UNIVERSITÀ DI PISA

COSTRUZIONI IN ZONA SISMICA

WALTER SALVATORE

Anno accademico	2018/19
CdS	INGEGNERIA EDILE-ARCHITETTURA
Codice	396ZY
CFU	9

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
COSTRUZIONI IN ZONA SISMICA	ICAR/09	LEZIONI	108	MARIA LUISA BECONCINI FRANCESCA MATTEI WALTER SALVATORE

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze
Lo studente che completerà con successo il corso, sarà in grado di dimostrare una buona padronanza dell'ingegneria sismica, in particolare riguardo la progettazione prestazionale antisismica alla luce delle moderne normative. Verranno approfonditamente discussi e descritti durante il corso la progettazione antisismica delle strutture in calcestruzzo armato e in acciaio, con cenni alle strutture in muratura.

Modalità di verifica delle conoscenze
Lo studente dovrà dimostrare di saper discutere i contenuti fondamentali del corso usando la terminologia appropriata. Durante l'esame orale lo studente dovrà essere in grado di dimostrare la sua conoscenza della materia oggetto del corso e di discutere criticamente le problematiche con proprietà di linguaggio.
Metodo

- esame orale finale

Capacità
Al termine del corso lo studente avrà acquisito competenze relative ai seguenti argomenti:

- progettazione di costruzioni in calcestruzzo armato in zona sismica.
- progettazione di costruzioni in acciaio in zona sismica.
- affrontare principali problematiche relative alla muratura
- tecniche avanzate di modellazione ed analisi lineare e non lineare delle costruzione.

Modalità di verifica delle capacità
Metodo

- esame orale finale

Comportamenti
Sensibilità nel predimensionamento e nel calcolo di costruzioni in zona sismica, con diverse tipologie strutturali. Abilità di individuare criticità strutturali e problematiche inerenti le costruzioni esistenti.

Modalità di verifica dei comportamenti
Metodo

- esame orale finale

Prerequisiti (conoscenze iniziali)
Scienza delle costruzioni, Tecnica delle costruzioni
Criteri di dimensionamento e verifica di nuove costruzioni per azioni gravitazionali.

Indicazioni metodologiche

Frequenza: consigliata
Metodologia di apprendimento:

- lezioni in aula
- studio individuale

Modalità di insegnamento:

- lezioni in aula, sia teoriche che esercitazioni pratiche

Ricevimento studenti
Comunicationi via mail

Programma (contenuti dell'insegnamento)

Comportamento dinamico di sistemi ad un solo grado di libertà (SDOF – single degree of freedom). Risoluzione dell'equilibrio dinamico dei sistemi SDOF in condizioni di vibrazioni libere non smorzate, vibrazioni libere smorzate, vibrazioni non smorzate forzate con forzante armonica, vibrazioni smorzate e forzate con diverse tipologie di forzanti.
Utilizzo della serie di Fourier per la risoluzione delle equazioni di equilibrio dinamico di sistemi SDOF forzati con forzante armonica, periodica o generica. Utilizzo dell'integrale di Duhamel per la risoluzione delle equazioni di equilibrio dinamico di sistemi SDOF soggetti ad azioni impulsive o a forzanti generiche.
Comportamento dinamico di sistemi a molti gradi di libertà (MDOF - multi degrees of freedom). Risoluzione dell'equilibrio dinamico dei sistemi MDOF in condizioni di vibrazioni libere non smorzate: analisi modale con determinazione dei parametri dinamici del sistema – frequenze proprie e modi di vibrare. Condizioni di ortogonalità rispetto alle matrici di massa e di rigidezza. Cambio di base del sistema vettoriale al fine di disaccoppiare le equazioni del moto del sistema MDOF.
Risoluzione dell'equilibrio dinamico dei sistemi MDOF in condizioni di vibrazioni libere smorzate e metodi di modellazione dello smorzamento.
Risoluzione dell'equilibrio dinamico dei sistemi MDOF in condizioni di vibrazioni smorzate e forzate, con particolare riferimento al caso dell'eccitazione sismica. Calcolo delle forze statiche di piano associate a ciascun modo di vibrare per un sistema MDOF.
Cenni sull'origine dei terremoti, definizioni generali (distanza epicentrale, ipocentrale, focale). Descrizione delle onde sismiche: tipologia, onde di volume, onde di superficie. Propagazione delle onde sismiche. Risposta sismica locale. Cenni sui metodi di valutazione della velocità delle onde sismiche.
La misura dei terremoti: misure oggettive, stima basata sulla valutazione di grandezze fisiche e stima basata sull'energia rilasciata dal sisma (Scala di Magnitudo). Misure soggettive e scale macrosismiche. Correlazione tra misure soggettive e misure oggettive dei terremoti.
Definizione dei concetti di pericolosità sismica, esposizione, vulnerabilità e rischio sismico. Legge di Gutemberg/Richter.
Sicurezza e prestazioni attese: definizione della Probabilità di superamento di un evento sismico. Definizione degli Stati Limite (ultimi e di esercizio). Definizione della vita nominale, del coefficiente d'uso e della vita di riferimento di una costruzione. Definizione del periodo di riferimento di un evento sismico.
La mitigazione del rischio sismico. Classificazione sismica
Metodi di modellazione dell'azione sismica. Risposta di un sistema elastico e risposta di un oscillatore elasto-plastico equivalente. Definizione dello spettro di risposta: significato e schematizzazione di calcolo a partire da un generico input sismico (accelerogramma). Riferimento alla formulazione proposta dalle attuali Norme Tecniche per le Costruzioni con definizione dei vari parametri e loro definizione.
Definizione del concetto di *duttilità*: individuazione dei diversi livelli di duttilità del materiale, duttilità di sezione, duttilità di elemento e duttilità di struttura e dei legami tra loro intercorrenti, con applicazioni a strutture in calcestruzzo armato e in acciaio (es. calcolo del legame momento/curvature e momento/rotazione per sezioni/elementi in calcestruzzo armato e acciaio). Importanza della duttilità e della verifica in duttilità, con riferimento a quanto previsto per le nuove costruzioni.
Concetto di *regolarità strutturale*: in pianta ed in elevato, con riferimento a quanto previsto da normativa. Significato di semplicità strutturale e di ridondanza.
Definizione delle principali *tipologie strutturali* per le costruzioni in calcestruzzo armato (MRF, strutture a pareti, strutture a nucleo) ed in acciaio (MRF, CBF, EBF, strutture duali), con evidenziazione del comportamento strutturale e vantaggi/svantaggi di ciascuna delle diverse tipologie.
Criteri generali di progettazione sismica: introduzione al concetto di progettazione in capacità, finalità e metodologia di applicazione.
Concetto di Fattore di Struttura/Fattore di comportamento: significato, campo di applicazione e formulazione prevista dalle attuali Norme Tecniche per le Costruzioni. Determinazione del fattore di struttura e collegamento tra fattore di struttura e concetto di duttilità.
Introduzione generale alle diverse tipologie di analisi: distinzione tra analisi statica ed analisi dinamica, tra analisi lineare e non lineare. Concetto di non linearità geometrica e del materiale: coefficiente di sensitività ai fenomeni del secondo ordine, metodo di calcolo e distinzione della tipologia di analisi in funzione di esso.
Criteri generali di modellazione lineare delle strutture: modellazione di elementi strutturali (elementi verticali in calcestruzzo armato, acciaio, muratura, orizzontamenti e coperture), non strutturali (elementi di tamponamento e varie metodologie semplificate di modellazione) e dell'interazione terreno-struttura, con riferimento alla modellazione medesima della fondazione.
Metodi di analisi lineare delle costruzioni: criteri di applicabilità e motivazioni. Analisi statica lineare: determinazione delle forze statiche equivalenti mediante richiami di dinamica; riferimento e spiegazione della formulazione proposta dalle attuali Norme Tecniche per le Costruzioni. Analisi dinamica lineare: criteri di applicabilità e motivazioni. Determinazione delle eccentricità accidentali. Calcolo delle forze statiche associate ai vari modi significativi di vibrare, metodi di combinazione lineare delle azioni e valutazioni degli effetti della variabilità spaziale del moto.
Criteri generali di modellazione non-lineare delle strutture: descrizione dei fenomeni di non-linearità del materiale (con riferimento ai principali materiali da costruzione impiegati) e geometrici (effetto P-d, effetto trave-colonna, grandi spostamenti e rotazioni). Metodologie di modellazione non-lineare delle costruzioni: modellazione non lineare a plasticità diffusa e a plasticità concentrata.
Metodi di analisi non-lineare delle costruzioni: criteri di applicabilità e motivazioni. Analisi statica non-lineare: criteri generali e metodologia; definizione delle distribuzioni di azioni orizzontali previste da normativa e spiegazione. Metodologia proposta da normativa. Metodo N2 e

rappresentazione grafica su piano accelerazione/spostamento (AD). Determinazione del fattore di struttura da analisi statica non-lineare: concetto di duttilità e sovra-resistenza. Analisi dinamica non-lineare: criteri generali e metodi di applicazione. Selezione degli accelerogrammi da impiegare, numero e tipologia (accelerogrammi naturali, artificiali, generati). Interpretazione dei risultati con riferimento alle prescrizioni normative.
Criteri generali di verifica: criteri di verifica in resistenza, rigidezza e duttilità; metodi di verifica nel caso analisi lineari e di analisi non lineari
Introduzione alla progettazione sismica delle costruzioni in calcestruzzo armato: progettazione in capacità, criteri specifici per le costruzioni in c.a. Metodologie di analisi da impiegare (precisazioni specifiche per le costruzioni in c.a. rispetto a quanto già detto in termini generali) e definizione del fattore di comportamento/struttura per le costruzioni in c.a. Approfondimenti specifici per la modellazione delle costruzioni in c.a. in campo lineare e non-lineare. Criteri di progettazione sismica degli elementi strutturali (travi, pilastri): dimensionamento, criteri di dettaglio e criteri di verifica. Verifica dei nodi trave pilastro. Verifiche di duttilità degli elementi strutturali, esplicita ed implicita. Criteri generali per il dimensionamento delle strutture di fondazione.
Importanza dei fenomeni di confinamento ed aderenza per le costruzioni in c.a. in zona sismica: definizione del concetto di confinamento e ruolo svolto nelle costruzioni, introduzione ai principali modelli di confinamento proposti in letteratura e dalle normative di comprovata validità. Definizione del concetto di aderenza acciaio/calcestruzzo, ruolo e significato dell'aderenza nelle costruzioni in c.a., introduzione ai principali modelli di confinamento proposti in letteratura e dalle normative di comprovata validità.
Introduzione generale alla progettazione di costruzioni in muratura: criterio di scatolarità delle costruzioni in muratura e definizione del ruolo affidato a ciascun componente strutturale (pareti verticali, cordoli, solai, fondazioni, ecc.). Criteri generali di progettazione statica delle costruzioni in muratura. Definizione delle caratteristiche meccaniche del materiale muratura per via sperimentale e/o tabellare. Cenni sulla modellazione delle costruzioni in muratura (modellazione su macroscala, mesoscala e microscala), sulle metodologie di analisi (lineari e non lineari, statiche e dinamiche) e sul tipo di verifiche (pressoflessione nel piano e fuori piano, verifica a taglio).
Introduzione alla progettazione sismica delle costruzioni in acciaio con diversa tipologia strutturale (MRF, CBF, EBF): progettazione in capacità, criteri specifici per le varie tipologie. Metodologie di analisi da impiegare (precisazioni specifiche per le costruzioni in acciaio rispetto a quanto già detto in termini generali) e definizione del fattore di comportamento/struttura Approfondimenti specifici per la modellazione delle costruzioni in acciaio in campo lineare e non-lineare. Criteri di progettazione sismica degli elementi strutturali per le varie tipologie strutturali (strutture a telaio MRF, strutture con controventi concentrici CBF e strutture con controventi eccentrici EBF): dimensionamento, criteri di dettaglio e criteri di verifica. Metodi di progetto dei collegamenti (tra elementi e a livello di fondazione).

Esercitazione : progettazione di un caso studio a telaio in calcestruzzo armato. Pre-dimensionamento, analisi, progetto e verifiche.

Bibliografia e materiale didattico

Bibliografia consigliata:
Criteri di Progettazione Antisismica degli Edifici, L.Petrini, R. Pinho, G.M. Calvi, IUSS press, Pavia
PROGETTAZIONE SISMO-RESISTENTE DI EDIFICI IN CEMENTO ARMATO, mezzina mauro; raffaele domenico; uva giuseppina; marano giuseppe carlo, CITTA' STUDI, Bar
Edifici con Struttura di Acciaio in Zona Sismica F.M. Mazzolani, R. Landolfo, G. Della Corte, B. Faggiano, IUSS press, Pavia
Progetto Antisismico di Edifici in Cemento Armato, E. Cosenza, G. Maddaloni, G. Magliulo, M. Pecce, R. Ramasco, IUSS press, Pavia
Mazzolani, Federico, and Victor Gioncu. "Earthquake engineering for structural design." CRC Press, 2014.
Kappos, Andreas, and G. G. Penelis. "Earthquake resistant concrete structures." CRC Press, 2014.
Capozucca, "Teoria e tecnica delle strutture in muratura", Pitagora Editrice Bologna
"Norme tecniche per le costruzioni, 14 gennaio 2008", e "Circolare esplicativa 2 febbraio 2009 n°617/C.S.LL.PP", DEI
"Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni, 17 gennaio 2018, DEI

Modalità d'esame

Metodo:

- Esame orale finale

Ultimo aggiornamento 25/01/2019 00:58