

การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้างสำหรับโครงข้อแข็งสองมิติโดยใช้การประมวลผลแบบทันที Development of Structural Analysis Program for 2D Frame with Real-Time Processing

กานต์ ฉายสุริยะกุล¹ จักรชัย ยศพงษ์สมานนท์² เกรียงศักดิ์ ผาสวัสดิ์³ พลพันธ์ เศรษฐพิทยากุล⁴ กิจพัฒน์ ภู่วรรณ⁵

^{1,2,3,4} นักศึกษาปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

⁵ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นโครงการเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมคำนวณโครงสร้างแบบโครงข้อแข็ง 2 มิติโดยใช้การประมวลผลแบบทันที ซึ่งจะแสดงผลลัพธ์ออกมาในรูปแบบของตัวเลขหรือแผนภาพแสดงโมเมนต์และแรงเฉือนและแผนภาพแสดงการโก่งตัวของโครงสร้างโดยใช้หลักการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีเมทริกซ์ในกรณีวิเคราะห์ซึ่งจุดเด่นของโปรแกรมนี้คือสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ทันทีที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรต่างๆทำให้สามารถมองเห็นพฤติกรรมที่เปลี่ยนไปของโครงสร้างแบบโครงข้อแข็งเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือทิศทางของแรงที่กระทำได้ทันที โปรแกรมนี้ได้ถูกสร้างขึ้นมาจากนิสิตรุ่นก่อนหน้าทางคณะผู้จัดทำตั้งใจที่จะพัฒนาโปรแกรมนี้เพิ่มเติมโดยแก้ไขจุดบกพร่องทางโปรแกรมของโปรแกรมรุ่นก่อน และเปลี่ยนแปลงรูปแบบของโปรแกรมเพื่อให้ใช้งานง่าย และนำใช้มากที่สุด เพื่อให้สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพมากกว่าเดิมและเป็นที่ยอมรับมากขึ้นจากวิศวกรโครงสร้างผู้ใช้งาน

ABSTRACT

In Thailand nowadays, there are many civil engineering software used to analyze the structural systems in order to determine the structural responses in the form of graphs such as shearing force diagram (SFD), bending moment diagram (BMD) and displacements to observe their behaviors. Every structural design offices have to pay a lot of money to use these programs. This project aims to further develop the simple structural analysis freeware which can be used to analyze the simple two-dimensional skeleton frame. This software has been developed from the previous student group. The main advantage of this software is to analyze the structural system at real time. The loading can be graphically adjusted and the program simultaneously shows the structural responses. The software is further developed to minimize the computer bugs, provide better graphic user interface, and thus, enhance user-friendly environment.

1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันโปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้างได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่วิศวกรผู้ออกแบบโครงสร้างอย่างมากภายใต้โปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้างที่ได้รับความนิยมส่วนใหญ่เป็นโปรแกรมที่พัฒนาโดยชาวต่างชาติซึ่งมีราคาแพงมากทำให้บรรดาวิศวกรในบริษัทขนาดเล็ก หรือมีทุนทรัพย์ไม่มากนักไม่สามารถซื้อหาโปรแกรมลิขสิทธิ์เหล่านี้มาใช้ใช้งานได้ ซึ่งบางที่ซื้อมาแล้วอาจจะใช้ไม่เต็มประสิทธิภาพของมันทำให้ไม่คุ้มค่ากับเงินที่เสียไปเพราะบางโปรแกรมมีมูลค่าสูงถึง 2 ล้าน อย่างเช่น ANSYS ปัจจุบันจึงได้มี ผู้พัฒนาโปรแกรมเหล่านี้ขึ้นมาใช้งานเองภายในประเทศซึ่งก็มีหลายๆ โปรแกรมที่เป็นที่รู้จักและ ได้รับความนิยมแต่โปรแกรมเหล่านี้ก็ยังไม่มีการแสดงผลการวิเคราะห์ทันทีที่มีการ เปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรต่างๆ (Real time) ดังเช่นในต่างประเทศซึ่งมีการพัฒนาโปรแกรมประเภทนี้ขึ้นมาใช้แล้วซึ่งจุดเด่นของโปรแกรมที่มีการแสดงผลการวิเคราะห์ทันทีที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรต่างๆนี้คือมีความรวดเร็วในการแสดงผลมากกว่าโปรแกรมที่ต้องมีการสั่งให้ทำการวิเคราะห์ผลลัพธ์ก่อนทำการแสดงผลและการที่ผู้ใช้สามารถสังเกตเห็นความเปลี่ยนแปลงได้อย่างทันทีที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรต่างๆซึ่งช่วยให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถตัดสินใจดำเนินการต่างๆ

2. วัตถุประสงค์

เพื่อที่จะแก้ไขปัญหาโปรแกรมที่มีข้อผิดพลาดในการคำนวณและทำให้ผู้ใช้งานมีความเข้าใจในการใช้และใช้งานง่าย ผลที่แสดงมีความสวยงาม

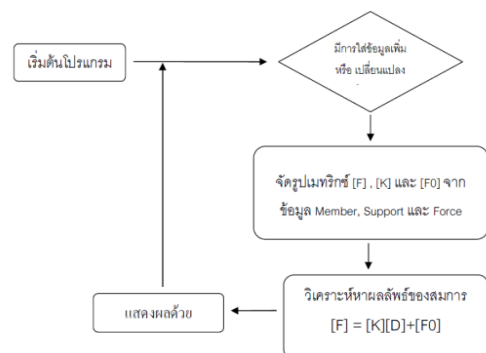
3. วิธีดำเนินการศึกษาการเขียนโปรแกรม

เขียนคลาสที่เกี่ยวกับการประมวลผลในส่วนของ การวิเคราะห์โครงสร้างตามทฤษฎีของการวิเคราะห์โครงสร้าง ด้วยวิธีเมตริกโดยคร่าวๆโดยเริ่มแรกป้อนข้อมูลเป็นตัวอักษรในระบบคอนโซลแอปพลิเคชันเพราะสามารถแสดงผลลัพธ์ออกมาเป็นตัวเลขได้รวดเร็วต่อการตรวจสอบและแก้ไขและเมทอดเกี่ยวกับการดำเนินการทางเมตริกที่จำเป็นต้องใช้ในการคำนวณเช่น การคูณการบวกเมตริกการหาทรานสโพสเมตริก(Transpose Matrix) เป็นต้น

ศึกษาและลองเขียนโปรแกรมง่ายๆที่ทำงานทางด้านกราฟฟิกเพื่อจะได้สามารถมองภาพรวมของโปรแกรมทั้งหมดว่าจะสามารถเชื่อมโยงส่วนประมวลผลโครงสร้างกับรับค่าและแสดงผลจากส่วนกราฟฟิกได้ในรูปแบบไหนบ้างและตัวภาษา C#มีฟังก์ชันใดๆที่เพิ่มความสะดวกในการเขียนงานเกี่ยวกับกราฟฟิกบ้างก่อนที่จะเริ่มรวบรวมประมวลผลและส่วนกราฟฟิกเข้าด้วยกัน

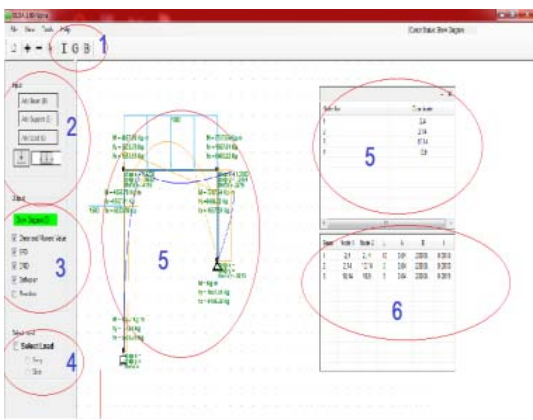
เขียนโปรแกรมการคำนวณโครงสร้างโดยมีเป้าหมายหลักให้สามารถคำนวณโครงสร้างแบบโครงข้อแข็งได้อย่างถูกต้องและแสดงผลลัพธ์ทันทีที่มีการเปลี่ยนแปลงแรงกระทำใดๆบนโครงสร้างเพื่อศึกษาถึงพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปของโครงสร้างแบบโครงข้อแข็ง

รูปที่ 1 แสดงแผนผังการทำงาน



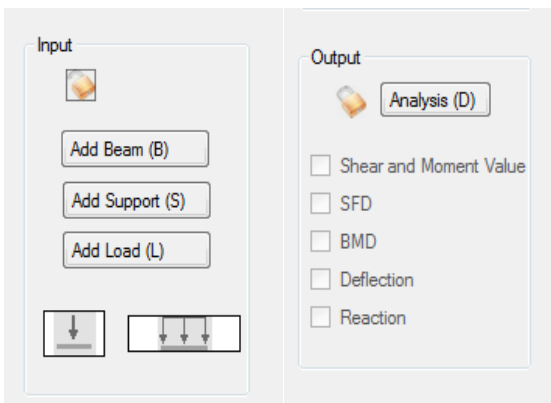
4. ผลการดำเนินการศึกษา

จากที่ได้ทำการศึกษาโปรแกรมนี้ทำให้ทราบถึงปัญหาต่างๆหลายอย่างทั้งด้านการคำนวณ การแสดงผล และการใช้งาน ดังนั้นคณะผู้จัดทำได้พัฒนาและแก้ไขข้อผิดพลาดของตัวโปรแกรมให้มีการคำนวณที่รวดเร็วและถูกต้องทั้งยังแก้ไขด้านการใช้งานให้ใช้งานได้ง่ายขึ้นสะดวกขึ้นไม่สับสนในการใช้งาน ดังแสดงดังรูปที่ 2



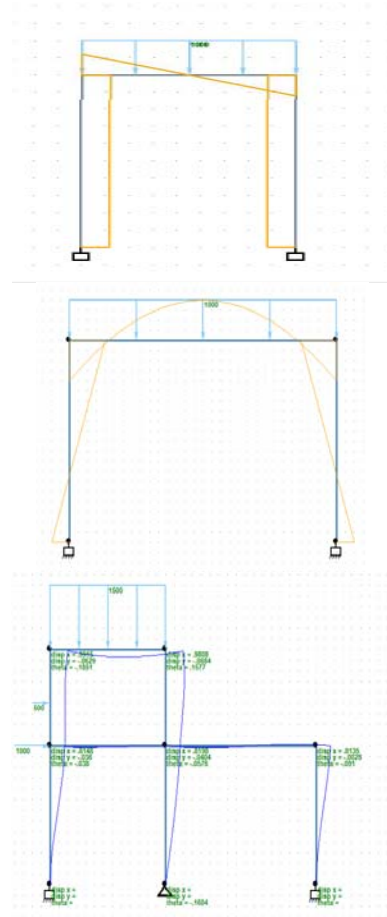
รูปที่ 2 หน้าตาโปรแกรม

ทั้งยังเพิ่มฟังก์ชันต่างๆที่จำเป็นในการเขียน แบ่งการทำงานอย่างเป็นระบบในด้านรับข้อมูลและแสดงข้อมูล ดังรูปที่ 3



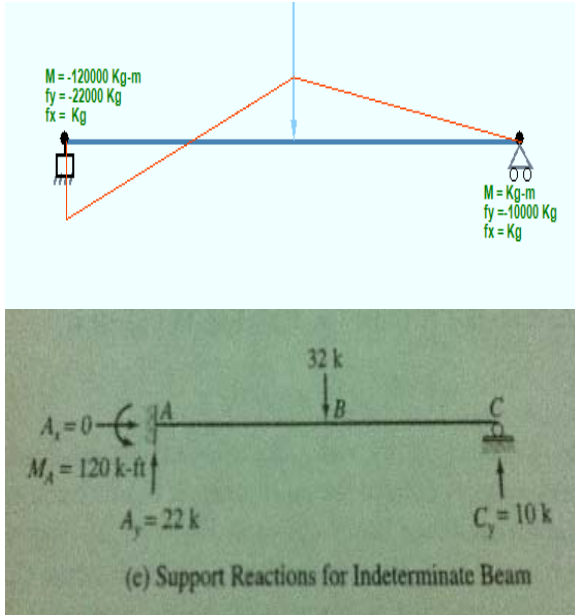
รูปที่ 3 แยกการรับและส่งข้อมูล

ด้านการแสดงผลนั้นเราได้แก้ไขการแสดงผลค่าของกราฟต่างๆให้มีความชัดเจนและแสดงค่าที่จุดสูงสุดทำให้ง่ายต่อการคำนวณ ซึ่งกราฟที่เราได้ทำการปรับปรุงนั้นมีอยู่ 3 ตัว คือ กราฟเชียร์(Shearing Force Diagram) กราฟโมเมนต์ดัด(Bending Moment Diagram) และค่าการโก่งตัว(Deflection) ซึ่งในส่วนมากในการคำนวณนั้นเราจะดูค่าเหล่านี้ในการวิเคราะห์และออกแบบ ทำให้เราสามารถทำการออกแบบได้รวดเร็วขึ้น ซึ่งแสดงกราฟต่างๆ ดังรูปต่อไปนี้



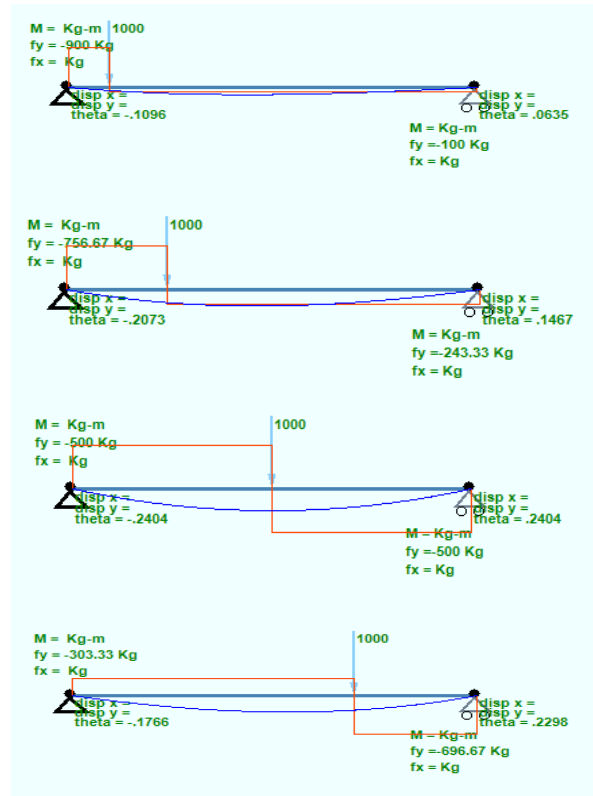
รูปที่ 4 ภาพแสดง กราฟเชียร์(Shearing Force Diagram) กราฟโมเมนต์ดัด (Bending Moment Diagram) และค่าการโก่งตัว (Deflection) ตามลำดับ

ในด้านความถูกต้องของโปรแกรมนั้นเนื่องจากโปรแกรมที่ใช้มีความละเอียดในการคำนวณในส่วนของเรื่องทศนิยมทำให้ค่าที่ได้ออกมานั้นจึงมีค่าต่างกันเล็กน้อยเพราะในการคำนวณโดยใช้มือนั้น เราไม่สามารถใช้ทศนิยมที่มีได้หมดซึ่งต่างจากโปรแกรมซึ่งเราจะแสดงดังรูปที่ 5



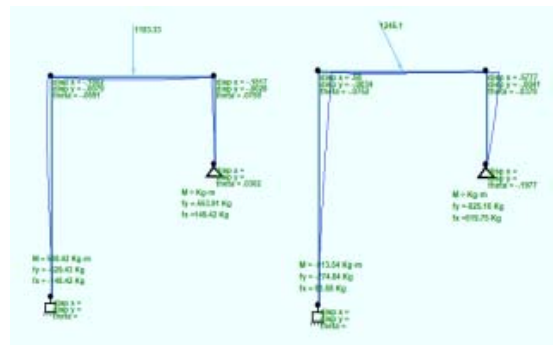
รูปที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณในการใช้โปรแกรมและการใช้มือ

ในตัวโปรแกรมนี้จะมีการแสดงผลแบบทันที (Real Time) ซึ่งจะมีรูปแบบอยู่ 2 อย่างคือ การเลื่อนโหลด (Slide Load) และการหมุนโหลด (Sway Load) ซึ่งการเลื่อนโหลดนั้นคือ การที่เราทำการเลื่อนโหลดที่กระทำบนคานโดยการเลื่อนโหลดที่กระทำอยู่นั้นไปข้างหน้าหรือข้างหลังได้ และจะทำให้ค่าที่แสดงออกมานั้นมีการเปลี่ยนแปลงทันที ดังแสดงในรูปที่ 6

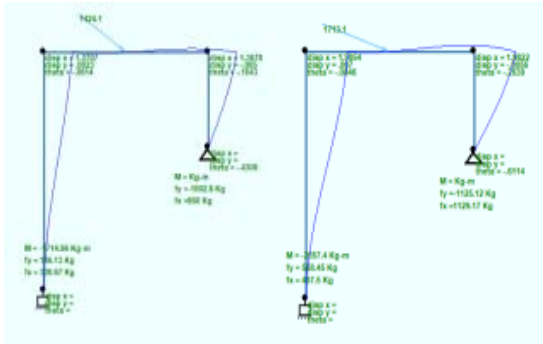


รูปที่ 6 แสดงการเลื่อนโหลดในแบบทันที

ส่วนการแสดงผลทันทีในแบบการหมุนโหลดนั้นจะเป็นการแสดงผลแบบทันทีโดยที่เราสามารถทำการหมุนโหลดที่กระทำบนคานนั้นให้หมุนได้รอบคาน และค่ากราฟต่าง ๆ นั้นจะเปลี่ยนแปลงตามในทันที ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 แสดงการหมุนโหลดในแบบทันที



ในการพัฒนาโปรแกรมนั้นมีการปรับปรุงส่วนต่างๆอยู่มาก คณะผู้จัดทำได้สรุปเป็นตารางเพื่อแสดงให้เห็นถึงหัวข้อที่ได้ทำการพัฒนาหรือปรับปรุงให้ดีขึ้น ซึ่งได้สรุป ได้ดังนี้
 ตารางแสดงฟังก์ชันที่พัฒนา

การทำงาน	KUSA V.1.1	KUSA V.2.1	KUSA V.3.0
Grid และ Scale	สามารถปรับขนาด Grid size ได้อย่างเดียว ไม่สามารถวาดคานที่มีความยาวเกิน 30 unit ได้	สามารถปรับได้ทั้ง Grid size และ Grid spacing สามารถวาดคานให้มีความยาวมากๆได้	การปรับ Grid Size ควรจะเป็นการ Zoom in - out
ส่วนประมวลผล	ยังคำนวณคานต่อเนื่องไม่ได้ และโค้ดยังอ่านเข้าใจยาก	สามารถคำนวณคานต่อเนื่องได้ และเขียนโค้ดใหม่เพื่อให้ง่ายต่อผู้ที่นำไปพัฒนาต่อ	ควรให้โปรแกรมสามารถคำนวณโครงถักได้ โดยใช้หลักการ release moment ที่จุดต่อ
การวาดคานและการใส่ Support	-ตำแหน่งอยู่บนแท็บเครื่องมือด้านบน -ไม่สามารถใส่ support ทับกันได้ จะทำให้เกิด bug	-ย้ายตำแหน่งมาทางซ้ายและจัดให้อยู่ในหมวด Input -สามารถใส่ Support ทับกันได้ โดยที่ Support ใหม่จะแทนที่ของเก่า	ควรมีรูป Support วิ่งตาม cursor ของเมาส์เมื่อมีการใส่ Support
การใส่แรงกระทำ	-ตำแหน่งอยู่บนแท็บเครื่องมือด้านบน และใส่ค่าจากหน้าจอหลัก	-ย้ายตำแหน่งปุ่มมาอยู่ในหมวด Input แบ่งการใส่แรงกระทำ ให้มีฟอร์มย่อย ขึ้นมาเป็นฟอร์มของ Point Load และ Uniform Load มีรูปตัวอย่างของการใส่ค่าต่างๆที่ให้อู	สามารถใส่ Uniform Load แบบ 3 เหลี่ยมได้
การเปลี่ยนแปลงค่า A E I	ใส่จากหน้าจอหลัก	ย้ายไปอยู่ใน Tools > Beam Setting และใส่ค่าในฟอร์มย่อย	สามารถเปลี่ยนแปลงหน่วยได้ในหลายมาตรฐาน
หน้าต่าง Information	ติดอยู่ใน Panel ขวามือ ไม่สามารถเคลื่อนย้าย ปิด หรือพับเก็บได้	สามารถเปิด-ปิดได้ เคลื่อนย้าย พับเก็บได้ โดยเปิดได้จาก ปุ่มรูปตัว I และใน Tools	สามารถเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆในหน้าต่าง information ได้เลย

การแสดงผล	-ตำแหน่งCheckboxอยู่ขวาบนของโปรแกรม -ค่า Reaction เครื่องหมายผิดพลาด และแสดงค่าที่ node ทุก node -ไม่มีค่า Deflection มีแต่กราฟ	-ย้ายตำแหน่งมาเพื่อจัดหมวดหมู่ให้อยู่ในหมวด Output -แก้ไขเครื่องหมาย แสดงค่าที่ Node เฉพาะ Node ที่มี Support -แสดงค่าDeflection และ มุมของDeflection -แสดงค่า Max moment และmax Shear	สามารถแสดงกราฟที่มีสเกลเปลี่ยนแปลงตามขนาดของคาน
การแสดงผลแบบทันที	ใช้ปุ่ม Select Load ในการแสดงผลแบบทันที	ย้ายตำแหน่งให้อยู่ในหมวด Select Load และเพิ่มฟังก์ชัน Slide Load โดยแบ่งเป็น Sway Load และ Slide Load	-
การแสดงผลค่าพิกัด	แสดงค่าพิกัดเฉพาะตอนวาดคาน	แสดงค่าพิกัดตลอดเวลาเมื่ออยู่ในกระดาษ	-

5. สรุปผลการดำเนินการศึกษา

โปรแกรมที่นำมาพัฒนานั้นเน้นที่ส่วนคำนวณและส่วนแสดงผล ส่วนคำนวณได้ทำการปรับปรุงการเขียนโปรแกรมให้มีการคำนวณที่รวดเร็วไม่ซับซ้อนและง่ายต่อการอ่าน และทำความเข้าใจส่วนด้านแสดงผลทำให้มีการใช้งานที่ง่ายขึ้นและเพิ่มฟังก์ชันต่างๆที่ทำให้ง่ายต่อการใช้งานทำให้โปรแกรมมีประสิทธิภาพมากขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ให้โอกาสนิสิตปริญญาตรีที่ทำโครงการที่มีประโยชน์ต่อสังคม และสร้างชื่อเสียงให้กับทางมหาวิทยาลัย

บรรณานุกรม

- คู่มือเขียนโปรแกรมกราฟฟิกด้วย C# และ GDI+, น.ต. ชันชัย กิ่งกังวาลย์
- Visual c# .NET ฉบับสมบูรณ์, ศุภชัย สมพานิช
- Visual c# 2005, กิตติ ภัคดีวัฒนกุล
- เอกสารประกอบการสอบ Matrix Analysis of structure, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กิจพัฒน์ ภู่วรรณ, Ph.D., P. E., ภาควิชา วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- Aslam Kassimali, "Matrix Analysis of Structure", Southern Illinois, Carcondale
- Aslam Kassimali , "Structural analysis THIRD EDITION"
- R. C. Hibbeler เขียน รศ.ดร.บุรฉัตร ฉัตร์วีระ และ วทัญญู เดชพันธ์ เรียบเรียง, "Structural Analysis 1"