บทที่ 4
โปรแกรมวิเคราะห์เสถียรภาพลาดดินเสริมกำลังด้วยวัสดุสังเคราะห์

ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมเพื่อทำการวิจัยนี้มี 2 ภาษาได้แก่ ภาษา Fortran 90/95 ใช้ในส่วนการคำนวณหลัก (Main Calculation Core) และภาษา Visual Basic 2005 ใช้ในส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (Graphic User Interface : GUI.) โดยที่ส่วนการคำนวณหลักจะถูก compile ให้อยู่ในรูปแบบ Dynamic Link Library file (.dll) เพื่อให้ GUI. เรียกใช้งาน

4.1 ส่วนการคำนวณหลัก

เป็นโปรแกรมส่วนที่ทำหน้าที่อ่าน input file และคำนวณค่าอัตราส่วนความปลอดภัยของลาดดิน โดยแบ่งส่วนของโปรแกรม เป็นส่วนย่อย (Module) เพื่อแบ่งแยกส่วนการคำนวณที่เกี่ยวข้องกันให้อยู่เป็นหมวดหมู่เดียวกัน และเพื่อป้องกันไม่ให้ file มีขนาดยาวจนเกินไป โดยที่ 1 Module จะบรรจุอยู่ใน Fortran code หรือ Fortran file จำนวน 1 file ซึ่งมี extension = .f90

1. Module inputform หรือ vbconnect ทำหน้าที่อ่าน input file ,ตรวจสอบความถูกต้องของ input data ,คำนวณข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นในการคำนวณค่า FS. เช่น ค่าจุดศูนย์กลางเสมือนของลาดดิน (X_{co} ,Y_{co}) ,พิกัดของเส้นวัสดุเสริมกำลังทั้งหมด ,ส่งข้อมูลไปให้ Module อื่น และส่งข้อมูลกลับไปให้ส่วนติดต่อผู้ใช้

2. Module const_and_type ทำหน้าที่เก็บค่าคงที่ที่สำคัญเช่น ค่า π ค่าคงที่สำหรับแปลงค่ามุมจาก Degree เป็น Radian และสร้างข้อมูลชนิดใหม่ (Derived Data Type) สำหรับการวิเคราะห์เสถียรภาพลาดดินโดยเฉพาะ เช่น Data Type : slicedat จะบรรจุค่าความกว้าง(b) ,มุมที่ฐานslice(α) ,น้ำหนัก(W) และอื่นๆ เป็นต้น

3. Module geometry_formula ทำหน้าที่คำนวณส่วนที่เป็น เรขาคณิต เช่นการคำนวณจุดตัดของพื้นผิววิบัติและรูปทรงของลาดดิน ,การคำนวณจุดตัดของเส้นวัสดุเสริมกำลังและฐานslice เป็นต้น

4. Module calCircular ทำหน้าที่คำนวณ FS. ของลาดดินที่มีพื้นผิววิบัติแบบส่วนโค้งวงกลม (Circular Arc) และทำหน้าที่จัดการคำนวณซ้ำ (Loop) สำหรับระบบการค้นหา $FS._{MIN}$ แบบต่างๆเช่น Grid ,Automatic Search

5. Module calPlanar ทำหน้าที่คำนวณ FS. ของลาดดินที่มีพื้นผิววิบัติแบบทั่วไป คือมีรูปทรงที่อาจจะเป็นส่วนโค้งหรือ เส้นตรงก็ได้ (General Surface) และทำหน้าที่จัดการ

คำนวณซ้ำ (Loop) สำหรับระบบการค้นหา $FS._{MIN}$ และตรวจสอบรูปทรงวิบัติให้มีลักษณะ smooth slope คือไม่มีส่วน Convex หรือมุมระหว่าง segment มีค่าน้อยเกินไป

6. Module stability ทำหน้าที่คำนวณค่า FS. ตามวิธี Method of slices ทั้ง 4 วิธี โดยรับคำสั่งจาก Module ที่ 4 หรือ 5

7. Module sub_cal ทำหน้าที่เป็นส่วนเก็บ code การคำนวณย่อย (Subroutine หรือ Function) ซึ่งจะถูกเรียกใช้จาก Module อื่นๆทั้งหมดยกเว้น Module const_and_type ,geometry_formula และ writeproced

สำหรับ code การคำนวณย่อยภายใน Module sub_cal เช่น การสร้างค่าเริ่มต้นของ slice (Initialize slice data) และ คำนวณน้ำหนัก slice ,การคำนวณขนาดและแขนของโมเมนต์ของแรงภายนอกที่กระทำต่อ slice ,การตรวจสอบความมีอยู่ของ Tension crack และคำนวณความลึกของ Tension crack ,การตรวจสอบการวางตัวของ Surcharge ว่าอยู่บน Topline ของมวลดินหรือไม่ เป็นต้น

8. Module reinforcement ทำหน้าที่คำนวณส่วนที่เกี่ยวกับวัสดุเสริมกำลังทั้งหมด เช่นการสร้างเส้นของวัสดุเสริมกำลัง (rfmline) ,การสร้างตารางคุณสมบัติของ rfmline แต่ละเส้น (rfmprop) ,การคำนวณกำลังรับแรงดึงเนื่องจากแรงเสียดทานระหว่างมวลดินและวัสดุเสริมกำลัง (Pullout Resistance : T_{po}) เป็นต้น

9. Module writeproced ทำหน้าที่ลบและเขียน input file ใหม่ เมื่อ Module ที่ 1 ได้ดำเนินการจัดเรียงลำดับของข้อมูลใหม่หรือเปลี่ยนแปลง input data เช่น เรียงลำดับของจุดบนเส้น Topline จากซ้ายไปขวาสำหรับ Right Slope และจากขวาไปซ้ายสำหรับ Left Slope , เรียงลำดับของ ข้อมูลวัสดุเสริมกำลังโดยเส้นที่อยู่ต่ำกว่าจะอยู่ก่อนเส้นที่สูงกว่า ,เปลี่ยนทิศทางแรงของ Surcharge ให้อยู่ในแนวราบและแนวดิ่ง เป็นต้น

4.2 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (GUI.)

เป็นโปรแกรมส่วนที่ทำหน้าที่รับข้อมูลจากผู้ใช้งาน เช่นชื่อไฟล์ที่ต้องการเปิด , ข้อมูลรายละเอียดที่ต้องการในการคำนวณเช่น วิธีการคำนวณ ,วิธีการค้นหาค่า $FS._{MIN}$ เป็นต้น และการแก้ไข ,สร้างไฟล์ใหม่ ,ส่งข้อมูลในการคำนวณให้ ส่วนการคำนวณหลัก เพื่อทำการคำนวณ และ รับผลการคำนวณกลับมาแสดงให้ผู้ใช้ทราบ ในรูปแบบของตารางและรูปภาพของพื้นผิววิบัติ

แบ่งส่วนของโปรแกรม เป็นส่วนย่อย (Class และ Module) ดังนี้

1. Class thsslope เป็นหน้าต่างการทำงานหลัก (MainForm) และเป็นส่วนติดต่อกับส่วนการคำนวณหลัก และทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการควบคุม Control ต่างๆ เช่น ปุ่ม

(Button) ,กล่องกรอกข้อความ(TextBox) ,กล่องตัวเลือก (CheckBox) เป็นต้น และควบคุมหน้าต่างย่อย(Form) รวมถึงทำหน้าที่คำนวณในส่วนแสดงผลทางรูปภาพ (Graphic) ด้วย

2. Module subcalMd ทำหน้าที่เป็นส่วนเก็บ code การคำนวณย่อย เช่นการแปลงชื่อไฟล์จากรหัส unicode เป็น รหัส ASCII เพื่อส่งให้ส่วนการคำนวณหลัก ,การปรับตำแหน่งของข้อมูลใน Array ที่รับค่ามาจากส่วนการคำนวณหลัก จาก ระบบ Column Major Order ให้เป็น Row Major Order เป็นต้น

3. Class EditForm เป็นหน้าต่างย่อยที่ทำหน้าที่ในการสร้าง ไฟล์ใหม่หรือแก้ไขข้อมูลของไฟล์เดิมที่มีอยู่

4. Class searchDlg รับและแก้ไขข้อมูลค่าพิกัดของระบบการค้นหา $FS._{MIN}$ พื้นผิววิบัติแบบส่วนโค้งวงกลม แบบ Grid และ Specified Circle (วงกลม 1 วง)

5. Class planarDlg รับและแก้ไขข้อมูลค่าพิกัดของ plane เริ่มต้น (start plane) ของระบบการค้นหา $FS._{MIN}$ พื้นผิววิบัติแบบชุดของเส้นตรง

6. Module writeMd ทำหน้าที่เขียน ไฟล์ extension = .TXT ในรูปแบบ (format) ที่ส่วนการคำนวณหลักสามารถทำการอ่านได้

4.3 ความสามารถของโปรแกรม

1. คำนวณ FS. ของลาดดิน ทั้งเสริมและไม่เสริมกำลังได้

2. สามารถเลือกพื้นผิววิบัติได้ 2 แบบคือ Circular Arc และ General Surface

โดยที่ระบบการค้นหาค่าอัตราส่วนความปลอดภัยที่ต่ำที่สุด ($FS._{min}$) ของ Circular Arc มี 2 วิธีคือ

2.1 ระบบค้นหาด้วยตาราง (Grid Search)

2.2 ระบบค้นหาอัตโนมัติ (Automatic Search)

และระบบการค้นหาค่าอัตราส่วนความปลอดภัยที่ต่ำที่สุด ($FS._{min}$) ของ General Surface มี 3 วิธีคือ

2.3 ระบบค้นหาอัตโนมัติ (Automatic Search) โดยที่ผู้ใช้โปรแกรมจะต้องป้อนค่าพิกัดจุดเริ่มต้นของเส้นตรง (Start point) จำนวน 3 – 5 จุด

2.4 ระบบการค้นหาแบบการคำนวณต่อเนื่องจากพื้นผิววิบัติแบบ Circular Arc (Continuous calculation) โดยโปรแกรมจะทำการคำนวณ $FS._{min}$ ของ Circular Arc ก่อน เมื่อเสร็จแล้วจึงคำนวณ Start point จาก Circular Arc วิกฤต (จำนวน 5 จุด) จากนั้นจึงจะทำการคำนวณ $FS._{min}$ ของ General Surface

2.5 ระบบการค้นหาโดยลักษณะการวิบัติแบบมวลดินไถลไปบนแผ่นวัสดุเสริมกำลัง (Direct Sliding)

3. เลือกใช้วิธี Method of Slices ได้ 4 วิธี คือ OMS. ,Bishop ,Spencer และ Morgenstern-Price

4. เลือก Inter Slice Force Function ของวิธี Morgenstern-Price ได้ 2 แบบคือ แบบคงที่ (Constant) และแบบ Half-Sine

5. ผู้ใช้งานสามารถป้อนค่าแรงกระทำภายนอก จาก Strip Load ,แรงดันน้ำ และค่าสัมประสิทธิ์การสั่น (Seismic Coefficient)

5.1 Strip Load สามารถ มี Strip Load ได้ 1 – 2 Strip Load และป้อนข้อมูลทิศทางของแรงของ Strip Load ได้ 2 แบบ คือ ทิศทางแนวราบและแนวดิ่ง (Global Coordinate System) ค่า Load Type = 1 และ ทิศทางตั้งฉากและขนานกับผิวลาดดิน (Local Coordinate System) ค่า Load Type = 2

5.2 แรงดันน้ำ สามารถเลือกป้อนข้อมูล ชนิดของแรงดันน้ำอย่างใดอย่างหนึ่งดังนี้

ก. เส้นระดับน้ำ (Phreatic Surface) สามารถ มี Phreatic Line ได้ 1 – 8 เส้น โดยที่มีความลาดเอียงได้

ข. ค่าเฉลี่ยของความดันน้ำ (Pore Pressure Ratio : R_u) หรือค่าอัตราส่วนระหว่าง หน่วยแรงดันน้ำและหน่วยแรงเนื่องจากน้ำหนักของดิน (Total Stress) ดังแสดงในสมการที่ 4.1

$$R_u = \frac{u}{\sigma_{v0}} \qquad (4.1)$$

5.3 ค่าสัมประสิทธิ์การสั่น (Seismic Coefficient : k) เป็นค่าสัมประสิทธิ์สำหรับจำลองแรง ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเกิดแผ่นดินไหว ใช้สำหรับการวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดินเมื่อเกิดแผ่นดินไหว ค่า k เป็นอัตราส่วนกับน้ำหนักของดิน (Total Stress) ในการออกแบบมักใช้ค่า k = 0.1 – 0.2 ซึ่งแนะนำโดย Lambe & Whitman (1979)

6. เลือกการป้อนข้อมูล วัสดุเสริมกำลังได้ทั้งแบบทีละเส้น (ค่า Reinforcement Type = 2) หรือให้โปรแกรมคำนวณค่าระดับของแต่ละเส้นโดยผู้ใช้ป้อนค่าระดับต่ำที่สุด ,สูงที่สุด ,ความยาวและระยะห่างตามแนวตั้ง (ค่า Reinforcement Type = 1)

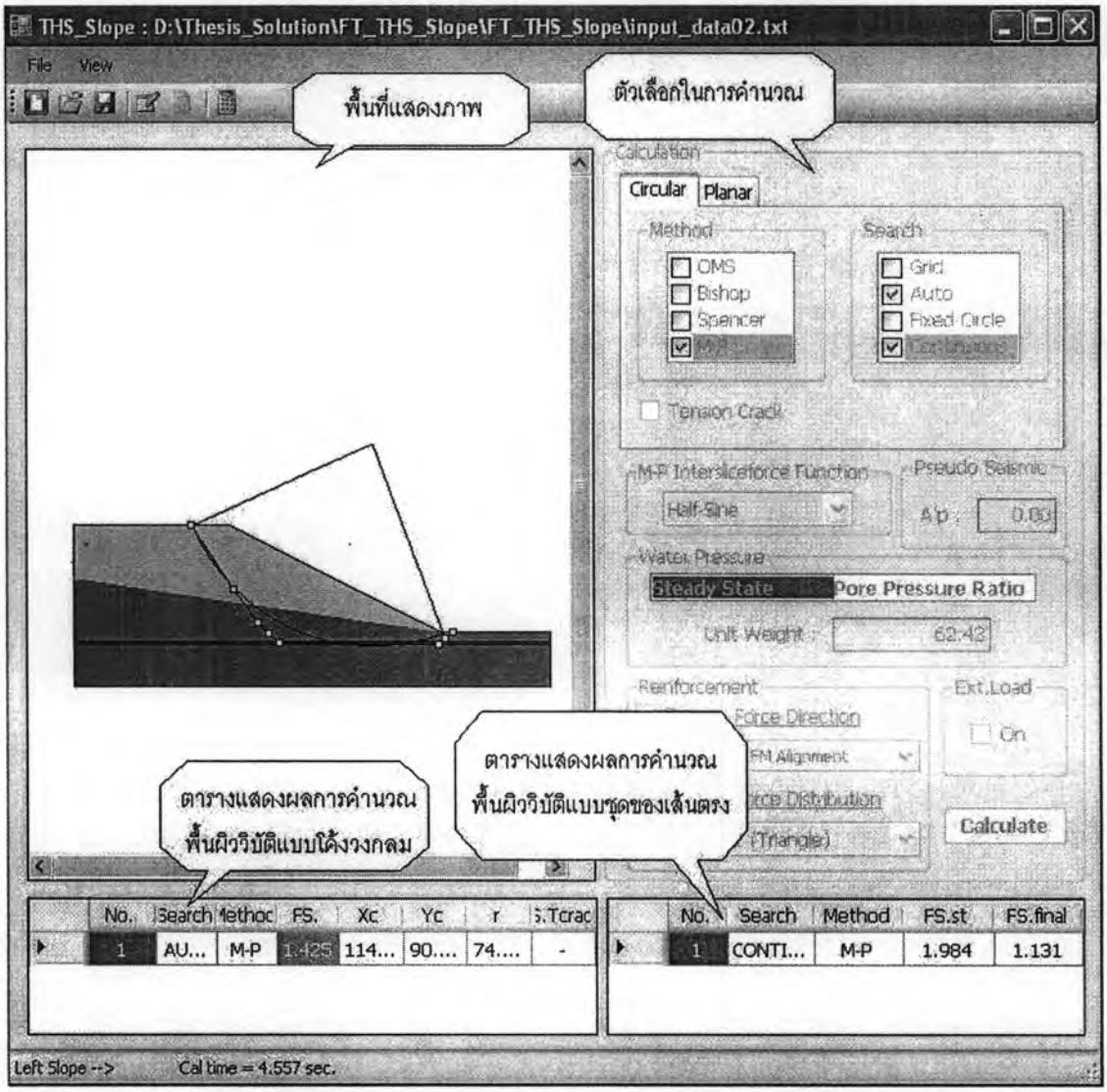
7. เลือกทิศทางของแรงดึงของวัสดุเสริมกำลังได้ 2 แบบคือ ทิศทางขนานกับการวางวัสดุ หรือสัมผัสกับพื้นผิววิบัติ

8. เลือกลักษณะการกระจายแรงดึงของวัสดุเสริมกำลังตามความยาวส่วนที่อยู่ภายในมวลดินวิบัติได้ 2 แบบคือ ลดลงเชิงเส้น (Linear or Triangle) หรือ คงที่ (Constant)

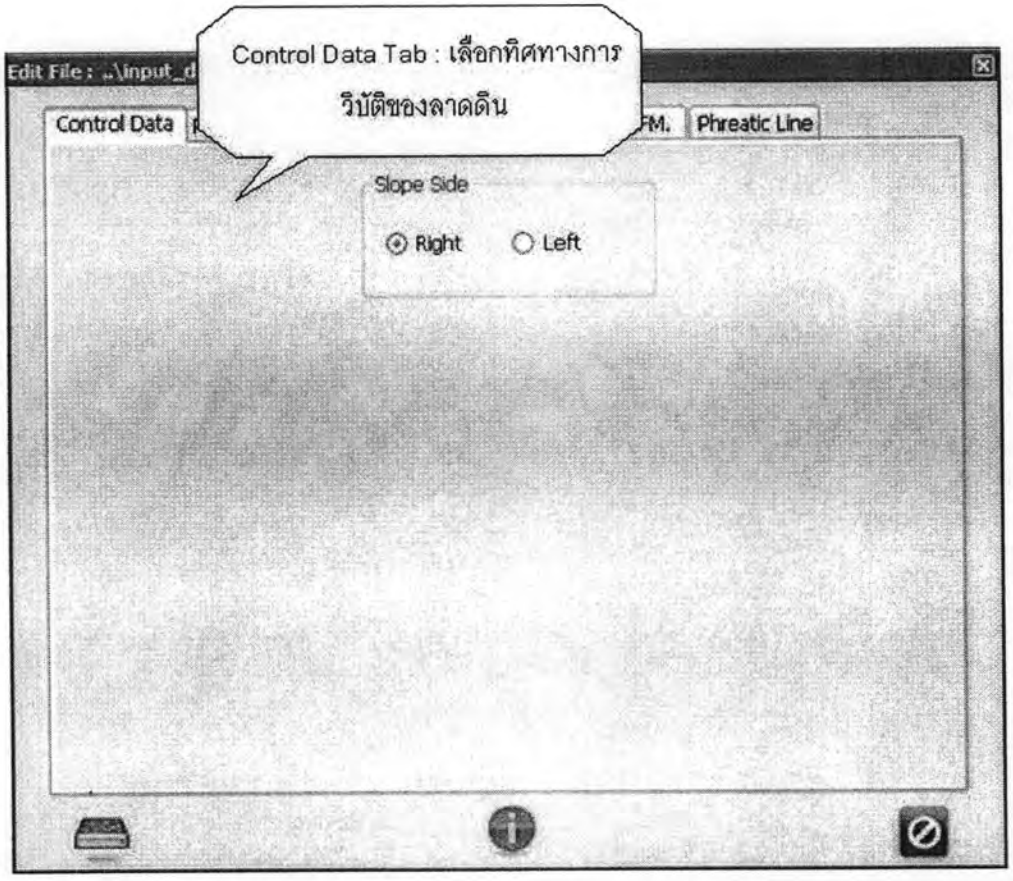
I24199486

9. สามารถคำนวณ FS. กรณีมี Tension Crack (สำหรับ Cohesive Soil และพื้นผิววิบัติแบบ Circular เท่านั้น)

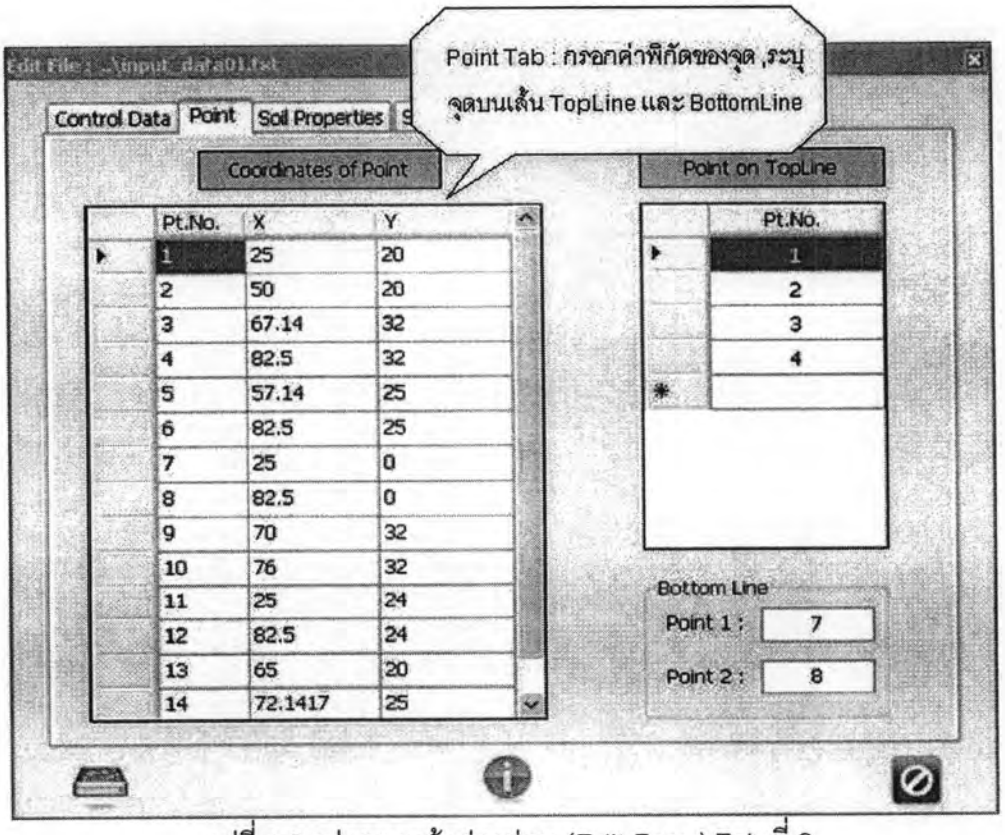
4.4 ส่วนควบคุมโปรแกรมบนหน้าต่างหลัก (Main Form)



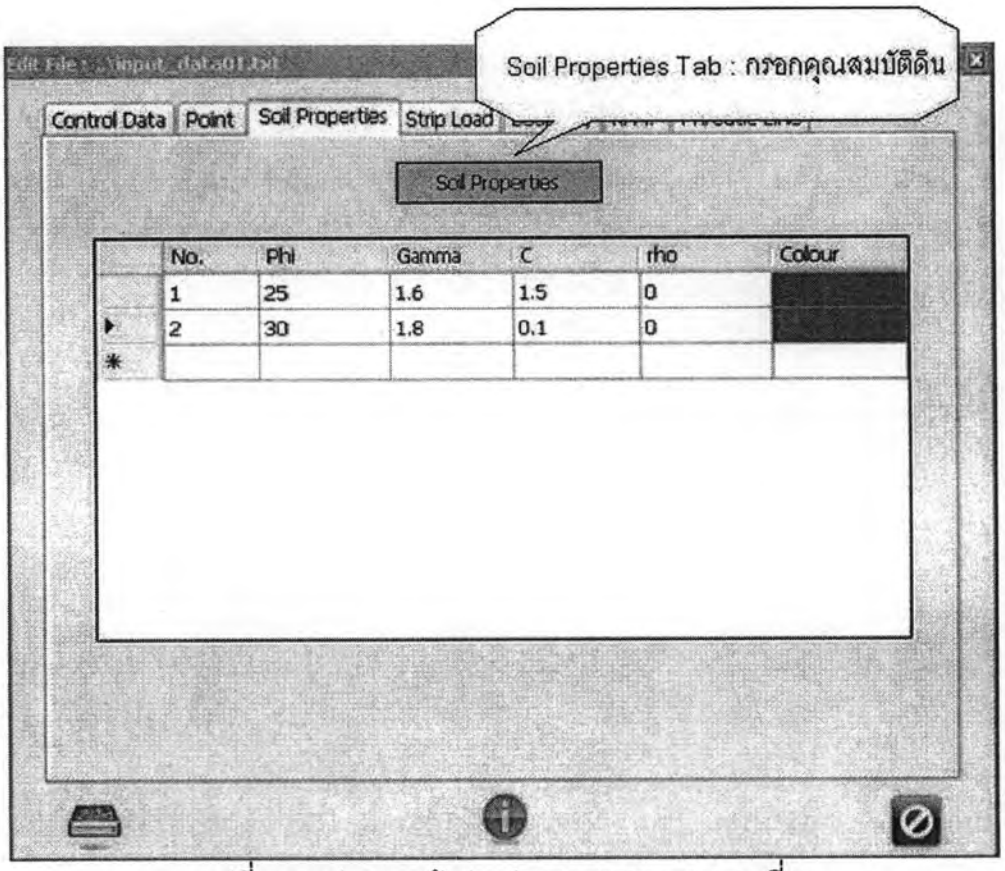
รูปที่ 4.1 รูปแสดงหน้าต่างหลักของโปรแกรม



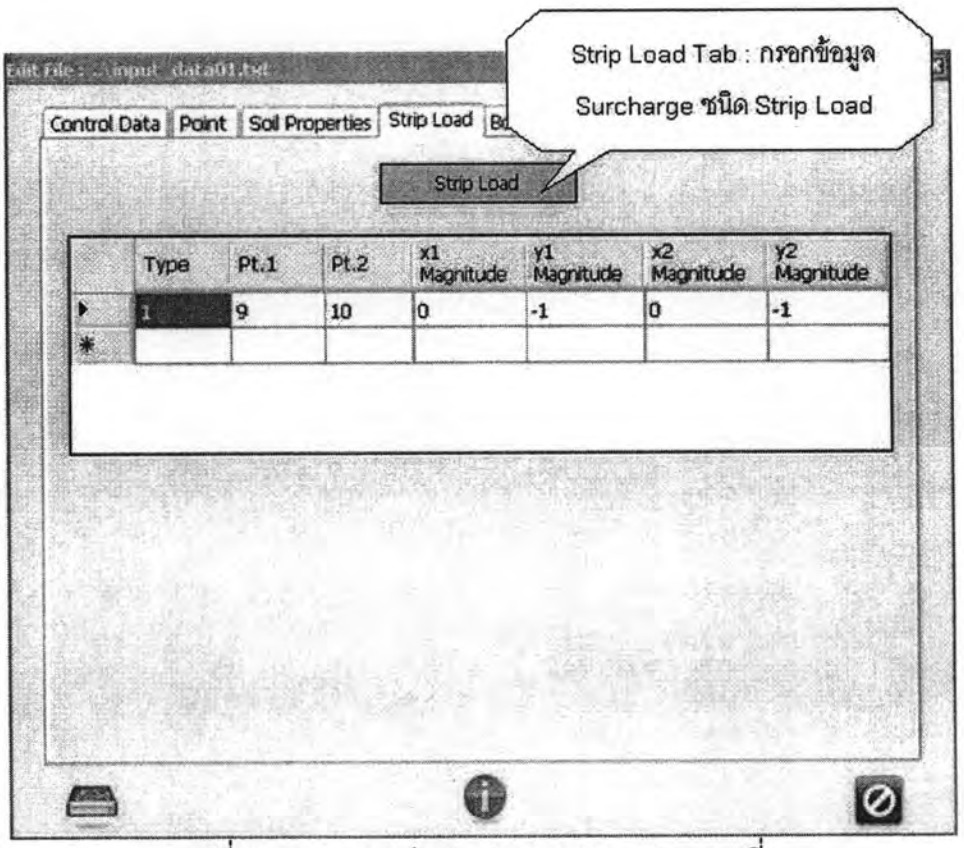
รูปที่ 4.2 รูปแสดงหน้าต่างย่อย (Edit Form) Tab ที่ 1



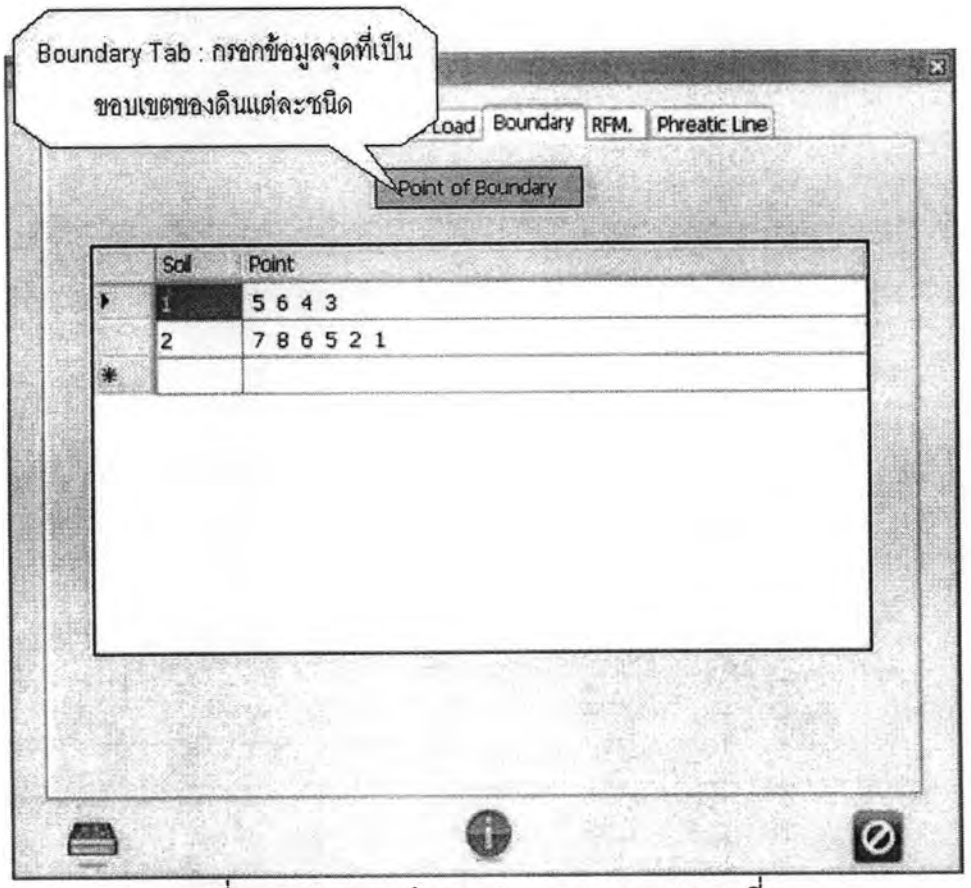
รูปที่ 4.3 รูปแสดงหน้าต่างย่อย (Edit Form) Tab ที่ 2



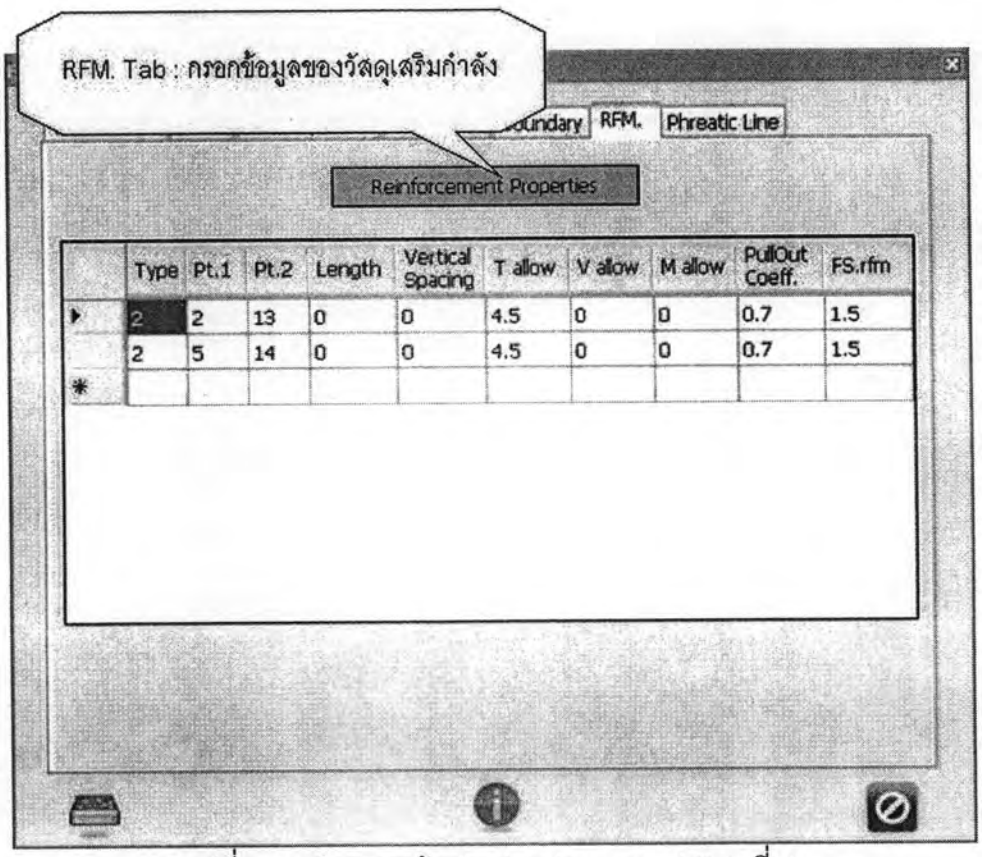
รูปที่ 4.4 รูปแสดงหน้าต่างย่อย (Edit Form) Tab ที่ 3



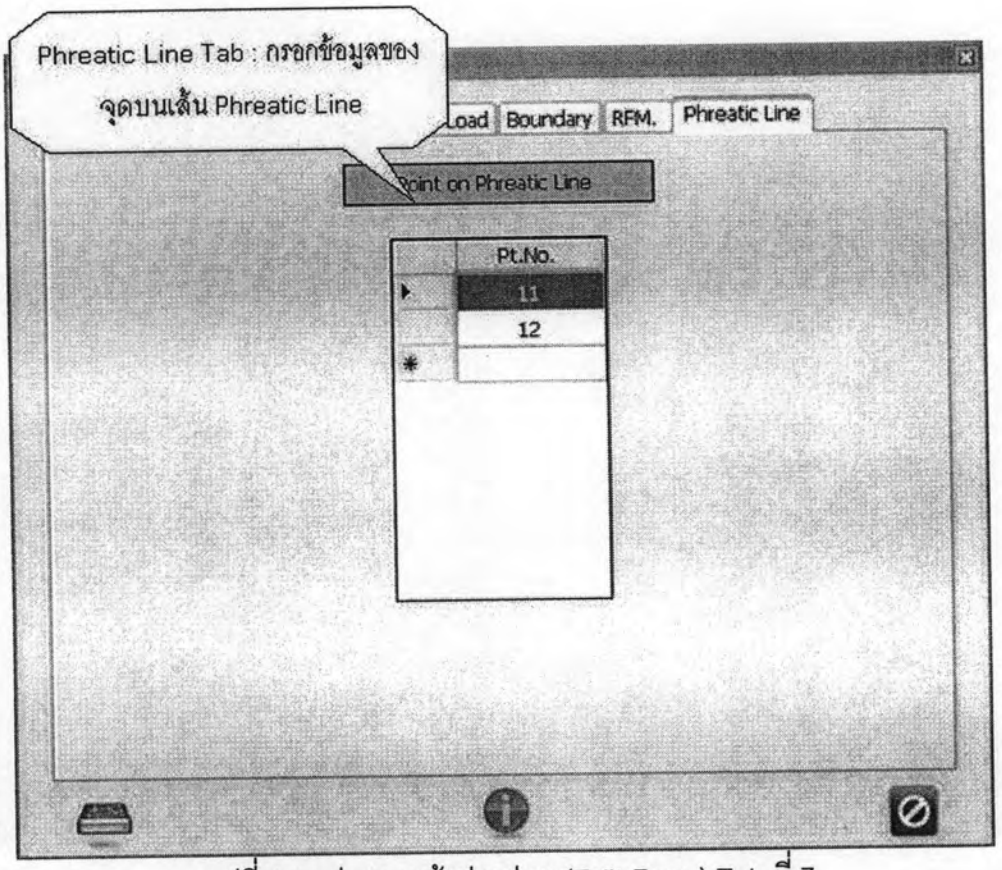
รูปที่ 4.5 รูปแสดงหน้าต่างย่อย (Edit Form) Tab ที่ 4



รูปที่ 4.6 รูปแสดงหน้าต่างย่อย (Edit Form) Tab ที่ 5



รูปที่ 4.7 รูปแสดงหน้าต่างย่อย (Edit Form) Tab ที่ 6



รูปที่ 4.8 รูปแสดงหน้าต่างย่อย (Edit Form) Tab ที่ 7