UNIVERSITÀ DI PISA

COSTRUZIONI IN ZONA SISMICA

SILVIA CAPRILI

Anno accademico	2020/21
CdS	INGEGNERIA EDILE-ARCHITETTURA
Codice	396ZY
CFU	9

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
TECNICA DELLE COSTRUZIONI	ICAR/09	LEZIONI	108	SILVIA CAPRILI FRANCESCA MATTEI ANDREA PISCINI WALTER SALVATORE

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze
Al superamento dell'esame, lo studente sarà in possesso di una buona conoscenza delle tematiche riguardanti l'ingegneria sismica:progettazione di nuove costruzioni con struttura di calcestruzzo armato, acciaio e muratura; valutazione della sicurezza degli edifici esistenti; progettazione degli interventi di miglioramento strutturale.

Modalità di verifica delle conoscenze
Prova orale con discussione dell'elaborato progettuale dell'anno.

Capacità
Lo studente sarà valutato sulla base della capacità dimostrata nel discutere i contenuti del corso, utilizzando la terminologia appropriata e motivando adeguatamente ed approfonditamente le scelte progettuali adottate in occasione dello svolgimento dell'esercitazione progettuale.

Modalità di verifica delle capacità
Prova orale con discussione dell'elaborato progettuale dell'anno.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)
Scienza delle Costruzioni, Tecnica delle Costruzioni, prevalentemente.

Programma (contenuti dell'insegnamento)
Introduzione: origine del terremoti, sismicità.

- Origine dei terremoti e definizioni generali (distanza epicentrale, ipocentrale, focale, ecc.).
- 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.
- Sismicità storica e sismicità strumentale. La pericolosità sismica Probabilità di superamento e periodo di riferimento di un evento sismico. Definizione del concetto di rischio sismico.

Azione sismica e livelli di verifica

- Sicurezza e prestazioni attese: livelli di azione sismica vs. livelli di prestazione strutturale. Stati Limite (ultimi e di esercizio).
- Definizione dello spettro di risposta: significato e valutazione dello spettro di risposta di un dato accelerogramma. Riferimento alla formulazione proposta dalle attuali Norme Tecniche per le Costruzioni con definizione dei vari parametri e loro definizione. Vita nominale, coefficiente d'uso e vita di riferimento di una costruzione.

Progettazione antisismica delle costruzioni

- Criteri di progettazione antisismica. Concetto di *regolarità strutturale*: in pianta ed in elevato, con riferimento a quanto previsto da normativa. Significato di semplicità strutturale e di ridondanza.
- Definizione del concetto di *duttilità*: il sistema ad un grado di libertà elasto-plastico.

- Dalla duttilità materiale alla duttilità strutturale: 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. Importanza della duttilità e della verifica in duttilità, con riferimento a quanto previsto per le nuove costruzioni.
- La progettazione in capacità, finalità e metodologia di applicazione.
- Concetto di *fattore di comportamento*: significato, campo di applicazione e formulazione. Determinazione del fattore di struttura e collegamento tra fattore di struttura e concetto di duttilità.
- 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.

Modellazione, analisi strutturale e verifiche di sicurezza

- Introduzione generale alle diverse tipologie di analisi. Analisi lineari e non lineari, statiche e dinamiche. 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, 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 dell'analisi statica equivalente e motivazioni. Analisi statica lineare: determinazione delle forze statiche equivalenti, illustrazione della formulazione proposta dalle attuali Norme Tecniche per le Costruzioni. Analisi dinamica lineare: criteri di applicabilità e motivazioni. Analisi modale dei sistemi strutturali a molti gradi di libertà, 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. Determinazione delle eccentricità accidentali.
- Criteri generali di modellazione non-lineare delle strutture. Descrizione dei fenomeni di non-linearità del materiale e geometrici. 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. 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 lineare e di analisi non lineare.

Criteri di progetto di costruzioni di calcestruzzo armato

- Introduzione alla progettazione sismica delle costruzioni di calcestruzzo armato: progettazione in capacità, criteri specifici per le costruzioni di c.a. Metodologie di analisi da impiegare e definizione del fattore di comportamento/struttura per le costruzioni di c.a. Approfondimenti specifici per la modellazione delle costruzioni in c.a. in campo lineare e non-lineare. Criteri di progettazione e verifica degli elementi strutturali (travi, pilastri e pareti): dimensionamento, criteri di dettaglio e criteri di verifica. Criteri generali per il dimensionamento delle strutture di fondazione.
- Fenomeni di confinamento ed aderenza per le costruzioni di 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 di c.a., introduzione ai principali modelli di confinamento proposti in letteratura e dalle normative di comprovata validità.

Criteri di progetto di costruzioni di muratura

- Introduzione generale alla progettazione di costruzioni in muratura. Criteri generali di progettazione statica delle costruzioni di muratura. Definizione delle caratteristiche meccaniche del materiale. Approfondimenti sulla modellazione delle costruzioni di muratura e relative problematiche.
- Definizione del fattore di struttura/comportamento per le costruzioni in muratura. Criteri di progettazione specifici per la zona sismica e precisazioni sulle metodologie di analisi. Criteri e metodi di verifica delle costruzioni in muratura.

Criteri di progetto di costruzioni di acciaio

- Introduzione alla progettazione sismica delle costruzioni di acciaio con diversa tipologia strutturale: progettazione in capacità, criteri specifici per le varie tipologie. Metodologie di analisi da impiegare e definizione del fattore di comportamento. Approfondimenti specifici per la modellazione delle costruzioni di acciaio in campo lineare e non-lineare.
- Criteri di progettazione sismica degli elementi strutturali per le varie tipologie strutturali (strutture a telaio, strutture con controventi concentrici e strutture con controventi eccentrici): dimensionamento, criteri di dettaglio e criteri di verifica. Metodi di progetto dei collegamenti (tra elementi e a livello di fondazione).

Valutazione della sicurezza statica e della vulnerabilità sismica delle costruzioni esistenti

- Introduzione generale alle costruzioni esistenti. Il percorso della conoscenza delle costruzioni esistenti: analisi storico-critica, rilievo geometrico-strutturale ed organizzazione delle campagne di indagine in situ, con riferimento specifico alle costruzioni in c.a. e in muratura. Cenni sulla caratterizzazione meccanica del materiale. Significato e definizione dei Livelli di Conoscenza e dei Fattori di Confidenza.
- Metodi di analisi strutturale per gli edifici esistenti: precisazioni rispetto alle nuove costruzioni, fattori di comportamento/struttura da impiegare per le diverse tipologie strutturali. Criteri generali di verifica (distinzione tra elementi/meccanismi duttili e fragili). Valutazione della sicurezza statica e della vulnerabilità sismica, con individuazione delle criticità.

- Criteri generali di intervento: distinzione tra intervento locale, miglioramento e adeguamento con riferimento a quanto previsto da normativa. Cenni alle tecniche di intervento sugli edifici esistenti in calcestruzzo armato.

Esercitazioni

- Progettazione di una costruzione in c.a. e di una in acciaio.

Bibliografia e materiale didattico

- Progettazione sismo-resistente di edifici in cemento armato. M. Mezzina, D. Raffaele, G. Uva, G.C. Marano. Città studi edizioni, Bari
- Criteri di Progettazione Antisismica degli Edifici, L.Petrini, R. Pinho, G.M. Calvi, IUSS press, Pavia.
- Valutazione degli edifici esistenti in Cemento Armato, G. Manfredi, A. Masi, R., Pinho, G. Verderame, M. Vona, IUSS press, Pavia
- Progetto Antisismico di Edifici in Cemento Armato, E. Cosenza, G. Maddaloni, G. Magliulo, M. Pecce, R. Ramasco, IUSS press, Pavia
- Edifici con Struttura di Acciaio in Zona Sismica F.M. Mazzolani, R. Landolfo, G. Della Corte, B. Faggiano, IUSS press, Pavia
- Kappos, Andreas, and G. G. Penelis. “Earthquake resistant concrete structures.” CRC Press, 2014.
- R. Capozucca, “Teoria e tecnica delle strutture in muratura”, Pitagora Editrice Bologna

Modalità d'esame

Prova orale con discussione del progetto dell'anno

Ultimo aggiornamento 22/09/2020 16:57