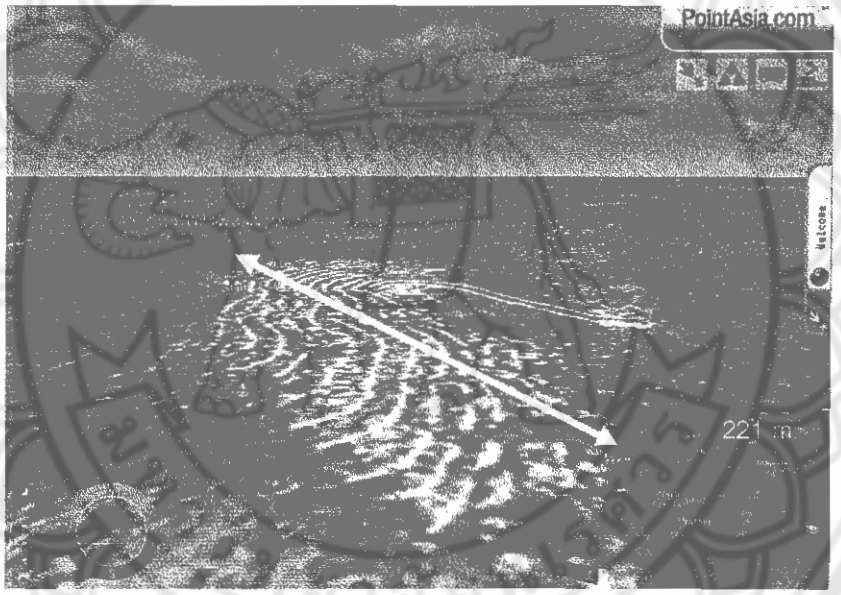
บทที่ 3
การวิเคราะห์เสถียรภาพความลาด

3.1 การสำรวจภาพถ่ายทางอากาศเพื่อช่วยในการสร้างแบบจำลอง

การสำรวจภาพทางอากาศได้อาศัยโปรแกรมดูภาพถ่ายทางอากาศ PointAsia (**www.pointAsia.com**) โดยได้เลือกจากสภาพภูมิประเทศที่เกิดการถล่มของดินในอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ เพื่อช่วยวัดระยะทางในแนวราบซึ่งนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาเสถียรภาพความลาดเอียง

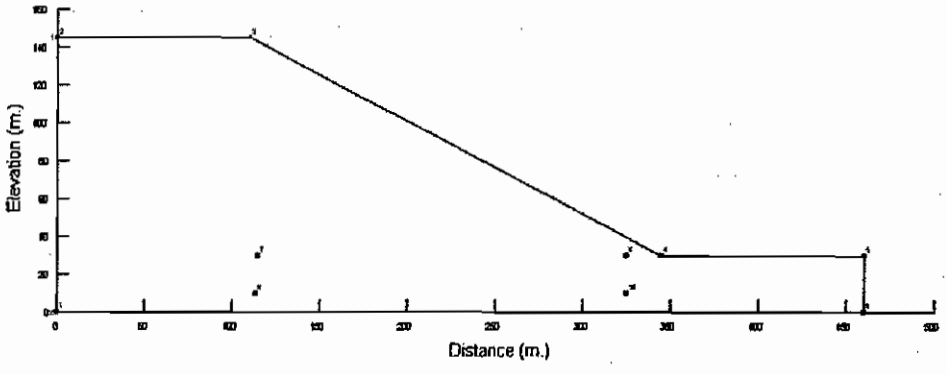
รูปที่ 3.1 ตัวอย่างการสำรวจภาพถ่ายทางอากาศ

ที่มา **www.pointAsia.com**



จากการการสำรวจภาพทางอากาศได้แบบจำลองที่มีระยะทางในแนวราบประมาณ 230 เมตร และได้สมมติค่าความชันเป็นอัตราส่วนระยะตามแนวราบต่อแนวดิ่ง คือ 2 : 1 ดังรูป 3.2

รูปที่ 3.2 ตัวอย่างแบบจำลองในการวิเคราะห์



3.2 การหาข้อมูลคุณสมบัติของดิน

ค้นคว้าและศึกษาข้อมูลดินจากกรมโยธาธิการและผังเมือง **(www.dpt.go.th)** เพื่อมาทำการวิเคราะห์และหาค่าหน่วยน้ำหนักของดิน (γ)มุมเสียดทานระหว่างเม็ดดิน (ϕ) และค่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดิน(c) ของดินในจังหวัดอุตรดิตถ์ เพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์เสถียรภาพความลาดด้วยวิธี Finite Element Method และวิธี Equilibrium Equation Method

ข้อมูลที่สืบค้นได้จะเป็นข้อมูลหลุมเจาะในอำเภอต่างๆ ทั่วจังหวัดอุตรดิตถ์ มีทั้งหมด 8 หลุด แบ่งเป็นหลุดเจาะในอำเภอเมือง 2 หลุม หลุมเจาะในอำเภอตรอน 4 หลุม และในอำเภอพิชัย 2 หลุม (ภาคผนวก ก)

ผลที่ได้จากการสืบค้น ค่าหน่วยน้ำหนักของดิน (γ) มุมเสียดทานระหว่างเม็ดดิน (ϕ) และค่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดิน(c) ได้ค่าดังนี้

γ	เท่ากับ	19.84	kN/m^2
ϕ	อยู่ในช่วง	20-40	Degree
c	อยู่ในช่วง	0-10	kN/m^2

การหาค่า K_0 และค่า σ_h ของดินที่ค่า Friction Angle เท่ากับ 20°- 40° เพื่อใช้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์หาได้จาก

$$K_0 = 1 - \sin\phi \quad ; \text{Jaky (1944)} \tag{3.1}$$

$$\sigma_h = K_0 \sigma'_v \tag{3.2}$$

โดย K_0 = สัมประสิทธิ์แรงดันดินด้านข้าง

σ_h = ความเค้นของดินในแนวราบ

σ_v = ความเค้นของดินในแนวดิ่ง

ตารางที่ 3.1 แสดงค่า K_0 , σ_v และ σ_h ที่ใช้ในการวิเคราะห์ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

Friction Angle(°)	K_0	σ_v (kN/m^2)	σ_h (kN/m^2)
20	0.658	19.84	13.055
21	0.642	19.84	12.737
22	0.625	19.84	12.400
23	0.609	19.84	12.083
24	0.593	19.84	11.765
25	0.577	19.84	11.448
26	0.561	19.84	11.130
27	0.546	19.84	10.833
28	0.531	19.84	10.535
29	0.515	19.84	10.218

ตารางที่ 3.1 แสดงค่า K_0 , σ_v และ σ_h ที่ใช้ในการวิเคราะห์ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์(ต่อ)

Friction Angle(°)	K_0	σ_v (kN/m^2)	σ_h (kN/m^2)
30	0.500	19.84	9.920
31	0.485	19.84	9.616
32	0.470	19.84	9.326
33	0.455	19.84	9.034
34	0.441	19.84	8.745
35	0.426	19.84	8.460
36	0.412	19.84	8.178
37	0.394	19.84	7.899
38	0.384	19.84	7.625
39	0.371	19.84	7.354
40	0.375	19.84	7.087

ซึ่งจะนำคุณสมบัติของดินเหล่านี้ไปช่วยในการวิเคราะห์ใน Finite Element Program และ Equilibrium Equation Program เพื่อนำผลที่ได้ไปสร้าง Chart ระหว่างค่า FS. และค่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดิน สำหรับดินในจังหวัดอุตรดิตถ์

3.3 วิธีการวิเคราะห์โดยวิธี Equilibrium Equation Method และ Finite Element Method โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

3.3.1 วิธีการวิเคราะห์โดยวิธี Equilibrium Equation Method

เป็นการหาค่าสัดส่วนความปลอดภัย ณ. เวลาที่เกิดดินถล่มโดยใช้วิธี Trial&Error การสร้างแบบจำลองและการวิเคราะห์ มีวิธีการดังนี้

1. สร้างแบบจำลองที่ได้จากขั้นตอน 3.1 ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2. นำค่า Basic Parameter คือ Unit Weight, friction Angle, Cohesion ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.2 มาใส่ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยการสมมติค่ามุม ϕ มีค่าอยู่ระหว่าง 30-40 องศา และ ค่าC มีค่าอยู่ระหว่าง 0-10

3. เมื่อทำการ Run โดยเลือกวิเคราะห์วิธี Equilibrium Equation Method จะได้ค่าที่ได้จากการประมวลผลดังนี้

3.1 ความสามารถในการรับแรงเฉือนของดิน

3.2 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ Shear strength และค่าความปลอดภัยของความลาดชัน (F.S.)

4. นำข้อมูลที่ได้ทำการเขียนกราฟโดยที่กำหนดให้แกน X เท่ากับค่า Cohesion (C) , แกน Y เท่ากับค่า ค่าความปลอดภัยของความลาดชัน (F.S.) โดยค่ามุม ϕ จะแปรผันในช่วง 30-40 องศา

3.3.2 วิธีการวิเคราะห์โดยวิธี Finite Element Method

เป็นการหาความสามารถในการรับแรงเฉือน ณ. เวลาที่เกิดดินถล่มโดยใช้วิธี Trial&Error โดยการสมมติค่ามุม ϕ มีค่าอยู่ระหว่าง 30-40 องศา และ ค่าC มีค่าอยู่ระหว่าง 0-10 kN/m^2 ซึ่งจะมีขั้นตอนการวิเคราะห์เหมือนกับการวิเคราะห์วิธี Equilibrium Equation Method แต่ต่างกันตรงที่เวลาเลือกการวิเคราะห์จะเลือกเป็นแบบวิธี Finite Element Method ซึ่งผลที่ได้จะเหมือนกับการวิเคราะห์วิธี Equilibrium Equation Method

3. นำข้อมูลที่ได้ทำการเขียนกราฟโดยที่กำหนดให้แกน X เท่ากับค่า Cohesion (C) , แกน Y เท่ากับค่า ค่าความปลอดภัยของความลาดชัน (F.S.) โดยค่ามุม ϕ จะมีค่ามุมที่กำหนดไว้ในช่วงค่ามุมที่ 30-40 องศา และจะได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความปลอดภัยของความลาดชัน (F.S.)และค่า Cohesion (C)ในมุมต่างๆ

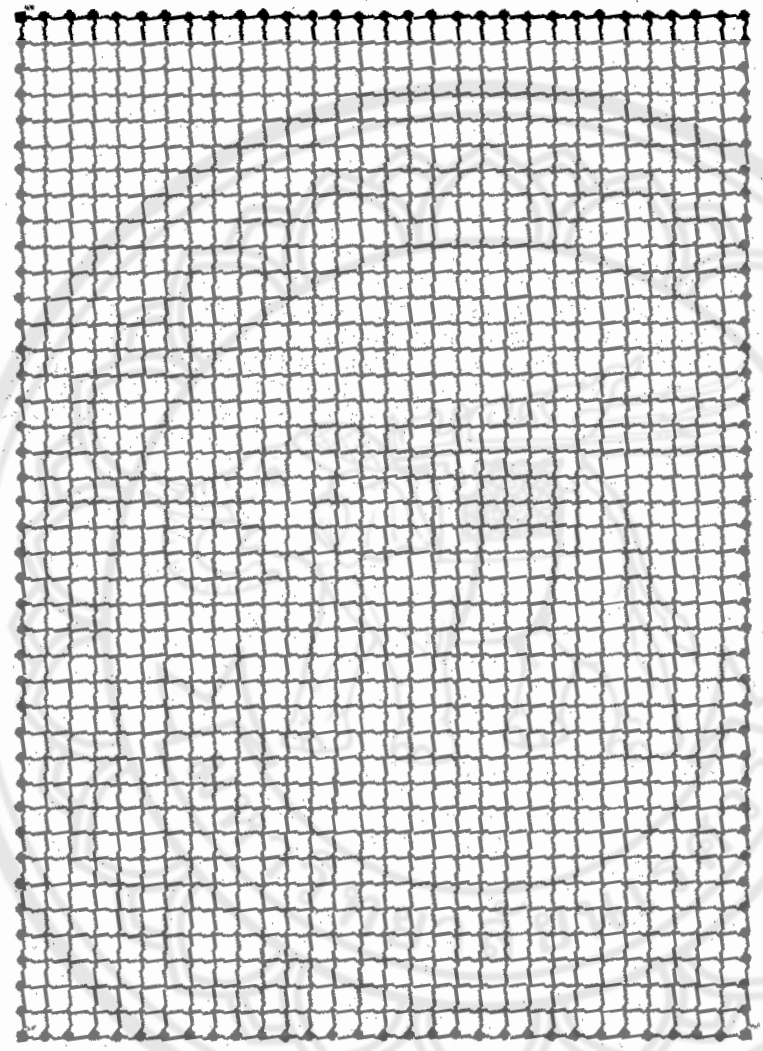
4. ทำการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธี Finite Element Method กับวิธี Equilibrium Equation Method ว่ามีค่า FS ว่ามีค่าที่ใกล้เคียงกันหรือไม่ และค่าประมาณของความสามารถของดินที่กรณีศึกษาว่าจะสามารถรับ Shear Strength ประมาณเท่าไรที่จะไม่เกิดการถล่ม

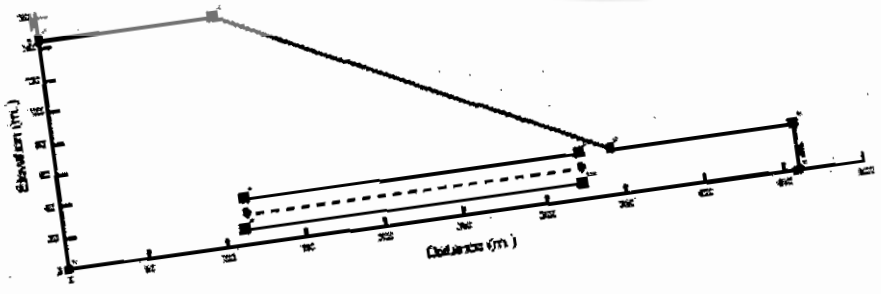
3.3.3 วิธีการหาค่าแรงเฉือนขณะดินเกิดการถล่ม

ค่าแรงเฉือนขณะดินเกิดการถล่ม คือ แรงเฉือนต้านของดินของเสถียรภาพความลาดที่มีค่าสัดส่วนความปลอดภัยเท่ากับหนึ่ง (FS = 1) ซึ่งจะมีวิธีการหา ดังนี้

1. ทำการเฉลี่ยค่ากำลังรับแรงเฉือนที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์วิธี Equilibrium Equation Method ที่มุมเสียดทานภายใน (ϕ) ในช่วง 20-40 องศา
2. นำค่าสัดส่วนความปลอดภัยและค่ากำลังรับแรงเฉือนที่ได้ ไปสร้างกราฟ
3. สร้างสมการเส้นแนวโน้มของกราฟ แล้วจึงแทนค่าสัดส่วนความปลอดภัยให้มีค่าเท่ากับหนึ่งในสมการ จะได้ค่าแรงเฉือนขณะดินเกิดการถล่ม

รูปที่ 3.3 ตัวอย่างการวิเคราะห์ด้วยวิธี Equilibrium Equation Method





รูปที่ 3.4 ตัวอย่างการวิเคราะห์ด้วยวิธี Finite Element Method