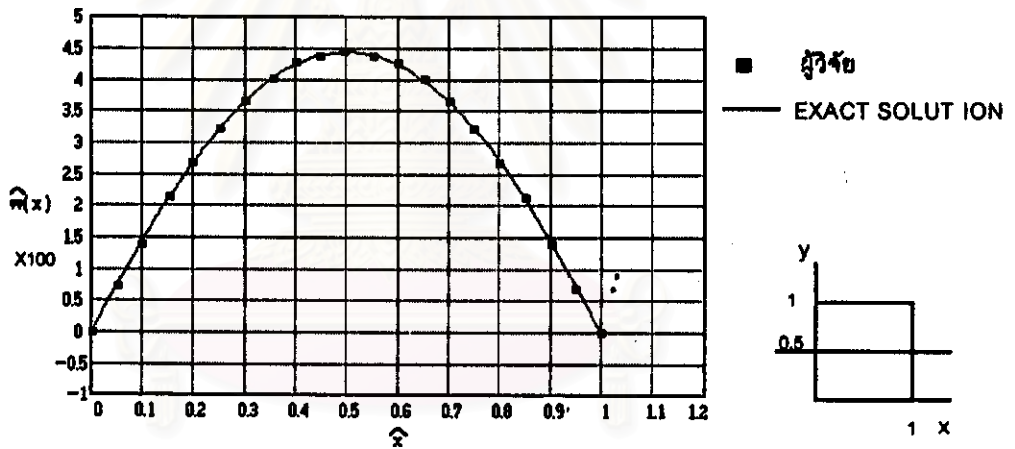


บทที่ 5

ผลการวิเคราะห์

5.1 การเปรียบเทียบกับแผ่นแบน

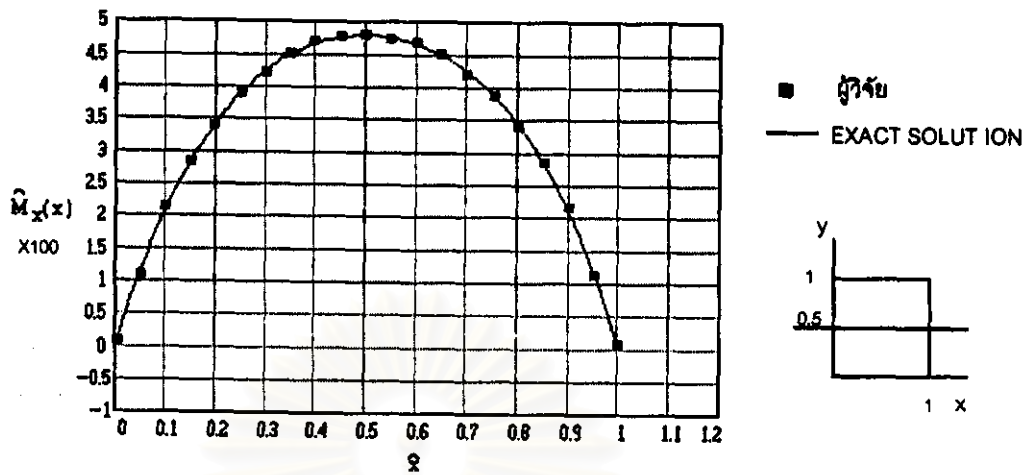
เมื่อค่า $\frac{f}{h} = 0$ เปลือกบางรูปไฮปาร์จะกลายเป็นแผ่นแบน ผลของโปรแกรมที่ได้จะเป็นผลของแผ่นแบน ซึ่งสามารถนำมาเปรียบเทียบกับผลเฉลยแม่นยำตรง (Exact Solution) ของทิมอเชนโก (Timoshenko) [18] ได้ดังแสดงในรูปที่ 14 ซึ่งเป็นกรณีของสภาพขอบที่เป็นชนิด



รูปที่ 14

รองรับแบบธรรมดาทั้ง 4 ด้าน โดยมีค่าพารามิเตอร์ $\frac{A}{B} = 1$ $\nu = 0.3$ และ $\frac{P_3 AB}{Eh^2} = 1$ ที่

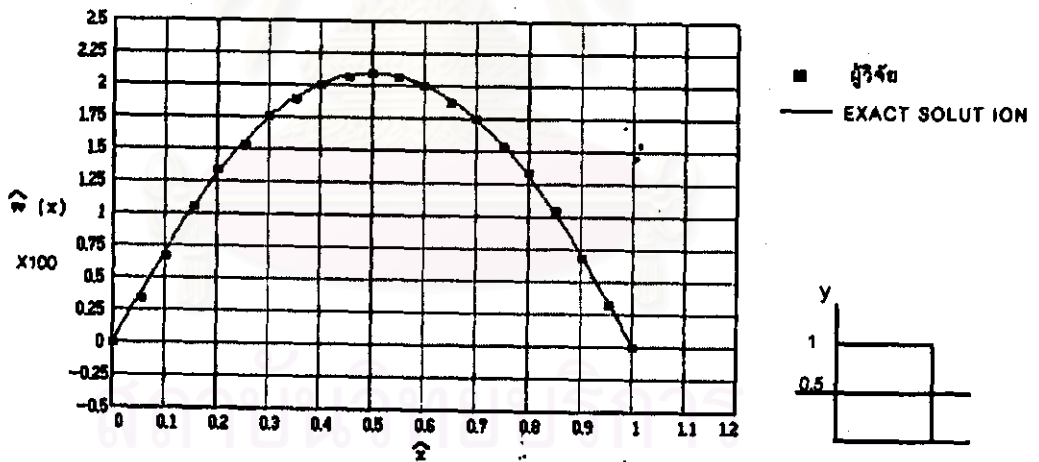
$Y/B = 0.5$ รูปที่ 11 เป็นค่า $\hat{w} = \frac{wh}{AB}$ ที่ได้จากโปรแกรมที่ประดิษฐ์ขึ้น เปรียบเทียบกับผลเฉลยแม่นยำตรงของทิมอเชนโกซึ่งแสดงผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปแมทแคด 6.0 จะเห็นได้ว่าผลของการคำนวณโดยโปรแกรมที่ประดิษฐ์ขึ้น มีความถูกต้องดีมากและเชื่อถือได้ ซึ่งไม่เพียงแต่กรณีนี้เท่านั้น แต่ยังรวมถึงกรณีอื่นที่มีสภาพขอบแบบอื่นและพิจารณาที่ค่าอื่นเช่น ค่าโมเมนต์ต่อหน่วยความยาว หรือ ค่าแรงต่อหน่วยความยาว ซึ่งจะแสดงต่อไปดังรูปที่ 15-20 และในตารางที่ 1-2 จะเป็นการแสดงค่า $w(h/AB)$ ที่จุดกึ่งกลางของเปลือกบางที่มีสภาพขอบเป็นแบบยึดแน่นทั้ง 4 ด้านมีค่า $f/h=0$ $A/B=1$ $P_3 AB/(Eh^2) = 1$ โดยใช้จำนวน mesh เท่ากับ 16×16



รูปที่ 15 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า $\hat{M}_x = \frac{M_{xx}}{P_3 AB}$ ที่สภาพขอบแบบรองรับ

ธรรมดา ทั้ง 4 ด้าน โดยมีค่าพารามิเตอร์ $\frac{f}{h} = 0$ $\frac{A}{B} = 1$ $\nu = 0.3$ และ

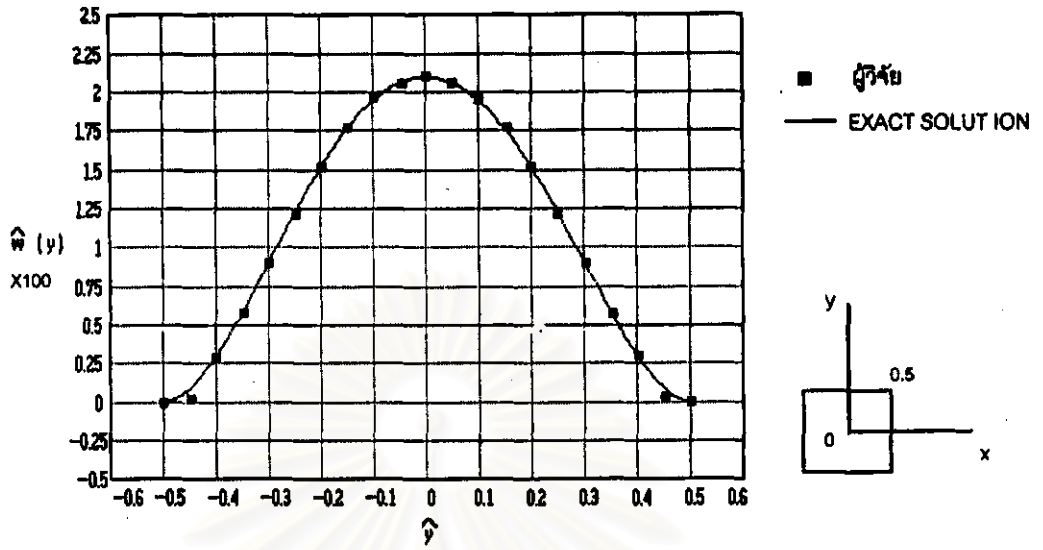
$$\frac{P_3 AB}{Eh^2} = 1 \text{ ที่ } Y/B = 0.5$$



รูปที่ 16 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า $\hat{w} = \frac{wh}{AB}$ มีค่าพารามิเตอร์ $\frac{f}{h} = 0$

$\frac{A}{B} = 1$ $\nu = 0.3$ และ $\frac{P_3 AB}{Eh^2} = 1$ มีสภาพขอบแบบรองรับธรรมดา

2 ด้านที่อยู่ตรงข้ามกันและด้านที่เหลือมีสภาพขอบเป็นแบบยึดแน่นที่ $Y/B = 0.5$

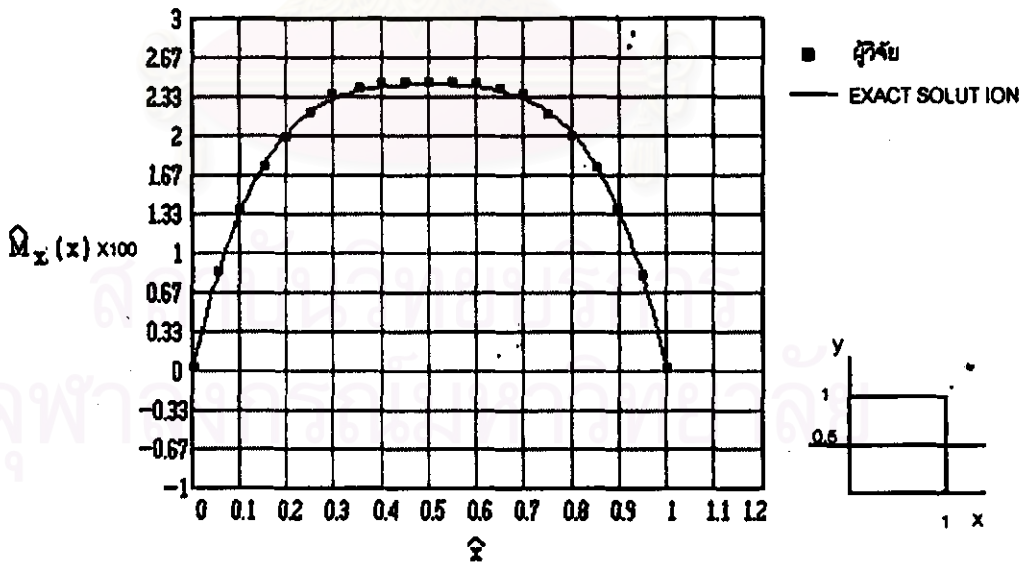


รูปที่ 17 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า $\hat{w} = \frac{wh}{AB}$ มีค่าพารามิเตอร์ $\frac{f}{h} = 0$

$\frac{A}{B} = 1$ $v = 0.3$ และ $\frac{P_3 AB}{Eh^2} = 1$ มีสภาพขอบแบบรองรับธรรมดา 2

ด้านที่อยู่ตรงข้ามกันและด้านที่เหลือมีสภาพขอบเป็นแบบยึดแน่นที่

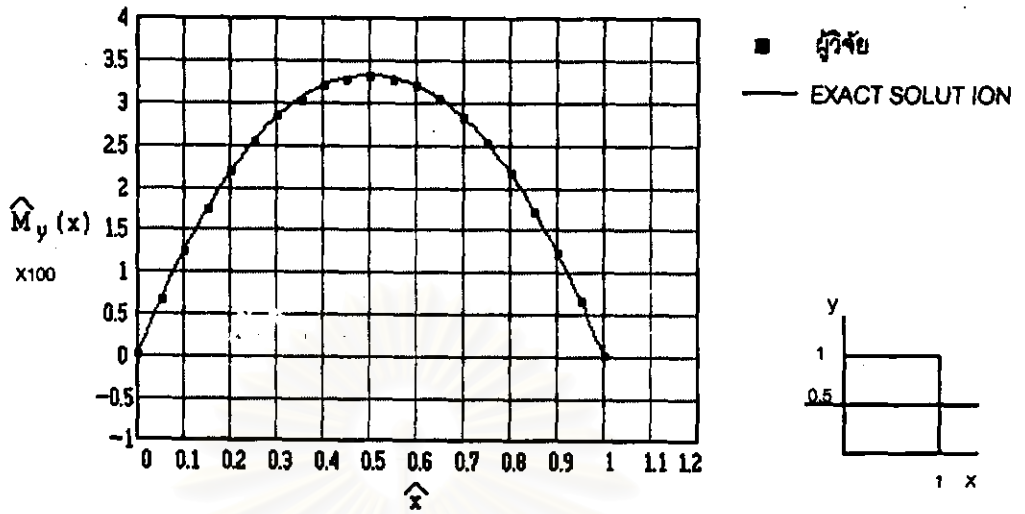
$X/A = 0.5$



รูปที่ 18 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า $\hat{M}_x = \frac{M_{xx}}{P_3 AB}$ มีค่าพารามิเตอร์ $\frac{f}{h} = 0$

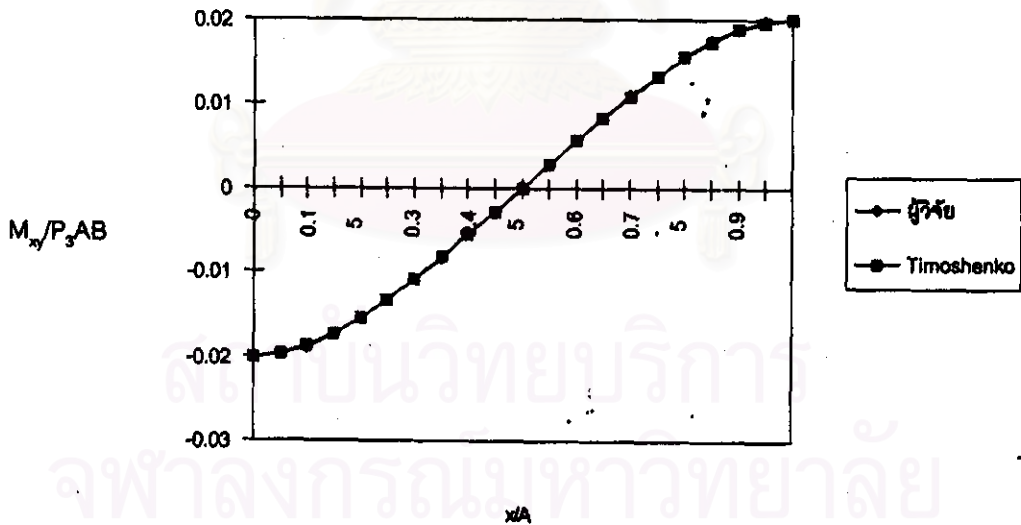
$\frac{A}{B} = 1$ $v = 0.3$ และ $\frac{P_3 AB}{Eh^2} = 1$ มีสภาพขอบแบบรองรับธรรมดา 2 ด้าน

ที่อยู่ตรงข้ามกันและด้านที่เหลือมีสภาพขอบเป็นแบบยึดแน่นที่ $Y/B = 0.5$



รูปที่ 19 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า $\hat{M}_y = \frac{M_{xy}}{P_3 AB}$ มีค่าพารามิเตอร์ $\frac{f}{h} = 0$

$\frac{A}{B} = 1, \nu = 0.3$ และ $\frac{P_3 AB}{Eh^2} = 1$ มีสภาพขอบแบบรองรับธรรมดา 2 ด้าน
 ที่อยู่ตรงข้ามกันและด้านที่เหลือมีสภาพขอบ เป็นแบบยึดแน่นที่ $Y/B = 0.5$



รูปที่ 20 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า $\hat{M}_{xy} = \frac{M_{xy}}{P_3 AB}$ มีค่าพารามิเตอร์ $\frac{f}{h} = 0$

$\frac{A}{B} = 1, \nu = 0.3$ และ $\frac{P_3 AB}{Eh^2} = 1$ มีสภาพขอบแบบรองรับธรรมดา 4 ด้าน
 ที่ $Y/B = 0.25$

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบค่า w_0 ที่กึ่งกลางแผ่น
ระหว่างค่าที่ได้จากโปรแกรมของผู้วิจัย
กับผลเฉลยแม่นยำ ในกรณีที่มีสภาพขอบ
เป็นแบบยึดแน่นทั้ง 4 ด้าน

A/B	w_{c1} $\times qA^4D$	w_{c2} $\times qA^4D$	error %
1.0	1.4090	1.3760	2.4
1.3	1.2588	1.2340	2.0
1.7	0.9155	0.8990	1.8
2.0	0.7021	0.6930	1.3

- Note
- $qAB/(Eh^2) = 1$, $f/h = 0$, $\nu=0.3$
 - $w_{c1} = w_c \times 100$ ของผู้วิจัย
 - $w_{c2} = w_c \times 100$ ของผลเฉลยแม่นยำ
 - $P_3=q$

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบค่า M_x^* และ M_y^* ระหว่างค่าที่ได้จากโปรแกรมของผู้วิจัย
กับผลเฉลยแม่นยำ ในกรณีที่มีสภาพขอบเป็นแบบยึดแน่นทั้ง 4 ด้าน

A/B	M_{x1}^* ($x=A/2, y=0$)	M_{y1}^* ($x=0, y=B/2$)	M_{x2}^* ($x=A/2, y=0$)	M_{y2}^* ($x=0, y=B/2$)	M_x^* error %	M_y^* error %
1	-5.063	-5.063	-5.13	-5.13	1.3	1.3
1.3	-6.852	-5.436	-6.87	-5.63	0.3	3.45
1.7	-7.989	-5.317	-7.99	-5.71	0.1	6.88
2	-8.287	-5.153	-8.29	-5.71	0.02	9.75

- Note
- $qAB/(Eh^2) = 1$, $f/h = 0$, $\nu=0.3$
 - $M_{x1}^* = M_{xx} / (qA^2) \times 100$ ของผู้วิจัย
 - $M_{x2}^* = M_{xx} / (qA^2) \times 100$ ของผลเฉลยแม่นยำ
 - $M_{y1}^* = M_{yy} / (qA^2) \times 100$ ของผู้วิจัย
 - $M_{y2}^* = M_{yy} / (qA^2) \times 100$ ของผลเฉลยแม่นยำ
 - $P_3=q$

ตารางที่ 3 แสดงค่าความผิดพลาดของ M^*_y ที่
ได้จากโปรแกรมของผู้วิจัยเมื่อใช้
จำนวนเอลิเมนต์ต่างๆกัน ในกรณี
ของสภาพขอบเป็นแบบยึดแน่นทั้ง 4 ด้าน

mesh	M^*_y ($x=0, y=B/2$)	M^*_y error %
10x10	-5.153	9.75
12x12	-5.304	7.11
14x14	-5.400	5.43
16x16	-5.465	4.29

Note 1. $qAB/(Eh^2) = 1$, $f/h = 0$, $A/B = 2.0$, $\nu = 0.3$

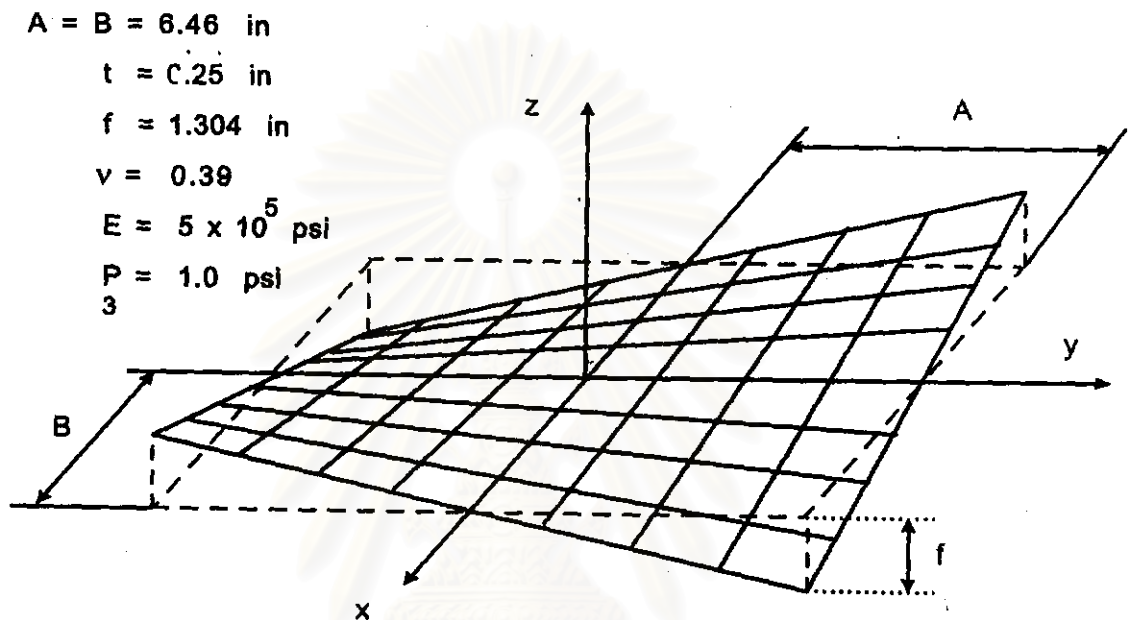
2. $M^*_y = M_{yy} / (qA^2) \times 100$ ของผู้วิจัย

3. $P_3 = q$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 การเปรียบเทียบกับเปลือกบาง

ในการเปรียบเทียบกับผลการคำนวณเปลือกบางของผู้วิจัยที่ผ่านมา ผู้วิจัยจะทำการเปรียบเทียบกับเปลือกบางที่อยู่ในกรณีดังรูปที่ 21 คือ

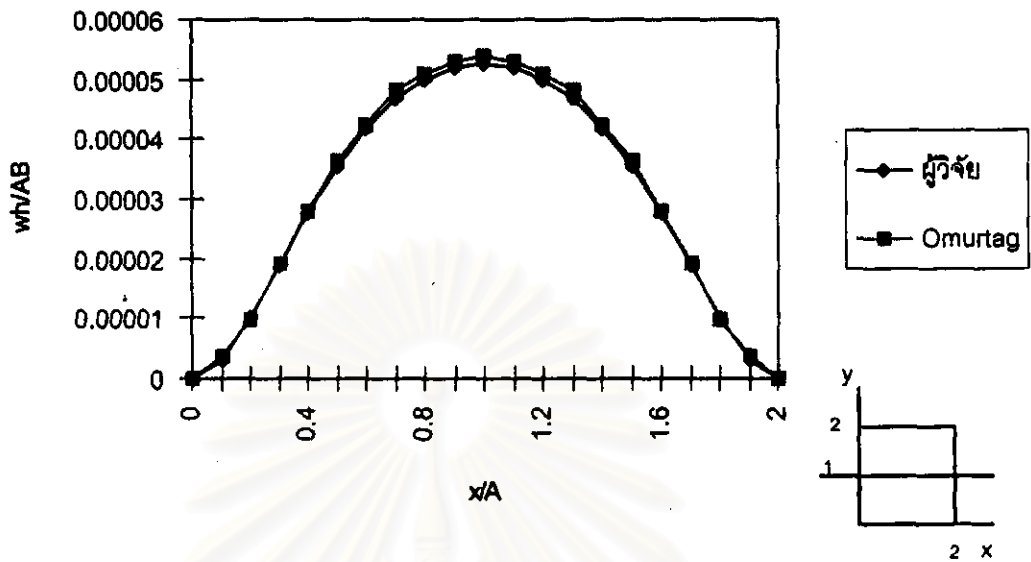


รูปที่ 21 รูปเปลือกบางแบบไฮปาร์ที่มีสมการอยู่ในรูป $z = \frac{fxy}{AB}$

ซึ่งเป็นเปลือกบางรูปไฮปาร์ที่มีสภาพขอบเป็นแบบยึดแน่นทั้ง 4 ด้านมีค่าพารามิเตอร์

$$\frac{f}{h} = 5.216, \quad \frac{A}{B} = 1, \quad \frac{P_3 AB}{Eh^2} = 0.001335$$

จากการคำนวณด้วยโปรแกรมโดยใช้เอลิเมนต์ 16x16 จะให้ผลลัพธ์ของค่า $\frac{wh}{AB}$ ในรูปของกราฟที่ตำแหน่ง $Y/B = 1$ และผลลัพธ์ที่ได้จากของ Omurtag [17] ที่ตำแหน่งเดียวกัน ดังรูปที่ 22 จะเห็นได้ว่าผลลัพธ์ทั้งสองมีความสอดคล้องกันในรูปร่างของกราฟ และยังมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก

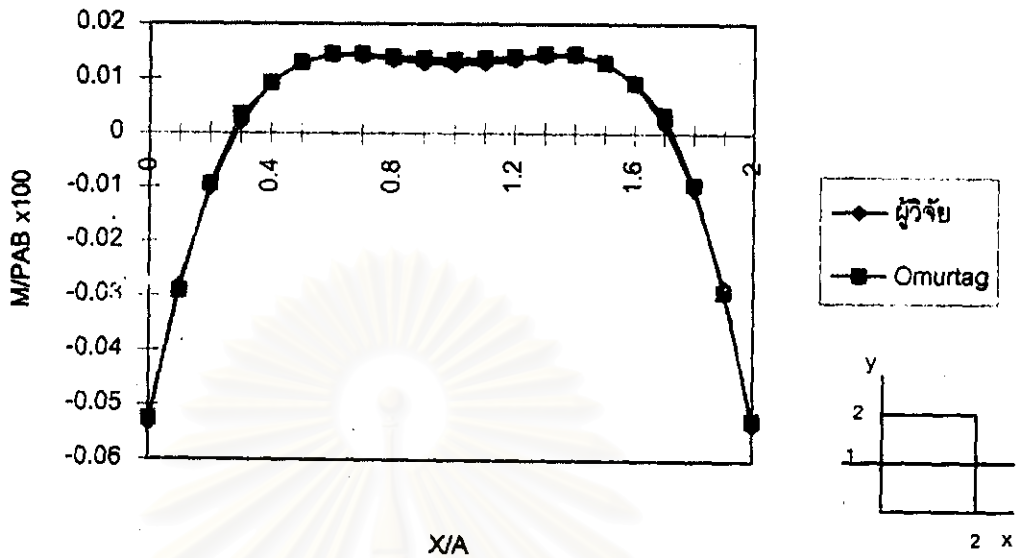


รูปที่ 22 แสดงค่าเปรียบเทียบ $\frac{wh}{AB}$ ของเปลือกบางรูปไฮปาร์เมื่อมีแรงกระทำกระจายสม่ำเสมอในแนวตั้งและมีสภาพขอบเป็นแบบยึดแน่นทั้ง 4 ด้าน

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบค่า $w(h/AB)$ ที่จุดกึ่งกลางของเปลือกบาง

No.	Investigators	$w_c \times 100$
1	Chetty and Tottenham [17]	0.05231
2	Bandyopadhyay [12]	0.05264
3	Omurtag [15]	0.05387
4	Present author	0.05275

Note 1. w_c คือ $\frac{wh}{AB}$



รูปที่ 23 แสดงค่าเปรียบเทียบ $\frac{M_{xx}}{P_3AB} \times 100$ ของเปลือกบางรูปไฮปาร์เมื่อมี

แรงกระทำกระจายสม่ำเสมอในแนวตั้งและมีสภาพขอบเป็นแบบยึดแน่นทั้ง 4 ด้าน

จากตารางที่ 4 แสดงค่า Deflections ในเทอมไร้มิติของจุดกึ่งกลางเปลือกบางของผู้วิจัยที่ผ่านมา รวมถึงที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมของวิทยานิพนธ์นี้ ซึ่งมีค่าที่ใกล้เคียงกันมาก ส่วนค่า $\frac{M_{xx}}{P_3AB}$ ได้แสดงดังรูปที่ 23 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าของ Omurtag แล้ว จะเห็นว่ามีค่าที่ใกล้เคียงกันมากเช่นกัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย