

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอพฤติกรรมการสั่นแบบอิสระของคานานาโนภายใต้การเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขของจตุรรองรับ ซึ่งพิจารณาผลของหน่วยแรงที่ผิวสัมผัส (Surface Stress) และลักษณะยึดหยุ่นแบบไม่เฉพาะที่ (Nonlocal Elasticity) ร่วมกัน โดยใช้วิธีเชิงวิเคราะห์ในการแก้ปัญหาโดยตรงเพื่อให้ได้ค่าความถี่ธรรมชาติและรูปแบบการสั่น และตรวจสอบคำตอบด้วยวิธีเชิงตัวเลขโดยใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าหน่วยแรงที่ผิวสัมผัสและลักษณะยึดหยุ่นแบบไม่เฉพาะที่ส่งผลโดยตรงต่อพฤติกรรมการสั่นอิสระของคานานาโน หน่วยแรงที่ผิวสัมผัสจะส่งผลให้สติฟเนสของคานานาโนสูงขึ้น ทำให้คานานาโนมีค่าความถี่ธรรมชาติสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผลจากทฤษฎีคานาพื้นฐานในทุกเงื่อนไขของจตุรรองรับซึ่งแสดงให้เห็นขีดในโหมดที่ต่ำของรูปแบบการสั่น ในขณะที่ผลของลักษณะยึดหยุ่นแบบไม่เฉพาะที่ทำให้คานานาโนมีค่าความถี่ธรรมชาติลดลงโดยเฉพาะรูปแบบการสั่นในโหมดที่สูงขึ้น สำหรับคานานาโนที่พิจารณาผลของหน่วยแรงที่ผิวสัมผัสและลักษณะยึดหยุ่นแบบไม่เฉพาะที่ร่วมกัน ค่าความถี่ธรรมชาติจะอยู่ระหว่างคานานาโนที่พิจารณาผลของหน่วยแรงที่ผิวสัมผัสหรือคานานาโนที่พิจารณาผลของลักษณะยึดหยุ่นแบบไม่เฉพาะที่เพียงอย่างเดียว เมื่อศึกษารูปแบบการสั่นของคานานาโน ผลของหน่วยแรงที่ผิวสัมผัสจะส่งผลต่อรูปแบบการสั่นในโหมดที่ต่ำเท่านั้น ในขณะที่รูปแบบการสั่นในโหมดที่สูงขึ้นจะใกล้เคียงกับคานานาโนที่พิจารณาผลของลักษณะยึดหยุ่นแบบไม่เฉพาะที่เพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ผลของหน่วยแรงที่ผิวสัมผัสและลักษณะยึดหยุ่นแบบไม่เฉพาะที่จะไม่ส่งผลกระทบต่อรูปแบบการสั่นในเงื่อนไขของจตุรรองรับแบบยึดหมุนทั้งสองด้าน (pinned-pinned) และจตุรรองรับแบบด้านหนึ่งเลื่อนไถลได้ในแนวตั้งกับอีกด้านหนึ่งยึดหมุน (sliding-pinned)

**คำสำคัญ :** คานานาโน / หน่วยแรงที่ผิวสัมผัส / ลักษณะยึดหยุ่นแบบไม่เฉพาะ / วิธีเชิงวิเคราะห์ / ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์