

อรุณเดช บุญสูง : กำลังอัดและโครงสร้างจุลภาคของโพลียูรีเทนโฟมแบบแข็งเกร็ง
และการประยุกต์ใช้ในงานซ่อมบำรุงถนน (COMPRESSIVE STRENGTH AND
MICROSTRUCTURE OF RIGID POLYURETHANE FOAM AND ITS APPLICATION IN
ROAD MAINTENANCE)

อาจารย์ที่ปรึกษา : ศาสตราจารย์ ดร.สุชนันต์ หอพิบูลสุข, 166 หน้า

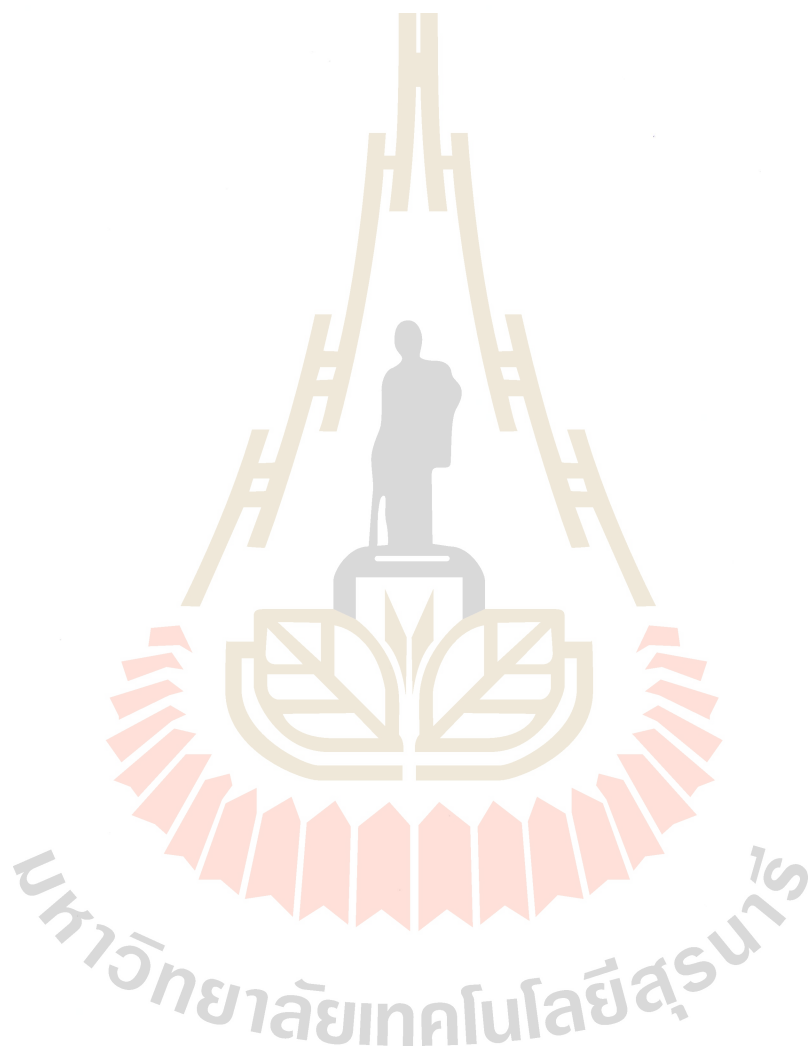
คำสำคัญ: โพลียูรีเทนโฟมแบบแข็งเกร็ง/กำลังรับแรงอัด/โครงสร้างทางจุลภาค/เทคนิคของ
ผิวทาง/การฉีดยา โพลียูรีเทนโฟม

การก่อสร้างถนนนับได้ว่าเป็นการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญต่อการคมนาคมและ
ขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ ถนนในประเทศไทยมีการขยายโครงข่ายเพิ่มมากขึ้นในทุก ๆ ปี โดย
ถนนส่วนใหญ่ถูกออกแบบเพื่อรองรับปริมาณการจราจรที่เพิ่มขึ้นเพื่อให้มีอายุการใช้งาน 15-20 ปี
อย่างไรก็ตาม ปริมาณการจราจรที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วก่อการบรทุกน้ำหนัเกินกว่าที่กฎหมาย
กำหนดของรถบรรทุกขนาดใหญ่ ทำให้ถนนเกิดความเสียหายเนื่องจากการหลุดตัวของโครงสร้างทาง
โดยเฉพาะอย่างยิ่ง บริเวณส่วนเชื่อมต่อระหว่างสะพานกับถนน การแก้ปัญหาแบบดั้งเดิมในประเทศ
ไทยทำโดยการรื้อโครงสร้างทางเดิมทิ้งและก่อสร้างใหม่ ซึ่งต้องปิดการใช้งานถนนเป็นเวลานานและ
ใช้งบประมาณซ่อมบำรุงที่สูง ส่งผลกระทบอย่างมากต่อระบบการคมนาคมและก่อให้เกิดการสูญเสีย
ประโยชน์ด้านธุรกิจการขนส่ง เทคโนโลยีการฉีดยา PU เป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่สามารถแก้ปัญหา
การหลุดตัวของผิวทางและเริ่มได้รับความนิยมในประเทศ เนื่องจากสามารถแก้ไขปัญหการปิดถนน
และลดงบประมาณในการซ่อมแซม อย่างไรก็ตาม การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการฉีดยา PU นี้ ยังขาด
มาตรฐานในการควบคุมคุณภาพการผลิตและติดตามผลการดำเนินงานตามหลักการทางวิศวกรรม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษากำลังอัดและโครงสร้างจุลภาคของโฟม PU ในห้องปฏิบัติการ
และการประยุกต์ใช้งานเพื่อซ่อมแซมโครงสร้างชั้นทางที่เกิดการหลุดตัวจากการใช้งานทั้งในกรณี
ผิวทางแบบยึดหยุ่นและแบบแข็งเกร็ง งานวิจัยส่วนแรกศึกษาอิทธิพลของปริมาณ polyol
อัตราส่วนระหว่าง polyol ต่อ isocyanate (p/d ratio) และอุณหภูมิระหว่างผสมของ polyol และ
isocyanate ที่มีต่อกำลังอัดและโครงสร้างจุลภาค งานวิจัยส่วนที่สองเป็นการนำเสนอกรณีศึกษาการ
เสริมความแข็งแรงของโครงสร้างชั้นทางด้วยเทคนิคการฉีดยา PU ทั้งในระดับต้นและเล็ก เพื่อซ่อมแซมผิว
ทางคอนกรีตเสริมเหล็กและผิวทางแอสฟัลต์

จากผลการศึกษาทั้งสองส่วน ผู้วิจัยได้เสนอแนวปฏิบัติสำหรับเทคนิคการฉีดยา PU เพื่อ
แก้ไขปัญหการหลุดตัวของถนนตามหลักการทางวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วยวิธีการสำรวจลักษณะ
ทางกายภาพ การวางแผน มาตรการความปลอดภัย การควบคุมคุณภาพ การติดตามตรวจสอบ และ

การจัดทำรายงานผลการปฏิบัติ แนวปฏิบัตินี้สามารถใช้เป็นพื้นฐานในจัดทำเป็นมาตรฐานการทำงาน
สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท และกรมการปกครอง
ส่วนท้องถิ่น เพื่อแก้ปัญหาคาการหลุดตัวของถนน อันจะสนับสนุนการพัฒนาระบบขนส่งของประเทศ
อย่างยั่งยืน



สาขาวิชา วิศวกรรมโยธาและการบริหารงานก่อสร้าง
ปีการศึกษา 2566

ลายมือชื่อนักศึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

AROONDET BOONSUNG : COMPRESSIVE STRENGTH AND MICROSTRUCTURE OF
RIGID POLYURETHANE FOAM AND ITS APPLICATION IN ROAD MAINTENANCE.

THESIS ADVISOR : PROF. SUKSUN HORPIBULSUK, Ph.D., 166 PP.

Keywords: Rigid Polyurethane Foam/Compressive Strength/Microstructure/Pavement
Geotechnical/Polyurethane Foam Injection

Road construction is an essential infrastructure development for transportation and driving the country's economy. The road network in Thailand is expanding annually. Most roads are designed to accommodate increased traffic volumes for 15-20 years of service. However, the rapid increase in traffic volumes combined with the heavy truck loads exceeding legal limits has caused road damages due to the settlement of road structures, especially at the bridge approach slabs. The traditional solution in Thailand is to demolish the existing road structure and build a new one, which requires long periods of road closure and high maintenance costs, significantly impacting the transportation system and causing a loss of benefits in the transportation business. PU foam injection technology is an alternative technique that can solve the problem of pavement settlement. It has become trendy in the country because it can solve road closure problems and reduce repair budgets. However, applying this PU foam injection technology still needs to improve standards for controlling production quality and monitoring performance based on engineering principles.

This thesis consists of a laboratory study of PU foam's compressive strength and microstructure and its applications to repair pavement structures that have collapsed from use, both in the case of flexible and rigid pavement surfaces. The first part presents the influence of the amount of polyol, the ratio of polyol to isocyanate (p/d ratio), and the mixing temperature of polyol and isocyanate on the compressive strength and the microstructure. The second part of the thesis presents case studies of the road maintenance using shallow and deep PU foam injection techniques for both concrete and asphalt concrete pavements.

From the results of both parts of the study, the research has proposed a guideline for applying the PU foam injection technique to solve the problem of road

settlement based on engineering principles. The guideline included methods for surveying physical characteristics, planning, safety measures, quality control, and preparing performance reports. This guideline can be extended to develop a working standard for relevant agencies such as the Department of Highways, the Department of Rural Roads, and the Department of Local Administration for repairing road settlements that will support the sustainable development of the country's transportation system.



School of Civil Engineering and Construction Management
Academic Year 2023

Student's Signature.....

Advisor's Signature.....