

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : RMU 4880021

ชื่อโครงการ: ความสัมพันธ์ของการสั่นสะเทือนของโครงสร้างแผ่นคอมโพสิตที่รับแรงในแนว
ระนาบกับค่าภาระการโก่งงอ

ชื่อนักวิจัย: ไพโรจน์ สิงหนัดกิจ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระยะเวลาโครงการ: 2548-2551

การโก่งงอเป็นการเสียหายโหมคหนึ่งของโครงสร้างแผ่นบางที่รับภาระกด โดยทั่วไปค่าภาระการโก่งงอหาได้จากกราฟของภาระในแนวระนาบกับพารามิเตอร์ของการเปลี่ยนรูปเช่น ระยะการเคลื่อนที่นอกกระนาบ การศึกษานี้ใช้เทคนิคความสัมพันธ์ของการสั่นสะเทือนในการหาค่าภาระการโก่งงอของโครงสร้างแผ่นบางสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยอ้อม จากการเปรียบเทียบสมการครอบคลุมของปัญหาการโก่งงอและปัญหาการสั่นสะเทือน สามารถแสดงให้เห็นว่าความถี่ธรรมชาติของการสั่นสะเทือนแปรผันตรงกับภาระบนระนาบที่ให้ นอกจากนี้ยังพบอีกว่าความถี่ธรรมชาติจะมีค่าเป็นศูนย์เมื่อภาระกดที่ให้มีความถี่ใกล้เคียงกับค่าภาระการโก่งงอ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าทันทีที่มีการกดกระทำกับโครงสร้าง โครงสร้างจะมีระยะการเคลื่อนที่นอกกระนาบเนื่องจากความไม่สมบูรณ์ของโครงสร้าง เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงผลของการเคลื่อนที่นอกกระนาบก่อนเวลาอันควร การศึกษานี้เสนอให้หาค่าภาระการโก่งงอจากความถี่ธรรมชาติของแผ่นบางที่รับภาระดึง ค่าภาระการโก่งงอสามารถหาได้จากการประมาณค่านอกช่วงของข้อมูลการสั่นสะเทือนไปยังค่าภาระในระนาบที่กำลังสองของค่าความถี่ธรรมชาติมีค่าเป็นศูนย์ การทดลองเพื่อตรวจสอบความแม่นยำของวิธีที่เสนอในการศึกษานี้ทำโดยใช้ชุดทดลองที่สร้างขึ้นเฉพาะ การทดลองหาค่าความถี่ธรรมชาติของชิ้นงานภายใต้ภาระแนวเดียวทำโดยวิธีการเคาะ ชิ้นงานที่ใช้ในการทดลองเป็นอะลูมิเนียมและเหล็กกล้าไร้สนิมที่มีการจับยึดแบบ CCCC, CCCF และ CFCF ตามลำดับ ค่าภาระการโก่งงอหาจากกราฟกำลังสองของความถี่ธรรมชาติที่วัดได้กับภาระในแนวระนาบ ค่าภาระการโก่งงอจากข้อมูลการสั่นสะเทือนสอดคล้องกับผลเฉลยเชิงเลขอย่างดี สำหรับชิ้นงานที่มีการจับยึดที่เหมาะสม เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ยของภาระการโก่งงอจากเทคนิคความสัมพันธ์ของการสั่นสะเทือนกับค่าที่ได้จากผลเฉลยเชิงเลขมีค่าเท่ากับ -0.18 % และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.05 % โดยสรุปแล้ว สามารถหาค่าภาระการโก่งงอของแผ่นบางรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าจากข้อมูลการสั่นสะเทือนได้ โดยค่าที่ได้มีความแม่นยำเป็นที่ยอมรับได้ วิธีการนี้มีประโยชน์โดยเฉพาะกับโครงสร้างที่ไม่ทราบเงื่อนไขขอบเขตหรือมีเงื่อนไขขอบเขตที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งปัญหาเหล่านี้ไม่มีผลเฉลยแม่นยำตรงหรือผลเฉลยเชิงเลข

Abstract

Project code: RMU 4880021
Project title: The correlations between vibration of in-plane loaded composite plates and their buckling load
Investigator: Paired Singhatanadgid Chulalongkorn University
E-mail address: Paired.S@chula.ac.th
Project period: 2005-2008

Buckling is an important failure mode of thin-walled structures subjected to compressive loading. Usually, plots of an applied compressive load versus a deformation parameter such as out-of-plane displacement or in-plane strains have been employed as a tool to identify the buckling load. In this study, a method utilizing the vibration correlation technique is introduced as an indirect method to determine a buckling load of rectangular thin plates. By comparing the governing equations of buckling and vibration problems, it is theoretically shown that square of the natural frequency of flexural vibration of plate is linearly varied with the applied in-plane load. Moreover, the natural frequency approaches zero when the applied compressive load approaches the buckling load of plate. Due to plate's imperfections, several studies showed that out-of-plane displacement is typically observed as soon as the in-plane compressive load is applied. To avoid the effects of premature out-of-plane deformation, it is proposed in this study that the buckling load be identified using the natural frequencies of plates under tensile loading. The buckling load is determined from an extrapolation of the vibration data to the in-plane load at which square of the natural frequency approaches zero. An experimental investigation using a custom-made test frame was conducted to verify the accuracy of the proposed method. A set of specimens under a uniaxial loading condition was tested for natural frequencies using an impact test method. Aluminum and stainless steel specimens with CCCC, CCCF and CFCF boundary conditions were included in the experiment. The measured buckling load was determined from the plot of the square of a measured natural frequency versus an in-plane load. The buckling loads from the measured vibration data match the numerical solutions very well. For specimens with well-defined boundary conditions, the average percentage difference between buckling loads from VCT and numerical solutions is -0.18 % with a standard deviation of 5.05 %. In conclusion, buckling load of rectangular thin plates can be experimentally identified with acceptable accuracy using the vibration data in the tensile loading region. This approach is very useful especially for structures with unknown or imperfect boundary conditions where analytical or numerical solutions to the problem are not available.