การออกแบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับอาคารที่อยู่อาศัยขนาดเล็กด้วยการก่อสร้างแบบพับได้

The Structural Design Optimization for Small Residential Buildings Constructed by Foldable Method

พชร อมรสิทธิพิพัฒน์[1] พรณัฐชยา ไผ่อรุณรัตน์[2] สมพงษ์ รุ่งสว่าง[3] และ รศ.ดร.เสวกชัย ตั้งอร่ามวงศ์[4]

[1,2,3,4] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จ.กรุงเทพฯ

**Corresponding author; E-mail address: pochara.a@gmail.com*

***Corresponding author; E-mail address: was203040@gmail.com*

บทคัดย่อ

(CLPSO) [3]

(CLPSO)

: , ,

,

Abstract

This article presents the design of small foldable residential buildings in tropical climate by utilizing the machinery principles along with the Comprehensive Learning Particle Swarm Optimization (CLPSO) Algorithm to determine the optimal selection of truss member section. The research resulted in the design of a semi-detached gable house which can be folded and transported by the standard truck with the lightest truss weight.

Keywords: Tropical Climate, Foldable Building Structures, Optimal Truss Member Design, Comprehensive Learning Particle Swarm Optimization

1. คำนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

6 GREEN NHA

1.2 วัตถุประสงค์

1.

2.

3.

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.

C

Passive Design

2.

3.

6

4.

(CLPSO)

SAP2000

5. SAP2000

6.

7.

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สถาปัตยกรรมเขตร้อน

Passive Active

(Behling S., 1970)

6

(P.O. Fanger, 1970) ,

30

20

(Tashoo et al., 2014)

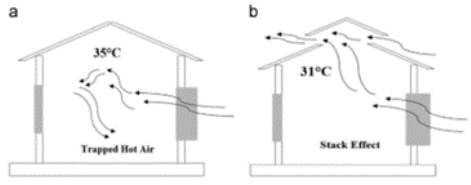
Stack

Ventilation

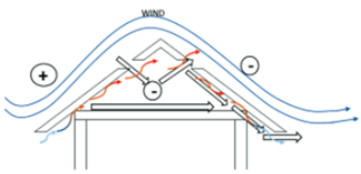
1 Driven Ventilation

Stack

Ventilation 2 (Q. Roslan et al., 2015)



รูปที่ 1 Stack Ventilation



รูปที่ 2 Driven Ventilation

2.2 การออกแบบชิ้นส่วนทางกล

2.2.1 กลไกสี่ข้อต่อแบบมีจุดเปลี่ยน

4

3

( )

(1)

+ = + (1)

,

4 ( )

− + − = 0

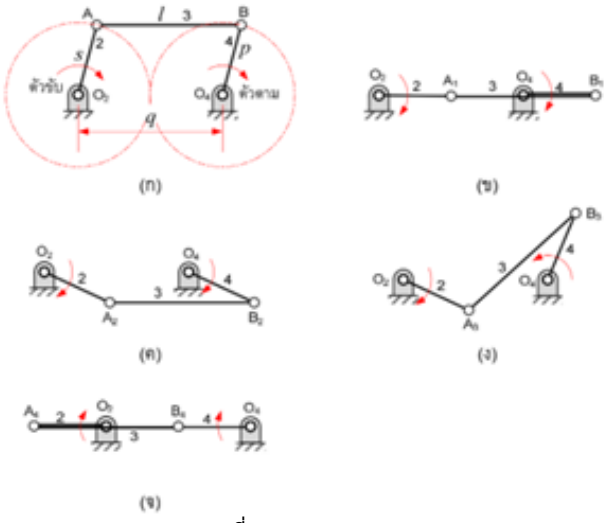
(1)

2.2.2 การออกแบบจุดต่อ

( )

( )

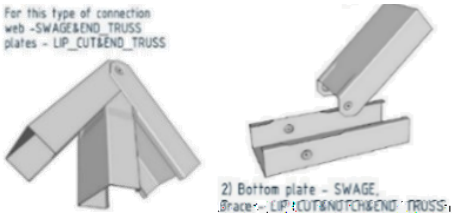
Cut End Truss 5



รูปที่ 3



รูปที่ 4



รูปที่ 5 Cut End Truss
(: Framebuilder-MRD Light Gauge Steel Designer)

2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มอนุภาคอย่างครอบคลุม

2.3.1 ที่มาของการเรียนรู้กลุ่มอนุภาคแบบครอบคลุม

(Particle Swarm Optimization, PSO
(Premature Convergence)
(Local Optimum)
(Comprehensive Learning Particle Swarm Optimization,
CLPSO)

2.3.2 การแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการเรียนรู้อนุภาคอย่างครอบคลุม

6

2.4 การตรวจสอบอัตราส่วนความเค้น

7

$$\frac{KL}{r}$$

$$(\frac{KL}{r})$$

7

(Stress Ratio)

3. ระเบียบวิธีการออกแบบ

3.1 การออกแบบขนาด สัดส่วน และรูปแบบการพับ

3.1.1 วัตถุประสงค์ เงื่อนไข และสมมติฐาน

3

1

2

(2) 30

2.1

$$\geq -\tan(30^{\circ}) \quad (2)$$

3.1.3

1.15

3.1.3

3.1.2 การจัดทำแบบร่างของโครงถัก

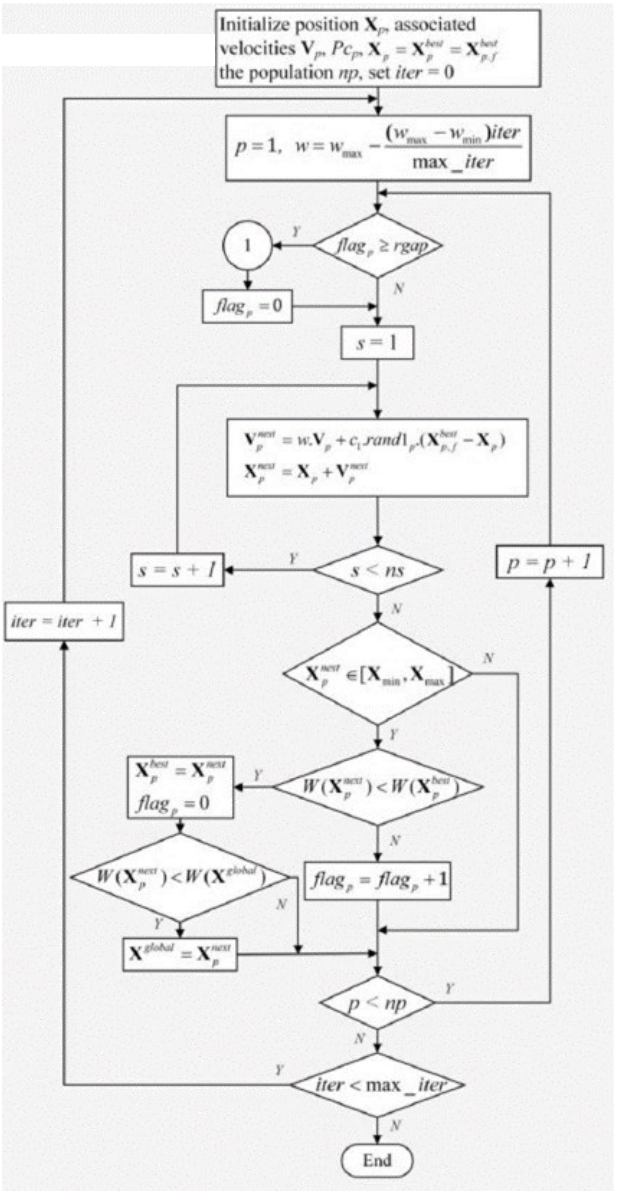
3.1.3 การออกแบบโครงถักตามแนวคิดการยกระดับวัตถุ

8

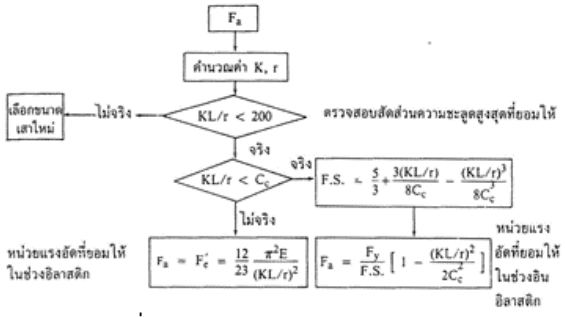
A

F1 F2

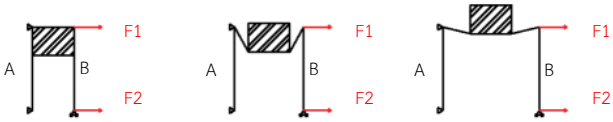
B



รูปที่ 6



รูปที่ 7



รูปที่ 8

20

3.1.4 พิจารณาเสถียรภาพของโครงถัก

Degree of Static Indeterminacy (3)

= + + + (3)

Degree of Static Indeterminacy

3.1.5 การออกแบบโครงถัก และจุดหักบนข้อต่อ

2.2.1

2

+

(4)

+ = (4)

(CLPSO)

(1)

(4)

(5)

3.1.6 การออกแบบกระบวนการพับเก็บกำแพง

$$( ) = \rho \sum_{=1} (\sum_{=1} ,) \quad (5)$$

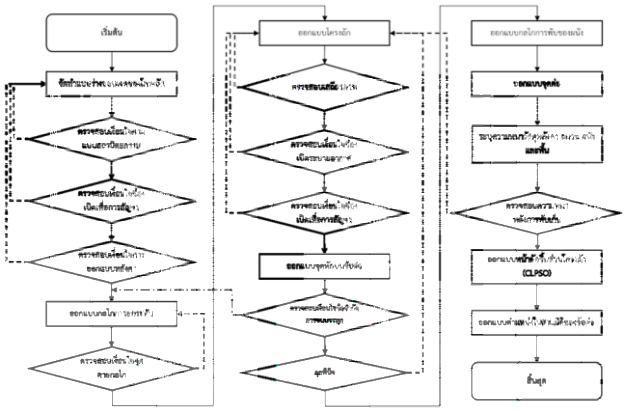
, ρ ,

, ,

,

3.1.7 สรุปกระบวนการออกแบบโครงสร้างพับได้

9



รูปที่ 9

3.2 การออกแบบโครงสร้าง

3.2.1 มาตรฐานการออกแบบ

6 AISC 360-16

3.2.2 น้ำหนักบรรทุก

1

2 50

6 10

3.2.3 วัสดุเหล็ก

SS400 (Hollow Section)

3.2.4 ชนิดวัสดุ

3

3.3 การออกแบบหน้าตัดของโครงสร้างที่เหมาะสมที่สุด ด้วยระเบียบวิธีการเรียนรู้กลุ่มอนุภาคอย่างครอบคลุม (CLPSO) ร่วมกับการตรวจสอบอัตราส่วนความเค้น

3.3.1 การกำหนดฟังก์ชันเป้าหมาย

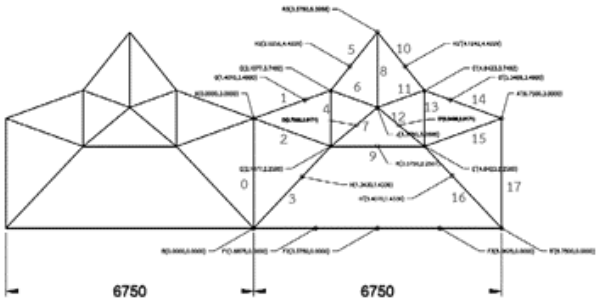
3.3.2 การกำหนดเงื่อนไขและข้อมูลป้อนเข้า

1 15

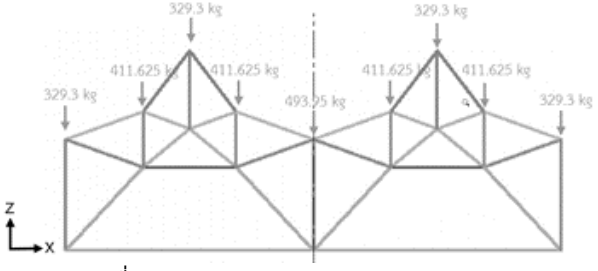
, (Population Size) 30,

(Max Iteration) 2,000,

1.49445, (Refreshing Gap) 7



รูปที่ 10



รูปที่ 11

3.4 การวิเคราะห์ออกแบบโครงสร้างด้วย SAP2000

SAP2000

(CLPSO)

ตารางที่ 1

	25	kg/m^2
	40	kg/m^2
	25	kg/m^2
	120	kg/m^2

ตารางที่ 2

	50	kg/m^2
	200	kg/m^2

ตารางที่ 3

	20 .
	25 . 50 .
	50 .
	20 .
	20 .
	HSS 50x50x2.3
	4

4. ผลการออกแบบ

4.1 ผลลัพธ์การคำนวณหน้าตัดของชิ้นส่วนโครงสร้าง

4.1.1 ผลลัพธ์คำนวณหน้าตัดของชิ้นส่วนโครงสร้าง ด้วยวิธีการเรียนรู้กลุ่มอนุภาคอย่างครอบคลุม ร่วมกับการตรวจสอบอัตราส่วนความเค้น

56.9 12

4.1.2 ผลลัพธ์การคำนวณหน้าตัดของชิ้นส่วนโครงสร้างด้วยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAP2000

(CLPSO)

SAP2000
(13)

1 0, 3, 16 17 (10)
1.72

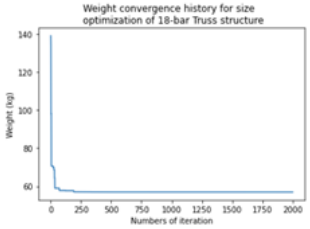
2 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 15 (10)
1.00

4.1.3 สรุปผลลัพธ์การคำนวณหน้าตัดของชิ้นส่วนโครงสร้าง A325X M16

SAP2000 25
(Utilization Ratio)

(
SAP2000)
4.3.4

4



รูปที่ 12 2,000 CLPSO

รูปที่ 13 SAP2000

ตารางที่ 4

		HSS 38x38x2.3
		HSS 50x50x2.3
		HSS 25x25x2.3
		HSS 38x38x2.3
		HSS 50x50x2.3
		HSS 50x50x2.3
		HSS 200x200x6.0
		HSS 100x50x2.3

4.2 การออกแบบจุดต่อ

4.3 แบบ

4.3.1 แบบสถาปัตยกรรม

4.3.2 แผนภาพคิเนแมติก

4.3.3 การพับกำแพง

4.3.4 แบบขยายจุดต่อ

14 ( ) ( ) (

5 5,740

15,000

38%

5. สรุปผลการวิจัย

5.1 ผลการวิจัย

2.3 6.8 3.0

7.2 2.3

. . 2522

(CLPSO)

SAP2000

5.2 ข้อเสนอแนะ

กิตติกรรมประกาศ

. .

เอกสารอ้างอิง

[1] American Institute of Steel Construction. Specifcation for Structural Steel Buildings. American National Standard ANSI/AISC 360-16. (n.p.), 2016.

[2] J. Rungamornrat. *Fundamental Structural Analysis.* 2020, pp. 31-39

[3] J.J. Liang, A.K. Qin, P.N. Suganthan and S. Basker. Comprehensive Learning Particle Swarm Optimizer for Global Optimization of Multimodal Functions. IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 10, pp. 281-286, 2006.

[4] J.J. Liang, A.K. Qin, P.N. Suganthan and S. Basker. Evalution of Comprehensive Learning Particle Swarm Optimizer. ICONIP. pp. 230-235, 2004.

[5] Q. Roslan, S. Ibrahim, R. Affandi, M. Nawi and A. Baharun. "A literature review on the improvement strategies of passive design for the roofing system of the modern house in a hot and humid climate region". *Frontiers of Architectural Research,* 5, pp. 126-133, 2016.

[6] R.L. Norton. *Design of Machinery.* The McGraw-Hill Companies, Inc., 2019

[7] T.H. Van, S. Tangaramvong, S. Limkatanyu and H. Nguyen-Xuan. "Two-phase ESO and comprehensive learning PSO method for structural optimization with discrete steel sections". *Advance in Engineering Software*, pp. 4-6, 2022.

[8] V. Ho-Huu, T. Nguyen-Thoi, T. Vo-Duy and T. Nguyen-Trang. "An adaptive elitist differential evolution for optimization of truss structures with discrete design variables". *Computers and Structures*, pp. 59-60, 2016.

[9] . -C , 2564.

[10] , . *พฤติกรรมและการออกแบบโครงสร้างเหล็ก.* 1, , 2562.

[11] . *พฤติกรรมและการออกแบบโครงสร้างเหล็ก (ASD, PD, LRFD).* (. . .), 2541.

[12] . *อาคารเขียว. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, พ.ศ.2561, หน้า 41-43 และ 141*