รหัสโครงการ SUT7-721-47-12-04

รายงานการวิจัย

ปัจจัยที่มีผลต่อกำลังของดินซีเมนต์บดอัดสำหรับงานถนน

(Factors Influencing Strength Development of Cement Stabilized Soils for Road Construction)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุขสันติ์ หอพิบูลสุข

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2547

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

กุมภาพันธ์ 2548

บทคัดย่อ

การซ่อมแซมถนนที่ชำรุดเนื่องจากการใช้งานมาเป็นเวลานานโดยวิธีการหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมมาใช้ใหม่เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างมากในประเทศไทยขณะนี้ แต่การศึกษาการพัฒนากำลังอัดของดินซีเมนต์ในห้องปฏิบัติการและในสนามยังมีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้น งานวิจัยนี้จะนำเสนอลักษณะทางวิศวกรรมและลักษณะกราฟการบดอัดของดินบดอัดและดินผสมซีเมนต์บดอัด และท้ายสุดจะสร้างแบบจำลองทำนายกำลังอัดของดินซีเมนต์ในห้องปฏิบัติการและในสนาม

จากการศึกษาลักษณะกราฟการบดอัดของดินเม็ดละเอียดและดินเม็ดหยาบ พบว่า เส้นกราฟการบดอัดทางด้านแห้งของดินบดอัดชนิดหนึ่งๆ ถูกควบคุมโดยตัวแปร $m/S^{0.5}$ ถึงแม้ว่าดินบดอัดจะมีปริมาณความชื้นและหน่วยน้ำแห้งต่างกัน แต่ตัวแปร $m/S^{0.5}$ จะมีค่าคงที่สำหรับทุกพลังงานการบดอัด ตัวแปร $(m/S^{0.5})/(m/S^{0.5})_{st}$ ถูกสร้างขึ้นเพื่อขจัดอิทธิพลของชนิดของดิน โดยอาศัยตัวแปรดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำเสนอแบบจำลองจากการสังเกต ซึ่งนอกจากจะสามารถใช้สร้างกราฟการบดอัดได้กับดินทุกชนิดและทุกพลังงานการบดอัดแล้ว ยังสามารถประมาณค่าพลังงานการบดอัดที่ต้องใช้เพื่อให้ได้ค่าปริมาณความชื้นเหมาะสมและหน่วยน้ำหนักแห้งสูงสุดที่ต้องการ อีกทั้งยังสามารถใช้ตรวจสอบความถูกต้องของผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการได้อีกด้วย

ผลทดสอบการบดอัดและกำลังอัดแกนเดียวของดินซีเมนต์ในห้องปฏิบัติการแสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยน้ำหนักแห้งและปริมาณความชื้นของดินซีเมนต์มีลักษณะที่เหมือนกันโดยไม่แปรผันตามปริมาณซีเมนต์ ปริมาณความชื้นที่ให้ค่ากำลังอัดสูงสุดคือปริมาณความชื้นเหมาะสมก่อนผสมซีเมนต์ ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัดและปริมาณความชื้นมีลักษณะสมมาตรในช่วงปริมาณความชื้นอยู่ระหว่าง 80 ถึง 120 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณความชื้นเหมาะสม ที่ด้านเปียกของปริมาณความชื้นเหมาะสม และที่อายุบ่มหนึ่งๆ กำลังอัดของดินซีเมนต์บดอัดแปรผันตามอัตราส่วนปริมาณความชื้นต่อปริมาณซีเมนต์ พลังงานการบดอัดมิได้มีอิทธิพลโดยตรงกับการเพิ่มขึ้นของกำลังอัด เพียงแต่ช่วยลดปริมาณความชื้นเหมาะสม นอกจากนี้ ยังพบว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของกำลังอัดแปรผันตามอายุบ่มเพียงอย่างเดียว โดยไม่ขึ้นอยู่กับชนิดของดิน ปริมาณความชื้น ปริมาณซีเมนต์ จากความรู้ทั้งหมดนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอแบบจำลองทำนายกำลังอัดของดินซีเมนต์บดอัด ซึ่งสามารถทำนายกำลังอัดของดินผสมซีเมนต์ ที่ปริมาณความชื้น ปริมาณซีเมนต์ พลังงานการบดอัด และอายุบ่มใดๆ ได้ เพียงมีผลทดสอบกำลังอัดของดินซีเมนต์บดอัดที่อายุบ่มและปริมาณความชื้นที่ด้านเปียกของปริมาณความชื้นเหมาะสมเพียงค่าเดียว จากแบบจำลองที่สร้างขึ้นนี้ร่วมกับผลทดสอบในสนาม ผู้วิจัยได้นำเสนอขั้นตอนการทำงานการปรับปรุงถนนด้วยวิธีหมุนเวียนวัสดุชั้นทางเดิมมาใช้ใหม่ โดยพิจารณาอิทธิพลของวิธีการบดอัดและสภาพการบ่มต่อกำลังอัดของดินซีเมนต์บดอัดในสนาม

ABSTRACT

In Thailand, the pavement recycling technique is a well-known method for repairing damaged roads due to overloaded for a long time. However, studies on the laboratory and field strength development in cement stabilized soils are still limited. This research thus presents engineering behavior and characteristics of compaction curves of compacted soil and cement stabilized soil (compacted cement-soil). Finally, a model for predicting laboratory and field strength development in cement stabilized soils would be introduced.

From the study on characteristics of compaction curves of fine and coarse grained soils, it is found that for a given soil compacted on the dry side of optimum, the $m/S^{0.5}$ is practically constant for a particular compaction energy, even with the change in moisture content and dry unit weight. The parameter, $(m/S^{0.5})/(m/S^{0.5})_{st}$, is introduced to take the effect of soil type into account. Using this parameter, the phenomenological model is developed. It is useful not only for predicting compaction curves wherein the compaction energy varies over a wide range, but also for justifying the laboratory test results.

It is revealed from laboratory compaction and unconfined compression tests of cement stabilized soils, that dry unit weight and water content relationship is similar and irrespective of cement content. Water content corresponding to the maximum compressive strength is the optimum water content of the compacted soil. In the range of water content between 80 to 120 percentages of optimum water content, the relationship between compressive strength and water content of the cement stabilized soil is symmetry. At wet side of optimum and a particular curing time, the strength of cement stabilized soil is dependent upon the soil-water/cement ratio, *w/C*. The compaction energy does not directly impart the strength, but its role is to reduce the optimum water content. The rate of strength development depends on only curing time, regardless of soil type, water content, cement content and compaction energy. Based on the knowledge gained from this study, the model for predicting strength of cement stabilized soil is proposed. It can assess the strength of cement stabilized soil in which the water content, cement content and compaction energy vary over a wide range using a trail test. From this proposed model and the field test, a suggested procedure for repairing the damaged road by the pavement recycling technique is introduced taking the effect of the effect of compaction method and curing condition into account.