บทที่ 5

ฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุ

5.1 ฮิวริสติกอัลกอริทึม

จากผลการศึกษาการนำเอาอัลกอริทึมจำลองการอบเหนียวมาใช้ในการเลือกวัสดุในบทที่ผ่านมาจะพบว่าในบางตัวอย่างจะต้องมีการใช้จำนวนรอบในการจำลองพฤติกรรมโครงสร้างเป็นจำนวนหลายร้อยครั้งซึ่งในแต่จำลองพฤติกรรมโครงสร้างแต่ละครั้งก็ต้องมีการคำนวณเป็นจำนวนมาก ในบทนี้จึงได้นำเสนออัลกอริทึมใหม่ที่ได้ความรู้ที่ได้จากการสังเกตพฤติกรรมของปัญหาแล้วนำมาปรับปรุง ซึ่งอัลกอริทึมนี้เรียกว่า ฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุ

การค้นหาแบบฮิวริสติกนี้จะใช้ความรู้แบบหนึ่งที่เรียกว่าฮิวริสติก [25] มาช่วยในการค้นหาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยฮิวริสติกนี้จะช่วยชี้แนะว่ากระบวนการค้นหาควรจะเลือกเส้นทางใดหรือสถานะใดเพื่อทำการค้นหาต่อไปให้ได้คำตอบอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อแสดงให้เห็นภาพรวมของฮิวริสติก ให้พิจารณาปัญหาการเดินทางของพนักงานขายที่ต้องเดินทางไปทุกเมืองดังรูปที่ 5.1

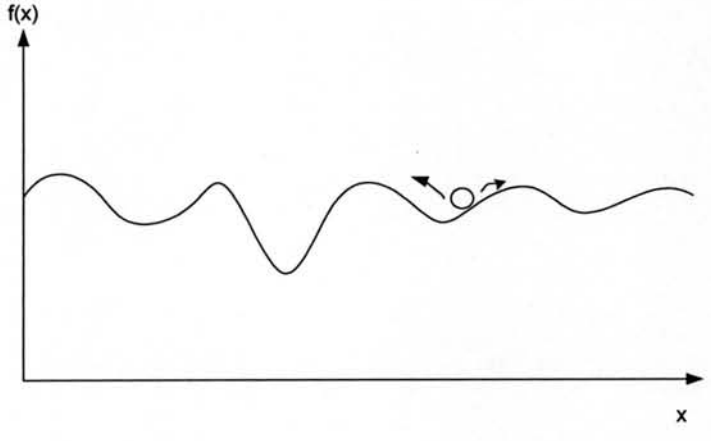
รูปที่ 5.1 ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย

ในตัวอย่างปัญหาที่นำเสนอ มีเมืองทั้งหมด 7 เมือง พนักงานขายต้องเดินทางไปให้ได้ครบทั้ง 7 เมืองและกลับมายังจุดเริ่มต้นโดยให้ได้ระยะทางโดยรวมสั้นที่สุด วิธีหนึ่งที่ทำได้คือหาเส้นทางทั้งหมดที่เป็นไปได้ ซึ่งจะมีด้วยกันทั้งหมด (7-1)! /2 หรือ 360 แบบ จากนั้นวัดแต่ละเส้นทางว่าใช้ระยะทางได้เท่าไหร่แล้วก็เลือกเส้นทางที่สั้นที่สุด วิธีการนี้ไม่สามารถคำนวณได้อย่างมีประสิทธิภาพในทางปฏิบัติ เมื่อจำนวนเมืองมีมากขึ้น เช่นถ้ามีเมือง 100 เมืองจะมีเส้นทางที่เป็นไปได้ 4.67×10^{155} แบบ

ถ้าหากใช้สามัญสำนึกในการคาดเดาอย่างมีเหตุผล เมื่อต้องการระยะทางโดยรวมที่สั้นที่สุด เมืองที่จะเลือกในอันดับถัดไปก็น่าจะเป็นเมืองที่อยู่ใกล้จุดเดิมที่สุด หากทำเช่นนี้ในการเลือกเมืองที่ต้องการเดินทางก็น่าจะได้ระยะทางโดยรวมสั้นที่สุด ถึงแม้ว่าวิธีการเช่นนี้อาจจะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีแนวโน้มว่าจะได้คำตอบที่ดี แต่อย่างไรก็ตามคำตอบที่ได้จากวิธีนี้อาจไม่เป็นเส้นทางที่สั้นที่สุดก็ได้ วิธีการเช่นนี้คือการนำเอาความรู้แบบหนึ่งมาแก้ไขปัญหา ความรู้แบบนี้อาจไม่ใช่ความรู้ที่สมบูรณ์แต่ก็พอที่จะนำมาแก้ไขปัญหาได้และช่วยแนะแนวโน้มว่าควรค้นหาเส้นทางอย่างไร ความรู้ที่ไม่สมบูรณ์หรือการคาดเดาอย่างมีเหตุผลนี้เรียกว่า ฮิวริสติก ซึ่งอัลกอริทึมที่จะนำเสนอในหัวข้อถัดไปก็ใช้ใช้ความรู้ในปัญหาการเลือกขนาดวัสดุมาสร้างเป็นอัลกอริทึมใหม่จึงขอเรียกอัลกอริทึมนี้ว่า ฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุ

5.2 ฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุ

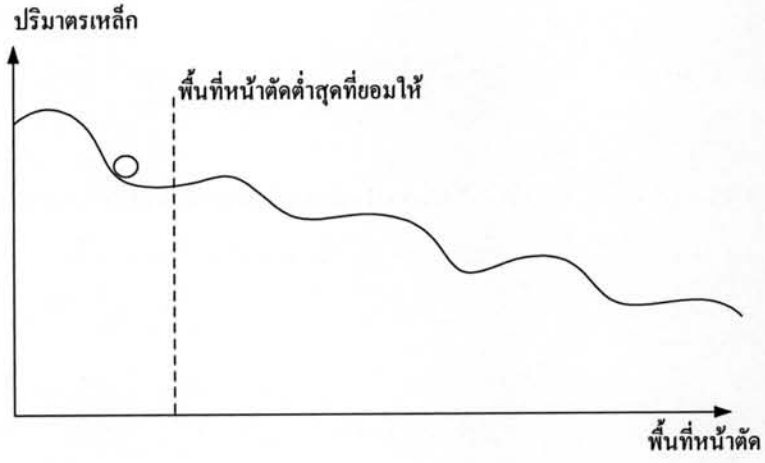
จากหลักการอัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวสำหรับการเลือกขนาดวัสดุในบทที่ผ่านมาจะพบว่าการสร้างคำตอบหรือรูปแบบของการเลือกวัสดุใหม่จะเป็นไปได้ทั้งซ้ายและขวาแล้วจึงตรวจสอบว่าคำตอบที่สร้างขึ้นมาผ่านเงื่อนไขในการตรวจสอบการรับแรงหรือไม่ ถ้าไม่ผ่านคำตอบนั้นก็จะถูกทิ้งไป แต่ถ้าผ่านจึงนำไปประเมินปริมาตรต่อไป ซึ่งอัลกอริทึมนี้ก็สามารถทำงานได้ดีแต่ต้องใช้จำนวนครั้งในการจำลองพฤติกรรมมาก เนื่องจากการค้นหาคำตอบจะอยู่บนสมมุติฐานที่ว่าคำตอบที่เป็นไปได้มีแนวโน้มของคำตอบที่ดีมีโอกาสเป็นไปได้ทั้งด้านซ้ายและขวาของกราฟพอๆกัน ซึ่งลักษณะของปัญหาแสดงได้ดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 ตัวอย่างปัญหาการค้นหาคำตอบที่เหมาะสม

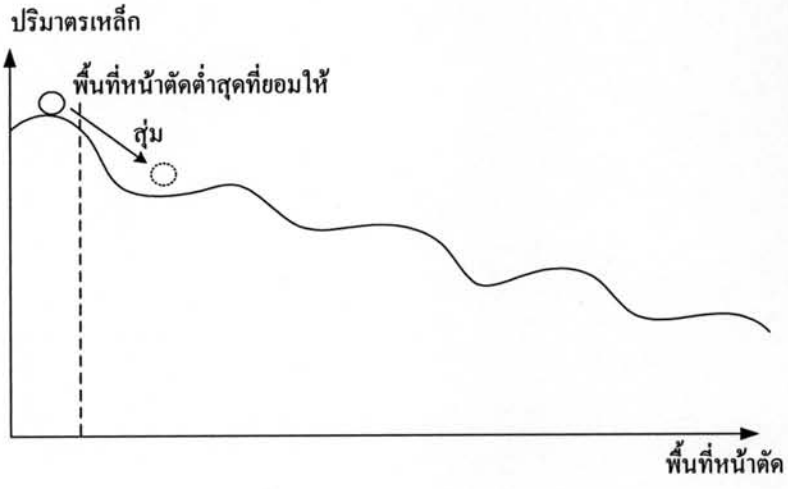
จากการสังเกตปัญหาในการเลือกขนาดวัสดุที่เหมาะสมให้กับโครงสร้างพบว่าลักษณะกราฟไม่ใช่เป็นอย่างรูปที่ 5.2 แต่มีแนวโน้มของกราฟลดลงในฝั่งขวามือและจะมีเส้นเงื่อนไข

ความสามารถในการรับแรงอยู่หนึ่งเส้น ดังแสดงในรูปที่ 5.3 ซึ่งพบว่าเมื่อมีการลดขนาดหน้าตัดลง แนวโน้มของปริมาตรโดยรวมย่อมมีแนวโน้มที่จะลดลงด้วย แต่อย่างไรก็ตามหน้าตัดที่ถูกเลือกจะต้องอยู่เหนือเส้นหน้าตัดต่ำสุด เนื่องจากเส้นหน้าตัดต่ำสุดจะเป็นตัวกำหนดความสามารถในการรับแรง หากอยู่เหนือเส้นนี้แสดงว่าหน้าตัดที่เลือกมาสามารถรับแรงได้ ซึ่งเส้นหน้าตัดต่ำสุดนี้ก็จะมีการเปลี่ยนขึ้นลงแปรผันกับหน้าตัดที่เลือกมากด้วย ดังนั้นถ้าผลต่างระหว่างหน้าตัดที่เลือกกับหน้าตัดต่ำสุดที่ยอมให้มีค่าน้อย ก็มีแนวโน้มที่จะได้คำตอบที่ดี



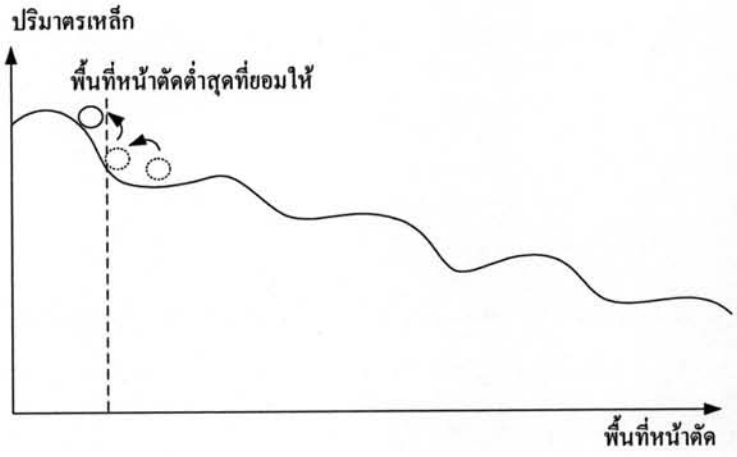
รูปที่ 5.3 ตัวอย่างปัญหาการเลือกขนาดวัสดุ

จากการสังเกตที่กล่าวมาจึงเป็นแนวคิดของฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุ ซึ่งอัลกอริทึมนี้จะเริ่มสร้างคำตอบหรือเลือกหน้าตัดที่ใหญ่ที่สุดก่อนแล้วจึงลดขนาดหน้าตัดโดยการสุ่มดังแสดงในรูปที่ 5.4

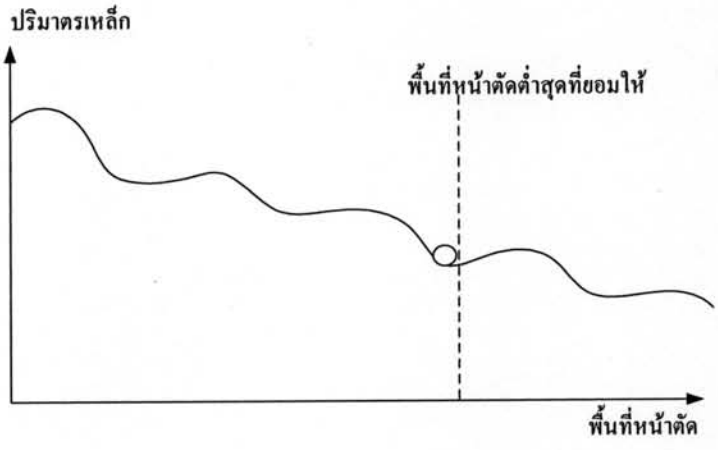


รูปที่ 5.4 ตัวอย่างปัญหาการเลือกขนาดวัสดุ

จากรูปที่ 5.4 เมื่อปรับขนาดหน้าตัดลงแบบสุ่ม หน้าตัดใหม่จะลดลงต่ำกว่าเส้นหน้าตัดต่ำสุด หลังจากนั้นจึงปรับขนาดหน้าตัดขึ้นทีละหนึ่งขนาดจนกว่าหน้าตัดที่เลือกจะเกินกว่าเส้นหน้าตัดต่ำสุดดังแสดงในรูปที่ 5.5 ทำซ้ำเช่นนี้จนกระทั้งปริมาตรไม่ลดลงอีกและได้ปริมาตรซ้ำเดิม 2 ครั้งติดต่อกันจึงหยุด ซึ่งจะได้สถานะสุดท้ายดังแสดงในรูปที่ 5.6



รูปที่ 5.5 ตัวอย่างปัญหาการเลือกขนาดวัสดุ



รูปที่ 5.6 ตัวอย่างปัญหาการเลือกขนาดวัสดุ

ฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุแสดงได้ดังตารางที่ 5.1 โดยช่วงเริ่มต้นให้เลือกขนาดหน้าตัดที่มีขนาดใหญ่สุด หลังจากนั้นจะทำการลดขนาดวัสดุแบบสุ่มให้ต่ำกว่าขนาดเล็กสุดที่ยอมให้ แล้วจึงเพิ่มขนาดทีละขนาดแล้วตรวจสอบว่าขนาดหน้าตัดที่เพิ่มขึ้นมาผ่านขนาดหน้าตัดต่ำสุดที่ยอมให้แล้วหรือไม่ ถ้ายังไม่ผ่านให้เพิ่มขึ้นอีกทีละหนึ่งขนาดจนกว่าขนาดหน้าตัดจะผ่านขนาดหน้าตัดต่ำสุดที่ยอมรับได้ แล้วจึงย้อนกลับไปลดขนาดลงแบบสุ่มอีกครั้ง ทำซ้ำเช่นนี้จนไม่สามารถลดปริมาตรได้อีกหรือปริมาตรของวัสดุในรอบที่ผ่านมากับรอบปัจจุบันเท่ากันจึงหยุดการทำงานและนำผลการเลือกหน้าตัดครั้งสุดท้ายมาเป็นคำตอบ ซึ่งความซับซ้อนของอัลกอริทึมนี้

เท่ากับ $O(n^2)$ เพื่อให้ให้เข้าใจง่าย ตัวอย่างที่นำมาเสนอเป็นการหาค่าเหมาะสมสำหรับโครงสร้างที่มีกลุ่มเดียวเท่านั้น แต่ในงานจริงโครงสร้างจะมีการเลือกกลุ่มของโครงสร้างมากกว่ากลุ่มเดียวซึ่งความซับซ้อนของปัญหาก็จะเพิ่มขึ้นอีก ผลการทดสอบฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุจะแสดงในหัวข้อถัดไป

ตารางที่ 5.1 ฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุ

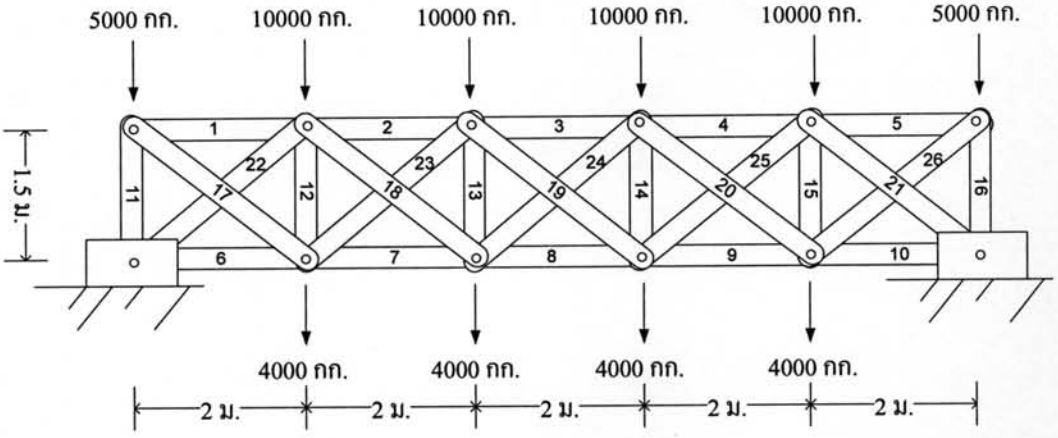
1. Evaluate the initial state which is the biggest size.
2. UNTIL a volume of current state and a volume of previous state are equal 2 time continuously DO
    - 2.1 Reduce sizes of materials randomly.
    - 2.2 UNTIL size of materials are enough for loads[1] DO
        - 2.2.1 Increase sizes of materials one step
    - 2.3 Evaluate the new state.
        - 2.3.1 Compute the structural volume[2]
        - IF volume of new state=volume of previous state then
            - Return new state and quit
        - ELSE IF the new state is better than the current state
            - THEN { current state := new state}
        - ELSE {current state := old state}
3. Return the last state as the answer.

[1]ขั้นตอนการตรวจสอบความสามารถในการรับแรงแสดงในบทที่ 4 หัวข้อที่ 4.2.2 รูปที่ 4.3

[2]การคำนวณปริมาตรโครงสร้างแสดงในบทที่ 4 สมการที่ 4.3

5.3 ผลการทดสอบการเลือกขนาดวัสดุสำหรับตัวอย่างที่ 1 โดยใช้ฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุ

ตัวอย่างที่ 1 โครงถักระนาบมีองค์อาคาร 26 ชิ้น มีลักษณะและแรงกระทำดังรูปที่ 5.7 การเชื่อมต่อระหว่างองค์อาคารทุกจุดเป็นแบบข้อหมุน มีฐานรองรับเป็นแบบที่รองรับชนิดหมุน มีความสูง 1.5 ม. แต่ละช่วงห่างกัน 2 ม.



รูปที่ 5.7 ตัวอย่างที่ 1 สำหรับทดสอบฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุ

จำนวนชุดวัสดุที่ต้องการเลือกมีทั้งหมด 4 ชุด การเปลี่ยนขนาดวัสดุจะเปลี่ยนเป็นชุด ชิ้นส่วนที่อยู่ในชุดเดียวกันจะใช้ขนาดหน้าตัดเหล็กเท่ากัน ข้อมูลการแบ่งชุดวัสดุแสดงดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ข้อมูลการแบ่งชุดหน้าตัดสำหรับตัวอย่างที่ 1

ชุดหน้าตัด	ชิ้นส่วน
1	1, 5, 6-10, 11-16
2	2, 3, 4
3	17-20, 23-26
4	21, 22

ผลการใช้ฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุเลือกขนาดวัสดุให้กับตัวอย่างที่ 1 แสดงดังตารางถัดไป

ตารางที่ 5.3 ผลการเลือกขนาดหน้าตัดด้วยฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกหน้าตัด

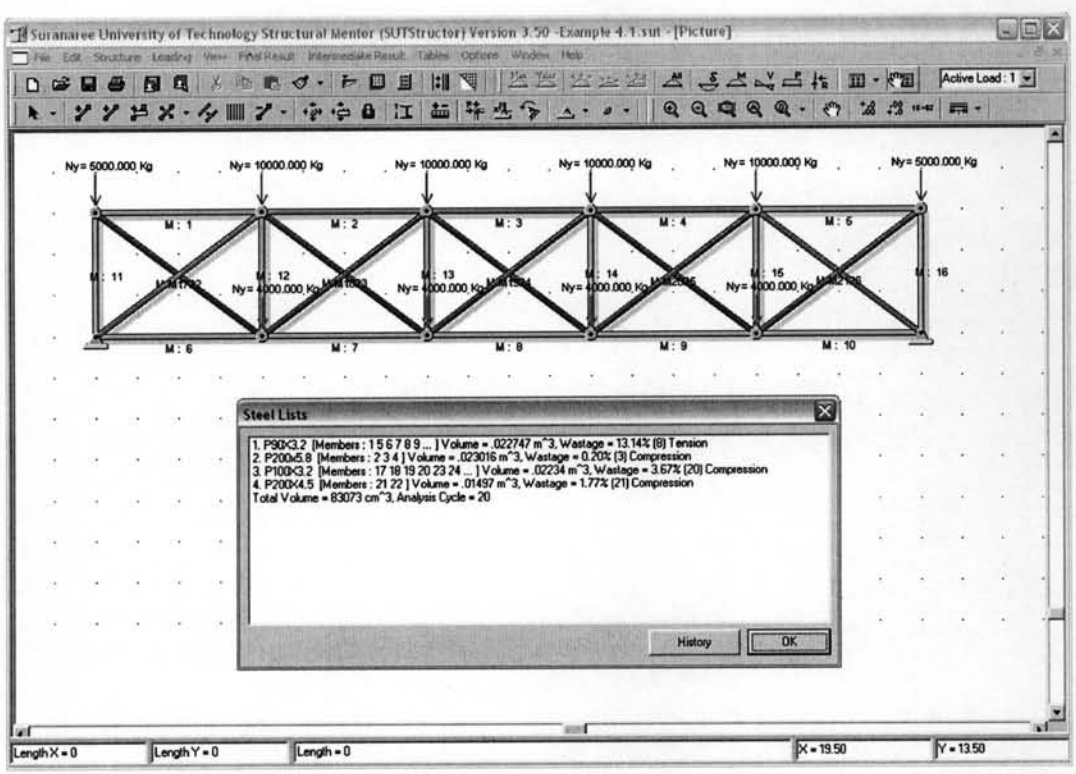
ครั้งที่	ปริมาตร[1]	จำนวนรอบ[2]	ครั้งที่	ปริมาตร[1]	จำนวนรอบ[2]
1	83073	38	14	83073	32
2	83073	40	15	83073	58
3	83073	41	16	83073	34
4	83073	35	17	83073	44

5	83073	48	18	83073	38
6	84800	24	19	83073	30
7	83073	60	20	83073	37
8	83073	80	21	83073	47
9	83073	42	22	83073	40
10	83073	24	23	83073	20
11	83073	48	24	83073	32
12	84800	43	25	83073	29
13	83073	62			

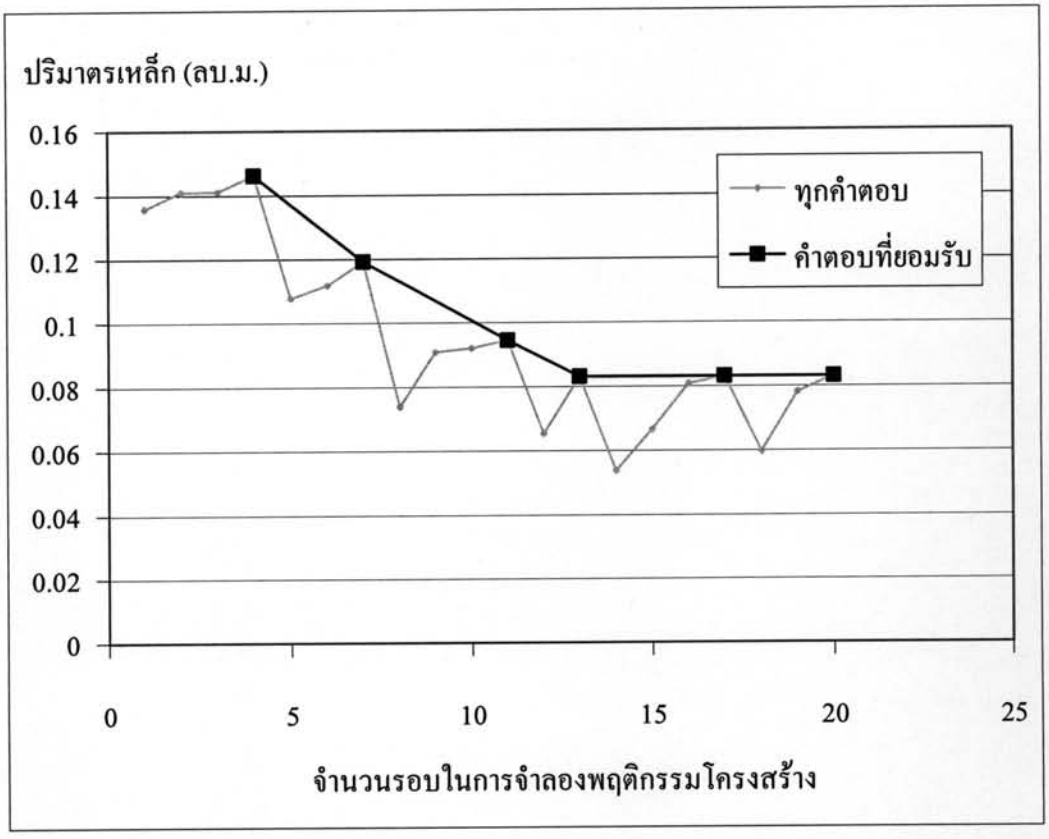
[1]ปริมาตรเหล็กของทั้งโครงสร้างมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร

[2]จำนวนรอบในการจำลองพฤติกรรมโครงสร้าง

ผลลัพธ์ที่ได้การคำนวณโดยไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับคำตอบที่ดีที่สุด แสดงในรูปที่ 5.8 และ 5.9



รูปที่ 5.8 ผลการเลือกขนาดวัสดุโดยฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุ



รูปที่ 5.9 กราฟแสดงผลระหว่างการคำนวณการเลือกขนาดวัสดุที่เหมาะสม

ผลการเปรียบเทียบการเลือกขนาดวัสดุที่เหมาะสมโดยฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุกับอัลกอริทึมทั่วไปที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันแสดงดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 ผลการเลือกหน้าตัดสำหรับตัวอย่างที่ 1

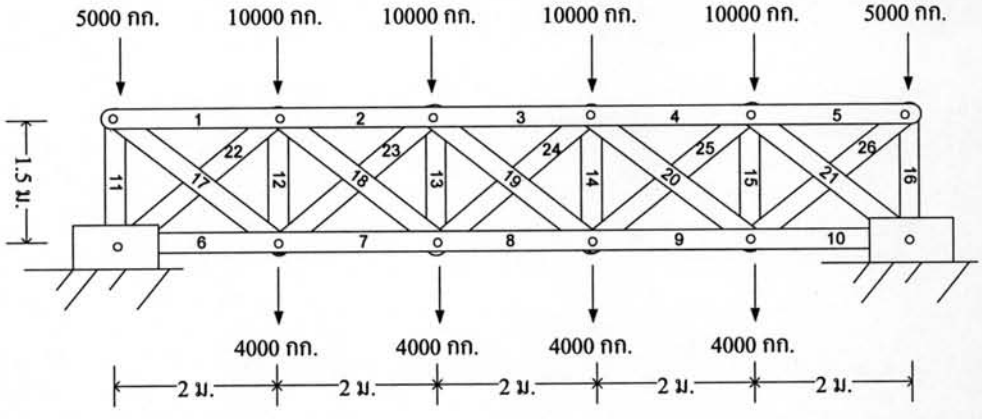
ชุดหน้าตัด	หน้าตัดที่เลือกโดยอัลกอริทึมปกติ[1]	หน้าตัดที่เลือกโดยฮิวริสติกอัลกอริทึม
1	P125x3.6	P90x3.2
2	P200x7	P200x5.8
3	P150x4.5	P100x3.2
4	P200x5.8	P200x4.5
ปริมาตรเหล็ก	127658 ลบ.ซม.	83073 ลบ.ซม.

[1]อัลกอริทึมปกติเป็นอัลกอริทึมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันสำหรับการเลือกขนาดวัสดุดังแสดงในหัวข้อที่ 2.7 ตารางที่ 2.3 ใช้จำนวนรอบในการจำลองพฤติกรรมน้อยทำให้สามารถใช้การคำนวณการเลือกขนาดวัสดุด้วยมือผสมกับการจำลองพฤติกรรมด้วยคอมพิวเตอร์ได้

ผลการเลือกวัสดุโดยฮิวริสติกอัลกอริทึมเทียบกับอัลกอริทึมปกติช่วยลดปริมาตรเหล็กลงได้ 14 เปอร์เซ็นต์ซึ่งใช้จำนวนรอบในการจำลองพฤติกรรมโครงสร้าง 20 รอบ

5.4 ผลการทดสอบการเลือกขนาดวัสดุสำหรับตัวอย่างที่ 2 โดยใช้ฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุ

ตัวอย่างที่ 2 โครงถักระนาบมีองค์อาคาร 26 ชิ้น มีลักษณะและแรงกระทำดังรูปที่ 5.10 ซึ่งคล้ายกับตัวอย่างที่ผ่านมาแต่มีความแตกต่างกันที่จุดเชื่อมต่อ การเชื่อมต่อระหว่างองค์อาคารในตัวอย่างนี้ทุกจุดเป็นแบบข้อหมุนยกเว้นองค์อาคารหมายเลข 1, 2, 3, 4, 5 ที่เชื่อมต่อเป็นชิ้นเดียวกันและองค์อาคาร 6, 7, 8, 9, 10 ที่เชื่อมต่อเป็นชิ้นเดียวกันแบบข้อแข็ง มีฐานรองรับเป็นแบบที่รองรับชนิดหมุน หน่วยแรงดึงที่จุดคราก 2500 กก./ตร.ซม. โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็ก 2000000 กก./ตร.ซม. กำหนด T เริ่มต้นในการทำงานของอัลกอริทึมเท่ากับ 4.5



รูปที่ 5.10 ตัวอย่างที่ 2 สำหรับทดสอบฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุ

จำนวนชุดวัสดุที่ต้องการเลือกมีทั้งหมด 5 ชุด ข้อมูลการแบ่งชุดวัสดุแสดงดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 ข้อมูลการแบ่งชุดหน้าตัดสำหรับตัวอย่างที่ 2

ชุดหน้าตัด	ชิ้นส่วน
1	1-5
2	6-10
3	11-16
4	17-20, 23-26
5	21, 22

ผลการใช้ฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุเลือกขนาดวัสดุให้กับตัวอย่างที่ 1 แสดงดังตารางถัดไป

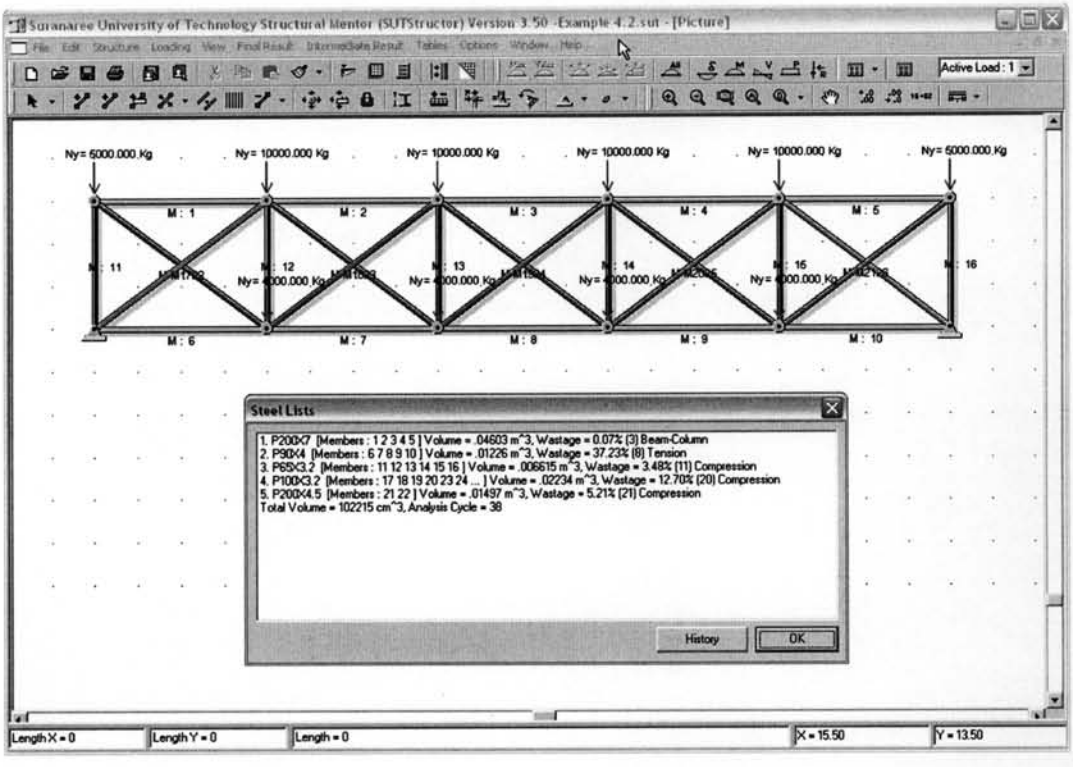
ตารางที่ 5.6 ผลการเลือกขนาดหน้าตัดด้วยฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกหน้าตัด

ครั้งที่	ปริมาตร[1]	จำนวนรอบ[2]	ครั้งที่	ปริมาตร[1]	จำนวนรอบ[2]
1	103376	37	21	109466	29
2	109378	30	22	110891	25
3	110041	33	23	124388	24
4	110591	25	24	102431	44
5	106743	25	25	118234	27
6	105571	36			
7	108545	27			
8	112600	24			
9	111871	28			
10	102215	38			
11	104466	34			
12	117771	27			
13	121060	25			
14	114004	26			
15	105591	35			
16	106516	30			
17	114958	34			
18	114888	22			
19	103521	24			
20	108793	29			

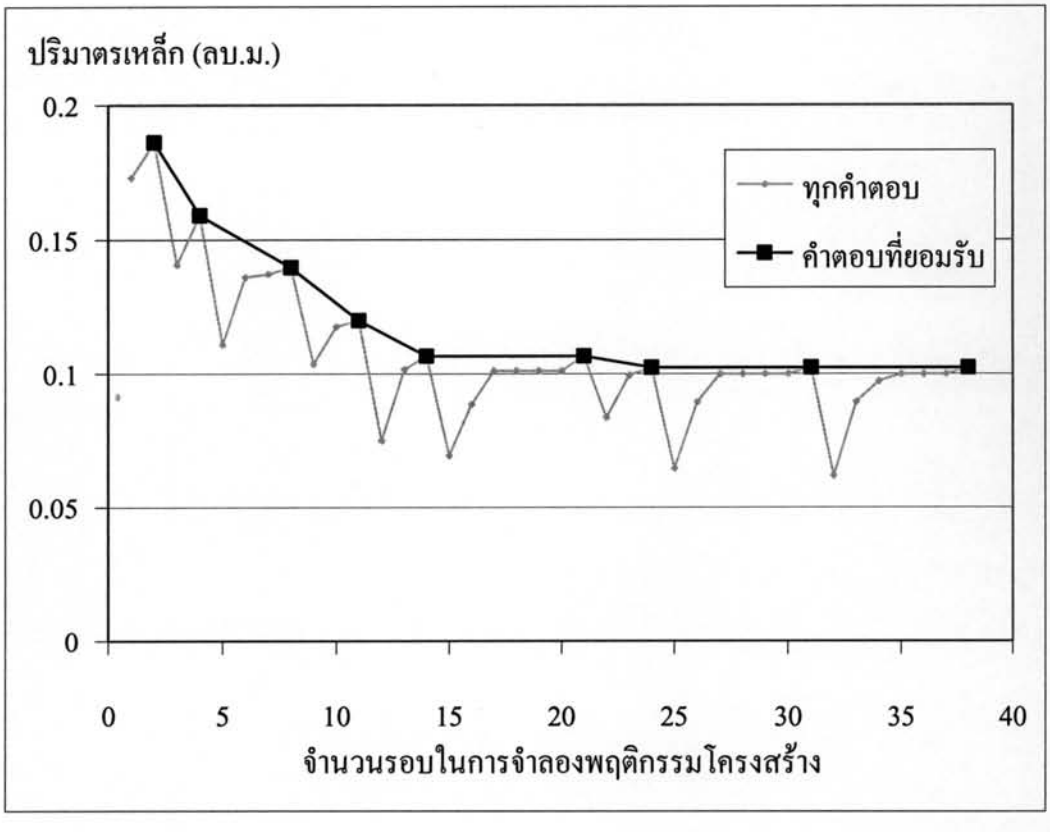
[1]ปริมาตรเหล็กของทั้งโครงสร้างมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร

[2]จำนวนรอบในการจำลองพฤติกรรมโครงสร้าง

ผลลัพธ์ที่ได้การคำนวณโดยไมโครคอมพิวเตอร์ แสดงในรูปที่ 5.11 และ 5.12



รูปที่ 5.11 ผลการเลือกขนาดวัสดุโดยฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุ



รูปที่ 5.12 กราฟแสดงผลระหว่างการคำนวณการเลือกขนาดวัสดุที่เหมาะสม

ผลการการเลือกขนาดวัสดุที่เหมาะสมโดยฮิวริสติกอัลกอริทึมกับอัลกอริทึมปกติที่ใช้กันทั่วไปในปัจจุบันแสดงดังตารางที่ 5.7

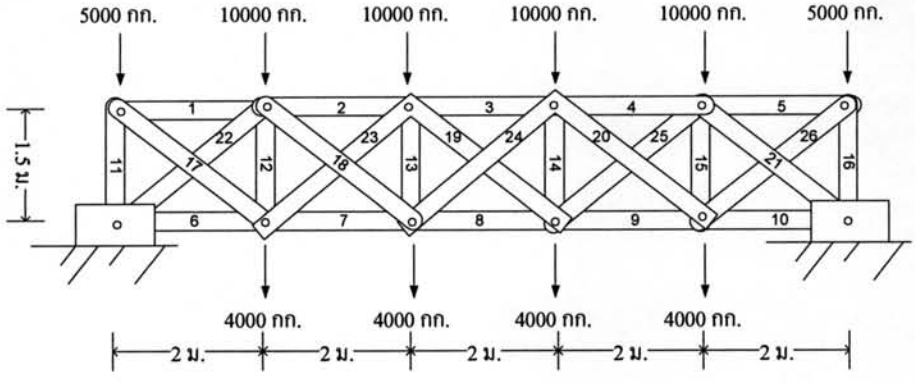
ตารางที่ 5.7 ผลการเลือกหน้าตัดสำหรับตัวอย่างที่ 2

ชุดหน้าตัด	หน้าตัดที่เลือกโดยอัลกอริทึมปกติ	หน้าตัดที่เลือกโดยฮิวริสติกอัลกอริทึม
1	P200x7	P200x7
2	P125x4.5	P90x4
3	P125x3.6	P65x3.2
4	P150x4.5	P100x3.2
5	P200x5.8	P200x4.5
ปริมาตรเหล็ก	143640 ลบ.ซม.	102215 ลบ.ซม.

ผลของการเลือกขนาดวัสดุโดยใช้ฮิวริสติกอัลกอริทึมเทียบกับอัลกอริทึมปกติช่วยลดปริมาตรเหล็กลงได้ 29 เปอร์เซ็นต์และใช้จำนวนรอบในการจำลองพฤติกรรมโครงสร้าง 38 รอบ

5.5 ผลการทดสอบการเลือกขนาดวัสดุสำหรับตัวอย่างที่ 3 โดยใช้ฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุ

ตัวอย่างที่ 3 โครงถักระนาบมีองค์อาคาร 26 ชิ้น มีลักษณะและแรงกระทำดังรูปที่ 5.13 ตัวอย่างมีลักษณะคล้ายกับตัวอย่างที่ผ่านมาแต่มีความแตกต่างกันที่จุดเชื่อมต่อ การเชื่อมต่อระหว่างองค์อาคารในตัวอย่างนี้ทุกจุดเป็นแบบข้อหมุนยกเว้นองค์อาคารหมายเลข 2, 3 และ 4 ที่เชื่อมต่อเป็นชิ้นเดียวกันแบบข้อแข็ง มีฐานรองรับเป็นแบบที่รองรับชนิดหมุน



รูปที่ 5.13 ตัวอย่างที่ 3 สำหรับทดสอบฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุ

จำนวนชุดวัสดุที่ต้องการเลือกมีทั้งหมด 4 ชุด การเปลี่ยนขนาดวัสดุจะเปลี่ยนเป็นชุด ชิ้นส่วนที่อยู่ในชุดเดียวกันจะใช้ขนาดหน้าตัดเหล็กเท่ากัน ข้อมูลการแบ่งชุดวัสดุแสดงดังตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5.8 ข้อมูลการแบ่งชุดหน้าตัดสำหรับตัวอย่างที่ 3

ชุดหน้าตัด	ชิ้นส่วน
1	1, 5, 6-10, 11-16
2	2, 3, 4
3	17, 18, 25, 26
4	21, 22
5	19, 20, 23, 24

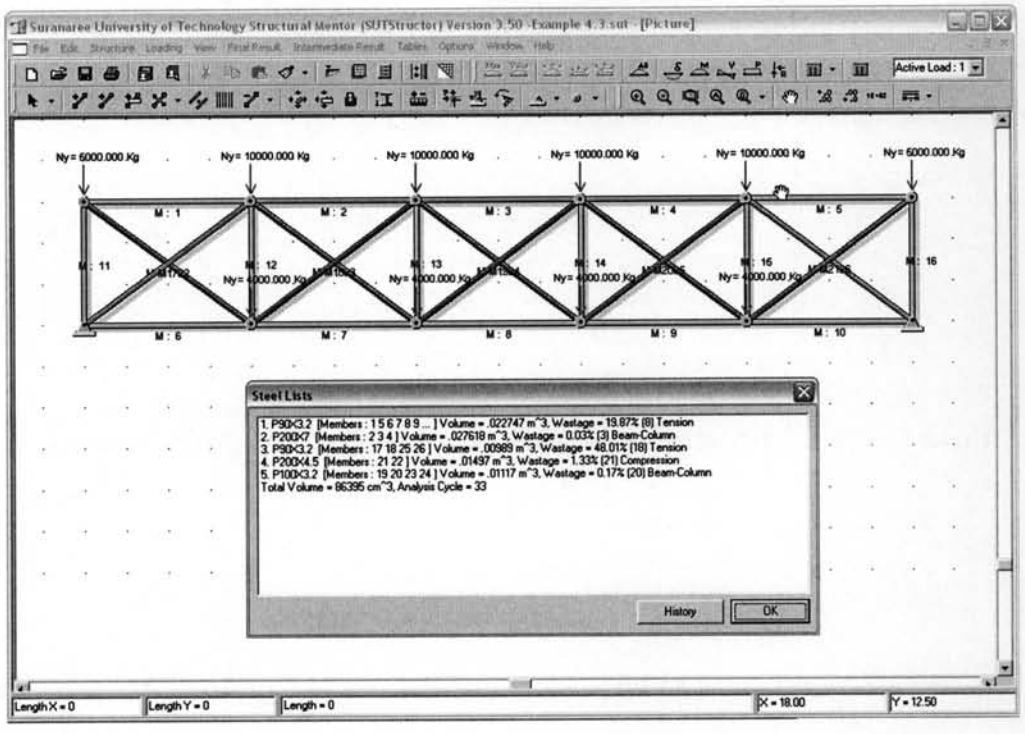
ตารางที่ 5.9 ผลการเลือกขนาดหน้าตัดด้วยฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกหน้าตัด

ครั้งที่	ปริมาตร[1]	จำนวนรอบ[2]	ครั้งที่	ปริมาตร[1]	จำนวนรอบ[2]
1	88325	39	14	87485	33
2	91415	38	15	91029	31
3	92295	38	16	89375	40
4	92295	30	17	88325	32
5	89375	80	18	89375	48
6	91415	32	19	90779	30
7	91905	33	20	86395	51
8	89375	37	21	92165	27
9	88765	35	22	92165	26
10	89375	31	23	91905	31
11	92045	38	24	86395	33
12	87675	39	25	88765	43
13	93769	29			

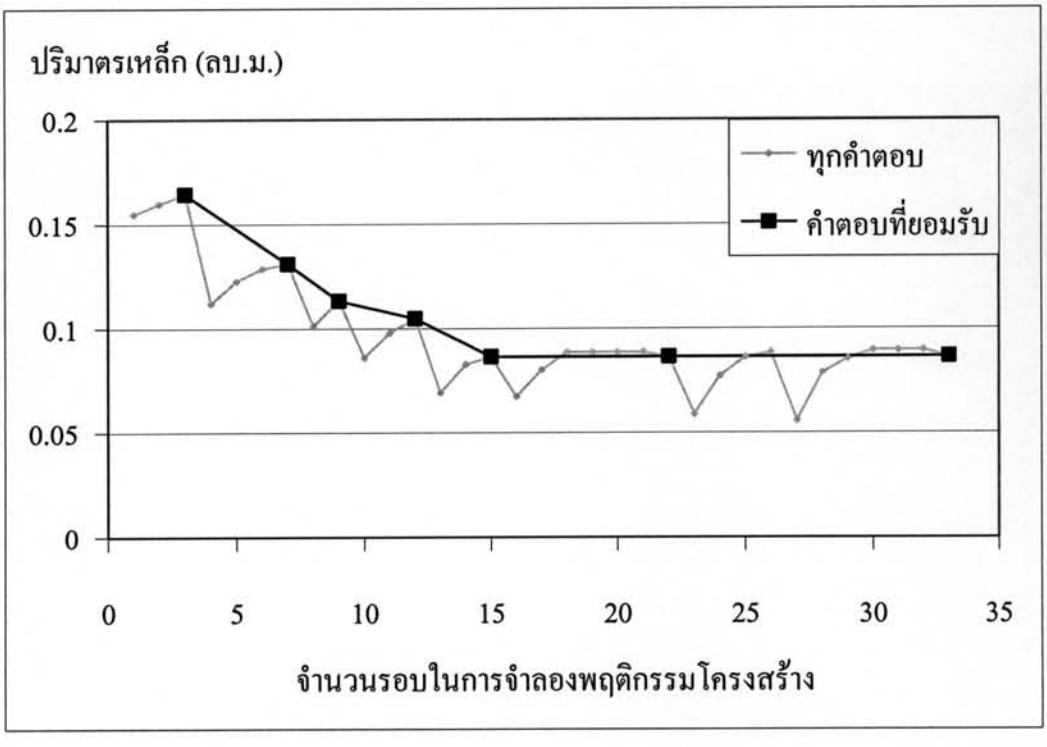
[1]ปริมาตรเหล็กของทั้งโครงสร้างมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร

[2]จำนวนรอบในการจำลองพฤติกรรมโครงสร้าง

ผลลัพธ์ที่ได้การคำนวณโดยไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับคำตอบที่ดีที่สุดแสดงในรูปที่ 5.14 และ 5.15



รูปที่ 5.14 ผลการเลือกขนาดวัสดุโดยอัลกอริทึมจำลองการอบเหนียว



รูปที่ 5.15 กราฟแสดงผลระหว่างการคำนวณการเลือกขนาดวัสดุที่เหมาะสม

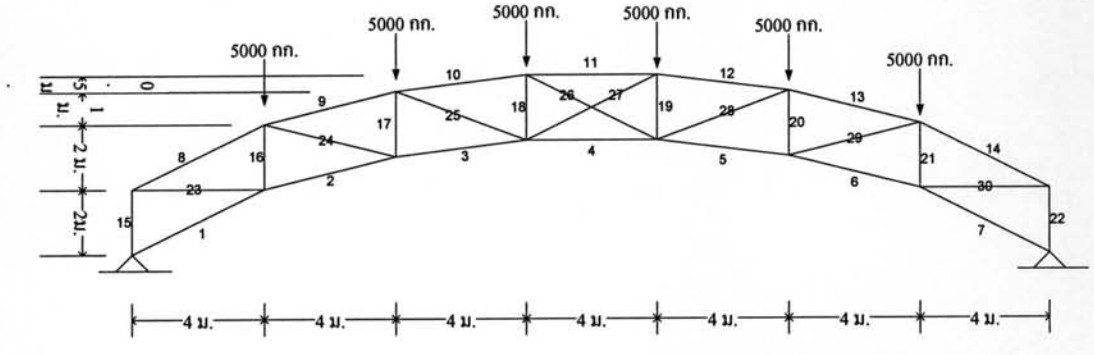
ผลการเปรียบเทียบการเลือกขนาดวัสดุที่เหมาะสมโดยฮิวริสติกอัลกอริทึมกับอัลกอริทึมกับอัลกอริทึมทั่วไปที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันแสดงดังตารางที่ 5.10

ตารางที่ 5.10 ผลการเลือกหน้าตัดสำหรับตัวอย่างที่ 3

ชุดหน้าตัด	หน้าตัดที่เลือกโดยอัลกอริทึมปกติ	หน้าตัดที่เลือกโดยฮิวริสติกอัลกอริทึม
1	P125x3.6	P90x3.2
2	P200x7	P200x7
3	P32x2.3	P90x3.2
4	P200x5.8	P200x4.5
5	P150x4.5	P100x3.2
ปริมาตรเหล็ก	107858 ลบ.ซม.	86395 ลบ.ซม.

ผลของการเลือกวัสดุโดยใช้ฮิวริสติกอัลกอริทึมเทียบกับใช้อัลกอริทึมที่ใช้กันในปัจจุบันกับโครงสร้างที่มีจุดต่อแบบผสมช่วยลดปริมาตรเหล็กลงได้ 20 เปอร์เซ็นต์และใช้จำนวนรอบในการจำลองพฤติกรรมโครงสร้าง 33 รอบ

5.6 ผลการทดสอบการเลือกขนาดวัสดุสำหรับตัวอย่างที่ 4 โดยใช้ฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุ



รูปที่ 5.16 ตัวอย่างที่ 4 สำหรับทดสอบฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุ

ตัวอย่างที่ 4 โครงถักระนาบมีองค์อาคาร 30 ชิ้น มีลักษณะและแรงกระทำดังรูปที่ 4.4 การเชื่อมต่อระหว่างองค์อาคารทุกจุดเป็นแบบข้อหมุนมีฐานรองรับเป็นแบบที่รองรับชนิดหมุน จำนวนชุดวัสดุที่ต้องการเลือกมีทั้งหมด 5 ชุด ข้อมูลการแบ่งชุดวัสดุแสดงดังตารางที่ 5.11

ตารางที่ 5.11 ข้อมูลการแบ่งชุดหน้าตัดสำหรับตัวอย่างที่ 4

ชุดหน้าตัด	ชิ้นส่วน
1	1-7
2	8-14
3	15-22
4	22-25, 28-30
5	26, 27

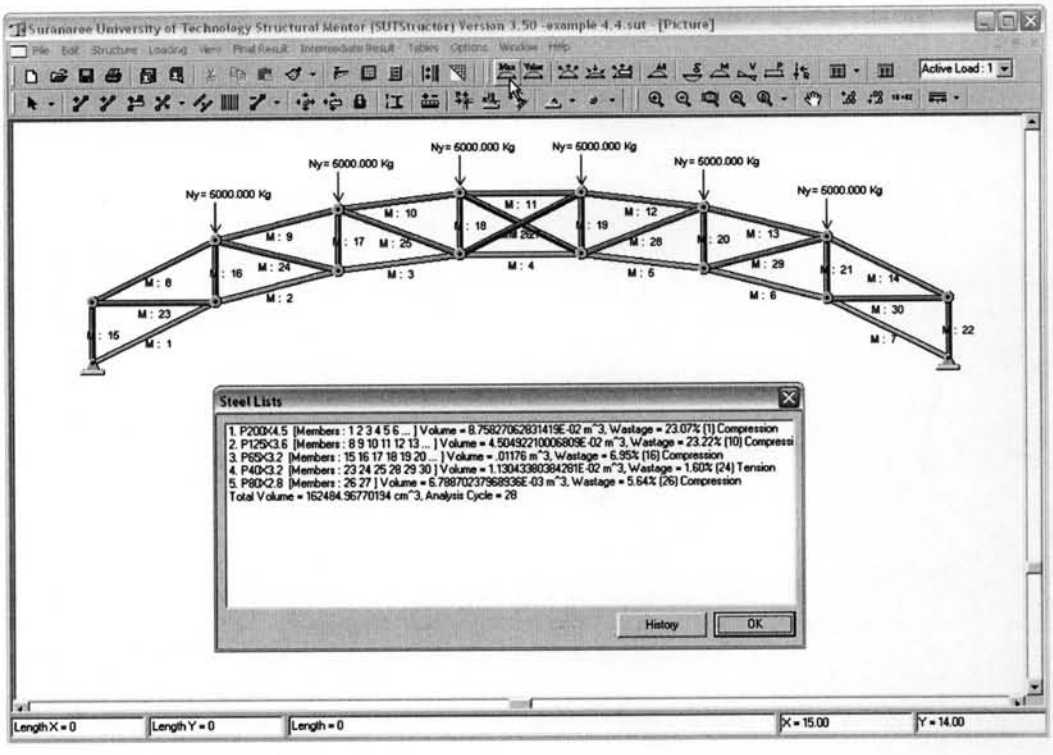
ตารางที่ 5.12 ผลการเลือกขนาดหน้าตัดด้วยฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกหน้าตัด

ครั้งที่	ปริมาตร[1]	จำนวนรอบ[2]	ครั้งที่	ปริมาตร[1]	จำนวนรอบ[2]
1	162485	45	14	162485	40
2	162485	41	15	162485	38
3	163424	32	16	162485	41
4	162485	59	17	162485	42
5	162485	37	18	163424	27
6	163424	39	19	162485	55
7	162485	33	20	162485	35
8	162485	45	21	165460	24
9	162485	44	22	162485	28
10	163424	30	23	162485	37
11	162485	61	24	162485	61
12	162485	42	25	162485	31
13	164542	29			

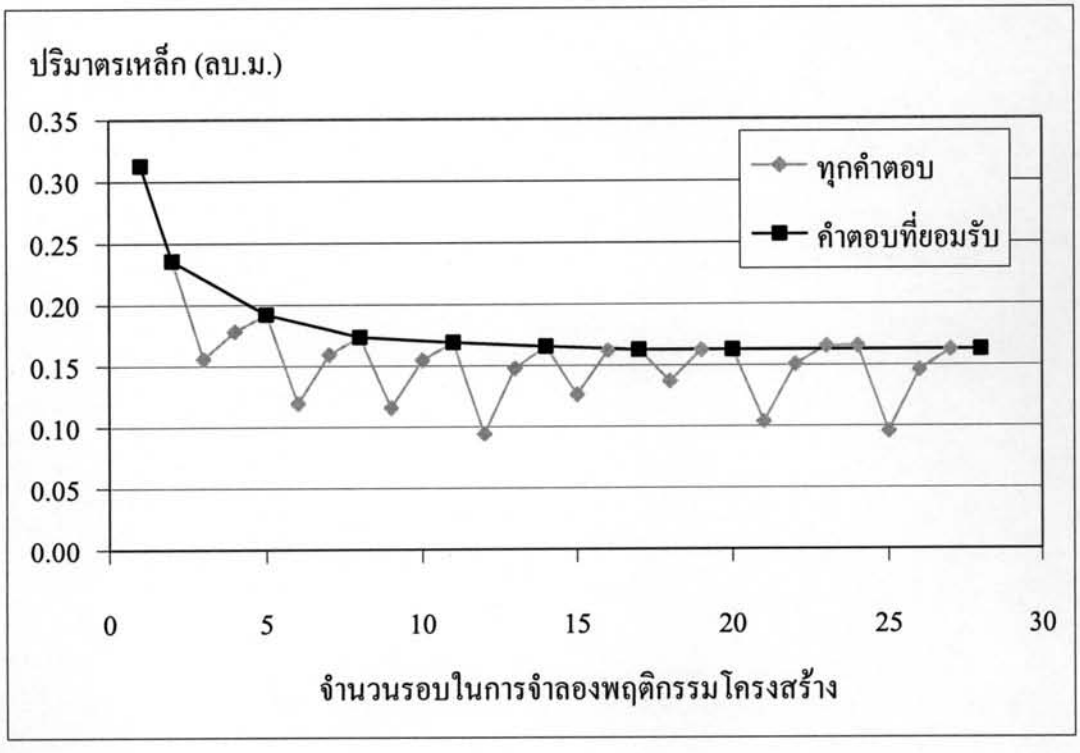
[1]ปริมาตรเหล็กของทั้งโครงสร้างมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร

[2]จำนวนรอบในการจำลองพฤติกรรมโครงสร้าง

ผลลัพธ์ที่ได้การคำนวณโดยไมโครคอมพิวเตอร์สำหรับคำตอบที่ดีที่สุดแสดงในรูปที่ 5.17 และ 5.18



รูปที่ 5.17 ผลการเลือกขนาดวัสดุโดยอัลกอริทึมจำลองการอบเหนียว



รูปที่ 5.18 กราฟแสดงผลระหว่างการคำนวณการเลือกขนาดวัสดุที่เหมาะสม

ผลการเปรียบเทียบการเลือกขนาดวัสดุที่เหมาะสมโดยฮิวริสติกอัลกอริทึมกับอัลกอริทึมกับอัลกอริทึมทั่วไปที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันแสดงดังตารางที่ 5.13

ตารางที่ 5.13 ผลการเลือกหน้าตัดสำหรับตัวอย่างที่ 4

ชุดหน้าตัด	หน้าตัดที่เลือกโดยอัลกอริทึมปกติ	หน้าตัดที่เลือกโดยฮิวริสติกอัลกอริทึม
1	P125x4	P200x4.5
2	P125x4.5	P125x3.6
3	P200x4.5	P65x3.2
4	P80x2.8	P40x3.2
5	P50x3.2	P80x2.8
ปริมาตรเหล็ก	185234 ลบ.ซม.	162485 ลบ.ซม.

ผลของการเลือกวัสดุโดยใช้ฮิวริสติกอัลกอริทึมเทียบกับใช้อัลกอริทึมที่ใช้กันในปัจจุบันกับโครงสร้างที่มีจุดต่อแบบผสมช่วยลดปริมาตรเหล็กลงได้ 12 เปอร์เซ็นต์และใช้จำนวนรอบในการจำลองพฤติกรรมโครงสร้าง 28 รอบ

5.7 ผลสรุปการเลือกขนาดวัสดุโดยอัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวและฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุ

จากผลการทดสอบการทำงานอัลกอริทึมในการเลือกขนาดวัสดุกับตัวอย่างโครงสร้างโครงข้อหมุนและโครงข้อแข็งที่เสนอในบทที่ 4 แสดงให้เห็นว่า อัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวสามารถเลือกขนาดวัสดุให้กับโครงสร้างได้โดยมีราคาที่ถูกลงเมื่อเทียบกับอัลกอริทึมในปัจจุบันที่ออกแบบให้เหมาะสมกับการคำนวณด้วยมือ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าอัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวสามารถทำงานเลือกขนาดวัสดุได้เหมาะสมกับทั้งโครงสร้างโครงข้อหมุนและโครงข้อแข็ง จากผลการศึกษาอัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวในบทที่ 4 กับการเลือกขนาดวัสดุก็ได้พบว่าปัญหาการเลือกขนาดวัสดุมีลักษณะเฉพาะที่สามารถปรับปรุงอัลกอริทึมให้เหมาะสมและสามารถทำงานได้ดีขึ้น ดังนั้นฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุจึงได้ถูกนำเสนอในบทนี้ จากผลการทดสอบฮิวริสติกอัลกอริทึมในการเลือกขนาดวัสดุกับตัวอย่างเดียวกับที่ได้ทดสอบด้วยอัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวพบว่าฮิวริสติกอัลกอริทึมสำหรับการเลือกขนาดวัสดุยังสามารถเลือกขนาดวัสดุได้อย่างเหมาะสมเช่นเดียวกับอัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวและยังมีจำนวนรอบในการจำลองพฤติกรรมโครงสร้างที่น้อยกว่า ผลการเลือกขนาดวัสดุโดยอัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียวและฮิวริสติกอัลกอริทึมแสดงสรุปได้ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5.14 ปริมาตรเหล็กที่ได้จากการเลือกขนาดวัสดุของแต่ละอัลกอริทึมโดยเลือกค่าที่ดีที่สุด

ตัวอย่างที่	อัลกอริทึมปกติ[1]		อัลกอริทึมการจำลองการอบเหนียว		ฮิวริสติกอัลกอริทึม	
	ปริมาตร[2]	จำนวนรอบ[3]	ปริมาตร[2]	จำนวนรอบ[3]	ปริมาตร[2]	จำนวนรอบ[3]
1	127658	2	83073	767	83073	20
2	143640	3	102215	1081	102215	38
3	107858	3	86395	960	86395	33
4	185234	3	162485	773	162485	28

[1]อัลกอริทึมปกติเป็นอัลกอริทึมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันสำหรับการเลือกขนาดวัสดุดังแสดงในหัวข้อที่ 2.7 ตารางที่ 2.3 ใช้จำนวนรอบในการจำลองพฤติกรรมน้อยทำให้สามารถใช้การคำนวณการเลือกขนาดวัสดุด้วยมือผสมกับการจำลองพฤติกรรมด้วยคอมพิวเตอร์ได้

[2]ปริมาตรมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

[3]จำนวนรอบในการจำลองพฤติกรรมโครงสร้าง