

### บทที่ 3

## ผลการวิเคราะห์โดยวิธีประมาณที่เสนอแนะ



#### 3.1 ท้าวไป

การวิจัยได้ทำการวิเคราะห์โครงขั้หมุนสามมิติที่มีจุดรองรับตรงมุมทั้งสี่ โดยมีจุดต่อเชื่อมระหว่างคอร์คบนและคอร์คล่าง เป็นรูปปิรามิดคว่ำและปิรามิดหงาย ซึ่งมีอัตราส่วนความยาวของด้านแปรจาก 1.00 ถึง 3.50 และมีความสูงแปรจาก  $\frac{L}{3}$  ถึง  $\frac{L}{14}$  โดยมีน้ำหนักบรรทุกกระจายสม่ำเสมอในแนวตั้งกระทำที่คอร์คบนครั้งหนึ่งและคอร์คล่างครั้งหนึ่ง การวิเคราะห์โดยวิธีประมาณตามที่เสนอในวิทยานิพนธ์นี้ ได้เลือกเพียง 4 ตัวอย่าง ดังรายละเอียดการคำนวณวิเคราะห์ในภาคผนวก ข.

#### 3.2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างที่ 1-4

โครงขั้หมุนสามมิติที่วิเคราะห์ในตัวอย่างที่ 1 มีลักษณะเป็นรูปปิรามิดคว่ำดังแสดงในรูปที่ 10 มีขนาดความกว้างเท่ากับความยาว 40 ฟุต ความสูง 5.657 ฟุต มีจำนวนคอร์คบนทั้งในแนวแกน x และแกน y 5 คอร์ค และจำนวนคอร์คล่างทั้งในแนวแกน x และแกน y 5.5 คอร์ค มีระยะห่างระหว่างคอร์คของคอร์คบนและคอร์คล่างในแนวแกน x และแนวแกน y 8 ฟุต รับน้ำหนักบรรทุกแผ่กระจาย 5 ปอนด์ต่อตารางฟุต สมมติให้คอร์คแต่ละอันมีพื้นที่หน้าตัด 1.300 ตารางนิ้ว โมดูลัสยืดหยุ่นมีค่า  $30 \times 10^6$  ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ผลการวิเคราะห์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 พบว่า เมื่อมีน้ำหนักกระทำที่คอร์คล่างทำให้เกิดแรงสูงสุดในแนวแกน x ที่คอร์คบน -12411 ปอนด์ และที่คอร์คล่าง 11727 ปอนด์ แรงสูงสุดในแนวแกน y ที่คอร์คบน -12742 ปอนด์และที่คอร์คล่าง 11984 ปอนด์ แรงสูงสุดที่คอร์คทะแยง -11314 ปอนด์ ระยะโก่งสูงสุด 0.075 ฟุต และเมื่อมีน้ำหนักกระทำที่คอร์คบนทำให้เกิดแรงสูงสุดในแนวแกน x ที่คอร์คบน -10053 ปอนด์และคอร์คล่าง 9499 ปอนด์ แรงสูงสุดในแนวแกน y ที่คอร์คบน -10321 ปอนด์และคอร์คล่าง 9707 ปอนด์ แรง

สูงสุดที่คอร์ดทะแยง -9164 ปอนด์ ระยะโถ่งสูงสุด 0.061 ฟุต ส่วนค่าระยะโถ่งที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ในโครงสร้างซึ่งกำหนดโดยมาตรฐาน ว.ส.ท. 0.222 ฟุต

โครงข้อมุนสามมิติที่วิเคราะห์ในตัวอย่างที่ 2 มีลักษณะเป็นรูปปริมาตรคว่ำดังแสดงในรูปที่ 11 มีขนาดความกว้าง 32 ฟุต ความยาว 48 ฟุต ความสูง 8 ฟุต มีจำนวนคอร์ดบนในแนวแกน x 4 คอร์ด ในแนวแกน y 6 คอร์ด และมีจำนวนคอร์ดล่างในแนวแกน x 4.5 คอร์ด ในแนวแกน y 6.5 คอร์ด มีระยะห่างระหว่างคอร์ดของคอร์ดบนและคอร์ดล่างในแนวแกน x และแกน y 8 ฟุต รับน้ำหนักบรรทุกทุกแผ่กระจาย 5 ปอนด์ต่อตารางฟุต สมมติให้คอร์ดแต่ละอันมีพื้นที่หน้าตัด 1.000 ตารางนิ้ว โมดูลัสยืดหยุ่น  $30 \times 10^6$  ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ผลการวิเคราะห์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 พบว่า เมื่อมีน้ำหนักกระทำที่คอร์ดล่างทำให้เกิดแรงสูงสุดในแนวแกน x ที่คอร์ดบน -8966 ปอนด์และที่คอร์ดล่าง 8243 ปอนด์ แรงสูงสุดในแนวแกน y ที่คอร์ดบน -6949 ปอนด์และที่คอร์ดล่าง 6502 ปอนด์ แรงสูงสุดที่คอร์ดทะแยง -9406 ปอนด์ ระยะโถ่งสูงสุด 0.059 ฟุต และเมื่อมีน้ำหนักกระทำที่คอร์ดบนทำให้เกิดแรงสูงสุดในแนวแกน x ที่คอร์ดบน -7191 ปอนด์และคอร์ดล่าง 6611 ปอนด์ แรงสูงสุดในแนวแกน y ที่คอร์ดบน -5573 และคอร์ดล่าง 5215 ปอนด์ แรงสูงสุดที่คอร์ดทะแยง -7543 ปอนด์ ระยะโถ่งสูงสุด 0.047 ฟุต ส่วนค่าระยะโถ่งที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ในโครงสร้างที่กำหนดโดยมาตรฐาน ว.ส.ท. 0.178 ฟุต

โครงข้อมุนสามมิติที่วิเคราะห์ในตัวอย่างที่ 3 มีลักษณะเป็นรูปปริมาตรหงายดังแสดงในรูปที่ 12 มีขนาดความกว้าง 28 ฟุต ความยาว 44 ฟุต ความสูง 8 ฟุต มีจำนวนคอร์ดบนในแนวแกน x 4.5 คอร์ด ในแนวแกน y 6.5 คอร์ด และมีจำนวนคอร์ดล่างในแนวแกน x 4 คอร์ด ในแนวแกน y 6 คอร์ด มีระยะห่างระหว่างคอร์ดของคอร์ดบนและคอร์ดล่างในแนวแกน x และแนวแกน y 8 ฟุต รับน้ำหนักบรรทุกทุกแผ่กระจาย 5 ปอนด์ต่อตารางฟุต สมมติให้คอร์ดแต่ละอันมีพื้นที่หน้าตัด 1.000 ตารางนิ้ว โมดูลัสยืดหยุ่นมีค่า  $30 \times 10^6$  ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ผลการวิเคราะห์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 พบว่า เมื่อมีน้ำหนักกระทำที่คอร์ดล่างทำให้เกิดแรงสูงสุดในแนวแกน x ที่คอร์ดบน -3915 ปอนด์ และคอร์ดล่าง 4459 ปอนด์ แรงสูงสุดในแนวแกน y ที่คอร์ดบน -4146

ปอนด์ และที่คอร์ดล่าง 5067 ปอนด์ แรงสูงสุดที่คอร์ดทะแยง -2515 ปอนด์ ระยะโก่งสูงสุด 0.041 ฟุต และเมื่อมีน้ำหนักกระทำที่คอร์ดบนทำให้เกิดแรงสูงสุดในแนวแกน x ที่คอร์ดบน -4881 ปอนด์ และที่คอร์ดล่าง 5559 ปอนด์ แรงสูงสุดในแนวแกน y ที่คอร์ดบน -5169 ปอนด์ และที่คอร์ดล่าง 6317 ปอนด์ แรงสูงสุดที่คอร์ดทะแยง -3135 ปอนด์ ระยะโก่งสูงสุด 0.051 ฟุต ส่วนค่าระยะโก่งที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ในโครงสร้างที่กำหนดโดยมาตรฐาน ว.ส.ท. 0.156 ฟุต

โครงข้อมุมนสามมิติที่วิเคราะห์ในตัวอย่างที่ 4 มีลักษณะเป็นรูปปริมาตรทรงกึ่งแสดงในรูปที่ 13 มีขนาดความกว้างเท่ากับความยาว 21 ฟุต ความสูง 5.657 ฟุต มีจำนวนคอร์ดบนทั้งในแนวแกน x และแกน y 4.5 คอร์ด และจำนวนคอร์ดล่างในแนวแกน x และแกน y 4 คอร์ด มีระยะห่างระหว่างคอร์ดของคอร์ดบนและคอร์ดล่างในแนวแกน x และแนวแกน y 6 ฟุต รับน้ำหนักแผ่กระจาย 8.89 ปอนด์ต่อตารางฟุต สมมติให้คอร์ดแต่ละอันมีพื้นที่หน้าตัด  $0.667$  ตารางนิ้ว โมดูลัสยืดหยุ่นมีค่า  $30 \times 10^6$  ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ผลการวิเคราะห์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 พบว่าเมื่อมีน้ำหนักกระทำที่คอร์ดล่างทำให้เกิดแรงสูงสุดในแนวแกน x ที่คอร์ดบน -2501 ปอนด์และคอร์ดล่าง 3129 ปอนด์ แรงสูงสุดในแนวแกน y ที่คอร์ดบน -2418 ปอนด์และคอร์ดล่าง 3083 ปอนด์ แรงสูงสุดที่คอร์ดทะแยง -1634 ปอนด์ ระยะโก่งสูงสุด 0.015 ฟุต และเมื่อมีน้ำหนักกระทำที่คอร์ดบนทำให้เกิดแรงสูงสุดในแนวแกน x ที่คอร์ดบน -3266 ปอนด์และคอร์ดล่าง 4086 ปอนด์ แรงสูงสุดในแนวแกน y ที่คอร์ดบน -3158 ปอนด์และคอร์ดล่าง 4025 ปอนด์ แรงสูงสุดที่คอร์ดทะแยง -2133 ปอนด์ ระยะโก่งสูงสุด 0.019 ฟุต ส่วนค่าระยะโก่งที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ในโครงสร้างที่กำหนดโดยมาตรฐาน ว.ส.ท. 0.117 ฟุต

007384

### 3.3 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ตัวอย่างที่ 1-4

จากผลการวิเคราะห์โดยวิธีประมาณได้นำมาเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ CAL เป็นกรณีไป ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 ถึง 6 โดยถือให้ผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมเป็นตัวเทียบ จะให้ค่าที่แตกต่างกันตามลักษณะของโครงข้อมุมนสามมิตินี้

ตัวอย่างที่ 1 เมื่อมีน้ำหนักกระทำที่คอร์ดล่าง พบว่าให้ค่าผิดพลาดของแรงสูงสุดในแนวแกน x ที่คอร์ดบน 0.40 % และคอร์ดล่าง 1.12 % ในแนวแกน y ที่คอร์ดบน 3.06 % และ

คอร์ดล่าง 3.33 % ค่าผิดพลาดของคอร์ดทะแยง 0.76 % ค่าผิดพลาดของระยะโค้งสูงสุด -21.05 % ซึ่งระยะโค้งที่คำนวณได้ยังน้อยกว่าระยะโค้งที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ในโครงสร้างที่กำหนดในมาตรฐาน ว.ส.ท. ถึง 2.96 เท่า แต่เมื่อมีน้ำหนักมากกระทำที่คอร์ดบนพบว่า ให้ค่าผิดพลาดของแรงสูงสุดในแนวแกน x ที่คอร์ดบน -2.93 % และคอร์ดล่าง -2.64 % ในแนวแกน y ที่คอร์ดบน -0.36 % และคอร์ดล่าง 0.02 % ค่าผิดพลาดของคอร์ดทะแยง -0.25 % ค่าผิดพลาดของระยะโค้งสูงสุด -26.50 % ซึ่งระยะโค้งที่คำนวณได้ยังน้อยกว่าระยะโค้งที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ในโครงสร้างที่กำหนดในมาตรฐาน ว.ส.ท. ถึง 3.64 เท่า

ตัวอย่างที่ 2 เมื่อมีน้ำหนักมากกระทำที่คอร์ดล่าง พบว่า ให้ค่าผิดพลาดของแรงสูงสุดในแนวแกน x ที่คอร์ดบน -2.11 % และคอร์ดล่าง 4.01 % ในแนวแกน y ที่คอร์ดบน -7.48 % และคอร์ดล่าง -2.88 % ค่าผิดพลาดของคอร์ดทะแยง 1.02 % ค่าผิดพลาดของระยะโค้งสูงสุด -19.18 % ซึ่งระยะโค้งที่คำนวณได้ยังน้อยกว่าระยะโค้งที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ในโครงสร้างที่กำหนดในมาตรฐาน ว.ส.ท. ถึง 3.02 เท่า แต่เมื่อมีน้ำหนักมากกระทำที่คอร์ดบน พบว่า ให้ค่าผิดพลาดของแรงสูงสุดในแนวแกน x ที่คอร์ดบน -4.06 % และคอร์ดล่าง 1.69 % ในแนวแกน y ที่คอร์ดบน -12.64 % และคอร์ดล่าง -7.91 % ค่าผิดพลาดของคอร์ดทะแยง 0.05 % ค่าผิดพลาดของระยะโค้งสูงสุด -24.19 % ซึ่งระยะโค้งที่คำนวณได้ยังน้อยกว่าระยะโค้งที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ในโครงสร้างที่กำหนดในมาตรฐาน ว.ส.ท. ถึง 3.79 เท่า

ตัวอย่างที่ 3 เมื่อมีน้ำหนักมากกระทำที่คอร์ดล่าง พบว่า ให้ค่าผิดพลาดของแรงสูงสุดในแนวแกน x ที่คอร์ดบน 2.84 % และคอร์ดล่าง -7.98 % ในแนวแกน y ที่คอร์ดบน -2.31 % และคอร์ดล่าง -3.26 % ค่าผิดพลาดของคอร์ดทะแยง 2.53 % ค่าผิดพลาดของระยะโค้งสูงสุด 10.81 % ซึ่งระยะโค้งที่คำนวณได้ยังน้อยกว่าระยะโค้งที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ในโครงสร้างที่กำหนดในมาตรฐาน ว.ส.ท. ถึง 3.80 เท่า แต่เมื่อมีน้ำหนักมากกระทำที่คอร์ดบน พบว่า ให้ค่าผิดพลาดของแรงสูงสุดในแนวแกน x ที่คอร์ดบน 6.88 % และคอร์ดล่าง -5.07 % ในแนวแกน y ที่คอร์ดบน 4.95 % และคอร์ดล่าง 3.74 % ค่าผิดพลาดของคอร์ดทะแยง 2.08 % ค่าผิดพลาดของระยะโค้งสูงสุด 18.60 % ซึ่งระยะโค้งที่คำนวณได้ยังน้อยกว่าระยะโค้งที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ในโครงสร้างที่กำหนดให้ในมาตรฐาน ว.ส.ท. ถึง 3.06 เท่า

ตัวอย่างที่ 4 เมื่อมีน้ำหนักมากกว่าที่คอร์ดล่าง พบว่าให้ค่าผิดพลาดของแรงสูงสุด  
ในแนวแกน x ที่คอร์ดบน 3.39 % และคอร์ดล่าง 1.86 % ในแนวแกน y ที่คอร์ดบน -0.04 %  
และคอร์ดล่าง 0.35 % ค่าผิดพลาดของคอร์ดทะแยง 1.81 % ค่าผิดพลาดของระยะโก่งสูงสุด  
7.14 % ซึ่งระยะโก่งที่คำนวณได้ยังน้อยกว่าระยะโก่งที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ในโครงสร้างที่กำหนดให้  
ในมาตรฐาน ว.ส.ท. ถึง 7.80 เท่า แต่เมื่อมีแรงมากกว่าที่คอร์ดบน พบว่าให้ค่าผิดพลาด  
ของแรงสูงสุดในแนวแกน x ที่คอร์ดบน 10.67 % และคอร์ดล่าง 8.38 % ในแนวแกน y ที่  
คอร์ดบน 7.01 % และคอร์ดล่าง 6.76 % ค่าผิดพลาดของคอร์ดทะแยง 1.52 % ค่าผิดพลาด  
ของระยะโก่งสูงสุด 26.67 % ซึ่งระยะโก่งที่คำนวณได้ยังน้อยกว่าระยะโก่งที่ยอมให้เกิดขึ้นได้  
ในโครงสร้างที่กำหนดให้ในมาตรฐาน ว.ส.ท. ถึง 6.16 เท่า