



## การศึกษาผลกระทบของน้ำหนักจราจรต่อการแตกร้าวของท่อจ่ายน้ำพีวีซีด้วยแบบจำลองหมุนเหวี่ยง และวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

การประปานครหลวง (กปน.) เป็นหน่วยงานรัฐวิสาหกิจที่ดำเนินกิจการผลิตและจำหน่าย น้ำประปา ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร นนทบุรีและสมุทรปราการ รวมพื้นที่การให้บริการประมาณ 2,384.9 ตารางกิโลเมตร (MWA Annual Report Fiscal Year 2016) ดังนั้นการเกิดน้ำสูญเสียจึง เป็นปัญหาและอุปสรรคที่สำคัญในการบริหารการสูบน้ำของการประปาฯ การแตกร้าว ของท่อจ่ายน้ำส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นกับท่อ Polyvinyl Chloride (PVC) โดยเฉพาะเมื่อแนวการวาง ท่ออยู่ใต้ผิวทางหรือบริเวณไหล่ทางที่มีระดับความลึกหลังท่อไม่มากทำให้ท่อต้องรับแรงกระทำโดย ตรงที่เกิดขึ้นจากน้ำหนักจราจร (Traffic load) และอาจเกินความเค้นที่ยอมให้ของท่อ (Allowable stress) นอกจากนี้การบดอัดดินถมหลังท่อที่ไม่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดยังส่งผลต่อการแตกร้าว ของท่อได้อีกด้วย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาผลกระทบของน้ำหนักจราจรต่อพฤติกรรมการแตกร้าวของท่อจ่ายน้ำ PVC ด้วยการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์สามมิติ (Three-dimensional finite element, 3D-FEM) และการทดสอบแบบจำลองหมุนเหวี่ยง (Centrifuge model) โดยการแปรผลจะแสดงในรูปแบบ ของการโก่งตัวของท่อ (Pipe deflection) แรงดันดินที่กระทำกับท่อ (Soil pressure) และความเค้นในท่อ (Stress) ผลการศึกษาที่ได้จะถูกนำมาใช้เป็นแนวทางในการกำหนดความลึกหลังท่อ ความกว้างร่องขุดดิน และคุณสมบัติของวัสดุถมกลับที่เหมาะสมเพื่อลดโอกาสของการแตกร้าวของ ท่อ PVC นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังได้ทำการศึกษาถึงประสิทธิภาพเบื้องต้นของท่อ Modified polyvinyl Chloride (PVC-M) ซึ่งการประปาฯ มีแผนในอนาคตที่จะนำมาใช้ทดแทนท่อ PCV ที่มีอยู่เดิม

### 1. วัตถุประสงค์

- 1.1 เพื่อศึกษาหาอิทธิพลของความลึกหลังท่อ ความกว้างร่องขุด และโมดูลัสยืดหยุ่นของวัสดุถมต่อพฤติกรรมของท่อ PVC Class 8.5 ภายใต้การกระทำของน้ำหนักจราจร
- 1.2 เพื่อศึกษาพฤติกรรมของท่อ PVC Class 8.5 ในกรณีที่มีการวางท่อใกล้กับระบบสาธารณูปโภค และกรณีที่มีหินหนุนใต้ท่อ
- 1.3 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของวัสดุถม CLSM ในการนำมาใช้สำหรับกรณีที่ขนาบร่องขุดแคบและไม่สามารถบดอัดได้
- 1.4 เพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมของท่อ PVC และ PVC-M ภายใต้น้ำหนักการจราจร
- 1.5 เพื่อจัดทำร่างแนวทางปรับปรุงมาตรฐานการก่อสร้างงานวางท่อประปาในพื้นที่ดินเหนียว

## **2. ขอบเขตการวิจัย**

2.1 นำนักจรรยาที่ใช้ในการวิเคราะห์ 3D-FEM และแบบจำลองหมุนเหวียงเป็นแบบคงที่ (Static load) ที่กระทำตำแหน่งตรงกับแนวท่อ

2.2 การวิเคราะห์ไม่พิจารณาถึงการทรุดที่เกิดขึ้นระยะยาวหลังการก่อสร้าง

2.3 การทดสอบพฤติกรรมของท่อในห้องปฏิบัติการ โดยใช้เครื่องหมุนเหวียงทางวิศวกรรมเทคนิคธรณีเพื่อการวิจัย CTed-2 (Research Geotechnical Centrifuge, CTed-2) ใน การทดสอบแบบจำลองหมุนเหวียงใช้ความเร่งในการทดสอบ 20g และดินเหนียวอ่อนที่ใช้ ในแบบการจำลองเป็นดินเหนียวประดิษฐ์ (Artificial soil) ที่มีคุณสมบัติทางด้านกำลัง เหมือนกับดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯจริง โดยทำการทดสอบที่ขนาดท่อพีวีซีตันแบบขนาดเส้น ผ่านศูนย์กลาง 300 มิลลิเมตร Class 8.5

2.4 การจำลองสภาพโครงสร้างชั้นทางแอสฟัลท์ติกคอนกรีตจะอ้างอิงตามมาตรฐานของการประปานครหลวงและกรุงเทพมหานคร

## **3. ระยะเวลาการทำวิจัย ไม่เกิน 365 วัน**

**ตารางแสดงวงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรรและรายละเอียดค่าใช้จ่ายในการจ้างงานวิจัย  
หรือเงินสนับสนุนให้ทุนการวิจัย**

1. ชื่อโครงการ การศึกษาผลกระทบของน้ำหนักจรวดต่อการแตกตัวของท่อจ่ายน้ำพีวีซีด้วยแบบจำลองหมุนเหวี่ยงและวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ /หน่วยงานเจ้าของโครงการ ฝ่ายพัฒนาวิชาการประปา การประปานครหลวง
2. วงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรรในการจ้างหรือเงินสนับสนุนให้ทุนการวิจัย ...702,420.- บาท
3. วันที่กำหนดราคากลาง ...13 สิงหาคม 2564  
เป็นเงิน ...702,420.- บาท. (ไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม)
4. หมวดค่าตอบแทน 120,000 บาท..(ค่าตอบแทนคณะดำเนินงานโครงการ จำนวน 2 คน)
  - 4.1 ประเภทนักวิจัย สาขาวิศวกรรมโยธา (วิศวกรรมปฐพี)
  - 4.2 คุณสมบัตินักวิจัย
    - หัวหน้าโครงการ : ปริญญาเอกวิศวกรรมโยธา (วิศวกรรมปฐพี) มีความชำนาญด้านการทดสอบแบบจำลองหมุนเหวี่ยง.(Centifuge...model). การวิเคราะห์เสถียรภาพของโครงสร้างกันดินและการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์สามมิติ และมีตำแหน่งทางวิชาการระดับ...อาจารย์.ดร.
    - ผู้ร่วมวิจัย : ปริญญาเอกวิศวกรรมปฐพี
  - 4.3 จำนวนนักวิจัย : 2 คน
5. หมวดค่าตอบแทนที่ปรึกษาโครงการ ...100,000 บาท..(จำนวน 1 คน)
6. หมวดค่าจ้าง รวม ...150,000 บาท... ประกอบด้วย
  - (1) ค่าจ้างชั่วคราว (ผู้ช่วยนักวิจัย) 150,000 บาท (จำนวน 3 คน)
7. หมวดค่าใช้สอย รวม ...220,800 บาท... ประกอบด้วย
  - (1) ค่าจ้างทำกล่องและชุดทดสอบแบบจำลองหมุนเหวี่ยง 50,000.- บาท
  - (2) ค่าจ้างทำชุดทดสอบแรงคัต 30,000.- บาท
  - (3) ค่าจัดทำรายงานและเอกสารประกอบ 13,800.- บาท
  - (4) ค่าจัดฝึกอบรม 1 วัน ผู้เข้าร่วมไม่น้อยกว่า 20 คน 20,000.- บาท
  - (5) ค่าจ้างสำรวจและเก็บข้อมูลในสนาม 20,000.- บาท
  - (6) ค่าทดสอบเจาะสำรวจดิน 25,000.- บาท
  - (7) ค่าจ้างเหมาทดสอบดินในห้องปฏิบัติการ 25,000.- บาท
  - (8) ค่าเดินทางไปกลับ มจร. – กปน. ระยะเวลา 12 เดือน 12,000.- บาท
  - (9) ค่าจัดทำวิดีโอและโปสเตอร์อินโฟกราฟิกนำเสนอโครงการ 25,000.- บาท
8. ค่าวัสดุ ...20,000 บาท
  - (1) ค่าวัสดุหมึกพิมพ์ 15,000.- บาท
  - (2) ค่าเช่าเครื่องพิมพ์ 5,000.- บาท
9. ค่าครุภัณฑ์ - บาท
10. ค่าใช้จ่ายในการศึกษาดูงานหรือค้นคว้าข้อมูลในต่างประเทศ (ถ้ามี)
  - 9.1 จำนวน .....คน
  - 9.2 จำนวนเงิน .....บาท
11. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ
  - ค่าธรรมเนียมอุดหนุน ...91,620.-บาท

12. รายชื่อเจ้าหน้าที่ของรัฐ (ผู้รับผิดชอบ) ที่เกี่ยวกับการจ้างงานวิจัยหรือสนับสนุนทุนวิจัย และ TOR คณะกลั่นกรองข้อเสนอโครงการ

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| 1. นายดลเชษฐ์ กล้าหาญ        | ผู้อำนวยการฝ่ายออกแบบระบบผลิต ส่งน้ำและงานโยธา |
| 2. นายสมชัย สุขสันติชัย      | ผู้อำนวยการฝ่ายบริหารโครงการ                   |
| 3. นายฉัตรชัย ดีถาวร         | วิศวกร 7 รองผู้ว่าการ (บริการด้านตะวันตก)      |
| 4. นายภูมिरพี พิพิธพรสิริกุล | วิศวกร 3 กวช.ฟพป. (ปฏิบัติหน้าที่ กนว.ฟพป.)    |

หน่วยงานผู้รับผิดชอบดูแลงานบริหารจัดการงานวิจัย : กองนวัตกรรมและพัฒนา

(1) นายวุฒิชัย เอ็มแจ้จ้ง ผู้อำนวยการกองนวัตกรรมและพัฒนา

13. ที่มาของการกำหนดราคากลาง (ราคาอ้างอิง) ระเบียบการประปานครหลวง

ว่าด้วย การให้ทุนสนับสนุน และการส่งเสริม การวิจัยและนวัตกรรม พ.ศ. 2562