# บทที่ 1

# บทนำ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ปัจจุบันโครงข้อหมุนสามมิติ (Space trusses) เป็นโครงสร้างที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะเป็นโครงสร้างที่มีช่วงเสายาวและคลุมพื้นที่ได้กว้าง ทำให้สามารถใช้สถานที่ภายในได้อย่างเต็มที่ การวิเคราะห์อย่างละเอียดสำหรับโครงสร้างประเภทนี้ จำเป็นต้องอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทำให้สิ้นเปลืองเวลาที่ใช้ในการเตรียมข้อมูลอีกทั้งมีค่าใช้จ่ายสูง ส่วนการวิเคราะห์โดยประมาณโดยทั่วไปในปัจจุบัน ถึงแม้ว่าจะสามารถคำนวณหาผลลัพธ์ได้เร็วขึ้น แต่ผู้ออกแบบไม่สามารถที่จะรู้ได้ว่า ผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องเพียงใด เพราะยังไม่มีการศึกษาและเปรียบเทียบผลลัพธ์ดังกล่าว ทำให้ผู้วิเคราะห์ขาดความมั่นใจ ฉะนั้น ในการออกแบบจึงต้องเผื่อความผิดพลาดไว้สูง ทำให้เกิดความไม่ประหยัดในการใช้วัสดุ

จากมูลเหตุต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น จึงมีความจำเป็นต้องมีการศึกษาและหาวิธีการวิเคราะห์โดยประมาณสำหรับโครงข้อหมุนสามมิติ ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ง่ายรวดเร็วและให้ผลลัพธ์ที่เชื่อถือได้ เพื่อลดความยุ่งยากในการวิเคราะห์และสามารถนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ในการคำนวณออกแบบเบื้องต้นได้อีกด้วย

## 1.2 การสำรวจการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์โดยประมาณสำหรับโครงข้อหมุนสามมิตินี้ ในปี ค.ศ. 1965 J.D. Renton[1] ได้วิเคราะห์โครงข้อหมุนสามมิติโดยจำลองให้เป็น plane grid plate แล้วแก้สมการด้วยวิธี Finite Difference โดยใช้ Taylor's expansion เข้าช่วยแก้สมการให้ง่ายขึ้น

ในปี ค.ศ. 1966 E. Suzuki H. Kitamura และ M. Yamada[2] ได้แสดงให้เห็นว่า โครงข้อหมุนสามมิติสามารถที่จะเปรียบเสมือนให้มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับโครงสร้างเปลือกบาง แล้ว

ใช้หลักการของ differential calculus เข้าช่วยหาแรงที่เกิดขึ้น

ในปี ค.ศ. 1966 เช่นกัน B. Kato, K. Takanashi, Y. Tsushima & Y. Hirata[3] ได้ทดลองโครงข้อหมุนสามมิติให้รับน้ำหนักในแนวดิ่งเพื่อหาระยะโก่งเทียบกับการวิเคราะห์ทางทฤษฎี พบว่า ระยะโก่งจากการทดลองมีค่ามากกว่าจากการคำนวณทางทฤษฎีตรงบริเวณใกล้จุดรองรับและจะมีค่าน้อยกว่าที่บริเวณตรงกลางของโครงสร้าง

ต่อมาในปี 1971 William R. Flower and Lewis C. Schmidt[4] ได้เสนอวิธีการโดยกล่าวว่า สมการของโครงข้อหมุนสามมิติ เมื่อความสูงของโครงสร้างเทียบกับความยาวของด้านแล้วมีค่าน้อยมาก สามารถที่จะแปลงสมการของโครงข้อหมุนสามมิติให้เป็นสมการของโครงสร้างเปลือกบางและแก้สมการของโครงสร้างเปลือกบางด้วยวิธี Finite difference จากนั้นแปลงโมเมนต์ดัดให้เป็นแรงในชิ้นส่วนโดย $F_x = \frac{M_x h_1}{H}$ แต่การแก้สมการก็ยังไม่สะดวกและเสียเวลามาก ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ในกรณีของโครงข้อหมุนสามมิติที่มีจุดรองรับตรงมุมทั้งสี่ (Four Corner Supports) ยังไม่ดีนัก แต่วิธีการนี้สามารถที่จะใช้ได้ดีในกรณีของโครงข้อหมุนสามมิติที่มีจุดรองรับตามขอบเป็นแบบธรรมดา (Simple Support) เท่านั้น

## 1.3 วัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาพฤติกรรมและวิธีการในการวิเคราะห์ โดยประมาณสำหรับโครงข้อหมุนสามมิติ ที่มีจุดรองรับตรงมุมทั้งสี่โดยมีจุดต่อเชื่อมระหว่างคอร์ดบนและคอร์ดล่าง (Upper chord and Lower chord) เป็นรูปปิรามิดคว่ำ ดังรูปที่ 1 และมีจุดต่อเชื่อมระหว่างคอร์ดบนและคอร์ดล่างเป็นรูปปิรามิดหงาย ดังรูปที่ 2 เมื่อรับน้ำหนักที่กระทำในแนวดิ่ง ซึ่งโครงสร้างที่ศึกษานี้จะเป็นชนิดที่มีขนาดของคอร์ดบนเท่ากับคอร์ดล่างในทางแกน x และแกน y และมีคอร์ดทะแยงเท่ากันทั้งหมด จึงหาแรงสูงสุดที่เกิดขึ้นภายในชิ้นส่วนของโครงสร้างและระยะโก่งสูงสุดเพื่อไปเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์อย่างละเอียด โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ CAL[11] ซึ่งวิเคราะห์โครงข้อหมุนสามมิติโดยวิธีสติฟเนส แล้วนำผลที่ได้ไปใช้ในการคำนวณออกแบบเบื้องต้น ทำให้เกิดความประหยัดและถูกต้องยิ่งขึ้น