

บทที่ 4

ขั้นตอนวิธีดำเนินการและผลของการวิจัย

4.1 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

การศึกษาและวิจัยมีขั้นตอนและวิธีดำเนินการดังต่อไปนี้

1) เก็บรวบรวมรายการของข้อมูลเพื่อการวิจัย ประกอบด้วย ข้อมูลการเจาะสำรวจดิน (Soil Investigation), ข้อมูลทางเทคนิคการก่อสร้าง และข้อมูลการวัดการเคลื่อนตัวของกำแพงด้วยเครื่องมือ Inclinator จากโครงการก่อสร้างอาคารที่ใช้ระบบกำแพงกันดินแบบโคอะแฟรมในพื้นที่เขตกรุงเทพฯ

2) คัดเลือกและเสนอค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ (S_u) ตามระดับความลึกของโครงการก่อสร้างที่อยู่ในขอบเขตการวิจัย โดยการอาศัยข้อมูลการเจาะสำรวจดิน วิธีดำเนินการและผลลัพธ์แสดงอยู่ในหัวข้อที่ 4.2

3) ประเมินค่าแรงดันดินด้านข้างแบบสถิตที่กระทำกับกำแพงกันดิน สำหรับแต่ละโครงการ โดยวิธี ใช้หน่วยแรงประสิทธิผล (Effective Stress) บวกเพิ่มด้วยค่าแรงดันน้ำในโพรงดิน โดยอาศัยสมการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แรงดันดินด้านข้างแบบสถิต(K_0)ของ Schmidth(1966), ข้อมูลจากการเจาะสำรวจดิน, ค่ากำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ (S_u) ตามระดับความลึก, พารามิเตอร์จากผลการวิจัยของ Ladd (1977), Moh และ Wang (1966) วิธีการและผลลัพธ์แสดงอยู่ในหัวข้อที่ 4.3

4) คำนวณค่าสติเฟนสของกำแพง, สติเฟนสของค้ำยันของแต่ละโครงการ โดยอาศัยข้อมูลรายละเอียดทางเทคนิคการก่อสร้าง วิธีดำเนินการและผลการคำนวณ แสดงอยู่ในหัวข้อที่ 4.4

5) หาความสัมพันธ์แบบ Empirical ระหว่างค่า Modulus of Subgrade Reaction กับค่า S_u ตามระดับความลึก ของชั้นดินชนิดต่างๆ โดยวิธีการวิเคราะห์หาค่ากลับ (Back Analysis) ซึ่ง

อาศัยการคำนวณด้วยแบบจำลองกานวางบนวัสดุอิลาสติก และ ผลการวัดการเคลื่อนตัวของกำแพงด้วยเครื่องมือ Inclinator วิธีดำเนินการและผลลัพธ์ที่แสดงอยู่ในหัวข้อที่ 4.5 ถึง 4.6.2

6) คัดเลือกค่า Modulus of Subgrade Reaction (k_s) จากผลการวิเคราะห์หาค่าเพื่อนำเสนอค่าที่เหมาะสม สำหรับคำนวณการเคลื่อนตัวของกำแพงชนิดไคอะแฟรมสำหรับชั้นดินกรุงเทพฯ วิธีดำเนินการและผลลัพธ์ที่แสดงอยู่ในหัวข้อที่ 4.6.3 ถึง 4.6.5

4.2 การคัดเลือกและเสนอค่า กำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ (S_u) ของดินที่ความลึกต่างๆ

การวิจัยนี้ค่า S_u เป็นค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญที่สุด เนื่องจากใช้สำหรับประเมินค่า สัดส่วนอัดแน่นเกินตัวของดิน (Overconsolidated Ratio: OCR), สัมประสิทธิ์หน่วยแรงคั้นด้านข้างแบบสถิต (K_0) และใช้เป็นค่าเบื้องต้นในการทำ Back analysis หาค่า Modulus of Subgrade Reaction ของดิน การคัดเลือกค่า S_u ที่ไม่เหมาะสม มีผลกระทบต่อผลลัพธ์ของการวิจัยเป็นอย่างมาก ข้อมูลจากการเจาะสำรวจดินที่ใช้ประเมินค่า S_u มีสามชนิดคือ ค่ากำลังรับแรงเฉือนของดินจากการทดสอบรับแรงอัดแบบไม่จำกัด (Unconfined Compression Test: $S_{u(uc)}$), ค่ากำลังเฉือนจากการทดสอบแบบเวนในสนาม ($S_{u(FV)}$) และค่าทดสอบทะลุทะลวงมาตรฐาน N ค่า S_u ที่ได้จากข้อมูลทั้งสามชนิดนี้มีความเหมาะสมเพื่อนำไปใช้แตกต่างกัน

หลักการพิจารณาคัดเลือกค่า S_u ของดินที่ความลึกต่างๆ จะคัดเลือกจากชนิดข้อมูลที่ให้คุณภาพของผลการทดสอบค่า S_u ที่ดีที่สุดเพื่อหาค่าคุณสมบัติของดินในการวิเคราะห์หาการเคลื่อนตัวของกำแพงในแต่ละโครงการ ซึ่งในชั้นดินแต่ละประเภทจะใช้ชนิดของข้อมูลเจาะสำรวจที่มีความเหมาะสมจะแตกต่างกัน

ในชั้นดินเหนียวอ่อนถึงปานกลาง (Soft to Medium Clay) ค่ากำลังเฉือนจากการทดสอบแบบเวนในสนาม ($S_{u(FV)}$) หลังจากปรับแก้แล้วจะให้ค่า S_u ที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ มีค่าความไวสูง การทดสอบกำลังเฉือนในสนามมีผลกระทบของการรบกวนตัวอย่างดินน้อยกว่าการทดสอบในห้องปฏิบัติการ แต่ก็มีข้อเสียคือ เมื่อค่า S_u ของดินสูง

เกิน $4-5 \text{ T/m}^2$ ผลการทดสอบค่า $S_{u(FV)}$ จะให้ค่าที่สูงเกินความเป็นจริง ทำให้กรณีนี้ค่าทดสอบกำลังเฉือน $S_{u(uc)}$ เหมาะสมกว่า ในกรณีที่บางหน่วยงานก่อสร้างไม่มีข้อมูลค่า $S_{u(FV)}$ สำหรับนำมาใช้คัดเลือก เป็นผลให้ต้องนำค่า $S_{u(uc)}$ มาใช้ในการวิเคราะห์เพียงชนิดเดียว

ในชั้นดินเหนียวแข็งถึงแข็งมาก (Stiff to Very Stiff Clay) คุณภาพค่ากำลังรับแรงเฉือนชนิด $S_{u(uc)}$ ให้ค่า S_u ที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากเป็นค่าทดสอบโดยตรง ส่วนค่า S_u ที่ได้จากค่าสหสัมพันธ์แบบ empirical ของพารามิเตอร์ N จากการทดสอบค่าทะลุทะลวงมาตรฐาน ($S_{u(spt)}$) เหมาะสมรองลงมา โดยเฉพาะกรณีที่เป็นดินเหนียวแข็งอยู่ในระดับลึกมีความยากลำบากในการเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำมาทดสอบ และมีความประสงค์จะหาค่า S_u เพียงอย่างเดียว ความสัมพันธ์ระหว่างค่า N และค่า S_u ของชั้นดินเหนียวชั้นแรกที่น่ามาใช้ เสนอโดย วีรพันธ์ (2526) มีรายละเอียดดังนี้

สำหรับดินเหนียวที่มีความเป็นพลาสติกสูง (CH)

$$S_u = 0.687 N \text{ T/m}^2 \quad \dots\dots\dots(4.1)$$

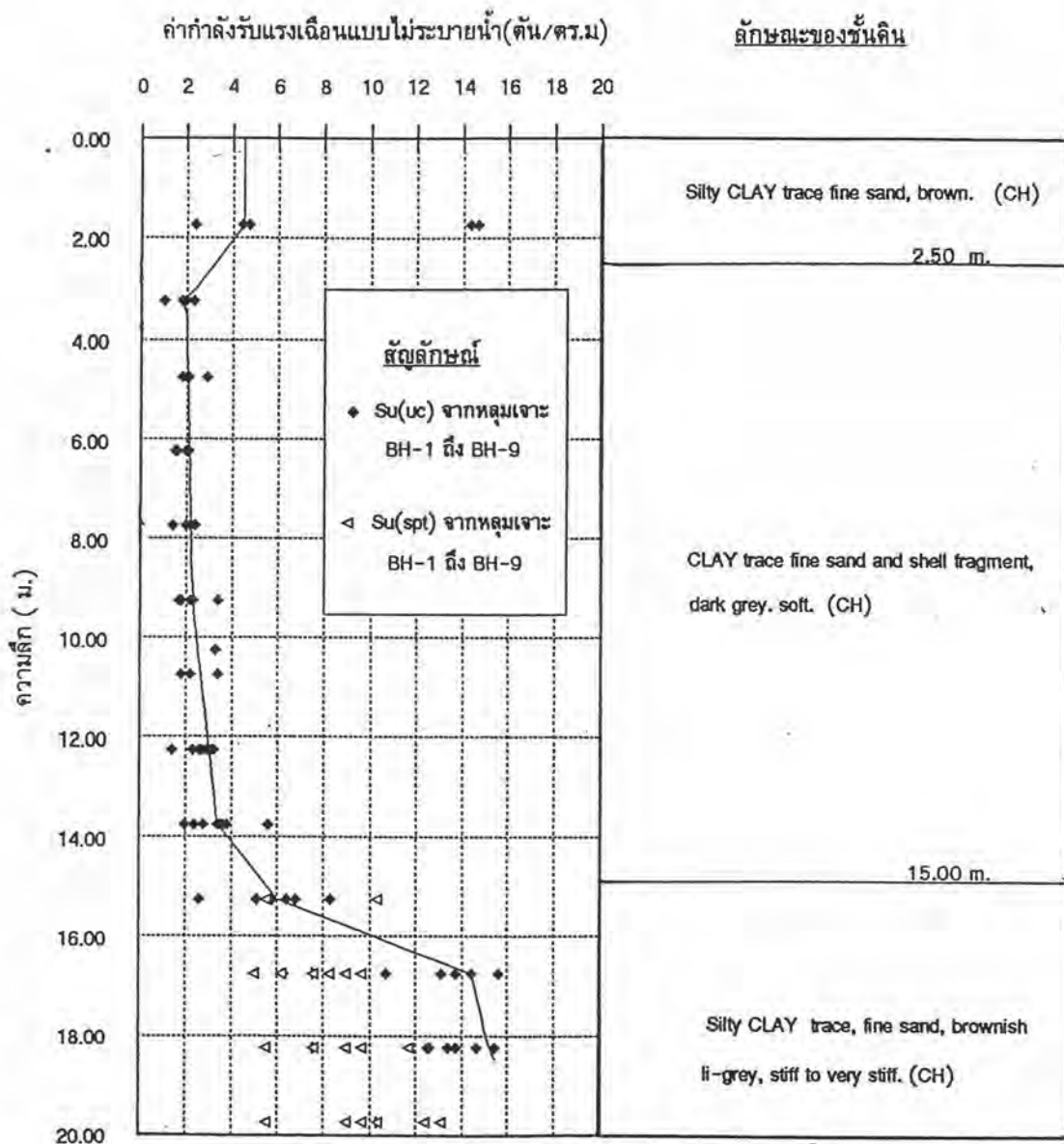
สำหรับดินเหนียวที่มีความเป็นพลาสติกต่ำถึงปานกลาง (CL)

$$S_u = 0.5175 N \text{ T/m}^2 \quad \dots\dots\dots(4.2)$$

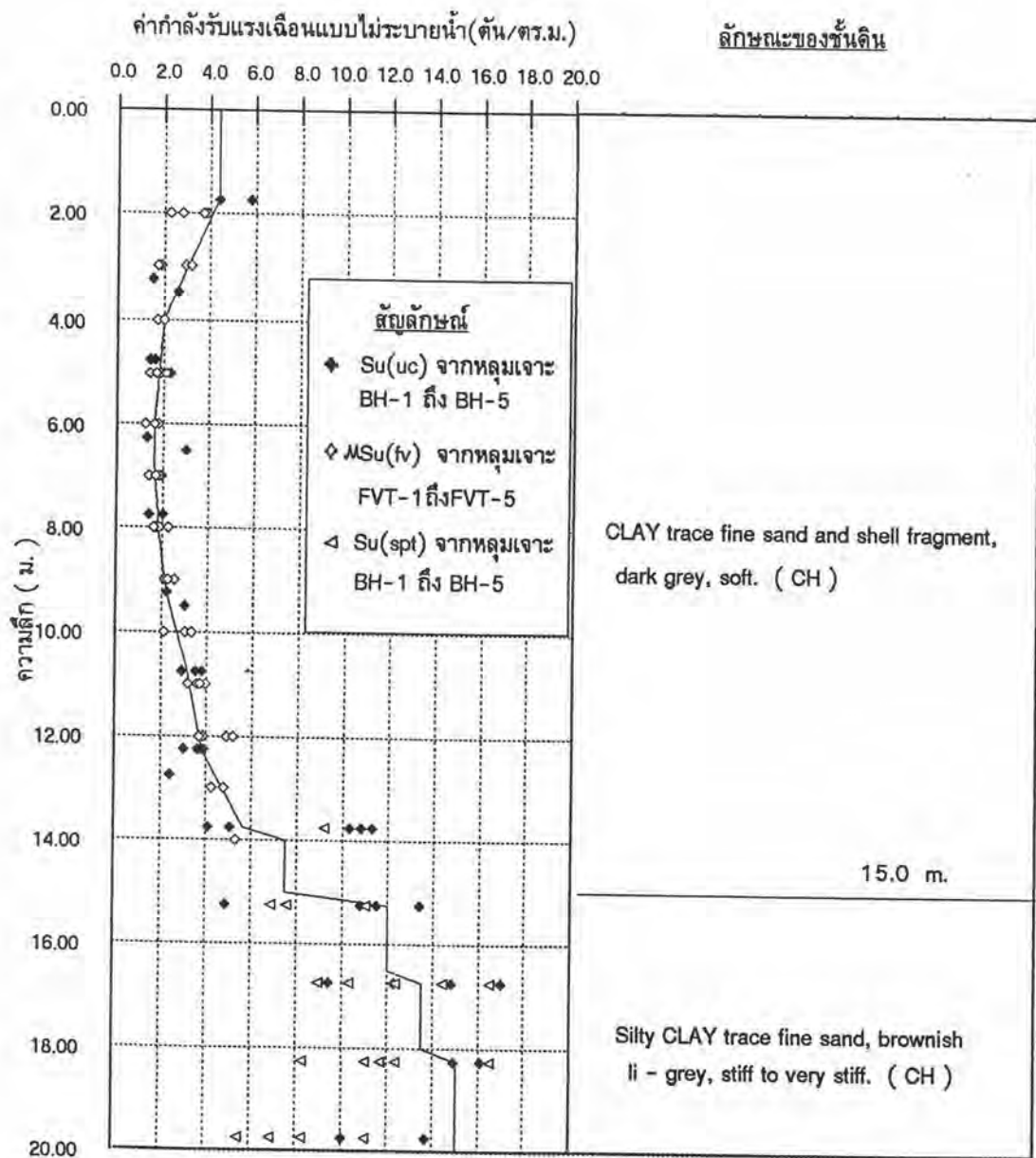
ผลการคัดเลือกค่า S_u ที่ระดับความลึกต่างๆเพื่อการวิจัย สำหรับ โครงการทั้งห้าแห่ง แสดงอยู่ในรูปที่ 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 และ 4.5

4.8 วิธีคำนวณและผลลัพธ์ของแรงดันดินด้านข้าง

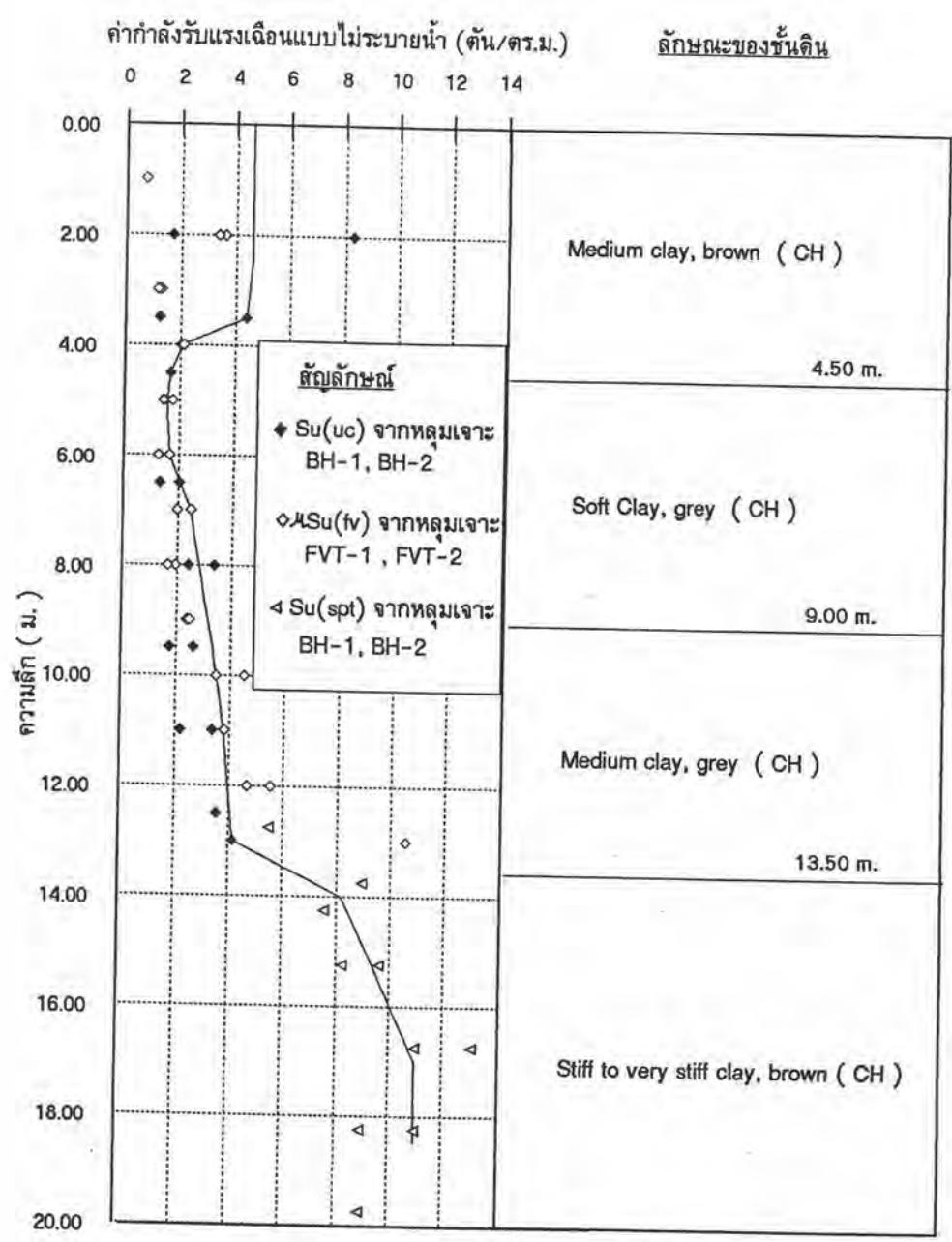
กำแพงกันดินชนิดไคอะแฟรม มีค่า Rigidity และ สติเฟนสของกำแพงสูงมาก การเคลื่อนตัวจนถึงสภาพ Active จะไม่เกิดขึ้น กรณีเช่นนี้หน่วยแรงดันด้านข้างที่ผลักกำแพงคือหน่วยแรงดันสถิต (σ_{ho}) ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้



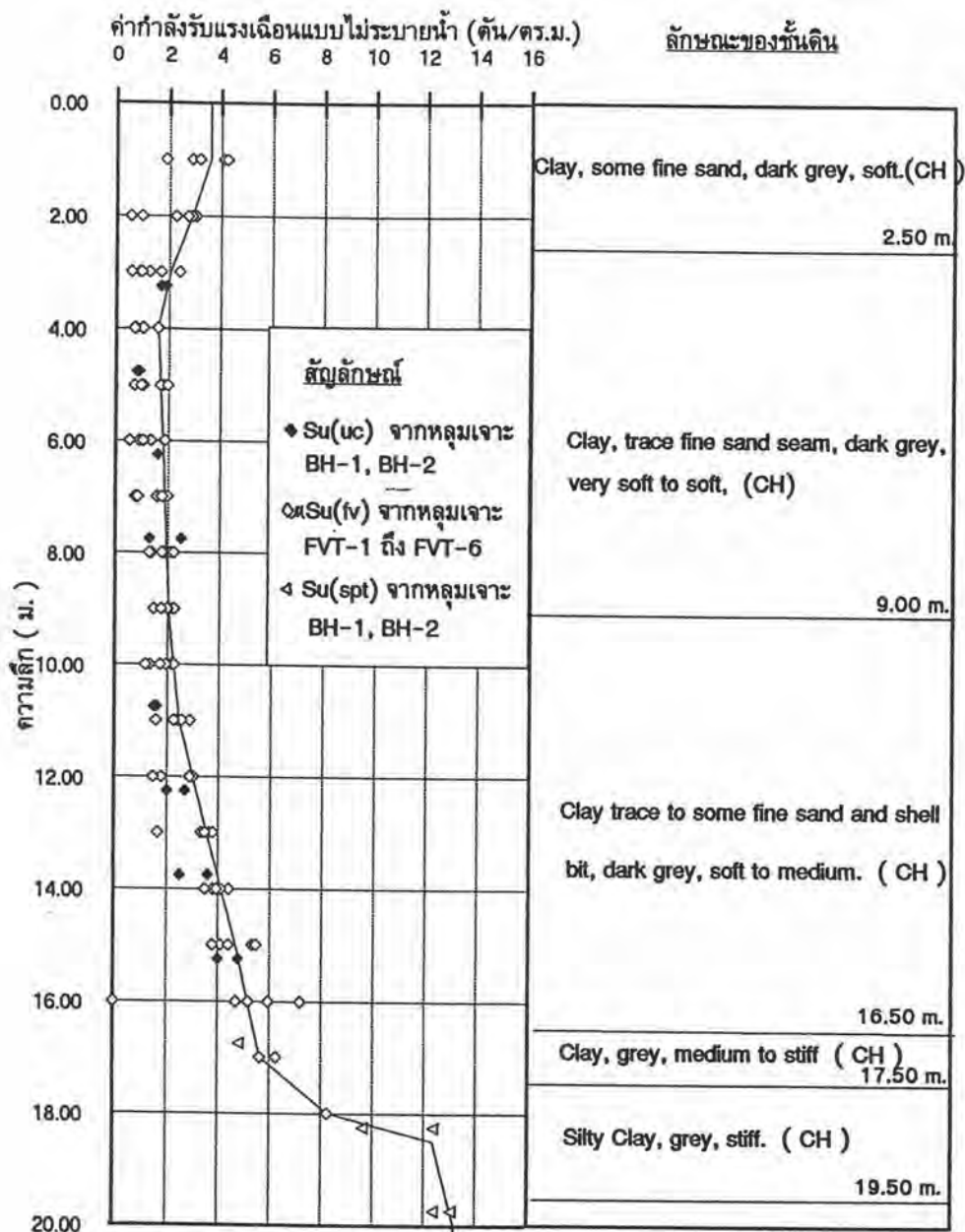
รูปที่ 4.1 ผลการคัดเลือก และเสนอค่ากำลังเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ (Su) ตามระดับความลึกของชั้นดิน โครงการอาคารเอนกประสงค์ สาขาถนนพระรามที่ 3 เพื่อใช้ในการวิจัย



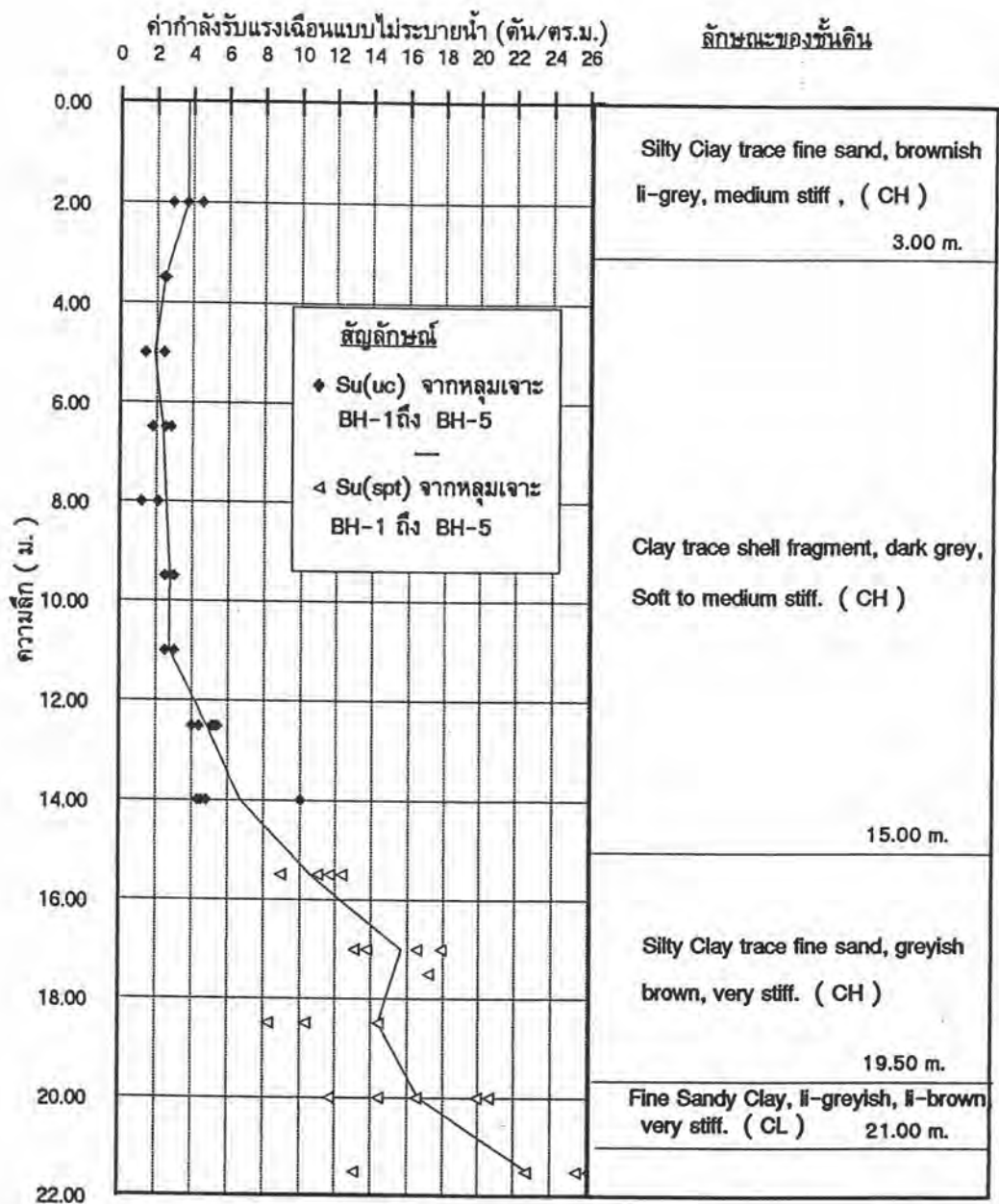
รูปที่ 4.2 ผลการคัดเลือก และเสนอค่ากำลังเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ (S_u) ตามระดับความลึกของชั้นดิน โครงการอาคารเพรสซิเคนท์ทาวเวอร์ เพื่อใช้สำหรับการวิจัย



รูปที่ 4.3 ผลการคัดเลือก และเสนอค่ากำลังเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ (Su) ตามระดับความลึกของชั้นดิน โครงการอาคารประตุน้ำคอมเพล็กซ์ เพื่อใช้สำหรับการวิจัย



รูปที่ 4.4 ผลการคัดเลือก และเสนอค่ากำลังเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ (Su) ตามระดับความลึกของชั้นดิน โครงการอาคารบรรณัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย เพื่อใช้สำหรับการวิจัย



รูปที่ 4.5 ผลการคัดเลือก และเสนอค่ากำลังเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ (S_u) ตามระดับความลึกของชั้นดิน โครงการอาคารรอยัลราชดำริ เพื่อใช้สำหรับการวิจัย

$$\sigma_{ho} = K_o[\sigma_{vo} - U_o] + U_o \quad \dots\dots\dots(4.3)$$

K_o คือสัมประสิทธิ์หน่วยแรงดันด้านข้างแบบสถิต

σ_{vo} คือหน่วยแรงรวมในแนวดิ่ง

U_o คือค่าแรงดันน้ำในโพรงดินในชั้นดินกรุงเทพฯที่คำนึงถึงผลของการสูบน้ำบาดาล เสนอโดย NG (1983)

การวิเคราะห์หน่วยแรงดันที่เกิดขึ้นขณะทำการก่อสร้าง จะต้องคำนึงถึงหน่วยแรงดันด้านข้างที่เพิ่มขึ้น ($\Delta\sigma_h$) เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกของเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ก่อสร้าง, Surchage ขณะขุดดิน และผลกระทบเนื่องจากน้ำหนักอาคารที่ปลูกสร้างใกล้เคียงที่ถ่ายลงสู่มวลดิน งานวิจัยนี้ตั้งสมมุติฐานเพื่อคาดคะเนหน่วยแรงดันที่เพิ่มขึ้น โดยพิจารณาว่ามีน้ำหนักบรรทุกในแนวดิ่งเพิ่มเติมสม่ำเสมอบนผิวดินขนาดเท่ากับ 2 T/m^2 สมการแสดงการคาดคะเนค่าหน่วยแรงดันดินด้านข้างแบบสถิต ถูกจัดรูปใหม่คือ

$$\sigma_{ho} = K_o[\sigma_{vo} + 2 (\text{T/m}^2) - U_o] + U_o \quad \dots\dots\dots(4.4)$$

สัมประสิทธิ์แรงดันดินด้านข้างแบบสถิตของดินเหนียว (K_o) เป็นฟังก์ชันของค่า OCR และ PI สามารถประเมินค่า K_o ด้วยสมการดังนี้

$$K_{o(oc)} = K_{o(nc)} (\text{OCR})^m \quad \dots\dots\dots(4.5)$$

$K_{o(oc)}$ สัมประสิทธิ์แรงดันด้านข้างสถิตของดินเหนียวชนิดอัดแน่นเกินตัว (Overconsolidated Clay)

$K_{o(nc)}$ สัมประสิทธิ์แรงดันด้านข้างสถิตของดินเหนียวชนิดอัดแน่นปกติ (Normally Consolidated Clay) สำหรับดินเหนียวอ่อน กรุงเทพฯใช้ค่าเท่ากับ 0.62 เสนอโดย Moh และ Wang(1966)

m ค่าคงที่ ขึ้นอยู่กับค่า PI ของดิน เสนอโดย Ladd(1977) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.32 ถึง 0.42 ดังแสดงในรูปที่ 2.6

OCR สัดส่วนอัดแน่นเกินตัวของดิน (Overconsolidated Ratio)

สัดส่วนค่าอัดแน่นเกินตัวของดิน (OCR) เป็นค่าสัดส่วนระหว่าง σ'_p (preconsolidation - pressure) กับค่า σ'_{vo} (effective overburden pressure) ตามปกติ σ'_p หาได้จากการทดสอบ Consolidation แต่ในกรณีที่เป็นดินเหนียวอ่อน สามารถประมาณค่าจากความสัมพันธ์ที่เสนอโดย Trak et al.(1979) ดังนี้

$$\sigma'_p = \mu \times S_{u(FV)} / 0.22 \quad \dots\dots\dots(4.6)$$

- μ ค่าปรับแก้กำลังเฉือนของการทดสอบแบบเวนในสนาม เสนอ
 โดย Bjerrum ดังแสดงในรูปที่ 2.7
- $S_{u(FV)}$ ค่ากำลังเฉือนแบบไม่ระบายน้ำของดินเหนียว จากการทดสอบ
 แบบเวนในสนาม

ในกรณีที่ข้อมูลจากโครงการไม่มีผลทดสอบค่ากำลังเฉือนจากการทดสอบแบบเวนในสนามจะอนุโลมให้ใช้ค่ากำลังรับแรงเฉือนของดินจากการทดสอบรับแรงอัดแบบไม่จำกัด ($S_{u(uc)}$) แทน นั่นคือ

$$\sigma'_p = S_{u(uc)} / 0.22 \quad \dots\dots\dots(4.7)$$

รายละเอียดการคำนวณหน่วยแรงค้ำยันข้าง σ_{ho} และโคเอแกรมของแรงค้ำยันแบบสถิตของโครงการอาคารเซ็นทรัลสาขาถนนพระรามที่ 3 (CEN), โครงการอาคารเพชรชិเดนท์ทาวเวอร์ (PSD), โครงการอาคารประตูน้ำคอมเพล็กซ์ (PTN), โครงการอาคารบริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (IFCT) และโครงการอาคารรอยัลราชดำริ (RR) แสดงในตารางที่ 4.1 ถึง 4.10 และในรูปที่ 4.6 ถึง 4.10 ตามลำดับ

4.4 การคำนวณสติฟเนสของกำแพง, สติฟเนสของค้ำยัน และผลการคำนวณ

กำแพงเป็นองค์ประกอบในแบบจำลองที่การวิเคราะห์สนใจพฤติกรรมการค้ำยัน แบบจำลองโครงสร้างที่ใช้ในการวิเคราะห์แทนกำแพงคือคานอิลาสติก ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้แทนคานอิลาสติกคือ Flexural Stiffness (EI) ค่า E คือค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของวัสดุที่ใช้ทำกำแพง และ I คือ โมเมนต์อินเนอร์เซียของรูปหน้าตัดกำแพงรอบแกนสะเทิน กำแพงกันดินชนิดโคเอแพรมเป็นโครงสร้าง

ตารางที่ 4.1 สรุปค่าพารามิเตอร์ของดินที่ใช้ประเมินค่าแรงดันดินด้านข้าง
โครงการ อาคารเซ็นทรัล สาขานนพระรามที่3

OBSERVED W.L. -1.50 TO -2.00 M

Depth (m)	Selected S_u (T/m ²)	Soil Classification	Selected Unit Weight (T/m ²)	Overburden Pressure (T/m ²)	Pore Water Pressure (T/m ²)	Effective Overburden Pressure (T/m ²)
0.00	4.50		0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	4.50	Crust	1.97	0.99	0.00	0.99
1.00	4.50		1.97	1.97	0.00	1.97
1.50	4.50		1.97	2.96	0.50	2.46
2.00	4.08		1.97	3.94	1.00	2.94
2.50	3.25		1.97	4.93	1.50	3.43
3.00	2.42	Soft Clay	1.68	5.77	2.00	3.77
3.50	2.00		1.68	6.61	2.50	4.11
4.00	2.03		1.68	7.45	3.00	4.45
4.50	2.05		1.68	8.29	3.39	4.90
5.00	2.08		1.75	9.16	3.77	5.39
5.50	2.10		1.75	10.04	4.20	5.84
6.00	2.13		1.75	10.91	4.62	6.29
6.50	2.15		1.80	11.81	5.02	6.80
7.00	2.18		1.80	12.71	5.41	7.30
7.50	2.20		1.80	13.61	5.81	7.80
8.00	2.23	1.61	14.42	6.21	8.21	
8.50	2.25	1.61	15.22	6.53	8.70	
9.00	2.30	1.61	16.03	6.84	9.19	
9.50	2.36	1.54	16.80	7.15	9.65	
10.00	2.48	1.54	17.57	7.46	10.11	
10.50	2.60	1.54	18.34	7.70	10.64	
11.00	2.72	Medium Clay	1.60	19.14	7.93	11.21
11.50	2.85		1.60	19.94	8.10	11.84
12.00	2.97		1.60	20.74	8.27	12.47
12.50	3.10		1.66	21.57	8.32	13.25
13.00	3.22		1.66	22.40	8.37	14.03
13.50	3.34		1.68	23.24	8.28	14.96
14.00	3.83		1.68	24.08	8.19	15.89
14.50	4.70		1.68	24.92	7.82	17.10
15.00	5.57		1.68	25.76	7.44	18.32
15.50	7.39		Stiff Clay	2.00	26.76	5.74
16.00	10.17	2.00		27.76	4.03	23.73
16.50	13.00	2.00		28.76	2.67	26.09
17.00	14.53	Very Stiff Clay	2.00	29.76	2.18	27.58
17.50	14.78		2.00	30.76	2.04	28.72
18.00	15.00		2.00	31.76	2.24	29.52
18.50	15.50		2.00	32.76	2.62	30.14

ตารางที่ 4.2 รายละเอียดการคำนวณและผลการประเมินค่าแรงดันดินด้านข้างที่กระทำต่อกำแพงกันดิน โครงการอาคารเซ่นทรัล สาขานนพระรามที่3

(หมายเหตุ ; คำนำน้หนักบรรทุกแนวตั้งเพิ่มเติม=2ค.น/ตร.ม.)

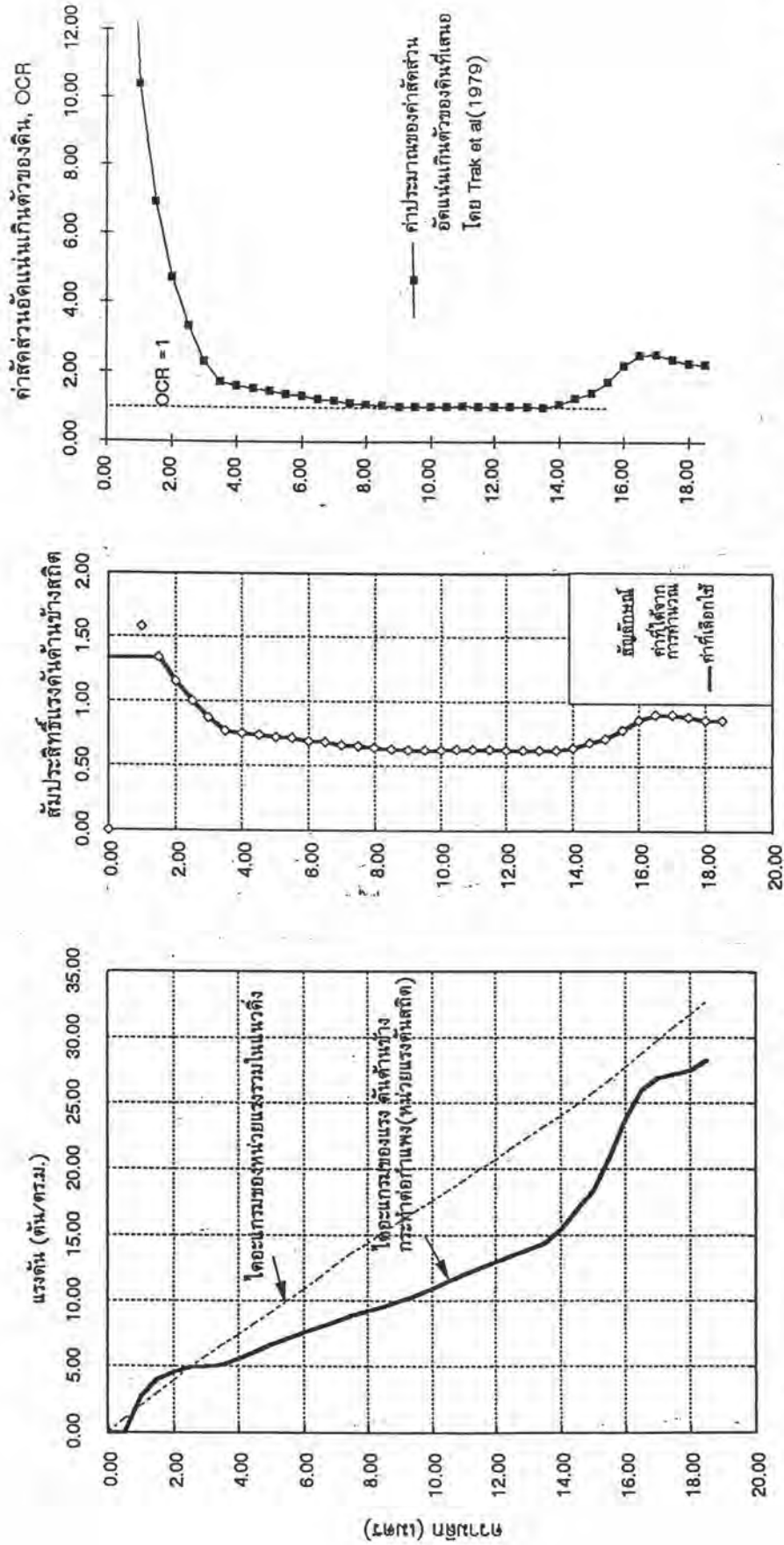
Depth (m)	Elem / Node	Effective Overburden Pressure (T/m ²)	Estimated $\delta p'$ =Su/0.22 (T/m ²)	Estimated OCR = $\delta p' / \delta v_o'$	Calculated Ko from Estimated OCR	Recommended Ko	Effective Lateral Pressure +Surcharge (T/m ²)	At Rest Earth Pressure (T/m ²)
0.00		0.00	20.45			1.11	2.22	2.22
0.50		0.99	20.45	20.77	2.09	1.11	3.31	3.31
1.00	. / 1	1.97	20.45	10.38	1.58	1.11	4.41	4.41
1.50	1 / 2	2.46	20.45	8.33	1.45	1.11	4.95	5.45
2.00	2 / 3	2.94	18.55	6.31	1.30	1.11	5.48	6.48
2.50	3 / 4	3.43	14.77	4.31	1.11	1.11	6.04	7.54
3.00	4 / 5	3.77	11.00	2.92	0.95	0.95	5.49	7.49
3.50	5 / 6	4.11	9.09	2.21	0.85	0.85	5.20	7.70
4.00	6 / 7	4.45	9.23	2.08	0.83	0.83	5.35	8.35
4.50	7 / 8	4.90	9.32	1.90	0.80	0.80	5.53	8.92
5.00	8 / 9	5.39	9.45	1.75	0.78	0.78	5.74	9.51
5.50	9 / 10	5.84	9.55	1.63	0.75	0.75	5.92	10.11
6.00	10 / 11	6.29	9.68	1.54	0.74	0.74	6.11	10.73
6.50	11 / 12	6.80	9.77	1.44	0.72	0.72	6.31	11.32
7.00	12 / 13	7.30	9.91	1.36	0.70	0.70	6.52	11.93
7.50	13 / 14	7.80	10.00	1.28	0.68	0.68	6.71	12.52
8.00	14 / 15	8.21	10.14	1.24	0.67	0.67	6.89	13.10
8.50	15 / 16	8.70	10.23	1.18	0.66	0.66	7.08	13.60
9.00	16 / 17	9.19	10.45	1.14	0.65	0.65	7.30	14.14
9.50	17 / 18	9.65	10.73	1.11	0.65	0.65	7.53	14.68
10.00	18 / 19	10.11	11.27	1.12	0.65	0.65	7.84	15.30
10.50	19 / 20	10.64	11.82	1.11	0.65	0.65	8.17	15.87
11.00	20 / 21	11.21	12.36	1.10	0.64	0.64	8.52	16.45
11.50	21 / 22	11.84	12.95	1.09	0.64	0.64	8.89	16.99
12.00	22 / 23	12.47	13.50	1.08	0.64	0.64	9.26	17.53
12.50	23 / 24	13.25	14.09	1.06	0.64	0.64	9.69	18.01
13.00	24 / 25	14.03	14.64	1.04	0.63	0.63	10.11	18.48
13.50	25 / 26	14.96	15.18	1.02	0.62	0.62	10.58	18.86
14.00	26 / 27	15.89	17.41	1.10	0.64	0.64	11.50	19.69
14.50	27 / 28	17.10	21.36	1.25	0.68	0.68	12.94	20.76
15.00	28 / 29	18.32	25.32	1.38	0.71	0.71	14.34	21.78
15.50	29 / 30	21.02	33.59	1.60	0.75	0.75	17.22	22.95
16.00	30 / 31	23.73	46.23	1.95	0.81	0.81	20.83	24.86
16.50	31 / 32	26.09	59.09	2.27	0.86	0.86	24.15	26.82
17.00	32 / 33	27.58	66.05	2.40	0.88	0.88	26.00	28.18
17.50	33 / 34	28.72	67.18	2.34	0.87	0.87	26.75	28.79
18.00	34 / 35	29.52	68.18	2.31	0.87	0.87	27.31	29.55
18.50	35 / 36	30.14	70.45	2.34	0.87	0.87	27.99	30.60

Schmidth (1966) proposed $K_o(oc) = K_o(nc) * OCR^m$

$Pl = 25-35\%$, Proposed $m = 0.4$

Moh and Wang (1968) , Proposed BKK. $K_o(nc) = 0.62$

Use Pore water pressure diagram Proposed by NG(1983), Phratic surface at level -1.00 m



ก) โคจรของแรงดันดินด้านข้างที่กระทำต่อกำแพง ตามระดับความลึก
 ข) ผลการประเมินค่าสัมประสิทธิ์แรงดัน- ด้านข้างสถิต(Ko) ตามระดับความลึก
 ค) ผลการประเมินค่าสัดส่วนยึดแน่นเกินตัวของดิน(OCR) ตามระดับความลึก

รูปที่ 4.6 รายละเอียดผลการคำนวณแรงดันดินด้านข้างของกำแพงโคจรและแฟรม โครงการอาคารเซ็นทรัล สาขาถนนพระรามที่ 3

ตารางที่ 4.3 สรุปค่าพารามิเตอร์ของดินที่ใช้ประเมินค่าแรงดันดินด้านข้าง

โครงการ อาคารเพชรศิเคนท์ทาวเวอร์

OBSERVED W.L. -0.60 TO -0.90 M

Depth (m)	Selected Su (T/m ²)	Soil Classification	Selected Unit Weight (T/m ²)	Overburden Pressure (T/m ²)	Pore Water Pressure (T/m ²)	Effective Overburden Pressure (T/m ²)	PI
0.00	3.00		0.00	0.00	0.00	0.00	
0.50	3.00		1.91	0.96	0.00	0.96	
1.00	3.00		1.91	1.91	0.00	1.91	
1.50	3.00		1.91	2.87	0.50	2.37	
2.00	2.70		1.91	3.82	1.00	2.82	
2.50	2.70		1.91	4.78	1.38	3.40	
3.00	2.70		1.91	5.73	1.75	3.98	
3.50	2.52		1.81	6.64	2.24	4.40	34
4.00	2.28		1.81	7.54	2.73	4.81	
4.50	2.14		1.81	8.45	3.18	5.27	
5.00	2.01		1.69	9.29	3.63	5.66	
5.50	1.95	Clay, trace fine-sand, dark grey, soft to medium. (CH)	1.69	10.14	4.00	6.14	
6.00	1.90		1.69	10.98	4.35	6.63	
6.50	1.98		1.64	11.80	4.75	7.05	
7.00	2.07		1.64	12.62	5.13	7.49	
7.50	2.12		1.64	13.44	5.44	8.00	
8.00	2.17		1.64	14.26	5.75	8.51	
8.50	2.37		1.64	15.08	6.13	8.95	
9.00	2.58		1.64	15.90	6.50	9.40	
9.50	3.04		1.64	16.72	6.80	9.92	
10.00	3.50		1.64	17.54	7.10	10.44	
10.50	3.82		1.64	18.36	7.30	11.06	
11.00	4.14		1.64	19.18	7.50	11.68	
11.50	4.59		1.64	20.00	7.68	12.32	
12.00	5.05		1.64	20.82	7.86	12.96	
12.50	4.98	1.64	21.64	7.93	13.71		
13.00	4.93	1.64	22.46	8.00	14.46		
13.50	5.50	1.64	23.28	7.94	15.34		
14.00	6.08	1.98	24.27	7.88	16.39	32	
14.50	7.50	1.98	25.26	7.58	17.68	39	
15.00	7.50	1.98	26.25	7.25	19.00		
15.50	12.00	1.98	27.24	5.63	21.61	33	
16.00	12.00	Silty clay, yellowish brown,	1.98	28.23	4.00	24.23	34
16.50	12.00	ligh greyish brown,	1.98	29.22	3.05	26.17	
17.00	13.50	stiff to hard. (CL)	1.98	30.21	2.10	28.11	
17.50	13.50		1.98	31.20	1.90	29.30	
18.00	15.00		1.98	32.19	2.00	30.19	
18.50	15.00		1.98	33.18	2.32	30.86	

ตารางที่ 4.4 รายละเอียดการคำนวณและผลการประเมินค่าแรงดันดินด้านข้างที่กระทำต่อกำแพงกันดิน โครงการอาคารเพรสซิเดนทท์ทาวเวอร์

(หมายเหตุ : คำนวณห้กรรทุกแนวตั้งเพิ่มเติม=2คัน/ตร.ม.)

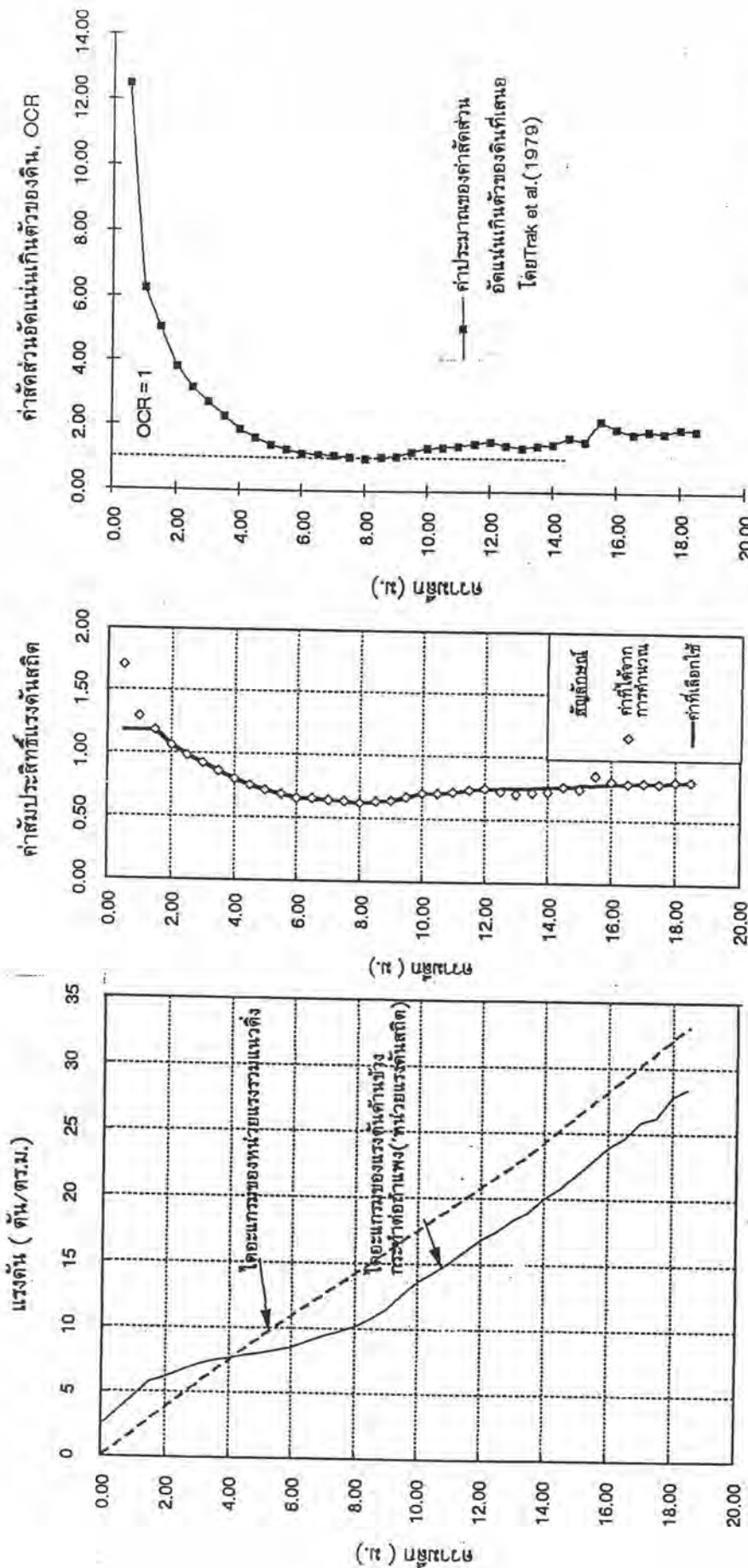
Depth (m)	Elem / Node	Effective Overburden Pressure (T/m ²)	Estimated $\phi p'$ =Su/0.22 (T/m ²)	Estimated DCR = $\phi p' / \phi vo'$	Calculated Ko from Estimated DCR	Recommended Ko	Effective Lateral Pressure +Surcharge (T/m ²)	At Rest Earth Pressure (T/m ²)
0.00	. / 1	0.00	20.00	-	-	1.05	2.10	2.10
0.50	1 / 2	0.96	20.00	20.83	2.09	1.05	3.11	3.11
1.00	2 / 3	1.91	20.00	10.47	1.59	1.05	4.11	4.11
1.50	3 / 4	2.37	20.00	8.44	1.46	1.05	4.59	5.09
2.00	4 / 5	2.82	18.77	6.66	1.32	1.05	5.06	6.06
2.50	5 / 6	3.28	16.36	4.99	1.18	1.05	5.54	7.04
3.00	6 / 7	3.73	13.91	3.73	1.05	1.05	6.01	8.01
3.50	7 / 8	4.14	11.50	2.78	0.93	0.93	5.73	8.23
4.00	8 / 9	4.54	9.09	2.00	0.82	0.82	5.35	8.35
4.50	9 / 10	5.07	8.64	1.71	0.77	0.77	5.42	8.81
5.00	10 / 11	5.52	8.18	1.48	0.73	0.73	5.46	9.23
5.50	11 / 12	5.95	7.73	1.30	0.69	0.69	5.47	9.67
6.00	12 / 13	6.36	7.27	1.14	0.65	0.65	5.47	10.09
6.50	13 / 14	6.79	7.32	1.08	0.64	0.64	5.61	10.63
7.00	14 / 15	7.21	7.50	1.04	0.63	0.63	5.80	11.21
7.50	15 / 16	7.63	8.00	1.05	0.63	0.63	6.08	11.89
8.00	16 / 17	8.05	8.18	1.02	0.62	0.62	6.27	12.48
8.50	17 / 18	8.56	8.91	1.04	0.63	0.63	6.65	13.18
9.00	18 / 19	9.06	9.64	1.06	0.64	0.64	7.03	13.87
9.50	19 / 20	9.57	10.73	1.12	0.65	0.65	7.51	14.66
10.00	20 / 21	10.08	12.18	1.21	0.67	0.67	8.08	15.54
10.50	21 / 22	10.67	13.59	1.27	0.68	0.68	8.65	16.35
11.00	22 / 23	11.25	14.82	1.32	0.69	0.69	9.17	17.10
11.50	23 / 24	11.90	15.82	1.33	0.69	0.69	9.66	17.76
12.00	24 / 25	12.55	16.77	1.34	0.70	0.70	10.13	18.40
12.50	25 / 26	13.32	18.68	1.40	0.71	0.71	10.87	19.19
13.00	26 / 27	14.09	21.50	1.53	0.73	0.73	11.81	20.18
13.50	27 / 28	15.00	24.27	1.62	0.75	0.75	12.78	21.06
14.00	28 / 29	16.08	34.09	2.12	0.84	0.84	15.14	23.33
14.50	29 / 30	17.45	34.09	1.95	0.81	0.81	15.76	23.58
15.00	30 / 31	18.81	34.09	1.81	0.79	0.79	16.37	23.81
15.50	31 / 32	21.51	54.55	2.54	0.90	0.90	21.15	26.88
16.00	32 / 33	24.20	54.55	2.25	0.86	0.86	22.48	26.51
16.50	33 / 34	26.55	54.55	2.05	0.83	0.83	23.61	26.28
17.00	34 / 35	28.03	61.36	2.19	0.85	0.85	25.47	27.65
17.50	35 / 36	29.16	61.36	2.10	0.83	0.83	26.02	28.06
18.00		29.95	61.36	2.05	0.83	0.83	26.39	28.63
18.50		30.57	68.18	2.23	0.85	0.85	27.83	30.45

Schmidth (1966) proposed $Ko(oc) = Ko(nc) * DCR^m$

$PI = 32-33\%$. Proposed $m = 0.4$

Moh and Wang (1968) . Proposed BKK. $Ko(nc) = 0.62$

Use Pore water pressure diagram Proposed by NG(1983), PI atic surface at level -1.00 m



ก) ไออะแกรมของแรงดันดินด้านข้างที่กระทำต่อกำแพง ตามระดับความลึก
ข) ผลการประเมินค่าสัมประสิทธิ์แรงดันดินด้านข้างสถิต(Ko) ตามระดับความลึก
ค) ผลการประเมินค่าสัดส่วนอัดแน่นเกินตัวของดิน(OCR) ตามระดับความลึก

รูปที่ 4.7 รายละเอียดผลการคำนวณแรงดันดินด้านข้างกำแพงดินชนิดไคอะแฟรม โครงการอาคารเพรสติเจนท์ทาวเวอร์

ตารางที่ 4.5 สรุปค่าพารามิเตอร์ของดินที่ใช้ประเมินค่าแรงดันดินด้านข้าง

โครงการ อาคารประตุน้ำคอมเพล็กซ์

OBSERVED W.L. -1.50 TO -2.00 M

Depth (m)	Selected Su (T/m ²)	Soil Classification	Selected Unit Weight (T/m ²)	Overburden Pressure (T/m ²)	Pore Water Pressure (T/m ²)	Effective Overburden Pressure (T/m ²)	PI
0.00	4.60		1.89	0.00	0.00	0.00	
0.50	4.60		1.89	0.95	0.50	0.45	
1.00	4.60	Stiff clay, brown (CH)	1.89	1.89	1.00	0.89	
1.50	4.60		1.89	2.84	1.38	1.46	
2.00	4.60		1.89	3.78	1.75	2.03	29
2.50	4.60		1.89	4.73	2.24	2.49	
3.00	4.50	Medium clay, brown (CH)	1.89	5.67	2.73	2.94	
3.50	4.40		1.89	6.62	3.18	3.44	
4.00	2.43		1.89	7.56	3.63	3.93	
4.50	2.01		1.89	8.51	4.00	4.51	
5.00	1.59	Soft fine sandy-clay, grey (CH)	1.89	9.45	4.35	5.10	
5.50	1.56		1.89	10.40	4.75	5.65	
6.00	1.53		1.89	11.34	5.13	6.21	
6.50	2.03	Soft clay, grey (CH)	1.89	12.29	5.44	6.85	
7.00	2.52		1.89	13.23	5.75	7.48	
7.50	2.63		1.89	14.18	6.13	8.05	
8.00	2.75		1.89	15.12	6.50	8.62	53
8.50	2.87		1.89	16.07	6.80	9.27	
9.00	3.00		1.89	17.01	7.10	9.91	
9.50	3.08	Medium clay, grey (CH)	1.74	17.88	7.30	10.58	34
10.00	3.18		1.74	18.75	7.50	11.25	
10.50	3.26		1.67	19.59	7.68	11.91	
11.00	3.35		1.67	20.42	7.86	12.56	
11.50	3.41		1.67	21.26	7.93	13.33	
12.00	3.46		1.67	22.09	8.00	14.09	
12.50	3.52		1.67	22.93	7.94	14.99	
13.00	5.07		2.04	23.95	7.88	16.07	22
13.50	6.62	2.04	24.97	7.58	17.39		
14.00	8.18	2.04	25.99	7.25	18.74		
14.50	8.65	2.04	27.01	5.63	21.38		
15.00	9.12	stiff to very - stiff clay, brown (CH)	2.04	28.03	4.00	24.03	
15.50	9.59		2.04	29.05	3.05	26.00	38
16.00	10.06		2.04	30.07	2.10	27.97	
16.50	10.53		2.04	31.09	1.90	29.19	
17.00	11.00		1.91	32.04	2.00	30.04	
17.50	11.00		1.91	33.00	2.32	30.68	
18.00	11.00		1.91	33.95	2.47	31.48	
18.50	11.00		1.91	34.91	2.63	32.28	

ตารางที่ 4.6 รายละเอียดการคำนวณและผลการประเมินค่าแรงดันดินด้านข้างที่กระทำต่อกำแพงกันดิน โครงการอาคารประดิษฐานน้ำคอมเพล็กซ์

(หมายเหตุ ; คำนวณน้ำหนักบรรทุกแนวตั้งเพิ่มเติม=2ตัน/ตร.ม.)

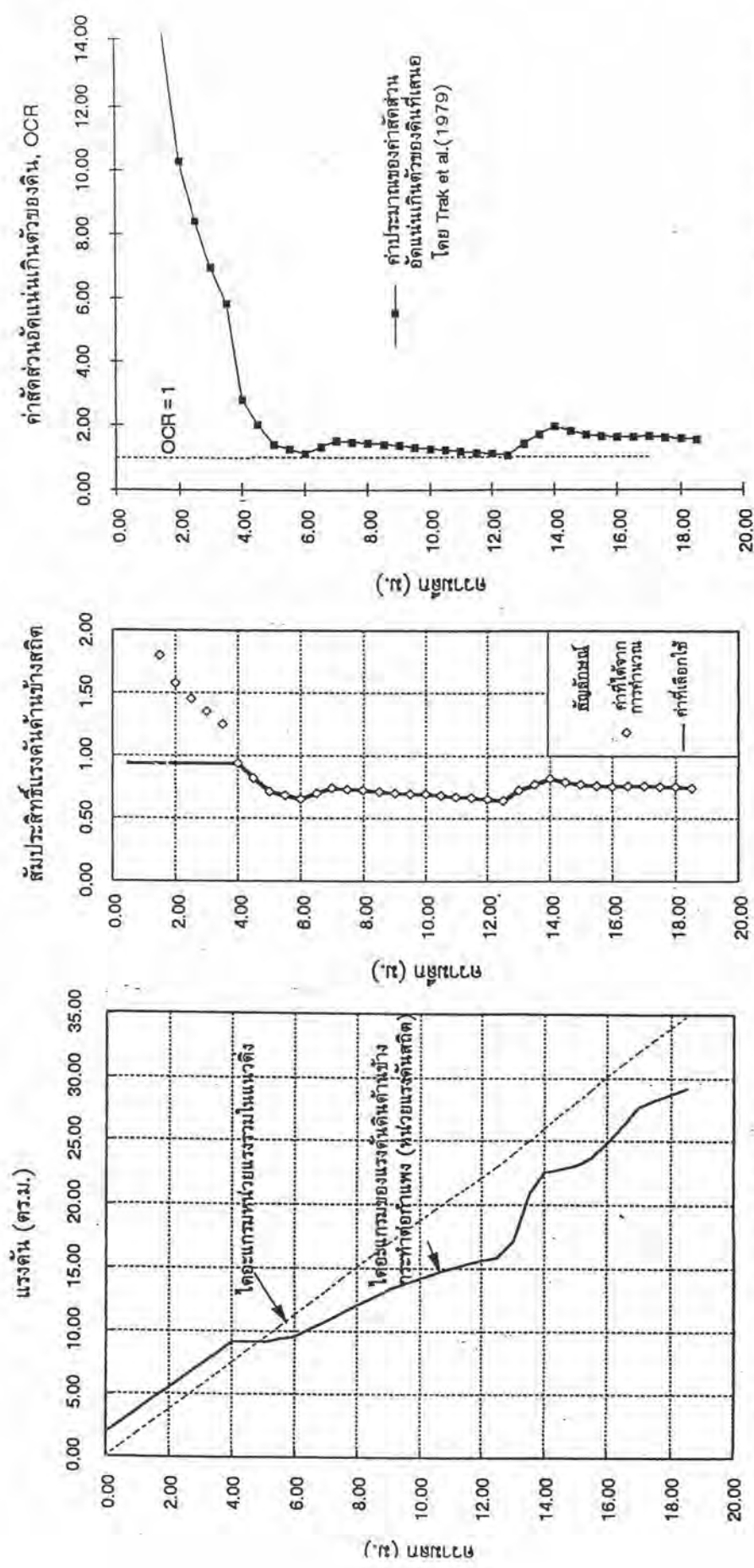
Depth [m]	Elem / Node	Effective Overburden Pressure [T/m ²]	Estimated σ_p' = $S_u/0.22$ [T/m ²]	Estimated OCR = $6p' / 6v_o'$	Calculated K_o from Estimated OCR	Recommended K_o	Effective Lateral Pressure + Surcharge [T/m ²]	At Rest Earth Pressure [T/m ²]
0.00	. / 1	0.00	20.91	-	-	1.17	2.34	2.34
0.50	1 / 2	0.95	20.91	22.01	2.14	1.17	3.45	3.45
1.00	2 / 3	1.89	20.91	11.06	1.62	1.17	4.55	4.55
1.50	3 / 4	2.34	20.91	8.94	1.49	1.17	5.08	5.58
2.00	4 / 5	2.78	20.91	7.52	1.39	1.17	5.59	6.59
2.50	5 / 6	3.23	20.91	6.47	1.31	1.17	6.12	7.62
3.00	6 / 7	3.67	20.45	5.57	1.23	1.17	6.63	8.63
3.50	7 / 8	4.12	20.00	4.85	1.17	1.17	7.14	9.64
4.00	8 / 9	4.56	9.36	2.05	0.83	0.83	5.42	8.42
4.50	9 / 10	5.13	7.55	1.47	0.72	0.72	5.16	8.54
5.00	10 / 11	5.68	7.05	1.24	0.68	0.68	5.19	8.96
5.50	11 / 12	6.21	7.27	1.17	0.66	0.66	5.42	9.62
6.00	12 / 13	6.72	7.45	1.11	0.65	0.65	5.64	10.26
6.50	13 / 14	7.28	9.27	1.27	0.68	0.68	6.34	11.35
7.00	14 / 15	7.82	11.09	1.42	0.71	0.71	7.00	12.41
7.50	15 / 16	8.37	11.86	1.42	0.71	0.71	7.39	13.20
8.00	16 / 17	8.91	12.64	1.42	0.71	0.71	7.78	13.99
8.50	17 / 18	9.55	13.45	1.41	0.71	0.71	8.21	14.74
9.00	18 / 19	10.17	14.23	1.40	0.71	0.71	8.63	15.47
9.50	19 / 20	10.73	15.00	1.40	0.71	0.71	9.02	16.17
10.00	20 / 21	11.29	15.77	1.40	0.71	0.71	9.42	16.88
10.50	21 / 22	11.90	16.45	1.38	0.71	0.71	9.81	17.50
11.00	22 / 23	12.49	17.14	1.37	0.70	0.70	10.20	18.13
11.50	23 / 24	13.16	17.55	1.33	0.70	0.70	10.55	18.65
12.00	24 / 25	13.82	18.00	1.30	0.69	0.69	10.90	19.17
12.50	25 / 26	14.61	18.41	1.26	0.68	0.68	11.30	19.62
13.00	26 / 27	15.58	18.82	1.21	0.67	0.67	11.75	20.12
13.50	27 / 28	16.69	28.00	1.68	0.76	0.76	14.25	22.53
14.00	28 / 29	17.80	37.18	2.09	0.83	0.83	16.48	24.67
14.50	29 / 30	19.20	39.32	2.05	0.83	0.83	17.51	25.32
15.00	30 / 31	20.59	41.45	2.01	0.82	0.82	18.53	25.97
15.50	31 / 32	23.32	43.53	1.87	0.80	0.80	20.16	25.89
16.00	32 / 33	26.04	45.73	1.76	0.78	0.78	21.78	25.81
16.50	33 / 34	28.42	47.86	1.68	0.76	0.76	23.23	25.90
17.00	34 / 35	29.86	50.00	1.67	0.76	0.76	24.28	26.46
17.50	35 / 36	30.96	50.00	1.61	0.75	0.75	24.75	26.79
18.00		31.71	50.00	1.58	0.74	0.74	25.08	27.32
18.50		32.30	50.00	1.55	0.74	0.74	25.33	27.94

Schmidth [1966] proposed $K_o(oc) = K_o(nc) * OCR^m$

$PI = 32-39\%$, Proposed $m = 0.4$

Moh and Wang (1968) , Proposed BKK. $K_o(nc) = 0.62$

Use Pore water pressure diagram Proposed by NG (1983), Phratic surface at level -1.00 m



ก) โดอะแกรมของแรงดันดินด้านข้างที่กระทำต่อกำแพง ตามระดับความลึก
 ข) ผลการประเมินค่าสัมประสิทธิ์แรงดันดินด้านข้างสถิต(Ko) ตามระดับความลึก
 ค) ผลการประเมินค่าตัดส่วนอัดแน่นเกินตัวของดิน(OCR) ตามระดับความลึก

รูปที่ 4.8 รายละเอียดผลการคำนวณแรงดันดินด้านข้างของกำแพงดินชนิดไคอะแฟรม โครงการอาคารประดิษฐ์น้ำคอมเพล็กซ์

ตารางที่ 4.7 สรุปค่าพารามิเตอร์ของดินที่ใช้ประเมินค่าแรงดันดินด้านข้าง
โครงการอาคารบริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

OBSERVED W.L. -0.50 M

Depth (m)	Selected S_u (T/m^2)	Soil Classification	Selected Unit Weight (T/m^3)	Overburden Pressure (T/m^2)	Pore Water Pressure (T/m^2)	Effective Overburden Pressure (T/m^2)	PI
0.00	3.60			0.00	0.00	0.00	
0.50	3.60		1.60	0.80	0.00	0.80	
1.00	3.60	Clay, trace fine	1.60	1.60	0.00	1.60	
1.50	3.23	sand, dark grey	1.60	2.40	0.50	1.90	
2.00	2.87	(Top soil)	1.60	3.20	1.00	2.20	
2.50	2.46		1.60	4.00	1.50	2.50	
3.00	2.05		1.60	4.80	2.00	2.80	
3.50	1.83		1.60	5.60	2.50	3.10	
4.00	1.60		1.60	6.40	3.00	3.40	
4.50	1.65		1.60	7.20	3.39	3.82	
5.00	1.70		1.60	8.00	3.77	4.23	
5.50	1.75		1.60	8.80	4.20	4.61	
6.00	1.80		1.60	9.60	4.62	4.98	
6.50	1.84		1.60	10.40	5.02	5.39	
7.00	1.88		1.60	11.20	5.41	5.79	
7.50	1.92		1.60	12.00	5.81	6.19	
8.00	1.96		1.60	12.80	6.21	6.59	
8.50	2.00		1.70	13.65	6.53	7.13	
9.00	2.04	Clay, trace fine	1.70	14.50	6.84	7.66	
9.50	2.14	sand seam, dark	1.70	15.35	7.15	8.20	
10.00	2.25	grey, very soft to	1.70	16.20	7.46	8.74	
10.50	2.36	soft (CH)	1.70	17.05	7.70	9.36	
11.00	2.47		1.70	17.90	7.93	9.97	
11.50	2.74		1.65	18.73	8.10	10.63	
12.00	3.01		1.65	19.55	8.27	11.28	
12.50	3.28		1.65	20.38	8.32	12.06	
13.00	3.55		1.65	21.20	8.37	12.83	
13.50	3.84		1.65	22.03	8.28	13.75	
14.00	4.13		1.65	22.85	8.19	14.66	
14.50	4.42		1.65	23.68	7.82	15.86	
15.00	4.70		1.65	24.50	7.44	17.06	
15.50	4.94		1.76	25.38	5.74	19.65	
16.00	5.17		1.76	26.26	4.03	22.23	
16.50	5.41		1.76	27.14	2.67	24.47	
17.00	5.64	Clay, grey, medium	1.76	28.02	2.18	25.84	
17.50	6.95	to stiff (CH)	1.76	28.90	2.04	26.86	
18.00	8.26		2.00	29.90	2.24	27.66	28.50
18.50	12.36	Silty Clay, grey,	2.00	30.90	2.62	28.29	
19.00	12.63	stiff (CH)	2.00	31.90	2.99	28.91	
19.50	12.91		2.06	32.93	3.36	29.57	
20.00	13.18	Silty Clay, yellowish	2.06	33.96	3.73	30.23	
20.50	13.16	brown, very stiff	2.06	34.99	4.10	30.89	
21.00	13.74	(CH)	2.06	36.02	4.47	31.55	

ตารางที่ 4.8 รายละเอียดการคำนวณและผลการประเมินค่าแรงดันดินด้านข้างที่กระทำต่อ
กำแพงกันดิน โครงการอาคารบริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

(หมายเหตุ : คำนวณน้ำหนักบรรทุกแนวตั้งเพิ่มเติม=2ตัน/ตร.ม.)

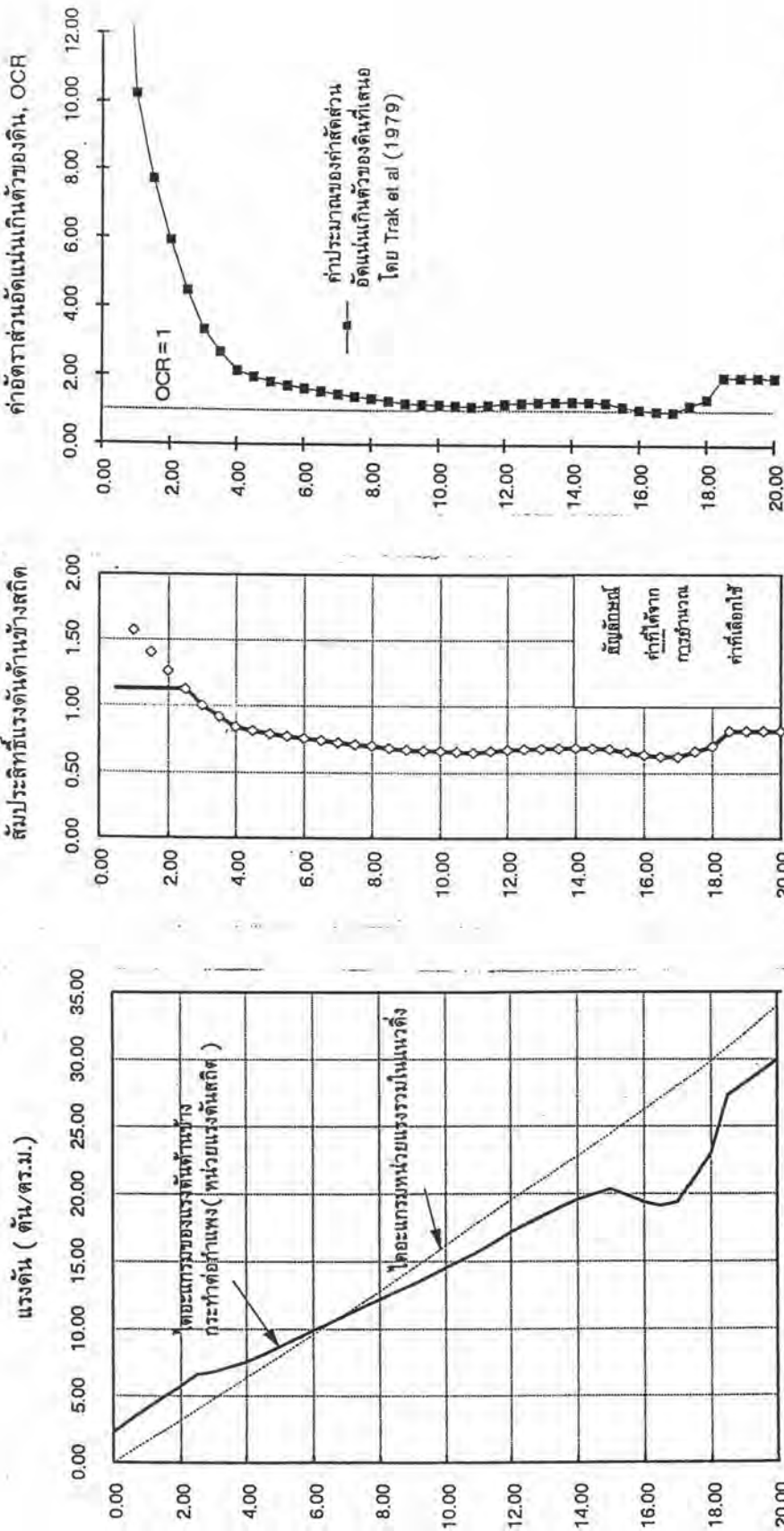
Depth (m)	Effective Overburden Pressure (T/m ²)	Estimated $\sigma_p' = Su/0.22$ (T/m ²)	Estimated OCR $= \sigma_p' / \sigma_{vo}'$	Calculated K_o from Estimated OCR	Recommended K_o	Effective Lateral Pressure (T/m ²)	At Rest Earth Pressure (T/m ²)
0.00	0.00	16.36	-	-	1.13	2.26	2.26
0.50	0.80	16.36	20.45	2.07	1.13	3.16	3.16
1.00	1.60	16.36	10.23	1.57	1.13	4.07	4.07
1.50	1.90	14.68	7.73	1.40	1.13	4.41	4.91
2.00	2.20	13.05	5.93	1.26	1.13	4.75	5.75
2.50	2.50	11.18	4.47	1.13	1.13	5.09	6.59
3.00	2.80	9.32	3.33	1.00	1.00	4.81	6.81
3.50	3.10	8.32	2.68	0.92	0.92	4.69	7.19
4.00	3.40	7.27	2.14	0.84	0.84	4.54	7.54
4.50	3.82	7.50	1.97	0.81	0.81	4.72	8.11
5.00	4.23	7.73	1.83	0.79	0.79	4.82	8.69
5.50	4.61	7.95	1.73	0.77	0.77	5.10	9.29
6.00	4.98	8.18	1.64	0.76	0.76	5.28	9.90
6.50	5.39	8.36	1.55	0.74	0.74	5.46	10.48
7.00	5.79	8.55	1.48	0.72	0.72	5.64	11.05
7.50	6.19	8.73	1.41	0.71	0.71	5.83	11.64
8.00	6.59	8.91	1.35	0.70	0.70	6.01	12.22
8.50	7.13	9.09	1.28	0.68	0.68	6.24	12.76
9.00	7.66	9.27	1.21	0.67	0.67	6.46	13.30
9.50	8.20	9.73	1.19	0.66	0.66	6.77	13.92
10.00	8.74	10.23	1.17	0.66	0.66	7.09	14.55
10.50	9.36	10.73	1.15	0.65	0.65	7.44	15.13
11.00	9.97	11.23	1.13	0.65	0.65	7.78	15.71
11.50	10.63	12.45	1.17	0.66	0.66	8.34	16.44
12.00	11.28	13.68	1.21	0.67	0.67	8.89	17.16
12.50	12.06	14.91	1.24	0.68	0.68	9.49	17.81
13.00	12.83	16.14	1.26	0.68	0.68	10.08	18.45
13.50	13.75	17.45	1.27	0.68	0.68	10.74	19.02
14.00	14.66	18.77	1.28	0.68	0.68	11.40	19.59
14.50	15.86	20.09	1.27	0.68	0.68	12.17	19.99
15.00	17.06	21.36	1.25	0.68	0.68	12.93	20.37
15.50	19.65	22.45	1.14	0.65	0.65	14.16	19.89
16.00	22.23	23.50	1.06	0.63	0.63	15.36	19.39
16.50	24.47	24.59	1.00	0.62	0.62	16.44	19.11
17.00	25.84	25.64	0.99	0.62	0.62	17.21	19.39
17.50	26.86	31.59	1.18	0.66	0.66	19.09	21.13
18.00	27.66	37.55	1.36	0.70	0.70	20.78	23.02
18.50	28.29	56.18	1.99	0.82	0.82	24.71	27.32
19.00	28.91	57.41	1.99	0.82	0.82	25.22	28.21
19.50	29.57	58.68	1.98	0.82	0.82	25.75	29.11
20.00	30.23	59.91	1.98	0.82	0.82	26.27	30.00
20.50	30.89	59.82	1.94	0.81	0.81	26.56	30.66
21.00	31.55	62.45	1.98	0.81	0.81	27.33	31.80

Schmidth (1966) proposed $K_o(oc) = K_o(nc) * OCR^m$

$P1 = 32-39\%$, Proposed $m = 0.4$

Moh and Wang (1968) , Proposed BKK. $K_o(nc) = 0.62$

Use Pore water pressure diagram Proposed by NG(1983), Phatic surface at level -1.00 m



ก) โดอะแกรมของแรงตึงดินด้านข้างที่กระทำต่อกำแพง ตามระดับความลึก
 ข) ผลการประเมินค่าสัมประสิทธิ์แรงดัน-ด้านข้างสถิต (K₀) ตามระดับความลึก
 ค) ผลการประเมินค่าสัดส่วนอัตราก่อตัว ของดิน(OCR) ตามระดับความลึก

รูปที่ 4.9 รายละเอียดผลการคำนวณแรงตึงดินด้านข้างของกำแพงกันดินชนิดโดอะเฟรม โครงการอาคารบรรณรักษ์เงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

ตารางที่ 4.9 สรุปค่าพารามิเตอร์ของดินที่ใช้ประเมินค่าแรงดันดินด้านข้าง
โครงการอาคารรอยัตราซคาริ

OBSERVED W.L. -10.80 TO -12.50 M

Depth (m)	Selected Su (T/m ²)	Soil Classification	Selected Unit Weight (T/m ²)	Overburden Pressure (T/m ²)	Pore Water Pressure (T/m ²)	Effective Overburden Pressure (T/m ²)	PI
0.00	3.70		-	-	0.00	0.00	
0.50	3.70	Silty Clay trace	1.91	0.96	0.00	0.96	
1.00	3.70	fine sand, brownish	1.91	1.91	0.00	1.91	
1.50	3.70	grey, medium stiff (CH)	1.91	2.87	0.50	2.37	
2.00	3.70		1.91	3.82	1.00	2.82	18
2.50	3.28		1.81	4.73	1.50	3.23	
3.00	2.87		1.81	5.63	2.00	3.63	
3.50	2.45		1.81	6.54	2.50	4.04	
4.00	2.27		1.81	7.44	3.00	4.44	
4.50	2.08		1.69	8.29	3.39	4.90	
5.00	1.90		1.69	9.13	3.77	5.36	
5.50	2.06		1.65	9.96	4.20	5.76	
6.00	2.21		1.65	10.78	4.62	6.16	
6.50	2.37	Clay trace fine sand and shell fragment dark grey, soft to medium stiff (CH)	1.65	11.61	5.02	6.59	
7.00	2.44		1.65	12.43	5.41	7.02	
7.50	2.50		1.65	13.26	5.81	7.45	
8.00	2.57		1.65	14.08	6.21	7.87	
8.50	2.64		1.65	14.91	6.53	8.38	
9.00	2.70		1.65	15.73	6.84	8.89	
9.50	2.77		1.65	16.56	7.15	9.41	
10.00	2.76		1.65	17.38	7.46	9.92	
10.50	2.76		1.65	18.21	7.70	10.51	
11.00	2.75		1.65	19.03	7.93	11.10	
11.50	3.45		1.65	19.86	8.10	11.76	
12.00	4.14		1.65	20.68	8.27	12.41	
12.50	4.84		1.65	21.51	8.32	13.19	
13.00	5.47		1.65	22.33	8.37	13.96	
13.50	6.09		1.65	23.16	8.28	14.88	
14.00	6.72	Silty Clay, brownish li-grey, medium stiff (CH)	1.76	24.04	8.19	15.85	
14.50	8.00		1.76	24.92	7.82	17.10	
15.00	9.29		1.76	25.80	7.44	18.36	
15.50	10.58		2.01	26.80	5.74	21.06	22
16.00	12.27		2.01	27.81	4.03	23.78	
16.50	13.97	Silty Clay trace	2.01	28.81	2.67	26.14	
17.00	15.66	fine sand, li-greyish	2.01	29.82	2.18	27.64	
17.50	15.25	li-brown, stiff to very stiff (CH)	2.01	30.82	2.04	28.78	
18.00	14.84		2.01	31.83	2.24	29.59	
18.50	14.43		2.01	32.83	2.62	30.21	
19.00	15.16		2.01	33.84	2.99	30.85	
19.50	15.90		2.01	34.84	3.36	31.48	
20.00	16.63		2.01	35.85	3.73	32.12	

ตารางที่ 4.10 รายละเอียดการคำนวณและผลการประเมินค่าแรงดันดินด้านข้างที่กระทำต่อกำแพงกันดิน โครงการอาคารรอยัลราชดำริ

(หมายเหตุ ; คำนวณน้ำหนักบรรทุกแนวตั้งเพิ่มเติม=2ตัน/ตร.ม.)

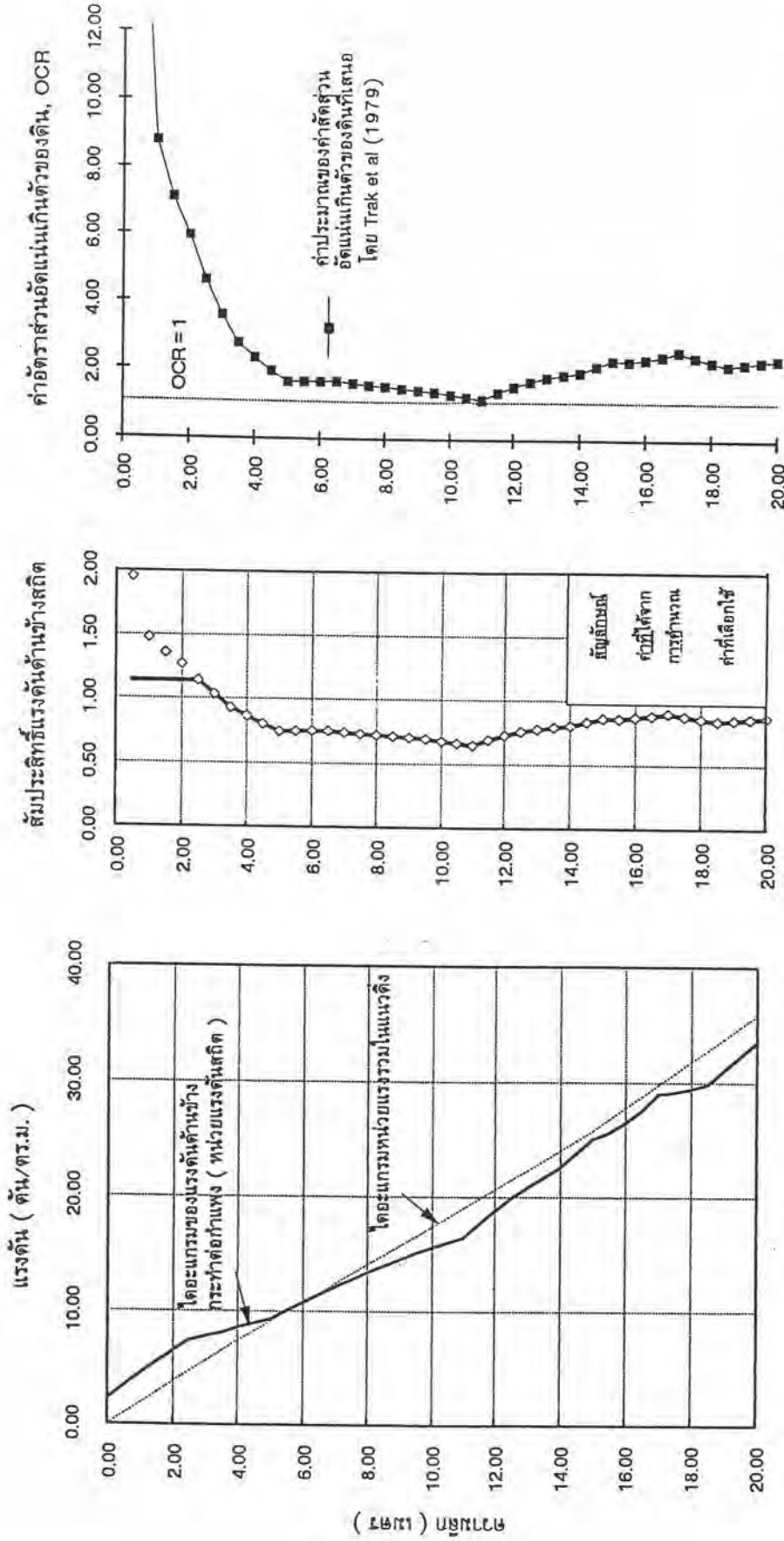
Depth (m)	Elem / Node	Effective Overburden Pressure (T/m ²)	Estimated $\hat{6}p'$ =Su/0.22 (T/m ²)	Estimated OCR = $\hat{6}p' / \hat{6}v\sigma'$	Calculated Ko from Estimated OCR	Recommended Ko	Effective Lateral Pressure (T/m ²)	At Rest Earth Pressure (T/m ²)
0.00	. / 1	0.00	16.82	-	-	1.14	2.28	2.28
0.50	1 / 2	0.96	16.82	17.61	1.95	1.14	3.37	3.37
1.00	2 / 3	1.91	16.82	8.81	1.48	1.14	4.46	4.46
1.50	3 / 4	2.37	16.82	7.11	1.36	1.14	4.98	5.48
2.00	4 / 5	2.82	16.82	5.96	1.27	1.14	5.49	6.49
2.50	5 / 6	3.23	14.91	4.62	1.14	1.14	5.96	7.46
3.00	6 / 7	3.63	13.05	3.59	1.03	1.03	5.82	7.82
3.50	7 / 8	4.04	11.14	2.76	0.93	0.93	5.62	8.12
4.00	8 / 9	4.44	10.32	2.32	0.87	0.87	5.59	8.59
4.50	9 / 10	4.90	9.45	1.93	0.81	0.81	5.56	8.95
5.00	10 / 11	5.36	8.64	1.61	0.75	0.75	5.52	9.29
5.50	11 / 12	5.76	9.36	1.63	0.75	0.75	5.84	10.04
6.00	12 / 13	6.16	10.05	1.63	0.75	0.75	6.15	10.77
6.50	13 / 14	6.59	10.77	1.64	0.75	0.75	6.48	11.50
7.00	14 / 15	7.02	11.09	1.58	0.74	0.74	6.72	12.13
7.50	15 / 16	7.45	11.36	1.53	0.73	0.73	6.94	12.75
8.00	16 / 17	7.87	11.68	1.48	0.73	0.73	7.17	13.38
8.50	17 / 18	8.38	12.00	1.43	0.72	0.72	7.43	13.96
9.00	18 / 19	8.89	12.27	1.38	0.71	0.71	7.68	14.52
9.50	19 / 20	9.41	12.59	1.34	0.70	0.70	7.95	15.10
10.00	20 / 21	9.92	12.55	1.26	0.68	0.68	8.12	15.58
10.50	21 / 22	10.51	12.55	1.19	0.67	0.67	8.32	16.02
11.00	22 / 23	11.10	12.50	1.13	0.65	0.65	8.52	16.45
11.50	23 / 24	11.76	15.68	1.33	0.70	0.70	9.57	17.67
12.00	24 / 25	12.41	18.82	1.52	0.73	0.73	10.55	18.82
12.50	25 / 26	13.19	22.00	1.67	0.76	0.76	11.55	19.87
13.00	26 / 27	13.96	24.86	1.78	0.78	0.78	12.47	20.84
13.50	27 / 28	14.88	27.68	1.86	0.79	0.79	13.41	21.69
14.00	28 / 29	15.85	30.55	1.93	0.81	0.81	14.39	22.58
14.50	29 / 30	17.10	36.36	2.13	0.84	0.84	16.01	23.83
15.00	30 / 31	18.36	42.23	2.30	0.87	0.87	17.61	25.05
15.50	31 / 32	21.06	48.09	2.28	0.86	0.86	19.89	25.63
16.00	32 / 33	23.78	55.77	2.35	0.87	0.87	22.48	26.51
16.50	33 / 34	26.14	63.50	2.43	0.88	0.88	24.88	27.55
17.00	34 / 35	27.64	71.18	2.58	0.91	0.91	26.83	29.01
17.50	35 / 36	28.78	69.32	2.41	0.88	0.88	27.12	29.47
18.00		29.59	67.45	2.28	0.86	0.86	27.23	29.47
18.50		30.21	65.59	2.17	0.85	0.85	27.23	29.85
19.00		30.85	68.91	2.23	0.86	0.86	28.09	31.08
19.50		31.48	72.27	2.30	0.86	0.86	28.94	32.30
20.00		32.12	75.59	2.35	0.87	0.87	29.79	33.52

Schmidth(1966) proposed $Ko(oc) = Ko(nc) * OCR^m$

$PI = 32-39\%$, Proposed $m = 0.4$

Moh and Wang (1968) . Proposed BKK. $Ko(nc) = 0.62$

Use Pore water pressure diagram Proposed by NG(1983), Phratic surface at level -1.00 m



ก) โค้ดแอมของแรงดันดินด้านข้าง ที่ ผลการประเมินค่าสัมประสิทธิ์แรงดัน-ค) ผลการประเมินค่าสัดส่วนอัดแน่นเกินตัวของกำแพง ตามระดับความลึก ข) ผลการประเมินค่าสัมประสิทธิ์แรงดัน-ค) ผลการประเมินค่าสัดส่วนอัดแน่นเกินตัวของดิน(OCR) ตามระดับความลึก

รูปที่ 4.10 รายละเอียดผลการคำนวณแรงดันดินด้านข้างของกำแพงกันดินชนิดโคอะแฟรม โครงการอาคารรอยัลธราซาร์

ชนิดคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งงานวิจัยนี้กำหนดค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต (E_c) ตามสมการที่เสนอโดย ACI Sec.8.5.1 : $E_c = 15210 \sqrt{f_c'} \text{ kg/cm}^2$ ในการก่อสร้าง ค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีต (f_c') ที่แต่ละโครงการใช้ เท่ากับ 240 และ 280 kg/cm^2

ระบบค้ำยันที่ค้ำกำแพงกันดินสามารถจำลองพฤติกรรมลงในแบบจำลองเป็นจตุรกรงรับคานที่ยึดหยุ่นในรูปอีลาสติคสปริงที่มีค่านิจเท่ากับ K วิธีการหาค่า K ที่สมมูลกับระบบค้ำยันกระทำโดย พิจารณาระบบค้ำยันที่แสดงในรูปที่ 4.11ก ระบบนี้มีความยาว L พื้นที่หน้าตัด A และมีค่าโมดูลัสของวัสดุเท่ากับ E มีภาระรับแรงกระทำขนาด P จากแนวกำแพงยาว S เป็นผลให้เกิดปริมาณการยุบตัวของค้ำยันเท่ากับ ΔL

สมมติฐานที่ใช้สำหรับคำนวณคือ ระบบค้ำยันมีการเสริมทางด้านข้างอย่างพอเพียง ไม่เกิดการโก่งตัว(Buckling) มีพฤติกรรมรับแรงอัดตามแนวแกน รวมทั้งคุณสมบัติวัสดุขณะรับแรงเป็นอีลาสติค รูปที่ 4.11ข แสดงรูปจำลองที่สมมูลกับระบบค้ำยัน

จากคำจำกัดความของค่านิจสปริง (K)

$$K = \frac{P}{\Delta L}$$

ขณะค้ำยันรับแรงอัดตามแนวแกน คุณสมบัติวัสดุเป็นอีลาสติค

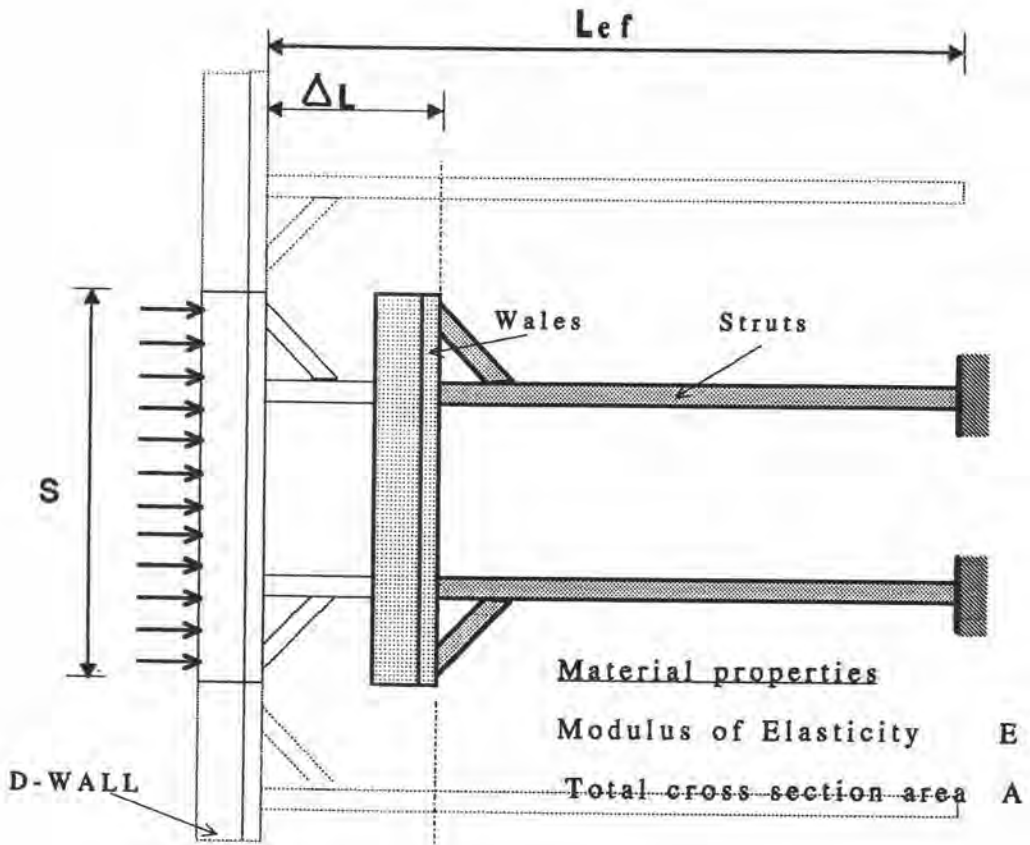
$$E = \frac{\text{Stress}}{\text{Strain}} = \frac{(P/A)}{(\Delta L/L)} = \frac{P}{A} \times \frac{L}{\Delta L}$$

$$\frac{EA}{L} = \frac{P}{\Delta L} = K \quad \dots\dots\dots(4.8)$$

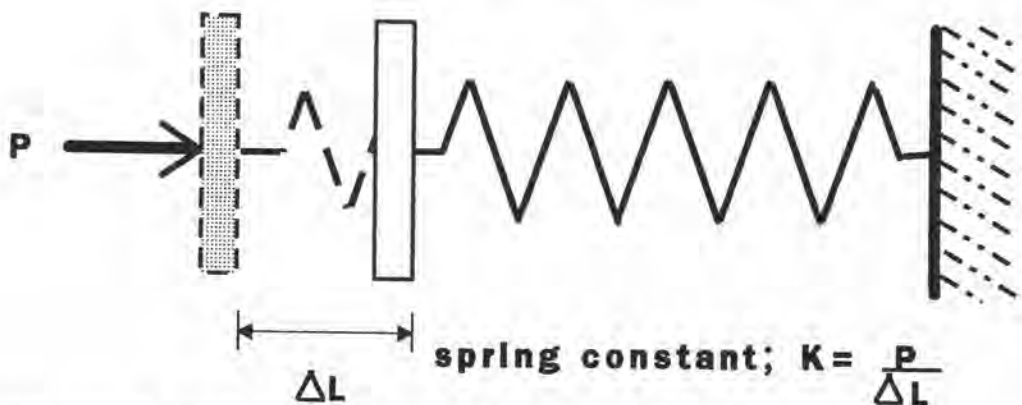
จะได้สมการ 4.8 เป็นพื้นฐานในการคำนวณหาค่านิจสปริง ซึ่งเป็นค่า Ideal Stiffness ที่เสนอโดย O'Rourke (1981)

งานวิจัยนี้ใช้การวิเคราะห์แบบจำลองต่อความกว้างกำแพงหนึ่งเมตร ค่าสติเฟนสของค้ำยันเพื่อวิเคราะห์ต่อความกว้างกำแพงหนึ่งเมตร (K_{brace}) มีวิธีประมาณค่าโดยพิจารณาจากสมการดังนี้

$$K_{\text{brace}} = \left[\frac{E \times A}{L_{\text{ef}}} \right] \times \frac{\cos \theta}{S} \quad \dots\dots\dots(4.9)$$



ก) ระบบค้ำยันกำแพงที่พิจารณาหาค่านิจสปริง (K)



ข) แบบจำลองอิลาสติคสปริงที่สมมูลกับระบบค้ำยันกำแพง

รูปที่ 4.11 การจำลองพฤติกรรมของระบบค้ำยันกำแพงในรูปแบบจำลองอิลาสติคสปริง

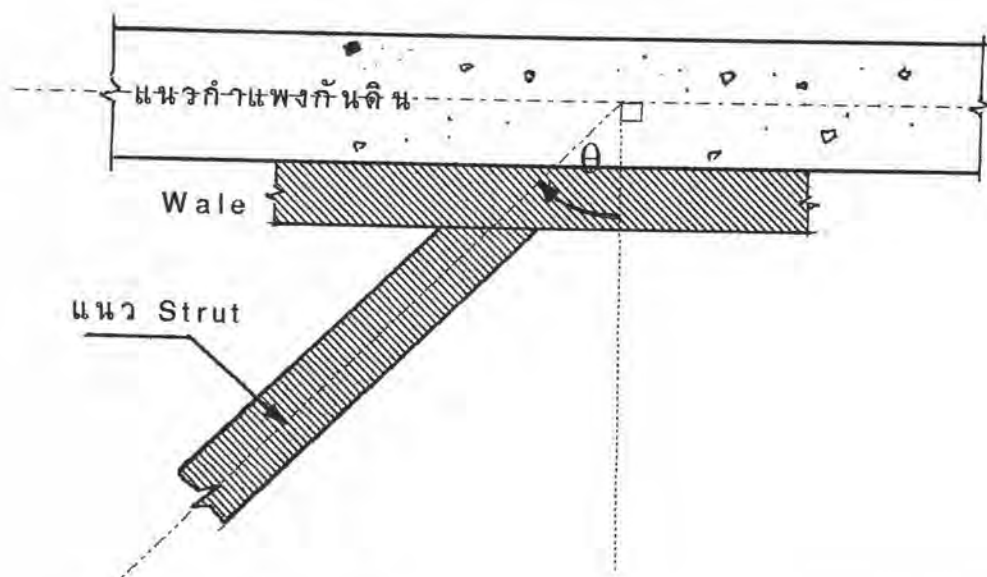
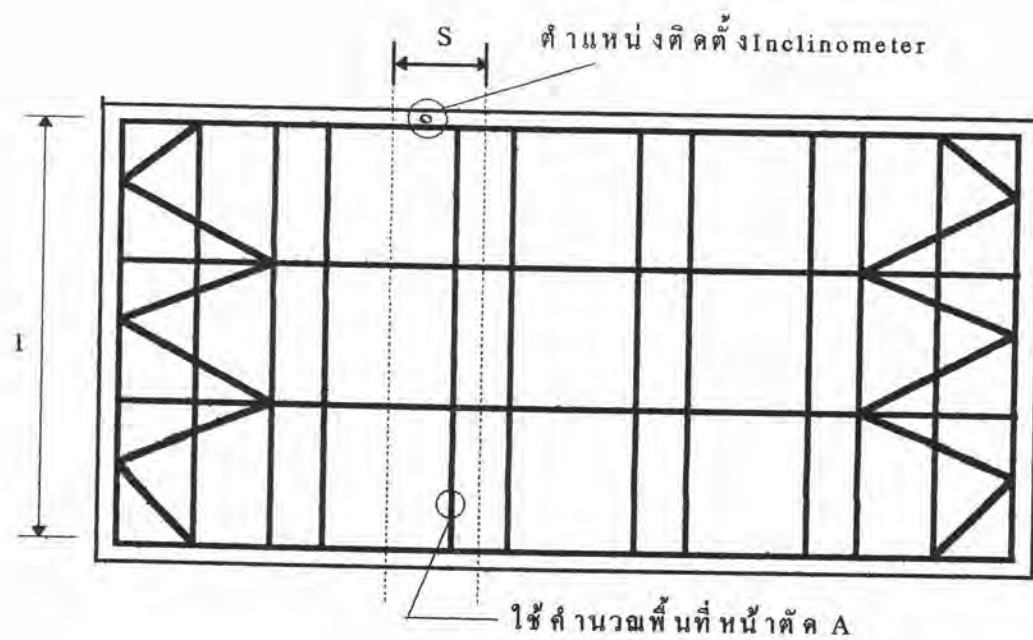
- E ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของค้ำยันเหล็กรูปพรรณ ใช้ค่าเท่ากับ $2.04 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
- A ปริมาณพื้นที่หน้าตัดของค้ำยันทั้งหมดในช่วงระยะห่าง (spacing) ระหว่างค้ำยันเท่ากับ S
- L_{ef} ความยาวประสิทธิภาพของค้ำยันที่ใช้ในการคำนวณ
- S ช่วงระยะห่าง (spacing) ระหว่างค้ำยันบริเวณใกล้เคียงกับตำแหน่ง Inclinometer ที่พิจารณา
- θ มุมที่แนวของค้ำยันกระทำกับแนวตั้งฉากของกำแพง

ค่าตัวแปรต่างๆในสมการถูกเสนอเป็นตัวอย่างในรูปที่ 4.12

ค่าความยาวประสิทธิภาพ L_{ef} ที่ใช้ในการคำนวณเป็นค่าความยาวขณะรับแรงอัดของ Compression member ที่ใช้พิจารณา ซึ่งงานวิจัยนี้เสนอให้ใช้ค่า L_{ef} เท่ากับครึ่งหนึ่ง ($l/2$) ของความยาวค้ำยัน (l) ซึ่งเป็นค่าประมาณที่มาจากสมมุติฐานว่า ขณะนั้นกำแพงทั้งสองข้างมีปริมาณการเคลื่อนตัวบริเวณตำแหน่งที่ถูกค้ำยันใกล้เคียงกัน และที่จุดกึ่งกลางของความยาวค้ำยันไม่มีการเคลื่อนที่ เปรียบเทียบได้กับบริเวณจุดกึ่งกลางนี้เป็น Fixed Support และมีแรงกระทำกับค้ำยันที่ปลายต่อกับกำแพง จึงประมาณค่าความยาวขณะรับแรงอัดของ Compression member เมื่อพิจารณากำแพงเพียงหนึ่งด้าน เท่ากับ ($l/2$) ดังแสดงในรูปที่ 4.13 ค่า L_{ef} มีการเปลี่ยนแปลงตลอดขณะขั้นตอนก่อสร้างต่างๆ ทำให้ค่า K_{brace} มีค่าเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย แต่สำหรับงานวิจัยนี้กำหนด K_{brace} เป็นค่าคงที่ตลอดการคำนวณ เนื่องจากข้อพิจารณาที่ว่า ปริมาณการเปลี่ยนแปลงความยาวเพราะการหดตัวของค้ำยันขณะรับแรงอัด มีค่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความยาว ($l/2$) ของค้ำยัน ตารางที่ 4.11 แสดงผลสรุปการคำนวณสติฟเนสของกำแพง, สติฟเนสของระบบค้ำยัน

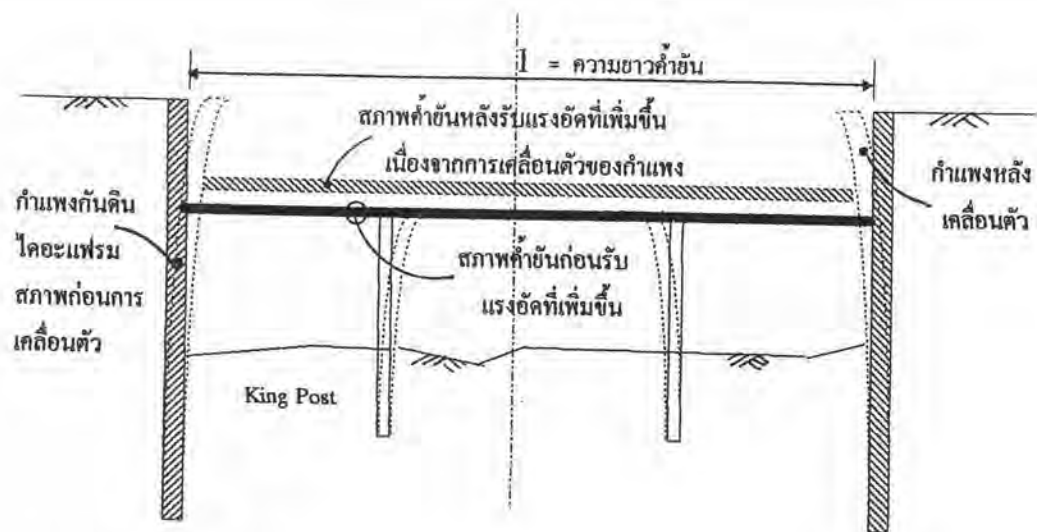
4.5 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์แบบ Empirical สำหรับประเมินค่า Modulus of Subgrade Reaction โดยวิธีวิเคราะห์ที่กลับ (Back Analysis)

การวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของกำแพงด้วยแบบจำลองคานวางบนวัสดุ piecewise อีลาสติกเชิงเส้น จะต้องใช้องค์ประกอบในการคำนวณคือ โคอะแกรมของแรงดันดินด้านข้างที่กระทำกับกำแพง, ค่า Flexural Stiffness (EI), ค่าสติฟเนสของค้ำยัน (K_{brace}), ค่า Modulus of Subgrade Reaction ของดิน (k_s) โดยงานวิจัยนี้กำหนดให้ แรงดันดินด้านข้าง, EI

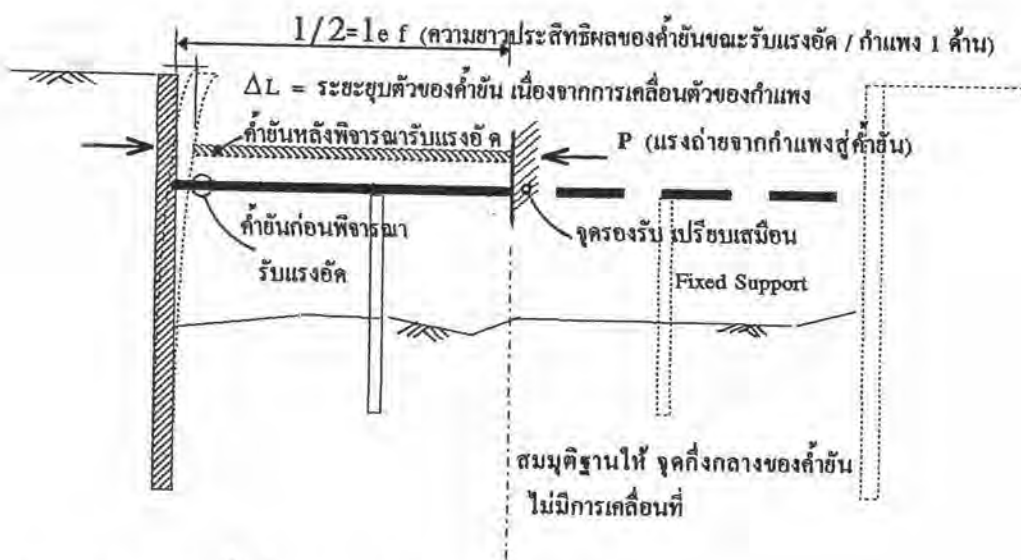


ค่าตัวแปร A, s, θ

รูปที่ 4.12 รายละเอียดของค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้คำนวณค่าสติเฟนสของค้ำยัน



ก) สภาพทั่วไปของงานจุด ก่อนและหลังพิจารณาการเคลื่อนตัวของค้ำแพงโคอะแฟรม



ข) สภาวะของค้ำยัน ขณะพิจารณาเป็น Compression member

รูปที่ 4.13 ที่มาของค่าความยาวประสิทธิผล, l_{ef} ที่ใช้คำนวณค่าสติฟเนสของค้ำยัน

ตารางที่ 4.11 ผลการคำนวณ สติฟเนสของกำแพง, สติฟเนสของระบบค้ำยัน

หมายเลข Inclinometer	ความหนา ของกำแพง (ม.)	Es/Ec (kg/m ²)	ผลการคำนวณค่า สติฟเนสของกำแพง ต่อเมตร, EI (T/m ²)	พื้นที่หน้าตัดค้ำยัน ที่ใช้พิจารณา, A (cm ²)	ความยาว ประสิทธิภาพ, Lef (ม.)	ช่วงความกว้าง ของกำแพง ที่พิจารณา, S (ม.)	มุมที่แนวค้ำยัน กระทำกับแนวตั้ง ฉากของกำแพง (degree)	ผลการคำนวณ ค่าสติฟเนส ของค้ำยัน (T/m)
CEN (I-1)	1.00	2.04x10 ⁶ / 2.34x10 ⁵	1.95 x 10 ⁵	347.8	38	4.85	38	3033
CEN (I-4)	1.00	- do -	1.95 x 10 ⁵	347.8	54	8.00	25	1489
PSD (I-4)	1.00	- do -	1.95 x 10 ⁵	347.8	20.3	5.00	0	6990
				437.4	20.3	5.00	0	8791
PTN (I-6)	1.00	- do -	1.95 x 10 ⁵	695.6	35.2	18.00	0	2240

ตารางที่ 4.11 (ต่อ) ผลการคำนวณสทิพเนสของกำแพง, สทิพเนสของระบบค้ำยัน

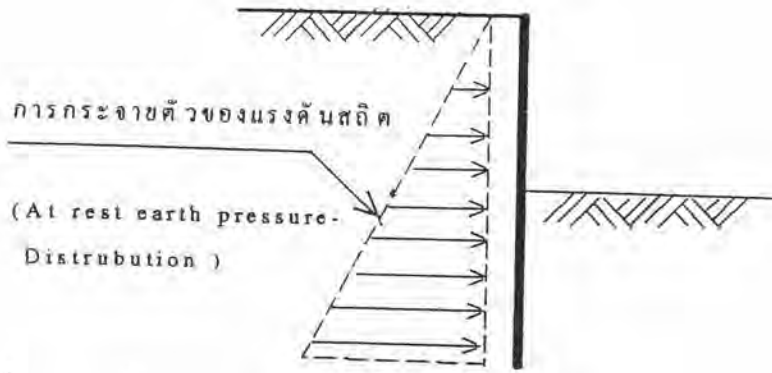
หมายเลข Inclinometer	ความหนา ของกำแพง (ม.)	Es/Ec (kg/m ²)	ผลการคำนวณค่า สทิพเนสของกำแพง ต่อเมตร, E1 (T/m ²)	พื้นที่หน้าตัดค้ำยัน ที่ใช้พิจารณา, A (cm ²)	ความยาว ประสิทธิผล, Lef (ม.)	ช่วงความกว้าง ของกำแพง ที่พิจารณา, S (ม.)	มุมที่แนวค้ำยัน กระทำกับแนวตั้ง ฉากของกำแพง (degree)	ผลการคำนวณ ค่าสทิพเนส ของค้ำยัน (T/m)
IFCT (I-3)	ค้ำยันระดับบน	2.04x10 ⁶ /	1.08 x 10 ⁶	695.6	20.4	12.7	0	5477
	ค้ำยันระดับล่าง	2.54x10 ⁵		874.8	20.4	12.7	0	6888
IFCT (I-5)	ค้ำยันระดับบน	- do -	1.08 x 10 ⁶	695.6	20.2	16.15	3	4344
	ค้ำยันระดับล่าง			874.8	20.2	16.15	3	5463
IFCT (I-6)	ค้ำยันระดับบน	- do -	1.08 x 10 ⁶	659.6	19.6	19.6	3	4290
	ค้ำยันระดับล่าง			874.8	19.6	19.6	3	5396
RR (I-6)	ค้ำยันระดับบน	- do -	1.08 x 10 ⁶	479.2	15	18	0	3620
	ค้ำยันระดับล่าง			874.8	15	18	0	6610

และ K_{brace} เป็นพารามิเตอร์ที่ทราบค่า ซึ่งสามารถประเมินด้วยสมมุติฐานที่แสดงในหัวข้อที่ 4.3,4.4 ตามลำดับ ส่วนพารามิเตอร์ที่ไม่ทราบค่าคือ k_s กำหนดให้มีความสัมพันธ์แบบ Empirical กับค่า S_u ในรูป $k_s = \alpha \times S_u$, โดย α คือ ค่าตัวประกอบการคูณของ S_u

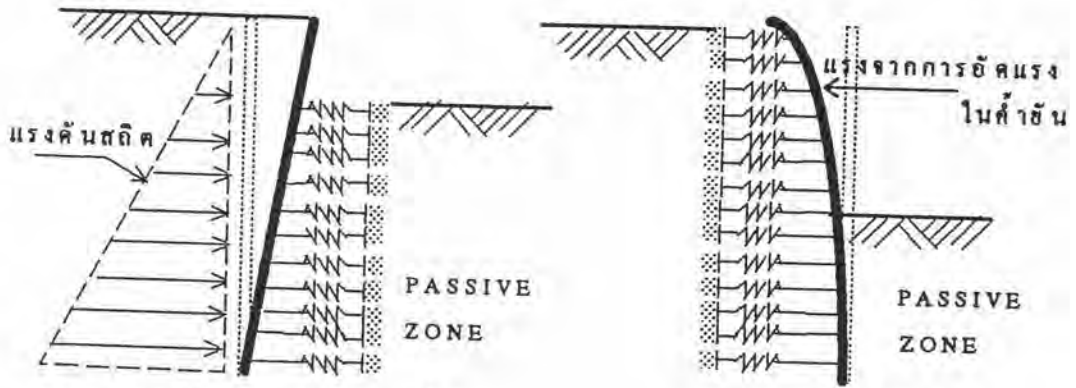
ส่วนสำคัญของขั้นตอนการดำเนินวิจัย ส่วนหนึ่งคือการหาค่า k_s ของชั้นดินชนิดต่างๆ ในรูปของค่า $\alpha \times S_u$ ที่ทำให้ผลการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของกำแพงด้วยแบบจำลองคานวางบนวัสดุ piecewise อีลาสติกเชิงเส้นสอดคล้องกับผลการวัดการเคลื่อนตัวของกำแพงจากสนาม ด้วยเครื่องมือ Inclinomater การวิเคราะห์หาค่า k_s กระทำโดยวิธีสุ่มค่า α ของดินชั้นต่างๆลงในแบบจำลอง ต่อจากนั้นทำการคำนวณ, เปรียบเทียบ และทดลองสุ่มค่า จนกระทั่งผลลัพธ์ของการคำนวณเท่ากับผลจากการวัดในสนาม หัวข้อนี้เสนอเนื้อหาโดยละเอียดของการวิเคราะห์กลับ, สมมุติฐานและหลักเกณฑ์ของการวิจัยเพื่อใช้ในการประมาณค่าการเคลื่อนตัวโดยใช้แบบจำลอง, แนวทางการสุ่มค่า k_s เพื่อให้ได้ผลลัพธ์และผลการวิเคราะห์

4.5.1) สมมุติฐานการประมาณค่าการเคลื่อนตัวของกำแพงกันดินโดยใช้แบบจำลองคานวางบนวัสดุอีลาสติก

- 1) แทนแบบจำลองโครงสร้างกำแพงที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยคานอีลาสติก ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ที่ใช้คำนวณในแบบจำลองคือ Flexural Stiffness (EI)
- 2) สมมุติฐานของรูปแบบแรงดันด้านหลังกำแพง เป็นแรงดันสถิต (At rest-earth pressure) ตลอดความสูงของกำแพง และให้ค่าแรงดันคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงตลอด ชั้นตอนต่างๆ ขณะก่อสร้าง ดังแสดงในรูปที่ 4.14 เนื่องจากการเคลื่อนตัวด้านข้างของกำแพง ไม่เกินเกณฑ์ปริมาณการ Tilt สำหรับแรงดันดินด้านข้างแบบ active ที่กำหนดไว้ใน DM-7-2 (1982) ค่า $\gamma/H < 0.02$
- 3) ในแต่ละขั้นตอนของการก่อสร้างจะแทนมวลดินฝั่ง Passive เป็นชุดของสปริง ดังแสดงในรูป 4.15

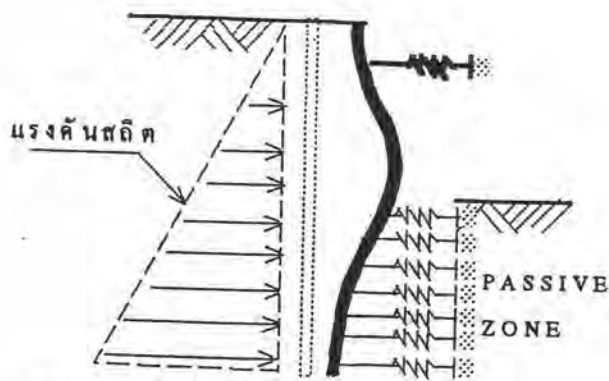


รูปที่ 4.14 สมมุติฐานของรูปแบบแรงคั้นด้านหลังกำแพง เพื่อใช้ประมาณค่าการเคลื่อนตัว



ก) ขณะขุดโดยกำแพงเป็นคานยื่น

ข) ขณะอัดแรงในค้ำยัน



ค) ขณะขุดโดยมีค้ำยัน

รูปที่ 4.15 รูปแบบของมวลดินฝั่ง Passive ที่แทนด้วยชุดของสปริงขณะขั้นตอนการก่อสร้างต่างๆ

4) กำหนดคุณสมบัติของดินเป็น piecewise อิลาสติกเชิงเส้น ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดัน (Soil pressure, q) และปริมาณการเคลื่อนตัว (deflection, δ) เป็นแบบอิลาสติกเชิงเส้นหลายช่วงติดต่อกัน โดยค่า Modulus of Subgrade Reaction (k_s) ซึ่งอยู่ในรูปความชันของเส้นกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง q , δ มีค่าเปลี่ยนแปลงที่ระดับ stress level ต่างๆ

5) ค่า Modulus of Subgrade Reaction ของดินแปรโดยตรงกับค่า S_u ของดินดังนี้

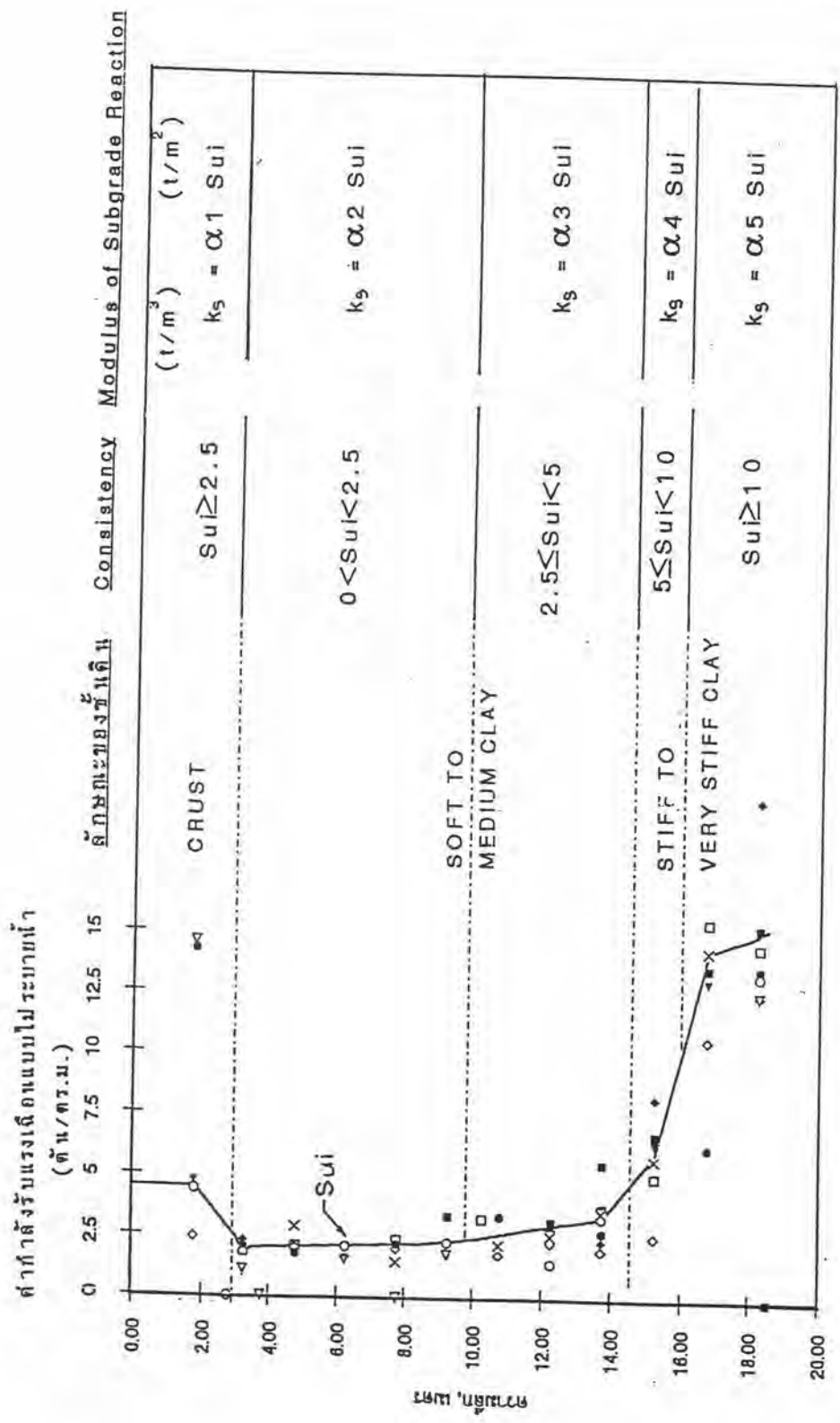
$$k_s = \alpha \times S_u \quad \dots\dots\dots(4.10)$$

เนื่องจากค่า k_s มีค่าเปลี่ยนแปลงที่ระดับ stress level ต่างๆ ทำให้ค่า α มีค่าเปลี่ยนแปลงที่ระดับ stress level ต่างๆเช่นเดียวกัน และได้กำหนดให้มีสัญลักษณ์แตกต่างกันตามลักษณะของชั้นดิน, Consistency ไว้ 5 ชนิดคือ ชั้นดิน Weathered Crust, Soft Clay, Medium Clay, Stiff Clay, Very Stiff Clay ซึ่งใช้ค่าตัวประกอบการคูณ $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$ ตามลำดับดังแสดงในรูปที่ 4.16

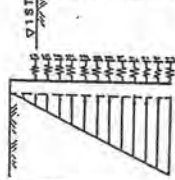
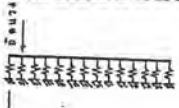
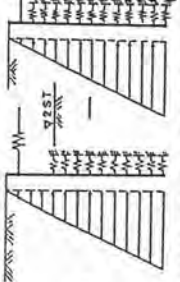
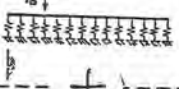
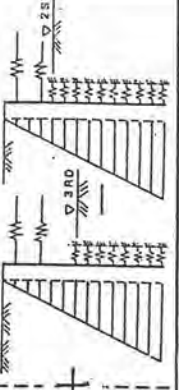
6) แทนแบบจำลองของค้ำยันในรูปอิลาสติกสปริงที่มีค่านิจ K_{brace} และกำหนดให้เป็นค่าคงที่ตลอดการคำนวณ เนื่องจากข้อพิจารณาที่ว่า ปริมาณการเปลี่ยนแปลงความยาวเพราะการหดตัวของค้ำยันขณะรับแรงอัด มีค่าน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความยาวประสิทธิผล L_{cf} ที่ใช้ในการคำนวณสติเฟนส

4.5.2 หลักเกณฑ์ในการคำนวณการเคลื่อนตัว

ก) ขณะเริ่มต้นการขุด (ยังไม่มี การติดตั้งค้ำยัน) จะเกิดการเคลื่อนตัวเริ่มต้นในรูปแบบของกำแพงยื่น มวลดินฝั่งกำแพงด้านขุด จะเป็นตัวรองรับแรงดันดินจนกระทั่งเกิดสมดุลใหม่ วิธีคำนวณปริมาณการเคลื่อนตัวขณะขั้นตอนนี้โดยใช้แบบจำลอง สามารถแสดงด้วยภาพจากรูปแบบที่ 1, รูปที่ 4.17 ซึ่งเป็นผลคำนวณของแบบจำลองคานอิลาสติกที่มีจุดของสปริงรองรับอยู่ที่ฝั่งกำแพงด้านขุด จำนวนสปริงมีเท่ากับระดับดินด้านขุดที่เหลืออยู่ และมีแรงกระทำเป็นแรงดันดินด้านข้างแบบสถิตอยู่ที่ฝั่งหลังกำแพง



รูปที่ 4.16 รายละเอียดของหัดักเกณฑ์ที่ใช้กำหนดค่า α ที่แตกต่างกัน ตามลักษณะชั้นดินและ Consistency

รูปแบบ	ขั้นตอนการก่อสร้าง	รูปย่อที่ 4.17.1	รูปย่อที่ 4.17.2	รูปย่อที่ 4.17.3	รูปย่อที่ 4.17.4	รูปย่อที่ 4.17.5
1	<ul style="list-style-type: none"> - ติดตั้งกำแพง - ขุดชั้นดินส่วนบน 					
2	<ul style="list-style-type: none"> - ขุดชั้นดินส่วนบนถึง 1st EL - ติดตั้งค้ำยัน/อิคขวาง 	-do-	-do-	-do-	-do-	-do-
3	<ul style="list-style-type: none"> - ขุดชั้นดินส่วนบนถึง 1st EL - ติดตั้งค้ำยัน/อิคขวาง - ขุดเพิ่มเติมถึงระดับ 2nd EL 	-do-	-do-	-do-	-do-	-do-
4	<ul style="list-style-type: none"> - ขุดชั้นดินส่วนบนถึง 1st EL - ติดตั้งค้ำยัน/อิคขวาง - ขุดเพิ่มเติมถึงระดับ 2nd EL - ติดตั้งค้ำยันชั้นกลาง/อิคขวาง 	-do-	-do-	-do-	-do-	-do-
5	<ul style="list-style-type: none"> - ขุดชั้นดินส่วนบนถึง 1st EL - ติดตั้งค้ำยัน/อิคขวาง - ขุดเพิ่มเติมถึงระดับ 2nd EL - ติดตั้งค้ำยันชั้นกลาง/อิคขวาง - ขุดเพิ่มเติมถึงระดับ 3rd EL 	-do-	-do-	-do-	-do-	-do-

รูปที่ 4.17 รูปแบบมาตรฐานของวิธีการคำนวณการเคลื่อนตัวของกำแพง ด้วยแบบจำลองคานางวงบนวัสดุ piecewise อีลาสติกเชิงเส้น ขณะขั้นตอนก่อสร้างต่างๆโดยวิธีใช้ผลรวมทางพีชคณิต

ข) ขณะติดตั้ง/อัดแรงค้ำยันชั้นบน วิธีคำนวณปริมาณการเคลื่อนตัวที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากชั้นตอนนี้โดยใช้แบบจำลอง สามารถแสดงด้วยภาพจากรูปย่อยที่ 4.17.2 , รูปที่ 4.17 ซึ่งเป็นผลคำนวณของแบบจำลองคานอิลาสติกที่มีชุดของสปริงรองรับอยู่ที่ฝั่งหลังกำแพง จำนวนสปริงมีเท่ากับระดับดินด้านหลังกำแพง และมีแรงกระทำขณะอัดแรงเป็น Point load อยู่ที่ฝั่งกำแพงด้านจุดตรงกับตำแหน่งติดตั้งค้ำยัน

ค) การขุดเพิ่มหลังจากติดตั้งค้ำยัน วิธีคำนวณปริมาณการเคลื่อนตัวที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากชั้นตอนนี้โดยใช้แบบจำลอง สามารถแสดงด้วยภาพจากรูปย่อยที่ 4.17.3 , รูปที่ 4.17 ซึ่งได้จากผลต่างระหว่างผลคำนวณการเคลื่อนตัวด้วยแบบจำลองที่มีระดับขุดแตกต่างกัน 2 ระดับ แบบจำลองทั้ง 2 รูปมี อิลาสติกสปริง K_{brace} ตรงกับตำแหน่งติดตั้งค้ำยัน มีจำนวนสปริงมีเท่ากับระดับดินด้านขุดที่เหลื่ออยู่ของทั้ง 2 ระดับ และมีแรงกระทำเป็นแรงดันดินด้านข้างแบบสถิตอยู่ที่ฝั่งหลังกำแพง

ง) ขณะติดตั้ง/อัดแรงค้ำยันชั้นล่าง (ในกรณีที่มีค้ำยันสองระดับ) วิธีคำนวณปริมาณการเคลื่อนตัวที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากชั้นตอนนี้โดยใช้แบบจำลอง สามารถแสดงด้วยภาพจากรูปย่อยที่ 4.17.4 , รูปที่ 4.17 ซึ่งเป็นผลคำนวณของแบบจำลองคานอิลาสติกที่มีชุดของสปริงรองรับอยู่ที่ฝั่งหลังกำแพง จำนวนสปริงมีเท่ากับระดับดินด้านหลังกำแพง และมีแรงกระทำขณะอัดแรงเป็น Point load อยู่ที่ฝั่งกำแพงด้านจุด ตรงกับตำแหน่งติดตั้งค้ำยันชั้นล่าง

จ) การขุดเพิ่มหลังจากติดตั้งค้ำยันชั้นล่าง (ในกรณีที่มีค้ำยันสองระดับ) วิธีคำนวณปริมาณการเคลื่อนตัวที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากชั้นตอนนี้โดยใช้แบบจำลอง สามารถแสดงด้วยภาพจากรูปย่อยที่ 4.17.5 , รูปที่ 4.17 ซึ่งได้จากผลต่างระหว่างผลคำนวณการเคลื่อนตัวด้วยแบบจำลองที่มีระดับขุดแตกต่างกัน 2 ระดับ แบบจำลองทั้ง 2 รูปมี อิลาสติกสปริง K_{brace} ตรงกับตำแหน่งติดตั้งค้ำยันทั้ง 2 ระดับ มีจำนวนสปริงมีเท่ากับระดับดินด้านขุดที่เหลื่ออยู่ของทั้ง 2 ระดับ และมีแรงกระทำเป็นแรงดันดินด้านข้างแบบสถิตอยู่ที่ฝั่งหลังกำแพง

ณ) เมื่อต้องการทราบผลคำนวณการเคลื่อนตัวทั้งหมดที่เกิดขณะขั้นตอนก่อสร้างต่างๆ สามารถคำนวณได้จากผลรวมทางพีชคณิตของปริมาณการเคลื่อนตัวตั้งแต่ขณะขั้นตอนเริ่มต้นการขุด(ทำการขุดโดยยังไม่ได้ติดตั้งค้ำยัน) บวกเพิ่มขึ้นตามลำดับขั้นตอนที่ทำการก่อสร้าง จนกระทั่งถึงขั้นตอนก่อสร้างที่ต้องการพิจารณา ตัวอย่างของผลรวมทางพีชคณิตเพื่อคำนวณปริมาณการเคลื่อนตัวทั้งหมดที่เกิดขณะขั้นตอนก่อสร้างต่างๆ ได้แสดงไว้ในรูปแบบที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ของรูปที่ 4.17

4.5.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์กลับ

ก) พิจารณาเลือกรูปแบบการคำนวณการเคลื่อนตัวของกำแพงด้วยแบบจำลองที่สอดคล้องกับขั้นตอนการก่อสร้างขณะทำการวัดการเคลื่อนตัวของกำแพงในสนาม จากรูปที่ 4.21 และคำนวณกำหนดหน่วยแรงคานดิน, สติเฟเนสของกำแพงและระบบค้ำยัน และกำหนดองค์ประกอบต่างๆ ลงในแบบจำลอง

ข) ทดลองกำหนดค่าเบื้องต้นของ α สำหรับทุกชั้นดินลงในแบบจำลองเพื่อหาค่า k_s ที่ให้ผลการคำนวณการเคลื่อนตัวของแบบจำลองอยู่ในขอบเขตใกล้เคียงกับผลวัดในสนาม โดยเมื่อเริ่มต้นคำนวณปริมาณการเคลื่อนตัวด้วยแบบจำลองขณะอยู่ในสภาพกำแพงยื่น ซึ่งทำการขุดชั้นหน้าดินออก มักจะขุดเลยชั้นดินเปลือก ผลการสุ่มค่า k_s ชุดแรกจากชั้นตอนนี้ จะไม่มีค่า α_1 ที่จำเป็นจะต้องนำไปใช้ใส่ในแบบจำลอง เพื่อสำหรับใช้คำนวณปริมาณการเคลื่อนตัวขณะติดตั้ง/อัดแรงค้ำยันชั้นบนอันเป็นขั้นตอนต่อมา เนื่องจากที่ระดับขุดนี้ ทั้งสภาพกำแพงยื่นและขณะติดตั้ง/อัดแรงค้ำยันชั้นบน จะใช้ค่า k_s ของทุกชั้นดินเท่ากันทั้ง 2 ฝั่งของกำแพง จึงต้องหาค่าที่น่าเชื่อถือเพื่อใช้เป็นค่า α_1 เริ่มต้นที่ชั้นตอนนี้

ค่าเริ่มต้นของ α_1 จึงเสนอจากผลสรุปที่ Pamploy(1985) ได้ทำการทดสอบค่า E_u ของชั้นหน้าดินในห้องปฏิบัติการโดยใช้วิธี Stress Path Method (CKoU-TC) ที่ กม. 2+899 บนถนน

สายบางนา บางปะกง มีค่าเท่ากับ $253 S_u$ สาเหตุที่สามารถใช้ค่า E_u แทนค่า k_s ในการคำนวณสามารถอธิบายโดยสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่า E_s และ k_s ของ Matlock และ Reese (1959), McClelland และ Focht (1958) สำหรับการวิเคราะห์ปัญหา Soil-structure interaction ของโครงสร้างกำแพงหรือเสาเข็มที่ถูกแรงกระทำด้านข้างโดยแบบจำลองคานวางบนวัสดุอีลาสติก ดังนี้

$$E_s(z, y) = P/y = k_s \times D \quad \dots\dots\dots (4.11)$$

E_s ค่าโมดูลัสของดิน เป็นค่าความชันของของเส้นโค้งความสัมพันธ์ระหว่าง P และ y

P แรงปฏิกิริยาของดินที่กระทำต่อกำแพงหรือเสาเข็มขนาดความยาวหนึ่งหน่วย

y ปริมาณการเคลื่อนตัวด้านข้างของโครงสร้าง

k_s ค่า Modulus of Subgrade Reaction ของดินในแนวราบ

z ระดับความลึกวัดจากระดับผิวดิน

เมื่อพิจารณาปัญหาในสภาวะ Plain strain ที่กำหนดความกว้างของ strip หนึ่งหน่วย จะได้

ผลจากสมการว่า $E_s = k_s$

ค) ปรับค่า α ที่ได้เบื้องต้นเพื่อหาค่าที่ให้ผลการคำนวณการเคลื่อนตัวของกำแพงด้วยแบบจำลองถูกต้อง กระทำโดยปรับค่า α ให้ได้การเคลื่อนตัวอยู่ในขอบเขตใกล้เคียงค่าเบื้องต้น และกระทำวนซ้ำจนกระทั่งผลลัพธ์ของการคำนวณใกล้เคียงกับผลที่ได้จากการวัดในสนาม

4.6 ผลการวิเคราะห์

รายละเอียดผลการวิเคราะห์ประเมินค่า Modulus of Subgrade Reaction (k_s) โดยวิธีวิเคราะห์กลับ (Back Analysis) ของข้อมูล Inclinator หมายเลข CEN I-1, CEN I-4, PSD I-4, PTN I-6, IFCT I-3, IFCT I-5, IFCT I-6, และ RR I-1 ประกอบด้วย

- รายละเอียดค่า k_s จากการวิเคราะห์ห้กลับด้วยแบบจำลองคานวางบนวัสดุอิลาสติก แสดงอยู่ในตารางที่ 4.12 ถึง 4.19

- ผลเปรียบเทียบระหว่างผลคำนวณการเคลื่อนตัวก้ำแกงชนิดไคอะแฟรมด้วยแบบจำลอง กับผลวัดในสนามขณะขั้นตอนก่อสร้างต่างๆ แสดงอยู่ในรูปที่ 4.18, 4.20, 4.22, 4.24, 4.26, 4.28, 4.30 และ 4.32

- ค่าโมเมนต์ค้คของก้ำแกงกันดินชนิดไคอะแฟรมจากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองขณะขั้นตอนก่อสร้างต่างๆ แสดงอยู่ในรูปที่ 4.19, 4.21, 4.23, 4.25, 4.27, 4.29, 4.31 และ 4.33,

4.6.1 เปรียบเทียบผลคำนวณการเคลื่อนตัวของแนวก้ำแกงกันดินชนิดไคอะแฟรมด้วยแบบจำลองกับผลวัดในสนาม

รูปที่ 4.22, 4.24, 4.26, 4.28, 4.30, 4.32, 4.34 และ 4.36 แสดงผลเปรียบเทียบระหว่างผลการเคลื่อนตัวที่คำนวณด้วยแบบจำลอง กับผลวัดในสนามขณะขั้นตอนก่อสร้างต่างๆ ผลจากแบบจำลองสามารถจัดพวกได้สองกลุ่ม

กลุ่มแรก ผลคำนวณ ได้ขณะขั้นตอนเริ่มขุดถึงติดตั้ง/อัดแรงค้ำยันชั้นบน ดังแสดงในรูปกราฟ G1,G3,G5,G7,G12,G16,G19 การเคลื่อนตัวของแนวก้ำแกงสอดคล้องกับผลการวัดในสนามเป็นอย่างดี

กลุ่มที่สอง ผลคำนวณขณะขั้นตอนขุดเพิ่มหลังจากติดตั้งระบบค้ำยันดังแสดงในรูปกราฟที่ G2,G4,G8,G9,G10,G11,G13,G14,G15,G17,G18,G20 และ G21 ผลการเคลื่อนตัวของแนวก้ำแกงมีความสอดคล้องกับผลการวัดในสนามน้อยลง ปลายก้ำแกงบริเวณติดตั้งค้ำยันถูกรั้งให้ปริมาณการเคลื่อนตัวน้อยกว่าผลการวัดในสนาม ความแตกต่างระหว่างค่าทั้งสองยิ่งมากขึ้นเมื่อเพิ่มระดับขุด

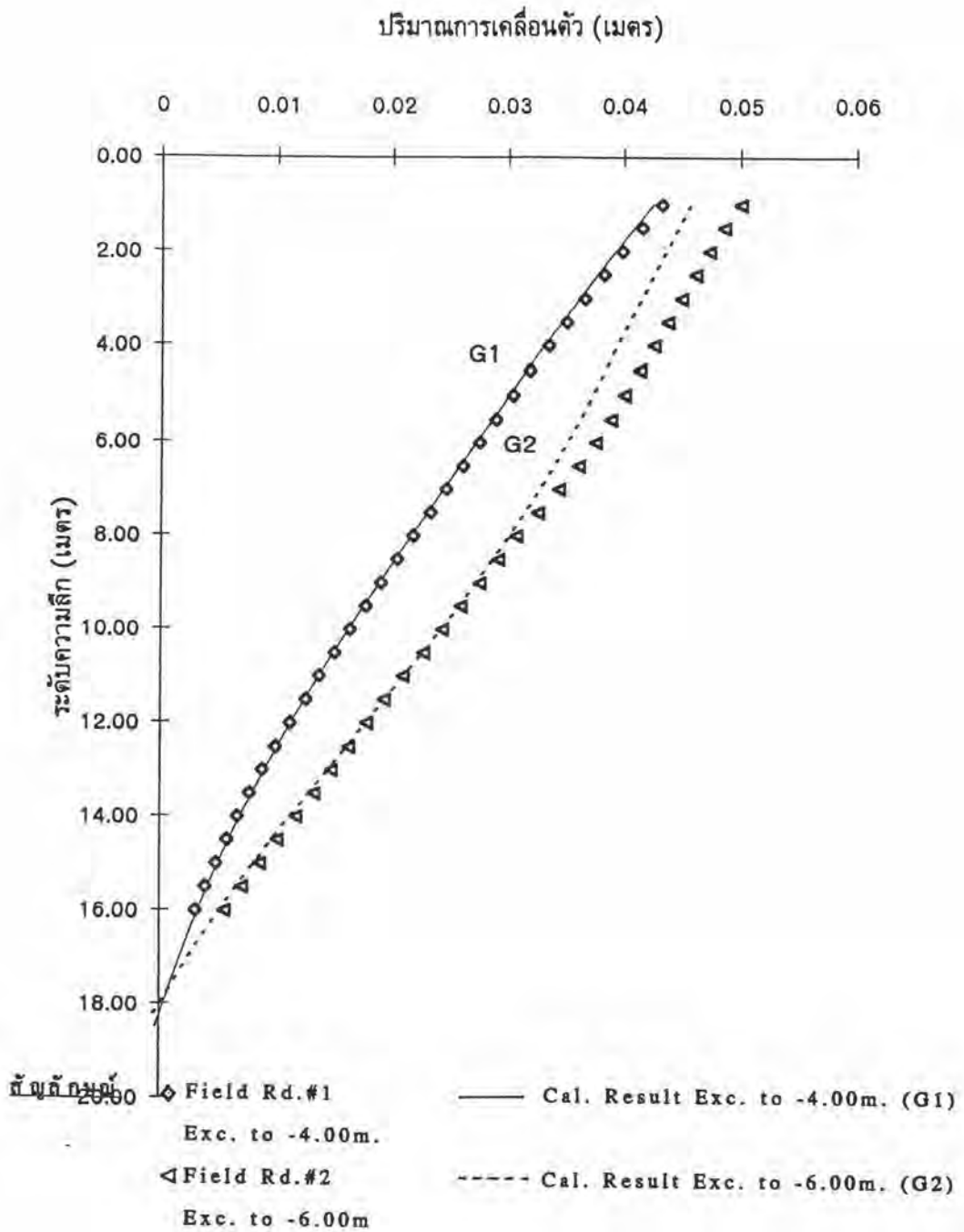
ความแตกต่างดังกล่าวมีสาเหตุมาจากค่า K_{brace} ที่งานวิจัยนี้ประเมินเป็นค่าคงที่ตลอดการคำนวณด้วยสมมุติฐานตามหัวข้อที่ 4.4 ในสภาวะความเป็นจริงมีการเปลี่ยนแปลงตลอดขณะขั้นตอนก่อสร้างต่างๆ เป็นผลให้ไม่สามารถหาค่า k_s ที่เหมาะสมเพื่อทำให้ผลคำนวณด้วยแบบจำลองสอดคล้องกับผลวัดในสนาม

ตารางที่ 4.12 รายละเอียดค่า k_u จากการวิเคราะห์ห้กลับด้วยแบบจำลองคานวางบนวัสดุอิฐฉาบ
จากข้อมูล Inclinator หมายเลข I-1 โครงการอาคารเซ็นทรัล สาขานนพระรามที่ 3

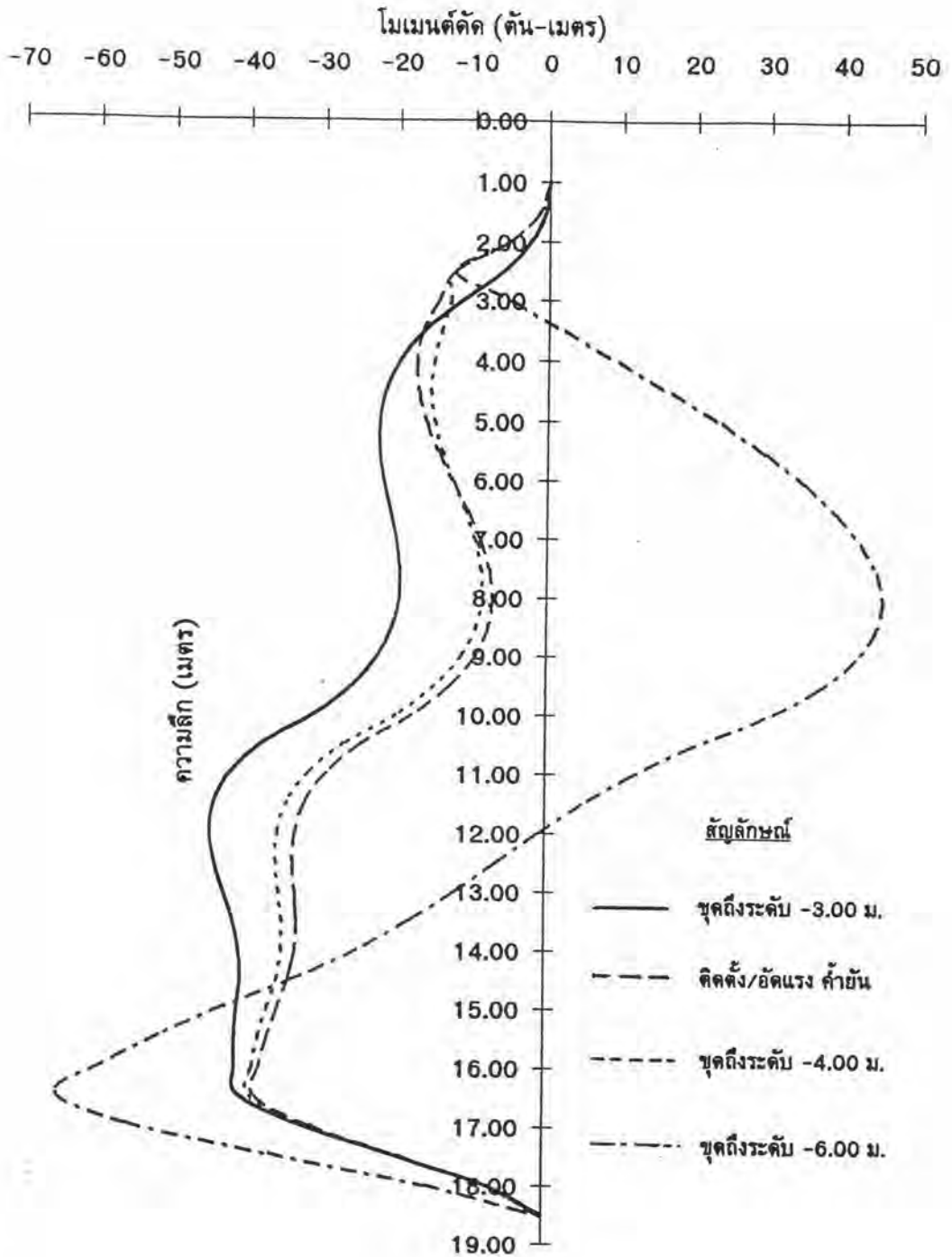
ELEVATION (m)	Su (T/m ²)	SOIL LAYER	ค่า k_u ที่ใช้คำนวณด้วยแบบจำลอง ขณะขั้นตอนก่อสร้างต่างๆ(หน่วย ตัน/ลบ.ม.)			
			ขุดถึงระดับ -3.00	ติดตั้ง/อัดแรง ค้ำยัน	ขุดเพิ่มถึงระดับ -4.00	
			Exc Depth -3.00	Preload 15 T/m at -2.50	Exc Depth -3.00 Kbrace 3752 T/m	Exc Depth -4.00 Kbrace 3752 T/m
1.00	4.50	WEATHERED - CRUST (Su ≥ 2.5)		1125.00		
1.50	4.50			1125.00		
2.00	4.08			1020.00		
2.50	3.25	SOFT CLAY (Su < 2.5)		617.50	Kbrace 3752 T/m	Kbrace 3752 T/m
3.00	2.42		459.80	459.80	459.80	
3.50	2.00		380.00	380.00	380.00	
4.00	2.03		385.70	385.70	385.70	385.70
4.50	2.05		389.50	389.50	389.50	389.50
5.00	2.08		395.20	395.20	395.20	395.20
5.50	2.10		399.00	399.00	399.00	399.00
6.00	2.13		404.70	404.70	404.70	404.70
6.50	2.15		408.50	408.50	408.50	408.50
7.00	2.18		414.20	414.20	414.20	414.20
7.50	2.20		418.00	418.00	418.00	418.00
8.00	2.23		423.70	423.70	423.70	423.70
8.50	2.25		427.50	427.50	427.50	427.50
9.00	2.30		437.00	437.00	437.00	437.00
9.50	2.36		448.40	448.40	448.40	448.40
10.00	2.48		471.20	471.20	471.20	471.20
10.50	2.60		MEDIUM - CLAY (2.5 ≤ Su < 5.0)	1690.00	1690.00	1690.00
11.00	2.72	1768.00		1768.00	1768.00	1768.00
11.50	2.85	1852.50		1852.50	1852.50	1852.50
12.00	2.97	1930.50		1930.50	1930.50	1930.50
12.50	3.10	2015.00		2015.00	2015.00	2015.00
13.00	3.22	2093.00		2093.00	2093.00	2093.00
13.50	3.34	2171.00		2171.00	2171.00	2171.00
14.00	3.83	2489.50		2489.50	2489.50	2489.50
14.50	4.70	3055.00	3055.00	3055.00	3055.00	
15.00	5.57	STIFF CLAY (5.0 ≤ Su < 10)	4456.00	4456.00	4456.00	4456.00
15.50	7.39		5912.00	5912.00	5912.00	5912.00
16.00	10.17		8136.00	8136.00	8136.00	8136.00
16.50	13.00	VERY STIFF - CLAY (Su ≥ 10)	23400.00	23400.00	23400.00	23400.00
17.00	14.53		26154.00	26154.00	26154.00	26154.00
17.50	14.78		26604.00	26604.00	26604.00	26604.00
18.00	15.00		27000.00	27000.00	27000.00	27000.00
18.50	15.50		27900.00	27900.00	27900.00	27900.00

ตารางที่ 4.12 (ต่อ) รายละเอียดค่า k_s จากการวิเคราะห์ห้กลับด้วยแบบจำลองคานวางบนวัสดุยืดหยุ่น
จากข้อมูล Inclinometer หมายเลข I-1 โครงการอาคารเซ็นทรัล สาขาถนนพระรามที่ 3

ELEVATION (m)	Su (T/m ²)	SOIL LAYER	ค่า k_s ที่ใช้คำนวณด้วยแบบจำลอง ขณะ ชั้นดินก่อสร้างต่างๆ(หน่วย คตัน/ลบ.ม.)	
			จุดเพิ่มถึงระดับ -6.00	
			Exc Depth -4.00 Kbrace 3752 T/m	Exc Depth -6.00 Kbrace 3752 T/m
1.00	4.50	WEATHERED -		
1.50	4.50	CRUST		
2.00	4.08	(Su ≥ 2.5)		
2.50	3.25	SOFT CLAY (Su < 2.5)	Kbrace 3752 T/m	Kbrace 3752 T/m
3.00	2.42			
3.50	2.00			
4.00	2.03		385.70	
4.50	2.05		389.50	
5.00	2.08		395.20	
5.50	2.10		399.00	
6.00	2.13		404.70	142.71
6.50	2.15		408.50	144.05
7.00	2.18		414.20	146.06
7.50	2.20		418.00	147.40
8.00	2.23		423.70	149.41
8.50	2.25		427.50	150.75
9.00	2.30		437.00	154.10
9.50	2.36	448.40	158.12	
10.00	2.48	471.20	166.16	
10.50	2.60	MEDIUM - CLAY (2.5 ≤ Su < 5.0)	1690.00	910.00
11.00	2.72		1768.00	952.00
11.50	2.85		1852.50	997.50
12.00	2.97		1930.50	1039.50
12.50	3.10		2015.00	1085.00
13.00	3.22		2093.00	1127.00
13.50	3.34		2171.00	1169.00
14.00	3.83		2489.50	1340.50
14.50	4.70	3055.00	1645.00	
15.00	5.57	STIFF CLAY	4456.00	3230.60
15.50	7.39	(5.0 ≤ Su < 10)	5912.00	4286.20
16.00	10.17		8136.00	5898.60
16.50	13.00	VERY STIFF - CLAY (Su ≥ 10)	23400.00	23400.00
17.00	14.53		26154.00	26154.00
17.50	14.78		26604.00	26604.00
18.00	15.00		27000.00	27000.00
18.50	15.50		27900.00	27900.00



รูปที่ 4.18 ผลเปรียบเทียบระหว่าง ผลคำนวณการเคลื่อนตัวของกำแพงชนิดโคอะเฟรม ด้วยแบบจำลอง กับผลวัดในสนามขณะขั้นตอนการก่อสร้างต่างๆ จากข้อมูลของ Inclinator หมายเลข I-1 โครงการอาคารเซ็นทรัล สาขาถนนพระรามที่3



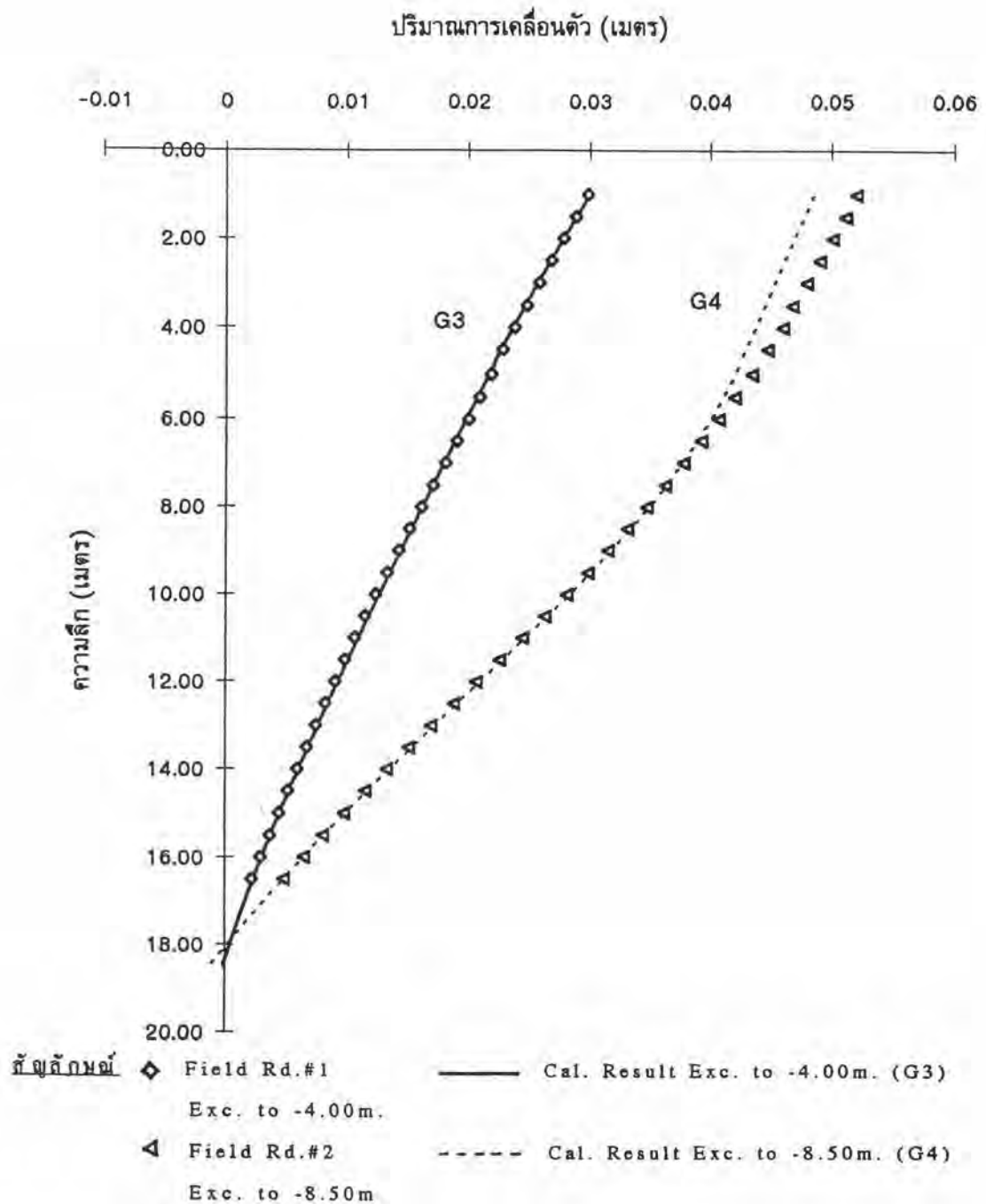
รูปที่ 4.19 แผนภาพแสดงค่าโมเมนต์คดของกำแพงกันดินชนิดไคอะแฟรม จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองคานวางบนวัสดุยืดหยุ่น ขณะขั้นตอนการก่อสร้างต่างๆ จากข้อมูลของ Inclinometer หมายเลข I-1 โครงการอาคารเซินทรล์ สาขานนพระรามที่3

ตารางที่ 4.13 รายละเอียดค่า k_s จากการวิเคราะห์หาค่าด้วยแบบจำลองความวางบนวัสดุพลาสติก จาก ข้อมูล Inclinometer หมายเลข I-4 โครงการอาคารเซ็นทรัล สาขานนพระรามที่ 3

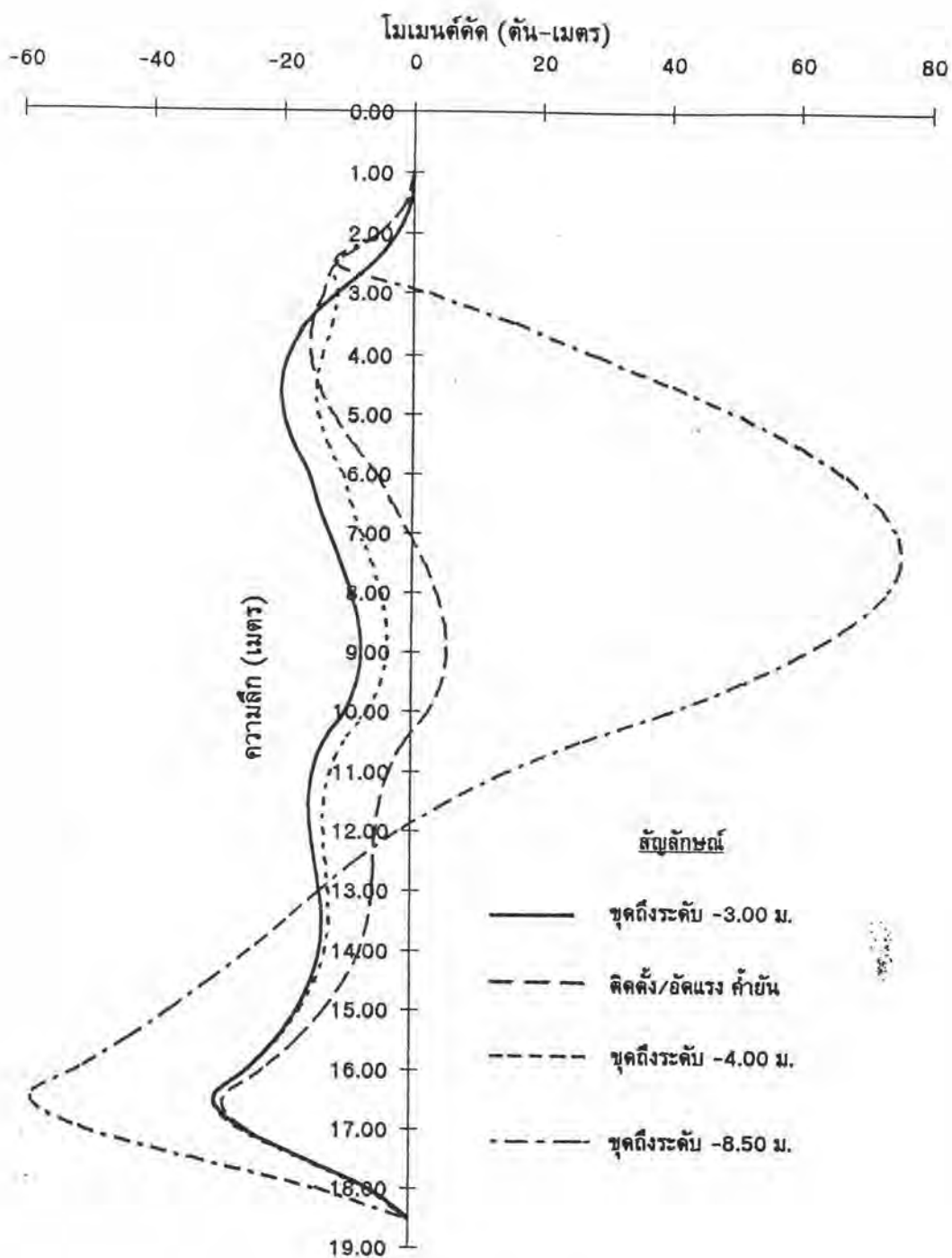
ELEVATION (m)	Su (T/m ²)	SOIL LAYER	ค่า k_s ที่ใช้คำนวณด้วยแบบจำลอง ขณะชั้นคอนกรีตก่อสร้างต่างๆ(หน่วย ตัน/ลบ. ม.)				
			บุคถึงระดับ -3.00	ติดตั้ง/ยึดแรง ก้ำขึ้น	บุคเพิ่มถึงระดับ -4.00		
			Exc Depth -3.00	Preload 15 T/m at -2.50	Exc Depth -3.00 Kbrace 1489 T/m	Exc Depth -4.00 Kbrace 1489 T/m	
1.00	4.50	WEATHERED -		1125.00			
1.50	4.50	CRUST (Su ≥ 2.5)		1125.00			
2.00	4.08			1020.00			
2.50	3.25			975.00	Kbrace 1489 T/m	Kbrace 1489 T/m	
3.00	2.42	SOFT CLAY (Su < 2.5)	726.00	726.00	726.00		
3.50	2.00		600.00	600.00	600.00		
4.00	2.03		609.00	609.00	609.00	609.00	
4.50	2.05		615.00	615.00	615.00	615.00	
5.00	2.08		624.00	624.00	624.00	624.00	
5.50	2.10		630.00	630.00	630.00	630.00	
6.00	2.13		639.00	639.00	639.00	639.00	
6.50	2.15		645.00	645.00	645.00	645.00	
7.00	2.18		654.00	654.00	654.00	654.00	
7.50	2.20		660.00	660.00	660.00	660.00	
8.00	2.23		669.00	669.00	669.00	669.00	
8.50	2.25		675.00	675.00	675.00	675.00	
9.00	2.30		690.00	690.00	690.00	690.00	
9.50	2.36		708.00	708.00	708.00	708.00	
10.00	2.48		744.00	744.00	744.00	744.00	
10.50	2.60		MEDIUM - CLAY (2.5 ≤ Su < 5.0)	1820.00	1820.00	1820.00	1820.00
11.00	2.72			1904.00	1904.00	1904.00	1904.00
11.50	2.85	1995.00		1995.00	1995.00	1995.00	
12.00	2.97	2079.00		2079.00	2079.00	2079.00	
12.50	3.10	2170.00		2170.00	2170.00	2170.00	
13.00	3.22	2254.00		2254.00	2254.00	2254.00	
13.50	3.34	2338.00		2338.00	2338.00	2338.00	
14.00	3.83	2681.00		2681.00	2681.00	2681.00	
14.50	4.70	3290.00	3290.00	3290.00	3290.00		
15.00	5.57	STIFF CLAY	3899.00	3899.00	3899.00	3899.00	
15.50	7.39	(5.0 ≤ Su < 10)	5173.00	5173.00	5173.00	5173.00	
16.00	10.17		7119.00	7119.00	7119.00	7119.00	
16.50	13.00	VERY STIFF - CLAY (Su ≥ 10)	27300.00	27300.00	27300.00	27300.00	
17.00	14.53		30513.00	30513.00	30513.00	30513.00	
17.50	14.78		31038.00	31038.00	31038.00	31038.00	
18.00	15.00		31500.00	31500.00	31500.00	31500.00	
18.50	15.50		32550.00	32550.00	32550.00	32550.00	

ตารางที่ 4.13 (ต่อ) รายละเอียดค่า k_s จากการวิเคราะห์ห้กลับด้วยแบบจำลองคานวางบนนิวส์คูอิลาสติก จากข้อมูล Inclinator หมายเลข I-4 โครงการอาคารเซ็นทรัล สาขาทนพระรามที่ 3

ELEVATION (m)	Su (T/m ²)	SOIL LAYER	ค่า k_s ที่ใช้คำนวณด้วยแบบจำลอง ขณะ ขั้นตอนก่อสร้างต่างๆ(หน่วย ตัน/ลบ.ม.)	
			จุดเพิ่มถึงระดับ -8.50	
			Exc Depth -4.00 Kbrace 1489 T/m	Exc Depth -8.50 Kbrace 1489 T/m
1.00	4.50	WEATHERED - CRUST (Su ≥ 2.5)		
1.50	4.50			
2.00	4.08			
2.50	3.25	SOFT CLAY (Su < 2.5)	Kbrace 1489 T/m	Kbrace 1489 T/m
3.00	2.42			
3.50	2.00			
4.00	2.03		609.00	
4.50	2.05		615.00	
5.00	2.08		624.00	
5.50	2.10		630.00	
6.00	2.13		639.00	
6.50	2.15		645.00	
7.00	2.18		654.00	
7.50	2.20		660.00	
8.00	2.23		669.00	
8.50	2.25		675.00	191.25
9.00	2.30		690.00	195.50
9.50	2.36	708.00	200.60	
10.00	2.48	744.00	210.80	
10.50	2.60	MEDIUM - CLAY (2.5 ≤ Su < 5.0)	1820.00	936.00
11.00	2.72		1904.00	979.20
11.50	2.85		1995.00	1026.00
12.00	2.97		2079.00	1069.20
12.50	3.10		2170.00	1116.00
13.00	3.22		2254.00	1159.20
13.50	3.34		2338.00	1202.40
14.00	3.83		2681.00	1378.80
14.50	4.70	3290.00	1692.00	
15.00	5.57	STIFF CLAY (5.0 ≤ Su < 10)	3899.00	2005.20
15.50	7.39		5173.00	2660.40
16.00	10.17		7119.00	3661.20
16.50	13.00	VERY STIFF - CLAY (Su ≥ 10)	27300.00	18200.00
17.00	14.53		30513.00	20342.00
17.50	14.78		31038.00	20692.00
18.00	15.00		31500.00	21000.00
18.50	15.50		32550.00	21700.00



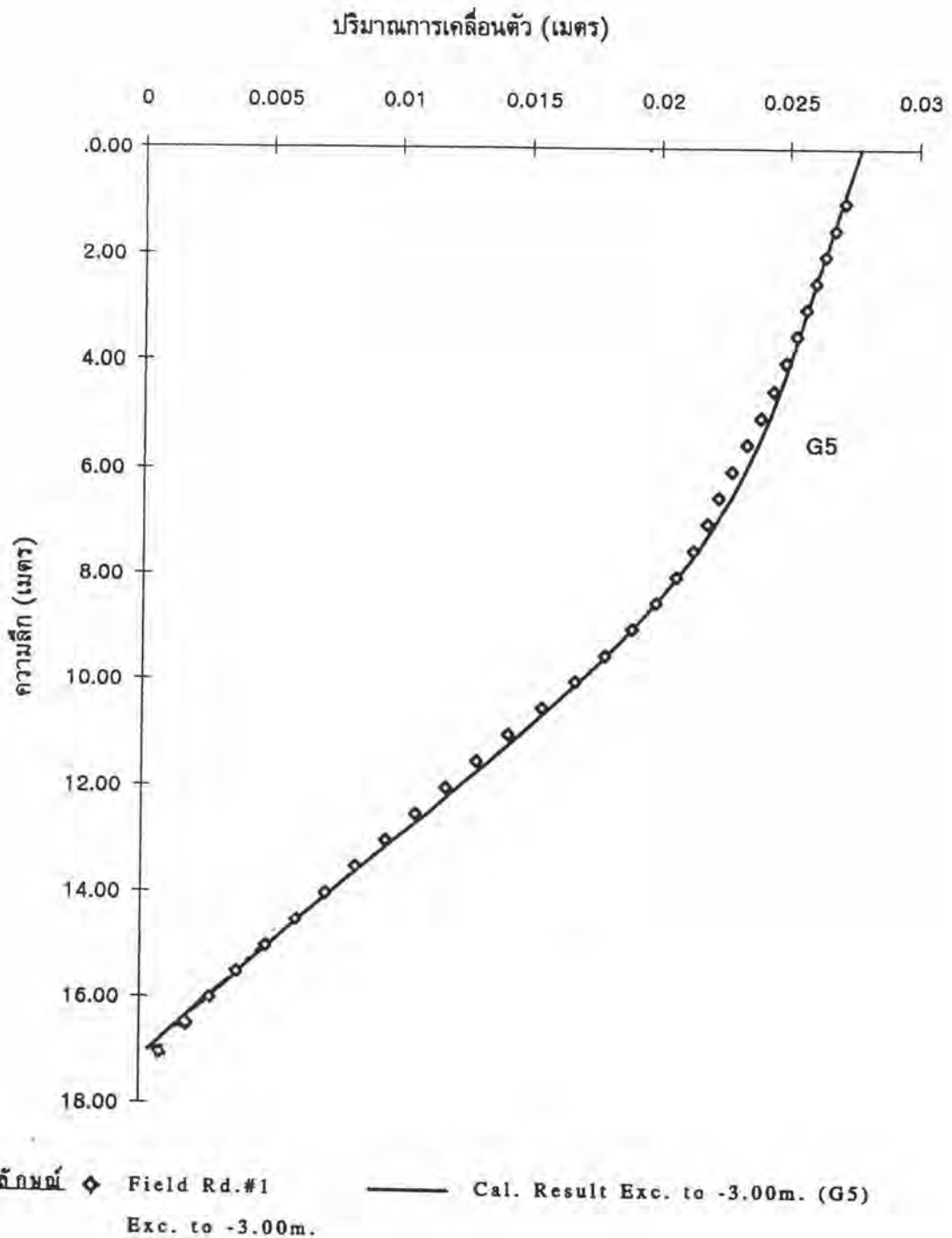
รูปที่ 4.20 ผลเปรียบเทียบระหว่าง ผลคำนวณการเคลื่อนตัวของกำแพงชนิดไดอะแฟรม
ด้วยแบบจำลอง กับผลวัดในสนามขณะขั้นตอนการก่อสร้างต่างๆ จากข้อมูลของ
Inclinometer หมายเลข 1-4 โครงการอาคารเซ็นทรัล สาขาถนนพระรามที่ 3



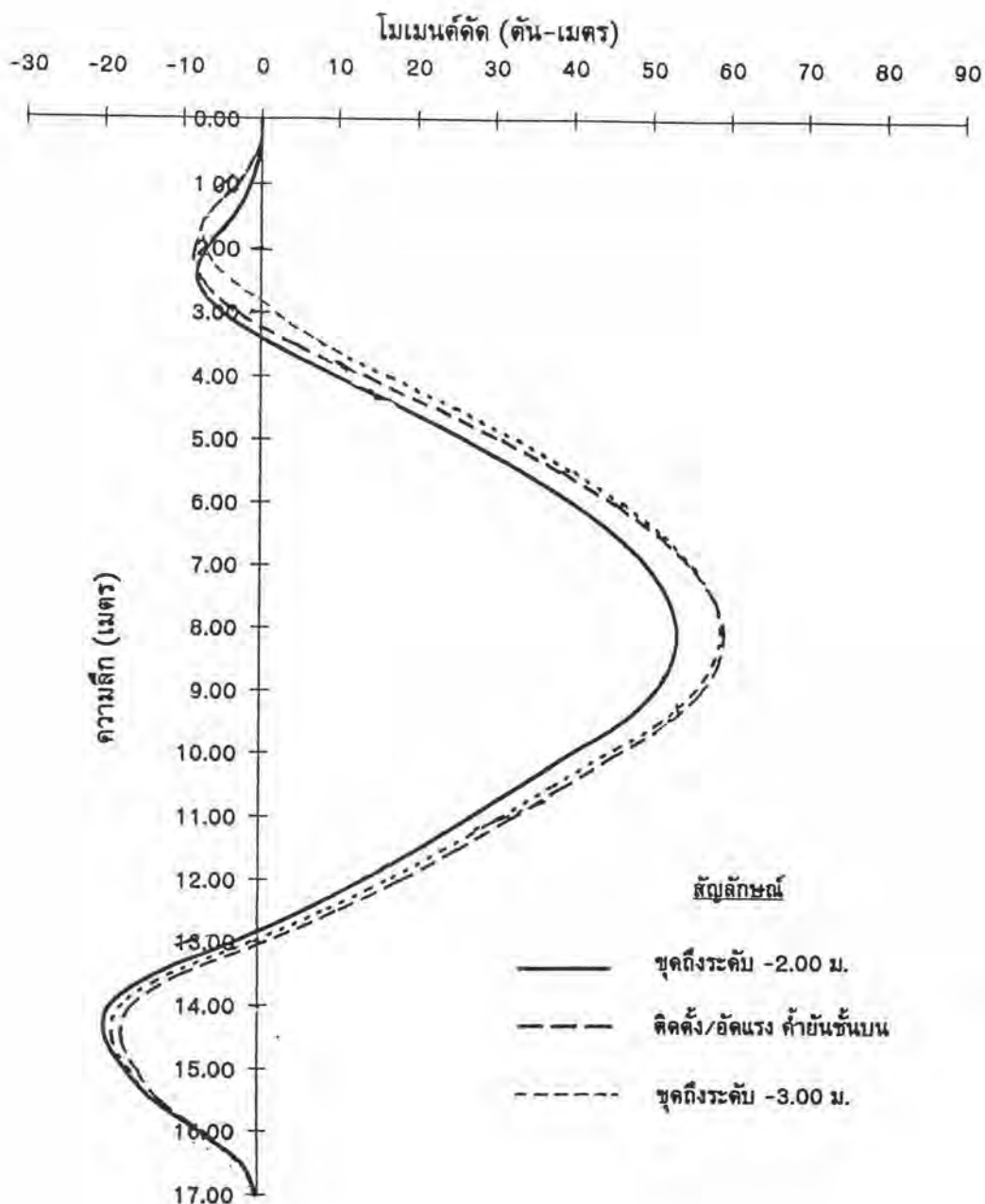
รูปที่ 4.21 แผนภาพแสดงค่าโมเมนต์ดัดของกำแพงกันดินชนิดไคอะแฟรม จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองคานวางบนวัสดุอิลาสติก ขณะขั้นตอนการก่อสร้างต่างๆจากข้อมูลของ Inclinometer หมายเลข 1-4 โครงการอาคารเซ็นทรัล สาขานนพระรามที่3

ตารางที่ 4.14 รายละเอียดค่า k_s จากการวิเคราะห์หักกลับด้วยแบบจำลองคานวางบนวัสดุพลาสติก จากข้อมูล Inclinomater หมายเลข I-4 โครงการอาคารเพรสซิเดนทท์ทาวเวอร์

ELEVATION (m)	Su (T/m ²)	SOIL LAYER	ค่า k_s ที่ใช้คำนวณด้วยแบบจำลอง ขณะชั้นคอนกรีตก่อสร้างต่างๆ(หน่วย ตัน/ลบ.ม.)			
			จุดถึงระดับ -2.00	ติดตั้ง/อัดแรง ค้ำยันบน	จุดเพิ่มถึงระดับ -3.00	
			Exc Depth -2.00	Preload (top) 10 T/m at -1.50	Exc Depth -2.00 Kbrace(top) 6990 T/m	Exc Depth -3.00 Kbrace(top) 6990 T/m
0.00	4.40	WEATHERED - CRUST (Su ≥ 2.5)		1100.00		
0.50	4.40			1100.00		
1.00	4.40			1100.00		
1.50	4.40			1100.00		
2.00	4.13			1032.50	1032.50	1032.50
2.50	3.60			900.00	900.00	900.00
3.00	3.06			765.00	765.00	765.00
3.50	2.53			632.50	632.50	632.50
4.00	2.00	SOFT CLAY (Su < 2.5)	300.00	300.00	300.00	300.00
4.50	1.90		285.00	285.00	285.00	285.00
5.00	1.80		270.00	270.00	270.00	270.00
5.50	1.70		255.00	255.00	255.00	255.00
6.00	1.60		240.00	240.00	240.00	240.00
6.50	1.61		241.50	241.50	241.50	241.50
7.00	1.65		247.50	247.50	247.50	247.50
7.50	1.76		264.00	264.00	264.00	264.00
8.00	1.80		270.00	270.00	270.00	270.00
8.50	1.96		294.00	294.00	294.00	294.00
9.00	2.12	318.00	318.00	318.00	318.00	
9.50	2.36	354.00	354.00	354.00	354.00	
10.00	2.68	MEDIUM - CLAY (2.5 ≤ Su < 5.0)	911.20	911.20	911.20	911.20
10.50	2.99		1016.60	1016.60	1016.60	1016.60
11.00	3.26		1108.40	1108.40	1108.40	1108.40
11.50	3.48		1183.20	1183.20	1183.20	1183.20
12.00	3.69		1254.60	1254.60	1254.60	1254.60
12.50	4.11		1397.40	1397.40	1397.40	1397.40
13.00	4.73		1608.20	1608.20	1608.20	1608.20
13.50	5.34	STIFF CLAY (5.0 ≤ Su < 10)	4272.00	4272.00	4272.00	4272.00
14.00	7.50		6000.00	6000.00	6000.00	6000.00
14.50	7.50		6000.00	6000.00	6000.00	6000.00
15.00	7.50		6000.00	6000.00	6000.00	6000.00
15.50	12.00	VERY STIFF - CLAY (Su ≥ 10)	9600.00	9600.00	9600.00	9600.00
16.00	12.00		9600.00	9600.00	9600.00	9600.00
16.50	12.00		9600.00	9600.00	9600.00	9600.00
17.00	13.50		10800.00	10800.00	10800.00	10800.00



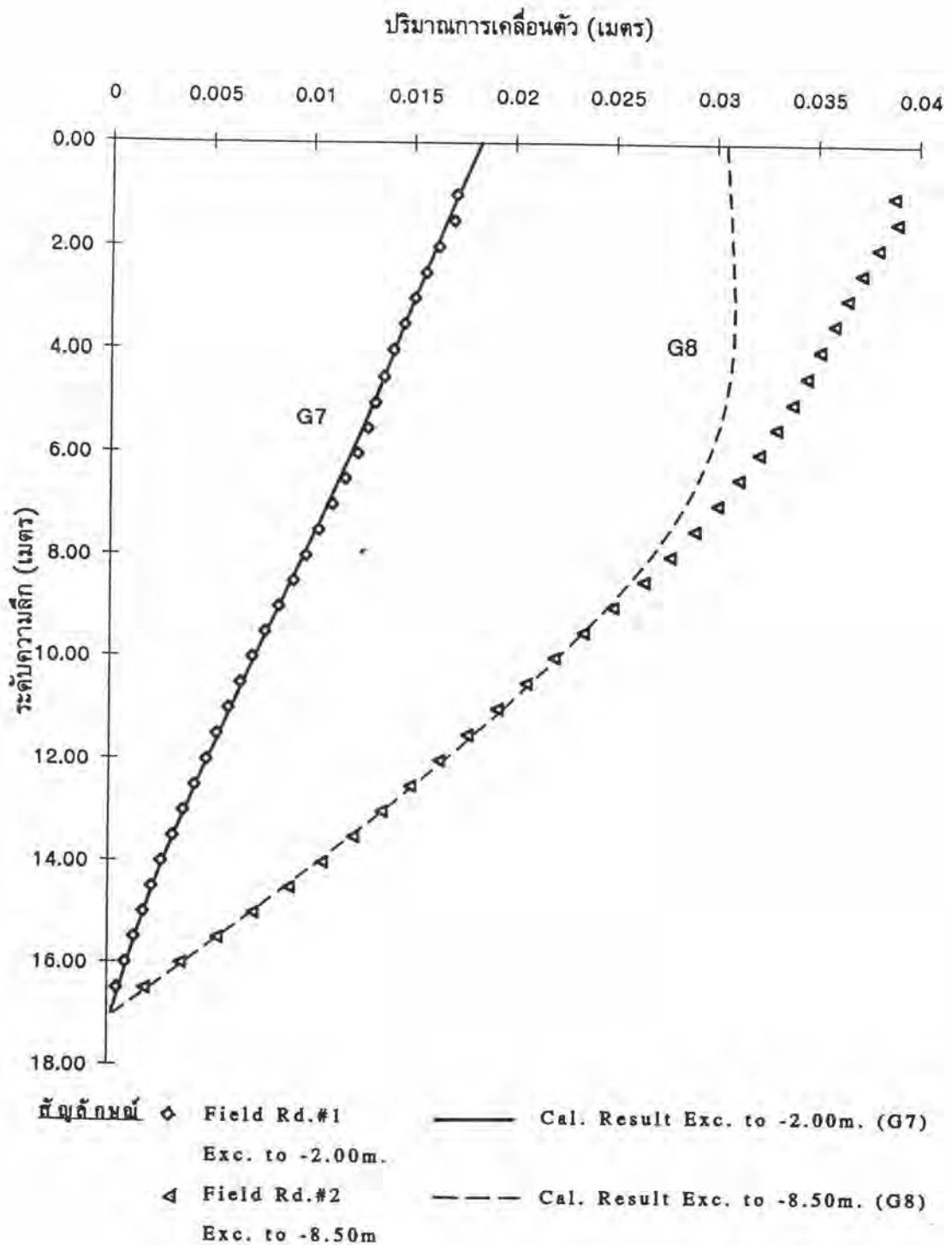
รูปที่ 4.22 ผลเปรียบเทียบระหว่าง ผลคำนวณการเคลื่อนตัวของกำแพงชนิดไคอะแฟรม
ด้วยแบบจำลอง กับผลวัดในสนามขณะขั้นตอนการก่อสร้างต่างๆ จากข้อมูลของ
Inclinometer หมายเลข I-4 โครงการอาคารเพรสซิเดนซ์ทาวเวอร์



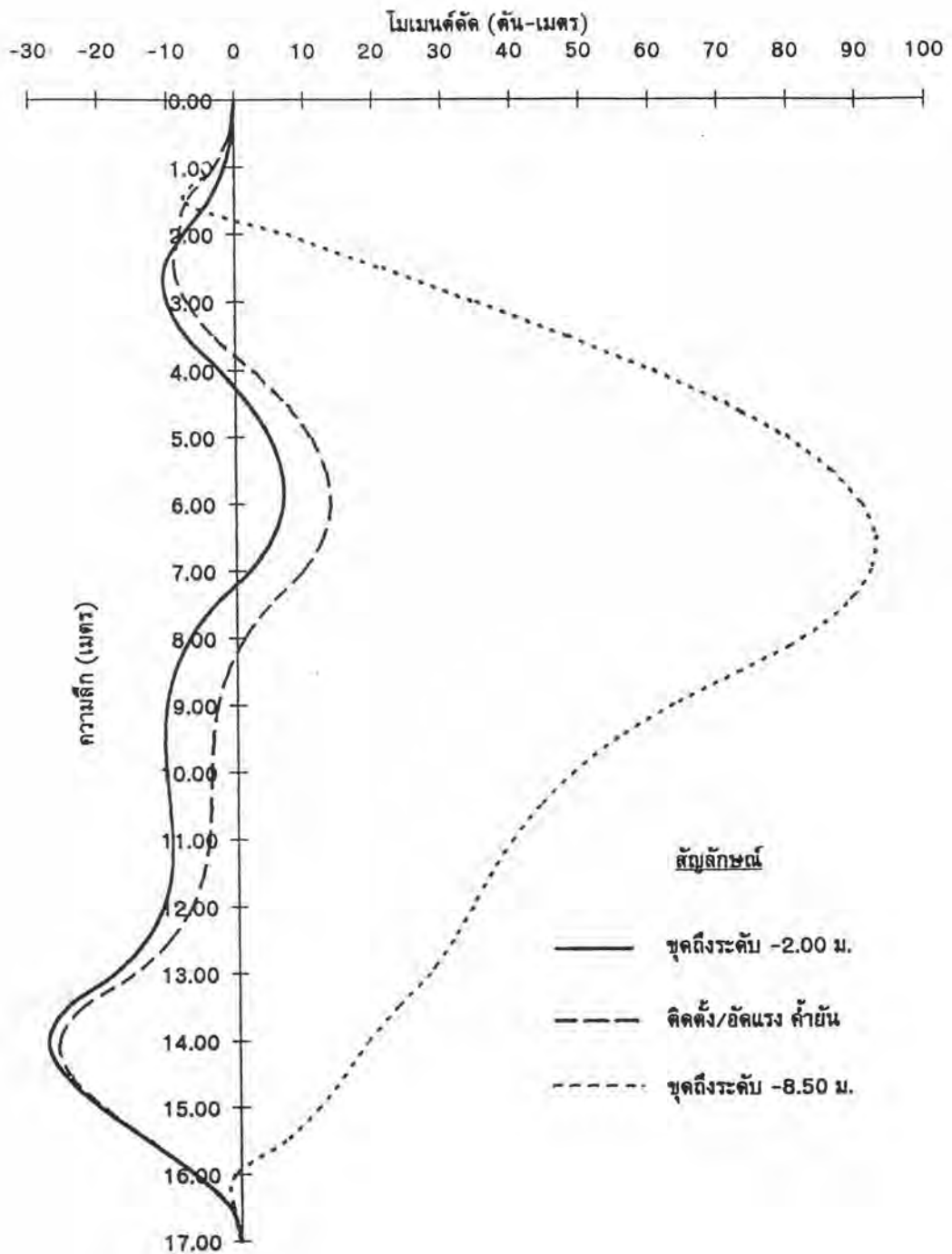
รูปที่ 4.23 แผนภาพแสดงค่าโมเมนต์คัตของกำแพงกันดินชนิดไคอะแฟรม จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองคานวางบนวัสดุอิลาสติก ขณะขั้นตอนการก่อสร้างต่างๆจากข้อมูลของ Inclinometer หมายเลข I-4 โครงการอาคารเพรสซิเดนซ์ทาวเวอร์

ตารางที่ 4.15 รายละเอียดค่า k_s จากการวิเคราะห์ห้กลับด้วยแบบจำลองคานวงบนนิวส์คูลาสติก จากข้อมูล Inclinator หมายเลข I-6 โครงการอาคารประตูน้ำคอมเพล็กซ์

ELEVATION (m)	Su (T/m ²)	SOIL LAYER	ค่า k_s ที่ใช้คำนวณด้วยแบบจำลอง ขณะชั้นคอนกรีตก่อสร้างต่างๆ(หน่วย ตัน/ลบ. น.)			
			จุดถึงระดับ -2.00	ติดตั้ง/ยึดแรง ค้ำยัน	จุดเพิ่มถึงระดับ -8.50	
			Exc Depth -2.00	Preload 10 T/m at -1.50	Exc Depth -2.00 Kbrace 2240 T/m	Exc Depth -8.50 Kbrace 2240 T/m
0.00	4.60	WEATHERED - CRUST (Su ≥ 2.5)		1150.00		
0.50	4.60			1150.00		
1.00	4.60			1150.00		
1.50	4.60			1150.00	Kbrace 2240 T/m	Kbrace 2240 T/m
2.00	4.60		1150.00	1150.00	1150.00	
2.50	4.60		1150.00	1150.00	1150.00	
3.00	4.50		1125.00	1125.00	1125.00	
3.50	4.40		1100.00	1100.00	1100.00	
4.00	2.06	SOFT CLAY (Su < 2.5)	350.20	350.20	350.20	
4.50	1.66		282.20	282.20	282.20	
5.00	1.55		263.50	263.50	263.50	
5.50	1.60		272.00	272.00	272.00	
6.00	1.64		278.80	278.80	278.80	
6.50	2.04		346.80	346.80	346.80	
7.00	2.44		414.80	414.80	414.80	
7.50	2.61		1827.00	1827.00	1827.00	
8.00	2.78	1946.00	1946.00	1946.00		
8.50	2.96	2072.00	2072.00	2072.00	843.60	
9.00	3.13	2191.00	2191.00	2191.00	892.05	
9.50	3.30	2310.00	2310.00	2310.00	940.50	
10.00	3.47	2429.00	2429.00	2429.00	988.95	
10.50	3.62	2534.00	2534.00	2534.00	1031.70	
11.00	3.77	2639.00	2639.00	2639.00	1074.45	
11.50	3.86	2702.00	2702.00	2702.00	1100.10	
12.00	3.96	2772.00	2772.00	2772.00	1128.60	
12.50	4.05	2835.00	2835.00	2835.00	1154.25	
13.00	4.14	2898.00	2898.00	2898.00	1179.90	
13.50	6.16	12320.00	12320.00	12320.00	2094.40	
14.00	8.18	16360.00	16360.00	16360.00	2781.20	
14.50	8.65	17300.00	17300.00	17300.00	2941.00	
15.00	9.12	18240.00	18240.00	18240.00	3100.80	
15.50	9.59	19180.00	19180.00	19180.00	3260.60	
16.00	10.06	21126.00	21126.00	21126.00	15090.00	
16.50	10.53	22113.00	22113.00	22113.00	15795.00	
17.00	11.00	23100.00	23100.00	23100.00	16500.00	



รูปที่ 4.24 ผลเปรียบเทียบระหว่าง ผลคำนวณการเคลื่อนตัวของกำแพงชนิดไคอะแฟรม ด้วยแบบจำลอง กับผลวัดในสนามขณะขั้นตอนการก่อสร้างต่างๆ จากข้อมูลของ Inclinator หมายเลข I-1 โครงการอาคารประตุน้ำคอมเพล็กซ์



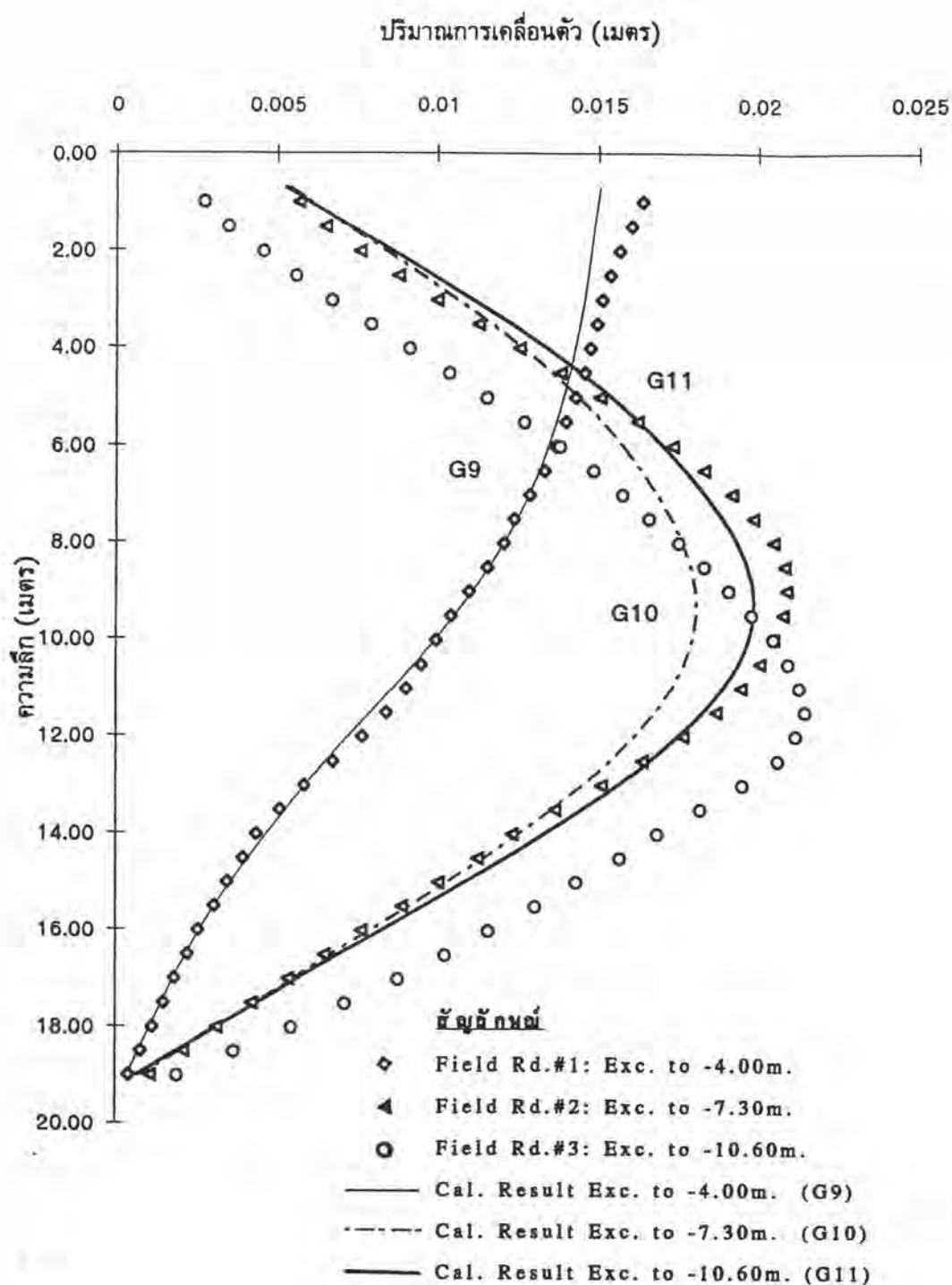
รูปที่ 4.25 แผนภาพแสดงค่าโมเมนต์คดของกำแพงกันดินชนิดไคอะแฟรม จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองคานวางบนวัสดุพลาสติก ขณะขั้นตอนการก่อสร้างต่างๆจากข้อมูลของ Inclinator หมายเลข 1-6 โครงการอาคารประตุน้ำคอมเพล็กซ์

ตารางที่ 4.16 รายละเอียดค่า k_s จากการวิเคราะห์หักลับด้วยแบบจำลองคานวางบนวัสดุelasติก จากข้อมูล Inclinomater หมายเลข I-3 โครงการอาคารบรรณภัทเงินทุน อุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

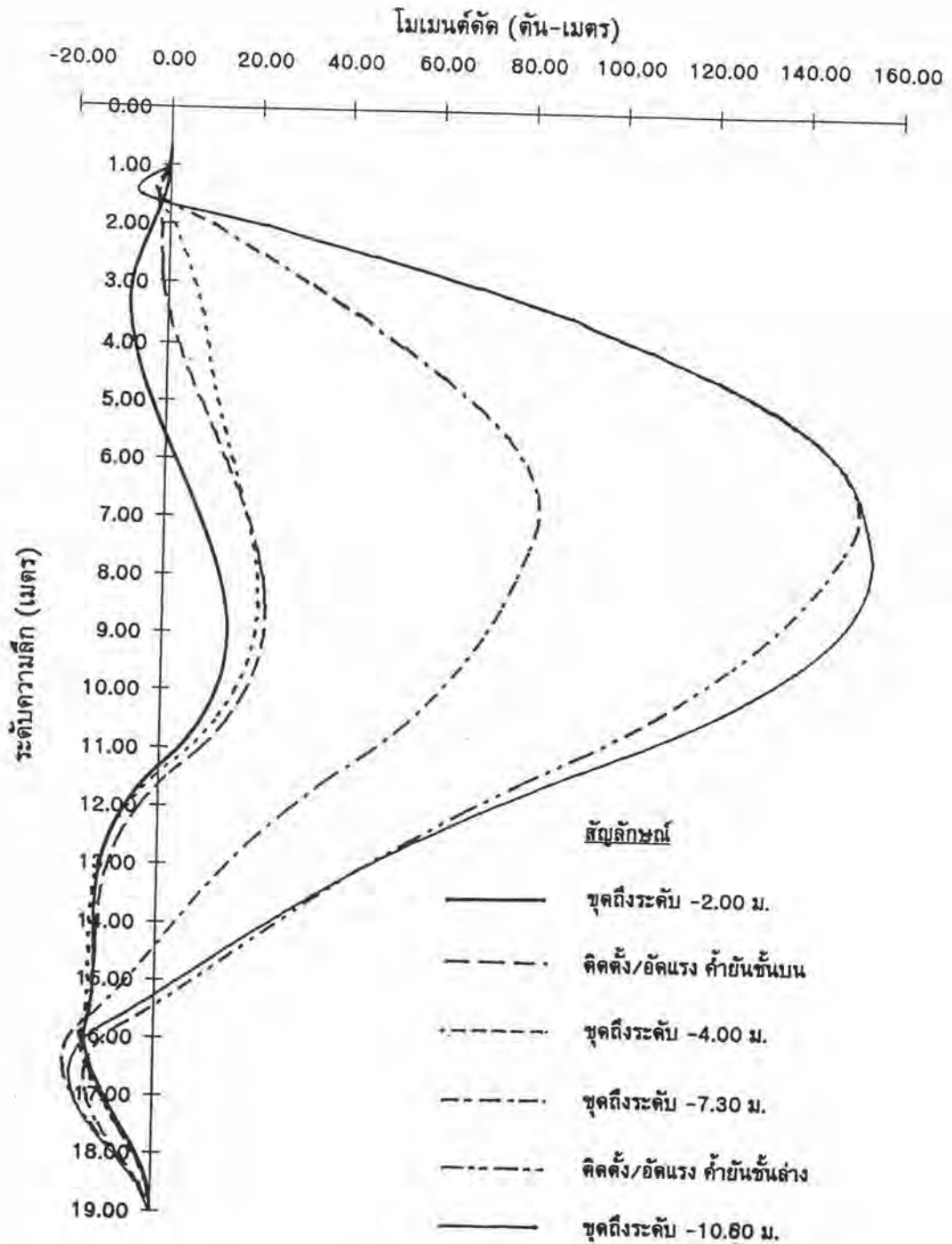
ELEVATION (m)	Su (T/m ²)	SOIL LAYER	ค่า k_s ที่ใช้คำนวณด้วยแบบจำลอง ขณะขั้นตอนก่อสร้างต่างๆ(หน่วย คัน/ลบ. ม.)			
			จุดถึงระดับ -2.00	ติดตั้ง/ยึดแรง ค่าชั้นบน	จุดเพิ่มถึงระดับ -4.00	
			Exc Depth -2.00	Preload (top) 10 T/m at -1.50	Exc Depth -2.00 Kbrace(top) 5477 T/m	Exc Depth -4.00 Kbrace(top) 5477 T/m
0.70	3.60	WEATHERED - CRUST (Su ≥ 2.5)		756.00		
1.00	3.60			756.00		
1.50	3.23			678.30	Kbrace 5477 T/m	Kbrace 5477 T/m
2.00	2.87		602.70	602.70	602.70	
2.50	2.60		546.00	546.00	546.00	
3.00	2.05	SOFT CLAY (Su < 2.5)	840.50	840.50	840.50	
3.50	1.83		750.30	750.30	750.30	
4.00	1.60		656.00	656.00	656.00	656.00
4.50	1.65		676.50	676.50	676.50	676.50
5.00	1.70		697.00	697.00	697.00	697.00
5.50	1.75		717.50	717.50	717.50	717.50
6.00	1.80		738.00	738.00	738.00	738.00
6.50	1.84		754.40	754.40	754.40	754.40
6.80						
7.00	1.88		770.80	770.80	770.80	770.80
7.50	1.92		787.20	787.20	787.20	787.20
8.00	1.96		803.60	803.60	803.60	803.60
8.50	2.00		820.00	820.00	820.00	820.00
9.00	2.04		836.40	836.40	836.40	836.40
9.50	2.14		877.40	877.40	877.40	877.40
10.00	2.25	922.50	922.50	922.50	922.50	
10.50	2.36	967.60	967.60	967.60	967.60	
11.00	2.47	1012.70	1012.70	1012.70	1012.70	
11.50	2.74	MEDIUM - CLAY (2.5 ≤ Su < 5.0)	3014.00	3014.00	3014.00	3014.00
12.00	3.01		3311.00	3311.00	3311.00	3311.00
12.50	3.28		3608.00	3608.00	3608.00	3608.00
13.00	3.55		3905.00	3905.00	3905.00	3905.00
13.50	3.84		4224.00	4224.00	4224.00	4224.00
14.00	4.13		4543.00	4543.00	4543.00	4543.00
14.50	4.42		4862.00	4862.00	4862.00	4862.00
15.00	4.70		5170.00	5170.00	5170.00	5170.00
15.50	4.94	5434.00	5434.00	5434.00	5434.00	
16.00	5.17	STIFF CLAY (5.0 ≤ Su < 10)	11374.00	11374.00	11374.00	11374.00
16.50	5.41		11902.00	11902.00	11902.00	11902.00
17.00	5.64		12408.00	12408.00	12408.00	12408.00
17.50	6.95		15290.00	15290.00	15290.00	15290.00
18.00	8.26		18172.00	18172.00	18172.00	18172.00
18.50	12.36	VERY STIFF - CLAY (Su ≥ 10)	27192.00	27192.00	27192.00	27192.00
19.00	12.63		27786.00	27786.00	27786.00	27786.00

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)รายละเอียดค่า k_u จากการวิเคราะห์ห้กลับด้วยแบบจำลองคานวางบนวัสดุเลาสติก
จากข้อมูล Inclinomater หมายเลข I-3 โครงการอาคารบรรษัทเงินทุน
อุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

ELEVATION (m)	Su (T/m ²)	SOIL LAYER	ค่า k_u ที่ใช้คำนวณด้วยแบบจำลอง ขณะขั้นตอนก่อสร้างต่างๆ(หน่วย ดัน/ลบ. ม.)				
			จุดเพิ่มถึงระดับ -7.30		ติดตั้ง/ชักแรง ถ้ำชั้นถ่าง	จุดเพิ่มถึงระดับ -10.50	
			Exc Depth -4.00 Kbrace(top) 5477 T/m	Exc Depth -7.30 Kbrace(top) 5477 T/m	Preload(bot) 40 T/m at -6.80	Exc Depth -7.30 Kbrace(top) 5477 T/m Kbrace(bot) 6888 T/m	Exc Depth -10.60 Kbrace(top) 5477 T/m Kbrace(bot) 6888 T/m
0.70	3.60	WEATHERED - CRUST (Su ≥ 2.5)			241.20		
1.00	3.60				241.20		
1.50	3.23		Kbrace 5477 T/m	Kbrace 5477 T/m	216.41	Kbrace 5477 T/m	Kbrace 5477 T/m
2.00	2.87				192.29		
2.50	2.60				174.20		
3.00	2.05	SOFT CLAY (Su < 2.5)			369.00		
3.50	1.83				329.40		
4.00	1.60		656.00		288.00		
4.50	1.65		676.50		297.00		
5.00	1.70		697.00		306.00		
5.50	1.75		717.50		315.00		
6.00	1.80		738.00		324.00		
6.50	1.84		754.40		331.20		
6.80						Kbrace 6888 T/m	Kbrace 6888 T/m
7.00	1.88		770.80		338.40		
7.50	1.92		787.20	345.60	345.60	345.60	
8.00	1.96		803.60	352.80	352.80	352.80	
8.50	2.00		820.00	360.00	360.00	360.00	
9.00	2.04		836.40	367.20	367.20	367.20	
9.50	2.14		877.40	385.20	385.20	385.20	
10.00	2.25	922.50	405.00	405.00	405.00		
10.50	2.36	967.60	424.80	424.80	424.80	424.80	
11.00	2.47	1012.70	444.60	444.60	444.60	444.60	
11.50	2.74	MEDIUM - CLAY (2.5 ≤ Su < 5.0)	3014.00	959.00	959.00	959.00	959.00
12.00	3.01		3311.00	1053.50	1053.50	1053.50	1053.50
12.50	3.28		3608.00	1148.00	1148.00	1148.00	1148.00
13.00	3.55		3905.00	1242.50	1242.50	1242.50	1242.50
13.50	3.84		4224.00	1344.00	1344.00	1344.00	1344.00
14.00	4.13		4543.00	1445.50	1445.50	1445.50	1445.50
14.50	4.42		4862.00	1547.00	1547.00	1547.00	1547.00
15.00	4.70		5170.00	1645.00	1645.00	1645.00	1645.00
15.50	4.94	5434.00	1729.00	1729.00	1729.00	1729.00	
16.00	5.17	STIFF CLAY (5.0 ≤ Su < 10)	11374.00	4653.00	4653.00	4653.00	4653.00
16.50	5.41		11902.00	4869.00	4869.00	4869.00	4869.00
17.00	5.64		12408.00	5076.00	5076.00	5076.00	5076.00
17.50	6.95		15290.00	6255.00	6255.00	6255.00	6255.00
18.00	8.26		18172.00	7434.00	7434.00	7434.00	7434.00
18.50	12.36		VERY STIFF - CLAY (Su ≥ 10)	27192.00	11124.00	11124.00	11124.00
19.00	12.63	27786.00		11367.00	11367.00	11367.00	11367.00



รูปที่ 4.26 ผลเปรียบเทียบระหว่าง ผลคำนวณการเคลื่อนตัวของกำแพงชนิดไคอะแพรม ด้วยแบบจำลอง กับผลวัดในสนามขณะขั้นตอนการก่อสร้างต่างๆ จากข้อมูลของ Inclinator หมายเลข 1-3 โครงการอาคารบริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย



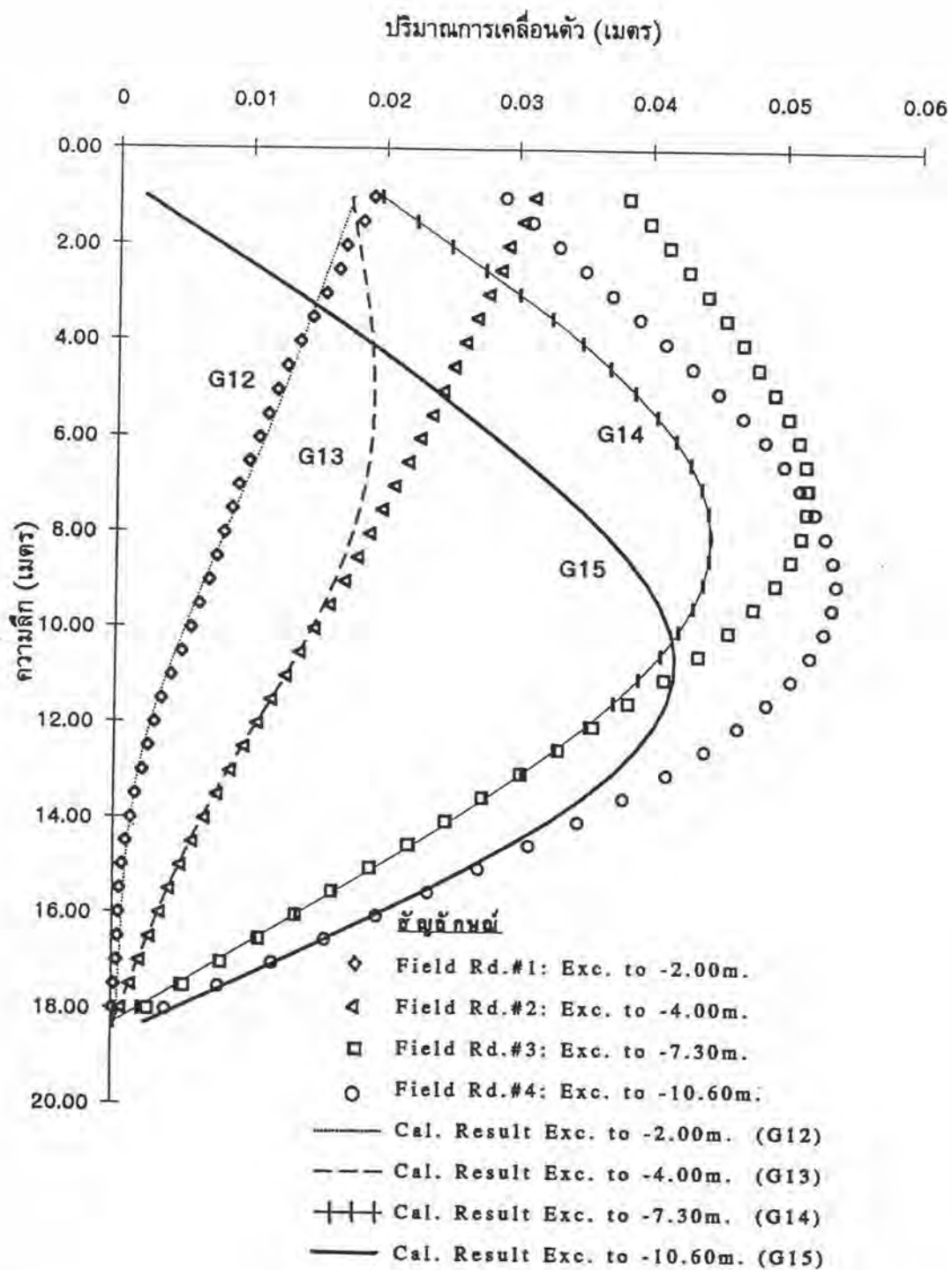
รูปที่ 4.27 แผนภาพแสดงค่าโมเมนต์ดัดของกำแพงกันดินชนิดไคอะแฟรม จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองคานวางบนวัสดุอิลาสติก ขณะขั้นตอนการก่อสร้างต่างๆจากข้อมูลของ Inclinometer หมายเลข I-3 โครงการอาคารบริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

ตารางที่ 4.17 รายละเอียดค่า k_s จากการวิเคราะห์หักด้วยแบบจำลองคานวางบนวัสดุยืดหยุ่น
จากข้อมูล Inclinomater หมายเลข I-5 โครงการอาคารบรรษัทเงินทุน
อุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

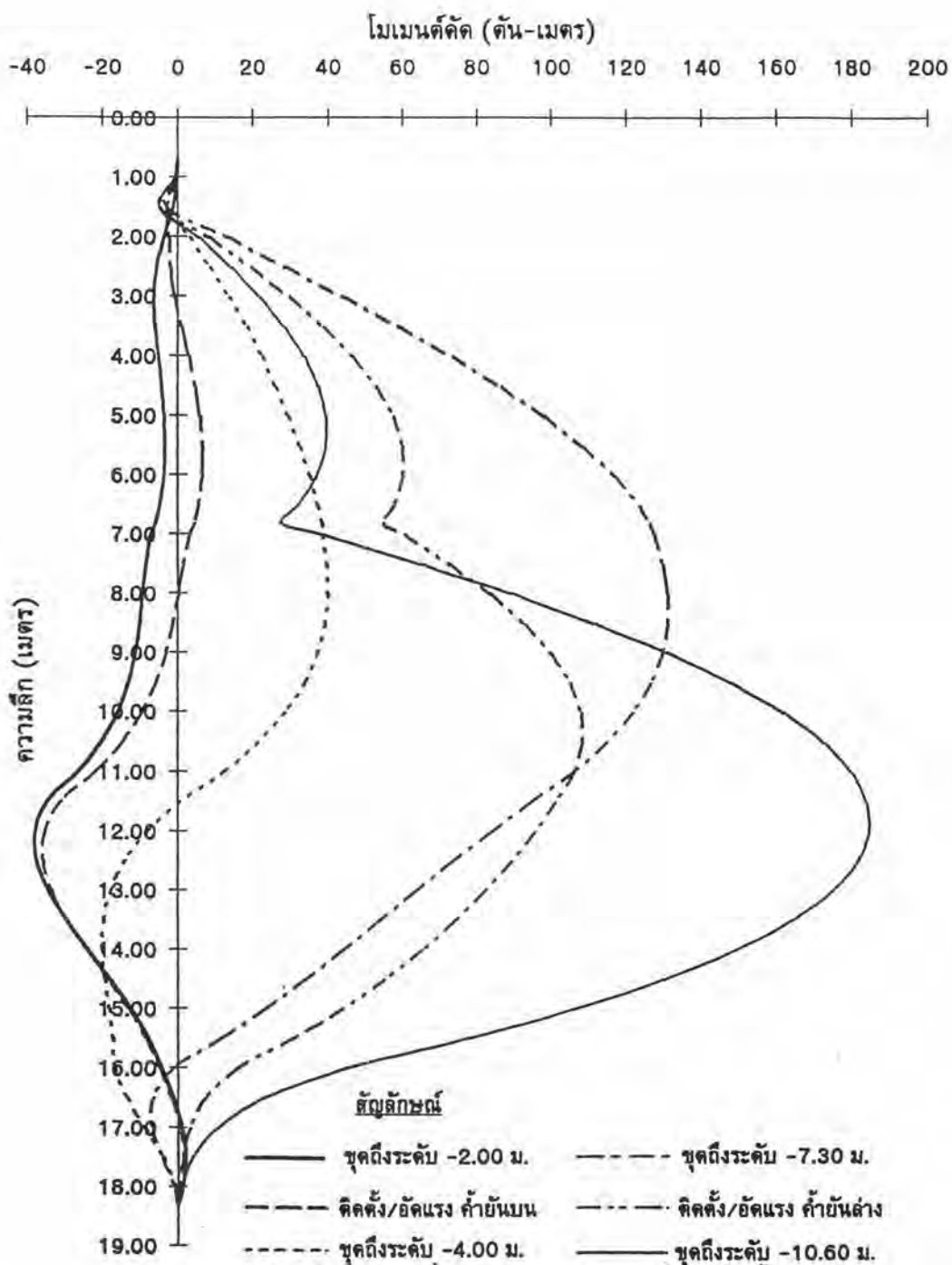
ELEVATION (m)	Su (T/m ²)	SOIL LAYER	ค่า k_s ที่ใช้คำนวณด้วยแบบจำลอง ขณะขั้นตอนก่อสร้างต่างๆ(หน่วย ตัน/ลบ. ม.)			
			หาคู่ถึงระดับ -2.00	ติดตั้ง/ยึดแรง ค่าชั้นบน	หาคู่เพิ่มถึงระดับ -4.00	
			Exc Depth -2.00	Preload (top) 10 T/m at -1.50	Exc Depth -2.00 Kbrace(top) 4344 T/m	Exc Depth -4.00 Kbrace(top) 4344 T/m
0.70	3.60	WEATHERED - CRUST (Su ≥ 2.5)		900		
1.00	3.60			900		
1.50	3.23			807.5	Kbrace 4344 T/m	Kbrace 4344 T/m
2.00	2.87		717.5	717.5	717.5	
2.50	2.60		650	650	650	
3.00	2.05	SOFT CLAY (Su < 2.5)	615	615	615	
3.50	1.83		549	549	549	
4.00	1.60		480	480	480	320
4.50	1.65		495	495	495	330
5.00	1.70		510	510	510	340
5.50	1.75		525	525	525	350
6.00	1.80		540	540	540	360
6.50	1.84		552	552	552	368
6.80						
7.00	1.88		1410	1410	1410	376
7.50	1.92		1440	1440	1440	384
8.00	1.96		1470	1470	1470	392
8.50	2.00		1500	1500	1500	400
9.00	2.04		1530	1530	1530	408
9.50	2.14		1605	1605	1605	428
10.00	2.25	1687.5	1687.5	1687.5	450	
10.50	2.36	1770	1770	1770	472	
11.00	2.47	1852.5	1852.5	1852.5	494	
11.50	2.74	MEDIUM - CLAY (2.5 ≤ Su < 5.0)	10960	10960	10960	2466
12.00	3.01		12040	12040	12040	2709
12.50	3.28		13120	13120	13120	2952
13.00	3.55		14200	14200	14200	3195
13.50	3.84		15360	15360	15360	3456
14.00	4.13		16520	16520	16520	3717
14.50	4.42		17680	17680	17680	3978
15.00	4.70		18800	18800	18800	4230
15.50	4.94		19760	19760	19760	8892
16.00	5.17		25850	25850	25850	9306
16.50	5.41	STIFF CLAY (5.0 ≤ Su < 10)	27050	27050	27050	9738
17.00	5.64		28200	28200	28200	10152
17.50	6.95		34750	34750	34750	12510
18.00	8.26		41300	41300	41300	14868
18.30	12.36		61800	61800	61800	22248
		VERY STIFF - CLAY (Su ≥ 10)				

ตารางที่ 4.17 (ต่อ) รายละเอียดค่า k_s จากการวิเคราะห์หักกลับด้วยแบบจำลองคานวางบนวัสดุอิลาสติก จากข้อมูล Inclinomater หมายเลข I-5 โครงการอาคารบริษัทเงินทุน อุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

ELEVATION (m)	Su (T/m ²)	SOIL LAYER	ค่า k_s ที่ใช้คำนวณด้วยแบบจำลอง ขณะขั้นตอนก่อสร้างต่างๆ(หน่วย คั้น/ลบ. ม.)				
			จุดพื้นถึงระดับ -7.30		ติดตั้ง/หักแรง กำอันล่าง	จุดพื้นถึงระดับ -10.60	
			Exc Depth -4.00 Kbrace(top) 4344 T/m	Exc Depth -7.30 Kbrace(top) 4344 T/m	Preload(bot) 40 T/m at -6.80	Exc Depth -7.30 Kbrace(top) 4344 T/m Kbrace(bot) 5463 T/m	Exc Depth -10.60 Kbrace(top) 4344 T/m Kbrace(bot) 5463 T/m
0.70	3.60	WEATHERED - CRUST (Su ≥ 2.5)			360.00		
1.00	3.60				360.00		
1.50	3.23		Kbrace 4344 T/m	Kbrace 4344 T/m	323.00	Kbrace 4344 T/m	Kbrace 4344 T/m
2.00	2.87				287.00		
2.50	2.60				260.00		
3.00	2.05	SOFT CLAY (Su < 2.5)			137.35		
3.50	1.83				122.61		
4.00	1.60		320.00		107.20		
4.50	1.65		330.00		110.55		
5.00	1.70		340.00		113.90		
5.50	1.75		350.00		117.25		
6.00	1.80		360.00		120.60		
6.50	1.84		368.00		123.28		
6.80						Kbrace 5463 T/m	Kbrace 5463 T/m
7.00	1.88				376.00	125.96	
7.50	1.92				384.00	128.64	128.64
8.00	1.96				392.00	131.32	131.32
8.50	2.00				400.00	134.00	134.00
9.00	2.04				408.00	136.68	136.68
9.50	2.14				428.00	143.38	143.38
10.00	2.25			450.00	150.75	150.75	
10.50	2.36			472.00	158.12	158.12	
11.00	2.47			494.00	165.49	165.49	
11.50	2.74	MEDIUM - CLAY (2.5 ≤ Su < 5.0)	2466.00	520.60	520.60	520.60	0.00
12.00	3.01		2709.00	571.90	571.90	571.90	120.40
12.50	3.28		2952.00	623.20	623.20	623.20	131.20
13.00	3.55		3195.00	674.50	674.50	674.50	142.00
13.50	3.84		3456.00	729.60	729.60	729.60	153.60
14.00	4.13		3717.00	784.70	784.70	784.70	165.20
14.50	4.42		3978.00	839.80	839.80	839.80	176.80
15.00	4.70		4230.00	893.00	893.00	893.00	188.00
15.50	4.94	8892.00	938.60	938.60	938.60	197.60	
16.00	5.17	STIFF CLAY (5.0 ≤ Su < 10)	9306.00	3619.00	3619.00	3619.00	3360.50
16.50	5.41		9738.00	3787.00	3787.00	3787.00	3516.50
17.00	5.64		10152.00	3948.00	3948.00	3948.00	3666.00
17.50	6.95		12510.00	4865.00	4865.00	4865.00	4517.50
18.00	8.26		14868.00	5782.00	5782.00	5782.00	5369.00
18.30	12.36	VERY STIFF - CLAY (Su ≥ 10)	22248.00	8652.00	8652.00	8652.00	8034.00



รูปที่ 4.28 ผลเปรียบเทียบระหว่าง ผลคำนวณการเคลื่อนตัวของกำแพงชนิดไคอะแฟรม ด้วยแบบจำลอง กับผลวัดในสนามขณะขั้นตอนการก่อสร้างต่างๆ จากข้อมูลของ Inclinometer หมายเลข 1-5 โครงการอาคารบรรณัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย



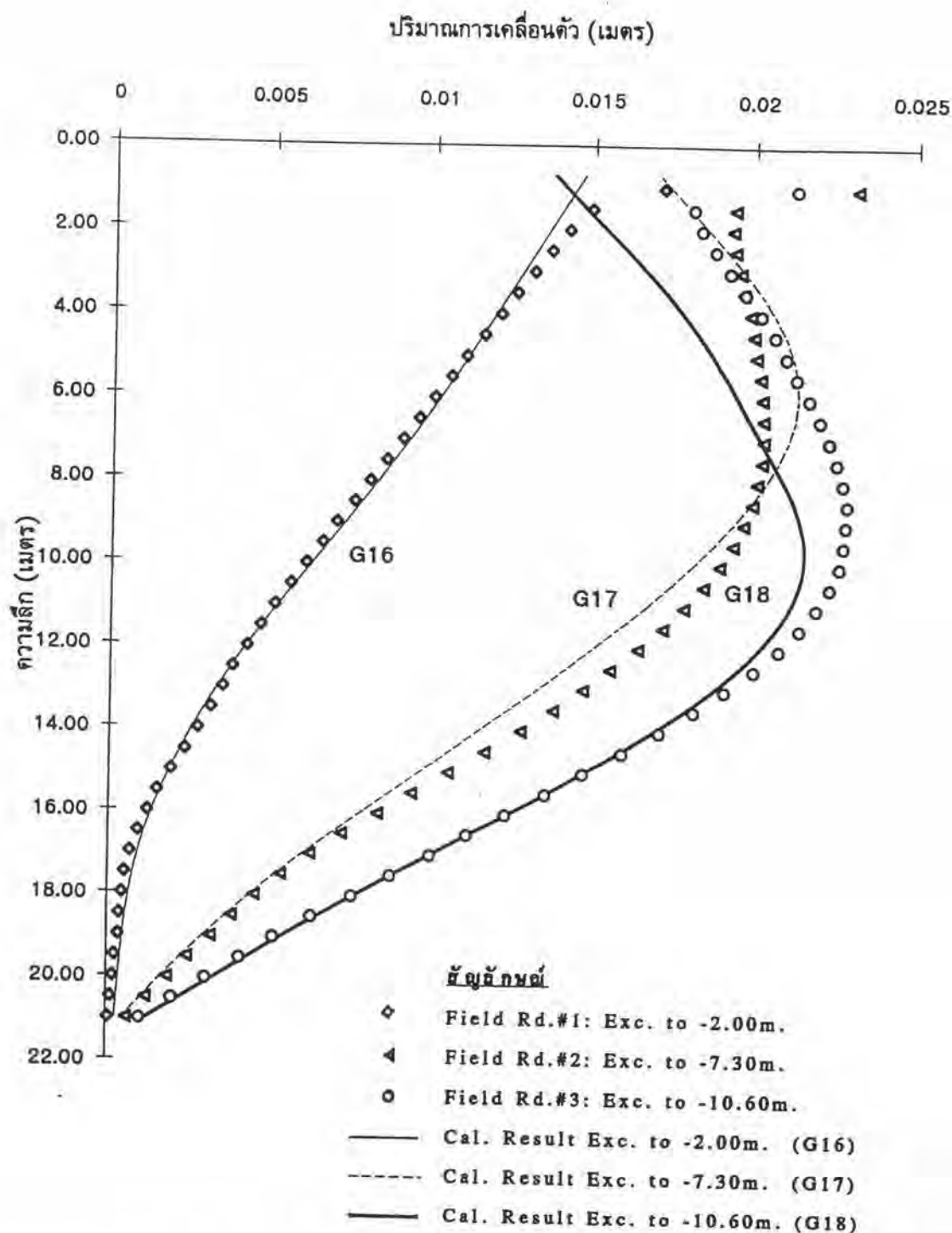
รูปที่ 4.29 แผนภาพแสดงค่าโมเมนต์คดของกันแท่งกันดินชนิดไคอะแฟรม จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองคานวางบนวัสดุอิลาสติก ขณะขั้นตอนการก่อสร้างต่างๆจากข้อมูลของ Inclinometer หมายเลข 1-5 โครงการอาคารบริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

ตารางที่ 4.18 รายละเอียดค่า k_s จากการวิเคราะห์กลับด้วยแบบจำลองความวางบนวัสดุพลาสติก จากข้อมูล Inclinomater หมายเลข I-6 โครงการอาคารบรรยัทเงินทุน อุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

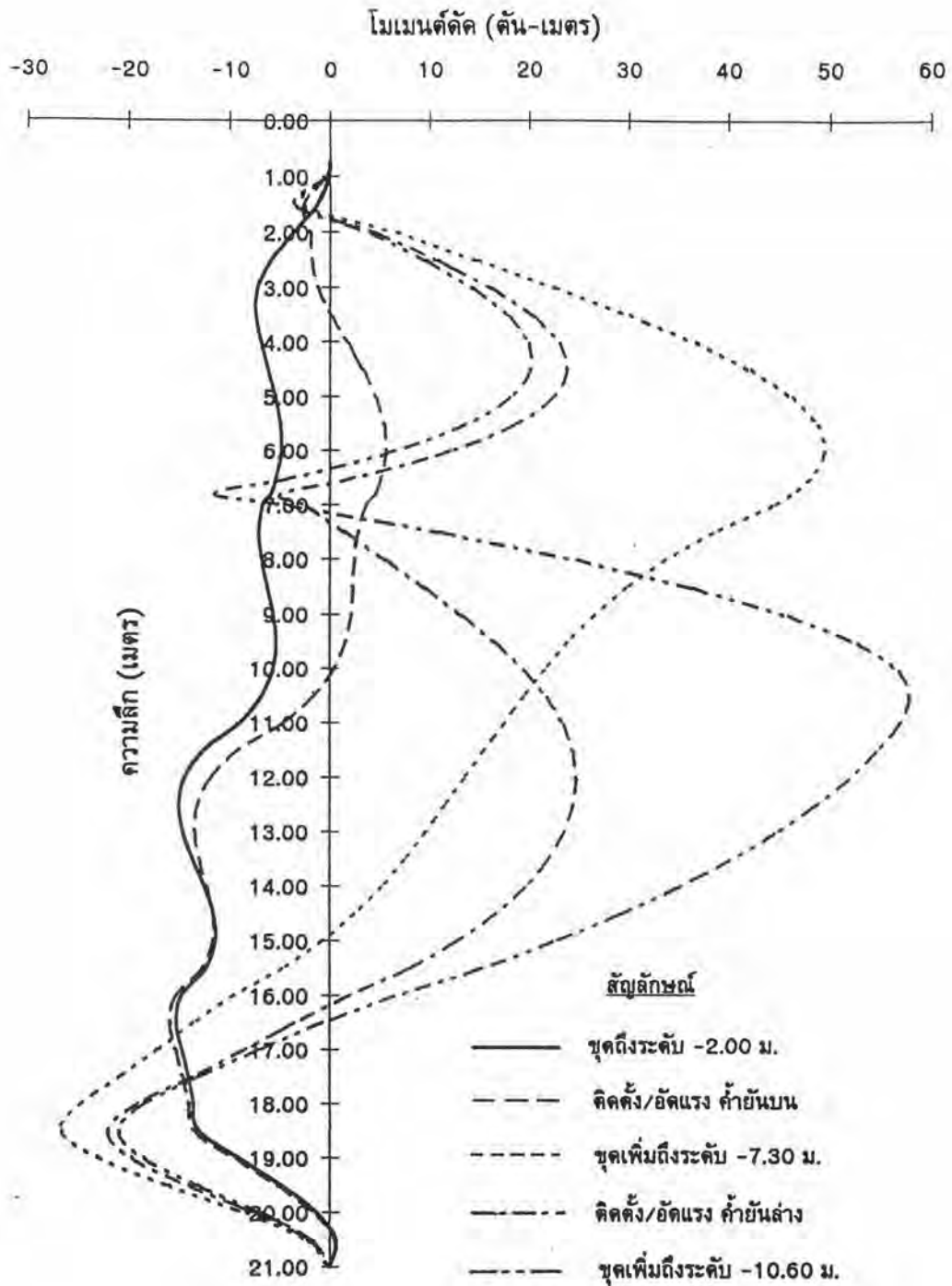
ELEVATION (m)	Su (T/m ²)	SOIL LAYER	ค่า k_s ที่ใช้คำนวณด้วยแบบจำลอง ขณะขั้นตอนก่อสร้างต่างๆ(หน่วย คัน/ทบ. ม.)			
			จุดถึงระดับ -2.00	ติดตั้ง/ชักแรง ค้ำยันบน	จุดเพิ่มถึงระดับ -7.30	
			Exc Depth -2.00	Preload (top) 10 T/m at -1.50	Exc Depth -2.00 Kbrace(top) 4290 T/m	Exc Depth -7.30 Kbrace(top) 4290 T/m
0.70	3.60	WEATHERED - CRUST (Su ≥ 2.5)		900.00		
1.00	3.60			900.00		
1.50	3.23			807.50	Kbrace 4290 T/m	Kbrace 4290 T/m
2.00	2.87		717.50	717.50	717.50	
2.30	2.60		650.00	650.00	650.00	
3.00	2.05	SOFT CLAY (Su < 2.5)	758.50	758.50	758.50	
3.50	1.83		677.10	677.10	677.10	
4.00	1.60		592.00	592.00	592.00	
4.50	1.65		610.50	610.50	610.50	
5.00	1.70		629.00	629.00	629.00	
5.50	1.75		647.50	647.50	647.50	
6.00	1.80		666.00	666.00	666.00	
6.50	1.84		680.80	680.80	680.80	
6.80						
7.00	1.88		1504.00	1504.00	1504.00	
7.50	1.92		1536.00	1536.00	1536.00	729.60
8.00	1.96		1568.00	1568.00	1568.00	744.80
8.50	2.00		1600.00	1600.00	1600.00	760.00
9.00	2.04		1632.00	1632.00	1632.00	775.20
9.50	2.14		1712.00	1712.00	1712.00	813.20
10.00	2.25		1800.00	1800.00	1800.00	855.00
10.50	2.36		1888.00	1888.00	1888.00	896.80
11.00	2.47		1976.00	1976.00	1976.00	938.60
11.50	2.74	4932.00	4932.00	4932.00	1096.00	
12.00	3.01	5418.00	5418.00	5418.00	1204.00	
12.50	3.28	5904.00	5904.00	5904.00	1312.00	
13.00	3.55	6390.00	6390.00	6390.00	1420.00	
13.50	3.84	6912.00	6912.00	6912.00	1536.00	
14.00	4.13	7434.00	7434.00	7434.00	1652.00	
14.50	4.42	7956.00	7956.00	7956.00	1768.00	
15.00	4.70	8460.00	8460.00	8460.00	1880.00	
15.50	4.94	8892.00	8892.00	8892.00	1976.00	
16.00	5.17	20680.00	20680.00	20680.00	3102.00	
16.50	5.41	21640.00	21640.00	21640.00	3246.00	
17.00	5.64	22560.00	22560.00	22560.00	3384.00	
17.50	6.95	27800.00	27800.00	27800.00	4170.00	
18.00	8.26	33040.00	33040.00	33040.00	4956.00	
18.50	12.36	61800.00	61800.00	61800.00	13596.00	
19.00	12.63	63150.00	63150.00	63150.00	13893.00	
19.50	12.91	64550.00	64550.00	64550.00	14201.00	
20.00	13.18	65900.00	65900.00	65900.00	14498.00	
20.50	13.16	65800.00	65800.00	65800.00	14476.00	
21.00	13.74	68700.00	68700.00	68700.00	15114.00	

ตารางที่ 4.18 (ต่อ) รายละเอียดค่า k_s จากการวิเคราะห์หักด้วยแบบจำลองคานวางบนวัสดุelasติก จากข้อมูล Inclinometer หมายเลข I-6 โครงการอาคารบรรณัทเงินทุน อุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

ELEVATION (m)	Su (T/m ²)	SOIL LAYER	ค่า k_s ที่ใช้คำนวณด้วยแบบจำลอง ขณะขั้นตอนก่อสร้างต่างๆ (หน่วย ตัน/ลบ.ม.)		
			ทิศทางยึดแรง ค้ำยันถ่วง	จุดเทิมถึงระดับ -10.60	
				Preload(bot) 40 T/m at -6.80	Exo Depth -7.30 Kbrace(top) 4290 T/m Kbrace(bot) 5396 T/m
0.70	3.60	WEATHERED - CRUST (Su ≥ 2.5)	900.00		
1.00	3.60		900.00		
1.50	3.23		807.50	Kbrace 4290 T/m	Kbrace 4290 T/m
2.00	2.87		717.50		
2.50	2.60		650.00		
3.00	2.05	SOFT CLAY (Su < 2.5)	779.00		
3.50	1.83		695.40		
4.00	1.60		608.00		
4.50	1.65		627.00		
5.00	1.70		646.00		
5.50	1.75		665.00		
6.00	1.80		684.00		
6.50	1.84		699.20		
6.80				Kbrace 5396 T/m	Kbrace 5396 T/m
7.00	1.88		714.40		
7.50	1.92		729.60	729.60	
8.00	1.96		744.80	744.80	
8.50	2.00		760.00	760.00	
9.00	2.04		775.20	775.20	
9.50	2.14		813.20	813.20	
10.00	2.25	855.00	855.00		
10.50	2.36	896.80	896.80	472.00	
11.00	2.47	938.60	938.60	494.00	
11.50	2.74	MEDIUM - CLAY (2.5 ≤ Su < 5.0)	1096.00	1096.00	685.00
12.00	3.01		1204.00	1204.00	752.50
12.50	3.28		1312.00	1312.00	820.00
13.00	3.55		1420.00	1420.00	887.50
13.50	3.84		1536.00	1536.00	960.00
14.00	4.13		1652.00	1652.00	1032.50
14.50	4.42		1768.00	1768.00	1105.00
15.00	4.70		1880.00	1880.00	1175.00
15.50	4.94	1976.00	1976.00	1235.00	
16.00	5.17	STIFF CLAY (5.0 ≤ Su < 10)	3102.00	3102.00	2068.00
16.50	5.41		3246.00	3246.00	2164.00
17.00	5.64		3384.00	3384.00	2256.00
17.50	6.95		4170.00	4170.00	2780.00
18.00	8.26		4956.00	4956.00	3304.00
18.50	12.36	VERY STIFF - CLAY (Su ≥ 10)	13596.00	13596.00	7416.00
19.00	12.63		13893.00	13893.00	7578.00
19.50	12.91		14201.00	14201.00	7746.00
20.00	13.18		14498.00	14498.00	7908.00
20.50	13.16		14476.00	14476.00	7896.00
21.00	13.74		15114.00	15114.00	8244.00



รูปที่ 4.30 ผลเปรียบเทียบระหว่าง ผลคำนวณการเคลื่อนตัวของกำแพงชนิดไคอะแฟรม ด้วยแบบจำลอง กับผลวัดในสนามขณะขั้นตอนการก่อสร้างต่างๆ จากข้อมูลของ Inclinator หมายเลข 1-6 โครงการอาคารบริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย



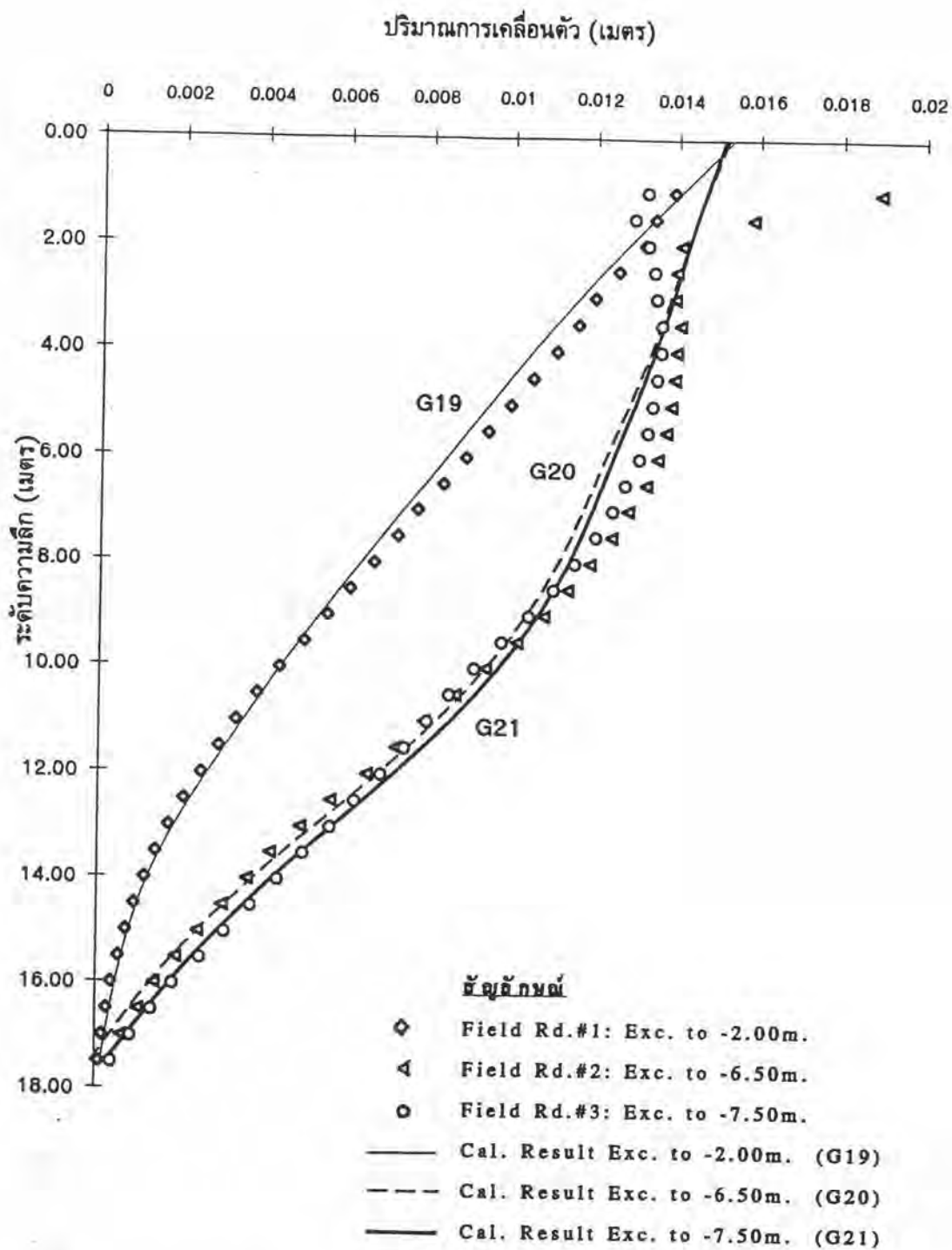
รูปที่ 4.31 แผนภาพแสดงค่าโมเมนต์ดัดของกำแพงกันดินชนิดไคอะแฟรม จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองคานวางบนวัสดุอิลาสติก ขณะขั้นตอนการก่อสร้างต่างๆจากข้อมูลของ Inclinator หมายเลข I-6 โครงการอาคารบริษัทเงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

ตารางที่ 4.19 รายละเอียดค่า k_s จากการวิเคราะห์ที่กลับด้วยแบบจำลองคานวางบนวัสดุอิลาสติก จากข้อมูล Inclinator หมายเลข I-1 โครงการรอยัลราชดำริ

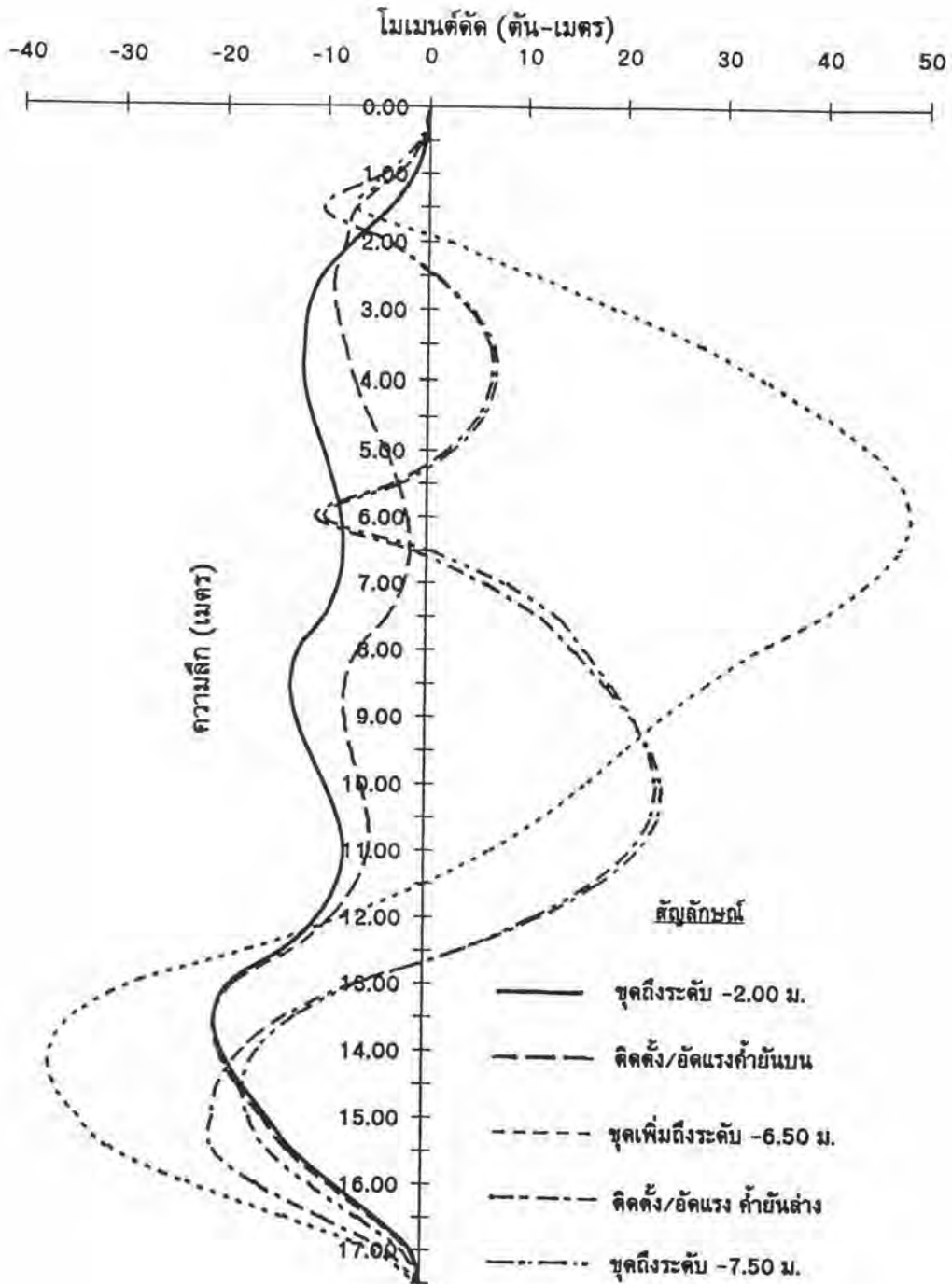
ELEVATION (m)	Su (T/m ²)	SOIL LAYER	ค่า k_s ที่ใช้คำนวณด้วยแบบจำลอง ขณะขั้นตอนก่อสร้างต่างๆ			
			จุดถึงระดับ -2.00		จุดเพิ่มถึงระดับ -6.50	
			Exc Depth -2.00	Preload (top) 10 T/m at -1.50	Exc Depth -2.00 Kbrace(top) 4075 T/m	Exc Depth -6.50 Kbrace(top) 4075 T/m
0.00	3.70	WEATHERED - CRUST (Su ≥ 2.5)		1110		
0.50	3.70			1110		
1.00	3.70			1110		
1.50	3.70			1110	Kbrace 4075 T/m	Kbrace 4075 T/m
2.00	3.70		1110	1110	1110	
2.50	3.28		984	984	984	
3.00	2.87		861	861	861	
3.50	2.45		735	735	735	
4.00	2.27	SOFT CLAY (Su < 2.5)	930.7	930.7	930.7	
4.50	2.08		852.8	852.8	852.8	
5.00	1.90		779	779	779	
5.50	2.06		844.6	844.6	844.6	
6.00	2.21		906.1	906.1	906.1	
6.50	2.37		971.7	971.7	971.7	308.1
7.00	2.44		1000.4	1000.4	1000.4	317.2
7.50	2.50		1025	1025	1025	325
8.00	2.57	MEDIUM - CLAY (2.5 ≤ Su < 5.0)	2827	2827	2827	1028
8.50	2.64		2904	2904	2904	1056
9.00	2.70		2970	2970	2970	1080
9.50	2.77		3047	3047	3047	1108
10.00	2.76		3036	3036	3036	1104
10.50	2.76		3036	3036	3036	1104
11.00	2.75		3025	3025	3025	1100
11.50	3.45		3795	3795	3795	1380
12.00	4.14		4554	4554	4554	1656
12.50	4.84		5324	5324	5324	1936
13.00	5.47	STIFF CLAY (5.0 ≤ Su < 10)	12034	12034	12034	6564
13.50	6.09		13398	13398	13398	7308
14.00	6.72		14784	14784	14784	8064
14.50	8.00		17600	17600	17600	9600
15.00	9.29		20438	20438	20438	11148
15.50	10.58		23276	23276	23276	21160
16.00	12.27		26994	26994	26994	24540
16.50	13.97	30734	30734	30734	27940	
17.00	15.66	VERY STIFF - CLAY (Su ≥ 10)	34452	34452	34452	31320
17.50	15.25		33550	33550	33550	30500

ตารางที่ 4.19 (ต่อ) รายละเอียดค่า k_s จากการวิเคราะห์หักกลับด้วยแบบจำลองคานวางบนวัสดุอิลาสติก จากข้อมูล Inclinomater หมายเลข I-1 โครงการรอยัลราชดำริ

ELEVATION (m)	Su (T/m ²)	SOIL LAYER	ค่า k_s ที่ใช้คำนวณด้วยแบบจำลอง ขณะ ขั้นตอนก่อสร้างต่างๆ(หน่วย ตัน/ลบ.ม.)		
			ติดตั้ง/อัดแรง ค้ำยันบน	จุดเพิ่มถึงระดับ -7.50	
				Preload (bot) 40 T/m at -6.00	Exc Depth -6.50 Kbrace(top) 4075 T/m Kbrace(bot) 4770 T/m
0.00	3.70	WEATHERED - CRUST (Su ≥ 2.5)	925		
0.50	3.70		925		
1.00	3.70		925		
1.50	3.70		925	Kbrace 4075 T/m	Kbrace 4075 T/m
2.00	3.70		925		
2.50	3.28		820		
3.00	2.87		717.5		
3.50	2.45		612.5		
4.00	2.27	SOFT CLAY (Su < 2.5)	295.1		
4.50	2.08		270.4		
5.00	1.90		247		
5.50	2.06		267.8		
6.00	2.21		287.3	Kbrace 4770 T/m	Kbrace 4770 T/m
6.50	2.37		308.1	308.1	
7.00	2.44		317.2	317.2	
7.50	2.50		325	325	325
8.00	2.57	MEDIUM - CLAY (2.5 ≤ Su < 5.0)	1028	1028	1028
8.50	2.64		1056	1056	1056
9.00	2.70		1080	1080	1080
9.50	2.77		1108	1108	1108
10.00	2.76		1104	1104	1104
10.50	2.76		1104	1104	1104
11.00	2.75		1100	1100	1100
11.50	3.45		1380	1380	1380
12.00	4.14	1656	1656	1656	
12.50	4.84	1936	1936	1936	
13.00	5.47	STIFF CLAY (5.0 ≤ Su < 10)	6564	6564	6017
13.50	6.09		7308	7308	6699
14.00	6.72		8064	8064	7392
14.50	8.00		9600	9600	8800
15.00	9.29		11148	11148	10219
15.50	10.58	VERY STIFF - CLAY (Su ≥ 10)	21160	21160	13754
16.00	12.27		24540	24540	15951
16.50	13.97		27940	27940	18161
17.00	15.66		31320	31320	20358
17.50	15.25		30500	30500	19825



รูปที่ 4.32 ผลเปรียบเทียบระหว่าง ผลคำนวณการเคลื่อนตัวของกำแพงชนิดไคอะแฟรม ด้วยแบบจำลอง กับผลวัดในสนามขณะขั้นตอนการก่อสร้างต่างๆ จากข้อมูลของ Inclinometer หมายเลข I-1 โครงการรอยัลราชมารี



รูปที่ 4.33 แผนภาพแสดงค่าโมเมนต์คดของกำแพงกันดินชนิดไคอะแฟรม จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองคานวางบนวัสดุอิลาสติก ขณะขั้นตอนการก่อสร้างต่างๆจากข้อมูลของ Inclinometer หมายเลข I-1 โครงการอาคารรอยัลราชดำริ

4.6.2 ผลการวิเคราะห์ประเมินค่า Modulus of Subgrade Reaction

ตารางที่ 4.12 ถึง 4.19 แสดงรายละเอียดค่า k_s ที่มาจากการวิเคราะห์ห้กลับด้วยแบบจำลองกานวางบนวัสดุอิลาสติก ของข้อมูล Inclinometer หมายเลข CEN I-1, CEN I-4, PSD I-4, PTN I-6, IFCT I-3, IFCT I-5, IFCT I-6 และ RR I-1 ตามลำดับ โดยอ้างอิงลำดับขั้นตอนการคำนวณตามรูปแบบมาตรฐานดังแสดงในรูปที่ 4.17 แต่เนื่องจากรายละเอียดวิเคราะห์ค่า k_s ที่แสดงในตารางดังกล่าว มีจำนวนมากจึงนำมาสรุปจำแนกตามค่า Consistency ของชั้นดินที่กระทำการศึกษาคือ Weathered Crust, Soft Clay, Medium Clay, Stiff Clay, Very Stiff Clay ดังแสดงในตารางที่ 4.20, 4.21, 4.22, 4.23 และ 4.24 ตามลำดับ ข้อมูลที่ปรากฏในตารางประกอบด้วย

S_u av ค่าเฉลี่ยกำลังรับแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำของชั้นดินที่ใช้วิเคราะห์ในแบบจำลอง

H ระดับความลึกของการขุด

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$ ค่าตัวประกอบการคูณของ S_u เพื่อใช้คำนวณค่า Modulus of Subgrade Reaction ของชั้นดิน Weathered Crust, Soft Clay, Medium Clay, Stiff Clay, Very Stiff Clay ตามลำดับ

k_s (min/max) ค่า Modulus of Subgrade Reaction ค่าสุด/สูงสุด

เมื่อพิจารณาผลค่า k_s (min/max) เหล่านี้โดยจำแนกตามข้อมูลหมายเลขเครื่องมือ Inclinometer พบว่าค่า Modulus of Subgrade Reaction ของชั้นดินทุกชนิด แสดงแนวโน้มที่ลดลงขณะระดับความลึกของการขุดเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับพฤติกรรมตามธรรมชาติ ที่ค่าโมดูลัสของดินขณะทดสอบลดลงเมื่อระดับหน่วยแรงในมวลดินเพิ่มขึ้น

4.6.3 สหสัมพันธ์ระหว่างค่า Modulus of Subgrade Reaction กับค่ากำลังรับแรงเฉือนชนิดไม่ระบายน้ำ(S_u) ของดินเหนียว

ค่า Modulus of Subgrade Reaction มีค่าเปลี่ยนแปลงตามระดับค่าความดันที่เกิดในดิน ดังนั้นโดยทั่วไปจึงนำเสนอค่าควบคู่กับระดับค่าหน่วยแรงที่เกิดในดิน อาทิค่าตัวประกอบ

ตารางที่ 4.20 ผลวิเคราะห์ประเมินค่า Modulus of Subgrade Reaction
ของชั้นดิน Weathered Crust

Inclinometer No.	Exc. Depth , H (m)	Su_{av} (T/m ²)	C_{θ}	ks (min/max) (T/m ³)
CEN I-1	4.00	-	-	-
	6.00	-	-	-
CEN I-4	4.00	-	-	-
	8.50	-	-	-
PSD I-4	3.00	2.53	250	632 / 765
PTN I-6	2.00	4.53	250	1100 / 1150
	8.50	-	-	-
IFCT I-3	4.00	-	-	-
	7.30	-	-	-
	10.60	-	-	-
IFCT I-5	2.00	2.67	250	650 / 717.5
	4.00	-	-	-
	7.30	-	-	-
	10.60	-	-	-
IFCT I-6	2.00	2.67	250	650 / 717.5
	7.30	-	-	-
	10.60	-	-	-
RR I-1	2.00	3.33	300	735 / 1110
	6.50	-	-	-
	7.50	-	-	-

ตารางที่ 4.21 ผลวิเคราะห์ประเมินค่า Modulus of Subgrade Reaction
ของชั้นดิน Soft Clay

Inclinometer No.	Exc. Depth , H (m)	Su av (T/m ²)	O2	ks (min/max) (T/m ³)
CEN I-1	4.00	2.04	190	385.70 / 481.20
	6.00	2.03	67	142.71 / 166.16
CEN I-4	4.00	2.04	300	609 / 744
	8.50	2.35	85	191.25 / 210.80
PSD I-4	3.00	1.86	150	240 / 354
PTN I-6	2.00	1.85	170	263.50 / 414.80
	8.50	-	-	-
IFCT I-3	4.00	1.79	410	656 / 1012.70
	7.30	1.89	180	345.60 / 444.60
	10.60	2.47	180	424.80 / 444.60
IFCT I-5	2.00	1.81	300	480 / 1852.50
	4.00	1.79	200	320 / 494
	7.30	1.89	67	128.64 / 165.49
	10.60	2.47	40	94.40 / 98.80
IFCT I-6	2.00	1.78 / 2.11	370 / 800	592 / 1976
	7.30	2.14	380	729.60 / 938.60
	10.60	2.14	200	472 / 479
RR I-1	2.00	2.25	435	779 / 1025
	6.50	1.89	130	308.10 / 325
	7.50	2.00	130	325

ตารางที่ 4.22 ผลวิเคราะห์ประเมินค่า Modulus of Subgrade Reaction
ของชั้นดิน Medium Clay

Inclinometer No.	Exc. Depth , H (m)	Su av (T/m ²)	CG	ks (min/max) (T/m ³)
CEN I-1	4.00	3.25	650	1690 / 3055
	6.00	3.25	350	910 / 1645
CEN I-4	4.00	3.25	700	1820 / 3290
	8.50	3.25	360	936 / 1692
PSD I-4	3.00	3.56	340	911.20 / 1608.20
PTN I-6	2.00	3.47	700	1827 / 2898
	8.50	3.63	285	843.60 / 1179.90
IFCT I-3	4.00	3.85	1100	3014 / 5434
	7.30	3.85	350	959 / 1729
	10.60	3.85	350	959 / 1729
IFCT I-5	2.00	3.85	4000	10960 / 19760
	4.00	3.85	900	2466 / 8892
	7.30	3.85	190	520.60 / 938.60
	10.60	3.85	40	109.60 / 197.60
IFCT I-6	2.00	3.85	1800	4932 / 8892
	7.30	3.85	400	1096 / 1976
	10.60	3.85	250	685 / 1235
RR I-1	2.00	3.14	1200	2827 / 5324
	6.50	3.14	400	1028 / 1936
	7.50	3.14	400	1028 / 1936

ตารางที่ 4.23 ผลวิเคราะห์ประเมินค่า Modulus of Subgrade Reaction
ของชั้นดิน Stiff Clay

Inclinometer No.	Exc. Depth , H (m)	Su av (T/m ²)	Q4	ks (min/max) (T/m ³)
CEN I-1	4.00	7.71	800	4456 / 8136
	6.00	7.71	580	3230.60 / 5898.60
CEN I-4	4.00	7.71	700	3899 / 7119
	8.50	7.71	360	2005.20 / 3661.20
PSD I-4	3.00	6.96	800	4272 / 6000
PTN I-6	2.00	8.34	2000	12320 / 19180
	8.50	8.34	340	2094.40 / 3260.60
IFCT I-3	4.00	6.29	2200	11374 / 18172
	7.30	6.29	900	4653 / 7434
	10.60	6.29	900	4653 / 7434
IFCT I-5	2.00	6.29	5000	25850 / 41300
	4.00	6.29	1800	9306 / 14868
	7.30	6.29	700	3619 / 5782
	10.60	6.29	650	3360.50 / 5369
IFCT I-6	2.00	6.29	4000	20680 / 33040
	7.30	6.29	600	3102 / 4956
	10.60	6.29	400	2068 / 3304
RR I-1	2.00	7.11	3400	12034 / 20438
	6.50	7.11	1200	6564 / 11148
	7.50	7.11	1100	6017 / 10219

ตารางที่ 2.24 ผลวิเคราะห์ประเมินค่า Modulus of Subgrade Reaction
ของชั้นดิน Very Stiff Clay

Inclinometer No.	Exc. Depth . H (m)	Su av (T/m ²)	Q5	ks (min/max) (T/m ³)
CEN I-1	4.00	14.56	1800	23400 / 27900
	6.00	14.56	1800	23400 / 27900
CEN I-4	4.00	14.56	2100	27300 / 32550
	8.50	14.56	1400	18200 / 21700
PSD I-4	3.00	12.38	800	9600 / 10800
PTN I-6	2.00	10.64	2100	21126 / 23100
	8.50	10.64	1500	15090 / 16500
IFCT I-3	4.00	12.50	2200	27192 / 27786
	7.30	12.50	900	11124 / 11367
	10.60	12.50	900	11124 / 11367
IFCT I-5	2.00	12.36	5000	61800
	4.00	12.36	1800	22248
	7.30	12.36	700	8652
	10.60	12.36	650	8034
IFCT I-6	2.00	13.00	5000	61800 / 68700
	7.30	13.00	1100	13596 / 15114
	10.60	13.00	600	7416 / 8244
RR I-1	2.00	13.55	4800	23276 / 33550
	6.50	13.55	2000	21160 / 30500
	7.50	13.55	1300	13754 / 19825

ความปลอดภัยของค่าวิสัยรับแรงธาร(Bearing Capacity)ของดิน แต่เนื่องจากงานวิจัยนี้ไม่ได้นำค่า Modulus of Subgrade Reaction มาจากการทดสอบ Plate load test โดยตรง จึงนำเสนอแทนที่ในรูปแบบความสัมพันธ์กับ ระดับความลึกของการขุด(H) ด้วยสมการ $k_s = \alpha(H) \times S_u$ ซึ่งสามารถอธิบายจากพฤติกรรมของระดับค่าหน่วยแรงที่เกิดเพิ่มขึ้นในดินเมื่อระดับความลึกของการขุดเพิ่มขึ้น

งานวิจัยนี้ เลือกวเคราะห์ข้อมูลของกำแพงกันดินชนิดไคอะแฟรมที่อยู่ในชั้นดินเหนียวกรุงเทพฯ โดยมีปลาย่างกำแพงฝังในดินเหนียวแข็งชั้นที่หนึ่งทั้งหมด รวมทั้งดำเนินวิธีก่อสร้างแบบเดียวกัน จึงสามารถอนุมานว่ามีข้อมูลปัจจัยแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อค่า Modulus of Subgrade Reaction ใกล้เคียงกัน เป็นเหตุผลสนับสนุนให้นำผลวิเคราะห์จากชุดข้อมูลหมายเลขเครื่องมือ Inclinator ต่างๆมาพิจารณารวมกัน ซึ่งพิจารณาความสัมพันธ์จำแนกตามชนิดชั้นดินด้วย Exponential Regression ได้ผลลัพธ์ดังนี้

ชั้นดินเปลือก (Weathered crust: $S_u \geq 2.5 \text{ T/m}^2$)

$$k_s = 250 S_u \quad \dots\dots\dots(4.12)$$

เมื่อ $2.0 < H < 3.0$ เมตร

ชั้นดินเหนียวอ่อน (Soft clay: $S_u < 2.5 \text{ T/m}^2$)

$$k_s = 380.85 \exp(-0.1334H) S_u \quad \dots\dots\dots(4.13)$$

เมื่อ $2.0 < H < 10.6$ เมตร , $r^2 = 0.344$

ชั้นดินเหนียวแข็งปานกลาง(Medium clay: $2.5 \leq S_u < 5 \text{ T/m}^2$)

$$k_s = 1925.3 (\exp-0.2359H) S_u \quad \dots\dots\dots(4.14)$$

เมื่อ $2.0 < H < 10.6$ เมตร , $r^2 = 0.672$

ชั้นดินเหนียวแข็ง (Stiff clay: $5 \leq S_u < 10 \text{ T/m}^2$)

$$k_s = 3715.5 \exp(-0.2101H) S_u \quad \dots\dots\dots(4.15)$$

เมื่อ $2.0 < H < 10.6$ เมตร , $r^2 = 0.621$

ชั้นดินเหนียวแข็งมาก (Very stiff clay: $S_u \geq 10 \text{ T/m}^2$)

$$k_s = 5024.9 \exp(-0.1845H) S_u \dots\dots\dots(4.16)$$

เมื่อ $2.0 < H < 10.6$ เมตร, $r^2 = 0.778$

โดยพจน์ k_s , S_u , H และฟังก์ชัน $\alpha(H)$ มีหน่วยที่กำกับในสมการข้างต้นเป็น T/m^3 , T/m^2 , m และ m^{-1} ตามลำดับ

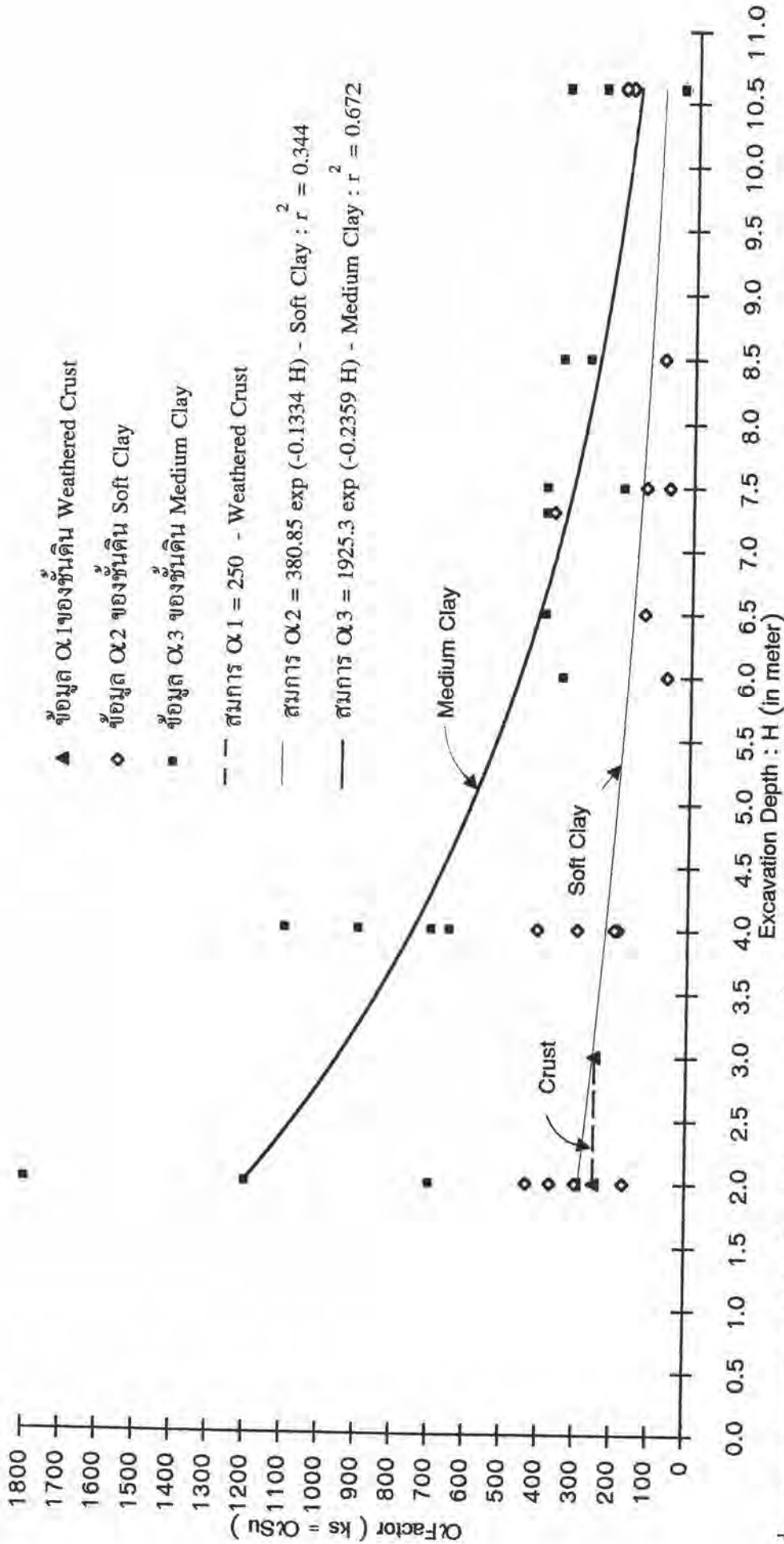
แผนภาพแสดงสหสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวประกอบการคูณของ S_u เพื่อใช้คำนวณค่า Modulus of Subgrade Reaction (α) กับ ระดับความลึกของการขุด จำแนกตามชนิดของชั้นดินต่างๆ ที่กระทำการศึกษาอยู่ในรูปที่ 4.34 และ 4.35

4.6.4 เปรียบเทียบค่า Modulus of Subgrade Reaction กับข้อมูลอ้างอิง

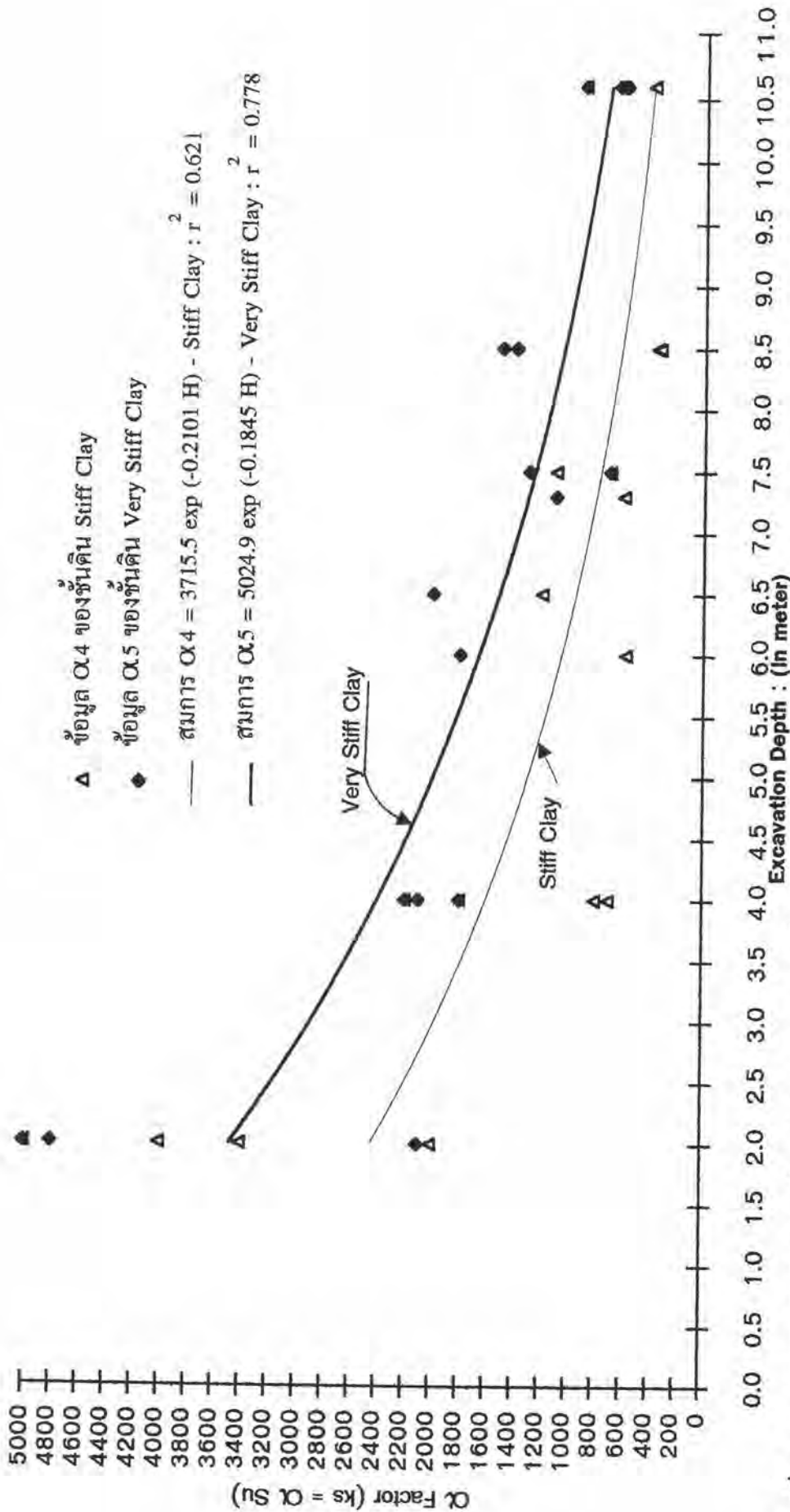
ตารางที่ 4.25, 4.26, 4.27, 4.28 และ 4.29 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าผลลัพธ์ k_s จากการวิเคราะห์หักกลับ กับข้อมูลอ้างอิงที่ใช้ในการเปรียบเทียบ นำเสนอจำแนกตามชนิดชั้นดินต่างๆ ข้อมูลอ้างอิงเหล่านี้เป็นค่าอิลาสติคพารามิเตอร์ของดินมีที่มาจากหลายแหล่งเช่น ผลงานวิจัยเรื่อง Soil-structure interaction ที่ทดสอบในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล, ค่าทดสอบตัวอย่างดินในห้องปฏิบัติการ, ค่าเสนอแนะจาก Code of practice ข้อมูลเหล่านี้เกือบทั้งหมดนำเสนอในรูปแบบของค่าโมดูลัสแบบไม่ระบายน้ำของดิน (E_u) ขณะที่อิลาสติคพารามิเตอร์ของชั้นดินกรุงเทพฯ ที่ถูกนำเสนอในรูปแบบของค่า k_s ยังไม่ปรากฏว่าได้ทำการศึกษาอย่างจริงจัง

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 4.5.2 สมการที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า E_u และ k_s สำหรับการวิเคราะห์ปัญหา Soil-structure interaction ของโครงสร้างกำแพงหรือเสาเข็มที่ถูกแรงกระทำด้านข้างโดยแบบจำลองคานวางบนสารอิลาสติค เมื่อพิจารณาปัญหาในสภาวะ Plain strain ที่กำหนดความกว้างของ strip หนึ่งหน่วย จะได้ผลจากสมการว่า $E_u = k_s$

สิ่งจำเป็นที่ต้องระลึกอยู่เสมอคือ ที่มาของค่า E_u มาจากพื้นฐานผลการทดสอบวิจัยที่มีรายละเอียดของระบบ structure, boundary condition และรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรง



รูปที่ 4.34 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวคูณของ S_u เพื่อใช้คำนวณค่า Modulus of Subgrade Reaction (α) กับระดับความลึกของการขุด (H) ของชั้นดินเปลือก (Weathered Crust), ชั้นดินเหนียวอ่อน (Soft Clay) และชั้นดินเหนียวแข็งปานกลาง (Medium Clay) สำหรับประเมินการเคลื่อนตัวของกำแพงกันดินชนิดโคอะเฟรมที่มีระดับปลายของกำแพงอยู่ในชั้นดินเหนียวแข็งชั้นที่ 1 ของชั้นดินกรุงเทพฯ



รูปที่ 4.35 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวคูณของ S_u เพื่อใช้คำนวณค่า Modulus of Subgrade Reaction (α) กับระดับความลึกของการขุด (H) ของชั้นดินเหนียวแข็ง (Stiff Clay) และชั้นดินเหนียวแข็งมาก (Very Stiff Clay) สำหรับประเมินการเคลื่อนตัวของกำแพงกันดินชนิดไดอะแฟรมที่มีระดับปลายล่างของกำแพงอยู่ในชั้นดินเหนียวแข็งชั้นที่ 1 ของชั้นดินกรุงเทพฯ

ตารางที่ 4.25 สรุปข้อมูลและผลลัพธ์จากการวิเคราะห์หาค่า Modulus of Subgrade Reaction (k_s) ของชั้นดินเปลือก (Weathered Crust) ด้วยแบบจำลองความวางบนสารอิลาสติก ผสมกับข้อมูลอ้างอิงเพื่อใช้เปรียบเทียบ

**ข้อมูลและผลลัพธ์จากการวิเคราะห์หาค่า
ด้วยแบบจำลองความวางบนสารอิลาสติก**

ข้อมูลอ้างอิงเพื่อใช้เปรียบเทียบ

weathered Crust

ผลลัพธ์ค่า ค้ำสุด/สูงสุด ของ k_s จากการวิเคราะห์หาค่า

$$k_s = 632 / 1150 \text{ T/m}^3$$

Parnploy (1985) : $B_u = 253 \text{ Su}$

* การทดสอบ CKoU-TC ตัวอย่างดินชั้น Weathered Clay ของถนนสาย
บางนา-บางปะกง กม. 2+899

ผลลัพธ์ค่า ค้ำสุด/สูงสุด ของ α_1 จากการวิเคราะห์หาค่า

$$\alpha_1 = 250 / 300$$

สมการของ α_5 จากการวิเคราะห์หาค่า ซึ่งมีระดับลึกของการขุด 2-3
เมตร

$$\alpha_1 = 250$$

ตารางที่ 4.26 สรุปข้อมูลและผลลัพท์จากการวิเคราะห์ค่า Modulus of Subgrade Reaction (k_s) ของชั้นดินเหนียวอ่อน (Soft Clay) ด้วยแบบจำลองความวางบนสารอิลาสติก ผนวกกข้อมูลอ้างอิงเพื่อใช้เปรียบเทียบ

ข้อมูลและผลลัพท์จากการวิเคราะห์ค่า
ด้วยแบบจำลองความวางบนสารอิลาสติก

Soft Clay

ผลลัพท์ค่า ค่าสุด/สูงสุด ของ k_s จากการวิเคราะห์ค่า
 $k_s = 128 / 1074 \text{ T/m}^3$

สมการสหสัมพันธ์แบบ Exponential ระหว่างค่า α_2 และระดับลึกของการซุด (H in meter , α_2 in meter)
 $\alpha_2 = 380.85 \exp(-0.1334H)$

ผลลัพท์ค่า ค่าสุด/สูงสุด ของ α_2 จากการวิเคราะห์ค่า, ค่า α_2 ได้ลี่ย
 จากสมการสหสัมพันธ์จะมีระดับลึกของการซุด 2-4 เมตร
 $\alpha_2 = 150 / 435 , \alpha_{2av} = 256 ; \text{หน่วย } \text{m}^{-1}$

ผลลัพท์ค่า ค่าสุด/สูงสุด ของ α_2 จากการวิเคราะห์ค่า, ค่า α_2 ได้ลี่ย
 จากสมการสหสัมพันธ์จะมีระดับลึกของการซุด 4-10.6 เมตร
 $\alpha_2 = 40 / 380 , \alpha_{2av} = 150 ; \text{หน่วย } \text{m}^{-1}$

ข้อมูลอ้างอิงเพื่อใช้เปรียบเทียบ

Balasubramaniam & Brenner (1981)

$E_u = 70-250 \text{ Su(FV)}$

$E_u = 42-162 \text{ Su} , \text{ Su} = 0.65 \text{ Su(FV)}$

Cox (1973) $E_u = 500 \text{ Su}$

* ที่มาจากการทดสอบการหลุดตัวของดินโคลนเหนียวรี-ปากท่อ

* S_u ก็ได้จากค่าปกติของชั้นดินอ่อนที่สุด

Kampasamonda (1984) : $E_u = 125 \text{ Su}$

* ที่มาจากการทดสอบการหลุดตัวของดินนทางรถไฟ จ. ฉะเชิงเทรา

Parmploy (1985) : $E_u = 131 \text{ Su}$

* จากการทดสอบ CKoU-TC ตัวอย่างดินของถนนสายบางนา-บางปะกง

DM7-1 (1982) $E_u = 125-300 \text{ Su}$

* นำค่ามาจาการณีที่คุณสมบัติของดิน $OCR < 3 , 30\% < PI < 50\%$ และ

$PI > 50\%$

* คุณสมบัติดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ PI 40-63% (Tonyagate, 1978)

ตารางที่ 4.27 สรุปข้อมูลและผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ค่า Modulus of Subgrade Reaction (k_s) ของชั้นดินเหนียวแข็งปานกลาง (Medium Clay) ด้วยแบบจำลองความหนาแน่นสารอิลาสติก ผนวกข้อมูลอ้างอิงเพื่อเปรียบเทียบ

ข้อมูลและผลลัพธ์จากการวิเคราะห์กัมมันต์ด้วยแบบจำลองความหนาแน่นสารอิลาสติก

ข้อมูลอ้างอิงเพื่อใช้เปรียบเทียบ

Medium Clay

ผลลัพธ์ค่า ค่าจุด/จุดสูงสุด ของ k_s จากการวิเคราะห์กัมมันต์

$$k_s = 520 / 19760 \text{ T/m}^3$$

สมการสหสัมพันธ์แบบ Exponential ระหว่างค่า α_3 และระดับลึกของการขุด (H in meter, α_3 in meter⁻¹)

$$\alpha_3 = 1925.3 \exp(-0.2359H)$$

ผลลัพธ์ค่า ค่าจุด/จุดสูงสุด ของ α_3 จากการวิเคราะห์กัมมันต์, ค่า α_3 เฉลี่ยจากการสมการสหสัมพันธ์ขณะมีระดับลึกของการขุด 2-4 เมตร

$$\alpha_3 = 340 / 1800, \alpha_{3av} = 962 : \text{หน่วย } \text{m}^{-1}$$

ผลลัพธ์ค่า ค่าจุด/จุดสูงสุด ของ α_3 จากการวิเคราะห์กัมมันต์, ค่า α_3 เฉลี่ยจากการสมการสหสัมพันธ์ขณะมีระดับลึกของการขุด 4-10.6 เมตร

$$\alpha_3 = 40 / 400, \alpha_{3av} = 388 : \text{หน่วย } \text{m}^{-1}$$

DM7-1 (1982)

$$E_u = 300-600 \text{ Su}$$

* นำค่ามาจาการกรณีที่ คุณสมบัติของดิน $OCR < 3$, $30\% < PI < 50\%$ และ $PI < 30\%$

* คุณสมบัติดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ PI 40-63% (Tonvagate, 1978)

ตารางที่ 4.28 สรุปข้อมูลและผลลัพท์จากการวิเคราะห์ที่กลับค่า Modulus of Subgrade Reaction (ks) ของชั้นดินเหนียวแข็ง (Stiff Clay)) ด้วยแบบจำลองความวางบนสารอีลาสติก ผสมวงข้อมูลข้างอิงเพื่อใช้เปรียบเทียบ

**ข้อมูลและผลลัพท์จากการวิเคราะห์ที่กลับ
ด้วยแบบจำลองความวางบนสารอีลาสติก**

Stiff Clay

ผลลัพท์ค่า ค่าสุด/สูงสุด ของ ks จากการวิเคราะห์ที่กลับ

$$ks = 2005 / 41300 \text{ T/m}^3$$

สมการสหสัมพันธ์แบบ Exponential ระหว่างค่า α_4 และระดับลึกของ

การพูด (H in meter, α_4 in meter⁻¹)

$$\alpha_4 = 3715.5 \exp(-0.2101H)$$

ผลลัพท์ค่า ค่าสุด/สูงสุด ของ α_4 จากการวิเคราะห์ที่กลับ, ค่า α_4 เดลิช จากสมการสหสัมพันธ์จะมีระดับลึกของการพูด 2-4 เมตร

$$\alpha_4 = 700 / 5000 , \alpha_{4av} = 2000 : \text{หน่วย } m^{-1}$$

ผลลัพท์ค่า ค่าสุด/สูงสุด ของ α_4 จากการวิเคราะห์ที่กลับ, ค่า α_4 เดลิช จากสมการสหสัมพันธ์จะมีระดับลึกของการพูด 4-10.6 เมตร

$$\alpha_4 = 340 / 1200 , \alpha_{4av} = 884 : \text{หน่วย } m^{-1}$$

ข้อมูลอ้างอิงเพื่อใช้เปรียบเทียบ

Duncan และ Buchlghani(1976)

$$Eu = 600-1480 \text{ Su}$$

* คุณสมบัติดินเหนียวแข็งถึงแข็งมาก จากผลทดสอบ ค่าประเมิน OCR 1.45-2.56

DM7-1 (1982)

$$Eu = 300-600 \text{ Su}$$

* นำค่ามาจากการตีที่คุณสมบัติของดิน OCR<3 , 30%<PI<50% และ PI<30%

* คุณสมบัติดินเหนียวแข็งถึงแข็งมาก จากผลทดสอบ PI 33-38% ค่าประเมิน OCR 1.45-2.56

ผลทดสอบ CAUKo-TC ตัวอย่างดินเหนียวแข็งชั้นแรก บริเวณหนองเห่า ของ

Kristanto (1986) Eu = 100 Su (ที่ F.S.=1)

Eu = 500 Su (ที่ F.S.=2)

ตารางที่ 4.29 สรุปข้อมูลและผลลัพท์จากการวิเคราะห์ค่า Modulus of Subgrade Reaction (ks) ของชั้นดินเหนียว แข็งมาก (Very Stiff Clay) ด้วยแบบจำลองความวางบนสาร:ริติสติก ผงกซอลอ้างอิงเพื่อใช้เปรียบเทียบ

ข้อมูลและผลลัพท์จากการวิเคราะห์กัณ
ด้วยแบบจำลองความวางบนสารริติสติก

Very Stiff Clay

ผลลัพท์ค่า ค่าสุด/สูงสุด ของ ks จากการวิเคราะห์กัณ
 $ks = .7416 / 68700 \text{ T/m}^3$

สมการสหสัมพันธ์แบบ Exponential ระหว่างค่า $\alpha_{5.5}$ และระดับลึกของการ
การซุด (H in meter , $\alpha_{5.5}$ in meter)
 $\alpha_{5.5} = 5024.9 \exp(-0.1845H)$

ผลลัพท์ค่า ค่าสุด/สูงสุด ของ $\alpha_{5.5}$ จากการวิเคราะห์กัณ, ค่า $\alpha_{5.5}$ เฉลี่ย
จากการสหสัมพันธ์จะมีระดับลึกของการซุด 2-4 เมตร
 $\alpha_{5.5} = 800 / 5000 , \alpha_{5.5av} = 2913 \text{ : หน่วย } m^{-1}$

ผลลัพท์ค่า ค่าสุด/สูงสุด ของ $\alpha_{5.5}$ จากการวิเคราะห์กัณ, ค่า $\alpha_{5.5}$ เฉลี่ย
จากการสหสัมพันธ์จะมีระดับลึกของการซุด 4-10.6 เมตร
 $\alpha_{5.5} = 600 / 2000 , \alpha_{5.5av} = 1411 \text{ : หน่วย } m^{-1}$

ข้อมูลอ้างอิงเพื่อใช้เปรียบเทียบ

Duncan และ Buchighani(1976)

$E_u = 600-1480 \text{ Su}$

* คุณสมบัติดินเหนียวแข็งถึงแข็งมาก จากผลทดสอบ ค่าประเมิน OCR 1.45-2.56

DM7-1 (1982) $E_u = 300-600 \text{ Su}$

* นำค่ามาจากการตีที่คุณสมบัติของดิน OCR<3 , 30%<PI<50% และ PI<30%

* คุณสมบัติดินเหนียวแข็งถึงแข็งมาก จากผลทดสอบ PI 33-38% ค่าประเมิน OCR 1.45-2.56

ผลทดสอบ CAUKO-TC ตัวอย่างดินเหนียวแข็งชั้นแรก บริเวณหนองเหิน
ของ

Kristanto (1986) $E_u = 100 \text{ Su}$ (ที่ F.S.=1)
 $E_u = 500 \text{ Su}$ (ที่ F.S.=2)

กับความเครียดในมวลดินที่แตกต่างกัน ข้อมูลเหล่านี้จึงนำมาใช้เป็นแนวทางเพื่อเปรียบเทียบค่าตัวประกอบการคูณของ S_u เท่านั้น รายละเอียดของผลการเปรียบเทียบมีดังนี้

ชั้นดินเหนียวอ่อน ค่าผลลัพท์ k_s จากการวิเคราะห์หักกลับขณะขั้นตอนการขุดที่ช่วงระดับความลึก 2-4 เมตรมีค่าอยู่ในช่วง 150-435 S_u โดยมีค่าเฉลี่ยจากสมการสหสัมพันธ์เท่ากับ 256 S_u และเมื่อขณะขั้นตอนการขุดที่ช่วงระดับความลึก 4-10.6 เมตรมีค่าอยู่ในช่วง 40-380 S_u โดยมีค่าเฉลี่ยจากสมการสหสัมพันธ์เท่ากับ 150 S_u ดังแสดงในรูปที่ 4.34 เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลอ้างอิงจากตารางที่ 4.26 ซึ่งเสนอค่า E_u ในช่วง 45-500 S_u แสดงให้เห็นว่ามีค่าตัวประกอบการคูณของ S_u ในช่วงค่าใกล้เคียงกัน เฉพาะอย่างยิ่งขณะขั้นตอนการขุดที่ช่วงระดับความลึก 4-10.60 เมตรมีค่าใกล้เคียงกับช่วงของข้อมูลอ้างอิงของ Balasubramaniam และ Brenner (1981) ที่เสนอค่าต่ำคือ $E_u = 45-162 S_u$

ชั้นดินเหนียวแข็งปานกลาง ค่าผลลัพท์ k_s จากการวิเคราะห์หักกลับ ขณะขั้นตอนการขุดที่ช่วงระดับความลึก 2-4 เมตรมีค่าอยู่ในช่วง 340-1800 S_u โดยมีค่าเฉลี่ยจากสมการสหสัมพันธ์เท่ากับ 962 S_u และเมื่อขณะขั้นตอนการขุดที่ช่วงระดับความลึก 4-10.6 เมตรมีค่าอยู่ในช่วง 40-400 S_u โดยมีค่าเฉลี่ยจากสมการสหสัมพันธ์เท่ากับ 388 S_u ดังแสดงในรูปที่ 4.34 เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลอ้างอิงจากตารางที่ 4.27 ที่เสนอค่า S_u โดย DM7-1(1982) อยู่ในช่วงค่า 300-600 S_u พบว่าค่าผลลัพท์ k_s จากการวิเคราะห์หักกลับ ขณะขั้นตอนการขุดที่ช่วงระดับความลึก 2-4 เมตรมีค่าสูงกว่าข้อมูลที่ใช้เปรียบเทียบ ในขณะที่ค่า k_s ขณะขั้นตอนการขุดที่ช่วงระดับความลึก 4-10.60 เมตรมีค่าใกล้เคียงกัน

จากแนวโน้มค่า k_s ของชั้นดินเหนียวอ่อน และชั้นดินเหนียวแข็งปานกลางดังกล่าวข้างต้น สามารถอธิบายปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบให้ค่า k_s มีค่าสูงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าของข้อมูลอ้างอิงต่างๆ โดยในช่วงเริ่มแรกของการขุด ค่า level of stress ในมวลดินที่เกิดเนื่องจากการขุดมีค่าต่ำ, ปัจจัยเนื่องจากระดับการยึดครั้งที่ปลายล่างของกำแพง, การติดตั้ง/อัดแรงระบบค้ำยัน และสตีฟเนส

ของกำแพงชนิดโคอะเฟรม ช่วยทำให้ระบบกำแพงโดยรวมมีปริมาณการเคลื่อนตัวน้อย ผลกระทบจากปัจจัยเหล่านี้จะลดลงจนค่า k_s มีค่าอยู่ในช่วงระดับทั่วไปเมื่อระดับลึกของการขุดเพิ่มขึ้น

ชั้นดินเหนียวแข็ง ค่าผลลัพท์ k_s จากการวิเคราะห์หักลับขณะขั้นตอนการขุดที่ช่วงระดับความลึก 2-4 เมตรมีค่าอยู่ในช่วง 700-5000 S_u โดยมีค่าเฉลี่ยจากสมการสหสัมพันธ์เท่ากับ 2000 S_u และเมื่อขณะขั้นตอนการขุดที่ช่วงระดับความลึก 4-10.6 เมตรมีค่าผลลัพท์ k_s อยู่ในช่วง 340-1200 S_u โดยมีค่าเฉลี่ยจากสมการสหสัมพันธ์เท่ากับ 884 S_u ดังแสดงในรูปที่ 4.35 เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลอ้างอิงจากตารางที่ 4.28 ที่เสนอโดย DM7-1(1982), Duncan และ Buchighani(1976) เสนอค่า E_u ในช่วง 300-1480 S_u พบว่าค่าผลลัพท์ k_s จากการวิเคราะห์หักลับ ขณะขั้นตอนการขุดที่ช่วงระดับความลึก 2-4 เมตรมีค่าสูงกว่าข้อมูลที่อ้างอิงใช้เปรียบเทียบ เกินครึ่งหนึ่ง(6 ใน 9 จำนวน) ในขณะที่ค่า k_s ขณะขั้นตอนการขุดที่ช่วงระดับความลึก 4-10.60 เมตรมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลอ้างอิงข้างต้น

ชั้นดินเหนียวแข็งมาก ค่าผลลัพท์ k_s จากการวิเคราะห์หักลับขณะขั้นตอนการขุดที่ช่วงระดับความลึก 2-4 เมตรมีค่าอยู่ในช่วง 800-5000 S_u โดยมีค่าเฉลี่ยจากสมการสหสัมพันธ์เท่ากับ 2913 S_u และเมื่อขณะขั้นตอนการขุดที่ช่วงระดับความลึก 4-10.6 เมตรมีค่าผลลัพท์ k_s อยู่ในช่วง 600-2000 S_u โดยมีค่าเฉลี่ยจากสมการสหสัมพันธ์เท่ากับ 1411 S_u ดังแสดงในรูปที่ 4.35 เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลอ้างอิงจากตารางที่ 4.28 ที่เสนอโดย DM7-1(1982), Duncan และ Buchighani(1976) ที่เสนอค่า E_u ในช่วง 300-1480 S_u พบว่าค่าผลลัพท์ k_s จากการวิเคราะห์หักลับขณะขั้นตอนการขุดที่ช่วงระดับความลึก 2-4 เมตรมีค่าสูงกว่าข้อมูลที่อ้างอิงใช้เปรียบเทียบเกือบทั้งหมด ในขณะที่ค่า k_s ขณะขั้นตอนการขุดที่ช่วงระดับความลึก 4-10.60 เมตรมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลอ้างอิง (7 ใน 10 จำนวน) ข้างต้น

จากแนวโน้มค่า k_s ของชั้นดินเหนียวแข็งและชั้นดินเหนียวแข็งมากดังกล่าว สามารถตั้งข้อสังเกตได้ว่า มีผลลัพท์ k_s ที่ค่าเกินขีดบนของข้อมูลอ้างอิง(เกิน 1480 S_u)เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะชั้นดินเหนียวแข็งมาก แนวโน้มดังกล่าวเกิดจาก Error ของผลการวิเคราะห์ค่า k_s จากผลวัด

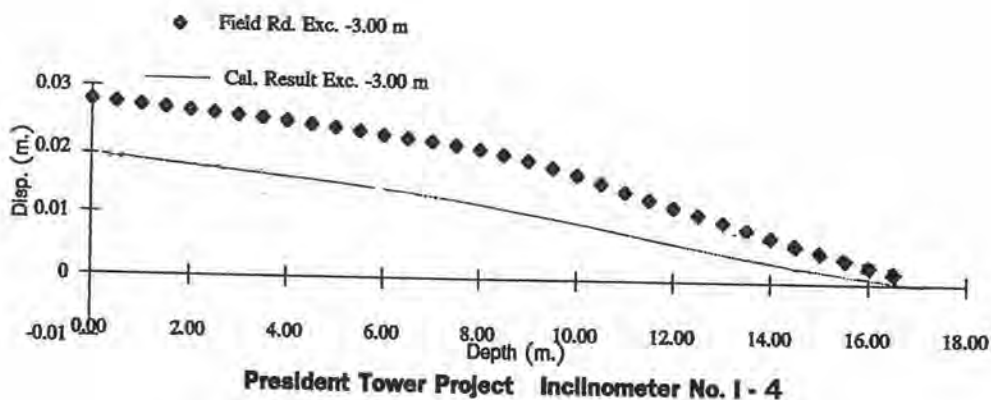
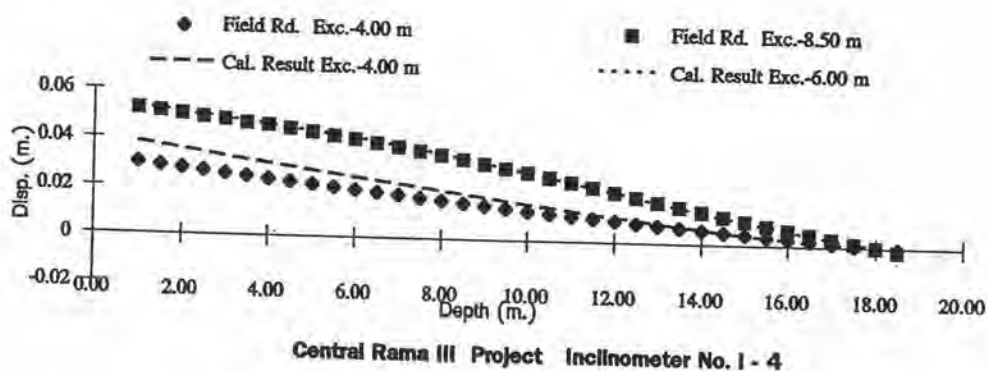
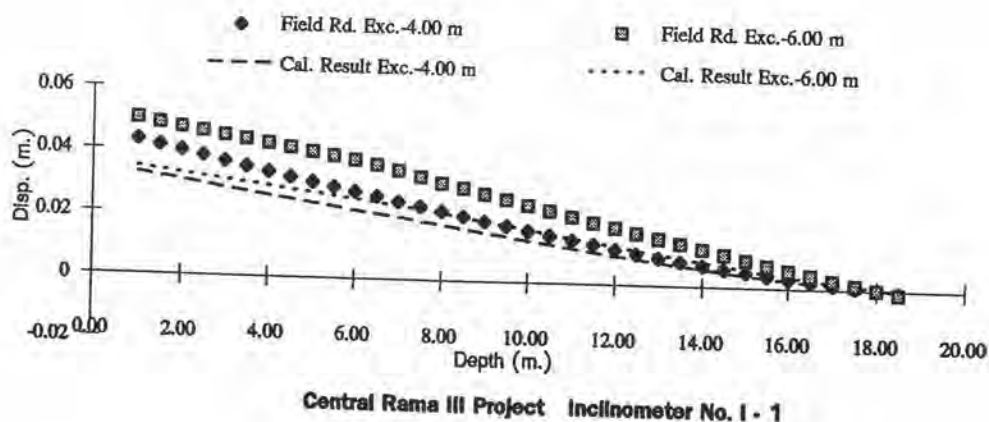
การเคลื่อนตัวของกำแพงในสนามโดยเครื่องมือ Inclinometer ที่มีค่าน้อยกว่าความเป็นจริง ซึ่งมาจากสาเหตุที่เครื่องมือ Inclinometer มีข้อจำกัดไม่สามารถวัดค่าการเคลื่อนตัวแบบ Translation แนวด้านข้างของกำแพงได้ นอกจากนั้นยังเกิดจากปลายของกำแพงมีการเคลื่อนตัวที่น้อยมาก เพราะข้อมูลการเคลื่อนตัวที่วัดในสนามมีไม่ถึงระดับที่ต้องการสูงสุด

4.6.5 ขอบเขตความน่าเชื่อถือของค่า k_s จากสมการความสัมพันธ์ เมื่อนำไปใช้ประเมินการเคลื่อนตัวของกำแพง

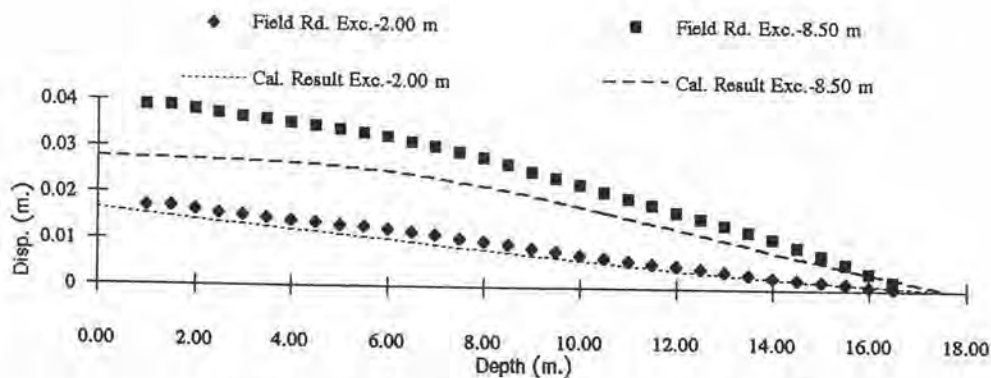
หัวข้อนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบศักยภาพในการประเมินการเคลื่อนตัวของกำแพงชนิดโคอะเฟรมโดยแบบจำลองคานวางบนวัสดุยืดหยุ่น ที่คำนวณด้วยค่า k_s จากความสัมพันธ์ $k_s = \alpha \times S_u$ ซึ่งค่า α ของชั้นดินต่างๆมาจากสมการ 4.12 ถึง 4.16 ทั้งนี้วิธีการคำนวณ, พารามิเตอร์ที่ใช้ประกอบการคำนวณจะคงรายละเอียดเช่นเดิมดังแสดงในหัวข้อที่ 4.2., 4.3, 4.4, 4.5.1 และ 4.5.2 ผลเปรียบเทียบระหว่างผลคำนวณการเคลื่อนตัวข้างต้น กับผลวัดในสนามที่รวบรวมมาจากทั้ง 5 กรณีศึกษาขณะขั้นตอนก่อสร้างต่างๆ แสดงอยู่ในรูปที่ 4.36

ขั้นตอนพิจารณาเริ่มจากการเปรียบเทียบปริมาณการเคลื่อนตัวของกำแพงที่เกิดขึ้นสูงสุดขณะขั้นตอนก่อสร้างต่างๆ (δ_{max}), ระหว่าง ค่าผลวัดในสนาม ($\delta_{max_{meas}}$), ผลคำนวณที่มาจากการวิเคราะห์หักกลับ ($\delta_{max_{back}}$) และ ผลคำนวณด้วยค่า k_s จากสมการความสัมพันธ์ ($\delta_{max_{pred}}$), ผลสรุปการเปรียบเทียบปริมาณการเคลื่อนตัวของกำแพงที่เกิดสูงสุดทั้ง 3 ชนิดข้างต้นที่รวบรวมมาจากทั้ง 5 กรณีศึกษา แสดงอยู่ในตารางที่ 4.30

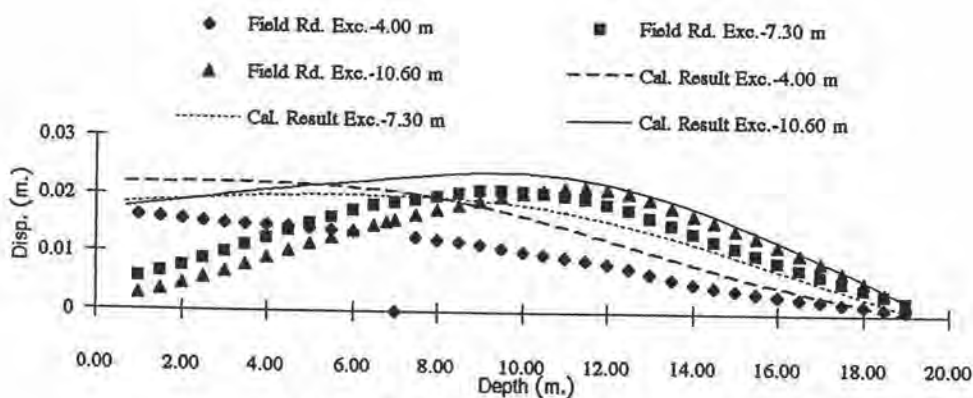
หลังจากนั้นได้ทำการแยกผลเปรียบเทียบนำเสนอในรูปแบบแผนภาพ 2 รูปคือ แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบผลวัดการเคลื่อนตัวของกำแพงสูงสุดในสนาม ($\delta_{max_{meas}}$) กับผลการเคลื่อนตัวของกำแพงสูงสุดที่มาจากการวิเคราะห์หักกลับ ($\delta_{max_{back}}$) และแผนภาพแสดงการเปรียบเทียบผลวัดการเคลื่อนตัวของกำแพงสูงสุดในสนาม ($\delta_{max_{meas}}$) กับผลการเคลื่อนตัวของกำแพงสูงสุดที่คำนวณด้วยค่า k_s จากสมการความสัมพันธ์ ($\delta_{max_{pred}}$) ดังแสดงในรูปที่ 4.37 และ 4.38 ตามลำดับ เนื้อหาสาระจากตารางและแผนภาพดังกล่าว สามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการเคลื่อนตัวของกำแพงที่เกิดสูงสุดทั้ง 3 ชนิดดังนี้



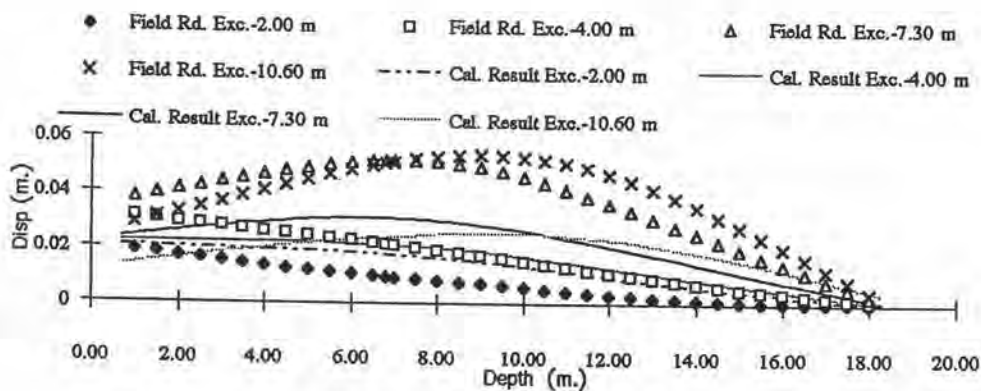
รูปที่ 4.36(ก) ผลเปรียบเทียบปริมาณการเคลื่อนตัวของกำแพงชนิดไคอะแพรมระหว่างผลลัพท์ที่คำนวณด้วยค่า k_s จากสมการสหสัมพันธ์ กับผลวัดในสนามที่รวบรวมมาจากทั้ง 5 กรณีศึกษา



Patunam Complex Project Inclinator No. 1 - 6

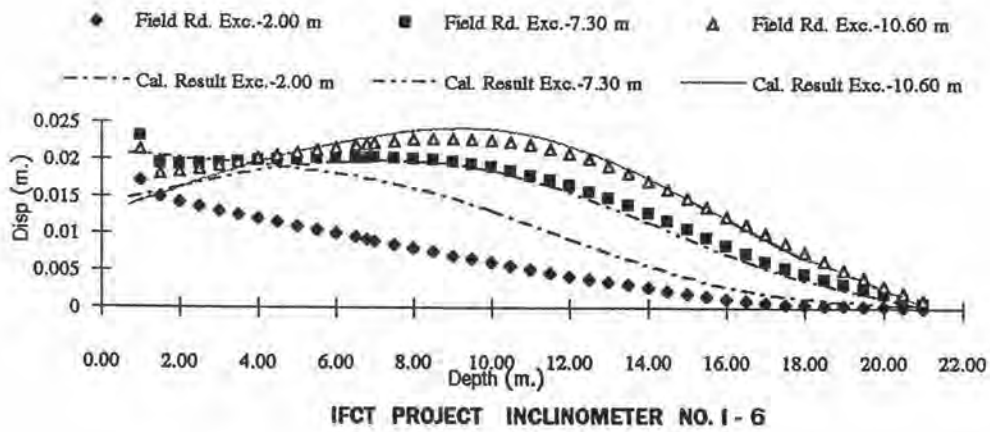
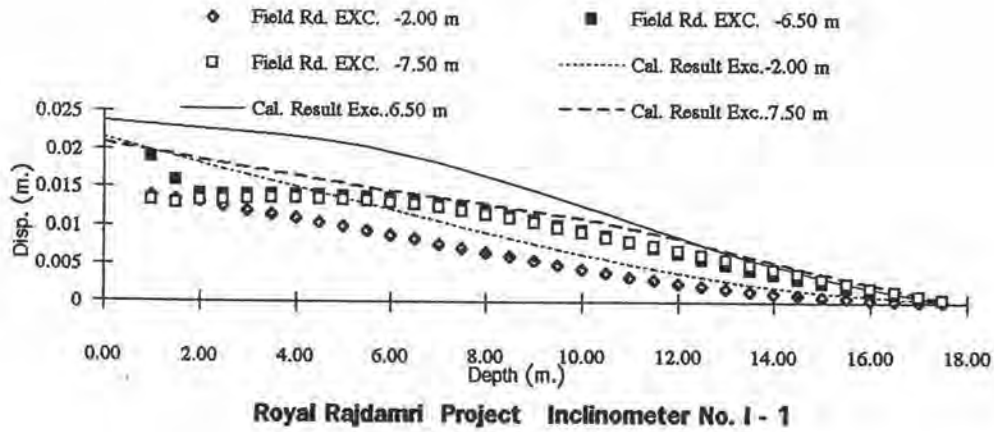


IFCT Project Inclinator No. 1 - 3



IFCT PROJECT INCLINOMETER NO. 1-5

รูปที่ 4.36(ข) ผลเปรียบเทียบปริมาณการเคลื่อนตัวของกำแพงชนิดโคอะแฟรมระหว่างผลลัพท์ที่คำนวณด้วยค่า k_s จากสมการสหสัมพันธ์ กับผลวัดในสนามที่รวบรวมมาจากทั้ง 5 กรณีศึกษา



รูปที่ 4.36(ค) ผลเปรียบเทียบปริมาณการเคลื่อนตัวของกำแพงชนิดไคอะแพรมระหว่างผลลัพธ์ที่คำนวณด้วยค่า k_s จากสมการสหสัมพันธ์ กับผลวัดในสนามที่รวบรวมมาจากทั้ง 5 กรณีศึกษา

ตารางที่ 4.30 ผลการเปรียบเทียบปริมาณการเคลื่อนตัวสูงสุดของกำแพงที่เกิดขึ้นขณะขึ้นคอนกรีตก่อสร้าง

ระหว่าง ผลวัดในสนาม ($\delta_{max(meas)}$), ผลวัดที่มาจาก การวิเคราะห์หักกลับ ($\delta_{max(back)}$)

และผลที่คำนวณด้วยค่า k_s จากสมการความสัมพันธ์ ($\delta_{max(pred)}$)

กรณีศึกษา (Inclinometer No)	ระดับความลึก ของการขุด (ม.)	$\delta_{max(meas)}$ (mm.)	$\delta_{max(back)}$ (mm.)	ค่าแตกต่างกับ* ผลวัดในสนาม(%)	$\delta_{max(pred)}$ (mm.)	ค่าแตกต่างกับ** ผลวัดในสนาม(%)
CEN I-1	-4.00	43.19	42.40	-1.83	35.74	-17.25
	-6.00	50.01	45.62	-8.78	50.32	0.62
CEN I-4	-4.00	29.79	29.90	0.37	32.67	9.67
	-8.50	52.06	48.53	-6.78	34.51	-33.71
PSD I-4	-3.00	27.11	27.04	-0.26	19.27	-28.92
PTN I-6	-4.00	17.10	18.31	7.08	17.25	0.88
	-8.50	38.92	30.89	-20.63	28.90	-25.75
IFCT I-3	-2.00	16.35	14.98	-8.38	22.04	34.80
	-7.30	20.45	18.02	-11.88	20.28	-0.83
	-10.60	21.44	19.81	-7.60	24.10	12.41
IFCT I-5	-2.00	19.02	17.57	-7.62	14.86	-21.87
	-4.00	31.10	19.22	-38.20	18.70	-39.87
	-7.30	51.71	44.50	-13.94	19.75	-61.81
	-10.60	53.85	41.91	-22.17	24.69	-54.15
IFCT I-6	-2.00	14.90	14.67	-1.54	15.47	3.83
	-7.30	20.28	21.33	5.18	19.03	-6.16
	-10.60	22.88	21.56	-5.77	23.84	4.20
RR I-1	-2.00	13.88	14.03	1.08	18.75	35.09
	-6.50	14.05	15.19	8.11	17.22	22.56
	-7.50	13.59	15.13	11.33	16.98	24.94

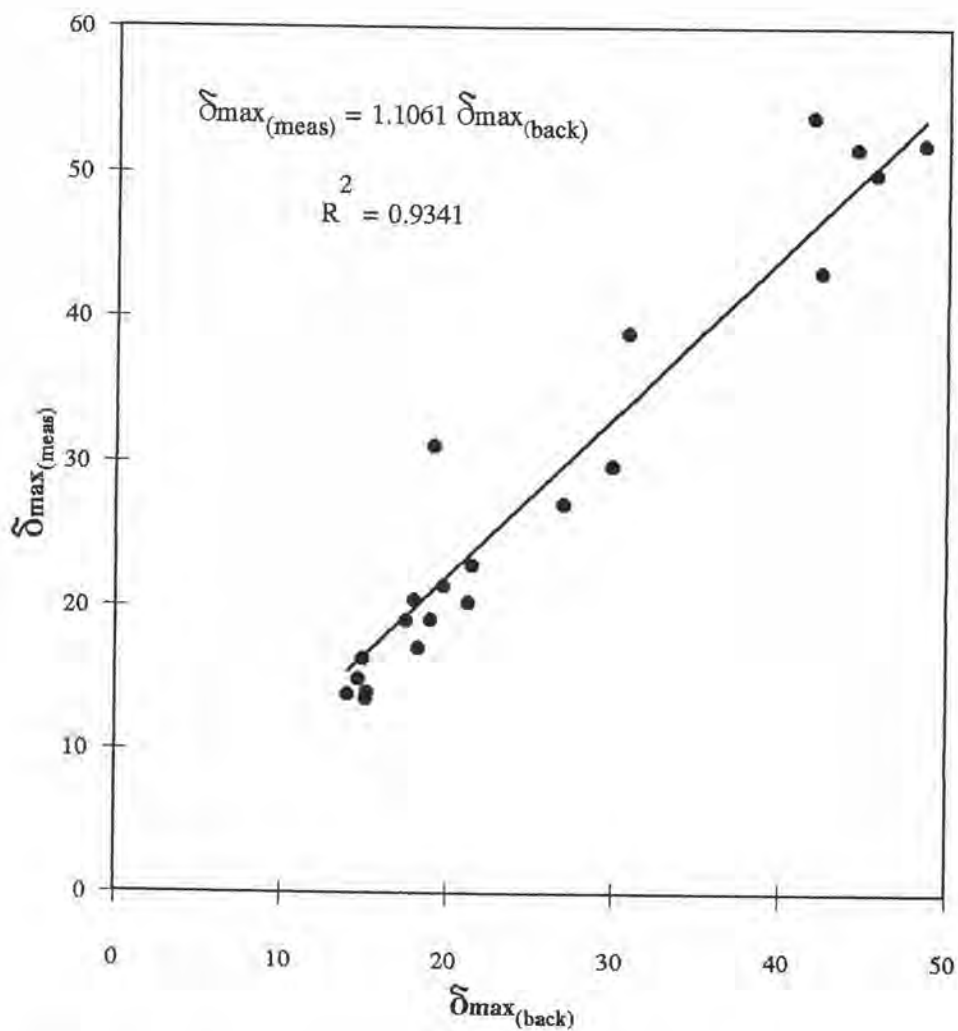
$\delta_{max(meas)}$ = ผลวัดการเคลื่อนตัวสูงสุดของกำแพงในสนาม

$\delta_{max(back)}$ = ผลวัดการเคลื่อนตัวสูงสุดของกำแพงที่มาจาก การวิเคราะห์หักกลับ

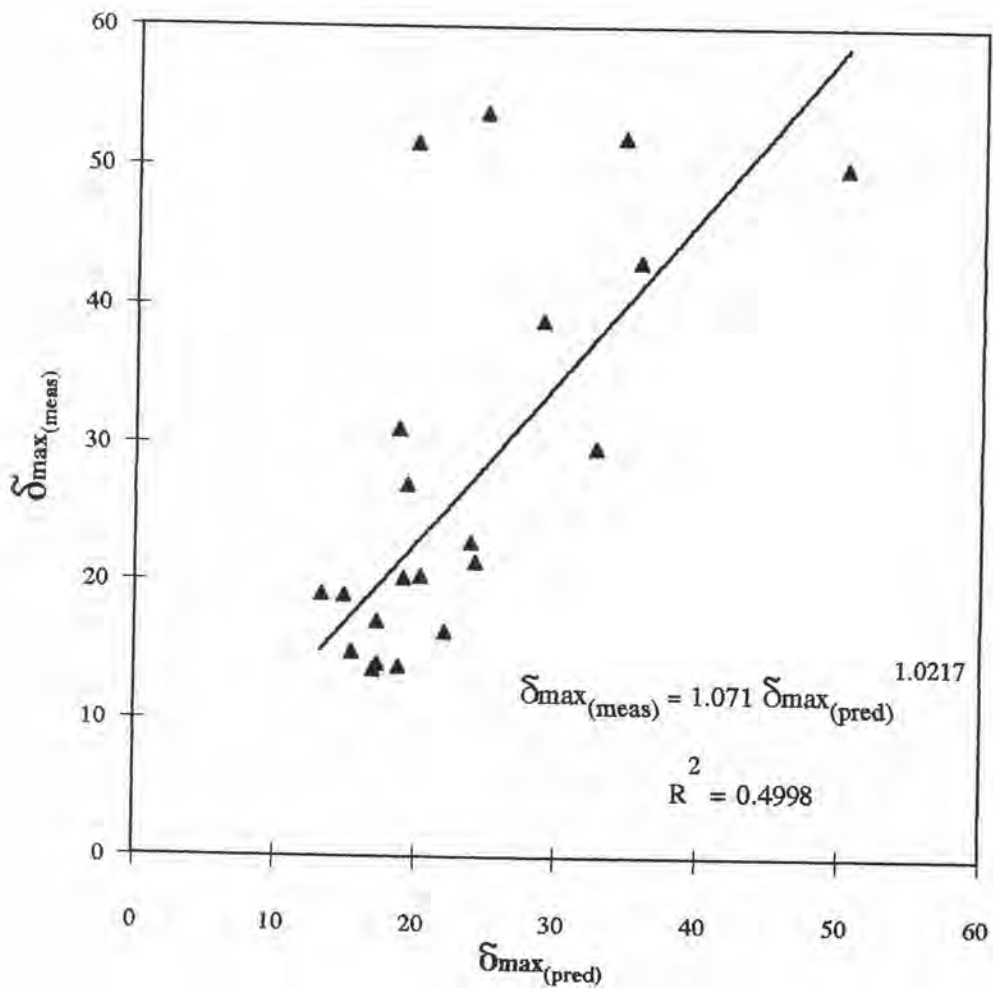
$\delta_{max(pred)}$ = ผลวัดการเคลื่อนตัวสูงสุดของกำแพงที่คำนวณด้วยค่า k_s จากสมการความสัมพันธ์

* % ค่าแตกต่างกับผลวัดในสนาม = $(\delta_{max(back)} - \delta_{max(meas)}) * 100 / \delta_{max(meas)}$

** % ค่าแตกต่างกับผลวัดในสนาม = $(\delta_{max(pred)} - \delta_{max(meas)}) * 100 / \delta_{max(meas)}$



รูปที่ 4.37 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบผลวัดการเคลื่อนตัวของกำแพงสูงสุด
ในสนาม $\delta_{\max(\text{meas})}$ กับผลการเคลื่อนตัวของกำแพงสูงสุดที่มาจากการวิเคราะห์
กลับ $\delta_{\max(\text{back})}$



รูปที่ 4.38 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบผลวัดการเคลื่อนตัวของกำแพงสูงสุด
 ในสนาม $\delta_{\max(\text{meas})}$ กับผลการเคลื่อนตัวของกำแพงสูงสุดที่คำนวณด้วยค่า k_s
 จากสมการความสัมพันธ์ $\delta_{\max(\text{pred})}$

$$\delta_{\max_{\text{meas}}} = 1.1061 \delta_{\max_{\text{back}}}, \quad r^2 = 0.934 \quad \dots\dots\dots(4.17)$$

$$\delta_{\max_{\text{meas}}} = 1.1071 \delta_{\max_{\text{pred}}}^{1.0217}, \quad r^2 = 0.499 \quad \dots\dots\dots(4.18)$$

ข้อสังเกตเพิ่มเติมที่ใช้ประกอบการพิจารณาสำหรับผลเปรียบเทียบข้างต้นคือ ค่าปริมาณการเคลื่อนตัวสูงสุดทั้ง 3 ชนิดซึ่งนำมาใช้เปรียบเทียบกัน อาจเกิดขึ้นณ ตำแหน่งบนกำแพงที่มีระยะความลึกจากผิวดินแตกต่างกัน

รูปที่ 4.37 และสมการที่ 4.17 สรุปความหมายได้ว่า แบบจำลองมีศักยภาพในการประเมินการเคลื่อนตัวของกำแพงเป็นอย่างดี เมื่อสามารถกำหนดค่า k_s ได้เหมาะสม ขณะเดียวกันรูปที่ 4.38 และสมการที่ 4.18 สรุปความหมายได้ว่า ศักยภาพในการประเมินการเคลื่อนตัวของกำแพงด้วยค่า k_s จากความสัมพันธ์มีน้อยกว่าผลประเมินด้วยค่า k_s จากการวิเคราะห์หักลับ ซึ่งสังเกตจากค่าผลคำนวณ $\delta_{\max_{\text{pred}}}$ ที่เบี่ยงเบนออกจากค่า $\delta_{\max_{\text{meas}}}$ มากขึ้น ซึ่งมีสาเหตุคือ ค่า k_s จากสมการความสัมพันธ์ แตกต่างจากผลข้อมูลตั้งต้นที่มาจากผลการวิเคราะห์หักลับมาก ดังในรูปที่ 4.34 และ 4.35 ข้อมูลพล็อตมีความกระจัดกระจาย เป็นแถบกว้างมาก รวมทั้งยังมีผลจากค่าเบี่ยงเบนสะสมจากการใช้พารามิเตอร์ k_s จากความสัมพันธ์ที่มีความกระจัดกระจาย 5 ตัวในคราวเดียว

ความกระจัดกระจายของข้อมูลพล็อตค่า k_s จากการวิเคราะห์หักลับ ซึ่งแสดงได้ด้วยค่า r^2 ของสมการ 4.12 ถึง 4.16 โดยเฉพาะเกิดขึ้นมากในชั้นดินเหนียวอ่อน อาจเกิดเนื่องจากการตั้งสมมุติฐานให้ค่า k_s เป็นฟังก์ชันของค่าพารามิเตอร์ S_u ($k_s = \alpha \times S_u$) ยังไม่พอเพียงที่จะนำมาใช้อธิบายพฤติกรรมของค่า k_s ที่มีความซับซ้อนมากกว่าได้ ซึ่งในชั้นดินเหนียวอ่อน ผลของการติดตั้งค้ำยันในบริเวณชั้นดินนี้รวมทั้งการอัดแรงในค้ำยัน ส่งผลให้ผลลัพธ์ค่า k_s จากการวิเคราะห์หักลับของชั้นดินชนิดนี้มีความกระจัดกระจายเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ วิธีดำเนินการก่อสร้าง, ความลึกของการขุด และระยะความลึกของปลายกำแพงที่ฝังอยู่ในชั้นดินแข็ง ก็เป็นปัจจัยสำคัญอีกส่วนหนึ่งที่มีผลต่อค่า k_s เช่นเดียวกัน