

การศึกษาสัมพันธ์ของสมบัติทางวิศวกรรมของดินกรุงเทพฯ

นายรชฏ ตรีรัมย์ปราย



ศูนย์วิทยพัชร์พยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2532

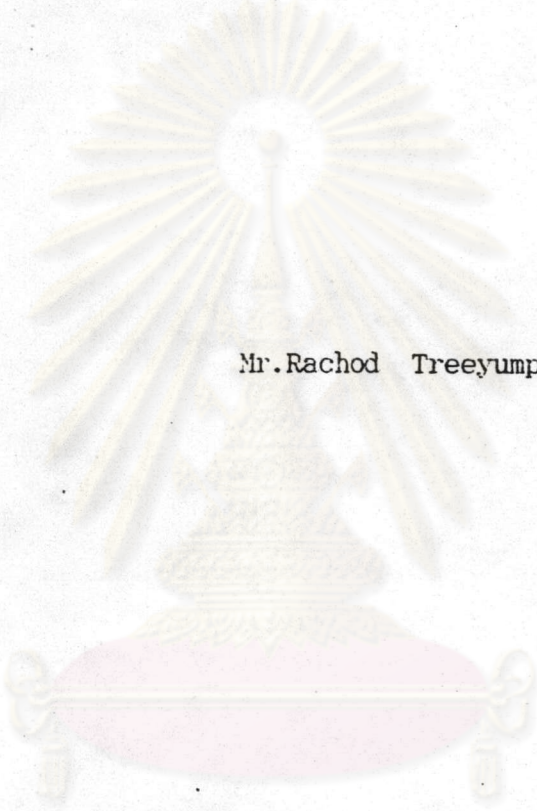
ISBN 974-569-909-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

015819

I17605090

A CORRELATION STUDY OF ENGINEERING PROPERTIES
OF BANGKOK SUBSOIL .



Mr. Rachod Treeyumpray

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of The Requirements
for the Degree of Master of Engineering

Department of Civil Engineering

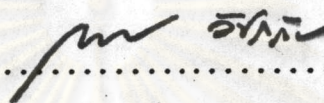
Graduate School

Chulalongkorn University

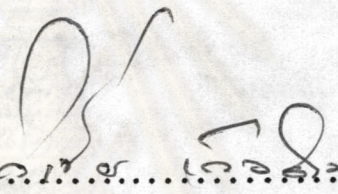
1989

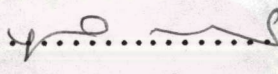
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาสหสัมพันธ์ของสมบัติทางวิศวกรรมของดินกรุงเทพฯ
โดย นายรชฎ ตรีชัยมปราช
ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพล จิวาลักษณ์

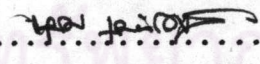
บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

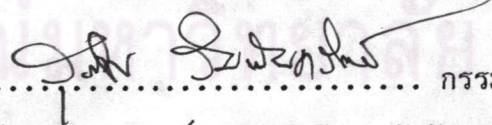

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วิชัยกร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วิเชียร เต็งอำนวยการ)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพล จิวาลักษณ์)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศศิริวงศ์)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรฉัตร สัมพันธ์อารักษ์)



เตรียมปราย : การศึกษาความสัมพันธ์ของสมบัติทางวิศวกรรมของดินกรุงเทพฯ (A CORRELATION STUDY OF ENGINEERING PROPERTIES OF BANGKOK SUBSOIL) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.
ดร.สุรพล จิวาลักษณ์ , 158 หน้า.

การวิจัยเรื่องนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสัมพันธ์กันของสมบัติทางวิศวกรรมของดินกรุงเทพฯ-ระดับลึก ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์ได้จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ นำมาวิเคราะห์โดยอาศัยวิธีการสำหรับความสัมพันธ์ ดัชนีคุณสมบัติทั้งหมดเสนอในรูปของตัวกลางเลขคณิตและช่วงของความเชื่อมั่น ความสัมพันธ์สองรูปแบบที่วิเคราะห์คือ หนึ่งความสัมพันธ์ของสมบัติพื้นฐานกับสมบัติการยุบอัดตัว สองความสัมพันธ์ของสมบัติพื้นฐานกับสมบัติทางกำลัง ทั้งคู่แสดงในรูปความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์และเส้นการถดถอย โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็นค่าสำหรับวัดอัตราความสัมพันธ์กัน ผลที่ได้จากการวิเคราะห์สมบัติพื้นฐานซึ่งได้แก่ ค่าปริมาณความชื้นตามธรรมชาติมีค่าระหว่าง 15 % ถึง 25 % ชีตจำกัดเหลวมีค่าระหว่าง 30 % ถึง 56 % ชีตจำกัดพลาสติกมีค่าระหว่าง 14 % ถึง 24 % ดัชนีพลาสติคมีค่าระหว่าง 12 % ถึง 42 % ส่วนพารามิเตอร์ของความสามารถในการยุบตัวซึ่งได้แก่ ค่าอัตราส่วนช่องว่างเริ่มแรกมีค่าระหว่าง 0.495 ถึง 1.062 ดัชนีการอัดแน่นมีค่าระหว่าง 0.065 ถึง 0.270 ดัชนีการอัดแน่นซ้ำมีค่าระหว่าง 0.016 ถึง 0.125 อัตราส่วนการอัดแน่นมีค่าระหว่าง 0.043 ถึง 0.201 อัตราส่วนการอัดแน่นซ้ำมีค่าระหว่าง 0.011 ถึง 0.065

ผลการวิเคราะห์ครั้งนี้พบว่า ค่าของสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบหุ้มเส้นตรงมีค่าเหมาะสมดี กว่าแบบหุ้มเส้นโค้ง อัตราความสัมพันธ์กันของสมการที่วิเคราะห์ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวแปรอิสระกล่าวคือ เมื่อจำนวนตัวแปรอิสระมากขึ้นจะเป็นผลให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่ามากขึ้น

ศูนย์วิทยพัชกร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
สาขาวิชา ปรุพีวิศวกรรม
ปีการศึกษา 2531

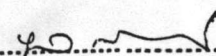
ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ๙๑ ๖๕

RACHOD TREEYUMPRAY : A CORRELATION STUDY OF ENGINEERING PROPERTIES
OF BANGKOK SUBSOIL. THESIS ADVISOR : ASSIS.PROF.SURAPHOL CHIVALAK ,
Ph.D. 158 PP.

The purposes of this thesis is to study the correlation of engineering properties of Bangkok clay in great depth . The data of this research taking from the laboratory tested were analyzed by correlation method . All index properties are presented in terms of arithmetic mean and confidential interval . Two kinds of relationships to be presented , first index properties and compressibility , second index properties and strength properties. Both relationships expression in form of mathematical expression and regression line . The validity of the relationships is shown in terms of correlation coefficient . Index properties such as natural water content , liquid limit , plastic limit and plasticity index are 15 % to 25 % , 30 % to 56 % , 14 % to 24 % and 12 % to 42 % respectively . The analysis also found that the initial void ratio , compression index , recompression index , compression ratio , recompression ratio to be in the range 0.495 to 1.062 , 0.065 to 0.270 , 0.016 to 0.125 , 0.043 to 0.201 and 0.011 to 0.065 respectively .

From these analysis results found that the linear regression model has suitable correlation coefficient than those curvilinear regression model . The validity of the regression equation depend on the assignment of free variables . The great number of assign variables should give the better correlation coefficient .

ภาควิชา Civil Engineering
สาขาวิชา Soil Engineering
ปีการศึกษา 1988

ลายมือชื่อนิสิต Rachod Treeyump-ray.
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอแสดงความขอบคุณต่อ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพล จิวาลักษณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งกรุณาให้ความรู้และคำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัย รองศาสตราจารย์ วิเชียร เต็งอันทวย รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศศิริวงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรฉัตร สัมพันธ์วาทย์ คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ที่ร่วมพิจารณาตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้เขียนขอแสดงความขอบคุณต่อ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ยืมอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เขียนขอแสดงความขอบคุณต่อ คุณสุระศักดิ์ ศาสตร์วาทา คุณชจรศักดิ์ สถาวรจันทร์ และคุณทศพร ศรีเอี่ยม ที่มีส่วนช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลครั้งนี้ ตลอดจนญาติที่มี ได้กล่าวนามซึ่งต่างก็มีส่วนช่วยงานนี้กันทุกคน จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ท้ายนี้คุณค่าความดีของวิทยานิพนธ์นี้ถ้ามีอยู่บ้าง ขอมอบให้บุคลากรที่ได้ช่วยเหลือทุกวิถีทางในการส่งเสริมการศึกษาและให้กำลังใจแก่ผู้เขียนมาโดยตลอด จนกระทั่งการวิจัยนี้สำเร็จ ลุล่วงไปด้วยดี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รชฎ ตรีรัมย์ปราย

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
รายการตารางประกอบ	ณ
รายการรูปประกอบ	ญ
สัญลักษณ์	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความจำเป็นและปัญหา.....	1
1.2 จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎี	
2.1 ความหมายของการถดถอย.....	16
2.2 ความหมายของการถดถอยเชิงเดียว, การถดถอยเชิงซ้อน และการถดถอยแบบเส้นโค้ง.....	16
2.3 แผนภาพกระจาย, เส้นการถดถอย และสมการถดถอย.....	17
2.4 การศึกษาการถดถอยแบบเส้นตรงเชิงเดียวกรณีข้อมูล เป็นข้อมูล- ตัวอย่าง.....	18
2.5 การวิเคราะห์หาสมการการถดถอยโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดอย่าง- ธรรมดา.....	19
2.6 สัมประสิทธิ์ของตัวกำหนด.....	19
2.7 การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์แบบเส้นตรงเชิงเดียว.....	20
2.8 การวิเคราะห์การถดถอยแบบเส้นตรงในกรณีมีตัวแปรอิสระหลายตัว..	21
2.9 สัมประสิทธิ์ของตัวกำหนด.....	23
2.10 การวิเคราะห์การถดถอยแบบเส้นโค้ง.....	23
2.11 การวิเคราะห์สมการการถดถอยเส้นโค้ง.....	24
2.12 การพิจารณาความเหมาะสมของสมการการถดถอย.....	24
2.13 การเลือกตัวแปรอิสระ.....	25
2.14 วิธี ออล โพลีเบล รีเกรชัน.....	25

	2.15 ทฤษฎีทางวิศวกรรม.....	27
บทที่ 3	ผลการวิจัยในอดีต การทดลอง และการวิจัย	
	3.1 ดินเหนียวกรุงเทพฯ.....	35
	3.2 งานวิจัยในอดีตเกี่ยวกับคุณสมบัติของดินเหนียวกรุงเทพฯ.....	37
	3.3 การทดลอง.....	38
	3.4 การวิจัย.....	42
บทที่ 4	ผลการวิเคราะห์	
	4.1 ผลการวิเคราะห์ลักษณะชั้นดิน.....	45
	4.2 ผลการวิเคราะห์สมบัติดิน.....	45
	4.3 พารามิเตอร์ของความสามารถในการยุบตัว.....	46
	4.4 ผลการวิเคราะห์การถดถอยของดินเหนียวแข็งที่อยู่ต่ำกว่าชั้นทราย- ชั้นแรก.....	46
	4.5 เปรียบเทียบผลการวิจัยกับผลการวิจัยในอดีต.....	67
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัย	
	5.1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของสมบัติพื้นฐานของดินเหนียวแข็งที่อยู่- ต่ำกว่าชั้นทรายชั้นแรก.....	71
	5.2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของพารามิเตอร์ของความสามารถ- ในการยุบตัวของดินเหนียวแข็งที่อยู่ต่ำกว่าชั้นทรายชั้นแรก.....	71
	5.3 ผลการวิเคราะห์การถดถอยและสหสัมพันธ์.....	71
	บรรณานุกรม.....	73
	ภาคผนวก ก.	76
	ภาคผนวก ข.	90
	ภาคผนวก ค.	147
	ประวัติการศึกษา.....	158

รายการตารางประกอบ

ตารางที่	รายละเอียดตาราง	หน้า
2.1	แสดงการจำแนกดินระบบ UNIFIED SOIL CLASSIFICATION (ASTM D-2487).....	28
2.2	แสดงค่าความถ่วงจำเพาะของดิน.....	32
2.3	ความอ่อนแข็งของดินเหนียวในทอมของกำลังรับแรงอัดสูงสุดแกนเดียว...	32
3.1	แสดงสมการถดถอยของความสัมพันธ์ระหว่าง PI-LL ของดินกรุงเทพฯ....	39
3.2	แสดงสมการถดถอยในอดีตสำหรับทำนายค่า C_u และ CR ของดินกรุงเทพฯ.....	40
3.3	แสดงสมการถดถอยและสัมประสิทธิ์ของดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งของดินกรุงเทพฯ (สมศักดิ์ 1985).....	41
3.4	แสดงสมการถดถอยและสัมประสิทธิ์ของดินเหนียวแข็งชั้นที่สองของดินกรุงเทพฯ (สมศักดิ์ 1985).....	41
4.1	แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของ BASIC PROPERTIES ของดินเหนียวแข็งกรุงเทพฯในช่วงความลึก 40 - 210 เมตร.....	49
4.2	แสดงผลการวิเคราะห์ทางสถิติของ COMPRESSIBILITY PARAMETERS ของดินเหนียวแข็งกรุงเทพฯในช่วงความลึก 40 - 210 เมตร.....	50
4.3	แสดงผลการวิเคราะห์การถดถอยระหว่าง BASIC PROPERTIES - COMPRESSIBILITY PARAMETERS ของดินเหนียวแข็งกรุงเทพฯในช่วงความลึก 40 - 210 เมตร (แบบกลุ่มเส้นตรงตัวแปรเดียว).....	51
4.4	แสดงผลการวิเคราะห์การถดถอยระหว่าง BASIC PROPERTIES - COMPRESSIBILITY PARAMETERS ของดินเหนียวแข็งกรุงเทพฯในช่วงความลึก 40 - 210 เมตร (แบบกลุ่มวิธีไพรคอลลตัวแปรเดียว).....	52
4.5	แสดงผลการวิเคราะห์การถดถอยระหว่าง BASIC PROPERTIES - COMPRESSIBILITY PARAMETERS ของดินเหนียวแข็งกรุงเทพฯในช่วงความลึก 40 - 210 เมตร (แบบกลุ่มซมิ-ลอกตัวแปรเดียว).....	53
4.6	แสดงผลการวิเคราะห์การถดถอยระหว่าง BASIC PROPERTIES - COMPRESSIBILITY PARAMETERS ของดินเหนียวแข็งกรุงเทพฯในช่วงความลึก 40 - 210 เมตร (แบบกลุ่มดับเบิลลอกตัวแปรเดียว).....	54

รายการตารางประกอบ (ต่อ)

ตารางที่	รายละเอียดตาราง	หน้า
4.7	แสดงผลการวิเคราะห์การถดถอยระหว่าง BASIC PROPERTIES - COMPRESSIBILITY PARAMETERS ของดินเหนียวแข็งกรุงเทพมหานครในช่วงความลึก 40 - 210 เมตร (แบบกุ่มเส้นตรงสองและสามตัวแปร).....	55
4.8	แสดงผลการวิเคราะห์การถดถอยระหว่าง BASIC PROPERTIES - COMPRESSIBILITY PARAMETERS ของดินเหนียวแข็งกรุงเทพมหานครในช่วงความลึก 40 - 210 เมตร (แบบกุ่มดับเบิลสองและสามตัวแปร).....	56
4.9	แสดงการวิเคราะห์การถดถอยระหว่าง BASIC PROPERTIES - UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH ของดินเหนียวแข็งกรุงเทพมหานครในช่วงความลึก 40 - 210 เมตร.....	57
4.10	แสดงผลการวิเคราะห์การถดถอยระหว่าง BASIC PROPERTIES - MAXIMUM PAST PRESSURE ของดินเหนียวแข็งกรุงเทพมหานครในช่วงความลึก 40 - 210 เมตร.....	58
4.11	แสดงผลสรุปสมการถดถอยที่มีค่าสหสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป (แบบกุ่มเส้นตรง-เส้นโค้งตัวแปรเดียว).....	59
4.11	แสดงผลสรุปสมการถดถอยที่มีค่าสหสัมพันธ์ตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป (ต่อ) (แบบกุ่มเส้นตรง-เส้นโค้งสองและสามตัวแปร)	60
4.12	แสดงผลเปรียบเทียบแบบกุ่มสมการถดถอยของ COMPRESSION INDEX และ RECOMPRESSION INDEX กับค่าสหสัมพันธ์.....	61
4.13	แสดงผลเปรียบเทียบแบบกุ่มสมการถดถอยของ COMPRESSION RATIO และ RECOMPRESSION RATIO กับค่าสหสัมพันธ์.....	62
4.14	แสดงผลเปรียบเทียบแบบกุ่มสมการถดถอยของ INITIAL VOID RATIO กับค่าสหสัมพันธ์.....	63
4.15	แสดงผลการวิเคราะห์การถดถอยระหว่าง BASIC PROPERTIES RATIO -COMPRESSIBILITY PARAMETERS ของดินเหนียวแข็งกรุงเทพมหานครในช่วงความลึก 40 - 210 เมตร.....	63
4.16	แสดงการวิเคราะห์การถดถอยระหว่าง COMPRESSIBILITY PARAMETERS กับ MAXIMUM PAST PRESSURE/UNDRAINED SHEAR STRENGTH RATIO ของดินเหนียวแข็งกรุงเทพมหานครในช่วงความลึก 40 - 210 เมตร.....	64

รายการรูปประกอบ

รูปที่	รายละเอียดรูป	หน้า
1.1	แสดงตำแหน่งหลุมเจาะที่นำตัวอย่างดินมาทดสอบ.....	3
1.2	แผนที่รายละเอียดแสดงตำแหน่งหลุมเจาะ BM 2 กรมแผนที่ดิน บางเขน.....	4
1.3	แผนที่รายละเอียดแสดงตำแหน่งหลุมเจาะ BM 5 โรงเรียนพศุภสภา ลาดพร้าว.....	5
1.4	แผนที่รายละเอียดแสดงตำแหน่งหลุมเจาะ BM 10 มหาวิทยาลัยรามคำแหง หัวหมาก.....	6
1.5	แผนที่รายละเอียดแสดงตำแหน่งหลุมเจาะ BM 14 วัดราษฎร์รักษาธรรม อ่อนนุช.....	7
1.6	แผนที่รายละเอียดแสดงตำแหน่งหลุมเจาะ BM 15 โรงกำจัดน้ำเสีย ดอนเมือง.....	8
1.7	แผนที่รายละเอียดแสดงตำแหน่งหลุมเจาะ BM 16 กองบินตำรวจ รามอินทรา.....	9
1.8	แผนที่รายละเอียดแสดงตำแหน่งหลุมเจาะ BM 18 การเคหะแห่งชาติ คลองจั่น.....	10
1.9	แผนที่รายละเอียดแสดงตำแหน่งหลุมเจาะ BM 37 พุทธมณฑล นครปฐม...	11
1.10	แผนที่รายละเอียดแสดงตำแหน่งหลุมเจาะ BM 38 อ.บางบัว จ.สมุทรปราการ.....	12
1.11	แผนที่รายละเอียดแสดงตำแหน่งหลุมเจาะ BM 39 อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร.....	13
1.12	แผนที่รายละเอียดแสดงตำแหน่งหลุมเจาะ BM 40 แขวงบางบอน เขตบางขุนเทียน.....	14
1.13	แผนที่รายละเอียดแสดงตำแหน่งหลุมเจาะ BM 41 วัดเทียนถวาย อ.เมือง จ.ปทุมธานี.....	15
2.1	แสดงสถานภาพความชันเหลวของดินเหนียว.....	28
2.2	แสดงการหาค่า C_u , C_r จากกราฟ $e - \log P$ และค่า CR, RR จากกราฟ $e - \log P$	33
2.3	แสดงการหาค่าพรีคอนโซลิเดชันเพรสเชอร์โดยวิธีคลาสซ่าแกรนด์ (CASAGRANDE).....	34

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่	รายละเอียดรูป	หน้า
3.1	แสดงภาพตัดลักษณะชั้นดินกรุงเทพ.....	36
3.2	แสดงขั้นตอนการวิจัย.....	44
4.1	แสดง BORE HOLE LOGS ของตัวอย่างดินจากหลุมเจาะ 12 สถานี.....	47
4.2	เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง $C_c - w_n$ กับการวิจัยในอดีต.....	68
4.3	เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง $C_c - e_o$ กับการวิจัยในอดีต.....	69
4.4	เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง CR - w_n กับการวิจัยในอดีต.....	70

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญลักษณ์

- C_c = ดัชนีการอัดแน่น (COMPRESSION INDEX)
 C_r = ดัชนีการอัดแน่นซ้ำ (RECOMPRESSION INDEX)
 CR = อัตราส่วนการอัดแน่น (RECOMPRESSION RATIO)
 e_o = อัตราส่วนช่องว่างเริ่มแรก (INITIAL VOID RATIO)
 G_u = ความถ่วงจำเพาะ (SPECIFIC GRAVITY)
 LL = ชีดจำกัดเหลว (LIQUID LIMIT)
 P'_c = หน่วยแรงประสิทธิผลตามแนวตั้งในอดีต (PRECONSOLIDATION PRESSURE)
 หรือหน่วยแรงสูงสุดในอดีต
 PI = ดัชนีพลาสติก (PLASTICITY INDEX)
 PL = ชีดจำกัดพลาสติก (PLASTIC LIMIT)
 q_u, Q_u = กำลังรับแรงอัดสูงสุด (UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH)
 r = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (COEFFICIENT OF CORRELATION)
 r^2 = สัมประสิทธิ์ของตัวกำหนด (COEFFICIENT OF DETERMINATION)
 RR = อัตราส่วนการอัดแน่นซ้ำ (RECOMPRESSION RATIO)
 SL = ชีดจำกัดหดตัว (SHRINKAGE LIMIT)
 S_u = กำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรน (UNDRAINED SHEAR STRENGTH)
 w = ปริมาณความชื้น (WATER CONTENT)
 w_n = ปริมาณความชื้นตามธรรมชาติ (NATURAL WATER CONTENT)
 γ_u = หน่วยน้ำหนักของดิน (UNIT WEIGHT OF SOIL)
 γ_T = หน่วยน้ำหนักรวม (TOTAL UNIT WEIGHT)
 γ_w = หน่วยน้ำหนักของน้ำที่ 4° C (UNIT WEIGHT OF WATER)
 $\bar{\sigma}$ = หน่วยแรงประสิทธิผลตามแนวตั้ง (EFFECTIVE VERTICAL PRESSURE)
 $\bar{\sigma}_{vm}$ = หน่วยแรงประสิทธิผลตามแนวตั้งในอดีต (MAXIMUM PAST PRESSURE)
 หรือหน่วยแรงสูงสุดในอดีต
 $\bar{\sigma}_{vo}$ = หน่วยแรงประสิทธิผลตามแนวตั้งตามธรรมชาติ (EFFECTIVE OVERBURDEN
 PREESSURE)