

บทที่ 6

การวิเคราะห์ผลการทดสอบ

6.1 วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือเพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะที่จำลองในห้องปฏิบัติการกับสภาวะของหินที่อยู่นอกห้องปฏิบัติการ (ในภาคสนาม) เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการประกอบกับการคาดคะเนในเชิงเวลาของการผุกร่อนหรือการลดลงของความแข็งแรงของหินในเชิงเวลา

6.2 พลังงานความร้อน

แนวคิดทางด้านการสะสมพลังงานของตัวอย่างหินได้นำมาใช้เพื่อสร้างความสัมพันธ์ของการผุกร่อนในห้องปฏิบัติการกับการผุกร่อนในภาคสนาม ซึ่งในภาคสนามจะใช้ข้อมูลที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยที่พลังงานความร้อนที่หินจะได้รับได้สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$Q = \sum_{i=1}^n (m \cdot C_p \cdot \Delta T_i \cdot \Delta t_i) \quad (6.1)$$

โดยที่

- Q = พลังงานที่ตัวอย่างหินดูดซับได้ (kJ)
- m = มวลของตัวอย่างหิน (kg)
- C_p = การจุความร้อนของหิน (kJ/kg K)
- ΔT_i = อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปในหน่วย (Kelvin)
- Δt_i = ช่วงเวลาที่ใช้ดูดซับพลังงาน (hr)
- n = จำนวนชั่วโมง

ค่าการจุความร้อนของหินโดยทั่วไปจะผันแปรระหว่าง 0.6–1.2 kJ/kg K โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.90 kJ/kg K จากสมการข้างต้นการดูดซับพลังงานความร้อนที่ถูกจำลองขึ้นในห้องปฏิบัติการจะมีค่าเท่ากับ 12.960 MJ h สำหรับในภาคสนามการดูดซับพลังงานความร้อนของหินชนิดเดียวกันในหนึ่งวันจะมีค่าโดยประมาณเท่ากับ 0.735 MJ h ดังนั้น การจำลองในห้องปฏิบัติการด้วยวัฏจักรร้อนสลับเย็นโดยฉับพลัน 1 รอบ จะมีค่าเทียบเคียงกับ 18 วัน ในภาคสนาม ($12.96/0.735 = 17.63$) ด้วยความสัมพันธ์นี้การชะลอการผุกร่อนด้วยอุปกรณ์ขนาดใหญ่จะสามารถนำมาลงจุดเพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างระหว่างการเสียน้ำหนัก

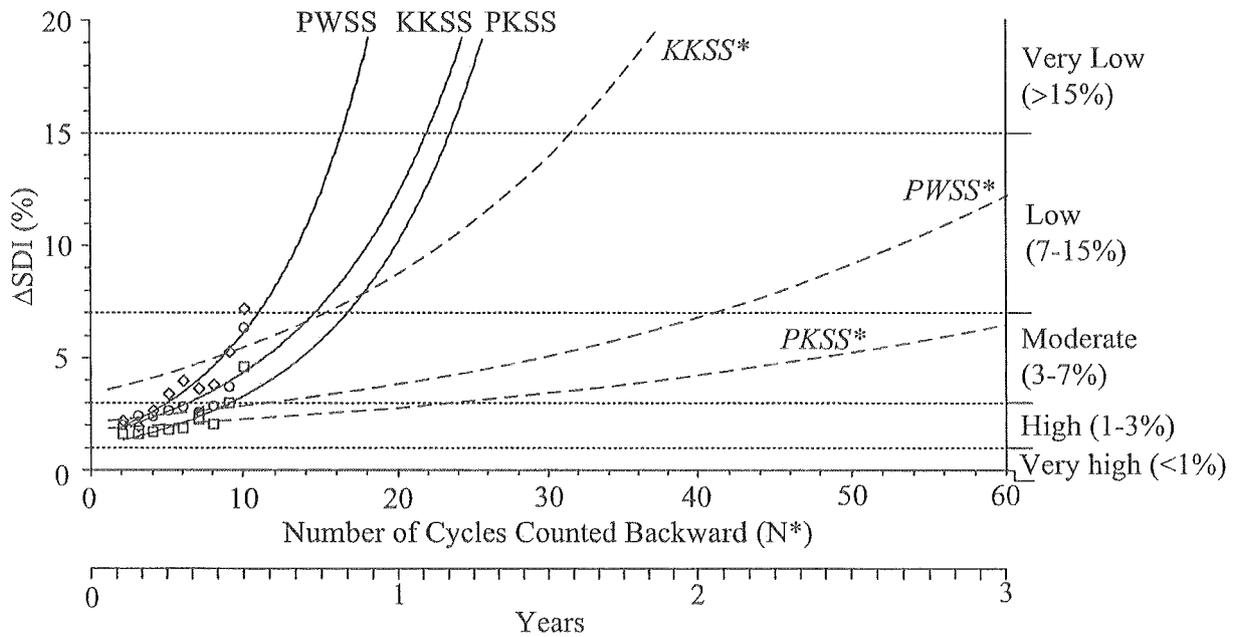
(ASBI) ในเชิงเวลาได้ดังแสดงในรูปที่ 6.1 ผลที่ได้จากการคำนวณเชิงคณิตศาสตร์สำหรับหินทรายทั้งสามชนิดได้ให้ไว้ในตารางที่ 6.1

ในรูปที่ 6.1 ได้เปรียบเทียบผลระหว่างการทดสอบด้วยอุปกรณ์ทดสอบความคงทนต่อการผุกร่อนขนาดใหญ่ในงานวิจัยนี้กับผลที่ได้จากอุปกรณ์ทดสอบขนาดมาตรฐาน แสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์ทดสอบขนาดมาตรฐานอาจให้ค่าความคงทนของตัวอย่างหินทรายทั้งสามชนิดสูงกว่าความเป็นจริง กล่าวคือ ผลที่ได้จากอุปกรณ์ทดสอบขนาดใหญ่ระบุว่าหินทรายทั้งสามชนิดถูกจำแนกเป็นหินที่มีความผุกร่อนระดับสูงหลังจาก 1 ปี ที่อยู่ในภาคสนาม ในขณะที่เดียวกันผลที่ได้จากอุปกรณ์ขนาดมาตรฐานระบุว่าหินทรายชุดพระวิหารและชุดภูกระดึงมีความคงทนต่อการผุกร่อนต่ำถึงแม้เวลาจะผ่านไป 3 ปี ในสภาวะแวดล้อมในภาคสนาม

6.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการจำลองในห้องปฏิบัติการกับสภาวะจริงในภาคสนาม

ความแข็งของหินเป็นปัจจัยที่สำคัญในประเด็นของความคงทนต่อการผุกร่อน ในการศึกษาเรื่องนี้จึงนำค่ากำลังกดสูงสุดในแกนเดียวที่ทดสอบได้จากหินทรายทั้งสามชนิด ทั้งที่จำลองในห้องปฏิบัติการและที่ตรวจสอบได้นอกห้องปฏิบัติการในช่วงเวลาที่ต่างกันมาเปรียบเทียบกัน ผลที่ได้ระบุว่า การลดค่าลงของกำลังกดสูงสุดของหินทรายทั้งสามชนิดมีลักษณะคล้ายคลึงกัน โดยที่สภาวะร้อนสลับเย็นที่จำลองในห้องปฏิบัติการ (ทั้งหมด 200 รอบ หรือ 200 วัน) จะส่งผลให้ความแข็งของหินลดตัวอย่างรวดเร็ว ซึ่งอัตราการลดตัวลงนี้จะสูงกว่าค่าความแข็งของหินที่ตรวจวัดได้ในช่วงเวลาเดียวกัน รูปที่ 6.2 แสดงค่าความแข็งของหินในฟังก์ชันของเวลาและสมการที่ใช้เพื่อเทียบเคียงกับผลการทดสอบทั้งในห้องปฏิบัติการและนอกห้องปฏิบัติการ สมการดังกล่าวจะมีประโยชน์เพื่อใช้ในการคาดคะเนความแข็งของหินในอนาคต ตารางที่ 6.2 แสดงค่าคงที่ที่ใช้ในสมการสำหรับหินทรายทั้งสามชนิด

ผลการทดสอบที่ได้จากการจำลองชุดนี้สอดคล้องเป็นอย่างดีกับผลที่ได้จากการทดสอบความคงทนต่อการผุกร่อนด้วยอุปกรณ์ขนาดใหญ่ นอกจากนี้การจำลองสภาวะการผุกร่อนด้วยความร้อนสลับเย็นสามารถเร่งอัตราการผุกร่อนของหินได้ กล่าวคือจะเป็นประโยชน์ในการสร้างสมการเชิงคณิตศาสตร์เพื่อคาดคะเนความแข็งของหินในอนาคตในภาคสนาม



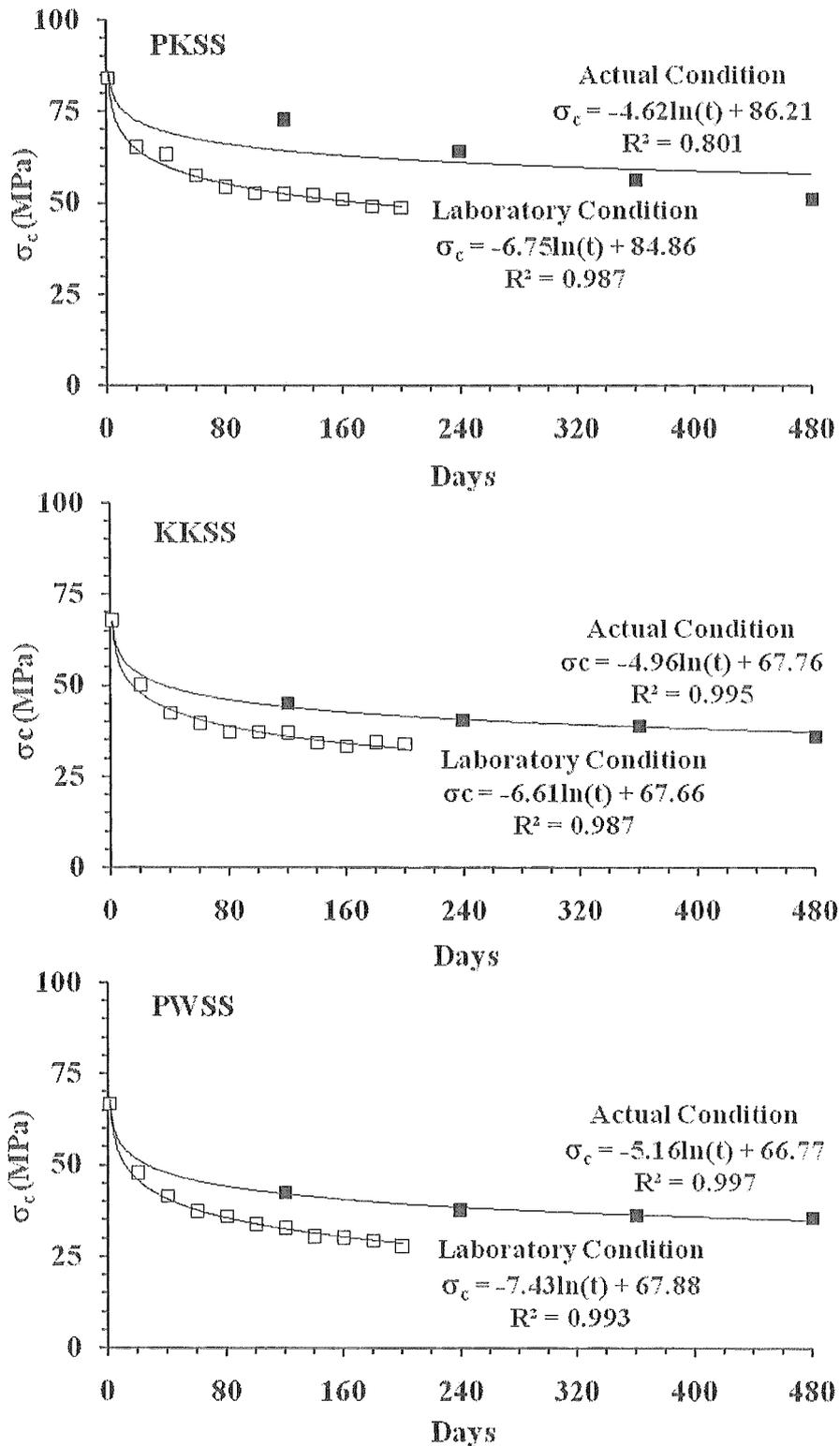
$PWSS$ (\diamond): $\Delta SDI = 1.500 \times \exp(0.142 \times N^*)$ $PWSS^*$: $\Delta SDI = 2.140 \times \exp(0.029 \times N^*)$
 $KKSS$ (\circ): $\Delta SDI = 1.561 \times \exp(0.104 \times N^*)$ $KKSS^*$: $\Delta SDI = 3.402 \times \exp(0.047 \times N^*)$
 $PKSS$ (\square): $\Delta SDI = 1.084 \times \exp(0.112 \times N^*)$ $PKSS^*$: $\Delta SDI = 1.828 \times \exp(0.021 \times N^*)$

รูปที่ 6.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ΔSDI กับ N^* จากการจำลองความคงทนการผูกเรือนแบบมาตรฐานและแบบขนาดใหญ่กว่ามาตรฐาน

ตาราง 6.1 ค่าคงที่ของหินทรายสามชนิดจากความสัมพันธ์ระหว่าง ΔSDI กับ N^*

Rock Types	$\Delta SDI = \alpha \times \exp[\beta \times N^*]$		Correlation Coefficient
	α	β	
<u>*Standard Slake Durability Test¹</u>			
KKSS	3.402	0.047	0.999
PKSS	1.828	0.021	0.999
PWSS	2.140	0.029	0.999
<u>Large-Scaled Slake Durability</u>			
KKSS	1.561	0.104	0.717
PKSS	1.084	0.112	0.776
PWSS	1.500	0.142	0.891

*From Sri-in and Fuenkajorn (2007)



รูปที่ 6.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเค้นกดสูงสุดในแกนเดียวกับเวลาการทดสอบที่สถานะแวดล้อมจริง (จุดทึบ) ห้องปฏิบัติการ (จุดโปร่ง)

ตารางที่ 6.2 ค่าคงที่ของหินทรายทั้งสามชนิดในสภาวะแวดล้อมจริงและในห้องปฏิบัติการ

Rock Types	$\sigma_c = -A \ln(t) + B$			
	Actual Condition		Laboratory Condition	
	A	B	A	B
PKSS	4.62	86.21	6.75	84.86
KKSS	4.96	67.76	6.61	67.66
PWSS	5.16	66.77	7.43	67.88