

การพัฒนาภาษาไพธอนสำหรับวิเคราะห์และออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก

A Development of Python Script for Analysis and Design

Reinforced Concrete Beam

สำเนียง องสุพันธ์กุล^{1*} จิรัชต์ บรรจงศิริ² และ จักรี ติยะวงศ์สุวรรณ³

¹อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ จังหวัดนครปฐม 73170

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์³อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยເອເຊີຍາຄານີ້ ກຽງເທິພາ 10160

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการพัฒนาภาษาไพธอน (Python) สำหรับวิเคราะห์, ออกแบบ และ เขียนแบบ ก่อสร้างขึ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยมีจุดมุ่งหมายในการใช้ภาษาไพธอนที่เป็นภาษาที่สเปิด เป็นภาษาสำหรับ วิเคราะห์ และออกแบบ แล้วสร้างรายละเอียดหน้าตัดคอนกรีต โดยอาศัยภาษาเอสโวจี (SVG) ในการแสดงผลลัพธ์

ผลจากการศึกษาพบว่าการพัฒนาชุดแพ็คเก็จภาษาไพธอน สำหรับใช้ในการวิเคราะห์, ออกแบบ และเขียน แบบรายละเอียดหน้าตัดคอนกรีตเสริมเหล็ก สามารถแสดงผลลัพธ์เป็นแผนภาพแรงเหื่อน และโมเมนต์ดัด และนำค่าที่ไป ให้ใช้งานโมดูลสำหรับออกแบบหน้าตัดคอนกรีตวิธีกำลัง และใช้งานโมดูลส่วนช่วยเขียนรายละเอียดการเสริมเหล็กใน หน้าตัดคอนกรีต

Abstract

This research studies the development of Python Script which is the open source code used for the analysis, design and draws the detailing of reinforced concrete beam elements. The SGV script was used for detailing the output of beam section.

The results of the research show the development of Python Script can be used for the analysis design and draw the reinforced concrete beam sections. The output of shear force diagram and bending moment diagram can be applied for design beam sections by the strength design method and draw the detailing of beam sections

คำสำคัญ : เอสโวจี คำนต่อเนื่อง ไพธอน

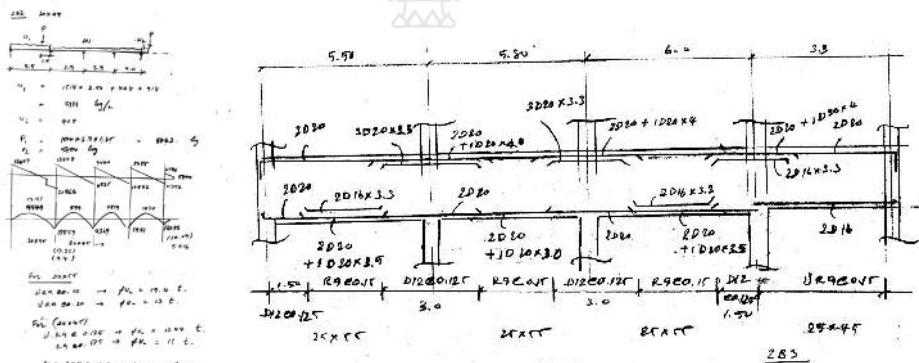
Keywords : SVG, Scalable Vector Graphics, Continuous Beam, Python

* ผู้นิพนธ์ประธานงานประชุมวิชาการ ดร. สมนิ倩 อรุณกุล sumnieng.o@rmutr.ac.th โทร. 0 2889 4585 ต่อ 2426

1. บทนำ

ในการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก การออกแบบคานจะใช้เวลาส่วนใหญ่ในการวิเคราะห์, ออกแบบ และทำแบบรายละเอียดที่ใช้เวลาของระยะเวลาการออกแบบโครงสร้างค่อนข้างมาก เพื่อความสะดวกในการออกแบบจึงมักจะนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบ และทำแบบรายละเอียด ซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้งานส่วนใหญ่ก็จะเป็นซอฟต์แวร์ต่างประเทศซึ่งข้อกำหนดในการออกแบบก็ไม่สอดคล้องกับระบบการออกแบบในเมืองไทย หรือซอฟต์แวร์ในประเทศไทยสามารถออกแบบได้สอดคล้องแต่จะไม่ครอบคลุมทุกกรณี โดยส่วนใหญ่จะเป็นซอฟต์แวร์รหัสสปีด ทำให้ไม่สามารถปรับแก้ หรือเพิ่มความสามารถได้ ดังนั้นจึงเห็นว่าความมีการพัฒนาให้มีซอฟต์แวร์ที่สเปคชั่ยในการออกแบบและสามารถนำไปปรับแก้ให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงของข้อกำหนดมาตรฐานการออกแบบด้วย

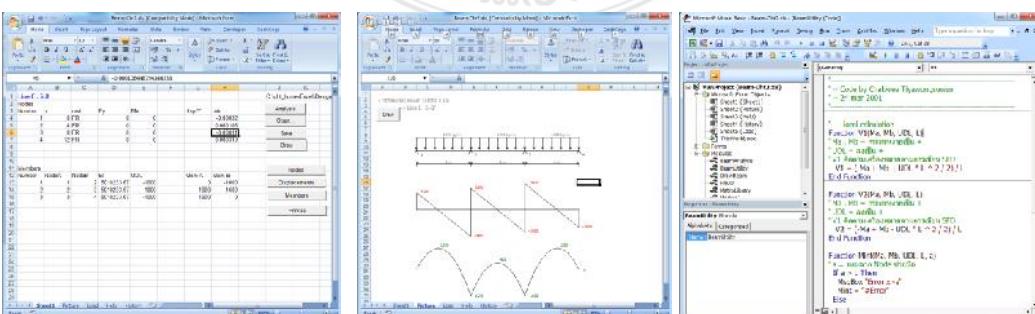
ในการออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก เวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ และออกแบบคานจะกินเวลามากกว่าครึ่งหนึ่งของการทำงานในหนึ่งโครงการ ดังแสดงตัวอย่างการวิเคราะห์และออกแบบในรูปที่ 1 และถ้ามีการแก้ไขผังห้องก็จะได้ให้ต้องมากำหนดการถ่ายน้ำหนักบรรทุกใหม่ ดังนั้นถ้าลดเวลาการวิเคราะห์และออกแบบคานได้จะทำให้ลดเวลาให้การออกแบบได้



รูปที่ 1 การวิเคราะห์และออกแบบคานต่อเนื่อง

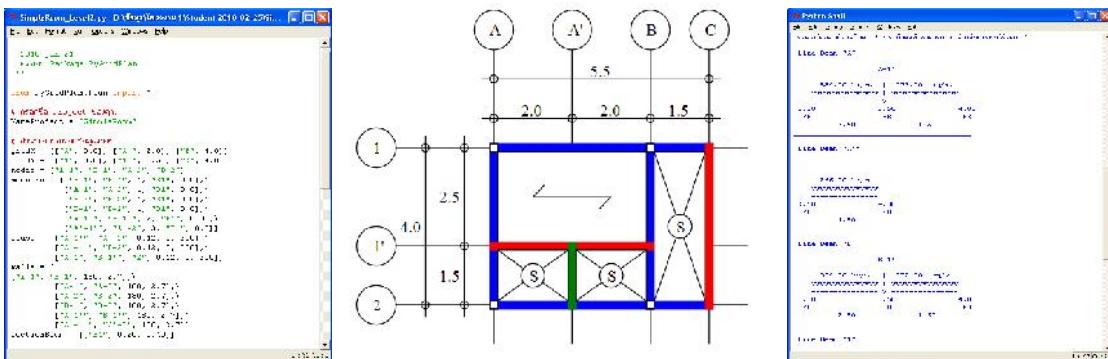
ชลัช ปานเพื่อน และคณะ (2545: 53) ได้พัฒนาใช้โปรแกรมกระดาษงานมาช่วยในการวิเคราะห์คานต่อเนื่อง ได้ดังแสดงในรูปที่ 2 และเนื่องจากโปรแกรมที่ใช้งานเป็นโปรแกรมที่มีลิขสิทธิ์ และภาษาscrripที่ใช้ในการแก้ปัญหา ด้วยวิธีเมทริกซ์ยังมีข้อจำกัดในการออกแบบส่วนของรหัสโปรแกรมเนื่องจากขาดความสามารถของการพัฒนาโปรแกรมแบบเชิงวัตถุ

โภมล นกสว่าง และคณะ (2552) ได้พัฒนาภาษาไพธอนสำหรับคำนวณการถ่ายน้ำหนักบรรทุกคาน โดยได้พัฒนาส่วนแสดงผลลัพธ์ของแบบแปลนคานด้วย SVG เมื่อทำการป้อนข้อมูลจุดต่อ(Nodes) และขั้นส่วนคาน (Members) โปรแกรมจะทำการคำนวณและแสดงผลแบบแปลนดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 2 โปรแกรมกระดาษงานสำหรับวิเคราะห์คานต่อเนื่อง (ชลัช ปานเพื่อน และคณะ, 2545: 53)

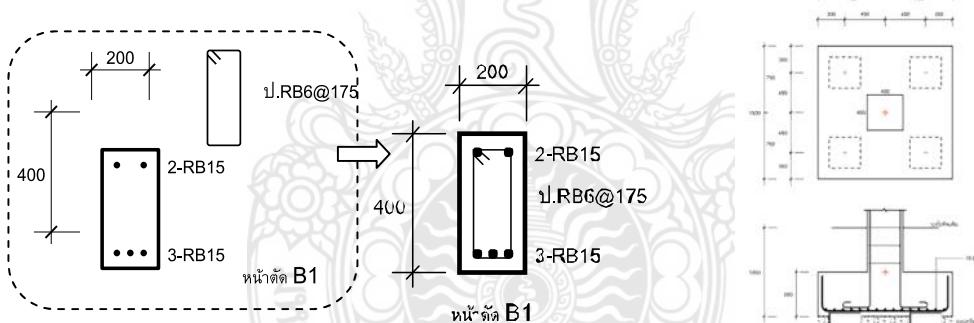
วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ
การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5



ก) การป้อนข้อมูลด้วยภาษาไฟรอน ข) SVG แสดงแบบแปลนงาน ค) ผลลัพธ์การถ่ายน้ำหนักลงงาน

รูปที่ 3 การใช้ภาษาไฟรอนสร้างภาษา SVG สำหรับแสดงแบบแปลนงาน (โภมล นกสว่าง และคณะ, 2552)

สำเนียง องค์สุพันธุ์กุล, จักรี ติยะวงศ์สุวรรณ และจิรัชต์ บรรจงศิริ (2553) ได้ศึกษาการใช้ Scalable Vector Graphics(SVG) ในการแสดงแบบรายละเอียดก่อสร้าง โดยได้ผลลัพธ์ที่ความละเอียดคอมพิวเตอร์ เนื่องจากเป็นการแสดงผลภาพด้วยวิธีเวคเตอร์ และ SVG ยังใช้งานเป็นส่วนหนึ่งของ HTML5 ที่จะสนับสนุนให้เว็บบราวเซอร์รุ่นใหม่แสดงภาพได้ดีมากขึ้น ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 4



ก) การใช้ SVG ในการแสดงแบบหน้าตัดงาน ข) การใช้ SVG แสดงการ sistemเหล็ก ในราก

รูปที่ 4 การใช้ SVG ในการแสดงรายละเอียดของคอนกรีตเสริมเหล็ก

(สำเนียง องค์สุพันธุ์กุล, จักรี ติยะวงศ์สุวรรณ และจิรัชต์ บรรจงศิริ. 2553)

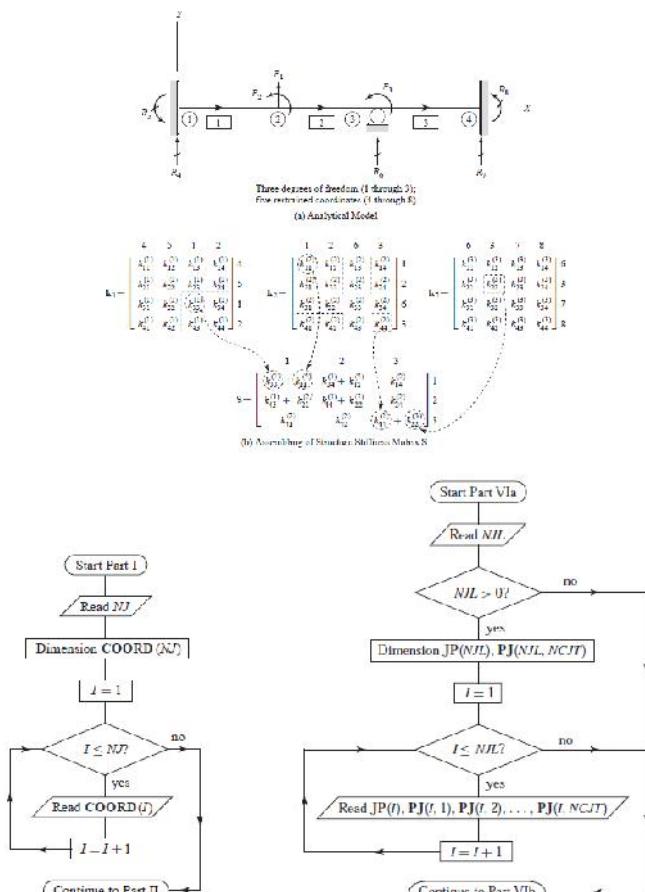
2. วิธีการพัฒนามอดูล

2.1 ศึกษาการวิเคราะห์ค่านต่อเนื่องด้วยวิธีเมทริกซ์

ทำการศึกษาการวิเคราะห์ค่านต่อเนื่องด้วยวิธีเมทริกซ์ ให้เข้าใจถึงลักษณะของข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้งาน ในวิธีการเชิงตัวเลข โดยทำการศึกษาจากเอกสารตำรา และขั้นตอนการคำนวณต่าง ๆ ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 5

2.2 ศึกษาภาษา Python

ศึกษาภาษา Python ในกลวิธีการเข้ารหัสโปรแกรมด้วยวิธีการโปรแกรมแบบเชิงวัตถุ และศึกษาไลบรารีเสริมสำหรับคำนวนเชิงตัวเลข เช่น NumPy โดยภาษา Python เป็นภาษาแบบสคริปต์ หรือ แบบอินเทอร์พรีเตอร์



รูปที่ 5 การวิเคราะห์คานต่อเนื่องด้วยวิธีเมทริกซ์ (Kassimali, 1999: 161-244)

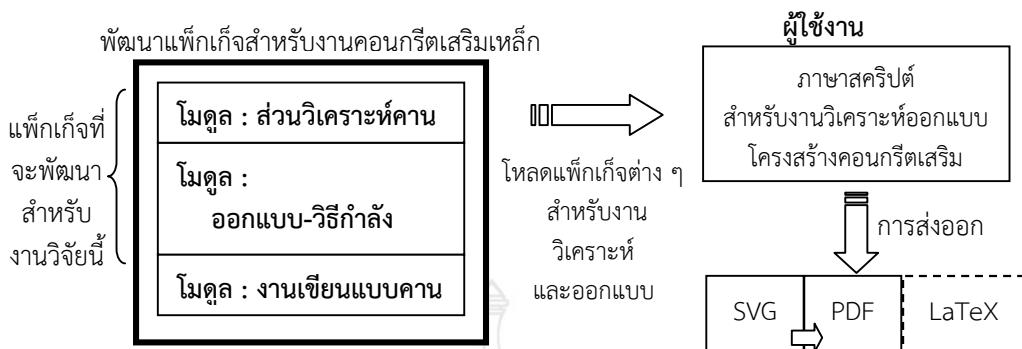
2.3 ศึกษาภาษา SVG

ศึกษาภาษา SVG เพื่อใช้ในการแสดงแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กในคานต่อเนื่อง และศึกษาการใช้ภาษา SVG ในส่วนของการนำเสนอสำหรับแผนภาพแรงเฉือนและแผนภาพโน้มเนต

2.4 ออกรูปแบบและเข้ารหัสโปรแกรม

ออกแบบแบบแต่ละส่วนของโมดูลได้แต่ ส่วนวิเคราะห์คานต่อเนื่อง, ส่วนออกแบบหน้าตัดคาน และส่วนแสดงรายละเอียดการเสริมเหล็ก

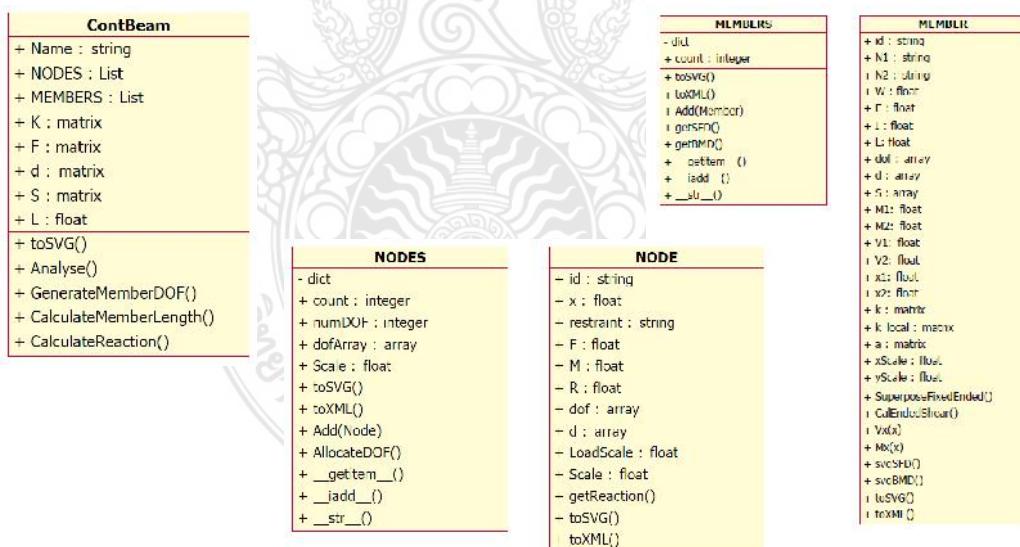
ทางคณะผู้ทำวิจัยจึงได้ออกแบบโครงกรอบการทำงานดังแสดงในรูปที่ 6 โดยเลือกใช้งานภาษา Python มาเป็นเครื่องมือในการพัฒนา เนื่องจากเป็นโปรแกรมแบบทัชสเปิด และสามารถพัฒนาโปรแกรมในลักษณะเชิงวัตถุได้ และเลือกให้ได้แสดงผลลัพธ์ของรูปภาพด้วยภาษา SVG ซึ่งเป็นภาษาที่มีลักษณะของภาษา XML แต่ละแท็กจะอธิบายของข้อมูลในตัวเองได้ และ SVG เป็นส่วนหนึ่งของ HTML5 ที่เป็นมาตรฐานสำหรับการแสดงผลด้วยเว็บบราวเซอร์



รูปที่ 6 โครงกรอบ(Framework) สำหรับระบบภาษาสคริปต์โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

3. ผลการพัฒนามодูลและวิจารณ์ผล

ผลการออกแบบส่วนของโมดูลวิเคราะห์คานต่อเนื่องจะแสดงไว้ในรูปที่ 7 โดยให้แต่ละวัตถุเช่น จุดต่อ ขึ้นส่วน เป็นวัตถุที่จัดเก็บข้อมูลไว้ภายใน เช่น เมทริกซ์ของขั้นส่วน ซึ่งเป็นคู่มูลสมบัติของแต่ละวัตถุ และแต่ละวัตถุจะประกอบ (Aggregate) เป็นวัตถุใหม่ เช่น คานต่อเนื่องประกอบจากจุดต่อและขั้นส่วน เมื่อต้องการใช้งานก็ให้กำหนดคู่มูลสมบัติ ของวัตถุไม่ว่าจะเป็นความยาว, ค่าโมดูลสัญชาติยุ่น และค่าโมเมนต์ความเฉื่อยเป็นต้น และร้องขอการกระทำผ่านวิธีการ (Method) ของวัตถุ ซึ่งในบทความนี้จะแสดงเป็นตัวอย่างไว้เป็นเบื้องต้นเพียงมุมมองเดียว

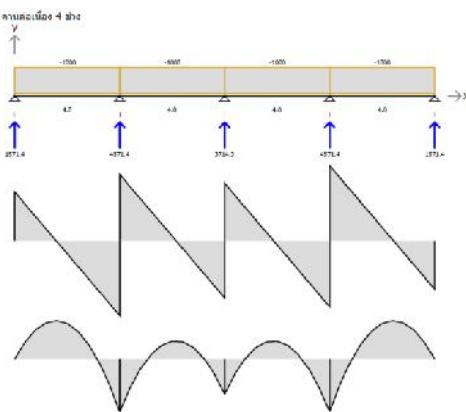


รูปที่ 7 แผนภาพคลาสของโมดูลการวิเคราะห์คานต่อเนื่องด้วยวิธีเมทริกซ์

ตัวอย่างการใช้งานส่วนของโมดูลวิเคราะห์คานต่อเนื่องและผลลัพธ์จะแสดงในรูปที่ 8 โดยจะทำการนำเข้า (import) ส่วนของโมดูลเข้ามา และทำการประกาศตัวแปรชุดข้อต่อ(Nodes) และทำการเพิ่มจุดต่อ(Node) พร้อมกับ ระบุข้อมูลเช่น ชื่อจุด, พิกัด และชนิดของจุดต่อ หลังจากนั้นจะทำการประกาศชุดตัวแปรขั้นส่วน(Members) และ ทำการเพิ่มขั้นส่วน(Member) พร้อมกับระบบคู่มูลสมบัติ เช่น ชื่อขั้นส่วน, จุดต่อแรก, จุดต่อที่สอง, น้ำหนักบรรทุก และ คุณสมบัติของขั้นส่วน และทำการประกาศตัวแปรคานต่อเนื่องแล้วเพิ่มข้อมูลจุดต่อและขั้นส่วน หลังจากนั้นส่งคำสั่ง วิเคราะห์(Analyse) ก็จะได้ผลลัพธ์เป็นไฟล์ SVG ดังแสดงทางด้านขวาของรูป

```

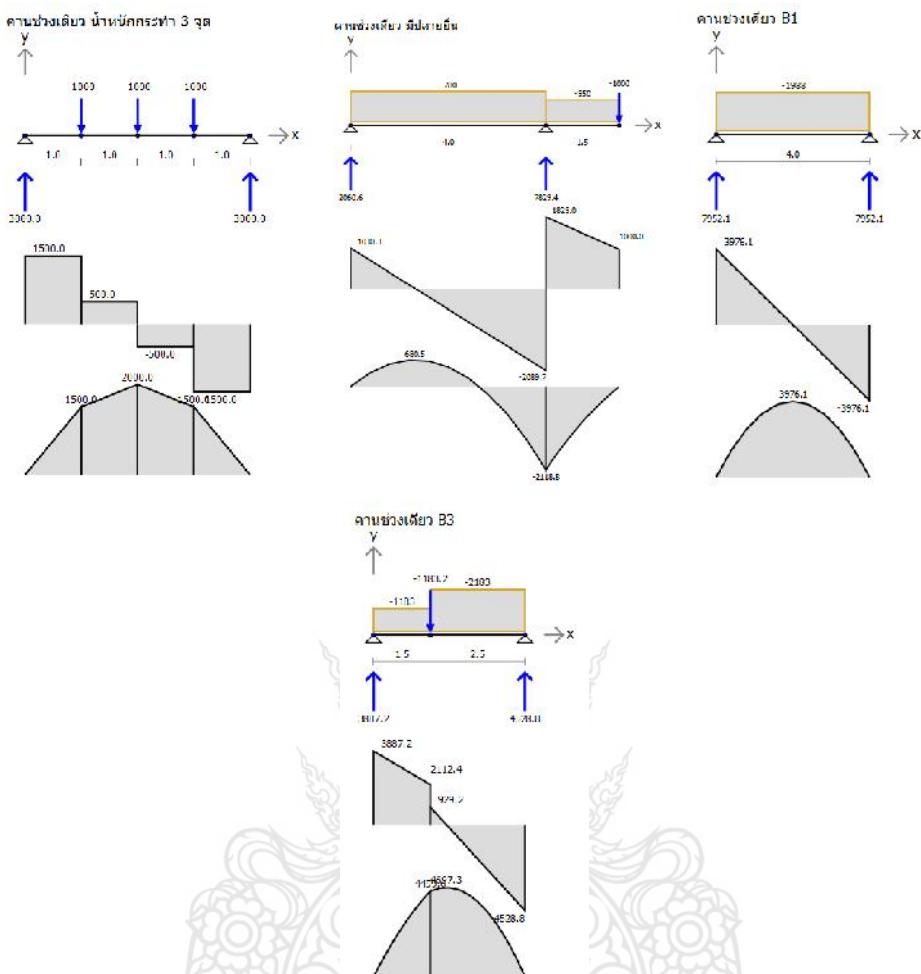
1 from Cardbeam import *
2 nodes = NODES()
3 nodes.Add( NODE(id="1", x=0.0 , restraint="pinRestr" ) )
4 nodes.Add( NODE(id="2", x=4.0 , restraint="pinRestr" ) )
5 nodes.Add( NODE(id="3", x=8.0 , restraint="pinRestr" ) )
6 nodes.Add( NODE(id="4", x=12.0 , restraint="pinRestr" ) )
7 nodes.Add( NODE(id="5", x=16.0 , restraint="pinRestr" ) )
8
9
10 Econcrete = 204000
11 inertia = 0.25044883 / 12
12 W = -2000
13 members = MEMBERS()
14 members.Add( MEMBER(id="A", N1="1" , N2="2" , WW , E = Econcrete , I = inertia ) )
15 members.Add( MEMBER(id="B" , N1="2" , N2="3" , WW , E = Econcrete , I = inertia ) )
16 members.Add( MEMBER(id="C" , N1="3" , N2="4" , WW , E = Econcrete , I = inertia ) )
17 members.Add( MEMBER(id="D" , N1="4" , N2="5" , WW , E = Econcrete , I = inertia ) )
18
19 cb4span = Cardbeam("cardbeam4span")
20 cb4span.NODES = nodes
21 cb4span.MEMBERS = members
22
23 cb4span.Analyze()
```



รูปที่ 8 ผลลัพธ์ SVG ที่ได้จากการทำงานของชุดคำสั่งภาษาไพธอนสำหรับวิเคราะห์คานต่อเนื่อง

เมื่อทำการทดสอบกับชุดคานที่มีน้ำหนักบรรทุกประเภทอื่น ๆ ก็จะได้ผลลัพธ์แสดงดังรูปที่ 9 เช่น คานซึ่งเดิมมีน้ำหนักบรรทุกกระทำเป็นจุด คานซึ่งเดิมมีปลายยื่น คานซึ่งเดิมรับน้ำหนักบรรทุกแบบแบน และคานซึ่งเดิมมีน้ำบรรทุกกระทำเป็นจุดร่วมกับน้ำหนักแบน โดยจะแสดงผลลัพธ์ทั้งแผนภาพแรงเฉือนและแผนภาพโมเมนต์

-var Sarawikachart and Viwat
มทร.พะนัง ฉบับพิเศษ
การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5



รูปที่ 9 ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานของชุดคำสั่งวิเคราะห์คาน

ผลการทดสอบของส่วนมอดูลการวิเคราะห์หน้าตัดคาน จะแสดงในรูปที่ 10 โดยจะทำการประมวลผลตัวแปรหน้าตัดคานต่าง ๆ เช่น ความกว้าง ความลึกประสิทธิผล เมื่อทำการวิเคราะห์หน้าตัดจะได้ผลลัพธ์ต่างทาง shell ของภาษา Python

ผลการทดสอบของส่วนมอดูลการออกแบบหน้าตัดคาน จะแสดงในรูปที่ 11 เมื่อประกาศตัวแปรเป็นชนิดหน้าตัดสำหรับออกแบบ โดยส่งข้อมูลโน้ม-men ต์ประลัย และขนาดหน้าตัดคาน เมื่อส่งคำสั่งให้ออกแบบ(Design) จะได้ค่าพื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริม แล้วนำพื้นที่หน้าตัดไปเปรียบเทียบขนาดหน้าตัดจากตารางหน้าตัดคานอีกครั้ง

ส่วนมอดูลแสดงรายละเอียดการเสริมเหล็กคานต่อเนื่องจะแสดงรหัสคำสั่งบางส่วนดังแสดงในรูปที่ 10 เมื่อใช้งานจะกำหนดคุณสมบัติของคานต่อเนื่องแต่ละช่วง เช่น ความยาว เหล็กเสริมบน เหล็กเสริมล่าง เหล็กเสริมพิเศษกลาง คานและหัวเสา เป็นต้น เมื่อทำการสร้างผลลัพธ์แบบ SVG จะได้ผลลัพธ์แสดงในรูปที่ 12 ในส่วนมอดูลนี้จะมีรายละเอียดต่าง ๆ ของคานอีกมากที่ต้องพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อรับความสามารถทุกชนิด เช่น ระดับหลังคานที่ไม่เท่ากัน กรณีคานซอยฝาเข้าคานหลัก การกำหนดหน้าตัดคานในช่วงเดียวกันไม่เท่ากันหรือการลดระดับหลังคานบางส่วน ซึ่งในกรณีที่ต้องการบัญชีรายละเอียดส่วนนี้สามารถใช้งานโปรแกรมที่มีความสามารถในการแก้ไขไฟล์ SVG เช่น โปรแกรม Inkscape หรือ LibreOffice Draw เป็นต้น

RMUTP Research Journal Special Issue
The 5th Rajamangala University of Technology National Conference

```

class Beam(object):
    def __str__(self):
        pass

class BeamAnalysis(Beam):
    default = {
        'id': '',
        'b': 20,
        'd': 35,
        'dd': 5,
        'As': 0,
        'Asd': 0,
        'URB': 6,
        's': 17.5, # ระยะห่างเหล็กปอก
        'fcu': 150,
        'fy': 3000
    }
    def __init__(self, **kwargs):
        self.default.update(kwargs)
        myArgs= self.default

```

```

Python 3.3.0 (v3.3.0:bd8afb90ebf2, Sep 29 2012, 10:55:48) [MSC v.1600 32
bit (Intel)] on win32
Type "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>> ===== RESTART =====
>>>
ทดสอบ Beam ว่าเคราะห์ และ ออกแนว
pb = 0.03244
ทดสอบการทำงานของ BeamDesign
Mu = 10000 กก.ม
Ru=45.3515ksc
1-2*Ru/(0.85*c)=0.288604
fc = 150 ksc fy = 3000 ksc
b=20 ชน d = 35 ชน
As = 12.7718 ตร.ชน
As' = 4.2872 ตร.ชน
fc=150 ksc , fy = 3000 ksc
คำนวณ :
b x d = 20 x 35.0 ชน
As = 12.772 ตร.ชน
As' = 4.287 ตร.ชน

```

รูปที่ 10 ผลลัพธ์การวิเคราะห์หน้าตัดคานคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีกำลังประดับ

```

1 Mu = 10000 ;print ("Mu=%f" % Mu)
2 B1design = BeamDesign()
3 K1design = K1design(Mu, Mu, b = 20 , d = 35)
4
5 print("fc = %f" % B1design.fcu , "fy = %f" % B1design.fy )
6 print("b = %f" % B1design.b , "d = %f" % B1design.d)
7 print("As = %f" % B1design.As)
8 print("As' = %f" % B1design.Asd)

```

```

Mu = 10000 ;print ("Mu=%f" % Mu)
B1design = BeamDesign()
K1design = K1design(Mu, Mu, b = 20 , d = 35)

print("fc = %f" % B1design.fcu , "fy = %f" % B1design.fy )
print("b = %f" % B1design.b , "d = %f" % B1design.d)
print("As = %f" % B1design.As)
print("As' = %f" % B1design.Asd)

>>>

```

รูปที่ 11 ผลลัพธ์การออกแบบหน้าตัดคานคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีกำลังประดับ

```

else:
    if self.type.upper()=='MIDDLE or self.type.upper()=='CANTILEVER':
        if self.side.upper()=='RIGHT and self.type.upper()=='MIDDLE':
            pass

```

```

class BeamLongSection(Element):
    default = {
        'width' : 200, # ขนาดกว้างของคาน, mm
        'scale' : 20, #
        'Y' : 0, 'Y2': 0
    }
    def __init__(self, **attr):
        super().__init__('y')
        attributes = dict(self.default)
        attributes.update(attr)

        self.Lc1 = BeamSide()
        self.Right = BeamSide(side='Right')

        self.width = float(attributes['width'])

```

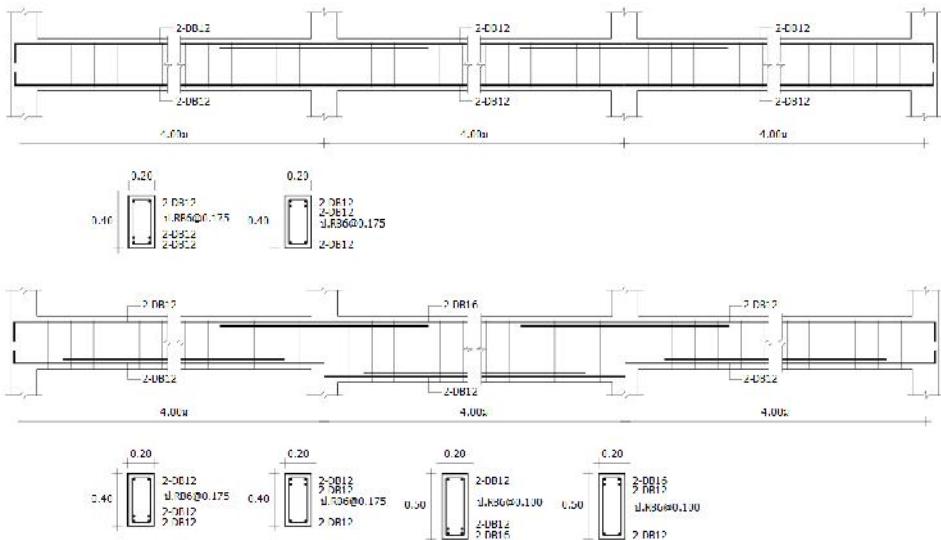
```

class BeamLongSection(Element):
    def SetPositionFrom(self, BeamL):
        name = 'main'
        print('Test Beam Long Section')
        B1 = BeamSection()
        B1.x = B1.y = 0
        B1.xStep = 10
        B1.yStep = 10
        R1.TopRebar.string = '2-BR(2+2-BR)2@1.5@TopRebar.Update'
        R1.BottomRebar.string = '2-BR(2+2-BR)2@1.5@BottomRebar.Update'
        R1.stringup = '1.5@Beg@1/5'
        B1.w = 100
        B2 = copy.deepcopy(B1)
        B2.TopRebar.string = B1.BottomRebar.string
        B2.BottomRebar.string = B1.TopRebar.string
        B2.x, B2.y = 100, 100
        CB1_mid = BeamLongSection(x= 100 , y = 50)
        CB1_mid.left.type = 'middle'

```

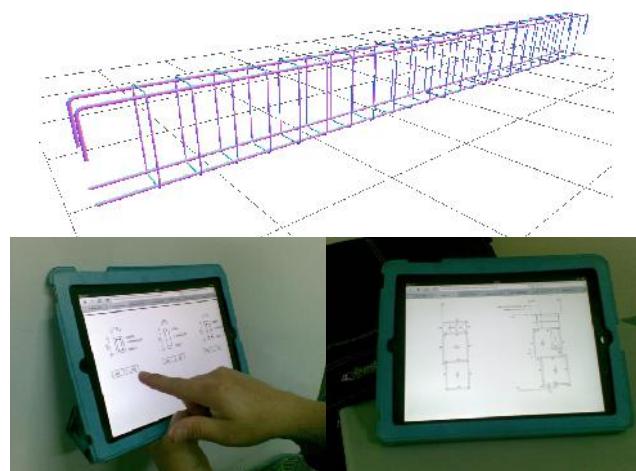
รูปที่ 12 คำสั่งภาษา Python สำหรับเปลี่ยนคานคอนกรีตเสริมเหล็ก

-varสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ
การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5



รูปที่ 13 ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานของชุดคำสั่งเขียนรายละเอียดการเสริมเหล็กในคานต่อเนื่อง

ข้อเสนอแนะต่อไป ในการใช้งานควรพิจารณาออกแบบให้เป็นลักษณะของเว็บแอพพลิเคชัน เนื่องจาก SVG ได้ถูกออกแบบมาให้ใช้งานเป็นส่วนหนึ่ง HTML5 ที่สามารถแสดงผลได้ด้วยเบราว์เซอร์ทุกชนิดโดยไม่มีข้อจำกัด ระบบปฏิบัติการไม่ว่าจะเป็น Android , iOS หรือ Windows 8 และยังสามารถพัฒนาต่อให้ใช้ WebGL ใน การแสดงผลแบบสามมิติ ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 14 และควรพิจารณาให้ส่วนของ SVG และ WebGL ประสานงาน ร่วมกันได้ ซึ่งคาดว่าสามารถนำไปพัฒนาต่อในลักษณะของ Building Information Modeling(BIM) ส่วนการนำไปใช้ ในส่วนของการใช้งานแอพพลิเคชันผ่านอุปกรณ์แท็บเบล็ต จะต้องทำการศึกษาส่วนติดต่อผู้ใช้(User Interface) ให้มี ความเหมาะสมกับอุปกรณ์เช่น ปุ่มกด,เลือกค่า ต่าง ๆ จะต้องให้ญี่เพียงพอที่จะwangป้ายนี้จะได้ เนื่องจากป้ายนี้ จะมีขนาดที่ใหญ่กว่าเมื่อเทียบกับการใช้อุปกรณ์ชั้นแบบแม่ส์ เป็นต้น ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 15



รูปที่ 14 การแสดงผลแบบสามมิติด้วย WebGL

รูปที่ 15 การใช้งานแอพพลิเคชันด้วยอุปกรณ์แท็บเบล็ต

4. สรุป

จากการวิจัยในครั้งนี้ จะได้แพ็กเกจโปรแกรมภาษา Python สำหรับวิเคราะห์ค่านต่อเนื่อง, วิเคราะห์และออกแบบหน้าตัดคานคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีกำลัง และส่วนการช่วยเขียนรายละเอียดการเสริมเหล็กในคานต่อเนื่อง ซึ่งแพ็กเกจชุดนี้จะช่วยลดระยะเวลาในการวิเคราะห์โปรแกรม และภาษาสคริปท์ที่ได้ยังเป็นลักษณะรหัสเปิด (Opensource) ทำให้มีความสะดวกในการปรับปรุงเพิ่มเติมแก้ไขให้ได้ตามความต้องการของผู้ใช้และโปรแกรม Python สามารถหาดาวน์โหลดได้โดยไม่คิดมูลค่า ทำให้ลดปัญหาทางด้านลิขสิทธิ์ทรัพย์สินทางปัญญา

5. กิตติกรรมประภาค

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตศรีราชาฯ ที่ได้ให้การสนับสนุนเงินทุน วิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ ที่ได้การสนับสนุนให้เข้าร่วมในการทำวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- โภมล nakswarg และคณะ. 2552. การพัฒนาโปรแกรมถ่ายน้ำหนักบรรทุกคงคานต่อเนื่อง. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา, มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์.
- จักรี ติยะวงศ์สุวรรณ, จิรัชิต บรรจงศิริ และสำเนียง องสุพันธ์กุล. 2555. การใช้ SVG ในงานเขียนแบบก่อสร้าง. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 17, 9-11 พฤษภาคม 2555 ณ โรงแรมเซ็นทาราแกรนด์แอร์ คอนเวนชั่นเซ็นเตอร์. อุดรธานี.
- ชลัช ปานเพื่อน และคณะ. 2545. การประยุกต์ใช้ไมโครซอฟท์เอ็กซ์เซลในการวิเคราะห์คานต่อเนื่อง 2 มิติ. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์.
- สำเนียง องสุพันธ์กุล, จักรี ติยะวงศ์สุวรรณ และจิรัชิต บรรจงศิริ. 2553. การพัฒนาภาษาไพธอนสำหรับเขียนแบบ ก่อสร้างชั้นส่วนโครงสร้างคานคอนกรีตเสริมเหล็ก. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 3 ณ ศูนย์ประชุมสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ กรุงเทพฯ, วันที่ 24-26 พฤษภาคม 2553.
- สำเนียง องสุพันธ์กุล, จิรัชิต บรรจงศิริ และจักรี ติยะวงศ์สุวรรณ. 2555. การพัฒนาภาษาไพธอนสำหรับวิเคราะห์ และออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็ก. รายงานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์.
- Kassimali, Aslam. 1999. *Matrix Analysis of Structures*. Brooks/Cole Publishing Company,