205764

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมของเสาเหล็กที่รับน้ำหนักตามแนวแกนภายใต้สภาวะอุณหภูมิสูง สำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาแนวทางการออกแบบเสาเหล็กที่ไม่มีวัสดุป้องกันไฟ ในการศึกษานี้กำหนดค่าอุณหภูมิขีดจำกัดของโครงสร้างเหล็กตามแนวทางของมาตรฐาน EN 1993-1-2 โดยทำการทดสอบชิ้นตัวอย่างเสาเหล็กหน้าตัด H100x100x6X8 มม. ความยาว 1.4 ม. ที่รับน้ำหนักตามแนวแกน ภายใต้สภาวะอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นตามความสัมพันธ์อุณหภูมิ–เวลามาตรฐาน BS 476 ค่าอุณหภูมิขีดจำกัดที่ได้ถูกนำมาใช้กำหนดความสัมพันธ์อุณหภูมิ–เวลาในการศึกษาพฤติกรรมของเสาเหล็กที่รับน้ำหนักตามแนวแกนในการเกิดเพลิงไหม้ธรรมชาติ การจำลองการเกิดเพลิงไหม้ธรรมชาติอาศัยเส้นโค้งออกแบบเพลิงไหม้บาร์เนตต์ (Barnett Fire Design, BFD) โดยกำหนดค่าอุณหภูมิสูงสุดเป็นร้อยละของค่าอุณหภูมิขีดจำกัด

ผลที่ได้จากการทดสอบถูกนำมาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลองเสาเหล็กที่รับแรงตามแนวแกนภายใต้สภาวะอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น โดยอาศัยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ จากการเปรียบเทียบพบว่าค่าแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ อุณหภูมิขีดจำกัดและการโก่งของเสาเหล็กที่ได้จากการวิเคราะห์ใกล้เคียงกับการทดสอบ ในการศึกษาพฤติกรรมของเสาเหล็กภายใต้การเปลี่ยนแปลงค่าอัตราส่วนน้ำหนักบรรทุก และลักษณะความร้อนที่เสาเหล็กได้รับ ได้ทำการวิเคราะห์แบบจำลองเพิ่มเติมให้ครอบคลุมค่าอัตราส่วนน้ำหนักบรรทุก 5 ค่า ได้แก่ 0.15, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5 สภาวะอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นตามมาตรฐาน BS 476 (เพื่อกำหนดค่าอุณหภูมิขีดจำกัด) และตามเส้นโค้งออกแบบเพลิงไหม้บาร์เนตต์ ซึ่งกำหนดค่าอัตราส่วนอุณหภูมิสูงสุดขณะเกิดเพลิงไหม้ต่ออุณหภูมิขีดจำกัด 7 ค่า ได้แก่ 0.50, 0.60, 0.70, 0.80, 0.90, 0.95 และ 1.00 ตามลำดับ

จากผลการวิเคราะห์พบว่าเสาเหล็กภายใต้ค่าอัตราส่วนน้ำหนักบรรทุกที่เพิ่มขึ้นแสดงค่าอุณหภูมิขีดจำกัดและระยะเวลาการวิบัติลดลง ในขณะที่แรงปฏิกิริยาระหว่างการให้ความร้อนมีค่าสูงขึ้น เมื่อกำหนดค่าอุณหภูมิสูงสุดเท่ากัน เสาเหล็กภายใต้สภาวะอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นตามเส้นโค้งออกแบบเพลิงไหม้บาร์เนตต์ แสดงค่าแรงปฏิกิริยาที่สูงกว่ามาตรฐาน BS 476 เนื่องจากช่วงเวลาลุกลามที่ยาวกว่าและการขยายตัวของเสาเหล็กที่มากกว่า นอกจากนี้ยังสังเกตได้ว่าค่ากำลังรับแรงอัดของเสาเหล็กที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลองภายใต้อุณหภูมิคงที่ 500 °C มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่คำนวนตามมาตรฐาน EN1993-1-2 เมื่อค่าอัตราส่วนความชะลูดสูงกว่า 50 และค่ากำลังรับแรงอัดของเสาเหล็กที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลอง มีค่าใกล้เคียงกับค่าจากผลการทดสอบของ Kuo-Chen และคณะ (2005) เมื่อค่าอัตราส่วนความชะลูดสูงกว่า 52

ในการทดลองออกแบบ กำหนดให้เสาเหล็กขนาดหน้าตัด H100x100x6x8 มม. ความยาว 1.4 ม. ภายใต้น้ำหนักบรรทุกในแนวแกน 7 ตัน มีอัตราการทนไฟ 60 นาที ภายใต้สภาวะอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นตามเส้นโค้งออกแบบเพลิงไหม้บาร์เนตต์ซึ่งกำหนดค่าอุณหภูมิสูงสุดที่ 60% ของค่าอุณหภูมิขีดจำกัด จากการทดสอบเสาเหล็กภายใต้สภาวะดังกล่าว พบว่า เสาเหล็กเกิดการวิบัติที่ 56 นาที

This research is aimed to investigate the behavior of axially loaded steel columns under high temperature conditions in order to obtain preliminary data for the steel column design without fire protection. For the current study the limiting temperature is obtained, based upon EN 1993-1-2 standard, through testing steel column specimens of H 100x100x6x8 mm section and 1.4 m in length axially loaded under increasing temperatures in accordance with the BS 476 standard time–temperature relationship. The limiting temperatures are subsequently used to determine the time–temperature conditions in examining the behavior of axially loaded steel column under natural fire condition. The nature fire condition is simulated using the Barnett fire design (BFD) curve with varying maximum temperatures in terms of percentages of the limiting temperature values.

The test results are compared with the results obtained from the analytical model of axially loaded steel columns under increasing temperature by using the finite element method. It has been found from the comparison that the support reactions, the limiting temperatures and the deflection of the steel columns obtained from the analytical models are close to the test results. The behavior of axially loaded steel columns is further investigated with varying load ratios and high temperature conditions through supplementary analytical models, covering five load ratios, i.e. 0.15, 0.20, 0.30, 0.40 and 0.50, with increasing temperatures according to BS 476 standard (for determining the limiting temperatures) and the BFD curve using seven values of the maximum fire temperature/limiting temperature ratio of 0.50, 0.60, 0.70, 0.80, 0.90, 0.95 and 1.00, respectively.

It has been found from the analyses that the steel columns subjected to higher load ratios show lower limiting temperatures and shorter time to failure, while the support reactions increase during the heated period. In addition, under a specified maximum temperature, the steel columns under the increasing temperature in accordance with the BFD curve show higher values of support reactions compared with the BS 476 standard due to the longer period of fire growth and thus a higher level of steel expansion. It has also been observed that the axial load capacity of the steel columns under a constant temperature of 500 °C obtained from the analytical models is similar to that computed based on EN 1993-1-2 when the slenderness ratio is higher than 50. Moreover, the axial load capacity of the steel columns obtained from the models is comparable to the test results of Kuo – Chen et al. (2005) when the slenderness ratio is higher than 52.

For a trial design, a steel column of H100x100x6x8 mm section and 1.4 m in length subjected to 7-ton axial load is designated to have a 60-minute fire resistance rating under the increasing temperature condition according to the BFD curve with the maximum temperature at 60% of the limiting temperature. It has been found from testing the steel column under the specified condition that the column fails at 56 minutes.