

Metodi di calcolo nell'ingegneria strutturale (XVI Edizione):

**CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI
STRUTTURALI E DIAGNOSI DI DANNI NELLE STRUTTURE**

Milano 14-18 novembre 2005

Struttura proponente

Dipartimento di Ingegneria Strutturale

Direttori del corso

Giulio MAIER

Umberto PEREGO

Segretaria del corso

Francesca CLEMENZA

con il patrocinio di:

- Collegio degli Ingegneri e Architetti di Milano
- Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano
- Associazione Italiana Prove non Distruttive (AIPnD)
- Associazione Italiana di Meccanica Teorica ed Applicata (AIMETA)
- Gruppo Italiano di Meccanica Computazionale (GIMC)
- Associazione Italiana di Ingegneria Offshore e Marina (AIOM)

Destinatari

Il corso è rivolto ad ingegneri e tecnici di varie specializzazioni attivi nelle industrie, nella libera professione, nelle amministrazioni e negli enti di ricerca, e anche ai dottorandi in ingegneria strutturale. Il livello di preparazione presupposto è quello dei corsi di laurea in ingegneria.

Contenuti del corso

Il corso si propone di offrire un'occasione di aggiornamento culturale e professionale sulle tecniche di identificazione parametrica per la caratterizzazione dei materiali a diverse scale e per la diagnostica di danni strutturali e di deterioramento nel tempo in costruzioni civili ed industriali.

Si intende anche fornire informazioni sintetiche, ma aggiornate e sistematiche, sulle basi teoriche e sulle possibilità e modalità applicative in ambito ingegneristico ed industriale della metodologia di analisi inversa. Tali metodi consistono in una combinazione sinergica di prove sperimentali (tradizionali o innovative), simulazioni al calcolatore e tecniche numeriche di identificazione parametrica.

Nella prima parte del corso saranno esposti richiami sui principali modelli costitutivi, atti a descrivere a fini pratici il comportamento meccanico (elastico, anelastico, a frattura) dei materiali strutturali più usati nell'ingegneria civile ed industriale, e nelle micro-tecnologie. Verranno presentati alcuni fondamenti di meccanica sperimentale e computazionale per l'identificazione di parametri mediante analisi inversa, dapprima in ambito deterministico e poi con approcci stocastici. Saranno illustrati moderni ed innovativi metodi per la diagnosi di danni strutturali, sia "globale" che "locale", in laboratorio ed in situ. Tra le prove in situ particolare attenzione sarà dedicata alla determinazione di moduli elastici, resistenza, energia di frattura e stati tensionali mediante classiche tecniche dilatometriche in profondità e con martinetti piatti in superficie, evidenziandone le prospettive di potenziamento ottenibile attualmente con l'impiego di simulazioni e reti neurali

artificiali.

Analisi diagnostiche globali intese ad identificare in strutture la distribuzione di rigidità locale potenzialmente ridotta come indice di degrado o danno, possono essere fondate su carichi statici o dinamici. In ambedue i casi si intende illustrare novità metodologiche oggi offerte da recenti progressi tecnologici (quali il monitoraggio con radar di grandi costruzioni indagate con azioni statiche).

La determinazione di proprietà meccaniche di materiali strutturali con prove di laboratorio combinate con analisi inverse sarà discussa nel Corso con riferimento a vari casi pratici: ruote e rotaie ferroviarie, compositi, materiali cementizi, impiantistica industriale, prodotti cartacei e membrane impermeabilizzanti.

Nel campo delle costruzioni civili, si farà riferimento a ponti, dighe, edifici monumentali ed a componenti di impianti industriali, con particolare attenzione a qualche caso rappresentativo atto ad evidenziare anche alcune nozioni fondamentali alla base degli interventi di ripristino.

Con riferimento ad esempi di interesse pratico industriale, sarà trattata la caratterizzazione delle proprietà meccaniche dei materiali impiegati nelle micro-tecnologie intese a produrre dispositivi vari, tra cui MEMS (“microelectro-mechanical systems”). In tale ambito tecnico-scientifico in rapida espansione saranno presentate in termini pratici varie metodologie (quali micro- e nano-indentazione) di recente elaborazione per la stima di autotensioni residue e/o di parametri costitutivi.

Obiettivi

Il corso è di tipo formativo e informativo e persegue i seguenti scopi:

contribuire all'ampliamento ed all'aggiornamento della cultura tecnicoscienza dei partecipanti; accrescere le capacità operative nelle problematiche tecnologiche considerate; trattare alcuni temi avanzati ma di interesse attuale nell'ingegneria pratica; fornire spunti per approfondimenti che potranno essere effettuati successivamente in modo autonomo dai partecipanti.

Programma

- Considerazioni introduttive: motivazioni ingegneristiche della associazione di esperimenti, simulazioni al calcolatore e analisi inverse per calibrazione di modelli e diagnosi di danni
- Rassegna critica dei principali modelli costitutivi attualmente impiegati nelle varie tecnologie per descrivere il comportamento meccanico dei materiali (elasticità, plasticità, danneggiamento, viscosità, frattura).
- Fondamenti di meccanica sperimentale: quantificazione statistica delle incertezze di misura con riferimento a rappresentativi strumenti da laboratorio e per prove in situ
- Calibrazioni in laboratorio di modelli costitutivi anelastici per materiali lapidei
- Prove diagnostiche in situ su materiali da costruzione
- Analisi diagnostiche per la preservazione e il restauro del patrimonio architettonico monumentale
- Tradizionali prove in situ per la caratterizzazione meccanica di materiali strutturali (martinetti piatti, dilatometri, carotaggi etc.)
- Cause e rimedi del degrado strutturale nelle costruzioni in cemento armato
- Tecniche di monitoraggio di grandi costruzioni

- Metodi affidabilistici nella diagnosi di costruzioni
- Analisi diagnostica globale di dighe in base a carichi statici e a monitoraggio tradizionale e innovativo (radar)
- Analisi inverse in dinamica strutturale: fondamenti metodologici
- Analisi diagnostica globale di dighe in base a eccitazione dinamica
- Analisi diagnostiche statiche e dinamiche di ponti e di altre costruzioni dell'ingegneria civile
- Modelli costitutivi dell'ingegneria geotecnica e loro calibrazione
- Fondamenti della implementazione dei modelli costitutivi nei codici di calcolo per elementi finiti
- Inquadramento metodologico generale della identificazione parametrica mediante analisi inversa, con riferimento esemplificativo ad applicazioni industriali
- Identificazione di parametri in modelli coesivi di frattura quasi-fragile per materiali lapidei sulla base di prove in laboratorio e di analisi inversa ("Threepoint-bending tests"; "wedge-splitting tests")
- Identificazione di parametri costitutivi e di stati tensionali mediante prove in situ, analisi inverse e reti neurali
- Caratterizzazione meccanica di fogli sottili per laminati, di carta e cartoni e di membrane impermeabilizzanti con membranometro a pressione
- Calibrazione di modelli costitutivi elastoplastici per metalli: il caso delle ruote e delle rotaie ferroviarie
- Moderna estensimetria: fibre ottiche per monitoraggio di strutture ed ESPI in laboratorio
- Identificazione di parametri costitutivi nella meccanica e nella tecnologia dei materiali compositi
- Indentazioni ("prove di durezza", "small punch tests"), integrate da rilievi di impronta e analisi inverse, per l'identificazione di parametri costitutivi e di tensioni residue nelle microtecnologie e nella diagnosi di componenti della impiantistica industriale
- Determinazione sperimentale di proprietà di materiali e caratterizzazioni meccaniche varie con prove in situ su circuiti integrati nelle microtecnologie

Docenti

Le lezioni saranno tenute dai docenti universitari qui di seguito elencati, dai direttori del corso e da esperti provenienti da qualificati ambienti professionali e industriali:

Matteo Ageno (Stazione Sperimentale della Carta, Milano)

Raffaele Ardito (*)

Mario Berra (CESI, Milano)

Luigia Binda (*)

Luigi Biolzi (*)

Sergio Bittanti (Politecnico di Milano, Dipartimento di Elettronica e Informazione)

Pietro Bocca (Politecnico di Torino)

Massimiliano Bocciarelli (*)
Gabriella Bolzon (*)
Carlo Bottani (Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Nucleare)
Alfredo Cigada (Politecnico di Milano, Dipartimento di Meccanica)
Claudia Comi (*)
Alberto Corigliano (*)
Pierre Devin (SIAL.TEC Engineering s.r.l., Seriate)
Roberto Fedele (*)
Carmelo Gentile (*)
Alberto Giussani (Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture Viarie, Rilevamento)
Giulio Maier (*)
Alberto Masera (CESI, Milano)
Guido Mazzà (CESI, Milano)
Antonino Morassi (Università di Udine)
Roberto Nova (*)
Umberto Perego (*)
Pierpaolo Rossi (R.Teknos, Bergamo)
Fabrizio Vestroni (Università "La Sapienza", Roma)
Maurice Whelan (European Commission - JRC, Ispra)
Luigi Zanzi (*)

* Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Strutturale (DIS)

Modalità di svolgimento

Le lezioni si terranno nell'Aula Castigliano del Dipartimento di Ingegneria Strutturale del Politecnico di Milano.

Avranno inizio alle ore 9.00 del 14 novembre 2005 e saranno di 45 minuti ciascuna, 8 in ciascuno dei 5 giorni. Il primo giorno, prima dell'inizio delle lezioni (dalle ore 8.30), verrà effettuata la registrazione degli iscritti.

Il corso consiste in lezioni corredate da esemplificazioni con possibilità di interventi e contributi di partecipanti. I partecipanti che volessero presentare un proprio contributo al corso (commenti, osservazioni, proposte, risultati di ricerca per una durata massima di 15 minuti) debbono farne richiesta preventiva.

Le lezioni saranno corredate da materiale didattico sui temi trattati (dispense e/o copie dei trasparenti presentati in aula), disponibile esclusivamente per gli iscritti al corso, e indicazioni bibliografiche per eventuali approfondimenti dopo il corso.

Ai partecipanti verrà rilasciato un attestato di frequenza.

Riferimento amministrativo

Dipartimento di Ingegneria Strutturale

Quota di iscrizione

Euro 600,00 per iscrizioni effettuate entro il 14 ottobre 2005

Euro 650,00 per iscrizioni effettuate dopo il 14 ottobre 2005

Quota di iscrizione per dottorandi

Euro 350,00

Le quote vanno versate sul c.c. bancario:

C/C n. 1770X45

presso BPS Ag. 21 di Milano, via Bonardi 4

ABI 05696 - CAB 01620
IBAN: IT72 S 05696 01620 000001770X45
intestato al Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Politecnico di Milano

con indicazione nella causale di versamento del titolo del corso e del nominativo del partecipante

Le spese bancarie sono a carico del partecipante

La quota di iscrizione è esente da IVA ai sensi dell'art. 10 DPR 633 del 26/10/72

L'allegato modulo, debitamente compilato, costituisce domanda di iscrizione da indirizzare, insieme alla copia del bonifico, alla segreteria del corso.

L'iscritto riceverà una fattura di avvenuto pagamento.

Al fine di poter predisporre il materiale didattico le domande di iscrizione dovranno pervenire entro il 28 ottobre 2005. Dopo tale termine si prega di telefonare prima di procedere all'iscrizione.

Il numero dei partecipanti ammessi sarà limitato: per le iscrizioni che non potessero essere accolte si procederà al rimborso della quota versata.

Nessun rimborso potrà essere richiesto dai partecipanti che non avranno comunicato la propria indisponibilità almeno dieci giorni prima dell'inizio delle lezioni (mediante lettera raccomandata-espresso).

Ai partecipanti verrà rilasciato un attestato di frequenza.

Agli iscritti, insieme all'orario ed al programma dettagliato verrà inviato un elenco di alberghi vicini al Politecnico.

Info

Francesca Clemenza
tel.: 0223994209
fax: 0223994220
email: francesca.clemenza@polimi.it

27

**Metodi di calcolo nell'ingegneria strutturale (XVI Edizione):
CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI STRUTTURALI E DIAGNOSI DI
DANNI NELLE STRUTTURE**

Spedire via fax o per e-mail, allegando copia del bonifico e dati per la fatturazione alla segreteria del corso:

Sig.ra Francesca Clemenza
Politecnico di Milano - Dipartimento di Ingegneria Strutturale
P.zza L. da Vinci, 32 - 20133 Milano
Fax: 0223994220; e-mail: francesca.clemenza@polimi.it

Autorizzo l'inserimento dei miei dati nei vostri archivi informatici, nel rispetto di quanto previsto dalla legge sulla tutela dei dati personali. In ogni momento, a norma dell'art.13 della legge 675/96, potrò comunque avere accesso ai miei dati, chiederne la modifica o la cancellazione.

Nome e cognome _____

Qualifica, ente/ditta _____

Indirizzo _____

cap città _____

tel. ufficio tel. abitazione _____

fax _____

email _____

DATI PER FATTURAZIONE

Intestare fattura a:

Indirizzo _____

cap città _____

Codice Fiscale/Partita IVA _____

Data _____

Firma _____