

Indice

Premessa	pag. XIII
Prefazione	» XV

1. Tipologie strutturali, materiali e criteri di verifica

1.1. Premessa	» 2
1.2. Le strutture composte acciaio-calcestruzzo	» 2
1.2.1. I vantaggi del sistema composto acciaio-calcestruzzo	» 6
1.2.2. L'esempio della First City Tower.....	» 8
1.3. Tipologie di strutture composte acciaio-calcestruzzo.....	» 12
1.3.1. Solette.....	» 12
1.3.2. Travi	» 15
1.3.3. Colonne	» 18
1.3.4. Telai.....	» 22
1.4. I materiali strutturali: acciaio e calcestruzzo	» 28
1.4.1. I legami costitutivi sperimentali	» 28
1.4.2. I legami costitutivi per il calcolo.....	» 29
1.5. Criteri di verifica	» 32
1.5.1. Il metodo semi-probablistico agli stati limite.....	» 33
1.5.2. Le azioni e le combinazioni di carico per stato limite ultimo e di servizio	» 34
1.5.3. Effetti delle azioni.....	» 36

2. Solette composte

2.1. Premessa	» 40
2.2. Cenni sull'instabilità locale in laminati piani	» 40
2.2.1. Instabilità locale per tensioni normali	» 42
2.2.2. Instabilità locale per azioni tangenziali	» 47
2.3. Generalità sul calcolo delle solette composte	» 48
2.3.1. Raccomandazioni normative	» 50
2.3.1.1. Spessore minimo delle lamiere grecate	» 50
2.3.1.2. Spessore della soletta e armatura	» 50
2.3.1.3. Inerti	» 51
2.3.1.4. Requisiti degli appoggi	» 51
2.3.2. Azioni e combinazioni di carico.....	» 52
2.3.2.1. Lamiera grecata utilizzata come cassero nella fase di costruzione	» 52
2.3.2.2. Soletta composta	» 54
2.3.3. Resistenze di calcolo.....	» 54
2.4. Verifiche della lamiera grecata nella fase di costruzione	» 55
2.4.1. Verifica a flessione	» 55
2.4.2. Verifica a taglio della lamiera	» 55
2.4.3. Verifica allo stato limite di inflessione	» 56
2.5. Verifiche allo stato limite ultimo della soletta composta	» 56
2.5.1. Calcolo della resistenza a flessione	» 58
2.5.1.1. Momento flettente positivo.....	» 58
2.5.1.2. Momento flettente negativo	» 61
2.5.2. Calcolo della resistenza allo scorrimento longitudinale	» 63
2.5.2.1. Il metodo $m-k$	» 63
2.5.2.2. Il metodo dell'interazione parziale	» 65
2.5.2.3. Metodi a confronto	» 67
2.5.2.4. Solette con ancoraggio alle estremità	» 70
2.5.3. Calcolo della resistenza a taglio	» 71
2.5.4. Calcolo della resistenza al punzonamento ed effetti locali	» 73

2.5.4.1. Verifica a punzonamento	»	73
2.5.4.2. Effetti locali	»	74
2.5.5. Interazione tra flessione, taglio e scorrimento	»	77
2.5.5.1. Crisi per flessione	»	77
2.5.5.2. Crisi per taglio	»	78
2.5.5.3. Crisi per scorrimento	»	78
2.6. Stato limite di servizio della soletta composta	»	79
2.6.1. Fessurazione del calcestruzzo	»	79
2.6.2. Stato limite di deformabilità (inflessione)	»	80
2.6.2.1. Fessurazione e tension stiffening	»	83
3. Travi composte		
3.1. Premessa	»	88
3.2. Classificazione e resistenza delle sezioni composte	»	89
3.2.1. Classificazione delle sezioni	»	89
3.2.2. Resistenza delle sezioni	»	95
3.3. Effetti viscosi del calcestruzzo	»	98
3.3.1. Richiami di teoria della viscoelasticità lineare	»	99
3.3.2. Valutazione delle deformazioni viscose	»	102
3.3.3. Metodo EM	»	105
3.3.4. Metodo AAEM	»	106
3.3.5. Metodo AAEM semplificato	»	109
3.4. Travi composte isostatiche	»	110
3.4.1. Verifica a flessione	»	113
3.4.1.1. Calcolo del momento resistente mediante il metodo plastico	»	117
3.4.1.2. Criteri di progetto	»	120
3.4.2. Verifica a taglio	»	122
3.4.3. Stato limite di servizio	»	125
3.4.3.1. Valutazione delle tensioni a breve e lungo termine	»	125
3.4.3.2. Valutazione degli effetti del ritiro	»	127
3.4.3.3. Verifiche allo stato limite di servizio mediante l'analisi elastica	»	131
3.5. Travi composte iperstatiche	»	138
3.5.1. Calcolo del momento resistente mediante il metodo plastico	»	138
3.5.2. Generalità sull'analisi strutturale	»	141
3.5.2.1. Analisi lineare elastica	»	142
3.5.2.2. Analisi non lineare e ridistribuzione dei momenti	»	143
3.5.2.3. Analisi plastica	»	147
3.5.3. Analisi lineare elastica con ridistribuzione dei momenti	»	152
3.5.3.1. Analisi non lineare semplificata	»	155
3.5.3.2. Coefficiente di ridistribuzione dei momenti – Analisi parametrica	»	158
3.5.3.3. Coefficiente di ridistribuzione dei momenti – Formulazione semplificata	»	161
3.5.4. Osservazioni riepilogative sul progetto agli stati limite di travi continue mediante l'analisi lineare con ridistribuzione dei momenti	»	163
3.5.4.1. Stato limite ultimo	»	163
3.5.4.2. Stato limite di servizio	»	166
3.5.5. Effetti iperstatici dovuti al ritiro	»	171
3.5.6. Verifiche agli stati limite di servizio	»	171
3.5.6.1. Stato limite di deformabilità e limitazione delle tensioni in esercizio	»	171
3.5.6.2. Stato limite di fessurazione	»	172
3.6. Connessione acciaio-calcestruzzo	»	174
3.6.1. Tipologie e classificazione dei connettori	»	176
3.6.2. Resistenza del sistema di connessione	»	179
3.6.3. Il calcolo elastico del sistema di connessione	»	187
3.6.4. Il calcolo plastico del sistema di connessione (trave isostatica)	»	189

3.6.5. Il calcolo plastico del sistema di connessione (travi iperstatiche)	» 193
3.6.6. Il calcolo del sistema di connessione parziale	» 195
3.6.7. Travi composite acciaio-calcestruzzo con connessione deformabile	» 198
3.6.7.1. Modello analitico di trave composta con connessione deformabile	» 198
3.6.7.2. Analisi strutturale di travi composite con connessione lineare.....	» 201
3.6.7.3. Calcolo delle inflessioni in travi composite con parziale interazione per le verifiche allo stato limite di servizio	» 205
3.6.7.4. Calcolo delle inflessioni di travi composite con connessione deformabile a comportamento lineare o non lineare	» 207
3.7. Instabilità flesso-torsionale di travi composite	» 211
3.7.1. Generalità	» 211
3.7.2. Verifica semplificata senza calcolo diretto.....	» 213
3.7.3. Verifica analitica di instabilità flesso-torsionale di travi continue composite con sezioni di classe 1, 2 e 3	» 214
3.7.3.1. Verifica della sola trave metallica	» 214
3.7.3.2. Verifica della trave metallica vincolata alla soletta	» 217
3.8. Regole di progettazione e dettagli costruttivi	» 221
4. Colonne composite	
4.1. Premessa	» 226
4.2. Requisiti geometrici delle colonne composite	» 226
4.3. Richiami sull'instabilità di elementi compressi	» 227
4.4. Analisi strutturale ed effetti dell'ordine	» 231
4.4.1. Effetti del secondo ordine globali	» 231
4.4.2. Imperfezioni geometriche	» 234
4.4.3. Effetti del secondo ordine locali e verifica degli elementi strutturali	» 235
4.5. Capacità portante delle colonne composite	» 237
4.5.1. Capacità portante allo stato limite ultimo di colonne composite	» 238
4.5.1.1. Metodo generale di verifica	» 239
4.5.1.2. Metodo semplificato	» 246
4.5.2. Verifica di resistenza a compressione e instabilità della colonna.....	» 246
4.5.3. Verifica di resistenza a presso-flessione.....	» 250
4.5.3.1. Costruzione del dominio di interazione (N_u, M_u) con il metodo semplificato	» 250
4.5.3.2. Verifica a presso-flessione retta	» 256
4.5.3.3. Verifica a presso-flessione deviata	» 257
4.5.4. Verifica di resistenza a taglio e interazione taglio-momento.....	» 259
4.5.5. Verifica di resistenza nei confronti dello scorrimento	» 260
5. Esempio di progetto di una struttura composta acciaio-calcestruzzo adibita ad autorimessa	
5.1. Premessa	» 265
5.2. Normative di riferimento	» 266
5.3. Caratteristiche dei materiali	» 266
5.3.1. Calcestruzzo – C20/25	» 267
5.3.1.1. Deformazione libera da ritiro	» 267
5.3.1.2. Coefficiente di viscosità	» 268
5.3.2. Acciaio per barre d'armatura – B450C	» 268
5.3.3. Acciaio da carpenteria metallica – S275	» 269
5.3.4. Connettori a piolo muniti di testa (tipo Nelson)	» 269
5.3.5. Bulloni ad alta resistenza (classe 8.8)	» 270
5.4. Combinazioni di carico	» 270
5.5. Solaio	» 271
5.5.1. Analisi dei carichi	» 273
5.5.1.1. Fase di getto	» 273
5.5.1.2. Fase di utilizzo	» 274

5.5.2. Verifiche in fase di costruzione	» 275
5.5.2.1. Stato limite di servizio: verifica di deformabilità	» 275
5.5.2.2. Stato limite ultimo: verifica di resistenza a flessione	» 276
5.5.2.3. Stato limite ultimo: verifica di resistenza a taglio	» 277
5.5.3. Verifiche in fase di utilizzo	» 277
5.5.3.1. Stato limite ultimo: verifica di resistenza a flessione	» 277
5.5.3.2. Stato limite ultimo: verifica di resistenza a taglio	» 278
5.5.3.3. Stato limite ultimo: verifica di resistenza a scorrimento	» 280
5.5.3.4. Stato limite ultimo: verifica di resistenza a punzonamento	» 280
5.5.3.5. Stato limite di servizio: verifica a fessurazione	» 285
5.5.3.6. Stato limite di servizio: verifica di deformabilità	» 285
5.6. Trave secondaria.....	» 289
5.6.1. Dimensionamento	» 289
5.6.2. Analisi dei carichi.....	» 292
5.6.3. Verifiche allo stato limite ultimo	» 293
5.6.3.1. Verifica di resistenza a flessione	» 293
5.6.3.2. Verifica di resistenza a taglio	» 294
5.6.3.3. Verifica di resistenza a scorrimento e progetto dei connettori	» 294
5.6.4. Verifiche allo stato limite di servizio	» 297
5.6.4.1. Calcolo delle tensioni e delle frecce	» 297
5.7. Trave principale	» 301
5.7.1. Analisi dei carichi	» 304
5.7.2. Progetto della sezione	» 305
5.7.2.1. Progetto della sezione in campata	» 308
5.7.2.2. Progetto dell'armatura	» 309
5.7.3. Stato limite ultimo	» 311
5.7.3.1. Calcolo dei momenti resistenti plastici	» 311
5.7.3.2. Verifica della classe della sezione	» 312
5.7.3.3. Verifica di resistenza a taglio	» 313
5.7.3.4. Verifica di instabilità flesso-torsionale	» 314
5.7.3.5. Rivalutazione delle sollecitazioni elastiche	» 318
5.7.3.6. Verifica del coefficiente di ridistribuzione	» 318
5.7.3.7. Resistenza a flessione	» 320
5.7.3.8. Resistenza a scorrimento	» 320
5.7.4. Stati limiti di esercizio	» 322
5.7.4.1. Verifica di deformabilità	» 322
5.7.4.2. Verifica delle tensioni	» 325
5.8. Colonne	» 327
5.8.1. Verifica del campo di applicazione del metodo di progetto semplificato	» 330
5.8.2. Calcolo delle sollecitazioni	» 332
5.8.2.1. Carichi verticali e sforzo normale di compressione	» 332
5.8.2.2. Carichi orizzontali e sollecitazione flettente	» 334
5.8.3. Verifiche di resistenza a presso-flessione	» 338
5.8.3.1. Dominio di resistenza di presso-flessione retta N-M	» 338
5.8.4. Valutazione effetti del II ordine globali	» 340
5.8.5. Valutazione degli effetti delle imperfezioni	» 341
5.8.6. Valutazione effetti II ordine locali	» 342
5.8.7. Verifica a taglio	» 347
5.8.8. Verifiche degli spostamenti allo stato limite di danno	» 347
5.8.9. Progetto armatura trasversale, verifica duttilità	» 348
Sagomario	» 349
Bibliografia	» 410