

Indice

Prefazione	xiii
Parte I Introduzione	1
1 L'analisi strutturale	3
1.1 La fase di modellazione	4
1.1.1 La descrizione della geometria della struttura	5
1.1.2 Il modo di deformazione e le azioni interne	6
1.1.3 La modellazione dell'ambiente e dei materiali	8
1.2 La fase di calcolo	8
1.3 La fase di interpretazione	9
2 Gli strumenti	11
2.1 La misura delle grandezze fisiche	11
2.1.1 Multipli, sottomultipli, notazione esponenziale e radicali	12
2.1.2 Tempo e lunghezza	13
2.1.3 Forza, massa, velocità, accelerazione ed energia	14
2.2 Approssimazione numerica	16
2.2.1 Le grandezze infinitesime	18
2.2.2 Angoli e triangoli	19
2.3 Il grafico delle funzioni	22
2.3.1 La pendenza dei grafici	24
2.3.2 La concavità dei grafici	26
2.4 La ricostruzione delle funzioni a partire dalle derivate	28
2.5 I vettori in generale	32
2.5.1 Matrici e liste di numeri	33
2.5.2 Vettori dello spazio	34
2.6 La moltiplicazione	36
2.6.1 Prodotto righe per colonne di matrici	36

INDICE

2.6.2	Prodotto scalare e vettoriale tra vettori dello spazio . . .	38
2.7	Operazioni particolari sulle matrici	39
2.8	Le coordinate	41
2.8.1	Liste di numeri e matrici	42
2.8.2	I sistemi di riferimento per i vettori dello spazio	42
2.9	Le operazioni sui vettori dello spazio in coordinate	45
2.10	I problemi lineari	47
Parte II	I corpi rigidi	49
3	La cinematica dei corpi rigidi	51
3.1	La descrizione del movimento dei corpi liberi	51
3.2	La definizione di corpo rigido	53
3.3	I corpi discreti	54
3.3.1	Il corpo con due punti	54
3.3.2	Il corpo con tre punti	59
3.4	Il corpo rigido continuo	61
3.5	I piccoli spostamenti	65
3.6	Il centro di rotazione	67
3.7	I vincoli esterni	70
3.7.1	La modellazione	70
3.7.2	La definizione cinematica	73
3.8	I vincoli interni	76
3.8.1	Lo spostamento relativo	76
3.8.2	La rotazione relativa	78
3.8.3	La limitazione del movimento relativo	79
3.9	Il problema cinematico	81
3.10	Il metodo analitico	82
3.10.1	Strutture composte da un singolo corpo	82
3.10.2	Strutture composte da più corpi	85
3.11	La struttura delle equazioni di congruenza	88
3.12	Il metodo grafico	89
3.13	La classificazione cinematica delle strutture	97
4	La statica dei corpi rigidi	101
4.1	Il problema delle cause del movimento	101
4.1.1	Le forze	102
4.1.2	I momenti	103
4.1.3	Azione e reazione	105
4.2	I sistemi di forze in generale	106
4.2.1	Le forze concentrate	107
4.2.2	Le forze distribuite	108
4.3	Le forze sulle strutture	110

INDICE

4.3.1	I carichi	110
4.3.2	Le reazioni vincolari esterne	111
4.3.3	Le reazioni vincolari interne	115
4.3.4	Le azioni della struttura sull'ambiente	120
4.4	L'equilibrio	121
4.5	Equivalenza e riduzione dei sistemi di forze	122
4.6	Energia e lavoro	124
4.7	L'effetto dei sistemi di forze sui corpi liberi	127
4.7.1	Il corpo con un solo punto	127
4.7.2	I corpi rigidi con due punti	129
4.7.3	Le azioni interne	134
4.7.4	Il corpo rigido continuo	135
4.8	Il baricentro	136
4.9	Il momento delle forze rispetto ad un punto qualsiasi	137
4.9.1	Il trasporto del momento	145
4.9.2	La condizione di equivalenza	147
4.10	La riduzione dei sistemi di forze	149
4.10.1	Trasformazioni dei sistemi di forze	152
4.10.2	L'asse centrale	154
4.10.3	Ricapitolando	158
4.11	Il problema statico del calcolo delle reazioni vincolari	159
4.11.1	Le strutture ad un corpo	160
4.11.2	Le strutture isostatiche a più corpi	165
4.11.3	Le strutture iperstatiche	173
4.12	La struttura delle equazioni di equilibrio e la dualità	174
4.13	Teorema dei lavori virtuali per i corpi rigidi	176
4.13.1	Applicazione del TLV al calcolo di reazioni vincolari	178

Parte III Le strutture reticolari 181

5 La cinematica delle strutture reticolari 183

5.1	La geometria	183
5.2	Gli spostamenti	185
5.2.1	L'effetto dei vincoli	186
5.3	Le deformazioni	187
5.4	Le equazioni di congruenza	188
5.5	Il problema cinematico	190
5.5.1	Le deformazioni termiche	191
5.5.2	Gli spostamenti indotti dalle deformazioni	192

6 La statica delle strutture reticolari 195

6.1	I carichi	195
6.2	Le sollecitazioni	196

INDICE

6.3	Le azioni interne	196
6.4	Le equazioni di equilibrio	198
6.5	Il problema statico	199
6.5.1	Le sollecitazioni indotte dai carichi	199
6.5.2	Il metodo delle sezioni	206
7	Il legame costitutivo nelle strutture reticolari	209
8	Il problema strutturale nelle strutture reticolari	213
8.1	Il metodo degli spostamenti	214
8.2	Il metodo delle forze	226
8.3	Confronto tra metodo delle forze e degli spostamenti	229
8.4	Il teorema dei lavori virtuali	230
8.4.1	Calcolo di spostamenti con il TLV	234
9	La fase di interpretazione nelle strutture reticolari	237
9.1	La verifica di resistenza	240
9.2	La verifica di deformabilità	245
Parte IV Le travi deformabili		247
10	La cinematica delle travi deformabili	249
10.1	La descrizione della geometria	249
10.2	Gli spostamenti	251
10.3	Le deformazioni	254
10.4	Le equazioni di congruenza	258
10.4.1	La trave indeformabile a taglio	262
10.5	Le deformazioni termiche	263
10.6	Il problema cinematico	265
11	La statica delle travi deformabili	269
11.1	I carichi	269
11.1.1	La modellazione dei carichi	273
11.2	Le sollecitazioni	274
11.3	Le azioni interne	279
11.4	Equazioni di equilibrio in presenza di carichi ripartiti	282
11.5	Il problema statico	285
11.6	I diagrammi delle sollecitazioni	286
11.6.1	L'andamento delle sollecitazioni	289
11.6.2	Il metodo operativo per disegnare i diagrammi delle sollecitazioni	290

INDICE

11.7	L'equilibrio in presenza di carichi concentrati	292
11.8	Le sollecitazioni nelle strutture isostatiche	294
11.8.1	Travi appoggiate	295
11.8.2	Mensole	312
11.8.3	Portali	317
11.8.4	Ricapitolando	320
12	Il legame costitutivo nelle travi deformabili	323
12.1	Il comportamento assiale	325
12.2	Il comportamento tangenziale	327
12.3	Il comportamento flessionale	328
12.4	Rigidezza e Resistenza	330
12.5	I comportamenti tipici	332
12.6	La trave elastica lineare	334
12.7	I materiali più comuni	337
13	Il problema strutturale nelle travi deformabili	339
13.1	Il problema esterno	341
13.2	Il problema interno	341
13.3	Il legame tra sollecitazioni e spostamenti	342
13.4	Il legame tra i carichi e gli spostamenti	344
13.5	La determinazione qualitativa della deformata	346
13.6	Il problema strutturale per le travi isostatiche	350
13.6.1	L'influenza del taglio sugli spostamenti	360
13.6.2	L'effetto dei cedimenti vincolari nelle travi isostatiche	362
13.6.3	L'effetto delle variazioni di temperatura nelle travi isostatiche	364
13.7	La soluzione generale per la trave semplice	365
13.8	Le sollecitazioni nelle strutture iperstatiche	372
13.8.1	La scelta del sistema principale	376
13.8.2	Travi più volte iperstatiche	379
13.9	Il teorema dei lavori virtuali	382
13.9.1	Calcolo di spostamenti con il TLV	387
13.9.2	Calcolo di sollecitazioni con il TLV	391
13.9.3	Applicazione del TLV all'interno del metodo delle forze	392
13.10	Il problema strutturale per le travi iperstatiche	399
13.10.1	L'effetto della rigidezza sulle sollecitazioni in travi iperstatiche	402
13.10.2	L'effetto dei cedimenti vincolari nelle travi iperstatiche	404
13.10.3	L'effetto delle variazioni termiche nelle travi iperstatiche	408
14	La fase di interpretazione nelle travi deformabili	411
14.1	L'analisi dei carichi	414

INDICE

14.1.1 Un'esempio tipico	418
14.2 L'analisi delle resistenze	420
14.2.1 Le massime sollecitazioni sopportabili	421
14.3 La verifica di resistenza	424
14.4 La verifica di deformabilità	427
14.5 Il dimensionamento	429
14.6 Caratteristiche geometriche di profilati metallici	432

Bibliografia	435
---------------------	------------