



floating point

LA NEWSLETTER DI INFORMAZIONE DI SOFTING

Contributi teorici

Pubblichiamo l'ottava "puntata" degli appunti inediti di Roberto Spagnuolo su riflessioni sulle possibilità purtroppo poco utilizzate del computer nella progettazione strutturale. Articoli di rassegna, non teorici, che intendono soprattutto informare. Vi ricordiamo che al termine della pubblicazione saranno raccolti in un file pdf e saranno disponibili per intero sul nostro sito: www.softing.it.

Ritratti di eccellenza

di Roberto Spagnuolo

8. Analisi di sensitività

La sensitività è, in italiano, la capacità di percepire tramite i sensi. Si dovrebbe dire "analisi di sensibilità" ma, sempre in italiano, la sensibilità pare attenerci più comunemente alla sfera emotiva per cui chi si occupa di analisi di sensitività preferisce derivare la parola dall'inglese sensitivity che ha un sapore più tecnico e di opportunità che non emozionale. E del resto non usare anglicismi suonerebbe provinciale. Infatti se dicessimo, in un altro caso, "analisi di spinta" invece di "analisi pushover" ci sentiremmo poco professionali e la nostra analisi ci parrebbe quella del comportamento dei passeggeri che premono per entrare nel vagone della metropolitana.

Per introdurre l'idea dell'analisi di sensitività, partiamo da un esempio molto semplice che prendo da Design Sensitivity Analysis: Overview and Review di Daniel A. Tortorelli.

All'estremità di due molle in serie di rigidità $k_1=1$ e $k_2=2$ agiscono le forze $P_1=1$ ed $P_2=2$ provocando gli spostamenti u_1 ed u_2 . Ci si chiede quanto la deformabilità sia "sensibile" alla rigidità delle due molle. Esprimiamo la deformabilità come $F(k) = P_1 u_1 + P_2 u_2$. Ricorrendo alle equazioni di equilibrio del sistema, otteniamo:

$$u_1 = \frac{P_1 + P_2}{k_1}$$
$$u_2 = \frac{k_2 P_1 + (k_1 + k_2) P_2}{k_1 k_2}$$

E pertanto la deformabilità:

$$F(k) = P_1 \frac{P_1 + P_2}{k_1} + P_2 \frac{k_2 P_1 + (k_1 + k_2) P_2}{k_1 k_2}$$

Eventi

Softing a Digital & BIM

Vieni a trovarci a Bologna il 19 e 20 ottobre in occasione del Digital & BIM. Saremo presenti con il nostro stand e ai convegni organizzati nell'arena AIST con i nostri sviluppi sul BIM.

Notizie



Associazione Italiana Software Tecnico

Desideriamo informarvi che durante l'assemblea degli associati, tenutasi il 19 luglio 2017 in Roma, sono state rinnovate le cariche sociali. Presidente è stato eletto l'Arch. Roberto Spagnuolo, vice presidente il Dott. Giovanni La Cagnina, segretaria la Sig.ra Silvia Macculi.

Il nuovo gruppo dirigente si propone di dare ulteriore impulso all'ottimo lavoro già svolto da chi lo ha preceduto, soprattutto per far assumere al software tecnico il ruolo di protagonista che gli compete in un'epoca di profonda trasformazione informatica anche del settore tecnico.

Il Presidente
Dott. Arch. Roberto
Spagnuolo

Se ora deriviamo rispetto a k_1 e k_2 otteniamo:

$$\nabla F(\vec{k}) = \begin{bmatrix} -\frac{(P_1 + P_2)^2}{k_1^2} \\ -\frac{P_2^2}{k_2^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -9 \\ -1 \end{bmatrix}$$

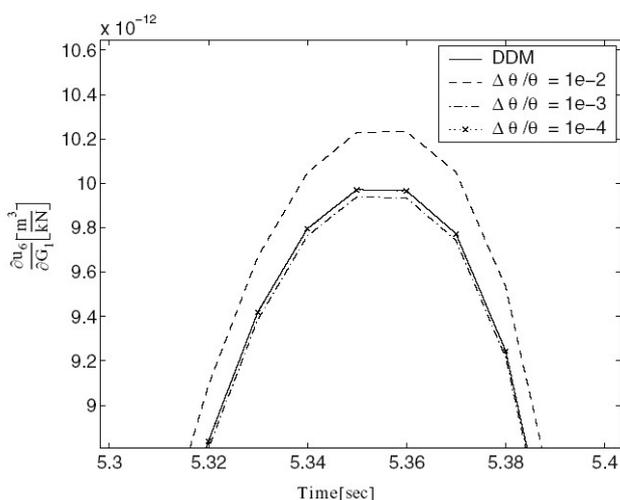
Il sistema, cioè, è sensibile alla variazione di rigidità della molla 1 nove volte di più di quanto non lo sia per la molla 2. Il risultato fornisce due spunti progettuali. Se dobbiamo progettare il sistema ottimizzandolo per la deformabilità, sappiamo che è più opportuno agire sulla rigidità della molla 1. Se stiamo verificando il sistema e ne costruiamo un modello, sappiamo che una incertezza nella rigidità della molla 1 influisce sulla deformabilità del sistema molto di più che non l'incertezza sulla rigidità della molla 2.

Possiamo anche operare analogamente sugli spostamenti ottenendo la sensibilità degli spostamenti al variare della rigidità delle molle.

$$\nabla u(\vec{k}) = \begin{bmatrix} \frac{\partial u_1}{\partial k_1} & \frac{\partial u_1}{\partial k_2} \\ \frac{\partial u_2}{\partial k_1} & \frac{\partial u_2}{\partial k_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{(P_1 + P_2)}{k_1^2} & 0 \\ -\frac{(P_1 + P_2)}{k_1^2} & -\frac{P_2}{k_2^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -3 & 0 \\ -3 & -0.5 \end{bmatrix}$$

L'esempio è stato risolto simbolicamente, ma ciò non è possibile se u ed F non sono funzioni esplicite di x . In questo caso si ricorre all'analisi numerica basata su una soluzione ottenuta tramite analisi ad elementi finiti. Vi sono vari metodi di derivazione numerica: differenze finite, differenziazione diretta, moltiplicatori di Lagrange.

I dettagli di questi metodi non sono lo scopo di queste note, lo sono invece le possibilità offerte dall'analisi di sensitività che possono indurre a considerare i metodi della meccanica computazionale come un notevole aiuto nella progettazione e nella modellazione numerica. Riportiamo quindi due figure che illustrano questo concetto tratte dalla documentazione di OpenSees, il progetto aperto della Università di California Berkeley.



Softing e Facebook

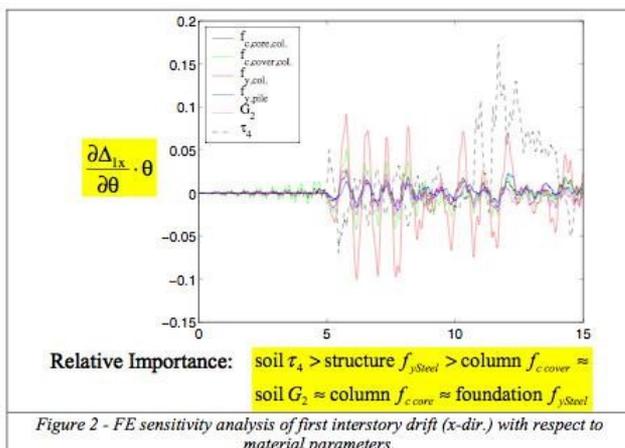


Abbiamo creato la nuova pagina di Facebook, vi invitiamo a cliccare "mi piace". Pubblicheremo novità sui prossimi incontri, condivideremo le nostre offerte promozionali, nuovi videotutorial e tanto altro. [Clicca qui](#) per la pagina Facebook

Comunicazioni

Vi comunichiamo che i nostri uffici resteranno chiusi per ferie dal 1 agosto al 1 settembre.

In questa prima immagine, la sensibilità di una struttura al modulo G del suolo. E' interessante poter valutare quanto in un modello un errore di valutazione di un parametro possa influenzare i risultati del modello. Questo elemento è ancora più chiaro nella immagine successiva nella quale si sono valutate le sensibilità per vari parametri così che è possibile valutare quali siano più influenti sul progetto o sul modello. In questo caso i parametri del suolo dominano la risposta seguiti dalla resistenza dell'acciaio e poi del calcestruzzo.



Quattro chiacchiere

Analisi di vulnerabilità con All In One di Roberto Spagnuolo

Un libro avvincente "Che cos'è reale?" di Giorgio Agamben prende le mosse dal mistero della scomparsa di Majorana per chiedersi quanto la formulazione probabilistica in fisica quantistica dia una nuova visione del reale. Più vicino ai nostri interessi vi è il lavoro del Prof. Giuliano Panza "Difendersi dal terremoto si può" pubblicato da EPC nella bella collana curata dall'amico Paolo Rugarli dove è ospitato anche il mio Convitato di vetro. Anche Panza si chiede quanto il metodo probabilistico nella previsione sismica abbia senso o quanto piuttosto sia stato adottato per snobbismo, prendendo cioè tecniche valide e eleganti di altri settori e portandole acriticamente in un settore dove non sono del tutto applicabili e ciò solo per sentirsi molto "a la page".

Ovviamente noi siamo molto critici sulla ipermatematizzazione dell'ingegneria e lo siamo proprio in quanto, facendo il lavoro di informatici, ci rendiamo conto, forse prima di altri, della inapplicabilità di certi concetti imposti nelle norme con molta superficialità e spesso anche della mancanza di congruenza delle prescrizioni che devono essere trattate in modo algoritmico ma non sono pensate secondo questa chiave.

Il "sisma bonus" ha eccitato gli animi perché si intravedono occasioni di guadagno. Il metodo non ci piace e ci ricorda il flop burocratico della certificazione energetica. Ma nonostante ciò, ci siamo chiesti se vi era un modo onesto, scientificamente onesto, di affrontare il problema. Abbiamo studiato molto ed interpellato anche i colleghi produttori di software per giungere ad una

interpretazione condivisa delle “linee guida” che sono in effetti molto carenti.

Il problema di fondo è la determinazione chiara della PGA di capacità. Senza un valore credibile di questa quantità, tutte le belle tabelle colorate che vengono a valle di questa determinazione sono solo patetiche.

Vediamo come si possono determinare la PGA di capacità. Un primo strumento legislativo ce lo offrono le prescrizioni per le strutture esistenti. Facciamo un'analisi dinamica lineare, con spettro elastico o inelastico, il discorso non cambia, e troviamo un coefficiente di sicurezza. Cioè il minimo tra i vari stati limite che ci interessano. Dovremmo ripetere l'analisi daccapo modificando la PGA demand dello spettro di progetto fino a raggiungere un fattore di sicurezza sullo stato limite entro una soglia prefissata di tolleranza. Si tratta di una procedura da incubo, impercorribile. Allora si usa scalare la PGA di progetto in funzione del fattore di sicurezza per ottenere finalmente la PGA capacity. Ma la relazione non è lineare e pertanto questo metodo è piuttosto approssimato e l'approssimazione non è predicibile perché dipende dalla sovrapposizione modale e dal periodo proprio.

Un metodo che pare più convincente, e che è quello che abbiamo adottato, si basa su un'analisi pushover. E' il metodo più sicuro, versatile, completo e con basi “scientifiche” molto più controllabili.

Come si sa, nel nostro ambiente Earthquake Engineering è possibile eseguire in cascata un numero qualsiasi di analisi e dei “registratori” possono accumulare, se richiesto, l'esito limite di tutte le analisi. Possiamo pertanto generare 16 azioni di spinta con uno spettro SLV ed altri 16 con uno spettro SLD per trovare alla fine le PGA di capacità minime per i vari stati limiti. E non solo, sappiamo a che spostamento si siano raggiunti gli stati limite, in quale elemento ed in quale sezione. Abbiamo cioè una “radiografia” abbastanza credibile (nei limiti del metodo pushover) del comportamento della struttura.

Il metodo che usiamo è quello di monitorare gli “stati critici” ovvero il raggiungimento di stati limite (tensioni nei materiali, valori limite di sforzo, rotazioni, drifting, spostamenti globali etc.) ed i documentare tali situazioni corredandole della PGA calcolata come diremo. Questi stati critici tra l'altro sono monitorabili anche per via grafica, oltre che numerica, ed anche a prescindere dal “sisma bonus” perché, come dicevamo, sono una radiografia del comportamento della struttura.

Un problema esiste ed è quello di determinare il fattore q in quanto la normativa ci chiede la PGA di uno spettro ELASTICO tale che per il periodo ELASTICO della struttura si abbia lo spostamento per il quale si è raggiunto lo stato limite. La determinazione del fattore q dalla curva di capacità si può rifare a vari criteri ed il metodo usato per la CPM che si basa su l'equivalenza delle capacità dissipative della struttura ci pare più adatto ma qui non si può applicare. Dovendo restare nei dettami della normativa, abbiamo preferito determinare q con il metodo così detto N2 degli eurocodici dovuto, se non sbagliamo, a Cophra e che è stato recepito dalla nostra normativa.

Riteniamo questo metodo il più serio e professionale possibile, in linea con la nostra filosofia di fare software per il progettista esperto ed esigente.

[Qui](#) spieghiamo come vengono calcolate le PGA per l'analisi di vulnerabilità

Tips and Tricks

Distinguere il valore della costante di Winkler tra azioni statiche ed azioni sismiche.

di Francesco Canterini

L'interazione tra struttura e terreno, porta quest'ultimo a subire dei cedimenti dovuti ai carichi scaricati dall'edificio. Tali cedimenti, se differenziali, possono comportare in funzione della conformazione, della rigidità e del grado di iperstaticità della struttura in elevazione, degli incrementi delle sollecitazioni agenti sugli elementi.

Nei modelli di calcolo è possibile valutare in maniera indiretta con accettabile grado di approssimazione, il valore dei cedimenti differenziali subiti dal terreno, e di conseguenza gli incrementi di sollecitazione da questi generati sulla struttura in elevazione tramite un modello semplificato che prevede di calcolare la struttura come se questa fosse vincolata ad un letto di molle elastiche verticali.

In tal modo il modello del terreno si semplifica notevolmente, e l'unico parametro necessario a definirne compiutamente il comportamento è la costante elastica delle molle, chiamata costante di sottofondo o costante di Winkler (K).

In alcune condizioni, ad esempio in terreni a grana fina, specie in presenza di falda, i cedimenti del terreno, per manifestarsi richiedono molto tempo sotto carico costante, quindi sotto un'azione istantanea come quella sismica, tali cedimenti, se ci saranno saranno generalmente di molto inferiori a quelli che si presentano sotto azioni statiche, inoltre il vincolo elastico del tipo Winkler può alterare, anche in maniera significativa, il calcolo dei periodi propri della struttura.

Sotto tali premesse, in casi particolari può essere utile considerare nell'analisi due differenti valori della costante di Winkler, una più bassa (a cui corrispondono cedimenti maggiori) per le azioni statiche, ed una sensibilmente più alta per le azioni sismiche.

In Nòlian, grazie alla funzione multistage, è possibile eseguire questa duplice analisi in un unico modello, basterà infatti nella prima fase assegnare esclusivamente le azioni statiche e la costante di Winkler con il valore più basso, ed una seconda fase in cui si assegna l'azione sismica ed una costante più elevata. In tal modo con un unico modello potranno essere tenuti in conto i vari comportamenti del terreno rispetto ai vari tipi di azione, assegnando dati affinati in base alla situazione. La progettazione nei post-processor sarà poi eseguita con l'involuppo di sollecitazione tra tutte le fasi.

WWW.SOFTING.IT

Scopri sul sito: > **NOVITÀ** > **SOFTING** > **PRODOTTI** > **ESPERIENZE** > **DOWNLOAD**



[Unsubscribe](#) | [Disiscriviti](#)