การวิเคราะห์เชิงสถิติของข้อมูลความสามารถในการยุบตัวของดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งและชั้นที่สองของดินกรุงเทพมหานคร

นายสมศักดิ์ ภูวัฒนานุสรณ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2529

ISBN 974-566-217-8

013414 | i17780524

STATISTICAL ANALYSIS OF COMPRESSIBILITY DATA OF BANGKOK FIRST AND SECOND STIFF CLAY LAYERS

Mr.Somsak Puwatananusorn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of The Requirement

for the Degree of Master of Engineering

Department of Civil Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1986

ISBN 974-566-217-8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์ทางสถิติของข้อมูลความสามารถในการยุบตัวของดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งและชั้นที่สองของดินกรุงเทพมหานคร
โดย	นายสมศักดิ์ ภูวัฒนานุสรณ์
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรฉัตร สัมพันธารักษ์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.สรชัย พิศาลบุตร)

รักษาการในตำแหน่งรองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนรักษาการในตำแหน่งคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ วิเชียร เต็งอำนวย)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพล จิวาลักษณ์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรฉัตร สัมพันธารักษ์)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวิเคราะห์เชิงสถิติของข้อมูลความสามารถในการยุบตัวของดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งและชั้นที่สองของดินกรุงเทพมหานคร

ชื่อนิสิต นายสมศักดิ์ ภูวัฒนานุสรณ์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรฉัตร สัมพันธารักษ์

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา 2528

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์การถดถอย (REGRESSION), สหสัมพันธ์ (CORRELATION) และสถิติเบื้องต้น (FUNDAMENTAL STATISTIC) ได้ถูกนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์สมบัติและพฤติกรรมของดินเหนียวแข็ง (STIFF CLAY) ชั้นที่หนึ่งและชั้นที่สองของกรุงเทพมหานคร โดยการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากหน่วยราชการ รัฐวิสาหกิจ สถาบันการศึกษา ตลอดจนหน่วยงานเอกชน ซึ่งเป็นผลจากการทดลองขุดเจาะสำรวจดินทั่วกรุงเทพมหานคร การเสนอผลการวิจัยครั้งนี้ได้เสนอในรูปของตัวกลางเลขคณิต (MEAN) ของช่วงความลึกต่าง ๆ สำหรับสมบัติพื้นฐาน (BASIC PRORERTIES) และคุณลักษณ์ของความสามารถในการยุบตัว (COMPRESSIBILITY CHARACTERISTICS). สำหรับความสัมพันธ์ของสมบัติพื้นฐานกับคุณลักษณ์ของความสามารถในการยุบตัวนั้นได้แสดงไว้ในรูปของกราฟ (CHART) และความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ (MATHEMATIC EXPRESSION) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (COEFFICIENT OF CORRELATION) เป็นค่าที่ใช้วัดอัตราความสัมพันธ์กันของแต่ละคู่

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์สมบัติพื้นฐานโดยสถิติพื้นฐานของดินเหนียวแข็งกรุงเทพมหานครพบว่า ในดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งมีค่าสมบัติพื้นฐานดังนี้ W_n มีค่าระหว่าง 18% ถึง 33%, LL มีค่าระหว่าง 41% ถึง 64%, PL มีค่าระหว่าง12% ถึง 29%, PI มีค่าระหว่าง 19% ถึง 45% และ LI มีค่าระหว่าง 0.024 ถึง 0.254 ส่วนสมบัติพื้นฐานของดินเหนียวแข็งชั้นที่สองมีค่าดังนี้ W_n มีค่าระหว่าง 13% ถึง 33%, LL มีค่าระหว่าง 39% ถึง 64%, PL มีค่าระหว่าง 14% ถึง 28%, PI มีค่าระหว่าง 19% ถึง 42% และ LI มีค่าระหว่าง -0.121 ถึง 0.769

สำหรับคุณลักษณ์ของความสามารถในการยุบตัว (COMPRESSIBILITY CHARACTERISTICS) ในชั้นดินเหนียวแข็งที่หนึ่ง e_o มีค่าระหว่าง 0.592 ถึง 1.049, C_c มีค่าระหว่าง 0.146 ถึง 0.702, C_r มีค่าระหว่าง 0.019 ถึง 0.085, CR มีค่าระหว่าง 0.051 ถึง 0.253 RR มีค่าระหว่าง 0.017 ถึง 0.057, OCR มีค่าระหว่าง 1.000 ถึง 2.357 และ $\bar{\sigma}_{vm}$ มีค่าระหว่าง 14 ตัน/ม^2 ถึง 63 ตัน/ม^2 ส่วนในดินเหนียวแข็งชั้นที่สองมีค่าเฉลี่ยของสมบัติในความสามารถการยุบตัวดังนี้ e_o มีค่าระหว่าง 0.457 ถึง 0.775, C_c มีค่าระหว่าง 0.204 ถึง 0.412, C_r มีค่าระหว่าง 0.031 ถึง 0.066, CR มีค่าระหว่าง 0.131 ถึง 0.219, RR มีค่าระหว่าง 0.021 ถึง 0.036, OCR มีค่าระหว่าง 1.120 ถึง 2.511 และ $\bar{\sigma}_{vm}$ มีค่าระหว่าง 49 ถึง 113 ตัน/ม^2 จากการวิจัยพบว่า ค่าสมบัติพื้นฐาน (BASIC PROPERTIES) และค่าของคุณลักษณ์ของความสามารถในการยุบตัว (COMPRESSIBILITY CHARACTERESTICS) จะมีค่าลดลงเมื่อความลึกของดินมากขึ้น ส่วนค่าของ $\bar{\sigma}_{vm}$ นั้นมีค่าสูงขึ้นเมื่อความลึกมากขึ้น

สำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณ์ของความสามารถในการยุบตัวกับสมบัติพื้นฐาน และระหว่างสัมประสิทธิ์แห่งการเปลี่ยนแปลงปริมาตร (COEFFICIENT OF VOLUME CHANGE) กับ SPT N-VALUE นั้น ได้คู่ที่ให้สัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ (r) สูงกว่า 0.7 หลายคู่โดยแสดงไว้ในลักษณะของ MATHEMATICAL EXPRESSION สำหรับชั้นดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่ง (FIRST STIFF CLAY) นั้นได้ผลดังนี้

$$e_o = 0.042\ (W_n - 8.58),\quad r = 0.719,\quad r^2 = 0.517$$

$$C_c = 0.051\ (W_n - 23.39),\quad r = 0.701,\quad r^2 = 0.496$$

$$RR = 0.0035\ (W_n - 22.90),\quad r = 0.721,\quad r^2 = 0.520$$

$$CR = 0.012\ (PL - 13.71),\quad r = 0.815,\quad r^2 = 0.664$$

$$\bar{\sigma}_{vm} = 9.576\ (28.69 - PL),\quad r = -0.700,\quad r^2 = 0.490$$

$$N = 18.718\ (2.887 - m_v),\quad r = -0.701,\quad r^2 = 0.491$$

$$C_c = 1.348\ (e_o - 0.552),\quad r = 0.809,\quad r^2 = 0.654$$

และสำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่สอง (SECOND STLFF CLAY) ปรากฏผลการวิเคราะห์ดังนี้

$$e_o = 0.027\ (W_n - 0.33), \quad r = 0.989,\ r^2 = 0.978$$

$$C_c = 0.027\ (W_n - 14.86), \quad r = 0.876,\ r^2 = 0.767$$

$$C_r = 0.005\ (W_n - 17.75), \quad r = 0.733,\ r^2 = 0.537$$

$$CR = 0.012\ (W_n - 12.11), \quad r = 0.735,\ r^2 = 0.540$$

$$C_c = 1.082\ (e_o - 0.41), \quad r = 0.732,\ r^2 = 0.536$$

ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติครั้งนี้พบว่า ค่าต่าง ๆ ทั้งทางสถิติพื้นฐาน (FUNDAMENTAL STATISTIC) และการถดถอย (REGRESSION) จะสูงกว่าผลจากการวิจัยของ PARENTIRA (1983) และ ADIKARI (1977) เล็กน้อย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title Statistical Analysis of Compressibility Data of Bangkok First and Second Stiff Clay Layers

Name Mr. Somsak Puwatananusorn

Thesis Advisor Assistant Professor Dr. Surachat Sambhandharaksa

Department Civil Engineering

Academic Year 1985

ABTRACT

The available imformations and data of basic properties and compressibility parameters of Bangkok First and Second layer Stiff clays which taken from researched report of government agencies consultant firms, and other sources were analyzed by Basic Statistics, Regression and Correlation approach. In this thesis, The values of basic properties and compressibility parameters are pressented in term of Arithmatic Mean and Confidential interval of each depth interval. The relationships between basic properties and compressibility parameters are presented in form of mathematical expression and regression line. The validity of the relationship is shown in term of coefficient of correlation (r).

The result from basic statistical analysis of the range of basic properties of Bangkok first stiff clay layer are shown below.

For first stiff clay layer, the range of natural water content (W_n) is 18% to 33%, liquid limit (LL), is 41% to 64%, plastic limit (PI) is 12% to 29% plasticity index (PI) 19% to 45% and Liquidity index (PI) 0.024 to 0.254. For second stiff clay layer, the

range of natural water content (W_n) is 13% to 33%, liquid limit (LL) is 39% to 64%, plastic limit (PL) is 14% to 28%, plasticity index (PI) is 21% to 42% and liquidity index (LI) is -0.121 to 0.769

The results from basic statistical analysis of compressibility Parameters of Bangkok Stiff clay layer are shown below

For First Stiff clay layer, the range of initial void ratio (e_o) is 0.592 to 1.049 compression index (C_c) is 0.146 to 0.702, recompression index (C_r) is 0.019 to 0.085 compression ratio (CR) is 0.051 to 0.253, recompression ratio (RR) is 0.017 to 0.057 overconsolidation ratio (OCR) is 1.000 to 2.357 and maximum past pressure ($\bar{\sigma}_{vm}$) 14 to 63 ton/m^2. For second stiff clay layer, the range of initial void ratio (e_o) is 0.457 to 0.775, compression index (C_c) is 0.204 to 0.412, recompression index (C_r) is 0.031 to 0.066, compression ratio (CR) is 0.131 to 0.219, recompression ratio (RR) is 0.021 to 0.036, Over consolidation ratio (OCR) is 1.120 to 2.511 and maximum past pressure ($\bar{\sigma}_{vm}$) is 49 to 113 ton/m^2

From regression analysis, the relationships between basic properties and compressibility parameters, between coefficient of volume change and N-value which have higher value of coefficient of correlation (r) than 0.7 are shown in term of mathematical expression together with r and r^2 as shown below.

For Bangkok first stiff clay layer :

$e_o = 0.042\ (W_n - 8.58)$, $r = 0.719$, $r^2 = 0.517$

$C_c = 0.051\ (W_n - 23.39)$, $r = 0.701$, $r^2 = 0.496$

$RR = 0.0035\ (W_n - 22.90)$, $r = 0.721$, $r^2 = 0.520$

$CR = 0.012\ (PL - 13.71)$, $r = 0.815$, $r^2 = 0.664$

$m_{vm} = 9.576\ (28.69 - PL)$, $r = -0.700$, $r^2 = 0.490$

$N = 18.718\ (2.887 - m_v)$, $r = -0.701$, $r^2 = 0.491$

$C_c = 1.348\ (e_o - 0.552)$, $r = 0.809$, $r^2 = 0.654$

For Bangkok second layer stiff clay :

$e_o = 0.027\ (W_n - 0.33)$, $r = 0.989$, $r^2 = 0.978$

$C_c = 0.027\ (W_n - 14.86)$, $r = 0.876$, $r^2 = 0.767$

$C_r = 0.005\ (W_n - 17.75)$, $r = 0.733$, $r^2 = 0537$

$CR = 0.012\ (W_n - 12.11)$, $r = 0.735$, $r^2 = 0.540$

$C_c = 1.082\ (e_o - 0.411)$, $r = 0.732$, $r^2 = 0.536$

The results from analysis show that the equation of basic properties and compressibility parameters from regression analysis yield little higher compressibility datas than the previous results that were analysed by Parentira (1983) and Adikari (1977), and also having better correlations

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรฉัตร สัมพันธารักษ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์นี้ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำความรู้ทั้งทางภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการแก้ปัญหา ตรวจสอบ และแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้เขียนซาบซึ้งในความกรุณาของท่านอาจารย์ สุรฉัตร สัมพันธารักษ์ เป็นอย่างยิ่ง

อนึ่งการวิจัยครั้งนี้สัมฤทธิ์ผลได้ด้วยดีเนื่องด้วยความช่วยเหลือและอนุเคราะห์เกี่ยวกับข้อมูลจาก บริษัท เอส ที เอส เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด บริษัท กรุงเทพเอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด กรมทางหลวง และหน่วยงานก่อสร้างอีกหลาย ๆ แห่ง ซึ่งผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณมา ณ. ที่นี้

ท้ายสุดนี้ผู้เขียนระลึกถึงพระคุณของบิดา มารดา ครู อาจารย์ ท่านเหล่านี้เป็นผู้มีอุปการคุณที่ได้ช่วยให้ผู้เขียนประสพความสำเร็จจนถึงการศึกษาระดับนี้

สมศักดิ์ ภูวัฒนานุสรณ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ช

กิตติกรรมประกาศ ..... ญ

สารบัญ ..... ฏ

รายการตารางประกอบ ..... ฐ

รายการรูปประกอบ ..... ฒ

สัญลักษณ์ ..... ต

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 แหล่งที่มาของข้อมูล 2

1.4 ลักษณะและการเลือกข้อมูล 5

1.5 ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย 6

บทที่ 2 ทฤษฎีทางสถิติ

2.1 สถิติเบื้องต้น 7

2.2 การหาช่วงเชื่อมั่น 8

2.3 วิธีการหาเส้นตัวแทนของคู่ความสัมพันธ์ 9

2.4 การถดถอยและเส้นถดถอย 11

2.5 การเลือกใช้แบบของเส้นถดถอยให้เหมาะสมกับข้อมูล 12

2.6 เส้นถดถอยที่เป็นเส้นตรง 13

2.7 สหสัมพันธ์ 14

2.8 ข้อควรระวังในการวิเคราะห์โดยการถดถอยและสหสัมพันธ์ 15

บทที่ 3 ทฤษฎีทางปฐพีกลศาสตร์ที่เกี่ยวข้องและผลการวิจัยในอดีต

3.1 การเกิดของชั้นดินเหนียวบริเวณกรุงเทพมหานคร 17

3.2 สมบัติพื้นฐานและคุณลักษณ์ของความสามารถในการยุบตัว 17

3.3 การจำแนกชนิดของดินกรุงเทพมหานคร.....19
3.4 สภาพน้ำใต้ดินของกรุงเทพมหานคร.....21
3.5 ผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพน้ำใต้ดิน.....21
3.6 การปรับข้อมูลตามสภาพที่เป็นจริงของน้ำใต้ดิน.....22
3.7 การหาพารามิเตอร์ของความสามารถในการยุบตัวจากผลการทดรอง.....22
3.8 ผลงานวิจัยในอดีต.....26

บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารย์
4.1 สมบัติพื้นฐานของดินเหนียวแข็งของกรุงเทพมหานคร.....34
4.2 พารามิเตอร์ของความสามารถในการยุบตัว.....35
4.3 หน่วยแรงประสิทธิผลในอดีต และอัตราส่วนการอัดแน่นเกินตัว.....36
4.4 ผลการวิเคราะห์โดยการถดถอยของดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งและชั้นที่สอง.....37

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย.....67
บรรณานุกรม.....70
ภาคผนวก ก.....72
ภาคผนวก ข.....81
ประวัติการศึกษา.....144

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการตารางประกอบ

ตารางที่	รายละเอียดตาราง	หน้า
1.1	แสดงจำนวนหลุมที่ขุดเจาะและจำนวนข้อมูลที่ได้จากแหล่งต่าง ๆ	3
3.1	CONSISTENCY ของดินเหนียวในเทอมของ UNDRAINED SHEAR STRENGTH	21
3.2	แสดง BASIC PROPERTIES และ COMPRESSIBILITY CHARACTERISTICS ของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ (TSAI, 1982)	27
3.3	แสดง BASIC PROPERTIES และ COMPRESSIBILITY CHARACTERISTICS ของดินเหนียวแข็งชั้นที่สองของกรุงเทพฯ (PARENTILA, 1983)	28
3.4	แสดงผลการวิเคราะห์ของสถิติของ COMPRESSIBILITY CHARACTERISTICS ของดินอ่อนกรุงเทพฯ (TASANENART, 1984)	29
3.5	แสดงผลการวิเคราะห์การสถิติของ RECOMPRESSION RATIO- ของดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งและชั้นที่สองของดินกรุงเทพฯ (TASANENART, 1984)	30
3.6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง C_c, CR กับ W_n% และ e_oของดินอ่อนกรุงเทพฯ ZTASANENART, 1984)	31
3.7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง C_c, CR กับ W_n%, e_o และ LL (TASANENART, 1984)	32
4.1	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของ BASIC PROPERTIES ของดินเหนียวแข็ง- ชั้นที่หนึ่งของกรุงเทพฯ	40
4.2	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของ BASIC PROPERTIES ของดินเหนียวแข็ง- ชั้นที่สองของกรุงเทพฯ	41
4.3	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของ COMPRESSIBILITY CHARACTERISTICS- ของดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งของกรุงเทพฯ	42
4.4	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของ COMPRESSIBILITY CHARACTERISTICS- ของดินเหนียวแข็งชั้นที่สองของกรุงเทพฯ	43

รายการตารางประกอบ (ต่อ)

ตารางที่	รายละเอียดตาราง	หน้า
4.5	แสดงผลการวิเคราะห์การถดถอยของดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่ง-ของกรุงเทพฯ	44
4.6	แสดงผลการวิเคราะห์การถดถอยของดินเหนียวแข็งชั้นที่สอง-ของกรุงเทพฯ	45
4.7	สรุปผลการวิเคราะห์การถดถอยและสหสัมพันธ์ของดินเหนียวแข็ง-ชั้นที่หนึ่งของกรุงเทพฯ	46
4.8	สรุปผลการวิเคราะห์การถดถอยและสหสัมพันธ์ของดินเหนียวแข็ง-ชั้นที่สองของกรุงเทพฯ	47

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการรูปประกอบ

รูปที่	รายละเอียดรูป	หน้า
1.1	แสดงสถานที่เก็บตัวอย่างในกรุงเทพมหานคร	4
2.1	แสดงการลากเส้นตัวแทนแบบประมาณ	9
2.2	แสดงการลากเส้นตัวแทนแบบกึ่งเฉลี่ย	10
2.3	แสดงการใช้แบบ (MODEL) ให้เหมาะสมกับข้อมูล	12
2.4	แสดงการเปรียบเทียบการใช้ตัวแทนแบบต่าง ๆ กับข้อมูลชุดเดียวกัน	16
3.1	TYPICAL SECTION ของดินกรุงเทพมหานคร	18
3.2	PROFILE ของดินกรุงเทพมหานครโดยแสดงรูปตัดตามแนวเหนือ-ใต้ และตามแนวตะวันออก - ตะวันตก	20
3.3	แสดงเส้น CONTOUR ของ PIEZOMETRIC ของดินกรุงเทพมหานคร	23
3.4	แสดงการหาค่า MAXIMUM PAST PRESSURE, $\bar{\sigma}_{vm}$ โดยวิธี-CASAGRANDE	24
3.5	แสดงการหาค่า C_c, C_r, CR และ RR จากกราฟ $e - \log\bar{\sigma}$	25
3.6	แสดงการหาค่า CR และ RR จากกราฟ VERTICAL STRAIN - $\log\bar{\sigma}$	25
3.7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง C_c กับ W_n% ของดินแหล่งต่าง ๆ (ศรัญยุทธ์, 2520)	33
3.8	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง C_c กับ LL ของดินแหล่งต่าง ๆ (ศรัญยุทธ์, 2520)	34
4.1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง e_o กับ BASIC PROPERTIES สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งของกรุงเทพฯ	48
4.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง C_c กับ BASIC PROPERTIES สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งของกรุงเทพฯ	49
4.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง C_r กับ BASIC PROPERTIES สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งของกรุงเทพฯ	50
4.4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง CR กับ BASIC PROPERTIES สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งของกรุงเทพฯ	51

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่	รายละเอียดรูป	หน้า
4.5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง RR กับ BASIC PROPERTIES สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งของกรุงเทพฯ	52
4.6	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง OCR กับ BASIC PROPERTIES สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งของกรุงเทพฯ	53
4.7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\bar{\sigma}_{vm}$ กับ BASIC PROPERTIES สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งของกรุงเทพฯ	54
4.8	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $m_v(10^2)$ กับ SPT (N - VALUE) สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งของกรุงเทพฯ	55
4.9	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง e_o กับ BASIC PROPERTIES สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่สองของกรุงเทพฯ	56
4.10	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง C_c กับ BASIC PROPERTIES สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่สองของกรุงเทพฯ	57
4.11	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง C_r กับ BASIC PROPERTIES สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่สองของกรุงเทพฯ	58
4.12	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง CR กับ BASIC PROPERTIES สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่สองของกรุงเทพฯ	59
4.13	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง RR กับ BASIC PROPERTIES สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่สองของกรุงเทพฯ	60
4.14	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง OCR กับ BASIC PROPERTIES สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่สองของกรุงเทพฯ	61
4.15	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\bar{\sigma}_{vm}$ กับ BASIC PROPERTIES สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่สองของกรุงเทพฯ	62
4.16	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $m_v(10^2)$ กับ SPT (N - VALUE) สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่สองของกรุงเทพฯ	63
4.17	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง e_o กับ C_c, C_r สำหรับดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งและชั้นที่สองของกรุงเทพฯ	64

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่	รายละเอียดรูป	หน้า
4.18	แสดง เส้นถดถอยจากการวิเคราะห์ดิน เหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งในครั้งนี้และจากการวิเคราะห์ในอดีต	65
4.19	แสดง เส้นถดถอยจากการวิเคราะห์ดิน เหนียวแข็งชั้นที่สองในครั้งนี้และจากการวิเคราะห์ในอดีต	66

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญญลักษณ์

C_c = ดัชนีการอัดแน่น (COMPRESSION INDEX)

C_r = ดัชนีการอัดแน่นซ้ำ (RECOMPRESSION INDEX)

CR = อัตราส่วนการอัดแน่น (COMPRESSION RATIO)

e = อัตราส่วนโพรง (VOID RATIO)

e_o = อัตราส่วนโพรงแรกเริ่ม (INITIAL VOID RATIO)

G = ความถ่วงจำเพาะ (SPECIFIC GRAVITY)

LI = ดัชนีเหลว (LIQUIDITY INDEX)

LL = ขีดจำกัดเหลว (LIQUID LIMIT)

m_v = สัมประสิทธิ์แห่งการเปลี่ยนแปลงปริมาตร (COEFFICIENT OF VOLUME CHANGE)

N = SPT — N VALUE

OCR = อัตราส่วนการอัดแน่นเกินตัว (OVER CONSOLIDATION RATIO)

PI = ดัชนีพลาสติก (PLASTICITY INDEX)

PL = ขีดจำกัดพลาสติก (PLASTIC LIMIT)

RR = อัตราส่วนการอัดแน่นซ้ำ (RECOMPRESSION RATIO)

U = ความดันน้ำในโพรง (PORE WATER PRESSURE)

U_a = ความดันน้ำในโพรงที่แท้จริง (ACTUAL PORE WATER PRESSURE)

W_n = ปริมาณความชื้นตามธรรมชาติ (NATURAL WATER CONTENT)

γ_t = ความหนาแน่นรวม (TOTAL UNIT WEIGTH)

$\bar{\sigma}_{vm}$ = หน่วยแรงประสิทธิผลตามแนวดิ่งในอดีต (MAXIMUM PAST PRESSURE)

σ_{vo} = หน่วยแรงรวมตามแนวดิ่งตามธรรมชาติ (TOTAL OVERBURDEN PRESSURE)

$\bar{\sigma}_{vo}$ = หน่วยแรงประสิทธิผลตามแนวดิ่งตามธรรมชาติ (EFFECTIVE OVERBURDEN PRESSURE)