บทที่ 3

สรุปผลการวิเคราะห์และข้ออภิปราย

เนื่องจากฟังก์ชั่นต่าง ๆ อยู่ในรูปของอนุกรมแทบทั้งสิ้น ดังนั้นจึงได้อาศัยเครื่องจักรประมวลผลช่วยในการคำนวณ ซึ่งกำหนดเทอมสิ้นสุดโดยให้อัตราส่วนสัมบูรณ์ของเทอมสิ้นสุด ต่อผลรวมของอนุกรมในขณะนั้น มีค่าน้อยกว่า 0.001

กำหนดให้ $\nu = 0.15$, $\epsilon = \frac{a}{2\sqrt{3}N}$, $c_j = \frac{(2j-1)a}{2\sqrt{3}N}$; $j = 1,2,3,...N$

$y_i = \frac{(2i-1)a}{2\sqrt{3}N}$; $i = 1,2,3,...N$ และให้ Nมีค่า 6,8,และ10 แทนลงในสมการ (34) คำนวณหาค่า υ_j เพื่อใช้ในการคำนวณหาคำตอบต่อไป

ในการนี้จะได้คำตอบออกมา 3 ชุดสำหรับค่า N = 6,8และ 10 ซึ่งจะไม่แสดงในที่นี้ แต่จะได้สรุปในรายละเอียดดังนี้คือ

1. ค่า แรงเฉือนเคียร์คอฟ V_x ตามแนวขอบนั้นจะกระจายมีค่าเป็นบวกและลบสลับกันในช่วง $2\epsilon = \frac{a}{\sqrt{3}N}$ โดยมีลักษณะการกระจายดังแสดงในรูปที่ 5 ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนเหล่านี้จะหักล้างกันเองจนเหลือความคลาดเคลื่อนรวมน้อยมาก ดังจะดูได้จากการที่ค่าของแรงรับ R ที่จุดรองรับ
2. ค่าแรงรับ R ที่จุดรองรับ มีค่าเป็น 0.335379P, 0.335434P และ0.333998P เมื่อ N = 6,8 และ10 ตามลำดับ แต่ค่าที่ถูกต้องนั้นมีค่าเท่ากับ P/3 ดังนั้นคำตอบนี้จึงมีความคลาดเคลื่อนเป็น 0.61% , 0.63% และ 0.19% ตามลำดับ

อนึ่งได้คำนวณหาคำตอบสำหรับค่า N = 12 ด้วยแต่ปรากฏว่าฟังก์ชั่นในสมการ (34) คอนเวิจช้ามากตรงจุด y_1และ y_Nและยิ่งถ้า N มีค่ามากเกินไปแล้ว ฟังก์ชั่นจะไม่คอนเวิจที่จุดดังกล่าว ซึ่งเป็นผลทำให้การคำนวณค่าตัวประกอบของแมททริก เพื่อหาค่าυ_j ประสพความยุ่งยาก ดังนั้นจึงเลือกค่า N = 10 สำหรับการคำนวณผลในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

จากการแปรค่าอัตราส่วนปัวซองเป็น 0.10, 0.15 และ0.20 แล้วคำนวณหาค่า

$\upsilon_1, \upsilon_2, \upsilon_3, \ldots \upsilon_{10}$ ได้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 สำหรับคำตอบต่าง ๆ นั้น ได้แสดงไว้ในรูปของกราฟดังรูปที่ 5 ถึง 7 สำหรับค่า ν = 0.10 และ 0.20 ซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

j	$\frac{c_j}{a} = \frac{2j-1}{2\sqrt{3}}$	$\upsilon_j a/P$		
		ν = 0.10	0.15	0.20
1	0.028867	-1.058935	-1.027350	-0.998601
2	0.086603	-0.935916	-0.907436	-0.880661
3	0.144337	-0.730417	-0.713474	-0.694064
4	0.202073	-0.514931	-0.501228	-0.488013
5	0.259808	-0.316031	-0.307708	-0.299636
6	0.317543	-0.147704	-0.144083	-0.140911
7	0.375277	-0.008088	-0.009008	-0.010271
8	0.433013	0.111323	0.105232	0.099013
9	0.490747	0.220641	0.207739	0.195115
10	0.548483	0.341535	0.316511	0.293614

<u>ตารางที่ 1</u> : แสดงค่าของ υ_j; j = 1,2,3,...10 เมื่อ ν = 0.10,0.15 และ 0.20

รูปที่ 7ก แสดงค่าโมเมนต์ดัด M_x ตามแนวแกน x/a เมื่อ y/a = 0 ซึ่งจะพบว่า M_x มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ที่ขอบและมีค่าเข้าสู่อนันต์ที่จุดที่แรงกระทำ แต่ตามความเป็นจริงนั้นแรงมิได้กระทำเป็นจุดแต่จะกระจายบนเนื้อที่เล็ก ๆ วอยนอฟสกี - ครีเกอร์ (Woinowsky - Krieger) (6) ได้เสนอแนะการประมาณค่าโมเมนต์ดัดที่บริเวณดังกล่าวโดยสมมติว่าแรงกระจายบนเนื้อที่วงกลมเล็ก ๆ รัศมี c จากคำตอบของวอยนอฟสกี - ครีเกอร์ ถ้ากำหนดค่าอัตราส่วน c/a = 0.05 แล้วค่าโมเมนต์ดัด M_x ที่บริเวณดังกล่าวก็อาจหาค่าได้ดังแสดงไว้ด้วยเส้นประ

ส่วนโมเมนต์ดัด M_x ตามแนวของขอบนั้นที่จริงจะต้องมีค่าเป็นศูนย์แต่ค่าที่คำนวณได้นั้นแปรเปลี่ยนไปดังแสดงไว้ในรูปที่ 7ข ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากการนำสภาพของขอบโดยประมาณมาใช้ตามสมการ (30) อย่างไรก็ตามความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนี้มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับค่าโมเมนต์ดัดที่จุดอื่น ๆ

สำหรับโมเมนต์ดัด M_y ตามแนวแกน x/a เมื่อ y/a = 0 ดังแสดงไว้ในรูปที่ 7ก นั้น จะเห็นได้ว่ามีค่าเป็นอนันต์ที่จุดที่แรงกระทำแต่ก็ประมาณค่าได้เช่นเดียวกันกับโมเมนต์ดัด M_x ส่วนโมเมนต์

บิด M_{xy} นั้นมีค่าเป็นศูนย์ที่จุด $y/a = 0$ และมีค่ามากที่สุดที่จุดรองรับดังแสดงไว้ในรูปที่ 7ข

ถ้าพิจารณาการสมดุลย์ของแรงที่กระทำต่อชิ้นส่วนเล็ก ๆ (element) ที่มุมของแผ่นพื้น เช่นที่จุด $x/a = 2/3$, $y/a = 0$ แล้วจะต้องได้ว่า $M_x = \sqrt{3}M_{xy}$ แต่จากผลการวิเคราะห์ได้ค่าโมเมนต์ดัด $M_x = 0.260$ P และ $\sqrt{3}M_{xy} = 0.289$ P นั่นก็คือมีความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.029 P ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะสาเหตุมาจากสภาพของขอบโดยประมาณดังสมการ (30) และให้ค่าโมเมนต์ดัด M_x ตามแนวขอบมีค่าเป็น 0.029 P ที่จุดรองรับ ดังนั้นความคลาดเคลื่อนส่วนนี้จึงเข้ามามีผลต่อสมดุลย์ของแรงที่กระทำต่อชิ้นส่วนเล็ก ๆ ที่มุมด้วย ซึ่งเมื่อรวมผลเหล่านี้เข้าด้วยแล้วก็จะพบว่าที่จุดที่มุมก็ยังอยู่ในสมดุลย์จริง

อนึ่งได้เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ครั้งนี้กับผลการทดลองที่สุรศักดิ์ พูลชัยนาวาสกุล (Surasak Poonchainavaskuen) [10] ได้ทดลองกับแผ่นพื้นย่อส่วน (model) รูปสามเหลี่ยมด้านเท่าซึ่งทำด้วยเหล็กขนาดความสูง a = 788 มม.และความหนา h = 5.9 มม.รับแรงกระทำที่จุดศูนย์ถ่วง โดยเปรียบเทียบค่าระยะโก่ง w และโมเมนต์ดัด M_x และ M_y ในเทอมไร้มิติ พร้อมทั้งได้นำผลการวิเคราะห์โดยสุรศักดิ์ พูลชัยนาวาสกุล แสดงเปรียบเทียบไว้ด้วย ดังแสดงในรูปที่ 8 ถึง 9

จากผลการวิเคราะห์ที่ได้สรุปแสดงไว้ในรูปที่ 5 ถึง 7 นั้นเป็นที่น่าสังเกตุว่าโมเมนต์บิด M_{xy} ที่มุมมีค่าค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงเป็นค่าสำคัญที่จะต้องตรวจสอบในการออกแบบแผ่นพื้นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่ามีที่รองรับที่มุม สำหรับกรณีแผ่นพื้นเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กที่ไม่มีเหล็กเสริมรับแรงเฉือนนั้น ค่าโมเมนต์บิด M_{xy} ที่มุมจะเป็นตัวกำหนดความหนาของแผ่นพื้น ส่วนการนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปประยุกต์ใช้งานนั้นได้แสดงการคำนวณไว้ในภาคผนวก ค ซึ่งเป็นการคำนวณออกแบบฐานรากรูปสามเหลี่ยมด้านเท่ารองรับด้วยเสาเข็ม 3 ต้นที่มุม