

ABSTRACT

The Theory of Plastic Mechanism Control (TPMC), based on the application of the kinematic theorem of the plastic collapse, has been developed in the nineties with reference to moment-resisting frames (MRFs) and progressively extended to several steel structural typologies, commonly adopted as seismic-resistant structural system. The aim of this PhD thesis is the study of a simple procedure to design moment resisting concrete frames. This methodology allows to define structures having a smart behaviour when subjected to seismic excitation. In fact, the structure develops the maximum number of dissipative zones by means of a particular collapse mechanism: the global one. In particular, the outcome of the theory is the evaluation of the sum of the plastic moments of the columns required, at each storey, to prevent undesired failure modes such as soft-storey mechanism. In the proposed method the second-order effects, due to vertical loads, can play an important role in the seismic design of reinforced concrete frames; they can be taken into account by mean the mechanism equilibrium curve of the considered collapse mechanism. To complete the study, is important to consider a comparison between the design of a reinforced concrete frame according code rules i.e. adopting the hierarchy criteria and the same frame designed by the Theory of Plastic Mechanism Control. The TPMC is a more sophisticated design procedure because it works in full compliance with codes recommendations considering that it respects the hierarchy criteria. These last, in fact, are fundamental to avoid dangerous collapse mechanisms such as “soft-storey” mechanism but they are not sufficient to guarantee the exploitation of the maximum dissipation capacity of the frame.

To validate the TPMC design procedure several practical applications with reference to the design of a multi-storey frame are presented.

In addition, both push-over analyses and non-linear dynamic analyses have been made to investigate the actual collapse mechanism of the designed structure. All the obtained results confirm the capability of the design procedure to achieve a collapse mechanism of global type. The importance of this theory and therefore of the design structures is the possibilities to maximize the energy dissipation capacity and global ductility because all the dissipative zones are involved in the corresponding yielding pattern. Conversely, beam-column hierarchy criterion, commonly suggested by seismic codes, appears only as a very rough approximation when compared to the TPMC and its theoretical background. During the study has been realized the implementation of a graphical interface for the design of reinforced concrete frames. The program works as a pre- and post- processor of a routine calculation for the design of frames with kinematic theorem of plastic collapse. The aim of this software is give the possibility to design according to TPMC methodology, through the use of a technological instrument, simple to use from all types of users, even not IT experts.

SOMMARIO

La TPMC risulta essere una procedura molto più sofisticata perché lavora in perfetto accordo con le raccomandazioni dei codici normativi visto che rispetta a pieno i criteri di gerarchia. Questi ultimi, infatti, sono fondamentali per evitare meccanismi pericolosi come quello di “soft-storey” ma non sufficienti a garantire lo sviluppo della massima capacità dissipativa della struttura. Al fine di offrire una validazione della procedura sono state progettate diverse strutture intelaiate con differenti geometrie e caratteristiche. Per queste sono state condotte sia analisi di push-over che analisi dinamiche incrementali proprio con l'intento di indagare il reale comportamento al collasso delle strutture progettate. Tutti i risultati ottenuti confermano la capacità della procedura proposta di garantire un meccanismo di collasso di tipo globale. L'importanza di questa teoria e quindi delle strutture progettate è quella di massimizzare l'energia sismica dissipata durante l'evento sismico e quindi la duttilità globale, in quanto, tutte le zone dissipative sono coinvolte nella plasticizzazione. Al contrario, il criterio trave-colonna, suggerito dalle normative, appare solo come un'approssimazione paragonata con la TPMC e con il suo background teorico. Durante il periodo di studio è stato realizzata un'interfaccia grafica per il progetto delle strutture intelaiate in cemento armato. Il programma lavora come pre- e post- processore della routine di calcolo che applica il progetto della struttura mediante il teorema cinematico del collasso plastico. L'obiettivo di tale software è quello di favorire la diffusione della metodologia offrendo la possibilità di progettare in accordo con la TPMC mediante uno strumento che sia di facile utilizzo per tutti i tipi di utenti, anche quelli meno esperti delle tecnologie informatiche.