LABORATORY SIMULATION OF EROSION PROCESS FOR THREE THAI SANDSTONES

SARUSA PATANAPONGSONTI

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Engineering in Civil, Transportation and
Geo-Resources Engineering
Suranaree University of Technology
Academic Year 2023

การจำลองกระบวนการกร่อนในห้องปฏิบัติการ
สำหรับหินทรายสามชนิดในประเทศไทย

นางสาวศรุตษา พัฒนพงศ์สันติ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ขนส่ง และทรัพยากรธรณี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2566

LABORATORY SIMULATION OF EROSION PROCESS
FOR THREE THAI SANDSTONES

Suranaree University of Technology has approved this thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for a Master's Degree.

Thesis Examining Committee

....
(Assoc. Prof. Dr.Pornkasem Jongpradit)
Chairperson

....
(Emeritus Prof. Dr.Kittitep Fuenkajorn)
Member (Thesis Advisor)

....
(Asst. Prof. Dr.Prachya Tepnarong)
Member (Thesis Co-advisor)

....
(Assoc. Prof. Dr.Yupaporn Ruksakulpiwat)
Vice Rector for Academic Affairs and
Quality Assurance

....
(Assoc. Prof. Dr.Pornsiri Jongkol)
Dean of Institute of Engineering

ศรุตษา พัฒนพงศ์สันติ : การจำลองการกร่อนในห้องปฏิบัติการสำหรับหินทรายสามชนิดในประเทศไทย (LABORATORY SIMULATION OF EROSION PROCESS FOR THREE THAI SANDSTONES).

อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ (เกียรติคุณ) ดร.กิตติเทพ เฟื่องขจร, 114 หน้า.

คำสำคัญ : ความคงทนต่อการผุกร่อน/ความกลมมน/ภาวะทรงกลม/พลังงาน/พันธะระหว่างเม็ดแร่

การศึกษานี้มุ่งเน้นเพื่อจำลองการกร่อนของหินโดยใช้การทดสอบความคงทนต่อการผุกร่อนภายใต้สภาวะแห้งและเปียก หินทรายชุดพระวิหาร หินทรายกรวดมน และหินทรายที่แสดงลักษณะของแนวระนาบชั้นหินจากชุดหินภูพานถูกนำมาใช้เป็นตัวอย่างหินในการทดสอบ ตัวแปรในการทดสอบถูกปรับเปลี่ยนจากวิธีการทดสอบมาตราฐานเพื่อเร่งกระบวนการกร่อนของหิน โดยเพิ่มรอบการหมุนของตะกร้อเป็น 2,000 รอบต่อ 1 วัฐจักรการทดสอบ และใช้ 80 วัฐจักร ผลที่ได้ระบุว่าหินทรายชุดภูพานมีขนาดลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับตัวอย่างหินชนิดอื่น ความกลมมนและภาวะทรงกลมของตัวอย่างหินเพิ่มขึ้นตามวัฐจักรการทดสอบ เมื่อถึงวัฐจักรการทดสอบที่ 40 พบว่าหินทรายชุดภูพานภายใต้สภาวะแบบเปียกแสดงภาวะทรงกลมน้อยลง โดยแสดงให้เห็นในลักษณะของรูปทรงที่แบนมากขึ้นตามแนวระนาบของชั้นหิน ซึ่งหินทรายชุดดังกล่าวจะแสดงภาวะทรงกลมมากขึ้นหลังจากผ่านช่วงการทดสอบไปแล้ว 80 วัฐจักร ส่วนหินทรายชุดพระวิหารแสดงลักษณะทางกายภาพที่ไม่มีผลกระทบจากน้ำ กระบวนการขัดถูและการชนกันเป็นปัจจัยหลักในการลดลงของขนาดตัวอย่างหินภายใต้สภาวะแห้ง โดยตัวอย่างหินที่มีขนาดใหญ่จะใช้พลังงานในการลดขนาดที่มีประสิทธิภาพมากกว่าตัวอย่างหินที่มีขนาดเล็ก การใช้พลังงานเพื่อลดขนาดจะเกิดขึ้นสูงสุดในหินทรายกรวดมนภายใต้สภาวะเปียก พันธะระหว่างเม็ดแร่ภายในตัวอย่างหินอ่อนแอเนื่องจากการซึมผ่านของน้ำ ส่งผลทำให้ตะกอนที่ผ่านตะกร้อมีปริมาณมากขึ้นและทำให้ใช้พลังงานในการลดขนาดน้อยลง หินทรายชุดพระวิหารที่ไม่มีผลกระทบจากน้ำจะกร่อนไวขึ้นเมื่ออยู่ภายใต้สภาวะแบบแห้ง ถึงแม้จะใช้เวลามากขึ้นในการกร่อนภายใต้สภาวะเปียก พลังงานที่ใช้ในการลดขนาดนั้นจะมีขนาดน้อยกว่าตัวอย่างหินภายใต้สภาวะแห้งเนื่องจากแรงลอยตัว

สาขาวิชา เทคโนโลยีธรณี ลายมือชื่อนักศึกษา ศรุตษา

ปีการศึกษา 2566 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา K. ...

SARUSA PATANAPONGSONTI : LABORATORY SIMULATION OF EROSION PROCESS FOR THREE THAI SANDSTONES. THESIS ADVISOR : EMERITUS PROFESSOR KITTITEP FUENKAJORN, Ph.D., 114 PP.

Keyword : Slake durability/Roundness/Sphericity/Energy/Intergranular bonding

This study aims at simulating rock erosion by slake durability index testing under dry and wet conditions. Phra Wihan sandstone, conglomeratic sandstone and bedded sandstone from Phu Phan formation are used as rock specimens. The test parameters are modified from the standard to accelerate erosion process, where 2,000 drum revolutions are used for up to 80 test cycles. Results indicate that Phu Phan sandstone fragments reduce their sizes significantly quicker than other specimens. Fragments roundness and sphericity increase with test cycles. At test cycle 40 to 80, bedding planes reduce the sphericity of Phu Phan sandstone under wet condition, as it becomes flattened. Phra Wihan sandstone is physically insensitive to water. Scrubbing and colliding processes mainly reduce fragment sizes under dry condition. Larger fragments use energy more efficiently to reduce their size than the smaller ones. The highest energy are consumed by conglomeratic sandstone under wet condition. The intergranular bonding of the specimens is weakened by water penetration, leading to higher percentage of passing materials and lower energy required to disintegrate. Water insensitive Phra Wihan sandstone erodes more quickly under dry condition. Even though it requires longer time to erode under water submersion, due to buoyancy force, it consumes less energy than those under dry condition.

School of Geotechnology

Academic Year 2023

Student's Signature ....

Advisor's Signature ....

ACKNOWLEDGMENTS

I wish to acknowledge the funding support from Suranaree University of Technology (SUT).

I would like to express my gratitude to Emeritus Prof. Dr. Kittitep Fuenkajorn, thesis advisor, who being my mentor and gave reviews to this work. I appreciate all his encouragement, suggestions, and comments during research. I would like to express my sincere thanks to Assoc. Prof. Dr. Pornkasem Jongpradist and Asst. Prof. Dr. Prachya Tepnarong for their valuable suggestions and comments on my research works as thesis committee members. Grateful thanks are given to all staffs of Geomechanics Research Unit, Institute of Engineering who supported my work.

Finally, I most gratefully acknowledge my grandmother and friends for all their support throughout the period of this study.

Sarusa Patanapongsonti

TABLE OF CONTENTS

Page

TABLE OF CONTENTS (continued)

Page

TABLE OF CONTENTS (continued)

Page

LIST OF TABLES

Table Page

LIST OF TABLES (continued)

Table **Page**

LIST OF FIGURES

Figure **Page**

LIST OF FIGURES (continued)

Figure Page

LIST OF FIGURES (continued)

LIST OF FIGURES (continued)

Figure | Page

LIST OF FIGURES (continued)

SYMBOLS AND ABBREVIATIONS

A_C	=	Ratio of area under particle size distribution curves
A_T	=	Total area of all particle size distribution curves
C_p	=	Specific heat capacity
d_1	=	Widest diameters of fragment
d_2	=	Narrowest diameters of fragment
D_R	=	Disintegration ratio
E_a	=	Estimated annual erosion
E_i	=	Energy used by a fragment for one drum revolution
E_p	=	Estimated period erosion
m_0	=	Mass of fragment before testing
m_i	=	Mass of retained fragment from test cycle i
m_{i-1}	=	Mass of retained fragment before test cycle i
n_c	=	Calculated porosity
P_A	=	Accumulative passing materials
P_i	=	Mass of passing materials from test cycle i
r	=	Radius of circles filled to corners of fragment
r_d	=	Inner drum radius
R_i	=	Number of fragment revolutions
r_i	=	fragment radius
r_{ins}	=	Largest radius of circle fitted to fragment
v_d	=	Drum velocity
v_i	=	Equivalent volume
V_i	=	Volumatic percent of each mineral

SYMBOLS AND ABBREVIATIONS (continued)

W_i	=	Weight percent of each mineral
A	=	Surface area of fragment
C	=	Climatic erosivity
D	=	Degradation rates
E	=	Accumerated energy
E_i	=	Energy in test cycle i
E_s	=	Specific energy
EWE	=	Erosive wind energy
g	=	Gravity
h_s	=	Hop height
I	=	Fragment erodibility
I_i	=	Moment of inertia
Id	=	Durability index
K	=	Surface roughness
K	=	Fluid flow rate
L	=	Unsheltered distance
l_s	=	Hop displacement
m	=	Mass
n	=	Porosity
N	=	Test cycle
n	=	Number of corner
Q	=	Absorbed energy
R_b	=	Buoyant density

SYMBOLS AND ABBREVIATIONS (continued)

S	=	Sphericity
T	=	Temperature
t	=	Time
U	=	Windspeeds
V	=	Vegetation cover
v	=	Velocity
ε	=	Rate of erode mass
ε_{kr}^{*}	=	Kinetic impact energy
ϑ	=	Bedding slope angle
ρ	=	Density of fragments
ρ_{i}	=	Density of each mineral
ρ_{w}	=	Density of water
φ	=	Bedding surface angle
ω	=	Angular velocity