ANALISI NON LINEARE AVANZATA DELLE STRUTTURE

6 CFU

Docenti:

Dott. Ing. Amedeo FLORA, PhD, RTDa ICAR/09, Scuola di Ingegneria
amedeo.flora@unibas.it

Dott.ssa Ing. Chiara IACOVINO, PhD, RTDa ICAR/09, Scuola di Ingegneria
chiara.iacovino@unibas.it

DESCRIZIONE DEL CORSO

Le ultime generazioni di Normative tecniche per le costruzioni, in Italia come in altri Paesi, indirizzano sempre più i progettisti verso l'impiego di metodi non lineari per l'analisi, in particolare quella sismica, delle strutture, sia nuove sia esistenti. Tale impostazione è motivata dall'esigenza di indagare in maniera approfondita le capacità di risposta in campo post-elastico ed è, altresì, supportata dalla crescente disponibilità di programmi di calcolo, a diffusione sempre più commerciale, in grado di operare in tale campo, con oneri computazionali non eccessivamente elevati.

Lo svolgimento di analisi statiche non lineari è suggerito dalle Normative ai fini della valutazione sismica di tutte le tipologie di strutture esistenti, mentre, l'analisi dinamica non lineare è fortemente consigliata in presenza di sistemi di dissipazione supplementare dell'energia ed è resa obbligatoria per le costruzioni con isolamento alla base, quando il sistema d'isolamento non possa essere rappresentato mediante un modello lineare equivalente. Inoltre, una diretta valutazione in campo non lineare delle prestazioni conseguibili per i più elevati livelli dell'azione in ingresso rappresenta, anche per le strutture nuove non dotate di tecnologie innovative di protezione sismica, un importante completamento delle analisi di progetto convenzionalmente basate sull'impiego del fattore di struttura.

La crescente attenzione del mondo scientifico, le applicazioni normative, il continuo trasferimento al mondo professionale e le applicazioni ormai sempre più spinte verso metodi di analisi più accurati, rappresentano il fondamento del corso che, pertanto, si propone di fornire agli studenti innovativi ed avanzati contributi per il corretto impiego dei metodi di analisi non lineare.

OBIETTIVI

Il corso si propone di arricchire e completare le competenze degli allievi relativamente ai metodi avanzati di analisi delle strutture ed agli strumenti di calcolo automatico agli elementi finiti (FEM).

Il corso è suddiviso in due moduli dedicati rispettivamente alle strutture in calcestruzzo armato ed a quelle in muratura. Ciascun modulo prevede una parte teorica ed un'ampia parte dedicata alle esercitazioni pratiche.

CONTENUTI DEL MODULO 1. STRUTTURE IN C.A.

1 – Introduzione all’analisi non lineare delle strutture in c.a. (5 ore)

Definizione del problema (fenomeni in campo elastico e condizioni di linearità; fenomeni in campo plastico e condizioni di non linearità).

Approcci per la soluzione del problema (formulazione energetica; formulazione incrementale; formulazione agli elementi finiti).

Esempi e Confronti tra le differenti soluzioni.

2 – Modellazione avanzata di strutture in c.a. per analisi non lineari (5 ore)

2.A Modellazione con elementi monodimensionali

Modelli a plasticità concentrata (cerniere plastiche e domini di resistenza bidimensionali e tridimensionali).

Modelli a plasticità diffusa (FB e DB elements, accuratezza del modello e parametri di calibrazione).

Esempi pratici di applicazione dei due modelli e confronto tra i risultati.

2.B Modellazione con elementi bidimensionali

Modellazione con elementi bidimensionali (shell).

3 – Metodi di analisi non lineare (6 ore)

3.A Cenni sull’Analisi statica non lineare

Principi dell’analisi statica non lineare (curve di capacità, distribuzioni di forze, modellazione).

3.B Analisi dinamica non lineare

Elementi di teoria dell’analisi dinamica non lineare.

Selezione di accelerogrammi naturali e spettro-compatibilità.

Utilizzo dell’analisi dinamica non lineare per la progettazione/verifica strutturale di edifici.

Analisi incrementali (IDA).

3.C Approcci alternativi per la soluzione di problemi non lineari

Algoritmi e strategie di convergenza della soluzione.

Metodi di affinamento dei risultati.

Il metodo di analisi non lineare per la simulazione del comportamento delle strutture soggette a corrosione.

4 – Esercitazione (8 ore)

The Opensees Framework.

Introduzione al linguaggio Tcl.

Panoramica sui principali modelli costitutivi non lineari presenti nella libreria Opensees.

Panoramica sulle principali metodologie di analisi implementate nel framework Opensees.

Gestione dell'input e dell'output di Opensees.

Esempio di modellazione di un telaio 2d/3d in Opensees in campo lineare e non lineare.

CONTENUTI DEL MODULO 2. STRUTTURE IN MURATURA

1 – Introduzione all'analisi non lineare delle strutture in muratura (4 ore)

Risposta sismica degli edifici in muratura: Meccanismi di collasso, analisi del danno e del quadro fessurativo.

Analisi dei fenomeni in campo elastico e limiti di applicabilità.

Analisi dei fenomeni in campo plastico e condizioni di non linearità.

Approcci per la soluzione del problema.

2 – Metodi di analisi e approcci alla modellazione delle strutture in muratura (6 ore)

Approcci basati sull'analisi limite.

Approcci di modellazione semplificata: macro-elementi, modelli a telaio.

Modellazione mediante elementi finiti.

Modellazione del comportamento fuori dal piano.

Modellazione delle strutture miste muratura – c.a..

3 – Analisi e verifica delle strutture in muratura (6 ore)

Analisi del comportamento locale.

Analisi del comportamento globale.

Analisi di edifici in aggregato.

Metodi di analisi non lineare (statica e dinamica non lineare).

4 – Esercitazione (8 ore)

Introduzione ai software di calcolo non lineare.

Il metodo FME.

Il telaio equivalente.

Il macroelemento.

La costruzione del modello e le tipologie di analisi.

Esempio di modellazione di una struttura, analisi e gestione dei risultati.