

I requisiti delle moderne costruzioni: sicurezza sismica, esecuzione rapida e a basso impatto economico ed ambientale



Prof. Ing. Gian Michele Calvi

Professore Ordinario di Tecnica delle Costruzioni presso l'Università di Pavia, fondatore e presidente di EUCENTRE, fondazione nata per promuovere la formazione e la ricerca per la riduzione del rischio sismico. Fondatore e direttore della ROSE School dell'Istituto Universitario di Studi Superiori di Pavia per la frequenza a master e dottorato in ingegneria sismica e sismologia applicata. Nel suo intervento vengono

offerti alcuni spunti di riflessione sul problema della sicurezza sismica e sul contesto costruttivo che oggi richiede tempi di esecuzione rapida e al tempo stesso basso impatto economico ed ambientale.

* Si riporta la sintesi dell'intervento del professor G. N. Calvi, a cura della redazione.

La logica costruttiva prestazionale

Quando si parla di progettazione in zona sismica la parola chiave è prestazione. Questa è la nuova filosofia a cui si ispira la normativa a livello mondiale: una logica costruttiva prestazionale richiede che una struttura cambi in funzione delle probabilità di accadimento di un evento sismico o del periodo di ritorno dell'evento. In modo semplificato, secondo questa logica, un ospedale, una scuola, un edificio di civile abitazione o un'edicola, devono comportarsi in modo diverso nello stesso evento sismico; concetto che viene espresso in modi differenti dalla normativa, comprese le NTC 2008 quando vengono definiti gli stati limite prestazionali di un edificio. L'elemento nuovo su cui però è opportuno soffermarsi è il cambiamento nella logica di lettura delle prestazioni, una novità che emerge dall'analisi dei dati relativi quattro recenti terremoti importanti: Cile, Cina, Haiti e L'Aquila. Tralasciando i casi patologici in cui si verificano crolli inattesi, si assiste oggi con grande frequenza a problemi di non utilizzabilità e di lunghi tempi necessari al ripristino delle strutture. Si può ritenere che nel prossimo futuro ci sarà un'accentuazione del problema degli stati limite delle prestazioni per un buon comportamento della struttura in termini di utilizzabilità dopo un terremoto o di riparabilità abbastanza veloce dopo un terremoto. Si assisterà ad una progressiva tendenza nel rendere meno importante uno stato limite di collasso o di danno grave rispetto a stati limite di danno relativamente lieve soprattutto per quanto riguarda gli elementi non strutturali. La modalità costruttiva con pareti di controventamento acquisirà maggiore importanza in futuro, in quanto i controventamenti di una struttura a telaio sono volti proprio alla riduzione della domanda di spostamento in caso di evento sismico. In futuro, per le strutture multipiano, assisteremo al tentativo di ridurre la domanda di spostamento per eventi sismici anche di fronte a bassa probabilità di accadimento. Realisticamente, si affermerà sempre più una logica per cui si passerà ad una distinzione fra il sistema portante delle azioni di gravità e il sistema resistente alle azioni orizzontali. La soluzione strutturale applicata sino ad oggi alle strutture pendolari in acciaio sostenute in senso orizzontale tra pareti di controvento o tra controventi tradizionali concentrici o eccentrici, diventerà sempre più inevitabile. In questo contesto si continuerà ad applicare il principio della gerarchia delle resistenze al fine di controllare il meccanismo di collasso.

Le strutture composite ed il comportamento del nodo trave-pilastro

Parlando di strutture composite è cruciale il tema del comportamento del nodo. Un tema che, ad oggi, per le strutture in cemento armato, quasi sempre è secondario, soprattutto per quanto concerne i nodi confinati, sono le connessioni con quattro travi sulle quattro facce verticali della colonna e pilastri sia sotto l'intradosso sia sopra l'estradosso delle travi. Si ritiene la connessione un elemento secondario poiché, seguendo la gerarchia delle resistenze, con una scelta cosciente del meccanismo preferito di danno ed eventuale collasso, si impone attraverso resistenze

relative che il danno alla cerniera plastica si formi nelle travi e non si prevede la deformabilità del nodo. La deformità del nodo non è invece trascurata nel caso di edifici esistenti in cui è la connessione trave-pilastro a controllare la risposta strutturale. Si immagini una struttura con pareti accoppiate a strutture quasi pendolari dove non ci sono cerniere o nodi alle sommità dei pilastri o alle estremità delle travi, ma ci sia continuità che collega gli elementi sufficientemente deformabili e che questi elementi siano compatibili con lo spostamento controllato delle strutture resistenti alle forze orizzontali, pareti o strutture di controventamento.

Avere strutture snelle diventa vantaggioso perché i pilastri sono in grado di assorbire abbastanza facilmente, probabilmente senza nessun danno, il livello di spostamento imposto dalle strutture che hanno capacità di resistenza orizzontale, rimanendo in campo elastico e quindi accettando comportamenti in cui c'è una variazione della rigidezza insieme alla variazione di resistenza. Ciò significa che studiando in modo appropriato queste strutture verticali si può pensare di penetrare in campo plastico per aver un contributo a forme di dissipazione di energia che riducono la domanda di spostamento. La struttura descritta è una struttura in cui i controventamenti controllano lo spostamento. Le strutture che portano i carichi verticali devono avere una deformabilità compatibile, ma possono plasticizzarsi. In questo modo, infatti, riducono la domanda di spostamento sulle strutture orizzontali. Le strutture composte sono in grado di offrire alte prestazioni. Pensiamo ad esempio a delle strutture pendolari con pilastri in acciaio (in 1° fase), che successivamente al completamento in calcestruzzo (2° fase) diventano strutture composte. Si tratta di strutture in acciaio che possono essere realizzate con pilastri anche di 3-4 piani. Le uniche criticità da gestire sono il trasporto ed il sollevamento in cantiere, a fronte di un'elevatissima velocità costruttiva, con un controllo del posizionamento che non avviene piano per piano ma ogni 3-4 piani. Dovrà quindi essere certamente più accurato, ma è ridotto di quattro volte rispetto al tipo di livello di controllo da effettuare su una struttura in acciaio normale.

Pilastri a struttura mista acciaio-calcestruzzo si abbinano in modo molto conveniente con travi composte autoportanti.

