



INDICE

Capitolo primo

La trasformazione di un corpo deformabile ed il problema dell'equilibrio

elastico per i solidi reali . . . . .	.pag.	9
1.1 Strutture e deformazioni . . . . .	.pag.	9
1.2 La trasformazione . . . . .	.pag.	11
1.3 Lo studio delle strutture reali . . . . .	.pag.	17
Sintesi del capitolo 1 . . . . .	.pag.	21

Capitolo secondo

La descrizione geometrica del corpo

2.1 Il corpo continuo . . . . .	.pag.	23
2.2 Le strutture reali . . . . .	.pag.	25
2.3 Trasformazioni di assi ortogonali . . . . .	.pag.	25
2.4 Gli "elementi strutturali" delle configurazioni modellate . . . . .	.pag.	27
Sintesi del capitolo 2 . . . . .	.pag.	35

Capitolo terzo

Gli spostamenti - definizione e rappresentazione

3.1 Spostamento di un punto del continuo . . . . .	.pag.	37
3.2 Congruenza degli spostamenti . . . . .	.pag.	39
3.3 Piccolezza degli spostamenti . . . . .	.pag.	41
3.4 I moti rigidi . . . . .	.pag.	43
3.5 Gli spostamenti "discreti" . . . . .	.pag.	43
3.6 Condizioni imposte dai vincoli di frontiera . . . . .	.pag.	45
3.7 I "modelli" di spostamento . . . . .	.pag.	49
Sintesi del capitolo 3 . . . . .	.pag.	72

Capitolo quarto

Le deformazioni

4.1 Il tensore di deformazione . . . . .	.pag.	73
4.2 Componenti della deformazione . . . . .	.pag.	77
4.3 Ricerca delle direzioni principali della deformazione . . . . .	.pag.	82
4.4 Coefficiente di dilatazione cubica . . . . .	.pag.	86
4.5 Rappresentazioni geometriche . . . . .	.pag.	87
4.6 Tensore sferico e deviatore della deformazione . . . . .	.pag.	90
4.7 Le deformazioni nei sistemi discretizzati . . . . .	.pag.	91
Sintesi del capitolo 4 . . . . .	.pag.	100

Publicato dalla CUEN (Cooperativa Universitaria Editrice Napoletana) - P.le V. Tecchio, 80
Facoltà di Ingegneria - 80125 NAPOLI.
Tel. [39] (81) 610426 - 636667 - 7682337.

© CUEN a r.l. 1988

Finito di stampare nel mese di Febbraio 1988
dal C.S.L. (NA) per conto della CUEN

Capitolo quinto

Le relazioni tra spostamenti e deformazione	pag. 101
5.1 Il legame di congruenza tra $\underline{\epsilon}$ e \underline{s} in un dominio continuo	pag. 101
5.2 Il legame di congruenza tra \underline{s} e $\underline{\epsilon}_t$ in un modello discretizzato	pag. 104
Sintesi del capitolo 5	pag. 112

Capitolo sesto

Le tensioni	pag. 113
6.1 Il tensore delle tensioni	pag. 113
6.2 Ricerca delle direzioni principali della tensione	pag. 120
6.3 Deviatore di tensione; tensione tangenziale ottaedrale	pag. 122
6.4 I cerchi di Mohr	pag. 124
6.5 Stati tensionali biassiali e monoassiali	pag. 132
6.6 Le linee isostatiche	pag. 134
Sintesi del capitolo 6	pag. 136

Capitolo settimo

Gli sforzi interni nei sistemi discretizzati	pag. 137
7.1 Definizione delle matrici \underline{F}_{ei} e \underline{F}_t	pag. 137
Sintesi del capitolo 7	pag. 144

Capitolo ottavo

I carichi esterni	pag. 145
8.1 Carichi ripartiti sui sistemi continui	pag. 145
8.2 Carichi esterni sui modelli discretizzati	pag. 148
8.3 Il "processo di carico". Forze conservative e non	pag. 149
Sintesi del capitolo 8	pag. 153

Capitolo nono

Le relazioni tra carichi e tensioni	pag. 155
9.1 Il legame di equilibrio $\underline{p} - \underline{\sigma}$ in un dominio continuo	pag. 155
9.2 Il legame di equilibrio $\underline{P} - \underline{F}_t$ in un modello discretizzato	pag. 158
Sintesi del capitolo 9	pag. 162

Capitolo decimo

Il principio dei lavori virtuali	pag. 165
10.1 Espressione generale del lavoro virtuale dei carichi distribuiti nei sistemi continui	pag. 165
10.2 Espressione generale del lavoro virtuale dei carichi nei "modelli discretizzati"	pag. 166

10.3 Il lavoro "virtuale" delle tensioni	pag. 166
10.4 Il "lavoro virtuale" degli sforzi \underline{F}_t	pag. 167
10.5 Il principio dei lavori virtuali	pag. 168
10.6 Condizioni di congruenza e condizioni di equilibrio	pag. 170
10.7 Spostamenti e forze virtuali come variazioni di spostamenti e forze reali	pag. 172
10.8 Una particolare scelta dei sistemi \underline{p} , $\underline{\sigma}$ e $\underline{\epsilon}$; \underline{s}	pag. 173
Sintesi del capitolo 10	pag. 177

Capitolo undicesimo

Le relazioni tra tensioni e deformazioni	pag. 179
11.1 Deformazioni elastiche, distorsioni e cedimenti imposti	pag. 179
11.2 Le ipotesi adottate per la definizione della legge costitutiva del materiale: la elasticità	pag. 181
11.3 La elasticità lineare	pag. 182
11.4 La isotropia	pag. 183
11.5 Le costanti elastiche del materiale	pag. 183
11.6 La relazione $\underline{\sigma} - \underline{\epsilon}$	pag. 189
Sintesi del capitolo 11	pag. 190

Capitolo dodicesimo

Le equazioni dell'equilibrio elastico nel continuo	pag. 191
12.1 "Punto della situazione"	pag. 191
12.2 Le equazioni di Cauchy-Navier	pag. 192
12.3 Le equazioni di Beltrami-Mitchell	pag. 195
12.4 Il principio di sovrapposizione degli effetti	pag. 196
Sintesi del capitolo 12	pag. 202

Capitolo tredicesimo

Il bilancio energetico delle trasformazioni reali	pag. 205
13.1 La "funzione potenziale elastica"	pag. 205
13.2 Il "potenziale elastico"	pag. 206
13.3 Lo "scambio energetico" nelle trasformazioni elastiche	pag. 209
13.4 L'energia potenziale totale. Il teorema di Betti	pag. 212
13.5 La unicità della soluzione del problema dell'equilibrio elastico (Principio di Kirchhoff)	pag. 215
13.6 Principi di estremo	pag. 216
13.7 I teoremi delle derivate del lavoro	pag. 220
Sintesi del capitolo 13	pag. 221

Capitolo quattordicesimo

Relazioni sforzi-spostamenti nei modelli discretizzati; matrice di rigidezza dell'elemento tipo . . . . .	.pag. 223
14.1 Matrici di rigidezza dell'elemento tipo. . . . .	.pag. 223
14.2 Matrice di rigidezza di un elemento triangolare . . . . .	.pag. 229
14.3 Matrici di rigidezza in riferimento locale e globale. . . . .	.pag. 231
Sintesi del capitolo 14. . . . .	.pag. 235

Capitolo quindicesimo

Le equazioni dell'equilibrio elastico nei modelli discretizzati; matrice di rigidezza della struttura . . . . .	.pag. 237
15.1 Le relazioni sforzi - deformazioni per un insieme assemblato di elementi finiti . . . . .	.pag. 237
15.2 Le equazioni dell'equilibrio elastico e la "matrice di rigidezza della struttura" . . . . .	.pag. 240
15.3 La risoluzione del problema dell'equilibrio elastico . . . . .	.pag. 242
15.4 Il "metodo additivo" per la formazione della matrice di rigidezza dell'insieme assemblato . . . . .	.pag. 244
Sintesi del capitolo 15 . . . . .	.pag. 248

"Un artista geniale ha dipinto sulla tela una figura. Noi potremmo imitare il suo quadro con tessere da mosaico multicolori. E noi riprodurremo tanto meglio le curve e le sfumature del modello quanto più le nostre tessere saranno piccole, numerose, variegate. Ma occorrerebbe un'infinità di elementi, infinitamente piccoli, con infinite sfumature, per ottenere l'equivalente esatto di questa figura che l'artista ha concepito come cosa semplice, che ha voluto trasportare in blocco sulla tela e che è tanto più perfetta quanto meglio appare essere la proiezione di una intuizione indivisibile".

H. Bergson
(da: "L'evoluzione creatrice")

INTRODUZIONE

Il testo raccoglie le lezioni di "Scienza delle Costruzioni" tenute per i corsi di laurea in Ingegneria Aeronautica, Chimica e Navale, nella facoltà di Ingegneria dell'Università di Napoli.

Caratteristica del corso è quella di preparare ad una "teoria delle strutture" basata su modelli discretizzati.

Cinquanta o sessanta anni fa, la comparsa di nuovi materiali e la messa a punto di nuovi sistemi costruttivi avevano introdotto una tipologia strutturale così ampia, una gamma di forme strutturali così ricca, da determinare uno stato di crisi nel settore della meccanica applicata alle costruzioni, che aveva trovato prima una sua sistematica formulazione e appropriate soluzioni col solo ricorso alle ipotesi di elasticità lineari, e di piccolezza di deformazioni e di spostamenti.

Non vi era stato problema particolare nell'applicare quei procedimenti, quelle formulazioni, quelle ipotesi; ciò fino a quando la geometria della struttura non era diventata determinante per la correttezza e credibilità dei risultati; fino a quando la formulazione matematica della teoria del continuo non aveva trovato ostacolo insormontabile nelle condizioni ai limiti. Ora invece ne derivava la necessità di assoggettare al calcolo un elemento strutturale solo attraverso una opportuna ed avveduta "riduzione a schema".