÇAS DE CONCRETO PROTENDIDO 206

8.1 Interação dos cabos de protensão com o concreto das peças estruturais	206
8.2 Fissuração das vigas de concreto protendido.....	210
8.3 Modos de ruptura e estados limites últimos.....	214
8.4 Influência da força normal longitudinal sobre o cisalhamento.....	215
8.5 Redução da armadura transversal em função da força normal	222
8.6 Vigas com cabos inclinados.....	226

SUMÁRIO

CAPÍTULO 9	
REGRAS DE DIMENSIONAMENTO	230
9.1 Lajes sem armadura de cisalhamento	230
9.2 Peças com armadura de cisalhamento.....	232

3ª PARTE - CISALHAMENTO NA TORÇÃO

CAPÍTULO 10	
TORÇÃO DE SEÇÕES ABERTAS DE PAREDE DELGADA.....	246
10.1 Barras de seção circular.....	246
10.2 Analogia da membrana.....	249
10.3 Torção uniforme de seções retangulares delgadas	251
10.4 Torção uniforme de seções trapezoidais delgadas.....	256
10.5 Seções abertas de parede delgada.....	258
10.6 Centro de cisalhamento de seções duplamente simétricas	260
10.7 Centro de cisalhamento de seções com uma única simetria	261
10.8 Exemplo importante	263
10.9 Centro de cisalhamento de seções abertas de forma qualquer.....	265
CAPÍTULO 11	
TORÇÃO DE SEÇÕES FECHADAS DE PAREDE DELGADA.....	268
11.1 Tensões	268
11.2 Rigidez	272
11.3 Analogia da membrana	274
11.4 Centro de cisalhamento das barras de seção fechada.....	276
11.5 Exemplo.....	282
11.6 Seções parcialmente fechadas.....	287
11.7 Exemplo de seção parcialmente fechada	289
11.8 Seções multicelulares	290
11.9 Exemplo de seção multicelular.....	293

CAPÍTULO 12	
TORÇÃO EM PEÇAS DE CONCRETO ESTRUTURAL	298
12.1 Torção em peças de concreto armado	298
12.2 Analogia da treliça espacial	301
12.3 O modelo de treliça espacial	303
12.4 Rigidez à torção	309
12.5 Torção de peças de concreto protendido	312
CAPÍTULO 13	
TORÇÃO EM REGIME DE RUPTURA	314
13.1 Torção pura	314
13.2 Tensões nas bielas diagonais	317
13.3 Tensões na armadura transversal	320
13.4 Tensões na armadura longitudinal	322
13.5 Torção composta	324
13.6 Flexo-torção	326