

Programma del Corso di
MECCANICA DEI SOLIDI

Corsi di laurea specialistici:

Ingegneria delle Infrastrutture e dei Sistemi di Trasporto
Strutture ed Opere dell’Ingegneria Civile
Ingegneria edile

Anno Accademico 2004/05

Prof. Daniele Zaccaria

MECCANICA DEI SOLIDI ELASTICI

Analisi della tensione e della deformazione

Funzione di deformazione - Spostamento - Moto e velocità - Massa - Quantità di moto e momento della quantità di moto - Equazioni di bilancio - Tensore degli sforzi di Cauchy - Equazione del moto - Equazione indefinita di equilibrio - Condizioni al contorno - Simmetria del tensore degli sforzi - Tetraedro di Cauchy - Significato fisico delle componenti del tensore degli sforzi e dell’equazione indefinita di equilibrio - Ipotesi di piccoli spostamenti - Cinematica linearizzata - Gradiente degli spostamenti - Tensori di deformazione e di rotazione infinitesimi - Calcolo della dilatazione lineare, dello scorrimento e della dilatazione cubica - Significato fisico delle componenti del tensore di deformazione - Scorrimento tra una linea ed una superficie - Principio dei lavori virtuali

Direzioni principali di tensione e di deformazione

Direzioni e valori principali di tensione e di deformazione e loro proprietà - Riferimenti principali di tensione e di deformazione - Calcolo dei valori e delle direzioni principali - Formule di rotazione - Circonferenza di Mohr associata ad una direzione principale - Arbelo di Mohr - Stati di tensione e di deformazione elementari

Elasticità Lineare

Legame costitutivo elastico lineare - Tensore di elasticità - Problema elastico lineare e sua soluzione col metodo degli spostamenti - Sovrapposizione degli effetti - Autotensioni e configurazione naturale - Lavoro di deformazione - Energia elastica di deformazione - Simmetria e definitezza positiva del tensore di elasticità - Teorema di Clapeyron - Lavoro mutuo - Teorema di Betti - Energia complementare elastica - Unicità della soluzione - Energia potenziale totale - Teorema di stazionarietà - Teorema di minimo - Esistenza della soluzione - Elasticità isotropa - Costanti di Lamé - Legge di Hooke - Relazioni tra costanti di Lamé e moduli tecnici - Direzioni principali di elasticità - Tensori sferici e tensori deviatorici - Legge di Hooke inversa - Limiti delle costanti elastiche - Energia elastica di deformazione nel caso isotropo - Compatibilità di un campo di deformazioni - Soluzione del problema elastico col metodo delle forze - Equazioni di Beltrami

Criteri di snervamento

Superficie di snervamento - Convessità della superficie di snervamento - Snervamento isotropo - Rappresentazione della superficie di snervamento nello spazio delle tensioni principali - Asse idrostatico e piano deviatorico - Coordinate sul piano deviatorico - Criterio di Rankine - Criteri di snervamento per i materiali metallici: criterio di Huber-von Mises, criterio di Tresca e criterio di Hill - Cenni sui criteri di resistenza per i materiali non metallici: criterio di Mohr-Coulomb e criterio di Drucker-Prager - Verifica di resistenza alle tensioni ammissibili

TEORIA TECNICA DELLE TRAVI

Travi elastico lineari

Statica della trave spaziale - Equazioni di equilibrio indefinite, di discontinuità e al contorno - Statica della trave piana - Cinematica della trave spaziale in piccole deformazioni - Spostamento relativo per unità di linea: dilatazione della linea d’asse e scorrimento tra linea d’asse e sezione retta - Rotazione relativa per unità di linea: curvatura flessionale e angolo unitario di torsione - Principio dei lavori virtuali - Scorrimento della generica fibra longitudinale - Legame costitutivo elastico lineare - Energia elastica di deformazione - Energia elastica complementare - Teorema di Clapeyron - Lavoro mutuo - Teorema di Betti - Teorema di Castigliano - Energia potenziale totale e teoremi di stazionarietà e di minimo - Matrice di elasticità inversa - Centro di taglio, fattore torsionale di rigidezza e fattori di taglio - Equazioni della teoria tecnica delle travi - I casi particolari della trave di Timoshenko e della trave inflessa - Integrazione dell’equazione della linea elastica

Problema di Saint-Venant

Modello tridimensionale della trave elastica - Principio di Saint-Venant - Ipotesi di Saint-Venant - Tensioni normali: soluzione delle equazioni di Beltrami - Equazioni per la determinazione delle tensioni tangenziali - Energia complementare per unità di linea - Integrazione della deformazione in un campo di spostamenti - Problema della torsione - Funzione di ingobbamento - Calcolo del fattore torsionale di rigidezza - Funzione delle tensioni - Caso delle sezioni pluriconnesse - Problema di flessione, taglio e torsione - Calcolo del centro di taglio

Problemi di torsione e taglio

La torsione nelle sezioni rettangolari sottili - La torsione nelle sezioni sottili aperte - Fattore torsionale di rigidezza per le sezioni sottili chiuse - La torsione nelle sezioni sottili chiuse pluriconnesse - Calcolo dei fattori di taglio per le sezioni compatte simmetriche e per le sezioni sottili aperte

SISTEMI DI TRAVI

Sistemi di travi rigide

Cinematica dei sistemi di travi rigide piane - Centri di rotazione assoluti e relativi e loro allineamenti - Catene cinematiche - Relazione tra vincoli e centri di rotazione - Analisi cinematica basata sui centri di rotazione - Calcolo di reazioni interne ed esterne con il principio dei lavori virtuali per i sistemi di travi rigide - Relazione tra labilità infinitesima e deformabilità - Analisi statica e cinematica dei sistemi di travi spaziali - Matrice cinematica - Matrice statica - Dualità statico-cinematica

Sistemi di travi deformabili

Calcolo di spostamenti in sistemi isostatici - Soluzione dei sistemi iperstatici col metodo degli spostamenti - Rigidezze assiali, alla rotazione e taglianti - Momenti di incastro perfetto - Schema fondamentale dei telai a nodi fissi - Schema fondamentale dei telai a nodi spostabili - Sistemi di pendoli convergenti in un nodo - Analisi del metodo degli spostamenti - Matrice delle rigidezze - Reazioni di incastro perfetto - Analisi del metodo delle forze - Matrice delle cedevolezza

STABILITÀ DELL’EQUILIBRIO

Sistemi rigidi e sistemi elastici - Equilibrio stabile - Equilibrio instabile - Equilibrio critico e carico critico - Metodo statico - Metodo energetico - Equivalenza tra metodo statico e metodo energetico - Metodo delle piccole oscillazioni - Biforcazione dell’equilibrio - Asta di Eulero - Carico critico euleriano - Modi critici - Condizioni generali di vincolo - Luce libera di inflessione - Comportamento post-critico dell’asta di Eulero - Limiti di validità della formula di Eulero - Pressoflessione nelle travi snelle