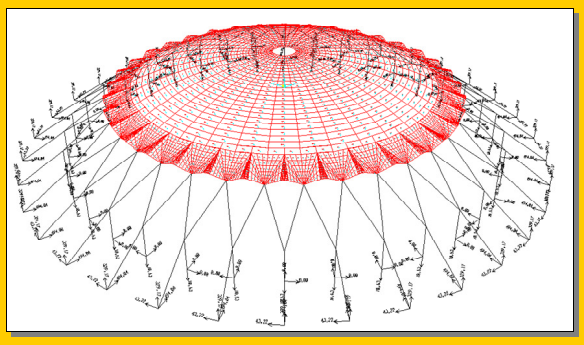
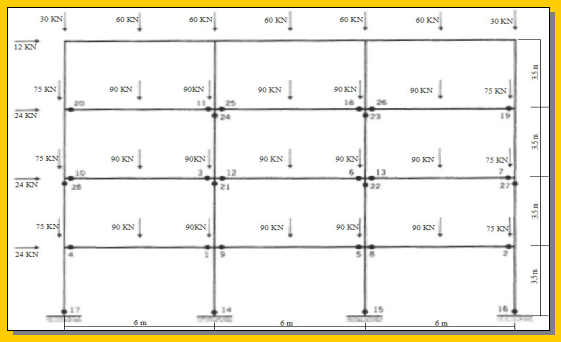
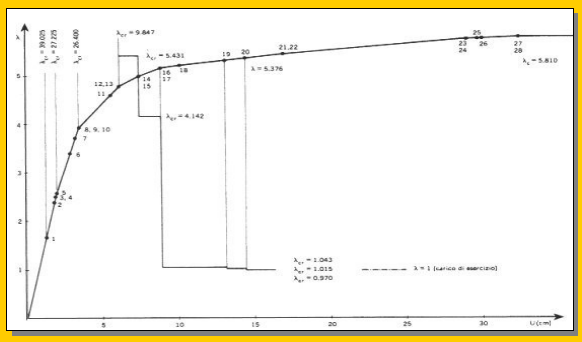
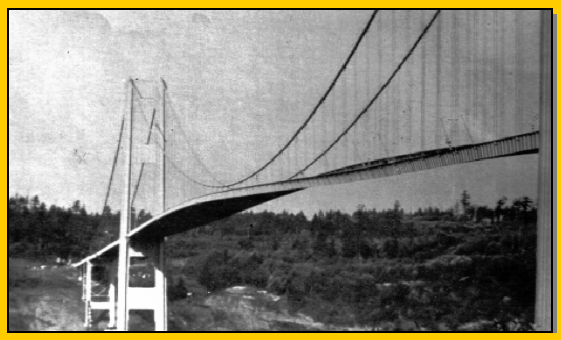
M. Pasquino, M. Modano, D. Cancellara

Aspetti di Teoria, Analisi e Modellazione Strutturale









Giannini Editore

M. Pasquino, M. Modano, D. Cancellara

Aspetti di Teoria, Analisi e Modellazione Strutturale

ISBN 13: 9788874314867

Giannini Editore
via Cisterna dell'Olio, 6/b - 80134 Napoli
Tel./fax +39.081.5513928
e-mail: editore@gianninispa.it
website: www.gianninispa.it

I N D I C E

CAPITOLO I
La torsione non uniforme nelle strutture a parete sottile

		pag.
1.	*Trave in parete sottile…….*	*9*
2.	*Tipologie strutturali ……..*	*10*
3.	*Stato tensionale …….....*	*17*
4.	*Stato di deformazione ……*	*18*
5.	*Brevi richiami sulla sollecitazione da torsione ……*	*19*
5.1.	*Torsione uniforme…….....*	*21*
5.2.	*Torsione non uniforme……...*	*23*
6.	*Area settoriale di una sezione …….*	*26*
6.1.	*Variazione dell'area settoriale al variare del polo (P)……...*	*30*
6.2.	*Caratteristiche geometriche delle sezioni sottili……...*	*33*
7.	*Spostamenti da ingobbamento: sezioni monoconnesse……*	*35*
8.	*Spostamenti da ingobbamento: sezioni biconnesse …….*	*38*
9.	*La torsione non uniforme…….....*	*41*
9.1.	*Lo stato tensionale secondario normale ……*	*42*
9.2.	*Lo stato tensionale secondario tangenziale……...*	*43*
9.3.	*Il bimomento nella torsione non uniforme ……*	*48*
10.	*L'equazione fondamentale della torsione …….*	*51*
10.1.	*Risoluzione semplificata dell'equazione fondamentale della torsione*	*53*
10.2.	*Risoluzione rigorosa dell'equazione fondamentale della torsione……*	*55*
10.3.	*Trave con appoggi torsionali di estremità e carico torcente uniforme*	*56*
10.3.1.	*Studio condotto da Kollbrunner e Basler ……..*	*58*
11.	*Studio della torsione non uniforme: risoluzione teorica e modelli numerici.....*	*60*
12.	*Studio della torsione non uniforme: smorzamento dello stato tensionale secondario al variare della lunghezza della trave ……...*	*67*
13.	*Torsione secondaria per una travata da ponte in c.a. - Applicazione del Metodo di Engesser ……*	*72*
14.	*Elementi di irrigidimento costituiti da travi in parete sottile connesse*	

con pareti, in modo regolare e discontinuo..... 86
15. Oscillazioni trasversali della trave in parete sottile con sezione costante..... 89
15.1. Frequenze e modi di vibrazione trasversali di una trave semplicemente appoggiata 94
15.2. Frequenze e modi di vibrazione trasversali di una trave a mensola.... 97
16. Oscillazioni torsionali di una trave..... 100
16.1. Frequenze e modi di vibrazione torsionali di una trave semplicemente appoggiata..... 105
16.2. Frequenza e modi di vibrazione torsionali di una trave a mensola 108
17. Analisi delle frequenza e dei modi di vibrazione di una trave appoggiata - appoggiata..... 110
18. Influenza della rigidezza torsionale secondaria..... 120
19. Analisi delle frequenza e dei modi di vibrazione di una trave appoggiata alle estremità, mediante SAP2000..... 143
20. Cenni sulle oscillazioni trasversali delle travi in parete sottile a sezione variabile..... 146
20.1. Esplicitazione dell'equazione della dinamica per una trave a sezione variabile: un caso reale..... 149
20.1.1. Modello a masse concentrate..... 153
20.1.2. Modello continuo discretizzato..... 155
20.1.3. Analisi modale al SAP2000..... 158
20.1.4. La sperimentazione 162
20.1.4.1. Indagine sperimentale in regime flessionale 166
20.1.4.2. Indagine sperimentale in regime torsionale 167
20.2 Confronto tra i modelli analizzati..... 172
Appendice (a)..... 174

CAPITOLO II
Il ruolo degli effetti del II ordine nell'analisi di strutture intelaiate

1. Analisi di sistemi intelaiati con differenti metodologie 177
2. Sistemi intelaiati a nodi mobili 179

2.1.	*Metodo delle deformazioni*	181
2.2.	*Metodo iterativo di Gauss-Seidel*	189
2.3.	*Metodo delle rigidità globali*	190
2.4.	*Analisi elastica del II ordine*	196
2.4.1.	*Analisi della mensola*	197
2.4.2.	*Analisi del telaio*	200
2.5.	*Metodo delle rigidità globali*	204
2.5.1.	*Considerazioni sul fattore* k_r^*	209
2.5.2.	*Considerazioni finali*	210
2.6.	*Telaio in regime lineare vs. telaio in regime di non linearità geometrica*.....	212
3.	*Valutazione del carico critico e della forma della deformata critica (1° metodo)*	213
3.1.	*Metodo iterativo (2° metodo)*	216
3.1.1.	*Approssimazioni del metodo iterativo*	220
3.1.1.1.	*Coefficienti correttivi*	222
3.1.2.	*Quando si può far a meno dei coefficienti correttivi*	225
3.1.3.	*Importanza del carico critico per le strutture ordinarie*	226
3.2.	*Metodo matematico degli autovalori ed autovettori (3° metodo)*.....	227
3.2.1.	*Analogia con le frequenze e i modi di vibrazione*	235
3.2.2.	*Calcolo del moltiplicatore critico del telaio in condizioni dinamiche*...	238
3.2.2.1.	*Legge di iterazione*	241
3.3	*Schemi limite*	244
3.4.	*Carico critico secondo il D.M. 9 Gennaio 1996*	247
3.5	*Effetto* $P-\delta$ *secondo l'Ordinanza 3431 del 3 Maggio 2005*	248
3.6.	*Effetto* $P-\delta$ *secondo il D.M. del 14 Gennaio 2008*	250
3.7.	*Effetto* $P-\delta$ *secondo la normativa europea EC8*	250
4.	*Riduzione del moltiplicatore critico in campo elastico non-lineare per telai in c.a.*	251
5.	*Cenni sull'instabilità in campo elasto-plastico per telai in acciaio a nodi rigidi*	261
5.1.	*Analisi elasto-plastica del I ordine con l'aggiunta del calcolo del moltiplicatore critico: un caso reale*.....	264

6. *Analisi elasto-plastica in grandi spostamenti per un telaio in acciaio* 266
7. *Cenni sull'influenza degli effetti del II ordine nell'analisi elasto-plastica di un telaio in c.a.* 270
Appendice (b)..... 273

CAPITOLO III
Introduzione al Metodo degli Elementi Finiti

1. *Introduzione.* 279
2. *Identità fondamentale della Meccanica e Principio dei Lavori Virtuali* 281
3. *Principio delle Forze Virtuali*..... 285
4. *Principio degli Spostamenti Virtuali*..... 290
5. *Analisi di una struttura con comportamento a piastra*..... 302
6. *Analisi di una struttura con comportamento a lastra*..... 308

CAPITOLO IV
Modellazione strutturale applicata ad un caso reale: il Palazzetto dello Sport di P. L. Nervi

1. *Introduzione* 311
2. *Descrizione dell'Opera* 313
3. *Calcolo semplificato con modello 2D* 315
4. *Modellazione 3D agli elementi finiti mediante SAP2000*..... 319
4.1. *Fase di pre-processore*..... 319
4.2. *Fase di post-processore*..... 324
5. *Approfondimento modellazione 3D*..... 328

Appendice (c)..... 331
Torsione 333
Taglio 371

Prefazione

Il presente testo si rivolge agli allievi del corso di Modellazione Strutturale della laurea specialistica in Ingegneria Strutturale e Geotecnica, presso l'Università degli Studi di Napoli "Federico II". Si rivolge anche a tutti coloro che vogliono approfondire alcune tematiche strutturali che spesso non trovano spazio negli usuali corsi universitari.

Il primo capitolo tratta in modo esaustivo l'insidioso e per fortuna poco ricorrente, ma non per questo trascurabile, problema della torsione non uniforme nelle strutture in parete sottile in acciaio e in c.a. Viene affrontato il problema teorico con la valutazione dello stato tensionale secondario e viene lasciato ampio spazio alle applicazioni su semplici, ma significative strutture in acciaio e in c.a.

Si propone inoltre, una dettagliata trattazione sullo studio dinamico di una trave in parete sottile, analizzando il problema delle oscillazioni torsionali con la valutazione delle caratteristiche dinamiche della trave stessa, considerando il contributo della rigidezza torsionale secondaria.

Il secondo capitolo propone l'approfondimento di un classico problema dell'ingegneria strutturale: l'instabilità dei telai e l'influenza degli effetti del II ordine. Il problema dell'instabilità spesso viene studiato limitatamente al singolo elemento strutturale, mentre con il presente lavoro si vogliono fornire indicazioni per valutare l'instabilità di una struttura nella sua globalità e con particolare riferimento ad una struttura intelaiata sia in acciaio sia in c.a., in regime di grandi spostamenti. Viene dato ampio spazio alla non linearità geometrica in modo tale da poter acquisire, anche alla luce dei recenti riferimenti normativi, un'approfondita conoscenza di tale tematica al pari della non linearità meccanica a cui invece, viene generalmente riservato ampio spazio nella formazione universitaria. Vengono fornite utili indicazioni per eseguire le ormai diffuse e consolidate analisi statiche non lineari, con particolare riferimento a telai in acciaio, tenendo conto del comportamento elasto-plastico in grandi spostamenti e della possibile crisi del telaio per instabilità globale piuttosto che per raggiungimento della rotazione ultima di una sua cerniera plastica, in presenza o in assenza di un meccanismo. La seconda parte è arricchita inoltre, di un ulteriore paragrafo che

fornisce utili cenni sull'influenza dell'effetto $P-\delta$ *nell'analisi elasto-plastica di strutture a telaio in c.a.*

Nel terzo capitolo viene proposta un'introduzione al Metodo degli Elementi Finiti, partendo dall'Identità fondamentale della Meccanica e dal Principio dei Lavori Virtuali, per arrivare al Principio delle Forze Virtuali nonché al Principio degli Spostamenti Virtuali. Si affronta lo studio di due strutture con comportamento a piastra e a lastra rispettivamente, sia con metodologie manuali sia mediante calcolo automatico.

Nel quarto capitolo infine, si affronta l'analisi e la modellazione di una particolare struttura, con lo scopo di fornire utili indicazioni per una modellazione FEM senza abbandonare il calcolo manuale e il relativo controllo dell'analisi strutturale. Tale applicazione vuole sottolineare l'importanza di confrontare quanto restituito da un programma di calcolo con la soluzione, sia pur approssimata, di semplici schemi risolti manualmente mediante i metodi tradizionali della Scienza delle Costruzioni. Viene descritta la modellazione della struttura, realizzata mediante elementi "frame" monodimensionali a sezione variabile ed elementi "shell" bidimensionali definiti in coordinate cilindriche.

Napoli, Febbraio 2010

Mario Pasquino
Mariano Modano
Donato Cancellara

Il testo si rivolge agli allievi del corso di Modellazione Strutturale della laurea specialistica in Ingegneria Strutturale e Geotecnica, presso l'Università degli Studi di Napoli "Federico II", nonché agli ingegneri che vogliono approfondire alcune tematiche strutturali che spesso non trovano spazio negli usuali corsi universitari.

Il primo capitolo tratta in modo esaustivo l'insidioso e per fortuna poco ricorrente, ma non per questo trascurabile, problema della torsione non uniforme nelle strutture in parete sottile in acciaio e in c.a. Viene affrontato il problema statico con la valutazione dello stato tensionale secondario, lasciando ampio spazio alle applicazioni su semplici, ma significative strutture in acciaio e in c.a. Si propone inoltre, una dettagliata trattazione sullo studio dinamico di una trave in parete sottile, analizzando il problema delle oscillazioni torsionali con la valutazione delle caratteristiche dinamiche della trave stessa, considerando il contributo della rigidezza torsionale secondaria.

Il secondo capitolo propone l'approfondimento di un altro classico problema dell'ingegneria strutturale: l'instabilità dei telai e l'influenza degli effetti del II ordine. Vengono forniti utili indicazioni per eseguire le ormai diffuse e consolidate analisi statiche non lineari con modelli a plasticità concentrata, con particolare riferimento a telai in acciaio (MRF), tenendo conto del comportamento elasto-plastico in regime di grandi spostamenti e della possibile crisi del telaio per instabilità globale piuttosto che per raggiungimento della rotazione ultima di una sua cerniera plastica, in presenza o in assenza di un meccanismo.

Nel terzo capitolo viene proposta un'introduzione al Metodo degli Elementi Finiti, partendo dall'Identità fondamentale della Meccanica e dal Principio dei Lavori Virtuali, per arrivare al Principio delle Forze Virtuali nonché al Principio degli Spostamenti Virtuali. Si affronta lo studio di due strutture con comportamento a piastra e a lastra rispettivamente, sia con metodologie manuali sia mediante calcolo automatico.

Nel quarto capitolo infine, si affronta l'analisi e la modellazione, mediante programma di calcolo SAP2000, di una particolare struttura, con l'obiettivo di fornire utili indicazioni per una modellazione FEM con elementi monodimensionali e bidimensionali, senza abbandonare il calcolo manuale, eseguito mediante i metodi tradizionali della Scienza delle Costruzioni, e il relativo controllo dell'analisi strutturale eseguita dal calcolatore.

Mario Pasquino (1946). Professore ordinario di Scienza delle Costruzioni, presso l'Università degli Studi di Napoli "Federico II". Insegna Scienza delle Costruzioni, Modellazione Strutturale e Teoria delle Strutture presso la Facoltà di Ingegneria della medesima Università. Dall'anno accademico 2003 al 2006 è Direttore del Dipartimento di Scienza delle Costruzioni "Vincenzo Franciosi".
Dal 2005 al 2008 è Responsabile scientifico del progetto di ricerca nazionale "Tellus Stabilita" per il settore disciplinare Scienza delle Costruzioni.
È autore di oltre 90 lavori scientifici pubblicati su Riviste Nazionale ed Internazionali, su Atti di Congressi Nazionali ed Internazionali del settore disciplinare cui egli appartiene.
È autore di progetti di Restauro Statici ed Architettonici nonché di numerose altre Progettazioni, Direzioni dei Lavori e Collaudi Statici.

Mariano Modano (1967). Ingegnere civile strutturista, ricercatore nel settore disciplinare Scienza delle Costruzioni, presso il Dipartimento di Ingegneria Strutturale della Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II".
Insegna Scienza delle Costruzioni ed Analisi Strutturale con gli Elementi Finiti, presso la Facoltà di Ingegneria della medesima Università.
Svolge attività di ricerca scientifica per il settore disciplinare Scienza delle Costruzioni. Si occupa di controllo strutturale; di dinamica delle strutture in parete sottile; di analisi modale operazionale e di identificazione strutturale. È autore di lavori scientifici pubblicati su Atti di Convegni Nazionali ed Internazionali; su Riviste scientifiche e tecnico-professionali.

Donato Cancellara (1980). Ingegnere civile strutturista, dottorando in Ingegneria delle Costruzioni presso il Dipartimento di Ingegneria Strutturale della Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Napoli "Federico II".
Dal 2006 svolge assistenza didattica ai corsi universitari di Modellazione Strutturale e Teoria delle Strutture presso la Facoltà di Ingegneria della medesima Università.
Svolge attività di ricerca scientifica per il settore disciplinare Scienza delle Costruzioni. Si occupa di controllo strutturale; di analisi in regime non lineare di strutture esistenti e di nuova costruzione, in presenza di sistemi innovativi per la riduzione della vulnerabilità sismica. È autore di lavori scientifici pubblicati su Atti di Convegni Nazionali ed Internazionali; su Riviste scientifiche e tecnico-professionali.

9788874314867

€ 35.00