บทที่ 3

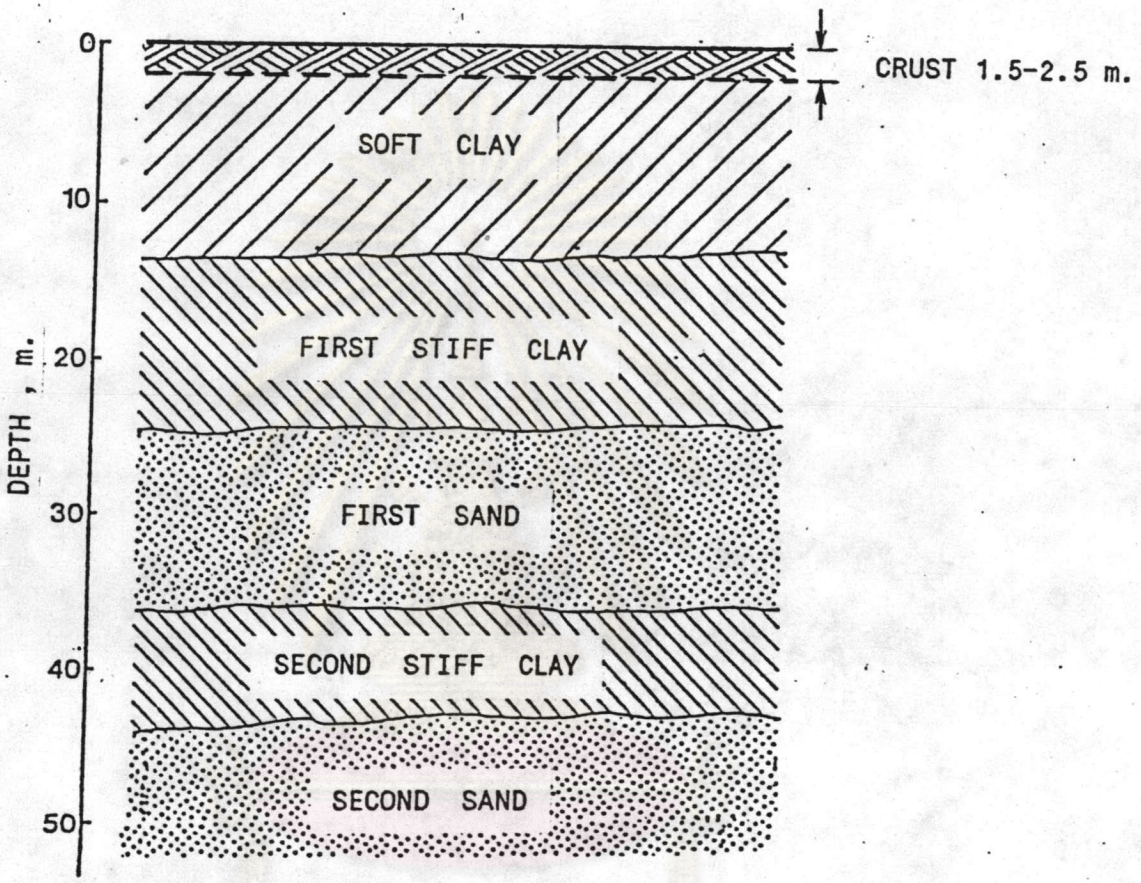
ผลการวิจัยในอดีต การทดลอง และการวิจัย

3.1 ดินเหนียวกรุงเทพ

ดินเหนียวกรุงเทพในความหมายทางวิศวกรรมโยธาในปัจจุบันคือ ดินบริเวณที่ราบลุ่มปากแม่น้ำบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยด้านเหนือ มีความยาวในแนวเหนือใต้ประมาณ 200 กิโลเมตร และกว้างประมาณ 175 กิโลเมตรในแนวตะวันออกตะวันตก ภูมิประเทศเป็นที่ราบเรียบมีระดับสูงจากน้ำทะเลปานกลางประมาณ 1.5 เมตร ที่กรุงเทพฯ ระดับสูงขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อลึกจากชายฝั่งเข้ามา และสูงประมาณ 15 เมตรเมื่อลึกจากชายฝั่งประมาณ 200 กิโลเมตรในแนวเหนือใต้ ดินนี้เกิดจากการสะสมของตะกอน กรวด ทราย และดินเหนียวทับถมกันเป็นชั้นสลับกันไปมาโดยมีความหนาประมาณ 300-350 เมตร ชั้นดินเหล่านี้ต่างก็มีคุณสมบัติทางวิศวกรรมที่แตกต่างกันออกไป สำหรับชั้นดินที่มีความสำคัญต่อการออกแบบฐานรากสิ่งก่อสร้างพอลำดับจากชั้นบนสุดและลึกลงไปได้ดังนี้

3.1.1 ชั้นบนสุด คือดินเหนียวอ่อนตกตะกอนในน้ำทะเล (SOFT MARINE CLAY) ตะกอนเหล่านี้ส่วนใหญ่จะถูกพัดพามาโดยแม่น้ำเจ้าพระยา แม่กลอง ท่าจีน และบางปะกง แล้วมาตกจมสะสมลงในน้ำทะเลบริเวณปากแม่น้ำเป็นดินที่ตกสะสมใหม่ การทรุดอัดตัวตามธรรมชาติ (NATURAL CONSOLIDATION) มีไม่มาก และเนื่องจากเป็นการตกตะกอนในน้ำเค็มช่องว่างในดิน (VOID) จึงมีมาก ปริมาณน้ำในดิน (WATER CONTENT) สูง การยุบตัวเมื่อถูกอัด (COMPRESSIBILITY) ก็สูง ลักษณะเนื้อดินเป็นสีเทาอมดำ มีทรากเปลือกหอยทะเลอยู่ทั่วไป มีรอยแยก (FISSURE) ทั่วไปเช่นกัน รอยเหล่านี้มองด้วยตาเปล่าจากภายนอกไม่เห็น แต่เมื่อบิให้แยกจากกันจะสังเกตุจากรอยแยกได้ว่ามีลักษณะเป็นผิวเรียบตามรอยแยก มีผิวมันเล็กน้อย รอยนี้มี 3 ทิศทาง ไม่มีระบบแน่นอน ความหนาของชั้นดินนี้จะน้อยเมื่อไกลชายฝั่งทะเล และจะมากขึ้นเมื่อใกล้ชายฝั่งทะเลเข้าไปในบริเวณกรุงเทพฯ ดินอ่อนชั้นนี้ภายหลังตกตะกอนแล้วได้มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมบ้าง เช่น ตอนบนจะมีความแข็ง ความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ปริมาณเกลือในน้ำในดินลดลง โดยเฉพาะในบริเวณที่ลึกเข้ามาจากชายฝั่งมาก ๆ ความเปลี่ยนแปลงนี้เกิดโดยธรรมชาติจากการชะล้างของน้ำฝน น้ำท่า การลดแรงดันน้ำในดินและระเหยออกไปของน้ำเนื่องจากความร้อนจากแสงอาทิตย์

I17509070



รูปที่ 3.1 แสดงภาพตัดลักษณะชั้นดินกรุงเทพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1.2 ดินชั้นที่ 2 เป็นดินเหนียวสีน้ำตาลปนเหลือง มีความแน่นและแข็งมาก ความหนาของชั้นอยู่ระหว่าง 5-15 เมตร ทั่วไปแล้วในกรุงเทพฯ จะประมาณ 12 เมตร คืออยู่ระหว่างความลึก 12 ถึง 24 เมตร

3.1.3 ดินชั้นที่ 3 เป็นทรายแน่นละเอียดตอนบนและหยาบขึ้นในตอนล่าง ตอนบนมักเป็นสีน้ำตาลและสีจางลงในตอนล่างซึ่งเม็ดทรายหยาบกว่า ในกรุงเทพฯจะอยู่ที่ความลึกระหว่าง 24 ถึง 37 เมตร บริเวณอื่นจะแตกต่างออกไป โดยจะอยู่ลึกเมื่อใกล้ชายฝั่งทะเลและอยู่ตื้นเมื่ออยู่ลึกจากชายฝั่ง

3.1.4 ดินชั้นที่ 4 เป็นดินเหนียวสีน้ำตาลและเทาปนน้ำตาลแน่นและแข็งมากอยู่ระหว่างความลึก 37 ถึง 44 เมตรในบริเวณกรุงเทพฯ

3.1.5 ดินชั้นที่ 5 เป็นทรายสีน้ำตาลแน่นมาก ในกรุงเทพฯอยู่ที่ความลึกมากกว่า 44 เมตร

ใต้ดินทั้ง 5 ชั้นดังกล่าวก็จะเป็นดินเหนียว ทราย และกรวดสลับกันลงไปเรื่อย ๆ ดังรูปที่ 3.1 แสดงภาพตัดลักษณะชั้นดินกรุงเทพ

3.2 งานวิจัยในอดีตเกี่ยวกับคุณสมบัติของดินเหนียวกรุงเทพ

ลักษณะและคุณสมบัติต่างๆของดินเหนียวกรุงเทพฯมีผู้ทำการวิจัยไว้หลายท่าน พอสรุปได้ดังนี้

MUKTABHANT(1966) ทำการวิจัยหาสมบัติของดินเหนียวกรุงเทพในแนวถนนพหลโยธิน แนวถนนสุขุมวิท และแนวโรงแรมโอเรนเต็ลถึงท่าเรือคลองเตย ดังแสดงในรูปที่ ค-1 ถึง ค-3 ในภาคผนวก ค. โดยหาความสัมพันธ์ระหว่าง LIQUID LIMIT - PLASTICITY INDEX และ COMPRESSION INDEX - NATURAL WATER CONTENT แสดงดังตารางที่ 3.1 และ 3.2

ศรัญยุทธ์(1977) ได้ทำการวิจัยหาสมบัติต่างๆของดินเหนียวอ่อน (SOFT CLAY) และดินเหนียวแข็ง(STIFF CLAY) และหาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางการยุบอัดตัวกับสมบัติพื้นฐานของดินเหนียวในกรุงเทพมหานคร แสดงดังตารางที่ 3.2

TONYAGATE(1978) ได้วิเคราะห์หาสมบัติต่างจากข้อมูลดินบริเวณ AIT, ปทุมวัน, บางกอกน้อย , หนองงูเห่า , ป้อมพระจุลฯ ซึ่งหาความสัมพันธ์ระหว่าง PLASTICITY INDEX - LIQUID LIMIT และความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติต่างๆแสดงดังตารางที่ 3.1 และ 3.2 รูปที่ ค-4 และ ค-5 ในภาคผนวก ค. แสดงตำแหน่งหลุมเจาะของตัวอย่างดินและภาพตัดของดินกรุงเทพในแนวเหนือ-ใต้และตะวันออก-ตะวันตก ตามลำดับ

PARENTILA(1983) ได้ศึกษาสมบัติของดินเหนียวแข็งชั้นที่สอง จากข้อมูลดินบริเวณโรงแรมแชงกรีร่า , ถนนสาธรใต้ , ธนาคารกรุงเทพจำกัด ถนนสีลม , ถนนพระราม 4 , ถนนศรีอยุธยา , ถนนสุขุมวิท ซอย 19 รูปที่ ค-6 , ค-7 ในภาคผนวก ค. แสดงตำแหน่งหลุมเจาะและ BOREHOLE LOGS หลุมเจาะตัวอย่างดิน งานวิจัยนี้เน้นสมบัติทางด้านกำลังและสมบัติการยุบอัดตัว โดยหาความสัมพันธ์ของ PLASTICITY INDEX - LIQUID LIMIT และหาความสัมพันธ์ของสมบัติพื้นฐานกับสมบัติทางการยุบอัดตัว แสดงดังตารางที่ 3.1 และ 3.2

TASNEENART(1984) ได้ศึกษาสมบัติพื้นฐานกับสมบัติทางการยุบอัดตัวของดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งและชั้นที่สองโดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการวิจัยในอดีต แล้วหาความสัมพันธ์ระหว่าง PLASTICITY INDEX - LIQUID LIMIT แสดงดังตารางที่ 3.1 และหาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติพื้นฐานกับสมบัติทางการยุบอัดตัว แสดงดังตารางที่ 3.2 รูปที่ ค-8 ในภาคผนวก ค.แสดงตำแหน่งหลุมเจาะของตัวอย่างดิน รูปที่ ค-9 และ ค-10 แสดงภาพตัดของดินกรุงเทพในแนวเหนือ - ใต้ และ ตะวันออก - ตะวันตก ตามลำดับ

สมศักดิ์(1985) ได้ทำการวิเคราะห์หาสมบัติต่าง ๆ ของดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งและชั้นที่สอง และหาความสัมพันธ์ของสมบัติต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 3.3 และ 3.4

3.3 การทดลอง

3.3.1 การหาคุณสมบัติพื้นฐาน ประกอบด้วย ATTERBERG LIMIT (ASTM D4318) NATURAL WATER CONTENT (ASTM 2216), TOTAL UNIT WEIGHT, SPECIFIC GRAVITY (ASTM D854)

3.3.2 การหาคุณสมบัติทางการยุบอัดตัว ได้แก่การทดสอบ CONSOLIDATION (ASTM D2435)

สมการถดถอย	r	ชนิดของดิน	ผู้วิจัย
PI = 0.740LL - 9.21	-	SOFT-MEDIUM CLAY	MUKTABHANT,et al (1966)
PI = 0.745LL - 9.89	0.968	ALL CLAYS	TONYAGATE (1978)
PI = 0.7820(LL-14.71) PI = 0.7960(LL-15.78)	- -	FIRST STIFF CLAY SECOND STIFF CLAY	PARENTILA (1983)
PI = 0.744(LL-15.536) PI = 0.725(LL-11.989) PI = 0.725(LL-11.920)	0.934 0.949 0.935	SOFT CLAY FIRST STIFF CLAY SECOND STIFF CLAY	TASNEENART (1984)

ตารางที่ 3.1 แสดงสมการถดถอยของความสัมพันธ์ระหว่าง PI-LL ของดินกรุงเทพ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมการถดถอย	r	ชนิดของดิน	ผู้วิจัย
$Cc = 0.000195Wn^2 + 0.0067Wn-0.014$	-	ALL CLAYS	MUKTABHANT,et al (1966)
Cc = -0.1593+0.514eo	0.810	ALL CLAYS	ศรัญยุทธ์ (1977)
Cc = -0.0910+0.013Wn	0.768		
Cc = -0.965+0.029Wn	0.890	ALL CLAYS	TONYAGATE (1978)
Cc = -0.847+0.024LL	0.680		
Cc = -0.941=1.057eo	0.880		
CR = -0.037+0.00566Wn	0.810		
CR = -0.013+0.00463LL	0.630		
Cc = -0.2874+0.8602eo	0.872	SECOND STIFF CLAY	PARENTILA (1983)
Cc = -0.2346+0.0200Wn	0.776		
CR = -0.2068+0.5039eo	0.927		
CR = -0.2152+0.0146Wn	0.958		
CR = -0.0946+0.3390eo	-	THIRD STIFF CLAY	
CR = 0.0823+0.0020Wn	-		
Cc = -0.5876+0.0217Wn	0.802	SOFT CLAY	TASNEENART (1984)
Cc = -0.5906+0.8019eo	0.811		
Cc = 0.1029+0.0087LL	0.516		
CR = -0.0130+0.0047Wn	0.658		
CR = -0.0265+0.1788eo	0.689		
CR = 0.1230+0.0020LL	0.458		

ตารางที่ 3.2 แสดงสมการถดถอยในอดีตสำหรับทำนายค่า Cc และ CR ของดินกรุงเทพ

REGRESSION EQUATION	COEFF. OF CORRELATION	
	r	r^2
$e_o = 0.042 (W_n - 8.58)$	0.719	0.517
$C_c = 0.051 (W_n - 23.39)$	0.701	0.496
$RR = 0.0035 (W_n - 22.90)$	0.721	0.520
$CR = 0.012 (PL - 13.71)$	0.815	0.664
$\bar{\sigma}_{vm} = 9.576 (28.69 - PL)$	-0.700	0.490
$N = 18.718 (2.887 - m_v)$	-0.701	0.491
$C_c = 1.348 (e_o - 0.552)$	0.809	0.654

ตารางที่ 3.3 แสดงสมการถดถอยและสหสัมพันธ์ของดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่ง ของดินกรุงเทพ (สมศักดิ์ 1985)

REGRESSION EQUATION	COEFF. OF CORRELATION	
	r	r^2
$e_o = 0.027 (W_n - 0.33)$	0.989	0.978
$C_c = 0.027 (W_n - 14.86)$	0.876	0.767
$C_r = 0.005 (W_n - 17.75)$	0.733	0.537
$CR = 0.012 (W_n - 12.11)$	0.735	0.540
$C_c = 1.082 (e_o - 0.411)$	0.732	0.536

ตารางที่ 3.4 แสดงสมการถดถอยและสหสัมพันธ์ของดินเหนียวแข็งชั้นที่สอง ของดินกรุงเทพ (สมศักดิ์ 1985)

3.3.3 การหาคุณสมบัติทางกำลัง ได้แก่การทดสอบ UNCONFINED COMPRESSION TEST (ASTM D2166)

ข้อมูลผลทดสอบแสดงในภาคผนวก ก.

3.4 การวิจัย

การวิจัยทำเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.2 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ทดสอบตัวอย่างดินในห้องปฏิบัติการ การทดสอบประกอบด้วยการหา INDEX PROPERTIES เพื่อหาค่า ATTERBERG LIMIT NATURAL WATER CONTENT TOTAL UNIT WEIGHT SPECIFIC GRAVITY การทดสอบ CONSOLIDATION TEST เพื่อหาค่า PRECONSOLIDATION PRESSURE COMPRESSIBILITY PARAMETERS การทดสอบ UNCONFINED COMPRESSION TEST เพื่อหาค่า UNDRAINED SHEAR STRENGTH ของดิน

รวบรวมข้อมูลที่ทดสอบได้ ทำการรวบรวมข้อมูลจากผลการทดสอบ แล้วคัดเลือกข้อมูลที่มีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการทดสอบออกให้เหลือเฉพาะข้อมูลที่มีความเชื่อถือได้ เพื่อนำไปวิเคราะห์ในขั้นต่อไป

นำข้อมูลที่ได้คัดเลือกแล้วมาพลอตแผนภาพการกระจายเพื่อดูแนวโน้มความสัมพันธ์ของข้อมูลชุดต่างๆว่าเป็นแบบเส้นตรงหรือเส้นโค้ง จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติต่างๆโดยหลักทางสถิติ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เป็นค่าวัดอัตราความสัมพันธ์กัน

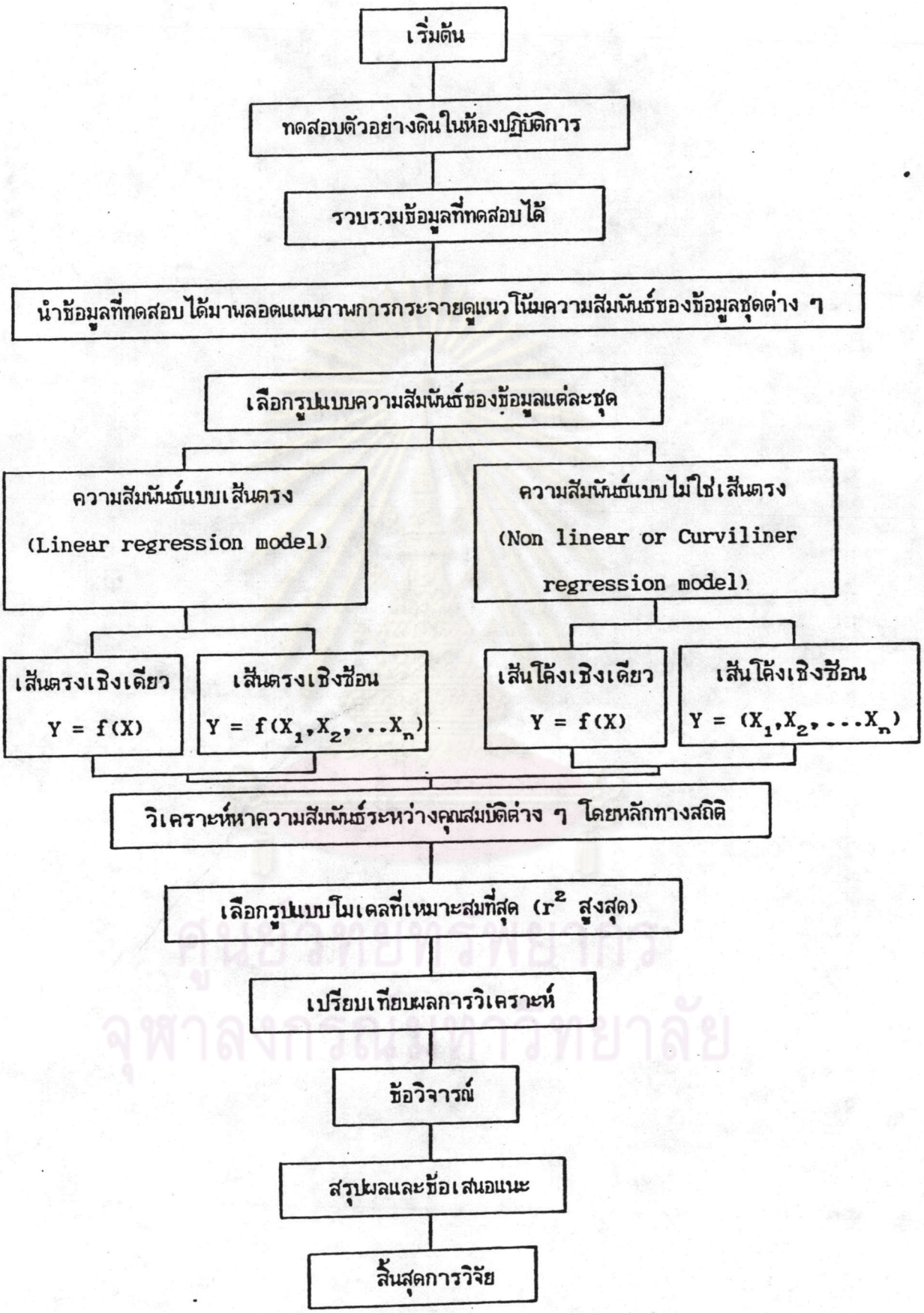
เลือกสมการจากผลการวิเคราะห์ที่ได้ที่มีความเหมาะสมที่สุด โดยพิจารณาจากค่า r สูงสุด ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความยากง่ายในการวิเคราะห์สมการด้วย

เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ นำสมการที่วิเคราะห์ได้ที่เหมาะที่สุดมาเปรียบเทียบกับสมการที่มีผู้ทำไว้ในอดีตแล้วเพื่อดูแนวโน้มของสมการ และดูความเป็นไปได้ จากนั้นจึงทำการวิจารณ์สมการที่ได้

สรุปผลและข้อเสนอแนะ ทำการสรุปผลการวิเคราะห์สมบัติพื้นฐาน พารามิเตอร์ของความสามารถในการยุบตัว สมการถดถอยที่เหมาะสมที่สุด และข้อเสนอแนะ

สิ้นสุดการวิจัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการวิจัย