

Giuseppe Stagnitto Erica Barzoni

ARGOMENTI DI TECNICA DELLE COSTRUZIONI

Applicazioni ed approfondimenti del Corso di FONDAMENTI DI TECNICA DELLE COSTRUZIONI

Appunti a cura degli studenti

INDICE

I - RICHIAMI DI ALCUNI CONCETTI FONDAMENTALI pag.1

1. SPAZI DI RIFERIMENTO NELLE VERIFICHE STRUTTURALI (pag.2)

- 1.1 Introduzione e chiarimenti terminologici
- 1.2 Gli spazi di riferimento per le verifiche di resistenza
- 1.3 Lo spazio delle tensioni
- 1.4 Lo spazio delle azioni interne
- 1.5 Lo spazio delle azioni esterne
- 1.6 Esempi di spazi di riferimento per le verifiche strutturali

2. RICHIAMI DI STATISTICA-PROBABILISTICA (pag.12)

- 2.1 Alcuni concetti di analisi statistica
- 2.2 Applicazioni alla resistenza dei materiali
- 2.3 Analisi statistica della resistenza
- 2.4 Analisi probabilistica della resistenza
- 2.5 Altri semplici esempi chiarificatori
- 2.6 La distribuzione di resistenza del calcestruzzo e dell' acciaio
- 2.7 Il valore caratteristico dei carichi (e più in generale delle azioni esterne)
- 2.8 I *valori di progetto* nello spazio della azioni interne

3. METODO SEMI-PROBABILISTICO ALLO STATO LIMITE ULTIMO (pag.25)

- 3.1 I livelli di analisi probabilistica dei metodi di verifica strutturale
- 3.2 I coefficienti di sicurezza del metodo semiprobabilistico
- 3.3 Simbologia per i carichi permanenti e variabili e valori dei coefficienti
- 3.4 Carichi unitari di superficie e lineari

4. IL CONCETTO DI MODELLAZIONE STRUTTURALE (pag.29)

- 4.1 Mondi mono-, bi- tri-dimensionali
- 4.2 Semplificazioni del problema strutturale
- 4.3 I casi in cui la semplificazione è legittima
- 4.4 I vari livelli di modellazione strutturale
- 4.5 Importanza di un utilizzo critico del computer

II LINEE DI INFLUENZA ED ESTREMI AZIONI INTERNE ... pag.37

5 TEORIA DELLE LINEE DI INFLUENZA (pag.38)

- 5.1 Introduzione alla teoria delle linee di influenza
- 5.2 Il metodo diretto (o metodo matriciale) per tracciare la linea di influenza
- 5.3 Utilità delle linee di influenza
- 5.4 Metodo indiretto per tracciare le linee di influenza
- 5.5 Tracciamento qualitativo della linea di influenza
- 5.6 Linea di Influenza degli spostamenti verticali: metodo diretto
- 5.7 Metodo indiretto per la linea di influenza degli spostamenti.
- 5.8 I due utilizzi delle linee di influenza
- 5.9 La linea di influenza del taglio

6. I DIAGRAMMI DEGLI ESTREMI DELLE AZIONI INTERNE (pag.51)

- 6.1 Costruzione del diagramma dei momenti estremi
- 6.2 Automatizzazione del procedimento (metodo di Novara)
- 6.3 Costruzione dell'involuppo dei diagrammi dei momenti
- 6.4 Interpretazione geometrica della matrice di influenza
- 6.5 Costruzione della matrice di influenza per il taglio
- 6.6 Interpretazione geometrica della matrice di influenza per il taglio

7. LA MATRICE DI INFLUENZA PER UNA TRAVE CONTINUA (pag.68)

- 7.1 Metodo analitico-grafico per carico concentrato
- 7.2 Applicazione del metodo analitico-grafico
- 7.3 Costruzione della matrice di influenza
- 7.4 Esempi di utilizzo della matrice di influenza

8. IL METODO DI PARZIALIZZAZIONE DELLA MATRICE D'INFLUENZA (pag. 91)

- 8.1 Generalizzazione del metodo fondato sulla matrice di influenza
- 8.2 L'equazione dei tre momenti per carichi distribuiti
- 8.3 Equazione dei tre momenti per forze concentrate
- 8.4 Esempi numerici di applicazione dell'equazione dei tre momenti
- 8.5 Costruzione della matrice di influenza generalizzata
- 8.6 Costruzione ed uso della matrice dei carichi generalizzata
- 8.7 Diagramma dei valori estremi tramite parzializzazione della matrice di influenza
- 8.8 Generazione automatica di tutte le combinazioni di carico

9. CARICHI VARIABILI SU TRAVE CONTINUA (pag. 111)

- 9.1 Diagrammi dei momenti per varie posizioni del carico unitario
- 9.2 Costruzione della matrice di influenza
- 9.3 Utilizzo della matrice di influenza per *treni di carico* transianti
- 9.4 Utilizzo della matrice di influenza per i carichi permanenti
- 9.5 Diagramma delle azioni estreme comprensivo dei momenti dei carichi permanenti
- 9.6 Altre applicazioni della linea di influenza

III LA RIPARTIZIONE TRASVERSALE DEI CARICHI.... pag.132

10. POSIZIONAMENTO DEL CARICO SU STRUTTURE BIDIMENSIONALI (pag.133)

- 10.1 Il concetto di grigliato di travi
- 10.2 Posizionamento dei carichi su grigliati di travi
- 10.3 Validità attuale del calcolo manuale
- 10.4 Introduzione ai metodi semplificati per i grigliati di trave
- 10.5 Un esempio per comprendere il significato dei tre *fattori di rigidezza* : EA , EJ , GJ_{tor}
- 10.6 Le ipotesi semplificatrici per il calcolo dei grigliati
- 10.7 Il *metodo del traverso rigido* o metodo di Courbon
- 10.8 Calcolo della rigidezza della molla equivalente alla trave longitudinale
- 10.9 I coefficienti di ripartizione dei carichi

11. ESEMPI NUMERICI DI RIPARTIZIONE TRASVERSALE DEI CARICHI (pag.154)

- 11.1 Ripartizione dei carichi su un solaio a travi incrociate
- 11.2 Risoluzione con il metodo di Courbon
- 11.3 Riduzione del problema da bidimensionale a monodimensionale
- 11.4 Confronto tra l'utilizzo di diversi metodi
- 11.5 Impostazione metodologica per il corretto utilizzo dei programmi di calcolo
- 11.6 Un'osservazione sull'interazione tra le azioni flettenti
- 11.7 Necessità di operare con più modelli strutturali

IV COMPLEMENTI DI TEORIA DEL CLS ARMATO pag.166

12 CALCOLO DELLE TENSIONI IN SEZIONI DI C.A. INFLESSE (pag.167)

- 12.1 Flessione semplice: stima dell'armatura necessaria
- 12.2 Flessione semplice: tensioni nell'ipotesi di armatura semplice
- 12.3 Controllo grafico della *coerenza dei valori* delle tensioni calcolate
- 12.4 Controllo numerico diretto dei valori delle tensioni ottenute
- 12.5 Flessione semplice ed armatura semplice: riepilogo del calcolo delle tensioni
- 12.6 Flessione semplice: calcolo delle tensioni con armatura doppia
- 12.7 Esempio numerico con armatura doppia
- 12.8 Sezioni riconducibili alla forma rettangolare
- 12.9 Verifica delle tensioni in esercizio
- 12.10 Un altro esempio numerico: verifica di resistenza e calcolo delle tensioni

13. CALCOLO DELLE TENSIONI IN SEZIONI DI C.A. PRESSO-INFLESSE (pag.185)

- 13.1 Il calcolo inverso (a scopo didattico: ricaviamo N ed M partendo dalle tensioni)
- 13.2 Il calcolo diretto delle tensioni: metodo a tentativi su x
- 13.3 Utilizzo del diagramma x/e
- 13.4 Calcolo delle tensioni con procedimento iterativo
- 13.5 Automatizzazione del procedimento con foglio elettronico
- 13.6 Utilizzo di programmi di calcolo automatico
- 13.7 Esempio di calcolo delle tensioni in sezione pressoinflessa con doppia armatura
- 13.8 Il caso di sezione interamente reagente
- 13.9 Un altro metodo iterativo (valido per sezioni parzializzate)
- 13.10 Calcolo diretto delle tensioni nel caso di sezione non parzializzata
- 13.11 Sintesi operativa per il calcolo delle tensioni in presso-flessione

14 VERIFICHE DI RESISTENZA PER PRESSOFLESSIONE DEVIATA (pag.207)

- 14.1 Esempi di pressoflessione deviata
- 14.2 Tensioni conseguenti alle diverse componenti dell'azione interna
- 14.3 Comprensione della resistenza alla pressoflessione deviata
- 14.4 Il dominio resistente come superficie di interazione tridimensionale
- 14.5 Metodo semplificato di verifica a pressoflessione deviata
- 14.6 Il valore dell'esponente nella formula di interazione
- 14.7 Verifica di resistenza mediante riduzione a due pressoflessioni rette
- 14.8 Utilizzo del metodo del vettore unico
- 14.9 Una diversa costruzione grafica nell'applicazione del metodo del vettore unico
- 14.10 Un esempio numerico completo
- 14.11 Pressoflessione deviata con armatura costante lungo i lati
- 14.12 Metodo generale per tracciare i diagrammi $N-M_X-M_Y$

V COMPLEMENTI DI TEORIA DELLE STRUTTURE pag.241

15. ANALISI LINEARE CON RIDISTRIBUZIONE LIMITATA (LR) (pag.242)

- 15.1 Un metodo semplificato di analisi non lineare
- 15.2 Riduzione del valore del momento negativo su appoggio iperstatico
- 15.3 Esempio di analisi con metodo lineare elastico con distribuzione limitata (LR).
- 15.4 Costruzione dei diagrammi di correzione dei momenti
- 15.5 Analisi distribuzione limitata (LR) per l'esempio numerico del punto 8.6

16. INTRODUZIONE AL METODO DEGLI ELEMENTI FINITI (pag.258)

- 16.1 Il concetto di elemento finito (cioè *non infinitesimo*)
- 16.2 Impostazione matriciale del calcolo dei telai piani
- 16.3 La matrice di rigidezza di un'asta di telaio spaziale
- 16.4 La matrice di rigidezza dell'intera struttura
- 16.5 Soluzione matriciale di un telaio piano
- 16.6 Confronto con la soluzione manuale
- 16.7 La necessità di controllare i calcoli dei programmi

17. UTILIZZO DEI PROGRAMMI DI CALCOLO STRUTTURALE (pag.276)

- 17.1 Calcolo statico del telaio con un programma moderno
- 17.2 Instabilità di telai piani controventati
- 17.3 Gli abachi di Wood per determinare la lunghezza di libera inflessione
- 17.4 Utilizzo dei diagrammi di Wood per un telaio a nodi fissi
- 17.5 Utilizzo dei diagrammi di Wood per un telaio a nodi spostabili
- 17.6 Analisi di buckling per un telaio a nodi fissi
- 17.7 Analisi di buckling per un telaio a nodi spostabili
- 17.8 Semplificazioni di calcolo per strutture simmetriche

18 INTRODUZIONE AGLI ELEMENTI STRUTTURALI BIDIMENSIONALI (pag.301)

- 18.1 Tipologie di strutture bidimensionali: *piastre, lastre, gusci*
- 18.2 Distinzione tra piastre sottili e piastre spesse.
- 18.3 Sollecitazioni nelle piastre inflesse
- 18.4 Deformazioni trasversali (di Poisson)
- 18.5 Differenze rispetto alla teoria delle travi
- 18.6 I momenti torcenti in una piastra
- 18.7 Problema delle condizioni al contorno delle lastre (Kirchhoff)
- 18.8 Raggi di curvatura e momenti flettenti

19. ESEMPI DI PROGETTAZIONE STRUTTURALE (pag.315)

- 19.1 L'ingegnere è *progettista strutturale non calcolatore delle strutture*
- 19.2 Uso di elementi finiti bidimensionali per una vasca in c.a.
- 19.3 Uso della matrice di influenza per l'analisi statica di un ponte storico
- 19.4 Uso dell'analisi non lineare per un solaio di grande luce in c.a.
- 19.5 Uso di più modelli di calcolo per solai nervati di grande luce
- 19.6. Semplici esempi di giunti trave-pilastro in strutture di acciaio
- 19.7 Controventatura di irrigidimento di un ponte pedonale in acciaio
- 19.8 Prototipo di sovrappasso stradale in acciaio
- 19.9 *Composizione strutturale* per la "Cupola della Ghiacciaia" di Milano

20. PRONTUARIO (pag.351)

- 20.1 Sezioni in acciaio HE
- 20.2 Schema del *metodo del vettore unico*
- 20.3 Curve di Bresler per la pressoflessione deviata
- 20.4 Quantitativo di armatura per calcestruzzo armato
- 20.5 Momenti e spostamenti in piastre appoggiate
- 20.6 Momenti e spostamenti in piastre incastrate
- 20.7 Schema di armature delle piastre appoggiate
- 20.8 Schema di armature delle piastre incastrate
- 20.9 Abachi di Wood per la lunghezza di libera inflessione: telai a nodi fissi
- 20.10 Abachi di Wood per la lunghezza di libera inflessione: telai a nodi spostabili

BIBLIOGRAFIA