

การศึกษาคานโครงถักประกอบไม้-เหล็กจากไม้แปรรูปในประเทศไทยเพื่อ การก่อสร้างคานพื้นในบ้านพักอาศัย

Composite Wood-Steel Truss from Local Timber for Housing Beam Construction

รับบทความ	13/03/2020
แก้ไขบทความ	8/04/2020
ยอมรับบทความ	10/04/2020

วงศ์กร สว่างวงศ์ ทรงเกียรติ เทียธิทรัพย์

ภาควิชาสถาปัตยกรรมและการวางแผน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Wongsakron Sawangwong, Songkiat Tearthisup

Department of Architecture and Planning, Faculty of Architecture

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

wongsakron_tect@yahoo.com, kiatss@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองโดยการทดสอบ การศึกษางานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาไม้แปรรูปไทยเพื่อใช้ทดแทนไม้กลulamในเดทิมเบอร์ (Glulam) จากต่างประเทศเพื่อผลิตคานโครงถักไม้-เหล็ก โดยศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องคานโครงถักไม้-เหล็กจากมาตรฐานและแคตตาล็อกต่างประเทศ โดยในเรื่องของโครงถักนั้นแจกแจงรายละเอียดได้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบ ลักษณะ และระยะต่าง ๆ ของโครงถักเพื่อการออกแบบชิ้นงานโครงถัก พร้อมทั้งศึกษาคุณสมบัติเชิงกลของไม้แปรรูปไทยเปรียบเทียบกับไม้กลulamในเดทิมเบอร์ (Glulam) โดยใช้ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นและค่าความถ่วงจำเพาะเพื่อเป็นการเปรียบเทียบ

จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องทำให้ทราบข้อมูลสำหรับการออกแบบคานโครงถักไม้-เหล็ก เพื่อการทดสอบการรับน้ำหนักของชิ้นงานที่ผ่านการออกแบบผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยหลักการไฟต์ไนต์อีลิเมนต์ เมื่อผ่านการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แล้วนั้นจะทำการคัดเลือกชิ้นงานผ่านกระบวนการวิเคราะห์ด้วยรูปแบบของลักษณะทางกายภาพและลักษณะเชิงกลเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาสรุปผลงานวิจัย

กระบวนการวิเคราะห์และสรุปผลได้กำหนดแนวทางการศึกษาไว้ 2 แปร คือ ไม้ 7 ชนิด และคานโครงถักรูปแบบต่าง ๆ จากบทสรุปข้างต้นจะทำให้ทราบถึงค่าการเสียรูปและค่าการรับน้ำหนักตามแนวก้นเพื่อเปรียบเทียบสรุปผลต่อไป

คำสำคัญ : คานโครงถัก ไม้-เหล็ก บ้านพักอาศัย คานพื้น

Abstract

This article is an experimental research to study the property and usage of processed Thai woods as a replacement of the imported glulaminate timber (Glulam) when used in wood-steel truss application. It also explores literatures that study standards and catalogues of wood-steel truss applications used overseas. This study of truss structure covers the pattern, characteristics and dimensions of truss design. This study also covers mechanical properties of Thai processed woods in comparison to imported glulaminate timber (Glulam) by comparing modulus of elasticity and specific gravity.

This study aims to reveal essential information for designing wood-steel truss by using load bearing test simulation software with finite element method. After simulating with the software, successful models will be selected based physical characteristics and mechanical properties whose information is used to arrive at the research outcome.

The research outcome has provided information for 2 variables that must be included in truss design process. This study provides data on 7 different wood types used in different truss patterns. This prior outcome reveals deformation value and axial load bearing results which can be used to draw a conclusion.

Keywords: *Truss, Wood-steel, Housing, Housing beam*

บทนำ

ในอดีตโครงสร้างไม้เป็นโครงสร้างพื้นฐานของประเทศไทยแต่ด้วยหลากหลายปัจจัยทำให้ไม้ถูกลดทอนการใช้งานลง โดยปัจจัยหลักที่เห็นได้ชัดในปัจจุบันคือ การลดลงของป่าไม้และการใช้ไม้ในงานโครงสร้างอาคารต้องใช้ไม้เป็นจำนวนมาก ด้วยความลดน้อยลงของป่าไม้ ราคาในการก่อสร้างจึงสูงขึ้นตามลำดับจึงส่งผลต่อความนิยมในการใช้ไม้ในการก่อสร้าง

ในต่างประเทศการเพิ่มประสิทธิภาพของโครงสร้างไม้ มีการพัฒนาไปในหลายรูปแบบ อาทิเช่น กลูลามิเนตทิมเบอร์ (กลูแลม) คานคอมโพสิต (Composite beam) โครงถักไม้-เหล็ก (wood and steel open web truss) เป็นต้น จากตัวอย่างที่กล่าวมาในประเทศไทยเองนั้นไม่สามารถพบโครงสร้างพิเศษเหล่านี้ได้ทั่วไป แต่ในทางกลับกันต่างประเทศนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย อีกทั้งโครงสร้างไม้บางประเภทมีความเป็นไปได้ในการผลิตใช้แบบคริวเรื้อน และเมื่อผลิตแล้วสามารถลดปริมาณไม้ที่ใช้ ลดขั้นตอนการติดตั้ง และลดจำนวนช่างลงได้



ภาพ1 แสดงภาพไม้ประกอบ คานประกอบคอมโพสิต และโครงถักไม้เหล็ก

ที่มา :ภาพประกอบจาก www.apawood.org/photography

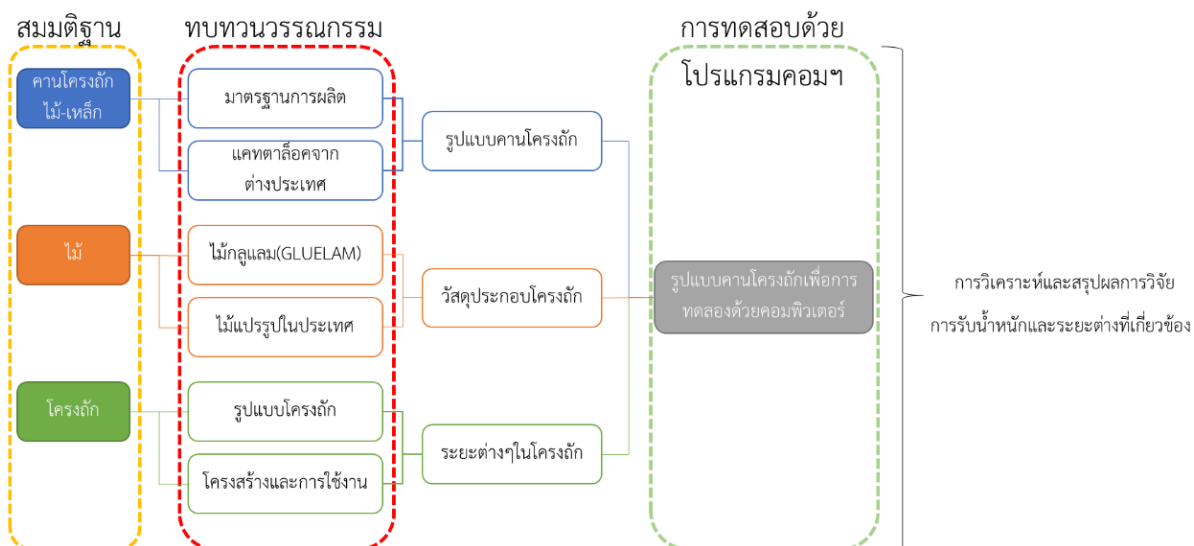
จากความสำคัญดังที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับการพัฒนาในเทคโนโลยีการก่อสร้างด้วยไม้ จึงเกิดแนวคิดในการศึกษาถึงการผลิตโครงถักไม้เหล็กเพื่อใช้ในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยในประเทศ แต่เนื่องจากเป็นความรู้ด้านเทคโนโลยีจากต่างประเทศจึงต้องเทียบเคียงมาตรฐานต่าง ๆ จากต่างประเทศ โดยประยุกต์ใช้ไม้แปรรูปในประเทศเพื่อทดแทนไม้นำเข้าในการผลิตโครงถักไม้เหล็ก เพื่อเป็นตัวเลือกสำหรับการใช้ไม้เพื่อการก่อสร้างอาคารไม้ในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาไม้แปรรูปในประเทศไทยเพื่อนำมาทดแทนไม้กลูแลมนำเข้าจากต่างประเทศในการผลิตโครงสร้างคานโครงถักไม้-เหล็ก
2. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรับน้ำหนักของโครงถักไม้-เหล็กรูปแบบที่เหมาะสมจากไม้แปรรูปในประเทศและไม้กลูแลมต่างประเทศเพื่อใช้ในการก่อสร้างคานรับน้ำหนักพื้นในบ้านพักอาศัย
3. เพื่อทราบถึงความเป็นไปได้ในการใช้งานของโครงสร้างคานโครงถักไม้-เหล็กที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการก่อสร้างคานรับน้ำหนักพื้นในบ้านพักอาศัย

กรอบแนวคิดและสมมติฐาน

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองในลักษณะการทดสอบ โดยการศึกษางานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาไม้แปรรูปไทย เพื่อใช้ทดแทนไม้สนต่างประเทศเพื่อผลิตโครงถักไม้-เหล็ก โดยในการทดสอบจะใช้ค่าโมดูลัสยืดหยุ่น เนื่องจากเป็นแรงในการทดสอบคานไม้เป็นหลักในการพิจารณา ทั้งนี้ เพื่อตรวจสอบผลการทดลองเพื่อเปรียบเทียบกับโครงถักไม้-เหล็กจากไม้กลูแลมจากต่างประเทศ



ภาพ 2 แสดงแผนผังกรอบแนวคิดในการศึกษา

ที่มา: ผู้วิจัย, 2563

ขอบเขตงานวิจัย

กำหนดการศึกษาเนื้อหาเพื่อให้เป็นแนวทางที่สามารถตอบสนองสมมติฐานและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. จากการทบทวนวรรณกรรมทำให้ทราบว่า ในประเทศไทยนั้นยังไม่มีมาตรฐานในการผลิตคานโครงถักไม้-เหล็ก และมีความเกี่ยวข้องอยู่บ้าง จึงใช้มาตรฐานการผลิตคานโครงถักไม้-เหล็กตามมาตรฐานต่างประเทศ เพื่อนำมาประยุกต์และทดลองการผลิตคานโครงถักเพื่อการทดสอบในงานวิจัย โดยอ้างอิงรูปแบบของคานโครงถักจากแคตตาล็อกของบริษัท Red Built จากประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีมาตรฐานการผลิตคานโครงถักอ้างอิงจาก Steel Joist Institute



ภาพ 3 แคตตาล็อกจากบริษัท Redbuilt และมาตรฐานการผลิตโครงถัก SJI

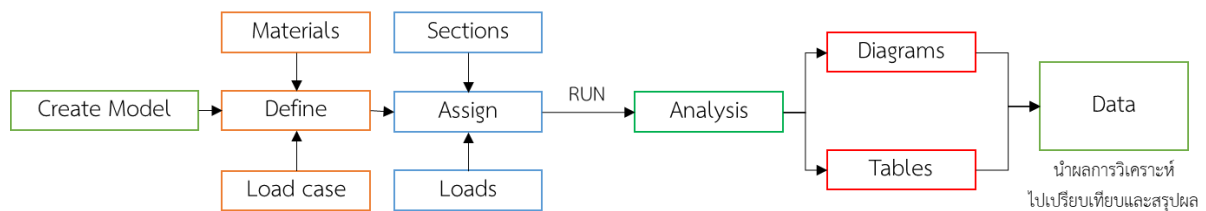
ที่มา :ภาพประกอบจาก www.steeljoist.org, www.redbuilt.com

2. การกำหนดข้อมูลไม้ที่ใช้ในการศึกษา โดยกำหนดจากไม้เศรษฐกิจ ไม่นิยมใช้ในการก่อสร้าง ไม่ส่งเสริมการปลูกสวนป่า และไม้กลุ่มจากต่างประเทศ โดยยึดค่าโมดูลัสยืดหยุ่นและค่าความถ่วงจำเพาะเป็นหลักในการพิจารณาซึ่งสามารถสรุปข้อมูลได้ดังต่อไปนี้

ตาราง1 แสดงชนิดไม้ที่คัดเลือก ค่าโมดูลัสยืดหยุ่น และค่าความถ่วงจำเพาะ

ชนิดไม้	โมดูลัสยืดหยุ่น(E) - กก./ตร.ซม.	ความถ่วงจำเพาะ
ไม้กฤษณา	154,672	0.55
ไม้ยางพารา	96,000	0.62
ไม้กระถินเทพา	102,200	0.53
ไม้ขนุน	104,200	0.61
ไม้สัก	113,700	0.58
ไม้แดง	136,700	0.90
ไม้ยูคาลิปตัส	150,900	0.89

3. การวิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้างโดยใช้โปรแกรม SAP2000 ซึ่งเป็นโปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้างโดยวิธี Finite element เพื่อให้ทราบรูปแบบและค่าการแอ่นตัวของคาน ซึ่งโปรแกรม SAP2000 สามารถทดสอบแล้วทราบค่าการแอ่นตัวของคานพร้อมทั้งรูปแบบการแอ่นตัวของคาน

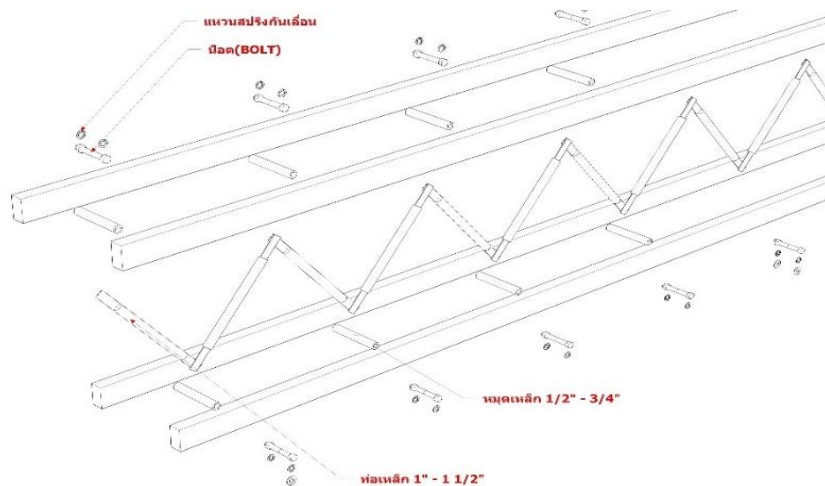


ภาพ 4 แสดงแผนผังการใช้งานโปรแกรม SAP2000 เพื่อวิเคราะห์

ที่มา: ผู้วิจัย, 2563

การดำเนินการศึกษา

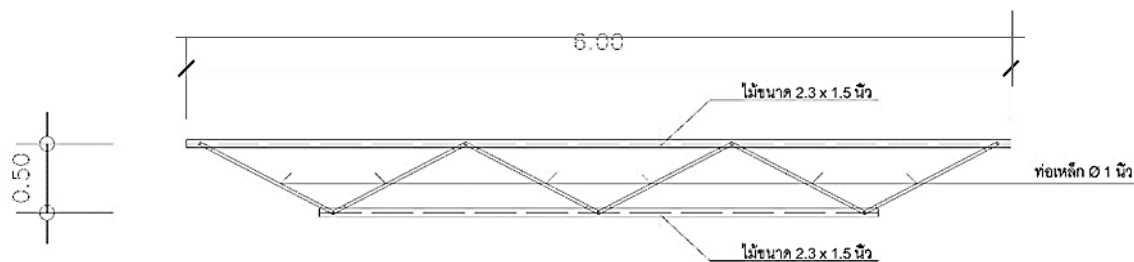
1. การกำหนดและสร้างรูปแบบคานโครงถักไม้-เหล็ก



ภาพ 5 แสดงรูปแบบ 3มิติ คานโครงถักไม้เหล็ก

ที่มา: ผู้วิจัย, 2563

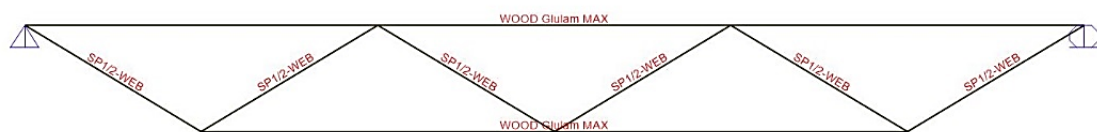
เมื่อได้รูปแบบการประกอบคานโครงถักไม้เหล็กจึงนำรูปแบบที่ได้มาถอดแบบเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผ่านโปรแกรม SAP 2000



ภาพ 6 แสดงรูปแบบจากการเขียนแบบ คานโครงถักไม้เหล็กช่วงพาด 6 เมตร ความลึกคาน L/12

ที่มา: ผู้วิจัย, 2563

เมื่อสร้างคานโครงถักไม้เหล็กและกำหนดค่าผ่านโปรแกรม SAP 2000



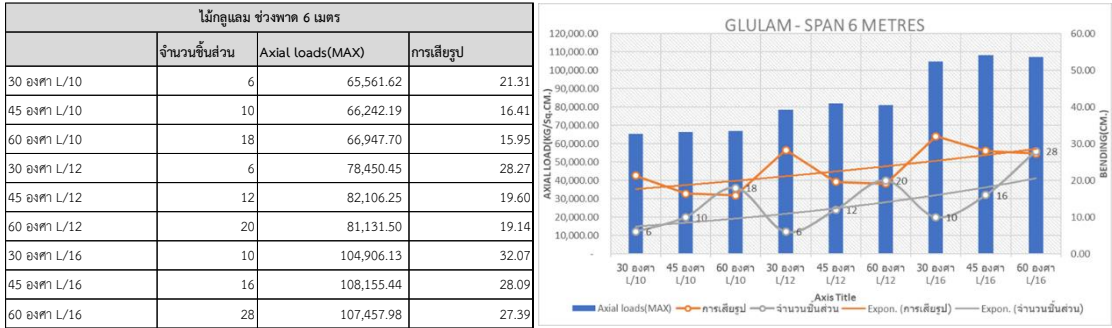
ภาพ 7 แสดงรูปแบบจากโปรแกรม SAP2000 คานโครงถักไม้เหล็กช่วงพาด 6 เมตร ความลึกคาน L/12 องศาโครงค้ำยันแนวทแยง 30 องศา

ที่มา: ผู้วิจัย, 2563

และในส่วนที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งคือข้อมูลของจำนวนชิ้นส่วนของโครงค้ำทแยง (web) ที่ใช้ในการผลิตคานโครงถักระยะช่วงพาด 4, 5 และ 6 เมตร ในองศาและความลึกคานที่ต่างกันเพื่อนำไปใช้วิเคราะห์และสรุปผล

โดยจะเก็บบันทึกข้อมูลด้วยตารางและสร้างกราฟสรุปข้อมูลของไม้ทั้ง 7 ชนิด เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และสรุปผลต่อไป

การบันทึกและสรุปข้อมูล



ภาพ 10 แสดงตารางการเก็บข้อมูล และแผนภูมิจากการบันทึกข้อมูล
 ที่มา: ผู้วิจัย, 2563

การอภิปรายผล

- การนำข้อมูลจากการวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์มารวบรวมกันเพื่ออภิปรายโดยจะแยกเป็น 2 ประเภทคือ
1. การเสีรูป (bending) เพื่อใช้ในการคัดเลือกไม้ที่มีการเสีรูปใกล้เคียงกับไม้กลุ่แลมเข้า
 2. การรับน้ำหนักตามแนวแกน (axial load) เพื่อใช้ในการคัดเลือกรูปแบบที่จะใช้สรุปผลการทดลอง

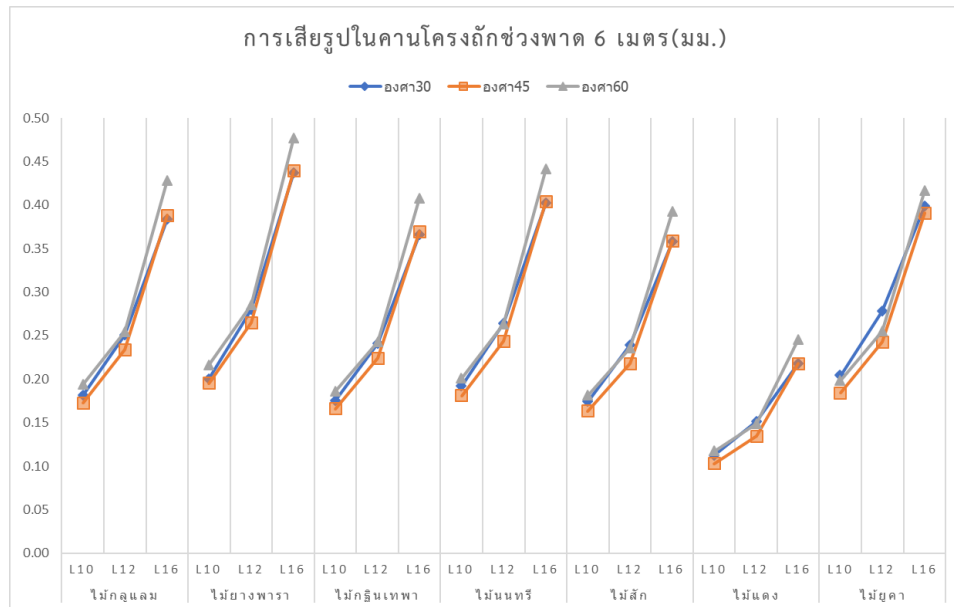
ตาราง 3 แสดงค่าการเสีรูปในคานโครงถักประเภทต่าง ๆ ในไม้ชนิดต่างกัน

การเสีรูปในคานโครงถักไม้-เหล็ก - ช่วงพาด 6 เมตร(มม.)																					
ชนิดไม้	ไม้กลุ่แลม			ไม้ยางพารา			ไม้กฐินเทพา			ไม้ขนุน			ไม้สัก			ไม้แดง			ไม้ยูคา		
องศาความลึก	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16
องศา30	0.18	0.25	0.38	0.20	0.28	0.44	0.18	0.24	0.37	0.19	0.26	0.40	0.17	0.24	0.36	0.11	0.15	0.22	0.20	0.28	0.40
องศา45	0.17	0.23	0.39	0.20	0.27	0.44	0.17	0.22	0.37	0.18	0.24	0.40	0.16	0.22	0.36	0.10	0.14	0.22	0.18	0.24	0.39
องศา60	0.19	0.25	0.43	0.22	0.29	0.48	0.19	0.24	0.41	0.20	0.26	0.44	0.18	0.24	0.39	0.12	0.15	0.25	0.20	0.26	0.42

การเสีรูปในคานโครงถักไม้-เหล็ก - ช่วงพาด 5 เมตร(มม.)																					
ชนิดไม้	ไม้กลุ่แลม			ไม้ยางพารา			ไม้กฐินเทพา			ไม้ขนุน			ไม้สัก			ไม้แดง			ไม้ยูคา		
องศาความลึก	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16
องศา30	0.13	0.17	0.27	0.14	0.20	0.30	0.12	0.17	0.26	0.13	0.18	0.28	0.12	0.17	0.25	0.08	0.11	0.15	0.14	0.19	0.28
องศา45	0.12	0.16	0.27	0.14	0.18	0.30	0.12	0.15	0.26	0.13	0.17	0.28	0.11	0.15	0.25	0.07	0.09	0.15	0.13	0.17	0.27
องศา60	0.13	0.18	0.30	0.15	0.20	0.33	0.13	0.17	0.28	0.14	0.18	0.31	0.12	0.16	0.27	0.08	0.10	0.17	0.14	0.18	0.29

การเสีรูปในคานโครงถักไม้-เหล็ก - ช่วงพาด 4 เมตร(มม.)																					
ชนิดไม้	ไม้กลุ่แลม			ไม้ยางพารา			ไม้กฐินเทพา			ไม้ขนุน			ไม้สัก			ไม้แดง			ไม้ยูคา		
องศาความลึก	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16
องศา30	0.08	0.11	0.17	0.09	0.13	0.19	0.08	0.11	0.16	0.09	0.12	0.18	0.08	0.11	0.16	0.05	0.07	0.10	0.09	0.12	0.18
องศา45	0.08	0.10	0.17	0.09	0.12	0.19	0.07	0.10	0.16	0.08	0.11	0.18	0.07	0.10	0.16	0.05	0.06	0.10	0.08	0.11	0.17
องศา60	0.09	0.11	0.19	0.09	0.13	0.21	0.08	0.11	0.18	0.09	0.12	0.19	0.08	0.10	0.17	0.05	0.07	0.11	0.09	0.11	0.18

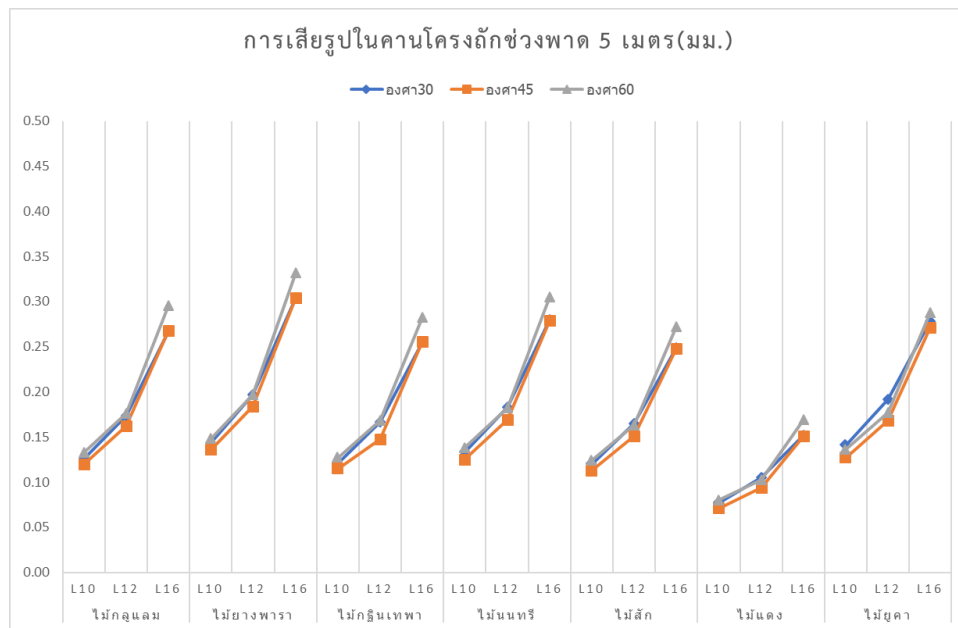
เมื่อได้ตารางเก็บข้อมูลการเสีรูปของชิ้นงานคานโครงถักต่างแล้วจึงนำไปสร้างแผนภูมิเพื่อเปรียบเทียบโดยใช้ไม้กลูแลมเป็นฐานเพื่อพิจารณาเป็นตัวเปรียบเทียบหลักเพื่อให้เห็นแนวโน้มของผลการตอบสนองของโครงสร้างสำหรับไม้แต่ละประเภทที่ทำการศึกษา



แผนภูมิ 1 แสดงแผนภูมิการเสีรูปในคานโครงถักช่วงพาด 6 เมตร

ที่มา: ผู้วิจัย, 2563

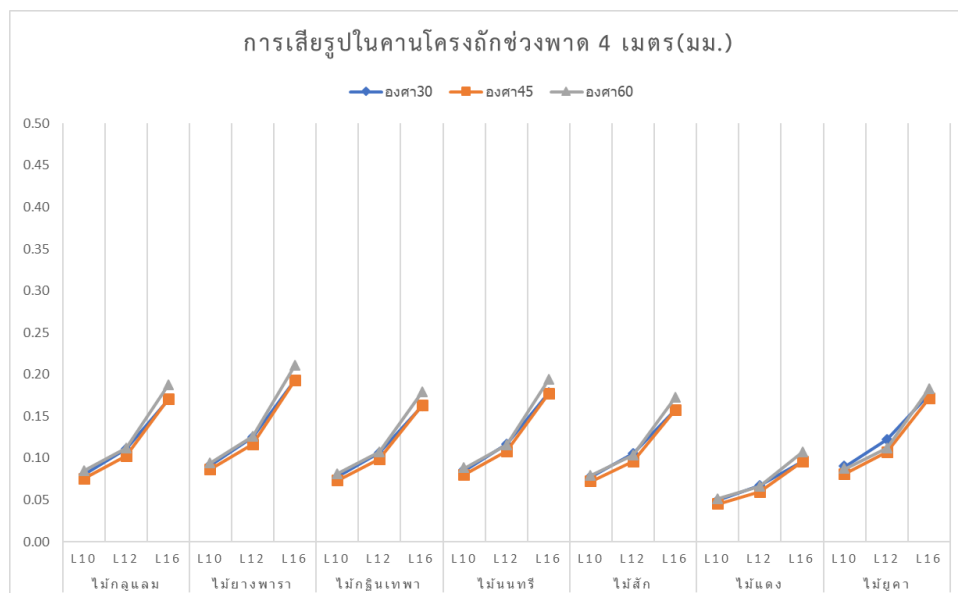
เมื่อพิจารณาคานโครงถักช่วงพาด 6 เมตร ไม้ที่มีค่าการเสีรูปใกล้เคียงกับไม้กลูแลมคือ ไม้กฐินเทพา ไม้สัก และมีไม้แดงที่มีค่าการเสีรูปของคานโครงถักน้อยกว่ากลูแลมอย่างเห็นได้ชัด โดยในโครงช่วงพาด L/10 และ L/12 องศาโครงค้ำยันที่ 45 องศา มีค่าการเสีรูปน้อยที่สุด แต่ในโครงช่วงพาด L/16 นั้น โครงค้ำยันที่ 30 องศา มีค่าเทียบเคียง 45 องศา แสดงถึงความสามารถของการต้านทานการเสีรูปของแต่ละประเภทไม้ที่พิจารณา



แผนภูมิ 2 แสดงแผนภูมิการเสียรูปในคานโครงถักช่วงพาด 5 เมตร

ที่มา: ผู้วิจัย, 2563

ในช่วงพาด 5 เมตร คานโครงถักไม้ชนิดต่าง ๆ มีค่าการเสียรูปน้อยลงจนเทียบเท่าไม้กลุแลม โดยมีไม้ที่มีค่าการเสียรูปที่น่าสนใจคือไม้กฐินเทพา ไม้สัก และไม้แดงที่มีค่าการเสียรูปน้อยกว่าไม้กลุแลมเช่นเดียวกับช่วงพาด 6 เมตร องศาของโครงค้ำยันยังคงเป็น 45 องศาที่มีค่าการเสียรูปน้อยที่สุดแต่เรียกได้ว่าเฉือนชนะกันเพียงเล็กน้อย



แผนภูมิ 3 แสดงแผนภูมิการเสียรูปในคานโครงถักช่วงพาด 4 เมตร

ที่มา: ผู้วิจัย, 2563

สุดท้ายคือช่วงพาด 4 เมตร ไม้เกือบทุกชนิดมีค่าใกล้เคียงกันแตกต่างกันแตกต่างเพียงไม้แดงที่ยังคงมีค่าในการเสียน้อยที่สุด โดย ประเด็นที่น่าสนใจคือคานโครงถักที่มีความลึก L/12 มีค่าใกล้เคียงกับ L/10 และองศาโครงค้ำยันนั้นมีความใกล้เคียงกัน แตกต่างกันที่ความลึกโครง L/16 เพียงเท่านั้น

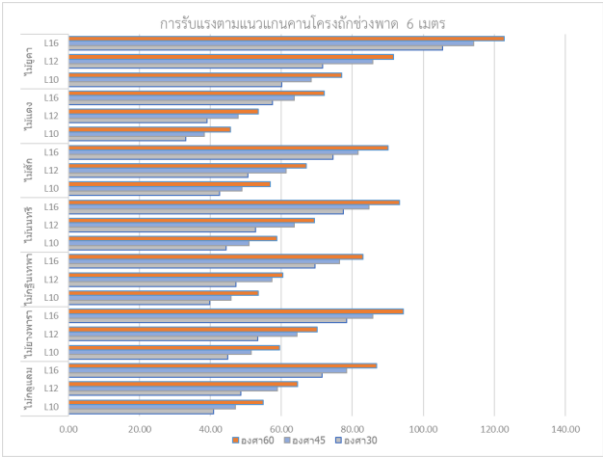
ตาราง 4 แสดงค่าการรับแรงตามแนวนในคานโครงถักประเภทต่าง ๆ ในไม้ชนิดต่างกัน

การรับแรงตามแนวนแกนคานโครงถักช่วงพาด 6 เมตร																					
ชนิดไม้	ไม้กลุ่ลม			ไม้ยางพารา			ไม้กฐินเทพา			ไม้หนัทร			ไม้สัก			ไม้แดง			ไม้ยูคา		
องศาช่วงพาด	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16
องศา30	40.99	48.64	71.51	44.96	53.40	78.48	39.85	47.28	69.51	44.38	52.71	77.49	42.67	50.66	74.50	33.01	39.09	57.52	60.19	71.64	105.40
องศา45	47.06	58.93	78.46	51.47	64.46	85.83	45.80	57.35	76.35	50.84	63.66	84.78	48.95	61.29	81.62	38.24	47.86	63.70	68.45	85.75	114.24
องศา60	54.87	64.62	86.91	59.45	70.18	94.31	53.56	60.50	83.06	58.79	69.38	93.25	56.83	66.99	90.08	45.70	53.48	72.09	77.08	91.60	122.83

การรับแรงตามแนวนแกนคานโครงถักช่วงพาด 5 เมตร																					
ชนิดไม้	ไม้กลุ่ลม			ไม้ยางพารา			ไม้กฐินเทพา			ไม้หนัทร			ไม้สัก			ไม้แดง			ไม้ยูคา		
องศาช่วงพาด	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16
องศา30	34.09	40.42	59.55	37.39	44.38	65.37	33.14	39.29	57.89	36.91	43.80	64.53	35.49	42.97	62.03	27.45	32.48	47.89	50.04	59.51	87.76
องศา45	39.15	48.99	65.12	42.82	53.58	71.24	38.10	47.67	63.37	42.29	52.93	70.37	40.72	50.95	67.74	31.81	39.78	52.87	56.93	71.28	94.81
องศา60	45.11	53.72	72.20	48.92	58.35	78.35	44.02	52.40	70.44	48.38	57.68	77.47	46.74	55.70	74.83	32.48	44.46	59.88	63.59	76.15	102.03

การรับแรงตามแนวนแกนคานโครงถักช่วงพาด 4 เมตร																					
ชนิดไม้	ไม้กลุ่ลม			ไม้ยางพารา			ไม้กฐินเทพา			ไม้หนัทร			ไม้สัก			ไม้แดง			ไม้ยูคา		
องศาช่วงพาด	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16	L10	L12	L16
องศา30	27.17	32.18	47.27	29.81	35.32	51.89	26.42	31.27	45.95	29.42	34.86	51.23	28.28	33.50	49.24	21.87	25.84	38.00	39.88	47.35	69.64
องศา45	31.22	39.02	51.72	34.14	42.68	56.58	30.38	37.97	50.33	33.72	42.15	55.88	32.46	40.58	53.80	25.36	31.68	41.98	45.38	56.76	75.29
องศา60	35.97	42.79	57.33	39.01	46.48	62.21	35.10	41.74	55.93	38.57	45.95	61.51	37.27	44.37	59.41	29.88	35.41	47.54	50.69	60.65	81.00

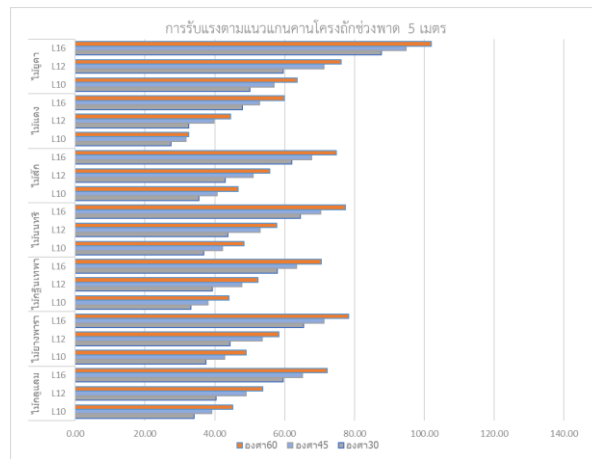
เมื่อได้ตารางเก็บข้อมูลการรับแรงตามแนวนของชิ้นงานคานโครงถักต่างแล้วจึงนำไปสร้างแผนภูมิเพื่อการเปรียบเทียบโดยใช้ไม้กลุ่ลมเป็นตัวเปรียบเทียบในการพิจารณา



แผนภูมิ 4 แสดงแผนภูมิการรับแรงตามแนวนในคานโครงถักช่วงพาด 6 เมตร

ที่มา: ผู้วิจัย, 2563

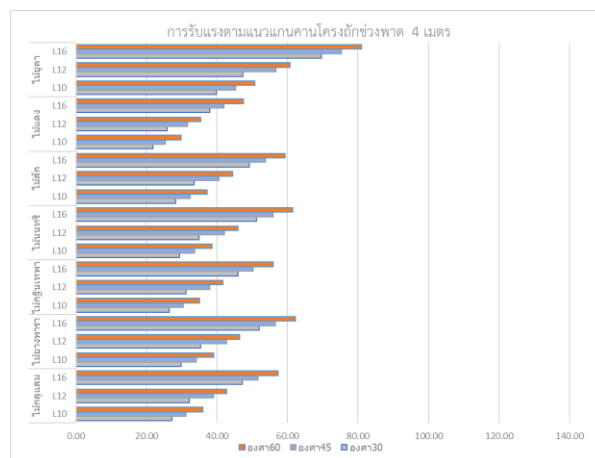
การรับแรงตามแนวแกนในช่วงพาด 6 เมตร ไม้ยูคาลิปตัสมีความสามารถในการรับแรงสูง ในขณะที่ไม้อื่น ๆ มีค่าใกล้เคียงกับไม้กลุแลม โดยเหลือเพียงไม้แดงที่มีค่าต่ำกว่าไม้กลุแลม



แผนภูมิ 5 แสดงแผนภูมิการรับแรงตามแนวแกนในคานโครงถักช่วงพาด 5 เมตร

ที่มา: ผู้วิจัย, 2563

เช่นเดียวกับช่วงพาด 6 เมตร ช่วงพาด 5 เมตรยังคงมีลักษณะการรับแรงตามแนวแกนเช่นเดียวกัน



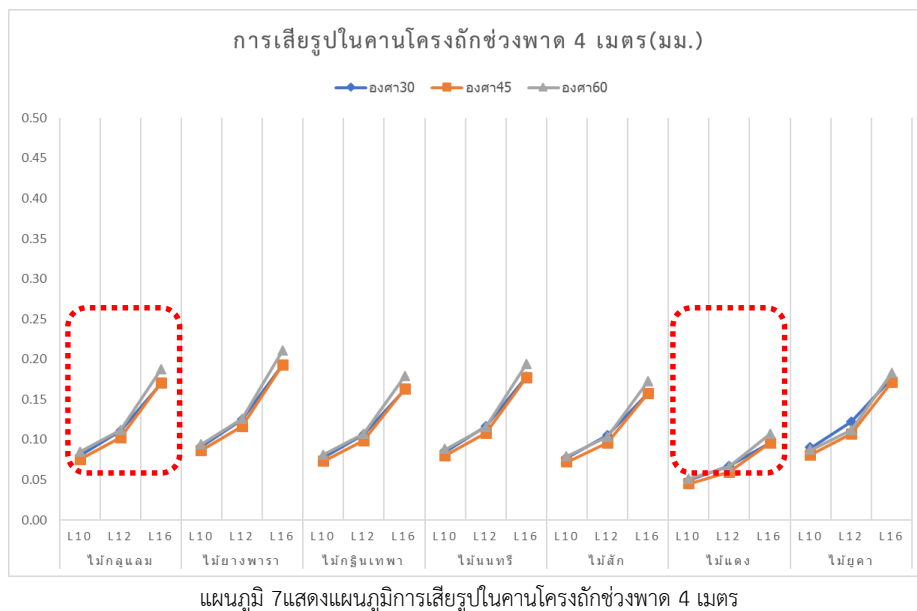
แผนภูมิ 6 แสดงแผนภูมิการรับแรงตามแนวแกนในคานโครงถักช่วงพาด 4 เมตร

ที่มา: ผู้วิจัย, 2563

สุดท้ายคือ ช่วงพาด 4 เมตรยังแสดงค่าการรับแรงตามแนวแกนในลักษณะเดียวกันกับช่วงพาด 5 และ 6 เมตร โดยแผนทั้งหมดแสดงให้เห็นการรับแรงตามแนวแกนจาก L/10 L/12 และ L/16 จากน้อยไปหามากตามลำดับ และจากองศาค้ำยัน 30, 45 และ 60 จากน้อยไปหามากตามลำดับเช่นกัน

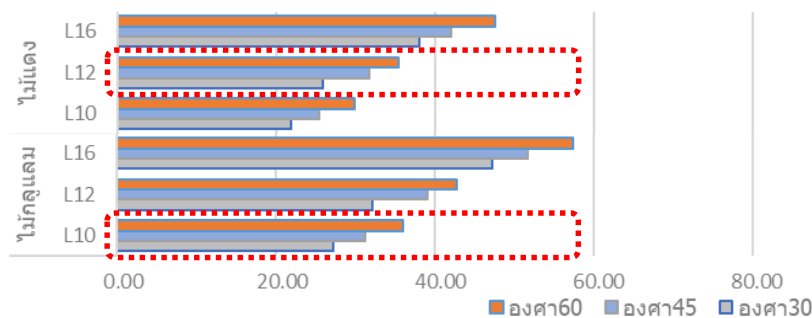
การสรุปผล

เมื่ออภิปรายผลการทดลองแล้วทำให้สามารถสังเกตได้ถึงการเสียรูปและการรับแรงของไม้ในช่วงพาดต่างโดยช่วงพาด 4 และ 5 เมตร ของไม้ต่าง ๆ นั้นมีความใกล้เคียงกัน แตกต่างเพียงไม้แดงที่มีการเสียรูปน้อยกว่า และรับแรงได้น้อยเช่นกัน ส่วนในช่วงพาด 6 เมตรนั้น ไม้ที่มีความใกล้เคียงกับไม้กลุแลม คือไม้กรีนเทพา ไม้สัก โดยยังมีไม้แดงที่มีการเสียรูปน้อยกว่า และรับแรงได้น้อยอยู่เช่นเดียวกับช่วงพาด 4 และ 5 เมตร ซึ่งหากพิจารณาจากการอภิปรายผลแล้วนั้นช่วงพาด 4 เมตรนั้นสามารถใช้ไม้ได้หลากหลายเนื่องจากมีค่าการเสียรูปน้อยและไม่ต่างจากไม้กลุแลมมากนักในทุก ๆ ไม้ที่ใช้ทดสอบ หากพิจารณาเพื่อใช้ในการก่อสร้างคานในบ้านพักอาศัยทั่วไปแล้วนั้นช่วงพาด 4 เมตรนั้นสามารถใช้ไม้ได้หลากหลายกว่าช่วงพาด 5 เมตร



ที่มา: ผู้วิจัย, 2563

และไม้ที่เหมาะสมนั้นยังคงเป็นไม้จำพวกไม้เนื้อแข็งซึ่งมีค่าโมดูลัสยืดหยุ่นสูง ในส่วนของการวิจัยนี้คือไม้แดง ซึ่งไม้แดงนั้นเป็นไม้ที่พบได้ทั่วไปในการก่อสร้างในประเทศไทย จึงนำไม้แดงมาใช้ในการพิจารณารูปแบบของคานโครงถัก



ที่มา: ผู้วิจัย, 2563

ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาถึงการก่อสร้างจริงนั้นจำนวนชิ้นส่วนและการรับแรงเป็นปัจจัยหลักในการคัดเลือกรูปแบบของคานาโครงถักโดยเพื่อความสะดวกแล้วนั้นคานาโครงถักที่สามารถนำมาใช้ได้แก่ โครงถักช่วงพาด 4 เมตร เนื่องจากไม้ช่วงพาด 4 เมตร หาได้ง่ายตามท้องตลาด โดยจากผลการทดสอบวิเคราะห์ที่ได้กล่าวสรุปไว้ข้างต้น จะเห็นได้ว่าสามารถใช้ไม้แดงความลึกช่วงพาด L/12 และองศาโครงค้ำยันที่ 45 องศา จะมีค่าการรับแรงตามแนวแกนที่สูงกว่าคานาโครงถัก L/10 ที่มีองศาโครงค้ำยัน 45 องศา รวมถึงมีค่าการเสียรูปที่น้อยกว่าและใช้จำนวนชิ้นส่วนน้อยกว่ารูปแบบคานาโครงถักทั้งหมด ในส่วนของคานาโครงถัก 5 และ 6 เมตรนั้นควรใช้ไม้ที่เหมาะสมยกตัวอย่างเช่น ไม้กฐินเทพา ไม้สัก ไม้แดง เป็นต้น

บรรณานุกรม

- กวี หวังนิเวศน์กุล. (2552a). *การออกแบบโครงสร้างเหล็กและไม้เบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: รุ่งแสงการพิมพ์.
- กวี หวังนิเวศน์กุล. (2552b). *วัสดุวิศวกรรมก่อสร้าง*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด เอ็ดดูเคชั่น.
- เจริญพัฒน์ ภูวนันท์. (2542). *การก่อสร้างด้วยเหล็ก*. กรุงเทพฯ: อี.ที. พับลิชชิ่ง.
- ชลธิ อัมมอดม. *ระบบโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชนินทร์ ทิพย์โอภาส. (2542). *โครงถักกับงานสถาปัตยกรรม* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สำนักวิชาการกรมป่าไม้. (2541). *ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับไม้และไม้แปรรูป*. กรุงเทพฯ: กรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- Ching, Francis D.K. (2014). *Building construction illustrated* (5th ed.). Hoboken, NJ: Wiley.
- Cook, Ben & Maly, Jerry. (2008). *An overview of open web steel joists*. Northbrook, IL: Wiss, Janney, Elstner Associates Inc.
- RedBuilt. (2014). *Open-web trusses*. [n.p.]: RedBuilt Wood Engineering Company.
- Steel Joist Institute. (2010). *Standard Specifications* (43rd ed.). Florence: Steel Joist Institute.