

SOMMARIO

Le tecniche di controllo passivo della risposta dinamica dei sistemi strutturali sono generalmente impiegate nell'ambito di metodologie di miglioramento o adeguamento sismico di strutture esistenti. Nella totalità dei casi, la struttura e il sistema di controllo sono dunque progettati separatamente e solo successivamente integrati seguendo logiche e principi di natura prestazionale. Un esempio per tutti è il caso del "Millennium Bridge" la cui funzionalità strutturale è stata ripristinata solo grazie all'impiego di dissipatori viscosi per ridurre i fenomeni di risonanza.

Una conseguenza di notevole interesse della ricerca relativa al controllo strutturale è la possibilità di sviluppare nuove forme e configurazioni strutturali, come, ad esempio, edifici snelli o ponti di maggiore luce, senza compromettere le prestazioni strutturali. Ciò può essere conseguito solo attraverso un processo coordinato che preveda la progettazione di struttura ed elementi di controllo in modalità integrata. Negli ultimi anni, un ramo dell'attività di ricerca si è focalizzato sulla progettazione "integrata" di elementi strutturali e sistemi di controllo tanto da essere riconosciuta, oggi, come una metodologia di progettazione avanzata. In questo lavoro, con specifico riferimento ai dispositivi di dissipazione supplementare passiva di energia di natura viscosa o viscoelastica, si esamina la possibilità di conseguire obiettivi prestazionali di protezione sismica mediante l'integrazione ottimale delle risorse elastiche di rigidità laterale del sistema di controvento principale e di quelle viscoelastiche di un sistema di controvento dissipativo. L'aspetto innovativo, quindi, consiste nel considerare le risorse dissipative di smorzamento di natura viscoelastica come variabili di progetto per il controllo della risposta dinamica.

Si è così proposta e sviluppata una procedura di progettazione integrata di un sistema strutturale dotato di controventi dissipativi viscoelastici, nel rispetto di un prefissato target prestazionale nello spirito di un approccio agli spostamenti, considerando esplicitamente il comportamento dinamico sia del sistema principale che del sistema dissipativo. La scelta dell'ottimo progettuale è effettuata individuando la combinazione delle variabili di progetto che minimizza una funzione di costo parametrizzata rispetto al costo relativo delle risorse elastiche e di quelle dissipative viscoelastiche. Infatti considerando un set di registrazioni accelerometriche, a partire dalla valutazione dello spettro medio, viene applicata la metodologia presentata e, successivamente, viene valutato il minimo della funzione di costo, riferito ad ogni gruppo di rapporti di costo preso in esame, e, quindi, si ottengono i valori ottimali delle variabili di progetto. Segue, poi, un confronto economico tra le soluzioni progettuali di controventamento elastico senza dissipatori e le soluzioni integrate ottime, per ogni generica prestazione considerata. Viene, successivamente, effettuata una validazione della procedura proposta progettando un sistema "ottimo" ad un grado di libertà e verificandone il rispetto della prestazione scelta.

Infine è sviluppata l'estensione della suddetta metodologia ad un sistema reale a più gradi di libertà sia nel caso di rigidità uniforme che variabile tra i vari livelli sulla base di specifiche ipotesi di equivalenza tra il sistema integrato ad un grado di libertà ed il corrispondente sistema strutturale integrato a più gradi di libertà evidenziando l'efficacia della metodologia di progettazione integrata proposta.

ABSTRACT

An integrated performance based design procedure for a simple single-degree-of-freedom structural system equipped with passive linear viscous devices is proposed. Lateral stiffness of the structure, axial stiffness of the brace and damping coefficient of the viscous damper are considered as design variables. Dynamic behavior of the series viscous damper-brace component (Maxwell model) is considered, and its non-linear dynamic behavior is explicitly modeled.

The study is carried out on single-degree-of-freedom system by performing several dynamic analysis in which a significant set of recorded un-scaled acceleration time-histories is considered. Seismic excitations are selected to be compatible in average with the elastic spectrum for the Life Safety Limit State (SLV) defined by NTC08. The optimal design, for a pre-assigned performance, is represented by the three design variables values which minimize a total cost index, evaluated by calculating the mean value on the set of the selected acceleration records.

Results show that, in the case of severe seismic demand, optimal design problem solution is obtained by using the whole available viscoelastic resource; otherwise, increasing lateral stiffness of the main structure is cost saving, especially for low periods, when less severe seismic performance are demanded. Results proof as the optimal solution is always consistent with a contribution from the viscous damper. Therefore it is never optimal, in terms of economical cost, to use only lateral stiffness of the main structural system as aseismic system.

Following the theoretical analysis, a validation of the proposed procedure is carried out by designing an "optimal" single-degree-of-freedom system and verifying the achievement of pre-assigned seismic performance.

Finally, the extension of this methodology to a multi-degrees-of-freedom system is developed by considering specific equivalence hypotheses between the integrated single-degree-of-freedom system and the corresponding integrated structural multi-degrees-of-freedom system. In both uniform and variable stiffness distributions, the integrated design methodology appears to be an effective solution to the optimal design problem.