

MANUALI PER L'UNIVERSITÀ

Vincenzo Franciosi

LE SITUAZIONI SEMILINEARI IN SCIENZA DELLE COSTRUZIONI

Una introduzione ad instabilità
dinamica, viscosità

Liguori Editore

Pubblicato da Liguori Editore
Via Mezzocannone 19, 80134 Napoli

© Liguori Editore, S.r.l., 1987

I diritti di traduzione, riproduzione e adattamento totale o parziale sono riservati per tutti i Paesi. Nessuna parte di questo volume può essere riprodotta, registrata o trasmessa con qualsiasi mezzo: elettronico, elettrostatico, meccanico, fotografico, magnetico (compresi microfilm, microfiches e copie fotostatiche).

Prima edizione italiana Marzo 1987

9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

1990 1989 1988 1987

Le cifre sulla destra indicano il numero e l'anno dell'ultima ristampa

Printed in Italy, Liguori Editore, Napoli

ISBN 88 - 207 - 1402 - 7

Indice

9. I. Spazi delle configurazioni .
Lo spazio delle configurazioni 9; Le basi nello spazio delle configurazioni 11; Cambiamento di base 14; Strutturazione di uno spazio vettoriale 16; Il tensore metrico 17; Spazi euclidei 21; Il procedimento di Schmidt 24; Il procedimento di diagonalizzazione 26; Gli spazi-energia 32; Alcuni esempi 40.
54. II. Analisi modale statica.
La cosiddetta instabilità di prima specie 54; L'uso preventivo di una base ortonormale 56; La contemporanea presenza di carichi assiali e trasversali 58; Alcuni esempi 61.
78. III. Analisi modale dinamica.
Le vibrazioni libere 78; L'uso preventivo di una base ortonormale 84; Le vibrazioni libere sotto carichi assiali fissi 86; Le vibrazioni forzate 89; Il caso dello scuotimento 95; Le sollecitazioni interne generate dallo scuotimento 101; Il caso del sismo 105; Alcuni esempi 110.
- 130 IV. I sistemi continui .
Le funzioni di Green 130; La formulazione differenziale delle situazioni semilineari 137; La formulazione integrale delle situazioni semilineari: il problema omogeneo 144; Lo spazio delle funzioni 148; La condizione di Hilbert 150; L'espressione della funzione di Green in serie doppia di autofunzioni 152 Ricerca approssimata degli autovettori e relative autofunzioni 155; L'esaltazione degli effetti del carico trasversale 1588; Analisi modale dinamica della trave 161; Ricerca approssimata dei moti dinamici 166; I carichi pulsanti 171; Il caso dello scuotimento 174.
178. V. Elementi di teoria del fluage.
Funzione fluage e coefficiente di fluage 178; Il caso dello scarico 181; Il caso di una tensione variabile in modo qualsiasi nel tempo 185; Nucleo ereditario e funzione ricordo 188; Il nucleo di Withney 190; Il nucleo di Aroutiounan 194; Il nucleo di Rüsç e Jungwirth 197; Il nucleo di Withney modificato 200; Gli effetti del fluage a deformazione imposta 203; Il primo teorema della viscosità lineare 207; Il secondo teorema della viscosità lineare 212; Gli spostamenti dovuti alle forze, le tensioni dovute alle distorsioni 214; Il cedimento delle fondazioni 217; La questione del ritiro 222; Conglomerato armato ordinario 231; Conglomerato precompresso 241; La restituzione dei regimi canonici: il caso dei vincoli aggiunti 245; La restituzione dei regimi canonici: il caso della costruzione a rotoli 249; Le centine Melan 214; Le strutture ad impalcato collaborante 256; La realizzazione a conci successivi 257; Il problema generale delle strutture viscosamente non omogenee 259.

6 *Indice*

268 VI. Il fluage in presenza di carichi assiali

La trave ad asse rettilineo nel caso generale 268; La trave di sezione costante 273; La correzione dei coefficienti ω 281.

296 *Bibliografia*

299 *Appendice* (a cura di Claudio Franciosi)

Premessa 299; Le trasformazioni di similitudine e congruenza 299; Il metodo di Jacobi per il caso classico 300; Il metodo di Givens-Householder 311; Il problema generale degli autovalori 330, *Bibliografia* 339.

Presentazione

Questo libro deriva dalle lezioni di “Fondamenti degli equilibri non lineari” da me tenute presso la facoltà di Ingegneria di Napoli negli anni accademici 1981-'82, 1982-'83, 1983-'84.

Scopo del corso fu il trattare dal punto di vista della Scienza delle Costruzioni la propedeutica ad alcuni fondamentali temi, che vengono poi svolti in modo più completo ed applicativo in altri numerosi insegnamenti degli anni successivi. Non esiste quindi sovrapposizione di discipline, come può sembrare a prima vista, ma solo l'intento di evidenziare i collegamenti reciproci — e, a monte, con la Scienza delle Costruzioni — tra nozioni che altrimenti potrebbero apparire slegate e, in parte, ripetitive.

I temi sono quelli dell'instabilità di tipo euleriano, delle vibrazioni libere o forzate in presenza di carichi assiali, delle deformazioni differite del conglomerato (viscosità).

Appare subito che in sostanza il tema è unico, poiché il denominatore comune è quello della *verifica di ammissibilità degli spostamenti*. Tale problema è generalmente relegato in secondo piano rispetto a quello degli stati tensionali locali, e ciò deve asciversi al fatto che la parola stessa “verifica alle tensioni ammissibili” sfoca la questione degli spostamenti.

Il procedimento semiprobabilistico ha avuto invece, se non altro, il merito di ricondurre il problema dello stato tensionale locale alle sue giuste proporzioni, privilegiando le verifiche per così dire *globali*, come i collassi per instabilità di tipo euleriano — meglio sarebbe dire per eccesso di spostamenti — o per formazione di meccanismo.

La trattazione è eseguita superando le frontiere classiche della linearità intesa come sommabilità degli effetti; si conserva però l'ipotesi geometrica di piccoli spostamenti. Ciò semplifica grandemente la trattazione, ma non le toglie rigore, poiché si deve appunto verificare che, sotto i carichi di calcolo — e cioè già esaltati per il loro coefficiente di sicurezza — gli spostamenti non superino i limiti loro assegnati dalla norma.

Pur non negando rispetto all'eleganza di trattazioni generali che

considerano gli spostamenti nella loro interezza, non può nascondersene la sostanziale inutilità; specialmente se, dovendosi poi passare dalle parole ai numeri, si è costretti a fare quelle stesse semplificazioni che, introdotte all'inizio, avrebbero favorevolmente inciso sull'economia e sulla semplicità del discorso.

L'ambito in cui ci si muove è quindi quello della non linearità dovuta alla presenza di carichi di tipo assiale; si studia l'effetto di questi ultimi in relazione ai carichi trasversali, agli errori esecutivi, alle ampiezze e frequenze delle vibrazioni, alle deformazioni viscosse. Questo ambito si è definito come quello delle *situazioni semilineari*.

Si ricorre all'analisi matriciale, sia nel caso che la discretizzazione si effettui a monte, e cioè sulla struttura (procedimento delle celle, o degli elementi finiti), sia che invece si operi attraverso i metodi delle equazioni differenziali o integrali, discretizzando quindi a valle. La simbologia matriciale è stata privilegiata rispetto a quella tensoriale, sia per la maggiore compattezza, sia in vista dell'uso dell'elaboratore di dati. Il suo uso si era già rivelato prezioso, per esempio, nello studio degli archi, per i quali si rimanda alla bibliografia.

Concludo facendo osservare come nel tema rientrano i fenomeni sismici, ove siano considerati, in aderenza al vero, quali distorsioni alterne impresse ai vincoli esterni; e come in pieno rigore, e con la massima semplicità, possa in questa ipotesi pervenirsi alle sollecitazioni interne ed agli spostamenti. Particolare interesse riveste in ogni caso, ma soprattutto in quello del sismo, la ricerca automatica degli autovalori. In appendice si riporta una breve trattazione del problema, portata fino all'esposizione dettagliata dei programmi; essa è dovuta a Claudio Franciosi, che ringrazio.