

Streszczenie

Stalowe konstrukcje ramowe w wybranych sytuacjach wyjątkowych

W ramach rozprawy doktorskiej dokonano przeglądu i analizy aktualnego stanu wiedzy na temat zachowania stalowych konstrukcji ramowych poddanych sytuacjom wyjątkowym usunięcia słupa. Przegląd obejmował aktualne normy projektowe, publikacje naukowe badań doświadczalnych węzłów jak i konstrukcji ramowych oraz analizy numeryczne odporności na katastrofę postępującą.

Przeprowadzono badania doświadczalne materiałowe elementów składowych oraz wyizolowanych obustronnych śrubowych węzłów doczołowych w układzie krzyżowym belka-słup-belka. Badania obejmowały sześć próbek, w których jako zmienną przyjęto rodzaj i grubość blachy czołowej w węźle. Uzyskane wyniki w trakcie badania doświadczalnego wykorzystano do oceny zachowania i ustalenia najsłabszych elementów węzła oraz do walidacji modeli numerycznych węzłów.

W kolejnej części pracy przedstawiono przebieg tworzenia, wyniki i walidację analizy numerycznej węzłów zbadanych doświadczalnie. Wyniki analiz numerycznych porównano z wynikami badań doświadczalnych. Wykazano zgodność obu metod na dobrym poziomie. Zwalirowane modele węzłów wykorzystano do przeprowadzenia wieloczynnikowej analizy parametrycznej.

Kontynuacja analiz numerycznych obejmowała w następnym rozdziale analizę płaskich podukładów ramowych. Bazując na poprzednim doświadczeniu, przedstawiono proces tworzenia, wyniki oraz walidację modeli MES. Uzyskano dobrą zgodność wyników analiz z wynikami badań eksperymentalnych.

Kontynuacją badań komputerowych było wykonanie analiz oceny odporności na katastrofę postępującą płaskich stalowych konstrukcji ramowych, w przypadku utraty słupa środkowego. Analizy przeprowadzono na szeregu różnych analizowanych przypadków. Przedstawiono szczegółowe wyniki analiz oraz dokonano oceny odporności konstrukcji.

W celu poprawy nośności i zdolności do obrotów węzłów przedstawiono koncepcje modyfikacji węzłów. Sprawdzone skuteczność wzmocnionych węzłów w oparciu o analizy numeryczne. Uzyskane wyniki potwierdziły znaczny wzrost nośności oraz zdolności do obrotu.

W odniesieniu do przedstawionej tezy, w rozprawie udowodniono, że istnieje sposób ukształtowania śrubowych węzłów doczołowych, które zapewniają odporność konstrukcji ramowych na występowanie wybranych sytuacji wyjątkowych.

Słowa kluczowe: badania doświadczalne, analizy numeryczne, śrubowe węzły doczołowe belka-słup, odporność konstrukcji, stalowe konstrukcje ramowe, sytuacja wyjątkowa, katastrofa postępująca.

Summary

Steel frame structures under selected accidental situations

As part of doctoral dissertation, the current state of art on the behavior of steel frame structures subjected to accidental situations of column removal was reviewed and analyzed. The review included current design standards, scientific publications of experimental studied of joints and frame structures, and numerical analyzes of robustness under progressive collapse.

Experimental material tests of the coupons and isolated double side bolted end-plate joints in a cross beam-column-beam system were carried out. The tests includes six specimens in which the type and thickness of end-plate in the joints were assumed as variables. The results obtained during the experimental study were used to assess the behavior and determine the weakest components of the joint and to validate the numerical models of the joints.

The next part of the dissertation presents the method of formation the finite element method models using Abaqus software, validation of models and results of analysis of experimentally tested joints. The results of numerical analyzes were compared with the results of experimental tests. Good agreement of both methods was demonstrated. Validated joints models were used to perform multicomponent parametric analysis.

Analyzes in the next chapter included the analysis of the planar frame subsystems. Based on the previous experience, the process of creating, results and validation of FEM models was performed. Good agreement of the analyzes results with results of experimental tests was obtained.

The continuation of computer analysis was the performance of analyzes of the robustness to a progressive collapse of planar steel frames in the event of loss of central column. The analyzes were carried out on a number of different analyzed cases. Detailed results of analyzes were presented and the robustness of structure was assessed.

In order to improve the load capacity and rotational capacity of the joints, the concepts of joint modifications was presented. The effectiveness of the modified joints was checked based on numerical analysis. The obtained results confirmed a significant increase in load capacity and rotational capacity.

With reference to the presented thesis, it was proved in the dissertation that there is a method of shaping the bolted end-plate joints, which provide the robustness of frame structures to the occurrence of selected accidental situations.

Key words: experimental test, numerical analysis, bolted beam-to-column end-plate joints, robustness, steel frame structures, accidental situation, progressive collapse.