บทที่ ๔

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

วิธีการไดนามิคคอนเดนเซชันอย่างง่ายในการวิเคราะห์ทางพลศาสตร์ของโครงสร้างแผ่นบางและโครงสร้างเปลือกบางซึ่งได้นำเสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ถ้ามองกันในแง่ความคิดพื้นฐานแล้วจะเห็นได้ว่ามีเหตุผลที่อธิบายได้อย่างชัดเจนกล่าวคือ เป็นวิธีการลดขนาดเมทริคซ์ของมวลของโครงสร้างย่อยอย่างตรงไปตรงมาพิสูจน์ได้โดยหลักของพลังงานไม่ได้อิงถึงสมการคณิตศาสตร์โดยประมาณเช่นวิธีการลดขนาดเมทริคซ์ของมวลอย่างคงตัวแปลง และเป็นจริงกว่าการใช้วิธีลดขนาดเมทริคซ์ของมวลแบบเหมารวม ซึ่ง Lukkunaprasit และ Alam [10] ได้แสดงการเปรียบเทียบไว้ในกรณีของโครงสร้างตึกสูงหนึ่งมิติ อีกทั้งงานวิจัยดังกล่าวก็ได้ชี้ให้เห็นว่าผลลัพธ์ของวิธีการที่นำเสนอให้ค่าความถูกต้องสูงมากสามารถเทียบเสมอกับวิธีการลดขนาดเมทริคซ์ของมวลอย่างคงตัวแปลง ซึ่งเป็นข้อสนับสนุนความคิดพื้นฐานในการที่จะหาเมทริคซ์ของมวลอย่างง่ายและตรงไปตรงมา แต่งานวิจัยฉบับนี้ได้ประสบกับปัญหาอุปสรรคอันเนื่องจากเมื่อนำวิธีการดังกล่าวมาใช้กับโครงสร้างแผ่นบางและโครงสร้างเปลือกบางแล้วจะพบว่าต้องคงเหลือจุดข้อต่อบริเวณขอบต่อเนื่องระหว่างโครงสร้างย่อยไว้ให้ครบเพื่อรักษาความต่อเนื่องของระบบ ดังนั้นจำนวนจุดข้อต่อประธานของโครงสร้างย่อยจึงต้องเปลี่ยนแปลงไปเสมอแล้วแต่ลักษณะของโครงสร้างย่อยที่เลือกกำหนดซึ่งเป็นไปไม่ได้ที่จะหาเมทริคซ์แปลงในลักษณะทวิเชิงเส้นโดยการสมมุติฟังก์ชันรูปร่างให้สอดคล้องกับปัญหาแต่ละปัญหาอย่างถูกต้องได้ทางออกที่เป็นไปได้อย่างหนึ่งก็คือวิธีการโดยประมาณดังได้บรรยายไว้ในบทที่ ๒ จากวิธีการดังกล่าวทำให้มวลของระบบที่ลดจำนวนตัวแปรแล้วคลาดเคลื่อนไปจากความจริงกล่าวคือ เป็นการส่งมวลของจุดข้อต่อบริวารไปฝากสะสมไว้ที่จุดข้อต่อประธานหลักที่มุมทั้งสี่เท่านั้น ส่วนจุดข้อต่อประธานรองนั้นยังคงมีมวลเท่าเดิมไม่ได้รับผลของมวลจากจุดข้อต่อบริวารเลย เสมือนกับการจัดแรงอินเนอร์เชียขึ้นมาอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งแตกต่างไปจากระบบจริงทำให้ผลลัพธ์ที่ได้คลาดเคลื่อนไป จะเห็นได้อย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์กับวิธีการคำนวณโดยไม่มีการลดตัวแปรใด ๆ โดยแบ่งชิ้นส่วนให้มีตัวแปรอิสระใกล้เคียงกันซึ่งมีการกระจายมวลที่สม่ำเสมอกว่านั้นผลลัพธ์ที่ได้จะมีร้อยละของความคลาดเคลื่อนใกล้เคียง

กันทั้ง ๆ ที่การคำนวณโดยมีการลดจำนวนตัวแปรจะมีสติฟเนสเมทริคซ์ที่มีระดับความถูกต้องสูงกว่า เมื่อเป็นดังนี้แนวความคิดอีกอย่างหนึ่งที่ควรจะพิจารณาก็คือการลดขนาดเมทริคซ์ของมวลโดยวิธีส่งมวลของทั้งจุดข้อต่อบริวารและจุดข้อต่อประธานรองไปยังจุดข้อต่อประธานหลักที่มุมทั้งสี่ของโครงสร้างย่อย ด้วยวิธีการนี้เมทริคซ์ของมวลของระบบที่ลดรูปแล้วก็จะมีลักษณะการกระจายของแรงอินเนอร์เชียเหมือนกับระบบที่ทำการแบ่งโครงสร้างย่อยอย่างหยาบ ๆ ผลลัพธ์ที่ได้ควรจะอยู่ในเกณฑ์ดี

ประโยชน์สำคัญของวิธีการที่นำเสนอที่เด่นชัดก็คือการแก้ปัญหาโครงสร้างแผ่นบางอย่างประมาณโดยวิธีการซึ่งได้ค่าสติฟเนสเมทริคซ์ของระบบซึ่งลดขนาดแล้วด้วยวิธีการโดยตรง กล่าวคือไม่ได้ทำการหามาโดยการลดขนาดสติฟเนสเมทริคซ์ของระบบเต็มเช่นได้สติฟเนสเมทริคซ์ที่ลดขนาดแล้วจากการอินเวอร์ต (Invert) เฟลคซิบิลิตี เมทริคซ์ (Flexibility Matrix) ซึ่งหาได้จากค่าสำเร็จของอินฟลูเอนซ์เซอร์เฟซ (Influence Surface) [17] จะเห็นได้ว่าวิธีการดังกล่าวจะไม่มีเมทริคซ์แปลงที่ใช้ในการลดขนาดสติฟเนสเมทริคซ์เข้ามาเกี่ยวข้องและไม่อาจหาได้เลยดังนั้นในการลดขนาดเมทริคซ์ของมวลก็ไม่สามารถที่จะใช้เมทริคซ์แปลงนี้ได้ แต่จะใช้วิธีการลดขนาดเมทริคซ์ของมวลอย่างง่ายที่นำเสนอได้และเนื่องจากการที่สามารถทำการหาเมทริคซ์ของมวลที่ลดขนาดแล้วโดยกระทำทีละชิ้นส่วนย่อยซึ่งได้กล่าวแล้วในบทที่ ๒ ทำให้เกิดความสะดวกมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะมีประโยชน์มากถ้าใช้คำนวณโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีปริมาณหน่วยความจำน้อยมาก

สำหรับการวิเคราะห์โดยยอมให้เสียความต่อเนื่องระหว่างโครงสร้างย่อยซึ่งมีจุดมุ่งหมายที่จะลดจำนวนตัวแปรเป็นจำนวนมาก ๆ นั้นให้ผลที่ไม่อาจจะยอมรับได้ วิธีการปรับปรุงที่เป็นไปได้ก็คือการลดจำนวนตัวแปรหลายขั้น (Multilevel Condensation) กระทำได้โดยจัดแบ่งโครงสร้างย่อยแล้วรวมเป็นโครงสร้างย่อยให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ๆ จนเป็นโครงสร้างทั้งหมดจะได้ผลลัพธ์ที่ดีแต่ก็มีข้อเสียตรงที่ทำให้วิธีการยุ่งยากและใช้เวลาในการคำนวณมาก

ในการใช้วิธีลดขนาดเมทริคซ์ของมวลอย่างคงตัวแปลงนั้นให้ผลลัพธ์ที่น่าพอใจมากถึงแม้จะใช้วิธีการโครงสร้างย่อยซึ่งได้มีผู้วิจัยและวิจารณ์ว่าไม่เหมาะ เพราะลำบากในการเลือกกลุ่มตัวแปรที่จะคงไว้และไม่สามารถที่จะลดจำนวนตัวแปรลงได้มากเท่าที่ควร เนื่องจากจะต้องรักษาไว้เพื่อความต่อเนื่องระหว่างโครงสร้างย่อย แต่จากการสังเกตทำให้พอที่จะสรุปได้ว่าการเลือกกลุ่มตัวแปรโดยจัดจุดข้อต่อ

ที่จะคงไว้ให้กระจายกันอย่างสม่ำเสมอทั่ว ๆ โครงสร้างจะได้ผลลัพธ์ในเกณฑ์เฉลี่ยที่ดี โดยมีเหตุผลสนับสนุนว่า เพราะการจัดจุดข้อต่อดังกล่าวทำให้ระบบจำลองซึ่งลดจำนวนตัวแปรแล้วสามารถที่จะจัดรูปแบบให้คล้อยตามรูปแบบพิกัดการเคลื่อนที่ที่เป็นจริงในแต่ละลำดับได้และนอกจากนั้นการจัดจุดข้อต่อในแบบที่ว่านี้จะเป็นการสะดวกมากสำหรับโครงสร้างที่สลับซับซ้อนซึ่งไม่อาจคาดคะเนรูปแบบพิกัดการเคลื่อนที่แล้วจัดจุดข้อต่อตักไว้ให้สอดคล้องล่วงหน้าได้ แต่อย่างไรก็ตามถ้าหากต้องการคำตอบที่ถูกต้องอย่างแท้จริงแล้ววิธีไดนามิคสติฟเนสของ Leung [4] จะเป็นวิธีที่เหมาะสมมาก เพราะสามารถที่จะเลือกกลุ่มตัวแปรที่จะคงไว้อย่างไรก็ได้