240642

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษากำลังและพฤติกรรมการโก่งเดาะของเสาเหล็กขึ้นรูปเย็นที่มีหน้าตัดไม่ปกติภายใต้แรงอัดร่วมศูนย์ โดยการทดสอบและวิเคราะห์ด้วยไฟไนต์อิลิเมนต์ งานวิจัยนี้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบกำลังรับแรงอัดร่วมศูนย์ของเสา เสาที่ศึกษาประกอบด้วยเสาหน้าตัดที่ไม่ปกติจำนวน 4 รูปตัด ในแต่ละรูปตัดประกอบด้วยความยาว 250 950 และ 1900 มิลลิเมตรเพื่อให้เสามีพฤติกรรมที่เป็นแบบเสาสั้น เสายาวปานกลาง และเสายาวตามลำดับ ทุกหน้าตัดมีความหนา 1.5 มิลลิเมตร รวมทั้งหมด 12 ตัวอย่างทดสอบ ขั้นตอนที่ 2 เป็นการวิเคราะห์หน้าตัดเสาที่แปรผันความหนาของแผ่นเหล็กที่มีขนาด 1.0 1.15 1.2 1.5 1.6 และ 2.0 มิลลิเมตร รวมทั้งหมด 72 ตัวอย่างวิเคราะห์ โดยก่อนที่จะทำเริ่มจากการตรวจสอบแบบจำลองไฟไนต์อิลิเมนต์กับผลการทดสอบในขั้นตอนที่ 1 และทำการวิเคราะห์แปรผันความหนา ผลการศึกษาทั้ง 2 ส่วนได้ทำการเปรียบเทียบกับกำลังอัดคำนวณจากข้อกำหนด AISI

จากการทดสอบในขั้นตอนที่ 1 พบว่า พฤติกรรมในเสาสั้นจะเป็นการวิบัติในรูปแบบของการโก่งเดาะเฉพาะที่และการโก่งเดาะบิดเบี้ยว ซึ่งเป็นผลมาจากการอัตราส่วนความกว้างต่อความหนา (w/t) ของหน้าตัดและหน่วยแรงในชิ้นส่วนของเสาเกิดการคราก กรณีเสายาวปานกลางจะเป็นการวิบัติในรูปแบบของการโก่งเดาะทั้งหมดและมีการโก่งเดาะบิดเบี้ยวร่วมด้วย และในเสายาวจะเป็นการวิบัติในรูปแบบของการโก่งเดาะทั้งหมดเกิดขึ้นโดยไม่มีการโก่งเดาะบิดเบี้ยวร่วมด้วย

ขั้นตอนที่ 2 จากการตรวจสอบแบบจำลองไฟไนต์อิลิเมนต์พบว่า ผลการวิเคราะห์กำลังอัดของเสาและผลการทดสอบมีความใกล้เคียงกัน ยกเว้นเสายาวปานกลางที่ผลการวิเคราะห์มีแนวโน้มที่มากกว่าผลการทดสอบเพียงเล็กน้อย โดยอัตราส่วนเฉลี่ยของค่ากำลังอัดทุกตัวอย่าง P_{FEM}/P_{Test} มีค่า 1.001 และการเปรียบเทียบพฤติกรรมการโก่งเดาะของเสาพบว่า แบบจำลองมีพฤติกรรมการโก่งเดาะคล้ายคลึงกับตัวอย่างทดสอบ

จากการวิเคราะห์หน้าตัดเสาแปรผันความหนาพบว่า ในกลุ่มเสาสั้นและเสายาวปานกลางตัวอย่างที่มีความหนาน้อยจะมีค่าหน่วยแรงอัดประลัยน้อยกว่าตัวอย่างหน้าตัดเสาที่มีความหนาของแผ่นเหล็กมากเนื่องจากผลของอัตราส่วน w/t ทำให้ชิ้นส่วนที่บางมีผลของการโก่งเดาะเฉพาะที่และการโก่งเดาะบิดเบี้ยว และในกลุ่มเสายาวหน่วยแรงอัดมีค่าเท่ากันในทุกความหนาของแผ่นเหล็กเนื่องจากการเพิ่มความหนาไม่ทำให้หน่วยแรงโก่งเดาะทั้งหมดเพิ่มขึ้น การเปรียบเทียบกับกำลังอัดจากข้อกำหนด AISI พบว่า กำลังอัดจากการวิเคราะห์ไฟไนต์อิลิเมนต์ใกล้เคียงกับข้อกำหนด AISI โดยมีอัตราส่วนเฉลี่ย P_{FEM}/P_n มีค่า 1.063

เพื่อวิจารณ์ผลความหนาของเสาในเชิงการใช้งานในอุตสาหกรรม ได้ทำการเปรียบเทียบกับกำลังของหน้าตัดเสาที่ใช้ในการผลิตตู้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีความหนา 1.5 มิลลิเมตร ของเสาความยาว 1900 มิลลิเมตรพบว่า หน้าตัดเสาที่มีความหนาน้อยลงได้แก่ 1.0 1.15 และ 1.2 มิลลิเมตร มีค่ากำลังอัดสูงสุดลดลงจากหน้าตัดที่มีความหนา 1.5 มิลลิเมตร $P_{FEM}t/P_{FEM}t1.5$ เท่ากับ 0.638 0.737 และ 0.775 เท่า ตามลำดับ และหน้าตัดเสาที่มีความหนาเพิ่มขึ้นได้แก่ 1.6 และ 2.0 มิลลิเมตรมีค่ากำลังอัดสูงสุดเพิ่มขึ้นจากหน้าตัดที่มีความหนา 1.5 มิลลิเมตร $P_{FEM}t/P_{FEM}t1.5$ มีค่า 1.052 และ 1.313 เท่า และสำหรับการเปรียบเทียบกับกำลังอัดใช้งานของตู้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ พบว่า เสาแต่ละความหนามีค่ากำลังอัดสูงสุดมากกว่ากำลังอัดใช้งาน โดยอัตราส่วนกำลังอัดน้อยที่สุดมีค่ามาค่ามากว่ากำลังอัดใช้งาน 10.496 เท่า ในตัวอย่าง D1900t1.0 และมีค่ากำลังอัดสูงสุดมีค่าสูงกว่ากำลังอัดใช้งาน 29.737 เท่า ในตัวอย่าง A1900t2.0

240642

This research is a study on buckling of irregular section cold-formed steel columns under concentric loading using tests and finite element analyses. The study divided into two parts. In part 1, column specimens were tested under concentric compressive loading. The specimens were composed of 4 different sections with 1.5 mm thick. There were three lengths for each section, i.e. 230 mm., 950 mm. and 1900 mm. to represent different buckling behaviors namely short, intermediate and long columns, respectively. Hence, the test totally contains 12 specimens. In part 2, nonlinear buckling analyses of columns having the four sectional shapes were performed. In each analysis of the section, plate thickness were varied as 1.0, 1.15, 1.2, 1.5, 1.6 and 2.0 mm., totally 72 analysis cases. Before performing the parametric analysis, finite element models were validated through comparison the analytical results with the test results. Finally, the ultimate loads obtained from the two parts were compared with calculated capacity by AISI specification.

From test results in part 1, as a result of high width of thickness ratio (w/t), short columns exhibited local bucking mode or the combination with distortional buckling. At ultimate state, compressive stress in column elements reached yielding strength. However, the intermediate columns showed overall buckling associated with distortional buckling mode. For the long columns, the failure mode was overall buckling without combination of distortional buckling.

From part 2 results, the finite element analyses of the 12 tested columns gave the similar results with those obtained from the tests, not only in terms of ultimate capacity but also load-deformation and buckling behaviors. However, the long column analyses tend to give a higher capacity than the corresponding test value. The capacity from the analytical results compared to the test results P_{FEM}/P_{Test} is about 1.001.

From the analytical results considering the effect of the plate thickness, for the short and intermediate columns with thinner, the averaged ultimate compressive stress was less than those columns with a thicker plate. As a result, it can be seen that the effect of w/t ratio has a great influence to the occurrence of local buckling and distortional buckling in the column's element. On the other hand, in case of the long columns, increase of thickness gave no meaningful on ultimate compressive stress. This is due to the fact that, by increasing specimen thickness, it does not cause any significant effects to the overall buckling stress. For the comparisons of ultimate capacity with the AISI standard, the analytical results show a good agreement with the P_{FEM}/P_n ratio of 1.063.

To criticize the effect of thickness on the basis of industrial use, comparison of the analytical compressive capacity between the column with 1.5 mm plate thickness which is used in the electronic rack and other analytical results were made. It can be seen that by considering the case of thinner plate thickness than 1.5 mm. i.e., 1.0 1.15 and 1.2 mm, the value of $P_{FEM}t/P_{FEM}t1.5$ ratio was decreased to 0.638, 0.737 and 0.775, respectively. For the case of thicker plates which are 1.6 and 2.0 mm, the value of $P_{FEM}t/P_{FEM}t1.5$ ratio was increased to 1.052 and 1.313, respectively. Based on the designed service load of the electronic rack, all columns were conservative with the minimum factor of safety of 10.496 for specimen D1900t1.0 and the maximum factor of safety of 29.737 for specimen A1900t2.0.