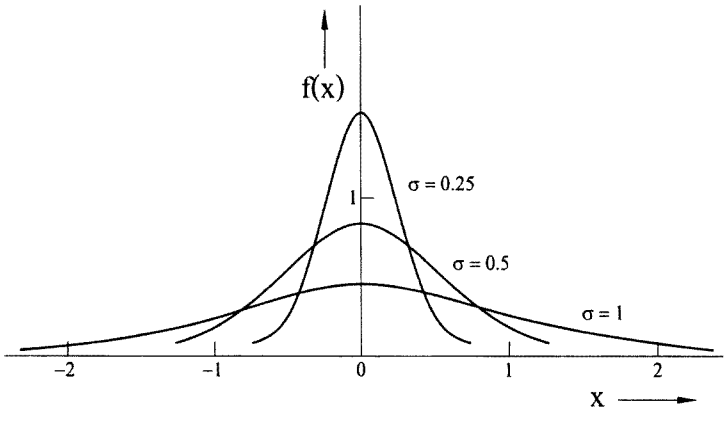
บทที่ 1

บทนำ

การวางแผนยุทธศาสตร์ของประเทศไทย มีโครงการหลายโครงการที่มีการพัฒนางานขุดเจาะเปิดหน้างานก่อสร้างในมวลสารที่เป็นดินหรือหินหลายอย่าง เช่น ทำถนนทางหลวง ตัดความลาดของคันดิน ขุดลอกเปิดหน้าดินเพื่อนำดินชุดใหม่มาถม หรือการเปิดหน้าเหมืองหินเพื่อนำชิ้นส่วนหินเป็นวัตถุดิบในงานอุตสาหกรรม และการเปิดหน้างานเหมืองหินเพื่อบดย่อยชิ้นส่วนหินทำเป็นหินมวลรวม เป็นต้น การพัฒนาหน้างานการขุดเจาะดังกล่าวจำเป็นต้องมีการวางแผนอย่างมีระบบ เพื่อให้มีการใช้งานโครงสร้างที่เป็นมวลสาร (ดินหรือหิน) ได้อย่างเหมาะสม และปลอดภัย เทคนิคที่นำเสนอในโครงการนี้ เป็นการนำความคิดใหม่ที่เป็นความรู้ของทฤษฎีเชิงความน่าจะเป็น (probability) ประยุกต์กับการใช้แนวทางเดิมที่หาค่าผลลัพธ์เชิงเสถียรภาพ (stability) มาทำการเปรียบเทียบ กับใช้เป็นแนวทางหนึ่งที่ประกอบในการตัดสินใจ

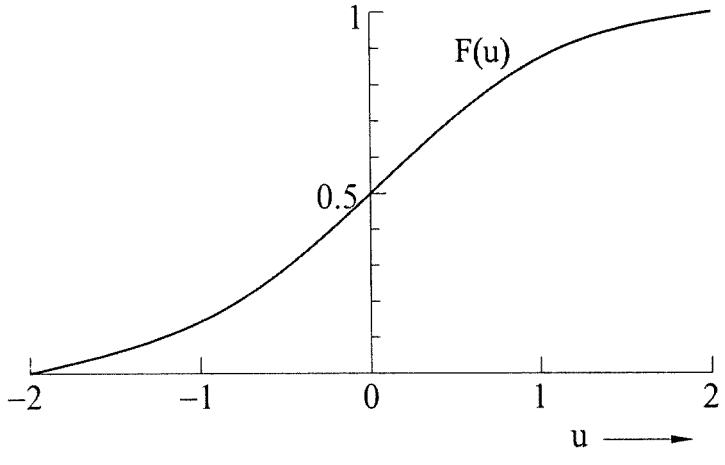
เมื่อมีการก่อสร้าง เช่น การตัดความลาด การตัดคันดิน สิ่งที่นิยมใช้ทั่วไปในการวิเคราะห์เสถียรภาพของมวลสาร เป็นการหาค่าตัวเลขผลลัพธ์เชิงเสถียรภาพ ที่จัดเป็นการใช้วิธีเชิงกำหนด (deterministic method) หรือเรียกว่า conventional method การวิเคราะห์หาค่าผลลัพธ์แบบนี้ ใช้ค่าสมบัติ (property) ของมวลสารที่เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ หรืออาจได้จากการตรวจวัดในภาคสนาม (ถ้าเป็นโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่) จากนั้นใช้ความรู้เชิงกลศาสตร์ของมวลดิน (หรือมวลหิน) หาค่าความสมดุลของแรงหรือโมเมนต์สำหรับมวลสารที่วางตัวบนระนาบที่เสี่ยงต่อการไถลเลื่อน ถ้าหากว่าค่าผลรวมแรงหรือโมเมนต์ต้านต่อการเลื่อนไถล สูงกว่า ค่าผลรวมแรงหรือโมเมนต์ที่ก่อให้เกิดการไถลเลื่อน มวลสารที่มีลักษณะนี้จะไม่สมดุลมีการเคลื่อนที่ (หรือเคลื่อนตัว) ถ้าหากมวลสารที่มีการเคลื่อนที่บนระนาบเกิดมีความเร่งเพิ่มขึ้น จะทำให้เกิดการพังทลายในที่สุด ในภาวะสมดุล หรือในกรณีที่ค่าผลรวมแรงหรือโมเมนต์ที่ต้านกับที่ก่อให้เกิดการไถลเลื่อนมีค่า เท่ากัน กำหนดให้ค่าดัชนีเชิงเสถียรภาพมีตัวเลขเท่ากับ 1 (หนึ่ง) และเรียกชื่อเฉพาะของดัชนีเชิงเสถียรภาพที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธีเชิงกำหนดนี้ว่า ค่าอัตราส่วนปลอดภัย (factor of safety, F.S.) อย่างไรก็ตาม ในสภาพธรรมชาติมีความแปรปรวนเกิดขึ้นสูง เช่น ตัวอย่างที่นำมาทดสอบค่าผลลัพธ์สมบัติดังกล่าว เพื่อหาค่าเฉพาะที่เป็นค่ากำลังวัสดุ หรือค่าความเสียดทาน อาจ

ไม่ใช่ค่าผลลัพธ์ที่แท้จริงของมวลสาร ผู้เก็บตัวอย่างอาจเลือกตัวอย่างดินหรือตัวอย่างหินที่ไม่มีรอยแตกร้าว หรือเลือกตัวอย่างที่เนื้อแน่นไม่มีระนาบบางที่ตัดผ่านแท่งตัวอย่าง เมื่อนำค่าสมบัติที่เป็นค่าผลลัพธ์ที่ดีเกินจริงดังกล่าวมาใช้ในการคำนวณเชิงกลศาสตร์ ทำให้ได้ตัวเลขผลลัพธ์เชิงเสถียรภาพที่ดีเกินไป หรือค่า F.S. สูงเกินกว่า 1 (หนึ่ง) ซึ่งในเชิงทฤษฎีไม่น่าจะเกิดการพังทลายได้แต่ในการปฏิบัติจริง ค่า F.S. ที่สูงกว่าหนึ่งไม่ใช่ค่าตัวเลขที่จะยืนยันถึงความมีเสถียรภาพได้อย่างแท้จริง ข้อมูลเชิงธรณีเทคนิค เช่น ค่าความเสียดทาน ค่าการยึดเกาะกัน เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้จำเป็นต้องทำการจำลอง (simulation) ว่ามีโอกาสของการแจกแจงฟังก์ชันในรูปแบบใด ในเชิงความน่าจะเป็น มีโอกาสเป็นไปได้หลายรูปแบบ แต่จากการที่ผู้วิจัยโครงการนี้ ได้สรุปผลการคัดเลือกจะมีเพียง 2 รูปแบบ ที่การแจกแจงใกล้เคียงกับการแปรผันของข้อมูลจริงในภาคสนาม ได้แก่ การแจกแจงฟังก์ชันแบบปกติ (normal) และการแจกแจงฟังก์ชันแบบลอการิทึมปกติ (lognormal) โดยทั่วไปในการวิเคราะห์ฟังก์ชัน พจน์ตัวแปรที่ต้องการทราบค่าทุกครั้ง ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (mean) หรือค่าการคาดหมาย (expected value) กับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard of deviation) ยกตัวอย่างรูป ที่ 1.1 การกระจายค่าของข้อมูลตัวแปรสุ่มแทนด้วยพื้นที่ใต้เส้นกราฟ การแจกแจงฟังก์ชันเชิงความน่าจะเป็นหรือฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น [probability density (distribution) function, PDF] หรือเขียนสั้นๆ เป็น f (x) แสดงเป็นค่าโอกาสความน่าจะเป็นที่อาจเกิดขึ้นในระบบ (probability of occurrence) ลักษณะความกว้างของเส้นโค้งที่พล็อตขึ้นอยู่กับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ถ้าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1 S.D. (ค่าเฉลี่ย = 0) จะมีพื้นที่ใต้เส้นโค้งเท่ากับ 2/3 (หรือ 68%) แต่ถ้าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2 S.D. จะมีพื้นที่เท่ากับ 95%



รูปที่ 1.1 ตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ ในรูปแสดงกราฟ density (distribution) function ฟังก์ชันความหนาแน่น, f (x) ค่าเฉลี่ยตัวแปรสุ่ม x, หรือ $\mu = 0$ (ศูนย์)

ในทางกลับกัน จากรูปที่ 1.2 สามารถจะคำนวณหาค่าของตัวแปรสุ่มที่มีแจกแจงปกติ โดยระบุถึงค่าความน่าจะเป็นที่มีโอกาสจะเกิดขึ้น ในกรณีที่การแจกแจงฟังก์ชันมีค่าเฉลี่ย เป็น 0 (ศูนย์) และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1 S.D. (ค่าความแปรปรวน — variance = 1.0 ด้วย) การคำนวณค่าของ F (u) ที่เป็นค่าการแจกแจงสะสม ต้องใช้ตารางประกอบ หรืออาจใช้วิธี link กับโปรแกรมแผ่นตารางทำการ (spreadsheet) หาค่าในฟังก์ชันที่กำหนดได้



รูปที่ 1.2 ตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงแบบปกติ ในรูปแสดง
กราฟ cumulative distribution function
การแจกแจงฟังก์ชันสะสม, F (u) ที่มีค่า $\mu = 0$ (ศูนย์)
และค่า variance = 1.0, u = number of standard deviations
(คัดลอกจาก Kreyszig, 1993; หน้า 1185-1186)

ผู้วิจัยโครงการนี้ได้วิเคราะห์จากกรณีศึกษา (case histories) ที่มีนักวิจัยเขียนเป็นบทความลงในวารสารและในเอกสารสัมมนาการประชุมทางวิชาการ พบว่า เขื่อนดิน ถนน หรือคันดิน กับดินฐานรากของโครงสร้างที่เป็นตึก อาจเกิดการพังทลายของมวลสารก่อนทำการก่อสร้าง หรือโครงสร้างสิ่งก่อสร้างบนมวลสาร มีเสถียรภาพในช่วงระยะสั้น หรือในช่วงระยะยาว

ดังนั้นวิศวกรหรือผู้รับผิดชอบโครงการก่อสร้างในมวลสารที่เป็นดินหรือหิน จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ในแนวทางอื่นมาเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์หาค่าตัวเลขเสถียรภาพเชิงกำหนด เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาก่อนจะพัฒนาหน้างาน หรือในระหว่างการขุดเจาะเปิดหน้างาน ทั้งนี้

เพื่อให้เกิดความมั่นใจ และช่วยในการเพิ่มเสถียรภาพของมวลสาร กับยังมีผลต่อค่าใช้จ่ายที่เพิ่มเติม เช่น การเคลียร์หน้างานหลังจากการพังทลายเกิดขึ้น

แนวความคิดของการใช้แบบจำลองเชิงความเสี่ยง (risk) ที่ผู้วิจัยโครงการนี้นำเสนอในหัวข้อ "แบบจำลองเชิงความเสี่ยงของเสถียรภาพการเปิดหน้างานขุดเจาะ" แนวคิดนี้อิงกับทฤษฎีเชิงความน่าจะเป็น (probability) ก่อนการนำข้อมูลเข้า (input data) มาทำการวิเคราะห์ผล จะต้องหาค่าการแปรผัน (variation) จากนั้นทำการคำนวณซ้ำ (iteration) จนได้ค่าความเสี่ยงที่เป็นค่าโอกาสการพังทลายที่มีชื่อเฉพาะว่า probability of failure ทำให้การพัฒนาเปิดหน้างานขุดเจาะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น การทำงานมีความปลอดภัย และมีเหตุผลประกอบที่ดีขึ้นกว่าเดิมก่อนที่ตัดสินใจว่าควรทำการเสริมเสถียรภาพหรือไม่

การนำเสนอและดำเนินการวิจัยในโครงการนี้ มีการวิเคราะห์หาค่าผลลัพธ์ในเชิงกำหนดเปรียบเทียบกับการเขียนโปรแกรมย่อยเพื่อหาค่าผลลัพธ์เชิงความเสี่ยง (หรือค่าผลลัพธ์เชิงความน่าจะเป็น) ซึ่งมีการนำข้อมูลการขุดเจาะจริงในภาคสนาม เช่น การตัดความลาดของเหมืองหิน การใช้ดินถมเพื่อทำฐานรากของลานสนามบิน มาวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นกรณีศึกษา นอกจากนี้ ในขั้นตอนสุดท้าย ผู้วิจัยขอนำเสนอการวางแผนหน้างานขุดเจาะในภาพรวม เพื่อแสดงผลลัพธ์ของความเสี่ยงต่อการพังทลายในบริเวณหน้างานที่แตกต่างกัน (เนื่องจากสภาพธรรมชาติของธรณีวิทยาของแต่ละตำแหน่งหน้างานขุดเจาะแตกต่างกัน) เป็นการวางแผนงานพัฒนาที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และสะดวกต่อการพิจารณาผังหน้างานในภาพรวม