

Abstract

Project Code : MRG5480168
Project Title : A Study of Engineering Properties of Cement Admixed Sands with High Porosity Used as Materials for Artificial Aquifer
Investigator : Assistant Professor Dr. Anuchit Uchaipichat
Assistant Professor Dr. Cheevin Limsiri
Department of Civil Engineering, Vongchavalitkul University
E-mail Address : anuchitu@yahoo.com

Project Period : 2 years (15 June 2011 – 14 June 2013)

The new theory for the use of lands is King Bhumibol's framework for people who have their own lands for agriculture. People following this framework can effectively manage pond water used in all activities in their own lands. Since a massive loss of pond water due to evaporation is very difficult to prevent, the water pond can be replaced with artificial aquifer, which is made of cemented loose sand. However, several investigators found that loose sand is susceptible to collapse upon wetting and static liquefaction and need to be stabilized.

The scope of works comprises of laboratory investigations on cemented loose sands and set up of procedures for construction of artificial aquifer. The laboratory investigations were performed to characterize behaviors of shear strength, static liquefaction, compressibility and collapse upon wetting of cemented loose sand with different values of cement content. Finally, the test results will be applied to set up the procedures for construction of artificial aquifer.

The shear strength characteristic of cemented loose sands was investigated through a series of direct shear tests with different normal stresses and cement contents. The normal stress values used in the experiments, corresponding to light weight structures situated on the artificial aquifer, ranged from 15 to 100 kPa and the cement content values ranged from 0 to 6 percent. All tests were performed on the cemented sand samples cured for 28 days. The results show an increase in shear stress level with increasing normal stress. The volume change behavior was contraction for all tests. The results also show stiffening of material response and a decrease in contraction with increasing cement content. For each value of cement content, the

shear stress-displacement curves converge towards a single line with increasing displacement. For the shear strength characteristic, the values of cohesion are zero for all cement contents and the values of internal angle of friction increases with increasing cement content.

Moreover, the effect of cementation on the behavior of static liquefaction in loose sands was investigated using a conventional direct shear equipment modified for testing a loose sand sample under constant volume condition. The tests were conducted on samples with various values of cement content at different vertical stresses. The vertical stress ranged from 15 to 100 kPa was used in the experiments. The cement content values ranged from 0 to 4 percent. All tests were performed on the cemented sand samples cured for 28 days. The test results show cementation-hardening behavior in loose sands. However, the static liquefaction phenomenon was still observed in all tests. The test results also show an increase in equivalent pore water pressure with increasing horizontal displacement. Moreover, the test results show that there was no significant effect of cement content on the change in equivalent pore water pressure.

Furthermore, the compressibility due to loading and a collapse potential upon wetting of cemented loose sands was investigated. The experiments were performed on the cemented loose sand samples with various cement contents and periods of curing time. The results show a decrease in compressibility due to loading and collapse potential upon wetting of cemented loose sand with increasing period of curing time. Moreover, it was found that, with increasing applied stress, the compressibility due to loading increased while the collapse potential upon wetting decreased. The total compression due to both loading and wetting increased with increasing applied stress.

Finally, the procedures for construction of artificial aquifer based on experimental data of the cemented loose sands and methods of pond lining in literatures were illustrated. Both advantages and disadvantages of the use of the artificial aquifer are carefully presented and discussed.

Keywords : Aquifer; Static Liquefaction; Loose Sands; Cementation Bond; Shear Strength, Compressibility; Collapse Potential

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ : MRG5450168
ชื่อโครงการ : การศึกษาคุณสมบัติเชิงวิศวกรรมของดินทรายผสมซีเมนต์ความ
พรุนสูงเพื่อใช้เป็นวัสดุสำหรับชั้นน้ำใต้ดินประดิษฐ์
ชื่อนักวิจัย : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนุชิต อนุชาภิชาติ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชวิรินทร์ ลิ้มศิริ
สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล
E-mail Address : anuchitu@yahoo.com
ระยะเวลาโครงการ : 2 ปี (15 มิถุนายน 2554 ถึง 14 มิถุนายน 2556)

“การใช้ประโยชน์ที่ดินตามแนวทฤษฎีใหม่” เป็นแนวพระราชดำริสำหรับประชาชนผู้
มีพื้นที่เป็นของตนเองสำหรับการทำเกษตรกรรม ประชาชนที่ปฏิบัติตามแนวทฤษฎีใหม่
สามารถจัดการน้ำในสระน้ำเพื่อใช้ทำกิจกรรมต่างๆ ในพื้นที่ของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ
โครงการวิจัยนี้ได้นำเสนอการใช้ชั้นน้ำใต้ดินประดิษฐ์ซึ่งทำจากดินทรายซีเมนต์หลวมซึ่งมีความ
พรุนสูงแทนการใช้สระน้ำ เพื่อหลีกเลี่ยงการระเหยของน้ำในสระจำนวนมากสู่ชั้นบรรยากาศ
อย่างไรก็ตามนักวิจัยจำนวนมากพบว่าดินทรายหลวมมีโอกาสพังทลายเมื่อความชื้นในดิน
เพิ่มขึ้นและสามารถกลายสภาพเป็นของเหลวภายใต้น้ำหนักบรรทุกทุกสเกลได้ ดินประเภทนี้
จำเป็นต้องปรับปรุงให้มีเสถียรภาพก่อนการก่อสร้าง

ขอบเขตของงานวิจัยนี้ประกอบด้วยการทดสอบในห้องปฏิบัติการและการจัดทำ
ขั้นตอนการก่อสร้างชั้นน้ำใต้ดินประดิษฐ์ ตัวอย่างดินได้รับการทดสอบเพื่อศึกษาพฤติกรรม
กำลังรับแรงเฉือน การกลายสภาพเป็นของเหลวภายใต้น้ำหนักบรรทุกทุกสเกล ความยุบอัดตัว
และการพังทลายของดินเมื่อความชื้นเพิ่มขึ้นของดินทรายซีเมนต์หลวมที่มีปริมาณซีเมนต์ต่างๆ
กัน ท้ายที่สุดขั้นตอนการทดสอบได้จัดทำขึ้นโดยอาศัยผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

คุณลักษณะของกำลังรับแรงเฉือนสามารถศึกษาได้จากการทดสอบเฉือนตรงกับ
ตัวอย่างดินทรายซีเมนต์หลวมที่มีปริมาณซีเมนต์และมีระยะเวลาบ่ม 28 วัน ระดับความเค้นตั้ง
ฉากที่ใช้ในการทดสอบมีค่าระหว่าง 15 ถึง 100 kPa ซึ่งสอดคล้องกับโครงสร้างขนาดเล็ก
ปริมาณซีเมนต์ที่ใช้อยู่ระหว่าง 0 ถึง 6 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าระดับความ
เค้นเฉือนเพิ่มขึ้นเมื่อความเค้นตั้งฉากเพิ่มขึ้น ตัวอย่างดินมีพฤติกรรมอัดตัวขณะเฉือนในทุก
การทดสอบ ผลการทดสอบยังแสดงให้เห็นว่าดินมีความแข็งแรงขึ้นและระดับการอัดตัวขณะ
เฉือนลดลงเมื่อปริมาณซีเมนต์เพิ่มขึ้น สำหรับการทดสอบที่มีปริมาณซีเมนต์เท่ากัน เส้นโค้ง
ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นเฉือนและระยะเฉือนลู่เข้าหากันเป็นเส้นเดียวเมื่อระยะเฉือน
เพิ่มขึ้น สำหรับคุณลักษณะกำลังรับแรงเฉือน ค่ามุมเสียดทานภายในเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณ
ซีเมนต์เพิ่มขึ้น ในขณะที่โคฮีชันมีค่าคงที่เท่ากับศูนย์

นอกจากนี้ โครงการวิจัยได้ศึกษาอิทธิพลของซีเมนต์ต่อพฤติกรรมการกลายเป็นของเหลวของดินทรายหลวมโดยอาศัยเครื่องมือทดสอบเฉือนตรงที่ได้รับการดัดแปลงให้สามารถทดสอบตัวอย่างดินทรายหลวมภายใต้สภาวะปริมาตรคงที่ การทดสอบกระทำกับตัวอย่างดินทรายหลวมที่มีปริมาณซีเมนต์ระหว่าง 0 ถึง 4 เปอร์เซ็นต์และมีระยะเวลาบ่ม 28 วัน ความเค้นตั้งฉากสำหรับการทดสอบอยู่ระหว่าง 15 ถึง 100 kPa ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าการผสมซีเมนต์ในดินทรายบดอัดแบบหลวมช่วยให้ความเค้นเฉือนสูงสุดหรือค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ผลการทดสอบยังแสดงให้เห็นว่าความเค้นประสิทธิผลตั้งฉากลดลงเมื่อตัวอย่างดินทรายซีเมนต์ถูกเฉือน ค่าความเค้นนี้สามารถแปลงไปเป็นค่าความดันน้ำเทียบเท่าได้ ซึ่งผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าความดันน้ำเทียบเท่าเพิ่มขึ้นในขณะที่ตัวอย่างดินถูกเฉือน

โครงการวิจัยนี้ยังศึกษาการยุบอัดตัวเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกและการพังทลายของดินเมื่อความชื้นเพิ่มขึ้นจนอิ่มตัวด้วยน้ำโดยการทำการทดสอบในเครื่องมือทดสอบโอโดมิเตอร์ การทดสอบกระทำกับตัวอย่างดินทรายซีเมนต์หลวมที่ค่าปริมาณซีเมนต์ ระยะเวลาการบ่ม และระดับความเค้นต่าง ๆ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าการยุบอัดตัวและศักยภาพการพังทลายเมื่ออิ่มตัวด้วยน้ำของตัวอย่างดินทรายซีเมนต์หลวมลดลงเมื่อระยะเวลาการบ่มเพิ่มขึ้น ผลการทดสอบยังแสดงให้เห็นว่าการยุบอัดตัวเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความเค้นเพิ่มขึ้น ในขณะที่ศักยภาพการพังทลายเมื่ออิ่มตัวด้วยน้ำลดลง นอกจากนี้การยุบอัดตัวรวมเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความเค้นเพิ่มขึ้น

ท้ายที่สุดขั้นตอนการก่อสร้างได้ถูกนำเสนอโดยอาศัยผลการทดสอบคุณสมบัติเชิงวิศวกรรมของดินทรายหลวมและวิธีปรับปรุงผิวกันสระน้ำ นอกจากนี้โครงการวิจัยนี้ยังได้มีข้อเสนอแนะสำหรับการก่อสร้างและใช้งานชั้นน้ำใต้ดินประดิษฐ์ด้วย

คำหลัก : ชั้นน้ำใต้ดิน; การกลายสภาพเป็นของเหลว; ดินทรายหลวม; พันธะซีเมนต์; กำลังรับแรงเฉือน; การยุบอัดตัว; ศักยภาพการพังทลาย