

Title: Numerical Study of Seismic Behavior of Precast Concrete Moment Resistant Reinforced Beam-Column Connection, Zafari Naeini, Moeineddin

ABSTRACT :

Precast concrete structures have been considered due to various advantages in the construction industry by the recent decades. On the other hand, these member joints make problems such that so many failure modes have been observed during earthquakes because of collapses in these connections. So, the joints can be considered as one of the key points in the seismic behavior of the structures. Among these joints, significant emphasis must be applied to beam-column connection in design and performance.

The objective of this thesis is to study the behavior of a type of precast concrete moment resistance beam-column connection under lateral loading and to compare the performance of this connection to the monolithic connection system by the use of finite element method and nonlinear analysis in ABAQUS application. The precast connection is in the form of a continue beam cross throughout the column. The lower column longitudinal bars have been crossed through the existing holes in the beam and are anchored in a special type of sleeve in the lower part of the top column. It is necessary to explain that sleeves are a type of mechanical joints for connecting the bars.

In addition, to study the performance of the connections, the behavior of rebar joints with sleeves must be considered. Thus, the joint of rebar by the use of sleeve is modeled firstly and after the accuracy is ensured, numerical analysis of the desired connection is performed using the result obtained from this phase. In the next phase of this thesis, dedicated to the modeling of both monolithic and precast concrete connections, outputs from numerical analysis are verified using the experimental results. Also in this phase, the level of consideration of anchorage slip phenomena effects of reinforcement embedded in concrete in the models is examined.

In the third phase of this research, study and comparison of the desired precast concrete moment resistant connection and the monolithic connection's behavior (under various tensile and compressive axial loads on the column) is performed. The results of the numerical analysis indicate very good performance of precast connection in terms of stiffness, strength and ductility, compared to the similar monolithic connection. On the other hand, the results of modeling reveal that a change in axial load from compression to tension, in addition to decreasing stiffness, strength and ductility of both connections, cause the change of fracture mode. In case of applying pressure on column, failure of models is due to plastic hinges at the face of column in the beams and yielding of transverse reinforcements in this region. While in presence of tensile overload, longitudinal reinforcement of the beams at plastic region yield initially (like in pressure) and at the end of lateral loading, longitudinal reinforcement of the columns will yield.

چکیده فارسی :

در چند دهه‌ی گذشته سازه‌های بتنی پیش‌ساخته به دلیل مزایای فراوان مورد توجه صنعت ساختمان قرار داشته‌اند. اما مشکلاتی نیز بر سر راه استفاده گسترده از این نوع سازه‌ها وجود دارند. یکی از این مشکلات، اتصال اعضای پیش‌ساخته به یکدیگر هستند، به طوری که ویرانی بسیاری از سازه‌های پیش‌ساخته در هنگام وقوع زلزله، ناشی از شکست ایجاد شده در اتصال بین اعضا بوده است. از این رو اتصالات، یکی از نقاط کلیدی در رفتار لرزه‌ای این نوع سازه‌ها به حساب می‌آیند.

هدف از انجام این پایان‌نامه، بررسی رفتار لرزه‌ای یک نوع اتصال مقاوم خمشی تیر به ستون بتنی پیش‌ساخته و مقایسه‌ی عملکرد آن با یک اتصال بتنی یکپارچه‌ی مشابه است. برای این منظور، از روش اجزای محدود و تحلیل غیرخطی با استفاده از مدل‌سازی در نرم‌افزار *ABAQUS* استفاده می‌گردد. اتصال بتنی مورد مطالعه در این تحقیق، به صورت تیر ممتد عبوری از میان ستون است. در این نوع اتصال، آرماتورهای طولی ستون تحتانی با عبور از داخل سوراخ‌های تعبیه شده در تیر، در اسلیوهای واقع در پایین ستون فوقانی قرار می‌گیرند و در انتها با گروت‌ریزی داخل درزها و حفره‌ها، اتصال تکمیل می‌شود. لازم به توضیح است، اسلیو نوعی بست مکانیکی جهت اتصال آرماتورها به یکدیگر هستند.

بنابراین در این تحقیق لازم است علاوه بر بررسی رفتار اتصالات مورد نظر، عملکرد اتصال آرماتورها به وسیله‌ی اسلیو نیز مورد مطالعه قرار گیرد. در نتیجه، در ابتدا به بررسی و مدل‌سازی اتصال آرماتورها به کمک این نوع بست مکانیکی پرداخته می‌شود و پس از اطمینان از صحت تحلیل عددی صورت گرفته، به مدل‌سازی اتصال پیش‌ساخته مورد نظر پرداخته می‌شود. در مرحله‌ی بعدی این پایان‌نامه که به مدل‌سازی دو اتصال بتنی یکپارچه و پیش‌ساخته اختصاص دارد، صحت مدل‌سازی انجام گرفته با مقایسه نتایج آزمایشگاهی و تحلیل عددی کنترل می‌شود. هم‌چنین در این مرحله، میزان لحاظ شدن اثر پدیده‌ی لغزش مهاری آرماتورهای مدفون در بتن در مدل‌های ساخته شده نیز از طریق مقایسه نتایج تحلیل عددی و آزمایشگاهی یک اتصال پیش‌ساخته‌ی دیگر مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در مرحله پایانی این تحقیق به بررسی و مقایسه‌ی رفتار اتصال مقاوم خمشی بتنی پیش‌ساخته مورد نظر با اتصال یکپارچه‌ی مشابه (تحت مقادیر مختلف سربارهای فشاری و کششی وارد بر روی ستون) پرداخته می‌شود. نتایج تحلیل‌های عددی صورت گرفته در این فاز بیانگر عملکرد بسیار خوب اتصال پیش‌ساخته از نظر شکل‌پذیری، سختی و مقاومت در مقایسه با اتصال یکپارچه‌ی مشابه است. هم‌چنین نتایج این مدل‌سازی‌ها نشان دادند که با تغییر سربار وارد بر ستون از فشاری به کششی، علاوه بر کاهش میزان سختی، مقاومت و شکل‌پذیری هر دو نوع اتصال، مود شکست نمونه‌ها نیز تغییر می‌یابد. در حالتی که سربار فشاری بر روی ستون وارد می‌شود، گسیختگی نمونه‌ها به صورت تشکیل مفصل پلاستیک در ناحیه‌ی پر ستون در تیرها و تسلیم آرماتورهای برشی این ناحیه است. در حالی که با حضور سربار کششی، ابتدا آرماتورهای طولی تیر در ناحیه مفصل پلاستیک تسلیم می‌شوند و در ادامه با افزایش تغییر مکان جانبی، آرماتورهای طولی ستون نیز وارد ناحیه پلاستیک خواهند شد.