



[A004827] SIMULAZIONI NUMERICHE PER PROBLEMI STRUTTURALI AVANZATI

Informazioni generali

Corso di studi	INGEGNERIA CIVILE
Percorso	SCHEMA DI PIANO COMUNE
Anno di offerta	2022/2023
Anno di corso	2
Tipo Attività Formativa	Caratterizzante
Lingua	ITALIANO
Crediti	9 CFU
Tipo attività didattica	Lezioni
Valutazione	Voto Finale
Periodo didattico	Primo Semestre
Titolari	BARDELLA LORENZO
Docenti	PANTEGHINI ANDREA
Durata	90 ore (90 ore Lezioni)
Settore scientifico disciplinare	ICAR/08
Sede	BRESCIA

Obiettivi formativi

Lo scopo del corso è l'acquisizione degli strumenti teorici e computazionali per formulare e risolvere problemi di meccanica dei solidi e delle strutture oltre il regime elastico e lineare, con riferimento specifico alla teoria della plasticità.

Prerequisiti

Complementi di Scienza delle Costruzioni

Contenuti

Introduzione alla teoria della plasticità dei cristalli

Teoria della plasticità fenomenologica. Parte 1: Il legame costitutivo

Teoria della plasticità fenomenologica. Parte 2: Il problema incrementale per il continuo di Cauchy

Comportamento della trave elastoplastica

Analisi elastoplastica di strutture piane

Forma debole delle equazioni di bilancio tramite il Principio dei Lavori Virtuali

Plasticità computazionale

Effetti scala in microcomponenti metallici e introduzione alla teoria della plasticità a gradiente

Metodi didattici

Lezioni ed esercitazioni frontali in aula.

Verifica dell'apprendimento

L'esame è volto ad accertare la conoscenza degli argomenti elencati nel Programma ufficiale del Corso e la capacità di applicare la teoria e i suoi metodi alla soluzione di esercizi. L'esame si svolge con una singola prova orale, parte della quale può, a scelta dello studente, essere basata sulla discussione di un elaborato su un tema concordato con il docente e preparato individualmente dallo studente.

Testi

- 1) Riccardo Baldacci, Giulio Ceradini, Elio Giangreco: "Plasticità" Centro Italiano Sviluppo Impieghi Acciaio, Milano.
- 2) Jacob Lubliner: "Plasticity theory" Prima edizione pubblicata da Pearson Education, Inc.
- 3) Leone Corradi Dell'Acqua: "Meccanica delle strutture 1 - Il comportamento dei corpi continui" Seconda edizione, McGraw-Hill.

- 4) Leone Corradi Dell'Acqua: "Meccanica delle strutture 3 - La valutazione della capacità portante" Seconda edizione, McGraw-Hill.
- 5) D. Hull, D.J. Bacon: "Introduction to dislocations" Butterworth-Heinemann.
- 6) Charles Massonet, Marcel Save: "Calcolo plastico a rottura delle costruzioni" Maggioli Editore.
- 7) E.A. de Souza Neto, D. Peric, D.R.J. Owen: "Computational methods for plasticity - Theory and applications" Wiley.
- 8) Morton E. Gurtin, Eliot Fried, Lallit Anand: "The mechanics and thermodynamics of continua" Cambridge University Press.

- 9) Jean Lemaitre, Jean-Louis Chaboche: "Mechanics of solids materials" Cambridge University Press.
- 10) Davide Bigoni: "Nonlinear solid mechanics - Bifurcation theory and material instability" Cambridge University Press.
- 11) Weimin Han, B. Daya Reddy: "Plasticity: Mathematical theory and numerical analysis" Springer.
- 12) Leone Corradi Dell'Acqua: "Meccanica delle strutture 2 - Le teorie strutturali e il metodo degli elementi finiti" Seconda edizione, McGraw-Hill.
- 13) Vincenzo Franciosi: "Scienza delle Costruzioni Vol.4 (Calcolo a rottura)" Liguori Editore, Napoli.
- 14) Vincenzo Franciosi: "Calcolo a rottura - Lo stato limite ultimo da meccanismo" Liguori Editore, Napoli.

Altro

Nessuna

Programma esteso

Introduzione alla teoria della plasticità dei cristalli

Cenni di cristallografia: i reticoli di Bravais; le strutture cubica a facce centrate, cubica a corpo centrato, esagonale compatta; gli indici di Miller. I difetti nei cristalli e la loro influenza sul comportamento meccanico macroscopico. Brevi cenni di meccanica delle dislocazioni: i sistemi di scorrimento e la legge di Schmid. Sul passaggio da meccanica discreta a meccanica continua: il concetto di scorrimento plastico. Le leggi generali di plasticità incrementale dei cristalli: la plasticità inviscida ("rate-independent"), il dominio elastico, lo snervamento, l'incrudimento, le equazioni di complementarità (condizioni di Karush-Kuhn-Tucker); l'incrudimento latente; la viscoplasticità ("rate-dependent plasticity").

Teoria della plasticità fenomenologica. Parte 1: Il legame costitutivo

Il concetto di funzione di snervamento nella plasticità fenomenologica. Superfici di snervamento di Tresca, di von Mises e di Hill e loro rappresentazioni per stato di sforzo a trave, per stato di sforzo piano, nello spazio degli sforzi principali (di Haigh-Westergaard), nel piano deviatorico; rappresentazione in termini di invarianti: l'angolo di Lode; rappresentazione di altre superfici di snervamento isotrope: proprietà generali e cenni alle funzioni di snervamento di Drucker-Prager, di Tresca modificato e di Coulomb-Mohr. Legame costitutivo elastoplastico incrementale: il modulo della velocità di deformazione plastica e le equazioni di complementarità (condizioni di Karush-Kuhn-Tucker); il postulato di Drucker e le sue implicazioni. Legame costitutivo elastoplastico incrementale per stato di sforzo uniassiale. Plasticità perfetta, incrudimento isotropo e incrudimento cinematico. Condizioni per l'esistenza e l'unicità della soluzione del legame costitutivo elastoplastico incrementale associato, nelle sue forme diretta e inversa.

Teoria della plasticità fenomenologica. Parte 2: Il problema incrementale per il continuo di Cauchy

Unicità della soluzione in termini di incremento di sforzo per il problema elastoplastico incrementale per materiali stabili secondo Drucker; analisi della possibile mancanza di unicità di soluzione in termini di incremento di deformazione plastica. Formulazione alla Colonnetti; principio variazionale estremale di Ceradini per la soluzione del problema elastoplastico incrementale. Analisi limite e teoremi cinematico e statico del calcolo a rottura. Analisi a shakedown di continui tridimensionali; il dominio base dei carichi; cicli a regime; teorema di Bleich e Melan; teoremi cinematici dello shakedown.

Comportamento della trave elastoplastica

Pressoflessione retta elastoplastica: ripasso e approfondimenti rispetto al corso di "Complementi di Scienza delle Costruzioni". Cenni sulla flessione composta con taglio in regime elastoplastico: problema generale e soluzione approssimata di Heyman e Dutton per sezione a doppio T.

Analisi elastoplastica di strutture piane

Ripasso e approfondimenti rispetto al corso di "Complementi di Scienza delle Costruzioni". Effetto di carichi variabili all'interno di domini dei carichi: analisi a shakedown. Tecniche di calcolo sia per l'analisi limite che per l'analisi a shakedown.

Forma debole delle equazioni di bilancio tramite il Principio dei Lavori Virtuali

Plasticità computazionale

Integrazione numerica del legame costitutivo elastoplastico incrementale. Metodo degli Elementi Finiti per problemi meccanici in regime elastoplastico. Applicazione al caso degli elementi finiti di trave di Eulero-Bernoulli con sezione circolare cava in cui sia possibile applicare pressioni interna ed esterna.

Effetti scala in microcomponenti metallici e introduzione alla teoria della plasticità a gradiente

Dislocazioni Geometricamente Necessarie e incongruenza della deformazione plastica. Descrizione continua della densità di Dislocazioni Geometricamente Necessarie (tensore di Nye) e sforzi non-standard associati. Introduzione alla plasticità a gradiente.