

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการตอกทะลุทะลวงมาตรฐานกับพารามิเตอร์ ด้านกำลังของดินในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

A Study of Relationships between Standard Penetration Test Number and Soil Strength Parameters in Ayudhaya Province

วรารธ แก้วแสง¹

Warathorn Kaewsang¹

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการตอกทะลุทะลวงมาตรฐานกับพารามิเตอร์ด้านกำลังของดิน โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการตอกทะลุทะลวงมาตรฐานกับค่ากำลังรับแรงอัดทิศทางเดียวและค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนโดยใช้เครื่องกดแบบมือถือ รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังรับแรงอัดแบบทิศทางเดียวกับค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนโดยใช้เครื่องกดแบบมือ แล้วนำมาสร้างสมการเส้นถดถอย (Regression analysis) ทางสถิติ ซึ่งรวบรวมข้อมูลจากการเจาะสำรวจดินจากกรมโยธาธิการและผังเมืองจำนวน 119 หลุม โดยการวิเคราะห์ข้อมูลจะจำแนกดินออกเป็น 3 กลุ่ม คือไม่แยกกลุ่มดินประเภท CL และ CH กลุ่มดินประเภท CL และกลุ่มดินประเภท CH จากผลการศึกษาพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าการตอกทะลุทะลวงมาตรฐานกับค่ากำลังรับแรงอัดทิศทางเดียว เมื่อค่าการตอกทะลุทะลวงมาตรฐานเพิ่มขึ้นค่ากำลังรับแรงอัดทิศทางเดียวจะเพิ่มขึ้นในลักษณะแปรผันตรงโดยกรณีไม่แยกกลุ่มดินประเภท CL และ CH สมการที่ได้คือ $q_{UC} = 0.1037N$ ให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.5971 กลุ่มดินประเภท CL สมการที่ได้คือ $q_{UC} = 0.0932N$ ให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.6126 กลุ่มดินประเภท CH สมการที่ได้คือ $q_{UC} = 0.1163N$ ให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.6480 ซึ่งผลการวิเคราะห์ R^2 ทั้งสามกรณี พบว่ามีความสัมพันธ์กันดี ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการตอกทะลุทะลวงมาตรฐาน กับค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนโดยใช้เครื่องกดแบบมือถือ พบว่าเมื่อค่าการตอกทะลุทะลวงมาตรฐาน เพิ่มขึ้นค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนโดยใช้เครื่องกดแบบมือถือจะเพิ่มขึ้นในลักษณะแปรผันตรงเช่นกัน โดยกรณีไม่แยกกลุ่มดินประเภท CL และ CH สมการที่ได้คือ $q_{UP} = 0.1164N$ ให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.6214 กลุ่มดินประเภท CL สมการที่ได้คือ $q_{UP} = 0.1085N$ ให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.6233 กลุ่มดินประเภท CH สมการที่ได้คือ $q_{UP} = 0.1291N$ ให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.6641 ซึ่งผลการวิเคราะห์ R^2 ทั้งสามกรณี พบว่ามีความสัมพันธ์กันดี และความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังรับแรงอัดทิศทางเดียว กับค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนโดยใช้เครื่องกดแบบมือถือ โดยกรณีไม่แยกกลุ่มดินประเภท CL และ CH สมการที่ได้คือ $q_{UC} = 0.8883q_{UP}$ ให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.6228 กลุ่มดินประเภท CL สมการที่ได้คือ $q_{UC} = 0.8389q_{UP}$ ให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.5288 กลุ่มดินประเภท CH สมการที่ได้คือ $q_{UC} = 0.9325q_{UP}$ ให้ค่า R^2 เท่ากับ 0.6888 ซึ่งผลการวิเคราะห์ R^2 ทั้งสามกรณี พบว่ามีความสัมพันธ์กันดี จากความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานทางด้านวิศวกรรมธรณีเทคนิคได้ในระดับหนึ่ง โดยผู้ที่จะต้องพิจารณาปัจจัยและข้อมูลอื่น ๆ ประกอบ

คำสำคัญ : การตอกทะลุทะลวงมาตรฐาน กำลังรับแรงอัดทิศทางเดียว กำลังต้านทานแรงเฉือนโดยใช้เครื่องกดแบบมือถือ

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ หนองแขม กรุงเทพฯ 10160
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, South-East Asia University, Nongkhaem, Bangkok 10160

ABSTRACT

The objective of this study aims to find the relationships between standard penetration test numbers and soil strength parameters, based on the collected data from 119 boring holes of soil survey and boring, which was conducted by the Department of Public Works and Town & Country Planning. The relationships of unconfined compressive strength and standard penetration test numbers, and the relationships between unconfined compressive strength and pocket penetrometer test, were also studied by using the equations of Regression analysis. The analysis was classified into 3 groups of soil: unclassified CL/CH group, CL group, and CH group. The results of the study revealed the relationships between the standard penetration test number and the unconfined compressive strength, showed that the standard penetration test number was higher and so as the unconfined compressive strength with a direct variation. The unclassified CL/CH group represented the equation $q_{UC} = 0.1037N$, and $R^2 = 0.5971$. The CL group represented the equation $q_{UC} = 0.0932N$, and $R^2 = 0.6126$. The CH group represented the equation $q_{UC} = 0.1163N$, and $R^2 = 0.6480$. From the analysis of R^2 in three cases, it indicated good criteria. The relationships between standard penetration test number and pocket penetrometer test showed that when the standard penetration test number increased, the pocket penetrometer test also increased in a direct variation. The unclassified CL/CH group represented the equation $q_{UC} = 0.1164N$, and $R^2 = 0.6214$. The CL group represented the equation $q_{UC} = 0.1085N$, and $R^2 = 0.6233$. The CH group represented the equation $q_{UC} = 0.1291N$, and $R^2 = 0.6641$. From the analysis of R^2 in three cases, it indicated good criteria. The relationships between the unconfined compressive strength and pocket penetrometer test showed that the unclassified CL/CH group represented the equation $q_{UC} = 0.8883q_{UP}$, and $R^2 = 0.6628$. The CL group represented the equation $q_{UC} = 0.8389q_{UP}$, and $R^2 = 0.5288$. The CH group represented the equation $q_{UC} = 0.9325 q_{UP}$, and $R^2 = 0.6888$. From the analysis of R^2 in three cases, it indicated good criteria. The result of the study revealed that the analysis of R^2 in three cases showed that the relationships were applicable to works based on the consideration of other factors.

Keywords : standard penetration test numbers, unconfined compressive strength, pocket penetrometer test

E-mail : Warathon@sau.ac.th, Warathon@engineer.com

คำนำ

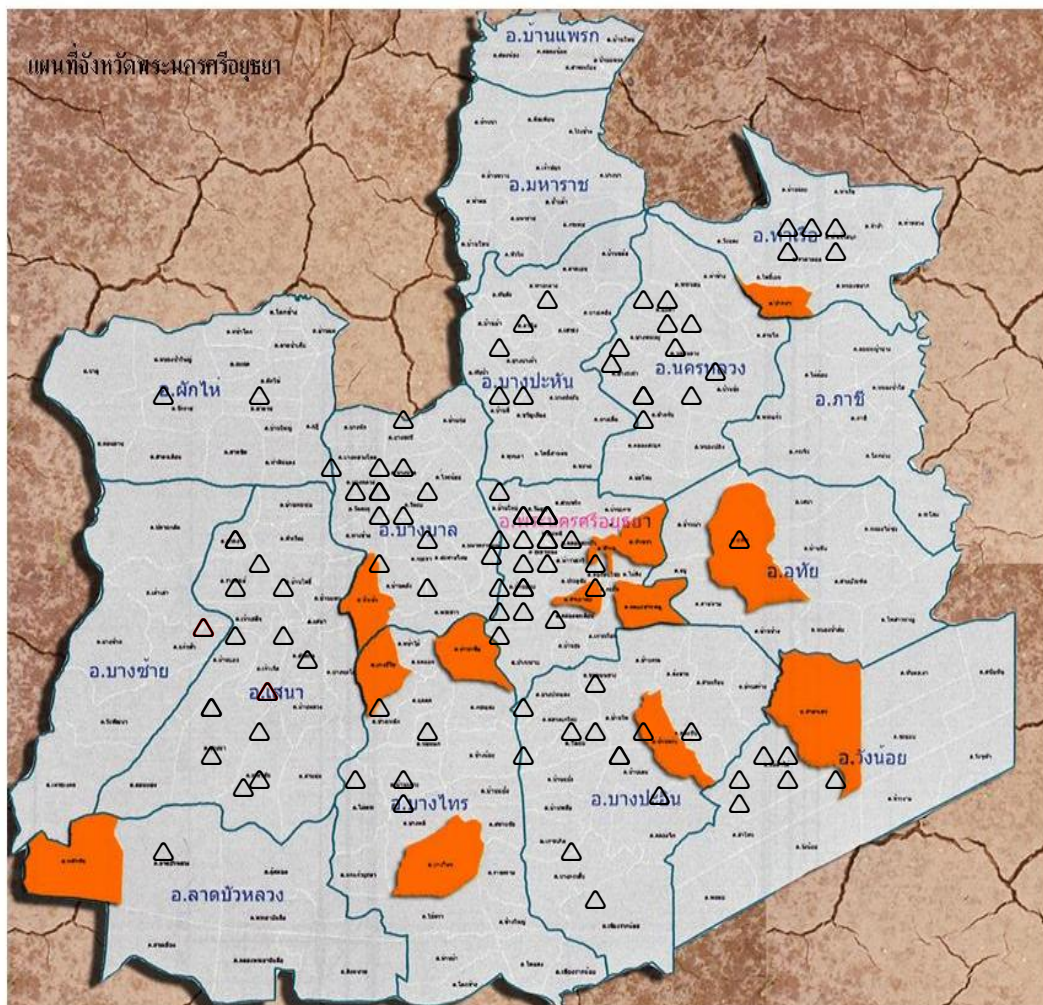
จากสภาพของชั้นดินในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาเป็นดินที่เกิดจากการตกตะกอนและทับถมบริเวณลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา โดยชั้นดินทั่วไปเป็นชั้นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนตะกอนซึ่งเป็นดินเม็ดละเอียด (Fine grained soil) วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (2520) โดยที่พารามิเตอร์ด้านกำลังของดิน (Soil strength parameter) จึงขึ้นอยู่กับกำลังรับแรงอัดทิศทางเดียว (Unconfined compressive strength) เป็นหลัก ในการหาพารามิเตอร์ดังกล่าวสามารถทำได้โดยการเจาะสำรวจชั้นดินและเก็บตัวอย่างดินนำมาทดสอบใน

ห้องปฏิบัติการ ซึ่งต้องใช้เวลาในการเจาะสำรวจและทดสอบ ดังนั้นหากทราบความสัมพันธ์ระหว่างค่าการตอกทะลุ ทะลวงมาตรฐาน (Standard penetration test) กับค่ากำลังรับแรงอัดทิศทางเดียว และความสัมพันธ์ระหว่างค่า การตอกทะลุทะลวงมาตรฐาน กับค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนโดยใช้เครื่องกดแบบมือถือ (Pocket penetrometer) และค่ากำลังรับแรงอัดแบบทิศทางเดียวกับค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนโดยใช้เครื่องกดแบบมือถือ จะทำให้สามารถใช้ค่าการตอกทะลุทะลวงมาตรฐานกับค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนโดยใช้เครื่องกดแบบมือถือ ซึ่งเป็นการทดสอบใน สนามอย่างง่ายมาใช้ในการทำนายค่ากำลังรับแรงอัดทิศทางเดียวของชั้นดิน ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาได้สะดวก รวดเร็วและมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมข้อมูลการเจาะสำรวจชั้นดิน

ทำการรวบรวมข้อมูลการเจาะสำรวจชั้นดินในพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 119 หลุม จากกรมโยธาธิการและผังเมือง โดยตำแหน่งหลุมเจาะแสดงในรูปที่ 1



△ สัญลักษณ์แสดงตำแหน่งหลุมเจาะสำรวจ

รูปที่ 1 แสดงตำแหน่งของหลุมเจาะสำรวจในพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

2. การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์

เมื่อได้ข้อมูลการเจาะสำรวจชั้นดินมาแล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์และแยกกลุ่มข้อมูลเช่นผลการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานและกายภาพทางด้านวิศวกรรมของดินเหนียว โดยแยกกลุ่มดินเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกไม่แยกกลุ่มประเภท CH และ CL กลุ่มที่สองแยกกลุ่มดินเฉพาะ CH และ กลุ่มที่สามแยกกลุ่มดินเฉพาะ CL โดยมีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ดังนี้

ก) ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการตอกทะลุทะลวงมาตรฐานที่ยังไม่ได้ปรับแก้ค่า (SPT, N) กับค่ากำลังรับแรงอัดทิศทางเดียว (q_{uc})

ข) ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการตอกทะลุทะลวงมาตรฐานที่ยังไม่ได้ปรับแก้ค่า (SPT, N) กับค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนโดยใช้เครื่องกดแบบมือถือ (q_{up})

ค) ความสัมพันธ์ระหว่างหาความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังรับแรงอัดทิศทางเดียว (q_{uc}) กับค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนโดยใช้เครื่องกดแบบมือถือ (q_{up})

โดยความสัมพันธ์ข้อ ก) และ ข) พิจารณาเปรียบเทียบข้อมูลดินที่ตำแหน่งของการเปลี่ยนแปลงการเก็บตัวอย่างจากกระบอกบางเป็นกระบอกผ่าซีกที่ระดับความลึกนั้น ๆ เป็นต้นไป ส่วนข้อ ค) พิจารณาเปรียบเทียบในตัวอย่งดินเหนียวที่มีการเก็บเพื่อหาค่า undrained shear strength ในสนาม

จากนั้นนำความสัมพันธ์ข้างต้น ทำการวิเคราะห์เชิงสถิติโดยใช้สมการเส้นถดถอยแบบเส้นตรง (Linear Regression Analysis) โดยตั้งโมเดล $Y=CX$ ซึ่งเป็นสมการเส้นตรง สอดคล้องกับการศึกษาของ วีระนันท์ (2526) และ พีรพงศ์ และชิตชัย (2547) เมื่อ C เป็นตัวแปรที่ต้องหาค่า และ Y,X เป็นค่าความความสัมพันธ์ต่าง ๆ

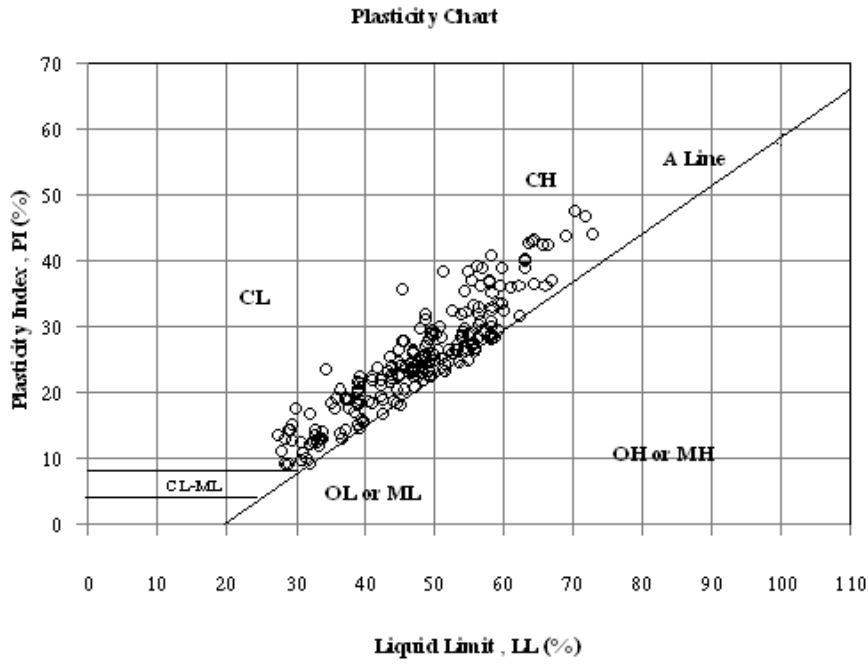
จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้สมการเส้นถดถอย ผลการวิเคราะห์ที่ได้ตรวจสอบโดยใช้ค่า Coefficient of Determination, R^2 (Draper and Smith, 1966) โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาความสัมพันธ์ดังนี้

$R^2 < 0.25$	แสดงว่า มีความสัมพันธ์กันน้อย
$R^2 = 0.25 - 0.55$	แสดงว่า มีความสัมพันธ์กันพอใช้
$R^2 = 0.55 - 0.80$	แสดงว่า มีความสัมพันธ์กันดี
$R^2 > 0.80$	แสดงว่า มีความสัมพันธ์กันดีมาก

ผลและวิจารณ์

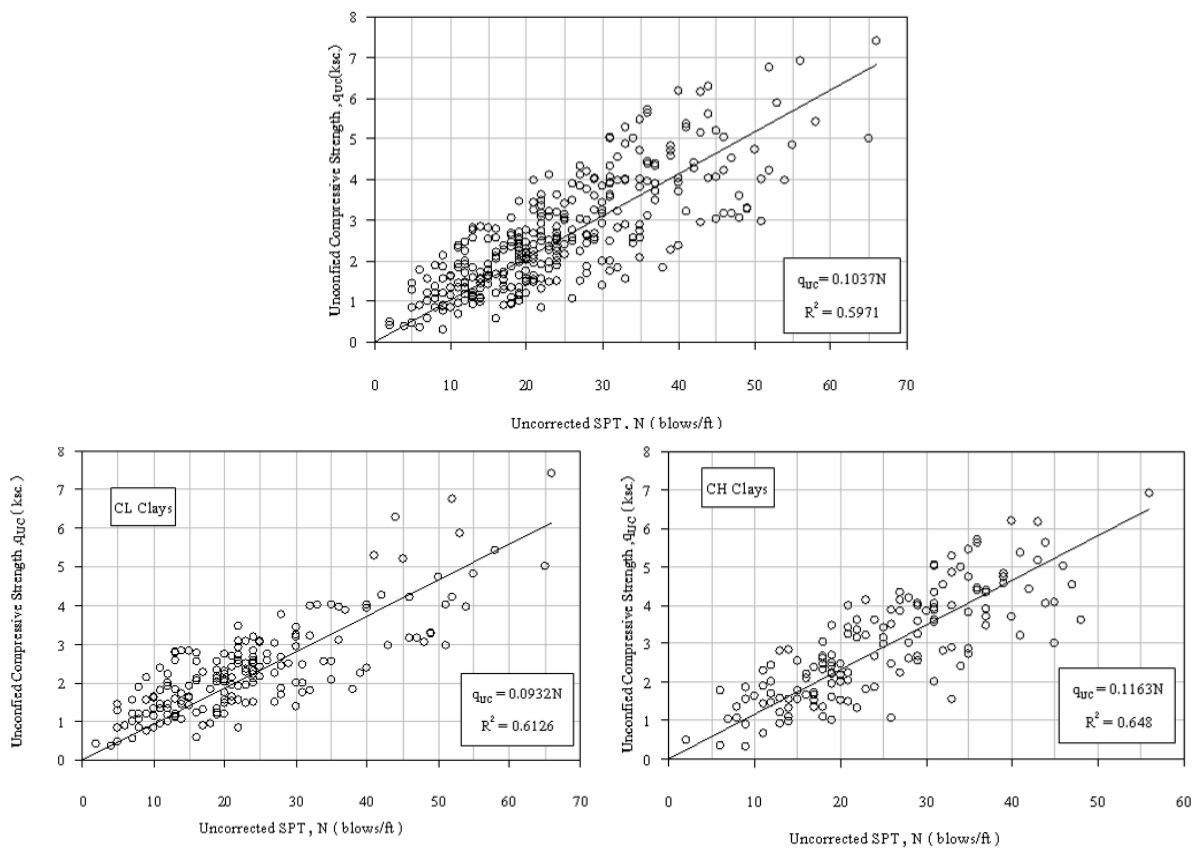
1. ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Liquid Limit และ Plasticity Index

ผลการจำแนกประเภทของชั้นดินเหนียว (จากจำนวนหลุมเจาะ 119 หลุม) ตามวิธีของ Unified Soil Classification ด้วยค่า Liquid Limit (LL) และ Plasticity Index (PI) พบว่าชั้นดินในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาจัดอยู่ในประเภท CH และ CL เป็นส่วนใหญ่ โดยมีค่า LL อยู่ระหว่างร้อยละ 12 ถึง 72 และค่า PI อยู่ระหว่างร้อยละ 9 ถึง 47 ดังแสดงในรูปที่ 2



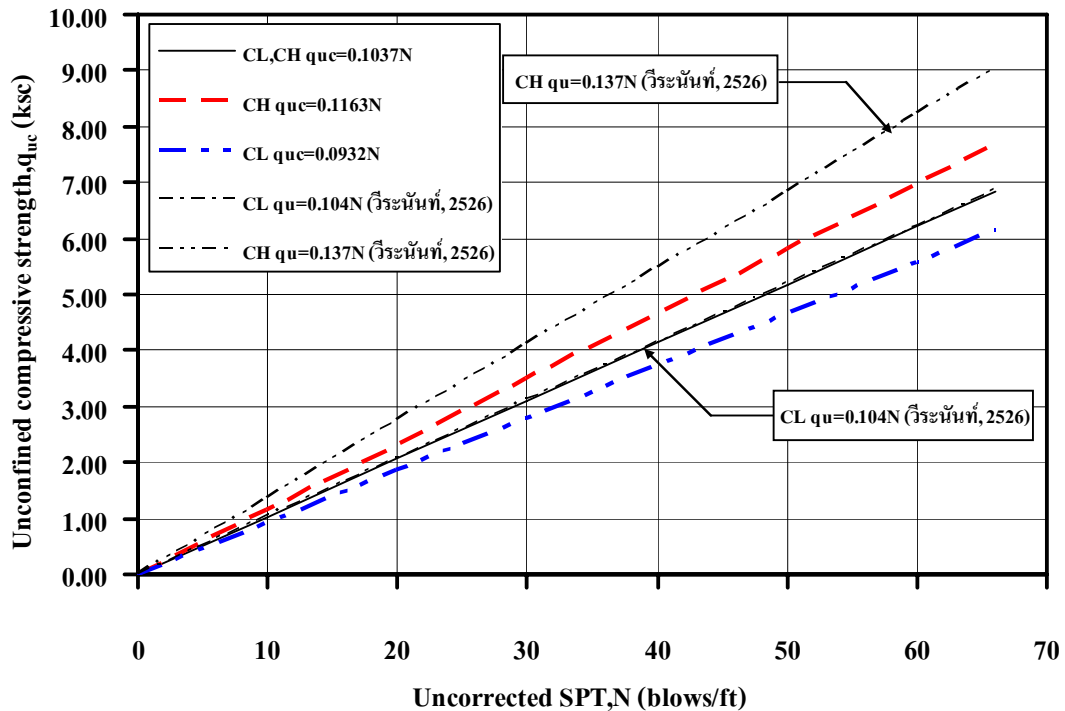
รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Liquid Limit และ Plasticity Index ของชั้นดิน ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

2. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการตอกทะลุของมาตรฐาน (SPT,N) กับค่ากำลังรับแรงอัดทิศทางเดียว (q_{uc})



รูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการตอกทะลุของมาตรฐาน กับค่ากำลังรับแรงอัดทิศทางเดียว กรณีไม่แยกกลุ่มดินประเภท CL และ CH, กลุ่มดินประเภท CL และกลุ่มดินประเภท CH

จากรูปที่ 3 พบว่ามีค่ากำลังรับแรงอัดทิศทางเดียวอยู่ระหว่าง 0.3 ถึง 7.4 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และค่าการตอกทะลุทะลวงมาตรฐาน อยู่ในช่วง 2 ถึง 66 ครั้งต่อฟุต ในกรณีไม่แยกกลุ่มดินประเภท CL และ CH แยกกลุ่มดินประเภท CL และแยกกลุ่มดินประเภท CH ซึ่งจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้สมการเส้นถดถอย (Regression Analysis) ได้สมการความสัมพันธ์ $q_{uc}=0.1037N$ ให้ค่า $R^2=0.5971$, $q_{uc}=0.0932N$ ให้ค่า $R^2=0.6126$ และ $q_{uc}=0.1163N$ ให้ค่า $R^2=0.648$ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ วีระนันท์ (2526) ที่ศึกษาชั้นดินเหนียวกรุงเทพฯ (ดังแสดงในรูปที่ 4) โดยความสัมพันธ์ทั้งสามกรณี ให้ค่า R^2 อยู่ในช่วง 0.55 – 0.80 แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันดี (Draper and Smith, 1966)

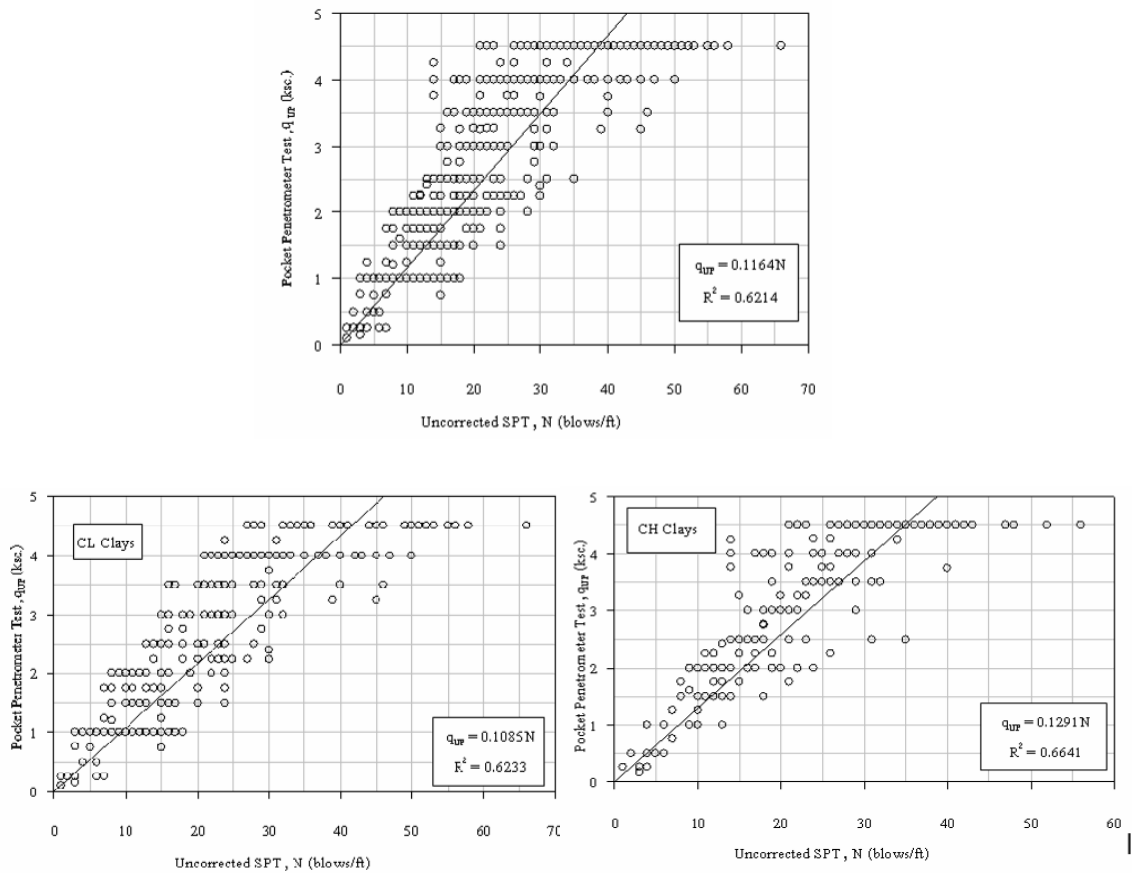


รูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการตอกทะลุทะลวงมาตรฐาน กับค่ากำลังรับแรงอัดทิศทางเดียว โดยการเปรียบเทียบทั้งสามกลุ่มดิน

จากรูปที่ 4 พบว่ากลุ่มดินประเภท CH มีค่าสูงกว่ากลุ่มดินโดยไม่แยกประเภท CL และ CH คิดเป็นร้อยละ 12.15 ส่วนกลุ่มดินประเภท CL มีค่าต่ำกว่าคิดเป็นร้อยละ 10.12 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบจากการศึกษาของวีระนันท์ (2526) พบว่า กลุ่มดินประเภท CH และกลุ่มดินประเภท CL มีค่าต่ำกว่ากลุ่มดินประเภท CH และกลุ่มดินประเภท CL จากการศึกษานี้ของวีระนันท์ ตามลำดับ

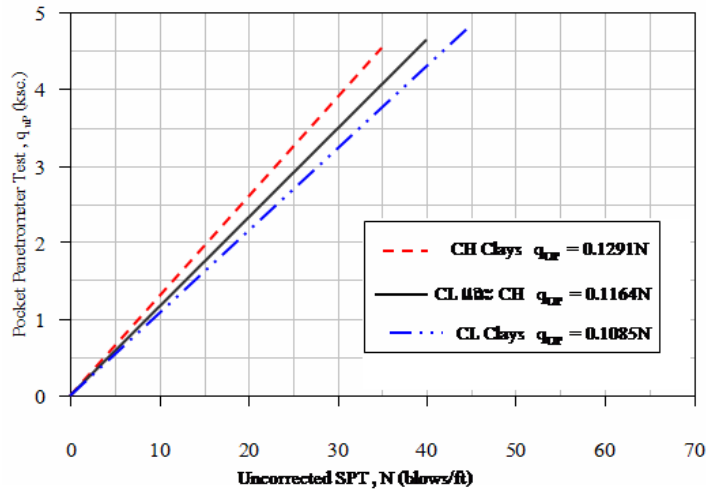
จากการศึกษายังพบว่ากลุ่มดินประเภท CL ให้ความสัมพันธ์ที่ต่ำกว่ากลุ่มดินประเภท CH ซึ่งสอดคล้องกับ สุรฉัตร (2540) ได้กล่าวถึง การทดสอบ SPT เป็นวิธีการทดสอบที่ใช้กันมากในประเทศไทย โดยเฉพาะในการสำรวจดินบริเวณต่างจังหวัด เพราะระหว่างการทดสอบสามารถเก็บตัวอย่างดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายมาทำการทดสอบกำลังรับแรงอัดทิศทางเดียวได้ อย่างไรก็ตามผลที่ได้จากการทดสอบกำลังรับแรงอัดทิศทางเดียวมีแนวโน้มที่จะให้ S_u ที่สูงเกินไป โดยเฉพาะในดินเหนียวปนทราย (CL) อยู่บ้างด้วยผลของการอัดตัวระหว่างการตอกกระบอกผ่าเพื่อหาค่า N และเก็บตัวอย่าง

3. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการตอกทะลุทะลวงมาตรฐาน (SPT, N) กับค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนโดยใช้เครื่องกดแบบมือถือ (q_{UP})



รูปที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการตอกทะลุทะลวงมาตรฐาน กับค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนโดยใช้เครื่องกดแบบมือถือ กรณีไม่แยกกลุ่มดินประเภท CL และ CH, กลุ่มดินประเภท CL และกลุ่มดินประเภท CH

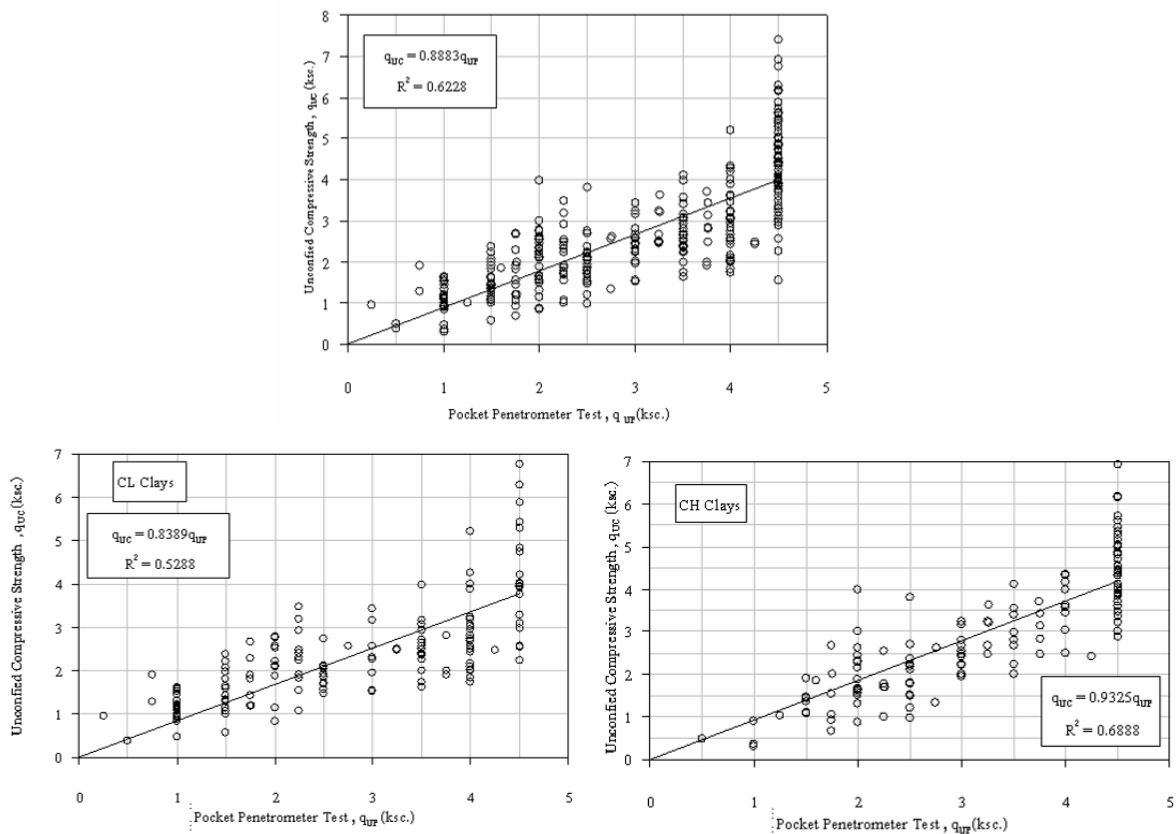
จากรูปที่ 5 พบว่ามีค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนโดยใช้เครื่องกดแบบมือถือ อยู่ระหว่าง 0.1 ถึง 4.5 กิโลกรัม ต่อตารางเซนติเมตร และค่าการตอกทะลุทะลวงมาตรฐาน อยู่ในช่วง 1 ถึง 66 ครั้งต่อฟุต ในกรณีไม่แยกกลุ่มดินประเภท CL และ CH แยกกลุ่มดินประเภท CL และแยกกลุ่มดินประเภท CH ซึ่งจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้สมการเส้นถดถอย (Regression Analysis) ได้สมการความสัมพันธ์ $q_{UP} = 0.1164N$ ให้ค่า $R^2 = 0.6214$, $q_{UP} = 0.1085N$ ให้ค่า $R^2 = 0.6233$ และ $q_{UP} = 0.1291N$ ให้ค่า $R^2 = 0.6641$ ตามลำดับ ซึ่งความสัมพันธ์ทั้งสามกรณี ให้ค่า R^2 อยู่ในช่วง 0.55 – 0.80 แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันดี (Draper and Smith, 1966)



รูปที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการตอกทะลุของมาตรฐาน กับค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนโดยใช้เครื่องกดแบบมือถือ โดยการเปรียบเทียบทั้งสามกลุ่มดิน

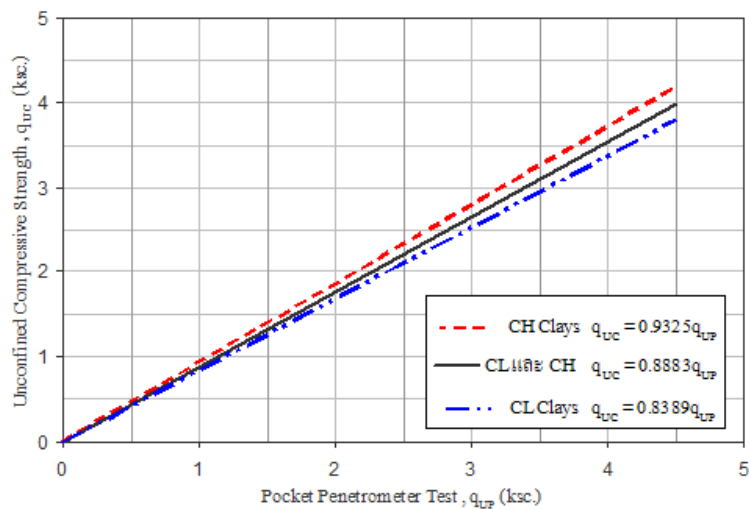
จากรูปที่ 6 พบว่ากลุ่มดินประเภท CH มีค่าสูงกว่ากลุ่มดินโดยไม่แยกประเภท CL และ CH คิดเป็นร้อยละ 10.91 ส่วนกลุ่มดินประเภท CL มีค่าต่ำกว่า คิดเป็นร้อยละ 6.78 ตามลำดับ จากการศึกษาข้างพบว่ากลุ่มดินประเภท CL ให้ความสัมพันธ์ที่ต่ำกว่ากลุ่มดินประเภท CH ซึ่งสอดคล้องกับสูตรจักร (2540) ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

4. ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังรับแรงอัดทิศทางเดียว (q_{UC}) กับค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนโดยใช้เครื่องกดแบบมือถือ (q_{UP})



รูปที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังรับแรงอัดทิศทางเดียวกับค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนโดยใช้เครื่องกดแบบมือถือ กรณีไม่แยกกลุ่มดินประเภท CL และ CH, กลุ่มดินประเภท CL และกลุ่มดินประเภท CH

จากรูปที่ 7 พบว่ามีค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนโดยใช้เครื่องกดแบบมือถือ อยู่ระหว่าง 0.25 ถึง 4.5 กิโลกรัม ต่อตารางเซนติเมตร และค่ากำลังรับแรงอัดทิศทางเดียว อยู่ระหว่าง 0.3 ถึง 7.4 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ในกรณีไม่แยกกลุ่มดินประเภท CL และ CH แยกกลุ่มดินประเภท CL และแยกกลุ่มดินประเภท CH ซึ่งจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้สมการเส้นถดถอย (Regression Analysis) ได้สมการความสัมพันธ์ $q_{UC}=0.8883q_{UP}$ ให้ค่า $R^2=0.6228$, $q_{UC}=0.8389q_{UP}$ ให้ค่า $R^2=0.5288$ และ $q_{UC}=0.9325q_{UP}$ ให้ค่า $R^2=0.6888$ ตามลำดับ ซึ่งความสัมพันธ์ทั้งสามกรณี ให้ค่า R^2 อยู่ในช่วง 0.55 – 0.80 แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันดี (Draper and Smith, 1966) และจากความสัมพันธ์ทั้งสามกลุ่มดินพบว่าค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนโดยใช้เครื่องกดแบบมือถือมีค่าสูงกว่าค่ากำลังรับแรงอัดทิศทางเดียวคิดเป็นร้อยละ 6 ถึง 16



รูปที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังรับแรงอัดทิศทางเดียวกับค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนโดยใช้เครื่องกดแบบมือถือ โดยการเปรียบเทียบทั้งสามกลุ่มดิน

จากรูปที่ 8 พบว่ากลุ่มดินประเภท CH มีค่าสูงกว่ากลุ่มดินโดยไม่แยกประเภท CL และ CH คิดเป็นร้อยละ 4.97 ของ ส่วนกลุ่มดินประเภท CL มีค่าต่ำกว่า คิดเป็นร้อยละ 5.56 ตามลำดับ

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการตอกทะลุทะลวงมาตรฐานกับค่ากำลังรับแรงอัดทิศทางเดียว และค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนโดยใช้เครื่องกดแบบมือถือ รวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังรับแรงอัดแบบทิศทางเดียวกับค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนโดยใช้เครื่องกดแบบมือพบว่าทุกความสัมพันธ์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในลักษณะแปรผันตรง โดยค่ากำลังรับแรงอัดทิศทางเดียวคิดเป็นร้อยละ 9 ถึง 11 ของค่าการตอกทะลุทะลวงมาตรฐาน และค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนโดยใช้เครื่องกดแบบมือถือคิดเป็นร้อยละ 10 ถึง 12 ของค่าการตอกทะลุทะลวงมาตรฐาน ส่วนค่ากำลังรับแรงอัดแบบทิศทางเดียวคิดเป็นร้อยละ 83 ถึง 93 ของค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนโดยใช้เครื่องกดแบบมือถือ

อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ยังไม่ได้พิจารณาถึงค่าการตอกทะลุทะลวงมาตรฐานที่มีการปรับแก้ค่าและอิทธิพลของแรงดันน้ำในโพรงดินซึ่งส่งผลโดยตรงต่อค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนของดิน ดังนั้นการนำไปประยุกต์ใช้งานควรต้องพิจารณาถึงปัจจัยและข้อมูลอื่นประกอบเพื่อให้ถูกต้องมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยต้องขอขอบคุณ นายนิติ ดุพงษ์ นายนิรุต รอดภัย นายวีระโชค ไฉมงาม นายสายันต์ จิตมั่น และ นายอัศวิน คมแท้ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ ที่ช่วยรวบรวมข้อมูลงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- พีรพงศ์ จิตเสงี่ยม และ ชิตชัย อนันตเศรษฐ์. 2547. การคาดคะเนความสามารถในการรับน้ำหนักสูงสุดของเสาเข็มในชั้นดินเชียงใหม่. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 9 : GTE-70-GTE-71 วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. 2520. ข้อมูลสภาพดินบริเวณลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง. กรุงเทพฯ. 91น.
- วีระนันท์ ปิตุภกรณ์. 2526. การคาดคะเนการรับน้ำหนักของเสาเข็มโดยวิธี สแตนดาร์ด เพเนเทรชัน เทสต์ในชั้นดินกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรฉัตร สัมพันธ์รักษ์. 2540. วิศวกรรมปฐพี. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. 333น.
- Draper, N.R. and Smith, H., 1966. Applied regression analysis. New York: John Wiley & Sons. 407p.