

Programma del corso di Meccanica dei Solidi

9 CFU

tenuto dal Prof. F. dell'Isola AA 2009/2010

Prerequisiti

Cenni di teoria dei modelli. Morfismi. Modelli matematici e fenomeni fisici. Una visione induttivista del concetto di modello matematico. Una visione deduzionista-falsificazionista del concetto di modello matematico. Relazione fra matematica scienza e tecnologia. Definizioni e proprietà di insiemi, gruppi, campi e matrici. Determinante, inversa e rango di una matrice. Spazi vettoriali. Base e dimensione di uno spazio vettoriale. Applicazioni lineari e matrici. Sistemi lineari e teorema di Rouchè-Capelli. Autovalori, autovettori e diagonalizzazione di una matrice. Prodotto scalare e matrice associata. Cambiamenti di base. Cinematica Galileiana. Spazio assoluto delle posizioni. Lo spazio delle configurazioni come modello dell'insieme degli stati. Spazi delle configurazioni finito ed infinito dimensionali.

Meccanica della trave

Cinematica

Definizione di trave, di supporto, di fibra. Geometria. Base locale e globale. Trasporto. Trasporto generico, forma corrente e forma di riferimento. Equazioni di salto. Cinematica della trave estensibile e flessibile. Linearizzazione del vettore tangente all'asse attuale. Interpretazione geometrica delle componenti di deformazione estensionale, trasversale e flessionale. Vincoli interni: trave inestensibile, trave indeformabile al taglio e trave puramente flessibile. Problema cinematico deformativo linearizzato. Relazione fra le velocità di due punti in corpi rigidi e travi. Relazione fra i piccoli spostamenti di due punti in corpi rigidi e travi. Caratterizzazione dei vincoli. Linearizzazione del trasporto rigido. Piccola rotazione. Caratterizzazione dei vincoli. Vincoli perfetti. Molteplicità del vincolo. Vincoli interni. Pendolo, Carrello, Incastro mobile o doppio glifo, glifo, cerniera cilindrica, incastro completo. Equazioni di compatibilità cinematica esterna e matrice cinematica di una trave e di una struttura. Definizione di struttura e di macchina. Un'applicazione del teorema di Rouché-Capelli: Strutture cinematicamente determinate, indeterminate e impossibili. Spostamenti e rotazioni vincolari o cedimenti vincolari: vincoli fissi, vincoli mobili, cinematismi. Il problema della dualità tra i problemi cinematico e dinamico.

Dinamica

Azioni meccaniche esterne attive e vincolari. Equazioni dinamiche globali. Diagramma di corpo libero di una trave e di una struttura. Classificazione dinamica di una trave e di una struttura. Matrice dinamica. Un'applicazione del teorema di Rouché-Capelli: Strutture isostatiche, labili e iperstatiche. Grado di iperstaticità. Azioni meccaniche interne. Motivazione dell'esistenza delle azioni interne. Reciprocità delle azioni interne. Equazioni

dinamiche locali e di salto. Equazioni localizzate di equilibrio e di salto. Equazioni di salto. Problema statico determinato. Densità lineare di forza. Sistemi di azioni equivalenti. Equazioni locali. Equazioni della linea elastica. Applicazione delle equazioni della linea elastica alla soluzione di problemi iperstatici.

Lavoro

Formulazione integrale del problema dinamico. Principio dei lavori virtuali. Applicazione del principio dei lavori virtuali per calcolare componenti di azione vincolare (o azioni interne di contatto) e per calcolare componenti di spostamento o rotazione per strutture isostatiche. Il metodo degli integrali di Mohr per la soluzione di problemi iperstatici.

Materiale

Relazioni costitutive. Elasticità continua. Rigidezza assiale, flessionale e trasversale. Densità di energia deformativa.

Spostamenti

Il metodo degli spostamenti. Applicazioni strutturali. Trave determinata e indeterminata.

Meccanica dei solidi

Deformativa

Parametri lagrangiani e gradi di libertà. Vincoli in modelli finito dimensionali. Moto. Sistemi articolati di continui rigidi. Vincoli applicati ad un continuo rigido e loro molteplicità. Moti rigidi piani. Centro istantaneo di rotazione. Vincoli interni. Esempi di sistemi vincolati. Strutture reticolari. Barre elastiche. Strutture reticolari, ovvero sistemi di barre elastiche. Espressione lagrangiana dell'energia cinetica per barre. Cinematica dei continui tridimensionali. Funzione piazzamento per continui di Cauchy. Derivata materiale. Tensore di deformazione. Il gradiente di velocità. Bilancio della massa per continui tridimensionali. Misure di deformazione in un continuo di Cauchy. Il tensore destro di Cauchy-Green, Il tensore di deformazione di Saint-Venant. Allungamento e spostamento angolare. Velocità di deformazione e velocità di rotazione. I tensori di deformazione e rotazione infinitesima.

Equazioni cardinali della dinamica e tensore degli sforzi.

Il concetto di forza come concetto primitivo. Il metodo logico-deduttivo. Le ragioni per cui si debba preferire l'assiomatica di Noll. Tipi di forza applicata ad un continuo. Potenza spesa da un sistema di forze su un campo di velocità. Momento di un sistema di forze e sua variazione al variare del polo. Coppie. Formulazione dell'assioma sull'obiettività della potenza. Conseguenze dell'obiettività della potenza. L'assioma delle reazioni vincolari. Le azioni di contatto in un continuo di Cauchy. Taglio di Cauchy. Un controesempio. Lemma di Cauchy: ovvero il principio di azione e reazione per i vettori degli sforzi. Il teorema del tetraedro di Cauchy: ovvero della dipendenza lineare del vettore degli sforzi dalla normale. Simmetria del tensore degli sforzi. Il teorema di Cauchy-Poisson. Rappresentazione dello stato di tensione in un continuo di Cauchy. Tensioni Principali. Equazioni di equilibrio indefinito.

Elasticità

Relazione costitutiva elastica lineare isotropa omogenea. Stati elementare di elasticità. Problema elastostatico linearizzato.

Il cilindro di Saint-Venant

Il problema di Saint-Venant

Posizione del problema. Caratterizzazione geometrica e dinamica. Conseguenze delle caratterizzazioni geometrica e dinamica. Il principio di Saint-Venant. Sovrapposizione degli effetti. Metodo semi-inverso. Prismi con spessore di piccolo spessore e loro caratterizzazione geometrica, dinamica e cinematica. Approssimazioni della soluzione. Geometria delle aree.

Estensione

Estensione ovvero forza assiale centrata. Campo dello spostamento. Identificazione della rigidità estensionale.

Flessione uniforme

Flessione retta. Flessione deviata. Forza normale eccentrica. Campo dello spostamento. Efficienza di forma. Identificazione della rigidità flessionale. Ortogonalità fra asse di flessione e asse neutro.

Torsione

Sezioni di forma qualunque. Sezioni circolare piena e a corona circolare. Sezioni biconnesse, pluriconnesse e rettangolari di piccolo spessore: Formulazione teorica e applicazioni strutturali. Sezioni aperte composte di rettangoli sottili. Sezioni chiuse composte di rettangoli sottili e di parti biconnesse. Prima e seconda formula di Bredt. Identificazione della rigidità torsionale.

Andreas, U. : Scienza delle Costruzioni. Teoria e applicazioni. Meccanica della trave. Progetto Leonardo, Bologna, (la prima edizione è del 2000)

Andreas, U. : Scienza delle Costruzioni. Teoria e applicazioni. Meccanica dei solidi 3-d. Progetto Leonardo, Bologna, (la prima edizione è del 2000)

Andreas, U. : Scienza delle Costruzioni. Teoria e applicazioni. Il cilindro di Saint-Venant. Progetto Leonardo, Bologna, (la prima edizione è del 2000)

Andreas, U. : Scienza delle Costruzioni. Teoria e applicazioni. Esercizi. Progetto Leonardo, Bologna, (la prima edizione è del 2000)

Bishara, A.; dell'Isola, F.: Elementi di Algebra tensoriale con applicazioni alla meccanica dei solidi. (2005)