

การพัฒนาภาษาไพธอนสำหรับวิเคราะห์และออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็ก A Development of Python Script for Analysis and Design Reinforced Concrete Beam

สำเนียง อสงุณกุล^{1*} จิรัชิตี บรรจงศิริ² และ จักรี ดิยะวงศ์สุวรรณ³

¹อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดนครปฐม 73170

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ³อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ กรุงเทพฯ 10160

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการพัฒนาภาษาไพธอน (Python) สำหรับวิเคราะห์, ออกแบบ และ เขียนแบบก่อสร้างชิ้นส่วนคานคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยมีจุดมุ่งหมายในการใช้ภาษาไพธอนที่เป็นภาษารหัสเปิด เป็นภาษาสำหรับวิเคราะห์ และออกแบบ แล้วสร้างรายละเอียดหน้าตัดคาน โดยอาศัยภาษาเอสวีจี (SVG) ในการแสดงผลลัพธ์

ผลจากการศึกษาพบว่าการพัฒนาชุดแพ็คเกจภาษาไพธอน สำหรับใช้ในการวิเคราะห์, ออกแบบ และเขียนแบบรายละเอียดคานคอนกรีตเสริมเหล็ก สามารถแสดงผลลัพธ์เป็นแผนภาพแรงเฉือน และโมเมนต์ดัด และนำค่าที่ไปใช้งานโมดูลสำหรับออกแบบหน้าตัดคานด้วยวิธีกำลัง และใช้งานโมดูลส่วนช่วยเขียนรายละเอียดการเสริมเหล็กในหน้าตัดคาน

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 SVG script was used for detailing the output of beam section.

The results of the research shown 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 : เอสวีจี คานต่อเนื่อง ไพธอน

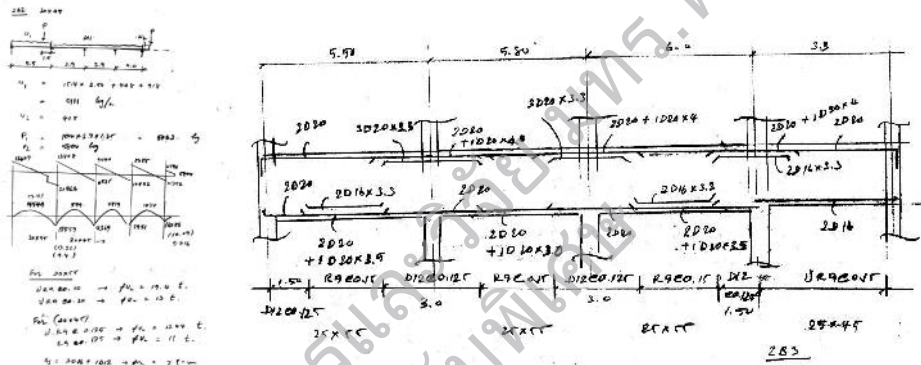
Keywords : SVG, Scalable Vector Graphics, Continuous Beam, Python

*ผู้พิมพ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ sumnieng.o@rmutr.ac.th โทร. 0 2889 4585 ต่อ 2426

1. บทนำ

ในการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก การออกแบบคานจะใช้เวลาส่วนใหญ่ ในการวิเคราะห์, ออกแบบ และทำแบบรายละเอียดที่ใช้เวลาของระยะเวลาการออกแบบโครงการค่อนข้างมาก เพื่อความสะดวกในการออกแบบจึงมักจะนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบ และทำแบบรายละเอียด ซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้งานส่วนใหญ่ก็จะเป็นซอฟต์แวร์ต่างประเทศซึ่งข้อกำหนดในการออกแบบก็ไม่สอดคล้องกับระบบการออกแบบในเมืองไทย หรือซอฟต์แวร์ในประเทศสามารถออกแบบได้สอดคล้องแต่จะไม่ครอบคลุมทุกกรณี โดยส่วนใหญ่จะเป็นซอฟต์แวร์รหัสปิด ทำให้ไม่สามารถปรับแก้ หรือเพิ่มความสามารถได้ ดังนั้นจึงเห็นว่าควรมีการพัฒนาให้มีซอฟต์แวร์รหัสเปิดช่วยในการออกแบบและสามารถนำไปปรับแก้ให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงของข้อกำหนดมาตรฐานการออกแบบด้วย

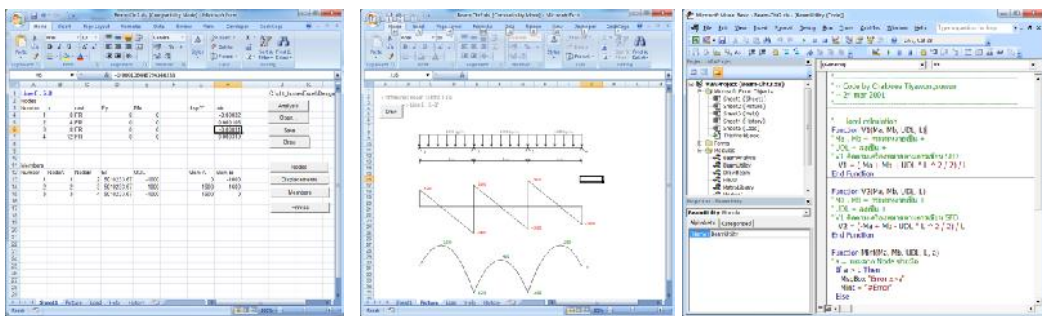
ในการออกแบบอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก เวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ และออกแบบคานจะกินเวลามากกว่าครึ่งหนึ่งของการทำงานในหนึ่งโครงการ ดังแสดงตัวอย่างการการวิเคราะห์และออกแบบในรูปที่ 1 และถ้ามีการแก้ไขผังห้องก็จะได้ให้ต้องมากำหนดการถ่ายน้ำหนักบรรทุกใหม่ ดังนั้นถ้าลดเวลาการวิเคราะห์และออกแบบคานได้จะทำให้ลดเวลาให้การออกแบบได้



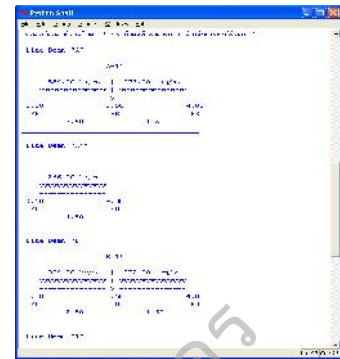
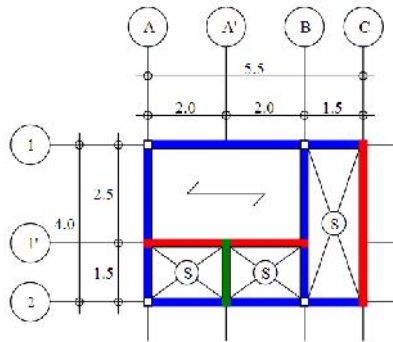
รูปที่ 1 การวิเคราะห์และออกแบบคานต่อเนื่อง

ชลัช ปานเผื่อน และคณะ (2545: 53) ได้พัฒนาใช้โปรแกรมกระดานงานมาช่วยในการวิเคราะห์คานต่อเนื่อง ได้ดังแสดงในรูปที่ 2 และเนื่องจากโปรแกรมที่ใช้งานเป็นโปรแกรมที่มีลิขสิทธิ์ และภาษาสคริปต์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาด้วยวิธีเมทริกซ์ยังมีข้อจำกัดในการออกแบบส่วนของรหัสโปรแกรมเนื่องจากขาดความสามารถของการพัฒนาโปรแกรมแบบเชิงวัตถุ

โกมล นกสว่าง และคณะ (2552) ได้พัฒนาภาษาไพธอนสำหรับคำนวณการถ่ายน้ำหนักบรรทุกทุกคาน โดยได้พัฒนาส่วนแสดงผลลัพธ์ของแบบแปลนคานด้วย SVG เมื่อทำการป้อนข้อมูลจุดต่อ(Nodes) และชิ้นส่วนคาน(Members) โปรแกรมจะทำการคำนวณและแสดงผลแบบแปลนดังแสดงในรูปที่ 3



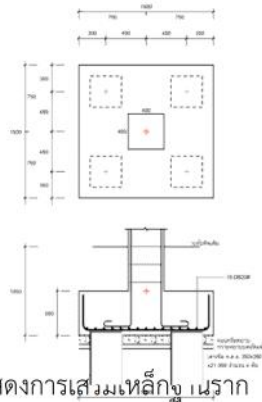
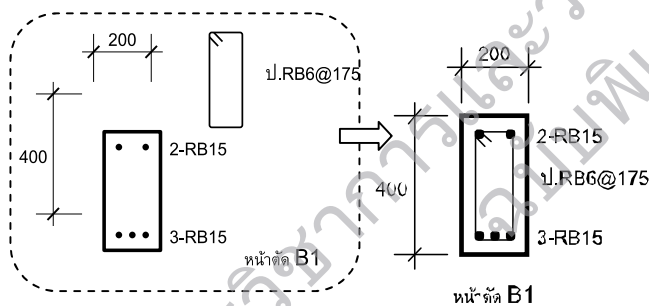
รูปที่ 2 โปรแกรมกระดานงานสำหรับวิเคราะห์คานต่อเนื่อง (ชลัช ปานเผื่อน และคณะ, 2545: 53)



ก) การป้อนข้อมูลด้วยภาษาไพธอน ข) SVG แสดงแบบแปลนคาน ค) ผลลัพธ์การถ่ายน้ำหนักลงคาน

รูปที่ 3 การใช้ภาษาไพธอนสร้างภาษา SVG สำหรับแสดงแบบแปลนคาน (โหม่ง นกสว่าง และคณะ, 2552)

สำเนียง องค์กรพันธุ์กุล, จักริ ดิยะวงศ์สุวรรณ และจิรวิทย์ บรรจงศิริ (2553) ได้ศึกษาการใช้ Scalable Vector Graphics (SVG) ในการแสดงแบบรายละเอียดก่อสร้าง โดยได้ผลลัพธ์ที่ความละเอียดคมชัด เนื่องจากการแสดงผลภาพด้วยวิธีเวกเตอร์ และ SVG ยังใช้งานเป็นส่วนหนึ่งของ HTML5 ที่จะสนับสนุนให้เว็บเบราว์เซอร์รุ่นใหม่แสดงผลภาพได้มากขึ้น ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 4



ก) การใช้ SVG ในการแสดงแบบหน้าตัดคาน ข) การใช้ SVG แสดงการเสริมเหล็ก ในราก

รูปที่ 4 การใช้ SVG ในการแสดงรายละเอียดของคอนกรีตเสริมเหล็ก

(สำเนียง องค์กรพันธุ์กุล, จักริ ดิยะวงศ์สุวรรณ และจิรวิทย์ บรรจงศิริ. 2553)

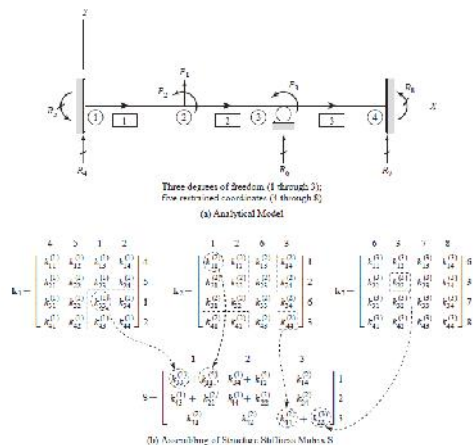
2. วิธีการพัฒนามอดูล

2.1 ศึกษาการวิเคราะห์คานต่อเนื่องด้วยวิธีเมทริกซ์

ทำการศึกษาการวิเคราะห์คานต่อเนื่องด้วยวิธีเมทริกซ์ ให้เข้าใจถึงลักษณะของข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้งานในวิธีการเชิงตัวเลข โดยทำการศึกษาจากเอกสารตำรา และขั้นตอนการคำนวณต่าง ๆ ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 5

2.2 ศึกษาภาษา Python

ศึกษาภาษา Python ในกลวิธีการเข้ารหัสโปรแกรมด้วยวิธีการโปรแกรมแบบเชิงวัตถุ และศึกษาไลบรารีเสริมสำหรับคำนวณเชิงตัวเลข เช่น NumPy โดยภาษา Python เป็นภาษาแบบสคริปต์ หรือ แบบอินเทอร์พรีเตอร์



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

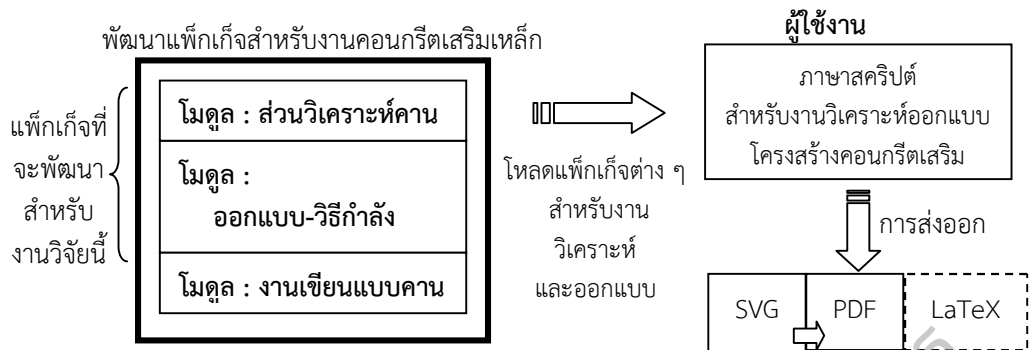
2.3 ศึกษาภาษา SVG

ศึกษาภาษา SVG เพื่อใช้ในการแสดงแบบรายละเอียดการเสริมเหล็กในคานต่อเนื่อง และศึกษาการใช้ภาษา SVG ในส่วนของการนำเสนอสำหรับแผนภาพแรงเฉือนและแผนภาพโมเมนต์

2.4 ออกแบบและเข้ารหัสโปรแกรม

ออกแบบแต่ละส่วนของมอดูลได้แต่ ส่วนวิเคราะห์คานต่อเนื่อง, ส่วนออกแบบหน้าตัดคาน และส่วนแสดงรายละเอียดการเสริมเหล็ก

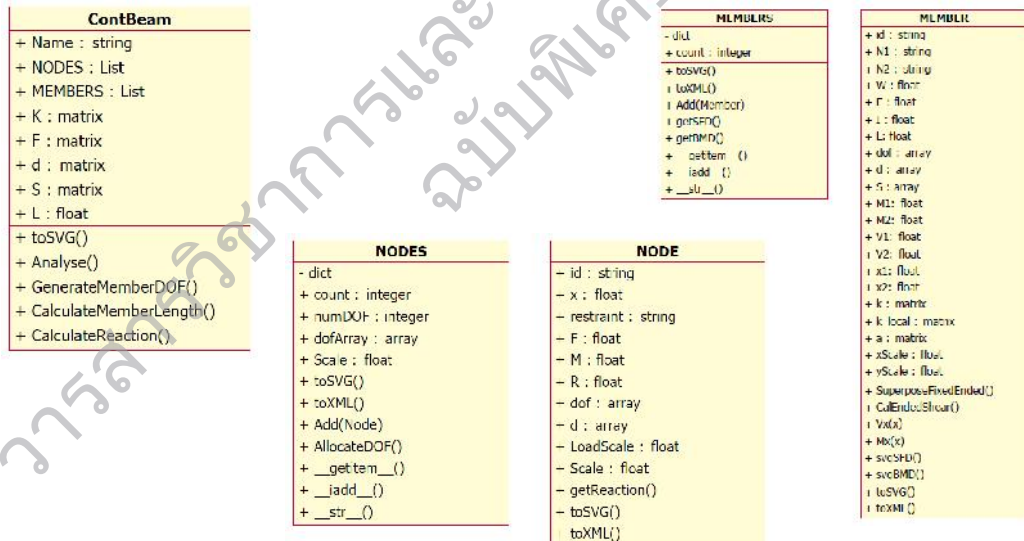
ทางคณะผู้ทำวิจัยจึงได้ออกแบบโครงกรอการทำงานดังแสดงในรูปที่ 6 โดยเลือกใช้งานภาษา Python มาเป็นเครื่องมือในการพัฒนา เนื่องจากเป็นโปรแกรมแบบรหัสเปิด และสามารถพัฒนาโปรแกรมในลักษณะเชิงวัตถุได้ และเลือกให้ได้แสดงผลลัพธ์ของรูปภาพด้วยภาษา SVG ซึ่งเป็นภาษาที่มีลักษณะของภาษา XML แต่จะแท็กจะอธิบายของข้อมูลในตัวเองได้ และ SVG เป็นส่วนหนึ่งของ HTML5 ที่เป็นมาตรฐานสำหรับการแสดงผลด้วยเว็บเบราว์เซอร์



รูปที่ 6 โครงกรอบ(Framework) สำหรับระบบภาษาสคริปต์โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

3. ผลการพัฒนามอดูลและวิจารณ์ผล

ผลการออกแบบส่วนมอดูลวิเคราะห์คานต่อเนื่องจะแสดงไว้ในรูปที่ 7 โดยให้แต่ละวัตถุเช่น จุดต่อ ชิ้นส่วน เป็นวัตถุที่จัดเก็บข้อมูลไว้ในเซต เมทริกซ์ของชิ้นส่วน ซึ่งเป็นคุณสมบัติของแต่ละวัตถุ และตัววัตถุจะประกอบ (Agregate) เป็นวัตถุใหม่เช่น คานต่อเนื่องประกอบจากจุดต่อและชิ้นส่วน เมื่อต้องการใช้งานก็ให้กำหนดคุณสมบัติของวัตถุไม่ว่าจะเป็นความยาว, ค่าโมดูลัสยืดหยุ่น และค่าโมเมนต์ความเฉื่อยเป็นต้น และร้องขอการกระทำผ่านวิธีการ (Method) ของวัตถุ ซึ่งในบทความนี้จะแสดงเป็นตัวอย่างเป็นเบื้องต้นเพียงมอดูลเดียว



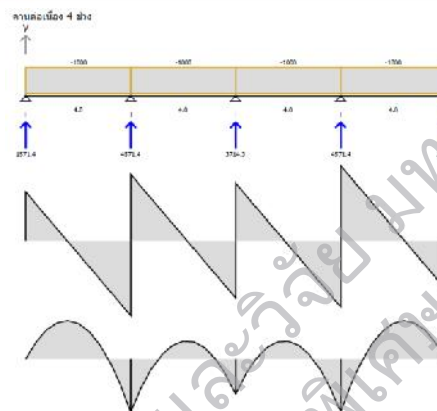
รูปที่ 7 แผนภาพคลาสของมอดูลการวิเคราะห์คานต่อเนื่องด้วยวิธีเมทริกซ์

ตัวอย่างการใช้งานส่วนของมอดูลวิเคราะห์คานต่อเนื่องและผลลัพธ์จะแสดงในรูปที่ 8 โดยจะทำการนำเข้า (import) ส่วนของมอดูลเข้ามา แล้วทำการประกาศตัวแปรชุดข้อต่อ(Nodes) แล้วทำการเพิ่มจุดต่อ(Node) พร้อมกับระบุข้อมูลเช่น ชื่อจุด, พิกัด และชนิดของจุดต่อ หลังจากจากนั้นจะทำการประกาศชุดตัวแปรชิ้นส่วน(Members) แล้วทำการเพิ่มชิ้นส่วน(Member) พร้อมกับระบุคุณสมบัติ เช่น ชื่อชิ้นส่วน, จุดต่อแรก, จุดต่อที่สอง, น้ำหนักบรรทุกทุก และคุณสมบัติของชิ้นส่วน แล้วทำการประกาศตัวแปรคานต่อเนื่องแล้วเพิ่มข้อมูลจุดต่อและชิ้นส่วน หลังจากนั้นก็สั่งวิเคราะห์(Analyse) ก็จะได้ผลลัพธ์เป็นไฟล์ SVG ดังแสดงทางด้านขวาของรูป

```

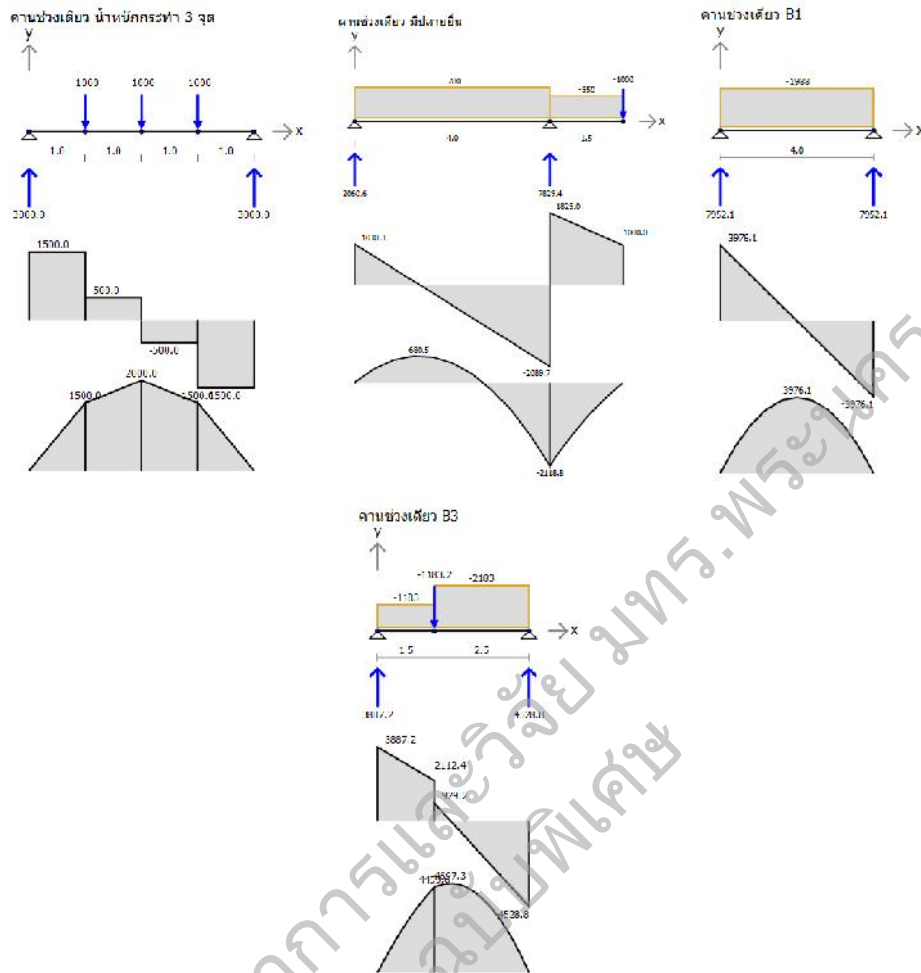
1 from c4dbeam import *
2 nodes = NODES()
3 nodes.Add( NOXB( id="1", x=0.0, restraint="pinRestr" ) )
4 nodes.Add( NOXB( id="2", x=4.0, restraint="pinRestr" ) )
5 nodes.Add( NOXB( id="3", x=8.0, restraint="pinRestr" ) )
6 nodes.Add( NOXB( id="4", x=12.0, restraint="pinRestr" ) )
7 nodes.Add( NOXB( id="5", x=16.0, restraint="pinRestr" ) )
8
9
10 E=concrete = 2.04e10
11 inertia = 0.2*0.4**3 / 12
12 W = 2000
13 members = MEMBERS()
14 members.Add( MEMBER( id="A", N1="1", N2="2", WW = 1, E=concrete, I=inertia ) )
15 members.Add( MEMBER( id="B", N1="2", N2="3", WW = 1, E=concrete, I=inertia ) )
16 members.Add( MEMBER( id="C", N1="3", N2="4", WW = 1, E=concrete, I=inertia ) )
17 members.Add( MEMBER( id="D", N1="4", N2="5", WW = 1, E=concrete, I=inertia ) )
18
19 cb4squeam = C4dSqueam( "สะพานเหล็ก 4 ช่อง" )
20 cb4squeam.NODES = nodes
21 cb4squeam.MEMBERS = members
22
23 cb4squeam.Analyze()

```



รูปที่ 8 ผลลัพธ์ SVG ที่ได้จากการทำงานของชุดคำสั่งภาษาไพธอนสำหรับวิเคราะห์คานต่อเนื่อง

เมื่อทำการทดสอบกับชุดคานที่มีน้ำหนักบรรทุกประเภทอื่น ๆ ก็จะได้ผลลัพธ์แสดงดังรูปที่ 9 เช่น คานช่วงเดียวมีน้ำหนักบรรทุกกระทำเป็นจุด คานช่วงเดียวมีปลายยื่น คานช่วงเดียวรับน้ำหนักบรรทุกทุกแบบแผ่ และคานช่วงเดียวมีน้ำบรรทุกกระทำเป็นจุดร่วมกับน้ำหนักแผ่ โดยจะแสดงผลทั้งแผนภาพแรงเฉือนและแผนภาพโมเมนต์



รูปที่ 9 ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานของชุดคำสั่งวิเคราะห์คาน

ผลการทดสอบของส่วนมอดูลการวิเคราะห์หน้าตัดคาน จะแสดงในรูปที่ 10 โดยจะทำการประกาศตัวแปรหน้าตัดคานต่าง ๆ เช่น ความกว้าง ความลึกประสิทธิภาพ เมื่อทำการวิเคราะห์หน้าตัดจะได้ผลลัพธ์ต่างทาง shell ของภาษา Python

ผลการทดสอบของส่วนมอดูลการออกแบบหน้าตัดคาน จะแสดงในรูปที่ 11 เมื่อประกาศตัวแปรเป็นชนิดหน้าตัดสำหรับออกแบบ โดยส่งข้อมูลโมเมนต์ประลัย และขนาดหน้าตัดคาน เมื่อส่งคำสั่งให้ออกแบบ(Design) จะได้ค่าพื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริม แล้วนำพื้นที่หน้าตัดไปเปรียบเทียบกับหาขนาดหน้าตัดจากตารางหน้าตัดคานอีกครั้ง

ส่วนมอดูลแสดงรายละเอียดการเสริมเหล็กคานต่อเนื่องจะแสดงรหัสคำสั่งบางส่วนดังแสดงในรูปที่ 10 เมื่อใช้งานจะกำหนดคุณสมบัติของคานต่อเนื่องแต่ละช่วง เช่น ความยาว เหล็กเสริมบน เหล็กเสริมล่าง เหล็กเสริมพิเศษกลางคานและหัวเสา เป็นต้น เมื่อทำการสร้างผลลัพธ์แบบ SVG จะได้ผลลัพธ์แสดงในรูปที่ 12 ในส่วนมอดูลนี้จะมีรายละเอียดต่าง ๆ ของคานอีกมากที่ต้องพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อรองรับความสามารถทุกชนิด เช่น ระดับหลังคานที่ไม่เท่ากัน กรณีคานขอยฝากเข้าคานหลัก การกำหนดหน้าตัดคานในช่วงเดียวกันไม่เท่ากันหรือการลดระดับหลังคานบางส่วน ซึ่งในกรณีที่ต้องการปรับแต่งรายละเอียดส่วนนี้สามารถใช้งานโปรแกรมที่มีความสามารถในการแก้ไขไฟล์ SVG เช่น โปรแกรม Inkscape หรือ LibreOffice Draw เป็นต้น

```

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

class BeamAnalysis(Beam):
    default = {
        'id': '',
        'b': 20,
        'd': 35,
        'dd': 5,
        'As': 0,
        'Asd': 0,
        'bRB': 6,
        's': 17.5, # ระยะทางเหล็กปลอก
        '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 วิเคราะห์ และ ออกแบบ
pb = 0.03244
ทดสอบการทำงานของ BeamDesign
Mu = 10000 กก-ม
Ru=45.3515ksc
1-2*Ru/(0.85*cu)=0.288604
fc' = 150 ksc fy = 3000 ksc
b=20 ซม d = 35 ซม
As = 12.7718 ตร.ซม
As' = 4.2872 ตร.ซม
fc'=150 ksc , fy = 3000 ksc
คำนวณ :
b x d = 20 x 35.00 ซม
As = 12.772 ตร.ซม
As' = 4.287 ตร.ซม
เขียนโปรแกรมด้วย Doubly : ใส่เหล็กชั้นบนและชั้นล่าง + ใส่เหล็กวางตัดขวาง
  
```

รูปที่ 10 ผลลัพธ์การวิเคราะห์หน้าตัดคานคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีกำลังประลัย

```

1 Mu = 10000 ; print("Mu,กก-มเท่ากับ",Mu)
2 BDesign = BeamDesign()
3 BDesign.design(Mu , Mu , b , d , s)
4
5 print("fc' ,kg/cm2"%BDesign.fcu , "fy, kg/cm2"%BDesign.fy )
6 print("b ซม,mm, d ซม,mm"%(BDesign.b , BDesign.d))
7 print("As = %4.4f,ตร.ซม, "%BDesign.As)
8 print("As' = %4.4f,ตร.ซม, "%BDesign.Asd)
  
```

```

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.
>>>
ทดสอบ Beam วิเคราะห์ และ ออกแบบ
pb = 0.03244
ทดสอบการทำงานของ BeamDesign
Mu = 10000 กก-ม
Ru=45.3515ksc
1-2*Ru/(0.85*cu)=0.288604
fc' = 150 ksc fy = 3000 ksc
b=20 ซม d = 35 ซม
As = 12.7718 ตร.ซม
As' = 4.2872 ตร.ซม
fc'=150 ksc , fy = 3000 ksc
คำนวณ :
b x d = 20 x 35.00 ซม
As = 12.772 ตร.ซม
As' = 4.287 ตร.ซม
เขียนโปรแกรมด้วย Doubly : ใส่เหล็กชั้นบนและชั้นล่าง + ใส่เหล็กวางตัดขวาง
Mu = 10000 กก-ม
cu = 0.03244
cu' = 0.00172 กก-ม
>>>
  
```

รูปที่ 11 ผลลัพธ์การออกแบบหน้าตัดคานคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีกำลังประลัย

```

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

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

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

class BeamSide(Element):
    def __init__(self, beam, side):
        self.beam = beam
        self.side = side
        self.x = 0
        self.y = 0
        self.x2 = 0
        self.y2 = 0
        self.xc = 0
        self.yc = 0
        self.xs = 0
        self.ys = 0
        self.xe = 0
        self.ye = 0
        self.xm = 0
        self.ym = 0
        self.xs2 = 0
        self.ys2 = 0
        self.xe2 = 0
        self.ye2 = 0
        self.xm2 = 0
        self.ym2 = 0
        self.xs3 = 0
        self.ys3 = 0
        self.xe3 = 0
        self.ye3 = 0
        self.xm3 = 0
        self.ym3 = 0
        self.xs4 = 0
        self.ys4 = 0
        self.xe4 = 0
        self.ye4 = 0
        self.xm4 = 0
        self.ym4 = 0
        self.xs5 = 0
        self.ys5 = 0
        self.xe5 = 0
        self.ye5 = 0
        self.xm5 = 0
        self.ym5 = 0
        self.xs6 = 0
        self.ys6 = 0
        self.xe6 = 0
        self.ye6 = 0
        self.xm6 = 0
        self.ym6 = 0
        self.xs7 = 0
        self.ys7 = 0
        self.xe7 = 0
        self.ye7 = 0
        self.xm7 = 0
        self.ym7 = 0
        self.xs8 = 0
        self.ys8 = 0
        self.xe8 = 0
        self.ye8 = 0
        self.xm8 = 0
        self.ym8 = 0
        self.xs9 = 0
        self.ys9 = 0
        self.xe9 = 0
        self.ye9 = 0
        self.xm9 = 0
        self.ym9 = 0
        self.xs10 = 0
        self.ys10 = 0
        self.xe10 = 0
        self.ye10 = 0
        self.xm10 = 0
        self.ym10 = 0
        self.xs11 = 0
        self.ys11 = 0
        self.xe11 = 0
        self.ye11 = 0
        self.xm11 = 0
        self.ym11 = 0
        self.xs12 = 0
        self.ys12 = 0
        self.xe12 = 0
        self.ye12 = 0
        self.xm12 = 0
        self.ym12 = 0
        self.xs13 = 0
        self.ys13 = 0
        self.xe13 = 0
        self.ye13 = 0
        self.xm13 = 0
        self.ym13 = 0
        self.xs14 = 0
        self.ys14 = 0
        self.xe14 = 0
        self.ye14 = 0
        self.xm14 = 0
        self.ym14 = 0
        self.xs15 = 0
        self.ys15 = 0
        self.xe15 = 0
        self.ye15 = 0
        self.xm15 = 0
        self.ym15 = 0
        self.xs16 = 0
        self.ys16 = 0
        self.xe16 = 0
        self.ye16 = 0
        self.xm16 = 0
        self.ym16 = 0
        self.xs17 = 0
        self.ys17 = 0
        self.xe17 = 0
        self.ye17 = 0
        self.xm17 = 0
        self.ym17 = 0
        self.xs18 = 0
        self.ys18 = 0
        self.xe18 = 0
        self.ye18 = 0
        self.xm18 = 0
        self.ym18 = 0
        self.xs19 = 0
        self.ys19 = 0
        self.xe19 = 0
        self.ye19 = 0
        self.xm19 = 0
        self.ym19 = 0
        self.xs20 = 0
        self.ys20 = 0
        self.xe20 = 0
        self.ye20 = 0
        self.xm20 = 0
        self.ym20 = 0
        self.xs21 = 0
        self.ys21 = 0
        self.xe21 = 0
        self.ye21 = 0
        self.xm21 = 0
        self.ym21 = 0
        self.xs22 = 0
        self.ys22 = 0
        self.xe22 = 0
        self.ye22 = 0
        self.xm22 = 0
        self.ym22 = 0
        self.xs23 = 0
        self.ys23 = 0
        self.xe23 = 0
        self.ye23 = 0
        self.xm23 = 0
        self.ym23 = 0
        self.xs24 = 0
        self.ys24 = 0
        self.xe24 = 0
        self.ye24 = 0
        self.xm24 = 0
        self.ym24 = 0
        self.xs25 = 0
        self.ys25 = 0
        self.xe25 = 0
        self.ye25 = 0
        self.xm25 = 0
        self.ym25 = 0
        self.xs26 = 0
        self.ys26 = 0
        self.xe26 = 0
        self.ye26 = 0
        self.xm26 = 0
        self.ym26 = 0
        self.xs27 = 0
        self.ys27 = 0
        self.xe27 = 0
        self.ye27 = 0
        self.xm27 = 0
        self.ym27 = 0
        self.xs28 = 0
        self.ys28 = 0
        self.xe28 = 0
        self.ye28 = 0
        self.xm28 = 0
        self.ym28 = 0
        self.xs29 = 0
        self.ys29 = 0
        self.xe29 = 0
        self.ye29 = 0
        self.xm29 = 0
        self.ym29 = 0
        self.xs30 = 0
        self.ys30 = 0
        self.xe30 = 0
        self.ye30 = 0
        self.xm30 = 0
        self.ym30 = 0
        self.xs31 = 0
        self.ys31 = 0
        self.xe31 = 0
        self.ye31 = 0
        self.xm31 = 0
        self.ym31 = 0
        self.xs32 = 0
        self.ys32 = 0
        self.xe32 = 0
        self.ye32 = 0
        self.xm32 = 0
        self.ym32 = 0
        self.xs33 = 0
        self.ys33 = 0
        self.xe33 = 0
        self.ye33 = 0
        self.xm33 = 0
        self.ym33 = 0
        self.xs34 = 0
        self.ys34 = 0
        self.xe34 = 0
        self.ye34 = 0
        self.xm34 = 0
        self.ym34 = 0
        self.xs35 = 0
        self.ys35 = 0
        self.xe35 = 0
        self.ye35 = 0
        self.xm35 = 0
        self.ym35 = 0
        self.xs36 = 0
        self.ys36 = 0
        self.xe36 = 0
        self.ye36 = 0
        self.xm36 = 0
        self.ym36 = 0
        self.xs37 = 0
        self.ys37 = 0
        self.xe37 = 0
        self.ye37 = 0
        self.xm37 = 0
        self.ym37 = 0
        self.xs38 = 0
        self.ys38 = 0
        self.xe38 = 0
        self.ye38 = 0
        self.xm38 = 0
        self.ym38 = 0
        self.xs39 = 0
        self.ys39 = 0
        self.xe39 = 0
        self.ye39 = 0
        self.xm39 = 0
        self.ym39 = 0
        self.xs40 = 0
        self.ys40 = 0
        self.xe40 = 0
        self.ye40 = 0
        self.xm40 = 0
        self.ym40 = 0
        self.xs41 = 0
        self.ys41 = 0
        self.xe41 = 0
        self.ye41 = 0
        self.xm41 = 0
        self.ym41 = 0
        self.xs42 = 0
        self.ys42 = 0
        self.xe42 = 0
        self.ye42 = 0
        self.xm42 = 0
        self.ym42 = 0
        self.xs43 = 0
        self.ys43 = 0
        self.xe43 = 0
        self.ye43 = 0
        self.xm43 = 0
        self.ym43 = 0
        self.xs44 = 0
        self.ys44 = 0
        self.xe44 = 0
        self.ye44 = 0
        self.xm44 = 0
        self.ym44 = 0
        self.xs45 = 0
        self.ys45 = 0
        self.xe45 = 0
        self.ye45 = 0
        self.xm45 = 0
        self.ym45 = 0
        self.xs46 = 0
        self.ys46 = 0
        self.xe46 = 0
        self.ye46 = 0
        self.xm46 = 0
        self.ym46 = 0
        self.xs47 = 0
        self.ys47 = 0
        self.xe47 = 0
        self.ye47 = 0
        self.xm47 = 0
        self.ym47 = 0
        self.xs48 = 0
        self.ys48 = 0
        self.xe48 = 0
        self.ye48 = 0
        self.xm48 = 0
        self.ym48 = 0
        self.xs49 = 0
        self.ys49 = 0
        self.xe49 = 0
        self.ye49 = 0
        self.xm49 = 0
        self.ym49 = 0
        self.xs50 = 0
        self.ys50 = 0
        self.xe50 = 0
        self.ye50 = 0
        self.xm50 = 0
        self.ym50 = 0
        self.xs51 = 0
        self.ys51 = 0
        self.xe51 = 0
        self.ye51 = 0
        self.xm51 = 0
        self.ym51 = 0
        self.xs52 = 0
        self.ys52 = 0
        self.xe52 = 0
        self.ye52 = 0
        self.xm52 = 0
        self.ym52 = 0
        self.xs53 = 0
        self.ys53 = 0
        self.xe53 = 0
        self.ye53 = 0
        self.xm53 = 0
        self.ym53 = 0
        self.xs54 = 0
        self.ys54 = 0
        self.xe54 = 0
        self.ye54 = 0
        self.xm54 = 0
        self.ym54 = 0
        self.xs55 = 0
        self.ys55 = 0
        self.xe55 = 0
        self.ye55 = 0
        self.xm55 = 0
        self.ym55 = 0
        self.xs56 = 0
        self.ys56 = 0
        self.xe56 = 0
        self.ye56 = 0
        self.xm56 = 0
        self.ym56 = 0
        self.xs57 = 0
        self.ys57 = 0
        self.xe57 = 0
        self.ye57 = 0
        self.xm57 = 0
        self.ym57 = 0
        self.xs58 = 0
        self.ys58 = 0
        self.xe58 = 0
        self.ye58 = 0
        self.xm58 = 0
        self.ym58 = 0
        self.xs59 = 0
        self.ys59 = 0
        self.xe59 = 0
        self.ye59 = 0
        self.xm59 = 0
        self.ym59 = 0
        self.xs60 = 0
        self.ys60 = 0
        self.xe60 = 0
        self.ye60 = 0
        self.xm60 = 0
        self.ym60 = 0
        self.xs61 = 0
        self.ys61 = 0
        self.xe61 = 0
        self.ye61 = 0
        self.xm61 = 0
        self.ym61 = 0
        self.xs62 = 0
        self.ys62 = 0
        self.xe62 = 0
        self.ye62 = 0
        self.xm62 = 0
        self.ym62 = 0
        self.xs63 = 0
        self.ys63 = 0
        self.xe63 = 0
        self.ye63 = 0
        self.xm63 = 0
        self.ym63 = 0
        self.xs64 = 0
        self.ys64 = 0
        self.xe64 = 0
        self.ye64 = 0
        self.xm64 = 0
        self.ym64 = 0
        self.xs65 = 0
        self.ys65 = 0
        self.xe65 = 0
        self.ye65 = 0
        self.xm65 = 0
        self.ym65 = 0
        self.xs66 = 0
        self.ys66 = 0
        self.xe66 = 0
        self.ye66 = 0
        self.xm66 = 0
        self.ym66 = 0
        self.xs67 = 0
        self.ys67 = 0
        self.xe67 = 0
        self.ye67 = 0
        self.xm67 = 0
        self.ym67 = 0
        self.xs68 = 0
        self.ys68 = 0
        self.xe68 = 0
        self.ye68 = 0
        self.xm68 = 0
        self.ym68 = 0
        self.xs69 = 0
        self.ys69 = 0
        self.xe69 = 0
        self.ye69 = 0
        self.xm69 = 0
        self.ym69 = 0
        self.xs70 = 0
        self.ys70 = 0
        self.xe70 = 0
        self.ye70 = 0
        self.xm70 = 0
        self.ym70 = 0
        self.xs71 = 0
        self.ys71 = 0
        self.xe71 = 0
        self.ye71 = 0
        self.xm71 = 0
        self.ym71 = 0
        self.xs72 = 0
        self.ys72 = 0
        self.xe72 = 0
        self.ye72 = 0
        self.xm72 = 0
        self.ym72 = 0
        self.xs73 = 0
        self.ys73 = 0
        self.xe73 = 0
        self.ye73 = 0
        self.xm73 = 0
        self.ym73 = 0
        self.xs74 = 0
        self.ys74 = 0
        self.xe74 = 0
        self.ye74 = 0
        self.xm74 = 0
        self.ym74 = 0
        self.xs75 = 0
        self.ys75 = 0
        self.xe75 = 0
        self.ye75 = 0
        self.xm75 = 0
        self.ym75 = 0
        self.xs76 = 0
        self.ys76 = 0
        self.xe76 = 0
        self.ye76 = 0
        self.xm76 = 0
        self.ym76 = 0
        self.xs77 = 0
        self.ys77 = 0
        self.xe77 = 0
        self.ye77 = 0
        self.xm77 = 0
        self.ym77 = 0
        self.xs78 = 0
        self.ys78 = 0
        self.xe78 = 0
        self.ye78 = 0
        self.xm78 = 0
        self.ym78 = 0
        self.xs79 = 0
        self.ys79 = 0
        self.xe79 = 0
        self.ye79 = 0
        self.xm79 = 0
        self.ym79 = 0
        self.xs80 = 0
        self.ys80 = 0
        self.xe80 = 0
        self.ye80 = 0
        self.xm80 = 0
        self.ym80 = 0
        self.xs81 = 0
        self.ys81 = 0
        self.xe81 = 0
        self.ye81 = 0
        self.xm81 = 0
        self.ym81 = 0
        self.xs82 = 0
        self.ys82 = 0
        self.xe82 = 0
        self.ye82 = 0
        self.xm82 = 0
        self.ym82 = 0
        self.xs83 = 0
        self.ys83 = 0
        self.xe83 = 0
        self.ye83 = 0
        self.xm83 = 0
        self.ym83 = 0
        self.xs84 = 0
        self.ys84 = 0
        self.xe84 = 0
        self.ye84 = 0
        self.xm84 = 0
        self.ym84 = 0
        self.xs85 = 0
        self.ys85 = 0
        self.xe85 = 0
        self.ye85 = 0
        self.xm85 = 0
        self.ym85 = 0
        self.xs86 = 0
        self.ys86 = 0
        self.xe86 = 0
        self.ye86 = 0
        self.xm86 = 0
        self.ym86 = 0
        self.xs87 = 0
        self.ys87 = 0
        self.xe87 = 0
        self.ye87 = 0
        self.xm87 = 0
        self.ym87 = 0
        self.xs88 = 0
        self.ys88 = 0
        self.xe88 = 0
        self.ye88 = 0
        self.xm88 = 0
        self.ym88 = 0
        self.xs89 = 0
        self.ys89 = 0
        self.xe89 = 0
        self.ye89 = 0
        self.xm89 = 0
        self.ym89 = 0
        self.xs90 = 0
        self.ys90 = 0
        self.xe90 = 0
        self.ye90 = 0
        self.xm90 = 0
        self.ym90 = 0
        self.xs91 = 0
        self.ys91 = 0
        self.xe91 = 0
        self.ye91 = 0
        self.xm91 = 0
        self.ym91 = 0
        self.xs92 = 0
        self.ys92 = 0
        self.xe92 = 0
        self.ye92 = 0
        self.xm92 = 0
        self.ym92 = 0
        self.xs93 = 0
        self.ys93 = 0
        self.xe93 = 0
        self.ye93 = 0
        self.xm93 = 0
        self.ym93 = 0
        self.xs94 = 0
        self.ys94 = 0
        self.xe94 = 0
        self.ye94 = 0
        self.xm94 = 0
        self.ym94 = 0
        self.xs95 = 0
        self.ys95 = 0
        self.xe95 = 0
        self.ye95 = 0
        self.xm95 = 0
        self.ym95 = 0
        self.xs96 = 0
        self.ys96 = 0
        self.xe96 = 0
        self.ye96 = 0
        self.xm96 = 0
        self.ym96 = 0
        self.xs97 = 0
        self.ys97 = 0
        self.xe97 = 0
        self.ye97 = 0
        self.xm97 = 0
        self.ym97 = 0
        self.xs98 = 0
        self.ys98 = 0
        self.xe98 = 0
        self.ye98 = 0
        self.xm98 = 0
        self.ym98 = 0
        self.xs99 = 0
        self.ys99 = 0
        self.xe99 = 0
        self.ye99 = 0
        self.xm99 = 0
        self.ym99 = 0
        self.xs100 = 0
        self.ys100 = 0
        self.xe100 = 0
        self.ye100 = 0
        self.xm100 = 0
        self.ym100 = 0
        self.xs101 = 0
        self.ys101 = 0
        self.xe101 = 0
        self.ye101 = 0
        self.xm101 = 0
        self.ym101 = 0
        self.xs102 = 0
        self.ys102 = 0
        self.xe102 = 0
        self.ye102 = 0
        self.xm102 = 0
        self.ym102 = 0
        self.xs103 = 0
        self.ys103 = 0
        self.xe103 = 0
        self.ye103 = 0
        self.xm103 = 0
        self.ym103 = 0
        self.xs104 = 0
        self.ys104 = 0
        self.xe104 = 0
        self.ye104 = 0
        self.xm104 = 0
        self.ym104 = 0
        self.xs105 = 0
        self.ys105 = 0
        self.xe105 = 0
        self.ye105 = 0
        self.xm105 = 0
        self.ym105 = 0
        self.xs106 = 0
        self.ys106 = 0
        self.xe106 = 0
        self.ye106 = 0
        self.xm106 = 0
        self.ym106 = 0
        self.xs107 = 0
        self.ys107 = 0
        self.xe107 = 0
        self.ye107 = 0
        self.xm107 = 0
        self.ym107 = 0
        self.xs108 = 0
        self.ys108 = 0
        self.xe108 = 0
        self.ye108 = 0
        self.xm108 = 0
        self.ym108 = 0
        self.xs109 = 0
        self.ys109 = 0
        self.xe109 = 0
        self.ye109 = 0
        self.xm109 = 0
        self.ym109 = 0
        self.xs110 = 0
        self.ys110 = 0
        self.xe110 = 0
        self.ye110 = 0
        self.xm110 = 0
        self.ym110 = 0
        self.xs111 = 0
        self.ys111 = 0
        self.xe111 = 0
        self.ye111 = 0
        self.xm111 = 0
        self.ym111 = 0
        self.xs112 = 0
        self.ys112 = 0
        self.xe112 = 0
        self.ye112 = 0
        self.xm112 = 0
        self.ym112 = 0
        self.xs113 = 0
        self.ys113 = 0
        self.xe113 = 0
        self.ye113 = 0
        self.xm113 = 0
        self.ym113 = 0
        self.xs114 = 0
        self.ys114 = 0
        self.xe114 = 0
        self.ye114 = 0
        self.xm114 = 0
        self.ym114 = 0
        self.xs115 = 0
        self.ys115 = 0
        self.xe115 = 0
        self.ye115 = 0
        self.xm115 = 0
        self.ym115 = 0
        self.xs116 = 0
        self.ys116 = 0
        self.xe116 = 0
        self.ye116 = 0
        self.xm116 = 0
        self.ym116 = 0
        self.xs117 = 0
        self.ys117 = 0
        self.xe117 = 0
        self.ye117 = 0
        self.xm117 = 0
        self.ym117 = 0
        self.xs118 = 0
        self.ys118 = 0
        self.xe118 = 0
        self.ye118 = 0
        self.xm118 = 0
        self.ym118 = 0
        self.xs119 = 0
        self.ys119 = 0
        self.xe119 = 0
        self.ye119 = 0
        self.xm119 = 0
        self.ym119 = 0
        self.xs120 = 0
        self.ys120 = 0
        self.xe120 = 0
        self.ye120 = 0
        self.xm120 = 0
        self.ym120 = 0
        self.xs121 = 0
        self.ys121 = 0
        self.xe121 = 0
        self.ye121 = 0
        self.xm121 = 0
        self.ym121 = 0
        self.xs122 = 0
        self.ys122 = 0
        self.xe122 = 0
        self.ye122 = 0
        self.xm122 = 0
        self.ym122 = 0
        self.xs123 = 0
        self.ys123 = 0
        self.xe123 = 0
        self.ye123 = 0
        self.xm123 = 0
        self.ym123 = 0
        self.xs124 = 0
        self.ys124 = 0
        self.xe124 = 0
        self.ye124 = 0
        self.xm124 = 0
        self.ym124 = 0
        self.xs125 = 0
        self.ys125 = 0
        self.xe125 = 0
        self.ye125 = 0
        self.xm125 = 0
        self.ym125 = 0
        self.xs126 = 0
        self.ys126 = 0
        self.xe126 = 0
        self.ye126 = 0
        self.xm126 = 0
        self.ym126 = 0
        self.xs127 = 0
        self.ys127 = 0
        self.xe127 = 0
        self.ye127 = 0
        self.xm127 = 0
        self.ym127 = 0
        self.xs128 = 0
        self.ys128 = 0
        self.xe128 = 0
        self.ye128 = 0
        self.xm128 = 0
        self.ym128 = 0
        self.xs129 = 0
        self.ys129 = 0
        self.xe129 = 0
        self.ye129 = 0
        self.xm129 = 0
        self.ym129 = 0
        self.xs130 = 0
        self.ys130 = 0
        self.xe130 = 0
        self.ye130 = 0
        self.xm130 = 0
        self.ym130 = 0
        self.xs131 = 0
        self.ys131 = 0
        self.xe131 = 0
        self.ye131 = 0
        self.xm131 = 0
        self.ym131 = 0
        self.xs132 = 0
        self.ys132 = 0
        self.xe132 = 0
        self.ye132 = 0
        self.xm132 = 0
        self.ym132 = 0
        self.xs133 = 0
        self.ys133 = 0
        self.xe133 = 0
        self.ye133 = 0
        self.xm133 = 0
        self.ym133 = 0
        self.xs134 = 0
        self.ys134 = 0
        self.xe134 = 0
        self.ye134 = 0
        self.xm134 = 0
        self.ym134 = 0
        self.xs135 = 0
        self.ys135 = 0
        self.xe135 = 0
        self.ye135 = 0
        self.xm135 = 0
        self.ym135 = 0
        self.xs136 = 0
        self.ys136 = 0
        self.xe136 = 0
        self.ye136 = 0
        self.xm136 = 0
        self.ym136 = 0
        self.xs137 = 0
        self.ys137 = 0
        self.xe137 = 0
        self.ye137 = 0
        self.xm137 = 0
        self.ym137 = 0
        self.xs138 = 0
        self.ys138 = 0
        self.xe138 = 0
        self.ye138 = 0
        self.xm138 = 0
        self.ym138 = 0
        self.xs139 = 0
        self.ys139 = 0
        self.xe139 = 0
        self.ye139 = 0
        self.xm139 = 0
        self.ym139 = 0
        self.xs140 = 0
        self.ys140 = 0
        self.xe140 = 0
        self.ye140 = 0
        self.xm140 = 0
        self.ym140 = 0
        self.xs141 = 0
        self.ys141 = 0
        self.xe141 = 0
        self.ye141 = 0
        self.xm141 = 0
        self.ym141 = 0
        self.xs142 = 0
        self.ys142 = 0
        self.xe142 = 0
        self.ye142 = 0
        self.xm142 = 0
        self.ym142 = 0
        self.xs143 = 0
        self.ys143 = 0
        self.xe143 = 0
        self.ye143 = 0
        self.xm143 = 0
        self.ym143 = 0
        self.xs144 = 0
        self.ys144 = 0
        self.xe144 = 0
        self.ye144 = 0
        self.xm144 = 0
        self.ym144 = 0
        self.xs145 = 0
        self.ys145 = 0
        self.xe145 = 0
        self.ye145 = 0
        self.xm145 = 0
        self.ym145 = 0
        self.xs146 = 0
        self.ys146 = 0
        self.xe146 = 0
        self.ye146 = 0
        self.xm146 = 0
        self.ym146 = 0
        self.xs147 = 0
        self.ys147 = 0
        self.xe147 = 0
        self.ye147 = 0
        self.xm147 = 0
        self.ym147 = 0
        self.xs148 = 0
        self.ys148 = 0
        self.xe148 = 0
        self.ye148 = 0
        self.xm148 = 0
        self.ym148 = 0
        self.xs149 = 0
        self.ys149 = 0
        self.xe149 = 0
        self.ye149 = 0
        self.xm149 = 0
        self.ym149 = 0
        self.xs150 = 0
        self.ys150 = 0
        self.xe150 = 0
        self.ye150 = 0
        self.xm150 = 0
        self.ym150 = 0
        self.xs151 = 0
        self.ys151 = 0
        self.xe151 = 0
        self.ye151 = 0
        self.xm151 = 0
        self.ym151 = 0
        self.xs152 = 0
        self.ys152 = 0
        self.xe152 = 0
        self.ye152 = 0
        self.xm152 = 0
        self.ym152 = 0
        self.xs153 = 0
        self.ys153 = 0
        self.xe153 = 0
        self.ye153 = 0
        self.xm153 = 0
        self.ym153 = 0
        self.xs154 = 0
        self.ys154 = 0
        self.xe154 = 0
        self.ye154 = 0
        self.xm154 = 0
        self.ym154 = 0
        self.xs155 = 0
        self.ys155 = 0
        self.xe155 = 0
        self.ye155 = 0
        self.xm155 = 0
        self.ym155 = 0
        self.xs156 = 0
        self.ys156 = 0
        self.xe156 = 0
        self.ye156 = 0
        self.xm156 = 0
        self.ym156 = 0
        self.xs157 = 0
        self.ys157 = 0
        self.xe157 = 0
        self.ye157 = 0
        self.xm157 = 0
        self.ym157 = 0
        self.xs158 = 0
        self.ys158 = 0
        self.xe158 = 0
        self.ye158 = 0
        self.xm158 = 0
        self.ym158 = 0
        self.xs159 = 0
        self.ys159 = 0
        self.xe159 = 0
        self.ye159 = 0
        self.xm159 = 0
        self.ym159 = 0
        self.xs160 = 0
        self.ys160 = 0
        self.xe160 = 0
        self.ye160 = 0
        self.xm160 = 0
        self.ym160 = 0
        self.xs161 = 0
        self.ys161 = 0
        self.xe161 = 0
        self.ye161 = 0
        self.xm161 = 0
        self.ym161 = 0
        self.xs162 = 0
        self.ys162 = 0
        self.xe162 = 0
        self.ye162 = 0
        self.xm162 = 0
        self.ym162 = 0
        self.xs163 = 0
        self.ys163 = 0
        self.xe163 = 0
        self.ye163 = 0
        self.xm163 = 0
        self.ym163 = 0
        self.xs164 = 0
        self.ys164 = 0
        self.xe164 = 0
        self.ye164 = 0
        self.xm164 = 0
        self.ym164 = 0
        self.xs165 = 0
        self.ys165 = 0
        self.xe165 = 0
        self.ye165 = 0
        self.xm165 = 0
        self.ym165 = 0
        self.xs166 = 0
        self.ys166 = 0
        self.xe166 = 0
        self.ye166 = 0
        self.xm166 = 0
        self.ym166 = 0
        self.xs167 = 0
        self.ys167 = 0
        self.xe167 = 0
        self.ye167 = 0
        self.xm167 = 0
        self.ym167 = 0
        self.xs168 = 0
        self.ys168 = 0
        self.xe168 = 0
        self.ye168 = 0
        self.xm168 = 0
        self.ym168 = 0
        self.xs169 = 0
        self.ys169 = 0
        self.xe169 = 0
        self.ye169 = 0
        self.xm169 = 0
        self.ym169 = 0
        self.xs170 = 0
        self.ys170 = 0
        self.xe170 = 0
        self.ye170 = 0
        self.xm170 = 0
        self.ym170 = 0
        self.xs171 = 0
        self.ys171 = 0
        self.xe171 = 0
        self.ye171 = 0
        self.xm171 = 0
        self.ym171 = 0
        self.xs172 = 0
        self.ys172 = 0
        self.xe172 = 0
        self.ye172 = 0
        self.xm172 = 0
        self.ym172 = 0
        self.xs173 = 0
        self.ys173 = 0
        self.xe173 = 0
        self.ye173 = 0
        self.xm173 = 0
        self.ym173 = 0
        self.xs174 = 0
        self.ys174 = 0
        self.xe
```


4. สรุป

จากการวิจัยในครั้งนี้ จะได้แพ็คเกจโปรแกรมภาษา Python สำหรับวิเคราะห์คานต่อเนื่อง, วิเคราะห์และออกแบบหน้าตัดคานคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีกำลัง และส่วนการช่วยเขียนรายละเอียดการเสริมเหล็กในคานต่อเนื่อง ซึ่งแพ็คเกจชุดนี้จะช่วยลดระยะเวลาในการวิเคราะห์โปรแกรม และภาษาสคริปต์ที่ได้ยังเป็นลักษณะรหัสเปิด (Opensource) ทำให้มีความสะดวกในการปรับปรุงเพิ่มเติมแก้ไขได้ตามความต้องการของผู้ใช้และโปรแกรม Python สามารถหาตัวโน้ตได้โดยไม่คิดมูลค่า ทำให้ลดปัญหาทางด้านลิขสิทธิ์ทรัพย์สินทางปัญญา

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสาขลา ที่ได้ให้การสนับสนุนเงินทุนวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ ที่ให้การสนับสนุนให้เข้าร่วมในการทำวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- โกมล นกสว่าง และคณะ. 2552. การพัฒนาโปรแกรมถ่ายน้ำหนักบรรทุกทุกองคานต่อเนื่อง. ปรินูญานพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา, มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์.
- จักรี ดิยะวงศ์สุวรรณ, จิรฐิติ บรรจงศิริ และสำเนียง อนุพันธ์กุล. 2555. การใช้ SVG ในงานเขียนแบบก่อสร้าง. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 17, 9-11พฤษภาคม 2555 ณ โรงแรมเซ็นทาราแกรนด์แอนคอนเวนชั่นเซ็นเตอร์. อุตรธานี.
- ชลัช ปานเผื่อน และคณะ. 2545. การประยุกต์ใช้ไมโครซอฟท์เอ็กเซลในการวิเคราะห์คานต่อเนื่อง 2 มิติ. ปรินูญานพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์.
- สำเนียง อนุพันธ์กุล, จักรี ดิยะวงศ์สุวรรณ และจิรฐิติ บรรจงศิริ. 2553. การพัฒนาภาษาไพธอนสำหรับเขียนแบบก่อสร้างชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก. การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 3 ณ ศูนย์ประชุมสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ กรุงเทพฯ. วันที่ 24-26 พฤศจิกายน 2553.
- สำเนียง อนุพันธ์กุล, จิรฐิติ บรรจงศิริ และจักรี ดิยะวงศ์สุวรรณ. 2555. การพัฒนาภาษาไพธอนสำหรับวิเคราะห์และออกแบบคานคอนกรีตเสริมเหล็ก. รายงานวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- Kassimali, Aslam. 1999. Matrix Analysis of Structures. Brooks/Cole Publishing Company,