ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์โครงสะพานแบบแพรตต์ให้มีน้ำหนักน้อยที่สุด	
ชื่อผู้เขียน	นายชูวิทย์ มั่งมี	
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิศวกรรมเครื่องกล	
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์:	ผศ.ดร. อภิวันท์ พลชัย	ประธานกรรมการ
	ผศ.ดร. วิวัฒน์ คล่องพานิช	กรรมการ
	ผศ. ยงยุทธ ใจบุญ	กรรมการ
	ดร. อภิวัฒน์ โอฬารรัตนชัย	กรรมการ

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์โครงสะพานแบบแพรตต์ (Pratt) ใน 2 มิติให้มีน้ำหนักน้อยที่สุดแต่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ตามที่ผู้ออกแบบต้องการ โดยทราบค่าความยาวของโครงสะพานและทราบขนาดแรงกระจายสม่ำเสมอภายนอกกระทำต่อโครงสะพาน แล้วกำหนดให้ขนาดของตัวกรอบนอกมีขนาดเท่ากันหมดและขนาดของตัวถักมีขนาดเท่ากันหมดซึ่งขนาดของตัวกรอบกับตัวถักอาจมีขนาดต่างกันได้ ในการวิเคราะห์ได้กำหนดให้ภาระที่โครงสะพานต้องรับเป็นแรงกระทำจากภายนอกและแรงเนื่องมาจากน้ำหนักของโครงสะพาน ได้ทำการวิเคราะห์โดยใช้ทฤษฎีของ Lagrange multiplier และใช้วิธีค้นทางตรง (Direct Search) ซึ่งเป็นวิธีที่ได้คิดค้นขึ้นมาเองจากการวิจัยนี้แล้วนำไปประยุกต์ร่วมกับคอมพิวเตอร์จนกระทั่งทำให้ได้ผลลัพท์ออกมาได้ในที่สุด ในการวิเคราะห์ทั้ง 2 วิธี ได้กำหนดเงื่อนไขทางวิศวกรรมลงไปว่าชิ้นส่วน (Members) ที่รับแรงดึงจะต้องทำให้ความเค้นที่เกิดขึ้นมีค่าไม่เกินค่าความเค้นดึงที่วัสดุจะรับได้ ถ้าชิ้นส่วนรับแรงกดความเค้นกดที่เกิดขึ้นจะต้องมีค่าไม่เกินความเค้นกดที่วัสดุจะรับได้พร้อมกับตรวจสอบว่าชิ้นส่วนต้องไม่โก่ง ในการวิเคราะห์โดยใช้ทฤษฎีของ Lagrange multiplier ได้ใช้ตัวแปรดังต่อไปนี้ คือ พื้นที่หน้าตัดของตัวกรอบ (A_1) ค่าโมเมนต์อินเนอร์เชียของพื้นที่หน้าตัดของตัวกรอบ (I_1) พื้นที่หน้าตัดของตัวถัก (A_2) ค่าโมเมนต์อินเนอร์เชียของพื้นที่หน้าตัดของตัวถัก (I_2) ความสูง (h) ของโครงสะพานหรือมุมเอียง (θ) ของชิ้นส่วนตัวเอียงด้านข้าง ความยาว (l) ของช่วงย่อย หรือจำนวน (n) ช่วงย่อยของคอร์ดบนสำหรับครึ่งโครงสะพาน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์โครงสะพานแบบแพรตต์ใน 2 มิติให้มีน้ำหนักน้อยที่สุด ในการวิเคราะห์ทั้งสองกรณีพบว่าค่า I_1 และ I_2 สามารถแยกไปวิเคราะห์โดยใช้เงื่อนไขของการโก่งของชิ้นส่วน การวิเคราะห์โดยใช้ทฤษฎีของ Lagrange multiplier ได้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ขั้นตอน ซึ่งขั้นตอนที่หนึ่ง

กำหนดค่า h, l, A_1, A_2 เป็นตัวแปรที่ไม่ทราบค่าส่วนขั้นตอนที่สองกำหนดค่า θ, n, A_1, A_2 เป็นตัวแปรที่ไม่ทราบค่า จากการวิเคราะห์โดยใช้ทฤษฎีของ Lagrange multiplier ทั้งสองขั้นตอนปรากฏว่าลักษณะของปัญหาทำให้การหารากโดยวิธีนี้เบี่ยงเบนไกลออกไปจากรากที่ต้องการ จึงไม่สามารถได้คำตอบจากวิธีนี้

เมื่อใช้วิธีค้นทางตรง (Direct search) โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วย โดยการแปรค่ามุม θ เมื่อให้ค่า n คงที่ และแปรค่า n เมื่อให้ค่ามุม θ คงที่ แล้วคำนวณหา A_1, A_2 จากเงื่อนไขที่ไม่ให้ความเค้นเกินกำหนดและหาน้ำหนักของโครงสำหรับ θ, n, A_1, A_2 ต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ จากการประยุกต์ใช้วิธีนี้กับปัญหาโครงสะพานแบบแพรตต์ 21 ตัวอย่าง ผลของการนำไปใช้ดังกล่าวข้างต้นมีผลสรุปว่า น้ำหนักของโครงสะพานจะมีค่าน้อยที่สุดเมื่อมุม θ ของโครงสะพานมีค่าประมาณ 60 - 75 องศา และจำนวนช่วงถักย่อยของคอร์ดบนครึ่งโครง (n) มีค่าเท่ากับ 1 ช่วง ซึ่งสามารถนำไปใช้ออกแบบได้แต่ในทางปฏิบัติผู้ออกแบบควรพิจารณาถึงความเหมาะสมทางด้านสถาปัตยกรรมประกอบการออกแบบด้วย

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

Thesis Title	Structural Analysis of Pratt Bridge-Truss for Weight Minimization	
Author	Mr. Choowit Mungmee	
M.Eng.	Mechanical Engineering	
Examining Comittee:	Assistant Prof. Dr. Apiwon Polchai	Chairman
	Assistant Prof. Dr. Wiwat Klongpanich	Member
	Assistant Prof. Yongyoot Jaiboon	Member
	Dr. Apiwat Oranratnachai	Member

Abstract

This study was aimed at analyzing Pratt bridge truss for weight minimization. The two dimensional trusses were considered with their spans and external distributed loads known. Upper chords, lower chords and end posts were assigned to be the same sections ; vertical and diagonal lacings were also given as the same sections but different from those of the first member group. In the study, force exerting on the bridge truss was considered to be a combination of the external distributed load plus the truss weight itself. Two methods of analysis were employed : Lagrange multiplier theorem and a direct search method. The direct search method created in this study applied together with a computer yielded a set of sound results. In the analysis of the two methods, engineering conditions on member strength were set that tensile and compressive stresses were not allowed to exceed material allowable working stresses ; and that members in compression were not allowed to buckle. The variables used in the analysis were : cross-sectional areas of the upper chords, lower chords and the end posts (A_1) ; cross-sectional areas of the lacing members (A_2) ; sectional area moment of inertia of the upper chords, lower chords and the end posts (I_1) ; sectional area moment of inertia of the lacings (I_2) ; the truss height (h) or the end post slope angle (θ) ; and subspan length (l) or half numbers (n) of upper chord subspans. Both analyses revealed that I_1 and I_2 could be determined seperately by using the buckling conditions. For the Lagrange multiplier method, the process was divided into two details : the first one was to use h, l, A_1, and A_2 as unknowns ; the second one was to use θ, n, A_1, and A_2 as unknowns. However, the

findings from the analysis of the two details with Lagrange multiplier theorem indicated that the calculation diverted from the desired solution. Thus, the result could not be reported for such method. Using the direct search method with a computer by varying θ while keeping n constant and by varying n while keeping θ constant, the values for A_1, A_2, I_1, and I_2 could be calculated from the previously stated conditions. Then, the truss weight was obtained for any possible θ, n, A_1, and A_2.

By applying the direct search method to many samples of Pratt bridge truss and by considering graphs of truss weights plotted against θ and n, it could be concluded that the minimum weight occurs provided that n is 1 and θ is in between 60 - 75 degrees. However, in practical design one should consider architectural aspects together with the stated results.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University